タンザニア連合共和国
水省水資源局

タンザニア連合共和国
ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画
策定支援プロジェクト

最終報告書

メイン・レポート

平成25年11月
（2013年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社地球システム科学
日 本 テ ク ノ 株 式 会 社
株式会社オリエンタルコンサルタンツ

環境
CR
13-214

タンザニア連合共和国
水省水資源局

タンザニア連合共和国
ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画
策定支援プロジェクト

最終報告書

メイン・レポート

平成25年11月
（2013年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社地球システム科学
日 本 テ ク ノ 株 式 会 社
株式会社オリエンタルコンサルタンツ

外貨交換レート

通貨	交換レート／US$
タンザニア・シリング（Tsh）	1,611
日本円　（¥）	91.84

（2013 年 3 月）

要　旨

1　　プロジェクトの背景および目的

タンザニア政府水省は、国家水セクター開発戦略（NWSDS: National Water Sector Development Strategy）の実施プログラムとして、水セクター開発プログラム（WSDP: Water Sector Development Programme）を実施中である。

図 1　タンザニア国流域区分

WSDP における水資源コンポーネントの目的は、タンザニア本土における 9 つの流域において健全な水資源管理の実施体制を構築すること、水利用者の参加とオーナーシップの醸成、透明性のある政策決定、水利用許可の確実な交付を通じて水資源の良い統治を促進することである。そして、この目的を達成するため、9 つの流域全てにおける WSDP 水資源コンポーネントの実施戦略として、統合水資源管理・開発計画（IWRM&D: Integrated Water Resources Management and Development）策定と実施が計画された。

本プロジェクトは、全国 9 つの流域のうち、タンザニア国中東部に位置し（***図 1*** 参照）、66,295km^2 におよぶ面積を有するワミ・ルブ流域における統合水資源管理・開発計画の策定の支援である。本プロジェクトの目的は、１）ワミ・ルブ流域の水資源管理・開発計画（ブルー・プリント）を策定すること、２）水資源管理・開発計画を実施するための戦略および行動計画を策定すること、３）給水分野の優先プロジェクトの選定とフィージビリティ調査を実施すること、および４）調査の実施を通じて、カウンター・パートへ技術移転を図ることである。

2　　ワミ・ルブ流域の概要

ワミ・ルブ流域は大きくワミ川、ルブ川、コースト地域の小河川群の 3 流域に分けられる。ワミ川については上流より、キニャスングウェ、ムコンドア、ワミ、ルブ川については上流より、アッパールブ、ンゲレンゲレ、ローワールブのサブ流域に分けられる。また、コースト流域はサブ流域として扱い、全体を 7 つのサブ流域と区分している（***図 2*** 参照）。

図 2　ワミ・ルブ流域のサブ流域区分

当該流域には、6 つの州（Region）と 22 の地方自治体（LGA: Local Government Authority）の行政区が含まれる。調査により、2011 年現在の流域内の人口は約 7.28 百万人、その内、都市部人口は約 4.07 百万人（56%）、地方部人口は約 3.21 百万人（44%）と算定された。

ワミ・ルブ流域内の重要な経済活動は、主に農業と放牧である。産業については、ワミ流域ではモロゴロ州ムボメロ県にある砂糖生産工場を除き、大規模な産業は無い。これとは対照的に、ルブ流域では、繊維産業、サイザル材生産、酒造、たばこ、製品製造等、多様な産業がダル・エス・サラームの沿岸部の河川周辺に集中している。

ワミ・ルブ流域の平均年間降水量は 961mm で、3~5 月と 11~12 月が雨季、6 月から 9 月は乾季である。

3 水資源管理の枠組み

国家水政策 2002 年（NAWAPO 2002）では、これまでの州毎の水資源開発に重きを置いたアプローチから、流域を単位とする包括的計画・管理、意思決定の地方分権化と権限委譲、水の希少性を意識した合理的な利用の促進を打ち出した。水資源配分においては、生活用水の確保を質・量ともに充足することを第一優先し、次いで生態系保護のための環境用水に優先を置くこととしている。社会経済活動に関しては、開発の優先分野や生産活動に充てられる水資源の経済価値等を考慮し、セクター間の配分調整を行う。

現行の水セクターの基本法は、水資源管理法（2009 年、No.11）および給水・衛生法（2009 年、No.12）である。水資源管理法制定により新たな法制上の枠組みを与え、行政的および財政的な自律性を有した流域管理事務所（BWB）のイニシアティブと、利水者協議会（WUA）ならびに流域／サブ流域水委員会（CWC/SCWC）を通じた水利用者の参加により、統合水資源管理・開発を実現していくこととなった。また、流域内の水利用に対する規制と汚染管理、統合水資源管理・開発計画の策定、水利使用料金の徴収、流域／支流域ならびにコミュニティレベルでの水資源管理組織の設立促進、水利用に係る紛争解決について BWB に権限が与えられている。

4 ワミ・ルブ流域の水資源量

プロジェクトのフェーズ 1 の期間を通して、水資源のポテンシャルを評価するため、表流水および地下水に関する各種詳細調査が実施された。その結果、シミュレーション結果に基づく流域全体の表流水の水資源総量と地下水開発可能量を合計したワミ・ルブ流域全体の水資源量は、平年で約 5,262 MCM/年（平年表流水＋地下水）、10 年確率降雨渇水年[1]で 3,346 MCM/年（10 年確率降雨渇水年＋地下水）との算定結果となった。

5 将来水需要予測

調査により、１）トレンドシナリオ、２）灌漑効率向上シナリオ、３）工業セクター成長シナリオ、の３つのシナリオにおいて流域内の全セクターの現在水利用量、2015、2025 および 2035 年における将来水需要が予測された。その結果、2035 年の水需要量としては、トレンドシナリオでは 2,201.0 MCM（百万 m^3）、灌漑効率向上シナリオでは 1,696.3 MCM、工業セクター成長シナリオでは 2,405.0 MCM の水需要量が算定された。

6 流域の水資源総量と将来水需要との比較

シミュレーション結果に基づく流域全体の水資源総量は、流域全体で比較した場合、平年、10 年確率降雨渇水年とも、全てのシナリオにおける将来水需要量を賄えることが確認された。しかしながら、表流水の水資源賦存量は総流出量であり、年間を通して安定して利用できる流量（渇水流量[2]）は 15～25%程度であるため、ワミ・ルブ流域全体での水資源量（表流水の渇水

[1] 年間総降雨量が 10 年に一度の確率で少ない年を指す。

[2] 年間を通じて 355 日間はこの値を下回らない河川の流量

流量＋地下水開発可能量)は約 1,700MCM(中間値の 20%の場合)と想定される。この場合は 2025 年からトレンドシナリオに基づく需要を満たすことができなくなる（***図 3*** 参照）。

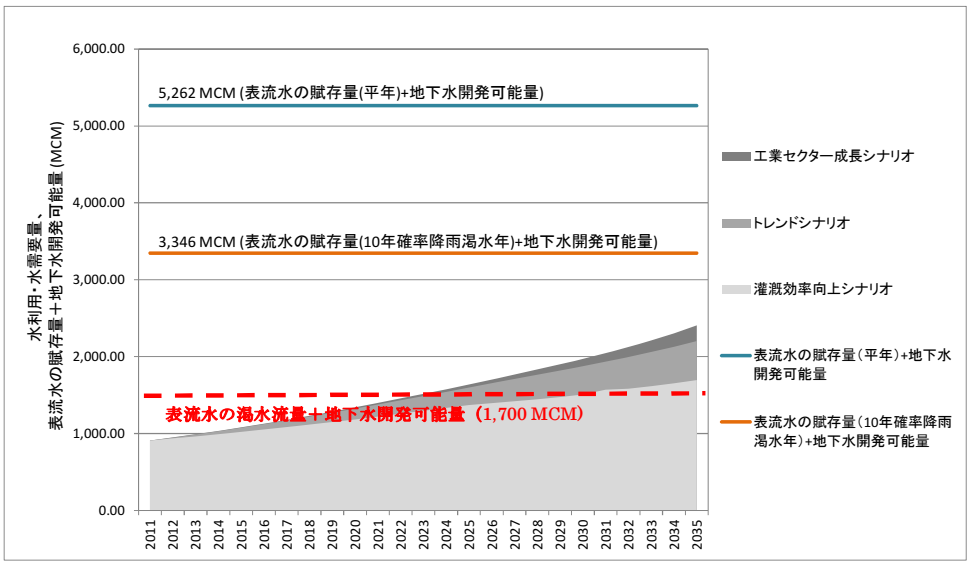


図 3　将来水需要量と水資源総量との比較

7　　水資源管理・開発（IWRM&D）計画

水資源管理は、国家水政策（2002）および水資源管理法（2009）の規定に基づき、サブ流域単位を基本として実施する。なお、シミュレーションの結果は、流域の特性や傾向を表しているが、貯水池計画などの具体的な水資源開発の計画規模を決定するために必要な精度の高い数値条件が得られないことが判明した。したがって、本プロジェクトで構築した数値解析モデルに基づいて行ったシミュレーション結果ではなく、実際に生じた基準となる観測点における 10 年確率渇水年の実測の観測流量値を用いた検討により水資源開発計画を策定した。ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画の目的系図と、策定された IWRM&D 計画の各プログラムとの関係を***図 4*** に示す。

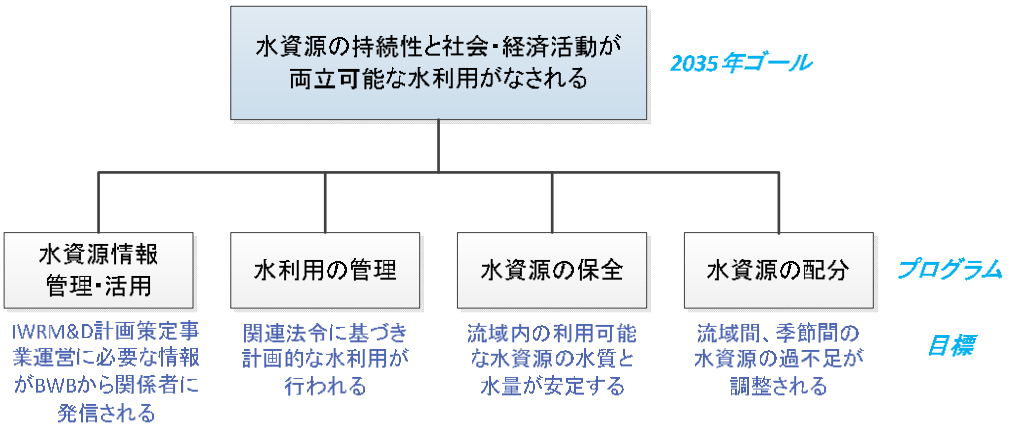


図 4　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発目的系図と策定されたプログラムの関係

水資源配分プログラム

ワミ・ルブ流域における、１）貯水池の整備、２）他サブ流域からの導水、３）地下水開発のオプションから構成される各サブ流域の水資源配分計画を策定した。その結果、キニャスングウェ・サブ流域では、トレンドおよび工業セクター成長シナリオに基づいた需要増が進む場合、

不足量を賄うことができなくなることがわかった。ンゲレンゲレ・サブ流域では、工業セクターの需要増が大きく、不足量を補うために貯水池の整備に加え隣接するアッパールブ・サブ流域からの導水が必要である。コースト・サブ流域では、工業セクター成長シナリオに基づいた需要増が進む場合、2035 年には不足量を補うことができなくなる。したがって、工業セクターの成長を促進する場合には、節水技術の導入も必要である。

水資源保全プログラム

社会経済活動に伴う水資源への汚染が認められる地域では、水質保全面からの水資源保全プログラムが策定された。また、国家水政策において飲料水に次ぐ優先度を与えられた環境用水である環境流量の制定・モニタリングおよび見直し行う。さらに、河川改修や河道の安定により河川環境を改善し、表流水の安定を図る必要がある。これらの事業と活動により、流域内における利用可能な水資源の水質と水量を安定させることが必要である。

水利用管理プログラム

水資源の管理には、計画策定、実施において利用者の参加が重要である。また、流域管理事務所による、水利用許可等を有効に活用した水利用に関する法規制の執行が必要である。さらに流域管理事務所の監督の下、水需要の抑制や灌漑効率の向上など、利用者による水利用の効率化を進めることが必要である。関連法令に基づいた計画的な水利用を実施するため、水資源の開発と利用と排水に関する規制および制御に関する各種プロジェクトから構成される水利用管理計画の実施が必要である。

水資源情報管理と活用プログラム

ワミ・ルブ流域の水資源管理・開発計画の実施と事業管理には、水資源や水利用に関する情報やデータの整備と活用が必要である。そして必要な情報が関係者に発信されることにより、利用者も含めた関係主体が水資源管理に参加できることになる。サブ流域単位の水資源管理の実施を目的としたサブ流域末端における流量観測所の設置を含む水資源観測モニタリングプロジェクトと、水資源データベースおよびシミュレータの運用から構成される水資源情報管理活用計画の実施が必要である。

8　実施戦略と行動計画

策定された水資源管理・開発計画を実施するための以下の 5 項目の実施戦略が策定された。

- サブ流域の特性とプロジェクト効果を考慮した優先順位に従った活動の投入をすること
- 水需要と水資源量のバランスの変化に対応した工程に応じた計画の実施をすること
- 表流水の水資源の不足量を効率的に補完するため地下水開発プロジェクトを投入すること
- 水資源量の安定を重視した流域環境保全を実施すること
- 計画・管理支援システムによりプロジェクトの実施計画を策定、管理すること

さらに、ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画の行動計画と全体工程が策定された。活動および工程を計画する上での基本方針は以下の通りである。

水資源配分プログラム

各プロジェクトの調査計画は、短期の 2015 年までに策定する。一方、サブ流域間導水、および貯水池プロジェクトの実施は、2025 年需要までのフェーズ 1、2035 年需要までのフェーズ 2 と 2 期に分けた実施計画とする。

水利用管理プログラム

水利用許可の付与および管理に関しては、水利用管理の最も基幹的な活動となるため、全サブ流域に対して均等に行う。ステークホルダー間の水利用調整は、利水者協議会（WUA）、流域水委員会の結成および活動支援は 2025 年の中期計画期間に終了させる。

水資源保全プログラム

流域環境保全は、河川改修、砂防、植栽の各プロジェクトは中期計画前半の 2020 年までに実施をすることとする。河川維持管理プロジェクトは活動を継続することにより、2020 年までに整備された河川構造物のモニタリングも実施することとする。

水資源情報管理・活用プログラム

水資源モニタリングに関しては、管理の観点から選定した地域に従ってプログラムを実施していくこととする。一方、各種活動を通して得られた情報やデータの管理および活用は、サブ流域間の優先順位は無く、全てのサブ流域において均等にデータ整備を行うこととする。システムの本体である水資源シミュレータの運転を 2013 年までに流域管理事務所で実施できるよう研修をする。

9 セクター別優先プロジェクト

水資源管理・開発計画の目的である水資源の持続性と社会・経済活動を両立可能とする水利用を確立するとの観点から、各セクターの優先プロジェクトの実施可能について評価を行った。

さらに、給水セクターに関しては F/S 対象の優先プロジェクトを選定した。給水セクターの中では、給水率および既往計画の有無から、地方給水セクターが F/S 対象で妥当であると結論づけられた。

10 地方給水分野の優先プロジェクト

地方給水分野における優先プロジェクトは、ワミ・ルブ流域内で以下の条件が整っている地域から選定した。

- 水源開発可能量が生活用水の将来水需要を賄うことが可能である
- 給水率の低い地域である
- 水源の水質が飲料水に適している
- ワミ・ルブ流域管理事務所の地方給水事業への関与活動のモデルとなる

上記条件を適応した結果、モロゴロ州が地方給水に関して最も改善が必要と判断された。したがって、優先プロジェクトは、モロゴロ州のワミ・ルブ流域に含まれている 4 県（ムボメロ、モロゴロ・アーバン、モロゴロ・ルーラル、キロサ）を対象にスクリーニングを実施し、最終的には 24 サイトが選定された。

11 優先プロジェクトの給水計画および初期設計

選定された 24 サイトに対し、目標年次 2025 年の給水計画が策定された。本計画が実施された場合、1,416m^3/日の安全で安定した水を供給することができ、2,959 人（2012 年）の給水人口が 56,606 人に増加することになる。また、各優先プロジェクトの初期設計および概算事業費の積算を行った。各優先プロジェクトの計画諸元を***表 1*** に示す。レベル 1 給水のサイトが 14 ヶ所、レベル 2 給水が 7 か所で、他の 3 サイトはレベル 1 給水とレベル 2 給水の組合せと計画した。レベル 1 給水サービスを受けられる住民は 31,453 人となり、787m^3/日が給水される。一方、レベル 2 給水サービスの裨益者は 25,153 人で、629m^3/日を給水する計画となっている。

12　優先プロジェクトの事業評価

F/S の対象として選定された優先プロジェクトについて、１）財務、２）組織・制度、３）運営・維持管理、４）政策、５）環境社会配慮、６）水資源管理、７）技術的妥当性の側面から評価を行った。その結果、プロジェクトの実施は有益であり妥当であると判断された。

また、経済の観点からの検討では、プロジェクト実施による便益を算定した。

なお、水資源管理面については、ワミ・ルブ流域管理事務所は、既に対象サイトにおいて水資源管理法に基づいた活動を開始していることから、今後適切な水資源管理が実施されると評価された。

組織・制度面については、ソフトコンポーネント等の投入による給水組織能力向上支援等、投入が必要な側面もあるが、施設の運営維持管理にかかわる組織制度は基本的には確立されていることから、運営・維持管理は適切に実施されると評価された。

表１　提案給水計画

番号	ｺｰﾄﾞ番号	サイト(村落名)	現在人口 (2012)	計画給水人口 (2025)	計画給水量 (m^3/日)	レベル2サービス												レベル1サービス				
						レベル2人口	給水量 (m^3/日)	深井戸数	揚水量 (l/分)	井戸深度 (m)	運転時間	配水池 数量	配水池 種類	配水池 容量 (m^3)	公共水栓数 1栓	公共水栓数 2栓	総配管距離 (km)	レベル1人口	給水量 (m^3/日)	ﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ数	1井当揚水量 (l/分)	井戸深度 (m)
1	MM1	Magunga	1,448	1,924	48	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,924	48	9	10	80
2	MM2	Diburuma	1,540	2,046	51	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2,046	51	9	10	80
3	MM3	Kisala	1,660	2,205	55	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2,205	55	9	10	50
4	MM4	Lungo	882	1,172	29	1,172	29	1	100	80	5	1	高架型	30	5	1	3	0	0	0	－	－
5	MM5	Lukenge A/B	1,356	1,801	45	1,801	45	1	100	80	8	1	高架型	30	4	2	2	0	0	0	－	－
		Lukenge C (Songambere)	678	901	23	901	23	1	100	80	4	1	高架型	30	6	0	4	0	0	0	－	－
6	MU1	Mawasiliano/Nguru ya Ndege/ CCT Forest	1,982	2,633	66	1,120	28	1	30	80	16	1	地上型	30	9	0	7	1,513	38	5	10	80
7	MU2	Kilongo	3,134	4,163	104	4,163	104	4	30×4	80	15	1	地上型	90	26	0	27	0	0	0	－	－
8	MR1	Tambuu	1,922	2,553	64	2,553	64	2	50×2	130	11	1	高架型	50	13	1	13	0	0	0	－	－
9	MR2	Uponda	1,084	1,440	36	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,440	36	7	10	80
10	MR3	Usungura	1,282	1,703	43	665	17	1	100	80	3	1	高架型	30	5	0	4	1,038	26	4	10	50
11	MR4	Kiwege	1,467	1,949	49	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,949	49	8	10	50
12	MR5	Kwaba	1,406	1,868	47	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,868	47	8	10	80
13	MR6	Tununguo	2,477	3,291	82	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	3,291	82	14	10	80
14	MR7	Vigolegole	3,099	4,117	103	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	4,117	103	17	10	80
15	MR8	Kongwa	3,651	4,850	121	4,850	121	1	150	80	14	1	高架型	90	8	9	12	0	0	0	－	－
16	MR9	Mvuha	2,320	3,082	77	3,082	77	1	100	80	13	1	高架型	50	2	9	4	0	0	0	－	－
17	KL1	Chabima	1,370	1,820	46	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,820	46	8	10	80
18	KL2	Mkata Station	658	874	22	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	874	22	5	10	50
19	KL3	Kilangali	3,210	4,264	107	3,793	95	1	100	80	16	1	高架型	90	6	6	10	471	12	3	10	50
20	KL4	Kiduhi	793	1,053	26	1,053	26	1	100	80	5	1	高架型	30	7	0	7	0	0	0	－	－
21	KL5	Makwambe (Ifuga対象外)	2,108	2,800	70	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2,800	70	14	10	80
22	KL6	Kibasigawa	493	655	16	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	655	16	4	10	80
23	KL7	Mzaganza	1,388	1,844	46	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,844	46	8	10	80
24	KL8	Kikundi	1,203	1,598	40	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,598	40	7	10	80
		合計	42,611	56,606	1,416	25,153	629	15							91	28	93	31,453	787	139		

目　　次

要旨
目次
付表一覧表
付図一覧表
略語一覧表
写真集

頁

第 1 章　ワミ・ルブ流域の概要
1.1　序論 1-1
1.2　タンザニアにおける流域区分とワミ・ルブ流域 1-1
1.2.1　タンザニア本土の流域区分 1-1
1.2.2　ワミ・ルブ流域のサブ流域 1-1
1.2.3　ワミ・ルブ流域の境界線 1-2
1.3　社会経済状況 1-3
1.3.1　行政区分と人口 1-3
1.3.2　国内総生産　（GDP） 1-4
1.3.3　地域経済 1-5
1.3.4　都市・地方給水 1-6
1.4　自然状況 1-8
1.4.1　気候 1-8
1.4.2　地形・地質 1-8
1.4.3　河川 1-10
1.4.4　植生 1-12
1.5　課題 1-13
1.5.1　水資源と需要のバランス 1-14
1.5.2　水資源保全面の課題 1-15
1.5.3　流域環境保全面の課題 1-16
1.5.4　水利用の規制と管理に係る課題 1-16
1.5.5　水資源情報管理と活用に関する課題 1-21
1.5.6　地方部における低給水率と地域格差 1-22

第 2 章　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画のフレームワーク
2.1　プロジェクトの背景および概要 2-1
2.1.1　背景および目的 2-1
2.1.2　プロジェクトの実施および手順 2-3

2.1.3 プロジェクトの組織構成 2-5
2.1.4 ステアリング・コミッティ 2-6
2.2 水資源管理の枠組み 2-7
2.2.1 水セクターの関連政策および法制 2-7
2.2.2 水資源管理の実施体制 2-9
2.3 本プロジェクトにおける水資源管理・開発計画の位置づけ 2-11
2.4 計画対象年 2-12
2.5 2035 年における計画目標 2-12
2.6 統合水資源管理計画の構成 2-15

第 3 章 ワミ・ルブ流域の水資源量
3.1 表流水の水資源量 3-1
3.1.1 表流水の水資源賦存量 3-1
3.1.2 表流水の開発可能量 3-4
3.2 地下水の開発可能量 3-7
3.2.1 序論 3-7
3.2.2 地下水涵養量の評価 3-8
3.2.3 社会環境へ影響を及ぼさない地下水取水可能量の検討 3-11
3.2.4 帯水層毎の地下水開発可能量の評価 3-15
3.2.5 サブ流域毎の地下水開発可能量の評価 3-16
3.2.6 気候変動による影響の考慮 3-18

第 4 章 現在水利用量と将来水需要量
4.1 序論 4-1
4.2 ワミ・ルブ流域内の現在水利用量および将来水需要量 4-1
4.2.1 セクター別の現在水利用量および将来水需要量 4-1
4.2.2 ワミ・ルブ流域全体の現在水利用量および将来水需要量 4-18
4.3 サブ流域における現在水利用量および将来水需要量 4-22
4.3.1 現在水利用量および将来水需要量の平面分布 4-22
4.3.2 サブ流域の現在水利用量および将来水需要量 4-23
4.4 考察 4-40

第 5 章 水資源配分・管理計画
5.1 序論 5-1
5.2 シミュレーション結果に基づくワミ・ルブ流域の水資源と将来水需要量との比較 5-2
5.3 基準となる観測点における流量観測データに基づいた低水収支計算による不足量の検討 5-3
5.3.1 環境流量の妥当性評価 5-3

5.3.2　基準となる観測点における流量観測データに基づいた低水収支計算 5-4
5.3.3　表流水の水資源不足量を賄うために必要な水資源開発オプション 5-13
5.4　水資源配分・管理計画 5-17
5.4.1　水資源配分・管理計画策定の基本方針 5-17
5.4.2　水資源配分・管理計画 5-17
5.4.3　ワミ・ルブ流域水資源配分・管理計画のまとめ 5-31

第 6 章　水資源管理・保全計画

6.1　序論 6-1
6.2　水資源観測・モニタリング 6-2
6.2.1　緒言 6-2
6.2.2　雨量観測 6-2
6.2.3　表流水観測・モニタリング 6-4
6.2.4　地下水モニタリング 6-10
6.3　水資源情報管理・活用計画 6-13
6.3.1　緒言 6-13
6.3.2　水資源管理データベースの運営・維持 6-13
6.3.3　水資源管理シミュレータの運営・維持 6-16
6.4　水資源保全計画 6-18
6.4.1　緒言 6-18
6.4.2　水源保護の制度化に向けた活動 6-18
6.4.3　水資源環境と汚染の管理 6-21
6.5　流域環境保全計画 6-32
6.5.1　河川施設管理計画 6-32
6.5.2　流域保全計画 6-34
6.6　水資源の利用に関する規制と管理 6-37
6.6.1　体系的な許可制度の運用 6-37
6.6.2　利用許可 6-38
6.6.3　地下水許可 6-41
6.6.4　排水許可 6-41
6.6.5　水需要の抑制 6-42
6.7　ステークホルダー間の水利用調整 6-43
6.8　戦略的環境アセスメント 6-45
6.8.1　導入 6-45
6.8.2　水資源管理・開発計画（WRM&D Plan）における持続可能性の概念 6-45
6.8.3　持続可能な水資源管理のための水資源管理開発プラン（WRM&D Plan）における主な活動 6-45
6.8.4　水資源管理･開発計画を持続的に実施するツールとしてのモニタリングおよび情報 6-46

第 7 章　ワミ・ルブ流域管理事務所のキャパシティ・ディベロップメント計画
7.1　概要 7-1
7.2　WRBWB の現行 CD 計画 7-1
7.3　キャパシティ評価の枠組み 7-3
7.4　キャパシティ評価 7-4
7.4.1　成果の達成 7-4
7.4.2　組織運営に係るキャパシティ 7-8
7.5　キャパシティ・ディベロップメント計画 7-21

第 8 章　実施戦略と行動計画
8.1　実施戦略 8-1
8.1.1　サブ流域の特性とプロジェクト効果を考慮した優先順位 8-2
8.1.2　水需要と水資源量のバランスの変化に対応した工程 8-2
8.1.3　表流水の水資源の不足量を効率的に補完する地下水開発プロジェクトの投入計画 8-4
8.1.4　水資源量の安定を重視した流域環境保全 8-5
8.1.5　計画・管理支援システムよるプロジェクト計画の策定、管理 8-5
8.2　行動計画 8-5

第 9 章　セクター別優先プロジェクト
9.1　概要 9-1
9.2　優先プロジェクトの概要 9-1
9.2.1　灌漑セクター 9-1
9.2.2　工業セクター 9-3
9.2.3　新都市計画 9-4
9.2.4　都市給水 9-5
9.2.5　地方給水 9-9
9.2.6　火力発電所の新規建設 9-11
9.3　ワミ・ルブ水資源管理・開発計画を考慮したセクター別優先プロジェクトの評価 9-12
9.3.1　水資源管理・開発面での評価 9-12
9.3.2　環境・社会配慮面での評価 9-14

第 10 章　給水分野の優先プロジェクト
10.1　給水計画の概要 10-1
10.1.1　対象地域及び給水現状 10-1
10.1.2　計画人口・水需要量 10-1
10.1.3　水源及び給水施設 10-3
10.1.4　流域管理事務所の地方給水事業における役割 10-4

10.2　優先プロジェクトの選定手順 10-5
10.2.1　タンザニア政府の優先プロジェクト 10-5
10.2.2　本調査の優先プロジェクトの選定フロー 10-6
10.2.3　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画による給水優先地域の選定 10-7
10.2.4　スクリーニング手順 10-15
10.3　選定された優先プロジェクト 10-15
10.4　フェーズ 3 でのフィージビリティ・スタディ 10-21

第 11 章　優先プロジェクトの給水計画

11.1　序論 11-1
11.2　優先プロジェクト・サイトの社会・経済状況 11-2
11.2.1　概論 11-2
11.2.2　調査結果概要 11-2
11.3　優先プロジェクト・サイトの水源の評価 11-6
11.3.1　緒言 11-6
11.3.2　優先プロジェクト・サイトの水理地質状況 11-6
11.3.3　水理地質調査の実施 11-8
11.3.4　優先プロジェクト・サイトの水源の評価 11-11
11.3.5　水源開発における留意事項 11-16
11.4　給水計画の基礎事項 11-16
11.4.1　目標年次 11-16
11.4.2　採用概念・基準 11-16
11.4.3　水利用の対象 11-16
11.4.4　対象サイト 11-17
11.5　対象サイトの現状 11-20
11.5.1　人口・家畜数 11-20
11.5.2　公共施設 11-22
11.5.3　住民の参加意思 11-23
11.5.4　水源 11-24
11.5.5　給水施設 11-24
11.6　給水サービス・レベルの検討 11-27
11.6.1　サービス・レベル 11-27
11.6.2　サービス・レベルの検討および結果 11-28
11.7　給水計画 11-30
11.7.1　水源計画 11-30
11.7.2　給水原単位 11-31
11.7.3　計画給水人口及び給水量 11-32
11.7.4　給水施設計画 11-32
11.7.5　提案給水計画 11-36

第 12 章　優先プロジェクトの初期設計・概略事業費

12.1　初期設計 12-1
12.1.1　レベル 2 給水施設計画 12-1
12.1.2　レベル-1 給水施設計画 12-6
12.2　初期設計図 12-7
12.3　概算事業費 12-37
12.4　施工計画（施工上の留意事項） 12-38

第 13 章　優先プロジェクトの実施計画

13.1　実施体制 13-1
13.1.1　実施機関 13-1
13.1.2　役割分担 13-1
13.2　調達 13-2
13.3　実施工程 13-2
13.3.1　工事期間 13-2
13.3.2　検討事項 13-3
13.3.3　建設に関わる実施工程 13-3

第 14 章　優先プロジェクトの運営・維持管理計画

14.1　運営・維持管理にかかる政策と制度フレームワーク 14-1
14.1.1　NAWAPO (2002)に示される地方給水施設の運営・維持管理 14-1
14.1.2　地方給水施設の運営・維持管理にかかる法的規定 14-2
14.2　運営・維持管理計画 14-4
14.2.1　住民啓蒙と運営・維持管理組織の強化 14-5
14.2.2　行政側の運営・維持管理支援計画 14-10
14.2.3　運営・維持管理の周辺環境への対応計画 14-12
14.3　運営・維持管理にかかる現況と取組状況 14-13
14.3.1　概観 14-13
14.3.2　行政側の現況 14-13
14.3.3　住民側の現況 14-16
14.3.4　周辺環境の現況 14-17

第 15 章　環境社会配慮

15.1　はじめに 15-1
15.2　流域の環境状況 15-1
15.2.1　生態学上の重要事項 15-1
15.2.2　水環境面での重要事項 15-2
15.3　流域の社会条件 15-4
15.4　タンザニアの環境配慮の枠組みと環境影響評価制度 15-5

15.4.1　法律・政策上の枠組み 15-5
15.4.2　JICA ガイドラインとの整合性 15-12
15.5　給水分野の優先プロジェクトの F/S における初期環境調査（IEE） 15-13
15.5.1　優先プロジェクト概要 15-13
15.5.2　優先プロジェクトの初期環境調査（IEE） 15-14
15.5.3　優先プロジェクトのカテゴリ分類 15-19
15.5.4　優先プロジェクトの環境社会評価 15-19

第 16 章　優先プロジェクトの事業評価

16.1　経済・財務評価 16-1
16.1.1　経済分析 16-1
16.1.2　財務分析 16-2
16.2　組織・制度にかかる評価 16-5
16.2.1　既存制度の評価 16-5
16.2.2　県の組織能力評価 16-6
16.2.3　住民組織の能力評価 16-6
16.3　運営・維持管理にかかる評価 16-7
16.3.1　水利用者の経済的負担能力 16-7
16.3.2　水利用者の経済的負担意思 16-10
16.3.3　制約条件への対応の可否 16-10
16.4　政策面からの評価 16-12
16.5　環境社会配慮面からの評価 16-12
16.6　水資源管理面からの評価（WRBWB との関わり） 16-13
16.6.1　優先プロジェクト対象サイトにおける WRBWB の活動状況 16-13
16.6.2　水資源管理及び関連活動への住民の認識 16-14
16.7　技術面の評価 16-15

第 17 章　結論と提言

17.1　結論 17-1
17.1.1　水資源管理・開発計画策定における結論 17-1
17.1.2　給水分野の優先プロジェクトの F/S における結論 17-2
17.2　提言 17-4
17.2.1　水資源管理・開発計画の実施における提言 17-4
17.2.2　給水分野の優先プロジェクトの実施における提言 17-7

付表一覧表

頁

第 1 章　ワミ・ルブ流域の概要

表 1.1　地形・地質情報解析に使用したデータおよびソフトウェア 1-2
表 1.2　ワミ・ルブ流域に位置する州、県／市、区 1-3
表 1.3　ワミ・ルブ流域内の都市給水サービス提供組織 1-6
表 1.4　ワミ・ルブ流域内の給水率（2011 年） 1-7
表 1.5　タンザニア全国平均給水率目標 1-7
表 1.6　ワミ・ルブ流域内植生タイプ及び面積（2002） 1-13
表 1.7　水利用法および水資源管理法による許可量割り当て総括表 1-17
表 1.8　地方給水率の実績と目標 1-22
表 1.9　地方給水率の地域格差 1-22

第 2 章　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画のフレームワーク

表 2.1　ワミ・ルブ流域内の州および地方自治体 2-2
表 2.2　プロジェクトチームおよびカウンターパートの構成 2-5
表 2.3　水セクター開発戦略に示される水資源管理の重点戦略 2-7

第 3 章　ワミ・ルブ流域の水資源量

表 3.1　7 サブ流域における表流水の水資源賦存量（10 年確率降雨渇水年、平年）....3-2
表 3.2　渇水年の代表観測所の流量値 3-5
表 3.3　代表観測所の渇水年の環境流量 3-7
表 3.4　地下水開発可能量の評価を行う帯水層区分との比較 3-8
表 3.5　キニャスングウェ・サブ流域における水収支解析結果と観測データに基づく涵養量の比較検討結果 3-8
表 3.6　アッパールブ・サブ流域における水収支解析結果と観測データに基づく涵養量の比較検討結果 3-9
表 3.7　ムコンドア・サブ流域における水収支解析結果と観測データに基づく涵養量の比較検討結果 3-9
表 3.8　帯水層毎の涵養量 3-11
表 3.9　各帯水層の既存井戸の影響圏 3-12
表 3.10　帯水層毎の取水可能量 3-13
表 3.11　ワミ・ルブ流域の帯水層別取水可能量 3-15
表 3.12　涵養量および地下水開発可能量の上限値と地下水開発可能量の比較.....3-16
表 3.13　サブ流域の地下水開発可能量 3-17
表 3.14　サブ流域毎の涵養量および地下水開発可能量の上限値と地下水開発可能量との

比較 3-18
表 3.15　気候変動に伴う地下水涵養量の変化 3-19

第 4 章　現在水利用量と将来水需要量

表 4.1　ワミ・ルブ流域の現在人口と予測（単位：人） 4-2
表 4.2　地域毎の給水原単位 4-3
表 4.3　生活用水の需要現況と予測（単位：m^3／年） 4-4
表 4.4　ワミ・ルブ流域内の灌漑可能農地面積と灌漑農地面積（2011 年） 4-5
表 4.5　ワミ・ルブ流域内における作物毎の灌漑農地面積増加率 4-5
表 4.6　ワミ・ルブ流域内にて各灌漑作物の栽培に必要な正味水量（単位：mm／月） 4-6
表 4.7　ワミ・ルブ流域内での各灌漑作物に必要な灌漑用水量（1,000m^3/1ha/月） 4-6
表 4.8　灌漑用水の現在水利用量と需要予測（単位：1,000m^3/年） 4-7
表 4.9　灌漑効率向上シナリオ（単位：m^3） 4-8
表 4.10　ワミ・ルブ流域の家畜牛頭数（単位：頭） 4-9
表 4.11　ワミ・ルブ流域の家畜ヤギ・羊頭数（単位：頭） 4-9
表 4.12　家畜給水の参考原単位 4-10
表 4.13　ワミ・ルブ流域における家畜牛用水需要の現況と予測（単位：m^3） 4-10
表 4.14　ワミ・ルブ流域における家畜ヤギ・羊用水需要の現況と予測（単位：m^3） 4-11
表 4.15　ワミ・ルブ流域の漁業・養殖池用水の現在利用量と将来需要予測（単位：m^3） 4-12
表 4.16　ワミ・ルブ流域における稼働中の火力発電所の発電能力、発電量、水利用量 4-13
表 4.17　ワミ・ルブ流域に新設される火力発電所での水需要 4-13
表 4.18　ワミ・ルブ流域における鉱業用水の現在利用量と将来需要予測（単位：m^3） 4-14
表 4.19　ワミ・ルブ流域の工場、種類、排水先 4-14
表 4.20　ワミ・ルブ流域に位置する州の 2011 年工業生産量と必要水量（単位：m^3） 4-15
表 4.21　工業セクター成長シナリオ（単位：m^3） 4-16
表 4.22　商業・公共用の給水原単位（ℓ／人／日） 4-17
表 4.23　商業用水の需要現況と予測（単位：m^3/年） 4-17
表 4.24　公共サービス用水の需要現況と予測（単位：m^3/年） 4-18
表 4.25　セクター別の現在水利用量の水源区分 4-18
表 4.26　現在水利用量の平面分布 4-22

第 5 章　水資源配分・管理計画

表 5.1　開発計画に利用する環境流量 5-4
表 5.2　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1, 2, 3）お

よび現在水利用量（2011 年）による低水収支計算結果表.....5-9
表 5.3　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1, 2, 3）および将来水需要量（2025 年）による低水収支計算結果表 5-10
表 5.4　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1, 2, 3）および将来水需要量（2035 年）による低水収支計算結果表 5-11
表 5.5　表流水資源の不足量（サブ流域別、シナリオ別） 5-12
表 5.6　水資源の開発計画（貯水池）の検討において採用する貯水容量 5-14
表 5.7　水源開発のオプションとして利用可能な地下水量 5-16
表 5.8　ワミ流域水資源配分計画（シナリオ１：トレンドシナリオ将来水需要）.....5-22
表 5.9　ワミ流域水資源配分計画（シナリオ 2：灌漑効率向上シナリオ将来水需要） 5-23
表 5.10　ワミ流域水資源配分計画（シナリオ 3：工業セクター成長将来水需要）.....5-24
表 5.11　ルブおよびコースト流域水資源配分計画（シナリオ１：トレンドシナリオ将来水需要） 5-28
表 5.12　ルブおよびコースト流域水資源配分計画（シナリオ 2：灌漑効率向上シナリオ将来水需要） 5-29
表 5.13　ルブおよびコースト流域水資源配分計画（シナリオ 3：工業セクター成長シナリオ将来水需要） 5-30

第 6 章　水資源管理・保全計画

表 6.1　観測の再開あるいは新規設置が推奨される観測所 6-5
表 6.2　水位－流量曲線整備の優先度 6-7
表 6.3　表流水の水質モニタリング地点 6-9
表 6.4　表流水の水質モニタリング項目 6-10
表 6.5　水資源保全計画に基づいて 2015 年までに地下水モニタリングを開始する地域 6-12
表 6.6　水資源保全計画に基づいて 2016 年以降に地下水モニタリングを開始する地域 6-12
表 6.7　水資源管理データベースの活用内容 6-13
表 6.8　データベースと管理体制の概要 6-14
表 6.9　水資源管理・モニタリングシステムの構築目的 6-16
表 6.10　プグ丘陵ごみ処分場汚染調査における地下水の分析項目 6-24
表 6.11　炭化水素汚染調査における水質分析項目 6-27
表 6.12　河川排水汚染対策水質モニタリングにおける分析項目 6-28
表 6.13　サブ流域毎の河川施設管理として実施すべき事項 6-34
表 6.14　サブ流域毎の流域保全として実施すべき事項 6-35
表 6.15　護岸形式 6-36
表 6.16　旧許可の更新対象優先グループ 6-39
表 6.17　水利使用モニタリングの枠組み 6-39

第 7 章　ワミ・ルブ流域管理事務所のキャパシティ・ディベロップメント計画

表 7.1　キャパシティ・ディベロップメント計画策定プロセス 7-1
表 7.2　キャパシティ・ディベロップメントの優先分野 7-1
表 7.3　キャパシティ分野の分析の視点 7-4
表 7.4　事業分野別の団体利水者の内訳 7-5
表 7.5　WRBWB の業績達成状況 7-8
表 7.6　WRBWB の収支実績内訳（過去 3 年間） 7-13
表 7.7　WRBWB の予算／実績比較（過去 3 年間） 7-15
表 7.8　ワミ・ルブ流域の水利用および水資源管理に関わるステークホルダー 7-16
表 7.9　IWRM&D 計画実施のための WRBWB のキャパシティ･ディベロップメント計画 7-22

第 8 章　実施戦略と行動計画

表 8.1　2025 年および 2035 年における水資源開発計画の比較 8-3
表 8.2　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画、水資源配分プログラム行動計画表 8-7
表 8.3　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画、水利用管理プログラム行動計画表 8-8
表 8.4　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画、水資源保全プログラム行動計画表 8-9
表 8.5　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画、水資源情報管理・活用プログラム行動計画表 8-10

第 9 章　セクター別優先プロジェクト

表 9.1　ワミ・ルブ流域内の優先プロジェクト（NIMP, 2002） 9-2
表 9.2　灌漑セクターの優先プロジェクトの水需要量（サブ流域別） 9-3
表 9.3　経済特区 9-3
表 9.4　新都市水需要予測（m^3/日） 9-5
表 9.5　DAWASA 給水地域の水需要予測および生産量 9-6
表 9.6　DAWASA 給水地域の優先プロジェクト 9-6
表 9.7　MORUWASA 給水地域の水需要量予測および計画水生産量 9-7
表 9.8　MORUWASA 給水地域の優先プロジェクト 9-7
表 9.9　DUWASA 給水地域の水需要量予測 9-8
表 9.10　DUWASA 給水地域の優先プロジェクト 9-9
表 9.11　WSDP 地方給水プロジェクトの水需要量（生活用水） 9-10
表 9.12　ワミ・ルブ流域内の各県の WSDP 地方給水フェーズ 1 のプロジェクト数 9-11
表 9.13　ワミ・ルブ流域に新設される火力発電所での水需要 9-12
表 9.14　キニェレジ火力発電所における冷却水源候補 9-12
表 9.15　各セクターの優先プロジェクトに対する水資源管理面での評価 9-13
表 9.16　環境および社会配慮に関する要約 9-16

第 10 章　給水分野の優先プロジェクト

表 10.1　ワミ・ルブ流域内の給水状況要約 10-2
表 10.2　WSDP 施設計画による給水施設オプション 10-3
表 10.3　給水施設計画の条件 10-4
表 10.4　地方給水事業実施に対する流域管理事務所の役割 10-4
表 10.5　IWRM&D プログラムと地方給水事業への役割（活動）との関係 10-5
表 10.6　サブ流域内に位置する州・県一覧 10-8
表 10.7　スクリーニングの条件 10-15
表 10.8　スクリーニングの結果 10-15
表 10.9　優先プロジェクト選定条件 10-15
表 10.10　県毎優先プロジェクト数 10-16
表 10.11　優先プロジェクトの暫定的選定 (1/3) 10-17
表 10.11　優先プロジェクトの暫定的選定 (2/3) 10-18
表 10.11　優先プロジェクトの暫定的選定 (3/3) 10-19
表 10.12　優先プロジェクト一覧（暫定的） 10-20
表 10.13　フィージビリティ・スタディの調査項目 10-21
表 10.14　フィージビリティ・スタディの日程 10-21

第 11 章　優先プロジェクトの給水計画

表 11.1　運営・維持管理費用の負担意志額と実際の支払額（Tsh） 11-4
表 11.2　モロゴロ州に分布する帯水層区分 11-7
表 11.3　試験井掘削結果(1/3) 11-8
表 11.3　試験井掘削結果(2/3) 11-8
表 11.3　試験井掘削結果(3/3) 11-9
表 11.4　タンザニアおよび世界保健機関により設定されている飲料水水質基準 11-10
表 11.5　水質分析結果(1/3) 11-10
表 11.5　水質分析結果(2/3) 11-10
表 11.5　水質分析結果(3/3) 11-11
表 11.6　帯水層別の井戸情報（揚水量が 10 ﾘｯﾄﾙ/分以上の井戸） 11-11
表 11.7　各サイトのレベル別想定井戸深度および揚水量 11-12
表 11.8　ハンドポンプ（レベル１）を対象とした場合の成功率 11-14
表 11.9　公共水栓（レベル２）を対象とした場合の成功率 11-15
表 11.10　試験井の成功率 11-15
表 11.11　優先プロジェクト・サイト一覧 11-18
表 11.12　優先プロジェクト対象サイトの人口及び世帯数 11-20
表 11.13　対象サイトのサブビレッジ人口内訳（2012 年） 11-21
表 11.14　対象村の家畜内訳 11-22
表 11.15　対象村の公共施設 11-23
表 11.16　対象村の既存給水施設 11-25

表 11.17　対象村の給水人口（2012 年） 11-27
表 11.18　サービス・レベルの構成 11-28
表 11.19　給水サービス・レベルの検討結果 11-29
表 11.20　河川水を水源として希望しているサイトの妥当性の検討結果 11-30
表 11.21　対象サイトの計画水源 11-31
表 11.22　対象サイトの計画給水量 11-32
表 11.23　配水池計画（レベル 2） 11-34
表 11.24　配水施設計画 11-35
表 11.25　配管計画（レベル 2） 11-36
表 11.26　提案給水計画 11-37

第 12 章　優先プロジェクトの初期設計・概略事業費

表 12.1　サイト毎の各施設の仕様 12-3
表 12.2　地下水取水用井戸の仕様 12-4
表 12.3　建設費および設計監理費 12-37

第 13 章　優先プロジェクトの実施計画

表 13.1　タンザニア側の役割分担の提案 13-1
表 13.2　調達状況 13-2
表 13.3　各工事の施工期間 13-2
表 13.4　建設工程に十分な検討が必要な対象サイト 13-3
表 13.5　実施工程 13-4

第 14 章　優先プロジェクトの運営・維持管理計画

表 14.1　WSSA に明記された O&M に関する原則 14-2
表 14.2　WSSA に規定された O&M における各関係者の役割 14-3
表 14.3　WSSA に規定された COWSO の条件に関する記載 14-3
表 14.4　WSSA に示される水利用者への罰則規定（抜粋） 14-4
表 14.5　水利用者組織の種類と特徴 14-6
表 14.6　運営目的とメンバーシップ 14-6
表 14.7　運営組織における各レベルの役割と責任 14-8
表 14.8　規約に示す財務・会計に関する条項 14-9

第 15 章　環境社会配慮

表 15.1　その他の環境関連法令・規則 15-6
表 15.2　優先対象プロジェクトの初期環境調査（IEE）チェックリスト 15-15

第 16 章　優先プロジェクトの事業評価

表 16.1　便益の算定条件 16-1
表 16.2　年間 1 人あたりの便益／サイト（単位：Tsh） 16-2

表 16.3　各サイトでの施設操業費用／年（Tsh）.....16-3
表 16.4　各サイトでの維持管理費用（更新費用：VAT 込）／年（Tsh）.....16-4
表 16.5　対象サイトの NPV と B/C 比率.....16-5
表 16.6　モロゴロ州 4 県組織の現状.....16-6
表 16.7　優先プロジェクト対象サイトの住民組織の現状.....16-7
表 16.8　サイト別水料金負担判定表.....16-9
表 16.9　サイト別水料金支払い意思判定表.....16-10
表 16.10　優先プロジェクト対象サイトの O&M 環境の現状.....16-12
表 16.11　対象サイトと WRBWB の活動の接点.....16-14
表 16.12　対象サイト住民の認識.....16-15
表 16.13　給水施設に適用される技術の評価.....16-15

付図一覧表

頁

第 1 章　ワミ・ルブ流域の概要

図 1.1　タンザニア国流域区分 1-1
図 1.2　ワミ・ルブ流域の流域区分 1-2
図 1.3　従来の境界線および本解析で得られた境界線 1-3
図 1.4　各州の GDP（2010 年） 1-4
図 1.5　各州の一人当たり GDP（2010 年） 1-5
図 1.6　地質特徴マップ 1-9
図 1.7　ワミ川の流域 1-11
図 1.8　ワミ川縦断図 1-11
図 1.9　ルブ川流域 1-12
図 1.10　ルブ川縦断図 1-12
図 1.11　ワミ・ルブ流域内植生図（2002） 1-13
図 1.12　ワミ・ルブ流域の年平均降雨量分布 1-14
図 1.13　ワミ・ルブ流域の地質分布 1-14
図 1.14　水資源開発可能量と許可量の比較（地下水） 1-17
図 1.15　水資源開発可能量と許可量の比較（表流水） 1-18

第 2 章　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画のフレームワーク

図 2.1　プロジェクト対象地域位置図 2-2
図 2.2　作業のフローチャート 2-4
図 2.3　水資源管理サブセクターの実施体制 2-10
図 2.4　ワミ・ルブ流域管理事務所組織図 2-11
図 2.5　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画目的系図 2-14
図 2.6　ワミ・ルブ流域における IWRM&D の概念 2-16

第 3 章　ワミ・ルブ流域の水資源量

図 3.1　7 サブ流域における表流水の 10 年確率降雨渇水年の水資源賦存量（年間の比流量） 3-2
図 3.2　7 サブ流域における表流水の平年の水資源賦存量（年間の比流量） 3-3
図 3.3　7 サブ流域における表流水の 10 年確率降雨渇水年の月別の水資源賦存量（月別の総流量） 3-3
図 3.4　7 サブ流域における表流水の平年の月別の水資源賦存量（月別の総流量） 3-4
図 3.5　代表観測所位置と流域 3-5
図 3.6　渇水年の代表観測所の月平均流量 3-6

図 3.7　渇水年の代表観測所の日流量 3-6
図 3.8　地下水開発可能量の評価を行う 9 つの帯水層 3-7
図 3.9　水収支解析における流域区分と地下水涵養量 3-10
図 3.10　地下水の取水可能量算定における地下水胚胎想定地域 3-12
図 3.11　120 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量で塩水が海面下 20m まで引込む地域(赤い線より左側) 3-13
図 3.12　キンビジ帯水層の分布域 3-14
図 3.13　涵養量と地下水開発可能量の比較 3-16
図 3.14　サブ流域と帯水層の分布 3-17
図 3.15　サブ流域毎の涵養量と地下水開発可能量との比較 3-18

第 4 章　現在水利用量と将来水需要量

図 4.1　ワミ・ルブ流域の現在水利用量および将来水需要量ならびにセクター別割合 4-19
図 4.2　ワミ・ルブ流域の表流水の現在水利用量及び将来水需要量ならびにセクター別割合 4-20
図 4.3　ワミ・ルブ流域の地下水の現在水利用量および将来水需要量ならびにセクター別割合 4-21
図 4.4　キニャスングウェ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合 4-23
図 4.5　キニャスングウェ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要 4-25
図 4.6　ムコンドア・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合 4-26
図 4.7　ムコンドア・サブ流域における水源別現在水利用と水需要 4-27
図 4.8　ワミ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合 4-28
図 4.9　ワミ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要 4-29
図 4.10　アッパールブ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量、および水需要量のセクター別割合 4-30
図 4.11　アッパールブ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要 4-32
図 4.12　ンゲレンゲレ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合 4-33
図 4.13　ンゲレンゲレ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要 4-34
図 4.14　ローワールブ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合 4-35
図 4.15　ローワールブ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要 4-37
図 4.16　コースト流域における現在水利用量と将来水需要量、および水需要量のセクター別割合 4-38
図 4.17　コースト流域における水源別現在水利用と水需要 4-39

第 5 章　水資源配分・管理計画

図 5.1　ワミ・ルブ流域全体におけるセクター別の将来水需要量（トレンドシナリオ）と表流水の賦存量と地下水開発可能量の合計値との比較 5-2
図 5.2　ワミ・ルブ流域全体における将来水需要量（3 シナリオ）と表流水の水資源賦存量と地下水開発可能量の合計値との比較 5-3
図 5.3　低水収支計算流域位置図 5-5
図 5.4　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1,2,3）および現在水利用量（2011 年）による低水収支計算結果 5-6
図 5.5　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1, 2, 3）および現在水利用量（2025 年）による低水収支計算結果 5-7
図 5.6　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1,2,3）および将来水需要量（2035 年）による低水収支計算結果 5-8
図 5.7　貯水池整備候補位置図 5-15
図 5.8　ワミ・ルブ流域の水理地質図とサブ流域境界 5-16
図 5.9　表流水の供給可能量の増加メカニズムの概念図 5-18
図 5.10　サブ流域毎の表流水の水利用量と供給量（2011 年） 5-33
図 5.11　サブ流域毎の表流水の水需要と不足分を補うために必要な水資源開発計画（2025 年） 5-34
図 5.12　サブ流域毎の表流水の水需要と不足分を補うために必要な水資源開発計画（2035 年） 5-35

第 6 章　水資源管理・保全計画

図 6.1　ワミ・ルブ流域の水資源管理・開発におけるゴールと各プログラムの位置づけ 6-1
図 6.2　新規雨量観測所設置推奨地域 6-4
図 6.3　水位 - 流量曲線の整備を行う観測所の位置図 6-7
図 6.4　表流水の水質モニタリング地点 6-9
図 6.5　2012 年時点における 24 か所の地下水位観測井位置図 6-11
図 6.6　水資源管理データベースの運営・維持体制の概念図 6-14
図 6.7　水資源管理法に規定された水資源保全における取組み 6-19
図 6.8　水資源の保全を進めている地域および今後制定の対象となる地域 6-20
図 6.9　プグ丘陵固形廃棄物処分場位置図 6-23
図 6.10　ダル・エス・サラーム州キノンドニ市沿岸部における電気伝導度の分布図 6-25
図 6.11　炭化水素分析用試料採取地点位置図（2011 年） 6-27
図 6.12　マクタポラ盆地における観測井位置図 6-30
図 6.13　チャムウィノ水源地における観測井設置予定地位置図 6-32
図 6.14　流域保全対策実施候補地域 6-36

第 7 章　ワミ・ルブ流域管理事務所のキャパシティ・ディベロップメント計画

図 7.1　キャパシティ評価の枠組み概念図 7-3
図 7.2　WRBWB の収支実績内訳（過去 3 年間） 7-14

第 8 章　実施戦略と行動計画

図 8.1　ワミ・ルブ水資源管理・開発目的系図の中での各プログラムの位置づけ..... 8-1
図 8.2　表流水の需要量と不足量を賄うための水資源開発計画の内容 8-4

第 9 章　セクター別優先プロジェクト

図 9.1　キガンボニプロジェクト地域 9-4

第 10 章　給水分野の優先プロジェクト

図 10.1　本調査の優先プロジェクトの選定フロー 10-7
図 10.2　キニャスングウェ・サブ流域における県別給水率の分布 10-8
図 10.3　キニャスングウェ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係 10-8
図 10.4　ムコンドア・サブ流域における県別給水率の分布 10-9
図 10.5　ムコンドア・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係 10-9
図 10.6　ワミ・サブ流域における県別給水率の分布 10-10
図 10.7　ワミ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係..... 10-10
図 10.8　アッパールブ・サブ流域における県別給水率の分布 10-10
図 10.9　アッパールブ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係 10-10
図 10.10　ンゲレンゲレ・サブ流域における県別給水率の分布 10-11
図 10.11　ンゲレンゲレ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係 10-11
図 10.12　ローワールブ・サブ流域における県別給水率の分布 10-11
図 10.13　ローワールブ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係 10-11
図 10.14　コースト・サブ流域における県別給水率の分布 10-12
図 10.15　コースト・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係 10-12
図 10.16　ワミ・ルブ流域内での給水率の分布状況 10-13
図 10.17　ワミ・ルブ流域内における地下水の水質分布 10-14

第 11 章　優先プロジェクトの給水計画

図 11.1　優先プロジェクトの給水計画策定の流れ 11-1
図 11.2　生活状況改善に関する第一優先項目・第二優先項目の合計..... 11-2
図 11.3　世帯が利用している既存水源 11-3
図 11.4　モロゴロ州の水理地質図 11-7
図 11.5　優先プロジェクト対象サイト位置図 11-19

図 11.6　対象サイトの現在使用水源の例 11-24
図 11.7　対象サイトの現在使用給水施設例 11-26

第 12 章　優先プロジェクトの初期設計・概略事業費

図 12.1　レベル 2 給水施設構成図（Type-1） 12-1
図 12.2　レベル 2 給水施設構成図（Type-2） 12-2
図 12.3　レベル 2 給水施設構成図（Type-3） 12-2
図 12.4　レベル 1 およびレベル 2 用水源井戸構造図 12-5
図 12.5　レベル-1 給水施設構成図 12-7
図 12.6　Magunga Village 給水施設配置図 12-8
図 12.7　Diburuma Village 給水施設配置図 12-9
図 12.8　Kisala Village 給水施設配置図 12-10
図 12.9　Lungo Village 給水施設配置図 12-11
図 12.10　Lukenge Village 給水施設配置図 12-12
図 12.11　Mawasiliano/ Nguru ya Ndage/ CCT Forest Village 給水施設配置図 12-13
図 12.12　Kilongo Village 給水施設配置図 12-14
図 12.13　Tambuu Village 給水施設配置図 12-15
図 12.14　Uponda Village 給水施設配置図 12-16
図 12.15　Usungura Village 給水施設配置図 12-17
図 12.16　Kiwege Village 給水施設配置図 12-18
図 12.17　Kwaba Village 給水施設配置図 12-19
図 12.18　Tununguo Village 給水施設配置図 12-20
図 12.19　Vigolegole Village 給水施設配置図 12-21
図 12.20　Kongwa Village 給水施設配置図 12-22
図 12.21　Mvuha Village 給水施設配置図 12-23
図 12.22　Chabima Village 給水施設配置図 12-24
図 12.23　Mkata Station Village 給水施設配置図 12-25
図 12.24　Kilangali Village 給水施設配置図 12-26
図 12.25　Kiduhi Village 給水施設配置図 12-27
図 12.26　Makwambe Village 給水施設配置図 12-28
図 12.27　Kibasigwa Village 給水施設配置図 12-29
図 12.28　Mzaganza Village 給水施設配置図 12-30
図 12.29　Kikundi Village 給水施設配置図 12-31
図 12.30　送・配水管埋設構造図 12-32
図 12.31　配水池（高架型）構造図 12-33
図 12.32　配水池（地上型）構造図 12-34
図 12.33　公共水栓構造図 12-35
図 12.34　ハンドポンプ付き深井戸（レベル 1）構造図 12-36

第 14 章　優先プロジェクトの運営・維持管理計画

図 14.1　O&M 関係者図 14-3
図 14.2　運営モデル 3 の組織図（例） 14-7

第 15 章　環境社会配慮

図 15.1　環境社会管理枠組みの実施フロー 15-11

略語一覧表

ARAP	Abbreviated Resettlement Action Plan（簡略移転行動計画）
ASDP	Agriculture Sector Development Program（農業ｾｸﾀｰ開発ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ）
ASDS	Agricultural Sector Development Strategy（農業ｾｸﾀｰ開発戦略）
BHN	Basic Human Needs（人間の基本的欲求）
BIDP	Bagamoyo Irrigation Development Project（ﾊﾞｶﾞﾓﾖ灌漑開発計画）
BOD	Biochemical Oxygen Demand（生物化学的酸素要求量）
BWB	Basin Water Board（流域管理事務所）
BWO	Basin Water Officer（流域管理官）
CD	Capacity Development（能力開発）
CIDA	Cultural Industries Development Agency
COD	Chemical Oxygen Demand（化学的酸素要求量）
COWSO	Community-Owned Water Supply Organization（住民所有給水組織）
CSR	Corporate Social Responsibility（企業の社会的責任）
CWC	Catchment Water Committee（流域水委員会）
CWST	Council Water and Sanitation Team（県給水・衛生ﾁｰﾑ）
DADPs	District Agricultural Development Plan（県農業開発計画）
DAWASA	Dar es salaam Water supply and Sewerage Authority（ﾀﾞﾙｴｽｻﾗｰﾑ上下水道公社）
DAWASCO	Dar es salaam Water Supply and Sewerage Company（ﾀﾞﾙｴｽｻﾗｰﾑ上下水道会社）
DC	District Council（県庁）
DDP	District Development Plan（県開発計画）
DEM	Digital Elevation Model（数値標高ﾓﾃﾞﾙ）
DFT	District Facilitation Team（県ﾌｧｼﾘﾃｰｼｮﾝﾁｰﾑ）
DL	Detection Limit（検出限界）
DO	Dissolved Oxygen（溶存酸素）
DO	Dodoma（ﾄﾞﾄﾞﾏ）
DOE	Department of Energy, United States（ｱﾒﾘｶｴﾈﾙｷﾞｰ省）
DP	Development Partner（開発ﾊﾟｰﾄﾅｰ）
DSM	Dar es Salaam（ﾀﾞﾙｴｽ・ｻﾗｰﾑ）
DUWASA	Dodoma Urban Water Supply and Sewerage Authority（ﾄﾞﾄﾞﾏ上下水道公社）
DUWSA	District Urban Water Supply Authority（県都市水道事務所）
DWE	District Water Engineers（県水道技師）

DWSP	District Water and Sanitation Plan（県給水・衛生計画）
DWST	District Water and Sanitation Team（県給水衛生ﾁｰﾑ）
EC	Electric Conductivity（電気伝導度）
ECF	East Coast Fever（東沿岸熱）
EFA	Environmental Flow Assessment（環境流量ｱｾｽﾒﾝﾄ）
EIA	Environmental Impact Assessment（環境影響評価）
EIS	Environmental Impact Statement（環境影響評価書）
EM	Electromagnetic（電磁探査）
EPA	Environmental Protection Agency（環境保護庁）
ESIA	Environmental and Social Impact Assessment（環境社会影響評価）
ESMF	Environmental and Social Management Framework（環境社会配慮ｶﾞｲﾄﾞﾗｲﾝ）
EWURA	Energy and Water Utilities Regulatory Authority（ｴﾈﾙｷﾞｰ・水道規制事業体）
F/S	Feasibility Study（実施可能性調査）
FAO	Food and Agriculture Organization（国際連合食糧農業機関）
FTC	Full Technician Certificate（技術者認定）
GDP	Gross Domestic Product（国内総生産）
GIS	Geographic Information System（地理情報ｼｽﾃﾑ）
GL	Ground Level（地表面）
GPS	Global Positioning System（衛星利用測位ｼｽﾃﾑ）
ICT	Information and Communication Technology（情報通信技術）
IDB	Internal Drainage Basin（内部収束流域）
IEE	Initial Environmental Examination（初期環境調査）
ISO	International Organization of Standards（国際標準化機構）
ITCZ	Intertropical Convergence Zone（熱帯収束帯）
IUCN	International Union for Conservation of Nature（国際自然保護連合）
iWASH	Integrated Water Supply, Sanitation and Hygiene（統合給水衛生）
IWRM&D	Integrated Water Resources Management & Development（統合水資源管理開発）
JFM	Joint Forest Management（共同森林管理）
JICA	Japan International Cooperation Agency（国際協力機構）
JPL	Jet Propulsion Laboratory（ｼﾞｪｯﾄ推進研究所）
LGA	Local Government Authority（地方自治体）
MBGL	Meter Below Ground Level（地表面から地下への深度(m)）
MEM	Ministry of Energy and Minerals（ｴﾈﾙｷﾞｰ・鉱物省）

MG	Morogoro（ﾓﾛｺﾞﾛ）
MIS	Management Information System（管理・情報ｼｽﾃﾑ）
MLHHSD	Ministry of Land ,Housing and Human Settlement Development（土地住宅居住開発省）
M/M	Minutes of Meeting（議事録）
MoA	Ministry of Agriculture（農業省）
MoAFSC	Ministry of Agriculture, Food Security and Cooperatives（農業食糧安全保障協同組合省）
MoEM	Ministry of Energy and Minerals（ｴﾈﾙｷﾞｰ・鉱物省）
MoFEA	Ministry of Finance and Economic Affairs（財務経済省）
MoLFD	Ministry of Livestock and Fishery Development（家畜・漁業開発省）
MoNRT	Ministry of Natural Resources and Tourism（天然資源・観光省）
MORUWASA	Morogoro Urban Water Supply and Sewerage Authority（ﾓﾛｺﾞﾛ都市上下水道公社）
MoU	Memorandum of Understanding（協力合意書）
MoW	Ministry of Water（水省）
MoWI	Ministry of Water and Irrigation（水・灌漑省）
MRG	Morogoro（ﾓﾛｺﾞﾛ）
NASA	National Aeronautic and Space Administration（米国航空宇宙局）
NAWAPO	National Water Policy（国家水政策）
NBS	National Bureau of Statistics（国家統計局）
NCAR	National Centers for Atmospheric Research（米国大気研究ｾﾝﾀｰ）
NCEP	National Centers for Environmental Prediction（米国環境予測ｾﾝﾀｰ）
NEMC	National Environmental Management Council（国家環境管理局）
NEP	National Environmental Policy（国家環境政策）
NGO	Non-Governmental Organization（非政府間組織）
NIDP	National Irrigation Development Plan（国家灌漑開発計画）
NIMP	National Irrigation Master Plan（全国灌漑ﾏｽﾀｰﾌﾟﾗﾝ）
NLUFP	National Land Use Framework Plan（国家土地利用ﾌﾚｰﾑﾜｰｸ計画）
NLUPC	National Land Use Planning Commission（土地利用計画理事会）
NRW	Non-Revenue Water（無収水）

NSGRP	National Strategy for Growth and Reduction of Poverty（成長と貧困削減のための国家戦略）
NTU	Nephelometric Turbidity Units（濁度の測定単位）
NWB	National Water Board（国家水理事会）
NWSDS	National Water Sector Development Strategy（国家水ｾｸﾀｰ開発戦略）
OJT	On-the-Job Training（実地訓練）
OPRAS	Application of Open Performance Review and Appraisal System（全方向人事査定ｼｽﾃﾑ）
ORP	Oxidoreduction Potential（酸化還元電位）
PAPs	Project Affected Persons/People（ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ影響者）
PMO-RALG	Prime Minister's Office Regional Administration and Local Government（首相府地方自治省）
RAP	Resettlement Action Plan（移転行動計画）
RAS	Regional Administration Secretary（州行政事務所）
RPF	Resettlement Policy Framework（住民移転方針枠組み）
RUWASA-CAD	Rural Water Supply and Sanitation Capacity Development（村落給水事業実施・運営維持管理能力強化）
RWA	Regional Water Advisors（州水道ｱﾄﾞﾊﾞｲｻﾞｰ）
RWSD	Rural Water Supply Division（地方給水局）
RWST	Regional Water Sanitation Term（州給水衛生ﾁｰﾑ）
SADC	Southern African Development Community（南部ｱﾌﾘｶ開発共同体）
SCWC	Sub-Catchment Water Committee（ｻﾌﾞ流域水委員会）
SD	Seasonal Dense Vegetation（季節的植生密度）
SEA	Strategic Environmental Assessment（戦略的環境影響評価）
SEAMIC	Southern and Eastern African Mineral Center（南東ｱﾌﾘｶ鉱物ｾﾝﾀｰ）
SEZ	Special Economic Zone（経済特区）
SIA	Social Impact Assessment（初期社会影響評価）
SP	Sparse Vegetation（間隔植栽）
SRTM	Shuttle Rader Topography Mission（ｽﾍﾟｰｽｼｬﾄﾙ立体地形ﾃﾞｰﾀ）
SS	Suspended Sediment（浮遊物）
STWSA	Small Town Water Supply Authority（小都市給水事務所）
SW	Seasonal Water Body（季節的水塊）
S/W	Scope of Work（実施細則）
TANAPA	Tanzania National Parks（ﾀﾝｻﾞﾆｱ国立公園）

TANESCO	Tanzania Electricity Supply Company Ltd （ﾀﾝｻﾞﾆｱ電力供給公社）
TBS	Tanzania Bureau of Standard（ﾀﾝｻﾞﾆｱ基準局）
TDS	Total Dissolved Solid（総溶解性蒸発残留物）
TFCG	Tanzania Forest Conservation Group（ﾀﾝｻﾞﾆｱ保全ｸﾞﾙｰﾌﾟ）
TMA	Tanzania Meteorological Agency（ﾀﾝｻﾞﾆｱ気象庁）
ToR	Terms of Reference（業務指示書）
TPDC	Tanzania Petroleum Development Corporation （ﾀﾝｻﾞﾆｱ石油開発会社）
TPH	Total Petroleum Hydrocarbon（総石油炭化水素）
UFW	Unaccounted -for Water（無収水）
UNICEF	United Nations Children's Fund（国連児童基金）
UWASA	Urban Water Supply Authority（都市給水公社）
UWSA	Urban Water Supply and Sewerage Authority （都市上下水道公社）
VES	Vertical Electric Sounding（垂直電気探査）
WB	World Bank（世界銀行）
WCST	Wildlife Conservation of Society of Tanzania （ﾀﾝｻﾞﾆｱ野生動物保護共同体）
WHO	World Health organization（世界保健機構）
WRBWB	Wami/Ruvu Basin Water Board（ﾜﾐﾙﾌﾞ流域管理事務所）
WRBWO	Wami/Ruvu Basin Water Officer（ﾜﾐﾙﾌﾞ流域管理官）
WRD	Water Resource Division（水資源局）
WRM	Water Resource Management（水資源管理）
WRM&D	Water Resources Management and Development （水資源管理・開発）
WRMA	Water Resources Monitoring and Assessment （水資源ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ・評価部）
WRPEE	Water Resources Protection, Environment and Enforcement （水資源保護・執行・環境部）
WSDP	Water Sector Development Programme（水ｾｸﾀｰ開発ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ）
WSSR	Water Sector Status Report（水ｾｸﾀｰｽﾃｰﾀｽﾚﾎﾟｰﾄ）
WUA	Water User Association（利水者協議会）
WUG	Water users Group（利水者ｸﾞﾙｰﾌﾟ）

写 真 集（1/8）

1. ルブ川の源流となっている Uluguru 山
モロゴロ市およびモロゴロ県に跨って位置している標高 2,646m を有する山であり、アッパールブおよびンゲレンゲレ両サブ流域の源流となっている。

2. キニャスングウェ・サブ流域の中流部
本サブ流域の年間降雨量は 680mm であり、川は間欠河川である。ドドマ市 Hombolo 村等本サブ流域の人々は主として地下水を生活用水として利用している。

3. 手掘りの浅井戸から水を汲む住民
公共水栓により給水がなされている地域から離れた場所では、手掘りの井戸から生活用水を得ている。写真は、ワミ・サブ流域の北東部のハンデニ県 Manga 村の手掘り浅井戸である。

4. 放置されたハンドポンプ設置井戸
井戸が枯渇しても掘り増し等の対応がなされないために放置される井戸も見られる。写真は、アッパールブ・サブ流域内のモロゴロ県 Tambuu 村の井戸である。

5. 水を得るために河床に掘られた穴
乾季には水が流れないため、河床に穴を掘り、生活用水を得ている。写真は、キニャスングゥエ・サブ流域内のドドマ市 Ihumwa 村を流れる河川。

6. 放置されたハンドポンプ井戸
修理されずに放置される井戸も見られる。写真は、アッパールブ・サブ流域内のモロゴロ県 Tununguo 村の 1997 年に建設されたハンドポンプ付井戸であるが、故障したため 2010 年以降利用されていない。

写 真 集（2/8）

7. 灌漑用水路

降水量が少ない地域では、灌漑用水は貯水池に貯めた水を利用している。写真は、キニャスングウェ・サブ流域内のドドマ市 Hombolo 村の Hombolo ダムの用水路。

8. 灌漑用取水施設

河川水が豊富な地域では、灌漑用水は河川水を揚水して利用している。写真は、ムコンドア・サブ流域内のムボメロ県 Wami Dakawa 村の灌漑施設であり、ワミ川から揚水している。

9. 家畜用給水施設

降水量が少ない地域では地下水を汲み上げて家畜用水としている。写真は、ワミ・ルブ流域内で家畜数が最大であるキニャスングウェ・サブ流域内のバヒ県 Mayamaya 村の家畜用水施設である。

10. 養殖業による水利用状況聞き取り調査

タンザニアでは魚の需要は高く、養殖が行われている。写真は、ンゲレンゲレ・サブ流域内のモロゴロ市 Kingolwira 村の国営の稚魚養殖場であり養殖用水は Uluguru 山からパイプにより導水している。

11. 金の選鉱用施設

ワミ・ルブ流域内の金鉱山は全て小規模であるが、選鉱過程で水銀が使用され、使用した水は周辺に排水している。写真は、ワミ・サブ流域内のムボメロ県 Kisanga 村の選鉱施設である。

12. ダル・エス・サラームの廃棄物処理場

写真は、コースト流域内のイララ市西部のプグ丘陵に建設された廃棄物処理場である。衛生埋め立てとなっておらず、浸出水による地下水汚染が生じているため、早急な対策実施が必要である。

写 真 集（3/8）

13. 護岸施設

河川による浸食により護岸施設が損傷を受けるが改修が行われず、周辺地域や水資源への影響が生じている。写真は、ムコンドア・サブ流域内のムボメロ県 Wami Dakawa の護岸施設の損傷状況である。

14. 河床を利用した農業

乾季に水が流れない地域では、河床において畑作農業が行われている。写真は、キニャスングウェ・サブ流域内のムプワプワ県 Gulwe 村のキニャスングウェ川で行われている畑作農業である。

15. 河川水位計設置業務の監理

カウンターパートと調査団の監理の下、委託先により 6 ヶ所の静水井の設置・改修工事および水位計設置を行った。写真は、ローワールブ・サブ流域内のルブ川のモロゴロ道路橋での静水井設置業務。

16. 雨量計設置業務の監理

カウンターパートと調査団の監理の下、委託先により 10 ヶ所の自記雨量計設置を行った。写真は、アッパールブ・サブ流域内のルブ川沿いにおける気象観測所設置業務である。

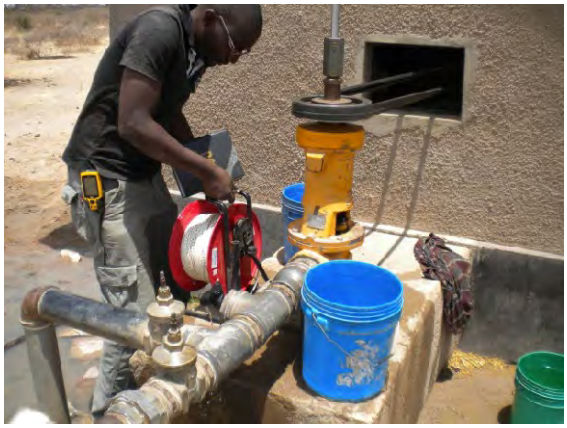
17. 河川の自記水位計データの確認業務

カウンターパートに対して自記水位計設置後の施設の稼働状況およびデータの確認方法に関する指導を行った。写真は、アッパールブ・サブ流域内のモロゴロ県 Kibungo 村のルブ川沿いの観測所である。

18. 河川流量調査の監理

カウンターパートと調査団の監理の下、ワミ流域 4 ヶ所、ルブ流域 2 ヶ所において、委託先による流量調査を実施した。写真は、アッパールブ・サブ流域内のモロゴロ県 Kibungo 村のルブ川での流量調査である。

写 真 集（4/8）



19. 既存井戸調査の監理

カウンターパートと調査団の監理の下、委託先により 220 ヶ所の既存井戸調査（水位・水質測定、井戸構造確認等）を行った。写真は、キニャスングウェ・サブ流域内のドドマ市 Hombolo 村の井戸の水測定調査である。

20. 既存井戸調査の監理

既存井戸調査においては、カウンターパートも積極的に水位・水質測定等の調査を行い、委託先による調査精度を確認した。写真は、ンゲレンゲレ・サブ流域内のモロゴロ市のレストランが所有する井戸のカウンターパートによる水質測定である。

21. 簡易井戸揚水試験の監理

カウンターパートと調査団の監理の下、30 ヶ所の既存井戸の簡易揚水試験を行った。解析結果は帯水層の評価に活用した。写真は、ンゲレンゲレ・サブ流域内のモロゴロ市 Nanenane 村での試験である。

22. 物理探査（電磁探査）の実施

岩盤地域の断層破砕帯や風化部の分布を把握することを目的として、カウンターパートと共に電磁探査を実施した。写真は、キニャスングウェ・サブ流域内のチャムウィノ県 Haneti 村での実施状況である。

23. 物理探査（比抵抗二次元探査）の実施

電磁探査の結果を参考にして比抵抗二次元探査の測線を選定した。写真は、ムコンドア・サブ流域内のキロサ県 Mbwade 村での実施状況である。

24. 試験井掘削地点の選定作業

試掘地点をカウンターパートが住民に説明し、合意取得を行った。写真は、キニャスングウェ・サブ流域内のチャムウィノ県 Kwahemu 村での説明状況。

写 真 集（5/8）

25. 試験井掘削の監理
カウンターパートと調査団の監理の下、計 23 ヶ所（内 4 本は F/S で実施）で試験井掘削を実施した。写真は、ンゲレンゲレ・サブ流域内のモロゴロ県 Ngerengere 村での試掘状況である。

26. 試験井掘削における孔内検層の技術指導
スクリーン位置の検討を目的として実施する孔内検層解析技術をカウンターパートおよび委託先に指導した。写真は、キニャスングウェ・サブ流域内のチャムウィノ県チャムウィノ町での指導状況である。

27. 観測機材の検収
プロジェクトで購入した河川および地下水の自記水位計（25 式）および自記雨量計（10 式）の検収を、ワミ・ルブ流域事務所内プロジェクト事務所にてカウンターパートと調査団により行った。

28. 試験井への自記水位計の設置
カウンターパートにより、19 本試験井への自記水位計の設置が行われた。写真は、ムコンドア・サブ流域内のキロサ県 Mbwade 村における水位計設置業務である。

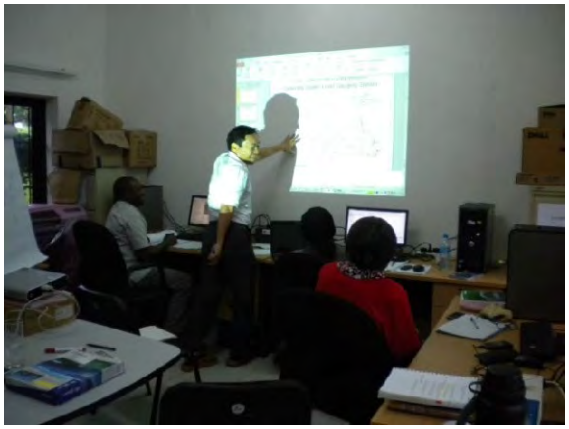
29. 地下水の自記水位計のデータ整理・分析指導
カウンターパートがダウンロードした試験井（19 本）のデータの整理および水位変化の評価に関する指導を行った。

30. 水質分析試料採取の監理
カウンターパートおよび調査団の監理の下、委託先が試料を採取し、分析所にて水質分析が行われた。写真は、ワミ・サブ流域内のキリンディ県ワミ川支川 Mjonga 川における試料採取状況である。

写 真 集（6/8）

31. 水資源管理データベースの運用研修
プロジェクト期間中に研修を 2 回実施し、データベース構成および基本的な操作を習得した。水文、水理地質、水質、河川施設、水利用許可、水利用者協議会の 6 種のデータベースから構成される。

32. 水資源管理シミュレータの運用研修
水資源情報管理・活用計画の取り組みとして、プロジェクトで構築した水資源管理シミュレータ（MIKE BASIN）の運用研修を実施した。写真は、シミュレータの構成に関する講義を行っているところである。



33. 水資源管理シミュレータの運用研修
プロジェクト期間中に研修を 2 回実施し、MIKE BASIN による水資源管理・開発計画の実施管理に必要な技術および知識を習得した。

34. Water Futures Alliance への参画
GIZ、WWF、WRBWB、タンザニアのビール製造会社等による水資源に関する共通のリスクの削減に取り組もうとする官民連携のイニシアティブが発足し、調査団もアドバイザーとして参画した。

35. 流域環境保全計画に関する協議
土砂流出防止を目的とした砂防計画および河岸浸食防止を目的とした護岸施設の設置・改修の必要性について活発な議論がなされた。写真は、調査団による検討内容を説明しているところである。

36. 水需要予測実施方針会議
セクター別の現在水利用量の算定および将来水需要予測に採用する条件・手法に関する説明・協議を行い、カウンターパートとの合意に基づいて算定を行った。

写 真 集（7/8）

37. CD 計画の改訂に係るワークショップ
プロジェクトで策定した水資源管理・開発計画の内容に基づいて、既存の CD 計画の改訂方針に関するワークショップを 3 日間行い、その結果に基づいて CD 計画の改訂版を策定した。

38. 優先プロジェクトの環境社会配慮の検討会議
優先プロジェクトの対象 4 県の環境管理官およびワミ・ルブ流域管理事務所の技術者の参加の下、給水案件実施に際して考慮すべき環境社会配慮事項について協議を行い、評価を行った。

39. 優先プロジェクト・サイトの現地調査
対象地域の住居の密集状態、サブ・ビレッジ間の境界、地形の起伏等、給水施設の概略設計に係る情報を対象県の水技師および各村落の有識者とともに確認した。

40. 優先プロジェクトの給水施設の仕様検討会議
水省地方給水局の水道技術者およびワミ・ルブ流域間事務所の技術者の参加の下、貯水槽の容量等の施設設計基準について協議を行い、合意内容に基づいて仕様を確定した。

41. 優先プロジェクト・サイトの詳細確認調査
県の水技師と共に村長ら村人から給水施設の状況や世帯数等に係る聞き取り調査を行った。写真は、ンゲレンゲレ・サブ流域内のモロゴロ市 Mawasiliano 村での聞き取り調査の状況である。

42. 給水施設の運営・維持管理に係る情報収集調査
県の水技師と共に村長や村の有識者から給水施設の維持管理体制や維持管理状況に関する聞き取り調査を行った。

写 真 集（8/8）

43. インセプション・レポート（ICR）説明会議
2010 年 12 月 2 日に ICR 説明会が開催され、活発かつ建設的な協議が行われた。関係者の水資源管理に関する意識の高さが伺われた。

44. ICR 議事録の調印
2010 年 12 月 2 日に行われた ICR 協議の内容に基づいて議事録が作成され、12 月 8 日に議事録の調印が行われた。

45. 第 1 回 JSC 会議
2011 年 3 月 9 日に、第 1 年次の調査結果および第 2 年次の調査方針を記したプログレス・レポート 1 に関する説明・協議が行われた。

46. 第 2 回 JSC 会議
2012 年 3 月 7 日に、第 2 年次までの調査を通して明らかとなったワミ・ルブ流域の水資源管理に関する現況および水資源ポテンシャル評価結果を記したプログレス・レポート 2 に関する説明・協議が行われた。

47. 第 3 回 JSC 会議
2012 年 9 月 20 日に水資源管理・開発計画を含むインテリム・レポートの説明・協議が行われた。建設的な議論がなされ、計画の内容について基本的合意を得た。

48. 第 4 回 JSC 会議
給水分野の優先プロジェクトの F/S 結果および水資源管理・開発計画を記したドラフト・ファイナルレポートの説明・協議が行われた。内容説明は主にカウンターパートが行い、オーナーシップが発揮された。

第 1 章　　ワミ・ルブ流域の概要

第 1 章　　ワミ・ルブ流域の概要

1.1　序論

タンザニア政府水省は、国家水セクター開発戦略（NWSDS: National Water Sector Development Strategy）実施プログラムとして、水セクター開発プログラム（WSDP: Water Sector Development Programme）を実施中である。

WSDP における水資源コンポーネントの目的は、タンザニア本土における 9 つの流域において健全な水資源管理の実施体制を構築すること、水利用者の参加とオーナーシップの醸成、透明性のある政策決定、水利用許可の確実な交付を通じて水資源の良い統治を促進することである。そして、この目的を達成するため、9 つの流域全てにおける WSDP 水資源コンポーネントの実施戦略として、統合水資源管理・開発計画（IWRM&D: Integrated Water Resources Management and Development）策定と実施が計画された。

本プロジェクトは、全国 9 つの流域のうち、ワミ・ルブ流域における統合水資源管理・開発計画の策定の支援である。本プロジェクトで策定された水資源管理・開発計画は、ワミ・ルブ流域における統合水資源管理・開発計画のブループリントである。

本プロジェクトは 2010 年 12 月に開始され、2013 年 11 月に終了する。本報告書は、フェーズ 1 現況調査・水資源ポテンシャル評価の結果、フェーズ 2 水資源管理・開発計画の策定、フェーズ 3 給水分野の優先プロジェクトのフィージビリティ調査の結果を報告するものである。

本章では、プロジェクトで策定された水資源管理・開発計画を理解する上で必要なワミ・ルブ流域の全体的な特性を、流域区分、社会経済状況、自然状況を概説する。また、計画を策定する上でのベースとなる、ワミ・ルブ流域における水資源管理・開発面での課題を分析する。

1.2　タンザニアにおける流域区分とワミ・ルブ流域

1.2.1 タンザニア本土の流域区分

タンザニア本土は***図 1.1*** に示すように大きく 9 つの流域に分かれる。

本プロジェクトの対象であるワミ・ルブ流域はタンザニア国中東部に位置し、流域面積は 66,295km^2 に及ぶ。

出典: JICA プロジェクトチーム

図 1.1　タンザニア国流域区分

1.2.2 ワミ・ルブ流域のサブ流域

ワミ・ルブ流域は大きくワミ川、ルブ川、コースト地域の小河川群の 3 流域に分けられ、さらに、流域の自然条件・社会条件より、ワミ川とルブ川流域がそれぞれ 3 つのサブ流域に分けられている。ワミ川については上流より、キニャスングェ、ムコンドア、ワミ、ルブ川については上流より、アッパールブ、ンゲレンゲレ、ローワールブに分けられている。タンザニアにおけるワミ・ルブ流域内のサブ流域の規定としては、コースト流域をサブ流域として扱い、全体を 7 つのサブ流域と区分している（***図 1.2*** 参照）。

なお、本プロジェクトでは水収支解析や表流水の開発可能量の検討にあたり、最終的な評価をサブ流域単位で行った。検討の過程において、この 7 つのサブ流域を、主要河川、流域の大きさ、水文観測所位置、大規模取水等の観点からさらに細区分し、解析を行った。

出典: JICA プロジェクトチーム

図 1.2　ワミ・ルブ流域のサブ流域区分

1.2.3 ワミ・ルブ流域の境界線

衛星画像解析により、地表状態、地質・地質構造・断裂および谷頭位置の確認を行う事により、対象流域の地形および集水盆境界の検証を行った。***表 1.1*** に使用した衛星画像データおよびデータ処理ソフトを示す。

表 1.1　地形・地質情報解析に使用したデータおよびソフトウェア

衛星画像データ	情報処理ソフト
ランドサット ETM+ (縮尺 1:250,000) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)	ERDAS 社画像処理専用ソフトウェア Imagine EADAS 社 DEM 解析専門ソフトウェア

本解析により得られた集水盆境界を従来の境界と比較した所、次の 4 地域において既往境界と異なる地域が抽出された。

- Mbuvuni area：ワミ流域ドドマ州北方（流域の拡大）
- Kiroshi swamp：ワミ流域ドドマ州北東方（流域の縮小）
- Msoro area：ルブ流域モロゴロ州南方（流域の拡大）
- Kinyanguru area：ルブ流域モロゴロ州南東方（流域の縮小）

以下の***図 1.3*** に従来の境界線および本解析で得られた境界線を示す。

これらの流域境界線の違いは、ドドマ州北方で内部収束流域と、モロゴロ州南方でルフィジ流域と接している。本解析結果をもって、ワミ・ルブ流域管理事務所（WRBWB）は、水省内部収束およびルフィジ流域管理事務所との調整を行い、新しいワミ・ルブ流域の境界線として正式に採用された。従って、本プロジェクトでは、本解析で得られた流域境界線を用いて、水資源評価や計画策定等を行った。

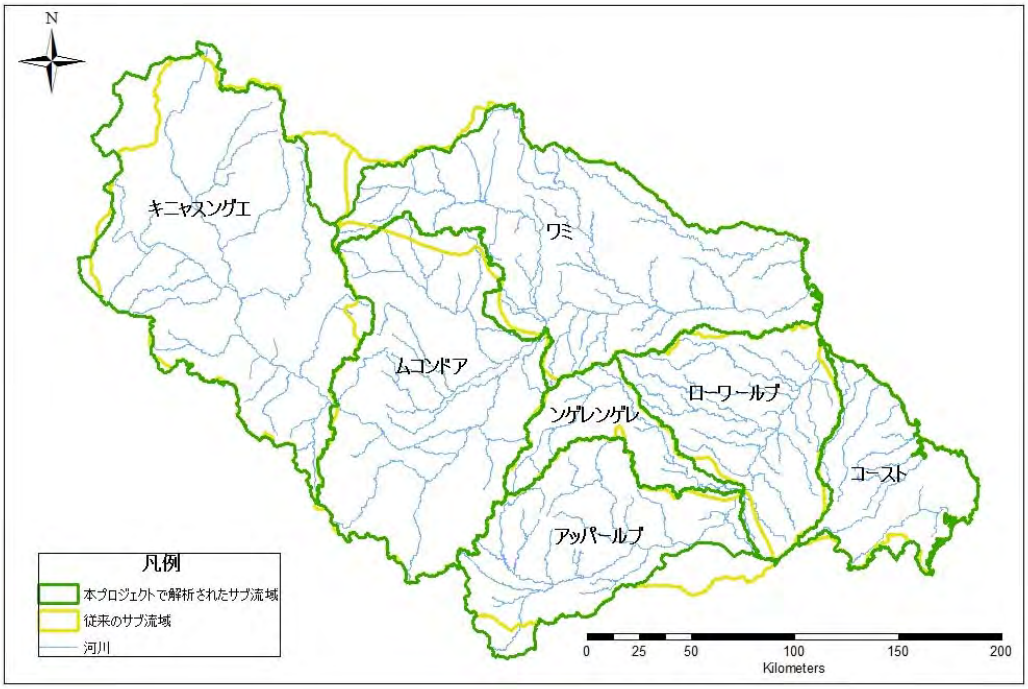


図 1.3　従来の境界線および本解析で得られた境界線

1.3　社会経済状況

1.3.1 行政区分と人口

タンザニア国の行政機構は、上位からから州（Region）、県（District）、市（Municipality）、もしくは町区（Township）、さらに区（Ward）に別れ、末端の行政機構として村（Village）または町（Small Township）が存在する。ワミ・ルブ流域は 6 州、21 郡／市にまたがる。***表 1.2*** にそれら州名、県／市名、ならびにワミ・ルブ流域内に位置する区の数を示す。

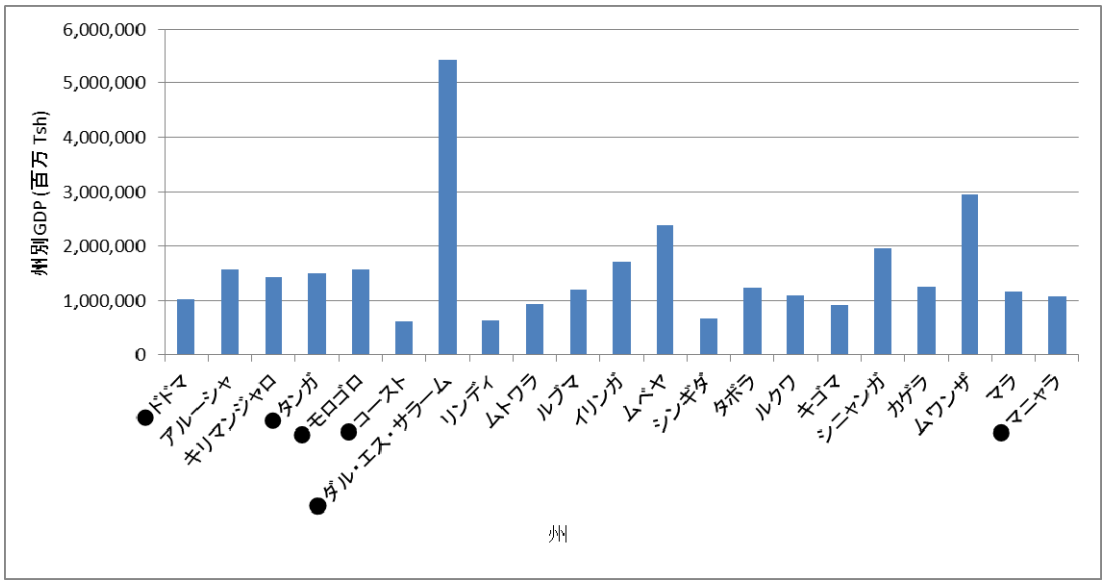
表 1.2　ワミ・ルブ流域に位置する州、県／市、区

州	県／市	ワミ・ルブ流域内に位置する区数
ダル・エス・サラーム	イララ	26
	テメケ	30
	キドンドニ	34
コースト	バガモヨ	16
	キサラウェ	14
	キバハ（町区）	11
	キバハ（県）	5
	ムクランガ	16
モロゴロ	キロサ	46
	ムボメロ	17
	モロゴロ（県）	29
	モロゴロ（市）	19
タンガ	ハンデミ	5
	キリンディ	12
マニャラ	キテト	10
ドドマ	ドドマ	34
	チャムイノ	19
	バヒ	3
	コンドア	5
	ムプワプワ	21
	コングワ	14

WRBWO（2008）によると、ワミ・ルブ流域の人口は 5.4 百万人（2002 年）と推計されている。本プロジェクトでは、給水施設インベントリー調査を実施した。その結果から得られたワミ・ルブ流域内に位置する各村落・都市部の 2011 年現在での人口[1]をもとに、国家統計局公表の人口増加率を適用し 2035 年[2]までのワミ・ルブ流域内人口を算定した。その結果、同流域内における 2011 年現在の人口は約 7.28 百万人となり、その内、都市部人口は約 4.07 百万人（56%）、地方部人口は約 3.21 百万人（44%）であった。一方、2035 年の流域内人口は 12.58 百万人と予測され、その内、都市部人口は約 7.39 百万人（59%）、地方部人口は約 5.20 百万人（41%）となると算出された。

1.3.2 国内総生産 （GDP）

タンザニアの国内総生産（GDP）は、成長し続けている。国民経済計算（NBS,2011）によると、2000 年に 81.5 億 Tsh（2010 年当時の現在価値に換算）であった GDP は、2010 年には 322.9 億 Tsh となっている。***図 1.4*** はタンザニア全土における各州の GDP（2010 年）を示したものである。ワミ・ルブ流域に位置する 6 州で全国の GDP の 34.7 パーセントを占めているが、特にダル・エス・サラーム州のみで 2006 年の全国 GDP の 16.8 パーセントに上り、54.3 億 Tsh を生産している。



●: ワミ・ルブ流域に位置する州

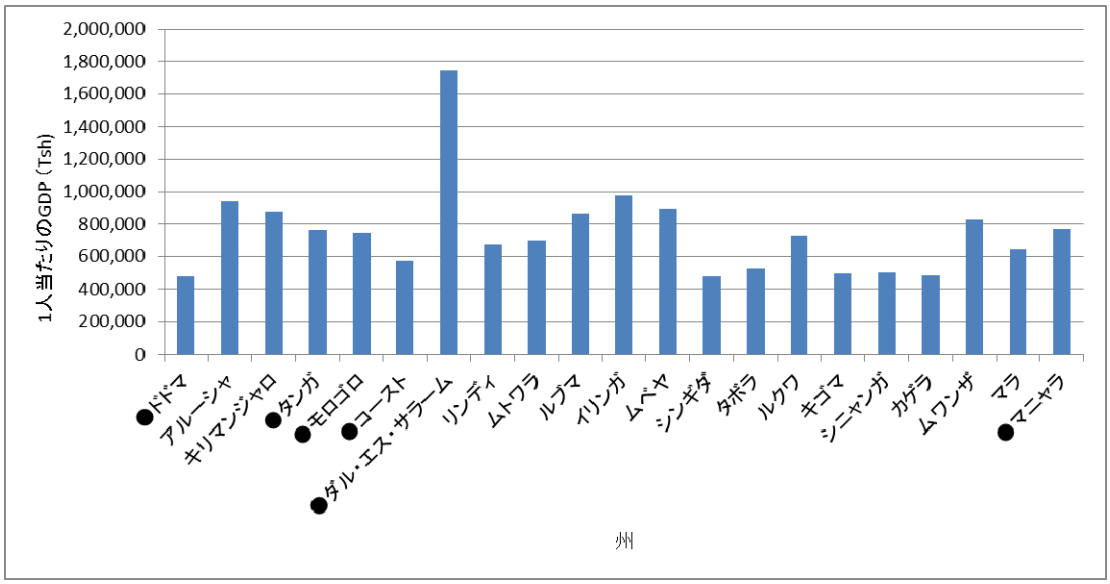
出典: United Republic of Tanzania, National Accounts of Tanzania Mainland (NBS), 2011

図 1.4　各州の GDP（2010 年）

一方、***図 1.5*** は各州一人あたりの GDP を示したものである。同図が示すように、ワミ・ルブ流域の州のなかで、ドドマ州の GDP は全国レベルでも低く、485,211Tsh となっている。また、最高はダル・エス・サラーム州で 1,740,947Tsh となっている。

[1] 給水施設インベントリー（JICA, 2012）にて入手したデータは全村・町の人口であり、村・町の一部がワミ・ルブ流域内に位置する場合は、村・町の全人口にワミ・ルブ流域地域が同村・町に占める面積比を乗じて人口を算出した。

[2] 国家統計局が算定している人口増加率予測は 2025 年までであり、それ以降 2035 年までは 2025 年時の増加率を適応。



●: ワミ・ルブ流域に位置する州

出典: United Republic of Tanzania, National Accounts of Tanzania Mainland (NBS), 2011

図 1.5　各州の一人当たり GDP（2010 年）

1.3.3 地域経済

1)　農業

全就労人口の約 8 割は農業に従事し、GDP の約 5 割、また、その輸出品の 66 パーセントを占め、タンザニアにおける主要経済活動であるとともに、重要な自営手段である。一方、農業はタンザニア国経済を牽引するセクターであるにもかかわらず、天水に頼った小規模農業であるがゆえに、耕地に適した 4,300 万 ha のうち、わずか 630 万 ha のみが耕作地となっている状況である。

ワミ・ルブ流域で耕作されている作物は、サトウキビ、米、キャッサバ、メイズ、サツマイモ、ココナッツ、野菜類、バナナ、サイザル、豆類である。ワミ流域では、ドドマ州のドドマ県、ムプワプワ県、コングワ県にて天水による農業が主で、モロゴロ州のキロサ県、モボメロ県にて比較的多く灌漑農業が見られる。しかしながら、ワミ流域の豊富な表流水は、しばしば農業従事者と放牧民との間に対立を招いている。一方、ルブ流域では雨量の多いムゲタ（Mgeta）、高原地域のマトンボ（Matombo）地域にて、伝統的な灌漑農業が行われている。流域内の低地では、比較的規模の大きな灌漑農地が多くある。

2)　工業

ワミ流域では、モロゴロ州ムボメロ県にある砂糖生産工場を除き、大規模な産業は無い。同工場では生産に必要な水をワミ川に頼っている。バガモヨ県では製塩が重要な地場産業だが、製塩過程で燃料として利用される木材の伐採による同地域の森林破壊が指摘されている (WRBWO, 2010)。

ルブ流域では、ワミ流域とは対照的に、繊維産業、サイザル材生産、飲料生産、酒造、タバコ、薬品製造等、多様な産業がダル・エス・サラームの沿岸部の河川周辺に集中している。水省（MoW：Ministry of Water）が工業廃水にかかるガイドライン「給水・排水処理設計マニュアル（2009）」（Design Manual for Water Supply and Waste Water Disposal）を整備しているが、現在までに規制を受けた事業体は皆無である。ルブ流域での水利用者間の対立のほとんどは工業廃水による河川汚染に関連しており、河川汚染対策は WRBWB の重要な課題とされている（WRBWO, 2010）。

3)　放牧

ワミ・ルブ流域での重要な経済活動の一つは、家畜の放牧である。本プロジェクトで算出されたワミ・ルブ流域内における家畜数は、2011 年現在で牛約 1,148 千頭、ヤギ・羊 1,040 千頭である（***サポーティング・レポート第 3 章***参照）。

放牧地域に関し、ワミ流域ではカンバラ（Kambala）村とミンドゥ・ツリエニ（Mindu Tulieni）村周辺、ルブ流域ではムブハ（Mbuha）地域の低地から、ンゲレンゲレ（Ngerengere）村、チャリンゼ（Chalinze）村、コースト流域ではキサラウェ県、バガモヨ県までの広い範囲で放牧が行われている。ルブ流域では、長年に渡り、良質な牧草と豊富な表流水を求めて放牧民と家畜の流入が続いている。

1.3.4 都市・地方給水

タンザニアでは、都市給水を行う上で都市上下水道公社（Urban Water Supply and Sewerage Authority：UWSA）、県都市水道事務所（District Urban Water Supply Authority：DUWSA)、および小都市給水事務所（Small Town Water Supply Authority：STWSA）が組織されている。***表 1.3*** に、ワミ・ルブ流域内の各都市における都市給水組織名、およびそれら役割を示す。

表 1.3　ワミ・ルブ流域内の都市給水サービス提供組織

レベル	担当地域	組織名	責任／役割
UWSA	ダル・エス・サラーム	DAWASA (Dar es Salaam Water Supply and Sewerage Authority)	給水施設の所有者
		DAWASCO (Dar es Salaam Water Supply and Sewerage Company)	給水施設の運転管理者（サービス提供者）
	モロゴロ都市	MORUWASA (Morogoro Urban Water Supply and Sewerage Authority)	所有者及び運転管理者
	ドドマ都市	DUWASA (Dodoma Urban Water Supply and Sewerage Authority)	所有者及び運転管理者
DUWSA	コースト州	Bagamoyo DUWSA, Kibaha DUWSA, Kisarawe DUWSA, 及び Mkuranga DUWSA	所有者及び運転管理者
	モロゴロ州	Kilosa DUWSA	所有者及び運転管理者
	ドドマ州	Kongwa DUWSA 及び Mpwapwa DUWSA	所有者及び運転管理者
STWSA	モロゴロ州ムボメロ県	Dakawa STWSA 、Mvomero STWSA 及び Turiani STWSA	所有者及び運転管理者
	モロゴロ州キロサ県	Gairo STWSA 及び Mikumi STWSA	所有者及び運転管理者

ワミ・ルブ流域内の既存給水施設の水源は、表流水と地下水である。天水も利用されているが、季節的（雨季のみ利用可能）であり、給水用の持続的な水源としての利用は推奨できない。UWSA は表流水（河川や小川）及び地下水（深井戸）を水源として利用しており、対象地域内で使用されている給水施設は、圧送式給水施設が最も多く、ハンドポンプ施設、自然流下式施設と続く。以下の***表 1.4*** にワミ・ルブ流域内の都市および地方給水状況の要約を、***表 1.5*** にタンザニア全土における 2012 年の平均給水率の目標値を示す。

表 1.4　ワミ・ルブ流域内の給水率（2011 年）

州	県	人口		給水率
		給水人口	全人口	(%)
ダル・エス・サラーム	キノンドニ	724,355	1,484,102	48.8
	イララ	467,884	1,124,489	41.6
	テメケ	353,593	1,115,933	31.7
小計		*1,545,832*	*3,724,524*	*41.5*
コースト	バガモヨ	165,193	288,801	57.2
	ｷﾊﾞﾊ･ﾀｳﾝ	58,775	109,322	53.8
	ｷﾊﾞﾊ･ﾃﾞｨｽﾄﾘｯｸ	52,043	79,105	65.5
	キサラウェ	78,087	113,957	68.5
	ムクランガ	83,780	155,691	53.8
小計		*3,529,542*	*8,195,924*	*58.6*
モロゴロ	ムボメロ	131,682	308,811	42.6
	ﾓﾛｺﾞﾛ･ｱｰﾊﾞﾝ	264,614	318,761	83.0
	ﾓﾛｺﾞﾛ･ﾙｰﾗﾙ	94,980	291,921	32.5
	キロサ	199,010	495,393	40.2
小計		*7,749,370*	*17,806,734*	*48.8*
ドドマ	コングワ	145,549	287,050	50.7
	ムプワプワ	99,281	177,313	56.0
	コンドア	18,953	66,341	28.6
	ﾄﾞﾄﾞﾏ･ｱｰﾊﾞﾝ	200,620	337,470	59.4
	チャムウィノ	149,659	241,161	62.1
	バヒ	6,113	15,259	40.1
小計		*16,118,915*	*36,738,062*	*55.1*
タンガ	ハンデニ	8,061	29,056	27.7
	キリンディ	19,398	134,167	14.5
小計		*32,265,289*	*73,639,347*	*16.8*
マニャラ	キテト	45,592	106,963	42.6
小計		*45,592*	*106,963*	*42.6*
合計		**3,367,222**	**7,281,066**	**46.2**

表 1.5　タンザニア全国平均給水率目標

部門	目標* (2012 年)
地方部	60.5%
小都市	56%
都市水道事務所	90%
DAWASA 給水地域	72%

*WSDP 中間評価により訂正された目標

出典：WSDP, Restructuring Plan for Phase 1, Revised June 2011 より調査団まとめ

表 1.4 に示すとおり、ワミ・ルブ流域における都市および地方給水の給水率は 46.2%であり、***表 1.5*** に示したいずれの給水目標値よりも低い事が明らかである。

1.4　自然状況

1.4.1 気候

タンザニアは、北回帰線と南回帰線の間の熱帯に位置しており、熱帯収束帯の移動により気候が支配されている。ワミ・ルブ流域の気候は、NCEP/NCAR（アメリカ商務省大気海洋局天気部局環境予測センター／国立大気研究センター）の再解析データを用いて以下の特徴を把握した。

1)　風

1 年を通して東よりの風が吹いているが、熱帯収束帯の移動に伴い 7 月には北寄りの、1 月には南寄りの風が吹く。これは、ワミ・ルブ流域が熱帯収束帯に位置している事に起因している。また、海上では強い風が吹くが、陸上では弱くなる。

2)　降雨

ワミ・ルブ流域の年平均降雨量は 961 mm であり、海岸から内陸に向かうにしたがって降雨量は減少する。最も降雨量が多いのはウルグル山とングル山で、年平均降雨量は 2500 mm 以上である。内陸部の雨季は年 1 回（12 月頃）であるが、その他の地域では雨季は年 2 回（4 月頃の大雨季と 12 月頃の小雨季）である。乾季である 6～9 月には、降雨はほとんどない。

3)　日射量

ワミ・ルブ流域の日射量は、下向き日射量の月、あるいは空間での変動は小さい。また、下向き日射量の極大は二度（2～3 月、9～11 月）あり、最少は 5～7 月である。

4)　気温

ワミ・ルブ流域の気温の特徴として、内陸部に比べ海岸部では標高が低いため気温が高い事が挙げられる。また、気温の標高逓減率は 0.005 ℃/m である。最高気温は 11～2 月に、最低気温は 7～8 月に記録される。気温の年較差は内陸部に向かうほど、また南に向かうほど大きくなる。

5)　湿度

空気中の湿度を表す方法として比湿がある。比湿は、湿潤空気（水蒸気と乾燥空気を含む）に対する水蒸気の割合を示す。ワミルブ流域では、内陸部に較べ、海岸部では比湿が高く、比湿の年較差は内陸部に向かうほど大きくなる。比湿の最大は 2～3 月に、最少は 7～8 月である。

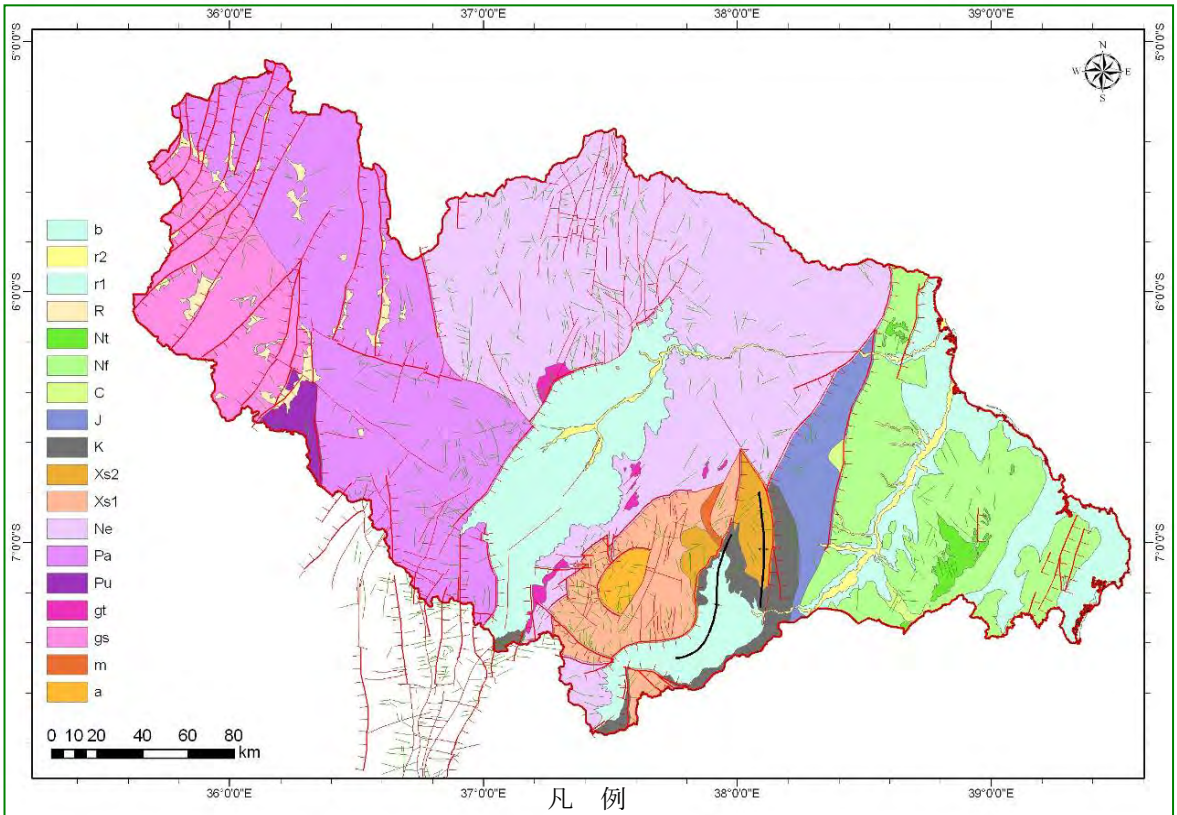
6)　蒸発量

蒸発散は、地表から大気への蒸発と蒸散の合計である。ワミ・ルブ流域の蒸発散量の特徴として、実蒸発散量は可能蒸発散量の約 47 %である。可能蒸発散量は気温と日射量により反映され変化する。乾季（7～9 月）の実蒸発散量は可能蒸発散量より著しく少ない。その理由として、流域内において、水分である降雨が少ない事が挙げられる。一方、湖や湿地等、川から季節的あるいは年間を通じて水が供給される地域の実蒸発散量は多くなっている。

1.4.2 地形・地質

1)　地質層序

既往地質図（Geology and Mineral Map of Tanzania, 2004）および衛星画像を利用して、地質判読を実施した。地質判読の結果を、地質特徴マップとして***図 1.6*** に示す。オリジナルの縮尺は 1:250,000 である。



凡　例

地質年代		地質ユニット		岩　相	備　考
新生代	第四紀	N	b	海浜砂、砂丘	
			r	沖積層（r2），洪積層（r1）	
		R		乾湖堆積物	
	第三紀	Nt		段丘堆積物	
		Nf		洪積性海浜砂	
中生代	白亜紀	C		陸成および海成砂岩	
	ジュラ紀	J		泥岩および頁岩	Karoo 統
古生代		K		礫岩および砂岩	Karoo 統
原生代	新期	Xs	Xs2	大理石	Moozambique ベルト（ナッペ）
			Xs1	結晶質岩、片麻岩、ミグマタイト	
		Ne		地殻物質からなる変成岩	Mozambique ベルト砂岩
	古期	Pa		変火成岩および変堆積岩	Mozambique ベルト
		Pu		変堆積岩、正片麻岩、結晶質岩など	Usagaran ベルト
始生代基盤岩		gt		ミグマタイト、花崗岩、苦鉄質岩脈など	Dodoman グループ
		gs		ミグマタイトおよび花崗岩	Isangan グループ
新生代	新期-古期	m		変珪長岩複合岩体（水平的貫入構造）	深成岩
		a		変珪長岩複合岩体	深成岩

地質境界　　明瞭なリニアメント　　不明瞭なリニアメント　　背斜軸　　向斜軸

図 1.6　地質特徴マップ

地質ユニット gs から Xs までのシリーズは始生代から原生代までの結晶質岩類である。これらの地質ユニットは基盤岩としての Dodoman グループやその上位の Usagaran 層群・Moozambique ベルト層群に相当し、主として変成岩類からなる。水理地質学的には類似した水理定数で代表される岩石である（たとえば不透水層）。

その上位に位置する地質ユニット K から N までのシリーズは古生代・中生代・新生代までの堆積岩類である。地質ユニット K は Karoo 統に相当し、陸成相からその上位の海成相へと変化する。水理地質学的には地質ユニット毎に水理定数を決定する必要がある（たとえば古生代・中生代＝低透水層、新生代＝高透水層など）。

貫入岩として、地質ユニット a と m が存在し、いずれも原生代に相当する古い岩石である。水理地質学的には先の変成岩類と類似した水理定数として区分される。

これらの地質ユニットは、ワミ・ルブ地域西部のドドマ市周辺で基盤および古い地質ユニットが分布し、海岸に向かってその上位の新しい地質ユニットが分布する傾向がある。

2) 地質構造

アフリカ東部の広域地質構造から判断すると、当該地域はケニアドームの南西方に位置し、基本的に北西‐南東方向の引張り場に相当する。

断裂構造として断層（明瞭なリニアメント）および不明瞭なリニアメントを抽出した。基本的には北東‐南西方向の断裂が卓越し、モロゴロ市西方のムカタ平原（Mkata plain）では地溝構造を呈する。海岸付近ではほぼ北‐南方向に伸長する断層が抽出され、いずれも東側のブロックが滑落するステップ構造を示す。これとは別に、ドドマ市周辺の基盤岩（地質ユニット gs と gt）分布地域では北東‐南西方向に伸長する断層が抽出され、地溝およびステップ構造を示す。不明瞭なリニアメントは局所的な構造を反映していると解釈され、種々の方向を示した。

褶曲構造はモロゴロ市東方で抽出することができる。原生代および古生代の地層分布から、ほぼ南北に伸長する向斜・背斜を抽出した。それらの延長は断層によって切断され、ブロック化されている。

3)　水理地質的特徴

対象地域内でこれまでに確認されている水理地質学的構造は、以下のようにまとめられる。

- 第三系層状水（ダル・エス・サラーム市南方キンビジ帯水層（Kimbiji aquifer））

  東方に緩く傾斜する単斜構造と考えられ、涵養域はその西方に位置するプグ高原（Pugu hills）と考えられる。

- 第四系層状水（モロゴロ市南方ルブ水系）

  地表は第四系に被覆され、涵養域はその西方に位置するウルグル山系と考えられる。

- 第四系層状水（モロゴロ市西方ワミ水系ムカタ平原）

  地表は第四系に被覆され涵養域はその西方に位置する Mamwera 山系などと考えられる。

- 基盤岩中裂か水（ドドマ市北方マクトポラ盆地（Makutupora basin））

  地溝状の構造を示している。涵養域はその北部に位置する Chenene 山系と考えられる。

1.4.3 河川

ワミ川の水源はタンザニアの北西部チャンダマ高原であり、ドドマ、バヒ、チャムウノ、ムプワプワ、キロサ、ムボメロ及びバガモヨを通過し、最終的にはインド洋に注ぐ（***図 1.7***）。その流域面積は 43,742 km^2、流路距離は約 637 km である。

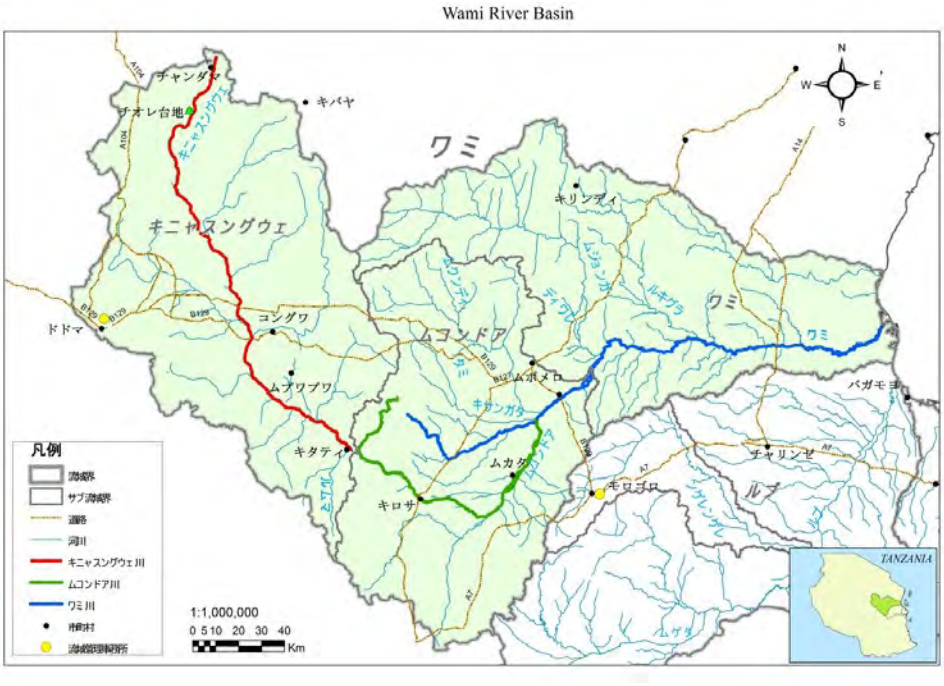


図 1.7　ワミ川の流域

ワミ川の河川縦断を***図 1.8*** に示す。ワミ川の河川特性は、上流から急傾斜を流下し、その後、ムカタ平野にて河川勾配が緩まり土砂が堆砂する事により湿地を形成している。その下流は再度河川勾配も大きくなる。河口付近では勾配が緩く塩水遡上を起こしやすい。

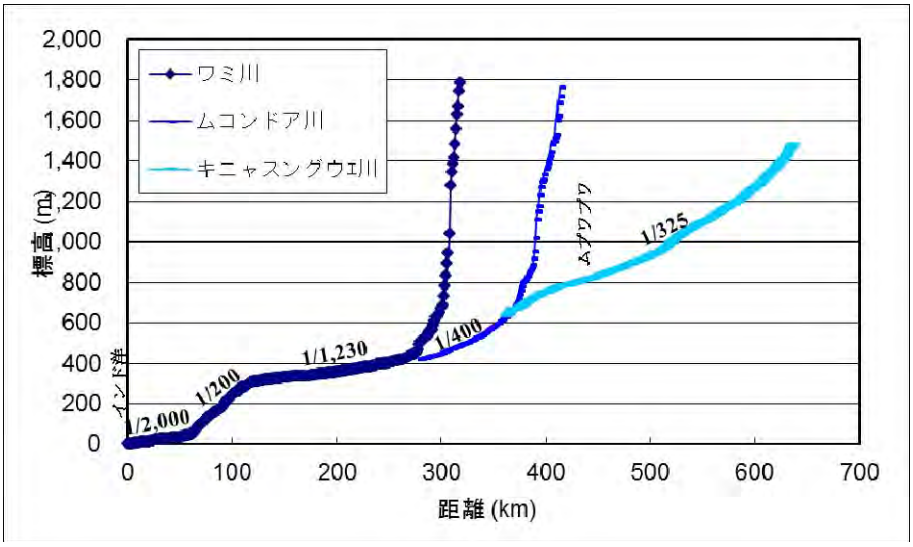


図 1.8　ワミ川縦断図

一方、ルブ川はウルグル山に水源をもち、北西部のムゲタ川、北部のンゲレンゲレ川及び南部のルブ支流の 3 つの河川で構成されている（***図 1.9***）。モロゴロ，キバハを通過してバガモヨに至りインド洋に注ぎ、その流域面積は 11,789 km^2 で、流路長は 316 km である。

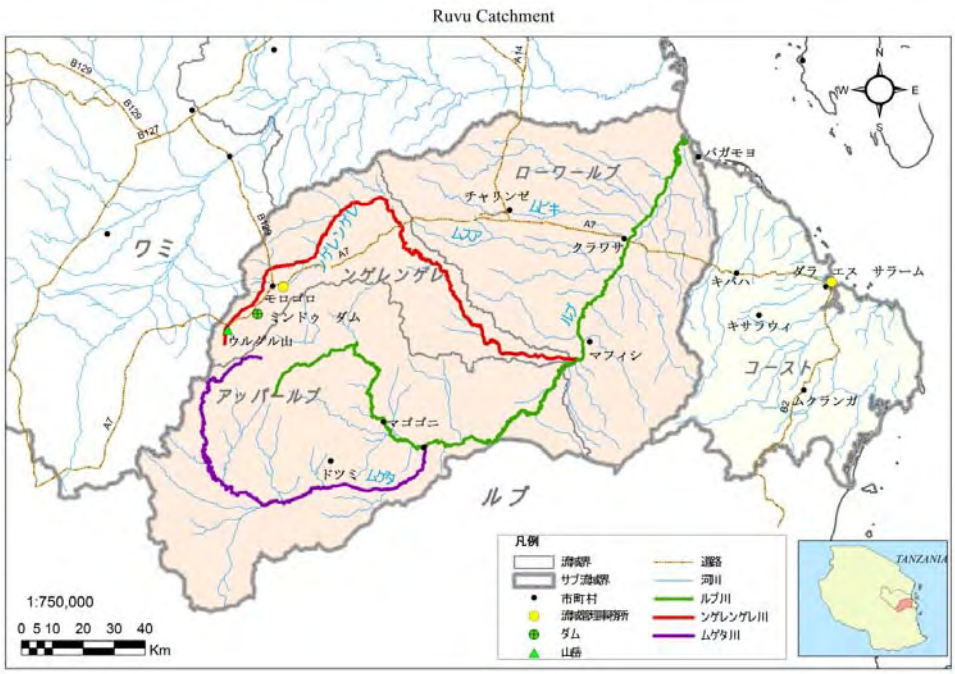


図 1.9　ルブ川流域

ルブ川の河川縦断を***図 1.10*** に示す。ウルグル山周辺は、3 支流とも急傾斜で流下しているが、これらの支流合流地点では勾配も緩く湿地帯を構成し、自然の遊水池機能を低下させている。その後、蛇行しながら網目状に分水してインド洋に流出している。

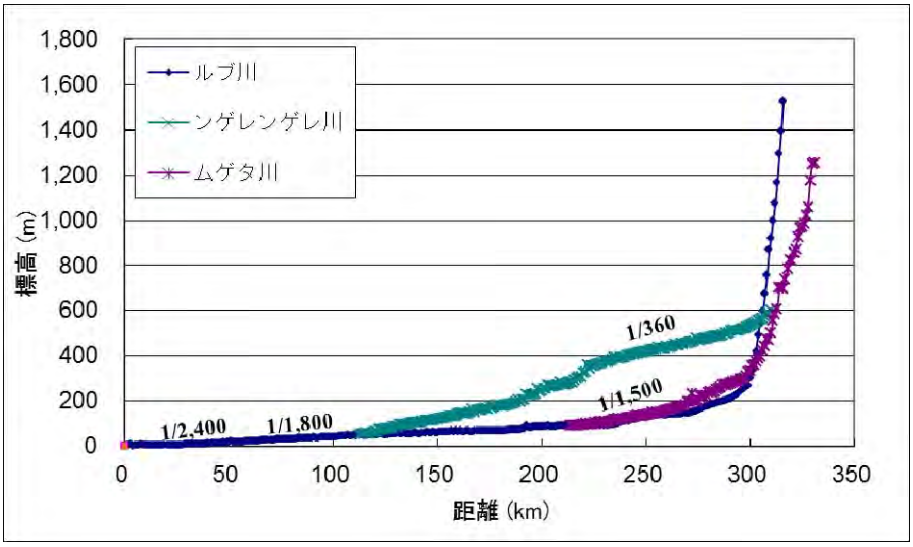
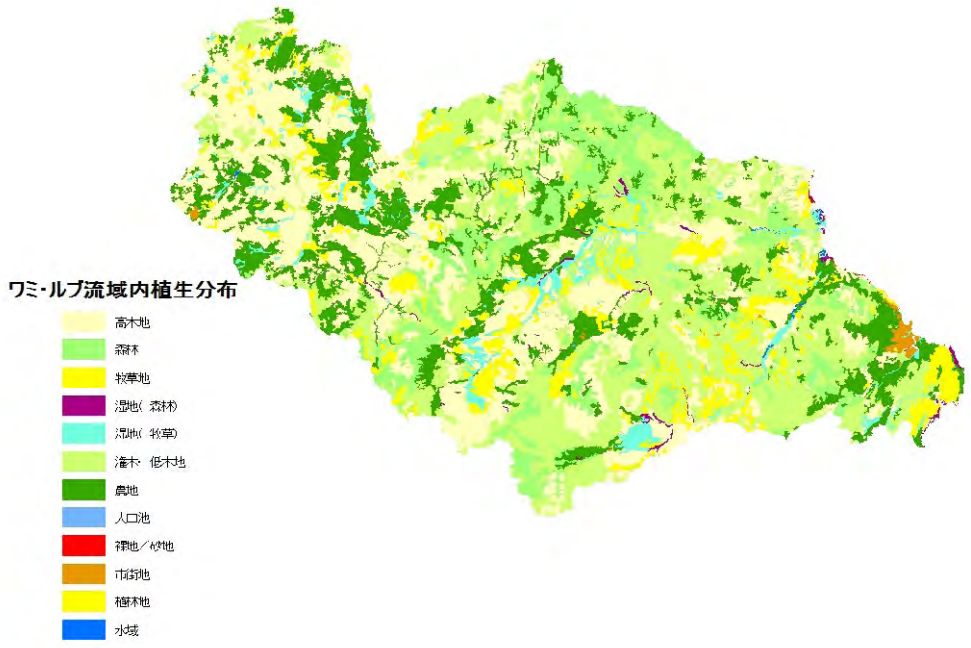


図 1.10　ルブ川縦断図

1.4.4 植生

図 1.11 は土地住宅居住開発省（土地省）発行の国家土地利用フレームワーク計画に掲載されている植生図を基に作成された、ワミ・ルブ流域部分における植生図である。また、***表 1.6*** は各植生タイプの面積とそのワミ・ルブ流域内で占める割合である。

表 1.6 によると、潅低木地（30.06 パーセント）及び高木地（29.88 パーセント）が最も広い面積を占めており、次いで、農地が 16.29 パーセント、森林が 11.28 パーセントとなっている（土地住宅居住開発省、2009 年）。



(出典：National Land Use Framework Plan Volume I, 2009)

図 1.11　ワミ・ルブ流域内植生図（2002）

表 1.6　ワミ・ルブ流域内植生タイプ及び面積（2002）

植生タイプ	面積(km^2)	面積割合(%)
農地	10,798	16.29
人口池	4	0.01
裸地／砂地	10	0.02
市街地	334	0.50
灌木・低木地	19,924	30.06
森林	7,475	11.28
植林地	9	0.01
牧草地	61	0.09
水域	5,638	8.51
湿地（森林）	243	0.37
湿地（牧草）	1,978	2.98
高木地	19,808	29.88
合計	**66,269**	**100**

出典：NLUFP Volume III, 2009

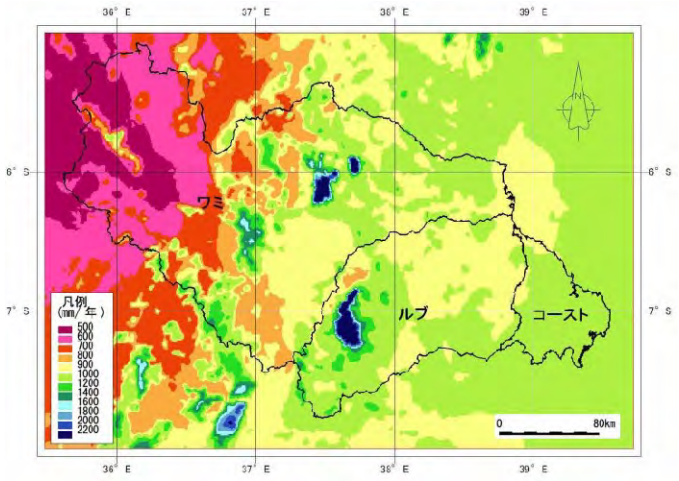
1.5　課題

本節では、本プロジェクトによる調査活動を通じて明らかになった、ワミ・ルブ流域における水資源管理・開発に関する課題について整理する。

ワミ・ルブ流域における水資源管理・開発上の課題は、1) 水資源と需要のバランス、2) 水資源保全、3) 流域環境保全、4) 水利用管理、5) 水資源情報管理、および 6) 地方給水の開発に関する事項に分類できる。これらの内、1) から 5) 項の課題を解決する計画がワミ・ルブ流域における水資源･管理計画の重要コンポーネントとなる。また､6) 項は本プロジェクトにより、給水分野の優先プロジェクトを選定する背景であると言える。

1.5.1 水資源と需要のバランス

ワミ・ルブ流域は、全体で 7 つのサブ流域から構成され、66,295km^2 に及ぶ広大な総流域面積を持つ。したがって、気象・水文、地形・地質、植生といった自然条件も流域内の地域によりその特性は大きく違いがある。ワミ・ルブ流域の年平均降雨量は 961mm であるが、降雨の分布は流域内でも大きな変化がある（***図 1.12*** 参照）。海岸部の年平均降雨量は 800～1000 mm であるが、内陸部では年平均降雨量は 600 mm 以下である。また、北部の海岸部では、3～5 月と 11～12 月の年に二度の雨季があるが、南部の海岸部や内陸部では、年に一度、12～3 月が雨季となる。6～9 月の乾季には、降雨はほとんどない。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 1.12　ワミ・ルブ流域の年平均降雨量分布

ワミ・ルブ流域内の地質は、***図 1.13*** に示すとおり、海岸部の第四紀堆積層から内陸部の先カンブリア紀の基盤岩まで大きな変化がある。この地質の分布の違いは、地下水賦存量の地域的な格差を発生させている。一般に、堆積層分布地帯の方が大きな地下水ポテンシャルを期待でき、基盤岩分布域では限られた地下水開発が可能となる。

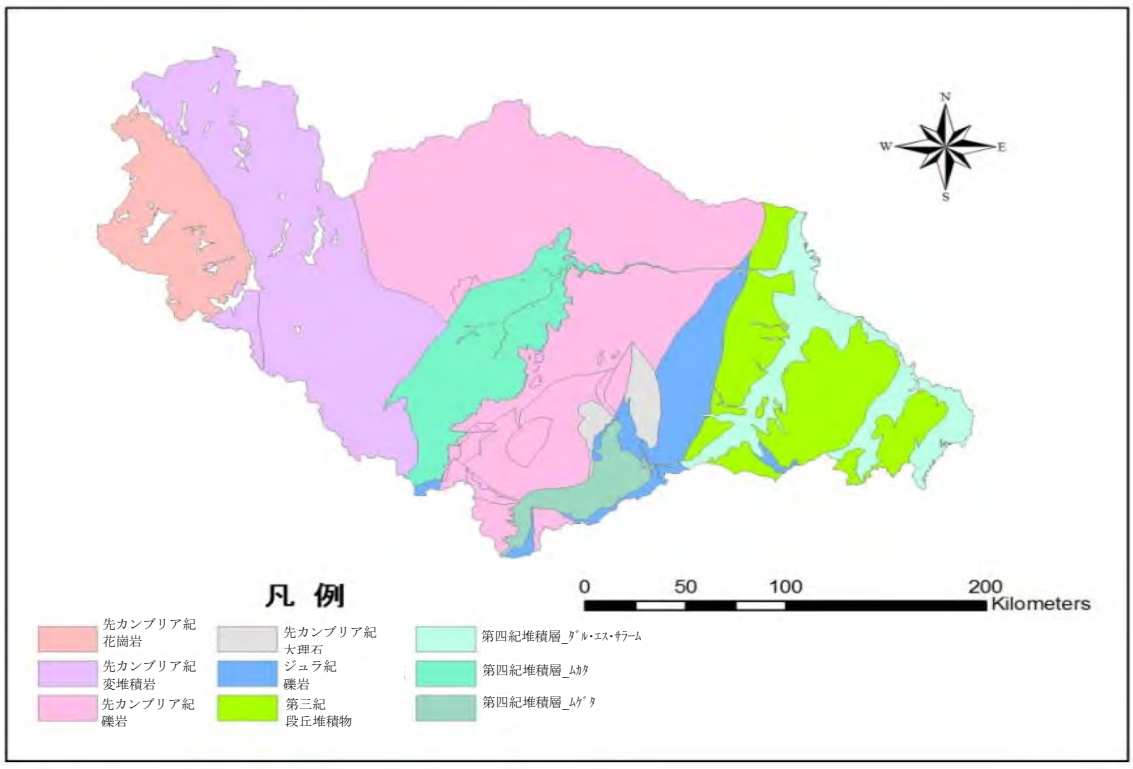


図 1.13　ワミ・ルブ流域の地質分布

ワミ・ルブ流域における最大の水利用量は灌漑用水であり、全体の水利用の 60.01%（2011 年）を占める。一方工業用水は、2011 年時点ではワミ・ルブ流域の全体の水利用の 4.86%に過ぎないが、流域内で最も高い成長率を示し 2035 年では流域の全体の水利用の 16.14%に増加するこ

とが予想されている。灌漑の水需要は地方部に集中しており、工業の水需要はダル・エス・サラームやモロゴロ等の都市部に集中している。

以上のことから、ワミ・ルブ流域ではその広大な流域面積の中で、自然条件による水資源量の地域的な違い、そして需要構造による水需要量の地域的な違いがあることが容易に予想される。具体的には、サブ流域毎に水資源と需要のバランスは大きく違うことを意味する。これまでワミ・ルブ流域においては、包括的な水資源評価と水需要調査は実施されたことがないため、本プロジェクトにおいて初めて各サブ流域の水資源と需要のバランスが明らかになる。統合水資源管理・開発計画計を策定する上で、水資源と需要とのバランスの評価、および配分方法の検討は計画策定の基本である。水資源と需要のバランスを保つことは、水資源量と需要構造の地域的な違いが大きいワミ・ルブ流域では、流域あるいはサブ流域間での配分を検討する上で大きな課題である。

1.5.2 水資源保全面の課題

ワミ・ルブ流域内にはダル・エス・サラーム、ドドマ、モロゴロの大規模な都市が位置しており、これらの都市部を中心とした地域では工業を初めとする各種社会経済活動が活発に行われている。地方部においてはタンザニアにおける主要経済活動である農業が行われ、表流水資源が比較的豊富な地域では灌漑農業が行われている。現在、タンザニアでは沿岸部での天然ガスの開発、ダル・エス・サラーム近郊ではバガモヨ経済特区やキガンボニ近郊都市開発の計画が進められており、ワミ・ルブ流域内でも今後の更なる経済発展が想定される。

ワミ・ルブ流域では、今までの経済発展に伴う商工業施設の増加や人口の増加が一因となり水資源への負の影響（質・量）が生じてきているために、今後利用可能な水資源が減少することが懸念されている。しかしながら、現在までに具体的な汚染状況の把握、対応策の検討およびその実施がなされてこなかった。ワミ・ルブ流域では、今後も各種経済活動が拡大していくことが想定されるため、早急に水資源への負の影響の実態を明らかにしていく必要がある。実施可能な対応策を実施できない場合は、水資源の持続性を確保できないばかりではなく、結果として各種社会経済活動へも負の影響を及ぼす可能性がある。

本プロジェクトでは、ワミ・ルブ流域管理事務所と共に水資源への負の影響が懸念されている地域の概略把握調査を行った。その結果、ダル・エス・サラーム都市域では、工場や生活排水に河川水の汚染、ごみ処理場からの滲出水による地下水汚染、石油起源による地下水の炭化水素汚染、沿岸部の塩水化の可能性が、モロゴロでは、工場の下流部の河川水の汚染の可能性が指摘された。

したがって、ワミ・ルブ流域管理事務所は、これらの地域おける汚染状況詳細を明確にし、関係主体と共に対応策を検討し、早急に対応策を実施して水資源の保全を図る必要がある。また、既に水資源の汚染が生じている地域だけではなく、今後の水資源の保全が必要であると想定される地域についても、水利用や水資源の状況をモニタリングし、適宜必要な対応策を講じていく必要がある。

なお、タンザニアでは 2009 年に水資源管理法が施行され、水資源の保全に必要な規制地域の制定や流域事務所が実施すべき事項が示されており、水資源保全に向けた法的枠組みも整いつつあるため、水利用者の水資源管理法に関する理解促進を図る必要もある。また、水資源の保全は管理者側からの取組みだけではなく、水利用者の協力を得て進めていくことが持続性維持のために重要な点である。従って、ワミ・ルブ流域管理事務所は、流域管理理事会、利水者協議会、今後順次設立していくサブ流域水委員会等を通して各種ステークホルダーとの協議結果を踏まえた上での水資源保全に向けた取組みが必要である。

1.5.3 流域環境保全面の課題

河川施設の管理および流域環境保全は、流域全体の気象・水文状況を把握した上で各地域の現状に応じた対応策を検討する必要がある。しかしながら、ワミ・ルブ流域管理事務所に担当部署が設置されていないため、流域全体の河川施設の状況や土砂流出状況などの流域環境保全を進めていくために必要な情報が整備されておらず対応策の検討もなされていない。河川施設の維持管理は、県等の地方自治体や施設利用者単位で行われているのが現状であり、系統的な河川施設管理および流域環境保全に向けた取り組みがなされているとは言い難い。

また、ワミ流域およびルブ流域の上流域に位置するキニャスングウェ・サブ流域やアッパールブサブ流域の河川は原始河川であるため河道が安定しておらず、勾配が緩やかになる下流域においては河床上昇や河道閉塞が生じ洪水を引き起こすなどの堆砂問題を生じさせていることが指摘されている。特に、キニャスングウェ・サブ流域の下流に位置するムコンドア・サブ流域のムコンドア湿地帯やアッパールブサブ流域のオックス・ボー湖やビンゴ湿地帯などの自然の遊水地として機能している箇所には土砂が堆積しており、貯水機能を低下させている。また、下流域では河川の幅が広くなるため河川からの蒸発量が多くなっているために、表流水の水資源賦存量を減少させていることも指摘されている。しかしながら、詳細な状況把握や原因の検討は行われておらず、具体的な対応策も実施されてはいない。

上述のように、ワミ・ルブ流域における河川施設管理および流域環境保全に関する現状の把握および現状分析の結果に基づいた効果的な対応策の検討が成されていないことが一因となり、堆砂問題、洪水被害、水資源の減少等を生じさせていることから、ワミ・ルブ流域管理事務所は、河川施設管理および流域環境保全を進めていくために必要な組織体制を整備すると共に具体的な対応策を講じていくための取り組みを開始する必要がある。

1.5.4 水利用の規制と管理に係る課題

流域内で開発可能な水資源を、持続性を保ちつつ社会経済活動に有効活用するためには、水資源配分計画に基づき域内の水利用を適正に規制するとともに、各セクターでの水利用の最適化を図る必要がある。この観点から、BWB は水資源管理法ならびにその他関連法令に基づき、利水者の水資源開発、水利使用、排水の行為に対し許可を付与し執行する役割を担う。

また、水資源保全および水利用の最適化の観点からは、許可を付与された利水者ならびに、これらの利水者から給水サービスを受ける一般の水消費者が関連法令を遵守するとともに、節水、漏水対策による水利用効率の改善や、水源保全に取り組むことが不可欠である。水資源管理法では、水資源の利用と保全を巡る調整と課題解決への関係者の主体的な参画を促進する仕組みとして、利水者協議会（WUA）／利水者グループ（WUG）から、流域／サブ流域水委員会（CWC/SCWC）、BWB、国家水理事会（NWB）に至る実施体制を規定し、規制・監督者である水省およびBWB と水利用者の共同による意思決定を制度化している。

ワミ・ルブ流域では、このような水利用の規制と管理および水利用者の水資源管理活動への参加について、調査結果から次の課題が確認された。

1)　サブ流域単位での許可量の管理

BWB はサブ流域を基本単位として水資源の開発可能量および水需要に照らし、許可量の管理を行う必要があるところ、許可が申請／付与された取水施設の位置情報が正確に特定されておらず、サブ流域別に既発行分の許可量を把握することが困難な状況であった。その結果、開発可能量および利水者の水需要を踏まえた許可量の調整が行われず、以下に示す通り特定のサブ流域では許可量が表流水の開発可能量を上回る事態が生じている。

ワミ・ルブ流域において旧水利用法および現行の水資源管理法により発行された最終／暫定許可の許可量は***表 1.7*** に示す通りである。旧法の最終／暫定許可の中には、取水施設を廃棄したにも関わらず権利変更の措置が採られていないケースおよび、施設着工または完工に至らないまま事業が閉鎖され水利使用の実態が無いケースも含まれる。これらの遊休水利権に該当する

ケースを除く旧法の最終／暫定許可と、水資源管理法により新規発行された暫定許可を流域内の有効許可量として考えると、流域全体で地下水は 2,669.26 lit./秒、表流水は 31,416.97 lit./秒が割り当てられている。

表 1.7　水利用法および水資源管理法による許可量割り当て総括表

算定した許可量の分類	集計対象	許可件数	許可量（lit./秒）		
			地下水	表流水	合計
1)　水利用法（旧法）による許可量	旧法の最終／暫定許可	809	4,209.73	39,563.78	43,773.51
2)　2011 年 11 月現在、利用実態があると考えられる旧法の許可量	上記 1)から取水施設が廃棄されたと見做されるｹｰｽを除く	610	2,456.16	26,420.78	28,876.94
3)　水資源管理法（新法）により割り当てられた許可量	新法の暫定許可[3]	179	213.11	4,996.18	5,209.29
4)　水利用法および水資源管理法（新法）による許可量	上記 1)＋3)	988	4,422.84	44,559.96	48,982.80
5)　2011 年 11 月現在、利用実態があると考えられる新旧両法令の許可量【流域の有効許可量】	上記 2)＋3)	789	2,669.26	31,416.97	34,086.23

(WRBWB 所有の許可記録及び再委託調査結果に基づく調査団集計)

今次調査を通じて算定されたサブ流域毎の水資源開発可能量に照らし、発行された有効許可量の割合を見ると、地下水利用に関しては、全てのサブ流域において有効許可量は開発可能量の範囲内に留まっている（***図 1.14***）。一方、表流水に関しては、1/10 確率渇水年においての開発可能量との比較の結果、キニャスングウェおよび、ンゲレンゲレの有効許可量が開発可能量を上回る試算となる。（***図 1.15***）。

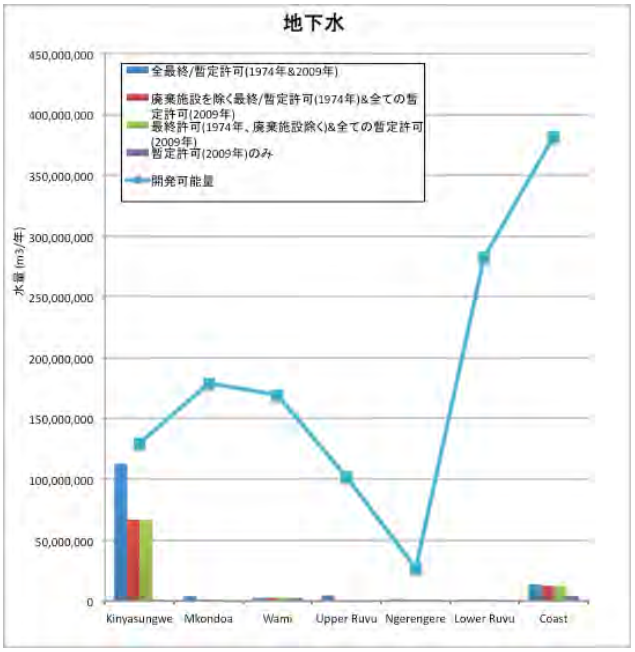


図 1.14　水資源開発可能量と許可量の比較（地下水）

[3]水資源管理法施行以来、WRBWB では旧法の許可の更新申請に対する暫定／最終許可は未発行であり、現状では新規取水に対する申請分に対してのみ暫定許可が発行されている。

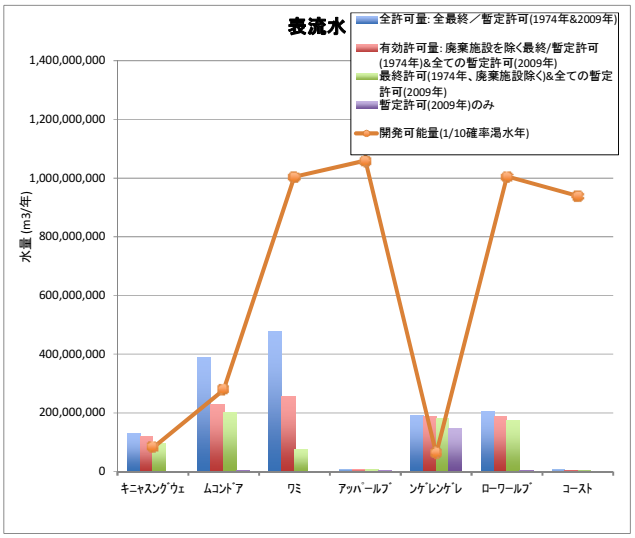


図 1.15　水資源開発可能量と許可量の比較（表流水）

2)　許可の発行および運用に係る手続き

水利用許可の発行および運用に関する手続きは、水資源管理法実施規則の定めに拠るが、申請内容の審査基準や用途別の許可量の算定方法、許可量の見直しが必要となる要件と見直し方法等、許可の発行および運用に係る詳細なガイドラインは設けられていない。許可制度に関する手続きの組織内の標準化が徹底されていないことから、WRBWB に保管された水利用許可の記録からは、必要な情報の記入漏れによる申請書類の不備、データベースの登録内容の重複や未更新、許可の付与対象とする用途設定の不統一といった状況が見られる。また、取水目的に応じた許可量設定の算定基準と算定経緯が文書化されておらず、許可の新規付与および見直しに関する判断の透明性を確保することが困難である。

排水許可および地下水許可に関しても同様に WRBWB において業務手続きが標準化されておらず、許可の取得を要する利水者への申請の促進や、受理された申請の処理手続きが円滑に行われていない。

3)　水利用許可

(1)　旧水利権の更新および許可未取得者の規制

水資源管理法の施行を受け、WRBWB は水利用（管理・規制）法（1974 年）により発行された旧水利権の水利用許可への更新を利水者に促しているが、登録更新期限である 2011 年 8 月末を過ぎた時点においても手続きは完了していない。2011 年 6 月から 9 月に実施した水利用許可調査を通して流域内で発行が確認された旧法による最終／暫定許可は 809 件である。その内、取水施設が廃棄済みであることが判明したケースを除くと、更新対象となる許可は 610 件程度であるが、2011 年 11 月時点で更新申請が提出されているケースは、その 11%に留まる。その他の旧許可取得者は、許可が失効しているにも関わらず、水源の利用を継続している。また、旧法で許可を申請したにも関わらず、何らかの理由により BWB での審査手続き未了の状態のまま、利水者が取水を継続しているケースも確認された。

更に、許可取得要件に該当する利水者[4]が故意または法令に関する認識不足から許可申請を行っていないケースも散見される。このような未登録利水者が、水利使用料金の支払い等の義務を果たすことなく水資源の恩恵を享受する状況に対し、許可取得者からは不公平感と水資源管理制度に対する不信感が表明されている。

[4] 生活用水の入手を目的とする限定的な範囲での水利使用を除いては、全ての利水者に水利用許可の取得が義務づけられている。水利用許可の免除に係る条件は、サポーティング・レポート第 5 章 5.2.1 水資源管理法の主要規定を参照のこと。

(2)　水利使用状況のモニタリング体制

許可が設定された水源の多くは、取水量を計測可能な設備を備えておらず、利水者による日常の取水量の自己管理とモニタリングがなされていない。また、BWB による取水量のモニタリングも計画的に実施されていない。そのため、許可の遵守状況の検証や、許可量の見直し、新規許可の発行に係る意思決定に必要な、水利使用の実態の有無ならびに実際の取水量に関する正確な情報が BWB に蓄積されておらず、適切な意思決定を行うことが困難な状況である。

また、水利使用料の徴収や予算計画の策定に関しても、利水者に関する最新情報の把握が前提となるところ、上記の制約から料金を徴収すべき相手に請求をできていないケースや、取水を既に停止した利水者に請求が継続され未回収扱いとなっているケースが見られる。

(3)　取水施設の仕様と維持管理

流域内の表流水利用においては、自然流下方式による取水形態が大半を占めるが、取水量を調節可能な水門を備えた可動堰は灌漑組合等の利水者組織の所有によるものに限られる。その他の個人による生活用水利用や、小規模な共同給水または灌漑施設では、固定堰でせき止めた水を取水口から取り入れるか、導水管を設置し取水する形態であり、水源での取水量の調節が困難である。このように取水施設の構造の不備と費用面での節約に対するインセンティブが働きにくい状況から、特に自然流下方式による表流水利用では節水の取組みが遅れており、水資源管理の観点からの取水施設の仕様改善が必要となっている。

また、取水施設の維持管理面では、水利用許可調査の結果、水利用法により発行された最終／暫定許可の内、約 30%は施設の不具合による一時的な取水停止、または取水施設の未完工の状態にあることが確認された。これらの一時停止中の取水施設については、許可の遊休化を避けるため、速やかに施設修理または建設工事を終えることが求められる。

4)　排水許可

排水許可に関しては 15 件程度の申請が提出されているが、BWB による審査体制が整っていないことから許可の発行に至っていない。また、既に排水許可を提出している都市上下水道公社(UWSA)や大手製造企業以外にも、許可取得が必要な利水者は存在するものの、廃水の水質基準を満たすための処理設備を持たず、許可を発行できないケースが大半を占める。このような場合には、BWB は排水を伴う行為の停止と排水流出先の水源の水質の原状回復を利水者に命ずることができるが、水質汚染が顕在化したケースを除き、対象者を戦略的に特定・規制する試みは行われていない。排水規制は利水者の生産活動に直接影響を与えることから、時として BWB による行政執行措置に対し政治的な介入があり、法令の執行が形骸化する問題も生じている。

水省は 2012 年 8 月に水資源モニタリングおよび水質汚染管理に関するガイドラインを制定しており、今後 BWB は同ガイドラインに基づき、排水規制の対象となる利水者の特定、許可による廃水水質基準やその他要件の設定、廃水の水質および処理施設の検査、違反者の取り締まりを進めることが求められる。

5)　地下水許可

水資源管理法により新たに設けられた地下水許可に関しては、利水者ならびに同制度を運用する BWB 職員の双方に認識が低く、必要な規制を行う体制に至っていない。これを示す状況として、ワミ・ルブ流域内では同法施行以来、地下水許可の申請は全く提出されていない。

特にダル・エス・サラーム市においては、不安定な都市給水サービスの代替水源として地下水利用の割合が高いものの、井戸間隔や安全揚水量を考慮しない無秩序な地下水開発が後を絶たない。また、不成功井や廃棄井戸の埋め戻しが適切な方法で行われず、地下水汚染を引き起こす要因にもなっている。地域の水理地質条件に応じた地下水資源の保全と開発を促進するため、関係者への地下水許可制度の周知と運用の徹底が必要である。

6)　水資源管理制度に対する利水者および一般市民の理解

許可取得者および未取得者へのインタビュー調査の結果、BWB の役割や許可取得者の権利・義務、その他水資源管理法の下での水利使用規制に関する制度について、利水者に広く認識されていないことが確認された。特に、許可取得者については、旧水利権の水利用許可への更新の必要性や、同許可の期限設定、地下水許可および排水許可制度について認識する者の割合が低い。一方、許可未取得者は、水利用許可の取得義務を含む制度全般について認識が無いとする回答者が多い。また、利水者自身が使用・管理する給水施設を、BWB が水資源管理の観点から監督するという体制についての違和感や必要性の疑義を唱える意見が許可未取得者から示された。

BWB は利水者に対するコミュニケーション計画を策定し、流域の水資源情報や許可制度、水利使用料からの収入を活用した水資源管理活動について発信するとともに、対話の機会を積極的に設ける必要がある。また、水資源管理の推進に際しては、取水施設を所有する利水者のみならず、様々な目的で水を消費する一般市民の協力も不可欠であることから、地域毎の自然・社会条件を踏まえ、水資源および環境保全に係る意識啓発を戦略的に実施することが望ましい。

7)　水需要の抑制

ワミ・ルブ流域では、水資源の種類、用途、サブ流域別の水需要の管理はこれまでに行われてきていない。節水や漏水対策等による水利用効率の改善は、各セクターに共通する関心事項ではあるものの、その取組みは個別利水者およびセクター毎に留まっている。

BWB は水資源の開発可能量と水需要予測の結果に基づき、流域内の水資源配分計画についてステークホルダーと合意するとともに、各セクターにおける水利用の効率化に係る取組みが政策的に実施されるよう、水資源管理の観点から関係各省に助言や提言を行うことが求められる。

8)　水資源管理計画の策定・実施における関係者の参加

(1)　利水者協議会(WUA)

WUA は同一の支川流域の水資源を利用する利水者により組織され、法令による規制の範囲内において当該地域の利水者間の水利使用を調整し、紛争の解決を図る。また、地域内の水資源の開発および利用ニーズや課題を流域全体の水資源管理計画に反映するための代表機関の機能を担う。

ワミ・ルブ流域では 2012 年 9 月時点において 11 の WUA が設立されており、内 7 団体は水資源管理法の下で BWB に法人登録済みである。これらの WUA とその下位組織である WUG は、BWB による支援を受け 2009 年に形成されたものの、現時点では求められる以下の機能を自律的に推進可能な能力を備えていないことが確認された。

- 地域内の水資源管理・開発に係るニーズ評価・調整、WUA レベルの計画策定
- 流域水資源管理・開発計画の策定・実施プロセスへの参加
- BWB により認められた水配分に従った地域内での適正利用の促進
- 水資源および水源地域の環境保全の促進
- 法令および規則に沿った、水資源の利用を巡る WUA 構成員間の紛争の解決
- 水資源管理法、WUA 規約、その他関連法制の遵守徹底

WUA／WUG を単位とするコミュニティレベルの水資源管理活動の課題としては、以下の点が挙げられる。

- WUA／WUG の役割について、管轄地域に位置する下位地方自治体関係者や利水者の理解が得られていない。また、コミュニティレベルの水利用および水資源管理に関わるあらゆる関係者の役割分担が明確化されておらず、組織の活動や制定される規則に重複が見られる。

- WUA の役割に対する利水者の理解不足および BWB が徴収する水利使用料金の目的との混同から、WUA の活動財源である入会費および年会費の支払いに応じる利水者が少なく、自律的な組織運営が困難である。
- WUA の組織登録後における BWB および県による計画的なフォローアップが実施されておらず、WUA/WUG 執行メンバーによる活動計画の策定・調整・促進に係る能力や、異なる関係者との折衝能力が未熟な状態にある。
- WUG は各村落の利水者と WUA の媒体としての機能を求められるところ、現状では WUG を当該村落の利水者調整と水資源管理の責任組織としてみなす意識が WUG 執行役員および利水者双方に低い。その結果、WUA 執行部および運営委員会が個別村落の水資源管理に関する課題対応に当るケースが多く、WUG 執行部との役割分担が効率的に実施できていない。
- 水資源管理計画の策定・実施において BWB と WUA の協力モデルが確立されておらず、BWB は WUA がコミュニティレベルに有する活動資源やネットワークを有効に活用できていない。

(2)　流域／サブ流域水委員会（CWC/SCWC）

BWB 理事会と WUA をつなぐ CWC/SCWC はワミ・ルブ流域においては未設立である。BWB 理事会の CWC 代表者枠は 3 名であるところ、これらのメンバーが選出されていない状況は、理事会におけるステークホルダーの意見集約と意思決定において、流域内のあらゆる分野、層の代表性を確保しているとは言い難い。

WRBWB は CWC/SCWC メンバーの主要選出母体となる WUA の組織化を優先的に進めてきた。BWB への利水者の意見集約を効率的に行うには、主要河川での WUA 設立が完了した流域から CWC/SCWC の形成を促進することが望ましい。

また、CWC/SCWC には同委員会の決定事項を執行する機能として、BWB の任命により、各レベルに水管理官を置くこととなっている。同規定から、水管理官は恒常的な職務を負うことが想定されるものの、水資源管理法は CWC/SCWC の組織としての法的位置付けならびに財源について明確に規定していない。BWB は事業計画の策定に際し、水資源管理法がオプションとして示す各種許可料金収入の CWC/SCWC レベルでの活用を含め、実現可能な委員会の運営予算と活動計画を策定する必要がある。

1.5.5 水資源情報管理と活用に関する課題

水資源管理に関する活動の根幹となるものは、水資源に関するデータである。流域の水資源を特徴付けるデータは、雨量、河川水位、河川流量、地下水位、水質といった観測・モニタリングによるデータである。水利用に関するデータでは、各種許可（水利用許可、地下水許可、排水許可）の履歴・現況や利水者協議会の設置状況が挙げられる。また、河川構造物など流域管理に関するデータも重要となる。ワミ・ルブ流域管理事務所では、例えば、1900 年代からの雨量観測や 1950 年代からの河川水位・流量の観測などデータ収集のための活動は長期間行われてきている。しかしながら、観測データが残っていない、信頼性が低いデータが混在している、長期の中断期間がある、観測所・観測機器の維持管理がうまくいっていない、同種のデータが複数のパソコンに入力されていたりバックアップがとられていないなど収集データの適切な整理・入力・管理ができていない。また、水質についても、定期的なモニタリングは実施されていない。さらに、水利用許可に関するデータの確認・更新が行われておらず、観測・モニタリング・調査の実施自体やそのデータ管理体制に関して様々な課題が見られる。また、ベースとなるデータの収集・管理体制が体系だって整備されていないため、データの活用も十分に行われていない。

水資源及び水利用の現状に応じた適切な水資源管理を実施していくためには、各種観測・モニタリングや調査を通して得られるデータ及び情報を継続的に蓄積し、必要なときに必要なデータおよび情報を容易に入手し活用できる体制が構築されている必要がある。したがって、上述した多様な課題への対策および水資源データ活用方策の検討が急務となっている。

1.5.6 地方部における低給水率と地域格差

タンザニアの地方部の給水率は、国家計画で定める目標値に比べて低い。この実態を認識し、水セクター開発プログラム（WSDP）が見直しを行なった結果、成長と貧困削減のための国家戦略（MKUKUTA）の目標値を訂正した。2007 年から 2010 年までの実際の地方給水率及び目標値、更に訂正値を***表 1.8*** に示す。

表 1.8　地方給水率の実績と目標

年	給水率実績 (%)	国家計画目標	
		目標値 (%)	計画名
2007	57.1		
2008	58.3	63.24	MDG
2009	58.7		
2010	57.8	65.0	MKUKUTA I
		66.4	MDG
2012	－	60.5	WSDP 訂正
2015	－	65.0	MKUKUTA II
		74.0	MDG

出典： NSGRP II, July 2010、Water Sector Status Report (WSSR) 2011、WSDP, Restructuring Plan for Phase 1, Revised June 2011 及び水省情報より調査団がまとめ

表 1.8 によると、目標値に比べて実績による給水率が低い実態であり、目標に追いつくには、多くの給水プロジェクトをより早急に実施する必要がある。従って、本プロジェクトにて優先プロジェクトを選定し、早期実施することの妥当性となる。しかし、給水率を改善するためのより重要な課題は、既存給水施設の稼動状況を維持することである。未稼働の給水施設を修理や改修しなくて放置しておくと、上表から見られるように、以下の現象が想定される。

- 給水率の明確な増加が見られず､2007 年から 2009 年までを例とし､緩やかな増加となる。
- 2009 年から 2010 年のように、値が減少する。

従って、現実的な課題は稼動中の給水施設を持続できるかであるため、全国の給水率、特に地方部、を向上するためには、水資源の管理および給水施設の改修ならびに適正維持管理を含むプロジェクトの継続実施が重要な目標となる。

また、***表 1.9*** にモロゴロ州を例とした、県による地方給水率の格差を示す。モロゴロ・ルーラル、ムボメロおよびキロサでは過半数以上の人口が地方部に住んでおり、その給水率は 3 割前後と低い。モロゴロ・アーバンでは、人口の 10%弱程しか地方部に住んでいないが、その給水率は 10%以下である。理由としては、人口が多く需要が高い都市部の発展を重視するため、都市の給水が地方より優先されている。経済発展には都市の開発は重要であるが、国民全員が清潔で安全な水に平等にアクセスできることを目標としている国家水政策（NAWAPO 2002, National Water Policy)の達成のためには、より地方部に重点をおく必要がある。そのため、本調査の優先プロジェクトの選定は地方給水を優先する。

表 1.9　地方給水率の地域格差

モロゴロ州の県	地方部の人口比率 (%)	地方給水率(%)
ムボメロ	87.8	37.4
モロゴロ・アーバン	9.6	8.0
モロゴロ・ルーラル	95.8	31.1
キロサ	76.2	30.6
州	67.9	33.1

出典：県の情報をもとに、調査団がまとめたもの

参考文献

MLHHSD (2009) National Land Use Framework Plan 2009-2029 Volume III Existing Situation Trend and Issues, MLHHSD, Tanzania, 244p

MLHHSD (2009) National Land Use Framework Plan 2009-2029 Volume I Summary Report, MLHHSD, Tanzania, 32p

National Bureau of Statistics (NBS) 2011, National Accounts of Tanzania Mainland 2000-2010, Dar es Salaam, 39p

National Bureau of Statistics (NBS) 2011, National Accounts of Tanzania Mainland 2000-2010, Dar es Salaam, 41p

Wami-Ruvu Basin Water Office (WRBWO) 2010 Wami Basin a Situation Analysis, Wami-Ruvu Basin Office, Morogoro, 92p

Wami-Ruvu Basin Water Office (WRBWO) 2010 Ruvu Basin a Situation Analysis, Wami-Ruvu Basin Office, Morogoro, 96p

第 2 章　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画のフレームワーク

第 2 章　　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画のフレームワーク

2.1　プロジェクトの背景および概要

2.1.1 背景および目的

タンザニア政府は、2002 年の国家水政策において、国民全員が清潔で安全な水に 400m 以内の範囲で平等にアクセスできることを目標としている。水省（MoW: Ministry of Water）は、この国家水政策および第 2 次貧困削減戦略を実施に移す戦略として、国家水セクター開発戦略を策定した。そしてこの戦略を実現するための方法として、水セクター開発プログラム（WSDP: Water Sector Development Programme）が 2007 年 2 月に立ち上がった。WSDP は、2025 年の Tanzania Vision のゴールまでに、地方部で 90%の給水と 75%（2015 年）の衛生施設整備、都市部で上下水道の 100%整備、９つ全ての流域での総合的な水資源管理を目標としている。

WSDP 水資源コンポーネントの目的は、タンザニア本土における 9 つの流域において健全な水資源管理の実施体制を構築すること、水利用者の参加とオーナーシップの醸成、透明性のある政策決定、水利用許可の確実な交付を通じて水資源の良い統治を促進することである。これらの目的を達成するための実施戦略として、以下の 3 項目が掲げられている。

1) 全ての流域での水資源の計画、管理と開発、紛争調停等の管理体制の改善のための組織能力の強化
2) 統合水資源管理・開発計画（IWRM&D: Integrated Water Resources Management and Development）策定の調整
3) 水資源管理・開発に係わる優先プロジェクトの選定と実施

このような背景から、これまでタンザニアにおける水資源開発に実績のある我が国に対して、ワミ・ルブ流域における統合水資源管理・開発計画の策定の支援を要請してきた。

タンザニア政府からの係る要請を受け我が国は、水省、財務経済省そして国際協力機構（JICA）間で 2010 年 2 月 19 日に締結された実施細則（S/W）および議事録（M/M）に基づき、「ワミ・ルブ流域水資源管理・開発策定支援プロジェクト」の実施を決定した。

本プロジェクトの総合的な目的は、ワミ・ルブ流域を対象とした多分野に亘る水需要に対して合理的な管理を行うための水資源管理・開発計画のブルー・プリントの策定および同計画を踏まえた給水分野における優先プロジェクトのフィージビリティ調査を実施することである。カウンター・パートは、中央レベルの監督責任機関は水省、プロジェクトの実施機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。調査の範囲は、2010 年 2 月 19 日に貴機構およびタンザニア政府水・灌漑省により合意された実施細則（S/W）および同協議に関する議事録（M/M）に基づく活動である。プロジェクトの目的は以下の項目に要約される。

- ワミ・ルブ流域の水資源管理・開発計画を策定すること
- 水資源管理・開発計画を実施するための戦略および行動計画を策定すること
- 給水分野の優先プロジェクトの選定とフィージビリティ調査を実施すること
- および、実施を通じて、カウンター・パートへ技術移転を図ること

プロジェクト対象地域は、***図 2.1*** に示す面積 66,295 km^2 を有するワミ・ルブ流域全域である。行政単位に関しては、当該流域は***表 2.1*** にリストされる 6 つの州（Region）と 22 の地方自治体（LGAs : Local Government Authorities)をカバーする。

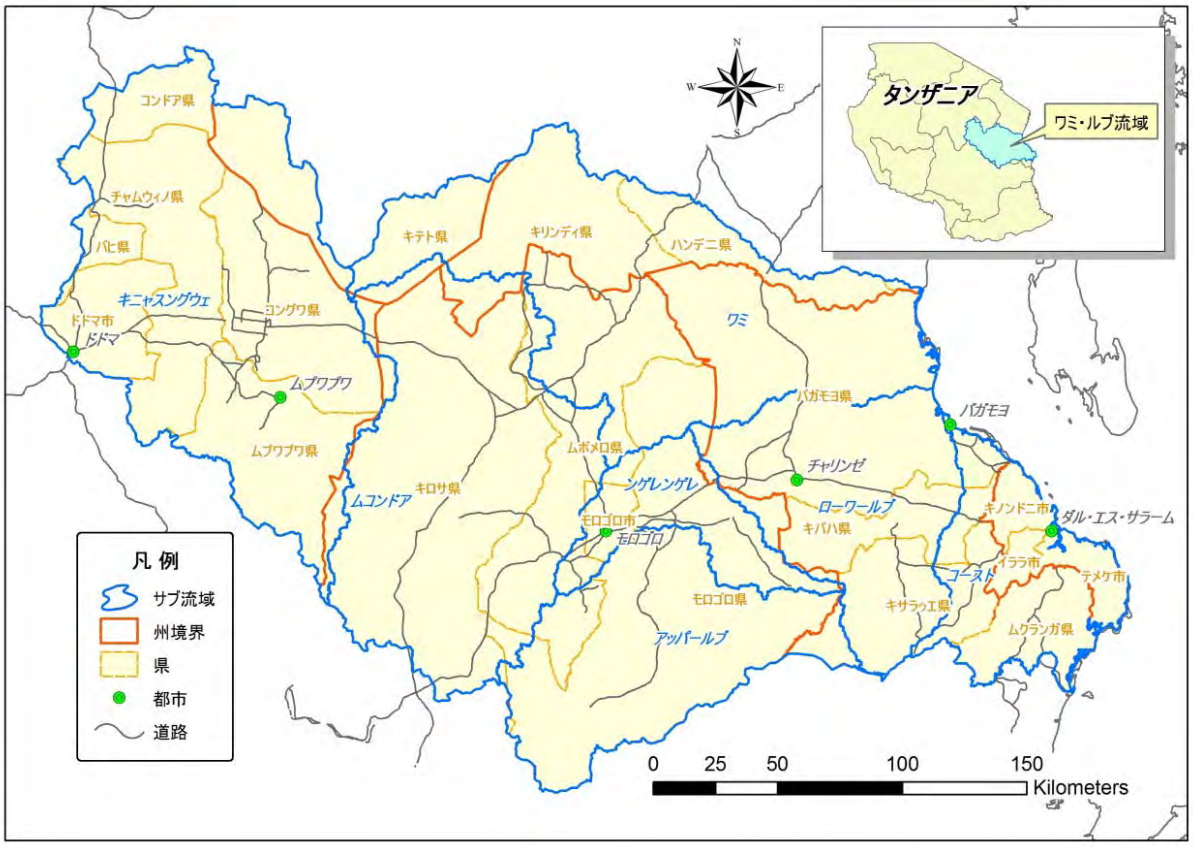


図 2.1　プロジェクト対象地域位置図

表 2.1　ワミ・ルブ流域内の州および地方自治体

No.	州（Region）	地方自治体（LGAs）
1	ダル・エス・サラーム（Dar es Salaam）	Temeke (市)
2		Kinondoni (市)
3		Ilala (市)
4	コースト（Coast）	Bagamoyo (県)
5		Kibaha Rural (県)
6		Kibaha (タウン)
7		Kisarawe (県)
8		Mkranga (県)
9	タンガ（Tanga）	Pangani (県)
10		Kilindi (県)
11		Handeni (県)
12	マニャラ（Manyara）	Kiteto (県)
13	モロゴロ（Morogoro）	Morogoro (市)
14		Morogoro (県)
15		Kilosa (県)
16		Mvomero (県)
17	ドドマ（Dodoma）	Dodoma (市)
18		Bahi (県)
19		Chamwino (県)
20		Kongwa (県)
21		Mpwapwa (県)
22		Kondoa (県)

2.1.2 プロジェクトの実施および手順

プロジェクトは、日本国内における国内作業とタンザニアにおける現地作業から区分される。情報および資料集種、調査、探査、解析、評価、計画策定を含む調査の一連の作業は現地作業で計画されている。国内作業は、レポート作成等に係わる準備的な作業である。

各段階、フェーズ区分における作業内容およびそれらの手順について、***図 2.2*** の「作業のフローチャート」にまとめた。インセプション・レポートにおいて議論された調査の実施方針を踏まえ、作業項目と手順は作業のフローに示されるように決定された。

プロジェクトは、以下の 3 フェーズによって構成される。

1)　フェーズ 1: 現況調査・水資源ポテンシャルの評価

フェーズ 1 は、以下の 3 サブ・フェーズから構成される。本フェーズは、流域内の水資源ポテンシャルと水利用の現況を把握するため、情報および資料のレビュー、調査、探査、解析等を含む各種の作業が実施される。

各種調査、探査の結果は、各サブ・フェーズの終わりに提出されるプログレスレポートに提示される

フェーズ 1-1 基礎資料の収集・解析と予備調査 (2010 年 11 月～ 2011 年 3 月)

フェーズ 1-2 現況診断調査の実施 (2011 年 4 月～ 2011 年 9 月)

フェーズ 1-3 水資源ポテンシャルの評価 (2011 年 10 月～ 2012 年 3 月)

2)　フェーズ 2: 水資源管理・開発計画の策定（2012 年 5 月～2012 年 10 月）

本フェーズにおいて、フェーズ 1 の結果である流域内の水資源ポテンシャルと水利用の現況に基づいて、統合水資源管理開発計画(IWRM&D)のブルー・プリントである水資源管理開発計画を策定する。

策定された水資源管理開発計画は、フェーズ２の終わりに提出されるインテリム・レポートによって提示される。

3)　フェーズ 3: 給水分野の優先プロジェクトのフィージビリティー調査（2012 年 11 月～2013 年 7 月）

本フェーズは、プロジェクトの最後のフェーズである。フェーズ 1 の結果である流域内の水資源ポテンシャルと水利用の現況、およびフェーズ 2 の結果である水資源管理開発計画に基づいて、給水計画が策定される。策定された給水計画から、優先プロジェクトが選定され、フィージビリティー調査が実施される。

2010 年 2 月にタンザニア政府と JICA にて合意された詳細計画調査の会議議事録（M/M）に記されているように、フェーズ 1 および 2 の調査期間は、水省（MoW）水資源局が主要カウンターパート機関となるが、フェーズ 3 からは地方給水局および都市給水局もフィージビリティ調査を実施するためカウンターパート機関として参加することとなる。このような水省内の全体的な調整は、水資源局が実施する。

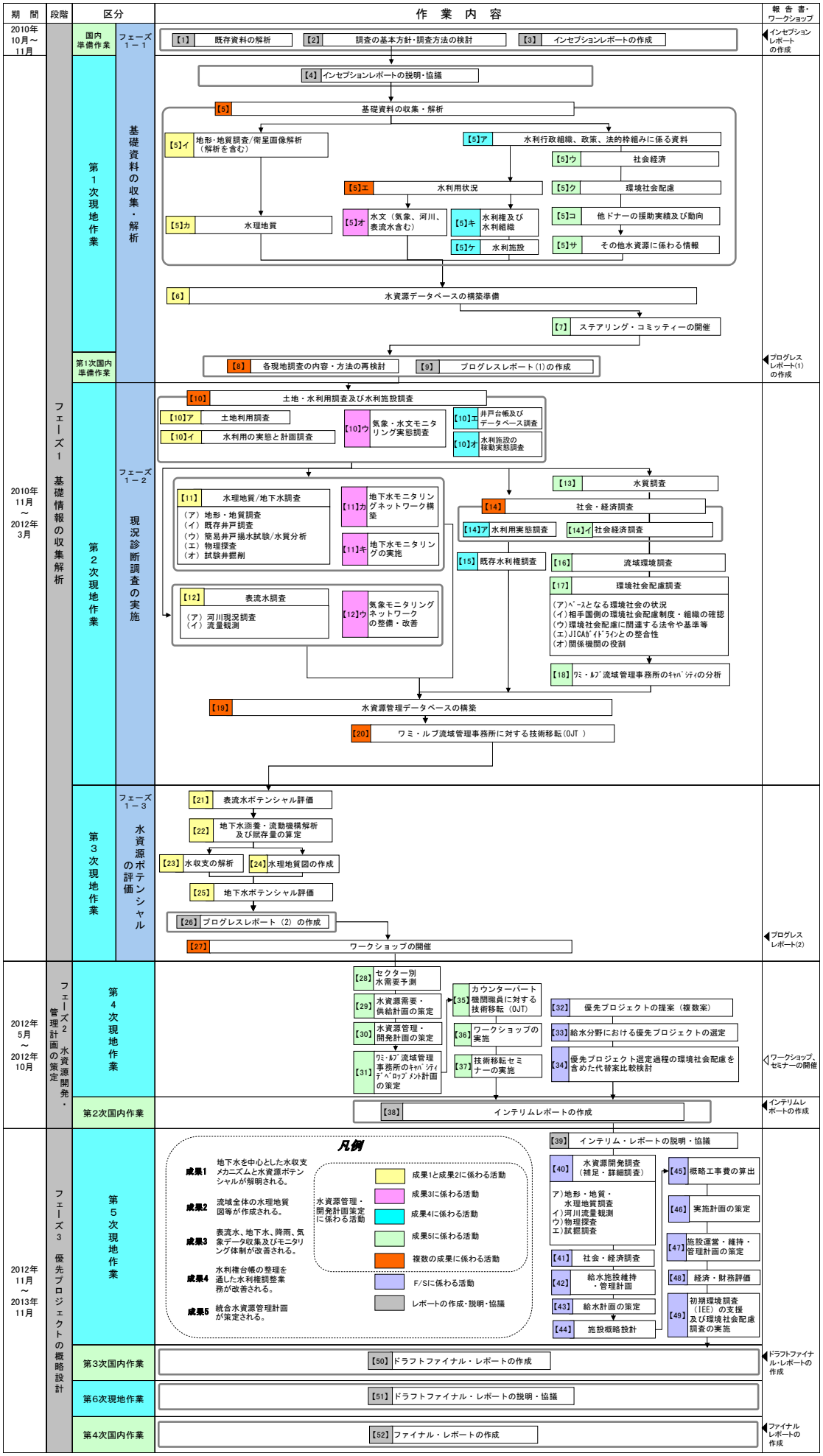


図 2.2　作業のフローチャート

2.1.3 プロジェクトの組織構成

本プロジェクトは、水省（MoW）水資源局（WRD）を監督責任機関とし、ワミ・ルブ流域管理事務所を実施機関として実施する。なお、貴機構とタンザニア政府の間で合意された会議議事録（M/M）に記されているように、フェーズ 1 および 2 の調査期間は、水省水資源局が主要カウンターパート機関となるが、フェーズ 3 においては、地方給水局もしくは都市給水局がフィージビリティ調査を担当する局となる。したがって、水資源局は水省内の全体的な調整も実施する。

フェーズ 1-1 の開始に際して、ワミ・ルブ流域管理事務所(WRBWB)は、調査団のカウンターパートを選任した。フェーズ 1-1 の全ての活動は、カウンターパート・チームと協働実施された。プロジェクトチームおよびカウンターパート・チームのメンバーを、***表 2.2*** に示す。

表 2.2　プロジェクトチームおよびカウンターパートの構成

JICA 調査団 （氏名：担当業務）	カウンターパート （氏名：職位（担当）[所属]）
畑　裕一：総括／水資源管理・開発計画	Ms. Praxeda KALUGENDO: 流域管理官/主席水理地質技師(流域管理事務所責任者) [ﾓﾛｺﾞﾛ]
山田浩由：副総括／水理地質	Mr. Emmanuel NAHOZYA: 主席水理地質技師(水利権、汚染管理) [ﾓﾛｺﾞﾛ]
	Mr. Peter MOLLEL: 主席水理地質技師[DSM]
	Mr. Lucas MIHALE: 水理地質ﾃｸﾆｼｬﾝ（水利権) [ﾄﾞﾄﾞﾏ]
森田健治：水文／水理	Mr. Florence H MAHAY: 水文水理技師 [現 IDB BWB]
	Mr. John KASAMBILI: 水文水理ﾃｸﾆｼｬﾝ（データ管理）[ﾓﾛｺﾞﾛ]
	Mr. Gershom KATEMU: 水文水理ﾃｸﾆｼｬﾝ [ﾄﾞﾄﾞﾏ]
藤井將士：給水計画	Mr. Valentine Fredrick: 水道技師, 地方給水局 [DSM] Mr. Innocent Mushi: 水道技師, 都市給水局 [DSM]
藤島正治：河川計画／流域管理	Mr. Florence H MAHAY: 水文水理技師 [現 IDB BWB]
	Mr. John KASAMBILI: 水文水理ﾃｸﾆｼｬﾝ（データ管理）[ﾓﾛｺﾞﾛ]
	Mr. Nestory BAMPEBUYE: 水資源ﾃｸﾆｼｬﾝ（水文水理）[DSMﾑ]
水津重雄：水収支／シミュレーション	Mr. Florence H MAHAY: 水文水理技師 [現 IDB BWB]
	Mr. Elibaric MMASI: 水資源ﾃｸﾆｼｬﾝ [ﾓﾛｺﾞﾛ]
山川正：水資源リモートセンシング	Ms. Clarence Paul: 水理地質技師 [ﾓﾛｺﾞﾛ]
	Ms. Doroth SEMIONO: 水理地質技師(水理地質データ) [ﾀﾞﾙｴｽｻﾗｰﾑ]
	Mr. Stephen KATANGA: 水理地質調査ﾃｸﾆｼｬﾝ [ﾄﾞﾄﾞﾏ]
中山宏之：水資源データベース・GIS	Ms. Mwasiti RASHIDI: 水理地質技師（水理地質データ、GIS）[ﾓﾛｺﾞﾛ]
遠藤晋、大橋憲悟：物理探査	Mr. Absalon NG'ANA: 水理地質ﾃｸﾆｼｬﾝ [ﾓﾛｺﾞﾛ]
	Mr. Willson MSHUDA: Hydrogiologist [ﾀﾞﾙｴｽｻﾗｰﾑ]
	Mr. Stephen KATANGA: 水理地質調査ﾃｸﾆｼｬﾝ [ﾄﾞﾄﾞﾏ]
隅田竜也：試掘管理	Mr. Absalon NG'ANA: 水理地質ﾃｸﾆｼｬﾝ [ﾓﾛｺﾞﾛ]
松尾俊作：施設計画／積算	Mr. Valentine Fredrick: 水道技師, 地方給水局 [DSM] Mr. Innocent Mushi: 水道技師, 都市給水局 [DSM]
安藤稔文：組織運営／維持管理計画	Ms. Pendo Hyera: ｺﾐｭﾆﾃｨｰ開発官(広報, 水利用組織) [ﾓﾛｺﾞﾛ]
安藤稔文：組織運営／維持管理計画	Ms. Hhau SARWATT: ｺﾐｭﾆﾃｨｰ開発官(広報, 水利用組織) [DSM] Ms. Feliciana MPANDA: ｺﾐｭﾆﾃｨｰ開発官[ﾄﾞﾄﾞﾏ]

JICA 調査団 （氏名：担当業務）	カウンターパート （氏名：職位（担当）[所属]）
ｼﾞｬﾔﾓﾊﾝ・ｿｰﾏｽﾝﾀﾞﾗﾑ：環境社会配慮／水質	Mr. Abdallah MSHANA: 環境技師（水利権, 汚染管理）[ﾓﾛｺﾞﾛ]
	Mr. Stanley Daudi: 化学技師（水質）[ﾓﾛｺﾞﾛ]
東美貴子：組織・制度（水利権）／能力強化	Mr. Emmanuel NAHOZYA: 主席水理地質技師(水利権、汚染管理) [ﾓﾛｺﾞﾛ]
	Abdallah MSHANA: 環境技師（水利権, 汚染管理）[ﾓﾛｺﾞﾛ]
	Ms. Pendo Hyera:
	Ms. Hhau SARWATT: ｺﾐｭﾆﾃｨｰ開発官(広報, 水利用組織) [DSM]
	Mr. Lucas MIHALE: 水理地質ﾃｸﾆｼｬﾝ（水利権）[ﾄﾞﾄﾞﾏ]
森直己：社会経済調査／事業評価	Ms. Pendo Hyera:
	Ms. Hhau SARWATT: ｺﾐｭﾆﾃｨｰ開発官(広報, 水利用組織) [ﾀﾞﾙｴｽｻﾗｰﾑ]
	Ms. Feliciana MPANDA: ｺﾐｭﾆﾃｨｰ開発官[ﾄﾞﾄﾞﾏ]
為川千秋：業務調整／土地利用	Ms. Pendo Hyera: コミュニティー開発官（広報、水利用組織）[ﾓﾛｺﾞﾛ]
	Mr. Abdallah MSHANA: 環境技師（水利権, 汚染管理）[ﾓﾛｺﾞﾛ]

2.1.4 ステアリング・コミッティ

調査の情報を共有すると共に、調査団に対する助言および情報の提供を通して調査を円滑に進めることを目的として、ステアリング・コミッティが組織された。会議は、水省が主催し、報告書の提出時および必要とされる時期に開催する。

ステアリング・コミッティのメンバーは以下の通り。

・議長：水省水資源局長

・ワミ・ルブ流域管理事務所

・ワミ・ルブ流域水理事会

・ワミ・ルブ流域内の 6 州（ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ、ｺｰｽﾄ、ﾀﾝｶﾞ、ﾓﾛｺﾞﾛ、ﾏﾆﾔﾗ、ﾄﾞﾄﾞﾏ州）

・独立行政法人国際協力機構タンザニア事務所

・他関連組織

2.2　水資源管理の枠組み

本節では、ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画の策定および実施に際しての、セクター政策・戦略、法制度、実施体制面からの枠組みを示す。関連政策と水資源管理法が規定する実施枠組みの詳細は、***サポーティングレポート第 5 章***を参照されたい。

2.2.1 水セクターの関連政策および法制

1)　改訂国家水政策 2002 年

タンザニア水セクターの基本方針は、改訂国家水政策 2002 年（NAWAPO 2002）に示される。NAWAPO 2002 では、それまでの州毎の水資源開発に重きを置いたアプローチから、流域を単位とする包括的計画・管理、意思決定の地方分権化と権限委譲、水の希少性を意識した合理的な利用を促進するための経済的視点の導入を打ち出した。

水資源配分においては、ベーシックヒューマンニーズ（BHN）としての生活用水の確保を質・量ともに充足することを第一優先とする。次いで生態系保護のための環境用水に優先を置き、環境流量の制定を行うこととしている。社会経済活動への水資源の利用に関しては、開発の優先分野や生産活動に充てられる水資源の経済価値等を考慮し、セクター間の配分調整を行う。

2)　水セクター開発戦略（2006-2015）

2008 年に公布された水セクター開発戦略（NWSDS）は、NAWAPO 2002 が示す水セクター開発の基本方針を具現化するための実施戦略である。水資源管理サブセクターに関しては、***表 2.3*** に示す 10 分野の戦略が設定されている。

表 2.3　水セクター開発戦略に示される水資源管理の重点戦略

分野	戦略
水資源評価	● ベースラインの設定、観測ネットワークおよび評価実施能力の向上を含む水資源評価・モニタリング体制の強化 ● 水資源データベースの構築、利水者からの水利用と水需要に関する情報収集メカニズムの開発 ● 収集された情報・データの水資源管理に係る意思決定への活用 ● 流域毎の水資源に係るゴールと短・中・長期目標の設定
統合水資源計画	● 水資源の利用・管理に関連する政治、環境、社会、経済面での配慮事項の特定、持続性の配慮 ● 統合的視点によるニーズ調整と水利用計画の策定 ● 水資源の経済価値を計画に反映させる仕組みづくり ● 統合的計画策定アプローチに対する関係者の理解促進
水資源開発	● 地域特性に応じた水資源開発オプションの特定 ● 用途や地域に応じた経済性の高い水資源の調査と開発 ● 家庭での雨水貯水の促進 ● 中規模および大規模のダム建設を含む、国益に沿った水資源開発
環境保護・管理	● 統合的流域管理アプローチの開発と適用促進 ● 河川流域や地下水涵養域の環境の復元 ● 水資源保護のための適切な土地利用計画の策定、意識啓発 ● 湿地帯、氾濫源、河川流域の生態系に関する台帳作成 ● 水資源保全地域の制定
水質および汚染管理	● 社会経済開発の維持と水資源および水質の保全の両立 ● 淡水域の水質基準の設定 ● 水質モニタリングの実施体制強化 ● クリーナープロダクション技術や節水、水資源のリサイクル、再利用等の導入による水資源の汚染防止・軽減 ● 深刻且つ特定可能な非点源汚染に関する対応の優先
水資源保全と需要抑制	● 水資源の最適利用と各利用分野での水資源保全に焦点を当てた水利用管理アプローチの適用

分野	戦略
	● 水利使用料や規制等、水需要管理ツールの運用 ● 水資源保全および需要管理のための技術研究 ● 水資源の最適利用と保全に対する意識啓発
水利用・配分	● 水量と水質に基づく河川の分類、生態系維持のための最低必要水量の設定 ● 水資源配分のための詳細なクライテリア決定 ● 水資源配分に係るメカニズムと手続きに関する理解促進
越境水資源	● 越境水資源の獲得および取引に関するメカニズム構築 ● 越境水資源の管理、開発、利用に関する枠組み制定のための域内協力の促進 ● 越境水資源の管理に関わる国内の優先事項の特定、公平な資源配分のための交渉能力の強化
災害管理	● 市民への早期警報メカニズムの構築 ● 干ばつ、洪水、気候変動、化学物質による汚染事故等、災害を想定した緊急時対策、災害とその影響の軽減措置の制度化 ● 社会経済活動への気候変動の影響およびその軽減／適応措置に対する理解促進
水資源管理法制	● NAWAPO および NWSDS 実施のために必要な、水資源管理面での法制度の見直し ● 水資源管理に係る関係機関の役割、責任、権能の重複の解消 ● 水資源管理に係る新たな法令（水資源管理法とその執行規則）の公布、水利用法の廃止

