

国際協力事業団

タンザニア連合共和国

水・エネルギー・鉱物資源省

ルブ川水資源開発計画調査

最終報告書

要約

平成6年6月

日本工営株式会社

株式会社パンフィックコンサルタンツインターナショナル

社調
C/R (3)
91 - 072

416
617
SSS

社会開発調査部報告書
ルブ川水資源開発計画調査
最終報告書
要約
平成6年6月

国際協力事業団
タンザニア連合共和国
水・エネルギー・鉱物資源省

ルブ川水資源開発計画調査

最終報告書

要約

27/18

JICA LIBRARY



1118609151

平成6年6月

日本工営株式会社

株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナル



国際協力事業団

27318

序文

日本国政府は、タンザニア連合共和国政府の要請に基づき、同国のルプ川水資源開発計画にかかるマスタープラン調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成5年2月から平成6年6月までの間、3回にわたり、日本工営株式会社の津田誠氏を団長とし、同社及び株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルより構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団はタンザニア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成6年6月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

平成6年6月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介殿

伝達状

タンザニア連合共和国ルブ川水資源開発計画調査の最終報告書を提出いたしますので宜しく御査収願います。

本報告書は、西暦2020年に於けるダル・エス・サラーム市への上工水供給に重点を置いた、上工水供給、農業開発、水力発電、洪水防御を含むルブ川流域の総合水資源開発のマスタープランを述べております。本調査結果に基づき、ルブ川流域内でのダム建設による、これらの水資源開発計画を盛り込んだ二つの開発シナリオを策定し、本報告書に取りまとめました。

本報告書は要約、主報告書、付属書及びデータ集の4つの分冊から構成されております。要約は本調査結果の要約を、主報告書は各専門分野の分析結果、付属書には主報告書に対する追加、補足情報を記載しました。又、データ集には現地調査を通じて得られた測量結果及び資料を掲載しております。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間にわたり、多大なご支援と御助言を賜った貴事業団、貴タンザニア事務所、駐タンザニア日本国大使館、ならびにタンザニア政府諸機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表すものであります。本調査の結果がタンザニアの今後の発展のために少しでも貢献できることを切に願う次第であります。

津田 誠
ルブ川水資源開発計画調査団長

タンザニア連邦共和国
ルブ川水資源開発計画調査

調査の概要

1 調査期間及び調査の目的

調査期間	: 1993年2月から1994年6月迄 (17ヶ月間)
調査の目的	: ダルエスサラーム市への上水供給に主眼を置いた、現在及び将来の社会、経済、財政状況を考慮したルブ川流域に於ける最適な水資源開発計画の策定
調査対象地域	: ルブ川全流域 (約 17,900 km ²) 及びダルエスサラーム市
目標年	: 西暦 2020 年

2 調査対象地域に於ける水利用の現状

- (1) 雨期中は殆どすべての水需要を満たす。 乾期中は恒久的に水不足が発生する。最下流域の小河川はしばしば乾期中枯渇している。
- (2) 人口約 130万人 (1988年現在) を有するダルエスサラーム市及びその周辺の給水地区では、上水の殆ど100%をルブ川下流の2ヶ所の取水施設からの給水に依存している。
- (3) 貧弱な水理構造物と維持管理不足の為、既存の灌漑施設が十分に機能していない箇所がある。

3 水資源開発計画案

3. 1 将来の必要開発水量

(1) ダルエスサラーム市に対する水需要予測結果

本調査で行われた水需要予測の結果、ダル・エス・サラーム市及びその周辺の給水地区に対する水需要は、西暦 1990 年に於ける 日平均水量 3.5 m³/秒が、西暦 2020 年には 11.2 m³/秒に増大するものと予測される。

ルブ川上の既存上流側取水地点における 95%の期間を保証する日平均流量は、長期間の水文資料に基づいて 9.1 m³/秒と見積られているので、西暦 2020年に於ける水需要量 11.2 m³/秒に対処するためには、将来ルブ川流域内に貯水池式ダムを建設する必要がある。

(2) 将来 (西暦 2020年) の必要開発水量

西暦 2020年にルブ川下流区間で年間を通じて常時必要となる河川水量は合計 16.3 m³/秒と見積られる (内訳: ダルエスサラーム市への給水量 (11.2 m³/秒)、下流の既存灌漑地区の水利権に対する流量 (0.8 m³/秒)、ルブ川最流域に対する河川維持水量 (4.3 m³/秒))。

3. 2 ダム計画の選定

地形、地質、水文条件、貯水効率、暫定の建設費用等の比較検討結果に基づき、以下の3つのダムプロジェクトを推奨する。

- キドゥンダダム
- ゲレンゲレダム
- ムゲタダム

キドゥンダ、ムゲタ、ゲレンゲレ・ダムプロジェクトの開発規模の概要を以下に示す。

番号	概要	ダムプロジェクト名		
		キドゥンダ	ムゲタ	ゲレンゲレ
(1)	ダム高 (m)	26	45	36
(2)	有効貯水容量 (百万 m ³)	690	110	140
(3)	開発水量 (m ³ /秒)	28.2	7.1	1.8
(4)	水力発電所の設備容量 (kw)	3,900	2,300	400
(5)	建設費 (百万US\$, 現在価格)	101.1	110.6	90.8
	原水単価 (百万US\$/m ³ /秒)	3.59	15.58	50.4

上記三つのダムプロジェクトの内、キドゥンダ・ダムプロジェクトは単独で将来の必要開発水量を満たし、且つ原水単価が最も低く、開発優先度が最も高い。

3. 2 ダルエスサラム市の上水需要に対する水資源開発シナリオ

選定された三つのダム開発プロジェクトを組み合わせて、以下の二つの水資源開発シナリオを提案する。

No.	開発シナリオ	ダムプロジェクト
1.	シナリオー1	キドゥンダダムの建設
2.	シナリオー2	ムゲタダムとゲレンゲレダムの建設

3. 3 農業開発計画

新規農業開発プロジェクトは、その実施形態から、大きく以下の2種類に分類される。

- (i) ダム関連農業プロジェクト : ダルエスサラム市への上水供給を主目的とするダムプロジェクトによって開発される河川水 (西暦2020年のダルエスサラム市の需要水量を除いた余剰分) に依存する農業プロジェクト
- (ii) 単独農業プロジェクト : ダムプロジェクトの実施がなくても、ある程度の規模の開発が可能な農業プロジェクト

(1) ダム関連農業プロジェクト

ダム関連の灌漑プロジェクトは以下の通り。

灌漑プロジェクト名	開発シナリオの実現に伴う 新規灌漑面積	
	シナリオ-1	シナリオ-2
(農業開発に利用可能な水量)	(13.3 m ³ /秒)*	(1.2 m ³ /秒)*
i) キドウンダ灌漑計画	10,500 ha	-
ii) バガモヨ灌漑計画	1,100 ha	980ha
iii) 低揚程小型ポンプ灌漑計画	2,400 ha	-
iv) ルブ・ナショナル・ユース灌漑計画	200 ha	-
v) マクルング灌漑計画	150 ha	-
合計	14,350 ha	980