出典：水セクター開発戦略

3)　水資源管理法

現行の水セクターの基本法は、水資源管理法（2009 年、No.11）および給水・衛生法（2009 年、No.12）である。各法令は、水資源管理分野については水利用（管理・規制）法（1974 年、No.42）とその一連の改正法[1]を、また給水・衛生法は水道法に替わる法律として 2009 年 5 月に施行された。

既存法制の枠組みでは、NAWAPO (2002)および NWSDS において指向される水資源管理の実現に制約があることから、水資源管理法制定により新たな法制上の枠組みを与え、行政的および財政的な自律性を有した流域管理事務所（BWB）のイニシアティブと、利水者協議会（WUA）ならびに流域／サブ流域水委員会（CWC/SCWC）を通じた水利用者の参加により、統合水資源管理・開発を実現していくこととなった。新法では、流域内の水利用に対する規制と汚染管理、統合水資源管理・開発計画の策定、水利使用料金の徴収、流域／支流域ならびにコミュニティレベルでの水資源管理組織の設立促進、水利用に係る紛争解決について BWB に権限が与えられている。

新法の要点は以下の通りである。

(1)　水資源の所有権と水利使用・排水に伴う許可

タンザニア本土の全ての水資源は公共財であるという旧法の位置づけを引継ぎ、大統領が市民を代表し所有権の受託者となっている。表流水および地下水の水利使用（自然流水による取水、堰上げ取水、ポンプによる取水、ダム貯留水の取水を含む）に際しては、法的な手続きに則り水利用許可（water use permit）の取得が求められる。旧法のもとで発行された水利権（water right）についても、新法の施行開始から 2 年間の移行期間に水使用許可へ切り替えるため、再申請が必要である。

[1] 水利用（管理・規制）法の改正法と関連規則は次の通りである。
- 水利用（管理・規制）（改正）法（1981 年、No.10）
- 成文法（各種改正）（1989 年、No.17）
- 水関連法（各種改正）（1997 年、No.8）
- 水関連法（各種改正）（1999 年）
- 規則（1975 年、1994 年、1996 年、1997 年）

また、商業、工業、農業での水利用や下水道施設の運転、その他事業による表流水または帯水層への排水に際しては、排水許可（discharge permit）の取得が必要である。排水許可取得者は、同許可証に示される廃水の水質基準および BWB が必要に応じて定めるその他の条件を遵守する義務を負う。

水利用許可および排水許可取得者は、許可量に応じた水利使用／排水料金を BWB に支払うことが義務づけられており、同料金徴収からの収入は各 BWB の主要財源となっている。

(2)　地下水許可の新設

新法では新たに地下水許可が設けられている。地下水許可は井戸の掘削、拡削、掘増工事の許可を与えるものであり、工事の結果、井戸の水を何らかの用途に使用する場合には、井戸所有者または利用者は水利用許可を取得することが求められている。

(3)　統合水資源管理計画の策定

新法では各 BWB での流域レベルの統合水資源管理計画の準備ならびに、これらを取り纏めた統合水資源管理国家計画の策定を求めている。流域および国レベルの計画に含める項目として、以下が挙げられている。

- 水収支
- 予測された水需要を満たすためのオプションの提案
- 水資源の分類
- ベーシックヒューマンニーズ（BHN）の充足および水域生態系の保全のための維持水量とその水質要件
- 流域内の保護区域および地下水開発規制地域の設定
- 統合水資源管理計画の目的達成に必要なその他の措置と計画実施手段

水資源管理法（2009）の施行に際して、これまでに計 3 つの規則が制定されている。これらは、国家水理事会（NWB）および BWB の理事会役員の任命、WUA の登録、取水・水利用と汚水排水に関する許可の手続きに関わるものである。水省によると、同法実施に当たり 41 分野について規則の制定が必要であり、その内 14 分野に関しては上記 3 つの規則により規定されている。

2.2.2 水資源管理の実施体制

NWSDS および水資源管理法が規定する国、流域、支流域、コミュニティの各レベルでの水資源管理の実施体制を***図 2.3*** に示す。水資源管理に係る行政は、水省を主管省庁とし、水省大臣による政策・法令執行の監督のもと、水資源局局長が国レベルの計画実施を統括する。水省大臣の諮問機関として、国家水理事会（NWB）が 2011 年に設立されており、統合水資源管理に関するセクター間調整や、水資源管理に係る事業投資の優先順位の決定、国家間の水紛争の解決について水省大臣に助言を行う。流域レベルでは、独立法人としての BWB が国内 9 流域に設立されており、理事会による意思決定の下、流域管理官（BWO）を中心とする流域管理事務所職員により行政事務を執行する。

また、水資源管理法は、水資源管理計画の策定・実施における意思決定過程への利水者の参加を原則としている。この原則を実行するための措置として、BWB および NWB への利水セクター関係機関代表者の参加とともに、支流域および河川小流域単位での利水者の利害調整および紛争調停、BWB による水資源管理計画の策定・実施への意見反映を促進する、流域／サブ流域水委員会（CWC/SCWC）、利水者協議会（WUA）および利水者グループ(WUG)の設立を進めている。BWB による流域レベルでの水資源管理計画の策定・実施に際し、WUA は CWC/SCWC への代表を通じて、地域の利水者の意見を代表する仕組みとなっている。

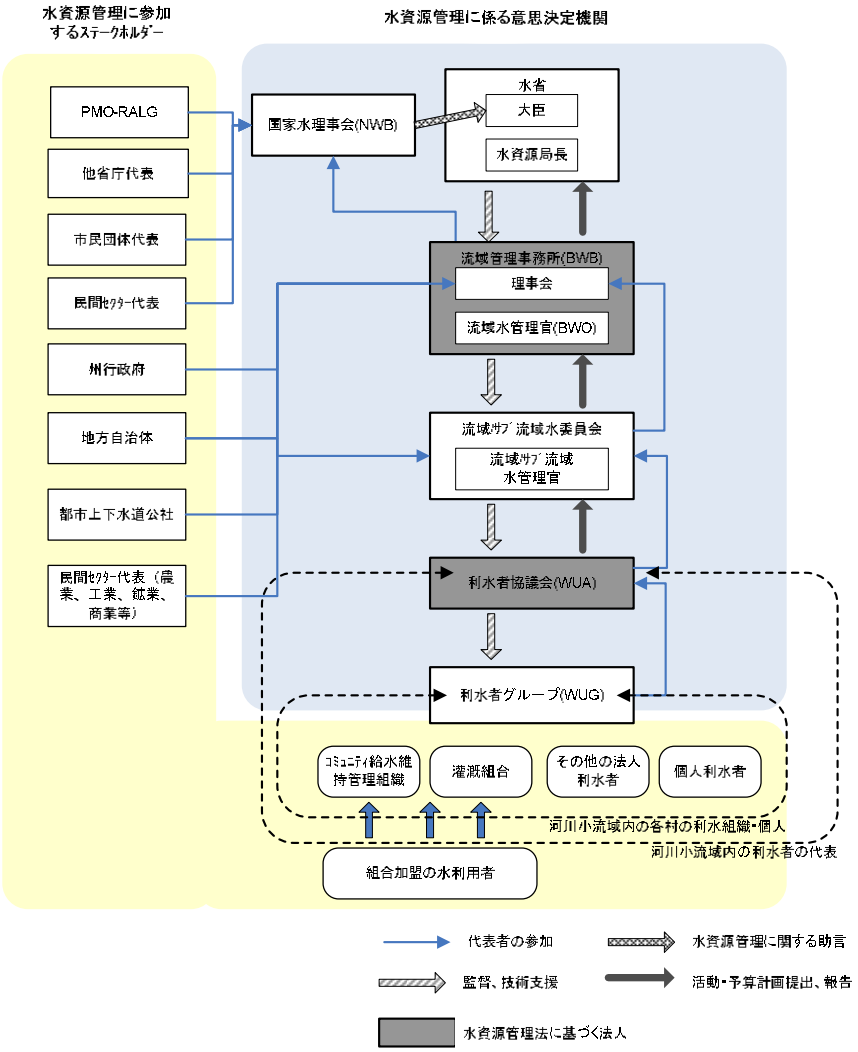


図 2.3　水資源管理サブセクターの実施体制

本計画を推進する WRBWB は、水利用（管理・規制）法（1974）とその改正法の下で 2002 年に設立された。***図 2.4*** に WRBWB の組織体制と同流域内の WUA、CWC/SCWC の設立状況を示す。

流域管理事務所は、3 部（水資源モニタリング・評価部、水資源保護・執行・環境部、水資源計画・調査部）、5 課（調達管理ユニットおよび入札委員会、倉庫・車輌管理課、財務課、人事課、コミュニティ開発・広報課）、2 支所（ドドマ、ダルエスサラーム）の体制である。BWB の日常の行政事務を担当するこれらの部門の職員は、2012 年 8 月時点で計 78 名、内、水利および水理地質、土木、環境、化学分野等の技術系職員は 54 名（技術者 12 名、技能工 42 名）である。

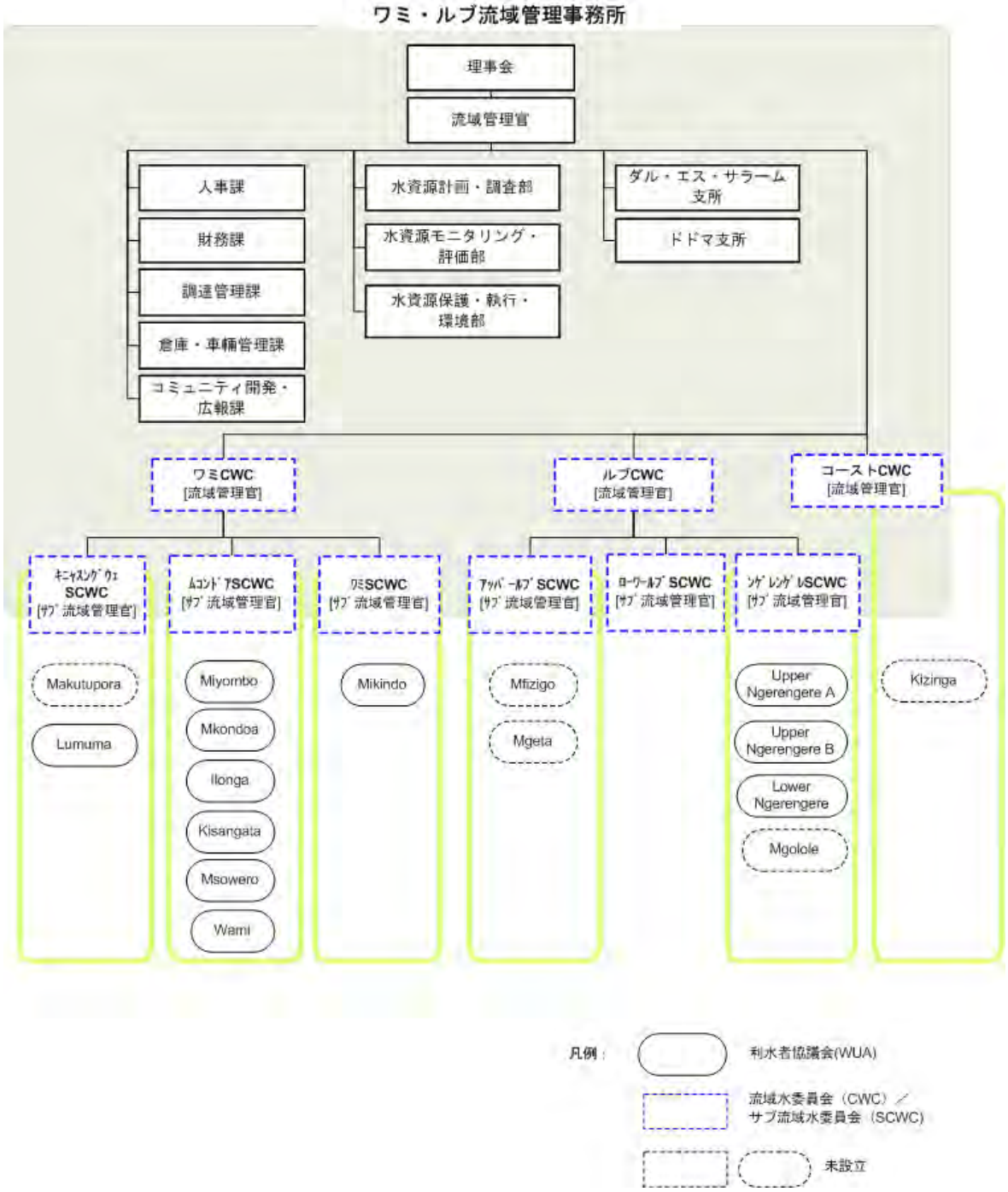


図 2.4　ワミ・ルブ流域管理事務所組織図

2.3　本プロジェクトにおける水資源管理・開発計画の位置づけ

タンザニアにおける水資源管理のあり方は、改訂国家水政策 2002 年（NAWAPO 2002）の導入により、それまでの州毎の水資源開発に重きを置いたアプローチから、関係者の参加、セクター間調整、学際的視点に立った流域管理への転換方針が示された。新しいアプローチの特徴は、流域を単位とする包括的計画・管理、意思決定の地方分権化と権限委譲、水の希少性を意識した合理的な利用を促進するための経済的視点の導入に現れている。

ワミ・ルブ流域管理事務所も、改訂国家水政策に基づき従来の行政区分（州）から「流域」毎による水資源開発・管理の徹底を進めるため 2002 年に設立された。

タンザニア政府水省の水セクター開発プログラム（WSDP）は、改訂国家水政策（NAWAPO 2002）目標をするために策定された国家水セクター開発戦略（NWSDS: National Water Sector Development Strategy）の実施プログラムである。したがって WSDP 水資源コンポーネントの目的も、全国 9 つの流域において統合水資源管理・開発計画（IWRM&D）を策定し実施することにより、健全な水資源管理の実施体制を構築、水利用者の参加とオーナーシップの醸成、透明性のある政策決定、水利用許可の確実な交付を通じて水資源の良い統治を促進することである。

したがって、統合水資源管理・開発計画（IWRM&D）の策定には、最終的にはワミ・ルブ流域内の多セクターに亘るステークホルダーの合意形成が必要である。通常、このようなステークホルダー間の合意形成には多大な時間を必要となる場合が多いため、本プロジェクトでは統合水資源管理・開発計画のブループリントを策定し、計画の合意形成に向けた必要な体制や手順について提言を行う内容で、JICA およびタンザニア政府水省により 2010 年 2 月 19 日に実施細則（S/W）および同協議に関する議事録（M/M）で合意された。

流域全体の水資源賦存量から開発可能量を導くためには、環境流量や地下水障害誘発リスクといったファクターを検討する必要がある。将来水需要の予測は、人口増加率や経済成長率といったパラメーター、あるいは投資や政策といったファクターに影響される。「管理」と「開発」の共存する水資源計画の合意形成には、これらの変化に基づいた水配分・管理計画のステークホルダーの理解が重要である。

2.4　計画対象年

現在、タンザニア全国 9 つの流域において進められている統合水資源管理・開発計画（IWRM&D）の策定は、短期（2015 年）、中期（2025 年）、長期（2035 年）の 3 目標年を設定することになっている。

本プロジェクトで策定された水資源管理・開発計画も、調査により評価された流域内の水資源開発可能量と、目標年である 2015 年、2025 年、2035 年のそれぞれの計画年での予想される各セクターの水需要とのバランスの評価結果に基づいている。したがってこれらの目標年に対応する、セクター別の将来水需要予測がシナリオの変更因子となる。

2.5　2035 年における計画目標

本プロジェクトで策定された水資源管理・開発計画は、タンザニアにおける新しい水資源管理の枠組みや法制度に基づき実施されるワミ・ルブ流域における IWRM&D のブループリントである。計画は、プロジェクトで調査された流域全体の現況調査と水資源ポテンシャル評価、セクター別の将来水需要予測、そして分析されたワミ・ルブ流域における水資源管理・開発面での課題から策定された。

さらに IWRM&D アプローチの長期計画の最終年である 2035 年におけるゴール「水資源の持続性と社会・経済活動が両立可能な水利用がなされる」を、計画目標として設定した。

ワミ・ルブ流域における水資源管理・開発面での課題を要約すると、以下の通りである。

- 66,295 km^2 の面積を有する広域なワミ・ルブ流域の中では、水資源開発可能量と水需要のバランスが地域（流域、サブ流域）によって大きく異なる。また、灌漑の水利用が全体の 60.01%を占めるワミ・ルブ流域では、取水時期が集中するため季節的な水資源量の不足が発生しやすい傾向にある。さらに灌漑の水需要は、表流水の需要に集中しており地下水と比べると表流水の開発可能量が不足する傾向が強い。したがって、ワミ・ルブ流域で効率的な水資源の配分を行う為、サブ流域間、季節間あるいは水源間の水資源の過不足の調整が必要である。
- ダル・エス・サラーム、ドドマ、モロゴロと大都市を抱えるワミ・ルブ流域では、社会経済活動に伴う水資源への汚染が認められる。汚染地域における対策事業、および流域内の

重要な水源の保護、そして流域内の環境流量の制定により、流域の水資源を適切に保全・制御することが大切である。また、河川改修や河道の安定により河川環境を改善し、表流水の安定を図る必要がある。これらの事業と活動により、流域内における利用可能な水資源の水質と水量を安定させることが必要である。

- 水資源の管理には、計画策定、実施において利用者の参加が重要である。また、流域管理事務所による、水利用許可等を有効に活用した水利用に関する法規制の執行が必要である。さらに流域管理事務所の監督の下、利用者による水利用の効率化を進めることが必要である。このように、関連法令に基づいた計画的な水利用を行われることが重要である。
- 上記の活動、およびプロジェクトの諸計画策定と事業管理には、水資源や水利用に関する情報やデータの整備と活用が必要である。そして必要な情報が関係者に発信されることにより、利用者も含めた関係主体が水資源管理に参加できることになる。

これらの課題が解決された望ましい状態と、その状態に導くための手段の関係を***図 2.5*** にワミ・ルブ流域の水資源管理・開発の目的系図として示す。

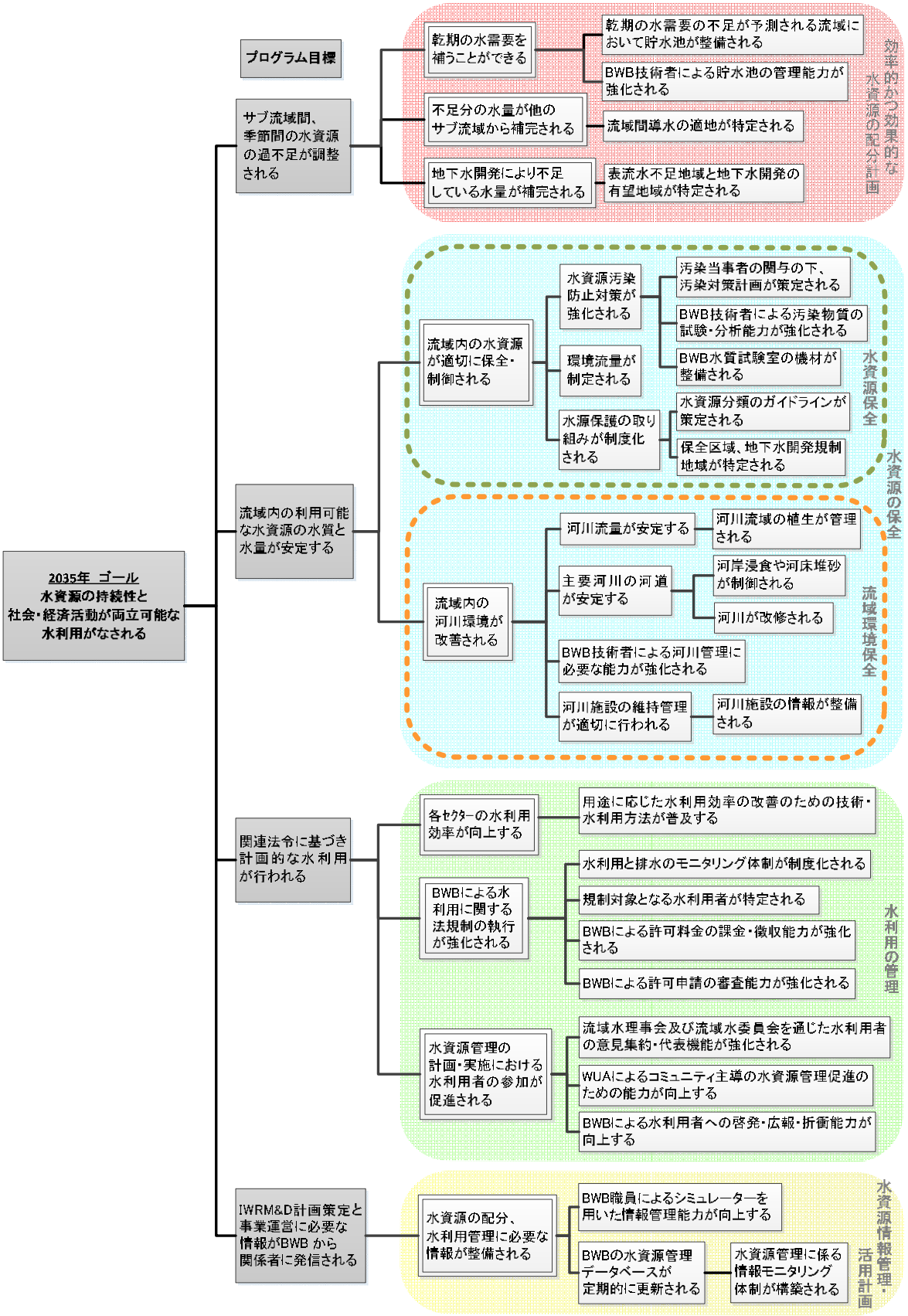


図 2.5　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画目的系図

2.6　統合水資源管理計画の構成

ワミ・ルブ流域における統合水資源管理・開発（IWRM&D）の概念を、***図 2.6*** に示す。

ワミ・ルブ流域管理事務所（WRBWB: Wami/Ruvu Basin Water Board）は、IWRM&D 実施の中心的機能である理事会の意思決定の下行政事務を執行する組織であり、流域管理官（BWO: Basin Water Officer）を中心として、水資源モニタリング・評価、水資源保護・執行・環境、水資源計画・調査の 3 部門から構成されている。

理事会は、水省大臣により任命される委員長、そして事務局を努める流域管理官、民間セクターの代表者、地方自治体、上下水道公社、流域水委員会、水省代表者を含む 11 人で構成されている。理事会は、流域管理事務所による行政事務の執行の下、IWRM&D の実施に必要な意思決定、承認、任命そしてステークホルダー間の調整を行う。

水利用者は、BWB から付与された水利用許可に基づき取水し、水利用量の記録と水利用量の支払いの義務がある。また、利水者協議会（WUA）への加入と BWB への登録により、IWRM&D の効果的な実施が促進される。

ワミ・ルブ流域における統合水資源管理・開発（IWRM&D）は、理事会が流域内の水資源管理の行政事務を執行する流域管理事務所と水利用者との調整を図りながら、統合的に水資源の管理と開発を実施するための計画である。

統合的な水資源の管理と開発の為には、水需要量と水資源開発可能量とのバランスを考慮した水資源の配分が必要である。そして配分された水資源が計画通り将来も利用可能な状態であるよう、水資源の保全を図る必要がある。また、利用者が関連法制に基づき計画的な水利用が行われるよう、水利用と排水の規制および抑制をすべきである。さらにこれらの活動やプロジェクトを計画し、必要な情報を関係者に発信するための水資源情報管理と活用は、IWRM&D 事業運営の重要な支援ツールである。そして IWRM&D 事業の直接的な実施機関であるワミ・ルブ流域事務所が、これらの活動およびプロジェクトを継続して実施していくための能力を備えるための、キャパシティー・ディベロップメントが必要である。本プロジェクトのこれらの成果は、***図 2.6*** に示すワミ・ルブ流域における統合水資源管理・開発（IWRM&D）の概念の中では赤枠で示されており、IWRM&D に必要なコンポーネントをカバーしていることが解る。

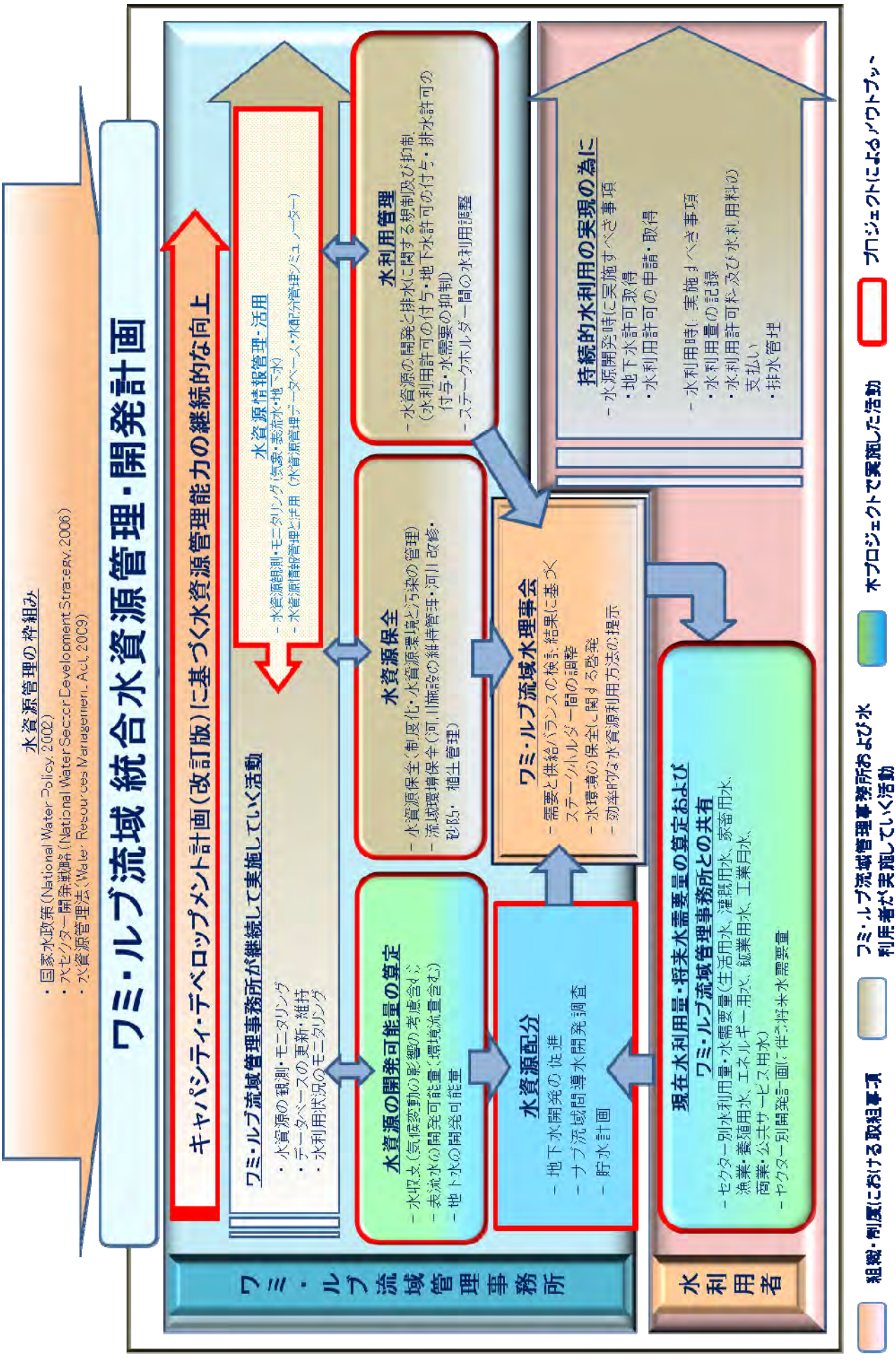


図 2.6　ワミ・ルブ流域における IWRM&D の概念

第 3 章　　ワミ・ルブ流域の水資源量

第3章　　ワミ・ルブ流域の水資源量

3.1　表流水の水資源量

3.1.1 表流水の水資源賦存量

本プロジェクトでは、表流水の水資源賦存量を以下の通り定義し、評価を行った。

表流水の水資源賦存量：水利用の無い状態で対象とする流域にどれだけ表流水があるかを示すものであり、本評価では、「評価対象とする流域における水利用の無い状態での流域の末端の流出量」となる。ただし、対象とする流域が単独でなく上流側からの流入のある流域（下流の流域）である場合には、上流からの流入流量を末端の流量から差し引いた残量を流域の流出量としている。

表流水の水資源賦存量は、数値解析モデルを用い、サブ流域ごとに、2 種類の降雨条件（10 年確率降雨渇水年、平年）で評価した。ここで、平年とは平均的な降雨量の年であり、10 年確率降雨渇水年とは年間総降雨量が 10 年確率相当程度に低い年を指す。

表 3.1 および***図 3.1*** と ***3.2*** は、7 サブ流域における 10 年確率降雨渇水年および平年の表流水の水資源賦存量を比流量（流域末端での年間の総流量を流域面積で割ったもの（ただし、下流の流域では上流からの流入流量を末端の流量から差し引いた残量を流域の流量とする））で表したものである。加えて、上記の 10 年確率降雨渇水年および平年の水資源賦存量を月ごとの総流量で示したのが、***図 3.3*** と ***3.4*** である。

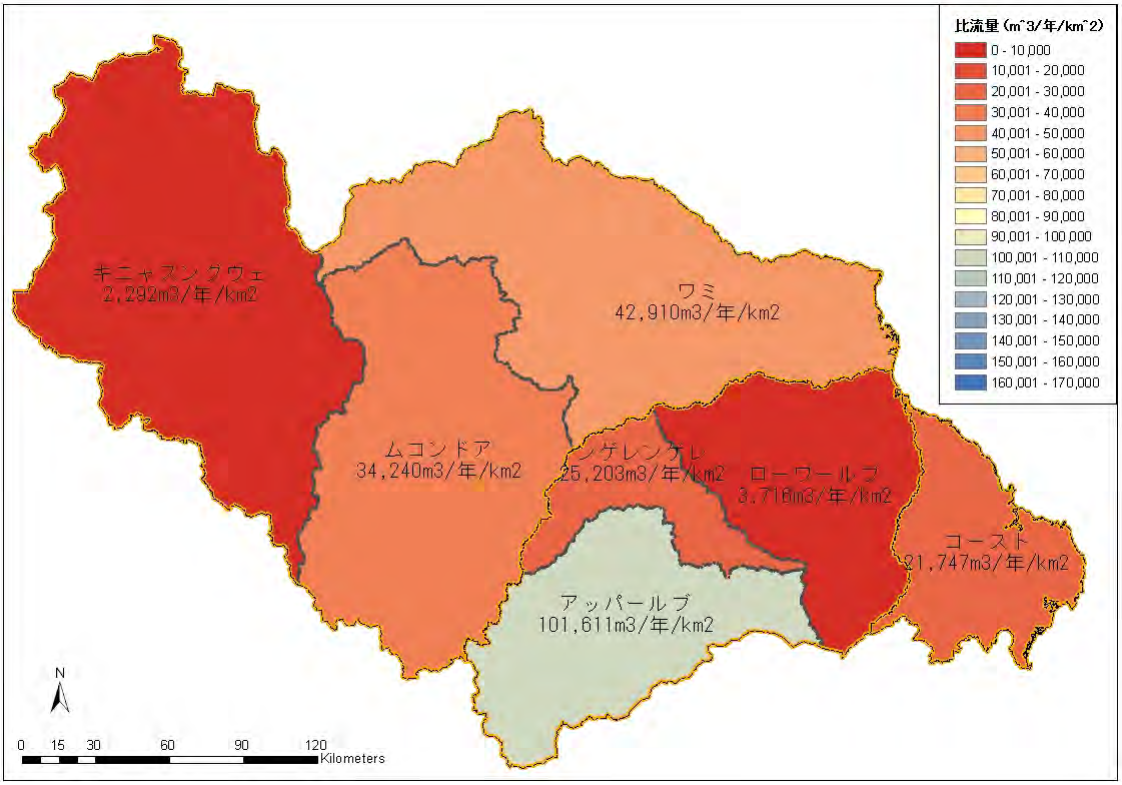
図 3.1 および ***3.2*** を見ると、ワミ川では下流のサブ流域ほど、ルブ川では上流のサブ流域ほど水資源賦存量が大きく、特にアッパールブ・サブ流域で水資源賦存量が大きいことが分かる。また、***表 3.1*** より、10 年確率降雨渇水年と平年との比流量を比べると、比流量の小さい（水資源賦存量の小さい）二つのサブ流域（キニャスングウェとローワールブ）では、他の 5 つのサブ流域で 10 年確率降雨渇水年と平年の比流量の違いが 1.5 から 2 倍程度であるのに対し、8 倍程度となっていることが分かる。渇水時により厳しい水資源条件に置かれる地域であるといえる。

また、***図 3.3*** および ***3.4*** より、サブ流域の総流量でみても水資源賦存量が多いのはムコンドア、ワミ、アッパールブ・サブ流域であること、キニュスングウェは他のサブ流域と異なり 4-5 月ではなく 1-2 月に流量のピークがあること、また、ローワールブサブ流域では比較的流量の小さい時期（10 年確率降雨渇水年の 7-3 月、平年の 7-9 月と 12-3 月）にサブ流域単独での水資源賦存量はマイナスになる（サブ流域上流からの流入量のほうがサブ流域下流末端からの流出量より大きい）こと、が分かる。

表 3.1　7 サブ流域における表流水の水資源賦存量（10 年確率降雨渇水年、平年）

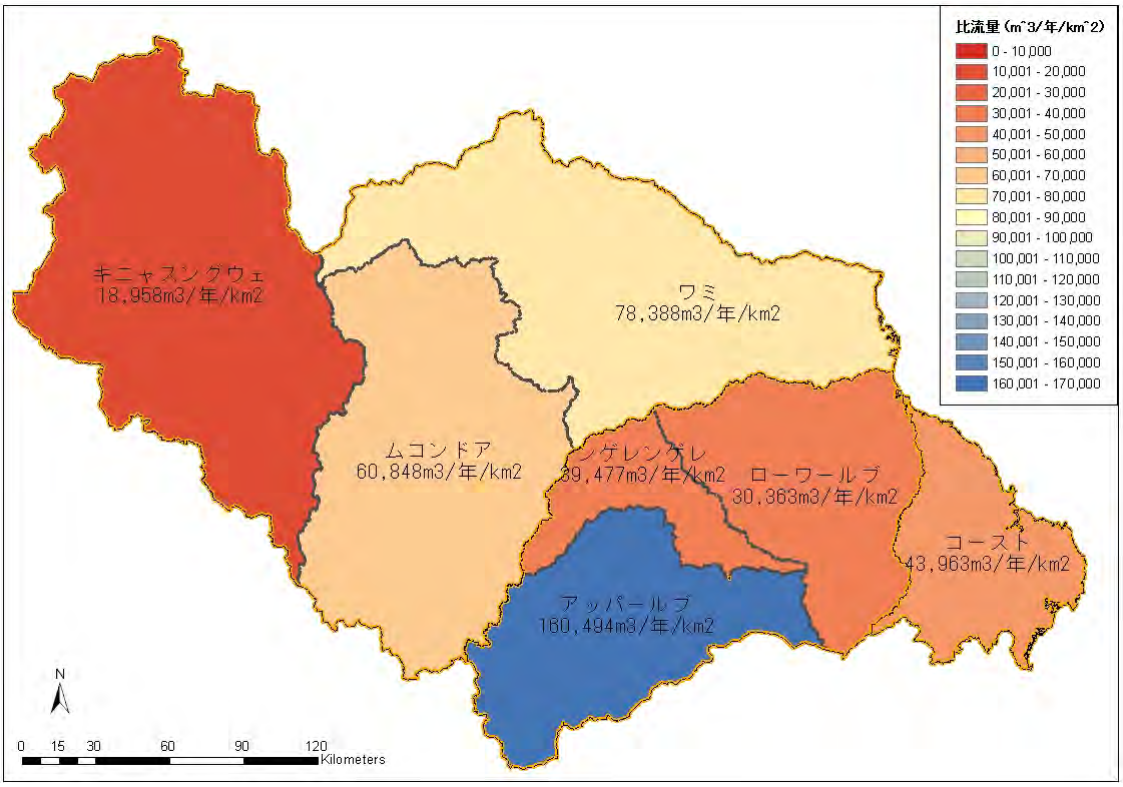
サブ流域	面積 (km^2)	10 年確率降雨渇水年		平年	
		年間総流量 (10^6m^3/年)	年間の比流量 (m^3/年/km^2)	年間総流量 (10^6m^3/年)	年間の比流量 (m^3/年/km^2)
キニャスングウェ	16,509	37.84	2,292	312.98	18,958
ムコンドア	12,964	443.89	34,240	788.83	60,848
ワミ	14,270	612.33	42,910	1,118.60	78,388
アッパールブ	7,623	774.58	101,611	1,223.44	160,494
ンゲレンゲレ	2,913	73.42	25,203	115.00	39,477
ローワールブ	7,253	26.96	3,716	220.23	30,363
コースト	4,763	103.58	21,747	209.39	43,963

出典: JICA プロジェクトチーム



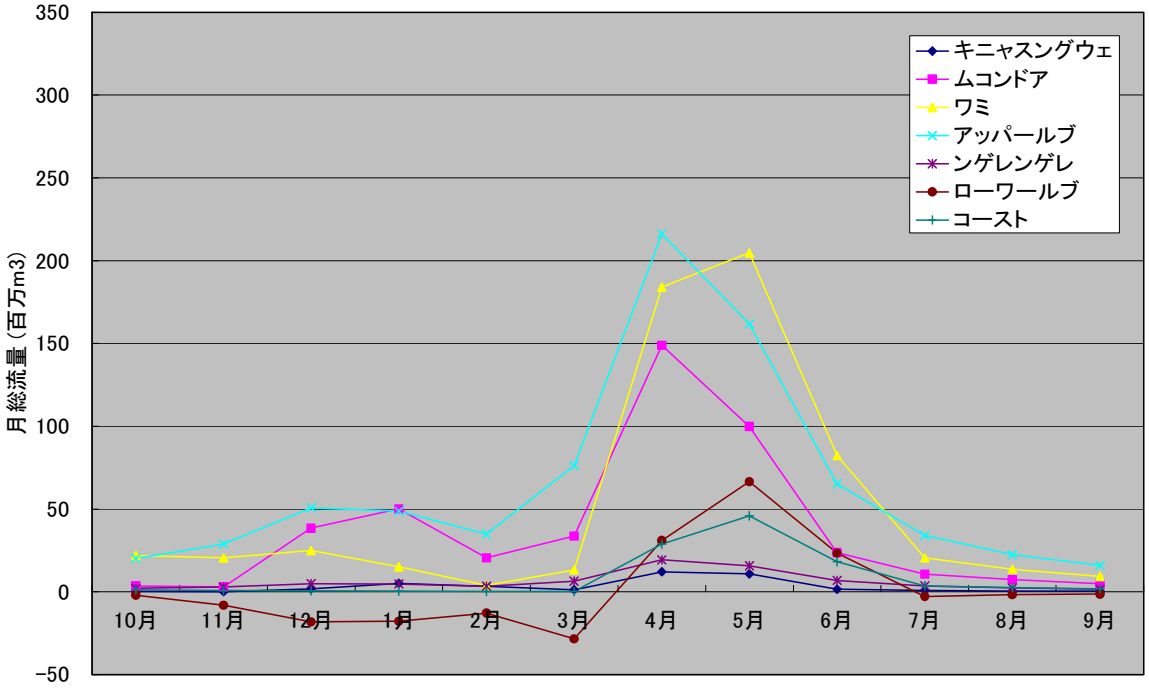
出典: JICA プロジェクトチーム

図 3.1　7 サブ流域における表流水の 10 年確率降雨渇水年の水資源賦存量（年間の比流量）



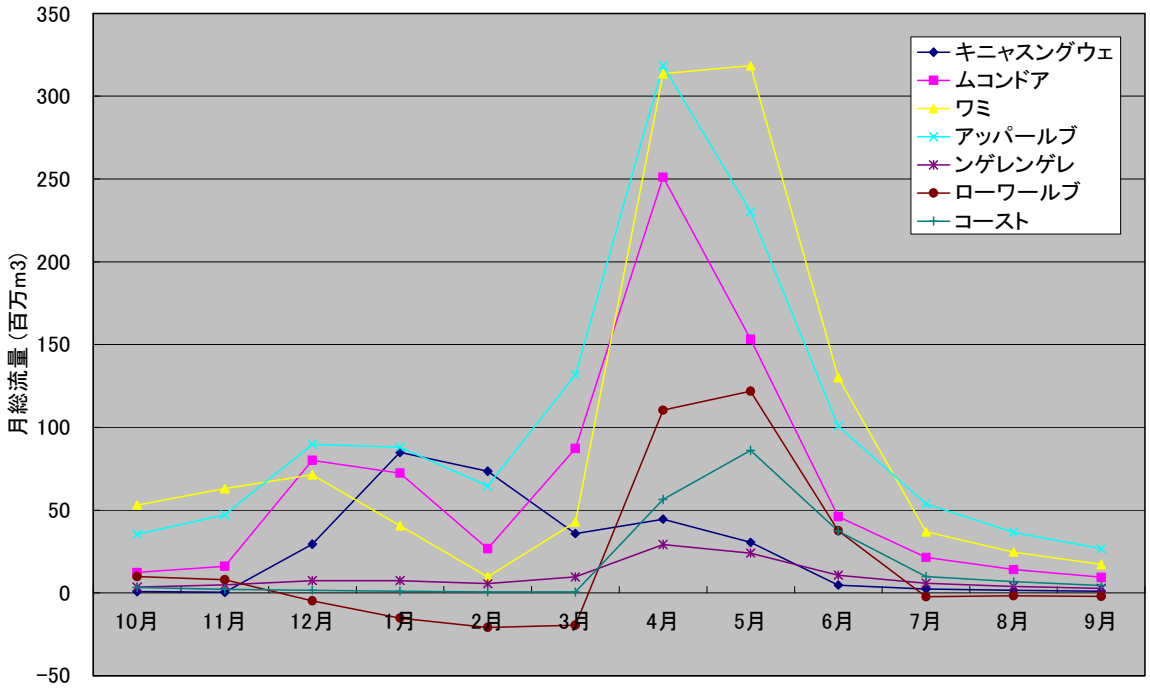
出典: JICA プロジェクトチーム

図 3.2　7 サブ流域における表流水の平年の水資源賦存量（年間の比流量）



出典: JICA プロジェクトチーム

図 3.3　7 サブ流域における表流水の 10 年確率降雨渇水年の月別の水資源賦存量 (月別の総流量)



出典: JICA プロジェクトチーム

図 3.4　7 サブ流域における表流水の平年の月別の水資源賦存量（月別の総流量）

3.1.2 表流水の開発可能量

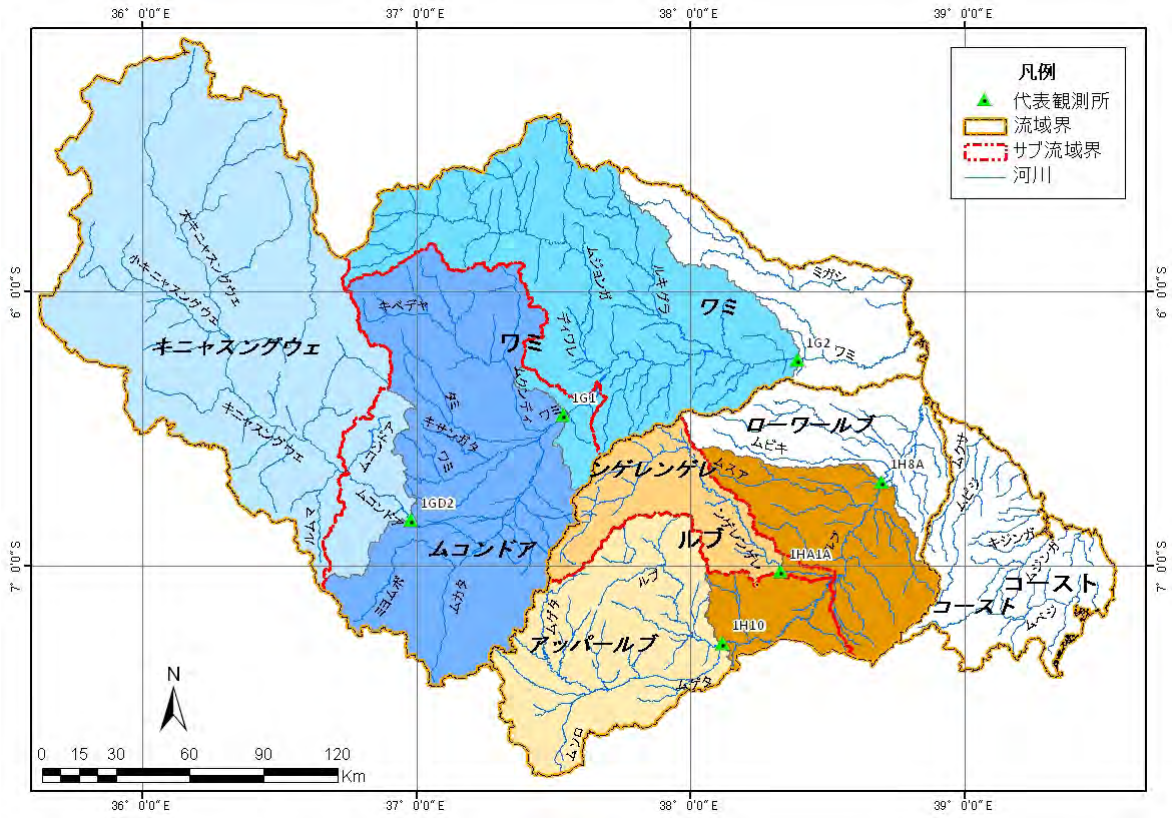
本プロジェクトでは、流域の水資源量と別途算定された現在水利用量・将来水需要量とを比較し、時期的・地域的な不足量を求め、必要とされる水資源開発量を検討し現実的で実現可能な水資源開発計画を具体的に提案することを目的の一つとしている。

貯水池計画といった具体的な水資源開発計画においては、流域の特性や傾向といったレベルで無く、計画規模を決定するための精度の高い数値条件が必要となる。しかしながら、本プロジェクトで構築した数値解析モデルは、現在のところ、流域を俯瞰する意味でのサブ流域単位での水資源の特徴（賦存量）を示す、あるいは気候変動の影響評価など傾向を評価するということには活用し得るものの、現実的な具体の開発計画を議論するには精度が不十分である。

よって、具体的な開発計画の検討は、実際に生じた渇水年の実測の観測流量値を用いて行うことが、現実的で妥当な計画の策定のために適切であると判断し、開発計画検討のための観測値による表流水の水資源量の評価を、ワミ・ルブ流域の各サブ流域を代表し得る観測所（***図 3.5*** 参照）の実測の観測値を用いて行うこととする。

本プロジェクトにおける表流水の開発可能量とは、河川流量のうち、環境流量を維持しつつ開発を行う事によって利用可能になる流量を指す。水資源開発計画の検討では、渇水時における安定した水供給を目標とすることとなるため、評価は渇水時に主眼を置いて行い、渇水年とは、対象河川で 10 年確率相当の渇水流量（1 年を通じて 355 日はこれを下らない流量、あるいは単一年の 97%日流量）が発生した水文年を指すものとする。

開発計画検討に使用する、観測データより得られた代表観測所の渇水年の河川流量および渇水年の月平均流量と日流量の年変化を、それぞれ***表 3.2*** および***図 3.6*** と ***3.7*** に示す。また、既存の調査結果を用いて算定された渇水年の環境流量を***表 3.3*** に示す。



出典: JICA プロジェクトチーム

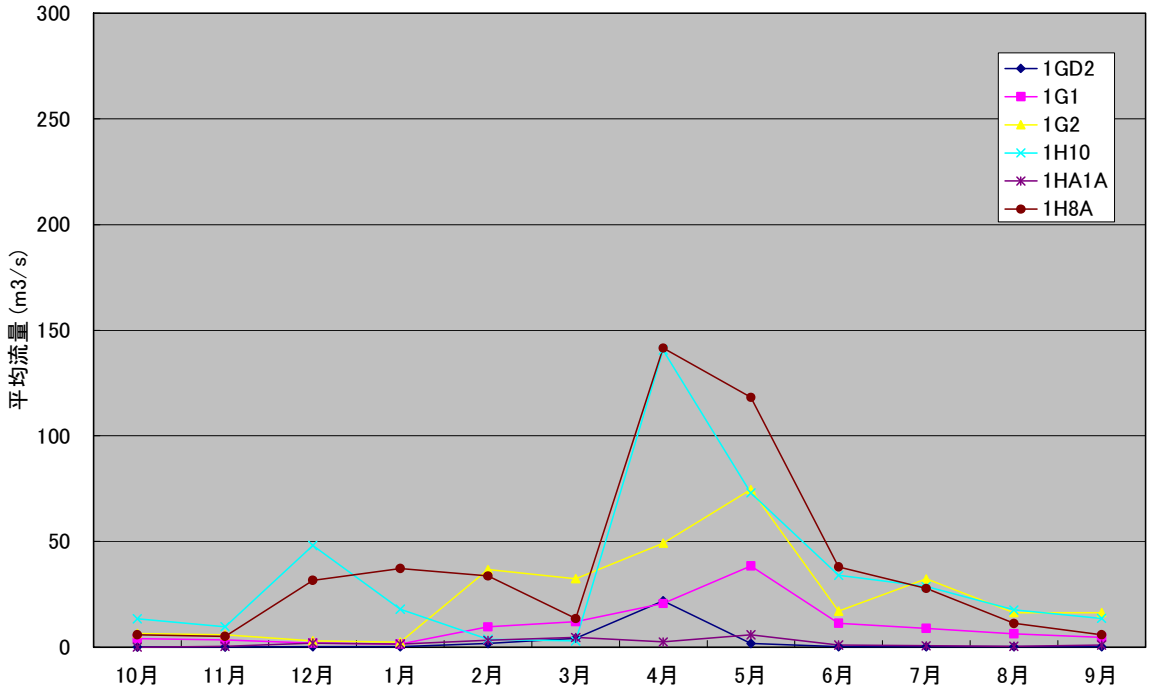
図 3.5　代表観測所位置と流域

表 3.2　渇水年の代表観測所の流量値

単位: m^3/s

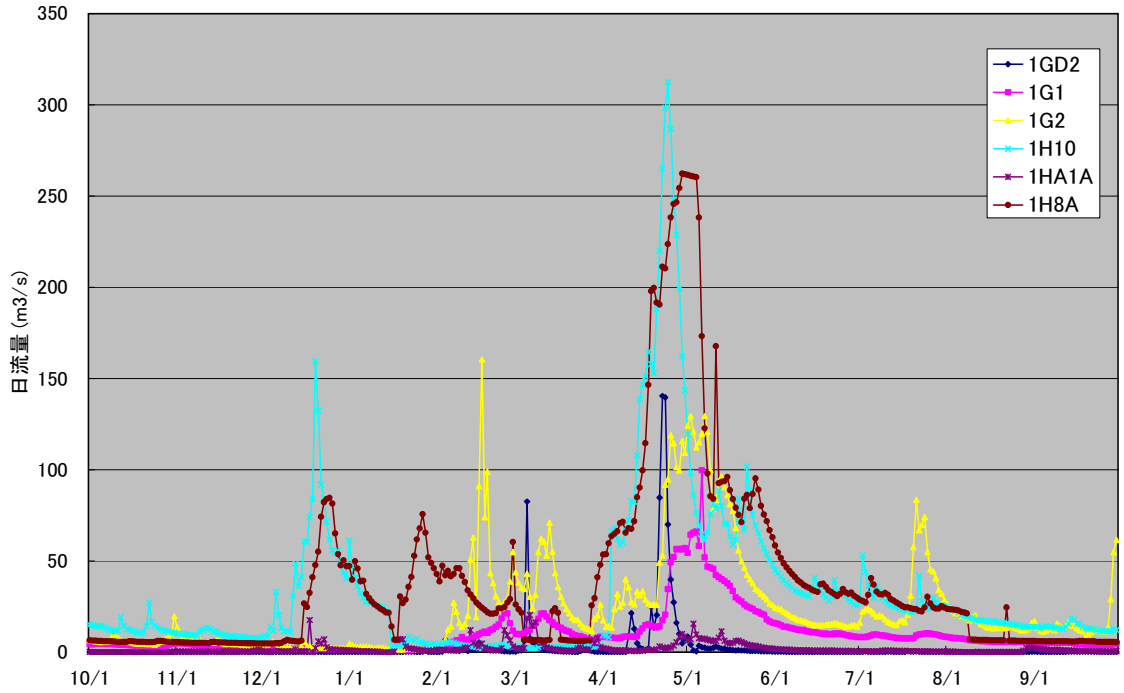
観測所	水文年	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	平均	最小	最大
1GD2	1960/61	0.12	0.10	0.16	0.22	1.69	4.15	21.86	1.70	0.16	0.20	0.17	0.23	2.56	0.10	21.86
1G1	1960/61	4.02	3.35	1.88	1.50	9.55	12.09	20.62	38.46	11.32	8.83	6.26	4.65	10.21	1.50	38.46
1G2	1960/61	6.52	5.87	2.97	2.39	36.67	32.41	49.17	74.56	17.05	32.33	16.35	16.34	24.39	2.39	74.56
1H10	1970/71	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60	33.60	2.90	140.60
1HA1A	1958/59	0.03	0.38	1.95	1.45	3.20	4.53	2.43	5.83	1.03	0.61	0.36	1.00	1.90	0.03	5.83
1H8A	1970/71	5.86	5.15	31.63	37.21	33.69	13.55	141.55	118.22	37.99	27.72	11.25	5.89	39.14	5.15	141.55

出典: JICA プロジェクトチーム



出典: JICA プロジェクトチーム

図 3.6　渇水年の代表観測所の月平均流量



出典: JICA プロジェクトチーム

図 3.7　渇水年の代表観測所の日流量

表 3.3　代表観測所の渇水年の環境流量

単位：m^3/s

観測所	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月
1GD2	0.00	0.10	0.10	0.10	0.30	0.40	1.00	1.30	0.20	0.20	0.10	0.10
1G1	2.00	2.00	2.80	3.50	3.20	3.00	5.00	5.00	5.00	4.10	3.10	2.00
1G2	3.00	3.00	7.70	7.70	7.70	5.60	21.70	21.70	15.50	9.20	3.00	3.00
1H10	3.40	4.08	4.50	2.91	5.17	5.39	8.58	10.06	7.81	5.97	4.44	3.79
1HA1A	0.19	0.23	0.25	0.16	0.29	0.31	0.49	0.57	0.44	0.34	0.25	0.21
1H8A	3.96	4.76	5.24	3.39	6.02	6.28	10.00	11.72	9.10	6.95	5.17	4.41

注：灰色の網掛けの値は各観測所の環境流量の年間最低値　　出典: JICA プロジェクトチーム

上述したサブ流域を代表し得る流域の代表観測所の渇水年の流出量と各代表観測所の環境流量を用いて、本メインレポートの***第4章***に示される表流水の現在水利用・将来需要量との比較を行い、必要とされる表流水の開発量と開発が可能な水量を検討することとなる。開発可能量と開発計画に関する検討内容および推奨される開発計画の具体は、本メインレポートの***第5章***に示す。

3.2　地下水の開発可能量

3.2.1 序論

地下水開発可能量は、地下水資源の持続性を確保するために地下水開発可能量の上限値を下回る水量であると同時に、社会環境への影響を生じさせない水量であることが必要である。従って、本節では、始めに地下水涵養量の評価を行い、地下水開発可能量の上限値を設定する。そして、社会環境への影響を生じさせない水量を算定し、その水量が地下水開発可能量の上限値を超えない場合は地下水開発可能量とし、超える場合には地下水開発可能量の上限値を地下水開発可能量として設定する。地下水開発可能量の評価は帯水層毎に行い、その評価結果に基づいて 7 つのサブ流域毎に地下水資源の開発可能量を算定した。

ワミ・ルブ流域内に分布する帯水層は 13 に細分されるが、地下水開発可能量の評価においては、帯水層の地域分布、帯水層を構成する地質、利用可能なデータ数を考慮して、***図 3.8*** および***表 3.4*** に示すように 9 つの帯水層に再分類して行った。なお、湖成層は先カンブリア界の一部として取り扱う。

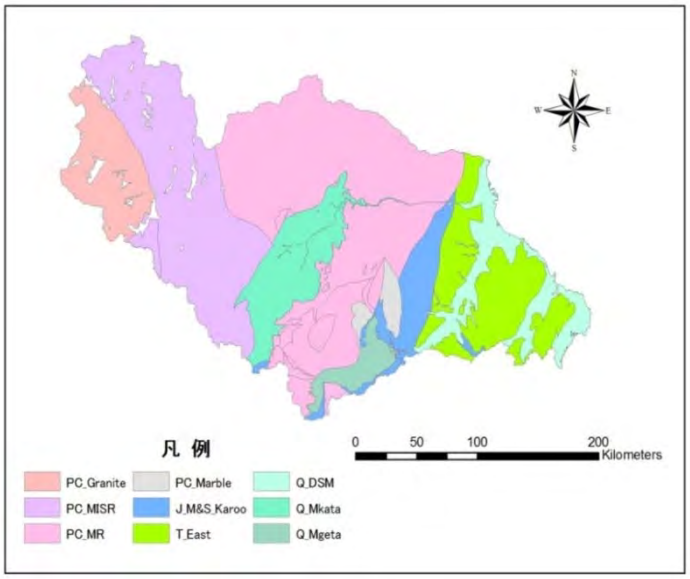


図 3.8　地下水開発可能量の評価を行う 9 つの帯水層

表 3.4　地下水開発可能量の評価を行う帯水層区分との比較

番号	開発可能量の評価を行う帯水層区分	帯水層	地質年代		岩相
1	-	Q_Lacustrine	第四紀		乾湖堆積物
2	Q_Mgeta	Q_Mgeta, Q_Mkata, Q_DSM	第四紀		沖積層、洪積層
3	Q_Mkata				
4	Q_DSM				
5	Tertiary	T_West, T_Middle, T_East	第三紀		段丘堆積物、洪積世海浜砂
6	J_M&S_Karoo	J_M&S	中生代、古生代	ジュラ紀、白亜紀	泥岩および頁岩、陸生および海成砂岩
		Karoo		ペルム紀、三畳紀	礫岩および漂礫岩
7	PC_Marble	PC_Marble	先カンブリア時代	新期原生代	大理石
8	PC_MR	PC_MR		新期原生代	地殻物質からなる変成岩
9	PC_MISR	PC_MISR		古期原生代	変火成岩および変堆積岩
10	PC_Granite	PC_Granite		始生代	ミグマタイト、花崗岩

3.2.2 地下水涵養量の評価

1)　地下水涵養量の算定条件

地下水涵養量は、本プロジェクトで実施した水収支解析において浸透量として算定されており、降雨量から蒸発散量および表面流出量を引いた値である（以下、浸透量は地下水涵養量として表示する）。水収支の検討に考慮した各要素と地下水涵養量との関係を式（3‐1）に示す。

“降雨量”＝*“蒸発散量”*＋*“表面流出量”*＋*“地下水涵養量”* ----------（3－1）

式（3－1）において、降雨量および表面流出量は実測値を採用しており、蒸発散量は気象観測情報に基づいて実蒸発散量の算定が可能な補完法により導かれた値を採用している。したがって精度は比較的高いと想定されるが、より現状に近い地下水開発可能量を設定するために、入手可能な水位観測データおよび降雨データに基づいて、水収支解析において算定された地下水涵養量の評価を行った。

岩盤地域における地下水涵養量の評価は、地下水位観測が比較的継続的に行われているキニャスングウェ・サブ流域のマクタポラ盆地の 2001 年および 2002 年のデータを用いて行った。マクタポラ盆地には花崗岩が分布しており、風化部および亀裂部に地下水が胚胎する。***表 3.5*** に水収支解析結果と観測データに基づいて算定した涵養量の比較検討結果を記す。なお、算定において採用した貯留係数は、Rwebugisa R. A. (2008)[1]に基づく。

表 3.5　キニャスングウェ・サブ流域における水収支解析結果と観測データに基づく涵養量の比較検討結果

データの種類	降雨量 (mm)	水位変化 (mm)	貯留係数	涵養量 (mm)	涵養量/降雨量 (%)	水収支解析結果に対する割合[*1]
2001 年の観測データ	606.7	1,530	0.012	18.36	3.0	76
2002 年の観測データ	604.01	1,400	0.012	16.80	2.8	70
水収支解析結果[*2]	682	-	-	29	4.0	100

注記 *1:水収支解析結果における「涵養量/降雨量(%)」に対する観測データの「涵養量/降雨量(%)」の割合
*2: サポーティング・レポート第 13 章 13.2.3 節 表 13.5 を参照

比較検討の結果、観測データに基づいて算定した涵養量は降雨量の 2.8～3.0%と算定され、水収支解析における降雨量に対する涵養量の割合である 4.0%の 70～76%であった。観測データである降雨量は水収支解析にて算定した降雨量より少なく、更に降雨量が減少する年もあると想定される。したがって、安全側に立った地下水資源の評価との観点から、観測データにおける降雨量に対する涵養量の割合（平均 73%）の 80%、すなわち水収支解析にて算定された涵養量の 58.4%の水量を岩盤地域における地下水開発可能量の上限と設定する。

一方、層状水である第三系および第四系から構成される帯水層の分布域においては、一水文年に及ぶ水位観測データが記録されていないため、本プロジェクトにおいて設置した水位計の観測結果に基づいて開発可能量の上限値を推定した。検討においては、水位データは継続して水位上昇が観測されている期間を選定し、降雨量については水位への影響が生じるまでの期間を 0.5 ヶ月と仮定して期間を選定した。なお、同期間の雨量データは観測値が整備されていないため、水収支解析において採用したデータを利用した。また、検討した地域は水位データが継続して記録されている第四系の帯水層の分布地域とし、貯留係数は本プロジェクトで掘削した試験井の揚水試験の解析結果を採用した。ただし、アッパールブ・サブ流域のモロゴロ県 Magogoni およびムコンドア・サブ流域のムボメロ県 Mvomero の試験井の貯留係数は不圧帯水層の値としては高いため本検討では利用しない。アッパールブ・サブ流域およびムコンドア・サブ流域における水収支解析結果と雨量データに基づいて算定した涵養量の比較検討結果を、***表 3.6*** および***表 3.7*** にそれぞれ示す。

表 3.6　アッパールブ・サブ流域における水収支解析結果と観測データに基づく涵養量の比較検討結果

データの種類	降雨量 (mm)	水位変化 (mm)	貯留係数	涵養量 (mm)	涵養量/降雨量 (%)	水収支解析結果に対する割合[*1]
ﾓﾛｺﾞﾛ県 Kisaki	596	280	0.102	28.56	4.8	120
水収支解析結果[*2]	1213	-	-	43	4.0	100

注記 *1:水収支解析結果における「涵養量/降雨量(%)」に対する観測データの「涵養量/降雨量(%)」の割合
*2: サポーティング・レポート第 13 章 13.2.3 節 表 13.8 を参照

表 3.7　ムコンドア・サブ流域における水収支解析結果と観測データに基づく涵養量の比較検討結果

データの種類	降雨量 (mm)	水位変化 (mm)	貯留係数	涵養量 (mm)	涵養量/降雨量 (%)	水収支解析結果に対する割合[*1]
ｷﾛｻ県 Mbwade	42.8	120	0.0336	4.032	9.4	105
水収支解析結果[*2]	965	-	-	89	9.0	100

注記 *1:水収支解析結果における「涵養量/降雨量(%)」に対する観測データの「涵養量/降雨量(%)」の割合
*2:サポーティング・レポート 第 13 章 13.2.3 節 表 13.6 を参照

比較検討の結果、アッパールブ・サブ流域では、***表 3.6*** に示すように観測データに基づいて算定した涵養量は降雨量の 4.8%と算定され、水収支解析における降雨量に対する涵養量の割合である 4.0%の 120%であった。ムコンドア・サブ流域では、***表 3.7*** に示すように観測データに基づいて算定した涵養量は降雨量の 9.4%と算定され、水収支解析における降雨量に対する涵養量の割合である 9.0%の 105%であった。2 地域共に水位観測データは限られた期間であるが、水収支解析結果で算定された降雨量に対する涵養量の割合に対して 112.5%（平均値）となっており、キニャスングウェ・サブ流域とは逆に観測値に基づいた涵養量の方が多い結果となった。この結果は、岩盤地域と第四系の帯水層分布地域の違い、または両地域の降雨量と蒸発散量の違いを反映している可能性も考えられる。しかしながら、アッパールブ・サブ流域およびムコ

ンドア・サブ流域における水位観測期は限られていることを考慮し、安全側に立った地下水資源の評価との観点から、観測データにおける降雨量に対する涵養量の割合(112.5%)の 60%、すなわち水収支解析にて算定された涵養量の 67.5%の水量を層状水地域における地下水開発可能量の上限と設定する。

2)　帯水層毎の涵養量および開発可能量の上限値の算定

帯水層毎の涵養量は、水収支解析の結果として得られた涵養量および前節に述べた条件に基づいて算定した。水収支解析において定義された流域と帯水層分布域は***図 3.9*** に示すように互いに交差している。したがって、異なる涵養量が一つの帯水層に分布する場合には、それぞれの地域において涵養量を算定した後、再度帯水層毎に加算し、各帯水層の地下水涵養量とした。

なお、沿岸部では感潮河川の影響により流量観測が実施できないために表面流出量の算定は出来ない。したがって、沿岸部のムベジ地域（***サポーティング・レポート第 14 章***の***図 14.12*** における 1J5 と 1J6 の流域）にて行われた水収支解析結果の涵養量である 78mm/年を採用して沿岸部の地下水涵養量を算定した。

また、Q_DSM（第四紀帯水層）分布域にはダル・エス・サラームが位置しているために排水量や漏水量が多いことを考慮し、DAWASA(2012)にてキンビジ帯水層の概念モデル構築過程で検討されている「排水からの涵養量（17.16 百万 m^3/年）」、および「給水配管からの漏水」による涵養量[1]（36.84 百万 m^3/年）を、水収支解析結果に基づいて算定した Q_DSM 地域の涵養量である 388.82MCM/年に加算して涵養量とした。ただし、開発可能量の上限値については、水収支解析結果に基づいた算定した涵養量に対しては 67.5%とし、その値に上述した排水および漏水からの涵養量を加算した値とした。

水収支解析において定義された流域と地下水涵養量(mm)および帯水層の分布を***図 3.9*** に示す。また、最終的に算定された帯水層毎の涵養量および開発可能量の上限値を***表 3.8*** に示す。

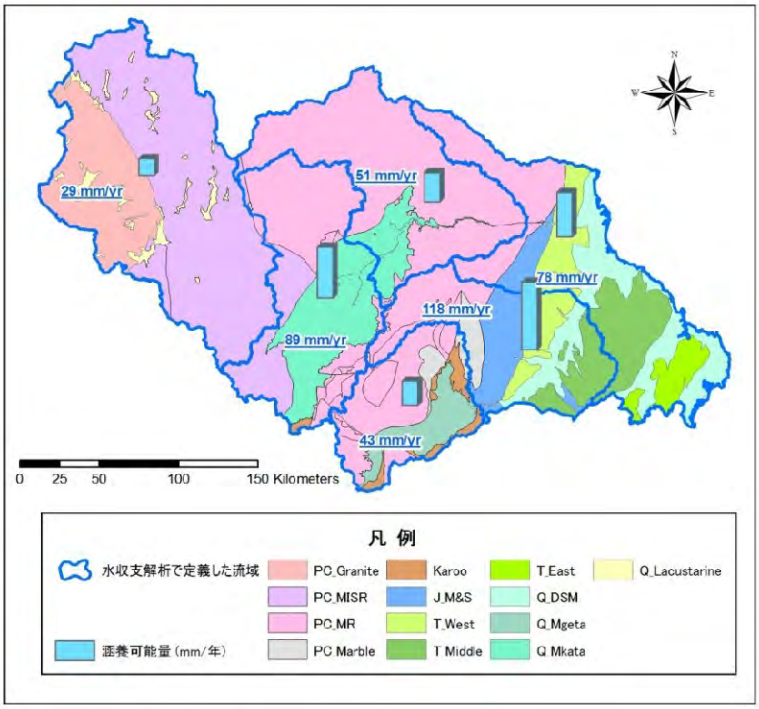


図 3.9　水収支解析における流域区分と地下水涵養量

[1]DAWASA(2011)によると漏水率を 2015 年までに 35%までに減少させるとなっていることから、現時点での率を 10%増の 38.5%と推定し、年間平均生産量である 262,138m^3/日に基づき、涵養量を 36.84MCM と仮定した。

表 3.8　帯水層毎の涵養量

番号	帯水層（記号）	面積 (km^2)	涵養量 (mm/年)	涵養量 (MCM/年)	開発可能量の上限値（MCM/年）
1	PC_Granite	5,085	29	149.81	87.49
2	PC_MISR	15,279	29, 51, 89	571.38	333.68
3	PC_MR	22,853	29, 43, 51, 78, 89, 118	1,533.87	895.78
4	PC_Marble	1,000	43, 118	85.17	49.73
5	J_M&S&Karoo	3,369	43, 78, 89, 118	318.30	185.89
6	Tertiary	7,328	78, 118	675.26	455.80
7	Q_DSM	4,431	43, 78, 118	442.82	316.45
8	Q_Mgeta	1,588	43	68.28	46.09
9	Q_Mkata	5,362	51, 89	427.73	288.72

注記：表中の帯水層（記号）は、図 3.8 の凡例に対応する。

3.2.3 社会環境へ影響を及ぼさない地下水取水可能量の検討

前節に述べたように、地下水開発可能量は地下水資源の持続性を確保するために地下水開発可能量の上限値を超えない水量であると同時に、社会環境へ影響を及ぼす水位低下を生じさせない水量である必要がある。具体的には沿岸部の塩水化や既存井戸の枯渇などの影響を生じさせない水位となるが、許容可能な地下水位は社会、環境、地質状況によって異なる。2012 年 9 月現在、タンザニアにおいては許容可能な地下水位は設定されていない。

ワミ・ルブ流域では、沿岸部に位置するダル・エス・サラームにおいて多くの未登録井戸が利用されており、井戸の相互干渉による地下水低下ならびに塩水化の発生が懸念されている。したがって、本プロジェクトでは相互干渉による水位低下を生じさせない水量および沿岸部での塩水化を生じさせない水量を社会環境への影響を及ぼさない水量として算定した。そして、社会環境への影響を及ぼさない水量が開発可能量の上限値より小さい場合には地下水開発可能量とし、開発可能量の上限値より大きな場合には開発可能量の上限値を地下水開発可能量とすることとした。

1)　井戸の影響圏に基づいた地下水取水可能量の算定

地下水の持続的利用のためには、井戸の影響圏を超えない揚水量を維持することは重要な要素となっている。仮に、隣り合う 2 つの井戸の間に相互干渉が生じた場合には井戸の効率は下がり、揚水量も減少する。これらのことを考慮し、本プロジェクトでは、揚水時に井戸の影響圏を維持することを一つの条件として設定して地下水の取水可能量を算定した。以下に算定結果について述べる。

(1) 帯水層毎の影響圏の算定

揚水試験の解析結果に基づいて算定した透水量係数の帯水層毎の中央値を用いて算定した影響圏を***表 3.9*** に示す。算定は非平衡式であるタイス式に従った。水資源需要・供給計画の検討は 1 年間を基本として行うことから、揚水時間は 1 年間継続する場合を想定した。

最も大きな影響圏となるのはムゲタ平野の第四系の帯水層（Q_Mgeta）の 2,533m であり、最も小さい影響圏となるのは第三系帯水層（Tertiary）の 208m となっている。

表 3.9　各帯水層の既存井戸の影響圏

帯水層	透水量係数	揚水量		有効間隙率	揚水時間	水位低下量	井戸関数			影響圏
	(m^3/秒/m)	(ﾘｯﾄﾙ/分)	(m^3/秒)	(%)	(second)	(m)	W(u)	u	b	(m)
PC_Granite	0.000062	70.6	0.001177	15	31,536,000	0.001	0.000664	5.62353	2.37140	542
PC_MISR	0.000216	110.0	0.001833	15	31,536,000	0.001	0.001483	4.85823	2.20414	940
PC_MR	0.000045	63.3	0.001056	15	31,536,000	0.001	0.000536	5.80612	2.40959	469
PC_Marble	0.000072	60.6	0.001010	15	31,536,000	0.001	0.000892	5.29682	2.30148	565
J_M&S&Karoo	0.000013	47.6	0.000794	15	31,536,000	0.001	0.000201	6.66174	2.58103	267
Tertiary	0.000007	13.9	0.000232	13	31,536,000	0.001	0.000404	5.99469	2.44840	208
Q_DSM	0.000054	120.0	0.002000	20	31,536,000	0.001	0.000338	6.20792	2.49157	459
Q_Mgeta	0.003983	561.7	0.009361	30	31,536,000	0.001	0.005344	3.83213	1.95758	2,533
Q_Mkata	0.000183	83.5	0.001391	30	31,536,000	0.001	0.001656	4.79425	2.18958	608

(2)　影響圏に基づいた帯水層毎の取水可能量の算定

取水可能量の算定は***表 3.4*** の帯水層区分に従って実施した。算定では、帯水層の分布面積を影響圏の直径を一辺とする四角の面積で除して井戸本数を求め、井戸本数に揚水量を乗じた水量を開発可能量とした。第三系帯水層、第四系帯水層、花崗岩の風化部分布域等の層状水型帯水層については、帯水層分布域全体において影響圏に基づいて算定した。一方、裂罅水型帯水層分布域の場合は、地下水を胚胎する部分の連続性が不明確であるため、既存井戸の分布状況から判断して、明瞭なリニアメントおよび不明瞭なリニアメントの周辺地域ならびに点在する井戸の周辺地域には地下水が胚胎していると想定し、その地域内において影響圏に基づいて算定した。

なお、ダル・エス・サラームの沿岸部では、いくつかの地域において塩水侵入に起因すると考えらえる高い電気伝導度の分布が指摘されている。したがって、本プロジェクトでは、塩水侵入を考慮した取水可能量を算定した。

図 3.10 に取水可能量を算定する際の対象地域を示す。また、***表 3.10*** に帯水層毎の年間の取水可能量を示す。取水可能量は、***表 3.9*** に示した揚水量に、上述の方法で求めた井戸の本数を乗じた値である。また、***表 3.10*** の右側の列に単位体積当たりの取水可能量を示した。ダル・エス・サラームの第四系帯水層（Q_DSM）が 71,391m^3/年/km^2 と最も大きな数値を示し、変成岩が分布する地域（PC_MISR, PC_MR, PC_Marble）では、取水可能量は層状水型帯水層分布域の量に比較してかなり小さい数値となっている。

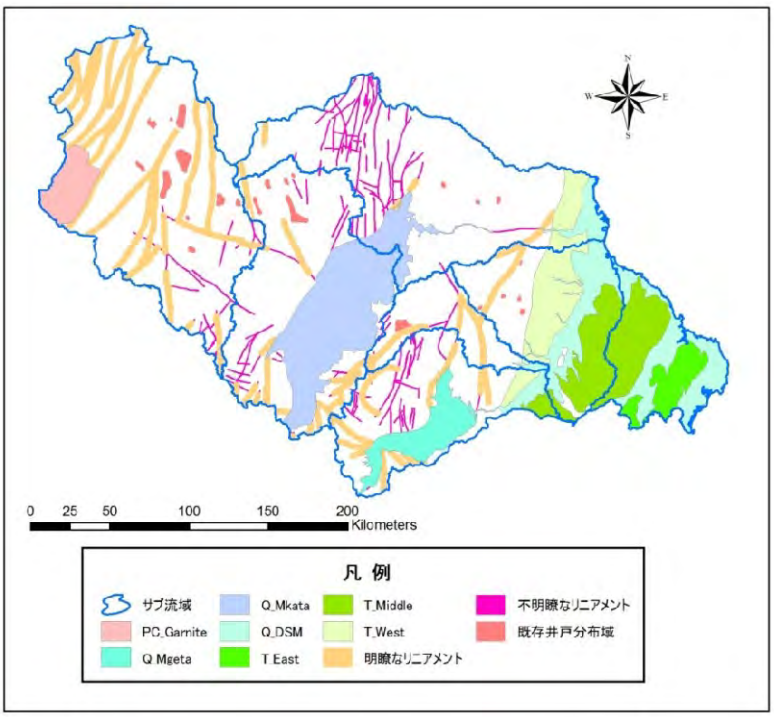


図 3.10　地下水の取水可能量算定における地下水胚胎想定地域

表 3.10　帯水層毎の取水可能量

帯水層	区分毎の取水可能量（百万m³/年）						帯水層毎の取水可能量（百万m³/年）	単位面積当たりの取水可能量（m³/年/km²）
	層状水	明瞭なリニアメント	不明瞭なリニアメント	井戸分布地域	塩水侵入可能地域	残りの地域		
PC_Granite	34.01	44.36	0.18	0.25	-	-	78.80	15,497
PC_MISR	-	55.18	6.30	5.59	-	-	67.07	4,390
PC_MR	-	73.97	55.19	7.72	-	-	136.88	5,990
PC_Marble	-	5.68	-	-	-	-	5.68	5,680
J_M&S&Karoo	-	44.39	1.22	2.63	-	-	48.24	14,319
Tertiary	308.99	-	-	-	-	-	308.99	42,166
Q_DSM	300.75	-	-	-	15.58	-	316.33	71,390
Q_Mgeta	18.26	-	-	-	-	-	18.26	11,499
Q_Mkata	159.09	-	-	-	-	-	159.09	29,670

2)　塩水侵入を考慮した取水可能量の算定

塩水侵入を考慮した地下水開発可能量を検討するためには、シミュレートする必要がある。しかしながら、調査実施期間が限られていたことから、本プロジェクトでは、本地域における塩水侵入について簡易な算定方法による評価を行った。その評価結果に基づいて、塩水化が懸念される地域の地下水の取水可能量を算定した。よって、本結果は、仮定に基づく試算値である。

試算は、ガイベン・ヘルツベルクの法則に従った。本法則に基づいた検討により、海水と淡水の境界面の深度の算定を試み、地下水の塩水化を生じさせない地下水の水位と揚水量を推定した。

塩水化を生じさせない地下水の取水可能量の試算は、現在の地下水利用状況に基づいて実施した。塩水侵入が懸念されるダル・エス・サラームの第四系帯水層(Q_DSM)の井戸の揚水量の中央値は***表 3.9*** に示すように 120 ﾘｯﾄﾙ/分となっている。よって、120 ﾘｯﾄﾙ/分で揚水した時に淡水と塩水の境界面が海面下 20m まで上昇する地域の分布状況を把握した。この境界から沿岸部にかけての地域（面積は 416 km^2）を塩水侵入が発生する可能性がある地域として取り扱い、塩水化を考慮した地下水の取水可能量を算定した。なお、境界から内陸部の地下水の取水可能量は、前節に述べたように影響圏を考慮して算定した。***図 3.11*** に分布域の境界部を示す。

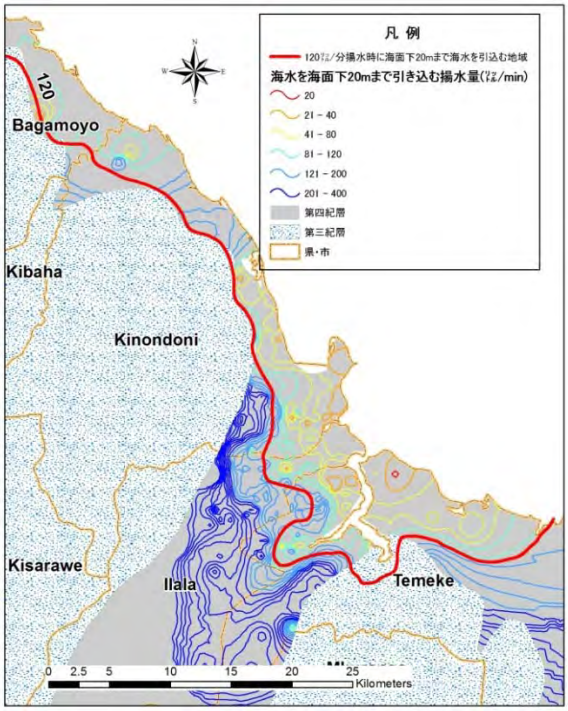


図 3.11　120 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量で塩水が海面下 20m まで引込む地域(赤い線より左側)

塩水侵入を生じさせない地下水の取水可能量の算定においては以下の条件の条件を設定した。

✓　淡水と塩水の境界部は、沿岸部から 120 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水により境界部が海面下 20m まで上昇する地域まで、直線的に深くなっていく。

✓　上記の条件では、開発可能量は塩水侵入を考慮しないで算定した際の取水可能量の半分になり、揚水量は 120 ﾘｯﾄﾙ/分から約 55 ﾘｯﾄﾙ/分となる。

上述の設定条件に従って算定したダル・エス・サラーム沿岸部の第四系帯水層分布域の塩水侵入可能地域の取水可能量は、***表 3.10*** に示すように 15.6 百万 m^3/年となる。

3)　キンビジ帯水層の開発可能量

(1)　緒言

キンビジ帯水層はダル･エス･サラームにおける水需要を満たすために重要な水源であるが、同時に多くの地下水を利用することになる。よって、キンビジ帯水層の地下水開発可能量の評価を行い、水資源管理の対象とすることとした。なお、本報告書作成時点（2012 年 9 月）において帯水層モデルを用いたシミュレーションは実施中であることから、これまで DAWASA が実施した調査結果に基づいてキンビジ帯水層の開発可能量の評価を行った。

(2)　キンビジ帯水層の分布範囲

キンビジ帯水層の分布範囲を***図 3.12*** に示す。帯水層の面積は 3,252 km^2 となっている（DAWASA(2012)より算定）。帯水層の西側の境界は、古第三紀およびより下位の地層の露頭ならびにキサラウェ県のプグ丘陵から南西方向にかけて分布する地形的な高まりにより規定されている（DAWASA (2011)[2]）。この境界は、ダル・エス・サラームの北方まで連続しており、西側からの地下水の流入は無いと想定されている。

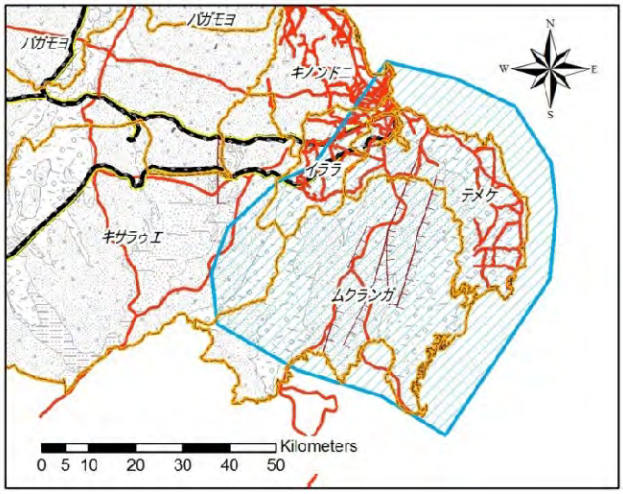


図 3.12　キンビジ帯水層の分布域

北方および東方の境界は、海水と帯水層内の淡水の平衡が保たれていると想定される沖合 5～11 km に設定されている。

南側の境界は、ムクランガ県西部のプグ丘陵から沿岸部のキシジュにかけての地域が設定されており、南部からの地下水の流入は無いと仮定されている。現段階においては、ムクランガ県の南部と西部に分布するこれらの地形的高まりが地下水の分水界として想定されている。

(3)　DAWASA による開発可能量の評価

キンビジ帯水層の地下水開発量の評価は DAWASA(2010)[3]に記載されている。本報告では、キンビジ地域（20 本の群井）およびムペラ地域（10 本の群井）において揚水に伴う水位低下量と水位低下が生じる範囲をシミュレートした上で、給水計画を策定している。

その結果、キンビジ地域では、中心部での水位低下量が 145m、中心部から 4km 程離れた地域で 20m となっている。ムペラ地域では、中心部での水位低下量が 80m、中心部から 1.5km 程離れた地域で 10m の水位低下量となっている。これらの水位低下状況を生じさせる揚水量は、合計で 390,000m^3/日となる（13,000m^3/日/本）。

その後、2011 年に水位低下量ならびに水質および湿地への影響を考慮して開発可能量を 360,000m^3/日に下方修正している。

なお、DWASA (2012)によると、キンビジ帯水層の評価においては、塩水侵入の可能性を考慮し、沿岸部では淡水と海水の平衡が保たれている範囲を検討した上でシミュレーションを行う計画となっている。従って、塩水侵入による影響を生じさせない地下水開発可能量が提示されることになる。

(4)　影響圏を考慮したキンビジ帯水層の開発可能量の評価

本プロジェクトにおける地下水開発可能量は、揚水に伴う影響圏がお互いに干渉しない揚水量に基づいて算定し、地下水資源の持続性確保の観点からサブ流域内の涵養量を下回る水量である必要があるとしている。よって、キンビジ帯水層においても同様な方法で評価を行った。

評価において設定した条件を用いて非平衡式であるタイス式で算定すると影響圏は 2,427m と算定され、キンビジ帯水層分布域内では 137 本の井戸が掘削できる計算となる。しかしながら、後述するようにキンビジ帯水層が位置するコーストサブ流域における涵養量は約 424 百万 m^3/年である。よって、キンビジ帯水層に 137 本の井戸を掘削した場合にはキンビジ帯水層だけで約 600 百万 m^3/年、上位の帯水層の取水可能量が約 250.3 百万 m^3/年、計約 850.3 百万 m^3/年となり涵養量の 2 倍に達する。一方、DAWASA (2011)で設定した水量（131.4 百万 m^3）を揚水した場合は、上位の帯水層の取水量（約 250.3 百万 m^3）と合計すると約 381.72 百万 m^3/年となり涵養量（約 424 百万 m^3/年）を下回る。よって安全側に立ち、DAWASA (2011)で設定された 131.4 百万 m^3/年をキンビジ帯水層の開発可能量と設定する。

4)　各帯水層の地下水の取水可能量

ワミ・ルブ流域内の地下水の取水可能量として、井戸の影響圏および塩水侵入を考慮した算定値ならびにキンビジ帯水層の開発可能量を***表 3.11*** に示す。

単位面積当たりの地下水の取水可能量は、キンビジ帯水層がダル・エス・サラームの第四系帯水層に次いで多い値となっている。

表 3.11　ワミ・ルブ流域の帯水層別取水可能量

帯水層	区分毎の取水可能量（百万m^3/年）						帯水層毎の取水可能量（百万m^3/年）	単位面積当たりの取水可能量（m^3/年/km^2）
	層状水	明瞭なリニアメント	不明瞭なリニアメント	井戸分布地域	塩水侵入可能地域	残りの地域		
PC_Granite	34.01	44.36	0.18	0.25	-	-	78.80	15,497
PC_MISR	-	55.18	6.30	5.59	-	-	67.07	4,390
PC_MR	-	73.97	55.19	7.72	-	-	136.88	5,990
PC_Marble	-	5.68	-	-	-	-	5.68	5,680
J_M&S&Karoo	-	44.39	1.22	2.63	-	-	48.24	14,319
Tertiary	308.99	-	-	-	-	-	308.99	42,166
Q_DSM	300.75	-	-	-	15.58	-	316.33	71,390
Q_Mgeta	18.26	-	-	-	-	-	18.26	11,499
Q_Mkata	159.09	-	-	-	-	-	159.09	29,670
Kimbiji(Tertiary)	131.40	-	-	-	-	-	131.40	40,406

3.2.4 帯水層毎の地下水開発可能量の評価

帯水層毎の地下水の涵養量、地下水開発可能量の上限値、地下水開発可能量の比較結果を***表 3.12*** および***図 3.13*** に示す。全ての帯水層において地下水開発可能量は地下水涵養量をおよび開発可能量の上限値を下回っていることから、本プロジェクトにおいて算定した地下の取水可能量を開発しても地下水資源の持続性は確保されると判断できる。ただし、地下水涵養量は、本プロジェクトで地下水開発可能量を設定した帯水層の下位の帯水層（キンビジ帯水層）や、ワミ・ルブ流域外の帯水層（例えば、ルフィジ流域に分布する第四系帯水層及び第三系帯水層）も涵養している可能性があることに留意しておく必要がある。

なお、キンビジ帯水層の開発可能量を考慮した評価は、サブ流域毎の地下水開発可能量の評価において述べる。

表 3.12　涵養量および地下水開発可能量の上限値と地下水開発可能量の比較

帯水層	涵養量 (百万m^3/年)	開発可能量の上限(百万m^3/年)	地下水開発可能量(百万m^3/年)
PC_Granite	149.81	87.49	78.80
PC_MISR	571.38	333.68	67.07
PC_MR	1,533.87	895.78	136.88
PC_Marble	85.17	49.73	5.68
J_M&S&Karoo	318.30	185.89	48.24
Tertiary	675.26	455.80	308.99
Q_DSM	442.82	316.45	316.33
Q_Mgeta	68.28	46.09	18.26
Q_Mkata	427.73	288.72	159.09
Wami/Ruvu Basin	**4,272.62**	**2,659.63**	**1,139.34**

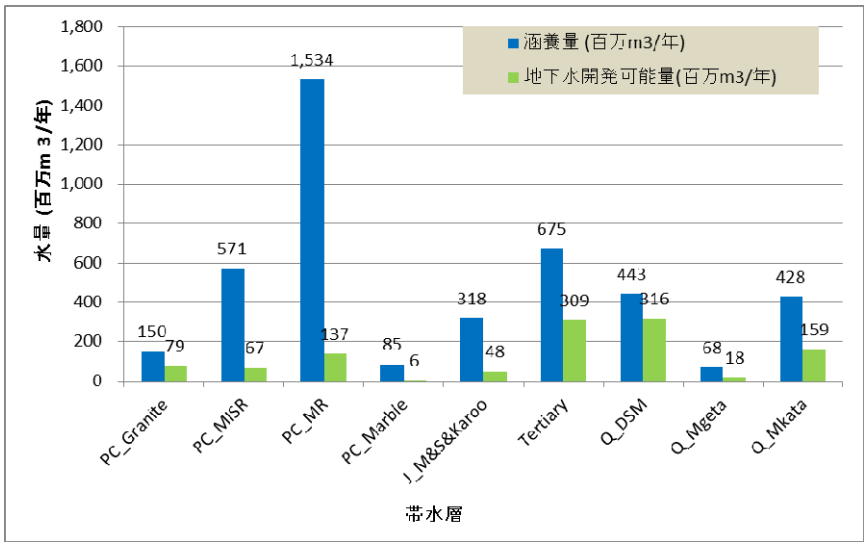


図 3.13　涵養量と地下水開発可能量の比較

3.2.5 サブ流域毎の地下水開発可能量の評価

ワミ・ルブ流域における水資源の管理は基本的に 7 つのサブ流域に基づいて実施していく。したがって、帯水層毎に算定した地下水開発可能量を踏まえて 7 つのサブ流域における地下水開発可能量を算定し、評価を行う。

1)　サブ流域毎の地下水開発可能量の算定

サブ流域における地下水開発可能量は、***3.2.4 節***で述べた帯水層毎の地下水開発可能量を 7 つのサブ流域の流域界に従って再配分して算定した。***図 3.14*** にサブ流域と帯水層の分布を示す。

サブ流域毎の地下水開発可能量を***表 3.13*** に示す。なお、キンビジ帯水層はコースト流域内に位置するとされていることから、コースト流域における地下水開発可能量として取り扱うこととする。***表 3.11*** に示したようにキンビジ帯水層の地下水開発可能量は 131.4 百万 m^3/年と算定されることから、コースト流域のキンビジ帯水層を含まない開発可能量（250.32 百万 m^3/年）と合計すると 381.72 百万 m^3/年となる。

単位面積当たりの地下水開発可能量を比較するとコーストサブ流域の値が大きいことがわかる。キンビジ帯水層の開発可能量を除いたコーストサブ流域の値は 52,555m^3/年/km^2 であることから約1.5倍開発可能量が増加することになる。

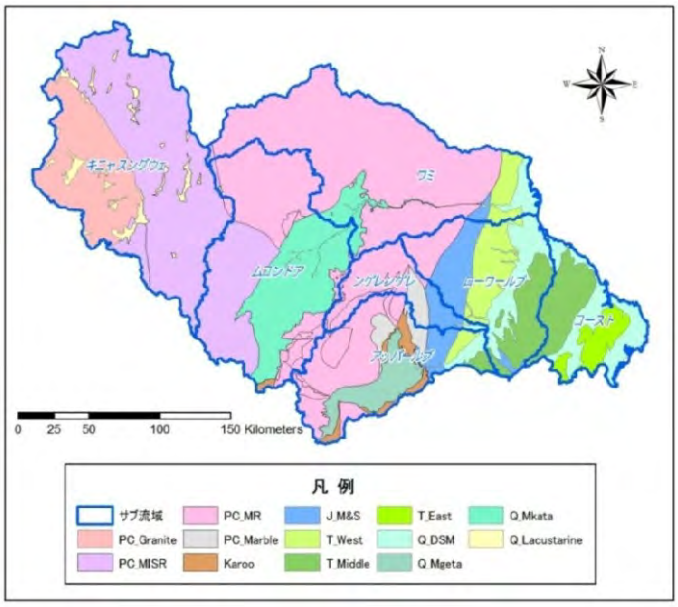


図 3.14　サブ流域と帯水層の分布

表 3.13　サブ流域の地下水開発可能量

サブ流域	面積(km^2)	地下水開発可能量(百万m^3/年)	単位面積当たりの地下水開発可能量(m^3/年/km^2)
キニャスングェ	16,509	129.37	7,836
ムコンドア	12,964	178.79	13,791
ワミ	14,270	169.12	11,851
アッパールブ	7,623	102.02	13,383
ンゲレンゲレ	2,913	26.98	9,259
ローワールブ	7,253	282.74	38,983
コースト	4,763	381.72	80,143
ワミ/ルブ	**66,295**	**1,270.74**	**19,167**

注記：コースト・サブ流域の地下水開発可能量はキンビジ帯水層の開発可能量(131.4MCM)を含む。

2)　サブ流域毎の地下水開発可能量の評価

帯水層別地下水開発可能量の評価において地下水涵養量および地下水開発可能量の上限値と比較検討したと同様に、サブ流域においても比較検討を行った。サブ流域の地下水涵養量および地下水開発可能量の上限値は、地下水開発可能量と同様に帯水層毎に算定した値をサブ流域毎に再計算した。

また、先述の帯水層毎の涵養量の検討同様に、コースト・サブ流域にはダル・エス・サラームが位置しているために排水量や漏水量が多いであろうことを考慮し、DAWASA(2012)にてキンビジ帯水層の概念モデル構築過程で検討されている「排水からの涵養量（17.16 百万 m^3/年）」、および「給水配管からの漏水」からの涵養量（36.84 百万 m^3/年）を加算して、コースト・サブ流域の地下水涵養量とした。

サブ流域毎の地下水開発可能量と地下水涵養量および地下水開発可能量の上限値を***表 3.14*** および***図 3.15*** に示す。

表 3.14　サブ流域毎の涵養量および地下水開発可能量の上限値と地下水開発可能量との比較

サブ流域	面積 (km^2)	涵養量 (百万 m^3/年)	開発可能量の上限 (百万m^3/年)	地下水開発可能量 (百万m^3/年)	涵養量に対する地下水開発可能量の割合 (%)
キニャスングウェ	16,509	478.47	279.43	129.37	27.0
ムコンドア	12,964	1,042.00	643.45	178.79	17.2
ワミ	14,270	827.95	496.42	169.12	20.4
アッパールブ	7,623	439.10	270.65	102.02	23.2
ンゲレンゲレ	2,913	343.73	201.76	26.98	7.8
ローワールブ	7,253	717.15	464.04	282.74	39.4
コースト	4,763	424.22	303.88	250.32	59.0
ワミ/ルブ	**66,295**	**4,272.62**	**2,659.63**	**1,139.34**	**26.7**

注記：コースト・サブ流域の涵養量は、水収支解析で算定された涵養量（370.21 MCM）に、ダル・エス・サラーム都市部における排水および漏水にからの涵養量（54.00 MCM）を合計した値となっている。

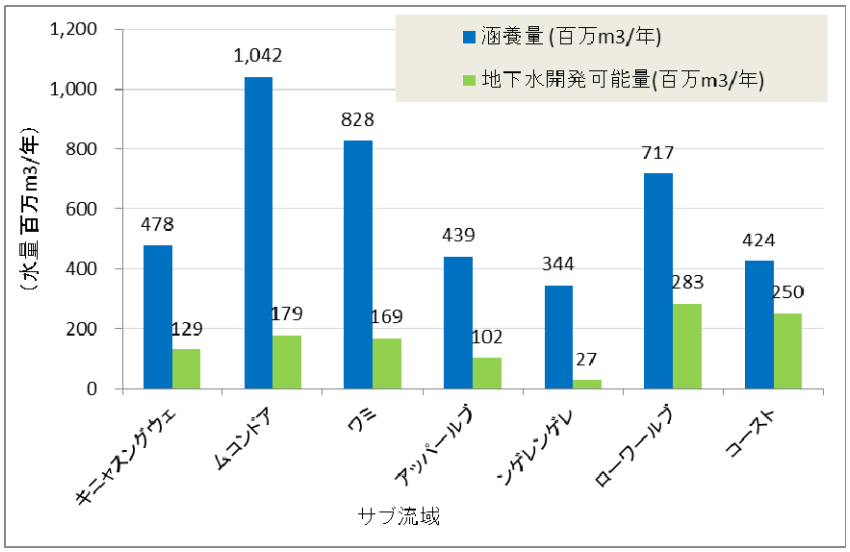


図 3.15　サブ流域毎の涵養量と地下水開発可能量との比較

全てのサブ流域において地下水開発可能量は涵養量および開発可能量の上限値を下回ることから、地下水開発可能量は地下水資源の持続性確保の観点から妥当であると判断できる。

3.2.6 気候変動による影響の考慮

気候変動に伴う地下水資源への影響について、***サポーティング・レポートの第 13 章***の水収支解析および***第 14 章***の表流水の水資源評価で検討した内容に従って検討を行った。気候変動モデルによる将来の気候予測は「タンザニア、国連開発計画　気候変動国別報告書」に示されている。本報告によると 2030 年代の予測値は気温、降雨量共に増加する傾向となっており、3 つの排出シナリオについて検討されている。

気候変動による地下水資源への影響は地下水涵養量の変化として現れることから、3 つの排出シナリオ（A2, A1B, B1）に基づいて算定した地下水涵養量と気候変動による影響が生じない場合の地下水涵養量とを比較して、評価を行った。気候変動による地下水涵養量の算定においては、排出シナリオ毎の地下水涵養量（mm）を水収支解析結果に基づいて算定し、サブ流域毎に地下水涵養量（m^3/年）を求めた。***表 3.15*** に気候変動に伴う地下水涵養量の変化量および変化率を示す。

表 3.15　気候変動に伴う地下水涵養量の変化

サブ流域	涵養量 (百万m^3/年)	気候変動の3つのシナリオにおける地下水涵養量 (百万m^3/年)		
		A2	A1B	B1
キニャスングウェ	478.47	494.98	494.98	494.98
ムコンドア	1,042.00	1,087.68	1,065.64	1,054.92
ワミ	827.95	860.20	838.42	845.97
アッパールブ	439.10	458.79	448.20	449.69
ンゲレンゲレ	343.73	358.29	349.55	352.47
ローワールブ	717.15	746.50	724.76	735.45
コースト	370.21	384.45	370.21	379.70
ワミ/ルブ	**4,218.61**	**4,390.89**	**4,291.76**	**4,313.18**
変化率	100%	104%	102%	102%

注記：気候変動による地下水涵養量への影響の検討においては、コースト・サブ流域における排水および漏水による涵養量は含めていない。

サブ流域によって地下水涵養量の変化量は異なるが、何れのシナリオにおいても気候変動の影響が生じない場合（現状）に比較して地下水涵養量は増加することが想定される。このことから気候変動によって地下水涵養量そして地下水開発可能量への負の影響は生じないということが言える。

参考文献

[1] Rwebugisa, R. A. (2008) Groundwater Recharge Assessment in the Makutupora Basin, Dodoma Tanzania

[2] DAWASA (2011) Comprehensive Groundwater Assessment, Supervision of Drilling Works, Development of Aquifer Monitoring System and Evaluation of Environmental Impact for the Kimbiji Aquifer, Conceptual Model Report, DAWASA

[3] DAWASA (2010) Development of a Strategic Water Supply Plan for Dar es Salaam, Final Design Report (Final Version)

第 4 章　現在水利用量と将来水需要量

第 4 章　　現在水利用量と将来水需要量

4.1　序論

水資源管理・開発計画の策定の基礎となる水資源配分・管理計画を策定するためには、現在の水利用量および将来の水需要量と水資源の開発可能量を比較して、水需要と水資源のバランスを把握する必要がある。2009 年に施行された水資源管理法においても統合水資源管理計画の策定において検討すべき事項として規定されている。

したがって、本章では、始めにワミ・ルブ流域全域における社会・経済活動に伴う水資源管理にて検討が必要な現在水利用量および将来水需要の現況についてセクター毎に分析した結果を述べる。そして、サブ流域単位の現在水利用量および将来水需要量の状況を把握し、水資源配分・管理計画の策定への反映に資することを目的として、セクター毎の分析結果に基づいて算定した 7 つのサブ流域毎の現在水利用量および将来水需要量の検討結果を述べる。なお、水需要予測の対象年は、水省が各流域における統合水資源管理・開発計画の策定に際して設定した 2015 年、2025 年、2035 年とした。

なお、現在水利用量については、水利用許可調査において実施した現在水利用量に関する調査の結果、取水記録を備えている利用者は都市上下水道公社や工場などの大口取水者を除いては皆無であることが判明した。また、地方部においては、県や区などが把握している給水施設により給水されている住民以外にも溜池などの水源を利用している住民もおり、彼等も水資源の利用者である。したがって、本計画策定においては、現在の水需要量を現在水利用量として取り扱い計画に反映することとした。

ワミ・ルブ流域内における水源は表流水と地下水に区分される。利用される水源はセクターおよび地域の水資源の状況によってその利用割合および形態は大きく異なるため、水資源管理において取り組むべき内容もその特徴を反映した内容である必要がある。従って、現地調査を通して得られた情報や各セクター関連省庁等から入手した情報に基づいて水源区分を行った。なお、将来水需要量に対する水源の区分を現時点において予測することは出来ないため、2011 年時点の現在水利用量における水源区分に基づいた水利用形態が 2035 年まで行われると仮定した場合の水源区分として提示した。

4.2　ワミ・ルブ流域内の現在水利用量および将来水需要量

4.2.1 セクター別の現在水利用量および将来水需要量

1)　生活用水

(1)　概観

水利用を大別すると、家庭用の生活用水と非家庭用水になる。生活用水は、住民の飲料、調理、洗濯、清掃、入浴等に必要な水であり、本節ではワミ・ルブ流域における、その現在利用水量の推定と将来需要について述べる。

生活用水の現在利用量の算定と将来予測については、先ず、本プロジェクトで実施した給水施設インベントリー調査（JICA,2012）での調査結果をもとに、ワミ・ルブ流域内の 2011 年現在での人口を集計し、国家統計局（NBS：National Bereau of Statistics）が公表している各州の人口増加率から将来人口を予測した。現状での生活用水利用量については、都市上下水道公社の給水サービスにおいて、メーターによる各戸への供給記録が整備されている地域以外は実際のデータが無いため、区（Ward）毎に NBS が区別している都市部と地方部に従い、それぞれ給水原単位と無収水率を設定して現在利用量の推定と将来需要の算定を行った。なお、都市上下水道公社が給水サービスを提供する地域については、年間の世帯用給水契約者

の平均消費量から、原単位を算定した。

(2)　現在人口と将来予測

現在人口の算定にあたっては、本プロジェクトにて実施された給水施設インベントリー調査（JICA, 2012）の結果からワミ・ルブ流域内に位置する各村落・都市部の 2011 年現在での人口を集計した[1]。集計された人口をもとに、2011 年現在の人口、ならびに国家統計局（2006）に示している増加率を適用し、2035 年[2]までのワミ・ルブ流域内人口を算定した。人口の算定にあたっては、国家統計局が区（Ward）毎に区分している地方部と都市部の分類を当てはめ、それぞれの人口を示すこととした。

その結果、同流域内人口は、2011 年現在で約 7.28 百万人となり、その内、都市部人口は約 4.07 百万人（60%）、地方部人口は約 3.21 百万人（40%）となる。一方、2035 年の流域内人口は 12.58 百万人と予測され、その内、都市部人口は約 7.39 百万人（59%）、地方部人口は約 5.20 百万人（41%）となる（***表 4.1***）。

表 4.1　ワミ・ルブ流域の現在人口と予測（単位：人）

州	県／市	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	コンドア	66,341	71,605	77,085	81,556	85,886	90,446
	ムプワプワ	177,313	191,384	206,032	217,982	229,555	241,743
	コンドア	287,050	309,829	333,543	352,888	371,624	391,354
	チャムイノ	241,161	260,298	280,221	296,474	312,214	328,790
	バヒ	15,259	16,469	17,730	18,758	19,754	20,803
	ドドマ（市）	337,470	364,250	392,129	414,872	436,899	460,095
	小計	**1,124,593**	**1,213,835**	**1,306,740**	**1,382,529**	**1,455,932**	**1,533,231**
	（村落人口）	943,584	1,018,463	1,096,414	1,160,005	1,221,593	1,286,451
	（都市人口）	181,008	195,372	210,326	222,524	234,339	246,781
タンガ	ハンデニ	29,056	31,184	33,812	36,627	39,731	43,097
	キリンディ	134,167	143,992	156,132	169,128	183,459	199,005
	小計	**163,223**	**175,176**	**189,944**	**205,755**	**223,190**	**242,102**
	（村落人口）	163,223	175,176	189,944	205,755	223,190	242,102
	（都市人口）	0	0	0	0	0	0
モロゴロ	キロサ	495,393	538,071	591,980	649,439	711,777	780,098
	モロゴロ（県）	291,921	317,070	348,837	382,696	419,429	459,689
	モロゴロ（市）	318,761	346,223	380,910	417,883	457,994	501,955
	ムボメロ	308,811	335,415	369,020	404,838	443,697	486,286
	小計	**1,414,886**	**1,536,779**	**1,690,747**	**1,854,856**	**2,032,897**	**2,228,028**
	（村落人口）	965,844	1,049,051	1,154,155	1,266,181	1,387,717	1,520,919
	（都市人口）	449,042	487,727	536,592	588,676	645,180	707,109
コースト	バガモヨ	288,801	319,062	358,601	401,506	449,413	503,036
	キバハ（町区）	109,322	120,777	135,744	151,985	170,120	190,418
	キバハ（県）	79,105	87,394	98,224	109,976	123,098	137,786
	キサラウェ	113,957	125,897	141,499	158,428	177,332	198,491
	ムクランガ	155,691	172,005	193,320	216,450	242,277	271,185
	小計	**746,876**	**825,135**	**927,387**	**1,038,346**	**1,162,240**	**1,300,916**
	（村落人口）	509,521	562,909	632,666	708,362	792,883	887,488
	（都市人口）	237,355	262,226	294,721	329,984	369,357	413,428
ダル・エス・サラーム	キドンドニ	1,484,102	1,691,546	1,943,884	2,199,324	2,476,219	2,787,974
	イララ	1,124,489	1,281,667	1,472,861	1,666,405	1,876,205	2,112,420
	テメケ	1,115,933	1,271,915	1,461,654	1,653,726	1,861,930	2,096,347
	小計	**3,724,524**	**4,245,127**	**4,878,399**	**5,519,455**	**6,214,354**	**6,996,740**
	（村落人口）	519,337	591,929	680,231	769,618	866,513	975,606
	（都市人口）	3,205,187	3,653,198	4,198,168	4,749,837	5,347,841	6,021,134
マニャラ	キテト	106,963	125,408	153,136	187,661	230,412	282,901
	小計	**106,963**	**125,408**	**153,136**	**187,661**	**230,412**	**282,901**
	（村落人口）	106,963	125,408	153,136	187,661	230,412	282,901
	（都市人口）	0	0	0	0	0	0
ワミ・ルブ流域内合計		**7,281,064**	**8,121,460**	**9,146,354**	**10,188,603**	**11,319,024**	**12,583,919**
	（村落人口）	3,208,472	3,522,936	3,906,546	4,297,582	4,722,307	5,195,467
	（都市人口）	4,072,592	4,598,523	5,239,807	5,891,021	6,596,717	7,388,451

[1]給水施設インベントリー（JICA, 2012）にて入手したデータは全村・町の人口であり、村・町の一部がワミ・ルブ流域内に位置する場合は、村・町の全人口にワミ・ルブ流域地域が同村・町に占める面積比を乗じて人口を算出した。

[2]国家統計局が算定している人口増加率予測は 2025 年までであり、それ以降 2035 年までは 2025 年時の増加率を適用した。

(3)　生活用水の現在利用量と将来水需要予測

実際に利用している生活用水量に関しては、都市上下水道公社が給水サービスを行い、メーターによる各戸への供給記録が整備されている地域以外は実際のデータが無いため、都市部と地方部にそれぞれ給水原単位と無収水率を設定して現在利用量の推定と将来需要の算定を行った。給水原単位はタンザニア基準局（TBS：Tanzania Bureau of Standard）ならびに水省（MoW : Ministry of Water）発行の「給水・排水処理設計マニュアル（2009）」（Design Manual for Water Supply and Waste Water Disposal）に準じて、地方部にて 25ℓ／人／日（ℓ/c/d）、都市部にて 50ℓ/c/d とした。また、都市上下水道公社が給水を行っている地域は、都市化が進んでおり、社会・経済状況と各戸給水の利便性から、水消費量も大きい。都市上下水道公社が給水サービスを提供する地域については、年間の世帯用給水契約者の平均消費量（2010 年 6 月から 2011 年 5 月の実際のデータ）（中央値）から、原単位を算定した。

また、無収水率については、ハンドポンプ施設などポイント・ソース型の給水施設が主になる村落部については 5%、管路型の給水施設が主になる都市部ならびに都市上下水道公社によるサービス提供地域については、水省が公表している都市部での無収水率の全国平均である 33%を適用した[3]。***表 4.2*** に地域毎の給水原単位と無収水率を示す。

表 4.2　地域毎の給水原単位

分類	給水原単位（ℓ／人／日）	無収水率
地方部	25	5%
都市部	50	33%
都市上下水道公社サービス地域	ドドマ：95	33%
	モロゴロ：114	33%
	ダル・エス・サラーム：206	33%

上述した人口予測と給水原単位をもとに、ワミ・ルブ流域内の 2011 年現在の生活用水の利用量推定、ならびに 2035 年までの需要予測を行った（***表 4.3***）。その結果、同流域内における 2011 年現在での生活用水の利用量は約 2.91 億 m^3/年と算定され、2035 年での需要は約 5.26 億 m^3/年と予測された。

[3]都市部の無収水率については、将来的な改善が望まれるが、現状で改善計画が無いため、将来的にも現状の数値で推移すると想定した。

表 4.3　生活用水の需要現況と予測（単位：m^3／年）

州	県／市	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	コンドア	635,625	686,065	738,575	781,412	822,899	866,589
	ムプワプワ	2,684,873	2,897,931	3,119,733	3,300,675	3,475,917	3,660,463
	コンドア	3,168,399	3,419,828	3,681,575	3,895,102	4,101,905	4,319,687
	チャムイノ	2,310,623	2,493,983	2,684,867	2,840,587	2,991,402	3,150,224
	バヒ	146,196	157,798	169,875	179,728	189,270	199,319
	ドドマ（市）	9,937,152	10,725,716	11,546,641	12,216,334	12,864,935	13,547,972
	小計	**18,882,868**	**20,381,321**	**21,941,266**	**23,213,838**	**24,446,328**	**25,744,254**
タンガ	ハンデニ	278,391	298,777	323,966	350,933	380,669	412,925
	キリンディ	1,285,491	1,379,627	1,495,938	1,620,461	1,757,770	1,906,712
	小計	**1,563,882**	**1,678,403**	**1,819,904**	**1,971,394**	**2,138,438**	**2,319,637**
モロゴロ	キロサ	6,397,851	6,949,029	7,645,247	8,387,317	9,192,385	10,074,729
	モロゴロ（県）	2,982,976	3,239,961	3,564,570	3,910,558	4,285,918	4,697,308
	モロゴロ（市）	16,705,645	18,144,843	19,962,763	21,900,405	24,002,547	26,306,465
	ムボメロ	3,513,308	3,815,981	4,198,302	4,605,801	5,047,895	5,532,425
	小計	**29,599,780**	**32,149,814**	**35,370,882**	**38,804,081**	**42,528,745**	**46,610,926**
コースト	バガモヨ	7,876,007	8,701,270	9,779,547	10,949,636	12,256,128	13,718,508
	キバハ（町区）	1,924,301	2,125,933	2,389,383	2,675,264	2,994,472	3,351,768
	キバハ（県）	1,323,886	1,462,605	1,643,853	1,840,535	2,060,144	2,305,957
	キサラウェ	1,680,959	1,857,093	2,087,227	2,336,957	2,615,799	2,927,911
	ムクランガ	2,333,942	2,578,497	2,898,029	3,244,768	3,631,928	4,065,283
	小計	**15,139,095**	**16,725,398**	**18,798,039**	**21,047,160**	**23,558,471**	**26,369,427**
ダル・エス・サラーム	キドンドニ	133,939,963	152,661,684	175,435,165	198,488,598	223,478,294	251,614,190
	イララ	52,087,266	59,367,865	68,224,135	77,189,273	86,907,395	97,849,028
	テメケ	38,683,091	44,090,096	50,667,287	57,325,330	64,542,583	72,668,488
	小計	**224,710,319**	**256,119,646**	**294,326,586**	**333,003,200**	**374,928,272**	**422,131,706**
マニャラ	キエト	1,024,836	1,201,566	1,467,238	1,798,030	2,207,635	2,710,550
	小計	**1,024,836**	**1,201,566**	**1,467,238**	**1,798,030**	**2,207,635**	**2,710,550**
ワミ・ルブ流域内合計		**290,920,780**	**328,256,149**	**373,723,916**	**419,837,703**	**469,807,889**	**525,886,501**

2) 灌漑用水

(1) 概観

農業セクターは、国内の社会経済の発展に大きく寄与している。国内総生産における農業セクターの割合は 45 パーセントをしめ、農業セクターの労働人口は、総労働人口の 80 パーセントに上る（農業省、2008）。タンザニアでは、伝統的耕作法を用いた小規模自営農業がメインである。従って、小作農は主に天水に頼っており、灌漑農地が農作地全体に占める割合は、全国平均で約 3%程度でしかない（NBS 2006）。

本節では、農業用水として水資源管理の対象となる灌漑用水[4]の現在利用量の推定と将来の需要予測について述べる。灌漑用水の現在利用量と需要予測では、ドドマ、モロゴロ、モシの地区灌漑事務所（Zonal Irrigation Office）作成の灌漑インベントリー（2011 年）を基に、ワミ・ルブ流域内での灌漑面積（2011 年）を算定した。しかしながら、同インベントリーでは、各灌漑スキームでの灌漑用水取水量に係るデータは調査されておらず、また同様のデータが存在しないため[5]、本需要予測では本節に後述するように、同インベントリーで示された灌漑面積をもとに、各作物の作付体系（クロッピング・パターン）、作付面積の増加予測、さらに ha あたり各作物の栽培に必要な灌漑用水量を算定することにより、灌漑用水の現況利用量の推定ならびに将来需要の予測を行った。

ワミ・ルブ流域内で灌漑事業の開発・管理を行っている MoAFSC の出先機関である各地区

[4]プログレス・レポート（2）では、農業用水として流域内で作付けされている全ての農作物の栽培に必要な水需要を天水農業と灌漑農業の区分なく算定した。しかしながら、本レポートでは、天水のみを利用した農業については、自然の水収支の中で供給と需要が完結するものと整理し、水資源管理の観点から「開発」と「管理・保全」が必要な水需要として灌漑用水のみを農業用水として検討の対象とした。

[5]現状で全ての灌漑スキームがワミ・ルブ流域事務所（WRBO）が所有・管理している水利用権台帳に登録しているわけではなく、また、同台帳では許可された水量のみを管理しているため、実際の利用水量については同台帳から判明しない。

灌漑事務所（Zonal Irrigation Office）[6]作成の灌漑スキーム・インベントリー（2011）によると、ワミ・ルブ流域内の灌漑農地の総面積は 24,946 ha であり、173 の灌漑スキームが存在する。所在州の内訳は、ワミ川とその支流の比較的豊富な水を利用できるモロゴロ州が灌漑農地面積 19,347ha／71 スキームと総面積の約 8 割を占め、続いて、ドドマ州の 3,441ha／56 スキーム、コースト州 1,946ha／28 スキーム、タンガ州 126 ha／2 スキーム、ダル・エス・サラーム州 86ha／16 スキームとなっている。なお、マニャラ州のワミ・ルブ流域内には灌漑スキームは存在しない。

また、地区灌漑事務所作成の灌漑インベントリー（2011 年）ではワミ・ルブ流域内の各灌漑スキームで栽培されている作物の調査が行われ、主要作物は米、メイズ、野菜類・豆類であることが判るものの、作物の詳細な作付体系（クロッピング・パターン）についての情報が欠落している。そのため、2002 年に JICA 支援により策定された全国灌漑マスタープラン（NIMP）にて分析された作付体系予測を基に、***表 4.4*** に示すよう 2011 年現在でのワミ・ルブ流域内における各作物の作付体系を推定した。

表 4.4　ワミ・ルブ流域内の灌漑可能農地面積と灌漑農地面積（2011 年）

州	雨期(2011年)								乾期(2011年)								合計(2011年)	
	米		メイズ		野菜 豆類		小計		米		メイズ		野菜 豆類		小計			
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
コースト	1,520	78	86	4	341	18	1,946	100	761	39	-	-	389	20	1,150	59	3,096	159
ダル･エス･サラーム	67	78	4	4	15	18	86	100	34	39	-	-	17	20	51	59	137	159
モロゴロ	9,693	50	4,160	22	5,495	28	19,347	100	2,418	13	-	-	3,618	19	6,036	31	25,383	131
ドドマ	-	-	2,302	67	1,139	33	3,441	100	-	-	-	-	279	8	279	8	3,720	108
タンガ	9	7	73	58	44	35	126	100	3	3	-	-	25	20	28	22	154	122
ワミ･ルブ流域内合計	**11,288**	**45**	**6,625**	**27**	**7,033**	**28**	**24,946**	**100**	**3,216**	**43**	**-**	**-**	**4,328**	**57**	**7,544**	**100**	**32,490**	**100**

JICA (2002), The Study on National Irrigation Master Planを基に算出

また、NIMP（2011 年）では、タンザニア国における 1 人当たり日カロリー摂取量と将来の人口増加率の算定により、主要作物（米、メイズ、野菜類・豆類）の需要予測を行い、政府予算や灌漑農地の開発可能性を検討した上で、国内自給が達成しうる各作物の灌漑面積の増加を設定しており、増加率は***表 4.5*** に示したように算定され、本需要予測では同数値を採用した。

表 4.5　ワミ・ルブ流域内における作物毎の灌漑農地面積増加率

州	雨期			乾期		
	米	メイズ	野菜豆類	米	メイズ	野菜豆類
コースト	6.7%	6.7%	6.7%	6.7%	0.0%	6.7%
ダル･エス･サラーム	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
モロゴロ	4.3%	4.3%	4.3%	4.3%	4.3%	4.3%
ドドマ	7.9%	7.9%	7.9%	0.0%	0.0%	7.9%
タンガ	4.9%	4.9%	4.9%	4.9%	0.0%	4.9%

JICA (2002) The Study on National Irrigation Master Planに基づき算定

(2) 灌漑用水の現在利用量と将来水需要予測

JICA 支援にて策定された MoAFSC の「DADP 灌漑開発のための包括的ガイドライン（2010 年）」（Comprehensive Guideline for Irrigation Development under DADP, 2010）では、タンザニア国各州での雨量・気候と蒸発散量、ならびに土壌タイプによる各作物の栽培に必要となる天水分を除いた灌漑で必要となる正味水量（Net Water Requirement）が月毎に示されている。タンザニア国各州の自然条件を検討した正味水量であることから、本需要予測では同数値を採用した。***表 4.6*** に、ワミ・ルブ流域内地域にて各作物の栽培に必要な正味水量を示す。なお、同表では、ワミ・ルブ流域におけるほとんどの灌漑スキームが河川表流水を利用し、河川沿いに集中していることから、土壌タイプを粘土質とした数値を示している。

[6]ドドマ、モロゴロ、モシにそれぞれ地区灌漑事務所が設置されている。

表 4.6　ワミ・ルブ流域内にて各灌漑作物の栽培に必要な正味水量（単位：mm／月）

州	作物	雨期 1月	2月	3月	4月	5月	6月	乾期 7月	8月	9月	10月	11月	12月
ドドマ	米	319	223	257	235	248		371	297	328	307		
	メイズ	22	114	185	175	117		116	165	257	245	230	
	野菜・豆類	34	101	166	159	158		116	165	223	220		
タンガ	米	384	276	274	134	92		310	216	234	222		
	メイズ	70	153	203	74	23		85	102	166	160	161	
	野菜・豆類	70	134	180	82	40		90	108	148	148		
モロゴロ	米	325	221	178	85	133		279	210	245	237		
	メイズ	34	111	109	25	66		86	104	177	175	161	
	野菜・豆類	42	99	104	39	65		87	104	154	158		
コースト	米	366	255	182	78	131		322	246	275	249		
	メイズ	64	138	112	18	63		100	129	206	187	140	
	野菜・豆類	65	121	109	37	67		100	129	179	170		
ダル・エス・サラーム	米	355	254	192	107	133		317	244	271	243		
	メイズ	53	137	122	47	64		96	127	202	181	151	
	野菜・豆類	56	120	115	57	68		97	128	176	165		

出典：JICA (2010) Comprehensive Guideline for Irrigation Development Under DADP

この正味水量に灌漑効率の検討を加えることにより、各作物 1ha 当たりの必要灌漑用水量の算定[7]が可能となる。ワミ・ルブ流域内での灌漑スキームの 80%以上は河川氾濫か簡易な側溝を利用しての伝統的灌漑であることから[8]、灌漑効率を 30%として、同ガイドラインに基づき、各作物の栽培に必要な水量（1ha／月）について***表 4.7*** が示すように算定した。

表 4.7　ワミ・ルブ流域内での各灌漑作物に必要な灌漑用水量（1,000m^3/1ha/月）

州	作物	雨期 1月	2月	3月	4月	5月	6月	乾期 7月	8月	9月	10月	11月	12月
ドドマ	米	10.6	7.4	8.6	7.8	8.3	0.0	12.4	9.9	10.9	10.2	0.0	0.0
	メイズ	0.7	3.8	6.2	5.8	3.9	0.0	3.9	5.5	8.6	8.2	7.7	0.0
	野菜・豆類	1.1	3.4	5.5	5.3	5.3	0.0	3.9	5.5	7.4	7.3	0.0	0.0
タンガ	米	12.8	9.2	9.1	4.5	3.1	0.0	10.3	7.2	7.8	7.4	0.0	0.0
	メイズ	2.3	5.1	6.8	2.5	0.8	0.0	2.8	3.4	5.5	5.3	5.4	0.0
	野菜・豆類	2.3	4.5	6.0	2.7	1.3	0.0	3.0	3.6	4.9	4.9	0.0	0.0
モロゴロ	米	10.8	7.4	5.9	2.8	4.4	0.0	9.3	7.0	8.2	7.9	0.0	0.0
	メイズ	1.1	3.7	3.6	0.8	2.2	0.0	2.9	3.5	5.9	5.8	5.4	0.0
	野菜・豆類	1.4	3.3	3.5	1.3	2.2	0.0	2.9	3.5	5.1	5.3	0.0	0.0
コースト	米	12.2	8.5	6.1	2.6	4.4	0.0	10.7	8.2	9.2	8.3	0.0	0.0
	メイズ	2.1	4.6	3.7	0.6	2.1	0.0	3.3	4.3	6.9	6.2	4.7	0.0
	野菜・豆類	2.2	4.0	3.6	1.2	2.2	0.0	3.3	4.3	6.0	5.7	0.0	0.0
ダル・エス・サラーム	米	11.8	8.5	6.4	3.6	4.4	0.0	10.6	8.1	9.0	8.1	0.0	0.0
	メイズ	1.8	4.6	4.1	1.6	2.1	0.0	3.2	4.2	6.7	6.0	5.0	0.0
	野菜・豆類	1.9	4.0	3.8	1.9	2.3	0.0	3.2	4.3	5.9	5.5	0.0	0.0

JICA (2010) Comprehensive Guideline for Irrigation Development Under DADPに基づき算出

前述した各作物の作付面積、作付体系、作付面積の増加予測、ならびに栽培に必要な灌漑用水量をもとに、ワミ・ルブ流域内の 2011 年現在の灌漑農地面積の算定と灌漑用水の現在使

[7]必要な灌漑用水量 ＝ 各作物の栽培に必要な正味水量／灌漑効率

[8]ドドマ、モロゴロ、モシの各地区灌漑事務所の灌漑インベントリーから算定。

用量の推定、ならびに 2035 年までの灌漑農地面積と灌漑用水需要の予測を行った（***表 4.8***）。同流域内における 2011 年現在での灌漑農地は 24,946ha で灌漑用水の推定利用量は約 5.46 億 m^3/年と算定され、2025 年での灌漑農地は 36,996ha に対し需要は約 9.93 億 m^3/年、2035 年では灌漑農地 57,522ha、需要は約 12.68 億 m^3/年と予測された。

表 4.8　灌漑用水の現在水利用量と需要予測（単位：1,000m^3/年）

州	郡		2011		2015		2020		2025		2030		2035	
			灌漑農地 (ha)	灌漑用水量 (1,000 m^3)	灌漑農地 (ha)	灌漑用水量 (1,000 m^3)	灌漑農地 (ha)	灌漑用水量 (1,000 m^3)	灌漑農地 (ha)	灌漑用水量 (1,000 m^3)	灌漑農地 (ha)	灌漑用水量 (1,000 m^3)	灌漑農地 (ha)	灌漑用水量 (1,000 m^3)
ドドマ	チャムイノ		223	4,557	287	5,858	399	8,152	547	11,185	734	14,991	959	19,600
	ドドマ（市）		205	4,189	262	5,346	345	7,049	345	7,049	345	7,049	345	7,049
	コンドア		1,354	27,667	1,816	37,099	2,617	53,465	3,490	71,315	4,727	96,598	6,363	130,027
	ムプアプア		1,659	34,129	2,021	41,568	2,460	50,571	2,786	58,948	3,384	69,447	4,070	83,468
		小計	**3,441**	**70,541**	**4,385**	**89,872**	**5,820**	**119,237**	**7,168**	**148,497**	**9,190**	**188,085**	**11,737**	**240,144**
タンガ	キリンディ		126	2,396	152	2,901	194	3,686	205	4,683	296	5,684	330	6,420
		小計	**126**	**2,396**	**152**	**2,901**	**194**	**3,686**	**205**	**4,683**	**296**	**5,684**	**330**	**6,420**
コースト	バガモヨ		1,344	40,001	1,745	51,906	2,416	71,886	1,811	85,735	3,072	91,404	3,336	99,256
	キバハ		592	17,610	768	22,851	1,064	31,647	926	43,829	2,040	60,701	2,825	84,067
	キサラエ		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ムクランガ		10	284	10	284	10	284	6	284	10	284	10	284
		小計	**1,946**	**57,895**	**2,522**	**75,040**	**3,489**	**103,817**	**2,743**	**129,848**	**5,122**	**152,389**	**6,171**	**183,607**
ダル・エス・サラーム	イララ		51	1,534	51	1,534	51	1,534	32	1,534	51	1,534	51	1,534
	キドンドニ		25	767	25	767	25	767	16	767	25	767	25	767
	テメケ		10	288	10	288	10	288	6	288	10	288	10	288
		小計	**86**	**2,588**	**86**	**2,588**	**86**	**2,588**	**54**	**2,588**	**86**	**2,588**	**86**	**2,588**
モロゴロ	キロサ		9,202	192,349	10,819	226,175	13,259	277,214	14,190	339,470	18,578	388,849	19,824	415,277
	モロゴロ（県）		2,536	53,965	2,996	63,756	3,690	78,529	4,128	92,389	4,865	103,478	5,337	113,459
	ムボメロ		7,609	166,108	8,960	195,624	10,915	238,440	8,508	275,626	13,550	296,566	14,036	306,735
		小計	**19,347**	**412,422**	**22,774**	**485,554**	**27,863**	**594,183**	**26,825**	**707,485**	**36,993**	**788,892**	**39,198**	**835,471**
	ワミ・ルブ流域内合計		**24,946**	**545,842**	**29,920**	**655,957**	**37,453**	**823,513**	**36,996**	**993,102**	**51,686**	**1,137,639**	**57,522**	**1,268,231**

出典：JICA (2012) タンザニア国ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト

(3) 灌漑効率向上シナリオ

上述の灌漑用水需要の予測は、灌漑効率を 2035 年まで均一に 30%、また、灌漑農地の増加率は NIMP（2002）が適用している High Case を同様に採用した。一方、NIMP（2002）では Middle Case として、灌漑農地の増加率が High Case の約 8 割になるケースも検討している。本灌漑用水の需要予測にあたっては、灌漑効率向上シナリオとして、将来的な技術向上により灌漑効率が 2025 年までには 35%、2035 年までには 45%まで向上し、灌漑農地の増加率については NIMP（2002）が示す Middle Case の約 8 割を採用し、下方シナリオにて需要量を算定した（***表 4.9***）。その結果、2025 年での需要量は約 7.70 億 m^3/年、2035 年では約 7.64 億 m^3/年と予測された。

表 4.9　灌漑効率向上シナリオ（単位：m^3）

州	県	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	チャムイノ	4,557	5,321	6,549	8,165	9,037	10,206
	ドドマ（市）	4,189	4,862	5,947	6,042	5,287	4,700
	コンゴワ	27,667	33,446	42,619	52,187	57,887	65,792
	小計	**70,541**	**81,756**	**98,169**	**112,856**	**118,277**	**127,574**
タンガ	キリンディ	2,396	2,667	3,060	3,520	3,733	3,817
	小計	2,396	2,667	3,060	3,520	3,733	3,817
コースト	バガモヨ	40,001	47,094	57,921	71,432	65,275	61,226
	キバハ	17,610	20,732	25,499	31,452	35,771	41,329
	ムクランガ	284	271	257	243	213	189
	小計	**57,895**	**68,097**	**83,676**	**103,128**	**101,260**	**102,744**
ダル・エス・サラーム	イララ	1,534	1,464	1,385	1,315	1,150	1,023
	キドンドニ	767	732	693	657	575	511
	テメケ	288	275	260	247	216	192
	小計	**2,588**	**2,471**	**2,338**	**2,219**	**1,941**	**1,726**
モロゴロ	キモベロ	-	-	-	-	-	-
	キロサ	192,349	209,111	232,956	260,437	266,498	260,133
	モロゴロ（県）	53,965	58,895	65,885	73,918	71,231	69,446
	ムボメロ	166,108	179,804	197,917	213,883	207,056	198,069
	小計	**412,422**	**447,809**	**496,758**	**548,238**	**544,785**	**527,648**
		545,842	**602,801**	**684,001**	**769,959**	**769,996**	**763,508**

3)　家畜用水

(1) 概観

タンザニア経済において、家畜は重要なセクターである。家畜セクターで、総 GDP の 4.1 パーセントを寄与している(NBS, 2006)。さらに、耕作や肥料提供をする役畜として農業セクターにも大きく寄与している。タンザニアでは牛の家畜保有数が最も多く、続いて、ヤギ、羊となる。本節では家畜用水の現在利用量と将来需要の予測結果について述べる。算定にあたっては、先ず、農業・食糧安全保障・協同組合省（MoAFSC）が国家統計局（NBS）と 2007/8 年に実施した全国農業サンプル調査（National Sample Census of Agriculture）での結果をもとに、同省公表の家畜増加率を用い、2011 年現在での家畜数ならびに 2035 年までの家畜数を算定した。次に各家畜の給水原単位を設定し、家畜用水の現在利用量と将来需要の予測を行った。

(2) 家畜頭数の現況と予測

現在家畜数ついては、MoAFSC による 2007/08 年の調査（MoAFSC 2009）の結果をもとに同省が公表している 2007 年以降の家畜増加率 2.7%（MoAFSC 2006）を適用し、2011 年現在での頭数を算定した。

上述の調査結果と増加率をもとに 2011 年現在、ならびに 2035 年までのワミ・ルブ流域内の家畜数[9]を算定した。その結果、***表 4.10*** および ***4.11*** に示すとおり、同流域内家畜数は 2011 年現在で牛約 1,148 千頭、ヤギ・羊約 1,041 千頭となり 2035 年の流域内家畜数は牛約 2,177 千頭、ヤギ・羊約 1,973 千頭と予測される。

[9]各州における家畜頭数は、各州での総頭数にワミ・ルブ流域地域が州に占める面積比を乗じて算定した。

表 4.10　ワミ・ルブ流域の家畜牛頭数（単位：頭）

州	分類	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	従来種	442,328	492,069	562,184	642,289	733,808	838,368
	改良種	1,106	1,230	1,405	1,605	1,834	2,096
	乳牛種	1,317	1,465	1,673	1,912	2,184	2,495
	小計	**444,750**	**494,764**	**565,262**	**645,806**	**737,827**	**842,959**
タンガ	従来種	134,069	149,146	170,397	194,677	222,416	254,108
	改良種	472	525	600	686	784	895
	乳牛種	8,119	9,032	10,318	11,789	13,468	15,388
	小計	**142,660**	**158,702**	**181,316**	**207,152**	**236,668**	**270,391**
モロゴロ	従来種	265,500	295,356	337,441	385,523	440,456	503,216
	改良種	792	881	1,006	1,150	1,314	1,501
	乳牛種	3,977	4,424	5,055	5,775	6,598	7,538
	小計	**270,269**	**300,661**	**343,502**	**392,448**	**448,367**	**512,255**
コースト	従来種	114,860	127,776	145,983	166,784	190,548	217,700
	改良種	581	646	738	843	964	1,101
	乳牛種	14,513	16,145	18,446	21,074	24,077	27,508
	小計	**129,954**	**144,567**	**165,167**	**188,701**	**215,589**	**246,308**
ダル・エス・	従来種	6,616	7,360	8,409	9,607	10,976	12,540
サラーム	改良種	2,079	2,312	2,642	3,018	3,448	3,940
	乳牛種	26,400	29,368	33,553	38,334	43,796	50,037
	小計	**35,094**	**39,041**	**44,603**	**50,959**	**58,220**	**66,516**
マニャラ	従来種	124,996	139,052	158,865	181,502	207,364	236,911
	改良種	160	178	204	233	266	304
	乳牛種	945	1,052	1,201	1,373	1,568	1,792
	小計	**126,101**	**140,282**	**160,271**	**183,108**	**209,198**	**239,007**
ワミルブ流域内	従来種	1,088,368	1,210,758	1,383,279	1,580,381	1,805,569	2,062,844
小計	改良種	5,190	5,773	6,596	7,536	8,609	9,836
	乳牛種	55,270	61,486	70,247	80,256	91,692	104,757
ワミ・ルブ流域内合計		**1,148,828**	**1,278,017**	**1,460,121**	**1,668,173**	**1,905,870**	**2,177,437**

MoAFSC (2009) National Sample Census of Agricultureのデータを基に算出

表 4.11　ワミ・ルブ流域の家畜ヤギ・羊頭数（単位：頭）

州	分類	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	従来種	392,756	436,923	499,180	570,308	651,570	744,412
	改良種	2,403	2,673	3,054	3,490	3,987	4,555
	乳ヤギ／羊種	1,448	1,611	1,841	2,103	2,403	2,745
	小計	**396,608**	**441,208**	**504,075**	**575,900**	**657,960**	**751,713**
タンガ	従来種	152,885	170,077	194,312	221,999	253,632	289,771
	改良種	0	0	0	0	0	0
	乳ヤギ／羊種	2,799	3,114	3,557	4,064	4,643	5,305
	小計	**155,684**	**173,191**	**197,869**	**226,063**	**258,275**	**295,076**
モロゴロ	従来種	139,783	155,502	177,659	202,974	231,896	264,938
	改良種	0	0	0	0	0	0
	乳ヤギ／羊種	23,812	26,490	30,265	34,577	39,504	45,133
	小計	**163,595**	**181,992**	**207,924**	**237,551**	**271,400**	**310,071**
コースト	従来種	87,552	97,397	111,275	127,131	145,245	165,941
	改良種	9,585	10,663	12,182	13,918	15,902	18,167
	乳ヤギ／羊種	6,245	6,947	7,937	9,068	10,360	11,836
	小計	**103,381**	**115,007**	**131,394**	**150,117**	**171,507**	**195,944**
ダル・エス・	従来種	54,919	61,095	69,801	79,746	91,109	104,092
サラーム	改良種	4,099	4,560	5,210	5,952	6,800	7,769
	乳ヤギ／羊種	2,441	2,716	3,103	3,545	4,050	4,627
	小計	**61,460**	**68,371**	**78,113**	**89,243**	**101,960**	**116,488**
マニャラ	従来種	155,555	173,047	197,705	225,876	258,060	294,831
	改良種	322	359	410	468	535	611
	乳ヤギ／羊種	4,625	5,145	5,878	6,716	7,672	8,766
	小計	**160,502**	**178,551**	**203,992**	**233,059**	**266,268**	**304,208**
ワミルブ流域内	従来種	983,449	1,094,042	1,249,931	1,428,033	1,631,513	1,863,986
小計	改良種	16,410	18,255	20,856	23,828	27,223	31,102
	乳ヤギ／羊種	41,371	46,023	52,581	60,073	68,632	78,412
ワミ・ルブ流域内合計		**1,041,230**	**1,158,319**	**1,323,368**	**1,511,934**	**1,727,368**	**1,973,500**

MoAFSC (2009) National Sample Census of Agricultureのデータを基に算出

(3) 家畜用水の現在利用量と将来水需要予測

家畜の給水原単位は水省（MoW：Ministry of Water）発行の「給水・排水処理設計マニュアル（2009）」（Design Manual for Water Supply and Waste Water Disposal）に準じて、***表 4.12*** に示すように設定した。

表 4.12　家畜給水の参考原単位

分類	水消費量 (ﾘｯﾄﾙ/家畜/日)
乳牛	50 – 90（採用値：70）
従来牛/改良牛	25
ヤギ・羊	5

出典：MoW (2009) Design Manual for Water Supply and Waste Water Disposal

上述した家畜増加予測と給水原単位をもとに、ワミ・ルブ流域内の 2011 年現在の家畜用水の需要の算定、ならびに 2035 年までの需要の予測を行った。その結果、同流域内における 2011 年現在での家畜用水の需要は牛とヤギ・羊の合計で約 1,329 万 m^3/年と算定され、2035 年での需要は約 2,519 万 m^3/年と予測された（***表 4.13***、***表 4.14***）。

表 4.13　ワミ・ルブ流域における家畜牛用水需要の現況と予測（単位：m^3）

州	分類	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	従来種	4,036,241	4,490,130	5,129,926	5,860,887	6,696,002	7,650,112
	改良種	10,089	11,224	12,823	14,650	16,738	19,122
	乳牛種	33,639	37,422	42,754	48,846	55,807	63,758
	小計	**4,079,970**	**4,538,776**	**5,185,504**	**5,924,384**	**6,768,546**	**7,732,993**
タンガ	従来種	1,223,380	1,360,953	1,554,874	1,776,427	2,029,550	2,318,739
	改良種	4,310	4,795	5,478	6,258	7,150	8,169
	乳牛種	207,429	230,755	263,636	301,201	344,119	393,152
	小計	**1,435,119**	**1,596,503**	**1,823,988**	**2,083,887**	**2,380,819**	**2,720,060**
モロゴロ	従来種	2,422,685	2,695,123	3,079,150	3,517,897	4,019,160	4,591,848
	改良種	7,226	8,038	9,184	10,492	11,987	13,696
	乳牛種	101,611	113,037	129,144	147,546	168,569	192,589
	小計	**2,531,521**	**2,816,199**	**3,217,478**	**3,675,935**	**4,199,717**	**4,798,133**
コースト	従来種	1,048,093	1,165,955	1,332,091	1,521,900	1,738,755	1,986,509
	改良種	5,300	5,896	6,736	7,696	8,792	10,045
	乳牛種	370,813	412,512	471,290	538,444	615,167	702,822
	小計	**1,424,206**	**1,584,362**	**1,810,117**	**2,068,040**	**2,362,714**	**2,699,376**
ダル・エス・	従来種	60,371	67,159	76,729	87,662	100,153	114,424
サラーム	改良種	18,967	21,099	24,106	27,541	31,465	35,948
	乳牛種	674,512	750,363	857,282	979,435	1,118,994	1,278,439
	小計	**753,849**	**838,622**	**958,116**	**1,094,638**	**1,250,612**	**1,428,812**
マニャラ	従来種	1,140,586	1,268,849	1,449,646	1,656,206	1,892,198	2,161,816
	改良種	1,464	1,628	1,860	2,125	2,428	2,774
	乳牛種	24,152	26,868	30,696	35,070	40,067	45,776
	小計	**1,166,202**	**1,297,345**	**1,482,203**	**1,693,401**	**1,934,693**	**2,210,367**
ワミルブ流域内	従来種	9,931,356	11,048,169	12,622,417	14,420,979	16,475,817	18,823,448
小計	改良種	47,355	52,680	60,186	68,762	78,560	89,754
	乳牛種	1,412,156	1,570,957	1,794,802	2,050,543	2,342,723	2,676,537
ワミ・ルブ流域内合計		**11,390,866**	**12,671,807**	**14,477,406**	**16,540,284**	**18,897,101**	**21,589,740**

MoAFSC (2009) National Sample Census of Agricultureのデータを基に算出

表 4.14　ワミ・ルブ流域における家畜ヤギ・羊用水需要の現況と予測（単位：m^3）

州	分類	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	従来種	716,780	797,384	911,003	1,040,811	1,189,116	1,358,553
	改良種	4,386	4,879	5,574	6,368	7,276	8,313
	乳ヤギ／羊種	2,643	2,941	3,360	3,838	4,385	5,010
	小計	**723,809**	**805,204**	**919,937**	**1,051,018**	**1,200,777**	**1,371,875**
タンガ	従来種	279,015	310,391	354,619	405,148	462,878	528,833
	改良種	0	0	0	0	0	0
	乳ヤギ／羊種	5,108	5,682	6,492	7,417	8,474	9,681
	小計	**284,123**	**316,074**	**361,111**	**412,565**	**471,351**	**538,514**
モロゴロ	従来種	255,104	283,791	324,228	370,427	423,209	483,512
	改良種	0	0	0	0	0	0
	乳ヤギ／羊種	43,458	48,344	55,233	63,103	72,095	82,367
	小計	**298,561**	**332,135**	**379,461**	**433,531**	**495,304**	**565,880**
コースト	従来種	159,782	177,750	203,077	232,013	265,073	302,843
	改良種	17,493	19,460	22,233	25,401	29,020	33,155
	乳ヤギ／羊種	11,397	12,678	14,485	16,549	18,906	21,600
	小計	**188,671**	**209,888**	**239,794**	**273,963**	**312,999**	**357,599**
ダル・エス・	従来種	100,228	111,499	127,386	145,537	166,275	189,967
サラーム	改良種	7,480	8,322	9,507	10,862	12,410	14,178
	乳ヤギ／羊種	4,456	4,957	5,663	6,470	7,392	8,445
	小計	**112,164**	**124,777**	**142,556**	**162,869**	**186,076**	**212,590**
マニャラ	従来種	283,887	315,811	360,811	412,223	470,960	538,067
	改良種	588	655	748	854	976	1,115
	乳ヤギ／羊種	8,440	9,389	10,727	12,256	14,002	15,997
	小計	**292,916**	**325,855**	**372,286**	**425,333**	**485,939**	**555,180**
ワミルブ流域内	従来種	1,794,795	1,996,626	2,281,124	2,606,160	2,977,511	3,401,775
小計	改良種	29,948	33,315	38,062	43,486	49,682	56,761
	乳ヤギ／羊種	75,501	83,992	95,960	109,633	125,254	143,102
ワミ・ルブ流域内合計		**1,900,244**	**2,113,933**	**2,415,146**	**2,759,279**	**3,152,447**	**3,601,638**

MoAFSC (2009) National Sample Census of Agricultureのデータを基に算出

4) 漁業・養殖池用水

(1) 概観

タンザニアは、河川、湿地、海岸線、湖などの多数の水資源に恵まれている。漁業活動は、壮大な数の人々に食料、雇用、生計手段を提供するという意味で、社会経済の発展に貢献する（NBS 2006）。また、漁業・養殖は、余暇、観光、外貨獲得の手段ともなる。

統計によると、2002/2003 の会計年度には、全国の 0.3 パーセントを占める 15,681 世帯が、2,603,035 匹の魚を生産した。これは、単位漁業世帯あたり、166 匹の魚の生産と換算できる。ティラピアは、もっとも多く流通する魚であり、生産高は国内漁業の総生産高の 92 パーセントを占める。ティラピア以外の種類の占める割合は、鯉（4 パーセント）とその他（4 パーセント）である。ほとんどの魚の養殖は素掘りの池で行われており、全漁師の 60 パーセントは、自己消費型養殖である。

(2) 漁業・養殖池用水の現在利用量と将来需要予測

漁業・養殖池用水の現在利用量と将来需要予測にあたっては、家畜・漁業開発省（MoLFD：Ministry of Livestock and Fishery Development）による各県／市の養殖池数にかかる 2010 年のデータをもとに[10]、先ず、養殖池の総面積を集計した。各養殖池の面積（容積）に関する詳細なデータ、インベントリーは MoLFD でも把握していないため、タンザニア国での養殖池の平均面積とされている 1 池あたり 150m^2（FAO, 2010）を適用し、各県／市における養殖池の総面積を算定した。

養殖池の維持には、表面から蒸発散する水量を常時補うことが必要で、同水量が養殖池用水

[10]MoLFD の養殖池数にかかるデータは、各県／市全体での数であったので、県／市の一部がワミ・ルブ流域内に位置する場合は、県／市の全養殖池数にワミ・ルブ流域地域が同県／市に占める面積比を乗じて養殖池数を算出した。

の需要量となる。そのため、養殖池用水の現在利用水量の推定と将来需要水量の予測には、算定された総面積に対し、本プロジェクトにて算定した表流水の水面からの蒸発散量を適用して算出を行った（***表 4.15***）。なお、養殖池の増加率についてのデータも確認できなかったため[11]、2002 年から 2010 年の養殖魚の全国総漁獲量の増加率である 1.75%（FAO 2010）を養殖池数の増加率として適用した。その結果、2011 年現在での漁業・養殖池用水の推定利用量は 11.6 万 m^3 と推定され、2035 年の需要量は約 18.0 万 m^3 と予測される。

表 4.15　ワミ・ルブ流域の漁業・養殖池用水の現在利用量と将来需要予測（単位：m^3）

州	県	流域内の養殖池数	養殖池面積 (m^2)	蒸発散量 (mm/year)	養殖池の増加率	2010	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	バヒ	1	150	2,110	1.75%	317	322	345	376	411	448	488
	チャムイノ	3	450	2,110	1.75%	1,266	1,288	1,381	1,506	1,642	1,791	1,953
	コングワ	18	2,700	2,110	1.75%	1,899	1,932	2,071	2,259	2,463	2,687	2,930
	ムプワプワ	2	300	2,110	1.75%	2,532	2,576	2,761	3,012	3,285	3,582	3,907
		0	0	2,272	1.75%	317	322	345	376	411	448	488
	小計					**6,330**	**6,441**	**6,904**	**7,529**	**8,211**	**8,956**	**9,767**
モロゴロ	モロゴロ（市）	105	15,750	2,217	1.75%	3,326	3,384	3,627	3,955	4,314	4,705	5,131
	モロゴロ（県）	137	20,550	2,217	1.75%	27,934	28,423	30,466	33,226	36,237	39,521	43,102
	ムボメロ	2	300	2,272	1.75%	57,531	58,538	62,744	68,430	74,631	81,394	88,769
	小計					**88,791**	**90,345**	**96,837**	**105,612**	**115,182**	**125,619**	**137,003**
コースト	バガモヨ	10	1,500	2,272	1.75%	682	694	743	811	884	964	1,052
	キバハ	35	5,250	2,272	1.75%	2,386	2,427	2,602	2,838	3,095	3,375	3,681
	キサラウェ	1	150	2,299	1.75%	1,704	1,734	1,858	2,027	2,210	2,411	2,629
	ムクランガ	31	4,650	2,299	1.75%	1,724	1,754	1,880	2,051	2,237	2,439	2,660
	小計					**6,495**	**6,609**	**7,084**	**7,726**	**8,426**	**9,190**	**10,022**
ダル・エス・サラーム	テメケ	15	2,250	2,299	1.75%	6,207	6,316	6,770	7,383	8,052	8,782	9,578
	キドンドニ	6	900	2,299	1.75%	7,587	7,719	8,274	9,024	9,842	10,733	11,706
	イララ	0	0	2,271	1.75%	1,035	1,053	1,128	1,231	1,342	1,464	1,596
	小計					**14,829**	**15,088**	**16,172**	**17,638**	**19,236**	**20,979**	**22,880**
ワミ・ルブ流域内合計						**116,445**	**118,483**	**126,997**	**138,505**	**151,056**	**164,744**	**179,672**

以下の出典により、算出：
1) Ministry of Livestock and Fishery Development (2011), Earthen Ponds for Freshwater Aquaculture in the Year 2011
2) FAO (2011), National Aquaculture Sector Overview, United Republic of Tanzania

5) エネルギー用水

(1) 概観

電力生産には、多くの水量が必要とされる。タンザニア電力供給公社（TANESCO）によると、2010 年における水力発電所および火力発電所の生産能力は、それぞれ 561.8MW および 398.4MW であり、2009 年 10 月から 2010 年 9 月までの全発電量は 4,938.8GWh であった。その内訳は、水力発電で 3,605GWh（全体の 73%）であり、火力発電で 1,333.5GWh（全体の 27%）である。

ワミ・ルブ流域には、ワミ川とルブ川ともに落差（高低差）がなく水力発電所が存在しない。よって、火力発電所のみで電力の生産を行っている。今後、ワミ・ルブ流域内での水力発電所の建設計画は、上記理由により現段階において未定である。

(2) エネルギー用水の現在水利用量と将来水需要予測

ワミ・ルブ流域内では、現在、ダル・エス・サラームとドドマに 5 つの稼働中の火力発電所がある。火力発電所では、電力生産の際にタービンを廻す動力として使われた蒸気を冷却する過程で水を必要とする。ワミ・ルブ流域内で稼動している火力発電所における実際の消費水量[12]を算出するに当たり、コスト制限の問題から現在はほとんど稼動していないドドマのズズ火力発電所、および空冷式を採用し、冷却に水を利用しないダル・エス・サラームのソンガス発電所は除外した。算定の結果、***表 4.16*** に示すとおり、現在稼働中の火力発電所の水需要は 42,333m^3 と試算された。

[11]養殖池数にかかる全国調査は、MoLFD により 2010 年に初めて実施され、それ以前のデータは存在しない。
[12]消費水量は冷却用水に加え発電所内での全ての水消費を含む。

表 4.16　ワミ・ルブ流域における稼働中の火力発電所の発電能力、発電量、水利用量

州	発電所	発電方法	発電能力 (MW)	発電量 (MWh/年)	消費水量 (m^3/年)
ダルエスサラーム	ウブンゴ	ガス・エンジン	104.76	674,111	8,006
ダルエスサラーム	テゲタ	ガス・エンジン	43.65	244,885	9,595
ダルエスサラーム	IPLT(テゲタ)	ディーゼル	103.43	308,119	24,732
				合計	42,333

出典1：DAWASCO(2010), Customer Consumption Bills
出典2：TANESCO (2010) Monthly Operation Data

上述の現在稼働中の火力発電所に加えて、TANESCO によると、2013 年までに 2 ヶ所の火力発電所が新たに建設される予定である。その一つであるキニェレジ火力発電所は、「ガス蒸気結合サイクル発電所」という新しいシステムを導入し、電力生産能力も二倍になるため、既存の発電所よりも多量の水が必要となる。これら火力発電所の水需要算定にあたっては、1）計画されている発電能力に対し、2）発電方式が同様（ガス・エンジン方式）の既存火力発電所での日平均稼動時間、16 時間を採用し、年間発電量を算出した。同様に、発電方式が同様の既存火力発電所の上記データから、3）発電量あたりに必要な水量を 0.0255m^3／MWh と算定し、必要水量の推定を行った。***表 4.17*** にこれら新設される火力発電所の発電能力と推定発電量、ならびに年間で必要な水量を示した。既存発電所の水需要に加えて、50,633m^3 が需要として加算される。

表 4.17　ワミ・ルブ流域に新設される火力発電所での水需要

州	発電所	発電方法	発電能力 (MW)	計画発電量 (MWh/年)	必要水量 (m^3/MWh)	必要水量合計 (m^3/年)
ダルエスサラーム	キニュレジ	ガス・タービン	240	1,401,600	0.0255	35,741
ダルエスサラーム	テゲタ	ガス・タービン	100	584,000	0.0255	14,892
					合計	50,633

6) 鉱業用水

(1) 概観

鉱業セクターの成長率は、2001 年には 7.7 パーセントから 10.7 パーセントに上昇している（MoEM 2008）。鉱業セクターの GDP に占める割合も、2001 年時点で 1.4 パーセントから 2.7 パーセントまで上昇している。しかしながら、ワミ・ルブ流域の地域では鉱物産出のあるモロゴロ州、ダル・エス・サラーム州、コースト州では、鉱物産出高は減少傾向にある。現在の国家鉱業政策において、鉱物セクターが他の経済セクターへの統合を目的としており、政府は成長と貧困削減のための国家戦略（NSGRP）における優先順位を鉱業セクターにおき、国家開発ビジョン 2025 の達成に向けて取り組んでいる。

(2) 鉱業用水の現在水利用量と将来水需要予測

エネルギー・鉱物省（2011）が集計した鉱物／鉱石資源の産出量と成長率をもとに、鉱物資源の採掘と鉱石の採石に必要な水量／単位を DFID（2003）に求め、鉱業用として必要な総水量を算出した。算出の結果、鉱業用水として 2011 年現在の推定利用量は約 9,931 m^3、2035 年の需要量は 8,343m^3 と予測される[13]（***表 4.18***）。

[13]選鉱の過程で比較的大量の水を必要とする金の産出量は、ワミ・ルブ流域内では、モロゴロ州のルブキブンゴ、キロカ、キバギレ、キサンガにおける小規模な活動にとどまり、生産量も年間 0.1kg と限られるため、検討に入れなかった。

表 4.18　ワミ・ルブ流域における鉱業用水の現在利用量と将来需要予測（単位：m^3）

州	鉱物／鉱石資源	産出量	（単位）	必要水量／産出単位	必要水量 (m^3)	成長率 (1999-2009)	2011	2015	2020	2025	2030	2035
モロゴロ	原鉱物（合計）	4,199	Tonnes	0.4 m^3/Tonne	1,680	-2.7%	1,635	1,467	1,282	1,120	978	855
モロゴロ	銅源鉱物	40	Tonnes	0.4 m^3/Tonne	16	-3.3%	15	14	11	10	8	7
DSM／コースト	方解石	152	Tonnes	0.2 m^3/Tonne	30	-0.6%	30	30	29	28	27	26
DSM／コースト	石灰岩	84	Tonnes	0.2 m^3/Tonne	17	1.1%	17	18	19	20	21	22
DSM／コースト	原鉱物（合計）	9,216	Tonnes	0.4 m^3/Tonne	3,686	-2.7%	3,588	3,220	2,813	2,458	2,147	1,876
DSM／コースト	方鉛鉱	22,423	Tonnes	0.2 m^3/Tonne	4,485	0.8%	4,523	4,677	4,878	5,088	5,307	5,535
DSM／コースト	大理石	3	Tonnes	0.2 m^3/Tonne	1	4.1%	1	1	1	1	1	2
DSM ／コースト	鉱物サンプル	42	Tonnes	0.4 m^3/Tonne	17	0.8%	17	17	18	19	20	20
合計					**9,931**		**9,826**	**9,444**	**9,052**	**8,743**	**8,510**	**8,343**

Ministry of energy and Minerals (2011)をもとに算出

7) 工業用水

(1) 概観

産業活動は、国内の経済成長のための確固たる基盤となる。工業セクターは 2006 年から急速に成長しており、2007 年には初めて製造業輸出が農産物輸出に追いつき、この 10 年間の伸びは 17 倍を記録している。近年では、食品加工、化学薬品、印刷物の製造が盛んになっている（MoFEA 2009）。年間の工業製品高の増加率は、9.2 パーセント（2007 年）から 9.4 パーセント（2008 年）と伸びている。このような工業の成長は、製造活動と輸出製品の増加によるものである。

(2) 工業用水の現在水利用量と将来水需要予測

ワミ・ルブ流域では、食品加工、繊維、農産物加工の工場が存在する。大規模な製造工場は、ムボメロ県にあるワミ川流域のムティブワ製糖会社である。その他、ワミ川流域にはバガモヨ県に製塩工場がある（WRBWO 2010）。ルブ川流域では、ダル・エス・サラームに多数の工場が集中しており、その影響からムピジ川とムシンバジ川では水質汚濁が見られる（WRBWO 2010）。ルブ流域に既存する工場と排水先を***表 4.19*** に纏める。

表 4.19　ワミ・ルブ流域の工場、種類、排水先

工場名	場所	工業種	排水先
Canvas mill	ﾓﾛｺﾞﾛ	繊維	ﾝｹﾞﾚﾝｹﾞﾚ川
21st Century	ﾓﾛｺﾞﾛ	繊維	ﾝｹﾞﾚﾝｹﾞﾚ川
Highland Sisal Estate	ﾓﾛｺﾞﾛ	ｻｲｻﾞﾙ麻	ﾝｹﾞﾚﾝｹﾞﾚ川
Tungi Sisal Estate	ﾓﾛｺﾞﾛ	ｻｲｻﾞﾙ麻	ﾝｹﾞﾚﾝｹﾞﾚ川
Tanzania Plastic Manufacturer (1998)	ﾓﾛｺﾞﾛ	Magunia	ﾝｹﾞﾚﾝｹﾞﾚ川
Royal Diary	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	ﾐﾙｸ、ｼﾞｭｰｽ、ｸﾘｰﾑ	地下水
Dar Breweries	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	Chibuku（地酒）	地下水
Tanzania Breweries Limited	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	ﾋﾞｰﾙ	ﾑｼﾝﾊﾞｼﾞ川
TanpakTz,Sabuni Detergent BIDCO, Cocacola (kwanza), Mikocheni WSP	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	家庭用排水とﾑｳｪﾝｹﾞ､ﾐｺﾁｪﾆ工場廃水	ﾑﾗﾗｸｱ川
Tradeco, Nida Textile, Associate breweries(Serengeti)	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	ﾋﾞｰﾙ、繊維	ｷﾊﾞﾝｸﾞ川
Karibu Textile Mill	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	繊維	ｷｼﾞﾝｶﾞ川
Urafiki Textile	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	繊維	地下水
East Hide Group	ﾓﾛｺﾞﾛ	皮革	ﾝｹﾞﾚﾝｹﾞﾚ川
Tanzania Cigarette	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	ﾀﾊﾞｺ	地下水
Tanzania Lather Associate Industry	ﾓﾛｺﾞﾛ	工場廃水と家庭用排水(TLAIWSP)	ﾝｹﾞﾚﾝｹﾞﾚ川
MansorDayaChem	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	薬品	地下水
Mkwano	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	石鹸	地下水
Mabibo wastewater sewage pond	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	家庭用排水	地下水
Vingunguti WSP	ﾀﾞﾙ･ｴｽ･ｻﾗｰﾑ	家庭用排水	地下水
Alliance One Tobacco Processor	ﾓﾛｺﾞﾛ	ﾀﾊﾞｺ	地下水

(出典: WRBWO, Ruvu Basin A Situation Analysis 2010)

ワミ・ルブ流域内に位置する州にて統計局（NBS, 2011）が発表した 2010 年に生産された主要製品とその製品の生産量と成長率をもとに、各製品の製造に必要な水量/単位を DFID（2003）に求め、工業用として必要な総水量を算出した。その結果、***表 4.20*** に示すとおり、工業用水として 2011 年現在の推定利用量は約 4.42 千万 m^3 と、2035 年の需要量は 3.55 億 m^3 と推定される。

表 4.20　ワミ・ルブ流域に位置する州の 2011 年工業生産量と必要水量（単位：m^3）

州	製品	生産量（単位）	Growth Rate (2004-2009)	水需要／単位	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ダルエスサラーム	Standardized milk	1,516 Ltr 000	6.4%	3.25 m3/m3	5,241	6,713	9,145	12,459	16,975	23,126
ダルエスサラーム	Canned fruits and vegetables	21,344 Tons	4.1%	10.75 m3/ton	238,753	279,900	341,446	416,524	508,111	619,837
ダルエスサラーム	Fish products	3,772 Tons	2.5%	6.5 m3/ton	25,125	27,705	31,307	35,377	39,977	45,174
ダルエスサラーム	Vegetable oils and fats	620,556 Tons	13.1%	6.4 m3/ton	4,490,324	7,337,437	13,555,885	25,044,441	46,269,499	85,482,706
ダルエスサラーム	Biscuits	20,500 Tons	10.9%	4 m3/ton	90,916	137,389	230,192	385,682	646,201	1,082,695
ダルエスサラーム	Africafe Inst	504 Tons	14.7%	2.7 m3/ton	1,561	2,705	5,375	10,684	21,234	42,202
ダルエスサラーム	Blended tea	177,912 Tons	13.7%	2.7 m3/ton	545,967	911,081	1,728,006	3,277,431	6,216,153	11,789,893
ダルエスサラーム	Honey	16 Tons	0.0%	1.8 m3/ton	29	29	29	29	29	29
ダルエスサラーム	Spirits	52,744 Ltr 000	8.2%	7.7 m3/m3	439,484	602,645	894,250	1,326,956	1,969,039	2,921,809
ダルエスサラーム	Bottled beer	550,456 Ltr 000	7.4%	7.7 m3/m3	4,550,124	6,043,144	8,616,135	12,284,630	17,515,062	24,972,457
ダルエスサラーム	Chibuku	84,148 Ltr 000	0.1%	2.5 m3/m3	210,658	211,815	213,270	214,734	216,209	217,694
ダルエスサラーム	Soft drinks	710,448 Ltr 000	1.7%	2.6 m3/m3	1,878,545	2,009,488	2,186,076	2,378,182	2,587,170	2,814,523
ダルエスサラーム	Blankets	364 Num 000	5.7%	100 m3/ton	38,489	48,115	63,600	84,069	111,126	146,891
ダルエスサラーム	Knitted garm	1,476 Num 000	13.1%	100 m3/ton	166,983	273,534	506,916	939,423	1,740,948	3,226,344
ダルエスサラーム	Polythene Bags	247,184 Num 000	3.4%	6.25 m3/ton	1,597,293	1,825,247	2,156,468	2,547,794	3,010,133	3,556,370
ダルエスサラーム	Sisal ropes and twines	3,488 Tons	0.9%	2.6 m3/ton	9,155	9,507	9,966	10,448	10,952	11,481
ダルエスサラーム	Paper products	49,384 Tons	2.1%	41 m3/ton	2,066,670	2,243,235	2,485,303	2,753,494	3,050,624	3,379,818
ダルエスサラーム	Industrial & Medical gases	4,424 cu.m 000	9.4%	30 m3/ton	145,175	207,832	325,454	509,643	798,073	1,249,738
ダルエスサラーム	Insecticides & pesticides liquid	48 Ltr 000	4.4%	30 m3/ton	1,503	1,785	2,213	2,744	3,401	4,217
ダルエスサラーム	Insecticides & pesticides powder	2,720 Tons	11.4%	7 m3/ton	21,210	32,663	56,033	96,125	164,902	282,888
ダルエスサラーム	Paints	111,104 Ltr 000	9.2%	2.6 m3/ton	315,378	448,070	695,006	1,078,030	1,672,143	2,593,678
ダルエスサラーム	Syrups	13,612 Ltr 000	2.9%	2.6 m3/ton	36,424	40,867	47,191	54,493	62,925	72,662
ダルエスサラーム	Soap and laundry / toilet detergents	505,720 Tons	10.3%	3 m3/ton	1,674,000	2,481,143	4,057,626	6,635,786	10,852,073	17,747,331
ダルエスサラーム	Adhesives & ind.Detergents	12,160 Tons	10.5%	1.5 m3/ton	20,162	30,099	49,668	81,961	135,249	223,183
ダルエスサラーム	Plastic articles	44,552 Tons	0.0%	23 m3/ton	1,024,696	1,024,696	1,024,696	1,024,696	1,024,696	1,024,696
ダルエスサラーム	Glass	95,324 Tons	9.7%	12.5 m3/ton	1,307,300	1,894,206	3,011,216	4,786,927	7,609,771	12,097,244
ダルエスサラーム	Cement	4,389,048 Tons	8.7%	3.8 m3/ton	18,123,930	25,272,381	38,294,677	58,027,071	87,927,129	133,234,021
ダルエスサラーム	Corrugated Iron sheets	230,624 Tons	11.4%	0.4 m3/ton	102,737	158,041	270,753	463,849	794,659	1,361,398
ダルエスサラーム	Rolled steel	305,348 Tons	11.0%	0.4 m3/ton	135,515	205,361	345,289	580,560	976,137	1,641,249
ダルエスサラーム	Steel sheets/billets	101,384 Tons	19.8%	0.4 m3/ton	48,588	100,120	247,180	610,245	1,506,592	3,719,522
ダルエスサラーム	Aluminum circles/sheets	236 Tons	3.2%	0.4 m3/ton	97	110	129	151	177	207
ダルエスサラーム	Galvanized Pipes	39,040 Tons	8.9%	0.025 m3/ton	1,063	1,492	2,282	3,489	5,334	8,156
ダルエスサラーム	Alumin wares	5,748 Tons	3.5%	0.4 m3/ton	2,379	2,728	3,236	3,839	4,554	5,402
ダルエスサラーム	Metal containers	4,708 Num 000	9.5%	0.4 m3/ton	2,061	2,959	4,650	7,307	11,481	18,041
ダルエスサラーム	Wire products	74,084 Tons	4.8%	0.4 m3/ton	31,060	37,485	47,417	59,980	75,871	95,973
ダルエスサラーム	Electrical motors	688 Num	2.3%	5.4 m3/vehicle	3,802	4,171	4,684	5,259	5,905	6,630
ダルエスサラーム	El cabl/wires	6,396 Tons	11.7%	0.4 m3/ton	2,857	4,440	7,707	13,376	23,216	40,295
ダルエスサラーム	Motor bodies and trailers	1,028 Num	10.9%	5.4 m3/vehicle	6,156	9,310	15,615	26,190	43,925	73,671
ダルエスサラーム	Radiators	276 Num	12.1%	0.04 m3/radiator	12	20	34	61	108	190
				ダルエスサラーム 小計	**39,361,423**	**53,929,669**	**81,546,126**	**125,794,136**	**197,627,763**	**315,833,440**
					-					
モロゴロ	Sugar	709,372 Tons	6.8%	0.6 m3/ton	454,775	592,764	825,541	1,149,728	1,601,223	2,230,019
モロゴロ	Tobacco,cured	70,112 Tons	1.5%	2.6 m3/ton	185,096	196,754	212,364	229,213	247,398	267,026
モロゴロ	Canvas	8,780 mtr 000	8.8%	80 m3/ton	764,076	1,069,901	1,629,683	2,482,346	3,781,130	5,759,449
モロゴロ	Cotton yarn	724 Tons	7.4%	2.6 m4/ton	2,021	2,688	3,837	5,478	7,821	11,167
モロゴロ	Textile bags	6,376 Num 000	3.9%	100 m3/ton	662,545	772,472	935,874	1,133,840	1,373,683	1,664,259
モロゴロ	Knitted fabrics	24,644 Sq.m 000	10.4%	100 m3/ton	2,721,324	4,046,288	6,643,585	10,908,075	17,909,924	29,406,233
			0.0%	**モロゴロ 小計**	**4,789,837**	**6,680,868**	**10,250,883**	**15,908,681**	**24,921,180**	**39,338,153**
				合計	**44,151,260**	**60,610,537**	**91,797,010**	**141,702,817**	**222,548,943**	**355,171,593**

以下の出典から算定:

1: NBS (2011), Production of Selected Commodity

2: DFID (2003), Handbook for Assessment of Catchment Water Demand and Use

(3) 工業セクター成長シナリオ

タンザニア国における工業セクターは 2003 年から 2008 年の間、2001 年実質価格ベースで 9.0%から 9.9%と高い成長を見せている（MITM 2010）。上述の工業用水需要予測は、各製品の現生産量と過去の生産成長率をもとに算定したものであるが、工業セクターの高い成長率、また、今後、天然ガスの輸出などによる外貨獲得による工業セクターへの投資増加を検討し、各製品の生産成長率を 2 割高め、工業セクター成長シナリオとして需要量を算出した（***表 4.21***）。算定の結果、2035 年の需要量は 5.59 億 m^3 となった。

表 4.21　工業セクター成長シナリオ（単位：m^3）

州	製品	生産量（単位）	Production Growth	水需要／単位	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ダルエスサラーム	Standardized milk	1,516 Ltr 000	7.7%	3.25 m3/m3	5,241	7,125	10,303	14,899	21,546	31,157
ダルエスサラーム	Canned fruits and vegetables	21,344 Tons	4.9%	10.75 m3/ton	238,753	290,979	369,012	467,970	593,467	752,618
ダルエスサラーム	Fish products	3,772 Tons	3.0%	6.5 m3/ton	25,125	28,381	32,853	38,029	44,021	50,956
ダルエスサラーム	Vegetable oils and fats	620,556 Tons	15.7%	6.4 m3/ton	4,490,324	8,225,218	17,034,675	35,279,327	73,064,554	151,318,902
ダルエスサラーム	Biscuits	20,500 Tons	13.0%	4 m3/ton	90,916	151,402	279,544	516,140	952,984	1,759,557
ダルエスサラーム	Africafe Inst	504 Tons	17.7%	2.7 m3/ton	1,561	3,070	6,926	15,626	35,252	79,531
ダルエスサラーム	Blended tea	177,912 Tons	16.4%	2.7 m3/ton	545,967	1,025,949	2,191,205	4,679,936	9,995,323	21,347,833
ダルエスサラーム	Honey	16 Tons	0.0%	1.8 m3/ton	29	29	29	29	29	29
ダルエスサラーム	Spirits	52,744 Ltr 000	9.9%	7.7 m3/m3	439,484	649,793	1,039,649	1,663,406	2,661,398	4,258,153
ダルエスサラーム	Bottled beer	550,456 Ltr 000	8.8%	7.7 m3/m3	4,550,124	6,468,499	9,871,740	15,065,512	22,991,858	35,088,455
ダルエスサラーム	Chibuku	84,148 Ltr 000	0.2%	2.5 m3/m3	210,658	212,105	213,854	215,617	217,395	219,188
ダルエスサラーム	Soft drinks	710,448 Ltr 000	2.0%	2.6 m3/m3	1,878,545	2,043,281	2,260,219	2,500,189	2,765,638	3,059,270
ダルエスサラーム	Blankets	364 Num 000	6.9%	100 m3/ton	38,489	50,784	70,851	98,849	137,910	192,406
ダルエスサラーム	Knitted garm	1,476 Num 000	15.8%	100 m3/ton	166,983	306,793	637,684	1,325,456	2,755,023	5,726,442
ダルエスサラーム	Polythene Bags	247,184 Num 000	4.1%	6.25 m3/ton	1,597,293	1,885,908	2,302,188	2,810,353	3,430,687	4,187,948
ダルエスサラーム	Sisal ropes and twines	3,488 Tons	1.1%	2.6 m3/ton	9,155	9,596	10,155	10,746	11,371	12,033
ダルエスサラーム	Paper products	49,384 Tons	2.5%	41 m3/ton	2,066,670	2,289,113	2,588,001	2,925,914	3,307,949	3,739,865
ダルエスサラーム	Industrial & Medical gases	4,424 cu.m 000	11.3%	30 m3/ton	145,175	226,285	385,812	657,803	1,121,542	1,912,209
ダルエスサラーム	Insecticides & pesticides liquid	48 Ltr 000	5.3%	30 m3/ton	1,503	1,862	2,407	3,111	4,022	5,199
ダルエスサラーム	Insecticides & pesticides powder	2,720 Tons	13.7%	7 m3/ton	21,210	36,145	68,615	130,256	247,273	469,412
ダルエスサラーム	Paints	111,104 Ltr 000	11.0%	2.6 m3/ton	315,378	487,018	821,083	1,384,295	2,333,838	3,934,709
ダルエスサラーム	Syrups	13,612 Ltr 000	3.5%	2.6 m3/ton	36,424	42,040	49,937	59,319	70,462	83,700
ダルエスサラーム	Soap and laundry / toilet	505,720 Tons	12.4%	3 m3/ton	1,674,000	2,722,482	4,885,383	8,766,621	15,731,344	28,229,257
ダルエスサラーム	Adhesives & ind.Detergents	12,160 Tons	12.6%	1.5 m3/ton	20,162	33,080	59,992	108,800	197,317	357,849
ダルエスサラーム	Plastic articles	44,552 Tons	0.0%	23 m3/ton	1,024,696	1,024,696	1,024,696	1,024,696	1,024,696	1,024,696
ダルエスサラーム	Glass	95,324 Tons	11.7%	12.5 m3/ton	1,307,300	2,067,967	3,589,012	6,228,825	10,810,293	18,761,551
ダルエスサラーム	Cement	4,389,048 Tons	10.4%	3.8 m3/ton	18,123,930	27,353,425	44,861,057	73,574,494	120,666,043	197,898,663
ダルエスサラーム	Corrugated Iron sheets	230,624 Tons	13.6%	0.4 m3/ton	102,737	174,845	331,392	628,104	1,190,476	2,256,367
ダルエスサラーム	Rolled steel	305,348 Tons	13.1%	0.4 m3/ton	135,515	226,448	419,837	778,385	1,443,136	2,675,595
ダルエスサラーム	Steel sheets/billets	101,384 Tons	23.8%	0.4 m3/ton	48,588	117,807	342,227	994,161	2,888,014	8,389,610
ダルエスサラーム	Aluminum circles/sheets	236 Tons	3.8%	0.4 m3/ton	97	114	137	166	200	241
ダルエスサラーム	Galvanized Pipes	39,040 Tons	10.6%	0.025 m3/ton	1,063	1,618	2,682	4,445	7,368	12,214
ダルエスサラーム	Alumin wares	5,748 Tons	4.2%	0.4 m3/ton	2,379	2,820	3,460	4,244	5,207	6,387
ダルエスサラーム	Metal containers	4,708 Num 000	11.4%	0.4 m3/ton	2,061	3,224	5,519	9,448	16,175	27,689
ダルエスサラーム	Wire products	74,084 Tons	5.8%	0.4 m3/ton	31,060	39,238	51,956	68,795	91,092	120,616
ダルエスサラーム	Electrical motors	688 Num	2.8%	5.4 m3/vehicle	3,802	4,268	4,903	5,632	6,470	7,432
ダルエスサラーム	El cabl/wires	6,396 Tons	14.0%	0.4 m3/ton	2,857	4,924	9,476	18,238	35,100	67,553
ダルエスサラーム	Motor bodies and trailers	1,028 Num	13.1%	5.4 m3/vehicle	6,156	10,262	18,970	35,068	64,826	119,836
ダルエスサラーム	Radiators	276 Num	14.5%	0.04 m3/radiator	12	22	43	84	165	324
				ダルエスサラーム州小計	**39,361,423**	**58,228,615**	**95,857,483**	**162,112,990**	**280,941,462**	**498,185,452**
				-						
モロゴロ	Sugar	709,372 Tons	8.2%	0.6 m3/ton	454,775	631,748	937,697	1,391,815	2,065,856	3,066,329
モロゴロ	Tobacco,cured	70,112 Tons	1.8%	2.6 m3/ton	185,096	199,754	218,889	239,857	262,834	288,012
モロゴロ	Canvas	8,780 mtr 000	10.5%	80 m3/ton	764,076	1,159,097	1,912,736	3,156,388	5,208,655	8,595,297
モロゴロ	Cotton yarn	724 Tons	8.9%	2.6 m4/ton	2,021	2,877	4,398	6,723	10,277	15,710
モロゴロ	Textile bags	6,376 Num 000	4.7%	100 m3/ton	662,545	801,997	1,008,782	1,268,883	1,596,048	2,007,568
モロゴロ	Knitted fabrics	24,644 Sq.m 000	12.5%	100 m3/ton	2,721,324	4,443,007	8,010,188	14,441,372	26,035,996	46,939,662
				モロゴロ州　小計	**4,789,837**	**7,238,480**	**12,092,690**	**20,505,037**	**35,179,667**	**60,912,578**
				合計	**44,151,260**	**65,467,094**	**107,950,173**	**182,618,027**	**316,121,129**	**559,098,029**

以下の出典から算定:
1: NBS (2011), Production of Selected Commodity
2: DFID (2003), Handbook for Assessment of Catchment Water Demand and Use

8) 商業・公共サービス用水

(1) 概観

タンザニアでは、GDP 収入額の約半分を商業セクターが占める（MoFEA 2008）。近年の輸送手段の発達により、国内外を含め商品取引が増加したためである。

タンザニアでは、全商業/公共活動の 91.1 パーセントを個人・家族経営の自営業者が占めている。その他は、個人会社（4.6 パーセント）、公私組織（4.3 パーセント）が占める。民間会社による商業活動は 51.8 パーセントを占め、その他非益団体（20.9 パーセント）、政府公共組織（14.4 パーセント）、それ以外（12.9 パーセント）が占める（国家統計局、2008）。

(2) 商業・公共サービス用水の現在水利用量と将来水需要予測

商業・公共サービス用水の現在利用量の推定と将来需要量の予測については、本章 ***4.2.1***(3)にて述べた地域分類別の生活用水の給水原単位に、地方部、都市部、さらに都市上下水道公社のサービス提供地域毎に***表 4.22*** に示す比率[14]を当てはめることにより、それぞれの原単位を算定した。

[14]当該比率は、商業・公共サービス用水を生活用水との比率で算出するものであり、水省（MoW）ならびにダル・エス・サラーム都市上下水道事業団（DAWASA）等が上水道事業の計画に通常適用するものである。

表 4.22　商業・公共用の給水原単位（ℓ／人／日）

分類	生活用水原単位	商業用水原単位（%）	公共用水原単位（%）
地方部	25	0（0%）	0（0%）
都市部	50	0.9（2%）	0.9（2%）
都市上下水道公社	ドドマ：95	3.8（4%）	3.8（4%）
	モロゴロ：114	4.6（4%）	4.6（4%）
	DSM：206	8.2（4%）	8.2（4%）

これらの原単位をもとに現在人口における商業用水ならびに公共サービス用水の需要と人口増加に伴う予測を行った。***表 4.23*** および ***4.24*** に示すとおり、同流域内における 2011 年現在での商業用水(観光業のホテル需要も含む)と公共サービス用水の需要はそれぞれともに、約 718 万 m^3/年と算定され、2035 年での需要はそれぞれ約 1,314 万 m^3/年と予測された。

表 4.23　商業用水の需要現況と予測（単位：m^3/年）

州	県	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	コンドア	0	0	0	0	0	0
	ムプワプワ	35,426	38,237	41,164	43,551	45,864	48,299
	コンドア	10,362	11,184	12,040	12,738	13,415	14,127
	チャムイノ	0	0	0	0	0	0
	バヒ	0	0	0	0	0	0
	ドドマ(市)	254,007	274,163	295,147	312,265	328,845	346,304
	小計	**299,795**	**323,585**	**348,351**	**368,555**	**388,123**	**408,730**
タンガ	ハンデニ	0	0	0	0	0	0
	キリンディ	0	0	0	0	0	0
	小計	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
モロゴロ	キロサ	41,264	44,819	49,309	54,095	59,287	64,978
	モロゴロ(県)	4,610	5,007	5,509	6,043	6,624	7,259
	モロゴロ(市)	492,568	535,003	588,604	645,736	707,717	775,649
	ムボメロ	13,743	14,927	16,422	18,016	19,745	21,641
	小計	**552,184**	**599,755**	**659,844**	**723,890**	**793,374**	**869,527**
コースト	バガモヨ	164,416	181,643	204,153	228,579	255,853	286,381
	キバハ(町区)	21,731	24,008	26,984	30,212	33,817	37,852
	キバハ(県)	14,026	15,496	17,416	19,500	21,827	24,431
	キサラウェ	14,600	16,130	18,129	20,298	22,720	25,431
	ムクランガ	20,873	23,060	25,918	29,019	32,481	36,357
	小計	**235,646**	**260,338**	**292,599**	**327,608**	**366,697**	**410,451**
ダル・エス・サラー	キドンドニ	3,951,490	4,503,817	5,175,679	5,855,800	6,593,045	7,423,108
	イララ	1,293,109	1,473,856	1,693,720	1,916,287	2,157,547	2,429,182
	テメケ	849,671	968,435	1,112,903	1,259,146	1,417,672	1,596,157
	小計	**6,094,269**	**6,946,108**	**7,982,301**	**9,031,233**	**10,168,264**	**11,448,447**
マニャラ	キテト	0	0	0	0	0	0
	小計	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
ワミ・ルブ流域内合計		**7,181,894**	**8,129,785**	**9,283,096**	**10,451,286**	**11,716,458**	**13,137,155**

表 4.24　公共サービス用水の需要現況と予測（単位：m^3/年）

州	県	2011	2015	2020	2025	2030	2035
ドドマ	コンドア	0	0	0	0	0	0
	ムプワプワ	35,426	38,237	41,164	43,551	45,864	48,299
	コンドア	10,362	11,184	12,040	12,738	13,415	14,127
	チャムイノ	0	0	0	0	0	0
	バヒ	0	0	0	0	0	0
	ドドマ（市）	254,007	274,163	295,147	312,265	328,845	346,304
	小計	**299,795**	**323,585**	**348,351**	**368,555**	**388,123**	**408,730**
タンガ	ハンデニ	0	0	0	0	0	0
	キリンディ	0	0	0	0	0	0
	小計	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
モロゴロ	キロサ	41,264	44,819	49,309	54,095	59,287	64,978
	モロゴロ（県）	4,610	5,007	5,509	6,043	6,624	7,259
	モロゴロ（市）	492,568	535,003	588,604	645,736	707,717	775,649
	ムボメロ	13,743	14,927	16,422	18,016	19,745	21,641
	小計	**552,184**	**599,755**	**659,844**	**723,890**	**793,374**	**869,527**
コースト	バガモヨ	164,416	181,643	204,153	228,579	255,853	286,381
	キバハ（町区）	21,731	24,008	26,984	30,212	33,817	37,852
	キバハ（県）	14,026	15,496	17,416	19,500	21,827	24,431
	キサラウェ	14,600	16,130	18,129	20,298	22,720	25,431
	ムクランガ	20,873	23,060	25,918	29,019	32,481	36,357
	小計	**235,646**	**260,338**	**292,599**	**327,608**	**366,697**	**410,451**
ダル・エス・サラー	キドンドニ	3,951,490	4,503,817	5,175,679	5,855,800	6,593,045	7,423,108
	イララ	1,293,109	1,473,856	1,693,720	1,916,287	2,157,547	2,429,182
	テメケ	849,671	968,435	1,112,903	1,259,146	1,417,672	1,596,157
	小計	**6,094,269**	**6,946,108**	**7,982,301**	**9,031,233**	**10,168,264**	**11,448,447**
マニャラ	キテト	0	0	0	0	0	0
	小計	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
	ワミ・ルブ流域内合計	**7,181,894**	**8,129,785**	**9,283,096**	**10,451,286**	**11,716,458**	**13,137,155**

4.2.2 ワミ・ルブ流域全体の現在水利用量および将来水需要量

本節では、***4.2.1 節***において述べたセクター別の現在水利用量および将来水需要量の算定結果に基づいた、ワミ・ルブ流域全体および水源別（表流水と地下水）の現在利用量および将来需要量の傾向について述べる。

1) 現在水利用量および将来水利用量の水源区分

ワミ・ルブ流域内の水資源は表流水と地下水に区分され、各セクターおよび地域の水資源の状況によってその利用割合は大きく異なる。例えば、灌漑用水では水需要量が非常に多く、ほとんどの灌漑施設において表流水を利用している。一方、生活用水は水質、給水施設規模、維持管理面等を考慮して地下水の利用が半分以上を占めている。水資源配分・管理計画の策定は、このような各セクターの水源利用の特徴を考慮した上で検討することが求められる。

したがって、本プロジェクトでは、各セクター関連省庁が管理している施設情報、現地での水源確認および関係者への聞き取り調査、給水現況調査結果にて得られた水源情報、水利用許可調査時に得られた水源の情報（水利用許可発行済みおよび申請中の水量の水源情報）に基づいて、***4.2.1 節***に述べた各セクターの現在水利用量について水源の区分を行った。***表 4.25*** に水源区分に際して採用した情報の内容および水源区分の割合を記す。

表 4.25　セクター別の現在水利用量の水源区分

セクター	水源区分（表流水・地下水）に用いた情報	割合(%)	
		表流水	地下水
生活用水	本プロジェクトにて実施した給水現況調査において入手した各給水スキームの水源情報	43.4	56.6
灌漑用水	農業・食糧安全保障・協同組合省 地区灌漑事務所が管理している灌漑スキーム一覧表に記載されている水源情報	98.6	1.4
家畜用水	本プロジェクトで実施した水利用許可調査において入手した家畜用水としての水利用許可を取得済みもしくは申請中の記録に記されている水源区分の許可量の割合	19.1	80.9

セクター	水源区分（表流水・地下水）に用いた情報	割合(%)	
		表流水	地下水
漁業・養殖用水	水利用許可調査において入手した漁業・養殖用水として水利用許可を取得済みもしくは申請中の記録に記されている水源区分の許可量の割合	100	0
エネルギー用水	火力発電所の位置に基づいて区分（ダル・エス・サラームにある発電所の水源は表流水）	100	0
鉱業用水	現地での水源確認調査および聞き取り調査において確認された水源	100	0
工業用水	水利用許可調査において入手した工業用水として取得している水源区分の許可量の割合	94.5	5.5
商業・公共サービス用水	本プロジェクトにて実施した給水現況調査において入手した各給水スキームの水源情報の内、都市部と都市上下水道公社による給水地域の水源情報[15]	50.4	49.6

なお、将来水需要量に対する水源の区分は今後の水利用形態の変更等により変化するものであるため、現段階において推定することは出来ない。したがって、2011 年時点の現在水利用量の表流水と地下水の区分および各セクターの成長率等の将来水需要量の算定根拠に基づいて各対象年の水源区分がなされている。

2) ワミ・ルブ流域内の現在水利用量および将来水需要量

(1) ワミ・ルブ流域全体の現在水利用量および将来水需要量

ワミ・ルブ流域全体におけるトレンドシナリオ、工業セクター成長シナリオおよび灌漑効率向上シナリオのセクター別現在水利用量および将来水需要量、ならびに流域内の全水利用量および将来水需要量に対する割合を***図 4.1*** に示す。

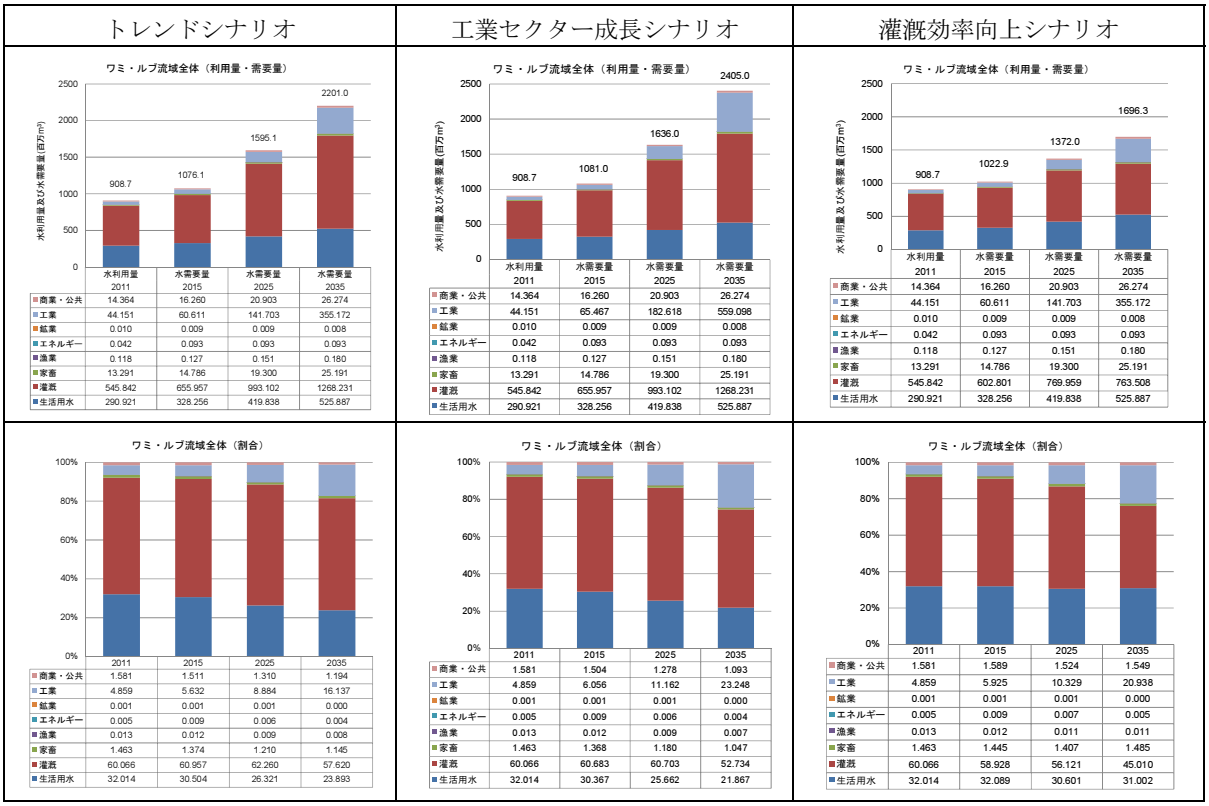


図 4.1　ワミ・ルブ流域の現在水利用量および将来水需要量ならびにセクター別割合

[15]4.2.1 節 8) に述べたように、商業・公共サービス用水の算定は、水省ならびにダル・エス・サラーム都市上下水道公社(DAWASA)等が上水道事業の計画時に適用している生活用水との比率に基づいて行っているため、本セクターの水源区分は生活用水の水源区分に用いた情報と同じ情報に基づいている。

2011 年におけるトレンドシナリオの現在水利用量は 908.7 百万 m^3 であり、2035 年における全体の将来水需要量は 2,201.0 百万 m^3 と算定され、現在水利用量の約 2.4 倍に増加する。セクター別の将来水需要量に関する傾向は、2011 年において灌漑用水が一番多く 545.8 百万 m^3、次に生活用水が 290.9 百万 m^3、工業用水が 44.2 百万 m^3 と続く。2035 年では、灌漑用水の水需要量がおよそ 2.5 倍の 1,268.2 百万 m^3 と 2011 年同様一番多く、生活用水が 2 倍弱増加の 525.8 百万 m^3 と算定される。特に工業用水の増加率が顕著であり、8 倍弱の増加で 355.1 百万 m^3 の需要量となると算定される。その他のセクターは若干ではあるが、増加傾向がみられる。

現在水利用量および将来水需要量のセクター別の割合を比較すると、流域内全体の現在水利用量の 95%以上が灌漑用水、生活用水、工業用水の 3 セクターにより占められており、2035 年における水需要量においても同様な傾向を示している。中でも、灌漑用水の割合が高く、全体で約 60%を占めている。生活用水は同期間で 32%から 24%へ減少するが、工業用水に関しては、2011 年において 5%弱であった割合が、2035 年においては全体の 16%を占めるようになる。鉱業用水は全体に占める割合は小さく、減少傾向を示す。その他の分野に関しては、水需要量の割合は 2011 年と比較してほぼ変化は見られない。

工業セクター成長シナリオの 2035 年でのワミ・ルブ流域における水資源全体の将来水需要量は、トレンドシナリオに対し約 1 割弱増加した 2,405.0 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオの 2035 年での水資源全体における将来水需要量は、トレンドシナリオから約 2 割減少した 1696.3 百万 m^3 と想定される。

(2)　表流水により賄われる現在水利用量および将来水需要量

ワミ・ルブ流域全体の現在水利用量および将来水需要量の内、表流水により賄われるセクター別の水量および割合を***図 4.2*** に示す。なお、流域内全体の現在水利用量に対する表流水の利用量は、***表 4.25*** に示す水源区分に従い算定したものである。

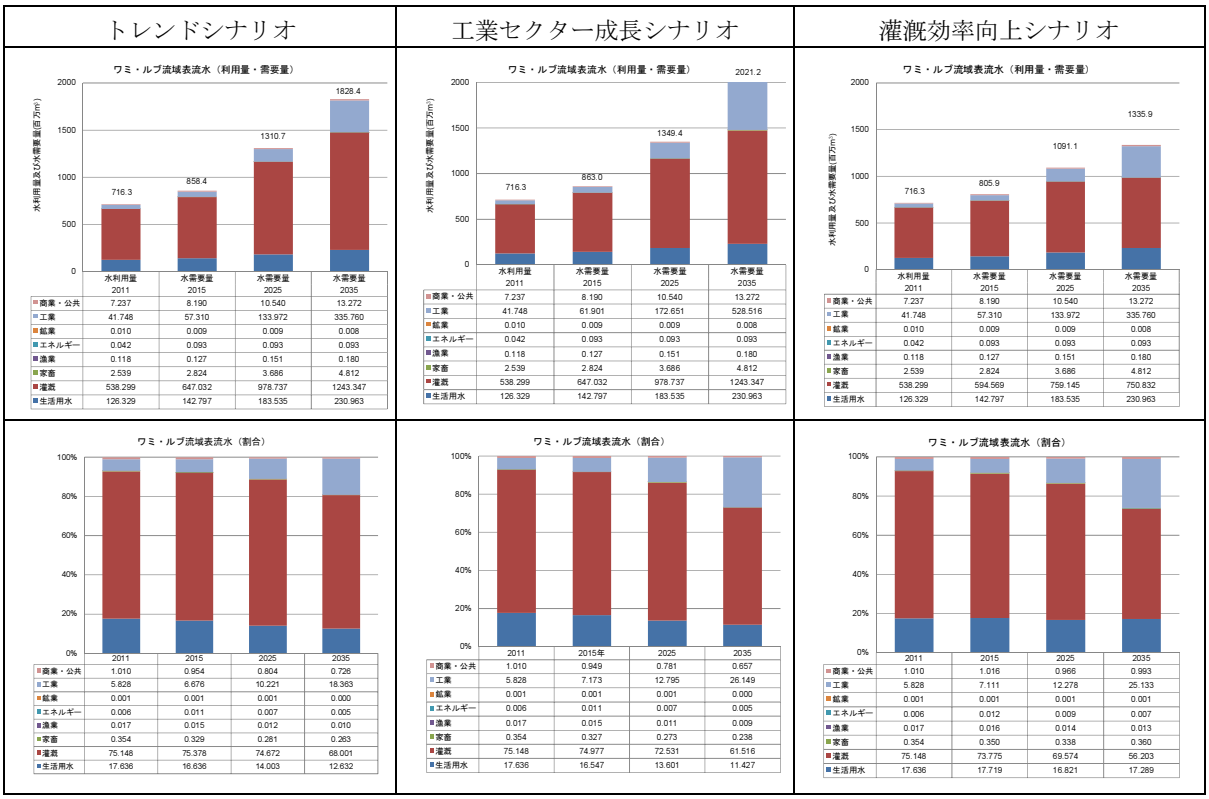


図 4.2　ワミ・ルブ流域の表流水の現在水利用量及び将来水需要量ならびにセクター別割合

トレンドシナリオに関し、2011 年における表流水の現在水利用量は 716.3 百万 m^3 である。2035 年における表流水のトレンドシナリオ将来水需要量は 1,828.4 百万 m^3 と算定され、2011

年の現在水利用量と比べ約 2.6 倍に増加する。セクター別に比較すると、2011 年の現在水利用量では灌漑用水が 538.3 百万 m^3 と最大であり、次いで生活用水の 126.3 百万 m^3、工業用水の 41.7 百万 m^3 と続く。

2035 年の水需要量の内訳をみると、灌漑用水の需要量が 1,243.3 百万 m^3 と最大であり、2011 年の現在水利用量の約 2.3 倍に増加する。また、生活用水は 230.9 百万 m^3 で約 2 倍に増加し、工業用水は 335.7 百万 m^3 と約 8 倍に増加する。工業用水の需要増加はワミ・ルブ流域全体における傾向と同じく一番顕著である。その他のセクターに関しても、需要量の傾向は横ばい、もしくは 2 倍の増加となっている。

現在水利用および将来水需要量のセクター別の割合を比較すると、2011 年の現在水利用量では、灌漑用水、生活用水、工業用水の 3 セクターが表流水利用量の約 98%を占めており、2035 年における需要量においても同様な傾向を示している。特に灌漑用水の占める割合が高いが、2011 年における割合である 75%と比べ、2035 年での割合は 5%以上減少し 68%となる。加えて、その他のセクターにおいても割合の縮小傾向みられる。一方、工業用水は 2011 年の割合である 5.8%に比べ 3 倍以上増加し、2035 年において全体の 18.4%を占めるようになる。

工業セクター成長シナリオにおける 2035 年での表流水の将来水需要量は、トレンドシナリオに対し約 1 割増加した 2,021.2 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける 2035 年での表流水の将来水需要量は、トレンドシナリオから 3 割ほど減少した 1335.9 百万 m^3 と想定される。

(3)　地下水により賄われる現在水利用量および将来水需要量

ワミ・ルブ流域全体の現在水利用量および将来水需要量の内、地下水により賄われるセクター別の水量および割合を***図 4.3*** に示す。なお、流域内全体の現在水利用量に対する地下水の利用量は、***表 4.25*** に示す水源区分に従い算定したものである。なお、2011 年の現在水利用量において漁業・養殖用水、エネルギー用水、工業用水として地下水は利用されておらず、その傾向は 2035 年まで継続すると仮定している。

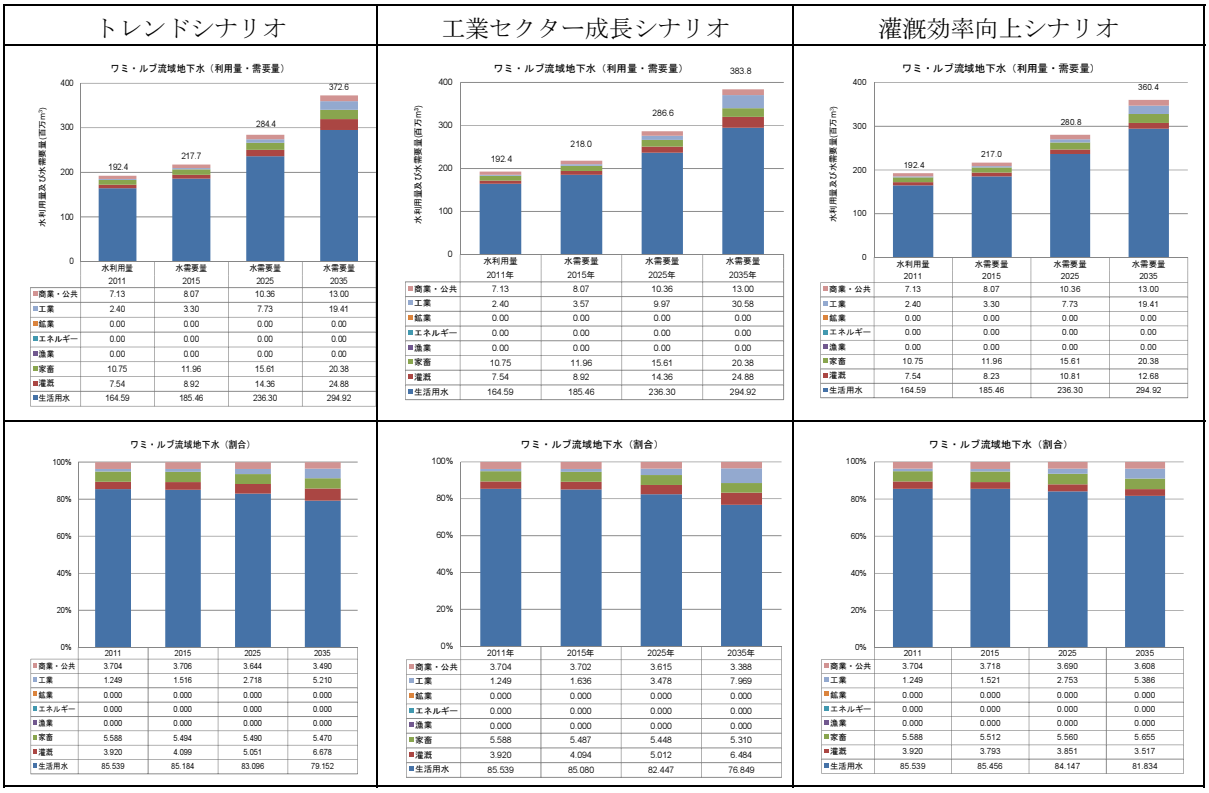


図 4.3　ワミ・ルブ流域の地下水の現在水利用量および将来水需要量ならびにセクター別割合

2011 年における地下水の現在利用量は 192.4 百万 m^3 であり、2035 年の地下水におけるトレンドシナリオ将来水需要量は 372.6 百万 m^3 になると算出され、2011 年の水利用量の約 1.9 倍に増加する。セクター別に比較すると、表流水にみられる水利用の傾向とは異なり、生活用水の利用量が 164.9 百万 m^3 と最も多く、続いて家畜用水（10.7 百万 m^3）、灌漑用水（7.5 百万 m^3）商業・公共サービス用水（7.1 百万 m^3）となっている。

2035 年の地下水の需要量については、生活用水が 2011 年同様一番多く 294.9 百万 m^3 と算定され、2011 年と比べ約 1.8 倍の増加となる。家畜用水は 20.5 百万 m^3 と約 1.9 倍に、商業・公共サービス用水は 13.0 百万 m^3 と約 1.8 倍に、それぞれ増加する。なお、水需要量は少ないが、工業用水および灌漑用水の需要量の増加が顕著であり、それぞれ 2011 年の水利用量の約 8.1 倍（19.4 百万 m^3）、約 3.3 倍（24.9 百万 m^3）となる。

現在水利用および将来水需要量のセクター別の割合を比較すると、2011 年の現在水利用量では、生活用水が最も高く地下水利用量の 85.5%を占めており、2035 年においても割合は若干減少するものの 79.1%を占めている。工業用水に関しては、2011 年における 1.2%と比べ 2035 年には約 4 倍の 5.2%を占めるようになる。灌漑用水に関しては、2011 年の 3.9%に比較して 2035 年には 6.7%を占めるようになる。家畜用水と商業・公共サービス用水における需要量の割合は 2011 年から 2035 年の間では大きな変化は見られない。

工業セクター成長シナリオにおける 2035 年での地下水の将来水需要量は、トレンドシナリオとほぼ変化はなく、3%増加した 383.8 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける 2035 年での地下水将来需要量は、トレンドシナリオから 3%ほど減少した 360.4 百万 m^3 と想定される。これらから地下水の将来水需要量は、工業セクター成長シナリオ、灌漑効率向上シナリオともに、トレンドシナリオの将来水需要量と大きな変化が無い事が伺える。

4.3　サブ流域における現在水利用量および将来水需要量

4.3.1 現在水利用量および将来水需要量の平面分布

水資源配分・管理計画の検討は 7 サブ流域を最小単位として行うため、現在水利用量および将来水需要量についてもサブ流域毎に算定する必要がある。従って、各セクター関連省庁が整備しているデータ、現地での水源確認、給水現況調査、水利用許可調査で得られた取水施設の位置情報に基づいて、***4.2 節***において示したセクター別現在水利用量の平面分布を把握し、サブ流域毎の現在水利用量を算定した。***表 4.26*** に各セクターの現在水利用量の平面分布の把握において採用した情報およびレベルを示す。なお、将来水需要量の平面分布については、2011 年において水利用が行われている地域に基づいて水需要量が増加すると仮定した。

表 4.26　現在水利用量の平面分布

セクター	現在水利用量の平面分布
生活用水	プロジェクトで実施した給水現況調査において入手した区[16]レベルのデータに基づいてサブ流域毎に区分した。なお、サブ流域の境界を跨ぐ区については、該当する区の現在水利用量を面積比率に従い区分した。
灌漑用水	農業・食糧安全保障・協同組合省 地区灌漑事務所が管理する灌漑スキーム一覧表に座標データがある場合はその位置に基づいてサブ流域毎に区分し、座標データがない場合は行政区分名やスキーム名に基づいて場所を特定し、サブ流域毎に区分した。
家畜用水	農業・食糧安全保障・協同組合省が管理する州レベルのデータに基づいて、サブ流域毎に区分した。州内に複数のサブ流域が位置する場合は、州内に含まれるサブ流域の面積の割合に応じて現在水利用量を振り分けた。
漁業・養殖用水	家畜・漁業開発省が管理する養殖池の県レベルのデータに基づいて各サブ流域に区分した。県が複数のサブ流域に跨る場合には、県内に含まれるサブ流

[16]行政機構は、大きいものから州、県または市、区、そして末端の行政機構である村となっている。従って、区レベルのデータに基づいた平面分布の方が州レベルのデータの場合と比較して、より精度が高い

セクター	現在水利用量の平面分布
	域の面積の割合に応じて流域に区分した。
エネルギー用水	火力発電所の位置（ダル・エス・サラーム州内）に従って区分した（既存の施設および新規建設予定地共にダル・エス・サラーム州内）。
鉱業用水	エネルギー・鉱物省が管理する州レベルのデータに基づいて各サブ流域に区分した。複数のサブ流域が州内に含まれる場合には、採鉱可能な地域を考慮しつつ、サブ流域の面積に応じて区分した。
工業用水	財務経済省が管理する州レベルのデータに基づいてサブ流域毎に区分した。ただし、工業用水の需要は都市域周辺および業務形態により地域が限定されることを考慮してサブ流域に区分した。
商業・公共サービス用水	***表 4.25*** に記した水源区分同様、本プロジェクトで実施した給水現況調査において入手した区レベルのデータに基づいて区分した。ただし、商業・公共サービス用水の需要は都市部において生じるとの考えに基づいた算定方法が採用されているため[17]、都市域と分類されている区の位置に基づいてサブ流域に区分した。

4.3.2 サブ流域の現在水利用量および将来水需要量

本節では、ワミ・ルブ流域における現在水利用量と将来水需要量について、7 つのサブ流域毎に特徴を考察した。

1) ワミ流域

(1) キニャスングウェ・サブ流域

キニャスングウェ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量、および各セクターの水利用および水需要量の割合を***図 4.4*** に示す。

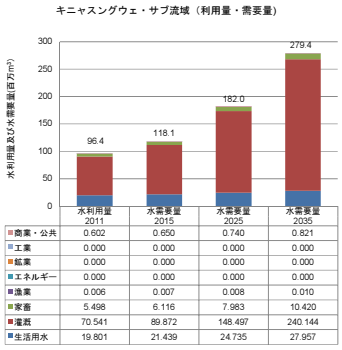
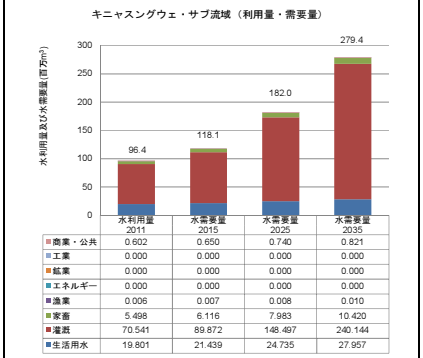
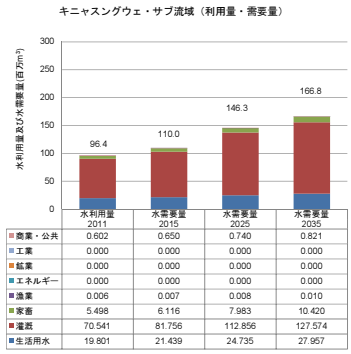
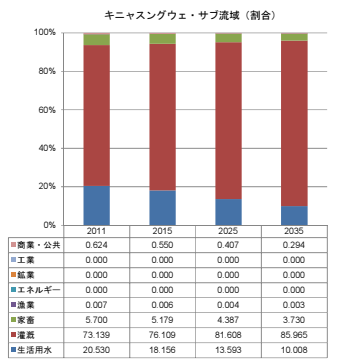
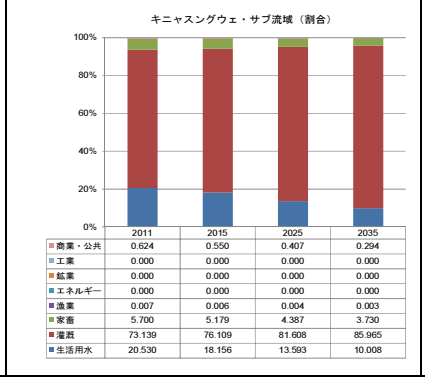
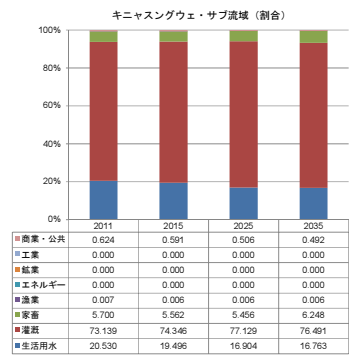
トレンドシナリオ	工業セクター成長シナリオ	灌漑効率向上シナリオ
		
		

図 4.4　キニャスングウェ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合

[17] ***4.2.2 節***の注釈に述べたように、本プロジェクトでは水省およびダル・エス・サラーム都市上下水道公社等が適用している算定方法を採用した。

キニャスングウェ・サブ流域における 2011 年の現在水利用量は 96.4 百万 m^3 である。2035 年におけるトレンドシナリオの将来水需要量は 279.4 百万 m^3 と算定され、約 2.9 倍に増加する。増加の主な要因は灌漑用水が現在水利用量である 70.5 百万 m^3 から 2035 年に 240.1 百万 m^3 と約 3.4 倍に増加することによる。他のセクターでは、生活用水が 19.8 百万 m^3 から 28.0 百万 m^3 に、家畜用水が 5.5 百万 m^3 から 10.4 百万 m^3 とそれぞれ約 2 倍弱増加する。漁業・養殖用水および商業・公共サービス用水については、2011 年から 2035 年にかけて、それぞれ 1.5 倍および 1.4 倍に増加するが、水量としては少ない。なお、エネルギー用水、鉱業用水、工業用水については 2011 年において水利用は行われていない。

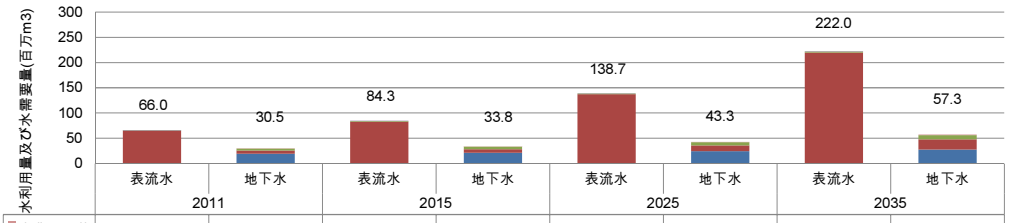
本サブ流域の面積の大部分を占めるドドマ州では家畜頭数が他の州に比較して多く、家畜用水の現在水利用量は 7 サブ流域の中で最も多い値となっている。

現在水利用量のセクター別の割合を比較すると、灌漑用水が約 73%を占め、生活用水が約 20.5%、家畜用水が約 5.7%と続き、これらセクターで全利用量の 99%以上を占めている。2035 年の水需要量では、灌漑用水の割合が 86%その割合が 13%増加する。2035 年においても全需要量の内、灌漑用水、生活用水、家畜用水の 3 セクターが 99%以上を占めており、サブ流域内の水利用形態は 2011 年とほぼ同様である。

工業セクター成長シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は、トレンドシナリオと同じ 279.4 百万 m^3 と算出される。これはキニャスングウェ・サブ流域で工業が社会経済活動として活発ではない事に起因する。しかしながら、キニャスングウェ・サブ流域では灌漑が水需要の主たる部分を占めるため、灌漑効率向上シナリオでは灌漑水需要の増大抑制が大きく反映され、2035 年での将来水需要量はトレンドシナリオから 4 割減少した 166.8m^3 と想定される。

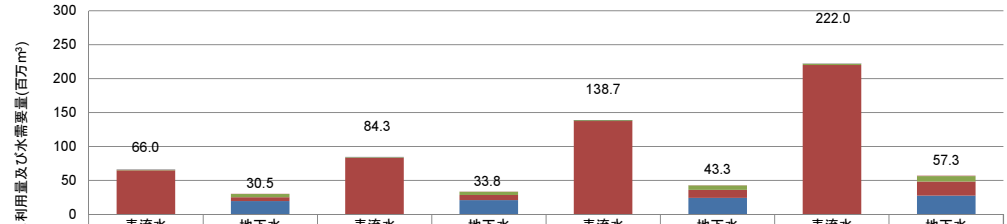
図 4.5 にキニャスングウェ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要を示す。

トレンドシナリオ



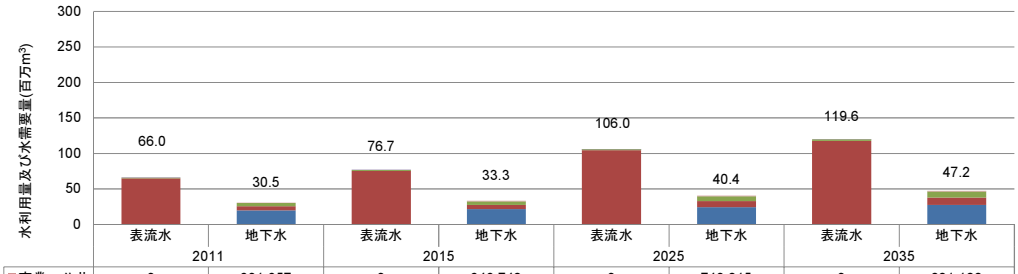
	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	0	601,957	0	649,742	0	740,215	0	821,188
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	0	0	0	0	0	0	0	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	6,361	0	6,818	0	8,110	0	9,646	0
家畜	1,050,054	4,447,612	1,168,136	4,947,760	1,524,747	6,458,224	1,990,226	8,429,805
灌漑	64,759,678	5,781,748	82,919,668	6,952,566	136,950,656	11,546,559	219,701,219	20,443,269
生活用水	134,806	19,665,889	156,367	21,282,631	227,849	24,506,786	335,642	27,621,812

工業セクター成長シナリオ



	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	0	601,957	0	649,742	0	740,215	0	821,188
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	0	0	0	0	0	0	0	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	6,361	0	6,818	0	8,110	0	9,646	0
家畜	1,050,054	4,447,612	1,168,136	4,947,760	1,524,747	6,458,224	1,990,226	8,429,805
灌漑	64,759,678	5,781,748	82,919,668	6,952,566	136,950,656	11,546,559	219,701,219	20,443,269
生活用水	134,806	19,665,889	156,367	21,282,631	227,849	24,506,786	335,642	27,621,812

灌漑効率向上シナリオ



	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	0	601,957	0	649,742	0	740,215	0	821,188
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	0	0	0	0	0	0	0	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	6,361	0	6,818	0	8,110	0	9,646	0
家畜	1,050,054	4,447,612	1,168,136	4,947,760	1,524,747	6,458,224	1,990,226	8,429,805
灌漑	64,759,678	5,781,748	75,363,983	6,392,205	104,210,248	8,645,394	117,264,409	10,309,576
生活用水	134,806	19,665,889	156,367	21,282,631	227,849	24,506,786	335,642	27,621,812

図 4.5　キニャスングウェ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要

2011 年における表流水利用量は 66.0 百万 m^3 であり、地下水の約 2 倍となっている。2035 年にかけてトレンドシナリオ予測における表流水の需要量の増加は顕著であり、2035 年には地下水の約 4 倍になると想定される。各対象年における表流水需要は、その 9 割以上が灌漑用水の使用となっているが、地下水の主な利用目的は 2011 年において約 7 割を生活用水が

占めている。しかし、2035 年にかけ、生活用水の需要はそれ程増加しない反面、灌漑および家畜用水の需要が高まり、それらの割合が地下水需要量の約 4 割となると想定される。

工業セクター成長シナリオにおける表流水および地下水の各将来水需要は、本サブ流域内の工業セクターの需要からトレンドシナリオと同量であると算定される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける表流水の水需要量は、灌漑効率の向上により需要の増加が軽減され、2035 年の表流水需要量はトレンドシナリオの同年値の約半分の 119.6 百万 m^3 に抑えられると算定される。しかし、それでも 2035 年の表流水需要量は 2011 年表流水利用量の 2 倍近くまで伸びると推定される。地下水についても同様に、灌漑効率向上により需要の伸びが抑制されるが、表流水と比べて需要に占める灌漑の割合が低いため、その効果は比較的低い。2035 年の地下水需要量は、トレンドシナリオが 57.3 百万 m^3、灌漑効率向上シナリオが 47.2 百万 m^3 と推定され、それぞれ 2011 年の水利用量(30.5 百万 m^3)の約 1.9 倍と約 1.5 倍となる見通しである。

(2) ムコンドア・サブ流域

ムコンドア・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量、および各セクターの水利用および水需要量の割合を***図 4.6*** に示す。

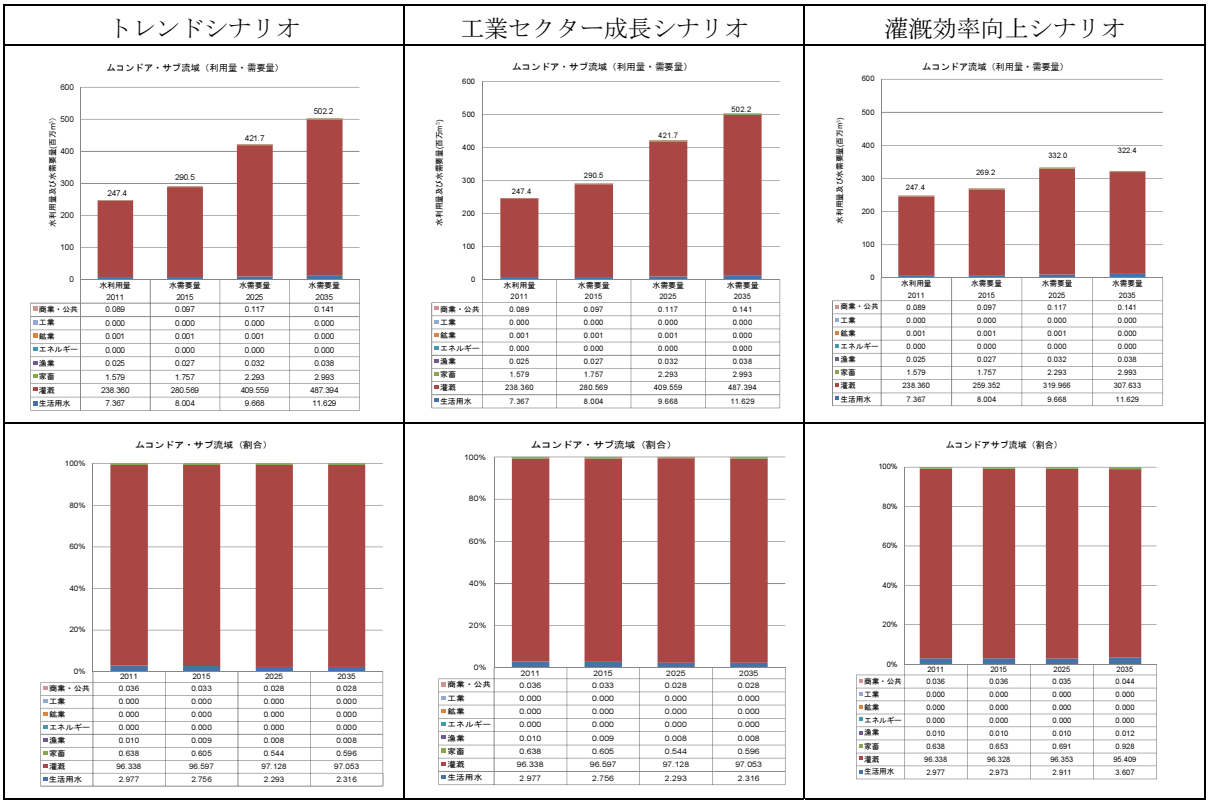


図 4.6　ムコンドア・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合

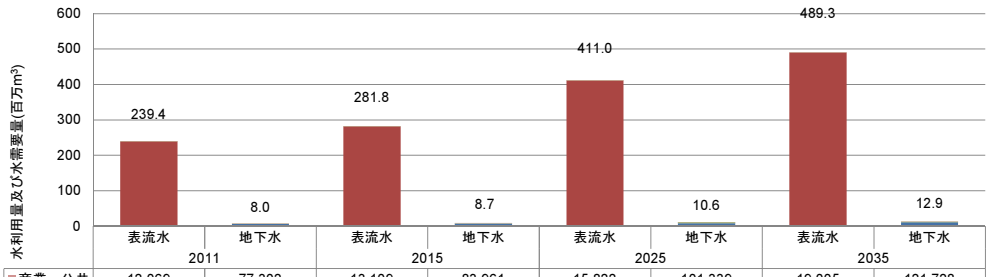
ムコンドア・サブ流域における現在水利用量は 247.4 百万 m^3、2035 年の水需要量は 502.2 百万 m^3 と算定され、約 2.0 倍に増加する。本サブ流域に位置するムカタ平野では平野の西側の山岳地から流入する河川を利用して灌漑農業が行われており、2011 年の現在水利用量の 96%以上を灌漑用水が占めている。2035 年の灌漑用水の需要量は 487.4 百万 m^3 と算定され、2011 年の現在水利用量である 238.4 百万 m^3 の約 2.0 倍に増加することが、本サブ流域の水需要の増加要因となっている。なお、本サブ流域では、エネルギー用水および工業用水の水利用は行われていない。

現在水利用量における各セクターが占める割合は、灌漑用水が約 96%、生活用水が約 3%となっており、2035 年の水需要量についてもほぼ同じ割合となっている。その他のセクターに関する割合は、ほぼ横ばい傾向である。

ムコンドア・サブ流域では、灌漑が水需要の主たる部分を占める反面、工業による社会経済活動が活発に行われていない。そのため、工業セクター成長シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は、トレンドシナリオと同量の 502.2 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける 2035 年の将来水需要量は、トレンドシナリオから 36%程度減少した 322.4 百万 m^3 と想定される。

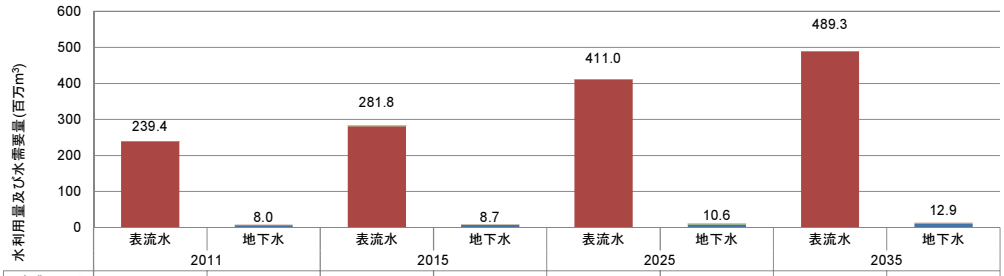
図 4.7 にムコンドア・サブ流域における水源別現在水利用と水需要を示す。

トレンドシナリオ



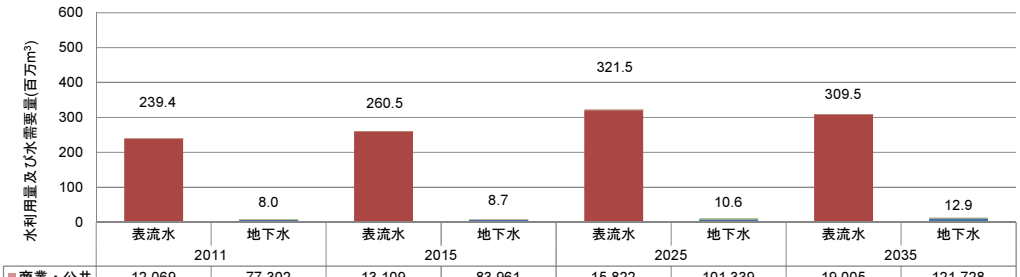
	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	12,069	77,302	13,109	83,961	15,822	101,339	19,005	121,728
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	770	0	691	0	527	0	402	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	24,969	0	26,764	0	31,834	0	37,865	0
家畜	301,641	1,277,632	335,562	1,421,306	438,003	1,855,205	571,717	2,421,566
灌漑	238,359,682	0	280,569,491	0	409,559,156	0	487,394,305	0
生活用水	746,769	6,619,993	815,671	7,188,198	1,002,464	8,665,432	1,232,620	10,396,547

工業セクター成長シナリオ



	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	12,069	77,302	13,109	83,961	15,822	101,339	19,005	121,728
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	770	0	691	0	527	0	402	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	24,969	0	26,764	0	31,834	0	37,865	0
家畜	301,641	1,277,632	335,562	1,421,306	438,003	1,855,205	571,717	2,421,566
灌漑	238,359,682	0	280,569,491	0	409,559,156	0	487,394,305	0
生活用水	746,769	6,619,993	815,671	7,188,198	1,002,464	8,665,432	1,232,620	10,396,547

灌漑効率向上シナリオ



	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	12,069	77,302	13,109	83,961	15,822	101,339	19,005	121,728
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	770	0	691	0	527	0	402	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	24,969	0	26,764	0	31,834	0	37,865	0
家畜	301,641	1,277,632	335,562	1,421,306	438,003	1,855,205	571,717	2,421,566
灌漑	238,359,682	0	259,351,503	0	319,965,975	0	307,633,429	0
生活用水	746,769	6,619,993	815,671	7,188,198	1,002,464	8,665,432	1,232,620	10,396,547

図 4.7　ムコンドア・サブ流域における水源別現在水利用と水需要

2011 年における表流水利用量は 239.4 百万 m^3 であり、地下水利用量の約 30 倍とムコンドア・サブ流域において主な水源である。表流水および地下水の需要量は徐々に増加し、2035 年にはそれぞれ 2011 年の約 2 倍になると想定される。各対象年における水需要は、表流水ではその 9 割以上を灌漑用水が占めており、地下水では、生活用水が約 80%を占めている。

工業セクター成長シナリオにおける表流水および地下水の各将来水需要量は、本サブ流域内では工業は社会経済活動として活発でないことから、トレンドシナリオと同量であると算定される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける表流水需要量は、2035 年には 2011 年の利用量より 3 割増の 309.5 百万 m^3 となり、トレンドシナリオの 6 割程度の表流水需要量に抑えられると推定される。地下水需要量に関しては灌漑も工業と同様に地下水が用いられていないため、3 シナリオとも同値である。

(3)　ワミ・サブ流域

ワミ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量、および各セクターの水利用および水需要量の割合を***図 4.8*** に示す。

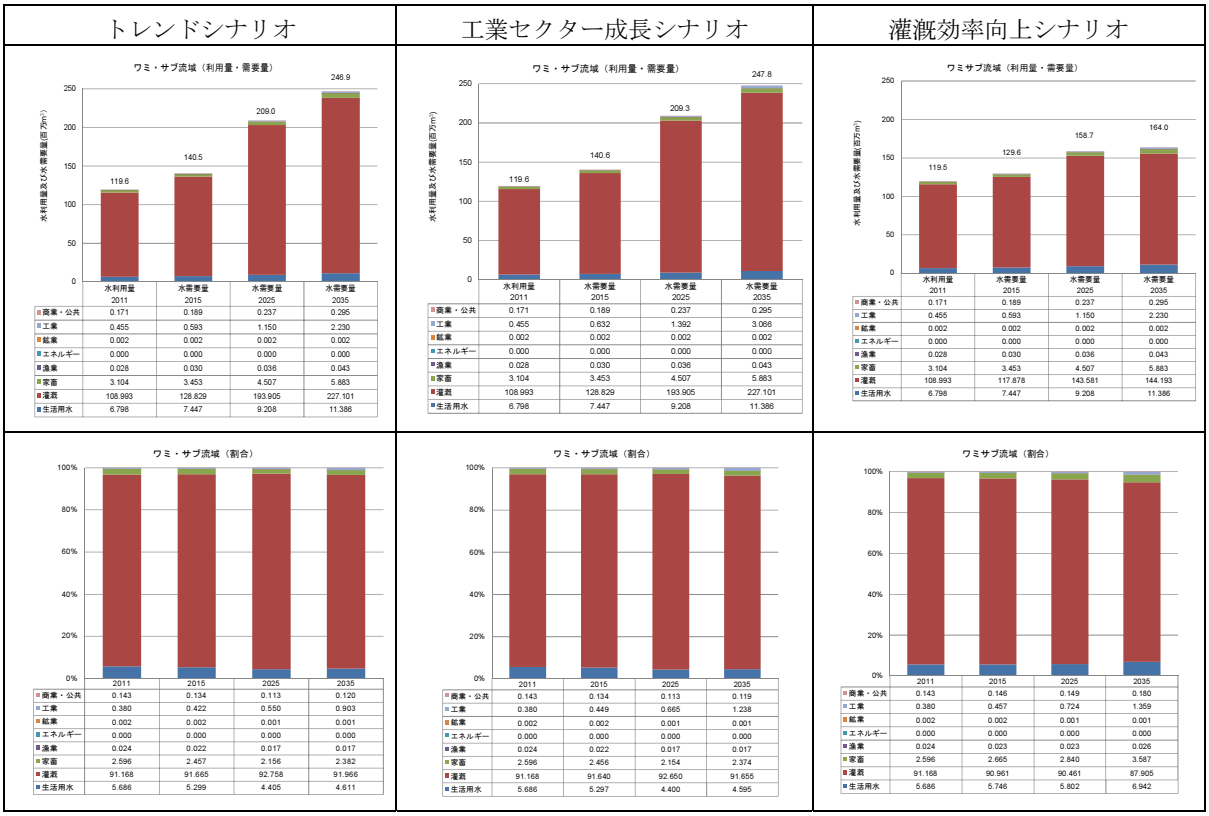


図 4.8　ワミ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合

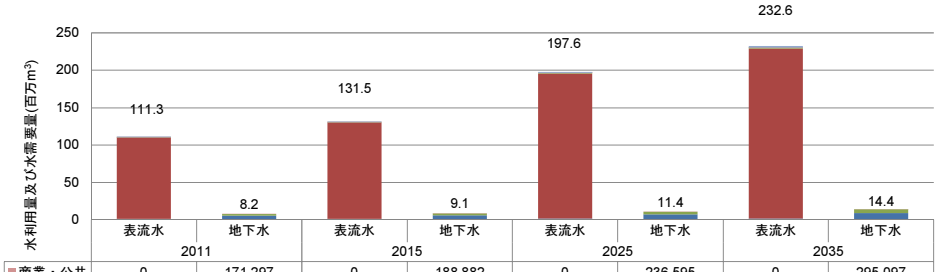
ワミ・サブ流域における現在水利用量は 119.6 百万 m^3、2035 年のトレンドシナリオ水需要量は 246.9 百万 m^3 と算定され、約 2.0 倍に増加する。本サブ流域においてもワミ川支流域において灌漑が行われており、2011 年の現在水利用量の 91%を灌漑用水が占めている。灌漑用水の 2011 年の現在水利用量は 109.0 百万 m^3 であり、2035 年には 227.1 百万 m^3 と約 2.1 倍となることが、本サブ流域の水需要量の増加の要因となっている。また、本サブ流域にはドドマ州に次いで家畜頭数が多いタンガ州とモロゴロ州が含まれている為、家畜用水の現在水利用量はキニャスングウェ・サブ流域に次いで多くなっている。なお、ワミ・サブ流域においては、エネルギー用水の利用は無い。

現在水利用量におけるセクター別の割合は、灌漑用水が約 91%、生活用水が約 5.7%、家畜用水が約 2.6%となっており、これら 3 セクターで現在水利用量の 99%以上を占めている。漁業・養殖用水、鉱業用水、工業用水、商業・公共サービス用水の各セクターは合わせて 1%未満となっている。2035 年の水需要量についても、上述の 3 セクターが 99%を占めている。

上記のように、ワミ・サブ流域では、灌漑が水需要の主たる部分を占めており、工業による水需要割合は、全水需要における 1%前後である。そのため、工業セクター成長シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は、トレンドシナリオより若干増加した 247.8 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は大きく影響され、トレンドシナリオから約 3 割減少した 164.0 百万 m^3 と想定される。

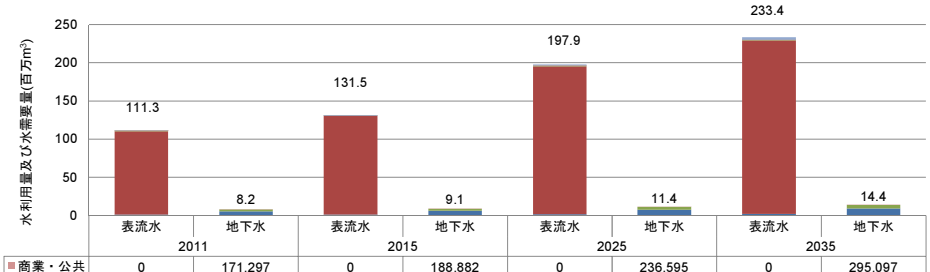
図 4.9 にワミ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要を示す。

トレンドシナリオ



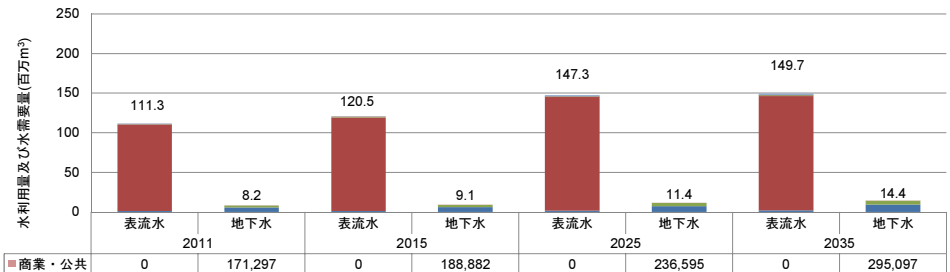
	2011		2015		2025		2035	
	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水
商業・公共	0	171,297	0	188,882	0	236,595	0	295,097
工業	454,775	0	592,764	0	1,149,728	0	2,230,019	0
鉱業	2,493	0	2,410	0	2,263	0	2,188	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	28,233	0	30,262	0	35,995	0	42,814	0
家畜	592,858	2,511,111	659,527	2,793,493	860,869	3,646,297	1,123,677	4,759,447
灌漑	108,993,329	0	128,829,315	0	193,904,682	0	227,100,873	0
生活用水	1,256,134	5,541,409	1,368,588	6,078,116	1,676,444	7,531,827	2,066,395	9,320,024

工業セクター成長シナリオ



	2011		2015		2025		2035	
	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水
商業・公共	0	171,297	0	188,882	0	236,595	0	295,097
工業	454,775	0	631,748	0	1,391,815	0	3,066,329	0
鉱業	2,493	0	2,410	0	2,263	0	2,188	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	28,233	0	30,262	0	35,995	0	42,814	0
家畜	592,858	2,511,111	659,527	2,793,493	860,869	3,646,297	1,123,677	4,759,447
灌漑	108,993,329	0	128,829,315	0	193,904,682	0	227,100,873	0
生活用水	1,256,134	5,541,409	1,368,588	6,078,116	1,676,444	7,531,827	2,066,395	9,320,024

灌漑効率向上シナリオ



	2011		2015		2025		2035	
	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水
商業・公共	0	171,297	0	188,882	0	236,595	0	295,097
工業	454,775	0	592,764	0	1,149,728	0	2,230,019	0
鉱業	2,493	0	2,410	0	2,263	0	2,188	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	28,233	0	30,262	0	35,995	0	42,814	0
家畜	592,858	2,511,111	659,527	2,793,493	860,869	3,646,297	1,123,677	4,759,447
灌漑	108,993,329	0	117,877,746	0	143,581,120	0	144,192,750	0
生活用水	1,256,134	5,541,409	1,368,588	6,078,116	1,676,444	7,531,827	2,066,395	9,320,024

図 4.9　ワミ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要

2011 年における表流水利用量は 111.3 百万 m^3 であり、地下水利用量の約 14 倍とワミ・サブ流域において主な水源となっている。表流水および地下水の需要量は徐々に増加し、2035 年にはそれぞれ 2011 年の約 2 倍になると想定される。各対象年における水需要は、表流水ではその 9 割以上を灌漑用水が占めており、地下水では生活用水と家畜用水がそれぞれ約 65%、30%を占めている。

工業セクター成長シナリオにおける表流水の 2035 年における将来水需要は、本サブ流域内の工業セクターの需要から、トレンドシナリオより若干増加した 233.4 百万 m^3 であると算定されるが、地下水需要量はトレンドシナリオと同量である。これはワミ・サブ流域での工業における水需要は全て表流水に依存していることが原因である。灌漑効率向上シナリオでも同様に、地下水需要量はトレンドシナリオと同量である。一方、灌漑効率向上シナリオにおける表流水の水需要量は、2035 年においてトレンドシナリオの表流水需要量の約 64%に相当する 149.7 百万 m^3 に抑えられると推定される。

2) ルブ流域

(1) アッパールブ・サブ流域

アッパールブ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量、および各セクターの水利用および水需要量の割合を***図 4.10*** に示す。

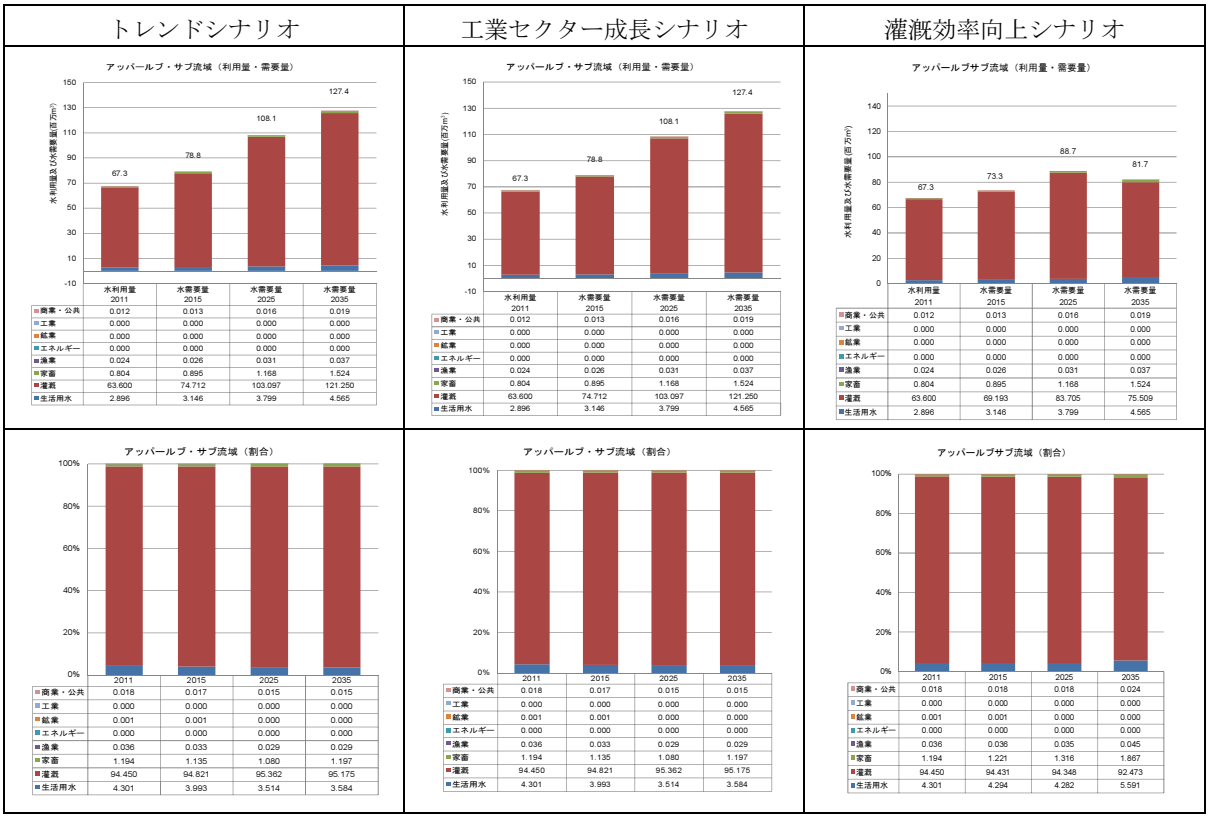


図 4.10　アッパールブ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量、および水需要量のセクター別割合

アッパールブ・サブ流域における現在水利用量は 67.3 百万 m^3 であり、2035 年のトレンドシナリオの水需要量は 127.4 百万 m^3 と算定され、約 1.9 倍に増加する。本サブ流域では、西部に位置するウルグル山からムゲタ平野に流入するルブ川ならびにムゲタ川を利用して灌漑が行われており、灌漑用水の現在水利用量は 63.6 百万 m^3 と本サブ流域全体の水利用量の 94.5%を占めている。灌漑用水の 2035 年の水需要量は 121.2 百万 m^3 と算定され、2011 年の現在水利用量と比べて 1.9 倍の増加となり、灌漑用水の増加がサブ流域全体の需要量の増加の要因となっている。

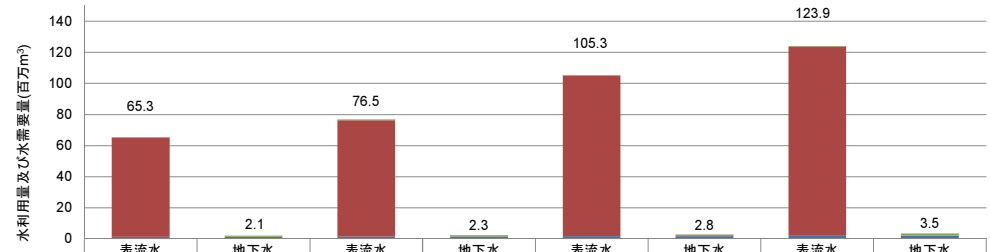
2011 年の現在水利用量としては、生活用水（2.9 百万 m^3）、家畜用水（0.8 百万 m3）、商業・公共サービス用水（12.3 千 m^3）、鉱業用水（0.5 千 m^3）と続く。本サブ流域ではエネルギー用水および工業用水の水利用はなされていない。

現在水利用量におけるセクター別の割合は、灌漑用水が 94.5%と家畜用水が 1.2%と農業セクターにおける利用量が全体の 95.7%を占めており、生活用水が 4.3%となっている。2035 年の水需要量の内訳もほぼ同じ割合となっている。

アッパールブ・サブ流域では、灌漑が水需要の主たる部分を占める反面、工業による社会経済活動は行われていない。そのため、工業セクター成長シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は、トレンドシナリオと同量の 127.4 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は大きく影響され、トレンドシナリオから約 36%減少した 81.7 百万 m^3 と想定される。

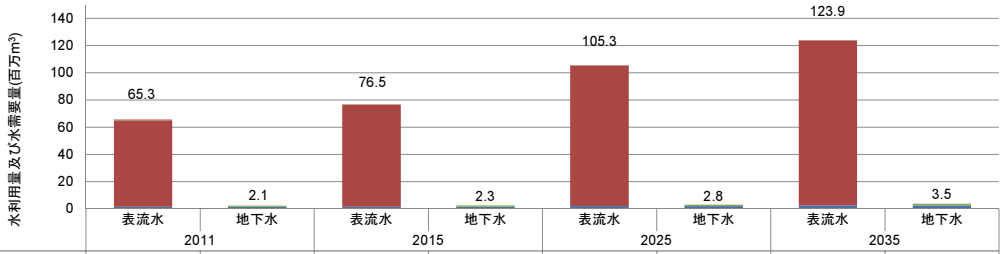
図 4.11 にアッパールブ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要を示す。

トレンドシナリオ



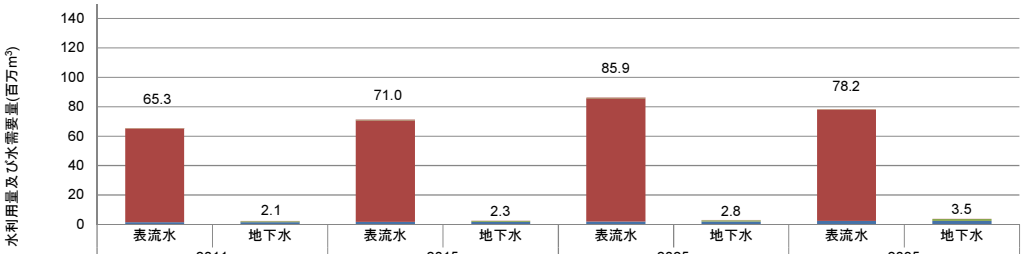
	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	7,575	4,707	8,227	5,112	9,930	6,170	11,928	7,412
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	462	0	414	0	316	0	241	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	24,420	0	26,175	0	31,134	0	37,032	0
家畜	153,610	650,630	170,884	723,795	223,051	944,757	291,145	1,233,175
灌漑	63,600,204	0	74,711,541	0	103,096,602	0	121,249,501	0
生活用水	1,468,259	1,427,766	1,595,065	1,551,014	1,926,169	1,872,784	2,314,904	2,250,506

工業セクター成長シナリオ



	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	7,575	4,707	8,227	5,112	9,930	6,170	11,928	7,412
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	462	0	414	0	316	0	241	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	24,420	0	26,175	0	31,134	0	37,032	0
家畜	153,610	650,630	170,884	723,795	223,051	944,757	291,145	1,233,175
灌漑	63,600,204	0	74,711,541	0	103,096,602	0	121,249,501	0
生活用水	1,468,259	1,427,766	1,595,065	1,551,014	1,926,169	1,872,784	2,314,904	2,250,506

灌漑効率向上シナリオ



	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	7,575	4,707	8,227	5,112	9,930	6,170	11,928	7,412
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	462	0	414	0	316	0	241	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	24,420	0	26,175	0	31,134	0	37,032	0
家畜	153,610	650,630	170,884	723,795	223,051	944,757	291,145	1,233,175
灌漑	63,600,204	0	69,192,730	0	83,705,260	0	75,509,058	0
生活用水	1,468,259	1,427,766	1,595,065	1,551,014	1,926,169	1,872,784	2,314,904	2,250,506

図 4.11　アッパールブ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要

2011 年における表流水利用量は 65.3 百万 m^3 であり、地下水利用量の 30 倍以上とアッパールブ・サブ流域において主な水源となっている。表流水および地下水の需要量は徐々に増加し、2035 年にはそれぞれ 2011 年の約 2 倍および約 1.5 倍になると想定される。各対象年に

おける水需要は、表流水ではその 9 割以上を灌漑用水が占めており、地下水では生活用水と家畜用水がそれぞれ約 65%、35%を占めている。

工業セクター成長シナリオにおける表流水の各将来水需要は、本サブ流域内の工業セクターの経済活動が活発でないことからトレンドシナリオと同量であると算定される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける表流水の水需要量は、大幅にその伸びが抑制され、2011 年から約 2 割増加の 78.2 百万 m^3 となると推定される。地下水需要量に関しては工業、灌漑ともに地下水が用いられていないため、3 シナリオとも同値である。

(2) ンゲレンゲレ・サブ流域

ンゲレンゲレ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量、および各セクターの水利用および水需要量の割合を***図 4.12*** に示す。

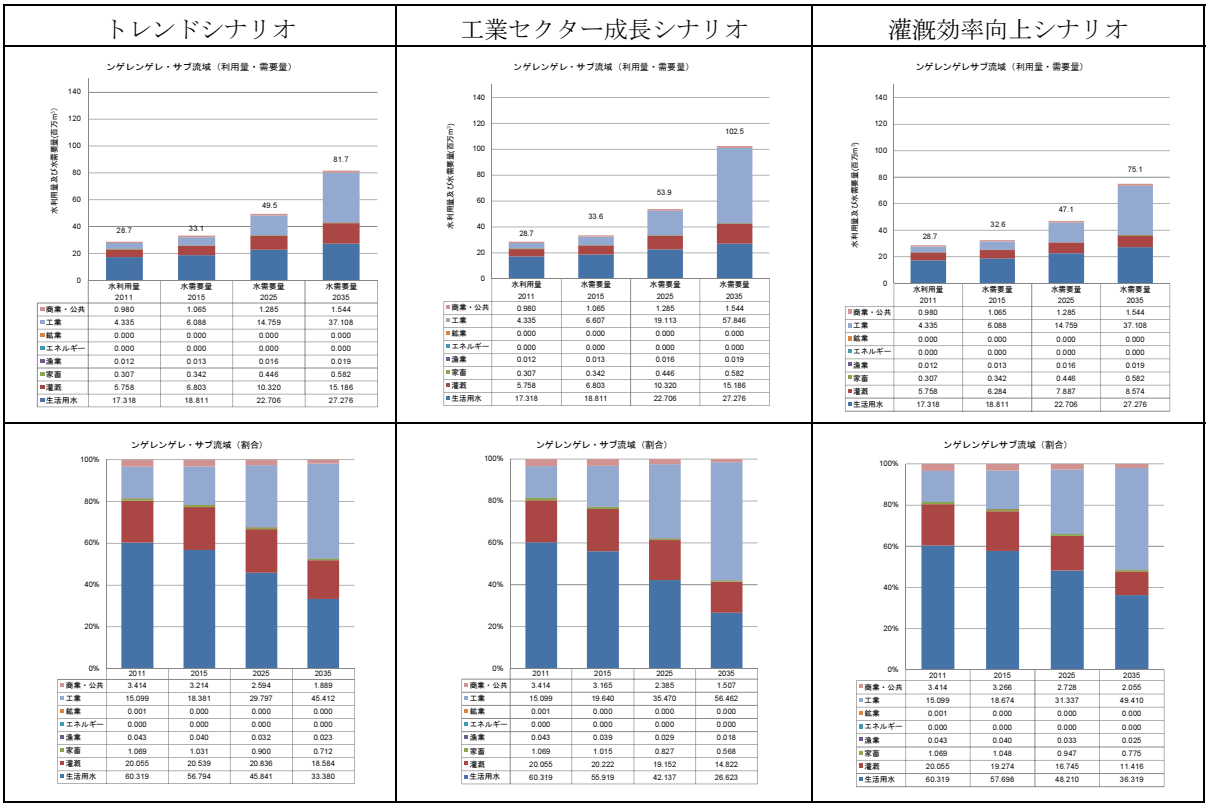


図 4.12　ンゲレンゲレ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合

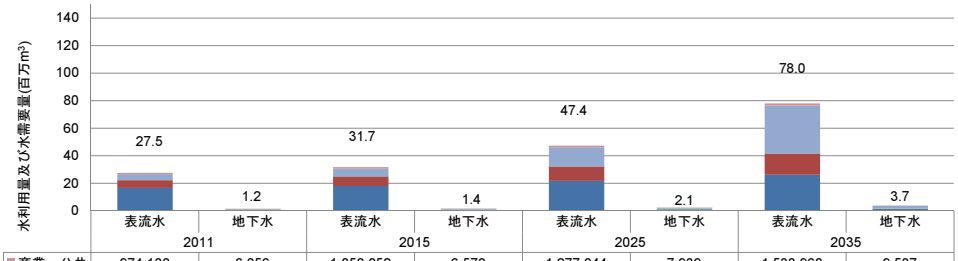
ンゲレンゲレ・サブ流域における現在水利用量は約 28.7 百万 m^3、2035 年のトレンドシナリオ水需要量は約 81.7 百万 m^3 と算定され、約 2.8 倍に増加する。現在水利用量としては、生活用水、灌漑用水、工業用水、商業・公共サービスの 4 セクターで、全利用量の 99%を占めている。セクター別の水需要量の傾向では、生活用水の需要が 2011 年の 17.3 百万 m^3 が 2035 年には 27.3 百万 m^3 と約 1.6 倍に増加する。生活用水の増加は、本サブ流域内に位置するモロゴロ市の人口増加に伴う水需要量の増加を反映している。また、工業用水の増加が顕著であり、2011 年では 4.3 百万 m^3 であるが、2035 年の需要量は 37.1 百万 m^3 と算定され、約 8.6 倍に増加する。モロゴロ市および近郊では、主にサイザル麻、繊維、タバコなどの工業製品が製造されている。タンザニア国における工業セクターは 2006 年から急速に成長しており、本サブ流域においても工業セクターの成長に伴う水需要の増加が継続すると考えらえる。

2011 年の現在水利用量におけるセクター別の割合は、生活用水が 60.3%を占め、灌漑用水が 20.1%、工業用水が 15.1%と続く。一方、2035 年の水需要量のセクター別内訳をみると、工業用水が 45.4%、生活用水が 33.4%、灌漑用水が 18.6%と変化し、工業用水の需要の伸びの大きさを反映している。

上記のように、ンゲレンゲレ・サブ流域では灌漑および工業セクターは成長すると想定されるが、工業セクターの成長率は著しく高い。従って、工業セクター成長シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は、トレンドシナリオより 25%増加の 102.5 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は、トレンドシナリオから 1 割減少した 75.1 百万 m^3 と想定される。

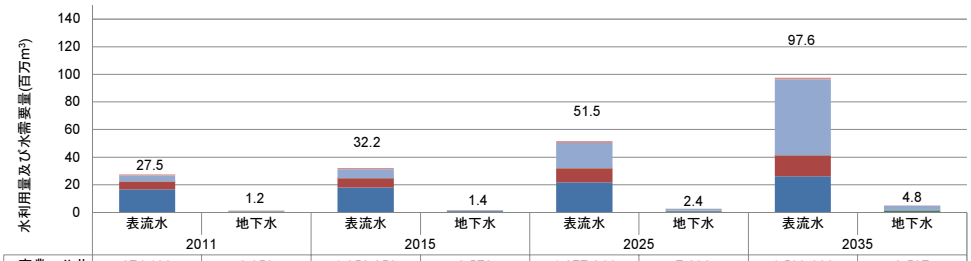
図 4.13 にンゲレンゲレ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要を示す。

トレンドシナリオ



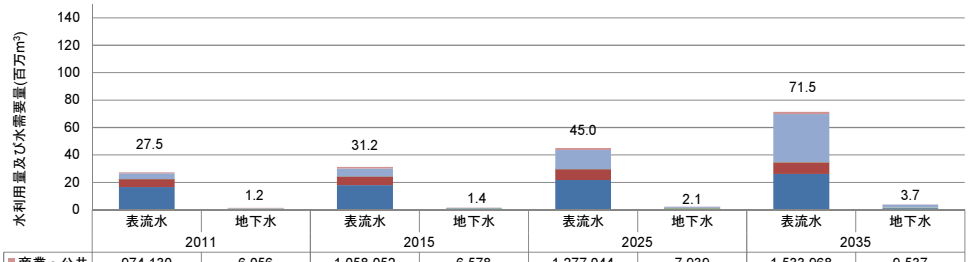
	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	974,130	6,056	1,058,052	6,578	1,277,044	7,939	1,533,968	9,537
工業	4,096,634	238,428	5,753,258	334,846	13,947,210	811,742	35,067,187	2,040,947
鉱業	181	0	162	0	124	0	95	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	12,242	0	13,122	0	15,608	0	18,565	0
家畜	58,648	248,409	65,243	276,343	85,160	360,706	111,158	470,823
灌漑	5,757,880	0	6,802,550	0	10,320,353	0	15,185,684	0
生活用水	16,580,458	737,729	18,009,422	801,285	21,738,633	967,132	26,114,269	1,161,706

工業セクター成長シナリオ



	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	974,130	6,056	1,058,052	6,578	1,277,044	7,939	1,533,968	9,537
工業	4,096,634	238,428	6,243,361	363,370	18,061,996	1,051,227	54,664,705	3,181,544
鉱業	181	0	162	0	124	0	95	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	12,242	0	13,122	0	15,608	0	18,565	0
家畜	58,648	248,409	65,243	276,343	85,160	360,706	111,158	470,823
灌漑	5,757,880	0	6,802,550	0	10,320,353	0	15,185,684	0
生活用水	16,580,458	737,729	18,009,422	801,285	21,738,633	967,132	26,114,269	1,161,706

灌漑効率向上シナリオ



	2011 表流水	2011 地下水	2015 表流水	2015 地下水	2025 表流水	2025 地下水	2035 表流水	2035 地下水
商業・公共	974,130	6,056	1,058,052	6,578	1,277,044	7,939	1,533,968	9,537
工業	4,096,634	238,428	5,753,258	334,846	13,947,210	811,742	35,067,187	2,040,947
鉱業	181	0	162	0	124	0	95	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	12,242	0	13,122	0	15,608	0	18,565	0
家畜	58,648	248,409	65,243	276,343	85,160	360,706	111,158	470,823
灌漑	5,757,880	0	6,283,852	0	7,886,774	0	8,573,769	0
生活用水	16,580,458	737,729	18,009,422	801,285	21,738,633	967,132	26,114,269	1,161,706

図 4.13　ンゲレンゲレ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要

2011 年における表流水利用量は 27.5 百万 m^3 であり、地下水利用量の 20 倍以上とンゲレン

ゲレ・サブ流域において主な水源となっている。表流水および地下水の需要量は徐々に増加し、2035 年にはそれぞれ 2011 年の約 3 倍になると想定される。2011 年における表流水利用量は、生活用水、灌漑用水および工業用水がその多くを占めており、それらの占める割合は各々約 60%、20%および 15%となっている。その後工業用水の需要が著しく増加し、2035 年には表流水全体の約 45%を占め、生活用水（約 30%）より高い需要量が想定される。2011 年における地下水利用量は生活用水と工業用水がそれぞれ約 60%、20%であるが、2035 年には工業用水の利用が増加し、半分以上の 55%を占めるようになる。

工業セクター成長シナリオにおける将来水需要は、本サブ流域内の工業セクターの高い需要から、トレンドシナリオより表流水は 25%増加の 97.6 百万 m^3、地下水は 13%増の 4.8 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける表流水の水需要量は、2035 年にはトレンドシナリオの約 1 割減の 71.5 百万 m^3 となると算定される。地下水需要量は灌漑用水に地下水が用いられていないことから、両シナリオに差異はない。

(3) ローワールブ・サブ流域

ローワールブ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量、および各セクターの水利用および水需要量の割合を***図 4.14*** に示す。

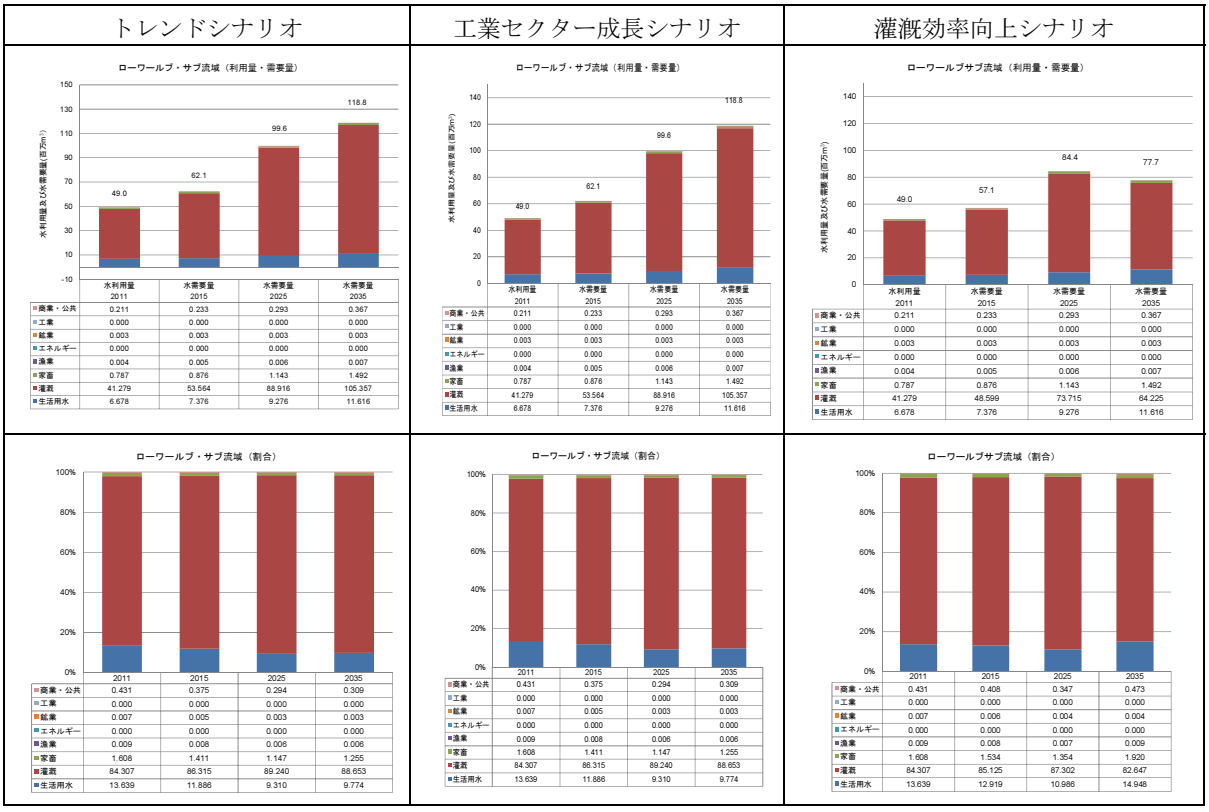


図 4.14　ローワールブ・サブ流域における現在水利用量と将来水需要量およびセクター別割合

ローワールブ・サブ流域における現在水利用量は 49.0 百万 m^3 であり、2035 年の水需要量は 118.8 百万 m^3 と算定され、約 2.4 倍に増加する。本サブ流域ではルブ川を利用して灌漑が行われており、2011 年の現在水利用量の 84.3%を灌漑用水が占めている。2035 年の灌漑用水の需要量は 105.4 百万 m^3 と算定され、2011 年の水利用量である 41.3 百万 m^3 の約 2.6 倍に増加することが、本サブ流域の水需要の増加の大きな要因となっている。生活用水は、2011 年の現在水利用量は 6.7 百万 m^3 であり、2035 年には 11.6 百万 m^3 と算定され、1.7 倍に増加する。また、本サブ流域に位置するキバハ県・町やバガモヨ県の人口増加に伴う水需要の増加が反映されている。なお、本サブ流域では、エネルギー用水、工業用水の現在水利用は行

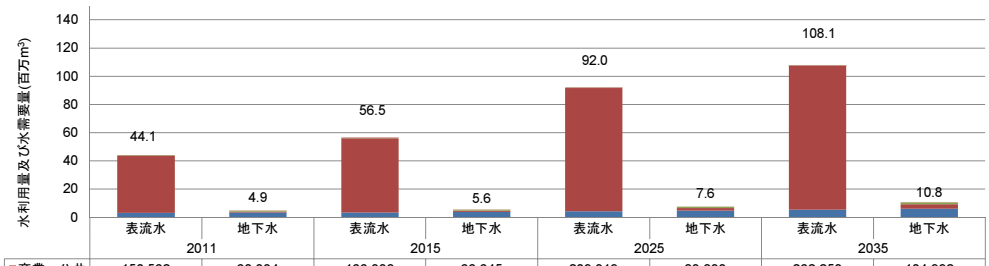
われていない。

現在水利用量におけるセクター別の割合は、灌漑用水が約 84%、家畜用水が約 1.6%と農業セクターの利用量が全体の約 86%を占めており、生活用水が約 14%となっている。2035 年における水需要量のセクター別の割合は 2011 年の割合と同様である。

ローワールブ・サブ流域では、灌漑が水需要の主たる部分を占める反面、工業による社会経済活動は行われていない。そのため、工業セクター成長シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は、トレンドシナリオと同量の 118.8 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は大きく変動し、トレンドシナリオから約 35%減少した 77.7 百万 m^3 と想定される。

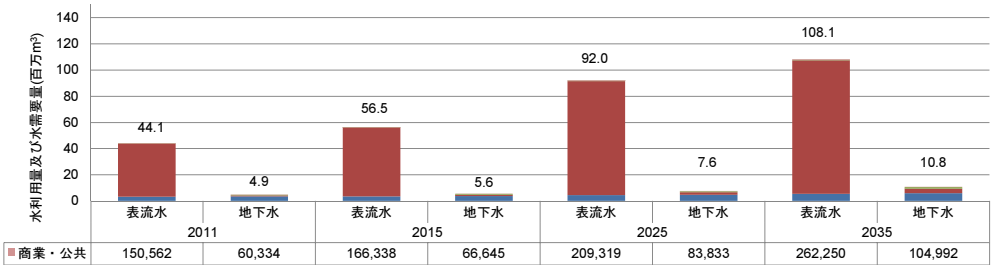
図 4.15 にローワールブ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要を示す。

トレンドシナリオ



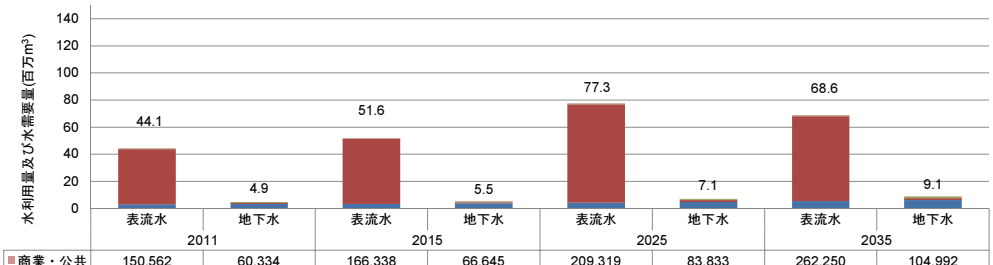
	2011		2015		2025		2035	
	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水
商業・公共	150,562	60,334	166,338	66,645	209,319	83,833	262,250	104,992
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	3,492	0	3,402	0	3,252	0	3,196	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	4,399	0	4,715	0	5,609	0	6,671	0
家畜	150,347	636,811	167,254	708,422	218,314	924,691	284,961	1,206,982
灌漑	40,568,923	710,075	52,642,741	921,402	87,148,834	1,767,305	101,967,617	3,389,799
生活用水	3,175,990	3,501,868	3,508,694	3,867,123	4,415,079	4,861,341	5,531,239	6,084,544

工業セクター成長シナリオ



	2011		2015		2025		2035	
	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水
商業・公共	150,562	60,334	166,338	66,645	209,319	83,833	262,250	104,992
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	3,492	0	3,402	0	3,252	0	3,196	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	4,399	0	4,715	0	5,609	0	6,671	0
家畜	150,347	636,811	167,254	708,422	218,314	924,691	284,961	1,206,982
灌漑	40,568,923	710,075	52,642,741	921,402	87,148,834	1,767,305	101,967,617	3,389,799
生活用水	3,175,990	3,501,868	3,508,694	3,867,123	4,415,079	4,861,341	5,531,239	6,084,544

灌漑効率向上シナリオ



	2011		2015		2025		2035	
	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水	表流水	地下水
商業・公共	150,562	60,334	166,338	66,645	209,319	83,833	262,250	104,992
工業	0	0	0	0	0	0	0	0
鉱業	3,492	0	3,402	0	3,252	0	3,196	0
エネルギー	0	0	0	0	0	0	0	0
漁業	4,399	0	4,715	0	5,609	0	6,671	0
家畜	150,347	636,811	167,254	708,422	218,314	924,691	284,961	1,206,982
灌漑	40,568,923	710,075	47,762,602	835,985	72,446,741	1,268,235	62,558,812	1,666,479
生活用水	3,175,990	3,501,868	3,508,694	3,867,123	4,415,079	4,861,341	5,531,239	6,084,544

図 4.15　ローワールブ・サブ流域における水源別現在水利用と水需要

2011 年における表流水利用量は 44.1 百万 m^3 であり、地下水利用量の約 9 倍とローワールブ・サブ流域において主な水源となっている。表流水および地下水の需要量は徐々に増加し、2035 年にはそれぞれ 2011 年の約 2.5 倍および約 2 倍になると想定される。各対象年における需要量は、表流水ではその 9 割以上を灌漑用水が占めており、地下水では生活用水、灌漑用水および家畜用水が各々約 55%、30%および 10%占めると算定される。

工業セクター成長シナリオにおける表流水および地下水の各将来水需要は、本サブ流域内の工業セクターの経済活動が活発でないことから、トレンドシナリオと同量であると算定される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける表流水の水需要量は、2035 年には 2011 年の利用量より約 55%増の 68.6 百万 m^3 となると算定される。これは、トレンドシナリオの同年値の約 4 割減に相当する。地下水需要量に関しては、灌漑に用いられる地下水量が少ないことから、両シナリオに大きな差異はない。

3) コースト流域

コースト流域における現在水利用量と将来水需要量、および各セクターの水利用量および水需要量の占める割合を***図 4.16*** に示す。

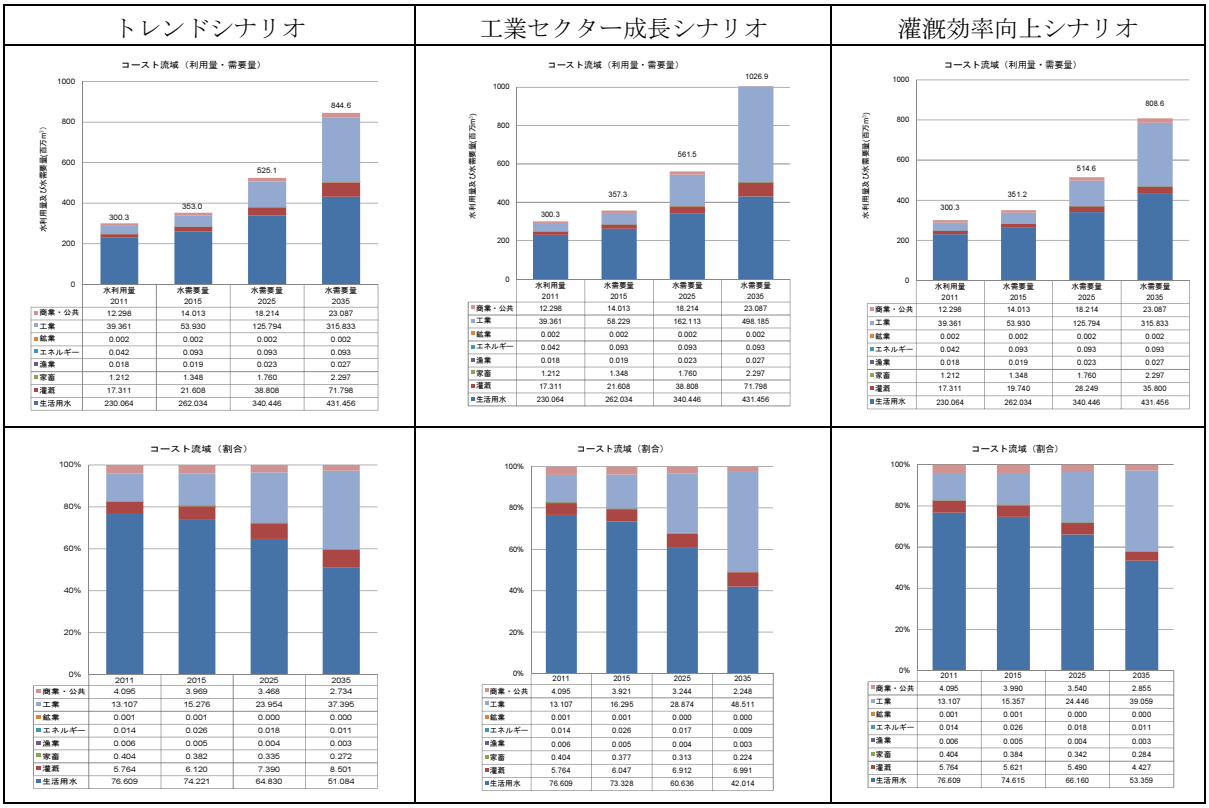


図 4.16　コースト流域における現在水利用量と将来水需要量、および水需要量のセクター別割合

コースト流域の現在水利用量は 300.3 百万 m^3 であり、2035 年のトレンドシナリオの水需要量は 844.6 百万 m^3 と算定され、2.8 倍に増加する。本流域には、3.7 百万の人口を抱えるダル・エス・サラーム州が位置し社会経済活動が活発に行われており、生活用水、工業用水、商業・公共サービス用水の 3 セクターで本サブ流域の現在水利用量の 93.8%を占めるという水利用に反映されている。

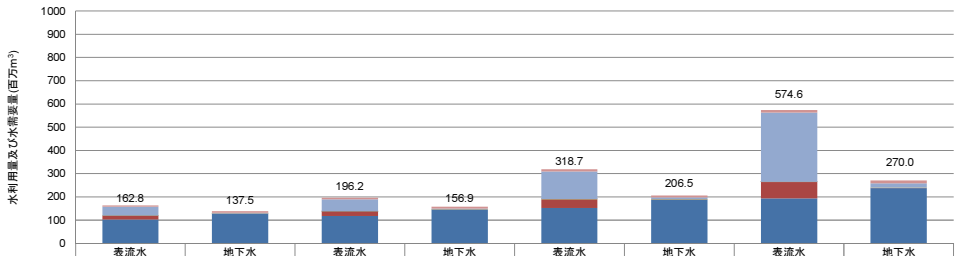
生活用水の 2011 年の現在水利用量は 230.1 百万 m^3 とワミ・ルブ流域全体の生活用水の 79.1%を占めている。2035 年の水需要量は 431.5 百万 m^3 と算定され、1.9 倍に増加する。本流域では、工業用水の需要の増加が顕著であり、2011 年の現在水利用量は 39.4 百万 m^3 であるが、2035 年の需要量は 315.8 百万 m^3 と算定され 8 倍に増加する。

現在水利用量におけるセクター別の割合は、生活用水が 76.6%、工業用水が 13.1%、灌漑用水および商業・公共用水がそれぞれ 5.8%および 4.1%と続いている。2035 年の水需要量の内訳では工業用水が 37.4%と全体の 4 割を占めるようになり、生活用水の占める割合は 2 割減の 51.1%に減少する。その他のセクターの占める割合は、灌漑用水が 5.7%から 8.5%へと割合を増加さ

せ、商業・公共サービス用水および家畜用水の占める割合は減少傾向を見せるが、残りのセクター関してはほぼ 2011 年と同様の割合となっている。

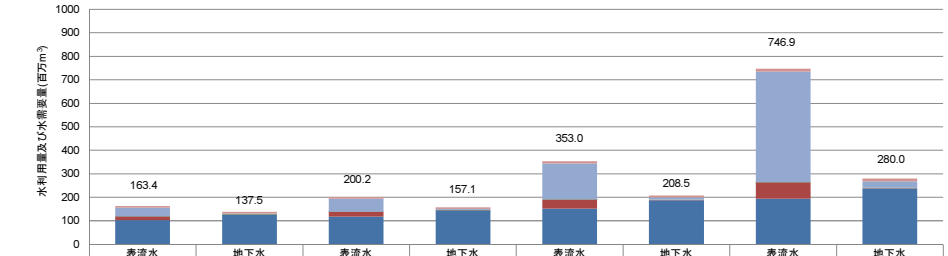
上記のように、コースト流域では灌漑および工業セクターは成長すると想定されるが、工業セクターの成長率は著しく高い。従って、2035 年における工業セクター成長シナリオの将来水需要量は、トレンドシナリオより約 2 割増加の 1026.9 百万 m^3 と算出される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける 2035 年での将来水需要量は、トレンドシナリオから約 4%減少した 808.6 百万 m^3 と想定される。***図 4.17*** にコースト流域における水源別現在水利用と水需要を示す。

トレンドシナリオ



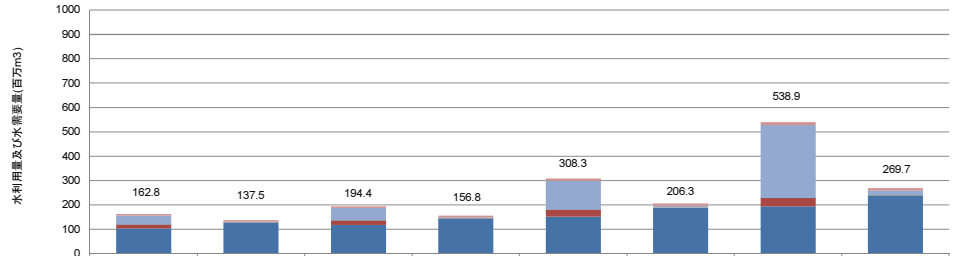
	2011		2015		2025		2035	
商業・公共	6,093,119	6,204,680	6,944,351	7,068,574	9,028,359	9,186,006	11,444,543	11,642,663
工業	37,196,544	2,164,878	50,963,538	2,966,132	118,875,459	6,918,677	298,462,601	17,370,839
鉱業	2,427	0	2,364	0	2,261	0	2,221	0
エネルギー	42,333	0	92,966	0	92,966	0	92,966	0
漁業	17,857	0	19,141	0	22,767	0	27,080	0
家畜	231,444	980,306	257,471	1,090,544	336,072	1,423,468	438,669	1,858,027
灌漑	16,259,595	1,050,941	20,556,578	1,050,941	37,756,611	1,050,941	70,747,332	1,050,941
生活用水	102,966,972	127,096,738	117,343,691	144,690,283	152,547,933	187,897,830	193,368,267	238,088,028

工業セクター成長シナリオ



	2011		2015		2025		2035	
商業・公共	6,093,119	6,204,680	6,944,351	7,068,574	9,028,359	9,186,006	11,444,543	11,642,663
工業	37,196,544	2,164,878	55,026,041	3,202,574	153,196,775	8,916,214	470,785,252	27,400,200
鉱業	2,427	0	2,364	0	2,261	0	2,221	0
エネルギー	42,333	0	92,966	0	92,966	0	92,966	0
漁業	17,857	0	19,141	0	22,767	0	27,080	0
家畜	231,444	980,306	257,471	1,090,544	336,072	1,423,468	438,669	1,858,027
灌漑	16,259,595	1,050,941	20,556,578	1,050,941	37,756,611	1,050,941	70,747,332	1,050,941
生活用水	102,966,972	127,096,738	117,343,691	144,690,283	152,547,933	187,897,830	193,368,267	238,088,028

灌漑効率向上シナリオ



	2011		2015		2025		2035	
商業・公共	6,093,119	6,204,680	6,944,351	7,068,574	9,028,359	9,186,006	11,444,543	11,642,663
工業	37,196,544	2,164,878	50,963,538	2,966,132	118,875,459	6,918,677	298,462,601	17,370,839
鉱業	2,427	0	2,364	0	2,261	0	2,221	0
エネルギー	42,333	0	92,966	0	92,966	0	92,966	0
漁業	17,857	0	19,141	0	22,767	0	27,080	0
家畜	231,444	980,306	257,471	1,090,544	336,072	1,423,468	438,669	1,858,027
灌漑	16,259,595	1,050,941	18,736,981	1,003,171	27,348,656	900,806	35,099,357	700,627
生活用水	102,966,972	127,096,738	117,343,691	144,690,283	152,547,933	187,897,830	193,368,267	238,088,028

図 4.17　コースト流域における水源別現在水利用と水需要

2011 年における表流水利用量は 162.8 百万 m^3、地下水利用量は 137.5 百万 m^3 であり、ほぼ同等の利用量となっている。2035 年にかけて表流水および地下水の需要量は 2011 年の約 3.5 倍および約 2 倍になると想定される。2011 年における表流水利用量のセクター別割合は、生活用水が 63%と半分以上を占め、工業用水が約 22%、灌漑用水が 10%と続いている。しかし、2035 年には工業用水が 52%と半分以上を占めるようになり、その後生活用水（33%）、灌漑用水（12%）が続くと想定される。2011 年における地下水利用量は、生活用水が全体の 9 割以上を占めている。しかし、2035 年にかけて工業用水および商業・公共用水の需要が増加し、生活用水の需要は 9 割を下回り、その後、工業用水および商業・公共用水が続く。

工業セクターの水需要割合から、工業セクター成長シナリオにおける 2035 年の表流水の水需要量はトレンドシナリオからおよそ 30%増加の 746.9 百万 m^3 になると想定される。また、地下水に関しても、トレンドシナリオより 3%増加し 280.0 百万 m^3 となると算定される。灌漑効率向上シナリオにおける表流水需要量は、トレンドシナリオからおよそ 6%減少した 538.9 百万 m^3 となると算定される。一方、灌漑効率向上シナリオにおける地下水需要量は、灌漑に用いられる地下水量が少ないことから、トレンドシナリオの地下水需要量とほぼ変わらない値である。

4.4　考察

上節において、ワミ・ルブ流域全体および 7 つのサブ流域の現在水利用量、将来水需要量および各セクターの水利用・需要に関する傾向を述べた。以下は上記内容を踏まえワミ・ルブ流域での将来水需要の傾向をまとめる。

コースト流域は産業化および人口増加の影響もあり、全流域内で一番高い水使用量および水需要量である。特に表流水の需要量の増加率が著しく高く、2011 年に比べ 2035 年において 3.5 倍に成長している。

水需要量の全体量を比較すると、ワミ流域の水需要量がルブ流域よりも表流水および地下水の両水源において高い事が分かった。ワミ流域内のサブ流域の水源別水需要量は、ルブ流域内のサブ流域の約 2 倍もしくはそれ以上に高いと算定される。特にムコンドア・サブ流域の表流水の水需要量が高く、その量はコースト流域の表流水需要量の約 85%の量と同じである。また、キニャスングウェ・サブ流域の地下水需要量も高く、ルブ流域内のサブ流域の地下水需要量の約 5 倍から 10 倍の需要がある。

表流水需要の増加率では、キニャスングウェ・サブ流域がコースト流域同様高く、他のサブ流域では約 2 倍量の増加であるにもかかわらず、3 倍以上に増加している。

セクター別水需要量をみると、ンゲレンゲレ・サブ流域およびコースト流域において表流水の需要は工業用水および生活用水が高いが、その他のサブ流域では灌漑用水の需要が高い傾向がある。また、キニャスングウェおよびワミ・サブ流域においては、家畜用水の地下水需要が他のサブ流域と比較して高い傾向がある。

第 5 章　　水資源配分・管理計画

第 5 章　　水資源配分・管理計画

5.1　序論

統合水資源管理・開発計画を策定する上で、開発可能な水資源量と水需要量とのバランスの検討および配分方法の提案は計画策定の基本であり、統合水資源管理・開発計画のコンポーネントの 1 つである。タンザニアにおける水資源管理法（WRMA, 2009）においても、水資源と水需要の量的バランスの比較検討は、統合水資源管理・開発計画の第 1 コンポーネントに位置づけられている。

また、タンザニア国家水政策（NAWAPO, 2002）では、水利用の第 1 優先を生活用水の給水セクターに置いている。したがって水資源配分・管理計画を策定する上での水資源と水需要の量的バランスの比較は、第 1 優先順位である給水セクターの需要量が水資源開発可能量で賄えるのかどうかの確認を優先的に行うこととする。

本章では、プロジェクトのフェーズ 1 にて調査・解析および評価したワミ・ルブ流域の水資源量と現在水利用量[1]・将来水需要量とを比較し、時期的・地域的な不足水量を求め、必要とされる水資源開発量を検討し、現実的で実現可能な水資源開発計画を提案する。

本プロジェクトにおける表流水の水資源評価では、はじめに数値解析モデルを構築しシミュレーションによる検討を行った。しかしながら、構築した数値解析モデルによるシミュレーション結果と観測値を比較し再評価した結果、シミュレーションは年毎の流量の多寡や観測所別の流量の相違などの傾向は再現できてはいるものの、絶対値では平均でも数十パーセントにおよぶ観測値との相違があることが明らかとなった（***サポーティング・レポート第 14 章 14.2.3 節***を参照）。また、年間総流出量の少ない年から順に並べた場合、シミュレーション結果では、観測値に基づく順序を十分に再現できない（少ない年から順に並ばない）ことも明らかとなった。これらの相違が生じた最大の理由としては、ワミ・ルブ流域では基本データに厳しい制約があること、具体的には、シミュレーションの主要な入力条件である降雨量および蒸発散量並びに検証に用いられる河川流量といった基本データの空間的・時系列的な偏在が大きく、信頼性の低いデータも散見されること、が挙げられる。

本プロジェクトで提示する貯水池計画などの具体的な水資源開発においては、流域の特性や傾向といったレベルでは無く計画規模を決定するための精度の高い数値条件が必要である。しかし、現状のモデルは計画検討に十分な精度を持たないため、シミュレーションは流域の水資源の特性把握への利用のみで、水資源開発計画策定には利用できないと判断した。

上記検討結果に基づき、より現実的で妥当な開発計画を検討するためには、実際に生じた基準となる観測点における渇水年の実測の観測流量値を用いた検討が適切であると判断し、観測値による水資源の評価を行い、その結果を用いて水資源開発計画を策定する事とする。なお、開発可能な水資源量と水需要量のバランスの検討結果を、現実の水資源管理に落とし込むためには、基準となる観測点の実測の観測流量値に基づいて検討・管理を行うことが最も望ましい。

これらの経緯を踏まえ、本章では、はじめにシミュレーションの実施により把握したワミ・ルブ流域全体の水資源賦存量（表流水の賦存量と地下水開発可能量の合計）と水利用量・将来水需要量との比較結果を示す。次に、基準となる観測点における流量観測データを用いて行った低水収支計算に基づいて策定した水資源配分・管理計画の内容について述べる。

[1] 現在水利用量については、現在水利用量に関する調査の結果、取水位記録を備えている利用者は大口利水者を除いては皆無であること、また、地方部では地方自治体が把握している給水施設により給水されている住民以外にも溜池などの水源を利用している住民もいる。従って、本計画策定においては、現在の水需要量を現在水利用量として取り扱い計画に反映することとした。

なお、構築した数値解析モデルは、現実的かつ実現可能な開発計画の検討には不十分であるものの、流域の特性把握等には利用可能であり、今後モデルの精度を高めていくことにより、将来的には水資源管理・開発の様々な面への活用が期待し得ると考えられる。

5.2　シミュレーション結果に基づくワミ・ルブ流域の水資源と将来水需要量との比較

本プロジェクトにおいて実施したシミュレーションでは各サブ流域の総流出量、すなわち表流水資源の最大量を算定し、これを各サブ流域の水資源賦存量としている。一方、一般的に表流水の利用可能量は、以下の理由により総流出量の 1～2 割程度に留まる。

- ✓ 流出量のかなりの量は、洪水期に集中して流下する。一方、実際の水需要量は、洪水時の流出量に比較して少ない量が継続的に生じているに過ぎない。この流況と水需要の形態に違いにより、洪水時の流出の大部分は利用されずに流下している。ワミ・ルブ流域の場合、各サブ流域における年間総流量に対する渇水流量（年間を通して安定して利用できる流量）の割合は、15～25%となっている。

つまり、水資源賦存量は水資源の利用可能量を示すものではないが、まずはワミ・ルブ流域の水資源の現況を俯瞰的に評価することを目的として、ワミ・ルブ流域全体の表流水の賦存量と地下水開発可能量との合計値と、セクター別の現在水利用量・将来水需要量（シナリオ 1：トレンドシナリオ）とを比較した。比較結果を***図 5.1*** に示す。

図 5.1 に示すように、流域全体の表流水の賦存量と地下水開発可能量を合計した水量は、平年で約 5,262 MCM/年（平年表流水＋地下水）、10 年確率降雨渇水年で 3,346 MCM/年（10 年確率降雨渇水年＋地下水）との算定結果となった。一方、流域全体の 2035 年の全セクターの水需要は約 2,201 MCM/年と見積もられる。

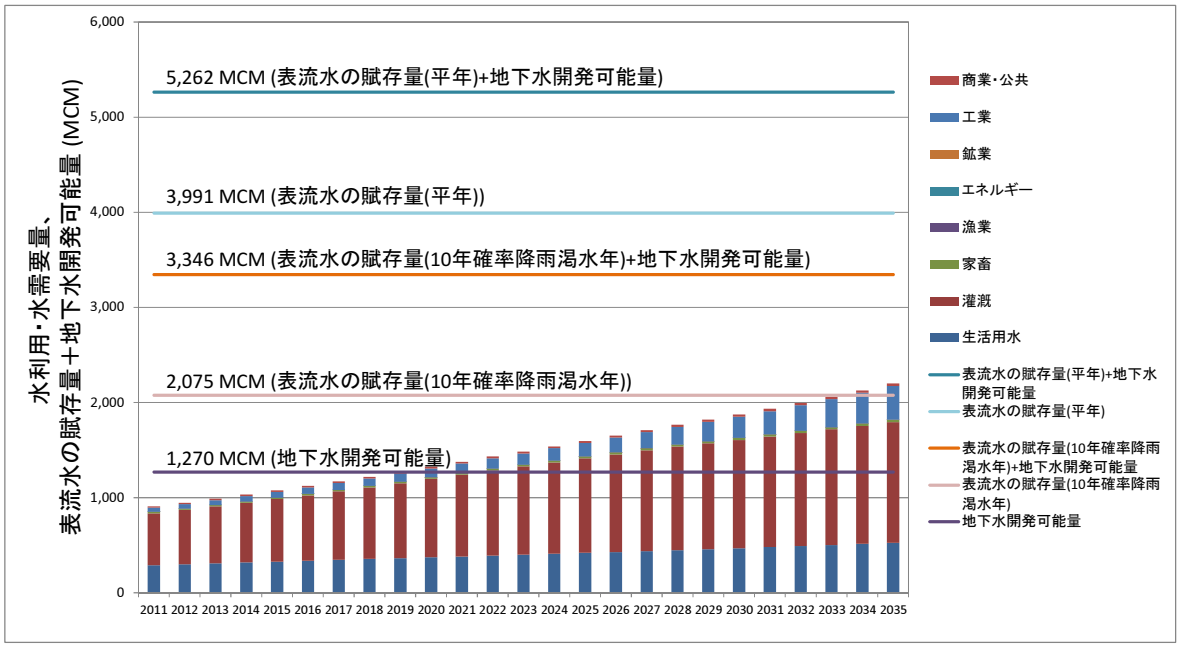


図 5.1　ワミ・ルブ流域全体におけるセクター別の将来水需要量（トレンドシナリオ）と表流水の賦存量と地下水開発可能量の合計値との比較

次に、第 4 章における将来水需要予測で検討した他のシナリオ、すなわちシナリオ 2：灌漑効率向上シナリオ、シナリオ 3：工業セクター成長シナリオも加えた、表流水の水資源賦存量と地下水開発可能量を合計した値と将来水需要量との関係を、***図 5.2*** に示す。

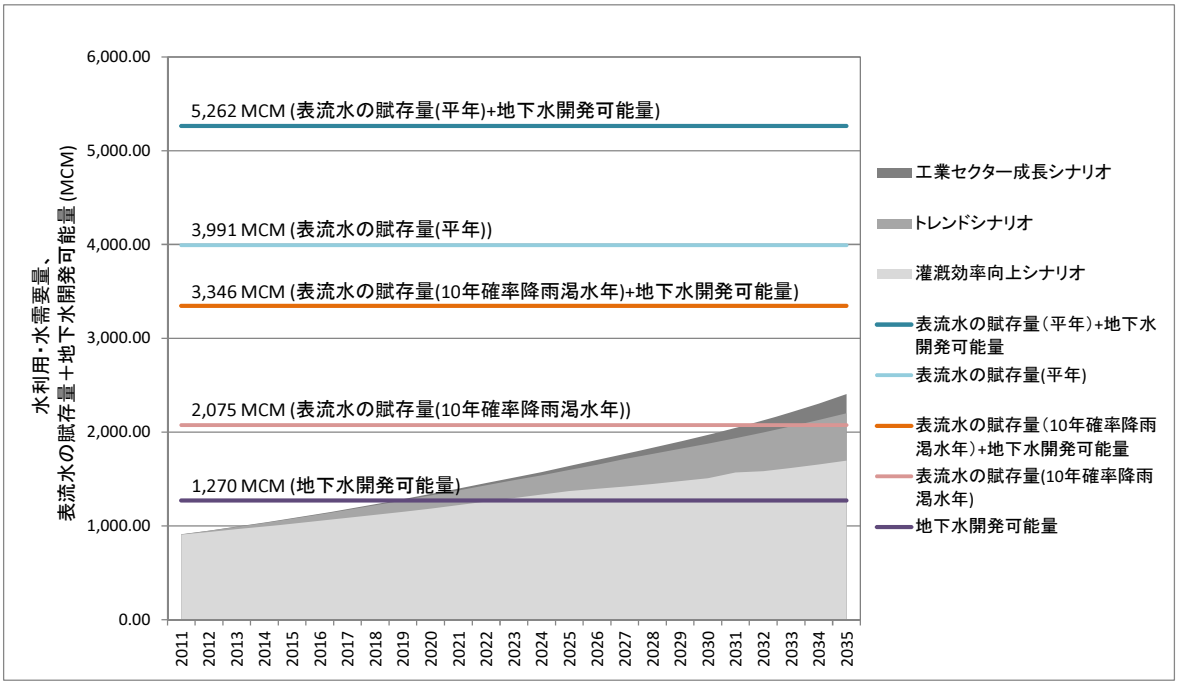


図 5.2　ワミ・ルブ流域全体における将来水需要量（3 シナリオ）と表流水の水資源賦存量と地下水開発可能量の合計値との比較

将来水需要予測のシナリオでは、シナリオ 3：工業セクター成長シナリオがトレンドシナリオを上回る将来水需要量の成長を示しているが、***図 5.2*** に示す通り 2035 年需要においても 10 年確率降雨渇水年における表流水の水資源賦存量と地下水開発可能量を合計した値の内側となっていることがわかる。

図 5.1 および***図 5.2*** で示された流域全体での水資源と水需要の全体量の比較では、ワミ・ルブ流域全体での水資源量（表流水の水資源賦存量と地下水開発可能量を合計値）は 10 年確率降雨渇水年でも 2035 年の全セクターの需要を賄えることになる。しかしながら、上述のように表流水の水資源賦存量は総流出量であり、年間を通して安定して利用できる流量は 15～25%程度であると仮定した場合、ワミ・ルブ流域全体での水資源量は約 1,700MCM(中間値の 20%の場合)と想定され、2025 年くらいからトレンドシナリオに基づく需要を満たすことができなくなる可能性があると考えられる。

5.3　基準となる観測点における流量観測データに基づいた低水収支計算による不足量の検討

5.3.1 環境流量の妥当性評価

タンザニアにおける低水管理には環境流量が用いられることとなっている。環境流量は日本の維持流量に相当するもので、ワミ・ルブ流域では、環境流量設定のための調査が既に行われ、ワミ川およびルブ川の数箇所において環境流量が算定され、制定に向けた取り組みが進められている。これらの状況を踏まえ、本プロジェクトで実施する低水収支計算ではこの環境流量を用いることとする。

低水収支計算の実施に先立ち、環境流量を本プロジェクトにおいて収集した基準となる観測点における流量観測データと比較検討したところ、過大な設定となっている地点が確認された（***サポーティング・レポート***の***第 14 章***を参照）。NAWAPO(2002)では、生活用水に次いで環境流量に優先順位を与えられているが、実際の自然流況とかけ離れている環境流量を確保するために水資源開発計画を検討することは、現実的かつ実施可能な開発計画を策定するという観点からは妥当であるとは言い難い。

したがって、環境流量と自然流況を比較検討結果に基づいて、開発計画の策定に採用する環境流量を以下の 3 レベルで設定することとした。

- レベル 1：渇水年の月別の環境流量をすべて満たすレベル
- レベル 2：渇水年の月別の環境流量の最低値を満たすレベル
- レベル 3：流況データから妥当と考えられる流量を確保するレベル（レベル 2 ですら満たすことができない流況を示す場合）

基準となる観測点における流量観測データに基づく低水収支計算の基準点（代表観測点）における自然流況と環境流量の比較結果を***表 5.1*** に示す。

自然流況に対して環境流量の値が妥当であると判断される 1H10 地点と 1H8A 地点は、レベル 1、すなわち月別の環境流量をそのまま用いることとする。自然流況に対して環境流量の全月別値を確保することは困難であるが月別最低値の確保は現実的と判断される 1GD2、1G1、1G2 の 3 地点についてはレベル 2 とする。自然流況が悪く、流量が 0 の状況がしばしば発生する 1HA1A 地点は、環境流量を 0 とせざるを得ないものと判断した（レベル 3）。

表 5.1　開発計画に利用する環境流量

観測所	渇水流量(m^3/s)				環境流量(m^3/s)	計画に利用する環境流量	レベル
	10 年相当	5 年相当	3 年相当	平均	（渇水年の最低値）		
1GD2	0.10	0.10	0.20	2.39	0.00	**0.00**	2
1G1	1.30	2.00	2.96	4.39	2.00	**2.00**	2
1G2	1.90	3.40	4.80	8.17	3.00	**3.00**	2
1H10	2.68	6.78	7.88	10.44	2.91	**2.91～10.06**	1
1HA1A	0.00	0.00	0.01	0.20	0.16	**0.00**	3
1H8A	4.90	5.15	5.74	6.85	3.39	**3.39～11.72**	1

出典：JICA プロジェクトチーム

5.3.2　基準となる観測点における流量観測データに基づいた低水収支計算

必要とされる水資源開発量を検討し、現実的で実現可能な水資源開発計画の策定することを目的として、前節において設定した環境流量、10 年確率渇水年の流出量、現在水利用量・将来水需要量に基づいて低水収支計算を行い、時期的・地域的な表流水の不足量の算定を行った。以下に算定の根拠を説明するが、詳細については***サポーティング・レポート第 14 章 14.3 節***を参照されたい。

算定においては、サブ流域を代表しうる流域（以下、低水収支計算流域とする）の代表観測所を基点として、必要流量（環境流量および基準地点下流の水利用量・将来水需要量）を求め、観測値に基づいて選定した 10 年確率渇水年の流量と比較し、表流水の不足量を算定した。***図 5.3*** に低水収支計算流域位置と代表観測所位置を示す。

なお、各低水収支計算流域の利用可能な水資源量である渇水年の流量は、当該低水収支計算流域の上流からの流入量と当該低水収支計算流域内の支川からの流量で表されるが、この支川からの流入量については、低水収支計算流域の末端の観測所の取水の影響が無いと見なせる年のデータに基づいて算定した流量から、上端の観測所の流入量を引いた流量とし、上端からの流入量（上流の現在水利用量・将来水需要量を引いた流量）に加算した。

また、不足量の算定においては、灌漑用水需要の季節変動を主たる理由とする現在水利用量・将来水需要量の月による変動を考慮し、***図 5.4***、***図 5.5*** および***図 5.6*** ならびに***表 5.2***、***表 5.3*** および***表 5.4*** に示した収支計算結果に基づいて、年間を通して最大となる不足量（最大必要な貯水量）を求めている。

加えて、不足量の計算は***図 5.3*** の流域分割に基づいて行っているが、代表観測所を基点としたこの流域分割は、タンザニアで設定している 7 サブ流域区分と一致していない。よって、7 サブ流域との整合性を取るために、8 つの低水収支計算流域のうち 1G1-1G2 と 1G2 下流の 2 つの低水収支計算流域を合わせてワミ・サブ流域の不足量を算定している。また、低水収支計算流域としてのコースト・サブ流域は、タンザニアで設定しているコースト・サブ流域とローワールブ・サブ流域の下流部（代表観測所である 1H8A から下流）をあわせた地域としている。これは、1H8A から下流部の需要量はコースト・サブ流域に比較して非常に小さいこと、コースト・サブ流域の需要は非常に大きいが利用できる代表観測所が無いために流量は計上できないこと、コースト・サブ流域の需要の一部は 1H8A 下流からの導水により賄われていることを考慮したことによる。

なお、本プロジェクトにおいて算定した現在水利用量は 2011 年のデータであること、タンザニアで進められている統合水資源管理・開発計画の対象年は短期（2015 年）、中期（2025 年）、長期（2035 年）であること、貯水池等の施設建設が終了までには時間が必要であることを考慮し、開発必要水量は、2011 年、2025 年、2035 年の 3 ケースにおいて算定した。また、現在水利用量・将来水需要量については、***第 4 章***に基づいて、トレンドシナリオ、工業セクター成長シナリオ、灌漑効率向上シナリオの 3 ケースについて検討した。

図 5.3　低水収支計算流域位置図

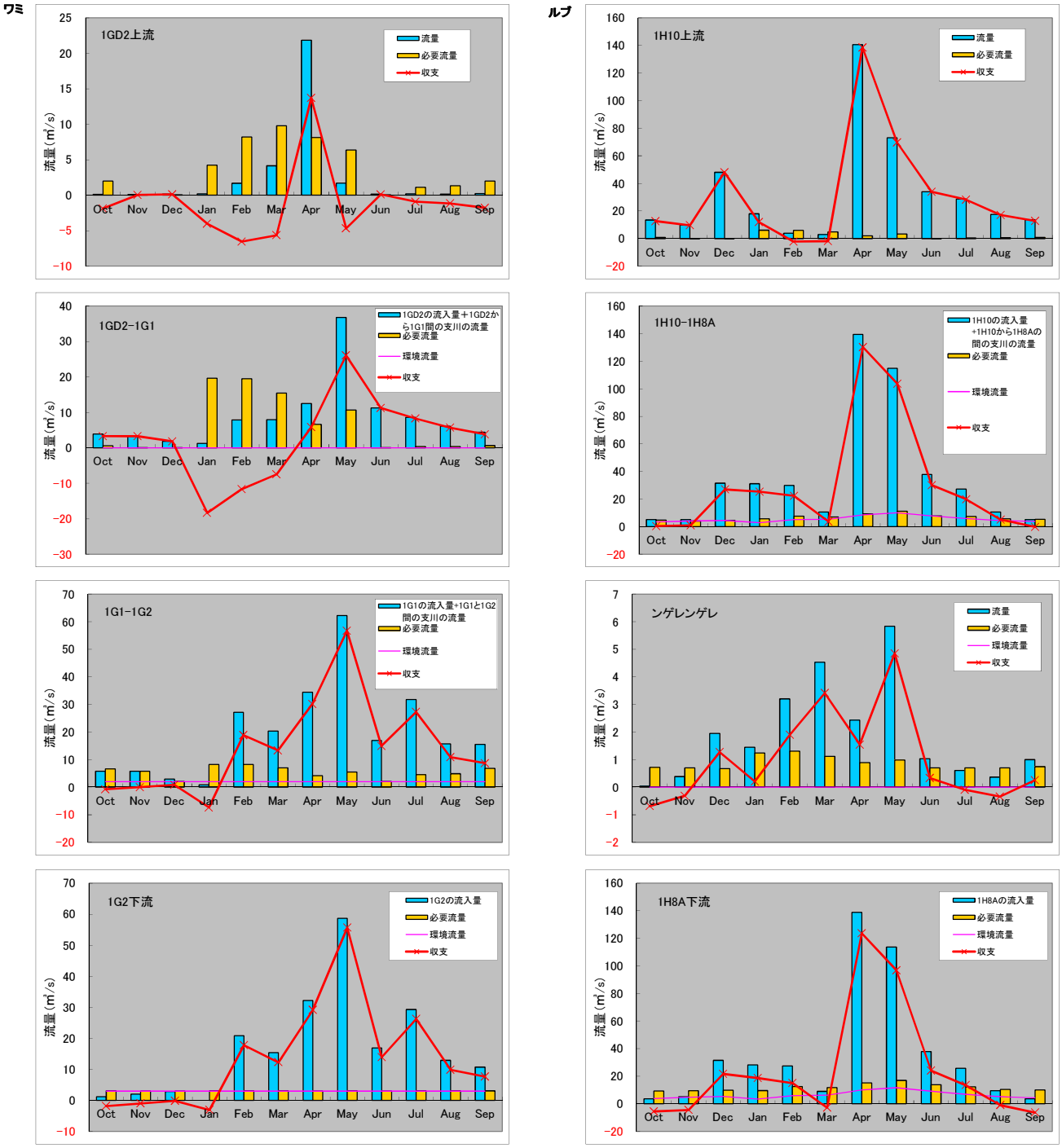


図 5.4　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1,2,3）および現在水利用量（2011 年）による低水収支計算結果

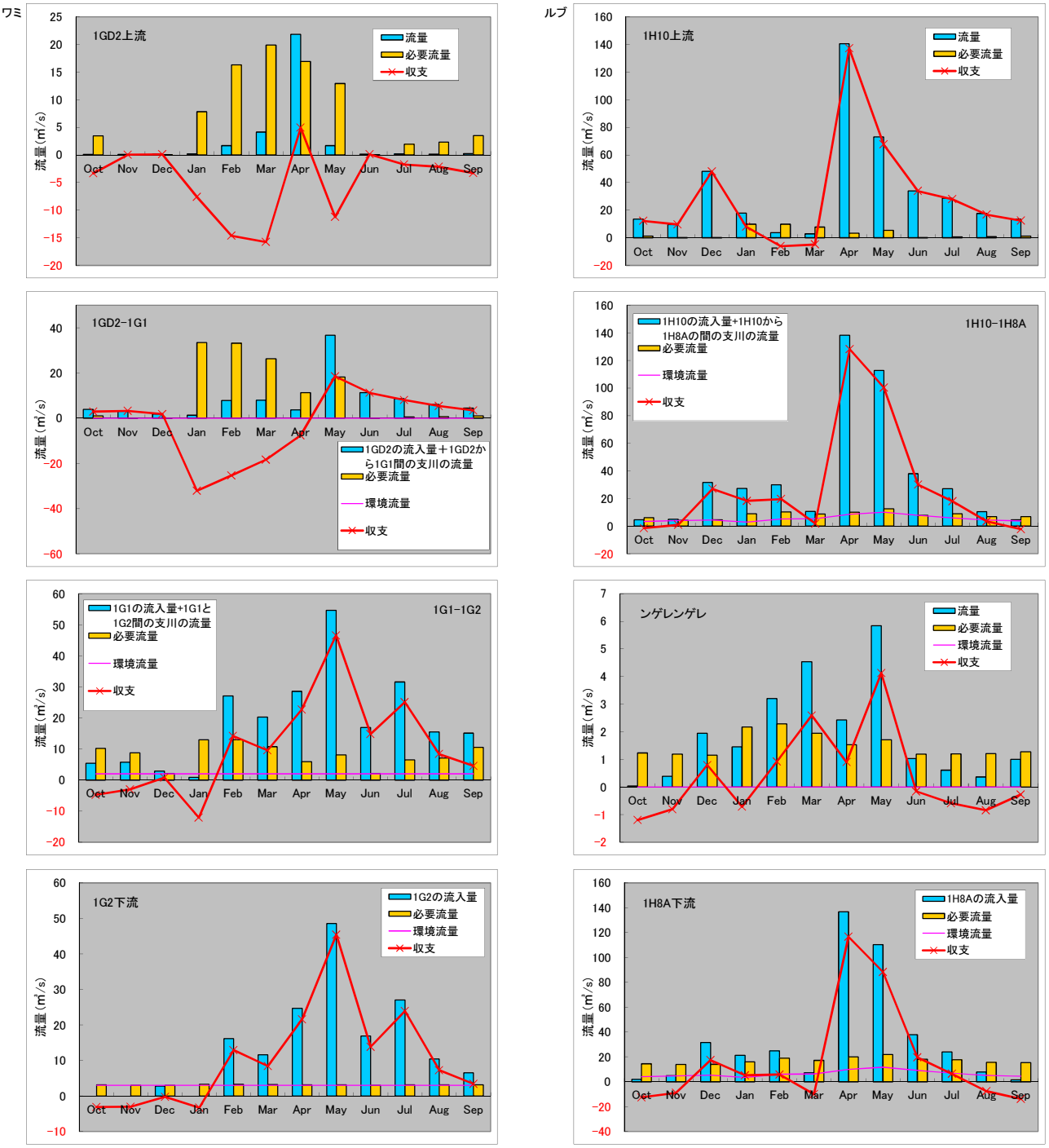


図 5.5　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1, 2, 3）および現在水利用量（2025 年）による低水収支計算結果

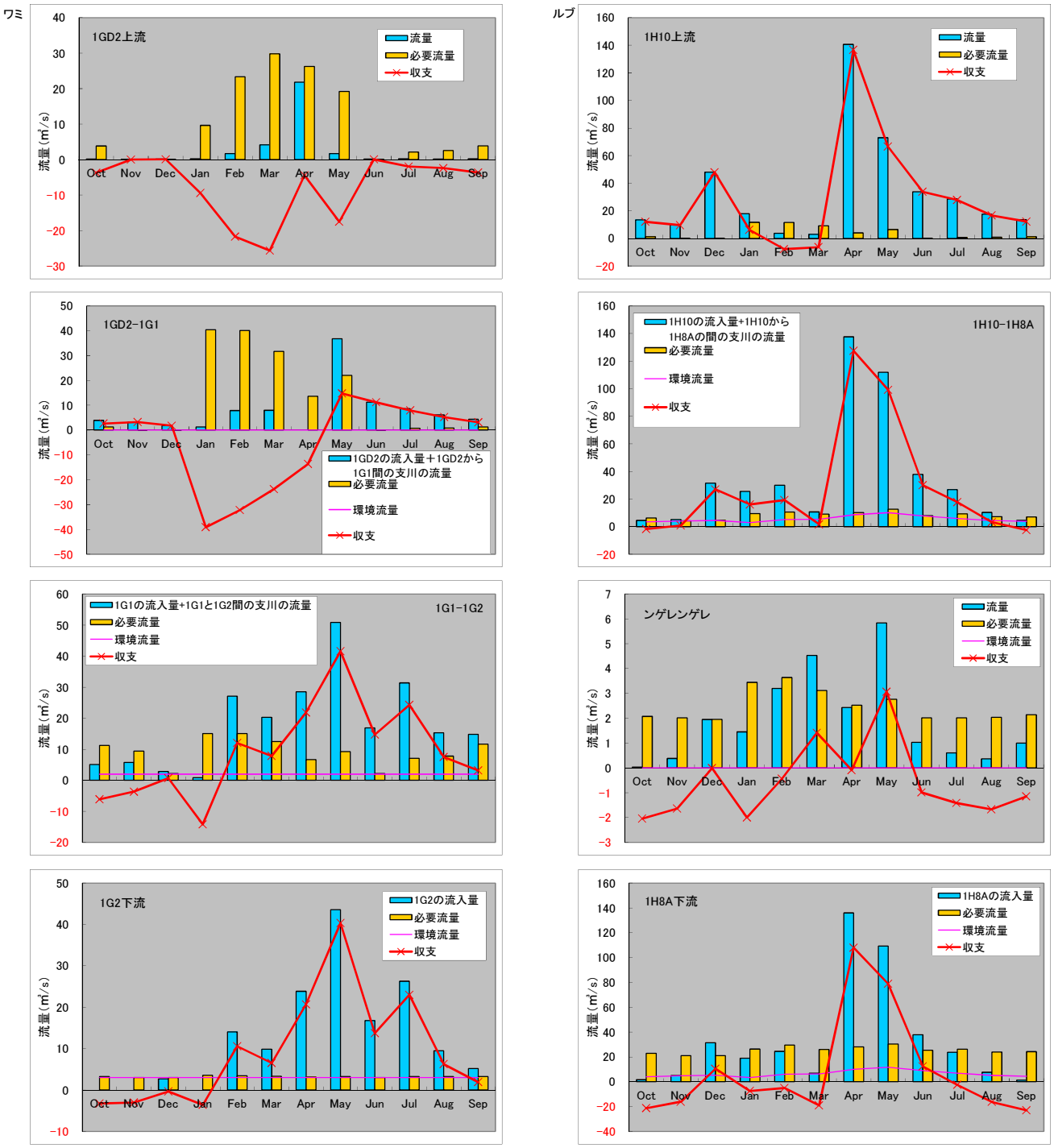


図 5.6　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1,2,3）および将来水需要量（2035 年）による低水収支計算結果

表 5.2　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1, 2, 3）および現在水利用量（2011 年）による低水収支計算結果表

1GD2上流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
流量	**0.12**	**0.10**	**0.16**	**0.22**	**1.69**	**4.15**	**21.86**	**1.70**	**0.16**	**0.20**	**0.17**	**0.23**
1GD2における流量	0.12	0.10	0.16	0.22	1.69	4.15	21.86	1.70	0.16	0.20	0.17	0.23
必要流量	**1.98**	**0.05**	**0.05**	**4.24**	**8.23**	**9.79**	**8.14**	**6.38**	**0.05**	**1.11**	**1.34**	**2.01**
1GD2から最上流の間の需要量	1.98	0.05	0.05	4.24	8.23	9.79	8.14	6.38	0.05	1.11	1.34	2.01
収支	**-1.87**	**0.05**	**0.12**	**-4.02**	**-6.54**	**-5.64**	**13.72**	**-4.68**	**0.11**	**-0.91**	**-1.16**	**-1.78**

1GD2-1G1	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1GD2の流入量＋1GD2から1G1間の支川の流量	**3.90**	**3.30**	**1.84**	**1.28**	**7.86**	**7.94**	**12.48**	**36.76**	**11.27**	**8.63**	**6.09**	**4.42**
1GD2の流入量	0.00	0.05	0.12	0.00	0.00	0.00	13.72	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00
1GD2における流量	0.12	0.10	0.16	0.22	1.69	4.15	21.86	1.70	0.16	0.20	0.17	0.23
1GD2から最上流の間の需要量	1.98	0.05	0.05	4.24	8.23	9.79	8.14	6.38	0.05	1.11	1.34	2.01
流量 - 需要量	-1.87	0.05	0.12	-4.02	-6.54	-5.64	13.72	-4.68	0.11	-0.91	-1.16	-1.78
1GD2から1G1間の支川の流量	3.90	3.25	1.72	1.28	7.86	7.94	-1.24	36.76	11.16	8.63	6.09	4.42
必要流量	**0.61**	**0.02**	**0.02**	**19.62**	**19.47**	**15.41**	**6.62**	**10.70**	**0.02**	**0.35**	**0.41**	**0.61**
環境流量	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1GD2と1G1の間の需要量	0.61	0.02	0.02	19.62	19.47	15.41	6.62	10.70	0.02	0.35	0.41	0.61
収支	**3.29**	**3.28**	**1.82**	**-18.33**	**-11.61**	**-7.47**	**5.85**	**26.06**	**11.25**	**8.28**	**5.68**	**3.81**

1G1-1G2	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1G1の流入量+1G1と1G2間の支川の流量	**5.79**	**5.80**	**2.90**	**0.89**	**27.13**	**20.32**	**34.41**	**62.17**	**16.98**	**31.78**	**15.76**	**15.50**
1G1の流入量	3.29	3.28	1.82	0.00	0.00	0.00	5.85	26.06	11.25	8.28	5.68	3.81
1GD2の流入量	0.00	0.05	0.12	0.00	0.00	0.00	13.72	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00
1GD2と1G1の間の支川の流量	3.90	3.25	1.72	1.28	7.86	7.94	-1.24	36.76	11.16	8.63	6.09	4.42
1GD2と1G1の間の需要量	0.61	0.02	0.02	19.62	19.47	15.41	6.62	10.70	0.02	0.35	0.41	0.61
流入量＋支川の流量 - 需要量	3.29	3.28	1.82	-18.33	-11.61	-7.47	5.85	26.06	11.25	8.28	5.68	3.81
1G1と1G2の間の支川の流量	2.50	2.52	1.08	0.89	27.13	20.32	28.55	36.10	5.73	23.50	10.08	11.69
1G2の流量	6.52	5.87	2.97	2.39	36.67	32.41	49.17	74.56	17.05	32.33	16.35	16.34
1G1の流量	4.02	3.35	1.88	1.50	9.55	12.09	20.62	38.46	11.32	8.83	6.26	4.65
必要流量	**6.58**	**5.79**	**2.06**	**8.27**	**8.26**	**6.99**	**4.22**	**5.47**	**2.06**	**4.52**	**4.86**	**6.79**
環境流量	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
1G1と1G2の間の需要量	4.58	3.79	0.06	6.27	6.26	4.99	2.22	3.47	0.06	2.52	2.86	4.79
収支	**-0.79**	**0.01**	**0.84**	**-7.38**	**18.87**	**13.33**	**30.19**	**56.69**	**14.91**	**27.26**	**10.90**	**8.71**

1G2下流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1G2の流入量	**1.21**	**2.01**	**2.84**	**0.00**	**20.87**	**15.33**	**32.19**	**58.69**	**16.91**	**29.26**	**12.90**	**10.71**
1G1の流入量	3.29	3.28	1.82	0.00	0.00	0.00	5.85	26.06	11.25	8.28	5.68	3.81
1G1と1G2の間の支川の流量	2.50	2.52	1.08	0.89	27.13	20.32	28.55	36.10	5.73	23.50	10.08	11.69
1G1と1G2の間の需要量	4.58	3.79	0.06	6.27	6.26	4.99	2.22	3.47	0.06	2.52	2.86	4.79
流入量＋支川の流量 - 需要量	1.21	2.01	2.84	-5.38	20.87	15.33	32.19	58.69	16.91	29.26	12.90	10.71
必要流量	**3.06**	**3.02**	**3.01**	**3.13**	**3.11**	**3.08**	**3.04**	**3.06**	**3.02**	**3.07**	**3.06**	**3.07**
環境流量	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
1 G2から最下流の間の需要量	0.06	0.02	0.01	0.13	0.11	0.08	0.04	0.06	0.02	0.07	0.06	0.07
収支	**-1.86**	**-1.01**	**-0.18**	**-3.13**	**17.76**	**12.25**	**29.15**	**55.63**	**13.90**	**26.19**	**9.84**	**7.64**

1H10上流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
流量	**13.46**	**9.69**	**48.05**	**17.94**	**3.78**	**2.90**	**140.60**	**73.02**	**33.92**	**28.63**	**17.61**	**13.60**
1H10における流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
必要流量	**0.81**	**0.05**	**0.05**	**6.07**	**6.01**	**4.75**	**2.07**	**3.33**	**0.05**	**0.47**	**0.55**	**0.82**
1H10から最上流の間の需要量	0.81	0.05	0.05	6.07	6.01	4.75	2.07	3.33	0.05	0.47	0.55	0.82
収支	**12.65**	**9.64**	**48.00**	**11.88**	**-2.23**	**-1.85**	**138.53**	**69.69**	**33.87**	**28.16**	**17.06**	**12.78**

1H10-1H8A	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1H10の流入量+1H10から1H8Aの間の支川の流量	**5.04**	**5.10**	**31.58**	**31.14**	**29.91**	**10.65**	**139.48**	**114.89**	**37.94**	**27.25**	**10.70**	**5.07**
1H10の流入量	12.65	9.64	48.00	11.88	0.00	0.00	138.53	69.69	33.87	28.16	17.06	12.78
1H10における流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
1H10から最上流の間の需要量	0.81	0.05	0.05	6.07	6.01	4.75	2.07	3.33	0.05	0.47	0.55	0.82
流量 - 需要量	12.65	9.64	48.00	11.88	-2.23	-1.85	138.53	69.69	33.87	28.16	17.06	12.78
1H10と1H8Aの間の支川の流量	-7.60	-4.54	-16.43	19.27	29.91	10.65	0.95	45.20	4.07	-0.92	-6.36	-7.72
1H8Aの流量	5.86	5.15	31.63	37.21	33.69	13.55	141.55	118.22	37.99	27.72	11.25	5.89
1H10における流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
必要流量	**4.70**	**4.13**	**4.54**	**5.82**	**7.61**	**7.02**	**9.30**	**11.22**	**7.85**	**7.40**	**5.65**	**5.24**
環境流量	3.40	4.08	4.50	2.91	5.17	5.39	8.58	10.06	7.81	5.97	4.44	3.79
1H10と1H8Aの間の需要量	1.30	0.05	0.04	2.91	2.44	1.63	0.72	1.16	0.05	1.44	1.21	1.46
収支	**0.35**	**0.97**	**27.03**	**25.33**	**22.31**	**3.63**	**130.18**	**103.67**	**30.08**	**19.84**	**5.05**	**-0.18**

ンゲレンゲレ	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
流量	**0.03**	**0.38**	**1.95**	**1.45**	**3.20**	**4.53**	**2.43**	**5.83**	**1.03**	**0.61**	**0.36**	**1.00**
1HA1Aにおける流量	0.03	0.38	1.95	1.45	3.20	4.53	2.43	5.83	1.03	0.61	0.36	1.00
必要流量	**0.72**	**0.70**	**0.68**	**1.24**	**1.31**	**1.12**	**0.89**	**0.98**	**0.70**	**0.70**	**0.71**	**0.74**
1HA1Aの環境流量	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ンゲレンゲレ・サブ流域の最上流から最下流の間の需要量	0.72	0.70	0.68	1.24	1.31	1.12	0.89	0.98	0.70	0.70	0.71	0.74
収支	**-0.69**	**-0.31**	**1.27**	**0.21**	**1.89**	**3.41**	**1.54**	**4.85**	**0.33**	**-0.09**	**-0.34**	**0.25**

1H8A下流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1H8Aの流入量	**3.75**	**5.05**	**31.53**	**28.24**	**27.47**	**9.02**	**138.76**	**113.73**	**37.89**	**25.81**	**9.49**	**3.61**
1H10の流入量	12.65	9.64	48.00	11.88	0.00	0.00	138.53	69.69	33.87	28.16	17.06	12.78
1H10と1H8Aの間の支川の流量	-7.60	-4.54	-16.43	19.27	29.91	10.65	0.95	45.20	4.07	-0.92	-6.36	-7.72
1H10と1H8Aの間の需要量	1.30	0.05	0.04	2.91	2.44	1.63	0.72	1.16	0.05	1.44	1.21	1.46
流量 - 需要量	3.75	5.05	31.53	28.24	27.47	9.02	138.76	113.73	37.89	25.81	9.49	3.61
必要流量	**9.29**	**9.54**	**9.87**	**9.63**	**12.49**	**11.81**	**15.17**	**16.98**	**13.88**	**12.36**	**10.45**	**9.99**
環境流量	3.96	4.76	5.24	3.39	6.02	6.28	10.00	11.72	9.10	6.95	5.17	4.41
1H8Aから最下流の間の需要量	5.33	4.78	4.63	6.24	6.47	5.53	5.17	5.26	4.78	5.41	5.28	5.58
収支	**-5.54**	**-4.49**	**21.67**	**18.61**	**14.98**	**-2.79**	**123.60**	**96.75**	**24.01**	**13.45**	**-0.96**	**-6.38**

表 5.3　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1, 2, 3）および将来水需要量（2025 年）による低水収支計算結果表

1GD2上流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
流量	0.12	0.10	0.16	0.22	1.69	4.15	21.86	1.70	0.16	0.20	0.17	0.23
1GD2における流量	0.12	0.10	0.16	0.22	1.69	4.15	21.86	1.70	0.16	0.20	0.17	0.23
必要流量	3.47	0.07	0.07	7.82	16.33	19.92	16.92	12.93	0.07	1.93	2.33	3.50
1GD2から最上流の間の需要量	3.47	0.07	0.07	7.82	16.33	19.92	16.92	12.93	0.07	1.93	2.33	3.50
収支	-3.35	0.03	0.10	-7.61	-14.64	-15.76	4.94	-11.23	0.09	-1.73	-2.15	-3.28

1GD2-1G1	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1GD2の流入量＋1GD2から1G1間の支川の流量	3.90	3.28	1.82	1.28	7.86	7.94	3.70	36.76	11.25	8.63	6.09	4.42
1GD2の流入量	0.00	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	4.94	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00
1GD2における流量	0.12	0.10	0.16	0.22	1.69	4.15	21.86	1.70	0.16	0.20	0.17	0.23
1GD2から最上流の間の需要量	3.47	0.07	0.07	7.82	16.33	19.92	16.92	12.93	0.07	1.93	2.33	3.50
流量 - 需要量	-3.35	0.03	0.10	-7.61	-14.64	-15.76	4.94	-11.23	0.09	-1.73	-2.15	-3.28
1GD2から1G1間の支川の流量	3.90	3.25	1.72	1.28	7.86	7.94	-1.24	36.76	11.16	8.63	6.09	4.42
必要流量	0.98	0.03	0.03	33.43	33.18	26.28	11.29	18.22	0.03	0.56	0.66	0.99
環境流量	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1GD2と1G1の間の需要量	0.98	0.03	0.03	33.43	33.18	26.28	11.29	18.22	0.03	0.56	0.66	0.99
収支	2.92	3.25	1.79	-32.14	-25.33	-18.34	-7.60	18.54	11.22	8.07	5.43	3.43

1G1-1G2	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1G1の流入量+1G1と1G2間の支川の流量	5.42	5.77	2.87	0.89	27.13	20.32	28.55	54.64	16.95	31.57	15.51	15.12
1G1の流入量	2.92	3.25	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	18.54	11.22	8.07	5.43	3.43
1GD2の流入量	0.00	0.03	0.10	0.00	0.00	0.00	4.94	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00
1GD2と1G1の間の支川の流量	3.90	3.25	1.72	1.28	7.86	7.94	-1.24	36.76	11.16	8.63	6.09	4.42
1GD2と1G1の間の需要量	0.98	0.03	0.03	33.43	33.18	26.28	11.29	18.22	0.03	0.56	0.66	0.99
流入量＋支川の流量 - 需要量	2.92	3.25	1.79	-32.14	-25.33	-18.34	-7.60	18.54	11.22	8.07	5.43	3.43
1G1と1G2の間の支川の流量	2.50	2.52	1.08	0.89	27.13	20.32	28.55	36.10	5.73	23.50	10.08	11.69
1G2の流量	6.52	5.87	2.97	2.39	36.67	32.41	49.17	74.56	17.05	32.33	16.35	16.34
1G1の流量	4.02	3.35	1.88	1.50	9.55	12.09	20.62	38.46	11.32	8.83	6.26	4.65
必要流量	10.20	8.79	2.10	12.97	12.96	10.74	5.89	8.08	2.11	6.49	7.11	10.56
環境流量	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
1G1と1G2の間の需要量	8.20	6.79	0.10	10.97	10.96	8.74	3.89	6.08	0.11	4.49	5.11	8.56
収支	-4.78	-3.01	0.77	-12.09	14.17	9.58	22.66	46.56	14.84	25.08	8.40	4.56

1G2下流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1G2の流入量	0.00	0.00	2.77	0.00	16.17	11.58	24.66	48.56	16.84	27.08	10.40	6.56
1G1の流入量	2.92	3.25	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	18.54	11.22	8.07	5.43	3.43
1G1と1G2の間の支川の流量	2.50	2.52	1.08	0.89	27.13	20.32	28.55	36.10	5.73	23.50	10.08	11.69
1G1と1G2の間の需要量	8.20	6.79	0.10	10.97	10.96	8.74	3.89	6.08	0.11	4.49	5.11	8.56
流入量＋支川の流量 - 需要量	-2.78	-1.01	2.77	-10.09	16.17	11.58	24.66	48.56	16.84	27.08	10.40	6.56
必要流量	3.14	3.02	3.02	3.30	3.26	3.17	3.09	3.13	3.02	3.16	3.13	3.16
環境流量	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
1 G2から最下流の間の需要量	0.14	0.02	0.02	0.30	0.26	0.17	0.09	0.13	0.02	0.16	0.13	0.16
収支	-3.14	-3.02	-0.25	-3.30	12.91	8.40	21.58	45.43	13.82	23.92	7.27	3.40

1H10上流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
1H10における流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
必要流量	1.20	0.07	0.07	9.91	9.81	7.75	3.37	5.43	0.07	0.69	0.81	1.21
1H10から最上流の間の需要量	1.20	0.07	0.07	9.91	9.81	7.75	3.37	5.43	0.07	0.69	0.81	1.21
収支	12.26	9.62	47.99	8.04	-6.03	-4.85	137.23	67.59	33.85	27.94	16.80	12.39

1H10-1H8A	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1H10の流入量+1H10から1H8Aの間の支川の流量	4.65	5.08	31.56	27.30	29.91	10.65	138.18	112.79	37.92	27.03	10.44	4.67
1H10の流入量	12.26	9.62	47.99	8.04	0.00	0.00	137.23	67.59	33.85	27.94	16.80	12.39
1H10における流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
1H10から最上流の間の需要量	1.20	0.07	0.07	9.91	9.81	7.75	3.37	5.43	0.07	0.69	0.81	1.21
流量 - 需要量	12.26	9.62	47.99	8.04	-6.03	-4.85	137.23	67.59	33.85	27.94	16.80	12.39
1H10と1H8Aの間の支川の流量	-7.60	-4.54	-16.43	19.27	29.91	10.65	0.95	45.20	4.07	-0.92	-6.36	-7.72
1H8Aの流量	5.86	5.15	31.63	37.21	33.69	13.55	141.55	118.22	37.99	27.72	11.25	5.89
1H10における流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
必要流量	6.10	4.15	4.56	9.01	10.28	8.80	10.06	12.47	7.87	8.97	6.95	6.83
環境流量	3.40	4.08	4.50	2.91	5.17	5.39	8.58	10.06	7.81	5.97	4.44	3.79
1H10と1H8Aの間の需要量	2.70	0.06	0.06	6.10	5.11	3.40	1.48	2.41	0.06	3.00	2.52	3.04
収支	-1.45	0.93	27.00	18.29	19.64	1.85	128.12	100.31	30.05	18.06	3.48	-2.15

ンゲレンゲレ	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
流量	0.03	0.38	1.95	1.45	3.20	4.53	2.43	5.83	1.03	0.61	0.36	1.00
1HA1Aにおける流量	0.03	0.38	1.95	1.45	3.20	4.53	2.43	5.83	1.03	0.61	0.36	1.00
必要流量	1.23	1.19	1.15	2.17	2.28	1.95	1.53	1.71	1.19	1.20	1.21	1.27
1HA1Aの環境流量	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ンゲレンゲレ・サブ流域の最上流から最下流の間の需要量	1.23	1.19	1.15	2.17	2.28	1.95	1.53	1.71	1.19	1.20	1.21	1.27
収支	-1.20	-0.81	0.79	-0.72	0.92	2.59	0.90	4.13	-0.16	-0.59	-0.84	-0.27

1H8A下流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1H8Aの流入量	1.95	5.02	31.50	21.20	24.80	7.25	136.70	110.38	37.86	24.03	7.92	1.63
1H10の流入量	12.26	9.62	47.99	8.04	0.00	0.00	137.23	67.59	33.85	27.94	16.80	12.39
1H10と1H8Aの間の支川の流量	-7.60	-4.54	-16.43	19.27	29.91	10.65	0.95	45.20	4.07	-0.92	-6.36	-7.72
1H10と1H8Aの間の需要量	2.70	0.06	0.06	6.10	5.11	3.40	1.48	2.41	0.06	3.00	2.52	3.04
流量 - 需要量	1.95	5.02	31.50	21.20	24.80	7.25	136.70	110.38	37.86	24.03	7.92	1.63
必要流量	14.46	13.88	14.07	16.03	18.98	17.23	20.03	22.04	18.22	17.64	15.55	15.42
環境流量	3.96	4.76	5.24	3.39	6.02	6.28	10.00	11.72	9.10	6.95	5.17	4.41
1H8Aから最下流の間の需要量	10.50	9.13	8.83	12.64	12.96	10.95	10.03	10.32	9.13	10.68	10.38	11.01
収支	-12.51	-8.87	17.43	5.17	5.82	-9.98	116.67	88.34	19.63	6.39	-7.63	-13.79

表 5.4　10 年確率渇水流量が発生する年の月別平均流量、環境流量（レベル 1, 2, 3）および将来水需要量（2035 年）による低水収支計算結果表

1GD2上流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
流量	**0.12**	**0.10**	**0.16**	**0.22**	**1.69**	**4.15**	**21.86**	**1.70**	**0.16**	**0.20**	**0.17**	**0.23**
1GD2における流量	0.12	0.10	0.16	0.22	1.69	4.15	21.86	1.70	0.16	0.20	0.17	0.23
必要流量	**3.83**	**0.09**	**0.09**	**9.63**	**23.39**	**29.79**	**26.29**	**19.21**	**0.09**	**2.14**	**2.57**	**3.87**
1GD2から最上流の間の需要量	3.83	0.09	0.09	9.63	23.39	29.79	26.29	19.21	0.09	2.14	2.57	3.87
収支	**-3.71**	**0.01**	**0.08**	**-9.41**	**-21.70**	**-25.63**	**-4.43**	**-17.51**	**0.07**	**-1.94**	**-2.40**	**-3.64**

1GD2-1G1	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1GD2の流入量＋1GD2から1G1間の支川の流量	**3.90**	**3.26**	**1.80**	**1.28**	**7.86**	**7.94**	**0.00**	**36.76**	**11.23**	**8.63**	**6.09**	**4.42**
1GD2の流入量	0.00	0.01	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
1GD2における流量	0.12	0.10	0.16	0.22	1.69	4.15	21.86	1.70	0.16	0.20	0.17	0.23
1GD2から最上流の間の需要量	3.83	0.09	0.09	9.63	23.39	29.79	26.29	19.21	0.09	2.14	2.57	3.87
流量 - 需要量	-3.71	0.01	0.08	-9.41	-21.70	-25.63	-4.43	-17.51	0.07	-1.94	-2.40	-3.64
1GD2から1G1間の支川の流量	3.90	3.25	1.72	1.28	7.86	7.94	-1.24	36.76	11.16	8.63	6.09	4.42
必要流量	**1.28**	**0.04**	**0.04**	**40.38**	**40.08**	**31.73**	**13.64**	**22.01**	**0.04**	**0.73**	**0.86**	**1.29**
環境流量	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1GD2と1G1の間の需要量	1.28	0.04	0.04	40.38	40.08	31.73	13.64	22.01	0.04	0.73	0.86	1.29
収支	**2.62**	**3.22**	**1.76**	**-39.10**	**-32.22**	**-23.79**	**-13.64**	**14.75**	**11.19**	**7.90**	**5.23**	**3.13**

1G1-1G2	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1G1の流入量+1G1と1G2間の支川の流量	**5.12**	**5.74**	**2.84**	**0.89**	**27.13**	**20.32**	**28.55**	**50.85**	**16.92**	**31.40**	**15.31**	**14.82**
1G1の流入量	2.62	3.22	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	14.75	11.19	7.90	5.23	3.13
1GD2の流入量	0.00	0.01	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
1GD2と1G1の間の支川の流量	3.90	3.25	1.72	1.28	7.86	7.94	-1.24	36.76	11.16	8.63	6.09	4.42
1GD2と1G1の間の需要量	1.28	0.04	0.04	40.38	40.08	31.73	13.64	22.01	0.04	0.73	0.86	1.29
流入量＋支川の流量 - 需要量	2.62	3.22	1.76	-39.10	-32.22	-23.79	-14.88	14.75	11.19	7.90	5.23	3.13
1G1と1G2の間の支川の流量	2.50	2.52	1.08	0.89	27.13	20.32	28.55	36.10	5.73	23.50	10.08	11.69
1G2の流量	6.52	5.87	2.97	2.39	36.67	32.41	49.17	74.56	17.05	32.33	16.35	16.34
1G1の流量	4.02	3.35	1.88	1.50	9.55	12.09	20.62	38.46	11.32	8.83	6.26	4.65
必要流量	**11.22**	**9.40**	**2.15**	**15.07**	**15.08**	**12.46**	**6.70**	**9.27**	**2.16**	**7.11**	**7.80**	**11.63**
環境流量	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
1G1と1G2の間の需要量	9.22	7.40	0.15	13.07	13.08	10.46	4.70	7.27	0.16	5.11	5.80	9.63
収支	**-6.10**	**-3.66**	**0.69**	**-14.19**	**12.04**	**7.85**	**21.85**	**41.58**	**14.76**	**24.28**	**7.51**	**3.19**

1G2下流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1G2の流入量	**0.00**	**0.00**	**2.69**	**0.00**	**14.04**	**9.85**	**23.85**	**43.58**	**16.76**	**26.28**	**9.51**	**5.19**
1G1の流入量	2.62	3.22	1.76	0.00	0.00	0.00	0.00	14.75	11.19	7.90	5.23	3.13
1G1と1G2の間の支川の流量	2.50	2.52	1.08	0.89	27.13	20.32	28.55	36.10	5.73	23.50	10.08	11.69
1G1と1G2の間の需要量	9.22	7.40	0.15	13.07	13.08	10.46	4.70	7.27	0.16	5.11	5.80	9.63
流入量＋支川の流量 - 需要量	-4.10	-1.66	2.69	-12.19	14.04	9.85	23.85	43.58	16.76	26.28	9.51	5.19
必要流量	**3.26**	**3.03**	**3.02**	**3.56**	**3.47**	**3.32**	**3.15**	**3.23**	**3.03**	**3.28**	**3.24**	**3.29**
環境流量	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
1 G2から最下流の間の需要量	0.26	0.03	0.02	0.56	0.47	0.32	0.15	0.23	0.03	0.28	0.24	0.29
収支	**-3.26**	**-3.03**	**-0.33**	**-3.56**	**10.57**	**6.53**	**20.70**	**40.34**	**13.74**	**23.00**	**6.27**	**1.90**

1H10上流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
流量	**13.46**	**9.69**	**48.05**	**17.94**	**3.78**	**2.90**	**140.60**	**73.02**	**33.92**	**28.63**	**17.61**	**13.60**
1H10における流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
必要流量	**1.35**	**0.08**	**0.08**	**11.71**	**11.60**	**9.16**	**3.98**	**6.42**	**0.08**	**0.78**	**0.91**	**1.36**
1H10から最上流の間の需要量	1.35	0.08	0.08	11.71	11.60	9.16	3.98	6.42	0.08	0.78	0.91	1.36
収支	**12.11**	**9.60**	**47.97**	**6.23**	**-7.82**	**-6.27**	**136.62**	**66.60**	**33.84**	**27.85**	**16.70**	**12.24**

1H10-1H8A	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1H10の流入量+1H10から1H8Aの間の支川の流量	**4.51**	**5.06**	**31.55**	**25.50**	**29.91**	**10.65**	**137.57**	**111.79**	**37.90**	**26.94**	**10.34**	**4.53**
1H10の流入量	12.11	9.60	47.97	6.23	0.00	0.00	136.62	66.60	33.84	27.85	16.70	12.24
1H10における流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
1H10から最上流の間の需要量	1.35	0.08	0.08	11.71	11.60	9.16	3.98	6.42	0.08	0.78	0.91	1.36
流量 - 需要量	12.11	9.60	47.97	6.23	-7.82	-6.27	136.62	66.60	33.84	27.85	16.70	12.24
1H10と1H8Aの間の支川の流量	-7.60	-4.54	-16.43	19.27	29.91	10.65	0.95	45.20	4.07	-0.92	-6.36	-7.72
1H8Aの流量	5.86	5.15	31.63	37.21	33.69	13.55	141.55	118.22	37.99	27.72	11.25	5.89
1H10における流量	13.46	9.69	48.05	17.94	3.78	2.90	140.60	73.02	33.92	28.63	17.61	13.60
必要流量	**6.29**	**4.16**	**4.58**	**9.43**	**10.63**	**9.04**	**10.17**	**12.64**	**7.89**	**9.18**	**7.13**	**7.04**
環境流量	3.40	4.08	4.50	2.91	5.17	5.39	8.58	10.06	7.81	5.97	4.44	3.79
1H10と1H8Aの間の需要量	2.90	0.08	0.08	6.52	5.46	3.64	1.59	2.58	0.08	3.21	2.69	3.26
収支	**-1.79**	**0.90**	**26.97**	**16.07**	**19.28**	**1.62**	**127.40**	**99.15**	**30.02**	**17.76**	**3.21**	**-2.52**

ンゲレンゲレ	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
流量	**0.03**	**0.38**	**1.95**	**1.45**	**3.20**	**4.53**	**2.43**	**5.83**	**1.03**	**0.61**	**0.36**	**1.00**
1HA1Aにおける流量	0.03	0.38	1.95	1.45	3.20	4.53	2.43	5.83	1.03	0.61	0.36	1.00
必要流量	**2.08**	**2.02**	**1.96**	**3.45**	**3.64**	**3.12**	**2.52**	**2.77**	**2.02**	**2.02**	**2.04**	**2.14**
1HA1Aの環境流量	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ンゲレンゲレ・サブ流域の最上流から最下流の間の需要量	2.08	2.02	1.96	3.45	3.64	3.12	2.52	2.77	2.02	2.02	2.04	2.14
収支	**-2.04**	**-1.64**	**-0.01**	**-1.99**	**-0.44**	**1.41**	**-0.09**	**3.07**	**-0.99**	**-1.42**	**-1.67**	**-1.15**

1H8A下流	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
1H8Aの流入量	**1.61**	**4.99**	**31.47**	**18.98**	**24.45**	**7.01**	**135.98**	**109.21**	**37.82**	**23.73**	**7.64**	**1.27**
1H10の流入量	12.11	9.60	47.97	6.23	0.00	0.00	136.62	66.60	33.84	27.85	16.70	12.24
1H10と1H8Aの間の支川の流量	-7.60	-4.54	-16.43	19.27	29.91	10.65	0.95	45.20	4.07	-0.92	-6.36	-7.72
1H10と1H8Aの間の需要量	2.90	0.08	0.08	6.52	5.46	3.64	1.59	2.58	0.08	3.21	2.69	3.26
流量 - 需要量	1.61	4.99	31.47	18.98	24.45	7.01	135.98	109.21	37.82	23.73	7.64	1.27
必要流量	**22.89**	**21.07**	**21.03**	**26.36**	**29.50**	**26.06**	**28.01**	**30.31**	**25.41**	**26.23**	**23.88**	**24.27**
環境流量	3.96	4.76	5.24	3.39	6.02	6.28	10.00	11.72	9.10	6.95	5.17	4.41
1H8Aから最下流の間の需要量	18.93	16.32	15.79	22.97	23.48	19.77	18.02	18.59	16.32	19.28	18.71	19.86
収支	**-21.28**	**-16.09**	**10.44**	**-7.38**	**-5.05**	**-19.05**	**107.96**	**78.90**	**12.41**	**-2.50**	**-16.24**	**-23.00**

次に、低水収支計算において求められた各サブ流域の表流水の水資源不足量を***表 5.5*** に示す。

表 5.5　表流水資源の不足量（サブ流域別、シナリオ別）

(単位：百万 m^3)

トレンドシナリオ

キニャスングウェ・サブ流域（1GD2上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	68.63	155.36	235.52
配分必要量		155.36	
配分必要量			80.16

ムコンドア・サブ流域（1GD2 - 1G1）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	97.20	216.17	281.73
配分必要量		216.17	
配分必要量			65.57

ワミ・サブ流域（1G1 - 1G2, 1G2下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	36.19	76.67	88.97
配分必要量		76.67	
配分必要量			12.30

アッパールブ・サブ流域（1H10上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	10.35	27.60	35.71
配分必要量		27.60	
配分必要量			8.12

ンゲレンゲレ・サブ流域（ンゲレンゲレ）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	3.16	10.27	29.93
配分必要量		10.27	
配分必要量			19.67

ローワールブ・サブ流域（1H10 - 1H8A）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	0.46	9.46	11.30
配分必要量		9.46	
配分必要量			1.84

コースト・サブ流域（1H8A下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	45.58	112.65	263.57
配分必要量		112.65	
配分必要量			150.91

工業セクター成長シナリオ

キニャスングウェ・サブ流域（1GD2上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	68.63	155.36	235.52
配分必要量		155.36	
配分必要量			80.16

ムコンドア・サブ流域（1GD2 - 1G1）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	97.20	216.17	281.73
配分必要量		216.17	
配分必要量			65.57

ワミ・サブ流域（1G1 - 1G2, 1G2下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	36.19	76.77	89.32
配分必要量		76.77	
配分必要量			12.55

アッパールブ・サブ流域（1H10上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	10.35	27.60	35.71
配分必要量		27.60	
配分必要量			8.12

ンゲレンゲレ・サブ流域（ンゲレンゲレ）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	3.16	12.80	44.63
配分必要量		12.80	
配分必要量			31.82

ローワールブ・サブ流域（1H10 - 1H8A）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	0.46	9.46	11.30
配分必要量		9.46	
配分必要量			1.84

コースト・サブ流域（1H8A下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	45.58	124.09	392.81
配分必要量		124.09	
配分必要量			268.72

灌漑効率向上シナリオ

キニャスングウェ・サブ流域（1GD2上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	68.63	113.77	120.27
配分必要量		113.77	
配分必要量			6.50

ムコンドア・サブ流域（1GD2 - 1G1）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	97.20	147.73	144.08
配分必要量		147.73	
配分必要量			-3.65

ワミ・サブ流域（1G1 - 1G2, 1G2下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	36.19	54.86	57.06
配分必要量		54.86	
配分必要量			2.21

アッパールブ・サブ流域（1H10上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	10.35	19.24	15.99
配分必要量		19.24	
配分必要量			-3.25

ンゲレンゲレ・サブ流域（ンゲレンゲレ）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	3.16	10.10	26.67
配分必要量		10.10	
配分必要量			16.57

ローワールブ・サブ流域（1H10 - 1H8A）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	0.46	6.14	3.20
配分必要量		6.14	
配分必要量			-2.94

コースト・サブ流域（1H8A下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	45.58	104.23	184.22
配分必要量		104.23	
配分必要量			79.98

トレンドシナリオに基づく計算では、降水量が少ないキニャスングウェ・サブ流域、灌漑用水の需要が 7 サブ流域の中で最大であるムコンドア・サブ流域、生活用水および工業用水の需要量が大きいコースト・サブ流域において表流水の水資源の不足量が大きい。

工業セクター成長シナリオに基づく計算では、工業が集中しているンゲレンゲレ・サブ流域およびコースト・サブ流域における不足量が増加する。

灌漑効率向上シナリオに基づく計算では、サブ流域によって程度は異なるが、全てのサブ流域において水資源の不足量が減少する。

なお、灌漑効率向上シナリオにおけるムコンドア、アッパールブ、ローワールブの 3 サブ流域では、水資源不足量が 2025 年から 2035 年にかけて減少すると共に 2035 年の配分必要量がマイナスとなる。水資源不足量が減少する理由は、灌漑面積の増加に伴う需要の増加量に比較して、灌漑効率が向上することにより節水される水量の方が多いためである。そして、2035 年の配分必要量のマイナスは、2025 年の水資源不足量が水資源開発により補われた場合に 2035 年に生じる余剰分を示している。

5.3.3 表流水の水資源不足量を賄うために必要な水資源開発オプション

前節において検討したサブ流域毎の表流水の水資源不足量を賄うために必要な水資源開発のオプションを検討した。表流水の不足量を賄うことを目的としたオプションとしては、貯水池の整備、他流域からの導水、地下水開発が挙げられる。

以下に各オプションによる水資源の開発可能性について述べる。

1)　貯水池整備

貯水池の整備については、本プロジェクトにおいて、水省、農業・食糧安全保障・協同組合省、県などが計画している貯水池の情報を入手するとともに、ワミ・ルブ流域管理事務所と調査団による現地調査結果に基づいて、貯水池整備候補地を選定した。

表 5.6 に、本プロジェクトにおいて把握した全ての貯水池の情報と、水資源開発の計画に使用する施設の容量を示す。貯水池はサブ流域毎にまとめ、既存貯水施設の嵩上げと新規貯水計画の 2 つのカテゴリーに分類した。これらの貯水池の位置は***図 5.7*** 示す。なお、提示した貯水池の湛水地域は地形図に基づいて選定したレベルであるため、整備に伴う社会・自然環境への影響については考慮されていない。

本プロジェクトでは、水資源の不足量を補うために必要とされる水資源開発量を検討し、現実的で実現可能な水資源開発計画を提示する。計画規模を決定するためには精度の高い数値条件が必要となる。したがって、本プロジェクト期間中に得られた既存の調査結果、流量データ、降雨データ、地形データ等の情報に基づき、各貯水池の貯水可能量を評価し、水資源開発計画の検討に反映する貯水容量を決定した。

貯水容量の決定に際しては、表中 Farkwa ダムおよび Kidunda ダム以外の貯水池については、地形条件から評価した容量と、渇水年の流量の平均値から求めた容量もしくは流出量から求めた容量とを比較し、小さい方の値を貯水容量として選定した。

Farkwa ダムについては、ドドマ市への給水を目的として水省により 1984 年にフィージビリティー調査（F/S）が行なわれたが資金の目途がたたず実施には至らなかった。しかしながら近年、同貯水計画の必要性が再度認識され、現在 WSDP ファンドにより同 F/S の見直しが行われている。これらの経緯から Farkwa ダムの貯水容量については精度が高いと判断できるため、水資源開発計画の検討では既存データに基づいた値を採用する。

Kidunda ダム（貯水容量：191MCM）の整備については、ダル・エス・サラームの都市上下水道公社である DAWASA により進められている。現在、既に詳細設計および環境影響評価が終了しており、環境局（NEMC）の承認後に建設が開始され、2015 年には運用開始予定となっている。これらの経緯から Kidunda ダムの貯水容量については精度が高いと判断できるため、水資源開発計画の検討では既存データに基づいた値を採用する。

なお、***表 5.6*** では、ローワールブ・サブ流域における新規貯水計画として Kidunda ダムを記載している。タンザニアにおいて設定したサブ流域の区分に従うと Kidunda ダムはアッパールブ・サブ流域の下流部に位置するが、本プロジェクトにおける低水収支計算の基準として設定した流域（代表観測所 1H10 と 1H8A の間、ローワールブ・サブ流域に該当）内に位置することから、ローワールブ・サブ流域とした。なお、代表観測所である 1H10 からタンザニアで設定されているアッパールブ・サブ流域の末端までの間には大口の水利用は無いため、1H10 を基準としてローワールブ・サブ流域としても水資源管理上の問題は生じない。

表 5.6　水資源の開発計画（貯水池）の検討において採用する貯水容量

サブ流域	貯水池		水省が実施した詳細な調査において算定された貯水容量	地形条件から評価した容量	流量による評価		計画に使用する容量
	選択肢	カテゴリー			渇水年の平均値から評価した貯水容量	流出量から評価した貯水容量	
			MCM	MCM	MCM	MCM	MCM
キニャスングウェ・サブ流域	Dabalo	既存貯水施設嵩上		0.91	-	-	0.91
	Hombolo	既存貯水施設嵩上		5.70	-	-	5.70
	Buigili	既存貯水施設嵩上		0.15	-	-	0.15
	Ikowa	既存貯水施設嵩上		0.70	-	-	0.70
	Msagali	新規貯水計画		92.00	-	6.31	6.31
	Ngipa	新規貯水計画		16.00	-	2.03	2.03
	Ngomai*1	新規貯水計画	4.87	-	-	1.02	1.02
	Farkwa*2	新規貯水計画	34.39	-	-	-	34.39
ムコンドア・サブ流域	Ilonga	新規貯水計画		18.00	-	1.07	1.07
	Wami	新規貯水計画		42.00	119.83	-	42.00
	Kisangata	新規貯水計画		52.00	64.23	-	52.00
	Tami	新規貯水計画		32.00	53.61	-	32.00
ワミ・サブ流域	Mvomelo	新規貯水計画		28.00	-	4.46	4.46
	Dihinda	新規貯水計画		35.00	-	3.75	3.75
アッパールブ・サブ流域	Ruvu Kibungo	新規貯水計画		28.00	521.35	-	28.00
	Mvuha	新規貯水計画		30.00	161.64	-	30.00
	Mungazi	新規貯水計画		23.00	-	27.61	23.00
	Mgeta	新規貯水計画		28.00	125.32	-	28.00
ローワールブ・サブ流域	Kidunda*3	新規貯水計画	191.00	-	1059.6	-	191.00
ンゲレンゲレ・サブ流域	Mindu(嵩上1.5)	既存貯水施設改修		4.00	-	-	4.0
	Morogoro	新規貯水計画		8.00	14.29	-	8.00

注記 *1 ：Ngomai ダムは、灌漑用水の確保を目的として、コングワ県により計画されたダムである。2012 年 7 月にコンサルタントにより、建設予定地や貯水量等に関する水文学的観点からの評価および環境社会調査が行われた。当該報告書によると、降水量は 453mm/年、集水面積は 50km^2、総貯水量は 4.87MCM/年となっており、需要量は 2.3652MCM/年と算定されている。一方、本プロジェクトにおける検討では、他の貯水池と同様、水収支解析の結果得られた降雨量（682mm/年）および表面流出率（3%）に基づいて算定し、貯水可能量は 1.02MCM/年との結果を得た。

注記 *2 ：Farkwa ダムは、ドドマ市への給水を目的として内部収束流域での建設が水省により計画され 1984 年に F/S が実施され、現在 F/S の見直しが行われている。DUWASA の計画によると、貯水容量は 243MCM であるが、2025 年の水需要量は 34.39MCM/年と算定されている。残り分を灌漑用水に利用するには多くのコストがかかることから現実的には難しいと考えられるため、本プロジェクトにおける水資源開発計画では水需要量のみを Farkwa ダムから調達する計画とした。

注記 *3 ：Kidunda ダムは、詳細設計および環境影響評価が終了しており、環境管理局（NEMC)の承認後に建設が開始され、約 3 年の工期を経て 2015 年に運用開始の予定となっている。よって、本プロジェクトにおける水資源開発計画では Kidunda の貯水容量は既存計画に基づき 191MCM を採用する。

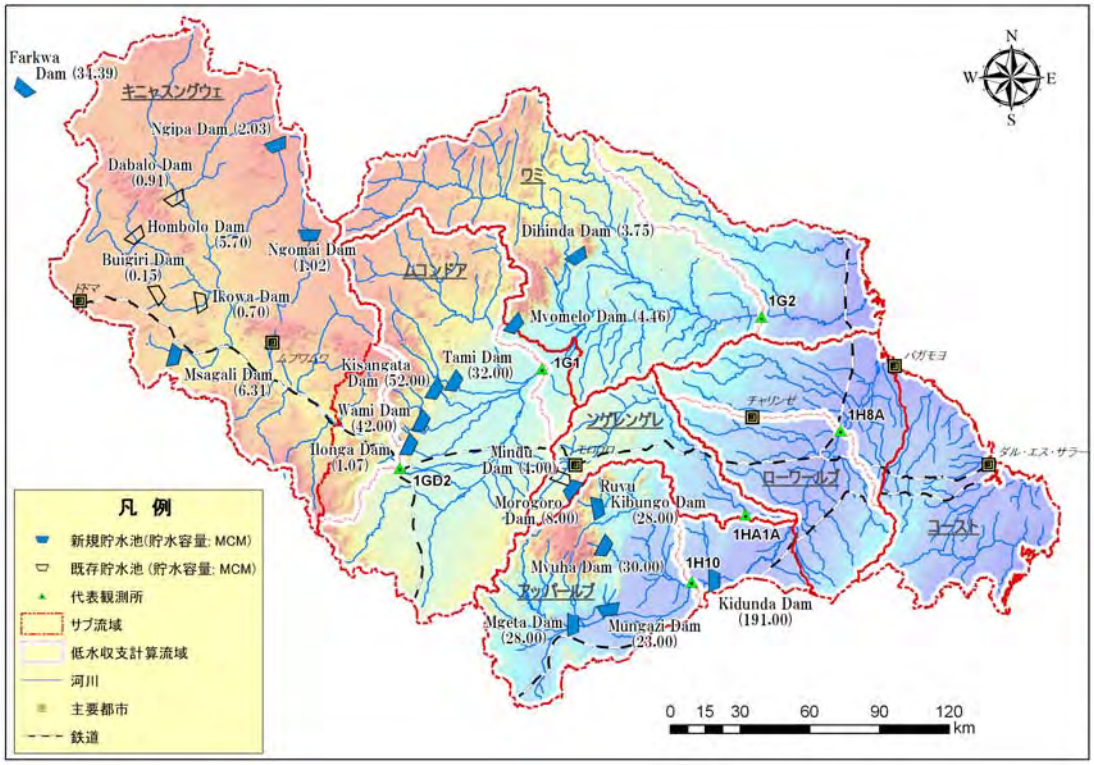


図 5.7　貯水池整備候補位置図

2)　他流域（サブ流域）からの導水

他流域、あるいは他サブ流域からの導水については、表流水の不足量が生じている同一流域内における水資源開発で補うことができず、且つ他流域からの自然流下による導水が可能であると判断される場合において採用する水資源開発である。

導水用の水を確保する貯水池は、上記(1)貯水池整備の対象施設から選定することになるが、選定においては、導水による水資源の確保が必要となる流域の地形条件や利用目的を考慮する。

先述のように Farkwa ダムはワミ・ルブ流域の隣の流域である内部収束流域に位置する施設であり、ドドマ市への給水を目的としている。貯水容量は 243MCM と給水に必要な水量を大きく上回るが、キニャスングウェ・サブ流域における他の用途への利用については、慎重な検討が必要である。

3)　地下水開発

地下水開発については、本プロジェクトにおいてサブ流域別に地下水開発可能量を算定しているため、この結果に基づいて表流水の不足量の補完の可能性について検討した。

なお、補完に利用可能な地下水量は、***第 3 章***に述べた地下水開発可能量から 2035 年の地下水需要量を差し引いた値とした。***第 4 章***に述べたように、ワミ・ルブ流域の水需要量は、水源別（表流水と地下水）の現在水利用量の割合が 2035 年まで継続するとの仮定において算定しており、2035 年においても地下水需要は生じている。したがって、2035 年の地下水需要量は確保した後の余剰分を他の用途に利用できるためである。

表 5.7 に水資源開発のオプションとして利用可能な地下水量を示す。全てのサブ流域において地下水開発可能量は地下水需要を上回っており、表流水の不足量を賄うために利用可能であることがわかる。

表 5.7　水源開発のオプションとして利用可能な地下水量

流域名		水需要 (Million m^3/Year: MCM/Y)				開発可能量 (MCM/Y)	表流水の不足量の補完可能量
流域	サブ流域	水利用量 (2011)	水需要 (2015)	水需要 (2025)	水需要 (2035)	***地下水*** (MCM)	地下水開発可能量から2035年の地下水需要量をの除した水量
		合計	合計	合計	合計		
ワミ	キニャスングウェ	30.50	33.83	43.25	57.32	129.37	72.05
	ムコンドア	7.97	8.70	10.62	12.93	178.79	165.86
	ワミ	8.22	9.06	11.41	14.37	169.12	154.75
ルブ	アッパールブ	2.08	2.28	2.82	3.49	102.02	98.53
	ンゲレンゲレ	1.23	1.42	2.15	3.68	26.98	23.30
	ローワールブ	4.91	5.56	7.64	10.78	282.74	271.96
コースト	コースト	137.50	156.87	206.48	270.01	381.72	111.71
ワミ･ルブ流域合計		**192.42**	**217.71**	**284.37**	**372.59**	**1,270.74**	**898.15**

［略語］ MCM/Y: Million m3/Year,　Sub-Catch サブ流域

出典：JICA プロジェクトチーム

なお、地下水は、灌漑用水などの大規模な水資源開発には向かないが、井戸の本数により取水量の調整をし易いこと、水利用の必用な場所に近い位置に水源を開発できること等の利点がある。しがたって、水資源開発のオプションとしては有望であるが、開発においては利用目的や開発規模を考慮する必要がある。また、ワミ・ルブ流域には岩盤が広く分布しており、その地域では利用可能な地下水は点在しているため、詳細な調査に基づいた開発が必要である。

図 5.8 に、ワミ・ルブ流域の水理地質図にサブ流域界を重ね合わせた図を示す。

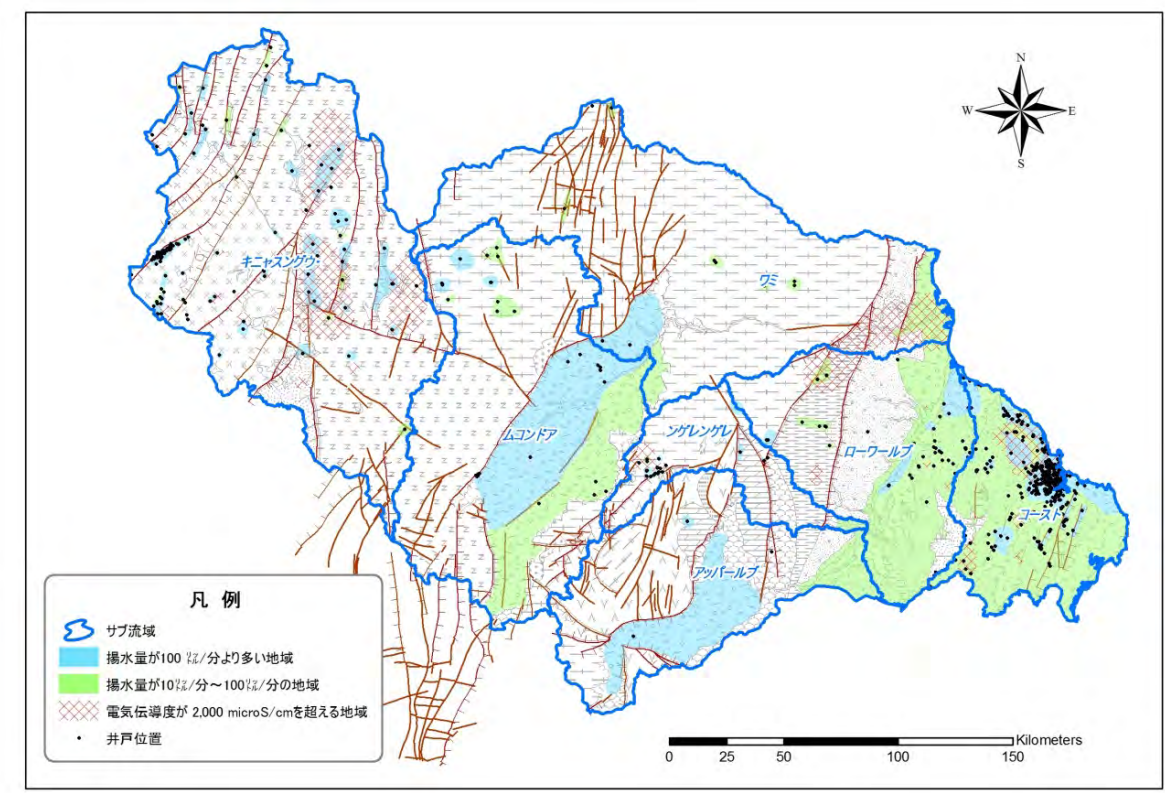


図 5.8　ワミ・ルブ流域の水理地質図とサブ流域境界

図から読み取れることは、ムコンドアではムカタ平原に、ローワールブではルブ川周辺に広範囲な地下水開発有望地域が存在する。一方、キニャスングウェ、ンゲレンゲレでは地下水開発有望地域は分散している。したがって、ムコンドアおよびローワールブ・サブ流域では地下水開発はかなり効果的であると言える。また、キニャスングウェ、ンゲレンゲレでは、地域的な条件が合致した場合に有効であると言える。

なお、地下水開発の促進のためには、今後も引き続き流域内の地下水調査、探査を継続し、その結果を基にさらに詳細な水理地質図を整備することが必要である。そして整備された水理地質図に基づいて、新規水利用計画者に対して地下水利用の促進を図ることが重要である。

5.4　水資源配分・管理計画

5.4.1 水資源配分・管理計画策定の基本方針

本節では、これまで述べてきた低水収支計算による表流水資源の不足量、貯水池、導水、地下水開発の水資源開発オプションの検討結果に基づいて、必要な水量の開発を目的としたサブ流域単位の水資源配分・管理計画を策定する。策定においては以下の点を基本方針として、検討を行った。

- 灌漑用水需要については、重力配水の観点から上流での貯水池を優先する。
- 貯水池の開発では、既存施設の改修等を優先とする。
- 流域外導水が必要な場合には、用途およびコストを考慮した上で妥当と考えられる貯水施設を選定する。
- 貯水池による開発は、計画に使用する容量を貯水できる施設を一度に整備することを原則とするが、容量の大きな貯水池については段階的な開発を考える。
- 地表水で需要を賄えない場合は、地下水開発により補完する。補完できる地下水資源量は、開発可能量から 2035 年の地下水需要量を差し引いた後の水量とする。

5.4.2 水資源配分・管理計画

前節に示した基本方針に従って、各サブ流域における水資源配分・管理計画を策定した。計画内容は、ワミ流域、ならびにルブおよびサブ流域毎に整理し、***表 5.8～5.13*** に結果を示す。なお、表中の 2011 年の水資源不足量は、現在の水需要量を現在水利用量とみなして算定した水量であり、2011 年の現在水需要量に対する表流水の不足量を示している。

表中右側に示すグラフにおいて、供給可能量が 2011 年から 2035 年にかけて増加している。その理由は、必要流量（水需要量と環境流量の総量）の増加分が、これまで利用されずに流出していた流量により賄われることに加え、年間を通して最大となる不足量を補うことを目的とした表流水の開発により、同年の他の期間に生じる不足量（年間を通して最大となる不足量よりも少ない不足量）も賄うことが可能となるためである。

表流水の供給可能量が増加するメカニズムの概念図を***図 5.9*** に示す。図中上に示すグラフの横軸は月（10 月～9 月）を、縦軸は各月の流量を示している。この図では、月別の必要流量（現在、2025 年、2035 年）と月別流量を比較し、① 月別の流量で賄える水量（水色、黄緑、オレンジ色の部分）、② 開発が必要な水量（赤色およびオレンジ色の斜線の分）、および、③ 開発により賄うことが可能となる水量（緑色および青色の斜線の部分）をそれぞれ示した。また、図中下に示すグラフは、現在、2025 年、2035 年における供給可能量の変化とその内訳（上記①～③）を示している。なお、実際には必要流量は月によって異なるが、本説明においては簡素化のため一定値としている。また、月別流量や必要流量は任意に設定した値である。

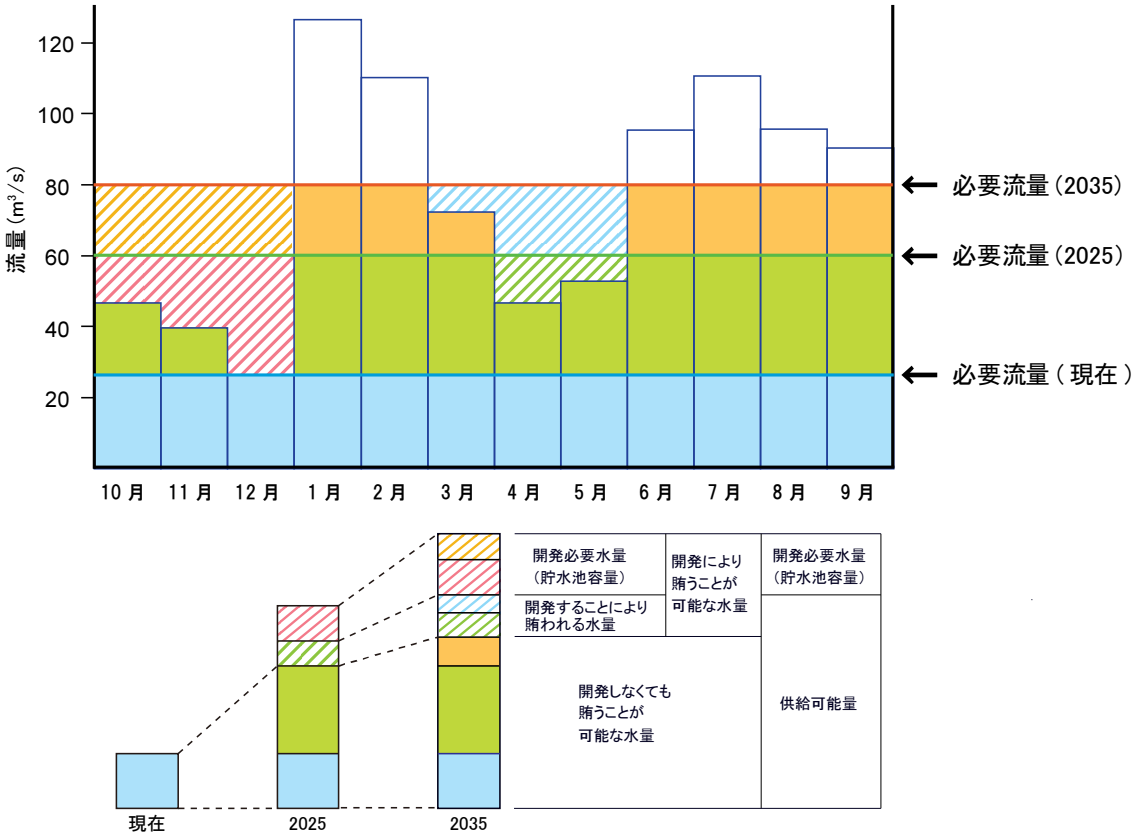


図 5.9　表流水の供給可能量の増加メカニズムの概念図

現在の必要水量についてみると、図中青色の線で示すように、年間を通して月別流量で月別必要流量を賄うことが可能となっている。なお、12 月以外の月においては、月別流量が月別必要流量を上回っており、利用されずに流出している水量があることがわかる。

2025 年の状況をみると、月別流量が月別必要水量（緑色の線）を賄うことが可能な期間は 1 月～3 月および 6 月～9 月であるが、10 月～12 月および 4 月～5 月は不足していることがわかる。この不足量（赤色および緑色の斜線部）を賄うためには、表流水の開発（貯水池の整備）が必要であり、その水量は、年間を通して不足量が最大となる時の水量となる。したがって、概念図においては、10 月～12 月の各月の不足量の合計値（赤色の斜線部）が開発必要水量となり、4 月～5 月の不足量（緑色の斜線部）は、この開発により賄うことが可能となる。

2035 年の状況についても 2025 年と同様に考えると、1 月～2 月および 6 月～9 月は、月別流量が月別必要水量（オレンジ色の線）を満たすことが可能であることがわかる。そして、10 月～12 月の不足量の合計値が開発必要水量（オレンジ色の斜線部）であり、3 月～5 月の不足量（青色の斜線部）は、この開発により賄うことが可能となる。

これらの月別流量と月別必要流量の比較に基づいた表流水の供給可能量と開発必要水量（表流水開発量）の年別の変化を示した図中下のグラフより、必要流量および既開発量の増加に伴い、供給可能量（開発しなくても賄うことが可能な水量と開発することにより賄われる水量の合計値）も必増加していくことがわかる。以上が、***表 5.8～5.13*** に示した供給可能量が年毎に増加していく理由である。

1)　ワミ流域

5.4.1 節に示した基本方針に従って、各サブ流域の水資源不足量に対する、水資源の開発オプション、すなわち、貯水池整備、流域間導水、地下水開発の組み合わせを、将来水需要予測の 3 つのシナリオ別に検討した。***表 5.8*** にトレンドシナリオ将来水需要、***表 5.9*** に灌漑効率向上シ

ナリオ、***表 5.10*** に工業セクター成長シナリオに対する、ワミ流域のキニャスングウェ、ムコンドア、ワミの 3 サブ流域の水資源配分計画を示す。

また、灌漑効率向上シナリオ（***表 5.9***）のムコンドア・サブ流域において、水資源不足量が 2025 年から 2035 年にかけて減少し、配分必要量がマイナスとなっているのは、5.3.2 節に述べたように、灌漑面積の増加に伴う需要の増加量に比較して、灌漑効率が向上することにより節水される水量の方が多いことによる。そして、配分必要量のマイナスは、2025 年の不足量が水資源開発により補われる場合に 2035 年に生じる余剰水量を示す。

(1)　キニャスングウェ・サブ流域（1GD2 上流）

キニャスングウェ・サブ流域では、トレンドシナリオによると 2025 年に 155.36MCM、2035 年には 235.52MCM の不足量が生じる。これら不足量を賄うための開発すべきオプションは以下の通りである。

① 現在灌漑用水等の用途に利用されている既存貯水池 4 カ所（Dabalo, Hombolo, Buigili, Ikowa）の嵩上げの実施（合計 7.46MCM）。

② 本サブ流域の下流部における灌漑用水の需要は高いことを考慮し、その地域の需要を満たすことを目的として、MoAFSC（農業・食糧安全保障・協同組合省）により貯水計画が検討されている Msagali 貯水池の整備（6.31MCM）。

③ MoAFSC による灌漑利用を目的とした既存計画である本サブ流域北東部の Ngipa 貯水池の整備（2.03MCM）。

④ コングワ県による灌漑利用を目的とした既存計画である本サブ流域東部の Ngomai 貯水池の整備（1.02MCM）。

⑤ ドドマ市への給水を目的として、水省により計画されているドドマ市から北西約 75 ㎞のところに位置する Farkwa ダムの整備。本ダムは内部収束流域に位置しており 243MCM の容量の施設が整備される計画となっている。本ダムの貯水容量により、2025 年（155.36MCM）および 2035 年（235.52MCM）の不足量を賄うことができるが、灌漑需要が大きい下流域への導水施設の整備にかかる費用とその効果を考慮すると現実的とは言い難い。したがって、本計画では、水省が計画しているドドマ市への給水需要量（2025 年で 34.39MCM/年）を賄うために必要な水量を開発対象とした。

上記①～⑤の全ての表流水の開発オプションを整備しても 51.21MCM に留まる。したがって、地下水開発により補完する必要があるが、地下水の開発可能量を 100％開発しても合計 123.26MCM に留まり、2035 年の需要量だけではなく、2025 年の需要量すら賄うことができない状況である。

ここで、キニャスングウェ・サブ流域の表流水の需要量の内訳をみると、2035 年の需要量の 99％が灌漑用水となっていることから、灌漑用水の需要を抑えることにより開発可能なオプションにより需要量を賄える可能性が考えられる。

表 5.9 に示す灌漑効率向上シナリオに基づくと、本サブ流域における不足量は 2025 年で 113.77MCM、2035 年で 120.27MCM に留まるが、表流水の開発オプションは全て整備する必要がある。更に地下水開発による補完量は 2025 年で 62.56MCM、2035 年で 69.06MCM と、それぞれ開発可能量の 86.8％、95.9％にも達し、本サブ流域の地下水資源の分布を考慮すると、開発可能量の内側であるとはいえ、規模が大きすぎると言える。

なお、本サブ流域では、工業セクター成長シナリオによる需要の変化は生じない。

これらの状況を考慮すると、キニャスングウェ・サブ流域では、灌漑効率向上シナリオに基づいて灌漑効率の向上に取り組むとともに、多量の水を必要としない作物への転換についての検討も進めていく必要がある。また、灌漑効率向上シナリオに基づいた取り組みを進める場合でも地下水開発により賄う規模が大きいことから、灌漑の需要が発生する地域と需要量、そして地下水開発が可能な地域の詳細な調査が必要である。

(2)　ムコンドア・サブ流域（1GD2 – 1G1）

ムコンドア・サブ流域では、トレンドシナリオによると 2025 年に 216.17MCM、2035 年に

281.73MCM の不足量が生じ（***表 5.8***）、上流のキニャスングウェ・サブ流域より不足量が大きい。これらの不足量を賄うために開発すべきオプションは以下の通りである。