注) * : ルブ川下流域の既存農業地区に対して確保されている河川維持水量 1 m³/秒を含む。

上記灌漑プロジェクトはルブ川下流域の洪水氾濫地区に位置しており、洪水防御計画を併せて実施する必要がある。

(2) 単独農業プロジェクト

ダム開発に依存しない単独農業プロジェクトは、以下の通り。

農業開発プロジェクト名	開発面積 (ha)
— ムラリ灌漑計画 (Mlari Irrigation Project)	400
— ウルグル山地西部流域保全計画 (Uluguru Mountain West Project)	2,000
— ウルグル山地東部流域保全計画 (Uluguru Mountain East Project)	(16,000)
— ムゲタ平野ムプハ灌漑計画 (Mgeta Plain Mvuha Irrigation Project)	(5,000)

注) 括弧内の数字は最大可能開発面積。

4. キドウンダ・ダム計画に関して期待される効果

本調査で選定された三つのダムプロジェクトの原水単価を比べると、西暦2020年迄のダルエスサラム市の水需要を満たす為には、キドウンダ・ダム計画（開発シナリオ-1）の建設がもっとも経済的である。更に、キドウンダ・ダムの建設により、その下流側で数多くの灌漑プロジェクトの実施が可能となり、現在非常に劣化しているキドウンダ地区に至る長さ約100 kmの村道が改修され、同地域の経済発展にもつながるものと期待される。又、同ダムが有する洪水調節機能により、それらの灌漑プロジェクトに対する設計洪水流量（5年確率）は、現況下での670 m³/秒から360 m³/秒へと減少する。従って、キドウンダ・ダム計画は、灌漑プロジェクトが計画されているルブ川下流域での洪水防御に貢献するものと期待される。

5. 本調査完了後のアクションプランに関する勧告

5. 1 キドウンダ・ダム計画のプリフィージビリティの実施

(1) 地質・環境問題

キドウンダ・ダムプロジェクトに関しては、次期調査で明らかにすべき以下の問題がある。

- － ダムサイトの地質 : 下流側ダムサイトに於ける石灰岩の分布、ならびに上流側ダムサイトに於ける粘土層の分布
- － 環境問題 : 野生動物保護に関連したセルー・ゲーム・リザーブへの影響

これらの問題点を詳細に明らかにする為、キドウンダ・ダム計画に関する本格的なフィージビリティスタディを実施する前に、ダムサイトに於ける地質調査及び環境影響評価に重点をおいた同ダムプロジェクトに関するプリフィージビリティスタディの実施を推奨する。その場合、環境影響評価に関する調査を先行させるものとする。次期スタディで実施すべき環境影響評価に関する調査は、タンザニア国政府の水資源省と観光・自然資源・環境省の緊密な連携の下で実施されることが望まれる。

(2) 住民移転

本調査では、キドウンダダム貯水池の建設によって水没する貯水池地区内の住民約6,000人の移転先を確保する為、現在人口密度が極めて希薄な同ダム下流地区に位置しているキドウンダ灌漑計画 (Kidunda Irrigation Project) の実施を、キドウンダダム計画とあわせて推奨している。上述した次期プリフィージビリティスタディの環境調査に於いて、同住民移転に関する追加調査・検討もあわせて行うものとする。

5. 2 ムラリ灌漑計画及びウルグル山地西部流域保全計画のフィージビリティスタディの実施

単独農業開発プロジェクトとして取り上げたムラリ灌漑及びウルグル山地西部流域保全の両プロジェクトに関するフィージビリティスタディの実施を推奨する。これら二つのプロジェクトは開発優先度が高く、お互いに近く位置している。又、ウルグル山地西側の土壌侵食並びにムラリ灌漑計画の取水地点に於ける堆砂問題に見られる様に根源的に共通した問題を抱えているので、両プロジェクトのフィージビリティスタディを統合して同時に実施することを推奨する。

タンザニア連合共和国ルブ川水資源開発計画調査
最終報告書要約

目次

1	緒論	S-1
2	調査対象地域の概要	S-2
2.1	地形	S-2
2.2	地質	S-3
2.3	気象	S-5
2.4	水文	S-5
2.5	環境	S-6
2.6	セルー・ゲーム・リザーブ保全計画 (Selous Conservation Programme)	S-7
3	水利用の現状	S-7
4	水資源開発の可能性	S-8
4.1	ダルエスサラーム市に対する水需要予測	S-8
4.2	農業用水	S-9
4.3	水力発電	S-11
5	水資源開発計画	S-11
5.1	基本構想	S-11
5.2	将来の必要開発水量	S-13
5.3	ダム計画の選定	S-13
5.4	水資源開発計画案	S-14
6	農業開発計画	S-15
6.1	ダム関連農業プロジェクト	S-15
6.2	単独農業プロジェクト	S-16
7	水資源開発プロジェクトの全体実施計画	S-16
7.1	ダム関連プロジェクトの実施計画	S-16
7.2	単独農業プロジェクトの実施計画	S-17

8	水資源開発プロジェクトの概略設計、建設費及び予備的評価	S - 17
8. 1	水資源開発プロジェクトの概略設計及び建設費の算定	S - 17
8. 2	水資源開発シナリオ-1に対する経済評価	S - 18
8. 3	初期環境調査	S - 18
9	浄水・送水施設の拡張計画	S - 19
10	本スタディ完了後のアクションプランに関する勧告	S - 20
10. 1	キドゥンダダム計画のプリフィージビリティ調査 の実施	S - 20
10. 2	ムラリ灌漑計画及びウルグル山地西部流域保善計画の フィージビリティスタディ調査の実施	S - 21

附属資料

キドゥンダダム計画

セルー・ゲーム・リザーブ (Selous Game Reserve) 及びドイツ国GTZの下で実施中のSCP計画への影響

添付図・表一覧

- 表 S.1 キドゥンダ・ダム、ムゲタ・ダム建設に伴うSCP土地利用計画区域内の水没面積
- 表 S.2 キドゥンダ貯水池内の人口、土地利用及び農業生産
- 表 S.3 農業開発計画の概要
- 表 S.4 優先農業開発計画の一覧
- 表 S.5 23箇所のダム諸元 (FAO調査団選定)
- 表 S.6 各水資源開発シナリオの水収支
- 表 S.7 キドゥンダ・ダム建設費の内訳
- 表 S.8 ムゲタ・ダム建設費の内訳
- 表 S.9 ゲレンゲレ・ダム建設費の内訳
- 表 S.10 各水資源開発シナリオの建設費の概要 (現在価格)
- 表 S.11 水資源開発プロジェクトに対する初期環境調査のスクリーニングフォーマット
- 表 S.12 新規浄水・送水計画の概算建設費 (現在価格)
-
- 図 S.1 SCP土地利用計画図 (キドゥンダ・ダム地区)
- 図 S.2 SCP土地利用計画図 (ムゲタ・ダム地区)
- 図 S.3 農業開発計画の位置図
- 図 S.4 想定洪水氾濫区域図
- 図 S.5 23箇所のダム位置図 (FAO調査団選定)
- 図 S.6 ダルエスサラーム市への水供給のための水資源開発計画 (開発シナリオ-1)
- 図 S.7 ダルエスサラーム市への水供給のための水資源開発計画 (開発シナリオ-2)
- 図 S.8 キドゥンダ灌漑計画の一般配置図
- 図 S.9 バガモヨ灌漑計画及びマクルング灌漑計画の一般配置図
- 図 S.10 低揚程小型ポンプ灌漑計画の一般配置図
- 図 S.11 ルブ・ナショナル・ユース灌漑計画の一般配置図
- 図 S.12 ムラリ灌漑計画の一般配置図
- 図 S.13 ウルグル山地流域保全計画の一般配置図
- 図 S.14 ダムに関連する水資源開発プロジェクトの全体実施計画
- 図 S.15 単独農業プロジェクトの実施計画
- 図 S.16 キドゥンダ・ダム計画の施設配置図
- 図 S.17 ムゲタ・ダム計画の施設配置図
- 図 S.18 ゲレンゲレ・ダム計画の施設配置図
- 図 S.19 キドゥンダ・ダムの建設工程図
- 図 S.20 新規浄水・送水計画の導入計画
- 図 S.21 新規浄水・送水計画の実施計画
- 図 S.22 新規浄水・送水計画の一般配置図