① MoAFSC が灌漑用貯水池としての整備を計画している Ilonga 貯水池の整備（1.07MCM）。

② ワミ・ルブ流域管理事務所と調査団の現地調査において灌漑用貯水池候補地として選定した Wami(42MCM)、 Kisangata(52MCM)、Tami(32MCM)の 3 カ所の貯水池の整備（合計 126MCM）。

しかしながら、上記①～②の全ての表流水の開発オプションを整備しても 127.07MCM となり、2025 年の不足量（216.17MCM）を賄うことはできない。したがって、地下水開発による補完を行う必要があるが、必要な地下水の開発可能量は、2025 年で 89.1MCM と開発可能量の 53.7%であるが、2035 年には地下水開発可能量の 93.3%を開発する必要があり、規模が大きすぎる。

ここで、ムコンドア・サブ流域の表流水の需要量の内訳をみると、2035 年の需要量の 99%が灌漑用水であることから、灌漑利用を目的とした地下水の大規模な開発は、設備および操業にかかる費用と効果を考慮すると現実的な選択肢ではないと言える。したがって、キニャスングウェ・サブ流域と同様灌漑用水の需要を抑えることにより、表流水の開発オプションにより需要量を賄える可能性が考えられる。

表 5.9 に示す灌漑効率向上シナリオに基づくと、本サブ流域における不足量は 2025 年で 147.73MCM、2035 年で 144.08MCM に留まる。地下水により補完する量も 2025 年で 20.66MCM、2035 年で 17.01MCM と、それぞれ開発可能量の 12.5%、10.3%程度であることから、開発量としては実現可能であると考えられる。なお、工業セクター成長シナリオによる需要の変化は生じない。

これらの状況を考慮すると、本サブ流域では、表流水のオプションは全て整備した上で、灌漑効率シナリオに基づいて灌漑効率の向上に取り組み、地下水資源による補完量は開発可能量の 10%程度とすることが必要である。

(3)　ワミ・サブ流域（1G1 – 1G2、1G2 下流）

ワミ・サブ流域では、トレンドシナリオによると 2025 年 76.67MCM、2035 年には 88.97MCM の不足量が生じる（***表 5.8***）。この不足量を補うために必要な開発すべきオプションは以下の通りである。

① 灌漑需要の増加に対応することを目的として、モロゴロ州ムボメロ県の灌漑技師事務所が整備を予定している Mvomelo および Dihinda 貯水池を 2025 年までに整備する。

上記①の表流水のオプションである 2 カ所の貯水池を整備しても 8.21MCM に留まる。したがって、地下水開発により補完する必要がある。その開発量は、2025 年までに 68.46MCM、2035 年までに 80.76MCM となり、それぞれ 44.2%、52.2%となる。

一方、本サブ流域の表流水の需要の内訳をみると約 98%（2025 年、2035 年）を灌漑用水が占めている。したがって、地下水開発により不足分を賄うに当たっては、地下水開発が可能な地域と需要の生じる地域の位置関係や設備投資および操業にかかる費用と効果について慎重な検討が必要である。

表 5.9 に示す灌漑効率向上シナリオに基づくと、本サブ流域における不足量は 2025 年で 54.86MCM、2035 年で 57.06MCM に留まる。これらの不足量を賄うために開発が必要な地下水量は、2025 年で 46.65MCM、2035 年で 48.35MCM となり、それぞれ開発可能量の 30.1%と 31.6%となる。トレンドシナリオに比較して地下水開発による補完量は減少するが、やはり慎重な検討が必要である。

また、***表 5.10*** に示す工業セクター成長シナリオに基づくと、不足量は 2025 年、2035 年共にトレンドシナリオに比較して微増するにとどまるため、水資源の開発に対しては大きな影響は生じないと考えられる。

これらの状況を考慮すると、ワミ・サブ流域では、トレンドシナリオに基づいた水資源開発

計画でも対応可能である。ただし、不足量の多くは灌漑用水であることから、灌漑用水の需要が生じる地域と地下水開発可能地域の間の距離や高低差に基づく施設（井戸掘削や灌漑農地までの配管敷設等）の整備費用および施設の操業費用と、施設建設により得ることができる効果との比較検討を行った上で、地下水開発の妥当性について検討する必要がある。

なお、ワミ・サブ流域の Wami Mandela において、流域沿いの環境保全および下流域の水需要量の確保を目的としたダム建設が予定されている。しかしながら、2013 年 4 月時点において開発が必要な水量は確定されていないため、現時点では詳細な評価を行うことはできない。したがって、今後、需要量が明確となった段階で詳細な検討を行う必要がある。なお、Wami Mandela に設置している流量観測所（1G2）の 10 年確率渇水年の流量の平均値から判断する限りでは、ある程度の貯水が可能であると考えられる。

表 5.8　ワミ流域水資源配分計画（シナリオ１：トレンドシナリオ将来水需要）

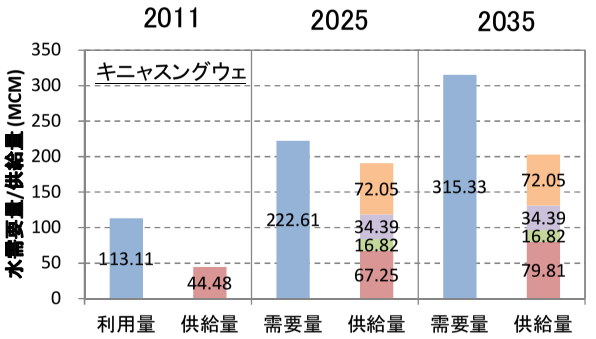
配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
キニャスングウェ・サブ流域（1GD2上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	68.63	155.36	235.52
配分必要量		155.36	
配分必要量			80.16

*1　IDB: Internal Drainage Basin

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			水資源開発計画 2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Dabalo	0.91	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.91	100.0%	0.91
Hombolo	5.70	既存貯水施設嵩上	100.0%	5.70	100.0%	5.70
Buigili	0.15	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.15	100.0%	0.15
Ikowa	0.70	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.70	100.0%	0.70
Msagali	6.31	新規貯水計画	100.0%	6.31	100.0%	6.31
Ngipa	2.03	新規貯水計画	100.0%	2.03	100.0%	2.03
Ngomai	1.02	新規貯水計画	100.0%	1.02	100.0%	1.02
地下水開発	72.05	新規地下水開発	100.0%	72.05	100.0%	72.05
Farkwa(IDB)*1から導水	34.39	新規貯水計画	100.0%	34.39	100.0%	34.39
合計	**123.26**		**合計**	**123.26**	**合計**	**123.26**

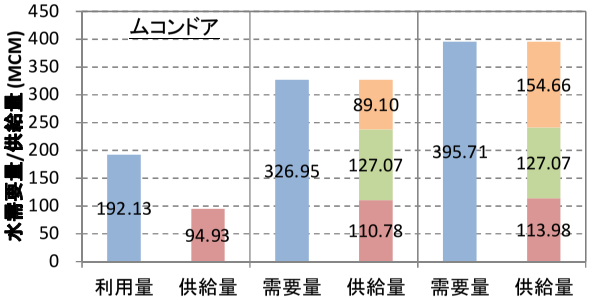


配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
ムコンドア・サブ流域（1GD2 - 1G1）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	97.20	216.17	281.73
配分必要量		216.17	
配分必要量			65.57

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			水資源開発計画 2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Ilonga	1.07	新規貯水計画	100.0%	1.07	100.0%	1.07
Wami	42.00	新規貯水計画	100.0%	42.00	100.0%	42.00
Kisangata	52.00	新規貯水計画	100.0%	52.00	100.0%	52.00
Tami	32.00	新規貯水計画	100.0%	32.00	100.0%	32.00
地下水開発	165.85	新規地下水開発	53.7%	89.10	93.3%	154.66
合計	**292.92**		**合計**	**216.17**	**合計**	**281.73**



配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
ワミ・サブ流域（1G1 - 1G2, 1G2下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	36.19	76.67	88.97
配分必要量		76.67	
配分必要量			12.30

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			水資源開発計画 2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Mvomelo	4.46	新規貯水計画	100.0%	4.46	100.0%	4.46
Dihinda	3.75	新規貯水計画	100.0%	3.75	100.0%	3.75
地下水開発	154.75	新規地下水開発	44.2%	68.46	52.2%	80.76
合計	**162.96**		**合計**	**76.67**	**合計**	**88.97**

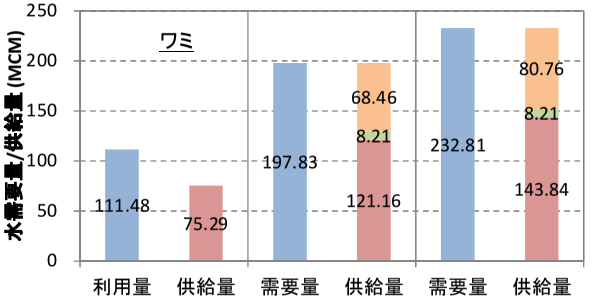


表 5.9　ワミ流域水資源配分計画（シナリオ 2：灌漑効率向上シナリオ将来水需要）

配分が必要な水資源量：灌漑効率向上・シナリオ

キニャスングウェ・サブ流域（1GD2上流）

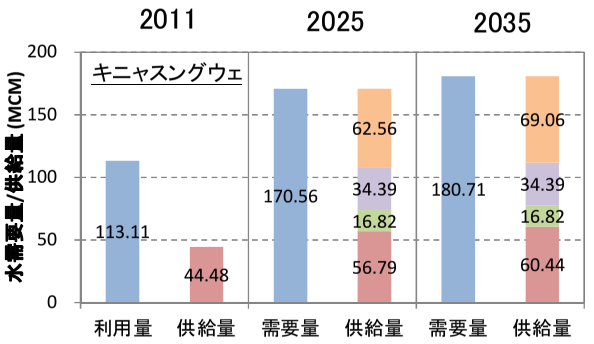
計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	68.63	113.77	120.27
配分必要量		113.77	
配分必要量			6.50

*1 IDB: Internal Drainage Basin

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Dabalo	0.91	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.91	100.0%	0.91
Hombolo	5.70	既存貯水施設嵩上	100.0%	5.70	100.0%	5.70
Buigili	0.15	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.15	100.0%	0.15
Ikowa	0.70	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.70	100.0%	0.70
Msagali	6.31	新規貯水計画	100.0%	6.31	100.0%	6.31
Ngipa	2.03	新規貯水計画	100.0%	2.03	100.0%	2.03
Ngomai	1.02	新規貯水計画	100.0%	1.02	100.0%	1.02
地下水開発	72.05	新規地下水開発	86.8%	62.56	95.9%	69.06
Farkwa(IDB)*1から導水	34.39	新規貯水計画	100.00%	34.39	100.0%	34.39
合計	**123.26**		**合計**	**113.77**	**合計**	**120.27**

水資源開発計画



配分が必要な水資源量：灌漑効率向上・シナリオ

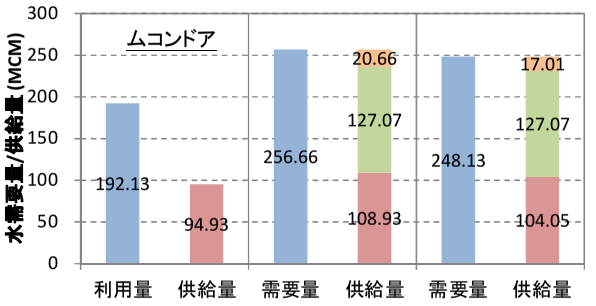
ムコンドア・サブ流域（1GD2 - 1G1）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	97.20	147.73	144.08
配分必要量		147.73	
配分必要量			-3.65

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Ilonga	1.07	新規貯水計画	100.0%	1.07	100.0%	1.07
Wami	42.00	新規貯水計画	100.0%	42.00	100.0%	42.00
Kisangata	52.00	新規貯水計画	100.0%	52.00	100.0%	52.00
Tami	32.00	新規貯水計画	100.0%	32.00	100.0%	32.00
地下水開発	165.85	新規地下水開発	12.46%	20.66	10.3%	17.01
合計	**292.92**		**合計**	**147.73**	**合計**	**144.08**

水資源開発計画



配分が必要な水資源量：灌漑効率向上・シナリオ

ワミ・サブ流域（1G1 - 1G2, 1G2下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	36.19	54.86	57.06
配分必要量		54.86	
配分必要量			2.21

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Mvomelo	4.46	新規貯水計画	100.0%	4.46	100.0%	4.46
Dihinda	3.75	新規貯水計画	100.0%	3.75	100.0%	3.75
地下水開発	154.75	新規地下水開発	30.1%	46.65	31.6%	48.85
合計	**162.96**		**合計**	**54.86**	**合計**	**57.06**

水資源開発計画

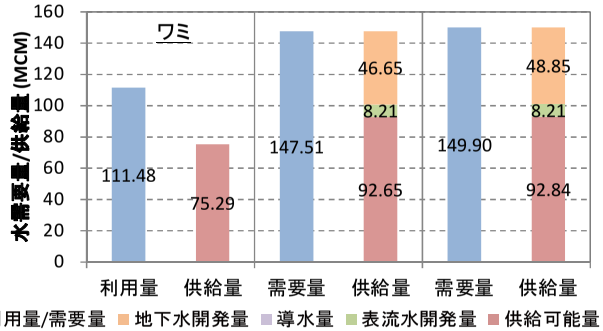


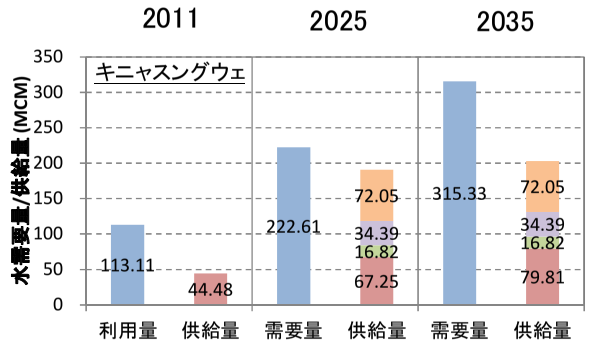
表 5.10　ワミ流域水資源配分計画（シナリオ３：工業セクター成長将来水需要）

配分が必要な水資源量：
工業セクター成長シナリオ
キニャスングウェ・サブ流域（1GD2上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	68.63	155.36	235.52
配分必要量		155.36	
配分必要量			80.16

*1 IDB: Internal Drainage Basin

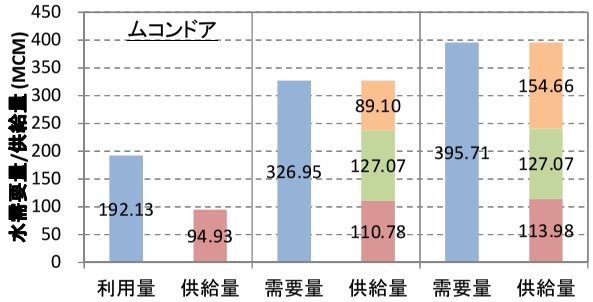
水資源開発のオプション			水資源開発計画			
貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Dabalo	0.91	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.91	100.0%	0.91
Hombolo	5.70	既存貯水施設嵩上	100.0%	5.70	100.0%	5.70
Buigili	0.15	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.15	100.0%	0.15
Ikowa	0.70	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.70	100.0%	0.70
Msagali	6.31	新規貯水計画	100.0%	6.31	100.0%	6.31
Ngipa	2.03	新規貯水計画	100.0%	2.03	100.0%	2.03
Ngomai	1.02	新規貯水計画	100.0%	1.02	100.0%	1.02
地下水開発	72.05	新規地下水開発	100.0%	72.05	100.0%	72.05
Farkwa(IDB)[*1]から導水	34.39	新規貯水計画	100.0%	34.39	100.0%	34.39
合計	**123.26**		**合計**	**123.26**	**合計**	**123.26**



配分が必要な水資源量：
工業セクター成長シナリオ
ムコンドア・サブ流域（1GD2 - 1G1）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	97.20	216.17	281.73
配分必要量		216.17	
配分必要量			65.57

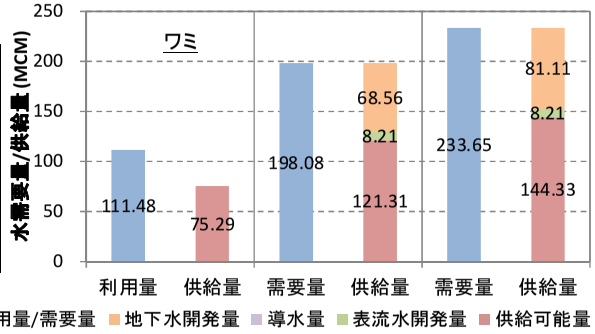
水資源開発のオプション			水資源開発計画			
貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Ilonga	1.07	新規貯水計画	100.0%	1.07	100.0%	1.07
Wami	42.00	新規貯水計画	100.0%	42.00	100.0%	42.00
Kisangata	52.00	新規貯水計画	100.0%	52.00	100.0%	52.00
Tami	32.00	新規貯水計画	100.0%	32.00	100.0%	32.00
地下水開発	165.85	新規地下水開発	53.7%	89.10	93.3%	154.66
合計	**292.92**		**合計**	**216.17**	**合計**	**281.73**



配分が必要な水資源量：
工業セクター成長シナリオ
ワミ・サブ流域（1G1 - 1G2, 1G2下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	36.19	76.77	89.32
配分必要量		76.77	
配分必要量			12.55

水資源開発のオプション			水資源開発計画			
貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Mvomelo	4.46	新規貯水計画	100.0%	4.46	100.0%	4.46
Dihinda	3.75	新規貯水計画	100.0%	3.75	100.0%	3.75
地下水開発	154.75	新規地下水開発	44.3%	68.56	52.4%	81.11
合計	**162.96**		**合計**	**76.77**	**合計**	**89.32**



2)　ルブおよびコースト流域

ワミ流域と同様、***5.4.1 節***に示した基本方針に従って、各サブ流域の水資源不足量に対する、水資源開発オプション、すなわち、貯水池整備、流域間導水、地下水開発の組み合わせを、将来水需要予測の 3 つのシナリオ別に検討した。***表 5.11*** にトレンドシナリオ水需要予測、***表 5.12*** に灌漑効率向上シナリオ、***表 5.13*** に工業セクター成長シナリオに対する、ルブおよびコースト流域のアッパールブ、ンゲレンゲレ、ローワールブ、コーストの 4 サブ流域の水資源配分計画を示す。

また、灌漑効率向上シナリオ（***表 5.12***）のアッパールブおよびローワールブの 2 サブ流域において、水資源不足量が 2025 年から 2035 年にかけて減少し、配分必要量がマイナスとなっているのは、5.3.2 節に述べたように、灌漑面積の増加に伴う需要の増加量に比較して、灌漑効率が向上することにより節水される水量の方が多いことによる。そして、配分必要量のマイナスは、2025 年の不足量が水資源開発により補われる場合に 2035 年に生じる余剰水量を示す。

(1)　アッパールブ・サブ流域（1H10 上流）

アッパールブ・サブ流域では、***表 5.11*** に示すトレンドシナリオによると 2025 年に 27.6MCM、2035 年に 35.71MCM の不足量が生じる。これらの不足量を補うために開発すべきオプションは以下の通りである。

① ワミ・ルブ流域管理事務所と調査団が実施した調査において、本サブ流域内の 4 カ所の貯水池候補地を選定した。本サブ流域においては、灌漑利用を目的とした大口水利用許可取得地点が***図 5.7*** に示す Mgeta 貯水池整備候補地点より下流に位置していることから、その周辺地域においても灌漑需要が高いと想定される。したがって、これらの地域の上流部に位置し、2025 年の不足量（27.6MCM）を補うことが可能である Mgeta 貯水池を整備する（28.0MCM）。

② 2035 年の不足量（35.71MCM）に対しては、灌漑需要が高い地域に位置し、2025 年までに整備する Mgeta 貯水池と合わせて不足量を補うことが可能である Mungazi 貯水池を整備する（23.0MCM）。

③ ンゲレンゲレ・サブ流域において、トレンドシナリオでは 2035 年の不足量の内 17.93MCM を補えないことが判明したため、本サブ流域の Ruvu Kibungo 貯水池（17.93MCM）を 2035 年までに整備し、ンゲレンゲレ・サブ流域へ導水して対応する計画とする。なお、Ruvu Kibungo 貯水池の貯水容量は 28.00MCM であるが、施設整備及び運営に必要な費用を最小限にとどめるために、ンゲレンゲレ・サブ流域で生じる不足量を補うために必要な水量である 17.93MCM を貯水できる施設を整備することとする。

一方、***表 5.12*** に示す灌漑効率向上シナリオに基づくと、2025 年の不足量である 19.24MCM を補うことを目的として整備する Mgeta 貯水池（28.00MCM）1 施設により、2035 年の不足量である 15.99MCM も補うことが可能であり、水資源開発にかかるコストは押さえることが可能となる。

なお、本サブ流域では、工業セクター成長シナリオによる需要の変化は生じない（***表 5.13*** 参照）。しかしながら、ンゲレンゲレ・サブ流域の工業セクター成長シナリオに基づく不足量を補うためには、Ruvu Kibungo 貯水池の貯水容量(28.0MCM)を 100%開発する必要がある。

これらの状況を考慮すると、アッパールブ・サブ流域では、トレンドシナリオに基づいた水資源開発で対応可能である。

(2)　ンゲレンゲレ・サブ流域（ンゲレンゲレ）

ンゲレンゲレ・サブ流域では、***表 5.11*** に示すトレンドシナリオによると 2025 年に 10.27MCM、2035 年に 29.93MCM の不足量が生じる。この不足量を補うために開発すべきオプションは以下の通りである。

① MORUWASA が計画している既存の Mindu ダム嵩上げ（4.00MCM）、およびモロゴロ

貯水池（8.00MCM）の整備を行い、工業用水と生活用水の需要の伸びにより生じる 2025 年の不足量である 10.27MCM を補う。

② 2035 年の不足量は 29.93MCM となり、2025 年までに整備した貯水池だけでは不足量を補うことができない（17.93MCM の不足が生じる）。したがって、アッパールブ・サブ流域の Ruvu Kibungo 貯水池から導水により補うこととする。なお、施設整備や運営にかかる費用を必要最小限にとどめるために、2035 年の不足量である 17.93MCM を確保できる規模の貯水池を整備する。

本サブ流域の不足量は全て表流水で補う計画とした。本サブ流域の地下水の開発可能地域は散在している。したがって、MORUWASA による給水網への地下水からの補完は容易ではないと判断される。このことから、地下水による補完は最小限にとどめる方針とした。ただし、需要量が多い工業セクターにおける節水技術の導入等により補完すべき水量が少なくなる場合には、地下水は補完候補として考える。

表 5.13 に示す工業セクター成長シナリオによると、工業セクター用水の需要が急増するため、2035 年の不足量はトレンドシナリオの約 1.5 倍に増加する。したがって、流域内の貯水池の開発だけでは補えないため、アッパールブ・サブ流域の Ruvu Kibungo 貯水池からの導水により補う必要がある（工業セクター成長シナリオの場合には Ruvu Kibungo 貯水池の貯水容量を 100%開発する計画とする）。加えて、地下水も 20.9%開発する必要がある。

ンゲレンゲレ・サブ流域は、工業セクター成長シナリオだけではなく、トレンドシナリオと灌漑効率向上シナリオにおいても工業用水の需要の伸びが大きい。そして、アッパールブ・サブ流域からの導水を含む水資源開発の可能性もあることから、工業セクター成長シナリオで対応する必要がある。

(3)　ローワールブ・サブ流域（1H10 – 1H8A）

ローワールブ・サブ流域では、***表 5.11*** に示すトレンドシナリオによると、2025 年には 9.46MCM、2035 年には 11.30MCM の不足量が生じる。これらの不足量を補うために開発すべきオプションは以下の通りである。

① DAWASA により貯水量 191MCM の Kidunda ダムが 2015 年までに整備される計画となっている。このダムはルブ川の流況を安定させ、ルブ川下流に位置する都市給水用取水施設（バガモヨ、ダル・エス・サラームへの給水）による取水量を安定させるものである。また、ルブ川の取水施設までに生じる需要も考慮されている。したがって、2025 年（9.46MCM）および 2035 年（11.30MCM）に生じる水資源の不足分は Kidunda ダムの貯水により補う計画とする。

Kidunda ダムにより確保される水量は、コースト流域における需要を賄うために利用される。DAWASA の計画では、2015 年間までに Kidunda ダムを整備する計画である。したがって、水資源開発計画では Kidunda ダムにより確保される水量を計上する。なお、ローワールブ・サブ流域では工業セクター成長シナリオによる需要量の変化はない。

これらの状況から、ローワールブ・サブ流域では、トレンドシナリオに基づいた水利用への対応が可能である。

(4)　コースト・サブ流域（1H8A 下流）

コースト･サブ流域では、***表 5.11*** に示すトレンドシナリオによると、2025 年には 112.65MCM、2035 年には 263.57MCM の不足量が生じる。これらの不足量を補うためには開発すべきオプションは以下の通りである。

① 2025 年に生じる不足分（112.65MCM）は、コースト・サブ流域需要量の約 86%を占める生活用水と工業用水の需要の増加に起因する割合が大きく、DAWASA の給水により賄われる需要である。したがって、DAWASA による給水の安定目的として整備する Kidunda ダムの水により不足分を補う。

② 2035 年に生じる不足分（263.57MCM）は、Kidunda ダムを整備することにより確保される水量（コースト・サブ流域分としては 179.70MCM）だけでは賄うことはできな

い。したがって、地下水を 83.87MCM 開発して補完する必要があるが、開発可能量の 75.1 %に達し、開発可能量の内側であるとはいえ規模が大きすぎる。2035 年における需要量の増加は、主に工業用水の需要の増加によるところが大きい。よって、工業セクターにおける節水技術の導入を進める必要がある。

本流域には工業用水の需要が大きく、***表 5.13*** に示す工業セクター成長シナリオに基づくと、Kidunda ダムの整備により賄われる水量に加え、地下水開発可能量の 100％を開発しても 111.43MCM 足りないこととなる。

一方、***表 5.12*** に示す灌漑効率向上シナリオに基づくと、2035 年の不足量は 184.22MCM となり、Kidunda ダムの整備により賄われる水量だけで補うことが可能である。

コースト・サブ流域にはダル・エス・サラームが位置しており、経済発展、特に工業セクターの成長に伴う水需要の増加は必至であると考えらえる。したがって、コースト・サブ流域においては、トレンドシナリオに従った水資源開発を進めるとともに、工業セクターにおいては節水技術の導入、灌漑セクターにおいては灌漑効率の向上を、共に進めていく必要がある。

なお、コースト・サブ流域に位置しており、DAWASA による開発が計画されているキンビジ帯水層は、その開発可能量は全てダル・エス・サラーム都市部への給水に利用される計画となっているため、表流水水資源の不足量を補完するためのオプションとしては利用できない。

表 5.11　ルブおよびコースト流域水資源配分計画（シナリオ１：トレンドシナリオ将来水需要）

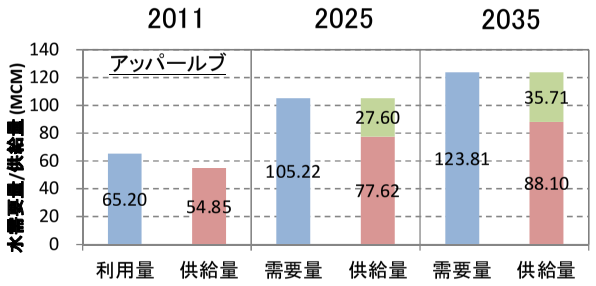
配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
アッパールブ・サブ流域(1H10上流)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	10.35	27.60	35.71
配分必要量		27.60	
配分必要量			8.12

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Ruvu Kibungo	28.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	64.1%	17.93
Mvuha	30.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Mungazi	23.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	100.0%	23.00
Mgeta	28.00	新規貯水計画	100.0%	28.00	100.0%	28.00
地下水開発	98.53	新規地下水開発	0.0%	0.00	0.0%	0.00
R.KibungoからNgerengereへの導水	-28.00		0.0%	0.00	64.1%	-17.93
合計	179.53		合計	28.00	合計	51.00

水資源開発計画



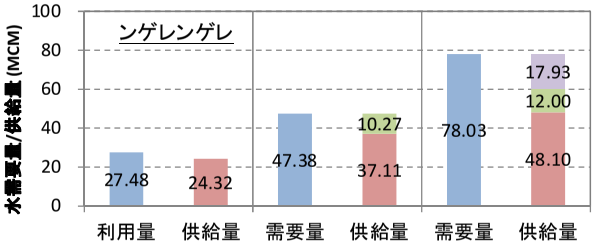
配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
ンゲレンゲレ・サブ流域(ンゲレンゲレ)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	3.16	10.27	29.93
配分必要量		10.27	
配分必要量			19.67

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Mindu (嵩上1.5)	4.00	既存貯水施設嵩上	100.0%	4.00	100.0%	4.00
Morogoro	8.00	新規貯水計画	100.0%	8.00	100.0%	8.00
地下水開発	23.30	新規地下水開発	0.00%	0.00	0.00%	0.00
U.Ruvuサブ流域からの導水	28.00		0.0%	0.00	64.1%	17.93
合計	63.30		合計	12.00	合計	29.93

水資源開発計画



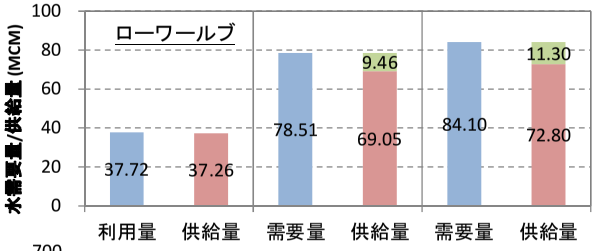
配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
ローワールブ・サブ流域(1H10 - 1H8A)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	0.46	9.46	11.30
配分必要量		9.46	
配分必要量			1.84

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Kidunda	191.00	新規貯水計画	5.0%	9.46	5.9%	11.30
地下水開発	271.95	新規地下水開発	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Coastへ			95.0%	-181.54	94.1%	-179.70
合計	462.95		合計	9.46	合計	11.30

水資源開発計画



配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
コースト・サブ流域(1H8A下流)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	45.58	112.65	263.57
配分必要量		112.65	
配分必要量			150.91

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
地下水開発	111.71	新規地下水開発	0.0%	0.00	75.1%	83.87
Lower Ruvuより				181.54		179.70
合計	111.71		合計	181.54	合計	263.57

水資源開発計画

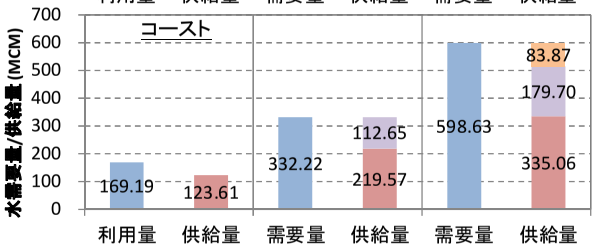


表 5.12　ルブおよびコースト流域水資源配分計画（シナリオ２：灌漑効率向上シナリオ将来水需要）

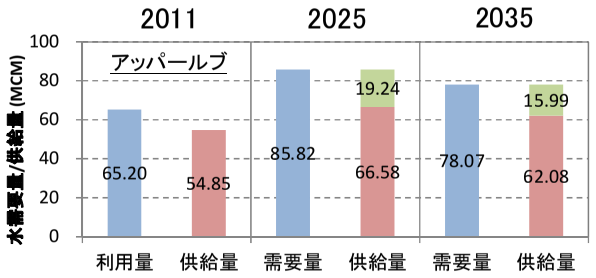
配分が必要な水資源量：
灌漑効率向上・シナリオ
アッパールブ・サブ流域（1H10上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	10.35	19.24	15.99
配分必要量		19.24	
配分必要量			-3.25

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Ruvu Kibungo	28.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Mvuha	30.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Mungazi	23.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Mgeta	28.00	新規貯水計画	100.0%	28.00	100.0%	28.00
地下水開発	98.53	新規地下水開発	0.0%	0.00	0.0%	0.00
合計	**207.53**		**合計**	**28.00**	**合計**	**28.00**

水資源開発計画



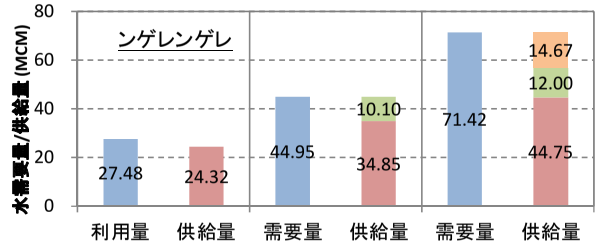
配分が必要な水資源量：
灌漑効率向上・シナリオ
ンゲレンゲレ・サブ流域（ンゲレンゲレ）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	3.16	10.10	26.67
配分必要量		10.10	
配分必要量			16.57

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Mindu（嵩上1.5）	4.00	既存貯水施設嵩上	100.0%	4.00	100.0%	4.00
Morogoro	8.00	新規貯水計画	100.0%	8.00	100.0%	8.00
地下水開発	23.30	新規地下水開発	0.0%	0.00	63.0%	14.67
合計	**35.30**		**合計**	**12.00**	**合計**	**26.67**

水資源開発計画



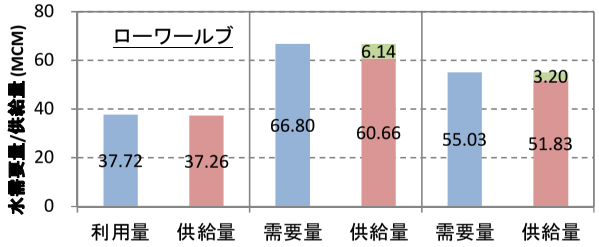
配分が必要な水資源量：
灌漑効率向上・シナリオ
ローワールブ・サブ流域（1H10 - 1H8A）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	0.46	6.14	3.20
配分必要量		6.14	
配分必要量			-2.94

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Kidunda	191.00	新規貯水計画	3.2%	6.14	1.7%	3.20
地下水開発	273.68	新規地下水開発	0.0%	0.00	0.00%	0.00
Coastへ			96.8%	-184.86	98.3%	-187.80
合計	**464.68**		**合計**	**6.14**	**合計**	**3.20**

水資源開発計画



配分が必要な水資源量：
灌漑効率向上・シナリオ
コースト・サブ流域（1H8A下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	45.58	104.23	184.22
配分必要量		104.23	
配分必要量			79.98

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
地下水開発	112.06	新規地下水開発	0.0%	0.00	0.00%	0.00
Lower Ruvuより				184.86		187.80
合計	**303.06**		**合計**	**184.86**	**合計**	**187.80**

水資源開発計画

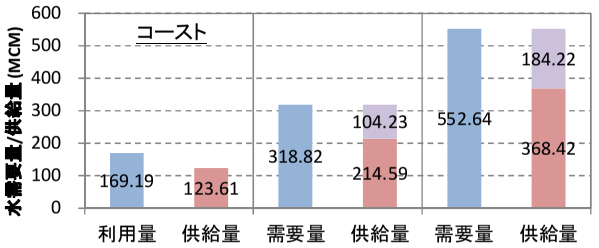


表 5.13　ルブおよびコースト流域水資源配分計画（シナリオ３：工業セクター成長シナリオ将来水需要）

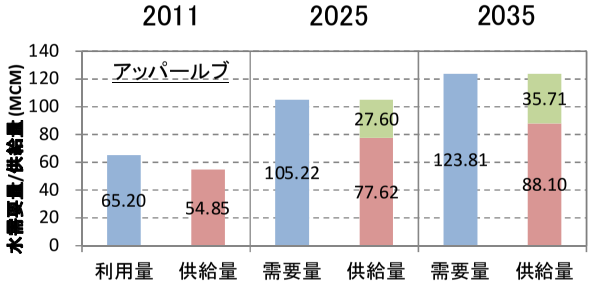
配分が必要な水資源量：
工業セクター成長シナリオ
アッパールブ・サブ流域（1H10上流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	10.35	27.60	35.71
配分必要量		27.60	
配分必要量			8.12

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Ruvu Kibungo	28.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	100.0%	28.00
Mwuha	30.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Mungazi	23.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	100.0%	23.00
Mgeta	28.00	新規貯水計画	100.0%	28.00	100.0%	28.00
地下水開発	98.53	新規地下水開発	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Ruvu Kibungo；Ngerengereへ導水	-28.00		0.0%	0.00	100.0%	-28.00
合計	**207.53**		**合計**	**28.00**	**合計**	**51.00**

水資源開発計画



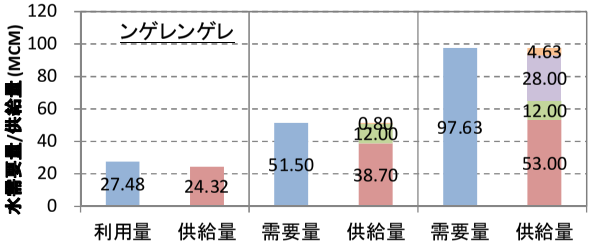
配分が必要な水資源量：
工業セクター成長シナリオ
ンゲレンゲレ・サブ流域（ンゲレンゲレ）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	3.16	12.80	44.63
配分必要量		12.80	
配分必要量			31.82

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Mindu（嵩上1.5）	4.00	既存貯水施設嵩上	100.0%	4.00	100.0%	4.00
Morogoro	8.00	新規貯水計画	100.0%	8.00	100.0%	8.00
地下水開発	22.16	新規地下水開発	3.6%	0.80	20.9%	4.63
U-Ruvu Kibungoから導水	28.00		0.0%	0.00	100.0%	28.00
合計	**62.16**		**合計**	**12.80**	**合計**	**44.63**

水資源開発計画



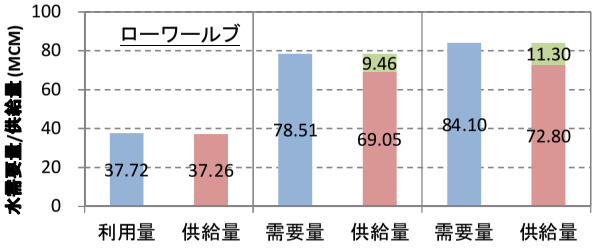
配分が必要な水資源量：
工業セクター成長シナリオ
ローワールブ・サブ流域（1H10 - 1H8A）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	0.46	9.46	11.30
配分必要量		9.46	
配分必要量			1.84

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Kidunda	191.00	新規貯水計画	5.0%	9.46	5.9%	11.30
地下水開発	271.95	新規地下水開発	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Coastへ			95.0%	-181.54	94.09%	-179.70
合計	**462.95**		**合計**	**9.46**	**合計**	**11.30**

水資源開発計画



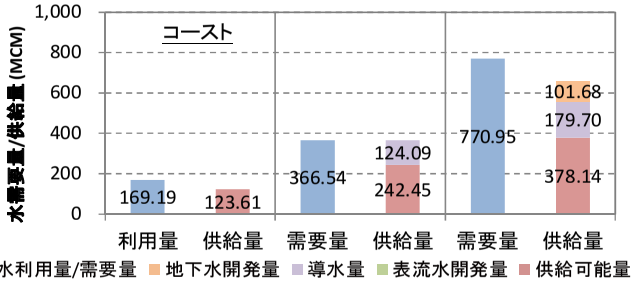
配分が必要な水資源量：
工業セクター成長シナリオ
Coast サブ流域（1H8A下流）

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	45.58	124.09	392.81
配分必要量		124.09	
配分必要量			268.72

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
地下水開発	101.68	新規地下水開発	0.0%	0.00	100.0%	101.68
Lower Ruvuより			95.0%	181.54	94.09%	179.70
合計	**101.68**		**合計**	**181.54**	**合計**	**281.38**

水資源開発計画



5.4.3 ワミ・ルブ流域水資源配分・管理計画のまとめ

表 5.8～表 5.13 に示した各サブ流域の水資源配分計画の内容を 2011 年、2025 年、2035 年毎に整理し、シナリオ別の表流水の需要量と不足分を補うために必要な水資源開発計画の内容を***図 5.10～図 5.12*** に示した。前節までに検討したワミ・ルブ流域水資源配分・管理計画は以下のようにまとめられる。

- キニャスングウェ・サブ流域では、トレンドシナリオおよび工業セクター成長シナリオに基づいた需要増が進む場合、不足量を賄うことができなくなる。灌漑効率向上シナリオに基づいた需要であれば対応可能であるが地下水の開発量が大きい。したがって、本サブ流域では、灌漑効率の向上を促進すると共に節水可能な作物への転換の可能性の検討が必要である。
- キニャスングウェ・サブ流域では、内部収束流域に Farkwa ダムの建設計画が進められており、現在、1984 年に行われたフィージビリティ調査の見直しが行われている。したがって、見直しが終了した段階で、必要に応じて本計画への反映が必要である。
- ムコンドア・サブ流域では、トレンドシナリオに基づいた水需要増が進む場合、水資源不足量を補うためには大規模な地下水開発が必要となるが、需要の大部分が灌漑用水であるため現実的ではない。したがって、灌漑効率の向上を促進し、地下水資源による補完は低く抑える必要がある。
- ワミ・サブ流域では、トレンドシナリオおよび灌漑効率向上シナリオに基づいた水需要増が進む場合、それぞれ地下水の開発可能量の 40%、30%を開発する必要がある。需要の大部分が灌漑用水であることと岩盤地域の地下水の分布状況を考慮すると、需要が生じる地域と地下水開発可能地域の位置関係や設備投資費用と効果について慎重な検討が必要である。
- アッパールブ・サブ流域では、トレンドシナリオに基づいた水需要増が進む場合であっても、貯水池を整備することにより不足量を補うことが可能である。また、ンゲレンゲレ・サブ流域で生じる不足量を補うために必要な貯水池の整備も可能である。
- ンゲレンゲレ・サブ流域では、トレンドおよび灌漑効率向上シナリオにおいても工業セクターの需要増が大きい。不足量を補うために本サブ流域内の貯水池の整備は必須であるが、岩盤地域であるため地下水の開発可能地域は散在しており地下水による補完は容易ではない。したがって、隣接するアッパールブ・サブ流域の貯水池および導水施設の整備と本流域内の貯水池の整備を主として不足量を補い、地下水による補完は最小限にとどめることとする。
- ローワールブ・サブ流域では、3 つのシナリオ全てにおいて、水資源の不足量は他流域に比較して少ない。したがって、キドゥンダダムを整備することにより供給される水量で不足量を補うことが可能である。
- コースト・サブ流域では、ダル・エス・サラームが位置しており、経済発展、特に工業セクターの成長に伴う水需要増は必至であると考えられる。しかし、工業セクター成長シナリオに基づいた需要増が進む場合、2035 年には不足量を補うことができなくなる。したがって、工業セクターの成長を促進する場合には、節水技術の導入も必要となる。
- 水資源不足量を補うための水資源開発として、内部収束流域の Farkwa ダムとローワールブ・サブ流域のキドゥンダダムおよび既存の貯水池の嵩上げに加え、新規貯水計画候補地点を提案した。今後、本計画に基づいて具体的な貯水池整備を進めるに当たっては、対象地点の流量観測を継続的に行った上で詳細計画を策定する必要がある。
- 貯水池候補地点の湛水エリアは地形図上で確認したレベルであるため、具体的な計画実施に当たっては社会・自然環境への影響の調査が必要である。
- 表流水資源の不足量を補うためのオプションとして地下水開発を上げているが、地下水の分布も偏りがあること、水質も地域によって異なることから、開発にあたっては詳細な調査が必要である。具体的には、はじめに本プロジェクトで整備した水理地質図に基づいて

当該地域における地質を確認する。そして、岩盤地域では物理探査により断層破砕帯や岩盤の風化部を抽出し、井戸掘削候補地点を選定する必要がある。また、堆積岩地域の場合には、当該地域周辺の既存井戸の揚水量や水質の確認を行うと共に、物理探査により垂直方向の地質の特徴を把握し、井戸掘削深度を検討する必要がある。

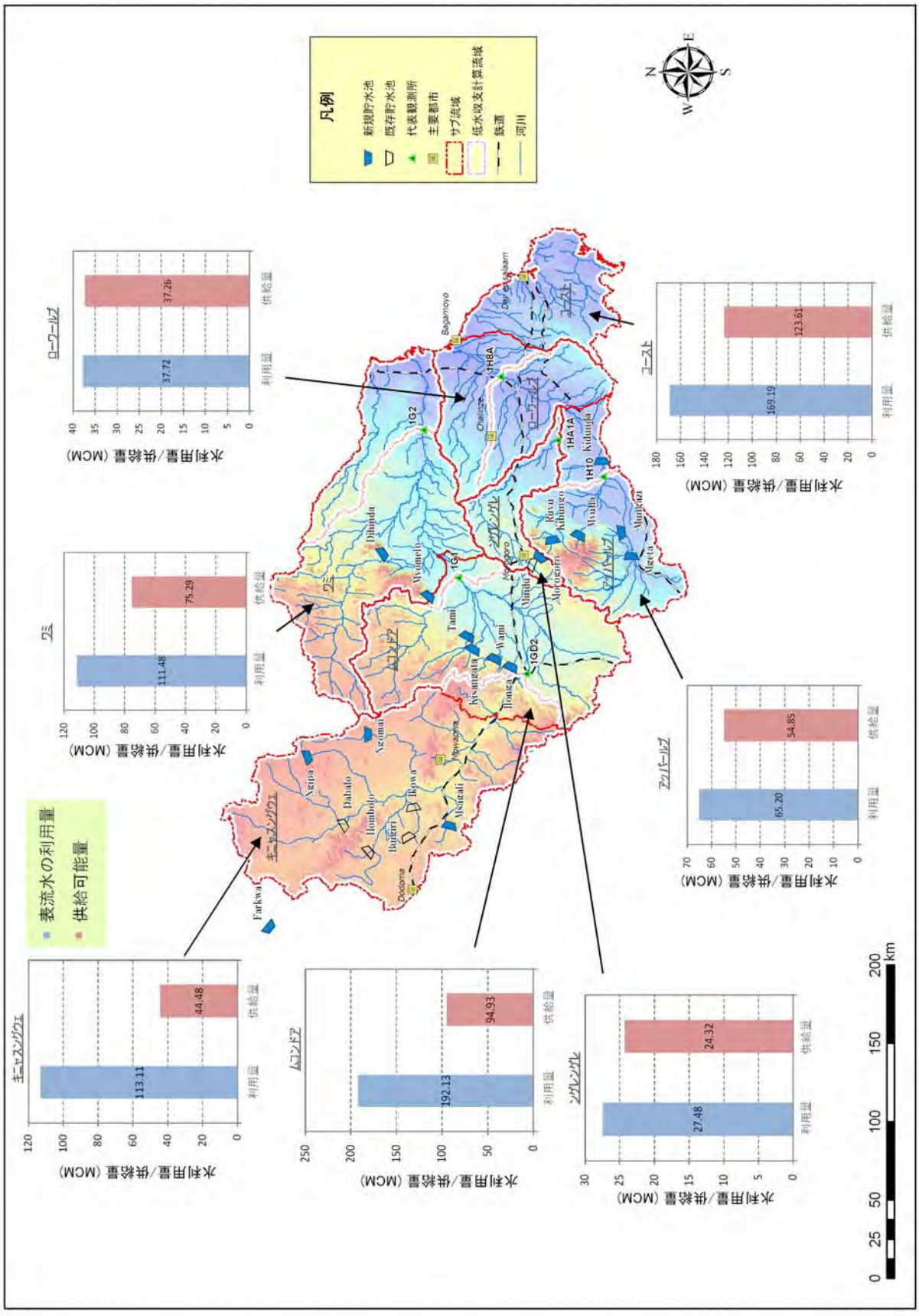


図 5.10　サブ流域毎の表流水の水利用量と供給量（2011 年）

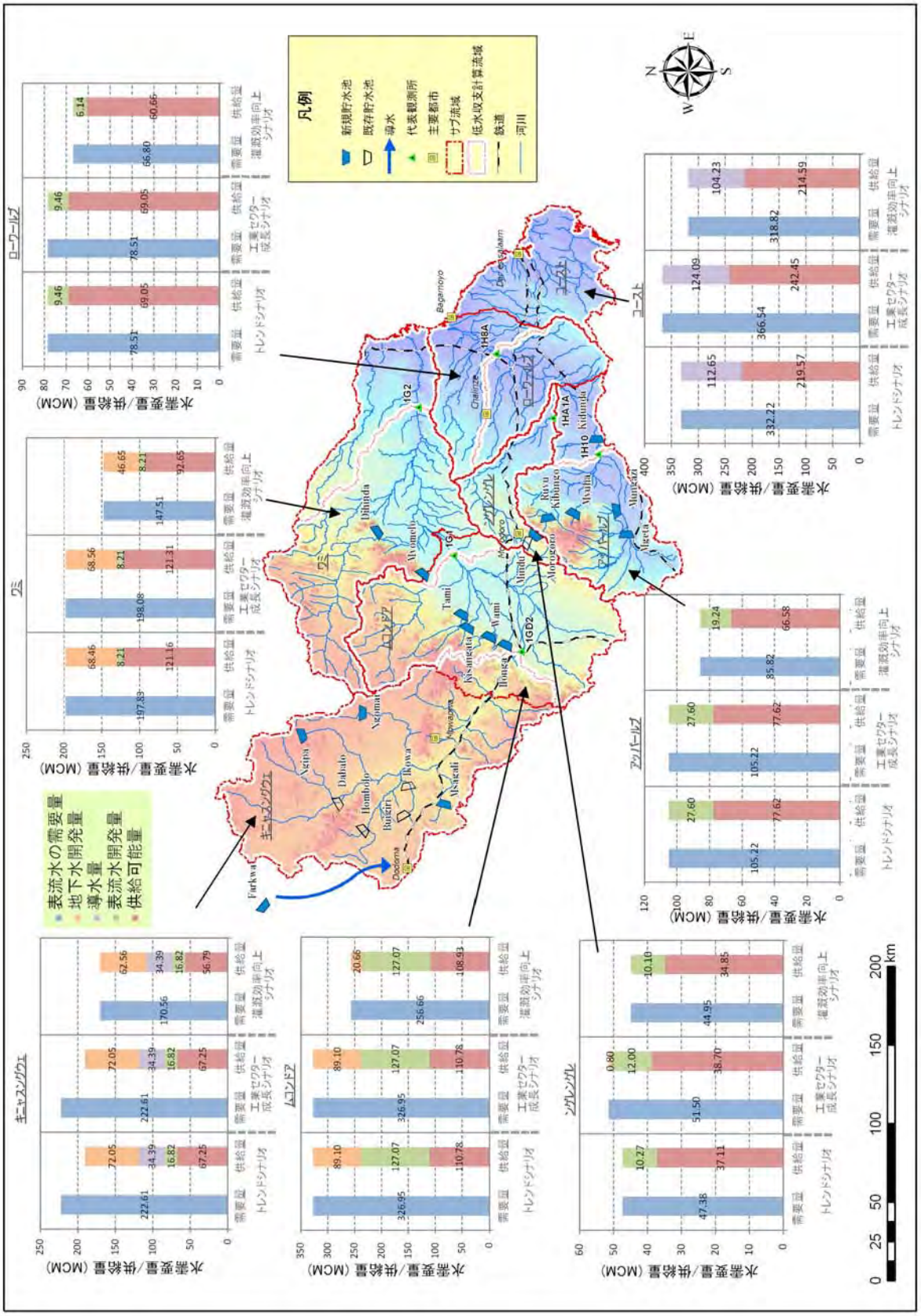


図 5.11　サブ流域毎の表流水の水需要と不足分を補うために必要な水資源開発計画（2025 年）

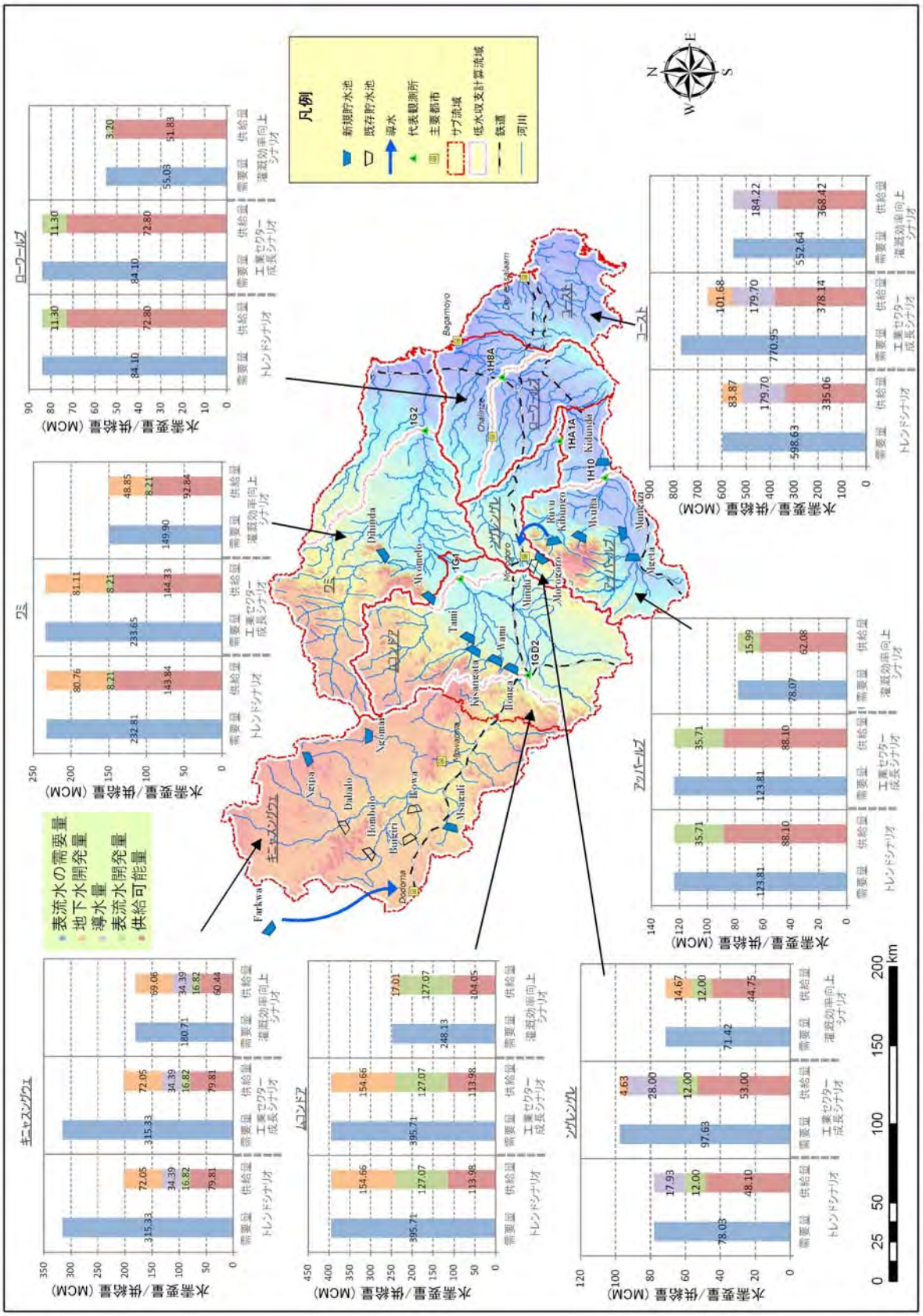


図 5.12　サブ流域毎の表流水の水需要と不足分を補うために必要な水資源開発計画（2035 年）

第 6 章　　水資源管理・保全計画

第 6 章　　水資源管理・保全計画

6.1　序論

第 1 章 ワミ・ルブ流域の概要に述べたように、本プロジェクトにおける調査により、ワミ・ルブ流域における水資源管理・開発においては、1) 水資源と需要のバランス、2) 水資源保全、3) 流域環境保全、4) 水利用管理、5) 水資源情報管理、に関する課題があることが明らかとなった。そして、***第 2 章*** ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画のフレームワークに述べたように、これらの課題を解決する計画が水資源管理・開発計画の重要なコンポーネントとなり、IWRM&D アプローチの長期計画の最終年である 2035 年におけるゴール「水資源の持続性と社会・経済活動が両立可能な水利用がなされる」を達成するために必要な取組みとなる。

本プロジェクトでは、上記の課題を***図 6.1*** に示すように 4 つのプログラムに整理し、各課題を解決するために必要な取組みを検討し計画を策定した。

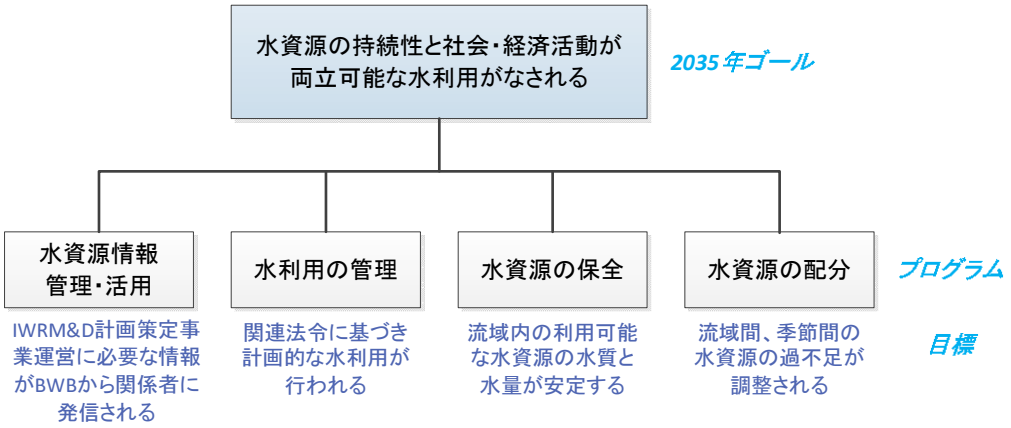


図 6.1　ワミ・ルブ流域の水資源管理・開発におけるゴールと各プログラムの位置づけ

図 6.1 に示した 4 プログラムの内、「水資源の配分」プログラムの計画内容は***第 5 章*** 水資源配分・管理計画に述べた。したがって、本章では、「水資源情報管理・活用」、「水資源の保全」、「水利用の管理」プログラムについて述べる。各プログラムを構成する計画もしくは活動内容は以下のとおりである。

1)「水資源情報管理・活用」プログラム

1-1)　水資源観測・モニタリング（***6.2 節***）

1-2)　水資源情報管理と活用（***6.3 節***）

2)「水資源の保全」プログラム

2-1)　水資源保全計画（***6.4 節***）

2-2)　流域環境保全計画（***6.5 節***）

3)「水利用の管理」プログラム

3-1)　水資源の開発と利用と排水に関する規制および抑制（***6.6 節***）

3-2)　ステークホルダー間の水利用調整（***6.7 節***）

また、提案された水資源管理・開発計画において持続可能な水資源管理という概念が統合的に考慮されているか否かについて評価を行った結果を、***6.8 節*** 戦略的環境アセスメントに述べた。

なお、4 つのプログラムに基づいて実施するワミ・ルブ流域における水資源管理は、国家水政策(2002)および水資源管理法(2009)の規定に基づき、サブ流域単位を基本として実施する。しかしながら、表流水に関しては、現時点においてサブ流域末端に観測所が設置されていないため、サブ流域を代表とするとみなす観測所（1GD2、1G1、1G2、1H10、1HA1A、1H8A）に基づいて管理を行っていくことを基本とする。ただし、この内 1H10 観測所はキドゥンダダム完成後に水没することとなるため、ダム完成後は 1H10 観測所に替えてキドゥンダダムでの管理を行っていくこととする。

6.2　水資源観測・モニタリング

6.2.1 緒言

水資源賦存量や開発可能量の検討、適切な水配分や水利用管理、水資源保全、水資源管理・開発計画の検討、など水資源に関する活動の根幹となるものは、水資源に関するデータである。流域の水資源を特徴付ける主たるデータは、雨量、河川水位、河川流量、地下水位、および水質であり、これらのデータを連続的に長期間計測・収集して初めて、流域の水資源を必要な精度を持って分析・検討することが可能となる。ワミ・ルブ流域では、中断期間もあるものの、雨量については 1900 年代前半より、河川水位・流量については 1950 年代より観測が行われており、地下水については地域は限られるものの 1960 年代より継続したモニタリングが行われている。

しかしながら、観測所が設置され観測が行われていた記録はあるものの、観測結果が残っていない観測所も多く、また、残存する観測記録についても、例えば雨量観測における 1970 年代の測定単位の変更（インチから mm へ）の影響などによるものか、信頼性が低いと考えられるものも含まれている。

観測・モニタリングデータはその瞬間瞬間での記録の集積であり、過去に戻ってデータを取り直す事はできない。また、長時間を経た後に、過去のデータの検証・修正を行う事は困難であり、観測者・観測機器個々の瞬間瞬間の正確で確実な観測と記録はもちろんであるが、それら観測データの適時の検証・必要に応じた修正・整理およびそのための体制整備が重要である。

本節では、ワミ・ルブ流域の雨量、表流水、地下水の適切な観測・モニタリング体制を構築・維持していくための計画について示す。

6.2.2 雨量観測

1)　背景および目的

ワミ・ルブ流域には、近年の雨量観測データから判断するに、現在およそ 90 箇所の雨量観測所で観測が行われていると考えられるが、このうちワミ･ルブ流域管理事務所が管轄している観測所は 47 である。47 の観測所のうち、本プロジェクトで設置した 10 個の自動雨量計を含め自動雨量計が設置されている観測所が 15 箇所あり、このうち 6 箇所では簡易雨量計が併設されている。簡易雨量計のみが設置されているのが 32 箇所となる。また、特定のプロジェクトで集中的に設置された経緯があることから、雨量観測所の多くはキニャスングウェ、ンゲレンゲレ・サブ流域内にある。

ワミ・ルブ流域管理事務所以外の観測所の多くは気象局の管轄となるが、気象局からの雨量情報の提供は基本的に月雨量ベースであるなど、データ利用上の制約がありデータの適時利用が難しい状況にある。

また、ワミ・ルブ流域管理事務所の管理している観測所についても自動雨量計は 15 箇所のみであり、現時点では需要は低いと考えられるが、将来的な排水・治水計画への活用や詳細な流域の降雨特性の把握のためには、降雨強度の算定に資するこれら自動雨量計の設置箇所を増やしていく事が望ましい。

水収支解析や水資源の分析・評価を行うに当たって、降雨量は極めて重要な要素であり基礎である。水資源管理の根本となるこの降雨量の確実な観測体制の確立と拡充のための活動計画を以下に示す。

2)　基本方針

- 水資源管理の基本となる雨量データを正確に観測・収集・管理するため、現実的に実施可能で効果的な観測体制の整備・拡充計画を策定する。
- 実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

3)　短期計画（2012 年～2015 年）

- 現在稼動中のワミ・ルブ流域管理事務所が管轄する 47 の観測所において、正確なデータが確実に記録され、そのデータが事務所に遅滞無く集まり、点検（修正）・整理され、データベースに入力される、までの一連の流れが確実に実行されるシステム（熟成された雨量観測システム）を確立する。
  具体的な活動としては、現在任命されている観測記録者への指導とトレーニング（欠損と降雨量無しの記載の明確化、記録単位（mm）の徹底、観測機材のチェック方法（漏水チェック）、維持管理方法等）、観測データの点検方法のマニュアル化（欠損データの確認、周辺観測所の観測値との比較、簡易雨量計と自動雨量計の記録値との比較等）などを含むものとする。
- 上記システムが着実に維持管理される仕組み（熟成された雨量観測システム維持管理体制）を確立する。
  具体的な活動としては、観測所（観測機器）・観測記録者の状況確認ルール（方法・頻度）の設定・定期的な確認と記録の実施、流域管理事務所の適正なスタッフ数の確保・維持などを含むものとする。
- 気象局を初めとする流域内の他の管理組織とワミ・ルブ流域管理事務所の間で遺漏なく速やかにデータを共有するためのシステムを確立する。

4)　中・長期期計画（2016 年～2035 年）

- 流域内で雨量観測所の設置密度が低くワミ・ルブ流域管理事務所の観測所が少ない地域について適宜観測所の設置を進め、観測ネットワークの拡充を図る。
  図 6.2 は 2000 年以降の月雨量データの状況とワミ･ルブ流域管理事務所の管轄する観測所を示したものであり、これが概ね現在流域内で稼働中の観測所と考えられる。図の点線で示した地域が、稼働中の観測所の分布、ワミ・ルブ流域管理事務所の観測所分布およびアクセス面を考慮して選定した新規雨量観測所の設置推奨地域である。なお、ワミ・サブ流域の中央部やローワールブ・サブ流域南部も観測所が少ないが、特に雨期のアクセスが極めて困難であるため推奨地域から外している。
  観測所の設置にあたっては、データの利用可能性を鑑み過去に観測が行われていた地点を優先すること、また、周辺住民に対する雨量観測の意義や観測所の重要性に関する説明会の開催を含む観測所の安全性や維持管理への配慮、に特に留意する必要がある。
- 観測方法の代替性確保、観測データの確認・比較によるデータの質の確保、雨量強度検討等への活用などを目的として、既存観測所への自動雨量計の併設を適宜進める。
- 短期計画で確立した熟成された雨量観測システムとその維持管理体制を、これら拡充した観測所についても確立・維持する。

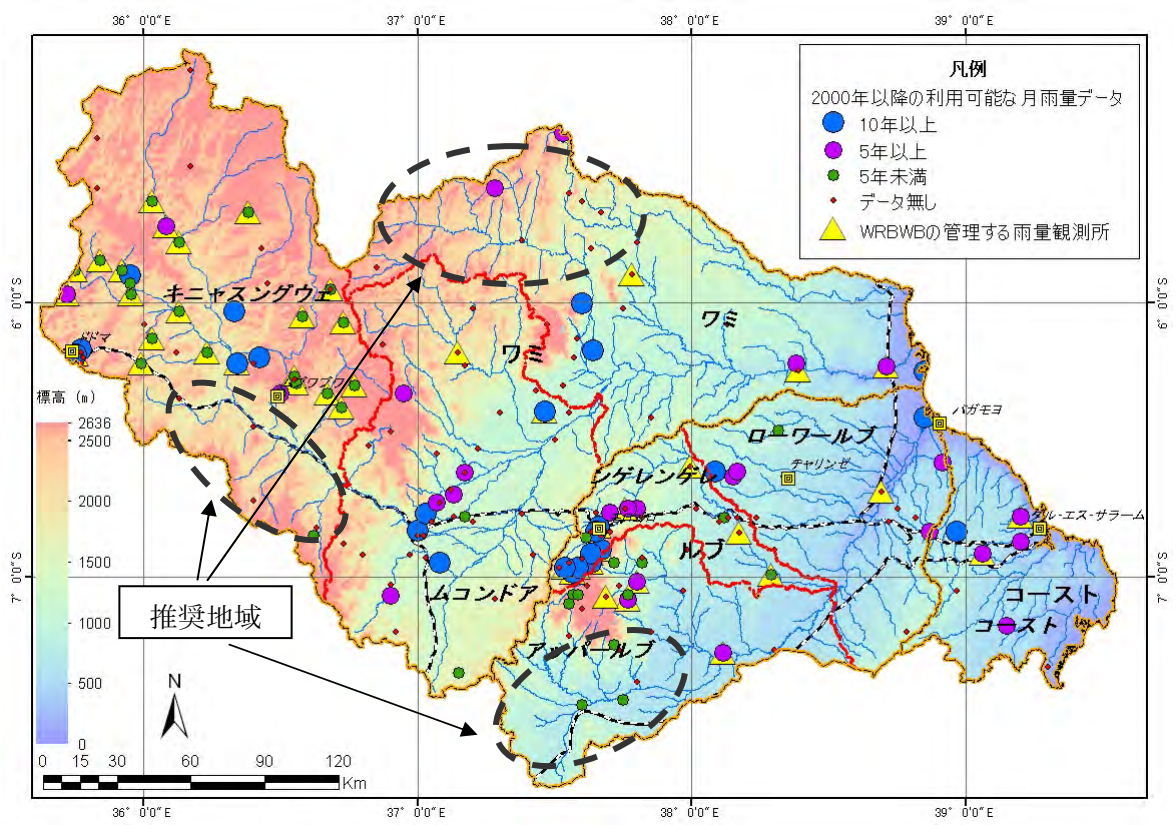


図 6.2　新規雨量観測所設置推奨地域

6.2.3 表流水観測・モニタリング

1)　水位観測

(1)　背景および目的

ワミ・ルブ流域では、1950 年代より水位観測が開始され、設置記録が残っているもので最大 60 を超える水位観測所が存在していたが、現在水位観測が行われている観測所は 34 箇所である。現在観測が行われている観測所でも、その多くで 1990 年代前半から 2000 年代半ばの間で観測が途切れており（観測が行われなかった、あるいはデータが残っていない）、2000 年代半ばに観測が再開されているものの、データの長期欠損期間がある。

現在水位観測が行われている 34 箇所の観測所には観測記録者が任命され、一日 2-3 回のデータ観測と記録および観測所周辺環境や水位標の維持管理を行っているが、データの記入漏れや自動水位計とのデータの齟齬、観測所周辺環境の維持管理レベルの違いなど、観測記録者の能力に若干課題が見られる。また、現在水位観測が行われている観測所のうち、18 箇所では自動水位計による観測も行われているが、この 18 箇所は、2000 年代半ばから後半に 28 箇所の自動水位計が設置されたが半数以上が機能不能となり、本プロジェクトによって 2011 年に実施された 6 箇所のリハビリを経ての数字であり、自動観測所について維持管理面に課題が見られる。

また、ワミ・ルブ流域の水資源管理の基本単位であるサブ流域の末端に観測所が設置されておらず、観測データをサブ流域単位での水資源管理に直接利用できないという課題もある。

水資源管理において、河川の流量は流域の表流水資源の評価・分析の基本となるものである。この河川流量の算定に必要な水位観測をデータの遺漏無く、精度高く確実に継続していく事、そのための観測体制の確立と拡充は水資源管理の根本であり、そのための活動計画を以下に示す。

(2)　基本方針

- 水資源管理の基本となる水位データを正確に観測・収集・管理し、水資源管理に適切に有効に利用できるよう、現実的に実施可能で効果的な観測体制の整備・拡充計画を策定する。
- 実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

(3)　短期計画（2012 年～2015 年）

- 現在稼動中の 34 の観測所で、少なくとも観測記録者によって正確なデータが確実に記録され、そのデータが事務所に遅滞無く集まり、点検（修正）・整理され、データベースに入力される、までの一連の流れが確実に実行されるシステム（熟成された水位観測システム）を確立する。
  具体的な活動としては、現在任命されている観測記録者への指導とトレーニング（水位標や観測所の維持管理方法等）、観測データの点検方法のマニュアル化（水位標の読み値と自動水位計の記録値との比較等）などを含むものとする。
- 上記システムが着実に維持管理される仕組み（熟成された水位観測システム維持管理体制）を形成する。
  具体的な活動としては、観測所（観測機器）・観測記録者の状況確認ルール（方法・頻度）の設定および定期的な確認と記録の実施、流域管理事務所の必要なスタッフの確保・維持などを含むものとする。

(4)　中期計画（2016 年～2025 年）

- 過去に観測が行われており再開が推奨される観測所、および新規の設置が望ましい地点について、水位観測所を設置し水位観測を開始する。
  サブ流域内での位置、河川流量、過去の観測記録、および当該河川周辺の大口水利用の多寡から選定した、再開が推奨される・新規設置が望まれる観測所を***表 6.1*** に示す。

表 6.1　観測の再開あるいは新規設置が推奨される観測所

	分類	観測所名
1	優先度の高い観測所	1GD30（ルムマ川（キリマルル））、1G8（ワミ川（ルデワ））、1HA1A（ンゲレンゲレ川（ウタリ橋））、新規：キニャスングウェサブ流域末端、新規：ムコンドアサブ流域末端、新規：ワミサブ流域末端（ワミ川（マティプウィリ））、新規：アッパールブサブ流域末端、新規：ンゲレンゲレサブ流域末端、新規：ローワールブサブ流域末端（ルブ川（バガモヨ））
2	優先度の低い観測所	1GD14（キニュスングウェ川（グルェ）、1GD29(ムコンドア川（ムバラフウェ）)、1GD31（ムドゥクェ川（ムドゥクェ））、1HB1（ムソロ川（キサキ））、新規：ムクンディ川（ドゥミラ橋）、

- 観測の再開あるいは新規の水位観測所を設置する場合は、まずは水位標を設置し最低 1 年の水位観測と定期的な横断面測量を実施する。その後、アクセス面を含め、恒常的な水位観測所の設置地点として適切かどうかの評価を行い、今後観測を継続していくかを決定する。
- 自動水位計を設置する事により、観測方法の代替性確保、観測データの確認・比較によるデータの質の確保、高頻度の水位記録が可能となるが、同時に維持管理の負担も非常に大きくなる。よって、自動水位計については、ワミ・ルブ流域管理事務所の維持管理体制から無理のない範囲で整備を進めていくものの、基本的には現在ある自動水位計の維持管理に重点を置くこととする。
- 短期計画で確立した熟成された水位観測システムとその維持管理体制を、これら拡充した観測所についても確立・維持する。

(5)　長期計画（2026 年～2035 年）

- 整備された水位観測体制を維持し観測を継続する。
- 必要に応じて、新規の水位観測所を設置する。
- 必要に応じて、洪水の恐れがある箇所およびその上流にあり観測データが洪水時の予警報に利用可能な観測所、あるいは、水利用上極めて重要な観測所で時々刻々のデータが必要な観測所について、テレメータシステムの導入を進めるとともに、情報の収集・共有・伝達体制整備を行う。

2)　流量観測

(1)　背景および目的

ワミ・ルブ流域では、1950 年代より水位観測が開始され、同時に流量観測が開始された。1960 年代後半から 1980 年代には数多くの観測が実施され、当該期間に年間 20 回以上流量観測が行われたことのある観測所は 24 を数え、1H8（1H8A）のように 20 年間の間ほぼ毎年 30-60 回の観測が行われた観測所もあれば、1H10 のように一年間に 80 回以上の観測が行われた観測所もあった。しかしながら、水位観測と同様に、1990 年代に入り実施回数は激減し、1990 年代前半から 2000 年代半ばまではわずかにその記録が残るのみである。2000 年代後半より流量観測が再開されたが、2000 年代では年間 10 回を超える観測が行われた観測所は 3 箇所のみであった。

2010 年以降の状況としては、現在水位観測が行われている 34 の観測所のうちの 20 程度の観測所に対して流量観測が実施された記録があり、最大で年間 6 回程度の観測が行われたケースもあるものの、多くの観測所では年間 1-2 回の観測が実施されている。また、水位観測所の無い小河川についても、必要に応じて年数回流量観測が実施されることがある。

このような流量観測の実施状況を反映し、2000 年代以降に水位－流量曲線が設定された事のある観測所は 10 観測所に過ぎず、水位観測結果を流量データに変換・活用する事ができない状態にある。

水資源管理において、河川の流量は流域の表流水資源の評価・分析の基本となるものである。水位観測データを流量に換算するためのベースとなる定期的かつ高水位時の集中的な流量観測を確実に実施しうる体制の確立と拡充は水資源管理の根本であり、そのための活動計画を以下に示す。

(2)　基本方針

- 全ての既存あるいは新規の水位観測所において、水位データを精度高く流量データに換算できる水位－流量曲線の整備を行うための流量観測（含む横断面測量）、および水位－流量曲線の確認・更新のための定期的な流量観測あるいは横断測量について、現実的に実施可能で効果的な実施計画を策定する。
- 実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

(3)　短期計画（2012 年～2015 年）

現在稼動中の 34 の観測所で、2000 年以降水位－流量曲線が整備されていない観測所について、水位－流量曲線を作成することを目的に流量観測を実施する。現状の流域管理事務所の人員および予算を鑑みると、観測所を選んで段階的に実施していく必要がある。***表 6.2*** に、サブ流域内での位置、流量、過去の観測記録、周辺の水利用状況（大口の利水者等）等を考慮して区分した、水位－流量曲線整備の優先度別の観測所名を示す。また、***図 6.3*** に観測所の位置を示す。

表 6.2　水位－流量曲線整備の優先度

	分類	観測所名
1	優先度の高い観測所	1G5A、1G6、1GB1A、1GD2、1GD16、1H5、1HA15、Local MgD、1HC2
2	優先度中位の観測所	1GA1A、1GB2、1GD35、1GD37、1HB2、1HC2A、1J5
3	優先度の低い観測所	1GD21、Local LKiC、Local LKiM、1HA3、Local MzM、Local MfK、Local MfL、1J6
-	2000 年代に整備実績のある観測所	1G1、1G2、1GD36、1GA2、1H3、1H10、1H8A、1HA8、1HA9、Local NgL

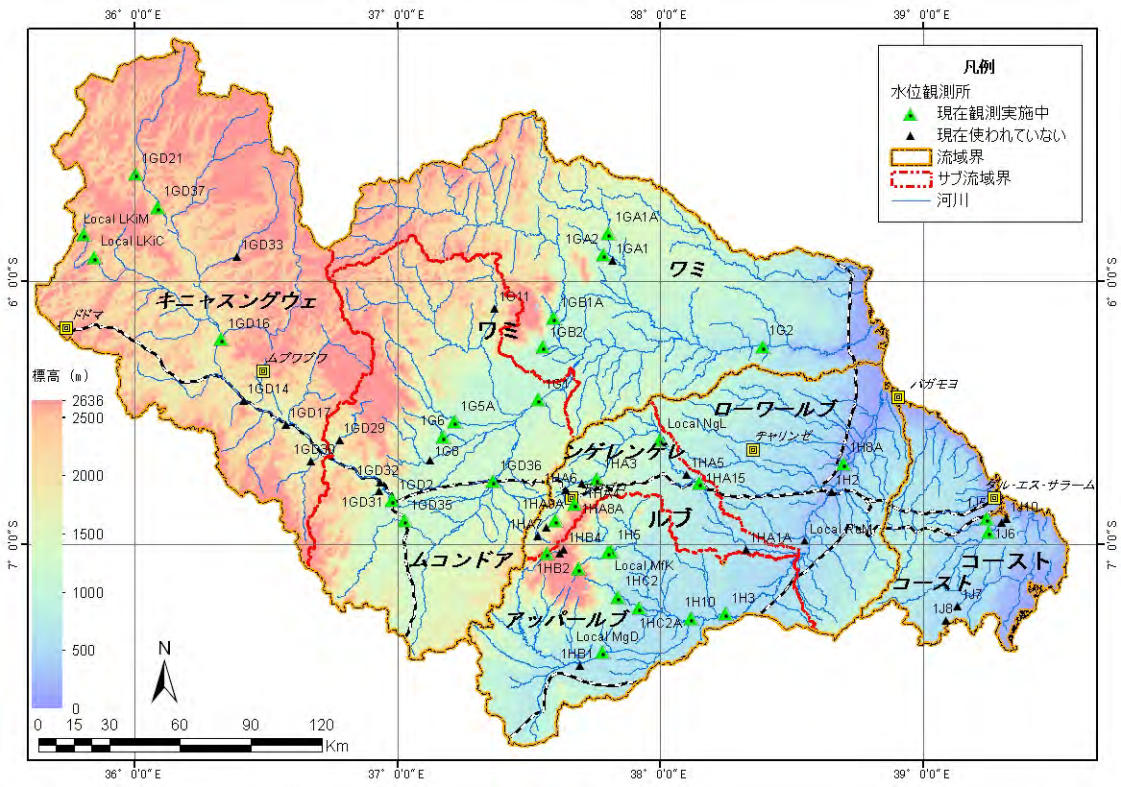


図 6.3　水位 - 流量曲線の整備を行う観測所の位置図

- すでに水位－流量曲線が整備されている観測所については、水位－流量曲線の継続的な使用可能性あるいは更新の必要性の確認を目的に定期的な流量観測（および横断測量）を実施する。

(4)　中期計画（2016 年～2025 年）

- 現在稼動中の 34 の観測所全てについての、水位 - 流量曲線の整備活動を継続する。
- 水位観測を再開あるいはサブ流域末端に設置した観測所など新規に設置した観測所で継続して観測を行う事が適当と判断された観測所について、水位－流量曲線を作成することを目的に流量観測を実施する。
- 水位－流量曲線が整備された観測所について、水位－流量曲線の継続的な使用可能性あるいは更新の必要性の確認を目的に定期的な流量観測（および横断測量）を実施する。必要に応じて更新のための流量観測を実施する。

(5)　長期計画（2026 年～2035 年）

- 必要に応じて設置した新規の水位観測所について、水位－流量曲線を作成することを目的に流量観測を実施する。
- 水位－流量曲線が整備された観測所について、水位－流量曲線の継続的な使用可能性

あるいは更新の必要性の確認を目的に定期的な流量観測（および横断測量）を実施する。必要に応じて更新のための流量観測を実施する。

3)　表流水の水質モニタリング

(1)　背景および目的

ワミ・ルブ流域管理事務所では、河川の水位観測所、河川の橋梁設置地点、ダム・貯水池、工場廃水流入下流等で水質調査を実施しているが、定期的なものでは無く、水質関連のプロジェクトの実施時（予算配分時）や水質調査への予算が確保されたときなどにおける、不定期なものである。

本プロジェクトでは、流域全般の表流水の水質評価を目的として、流域内の河川、湖（貯水池）、湿地といった主要な表流水を対象として、合計 50 箇所で表流水の水質調査を行った。

本プロジェクトにおける水質調査結果によると、ワミ・ルブ流域の表流水への水環境劣化の課題は、ダル･エス･サラーム周辺の沿岸河川とルブ川の河口部、およびモロゴロ市近辺のンゲレンゲレ川といった都市部のものを除いては、ワミおよびルブ流域の比較的上流で見られる局所的なものであり、上流の局所的なものについては標準的な大規模水利用に使える状態に改善し得るものであった。

しかしながら、本プロジェクトで実施した水質調査は乾期に一度きりのものであり、流域の水質状況および変化を正確に把握するためには、水質調査を定期的に継続して行う事が必要である。流域の持続的な安全・安心な水利用、良好な表流水環境の保全のためには、そのような継続した調査（モニタリング）を行うための体制の確立と拡充が重要であり、そのための活動計画を以下に示す。

(2)　基本方針

- 流域内の河川・湖沼・湿地といった表流水の水質状態を把握し、表流水の安全・安心な持続的な利用、あるいは表流水の水質悪化防止・水質改善のための施策検討に資する水質モニタリングについて、現実的に実施可能で効果的なモニタリング体制の整備・拡充計画を策定する。
- 実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

(3)　短期計画（2012 年～2015 年）

- 本調査で選定し表流水の水質調査を行った 50 地点から重要度・水質状況・位置関係・アクセスを考慮し絞込みを行った 34 箇所（***表 6.3*** 及び***図 6.4*** 参照）、および過去にワミ・ルブ流域管理事務所が不定期であっても継続的に水質調査を行っていた地点（工場を中心とした地点）において、少なくとも年に 2 回（雨期・乾期）継続して水質モニタリング（サンプリングと分析）を実施するための体制作りを行い、水質モニタリングを実施する。河川のモニタリング箇所の多くは現在観測の行われている水位観測所から選定されているので、水位観測所の維持管理のための巡回や流量観測と連携した効率的な試料採取を行う。

表 6.3　表流水の水質モニタリング地点

No.	名称	座標 (WGS84)		流域	No.	名称	座標 (WGS84)		流域
		南緯	東経				南緯	東経	
ワミ川・ルブ川本川(コースト流域の河川含む)									
1	1GD2, ムコンドア川(キロサ)	6.8316	36.9783	ワミ	7	1H3, ルブ川(キドゥンダ)	7.2696	38.2172	ルブ
2	1GD36, ムカタ川(ムカタ)	6.7588	37.3611	ワミ	8	1H8A, ルブ川(モロゴロ道路橋)	6.6904	38.6939	ルブ
3	1G1, ワミ川(ダカワ)	6.4481	37.5338	ワミ	9	ルブ川河口	6.3971	38.8698	ルブ
4	1G2, ワミ川(マンデラ)	6.2464	38.3879	ワミ	10	1J5, キジンガ川(ブザ)	6.8873	39.2428	コースト
5	ワミ川(マティプウィリ)	6.2336	38.7163	ワミ	11	ムジンガ川(橋)	6.9369	39.2748	コースト
6	1H5, ルブ川(キブンゴ)	7.0237	37.8094	ルブ					
主要支川									
12	ルムマ川(キリマルル)	6.8262	36.6439	ワミ	19	1GA1A, ルキグラ川(キマンバ 道路橋)	5.8140	37.8011	ワミ
13	1GD35, ミヨンボ川(キブング)	6.9094	36.9660	ワミ	20	1HE2, ムゲタ川(ムゲタ)	7.0333	37.5667	ルブ
14	1G8, ワミ川(ルデワ)	6.6786	37.1243	ワミ	21	ローカル MgD, ムゲタ川(ドゥトゥミ)	7.4117	37.7766	ルブ
15	1G6, キサンガタ川(ムブミ)	6.5889	37.1733	ワミ	22	1HC2A, ムブハ川(トゥーロ小学校)	7.2403	37.9177	ルブ
16	1G5A, タミ川(ムソウェロ)	6.5315	37.2139	ワミ	23	1HA8A, モロゴロ川(モロゴロ)	6.8455	37.6723	ルブ
17	ムクンディ川(ドゥミラ橋)	6.3872	37.3596	ワミ	24	1HA3, ンゲレンゲレ川(キンゴルウィラ)	6.7518	37.7576	ルブ
18	1GB1A, ディワレ川(ンゴメニ)	6.1376	37.5902	ワミ	25	1HA15, ンゲレンゲレ川(ムグデ川)	6.7637	38.1445	ルブ
大規模取水施設									
26	キロサ県チャンズル、イロンガ川	6.7687	37.0435	ワミ	28	タンザニアビール株式会社	6.8164	39.2686	コースト
27	モロゴロ工業地域	6.7696	37.6726	ルブ	29	ビドゥコ工業	6.7504	39.2352	コースト
大規模貯水池									
30	ダバロ	5.7944	36.1104	ワミ	32	イコワ	6.1880	36.2278	ワミ
31	ホンボロ	5.9507	35.9690	ワミ	33	ミンドゥ	6.8554	37.6140	ルブ
湿地									
34	サダアニ国立公園	6.1290	38.8116	ワミ					

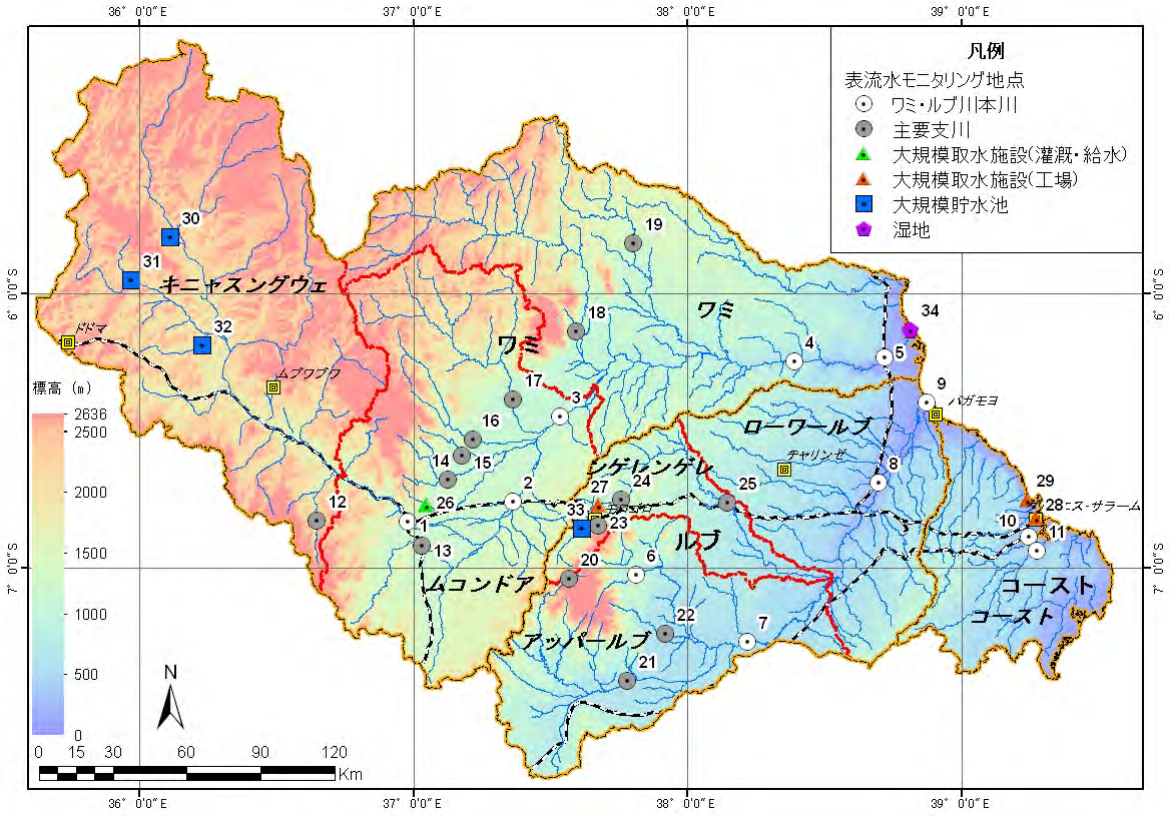


図 6.4　表流水の水質モニタリング地点

- 予算の制約と持続性の両面から鑑み、また、ワミ・ルブ流域管理事務所のラボの能力も考慮し、分析項目としては***表 6.4*** に示す項目を含むこととする。

表 6.4　表流水の水質モニタリング項目

	分類	分析項目
1	最低限必要な項目 （8 項目）	水温、pH、濁度（NTU）、電気伝導度(us/cm)、TDS (mg/l)、浮遊物(SS) (mg/l)、生物化学的酸素要求量(BOD) (mg/l) 、溶存酸素(DO) (mg/l)
2	実施が望ましい項目 （6 項目）	化学的酸素要求量(COD) (mg/l)、硝酸性窒素(mg/l)、アンモニア(mg/l)、塩素(mg/l)、全大腸菌群(個数/100ml)、病原性大腸菌群(個数/100ml)

(4)　中・長期計画（2016 年～2035 年）

- 継続してモニタリングを実施する。必要に応じ（大規模工場の設立など）、モニタリング地点を拡充する。
- ワミ・ルブ流域事務所のラボの能力を拡充すると共に、分析項目を拡充する。加えて、機材の充実を図る。

6.2.4 地下水モニタリング

1)　背景および目的

地下水資源を持続的に利用していくためには、帯水層毎に実施する地下水モニタリング（水位、水質）の結果から地下水資源の状態を把握し、その状況に基づいて地下水利用を管理していくことが必要である。地下水位モニタリングは、水位の変化に伴う地下水資源の変化量を把握し、降水量や水利用量のデータと共に総合的に水位変化の要因の解析を通して、地下水利用の管理に反映せることを目的とする。水質モニタリングでは、地下水の保全が必要な地域の水質汚染の状況を管理して行くこと目的とする。

これまでワミ・ルブ流域管理事務所では、2001 年以降ドドマ市北方に位置するマクタポラ盆地（ドドマ市への給水の水源）において計測員による手動地下水位モニタリングが実施されているが他の地域においては継続的な観測は行われていない。また、水質モニタリングも継続的には行われていない。これらの状況を踏まえて、本プロジェクトでは 19 本の試験井を掘削し、各井戸の自動水位記録計を設置し観測を開始した。

本プロジェクトにて実施した水資源の開発可能量と現在水利用量および将来水需要量との比較検討の結果、地下水の開発可能量は、どのサブ流域でも 2011 年の水利用における地下水利用分を大きく上回っていることが解った。また、ムコンドア、ンゲレンゲレ、ローワールブの 3 サブ流域では、2025 年以降不足が顕著となる表流水の需要を十分に賄える余剰量があり、キニャスングウェ・サブ流域においても平年時においては賄える可能性もあることも分かった。これらの状況を踏まえて、水資源配分・管理計画では将来の需要を満たすためにはサブ流域によっては地下水を有効利用することが望ましいとしている。

このように、今後は水需要を満たすために地下水の有効利用が促進される地域もあることから、地下水資源の持続性を維持できる地下水の利用を進めていくためには地下水位のモニタリングを通した地下水資源の管理が非常に重要となる。

また、本プロジェクトで実施した流域環境調査では社会経済活動に起因する地下水の汚染が生じている地域がダル・エス・サラーム州の都市部において確認され、汚染防止対策の実施の必要性が指摘された。ワミ・ルブ流域内には、ダル・エス・サラームに加えドドマやモロゴロなどの都市部が位置しており、今後の社会経済活動の増加に伴う水需要の増加と共に、水質汚染の可能性も増加することから、特に現在水源として利用されている、もしくは今後利用される地域における地下水水資源を保全するためには水質モニタリングを通した地下水資源の管理が重要となる。

これらワミ・ルブ流域における地下水資源および地下水観測の状況を考慮し、今後、地下水資源を管理していくために求められる地下水観測にかかる活動計画を以下に示す。

2)　基本方針

- 既存およびプロジェクトで設置した地下水位モニタリング井戸における観測実施を通して、モニタリング結果に基づいた地下水管理が可能となるデータを収集、管理できる体制を構築することを目的する。
- 地下水汚染対策が必要な地域および地下水保全対象地域における水質モニタリングの実施を通して、水質モニタリング結果に基づいた地下水管理が可能となるデータを収集、管理できる体制を構築することを目的とする。
- 地下水モニタリングの実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

3)　短期計画（2012 年～2015 年）

(1)　地下水モニタリング体制の構築

- ワミ・ルブ流域管理事務所は、2001 年から手動で水位測定を行っているマクタポラ盆地の 5 本のモニタリング井に加え、本プロジェクトにて 2011 年 11 月末から 2012 年 5 月にかけて設置した 19 本の試験井の自動水位記録計による地下水位のモニタリングを開始したところであり、これらのモニタリング井戸による水位観測を通して地下水管理に必要なデータを整備できる体制を構築する。***図 6.5*** に 2012 年時点の地下水位モニタリング井戸の位置を示す。

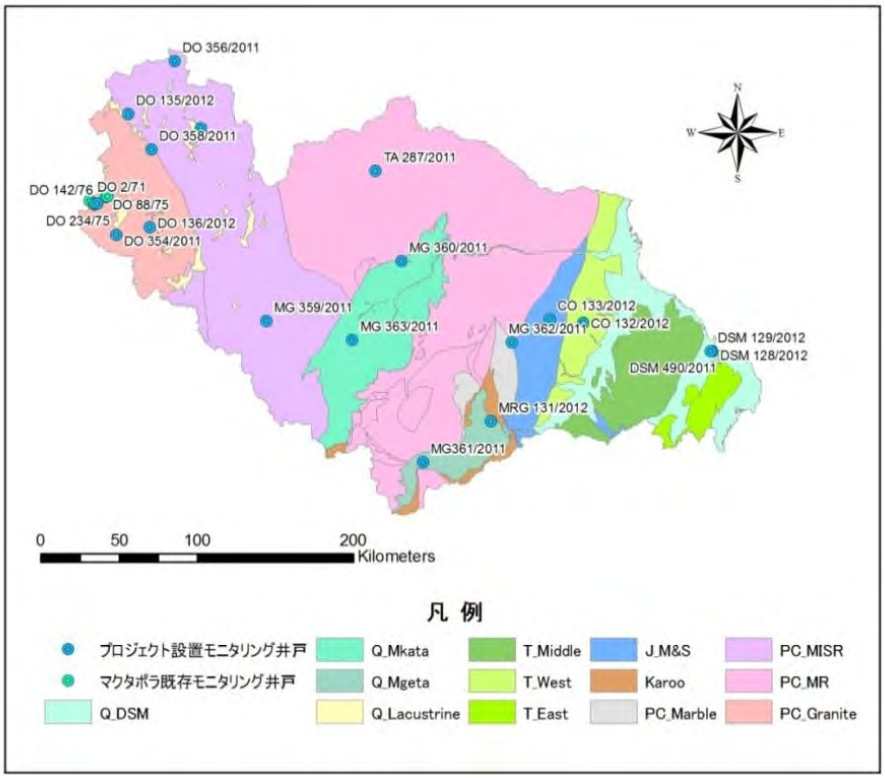


図 6.5　2012 年時点における 24 か所の地下水位観測井位置図

- 24 カ所のモニタリング井戸は流域内に散在しているため、それぞれの事務所が分担してデータを収集することにより限られたリソースの有効活用が可能となる。2012 年 8 月時点では、モロゴロ事務所の職員が中心となって 19 カ所の自動水位記録計設置井戸のデータの収集・管理を行っており、ドドマ事務所およびダル・エス・サラーム事務所の職員は補助的な立場に留まっている。したがって、水位データの収集活動を通して各事務所の職員が独自でモニタリング井戸の管理を出来るようにすると共に各事務所のモニタリング井戸を確定して効率化を図る。

- データのダウンロードは、ワミ・ルブ流域管理事務所が保有する携帯型コンピューター1 台、および本プロジェクトにて購入した携帯型コンピューター2 台が利用可能であるため、各事務所の担当モニタリング井戸を確定した段階で、各事務所が 1 台ずつ機材を保有することとする。
- データの欠測やミスリーディングの回避、モニタリング活動の効率化を図ることを目的として、2001 年以降手動計測により地下水位モニタリングが行われているマクタポラ盆地の既存の 5 本のモニタリング井戸に自動水位記録計を設置する。

(2)　モニタリングデータの収集頻度

2012 年 7 月にワミ・ルブ流域管理事務所の職員が 2 週間かけて全 19 カ所の水位モニタリング井戸をまわり、メモリをリセットし 30 分毎に記録する一律の設定とした。水位計のメモリは 30,000 データを記録可能であり、データ記録間隔を 30 分毎に設定すると、625 日間分の記録が可能である。

しかしながらバッテリーの寿命を考慮すると 1 年毎にバッテリーを交換することが望ましい。したがって、最初の 1 年間（2012 年/2013 年）は設置した機器の動作確認を行う事を目的として 4 ヶ月毎にデータを収集し、各地域の地下水位の特性を把握した上で必要に応じて記録間隔を設定し、2 年目（2013/2014 年）以降は 6 ヶ月毎もしくは必要な時期にデータの収集を行うこととする。

(3)　水資源保全計画に基づく地下水位モニタリングの実施

6.4 節の水資源保全計画において地下水の保全対策の実施対象となる 3 地域において地下水位モニタリングを開始する。***表 6.5*** に対象地域におけるモニタリング井戸数を示す。なお、水資源保全計画に伴い新規に設置するモニタリング井戸は 4 本となり、既設 24 本と合わせて計 28 本のモニタリング井戸が 2015 年までに設置される計画となる。

表 6.5　水資源保全計画に基づいて 2015 年までに地下水モニタリングを開始する地域

	対象地域	地下水モニタリング井戸
1	沿岸部第四紀地下水の塩水化対策対象地域	水資源保全計画に従って設置した水位及び電気伝導度の両項目の測定が可能なロガーのデータ収集を継続する（新設：3 本、水位と水質）。
2	マクタポラ盆地地下水保全地域	6 本（既設：5 本、本プロジェクトにて設置：1 本）の水位観測井による観測を継続する。 水質は水道公社のデータをモニタリングする
3	チャムウィノ地域地下水保全地域	2 本（JICA 設置：1 本、新規：1 本）の水位観測井による観測を継続する。 水質は水道公社のデータをモニタリングする

4)　中・長期計画（2016 年～2035 年）

- 短期計画実施期間中に確立した地下水観測体制に基づいて、28 か所の地下水モニタリング井戸の水位及び水質モニタリングを継続し、データの蓄積を図る。
- ***6.4 節***で述べる水資源保全計画において地下水の保全対策の実施対象となるダル・エス・サラーム州の 2 地域において地下水モニタリング（水位、水質）を開始すると共にデータを蓄積する。***表 6.6*** に水資源保全計画に基づいて 2016 年以降に地下水モニタリングを開始する地域を示す。これら 2 地域におけるモニタリング方式および頻度は水資源保全計画に従うこととする。

表 6.6　水資源保全計画に基づいて 2016 年以降に地下水モニタリングを開始する地域

	対象地域	地下水モニタリング項目
1	プグヒル廃棄物処分場地下水汚染対策対象地域	水質分析および水位（水質分析項目は ***6.4.3 節***の***表 6.10*** に示す）

	対象地域	地下水モニタリング項目
2	ダル・エス・サラーム炭化水素汚染対策地域	炭化水素を含む水質分析および水位（水質分析項目は ***6.4.3 節***の***表 6.11*** に示す）

6.3　水資源情報管理・活用計画

6.3.1 緒言

水資源および水利用の現状に応じた水資源管理を実施していくためには、各種モニタリングや調査を通して得られるデータおよび情報を継続的に蓄積し、必要な時に必要なデータおよび情報を容易に入手できる体制が構築されている必要がある。そして、これらの情報をステークホルダーに提供し、水資源管理の取組みに対する理解および協力を得ていく必要がある。

1.5.5 節の水資源情報管理と活用に関する課題において述べたように、ワミ・ルブ流域管理事務所では、水資源管理に関する情報の整備が不十分であるために、水資源配分、水利用管理、水資源保全、ステークホルダーへの情報提供等の水資源管理の為に実施すべき対策の検討が十分にはなされてこなかった。また、水資源配分計画の検討も、季節変化や降雨の状況に応じて変化する表流水の水資源量および需要量に応じた検討が出来るシステムが整備されていないために十分な対応がなされていなかった。

したがって、これらの課題を解決し、水資源管理の実施に必要なデータおよび情報の管理および活用を可能とする水資源管理実施支援システムの構築を目的として水資源情報管理・活用計画を策定した。

本計画は、水資源に関する情報を管理する水資源管理データベースの運営・維持計画および水資源管理シミュレータの運営・維持計画から構成される。以下に計画の内容を述べる。

6.3.2 水資源管理データベースの運営・維持

1)　水資源管理データベースの管理・維持の必要性と目的

水資源管理を進めていくためには、ワミ・ルブ流域管理事務所内で水資源管理に必要な情報が容易に入手でき、状況に応じた管理を行うための分析を直ちに行える体制を整備する必要がある。また、流域内の水資源に関する情報をステークホルダーへ発信して、状況を認識してもらう事も重要な取組み事項である。そのためには、多岐にわたる水資源関連情報を一元管理して、ワミ・ルブ流域管理事務所が必要な時に必要な情報にアクセスできるデータベースの運営・維持体制を構築することが必要である。

これまで、ワミ・ルブ流域管理事務所でも既存のデータベースによりデータ管理がなされてきたが、システムの複雑化や特殊ソフトウェアの使用により複雑化すると共に複数のコンピューターにデータが蓄積され、情報およびデータが散逸・重複していた。その結果、系統だった情報およびデータの更新がなされておらず、水資源管理の実施において十分には活用されていなかった。

これらの状況を考慮し、本プロジェクトではワミ・ルブ流域事務所の職員が容易にデータ更新できるユーザーフレンドリーな水資源管理データベースを構築した。本データベースは、利水者協議会、許可（水利用許可、地下水許可、排水許可）、水理地質、水文、河川構造物、水質の 6 種類のデータベース、およびこれらを統合したマスターデータベースから構成されている。データベースで管理するデータの活用方法を***表 6.7*** に示す。

表 6.7　水資源管理データベースの活用内容

	データベース名	データ内容	活用内容
1	利水者協議会	組織構成、財務状況、水紛争状況、ユーザー情報等	利水者協議会の状況の把握と状況に応じた支援の提供への活用。

	データベース名	データ内容	活用内容
2	許可	水利用許可、排出許可、地下水許可の取得者、申請者の情報、許可量、水源、取水施設等	許可所有者の情報や許可水量の情報に基づく許可の管理。
3	水理地質	位置情報、井戸構造、静水位、動水位、揚水量等	地下水開発・管理の対象地域における既存井戸の情報の入手。
4	水文	雨量観測所および水位観測所の情報（位置、河川名、機材のタイプ・状況、観測者等）	各観測施設の運用管理への活用。
5	河川構造物	取水施設、護岸設備、ダム、橋梁に関する情報（位置、利用目的、管理者、仕様、取水施設の水利用許可等）	河川構造物の管理状況のモニタリングに活用する。また、河川の状況に応じた流域環境保全対策の検討への活用。
6	水質	試料採取位置、微生物学的項目、健康に重大な影響を及ぼす化学物質、適用性を判断する項目、地下水を特徴づける項目	水質の変化をモニタリングし、水質の状況に応じて、実施すべき対応策の検討への活用。

また、本データベースの管理体制を、ワミ・ルブ流域事務所との協議を通して構築した。***図 6.6*** に本プロジェクトにおいて構築した水資源管理データベースの運営に関する概念図を示し、***表 6.8*** に本データベースの管理体制の概要を示す。

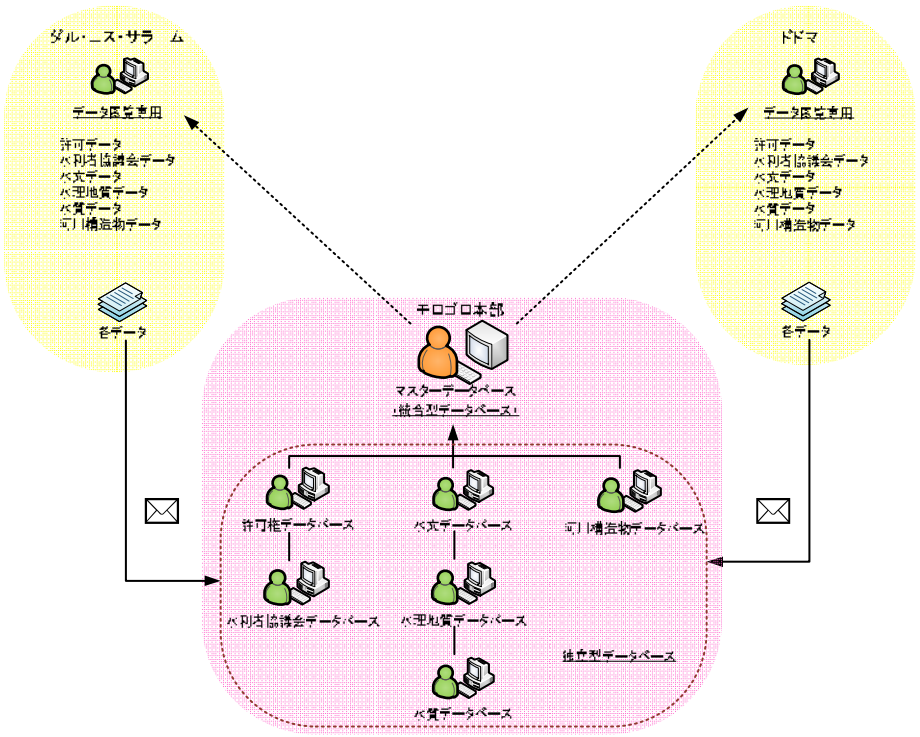


図 6.6　水資源管理データベースの運営・維持体制の概念図

表 6.8　データベースと管理体制の概要

データベース名	タイプ	概要
利水者協議会 データベース	独立型	モロゴロ本部に設置し、利水者協議会担当者が管理

データベース名	タイプ	概要
許可データベース	独立型	モロゴロ本部に設置し、許可権担当者が管理し、許可権に含まれる水利権財務管理データは財務担当者が管理
水理地質データベース	独立型	モロゴロ本部に設置し、水理地質担当者が管理
水文データベース	独立型	モロゴロ本部に設置、水文担当者が管理
河川構造物データベース	独立型	モロゴロ本部に設置し、水文担当者が管理
水質データベース	独立型	モロゴロ本部に設置し、水質ラボ所属の担当者が管理
マスターデータベース	上記6つを1つに結合させた統合型データベース	管理用のため、モロゴロ本部のみに設置し、WRBWBデータベース管理者が管理

以下に、本プロジェクトにおいて構築された水資源管理データベースの管理体制に従って、今後、ワミ・ルブ流域事務所が更新・管理・維持し、水資源管理の実施に活用していくにあたっての基本方針および活動計画を示す。

2)　基本方針

- 本プロジェクトにおいて構築した水資源管理データベースを構成する6項目のデータベース（利水者協議会、許可、水理地質、水文、河川構造物、水質）の定期的な更新活動を通じてデータの蓄積を図ると共にワミ・ルブ流域管理事務所のデータベース運営・維持体制を確立する。
- 水資源管理データベースは、水資源管理・開発計画の実施における支援システムとして活用する。
- 水省が進めている MIS（管理・情報システム）における水資源管理システムへの統合を図ることとする。
- 実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

3)　短期計画（2012年～2015年）

- 水資源管理に関する情報およびデータの収集ならびにデータベースへの記録活動を通して、ワミ・ルブ流域管理事務所のデータベース運営・維持体制を確立する。確立する運営・維持体制は以下の通り。
  - 水資源管理データベースはモロゴロ本部による一括管理体制を継続し、構築されたデータベーは各事務所のデスクトップコンピュータにて運用する。
  - 6種類の独立型データベースは、モロゴロ本部において各担当者が更新・管理・運営を行い、ドドマおよびダル・エス・サラーム支所における各データベースはパスワードによりロックされた閲覧のみ可能なデータベースとする。データの更新は年に2回とし、モロゴロ本部に提出する。
  - 統合型データベースは、モロゴロ本部のデータベース管理者のみが運営・維持を行う。更新は年 2 回とし、モロゴロ本部の独立型データベースの担当者から更新済みのデータベースを回収し、統合型データベースへの更新を図ることとする。
- 流域環境保全計画において 2015 年までに実施する河川施設管理調査において得られるデータを河川構造物データベースに入力する。

4)　中・長期期計画（2016年～2035年）

- 2015年までに確立した水資源管理データベースの管理・維持体制に基づいて、情報およびデータの更新・蓄積を継続する。

・ 水省の ICT（Information and Communication Technology）ユニットが中心となり進めている MIS（Management Information System）へのデータの統合を進める。

水・灌漑省（現水省）（2010）[1]によると、水資源管理に関する情報およびデータはコア・ビジネス・アプリケーションの構成要素として GIS をプラットフォームとする“セクターMIS/モニタリング・評価システム”に取り入れられる計画となっており、流域管理事務所で実施する統合水資源管理・開発計画に関する取り組み内容が取り入れる対象となる。よって、ワミ・ルブ流域管理事務所は水省 ICT ユニットとも連携を取り、データ統合に向けた取り組みを開始する。

データ統合において考慮すべき事項として、現在水省が進めているセクターMIS/モニタリング・評価システムの一構成要素である水資源管理・モニタリングシステムの構築目的を***表 6.9*** に示す。

表 6.9　水資源管理・モニタリングシステムの構築目的

	目　的
1	水源のモニタリングおよび水資源の評価（水文および水理地質情報、水文・気象観測データ、水利用、水質情報を含む）
2	水質管理および汚染のモニタリング
3	表流水および地下水の利用可能量の把握および開発
4	ダム、取水施設、灌漑用水路などの水利施設の分布状況の把握
5	水資源ポテンシャル、需要と供給の把握
6	河川流域のモデリングと意思決定支援システムの構築
7	国家水セクター開発戦略のロジカルフレームワークに沿った指標に対する実施状況の追跡
8	表流水、集水域、河川関連の時系列データ（水位、流量、降雨量、蒸発量等）の統合
9	水資源の科学的管理体制の構築
10	地下水および表流水の水源位置および量・質の観点からの利用可能性を示した図の作成
11	統合水資源管理の実施においてキーとなる水資源の量および質の情報の統合
12	水資源の分布、水資源の利用量、給水状況、報告書、規則および基準、資金及び運営情報、専門技術者および関連会社のリストの把握

表 6.9 に示された項目の多くは本プロジェクトにおいて取り組みがなされている項目であるが、今後ワミ・ルブ流域管理事務所が新たに整備してくべき情報・データも含まれている。したがって、既に取組みを行っている項目については情報およびデータの更新を行いつつ、MIS への統合に必要な情報およびデータを整備してゆき、MIS の進捗に合わせて統合を行うこととする。

6.3.3 水資源管理シミュレータの運営・維持

1)　水資源管理シミュレータの運用・管理および活用の必要性と目的

水資源管理シミュレータは、雨量、蒸発散量、流量、水利用量の時系列データと、ワミ・ルブ流域を水位観測所、大型貯水池、大規模取水地点、本支川を考慮して区分した 107 の小流域、それら小流域を結ぶ河川網、大型貯水池や大規模取水地点情報とそのほか各種 GIS データから構成されており、表流水の配分・管理に資するものである。シミュレータは、以下のような活用方法が期待できる。

– 任意の降雨条件での、任意の箇所の流出量について、月・年単位での平均値あるいは総量値を算定する。
– 任意の箇所の流出量の季節変化や、流出量が変化した際の水利用者の利用可能量（取水可能量）の変化をシミュレートする。
– 低水・渇水時の流出量と水利用許可量との関係をシミュレートし、同一水系の上下流に

位置する複数の水利用者間の適切な水配分を検討する。

- 新規水利用許可の許認可過程において季節性を考慮した量的可能性の検討を行う。
- 検討結果を空間的・視覚的に表現できるため、ステークホルダーへの効果的な説明に利用する。

ただし、本プロジェクトで構築したシミュレータ（モデル）は未だ基礎的なもので、精度も十分ではない。水利用に関する情報は主要な水利用許可に限られており、取水位置は必ずしも正確でなく、取水量も現状で無く許可量としているなど、現状では不十分でない点も多くあり、今後の継続的な更新が不可欠である。

本プロジェクトの成果に基づいて、今後ワミ・ルブ流域事務所が独自にシミュレータのデータおよびモデルを更新しつつ水資源管理へ反映していく活動として、水利用管理シミュレータの運用・管理計画を策定した。以下に、短期（2012 年～2015 年）および中・長期（2016 年～2035 年）に取り組むべき活動内容を示す。

2)　基本方針

- 水資源管理シミュレータは、水資源管理・開発計画の実施における支援システムとして活用することを目的とする。
- 水資源管理シミュレータを構成する要素（雨量、蒸発散、流量、水利用量）およびモデルの定期的な更新活動を通じてデータの蓄積・活用を進めると共にワミ・ルブ流域管理事務所の運用・管理体制を確立する。
- 実施責任機関はワミ・ルブ流域事務所である。

3)　短期計画（2012 年～2015 年）

- 流域管理事務所におけるシミュレータの運用・管理体制を構築する。シミュレータはワミ・ルブ流域管理事務所（モロゴロ）に設置し、必要に応じシミュレータの解析結果としての GIS データあるいは計算結果を地方事務所（ダル・エス・サラーム、ドドマ）に提供する。
- シミュレータの精度向上活動を実施する。モデルの再現性を高めるため、モデル内の各種パラメータの調整を行う。また、現時点でモデルに組み入れられている水利用データは、許可量が 50l/s 以上の主要な水利用許可の許可量のタイムシリーズになっているが、これについて、実際の取水量を調査・モデルに組み入れるなどの活動を実施する。

4)　中・長期計画（2016 年～2035 年）

- シミュレータの精度向上活動を継続する。
- シミュレータを活用した水利用管理を実施する。具体的には、水利用許可の許認可過程での活用、セクターごとの表流水配分調整への活用などを実施する。

5)　短・中・長期計画に資する能力強化プログラムの実施

水資源管理シミュレータの運営・維持にかかる短・中・長期計画実施に資するため、プロジェクト実施期間中に能力強化プログラムを実施した。プログラムは以下を目的として、2013 年 4 月および 7 月の 2 回それぞれ 2 週間の研修は行った。また、2 回の研修の合間には課題を課し、シミュレータへの理解をさらに深めてもらうこととした。

- 第一回研修（2013 年 4 月）目的：
  本プロジェクトで構築した水資源シミュレータを適切に使用・更新・改良するために必要な技術および知識を習得する。
- 第二回研修（2013 年 7 月）目的：
  本プロジェクトで構築した水資源シミュレータを適切に使用・更新・改良し、プロジェクトで策定された水資源管理・開発計画の実施管理で活用していくために必要な技術お

よび知識を習得する。

2 回の研修を経て、ワミ・ルブ流域管理事務所（モロゴロ）では、シミュレータを運用するに十分な体制（担当者の能力強化）が成されたと判断できる。しかしながら、上記 1）に示したように、現在のシミュレータの精度は十分でなく、限定された条件でのシミュレーションやステークホルダーへの空間的・視覚的効果を有する説明等への活用は可能であるものの、より実際的な具体の水資源管理に用いるには、今後の継続的な精度向上活動が不可欠である。加えて、上記 2 回の研修で対象としたのはモロゴロにある本部の人員のみであるため、今後はシミュレータの解析結果を地方事務所（ダル・エス・サラーム、ドドマ）で利活用するための地方事務所の体制構築と能力強化を進めていく必要がある。

なお、水資源情報管理・活用に係る能力強化プログラムの詳細な実施内容および評価結果を記した報告書および研修ガイドは、***サポーティング・レポート***の***添付資料 2***に添付した。

6.4　水資源保全計画

6.4.1 緒言

ワミ・ルブ流域内にはダル・エス・サラーム、ドドマ、モロゴロ等の都市が位置しており各種社会経済活動が行われている。そして、これら社会経済活動の拡大に伴う水資源への負の影響（質・量）が生じてきており、利用可能な水資源量の減少が懸念されている。しかしながら、これまで具体的な対応策が実施されていないことから、利用可能な水資源の確保を目的とした早急かつ効果的な水資源の保全対策の実施が求められている。

タンザニアでは 2009 年に水資源管理法が施行され、水資源の保全に必要な規制地域の制定に必要な手続きと規制の内容が示された。一方、ワミ・ルブ流域管理事務所では、水資源の保護の必要性から、河川の環境流量の設定、地下水制御地域の制定、地下水保全の観点に立った地下水涵養地域の選定、水資源の汚染防止対策の実施に向けた検討が進められている。

これらの状況に基づき、本節では、水資源管理法に従った水源保護の制度化に向けた取組みとワミ・ルブ流域内の水資源の保全が必要な地域での取り組み内容について述べる。

6.4.2 水源保護の制度化に向けた活動

1)　目的

2009 年に施行された水資源管理法のパート IV：水資源の保護の項目において、水資源の保全を目的として、水資源の分類に基づいて、水源保護地域の制定、地下水制御地域の制定、汚染防止対策の実施、干ばつ時の水利用の制限に関する規則が定められた。***図 6.7*** に構成を示す。

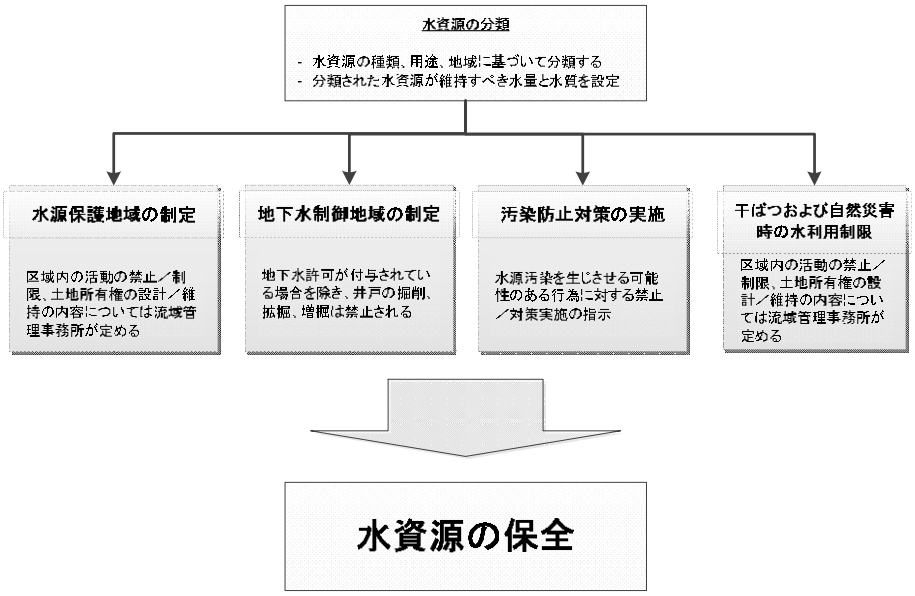


図 6.7　水資源管理法に規定された水資源保全における取組み

本規定に基づいて、ワミ・ルブ流域管理事務所は、保護すべき水源を特定し、これらの地域を水源保護地域および地下水制御地域として法的に制定して、水源の保全を図ることとする。以下に、水源保護の制度化に向けた活動内容を述べる。

2)　水資源分類のガイドラインの作成と水資源の分類の実施に向けた活動

水資源管理法では、水源の保護を目的として水資源の分類を行うことが規定されている。水資源の分類は、水資源の種類（河川水、地下水、湿地、貯水池等）、用途、地域等に基づいて行い、分類された水資源毎に、維持すべき水質および水量（環境流量含む）を設定する。

2012 年 8 月現在、水省は保全の対象となる水資源分類のためのガイドラインを策定中であり、策定後、ワミ・ルブ流域管理事務所はガイドラインに従って流域内の水資源の分類を行う。今後、ワミ・ルブ流域管理事務所は、水省水資源局と連絡をとり、ガイドライン策定の進捗状況を把握する。

3)　水源保護地域（Protected Zone）の制定にかかる活動

水源保護地域の制定は、汚染、浸食、その他の負の影響を与える要因から水源を保護することを目的としており、給水施設の水源が位置する地域、下水の排出口がある場所、湿地、沼地、貯水池、帯水層、湧水などの水源がある地域が水源保護地域として制定される。なお、水源保護地域の制定は、対象となる土地の管理者との協議に基づいて水担当大臣が行う。水源保護地域として制定された地域においては、ワミ・ルブ流域管理事務所が適切と判断した場合に、各種活動は禁止もしくは制限されることとなる。また、該当地域の土地所有者は、ワミ・ルブ流域管理事務所が指示した汚染防止対策を講じる必要がある。

ワミ・ルブ流域内には、ダル・エス・サラーム、ドドマ、モロゴロなどの都市域があり生活排水や工場排水による水源の汚染やごみ処理場から浸出液による汚染が確認されている。モロゴロ州には金や鉱石の採掘場があり、今後の更なる開発に伴う水源の汚染が懸念されている。また、今後の水需要量の増加に対応するためには、貯水池の整備、サブ流域間の導水、地下水開発による水源の確保が必要となり、水源としての保護が必要となる地域は多くなる。

これらの状況を踏まえ、ワミ・ルブ流域管理事務所では、既に汚染が確認されている地域における水源保護地域の制定や汚染防止対策の指示だけに留まらず、現在利用されている水源や今後の開発が想定される水源に対する潜在的な汚染源となりうる地域を予め把握し、汚染が認められる前に予防措置を講じる。

本プロジェクトでは、*6.4.3 節*にて述べる工場排水による汚染が確認されたモロゴロ市のンゲレンゲレ川や、ごみ処分場からの浸出液に起因すると考えられる汚染が確認されたダル・エス・サラーム市のプグ丘陵のごみ処分場等については、水源保護地域としての制定に向けた取り組みを行うと共に、各施設の所有者に対して、必要な汚染防止対策を早急に実施するよう指示する。

4)　地下水制御地域（Groundwater Controlled Area）の制定にかかる活動

地下水制御地域の制定は、①対象地域の地下水の利用可能量、②現在の地下水利用量及び水需要量、③地下水開発により起こりうる表流水への影響、④水利用者間の紛争に関する検討を行った上で、流域管理事務所の提言に基づいて水担当大臣が行う。地下水制御地域として制定された地域では、井戸の新規掘削、既存井戸の拡幅や増掘は、地下水許可により認められている場合を除いて禁止されることになる。

現在ワミ・ルブ流域管理事務所では、ドドマ市内への給水の水源であるマクタポラ水源（Well Field）およびチャムウィノへの給水の水源であるチャムウィノ水源（Well Field）を地下水制御地域として制定する取り組みを進めている（位置は*図 6.8* を参照）ことから、制定に際し検討することが規定されている上記 4 項目に関する検討を進めていく。また、地下水資源の保護の観点から、ダル・エス・サラーム都市部およびドドマのマクタポラ盆地周辺部における地下水涵養の可能性についても検討を行っている。

また、ワミ・ルブ流域内では、*第 5 章 水資源配分・管理計画*においても述べたように、今後の水需要の増加への対応、表流水源が不足している地域での地下水開発の補完的な開発などにより地下水資源への依存度が増加することが想定される。したがって、現在地下水制御地域の制定を進めている上記の 2 地域に加え、今後の地下水開発の対象となりうる地域についても、制定に際し考慮すべき事項についての検討を進める。対象としては、地下水資源が豊富であり、今後の需要増加に対応するための水源候補となるモロゴロ州ワミ川沿いに分布するムカタ平野の第四系帯水層や、ダル・エス・サラーム都市部への給水の水源として開発予定であるキンビジ帯水層が対象となる（位置は*図 6.8* を参照）。

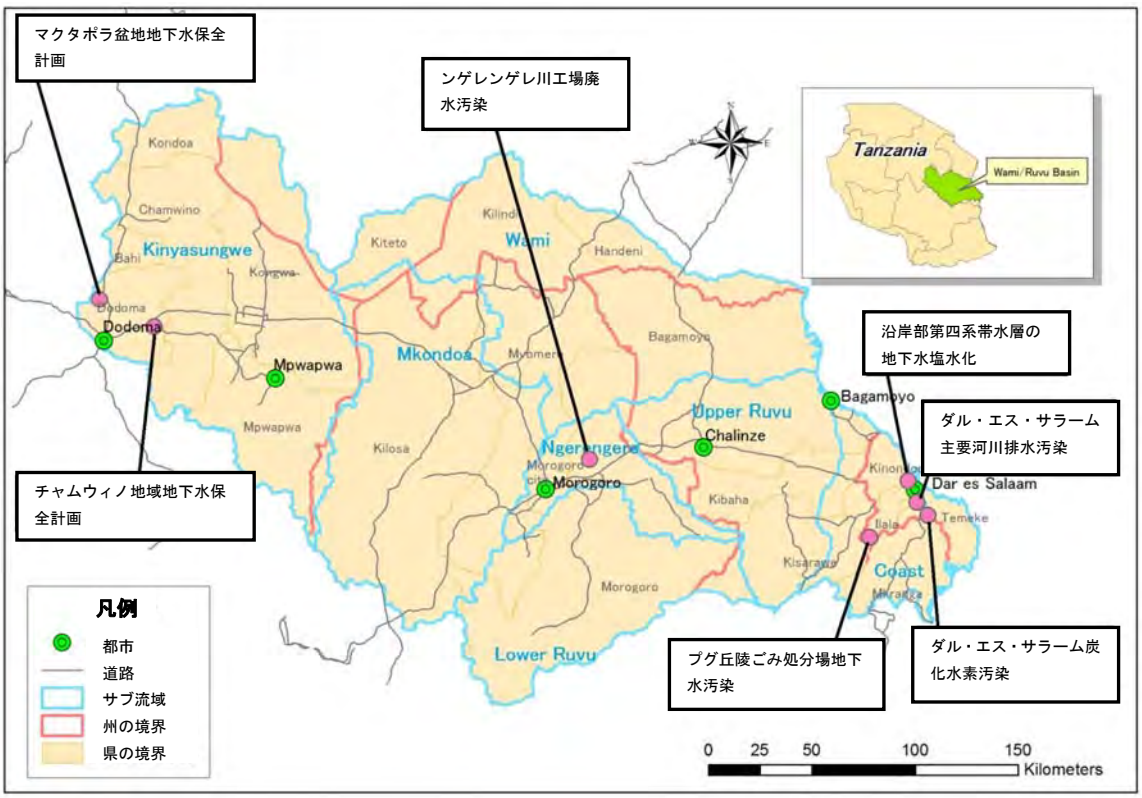


図 6.8　水資源の保全を進めている地域および今後制定の対象となる地域

6.4.3 水資源環境と汚染の管理

1)　ワミ・ルブ流域環境流量の制定

(1)　背景と目的

タンザニアでは、現在ワミ川、ルブ川といった主要な河川について環境流量の算定のための調査が実施あるいは計画されている。環境流量は、下流の環境・社会・経済面から必要な水量を川に残すことを意味し、水文、水理、地形、社会経済、水生生態、河岸植生や河口状況など多様な観点から検討が行われるものである。既存の調査における環境流量の特徴としては、流量の季節的な変化を考慮し月ごとに値が算定されていること、および、渇水年、平年、豊水年で値が異なること、があげられる。

国家水政策は、利用可能な最大限の科学的情報を用いてこの環境流量を算定し、飲料水に次ぐ優先度をもって環境用水への配分を行うことを規定しており、適切な表流水管理のためにはこの環境流量の算定・制定が必須である。

ワミ・ルブ流域では、現在までに、ワミ川本川において多くの調査コンポーネントからなる初期環境流量評価が実施済みであり、ルブ川本川については簡易環境流量評価の後ワミ川の調査と同様の方法で初期環境流量評価が実施中である。本プロジェクトで照査した結果、1G2等、現在検討されている環境流量は、実際の自然流況と比べて過大と判断される地点もあり、本調査で検討された渇水流量や将来水需要量を踏まえ、見直しを行う必要があると考えられる。また、ワミ川・ルブ川の本川については環境流量に関する何らかの検討が行われているものの、流域内の支川については調査が未実施である。流域の水環境をより詳細に管理していくためには主要支川についても環境流量の評価を進めていく必要があり、また、算定された環境流量を表流水の管理に用いる公式なものとして認定していくことが必要となる。

(2)　基本方針

- 流域内河川の生態系や環境を持続的に維持していくために、各河川で環境流量を設定し、河川管理を行っていく必要がある。
- ワミ川およびルブ川本川の主要地点で算定されたあるいは算定中の環境流量について将来水需要を見据えた利水面からの再評価を行った後、公的な値（河川管理の基準）として認定する。
- 流域内の支川についても、適宜環境流量の算定のための調査・検討を行い、環境流量を決定する。
- 環境流量の評価に関する実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所であり、法制化の責任機関は水省である。

(3)　短期計画（2012 年～2015 年）

- ワミ川・ルブ川本川の主要地点における環境流量の最終値を決定する。
- 環境流量の管理、取水量規制のための法的措置を実施する（環境流量値の認定）。

(4)　中・長期計画（2016 年～2035 年）

- 主要支川における環境流量の算定・認定を実施する。

2)　ワミ・ルブ流域環境流量のモニタリング

(1)　背景と目的

算定・認定された環境流量を用いて取水制限といった水資源管理を行うためには、環境流量が算定された地点における流量のモニタリングおよび環境流量との比較を継続的に実施する必要がある。ここでは、この環境流量のモニタリングに向けて実施すべき活動を述べる。

(2)　基本方針

- 算定・認定された環境流量が確保されているか（流下しているか）を継続的にモニタ

リングする。

- モニタリング結果を受けて、必要に応じて取水制限等の対策を実施する。
- 実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

(3)　短期計画（2012 年～2015 年）

- ワミ川・ルブ川本川の主要地点において算定・認定された環境流量に対応した各地点の水位を算定し、モニタリングの基準を設定する。
- 河川流量が環境流量を下回った際（基準水位を下回った際）の連絡体制（モニタリング実施者から流域管理事務所、流域管理事務所から利水者）や対策のルール作りを行う。
- 設定したモニタリング基準とルールを用いてモニタリングを開始・継続する。モニタリングを開始するにあたっては、まずは、主要地点のうち、現在観測が行われており観測記録者も任命されている既存の水位観測所から活動を開始することが実施の上でやり易いと考えられる。

(4)　中・長期計画（2016 年～2035 年）

- 環境流量の算定・認定を行った主要支川でモニタリングを開始・継続する。

3)　ワミ・ルブ流域環境流量の見直し

(1)　背景と目的

環境流量は、水文、水理、地形、社会経済、水生生態、河岸植生や河口状況など多様な観点から検討され決定されるものである。しかしながら、予期せぬ状況の変化や、新たな社会的要求事項の高まりなど、将来的に社会的・自然的な周辺環境が変化していくことは考えられ、また、環境流量に関連する情報の充実などを受けて、環境流量は定期的に確認・見直しを行う事が望ましいと考えられる。ここでは、この環境流量の確認・見直しに向けて実施すべき活動を述べる。

(2)　基本方針

- 環境流量の算定において考慮した事項の状況の変化を確認し、状況が大幅に変化したと認められた場合など、必要に応じて環境流量の見直しを行う。
- 実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

(3)　短期計画（2012 年～2015 年）

- 環境流量の見直しルール（評価指標の設定、見直しの頻度、見直し方法、実施体制等）の整備を行う。見直しルールの具体としては、例えば以下のような内容が考えられる。

  －評価指標　　：河川流量が環境流量を下回った頻度、水生生態や河岸植生の変化の度合い、等

  －見直しの頻度　：5 年毎、または顕著な環境の変化が見られたとき

  －見直し方法　　：評価指標による検証、住民・利水者・漁業従事者等関係者へのインタビュー調査、等

  －実施体制　　：ワミ・ルブ流域管理事務所を事務局とし大学等専門的研究機関や関係機関からなる委員会

(4)　中・長期計画（2016 年～2035 年）

- ルールに基づき、環境流量の見直しに係る活動を実施する。

4)　地下水汚染対策計画の策定と実施

(1)　プグ丘陵ごみ処分場地下水汚染対策計画の策定と実施

a.　背景と目的

ダル・エス・サラームのごみ処分場は市街地から西へ 26km 程離れたイララ市のプグ丘陵に位置している。プグ丘陵は第三紀層から構成されており、ダル・エス・サラーム都市部への給水の水源としての開発が計画されているキンビジ帯水層分布域の西端部に位置している。地下水位の分布は***図 6.9*** に示すように東へ向かって低くなっており、ごみ処理場から汚染水がしみ出してきた場合には東方へ拡散する可能性を示している。

処分場からの浸出液による地下水汚染の可能性は指摘されており、ダル・エス・サラーム市は、2009 年に世銀の融資により管理型処分場の建設を目的とした調査・設計を行った[2]。調査・設計報告書によると、地下水の水質汚染防止、表流水管理による周辺地域の湿地への影響の最小限に留めること、空気汚染の防止とガスの有効利用等を目的として管理型処分場の設計がなされており、当処分場が満杯になるまでの期間は約 11 年と算定されている。

また、設計に際しては新規に掘削した 6 本の井戸において水質分析が行われている。井戸掘削時に井戸掘削業者が作成した報告書に添付されている水質分析結果によると、有機性汚染の指標である COD、細菌汚染の指標である病原性大腸菌および全大腸菌群は分析されていなかった。

2011 年 6 月時点では管理型処分場の建設は行われていなかったため、同処分場による地下水汚染状況を調査することを目的として、本プロジェクトにおいて処分場の周辺に位置する 4 カ所の井戸（上記の設計時に掘削された井戸を 3 本含む）の水質分析を行った。その結果、重金属についてはタンザニア基準局の飲料水基準を下回っていることが確認されたが、病原性大腸菌は 54～99 個/100ml、全大腸菌群は 127～659 個/100ml、有機性汚染の指標である COD 値は 127～659mg/ﾘｯﾄﾙの範囲を示し、細菌性・有機性（生物起源）汚染が生じていることが確認された。また、2009 年の設計時に行われた水質分析結果と比較してアンモニア態窒素の値が上昇していることが確認された。

水質分析の結果を踏まえて本プロジェクトでは処分場移転の検討を提言しているが、上述のように既にダル・エス・サラーム市による管理型処分場の計画が策定されていることから、優先的な取組みとしてその実施促進を図ることとする。

また、ごみ処分場は既に利用されていること、また管理型処分場が整備されても浸出液が生じる可能性があることから、管理型処分場の整備を促進すると共に水質モニタリングを実施することとする。

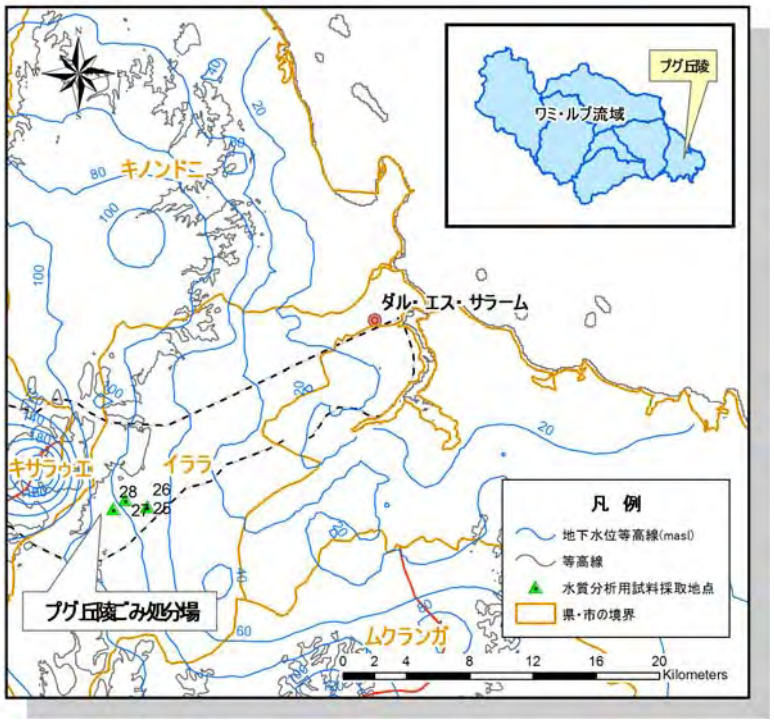


図 6.9　プグ丘陵固形廃棄物処分場位置図

b. 基本方針

- 水資源管理法の汚染防止対策に規定しているように、ダル･エス･サラーム市に対し、2009 年に調査・設計した管理型処分場整備事業の実施を促進し、水源保護を図る。
- 最終的に管理型処分場の建設を実施する場合でもごみ処分場を移転する場合でも、プグ丘陵の処分場は今後数年間利用されていくことが想定される。したがって、水質汚染状況のモニタリングを継続実施していく。
- 2009 年に設計された管理型処分場の建設に向けた取り組みの進捗状況を把握しつつ、ごみ処分場が満杯になる時期を考慮して、ダル・エス・サラーム市に対してごみ処分場の代替地の検討を促進する。
- ごみ処分場からの浸出液による地下水汚染が生じていることが確認されたため、詳細な汚染状況調査結果に応じた対策実施を促進する。

c. 短期計画（2013 年～2015 年）

- ダル・エス・サラーム市に対し、2009 年に設計された管理型処分場整備計画の実施を促進する。
- ごみ処分場の浸出液に起因すると考えられる地下水の汚染状況を確認することを目的として、処分場周辺地域の井戸構造や帯水層が明確になっている既存井戸の水質分析を実施する。なお、調査対象地域は、汚染範囲を特定するために処分場近辺だけではなく広域とする。
- 調査にて把握した汚染状況および地下水の利用目的に応じて対応策の実施を促進する。本プロジェクト期間中に実施した水質分析結果では重金属による汚染は確認されていないが、今後検出された場合にはごみ処分場からの拡散を防止する必要がある。対応策としては以下の項目が挙げられる。はじめに汚染物質の流動経路を把握する。その結果に従って地下水の流動経路の上流部に井戸を設置し、地下水を揚水して下流への拡散を防止する。なお、揚水した汚染地下水は処理を施した後に公共用水域へ排出する必要がある。
- 浸出液に起因する水質汚染状況を把握することを目的として水質モニタリングを実施する。水質モニタリング項目は***表 6.10*** に示した本プロジェクトで分析した 27 項目を含むものとするが、全項目の分析が困難な場合には、最低限、化学的酸素要求量（COD）、アンモニア態窒素（NH_4-N）、全大腸菌群、病原性大腸菌郡、電気伝導度、pH を測定する。測定回数は最低限年 2 回とし、雨期と乾期に実施する。

表 6.10　プグ丘陵ごみ処分場汚染調査における地下水の分析項目

水質分析項目（全 27 項目）
水温、pH、色度(Pt-Co 単位)、臭気、味、濁度(NTU)、電気伝導度(μS/cm)、TDS(mg/ﾘｯﾄﾙ)、化学的酸素要求量(COD)(mg/ﾘｯﾄﾙ)、アンモニア(mg/ﾘｯﾄﾙ)、亜硝酸性窒素(mg/ﾘｯﾄﾙ)、硝酸性窒素(mg/ﾘｯﾄﾙ)、硫酸塩(mg/ﾘｯﾄﾙ)、リン酸塩(mg/ﾘｯﾄﾙ)、全大腸菌群(個数/100ml)、病原性大腸菌群(個数/100ml)、鉄(mg/ﾘｯﾄﾙ)、マンガン(mg/ﾘｯﾄﾙ)、カドミウム(mg/ﾘｯﾄﾙ)、鉛(mg/ﾘｯﾄﾙ)、銅(mg/ﾘｯﾄﾙ)、クロム(mg/ﾘｯﾄﾙ)、亜鉛(mg/ﾘｯﾄﾙ)、ニッケル(mg/ﾘｯﾄﾙ)、ヒ素(mg/ﾘｯﾄﾙ)、水銀(mg/ﾘｯﾄﾙ)、シアン化合物(mg/ﾘｯﾄﾙ)

d. 中期計画（2016 年～2025 年）

- 短期計画期間に開始した水質モニタリングを継続する。なお、管理型処分場の建設が行われた場合や処分場が閉鎖された場合でも、浸出液による汚染が進行する場合も想定されるため水質モニタリングは継続することとする。

(2)　沿岸部第四系帯水層の地下水塩水化防止計画の策定と実施

a.　背景と目的

ダル・エス・サラーム州のキノンドニ市の沿岸部（主として第四系帯水層）において、***図 6.10*** に示すように電気伝導度の高い井戸が多く分布していることが明らかになっており、その原因として過剰揚水による塩水化がワミ・ルブ流域管理事務所により指摘されている。ダル・エス・サラームでは水需要量が多く未登録井戸による地下水利用も行われており、このまま地下水利用量が増加する場合、現在塩水化していない地域でも今後塩水化が生じる可能性がある。したがって、沿岸部における利用可能な地下水量の減少を防止することを目的とした塩水化対策計画を策定し、地下水モニタリング（水位と水質）による地下水の管理を行っていく必要がある。

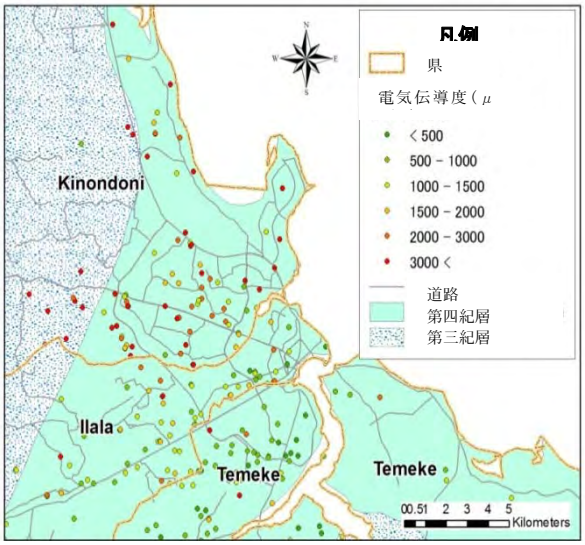


図 6.10　ダル・エス・サラーム州キノンドニ市沿岸部における電気伝導度の分布図

b.　基本方針

- 地下水位低下による塩水化を生じさせないことを目的として地下水位モニタリングを実施し、地下水位の低下状況に応じた水利用の管理を行う。
- 本計画の実施責任機関はワミ・ルブ流域事務所である。

c.　短期計画（2012 年～2015 年）

- 水位及び水質のモニタリング井戸の設置場所を選定する。モニタリング井戸は、基本的に沿岸部から内陸部にかけて配置する。3 本のモニタリング井戸を 500m 間隔で設置することを想定しているが、既存井戸の調査結果に基づいて最終的に決定する。

  モニタリング井戸（既存もしくは新規井戸）に水位および電気伝導度の自動記録計を設置する（電気伝導度の自動記録計の設置深度は、既存井戸への塩水侵入の影響等を考慮して設定する。）。
- モニタリング井戸における水位・水質観測を実施する。
- モニタリング結果に基づいて、特定の深度において塩水化が生じる地下水位低下量を設定し、地下水の管理を実施していく。

d.　中・長期計画（2016 年～2035 年）

- 2015 年までに設定した塩水化を生じさせない地下水位低下量に基づいて水位モニタリングによる地下水管理を継続する。

(3)　ダル・エス・サラーム炭化水素汚染対策計画の策定と実施

a.　背景と目的

ダル・エス・サラーム都市部には燃料貯蔵タンクや給油所が多いため、石油起源の炭化水素による地下水汚染が懸念されている。2002 年に行われた炭化水素による汚染状況調査の結果では分析値は低い値であった[3]。したがって、本プロジェクトでは、その後の状況の変化を確認すると共に状況に応じて炭化水素汚染対策実施の必要性を検討する事を目的として、2002 年に調査が行われた地域と同じ地域から計 6 か所を選定して炭化水素の分析を行った。その結果、調査手法は 2002 年の調査時とは完全には同じではないが、高い分析値を示して

いることから、炭化水素汚染が生じている可能性が指摘された。

したがって、ダル・エス・サラームの地下水資源の保全を図るために、炭化水素汚染状況に関する詳細調査を実施して汚染の状況を把握すると共に対応策を検討し、対応策を実施していく必要がある。なお、対応策の検討においては、炭化水素による汚染防止対策などの制度化も含めることとする。

b. 基本方針

- 本プロジェクトで実施した調査範囲および分析試料数は限られているため、炭化水素による汚染状況の全体像を把握することを目的として、始めに広域における水質分析を実施する。そして、その結果に基づいて詳細調査方法の検討を行うこととする。
- 詳細調査では、調査結果に応じて実施可能な対応策を検討し、その実施を促進する。
- 炭化水素による汚染が確認された場合には、モニタリングによる監視を継続するだけでは石油製品や石油廃棄物に対する管理状況を改善することは出来ないため、管理改善対策の実施が必要となる（制度化を含む）ことを考慮する。
- 実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

c. 短期計画（2012 年～2015 年）

- 炭化水素汚染の全体像を把握し、詳細調査内容を確定することを目的として、本プロジェクトにて調査した地域（***図 6.11*** を参照）以外の地域も含めて炭化水素を含む水質分析を行う。分析項目は***表 6.11*** に示す全 26 項目とする。また、燃料貯蔵タンクや給油所等、炭化水素汚染源と想定される施設の位置を把握し、全体像の把握に反映する。

  なお、2012 年時点、タンザニアには炭化水素（全石油炭化水素(TPH)）を分析するのに十分な設備と能力を有する研究機関は存在しなかったため、ケニアの分析所に依頼した。よって、短期計画期間中にタンザニアに分析機関が整備されていない場合には、ケニアもしくは南アフリカ共和国等の分析所の活用を検討する。
- 詳細調査を実施し、結果に基づいて今後実施してくべき炭化水素による汚染防止対策計画を策定する。対応策としては以下の項目が挙げられる。井戸水の汚染に対しては、拡散防止を目的としてガソリン貯留タンクなどの汚染源の周囲または下流側に連続性のある遮水壁を設置し、周辺への拡散を防止する。また、遮水壁の下流側では井戸から地下水を揚水し、油分を含む地下水を回収する。そして、汲み上げた地下水は浄化処理を行った上で排水する。また、土壌汚染に対しては、掘削除去、原位置浄化（土壌ガス吸引や原位置バイオレメディエーション）、化学的酸化分解等の方法が挙げられるが、汚染状況や実施可能性を考慮して適切な対策を選定する。

  また、対策実施にはガソリンスタンド等の民間による取組みが必須である。よって、対策の検討においては汚染防止の制度化（規制と監視）を含むこととする。
- 対応策の実施には時間を要することが想定されるため、汚染状況が悪化する可能性も考えられる。したがって、石油起源の炭化水素汚染のモニタリング計画も詳細調査において策定する。水質分析の頻度は、最低限年 1 回、雨期の初期に実施する。

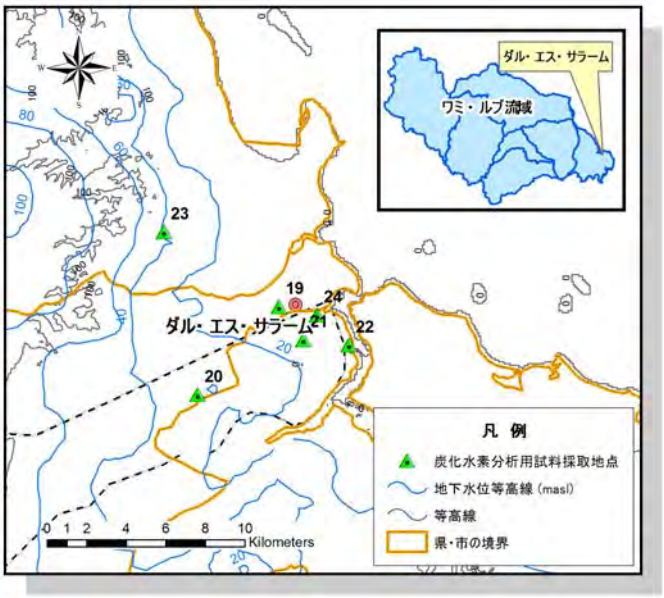


図 6.11　炭化水素分析用試料採取地点位置図（2011 年）

表 6.11　炭化水素汚染調査における水質分析項目

水質分析項目（全 26 項目）
水温、pH、色度(Pt-Co 単位)、臭気、味、濁度(NTU)、電気伝導度(μS/cm)、TDS(mg/ﾘｯﾄﾙ)、化学的酸素要求量(COD)(mg/ﾘｯﾄﾙ)、硝酸性窒素(mg/ﾘｯﾄﾙ)、硫酸塩(mg/ﾘｯﾄﾙ)、リン酸塩(mg/ﾘｯﾄﾙ)、全大腸菌群(個数/100ml)、病原性大腸菌群(個数/100ml)、鉄(mg/ﾘｯﾄﾙ)、マンガン(mg/ﾘｯﾄﾙ)、カドミウム(mg/ﾘｯﾄﾙ)、鉛(mg/ﾘｯﾄﾙ)、銅(mg/ﾘｯﾄﾙ)、クロム(mg/ﾘｯﾄﾙ)、亜鉛(mg/ﾘｯﾄﾙ)、ニッケル(mg/ﾘｯﾄﾙ)、ヒ素(mg/ﾘｯﾄﾙ)、水銀(mg/ﾘｯﾄﾙ)、シアン化合物(mg/ﾘｯﾄﾙ)、全石油炭化水素(μg/ﾘｯﾄﾙ)

d.　中期計画（2016 年～2025 年）

- 詳細調査で策定した計画に従って、炭化水素汚染対策および水質モニタリングを実施する。
- 詳細調査において、汚染防止の制度化が必要であるとの結論に至った場合には、中期計画期間前半には制度化の促進を図ることとする。

5)　河川排水汚染対策計画の策定と実施

(1)　ダル・エス・サラーム主要河川排水汚染対策

a.　背景と目的

ダル・エス・サラームの位置するコースト流域は、海に直接流出する小河川の集合である。流域面積が小さくもともとの流量が小さいこと、ダル･エス･サラームを中心に人口の集中が激しく流出途中における取水の影響もあり、各河川の流量は極めて小さく、恒常河川はキジンガとムジンガ川のみである。

流量が小さい事から環境負荷による影響を受け易いことに加え、河川沿いに多くの住民が居住し多数の工場の位置するダル・エス・サラーム内の河川は、本プロジェクトにおける水質調査結果を見ても、重金属汚染は見られなかったものの、BOD 値から判断して都市・工業汚染による環境劣化が進んでいる事が明らかである。

これら小河川の河川水を取水した大規模な水利用は期待し得ないものの、周辺住民の安全・安心で良好な生活を確保するため、河川の汚染対策が必要であり、以下に活動の基本方針および計画を述べる。

b. 基本方針

- 水質の悪化が進行しているダル・エス・サラーム内・周辺河川の水質悪化防止、水質改善のための方策を実施する。
- 規制の徹底およびモニタリングについては、実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所とする。
- 具体的な排出源対策および汚水処理施設（下水道・浄化槽）の整備については各々の責任組織・機関が実施する。

c. 短期計画（2012 年～2015 年）

- 排出源規制を徹底する。
- 定期的な水質モニタリングを実施する。モニタリング項目は***表 6.12*** の通りとする。

表 6.12　河川排水汚染対策水質モニタリングにおける分析項目

水質分析項目（全 24 項目）
水温、pH、濁度（NTU）、電気伝導度(us/cm)、TDS (mg/l)、浮遊物(SS) (mg/l)、生物化学的酸素要求量(BOD) (mg/l) 、溶存酸素(DO) (mg/l)
化学的酸素要求量(COD) (mg/l)、硝酸性窒素(mg/l)、アンモニア(mg/l)、塩素(mg/l)、全大腸菌群(個数/100ml)、病原性大腸菌群(個数/100ml)
8 種類の金属（カドミウム、鉛、銅、クロム、亜鉛、ニッケル、ヒ素、水銀）(mg/l)、シアン化合物(mg/l)、油と油脂(mg/l)

- 排出源対策および汚水処理施設（下水道・浄化槽）の段階的整備を行う。

d. 中・長期計画（2016 年～2035 年）

- 排出源規制の徹底を継続する。
- 水質モニタリングを継続する。
- 排出源対策および汚水処理施設（下水道・浄化槽）の段階的整備・維持管理を行う。

(2)　ンゲレンゲレ川工場廃水汚染対策計画の策定と実施

a. 背景および目的

ンゲレンゲレ川は上流にミンドゥダムを擁し、特に乾期にはダム直下の流量は非常に小さくなるため、環境負荷による影響を受け易い。ミンドゥダムの下流 6km 程度の右岸側にはモロゴロ市が位置し、周辺には多くの工場が存在している。モロゴロ市からの廃水は市の中心部から 4km 程度下流に位置する処理場で処理をされ、モロゴロ川を介してンゲレンゲレ川に流入しているが、工場によっては、ほぼ未処理の状態の工場廃水を直接ンゲレンゲレ川に排水しているなど、工場廃水による汚染が深刻である。本プロジェクトにおけるモロゴロ市周辺のンゲレンゲレ川の水質調査結果も、ンゲレンゲレ川の環境劣化の重大な要因は工場からの廃水の流入であることを示すものであった。

モロゴロ市では、今後ますますの工業発展が見込まれており、それに伴う工場からの廃水量の増加も予想される事から、流域内の重要な水資源保全の一項目として、ンゲレンゲレ川の工場廃水汚染対策が必要とされる。以下に活動の基本方針および計画を述べる。

b. 基本方針

- 工場からの未処理水の河川への直接排水が行われているモロゴロ市周辺のンゲンレゲレ川の水質悪化防止、水質改善のための方策を実施する。
- 規制の徹底およびモニタリングについては、実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所とする。
- 具体的な排出源対策（汚水処理施設の整備・維持）については各々の責任組織（工場）

が実施する。

c. 短期計画（2012 年～2015 年）

- 排出源規制を徹底する。
- 定期的な水質モニタリングを実施する。モニタリング項目は***表 6.12*** に示した項目とする。
- 排出源対策（汚水処理施設）の段階的整備を行う。

d. 中・長期計画（2016 年～2035 年）

- 排出源規制の徹底を継続する。
- 水質モニタリングを継続する。
- 排出源対策（汚水処理施設）の段階的整備・維持管理を行う。

6)　地下水保全計画の策定と実施

(1)　マクタポラ盆地地下水保全計画の策定と実施

a. 背景と目的

タンザニア国の首都であるドドマ市はワミ・ルブ流域の西端部と内部収束流域の南東部に跨って位置しており、人口増加による水需要量が増加している。ドドマ市の給水の水源はドドマ市から北方約 25km に位置するマクタポラ盆地の地下水である。同盆地では、2012 年 8 月現在 7～8 本の生産井が利用され、需要に応じて揚水する井戸の本数を調整している。ドドマ都市上下水道公社（DUWASA）では、今後増加する水需要に対応するために内部収束流域内にダムを建設し導水する計画を有しているが、現時点において具体的な進捗は見られず、しばらくはマクタポラ盆地の地下水に頼らざるを得ない状況である。

ワミ・ルブ流域管理事務所はドドマ市への給水の唯一の水源となっているマクタポラ盆地の重要性を考慮し、現在、本地域の地下水制御地域としての制定に向けた取り組みを進めている。また、マクタポラ盆地の水源区域内の居住者の移転や農業などの経済活動を禁止するなどの規制を行い水質の保全を図っている。

これまでマクタポラ盆地においては地下水調査が行われており、地下水の涵養域や涵養量の検討が行われている。Shindo (1994)[4]によると、マクタポラ盆地の地下水の涵養域は、盆地北部に位置する浸透能力が高い Chenene 丘陵および周辺地域であり、地下水は北東から南西にかけて非常に緩やかな動水勾配で流動している。また、Rwebugisa, R.A.(2008)[5]は、降雨が少ない時期のデータに基づいて涵養量を算定し、最小限の涵養量としては年間 5～12mm であるとしている。また、WRBWO (2009)[6]では、24.0 千 m^3/日の揚水量では水位が徐々に低下していることから、この揚水量は涵養量を超えていることが指摘されている。

また、マクタポラ盆地における地下水位モニタリングは 1960 年代から 1970 年代後半にかけて行われていたが一度途絶え、2001 年から手動計測による地下水位モニタリングが行われている。モニタリング記録によると、2002 年から 2007 年にかけて水位は低下傾向を示している（2007 年～2008 年の欠測期間含む）。この間、揚水量は 2004 年の増加を除きほぼ同量であり、降雨量も 2003 年から 2006 年にかけて減少していることから、揚水量が涵養量を上回っていたことが想定される。なお、観測が再開した 2008 年以降は、1m 程度の水位変化で推移している。

2012 年 8 月現在、5 本の観測井による水位観測が継続されている。また、本プロジェクトにおいてもマクタポラ盆地の重要性を考慮し、今後の地下水モニタリングに資することを目的として試験井を 1 本掘削し、自動水位記録計を設置して 2012 年 5 月 26 日より地下水位モニタリングを開始した。***図 6.12*** に地下水位モニタリング井戸位置を示す。

マクタポラ盆地の地下水保全計画は、これらの既存の調査結果を踏まえて計画を策定し、既存のモニタリング体制を強化しつつ進めていくこととする。

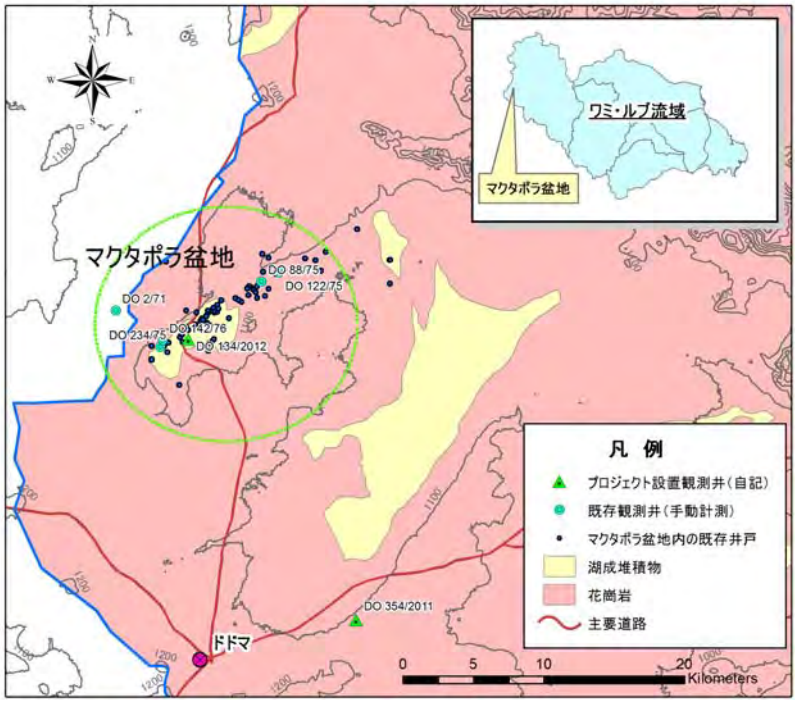


図 6.12　マクタポラ盆地における観測井位置図

b. 基本方針

- 現時点においてマクタポラ盆地の地下水はドドマ市への給水の唯一の水源であるため、ワミ・ルブ流域管理事務所が取組んでいる地下水制御地域としての制定の促進を図る。
- マクタポラ盆地地下水管理計画を策定し、計画に従って管理を実施する。
- 本計画の実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

c. 短期計画（2012 年～2015 年）

- 水資源管理法のパート VI (d) 地下水制御地域において規定されている ①地下水の利用可能量、②地下水の現在利用量および将来需要量、③地下水開発により生じる表流水への負の影響、④水利用者間の既存及び潜在的紛争の現状を整理し、地下水制御地域としての制定に必要な手続きを進める。
- 地下水管理計画の策定に向けた検討を行う。
  - 1 水文年（10 月～9 月）毎の降水量および DUWASA による各生産井の揚水量のデータを整理し、水位変化および貯留係数から年間の涵養量を算定する。涵養量は降雨量によって異なるため、降雨量のデータに基づいて安全側に立った涵養量を算定し、地下水開発可能量の上限値として設定する。そして、地下水開発可能量の上限値を超えない地下水位低下量を算定し、その地下水位低下量を最大許容地下水位として設定して、地下水管理計画に反映する。
  - 水質については、DUWASA が実施している水質分析結果を入手してモニタリングを継続する。
- 既存の 5 本の観測井への自動水位記録計を設置し、本プロジェクトで設置した観測井と共に観測を継続すると共にデータを蓄積し、6 本の観測井による地下水位観測体制を確立する。
- 地下水モニタリング、降雨量、取水記録等に基づいて、地下水位低下量との関連性を検証し、状況に応じて許容地下水位低下量を修正する。

d. 中・長期計画（2016 年～2035 年）

- 短期計画期間中に確立した地下水管理体制および地下水モニタリングを通した地下水管理の実施を通してマクタポラ盆地の地下水の持続性の確保を図る。

(2)　チャムウィノ地域地下水保全計画の策定と実施

a. 背景と目的

ドドマ州チャムウィノ県は 2007 年に新たに設立された県でありドドマ市の東側に位置している。県都は Buigiri 区に位置するチャムウィノで、ドドマ市中心部から約 32 キロ離れたドドマ - モロゴロ間の幹線道路に面している（***図 6.7*** を参照）。チャムウィノを中心とした地域は県都としての機能を有したことにより社会経済活動が活発となり、今後の人口増加が見込まれている。チャムウィノへの給水は同一地域内に分布する花崗岩風化部および裂罅部に胚胎する地下水を水源としており、1970 年代から 2 本の井戸により給水されている。

これらの現状から、ワミ・ルブ流域管理事務所では人口増加に伴う水需要の増加および水源汚染の可能性を懸念し、本水源地域を地下水制御地域として制定する取り組みを開始した。したがって、本プロジェクトにおいて同水源地に試験井を 1 本掘削し、自動水位記録計を設置してモニタリング井戸として活用していくこととした。

本計画はチャムウィノ地域の水源を地下水制御地域として制定し、保全していくことを目的とする。以下に取り組みの基本方針および計画内容について述べる。

b. 基本方針

- チャムウィノへの給水の水源としての地下水資源の重要性を考慮し、地下水制御地域としての制定を促進する。
- チャムウィノ地下水管理計画を策定し、計画に従って管理を実施する。
- 本計画の実施責任機関はワミ・ルブ流域管理事務所である。

c. 短期計画（2012 年～2015 年）

- 2009 年に施行された水資源管理法のパート VI (d) 地下水制御地域において規定されている ①地下水の利用可能量、②地下水の現在利用量および将来需要量、③地下水開発より生じる表流水への負の影響、④水利用者間の既存及び潜在的紛争の現状を整理して、地下水制御地域としての制定に向けた手続きを進める。
- 地下水管理計画の策定に向けた検討を行う。
  - 短期計画期間の早い段階でモニタリング井戸を 1 本掘削して自動水位記録計を設置し、本プロジェクトで設置したモニタリング井戸（2012 年 3 月 28 日からモニタリングを開始）と合わせて計 2 本の井戸によるモニタリングを行う。***図 6.13*** に観測井設置予定地域を示す。
  - 1 水文年（10 月～9 月）毎の降水量およびチャムウィノ上下水道公社による各生産井の揚水量のデータを整備し、水位変化および貯留係数から年間の涵養量を算定する。涵養量は降雨量によって異なるため、実際の降雨データに基づいて安全側に立った涵養量を設定し、地下水開発可能量の上限値として設定する。そして、地下水開発可能量の上限値を超えない地下水位低下量を算定し、その地下水位低下量を最大許容地下水として設定して、地下水管理計画に反映する。
- 地下水位モニタリングデータ、降雨量データ、取水記録等に基づいて、地下水位低下量との関連性を検証し、状況に応じて許容地下水位低下量を修正する。

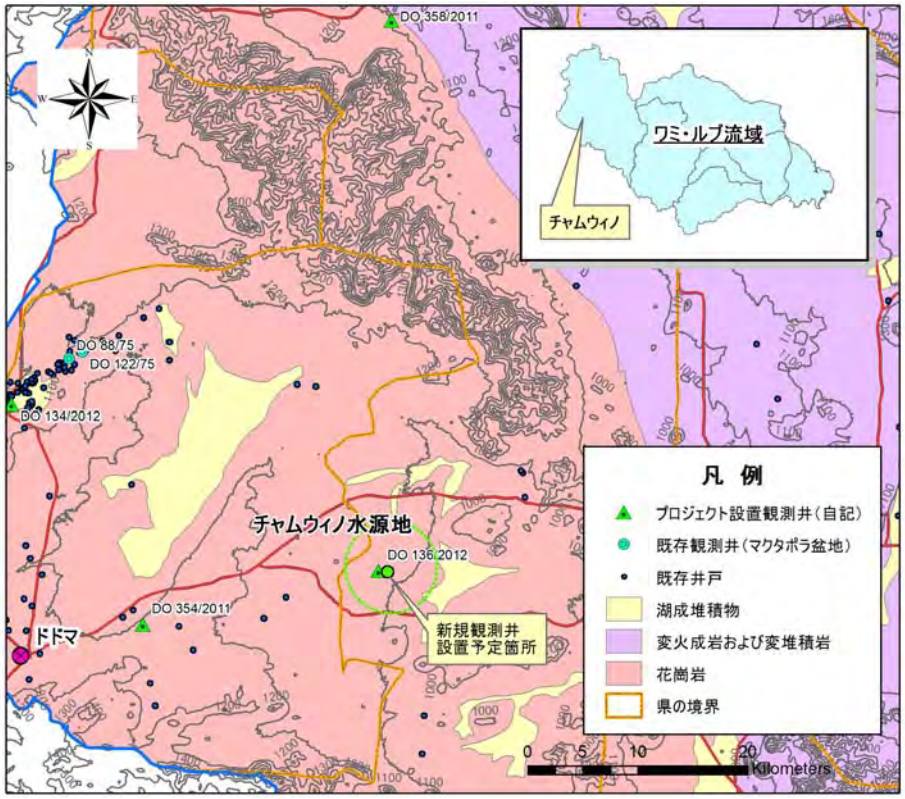


図 6.13　チャムウィノ水源地における観測井設置予定地位置図

d.　中・長期計画（2016 年～2035 年）

- 短期計画期間中に確立した地下水管理体制および地下水モニタリングを通した地下水管理を通してチャムウィノ水源地の地下水管理を継続し、地下水の持続性確保を図る。

6.5　流域環境保全計画

6.5.1 河川施設管理計画

1)　緒言

効率的かつ効果的な表流水資源の配分を目的として実施する取り組みを円滑に進めるためには取水施設などの河川施設の管理が重要である。例えば、灌漑は表流水の全水利用量の約 75%を占めており、灌漑施設を改善することにより、限りある表流水資源の効率的な利用が可能になる。この様な改善を実施するためには、ワミ・ルブ流域内の河川施設の分布および状況を把握し、その状況に応じて河川施設を改善するなどの管理を進めていく必要がある。したがって、河川施設管理計画においては、始めに取水施設、ダム、護岸等の河川施設の状況調査の実施を通して河川施設管理台帳の整備を行うことする。そして、そのデータに基づいて河川施設維持管理計画や河川改修計画を策定し、実施していくこととする。***表 6.13*** に各サブ流域にて実施すべき河川施設管理において実施すべき事項を示す。

2)　ワミ流域における河川施設管理計画

(1)　キニャスングウェ・サブ流域

キニャスングウェ・サブ流域内には、自然の遊水地を活用したダムが 4 か所存在している。これらのダムの用途は灌漑用水と周辺地域住民の生活用水となっている。灌漑用水としての利用は用水路を通じた引水であり、施設の改善により水利用効率が向上する可能性が考えられる。したがって、河川施設の状況把握においては各ダムの用水路を含めた施設状況を調査

し施設管理台帳にデータを整理し、施設改善の必要性の検討に活用する。

キニャスングウェ・サブ流域の南端部に位置するルムマ灌漑施設は合計 960ha の灌漑用地を有しており、ルベホ山腹から流出する表流水を利用している。これらの灌漑施設の改善を行うことにより効率的に水資源を利用できる可能性も考えられる。従って、施設管理台帳にデータを整理し、水利用量と水資源量の状況に応じて、施設改修および無収水改善を実施していく必要がある。

(2)　ムコンドア・サブ流域

ムコンドア・サブ流域に位置するムコンドア湿地帯は段丘テラスとなっており、勾配も緩く自然の遊水地の機能を持っている。湿地帯に流入する水量はキニャスングウェ・サブ流域から流下するワミ川本川（ムコンドア川）よりもムコンドア・サブ流域内の南部から流入するムカタ川の方が多い。したがって、この遊水地の貯留量を計測し、貯水池としての利用可能性を検討する。

また、ムコンドア湿地帯の周辺には、キロサ灌漑地区(670ha)、ワミ支流灌漑地区(539ha)、タミ支流灌漑地区(704ha)およびダカワ灌漑地区(2,060ha)が位置しており、合計 3,973ha のワミ川最大の灌漑エリアとなっている。したがって、河川施設管理台帳の整備を通して現状を把握し、水利用量及び水資源量の状況に応じて、これらの灌漑施設の改善および無収水改善を実施していく必要がある。

(3)　ワミ・サブ流域

国道 B-129 のダカワ地区の下流には規模は比較的小さいがワミ川沿いにムキンド灌漑地域(147ha)がある。その下流にはムティブワ製糖工場があり 1,800ha の畑地にてサトウキビを栽培している。本製糖工場では水資源を効率的に利用するためにスプリンクラーによる灌漑をおこなっている。このように地域によっては灌漑効率の高い灌漑方法を採用しているところもあるため、河川施設管理として取り組む内容も異なってくる。したがって、始めに河川施設管理台帳の整備し、現状を把握する必要がある。

3)　ルブ流域における河川施設管理計画

(1)　アッパールブ・サブ流域

アッパールブ・サブ流域では、ウルグル山の西斜面から流下するムゲタ川と北斜面から流下するルブ川本川がウルグル山を取り囲んでおり急こう配で流下している。ウルグル山は片麻岩や結晶質岩などの変成岩を基盤として風化土砂が覆っているものの露頭岩が点在している。よって、土被りが薄く植生も少ない山で降雨には表土が崩壊して下流に土砂を流下させている。この様な場所では年間の土砂産出量のモニタリングを行い、状況に応じて植生工や涵養工など砂防対策の計画策定および実施が必要になる。

(2)　ンゲレンゲレ・サブ流域

ンゲレンゲレ・サブ流域には、上流部にミンドゥ・ダムがあり流域面積も小さいため十分な通水が確保できていない。しかし、本サブ流域には灌漑施設はないものの生活用水や工業用水の需要を確保する必要があり、生活用水を得るためにチャルコ・ダムを作って釜場に雨水をため、周辺住民と家畜の水源としている。よって、この様なチャルコ・ダムの所在を明確にして、水の利用状況が分かるような施設管理台帳の整備が必要である。

(3)　ローワールブ・サブ流域

ンゲレンゲレ川とルブ川の合流地点から下流には、マデムラ灌漑（60ha）、ドツミ灌漑(100ha)、モンソマラ灌漑(250ha)、ルブ・ナフコ灌漑（720ha）がある。更に、国道 A-7 とルブ川が交差するクワラサ下流には、ルブ上流浄水場（1 日 82,000m^3）とルブ下流浄水場（1 日 181,000m^3）がある。よって、河川施設管理台帳の整備を通して灌漑施設の改善の必要性等について検討し、水資源量及び水利用量の状況に応じて、灌漑施設の改善および無収水改善を実施していく必要がある。

表 6.13　サブ流域毎の河川施設管理として実施すべき事項

サブ流域	短期計画	中・長期計画
キニャスングウェ	・ 河川施設管理台帳の整備 ・ 既設貯水ダムのモニタリング	・ 灌漑施設の改修 ・ 点滴灌漑の導入
ムコンドア	・ 河川施設管理台帳の整備 ・ ムコンドア湿地帯のモニタリング	・ 灌漑施設の改修 ・ 散水灌漑の導入
ワミ	・ 河川施設管理台帳の整備	-
アッパールブ	・ 河川施設管理台帳の整備 ・ 観測システム(キサキ湿地帯)	・ 灌漑施設の改修
ンゲレンゲレ	・ 河川施設管理台帳の整備 ・ 観測システム(チャルコ・ダム)	-
ローワールブ	・ 河川施設管理台帳の整備	・ 灌漑施設の改修

6.5.2 流域保全計画

1)　緒言

ワミ・ルブ流域には 7 つのサブ流域があり、それぞれ特徴を有している。持続可能な水資源の利用を進めるには、各サブ流域における地形、地質、水文などに関連する自然環境とその流域に暮らす住民の生活環境、生産環境などの社会環境の両面を考慮した流域保全を目指し、事前に対策を講じることが重要である。

ワミ・ルブ流域においては、キニャスングウェ・サブ流域やアッパールブ・サブ流域の河川は原始河川であるために河道が安定せず、勾配が緩やかとなる下流域において堆砂問題が生じている。また、河川の幅が広くなるために河川からの蒸発量が多くなっているために、表流水の水資源賦存量を減少させていることが指摘されている。これらの課題に対応するためにワミ・ルブ流域管理事務所が取組むべき森林・土壌保全対策の一環として植生工の実施による水資源の減少の緩和に取り組む必要がある。

これらのことを考慮し、包蔵水資源の確保と水関連施設の保守の観点から以下に示す流域保全計画を実施する。***表 6.14*** に各サブ流域にて実施すべき河川施設管理において実施すべき事項を示し、***図 6.14*** に対象候補地域を示す。なお、護岸工の対象地域の選定においては、1）河道の水衝部、2）流速の早い個所、3）縦断勾配の急襲河道、4）浸食の激しい河岸、5）河川管理構造物の周辺であることを考慮し、地滑り防止工の対象地域の選定においては、1)急傾斜地域、2）軟弱地盤および砂質地盤、3）岩盤上に土被りの薄い個所、4）植生が少なく表流水が走っている箇所であることを考慮した。また、堆砂問題および河川の安定を目的として実施する対策として、ワミ・ルブ流域に適用可能であると想定される護岸の形式を***表 6.15*** に示す。

2)　ワミ流域における流域保全計画

(1)　キニャスングウェ・サブ流域

キニャスングウェ・サブ流域の上流部の河川は、原始河川で雨期には通水しているものの乾季には水無川状態である。しかし、勾配がきついため雨期には流速が早く、河道が安定せず蛇行しながら河岸を浸食して下流にその土砂を運搬している。よって、勾配を緩くし流速を落として土砂流出を防ぐ砂防計画が流域保全のため必要である。

また、洪水時には土石流の様な流れに対して川幅が定まらないので河川横断部分に帯工と護岸整備を施すとともに、水制工を施して河道を安定させ土砂流失を防止する必要がある。加えて、周辺にはできる限り植生を行い地表面の流出係数を小さくする必要がある。

キニャスングウェ・サブ流域の下流部では、河道も安定しているが水衝部には河岸浸食防止のため護岸を設置するとともに、じゃ籠によって減勢工を考える。また、ムコンドア湿地帯に土砂が流入するのを防ぐために、帯工などによって流砂を減少させる必要がある。

(2)　ムコンドア・サブ流域

ムコンドア・サブ流域の南から合流するムカタ川は、年間を通して豊かな水を供給しているが、河岸浸食が激しく土砂流出が多い。よって、水衝部には護岸整備を施し土砂の流出を防ぐ必要がある。

(3)　ワミ・サブ流域

流域保全計画として取り組み事項は無いと判断できる。

3)　ルブ流域における流域保全計画

(1)　アッパールブ・サブ流域

アッパールブ・サブ流域のムゲタ川はウルグル山からの流下で勾配がきつく、周辺は樹木が点在しており被りも薄いためところどころ崩壊している箇所があり、流出土砂も多い。よって、砂防対策を施し、下流のオックス・ボー湖やビンゴ湿地帯に土砂が流入するのを防ぎ自然の遊水地の容量が減少するのを防止する必要がある。上流の勾配のきつい個所に砂防ダムの計画と流域全体に植生が必要である。

(2)　ンゲレンゲレ・サブ流域

上流のミンドゥ・ダムによってモロゴロへの給水が行われているため通水流量は少なく、勾配も緩いため河岸浸食は少ないと考えられる。しかし、水衝部には河岸浸食が見られるので、浸食箇所には護岸整備が必要である。

(3)　ローワールブ・サブ流域

ローワールブ・サブ流域では、河川は網目状に分水しており河道も安定しており流速も遅い。したがって、流域保全対策は必要ないと判断できる。

表 6.14　サブ流域毎の流域保全として実施すべき事項

サブ流域	短期計画	中期計画
キニャスングウェ	・ 水制工の設置 ・ 護岸整備の実施 ・ 植生工の設置	・ 砂防ダムの設置
ムコンドア	・ 護岸整備の実施	-
ワミ	-	-
アッパールブ	・ 水制工の設置 ・ 護岸整備の実施 ・ 植生工の設置	・ 砂防ダムの設置
ンゲレンゲレ	・ 護岸整備の実施	-
ローワールブ	-	-

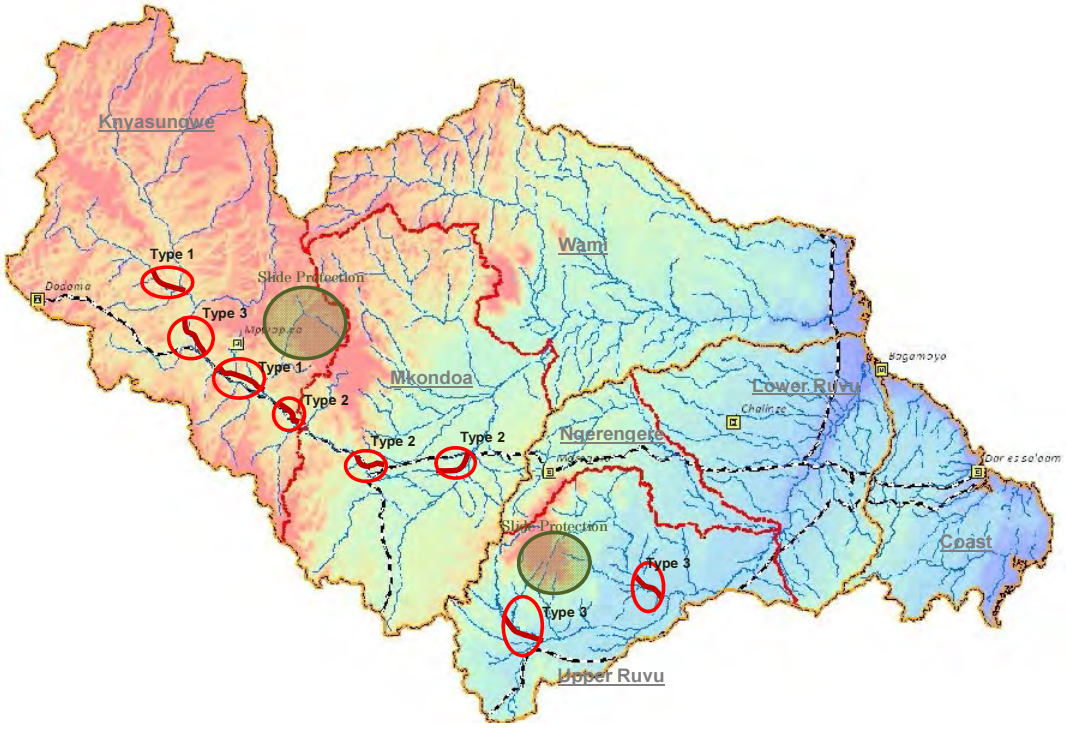
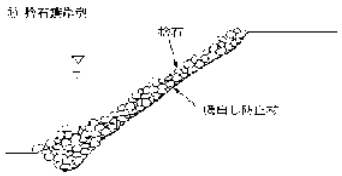
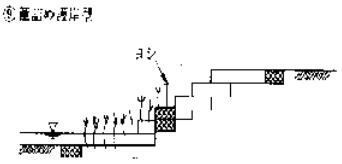
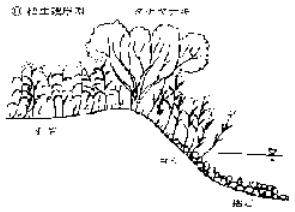


図 6.14　流域保全対策実施候補地域

表 6.15　護岸形式

護岸形式		備考
タイプ 1 （捨石タイプ）		浸食されている河岸に対して、更なる浸食を防ぐために捨石による護岸を行う。
タイプ 2 （蛇籠タイプ）		水衝部の浸食を防ぐために、蛇籠による護岸を行う。
タイプ 3 （植樹タイプ）		浸食を防ぐために、植樹を行い、植栽の根で土砂流出を防ぐ。

6.6　水資源の利用に関する規制と管理

流域内の水資源の持続的な利用を確保するためには、適切な水利使用がなされるよう水資源管理法に沿った規制と管理を行う必要がある。規制面では水利用許可、地下水許可、排水許可から成る許可制度の効率的な運用が求められる。また、管理面では取水量のモニタリングおよび水需要の抑制のための措置が必要である。本節では、水資源の開発可能量と水需要の均衡がとれた水利用ならびに、水資源の価値を考慮した公平かつ公正な資源配分の実現のために BWB が推進すべき活動を示す。

6.6.1 体系的な許可制度の運用

許可制度の運用方法の改善のため、WRBWB は以下の活動を短期計画（2012‐2015 年）の中で実施する。

1)　水資源開発可能量を超える有効許可量が付与されているサブ流域の許可の管理

有効許可量が 1/10 年確率渇水年の表流水開発可能量を上回っているキニャスングウェおよびンゲレンゲレについては、既発行分の許可量の見直しを行うとともに、新規許可の発行を制限する対策を講ずる。また、渇水時には同河川での取水制限を行う必要がある。これら 2 つのサブ流域における表流水利用の許可件数は､廃棄施設を除くと水利用法発行分が最終許可 93 件、暫定許可 32 件、水資源管理法発行分が暫定許可 16 件である。BWB は、旧許可の更新に際して許可量の見直しを利水者と合意するとともに、水利用法により発行された暫定許可に関しては、設定された期限内に取水施設が適切に建設されているか査察を行い、許可の遊休化を防止することで効率的な水資源配分を確保することが必要である。

2)　サブ流域単位での水利用許可量の管理

サブ流域毎に表流水と地下水それぞれについて開発可能量、許可量、水需要の均衡をモニタリングし、適正な許可量の配分が可能となるよう、BWB は水利用許可の情報管理について以下の改善を図る。

- 取水地点の位置情報に基づき､申請／許可の対象となるサブ流域を GIS 上で特定し、分類コードを割り当てる。
- 分類コードに基づきサブ流域毎の開発可能量、許可量、取水量の記録を定期集計し、理事会による新規許可発行および見直しに際しての基礎資料とする。

3)　水利用許可の有効期間の設定

水利用法の下で発行された最終許可の中には、取水施設が完成していないケースや計画した事業そのものが開始されていないケースがあった。また、最終許可発行後、事業の閉鎖や利用可能な水量の低下、取水施設の不具合等の理由により取水を一時的または完全に停止しているケースも散見される。遊休化した最終許可を放置することは、流域内の効率的かつ公平な水利使用を妨げる要因となるため、許可の有効期間を設定し、一定期間ごとに水利使用の実態に沿い許可量や用途を見直す必要がある。水資源管理法では、許可の有効期間の設定を BWB に義務づけている。

WRBWB では 2011 年 8 月以降、水資源管理法による暫定許可の発行を開始しており、履行状況の確認と最終許可発行に係る審査の時期を迎えたケースも出てきている。このため、取水目的ならびに取水のための開発投資費の回収期間に加え、当該サブ流域の水資源の需給バランスも考慮し、有効期間の設定を行うことが必要である。

4)　許可発行に係る手続きの標準化

水利用許可、地下水許可、排水許可の発行業務が水資源管理法関連規則に則り一定の標準化された手続きに沿い行われるよう、WRBWB としての標準業務マニュアルを作成する。マニュアルの対象となる業務の範囲は以下の通りである。

① 申請受理および内容確認
② 申請に対する地方自治体の意見聴取および官報への公示
③ 取水地点の査察
④ 理事会による審査・承認
⑤ 許可の発行
⑥ 申請料および許可料の徴収
⑦ 申請書／許可証の記録管理

5)　許可料金の見直し

現行の水利使用料金等の許可料金の体系は 2001 年の水利用法改正規則をベースとしたものであり、社会・経済条件の変化を考慮した見直しが必要となっている。水利使用料は BWB の主要財源であり、年間事業計画の実現は同収入に大きく左右される。BWB による水資源管理に係るサービス提供のための費用とバランスのとれた料金体系の設定が求められる。

WRBWB は、水省が現在実施している水利用の経済的価値を考慮した水資源管理分野の資金調達オプションに係る調査研究結果も踏まえ、以下の要素を考慮した料金設定の見直しを行う。

- 公平かつ効率的な水配分と水資源保全にかかる費用の回収
- 利水および汚水排水を行う者による費用負担の原則適用
- 地理的条件、水利使用目的および利水者の属性
- インフレ率、市場価格、水の機会費用等の経済的パラメータを用いた水の価値の算出
- 生活用水の最低限度の必要量確保に対する配慮
- 料金の期限内の支払いに対するインセンティブと不払いの抑止策の導入

WRBWB による取り組みが必要な活動は次の通りである。

- BWB による事業計画実施にかかる費用構造の見直し
- 利水者からの料金徴収により賄うべき費用の範囲の決定
- 他の財源の創出または政府補助金の利用により賄う範囲の決定
- 利水者の支払い意思額の調査・検証
- 上記を踏まえた料金体系と費用回収オプションの設定
- 財政効率化に向けた原価管理計画の策定
- 上記プロセスを通した関係者との協議

6.6.2 利用許可

1)　水利権の水利用許可への早期更新完了

水利用許可により発行された旧水利権は、水資源管理法の施行に伴う登録更新期限である 2011 年 8 月末日を以って失効しているが、旧許可の更新件数は 2011 年 11 月時点で 1 割にも達していない。更新を行っていない利水者も取水を継続していることから、早期にこれらの許可の更新が必要である。更新手続きの促進に際しては、①旧許可のステイタス、②水利使用の実態、③許可量、④優先規制地域等のクライテリアに基づき対象者を分類し、計画的にフォローアップを行う。本活動は水利用許可の管理に係る優先取り組み事項であり、2013 年／2014 年度中には全ての対象者の許可更新手続きが完了することが望ましい。

水利用許可調査で確認された旧許可取得者／申請者の水利使用実態に関する情報に基づき、更新手続きの優先対象グループを示す（***表 6.16***）。

表 6.16　旧許可の更新対象優先グループ

水利用法におけるステイタス	取水施設稼働	取水施設非稼働			調査不能のため状況不明	合計
		一次停止	廃棄	小計		
申請	69	13	68	81	19	169
暫定許可	50	8	47	55	2	107
最終許可	422	94	152	246	36	704
その他	2	0	6	6	0	8
合計	543	115	273	388	57	988
合計(%)	54.9%			39.3%	5.8%	100%
		(29.6%)	(70.4%)			

優先順位 1 位	旧許可を有し、現在も取水継続中であることを確認済みであることから、早期に許可の更新を完了する。
優先順位 2 位	旧許可を申請したものの何らかの理由により許可が発行されないまま取水を行っている。新規申請受理後の速やかな審査が必要。
優先順位 3 位	取水施設の故障または未完成等の理由により取水が行われていない。水利使用の継続に対する意思確認を要する。

2)　水利使用の実態および取水量のモニタリング体制の強化

許可発行後の利水者による適正な水利使用を監視し、必要な是正措置や許可量配分に係る意思決定のための基礎情報を収集するため、水利使用に係るモニタリング体制を強化する。モニタリングの対象項目は、①取水実態の有無、②取水量、③取水施設の状態である。現行の BWB の職員配置体制のもとで広域に分布した取水施設の利用状況を一様にモニタリングすることは非効率である。したがって、取水量については、一定水量以上の大口利水者や水資源の利用抑制が特に必要な地域を中心に行うことが望ましい。***表 6.17*** にモニタリングの実施枠組みを示す。

表 6.17　水利使用モニタリングの枠組み

ﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ項目	対象者	情報入手手段	頻度	分析	意思決定
水利使用の有無	全ての許可取得者	利水者による自己申告	1 回／年	取水実態のある利水者の特定、取水目的の確認	遊休化した許可の取消し、許可内容の変更
		WUA による報告	1 回／年		
		BWB 職員による査察（水利使用料の長期滞納者に重点を置く）	4 回／年		
取水量	許可取得者の内、全ｾｸﾀｰの大口利水者	利水者による測定記録に基づく自己申告	4 回／年	許可量の遵守状況、取水量の変動要因、ｻﾌﾞ流域内の用途別水利用量の推計	許可量の変更、取水量是正措置の指示、ｻﾌﾞ流域内の許可量割当ての調整、不法取水の是正
		WUA による報告	4 回／年		
		BWB 職員による査察(ｻﾌﾞ流域毎の巡回ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑ)	4 回／年		
取水施設の状態	許可取得者の内、全ｾｸﾀｰの大口利水者	WUA による報告	4 回／年	取水機能向上のために必要な対策	利水者及び監督機関への勧告
		上記 1)、2)の BWB 職員による査察時の確認	4 回／年		

(1)　短期計画（2012～2015 年）

- 上記の枠組みに沿いモニタリング計画を策定する。
- 水利使用の有無の確認に関するモニタリングは、年間水利使用料の請求通知時に自己申告様式を同封する、または携帯電話端末等を利用したモニタリングツールの活用するといった方法が考えられる。特定のサブ流域を対象に試行し、全流域に適用可能

な実施オプションを決定する。

- 取水量のモニタリングについては、大口利水者（都市上下水道、灌漑／漁業・養殖、鉱工業、エネルギー発電用途の利水者）に対し量水器または量水標の設置と BWB への定期報告を義務づける。現在、取水量測定機器を設置している利水者を対象に自己申告制度と BWB による査察を試行し、得られた教訓から他の大口利水者への制度適用の拡大方法を決定する。取水量測定機器を備えていない大口利水者に対しては、短期計画期間内に利水者の自己資金による設置を義務づける。
- 水利用許可の更新・新規発行に際しては、大口利水者に対し量水器または量水標の設置と BWB への定期報告の提出を義務として許可証に明記する。

(2)　中期計画（2016 年～2025 年）

- 取水量測定機器を有していない大口利水者に対し、許可量、サブ流域、セクター等のクライテリアに基づき設定した優先に沿い、取水量の記録と自己申告の実施を促進する。また、取水量の簡易測定・記録・情報活用方法について利水者向けのガイドライン／マニュアルを作成し、指導や助言を必要とする利水者に対し、BWB から支援を行う。
- BWB 職員による取水量の測定実施について、サブ流域毎の巡回プログラムを導入する。
- WUA が設立された地域に関しては、対象地域内の利水者の取水量の確認を WUA メンバーが実施できるよう、必要なトレーニングを行い、同組織によるモニタリングと報告を促進する。

(3)　長期計画（2026 年～2035 年）

- 取水量の報告を義務づける流域内の全対象者による自己申告と BWB による査察を継続する。
- 自己申告の方法については、利水者の環境を考慮し、インターネットを利用したオンライン登録の可能性等、必要な見直しを図る。

3)　未登録利水者に対する許可申請の促進と取締り

流域内の未登録利水者を減らすための取り組みとして、以下の活動を継続的に実施する。

- コミュニティ共同の灌漑施設や給水施設等、水利使用を伴う公共事業の所管省庁および県地方自治体から年間の開発計画に関する情報を収集し、規制対象となる利水者を特定する。これらの事業に関しては、水利用許可の取得が計画実施プロセスの一部として組み込まれるよう、各セクターの事業計画・実施ガイドラインやコミュニティへの指導の見直しを BWB から各省に求める。
- WUA を単位とする地域内の水利使用状況のモニタリングを徹底する。
- 不法取水の取締りは、特に水資源保全の観点から重点対策を必要とする地域を中心に実施する。

4)　取水施設の建設・維持管理の監督強化

地下水、表流水ともに、取水施設の不具合により水利使用を一時停止しているケースが散見される。井戸水源に関しては、主にポンプの故障が一時的な取水停止の原因となっている。一方、表流水に関しては、特に灌漑施設について取水口および用水路の堆砂や鉄砲水による堰の損壊も取水停止の原因となっている。このような状態が長期化し、許可が遊休化することを避けるため、利水者は取水施設の維持管理を適切に実施する必要がある。

また、BWB は取水施設の適切な維持管理の促進のため、以下の活動を実施する。

- 利水者による取水施設の維持管理状況を上記 2)で述べたモニタリングを通して確認し、修理を必要とする施設については利水者による速やかな対応を勧告する。

- 当該施設がコミュニティの共同給水施設や灌漑施設の場合には、維持管理および改修に際し地方自治体による技術支援や、当該セクターの開発計画のクライテリアに沿った資金支援が必要である。このため、BWB はこれらのコミュニティ共同の取水施設の維持管理について、特に県地方自治体との情報共有を進める。
- 各セクターの利水施設に関する設計・維持管理ガイドライン／マニュアルの策定状況を主管省庁に確認し、水源の保護および水利用効率の改善の観点から取水・配水施設の設計や維持管理方法について必要な提言を行う。また、必要と認められる場合は、補足的なガイドラインを作成する。
- 取水施設の建設において利水者が満たすべき要件を暫定許可証に明記し、遵守した者に対し最終許可を発行する。

6.6.3 地下水許可

1)　潜在的地下水利用者に対する許可取得の啓発・広報（短期計画 2012-2015 年）

地下水許可は水資源管理法により新たに法制化された。水利用許可に比べると取得の必要性を認識している利水者はわずかである。また、BWB 職員についても地下水許可と水利用許可の制度および手続きを混同しているケースが見られる。このような状況から、地下水許可の申請は水資源管理法施行以来、全く提出されていない。

BWB は特に地下水開発規制地域ならびに、開発規制には至らないが地下水利用の配慮が特に必要な地域における新規の井戸掘削や既存井の拡削、掘り増しを計画する利水者に対し、地下水許可の取得を促進する必要がある。本活動の優先地域は、コースト流域のダル・エス・サラーム市、キニャスングウェ・サブ流域の Makutupora および Chamwino 地域、ンゲレンゲレ・サブ流域である。これらの地域の住民を対象に、以下の事項について啓発活動を実施する。

- 井戸掘削工事実施に際しての BWB への地下水許可申請の届出の必要性
- 地下水許可の申請から水利用許可取得までの手続きの流れ
- 井戸施設建設時に施工者に求めるべき情報・成果品
- 井戸水源の廃棄時の適切な埋戻し方法、BWB への廃棄の届出と水利用許可の取消

2)　地下水開発の管理

地下水資源の適切な開発と利用の促進を目的として、BWB は以下の活動を継続して実施する。

- 地下水許可を発行した対象井戸施設について、許可に設定した期限内に適切に建設されているか査察を行う。要件を満たすことが確認された井戸については、地下水許可を水利用許可に切り替える。
- 水省が制定中の井戸掘削事業者の認可に係る規則に照らし、流域内で地下水開発を行う事業者の監督を行う。
- 流域内で建設された井戸情報の管理

6.6.4 排水許可

WRBWB にはダル・エス・サラーム、ドドマ、モロゴロの都市上下水道公社や、飲料、繊維、工業製品等の大手製造企業から 15 件程度の排水許可申請が提出されている。WRBWB はこれらの受領済みの許可申請の審査と許可発行に係る決定を速やかに行うとともに、以下の活動を実施する。

1)　排水許可の取得促進の重点対象者の特定（短期計画 2012-2015 年）

工業排水の規制が特に必要なダル・エス・サラーム市およびモロゴロ市を対象に、排水許可取得を求める重点対象者を 2013／2014 年度中に特定する。水利用許可調査結果によると、2011 年 11 月現在、両市において工業用水を一次目的とする法人利水者は 39 社（水利用許可発行／

申請数 85 件）確認されている。これらの約 7 割は製造業であり、内訳は食品・飲料、繊維・織物、皮革、タバコ、化学製品、ゴム・プラスティック製品、金属製品等であり、上述の排水許可申請済みの企業も数社含まれる。

WRBWB は用途の別や、排水の水質規制を特に優先的に実施する地域等のクライテリアに基づき、上記の水利用許可取得者／申請者を含む工業用利水者から重点対象者を特定する。

2)　排水許可取得の促進と取締り（中期計画 2016 - 2025 年）

上記 1)において特定された重点対象者に対し、排水許可取得のための働きかけを行う。また、排水の水質基準を満たすために処理施設の整備・改善が必要な利水者に対しては、国家環境管理局や自治体等の関係機関と協力し、取締りおよび指導を行う。

3)　排水のモニタリング

WRBWB は排水許可取得者による排水水質基準の遵守状況を継続的にモニタリングする。

6.6.5 水需要の抑制

表流水資源の逼迫への対応として、地下水利用の推進、貯水池建設による河川流量の季節変動の調整といった水資源配分面からの措置に加え、節水による水需要の抑制措置を採ることも不可欠である。***第 4 章***に示したように、ワミ・ルブ流域内の水需要は 2035 年までに約 2.4 倍に増加することが予測されている。***第 5 章***に述べたように、中長期で見ると、全てのサブ流域において表流水の開発可能量を水需要が上回り不足量が生じる。貯水池の整備や地下水による補完などの水資源開発により、不足量を補えるサブ流域も見られるが、特に中長期的に水需要が大きく増加することが予測される灌漑および工業用水については、節水技術の導入により水利用の効率化を図ることが望ましい。また、生活用水需要の 8 割以上を占める都市給水について、漏水対策の推進による無収水率の改善も新たな水源開発と同等程度に重要である。

WRBWB は利水者による水利用の効率化に係る取り組みがなされるよう、関係各省が発行するガイドライン／マニュアルへの水資源管理の観点の統合、節水技術の導入促進について助言や提言を行うこととする。

1)　灌漑効率の向上促進

第 2 次成長と貧困削減のための国家戦略（NSGRP）は開発課題クラスター1「所得貧困の削減のための成長」において、農業セクターの成長促進を掲げている。その実現のための戦略には、水資源保全や灌漑を含む農業関連技術に関する研究プログラムへの支援が挙げられている。農業セクターの成長を牽引する要素として、土地と水資源の保全を考慮した灌漑施設の開発の優先順位は高い。

農業セクター開発計画（ASDP）は、特に導水施設の改善により灌漑効率が雨期で 108%、乾期で 43%向上するとしている。WRBWB は水資源管理の観点から、利水者による灌漑効率向上のための技術促進について、農業・食糧安全保障・協同組合省（MoAFSC）および県地方自治体に継続的に働きかけることとする。地域的には、灌漑用水の利用が多いムコンドアおよびキニャスングウェ・サブ流域に重点を置く。

また、MoAFSC および地方自治体は、灌漑組合の WUA への積極的参加ならびに地域内の他の灌漑施設利用者や異なる用途の利水者との水利用調整に対する協力を促進する。現行の灌漑計画ガイドラインに水資源管理における灌漑利用者の役割と責務、他の関係機関との協力関係について明記することも望まれる。

2)　工業セクターにおける節水技術の導入促進

産業・貿易省を通じて工業セクターにおける節水技術の導入を促進する。特にワミ・ルブ流域内の工業セクターでは食品・飲料品製造や繊維・織物業における水需要が高いことから、これらの製造業従事者に対する水利用効率向上の働きかけを強化する。

3)　都市給水の漏水対策促進

流域内の主要都市であるダルエスサラーム、モロゴロ、ドドマの各上下水道公社（UWSA）の無収水率は、DAWASCO 48%（2011／2012 年）、MORUWASA 34%（2009／2010 年）、DUWASA 33%（2012／2013 年）である。これらの UWSA の 3 ヶ年事業計画によると、無収水率を 30%～25%程度までに減らすため、配水網の改修、量水器の交換・設置、漏水モニタリングの強化、配管への不法接続箇所の除去等が計画されている。

特にダルエスサラーム地域では、DAWASCO による給水が不安定であることや、市街地にありながら給水網に含まれていない地域もあることから、自家用水源としての井戸利用者が多い。無秩序な地下水開発により、同市沿岸部では過剰揚水に起因する塩水流入のリスクも指摘されているところ、都市上水道のサービス改善は市民の地下水への依存を軽減し、同地域の地下水保全にも貢献することが期待される。

6.7　ステークホルダー間の水利用調整

水資源管理に係る計画・実施プロセスにおける WRBWB と利水者、その他関係主体の協力体制を強化するため、以下の活動を実施する。

1)　利水者協議会（WUA）の設立および活動支援（短中期計画 2012 年－2025 年）

WRBWB は設立済みの 11 の WUA に加え、更に 5 つの WUA の形成を想定しているが、他地域への支援拡大を進める前に、既存の WUA が自律的に活動を推進可能な能力と体制を備えるよう、これらの組織へのキャパシティ強化支援を優先する。2012 年から 5-7 年程度の期間を目途に WUA/WUG を中心とするコミュニティレベルでの水資源管理計画の策定、上位流域の水資源管理計画への統合、WRBWB との協力による活動実施に係るモデルを実証した後、他地域への普及・応用のための必要な制度化を行う。同制度／実施体制に基づき、中期計画の後半において新たな WUA の設立を支援する。

WUA の活動モデルの構築に当たっては、以下の点を考慮する。

- 水資源管理法の枠組みの範囲内での WUA/WUG の役割、権限の明確化
- 地域内の利水組織、地方自治体、その他関係組織との役割分担
- 地域の社会環境に配慮した、あらゆる利水者を包摂するためのアプローチ
- WUA レベルでの水資源管理計画の策定、上位流域の計画への統合・調整、実施およびモニタリング・評価プロセスの制度化
- WRBWB による水資源モニタリング体制における WUA の役割、協力範囲の明確化
- WUA の活動財源オプションと活動費の目安の設定
- 上記を反映した WUA 規約雛形の見直し
- WUA の活動開始後の OJT を含むキャパシティ・ディベロップメント支援計画

なお、利水者協議会は、同一河川の利水者や同河川小流域の地下水利用者、または流域特定地域の水利用者の単位に基づき形成される利水調整のためのコミュニティ自治組織である。利水調整は渇水時にその必要性を増すが、特に表流水の利水においては、灌漑等の大口利水者との調整を円滑に実施することが重要となる。利水調整の基本となる表流水の管理は、基準となる観測点における流量観測データに基づき実施する。したがって、利水者協議会は、ワミ・ルブ流域事務所による分析結果に基づいて、適宜利水者協議会を開催して利水調整を進めていく必要があることに留意する必要がある。

2)　流域水委員会の設立および活動支援（短中期計画 2012 年－2025 年）

WRBWB は、主要支川での WUA の設立が完了しているムコンドア・サブ流域からサブ流域水委員会（SCWC）の設立を推進する。また、他のサブ流域においても、上述の既存の WUA の実施体制・能力強化に係る活動工程と調整しつつ、順次 SCWC を設立していく。

SCWC／CWC に対しては、地域内の利水者の意見集約と BWB における協議・折衝、決定事項の関係者へのフィードバックといった、代表機能を果たすために必要なキャパシティ強化支援を行う。

3)　広報計画の策定と実施

WRBWB の直接の顧客である利水者ならびに、同利水者からの給水サービスを受ける一般市民や BWB の支援者（協力者）に対し、流域内の水資源情報や BWB による管理・保全活動の実績および成果等について広報を行い、事業に対する理解と協力を促進する。

(1)　利水者（BWB の顧客）に対する広報戦略

- 利水者による水利用に関する適切な意思決定を支援するための水資源情報、水利使用料等の利水者負担金を活用した事業実績・効果、利水者が遵守すべき制度・手続きの簡易な解説等を纏めたニュースレターやパンフレットを送付する。また、WRBWB の Web サイトを通じた情報発信を行う。
- BWB 理事会メンバーや CWC/SCWC、WUA を対象に、流域内の水資源管理事業の視察を行う。
- 利水者による節水・水利用効率の向上に対する取り組みを紹介する。
- 利水者からの苦情、要望、照会への対応方針と手続きを標準化する。

(2)　一般市民に対する広報戦略

- 水源および環境保全、節水対策等、流域／サブ流域や特定地域の水資源管理課題に沿ったテーマについて、テレビやラジオによる啓発プログラムを作成する。
- 学校および地域市民団体を対象とする水資源保全に関する実践学習プログラムを策定・実施する。

4)　利水者フォーラムによる水平対話の促進

ワミ・ルブ流域では、国内の代表的な飲料メーカー数社、DAWASCO、WRBWB、ドナーが連携し、各組織が水資源管理に関わる役割・責任を適切に果たすことを通し、水資源に関する共通のリスクの削減に取り組もうとする官民連携のイニシアティブが発足している。Water Futures と呼ばれる同プログラムでは、ダル・エス・サラームにおける生活用水と経済活動のための水供給の安定化と、同地域に水を供給するルブ流域の水資源保全に係る取り組みを行っている。同イニシアティブの特徴は、民間利水者が自社の生産活動を継続・成長させる上で、地域の水資源の持続性に着目し、利水者としての共同の社会的責任を果たす行動計画を示していることである。

このように、水資源を経済活動に利用する民間利水者間の対話の場としてのフォーラムは、地域の水資源の持続的な利用を可能とするための共通のリスクの把握と対策の導入を民間セクターが自発的に進める上で有効である。Water Futures のこれまでの取り組みから得た教訓を活用し、流域内の他地域への拡大やより広い範囲の利水者の参加による民間主導の利水者フォーラムの運営が望まれる。

6.8　戦略的環境アセスメント

6.8.1 導入

戦略的環境アセスメントの概念は、環境マネジメント法第7章（2004）によりタンザニア本土において主流化した。この法律は、法案や規定、政策、戦略的プログラム、計画に対する戦略的環境アセスメントの実施について定められており、包括的な政策と計画も含まれている。なお、戦略的環境アセスメントの実施は、関連省庁からの文書による要求がなされ、かつ環境担当大臣によって認可された場合に限り免除される。

本節において、戦略的環境アセスメントが提案された水資源管理・開発計画（WRM&D Plan）の環境面への妥当性を確認するとの視点において実施したことを説明する。これには持続可能な水資源管理という概念が、計画策定において統合的に考慮され、かつ検討されている。

6.8.2 水資源管理・開発計画（WRM&D PLAN）における持続可能性の概念

水資源管理・開発計画において考慮されている基本的な持続可能性に関する項目は、以下の2点である。

1. 持続可能性を考慮した水資源開発量の算定

水資源管理・開発計画の基礎である表流水および地下水の開発可能量の算出は、算出量により自然的な水循環（降雨、流出水および地下水浸透）が確保できるよう入念に行われた。特に、表流水の開発可能量の算出においては、持続可能な生態系を確保する事を目的として環境流量を考慮している。また、地下水の開発可能量の算定においては、地下水開発可能量の上限値を超えない事を考慮して算出している。

2. 環境への負の影響を考慮した安全側に立った地下水の配分

豊富な地下水を有するムコンドアやローワールブ・サブ流域における地下水開発の促進は、地下水開発可能量を超えない事を考慮するだけでなく、乾季における地下水から表流水への水の供給を行っている事など、他の環境への負の影響を考慮して算定されている。

6.8.3 持続可能な水資源管理のための水資源管理開発プラン（WRM&D PLAN）における主な活動

表流水および地下水資源の継続的な持続性管理の実施を確実にすることを目的とした水資源管理計画に述べられている主な活動は、プログラムとして計画されているように水資源の保全及び流域環境保全に焦点を当てたものとなっている。

水資源保全において焦点を当てる基本項目は以下のとおりである。

- 有益な水利用を基本とした、水資源の分類に関するガイドラインの策定
- 保護地域の指定、およびそれらに対して負の影響を及ぼす水利用からの持続可能な保護
- 地下水涵養と持続可能な地下水利用の継続促進を図る事を目的とした地下水制御地域の指定
- 環境流量の制定、および河川流量の継続的なモニタリングデータに基づく再考察と改定
- 既に汚染が生じている、もしくは今後汚染する可能性がある地下水および表流水資源の汚染防止対策プロジェクトの実施
- 地下水制御地域の保護計画の策定と実施
- 流域環境保全において焦点を当てる基本項目は以下のとおりである。
- 河川施設の維持管理

– 河川浸食・堆砂の管理、河川周辺の植生管理を通した治水

6.8.4 水資源管理・開発計画を持続的に実施するツールとしてのモニタリングおよび情報

持続可能な水資源利用は、モニタリングの実施、モニタリングデータの解析、およびモニタリングデータや解析結果の情報管理を通して実現できる。情報には、既存および計画された水利用に基づく将来水需要シナリオも含まれる。従って、水資源管理・開発計画には以下の 2 点の要素が組み込まれている。

1. 水資源の観測とモニタリング（モニタリング）
2. 水資源情報管理と活用（情報）

重要なモニタリング項目（項目 1）には雨量観測、表流水観測および地下水観測が含まれている。重要な情報（項目 2）には、水資源管理データベース・水資源管理シミュレーションが含まれている。

効果的かつ効率的な水配分と水利用管理に連携しているモニタリングと情報システムは、水資源管理・開発計画において、計画された水資源および流域環境保全対策を併用することにより持続可能な水資源利用及び管理が可能となる。

参考文献

[1] Ministry of Water and Irrigation (2010) Information and Communication Technology (ICT) Strategy 2010 – 2014,

[2] Dar es Salaam City Council (2009) Dar es Salaam Water Supply and Sanitation Project (DWSSP), Designing of Sanitary Landfill at Pugu Kinyamwazi, Final Report.

[3] Mato, R.R.A.M. (2002) Groundwater Pollution in Urban Dar es Salaam, Tanzania

[4] Sindo, S. (1994) Study on the Recharge Mechanism and Development of Groundwater in the Inland Area of Tanzania

[5] Rwebugisa, R. A. (2008) Groundwater Recharge Assessment in the Makutupora Basin, Dodoma Tanzania

[6] WRBWO (2009) Water Resources Assessment in Makutupora Sub Basin-Dodoma

Dar es Salaam Water Supply and Sewerage Authority (2011) DAWASA Business Plan for 2011/2012-2012/2014, DAWASA, Dar es Salaam

Dodoma Urban Water Supply and Sewerage Authority (2012) Dodoma Urban Water Supply and Sewerage Authority (DUWASA) Three Year Business Plan 2012/2013-2014/2015, DUWASA, Dodoma

Morogoro Urban Water Supply and Sewerage Authority (2010) Morogoro Urban Water Supply and Sewerage Authority (MORUWASA) Three Year Business Plan 2010/2011-2012/2013, MORUWASA, Morogoro

The United Republic of Tanzania (　) Agricultural Sector Development Programme (ASDP), The United Republic of Tanzania, Dar es Salaam

Ministry of Finance and Economic Affairs, the United Republic of Tanzania (2010) National Strategy for Growth and Reduction of Poverty II (NSGRP II), Ministry of Finance and Economic Affairs, Dar es Salaam

第 7 章　ワミ・ルブ流域管理事務所のキャパシティ・ディベロップメント計画

第 7 章 ワミ・ルブ流域管理事務所のキャパシティ・ディベロップメント計画

7.1　概要

ワミ・ルブ流域管理事務所（WRBWB）のキャパシティ・ディベロップメント（CD）計画は、同組織が流域の統合水資源管理を実施するための事業計画の一部として位置付けられる。WRBWB は水セクターの CD に係る戦略およびガイドライン[1]に基づき、2010 年 2 月に同組織の CD 計画（2009/2010-2013/2014）[2]を策定した。本プロジェクトでは、提案する統合水資源管理計画を WRBWB が推進するに当たり必要な能力開発課題を特定し、現行の CD 計画の改訂案を策定した。

7.2　WRBWB の現行 CD 計画

WRBWB の現行の CD 計画（2009/2010-2013/2014）は、流域管理事務所の職員で構成する CD タスクフォースのファシリテーションの下で策定された。同タスクフォースには、CD ガイドラインを用いた能力評価と計画策定のファシリテーションについて、水省によるトレーニングを受けた 2 名の職員が含まれている。CD 計画策定のためのプロセスは以下の通りである（***表 7.1***）。

表 7.1　キャパシティ・ディベロップメント計画策定プロセス

プロセス	詳細活動
キャパシティ評価	• 各キャパシティ分野のベスト・プラクティス（望ましい状態）の定義 • ベスト・プラクティスに対する現状の分析 • ベスト・プラクティスに対する達成レベルの点数化 • ベスト・プラクティス実現に影響を及ぼす現状の課題の点数化 • 改善を必要とする分野の特定
優先キャパシティ分野の特定	• 優先的に取り組みを要する分野の特定
CD のための活動計画・予算策定	• 活動・予算計画および実施スケジュールの策定

(水省 CD ガイドライン)

現行 CD 計画において、各キャパシティ分野で比較的優先順位が高いとされている対応課題を ***表 7.2*** に示す。対応課題の改善のために計画された下記の活動は、5 年間での実施が想定されており、その必要経費は 346 百万 Tsh と見積もられている。当該費用は、WSDP 予算および BWB 独自の収入から充てることが想定されている。

表 7.2　キャパシティ・ディベロップメントの優先分野

キャパシティ分野	特定された課題	計画された CD 活動
1.　リーダーシップ	• 優先分野への予算配賦 • 倫理違反に対する関連法規に則った調査・懲戒 • ビジネスアプローチと商業原則の適用 • 全方向人事査定システム（OPRAS）の適用 • 管理者と職員間の組織ビジョン・目的に関する十分な意思疎通 • 財務及び人的資源の最適な活用 • 業務記録の蓄積・保管	• OPRAS 導入・実施に関する訓練と実践 • 報奨システムの導入・実施

[1] Water Sector Working Group, Thematic Working Group on Institutional Development and Capacity Building, MoWI (2008) Strategic Framework for Capacity Development in the Water Sector in Tanzania, MoW, Dar es Salaam, 74p
MoWI (2008) Guideline to Facilitate Implementation of the Capacity Development Framework, MoWI, Dar es Salaam, 54p

[2] Wami/Ruvu BWB (2010) Capacity Development Plan 2009/2010-2013/2014, Wami/Ruvu BWB, Morogoro, 42p

キャパシティ分野	特定された課題	計画された CD 活動
	• BWB が提供する支援・サービスの質、利用可能性、適時性に関する明確で現実的な目標設定 • BWB が提供するサービスに対する顧客の意見集約のための体系的な交流・学習メカニズムの構築 • セクター関係者との意見交換のための公式なプラットフォームの構築 • WUA への女性の参加促進	
2. 方針・戦略	• 流域管理の方針・戦略に関する関係者との意見交換のための公式なプラットフォームの構築 • BWB 職員による全ての業務プロセスの理解向上 • 流域レベルでのセクター方針の実施モニタリング	• WRBWB の全ての業務プロセスの特定と文書化 • 同業務プロセスの実践・モニタリング・評価 • 職員を対象とした業務プロセスとサービス提供計画に関するワークショップ • 業績モニタリング計画の策定・実施 • 方針・戦略・計画の改善のためのセクター関係者との対話プラットフォームの構築 • WRBWB の事業方針、特に組織の自律性に関する方針の策定
3. 人材	• 人事担当者の雇用 • 将来の人材配置に関するニーズ、求められる適性の設定 • 職員の業務への積極的な取り組みを奨励するための給与および報奨体系の見直し • 職員の担当業務と必要な能力要件に合致した訓練	• 人事計画の見直し • 水省が実施する人事採用プロセスのフォローアップ • 職員の適性評価と強化 • 人事担当者の採用 • 人事記録の見直し • 能力・適性に基づく職員の再配置 • 組織の自律運営が可能となった段階で導入する BWB の採用方針の準備 • 給与体系の改善に向けた収入向上 • 職員の給付金・手当の改善 • CD に対するニーズアセスメントと CD 計画の策定
4. パートナーシップ及び資源	• BWB の事業に係る全費用を考慮したサービス料金の見直し • 組織の戦略・計画に沿った予算執行に対する意思決定 • 予算の見通しとキャッシュフローの設定 • 財務、資産、水資源（水利用、質、量、WUA 等を含む）に関する情報管理	• 計画された活動に対する予算配賦 • 支出モニタリング • 財務管理ソフトウェアの調達、情報更新 • BWB の資産情報の更新 • 水資源管理データベースの更新 • サービス料金設定に関する調査と戦略策定 • リスク分析とリスク軽減策の準備
5. 業務プロセス	• 業務プロセスの有効性・効果の測定	-
6. 顧客面での成果	• BWB が提供するサービスに対する顧客満足度に関する情報集約 • 顧客満足度のモニタリング	• BWB のサービスに対するフィードバック集約のためのセクター関係者との対話プラットフォームの構築
7. 人的資源面での成果	• 組織の人的資源管理に対する職員の満足度のモニタリング	• 職員の満足度のモニタリング体制の構築
8. 社会面の成果	• 社会に影響を与える分野における BWB の業績についての、住民の満足度のモニタリング • 社会における BWB の在り方・価値のモニタリング	• 地域住民からのフィードバックを得るためのプラットフォームの構築 • フィードバックの集約のためのメディアおよび他の手段の活用
9. 業績面の成果	• 事業計画および主要業績指標の達成 • 組織の生産性と業務の改善状況の効果的なモニタリング実施	-

（WRBWB CD 計画に基づき調査団にて編集）

現行の CD 計画では、BWB の業務プロセスおよび業績管理分野についての対応課題や必要な行動計画が十分に議論されていない。これらの分野については、従来どのような実践が行われてきたか、今後どのような改善が必要かという点を、BWB の事業目標に照らして更に分析することが必要である。

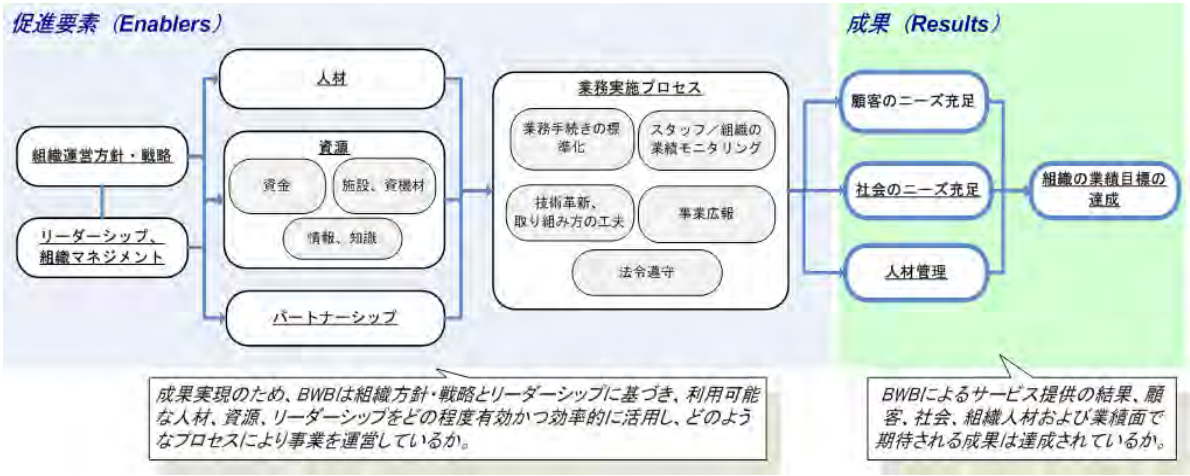
また、評価結果の全般に渡り該当することであるが、WRBWB の事業目標とこれを達成するための事業計画を遂行する上で必要となる固有のキャパシティが特定されておらず、組織一般に共通する運営上の課題改善のための分析に留まっている。これは、分析に用いられている水セクターCD ガイドラインの評価フォーマットが、あらゆる組織形態にも適用可能となるよう策定された包括的な内容であることにも起因する。同ガイドラインを活用する組織は、各組織固有の事業目標および計画に照らし、各キャパシティ分野の分析の視点を構築する必要がある。

現行 CD 計画についての以上のような課題を踏まえ、WRBWB と調査団の合同により計画の見直しを行った。次節以降に見直しに際して適用した評価枠組み、キャパシティ評価の結果ならびに統合水資源管理計画を実施する上での優先的な CD 計画を示す。

7.3　キャパシティ評価の枠組み

水セクターCD ガイドラインは、WSDP に関与する各組織が自らのキャパシティ評価を行い、優先的な取り組み分野を特定し、計画・実行することを推奨している。キャパシティ評価に用いられる分析の枠組みは”Excellent Model”と呼ばれ、組織がサービス・製品を生産し、目指す結果を得るための組織全体のシステムを、促進要素（enabler）と成果（result）の両面から分析を行う。これらの両面を構成するキャパシティ分野について、“優れた組織”がとるべきベストプラクティスと現状の自身の組織の在り方を比較し、ギャップと優先分野を特定するものである。

評価の対象となるキャパシティは 10 の分野に分類できる[3]（***図 7.1***）。組織は、その組織運営方針・戦略、リーダーシップ、人材、資源、パートナーシップ、業務プロセスといった要素を効率的に組み合わせ、サービス・製品を産出および管理する。そして、サービスを持続的に提供することにより、組織内、顧客層および社会において期待される成果の実現を目指している。



(水セクターCD ガイドラインを下に調査団にて編集

図 7.1　キャパシティ評価の枠組み概念図

[3] 水セクターCD ガイドラインでは、「資源」と「パートナーシップ」は一つのキャパシティ分野として取り扱われているが、それぞれの課題は異なる性質のものであることから、本分析においては、同等の重点を置くために個々の独立した分野として取り扱った。

上記の評価の枠組みを BWB の事業運営に当てはめ、水資源評価に基づく資源配分、水資源の保全、水利用に係る規制と法令執行、流域の水資源情報の収集／提供といったサービスを提供するための組織としての各キャパシティ要素を分析するとともに、サービスから便益を受ける顧客としての利水者ならびに、一般市民／社会への効果発現状況を検証した。各キャパシティ分野の分析の視点は***表 7.3*** に示す通りである。

表 7.3　キャパシティ分野の分析の視点

	キャパシティ分野	分析の視点
促進要素	1. 組織運営方針・戦略	• WRBWB の顧客（利水者）、その他関係者のニーズや期待の把握 • 上記を踏まえた明確な組織運営方針・戦略策定 • セクターの基本方針および関連法制度の反映
	2. リーダーシップ、組織マネジメント	• 組織のミッションを提示し、達成を促進するリーダーシップの存在 • 組織管理制度の構築と改善に対する管理者の参画、コミットメント • 顧客、事業パートナー、市民社会代表者との交流およびこれら関係者から学ぶ姿勢 • 組織の人材のモティベーション向上促進、支援提供、認知
	3. 人材	• 人材配置計画・管理、人材の適性把握、能力向上 • 報酬・報奨体系
	4. 資源	• 財務管理（予実管理、料金設定・徴収、補助金活用等） • 施設・資機材管理（調査・モニタリング機材、車輌、事務所施設等） • 情報・知識管理のためのルール作り、データベース化
	5. パートナーシップ	• 流域内の水資源管理に関わるステークホルダーの把握 • 顧客、事業パートナー、その他関係者とのネットワークづくり、協働
	6. 業務実施プロセス	• 業務プロセスの標準化、適切なプロセス管理 • 業績達成状況のモニタリング、事業計画への反映 • 顧客およびその他関係者の将来のニーズを踏まえた事業実施、サービスの改良 • より効率的且つ効果的な手法／ツールの適用 • BWB の事業に関する広報 • 職員および組織による法令遵守
成果	7. 顧客（利水者）	• WRBWB から提供されたサービスに対する顧客のニーズ充足 • 顧客による効率的な水利用の実現、義務の履行
	8. 社会	• 水資源管理に係る WRBWB の事業実施に対する社会の満足 • 流域の水資源管理に対する市民の協力の増加
	9. 人材管理	• 組織のミッションおよびビジョン、組織運営、雇用条件、労働環境に対する職員の満足
	10. 業績	• 統合水資源管理計画に則した組織の事業目標、財務目標の達成

（水セクターCD ガイドラインを下に調査団にて作成）

7.4　キャパシティ評価

前節に示したキャパシティ評価の枠組みに基づき、本節では WRBWB が IWRM&D 計画を推進する上での能力開発課題と改善のための活動計画を検討する。以降の節では、まず、同組織の事業実績を***表 7.3*** に示した 4 つの成果の観点から分析し、BWB としてのどの程度期待された成果を実現できているか現状を俯瞰する。次に、6 つの促進要素の観点から組織運営の状況を分析し、成果実現のために各要素についてアプローチすべき課題と対応策を示す。

7.4.1　成果の達成

本節では、WRBWB が実現を目指す成果について、達成状況、課題、ならびに優先する CD 活動を議論する。

1)　顧客のニーズ充足

BWB の第一の顧客は流域内で水資源の開発、水利使用、排水の行為を行う利水者であり、限定的には許可取得者／申請者である。許可未取得の利水者は、BWB の潜在的な顧客として位置づけられる。BWB は、流域内の利用可能な水資源の評価に基づき、規制の範囲内において許可が実際に運用され、許可取得者に付与された水利使用に係る権利が保証されるよう、サービスを提供する必要がある。また、許可取得者は水資源の開発、水利使用、排水の行為を認められる一方、資源の最適利用および保全と費用負担に関する義務を遂行することが求められる。

ワミ・ルブ流域内で 1974 年水利用法および 2009 年水資源管理法により申請または発行された許可は、既に取水施設が廃棄されたケースを除くと、885 件である。この内、個人事業者／世帯は約 30%、団体は約 70%である。団体利水者の事業内容は***表 7.4*** の通り分類できる。

表 7.4　事業分野別の団体利水者の内訳

参照番号	事業分野の分類*	ワミ	ルブ	ｺｰｽﾄ	合計**
1	農業、狩猟、関連事業	29	20	1	50
3	牧畜	8	0	1	9
5	漁業、養殖、漁業関連事業	0	2	0	2
11	石油及び天然ガス採掘、調査を除く関連事業	0	1	0	1
14	その他鉱山業、採石業	0	1	0	1
15	製造業（食品、飲料）	2	0	40	42
16	製造業（タバコ）	0	7	4	11
17	製造業（繊維）	1	2	18	21
18	製造業（衣服、毛皮染色）	0	0	1	1
19	製造業（皮革なめし、皮革製品製造）	0	3	0	3
20	製造業（材木、家具を除く木製品及びコルク製品製造、麦わら素材製造及び着色）	0	0	1	1
23	製造業（コークス、石油精製品）	0	0	2	2
24	製造業（化学薬品、化学製品）	0	0	3	3
25	製造業（ゴム、プラスティック製品）	0	0	5	5
26	製造業（非金属性鉱物製品）	1	0	2	3
27	製造業（基礎金属）	0	0	4	4
28	製造業（機械装置を除く金属加工製品）	0	0	1	1
31	製造業（電子機器、付属品）	0	0	1	1
36	製造業（家具）	0	0	1	1
38	製造業（バイオ燃料）	1	2	0	3
41	集水、浄水、配水	37	12	1	50
45	建設	0	0	6	6
50	自動車及びバイク販売、修理、自動車燃料の小売り販売	1	2	3	6
51	卸売り及び代理販売（自動車及びバイク除く）	0	0	2	2
52	小売り（自動車及びバイクを除く）、家庭用品修理	0	0	1	1
55	ホテル	0	2	0	2
56	レストラン	0	1	0	1
60	陸運、通信	4	3	17	24

参照番号	事業分野の分類*	ワミ	ルブ	ｺｰｽﾄ	合計**
61	水運	0	0	1	1
70	不動産	0	0	3	3
75	行政、軍事	94	27	8	129
80	教育／研究機関	28	19	5	52
85	医療機関	1	1	2	4
92	レクリエーション、文化、スポーツ活動	0	1	1	2
93	その他のサービス事業	0	2	12	14
99	外交機関	0	0	1	1
100	COWSO/ WUA/ WUG	14	19	10	43
101	灌漑組合	19	5	0	24
102	NGO/ 宗教組織	47	16	22	85
	合計	287	148	180	615

（水利用許可調査結果に基づき調査団集計）

*事業分野の分類は、ISIC Rev.3.1（国際標準産業分類）に基づき、必要な場合はカテゴリーを追加した。

** 利水者団体の数は、申請／許可件数に基づく延べ数で示す。

第二の顧客としては、BWB が収集・分析する気象・水文、水理地質等の各種データ・情報や、水資源開発に係る調査のサービス利用者が挙げられる。同顧客層は上記利水者に留まらず、研究機関、給水事業の実施支援機関、地下水開発に従事する事業者等も想定される。

これらの顧客のニーズの充足について、WRBWB は以下の課題を抱えている。

- 旧水利権を有する利水者の許可更新の進捗が遅く、規制対象となる既存の許可取得者の範囲が特定できない。また、未許可で取水を行う潜在的な顧客を特定できていない。このため、顧客の特性、水利用に対する顧客のニーズを正確に把握できない。
- 河川によっては、上流と下流域間の取水を巡る紛争、上流域での小規模な鉱業や農業による下流域の堆砂、工業廃水による水質汚染等の原因により、許可量に見合う水量を取水できないケースがある。このような状況は、許可取得者が水利使用料金の支払いに応じない事態を招いている。
- 大口取水者は全般的に許可取得者の権利・義務を理解しており、許可に示された水利使用が可能となるよう、WRBWB に水資源の保全および不法利水者の取り締まり、水利用の調整を実行することを求める。一方、小口利水者、特に個別世帯や個人事業者は、許可取得の必要性および許可取得者の権利・義務に対する認識が低い。
- WRBWB の情報提供および調査技術の提供に関しては、現状では要請に応じたアドホックな実施に留まっている。特に情報・データ提供に関しては、恒常的なサービスとして成立可能な内容および対象者の設定が行われていない。

課題改善のための CD 活動

- 水利用許可調査から得られた情報に基づき、旧水利権保持者の水利用許可への更新申請を促進する。
- 水資源管理上、特に水利用規制の緊急性を要する河川流域に優先を置き、許可未取得者の特定、許可申請および必要な取り締まりを実施する。
- 安定的な水利用を妨げる要因を主要河川毎に特定し、規制の執行、WUA との協力による水利用の行動改善の促進、水資源の調整・配分のための施設建設等の必要な介入オプションを実行する。

- 水資源関連法制に対する利水者の理解を高めるための啓発を行う。水利用許可に関しては、特に許可取得者の権利・義務、制限事項、水利使用料金の使用目的について理解を得る。
- 流域の水資源に関する情報・データの提供内容、形態、対象者、提供条件を含むサービス内容のパッケージを開発する。

2)　社会のニーズ充足

BWB による水資源管理の実施を通し、市民による安全で安定した給水へのアクセス向上と健全な流域環境の保全に繋がることが期待される。また、持続的な水利用実現のために水資源管理の必要性が市民に認識され、水資源および環境保全に対する協力が増えることが望ましい。

WRBWB と地域社会との関係を見ると、第一に、組織の役割が市民に周知されていない。これは、広域に渡る管轄地域に対し、モロゴロ、ダル・エス・サラーム、ドドマの 3 箇所のみに事務所を置く物理的な環境や、BWB の行政サービスを直接利用する対象者が主として取水施設を所有する利水者に限られるといった事情に拠る。第二の特徴として、取水施設を所有する利水者からの給水サービスを利用する水消費者としての市民と WRBWB との間には、直接のコミュニケーションの系路が無く、水利用に関するニーズや苦情は給水サービス提供者に伝えられる。

水利用の改善および水資源保全に対する地域社会の協力を得るためには、上記のような地域社会における WRBWB の受容状況ならびに一般の水消費者との関係性を考慮し、コミュニケーションの系路を確立する必要がある。

課題改善のための CD 活動

- 利水者協議会（WUA）、流域／サブ流域水委員会（CWC/SCWC）、BWB の体制構築を通じ、水資源管理計画の策定・実施過程に市民社会代表者および利水者代表者の参画を促進する。
- WRBWB の役割および事業内容についての一般市民向けのコミュニケーション戦略を策定し、啓発および広報活動を実施する。

3)　人材管理

組織の人的資源開発・管理の面からは、BWB 職員の能力開発目標が達成され、組織の業績改善に繋がることが求められる。現状では、職員個々人の行動目標の設定、能力開発を必要とする分野の特定と計画策定・実施評価のプロセスが WRBWB 内に確立されておらず、人的資源開発に関する成果を測定することが困難な状況である。

課題改善のための CD 活動

- 部門毎に職員の行動目標の設定と同内容に沿った能力開発ニーズの特定、計画実施・モニタリング・評価のプロセスを組み入れ、人事部および各部門責任者により実施を促進する。
- 上述の行動目標と能力開発計画に沿った職員の業績および労働環境に対する満足度をモニタリングし、結果を職員個人の業務計画および組織の CD 計画に反映する。

4)　組織の業績目標の達成

WRBWB は組織の業績目標の達成状況を測定するための業績評価指標を設けていない。業績目標の達成状況を評価するため、WRBWB の 5 ヶ年経営計画（2010/2011-2014/2015）に掲げられている以下の 3 つの目標に基づき検討を行った。特に、流域内の水資源の持続的な管理・開発に関しては、水資源の開発可能量と利用量および許可量のバランス維持、水利用に関する紛争解決、BWB の事業を支える財政面からの指標を下に評価した（***表 7.5***）。

- 流域内の水資源が持続的に管理、開発される。
- IWRM&D 計画が策定、実施される。

– 水資源管理のための優先インフラ施設が建設される。

表 7.5　WRBWB の業績達成状況

指標		達成状況
(1) 流域内の水資源が持続的に管理、開発される。		
a)	流域内の現在水利用量が開発可能量の範囲内である。	表流水の現在水利用量は、程度は異なるが全てのサブ流域において低水収支計算に基づいて算定した水量を上回っている。一方、地下水の現在水利用量は、全てのサブ流域において開発可能量の範囲内である。
b)	流域内で発行された許可量が開発可能量の範囲内である。	1/10 確率渇水年において、キニャスングウェおよびンゲレンゲレの 2 つのサブ流域では水資源管理法発行の暫定許可および水利用法発行の最終／暫定許可（廃棄施設除く）の許可量総計が表流水開発可能量を上回っている。
c)	水利用を巡る紛争のケースが減少する。	過去 3 年間は深刻な水不足が生じなかったという外部要因もあり、紛争はそれ以前より減少している。
d)	水利使用料金の徴収率が 75%以上となる。	水利使用料金の徴収率は金額ベースで約 39%(2011/2012 年度)に留まっている。
e)	BWB の運営費の 30%以上が独自財源で賄われる。	• 過去 3 年間（2008/2009-2010/2011 年度）の実績では、BWB の年間支出の 66%から 93%は独自財源[4]で賄われている。水利使用料金の収入は、BWB の年間総収入の 56%から 86%を占める。 • 年間支出に対する独自財源からの収入の割合は高いものの、収入予算および支出予算に対しては 10%に満たない。
(2) IWRM&D 計画が策定、実施される。		
a)	IWRM&D 計画が策定される。	計画は策定段階にあり、2013 年 7 月までに完了する見込みである。
b)	同計画実施について関係者が合意する。	• 計画策定段階の節目において、流域内の関係者に対するセミナーを実施し、計画案に対する理解促進および関係者の意見反映のための機会を設けている。 • 水省による計画の正式承認、実施に対する関係者の合意形成、および予算配分については、具体的なプロセスと日程が決定されていない。
(3) 水資源管理のための優先インフラ施設が建設される。		
a)	Kidunda ダムの建設が完了する。	設計は最終段階にあり、また、社会環境影響評価を実施中である。建設は 2015 年に完了予定である。
c)	Kimbiji/ Mpera 地域において深井戸が建設される。	井戸掘削工事のための業者入札が 2012 年 9 月に完了した。 社会環境影響評価報告書を修正中である。建設は 2015 年に完了予定である。

現行の WRBWB の経営計画は IWRM&D 計画策定に先立ち実行されているものであり、流域内の水資源開発可能量や水需要の評価、セクター別水利用状況の分析に基づく水資源管理・開発の優先課題への対応が経営計画に必ずしも包括的に反映されていない。本プロジェクトの結果から明らかとなった課題もあることから、提案される優先活動が取り入れられるよう WRBWB は経営計画を見直すことが求められる。

7.4.2 組織運営に係るキャパシティ

本節では成果を生み出すために必要な組織のキャパシティ要素について、課題と優先する CD 活動を示す。

[4] 許可申請料、水利使用料、水質試験、調査、データ販売からの収入。

1) 組織運営方針・戦略

行動目標：
- 下記の事項を反映したBWBの運営方針および経営計画を策定する。
  - 国家水政策(NAWAPO)、セクター戦略および関連法令
  - IWRM&D計画
  - 顧客およびその他関係者の特性、ニーズ、期待

WRBWBはNAWAPO、セクター開発戦略、および関連法令に沿い経営計画を策定し、事業を運営している。同計画に示された組織のミッション、ビジョン、コア・バリューは以下の通りであり、NAWAPOおよび水資源管理法が規定する社会経済活動と環境維持の調和をかなえるための統合水資源管理のアプローチを採用し、規制・監督機関としての公平性、透明性および説明責任の確保を謳っている。

ミッション：　流域内の人々の水資源に対するニーズ、関心、優先事項と水資源の保護の両面に応えるため、統合水資源管理を効果的且つ効率的に促進する。

ビジョン：　流域の水資源が社会経済活動と環境維持のために持続的に管理される。

コア・バリュー:
- 社会のニーズの充足、経済性、環境面の持続性を考慮した公平且つ公正な水資源の配分
- サービス提供における透明性および説明責任の確保
- 質の高いサービスの効率的且つ効果的な提供
- 関係者のニーズおよび問い合わせに対する的確な対応

一方、水資源管理法が求めるBWBの行政上および財政上の自律性の確保については、その実現のための具体的な戦略と行動計画が立てられていない。また、既述の通り、IWRM&D計画が現在策定段階にあることから、今後、経営計画に反映していく必要がある。

課題改善のためのCD活動

- IWRM&D計画の採択と実行のための工程を作成し、関係者と合意する。
- IWRM&D計画においてBWBが実施責任を負う活動について、経営計画に反映し、予算化する。
- 今次調査から明らかになったサブ流域毎の水利用状況と水資源の開発可能性、ならびに顧客の特性を考慮するとともに、後述する財務面のキャパシティ強化に係る活動を踏まえ、財政面の自律性を高めるための戦略を策定する。

2) リーダーシップと組織マネジメント

行動目標：
- WRBWBの経営幹部が組織内の目標共有および成果達成を奨励すべく、リーダーシップを発揮する。
- 流域内のステークホルダーの意見調整に基づく意思決定の場として理事会を機能させる。

現状では組織の事業目標やビジョンが経営幹部から職員に十分に示されず、組織の目標達成を念頭に置いた各職員の業務計画が立てられていない。このような状況は、事業実施における非効率を招いている。また、経営計画の優先分野と予算配分が必ずしも整合していないケースがあり、業績目標の達成を阻害する要因となっている。

BWB の意思決定機関としての理事会の運営に関しては、予算面の制約から予定通りに理事会を開催できず、新規理事会の発足が遅れる状況もあるものの、2012年には第3期役員が任命さ

れている。また、第 1 期を除き、理事長は BWB 理事会の運営規則に基づき公募を経て選出されている。理事会の運営面での課題は、CWC／SCWC が未設立であるが故に、流域内の利水者の代表が少ない、また、第 3 期役員には民間セクター利水者の代表が含まれていない等、役員構成における流域内関係者の代表性が確保されていないことである。更に、役員がそれぞれのセクター／クラスターの意見を代表し、法令の枠組みの下で水資源管理に係る意思決定を行い、関係者にフィードバックを行うという一連の役割に対する理解、実践を助けるための取組みが不足している。

課題改善のための CD 活動

- 事業運営に関連した特定課題／テーマに関する組織内の意見交換や勉強会の機会を定期的に設け、組織の方向性や優先事項について職員の共通理解を形成する。
- 事業の優先に応じた予算配賦と執行状況の検証を担当する職員を任命し、予算策定および支出モニタリングに際しての内部チェック機能を強化する。
- 後述するパートナーシップ強化のための CD 活動を踏まえ、次期役員選出において CWC/SCWC からの代表者を確保する。
- 関連法令に基づく水資源管理制度と理事会の権限、任務、流域の水資源管理に係る課題について、理事会役員を対象とするオリエンテーション・プログラムおよび手引きを作成し、実行する。

3)　人材

行動目標：

- 事業運営に必要な人材計画を策定し、適性を備えた職員を必要数配置する。
- 職員が適切に業務を遂行し、成果を生み出すために必要な能力を備え、常に向上させるよう支援する。

WRBWB の行政事務部門の職員数は 78 名（2012 年 8 月時点）、内、水利および水理地質、土木、環境、科学分野等の技術系職員は 54 名（技術者 12 名、技能工 42 名）である。事務所毎の内訳は、モロゴロ本部 43 名、ドドマ支所 15 名、ダル・エス・サラーム支所 20 名である。

WRBWB は公務員正式採用枠の職員のみで満たすことのできない人員を補うため、独自に非正規契約職員を採用しており、上述の職員数に占める両採用枠の人員の割合はほぼ同等である。また、運転手、秘書、流量観測記録員等の臨時職員も BWB による採用である。広域に渡る管轄地域での水資源モニタリングや水利用に係る監督、利水者との折衝等の各種業務を円滑に行うためには、現行の人員体制では人数および専門性の面で不十分であり、現行の 5 ヶ年経営計画では水文、水理地質、環境工学、水資源工学、水質、土木分野の技術系職員 16 名、事務系職員 10 名の増員を必要としている。

職員の能力開発については、人事評価制度と連動した組織内の体系的な仕組みは取り入れられていない。職員個々人のイニシアティブにより、キャリア開発を目的として学位修得のための長期就学または短期研修コースへの参加を選択している。組織内部での人材育成は、特に実務経験の少ない若手職員のオンザジョブ・トレーニング(OJT)として、各種野外調査や地域住民との会合への立ち会い、調査データの取り纏めおよび解析等を担当させ、対象流域の自然・社会環境の把握、BWB の業務への早期適応について支援を行っている。

WRBWB の職員の正規教育課程の修了レベルと職務経験年数を見ると、水省／BWB での職務経験年数 10 年以上の職員が全体の約 6 割を占め、その中でも技術系職員の大半はディプロマまたは Full Technician Certificate (FTC)を有する短大／技術専門校卒業者である。他方、勤務年数 10 年未満の中堅および若手職員には学部または大学院修了者が多く、特に技術系職員にその傾向が高い。高等教育課程を修了した人材が若手職員に集中する現状においては、上述のように OJT を通した業務への早期適応が求められるとともに、実務に則した専門知識・スキルの

修得やマネジメント能力の段階的向上が必要である。後者については、課題に応じたテーラーメイドの組織内研修または外部研修機関への委託と OJT を組み合わせた能力開発支援が望ましい。

更に、提案される IWRM&D 計画の各コンポーネントの目標に照らし、人材計画の課題と必要な能力開発支援の取組みを以下に示す。

(1)　水資源配分・管理

IWRM&D 計画では、サブ流域および季節による表流水資源の不足を緩和するため、河川流量の調整用貯水池の建設ならびに代替水源としての地下水の開発促進を水資源配分・管理計画のオプションとして取り入れている。ワミ・ルブ流域内の既存の貯水池／ダムはいずれも農業灌漑や給水等、特定用途のために建設され、同施設所有者である上下水道公社や地方自治体、水省により維持管理が行われている。調整用貯水池／ダムの場合には、BWB が同施設を所有・管理することが考えられるが、WRBWB ではこれまでに同種施設の計画・管理経験を有していない。また、貯水池／ダム施設の計画、設計、安全管理に関する専門知識と経験を有する職員が配置されていない。

地下水開発に関しては、WRBWB は新規水源の開発調査と利用促進に加え、Makutopora およびダル・エス・サラーム地域での小規模な地下水人口涵養技術の導入可能性を検討している。同技術の適用可能性を検証し、給水の補完技術として利水者に紹介することが目的である。ワミ・ルブ流域では同技術の導入経験が無いことから、活用可能な技術オプションや検討に際しての配慮事項を計画立案者が理解するため、類似事例に関する調査研究が必要である。

課題改善のための CD 活動

- 貯水池／ダムの計画、設計、管理をコンサルタントに委託するとともに、同コンサルタントの業務の一環として、これらの活動について WRBWB の職員への OJT を実施する。また、OJT の対象となる BWB の在職技術者がコンサルタントとの協働作業により効果的に能力向上を図るための基盤づくりとして、上記業務に関する基礎的知識・技術の修得を目的とする外部研修に同人材を派遣する。
- ワミ・ルブ流域に適用可能な小規模な地下水人口涵養技術について国内他地域および他国での経験を事例研究、視察、調査等を通じて検証し、応用知識・技術を修得する。

(2)　水資源保全

水資源保全に関するプログラム実施においては、流域環境保全のための河川管理に係る活動が必要となるが、WRBWB の現行の部門別の職務記述書には当該分野の職掌がいずれの部にも割り当てられていない。また、河川工学に関する専門性を有する職員は配置されていない。

水資源保護の観点からは、WRBWB は水資源保護・執行・環境部（WRPEE: Water Resources Protection, Environment and Enforcement）を中心に、保全区域および地下水開発規制地域の制定に係る作業を進めている。保全区域／地下水開発規制地域の区画制定は、学際的な分野の専門性を必要とするが、WRBWB はこれらの規制の実施は初めての取組みであり、水省による実施ガイドラインも策定されていないことから、執行段階に至るまでに時間を要している。

更に、水質汚染管理として、廃水の水質管理、特に重金属性汚染物質を分析する技術を BWB 試験室職員が十分に有していないことも、水資源保護プログラムを実施する上での課題となっている。このため、水資源の汚染行為を行う者の取り締まり及び廃水許可申請の審査が適切に実施できていない。

課題改善のための CD 活動

- WRBWB において河川流路の改善計画の策定、河川施設の維持管理状況のモニタリング・指導を担当する部門を決定し、職務記述書を改訂する。
- 河川管理計画の策定および実施管理に関する業務をコンサルタントに委託するとともに、これらの活動について同コンサルタントから WRBWB の担当部門の在職技術者に OJT を実施する。また、OJT の対象技術者がコンサルタントとの協働作業により効果的に能

力向上を図るための基盤づくりとして、上記業務に関する知識・技術修得を目的とする外部研修に同人材を派遣する。

– 保全区域／地下水開発規制地域の制定作業に関する WRPEE の調整能力を強化するとともに、BWB 組織内の異なる専門性を有する職員から当該業務遂行に必要な適性を有する人材をタスクチームとして配置し、業務を進める。
– 地下水および河川排水汚染対策に関する行動計画の一環として、汚染管理に関する試験室職員に対し、重金属性汚染物質の分析技術に係るトレーニングを実施する。

(3)　水利用の管理

水利用の管理については、i) 法令に則った規制執行と ii) 利水者の水資源管理への参加促進の二つの側面から人材の能力について評価する。

まず、水利用の規制執行面では、以下の 3 点の課題が挙げられる。第一に、水利用許可の申請された取水量の検証および適正な許可量設定に必要な専門知識の不足が見られる。大半のケースでは、申請された取水量について BWB による十分な技術的精査が行われないまま、申請内容に沿って許可が発行されている。異なる用途の水利用許可の発行に際しては、BWB は申請内容に対する関係セクターの専門家の意見を聴取し、妥当性の検証を行っている。特に、必要水量の算定に作物品種や耕作時期等、様々な要素の検討が求められる灌漑用水については、灌地域灌漑事務所による計画の確認に基づき、許可発行を進める。WRBWB は、許可の審査過程において、今後も関係セクター主管省庁の協力を得るとともに、用途別の許可量算定方法について、BWB 担当者が理解すべき事項を標準化し、修得させることを目指している。

第二に、水利用の規制手段としての水利使用料金の課金について、水省設定の全国共通の料金体系が依然として適用されており、流域の利水者の社会経済環境や利水者の特性が考慮した課金を実践できていない。このため、水資源を利用した経済活動から得られる利益に対し、水資源の価値が過小評価されており、有効な規制ツールとして機能していない。また、BWB の収入源としても、必要な業務の実施コストを賄える規模に至っていない。

三点目として、利水者に対する訴訟手続きを執る場合、BWB には法務担当官が配置されていないことから、その都度、水省法務部への相談が必要となり、迅速な処理の妨げとなっていることが挙げられる。

課題改善のための CD 活動

– 許可の審査、発行、モニタリングを担当する職員を対象に、異なる用途の水利用許可の審査、許可量設定に関するトレーニングを実施する。特に流域内で取水量の上位を占める農業灌漑、生活用水、工業用水の許可量算定を中心に、実践的な分析能力の修得を目指す。
– 財務課および WRPEE 職員を対象に、水利使用料金の設定、課金、徴収に関する知識・技術強化を目的とする研修を実施する。
– 訴訟手続きを要する際に BWB 独自の契約により起用可能な弁護士を確保する。

次に水資源管理への利水者の参加促進に関しては、WRBWB はコミュニティ開発・広報課を置き、WUA の設立支援と能力強化をはじめ、利水者および一般住民に対する啓発、水利用を巡る紛争解決の促進を行っている。しかし、モロゴロ本部の同課ならびに支所所属のコミュニティ開発担当官は 3 名のみであり、利水者との折衝やクレーム処理、啓発活動は他の部門職員ならびに県地方自治体との協働に拠るところが大きい。

WRPEE や水資源モニタリング・評価部（WRMA: Water Resources Monitoring and Assessment）等の他部門職員も日常業務において利水者および一般住民と接する機会が多く、コミュニケーションおよび折衝能力の強化に対する組織および職員のニーズが高い。

課題改善のための CD 活動

– 顧客とのコミュニケーション、紛争解決に関する能力強化のためのトレーニングを実施

する。また、BWB 職員が有する経験を事例として纏め、ケース別に問題点や望ましい行動の取り方を組織内部で研究することにより、流域の状況に則した応用的な対応能力の強化が期待できる。

(4)　情報管理・活用

BWB の各部門は職掌に関連する各種情報／データを収集し蓄積しているが、水資源配分計画の策定や、許可量の見直し、取水調整、顧客管理等、様々な意思決定に際して、これらの情報／データが有効に活用されていない。その要因としては、部門別に管理されている情報／データを統合し運用する環境が構築されていないことに加え、水資源管理に係る意思決定を助ける課題設定および分析手法に職員が習熟していないことが挙げられる。また、BWB は GIS 技術の講習を受けた人材を有するものの、上述の要因も重なり、業務の中で応用可能なレベルに達していない。

課題改善のための CD 活動

- 水資源管理計画の策定・実施過程での意思決定に必要な情報／データ分析とアウトプット作成に係るスキル強化を目的とし、関係部門の職員を対象に OJT を実施する。
- 各部署が収集･管理するデータ／情報を統合し､包括的な分析が可能となるよう WRBWB 内での水資源管理データベースの管理者を職員から選任し､データベース管理ならびに､水資源管理に関わる意思決定支援ツールであるシミュレーターとその運用基盤となる GIS の応用技術について、OJT を中心とするスキル強化を行う。

4)　資源

行動目標：
- BWB の責務遂行に必要な施設、資機材、資金を備え、最適な活用を行う。
- 水資源管理に係る意思決定に必要なデータ／情報を蓄積する。

(1)　資金

WRBWB の財源は､水利使用料金等からの収入､水省からの WSDP 資金を活用した補助金､ドナーによる直接支援である。***表 7.6*** および***図 7.2*** に過去 3 年間の収支実績の内訳と割合を示す。

WRBWB の年間総収入の 56%から 86%を水利使用料金が占めているものの､前出の表 7.5 に示した通り同料金の徴収率は 39%（2011／2012 年度）程度に留まっており、年間計画に定めた事業実施に必要な規模の資金を備える状態に至っていない。また、WRBWB の事業資金の不足の原因には､WSDP の水資源管理コンポーネントへの予算割り当てが同プログラムの全体予算の 7.5%に留まること、過去 3 年間の実績では 2008／2009 年度、2009／2010 年度は WRBWB への WSDP 資金の交付が無かったことも挙げられる。

表 7.6　WRBWB の収支実績内訳（過去 3 年間）

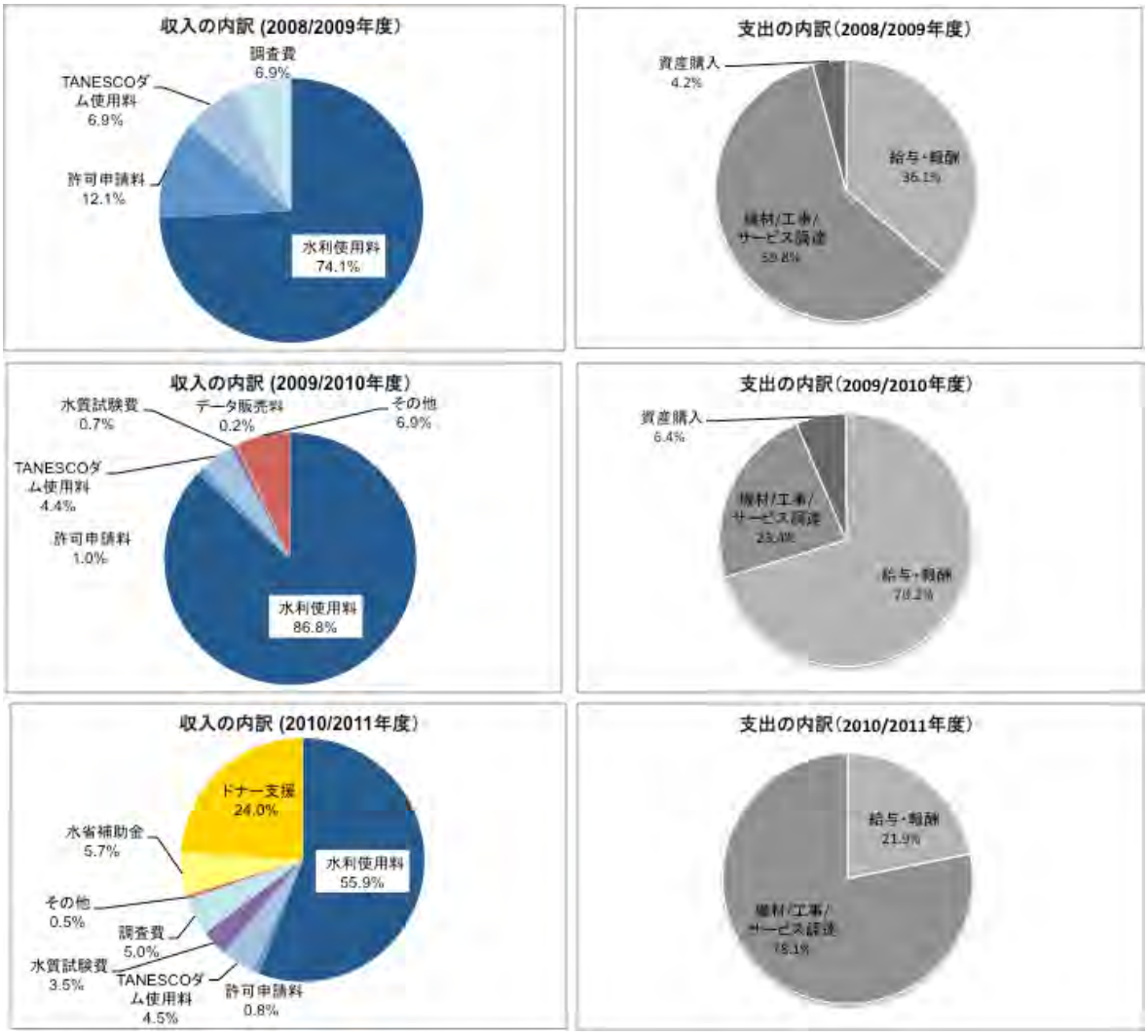
（単位：1,000Tsh）

費目	2008/2009	2009/2010	2010/2011
水利使用料	187,181.79	393,842.49	197,652.70
許可申請料	30,517.36	4,660.00	2,930.00
TANESCO ﾀﾞﾑ使用料[5]	17,531.42	19,860.00	16,008.57
水質検査手数料	0	3,082.20	12,475.30
調査手数料	17,398.02	0	17,714.00
データ販売料	0	1,100.00	0
その他	0	31,204.50	1,804.45

[5] TANESCO から水省に支払われるルフィジおよびパンガニ流域の水力発電用ダム使用料からの収益が全流域の BWB に配分される。

費目	2008/2009	2009/2010	2010/2011
水省補助金	0	0	20,000.00
ドナー支援[6]	0	0	84,986.48
収入合計	252,628.58	453,749.19	353,571.49
給与・報酬	91,130.59	325,982.29	76,209.50
機材・工事・ｻｰﾋﾞｽ調達	151,002.99	108,447.96	272,519.28
資産購入：事務所機材購入	10,486.00	29,751.40	0
支出合計	252,619.58	464,181.66	348,728.77
年次純利益（損失）	9.00	-10,432.47	4,842.72
前年度繰越利益（損失）	14,134.18	14,143.18	3,710.71
繰越利益（損失）	14,143.18	3,710.71	8,553.43

（WRBWB 各年度財務諸表）



（WRBWB 各年度財務諸表に基づき調査団にて集計）

図 7.2　WRBWB の収支実績内訳（過去 3 年間）

次に収支の予算と実績を見ると、収入の実績は予算のわずか 8～10%程度に留まっている（***表 7.7***）。水利使用料金の徴収率の低さや WSDP 予算の未配賦等により見込まれていた収入レベ

[6] IUCN および CARE からの直接支援。

ルに達していない状況がある一方、調達可能な資金に対し、年間事業計画の規模が過大に見積もられている面もある。WRBWB は過去数年間の収支実績を踏まえ、年間予算を実現可能なレベルに抑える方針を採っている。

BWB による水資源管理に関する課題対応のために望ましい事業規模と流域毎の資金調達オプションについては、WSDP 水資源管理コンポーネントの活動の一部として水省が調査研究を実施中である。

表 7.7　WRBWB の予算／実績比較（過去 3 年間）

	2009/2010 年度			2010/2011 年度			2011/2012 年度	
	予算	実績	実績/予算	予算	実績	実績/予算	予算	実績
収入	5,418,353.05	453,749.19	8.4%	3,440,600.00	353,571.49	10.3%	1,977,606.16	未確定
支出	5,400,715.08	464,181.66	8.6%	3,415,600.00	348,728.77	10.2%	1,935,860.00	未確定

(WRBWB 年間計画及び財務諸表)

WRBWB による水利使用料金の徴収に関しては、WUA が設立されているいくつかの地域において次の問題を抱えている。WUA 管轄地域内の利水者は、WRBWB が徴収する許可申請料および年間水利使用料金の支払いに加え、WUA の活動財源である会員からの入会費および年会費を同協議会に支払うこととなっている。WRBWB と WUA それぞれで決められたこれら 2 種類の水利使用関連費用について、同一目的の料金を重複して課金されているという認識を持つ利水者も見られる。WUA は地域内の利水者が水利用許可を申請していない場合も、協議会への入会費を支払えば取水を認めている実態があり、WUA が BWB の水利用許可の付与に係る任務を代行しているという誤解を利水者に与え、ひいては BWB への年間水利使用料金の支払い拒否等の混乱が生じる原因にもなっている。

課題改善のための CD 活動

- WRBWB の過去の事業運営費の原価を見直すとともに、水省が実施中の流域毎の水利用の経済価値を考慮した水資源管理事業の資金調達オプションに係る調査研究結果も踏まえ、年間の事業運営に必要な適性規模の予算を策定する。
- 上述の分析を下に、各種料金の体系を見直す。
- 水利使用料金の課金・徴収が許可の利用実態のある利水者に対し行われるよう、後述 6) 水資源管理に係る業務実施プロセスに触れる水利用許可モニタリングシステムのデータ／情報と連動した料金徴収システムを構築する。
- WRBWB が徴収する水利使用料金と WUA による会費の使途を明確に区別し、利水者の理解を促進する。また、WUA による水利使用料金の代行徴収や督促、取水量のモニタリングおよび BWB への報告等、BWB が担う業務の一部を WUA に委託し、徴収された水利使用料金等の収入の一部をサービス契約の支払いとして充当するといったオプションも検討することが望ましい。

(2)　施設・資機材

WRBWB が保有する水資源管理関連施設としては、本調査により設置された施設を含め、雨量観測所 48 箇所、水位観測所 40 箇所である[7]。WRBWB 自身はダム施設は所有していない。機材面では、流量観測については、WRBWB 職員が直接実施しており、必要な数のプロペラ流速計、超音波流速計など観測機材が揃っている。BWB は WSDP からも車輌や観測用および調査機材等の供与を受けている。

現在 WRBWB において水資源管理に係る事業実施に必要な施設・機材に係る課題は、分析

[7] 観測施設の詳細はサポーティング・レポート第 8 章を参照のこと。

室が重金属の汚染物質を測定するための十分な設備を有していないことである。同分析が必要な場合は、水省または大学の分析機関を使用しているが、汚染対策に係る法執行を迅速に進めるため、WRBWB が必要機材を配置し、分析能力を強化することが望ましい。

課題改善のための CD 活動

– 重金属性の水質／土壌汚染物質の分析に必要な機材を調達し、WRBWB 分析室に配置する。

(3)　情報・知識

WRBWB では、気象、水文、水理地質、水利用許可、WUA の活動状況、水利使用料金の課金・徴収等、各種のデータ／情報が収集され、各担当部署により管理されている。しかし、組織内での共有が十分に行われず、今次調査で実施したような流域およびサブ流域単位での包括的な分析に活用する段階に至っていない。

課題改善のための CD 活動

– 本プロジェクトにより構築された水資源管理データベースを活用し、各部署でのデータ／情報蓄積と上記データベースへのフィードバックを継続する。

5)　関係者とのパートナーシップ

行動目標：

- 州／県／区／村落等の各レベルのステークホルダーと WUA-CWC/SCWC-BWB 理事会を通じた協力関係を構築する。
- 流域内の主要利水セクターの利水者との意思疎通が可能な仕組みを構築する。

ワミ・ルブ流域内の水利用と水資源管理に係るステークホルダーは***表 7.8*** の通り分類できる。

表 7.8　ワミ・ルブ流域の水利用および水資源管理に関わるステークホルダー

BWB との関係に基づく分類	組織名	水資源管理における役割
水資源管理に関連する分野の政策決定・規制機関	水省	水セクターの政策決定、法令執行の監督、WSDP 実施促進・予算配賦
	副大統領府環境局	環境に関わる政策および法制の整備、政策の実行に関する調整・モニタリング
	国家環境管理局（NEMC）	環境管理法の執行。特に水資源管理との関わりにおいては、環境管理法及び関連規則に基づく利水者の事業計画の環境影響評価の審査、大規模給水事業における戦略的環境アセスメントの実施監督、環境査察官の養成
	土地住宅居住開発省	土地利用計画における水源地域の保全措置の推進
利水者 【BWB の顧客】	上下水道公社	水利使用に際しての各種許可の取得と履行を通した法令遵守
	COWSO	
	灌漑組合	
	その他個人／団体利水者	
水資源管理の協力者兼監視者	地方自治体	郡ファシリテーションチーム（DFT）による WUA 形成・トレーニング支援、行政区域内での適正な水利用と環境保護の促進（条例制定と執行を含む）、地域内の住民の水資源へのアクセスと利用に関する利益保護及び利害調整
	市民団体	日常生活における家庭や地域内での節水、水源保全、環境保護の推進。WRBWB による公平かつ公正な水資源配分および水利用規制の実行についての監視
セクター監督機関 【個別セクターの政策、開発計画の策定と実施促進】	天然資源・観光省	森林保全計画の推進
	首相府地方自治省	地方自治体の開発計画の調整・取り纏め
	農業・食糧安全保障・協同組合省	灌漑施設建設、牧畜、漁業、各種工業、エネルギー発電、鉱物資源開発に係る各セクター開発計画の策定・実施における効率的な水利用と水資源保全の推進、セクター利水者に対する水利用効率の向上の観点からの技術支援、ガイド
	家畜・漁業開発省	
	産業・貿易省	

BWB との関係に基づく分類	組織名	水資源管理における役割
	エネルギー・鉱物省	ライン策定
	保健省	公衆衛生の観点からの水源地域の環境衛生の維持･改善促進
	教育省	水資源および環境保全に関する教育、地域啓発の推進

（調査団作成）

上記に示したステークホルダーとのネットワーク形成について、WRBWB が抱える課題は次の通りである。

(1)　利水者との関係

WRBWB は特定セクターの利水者と良好な関係を構築することに対し困難を抱えている。特に、工場廃水や、上流域での小規模な鉱業や農業による下流域の堆砂問題等について、当該セクター利水者の協力を十分に得られていない。このため、同一河川を利用する他の利水者からも、WRBWB の規制執行能力や水利用許可の規定に対する不信感が生じている。

(2)　水資源管理の協力者兼監視者との関係

県および下位地方自治体との協力体制および責任分担が関係者間で明確化されておらず、地域内の水利用調整や水資源保全に係る連携関係が希薄である。このような状況は、特に村落レベルでの下位地方自治体である村政府による WUA の活動への協力が不十分な点や、村政府が定める水資源保全、環境保護に係る村条例と WUA 設立規約における同分野の規定に重複が見られる点などに代表される。

一方、県レベルの取組みに関しては、特にコミュニティ共同の給水施設や灌漑施設建設に際しての水利用許可の取得促進、水資源および環境保護のための県条例制定、地域住民への啓発、水利用を巡る紛争の解決促進、水質検査、村落レベルでの環境保全委員会の設置、植林活動等がある。水利用を巡る紛争の解決に当たっては、県給水・衛生チーム（CWST: Council Water and Sanitation Team）が介入し、水委員会の会合や、区／村行政官との協力により調停を行うケースの他、区法務委員会による裁定、コミュニティレベルの調停委員会、または WRBWB の紛争解決メカニズムを利用している。

水利用許可の取得に関しては、県開発計画の下で実施される給水事業や灌漑施設整備事業のコミュニティレベルでの維持管理組織（COWSO、灌漑組合等）が許可を申請し、申請料および水利使用料もコミュニティ負担とする県と、申請および料金負担は村政府が担う県が確認された。県自治体はコミュニティによる許可取得を促進するため、申請の必要性について助言するとともに、手続きに係る詳細について必要な場合は県水技師事務所を通じ WRBWB へ照会を行っている。他方、WRBWB からの要請により、許可未取得の利水組織の情報を県から提供し、BWB の規制実行を支援することもある。

しかしながら、このような取組みを許可発行の実績面から見た場合、稼働中のコミュニティ共同給水施設に限った場合でも、既存給水施設数を発行済み許可数が下回っており、許可の申請が徹底されていないことがわかる。ワミ・ルブ流域内で 2012 年 2 月現在確認されている稼働中のレベル 2 給水施設は 1,090 基である[8]。これに対し、COWSO または村政府傘下の水委員会が管理するコミュニティ共同給水施設での水利使用について許可が申請または発行されているケースはわずか 164 件に過ぎない。

県地方自治体はまた、下記の事項を含む水利／水理地質情報の照会や水資源開発に関する相談先として WRBWB とコミュニケーションを持っている。

- 水源の水質
- 水理地質調査、物理探査

[8] 詳細はサポーティング・レポート第 4 章 給水計画、表 4.15 参照のこと。

- 井戸掘削
- 揚水量の設定
- 井戸掘削時の許可
- EIA に関する助言
- 給水施設建設計画・設計に対する WRBWB からのコメント要請

WRBWB からは、県水・衛生計画および農業開発計画に関する照会、県内の利水者情報および水利用許可申請の審査に対する県としての見解要請等が県事務所に対し行われている。但し、県の大部分が隣接流域に位置する場合には、WRBWB とのコミュニケーション機会は少ない。

(3)　ステークホルダーとの協力体制の仕組み構築

流域内には 11 の WUA が設立されているものの、いずれも以下の理由から求められる機能を十分に果たすことができていない。

- WUA の役割に対する利水者及び下位地方自治体による理解が不足している。
- 会員からの入会費および年会費徴収率が低い。
- 財務管理能力が弱い。
- WUA/WUG 執行部メンバーによる組織運営に係る実務能力やリーダーシップが不十分である。
- WUA を構成する各村落の WUG による利水者組織代表機能が脆弱である。
- WUA、地方自治体、BWB の役割分担と協力関係が明確化されていない。

また、CWC/SCWC が未設立であり、WUA 代表者を BWB 理事会へ送る仕組みが完全に構築されるに至っていない。WRBWB は、流域内で唯一、主要河川での WUA 設立が完了しているムコンドア・サブ流域から SCWC の形成を進める計画である。

BWB 理事会に関しては、第 1 期および第 2 期役員が大臣による指名により選ばれたのに対し、2012 年からの第 3 期役員は、メンバーの選出母体となるセクター／フォーラムからの候補者の指名と大臣による任命プロセスを導入した。これにより、役員選出母体の各セクター／フォーラムの利水者が自分たちの代表者を認識するとともに、理事会役員となった代表者は水利用および資源管理に係る意思表明と調整に関与し、決定事項を他の利水者へフィードバックすることが期待されている。

(4)　主要利水セクターとのコミュニケーション

第 6 章 6.7 節に述べた通り、ワミ・ルブ流域では、特にダル・エス・サラームの生活用水と経済活動のための水供給の安定化と、同地域に水を供給するルブ流域の水資源保全を目的とする官民連携イニシアティブ Water Futures が実施されている。同イニシアティブには、国内の代表的飲料メーカーならびに DAWASCO、GIZ、WWF 等がコアメンバーとして参加しており、WRBWB はダル・エス・サラーム対象地域内の地下水モニタリング、不法取水者の特定と規制執行、アッパールブ・サブ流域における WUA/WUG の水資源および土地利用管理能力の向上支援に係る活動において、これらの組織と協力を進めている。流域内の水資源を持続的に利用可能とするための共通のリスクに関し、セクターの生産活動を牽引する大口民間利水者の理解を高め、自発的取組みを促す上でもこのような利水者フォーラムを通じたコミュニケーションは重要である。

ワミ・ルブ流域では、更に、Water Futures の経験を活かし、同様のイニシアティブを流域全体に拡大する”Water Hub”構想も挙っている。現時点では、フォーラム参加者の範囲等も未決定であるが、民間主導の水平対話と水資源保全のための取組みが促進されるよう、WRBWB は必要な情報提供や技術支援を行うことが期待される。

課題改善のための CD 活動

関係者とのパートナーシップ強化に関する取組みは、WRBWB による外部機関との協力関係

の明確化、業務運営上の連携強化のみならず、関係機関の水資源管理に対する協力の増加や課題対応能力の向上が必要となる。外部機関の CD 活動は、各組織の決定事項であり、WRBWB にとっては外部環境に該当する。しかしながら、ステークホルダーの参加を原則とする当国の水資源管理行政においては、BWB はパートナーシップを有する関係機関に対し、積極的に取組み方法の改善や必要な能力強化のオプションについて働きかけ、可能な支援を行うことが必要である。このような働きかけにより、WRBWB による事業運営を側面から支える良好な環境づくりが可能となる。

以上の観点から、下記に提案する CD 活動には、WRBWB によるパートナーシップの強化が特に必要と考えられる外部組織の能力強化に対する支援活動も取り入れている。

- 顧客である利水者とのコミュニケーション戦略を策定し、顧客からの意見集約、WRBWB による情報管理・公開、サービスの見直しへの反映等について具現化方法を決定する。
- 不法行為を継続する利水者に対しては、当該セクター監督省庁および地方自治体との協力による取り締まり体制を強化する。
- 流域内の県および下位地方自治体関係者を対象に、水資源管理制度と各関係主体の役割分担、水資源管理に係る行政事務の BWB と自治体の協力についてのセミナーを実施する。
- BWB 職員による水資源管理データの収集や WUA の活動モニタリング、利水者の取水状況の査察等に際しては、区行政事務所および村政府との情報共有の機会を設ける。また、県職員との合同モニタリングを定期的に設定する。
- WUA によるコミュニティ参加型水資源管理に係る活動計画、実施促進に必要な能力強化を目的とするトレーニング、他流域の WUA の活動視察、活動計画策定・実施段階での OJT を実施する。
- 優先地域における CWC/SCWC の形成と委員会の運営を支援する。
- BWB 理事会役員による意見集約および関係者へのフィードバックの実行状況をモニタリングし、必要な改善について提言する。
- 水利用と水資源管理の改善に向けた民間セクターのイニシアティブを奨励するため、利水者フォーラムの設立／拡大を支援する。

6)　水資源管理に関わる業務実施プロセス

行動目標： WRBWB の運営方針と戦略を支え、顧客およびその他関係者のニーズに十分に応えるため、サービスの管理と提供に関するプロセス（業務の標準手続き、業績モニタリング、サービス改善、広報、法令に沿った行動規範）を定義し、継続的に改善する。

水資源管理の実施プロセスに関する課題と IWRM&D 計画において取り組むべき各分野の計画は、第 1 章、第 5 章、第 6 章に述べた通りである。本節では、特に WRBWB の業務実施プロセスについて、IWRM&D 計画の 4 つのコンポーネント毎に課題を要約し、優先的に実施すべき CD 活動を示す。

(1)　水資源配分・管理

これまで WRBWB では流域内の利水者の将来のニーズを考慮した、統合的な水資源配分・管理計画の策定を行っていない。また、サブ流域間または季節ごとの水資源の過不足を調整するために適用可能な技術オプションも特定されていない。

本プロジェクトを通じて、サブ流域別の表流水および地下水の開発可能量と地域間および季節による不均衡が特定され、これを緩和するための水資源開発計画が示された。

課題改善のための CD 活動

– 流域内の水需要を定期的に見直し、水資源配分計画を調整するための業務フローを確立する。

(2)　水資源保全

WRBWB は現在、Makutopora および Chamwino 地域において地下水開発規制地域の制定に係る作業を進めている。また、表流水保全区域の制定が優先的に必要な河川についても特定されている。

保全対象とする水資源の量・質を特定するための水資源の分類に関するガイドラインは、水省による策定を待つところである。環境流量はワミ川およびルブ川においては既に算定済みであるが、制定に至っていない。また、水利用許可発行に際しても現状では環境流量を差し引いた開発可能量に基づく許可量算定は行われていない。

課題改善のための CD 活動

– 水省が制定する水資源分類ガイドラインに沿った水資源保全業務を BWB で実施するため、運用マニュアルを作成する。
– ワミ、ルブ両河川の環境流量を制定する。
– 河川の環境保全の観点に加え、環境流量の制定値が水需要の充足のための開発計画に与える影響も考慮し、妥当性の高い環境流量の設定および見直しのための分析方法と手続きを決定する。

(3)　水利用の管理

各種許可の発行と規制執行の面では、水利用許可の審査に際しての用途別の許可量算定基準や流域／サブ流域別の開発可能量との比較検討の手順、発行済み許可量の見直し、取り消し等の手順が組織内で規定されておらず、手続きの標準化が進んでいない。

利水者の取水状況のモニタリングに関しては、移動手段や職員の手当支払いに係る予算の制約もあり、利水者間の調整を有する緊急の問題に対応を要する際や、大口利水者への許可発行に当たり同一河川での取水状況の確認を要する際等に不定期に行われるのみである。DAWASA／DAWASCO および DUWASA を除く UWSA やその他の大口利水者の取水量に関する情報も収集されていない。また、上記 DAWASA および DUWASA 以外の UWSA は、原水の取水施設に量水器を備えていない。WRBWB は、これらの UWSA の取水施設に量水器を設置し、費用を水利使用料金から回収するパイロット活動を年間計画に取り入れたものの、予算措置の目処が立たず、実施されていない。

また、取水方法の管理の面では、取水量の制御や水路からの水の損失を少なくするための設計が施されていない取水施設が多いことが課題である。表流水利用の場合には、小規模灌漑のために独自に簡易な取水施設を設置する個人利水者も多いが、適切な仕様が考慮されていないケースが見られる。生活用水の給水施設や、灌漑施設等、用途に応じた利水施設の設計・維持管理ガイドラインは各所管省庁により策定されているものの、これらは特定用途の水利用者間の水利用を最適化する観点から設計および維持管理上の配慮事項を示している。WRBWB は、同一河川流域の水資源管理の観点を考慮した取水施設の設計および維持管理に係るガイドラインを有していない。

WUA が設立されている河川流域では、BWB と WUA の協力合意書の枠組みにおいて、地域内の利水者の取水量および取水施設の維持管理状況等について、WUA による定期モニタリングと BWB への報告が体系的に実施されるような制度づくりと WUA の能力強化が課題となっている。

課題改善のための CD 活動

– 許可申請の審査・発行手続きに係る業務マニュアルを作成する。
– 水利用許可取得者の利水状況および取水量のモニタリング体制を構築する。
– 取水量のモニタリングを重点的に実施する利水者のクライテリアを策定する。

- 水利用許可発行の条件として、最低限満たすべき取水施設仕様の要件や、取水量測定機器の設置と WRBWB への取水量の報告を義務づける。
- 利水者および WUA を対象に、取水量の測定と情報活用の方法に関するマニュアルを策定する。
- WUA のトレーニングに上記マニュアルを活用した取水モニタリング、記録、報告に関するプログラムを作成し、地域内の利水者と WUA/WUG メンバーに対しトレーニングを実施する。
- 各セクターで作成されている利水施設の計画、設計、維持管理に関するガイドライン／マニュアルを検証し、水資源管理の観点から必要な改良について提言を纏める。

(4)　情報管理・活用

WRBWB で収集・蓄積された水資源管理に関する各種データ／情報を水資源管理課題に沿い体系的に分析し、アウトプットを作成することがルーティン化されていない。このため、流域／サブ流域別の水資源の開発可能量と水需要のバランス評価に基づく水資源の配分・調整が実施されないといった状況が生じていた。

また、WRBWB が有する水資源管理データ／情報は、顧客である利水者が地域内の水資源の利用可能性や開発／保全に関する課題を認識し、利水に係る意思決定を行う上でも有効である。水利用許可調査では、利水者が関心を有する水資源管理課題について確認された。更に、学術研究や流域内のセクター開発計画の策定等に関わるその他の関係者によるこれらのデータの活用可能性も高い。

課題改善のための CD 活動

- 各部署でのデータ／情報収集から加工、一次分析、課題に応じた包括的分析のためのデータの統合と処理、アウトプット作成ならびに意思決定までのプロセスについて、情報管理システムを構築する。

7.5　キャパシティ・ディベロップメント計画

前節のキャパシティ評価と課題改善のために優先的に実施すべき CD 活動に基づき、***表 7.9*** の通り短期、中期、長期における CD 計画を提案する。これらの活動については、事業計画ならびに年間活動計画／報告に統合し、予算化されることが求められる。また、CD 計画のモニタリングに関しては、前節の各キャパシティ要素の評価において設定した行動目標および水省が設ける BWB の業績評価指標から関係する指標を用い、事業全体のモニタリング計画の一環として実施することが望ましい。

表 7.9　IWRM&D 計画実施のための WRBWB のキャパシティ・ディベロップメント計画

キャパシティ分野	短期 (2012-2015)	中期(2016-2025)	長期(2026-2035)
1. 組織運営方針・戦略	• IWRM&D 計画の採択及び実行のための工程作成、関係者間合意 • 同計画における BWB 負担活動の経営計画への反映及び予算化 • BWB の財政的自律達成のための戦略策定		
2. リーダーシップ、組織マネジメント	• BWB の事業運営に関連する特定課題／テーマに関する組織内意見交換会・勉強会の開催		
	• 優先分野への予算配賦と執行に係る内部チェック機能の強化	• CWC/SCWC からの BWB 事理会役員メンバーの確保 • 理事会役員に対するオリエンテーション・プログラム及び理事会運営に関する手引き作成	
3. 人材 【水資源配分・管理】		• 職員に対する貯水池/ダムの計画・管理に関する能力強化（外部研修、OJT） • 小規模な地下水人口涵養技術に関する事例研究、他地域への視察	
【水資源保全】	• 河川管理担当部署の決定及び職務記述書の改訂 • 水資源保全地域制定作業に係る WRPEE の調整能力の強化、実作業を担当するタスクフォース制の導入	• 河川管理計画の策定、実施管理に関する能力強化（外部研修、OJT） • 水及び土壌の重金属性汚染物質の分析技術に関する能力強化（外部研修、OJT）	

キャパシティ分野	短期 (2012-2015)	中期(2016-2025)	長期(2026-2035)
【水利用管理】	• 水利用許可の審査及び許可量算定に関する分析能力の強化（内部研修、OJT） • 水利使用料金の設定、課金、徴収に関する能力強化（内部研修、OJT） • 利水者とのコミュニケーション及び紛争解決に関する能力強化（外部／内部研修、OJT）	• 訴訟時の弁護士起用に係る候補人材のプール、費用の予算化	
【情報管理・活用】	• 各部門での水資源管理に係る情報／データ分析及びアウトプット作成に係るスキル強化（OJT） • 水資源管理データベース管理者の選任 • 水資源管理シミュレーターの運用及びGIS 応用技術に関するスキル強化(OJT)		
4. 資源 【資金管理】	• 原価計画の見直し • 適性な事業計画と予算規模の策定 • 水利使用に係る利水者負担費用の区分、用途の明確化 • 上記に関する利水者、WUA、地方自治体への啓発	• 各種許可料金の見直し • 水利使用料金の徴収代行等、BWB の一部業務の WUA への委託契約に関するパイロット活動	• 水利用許可モニタリングシステムと連動した料金徴収システムの構築
【資機材】		• 重金属性の水質／土壌汚染物質の分析機器調達	
【情報・知識】	• 水資源管理データベースを活用した情報蓄積・活用		
5. パートナーシップ	• 顧客とのコミュニケーション戦略の策定 • 不法利水者の取り締まりに関するセクター監督省庁及び地方自治体との協力体制の強化	• WUA の活動状況のモニタリング及び利水者の取水状況の査察に際しての、地方自治体との合同モニタリングの制度化 • 利水者フォーラムの設立／拡大支援	
	• 優先地域における CWC/SCWC の形成と運営支援		

キャパシティ分野	短期 (2012-2015)	中期(2016-2025)	長期(2026-2035)
	• コミュニティ参加型水資源管理活動の推進に係る WUA の能力強化（研修、他地域視察、OJT） • BWB 理事会による意見集約と関係者へのフィードバック機能の強化		
6. 業務実施プロセス 【水資源配分・管理】	• 優先サブ流域における大体水源の開発可能性調査 • 水需要の見直し及び水資源管理配分計画の調整に係る業務フローの決定		
【水資源保全】	• ワミ、ルブ両河川の環境流量の制定	• 水資源分類ガイドラインに沿った水資源保全業務実施のための運用マニュアル策定 • 環境流量の見直しに関する業務フローの決定	
【水利用管理】	• 許可申請の審査・発行手続きに係る業務マニュアルの作成 • 各セクターで作成された利水施設の計画、設計、維持管理ガイドライン／マニュアルの検証、改善提案	• 水利用許可発行の条件（取水施設の仕様要件、取水量測定機器設置、取水量報告の義務づけ）の制度化 • 利水者及び WUA を対象とする取水量測定と情報活用に関するマニュアル作成 • 上記マニュアルを用いた WUA 及び利水者へのトレーニング	
	• 水利用許可モニタリングシステムの構築 • 取水量モニタリングの重点対象者設定クライテリアの策定		
【情報管理】	• 水資源管理データベースを用いた情報管理システムの構築		
7. 顧客（利水者）	• 旧水利権の更新の促進 • 優先地域における許可未取得者の特定、取り締まり	• 主要河川別の水資源管理計画の策定 • 水資源情報／データの提供サービスの開発	

キャパシティ分野	短期 (2012-2015)	中期(2016-2025)	長期(2026-2035)
8. 社会	• WUA-CWC/SCWC-BWB のステークホルダー参画体制の構築		
	• WRBWB の役割及び水資源管理事業に係る一般市民向けコミュニケーション戦略の策定	• 一般市民向けの啓発及び広報活動の実施	
9. 人材管理	• BWB 職員の能力開発計画の策定・実施支援・モニタリング・評価の制度化	• 職員の能力開発計画及び業績、労働環境への満足度のモニタリング、個人／組織の CD 計画への反映	
10. 業績	• 業績評価指標の設定	• 同指標に基づくモニタリング、次期経営計画の見直し	

第 8 章　　実施戦略と行動計画

第 8 章　　実施戦略と行動計画

8.1　実施戦略

第 5 章「水資源配分・管理計画」で述べたように、ワミ・ルブ流域全体の水資源量（表流水の賦存量と地下水開発可能量の合計値）と需要量で比較した場合、水資源量は 10 確率降雨渇水年（3,346 MCM/年）でも 2035 年の全セクターの需要（2,201 MCM/年）を上回る。しかしながら広域な流域面積を持つワミ・ルブ流域では、需要量と水資源量のバランスはサブ流域によって異なる。また、実際には取水目的により利用される水源は表流水と地下水で異なるが、その水源別でみた場合も需要量と水資源量のバランスは異なる。

ワミ・ルブ流域における最大の水利用である灌漑用水の取水時期は、流域内における降雨量の季節変化を大きく反映している。したがって、灌漑用水の取水量の変化にも影響され、利用可能な水資源量も全体としては季節変動がある。

検討の結果、流域内の地域（流域、サブ流域）、取水目的により利用される水源（表流水、地下水）、そして季節により変化する水需要量とのバランス、すなわち水資源量の過不足を、貯水池、サブ流域間の導水、そして地下水開発による調整の 3 つのオプションでの水資源配分計画が提案された。

そして***第 6 章***では、流域内の利用可能な水資源の水質と水量を安定させるための水資源保全計画、持続的な水利用の管理を可能にする水利用管理計画が提案された。また、これらの水資源の配分、水利用管理、水資源保全に必要な情報を整備するための水資源情報管理・活用計画も提案された。さらに水資源情報管理・活用計画は、単なる情報管理の目的だけでは無く、個別プロジェクトの具体的な計画策定や、実施状況の管理を支援するシステムとして設計されている。

図 8.1 に、ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画の目的系図と、前節までに提案された計画の各プログラムとの関係を示す。ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画の目的系図の詳細は、***第 2 章***を参照されたい。前節までに提案された計画の各プログラムは、目的系図における各目標と対応するレベルに配置され、水資源管理・開発計画の 2035 年のゴールを達成する為の主要なコンポーネントである。

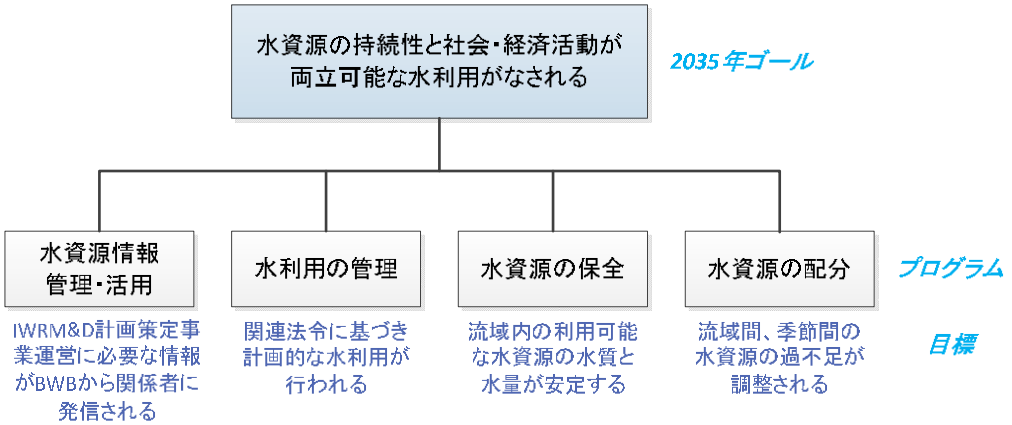


図 8.1　ワミ・ルブ水資源管理・開発目的系図の中での各プログラムの位置づけ

本節では、***図 8.1*** に示されるように水資源管理・開発計画のそれぞれのプログラムが、本計画のゴールである「水資源の持続性と社会・経済活動の両立」を支える柱として機能するための実施戦略について述べる。

8.1.1 サブ流域の特性とプロジェクト効果を考慮した優先順位

図 8.1 に示す提案された 4 つのプログラム、そして各プログラムの中で計画されるプロジェクトあるいは活動は、サブ流域の水資源や需要特性によって優先順位が違う。例えば、水資源保全プログラムの地下水汚染対策プロジェクトでは、都市部を抱えるコースト（ダル・エス・サラーム）、ンゲレンゲレ（モロゴロ）での必要性は高く、他の流域では低い。

また、サブ流域の水資源や需要特性によって、プロジェクトの効果も違いもある。例えば、水資源配分プログラムの地下水開発プロジェクトでは、表流水の不足量が多く、かつ地下水ポテンシャルの高いムコンドア、ローワールブではプロジェクト効果は高いが、表流水資源が豊潤なアッパールブでは大きな効果は期待できない。

一方、プロジェクトによっては優先順位や効果で序列を付けることができない場合もある。水資源情報管理・活用プログラム下のプロジェクトは、ほぼ全てこれにあたり、どのサブ流域対しても平等に情報収集、管理が必要である。

限られた財源とリソース内で有効に計画を実施するために、行動計画にはプロジェクト毎にサブ流域の優先順位を示した。計画の実施には、この優先順位に従い必要なサブ流域に必要な順位でプロジェクトあるいは活動の投入を行うこととする。また、計画の進行に伴い、これらの優先順位の見直しも定期的に実施することが必要である。

8.1.2 水需要と水資源量のバランスの変化に対応した工程

表 8.1 に、***第 5 章*** 水資源管理・配分計画において提示した 2025 年および 2035 年のトレンドシナリオに基づく水資源開発計画の内容を示す。

サブ流域毎の水資源開発計画によると、キニャスングウェ、ムコンドア、ワミの 3 サブ流域において、2025 年までには全ての表流水の開発オプションを開発する必要があるのみならず、地下水開発により補完すべき量も大規模となっていることがわかる。また、ンゲレンゲレ・サブ流域においても、2025 年までには全ての表流水の開発オプションを開発する必要がある。

タンザニアでは 2012 年～2015 年を IWRM&D の短期計画としているが、この期間に貯水池整備を開始することは困難であると考えられる。したがって、短期計画期間において、2025 年に生じる水資源の不足量を補う水資源開発を行うために必要な調査を行い、実施計画を策定する必要がある。

表 8.1　2025 年および 2035 年における水資源開発計画の比較

配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
キニャスングウェ・サブ流域(1GD2上流)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	68.63	155.36	235.52
配分必要量		155.36	
配分必要量			80.16

*1 IDB: Internal Drainage Basin

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Dabalo	0.91	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.91	100.0%	0.91
Hombolo	5.70	既存貯水施設嵩上	100.0%	5.70	100.0%	5.70
Buigili	0.15	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.15	100.0%	0.15
Ikowa	0.70	既存貯水施設嵩上	100.0%	0.70	100.0%	0.70
Msagali	6.31	新規貯水計画	100.0%	6.31	100.0%	6.31
Ngipa	2.03	新規貯水計画	100.0%	2.03	100.0%	2.03
Ngomai	1.02	新規貯水計画	100.0%	1.02	100.0%	1.02
地下水開発	72.05	新規地下水開発	100.0%	72.05	100.0%	72.05
Farkwa(IDB)*1から導水	34.39	新規貯水計画	100.0%	34.39	100.0%	34.39
合計	**123.26**		**合計**	**123.26**	**合計**	**123.26**

水資源開発計画

配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
ムコンドア・サブ流域(1GD2 - 1G1)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	97.20	216.17	281.73
配分必要量		216.17	
配分必要量			65.57

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Ilonga	1.07	新規貯水計画	100.0%	1.07	100.0%	1.07
Wami	42.00	新規貯水計画	100.0%	42.00	100.0%	42.00
Kisangata	52.00	新規貯水計画	100.0%	52.00	100.0%	52.00
Tami	32.00	新規貯水計画	100.0%	32.00	100.0%	32.00
地下水開発	165.85	新規地下水開発	53.7%	89.10	93.3%	154.66
合計	**292.92**		**合計**	**216.17**	**合計**	**281.73**

水資源開発計画

配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
ワミ・サブ流域(1G1 - 1G2, 1G2下流)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	36.19	76.67	88.97
配分必要量		76.67	
配分必要量			12.30

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Mvomelo	4.46	新規貯水計画	100.0%	4.46	100.0%	4.46
Dihinda	3.75	新規貯水計画	100.0%	3.75	100.0%	3.75
地下水開発	154.75	新規地下水開発	44.2%	68.46	52.2%	80.76
合計	**162.96**		**合計**	**76.67**	**合計**	**88.97**

水資源開発計画

配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
アッパールブ・サブ流域(1H10上流)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	10.35	27.60	35.71
配分必要量		27.60	
配分必要量			8.12

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Ruvu Kibungo	28.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	64.1%	17.93
Mvuha	30.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Mungazi	23.00	新規貯水計画	0.0%	0.00	100.0%	23.00
Mgeta	28.00	新規貯水計画	100.0%	28.00	100.0%	28.00
地下水開発	98.53	新規地下水開発	0.0%	0.00	0.0%	0.00
R.KibungoからNgerengereへの導水	-28.00		0.0%	0.00	64.1%	-17.93
合計	**179.53**		**合計**	**28.00**	**合計**	**51.00**

水資源開発計画

配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
ンゲレンゲレ・サブ流域(ンゲレンゲレ)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	3.16	10.27	29.93
配分必要量		10.27	
配分必要量			19.67

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Mindu(嵩上1.5)	4.00	既存貯水施設嵩上	100.0%	4.00	100.0%	4.00
Morogoro	8.00	新規貯水計画	100.0%	8.00	100.0%	8.00
地下水開発	23.30	新規地下水開発	0.00%	0.00	0.00%	0.00
U.Ruvuサブ流域からの導水	28.00		0.0%	0.00	64.1%	17.93
合計	**63.30**		**合計**	**12.00**	**合計**	**29.93**

水資源開発計画

配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
ローワールブ・サブ流域(1H10 - 1H8A)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	0.46	9.46	11.30
配分必要量		9.46	
配分必要量			1.84

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
Kidunda	191.00	新規貯水計画	5.0%	9.46	5.9%	11.30
地下水開発	271.95	新規地下水開発	0.0%	0.00	0.0%	0.00
Coastへ			95.0%	-181.54	94.1%	-179.70
合計	**462.95**		**合計**	**9.46**	**合計**	**11.30**

水資源開発計画

配分が必要な水資源量:トレンド・シナリオ
コースト・サブ流域(1H8A下流)

計画年	2011	2025	2035
水資源不足量	45.58	112.65	263.57
配分必要量		112.65	
配分必要量			150.91

水資源開発のオプション

貯水・地下水開発・サブ流域間導水			2025		2035	
選択肢	MCM	カテゴリー	開発量	MCM	開発量	MCM
地下水開発	111.71	新規地下水開発	0.0%	0.00	75.1%	83.87
Lower Ruvuより				181.54		179.70
合計	**111.71**		**合計**	**181.54**	**合計**	**263.57**

水資源開発計画

8.1.3 表流水の水資源の不足量を効率的に補完する地下水開発プロジェクトの投入計画

前項では、将来需要と水資源量のバランス問題が発生する 2025 年までに水資源配分プロジェクトの実施が可能な 2015 年までの計画策定の戦略を提案した。

水資源配分プロジェクトは、１）貯水池整備、２）サブ流域間導水、３）地下水開発の３オプションからなる。このうち、１）貯水池整備、２）サブ流域間導水に関しては、プロジェクトによる比較的大きな施設整備が必要となる。また、第 5 章に述べたように開発可能な位置および容量が限られている。一方、３）地下水開発に関しては、プロジェクトとしての投入は、地下水調査と水理地質図の整備である。このオプションでは、プロジェクトによる設備投資では無く水利用方法の配分であるため、今後の水利用計画者の協力が必要となる。

図 8.2 に、トレンドシナリオに従った 2025 年および 2035 年における表流水の需要量と不足分を補うために必要となる水資源開発計画の内容を示す。2025 年では、キニャスングウェ、ムコンドア、ワミの 3 サブ流域において、表流水資源の開発に限りがあるため地下水開発による不足量の補完が計画されている。2035 年になると、上記 3 サブ流域に加え、コースト・サブ流域でも地下水開発による補完が計画されている。なお、各サブ流域における 2035 年までの地下水需要は地下水開発可能量を下回っており、更なる開発が可能であると想定される水量による表流水資源の不足分の補完が可能となっている。地下水需要量と地下水開発可能量との関係は、***第 5 章*** 水資源配分・管理計画の***表 5.7*** を参照されたい。

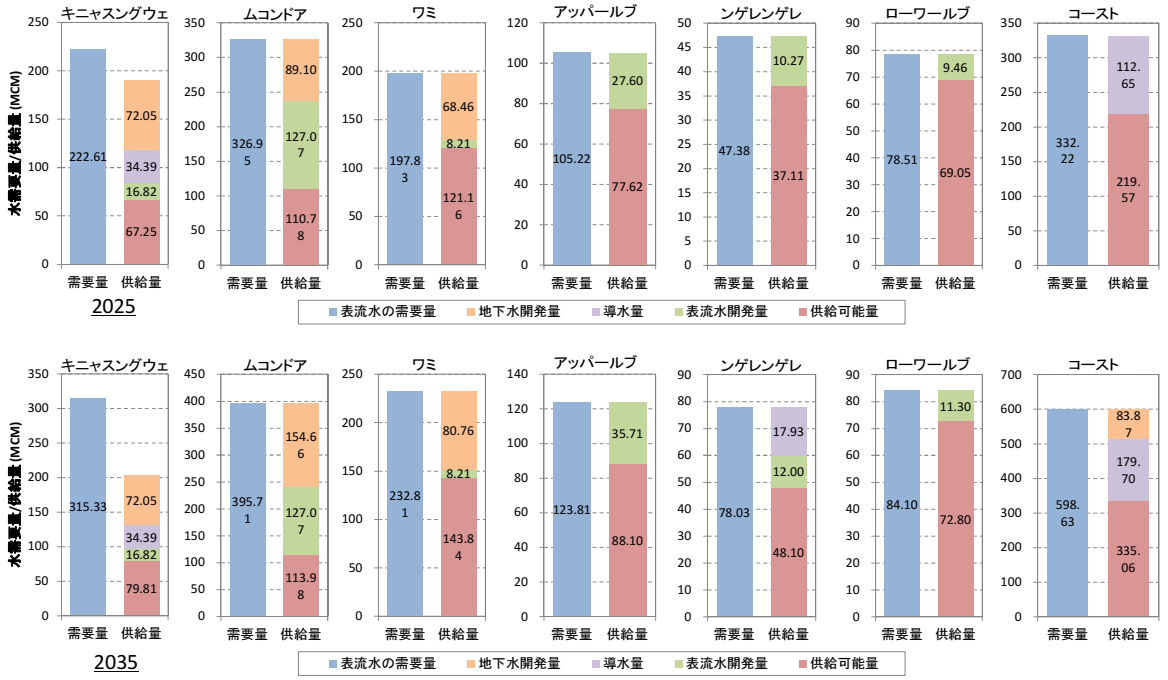


図 8.2　表流水の需要量と不足量を賄うための水資源開発計画の内容

実際の水源の選定には、取水コストや取水量との比較も必要であり、特に灌漑需要の多いキニャスングウェ、ムコンドア、ワミ・サブ流域の将来需要分を地下水で賄うことは容易ではないことは予測できる。

しかしながら、大きな施設投資を必要とせずに将来の水資源量不足を補える地下水開発プロジェクトは、高い効果が期待できる。したがって、水資源配分プログラムの実施には、各々のプロジェクトで 2035 年需要をカバーする開発は実施すべきではなく、地下水開発を効率的に取り入れた水資源開発計画の実施が望ましい。

具体的には、施設投資が必要な流域間導水プロジェクト、および貯水計画プロジェクトは 2025 年需要と 2035 年需要をフェーズ分けした計画を策定することとする。

8.1.4 水資源量の安定を重視した流域環境保全

流域環境管理プロジェクト（あるいは活動）は、広範囲な項目が計画されがちであるが、本計画では水資源量を安定確保するための河川環境の改善に重点が置かれたプロジェクトで構成されている。

施設の運転とモニタリング結果は、河川施設維持管理情報として水資源管理データベースに蓄積することにより、河川改修や河道の保護による水量の安定を、表流水観測結果により検証できるシステムとする。

8.1.5 計画・管理支援システムよるプロジェクト実施計画の策定、管理

水資源管理・開発計画を実施していく上で、継続的な水資源の観測・モニタリングは必要不可欠である。プログラムでは、ワミ・ルブ流域管理事務所が、いかに観測を継続していくことができるかに重点を置いた行動計画を策定した。

具体的には、まず現在の観測所での定期的なデータ収集と記録体制を短期の 2015 年までに確立することとする。そして中期計画中は、データ収集、点検（修正）・整理、入力という一連のシステムが確実に行われるシステムを確立することとする。また、表流水の観測では、中期計画中に 34 カ所の精度の高い水位―流量曲線整備を計る。

水資源情報管理・活用プログラムは、他のプログラム、すなわち水資源配分、水資源保全、水利用管理に必要な情報の整備、更新し、ワミ・ルブ流域の IWRM&D（統合水資源管理・開発）事業の計画および管理を支援するシステムである。上記の水資源観測・モニタリングデータと、データベース上の水利用許可、水利用組合、河川構造物等の情報と併せて、需要の変化に対応した各プロジェクトの計画と管理ができるよう、2013 年までにシステムオペレーターを養成する必要がある。

8.2　行動計画

ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画の行動計画を、全体工程と共に***表 8.2*** 以降に示す。活動および工程を計画する上での基本方針は以下の通りである。

1)　水資源配分プログラム（*表 8.2* 参照）

各プロジェクトの調査計画は、短期の 2015 年までに策定する必要がある。一方、サブ流域間導水、および貯水池プロジェクトの実施は、2025 年需要までのフェーズ 1、2035 年需要までのフェーズ 2 と 2 期に分けた実施計画とする。

フェーズの 2 の実施は、地下水開発促進プロジェクトの進捗状況および 2025 年時点での将来需要の見直し後検討することとする。

2)　水利用管理プログラム（*表 8.3* 参照）

水利用許可の付与および管理に関しては、水利用管理の最も基幹的な活動となるため、全サブ流域に対して均等に行う。なお、現時点においては、利水者による取水量の自己管理とモニタリングがなされておらず、BWB が水利用許可に係る意思決定を行うことが困難な状況となっている。したがって、取水モニタリング計画と実施活動においては、大口利水者による取水量のモニタリングに基づく管理体制の整備を 2015 年までの短期計画期間に優先的に実施することとする。

一方、特定が必要な潜在的地下水利用者、あるいは排水許可の重点対象者は、その需要構造や利用者の分布状況から重点サブ流域を特定し効率的に行うこととする。

水利用の抑制は、主観省庁との連携を取りつつ実施する必要がある。ステークホルダー間の水利用調整は、水利組合、流域水委員会の結成および活動支援は 2025 年の中期計画期間に終了させる。

3)　水資源保全プログラム（*表 8.4* 参照）

水資源保全、流域環境保全のベースとなるガイドライン、あるいは河川管理台帳等の制定、整備に係わる活動は全てのサブ流域を対象として行う。また、本プロジェクトで水源への汚染が確定できた汚染源への対策実施は、中期計画の前半までに完了させることが望まれる。

流域環境保全は、河川改修、砂防、植栽の各プロジェクトは中期計画前半の 2020 年までに実施をすることとする。河川維持管理プロジェクトは活動を継続することにより、2020 年までに整備された河川構造物のモニタリングも実施することとする。

4)　水資源情報管理・活用プログラム（*表 8.5* 参照）

本プログラムは、上記３プログラム、すなわち水資源配分、水利用管理、水資源保全のプロジェクトおよび活動の実施に必要な情報を整備し、それぞれのプロジェクトや活動の計画や管理の支援の為のシステムである。したがって、サブ流域間の優先順位は無く、全てのサブ流域において均等にデータ整備を行うこととする。

また、計画・管理支援システムは、全てのプログラム下で実施されるプロジェクトおよび活動の実施計画策定と管理に利用されるため、システムの本体である水資源シミュレータの運転を 2013 年までに流域管理事務所で実施できるよう研修をする。

表 8.2　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画、水資源配分プログラム行動計画表

プログラム：　水資源の配分
計画目標：　サブ流域間、季節間の水資源の過不足が調整される

プログラム／計画／活動	流域／サブ流域／期間／実施機関	サブ流域							期間																						実施機関	
		Wami Catchment			Ruvu Catchment			Coast	短期 (2012-2015)				中期 (2016-2025)										長期 (2026-2035)										責任機関／事業主	副／監督機関
		Kg	Mk	Wa	Ur	Ng	Lr	Ct	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
地下水開発の促進																																		
	・ 地下水調査・探査	B	B	B	B	B	B	B																									WRBWB	-
	・ 流域内の水理地質図整備	B	B	B	B	B	B	B																									WRBWB	-
	・ 新規計画者への地下水利用の促進	B	A	C	C	B	A	C																									WRBWB	-
	・ 地下水利用計画調査	B	A	C	C	B	A	C																									Water User	WRBWB
サブ流域間導水開発調査																																		
	・ 可能性のある地域と導水方法の特定	C	C	-	C	C	C	-																									WRBWB	-
	・ サブ流域間導水利用計画調査	-	-	-	C	C	C	-					Phase-1 (2025年需要)										Phase-2 (2035年需要)										Water User	WRBWB
	・ 導水施設の設計・施工	-	-	-	C	C	C	-																									Water User	WRBWB
貯水計画																																		
	・ 貯水計画M/P調査	B	B	C	C	C	C	-																									WRBWB	-
	・ 貯水計画F/S調査	B	B	C	C	-	-	-					Phase-1 (2025年需要)										Phase-2 (2035年需要)										WRBWB	-
	・ 貯水池の設計・施工	B	B	C	C	-	-	-																									WRBWB	-

【略語】Kg: キニャスングウェ，Mk: ムコンドア，Wa: ワミ，Ur: アッパールブ，Ng: ンゲレンゲレ，Lr: ローワールブ，Ct: コースト
【順位】A: 非常に高い，B: 高い，C: 必要である，：サブ流域間で優先順位は無く、全てのサブ流域で実施すべき
【注釈】：調査　：計画　：実施　：施設運転とモニタリング

表 8.3　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画、水利用管理プログラム行動計画表

プログラム：　水利用の管理

計画目標：　関連法令に基づき計画的な水利用が行われる

プログラム／計画／活動	流域／サブ流域	Wami Catchment			Ruvu Catchment			Coast	期間 短期 (2012-2015)				中期 (2016-2025)									長期 (2026-2035)										実施機関 責任機関／事業主	副／監督機関
	期間																														
	実施機関																														
		Kg	Mk	Wa	Ur	Ng	Lr	Ct	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
水資源の開発と利用と排水に関する規制および抑制																																	
【水利用許可の付与】																																	
	・ 旧水利権保持者の更新の促進																															WRBWB	Water User
	・ 取水モニタリング計画と実施																															WRBWB	Water User
	・ 水利使用料の見直しと改訂																															WRBWB	Water User
	・ 未登録利水者に対する許可申請の促進と取締り																															WRBWB	Water User
	・ 水利用許可に関する広報活動																															WRBWB	Water User
【地下水許可の付与】																																	
	・ 潜在的地下水利用者に対する許可取得の啓発・広報活動	B	C	C	C	B	C	A																								WRBWB	Water User
	・ 地下水開発の管理	B	C	C	C	B	C	A																								WRBWB	Water User
	・ 水利用許可取得の促進	B	C	C	C	B	C	A																								WRBWB	Water User
【排水許可の付与】																																	
	・ 排水許可の取得促進の重点対象者の特定	C	C	C	C	A	C	A																								WRBWB	Water User
	・ 特定された排水者の許可取得の促進と取締り	C	C	C	C	A	C	A																								WRBWB	Water User
	・ 排水のモニタリング	C	C	C	C	A	C	A																								WRBWB	Water User
【水需要の抑制】																																	
	・ 灌漑利用者への灌漑効率向上促進	A	A	C	C	-	C	-																								MoAFSC	WRBWB
	・ 工業用水利用者への節水技術の向上促進	-	-	-	-	C	-	B																								MoITM	WRBWB
	・ 都市給水の漏水対策の促進	B	-	-	-	B	-	A																								WSA	WRBWB
ステークホルダー間の水利用調整																																	
	・ 水利用者組合の結成と活動支援	A	C	C	A	C	B	B																								WRBWB	Water User
	・ 流域水委員会の結成と活動支援	C	C	C	A	A	A	C																								WRBWB	Water User
	・ 水資源に関する広報計画の策定と実施	C	C	C	C	C	C	C																								WRBWB	Water User
	・ 水利用者フォーラムを通じた持続的な水利用の促進	C	C	C	C	C	C	C																								CSO,Privet S	WRBWB

【略語】Kg: キニャスングウェ，Mk: ムコンドア，Wa: ワミ，Ur: アッパールブ，Ng: ンゲレンゲレ，Lr: ローワールブ，Ct: コースト，WUA: 水利用者組合，CWC: 流域水委員会

MoAFSC: 農業・食糧省，MoITM: 産業・貿易・市場省，WSA: 水道公社，CSO: 市民社会団体

【順位】A: 非常に高い，B: 高い，C: 必要である，　サブ流域間で優先順位は無く、全てのサブ流域で実施すべき

【注釈】：調査　　：計画　　：実施

表 8.4　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画、水資源保全プログラム行動計画表

プログラム：　水資源の保全

計画目標：　流域内の利用可能な水資源の水質と水量が安定する

プログラム／計画／活動	流域／サブ流域	サブ流域							期間																						実施機関	
	期間	Wami Catchment			Ruvu Catchment			Coast	短期 (2012-2015)				中期 (2016-2025)										長期 (2026-2035)										責任機関／事業主	副／監督機関
	実施機関	Kg	Mk	Wa	Ur	Ng	Lr	Ct	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
水資源保全																																		
【水源保護の制度化】																																		
	・ 水資源分類システム･ガイドラインの制定																																MoW	-
	・ 水源保護区の指定と制定																																WRBWB	MoW
	・ 地下水源制御地域の指定と制定	B	C	C	C	B	C	B																									WRBWB	MoW
【水資源環境と汚染の管理】																																		
	・ ワミ川、ルブ川の流域環境流量の制定																																MoW	-
	・ ワミ川、ルブ川の流域環境流量の見直し、必要に応じて修正																																WRBWB	-
	・ 地下水汚染対策計画の策定と実施	-	-	-	-	B	-	A																									WRBWB	-
	・ 河川排水汚染対策計画の策定と実施	-	-	-	-	A	-	A																									WRBWB	-
	・ 地下水保全計画の策定と実施	A	-	-	-	-	-	-																									WRBWB	-
流域環境保全																																		
【河川施設の維持管理】																																		
	・ 河川管理調査と台帳(ダム、取水施設、護岸)の作成																																WRBWB	-
	・ 河川施設維持管理計画の策定と実施	C	B	B	C	B	C	C																									WRBWB, MoW	LGA
【河川改修】																																		
	・ 災害影響調査･･河川改修が必要な特定箇所の調査および計画の策定	B	B	C	B	C	C	B																									WRBWB	MoW
	・ 河川改修事業の実施	B	B	C	B	C	C	B																									Water User	WRBWB
【砂防】																																		
	・ 流砂調査	B	C	C	B	C	C	C																									WRBWB	MoW
	・ 砂防計画の策定、計画の実施	B	C	C	B	C	C	C																									WRBWB	-
【植生管理】																																		
	・ 植生状況調査	C	-	-	B	C	C	B																									WRBWB	MoNRT
	・ 植栽計画の策定、計画の実施	C	-	-	B	C	C	B																									WRBWB	-

【略語】Kg: キニャスングウェ，Mk: ムコンドア，Wa: ワミ，Ur: アッパールブ，Ng: ンゲレンゲレ，Lr: ローワールブ，Ct: コースト，LGA: 地方自治体，MoNRT: 天然資源・観光省

【順位】A: 非常に高い，B: 高い，C: 必要である，　：サブ流域間で優先順位は無く、全てのサブ流域で実施すべき

【注釈】　：調査　　：計画　　：実施　　：施設運転とモニタリング

表 8.5　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画、水資源情報管理・活用プログラム行動計画表

プログラム：　水資源情報管理･活用（IWRM&D 計画･管理支援システム）

計画目標：　IWRM&D計画策定と事業運営に必要な情報がBWB から関係者に発信

流域／サブ流域 / 期間 / プログラム / 実施機関 / 計画／活動	サブ流域							期間																							実施機関	
	Wami Catchment			Ruvu Catchment			Coast	短期 (2012-2015)				中期 (2016-2025)										長期 (2026-2035)										責任機関／事業主	副／監督機関
	Kg	Mk	Wa	Ur	Ng	Lr	Ct	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
水資源観測･モニタリング																																
【雨量観測】																																
・ 現在の47観測所におけるデータ収集･記録体制の確立																															WRBWB	-
・「熟成された雨量観測システム」の確立と観測の継続																															WRBWB	-
【表流水観測】																																
・ 現在の34観測所におけるデータ収集･記録体制の確立																															WRBWB	-
・「熟成された水位観測システム」の確立と観測の継続																															WRBWB	-
・ 34観測所および新設観測所の水位-流量曲線の整備と流量観測の継続																															WRBWB	-
・ 表流水の水質モニタリング体制の構築と継続																															WRBWB	-
【地下水観測】																																
・ 現在の24(19+5)観測井におけるデータ収集･記録体制の確立																															WRBWB	-
・「熟成された地下水観測システム」の確立と観測の継続																															WRBWB	-
・ 地下水の開発に基づいた新規観測井の計画･整備と観測の継続																															WRBWB	-
水資源情報管理と活用																																
【水資源管理データベース】																																
・ 情報収集とデータベース更新体制の確立																															WRBWB	-
・ MISとの統合																															MoW	WRBWB
・ MISと統合した水資源管理データベースの更新･運用																															WRBWB	MoW
【水利用管理シミュレータ】																																
・ GISおよびシミュレータの研修																															WRBWB	-
・ 水利用と水資源観測データ更新によるシミュレータの精度向上																															WRBWB	-
・ シミュレーションの実施による水資源配分管理の実施																															WRBWB	-

【略語】Kg: キニャスングウェ，Mk: ムコンドア，Wa: ワミ，Ur: アッパールブ，Ng: ンゲレンゲレ，Lr: ローワールブ，Ct: コースト，MIS: 情報管理システム，MoW: 水省

【順位】A: 非常に高い，B: 高い，C: 必要である，：サブ流域間で優先順位は無く、全てのサブ流域で実施すべき

【注釈】：調査　：計画　：実施　：施設運転とモニタリング

第 9 章　セクター別優先プロジェクト

第 9 章　　セクター別優先プロジェクト

9.1　概要

本プロジェクトではワミ・ルブ流域管理事務所が中心となって実施していくべき統合水資源管理・開発計画のブループリントを策定した。このブループリントは、水資源の持続性と社会・経済活動が両立可能な水利用がなされるという 2035 年の計画目標を達成するために必要な活動・プロジェクトの内容を明確に提示したものであり、水資源の開発可能量および各セクターの将来水需要量との比較検討結果に基づいた水資源配分のオプションを示している。各セクターの水需要量はタンザニアの経済発展の状況に応じて変化するものであるため、両立可能な水利用を実現するためには各セクターの動向に応じた対応策の検討・実施が必要となる。

本プロジェクトにおいて、セクター毎の優先順位が高いプロジェクトの計画内容の調査を行ったところ、灌漑セクター、工業セクター、給水セクター、エネルギーセクターに関連する優先順位が高いプロジェクトの実施が計画されていることが判明した。したがって、統合水資源管理・開発計画の目的である水資源の持続性と社会・経済活動を両立可能とする水利用を確立するとの観点から、各優先プロジェクトの実施可能について評価を行った。

9.2　優先プロジェクトの概要

9.2.1 灌漑セクター

1)　全国灌漑マスタープラン

農業セクターは、国内の社会経済の発展に大きく寄与している。農業における国内総生産は 45 パーセント、輸出所得は 30 パーセントを占め、農業セクターの労働人口は、総労働人口の 80 パーセントに上る（農業省、2008）。タンザニアでは、伝統的耕作法を用いた小規模自営農業がメインである。小作農は、耕作の道具として鍬のみを使い、気候の影響を受けやすい天水農業に頼っており、灌漑農地が灌漑に適した農作地全体に占める割合は、全国平均で約 3%程度である（NBS 2006）。

農業セクターの組織・制度的な枠組みとして、農業・食糧安全保障・協同組合省（MoAFSC：Ministry of Agriculture, Food Security, and Cooperative）は、2002 年に農業セクター開発戦略（ASDS：Agriculture Sector Development Strategy）を打ち出した。ASDS は、農業の生産性および収益性を高める能動的で協同的な環境を創出することを目的としている。セクターではその後、開発戦略達成のための具体的プログラムとして、農業セクター開発計画（ASDP : Agriculture Sector Development Programme）が策定され、戦略の達成に向けた様々な活動と投資が行われている。国家レベルでの活動計画は、関係省庁の戦略に基づいて計画される一方、県レベルでの活動は、地方自治体（LGAs：Local Government Authorities）が県開発計画（DDP：District Development Plan）の一部である県農業開発計画（DADPs : District Agriculture Development Plans）に基づいて計画されている。2005 年以降、開発パートナー（DPs：Development Patners）は、バスケット・ファンドを通して ASDP の様々な活動をサポートしている。

タンザニア政府は食糧保障と換金作物増産の観点から灌漑セクターの開発を重視している。これは当該国の貧困削減戦略ペーパーである MUKUKUTA においても、灌漑施設の増設が重要な開発戦略の一つであることからも伺える。当該セクターの開発を促進するために MoAFSC は、2002 年に JICA の支援を通じて全国灌漑マスタープラン（NIMP : National Irrigation Master Plan）を策定した。NIMP の策定は、1994 年に策定された国家灌漑開発計画（NIDP : National Irrigation Development Plan）を改定したものである。NIMP は、ASDS の目的の一つである「国家資源の有効利用」を達成するための「持続的な灌漑開発」を目的としている（JICA、2002）。灌漑は、旱魃からの保護に大きな役割を果たし、各戸世帯の農業生産と食糧を保障するものである（MoAFSC、2009）。

2)　計画の内容

NIMP では、技術面、経済面、環境面、実施の容易性、社会面、地域性の 6 項目から、調査対象地区となった 1,428 灌漑スキームの実施優先判定を行い、灌漑可能農地の灌漑化への優先度を高い順位に A から E までの 5 段階で評価している。これらの灌漑可能農地の多くは既に灌漑化されているが、一部のスキームは未着手となっており今後順次灌漑化が進められることとなる。

ワミ・ルブ流域内において既に灌漑化されている灌漑可能農地の水需要は本プロジェクトにおけるトレンドシナリオに反映されている。したがって、本章において評価を行う灌漑セクターの優先プロジェクトは、2011 年においても灌漑化が進められていない灌漑スキームとする。***表 9.1*** に灌漑セクターの優先プロジェクトをサブ流域毎に優先順位別に示す。

表 9.1　ワミ・ルブ流域内の優先プロジェクト（NIMP, 2002）

州	県	灌漑スキーム名	灌漑可能農地 (ha)	水需要量 (m^3)	サブ流域	優先順位
ドドマ	ムプワプワ	Chitemo	600	18750.9	キニャスングウェ	C
モロゴロ	キロサ	Kidogobasi/Kimamba	2800	13665.0	ムコンドア	A
		Ikundi - Kife	40	23.0	ムコンドア	B
		Mkobwe-Msowero	800	40073.3	ムコンドア	C
		Kisitwi	30	17.3	キニャスングウェ	B
	ムボメロ	Mgongola	2750	137752.1	ワミ	A
		Bwage	120	6665.6	ワミ	C
		Hembeti-Mvomero	3600	17569.3	ワミ	E
	モロゴロ(県)	Mkulazi	1500	83320.6	アッパールブ	B
		Usungura	190	10553.9	アッパールブ	C
		Mvuha	150	7600.1	アッパールブ	C
		Mngazi	3000	3189.1	アッパールブ	E
		Duthumi	4000	19521.5	アッパールブ	E
		Matuli	200	11109.4	ンゲレンゲレ	B
		Mkata	200	10133.3	ムコンドア	C
コースト	キサラウェ	Mafizi	450	32418.0	ローワールブ	C
	キバハ	Ruvu Basin	8000	571053.4	ローワールブ	E
	ムクランガ	Nyamaronda	300	19660.0	コースト	B
		Yavayava	300	19660.0	コースト	B
		Kisere	6000	397150.0	コースト	E
		Nasibugani	5000	330958.4	コースト	E
ダル・エス・サラーム	テメケ	Nduji Irrigation Scheme	75	1727.4	コースト	D
		Kisarawe II	10	230.3	コースト	D
		Mwembe Simba	15	345.5	コースト	D

3)　計画実施に伴う水需要

ワミ・ルブ流域内の優先度 A～E に分類された灌漑スキームに必要な水量は、NIMP にて示された当該地域でのクロッピング・パターン（作付体系）ならびに JICA 支援にて策定された MoAFSC の「DADP 灌漑開発のための包括的ガイドライン（2010 年）」（Comprehensive Guideline for Irrigation Development under DADP, 2010）に示された各作物の栽培に必要な灌漑用水の算定方式を採用し、灌漑効率を 30%として算定した。各灌漑スキームの水需要量は灌漑可能農地を上限として算定される。なお、各スキームの完成予定年次は今後タンザニアにより検討される事項であることから、本章においては、2025 年の段階で全ての優先スキームが完成する場合に生じる水需要量に対して、水資源量と比較することとする。

表 9.1 に示した優先プロジェクトの水需要量をサブ流域別にまとめたものを***表 9.2*** に示す。

表 9.2　灌漑セクターの優先プロジェクトの水需要量（サブ流域別）

サブ流域	優先順位					合計 (1,000m³/年)
	A	B	C	D	E	
キニャスングウェ	-	17.3	18,750.9	-	-	18,768.2
ムコンドア	13,665.0	23.0	50,206.6	-	-	63,894.6
ワミ	137,752.1	-	6,665.6	-	17,569.3	161,987
アッパールブ	-	83,320.6	18,154.0	-	-	101,474.6
ンゲレンゲレ	-	11,109.4	-	-	-	11,109.4
ローワールブ	-	-	32,418.0	-	571,053.4	603,471.4
コースト	-	39,320.0	-	2,303.2	728,108.4	769,731.6
合計	151,417.1	133,790.3	126,195.1	2,303.2	1,316,731.1	

表 9.2 に示すように、優先順位が A とされているにも関わらず灌漑化が行われていないスキームの水需要量は、ムコンドア・サブ流域で 13.67MCM/年（1 スキーム）、ワミ・サブ流域で 137.8MCM/年（1 スキーム） となっている。

9.2.2 工業セクター

1)　バガモヨ経済特区

産業活動は、国内の経済成長のための確固たる基盤となる。工業セクターは 2006 年から急速に成長しており、2007 年には初めて製造業輸出が農産物輸出に追いつき、この 10 年間の伸びは 17 倍を記録している。近年では、食品加工、化学薬品、印刷物の製造が盛んになっている（MoFEA 2009）。年間の工業製品高の増加率は、9.2 パーセント（2007 年）から 9.4 パーセント（2008 年）と伸びている。このような工業の成長は、製造活動と輸出製品の増加によるものである。

近年、ダル・エス・サラーム港を中心とした工業地域の開発可能地が限られるなか、タンザニア工業セクターの急速な発展に対応し、更なる外国ならびに国内投資促進を目指すために、タンザニア政府は「経済特区」（SEZ : Special Economic Zone）設立を促進している（WB, 2010）。国家経済政策（2010 年）の一環として、政府は SEZ として***表 9.3*** に示す 14 地域を指定し、バガモヨ県を最初の重要地域とし、「バガモヨ経済特区マスタープラン」（2011 年）を策定した。同マスタープランは、バガモヨ県での工業・経済発展を促進するために、港湾、鉄道、高速道路、さらに空港といった大型インフラ開発計画を含み、工業施設、商業施設、宅地、娯楽施設などから構成される大型複合施設の建設を目的としている。

表 9.3　経済特区

	経済特区対象地域（州）	敷地面積（km²）
1	**コースト（バガモヨ県）**	84
2	アルーシャ	16
3	キリマンジャロ	12
4	**モロゴロ**	20
5	**マニャラ**	5.3
6	マラ	22
7	ムトワラ	26.73
8	キゴマ	50
9	カゲラ	26.12
10	ルブマ	22.07
11	**タンガ**	20
12	ムワンザ	20
13	ムベヤ	1.97
14	リンディ	10

出典: EPZA (2010), Feasibility Study for the Proposed Bagamoyo Special Economic Zone in Pwani Region

経済特区として選定された 14 州の内、コースト州以外にワミ・ルブ流域内に一部の地域が含まれる州は、モロゴロ、マニャラ、タンガ州の 3 州である。しかしながら、2012 年 8 月現在、

具体的な地域は公表されておらず、詳細な計画も策定されていない。したがって、工業セクターにおける具体的な開発プロジェクトはバガモヨ経済特区のみである。

なお、バガモヨ経済特区の開発に伴う水需要量は、本プロジェクトで行ったトレンドシナリオに基づく水需要予測には反映されていないが、工業セクター成長シナリオに基づく水需要予測には反映されている。

2)　計画の内容

バガモヨ経済特区の土地面積は約 9,000ha であり、主要コンポーネントは工業用地の開発となる。当該マスタープランは 3 つのフェーズから構成されており、第 1 フェーズは、最初の 5 年間をかけて､採用する開発シナリオ次第で 88ha から 287ha の土地を工業用地として開発する。第 2 フェーズは、プロジェクト開始から 12 年間をかけて 1,100ha から 2,200ha を開発するが、同フェーズ期間内には中継道路の 4 車線化ならびに 2025 年までに全長 1,320m の岸壁構造物を有する港湾の建設計画を含む。第 3 フェーズでは、開始から 20 年の間に、採用する開発シナリオ次第で、690ha から 3,258ha が開発される計画である。

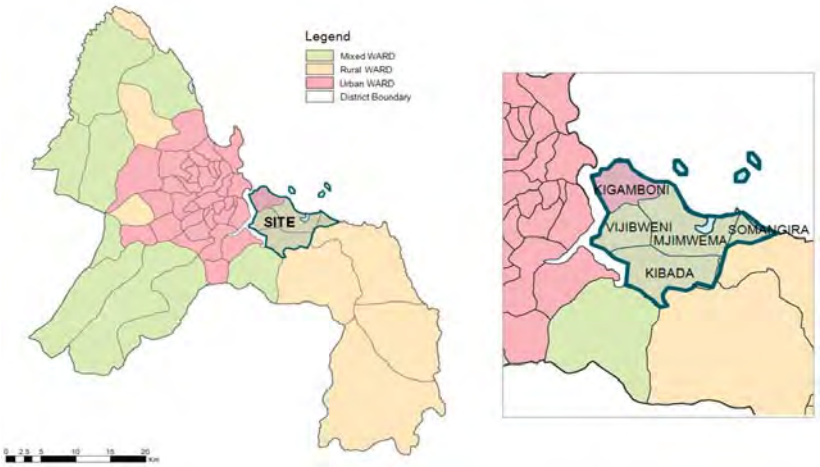
3)　開発に伴う水需要

ダル・エス・サラーム上下水道公社（DAWASA）がルブ川から取水して、当該経済特区の位置するバガモヨ県都市部への給水を行っている。経済特区の水需要は、DAWASA の既存水道の拡張か地下水の利用・併用による対応が考えられるが、当該マスタープランはその需要量を計画全体で約 300 百万 m^3/年と見積もっている。

9.2.3 新都市計画

1)　キガンボニ新都市計画

ダル・エス・サラーム州全体の人口は、2030 年までに現在の 2 倍、すなわちタンザニア本土の全人口の 10 パーセントに相当すると予測されており、同市の拡大と人口集中に対する総合的な対策として、タンザニア政府はダル・エス・サラーム・キガンボニ地区に新都市の建設を計画し、土地住宅居住開発省により「キガンボニ新都市マスタープラン」(2010) が策定された。開発対象地域は***図 9.1*** に示されるテメケ市内の 5 地区、キガンボニ、ムジムウェマ、ビジブウェニ、キバダ、ソマンギラが対象としている。5 地域の総面積は、6,494ha に及ぶ。



出典：　Kigamboni New City Master Plan Planning Studies, 2010

図 9.1　キガンボニプロジェクト地域

計画総地域面積の内、居住地としての利用面積が最も大きく全体の 37 パーセントを、次いで海岸地域の孤島や水族館の建設などの観光開発を目的とした利用が 17 パーセントを占める。

2)　開発計画の内容

土地住宅居住開発省によると、国会において 2011/2012 年度予算が承認されると、各マスタープラン実施機関は、キガンボニ地域において、道路、橋、水、電気、通信の整備に取り掛かかっているようである。当該マスタープランは 3 つのフェーズから構成され、第 1 フェーズ（2011 年～2020 年）にて、現在ダル・エス・サラームに集中している行政および商業ビジネスの機能を、新都市に移転する計画である。新都市では、ダル・エス・サラーム外部からの新たな定住者のために、53,900 戸の住宅と 323,200 人の人口の収容を可能にする開発を行う。効率的な都市開発を促進するために、インフラ社会基盤サービスの整備も併せて行う。第 2 フェーズ（2021 年～2025 年）ではさらに、増加する 488,800 人の人口の収容と 81,500 戸の住宅建設を行い、第 3 フェーズでは、居住地域の開発として、今後 500,000 人の収容を可能にするために必要な社会サービス、施設、生活設備を備えた 83,400 戸の住宅の提供に取り組む。

3)　開発に伴う水需要

当該マスタープランの給水計画が含まれており、水需要量を生活用水、商業用水、ならびに消防用用水と分類し、1 日あたりの最大需要量を以下のように予測している（***表 9.4***）。生活用水の予測最大需要は全体の約 90％を占め、162,500m^3/日となっている。

表 9.4　新都市水需要予測（m^3/日）

分類	予測最大需要量
生活用水	162,500
商業用水	17,800
消防用水	1,200
合計	181,500

出典: Kigamboni new city master plan main report, May 2010

9.2.4 都市給水

タンザニア政府は、2002 年の国家水政策において、国民全員が清潔で安全な水に 400m 以内の範囲で平等にアクセスできることを目標としている。水省（MoWI: Ministry of Water）は、この国家水政策および第 2 次貧困削減戦略を実施に移す戦略として、国家水セクター開発戦略（NWSDS 2007: National Water Sector Development Strategy)を策定した。水セクター開発プログラム（WSDP: Water Sector Development Programme）は同戦略の実施プログラムであり、2025 年の Tanzania Vision のゴールまでに、地方部で 90%の給水と 75％の衛生施設整備、都市部で上下水道の 100%整備、９つ全ての流域での総合的な水資源管理を目標としている。WSDP は、以下の 4 コンポーネントから構成されている。

コンポーネント 1:　水資源管理

コンポーネント 2:　地方給水・衛生

コンポーネント 3:　都市上下水道

コンポーネント 4:　制度強化・能力開発

WSDP のフェーズ 1 は 2007 年 7 月に開始し、2012 年 6 月に終了予定であったが、計画していた目標を達成できず、2014 年 6 月まで延長することになった。

上記の内、コンポーネント 3 : 都市給水については、全国 20 の都市に設立されている都市上下水道公社（UWSA: Urban Water Supply and Sewerage Authority）が担当している。ワミ・ルブ流域内の UWSA は以下の通りである。

- ダル･エス･サラーム：　給水施設の所有者である DAWASA (Dar es Salaam Water Supply and Sewerage Authority)及び給水施設の運転管理者（給水サービス提供者）である DAWASCO (Dar es Salaam Water Supply and Sewerage Company)

- モロゴロ都市部：　所有者及び運転管理者の両責任を持つ MORUWASA (Morogoro Urban Water Supply and Sewerage Authority)
- ドドマ都市部：　所有者及び運転管理者の両責任を持つ DUWASA (Dodoma Urban Water Supply and Sewerage Authority)

ワミ・ルブ流域内の各 UWSA は、UWSA 給水地域の水需要を満たすことを目的として優先プロジェクトを計画している。以下に各 UWSA による優先プロジェクトの内容を示す。

1)　DAWASA 給水地域の給水改善

(1)　計画の優先度

ダル・エス・サラームはタンザニアにおける最大の都市であり、東アフリカ地域においても最大の都市となっている。また、サブサハラ・アフリカ内で最も急速に成長している都市であり、成長に伴い給水サービスの需要が増大している。しかし、現在の給水率は 55%[1]に留まっているため、現在の不足量へ対応及び将来の人口増加に伴う水需要を賄うことを目的として各種プロジェクトが計画されている。

(2)　計画に伴う水需要

水省(2011)による DAWASA が管轄する給水地域における 2032 年までの水需要量予測結果および水生産量の計画を***表 9.5*** に示す。水需要量は 2007 年から 2032 年にかけて 2.3 倍に増加し、2032 年の需要量を満たすためには、2007 年の水の生産量を 3.3 倍に増加させる必要がある。

表 9.5　DAWASA 給水地域の水需要予測および生産量

項目	実績	計画		
	2007	2015	2025	2032
人口	3,256,590	4,358,761	6,162,697	7,591,495
水需要 (m^3/日)	411,631	547,673	780,980	963,982
水生産量 (m^3/日)	300,000	710,000	862,000	974,000

出典：水省 (2011) Special Program for Improvement of Water Supply and Sewerage Services in Dar es Salaam (2011-2013)

(3)　計画の内容

今後増加する水需要への対応を目的として、水省(2011)は 2014/2015 年までの特別中期計画（Special Program for Improvement of Water Supply and Sewerage Services in Dar es Salaam）を策定した。本計画における優先プロジェクトを***表 9.6*** に示す。

表 9.6　DAWASA 給水地域の優先プロジェクト

プロジェクト	内容	特別ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑの実施予定 [2]
キドゥンダ・ダムの建設	19.2 千万 m^3 の多目的ダムの建設で、20MWh 水力発電及びダムへの 75km アクセス道路を含む	詳細設計報告書は 2012 年末までに予定され、建設は次年度 2012/2013 開始予定
キムビジ及びムペラでの深井戸建設、また、ポンプ場、導水本管、受水槽の建設	キムビジで 260,000 m^3/日生産を目指す深井戸 20 井及びムペラで 108,000 m^3/日生産を目指す深井戸 10 井の掘削	キムビジで 12 井及びムペラで 8 井の掘削が 2013 年までに予定
キドンゴゼロでルブ川分水の建設	ローワールブ取水施設からの取水可能量を確保する	2013 年末までの完成予定
ローワールブ浄水場拡張及び導水管延長	容量 18 万 m^3/日から 27.9 万 m^3/日を可能とする拡張及びローワールブからダル・エス・サラームまでのφ1800mm 導水本管の複線化	拡張は 2013 年初期に完成予定、導水管工事は 2013 年中期完成予定
アッパー・ルブ浄水場拡張及び導水管延長	容量 8.2 万 m^3/日から 15 万 m^3/日を可能とする拡張及びキバハからキマラまでの 3 本目のφ900mm 導	2015 年までの完成予定

[1] Ministry of Water (2011): Water Sector Status Report 2011 with a Summary of Water Sector Progress since 2007

[2] 完成予定時期については 2011 年時点での計画である。

プロジェクト	内容	特別ﾌﾟﾛｸﾞﾗﾑの実施予定 [2]
	水本管の延長	
新規地域への給水網延長	キムビジ、ムペラ、アッパー・ルブ及びローワー・ルブの拡張により、給水されていない地域への延長のための貯水槽及び配水網の建設	2015 年までの完成予定
ペリアーバン地域の深井戸建設 [3]	DAWASA 網より給水されていない地域で深井戸 28 井の掘削及び 18 井の改修	2015 年までの完成予定

出典：DAWASA Business Plan for 2011/12-2013/14, 2011 年 11 月及び Special Program for Improvement of Water Supply and Sewerage Services in Dar es Salaam (2011-2013)、水省、2011 年 1 月より調査団まとめ

2)　MORUWASA 給水地域の給水改善

(1)　計画の優先度

モロゴロ市はモロゴロ州の中心都市であり、旧首都であるダル・エス・サラームと現在の首都であるドドマとの中間地に位置している。モロゴロ市の重要性は高まっており、それに伴い水需要が増加している。モロゴロ市街地への給水は MORUWASA が実施している。2009 年の水需要量 30,000m^3/日に対し、実際の生産量は 24,675m^3/日に留まっており、今後増大する水需要を満たすために、MORUWASA の給水網の改善が必要となっている。

(2)　計画に伴う水需要

MORUWASA 給水地域における 2009 年から 2025 年にかけての将来水需要予測及び計画水生産量を***表 9.7*** に示す。

表 9.7　MORUWASA 給水地域の水需要量予測および計画水生産量

項目	2009 年	2013 年	2025 年
人口予測（人）	315,646	514,524	638,484
水需要量 (m^3/日)	30,000	64,500	80,000
水生産量 (m^3/日)	24,675	33,000	53,000

出典：MORUWASA Three Year Business Plan 2010/2011-2012/2013, 2010 年 9 月及び
MORUWASA Sixteen Years Strategic Plan 2009/2010-2024-2025, 2009 年 3 月

(3)　計画の内容

表 9.7 に示した MORUWASA 給水地域の増大する水需要に対応するために複数の優先プロジェクトが計画された。各プロジェクトの内容および実施計画を***表 9.8*** に示す。

表 9.8　MORUWASA 給水地域の優先プロジェクト

プロジェクト [4]	内容	実施計画 [5]
既存配水システムの能力を 3,000 m^3/日向上するための改善	- 容量 1,000m^3/時のポンプ 2 基の設置 - 径 500mm 配管の 1,887km 敷設 - マフィガ施設の改修・拡張 - 1,000m^3 浄水タンクの新規建設 - 径 700mm 導水管のミンドゥ・ダムからマフィガ浄水場まで 2.5km の敷設	2013 年末完了予定
マムボゴ取水施設・処理施設の能力を 2,000 m^3/日向上するための改修	- 取水口の改修 - 浄水場の新規建設 - 容量 450 m^3 の貯水槽建設 - 道路 200m 間の改修	2013 年末完了予定

[3] 水省(2011)では、具体的な水量は確定されていない。

[4] 具体的な開発水量が記載されていないプロジェクトについては、現時点において具体的な数値が確定していない。

[5] 各プロジェクトの完了予定時期は、2009 年および 2010 年時点の完了計画年である。

プロジェクト [4]	内容	実施計画 [5]
	- バハティ及びボマ道路の貯水槽 3 基の改修	
ムクンディ給水プロジェクト	- 導水本管の建設 - ポンプ室の建設 - ポンプ及び動力設備の設置 - 容量 1,000m^3 の貯水槽建設 - 配水本管の敷設	2013 年末完了予定
ムボメロ県本部給水プロジェクト（ダカワ給水プロジェクト）	- 導水本管の建設 - ポンプ室の建設 - ポンプ及び動力設備の設置 - 容量 1,000m^3 の貯水槽建設 - 配水本管の敷設	2013 年末完了予定
追加水源の詳細調査	- ウルグル山の小川・ルブ川沿いへの小型ダム建設に関する調査 - ミンドゥ・ダム敷地の調査	実施中
Kibwe、Mgolobe、Vituli 取水施設の建設	- 非効率の取水施設の再建設	2012 年度開始予定
市街地内の深井戸掘削及び既存システムへの接続	- 各生産量 240m^3/日の深井戸 4 井の建設	2015 年完了予定
給水サービスの拡張	- Nanenane、Mlimakola、Tungi、Kingolwira、Bigwa、Kihonda-Chambo、Lukobe、中心都市及び Area Five と Six 各地区への拡張	2013 年末完了予定
貯水槽の建設	- 容量 11,550m^3 の貯水槽建設	2023 年完了予定
ミンドゥ･ダムの 2.5m 水位上昇又は代替水源の開発	- 水生産量 24,000m^3/日から 53,000m^3/日への増産	2022 年完了予定

出典：MORUWASA Three Year Business Plan 2010/2011-2012/2013, 2010 年 9 月及び
MORUWASA Sixteen Years Strategic Plan 2009/2010-2024-2025, 2009 年 3 月より調査団がまとめた

3)　DUWASA 給水地域の給水改善

(1)　計画の優先度

首都であるドドマ市は、近年ドドマ大学等の教育施設の新規建設と共に急成長しており、将来は更に成長することが予測されている。ドドマ市への給水は DUWASA が実施している。今後増加していく水需要を満たすための給水施設の整備が必要となっている。

(2)　計画に伴う水需要

DUWASA 給水地域における 2025 年までの将来水需要予測を***表 9.9*** に示す。2025 年の水需要量は 2010 年の水需要量の約 1.8 倍となる。なお、予測結果には近年建設されたドドマ大学や建設予定の他の教育施設の整備に伴う水需要量は含まれていない。

表 9.9　DUWASA 給水地域の水需要量予測

項目	2010 年	2015 年	2025 年
人口予測（人）	267,428	366,044	523,427
水需要量 (m^3/日)	51,148	65,694	94,218

出典：DUWASA Business Plan 2010/2011-2014/2015, 2010 年 6 月

(3)　計画の内容

ドドマ市の将来水需要量を満たすことを目的として DUWASA が計画している優先プロジェクトの内容及び実施計画を***表 9.10*** に示す。実施計画として完了時期は設定されているが、各プロジェクトの優先順位は設定されていない。また、生産水量を確保することを目的とした

優先プロジェクトであっても、現時点においては計画取水量が確定しているものはない。しかしながら、DUWASA 給水地域の将来水需要は、本プロジェクトで実施した水需要予測に既に含まれている。

表 9.10　DUWASA 給水地域の優先プロジェクト

プロジェクト[6]	内容	実施計画[7]
給水ネットワークの延長	Kikuyu 、Itega 、Ntyuka 、Chidachi 、Mkonze 、Nzuguni 、Mwangaza、Ndachi 及び Kisasa への 210km 延長	2015 年完了予定
配水管の建設	Ilazo、Mbwanga、Nkuhungu、Kisasa 及び Nzuguni への延長	2015 年完了予定
未計画地域への追加給水キオスク設置	Kikuyu、Nzuguni 及び Miyuji 地域での設置	2015 年完了予定
導水本管の建設	ムザックウェからドドマ町までの 30km にφ600mm 本管を設置	2015 年完了予定
既存深井戸の改修及びポンプの交換	既存深井戸 22 井改修及び水中ポンプ 12 基交換	2013 年末完了予定
新規深井戸の掘削及びポンプの設置	新規生産井 3 井掘削及び水中ポンプ 3 基設置	2015 年完了予定
新規ポンプ場の建設	Mzakwe 地区及び Kilimani 地区での建設	2015 年完了予定
ポンプ場の改善	Mailimbili 地区内のポンプ場工事	2015 年完了予定
貯水槽の建設	Imagi 地区に 7,000m^3 タンク及び Itega 地区に 5,500m^3 タンクの建設	2015 年完了予定
ンゴングオナ及びイユンブの深井戸建設	賦存量 12 m^3/時	2012 年度開始予定
ファルクワ・ダム･プロジェクト	貯水容量約 2.4 億 m^3	2014 年完了予定
ホムボロ・ダム･プロジェクト	水面積 15.4km^2 、標高 1,038m の 1957 年建設のダムの改修	2014 年以降の完了予定

出典：DUWASA-3 Years Business Plan 2012/13-2014/15 及び DUWASA Business Plan 2010/2011-2014/2015, 2010 年 6 月に基づき調査団がまとめた

9.2.5 地方給水

1)　計画の優先度

WSDPの地方給水コンポーネントの基本は、各地方自治体が策定する県給水･衛生計画（DWSP: District Water and Sanitation Plan）である。DWSPは大きく分けると、未稼働の給水施設の改修や既存給水施設の拡張プロジェクトであるクイック・ウイン・プロジェクト[8]と、新規施設の建設プロジェクトの 2 種類がある。WSDPを開始した 2007 年時点では、各地方自治体はDWSPを策定していなかったため、それまで実施していた給水施設の改修および拡張プロジェクトの実施から開始した。したがってWSDP地方給水コンポーネントのフェーズ 1 は当初、クイック・ウイン・プロジェクトから開始された。

その後、水省の指導により 2008 年～2009 年にかけ各地方自治体はDWSPを策定し、計画に基づいた新規施設の建設に係わる調達を開始した。しかしながら、新規施設の建設プロジェクトに関しては、以下の理由[9]から計画より遅れた進捗となっている。

[6] 具体的な開発水量が記載されていないプロジェクトについては、現時点において具体的な数値が確定していない。

[7] 各プロジェクトの完了予定時期は、2010 年時点の計画である。

[8] クイック・ウィン・プロジェクト (quick win project) は、既存施設の改修により早急に成果をだせる小型プロジェクトである。

[9] Ministry of Water (2010) Rural Water and Sanitation Component, WSDP Water Sector Status Report

- 地方自治体の計画実施に対する能力不足
- 概算積算における、単価の過小見積り
- 計画開始の遅延
- 必要機材・資材の調達に関る在庫不足・配送遅延等による支障
- 国から県への資金調達の遅れ

WSDP フェーズ 1 の延長期間である 2014 年 6 月までに各県において 10 プロジェクトの実施を計画していたが、進捗の遅れおよび実施予算の制約により、各県平均で 5 プロジェクトを実施する計画に修正された。また、フェーズ 1 の延長期間に実施できなかったプロジェクトは、フェーズ 2 において実施する計画となっている。

なお、WSDP において計画される地方給水プロジェクトは、各県均等に実施していく計画となっており、優先順位は定められていない。また、地方給水における将来水需要は、本プロジェクトにおいて実施した水需要予測に含まれている。

2)　水需要量

ワミ・ルブ流域内に位置する県/市全域の水需要量、および県/市の一部がワミ・ルブ流域内に含まれる場合はその地域における水需要量を***表 9.11*** に示す。

表 9.11　WSDP 地方給水プロジェクトの水需要量（生活用水）

州	県/市	水需要量 (m^3/日)	
		県内	ワミ・ルブ流域内
ダル・エス・サラーム	キノンドニ	2,778	2,778
	イララ	1,541	1,541
	テメケ	4,557	4,557
コースト	バガモヨ	434	434
	キバハ・タウン	553	553
	キバハ	571	571
	キサラウェ	485	435
	ムクランガ	451	147
モロゴロ	ムボメロ	892	892
	モロゴロ・アーバン	191	191
	モロゴロ・ルーラル	713	713
	キロサ	1,402	1,163
ドドマ	コングワ	2,116	2,116
	ムプワプワ	787	285
	コンドア	1,852	686
	ドドマ・アーバン	864	816
	チャムウィノ	1,117	815
	バヒ	891	231
タンガ	ハンデニ	1,453	792
	キリンディ	1,432	1,302
マニャラ	キテト	213	140
	合計	25,293	21,158

出典：水省地方給水局の資料にもとづいて調査団がまとめた。

3)　開発計画の内容

表 9.11 に示した水需要を満たすことを目的として、WSDP 地方給水コンポーネントにおいて県毎にプロジェクトの実施が計画された。WSDP フェーズ 1 の地方給水コンポーネント・フェーズ 1 における実施が計画されていたプロジェクト数及び 2012 年 9 月時点において実施中であるプロジェクトの数を***表 9.12*** に示す。表においては、ワミ・ルブ流域に含まれる県の全域におけるプロジェクト数と、一部の地域が流域内に含まれる県の場合はその地域におけるプロジェクト数を、それぞれ区分して提示した。

表 9.12　ワミ・ルブ流域内の各県の WSDP 地方給水フェーズ 1 のプロジェクト数

州	県/市	県全体でのプロジェクト数			ワミ・ルブ流域に含まれる地域のプロジェクト数		
		計画	設計人口	実施中	計画	設計人口	実施中
ダル・エス・サラーム	キノンドニ	21	111,136	0	21	111,136	0
	イララ	10	61,656	1	10	61,656	1
	テメケ	10	182,297	0	10	182,297	0
コースト	バガモヨ	10	17,360	0	10	17,360	0
	キバハ・タウン	15	22,120	4	15	22,120	4
	キバハ	10	22,845	3	10	22,845	3
	キサラウェ	11	19,419	0	9	17,412	0
	ムクランガ	10	18,055	0	4	5,878	0
モロゴロ	ムボメロ	11	35,661	2	11	35,661	2
	モロゴロ・アーバン	10	7,632	0	10	7,632	0
	モロゴロ・ルーラル	10	28,504	0	10	28,504	0
	キロサ	13	56,073	0	9	46,514	0
ドドマ	コングワ	14	84,632	3	14	84,632	3
	ムプワプワ	10	31,486	1	4	11,390	0
	コンドア	27	74,072	0	11	27,444	0
	ドドマ・アーバン	10	34,555	3	9	32,620	2
	チャムウィノ	10	44,688	4	7	32,595	2
	バヒ	10	35,634	3	3	9,247	0
タンガ	ハンデニ	17	58,110	0	9	31,683	0
	キリンディ	15	57,260	1	13	52,086	1
マニャラ	キテト	3	8,540	0	2	5,601	0
	合計	257	1,011,735	25	201	846,313	18

出典：水省・地方給水局の資料より、調査団まとめ

9.2.6 火力発電所の新規建設

現在ワミ・ルブ流域内には 5 つの火力発電所が稼動中であるが、これらに加えて、TANESCO によると、2013 年までに 2 ヶ所の火力発電所が新たに建設される予定である。その一つであるキニェレジ火力発電所は、「ガス蒸気結合サイクル発電所」という新しいシステムを導入し、電力生産能力も二倍になるため、既存の発電所よりも多量の水が必要となる。これら火力発電所の水需要算定にあたっては、1）計画されている発電能力に対し、2）発電方式が同様（ガス・エンジン方式）の既存火力発電所での日平均稼動時間、16 時間を採用し、年間発電量を算出した。同様に、発電方式が同様の既存火力発電所の上記データから、3）発電量あたりに必要な水量を 0.0255m^3／MWh と算定し、必要水量の推定を行った。***表 9.13*** にこれら新設される火力発電所の発電能力と推定発電量、ならびに年間で必要な水量を示した。既存発電所の水需要に加えて、50,633m^3 が新規需要として加算される。

表 9.13　ワミ・ルブ流域に新設される火力発電所での水需要

州	発電所	発電方法	発電能力（MW）	計画発電量（MWh/年）	必要水量 (m^3/MWh)	必要水量合計 (m^3/年)
ダルエスサラーム	キニュレジ	ガス・タービン	240	1,401,600	0.0255	35,741
ダルエスサラーム	ウブンゴ	ガス・タービン	100	584,000	0.0255	14,892
					合計	**50,633**

なお、火力発電所の新規建設に伴い生じる水需要量は、本プロジェクトで実施した水需要の算定に既に含まれている。

エネルギー鉱物省によると、現在、この発電所の取水源の確保が重要な課題となっている。現在、関係者間で議論されている水源の選択候補を***表 9.14*** に纏める。

表 9.14　キニェレジ火力発電所における冷却水源候補

冷却水源候補	議論課題
ルブ川からの取水	• 水道管の敷設に高ｺｽﾄ • ﾙﾌﾞ川表流水の取水は DAWASCO からの反論の可能性
深井戸	• 地下水賦存量の未確認 • 地下水は塩水であることが予想され、浄水施設の建設に高ｺｽﾄ
空気冷却 （大型扇風装置による冷却）	• 蒸気冷却用の大型扇風装置の導入に高ｺｽﾄ • 装置稼動のためのさらなる電力の必要性

出典: エネルギー・鉱物省

9.3　ワミ・ルブ水資源管理・開発計画を考慮したセクター別優先プロジェクトの評価

9.3.1 水資源管理・開発面での評価

前節までに述べた灌漑セクター、工業セクター、生活用水セクター、エネルギーセクターにおいて計画されている優先プロジェクトの実施に伴い生じる水需要量に対して、水資源の持続性と社会・経済活動を両立する水利用を確立するとの観点から各セクターの優先プロジェクトの実施可能性について評価を行った。

評価においては、***第 5 章***において述べたトレンドシナリオにおける水資源開発計画の内容と、サブ流域毎の各セクターの優先プロジェクトの水需要量と比較した。比較の結果、水資源開発計画で提示した開発可能な水資源量で賄えるのであれば当該セクターの優先プロジェクトとする。賄えない場合には、灌漑効率向上シナリオもしくは工業セクター成長シナリオにおける水資源開発計画の内容と比較し、優先プロジェクトの実施可能性について検討した。

なお、優先順位が高いプロジェクトから優先的に実施されていくという考え方に基づいて、優先順位が高いプロジェクトから順に需要量を加算して水資源開発計画の内容と比較した。

また、NIMP において優先順位が付けられているが 2012 年時点で灌漑化されていない優先プロジェクトの計画対象年は、灌漑用水需要は ***9.2.1 節***に述べたように 2025 年とした。工業セクターのバガモヨ経済特区については 2033 年が対象年とされているが、比較対象となる水資源の開発計画は 2035 年が最も近いことから 2035 年とした。

検討結果を***表 9.15*** に示す。

優先プロジェクトの水需要が、トレンドシナリオに基づく水資源開発計画の範囲内で賄われる場合、表流水のみで賄うことが可能であれば“S”とし、地下水による補完が必要な場合は、“SG”として表示した。また、地下水による補完を行っても賄うことができない場合には“N/A”として表示した。

表 9.15　各セクターの優先プロジェクトに対する水資源管理面での評価

セクター	サブ流域	優先順位				
		1	2	3	4	5
灌漑（対象年：2025 年） トレンドシナリオには含まれていない。	キニャスングウェ	-	0.017 MCM トレンド：N/A 灌漑効率：SG	18.75 MCM トレンド：N/A 灌漑効率：N/A	-	-
	ムコンドア	13.67 MCM トレンド：SG 灌漑効率：SG	0.023 MCM トレンド：SG 灌漑効率：SG	50.21 MCM トレンド：SG 灌漑効率：SG	-	-
	ワミ	137.8 MCM トレンド：N/A 灌漑効率：N/A	-	6.67 MCM トレンド：N/A 灌漑効率：N/A	-	17.57 MCM トレンド：N/A 灌漑効率：N/A
	アッパールブ	-	83.32 MCM トレンド：SG 灌漑効率：S	18.15 MCM トレンド：SG 灌漑効率：SG	-	-
	ンゲレンゲレ	-	11.11 MCM トレンド：SG 灌漑効率：SG	-	-	-
	ローワールブ	-	-	32.42 MCM トレンド：S 灌漑効率：S	-	571.05 MCM トレンド：N/A 灌漑効率：N/A
	コースト	-	39.32 MCM トレンド：S 灌漑効率：S	-	2.30 MCM トレンド：S 灌漑効率：S	728.11 MCM トレンド：N/A 灌漑効率：N/A
工業 トレンドシナリオには含まれていないが、工業セクター成長シナリオには含まれている。	コースト（バガモヨ経済特区、対象年：2033 年）	300.00 MCM トレンド：N/A 工業成長：N/A	-	-	-	-
生活用水 トレンドシナリオには含まれている。	コースト（キガンボニ、対象年：2025 年）	59.3 MCM トレンド：SG	-	-	-	-
	コースト（DAWASA、対象年：2032 年）	351.85 MCM トレンド：SG	-	-	-	-
	ンゲレンゲレ(MORUWASA、対象年：2025 年）	19.35 MCM トレンド：SG	-	-	-	-
	キニャスングウェ（DUWASA、対象年：2025 年）	34.89 MCM トレンド：SG	-	-	-	-
エネルギー トレンドシナリオには含まれている。	コースト（ダル・エス・サラーム）	0.05 MCM トレンド：S	-	-	-	-

表 9.15 に示した検討内容から、各セクターの優先プロジェクトは以下のように評価できる。

灌漑セクターの優先プロジェクトについては、キニャスングウェ、ムコンドア・サブ、コースト・サブ流域等、トレンドシナリオに含まれていない灌漑スキームの需要量を賄うことができないサブ流域が確認されるが、灌漑規模が大きいスキームにおいては規模を縮小することによる対応可能な場合もある。

工業セクターの優先プロジェクトは、一部の需要を賄うことは可能であるが、想定されている需要量を賄うことはできないと評価される。したがって、他セクターとの調整を含めた計画内容の改善が必要であると言える。

生活用水セクターの優先プロジェクトについては、需要量はトレンドシナリオに反映されており需要を満たすことも確認されているため、優先プロジェクトは実施可能であると評価できる。

エネルギーセクターの優先プロジェクトについては、需要量はトレンドシナリオに反映されて

おり需要を満たすことも確認されているため、実施可能であると評価できる。

なお、タンザニアでは NAWAPO(2002)においては生活用水が第一優先とされているが、他のセクター間の優先順位が確定されるには至っていない。したがって、今後開発を進めるにおいてはセクター間の調整が必要となる。

9.3.2 環境・社会配慮面での評価

1)　国家灌漑マスタープラン(2002)

国家灌漑マスタープランは、タンザニアにおいて 2004 年に環境管理法により社会環境評価の概念が主流化となる以前の 2002 年に策定された。なお、社会環境に関しては「持続可能な灌漑開発」という観点と共に考慮されており、特に 2017 年を対象年としたマスタープランは、環境配慮に加え、社会的にも持続可能となることを考慮して策定されている。これに関し、灌漑プロジェクトのための環境影響評価（環境および社会影響評価）の実施は、規定の第一段階における計画（環境影響評価による農業に関するプロジェクトセクターNo.1）に従って、環境影響評価と監査規定（2005）において要求されている。したがって、環境・社会的配慮は、マスタープランに関連する灌漑プロジェクト実施期間に実施されると考えられる。

2)　バガモヨ経済特区

環境および社会への影響に関する評価は、提案された経済特区計画に対する戦略的環境アセスメントの実施の予備段階として行われた（COWI, 2011）。さらに、2011 年 3 月に、世銀の技術支援により計画の更新が行われ、その過程においては、初期社会影響評価（SIA)及び初期環境調査（IEE)も実施された。初期社会影響評価（SIA）では、詳細な社会影響評価、及び必要に応じて移転行動計画（RAP）を実施することの必要性が強調された。さらに、包括的な環境影響評価（EIA）の実施は、経済特区の開発に先立って必ず実施すべき事項であることも強調されている。

3)　キガンボニ新都市マスタープラン

新都市マスタープラン(2010)は MLHHSD（土地住宅居住開発省）との契約のもと、コンサルタントにより策定された。このマスタープラン策定のための業務指示書には、調査の計画段階における環境に関する概略把握の実施のみが明記されていただけであったが、給水や排水、下水、固形廃棄物処理に関しても、プランの環境インフラの一部として統合的に考慮されている。

このようなプランやプロジェクトに対する環境影響評価（環境および社会影響評価）の実施は、環境影響評価・環境監査規則（2005）の環境影響評価による土地計画、土地開発、土地開墾、住宅建設、移住に関するプロジェクトセクターNo.22 における第一表において要求事項となっている。

4)　WSDP 都市給水計画

公聴（ステークホルダー協議）を含む環境社会配慮の重要性は、ダル・エス・サラーム上下水道公社による給水および下水事業の向上に関する特別プログラムにおいて提案された優先プロジェクト実施中に強調された（水省、2011 年 1 月）。なお、MORUWASA および DUWASA が計画した優先プロジェクトに対する環境的および社会的な側面に関する同様な情報については、両公社の事業計画書には明確に記載されていない。実際には環境および社会調査は行われるべきではあるが、事業計画書ではそれらに関する情報が単に除外されており、それほど重要ではないとみなされているものと考えられる。

現在実施中の水セクター開発計画／プロジェクトを対象とした、プロジェクトのコンポーネントの環境分類である A,B,C への区分、水省により策定された環境社会配慮ガイドライン（2008）と住民移転方針枠組み（2008）および環境影響評価・環境監査規則（2005）に従った環境社会影響評価による初期のプロジェクトのスクリーニングに関しては、水省により作成された 2011 年の水セクター進捗報告書に記載されている。

水セクター状況報告書 2011 においても、環境社会配慮ガイドライン（ESMF）と住民移転方針枠組み（RPF（2008））に記されている予防措置政策、およびガイドラインに沿うことの重要性が明示されている。さらに、環境社会影響評価（ESIA）の適切な実施における大きな制約事項として、環境社会影響評価に関する調査に取り組む登録された国内のコンサルティング会社が不足していることが指摘された。

なお、環境影響評価・環境監査規定（2005）、水省の環境社会配慮ガイドライン（ESMF）、住民移転方針枠組み（RPF（2005））については、***サポーティング・レポート***の***第 7 章***において詳細を述べている。

5)　WSDP 地方給水計画

ワミ・ルブ流域における地方給水開発プロジェクトに関する全てのレポートは入手不可能であるが、入手できた 2010 年に計画されたドドマ州のムプワプワ県およびコングワ県における地方給水開発プロジェクトのレポートには、計画されたプロジェクトに関する環境社会配慮について記載されている。さらに、上記の水セクター状況報告書 2011 では、殆どの地方給水プロジェクトは小規模であり、環境分類はプロジェクトのスクリーニングとチェックリストの作成、そして少数の住居転移を必要としない自主的な土地収用が必要とされる区分 C と分類されている。

したがって、環境社会影響評価は、水省の責任下において各県により実施または計画される地方給水プロジェクトを含む全ての水セクターのプロジェクトにおいて考慮される必要である。

6)　ダル・エス・サラームにおける火力発電所計画

TANESCO から入手した情報によると、ダル・エス・サラーム市内のキニェレジおよびテゲタにおいて計画された火力発電所計画のための環境影響評価調査は、既に完了し NEMC による審査および提言が承認された。

この点において、火力発電所計画のための環境および社会影響調査の実施は、環境影響評価・監査規則(2005)の環境影響評価によるエネルギーに関するプロジェクトセクターNo.7 における第一表において要求事項となっている。

表 9.16　環境および社会配慮に関する要約

計画/プロジェクト	環境および社会的配慮に関する状況	所見
全国灌漑マスタープラン（2002）	環境および社会的側面は計画策定時に統合的に考慮されている。	ESIA の実施は、関連した計画の実施において環境影響評価・監査規則(2005)の第一表における要求事項となっている。
バガモヨ特別経済特区	初期社会影響評価および初期環境調査は世界銀行により改訂された計画において実施された。	更新された計画では、環境影響評価に沿った詳細な社会影響評価および移転行動計画(RAP)の実施を特別経済特区開発に先立って実施する事を強調している。
キガンボニ新都市マスタープラン	環境プロファイルのみが施主である MLHHSD の業務指示書における要求事項に従って実施された。	ESIA の実施は、関連した計画の実施において環境影響評価・監査規則(2005)の要求事項となっている。
WSDP における都市給水計画	水省は WSDP の全てのプロジェクトに対して、環境面でのプロジェクトの分類(A, B, C)、ならびに ESMF および RPF(2008)に従って、必要に応じて ESIA の実施を強調している。	殆どの都市給水計画の環境区分は、詳細な ESIA の実施が必要な A もしくは B である。
WSDP における地方給水計画	水省は WSDP の全てのプロジェクトに対して、環境面でのプロジェクトの分類(A, B, C)、ならびに ESMF および RPF(2008)に従って、必要に応じて ESIA の実施を強調している。	殆どの地域給水計画の環境区分は詳細な ESIA の実施が必要とされない C である。
火力発電所（ダル・エス・サラーム）	キニェレジおよびテゲタの火力発電所計画における環境関連手続き完了証明書は TANESCO から EIA の実施および承認後に取得済みである。	

参考文献

COWI (2012) Bagamoyo SEZ Master Plan, p79

JICA (2002) The Study on The National Irrigation Master Plan in The Republic of Tanzania,

Ministry of Water and Irrigation (March 2009) The National Irrigation Policy, MoWI, Tanzania, 55p

Ministry of Water and Irrigation (2009) Tha National Irrigation Policy, 56p

Ministry of Water and Irrigation (2010) The Complehensive Guidelines for Irrigation Scheme Development under District Agricultureal Development Plan

National Bereau of Statistics (June 2006) National Samble Census of Agriculture 2002/03 Volume I Small Hoder Agriculture, NBS, Tanzania, 354p

World Bank (2010) Feasibility Study for the Proposed Bagamoyo Special Economic Zone in Pwani Region, 106p

第 10 章　給水分野の優先プロジェクト

第 10 章　　給水分野の優先プロジェクト

10.1　給水計画の概要

10.1.1　対象地域及び給水現状

1)　本調査の対象地域

本プロジェクトによる水資源管理開発計画策定の対象地域はワミ・ルブ流域であり、流域に属するの全ての県（地方自治体）および区（一部は部分的）が給水分野の優先プロジェクトの選定対象地域となる。ワミ・ルブ流域内に含まれると想定される県および区の数を***サポーティング・レポート***の***第 4 章***に示した。

ワミ・ルブ流域には 21 県[1]が属するが、それらの県の全体面積の 53%が流域内に位置する。また、関連する県内の全ての区数 489 の内、ワミ・ルブ流域内に含まれる区数の合計は 389 で、その内 324 区は完全に流域内に位置し、65 区は部分的に属している。

2)　給水状況

プロジェクトのフェーズ 1 で行なったワミ･ルブ流域内の全町･村の給水状況調査の結果から、給水率、水源、給水施設等を含む給水現状を***表 10.1*** にまとめた。

10.1.2　計画人口・水需要量

ワミ･ルブ流域管理事務所は統合水資源管理･開発の目標として、短期を 2015 年、中期を 2025 年及び長期を 2035 年とした目標年次を設定しているため、本調査ではこれらの目標年次を採用する。***サポーティング・レポート***の***第 3 章***に示す通り、以上の目標年次に対応する人口増加率を適用して将来人口を算出し、給水原単位を用いて、サブ流域毎に水需要量を予測した。これらの情報をフィージビリティ・スタディの設計条件として利用する。

[1] タンガ州パンガニ県の Mkwaja 区の一部（約 9%、県内の約 2%）はワミ・ルブ流域内に位置するため、本来は 22 県が流域内に存在することになるが、該当面積は極めて小さく居住地には該当しないため、調査対象外とした。

表 10.1　ワミ・ルブ流域内の給水状況要約

州	県	給水人口	全人口	給水率 (%)	水需要量 (1,000m³/年)			給水施設数														水源				
								管路系施設				ﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ		浅井戸		ダム		その他								
					地方	都市	合計	自然流下式		圧送式												湧水	地下水		表流水	天水
								稼動	未稼働	稼動	未稼働	稼動	未稼働	稼動	未稼働	稼動	未稼働	稼動	未稼働				深井戸	浅井戸		
ﾀﾞﾙｴｽｻﾗｰﾑ	キノンドニ	724,355	1,484,102	48.8	11,476	122,464	133,940	0	0	173	0	6	0	0	0	0	0	0	0			0	53	5	121	0
	イララ	467,884	1,124,489	41.6	1,309	50,778	52,087	0	0	105	4	8	4	1	0	0	0	0	0			0	74	13	35	0
	テメケ	353,593	1,115,933	31.7	2,569	36,114	38,683	0	0	100	0	10	1	0	0	0	0	0	0			0	92	8	11	0
	小計	**1,545,832**	**3,724,524**	**41.5**	**15,354**	**209,356**	**224,710**	**0**	**0**	**378**	**4**	**24**	**5**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**			**0**	**219**	**26**	**167**	**0**
コースト	バガモヨ	165,193	288,801	57.2	6,850	1,026	7,876	0	0	18	0	20	7	5	6	3	1	0	0			0	7	39	14	0
	キバハ・タウン	58,775	109,322	53.8	477	1,447	1,924	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	28	0	0	0
	ｷﾊﾞﾊ・ﾃﾞｨｽﾄﾘｯｸ	52,043	79,105	65.8	390	934	1,324	0	0	20	0	3	4	0	0	0	0	0	0			0	16	7	4	0
	キサラウェ	78,087	113,957	68.5	709	972	1,681	0	0	9	0	21	8	7	7	3	0	0	0			0	4	44	7	0
	ムクランガ	83,780	155,691	53.8	944	1,390	2,334	0	0	16	0	83	0	1	0	0	0	2	0			0	18	82	0	2
	小計	**437,878**	**746,876**	**58.6**	**9,370**	**5,769**	**15,139**	**0**	**0**	**91**	**0**	**127**	**19**	**13**	**13**	**6**	**1**	**2**	**0**			**0**	**73**	**172**	**25**	**2**
モロゴロ	ムボメロ	131,682	308,811	42.6	2,598	915	3,513	23	0	5	3	27	1	2	0	0	0	0	0			23	36	2	0	0
	ﾓﾛｺﾞﾛ・ｱｰﾊﾞﾝ	264,614	318,761	83.0	1,294	15,412	16,706	79	2	143	1	1	0	0	0	0	0	0	0			0	0	1	225	0
	ﾓﾛｺﾞﾛ・ﾙｰﾗﾙ	94,980	291,921	32.5	2,676	307	2,983	16	1	6	0	55	10	6	0	3	1	0	0			0	6	71	21	0
	キロサ	199,010	495,393	40.2	3,698	2,700	6,398	32	0	60	1	75	0	27	0	0	0	0	0			32	61	102	0	0
	小計	**690,286**	**1,414,886**	**48.8**	**10,266**	**19,334**	**29,600**	**150**	**3**	**214**	**5**	**158**	**11**	**35**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**			**55**	**103**	**176**	**246**	**0**
ﾄﾞﾄﾞﾏ	コングワ	145,549	287,050	50.7	2,478	690	3,168	18	0	37	1	6	0	0	0	0	0	0	0			18	44	0	0	0
	ムプワプワ	99,281	177,313	56.0	1,622	1,062	2,684	23	0	13	0	21	0	25	0	0	0	4	0			27	34	25	0	0
	コンドア	18,953	66,341	28.6	636	0	636	4	1	20	0	2	0	0	0	4	0	0	0			5	22	0	4	0
	ﾄﾞﾄﾞﾏ・ｱｰﾊﾞﾝ	200,620	337,470	59.4	4,170	5,768	9,938	0	0	60	11	0	0	0	0	0	0	0	0			0	71	0	0	0
	チャムウィノ	149,659	241,161	62.1	2,311	0	2,311	0	0	41	0	3	0	0	0	0	0	0	0			0	41	3	0	0
	バヒ	6,113	15,259	40.1	146	0	146	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0			1	6	0	0	0
	小計	**620,175**	**1,124,594**	**55.1**	**11,363**	**7,520**	**18,883**	**46**	**1**	**177**	**12**	**32**	**0**	**25**	**0**	**4**	**0**	**4**	**0**			**51**	**218**	**28**	**4**	**0**
タンガ	ハンデニ	8,061	29,056	27.7	278	0	278	0	0	8	2	1	0	5	1	5	0	0	0			0	2	6	14	0
	キリンディ	19,398	134,167	14.5	1,285	0	1,285	2	0	2	0	3	0	17	0	1	2	0	0			2	4	18	3	0
	小計	**27,459**	**163,223**	**16.8**	**1,563**	**0**	**1,563**	**2**	**0**	**10**	**2**	**4**	**0**	**22**	**1**	**6**	**2**	**0**	**0**			**2**	**6**	**24**	**17**	**0**
マニャラ	キテト	45,592	106,963	42.6	1,025	0	1,025	3	0	19	2	4	1	0	0	15	6	0	0			3	21	5	21	0
	小計	**45,592**	**106,963**	**42.6**	**1,025**	**0**	**1,025**	**3**	**0**	**19**	**2**	**4**	**1**	**0**	**0**	**15**	**6**	**0**	**0**			**3**	**21**	**5**	**21**	**0**
合計		**3,367,222**	**7,281,066**	**46.2**	**48,941**	**241,979**	**290,920**	**201**	**4**	**889**	**25**	**349**	**36**	**96**	**14**	**34**	**10**	**6**	**0**			**111**	**640**	**431**	**480**	**2**

10.1.3　水源及び給水施設

1)　給水用の水源

ワミ・ルブ流域内の既存給水施設の水源は、地下水と表流水である。地下水は湧水を直接取水するか、深井戸や浅井戸より揚水して利用している。表流水は河川、小川、湖沼等が利用されている。一部で雨水も利用されている。しかしながら、雨水は季節的（主に雨季に利用可能）であり、給水用としては持続的でなく、また、ホコリや粉塵が混在しやすく、水質の問題もあり、水源としての利用は推奨できない。

(1) 都市給水

ワミ・ルブ流域内の都市上下水道公社（UWSA）は以下に示す表流水（河川や小川）および地下水（深井戸）を水源として利用している。

- DAWASA/DAWASCO の水源：アッパーおよびローワー・ルブ川（95%以上）、キジンガ川（ムトニ浄水場）及び深井戸群（30 井）
- MORUWASA の水源：ミンドゥ・ダムによる圧送式給水施設（83.3%）、マンボロ川および小川群による自然流下式給水施設（16%）及び深井戸（0.2%）
- DUWASA の水源：マクタポラ深井戸群（100%）、計 22 井の内、12 井が稼動中

ワミ・ルブ流域に関連する国家給水プロジェクトは Chalinze 給水計画であり、水源は表流水であるワミ川を利用している。

(2) 地方給水

地方給水では、河川水を水源とする場合には、処理施設の建設費用が嵩むこと、水源からの距離が遠いこと、雨期には増水するために取水施設の特殊な補強構造が必要になり建設費用が高額となること等の理由により、地下水を水源とした給水施設の方が多く整備されている。非常に稀ではあるが、水質が良好で水源との距離も近く、流れも緩やかな条件の整ったサイトでは河川水を水源として利用するが、WSDP の地方給水コンポーネントでは、計画策定のための調査では地下水源の利用可能性を検討することが奨励されている。

2)　給水施設

水省水資源局では、WSDP 給水施設計画において、***表 10.2*** に示す 10 の施設オプションを設定している。***表 10.2*** に示すように、水源としては地下水が多く、施設計画としてはハンドポンプ施設（所謂レベル 1）給水が多い。

表 10.2　WSDP 施設計画による給水施設オプション

WSDP 給水施設のオプション	WSDP 施設建設目標（2025 年）	施設割合 (%)
ハンドポンプ付き浅井戸	43,545	55
ハンドポンプ付き深井戸	23,261	29
自然流下式簡易水道（1 村）	1,892	2
自然流下式簡易水道（複数村）	1,531	2
圧送式管路系給水施設（1 村）	2,906	4
圧送式管路系給水施設（複数村）	1,855	2
保護湧水	1,299	2
風力ポンプ付き井戸	1,035	1
雨水給水	2,089	3
溜池（ダム）	341	0
合計	79,754	

：水源が井戸（地下水）の給水施設

出典：MoW (2006) Water Sector Development Programme

レベル 1 給水では、地下水を利用する深井戸や浅井戸にハンドポンプが設置される。レベル 2 給水は、深井戸が水源の場合、動力ポンプにより揚水し、管路で配水タンクまで圧送し、配水タンクから公共水栓を通して重力で配水を行う。水源が湧水の場合は、地形を利用して自然流下で給水することが可能な場合がある。自然流下方式での配水が困難な場合は、深井戸の場合と同様に、動力ポンプで配水タンクまで圧送し、管路により重力で配水を行う。ダムからの水汲みは、バケツ等を利用した手汲みが多い。しかし、表流水は、飲料水水質ガイドランを満たす水質確保のために浄水が必要となる。

給水施設を計画するために必須条件、すなわち水源、給水施設タイプ、水量・人口、そして給水原単位を***表 10.3*** に示す。

表 10.3　給水施設計画の条件

給水区分		サービス・レベル	水源	給水施設	計画上必要な水量・人口条件	給水原単位 (ℓ/人/日)
地方給水		レベル 1	地下水	保護湧水	低	25
				手動取水	低	
				ハンドポンプ	低～中	
				ポイント・ソース	低～中	
			表流水	手動取水	低～中	
				ハンドポンプ	低～中	
	都市給水	レベル 2	地下水	配管系	中～高	地方: 25 都市: 40-70
			表流水	配管系	中～高	
		レベル 3	地下水	配管系	高	90-250
			表流水	配管系	高	