最終報告書要約

1 緒論

国際協力事業団とタンザニア国政府の合意の下、1993年2月から1994年6月までの期間、本調査が実施された。本調査の範囲、工程、並びに調査方法については、1993年3月初めにタンザニア国政府の相手機関である水・エネルギー・鉱物資源省 (Ministry of Water, Energy and Minerals) へ提出したインセプションレポートの中に述べた通り、双方で合意された。

本ルブ川水資源開発計画調査は、現在、及び将来の社会、経済、財政状況を考慮したルブ川流域に於ける最適な水資源開発計画の策定を目的としている。本計画の目標年は西暦2020年である。調査対象地域は流域面積約17,900 km²を有するルブ川全流域及び水供給地域であるダルエスサラーム市である。

本計画調査の主な調査・検討項目は以下の通りである。

- (1) ルブ川流域内の包蔵水資源の評価
- (2) 調査対象地域内の水利用の現状とそれに関連する問題点の把握
- (3) 西暦2020年迄の調査対象地域に於ける水需要量の推定
- (4) 初期環境調査を盛り込んだ西暦2020年迄のルブ川流域の水資源開発計画の策定

本調査の実施期間は、第一次、第二次、第三次調査の3段階に分れており、これらは更にタンザニア国内に於ける現地調査、並びに日本国内に於ける検討・解析業務から成っていた。

第一次現地調査は1993年3月初旬に開始され、1993年6月下旬に終了した。現地調査の結果は東京へ持ち帰り、1993年8月下旬まで日本国内に於いて検討・解析作業が行なわれた。1993年9月末に中間報告書をタンザニア国政府水・エネルギー・鉱物資源省へ提出した。同中間報告書の中で、同現地調査の結果、日本国内での検討・解析結果、それらを通じて得られた主なファインディング及び、1993年9月から12月末までの期間に亘って実施予定の第二次現地調査の調査内容を記述した。

本最終報告書には、ダルエスサラーム市への都市用水供給に計画の主眼を置き、本調査を通じて得られたすべての調査結果に基づき策定された、ルプ川流域内に於ける水資源開発計画のマスタープランが記述されている。

本最終報告書は以下の4分冊から構成されている。

- －要約
- －主報告書
- －付属報告書
- －データ集

"要約"は、本調査の結果並びにルプ川流域内に於ける水資源開発に関するマスタープランを概括的に説述している。"主報告書"は、各専門分野の調査結果並びに同マスタープランを詳細に述べている。各専門分野別の詳細な解析結果並びに現地調査結果は"付属報告書"の中に取りまとめられており、測量調査データ、気象・水文データ、洪水被害データ及び土壌分析に関するデータは"データ集"の中に添付されている。

2 調査対象地域の概要

2.1 地形

約17,900 km²の集水面積を有するルプ川流域は、南緯 6' 05' - 7' 45'、東経 37' 15' - 39' 00'の範囲に位置し、気候的には熱帯サバンナ地域に属している。ルプ川は、標高 2,634 mの頂きを有するウルグル山地にその源を発し、中流域の緩やかな起伏を持つ高原地帯を流下した後、タンザニア国の首都ダルエスサラームの北西約 70kmに位置するバガモヨ地区付近でインド洋に注いでいる。ルプ川の下流域には広大な洪水氾濫原が広がっており、自然の洪水遊水地として機能している。この地形条件により、最上流域で発生した洪水のピークは最下流域に到達する迄に、この氾濫原で調節され、ピーク流量が軽減されることとなる。一方、水資源開発の面では、これらの洪水氾濫原に於いて蒸発による河川流量の損失が起きているものと想定される。

2. 2 地質

ルプ川流域の地質は以下の五つに分類される。

- (i) 先カンブリア界 : 酸性片麻岩、グラニュライト、結晶質石灰岩がウルグル山地とゲレンゲレ川流域の西側に分布している。
- (ii) カルー層 : 砂岩、頁岩がウルグル山地の南東部に分布している。
- (iii) ジュラ系 : 粗粒性砂岩、泥岩、ウーライト石灰岩がウルグル山地の東側の分水嶺付近とルプ川とワミ川の間丘陵地帯に分布している。
- (iv) 白亜系 : 石灰岩、石灰質砂岩、泥岩、頁岩、粘土が丘陵地帯全域に分布している。
- (v) 第三系及び第四系堆積物
 - a)、第三紀堆積物 : 砂質粘土、粘土質砂、砂利、石灰質碎屑層からなる。
 - b)、第四紀堆積物 : 粘土、シルト、洪積世・沖積世の扇状地及び沼地に稀に存在する砂利からなる。第三紀と第四紀の堆積物はモロゴロ付近のゲレンゲレ川流域の一部、丘陵地帯、ルプ川沿いの洪水氾濫原、ダルエスサラーム市を含む海岸沿いの地域に分布している。

ルプ川流域の水資源開発に於いて問題となる破碎帯、活断層等の地質的問題点を調べる為、現地調査期間中に収集した地質図及び地質に関する報告書に基づき、本調査団の地質専門家が詳細な検討を行なった。その結果を以下に述べる。

- 1) ムゲタ川中下流域に沿って大規模な破碎帯の存在が航空写真上に明確に確認された。それらは主に北北西から南南東方向に、あるいは、東から西方向に走っている。これらの破碎帯の特長は、既存の地質図の中で主断層 (Major Fault) として分類されている。とくに、ムゲタ川の右岸側山地と沖積平野の間を走っている破碎帯は深さ 10 m から 50 m、長さ約 30 km を有する主断層と考えられる。
- 2) 他の破碎帯は北から南、北北西から南南東、東北東から西南西の 3 方向に 1 km から 10 km の中で走向している。東南東から西南西方向の破碎帯は東から西方向の破碎帯から派生している。北北西から南南東方向の破碎帯は東アフリカリフトシステム (East African Rift System) と平行に走っている。

以前の調査 (FAO) で提案された23ダム地点について各ダム地点の地質の評価を行なった。まず第一点として各ダム地点近傍の活断層の存在が検討された。第二に石灰岩に起因するダム基礎と貯水池における透水性に関して検討を行なった。その他にダム基礎の地耐力についても検討した。これらの検討結果は以下に述べる通りであり、その詳細は"付属報告書"の中のAppendix - B に記述されている。

主断層 (Major Faults) がウルグル山地の南側の麓を流れるムゲタ川に沿って存在し、プレカンブレア岩と第四紀堆積物の境目に形成されているものと判断される。以下の5つのダム地点はこの主断層沿いに位置している。

- No. 1 ムゲタ (Mgeta)
- No. 4 (M/LB/R1)
- No. 5 ムンガジ (Mngazi)
- No. 6 ブワキラ (Bwakira)
- No. 7 ドットゥミ (Dutumi)

今後これらのダム計画の実施に際しては、物理探査、コアボーリング、テストピット及び横杭の試掘等を含む詳細な地質調査を実施し、断層の規模、活断層の有無及び活動度、派生断層の分布状況等を明らかにする必要がある。

以下の4つのダム地点は、既存の地質図が示す限り、ダム地点及び貯水池域内に石灰岩層が存在する可能性がある。

- No. 9 キドゥンダ (Kidunda) : 下流側代替ダムサイト
- No. 10 ムクラジ (Mkulazi)
- No. 12 (LB/R1)
- No. 13 ムビキ (Mbiki)

これらのダムに関しては、ダム基礎と貯水池内の漏水問題に対する詳細な地質調査をすべきである。

今回のマスタープランでは、上記地質問題に対する基礎処理方法を詳細に検討する為の資料が不十分なので、今後行なわれる プリフェージビリティ・スタディ、又はフェージビリティ・スタディの調査段階で詳細な地質調査を実施することが不可欠であると判断される。

2. 3 気象

熱帯地域に属する本調査対象地域では、年平均気温が 25.6℃とかなり高い。高い気温は乾期の11月から3月まで続き、4月から10月の期間は比較的気温が低くなる。

ルブ川地域の年平均雨量は 800 mmから 2,700 mmと地域毎に大きく変化している。年雨量が 1,500 mmを超える地域は、ルブ川流域のわずか 10%を占めるウルグル山地周辺に限られる。ルブ川流域全体の年平均雨量は、約 1,080 mmと算定される。

ルブ川流域の月平均相対湿度は 52 %から 70 %の範囲で変化し、年平均値は 62%である。又、山岳地帯は同流域の平均値に比べ、約 10 %低い年平均湿度を示し、逆にルブ川中流域の広大な自然湿地帯では年平均湿度は 10 %高くなる。

月平均日照持続時間は 5.4 時間/日から 8.6 時間/日の範囲にあり、年平均値は 7.0 時間/日である。この様に本調査対象地域では、熱帯の十分な太陽熱の放射により、植物の生育が非常に良く、また成長が非常に早い。

風速は月平均 0.8 m/秒 から 1.8 m/秒と通常穏やかである。月平均蒸発量は 113 mmから 204 mmの間で変動し、年蒸発量は 1,814 mmに達する。9月から3月までの乾期間は 150 mm/月以上の高い蒸発量となり、4月から8月までの雨期間は 130 mm/月以下である。

2. 4 水文

第一次現地調査期間中、調査団はルブ川流域内及びその週辺の 66ヶ所の雨量観測所に於ける月雨量データ、19ヶ所の雨量観測所に於ける日雨量データ、並びに 4ヶ所の気象観測所に於ける気象データ、11ヶ所の水位観測所に於ける水位・流量データを収集した。それらの資料の精度・信頼性に対する検討を行なった後、信頼できる資料を選択し、相関解析による欠測データの補完を含む水文解析を行なった。

ルブ川流域全体の年平均雨量は、ルブ川流域を代表する 19ヶ所の雨量観測所における年平均雨量に基づき、ティーセン法を適用し、約 1,080mmと算定されている。この年平均雨量を、ボリュームに換算すると、ルブ川流域全体で約 194億 m^3 となる。

ルブ川流域を代表する 11ヶ所の流量観測所の流量データに基づき、以下に述べるルブ川流域内の地域毎の流出特性が明らかとなった。

- (1) ルブ川流域では約 50 %に達する高い流出率が、年雨量が 1,500mmを超えるウルグル山地周辺の水位観測所で記録されている。
- (2) ゲレンゲレ川流域では、流出率が約 5 %とかなり低くなる。
- (3) ムゲタ川流域では約 20%の流出率である。
- (4) ルブ川最下流域では約 12%の流出率である。

上記の水文解析結果より、ルブ川流域内では、降雨に対する流出率が比較的高い地区は、ルブ川最上流域とムゲタ川流域であり、ゲレンゲレ川とルブ川下流域は相対的に流出率が低くなる。しかしながら、ルブ川最上流域は集水面積が小さく、大規模な水資源開発は地形的観点から難しい。逆に中・下流域は、流出率は低いですが、集水面積が大きく、貯水池式ダムの建設が可能であれば大規模な水資源開発が可能である。

ルブ川流域内に於ける堆砂量は、第二次現地調査で収集した浮遊砂資料に基づき、同流域内の 2 箇所の水位観測所地点で各々約 $200 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ 及び $400 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ と算定された。しかしながら、同解析に利用可能な浮遊砂資料は非常に限定されており、次期調査では計画ダム地点に於ける堆砂流入量を正確に算定する為、十分な堆砂量調査を実施する必要がある。

2. 5 環境

ルブ川流域の水源に関する水質分析を行なうため、現地調査期間中、雨季、乾季に各々一回づつ、18ヶ所の河川水と 2ヶ所の井戸水を採取した。水質分析の結果、ルブ川流域内のほとんどの河川水は濁度、色度、過マンガン酸塩値（化学的酸素要求量）、鉄分含有量に関して飲料水としての許容値を上回っていることが明らかになった。浅井戸から採集した地下水もほとんどが塩水を含んでいるか、又は汚染されていた。これらの結果から判断して、ルブ川流域を水源とする家庭用水供給計画を策定する場合は、浄水施設の設置が不可欠である。

一般的に調査対象地域では、温かい気候と適度な年間雨量及び $20 \text{ 人}/\text{km}^2$ 以下の非常に低い人口密度の為、比較的良好な環境条件が維持されている。しかしながら、これまで進められてきた薪炭の採集による森林伐採及び、無秩序な家畜の放牧がこのまま拡大すると、今後ルブ川流域内の環境は徐々に悪化するであろう。その他に、モロゴロやバガモヨ等の主要町村に近い地域では、家庭や小規模な工場からの下水・汚物の流入による河川の水質汚濁が問題となっている。

傾斜地における耕作のための森林伐採は、無秩序な家畜の放牧と共にルブ川上流域の土壤侵食を加速している。それらの状況は現在、危機的段階からはまだ程遠いとはいえ、将来の自然環境維持のため、森林再生の奨励並びに決められた地区での組織だった家畜の飼育システムを導入する必要がある。

2. 6 セルー・ゲーム・リザーブ保全計画 (Selous Conservation Programme)

本ルブ川流域の西端部には、タンザニア国で5番目に大きな面積 (3,200 km²) を有するミクミ国立公園 (Mikumi National Park) の一部が位置している。加えて、ルブ川流域の西南部には、世界でも有数の動物保護区 (ただし、狩猟を許可している) であるセルー・ゲーム・リザーブ (Selous Game Reserve) の一部が位置している。同保護区は西暦1922年に設立され、約 50,000 km² の面積を有する。

セルー・ゲーム・リザーブに関しては、現在ドイツ国の援助機関であるGTZの資金でタンザニア国政府観光・自然資源・環境省の管轄下でセルー・ゲーム・リザーブ保全計画 (Selous Conservation Programme: SCP) と呼ばれるプロジェクトが進行中である。西暦1988年に開始された同プロジェクトの目的は、セルー・ゲーム・リザーブ内の象牙及びサイの牙の採取を目的とした密猟を抑制することにある。