10.1.4　流域管理事務所の地方給水事業における役割

水資源管理法（2009）にて規定されている流域管理事務所の権限および機能には、県の関連計画を流域の水資源管理計画に統合することが含まれており、地方自治体が策定する県給水・衛生計画（DWSP）もその対象となる。また、利水者が使用する水源に関する構造物の建設、維持管理のガイドラインおよび基準の設定、モニタリング・評価、承認が掲げられている。

表 10.4 に地方自治体による地方給水事業の実施に対する、流域管理事務所の役割を、責務と機能に分けてまとめた。表に示されるように、事業実施の全ての段階で流域管理事務所は給水事業の実施に対して責務、あるいは機能を有している。

表 10.4　地方給水事業実施に対する流域管理事務所の役割

地方給水事業の段階	地方給水事業に対する流域管理事務所の役割	
	責務	機能
準備段階	—	● 水資源評価・開発に関するコンサルテーション
計画段階	—	● 水源の選定および開発に関するアドバイス ● 水源施設検討・設計に関するアドバイス ● DWSP のレビュー、アドバイス
建設段階	● 地下水許可の付与 ● 水源施設建設の査察、施設の承認 ● 水利用許可の付与	● 関連許可取得に関する県/コミュニティへの働きかけ ● COWSO 形成時の水資源管理分野からの県へのアドバイス

地方給水事業の段階	地方給水事業に対する流域管理事務所の役割	
	責務	機能
運営維持管理段階	—	● 水源のモニタリング、評価 ● 適正な取水についての指導 ● 水利使用料の徴収

地方給水事業は、水利用量の観点から大口の利用者とは言えないが、今後 WSDP の地方給水コンポーネントの促進に伴い、新規の取水を伴う利水者としては件数が増加することが予想される。したがって、本プロジェクトで策定された水資源管理・開発計画における流域管理事務所の活動として、県地方自治体との協力の下、取り組んで行く必要がある分野と言える。

また、***表 10.4*** に纏められた流域管理事務所の地方給水事業への役割は、***表 10.5*** に示すように本プロジェクトで策定された計画の 4 つのプログラムの活動に分類される。

表 10.5　IWRM&D プログラムと地方給水事業への役割（活動）との関係

ワミ・ルブ流域水資源管理・開発プログラム	*地方給水事業において流域管理事務所が取り組むべき活動*
水資源情報管理・活用	● DWSP のレビュー、アドバイス ● 水源のモニタリング、評価
水利用管理	● 地下水許可の付与 ● 水利用許可の付与
水資源の保全	● 水源のモニタリング、評価 ● 水源施設建設の監督、施設の承認
水資源配分	● 水資源評価・開発に関するコンサルテーション ● 水源の選定および開発に関するアドバイス

本プロジェクトで選定され、フィージビリティ・スタディが実施される地方給水分野の優先プロジェクトは、したがって、今後ワミ・ルブ流域管理事務所が主体となって実施していく諸活動の先駆けとして積極的な活動の投入が必要であると言える。

10.2　優先プロジェクトの選定手順

本プロジェクトのフェーズ 2 では、日本の無償資金協力も視野にいれた実施の候補となる優先プロジェクトを選定した。選定には、まずタンザニア政府が WSDP フェーズ 1（2007 年～2014 年）における実施として既に計画しているプロジェクトを確認した。その上で、本プロジェクトで策定されたワミ・ルブ流域水資源管理・開発プロジェクトに基づいた優先地域の選定を行った。さらにそしてその地域の中から、優先プロジェクトを選定するためのスクリーニングを行った。

本節では、このプロセスに基づいた優先プロジェクトの選定を議論する。

10.2.1　タンザニア政府の優先プロジェクト

プロジェクト・フェーズ 2 の期間中、地方給水に関してはワミ・ルブ流域に属する各県（全 21 県）および水省地方給水局、都市給水に関してはワミ・ルブ流域内でサービスを展開している都市水道公社（UWASA）、県、小規模都市水道管理事務所および水省都市給水局により、WSDP による実施予定のプロジェクトを確認した。これらのプロジェクトは、本プロジェクトによる優先プロジェクトの選定範囲の対象から省く必要がある。

1)　都市給水

都市部の給水は、水道公社や都市給水事務所等により行なわれている。都市水道公社（UWSA）は大都市の人口に給水サービスを提供する責任がある。県のレベルでは、県都市水道管理事務所（DUWSA) が都市給水サービスを行なっている。小規模の都市（中心都市より小さい町）への給水サービスは、小都市給水管理事務所（STWSA）が行なっている。

ワミ・ルブ流域内の UWSA である、DAWASA/DAWASCO（ダルエスサラーム及びコースト州の一部を給水対象)、MORUWASA（モロゴロ市を給水対象）および DUWASA（ドドマ市を給水対象）は、WSDP 都市給水コンポーネント計画に基づいたそれぞれの給水事業を拡張計画として優先プロジェクトを有している（***第 9 章***の ***9.2.4 節***を参照)。

また、ワミ・ルブ流域内の国家給水プロジェクトは Chalinze 給水プロジェクトであり、コースト州のバガモヨ、キバハ・タウン及びキバハ・ディストリクトの 3 県を給水対象としている。現在、同プロジェクトはフェーズ 2 を実施中である。

2)　地方給水

第 9 章の ***9.2.5 節***で説明した通り、WSDP の地方給水コンポーネントのプロジェクトは、各県の DWSP（県給水・衛生計画）より計画される。WSDP の地方給水コンポーネントでは、各県より約 10 プロジェクトの実施が予定されていたが、フェーズ 1 の後半になって、予算的な制約により、数プロジェクト[2]しか実施することができないと見込まれている。この状況により、フェーズ 1 で実施できないプロジェクトはフェーズ 2 に繰越されることになる。なお、WSDP 地方給水フェーズ 1 に含まれるプロジェクト（村落）は、WSDP バスケットファンドでの予算配分が計画されているため、本プロジェクトの優先プロジェクト選定の対象にはしない。

一方各県は、既に WSDP フェーズ 2 の為の DWSP の策定準備を始めている。WSDP フェーズ 2（2014 年度末の開始予定）では、フェーズ 1 で実施しきれなかったプロジェクトの繰越分を先に実施されることとなる。したがって、フェーズ 2 の為に現在準備されつつあるプロジェクトは、現在のところ WSDP での正式採用はされておらず、その後の実施と想定されるため、水省・地方給水局の強い希望もあるため本プロジェクトの優先プロジェクト選定対象とする。

10.2.2　本調査の優先プロジェクトの選定フロー

未給水地域及び既存施設の改修に必要なプロジェクト等を検討し、優先プロジェクト選定に必要な補足情報やデータを収集した。優先プロジェクト選定の手順として、最初に、ワミ・ルブ流域内の水源開発を目的としたサブ流域単位で、水源状況や給水状況から、優先度が高いと判断した対象地域に絞込み、その地域内のスクリーニングを行い、優先プロジェクトを選定した。***図 10.1*** にこの手順フローを示す。

[2] 現時点でプロジェクト数は確定されておらず、また県により違いがあるものの、水省地方給水局によると平均的に 5 プロジェクト/県となる見込みである。

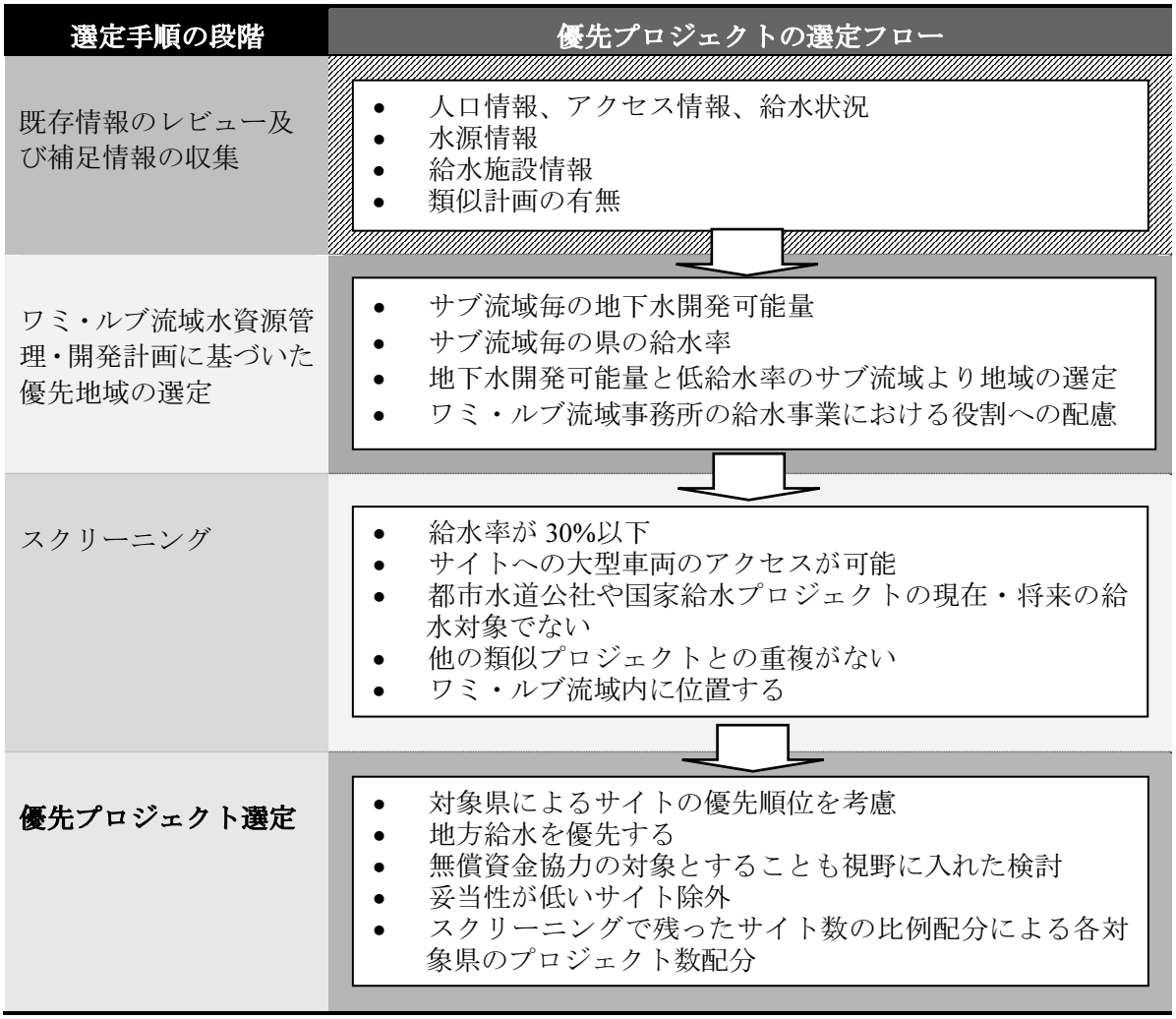


図 10.1　本調査の優先プロジェクトの選定フロー

10.2.3　ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画による給水優先地域の選定

本プロジェクトでは、サブ流域毎の水資源開発可能量と将来水需要のバランスに基づき、水資源配分・管理計画を策定した。優先プロジェクトの選定に関り、まずこのサブ流域毎に策定された水資源配分・管理計画に基づき、水源開発可能状況及び給水率等を確認し、優先地域を選定した。給水率に関しては、WSDP では県（地方自治体）により給水計画が策定されるため、県の給水率を採用した。

ワミ・ルブ流域は 7 つのサブ流域で構成され、***表 10.6*** に示す通り、各サブ流域内に位置する州及び県から、地域的広がりが把握できる。

表 10.6　サブ流域内に位置する州・県一覧

サブ流域	含まれる州	サブ流域内の主な州	含まれる県
キニャスングウェ	マニャラ	ドドマ	キテト
	ドドマ		コンドア、バヒ、ドドマ・アーバン、チャムウィノ、コングワ、ムプワプワ
	モロゴロ		キロサ
ムコンドア	マニャラ	モロゴロ	キテト
	ドドマ		コングワ
	タンガ		キリンディ
	モロゴロ		キロサ、ムボメロ、モロゴロ・アーバン、モロゴロ・ルーラル
ワミ	マニャラ	タンガ、モロゴロ及びコースト	キテト
	タンガ		キリンディ、ハンデニ、パンガニ
	モロゴロ		ムボメロ、モロゴロ・ルーラル
	コースト		バガモヨ
アッパールブ	モロゴロ	モロゴロ	ムボメロ、モロゴロ・ルーラル
	コースト		キサラウェ
ンゲレンゲレ	モロゴロ	モロゴロ	ムボメロ、モロゴロ・アーバン、モロゴロ・ルーラル
ロワールブ	モロゴロ	コースト	モロゴロ・ルーラル
	コースト		バガモヨ、キバハ、キサラウェ
コースト	コースト	コースト及びダルエスサラーム	バガモヨ、キバハ、キサラウェ、ムクランガ
	ダルエスサラーム		キノンドニ、イララ、テメケ

以下に、優先地域を選定するために、サブ流域毎の水源開発可能状況及び給水率を検討する。

1)　キニヤスングエ・サブ流域

ワミ流域の最上流サブ流域であるキニャスングウェ・サブ流域に属する各県の現在の給水率を ***図 10.2*** に、同サブ流域における地下水開発可能量と生活用水の将来水需要量との関係を ***図 10.3*** に示す。

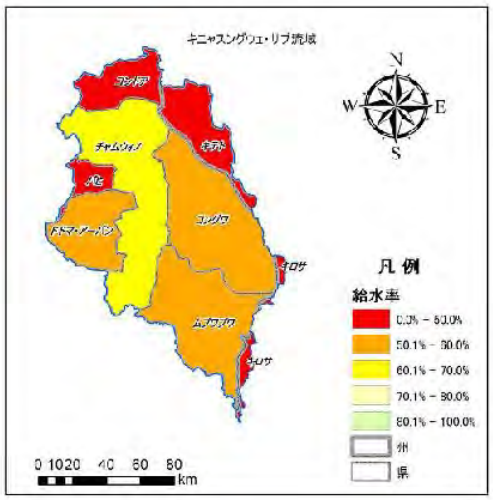


図 10.2　キニャスングウェ・サブ流域における県別給水率の分布

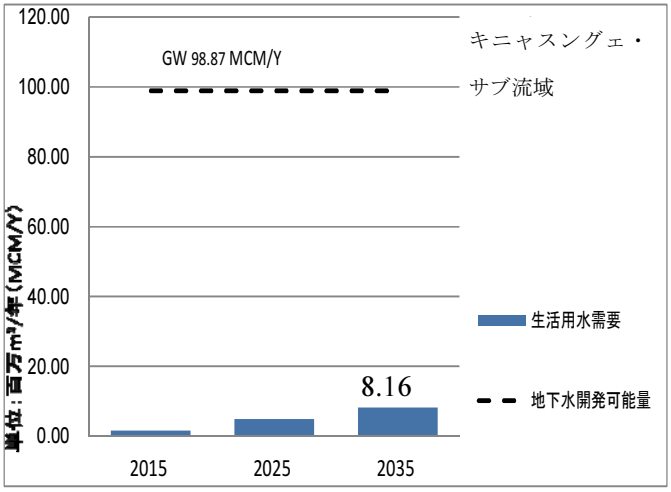


図 10.3　キニャスングウェ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係

図 10.2 に示すように、キニャスングウェ・サブ流域は、ドドマ州のコンドア、バヒ、ドドマ・アーバン、チャムウィノ、コングワおよびムプワプワ県、マニャラ州のキテト県、モロゴロ州

のキロサ県の合計 8 県にわたる。同サブ流域の給水率は、チャムウィノ県で 60.1%～70%と比較的高い値を示しており、次にコングワ、ドドマ・アーバン、ムプアプアの 3 県が 50.1%～60%の給水率を示している。50%以下の低い給水率を示す県は、コンドア、バヒ、キテト、キロサの 4 県であるが、これらの県は、ごく一部の面積がキニャスングウェ・サブ流域に属している。したがってキニャスングウェ・サブ流域は、50%以下の低い給水率を示す地域が比較的少ないサブ流域といえる。また、***図 10.3*** から、同サブ流域では、2035 年の生活用水需要量の 8.16 百万 m^3/年（MCM/Y）を大きく上回る、98.87 百万 m^3/年（MCM/Y）の地下水開発可能量を有することがわかる。

2)　ムコンドア・サブ流域

ワミ流域の中流域であるムコンドア・サブ流域に属する各県の現在の給水率を***図 10.4*** に、同サブ流域における地下水開発可能量と生活用水の将来水需要量との関係を***図 10.5*** に示す。

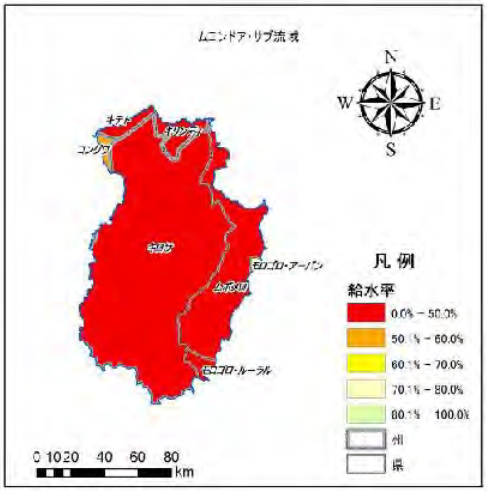


図 10.4　ムコンドア・サブ流域における県別給水率の分布

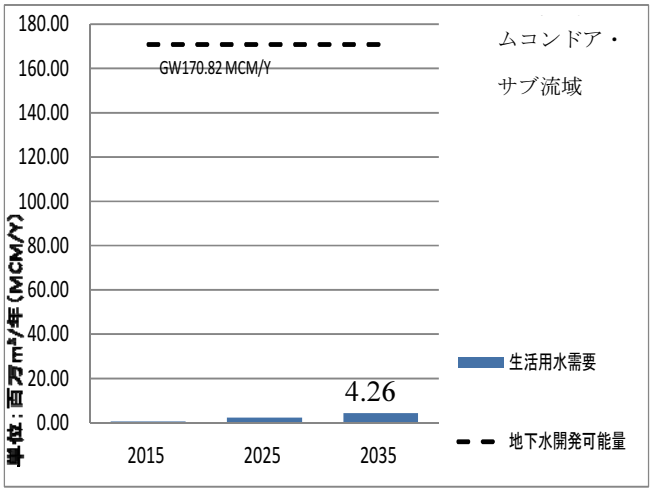


図 10.5　ムコンドア・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係

図 10.4 に示すように、ムコンドア・サブ流域は、モロゴロ州のキロサ、ムボメロ、モロゴロ・アーバン、モロゴロ・ルーラルの 4 県、ドドマ州のコングワ県、マニャラ州のキテト県、タンガ州のキリンディ県の合計 7 県が属している。同サブ流域の給水率は、モロゴロ・アーバンで 70.1%～80%と高い値を、コングワで 50.1%～60%の給水率を示しているが、これらの 2 県はごく一部の面積がムコンドア・サブ流域に属しているにすぎない。ムコンドア・サブ流域は、ほとんどの地域において給水率は 50%以下の低い値を示している。また、水資源量と需要の比較では、***図 10.5*** から同サブ流域では、2035 年の生活用水需要量の 4.26 百万 m^3/年（MCM/Y）を大きく上回る、170.82 百万 m^3/年（MCM/Y）の地下水開発可能量を有することがわかる。

3)　ワミ・サブ流域

ワミ流域の最下流域であるワミ・サブ流域に属する各県の現在の給水率を***図 10.6*** に、同サブ流域における地下水開発可能量と生活用水の将来水需要量との関係を***図 10.7*** に示す。

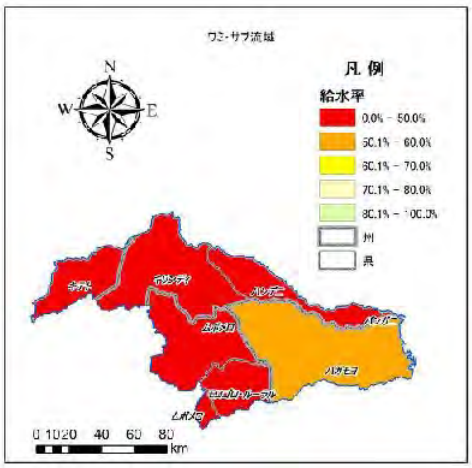


図 10.6　ワミ・サブ流域における県別給水率の分布

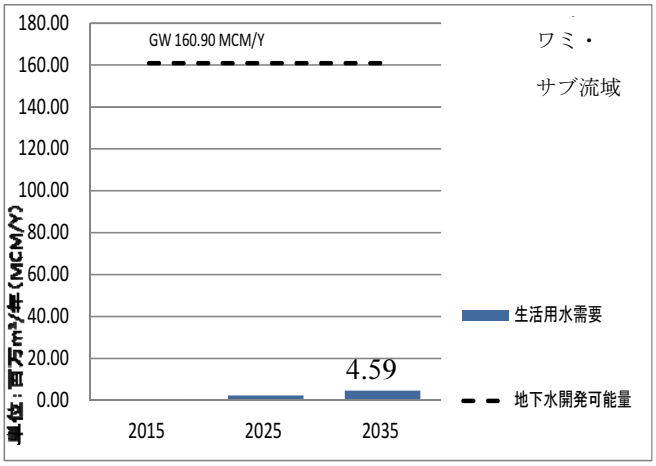


図 10.7　ワミ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係

図 10.6 に示すように、ワミ・サブ流域は、マニャラ州のキテト県、タンガ州のキリンディ、ハンデニ、パンガニの 3 県、モロゴロ州のムボメロ、モロゴロ・ルーラルの 2 県、コースト州のバガモヨ県の合計 7 県にわたる。同サブ流域の給水率は、タンガ州のハンデニ、マニャラ州のキテトの 2 県はそのごく一部の面積が同流域に属しているにすぎないが、コースト州のバガモヨ県を除くすべての県で 50%以下の低い値である。また、水資源量と需要の関係は、***図 10.7*** に示すように、2035 年の生活用水需要量の 4.59 百万 m^3/年（MCM/Y）をはるかに上回る、160.90 百万 m^3/年（MCM/Y）の地下水開発可能量を有している。

4)　アッパールブ・サブ流域

ルブ流域の最上流域であるアッパールブ・サブ流域に属する各県の現在の給水率を***図 10.8*** に、同サブ流域における地下水開発可能量と生活用水の将来水需要量との関係を***図 10.9*** に示す。

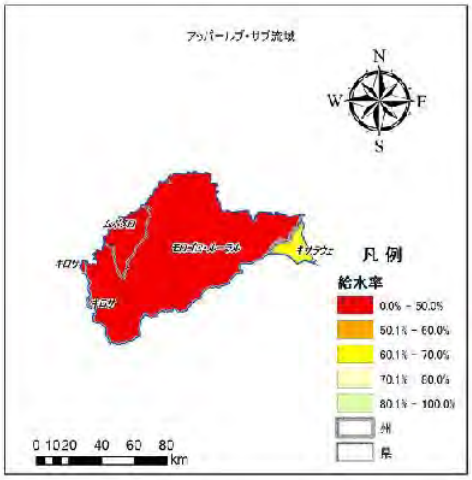


図 10.8　アッパールブ・サブ流域における県別給水率の分布

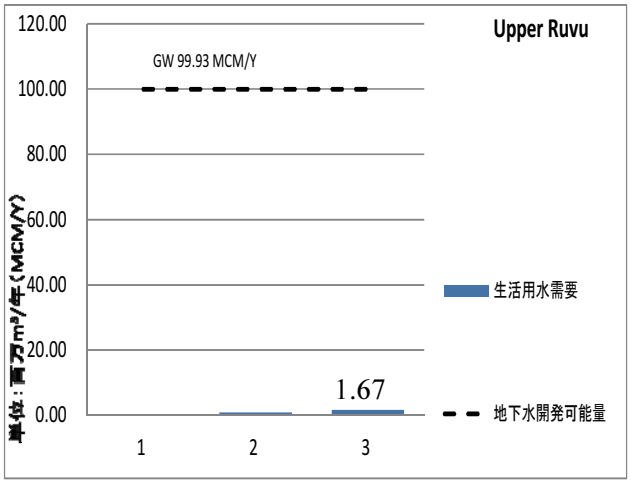


図 10.9　アッパールブ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係

図 10.8 に示すように、アッパールブ・サブ流域は、モロゴロ州のキロサ、ムボメロ、モロゴロ・ルーラルの 3 県、コースト州のキサラウエ県、合計 4 県にまたがるサブ流域であるが、キロサ、ムボメロ、キサラウエの 3 県はその面積のわずかな一部である。給水率は、同流域面積の多くを示すモロゴロ州のモロゴロ・ルーラル、およびムボメロ県で 50%以下の低い値を示している。キサラウエ県は 60.1%～70%と比較的高い値を示しているが、その面積は少ないためアッパールブ・サブ流域は全体的に給水率が低いサブ流域といえる。水資源量と需要の関係は、***図 10.9***

に示すように、2035 年の生活用水需要量の 1.67 百万 m^3/年（MCM/Y）を上回る、99.93 百万 m^3/年（MCM/Y）の地下水開発可能量を有している。

5)　ンゲレンゲレ・サブ流域

ルブ流域の中流域であるンゲレンゲレ・サブ流域に属する各県の現在の給水率を***図 10.10*** に、同サブ流域における地下水開発可能量と生活用水の将来水需要量との関係を***図 10.11*** に示す。

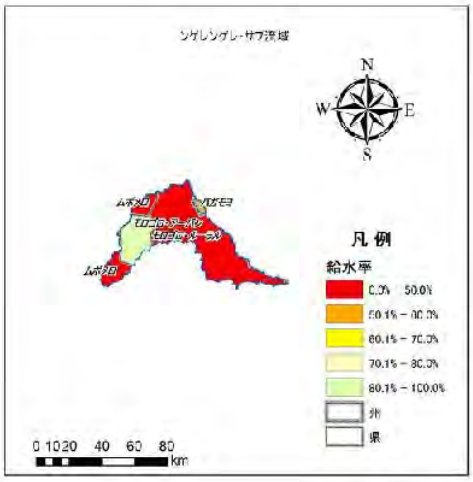


図 10.10　ンゲレンゲレ･サブ流域における県別給水率の分布

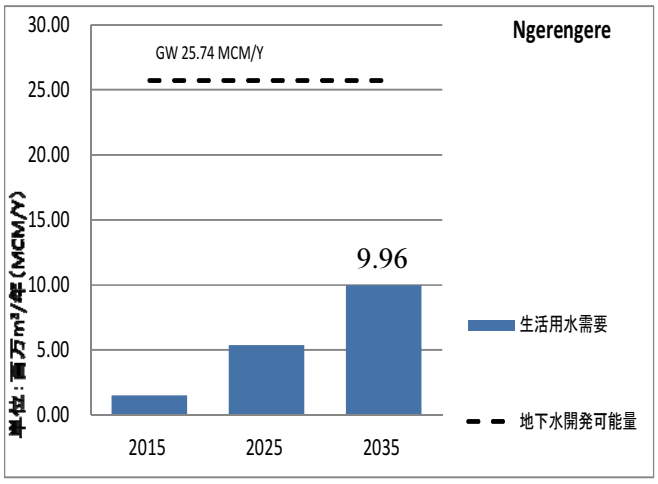


図 10.11　ンゲレンゲレ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係

図 10.10 に示されるように、ンゲレンゲレ・サブ流域は、モロゴロ州のムボメロ、モロゴロ・ルーラル、モロゴロ・アーバンの 3 県、コースト州のバガモヨ県の合計 4 県にまたがるサブ流域であるが、バガモヨ県はわずかな一部の面積が属するにすぎない。給水率は、都市部であるモロゴロ・アーバンで 70.1%～80%と高い値を示している。一方、同流域の大きな面積を占めるムボメロ、モロゴロ・ルーラルの 2 県では、50%以下の低い給水率である。ンゲレンゲレ・サブ流域は、都市部を有するため狭い流域面積の割には他のサブ流域に比べると高い生活用水需要量を有しており、2035 年の需要量で 9.96 百万 m^3/年（MCM/Y）である。しかしながら***図 10.11*** に示すように、地下水開発可能量は 2035 年の生活用水需要量を上回る 25.74 百万 m^3/年（MCM/Y）を有している。

6)　ローワールブ・サブ流域

ルブ流域の最下流域であるローワールブ･サブ流域に属する各県の現在の給水率を***図 10.12*** に、同サブ流域における地下水開発可能量と生活用水の将来水需要量との関係を***図 10.13*** に示す。

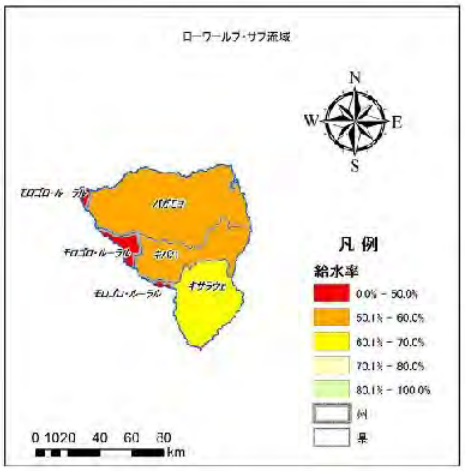


図 10.12　ローワールブ･サブ流域における県別給水率の分布

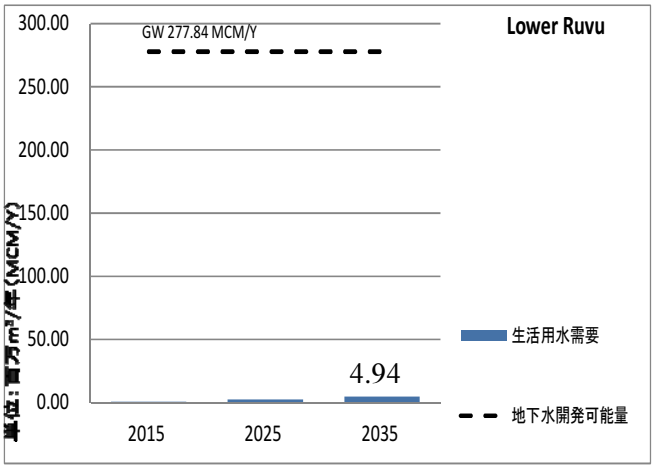


図 10.13　ローワールブ・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係

図 10.12 に示すように、ローワールブ・サブ流域は、コースト州のキサラウエ、キバハ、バガモヨの 3 県が主要面積を占め、モロゴロ州のモロゴロ・ルーラル県わずかな面積が属する。給水率は、キサラウエ県は 60.1%～70%、キバハおよびバガモヨ県で 50.1%～60%を示しており、比較的給水率の高いサブ流域であることがわかる。水資源量と需要の関係は、***図 10.13*** に示すように、2035 年の生活用水需要量の 4.94 百万 m^3/年（MCM/Y）を大きく上回る、277.84 百万 m^3/年（MCM/Y）の地下水開発可能量を有している。

7)　コースト・サブ流域

コースト・サブ流域に属する各県の現在の給水率を***図 10.14*** に、同サブ流域における地下水開発可能量と生活用水の将来水需要量との関係を***図 10.15*** に示す。

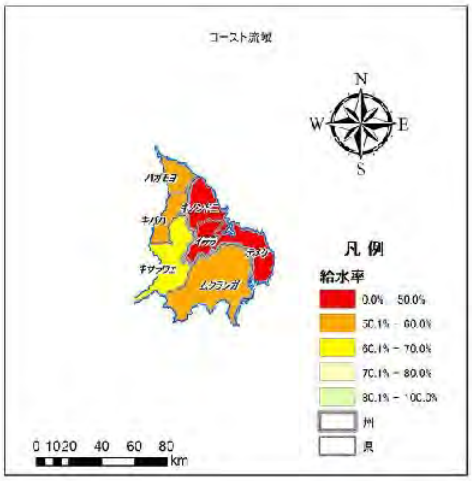


図 10.14　コースト･サブ流域における県別給水率の分布

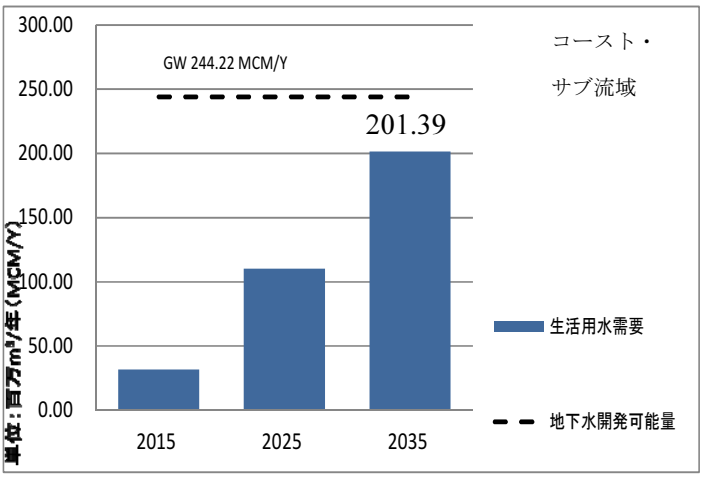


図 10.15　コースト・サブ流域における地下水開発可能量と生活用水水需要の関係

図 10.14 に示されるように、コースト・サブ流域は、ダル・エス・サラーム州のキノンドニ、イララ、テメケの 3 市、コースト州のバガモヨ、キバハ、キサラウエ、ムクランガの 4 県にわたる流域である。給水は、ダル・エス・サラームの 3 市で 50%を下回る低い給水率を示すが、コースト州のバガモヨ、キバハ、ムクランガの 3 県では 50.1%～60%、キサラウエ県では 60.1%～70%と比較的高い給水率を示している。ダル・エス・サラームの給水率が低いのは、都市部の為人口は多い割に DAWASA の都市給水で賄われているエリアが少ないためである。コースト・サブ流域は、ダル・エス・サラームの都市部を有するため、2035 年の需要量で 201.39 百万 m^3/年（MCM/Y）と、他のサブ流域に比べると非常に高い生活用水需要量を有している。しかしながら***図 10.15*** に示すように、地下水開発可能量は 2035 年の生活用水需要量を上回る 244.22 百万 m^3/年（MCM/Y）を有している。一方、ダル・エス・サラームの都市給水は、ルブ川からの取水、すなわち流域間導水により賄われているため、プロジェクトによる水資源配分・管理計画で述べたようにコースト・サブ流域に関しては、サブ流域単体での水資源量と需要の比較は難しい局面がある。

8)　ワミ・ルブ流域全体での検討

これまでの節で、サブ流域毎の水源開発可能状況及び給水率を検討してきた。その結果、サブ流域としてはムコンドア、アッパールブ、ンゲレンゲレの 3 サブ流域において、特に 50%以下の低い給水率の県が占める割合が多いことが解った。また、ワミ流域においても、バガモヨ県が占める一部の面積以外は 50%以下の低い給水率を示している。

これらの状況を、ワミ・ルブ流域全体で示すと***図 10.16*** の通りである。

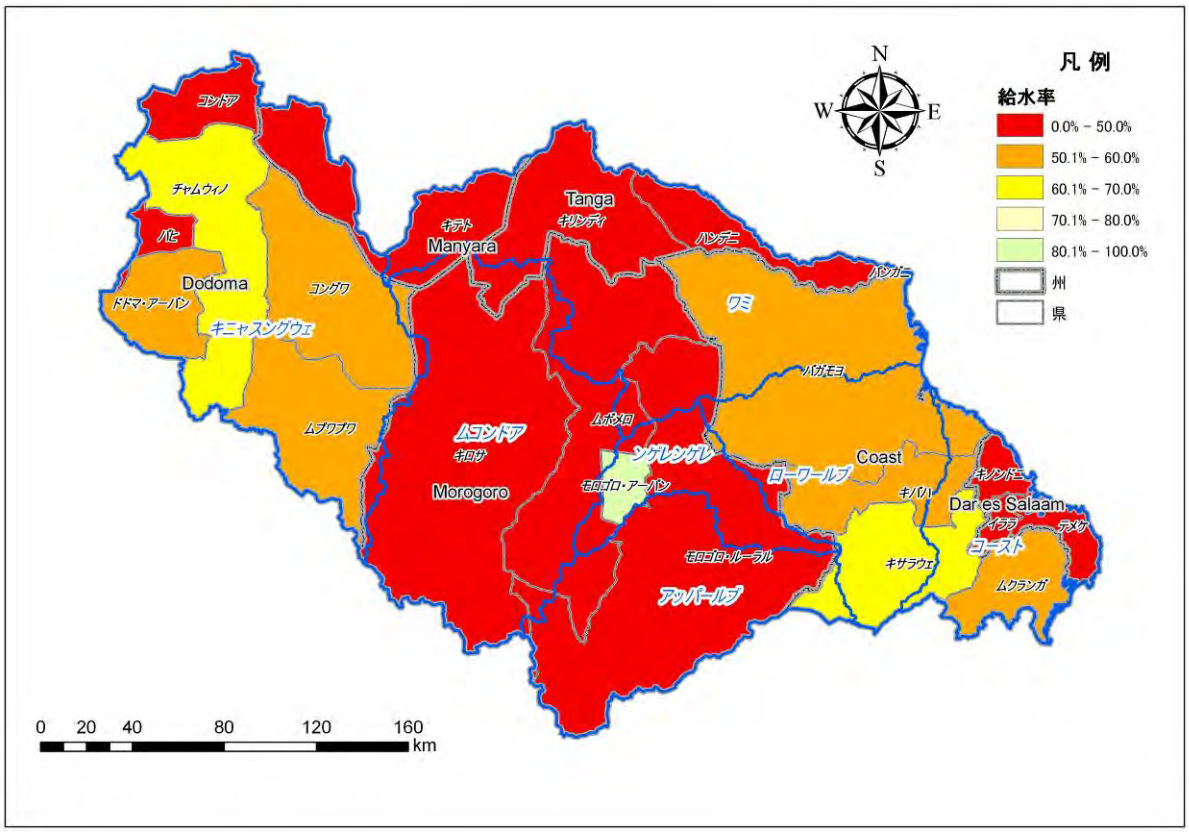


図 10.16　ワミ・ルブ流域内での給水率の分布状況

図 10.16 で明らかなように、ムコンドア、アッパールブ及びンゲレンゲレ各サブ流域に含まれる県のほとんどが 50%以下の低い給水率であり、ワミ・サブ流域においてもモロゴロ州に含まれる県の給水率は 50%以下である。一方、それ以外のサブ流域の給水率は比較的高いと判断できる。この状況から、低い給水率のムコンドア、アッパールブ、ンゲレンゲレ及びワミ・サブ流域に位置する州はモロゴロ州であり、モロゴロ州はワミ・ルブ流域の中で最も給水改善が必要な州であると判断できる。

次に、***図 10.17*** にワミ・ルブ流域における地下水の水質を EC（電気伝導度：Electric Conductivity）の分布により示す（詳細は、***サポーティング・レポート第 15 章*** 地下水の水資源評価参照）。これは、本プロジェクトで実施された流域内の 220 既存井戸調査、および 19 本の試験井戸掘削調査の結果により評価された分布図である。

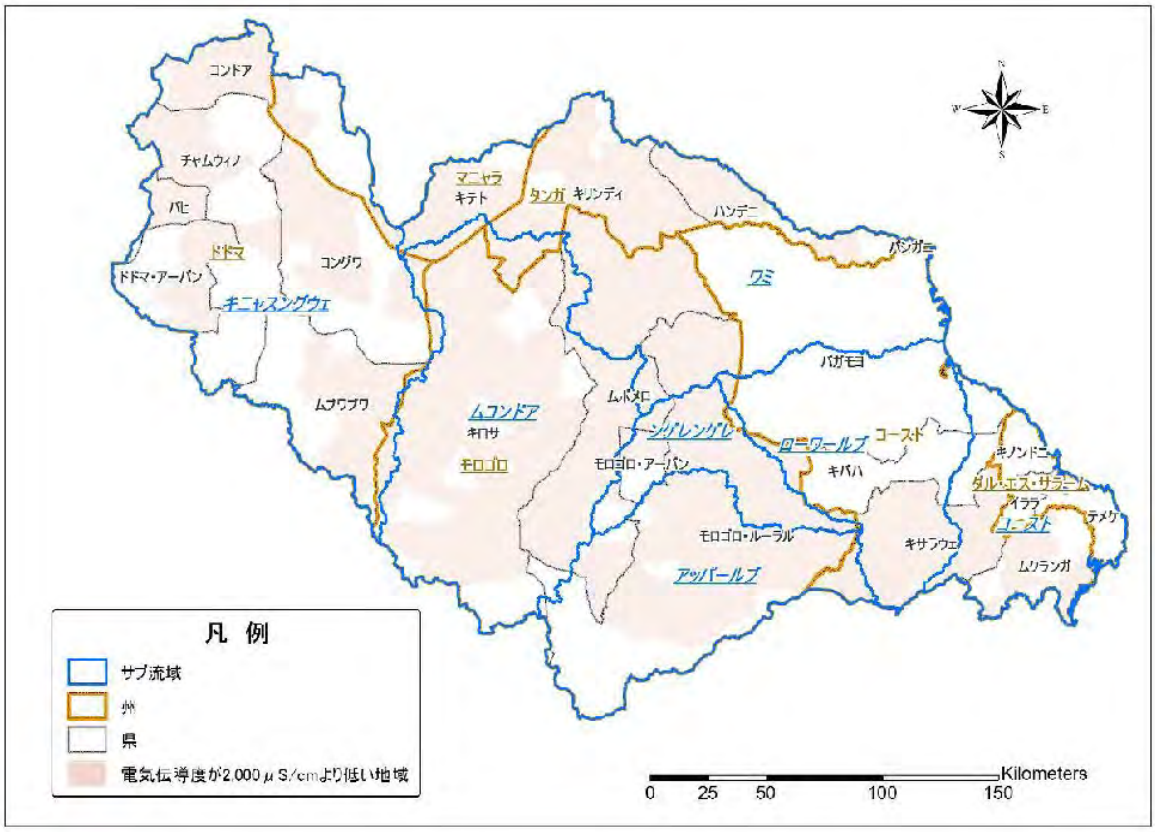


図 10.17　ワミ・ルブ流域内における地下水の水質分布

ワミ・ルブ流域管理事務所では、水利用者に対する水資源の水質評価指標の一つとして、2,000 μS/cm 以下の電気伝導度を飲料に適している水質としている。***図 10.17*** によると、2,000 μS/cm 以下の電気伝導度を示す地下水の分布域は、ワミ・ルブ流域全体に広がっているものの、コースト、ローワールブ、ワミ東部、そしてキニャスングェの 4 サブ流域ではその分布が少ない。一方、ムコンドア、アッパールブ、ンゲレンゲレそしてワミ西部のサブ流域では 2,000μS/cm 以下の電気伝導度を示す地下水の分布域は広い。そしてこれらの地域はやはり概ねモロゴロ州と同等であり、すなわちモロゴロ州の地下水の水質は概ね飲料に適していることがうかがえる。

これは、優先地域選定につき、特に地下水の水質面からその妥当性と実現の可能性を裏付けることになる。

さらに、本プロジェクトの主目的は、ワミ・ルブ流域内の水資源の管理と開発である。したがって、ワミ・ルブ流域事務所は水資源管理・開発の主体として、***10.1.4 節***で説明した通り、以下の責務と機能を有する。

- 水資源管理・開発計画に、県の給水計画を統合する
- 水源計画につき、アドバイスやコンサルテーションを行なう
- 取水施設等の水源関連施設の建設を監理する
- 水源のモニタリングと評価を実施する

したがい、優先プロジェクトの選定は、流域事務所の上記活動実施のモデルとして役にたつように考慮した。上記の結果から、モロゴロ州の給水改善に対する支援が必要と判断され、モロゴロ州に絞って、優先プロジェクトの選定プロセスを進めた。

10.2.4　スクリーニング手順

給水率、人口規模、アクセス状況や他の計画の存在等により対象町・村を給水改善が必要と判断されるサイトに絞り込んだ。以下の***表 10.7*** に示す条件を満たすサイトより優先プロジェクトを選定した。

表 10.7　スクリーニングの条件

スクリーニング条件	
1. 給水率が 30%以下である	給水率が 30%以下の場合、給水困窮度が高いと判断できる。
2. アクセスに問題が無い	建設工事の際、重機や大型車両のアクセスが可能である。
3. 都市給水や大型プロジェクトの対象で無い	都市水道公社、国家給水プロジェクト等により、現在又は将来に、給水対象では無い。
4. 計画の重複が無い	他の給水プロジェクトが計画されていない。
5. ワミ・ルブ流域に位置する	完全にワミ・ルブ流域内に位置する。
6. 必要情報が提出される	請求した情報が県により整理・更新され、調査団に提出される。

上記スクリーニングにより残ったサイト数を***表 10.8*** に示す。

表 10.8　スクリーニングの結果

州	県	ワミ・ルブ流域内のサイトの数		
		合計数	スクリーニング	
			除外数	残り数
モロゴロ	ムボメロ	100	62	38
	モロゴロ・アーバン	272	261	11
	モロゴロ・ルーラル	133	73	60
	キロサ	164	107	57
	合計	**669**	**503**	**166**

10.3　選定された優先プロジェクト

優先プロジェクトは、上記スクリーニングにより残ったサイトから、***表 10.9*** に示す選定条件に従い選定を行った。

表 10.9　優先プロジェクト選定条件

選定条件
• 県による県内村の給水開発の優先順位を考慮して選定する
• 都市給水の対象となるサイトは除外する
• 日本の無償資金協力の対象にもなりうるプロジェクトとする
• 妥当性が低いサイトは除外する
• 各県の優先プロジェクト数は、スクリーニングで残ったの各県のサイト数より比例配分して決める

県の給水開発優先順位

モロゴロ州のワミ・ルブ流域関連各県の県水技師事務所（District Water Engineer's Offices）の県水道技師（District Water Engineer: DWE）との協議の結果、スクリーニングで残った各サイトに対し、各県の給水改善に対する優先順位より、高優先サイトを選定した。

都市給水対象の除外

都市部の給水サービスは、都市上下水道公社（Urban Water Supply and Sewerage Authority : UWSA）、国家給水プロジェクト、県都市水道管理事務所（District Urban Water Supply Authority : DUWSA)及び小都市給水管理事務所（Small Town Water Supply Authority : STWSA）[3]により行なわれている。都市部の未給水地域への将来配管延長計画について、これら都市給水関連組織の担当であり、いずれ、WSDP 予算等により、都市部の全域に普及することが見込まれているため、この段階で、都市給水施設の延長・拡張により給水される見込みのあるサイトは、優先プロジェクトの対象外とする。

低妥当性のサイト除外

調査団は、各対象県の水技師や水テクニシャンと同行し、スクリーニングより残ったサイトから各県が給水改善の高い優先としているサイトに対し、事前調査を行った。その結果、アクセスできない（又は、重機や大型車両が通行できない）と判断されたサイト、また、他の給水プロジェクトが計画されている、更に、近い将来に移転される可能性があるサイト等が確認された。これらのサイトにつき、各県の関係者と相談し、妥当性が低いと判断され、除外することで合意した。

県毎優先プロジェクト数の検討

各県への優先プロジェクト数配分は、***表 10.8*** に示すスクリーニングより絞り込まれた県毎サイト数の割合から、比例配分した数を参考に決めた。その結果による各県の優先プロジェクト数を***表 10.10*** に示す。

表 10.10　県毎優先プロジェクト数

県	スクリーニングより残ったサイト数	優先プロジェクト数
ムボメロ	38	6
モロゴロ・アーバン	11	2
モロゴロ・ルーラル	60	9
キロサ	57	8
合計	**166**	**25**

上記の条件に基づき、***表 10.11*** に示す手順の通り、優先プロジェクトを選定した

[3] ワミ･ルブ流域内の都市給水サービス提供者については、***サポーティング・レポート***の***第 4 章***を参照。

表 10.11　優先プロジェクトの暫定的選定 (1/3)

MVOMERO

S/N	Ward	S/N	Town/Village	Total Population	Coverage (%)	Scheme Type	Status of Functioning	Priority Project Selection								
								District Priority	Rural/Urban		Groundwater/Surface		Actual Access	No Other Projects	Other Conditions	Selected
									Rural	Urban	GW	SW				
1	Mvomero	5	Milama	2,901	8.6	HP(Borehole)	F		1		1					
		6	Mgudeni	2,777	27.0	HP(Borehole)	F		1		1					
		8	Matale	2,135	0.0	HP(Borehole)	NF		1		1					
		9	Wami Sokoine	2,540	0.0				1		1					
			Total						**4**	**0**	**4**	**0**				**0**
2	Hembeti	6	Kisimagulu	1,379	0.0			10	1		1		No			
		7	Mndela	790	0.0			9	1		1		No			
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
3	Maskati	6	Magunga	1,218	0.0			2a	1		1		1	1	1	1
		7	Kipangilo	1,364	0.0			2b	1		1		1	1	1	1
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**2**	**2**	**2**	**2**
4	Kibati	1	Diburuma	1,856	0.0			11	1		1		Seasonal	1	1	1
		2	Pandambili	2,501	0.0			12	1		1		No			
		3	Masimba	1,873	0.0				1		1			Lions		
		4	Msolokelo	1,756	0.0				1		1			iWash		
			Total						**4**	**0**	**4**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**
5	Sungaji	1	Kisala	1,941	0.0			5	1		1					1
		3	Mbogo	3,562	0.0			1b	1		1		No			
		5	Mlaguzi	993	0.0			8	1		1		No			
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
6	Mhonda	1	Kweli Kwiji	3,070	0.0			7	1		1		No			
		3	Mafuta	1,455	0.0			3	1		1		No			
		4	Ubiri	1,624	0.0			4	1		1		No			
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
8	Mtibwa	1	Kunke	5,061	0.0				1		1					
		2	Kidudwe	6,317	0.0				1		1					
		3	Lungo	1,061	0.0			6	1		1		1	1	1	1
		4	Lukenge	2,220	0.0	PS(Borehole)	NF	1a	1		1		1	1	1	1
			Total						**4**	**0**	**4**	**0**	**2**	**2**	**2**	**2**
9	Kanga	1	Mziha	4,968	10.1	HP(Borehole)	F		1		1			iWash		
		3	Difinga	2,218	0.0				1		1			iWash		
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
10	Bunduki	1	Tandari	1,580	0.0				1		1		No			
		2	Maguruwe	1,503	0.0				1		1		No			
		3	Vinile	926	0.0				1		1		No			
		4	Bunduki	1,866	0.0				1		1		No			
		5	Kibigiri	2,378	0.0				1		1		No			
			Total						**5**	**0**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
12	Langali	2	Lusungi	1,525	0.0				1		1		No			
		3	Lukuyu	1,368	0.0				1		1		No			
		5	Pinde	1,123	0.0				1		1		No			
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
14	Mzumbe	1	Sangasanga	1,612	21.2	HP(Borehole), GS(Spring)	F		1		1			Planned		
		2	Lubungo	2,062	24.2	HP(Borehole)	F		1		1					
		5	Tangeni	5,891	0.0				1		1					
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
15	Mlali	4	Pekomisegese	2,450	0.0				1		1					
		5	Homboza	6,119	20.4	HP(Borehole)	F		1		1					
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
17	Melela	1	Mangae	2,228	22.4	HP(Borehole)	F		1		1			iWash		
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
									38	**0**	**38**	**0**	**4**	**5**	**5**	**6**
													Lions: Lions Pure Water (Swedish)			

MOROGORO URBAN

S/N	Ward	S/N	Town/Village	Total Population	Coverage (%)	Scheme Type	Status of Functioning	Priority Project Selection								
								District Priority	Rural/Urban		Groundwater/Surface		Actual Access	No Other Projects	Other Conditions	Selected
									Rural	Urban	GW	SW				
6	Luhungo	1	Mambani	1,503	0.0			6	1		1					
		2	Mundu	1,124	0.0			7	1		1					
		3	Kilala	931	0.0			8	1		1					
		4	Kivaza	514	0.0			9	1		1					
		5	Mfine	589	0.0			10	1		1					
			Total						**5**	**0**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
7	Kauzeni	5	Gezaulobe	1,181	22.2	GS (River)	F		1			1				
			Total						**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
11	Mkundi	1	Maili 18	521	0.0			5	1		1		1	1	1	
		2	Mawasiliano	1,409	0.0			2	1		1		1	1	1	1
		3	Mgulu ya Ndege	1,518	17.2	HP (SW)	F	1	1		1		1	1	1	
		4	Kilongo	1,425	0.0			3	1		1		1	1	1	1
		5	CCT Forest	241	0.0			4	1		1		1	1	1	(1)
			Total						**5**	**0**	**5**	**0**	**5**	**5**	**5**	**2**
									11	**0**	**10**	**1**	**5**	**5**	**5**	**2**

表 10.11　優先プロジェクトの暫定的選定 (2/3)

MOROGORO RURAL																
S/N	Ward	S/N	Town/Village	Total Population	Coverage (%)	Scheme Type	Status of Functioning	Priority Project Selection								
								District Priority	Rural/Urban		Groundwater/Surface		Actual Access	No Other Projects	Other Conditions	Selected
									Rural	Urban	GW	SW				
1	Mkuyuni	2	Luhololе	3,862	6.5	HP(SW)	F		1		1		No			
		6	Mwarazi	2,047	24.4	HP(SW)	F		1		1		No			
		7	Kibuko	2,489	20.1	HP(SW)	F	10	1		1		No			
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
2	Kinole	1	Rudewa	3,314	0.0				1		1		No			
		3	Kalundwa	2,247	0.0				1		1		No			
		4	Lung'ala	1,798	0.0				1		1		No			
		5	Amini	1,720	0.0			9	1		1		No			
			Total						**4**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
3	Kiroka	2	Kungwe	4,924	10.2	HP(SW)	F	15	1		1					
		3	Bamba	2,606	19.2	GS(River)	F		1			1				
			Total						**2**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
4	Tegetero	1	Tegetero	2,671	18.7	GS(River)	F		1			1				
		2	Mifulu	1,542	0.0				1		1					
		3	Bagilo	1,994	0.0				1		1					
		4	Hewe	1,215	0.0				1		1					
			Total						**4**	**0**	**3**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
5	Kisemu	2	Kibangile	1,970	12.7	HP(SW)	F	12	1			1	No			
			Total						**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
6	Lundi	1	Vihengere	1,299	0.0	HP(SW)	NF		1		1					
		3	Tambuu	2,848	17.6	HP(SW)	F	6	1		1		1	1	1	1
		4	Lundi	4,590	5.4	HP(SW)	F		1		1					
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**
7	Tawa	1	Milawilila	921	0.0				1		1					
		3	Uponda	981	0.0			5	1		1		1	1	1	1
		5	Logo	1,316	0.0				1		1					
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**
8	Kibogwa	1	Kibogwa	2,005	0.0				1		1					
		2	Kilunga	1,513	0.0				1		1					
		3	Mambani	1,873	0.0				1		1					
		4	Kifulu	780	0.0				1		1					
		5	Nyachiro	2,984	0.0				1		1					
			Total						**5**	**0**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
9	Kibungo Juu	1	Kibungo juu	1,257	23.9	GS(River)	F		1			1				
		2	Lanzi	1,241	0.0				1		1					
		3	Lukenge	1,302	0.0				1		1					
		4	Dimilo	1,105	0.0				1		1					
		5	Nyingwa	1,964	0.0				1		1					
			Total						**5**	**0**	**4**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
10	Mtombozi	1	Tandali	1,734	0.0	HP(SW)	NF		1		1					
		5	Lugeni	1,155	0.0				1		1					
		6	Ng'weme	617	0.0				1		1					
		7	Lusange	1,460	0.0				1		1					
			Total						**4**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
11	Mikese	1	Mikese	3,866	12.9	PS(BH)	F	17	1		1					
		7	Fulwe	7,320	13.7	HP(SW)	F		1		1					
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
12	Mkambalani	1	Mkono wa Mara	3,157	0.0				1		1					
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
13	Kidugalo	7	Kisemo	3,832	0.0	HP(SW)	NF		1		1					
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
14	Mkulazi	2	Kidunda	1,837	27.2	SW	F		1		1					
		4	Usungura	1,184	0.0	HP(SW)	NF	14	1		1		Seasonal	1	1	1
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**
15	Ngerengere	2	Kiwege	1,122	22.3	HP(SW)	F	7	1		1		1	1	1	1
		3	Kwaba	1,175	0.0	HP(SW)	NF	11	1		1		Seasonal	1	1	1
		5	Matuli	2,506	20.0	HP(SW)	F	16	1		1		Seasonal	1	1	
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**1**	**3**	**3**	**2**
16	Tununguo	3	Tununguo	2,646	9.4	HP(SW)	F	13	1		1		1	1	1	1
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**
18	Singisa	2	Lumba Chini	5,288	4.7	HP(SW)	F		1		1					
		3	Ntala	1,131	22.1	HP(SW)	F		1		1					
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
19	Bwakira Juu	2	Kumba	1,079	0.0				1		1					
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
20	Mngazi	3	Vigolegole	3,152	23.8	HP(SW)	F	8	1		1		1	1	1	1
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**
22	Kasanga	1	Balani	1,900	0.0	GS(River)	NF		1			1				
		2	Bungu	1,023	0.0	HP(SW)	NF		1		1					
		3	Kasanga	1,969	25.4	GS(River)	F		1			1				
		4	Kitonga	1,269	0.0				1		1					
		5	Kizagila	686	0.0				1		1					
		6	Longwe	772	0.0				1		1					
			Total						**6**	**0**	**4**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**
23	Kolero	3	Lukange	2,263	11.0	GS(River)	F		1			1				
			Total						**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
24	Mvuha	1	Kongwa	2,799	17.9	HP(SW)	F	2	1		1		1	1	1	1
		3	Msonge	1,736	14.4	HP(SW)	F	18	1		1		1	1	1	
		4	Mvuha	1,832	27.3	HP(SW)	F	1	1		1		1	(CARE)	1	1
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**3**	**2**	**3**	**2**
25	Selembala	2	Kiganila	1,116	0.0	HP(SW)	NF	3	1		1		1	1	Kidunda	
		5	Kiburumo	743	0.0	HP(SW)	NF	4	1		1		1	1	Kidunda	
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**2**	**2**	**0**	**0**
									60	**0**	**53**	**7**	**10**	**12**	**11**	**9**
															Kidunda: affected when Kidunda dam is constructed	

表 10.11　優先プロジェクトの暫定的選定 (3/3)

KILOSA																
S/N	Ward	S/N	Town/Village	Total Population	Coverage (%)	Scheme Type	Status of Functioning	Priority Project Selection								
								District Priority	Rural/Urban		Groundwater/Surface		Actual Access	No Other Projects	Other Conditions	Selected
									Rural	Urban	GW	SW				
1	Masanze	3	Munisagra	1,966	12.7	SW(1)	F		1		1		No			
		4	Chabima	1,045	23.9	SW(1)	F	8	1		1		1			1
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**1**	**0**	**0**	**1**
7	Kibedya	2	Letungunya	3,531	21.2	PS(BH)	F		1		1					
		3	Tabu Hotel	2,044	24.5	PS(BH),HP	F		1		1					
		4	Ihenje	1,671	29.9	PS(BH)	F		1		1					
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
12	Lumbiji	1	Kisongwe	3,508	7.1	GS(Sp)	F		1			1				
		2	Lumbiji	3,664	6.8	GS(Sp)	F		1			1				
			Total						**2**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**
13	Mandege	1	Njungwa	5,243	0.0	(River)			1			1				
		2	Ikwamba	3,808	0.0	(River)			1			1				
			Total						**2**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**
14	Magubike	3	Ifunde	820	0.0			7	1		1		No			
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
18	Iyogwe	1	Makuyu	4,415	22.7	HP	F		1		1					
		5	Chogoali	3,844	19.5	HP	F		1		1					
		6	Ijava	1,605	15.6	HP	F		1		1					
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
19	Madoto	3	Mkata Station	892	0.0			1	1		1		1	1	1	1
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**
20	Msingisi	1	Msingisi	6,052	4.1	GS(Sp)	F		1			1				
		2	Luhwaji	2,914	8.6	HP	F		1		1					
			Total						**2**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
23	Gairo	3	Mkalama	3,336	22.5	HP	F			1	1					
		4	Meshugi	2,934	8.5	HP	F			1	1					
		5	Ukwamani	5,303	14.1	HP	F			1	1					
			Total						**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
24	Kilangali	2	Kilangali	2,656	9.4	HP	F	10	1		1		Seasonal	1	1	1
		3	Kiduhi	549	0.0			6	1		1		Seasonal	1	1	1
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**2**	**2**	**2**
25	Chakwale	3	Kitaita	2,934	8.5	PS(BH)	F		1		1					
		4	Madege	4,655	0.0	(Dug well)			1		1					
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
26	Ludewa	6	Gongoni	2,825	8.8	GS(Sp)	F		1			1				
			Total						**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
27	Chanjale	1	Lukando	1,210	0.0				1		1					
		2	Mamvisi	1,765	0.0				1		1					
		3	Chanjale	1,200	0.0				1		1					
		4	Kumbulu	3,243	0.0				1		1					
		5	Ching'olwe	799	0.0				1		1					
			Total						**5**	**0**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
30	Changongwe	1	Changongwe	3,437	0.0				1		1					
		2	Mkobwe	2,814	0.0				1		1					
		3	Lufikili	2,912	0.0				1		1					
			Total						**3**		**3**					**0**
31	Idibo	1	Idibo	6,715	11.2	HP	F		1		1					
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
34	Tindiga	2	Malangali	4,144	24.1	PS(BH),HP	F		1		1					
		4	Tindiga	5,691	26.4	SW(7)	F		1		1					
			Total						**2**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
36	Maguha	3	Nyagala Bondeni	724	0.0				1		1					
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
37	Mamboya	3	Uponela	2,946	0.0			11	1		1					
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
39	Msowero	2	Makwambe	1,580	0.0			5	1		1		1	1	1	1
		3	Msowero	7,336	3.4	PS(BH),SW(1)	PS-NF, SW-F		1		1					
		4	Mambegwa	2,987	16.7	SW(2)	F		1		1					
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**
40	Rubeho	1	Rubeho	7,338	6.8	HP,GS(Sp)	F		1			1				
		2	Masenge	5,461	4.6	GS(Sp)	F		1			1				
		3	Kwipipa	3,220	7.8	GS(Sp)	F		1			1				
		4	Kisitwi	5,236	23.9	GS(Sp)	F		1			1				
			Total						**4**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**
41	Nongwe	1	Nongwe	2,098	0.0			9	1		1		No			
		2	Mtega	4,285	0.0				1		1					
		3	Lukinga	1,429	0.0				1		1					
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
42	Dumila	3	Kwambe	5,696	17.6	SW(4)	F		1		1					
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
43	Kitete	5	Mabwegere	2,680	18.7	SW	F			1	1					
			Total						**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
44	Chanzuru	1	Ilonga	6,071	12.4	HP	F		1		1					
			Total						**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
45	Lumuma	2	Mkung'hulu	2,295	10.9	HP	F		1		1					
		4	Kibasigwa	824	0.0			4	1		1		1	1	1	1
		6	Ibingu	1,900	13.2	HP	F		1		1					
			Total						**3**	**0**	**3**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**
46	Kidete	3	Mzaganza	1,502	0.0			2	1		1		1	1	1	1
		4	Mwasa	2,052	24.4	HP	F		1		1		1	1	1	
		5	Kitati	1,911	26.2	HP	F		1		1					
		6	Kikundi	1,031	0.0			3	1		1		1	1	1	1
			Total						**4**	**0**	**4**	**0**	**3**	**3**	**3**	**2**
									53	**4**	**47**	**10**	**7**	**8**	**8**	**8**

上記***表 10.9*** の条件を適用し、***表 10.11*** に示す手順を経て、***表 10.12*** に記載する 25 サイトを暫定的に優先プロジェクトとして選定した。

表 10.12　優先プロジェクト一覧（暫定的）

州	県	区	No.	サイト
モロゴロ	ムボメロ	Maskati	1	Magunga
			2	Kipangilo
		Kibati	3	Diburuma
		Sungaji	4	Kisala
		Mtibwa	5	Lungo
			6	Lukenge
	モロゴロ・アーバン	Mkundi	7	Mawasiliano/ Nguru ya Ndege/ CC Forest
			8	Kilongo
	モロゴロ・ルーラル	Lundi	9	Tambuu
		Tawa	10	Uponda
		Mkulazi	11	Usungura
		Ngerengere	12	Kiwege
			13	Kwaba
		Tununguo	14	Tununguo
		Mngazi	15	Vigolegole
		Mvuha	16	Kongwa
			17	Mvuha
	キロサ	Masanze	18	Chabima
		Madoto	19	Mkata Station
		Kilangali	20	Kilangali
			21	Kiduhi
		Msowero	22	Makwambe
		Lumuma	23	Kibasigwa
		Kidete	24	Mzaganza
			25	Kikundi

10.4　フェーズ 3 でのフィージビリティ・スタディ

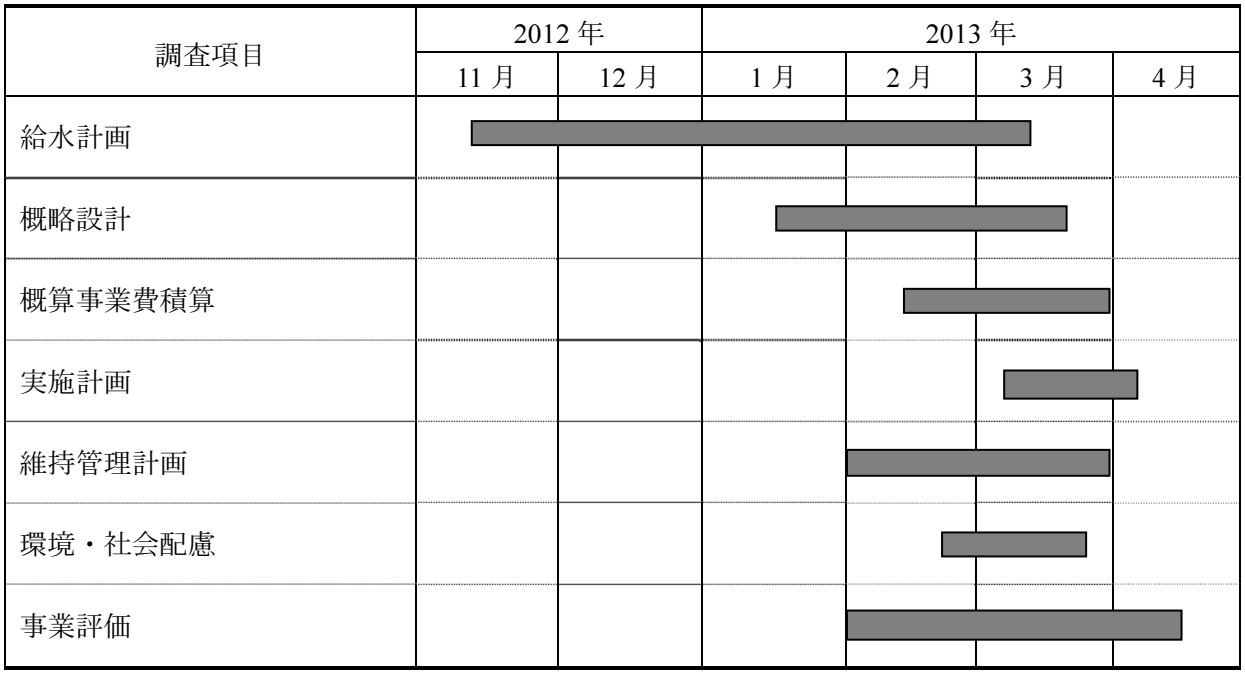
フェーズ 3 では、フェーズ 2 で選定した優先プロジェクトの実施可能性を評価するために、フィージビリティ・スタディを行った。フィージビリティ・スタディとして行った調査内容を***表 10.13*** に示す。また、各調査項目の説明につき、下表に示す対応章を参照されたい。

表 10.13　フィージビリティ・スタディの調査項目

調査項目	調査内容	参照章
給水計画	社会・経済状況、水源状況、基礎項目設定、水源計画、給水施設計画、給水サービス検討	第 11 章
概略設計・概算事業費	設計基準、給水施設仕様、設計図、単価、施設建設費、事業費	第 12 章
実施計画	事業実施体制・作業分担、実施工程	第 13 章
運営・維持管理計画	維持管理政策・制度、課題、水料金提案	第 14 章
環境・社会配慮	環境社会状況、環境影響評価制度、初期環境調査結果	第 15 章
事業評価	経済・財務評価、組織・制度評価、維持管理評価、政策評価、環境社会配慮評価、水資源管理評価、技術評価	第 16 章

また、フィージビリティ・スタディは***表 10.14*** に示す日程に沿って実施した。

表 10.14　フィージビリティ・スタディの日程



フィージビリティ・スタディの結果は、優先プロジェクトの早期実施の可能性に寄与することが期待される。

第 11 章　優先プロジェクトの給水計画

第 11 章　　優先プロジェクトの給水計画

11.1 序論

第 10 章に述べたように、本プロジェクトのフェーズ 2 において、モロゴロ州ムボメロ県、モロゴロ市、モロゴロ県、キロサ県内の村落が給水分野の優先プロジェクト対象サイトとして選定された。そして、引き続き実施したフェーズ 3 において、先に選定された優先プロジェクト・サイトのフィージビリティ調査（F/S）を実施した。本章では、F/S で実施した各種調査の結果および結果に基づいて策定した給水計画の内容について述べる。

給水計画の策定においては、***図 11.1*** に示すように、優先プロジェクト・サイトを対象とした社会・経済調査、水源調査、給水現況把握、運営・維持管理費の住民負担可能性の検討等を行い、住民による持続的な維持管理が可能となる計画となるよう留意した。

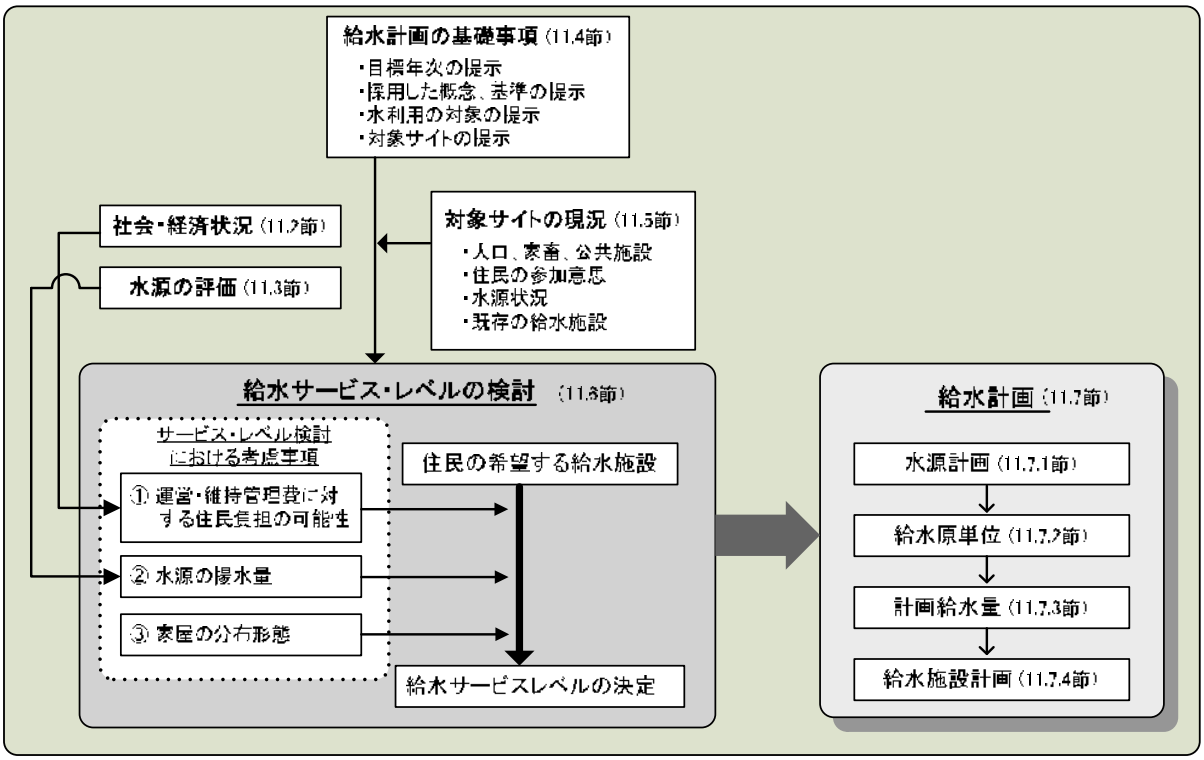


図 11.1　優先プロジェクトの給水計画策定の流れ

社会・経済調査では、給水施設の運営・維持管理において考慮すべき事項や***第 16 章***で述べる経済・財務評価に必要な情報の分析を行った。水源調査では、フェーズ 2 に実施した水資源評価結果および新たに実施した試掘調査結果等に基づいて、水源計画に必要な情報の分析を行った。給水現況把握では、各サイトの現在の給水状況を把握すると共に、地形の状態や家屋の分布形態の把握を行い、給水施設計画に必要な情報を分析した。運営・維持管理費の住民負担額の検討においては、社会・経済調査の結果および運営・維持管理費の算定結果に基づいて、サイト毎に持続的な維持管理が可能となる給水レベルについて検討した。

なお、初期設計、実施計画、運営・維持管理計画、環境社会配慮、事業評価については、***第 12 章***以降に述べる。

11.2 優先プロジェクト・サイトの社会・経済状況

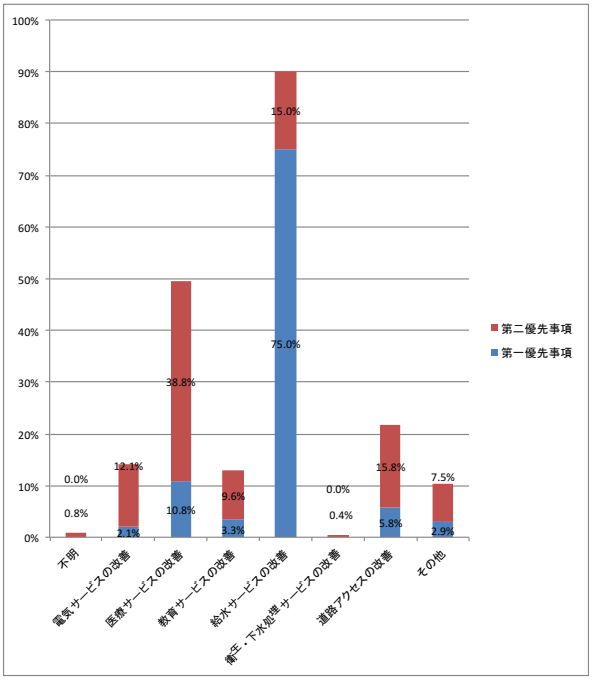
11.2.1 概論

優先プロジェクト・サイトの社会・経済状況の把握とプロジェクト実施の妥当性を検証するフィージビリティ調査の一環として社会・経済調査を実施した。調査は選定された 24 サイト（26 村落）にて実施された。同調査は 1 サイトあたり、無作為に選定した 10 サンプル世帯（計 240 サンプル世帯）を対象とし、質問票を用いた構造インタビュー方式による聞き取り調査を行った。以下に給水計画ならびに運営・維持管理計画の策定に特に留意が必要な調査結果を示す（詳細調査結果についてはサポーティング・レポート　第 17 章参照）。

11.2.2 調査結果概要

1)　生活状況改善に関するニーズ

「生活の中で特に改善して欲しい事は何ですか」との質問に対する回答を、***図 11.2*** に示す。第一優先項目は、回答者の 75.0%が給水サービスの改善を挙げている。続いて医療サービスの改善(11.0%)が最も多く、道路アクセス状況の改善(6.0%)、教育サービスの改善(3.0%)と続いている。生活改善に対する第二優先項目には、医療サービスが最も多く挙げられ 38.8%となっている。次いで、道路アクセスの改善 15.8%、給水サービス改善 15.0%、電気サービスの改善 12.1%の順に回答が挙げられている。第一優先事項として、給水サービスの改善を望む世帯が 75%に達し、次に回答数が多い医療サービスの改善が全体回答数の 11%に留まっていることからも、住民の給水状態への強い改善の要望が見て取れる。

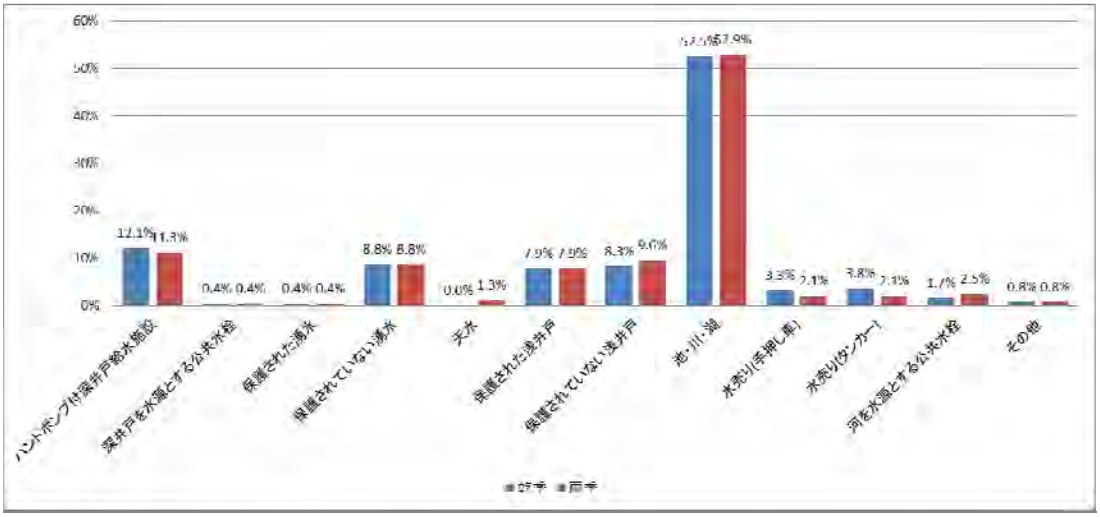


(出典：JICA Study Team, 2013)

図 11.2　生活状況改善に関する第一優先項目・第二優先項目の合計

2)　給水現況

生活用水として主に使用されている水源は、***図 11.3*** に示すように、雨季・乾季を通じて池・川・湖等が半数以上(雨季・乾季とも約 53%)と最も多く、次いでハンドポンプ付深井戸給水施設(雨季 11.3%、乾季 12.1%)であった。さらに乾季ではコンクリート等により保護されていない湧水の水源(8.8%)、保護されていない浅井戸(8.3%)と続き、雨季では保護されていない浅井戸(9.6%)、保護されていない湧水(8.8%)の順となっている。つまり、池・川・湖の他、コンクリート等で上部・下部構造ともに保護されていない浅井戸、湧水など安全でない水源または改善されていない水源の利用が乾季で 69.6%、雨季で 71.3%となる。



(出典：JICA Study Team, 2013)

図 11.3　世帯が利用している既存水源

既存水源からの一日の平均水使用量は一人当たり乾季・雨季とも 20 リットル（中央値）である。また、現在の使用量に加えて生活用水として追加的に必要としている水量は平均一人一日乾季で 9.7 リットル、雨季で 8 リットル（中央値）となった。本優先プロジェクトでの給水原単位の設定では、「タ」国基準とともに、設計が過度にならないよう、これら調査結果を考慮する必要がある。

水汲みは成人女性の役割であることが多く、サンプル世帯全体の 54%が、成人女性が水汲みを行っていると回答している。その他、成人男性、男児、女児が水汲みを行うケースも見られ、それぞれ全体の 13%、12%、14%を占めている。また水売りから水を入手するケースも 7%ほど挙げられている。

水汲みに要する時間/回（往復路、待ち時間を含む）は、キロサ県 Kiduhi(KL4)(乾季 120 分、雨季 90 分)とモロゴロ県 Kiwege(MR4)(乾季 90 分、雨季 75 分)を除き雨季と乾季での大きな違いは見られなかった。所要時間は、サイト間により 5 分～150 分と大きな開きがあり、サンプル世帯全体での平均は 30 分/回（中央値）である。また、平均水汲み回数は 1 日当たり乾季、雨季ともに 4 回（中央値）であった。

対象 24 サイトのうち 12 サイトで水料金の支払いが行われており、サンプル世帯全体で見ると、乾季で 23.3%、雨季では 18.8%の世帯が水を得るために料金を支払っていると回答をしている。一方、24 サイト中、半数にあたる 12 サイトでは水料金が支払われている施設または水源は無く、料金は支払われていない。

料金徴収が行われている既存施設・水源を有する 12 サイトにて、水料金支払額は一月一世帯当たり乾季で 750Tsh～99,000Tsh、雨季で 750Tsh～99,000Tsh（中央値、水料金を支払っている世帯をサンプル母体とする）である。同 12 サイトでのサンプル世帯全体平均（中央値）では雨季乾季共に 45,000Tsh であった。

また、施設・水源別に支払金額を見ると、ハンドポンプ付深井戸施設と保護された浅井戸で乾季･雨季ともに 1,000Tsh／月／世帯､深井戸を水源とする公共水栓で 6,000Tsh／月／世帯、河川を水源とする公共水栓で、乾季は 18,000Tsh／月／世帯、雨季に 6,750Tsh／月／世帯となっている。また、水売りに支払われる金額は大きく、手押し車で乾季 72,000Tsh／月／世帯、雨季で 63,000Tsh／月／世帯、タンカーで乾季 84,000Tsh／月／世帯、雨季で 108,000Tsh／月／世帯という結果になった。

3)　給水状況改善に関する意識

対象サイト地域での給水事情はよくないといえ、既存の水源や給水施設に不満を抱く住民が大多数を占めている(96%)。既存の水源に不満がある理由として水質 (74%)、水源までの距離(41%)、水量 (32%)、また安定した水の供給(20%)、水汲みの待ち時間(19%)が挙げられて

いる。

給水事情改善に対する住民の意向については、高い金額を支払っても、改善された給水施設が必要」と回答した世帯がサンプル世帯全体の 35%で、「妥当な金額であれば費用を支払っても、改善された給水施設が必要」は 63%で、料金を支払っても改善を要望する世帯がサンプル世帯全体の 9 割以上となり、給水事情改善のニーズは高い。

給水事情の改善に関して希望する給水施設の種類は、「深井戸を水源とする公共水栓」との回答が、サンプル世帯全体の 43%と最も多く、次いで「ハンドポンプ付深井戸給水施設」(19%)、「川を水源とする公共水栓」(14%)が挙げられた。

水源別にみると深井戸を希望する世帯は、サンプル世帯全体の 75%(ハンドポンプ付深井戸給水 19%、深井戸を水源とする公共水栓 43%、深井戸を水源とする各戸給水 13%)と最も多く、次いで河川が 14%と、深井戸を望む世帯が大多数であることが分かる。

給水施設のタイプ別では、公共水栓を要望する世帯が最も多く、サンプル世帯全体の 65%であった(内訳は、深井戸を水源とする公共水栓 43%、河川を水源とする公共水栓が 14%、そして湧水を水源とする公共水栓 8%)。

水源を深井戸に求める理由は既存給水状況の水質に対する不満が最も大きいことと関係していると考えられ、公共水栓を要望する理由についても同様に、水源までの距離や水汲み待ち時間などに対する不満が関係していること想定される。

建設される給水施設の運営・維持管理は、水利用者自身で行うべきとの回答がサンプル世帯全体の 44%、または村落内の組織・行政組織（村落水管理委員会／村落水利用者組合）が行うべきとの回答が 34%であった。すなわち、村落内で、住民が主体となり維持管理体制をとるべきと考える世帯の割合は、合計でサンプル世帯全体の 78%を占めている。

サンプル世帯の 98%が、改善される給水施設の利用にあたっては、料金が支払われるべきと回答している。さらに、給水施設の運営・維持管理にかかる費用は水利用者自身が負担するべきとの回答がサンプル世帯全体の 75%、村落水管理委員会／利用者組合が負担すべきとの回答は 13%となっており、合計 88%のサンプル世帯全体の住民が、住民自身による維持管理費用の負担の意思を示している。

給水施設タイプ別による運営・維持管理費用の負担意志額の平均は、対象 24 サイト全体でハンドポンプ付深井戸給水施設、深井戸を水源とした公共水栓共に一世帯当たり 20 リットルの容器に対し 50Tsh（中央値）という結果であった。

世帯人口の平均を本社会・経済調査の結果から 6.9 人とし、計画原単位である 25ℓ／人／日の 6 割を改善される給水施設から入手し、上述の支払意思額を支払うと仮定すると、ハンドポンプ付深井戸施設と公共水栓施設ともに、月当たり世帯支払意思額の総額は 7,763Tsh／世帯／月となる（原単位 25ℓ×60%×6.9 人×30 日÷20ℓバケツ×50Tsh）。本社会・経済調査結果にて、サンプル世帯が深井戸を水源とする既存のハンドポンプ付給水施設に現状で支払っている金額は 1,000Tsh／世帯／月、深井戸を水源とする公共水栓で 6,000Tsh／世帯／月であることから、実際の支払額は既存ハンドポンプ施設で支払意思額の約 13%である一方、公共水栓施設では支払意思額の約 77%となっている（***表 11.1*** 参照）。すなわち、住民の支払い意思は額は実際の支払額より高いことが解った。

表 11.1　運営・維持管理費用の負担意志額と実際の支払額（Tsh）

施設タイプ	実際の水料金支払額／世帯／月 ①	支払意思額／世帯／月 ②	支払意思額と実際の支払額との割合 (① ÷②)
ハンドポンプ付深井戸給水施設	1,000	7,763	13%
深井戸を水源とする公共水栓	6,000	7,763	77%

(出典：JICA Study Team, 2013)

4)　保健・衛生状況

対象サイトの衛生環境については、殆どの世帯で伝統的な素掘りトイレを使用して（91%）おり、改善されたトイレ（VIP トイレ、手流しトイレ、水洗トイレ）の所有率は低い。

3 歳以下の幼児の野外排便の取り扱いについては、トイレに廃棄すると答えた世帯が、幼児がいる世帯の 85.3%で最も多く、次いで庭に廃棄が 7.0%、常にトイレを使用させるが 5.6%と続き、「何もしない／地面に放置」するは幼児のいる世帯の回答の 1.4%であった。

家庭ごみの処理については、庭に掘った穴に廃棄する世帯が半数を超えている（52%）他、燃やして廃棄（36%）する、野外に廃棄する（12%）方法が取られている。サンプル世帯全体では、ごみを庭に穴を掘り処理する、燃やすという方法が、合計 88%と大多数であるが、24 調査サイト中 13 サイトで、野外にごみを捨てると回答している世帯がある。

サンプル世帯全体で最も多い疾患はマラリア、次いで下痢であるとの回答があった。マラリアはサンプル世帯全体の 92%、下痢性疾患は 60%、その他呼吸器系疾患は 14%の世帯が生活に支障がでる病気として挙げられている。

調査時から 30 日以内に世帯メンバーのいずれかが下痢性疾患に罹患したと回答した世帯は、全体で 32%であった。罹患者の属性は、「成人（15 歳以上）男性」が全体の 40%、「成人女性」が 40%、「5-14 歳の子ども」が 27%、「5 歳未満の子ども」が 30%となっており、成人の罹患率が高い。

下痢性疾患に罹患した際の対処は主に薬の摂取（全体の 75.3%）、病院・クリニックへの通院（54.5%）、経口補水液（ORS）の摂取（14.3%）であった。

下痢の原因については、サンプル世帯全体の 84%が汚染された水の摂取と回答している。次いで、不適切な食品の扱い（21%）、衛生的なトイレがないこと（19%）、手洗いをしないこと（10%）が挙げられている。

全サイトにおいて、汚染された水の摂取を挙げている世帯が半数を超えており、不衛生な水が原因との意識は強いが、手洗いの慣習欠如を原因と挙げる世帯は全体で 10%に留まり、下痢疾患と手洗いの関係に対する意識はあまり高くない。

全サンプル世帯のうち、本社会・経済調査聞き取り実施時から過去 30 日間の間に医療費を支出した世帯は全体の 56.2%になる。世帯当たりの平均医療費/月（中央値）はサイトにより 0～27,500Tsh と幅が大きく、サンプル世帯全体平均では 1,500Tsh となっている。

5)　世帯の経済状況

回答者の 90%が主な現金収入源に農業を挙げている。その他、自営業（サンプル世帯全体の 31%）、牧畜（同 18%）、日雇い労務（同 11%）の順で世帯の収入源となっている。

現金収入を農業から得ると回答した世帯は、モロゴロ市 Kilongo(MU2)とキロサ県 Kiduhi(KL4)を除く全サイトで 70%～100%となっている。一方、モロゴロ市 Kilongo(MU2)は地方都市モロゴロの近郊に位置し、自営業による収入を挙げた世帯が 60%と、農業の 50%を上回っている。なお、同サイトは、雇用就業による給与所得もサイト全体の 30%を占め、他のサイトを大きく上回っているなど、都市近郊という地域状況による、収入源の多様性が見られる。またキロサ県 Kiduhi(KL4)は伝統的に牧畜を営むマサイ系民族が居住していることから、現金収入源は世帯の 90%が牧畜を挙げており、農業の 60%を上回っている。

全サンプル世帯の世帯当たり月平均の支出額は 120,000Tsh(中央値)との結果になり、一人当たりにすると 21,429Tsh（中央値）となる。2007 年に実施された National Household Budget Survey（NBS, 2009）によると、地方部における世帯あたりの月平均支出額は、2007 年当時の価格で 82,715Tsh、一人あたりは 16，418Tsh となっている。当該国における毎年 10%以上の物価上昇率を考慮すると、同数値は 2013 年では世帯当たり約 121,000Tsh、一人当たりは約 26,000Tsh と算出され、本調査結果と近い数値になっている。

一方、サンプル世帯の世帯当たり平均月収は 155,000Tsh（中央値）であり、一人当たりにすると 28,056Tsh（中央値）との結果になった。2007 年に実施された National Household Budget Survey（NBS, 2009）によると、地方部にて世帯あたりの平均月収は、2007 年当時の価格で

120,684Tsh であり（一人当たりの月収データは無い）、年間 10%の物価上昇率を考慮すると、2013 年時点で約 195，000Tsh と算出できる。調査結果では牧畜を主産業としているキロサ県 Kiduhi(KL4)の平均収入が最も高く 304,500Tsh で、キロサ県 Kibasigwa (KL6)の 75,000Tsh が最も低い値であった。

11.3 優先プロジェクト・サイトの水源の評価

11.3.1 緒言

タンザニア国の地方給水事業は州行政府の支援の下事業実施主体である県により進められており、水資源管理は水資源管理法(2009 年施行)においてサブ流域単位で実施することが規定されている。これら水セクターにおける取組みを踏まえて、サブ流域内の水需要量と水資源量のバランスを確認することを目的として、7 つのサブ流域毎に県別の給水率の分布状況を把握した。その結果、メイン・レポートの***第 10 章***に述べているように、給水率が 50%以下に留まっている県はムコンドア、アッパールブ、ゲレンゲレ・サブ流域およびワミ・サブ流域上流部に集中していることが明らかとなった。一方、ワミ・ルブ流域内の 7 つのサブ流域の地下水資源の開発可能量は、少なくとも 2035 年までの地下水の水需要量を賄うことが可能であることも判明した。

また、ワミ・ルブ流域管理事務所が飲料水としての利用の可否の判断指標の一つとして採用している電気伝導度（2,000 μ S/cm 以下であること）の分布域は、ムコンドア、アッパールブ、ンゲレンゲレ・サブ流域およびワミ・サブ流域の上流部に広く分布していることも判明した。

これらの状況を考慮した結果、F/S 対象となる給水分野の優先プロジェクト・サイトとして、ムコンドア、アッパールブ、ンゲレンゲレおよびワミ上流部のサブ流域に位置するモロゴロ州内のムボメロ県、モロゴロ市、モロゴロ県、キロサ県内の 24 サイトが選定された。

しかしながら、ワミ・ルブ流域内のモロゴロ州には地下水開発が比較的容易な堆積層だけではなく、開発が困難である岩盤地域も広く分布している。また、電気伝導度が高い地域や総硬度[1]、マグネシウム、カルシウムが WHO 基準値を超える井戸、フッ素が WHO の基準値である 1.5mg/ﾘｯﾄﾙを若干超える井戸[2]が岩盤地域に局所的に分布している。このことは、サブ流域全体で見た場合には水需要量を満たす地下水資源が存在していても、局所的に飲料水の水質基準を満たすことが出来ない地下水が存在するため、必ずしもサブ流域内の任意の点で必要な水量を得ることができるとは限らないことを意味する。したがって、給水事業の実施に向けた調査を行う各段階では、優先プロジェクトの対象サイトに的を絞った詳細な地下水調査が必要である。

したがって、本節では持続可能な給水施設の設計に資することを目的として実施したより詳細な水理地質調査および水源の評価結果について述べる。

11.3.2 優先プロジェクト・サイトの水理地質状況

優先プロジェクト・サイトが位置するモロゴロ州に分布する帯水層は、ワミ・ルブ流域内に分布する帯水層と同様、第四系、第三紀層、中・古生層、先カンブリア界に分類される。***図 11.4*** にモロゴロ州の水理地質図を、***表 11.2*** に層序表をそれぞれ示す。

---

[1] 総硬度の飲料水基準はタンザニア国、WHO 共に 600mg/ﾘｯﾄﾙであり、カルシウム、マグネシウムの飲料水基準はタンザニア国基準では 100mg/ﾘｯﾄﾙであり、WHO では設定されていない。

[2] キロサ県の 2 本の井戸のフッ素の値が 1.6mg/ﾘｯﾄﾙおよび 1.65mg/ﾘｯﾄﾙとなっている。

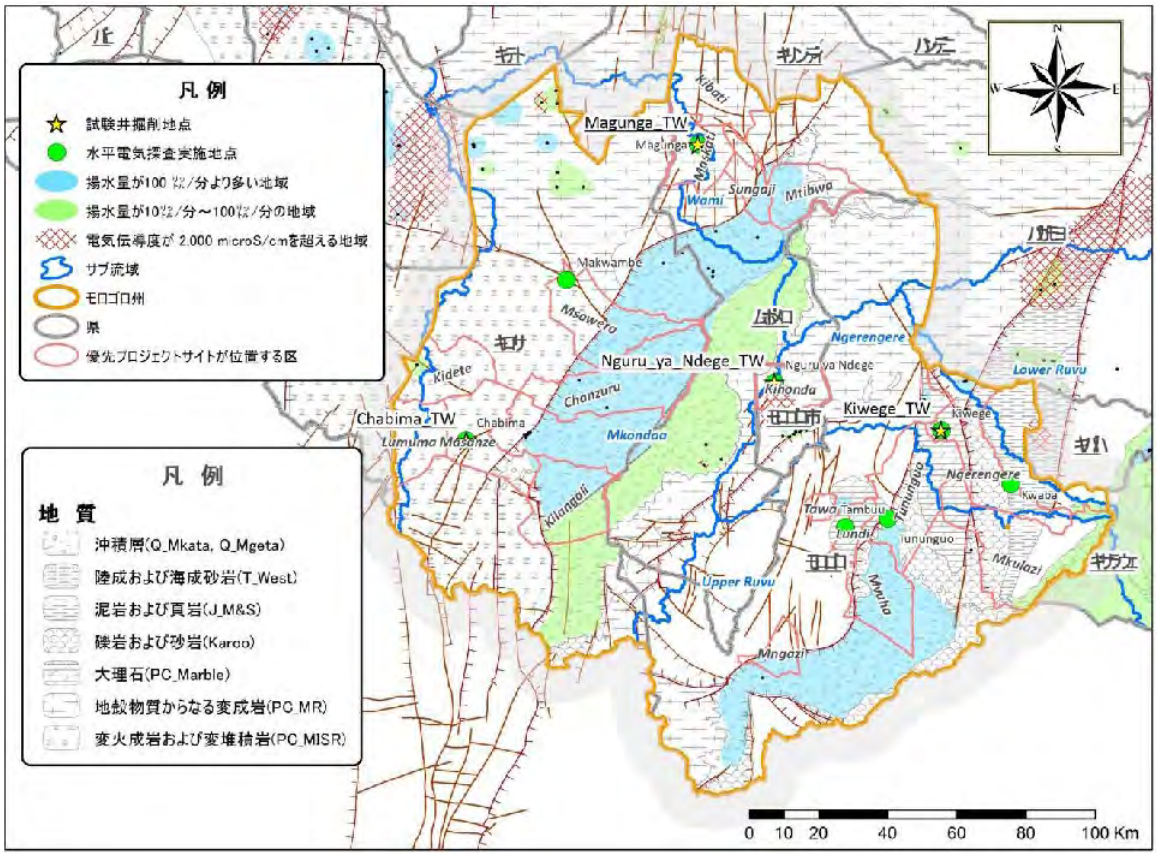


図 11.4　モロゴロ州の水理地質図

表 11.2　モロゴロ州に分布する帯水層区分

番号	帯水層 (記号)	地質年代		岩相
1	Q_Mkata, Q_Mgerta	第四紀		沖積層、洪積層
2	T_West	第三紀		段丘堆積物、洪積世海浜砂
3	J_M&S	中生代、古生代	ジュラ紀、白亜紀	泥岩および頁岩、陸生および海成砂岩
	Karoo		ペルム紀、三畳紀	礫岩および漂礫岩
4	PC_Marble	先カンブリア時代	新期原生代	大理石
5	PC_MR		新期原生代	地殻物質からなる変成岩
6	PC_MISR		古期原生代	変火成岩および変堆積岩

優先プロジェクト・サイトは、第四系、ジュラ系、先カンブリア界分布域に位置しており（***図 11.4*** を参照）、地下水の胚胎形態としては、層状水（第四系）と裂罅水（ジュラ系、先カンブリア界）に区分される。

本プロジェクトで作成した水理地質図（***図 11.4***）によると、層状水が分布するムカタ平野およびムゲタ平野では揚水量の情報が面的に示されている。したがって、各優先プロジェクト・サイトの揚水可能量の推定は可能である。しかしながら、裂罅水であるジュラ系および先カンブリア界が分布する地域では、揚水量の情報はスポット的な分布の把握に過ぎないため、水理地質図のみから各優先プロジェクト・サイトにおける揚水可能量を推定することは困難である。

したがって、既存の水理地質データも少なく、地下水の胚胎状況の把握が難しいジュラ系及び先カンブリア界分布地域において試験井掘削を行い、優先プロジェクト・サイトの水源の評価に反映させた。

11.3.3　水理地質調査の実施

1)　物理探査による試験井掘削位置の選定

試験井掘削地点を選定することを目的として、物理探査を実施した。探査手法は、岩盤地域に分布する断層および風化部の厚さの把握に適している水平電気探査を採用した。また、物理探査は、ワミ・ルブ流域管理事務所およびプロジェクトチームの監理の下、井戸掘削・ダム建設公社（DDCA）が実施した。

物理探査実施地点の選定においては、地層の種類（ジュラ系、先カンブリア界）と分布状況に基づいて 8 地域に区分した。そして、衛星画像解析により抽出されたリニアメントを対象として物理探査を行い、探査結果に基づいて地層を代表する 4 カ所の試掘地点を選定した。選定した物理探査実施地点は***図 11.4*** に示し、物理探査結果は***データブック H*** に示す。

2)　試験井掘削の実施

物理探査結果に基づいて選定した 4 サイトにおいて、試験井掘削（井戸掘削、揚水試験、水質分析）を実施した。***表 11.3*** に、試験井掘削結果を示す。井戸掘削柱状図はデータブック H-2 に、揚水試験解析結果はデータブック H-3 にそれぞれ示す。なお、試験井掘削は、ワミ・ルブ流域管理事務所およびプロジェクトチームの監理の下、DDCA が実施した。

揚水試験の結果、モロゴロ州の西部の先カンブリア時代の変成岩（地殻物質からなる変成岩、変火成岩および変堆積岩）分布域のムボメロ県の Magunga 村およびキロサ県 Chabima 村では 20m^3/h 以上の揚水量を得られたが、東部の地殻物質からなる変成岩分布域のモロゴロ市 MNCCT[3]、大理石分布域のモロゴロ県 Kiwege 村では 0.8～2.2m^3/h の揚水量となった。4 本の試掘結果ではあるが、モロゴロ州の西部と東部では揚水量に大きな違いが生じている。

表 11.3　試験井掘削結果(1/3)

コード	県/市、区	村落	井戸番号 (MRG)	座標(Arc 1960)		掘削深度 (m)	スクリーン長 (m)
				Long.	Lat.		
MM1	ムボメロ県 Maskati 区	Magunga	10/2013	37.43308	-6.07211	100.9	21
MU1	モロゴロ市 Mkundi 区	MNCCT[*1]	08/2013	37.63211	-6.69092	129.0	18
MR4	モロゴロ県 Ngerengere 区	Kiwege	07/2013	38.06544	-6.81527	115.4	15
KL1	キロサ県 Masanze 区	Chabima	09/2013	36.83111	-6.84205	101.0	21

表 11.3　試験井掘削結果(2/3)

コード	連続揚水試験						回復試験	
	試験開始時水位	揚水量	揚水時間	動水位	水位降下	比湧出量	測定時間	回復水位
	GL-m	m^3/h	hr	GL-m	m	m^3/h/m	hr	GL-m
MM1	9.33	21	48	31.96	22.63	0.92797	24	11.31
MU1	48.26	0.8	12	118.02	69.76	0.01147	12	47.98
MR4	40.32	2.2	48	61.44	21.12	0.10417	24	40.77
KL1	14.18	30	48	24.04	9.86	3.0426	24	16.01

[3] Mawasiliano、Nguru ya Ndege、CCT Forest の互いに隣接する 3 村落を示す。

表 11.3　試験井掘削結果(3/3)

コード	透水量係数			透水係数 (T)		貯留係数 (S)
	連続揚水試験	回復試験	平均			
	m^3/day/m			m/day	cm/cm	
MM1	3.28E+01	3.00E+01	3.14E+01	1.50E+00	1.73E-03	2.44E-04
MU1	1.47E-01	1.34E-01	1.41E-01	7.81E-03	9.03E-06	1.64E-02
MR4	2.46E-01	3.25E-01	2.86E-01	1.90E-02	2.20E-05	6.08E-04
KL1	1.09E+02	7.61E+01	9.26E+01	4.41E+00	5.10E-03	7.45E-03

*1: Mawasiliano、Nguru ya Ndege、CCT Forest の 3 つの村落で 1 サイトとした。

3)　水質分析結果

飲料水としての適用可能性について検討することを目的として、4 本の試掘井の水質分析を行った。水質分析用試料は、連続揚水試験の終了直前に採取し、ダル・エス・サラームにある Southern and Eastern African Mineral Center（SEAMIC）において分析した。

飲料水としての適用可能性の評価は、健康に影響がある項目についてはタンザニア国の飲料水基準に比較してより安全側である世界保健機関（WHO）のガイドライン（2008）値に従い、健康に影響がある項目以外の項目についてはタンザニア国基準値（2008）に従った。タンザニア基準値および WHO ガイドライン値を***表 11.4*** に、4 本の試掘井の水質分析結果を***表 11.5*** にそれぞれ示す。

モロゴロ市の MNCCT（MU 1）、モロゴロ県の Kiwege 村（MR 4）、キロサ県の Chabima 村（KL 1）の試掘井戸において、大腸菌、総硬度、カルシウム、マグネシウム、TDS の値がタンザニアの基準を超えており、ムボメロ県の Magunga 村（MM 1）の井戸においては色度が WHO の基準を超えているが、健康に影響がある項目についてはすべて基準値内となっている。なお、***11.3.1 節***において、キロサ県の優先プロジェクト・サイトではない地域の既存井戸のフッ素が WHO の基準値である 1.5mg/ﾘｯﾄﾙを超える値（1.6mg/ﾘｯﾄﾙ、1.65mg/ﾘｯﾄﾙ）であることを述べたが、F/S において試掘を実施したサイトでは WHO 基準値以内であることから、他の優先プロジェクト・サイトにおいてもフッ素が WHO 基準値を超える可能性は低いと考えられる。

表 11.4　タンザニアおよび世界保健機関により設定されている飲料水水質基準

		分析項目	単位	Tanzania基準 (2008)*1	WHOガイドライン (2008)*2
微生物	1	大腸菌群 (Total Coliforms)	count/100ml	0	-
	2	大腸菌 (Escherichia Coli.)	count/100ml	0	0
健康にかかわる項目	3	カドミウム (Cadmium: Cd)	mg/L	0.05	0.003
	4	鉛 (Lead: Pb)	mg/L	0.1	0.01
	5	ヒ素 (Arsenic: As)	mg/L	0.05	0.01
	6	フッ素 (Fluoride: F)	mg/L	4.0	1.5
	7	硝酸 (Nitrate: NO_3)	mg/L	75	50
	8	亜硝酸 (Nitrite: NO_2)	mg/L	-	3.0 / 0.2 *3
	9	マンガン (Manganese: Mn)	mg/L	0.5	0.4
その他の項目	10	全硬度 (Total Hardness (as $CaCO_3$ mg/l)	mg/L	600	600
	11	アルカリ度 (Total Alkalinity)			
	12	カルシウム (Calcium: Ca)	mg/L	100	-
	13	マグネシウム (Magnesium: Mg)	mg/L	100	-
	14	鉄 (Iron: Fe)	mg/L	1.0	-
	15	亜鉛 (Zinc: Zn)	mg/L	15	-
	16	銅 (Copper: Cu)	mg/L	3.0	2.0
	17	塩素 (Chloride: Cl^-)	mg/L	800	-
	18	Total dissolved solids	-	2000	-
	19	アンモニア (Ammonium: NH_3+NH_4)	mg/L	-	1.5
	20	pH	-	6.5 - 9.2	-
	21	味 (Taste)	-	不快でないこと	-
	22	臭気 (Odour)	-	不快でないこと	-
	23	色度 (Colour)	TCU mg Pt/l	50	15
	24	濁度 (Turbidity: Tr)	NTU	25	5.0
	25	温度 (Temperature)	℃	-	-
	26	電気伝導度 (Conductivity)	mS/m	-	-
地下水特性検討項目	27	ナトリウム (Sodium: Na)	mg/L	-	-
	28	カリウム (Potassium: K)	mg/L	-	-
	29	重炭酸 (Bicarbonate: HCO_3^-)	mg/L	-	-
	30	硫酸 (Sulfate: SO_4^{2-})	mg/L	600	
	31	リン酸 (Phosphate PO_4^{3-})			-

注記:
*1: "National Environmental Standards Compendium" Tanzania Bureau of Standards, 2008
*2: "WHO Guideline for Drinking Water Quality Third Edition", World Health Organization, Genova, 2008
*3: 短期 / 長期
: 飲料水用水質基準として検討する値

表 11.5　水質分析結果(1/3)

コード番号	試料採取日	微生物学的項目		健康に重大な影響を及ぼす化学物質						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Total Coliforms MPN/100ml	E.Coli MPN/100ml	Cd mg/l	Pb mg/l	As mg/l	F mg/l	NO_3 mg/l	NO_2 mg/l	Mn mg/l
MM1	05/02/2013	ND	ND	<0.001	<0.01	<0.01	0.53	<0.01	0.04	<0.01
MU1	11/02/2013	$3.3x10^1$	ND	<0.001	<0.01	<0.01	1.2	<0.01	0.03	<0.01
MR4	01/02/2013	$2.3x10^1$	ND	<0.001	<0.01	<0.01	0.56	<0.01	0.04	<0.01
KL1	09/02/2013	$1.3x10^1$	ND	<0.001	<0.01	<0.01	1.15	<0.01	0.03	<0.01

表 11.5　水質分析結果(2/3)

コード番号	適用性を判断する項目										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Total Hardness as CaCO3 mg/l	Total Alkalinity	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Zn mg/l	Cu mg/l	Cl^- mg/l	TDS mg/l	NH_3 +NH_4 mg/l	pH
MM1	152	240	2.8	30.85	<0.01	0.63	<0.01	48.0	600	<0.01	8.23
MU1	560	70	175	36.50	<0.01	0.04	<0.01	390.0	1400	<0.01	8.51
MR4	200	180	16.6	310.08	<0.01	<0.01	<0.01	460.0	8000	<0.01	8.14
KL1	1,132	160	449	11.00	0.09	0.04	<0.01	66.0	1200	<0.01	8.05

表 11.5　水質分析結果(3/3)

コード番号	適用性を判断する項目						地下水を特徴づける水質項目				
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	Taste	Odour	Color (TCU mgPt/L)	Turbidity NTU	Temperature ℃	EC µS/cm	Na mg/l	K mg/l	HCO_3^- mg/l	SO_4^{2-} mg/l	PO_4^{3-} mg/l
MM1	NO	NO	22	1.6	29.50	690	57.44	4.16	8.52	0.72	>0.01
MU1	NO	NO	0	0.76	29.05	1383	170.68	9.31	249.00	67.00	>0.01
MR4	NO	NO	12	0.32	29.50	3360	244.62	20.90	50.53	3.90	>0.01
KL1	NO	NO	0	7.18	29.05	1295	28.90	9.60	758.00	120.00	>0.01

注記：　：タンザニアの基準値を超えている項目、　：WHO の基準値を超えている項目

11.3.4　優先プロジェクト・サイトの水源の評価

1)　給水計画および施設設計に反映する水源情報

(1)　ワミ・ルブ流域のモロゴロ州内の帯水層別の井戸情報

サイト別の井戸深度等の情報を検討するにあたり、本プロジェクトにおいて整理した既存井戸台帳の既存井戸および試験井の情報に基づいて帯水層毎の深度、揚水量、静水位の傾向を把握した。

ワミ・ルブ流域のモロゴロ州内に分布する井戸を 3 タイプの帯水層（第四系、ジュラ系、先カンブリア界）に分類し、井戸深度、揚水量、静水位の中央値および平均値を求めた。なお、算定に用いた井戸は、ハンドポンプによる給水が可能となる最小限の揚水量である 10 ﾘｯﾄﾙ/分を有していることを最低条件として選定した。

表 11.6 に井戸深度、揚水量、静水位の算定値を示す。表中の井戸数の列に示している算定に用いた井戸の本数は、情報の有無が井戸により異なるため、同じ帯水層でも異なっている。なお、これらの井戸には、調査目的であるために掘削深度が深いものも含まれているため、平均値および調査目的の井戸の影響が少ない値である中央値を併記した。

井戸深度（中央値）は、第四系で 50.0mbgl、ジュラ系で 92.0mbgl、先カンブリア界で 61.8mbgl となっており、ジュラ系の井戸深度が最も深くなっている。揚水量（中央値）は、第四系で 226.7 ﾘｯﾄﾙ/分、ジュラ系で 55.0 ﾘｯﾄﾙ/分、先カンブリア界で 56.7 ﾘｯﾄﾙ/分となっており、層状水である第四系の揚水量が大きいことがわかる。静水位（中央値）は、8.9mbgl～11.8mbgl のレンジに集中しており、帯水層による大きな違いは無い。

表 11.6　帯水層別の井戸情報（揚水量が 10 ﾘｯﾄﾙ/分以上の井戸）

帯水層	井戸情報	中央値	平均値	井戸数*2
第四系	井戸深度(mbgl*1)	50.0	58.1	75(4)
	揚水量(ﾘｯﾄﾙ/分)	226.7	309.9	75(4)
	静水位(mbgl)	8.9	10.1	59(4)
ジュラ系	井戸深度(mbgl)	92.0	83.0	17(1)
	揚水量(ﾘｯﾄﾙ/分)	55.0	84.3	17(1)
	静水位(mbgl)	11.8	14.1	23(1)
先カンブリア界	井戸深度(mbgl)	61.8	68.4	100(6)
	揚水量(ﾘｯﾄﾙ/分)	56.7	88.6	100(6)
	静水位(mbgl)	9.1	12.4	71(6)

*1：meter below ground level の略であり、地表面から下への距離(m)を示す。

*2：括弧内の数値は、本プロジェクトにおいてモロゴロ州内に掘削した試掘井の数量で

ある。合計本数は 11 本であり、その内訳は地下水の水資源量の評価を実施したフェーズ 2 で掘削した 7 本と、給水分野の優先プロジェクトの F/S を実施したフェーズ 3 で掘削した 4 本である。

(2)　各サイトの想定井戸深度および揚水量

給水計画の検討に用いるサイト別の想定井戸深度および揚水量を、***表 11.6*** に示した算定結果も考慮に入れ、周辺の既存井戸および試掘井の情報に基づいて検討した。

検討結果を***表 11.7*** に示す。サイト毎に、公共水栓による給水（レベル 2）およびハンドポンプによる給水（レベル 1）とした場合の井戸深度、揚水量、および数値を設定した根拠を示す。なお、給水計画および施設設計の検討では仕様を類型化して検討するため、掘削深度は、周辺の井戸の深度、地層、および給水レベルに基づいて 50m、80m、130m の 3 タイプとした。また、揚水量は、***11.3.4 節 2)***に後述するように、周辺の井戸の揚水量、給水のレベル、給水人口に基づく必要揚水量に基づいて、原則として 10 ﾘｯﾄﾙ/分、30 ﾘｯﾄﾙ/分、50 ﾘｯﾄﾙ/分、100 ﾘｯﾄﾙ/分の 4 タイプとした。

レベル 2 給水用井戸の深度は、第四系では 80m となっており、***表 11.6*** に示した 50.0m より深くなっている。その理由は、本プロジェクトで深度 100m 以上の試掘を行ったことにより深部にも地下水が胚胎していることが確認できたことが一因であると考えられる。ジュラ系では 130m となっており、***表 11.6*** に示した 92.0m より深くなっているが、これは本プロジェクトで実施した試掘結果において 80～130m に地下水が胚胎していることが確認できたことによる。先カンブリア界分布域における井戸の深度は 80～130m となっており、***表 11.6*** に示す 61.8m より深くなっている。その理由としては、対象サイトにおける各種水理地質調査の実施が困難であるため、これまで深部の地下水開発が行われてこなかったが、本プロジェクトの調査において深部の地下水開発の可能性があることを把握できたことが一因であると考えられる。

表 11.7　各サイトのレベル別想定井戸深度および揚水量

ｺｰﾄﾞ番号	サイト（村落名）	帯水層	レベル 2		レベル 1		検討時の根拠
			深度（m）	揚水量（ﾘｯﾄﾙ/分）	深度（m）	揚水量（ﾘｯﾄﾙ/分）	
MM1	Magunga	先カンブリア界	130	50	80	10	MM1 の試掘（深度 100m）で 50～90m の間に地下水を有する亀裂が確認されたが、岩盤地域は亀裂分布の把握が困難であるためレベル 2 給水用井戸としては深度を 130m と想定した。また、岩盤地域であり、揚水量の把握も困難であるため 50 ﾘｯﾄﾙ/分と想定した。レベル 1 用井戸としては深度 80m で 10 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量を得ることが可能と想定。
MM2	Diburuma	先ｶﾝﾌﾞﾘｱ界	130	50	80	10	
MM3	Kisala	第四系	80	100	50	10	周辺の井戸では深度 70m で 270 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水を得ていることから、深度 80m で 100 ﾘｯﾄﾙ/分は得ることができると想定。レベル 1 用井戸としては深度 50m で 10 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量を得ることが可能と想定。
MM4	Lungo	第四系	80	100	50	10	
MM5	Lukenge	第四系	80	100	50	10	
MU1	Mawasiliano/ Nguru ya Ndege/ CCT Forest	先カンブリア界	80	30	80	10	MU1 サイトでの試掘おいて、深度 70m 前後で地下水を有する亀裂に到達したことから、深度は 80m と想定。また、揚水量は 13 ﾘｯﾄﾙ/分であったが、周辺の既存井戸では 50 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量を得られていることから 30 ﾘｯﾄﾙ/分と想定。
MU2	Kilongo	先カンブリア界	80	30	80	10	
MR1	Tambuu	先カンブリア界	130	50	80	10	大理石の亀裂の分布把握が困難であるため、レベル 2 用井戸は深度 130m と想定。周辺の大理石分布域の既存井戸では 165 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量を得られているが亀裂の状況により異なるため 50 ﾘｯﾄﾙ/分と想定。レベル 1 給水用井戸としては上部の風化部に胚胎する地下水も利用できるため 80m と想定。
MR2	Uponda	先カンブリア界	130	50	80	10	先カンブリア界に分布する他地域のサイト（MM1） の情報に基づき、レベル 2 給水用井戸としては深度 130m、揚水量 50 ﾘｯﾄﾙと想定。レベル

ｺｰﾄﾞ番号	サイト（村落名）	帯水層	レベル 2		レベル 1		検討時の根拠
			深度（m）	揚水量（ﾘｯﾄﾙ/分）	深度（m）	揚水量（ﾘｯﾄﾙ/分）	
							1 給水用井戸としては深度 80m と想定。
MR3	Usungura	第四系	80	100	50	10	周辺地域の第四系の井戸では深度 32m で 200 ﾘｯﾄﾙ/分以上の揚水量を得られているが、本サイトは第四系が薄くポテンシャルが低い第三紀層に達する可能性がある。したがって 100 ﾘｯﾄﾙ/分を得るために深度を 80m と想定。また、レベル 1 給水用井戸としては深度 50m と想定。
MR4	Kiwege	先カンブリア界	-	-	50	10	MR4 の試掘井では深度 85m で地下水を有する亀裂に到達したが EC が高く飲料水としては利用できない。周辺の既存井戸では 50m 以浅で良好な水質を得られているため深度を 50m と想定。
MR5	Kwaba	ジュラ系	130	50	80	10	ジュラ系で行った試掘（深度 131m）で深度 80～130m にかけて地下水が胚胎しており、66 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量を得ているため、レベル 2 給水用井戸としては深度 130m、揚水量 50 ﾘｯﾄﾙ/分と想定。レベル 1 給水用井戸としては深度 80m と想定。
MR6	Tununguo	第四系	80	100	80	10	第四系が分布する周辺地域で行った試掘井（深度 90m）で揚水量 570 ﾘｯﾄﾙ/分を得られたため、深度 80m、揚水量 100 ﾘｯﾄﾙ/分と想定。、レベル 1 給水用井戸の場合は家屋周辺に井戸を設置する必要があり、その場合は第四系が薄く、下位の先カンブリア界の風化部の地下水を開発する必要があるため、深度を 80m と想定。
MR7	Vigolegole	第四系	80	100	50	10	第四系分布域の 2 カ所の試掘において、深度 90m で揚水量 570 ﾘｯﾄﾙ/分、深度 113m で揚水量 550 ﾘｯﾄﾙ/分との結果を得ていることから深度 80m で揚水量 100 ﾘｯﾄﾙ/分と想定。なお、MR8 では、給水人口からみると 100 ﾘｯﾄﾙ/分の井戸 2 本では多すぎること、および上記の 2 本の試掘結果を考慮して、揚水量を 150 ﾘｯﾄﾙ/分での対応が可能と判断。
MR8	Kongwa	第四系	80	150	50	10	
MR9	Mvuha	第四系	80	100	50	10	
KL1	Chabima	先カンブリア界	80	50	80	10	KL1 における試掘において深度 50 ～60m で地下水を有する亀裂に到達し、深度 80m 以深で水量が増えると共に電気伝導度が高くなった。したがって、良好な水質を確保することを目的として、レベル 2 およびレベル 1 給水共に深度を 80m と想定。
KL2	Mkata Station	第四系	80	50	50	10	第四系に位置するが、揚水量が少ない井戸が多く分布する地域に近接しているため、深度は 80m で揚水量は 50 ﾘｯﾄﾙ/分と想定。レベル 1 給水用井戸については深度 50m で揚水量 10 ﾘｯﾄﾙ/分と想定。
KL3	Kilangali	第四系	80	100	50	10	周辺地域の試掘（深度 175m）において 433 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量を得ているが、80m 以浅でも 100 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量を得ているため、レベル 2 給水用井戸としては深度 80m で揚水量 100 ﾘｯﾄﾙ/分と想定。レベル 1 給水用井戸としては深度 50m と想定した。
KL4	Kiduhi	第四系	80	100	50	10	
KL5	Makwambe	先カンブリア界	130	50	80	10	KL7 および KL8 と同様先カンブリア時代の地層であるため、レベル 2 給水用井戸としては深度 130m で揚水量 50 ﾘｯﾄﾙ/分と想定。レベル 1 給水用井戸としては深度 80m と想定。
KL6	Kibasigwa	先カンブリア界	130	30	80	10	KL7 および KL8 と同様先カンブリア時代の地層であるが、同村は地形的高まりに位置しており、地下水の胚胎部は深い可能性が考えられることから深度 130m で揚水量は 30 ﾘｯﾄﾙ/分と想定し、レベル 1 給水用井戸としては深度 80m と想定。
KL7	Mzaganza	先カンブ	130	50	80	10	周辺地域の試掘（深度 100m）では 30 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水

ｺｰﾄﾞ番号	サイト（村落名）	帯水層	レベル 2		レベル 1		検討時の根拠
			深度（m）	揚水量（ﾘｯﾄﾙ/分）	深度（m）	揚水量（ﾘｯﾄﾙ/分）	
		リア界					量を得ている。物理探査結果では 100m 以深にも亀裂の存在を示しているため、130m で 50 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量を得られると想定。また、深度 70m 前後でも地下水を胚胎する亀裂が確認されていることから、レベル 1 給水用井戸としては、80m と想定。
KL8	Kikundi	先カンブリア界	130	50	80	10	

2)　井戸の成功率

(1)　成功率の基準

給水施設の建設費用の算定に反映することを目的として、ワミ・ルブ流域内のモロゴロ州に分布する既存井戸（本プロジェクトで掘削した試験井含む）のデータに基づいて、水量の観点から井戸の成功率を算定した。水質については、水質分析結果を有する井戸の数が少ないこと、また岩盤地域の地下水の水質は数メートル離れただけで異なる可能性があることから、成功率への反映は出来ないと判断した。なお、***11.3.3 節の 3)***に述べたように、優先プロジェクト・サイトにおいてはフッ素の値が WHO の基準を超える可能性が低いと想定されるが、電気伝導度が高いサイトや、総硬度、カルシウム、マグネシウムがタンザニア基準を超えるサイト、色度が WHO の基準を超えるサイトが確認されていることから、井戸によっては、飲料水基準を満足しない水質となる可能性があることを考慮する必要がある。

算定に用いた既存井戸は、失敗井を含めて全 228 本であり、対象地域に分布する地層から第四系（79 本）、ジュラ系（23 本）、先カンブリア界（126 本）の 3 つのタイプに分類した。

優先プロジェクトの F/S で検討する給水施設のタイプは、ハンドポンプおよび公共水栓による給水である。ハンドポンプによる給水に利用する井戸の成功基準は、ハンドポンプによる揚水が可能となる最低値の 10 ﾘｯﾄﾙ/分以上とした。また、公共水栓による給水に用いる井戸の成功基準は、1 本の井戸で約 10 時間運転により 2,500 人[4]（給水原単位は 25 ﾘｯﾄﾙ/人/日）に対する給水が可能な揚水量である 100 ﾘｯﾄﾙ/分とした。なお、裂罅水である先カンブリア界およびジュラ系の井戸では 100 ﾘｯﾄﾙ/分の揚水量を得ることが出来ない可能性が低くないこと、そして、給水施設の検討では 1 本の井戸では必要水量を賄うことができない場合には 2 本、3 本と井戸本数を増やしていく必要があることから、帯水層別に、50 ﾘｯﾄﾙ/分以上、30 ﾘｯﾄﾙ/分以上の井戸の成功率についても算定した。

以下に、ハンドポンプ設置用井戸および公共水栓による給水を対象とした井戸の成功率について述べる。

(2)　ハンドポンプ設置用井戸の成功率

ハンドポンプ設置用井戸の成功基準である 10 ﾘｯﾄﾙ/分以上の揚水量を得られる井戸の成功率は、***表 11.8*** に示すように、第四系で 94.9%、ジュラ系で 73.9%、先カンブリア界で 79.4%となっており、比較的高い成功率を得られていることが明らかとなった。なお、優先プロジェクトの概算事業費の算定に用いる成功率は小数点以下を四捨五入した値とし、***表 11.8*** の“採用成功率”の列に示す。

表 11.8　ハンドポンプ（レベル１）を対象とした場合の成功率

帯水層	既存井戸（本）*1	成功基準	成功井（本）	成功率（%）	採用成功率（%）
第四系	79(4)	10 ﾘｯﾄﾙ/分以上	75	94.9	95

[4] タンザニア国首都圏周辺地域水供給計画調査(JICA 2005)では、給水施設の検討において、施設の維持管理費の回収が可能となる給水人口である 2,500 人を一つの基準として、サービス・レベルを選定している。

帯水層	既存井戸（本）*1	成功基準	成功井（本）	成功率（%）	採用成功率（%）
ジュラ系	23(1)	10 ﾘｯﾄﾙ/分以上	17	73.9	74
先カンブリア界	126(6)	10 ﾘｯﾄﾙ/分以上	100	79.4	79
合計	228(11)		192	84.2	

*1：かっこ内は試験井の数を示す。

(3)　公共水栓による給水用井戸の成功率

公共水栓による給水を対象とした井戸の成功基準である 30 ﾘｯﾄﾙ/分、50 ﾘｯﾄﾙ/分、100 ﾘｯﾄﾙ/分以上の揚水量を得られる井戸の成功率を***表 11.9*** に示す。

揚水量が 30 ﾘｯﾄﾙ/分以上となる井戸の成功率は、第四系で 92.4%、ジュラ系で 56.5%、先カンブリア界で 57.1%である。50 ﾘｯﾄﾙ/分以上の成功率は、第四系では 84.8%に達するが、ジュラ系で 47.8%、先カンブリア界で 42.9%と、50%を下回る。100 ﾘｯﾄﾙ/分以上の揚水量を得られる井戸の成功率は、第四系では 77.2%に達するが、ジュラ系および先カンブリア界ではそれぞれ 13.0%および 21.4%と、第四系に比較して 50%以上も下回ることが判明した。

表 11.9　公共水栓（レベル２）を対象とした場合の成功率

帯水層	既存井戸（本）*1	成功基準	成功井（本）	成功率（%）	採用成功率（%）
第四系	79（4）	30 ﾘｯﾄﾙ/分以上	73	92.4	92
		50 ﾘｯﾄﾙ/分以上	67	84.8	85
		100 ﾘｯﾄﾙ/分以上	61	77.2	77
ジュラ系	23（1）	30 ﾘｯﾄﾙ/分以上	13	56.5	62
		50 ﾘｯﾄﾙ/分以上	11	47.8	53
		100 ﾘｯﾄﾙ/分以上	3	13.0	18
先カンブリア界	126（6）	30 ﾘｯﾄﾙ/分以上	72	57.1	62
		50 ﾘｯﾄﾙ/分以上	54	42.9	48
		100 ﾘｯﾄﾙ/分以上	27	21.4	26
合計	228（11）				

*1：かっこ内は試験井の数を示す。

ここで、本プロジェクトにおいて掘削したモロゴロ州内のジュラ系および先カンブリア界における試験井掘削結果を***表 11.10*** に示す。

表 11.10　試験井の成功率

帯水層	試験井（本）	成功基準	成功井（本）	成功率（%）
ジュラ系	1	30 ﾘｯﾄﾙ/分以上	1	100
		50 ﾘｯﾄﾙ/分以上	1	100
		100 ﾘｯﾄﾙ/分以上	0	0
先カンブリア界	6	30 ﾘｯﾄﾙ/分以上	4	67
		50 ﾘｯﾄﾙ/分以上	3	50
		100 ﾘｯﾄﾙ/分以上	3	50

試験井の本数は少ないが、ジュラ系では 100 ﾘｯﾄﾙ/分に満たない揚水量を井戸の成功率は 100%、

先カンブリア界では揚水量 100 ﾘｯﾄﾙ/分以上の井戸の成功率が 50%に達しており、***表 11.9*** に示す成功率に比較して全体的に高くなっていることがわかる。

これは、試験井掘削地点の選定過程において、衛星画像解析によるリニアメントの抽出、地形・地質踏査、物理探査による詳細な水理地質調査を行ったことが大きな要因である。したがって、給水施設設計のための調査段階においても、同様な手順を経て井戸位置を選定することによりジュラ系および先カンブリア界分布域における成功率は、少なくとも 5%は高くなると想定した。これらの井戸の成功率は、既存井戸と試験井から算定した成功率に 5%加えた値を四捨五入し、***表 11.9*** に“採用成功率”として示す。なお、第四系については、ジュラ系および先カンブリア界分布域の井戸に比較して成功率が高いため、据え置きとした。

11.3.5　水源開発における留意事項

前節においては、給水分野の優先プロジェクトの対象サイトの水源の評価を行い、井戸仕様の設定および施設建設費の算定方法を議論した。本節では、今後本調査結果に基づいて地下水水源を開発する際に考慮すべき事項を述べる。

- 井戸を水源とするレベル 2（公共水栓による給水）の給水施設を建設する際には、井戸掘削に先立ち、衛星画像解析、地形・地質調査、物理探査を実施した上で井戸掘削箇所を選定する。
- 水資源管理法（2009 年）では井戸掘削の実施前に地下水許可を取得することが規定されているため、ワミ・ルブ流域管理事務所と連絡を取り必要な手続きを行う必要がある。
- 水源の持続性確保を目的として、給水事業の実施主体者はワミ・ルブ流域管理事務所と連絡を取り、水資源管理のために取り組むべき事項に関する助言を得る。
- 日本国の無償資金協力事業で実施する場合、レベル 2 の水源については概略設計調査時に試験井掘削を行い、水量・水質を満足する井戸が得られたサイトにおいてのみレベル 2 による給水施設の設計を行う。

11.4　給水計画の基礎事項

11.4.1　目標年次

本プロジェクトの水源管理・開発の目標年次として、短期を 2015 年、中期を 2025 年、長期を 2035 年として採用している。本プロジェクトの優先プロジェクトの実施時期は現段階では不明ではあるが、水省と協議の結果現実的な目標年次として 2025 年が採用された。ただし、実施に向けた調査を行う際には、その時点で最適な目標年次を決定する必要がある。

11.4.2　採用概念・基準

本プロジェクトの給水計画では、水省による給水および廃水処理設計マニュアル（Design Manual for Water Supply and Waste Water Disposal, MoWI（2009）、以降、設計マニュアル）に記載されている概念、基準、標準を主に採用にした。また、我が国の無償資金協力によるタンザニアの地方給水既往案件（首都圏周辺地域水供給計画基本設計調査（2007）およびタボラ州地方給水・衛生計画策定支援プロジェクト（2011））で採用した日本の水道施設設計指針も参照した。

11.4.3　水利用の対象

都市給水の場合、工業用水、農業用水、商業用水や消防用水等、生活用水以外の水需要も給水計画に含める必要がある。一方地方給水では、設計マニュアルでは、地方部の水需要は、人間、公共施設、農業及び家畜に限られている。しかしながら地方部では、家畜用水については妥当性が認められる場合のみ対象とすること、また、農業用水は他の需要に比べて大量に必要であるため一般的には推奨されないこと、公共施設については取水可能な水源の量と施設の重要性によっては対象にする必要が無いとしている。

家畜と公共施設への給水に関する検討結果は後述するが、上記設計マニュアルに基づいた判断と各サイトの水源および施設等の状況と合わせて、水省と共に検討した結果、本プロジェクトにおいては、生活用水のみを対象とすることとした。

11.4.4　対象サイト

本プロジェクトの第 2 フェーズで、優先プロジェクトとして 25 サイトが選定された。しかしながらその後、ムボメロ県の Kipangilo 村は、雨期には大型車両のアクセスが不可能になることが判明した。県水技師と協議した結果、本サイトは対象外となった。その結果、優先プロジェクト数は、***表 11.11*** の通り 24 サイトとなった。***図 11.5*** に各サイトの位置を示す。

また、KL5 の Makwambe 村では、第 2 フェーズで選定した 4 サブビレッジの内の 1 つである Ifuga に行くためには恒常河川を渡る必要があるが、通行可能な橋が無いため車両によるアクセスが不可能であることが判明した。さらに、山頂に位置する同サブビレッジの中心まで徒歩で数時間を要する。従って、給水施設の建設は非常に困難であると判断された。村の有識者と県水技師との協議結果、本サブビレッジは本プロジェクトの給水計画の対象外とすることになった。なお、同サブビレッジの現在の水源はサブビレッジ内の湧水であり、将来もこの水源を引き続き使用していくとのことであった。しかし、アクセスの制限から同サブビレッジの水源の確認はできなかったので、県及び対象サブビレッジに対し、水質分析を行い安全であることを確認した上で利用していくことを推奨した。

なお、フィージビリティ・スタディでのサイト表記を分かりやすくする為に、コード番号を設け、それを***表 11.11*** に示す。さらに、各村はサブビレッジに分かれているため、サブビレッジ数も同表に示す。

表 11.11　優先プロジェクト・サイト一覧

番号	コード番号	県	区	サイト（村の名称）	サブビレッジ数
1	MM1	ムボメロ	Maskati	Magunga	4
2	MM2		Kibati	Diburuma	3
3	MM3		Sungaji	Kisala	4
4	MM4		Mtibwa	Lungo	7
5	MM5			Lukenge	3
6	MU1	モロゴロ・アーバン	Mkundi	Mawasiliano/ Nguru ya Ndege/ CCT Forest	1/1/1
7	MU2			Kilongo	1
8	MR1	モロゴロ・ルーラル	Lundi	Tambuu	3
9	MR2		Tawa	Uponda	5
10	MR3		Mkulazi	Usungura	3
11	MR4		Ngerengere	Kiwege	5
12	MR5		Matuli	Kwaba	3
13	MR6		Tununguo	Tununguo	3
14	MR7		Mngazi	Vigolegole	5
15	MR8		Mvuha	Kongwa	7
16	MR9			Mvuha	5
17	KL1	キロサ	Masanze	Chabima	3
18	KL2		Madoto	Mkata Station	3
19	KL3		Kilangali	Kilangali	5
20	KL4			Kiduhi	3
21	KL5		Msowero	Makwambe	3
22	KL6		Lumuma	Kibasigwa	2
23	KL7		Kidete	Mzaganza	4
24	KL8			Kikundi	3

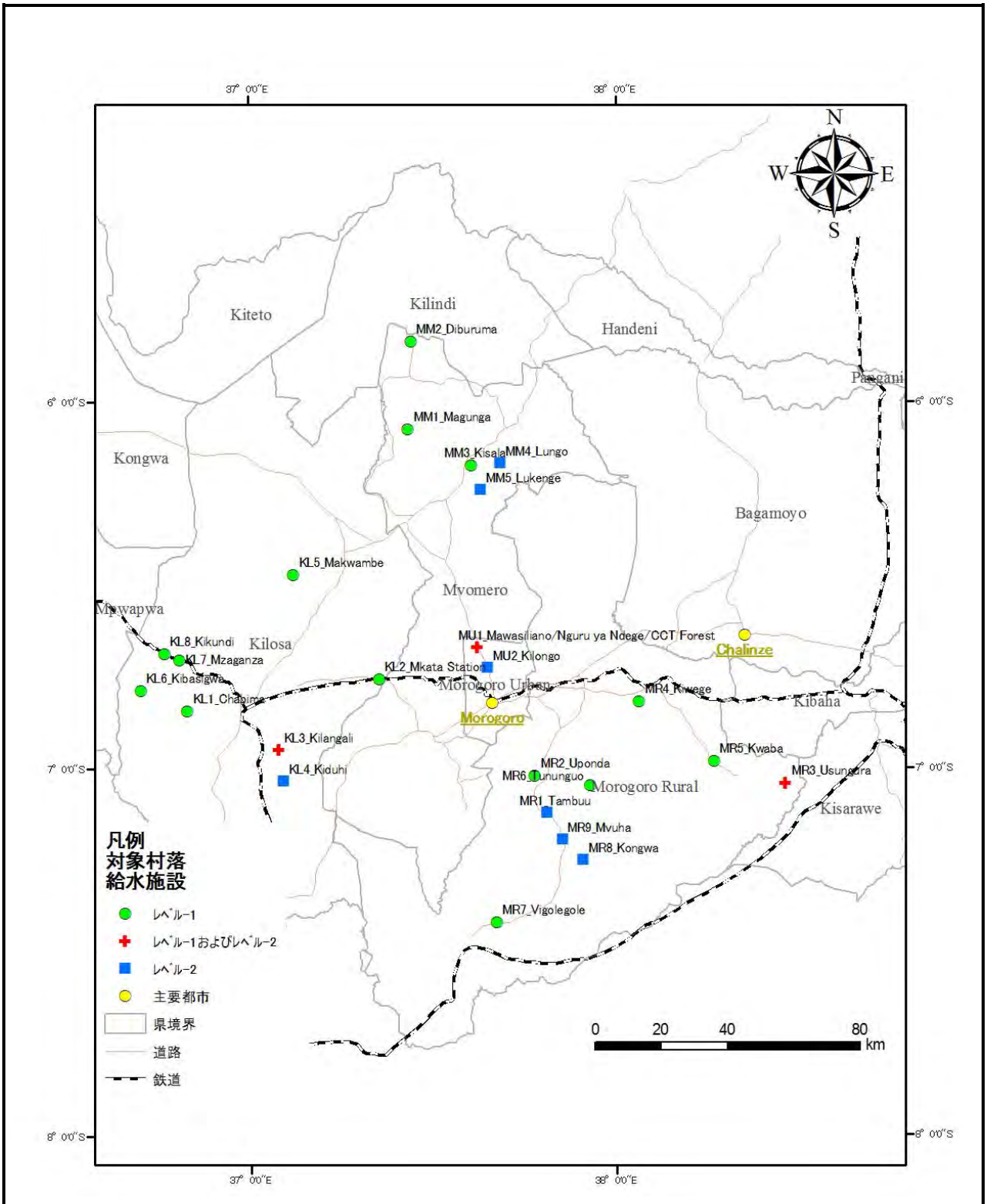


図 11.5　優先プロジェクト対象サイト位置図

ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト	JICA

11.5 対象サイトの現状

11.5.1 人口・家畜数

1) 人口

前節で述べたとおり、本計画の目的は生活用水である。優先プロジェクト対象サイトの現人口、男女別の内訳、世帯数及び世帯構造（世帯当たりの人数）を***表 11.12*** に示す。

表 11.12　優先プロジェクト対象サイトの人口及び世帯数

コード番号	村	現人口(2012年)	男性	女性	世帯数	世帯当人数
MM1	Magunga	1,448	716	732	306	4.7
MM2	Diburuma	1,540	735	805	340	4.5
MM3	Kisala	1,660	829	831	452	3.7
MM4	Lungo	882	449	433	201	4.4
MM5	Lukenge	2,034	1,035	999	508	4.0
MU1	Mawasiliano	*758*	*409*	*349*	*181*	*4.2*
	Nguru ya Ndege	*843*	*432*	*411*	*219*	*3.8*
	CCT Forest	*381*	*208*	*173*	*97*	*3.9*
	小計	1,982	1,049	933	497	4.0
MU2	Kilongo	3,134	1,571	1,563	718	4.4
MR1	Tambuu	1,922	960	962	435	4.4
MR2	Uponda	1,084	539	545	282	3.8
MR3	Usungura	1,282	636	646	253	5.1
MR4	Kiwege	1,467	746	721	302	4.9
MR5	Kwaba	1,406	701	705	313	4.5
MR6	Tununguo	2,477	1,313	1,164	642	3.9
MR7	Vigolegole	3,099	1,475	1,624	832	3.7
MR8	Kongwa	3,651	1,771	1,880	712	5.1
MR9	Mvuha	2,320	1,110	1,210	581	4.0
KL1	Chabima	1,370	754	616	331	4.1
KL2	Mkata Station	658	340	318	212	3.1
KL3	Kilangali	3,210	1,622	1,588	787	4.1
KL4	Kiduhi	793	368	425	122	6.5
KL5	Makwambe	2,108	1,088	1,020	448	4.7
KL6	Kibasigwa	4 93	251	242	113	4.4
KL7	Mzaganza	1,388	693	695	374	3.7
KL8	Kikundi	1,203	618	585	318	3.8
	合計	42,611	21,369	21,242	10,079	4.2

出典：2012 年人口調査の中間集計結果及び現地調査収集情報より調査団がまとめ

次に、サブビレッジの人口内訳を***表 11.13*** に示す。本プロジェクトの給水計画は、これらサブビレッジ単位でハンドポンプの配置や配管延長を検討した。

表 11.13　対象サイトのサブビレッジ人口内訳（2012 年）

コード番号	村	サブビレッジ 番号	名称	人口
MM1	Magunga	1	Mkwajuni	687
		2	Magunga Shuleni	321
		3	Digoboke	223
		4	Sogoso	152
			Sub-Total	1,448
MM2	Diburuma	1	Ikulu	326
		2	Kauzen	388
		3	Kikuanyu	306
			Sub-Total	1,540
MM3	Kisala	1	Kisala Kati	810
		2	Dibuti	405
		3	Kagera	364
		4	Manungu	81
			Sub-Total	1,660
MM4	Lungo	1	Kanisani	190
		2	Mkwajuni	112
		3	Shuleni	167
		4	Kichangani A	85
		5	Kichangani B	134
		6	Godauni	119
		7	Kwamwege	74
			Sub-Total	882
MM5	Lukenge	1	Lukenge A	813
		2	Lukenge B	543
		3	Songambele	678
			Sub-Total	2,034
MU1	Mawasiliano	1	Mawasiliano	758
	Nguru ya Ndege	1	Nguru ya Ndege	843
	CCT Forest	1	CCT Forest	381
			Sub-Total	1,982
MU2	Kilongo	1	Kilongo	3,134
MR1	Tambuu	1	Tambuu Shuleni	317
		2	Kisanzara	884
		3	Msonge Juu	721
			Sub-Total	1,922
MR2	Uponda	1	Mgombegombe	293
		2	Kindala B	203
		3	Kindala A	233
		4	Kibambabwe	178
		5	Viengele	178
			Sub-Total	1,084
MR4	Usungura	1	Usungura Mjini	501
		2	Vikongoro	297
		3	Kizanda	484
			Sub-Total	1,282
MR4	Kiwege	1	Boya	53
		2	Kitega	151
		3	Vianzi	610
		4	Changarawe	362
		5	Zumbwi	291
			Sub-Total	1,467
MR5	Kwaba	1	Kwaba Kati	537
		2	Mstiko	541
		3	Nge'selutali	328
			Sub-Total	1,406
MR6	Tununguo	1	Kichangani	981
		2	Mbarangwe	922
		3	Panvi	574
			Sub-Total	2,477
MR7	Vigolegole	1	Mjii Mkuu	538
		2	Chandago	538
		3	Mbojoge	816
		4	Gongoni	445
		5	Kichangani	762
			Sub-Total	3,099
MR8	Kongwa	1	Kisanga	1,016
		2	Barabarani	769
		3	Kiwanja ya Ndege	477
		4	Dondo	491
		5	Zoheni	467
		6	Kizododia	107
		7	Rukohoni	324
			Sub-Total	3,651
MR9	Mvuha	1	Balani	721
		2	Kiwalani	331
		3	Kimelo	398
		4	Sangasanga	262
		5	Changarawe	608
			Sub-Total	2,320
KL1	Chabima	1	Muhuzizi	180
		2	Shuleni Juu	738
		3	Ikamba	452
			Sub-Total	1,370
KL2	Mkata Station	1	Mkata Kati	262
		2	Mkata Darajani	290
		3	Kiegea	106
			Sub-Total	658
KL3	Kilangali	1	Upogoroni	710
		2	Kwamtunga	736
		3	Chamwino	354
		4	Makuruni	779
		5	Kisiwani	629
			Sub-Total	3,210
KL4	Kiduhi	1	Manungu	277
		2	Monduli	271
		3	Shuleni	245
			Sub-Total	793
KL5	Makwambe	1	Makwambe	927
		2	Kabogo	503
		3	Kumbilwa	678
			Sub-Total	2,108
KL6	Kibasigawa	1	Kibasigwa A	256
		2	Kibasigwa B	237
			Sub-Total	493
KL7	Mzaganza	1	Igondo	353
		2	Mzaganza Kati	543
		3	Msembezi	306
		4	Kidai I	186
			Sub-Total	1,388
KL8	Kikundi	1	Usagalani	522
		2	Magulu	350
		3	Kidai I	331
			Sub-Total	1,203
			合計	42,611

出典：現地調査で収集した情報より調査団がまとめ

2)　家畜数

対象サイトにおいて飼育されている家畜の内訳とその数は、***表 11.14*** に示すように、牛、羊/山羊、ロバ、豚、家禽となっている。これらの家畜への給水については、設計マニュアルでは、受益住民が給水施設の建設と維持管理に係る追加費用の余裕がある場合のみ推奨するとされている。また、同マニュアルは、全体需要の軽減、すなわち費用を削減するために、家畜用水としては、周辺に存在するダム、手掘井戸、沼、ため池、小川、他自然水を利用することを強く奨励している。従って、本計画の対象水源の限られた水量を考慮し、本プロジェクトの給水計画では家畜用の給水量は含めないこととした。なお、殆どの対象村落では河川水が利用できるため、家畜給水用にはこれら河川の利用が可能と考えられる。

表 11.14　対象村の家畜内訳

コード番号	サイト（村）	家畜数				
		牛	羊/山羊	ロバ	豚	家禽
MM1	Magunga	266	507	0	132	2,128
MM2	Diburuma	3,000	2,600	40	0	400
MM3	Kisala	42	172	0	40	7,720
MM4	Lungo	400	600	0	0	450
MM5	Lukenge	4,417	8,514	50	230	4,340
MU1	Mawasiliano	80	120	0	40	1,200
	Nguru ya Ndege	50	350	0	100	750
	CCT Forest	5,000	1,000	6	0	2,000
MU2	Kilongo	700	200	0	50	750
MR1	Tambuu	0	265	0	0	1,227
MR2	Uponda	0	472	0	0	2,455
MR3	Usungura	8,900	2,000	200	0	306
MR4	Kiwege	1,935	1,735	5	0	335
MR5	Kwaba	1,230	920	42	0	1,119
MR6	Tununguo	10,000	6,000	200	2	20,000
MR7	Vigolegole	0	100	0	263	1,209
MR8	Kongwa	8,877	894	70	0	6,100
MR9	Mvuha	3,400	3,938	0	0	4,836
KL1	Chabima	0	50	0	6	3,600
KL2	Mkata Station	800	314	0	13	924
KL3	Kilangali	2,653	2,458	9	20	3,276
KL4	Kiduhi	20,000	10,000	0	0	1,495
KL5	Makwambe	310	645	62	0	13,720
KL6	Kibasigwa	1,000	450	100	20	2,000
KL7	Mzaganza	779	1,012	49	0	6,000
KL8	Kikundi	131	437	20	0	1,300
	合計	73,970	45,753	853	916	89,640

出典：現地調査で収集した情報より調査団がまとめ

11.5.2　公共施設

対象サイトにおける公共施設と数は、***表 11.15*** に示すように、医療施設、教育施設、宗教施設に区分されている。公共施設への給水に関しては、都市部の給水計画では考慮する必要があるが、地方部では取水可能な水量及びそれら施設の重要性によっては考慮の必要が無いことが設計マニュアルに記載されている。したがって、水省および各対象県の水技師と検討した結果、対象サイトの水源の水量が限られていること、地方部のため大きな公共施設がないことを鑑み、本プロジェクトでは、公共施設への給水点の配置には配慮するが、これら施設のための追加水量は給水計画には含めないことで合意された。

以下に対象サイトに位置する各施設の内容を記す。

1)　医療施設

優先プロジェクト・サイトには、住民の健康維持及び病気の治療のために、診療所等の医療施設が配置されている。また、村により、小規模の薬局も存在する。

2)　教育施設

ほとんどの対象村で、子供に必要な将来の教育を確保するために、小学校や中学校等の教育施設が設けてある。また、一つの対象サイトでは、保育園が配置されている。

3)　宗教施設

宗教的支援のために、各村で信仰されている宗教により、小規模の教会やモスク等の宗教施設が数ヶ所に建設されている。多くの対象サイトでは、教会とモスク両方が設けてあり、一つの村にいくつかの宗教が共存している。

表 11.15　対象村の公共施設

コード番号	村	医療施設	教育施設		宗教施設	
		診療所	小学校	中学校	教会	モスク
MM1	Magunga	1	1	0	2	0
MM2	Diburuma	0	1	0	0	2
MM3	Kisala	0	1	0	4	2
MM4	Lungo	0	1	0	3	2
MM5	Lukenge	1	1	0	5	1
MU1	Mawasiliano	0	0	0	3	2
	Nguru ya Ndege	0	1	1	4	1
	CCT Forest	0	1*	0	2	0
MU2	Kilongo	0	1	0	6	3
MR1	Tambuu	0	1	1	0	1
MR2	Uponda	1	1	0	0	2
MR3	Usungura	0	1	0	0	0
MR4	Kiwege	1	1	0	1	1
MR5	Kwaba	0	1	0	3	1
MR6	Tununguo	0	2	0	2	1
MR7	Vigolegole	1	1	0	2	1
MR8	Kongwa	1	1	0	1	3
MR9	Mvuha	2	1	1	5	3
KL1	Chabima	1	1	0	4	1
KL2	Mkata Station	0	0	0	2	1
KL3	Kilangali	1	1	0	3	3
KL4	Kiduhi	0	1	0	4	0
KL5	Makwambe	1	1	0	6	1
KL6	Kibasigwa	0	1	0	3	1
KL7	Mzaganza	1	1	0	2	1
KL8	Kikundi	0	0	0	1	1
	合計	12	24	2	68	35

*幼稚園

出典：現地調査で収集した情報より調査団がまとめ

11.5.3　住民の参加意思

高額を要する大規模な修理を避け、給水施設を持続的に稼働するために、以下の内容を継続する必要がある。

- 適正運転
- 定期点検
- 予防的維持管理
- 小規模修理の即対応
- 未納の無い水料金の支払い

上記活動を継続するためには、住民の参加が必要不可欠となる。したがって、対象村における給水施設の維持管理に対する住民の参加意思につき調査した。

その結果、全対象サイト住民が給水施設の維持管理活動に参加すると回答している。しかしながら、参加の意思の他に、維持管理への負担が実際に可能かを判断する詳細調査が実施段階で必要である。

11.5.4　水源

優先プロジェクトとして選定された村には、十分に機能している既存の給水施設を所有していない。代替水源として現在利用されているのは、手掘り井戸、保護されていない湧水や河川等の非衛生的な水源であり、何らかの処理がなされないままでは直接の飲用には不適である。対象村の現在使用している水源の例を***図 11.6*** に示す。

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>河川
(MR9 Mvuha 村)</td><td>自然湧水（保護されていない）
(MR1 Tambuu 村)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>ｺﾝｸﾘｰﾄ･ﾗｲﾆﾝｸﾞ浅井戸
(MM3 Kisala 村)</td><td>手掘り井戸
(MR8 Kongwa 村)</td></tr>
</table>

図 11.6　対象サイトの現在使用水源の例

11.5.5　給水施設

1)　既存給水施設

表 11.16 に対象村落における既存給水施設の現状を示す。多くの対象村は浅井戸に設置したハンドポンプ施設を所有し、3 村落において河川を水源とした管路系給水施設が存在する。しかしながらほとんどの施設は、現在稼働していない。ハンドポンプや公共水栓が故障した場合、殆どが修理されず、放置される状況である。対象サイトにおいて稼働している既存の給水施設は、ハンドポンプ（HP）、手汲みのコンクリート・ライニング浅井戸（RW）、圧送式管路系施設（PPS）の 3 種類である。しかし、HP および RW は全て浅井戸であるため水質および乾季の水量に問題があり、プロジェクトの施設の一部として使用することはできない。また、PPS は、処理施設が設置さ

れておらず、河川水をそのまま使用している施設であるため水質に問題があり、HP および RW 同様、本プロジェクトで検討する施設の一部としては使用できない。なお、水料金につき、約半数の村では無料と設定している。

表 11.16　対象村の既存給水施設

ｺｰﾄﾞ番号	村	施設	水源	建設		改修		状況	水料金(Tsh)
				年	融資	年	融資		
MM1	Magunga	HPx4	浅井戸	1998	オランダ			NF	100/m/hh
MM2	Diburuma	HPx4	浅井戸	1996				NF	無料
MM3	Kisala	HPx3	浅井戸	1980	オランダ	2012	自己	2F, 1NF	1,000/m/hh
		RWx24	浅井戸	2007-2009	クウェイト	2012	自己	全施設 F	
MM4	Lungo	HPx3	浅井戸	1992	国会議員	2009	地方自治体	1F, 2NF	1,000/m/hh
		RWx2	浅井戸	1972	国会議員			F	
MM5	Lukenge	PPS	浅井戸	1971	ﾀﾝｻﾞﾆｱ政府	1996	オランダ	NF	50/bucket
MU1	Mawasiliano	無し[*1]							100/bucket
	Nguru ya Ndege	HPx3	浅井戸	2009	ﾛｰﾀﾘｰｸﾗﾌﾞ	2012	自己	1F, 2NF	50/bucket
		GPS	湧水		自己			NF	
	CCT Forest	HPx2	浅井戸	2002 2012	?	2012	自己	NF	無料
					韓国			F	
MU2	Kilongo	HPx2	浅井戸	2012	国会議員	2012	国会議員	F	無料
					民間	(1HP)			
MR1	Tambuu	HPx2	浅井戸	1996	地方自治体			NF	50/bucket
MR2	Uponda	HPx1	浅井戸	1990	ﾀﾝｻﾞﾆｱ政府			NF	無料
MR3	Usungura	HPx3	浅井戸	2001	ﾜｰﾙﾄﾞ・ﾋﾞｼﾞｮﾝ			NF	50/bucket
MR4	Kiwege	HPx1	浅井戸	1999	ﾜｰﾙﾄﾞ・ﾋﾞｼﾞｮﾝ			NF	100/m/hh
MR5	Kwaba	HPx3	浅井戸	1983	オランダ			NF	無料
		PPS	河川	1966	ﾀﾝｻﾞﾆｱ政府			NF	
MR6	Tununguo	HPx7	浅井戸	1997	ﾜｰﾙﾄﾞ・ﾋﾞｼﾞｮﾝ			NF	無料
MR7	Vigolegole	HPx9	浅井戸	2000	地方自治体			5F, 4NF	200/m/hh
MR8	Kongwa	HPx2	浅井戸	1996	ﾀﾝｻﾞﾆｱ政府	2011	自己	1F, 1NF	無料
MR9	Mvuha	HPx6	浅井戸					1F, 5NF	無料
KL1	Chabima	HPx1	浅井戸	2010	代議士	2012	自己	F	200/m/hh
KL2	Mkata Station	HPx1	浅井戸	2003	アラブ NGO	毎年	アラブ NGO	F	50/bucket
KL3	Kilangali	PPS	河川	1975	ﾀﾝｻﾞﾆｱ政府			NF	無料
KL4	Kiduhi	PPS	河川	1974	地方自治体	2012	自己	1 蛇口 F[*2]	50/bucket
KL5	Makwambe	HPx1	浅井戸	2008	自己			NF	2,000/m/hh
KL6	Kibasigwa	湧水 x2	湧水					F	無料
KL7	Mzaganza	HPx4	浅井戸	1982	オランダ			NF	無料
KL8	Kikundi	HPx2	浅井戸	1982	オランダ			NF	無料

[*1] 隣接する Nguru ya Ndege のハンドポンプを利用し、その村に支払っている。

[*2] 蛇口 1 ヶ所のみが稼働し、他の蛇口は稼働していない。

凡例

HP：ハンドポンプ、RW：コンクリート・ライニング浅井戸（手汲み）、PPS：圧送式管路系施設、GPS：自然流下式管路系施設

F：稼働、NF：不稼働

m：月、hh：世帯、bucket：20 ℓ プラスティック容器、Tsh：タンザニア・シリング

出典：現地調査で収集した情報より調査団がまとめ

対象村で現在使用している給水施設の例を***図 11.7*** に示す。

ハンドポンプ (MR8 Kongwa 村)	ロープ式ハンドポンプ (MM3 Kisala 村)	放置されたハンドポンプ施設 (MR5 Kwaba 村)
ｺﾝｸﾘｰﾄ･ﾗｲﾆﾝｸﾞ浅井戸（手汲み） (MM3 Kisala 村)	河川伏流水利用取水施設 (MM5 Lukenge 村)	制御室 (MM5 Lukenge 村)
貯水池 (MM5 Lukenge 村)	公共水栓 (KL4 Kiduhi 村)	公共水栓 (MM5 Lukenge 村)

図 11.7　対象サイトの現在使用給水施設例

2)　存在給水計画

現在、給水施設を有する対象村では、改修・拡張・延長等に関する具体的な計画はない。しかし、いくつかの村では必要な改修のために住民から分担金を徴収することを検討している。また、いくつかの村は、給水プロジェクトの予算につき自治体に要請している。しかしながら現在のところ、自治体からの対応は無いのが現状である。

殆ど全部の対象村では、給水施設の新規建設計画はないが、一つの村、モロゴロ・ルーラル県の Mvuha 村では、以下の計画が検討されているが、実現は期待できない状態である。

Mvuha 村に対する CARE[5]の支援計画

CARE が計画した原案はハンドポンプ付の浅井戸 4 基の建設であった。一方、Mvuha 村の南側に隣接する Dalla 村に給水する管路系給水施設を県が建設し Dalla 村から Mvuha 村への配管延長の計画を県が検討している。そこで、CARE は、当初の浅井戸建設に係る計画の代案として、もし Dalla 村から Mvuha 村へ配管延長が実現された場合、さらに学校、診療所、給水困難のサブビレッジへの配管延長と公共水栓の建設を提案している。しかし、Dalla 村は給水施設運転のための燃料費及び維持管理費が支払えない状態であり、Mvuha 村まで配管が延長されたとしても Mvuha 村への給水は期待できないため、優先プロジェクトとして選定された。

3)　給水人口

上記の通り、対象サイトで適切な給水施設を所有する村は少なく、住民は余儀なく非衛生的な水を使用している。***表 11.16*** の内容と異なるサイトもあるが、対象県が把握している 2011 年の公式な給水率を基に対象サイトの給水人口を算出した内容を***表 11.17*** に示す。これにより、対象サイトの現在の給水人口は約 2,959 人であり、約 6.9%の給水率である。

表 11.17　対象村の給水人口（2012 年）

コード番号	村	給水人口(人)
MM1	Magunga	0
MM2	Diburuma	0
MM3	Kisala	0
MM4	Lungo	0
MM5	Lukenge	0
MU1	Mawasiliano	0
	Nguru ya Ndege	145
	CCT Forest	0
MU2	Kilongo	0
MR1	Tambuu	338
MR2	Uponda	0
MR3	Usungura	0
MR4	Kiwege	327
MR5	Kwaba	0
MR6	Tununguo	233
MR7	Vigolegole	0
MR8	Kongwa	654
MR9	Mvuha	633
KL1	Chabima	327
KL2	Mkata Station	0
KL3	Kilangali	302
KL4	Kiduhi	0
KL5	Makwambe	0
KL6	Kibasigwa	0
KL7	Mzaganza	0
KL8	Kikundi	0
	平均	2,959

出典：県提供情報より調査団がまとめ

11.6 給水サービス・レベルの検討

11.6.1　サービス・レベル

対象サイトの住民が希望する給水サービス・レベルは、***サポーティング・レポート 第 17 章の表 17.19*** に示したようにハンドポンプ（レベル 1）と公共水栓（レベル 2）に区分される。これらのサービス・レベルの構成内容を***表 11.18*** に示す。レベル 1 給水は、小人口で低給水需要に対し 1 ヶ所の施設で給水するサービス・レベルである。レベル 2 給水は、水需要が比較的高い集落に適応され、給水ポイントは住民の住居の比較的近くに設置される複数の公共水栓となる。

本プロジェクトでは、対象地域において実施した各種調査の結果に基づいて、***表 11.18*** に示す構成内容に基づいて持続可能な給水施設の検討を行った。

[5] CARE は、当初 Cooperative for American Remittance to Europe（対欧送金組合）の名称から現在は Cooperative for Assistance and Relief Everywhere（地球規模の支援および救援組合）となった国際支援 NGO である。

表 11.18　サービス・レベルの構成

サービス・レベル	水源	取水方法		給水施設種類	処理の必要性	配水方法
レベル 1	地下水	湧水		保護湧水	無し	自然湧出
		浅井戸	井戸	手動取水	無し	バケツ等による手汲み
				ハンドポンプ	無し	ハンドポンプ
			圧送式	ポイント･ソース	無し	井戸周辺に公共水栓
		深井戸	井戸	ハンドポンプ	無し	ハンドポンプ
			圧送式	ポイント･ソース	無し	井戸周辺に公共水栓
	表流水	ダム		手動取水	必要*	バケツ等による手汲み
				ハンドポンプ**	必要*	ハンドポンプ
レベル 2	地下水	湧水	自然流下式	配管系	無し	公共水栓付配管網
			圧送式	配管系	無し	公共水栓付配管網
		深井戸	圧送式	配管系	無し	公共水栓付配管網
	表流水	河川、湖	自然流下式	配管系	必要	公共水栓付配管網
			圧送式	配管系	必要	公共水栓付配管網

*ダムの水は汚染されやすく、浄水を強く推奨するが、多くの場合、未処理で利用されている。
**ダムの脇に地下水槽を設け、その上にハンドポンプを設置して水が汲めるような施設

11.6.2　サービス・レベルの検討および結果

1)　サービス・レベルの検討

サポーティング・レポートの第 17 章の表 17.19 に示したように、対象村が希望する給水施設は管路系施設が最も多く、レベル 2 給水のサービスが望まれていることがわかる。サービス・レベルは、WSDP 地方給水コンポーネントにおいて住民が選定することになっているが、施設の持続性確保の観点から、本プロジェクトでは、各サイトの人口、サイト広がりや家屋の配置等を考慮し、以下の条件によりサービス提供レベルを再検討した。

・　住民がレベル 2 の費用を負担できない可能性がある場合。

・　対象水源の水量がレベル 2 を賄える量に達さない場合。

・ 家屋の集まりが、サイトの中心部より遠隔に位置する場合。

検討の結果、希望はレベル 2 給水であってもレベル 1 給水にする必要があるサイト、そして、レベル 2 給水とレベル 1 給水の組合せが適切であるサイトがあることが判明した。

表 11.19 にサイト別給水サービス・レベルの検討結果を示す。表には、対象村の希望給水サービス・レベル、施設の持続性確保の観点から検討した項目とその判断結果、そして、最終的に選定したサービス・レベルを示す。

維持管理費負担の可能性については以下の手順で検討した。レベル 2 給水とした場合については、***16.3.1 節***に後述するように、将来の水料金負担額が現在の世帯現金収入の 5%以内に収まるのであれば負担能力があると判断した。また、収まらない場合でも、現在の水料金負担額が将来の負担額より大きいのであれば、負担能力があると判断した。その結果、11 サイトにおいてレベル 2 給水の維持管理費の負担能力があると判断された。また、他の 13 サイトにおいては、レベル 1 給水の維持管理費の負担能力は有あると判断された。

井戸の揚水量については、***11.3.4 節***に述べたように、対象サイト周辺に位置する既存井戸および試掘井戸の揚水量データに基づいて揚水量を設定した。なお、MR8 の Kongwa サイトは、揚水量 100 ﾘｯﾄﾙ/分の井戸 1 本では需要を賄うことができないこと、および第四系の帯水層で近辺の井戸でも 150 ﾘｯﾄﾙ/分以上の揚水量を得ていることから、揚水量を 150 ﾘｯﾄﾙ/分と設定した。

家屋の分布形態については、分散している場合には配管長が長くなるため施設建設費および維持管理費が高くなる。したがって、給水サービス・レベルの検討時における一つの判断基準とした。

表 11.19　給水サービス・レベルの検討結果

ｺｰﾄﾞ番号	サイト（村落名）	住民希望レベル	検討項目			最終計画	
			O&M 費負担の可能性*1	揚水量(ﾘｯﾄﾙ/分)	家屋の分布状況	ｻｰﾋﾞｽ・ﾚﾍﾞﾙ	レベル 2 の運転時間（時間）
MM1	Magunga	1, 2	△	50	分散	1	-
MM2	Diburuma	1, 2	△	50	分散	1	-
MM3	Kisala	1, 2	△	100	一部分散	1	-
MM4	Lungo	2	○	100	集中	2	5
MM5	Lukenge	1, 2	○	100	2 地域に集中	2x2	8, 4
MU1	Mawasiliano/ Nguru ya Ndege/ CCT Forest	2	○	30	分散	1+2	16
MU2	Kilongo	1, 2	○	30	集中	2	15
MR1	Tambuu	2	○	50	一部分散	2	11
MR2	Uponda	2	△	50	集中	1	-
MR3	Usungura	1, 2	○	100	分散	1+2	3
MR4	Kiwege	2	○	10	一部分散	1	-
MR5	Kwaba	1, 2	△	50	一部分散	1	-
MR6	Tununguo	2	△	100	分散	1	-
MR7	Vigolegole	1, 2	△	100	集中	1	-
MR8	Kongwa	1, 2	○	150	一部分散	2	14
MR9	Mvuha	1, 2	○	100	集中	2	13
KL1	Chabima	1, 2	△	50	一部分散	1	-
KL2	Mkata Station	1, 2	△	50	集中	1	-
KL3	Kilangali	1, 2	○	100	一部分散	1+2	16
KL4	Kiduhi	1, 2	○	100	集中	2	5
KL5	Makwambe	1, 2	△	50	分散	1	-
KL6	Kibasigwa	1, 2	△	30	分散	1	-
KL7	Mzaganza	1, 2	△	50	分散	1	-
KL8	Kikundi	1, 2	△	50	2 地域に集中	1	-
					レベル内訳	レベル 1： 14 サイト レベル 2：7 サイト レベル 1+2：3 サイト	

*1）　○：住民がレベル 2 の維持管理費用を負担できる場合。
　　△：住民がレベル 1 の維持管理費用であれば負担できる場合。

2)　給水時間

給水施設を運転する時間は、水源水量のポテンシャルと全水需要による。施設の運転時間は、長いほど燃料を消費し、維持管理費が嵩み、逆に短い場合は、大容量のポンプが必要であり、時間を延ばせるのであれば、より小容量のポンプ運転が可能となる。従い、給水時間は住民への継続サービスを確保するために重要な要素であるため、以下の方針に基づいて設定した。なお、***表 11.19*** に示した運転時間は、水源の評価結果に基づいて推定したサイト毎の井戸の揚水量と必要な給水量から算定した時間である。

レベル 2 給水サービスでは、優先プロジェクトの運転時間は最大 20 時間までと設定したが、給水施設の維持管理費軽減を考慮し、実施段階において井戸を建設した場合には、ポンプの容量等を考慮することにより 5～15 時間の間で設計する。なお、***表 11.19*** に示した運転時間のうち一部 5～15 時間の範囲内に収まらないサイトがあるが、上述のように推定した揚水量に基づいた時間であること、またポンプの容量により運転時間の調整も可能であることから、1～2 時間の違いであれば範囲内に収まると考えられる。

一方、レベル 1 給水サービスの場合、ハンドポンプは実質的に 24 時間の使用が可能であるが、計画上、受益者は 8 時間から 10 時間の操作で十分に給水されるように設計した。

11.7 給水計画

11.7.1 水源計画

水源については、***第 10 章 10.1.3 節***に述べたように WSDP 地方給水コンポーネントに従い地下水を利用とすることを基本とする。また、本プロジェクトのフェーズ 2 において実施したワミ流域の表流水の水質分析の結果、濁度、BOD、大腸菌、一般細菌等が高いことが判明したため、表流水は直接の飲用には適していないと判断した（データは***サポーティングレポート***の***第 8 章***に記載している）。しかしながら、***サポーティングレポートの第 17 章***の***表 17.19*** に示すように、特に 2 サイト（MM2 Diburuma 村、KL8 Kikundi 村）において河川水を水源とした給水施設を希望している割合が高いことが判明した。したがって、2013 年 3 月に実施した現地調査結果に基づいて、河川水を水源として利用することの妥当性を検討した。その結果、雨期に増水して洪水が生じる河川や、数ヶ月に渡り濁度が高い河川があることが確認され、これらの河川を水源とするためには建設費用が嵩む取水施設の特殊な補強構造や処理施設が必要であることが明らかとなったため、水源としては地下水を対象とすることとした。***表 11.20*** に河川水を水源として希望しているサイトの状況を示す。

表 11.20　河川水を水源として希望しているサイトの妥当性の検討結果

ｺｰﾄﾞ番号	サイト	希望水源	河川名（対象地域の地形）	現状	評価結果
MM2	Diburuma	河川、深井戸	Boruma 川（山岳地）	濁度	処理施設の建設が必要であり建設費用が嵩む
KL8	Kikundi	河川、深井戸	Kinyasungwe 川（山岳地）	濁度、増水による水位上昇	処理施設の建設および取水施設の特殊補強にかかる費用が嵩む

また、対象地域の山間部には湧水が点在する。しかし、将来の流出経路及び湧出量の予測が非常に困難であるため、持続可能な水源としては、本プロジェクトで優先順位を低くした。

これらの検討結果から、本計画の水源として、対象村落も希望する水源である地下水を利用する。***表 11.21*** に、各対象サイトに建設予定の井戸の帯水層、想定揚水量、掘削方法、レベル別の井戸本数、計画揚水量、計画深度を示す。想定揚水量は***表 11.19*** と同様 ***11.3.4 節***において検討した値を採用しており、計画揚水量は ***11.6 節***において検討した給水サービス・レベルに基づいている。また、これら水源の水質を表す指標とする電気伝導度は、***図 10.17*** に示した水質分布図に基づいて、対象サイトでは 2,000μS/cm 以下と推定した。しかしながら、F/S において実施した 4 本の試掘井戸の水質分析の結果、MR4 Kiwege 村では 3,360μS/cm という値であった。この井戸の深度は 115m で、地下水は 100m 前後の亀裂に胚胎しており揚水量は 36.6ℓ/分であった。しかしながら、周辺の既存井戸では、深度 50m 程で、電気伝導度も 2,000μS/cm 以下の地下水が得られていることから、Kiwege 村においても、浅部であれば電気伝導度が低い地下水を得られると期待される。

表 11.21　対象サイトの計画水源

コード番号.	サイト（村名）	計画水源	帯水層	想定揚水量(ℓ/分)	掘削方法	レベル 2			レベル 1		
						井戸本数	計画揚水量(ℓ/分)	計画深度(m)	井戸本数	計画揚水量(ℓ/分)	計画深度(m)
MM1	Magunga	地下水	先カンブリア界*1	50	DTH*5	-	-	-	9	>10	80
MM2	Diburuma	地下水	先カンブリア界	50	DTH	-	-	-	9	>10	80
MM3	Kisala	地下水	第四系*2	100	泥水掘	-	-	-	9	>10	50
MM4	Lungo	地下水	第四系	100	泥水掘	1	100	80	-	-	-
MM5	Lukenge	地下水	第四系	100	泥水掘	2	100×2	80×2	-	-	-
MU1	Mawasiliano/ Nguru ya Ndege/ CCT Forest	地下水	先カンブリア界	30	DTH	1	30	80	5	>10	50
MU2	Kilongo	地下水	先カンブリア界	30	DTH	4	30×4	80×4	-	-	-
MR1	Tambuu	地下水	先カンブリア界	50	DTH	2	50×2	130×2	-	-	-
MR2	Uponda	地下水	先カンブリア界	50	DTH	-	-	-	7	>10	80
MR3	Usungura	地下水	第四系	100	泥水掘	1	100	80	4	>10	50
MR4	Kiwege	地下水	先カンブリア界	10	DTH	-	-	-	8	>10	50
MR5	Kwaba	地下水	ジュラ系*3	50	DTH	-	-	-	8	>10	80
MR6	Tununguo	地下水	先カンブリア界*4	10	DTH	-	-	-	14	>10	80
MR7	Vigolegole	地下水	第四系	100	泥水掘	-	-	-	17	>10	80
MR8	Kongwa	地下水	第四系	150	泥水掘	1	150	80	-	-	-
MR9	Mvuha	地下水	第四系	100	泥水掘	1	100	80	-	-	-
KL1	Chabima	地下水	先カンブリア界	50	DTH	-	-	-	8	>10	80
KL2	Mkata Station	地下水	第四系	50	泥水掘	-	-	-	5	>10	50
KL3	Kilangali	地下水	第四系	100	泥水掘	1	100	80	3	>10	50
KL4	Kiduhi	地下水	第四系	100	泥水掘	1	100	80	-	-	-
KL5	Makwambe	地下水	先カンブリア界	50	DTH	-	-	-	14	>10	80
KL6	Kibasigwa	地下水	先カンブリア界	30	DTH	-	-	-	4	>10	80
KL7	Mzaganza	地下水	先カンブリア界	50	DTH	-	-	-	8	>10	80
KL8	Kikundi	地下水	先カンブリア界	50	DTH	-	-	-	7	>10	80

*1) 先カンブリア界：裂罅水、　*2) 第四系：層状水、*3) ジュラ系：裂罅水、*4) レベル 2 であれば第四系の帯水層からの揚水が可能となるため想定揚水量は 100ℓ/分となるが、レベル 1 の場合は居住地域に井戸を掘る必要があるため先カンブリア界が対象となる。*5) DTH：ダウン・ザ・ホール

11.7.2　給水原単位

前節で説明したとおり、本プロジェクトでは水源の水量の制約により給水対象は生活用水に限定し、設計マニュアルが提唱する通り家畜、農業及び公共施設等への給水は対象外とした。従って、本プロジェクトで採用した地方部の生活用水の給水原単位は、***4.2.1 節***の***表 4.2*** にも示したように、タンザニア基準局ならびに水省発行の「給水・排水処理設計マニュアル（2009)」に規定されている地方部の給水原単位である 25ℓ/人/日を、優先プロジェクトの計画に採用した。

なお、社会経済調査の結果によると、利用水量（中央値）が 20ℓ/人/日、追加的に必要としている水量（中央値）が 9.7ℓ/人/日となっており、合計で 30ℓ/人/日以下となっている。また、WHO が提唱する生活用水の最少給水量は 20ﾘｯﾄﾙ/人/日となっている。これらのことから設計マニュアルにおいて設定されている 25ℓ/人/日は妥当であると判断できる。

11.7.3　計画給水人口及び給水量

各サイトの全体、またレベル 2 給水・レベル 1 給水それぞれのサービス用の計画給水量は、計画給水人口に対し上記給水原単位より計算され、***表 11.22*** に示す通りとなる。***表 11.17*** に示したように、現在（2012 年）の給水人口は 2,959 人であり、本計画の実施により、給水人口は 56,606 人（2025 年）に増加する。

なお、MM5 Lukenge のサブビレッジである Songambere（Lukenge C としても知られている）は、他のサブビレッジとは遠隔に位置するため、このサイトでは二つのレベル 2 施設を計画した。

表 11.22　対象サイトの計画給水量

コード番号	サイト（村名）	計画給水人口 (2025 年)			計画給水量 (m^3/日)		
		合計	レベル 2	レベル 1	合計	レベル 2	レベル 1
MM1	Magunga	1,924	0	1,924	48	0	48
MM2	Diburuma	2,046	0	2,046	51	0	51
MM3	Kisala	2,205	0	2,205	55	0	55
MM4	Lungo	1,172	1,172	0	29	29	0
MM5	Lukenge A/B	1,801	1,801	0	45	45	0
	Lukenge C (Songambere)	901	901	0	23	23	0
MU1	Mawasiliano/ Nguru ya Ndege/ CCT Forest	2,633	1,120	1,513	66	28	38
MU2	Kilongo	4,163	4,163	0	104	104	0
MR1	Tambuu	2,553	2,553	0	64	64	0
MR2	Uponda	1,440	0	1,440	36	0	36
MR3	Usungura	1,703	665	1,038	43	17	26
MR4	Kiwege	1,949	0	1,949	49	0	49
MR5	Kwaba	1,868	0	1,868	47	0	47
MR6	Tununguo	3,291	0	3,291	82	0	82
MR7	Vigolegole	4,117	0	4,117	103	0	103
MR8	Kongwa	4,850	4,850	0	121	121	0
MR9	Mvuha	3,082	3,082	0	77	77	0
KL1	Chabima	1,820	0	1,820	46	0	46
KL2	Mkata Station	874	0	874	22	0	22
KL3	Kilangali	4,264	3,793	471	107	95	12
KL4	Kiduhi	1,053	1,053	0	26	26	0
KL5	Makwambe (Ifuga 対象外)	2,800	0	2,800	70	0	70
KL6	Kibasigwa	655	0	655	16	0	16
KL7	Mzaganza	1,844	0	1,844	46	0	46
KL8	Kikundi	1,598	0	1,598	40	0	40
	合計	56,606	25,153	31,453	1,416	629	787

11.7.4　給水施設計画

レベル 2 の給水施設を構成する基礎施設及びそれぞれの目的は以下の通りである。

- 取水施設　導水前に、水源から水を受水する
- 導水施設　取水施設から貯水施設へ水を運ぶ
- 貯水施設　安定した配水に調整するために、一時的に水を貯留する

- 配水施設　消費者に水を配る

一方､レベル 1 給水の場合､ハンドポンプは井戸に直接設置され配水施設として機能するため、裨益住民は手動で水汲みが可能である。

1)　取水施設

水源として使用する地下水は、各対象サイトで井戸を掘削し、揚水量と水質を確認する。各対象サイトの水源の予想揚水量は ***11.6.1 節***に説明した。

レベル 2 給水サービスの場合、深井戸から水が配水池まで揚水され、裨益住民に配水される。ポンプおよびはポンプの動力となる発電機は、水源の側に建設される制御室に収納する。

レベル 1 給水サービスでは、ハンドポンプを利用して、井戸から水を直接汲み上げる。

2)　導水設備

レベル 2 給水の場合、取水施設から水は配水池へ、導水管を通って運ばれる。導水管は、揚水の圧力が掛かるため、耐久性を考慮し、鋼管として計画した。

3)　貯水施設

レベル 2 給水では、取水施設から導水した水を一時的に水槽に貯水し、その後、水利用者に配水される。水を貯める配水池の種類につき、本プロジェクトでは、以下の通り検討した。なお、給水地域より十分高い敷地がある場合でも、水源までの距離が長い場合には、高い敷地までの施設建設費用と水源近辺における高架水槽建設費用と比較検討し、費用が抑えられるシステムを採用した。

- 地上型配水池　：給水地域より十分に高い敷地がある場合
- 高架タンク　　：対象サイトが全体的に比較的平地の場合

配水池の容量につき、設計マニュアル及び水省地方給水局に確認した結果、地方部の場合、日最大給水量の最大 50%が通常採用され、それにしたがい各対象サイトの配水池容量を計算した（詳細につき、***第 12 章***を参照)。次に、算出した容量を基に、配水池容量を統一化し、タンザニアで他の類似プロジェクトで採用されている 30m^3、50m^3 及び 90m^3 を、本プロジェクトの標準配水池容量として採用した。

本プロジェクトで計画した配水池は***表 11.23*** に示す。

表 11.23　配水池計画（レベル 2）

コード番号	サイト（村名）	配水池種類	容量 (m^3)
MM1	Magunga	レベル 1	
MM2	Diburuma	レベル 1	
MM3	Kisala	レベル 1	
MM4	Lungo	高架型	30
MM5	Lukenge A/B	高架型	30
	Lukenge C (Songambere)	高架型	30
MU1	Mawasiliano/ Nguru ya Ndege/ CCT Forest	地上型	30
MU2	Kilongo	地上型	90
MR1	Tambuu	高架型	50
MR2	Uponda	レベル 1	
MR3	Usungura	高架型	30
MR4	Kiwege	レベル 1	
MR5	Kwaba	レベル 1	
MR6	Tununguo	レベル 1	
MR7	Vigolegole	レベル 1	
MR8	Kongwa	高架型	90
MR9	Mvuha	高架型	50
KL1	Chabima	レベル 1	
KL2	Mkata Station	レベル 1	
KL3	Kilangali	高架型	90
KL4	Kiduhi	高架型	30
KL5	Makwambe (Ifuga 対象外)	レベル 1	
KL6	Kibasigwa	レベル 1	
KL7	Mzaganza	レベル 1	
KL8	Kikundi	レベル 1	

配水池から、水は自然流下で配水管を通り、配水施設より消費者に給水される。

4)　配水施設

対象サイトの給水計画として、レベル 2 給水の場合は公共水栓より配水し、レベル 1 の場合はハンドポンプで配水する。

レベル 2 給水：公共水栓

公共水栓は、設計マニュアルに従い、基本的に以下の条件に沿って計画した。

- 250 人/蛇口、または 50 世帯/蛇口
- 各水栓は、半径 400m 以内で住民は 30 分以内で給水が可能となるように配置する

しかし、殆どの村は、家屋が散乱して配置しているため、上記の条件を必ずしも満たされない。したがって、上記条件を満たせない場合、公共水栓の配置は各対象サイトの状況に応じて、公平配分及び費用対効果を考慮して計画した。

本プロジェクトでは、公共水栓は、蛇口 1 栓及び 2 栓の 2 種類を計画した。水栓の数は、蛇口 1 栓あたり約 50 世帯で計画しており、通常は 1 栓タイプであるが、半径 400m 以内に家屋の数が 50 軒より多く密集している場合には 2 栓タイプとし経済性を図る。

レベル 1 給水：ハンドポンプ

前節 11.6.2 で説明した通り、①レベル 2 給水サービスに対する支払が困難である可能性がある場合、②対象水源の水量がレベル 2 として賄えない場合、または③家屋が村中心より遠隔である場合、ハンドポンプを計画した。

上記条件③の場合、家屋が密集している地域が村の中心部より遠隔に位置して、配管延長が妥当でないと判断した場合にハンドポンプを計画した。この場合のハンドポンプ設置条件は以下の通りとした。

- サブビレッジ又は、家屋塊が村中心部より 5km 以上離れている
- 100 人から 350 人にハンドポンプ 1 基、ただし、基本的に 250 人／ハンドポンプ

他の検討事項

費用回収の面から費用対効果を考慮し、100 人以下又は 20 世帯以下の集落が最も近い集落から 3km 以上離れている場合、この地域には公共水栓またはハンドポンプの設置は対象外とした。但し、この地域の住民に必要な給水量は給水計画に含まれるため、この地域の住民は最も近い給水点で水を汲みに行くことを推奨する。

給水点の水量を含む配水施設の計画を、***表 11.24*** に示す。

表 11.24　配水施設計画

コード番号	サイト（村名）	レベル 2：公共水栓数		レベル 1：ハンドポンプ数
		1 栓タイプ	2 栓タイプ	
MM1	Magunga	-	-	9
MM2	Diburuma	-	-	9
MM3	Kisala	-	-	9
MM4	Lungo	5	1	-
MM5	Lukenge A/B	4	2	-
	Lukenge C (Songambere)	6	0	-
MU1	Mawasiliano/Nguru ya Ndege/ CCT Forest	9	0	5
MU2	Kilongo	26	0	-
MR1	Tambuu	13	1	-
MR2	Uponda	-	-	7
MR3	Usungura	5	0	4
MR4	Kiwege	-	-	8
MR5	Kwaba	-	-	8
MR6	Tununguo	-	-	14
MR7	Vigolegole	-	-	17
MR8	Kongwa	8	9	-
MR9	Mvuha	2	9	-
KL1	Chabima	-	-	8
KL2	Mkata Station	-	-	5
KL3	Kilangali	6	6	3
KL4	Kiduhi	7	0	-
KL5	Makwambe (Ifuga 対象外)	-	-	14
KL6	Kibasigwa	-	-	4
KL7	Mzaganza	-	-	8
KL8	Kikundi	-	-	7
	合計	91	28	139

5)　配管

レベル 2 給水サービスの場合、取水施設から配水池まで、また配水池から配水施設まで、水を運搬するために配管が必要である。

導水管につき、取水口から配水池まで圧送する必要がある場合、耐圧のために鋼管を通常使用する。しかし、自然流下式の給水施設の導水管は、地形が急な下りでない場合、PVC または HDPE 管を使用できる。本プロジェクトでは、地下水を配水池に圧送するため、鋼管を採用した。

配水管につき、一般に、PVC 又は HDPE 管を埋設するが、岩盤の地層の場合、鋼管の地上配管を検討する必要がある。最終検討は、実施に向けた調査の段階で行う必要がある。

対象サイトの導水管と配水管の計画合計延長距離を***表 11.25*** に示す。

表 11.25　配管計画（レベル 2）

コード番号	サイト（村名）	合計配管距離 (km)
MM1	Magunga	（レベル 1）
MM2	Diburuma	（レベル 1）
MM3	Kisala	（レベル 1）
MM4	Lungo	3
MM5	Lukenge A/B	2
	Lukenge C (Songambere)	4
MU1	Mawasiliano/ Nguru ya Ndege/ CCT Forest	7
MU2	Kilongo	27
MR1	Tambuu	13
MR2	Uponda	（レベル 1）
MR3	Usungura	4
MR4	Kiwege	（レベル 1）
MR5	Kwaba	（レベル 1）
MR6	Tununguo	（レベル 1）
MR7	Vigolegole	（レベル 1）
MR8	Kongwa	12
MR9	Mvuha	4
KL1	Chabima	（レベル 1）
KL2	Mkata Station	（レベル 1）
KL3	Kilangali	10
KL4	Kiduhi	7
KL5	Makwambe	（レベル 1）
KL6	Kibasigwa	（レベル 1）
KL7	Mzaganza	（レベル 1）
KL8	Kikundi	（レベル 1）
	合計	93 km

6)　建設条件

現地調査の結果、***11.5.5 節の 1)***に述べたように、対象サイトの既存給水施設のほとんどは優先プロジェクトの実施時期には老朽化してしまうこと、また衛生面や継続性を考慮して、優先プロジェクトで利用するには適切な施設ではないと判断した。従って、優先プロジェクトの給水計画は新規建設工事とする。

なお、対象サイトへの雨季のアクセスが困難であり、建設工程は、大雨の前に工事が完了するように、又はアクセスが十分に可能であることを確認後の工事開始等の特別な検討が必要である。

建設工事への雨季の考慮につき、***第 13 章***の実施工程を参照されたい。

11.7.5　提案給水計画

優先プロジェクトに対して提案する給水計画を***表 11.26*** に纏めた。本給水計画を基に、次の手順として、給水施設の初期設計及び概略積算を***第 12 章***で説明する。

表 11.26　提案給水計画

番号	コード番号	サイト(村落名)	現在人口 (2012)	計画給水人口 (2025)	計画給水量 (m^3/日)	レベル2サービス												レベル1サービス				
						レベル2人口	給水量 (m^3/日)	深井戸数	揚水量 (l/分)	井戸深度 (m)	運転時間	配水池 数量	配水池 種類	配水池 容量 (m^3)	公共水栓数 1栓	公共水栓数 2栓	総配管距離 (km)	レベル1人口	給水量 (m^3/日)	ハンドポンプ数	1井当揚水量 (l/分)	井戸深度 (m)
1	MM1	Magunga	1,448	1,924	48	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,924	48	9	10	80
2	MM2	Diburuma	1,540	2,046	51	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2,046	51	9	10	80
3	MM3	Kisala	1,660	2,205	55	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2,205	55	9	10	50
4	MM4	Lungo	882	1,172	29	1,172	29	1	100	80	5	1	高架型	30	5	1	3	0	0	0	－	－
5	MM5	Lukenge A/B	1,356	1,801	45	1,801	45	1	100	80	8	1	高架型	30	4	2	2	0	0	0	－	－
		Lukenge C (Songambere)	678	901	23	901	23	1	100	80	4	1	高架型	30	6	0	4	0	0	0	－	－
6	MU1	Mawasiliano/Nguru ya Ndege/ CCT Forest	1,982	2,633	66	1,120	28	1	30	80	16	1	地上型	30	9	0	7	1,513	38	5	10	80
7	MU2	Kilongo	3,134	4,163	104	4,163	104	4	30×4	80	15	1	地上型	90	26	0	27	0	0	0	－	－
8	MR1	Tambuu	1,922	2,553	64	2,553	64	2	50×2	130	11	1	高架型	50	13	1	13	0	0	0	－	－
9	MR2	Uponda	1,084	1,440	36	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,440	36	7	10	80
10	MR3	Usungura	1,282	1,703	43	665	17	1	100	80	3	1	高架型	30	5	0	4	1,038	26	4	10	50
11	MR4	Kiwege	1,467	1,949	49	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,949	49	8	10	50
12	MR5	Kwaba	1,406	1,868	47	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,868	47	8	10	80
13	MR6	Tununguo	2,477	3,291	82	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	3,291	82	14	10	80
14	MR7	Vigolegole	3,099	4,117	103	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	4,117	103	17	10	80
15	MR8	Kongwa	3,651	4,850	121	4,850	121	1	150	80	14	1	高架型	90	8	9	12	0	0	0	－	－
16	MR9	Mvuha	2,320	3,082	77	3,082	77	1	100	80	13	1	高架型	50	2	9	4	0	0	0	－	－
17	KL1	Chabima	1,370	1,820	46	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,820	46	8	10	80
18	KL2	Mkata Station	658	874	22	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	874	22	5	10	50
19	KL3	Kilangali	3,210	4,264	107	3,793	95	1	100	80	16	1	高架型	90	6	6	10	471	12	3	10	50
20	KL4	Kiduhi	793	1,053	26	1,053	26	1	100	80	5	1	高架型	30	7	0	7	0	0	0	－	－
21	KL5	Makwambe (Ifuga対象外)	2,108	2,800	70	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	2,800	70	14	10	80
22	KL6	Kibasigawa	493	655	16	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	655	16	4	10	80
23	KL7	Mzaganza	1,388	1,844	46	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,844	46	8	10	80
24	KL8	Kikundi	1,203	1,598	40	0	0	0	－	－	－	－	－	－	－	－	－	1,598	40	7	10	80
		合計	42,611	56,606	1,416	25,153	629	15							91	28	93	31,453	787	139		