最近、SCPはセルー・ゲーム・リザーブ周辺の村落にたいして新たな土地利用計画を策定した。本調査で有望ダムとして取り上げられたキドゥンダダム及びムゲタダムの貯水池は、それぞれ図 S.1、図 S.2 に示す様に、同プロジェクトの土地利用計画地区と位置的に重なっている。キドゥンダダム及びムゲタダムの建設によって水没する面積は、SCPが策定した両ダム周辺の土地利用計画地区の面積の内、表 S.1 に示す様に、各々約20%、1%と見積られる。ムゲタダムに関してはSCPの土地利用計画に対する影響はほとんどないが、キドゥンダダムの場合はその影響が非常に大きい。表 S.2 にキドゥンダ貯水池域内の人口、土地利用等のデータを示す。

3 水利用の現状

調査対象地域では、雨期中、十分な雨量に恵まれるため、殆どすべての水需要を満たすことが出来る。一方、乾期中は、恒久的に水不足が発生する。最下流域の小河川はしばしば乾期中枯渇する。

現地調査の結果によれば、洪水被害に関しては、洪水氾濫地区の住人のほとんどが洪水により冠水する地域よりも標高の高い地区に居住しており、又、人口密度も少ないため、家屋及び人的被害の規模は極めて小さい。また、洪水被害を受ける農作物は洪水冠水地域に植えられている稲がほとんどである。しかしながら、ほとんどの農民が洪水の後にトウモロコシを栽培しており、この耕作方法は、稲の洪水被害を埋め合わせる結果となっている。従って、この地域では、渇水による被害の方が洪水による被害よりも、より重大な問題となっている。

ルブ川流域で開発される水資源は、主としてダルエスサラーム市の生活用水、工業用水等の上水供給及び農業用水の二つの目的に使用される。現在人口約130万人（1988年現在）のダルエスサラーム市及びその周辺の給水地区では、古い時代に建設された配水管を未だ使用しているため、多量の漏水に起因する水不足が生じている。同市への上水供給は大部分ルブ川下流の2ヶ所の取水施設からの給水に頼っている。同市の配水管網全体が非常に老朽化しており、緊急に修復する必要がある。モロゴロ及びバガモヨ地区では、水供給に関する問題の発生は比較的少ない。

調査地域全体に小規模灌漑施設が散在している。その中には、貧弱な水理構造物と維持管理不足の為、既存の灌漑施設が十分に機能していない箇所がある。また、ダルエスサラーム市の上水供給に関しては、低給水量と低収入のため、水道料金の徴収は給水施設の維持修理の費用をまかなうには十分ではない。

バガモヨ灌漑計画に関しては、農業省灌漑局の下で新規かんがい面積約100haに対する本格的な工事が近々着工する予定である。従って、同かんがい面積の拡張に必要な約0.1 m³/secの灌漑取水量に対して、タンザニア政府灌漑局は至急同灌漑取水量に対するルブの水利権の申請を行う必要がある。

4 水資源開発の可能性

4. 1 ダルエスサラーム市に対する水需要予測

タンザニア政府は詳細な水需要予測を未だ完了していない。本調査では、ダルエスサラーム市の給水需要予測に関するマスタープランレベルの調査を実施した。水需要予測は、NUWAの給水地区を、ダルエスサラーム市内の配水施設でカバーされている地区、及び送水路沿いの二つの地区に分け、各々の地区に対して行なった。水需要予測の結果

は以下に示す通りである。

ダルエスサラーム市の水需要予測結果

西暦	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
I. 日平均水需要量							
1) ダルエスサラーム市内の							
配水地区 (m ³ /日)	223,893	302,107	331,936	431,828	535,170	665,903	829,533
2) 送水管路沿いの地区 (m ³ /日)	81,655	77,048	77,631	88,829	102,341	119,003	139,640
合計 (単位: m ³ /日)	305,548	379,155	409,567	520,658	637,511	784,905	969,173
合計 (単位: m ³ /秒)	3.54	4.39	4.74	6.03	7.38	9.08	11.22
II. 日最大水需要量							
1) ダルエスサラーム市内の							
配水地区 (m ³ /日)	279,867	377,634	414,919	539,785	668,963	832,378	1,036,917
2) 送水管路沿いの地区 (m ³ /日)	102,069	96,310	97,039	111,037	127,926	148,753	174,550
合計 (単位: m ³ /日)	381,935	473,944	511,959	650,822	796,889	981,132	1,211,467
合計 (単位: m ³ /秒)	4.42	5.49	5.93	7.53	9.22	11.36	14.02

上の表に示す様に、現在の 296,000 m³/日 (3.4 m³/秒) の水供給量に対して、西暦 2020年における日平均水需要量は、約 969,000 m³/日 (11.2 m³/秒) に達するものと推定される。この需要量を満たすためには現在の送配水施設の修復だけでなく、給水能力を数倍に拡大することが必要となる。

ルブ川上の既存上流側取水口における 95%の期間を保証する日平均流量は、長期間の水文資料に基づいて 9.1 m³/秒と見積られているので、西暦 2020年に於けるダルエスサラーム市水需要量 11.0 m³/秒に対処するためには、将来ルブ川流域内に貯水池式ダムを建設する必要がある。

4. 2 農業用水

農業開発に関しては、これまで実施された農業調査の結果のレビュー、現地踏査、土壌分析の結果に基づき有望な農業開発地区の選定を行った。農業開発地区の選定に際しては、以下の点を考慮した。

- (1) 主要作物として稲が採用されるものと仮定し、農業開発の為の選定地区はルブ川沿いの洪水氾濫地区とする。

- (2) 作物の栽培に適する土壌が分布している地区とする。
- (3) 国立公園、森林保護区から離れ、野生動植物と自然環境に悪影響を及ぼさず、又、野生動物による作物の被害を避けうる地区とする。
- (4) 農業開発面積は下流の水需要に悪影響を及ぼさない、灌漑の為に利用可能な水量の限度内とする。

土壌分析の結果によれば、ナトリウム吸着率が12を超えたムゲタ川沿いの地区（約1,700 haの面積が農業開発に不相当と推定される）を除く他の地区では、土壌条件の観点からは農業開発に対して何ら問題は無い。本調査を通じて、ルブ川流域内に合計 84,000 haの農業開発可能地区が確認された。以下に、ルブ川流域内の地域毎の農業開発可能面積を示すと共に、図 S.3にそれらの概略の位置を示している。

ルブ川流域内の農業開発可能面積

ルブ川下流域	ルブ川中流域	ムゲタ川流域	合計
24,000 ha	30,000 ha	30,000 ha	84,000 ha

現地調査を通じて得られた可能な開発面積、土壌条件に基づき、11個の農業開発プロジェクトが選定された。表 S.3 に各農業プロジェクトの内容を、図 S.3 にそれらの位置を示す。これらの農業開発プロジェクトに関して、以下の観点から開発の優先度に対する評価が行われた。

- i) タンザニア政府の農業開発方針
- ii) 社会、経済的側面（受益人口、アクセスロードの状況）
- iii) 技術的側面（水資源、土壌条件、水質、実施の容易性）
- iv) 経済的側面（工事費、便益、便益と費用の比）

同開発優先度の判定に用いられた手法は、"主報告書"の第V章並びに"付属報告書"中のAppendix-Gの中に記述されている。優先度を判定する為、Case A：高位、Case B：中位、Case C：低位の3段階を設けた。その結果、11個の各農業プロジェクトの優先度は、次頁に示す通り評価された。

	プロジェクト名	開発優先度
1.	バガモヨ灌漑計画	A
2.	低揚程小型ポンプ灌漑計画	A
3.	マクルング灌漑計画	B
4.	ルブ・ナショナル・ユース灌漑計画	C
5.	キドウンダ灌漑計画	B
6.	ゲレンゲレ灌漑計画	B
7.	ウルグル山地東部流域保全計画	B
8.	ムラリ灌漑計画	A
9.	ムゲタ平野灌漑計画	C
10.	ムゲタ平野ムプハ灌漑計画	C
11.	ウルグル山地西部流域保全計画	A

上記農業プロジェクトに対する優先度評価の結果の詳細は、表 S.4 に示してある。

4. 3 水力発電

ルブ川流域における水力発電については、ルフィジ川等の他の河川と比較して、大消費地（ダルエスサラーム市）に最も近いという利点はあるものの、その地形上の特徴から、大きな発電水頭が得られる流域は上流の山岳地帯に限られる。一方、それらの山岳地帯では流域が狭く、河川流量が少ないこと等の条件から、大規模な水力発電計画の可能性は極めて少ない。本調査はダルエスサラームへの上工水供給の為の水資源開発の策定を主目的としていることから、発電・電力計画については水供給に伴い付随的に発生する水源開発として策定した。

5 水資源開発計画

5. 1 基本構想

水利用の現状及び水需要の予測結果によれば、ダルエスサラーム市への都市用水供給に関して将来水不足が生じる。家庭用水は、人間生活にとって欠くことの出来ないものである。従って、当然のことながらこの問題を解決することが第一優先となる。一方、ダルエスサラームの給水不足の現状は2ヶ所のルブ川からの取水量の不足ではなく、主に老朽化した配水管網からの多量の漏水によるものである。従って、同市内の既存配水管網の修復と水量計の設置が最も緊急に必要である。

今回の水文解析結果によれば、ルブ川上流取水地点における95%の期間を保証出来る渇水流量は約 $9.1 \text{ m}^3/\text{秒}$ であり、20年確率渇水流量は西暦2000年におけるダルエスサラーム市に於ける水需要量とほぼ同じ $4.6 \text{ m}^3/\text{秒}$ ($396,000 \text{ m}^3/\text{日}$)と算定されている。

水文解析の結果によれば、ルブ川上流域における乾期の灌漑用水量の増加は、下流のダルエスサラーム市への都市用水の取水地点における乾期間の取水可能量の減少につながる。仮に上流域にある灌漑計画が実施された場合、乾期中の農業用水の取水を禁ずることは不可能である。従って、取水地点で計画された取水量を確実にダルエスサラームへ送水するために、乾期間の灌漑用水の取水について合法的かつ実効的な方法で実施されない限り、上流域における新規灌漑開発面積を妥当な範囲内に制限する必要がある。

水文解析の結果が示す様に、ルブ川流域内の新規かんがいプロジェクトの開発面積は、計画された貯水池式ダムによって開発出来得る乾期間の水量に左右される。又、ルブ川流域内で開発でき得る水力発電の規模は、上述したように、ダルエスサラーム市への水供給を目的として計画されるダムの規模によって制限される。

図S.4に、現地調査及び不等流解析により得られた100年確率洪水流量に対する想定氾濫区域図を示す。一方、本調査期間中に実施された洪水被害調査を通じて、ルブ川流域の洪水被害は殆どないことが明らかとなっている。従って、100年洪水や200年洪水のような大きな洪水を除いて、現状では洪水調節の便益をそれほど期待出来ないものと考えられる。又、このような大規模な洪水の調節を目的としたダム計画の場合、経済性のみならず、広大な貯水池域が冠水することにより、社会・環境面においても重大な問題を引き起こす可能性がある。但し、ルブ川の低水路の疎通能力は、今回の測量で得られた河川横断図に基づき実施された不等流計算により、 $300 \text{ m}^3/\text{秒}$ 以下と極めて小さい値が得られている。

一方、今回ルブ川下流域で計画された農業開発地区は、洪水氾濫の常襲地区に位置している。同下流河川区間の5年確率洪水流量（農業プロジェクトに対する設計洪水規模として採用した）は、約 $670 \text{ m}^3/\text{秒}$ と見積られている。従って、ルブ川下流域の農業開発に関しては、同洪水規模に対処出来得る洪水防御施設の建設が不可欠である。本調査では、原則として農業開発地区周辺の河川沿いにフラップゲート付きの堤防及び堤内排水の為の桶門から成る洪水防御計画が策定した。

他方、同地区内では適切な盛土材料が少なく、既存の堤防は劣化が激しい。従って、堤防の高さは、出来得る限り現地盤から2m程度又はそれ以下に抑えるのが望ましいと

判断される。キドゥンダダムに関しては、位置的及び貯水池容量の観点から下流の洪水流量を制御出来るので、上述の洪水防御施設とダム貯水池内に洪水の一部を貯留する方式を採用した。

上記の基本構想を踏まえて、本マスタープランは将来のダルエスサラームへの上工水と農業用水の水需要がバランスするよう、又、キドゥンダダムに関しては洪水防御の機能を併せて有する様、立案するものとする。

5. 2 将来の必要開発水量

"主報告書"の中の関連する各章で述べているように、西暦2020年においてルブ川下流の取水地点で確保すべき河川流量は、以下のとおりである。

(1) ダルエスサラーム市への給水量	11.2 m ³ /秒
(2) 下流の既存灌漑地区の水利権に対する流量	0.8 m ³ /秒
(3) ルブ川最流域に対する河川維持用水量	4.3 m ³ /秒
合計	16.3 m ³ /秒

西暦2020年の水需要を満足する為には、ルブ川流域内で1つか2つの貯水池式ダムの建設が必要となる。以下に述べるように、同流域内で最も適当なダムを選定する為に比較検討を行なった。

5. 3 ダム計画の選定

1961年に、FAO調査団によって選定された23ヶ所のダム候補地点を図S.5に示す。これらダム候補地点の内、1962年にフランスの調査団によって、ムコンベジ、ムゲタ、ゲレンゲレ、キドゥンダの4ヶ所が有望なダム候補地点として推薦された。特に、キドゥンダダムは最優先のダム地点として推薦され、1964年にコアボーリングを含む追加調査が行なわれた。その結果はタンザニア国農業省に提出された報告書「Report on Selection of the Kidunda Damsite」にまとめられている。

本調査団は、それらの資料と情報をレビューし、地形、地質、水文条件、貯水効率、暫定の建設費用等の比較検討を行なった。これら23ヶ所のダム候補地点の比較検討結果を表S.5に取りまとめた。その結果に基づき、以下の3つのダムプロジェクトを現段階で推奨する。