第 12 章　優先プロジェクトの初期設計・概略事業費

第 12 章　　優先プロジェクトの初期設計・概略事業費

12.1 初期設計

第 11 章で述べた給水計画に基づき、優先プロジェクトの初期設計を実施した。各施設は以下に述べる考え方に基づき設計した。

12.1.1　レベル 2 給水施設計画

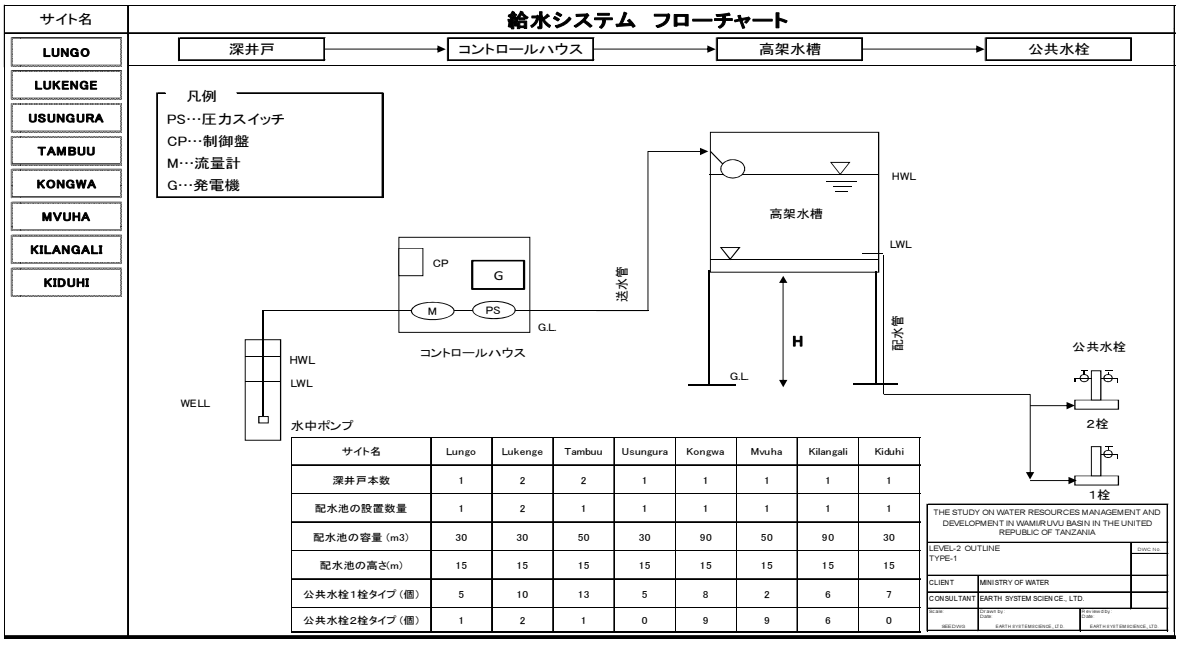
1)　給水施設の構成

レベル 2 給水施設は、深井戸から地下水を揚水し、配水池で貯水を行った後、重力により公共水栓で配水する。配水池は対象サイトの地形、設置候補地と深井戸との距離および設置費用を考慮の上、地上型配水池もしくは高架タンクとする。1 ヶ所の給水施設につき配水池は 1 基とし、送水ルートおよび配水ルートの途中に補助ポンプや補助水槽の設置は行わない。また、深井戸水源は不透水層に覆われており、地表水の影響を直接受けない構造となっており、地表の大腸菌等の病原菌により汚染されることがない。そのため、配水に際して塩素滅菌は行わないものとする。

また、計画給水量と井戸の揚水可能量との比較の結果、複数の井戸を設置する必要があるサイトも存在する。これらの条件に基づいて各サイトにおける給水施設の構成を検討した結果、優先プロジェクトサイトのレベル 2 給水施設は Type-1 から Type-3 までの 3 タイプに分類された。以下に各タイプの内容を示す。また、各サイトにおけるレベル 1・レベル 2 の種別、井戸掘削本数、最低揚水量、配水池の種類と容量、公共水栓の数量を***表 12.1*** にまとめた。

a)　Type-1 高架水槽型（1 カ所の深井戸型取水施設）

深井戸、コントロールハウス、高架水槽をそれぞれ 1 つずつ設置し、その上で必要な数の公共水栓を設置するタイプである。最終的に 8 サイトがこの Type-1 高架水槽型となった。***図 12.1*** に対象となったサイト名と掘削井戸（成功井）の本数、配水池の数と容量と高さ、および公共水栓の 1 栓タイプと 2 栓タイプの数量を示す。



サイト名	Lungo	Lukenge	Tambuu	Usungura	Kongwa	Mvuha	Kilangali	Kiduhi
深井戸本数	1	2	2	1	1	1	1	1
配水池の設置数量	1	2	1	1	1	1	1	1
配水池の容量 (m3)	30	30	50	30	90	50	90	30
配水池の高さ(m)	15	15	15	15	15	15	15	15
公共水栓1栓タイプ（個）	5	10	13	5	8	2	6	7
公共水栓2栓タイプ（個）	1	2	1	0	9	9	6	0

図 12.1　レベル 2 給水施設構成図（Type-1）

b)　Type-2 地上水槽型（複数箇所の深井戸型取水施設）

地上型水槽 1 ヶ所に対し、深井戸、コントロールハウスを複数個所ずつ必要とし、その上で必要な数の公共水栓を設置するタイプである。最終的に 1 サイトがこの Type-2 地上水槽型となった。***図 12.2*** に対象となったサイト名と掘削井戸（成功井）の本数、配水池の数と容量と高さ、および公共水栓の 1 栓タイプと 2 栓タイプの数量を示す。

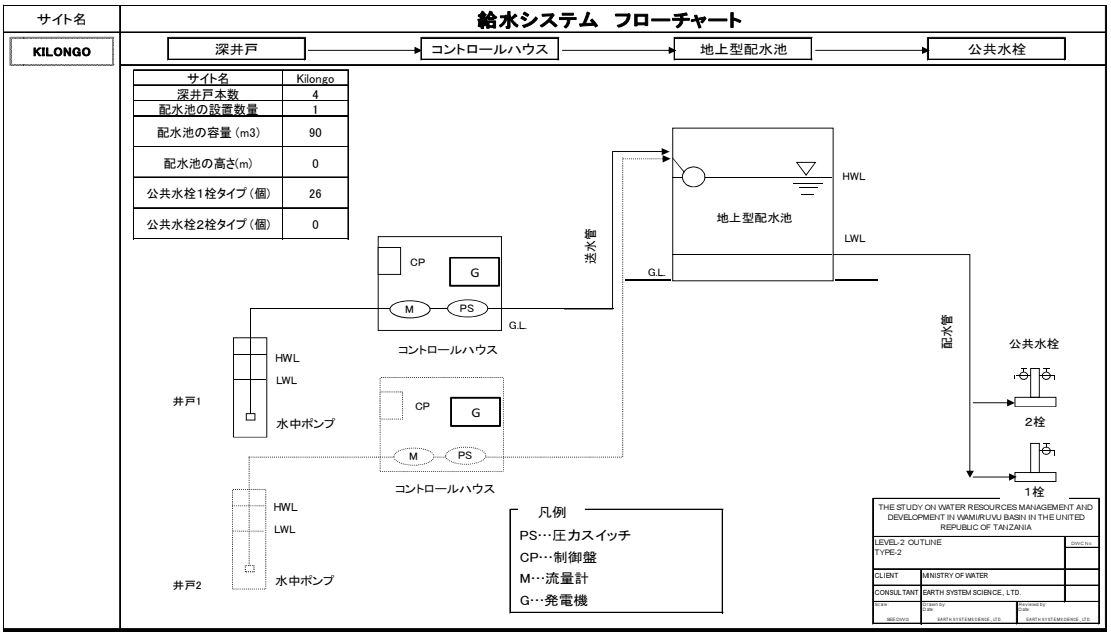


図 12.2　レベル 2 給水施設構成図（Type-2）

c)　Type-3 地上水槽型（1 カ所の深井戸型取水施設）

深井戸、コントロールハウス、地上型水槽をそれぞれ 1 つずつ設置し、その上で必要な数の公共水栓を設置するタイプである。最終的に 1 サイトがこの Type-3 地上水槽型となった。***図 12.3*** に対象となったサイト名と掘削井戸（成功井）の本数、配水池の数と容量と高さ、および公共水栓の 1 栓タイプと 2 栓タイプの数量を示す。

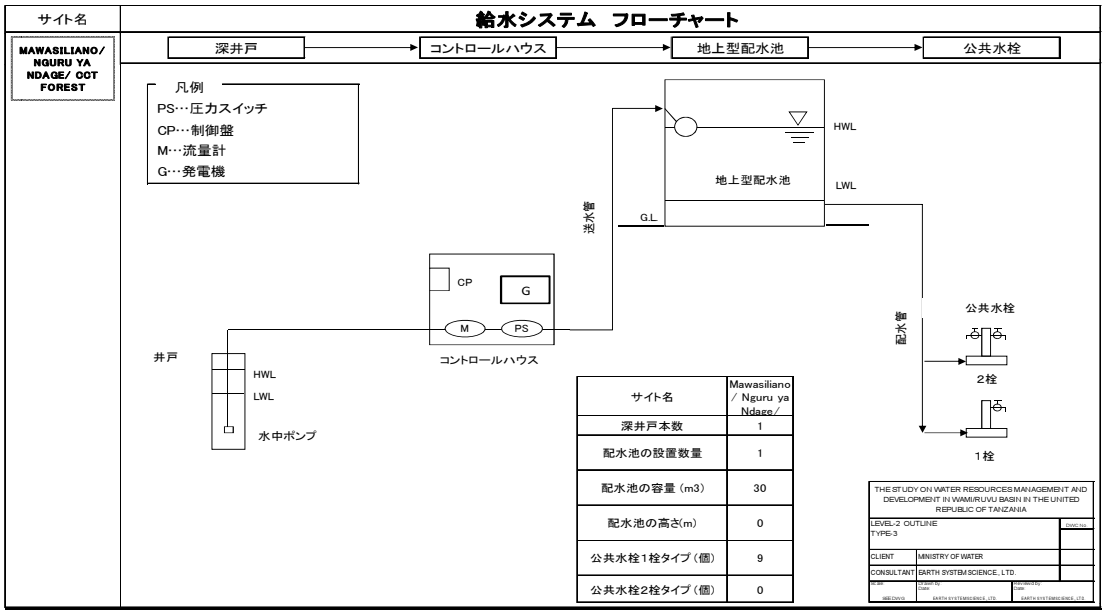


図 12.3　レベル 2 給水施設構成図（Type-3）

表 12.1　サイト毎の各施設の仕様

番号	コード番号	村落名	施設のタイプ	レベル1サービス				レベル2サービス								
				井戸				井戸				配水池			公共水栓	
				ハンドポンプ数	失敗井数	成功率	最低揚水量 (L/min)	成功井数	失敗井数	成功率	最低揚水量 (L/min)	タイプ	計算上の容量 (m3)	選定容量 (m3)	1栓	2栓
1	MM1	Magunga	レベル 1	9	2.39	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	MM2	Diburuma	レベル 1	9	2.39	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	MM3	Kisala	レベル 1	9	0.47	95%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	MM4	Lungo	レベル 2	-	-	-	-	1	0.30	77%	100	高架型	18	30	5	1
5	MM5	Lukenge	レベル 2	-	-	-	-	2	0.60	77%	100	高架型	28, 15	30,30	10	2
6	MU1	Mawasiliano/ Nguru ya Ndage/ CCT Forest	レベル 1+ 2	5	1.33	79%	10	1	0.61	62%	30	地上型	17	30	9	0
7	MU2	Kilongo	レベル 2	-	-	-	-	4	2.45	62%	30	地上型	64	90	26	0
8	MR1	Tambuu	レベル 2	-	-	-	-	2	2.17	48%	50	高架型	39	50	13	1
9	MR2	Uponda	レベル 1	7	1.86	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	MR3	Usungura	レベル 1+ 2	4	0.21	95%	10	1	0.30	77%	100	高架型	11	30	5	0
11	MR4	Kiwege	レベル 1	8	2.13	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	MR5	Kwaba	レベル 1	8	2.81	74%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	MR6	Tununguo	レベル 1	14	3.72	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	MR7	Vigolegole	レベル 1	17	0.89	95%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	MR8	Kongwa	レベル 2	-	-	-	-	1	0.30	77%	150	高架型	74	90	8	9
16	MR9	Mvuha	レベル 2	-	-	-	-	1	0.30	77%	100	高架型	48	50	2	9
17	KL1	Chabima	レベル 1	8	2.13	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	KL2	Mkata Station	レベル 1	5	0.26	95%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	KL3	Kilangali	レベル 1+ 2	3	0.16	95%	10	1	0.30	77%	100	高架型	59	90	6	6
20	KL4	Kiduhi	レベル 2	-	-	-	-	1	0.30	77%	100	高架型	16	30	7	0
21	KL5	Makwambe	レベル 1	14	3.72	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	KL6	Kibasigwa	レベル 1	4	1.06	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	KL7	Mzaganza	レベル 1	8	2.13	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	KL8	Kikundi	レベル 1	7	1.86	79%	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		合計	-	139	29.52	-	-	15	7.63	-	-	-	-	-	91	28

2)　水源

(1) 取水施設

①　深井戸

地下水からの取水施設は、深井戸とする。深井戸の掘削は失敗のリスクを伴う。実施段階で深井戸を掘削する場合は、成功井を得られなければ、やむを得ずサイトのキャンセルを行うこととなる。その場合、施主は想定していた給水施設を得ることができず、大幅な計画の変更を強いられる可能性がある。そのため、詳細設計時までにレベル 2 給水施設に必要な深井戸は試掘を実施し、必要な水源を確保した上で施設設計を完了しておくことが望ましい。地下水取水用の深井戸の仕様を、***表 12.2*** に示す。

表 12.2　地下水取水用井戸の仕様

	レベル 1		レベル 2	
井戸タイプ	タイプ-A	タイプ-B	タイプ-C	タイプ-D
掘削方法 －浅部堆積層	ロータリー式泥水掘削		ロータリー式泥水掘削	
－花崗岩・片麻岩（岩盤）	ダウン・ザ・ホール式掘削		ダウン・ザ・ホール式掘削	
掘削深度	平均 50m	平均 100m	平均 80m	平均 130m
掘削口径	7-5/8 インチ		8-1/2 インチ	
ケーシング径	5 インチ		6 インチ	
ケーシング・スクリーン材	uPVC		uPVC	
スクリーンの開孔率	4%		4%	
取水方法	ハンドポンプ		水中ポンプ	

掘削した孔壁とケーシング／スクリーンパイプとの間隙は、砂利で充填する。その上部はセメントミルクで充填し、地表からの汚染を防止する構造とする。井戸の構造図を***図 12.4*** に示す。

②　揚水量

レベル 2 給水施設の各深井戸からの最低揚水量は、周辺地域の既存の井戸の情報や水理地質情報から想定し***表 12.1*** に示した。

③　水質

水質の評価には、健康に影響がある項目については WHO ガイドライン（2008）を適用する。

しかし、WHO ガイドライン(2008)では、タンザニアの水質基準で規定されている水質項目すべてを網羅しておらず、特に「健康に関連する項目」以外の項目では数項目のみを規定してある程度であり、また文字通り人の健康には直接影響のない項目である。そのため、健康に影響がある項目以外の水質項目については、タンザニアの水質基準を採用するものとする。

(2) コントロール・ハウス

水源井戸に隣接してディーゼル発電機や水中ポンプの制御盤を格納するコントロール・ハウスを建設する。WSDP ではコントロール・ハウスの建設にあたり、鉄筋入りブロック積み工法が採用されていることを確認した。この鉄筋入りブロック積み工法は施工性や施工費用の観点から本プロジェクトにおける採用が妥当であると判断した。配水池には定水位弁を設置し、かつコントロール・ハウスには圧力スイッチを設置して配水池の水量の自動制御を行う。

電源については、①公共電力、②ソーラーパネルによる発電、③発電機の 3 種類を検討した。公共電力については全サイトにおいて、その周辺には電力サービス網が整備されていないことが判明した。ソーラーパネルによる発電は過去の事例によると、ソーラーパネルそのものに加え、パネルで発電した電気をポンプで使用できるようにするための制御機器のトラブルが多い。そのため、ソーラー発電の採用に際しては各部品の供給体制や状態診断・修理などが可能な会社が対象地域にあり、利用できることがソーラーパネルによる水中ポンプの運転には必須となる。しかしながら、タンザニア内の供給・メンテナンス会社について調査した結果、モロゴロ州だけに留まらず、タンザニア全体において安定した維持管理サービスを提供できる企業がなかったため、対象外とした。よって、最終的にディーゼル発電機を用いた発電とすることとした。

発電機の採用に当たり、発電機の耐久性向上のため、コントロール・ハウス室内からディーゼル発電機の排煙・排熱を効果的に室外へ排出するための排煙・排熱ダクトをそれぞれ設ける。また万が一のオイル漏れから周囲の環境を保護するため、発電機はオイル漏れ防止機構付とし、さらにメンテナンスの負荷低減のため、燃料タンクは大容量型を採用する。

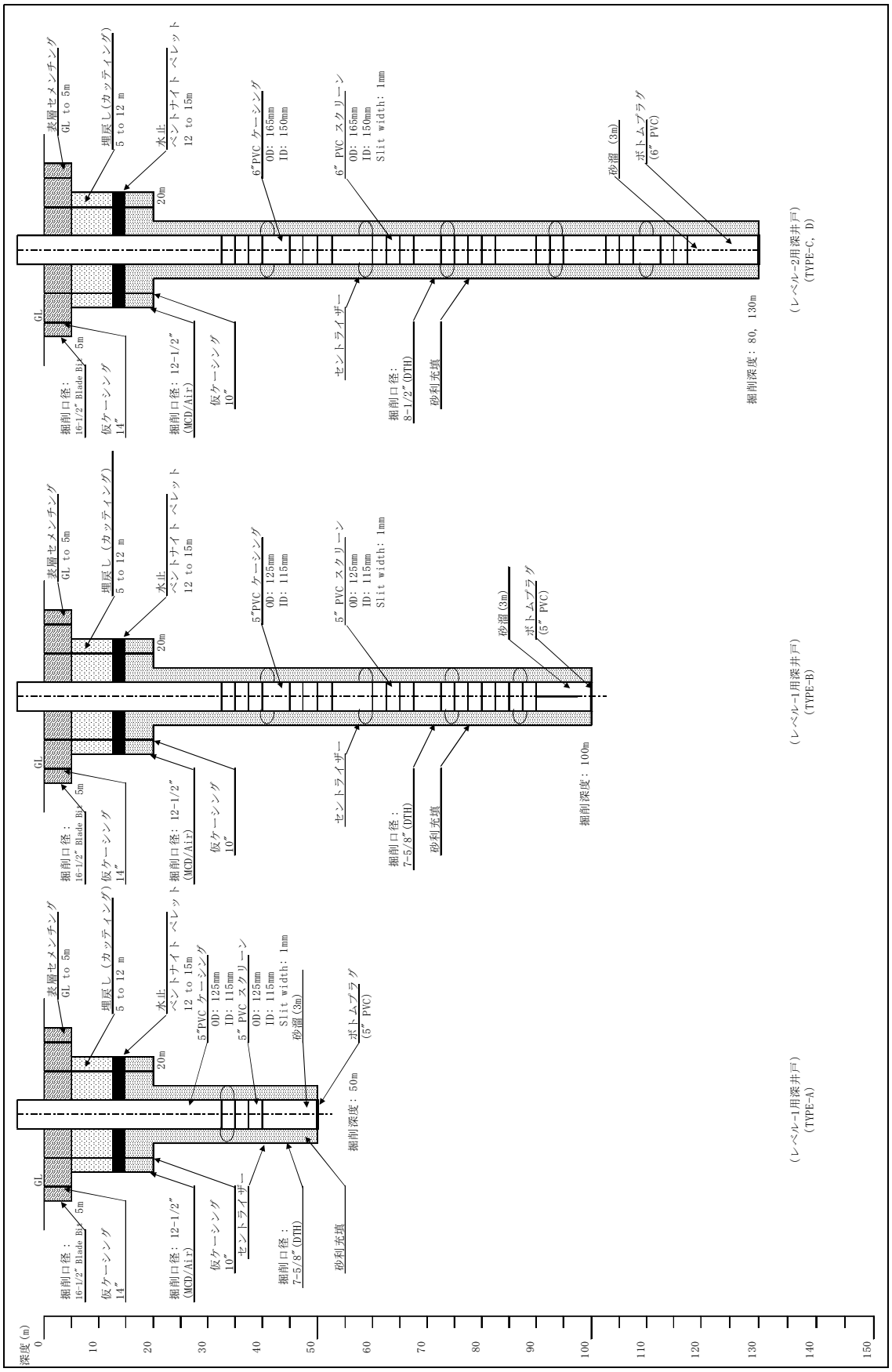


図 12.4　レベル 1 およびレベル 2 用水源井戸構造図

(3) 配水池

配水池は、給水地域の地形、設置候補地と深井戸との距離および設置費用を考慮して、地上タンクあるいは高架タンクを選択する。配水池の容量は、デザインマニュアルに則り日最大給水量[1]の 1/2 とするが、工事実施の効率化のため仕様を統一し、 $30m^3$、$50m^3$ および $90m^3$ の 3 種類とする。各サイトにおける配水池の種類と容量を***表 12.1*** に示す。

配水池の材質ならびに建設工法としては、鉄筋コンクリート造、鋼製水槽、パネル型水槽を検討した。検討の結果、最終的に以下の観点から、筋コンクリート造による配水池が最適であると判断した。

- 鋼製ならびにパネル型水槽の組み立て工法は、鉄筋コンクリート造に比べ施工性に優れている。しかし、貯水する水の温度が変化しやすいために水質に影響しやすいという欠点がある。
- 鋼製水槽は、塗装の耐久性が鉄筋コンクリート造に比較して劣っている。
- パネル型水槽は、パネル材や接合剤が紫外線や熱に弱く、鉄筋コンクリート造に比較して耐久性が劣る。

(4) 配水管

外径 50mm 以下の小口径管に関しては HDPE 管、外径 63mm から 160mm の口径に関しては PVC 管を使用する。管敷設は人力にて行う。埋設位置は道路占有区域境界の 1, 2m 内側を原則とするが自然条件または人為的状況から道路内に埋設する場合も考えられる。埋設深度は管頂までの深度 0.9m を確保する。埋設管保護のため、管頂から 10cm 上までを砂埋めとする。道路内に埋設する場合または道路横断する場合の埋設深度は日本国内の基準 0.6m 以深を参考とし、雨期の表土流出およびタンザニアで調達可能な配管の品質を考慮し 1.2m より深い位置とする。

水量の少ない河川の横断は埋設深度 1.2m としコンクリートで防護する。河床の状態に応じて必要な沈下防止対策を施す。

制水弁・空気弁・泥吐き弁は、MoW のデザインマニュアルまたは日本における施設基準等を参考に適切に配置する。T 字管またはベント管を使用する場合は適切な防護コンクリートを設置する。急こう配地域においては、アンカーブロックを適切に配置し配管を防護する。

(5) 公共水栓

公共水栓の位置は、デザインマニュアルに則り使用人数が 150 から 250 人となるよう、かつ居住地区から 400m以内の歩行距離内に、その他周辺の環境（学校・診療所など）を考慮して決定した。また、人口密度、重要度からタイプ 1（蛇口が 1 個）とタイプ 2（蛇口が 2 個）の 2 種類の公共水栓を設置する。タイプ 1 は利用する人口が 250 人までとし、利用者が 250 人を超える場合はタイプ 2 とする。***表 12.1*** に村落別数量を示す。

維持管理・料金徴収の観点から各公共水栓には水道メータを設置する。また、排水装置として地下浸透型のピットを設置する。

12.1.2　レベル-1 給水施設計画

レベル-1 給水施設は地下水を水源とし、深井戸に設置したハンドポンプによる点給水を行う。レベル-1 給水施設の構成を***図 12.5*** に示す。

[1] 日最大給水量とは、人口及び給水原単位から計算される単純給水量を漏水率および日ピーク強度を用いて補正した水量であり、その補正方法は MoW（水省）のデザインマニュアルに記載されている。また漏水率および日ピーク強度はそれぞれ MoW と協議の上 10%、1.1 倍とした。

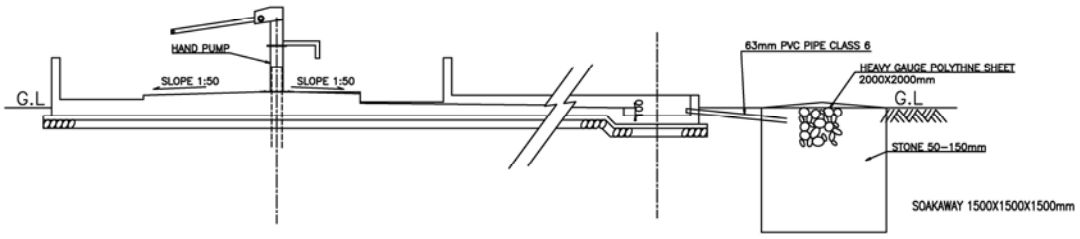


図 12.5　レベル-1 給水施設構成図

本プロジェクトで建設するレベル 1 給水施設は、***表 12.1*** に示したように 17 サイトで建設される。

レベル 1 用深井戸における成功井の基準はタンザニアでは基準が定められていないため、ハンドポンプの能力に応じて次の通り設定した。***第 11 章***の ***11.3.4 節***に述べたように、ハンドポンプによる揚水が可能となる最低値の 0.6m^3/時間（10ℓ/分以上）の揚水量が得られれば水量成功井として取り扱うこととする。この水量成功井について水質分析を行い、基準値を満足する井戸が最終的に成功井となる。水質の基準は、前節で説明したとおり、“健康にかかわる項目”については WHO ガイドライン値（2008）を、健康にかかわる項目以外の水質項目にはタンザニアの水質基準を適用する。

なお、MoW のデザインマニュアルにはハンドポンプ 1 ヶ所で 250 人の水需要を賄うとあるが、250 人の水需要を 0.6 m^3/時の揚水量で賄うためには約 10.4 時間の揚水が必要である。

12.2 初期設計図

本計画で建設が予定されている給水施設に係る初期設計図は、次に示す通りである。

(1)　レベル-2 対象村落給水施設配置図（***図 12.6～図 12.29***）

(2)　送・配水管埋設構造図（***図 12.30***）

(3)　配水池構造図 –高架型-（***図 12.31***）

(4)　配水池構造図 –地上型-（***図 12.32***）

(5)　公共水栓構造図（***図 12.33***）

(6)　ハンドポンプ付き深井戸（レベル 1）構造図（***図 12.34***）

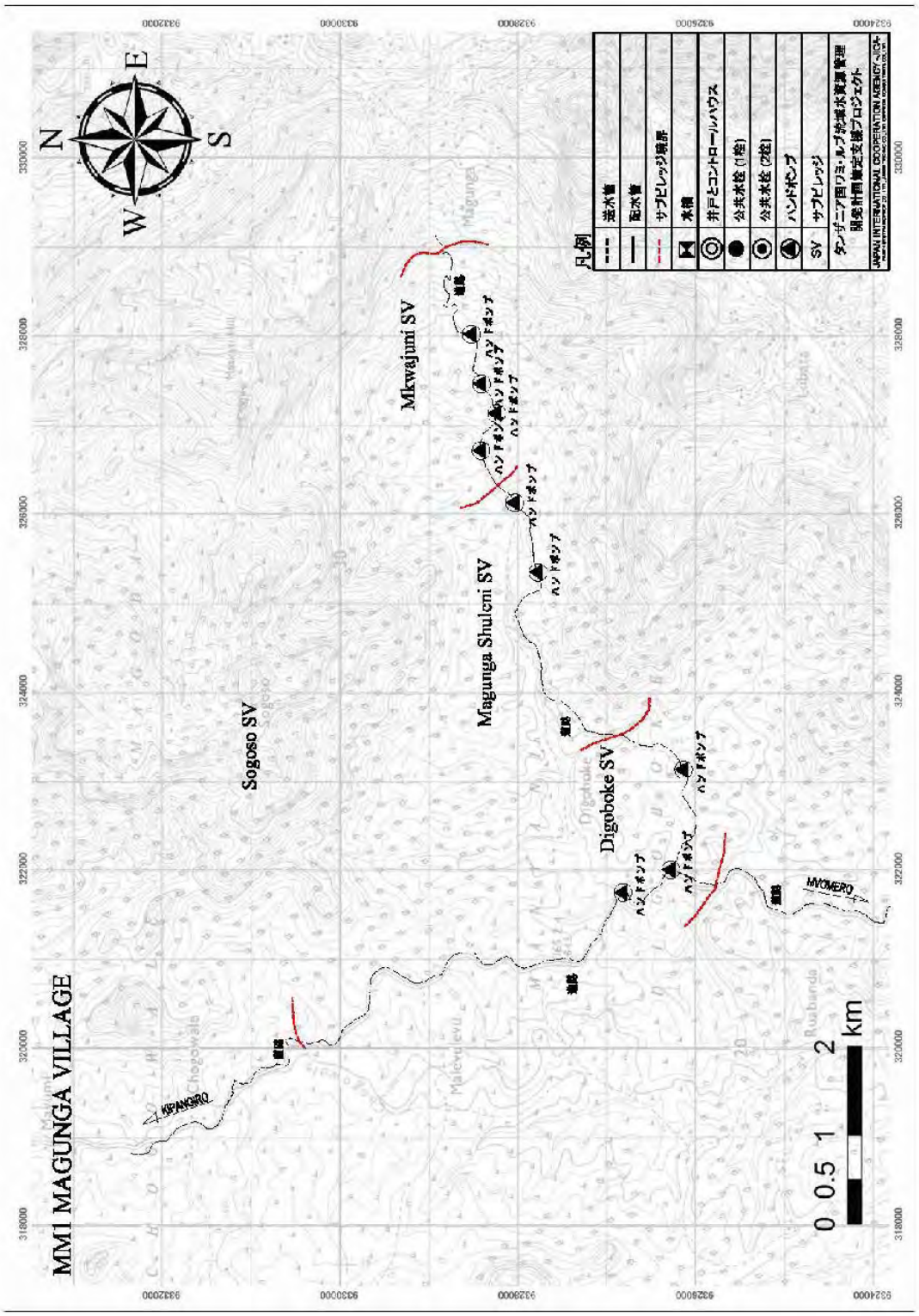


図 12.6　Magunga Village 給水施設配置図

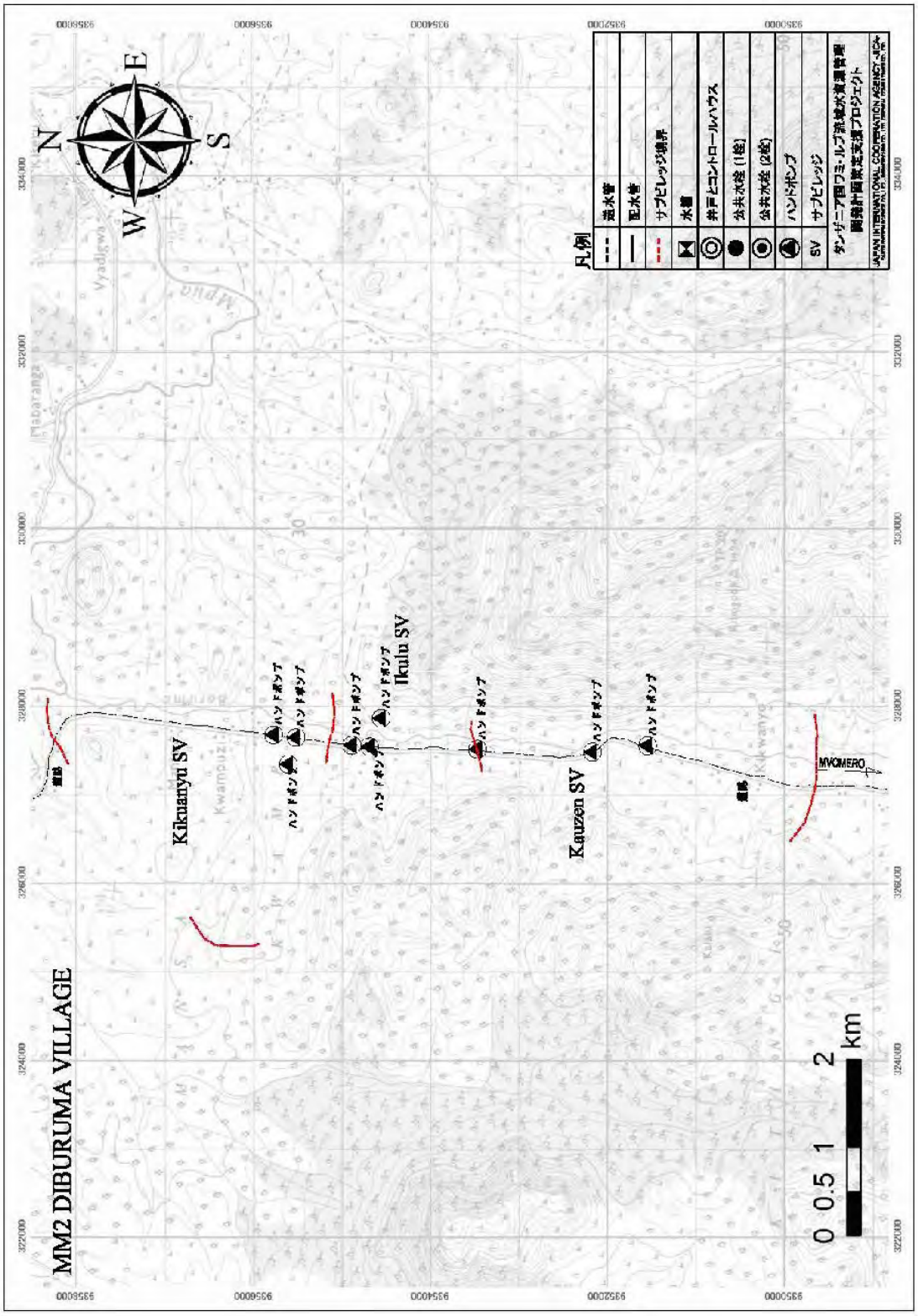


図 12.7　Diburuma Village 給水施設配置図

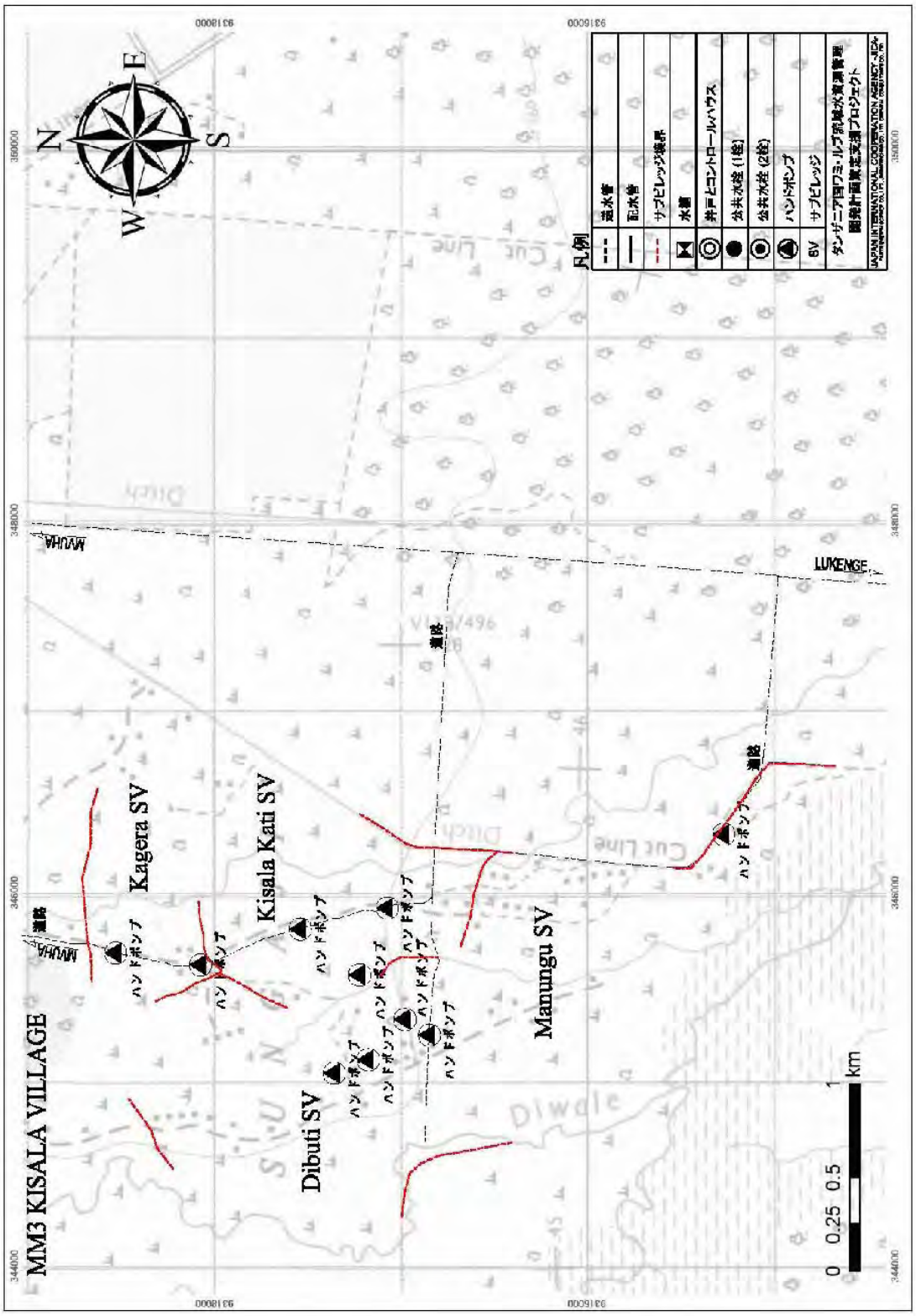


図 12.8　Kisala Village 給水施設配置図

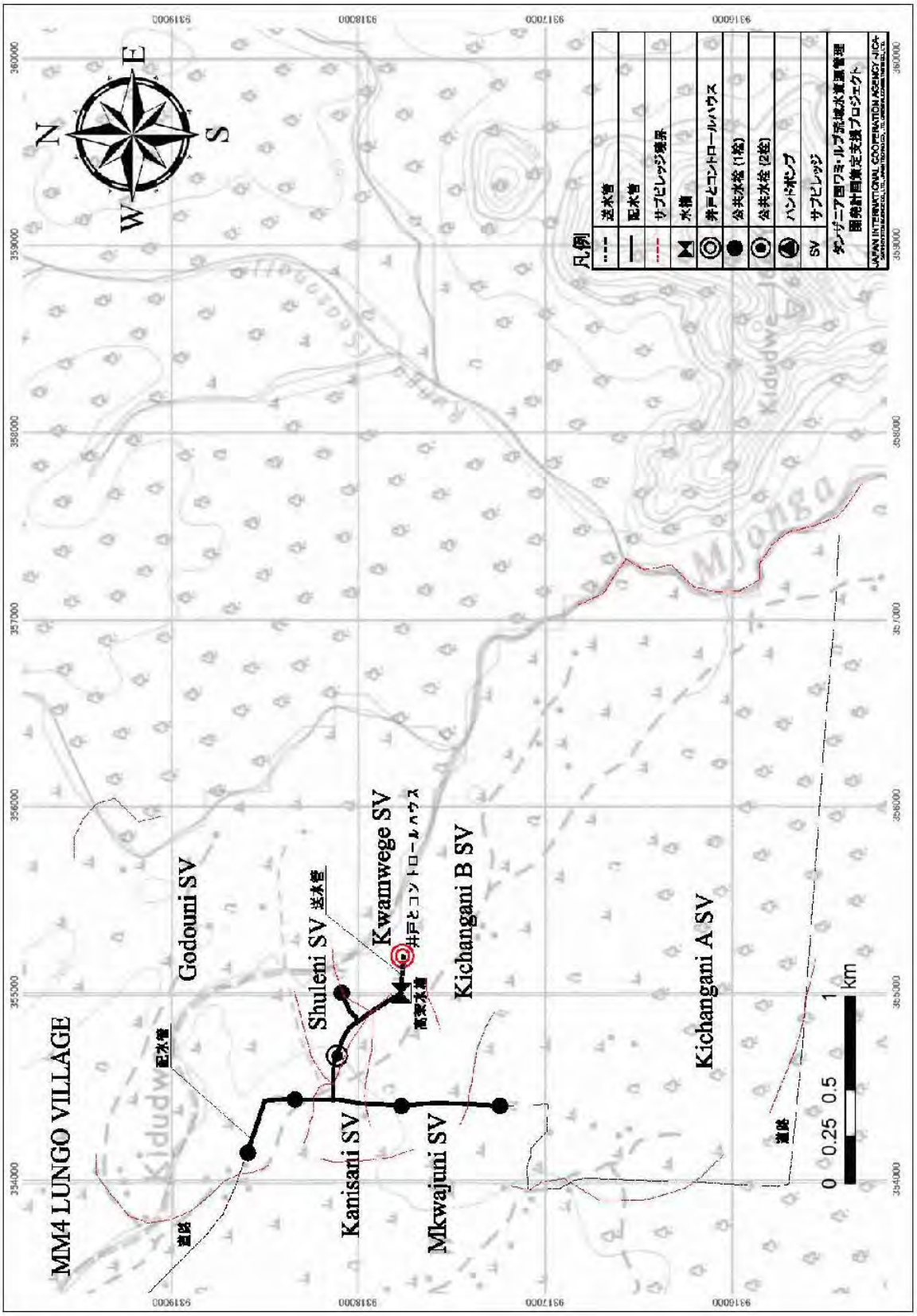


図 12.9　Lungo Village　給水施設配置図

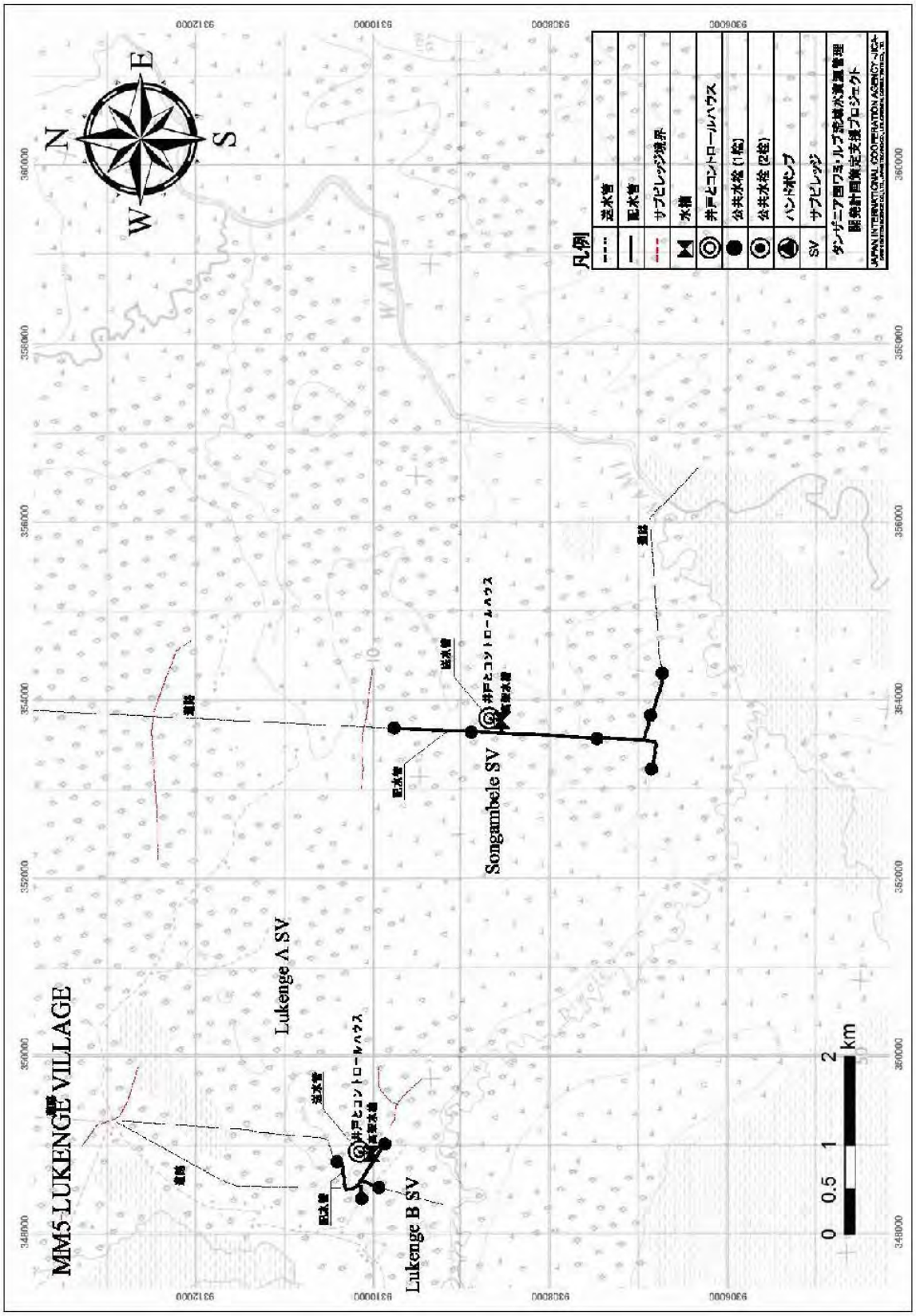


図 12.10　Lukenge Village　給水施設配置図

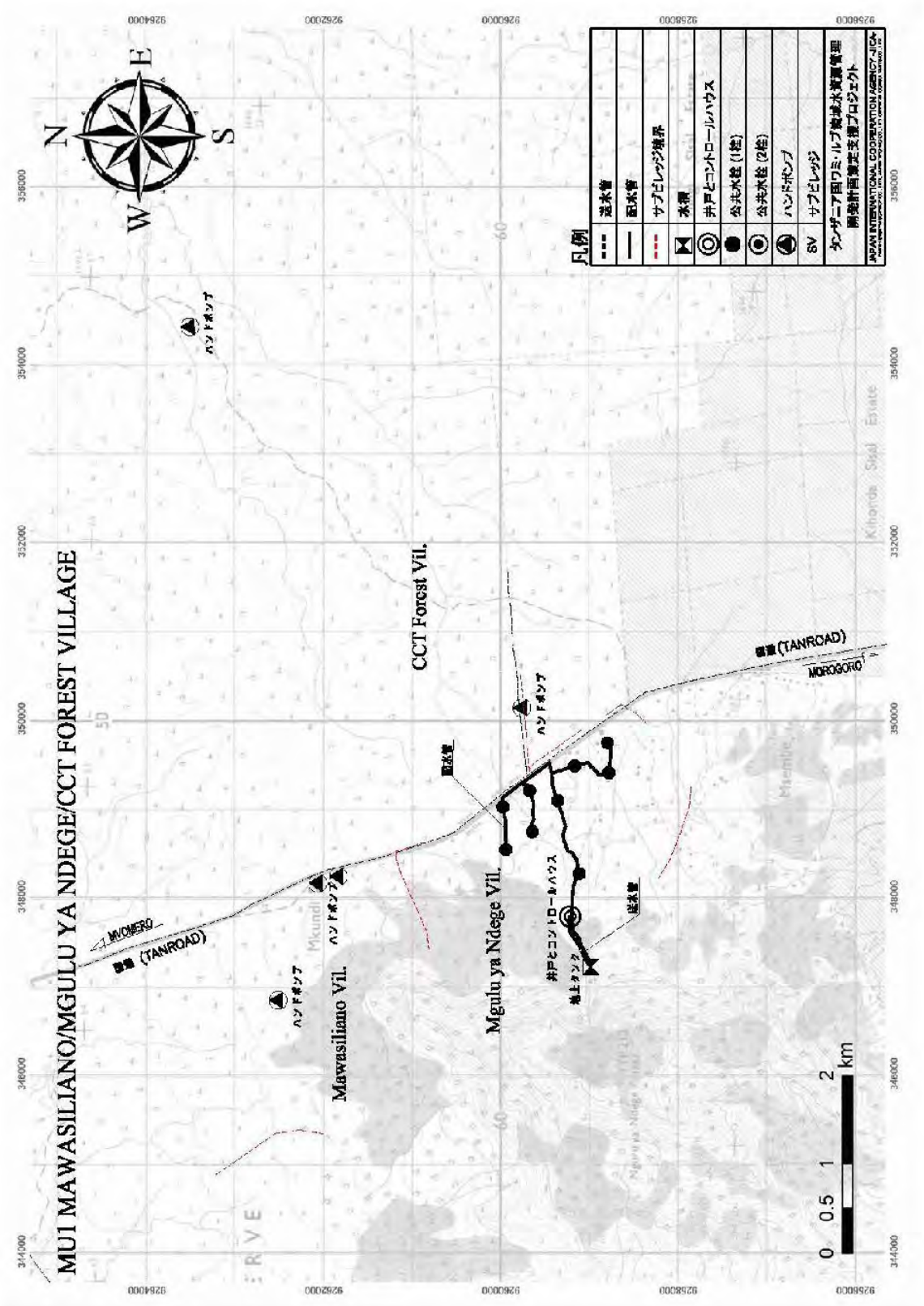


図 12.11　Mawasiliano/ Nguru ya Ndage/ CCT Forest Village 給水施設配置図

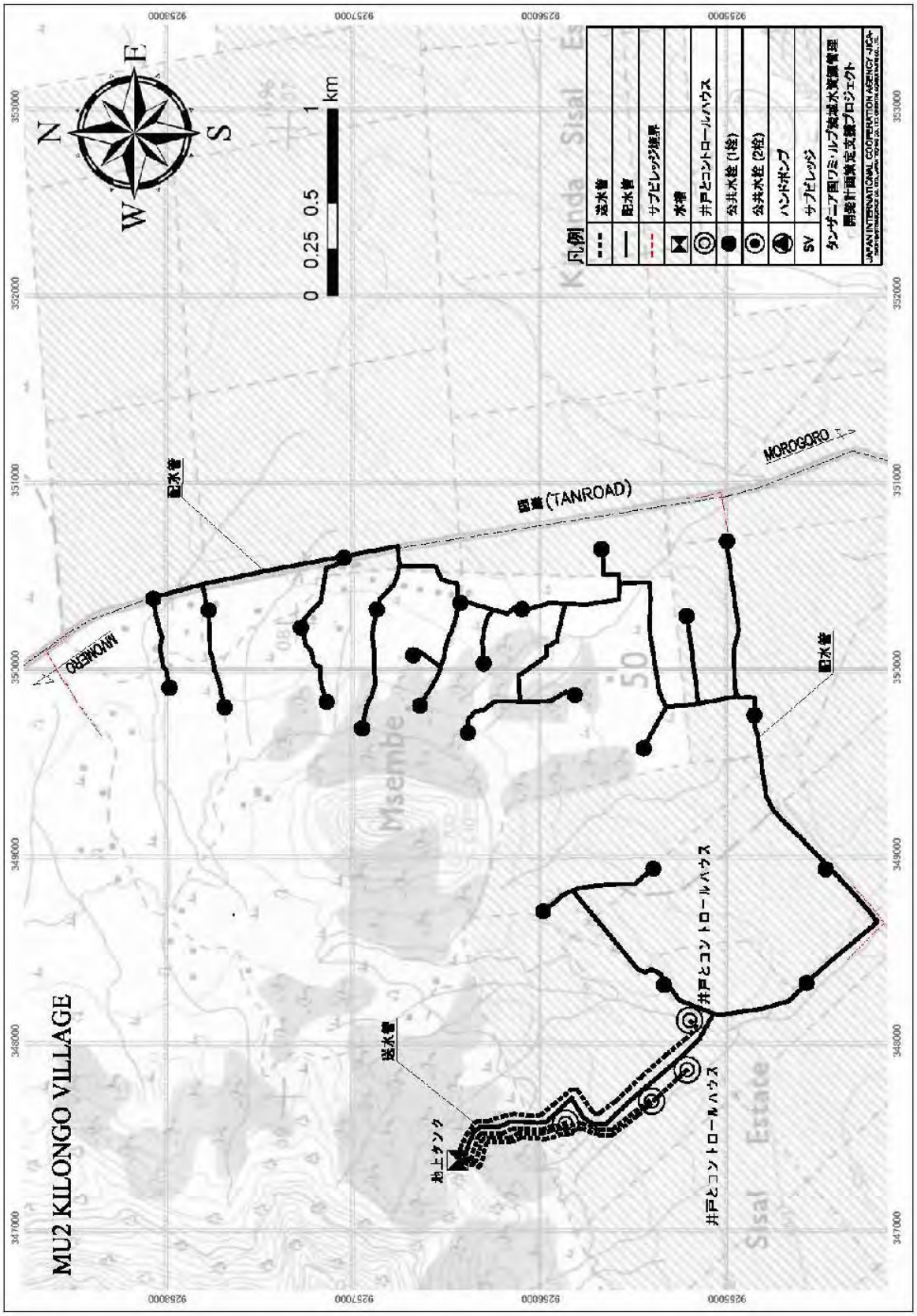


図 12.12　Kilongo Village 給水施設配置図

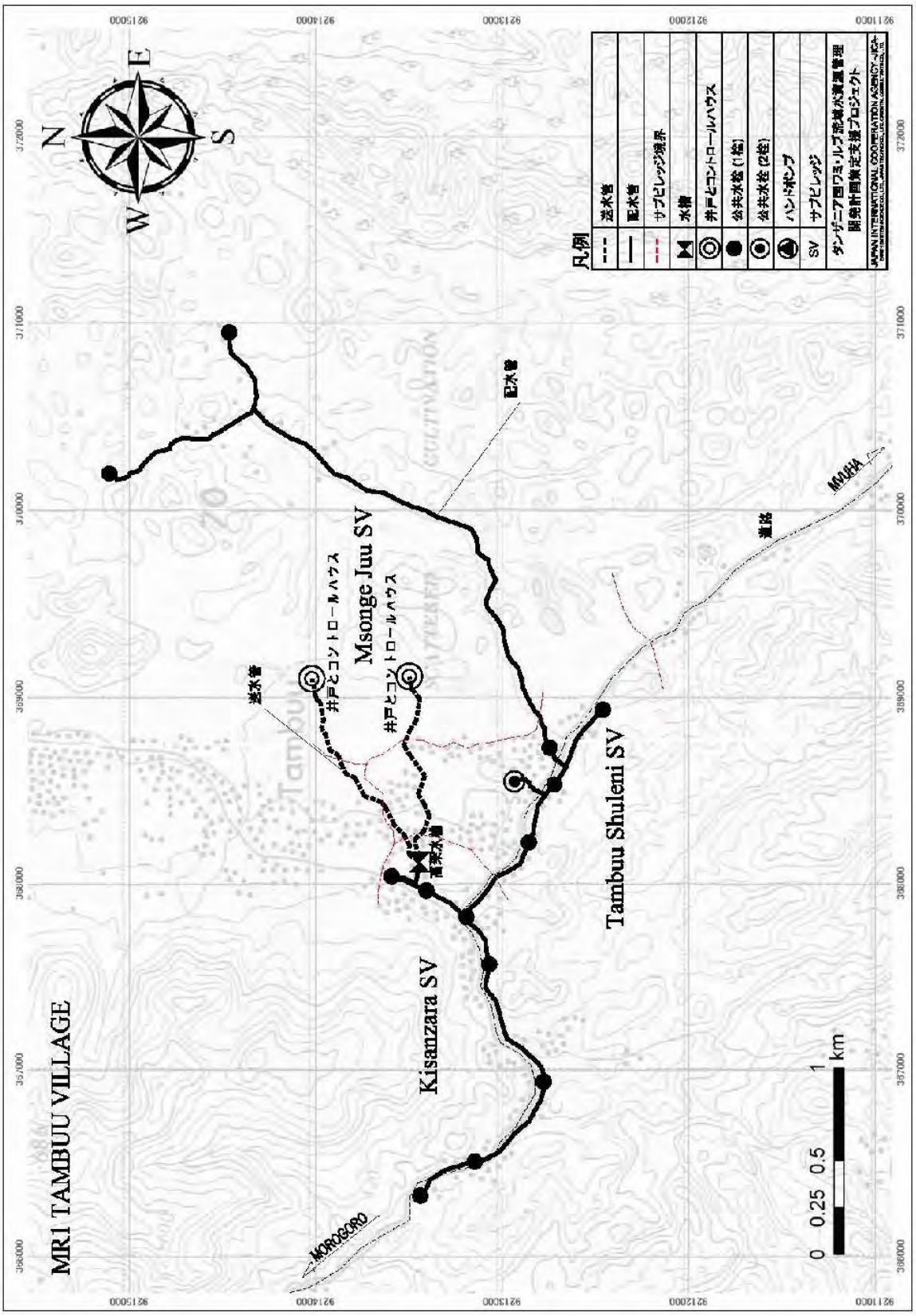


図 12.13　Tambuu Village 給水施設配置図

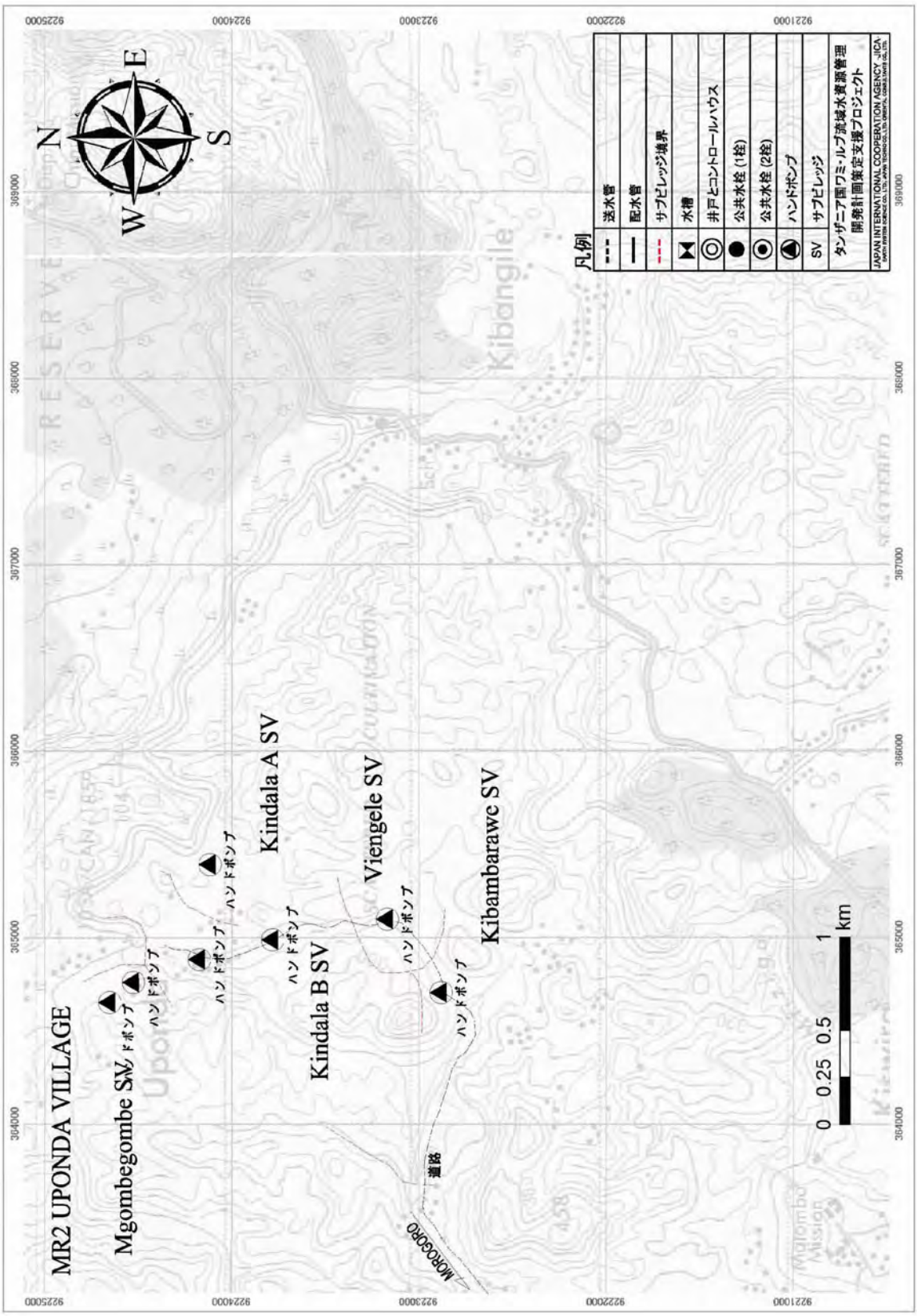


図 12.14　Uponda Village 給水施設配置図

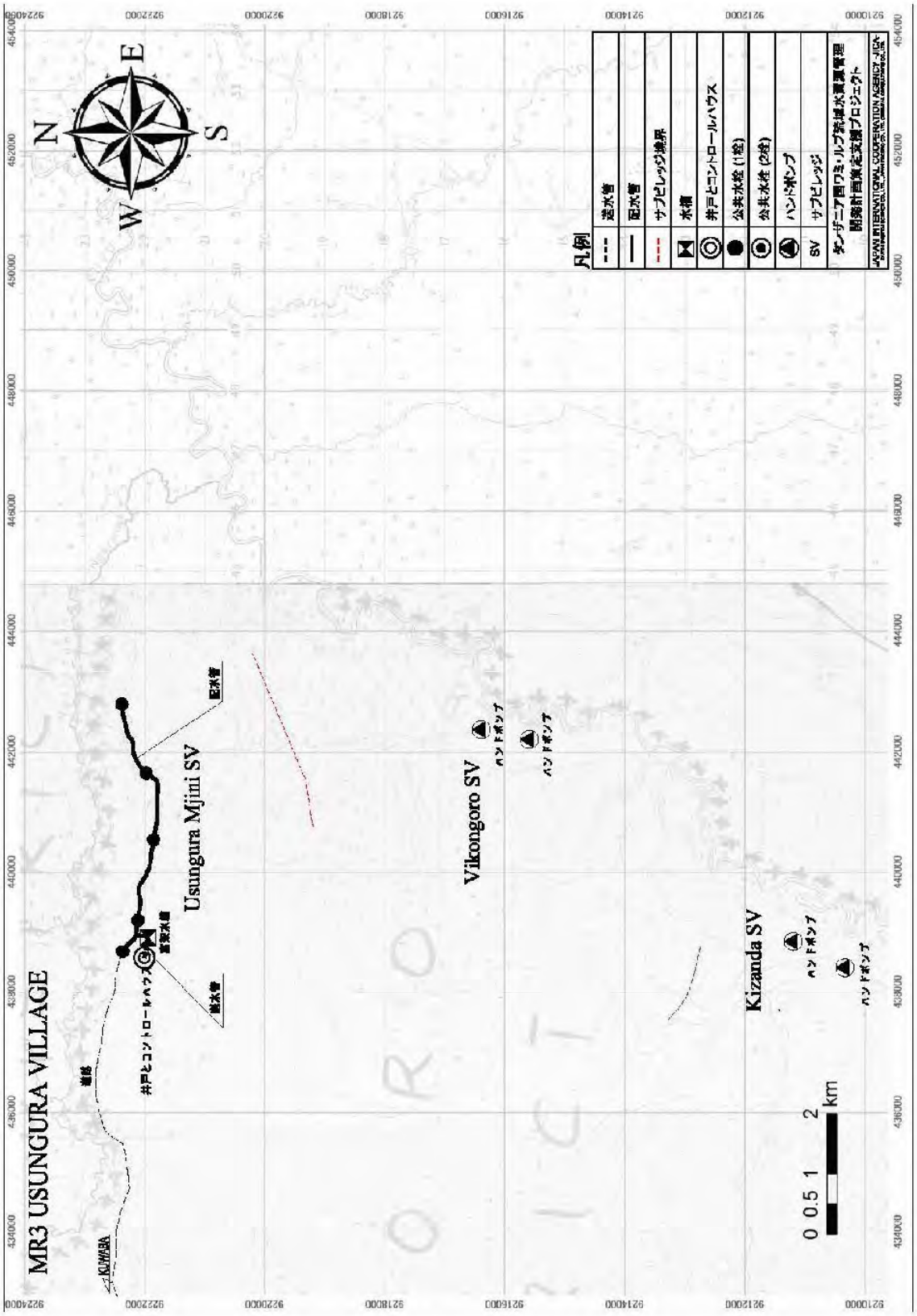


図 12.15　Usungura Village 給水施設配置図

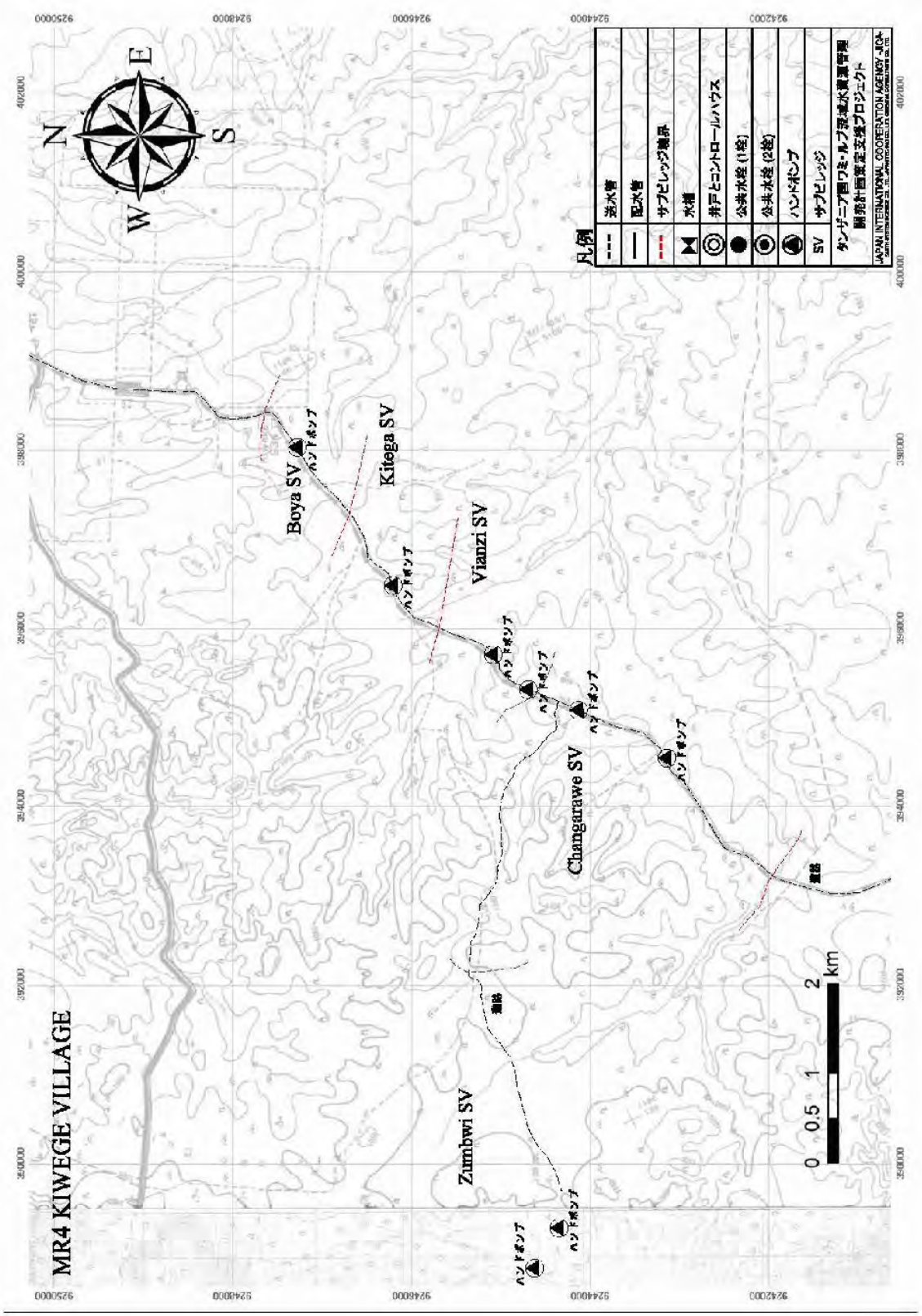


図 12.16　Kiwege Village 給水施設配置図

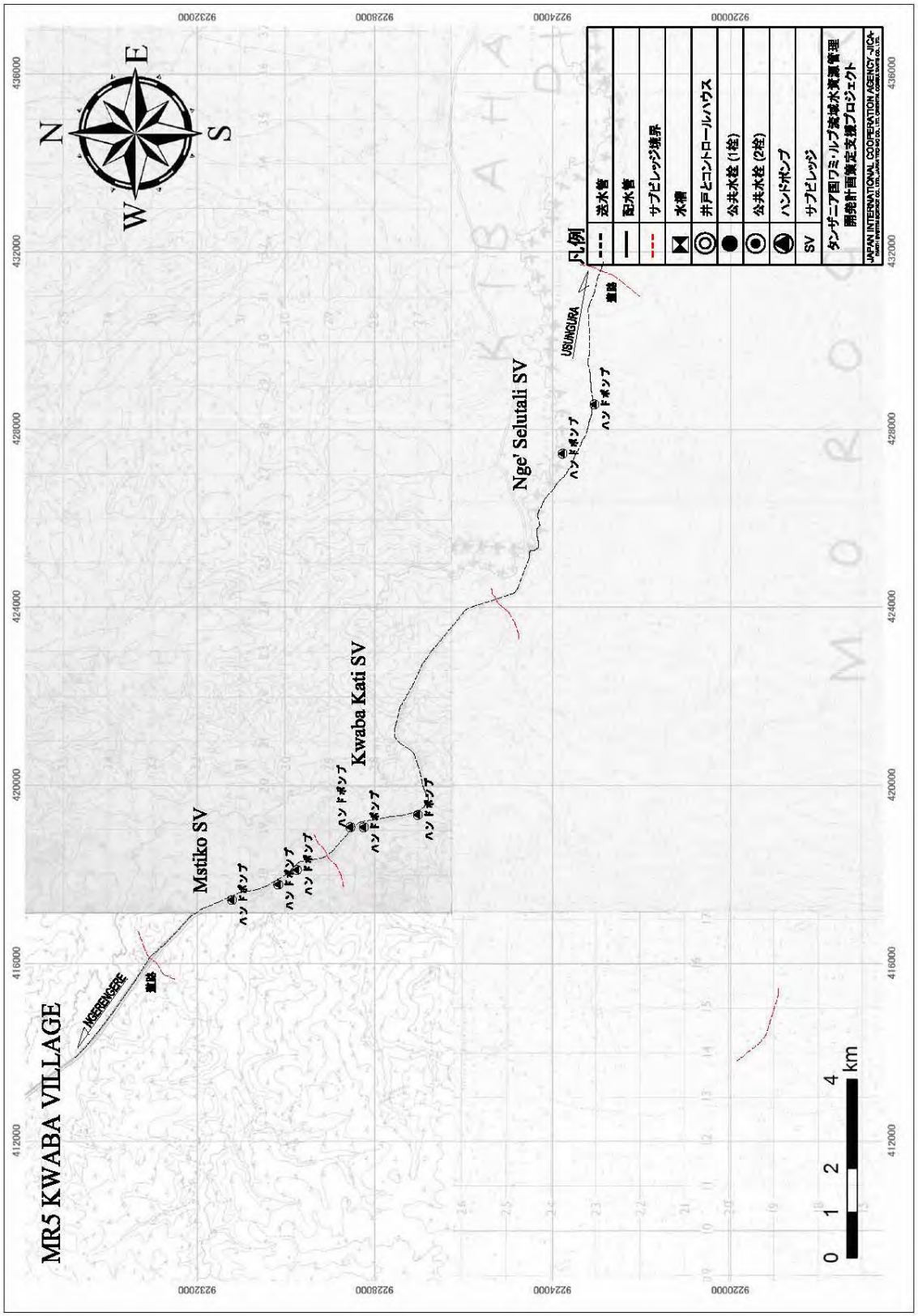


図 12.17　Kwaba Village 給水施設配置図

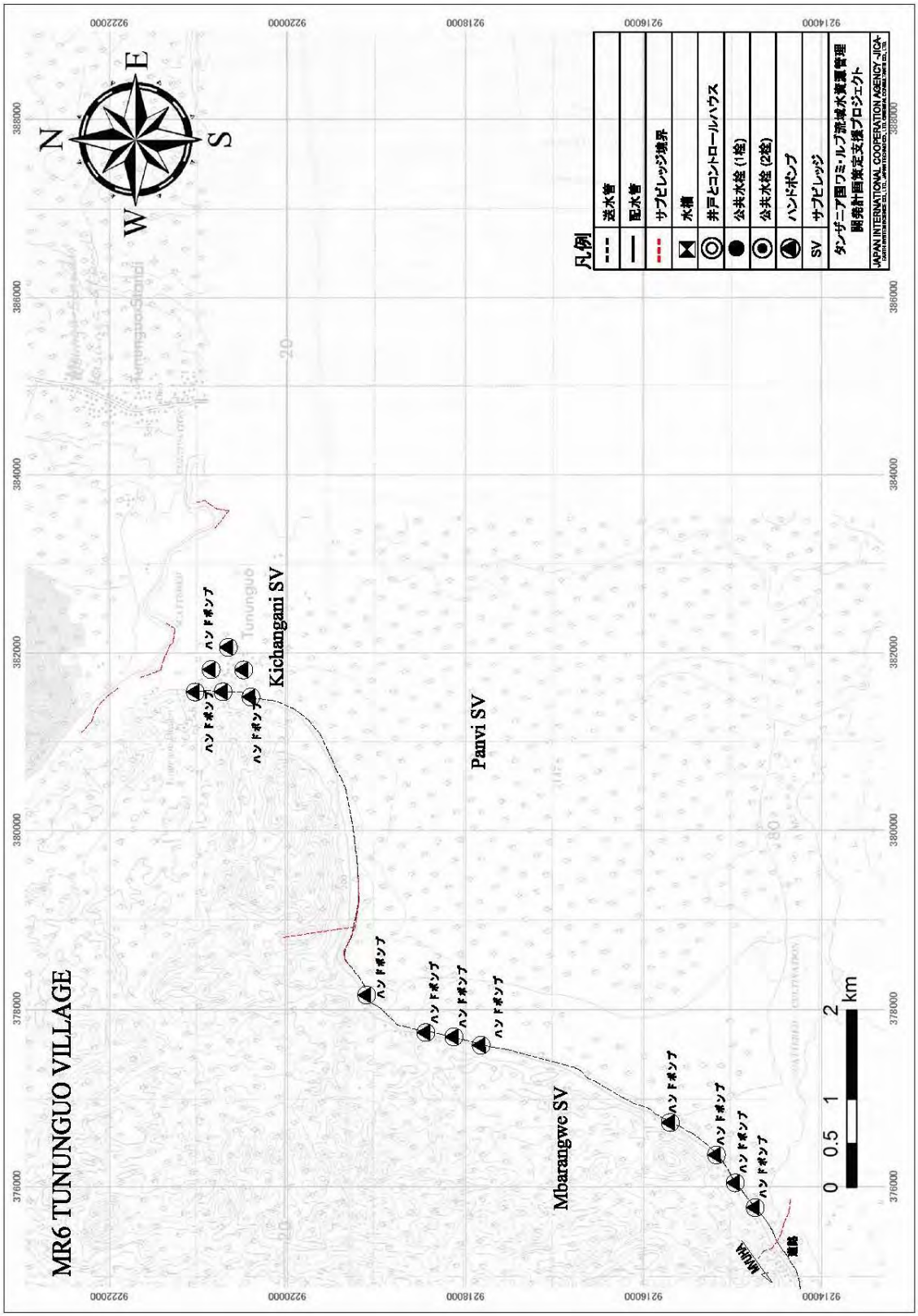


図 12.18　Tununguo Village 給水施設配置図

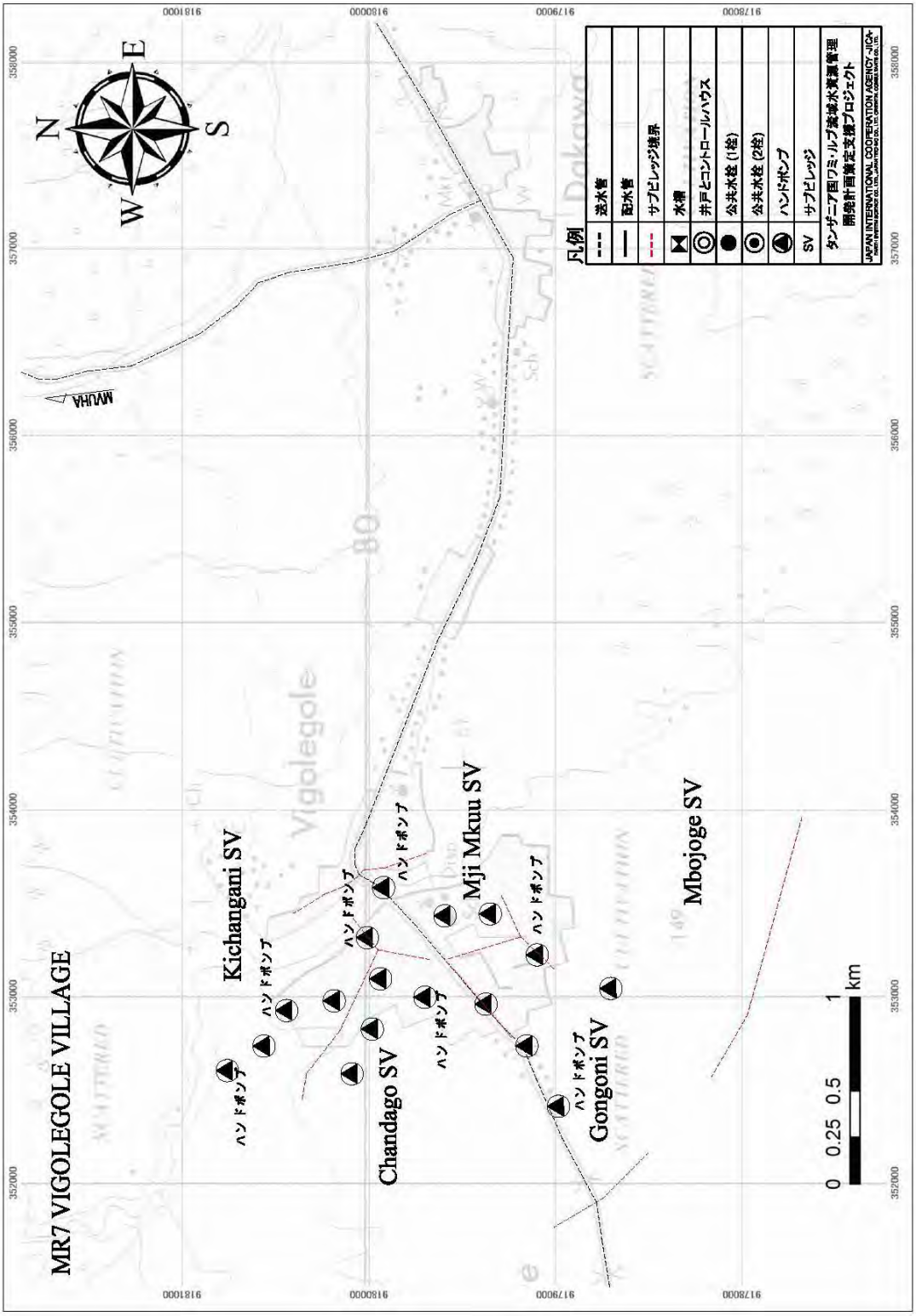


図 12.19　Vigolegole Village　給水施設配置図

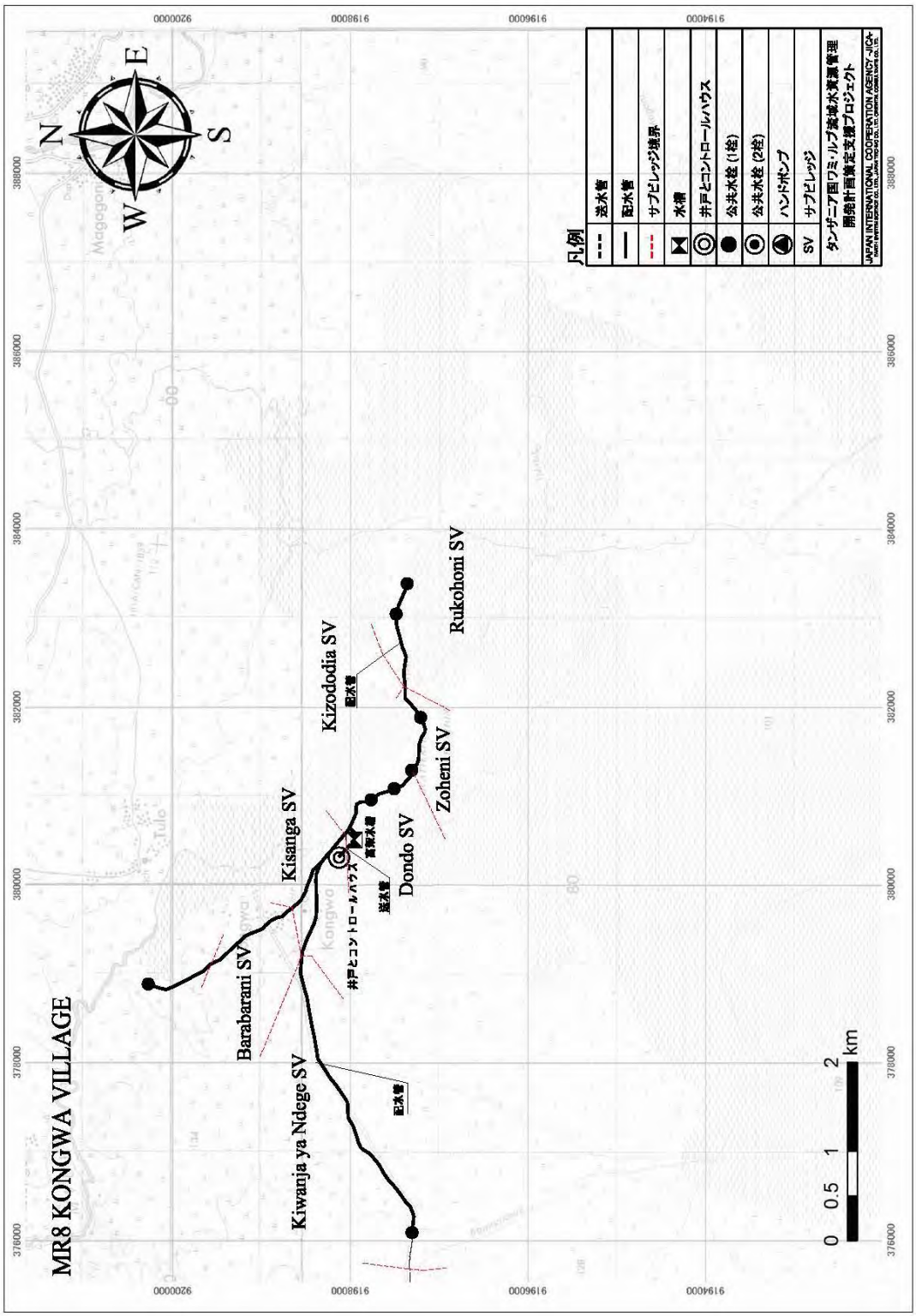


図 12.20　Kongwa Village 給水施設配置図

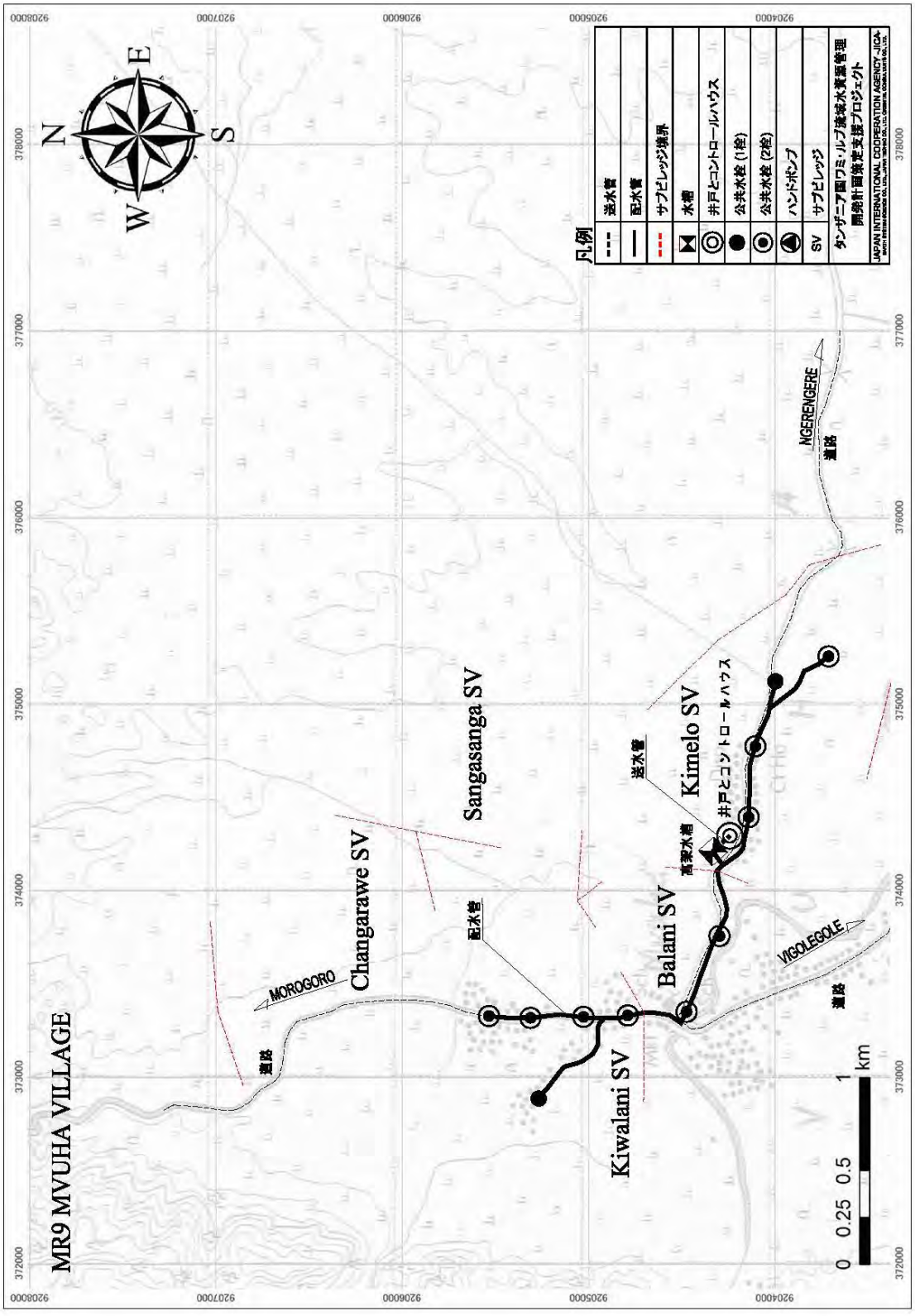


図 12.21　Mvuha Village 給水施設配置図

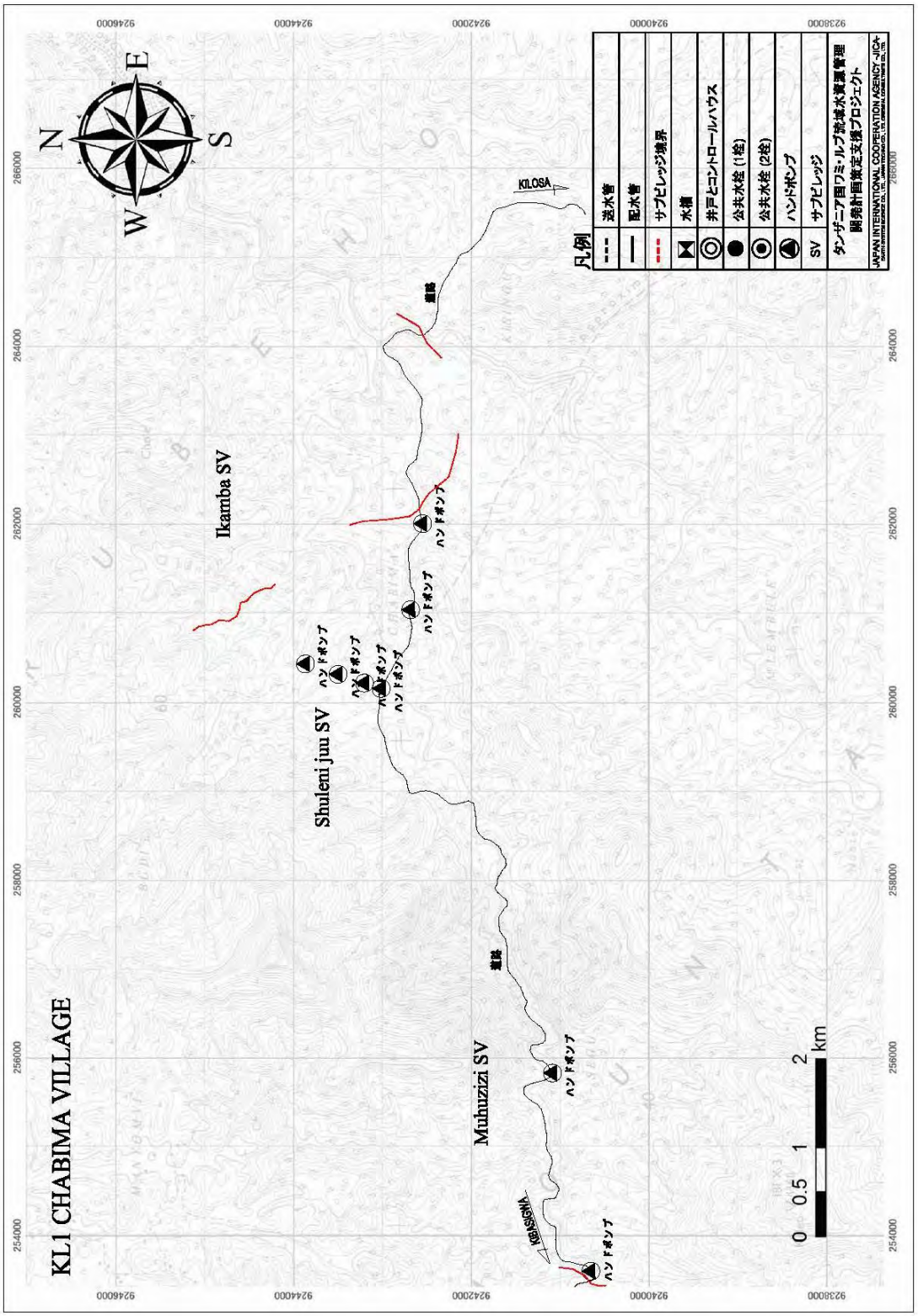


図 12.22　Chabima Village 給水施設配置図

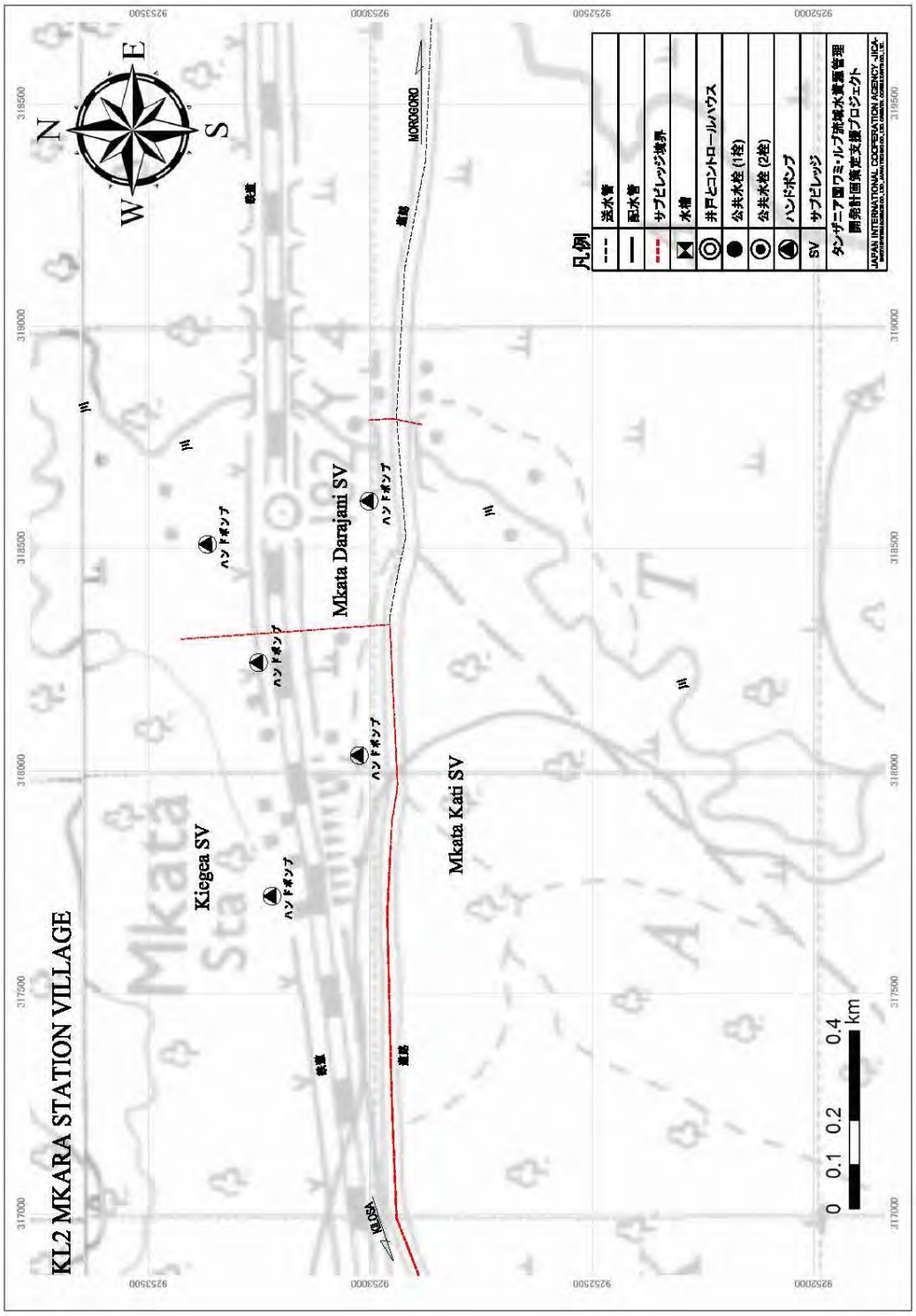


図 12.23　Mkata Station Village 給水施設配置図

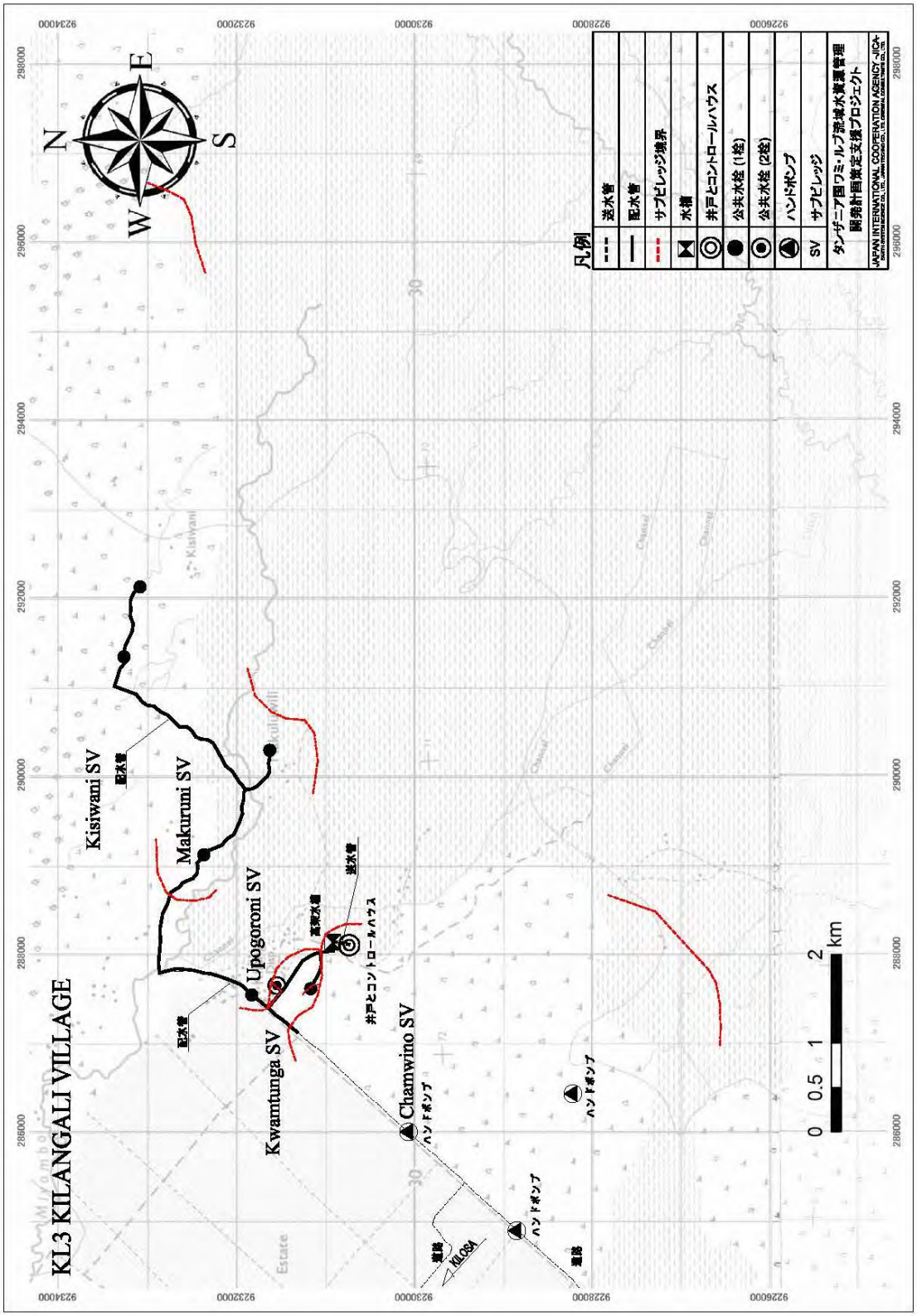


図 12.24　Kilangali Village 給水施設配置図

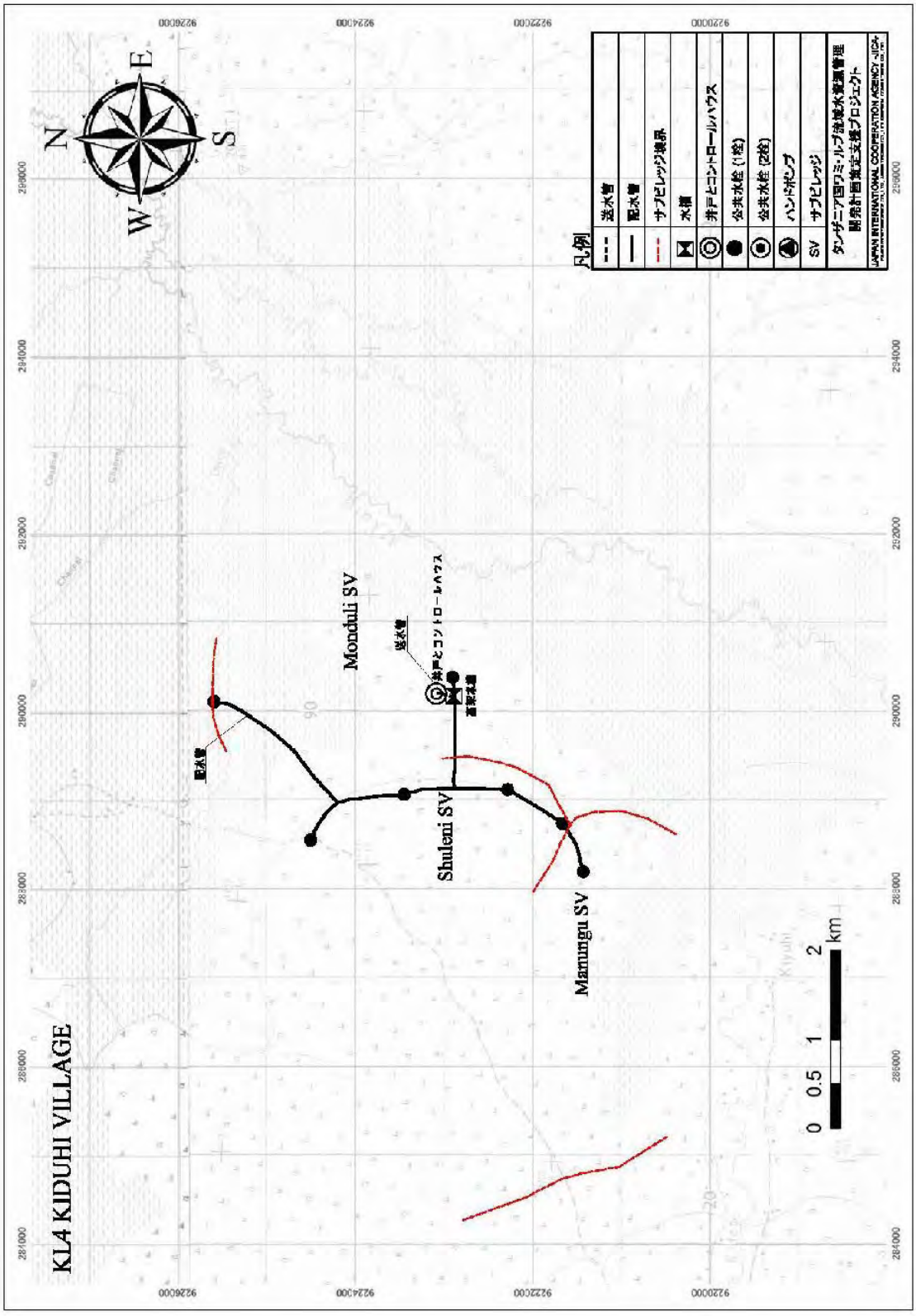


図 12.25　Kiduhi Village　給水施設配置図

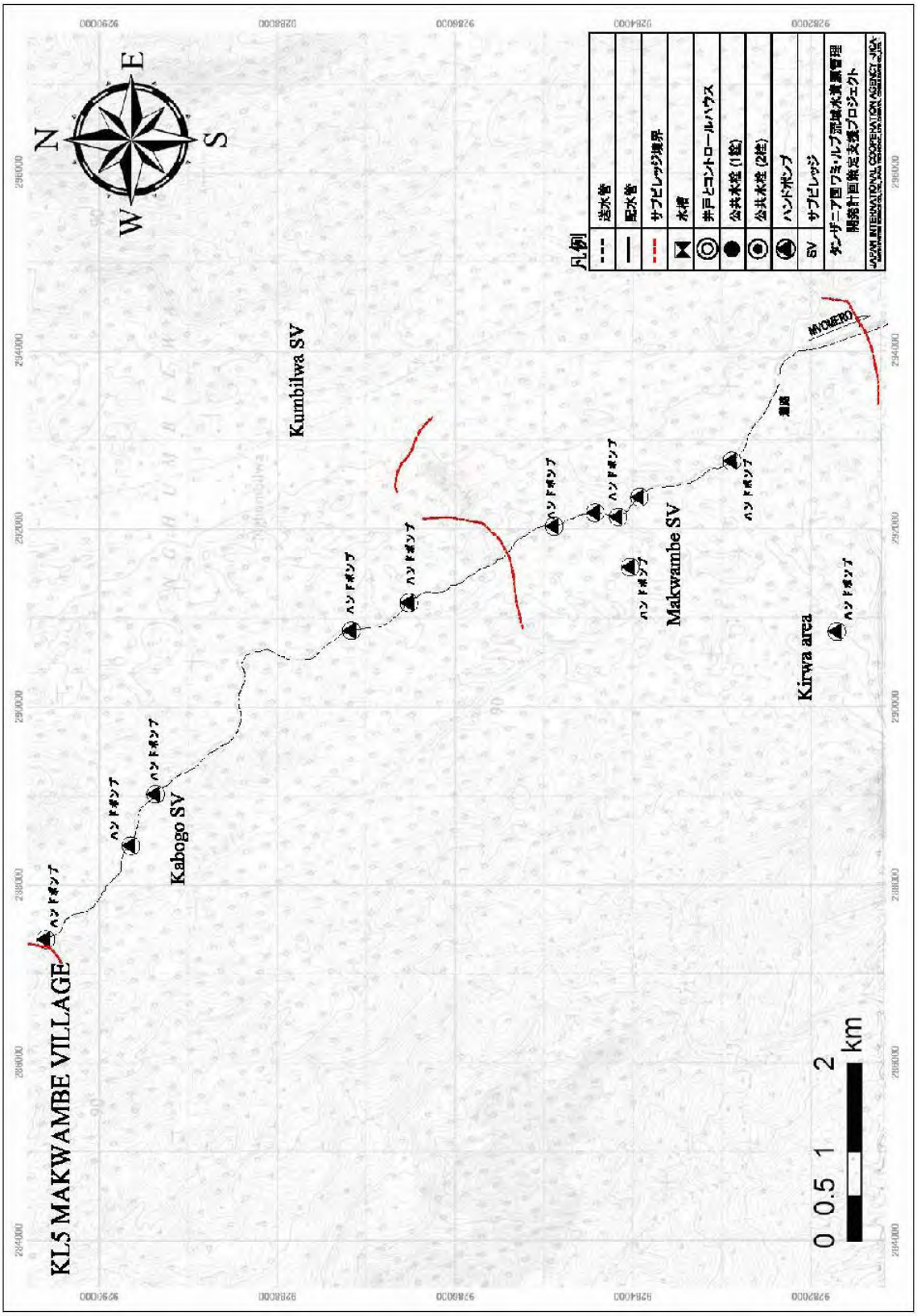


図 12.26　Makwambe Village　給水施設配置図

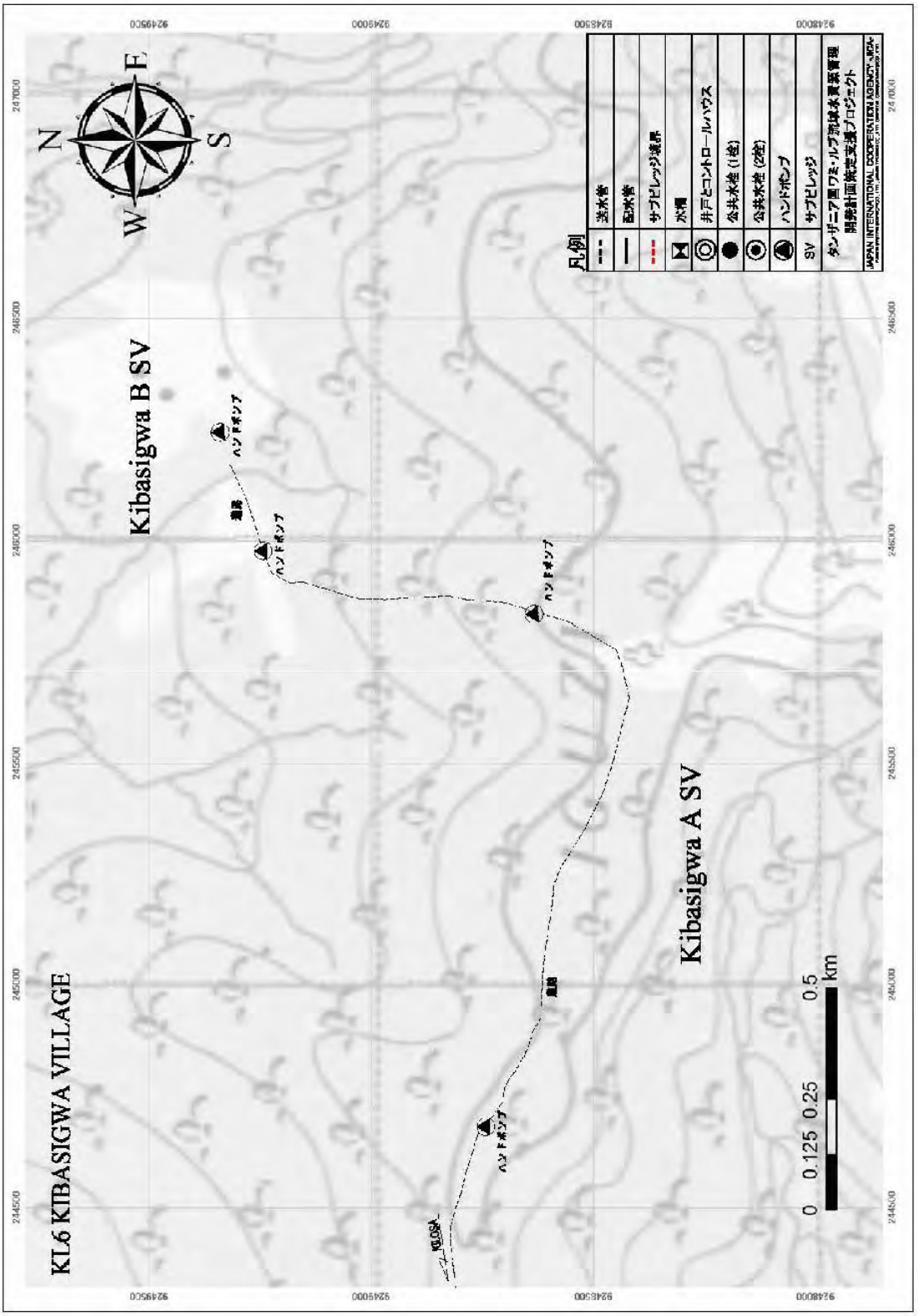


図 12.27　Kibasigwa Village 給水施設配置図

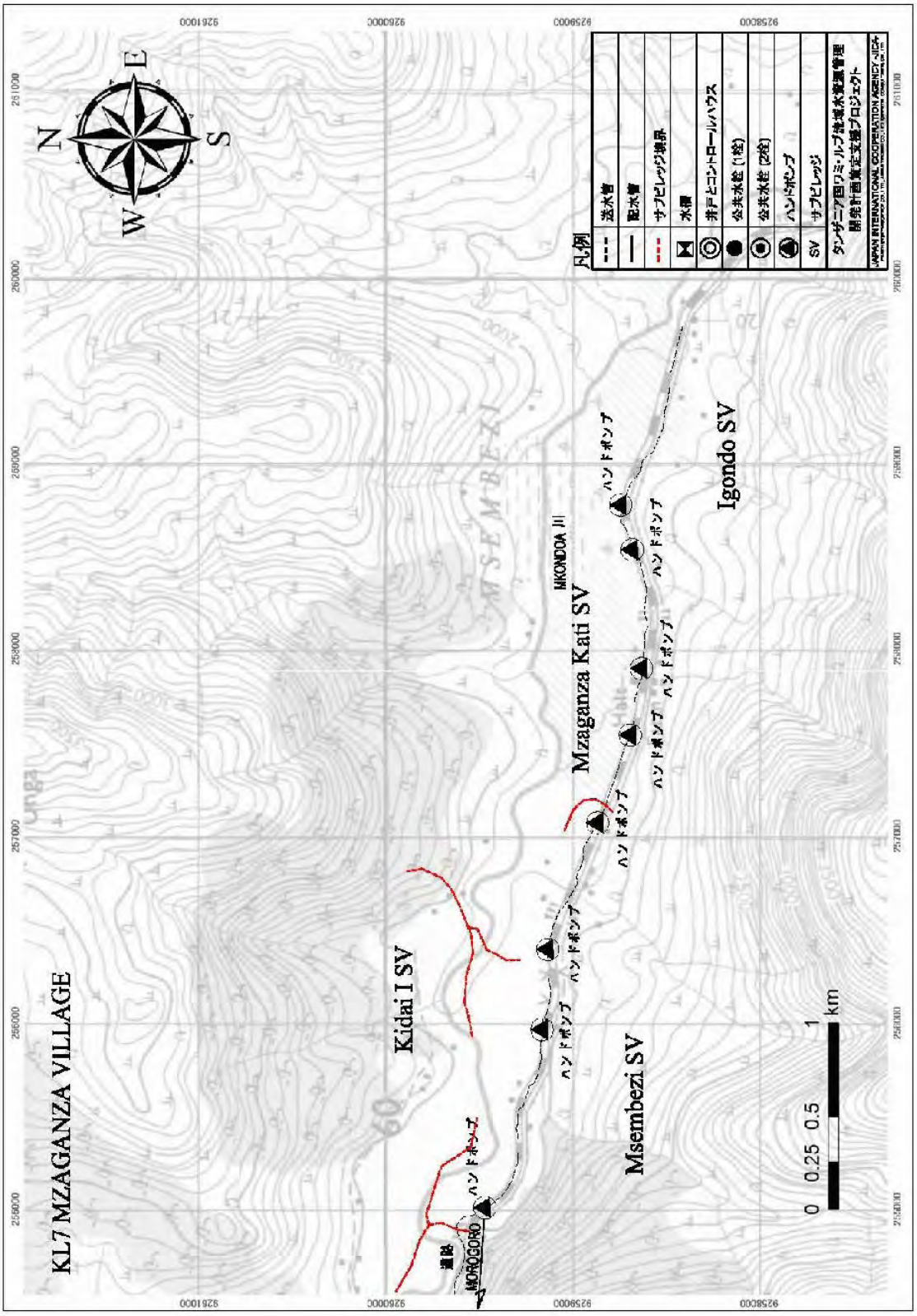


図 12.28　Mzaganza Village　給水施設配置図

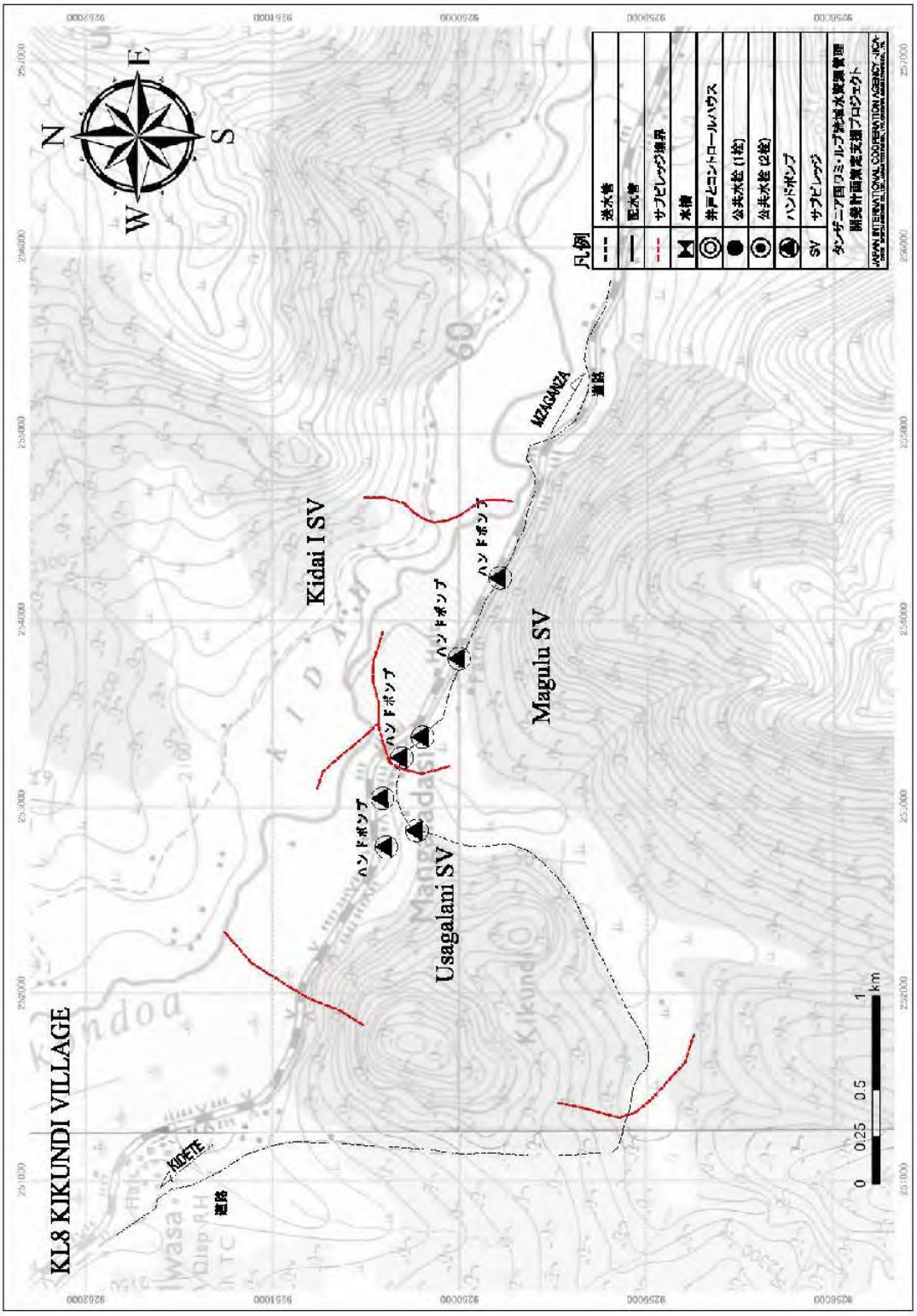
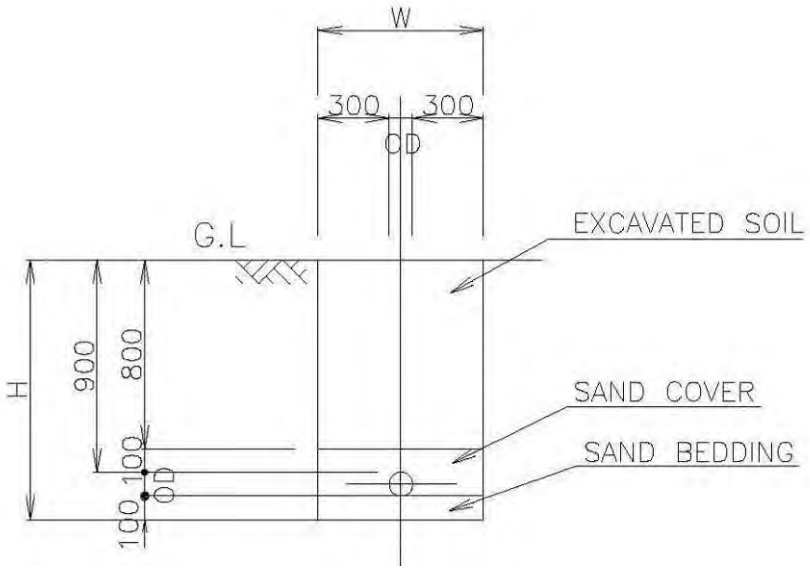


図 12.29　Kikundi Village 給水施設配置図



DIMENSIONS TABLE OF STANDRD PIPE LAYING

OUTSIDE DIA(mm)	W (mm)	H (mm)
32	650	1050
40	650	1050
50	650	1050
63	700	1100
90	700	1150
110	750	1200
160	800	1200
200	800	1200

図 12.30　送・配水管埋設構造図

ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト	JICA

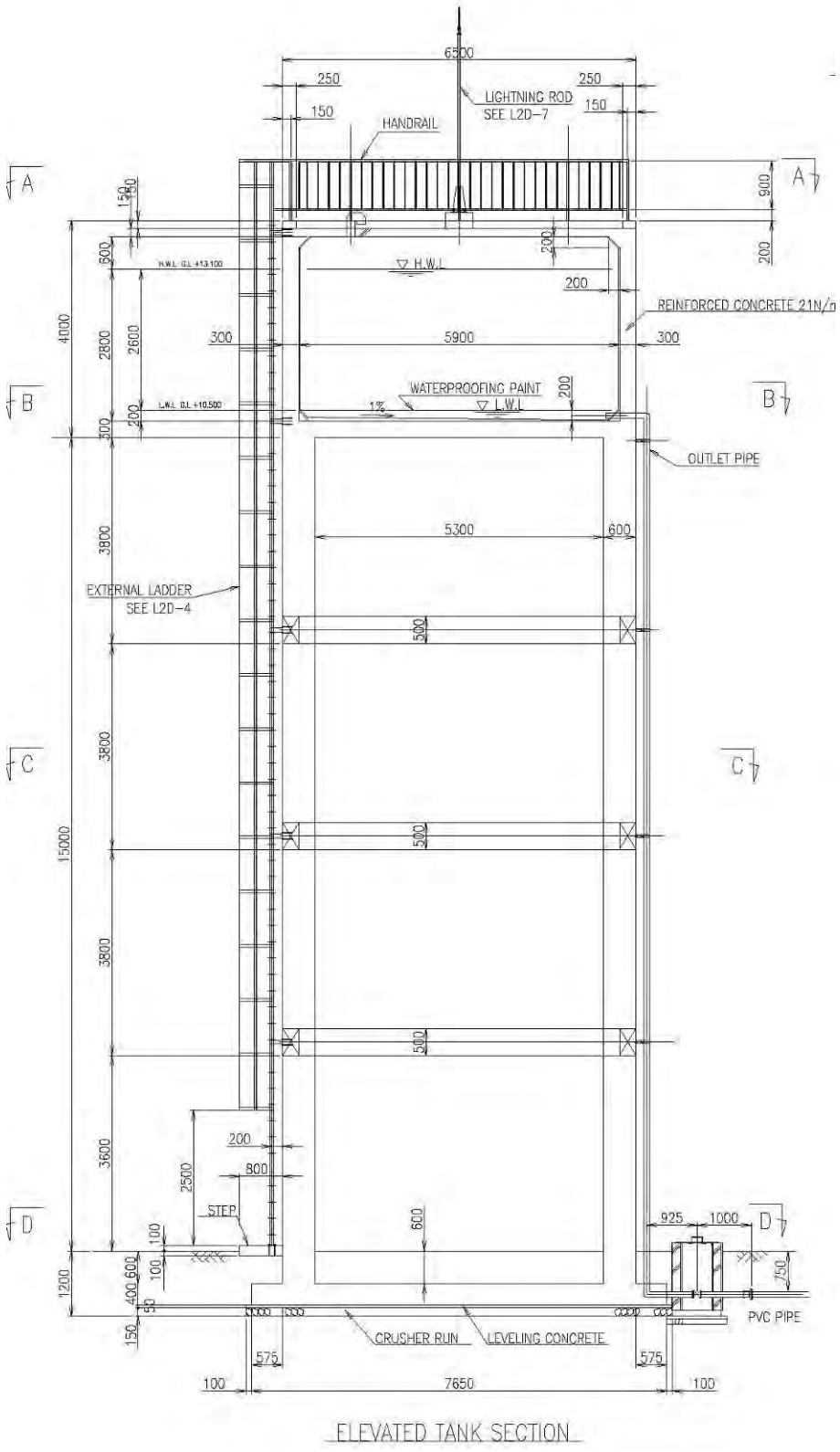


図 12.31　配水池（高架型）構造図

ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト	JICA

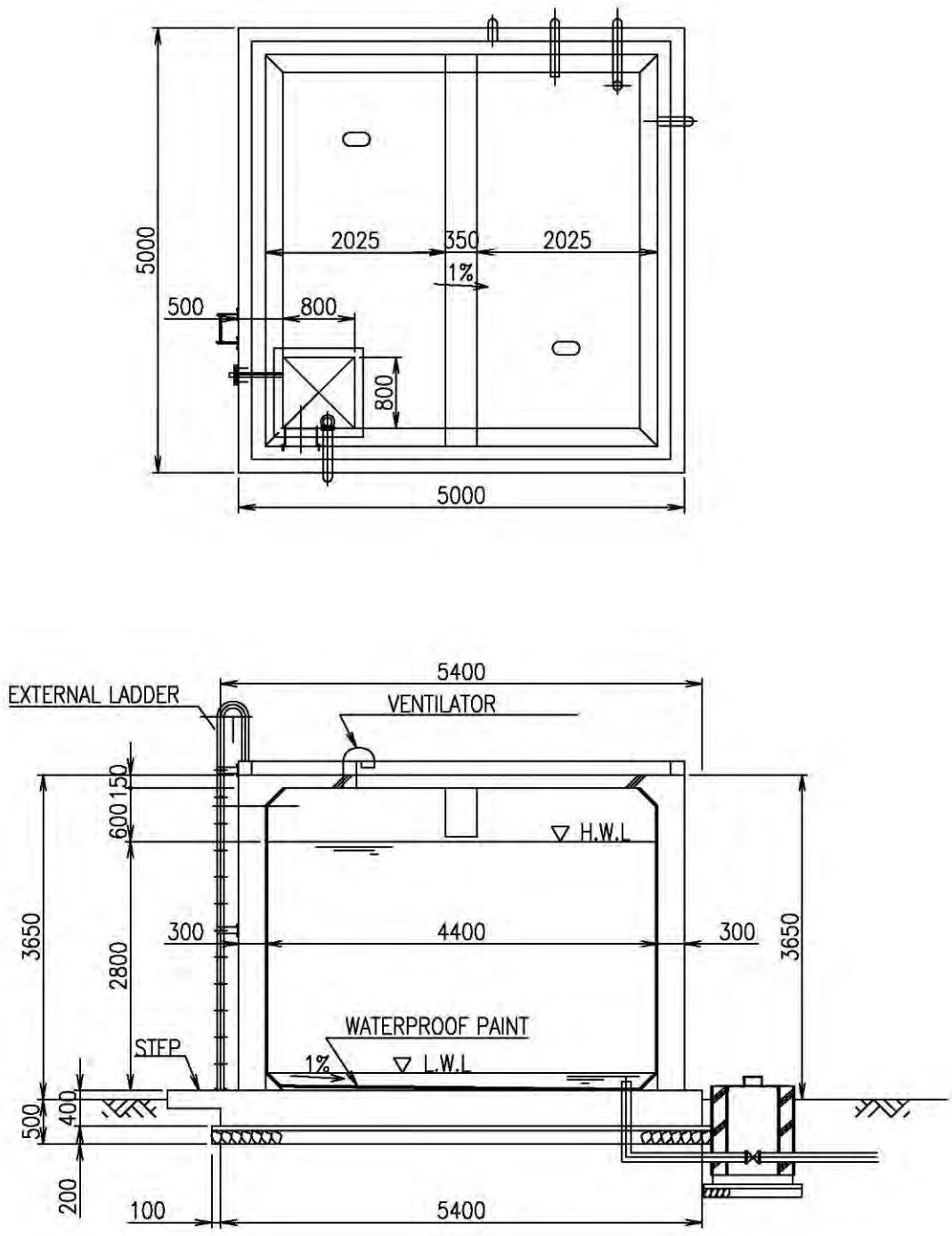
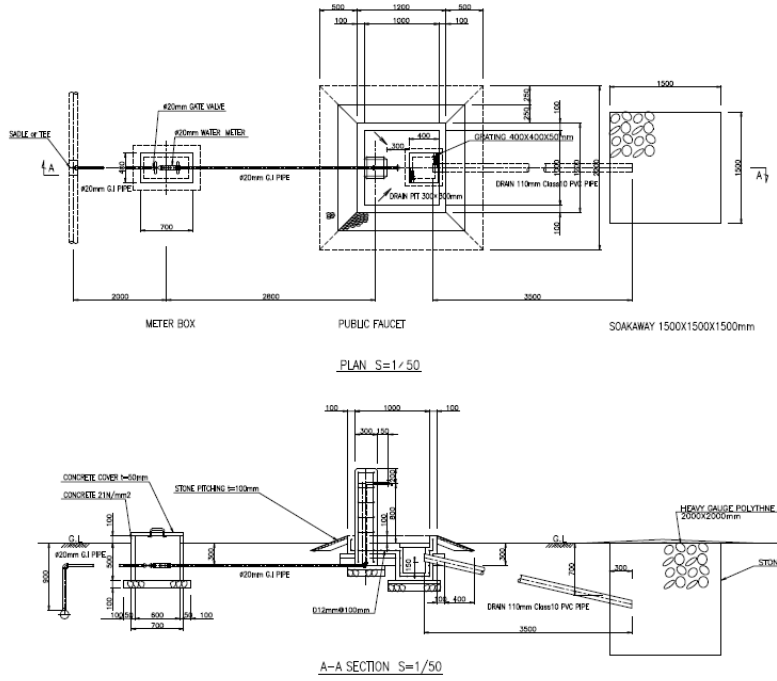
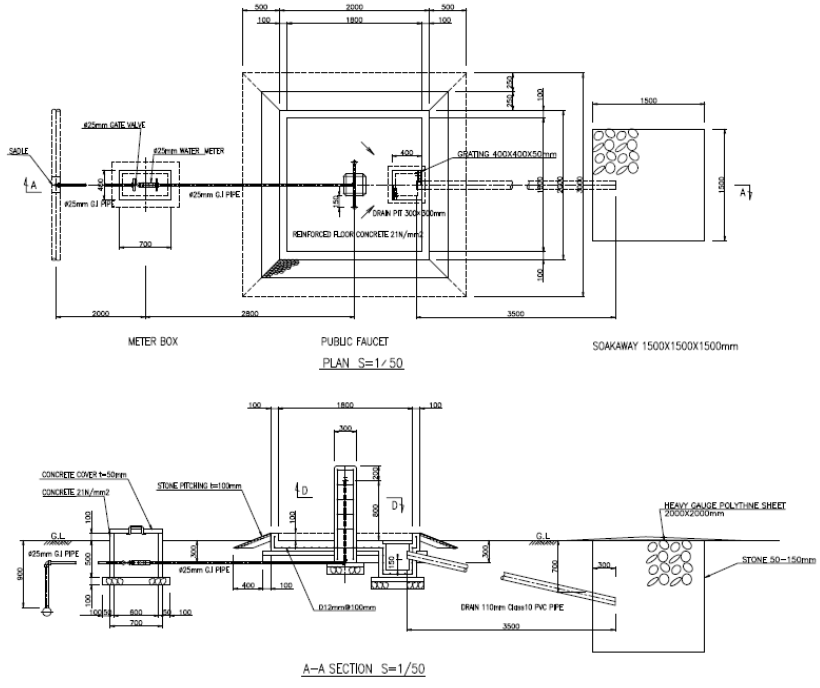


図 12.32　配水池（地上型）構造図

ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト	JICA



Type 1 (蛇口 1 個)



Type 2 (蛇口 2 個)

図 12.33　公共水栓構造図

ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト	JICA

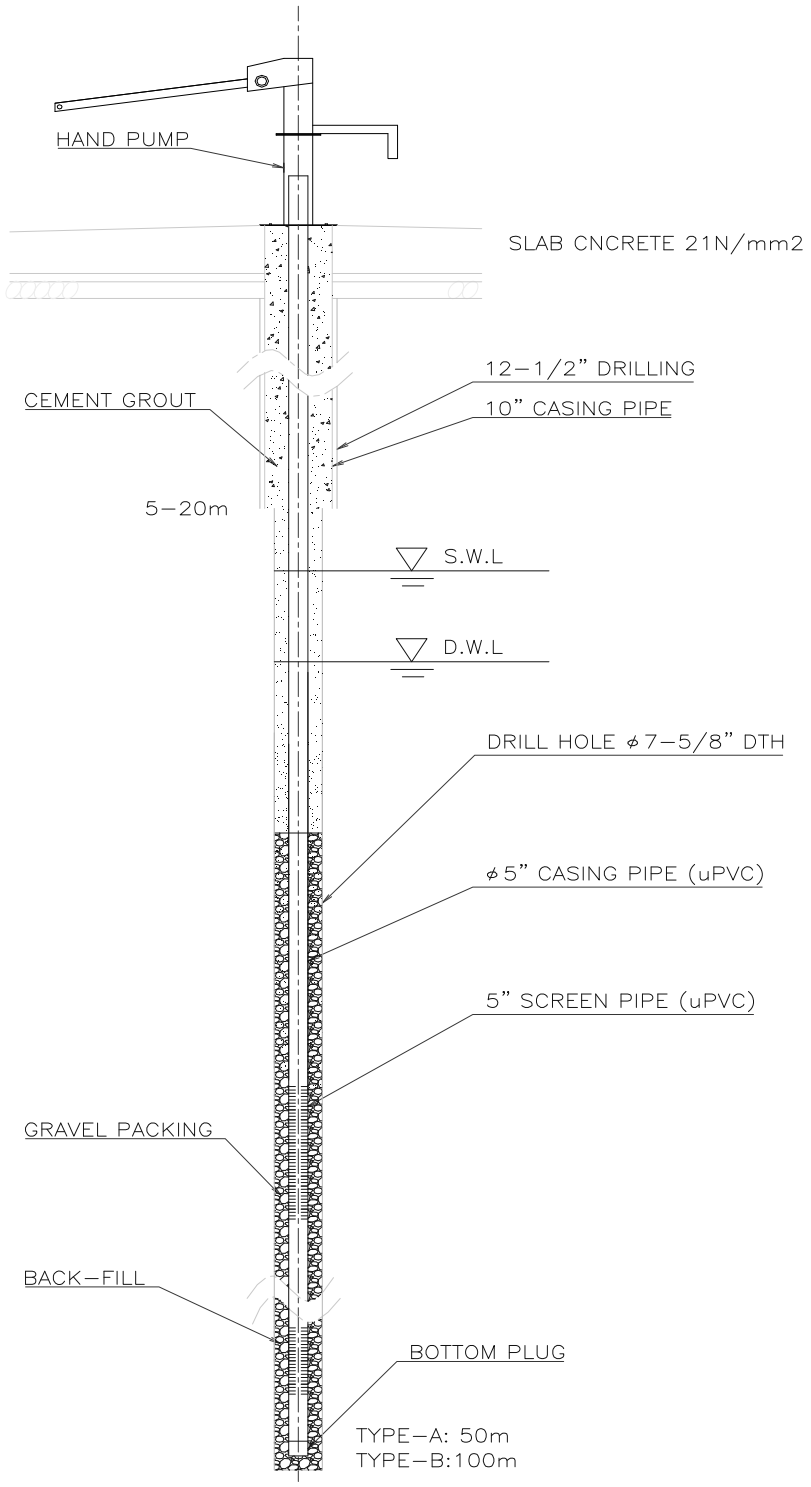


図 12.34　ハンドポンプ付き深井戸（レベル 1）構造図

ワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画策定支援プロジェクト	JICA

12.3 概算事業費

1)　積算条件

概略積算の実施に当たり、以下の積算条件の下、概略事業費の積算を行った。

①　積算時点　　：平成 25 年 3 月

②　為替交換レート　：1 Tsh = 0.057 円

また、事業費の積算にあたり、タンザニア国での同種の下記の 2 件のプロジェクトにおける積算を参考とした複合単価を設定し、概略積算を行った。この複合単価の設定に当たっては、それぞれ積算時点が異なるため、それぞれの積算時点から入札想定時期までの物価上昇率を考慮した設定としている。入札想定時期は 2016 年 4 月とし、同時点までの物価上昇率をタンザニア統計局が公表している物価上昇率を使用して以下の通り算出した。

・タンザニア国首都圏周辺地域水供給計画　　：1.748 倍

年・月	2007.4	2008.4	2009.4	2010.4	2011.4	2012.4	2013.4	2014.4	2015.4	2016.4
物価上昇率	100	108.6	107.9	119.9	128.6	144.7	148.9	157.5	166.2	174.8

*積算時点である 2007 年 4 月の物価を 100 とした場合の、各年の物価指数を表す

為替交換レートは、USD:116.76JPY/USD, TSH:0.094JPY/TSH を使用

・タンザニア国タボラ州水供給計画　　：1.530 倍

年・月	2011.5	2012.4	2013.4	2014.4	2015.4	2016.4
物価上昇率	100	110.8	121.1	131.7	142.4	153.0

*積算時点である 2011 年 5 月の物価を 100 とした場合の、各年の物価指数を表す

為替交換レートは、USD:88.0JPY/USD, TSH:0.061JPY/TSH を使用

なお、複合単価は日本円で設定し、それぞれの積算の為替交換レートは、それぞれの積算において使用されている為替レートを使用した。

2) 概略積算

優先プロジェクトに係る給水施設の概算の建設費および設計管理費は、我が国による無償資金協力の実施を想定し、上掲の積算条件に基づき、約 56,229 百万 Tsh（32.050 億円相当）と見積もられる。概算事業費の内訳を***表 12.3*** に示す。

表 12.3　建設費および設計監理費

給水施設	サイト数	施設数	建設費	設計監理費	合計
公共水栓式管結給水施設（レベル-2）	10[*1]	11	48,513	7,716	56,229
ハンドポンプ式深井戸（レベル-1）	17[*2]	139			
通貨:百万 Tsh					

*1) レベル 2 のみのサイトが 7 サイト、レベル 1+2 の複合サイトが 3 サイト

*2) レベル 1 のみのサイトが 14 サイト、レベル 1+2 の複合サイトが 3 サイト

12.4 施工計画（施工上の留意事項）

1)　サイトへのアクセス

プロジェクト実施対象地域内の道路は、すべて未舗装である。アクセス道路幅員が 3m 程度と狭く、大型車両でのアクセスが難しいサイトも多い。乾季におけるサイトへのアクセスはあまり問題無い。しかし、雨季（3 月～5 月頃）には道路状況が極端に悪化するため、サイトへの到達が不可能なサイトも多く存在する。したがって、施工・工程計画の立案にあたっては、そのような可能性があるサイトでの施工は乾季を中心に行う等の配慮が必要である。

2)　安全措置

配管作業は道路上もしくは道路脇での開削工事となるため、安全標識および各種保安施設を設置し、各現場には、専任の交通整理員を常時 1 名配置する。

各工事事務所（資機材集積所）周辺には、危険防止のための立入防止柵を設置する。

第 13 章　優先プロジェクトの実施計画

第 13 章　　優先プロジェクトの実施計画

13.1 実施体制

13.1.1 実施機関

本プロジェクトの実施主体として、優先プロジェクトの実施機関は水省（MoW）の地方給水局（RWSD）であり、ワミ・ルブ流域事務所（WRBWB）より水源関連支援を受けながら実施する。施設建設後、RWSD 及び WRBWB と協議し、完成した給水施設を各関連県に引渡す。その後、NAWAPO や給水衛生法に従って施設の所有権を住民に移管し、住民組織である COWSO が施設を運営維持管理する。

13.1.2 役割分担

優先プロジェクトを円滑に実施するため、各関係者は分担された役割を実行する必要がある。実施期間全体の関係者の必要な責任配分を、***表 13.1*** に提案する。

表 13.1　タンザニア側の役割分担の提案

関係者	作業配分		
	工事前	工事中	実施後
水省	・実施期間として、国際コンサルタントを契約締結 ・建設工事の入札 ・施工業者と契約締結	・プロジェクト進捗状況の確認	・県に給水施設の引渡
水省地方給水局	・コンサルタント及び施工業者との契約締結の支援 ・建設工事の入札の支援	・プロジェクト進捗状況の監理及び調整	・瑕疵検査 ・県に給水施設の引渡の支援
水省水資源局	・水資源の量的・質的適正使用の確認及び環境保護の配慮	・水資源の量的・質的適正使用の確認及び環境保護の配慮	・水資源の量的・質的適正使用の確認及び環境保護の配慮
水省ワミ・ルブ流域事務所	・県給水計画の水資源管理計画への統合 ・水資源利用のアドバイス及びコンサルテーション ・水源施設関連工事の確認	・水源施設関連工事の監理	・水源のモニタリングと評価
EWURA	・プロジェクト実施及び基準等関連規制の確認		・採用された給水料金の関連規制の確認
州	・県開発計画のまとめ ・県の調整	・県開発計画のまとめ ・県の調整	・県開発計画のまとめ ・県の調整
県	・住民にプロジェクトの説明 ・区・村の調整	・プロジェクトの直接監理 ・区・村の調整	・プロジェクトの所有者 ・区・村の調整
区	・住民動員準備	・住民動員活動・監督	・施設利用のフォローアップ及びモニタリング ・住民動員の監督
給水サービス提供者	・既存施設の場合、既存の給水サイビス提供者により継続 ・新規施設の場合、住民組織を準備	・既存施設の場合、既存の給水サイビス提供者により継続 ・新規施設の場合、給水サービス提供者を形成	・給水施設の運営管理 ・料金徴収 ・修理・改修 ・衛生啓発活動
住民組織（COWSO）	・水利用組合の準備	・工事の支援（資材・機材のサイト内運搬、管路掘	・給水施設の維持管理（施設と水源の保護）

関係者	作業配分		
	工事前	工事中	実施後
		削、配管材の配置） ・水・衛生サービス活動参加の準備	・料金の支払い ・衛生啓発活動への支援
住民 （コミュニティ）	・プロジェクト受入の準備	・工事の支援 ・水・衛生サービス活動参加の準備	・給水施設の維持管理 ・料金の支払い ・衛生活動実施（施設周辺の清掃等）

13.2 調達

工程遅延がなく、工事を効率的に実施するためには、機材や資材の調達が円滑に行われる必要がある。また、給水施設の持続的な運転の保証には、主な部品や機材の現地確保及び信頼できるスペアパーツの流通網が不可欠である。必要な部品は、ダルエスサラームやタンザニア内の主要都市で調達可能ではあるが、粗悪品を避けるために品質管理の徹底を進める。必要な材料や機材のタンザニア及び他の国での調達可能性を***表 13.2*** に示す。

表 13.2　調達状況

項目	製造・加工		調達	
	タンザニア	他国	タンザニア	他国
セメント、コンクリート・ブロック及び骨材	○		○	
鉄筋及び他の金属製品	○		○	
ハンドポンプ		○	○	
動力ポンプ		○	○	
発電機			○	
配管材（PVC、HDPE）	○		○	
配管材（鉄管、ダクタイル管、ﾌｨﾃｨﾝｸﾞｽ）		○	○	
特殊バルブ		○		○
ハンドポンプ用スペアパーツ		○	○	
他のスペアパーツ		○	○	

PVC：ポリ塩化ビニール、HDPE：高密度ポリエチレン

出典：水省の情報より調査団がまとめ

13.3 実施工程

13.3.1 工事期間

優先プロジェクトの実施工程につき、タンザニアにおける他の類似プロジェクトを参考に、工事班は 3 クルーで同時並行の作業が可能であると判断した。 また、建設工事は通常、各種専門のチーム編成で分けて同時作業を行うため、各サイトの工事期間は、最も長い期間を要する工事で決まる。実施工程を検討するために必要な各種工事の施工期間を***表 13. 3*** に示す。

表 13.3　各工事の施工期間

工事	条件	必要施工期間（日）
井戸掘削	深度 100m	20
ハンドポンプ工事	深度 50m 掘削及びハンドポンプ設置	7
貯水槽建設	容量 30m^3	45

工事	条件	必要施工期間（日）
	容量 50m^3	60
	容量 90m^3	90
公共水栓建設	2 栓	7
配管工事	労務 25 人/日	10/km

13.3.2　検討事項

対象サイトへの雨期のアクセスは注意が必要である。特に雨期の最盛期中は、いくつかのサイトでの建設工事は避ける必要がある。以下に示すサイトでは、雨期中のアクセスは非常に困難であるため十分な注意を要する。

表 13.4　建設工程に十分な検討が必要な対象サイト

コード番号	村	検討事項
MM2	Diburuma	雨期の最盛期中のアクセスは困難。
MR3	Usungura	雨期の最盛期中のアクセスは困難。また、Kizanda サブビレッジへの大雨後のアクセスは不可能。
MR5	Kwaba	雨期の最盛期中のアクセスは困難。
KL1	Chabima	雨期の最盛期中のアクセスは困難。
KL3	Kilangali	雨期の最盛期中のアクセスは困難。また、Kisiwani サブビレッジへの大雨後のアクセスは不可能。
KL4	Kiduhi	雨期の最盛期中のアクセスは困難。
KL5	Makwambe	Kumbilwa サブビレッジへの大雨後のアクセスは困難。
KL6	Kibasigwa	雨期の最盛期中のアクセスは困難
KL7	Mzaganza	雨期の最盛期中のアクセスは困難。また、Kidai 1 サブビレッジへのアクセスは Kikundi 村の Kidai 1 サブビレッジ経由のみ可能。
KL8	Kikundi	雨期の最盛期中のアクセスは困難。また、Kidai 1 サブビレッジへのアクセスは Kidete サブビレッジ経由のみ可能。

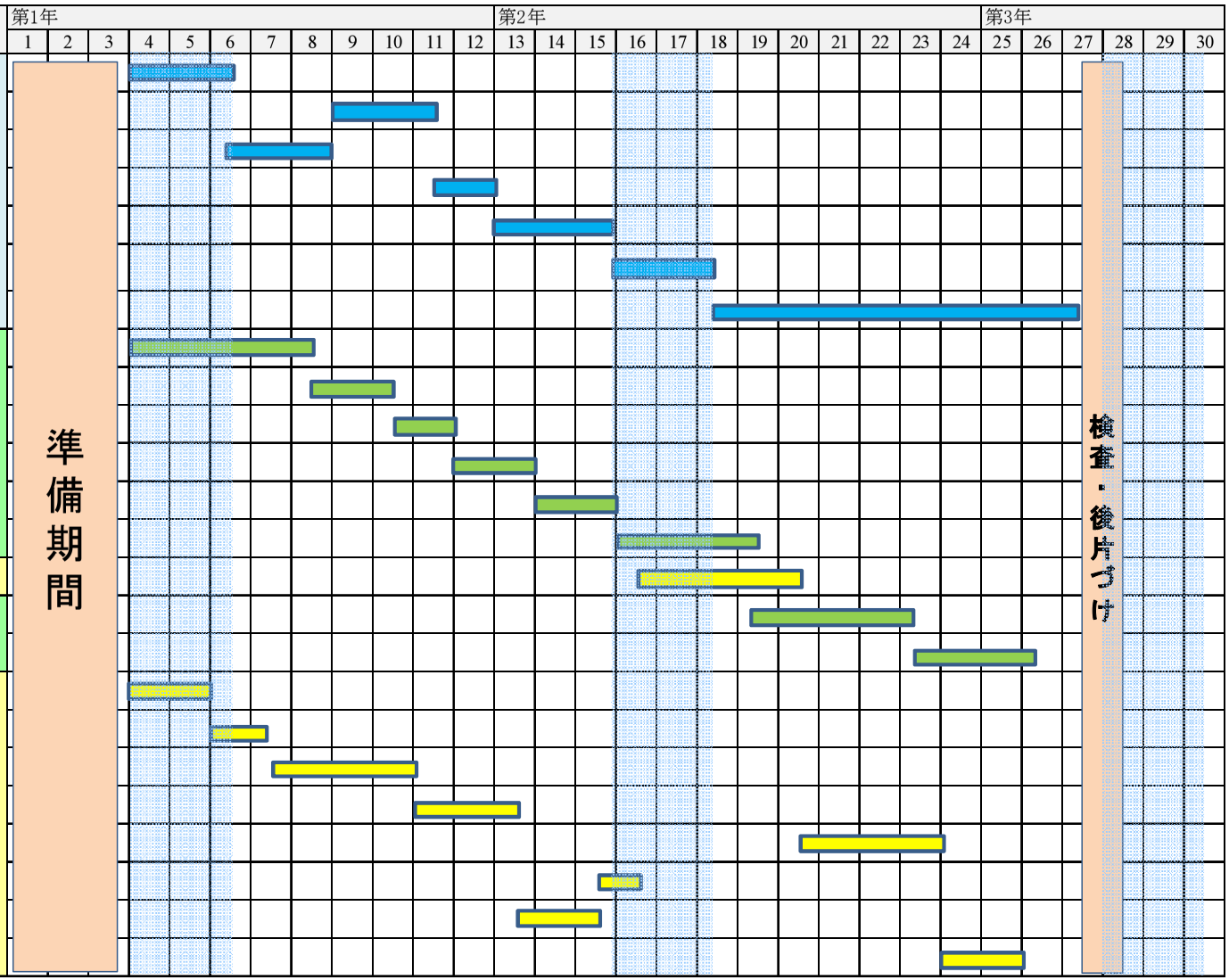
13.3.3　建設に関わる実施工程

上記の工事クルーの条件及び各種施工期間検討の基、建設工事の実施工程を***表 13.5*** に示すように作成した。なお、3 ケ月間の準備期間及び約 1 か月間の検査・後片づけ・引渡を考慮し、全体の工程は約 27.5 ヶ月を要する。

しかし、上記***表 13.4*** に示すサイトでは、実際の実施時に、4 月から 6 月中旬の大雨期での作業中断及び 11 月と 12 月の小雨期中の検討等を考慮した工程の調整が必要である。

表 13.5　実施工程

番号	ｺｰﾄﾞ	サイト	班
1	MM1	Magunga	1
2	MM2	**Diburuma***	
3	MM3	Kisala	
4	MM4	Lungo	
5	MM5	Lukenge	
6	MU1	Mawasiliano/Mgulu ya Ndege/ CCT Forest	
7	MU2	Kilongo	
8	MR1	Tambuu	2
9	MR2	Uponda	
10	MR3	**Usungura***	
11	MR4	Kiwege	
12	MR5	**Kwaba***	
13	MR6	Tununguo	
14	MR7	**Vigolegole**	3
15	MR8	Kongwa	
16	MR9	Mvuha	
17	KL1	Chabima	3
18	KL2	Mkata Station	
19	KL3	**Kilangali***	
20	KL4	**Kiduhi***	
21	KL5	**Makwambe*** (Ifuga対象外)	
22	KL6	**Kibasigawa***	
23	KL7	**Mzaganza***	
24	KL8	**Kikundi***	



*太字のサイトでの工事は、大雨期の 4 月から 6 月中旬を避けた工程にするように注意が必要である。

第 14 章　優先プロジェクトの運営・維持管理計画

第 14 章　　優先プロジェクトの運営・維持管理計画

14.1 運営・維持管理にかかる政策と制度フレームワーク

タンザニア水セクターにおいては、「地方分権化」、「住民参加」、「民間活用（PPP: Public-Private Partnership）」、「利用者負担の原則」、「統合水資源管理（IWRM: Integrated Water Resource Management）」等のコンセプトを反映した国家水政策（NAWAPO: National Water Policy）が 2002 年に発足した。これに基づき、地方給水衛生施設の運営・維持管理に関しては、以下の制度的枠組みが形成された。

1) コミュニティが給水施設を所有し、運営・維持管理費のフルコスト・リカバリーを含む責任を水利用者からなる住民組織（COWSO：Community Owned Water Supply Organisation）に与える。

2) 行政は COWSO の登録、技術的支援とモニタリングを行う。

3) 民間セクターの参画を促し、過去に行われていた行政側による給水施設の直接的修理・改修の実施は行わず、これを民間企業に委託・実施する。

4) IWRM の考えに基づき、全国に 9 つに別けられる河川流域毎に持続可能な水利用を図る。

これら運営･維持管理に係る政策実施に際しては､「国家水セクター開発戦略（NWSDS: National Water Sector Development Strategy 2006‐2015）」においてその実施戦略を示した上で、「水セクター開発プログラム（WSDP: Water Sector Development Strategy 2006‐2025）」の地方給水コンポーネント下において行われる各種地方給水プロジェクト（バスケット・ファンド・プロジェクトとイヤーマーク・プロジェクトの双方）にその内容が反映された。また、上記の政策枠組みはセクター・ワイド・アプローチ（SWAp: Sector Wide Approach to planning）の下、タンザニアと開発パートナー（Development Partners: DPs）との間で共有され、各ステークホルダーはこの遵守と目標達成のため、協働を図っている。更に「給水衛生法（WSSA: Water Supply and Sanitation Act 2009）」と「水資源管理法（WRMA: Water Resources Management Act 2009）」の公布により、これら政策的枠組みは明確に法制度化されることとなった。

14.1.1 NAWAPO (2002)[1]に示される地方給水施設の運営・維持管理

NAWAPO（2002）はその「セクションⅡ：地方給水」の第 4 章において、地方給水施設の運営・維持管理について、全 7 節に渡りその基本コンセプトに基づいた目標と活動内容を記載している。

1)　住民参加（NAWAPO2002 第 4 章第 1 節）

「オーナーシップの醸成」をめざし、「住民自身により法的に所有された持続的な給水衛生サービス」を目標とし、a）給水施設の所有者としての水利用者組織の法的登録、b）水利用者組織の役割・責任・権利・限界を明確に定義、c）コミュニティが運営面の技術を獲得するための支援、を実施するとしている。

また、「運営・維持管理へのコミュニティの参画」をめざし、「給水施設の運営・維持管理に関

[1] 「国家水資源の持続的な開発と管理の包括的な枠組みをつくりあげることを目的」とした NAWAPO（2002）は、その「セクションⅡ：地方給水」において旧 NAWAPO（1991）が有していた欠点（民間部門の役割の過小評価、コミュニティの参加の必要性の過小評価、法制度枠組みの不適切さ）を認識した上で、7 つの政策目標（1.村落住民への適切かつ十分な持続的給水、2.各ステークホルダーの役割・責任の定義づけ、3.コミュニティによる資本投資の一部負担と運営・維持管理費のフルコスト・リカバリー、4.供給主導型アプローチから需要主導型アプローチ（DRA: Demand Responsive Approach）への転換、5.中央集権的な給水施設管理から地方分権下での管理（Lowest Appropriate Level）への転換、6.財・サービス提供における民間セクター活用促進、7.給水衛生・衛生教育の統合を通じた健康改善）を設定した。

しコミュニティが真に責任を果たすための持続的な調整実施」を目標とし、a）コミュニティが施設を管理し、操業コストを負担できるよう教育・支援する、b）コミュニティが施設操業契約を行い、監督するスキルを獲得するよう訓練する、としている。

(1)　民間セクターの参加（同第 2 節）

「地方給水衛生サービスにおける民間セクターの参加促進を通じたサービス提供レベルの向上」を目標とし、a）サービス提供における民間セクターの参加を促進、b）民間セクターの関与を高めるような環境形成、c）民間企業及び県への能力強化支援実施、d）民間セクター参加の重要性についてコミュニティを教育、するとしている。

(2)　サービス規制（同第 9 節）

「効率的かつ公平な水利用を確実にするサービス提供システム」を目標に、水資源の保全と保護の重要性をコミュニティに認識させる、としている。

(3)　ファイナンス（同第 10 節）

「コミュニティが給水プログラムのファイナンスに参加する」ことを目標に、a）新規施設、改修、取り替え及び拡張に際し、現金及び代替物でコミュニティが資本コストの一部を負担するメカニズムの構築、b）コミュニティが運営・維持管理の全コストを負担するメカニズムを設立する、としている。

(4)　法的・規制枠組み（同第 11 節）

「コミュニティが地方給水施設の法的所有者となる」ことを目標に、関連法の整備と全ステークホルダーへの周知を行うとしている。

(5)　モニタリング評価システム（同第 14 節）

「地方給水衛生サービスのモニタリング評価のための適切なメカニズム」を目標に、a）コミュニティのモニタリング能力を開発、b）コンピュータ・データ・ベース（MIS: Management Information System）の構築、c）各レベルでの包括的な報告・フィードバックのメカニズムの構築、を実施するとしている。

14.1.2　地方給水施設の運営・維持管理にかかる法的規定

1)　給水衛生法（WSSA、2009 年発効）

目的・原理：同法は、前述の「NAWAPO（2002）を実行するという視点から、持続的かつ適切な運営維持管理と給水衛生サービスの透明性を有した規制について規定」し、「コミュニティ所有の給水組織（COWSO）の設立及び給水衛生サービス提供者の任命」（WSSA・パート Ⅰ：前文より）につき、法的に明文化したものである。

運営・維持管理に関する原則は、WSSA の「パートⅡ：目的・原理、第 4 条」において、NAWAPO（2002）の各コンセプトに対応した上で、***表 14.1*** のように明確に示している。

表 14.1　WSSA に明記された O&M に関する原則

運営・維持管理に関する WSSA の目的・原理	WSSA での記載箇所	NAWAPO2002 の基本コンセプトとの対応
地方政府行政システムを考慮に入れつつ、給水衛生サービスの運営機能を最も下部のレベル（コミュニティ）に移譲する	第 4 条（1）第 b 項	地方分権化
地方給水における給水施設の所有を個々のコミュニティに移転する	第 4 条（1）第 d 項	住民参加
コミュニティが給水システムの運営・維持管理コスト負担する	第 4 条（1）第 e 項	利用者負担の原則
給水衛生サービス提供における PPP の促進	第 4 条（1）第 f 項	民間企業活用
水資源の保全と保護	第 4 条（1）第 i 項	IWRM の推進

出典：The Water Supply and Sanitation Act (2009)

役割の規定：　WSSA は上記コンセプトに従い、運営・維持管理における各関係者の役割も、

地方分権化政策に対応して各行政レベルごとに示した。その役割を***表 14.2***、関係を***図 14.1*** に示す。

表 14.2　WSSA に規定された O&M における各関係者の役割

関係者	役割	WSSA での記載箇所
省	COWSO のﾊﾟﾌｫｰﾏﾝｽのﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞと規制	パートⅢ：行政・制度、第 5 条第 g 項
	ｺﾐｭﾆﾃｨと民間ｾｸﾀｰの給水衛生施設の運営・維持管理における環境づくり	同第 6 条第 d 項
州	県への技術的支援・監督、監督省庁への報告	同第 7 条
県	COWSO の登録支援と個々の登録情報の保持、ｺﾐｭﾆﾃｨによる施設所有の承認獲得の支援、COWSO のﾊﾟﾌｫｰﾏﾝｽの規制	同第 8 条第 b 項
	COWSO のﾓﾆﾀﾘﾝｸﾞ及び規制に関する報告	同第 38 条第 3 項
	COWSO と水利用者間の係争、COWSO と民間ｻｰﾋﾞｽ提供者間の係争、給水ｻｰﾋﾞｽ提供に失敗した COWSO、その他水利用者の利益に反する事象に介入	同第 38 条第 4 項
	ｺﾐｭﾆﾃｨの給水維持管理を支援	同第 40 条第 e 項
	COWSO の登録を促進する	同第 40 条第 g 項
村政府	COWSO 設立促進、COWSO 内部の対立の解決	同第 8 条第 c 項
COWSO	給水ｼｽﾃﾑの運営・維持管理費を賄う	同第 37 条第 4 項

出典：The Water Supply and Sanitation Act (2009)

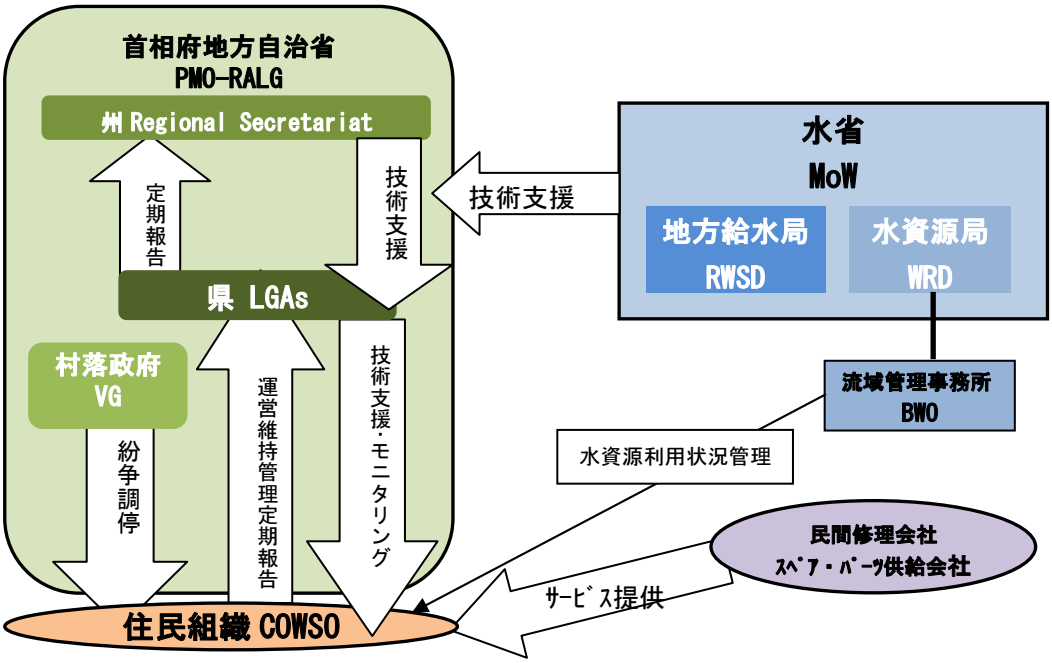


図 14.1　O&M 関係者図

COWSO に関する規定：特に、地方給水施設の実質的な運営・維持管理の主体となる COWSO についてはその設立プロセス、形態、活動内容、登録等についても WSSA にて***表 14.3*** のように明確に規定している。

表 14.3　WSSA に規定された COWSO の条件に関する記載

COWSO の有すべき条件（抜粋）	WSSA での記載箇所
ｺﾐｭﾆﾃｨの過半数の同意により設立される。	第 31 条第 1 項
COWSO としてみなされるのは、 a. 水利用組合（Water Consumer Association）、 b. 水ﾄﾗｽﾄ（Water Trust）、 c. 組合（Cooperative Society）、 d. NGO、	第 31 条第 2 項

e. 会社（Company）、 f. その他監督官庁に認められた組織、とする。	
COWSO はその規約（Constitution）もしくは同意書（Memorandum of Agreement）に基づき組織化される。	第 31 条第 4 項
給水施設の所有、維持管理、安全な給水を消費者に実施、利用規定を作成、水道ﾒｰﾀｰを設置、水料金を徴収、利用規則不履行者に対する給水ｱｸｾｽの制限、給水施設に関係する土地利用について村落政府と協力、を実施する。	第 32 条
作成した規約もしくは同意書は、県に提出・その承認を必要とする。	第 33 条第 1 項
規約もしくは同意書その作成の際には県が支援を行う。	第 33 条第 2 項
規約もしくは同意書の承認後、COWSO は県に登録される。	第 34 条

出典：The Water Supply and Sanitation Act (2009)

水利用者の不正に対する罰則：更に、WSSA では水利用者への罰則規定（パートⅩⅣ：罰則第 47～55 条）を設けており、水利用者の各種不正（施設破壊、水の不正利用、メーター改ざん、公務執行妨害 etc. ）に対して罰則内容を規定している。***表 14.4*** に、WSSA で示されている水利用者の罰則規定を要約する。

表 14.4　WSSA に示される水利用者への罰則規定（抜粋）

違反行為	罰則内容	WSSA での記載箇所
意図的もしくは過失的な施設破壊	5 万～5 百万ｼﾘﾝｸﾞの罰金及び/もしくは 1 か月～5 年間の懲役と施設の原状回復費用	第 47 条
意図的もしくは過失的な水の不正利用	5 万～1 百万ｼﾘﾝｸﾞの罰金及び/もしくは 1～6 か月の懲役	第 48 条
ﾒｰﾀｰの改ざん	50 万ｼﾘﾝｸﾞ以下の罰金及び/もしくは 6 か月以内の懲役	第 49 条
公務に対する威嚇、抵抗、遅延等	200 万～500 万ｼﾘﾝｸﾞの罰金及び/もしくは 3 年以下の懲役と被害者への補償	第 53 条

出典：The Water Supply and Sanitation Act (2009)

2） 水資源管理法（WRMA、2009 年発効）

NAWAPO 2002 に示された IWRM のコンセプトでは、地方給水施設の運営・維持管理においても、水資源の持続的な利用と管理を求められる。WRMA（2009）ではその目的として、「公共の利益において効率的、持続的かつ有益な水利用を促進」（第 4 条第 1 項ｃ）、「全てのレベルでの水資源管理に関係者の関与の促進」（同 e）を考慮に入れ、水資源を保護、使用、保全、管理する旨規定している。

このため、COWSO を主体とした地方給水サービスの実施は、流域管理事務所（BWO: Basin Water Office）発行の水利用許可（WRMA「パートⅦ：水採取と利用（a）水利用許可」）に基づいたものでなければならず、水利用許可の所有者が守るべき事項を順守しながら、給水施設の運営・維持管理を実施しなければならないこととなる。また、WRMA（2009）の「パートⅧ：利水者協議会（WUA：Water Users Association）[2]」の規定に従い、COWSO も当該地域の WUA への加盟を通じて、IWRM の実施に参加する必要がある旨決められている。ここでは取水者は水利用に関する応分の負担が科せられるが、生活用水利用者の場合、水利用許可（Tsh 40,000/件）に加え、Tsh35,000/年（許可量 3.7lit/秒未満）もしくは Tsh35/100m^3/日（許可量 3.7 lit/秒以上）の水利用料金が科せられる。

14.2 運営・維持管理計画

方針：タンザニア地方給水セクターの運営・維持管理にかかる現状と取組、そしてその進展・改革の現状及び今後の推移を見極めつつ、既存政策枠組みに可能な限り沿った運営・維持管理計画を策定する。

具体的には、「1：法的に必要な書類・手続きを伴って県に正式に登録された COWSO が、2：

[2] 後述の給水施設の運営維持管理の形態の一つである WUA と同名で紛らわしいため、注意を要する。

住民から徴収・管理する適切な水準の水料金を基に、3:県による運営・維持管理のモニタリング・支援の下で、4：民間企業への修理業務依頼を通じて、給水施設の運営を持続的に実施する、5：実施上の制約に関しては短期的には COWSO 側の柔軟に対応によりその影響を最小限にとどめるようにする」ことを目指す。

一方、モロゴロ州、しいては優先プロジェクト対象サイトにおける社会経済的状況の特徴もあることから、それらを運営・維持管理計画に反映することは重要である。これらは、運営・維持管理の中心となるコミュニティ側の経済的負担能力（第 16 章「16.3.1 水利用者の経済的負担能力」参照）及びその負担意思（同「16.3.2 水利用者の経済的負担意思」）および O&M 環境の現状（同「16.3.3 制約条件への対応の可否」参照）である。具体的な維持管理計画については、優先プロジェクト対象サイトのこれらの特徴を考慮した上で、施設のオプションや維持管理費の設定を行っている。給水施設建設が実施された場合は、支援スキームのシステムに応じて、これらの設定により計画された運営・維持管理システムを円滑に実施するための技術支援活動を投入することにより、さらに持続性の高い運営・維持管理が実現できると判断される。

他方、WSDP 下で技術支援が進んでいる県のモニタリング・支援能力については、現状ではいまだ改善の余地（同「16.2.2 県の組織能力評価」参照）があり、またこれは短期間な活動の投入で解決できるとは判断しにくい。しかしこれに対しては本優先プロジェクト対象サイトにて県による運営維持管理支援が最低限行われるようにプロジェクト実施期間（計画立案、実施）を通じて CP との協働の中で技術移転・支援を実施したり、運営維持管理に係る短期パッケージ型研修（JICA 技術協力にて作成された RUWASA-CAD トレーニング）の実施により克服したりすることは可能と判断される。またコミュニティ対象の技術支援活動において住民側からの県とのコミュニケーション能力の強化策を含めることも効果があると考える。他方、県側が管轄地域全体で本来有すべき業務を遂行するための全般的な能力強化に関しては、中長期的に WSDP における CD 計画の実施や各種技術協力によって解決される見込みである。

また、民間企業を含めた周辺環境についても、短中期的には改善が望めず運営・維持管理計画の実施に際しては負の影響を与えるが、これに対しても影響を可能な限り少なくするような計画を策定・実施することで対応可能（同「16.3.3 制約条件への対応の可否」参照）と判断する。

14.2.1　住民啓蒙と運営・維持管理組織の強化

ここではコミュニティレベルでの活動として、「COWSO の設立」と「COWSO による給水施設運営強化」につき記述する。これら能力強化はプロジェクトにおける技術支援活動で十分に実施可能なものであり、持続的な運営・維持管理計画の核となるものである。

この 2 つの活動は「住民組織の運営・維持管理能力（後述「14.3.3 住民側の現況」の第 2 節に相当）を直接的に解決するものであると同時に、その能力強化支援活動を通じてコミュニティ内の「運営・維持管理関連政策の浸透度（同 1 節)」をもプロジェクト期間中を通じて同時に向上することに繋がる。特に後者の「COWSO による給水施設運営強化」は「水料金設定と支払い（同 3 節)」の改善なくしては成立しないため、本セクションで説明する財務管理、水料金の適切な設定と徴収、罰金と制裁、外部監査等に係る活動を通じてきめ細かく対応することとする。

1) COWSO の設立

COWSO の設立形態：まず、給水施設の運営主体となる住民組織をしっかりと立ち上げることが、運営維持管理計画の基本である。PIM Annex に示される地方給水における水利用者組織は 6 種（***表 14.5*** 参照）に大別されるが、その内 WSSA 下でタンザニアが設立・登録を推進している COWSO として認められるのは WUG、WUA[3]、組合、会社、トラストである。

優先プロジェクトの各対象サイトにおける施設計画、給水人口規模、コミュニティ側の住民組

[3] 水資源管理の観点から各流域単位で水利用者組織の参加により設立される WUA とは目的も形態も異なる別組織であるので注意。

織化能力と過去の給水施設運営経験（後述する「16.2.3 住民組織の能力評価」を参照）の水準を考慮すると、WUA が適切だと判断される。運営規模が小さすぎる WUG、メンバーシップが制限される組合、会社、トラストの設立は、現時点では適切でないと思われる。

表 14.5　水利用者組織の種類と特徴

種類	水利用者ｸﾞﾙｰﾌﾟ (Water User Group)	水衛生委員会 (WATSAN Committee)	水利用者組合 (Water User Association)	組合 (Cooperative Society)	会社 (Company Limited by Guarantee)	ﾄﾗｽﾄ (Trusteeship)
操業範囲	点水源周辺	村落レベル	村落もしくは施設レベル	村落もしくは施設レベル	施設レベル	施設レベル
ﾒﾝﾊﾞｰｼｯﾌﾟ	点水源周辺の全成人住民	全村落住民	全村落住民/全施設利用者	組合入会費等支払者	登録ﾒﾝﾊﾞｰ	全ｺﾐｭﾆﾃｨより委任された個人等
意思決定機関	ﾒﾝﾊﾞｰ総会	村議会	ﾒﾝﾊﾞｰ総会	ﾒﾝﾊﾞｰ総会	株式保有者	ﾄﾗｽﾄ評議会
運営組織	WUG 委員会	WATSAN 委員会	WUA 役員会	評議会	役員会	ﾄﾗｽﾄ評議会

出典: WSDP PIM Annex 7 Guideline for Facilitating Community Planning of Water and Sanitation Projects, Revised 2011 July

注：着色部分が COWSO と認められる組織形態。表の左から右に行くほど組織化度も複雑化し、規模も大きくなる傾向にある。

なお、真に正式な COWSO となり県に登録され登録書（Certificate）の発給を受けるためには、規約（Constitution）[4]の作成、規約記載事項を実施に移すための施設管理計画（FMP：Facility Management Plan）、COWSO 独自の銀行口座開設が必要であり、また IWRM の観点からは管轄 BWO からの水利用許可証の発給、WUA への加盟も求められることから、これらを COWSO 設立のプロセスの中で適切に実施することとする。

運営モデルの設定：PIM では地方村落給水において、以下の 4 つの運営モデルを示している。

- 運営モデル 1「点給水施設運営：給水点ごとの運営」
- 運営モデル 2「村落給水施設運営：一村落内に複数の給水点を有する施設の運営」
- 運営モデル 3「グループ給水スキーム運営：複数村落で給水システム全体を運営」
- 運営モデル 4「民間オペレーター運営」

これは、各々の運営モデルの規約雛形とともに PIM Annex に示されている。

なお、本計画対象サイトは、「1 サイト（MU1）を除いた 23 サイトは 1 村落内で単独施設もしくは複数施設を管理する計画」、「MU1 は 3 村落で複数施設を管理する計画」であること、「全村落の内外には運営を委託可能な民間オペレーターが存在しないこと」等の条件から、

- MU1 以外の 23 サイト：運営モデル 2「村落給水施設運営」
- MU1：運営モデル 3「グループ給水スキーム運営」

を採用することとする。これら 2 種類のモデルは組織内階層が若干異なる（次項***図 14.2*** 参照）ものの、基本的な運営目的やメンバーシップは***表 14.6*** に示すように同じである。

表 14.6　運営目的とメンバーシップ

目的	給水衛生施設の運営維持管理に責任を有する法的に独立した住民組織の設立 特に、「運営維持管理のﾌﾙｺｽﾄ･ﾘｶﾊﾞﾘｰ」、「水の適切な利用のｱﾄﾞﾊﾞｲｽと保健衛生教育訓練の実施」、を明記
ﾒﾝﾊﾞｰｼｯﾌﾟの種類	1.通常ﾒﾝﾊﾞｰ：村内水利用者 2.ｱｿｼｴｰﾄ･ﾒﾝﾊﾞｰ：村施設･組織の代表者（指名された県水技師（DWE：District Water Engineer）等県職員を含む）

[4] WSSA (2009) に規約簡略版が添付されている。しかし、これは詳細な記述までは示されていないのでこのままでは実際の運営規約を作成するには適さない。PIM Annex 10 には、運営モデルごとに規約（雛形）が示されているので、こちらを活用するのが実用的である。

	3.名誉ﾒﾝﾊﾞｰ：その貢献により総会にて推薦された村落内外の人物 なお、2 及び 3 は助言に留まり、組織のﾘｰﾀﾞｰに選出される権利はない。
通常ﾒﾝﾊﾞｰのﾒﾝﾊﾞｰｼｯﾌﾟの停止	通常ﾒﾝﾊﾞｰは存命中にﾒﾝﾊﾞｰｼｯﾌﾟを剥奪されることはないが、a) 2 か月以上支払い（拠出金及び水料金）が滞っている場合、b）意図的に給水衛生施設を破壊した場合、は給水ｻｰﾋﾞｽの「権利」を停止される。
上記ﾒﾝﾊﾞｰｼｯﾌﾟの回復	運営規則を順守し、未払い金を支払った場合、権利は回復される。
通常ﾒﾝﾊﾞｰの権利と責任	参加を求められる全ての会議及び活動に参加する 意思決定のための投票を行う ﾘｰﾀﾞｰｼｯﾌﾟへの同意とﾘｰﾀﾞｰの選出 差別なく等しい給水ｻｰﾋﾞｽを受ける 利用した水に応じた水料金の支払い 水資源及び衛生環境の保全に他の利用者と協力する

出典: WSDP PIM Annex 10 Management Models for Water User Entities, revised July 2011

給水施設の運営組織は、施設レベル総会を頂点とし、給水点レベルを底にしたピラミッド型を形成している。給水対象範囲の違いによりその階層の構成に差があるが、基本的な構造は類似している。WSDP の PIM に示された規約（雛形）では後述するように、各々の組織レベルの構成と役割を明確に規定し、この遵守を求めている。

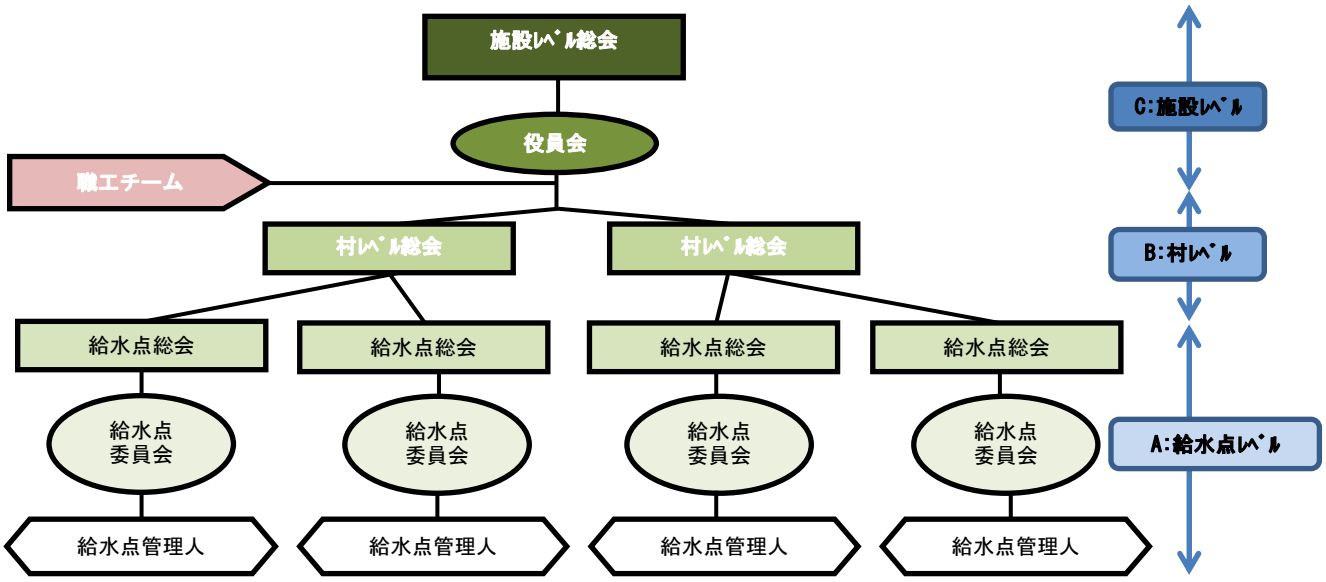


図 14.2　運営モデル 3 の組織図（例）

（運営モデル 2 の場合、上記の村レベル総会の部分が省略される。）

2) COWSO による給水施設運営強化

住民組織の立ち上げ後は、給水施設の適切な運営計画を作成し、これを実施する必要がある。

前述の階層式運営モデルでは、各階層において総会と委員会（村レベルは議長及び秘書のみ）を設けている。そこでの役割と責任は***表 14.7*** のように示されており、これに沿って組織化を図ることが必要である。WSDP でも本来はこうした住民側の能力強化活動をプロジェクト開始時に FSP を通じて行うことを求めている。しかし過去に起こってきた問題が示すように、WSDP の PIM において運営モデルとそこにおける村落関係者の役割と責任を明確化したにもかかわらず、実施者側（県及びこれと契約する FSP）がこれを十分理解・活用しないまま、村落レベルでの単純に「形式的な」COWSO の設立に向かってしまったために、規約に中身の伴わない COWSO 設立ひいてはその承認が進んできたことにある。

このため本計画ではプロジェクト実施時には各階層の関係者が各々の役割と責任を理解した上で、給水施設の運営・維持管理に直接間接的に参加することができるようにするための啓蒙

活動を技術支援活動等通じて、適切に実施する必要がある。

表 14.7　運営組織における各レベルの役割と責任

A:給水点レベル	**活動内容**
給水点総会	[当該給水点利用者により構成。3 か月に一回開催。議決の定足数は水利用者総数の 50%。] ● 給水点委員会ﾒﾝﾊﾞｰの選出・資格停止・罷免 ● 給水点委員会ﾒﾝﾊﾞｰからの各種報告の受領・審議 ● 施設ﾚﾍﾞﾙ総会へ水料金の設定・改定の提案 ● 給水点の利用改善と衛生環境保護のための計画と決定
給水点運営委員会	[ｼﾞｪﾝﾀﾞｰ･ﾊﾞﾗﾝｽの配慮の下で選ばれた議長、秘書、給水点管理者、出納係、一般ﾒﾝﾊﾞｰが一期 3 年間（再選可能）で下記活動を実施。会合は毎月実施。] ● 給水点利用者の適切な登録と記録維持 ● 漏水記録の保管と給水点の修理 ● 水料金徴収の監督と徴収金の施設ﾚﾍﾞﾙ出納係への提出 ● 給水点の運営のために定められた役割と規則の実施を確実にする ● 給水点の全施設を良好な状態に保全する ● 施設ﾚﾍﾞﾙ総会に給水点利用者の代表として参加・報告
B:村落レベル	**活動内容**
村落レベル総会	[村落内 18 歳以上の成人が参加者となり、同村落内から選ばれた議長及び秘書（任期 3 年で再選可）により運営される。毎年 1 月と 6 月に総会を実施。議決の定足数は資格者総数の 50%。] ● 各給水点委員会から運営報告を受ける ● 給水施設と当該村落内での責任に関して話し合い、施設ﾚﾍﾞﾙ総会への意見・提案を作成。
C:施設レベル	**活動内容**
施設レベル総会	[給水施設運営上の最高機関。役員会全ﾒﾝﾊﾞｰ、村落ﾚﾍﾞﾙ代表者（給水点委員会全ﾒﾝﾊﾞｰ）、村長、村行政官、村政府社会福祉副委員会の議長及び秘書、名誉及びｱｿｼｴｰﾄ･ﾒﾝﾊﾞｰ、ｹﾞｽﾄ、村内各施設の長、保健 HIV/AIDS 委員会から代表者 2 名、から構成される。毎年 1 月と 6 月に総会実施。議決の定足数は資格者総数の 50%。名誉/ｱｿｼｴｰﾄ･ﾒﾝﾊﾞｰ及びｹﾞｽﾄは投票権を有さず、ﾘｰﾀﾞｰとしての被選挙権も有さず。特別総会の開催は資格者総数の 2/3 以上による書面での求めに基づく。] ● 役員会の選出、資格停止、罷免 ● 組織の効率的な運営のため政策を定め、規約を承認する ● 水料金の設定・変更、違反者への課徴金の検討と承認 ● 財務状況及び役員会運営報告書の受領と審議 ● 年間開発計画と予算の検討と承認 ● 組織の持続的運営のために必要な戦略の検討と承認
役員会	[ｼﾞｪﾝﾀﾞｰ･ﾊﾞﾗﾝｽの配慮の下で通常ﾒﾝﾊﾞｰの中から選ばれた議長、秘書、出納係、一般ﾒﾝﾊﾞｰが一期 3 年間（再選可能）で下記活動を実施。会合は毎月実施。] ● 給水組織の全活動を監督・管理する ● 各給水点管理者から受領した水料金を確認する ● 職工ﾁｰﾑやその他施設ｵﾍﾟﾚｰﾀｰの任命と監督 ● 施設ﾚﾍﾞﾙ総会にて水料金や違反者への罰則(金)を提案 ● 施設ﾚﾍﾞﾙ総会にて給水ｼｽﾃﾑの運営につき提案する ● 役割・規則などの草案を作成し、施設ﾚﾍﾞﾙ総会に諮る ● 出納帳や財務記録が適切に記録されるよう定期的に監査する ● 施設ﾚﾍﾞﾙ総会での承認のため、年間計画と予算を準備する ● 施設ﾚﾍﾞﾙ総会のための議事を作成する ● 施設ﾚﾍﾞﾙ総会の決定事項の実施に係る進捗報告を提出する ● 給水施設の運営改善のために給水点委員会に助言や指導を実施する
職工チーム	[役員会により任命・雇用され、施設ﾚﾍﾞﾙ総会にて承認された職工や施設警備員。] ● 給水施設の適切な運営維持管理を行う ● 水源から給水点までの全ての技術的問題に対し対応する ● 水の販売において役員会を支援する ● 資産、ｽﾍﾟｱ･ﾊﾟｰﾂ、その他技術道具を適切に使用する ● 施設の監督と保護を行う

出典: WSDP PIM Annex 10 Management Models for Water User Entities, revised July 2011

財務管理：COWSO 資金の不適切な利用や透明性を欠いた管理は、持続的な給水サービスの提供に支障をきたすだけでなく、水利用者からの信頼を損ない、ひいては COWSO による運営・維持管理活動への住民側の支持の崩壊に直結する。COWSO 規約（雛形）では資金の管理について***表 14.8*** のように示しているが、これが COWSO 組織化の際に実際に作成される規約に適切に記載されたうえで、実行に移されることが必要である。財務管理に関しては、本優先プロジェクトの対象サイトでは村落開発に係る各種住民組織の運営を通じて経験があるとはいえ、給水施設の運営・維持管理にて必要とされる定期的かつ多額の支出・収入を伴う長期間にわたる財務管理の経験（特に給水人口の多いレベル 2 給水施設の運営・維持管理に求められるもの）は非常に乏しい為、この面での技術支援は非常に必要である。

また,COWSO に求められている銀行口座開設に関しては、村政府口座や他の村落開発組織の口座を共同で利用し、給水事業の財務内容を不透明にしてしまっている事例が多い。また,COWSO 側が銀行サービスの内容を十分に理解しないまま安易に口座開設をしてしまい、予期しない預金残高の減少などが後日発生し、問題化する事例が多発している[5]。このため口座開設時には、COWSO 独自口座の開設の重要性を理解させ、かつ銀行サービスの内容とその条件を COWSO 側が適切に理解した上で開設を行うような指導が必要である。

表 14.8　規約に示す財務・会計に関する条項

出納係が当座の手持ちとして持っておく少額資金以外の全資金は、組織が承認した銀行に預金される。
いかなる人物や組織に対しても組織の資金は貸付もしくは譲渡されない。
役員会の決議書面なく銀行口座からの支払いはなされず、その写しは DWE に送付されることとなる。
預金引き出しもしくは小切手の振り出しは議長、出納係の署名と少なくともその他役員会ﾒﾝﾊﾞｰ 1 人による承認が必要である
資金の使途は下記に限定される ・運営維持管理コスト（動力、ｽﾍﾟｱ･ﾊﾟｰﾂ、ｵｲﾙ、技術手当） ・ｵﾍﾟﾚｰﾀｰへの賃金 ・管理費（文具、輸送・交通費、郵便費、施設修理・改修・拡大、技術費用・財務費用）
出納係は会計記録を適切かつ継続的につける。

出典: WSDP PIM Annex 10 Management Models for Water User Entities, revised July 2011

水料金の適切な設定と徴収：規約では、「水料金は役員会からの提案に基づき施設レベル総会にて決定される」とのみ記されている。このためプロジェクトの実施の際には、当該役員会側に運営・維持管理費のフルコスト・リカバリーを満たす適切な料金設定のための技術的提案を適切に行う必要がある。後述する「16.3.1 水利用者の経済的負担意思」及び「16.3.2 水利用者の経済的負担能力」に示す評価では、施設の持続的な運営・維持管理に必要な水料金水準に対して、住民側が「支払い能力」と「支払い意思」の両方を有している旨確認されていることから、この水料金が規約に示された上記役員会からの提案というプロセスを通じて、住民の理解を求められるようにする。

また水料金徴収に関しては、規約では「給水点管理人に対して現金払いとし、当該管理人は出納係に対し受取書と引き換えにこれを提出する」としている。また、水利用者からの支払い方法は規約（雛形）では明記されておらず住民にゆだねられているが、実際のところタンザニア地方給水では公共水栓やハンドポンプ給水の場合、20 ﾘｯﾄﾙのポリタンクもしくは同程度のプラスチック・バケツによる単位料金での量り売り（例：Tsh50/20 ﾘｯﾄﾙ）が一般的である。この方法であれば、月・週まとめ払いによる計算間違いや水利用者による不払いの可能性もないことからこれを採用することとする。水の使い過ぎを招く定額水料金制も、住民のモラルハザードを招