- キドゥンダダム
- ゲレンゲレダム
- ムゲタダム

キドゥンダダムは最も高い貯水効率を有し、下流の流量増加に大きな効果をもたらすことがはっきりしている。一方、同ダムの下流側代替ダム地点に対して行なわれた過去の地質調査は、石灰岩の洞窟の存在の有無、及び、漏水などの地質的問題を明確にするには十分ではないと判断される。又、上流側代替ダムサイトに関しても、粘土層が介在している可能性があるため、次期プリフィージビリティ調査の段階で、より詳細な地質調査を行なうことを推奨する。ムゲタダムに関しても、活断層に対する詳細な地質調査が必要である。

5. 4 水資源開発計画案

本調査で選定されたキドゥンダ、ムゲタ、ゲレンゲレダムプロジェクトの開発規模の概要を以下に示す。

番号	概要	ダムプロジェクト名		
		キドゥンダ	ムゲタ	ゲレンゲレ
(1)	ダム高 (m)	26	45	36
(2)	有効貯水容量 (百万 m ³)	690	110	140
(3)	開発水量 (m ³ /秒)	28.2	7.1	1.8
(4)	水力発電所の設備容量 (kw)	3,900	2,300	400
(5)	建設費 (百万US\$, 現在価格)	101.1	110.6	90.8
	原水単価 (百万US\$/m ³ /秒)	3.59	15.58	50.4

西暦2020年迄のダルエスサラム市の上工需要を満たす為、選定された三つのダム開発プロジェクトを組み合わせ、以下の二つの水資源開発シナリオを提案する。

No.	開発シナリオ	ダムプロジェクト
1.	シナリオ-1	キドゥンダダムの建設
2.	シナリオ-2	ムゲタダムとゲレンゲレダムの建設

表 S.6に上記各ダム開発案 (シナリオ) の水収支を示すと共に、図 S.6と図 S.7に各開発シナリオに於ける、西暦2020年に向けたダルエスサラム市への上工水供給に対するルプ川流域内のダム開発案 (シナリオ) 及び農業開発に使用可能な水量を図式化した。

6. 農業開発計画

新規農業開発プロジェクトは、その実施形態から、大きく以下の2種類に分類される。

- (1) ダム関連農業プロジェクト：ダルエスサラム市の上工水供給を主目的とするダムプロジェクトによって開発される河川水（西暦2020年のダルエスサラム市の需要水量を除いた余剰分）に依存するプロジェクト
- (2) 単独農業プロジェクト：ダムプロジェクトの実施がなくても、ある程度の規模の開発が可能なプロジェクト

6. 1 ダム関連農業プロジェクト

上記ダムプロジェクト（開発シナリオ）の実施に伴い、新たに農業開発に使用出来る河川水量は、開発シナリオ1、-2の場合、各々約12.3 m³/秒及び0.2 m³/秒増加するものと見込まれている。これら新規水量と現在ルプ川の下流域の既存農業地区の為に確保されている河川維持水量約1 m³/秒を統合して活用することにより、開発シナリオ毎に以下に示す新規灌漑プロジェクトの実現が可能と見込まれる。

灌漑プロジェクト名	開発シナリオの実現に伴う	
	新規灌漑面積 (ha)	
	シナリオ1	シナリオ2
i) キドゥンダ灌漑計画	10,500	-
ii) バガモヨ灌漑計画	1,100	980
iii) 低揚程小型ポンプ灌漑計画	2,400	-
iv) ルプ・ナショナル・ユース灌漑計画	200	-
v) マクルング灌漑計画	150	-
合計	14,350	980

上述した様、上記灌漑プロジェクトはルプ川下流域の洪水氾濫地区に位置しており、これらのプロジェクトの実施に際しては、洪水防御計画を併して実施する必要がある。シナリオ1の場合、キドゥンダダムが有する洪水調節機能により、下流の農業開発地区に対する設計洪水量（5年確率）は、現況下での670 m³から360 m³/秒へと減少する。

これらダム関連農業プロジェクトの一般配置図を図 S.8から図 S.11に示す。上記開発シナリオ-1の場合、キドウンダダム貯水池の建設によって水没する貯水池地区内の住民約6,000人の移転先を確保する為、現在人口密度が極めて希薄な同ダム下流地区に位置している、キドウンダ灌漑計画（Kidunda Irrigation Project）の実施を推奨する。

6. 2 単独農業プロジェクト

ダム開発に依存しない単独農業プロジェクトは、ウルグル山脈周辺の相対的に標高の高い地域に位置している。単独農業プロジェクトの中には、以下のプロジェクトが含まれる。

農業開発プロジェクト名	開発面積 (ha)
－ ムラリ灌漑計画（Mlali Irrigation Project）	400
－ ウルグル山地西部流域保全計画（Uluguru Mountain West Project）	2,000
－ ウルグル山地東部流域保全計画（Uluguru Mountain East Project）	(16,000)
－ ムゲタ平野ムブハ灌漑計画（Mgeta Plain Mvuha Irrigation Project）	(5,000)

注）括弧内の数字は最大可能開発面積。

上記の四つのプロジェクトの内、ウルグル山地西部流域保全計画及びウルグル山地東部流域保全計画の両プロジェクトは、ウルグル山地から流出する土砂に対する流域保全、既存道路の補修を含んでいる。ムラリ灌漑プロジェクトに関しては高い優先順位が与えられているが、堆砂問題に関連して、ウルグル山地西部流域保全計画を含めて実施する必要がある。これら二つの単独農業プロジェクトの一般配置図は、図 S.12及び図 S.13の各々に描かれている。

7 水資源開発プロジェクトの全体実施計画

7. 1 ダム関連プロジェクトの実実施計画

ダムに関連したプロジェクトに関しては、以下の方針に従って、実施計画案を策定した。

- (i) キドウンダ、ムゲタ、ゲレンゲレの各ダムプロジェクトに関しては、いずれも、次期スタディ開始後、上工水の給水開始迄少なくとも9年間を要する（Pre F/Sと

F/S、又は F/S に2年間、詳細設計に2年間、工事に4年間、ダム完成後の降雨量に左右されるが工事完了後の湛水に1年間）。

- (ii) 灌漑プロジェクトに関しては、開発シナリオ1の場合、開発優先度の高いバガモヨ灌漑計画（Bagamoyo Irrigation Development Project）ならびにキドウンダダムの建設によって水没する貯水池内の住民の定住地を確保する為、キドウンダ灌漑計画（Kidunda Irrigation Project）をキドウンダダムの完成にあわせて早期に実施するものとする。

開発シナリオ2の場合は、上述した様に、バガモヨ灌漑計画だけをムゲタダムの完成にあわせて実施するものとする。

上記の方針に基づき、各開発シナリオ毎の水資源開発プロジェクト全体の実施計画を、図 S.14に示す様に、立案した。

7. 2 単独農業プロジェクトの実施計画

上述した様に、単独農業プロジェクトの中でもっとも高い開発優先度を有するムラリ灌漑計画とウルグル山地西部流域保全計画の両方を早期に単一プロジェクトとして実施することを提案する。これら単独農業プロジェクトの実施計画を図S.15に示す。

8 水資源開発プロジェクトの概略設計、建設費及び予備的評価

8. 1 水資源開発プロジェクトの概略設計及び建設費の算定

選定されたキドウンダダム、ムゲタダム及びゲレンゲンの各ダムプロジェクトに関して、マスタープランレベルの設計が行なわれた。これらダムプロジェクトの施設配置図を図 S.16、図 S.17、図 S.18の各々に示す。