[5] WSDP のバスケット・ファンド・プロジェクトでは住民側に十分な説明のないままプロジェクト実施の条件の一つとして銀行口座開設を急がせた結果、住民は見かけの条件の良い銀行口座開設（口座開設時に求められる初期預金額が低い、利子率が比較的良い等）につられて銀行口座を開いたものの、その後口座維持料の名目で毎月一定額を自動的に引き落とされ、給水サービス開始に伴う水料金徴収と預金が開始する前に預金残額が大きく目減りし、住民と口座開設を促した県側の間で軋轢が起こった事例が多発した（この場合、口座維持手数料を上回る利子収入を生むのに十分な額の預金額を維持しないと預金額の減少が発生する）。

きやすい方法としてここでは不適当と判断する。

またコミュニティ内の貧困層に対する水料金徴収時の配慮についての方針はタンザニアの政策文書などに明確な記載はないものの、既存給水施設の運営においては母子家庭や障害者家庭に対する定量の水を無償で提供する事例が多くみられ、これはコミュニティ内の一定の安全弁となってきた。本計画ではこの方式を COWSO 規約に採用・明文化することで貧困層への配慮を運営・維持管理計画の中で制度化させ、その定着を図ることとする。

罰金と制裁：既存の COWSO モニタリングにて規約の内容を分析した際に最も顕著であった問題が、この罰金と制裁条項の不備であった。規約（雛形）では、「規約条項の違反者は、広く認識された法・規則に従い、罰金もしくは制裁の対象となる」、「違反とは、水料金不払い、給水時間外の取水、給水施設の破壊、水源/取水地点の汚染/破壊」と示しているが、実際に作成されている COWSO 規約はこれをそのまま記載しただけで、具体的な罰金額や制裁内容を記載していないことが多く、違反者に対する抜け穴になっている。背景には COWSO 側が PIM Annex にある規約雛形を十分な理解のないまま転写利用していることがあり、また住民組織化を支援するべき県や FSP 自身が適切かつ丁寧な啓蒙活動を怠っている問題がある。

前述（「表 14.4 WSSA に示される水利用者への罰則規定（抜粋）」参照）のように、WSSA（2009）では水利用者による違反行為への罰則内容とその範囲を具体的に示していることから、これに従い住民の理解と合意の下、罰金額と制裁内容を適切かつ具体的に規約に記載することが必要である。

ここには「WSSA 及び WRMA の遵守（後述の「14.3.2 行政側の現況」の第 5 節」を参照）に関して、行政側の監視がコミュニティレベルにまで十分に行き届いていない現状がある。行政が強制力の行使を実施することやそれを可能にする体制を構築することは現在のタンザニアの状況では短期的には想定しにくいため、むしろこの技術支援活動を通じて水利用者に対し適切な啓蒙活動を行い、また違反の際にはコミュニティレベルで COWSO 規約に基づく罰則事項を適切に実施することで、行政サイドが強制力を行使しなければならないような状況を極力減らすことの方が現実的かつ可能であると思料される。

外部監査：規約（雛形）では、「出納帳及びその他全ての財務書類は年一回、県の監査役による監査を受ける」としている。県職員による定期的な COWSO モニタリングを実施するには課題がある（「14.3.2 行政側の現況」参照）ものの、COWSO 側が適切な出納帳・財務書類を作成できるような技術支援をプロジェクト実施時に適切に行った上、年に一度定期的に COWSO 側から出向いて県に提出を行い、その財務監査を行うことは十分可能であると判断される。

FMP の作成：FMP は施設の特徴・技術的データ、施設運営管理者（COWSO）の名簿、料金制度、修理記録、銀行口座情報などをまとめたものである。これは施設建設の完了と規約の作成を受けて作成され、その後の施設操業の具体的な計画と記録となる。また一度作成したら終了ではなく、運営・維持管理の状況変化において適宜改定される性格のものである。しかし、これが適切に作成されないまま施設操業を行ってしまっているコミュニティも多く、その場合運営維持管理に問題があった際、外部から施設操業状況をモニタリング・診断しようとしても技術的な判断に支障をきたす。このため、これが適切に作成され、遵守されるよう COWSO を指導していく必要がある。

水利用許可と WUA への加盟：持続的な水資源の利用という目的に沿った給水施設の運営のためには、WRMA（2009）にて求められている水利用許可の取得と WUA への参加を行うことは必須である。コミュニティにおける給水事業と IWRM の関連性に関する理解はまだまだ低い為、COWSO 組織化の啓蒙プロセスの下で、適切に手続きを行っていく必要がある。

14.2.2　行政側の運営・維持管理支援計画

ここでは行政、特に地方給水事業の実施主体である県の現況（後述の「14.3.2. 行政側の現況」参照）に基づき、その優先プロジェクト対象サイトに対する支援につき記述する。そこに示されるように、地方給水事業の計画・実施主体である地方自治体（LGAs、県に相当）やそれを支援すべき関係機関（MoW、PMO-RALG、州）が抱える課題も有り、また単独プロジェクト

による短期的な解決が容易でないことから、WSDP でもタンザニアと DPs の協調の下、中長期的な視点からの対応をプログラムレベルで継続的に実施しているところである。

このため本計画でも、これら課題解決のための対応の推移を適切に注視しつつ、優先プロジェクトの実施の際にはその効果を最大限発揮できるよう調整する必要がある。このため給水施設の運営・維持管理において、行政サイドからそれを直接支援する立場にある県が本優先プロジェクト対象コミュニティに対し、最低限のモニタリング・支援活動は実施できるような支援計画を策定する。これは以下に説明するように「短期パッケージ型研修（JICA 技術協力プロジェクト[6]にて作成された RUWASA-CAD トレーニング)」、「プロジェクト実施期間中を通じたカウンターパート（CP）との協働における支援と技術移転」から構成され、これを実施することで県の運営・維持管理における責務（***表 14.2*** 参照）を地方給水における関係者との連携（***図 14.1*** 参照）の中で優先プロジェクト対象サイトに対して実施できるようにするものである。

１）短期パッケージ型研修

本研修は給水施設の運営・維持管理を実施する際にコミュニティ支援の県側の中心となるモロゴロ州 4 県の CWST（既に設立済み）を対象に、運営・維持管理とフォローアップに係る研修を実施するものである。利用される教材「RUWASA-CAD トレーニング」は WSDP の地方給水コンポーネントにおいて各ステークホルダーがプロジェクト実施の際になすべき業務内容を同地方給水プロジェクトのプロセス（案件形成、計画、実施、O&M･フォローアップ）に沿って適切に理解できるように作成されたものである。この研修活用により県側の政策手順理解の観点から「住民組織化プロセスの実施（同課題の第 2 節)」を向上させることができる。

また後述する「LGA レベルでの政策手順の実施状況（後述「14.3.2 行政側の現況」の第 1 節)」に示すように、WSDP のプログラム実施マニュアル（PIM : Programme Implementation Manual）活用上の問題が既に水セクターダイアログの中で MoW 及び DPs 間で共有されており、その PIM 改定のための作業に向け、Technical Working Group のタスクフォースにて活動が開始されているところである。この PIM 改定作業が軌道に乗り、成果品が将来的に共有・活用されることで、関係機関、特に県の政策手順の理解不足の解消に大きく寄与することが期待されるが、本優先プロジェクトの実施の際は当該研修をプロジェクト対象地域の CWST に対し実施することで、PIM 改定を待つことなく、モロゴロ 4 県の政策手順の理解度を向上することが可能である。

２）プロジェクト実施期間中を通じた CP との協働における支援と技術移転

DPs から支援を受けてプロジェクトを実施する場合には、プロジェクト期間中は DPs 側専門家が MoW 及び県の CP と共にプロジェクト開始から終了まで継続的に業務を実施することとなる。この期間中 DPs 側専門家は、WSDP の地方給水コンポーネントにて求められるプロジェクト実施プロセスに十分配慮する一方、そのプロセスにおいて当該 CP が実施すべき各業務を関係機関と共に適切に実施するよう協働し、必要な場合は可能な技術支援を実施することで、CP の理解と実施能力の向上を図ることが可能である。

例えば、後述する「MoW/PMO-RALG、州、県、COWSO 間の運営・維持管理にかかるコミュニケーション（同第 4 節)」に関しては、モロゴロ州で既に定着している四半期定期会合としての水セクター関係者会議をより有効なものにし、そこでの情報共有や議論が深化するよう、プロジェクト実施期間中を通じて支援を行うことができる。ここでは DPs 専門家の支援の下、CWST 内での事前準備、議論や情報共有を活性化させ、CP 側の能力向上や他関係者とのコミュニケーション強化を図ることが十分可能である。また前述の COWSO 能力強化（「14.2.1 住民啓蒙と運営・維持管理組織の強化」参照）は、こうした定期会合にコミュニティの側から県/CWST に提供される定期報告を通じて運営･維持管理情報が行政側に蓄積することに繋がることから、ひいては定期会合における運営・維持管理に係るコミュニケーションの質的向上にも結び付くことが期待される。

また同様に「省内/省庁間の縦割りの連携（同第 6 節)」に関しても、技術支援活動で行われる

6 村落給水・衛生事業実施・運営維持管理能力強化プロジェクト

COWSO の能力強化プロセスと適切に調和させながら、モロゴロ 4 県 CWST が COWSO の地下水開発許可とそれに続く水利用許可を住民の応分のコスト負担の下で WRBWB に申請・取得することを支援する業務プロセスや、WRBWB が地下水開発許可後の掘さく記録など各種データの保管・管理を行い、その WRBWB の記録に基づき県は COWSO の水利用許可取得後の水利用状況を COWSO からの定期報告を通じてモニタリングを行う、といった一連のプロセスを本優先プロジェクトの実施プロセスの中で定着させることができる。またこれは WSDP のバスケットファンドにより全国的に建設がすすめられている地方給水プロジェクトの実施に対しても良い参考となるものである。

他方、行政の上部レベルでも既に水省と PMO-RALG の業務調整向上に向け活動が進められていることから、こうした現場レベルの縦割り弊害の是正のモデルを MoW や PMO-RALG 各省庁上部にプロジェクト CP から適切にフィードバックし、各組織内部を通じてよい事例を提示することで、縦割り是正を現場レベルから改善する事例を示すことができる。

また、後述の「LGA の O&M 支援実施能力の現況（同第 3 節）に関しては、WSDP の開始以降バスケットファンドを活用して各県で施設の更新、機材調達、人員増員などが継続的に行われているものの、タンザニア側の予算制約もあり本優先プロジェクトの計画では直接対応できにくい側面も有る。しかし、研修実施と DPs 専門家-CP の協働による技術移転を通じた能力向上により、本優先プロジェクトの対象サイトの情報管理や周辺民間企業情報の整理・活用を行うことで、業務経験の向上や効率化を図り、本優先プロジェクト対象サイトにおける COWSO の運営・維持管理をモニタリング・支援する活動の活性化を最低限実施可能にできると判断される。

14.2.3　運営・維持管理の周辺環境への対応計画

ここでは後述の「14.3.4. 周辺環境の現況」に関連するコミュニティレベルでの対応計画を記述する。ここで想定される「民間企業活用のための環境（「周辺環境の現況」の第 1 節）」、「スペア・パーツ供給体制（同第 2 節）」及び「電力・道路・通信インフラの現況（同第 3 節）」という点は、現在のタンザニアにおける地方給水プロジェクト実施の際の外部条件と理解され、優先プロジェクトの実施の際にもこれら外部条件への適切な対応が求められる。

1）「民間企業活用のための環境整備」については、モロゴロ州内の地方村落部では、全ての施設のスペア・パーツの購入できる業者や、あらゆる修理業務を引き受けるような民間業者はいない。したがって、モロゴロ市内の業者で対応できないものは、ダル・エス・サラームの業者に依頼することになる。これに対しては「スペア・パーツ供給体制」への対応にも関連するが、技術支援活動実施の際にはプロジェクトの施工業者が建設した施設に利用した機材に合わせたスペア・パーツの調達先のリストを用意することとし、そのリストに修理業者も追記することとする。更に現在 WSDP 下で作成中の民間企業インベントリーを活用することを提案する。

しかしながら、地方村落部に民間企業が不在というこの状況は短期的には改善される見込みがないため、前述の能力強化が図られている県との協力の下、COWSO の側で施設の故障期間を「最小限」に抑えるための下記のような事前の手を打つこととする。これは「電力・道路・通信インフラの不備」への対応にも通じるものである。

- 財政的予防措置（適切な料金徴収による水基金積立に基づき、支出に備える。）
- 技術的予防措置（定期清掃・部品交換などで故障リスクを低減。定期的に操業記録をつけ、施設の異常を事前に察知。県への報告により事前に技術的助言を得る。）
- 事前情報収集（県を通じて、もしくは COWSO 独自で遠隔でも信頼でき依頼可能な民間業者を常に事前把握）

これらの活動は、コミュニティレベルで計画される運営・維持管理業務を適切に行い、有事に備えることに他ならない。しかしながらこれらの活動は、施設の故障期間を長期化させるリスクを避けることができ、結果的には周辺環境への課題の対応ともなり得る。

14.3 運営・維持管理にかかる現況と取組状況

14.3.1 概観

NAWAPO 2002 の発表から 10 年程度が経過し、その間現在に至るまでに NWSDS、WSDP、それに従う地方給水プロジェクトが実施され、またこれらを規制する関連法制度（WSSA 及び WRMA）が整ってきた。しかし現実には地方給水施設の運営・維持管理には課題が山積し、当初想定した制度枠組みに沿った具体的な履行や事業実施が思ったようには進展していない状況にある。

現状は地方給水サブセクターでは、WSDP での計画目標値から大きく達成が遅れている。その目標は 2014 年 6 月までに 18,937 か所の給水点新設（地方部 550 万人に給水）であるのに対し、実績は 2013 年 5 月時点で 11,868 か所（地方部 320 万人に給水）に留まっている。他方、従来認識されていた地方村落部給水率についても 2013 年 3 月時点で約 40%（従来実績は 2009 年 58.7%、2011 年 56.6%と言われており、2014 年 6 月の目標値は 62%であった）と大幅下方修正が行われた他、既存施設の低い稼働率（WPM: Water Point Mapping の暫定値では平均稼働率 61%）が指摘されている。

上記給水率の低迷や既存給水施設の低い稼働率は地方給水サブセクターが抱える様々な問題が複合的に絡み合って発生しているものであるが、こうした状況の中で特に運営・維持管理に関しては、地方給水の既存制度枠組みにおける主要アクター（特に県、コミュニティ）の能力不足、またこれを阻害するような周辺環境の制約が指摘される。これに対しては WSDP の各種活動の実施によりセクターを挙げて改善を目指しているところであり、本優先プロジェクトの実施もその進捗に貢献するものである。

今回実施した各種報告書分析、モロゴロ州各県水エンジニアからの聞取り、優先プロジェクト対象サイトにおける現地調査の結果では、この地方給水サブセクターにおける運営・維持管理における現状が浮き彫りにされた。これの分析の結果は、次節以降、行政、住民、周辺環境別にまとめる。

現在、タンザニア地方給水サブセクターでは WSDP における DPs との協働を通じてこれら 3 つの現況の中で判明した課題を克服すべく継続的な努力を行っている。タンザニア側が今後も WSDP の下、全国的規模で「行政側」や「周辺環境」の課題の改善を中長期的に図る一方、我が国無償資金協力等も含む支援プロジェクトの実施プロセスにおいて、優先プロジェクト対象地域で技術支援活動を通じた運営・維持管理に係る住民側の体制強化や当該対象地域を管轄する県の能力向上を図ることで、運営・維持管理体制の向上に向けた有機的な相乗効果が図られると思料される。

14.3.2 行政側の現況

1） LGA レベルでのプログラム実施手順

タンザニア地方給水政策では、各地方自治体（LGA: Local Government Authority）が県水衛生班（CWST : Council Water Sanitation Team）を通じて、WSDP のプログラム実施マニュアル（PIM : Programme Implementation Manual）を活用しつつ、ソフト系コンサルタント（FSP: Facilitation Service Provider)への業務委託を実施して住民啓蒙を行う。そして県は COWSO 設立支援、O&M モニタリング・技術支援を実施しなければならない。WSDP 開始後、タンザニア水省は PIM 関連書類を関係機関（州、県、関連省庁）に配布し、その普及と理解に努めてきた。しかしながら、PIM が CWST により十分に活用されないまま各給水施設建設プロジェクトが実施され、結果としてあるべきコミュニティレベルでの運営・維持管理体制の構築に支障を来たしている現状がある。PIM の未活用問題やその原因は、「そのボリュームの多さ（メイン・レポート 1、別冊 7、別添 19：うち、地方給水関連の別添は 16 ある）」、「構成の煩雑さ（内容の整理が十分になされておらず、使い勝手が悪い）」、「県・CWST メンバーにおける PIM 文書管理の不備」等にあるとされ、適切に利用している県は少ない。

この点については、PIM の更なる適切な利用促進がタンザニア側に強く求められている一方、PIM 自体を利用しやすくするための改定の動きが現在水セクターの作業部会（TWG: Technical Working Group）のタスクフォースで進められている。PIM の改訂と利用促進は、2014 年 7 月から始まる WSDP フェーズ２には準備が整うため、県職員の適切な PIM の利用によるプログラム実施は大きく改善されると期待される。

2） 適切な住民組織化プロセスの実施状況

現在、全 132 県では COWSO 登録業務のための担当者（Registrar）を任命し、その登録促進を進めている最中にある。しかしながら、COWSO 設立・登録の動きは 2013 年 3 月時点で 147 件（設立かつ登録済）と伸び悩んでいる。また、COWSO 規約、施設管理計画（FMP: Facility Management Plan）等 COWSO の設立・登録に必要な書類の不備が指摘されている。さらに、COWSO による独立した銀行口座の開設と施設建設にかかる一部負担金の預金等の条件が整っていないにもかかわらず、COWSO が県で認証・登録されてしまうという COWSO 登録の質の問題も指摘されている。COWSO 登録数の促進は WSDP の中でも重視されており、SNV により COWSO 登録支援を目的として育成されたローカル・キャパシティ・ビルダー（LCB）等ドナーによる支援活動が現在進められている最中にある。

本優先プロジェクト対象地域を管轄するモロゴロ州 4 県での聞取り調査結果は、県ごとの COWSO 設立・登録が伸び悩み、COWSO 数が現時点（2013 年 4 月）でも低いことが確認されている。このため未登録の給水施設に関しては、旧来の住民組織である水衛生委員会が運営・維持管理を担っていると推測される。これら COWSO 登録の問題と既存給水施設の現状把握の欠如には、後述する県側の運営・維持管理支援能力の不足も影響を与えている。

これらの課題に対応するため、水省地方給水局では、JICA の技術協力により村落給水・衛生事業実施・運営維持管理能力強化プロジェクトを実施中である。このプロジェクトでは、給水施設の維持管理のための支援活動を含む研修パッケージが開発されており、同プロジェクトのパイロット州において実際にトレーニングが実施された。優先プロジェクトの実施のための調査段階において、これらの研修パッケージを利用することは、モロゴロ州においても有効であると期待される。

3） LGA の O&M 支援実施能力の現況

地方給水施設の運営・維持管理の点のみならず、県の地方給水事業実施能力は全般においてその改善が急務であることが水セクター全体で認識されており、WSDP 下で支援が進められている。しかし WSDP の地方給水コンポーネントにおける計画進捗の促進を目指す中で、県による施設建設促進の点に主な焦点があてられて、現状ではコミュニティへの運営・維持管理のモニタリング・支援は限定的な扱いを受けがちである。また、これら施設建設が現在進行中であるプロジェクト対象サイトでは運営・維持管理支援の進展がある程度確認される一方、既存給水施設を運営するコミュニティへのモニタリング・支援活動については県中心地域や近隣地区以外はあまり期待できない状態にある。また県の業務実施能力を向上させるために WSDP では能力開発（CD：Capacity Development）計画の策定を全県にて実施したが、これに対しては現在まで予算手当がなされず、実行されていない状態である。この未実施の理由には予算措置問題だけではなく、その CD 計画自体の質の問題（計画内容の論理的な整合性の欠如、過大な活動予算金額の計上）も指摘されている。

この能力開発に関しては JICA の技術協力プロジェクト等を通じて改善に向け注力されている最中にある。具体的には RUWASA-CAD 専門家チームの参加する現在水セクターの作業部会（TWG）の一つ、組織開発・能力強化作業部会において各県の CD 計画の見直しが進められている。これらの活動の結果として、2014 年 7 月から始まる WSDP フェーズ２においては各県への CD 実施が開始され、県職員の住民に対する給水施設の運営・維持管理における支援能力は改善されると期待されている。

4） MoW/PMO-RALG、州、県、COWSO 間の運営・維持管理にかかるコミュニケーションの現況

地方給水事業の特徴的な課題として、都市（県庁所在地）部から離れたところに位置するコミュニティの場合、不十分な COWSO 設立支援プロセスが受けられずと、また、施設建設後の県による定期的なモニタリングやコミュニケーションが困難となりがちである。この状況は、施設の運営・維持管理上の問題の長期化に発展する可能性を秘めている。

この問題に対応するため、各州レベルでは、四半期定期会合として行政側の水セクター関係者による水会議が定期的に実施されている。モロゴロ州でも 3 年程前から同会合が開催されており、地域レベルでの報告・情報共有の場として機能している。但し今のところこれは実施中のプロジェクトに関する内容が主であり、既に施設が建設されたコミュニティへの運営・維持管理モニタリングや支援に関する報告・協議の場としてまでは機能していない。

また、水省地方給水局は JICA 支援による実施中の RUWASA-CAD プロジェクトにより、県による COWSO の運営・維持管理をモニタリング・支援する活動の活性化を計っている。この支援による COWSO 能力強化は、こうした定期会合にコミュニティの側から行政に提供される定期報告を通じて運営・維持管理情報が行政側に蓄積することに繋がり、ひいては定期会合における運営・維持管理に係るコミュニケーションの向上に結び付くことが期待される。RUWASA-CAD プロジェクトは 2014 年 6 月に終了予定で有り、すなわち WSDP フェーズ 2 開始の 2014 年 7 月までには州、県、COWSO 間の運営・維持管理に関するコミュニケーションは改善されると見込まれる。

5） WSSA 及び WRMA の遵守の現況

水関連法（WSSA 及び WRMA）に規定された業務が行政サイドで適切に実施されていないことに加えて、法律に示された条項を水利用者が遵守しなくても罰則が実際には適用されていないのも実情である。また、コミュニティレベルでも、県への登録時に提出されたはずの COWSO 規約に違反・罰則事項が明記されていない事例が非常に多いことが確認されている。前述の住民組織化プロセスにおける課題と関連するが、ここでは制度としての必要性の理解と実施のための適切な啓蒙活動により解決される部分が大きく、これは COWSO 設立の際の留意点として重要である。

6） 省内/省庁間の連携の現況

水省の地方給水事業と水資源管理の連携：IWRM のコンセプトの下、地方給水事業も持続的な水資源の活用の観点から適切に管理されなければならない。しかし現実には、コミュニティが行うべき WRMA に規定された各種申請や権利の取得は、地方給水事業の実施中には十分に配慮されていない事例が多い。またモロゴロ州 4 県における優先プロジェクトサイトの調査でも、BWO スタッフが水資源管理に係る活動で給水施設が利用されている地域やコミュニティを訪問しても、これらに対する水利用許可の取得や WUA への参画等に向けた活動はあまり行われていないことが確認されている。これは、BWO の活動地域で地方給水業務と関連づけた業務が意識的に行われていないことを示している。今後、飲料水供給のための地下水開発が更に進む場合、コミュニティレベルでの給水施設の水利用実態が適切にモニタリングされておらず、また県と BWO との情報共有も図られていない現状は、将来的に改善されなければならないものである。このため、本プロジェクトにおけるフィージビリティー調査の実施段階においては、県給水部（水省地方給水局）と流域管理事務所（水省水資源局）の共同作業にて実施した。この実例は、優先プロジェクトの実施が両事業の連携として良いモデルケースとなる可能性があり、これまで優先プロジェクトの計画検討に当たって地方給水事業と水資源管理の連携を図っているため、その実施後は WRBWB 管轄内でだけでなく他 BWB 管轄地域にも具体的事例として提示できると思料される。

水省と PMO-RALG の調整：また水セクターにおいて制度構築と規制、技術支援を実施する水省（MoW: Ministry of Water）と地方分権下で給水プロジェクトを県レベルで計画・実施する首相

府地方自治省（PMO-RALG: Prime Minister's Office-Regional Administration and Local Government）との調整不足も指摘されている。この点は既に 2013 年 4 月に両省庁間で実施された特別合同委員会で、調整と事態の改善の必要性がうたわれており、その進展が期待されている。

14.3.3 住民側の現況

1） 運営・維持管理関連政策の浸透度

WSSA 2009 の発布により、COWSO を主体とした運営・維持管理の枠組みは示された。また現行制度以前に過去実施されていた国家による水の無料提供が当然のものというような概念は既にコミュニティ側にはなく、水料金支払いを負担する義務があることを少なくとも意識の上では理解するまでには至っている。しかしこの WSSA2009 が示す現在の政策内容が詳細にコミュニティレベルまで十分に浸透するまでには至っていない。背景には、現在進行中のプロジェクトにおいて県による FSP を通じた適切なファシリテーション活動の進捗が遅れていること、また県の既存給水施設に対するモニタリング支援の役割が機能していない状況で、政策浸透が十分に図れていないことがある。

特にプロジェクトによる施設建設が既に終了し、これら給水施設の運営・維持管理を細々と行ってきたコミュニティには、旧来の水衛生委員会から COWSO への移行とその県への登録をいまだ行っていないものが多い。本優先プロジェクトの対象サイトでも既存給水施設（浅井戸ハンドポンプ等）を利用しているコミュニティがあるが、既存水衛生委員会から COWSO への移行や県への登録は行われていない。

また、行政からの情報提供が十分なされていないことから、コミュニティレベルでは地方給水における水資源の持続的な利用という意識もいまだ薄く、水利用許可の取得や WUA への参加の必要性に対する理解もほとんどない状態である。

これらの課題に対処するためには、まず給水施設の運営主体となる COWSO を立ち上げることが重要である。WSDP フェーズ 1（2007～2014）では実施の遅れに伴い、現在のところ COWSO 設立の段階に来たプロジェクトは無いが、今後 2014 年 6 月までに集中して多くの新規施設の建設が終了し COWSO 設立に直面すると予想される。現在水省地方給水局は前述の RUWASA-CAD プロジェクトにより、COWSO 設立も含めた県による住民の支援する活動の活性化を計っている。施設建設の終了に伴い、これらの活動による COWSO 設立の実績が出来れば、今後の住民への運営・維持管理関連行政の浸透は進むと期待される。

2） 住民組織の運営・維持管理能力

上記のように行政の関与が希薄なまま現行の地方給水政策に従わず、組織的な運営・維持管理のよりどころとなる規約や FMP もなく給水施設操業を行ってきたコミュニティは、施設自体がある程度稼働していても、当然ながらその活動は十分に組織化された計画的なものとなっておらず、また国家が求める水準の質・量の給水サービスを実施することも容易ではない。そこでは、施設操業、財務、修理等の記録も適切に残されていないことから、運営・維持管理に不具合が生じた場合に対応しようとしても根本的な原因究明と解決に至らず、場当たり的な対応に終始し、結果的に持続的な施設の運営に支障が生じてしまう。更に上記の運営記録の欠如は、施設操業の透明性確保にも影響を与え、ひいては運営メンバーや村政府関係者による徴収料金の不正使用への誘惑、運営・維持管理活動に対する水利用者側の不信・不満の温床となる可能性が高い。

上記問題は基本的にプロジェクト実施時に行政による適切な指導・サポートがあれば多くが予防される性質のものであり、一義的にコミュニティ側に非を求めることはできない。まずは政策枠組みに沿い、行政側が FSP を活用し PIM に沿った適切な指導をすることが先決と思料される。

3)　水料金設定と支払い

前述のように現行政策の詳細周知が不十分であるとはいえ、少なくとも水利用者による水料金負担義務は住民の間で（実際の行動は別としても）意識の上では理解されている。また徴収料金水準が持続的な運営・維持管理には不十分であるかもしれないが、村落政府や既存住民組織を通じた料金徴収業務を実施してきたコミュニティも多く存在し、今回の優先プロジェクト対象サイトでの聞き取り調査でも、それは広く確認された事象である。

しかしながら、過去のプロジェクトでは住民の「支払い意思」や「支払い能力」を適切に分析して給水コストを十分にカバーする水料金の設定を行うことを怠ったり、水料金支払の不履行時の罰則を設けないまま不払い者を放置したりする事例は多い。その結果、健全な給水施設運営に支障をきたす事例も非常に多い。適切な水料金設定は外部からの技術的支援がない場合、コミュニティ自身でその算定は困難なことが多いが、施設設計に基づいた算出と住民への提示と理解促進で理解を得られる場合も多く、この点は適切な啓蒙活動で可能なものである。また長年にわたり湧水や河川水を無料で利用してきた地域の住民の場合、有料の給水サービスを割高に感じてその利用を控えたり、たとえ適切な水料金設定水準であっても高いと感じ支払いを渋ったりする場合もあるが、ここでも安全な水源による給水の重要性を理解させるための啓蒙活動の必要性が指摘される。

14.3.4　周辺環境の現況

1)　民間企業活用のための環境

タンザニアの政策では、民間企業の活用を促進するとの方針が採られており、WSDP 下でもその旨制度化が図られ、これまでの行政府による修理･支援サービスに代わり、コンサルタント、エンジニアリング企業、NGO の活用が進められてきた。これら政策は都市部では大きな進展を見せている一方、地方部では民間企業が修理業務などを含む地方給水事業関連のサービスを提供できるような環境が十分に整っていないのが現状である。民間企業の多くは都市部に位置し、地方給水施設の維持管理サービス提供に対してはある程度の制約がある。一方、国内 541 社を対象に調査した結果では、地方給水における事業機会は実際の企業数に比べて多いにもかかわらず、民間企業の潜在性を活用しきれていない旨の指摘がある。今後は、利用者（COWSO）へのこれら民間企業の紹介活動等、需要と供給のマッチングを促進する活動が有効であると考える。

2)　スペア・パーツ供給体制の現況

地方村落部で給水施設のスペア・パーツを入手することは都市部と比較すると現状では容易ではなく、この安定供給を行うことは、タンザニア水セクターの大きな課題の一つである。WSDP 初期に供給体制構築のための試みがなされたものの結局中断されており、現在はサプライ・チェーン構築再調査のためのコンサルタントを選定中となっていることから、その進展を注視する必要がある

現状ではコミュニティがスペア・パーツを購入する際は、都市部の民間企業から直接購入するか、地方都市部の業者に取次ぎを依頼し購入することになるが、その際の業者探し、所要時間、交通費などはコミュニティ側の大きな負担となっている。これを克服することは容易ではないが、住民の組織強化や予防的措置の導入で可能な限り緩和を図ることが必要である。

この課題に対しても、前節１）で述べた利用者（COWSO）へのこれら民間企業の紹介活動等、需要と供給のマッチングを促進する活動が有効であると考える。

3)　電力・道路・通信インフラの現況

電力供給：タンザニアの地方部、特に地方都市中心部から離れた村落では商業電力の普及がまだまだ遅れており、これを地方村落における給水施設の操業に利用することは短期的には望めない状況にある。太陽光発電の利用は、その導入においては技術的な検証が必要で代替手段と

して全国的に普及はしていない。このため動力が必要な場合には、多くの場合ディーゼル発電機やディーゼル・エンジンにより揚水ポンプを運転することになっている。

当然のことながら、ディーゼル燃料利用の場合は、商業電力利用の場合より施設操業コストが高くなる。また、後述するように地方村落部では道路インフラ未整備による流通網の制約のため、ディーゼル価格も地方都市部のそれより割高あり、燃料費負担を更に高いものにしてしまっている。本優先プロジェクトの各対象サイトでも、当該村内もしくは至近の村落でディーゼル燃料を購入すると、その価格は Tsh2000～2500/ﾘｯﾄﾙとなっており、都市部価格（約 Tsh1900/ﾘｯﾄﾙ）との差は最大 3 割増にも達する。したがって本プロジェクトでは、基本的にこの燃料費で支払い可能な施設であるかどうかを評価し、優先プロジェクト対象サイトを選定している。

道路状況：都市部から地方村落へのアクセス道路はほとんどが未舗装の悪路であり、雨季には車種によっては通行困難となる場合が多い。またこれら村落から民間企業、金融機関、管轄県事務所が位置する県中心部への距離も遠く、バス・バイクタクシーなど公共交通機関を利用した際の所要時間も大きいことから、タンザニアの政策に示された運営・維持管理における民間企業活用上の制約となっている。モロゴロ州にいては、山岳地域に位置する村落においてこのようなケースは多い。本プロジェクトにおける優先プロジェクト対象サイトの選定の際には、プロジェクト実施の妥当性の観点から、県職員および流域管理事務所と相談の上、明らかにアクセス出来ないサイトは除外した経緯がある。

通信事情：タンザニア国内では急速な携帯電話の普及により、地方村落部においても通信環境は大きく改善されてきており、コミュニティ外部とのコミュニケーション向上が運営・維持管理支援対応の改善に寄与してきている。モロゴロ州にいては、比較的全ての地方村落地域がカバーされているため、こうした通信ネットワークを利用した運営・維持管理体制の構築が可能である。

参考文献

Government of Tanzania (2009), The Water Supply and Sanitation Act

Government of Tanzania (2009), The Water Resources Management Act

JICA RUWASA-CAD II (2013), Current Status of PIM Possession and Utilization, Presentation at 69th DPG Water Meeting, 31st Jan. 2013

JICA RUWASA-CAD II (2013), Rural Water Supply and Sanitation Capacity Development (RUWASA-CAD) Project: the 3rd Progress Report

Ministry of Water and Livestock Development (2002), National Water Policy

Ministry of Water and Irrigation (2005), National Water Sector Development Strategy 2006 to 2015

Ministry of Water (2006), Water Sector Development Programme 2006-2025

Ministry of Water (2011), Water Sector Development Programme 2006-2025, Programme Implementation Manual, Reviewed July 2011

Ministry of Water (2011), Water Sector Development Programme Guidelines for the Establishment and Legal Registration of Rural Water Users Entities, English Version

Ministry of Water (2012), Water Sector Status Report

Ministry of Water (2013), Water Sector Development Programme, Evaluation of Phase 1, Final Report

Ministry of Water (2013), Assessment of Capacity Building Requirements to Enhance Private Sector Participation in the Rural Water Supply and Sanitation Sub-Sector under the Water Sector Development Programme, Final Draft Report, March 2013

Ministry of Water (2013), Scaling up of Rural Water Supply and Sanitation Services- Implementation Report to the 10th Joint Supervision Mission, May, 2013

Tanzania WSDP 10th Joint Supervision Mission Aide Memoire, June 2013

第 15 章　環境社会配慮

第 15 章　　環境社会配慮

15.1 はじめに

本章では、ワミ・ルブ流域の環境社会状況とタンザニアでの環境社会配慮プロセス関連事項について水資源分野に焦点をあてて述べる。また、タンザニアの環境社会配慮プロセスと JICA ガイドライン(2004)における JICA の環境社会配慮上の要求事項を比較し、両者の整合性が取れていることを示す。

ワミ流域、ルブ流域それぞれの環境・社会条件は、国際自然保護連合（IUCN）がワミ・ルブ流域管理事務所と共に流域毎にとりまとめた状況分析報告書（Wami Basin, A Situation Analysis (2010)[1]、および Ruvu Basin, A Situation Analysis (2010)[2]）に詳しく述べられている。以下に述べる環境社会状況に関する記述の多くは、これら二つの報告書に基づいており、より詳細な情報が必要な場合はこれら IUCN の報告書を参照願いたい。なお、この二つの報告書からの参照を示す際には合わせて IUCN 2010 と記すこととする。

15.2 流域の環境状況

15.2.1 生態学上の重要事項

対象流域は、約 44,000km^2 の流域面積をもつワミ流域と約 23,000 km^2 のルブ流域（ただし、このルブ流域はダル・エス・サラーム周辺のコースト流域を含む）の二つの流域からなる。両流域の森林（貯水林）の多くは、タンザニアから南ケニアにかけて広がるイースタンアーク山脈の一部をなしている。イースタンアーク山脈は、固有動植物が多いことでアフリカの中でも知られている場所であり、コンサーベーション・インターナショナルによると世界に 34 箇所ある重要な生態学的ホットスポットの一つとなっている。イースタンアーク山脈では、脊椎動物としては 96 の固有種（哺乳類 10 種、鳥類 19 種、爬虫類 29 種と両生類 38 種）がおり、維管束植物についても少なくとも 800 の固有種が生息している。極めて多くの固有種が絶滅の危機に瀕しており、実際に維管束植物のうち 71 の固有種は絶滅の危機にさらされていると報告されている（IUCN 2010）。また、イースタンアーク山脈（ワミ流域のウカグルスとングルス山脈、ルブ流域のウルグルス山脈を含む）の森林は、タンザニアの主要水系であるワミ、ルブ、ルフィジの 3 水系の水源となっている。

ワミ流域は、半乾燥帯のドドマ地方（ほとんどの河川は季節河川であり、乾期には流れは無いが雨期（一般的に 11 月から 5 月）に時に大きな流量を記録する）から、多湿の内陸低平地（湿地）であるモロゴロ地方を経て、バガモヨ県の北部海岸沿いにあるサアダニ村（サアダニ国立公園を含む）に広がっている。ルブ流域は、内陸低平地（湿地）を含む比較的湿潤なモロゴロ地方から、ダル・エス・サラームの海岸地帯を含むバガモヨ県の南部海岸に至る地域である。なお、全般的にワミ流域はルブ流域に比べてより乾燥した状態にある。

1)　森林保護区

ワミ流域のウカグルスとングルス山脈には、合計 10 の森林保護区（ウカグルスでイカワムバ、マムボト、マムボヤ、マミワ キサラ北部、マミワ キサラ南部と ウポネラの 6 箇所、ングルスでカンガ、ムキンドゥ、ングル南部とマゴトウェの 4 箇所）があり、ルブ流域のウルグルス山脈では、ウルグル北部、ウルグル南部、カサンガ、ムカンガラ、ムラリウィラ、 ンガムバウラとトンゲニ川の 7 つの森林保護区がある。これらの森林は、給水、灌漑、工業用水など様々に有効利用される河川水の源であるだけでなく、生物多様性の保全にも寄与している。

森林保護区における脅威の主たるものは、農業従事者や材木用伐採といった森林プランテーションによる侵食、薪や木炭の製造、あるいは人間の居住といった様々な人間活動によって引き起こされる森林伐採である。特にワミ流域のングルス山脈では森林伐採が顕著である。実際にイースタンアーク山脈では主に零細農業が原因となり、本来の森林被覆の約 75%が失われてお

り、現在も伐採が進んでいる（IUCN 2010）。他方、イースタンアーク山脈の固有の動植物を含む生物多様性の保全の観点からの森林伐採の許容量はいまだ明らかではない。現在タンザニア政府は、森林伐採の抑制のため地域密着型の森林保全・管理の実現を目的として、流域森林局を介して共同森林管理（JFM）を促進している。

2)　湿地と国立公園

ワミとルブの両流域におけるイースタンアーク山脈の下流に位置する地域には、生態学的に重要な二種類の湿地、すなわち淡水湿地（内陸地域にあり雨期には湿地であるが乾期には乾燥地となる）と塩水湿地（ワミとルブの河口部にありマングローブ林が広がる）が存在する。特に、ワミ流域のミクミ国立公園を含む淡水湿地とルブ流域のセルー動物保護区の北部の大部分を含む淡水湿地は、1982 年にユネスコの世界遺産に指定された世界に名高い広大な動物保護区の 1 つである（ただし、セルー保護区の大部分はルブ流域の南方に隣接するルフィジ流域に位置している）。

ミクミとセルー共に、生態学的に非常に貴重な点は、ライオン、象、カバ、キリン、シマウマ、インパラ等の豊富な野生動物が存在していることである。ワミ流域の河口部に位置するサアダニ国立公園（タンザニア唯一の海岸部の野生動物保護地域）は、約 30 種の哺乳類・爬虫類・鳥類・海産種に加えてマングローブ林が広がる生態学的に極めて貴重な沿岸湿地域である（IUCN 2010）。河口部のマングローブ林は、タンザニアの全ての海岸地域でそうであるように、塩田など他の土地利用のための開墾や主に薪や木炭製造のための樹木伐採を目的とした森林伐採の影響を受けている。高い炭素密度を持つマングローブの幹はより品質の良い炭となる。サアダニ国立公園の設置後は、ワミ河口部のマングローブ林の破壊は減少してきている（IUCN 2010）ものの、今後は、ルブ河口部を含む他の海岸地域に残るマングローブ林の保護が課題である。

15.2.2　水環境面での重要事項

1)　表流水

(1)　水資源

表流水資源の開発と利用可能性の点からみて、ワミ流域の河川は、ルブ流域の河川と比べて開発が進んでいない。実際に、ルブ川はすでにダル・エス・サラームの飲料用水の主要水源として利用されており、更にキドゥンダダムの開発による取水量拡張が計画されている。また、IUCN2010 に個別に詳細が述べられている通り、表流水利用と水質汚染は極めて深刻に競合する課題である。この深刻な課題の要点を以下に示す。詳細については IUCN2010 を参照願いたい。

ワミ流域の半乾燥帯に属するドドマ地域では河川水が季節的であるため、主として灌漑や他の生活用水を確保するために貯水池やダムを建設して雨期の間に表流水を貯めておく必要があった。このような大規模な貯水池やダムとしては、ホンボロ、ダバロ、ブイギリおよびイコワがある。これらの貯水池やダムは、半乾燥帯のドドマ地域における乾期（通常 5 月から 11 月）の唯一の利用可能な表流水源である。ドドマ地域では比較的水質のよい表流水が望めないため、飲料水や生活用水は圧倒的に地下水へ依存せざるを得ない。

(2)　水利用と課題

表流水の利用と利用に伴う水質汚染の問題は、河川水が一年中あり年間を通じて有効利用が可能なワミ流域のモロゴロ地域で顕著である。

現時点においては、ワミ流域では大規模な工業開発は行われておらず、工業用水需要もそれほど大きくはない。ダカワ下流のムティブワにあるムティブワ砂糖エステートが、唯一の農工業企業であり（ワミ川の）河川水の主な工業利用者である。ムティブワエステートからの不適切かつ不十分な処理汚水廃水の垂れ流しは、下流河川の水質汚染の深刻な原因であると報告されている（IUCN 2010）。

ドドマ、ムプワプワやコングワといった半乾燥地域を筆頭に農業活動は主に天水に頼って行

われており、他の地域でも河川水を利用した大規模な灌漑スキームは行われていない。ほとんどの小規模灌漑農業スキームは川辺や河岸沿いに位置している。キロサやムボメロ県で農業従事者と家畜飼育従事者との間で河川水利用の争いがあり、時に激しい対立に至る。家畜の世話をする人たち(牧畜民)は多くが遊牧民であり、彼らは河川水で家畜の世話をするが、これが川辺での農業を阻害することとなる。大牧場での家畜飼育の促進が長期的な解決策であると考えられるが、牧畜民の伝統的な遊牧慣習といった複雑な文化的問題との対立は避けられないと考えられる。

ワミ川のマンデラにおけるチャリンゼ飲料用水給水スキームは、ワミ流域における唯一の従来型の大規模表流水給水スキームであり、チャリンゼ町と近隣村落に給水を行っている。

ワミ流域に比べ、ルブ流域の表流水資源は開発が進んでおり、モロゴロ（ンゲレンゲレ川の最上流域に位置するミンドゥダムが給水源）やダル・エス・サラーム（ムランディジ地域のルブ川上流・下流給水スキームによる）都市圏の飲料水源として利用されている他、灌漑・農業、家畜飼育（牧畜民）や工業用水としても広く利用されている。関連して、計画中のキドゥンダダムはダル・エス・サラームへの飲料水供給のための表流水源の拡張を目的としたものである。ワミ流域と同じように、特にキサラウェ県やバガモヨ県で農業（農民）と家畜の飼育（牧畜民）の間で河川水利用の争いがある（IUCN 2010）。ルブ流域とワミ流域のおける表流水開発の程度の違いは、ワミ流域では上流域が半乾燥地で季節河川が多いのに比べて、ルブ流域ではほとんどの河川が恒常河川であることによるものと考えられる。

ンゲレンゲレ川の最上流域にあるモロゴロ都市圏の飲料水の給水源であるミンドゥダム建設は、ダム直下で恒常河川を季節河川へと変え、河川が不可逆となるような川辺の生態学的変化をもたらした。ンゲレンゲレ川はミンドゥダムの直下にあり乾期に流量が少なく（ミンドゥダムにより流れが途絶されるため)、これはモロゴロの工業地帯からの未処理の産業排水の流出による水質汚染にも影響している。この産業汚染は、直下流の灌漑や農業といったンゲレンゲレ川の有効利用に影響を与えるとともに、工業と農業利用のセクター間の対立の深刻な原因となる。工場排水処理用の安定化池はあるものの、安定化池を管理するべき責任（所有権）がはっきりしない状態のまま放置されており、ほとんど機能していない。

その他の極めて深刻な表流水汚染問題としては、ダル・エス・サラームの海岸沿いに位置するルブ流域の沿岸小流域に関するものがある。ムシムバジ川などのこれら海岸沿いの河川の多くは、それらの最下流域において、一見して分かるほどひどく汚染されている。これは未処理あるいは不十分な処理しかされていない産業排水の流入と、不十分な処理（実際のところトイレの廃棄物を除いて未処理である）しかされてない家庭・商業・その他雑多な汚水廃棄物によるものである。

2)　地下水

地下水は、ほとんどの河川が季節河川であり河川水は雨期（11 月から 5 月）に限定されるドドマ、ムプワプワ、コングワ県を含むワミ上流域の半乾燥地帯の大部分の地域において、飲料水を含む多様な水利用のためのもっとも確かな通年の水源である。これらの地域では局所的に地下水の天然由来の高塩分化が起きているところがあり、飲料水としての利用が制限されている。

(1)　重要な帯水層

ワミ流域・ルブ流域共に都市圏近くに水質の良い大規模の帯水層が存在する。それらの中には、ドドマ都市圏の飲料水源であるドドマのマクタポーラ帯水層（ワミ流域）や、ダル・エス・サラーム周辺の地下水帯水層で、ダル・エス・サラーム市の南に位置するキンビジ帯水層や北のムピジ帯水層（共にルブ流域）も含まれる。ただし、ムピジ帯水層の水質は度塩分濃度が高めであることがわかっており、給水に利用するためには表流水（ルブ川を水源とする給水用水など）と混合する必要がある（IUCN 2010）。これらの帯水層はダル・エス・サラームの将来の給水拡張の水源として期待されており、これらの帯水層を居住地域の拡大やその他考えられる汚染源から保護することが重要な課題である。

(2)　地下水汚染

浸透マス（汲み取り式便所）と浄化槽廃水からの地下汚水の浸透による浅部地下水の汚染は、ダル・エス・サラームとドドマの都市圏でもっとも深刻な問題である。実際に、ダル・エス・サラームのシンザ郡の浅部自由帯水層の地下水の水質は、1997 年にゴンドウェ他によって実施された調査によると浄化槽廃水の水質と非常に似通っていることが分かっている（IUCN 2010）。

その他の深刻な地下水汚染源としては、高度に都市化されたダル・エス・サラーム地域における、固形廃棄物処分場（現在のところタンザニアの他の主要都市には衛生埋立型処分場はない）からの浸出液の地下への浸透、地下燃料貯留タンクからの石油浸透（貯蔵所での石油製品の取り扱いの悪さや使用済みの潤滑油の不適切な廃棄によるもの、汚染油水の浸透も含む）、および産業排水の地下浸透によるものがある（Mato (2002), IUCN 2010）。プグ丘陵地にあるダル・エス・サラームの現在の固形廃棄物処分場の下には帯水層があるため、この固形廃棄物処分場からの浸出液の地下浸透によって少なくとも長期的には帯水層が汚染される可能性が高いと危惧される。

ダル・エス・サラームでの浅部地下水の汚染は、不法で無秩序なボーリングや井戸掘削によってさらに深刻化しており、浸透マスやその他の地下水への廃棄物浸透システムからの汚染物質を拡散させる結果となっている。また、無秩序な地下水の揚水は、ダル・エス・サラームの沿岸地域における海水の引き込みによる地下水の塩水化も引き起こしている。

15.3 流域の社会条件

1)　経済と人口

ワミ流域とルブ流域の社会経済条件については、前述の IUCN 2010 に詳しく述べられている。ワミ・ルブ流域（流域面積は約 67,000km2 でタンザニアの国土面積の約 7.7%）の 2002 年の人口の合計は約 5.4 百万人（このうち約 3 百万人はダル・エス・サラームの人口）でタンザニアの総人口の約 16%にあたる。全人口の約 80%が、ダル・エス・サラームに加え、モロゴロ、ドドマ、キバハといった小規模な都市圏を加えたいわゆる都市圏に集中している。このように、全国平均の都市圏人口は 20%に過ぎないのに比べ、ワミ・ルブ流域では都市圏への人口集中が顕著である。（IUCN 2010）

一世帯の平均構成人数は 5 人で家父長制である。平均識字率は約 65%であり、都市の男性で高く地方の女性ではより一層低くなっている。平均寿命は 48 歳である。流域の東部の海岸地方では圧倒的にイスラム教徒が多く、内陸部や西部の丘陵地帯ではイスラム教徒とキリスト教徒（他宗教含む）がおおむね同数である。（IUCN 2010）

主要都市圏を除き、世帯収入のおよそ 75%は農業によるもので、サトウキビ、サイザル麻および綿が主な換金作物である（IUCN 2010）。また、メイズ（トウモロコシ）、米、サツマイモ、豆、およびマンゴーなどの季節の果物やバナナやパパイヤなどの通年果物といった余剰食用作物を、地方の市場やダル・エス・サラームーモロゴロードドマ道路等の幹線道路沿いで販売している。その他の農村部の生計活動は、家畜の飼育、狩猟、養蜂や小規模漁業である。農村部の大部分の人々は、インフォーマル・セクターの自営業を営んでいる。なお、ダル・エス・サラーム、モロゴロおよびドドマといった主要都市圏や交易地でのインフォーマルな自営業には、商売、運送、小売、単純労働などの都市特有のものが含まれる。これに対して、フォーマル雇用とは政府・民間の機関あるいは政府・民間産業の従事者を指す。

ワミ・ルブ流域の平均年間世帯収入は分かっていないが、ほとんどの農村部でより一層低く約 75,000 シリングであるといわれている（IUCN 2010）。2006 年の一人当たり GDP は流域内で非常にばらつきが大きく、ドドマでは約 24 万シリングの低さ（全国でも最低レベル）であり、最も高いのはダル・エス・サラームの約 83 万シリングである（NBS 2006）。

ワミ・ルブ流域の内陸部と農村部では、前節で述べたとおり、農民と牧畜民（ほとんどが遊牧民である）との間の水利用争いがより深刻な社会的な問題である。

2)　インフラストラクチャー

主要都市圏間をつなぐ道路は、例えばダル・エス・サラームとモロゴロ・ドドマ間の道路のように、高品質のアスファルト道路（高速道路）となっている。地方道は一般的に砂利や泥道であり、雨期には通行不能になる場所も多い。電力はダル・エス・サラームのような都市圏であっても不足が深刻で停電が頻発しており、このため小規模な商店や食堂でさえディーゼル発電機を取り入れざるを得ない状況である。また遠隔地にある農村部では電気はほぼ未整備な状態にある。飲料水の給水サービスエリアは農村地域では約 50-80%、都市域では約 90-100%に及ぶ(IUCN 2010)ものの、農村地域での実際のサービス水準は低くしばしばポンプその他の資機材の故障の影響を受けている。

3)　産業

地域の全般的な社会経済状況に対して流域内産業の果たす役割は大きい。この点において、ルブ流域（ダル・エス・サラームが属するコースト流域を含む）はワミ流域に比べて産業発展が著しい。多くの工場がダル・エス・サラームのあるコースト流域に集中しており、その結果、これら工場からの廃水が不適切な処理のまま垂れ流されていることにより、ムジムバジ川やムピジ川といった海岸沿いの多くの河川がひどく汚染されている。この表流水の環境劣化は、未処理の生活用水その他の排水処理ともあいまって悪化の一途をたどっている。海岸沿いの河川は、下流での有効利用が全く期待できない下水溝のような状態である。

その他の特筆すべき産業開発としては、モロゴロのンゲレンゲレ川の直下流域の汚染を助長している産業が挙げられる。この産業汚染は、前節でも述べたとおり農業や灌漑などの下流での他の水利用との争いを引き起こしている。ムティブワ砂糖エステートはムティブワ地域の全経済を実質的に支えているワミ流域の重要な農工業であり、ワミ流域の唯一の大規模な産業開発である。ムティブワ砂糖エステートからの不十分な処理状態での工場廃水の放流とこれによる表流水の環境汚染は、直下流での灌漑や農業といったその他の水利用との争いを引き起こしている。産業汚染の管理は、ワミ･ルブ流域管理事務所の最も重要な管理課題として認識されている（IUCN 2010）。

4)　遺跡・文化財

ワミ・ルブ流域には、環境社会配慮上の制約となるような特筆すべき重要な遺跡・文化財はない。ザンジバル島には極めて重要な遺跡・文化財が集中しているものの、ザンジバル島は調査対象地域外である。

15.4 タンザニアの環境配慮の枠組みと環境影響評価制度

15.4.1　法律・政策上の枠組み

タンザニアには、持続的な環境・水保全および環境影響評価（EIA）に関して 3 つの重要な法律・政策上の枠組みがある。それらは、国家環境政策(1997)、国家水政策(2002)および環境管理法 20 号(2004)と関連する環境規則と環境影響評価・環境監査規則(2005)（当該規則は 2 つの別個の規則として公布された）である。

環境管理法とそれに続く規則は、2008 年の水灌漑省（現在の水省）による水セクター開発プログラム（WSDP）実施マニュアルの策定につながった。このマニュアルの中で、上述の環境法令を補完し水セクターの開発計画・開発プロジェクトの環境社会方針枠組みを詳細に説明しているのが、環境社会管理枠組み（ESMF、2008 年 5 月付け第 5 巻）と移転方針枠組み（RPF、2008 年 5 月付け第 6 巻）である。これらの文書は、水セクター開発プロジェクトのための移転行動計画（RAP）を含む環境影響評価（EIA）の実施のための詳細なガイドラインと見なせる。その他の環境関連法令を***表 15.1*** に示す。

表 15.1　その他の環境関連法令・規則

	法律および関係法令	制定年
1.	野生動物保護法 [Wildlife Conservation Act]	1974 年施行、1978 年改定
2.	森林法 [The Forest Act]	2002 年施行
3.	保護地域・地区法 [Protected Places and Areas Act]	1969 年施行
4.	水資源管理法 11 号 [Water Resources Management Act No 11]	2009 年施行
5.	地方自治体法 [Local Government Act]	1982 年施行
6.	土地利用計画法 [Land Use Planning Commission Act]	1984 年施行
7.	土地接収法 [Land Acquisitions Act]	1967 年施行
8.	墓地（撤去）法 [Graves (Removal) Act]	1969 年施行
9.	土地法、村落土地法 [Land Act, Village Land Act]	1999 年施行
10.	漁業法 [Fisheries Act]	1970 年施行
11.	漁業法および条例 [Fisheries Act and Regulation]	1973 年施行

1)　国家環境政策(1997)

国家環境政策（NEP）は、国家環境行動計画（National Environmental Action Plan (1994)）と持続的開発提言のための国家環境保全戦略（National Conservation Strategy for Proposal Sustainable Development (1995)）を包括的にまとめた政策で、以下の目標を具現化することを目的として発効された。

1. 環境の劣化が無く国民の健康と生活が脅かされること無しに現在と次世代の国民の基本的ニーズを満たすための資源の持続性、安全性、公平な利用の確保
2. 生命維持に係る国土・水・植生・大気の劣化の管理・抑制
3. タンザニアの特殊な生態系や生物多様性などの全国の自然と人為的遺産の保持と発展
4. タンザニア国民がよりよい生活環境で暮らせるような環境・社会条件の改善
5. 国民の環境と開発の関係についての関心と理解を促進するとともに、個人と地域共同体の環境活動への参加を促進
6. 国際的、地域的、2 国間の環境問題への積極的対応と国際機関等への支援促進

2)　国家水政策(2002)

国家水政策（2002）は、水資源管理のあり方について、これまでの州毎の水資源開発に重きを置いたアプローチから、関係者の参加、セクター間調整、学際的視点に立った流域管理への転換を示したもので、水資源分野の重点政策が述べられている。詳しい内容については、メイン・レポート***第 2 章***に示した。

3)　環境管理法 20 号(2004)と環境規則　(2005)[3]

タンザニア（タンザニア本土）の環境管理法 20 号(2004)の制定によって、環境影響評価（EIA）や環境監査を実施するのに適格である環境専門家・企業の認定や環境影響評価報告書の評価や

環境影響評価報告書の承認といった環境関連事項の担当大臣への提言を行う機関として、国家環境管理局(NEMC)が設立された。また、法案や規定、政策、戦略的プログラム、計画に対する戦略的環境アセスメントの実施が定められた。そして、この環境管理法 20 号に基づき、環境影響評価の実施と環境監査に係る 2 つの規則が 2005 年に公布された。以下にこの規則を詳述する。

(1)　環境規則（環境専門家登録規則）(2005)

本規則は環境専門家助言委員会の設立を含む環境専門家の登録に関するものであり、環境影響評価実施の総合的な管理および登録されたプロの環境専門家と企業を活用するための体系的方法面からの環境監査について規定している。

よって、本規則は全般的な環境規則と見なされている。本規則は 4 つの重要パートを含む 7 パートからなる。4 つのパートとは、環境専門家助言委員会の設立に係るパート III、環境専門家認定証（環境専門家認定過程）に係るパート IV、環境専門家の登録に係るパート V、環境専門家の実務と規律の基準に係るパート VI である。

また、パート II「目的」では、本環境規則の目的が以下の通り定義されている。

- 環境専門家の登録システムの設立
- 環境影響調査と環境監査を実施する上での能力、知識、専門的品行、一貫性、品位、倫理を養成するためのシステムの提供
- 環境影響評価や環境監査を独立して、専門的に、客観的に、公平に実施できる体制の確保
- 環境専門家の品行、規律、規制の基準の提供

(2)　環境影響評価・環境監査規則(2005)

本規則は環境影響評価と環境監査の実施のために必要な手引きを定めた包括的な技術規則であり、全部で 12 のパート（パート I からパート XII）と付属の 4 つの表からなる。

12 のパートと 4 つの表のタイトルは以下の通りである。

パート I (序条項), パート II (禁止事項全般), パート III (プロジェクトの登録と審査), パート IV (環境影響評価), パート V (環境影響報告書), パート VI (環境影響報告書の再検討過程), パート VII (大臣決定), パート VIII (環境影響報告書と情報の公開), パート IX (有効期間), パート X (環境監査), パート XI (監視) , パート XII (一般条項).

4 つの表のタイトルは、第一表（環境影響評価が必要・不必要なプロジェクトのタイプ）、第二表（プロジェクトの審査基準）、第三表（環境影響評価書式）、第四表（環境影響評価実施手続き）

本規則の 12 のパートうち、パート II の禁止事項全般では、いかなる開発者であっても本規則に従ったプロジェクトの環境影響評価を行いその承認と認定証を得ることなしに負の環境影響が起こりうるプロジェクトを実施することは違法であると規定している。パート III のプロジェクトの登録と審査では、プロジェクトの登録と、当該プロジェクトが環境影響評価を実施する必要があるかどうかを決定するために国家環境管理局（NEMC）がプロジェクトの内容の評価を実施できるよう、プロジェクト概要説明書とプロジェクト審査表の作成が必要であることを定めている。

この点に関し、それほど深刻でない負の環境社会影響しかないプロジェクトを特定するための審査基準は、本規則の第二表であるプロジェクト審査基準に取りまとめられている。この基準は世界銀行や JICA といった国際機関や二国間援助機関の審査基準と合致しており、プロジェクトが国立公園や湿地など生態学的に重要な地域あるいは肥沃な農地や歴史的・考古学的に重要な地域などに位置しているあるいはそれらの地域に影響を与えうるかどうか、プロジェクトが著しい環境汚染を引き起こすかどうか、プロジェクトが大勢の人々やその他の移動や移転を引き起こすかどうか、に十分な配慮を払ったものとなっている。

さらに、第一表（環境影響評価が必要・不必要なプロジェクトのタイプ）では、22 のプロジェクトセクター（例えば、農業、森林、エネルギー、廃棄物処理、給水、その他）にグループ分けして、基本的にプロジェクトの種類、性質、規模に基づき、環境影響評価が必須であるプロジェクトを定義している。そのようなプロジェクトはタイプ A に分類されるが、これは JICA ガイドライン(2004)やその他の例えば世界銀行の環境ガイドラインでの環境影響評価が必須であるとするカテゴリ A プロジェクトと類似しているといえる。また、第一表では、環境への影響がそれほど深刻でなく管理可能であるとみなされる可能性の高いタイプ B プロジェクトも一覧化されている。タイプ B プロジェクトでは、追加の環境影響評価や予備的な環境影響評価や本格的な環境影響評価が必要でないかどうかを評価・決定するために、国家環境管理局に提出するプロジェクト概要説明書を用いた初期登録と審査が必要とされる。環境影響評価を必要としないタイプ C プロジェクトについての一覧は無いが、タイプ A やタイプ B に該当しないプロジェクトは、国家環境管理局の管理要件を必要とするけれども極めて小規模のプロジェクトであり、環境影響評価を免除されるタイプ C に分類されると考えられる。

本ワミ・ルブ流域水資源開発・管理プロジェクトに直接に関係する水セクタープロジェクトについては、プロジェクトセクターNo.1（農業）、No.4（漁業）、No.7（エネルギー）および No.21（給水）下にある以下のプロジェクトが環境影響評価が必須であるタイプ A プロジェクトに分類されることとなる。

プロジェクトセクター No.1 農業
- *水資源開発プロジェクト（ダム、給水、洪水対策、灌漑、排水）*

プロジェクトセクター No.4 漁業
- *中・大規模漁業*

プロジェクトセクター No.7 エネルギー
- *水力発電*

プロジェクトセクター No.21 給水
- *流路の運河化*
- *流れ（河川）の分流・引水*
- *送水*
- *大口給水用の地下水・表流水の取水・利用*
- *浄水場*

(出典: 環境影響評価・環境監査規則 2005 の第一表)

同様に、タイプ B に分類される水セクタープロジェクトは、養魚、小動物畜産、都市における家畜業・農業である。

本規則のパート IV（環境影響評価）は、国家環境管理局によって認定された環境専門家による専門的で適切な方法での環境影響評価調査の実施過程を規定している。規定された環境影響評価過程では、規則 13 の下で環境影響評価調査を開始する前提条件として、スコーピング、仕様書の策定、および国家環境管理局による仕様書の承認が必要であることを正式に規定している。さらに、規則 17 では環境影響評価実施中の住民参加（住民協議）を必須としている。これに関し、規則の第四表には、環境影響評価調査を実施するための全般的な手引きと、9 段階の手順が的確に示されている。この 9 段階とは、段階 1：プロジェクトの登録と審査、段階 2：スコーピング、段階 3：ベースライン調査、段階 4：影響評価、段階 5：影響軽減・強化対策、段階 6：環境影響報告書の準備、段階 7：環境影響報告書の再検討、段階 8：環境監視と監査、段階 9：廃止、である。

パート V（環境影響報告書）は、規則 18 の下でプロジェクトの代替案の検討を含む環境影響評価実施中に行わなければならない調査を明記している。環境影響報告書（環境影響評価

報告書）の典型的な内容　（スワヒリ語と英語の両方で書かれた非技術的要旨が必要）も示されている。

パート VI（環境影響報告書の再検討過程）では、オプションの 1 つとして公聴会を含みうる等、国家環境管理局による環境影響評価報告書の再検討過程が規定されている。規則 30 では、国家環境管理局の権限は、環境担当大臣による承認のために環境影響報告書（環境影響評価報告書）を提言することに限られることが定められている。パート VII（大臣決定）では、大臣による環境影響評価認定証（環境認可認定証）の発行を含む環境影響評価報告書の承認過程が記載されている。規則 31 によれば、国家環境管理局による提言を受領した後、大臣は 30 日以内に環境影響評価報告書の承認決定を公表しなければならない。

パート IX（有効期間）によると、環境影響評価認定証の有効期間は 3 年であり、提案プロジェクトの活動は 3 年以内に開始されなくてはならない。もし 3 年以上の遅れがあった場合には、プロジェクトの提案者による国家環境管理局へのプロジェクトの再登録が必要となる。また、環境影響評価報告書は公有財産として一般市民が自由に情報を入手可能であること（ただし、国の安全保障や特許等に関係する場合を除く）が、パート VIII（環境影響報告と情報の公開）で保証されている。

実施プロジェクトの環境管理と監視面、およびプロジェクト履行中の環境影響評価報告書に明記された管理・監視対策の実施については、パート X（環境監査）とパート XI（監視）に規定されている。

4)　水灌漑省のガイドライン

環境社会管理枠組み(ESMF 2008)と移転方針枠組み(RPF 2008)は、それぞれ水灌漑省の管轄下にある水セクター開発プログラム(WSDP)のための詳細な環境影響評価と移転行動計画のガイドラインである。水灌漑省（現在の水省）が 2008 年 5 月に公布したこの環境影響評価と移転行動計画の2つのガイドラインは、上記項目 3)で述べた環境管理法 (2004)と 2 つの関連規則(2005)を補完している。

(1)　環境社会管理枠組み (ESMF 2008)[4]

水灌漑省（現在の水省）の環境社会管理枠組みは、7 つの章と 8 つの付録（付録 A から付録 H）と要旨からなる。特に、第 2 章は環境社会管理枠組み策定に関する関連法令・規則と法的枠組みを取り扱っており、上述の国家環境政策(1997)や環境管理法 20 号(2004)にも触れている。また、水セクター開発プログラムに関連する最も重要な 3 つの保障措置方針が、環境影響評価（EIA）、強制移転（強制移転については、以下の項目(2)で扱う移転方針枠組みが個別に策定された）と国際航路プロジェクトであることが確認・言及されている。

環境社会影響に関する第 3 章では、水セクター開発プログラムのプロジェクトにおいて環境社会影響をもたらす代表的な原因が述べられている。付録 A では、予備手引きとして、現場整理、建設工事、施設運用といった典型的なプロジェクト活動に対する一般的な環境社会管理のチェックリストと監視計画が、マトリックス形式で示されている。プロジェクトの環境社会審査に関する第 4 章では、プロジェクト審査をプロジェクトを分類する手段と見なし、世銀の運用方針（OP 4.01）のように A、B、C の 3 つの環境分類を定めており、これは JICA の環境ガイドライン(2004)と同じものとなっている。

カテゴリ A：　付加逆で長期の影響がある複雑で非常に重大な負の環境社会影響を引き起こしかねないプロジェクトであり、環境影響評価と移転行動計画の実施が不可欠であるもの。

カテゴリ B：　重大な負の環境社会影響を引き起こしかねないがカテゴリ A よりは深刻ではないプロジェクトであり、環境影響評価が（移転行動計画も）必要であるもの。

カテゴリ C：　重大な環境社会影響を引き起こす可能性は低いプロジェクトであり、環境影響評価と移転行動計画は免除しうるもの。

第 4 章では、更に水セクター開発プログラムのほとんどのプロジェクトはカテゴリ B か C

であると記載されている。また、プロジェクト概要説明書に付記される審査書式の定型には、重大な環境要素として気候、土地資源、水資源、生物学的資源（絶滅危惧種や固有種などの動植物や、保護地域、国立公園、森林保護区などの繊細な生育環境）が組み入れられており、これは付録 B に示されている。付録 B では、審査の結果、プロジェクトが環境的に繊細な地域の中には無いあるいは繊細な地域に影響を与えない、住民移転がない、特定された影響が軽微あるいはごくわずかである、影響軽減策が十分に理解されているあるいは十分に実践されている、利害関係者が必要とされる自然資源の保護や管理について十分な実績を持っている、ということが明らかになった場合には、水セクター開発プログラムのプロジェクトについては環境影響評価や住民移転計画の必要の無いカテゴリ C に分類しうるとしている。

第 4 章ではさらに、プロジェクト審査とその後のカテゴリ A や B プロジェクトに対する環境影響評価を実施するに当たって、水セクター開発プログラムのプロジェクトに関する世界銀行の関連保障措置方針を遵守することが重要であると謳っている。世界銀行の関連保障措置の要約（環境影響評価に関する OP 4.01、森林に関する OP 4.36、文化遺産や先住民に関する OP 4.11、強制移転に関する OP 4.12、ダムの安全性に関する OP 4.37、他）は本枠組みの付録 D に示されている。環境影響評価の実施（カテゴリ A／B プロジェクトを対象）に関する手引き全般は付録 E に、環境影響評価（水セクター開発プログラム用）の特記仕様書の定型は付録 F に、それぞれ記載されている。

環境影響評価の手引きに関する付録 E では、環境影響評価調査を実施する上での、プロジェクトを実施しない選択肢を含むプロジェクトの代替案分析、軽減策を含む影響の大きさの評価、あるいは住民協議の重要性を強調している。環境影響評価の特記仕様書（付録 F）には、プロジェクトの説明、基本的な環境（生物物理学的・社会経済的な状況と課題）、法令・規則面の考察、影響分析・評価（正と負、直接と非直接、短期と長期、可逆と付加逆の影響）、プロジェクトの代替案分析（プロジェクトの非実施を含む）、負の影響を軽減するための環境管理計画、環境監視計画、および重要な利害関係者を含む住民参加（住民協議）制度、といった環境影響評価で必要とされる業務の範囲が記されている。

環境監視に関する第 5 章では、監視の必要性と、建設、運用、維持、閉鎖といったプロジェクトの重要な各段階で適切に特有の環境監視を正しく実施することが強調されている。国家環境管理局は、水セクター開発プログラム全体の監督役の監査を行っている水灌漑省（水省）と共に、水灌漑省の補助を得て強制監視を担う。また、日々の監査業務は、県、郡、村レベルそれぞれの環境管理官と環境管理局の責任の下で適宜行われる。

環境社会管理のための能力強化に関する第 6 章では、県、郡、村レベルといったそれぞれの地方レベルでの能力強化の必要性を説いている。また、本枠組みを実施するために（特に環境審査過程の実施について）、流域管理事務所や地方水衛生チームを十分に訓練する必要があることが指摘されている。最後に、結論と提言に関する第 7 章では、本枠組みを成功裏に実現できるかどうかは、地域社会の関与と参加に非常に大きく左右されることが指摘されている。

環境社会管理枠組みの実施フローを***図 15.1*** に示す。

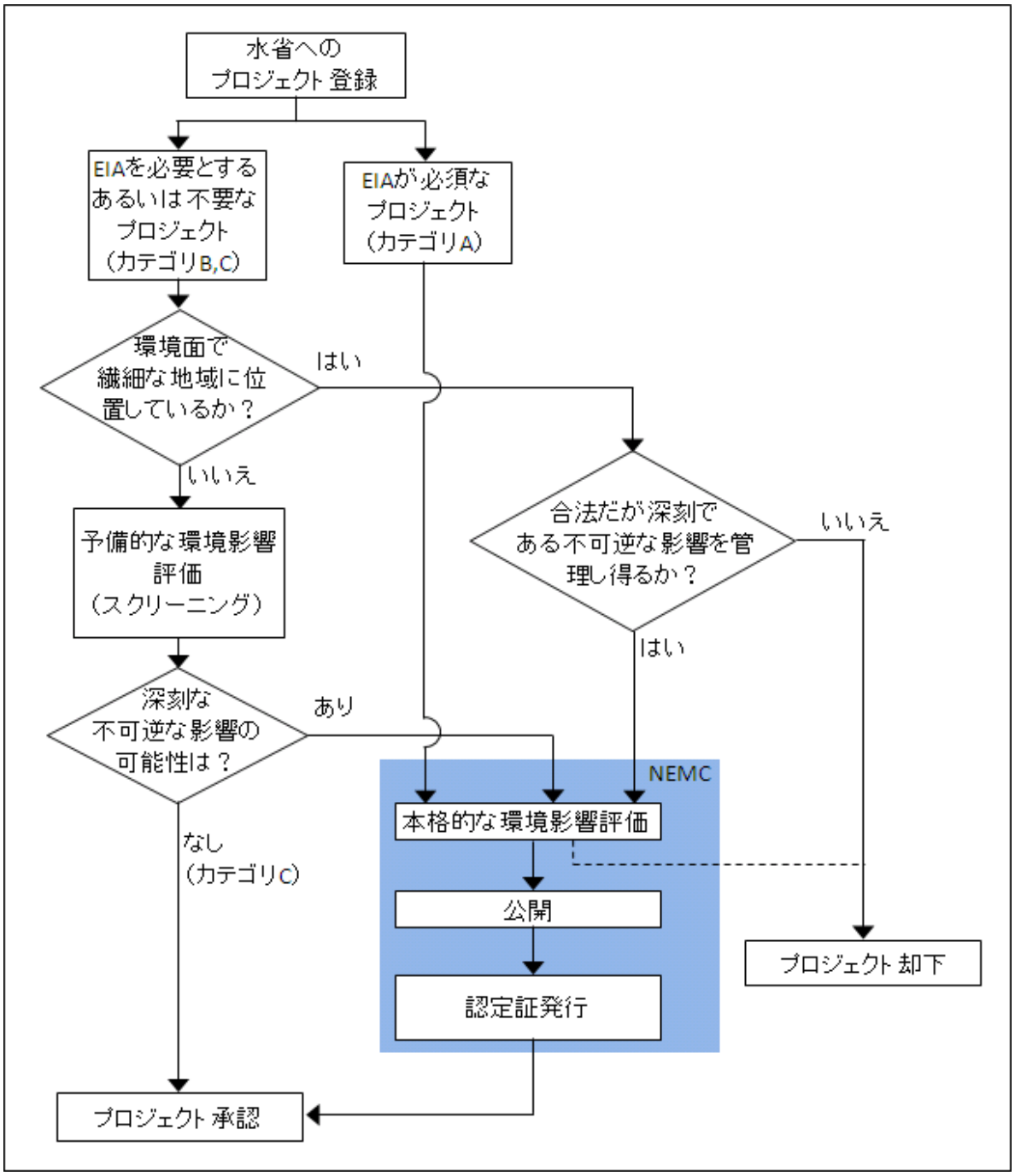


図 15.1　環境社会管理枠組みの実施フロー

(2)　移転方針枠組み (RPF 2008)[5]

水灌漑省の移転方針枠組みは、10 の章と 4 つの付録（第 4 章の付録 4.1 から 4.4）と要旨からなる。特に第 2 章では、タンザニアの土地収用、（強制）移転と保障に関する関連政策と法令が述べられており、強制移転に関するタ ンザニの土地法と世界銀行の OP4.12 との比較も示されている。これによると、OP4.1 では貧民街の居住者などの土地の所有権を持たない人々に対してもある種の保障を定めているのに対して、タンザニアの保障政策ではこれらの人々について何ら言及していない。移転方針枠組みでは、世界銀行の OP4.12 の導入を推奨しており、水セクター開発プログラムのプロジェクトで強制移転が必要となった場合には、法的には土地の権利を持たない人々についても何らかの保障を行うことを保証している。

移転方針と保障に関する第 3 章では、基本方針として、プロジェクト計画中にあらゆる可能

な代替案を検討して強制移転を避けるあるいは最小限化するために最大限の努力を払うことを定めている。また、強制移転を必要とするプロジェクトについては、移転行動計画の策定が必須であるとしている。さらに、貧困ライン以下であったり、土地を持たなかったり、高齢者であるといった脆弱な人々のニーズに対して特に注意を払うべきであると強調している。プロジェクトで影響を受ける人々（プロジェクト影響者、PAPs）との有意の協議と、最悪の事態においても移転住民の生活の質を少なくとも移転前と同じレベルに保つことは、方針中における二つの重要な要求事項である。よって、移転方針枠組みにおける移転方針は、JICA ガイドライン（2004）や世界銀行を含むあらゆる援助機関のそれと完全に合致していると評価できる。

第 4 章は、水セクター開発プログラムのプロジェクトにおける、移転と保障計画の準備と承認過程を示している。効果的な移転を促進するための手引きとして、プロジェクト用地と移転用地の審査過程が規定されている。プロジェクト用地の審査基準はプロジェクト全体に係ることであり、よって前述した環境社会管理枠組みに従うものである。移転用地の選定に関する審査基準は付録 4.2 に記載されており、例えば、環境的に（生態学的に）繊細な地域を避けること、給水、電気や道路といった公共施設のある地域から選択すること、といった内容となっている。

この第 4 章では、主として移転住民数を基にして、移転行動計画策定を簡略移転行動計画（ARAP）と移転行動計画（RAP）の二つのグループに区分している。移転住民数が 200 人以下である場合には、原則として簡略移転行動計画が適用される。簡略移転行動計画（ARAP）で必要とされる内容は付録 4.1 に示されており、移転行動計画（RAP）の内容と特記仕様書はそれぞれ付録 4.3 と 4.4 に示されている。簡略移転行動計画として規定された内容（付録 4.1）は、プロジェクト影響者の全数調査と資産評価、提供される保障と移転に係るその他の補助の詳細、受容可能な代替案についてのプロジェクト影響者との協議、実施責任機関と不平救済手順、監査の準備と実施、予定表と予算、である。

土地収用と影響予想分類に関する第 5 章では、ダムプロジェクトでは大規模移転が生じ十分な補償と移転用地が必要となるが、多くのパイプラインプロジェクトでは移転は少ないかほぼ回避しうるといった、水セクター開発プログラムのプロジェクトでの土地収用において起こりうる要求事項が記載されている。個別の分類項目の 1 つとして、脆弱な世帯を伴うプロジェクト影響者という分類も示されている。第 6 章では、評価の基礎として、影響資産を市場価値で評価する手法が示されている。

第 7 章は、補償費は全額関連地方自治体を通じて配布されるという組織手続きについて述べている。土地収用と移転実施過程に関する第 8 章では、移転行動計画実施のための行政的過程が記載されており、移転行動計画の最終承認と実施共に地方自治体が最上位の責任組織であると規定されている。また、不平救済と移転補償資金調達の仕組みについても言及されている。

協議の仕組みを説明した第 9 章では、タンザニアの一般的な社会経済的・文化的状況を踏まえると、プロジェクト影響者との協議は必須と考えられることが強調されている。さらに、プロジェクトの計画段階早期からの住民協議が推奨されている。最後に、第 10 章では、移転行動計画実施を監査するための準備について記載されている。本章では、実施された移転行動計画の成功度を評価するのに適した監査指標も明示されている。

15.4.2　JICA ガイドラインとの整合性

基本となる環境管理法 20 号(2004)と関連 2 規則(2005)から始まり水セクター開発プログラムのプロジェクトの環境影響評価や移転行動計画の詳細な手引きである水灌漑省（現水省）の環境社会管理枠組みや移転方針枠組み(2008)に続く一連の関連法令・政策書類で規定されている、上述したタンザニアの環境社会配慮過程（環境影響評価過程）は、JICA ガイドライン（2004）だけでなく世界銀行のような他の援助組織のガイドラインとも完全に整合性が取れていると考えられる。

これは、前節において説明したそれぞれの内容からも明らかである。タンザニアの環境社会配慮と環境影響評価過程と JICA ガイドライン(2004)との整合性を正当付ける主要な要素は以下の 3 項目に集約できる。

1. タンザニアの環境影響評価過程は、プロジェクトをカテゴリ A（環境影響評価が必須）、カテゴリ B（環境影響評価が必要）、カテゴリ C（環境影響評価は不必要）に分類するための基礎として、プロジェクト概要説明書と審査及びスコーピングを組み入れたものとなっている。これは、JICA のガイドライン(2004)や世界銀行やその他の援助組織のガイドラインと合致している。さらに、プロジェクトの種類、性質、規模次第で環境影響評価が必須となるプロジェクトがある（環境影響評価・環境監査規則(2005)）ということは、JICA や他機関のガイドラインと概念的にも一致している。
2. タンザニアの環境影響評価調査の実施には、ゼロオプション（プロジェクトを実施しない）を含むプロジェクトの代替案の検討や住民協議が組み込まれており、JICA ガイドラインと一致している。また、環境社会面での世界銀行の当該補償措置方針（運営方針や OP として知られる）は、水セクター開発プログラムのプロジェクトのために水灌漑省（現在の水省）によって策定された環境社会管理枠組みや移転方針枠組み(2008)において十分に考慮されている。
3. 環境影響評価調査の公開と公有財産として一般市民が情報を入手する権利を有することが環境影響評価・環境監査規則(2005)で保証されている（国の安全保障や特許等の機密事項を除く、ただし水セクター開発プログラム関連プロジェクトではこれに該当するケースは考えづらい）ことも、JICA ガイドラインと一致している。この環境影響評価報告書の開放性により適切で公平な環境影響評価の実施が奨励されることとなる。

15.5 給水分野の優先プロジェクトの F/S における初期環境調査（IEE）

15.5.1 優先プロジェクト概要

2025 年を目標年とした給水分野の優先プロジェクトは、給水率が 50%以下とワミ・ルブ流域の中で最も低い給水率である、モロゴロ州の地方給水開発に焦点を当てて実施される。プロジェクトを効果的に実施促進していくためには、地下水を水源とした地方給水プロジェクトが特に実現可能性が高いものであると考えられる。これは、地下水を用いた給水システムは複雑ではなく、表流水を水源とする場合に必要な比較的大規模な取水施設や浄水施設を整備しなくても給水が可能であるためである。一般的に、深層地下水は飲料用水として安全であると考えられ、深井戸起源の地下水は特別な水処理を行わなくても給水に利用できることが多い。

地方給水開発プロジェクトの対象として、モロゴロ州の全 4 県（ムボメロ、モロゴロ・アーバン、モロゴロ・ルーラルおよびキロサ）にまたがる合計 24 のサイト（26 村落）が選定された。各県の対象村落を以下に示す。

- ムボメロ：5 サイト（Magunga, Diburuma, Kisala, Lungo, Lukenge）
- モロゴロ・アーバン：2 サイト（Mawasiliano/Nguruya Ndage/CCT Forest, Kilongo）
- モロゴロ・ルーラル:9 サイト（Tambuu, Uponda, Usungura, Kiwege, Kwaba Tununguo, Vigolegole, Kongwa, Mvuha）
- キロサ：8 サイト（Chabima, Mkata Station, Kilangali, Kiduhi, Makwambe, Kibasigwa, Mzaganza, Kikundi）

目標年である 2025 年の上記対象サイトにおける目標給水人口は、キロサ県の Kibasigwa 村で最も少なく 655 人で、最大がモロゴロ・ルーラルの Kongwa 村の 4,850 人である。

対象サイトの給水サービスレベルは、レベル 1（14 サイト：Magunga, Diburuma, Kisala, Uponda, Kiwege, Kwaba, Tununguo, Vigolegole, Chabima, Mkata Station, Kakwambe, Kibasigwa, Mzaganza, Kikundi における深井戸を水源とするハンドポンプによる給水）、レベル 2（7 サイト：Lungo,

Lukenge, Kilongo, Tambuu, Kongwa, Mvuha, Kiduhi における深井戸を水源とする管路配水と公共水栓による給水)、そしてレベル 1 と 2 の組み合わせ(3 サイト:Mawasiliano/Nguruya Ndage/CCT Forest, Usungura, Kilangali)) の 3 形態からなる。

今回対象とする地方給水事業の全てが典型的な小規模地方給水事業である。特に、上述の 14 サイトで計画されているハンドポンプによるレベル 1 事業は、主要施設が井戸のみであり、小規模なものであるといえる。

レベル 2 給水の一般的な施設は、井戸に加えて、動力ポンプ、ポンプと配水池（地表面から一定の高さを持って設置するものと地表面に設置するものがあり、地形的に給水地域より高い場所で可能なところがあれば地表面設置式が用いられる）を結ぶ送水管路、配水タンクから公共水栓まで重力配水するための配水管路である。各管路の敷設長は限定されており、特に村落内の配水管路の敷設長は短く、また、管路の多くは既存の道路や歩道沿いへの敷設が予定されている。サイト内の配水管路の合計長を見ると、最も長いもので 1 サイト（モロゴロ・アーバンの Kilongo）の計画施設における 27km となっており、最も短いのはムボメロ県の Lungo の 3km である。

また、レベル 2 およびレベル 1 と 2 の組み合わせによる給水事業を計画している全てのサイトにおいて、井戸および配水タンクは現在居住住民のいない既存の空閑地に設置されるが、その空閑地については国の所有物であり無償での土地収用が進められることとなる[1]。仮にレベル 2 およびレベル 1 と 2 の組み合わせによる事業の候補地における基本設計や詳細設計の段階で将来的に井戸や配水タンクといった給水施設の設置場所が変わったとしても、これら給水施設を住民移転を必要としない別の空閑地へ設置することは十分に可能であると考えられる。本調査における給水開発プロジェクトの対象である 24 サイトの全てにおいて、給水施設建設のための十分な広さを有する空閑地があること、および、土地収用の手続きを通してそれらの土地を利用することが可能であることが確認されているといえる。

なお、各サイトにおける現地調査には、ワミ・ルブ流域管理事務所および県の職員も同行し、村落の村長等の有識者に対してプロジェクトの内容を説明すると共に、地域住民立会いの下、施設建設候補地や水源候補地等の選定を行った。また、水資源管理において住民に求められる取組みについても、ワミ・ルブ流域管理事務所の取り組み内容と共に対象サイトの住民に対して説明を行った。これらの活動を通して、ステークホルダーの一員である地域住民の優先プロジェクトに対する理解を深めることができた。

また、水資源管理法では、利水者協議会の活動を通して水資源管理を行うことが定められており、優先プロジェクト・サイトにおいてもその設立が進められている。したがって、優先プロジェクト・サイトにおいても水資源管理を行うために必要な体制は構築されると考えられる。

24 サイトでの給水事業の詳細を、メイン・レポートの第 11 章（***表 11.63*** を参照）に、給水施設の配置図及び施設構造図を第 12 章の***図 12.6～12.34*** にそれぞれ示す。

15.5.2　優先プロジェクトの初期環境調査（IEE）

1)　環境・社会スクリーニング

優先対象プロジェクトの初期環境調査は、***15.4 節***に示した環境社会管理枠組み（2008 年）として水省によって策定された環境・社会スクリーニングフォーム（IEE フォーム）を主に用いて実施された。このスクリーニングフォームは、環境社会管理枠組みのスクリーニングフォーム

[1]今後、空閑地に人が住む等土地の利用が生じた場合には、代替地を検討する、もしくは住民移転政策要綱（Resettlement Policy Framework: RPF）に規定されている土地取得、住民移転、保障措置等のガイドラインに従って必要な手続きが取られることになる。なお、RPF 実施における責任機関は給水施設の建設が計画されている県議会/事務所であり、水省、地方自治省、保健省が補佐することとなる。

の結果に基づきスクリーニングプロセスを完了する際に使用される JICA のより包括的な IEE チェックリストに概念的に近いものとなっている。

モロゴロ州の 4 県（ムボメロ、モロゴロ・アーバン、モロゴロ・ルーラル、キロサ）の環境担当官への技術支援は、水省の環境社会管理枠組みの環境スクリーニングフォームへの必要事項の記入方法に関する講習会を、ワミ・ルブ流域管理事務所の環境担当カウンターパートの参加のもとで、プロジェクトチームが開催する形で実施された。講習会では、JICA の環境チェックリストを用いた初期環境調査の概念や環境スクリーニングプロセスの説明も行われた。

講習会では、優先プロジェクトの実施によって生じ得る重大な環境・社会的要素を優先プロジェクトの計画と適切に関係づけられるよう、全ての地方給水プロジェクト事業の詳細や技術的内容についても説明・協議を行い、ステークホルダーの一員である県環境担当官の優先プロジェクトについての理解を深めた。最後に、プロジェクトチームより、4 名の環境担当官に対して、各々の担当県の中の各プロジェクトサイトにおける環境社会管理枠組み用スクリーニングフォームについて、プロジェクチームの現地調査に同行した技術職員（対象村落の現状を熟知）と相談しながら、また、必要に応じて独自に対象サイトに対する現地調査を行いつつ、暫定的ではあっても（今回はプロジェクトの第一段階としての F/S 調査であり、今後の基本設計・詳細設計段階でプロジェクトの内容が変わる可能性があるため）すべての項目について記入するよう要請した。

4 県の環境担当官から受領した記入済みの環境社会管理枠組み用スクリーニングフォームは、欠落がないか受諾できるものかの確認のため、ワミ・ルブ流域事務所の環境担当のカウンターパートとプロジェクトチームの双方で照査・検証を行った。環境担当官から受領した、優先プロジェクトの環境社会管理枠組み用スクリーニングフォームを***データブック I*** に示す。また、スクリーニングフォームの結果を考慮して作成した JICA フォームの初期環境調査チェックリストを***表 15.2*** に示す。

表 15.2　優先対象プロジェクトの初期環境調査（IEE）チェックリスト

	S/N	影響項目	建設中	供用中	備考（根拠）
社会環境	1.	住民移転	D	D	井戸と配水タンク（高架タンクと地表設置型タンク共に）は空閑地に設置される計画であり、本小規模地方給水事業による非自発的住民移転は発生しない。また、管路は公共用地である既存の道路／歩道に大部分が敷設され、残りは空閑地に敷設される（配水タンクへの導水管など）。ただし、特に配水管の敷設時に一部の農地に対し一時的な用地取得が必要となる可能性があるが、これについては水省の移転方針枠組み（2008年）ガイドラインに従って、工事中の一時利用期間に見合って支払われる補償金についての適切な協議が行われることになる。
	2.	地域経済	B+	B+	水利用グループによる給水施設の維持管理費・水利用費の徴収業務等、ある程度の雇用機会の創出が期待できる。また、工事によっても現地労働者の短期間の雇用機会の創出が期待できる（少なくとも小規模給水施設の建設工事の主体となる未熟練工の雇用機会が期待できる）。これらは地域経済に大いに貢献するものである。水売りへの影響が考えられるが、彼らが水売り業を行える給水サービスのない村は数多く残っており影響は小さい。
	3.	土地利用及び資源利用	D	B+	小規模給水によって土地利用及び地域の資源利用に重大な負の影響が引き起こされることは無いと考えられる。全般的には、土地利用への影響は、給水地域における土地の価値の増加など、有益な影響となると考えられる。

	S/N	影響項目	建設中	供用中	備考（根拠）
	4.	地域の社会組織	D	B+	地域の社会組織への重大な負の影響はないと考えられる。給水施設の維持管理のため、コミュニティ組織の構築が計画されている。これは、地域の社会組織の意思決定制度や能力の強化、地域レベルの給水施設の持続的管理の強化に大いに貢献するものである。
	5.	既存のインフラ及びサービス	D	D	本小規模給水施設は空閑地や公共道路／歩道を利用しかつ短期間で建設されるため、プロジェクトの実施によって既存のインフラおよびサービスへの重大な負の影響が引き起こされることはないと考えられる。
	6.	貧困層及び少数民族、婦女子等	D	A+	大いに期待される有益な効果として、多くの村落で女性・子供が従事している水汲み労働にかかる時間と労力を軽減できることが挙げられる。軽減した時間は子供の学習時間の増加など他の有益な生産活動にあてることができる。 また、料金徴収に伴うコスト面での貧困層への影響は、他の村落でも取り入れている定量の水の無償提供を導入することで抑えることが可能である。
	7.	利益・不利益の分配	D	D	公共水栓という公共地域内の生活用水供給であり、重大な不利益の分配が生じることは考えられない。
	8.	歴史遺産／文化財	D	D	給水施設は小規模で、地方の居住地域に限定されており、かつ歴史遺産や文化財へのいかなる影響も避けるよう柔軟に施設位置を調整することが可能である。
	9.	関係者による係争	D	D	施設は村落の水利用グループで管理されることとなる。このようなグループを設立することにより、タンザニアにおける稼働中の同様の地方給水事業で実証されているように、共同体としてのオーナーシップを促進し、地域内の深刻な利害の衝突を軽減することができる。
	10.	水の利用、水利権、地元住民の利用権等	D	B+	村落の水利用グループによる給水事業の管理により、彼らの水利権が保障されるとともに水利用者自身の責任が明らかになる。
	11.	公衆衛生	D	A+	水質の良い水の給水による公衆衛生の改善が本プロジェクトの基本的な目的の一つである。試掘段階の水質では、飲料不可の井戸も確認されたが、対象サイト毎に詳細な水理地質調査を実施した上で井戸を掘削することにより、飲料可能な地下水を得られる可能性は高い。従って、プロジェクトはコミュニティの健康と公衆衛生に極めて有益な効果をもたらすと考えられる。
	12.	HIV/AIDS等感染症等リスク	D	A+	プロジェクト供用後の清潔な水へのアクセスの改善により、公衆衛生状況の改善が期待できる。建設段階において、労働者の移動によるHIV/AIDS感染の危険は考えられるものの、タンザニアではHIV/AIDSに関する認識が高く、また、工事は小規模であり高度な技術を有する人間の必要性は少なく、現地労働者の雇用を最大化できるため、労働者の移動による感染症の拡大の可能性についても最小化できることから、重大な負の影響は考えられない。
自然環境	13.	重要な地形・地質	D	D	モロゴロ州には重要な地形・地質は無く、負の影響は考えられない。
自然環境	14.	土壌（流失・侵食）・堆積	D	D	給水施設は小規模であり、施設の設置や利用による深刻な土壌流出は発生しないと考えられる。

	S/N	影響項目	建設中	供用中	備考（根拠）
	15.	地下水	D	D	本小規模給水プロジェクトにおける一人当たり計画給水量は25リットル／日と小さく、地下水への量・質両面への悪影響は無いと考えられる。 また、F/Sにおける基本的な技術面での計画検討では、試掘井での揚水試験による検証が行われ、環境への影響を生じさせない範囲で設定された地下水開発可能量に基づいて施設が計画されており（8セクターの将来水需要量も考慮されている）、地下水が枯渇することがない持続的な揚水量が設定されている。
	16.	河川流量・流況・水温	D	D	利用地下水は深井戸から取水される。一人あたりの水利用量の小さい小規模プロジェクトであることから、利用される地下水の水量は多くなく、地下水の取水によって河川流量への影響が生じることは考えられない。
	17.	海浜	D	D	モロゴロ州には海浜は無い。
	18.	植物、動物、生態系	D	D	小規模施設は、可能な限り最短のアクセスによる住民への給水が優先要求事項であり、村落の居住地域に集中している。また、動物保護区、森林保護区、国立公園（ミクミ国立公園など）は対象地域には含まれていない。よって、植物、動物、生態系への重大な負の影響は考えられない。
	19.	気象	D	D	計画施設は小規模でかつ地理的に広範囲に分布しており、気象や気候に重大な影響を与えることはない。
	20.	景観	D	D	計画給水事業に大規模な施設は無く、周囲の景観に重大な悪影響を与えることはない。
	21.	地球温暖化	D	D	計画施設は、小規模かつ地理的に広範囲に分布しており、給水施設の建設・供用期間における地球温暖化の主要因である二酸化炭素の排出量は温暖化に重大な影響を及ぼす量ではない。
公害	22.	大気汚染	D	D	工事中のトラックや重機、供用中のディーゼル発電機からSO_xやNO_xを含む排気ガスが排出されるが、本小規模プロジェクトによる排気量は小さく、重大な大気汚染を引き起こすことは無い。
	23.	水質汚染	D	D	建設段階での水質汚染は、適切な工事管理で防ぐことが可能である。供用段階では、本地方給水事業による供給水は飲料水・基礎衛生への利用を目的としているため、顕著な汚水排水は生じず、発生汚水量は多く無く、重大な負の影響はない。
	24.	土壌汚染	D	D	小規模地方給水事業の建設・供用において、土壌汚染を引き起こすような資材や薬品を用いる必要はない。
	25.	廃棄物	D	D	掘削土砂が建設廃棄物になるが、小規模なプロジェクトであるためその量は小さい。対象村落の大部分では農地を含む広大な空閑地が利用できることから、過剰な土砂を適切に廃棄することは容易であり、また土地造成や道路改良あるいは農地改良といった有効的な利用も可能である。給水施設の供用による廃棄物の発生は無い。
	26.	騒音・振動	D	D	建設期間中に重機が稼働するため、騒音や振動は発生する。しかしながら、井戸掘削は標準的には2～3日、長くても1週間に留まるなど、期間は限られており、特に大きな騒音や振動が発生する工事となる場合には日

	S/N	影響項目	建設中	供用中	備考（根拠）
					中に限定するなどの調整が可能である。また、供用中の発電機による騒音については防音型を設置することにより防ぐことが可能である。
	27.	地盤沈下	D	D	優先プロジェクトにおける給水施設の給水量は少なく、地下水揚水量も少ない。また、優先プロジェクト・サイトの第四紀の地層は砂質および礫質層が主となっており、厚く連続性を有する粘土層は存在していない。よって、地下水揚水による地盤沈下の可能性は無いと考えられる。
	28.	悪臭	D	D	給水施設の建設・供用期間ともに悪臭の原因となる要素はない。
	29.	湖沼・河床の底質	D	D	全計画施設の水源は地下水のみであり、湖沼、河川の底質を変化させる原因となる要素はない。
	30.	交通事故	D	D	対象プロジェクトは小規模であること、またタンザニアにおける同様の地下水水源の地方給水施設の供与時の実績より、建設期間中に交通事故が増加する可能性は低いと考えられる。

評価：

A+/-　：重大な正／負の影響が想定される

B+/-　：ある程度の正／負の影響が想定される

C+/-　：正／負の影響の程度が不明。施設形状が明確になれば想定可能／詳細な調査が必要

D　：影響は軽微あるいはほとんどないと想定される。今後現地調査は不要

2)　建設段階の環境影響

小規模な地方給水開発プロジェクトの建設段階における短期間の負の環境影響としては、重機の稼働に伴う振動・騒音および排気ガスが避けられない。しかしながら、対象村落の多くで広大な空閑地の利用が可能であり、またプロジェクトに関連する工事は小規模であることから、これらの短期間の負の影響は、適切な工事計画と施工（例えば、大きな騒音と振動の原因となる工事の実施は日中に限定するなど）により容易に管理できるものと考えられる。

また、建設資機材の輸送やその他の交通に関係する工事によって、通常交通に支障が生じる可能性も考えられる。ただし、対象村落の多くでは市街地に比べて交通量が少なく、また、必要に応じて、空閑地のう回路利用による経路切り替えも十分可能である。よって、工事関連車両についての十分な計画、経路指定、管理を行うことによって、通常交通への重大な影響は避けることができると考えられる。

3)　供用段階の環境影響

本調査における小規模給水プロジェクト（レベル 1（公共地域でのハンドポンプ付井戸）、レベル 2（配水タンクへの動力ポンプ付井戸と公共水栓への重力配水）およびレベル 1 とレベル 2 の組み合わせ）は、深層地下水を水源として計画されている。本 F/S 対象優先プロジェクトは飲料用水の給水状況や衛生状態の改善など人間の基本的要求を満たすことを目的としている。人間の基本的要求を満たすに足る給水量は少ない（一人当たり一日約 25 リットルと見積もられる）ため、各戸給水システムと比べて発生汚水量も少ない。

上述の通り、給水施設の運用による環境への長期的な深刻な負の影響は無いものと考えられる。むしろ、長期的な環境への影響は、給水状況の改善による、住民の健康・衛生状態の改善への寄与や、また水汲みに費やす時間の節約（特に女性と子供。節約した時間は、子供たちの学習時間の増加等、他の様々な生産活動に充てることができる。）など、住民にとって極めて有益なものである。

15.5.3　優先プロジェクトのカテゴリ分類

レベル 1 とレベル 2 の小規模地方給水事業として計画された優先プロジェクトの施設は、基本的に深層地下水を水源としており、深刻な負の環境・社会影響を引き起こすような要因はないと判断される。対して、給水状況が改善されることによる住民の健康や社会・経済面での有益な効果は非常に大きい。このことは、タンザニアの環境社会管理枠組み（2008）に基づいた評価においては、環境社会への重大な影響も無く、今後の環境関連調査を行う必要が無い“カテゴリーC”と評価された。また、***表 15.2*** に示す初期環境調査チェックリストからも明らかであるように、評価は A+から D と、負の影響は軽微あるいはほとんどないと考えられるだけではなく、ある程度もしくは重大な好影響を及ぼすことも想定される。したがって、JICA の初期環境調査チェックリストに基づいた評価においても、優先プロジェクトは、プロジェクトの実施にあたって詳細な環境影響評価（EIA）調査を必要としないカテゴリ C に分類されると考えられる。

加えて、特記すべきこととして、給水状況の改善によって飲料・衛生面から必要とされる最低限の水需要が満たされることは人間の基本的要求であり、これは水セクター開発プログラム（2006 年）に示されたタンザニア政府の重要な目標であるとともに国連のミレニアム開発目標でもある。

また、現時点の調査は、モロゴロ州における地方給水開発プロジェクトの F/S であり、今後、建設工事を開始するには基本設計や詳細設計が必要となる。各プロジェクトに対する基本設計や詳細設計の中で、施設の位置変更といった設計変更は起こり得る。したがって、本 F/S 段階でのプロジェクトに対するカテゴリ C という分類は暫定的なものであり、環境社会管理枠組み（2008 年）に示されている通りに、基本設計調査において初期環境調査スクリーニングの照査・更新による再確認が必要である。この照査・更新された初期環境調査スクリーニングフォームは、各地方給水事業のプロジェクト分類をカテゴリ C とするための水省による正式な手続き（申請、照査、承認）の中で利用されることとなる。

15.5.4　優先プロジェクトの環境社会評価

モロゴロ州の 4 県に位置する全 24 サイトにおける小規模地方給水開発からなる優先プロジェクトは安全で清潔な地下水を水源としており、環境面でも社会面でも住民にとって有益なものであると判断できる。飲料・衛生用水の改善は人間の基本的要求であり社会・経済開発の必要条件である。また、これらのプロジェクトの実施にあたって、住民の強制退去は生じない。

この地方給水事業の建設・供用段階で想定される長期的な負の環境・社会的影響はほとんどないものと考えられる。従って、現在は F/S 調査でありプロジェクトの初期段階であるため、暫定的な結論ではあるものの、***15.5.3 節***に述べたように、タンザニアの環境社会管理枠組み（2008）に基づいても、また JICA の初期環境調査チェックリストに基づいても、本プロジェクトは、詳細な環境・社会影響調査を必要としないカテゴリ C に該当すると判断される。

参考文献

[1] IUCN Eastern and Southern Africa Programme, 2010, The Wami Basin: A Situation Analysis., xviii + 92 pp.
[2] IUCN Eastern and Southern Africa Programme, 2010, The Ruvu Basin: A Situation Analysis., xvi + 96 pp.
[3] The Environmental Regulations, No. 348 and No. 349 of 2005, The United Republic of Tanzania, +99pp
[4] MOWI (MoW) Environmental and Social Management Framework (ESMF) as Volume 5 of Water Sector Development Programme (WSDP) Implementation Manual, May 2008, xv +129pp
[5] MOWI (MoW) Resettlement Policy Framework (RPF) as Volume 6 of Water Sector Development Programme (WSDP) Implementation Manual, May 2008, xi +113pp

第 16 章　優先プロジェクトの事業評価

第 16 章　　優先プロジェクトの事業評価

16.1 経済・財務評価

16.1.1 経済分析

優先プロジェクト実施による経済的便益について、経済価格への換算を行い、算定を行った。

1)　経済便益

優先プロジェクト実施による経済便益として、1）水供給量の増加、2）水汲みにかかる時間の削減による雇用の増加、3）健康への影響改善による医療費の削減を算入した。本調査で実施された社会・経済調査（JICA, 2013）の分析結果、ならびに既存の地域社会・経済にかかる指数をもとに、これら便益を貨幣価値に換算した。***表 16.1*** に各便益項目の算定条件を示す。

表 16.1　便益の算定条件

便益項目	算定条件
水供給量の増加	1）対象サイトでの給水原単位は 25L／日／人とする。 2）世帯が必要とする水量の 50%は改善される施設により供給される。 3）支払い意志額については、社会・経済調査（JICA,2013）の結果から、各サイト別の中央値を採用する（対象サイト全体での中央値は 50Tsh/20L コンテナー容器：2.5Tsh／L）（表 11.23 を参照）。 4）以上の条件から、各サイトにて算定する。
水汲みにかかる時間の削減による雇用の増加	1）水汲みにかかる時間は社会・経済調査（JICA,2013）の結果から、各サイト別での中央値を採用する（対象サイト全体での平均水汲所要時間（中央値）は 0.5 時間／世帯／回、平均水汲回数（中央値）は 4 回／世帯／日）（表 11.9 を参照）。 2）施設改善による水汲みからの解放により雇用に振り替えられる時間は、水汲みに費やしていた時間の 50%とする。 3）対象地域での雇用環境から、雇用賃金は、政府の定める最低農業従事賃金 359Tsh／時間（Wage Board, 2013）の 50%として雇用に振り替えられる時間を貨幣価値に変換する。 4）以上の条件から、各サイトにて算定する。
健康への影響改善による医療費の削減	1）世帯医療費については社会・経済調査（JICA,2013）の結果から、各サイト別での中央値を採用する（対象サイト全体での中央値は 1,500Tsh／世帯／月）（表 11.33 を参照）。 2）施設改善により世帯医療費は 20%削減される。 3）以上の条件から、各サイトにて算定する。

表 16.2 に上記の条件から各対象コミュニティにて、貨幣価値に換算した年間一人あたりの便益を示す。

表 16.2　年間 1 人あたりの便益／サイト（単位：Tsh）

サイト	村落	水供給量の増加	雇用の増加	医療費の削減	合計
MM1	Magunga	4,950	3,590	0	**8,540**
MM2	Diburuma	13,500	2,244	750	**16,494**
MM3	Kisala	9,000	1,763	0	**10,763**
MM4	Lungo	9,000	11,539	0	**20,539**
MM5	Lukenge	14,400	5,362	0	**19,762**
MU1	Mawasiliano/Mgulu ya Ndege/CCT Forest	9,000	12,663	0	**21,663**
MU2	Kilongo	9,000	10,722	0	**19,722**
MR1	Tambuu	9,000	9,616	1,179	**19,795**
MR2	Uponda	9,000	5,156	0	**14,156**
MR3	Usungura	9,000	3,786	844	**13,630**
MR4	Kiwege	9,000	11,967	857	**21,824**
MR5	Kwaba	18,000	7,180	4,000	**29,180**
MR6	Tununguo	18,000	4,696	1,953	**24,649**
MR7	Vigolegole	9,000	2,244	1,455	**12,699**
MR8	Kongwa	3,600	9,503	647	**13,750**
MR9	Mvuha	13,500	8,159	0	**21,659**
KL1	Chabima	18,000	2,762	0	**20,762**
KL2	Mkata Station	9,000	10,621	5,333	**24,954**
KL3	Kilangali	9,000	8,037	985	**18,022**
KL4	Kiduhi	18,000	7,783	5,156	**30,939**
KL5	Makwambe	9,000	1,884	4,593	**15,477**
KL6	Kibasigawa	9,000	13,463	9,706	**32,169**
KL7	Mzaganza	9,000	7,249	1,615	**17,864**
KL8	Kikundi	9,000	13,633	1,215	**23,848**
	Average	**10,706**	**7,318**	**1,679**	**19,703**

上表が示すように、本プロジェクト実施による年間 1 人あたりの便益の平均値は 19,703Tsh／年となり、本プロジェクトの計画給水人口（2025 年）を 56,606 人とすると、計画年次での年間総便益は、2013 年現在価格で約 11.2 億 Tsh となる。

16.1.2　財務分析

優先プロジェクト・サイトでの財務便益（利用者コミュニティからの運営・維持管理費の徴収）と財務費用（運営・維持管理費用、施設更新費用、予備費、インフレ等）を分析するよりにより、各施設運用にかかる財務的持続性について評価した。

1)　評価にかかる条件

財務評価にかかる前提条件として考慮した事項を以下に示す。

- 村落給水施設の運営・維持管理にかかる費用の回収は、優先プロジェクト実施評価における重要な事項の一つである。優先プロジェクトでは各サイトで独立した施設運用を行い、財務運用はそのサイトにて完結するので、当該財務評価は、優先プロジェクトを構成する個々のサイトを対象に行った。
- 当該優先プロジェクトでの財務運用では、更新費用を含む運営・維持管理費用の全額を利用者コミュニティからの水料金徴収により回収することとし、当該国政府資金や我が国無償資金協力スキーム等で実施される類似地方給水案件同様、建設費などの初期投資については利用者負担としない。
- 優先プロジェクトの計画年次は 2025 年であり、施設の完成を 2016 年、財務評価にかかる期間を施設の完成から 10 年間とした。
- 優先プロジェクトの費用と便益については市場価格に基づき算定し、移転項目である付

加価値税（VAT）、インフレ率や予備費を含めた。

– 純現在価（NPV）ならびに便益・費用比率（B/C 比率）を財務評価の分析指標として用いた。

2)　財務費用

財務費用として検討ならびに算入した項目を以下に示す。

– 施設整備にかかる建設費用：優先プロジェクトは当該国政府資金や無償資金協力スキーム等で実施されることを想定し、施設整備にかかる初期投資費用は財務費用に含めない。

– 施設の運営・維持管理費用：施設の運営・維持管理費用は、1）操業費用と、2）維持管理費用に、大きく 2 つの費目に分かれる。操業費用には、必要な燃料費（レベル 2 の場合）、ハンドポンプ管理人への報酬（レベル 1 の場合）、ポンプ・オペレーターと警備員への給与（レベル 2 の場合：VAT 込）、出納係への報酬、水利用許可費、水利用組合費、水基金口座の維持費を採用した。***表 16.3*** に各サイトの操業費用を示す。

表 16.3　各サイトでの施設操業費用／年（Tsh）

サイト	村落	操業費用／年								
		燃料費	水栓管理人報酬	ポンプ･オペレーター報酬	出納係報酬	警備員給与	水利用許可費	水利用組合費	銀行口座維持費	操業費用／年小計
MM1	Magunga	0	756,000	0	360,000	0	35,000		456,000	**1,607,000**
MM2	Diburuma	0	756,000	0	360,000	0	35,000		660,000	**1,811,000**
MM3	Kisala	0	756,000	0	360,000	0	35,000		186,000	**1,337,000**
MM4	Lungo	6,642,000	504,000	360,000	360,000	720,000	35,000		234,000	**8,855,000**
MM5	Lukenge	15,552,000	1,008,000	720,000	360,000	1,440,000	35,000	100,000	162,000	**19,377,000**
MU1	Mawasiliano Mgulu ya Ndege CCT Forest	20,736,000	1,176,000	720,000	360,000	720,000	35,000		30,000	**23,777,000**
MU2	Kilongo	18,144,000	2,184,000	720,000	360,000	720,000	35,000		30,000	**22,193,000**
MR1	Tambuu	16,394,400	1,176,000	720,000	360,000	720,000	35,000		360,000	**19,765,400**
MR2	Uponda	0	588,000	0	360,000	0	35,000		240,000	**1,223,000**
MR3	Usungura	4,665,600	756,000	360,000	360,000	720,000	35,000	100,000	600,000	**7,596,600**
MR4	Kiwege	0	672,000	0	360,000	0	35,000	100,000	600,000	**1,767,000**
MR5	Kwaba	0	672,000	0	360,000	0	35,000	100,000	600,000	**1,767,000**
MR6	Tununguo	0	1,176,000	0	360,000	0	35,000		480,000	**2,051,000**
MR7	Vigolegole	0	1,428,000	0	360,000	0	35,000		480,000	**2,303,000**
MR8	Kongwa	16,848,000	1,428,000	720,000	360,000	720,000	35,000		480,000	**20,591,000**
MR9	Mvuha	20,217,600	924,000	720,000	360,000	720,000	35,000		360,000	**23,336,600**
KL1	Chabima	0	672,000	0	360,000	0	35,000		600,000	**1,667,000**
KL2	Mkata Station	0	420,000	0	360,000	0	35,000		240,000	**1,055,000**
KL3	Kilangali	22,809,600	1,260,000	720,000	360,000	720,000	35,000	80,000	600,000	**26,584,600**
KL4	Kiduhi	6,272,640	588,000	360,000	360,000	720,000	35,000	80,000	720,000	**9,135,640**
KL5	Makwambe	0	1,176,000	0	360,000	0	35,000	100,000	600,000	**2,271,000**
KL6	Kibasigawa	0	336,000	0	360,000	0	35,000		600,000	**1,331,000**
KL7	Mzaganza	0	672,000	0	360,000	0	35,000	100,000	600,000	**1,767,000**
KL8	Kikundi	0	588,000	0	360,000	0	35,000	100,000	600,000	**1,683,000**
	合計	**148,281,840**	**21,672,000**	**6,120,000**	**8,640,000**	**7,920,000**	**840,000**	**860,000**	**10,518,000**	**204,851,840**

維持管理費用（更新費用）については、レベル 1 施設の更新費用としてハンドポンプ一式、ならびにレベル-2 については、揚水機、電力設備、導・配水管を対象にそれぞれの施設の耐用年数を 10 年として算出した。なお、貯水槽と公共水栓についてはコンクリート構造物である耐用性から施設更新費用の対象とはしない。***表 16.4*** に各サイトでの維持管理費用（更新費用：VAT 込）を示す。

表 16.4　各サイトでの維持管理費用（更新費用：VAT 込）／年（Tsh）

サイト	村落	維持管理費用(更新費用)／年 揚水機	電力設備	ハンドポンプ	貯水槽	公共水栓	導・配水管	維持管理費用(更新費用)／年 小計
MM1	Magunga	0	0	322,575			0	**322,575**
MM2	Diburuma	0	0	322,575			0	**322,575**
MM3	Kisala	0	0	140,625			0	**140,625**
MM4	Lungo	28,625	173,067	0			173,064	**374,756**
MM5	Lukenge	57,250	346,133	0			449,831	**853,214**
MU1	Mawasiliano Mgulu ya Ndege CCT Forest	28,625	173,067	179,208			610,525	**991,425**
MU2	Kilongo	114,500	692,267	0			3,844,132	**4,650,898**
MR1	Tambuu	57,250	346,133	0			1,169,504	**1,572,888**
MR2	Uponda	0	0	250,892			0	**250,892**
MR3	Usungura	28,625	173,067	62,500			282,776	**546,967**
MR4	Kiwege	0	0	286,733			0	**286,733**
MR5	Kwaba	0	0	286,733			0	**286,733**
MR6	Tununguo	0	0	501,783			0	**501,783**
MR7	Vigolegole	0	0	265,625			0	**265,625**
MR8	Kongwa	28,625	173,067	0			1,547,637	**1,749,329**
MR9	Mvuha	28,625	173,067	0			588,748	**790,440**
KL1	Chabima	0	0	286,733			0	**286,733**
KL2	Mkata Station	0	0	78,125			0	**78,125**
KL3	Kilangali	28,625	173,067	46,875			1,362,785	**1,611,352**
KL4	Kiduhi	28,625	173,067	0			455,840	**657,531**
KL5	Makwambe	0	0	501,783			0	**501,783**
KL6	Kibasigawa	0	0	143,367			0	**143,367**
KL7	Mzaganza	0	0	286,733			0	**286,733**
KL8	Kikundi	0	0	250,892			0	**250,892**
	合計	**429,375**	**2,596,000**	**4,213,758**	**0**	**0**	**10,484,842**	**17,723,976**

さらに、これら維持管理費用の 10%をインフレーションならびに予備費として算入した。

3)　財務便益

優先プロジェクトで整備される村落給水施設の運用では、利用者コミュニティから徴収される水料金の収入が唯一の財務的な便益である。優先プロジェクト対象サイトにて実施した社会・経済調査（JICA, 2013）によると、サンプル世帯全体の運営・維持管理費用の負担意志額の平均は、ハンドポンプ付深井戸給水施設（レベル 1）、深井戸を水源とした公共水栓共（レベル 2）ともに 20 リットルの容器に対し 50Tsh（中央値）という結果であった。サンプル世帯からの聞き取り調査による支払意思額は、施設の操業段階で実際に設定される水料金を上回ることが多いことから、本財務分析では、レベル 1 施設については当該地域で同様の施設の水料金として事実上の基準となっている 20Tsh／20 リットル容器（1.0 Tsh/L）とした。また、レベル 2 施設については世銀などの国際機関が推奨するように、対象コミュニティの世帯収入の 5%を上限として対象コミュニティが支払可能な水料金（ATP:Affordability to Pay）を設定した。レベル 1 施設、レベル 2 施設ともに、一人当たり計画原単位である 25 L/日が消費（購入）されるとして数値を算出した。

4)　財務分析結果

表 16.5 は各サイトの 10 年間での NPV と B/C 比率を纏めたものである。キロサ県の Kilangali を除き、同表が示すように、水料金として徴収される収入額（財務便益）は運営・維持管理、施設更新費用、ならびに予備費を含む財務費用を上回る結果となり、B/C 比率は 1.1～8.0、NPV もプラスとなっている。キロサ県 Kikangali についても B/C 比率は 1.0 であり、損益の分岐地点にあると言え、水料金を若干（さらに 3%程度）高めに設定する、施設タイプ・組み合わせの見直し、または自治体による助成などにより、NPV も容易にプラスに転じることが想定される。この結果から、優先プロジェクトは財務余剰を生み、適度な徴収率を保つことで、財務的にも有益であると判断される。

表 16.5　対象サイトの NPV と B/C 比率

サイト	村落	施設タイプ	NVP	B/C Ratio
MM1	Magunga	レベル1	56,110,329	5.0
MM2	Diburuma	レベル1	55,092,748	4.7
MM3	Kisala	レベル1	69,698,109	7.4
MM4	Lungo	レベル2	75,067,289	2.1
MM5	Lukenge	レベル2	140,261,412	1.9
MU1	Mawasiliano Mgulu ya Ndege CCT Forest	レベル1とレベル2	70,652,325	1.4
MU2	Kilongo	レベル2	181,970,090	1.9
MR1	Tambuu	レベル2	197,618,543	2.3
MR2	Uponda	レベル1	41,790,357	4.9
MR3	Usungura	レベル1とレベル2	61,863,185	2.0
MR4	Kiwege	レベル1	56,123,549	4.7
MR5	Kwaba	レベル1	53,165,148	4.5
MR6	Tununguo	レベル1	101,456,232	6.4
MR7	Vigolegole	レベル1	131,506,334	8.0
MR8	Kongwa	レベル2	234,398,367	2.4
MR9	Mvuha	レベル2	178,669,631	2.0
KL1	Chabima	レベル1	52,150,732	4.6
KL2	Mkata Station	レベル1	23,622,842	3.8
KL3	Kilangali	レベル1とレベル2	-2,947,166	1.0
KL4	Kiduhi	レベル1とレベル2	4,602,927	1.1
KL5	Makwambe	レベル1	81,950,979	5.0
KL6	Kibasigawa	レベル1	13,124,344	2.2
KL7	Mzaganza	レベル1	52,292,178	4.5
KL8	Kikundi	レベル1	44,196,650	4.1

16.2 組織・制度にかかる評価

評価結果：地方給水における運営・維持管理に係る制度は、基本的に確立されていると判断される。しかしながら、各実施組織（特に住民組織、県）には、これらの制度を適切に運用・実施する能力が欠けているため能力強化が必要である。

村落コミュニティは、住民組織化能力をある程度有し、村政府を通じた県行政との繋がりの下で各種村落開発組織の組織化と運営経験がある。現行制度に沿った地方給水事業の実施に係る理解度は低く、給水組織運営の実施経験が少ないものの、これを外部からの投入（ソフトコンポーネント活動）をもって高めることは既存の住民組織化の水準から判断して可能であると判断される。

他方、これら住民組織をモニタリング・支援すべき県の業務実施能力が十分ではなく、この強化が求められる。県の抱える問題は多岐にわたり、短期的解決は容易では無いものの、既存制度枠組みは既に整っていることから中長期的投入（WSDP における CD 計画実施、ドナーによる直接的技術支援）等により、能力強化を実施することは可能である。

16.2.1 既存制度の評価

「14.1　運営維持管理に係る政策と制度フレームワーク」にて既述したように、地方給水に係る制度は基本的に確立されており、これを各県、コミュニティにおいて適切に実施していくことが求められている段階にある。これまでに、各県での県水衛生班（CWST：Council Water Sanitation Team）設置、および COWSO 登録のための担当官の任命等が既に実施された。さらに、過去 3 年間では、モロゴロ州（州水アドバイザー、RWA: Regional Water Advisor）、州内 4 県（県水技師、DWE: District Water Engineer）及び財務担当）およびワミ・ルブ流域管理事務所（WRBWO：Wami Ruvu Basin Water Office）において、州水アドバイザーのイニシアティブで四半期に一度、州水会議を実施している。

16.2.2　県の組織能力評価

各県では、セクター横断的な観点から地方給水事業を実施していくために、各専門部所の長から構成される前述の CWST を結成することが求められているが、モロゴロ州 4 県でもこれは既に設立され、定期活動が開始されていることは評価される（***表 16.6*** 参照）。しかしながら給水衛生関連の事業における CWST によるチームとしての協働は、4 半期に一度の CWST 定期会合を除けばケース・バイ・ケースによるメンバー間協力に留まっており、通常業務は DWE を中心とした水部門だけがこれを担っているのが現状である。また現状実施されている前述の CWST 定期会合は、前述の州水会議の報告書作成のための議論に留まっているため、当該会議の機会を広く給水事業の実施向上のために最大限活用することが求められている。

また、同***表 16.6*** に示すように、現状では各 CWST は管轄地域内外で利用可能な民間企業の情報を有しておらず、必要な際はその都度公示にて民間企業調達を行うに留まっていることや、旧制度下で形成された水衛生委員会の実態・数も県では把握できていない等の情報管理に問題があることが指摘される。背景には県のモニタリング・支援関連予算が恒常的に計上されていないことに加え、機材・人員の制約もあって、このようなモニタリング・支援活動が計画的に実施することができていないことがある。これについてはドナーの直接支援（iWASH プロジェクト1）が進むムボメロ県のように中期的な能力強化支援が行われることで COWSO 設立とその登録数の増加に成果を示している事例（2013 年 2 月時点で、19 COWSO を設立、登録数は未確認）もあることから、外部から適切な支援が行われることで漸進的な改善が中長期的に可能であるとは判断される。

表 16.6　モロゴロ州 4 県組織の現状

データ	優先プロジェクト対象県			
県名	モロゴロ・アーバン	モロゴロ・ルーラル	ムボメロ	キロサ
1. CWST設立年	2008	2004	2007	職員の大幅移動により不明
2. CWSTメンバーシップ				
監理部門長	○	○	○	○
水部門長	○	○	○	○
財務部門長	○	○	○	○
コミュニティ開発部門長	○	○	○	○
保健部門長	○	○	○	○
初等教育部門長	○	○	○（兼任）	○（兼任）
中等教育部門長	○	○		
計画部門長	○	○	○	○
法務部門長	○（COWSO担当）			
土木部門長		○（2006年以降）		
環境部門長		○（2006年以降）		○
3. CWST 定期会議	四半期に一度	四半期に一度	四半期に一度	四半期に一度
4. CD計画の現状	作成はされているが予算がつかず。	作成はされているが予算がつかず。	作成はされているが予算がつかず。	作成はされているが予算がつかず。
5. 民間業者（TSP、FSP）に関するデータベースの有無	エンジニア協会登録のTSPのリスト	なし	なし	なし
6. 民間業者（建設業者、調達業者）に関する	井戸掘削業者リスト	なし	なし	なし
7. 管轄地域内の村落水委員会（VWC）数	不明（多すぎて確認できないとのこと）	不明（多すぎて確認できないとのこと）	不明（多すぎて確認できないとのこと）	不明（多すぎて確認できないとのこと）
8. 同COWSO数（登録手続き中も含む）	1	3	19	6
9. コミュニティ給水施設のモニタリング・支援予算	なし（経常予算からの捻出のみ）	なし（経常予算からの捻出のみ）	なし（経常予算からの捻出のみ）	なし（経常予算からの捻出のみ）
10. 所有資機材				
1）乗用車	1	1	1	3（ 1つのみ稼働）
2）トラック				
3）モーターバイク	2	4（2つのみ稼働）	3（2つのみ稼働）	2
4）PC	2	2	1	1
5）プリンター	1	1	1	2
6）GPS				
7）デジタルカメラ				
8）ハンドポンプ修理工具				
9）コピー機	1	1（故障）		
10）FAX機器	1	1（故障）		

出典：モロゴロ州 4 県水エンジニアへの聞取り結果（2013 年 2 月）より作成

16.2.3　住民組織の能力評価

優先プロジェクト対象サイトの住民組織の現状を***表 16.7*** に示す。村落コミュニティは、村政府を通じた県行政との繋がりの下で村内開発組織の運営経験を有している。また、大部分の村落

[1] Tanzania Integrated Water, Sanitation and Hygiene program (iWASH) は、USAID や Care Tanzania などにより 2010 年より実施中の WamiRuvu 流域における給水衛生プロジェクト。http://www.globalwaters.net/wp-content/uploads/2012/02/August-21-NEW-iWASH-brief.pdf

は水衛生委員会を有している（もしくは有していた）こともあり、将来的な施設建設時に COWSO を設立する際にもこの能力や経験が活用されうる。

しかし、水衛生委員会活動が停滞しているものや施設が操業不能になった後、実質的に解散したサイトには、再組織化の必要性がある。また、水料金支払いの必要性は理解しているものの、現行の地方給水政策や制度に沿った地方給水事業の実施に係る理解度は低いサイトが多い。さらに、既存給水施設を運営維持管理しているサイトでも COWSO の設立や登録まで至っているものはいないため、これを実施するための支援が必要となってくると判断される。

表 16.7　優先プロジェクト対象サイトの住民組織の現状

	Muguga	Diburuma	Kisala	Lungo	Lukenge	Mawasiliano	Mgulu ya Ndege	CCT Forest	Kilongo	Tambaa	Uponda	Usungura	Kiwege	Kwaba	Tiungulo	Vigolegole	Kongwa	Mruha	Chabima	Mkata Station	Kilangali	Kidubi	Makwambe	Kibasigawa	Mzaganza	Kikundi
	1	2	3	4	5	6			7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
A. 村落組織の形成状況	MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MU1			MU2	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	MR6	MR7	MR8	MR9	KL1	KL2	KL3	KL4	KL5	KL6	KL7	KL8
1. 村落政府が形成・機能している	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2. 各種村落開発組織が形成・活動している	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3. 給水委員会が形成されている/されていた*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	○
4. 給水委員会が活動中である	■	■	○	○	■	○	○	■	○	■	■	■	○	○	■	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	■
5. COWSOが形成されている	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6. COWSOが活動中である	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
*：近隣村落の給水委員会に参加していた場合も含む																										
B. 給水委員会の活動水準（料金徴収）	MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MU1			MU2	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	MR6	MR7	MR8	MR9	KL1	KL2	KL3	KL4	KL5	KL6	KL7	KL8
1. 共有給水施設に水料金を設定している/いた。	○	○	○	○	○	○	○	○	■	■	■	○	○	○	■	○	○	○	○	■	○	○	■	■	■	○
2. 水料金徴収を実施した経験がある。	■	■	○	○	○	○	○	○	■	■	■	○	○	○	■	○	○	○	○	■	○	○	■	■	■	○
3. 水料金徴収を現在も定期的に実施中。	■	■	○	○	■	○	○	○	■	■	■	■	■	■	■	○	○	■	○	■	○	○	■	■	■	■
4. 現在銀行に水基金口座を有している。	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	○	■	■	■	■
5. 県に定期報告を実施中。	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	○	■	■	■	■
C. 給水委員会の活動水準（施設修理）	MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MU1			MU2	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	MR6	MR7	MR8	MR9	KL1	KL2	KL3	KL4	KL5	KL6	KL7	KL8
1. 村共有のハンドポンプもしくは管路系給水施設がある/あった。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	○	■	○	○
2. 上記施設が故障した経験がある。	○	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	○	■	○	○
3. 施設修理を実施した経験がある。	■	■	○	○	○	○	○	○	■	■	■	○	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	■	■	■	○
4. 施設修理費用の負担を水利用者が実施した経験がある。	■	■	○	○	■	○	○	○	■	■	■	○	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	■	■	■	○
5. 現在も全部もしくは一部施設が稼働中である。	■	■	○	○	■	○	○	■	○	■	■	■	■	■	■	○	○	○	○	■	○	○	■	■	■	■
D. 地方給水政策の認識																										
1. 水料金支払い義務を既に知っている。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2. 水料金支払い義務に同意できる。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3. 将来のO&M費用としての初期投資の一部負担につき既に知っていた。	○	○	○	■	○	■	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	■	■	■	■
4. 将来のO&M費用としての初期投資の一部負担に同意できる。	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	○	○	○	○	○	○	○

出典：対象サイトにおけるキーインフォーマント聞取り調査結果（2013 年 4 月）より作成

注：着色部部分は活動実績・経験なし

16.3　運営・維持管理にかかる評価

評価結果：大部分の対象サイト住民は、管路系給水施設の運営・維持管理にかかる経済的負担能力及びその負担意思を有している。他方、経済的に管路系給水の維持管理負担に耐えられないサイトの住民は、ハンドポンプ給水の導入の場合はその経済的負担へ対応は可能である。

行政支援の脆弱性や周辺環境の未整備は、住民の運営・維持管理に大きな負の影響を与えているが、これは住民による運営・維持管理を全く不可能にするものではなく、住民側の柔軟な運営・維持管理方法の採用と予防的措置の導入により対処可能と判断される。

しかしながら上記制約条件は、住民に不当な取引コスト（必要以上の金銭的負担や長い施設の故障期間）を課すものであり、現行の制度的枠組みにそぐわないものである。短期的な解消が困難だとしても、中長期的には解決されなければならない。

16.3.1　水利用者の経済的負担能力

判定基準：水利用者の現在の世帯現金収入と、将来の水料金支払い負担を比較・分析した。「将来の水料金負担額が現在の世帯現金収入の 5%以内（世銀等で採用される目安値）」であれば、水利用者の経済的負担能力があると判断する。また前者が満たされなくとも「現在の水料金負担額が施設建設後の将来的負担より大きい」のであれば、同様に住民は負担能力ありと判断する。

負担額の設定方法：上記分析に用いる水料金設定は、下記の条件に従う。

(1) 運営維持管理に係るフルコスト・リカバリー実施

・燃料費：施設建設サイトまでの輸送費を加味したディーゼル燃料費
・人件費：水栓管理人、施設操業担当、出納係、警備員
・交通費：最寄り銀行での預入・引出時及び県への定期報告時の公共交通機関利用コスト
・施設維持費：水中モーターポンプ、ディーゼル発電機、ハンドポンプ、配管の更新費
・水資源管理費：水利用許可申請費と年間水利用費、WUA 登録費と年会費

(2) 給水施設運営を操業開始年の当初月から継続的に黒字にする値、

(3) 「タ」国地方村落で広く普及しているバケツ売り単価（Tsh/20 ﾘｯﾄﾙ）として設定、

(4) 単位当たり水料金は、日常生活での流通硬貨の最小単位に合わせたタンザニア・シリング 2 桁の値（現地通貨における硬貨の最小単位が Tsh 10 であることを考慮）、

(5) レベル 2 の水料金負担を賄えないサイトはレベル 1 の設計にて水料金を再試算する、そして、上記条件下での最低 Tsh 値をサイトごとに検討した。参考までに具体的な計算事例を下記に示す。

なお、上記(1)における施設維持費の算定においては、コンクリート構造物の耐用年数はプロジェクト計画年より長いと判断し、施設更新費には含めていない。また、本調査では優先プロジェクトのフィージビリティを評価することが目的である。したがって、給水施設の持続性を確保するという観点から、裨益者に対してより厳しい条件で維持管理費を算定し評価した。算定に用いた発電機およびポンプの更新期間は、日本建設機械施工協会発行の建設機械等損料表に設定されているディーゼル発電機の標準使用年数である 10 年を更新期間とした。配管については、タンザニア国のデザイン・マニュアルでは 30 年（PVC）と設定されているが、地方部では農作業や道路整備等に伴い配管を破損してしまうケースが後を絶たず、頻繁に修理せざるを得ない状況であることを考慮し、更新期間を 10 年間と設定した。

MM1 Magunga 村の場合

A：レベル 2 の設計を想定し、上記（1）～（5）の条件下で計算を実施すると

（1）月額運営維持管理費：Tsh4,480,053/月
（内訳：燃料費 Tsh2,932,800/月、人件費 Tsh218,000/月、交通費 Tsh38,000/月、施設維持費 Tsh1,288,308/月、水資源管理費 Tsh2,945/月）

（2）水使用量：1,193,250 ﾘｯﾄﾙ/月：2016 年人口で 1,591 人が 25 ﾘｯﾄﾙ/日/人つまり 750 ﾘｯﾄﾙ/月/人

（3）水料金の採算ラインは Tsh3.7545/ﾘｯﾄﾙ、つまりバケツ売り単価では Tsh75.09/20 ﾘｯﾄﾙ

（4）流通硬貨の最小単位に合わせると、水料金は Tsh80/20 ﾘｯﾄﾙ

（5）上記試算結果の場合、世帯収入に占める住民の水料金負担は 17.3%にも達するため、レベル 2 の水料金負担を賄えないと判断される。

B：上記結果を受け、レベル 1 設計にて（1）～（5）の条件下で計算を実施すると

（1）月額運営維持管理費：Tsh456,520/月
（内訳：燃料費なし、人件費 Tsh93,000/月、交通費 Tsh38,000/月、施設維持費 Tsh322,575/月、水資源管理費 Tsh2,945/月）

（2）水使用量：1,193,250 ﾘｯﾄﾙ/月：2016 年人口で 1,591 人が 25 ﾘｯﾄﾙ/日/人つまり 750 ﾘｯﾄﾙ/月/人

（3）水料金の採算ラインは Tsh0.3826/ﾘｯﾄﾙ、つまりバケツ売り単価では Tsh7.65/20 ﾘｯﾄﾙ

（4）流通硬貨の最小単位に合わせると、水料金は Tsh10/20 ﾘｯﾄﾙ

（5）上記試算結果の場合、世帯収入に占める住民の水料金負担は 2.16%に留まり、住民の経済的支払い能力はあると判断される（***表 16.8*** 参照）。

WSDP 方式についての検討

なお、WSDP の事業実施マニュアル（PIM: Project Implementation Manual）でも運営・維持管理コストに係る指針として、下記の条件を示している。

A:「施設建設費の一定割合（ハンドポンプの場合 5%、商業電力もしくはディーゼル揚水式管路系給水施設の場合 2.5%）を事前積立金として集め、運営維持管理費に充当する」

B：「一人当たり年額の運営・維持管理費（ハンドポンプ付深井戸施設の場合 US$ 0.17/人/年、商業電力もしくはディーゼル揚水式管路系給水施設の場合 US$ 0.58/人/年）を徴収する」

しかし、同方式を本優先プロジェクトの施設計画に採用すると、施設更新費が十分に賄われない（試算結果では全サイト平均で必要額の 6%しか集められないと判明）ことからプロジェクトの最終年次終了時に施設更新が実施できない他、徴収する運営・維持管理費では給水原単位 25 ﾘｯﾄﾙ/日/人を満たすような施設操業ができない（同様に必要操業費用の 25%しか徴収できないと判明）ことになる。したがって、本プロジェクトではより安全サイドに立ち、WSDP よりも厳しい方法を用いて、確実に運営・維持管理を行うことが可能であるかどうかを評価した。

また、同一サイト内でのレベル 1 および 2 の水料金は、レベル 2 の運営・維持管理費用をレベル 1 利用者も負担するサイト内均等負担形式（統一料金）として検討した。これは同一サイト内でレベル 1 及びレベル 2 の各々の運営･維持管理コストに基づき個別水料金を設定した場合、レベル 2 利用者の単位水料金負担が過大になる一方、レベル 1 利用者負担は非常に安価な水を同一村落内で享受することになること、また高い水料金を嫌い、前者が不衛生な旧水源や遠距離でも同一村落内のレベル 1 で取水する可能性は大きく、レベル 2 施設の持続性は更に阻害されること、等が想定されるためである。

判定結果：レベル 2 施設が建設された場合、水料金負担が経済的に困難なサイトが 13 サイト生じる。これらサイトをレベル 1 に変更した場合、全 24 サイトで運営維持管理費を賄うことが可能である（***表 16.8*** 参照）。この場合の水料金は Tsh10～60/20 ﾘｯﾄﾙである。

表 16.8　サイト別水料金負担判定表

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		サイト別平均値	Ax25		(B/20)xCx365	サイト別収入平均値	D/E	O&M判定(1)	サイト別平均値	H/E	O&M判定(2)	O&M総合判定
		世帯当人数	水使用量	水料金	支払額	世帯収入	世帯収入に占める将来の水料金負担		現在の水料金支払い	世帯収入に占める現在の水料金負担	G判定で不合格の内、現在の水料金負担が将来負担より大きい(I>F)ケース	住民負担によるO&Mが可能なサイト(F+J)
		person/HH	litre/day	Tsh/20lit	Tsh/year	Tsh/year	%	5%以下：○	Tsh/Year	%		
1	MM1	Magunga	5	125	10	22,813	1,054,800	2	○	0	0		○
2	MM2	Diburuma	8	200	10	36,500	2,052,000	2	○	0	0		○
3	MM3	Kisala	5.5	137.5	10	25,094	1,350,000	2	○	0	0		○
4	MM4	Lungo	7	175	40	127,750	2,724,000	5	○	3,600	0		○
5	MM5	Lukenge	7.7	192.5	30	105,394	2,268,000	5	○	0	0		○
6	MU1	Mawasiliano/Mgulu ya Ndege/CCT Forest	6.6	165	40	120,450	2,268,000	5	○	396,783	17		○
7	MU2	Kilongo	7.7	192.5	60	210,788	2,316,000	9		550,170	24	○	○
8	MR1	Tambuu	5.6	140	50	127,750	2,442,000	5	○	0	0		○
9	MR2	Uponda	4.7	117.5	10	21,444	1,098,000	2	○	0	0		○
10	MR3	Usungura	6.4	160	30	87,600	2,160,000	4	○	0	0		○
11	MR4	Kiwege	6.3	157.5	10	28,744	1,536,000	2	○	192,000	13		○
12	MR5	Kwaba	6	150	10	27,375	1,626,000	2	○	0	0		○
13	MR6	Tununguo	4.3	107.5	10	19,619	1,194,000	2	○	72,000	6		○
14	MR7	Vigolegole	6.6	165	10	30,113	1,218,000	2	○	8,800	1		○
15	MR8	Kongwa	10.2	255	30	139,613	3,360,000	4	○	1,800	0		○
16	MR9	Mvuha	6.6	165	30	90,338	2,070,000	4	○	216,000	10		○
17	KL1	Chabima	7.8	195	10	35,588	1,152,000	3	○	0	0		○
18	KL2	Mkata Station	4.5	112.5	10	20,531	1,695,600	1	○	10,800	1		○
19	KL3	Kilangali	6.7	167.5	30	91,706	1,956,000	5	○	7,190	0		○
20	KL4	Kiduhi	12.8	320	50	292,000	3,175,800	9		292,000	9	○	○
21	KL5	Makwambe	8.1	202.5	10	36,956	2,058,000	2	○	0	0		○
22	KL6	Kibasigawa	6.8	170	20	62,050	804,000	8		131,443	16	○	○
23	KL7	Mzaganza	5.2	130	10	23,725	1,116,000	2	○	0	0		○
24	KL8	Kikundi	7.9	197.5	10	36,044	2,196,000	2	○	0	0		○
レベル2からレベル1に変更となったサイト							合格	21				3	24

出典：対象サイトでの社会経済調査及びキーインフォーマント聞取り結果から分析

16.3.2　水利用者の経済的負担意思

判定基準：前節で採用した水料金設定水準と住民の支払い意思額をサイトごとに比較し、

「施設運営に必要な水料金設定」＞「住民の支払い意思額」の場合、住民に説明してこの必要な料金負担に理解を求める。もしこれが住民に受け入れられなければ費用負担に反対と判断され、施設建設を実施しない。

「施設運営に必要な水料金設定」＜「住民の支払い意思額」、の場合、住民の支払い意思に問題がないと判断され、施設建設には支障なしとする。

判定結果：社会調査結果から得られた水料金支払い意思と前節にて設定した水料金（レベル 1 とレベル 2 の統一料金）との比較結果では、優先プロジェクト対象サイトにおいて水料金支払い意思額が、必要な水料金水準を上回ることとなった（***表 16.9 参照)。***当該判定は同 24 サイトをレベル 1 建設サイト（同表の黄色部分）及びレベル 2 建設サイト（同表青色部分）に分類した上で、サイトごとに判定合否の分析をおこなったものである。

また、この水料金（前述の統一料金）が適用されるサイトでの「ハンドポンプ利用者（該当サイトは同***表 16.9*** 中の MU1、MR3、KL3 の 3 か所）が示した水料金支払い意思額」も、この統一料金水準を上回ることが確認された。このため、管路系給水施設とハンドポンプの混在サイトで統一料金を導入しても、当該ハンドポンプ利用住民の反発の可能性は想定されないと判断される。但し案件実施時にはその統一料金の意義を十分に説明する必要があることは留意すべきである。

なお、***表 16.9*** で判定に用いている支払い意思の値は、運営・維持管理費の現実的な水料金負担額意思の可能性を評価することを目的としているため、中央値ではなく、数値のばらつき（無料で水利用を許される貧困層とそれをカバーすることのできる所得層の双方のサンプルを含んだ結果としての数値）を含む平均値を利用している。

表 16.9　サイト別水料金支払い意思判定表

			黄色着色部分：ﾚﾍﾞﾙ1建設を含むサイト					青色着色部分:ﾚﾍﾞﾙ2建設を含むサイト		
			A：支払い意思	B:ﾚﾍﾞﾙ1利用者の水料金支払い負担と支払意思との比較判定				A：支払い意思	B:ﾚﾍﾞﾙ2利用者の水料金支払い負担と支払意思との比較判定	
			住民が合理的と考えるﾊﾝﾄﾞﾎﾟﾝﾌﾟ水料金（Tsh/20ﾘｯﾄﾙ）	1)全サイトにてレベル2建設を基本として設計した際、ﾚﾍﾞﾙ1建設も含んだサイト		2) 左の1）の設計の結果、O&M負担が困難と判断されたため、ﾚﾍﾞﾙ2をﾚﾍﾞﾙ1に変更したサイト		住民が合理的と考える課井戸による給水水料金（Tsh/20ﾘｯﾄﾙ）	1)全サイトにてレベル2建設を基本として設計した際、ﾚﾍﾞﾙ2建設が設計され、O&M可能と判断されたサイト	
			A：聞取り平均値	B：水料金(Tsh/20Lit.)	＊：判定（A>Bは合格）	C：水料金(Tsh/20Lit.)	＊：判定（A＞Cは合格）	A：聞取り平均値	B：水料金(Tsh/20Lit.)	＊：判定（A>Bは合格）
1	MM1	Magunga	34			10	○	38		
2	MM2	Diburuma	60			10	○	80		
3	MM3	Kisala	40			10	○	50		
4	MM4	Lungo	60					77	40	○
5	MM5	Lukenge	72					89	30	○
6	MU1	Maw asiliano/Mgulu ya Ndege/CCT Forest	90	40	○			85	40	○
7	MU2	Kilongo	63					70	60	○
8	MR1	Tambuu	47					55	50	○
9	MR2	Uponda	60			10	○	61		
10	MR3	Usungura	55	30	○			59	30	○
11	MR4	Kiwege	69	10*1	○			75		
12	MR5	Kwaba	87			10	○	98		
13	MR6	Tununguo	73			10	○	96		
14	MR7	Vigolegole	72			10	○	83		
15	MR8	Kongwa	24					34	30	○
16	MR9	Mvuha	72					85	30	○
17	KL1	Chabima	86			10	○	78		
18	KL2	Mkata Station	37			10	○	49		
19	KL3	Kilangali	59	30	○			78	30	○
20	KL4	Kiduhi	51					75	50	○
21	KL5	Makwambe	40			10	○	77		
22	KL6	Kibasigawa	53			20	○	66		
23	KL7	Mzaganza	86			10	○	117		
24	KL8	Kikundi	61			10	○	56		
Average			61					72		

注：各施設設計方針において、水料金負担額が世帯収入の5%以下となっているサイトのみ、本比較の検討対象とした。

＊：当該給水施設からの給水に対する支払い意思額に比べ、設定した水料金水準が下回る場合を合格とする

*1: 本サイト(Kiwege)は、深井戸の場合は水質基準をクリアできない可能性が試験井掘削結果から想定されたため、当初からハンドポンプのみによる給水を計画したため水料金は10Tsh/20ﾘｯﾄﾙとなっている

出典：対象サイトでの社会経済調査及びキーインフォーマント聞取り結果から分析。

16.3.3　制約条件への対応の可否

判断結果：個々の制約条件の影響を最小にするように住民側が種々の対応を行うことで、給水施設運営の安定化を図り、故障時の施設停止時間を可能な限り最小限にすることは可能である。しかしながらこれは給水施設利用者に長期間にわたり不当な負担を課すこととなるため、

中長期的には県の能力強化、インフラ整備、民間活用を促進する環境整備等を進める必要がある。

１）燃料購入への対応：優先プロジェクトの対象サイトの内、ディーゼル燃料の村落内調達ができない 14 サイトは、悪路を長時間（片道 30 分から最大 3 時間）も輸送することになる。燃料費増につながる水の無駄遣いを可能な限り減らすのは当然であるが、比較的道路事情の良い乾季の燃料まとめ買いによる保管や、そのためのまとまった燃料調達が可能な購入先の選定と適切な水料金徴収による調達資金の事前準備等は極めて重要である。

２）県とのコミュニケーション：県からの定期モニタリング支援が「県の側」から短期的には望めない以上、「COWSO の側」から県側に毎月定期的な操業報告を行い、適切なデータ提供をもって施設の運営状況を県に把握させ、有事には速やかに技術支援・助言を求められるようにすべきである。アクセスが不便とはいえ、各対象サイト住民にとり県中心部はしばしば訪れる生活圏内であり、COWSO 関係者が県中心部で所要がある際についでに報告するようなコミュニティ内部の調整は可能である。

３）金融機関の利用：COWSO は徴収水料金の管理のため独自の銀行口座の開設とその利用を義務付けられているが、サイトから金融機関までの距離・所要時間と交通費の支出負担は必ずしも小さくない。前述の県への報告時やその他商用時についでに金融機関を利用したり、ある程度の期間は村落内で保管しておけるシステムを構築したりしておくこと[2]は、上記取引コストの削減に資するものである。

４）故障時の対応：現在モロゴロ州内では、モロゴロ市で簡単なスペア・パーツ（PVC 管、水栓蛇口、軽微なハンドポンプ部品）や消耗品類（発電機フィルター、オイル）は入手できるが、その他はダル・エス・サラームから調達しなければならない。また同州内の修理業者の能力や存在も県水事務所では確認できていない。このため適切な水料金積立、スペア・パーツの購入先や修理依頼先である民間企業のコンタクト先の事前把握、加えて県による（県水事務所退職者も含む）民間企業の情報蓄積とコミュニティへの情報提供、技術的に可能であるのならばコミュニティでの実費負担による県技術者による修理サービスなどで対応するほかなく、これは民間企業不在の現在の環境下では現実的な対応と考えられる。

下の***表 16.10*** に示すように、当該優先プロジェクト・サイトに関しては、運営・維持管理時に管轄県事務所、民間企業、金融機関、燃料購入先の訪問に長い所要時間を要するサイトが大部分を占め、また携帯電話の通信事情や雨季の車両交通に困難を有するサイトがあるが、これが改善される見込みが短期的に望めない以上、これら制約条件を最小限にするよう前述の現実的対応の強化を行うことが先決である。

2 対象サイトでも、村落政府事務所に金庫を設けている事例（Kwaba 村）、過去の男性メンバーの使い込み事件の反省から「Trust Lady」を指名し、金融機関までのかさむ交通費（往復 Tsh16,000）の節約のため集金金額がある程度多くなるまで村で保管する事例（Tununguo 村）が確認されている。

表 16.10　優先プロジェクト対象サイトの O&M 環境の現状

	Maguga	Diburuma	Kisala	Lungo	Lukenge	Mawasiliano	Mgulu ya Ndege	CCT Forest	Kilongo	Tambuu	Uponda	Usungura	Kiwege	Kwaba	Tnunguo	Vigolegole	Kongwa	Mvuha	Chabima	Mkata Station	Kilangali	Kiduhi	Makwanbe	Kibasigawa	Mzaganza	Kikundi
	1	2	3	4	5	6			7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
F. 給水施設のO&M環境*	MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MU1			MU2	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	MR6	MR7	MR8	MR9	KL1	KL2	KL3	KL4	KL5	KL6	KL7	KL8
1. 管轄県水事務所	2	4	1.5	2.5	2.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4	3	2.5	3	2.5	3.5	5	4	2.5	0.5	0.5	1	1	2.5	2.5	1.5	1
2. ハンドポンプ/管路系給水の簡易交換部品供給/取次社（モロゴロ市）	3	5	2.5	3.5	3.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4	3	2.5	3	2.5	3.5	5	4	2.5	2.5	2.5	3	3	4.5	4.5	3.5	3
3. 水中モーターポンプ/ジェネレーター/ハンドポンプ修理業者(ダルエスサラーム市)	6	8	5.5	6.5	6.5	3.5	3.5	3.5	3.5	7	6	5.5	6	5.5	6.5	8	7	5.5	5.5	5.5	6	6	7.5	7.5	6.5	6
4. 至近の金融機関	2	2.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	4	3	1.5	3	1.5	3.5	5	4	2.5	0.5	0.5	1	1	2.5	2.5	1.5	1
5. 至近のディーゼル燃料購入先	3	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0.5	0.5	2	1	1.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	1	1	2	1	1.5	1
6. 携帯電話通信事情（村落中心部と外部は通信が困難）										×		×		×	×				×				×			
7. 道路事情（雨季の車両交通は困難）		×										×		×							×	×				
＊：数値は片道の最低所要時間を示す																										

出典：対象サイトにおけるキーインフォーマント聞取り調査結果（2013 年 4 月）より作成

16.4　政策面からの評価

タンザニア政府は、国家水政策（NAWAPO、2002）を実施に移す戦略として国家水セクター開発戦略（NWSDS、2006）を策定した。そして戦略を実現させるための方法として、2007 年 2 月に水セクター開発プログラム（WSDP）が開始された。WSDP 地方給水コンポーネントでは、2025 年までに 90%の人々に清潔で安全な水を供給されることが目標として設定され、水資源管理コンポーネントでは国内全9つの流域で統合水資源管理が実施されることが目標として設定された。

F/S 対象である優先プロジェクトの給水計画が実施された場合には、2012 年には 2,959 人であった給水人口が、2025 年には 56,606 万人に対して清潔で安全な水が供給されることになり、WSDP の目標達成に貢献することとなる。

また、優先プロジェクト・サイトはワミ・ルブ流域に位置しており、今後、本プロジェクトにおいて策定されたワミ・ルブ流域水資源管理・開発計画の取り組みが進められる。ワミ・ルブ流域事務所は、水資源管理・開発計画における取り組みの一環として、F/S 実施段階において既に給水施設および水資源の持続性確保の観点に立った水源の選定に関わった。更に、本優先プロジェクトの実施においては、水資源管理法（2009）に基づいた地下水許可よび水利用許可取得の啓発活動、利水者協議会（WUA）およびサブ流域水委員会（SCWC）を通した水資源管理に取り組んでいくこととなる。

これらのことから、F/S 対象である給水分野の優先プロジェクトの実施は、タンザニア政府の政策と整合性を有すると共に貢献するものであると判断できる。

16.5 環境社会配慮面からの評価

給水分野の優先プロジェクトの初期環境調査は、環境社会管理枠組み（2008 年）に基づいてタンザニア国水省が作成した環境・社会スクリーニング・フォーム（IEE フォーム）に従い実施された。このスクリーニングフォームは、JICA のより包括的な IEE チェックリストに概念的に近いものとなっている。なお、初期環境調査は、ワミ・ルブ流域管理事務所および JICA プロジェクトチームの支援の下、給水事業の実施主体であるモロゴロ州の 4 県（ムボメロ県、モロゴロ市、モロゴロ県、キロサ県）の環境担当官により行われた。

県の環境担当官による初期環境調査の結果は、ワミ・ルブ流域管理事務所の環境担当官による照査・検証が行われ、その結果、タンザニアの環境社会枠組み（2008）に基づく評価において、優先プロジェクトは、環境社会への重大な影響も無く、今後の環境関連調査を行う必要が無い

“カテゴリーC”と分類された。そして、スクリーニング・フォームの結果を考慮して JICA フォームの初期環境調査チェックリストを調査団が作成した。その結果、メイン・レポートの第 15 章の***表 15.2*** に示すように全項目において評価は“A+”～“D”となっており、負の影響は軽微あるいはほとんど無い項目だけではなく、重大の好影響を及ぼすと判断できた項目もある。したがって、JICA 発行の環境社会配慮ガイドライン（2004）に基づく評価においても、給水分野の優先プロジェクトは、プロジェクトの実施にあたって詳細な環境影響評価（EIA）を必要としない“カテゴリ C”に分類されると考えられる。

なお、本調査は F/S 段階に行われたものであるため、今後プロジェクト実施の前には基本設計や詳細設計の実施が必要であり、その結果計画内容が変更となる可能性もある。したがって、環境社会管理枠組み（2008 年）に記されているように、基本設計調査において初期環境調査スクリーニングの照査・更新による再確認を行い、水省による正式な手続き（申請、照査、承認）を経る必要がある。

16.6 水資源管理面からの評価（WRBWB との関わり）

評価結果：WRBWB は WRMA（2009）に規定されるように、管轄流域内の水資源関連施設のモニタリング、評価及び承認を行う責務を有している。このため地下水開発を伴う地方給水事業である本優先プロジェクトの場合、水資源管理の観点から以下のプロセスの実施が求められる。

1） 利水者（この場合 COWSO）は WRBWB に地下水開発許可を申請し、認可を受ける。
2） 井戸掘さく事業者は工事記録を WRBWB に提出する。
3） 地下水開発完了後、WRBWB は地下水開発許可を水利用許可に切り替え、これを COWSO に発給する。
4） COWSO は水利用許可に基づき取水を行い、給水施設の操業記録を県に報告する。
5） COWSO は WRBWB が設立を促進する WUA に加盟し、当該地域の利水調整に参画する。
6） WRBWB と県は地下水開発・利用に係る記録を共有し、前者はそれを水資源管理に利用し、後者は将来の給水計画策定等に活用する。

調査の結果では、優先プロジェクト対象サイトで過去に県による地方給水事業（***表 16.7*** 参照）と WRBWB による水資源管理に関する活動（***表 16.11*** 参照）の双方が既に具体的に実施されている事例が確認されている。しかし、まだこれらは現行制度下で期待されているような上記 1）～6）のプロセスを経た有機的なつながりを持ったものまでには至っておらず、住民側の WRBWB の活動への認識や水資源管理への理解（***表 16.12*** 参照）は限られている。

但し、個別の活動を見ると、既に WRBWB は利水者協議会（WUA）を通した水資源管理の取り組みを一部開始している（上記プロセスの 5 番目）他、本調査においても各サイトにおける水源計画に関わる（同 6 番目）等、各種活動を開始している。また、計画策定と施設建設の段階で上記のプロセス 1～3 を、技術支援の段階で同 4 を支援することで、一連のプロセスは有機的かつ質の高いものとなることが可能である。

またタンザニアでは水源開発を含む地方給水事業の一連の実施主体は県であり、また同給水施設の運営・維持管理主体は COWSO であることから、WRBWB はこれら一連の水資源管理に関する活動（「6 章 6.6 水資源の利用に関する規制と管理」を参照）に際しては、COWSO 及び県側と適切に協力していくことが求められる。

16.6.1 優先プロジェクト対象サイトにおける WRBWB の活動状況

水資源管理に関する活動は、灌漑組合や COWSO 等の利水者グループの代表者から構成される WUA を通して実施することが水資源管理法（2009）に規定されており、WRBWB は、WUA の設立を進めている段階である（現時点では、キロサ県の Makwambe 村において WUA が設立されている）。しかしながら、利用者間では既に水争い等の水資源管理に関する問題が生じて

いるサイトもあるため、***表 16.11*** に示すように、既に灌漑組合に対する活動等の取り組みを開始している（全 24 サイト中 6 サイト）。また、水資源管理法（2009）において取得が規定されている地下水許可（モロゴロ市の CCT Forest 村）および水利用許可（モロゴロ市の Nguru ya Ndege 村）の取得に関する手続き、表流水の管理に必要な河川水位計の設置（モロゴロ市の Vigolegole 村）等の活動も開始している。

表 16.11　対象サイトと WRBWB の活動の接点

サイト名	水利用許可	地下水開発許可
1. Magunga	-	
2. Diburuma	-	
3. Kisala	-	
4. Lungo	-	
5. Lukenge	村内の灌漑グループの活動を通じてWRBWBとは既に接触があり、水利用許可や地下水開発許可の申請の必要性は既に認識していた。これは、1)灌漑グループが水理療許可申請のための支払いを行った経験があること、2）村落リーダーが、区（Ward）を対象とした表流水と地下水利用に関するセミナー（於：Madizini、 2012年11月）、による。	
6. Mawasiliano	WRBWBのことは聞いたことがあり、区委員会を通じて水利用許可についても聞いたことがあった。	-
6. Mgulu ya Ndege	2012年11月に村落内の湧水へパイプを接続し外部へ給水を行おうと試みた村落部外者と当該村落住民との間で摩擦が生じ、村落住民はWRBWBへ相談し、水利用許可を申請した。これにより問題は収まり、2013年2月現在、許可証の発行を待っているところである。当該許可証の申請料と共に水質分析依頼のための費用も支払っている。	-
6. CCT Forest	Nguru ya Ndege地区が湧水利用のための水利用許可申請を行ったことを聞き、当該許可の存在について認識を持った。	村内に韓国系NGOが私的に深井戸を建設した際、村長はWRBWBを当該NGO関係者と共に訪問し、地下水開発許可申請と申請料の支払いに立ち会った。
7. Kilongo	WRBWBの職員が村を訪問し、近隣村落（Nguru ya Ndege)の水利用許可申請の話をしたため、当該利用許可のことを認識するに至った。	-
8. Tambuu	-	-
9. Uponda	-	-
10. Usungura	WRBWBスタッフから以前河岸を耕作しないよう指導を受けたことがあるが、水利用許可についてまでは聞いていない。	-
11. Kiwege	-	-
13. Kwaba	-	-
14. Tununguo	-	-
15. Vigolegole	河川流量計の設置とゲージ・リーダーの任命のためWRBWBスタッフが村落を訪問したことがある。灌漑関連のこと以外は聞いておらず、水利用許可や地下水開発許可についての情報は持っていない。	
16. Kongwa	村内灌漑グループが既に水利用許可申請を実施していたことから、許可証の存在を認識したが、飲料水プロジェクトもそれに該当することまでは理解していなかった。	-
17. Mvuha	近隣村落の灌漑グループが既に水利用許可申請を実施していたことから、許可証の存在を認識していたが、飲料水プロジェクトもそれに該当することまでは理解していなかった。	-
18. Chabima	-	-
19. Mkata Station	-	-
20. Kilangali	村内灌漑グループが既に水利用許可申請を実施していたことから、許可証の存在を認識したが、飲料水プロジェクトもそれに該当することまでは理解していなかった。	-
21. Kiduhi	-	-
22. Makwambe	当該村落はTamiWUA（10村落により2010年3月結成）のメンバーであるが、既に水利用許可を取得している他メンバー村落を通じて当該許可のことを認識した。しかし飲料水プロジェクトにもそれが適用されることは知らず、またWRBWBから当該許可証について説明を受けたこともない。	-
23. Kibasigwa	-	-
24. Mzaganza	村内に灌漑グループが形成され、WRBWBがこれにトレーニングを行ったことがあり、村ではWRBWBの存在を認識している。しかし水利用許可についてまでは認識がないとのこと。	-
25. Kikundi	村の支援を受けて村内灌漑グループが既に水利用許可申請を実施していたことから、同許可証の存在を認識しているが、飲料水プロジェクトもそれに該当することまでは理解していなかった。	-

出典：対象サイトにおけるキーインフォーマント聞取り調査結果（2013 年 4 月）より作成

16.6.2　水資源管理及び関連活動への住民の認識

対象サイトにおける WRBWB の水資源管理に関する取り組みは始まったところであり、コミュニティとの接点も限定されているため、***表 16.12*** に示すように、水資源管理関連活動に関する住民の認識は、まだ十分ではないと言える。特に、地方給水事業に大きく関係する水利用許

可や地下水許可の取得の必要性に関する理解度は限られている。例えば、村内の灌漑プロジェクトにて水利用許可を取得している場合であっても、給水プロジェクトでも取得する必要があることまでは認識しておらず、その旨の説明がなされていないサイトもある。

しかしながら、前節に述べたように、WRBWB は、既に利水者協議会を通した水資源管理の取り組みを開始しており、今後、上述の状況を踏まえた上で啓発活動を行うことにより、住民の認識を深化させることが可能となる。

表 16.12　対象サイト住民の認識

	Magunga	Diburuma	Kisala	Lungo	Lukenge	Mawasiliano	Mgulu ya Ndege	CCT Forest	Kilongo	Tambuu	Uponda	Usungura	Kiwege	Kwaba	Tnungwo	Vigolegole	Kongwa	Mvuha	Chabima	Mkata Station	Kilangali	Kiduhi	Makwanbe	Kibasigawa	Mzaganza	Kikundi
	1	2	3	4	5	6			7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
E. 水資源管理政策の認識	MM1	MM2	MM3	MM4	MM5	MU1			MU2	MR1	MR2	MR3	MR4	MR5	MR6	MR7	MR8	MR9	KL1	KL2	KL3	KL4	KL5	KL6	KL7	KL8
1. 水利用許可を既に知っていた。					○	○	○	○	○								○	○			○		○			○
2. 上記が飲料水に適用されることも既に知っていた。					○		○	○	○																	
3. 水利用許可申請をしたことがある。							○																			
4. WUAを既に知っている。																							○			
5. WUAに既に参加している。																							○			
6. 地下水利用許可を既に知っていた																										
7. 地下水利用許可を申請したことがある																										

出典：対象サイトにおけるキーインフォーマント聞取り調査結果（2013 年 4 月）より作成

16.7 技術面の評価

本プロジェクトで建設される給水施設の工事は、コンクリート工事、機械／電気工事、パイプ布設工事、土工、井戸掘削等から構成される。これらの工事は特殊な技術を要せず、タンザニアにおいて広く行われているものである。給水施設建設に必要な資機材は、一部は日本や EU 諸国、南アフリカ等からの輸入が必要であるが、基本的にタンザニア国内で調達可能である。したがって、本プロジェクトで適用される技術は、適正であると評価される。

本プロジェクトに係る技術面の評価をまとめて、***表 16.13*** に示す。

表 16.13　給水施設に適用される技術の評価

施設	工種・形式	評価項目	適合性の評価
取水施設 （レベル-2）	地下水 （深井戸）	発電機・水中ポンプ	容易に輸入可能：適正
		水質	浄水設備は不要：適正
		運転・維持管理	容易：適正
取水施設 （レベル-1）	地下水 （深井戸）	井戸掘削	DTH・泥水堀：適正
		ケーシング・スクリーン	容易に調達可能：適正
		ハンドポンプ	容易に調達可能：適正
		運転・維持管理	容易：適正
配水タンク	地上・高架タンク	建設工事	通常の建設工事：適正
		建設資材	容易に調達可能：適正
		維持管理	容易：適正
パイプ布設	PVC・HDPE パイプ	布設工事	通常の建設工事：適正
		建設資材	容易に調達可能：適正
		維持管理	容易：適正
公共水栓	1 栓・2 栓タイプ	建設工事	通常の建設工事：適正
		建設資材	容易に調達可能：適正
		維持管理	容易：適正

第 17 章　結論と提言

第 17 章　　結論と提言

17.1 結論

プロジェクトは、2010 年 11 月より 2013 年 11 月までの 3 年間に亘り実施された。プロジェクトにより、多分野に亘る水需要に対して合理的な管理を行うための水資源管理・開発計画のブルー・プリントが策定された。また、同計画を踏まえた給水分野における優先プロジェクトが選定され、フィージビリティー調査が実施された。さらに、プロジェクト期間を通して、水省およびワミ・ルブ流域管理事務所のカウンターパート・スタッフに技術移転が行われた。

プロジェクトより得られた重要な結論を、以下に述べる。

17.1.1 水資源管理・開発計画策定における結論

1) 水資源管理・開発の計画目標の設定

プロジェクトによる広範囲に亘る調査活動の結果、ワミ・ルブ流域における水資源管理・開発面の課題として、１）水資源開発可能量と水需要のバランス、２）水資源の保全、３）流域環境の保全、４）水利用の規制と管理、５）水資源情報管理と活用、が指摘された。そしてこれらの課題が解決された望ましい状態として、計画の最終年である 2035 年におけるゴール「水資源の持続性と社会・経済活動が両立可能な水利用がなされる」ことを、計画目標として設定した。

2)　シミュレーション結果に基づくワミ・ルブ流域の水資源総量

シミュレーション結果に基づく流域全体の表流水の水資源総量と地下水開発可能量を合計した水資源量は、平年で約 5,262 MCM/年（平年表流水＋地下水）、10 年確率降雨渇水年で 3,346 MCM/年（10 年確率降雨渇水年＋地下水）との算定結果となった。

3)　将来水需要予測

調査により、１）トレンドシナリオ、２）灌漑効率向上シナリオ、３）工業セクター成長シナリオ、の３つのシナリオにおいて流域内の全セクターの将来水需要が予測された。その結果、2035 年の水需要量としては、トレンドシナリオでは 2,201.0 MCM（百万 m^3）、灌漑効率向上シナリオでは 1,696.3 MCM、工業セクター成長シナリオでは 2,405.0 MCM の水需要量が算定された。

4)　流域の水資源総量と将来水需要量との比較

シミュレーション結果に基づく流域全体の水資源総量は、流域全体で比較した場合、平年、10 年確率降雨渇水年とも、全てのシナリオにおける将来水需要量を賄えることが確認された。しかしながら、表流水の水資源賦存量は総流出量であり年間を通して安定して利用できる水量（渇水流量）は 15～25%程度であるため、ワミ・ルブ流域全体での水資源量は約 1,700MCM(中間値の 20%の場合)と想定される。この場合は 2025 年からトレンドシナリオに基づく需要を満たすことができなくなる。

5)　水資源開発計画を策定するための水資源量の評価方法の決定

シミュレーションの結果は、流域の特性や傾向を表しているが、貯水池計画などの具体的な水資源開発の計画規模を決定するために必要な精度の高い数値条件が得られないことが判明した。したがって、本プロジェクトで構築した数値解析モデルに基づいて行ったシミュレーション結果ではなく、実際に生じた基準となる観測点における 10 年確率渇水年の実測の観測流量値を用いた検討により水資源開発計画を策定した。

6)　サブ流域における表流水資源の不足量

トレンドシナリオに基づく将来水需要では、キニャスングウェ・サブ流域、ムコンドア・サブ流域、コースト・サブ流域において表流水の水資源の不足量が大きい。工業セクター成長シナリオに基づく将来水需要では、工業が集中しているンゲレンゲレ・サブ流域およびコースト・サブ流域においてさらに不足量が増加する。灌漑効率向上シナリオに基づく将来水需要では、サブ流域によって程度は異なるが、全てのサブ流域において水資源の不足量がトレンドシナリオのそれより減少することがわかった。

7)　水資源配分

ワミ・ルブ流域における、各サブ流域の水資源配分計画を策定した。その結果、キニャスングウェ・サブ流域では、トレンドおよび工業セクター成長シナリオに基づいた需要増が進む場合、不足量を賄うことができなくなることがわかった。ンゲレンゲレ・サブ流域では、工業セクターの需要増が大きく、不足量を補うために貯水池の整備に加え隣接するアッパールブ・サブ流域からの導水が必要である。コースト・サブ流域では、工業セクター成長シナリオに基づいた需要増が進む場合、2035 年には不足量を補うことができなくなる。したがって、工業セクターの成長を促進する場合には、節水技術の導入も必要である。

8)　水資源保全

大都市を抱えるワミ・ルブ流域では、社会経済活動に伴う水資源への汚染が認められる。また、河川改修や河道の安定により河川環境を改善し、表流水の安定を図る必要がある。これらの事業と活動により、流域内における利用可能な水資源の水質と水量を安定させることが必要である。したがって、水質保全面からの水資源保全プロジェクトと、特に表流水の水量の安定を図る流域環境保全プロジェクトにより構成される水資源管理・保全計画の実施が必要である。

9)　水利用管理

水資源の管理には、計画策定、実施において利用者の参加が重要である。また、流域管理事務所による、水利用許可等を有効に活用した水利用に関する法規制の執行が必要である。さらに流域管理事務所の監督の下、利用者による水利用の効率化を進めることが必要である。このように、関連法令に基づいた計画的な水利用を実施するため、水資源の開発と利用と排水に関する規制および制御に関する各種プロジェクトから構成される水利用管理計画の実施が必要である。

10)　水資源情報管理と活用

ワミ・ルブ流域の水資源管理・開発計画の実施と事業管理には、水資源や水利用に関する情報やデータの整備と活用が必要である。そして必要な情報が関係者に発信されることにより、利用者も含めた関係主体が水資源管理に参加できることになる。したがって、水資源観測モニタリングプロジェクトと、水資源データベースおよびシミュレータの運用から構成される水資源情報管理活用計画の実施が必要である。

17.1.2　給水分野の優先プロジェクトの F/S における結論

1)　地方給水分野の優先プロジェクトの選定

地方給水分野における優先プロジェクトは、ワミ・ルブ流域内で以下の条件が整っている地域から選定した。

- 水源開発可能量が生活用水の将来水需要を賄えられる
- 給水率の低い地域である
- 水源の水質が飲料水に適している
- ワミ・ルブ流域事務所の地方給水事業への関与活動のモデルとなる

上記条件を適応した結果、モロゴロ州が地方給水に関して最も改善が必要と判断された。したがって、優先プロジェクトは、モロゴロ州のワミ・ルブ流域に含まれている 4 県（ムボメロ県、モロゴロ市、モロゴロ県及びキロサ県）に集中して選定を行った。その結果、当初 25 サイトを対象として選定したが、フィージビリティ・スタディ開始時に 1 サイトへのアクセスが悪化し、対象外とし、最終的には 24 サイトに対しフィージビリティ・スタディを実施した。

2)　優先プロジェクトの裨益効果

対象 24 サイトに対し、目標年次 2025 年の給水計画を策定した。本計画が実施された場合、2012 年では 2,959 人である給水人口が 56,606 人に増加することになり、1,416m^3/日の安全で安定した水を供給することができる。

3)　優先プロジェクトの水源計画

計画水源につき、対象サイトが希望する水源を調査した結果、深井戸による地下水がもっと多かった。一方、水源ポテンシャル、水質、給水施設建設費、適正維持管理の必要性等を考慮し、対象地域では地下水が最も適切であると判断した。従って、対象住民の希望も考慮し、各サイトの水源の状況に見合った最適な給水計画を策定した。

4)　給水サービスのレベル

給水のサービス・レベルに関しては、ハンドポンプ利用のレベル 1 給水及び管路系給水施設のレベル 2 給水から検討した。レベル 1 給水のサイトが 14 ヶ所、レベル 2 給水が 7 か所で、他の 3 サイトはレベル 1 給水とレベル 2 給水の組合せと計画した。レベル 1 給水サービスを受けられる住民は 31,453 人となり、787m^3/日が給水される。一方、レベル 2 給水サービスの裨益者は 25,153 人で、629m^3/日を給水する計画となっている。

5)　運営・維持管理計画

上記 4）にて計画されたサービス・レベルにおいて給水施設の運営・維持管理に必要と試算された水料金（サイト毎に異なる Tsh10～60/20 ﾘｯﾄﾙの範囲内）は、各サイトの住民の示す経済的支払い能力と支払い意思額の範囲内であることが判明しており、財務的見地からは持続的な運営・維持管理が可能であると判断される。

6)　初期環境影響評価

タンザニアの環境管理枠組み（2008）に基づいた評価の結果、優先プロジェクトの実施は環境社会への重大な影響も無く、今後の環境関連調査を行う必要が無い“カテゴリーC”と評価された。また、JICA の初期環境調査チェックリストに基づいた評価においても、プロジェクトの実施にあたって詳細な環境影響評価（EIA）調査を必要としない“カテゴリーC”に分類されると考えられる。しかしながら、不都合な影響が生じないよう環境面および社会面でのモニタリングを継続することが不可欠である。

7)　優先プロジェクトの事業評価

F/S の対象として選定された優先プロジェクトについて、１）財務、２）組織・制度、３）運営・維持管理、４）政策、５）環境社会配慮、６）水資源管理、７）技術的妥当性の側面から評価を行った。その結果、プロジェクトの実施は有益であり妥当であると判断された。

また、経済の観点からの検討では、プロジェクト実施による便益を算定した。

なお、水資源管理面については、これまでの流域管理事務所による地方給水事業への関与は、水資源管理法による新しい取組であるため実績としては少ない。しかしながらワミ・ルブ流域管理事務所においては活動を開始しており、また F/S 調査にも参加していることから、今後水資源管理法に基づいた適切な水資源管理の活動が実施されると評価された。

組織・制度面については、ソフトコンポーネント等の投入による給水組織能力向上支援等、投入が必要な側面もあるが、施設の運営・維持管理にかかわる組織制度は基本的には確立されていることから、運営・維持管理は適切に実施されると評価された。

8)　優先プロジェクトの事業実施

優先プロジェクトの対象地域であるモロゴロ州の困難な給水状況を改善するために、策定した実施計画を遅延なく、実行する必要がある。

17.2 提言

プロジェクトによりワミ・ルブ流域は、全国の 9 河川流域の中で最初に水資源管理・開発計画が策定されたことになる。したがってワミ・ルブ流域の水資源管理・開発計画は、計画策定のみならず実施段階においても、他の流域のマイルストーンとなる計画実施が望まれる。水資源管理・開発計画の実施に関しては、2035 年までのプログラム行動計画がプロジェクトにより示された。

プロジェクトではさらに、本行動計画にそった各プロジェクトの実施をより効果的に行うため役立つ提言を、以下に述べる。

17.2.1　水資源管理・開発計画の実施における提言

1)　水文観測体制の整備およびデータ管理

水資源賦存量や開発可能量の検討、適切な水配分や水利用管理、水資源保全、水資源管理・開発計画の検討、など水資源に関する活動の根幹となるものは、水資源に関するデータである。流域の水資源を特徴付ける主たるデータは、雨量、河川水位、河川流量、地下水位、および水質であり、これらのデータを連続的に長期間計測・収集して初めて、流域の水資源を必要な精度を持って分析・検討することが可能となる。

プロジェクトで提案され水資源管理・開発計画の実施の為には、まず正確なデータが確実に記録され、そのデータが事務所に遅滞無く集まり、点検（修正）・整理され、データベースに入力されるまでの一連の流れが確実に実行されるシステムを確立する必要がある。そしてその上で、現在の観測ネットワークの拡充を適宜進めていくことが望ましい。

2)　サブ流域末端における観測所の設置

ワミ・ルブ流域の水資源管理の基本単位は、7 つに区分されているサブ流域である。しかしながらサブ流域の末端に観測所が設置されていないため、現時点では観測データをサブ流域単位での水資源管理に直接利用できない。上記提言１）に基づき、データ管理システムを確立した上での観測ネットワークの拡充時には、サブ流域の末端に観測所の建設を最優先にする必要がある。

3)　水位－流量曲線の精度の向上

ワミ・ルブ流域における水文観測の大きな課題として、水位データを精度高く流量データに換算するための適切な水位－流量曲線が未整備であることが挙げられる。水位－流量曲線の整備および更新を行うため、定期的かつ高水位時の集中的な流量観測および観測断面における横断測量を確実に実施していく必要がある。

4)　水資源情報管理・活用体制

水資源および水利用の現状に応じた水資源管理を実施していくためには、ステークホルダーに対する適切な情報提供を行い、水資源管理の取組みに対する理解および協力を得ていく必要がある。プロジェクトでは、水資源管理のための 6 項目（利水者協議会、許可、水理地質、水文、河川構造物、水質）からなるデータベース、および主に表流水の配分・管理における水文データの活用・検討・効果的な説明に資する水資源管理シミュレータを構築した。データベースお

よびシミュレータは、今後さらに適切に管理・更新・運用し、精度を上げることによってさらに効果を発するものであり、そのための適切な体制を構築し維持していくことが望まれる。

5)　環境流量の算定および見直し

国家水政策では、利用可能な最大限の科学的情報を用いて環境流量を算定し、飲料水に次ぐ優先度をもって環境用水への配分を行うことを規定しており、適切な表流水管理のためにはこの環境流量の算定・制定が必須である。

ワミ・ルブ流域では、ワミ川・ルブ川の本川については環境流量に関する検討が行われているものの、流域内の支川については調査が未実施である。また、本プロジェクトで照査した結果、本川において現在検討されている環境流量についても、実際の自然流況と比べて過大と判断される地点もあるなど、将来的に見直しを行う必要があると考えられる。

流域の水環境をより詳細に管理していくための主要支川における環境流量の評価、本川における環境流量の再評価、算定された環境流量をどのような形で適切に表流水の管理に用いていくかのルール化・制度化、およびルールに基づいたモニタリング基準・体制の確立といった一連の活動を着実に進めていくことが望まれる。

6)　表流水開発（貯水池整備）

ワミ・ルブ流域では、季節間および年ごとの流量変動が大きく、限られた表流水資源を効率的に利用するためには、雨期の余剰水を貯留し水資源の不足する乾期に利用するための貯水施設の整備が不可欠である。プロジェクトでは、既存の調査結果や本プロジェクトでの概略調査結果に基づいて貯水池整備候補地を提案している。各候補貯水池については、継続的な流量観測や社会・自然環境への影響調査を含む詳細な調査・検討を早期に開始する必要がある。

7)　水需要の抑制（灌漑効率の向上）

ワミ・ルブ流域内の水需要は 2035 年までに約 2.4 倍に増加することが予測されている。中長期で見ると、全てのサブ流域において表流水の開発可能量を水需要が上回り不足量が生じる。貯水池の整備や地下水開発により、不足量を補えるサブ流域も見られるが、中長期的に水需要が大きく増加することが予測される灌漑および工業用水については、節水技術の導入により水利用の効率化を図ることが望ましい。また、都市給水における漏水対策の推進による無収水率の改善も新たな水源開発と同等程度に重要である。

特に、灌漑効率の向上については、プロジェクトにおけるシナリオ別の検討で明らかであるとおり、農業セクターの需要が大きいワミ・ルブ流域においては極めて効果が高い。優先的な実施が望まれる。

8)　ワミ・ルブ流域における水資源開発の中での地下水開発の位置づけ

水資源配分計画は、表流水の不足量を賄うために１）貯水池整備、２）他流域からの導水、３）地下水開発の３つの基本オプションの組合せを検討し、各サブ流域の水需要量に基づき策定された。しかしながら、ンゲレンゲレおよびコースト・サブ流域を除く 5 サブ流域では、灌漑用水が水需要量の大部分を占めている。一般に、地下水は１施設での取水量は河川のそれと比べ小さいため、一カ所で集中して大規模な取水をする灌漑用水には不向きな場合が多い。したがって、表流水の不足量を賄うことを目的とする水資源開発のオプションとしては、地下水資源の開発は補完的な位置付として取り扱うことが望ましい。

9)　既存井戸実態調査の重要性

地下水資源の持続的利用ためには、地下水開発の規制や、許容揚水量の範囲内での揚水制限等の適切な地下水利用管理が必要である。ワミ・ルブ流域では、ダル・エス・サラーム等大都市圏が含まれるため、水理地質情報が把握されていない既存井戸が特に多い。これらの既存井戸の情報を把握することにより、より精度の高い地下水資源の管理・開発が可能である。したが

って、特にダル・エス・サラームにおける既存井戸実態調査を早期に完了し、地下水資源の管理・開発の実施に必要なデータを整備する必要がある。

10) 地下水制御地域の早期制定

タンザニア国では 2009 年に水資源管理法が施行され、水資源の保全を目的とした規制地域の制定の手順が規定された。そして、ワミ・ルブ流域管理事務所では、社会経済活動に伴う水資源への負の影響が生じている地域の水資源保護の必要性から、地下水制御地域の制定に向けた検討を進めている。一方、タンザニアでは近年経済発展が急速に進んでおり、ワミ・ルブ流域においても、工業地域や新都市の開発に伴う急激な人口増加に伴う水資源への影響の増大が懸念されている。したがって、利用可能な地下水資源量を維持するために、地下水制御地域の制定を早期に行うことが望ましい。

11) ワミ・ルブ流域管理事務所の能力強化

プロジェクトにより、ワミ・ルブ流域管理事務所が IWRM&D 計画実施する上での具体的なキャパシティー・ディベロップメント計画が策定された。今後は、CD 計画実施の為の予算措置を行う必要があるが、BWB、流域／サブ流域委員会、WUA/WUG の各レベルの CD のために適正に配分することが必要である。また、策定された CD 計画は、予算措置を伴わずとも BWB 内で実施可能な活動も含まれるため、これらについては優先的に取り組むことが望ましい。

12)　地方給水事業に対する流域管理事務所の関与

流域内の利水者の内、灌漑用水の利水者は少数であるが取水量は他セクターのそれと比べて莫大な規模である。一方、地方給水の利水者（利用組合）は、各取水量は小さいものの利水者数は全セクター中最も多い。一般に、大口で少数の利水者の管理は容易であるが、小口で多数の利水者は最も管理が難しい。また、WSDP 地方給水コンポーネントの進捗により、今後さらに小口利用者の数は急激に増加する。ワミ・ルブ流域管理事務所は、水資源管理における小口利水者の取り込みの重要性も認識している。従って、県の水技師事務所と共に給水分野の優先プロジェクトの計画策定にも積極的に関わり、対象サイトの住民に対して利水者協議会（WUA）を通した水資源管理の必要性・有効性を説明する等の活動を行った。従って、流域管理事務所は、県水技師事務所と連携を強くし、各県に対して水資源開発のアドバイスやコンサルテーションを行うと同時に、水資源管理・開発計画に県の地方給水計画を統合していくことが必要である。

13)　行動計画に沿った実施予算の措置

プロジェクトではワミ・ルブ流域における水資源管理・開発計画として提案された 4 つのプログラム、すなわち１）水資源配分、２）水資源保全、３）水利用管理、４）水資源情報管理・活用に対して、それぞれの 2035 年までの具体的な行動計画を策定した。行動計画は、2015 年までのプロジェクトの調査計画フェーズ、2025 年および 2035 年需要に対応する水資源開発、保全プロジェクトの実施フェーズに別けられる。

2025 年以降の実施フェーズの行動計画は、2015 年までの具体的なプロジェクト調査計画よりを見直す必要がある。しかしながら 2014 年 7 月には、WSDP の全体的な見直しを含む WSDP フェーズ 2 が立ち上がる予定である。従って水省は、WSDP 水資源コンポーネントにおけるワミ・ルブ流域の実施計画として、提案された行動計画に沿った予算計画を WSDP フェーズ 2 に反映することが求められている。

14) 実施戦略と行動計画の段階的な見直し

プロジェクトにより策定された水資源管理・開発計画は、いわゆる統合的水資源管理（IWRM）のコンセプトに則った計画である。ユネスコによる IWRM ガイドラインでは、IWRM とは変わり行く水需要、自然環境、社会経済環境に基づいて、ステークホルダーの参加のもと環境の持続性と調和する水資源利用と管理を行う段階的かつ最終形の無い（Open-Ended）過程であると定義づけられている。

プロジェクトでは、立案された水資源管理・開発計画を実施していく上での実施戦略と行動計画が策定された。したがってこれら実施戦略と行動計画は今後、ステークホルダーの参加のもと、更新された情報と実施プロジェクトのモニタリング結果を基に、段階的な見直しが求められる。

17.2.2　給水分野の優先プロジェクトの実施における提言

優先プロジェクトのフィージビリティ・スタディの結果を踏まえて、事業実施に当たって、以下に示す内容を提言する。

1)　給水計画

給水サービス・レベル

対象サイトが希望する給水施設は管路系施設、所謂レベル 2 給水であり、第 2 にハンドポンプ（レベル 1 給水）となった。しかし、給水サービス・レベルの判断条件として、水源のポテンシャル、家屋の配置、維持管理可能性等を考慮して決定する必要があり、各サイトの状況により計画を立案した。その結果、サイトによっては希望するサービス・レベルとは一致しない状態になった。従って、プロジェクトの実施段階で、社会調査により再度住民の希望を調査し、水源ポテンシャルの詳細調査等の最新状況を調査し、計画を見直して最新状況を反映し、必要に応じた更新を行うことを推薦する。

施設の配置

プロジェクトの第 3 フェーズであるフィージビリティ・スタディ期間中は、給水施設の計画・設計については、調査団はサイトの有識者及び郡カウンターパートと一緒に調査・協議を通して進めた。しかし、実施段階では、住民も相談・協議に加わり、可能な限り、貯水槽の位置、公共水栓の位置、配管ルート等の給水施設配置を共同で決めることにより、住民の給水施設に対するオーナーシップの意識を高める効果がある。

動力源

今回の優先プロジェクトのレベル 2 に対するポンプの動力源は、ディーゼル・エンジン発電機を計画した。しかし、優先プロジェクトの実施に向けた詳細調査を行う際に、商用電力や太陽光発電等の他の動力源の使用環境についての条件が整っていることが確認された場合には、その利用可能性を検討する。その際には、商用電力は、停電が頻繁な地域の場合、予備発電機の設置が必要となるため、運営・維持管理費用について慎重に検討する必要があること、また太陽光利用の場合は、故障が発生した場合等のために対応できる体制構築が不可欠であること等を考慮する必要がある。

サイトへのアクセスの整備

優先プロジェクトには、雨期にはアクセスが困難なサイトも含まれている。アクセスが整備されない場合、特に雨期の工事に留意する必要がある。そのため、実施時期のアクセス状況を確認し、必要に応じて、タンザニア政府にアクセスの整備を早急に要求することを推薦する。しかし、タンザニア側での対応が困難な場合、アクセス整備をプロジェクトに含めることの検討を推奨する。

2)　実施計画

関係者の役割分担

プロジェクトを円満に実施するために、***第 13 章***の***節 13.1.2*** に示す各関係者に関わる責任の役割分担を確認し、確実に実施する必要がある。

実施工程

優先プロジェクトの全 24 サイトに対する実施工程は合計約 27.5 ヶ月（2 年以上）が必要と判断される。しかし、***第 13 章***で述べたとおり、工事はサイトによる雨期の作業中断を考慮して工程を計画する必要があり、余裕を見た工期の検討が望まれる。

3)　維持管理計画

対象サイトの住民組織は、地方給水事業での役割と責任を適切に理解した上でその運営・維持管理を主体的に担うことを求められるが、現状では給水施設の運営能力、経験、問題対処能力はいまだ限定的である。このため技術支援活動を通じてこれを強化し、建設される給水施設の持続性を最低限確保することが必要である。

4)　環境社会配慮

暫定的評価結果

今回の環境社会配慮は、優先プロジェクト・サイトのフィージビリティ・スタディ結果に対して実施した暫定的な評価である。その結果は、タンザニアの環境社会管理枠組み（2008）に基づいた評価においても、また JICA の初期環境調査チェックリストに基づいた評価においても、全サイトに対し、詳細な EIA 調査を必要としないカテゴリ C と分類された。しかし、プロジェクトの実施段階での準備調査や詳細設計調査の時点で、給水計画の内容変更に対する更なる環境社会配慮の調査を行う必要がある。

5)　事業評価

実施に向けた調査における再評価の実施

優先プロジェクトに対し、多面的に評価を実施した結果、大よそ良好であった。しかし、プロジェクトの実施段階で、その時点での状況を詳細に調査し、最新状況を基に再評価を行う必要がある。