これらダム施設設計に基づき、最近の同種のプロジェクトの積算資料を参考にして各ダムプロジェクトに対する建設費の算定が行なわれた。各ダムプロジェクトの建設費の詳細は、表 S.7、表 S.8、表 S.9の各々に示してある。一方、開発シナリオに含まれる各々のダムプロジェクト、及び農業プロジェクトの建設費の合計は S.10 に示す通りである。

キドウンダダムの工事工程を図 S.19に示す。又、ムゲタダム及びゲレンゲレダムの工

事工程もキドウンダダム of 工事工程とほとんど同じになる。

8. 2 開発シナリオ-1に関する経済評価

"付属書" 中のAppendix-Lで述べている様に、ダム建設により上工水を開発する場合の原水単価は、開発途上国に於ける同様のプロジェクトの工事費に基づき、通常20～100百万US\$/m³/秒程度の範囲にあるものと想定される。従って、既述したキドウンダダムの原水単価3.6百万US\$/m³/秒は、同ダムプロジェクトが稀にみる優れた経済性を有していることを証明している。一方、今回選定された3個のダムの内、最も原水単価が高いゲレンゲレンダムの場合も50.4百万US\$/m³/秒と、妥当な原水単価の範囲内にある。

既述した3ダムの原水単価の比較結果から、言及する迄もなく、本調査完了後キドウンダ・ダム計画の実施に向けて次期スタディを開始することを推奨する。従って、本調査では、開発シナリオ-1に関する予備的経済評価を行なうものとする。尚、同経済評価の手法及び結果は、"付属書" 中のAppendix-Lに詳述されている。

同予備的経済評価を行なう為、開発シナリオ-1に含まれる各水資源開発プロジェクトの経済的便益及び費用に対するキャッシュフローを作成し、以下のケースに対して、経済分析を行なった。

- (i) キドウンダ・ダム建設による上工水の為の水資源開発
- (ii) 同ダムに関連する5個の農業プロジェクト
- (iii) 全ての水資源開発プロジェクト (上記の (i) と (ii) の合計)

経済分析の結果、上工水の水資源開発に対する経済的内部収益率 (EIRR) は14.3%と算定され、経済的費用に対する経済的便益の比 (B/C ratio) は約 2.3となる。一方、農業開発に関しては、内部収益率が 4.2%と低い値となっているが、上記上工水の水資源開発を併せた水資源開発プロジェクト全体 (上記 (iii)) に対しては、10.2%の内部収益率が得られている。従って、キドウンダ・ダム建設による水資源開発は、経済的に実施可能であると判断される。

8. 3 初期環境調査

本調査で実施された初期環境調査は、基本的に各プロジェクトに関して次期調査で本格的な環境影響評価 (EIA) が必要か否かを判定することを目的としている。1992年10月に本調査に関する予備調査の段階で確認された初期環境調査の内容は次頁の通りであ

る。

- i) 住民移転
- ii) 保健衛生
- iii) 地形、地質
- iv) 土壌侵食
- v) 表流水、水質
- vi) 地下水
- vii) 陸上動物、植生

上記項目の内、地下水は今回策定した水資源開発計画と直接的な関係を有する項目ではない。表 S.11 に示した各水資源開発プロジェクトに対する初期環境調査のスクリーニングフォーマットに示される様に、特に以下に述べるプロジェクトに対して次期調査段階で環境影響評価（EIA）を実施する必要があると判断される。

- i) キドウンダ・ダム計画
- ii) ムゲタ・ダム計画
- iii) ゲレンゲレ・ダム計画
- iv) キドウンダ灌漑計画

9 浄水・送水施設の新設計画

上記ルブ川流域内に於ける水資源開発に加えて、ダムエスサラム市の上工水需要を満たす為には、現在合計で $3.16 \text{ m}^3/\text{秒}$ の容量を有する浄水・送水施設を西暦2020年迄に拡張する必要がある。現在、タンザニア政府は、アフリカ銀行の融資を受け、ダルエスサラム市内の配水施設の改善及び既存浄水・送水施設（Lower Ruvu scheme）の拡張に関するスタディを本年中に開始する予定である。同スタディの下で、既存システムが拡張されたとしても、導水施設は日最大需要水量に基づいて計画する必要があるため、西暦2020年迄に、約 $9.8 \text{ m}^3/\text{秒}$ を送水可能な施設を新たに建設しなければならないことになる。本調査では、以下の三つの新規浄水・送水プロジェクトを暫定的に提案する。

No.新給水プロジェクト	導水施設の容量 ($\text{m}^3/\text{秒}$)
1. New Lower Ruvu Scheme - 1	3.27
2. New Lower Ruvu Scheme - 2	3.27
3. New Upper Ruvu Scheme	3.28
合計	9.82

上記の三プロジェクトの送水管は、いずれも既存給水施設（Lower Ruvu scheme 及び Upper Ruvu scheme）の導水管の各々と並行して設置するもとする。これらの新導水プロジェクトの導入計画を図 S.19 に示す。

3つの新規導水プロジェクトの一般配置図は、図 S.20 に示す。

10 本スタディ完了後のアクションプランに関する勧告

10.1 キドウンダ・ダム計画のプリフィージビリティ調査の実施

現時点では、選定された三つのダムプロジェクトの原水単価を比べると明らかな様に、西暦2020年迄のダルエスサラム市の水需要を満たす為には、キドウンダ・ダム計画（開発シナリオ-1）の建設がもっとも経済的である。更に、キドウンダ・ダムの建設により、その下流側で数多くの灌漑プロジェクトの実施が可能となり、現在非常に劣化しているキドウンダ地区に至る長さ約100 kmの村道が改修され、同地域の経済発展にも連がるものと期待される。

一方、同ダムプロジェクトに関しては、以下に述べ様に次期調査で明らかにすべき問題がある。従って、開発シナリオ-2は、開発シナリオ-1の代替計画として残しておくべきである。

キドウンダ・ダム計画の主な問題点は以下の通りである。

- － ダムサイトの地質：下流側ダムサイトに於ける石灰岩の分布、ならびに上流側ダムサイトに於ける粘土層の分布
- － 環境問題：野生動物保護に関連したセルー・ゲーム・リザーブへの影響

これらの問題点を詳細に明らかにする為、キドウンダ・ダム計画に関する本格的なフィージビリティを実施する前に、ダムサイトに於ける地質調査及び環境影響評価に重点をおいた同ダムプロジェクトに関するプリフィージビリティスタディの実施を推奨する。本スタディで計画された水資源開発計画が進まない限り、現在のダムエスサラム市に於ける悪化した給水状況は今後さらに加速されていくものと予想される。次期スタディで実施されるべき環境影響評価に関する調査は、タンザニア国政府の水資源省と観光・自然資源・環境省の緊密な連携の下で実施されることが望まれる。

一方、本調査では、キドウンダダム貯水池の建設によって水没する貯水池地区内の住民約 6,000人の移転先を確保する為、現在人口密度が極めて希薄な同ダム下流地区に位置しているキドウンダ灌漑計画（Kidunda Irrigation Project）の実施を、キドウンダダム計画とあわせて推奨している。上述した次期プリフィージビリティスタディの環境調査に於いて、同住民移転に関する追加調査・検討もあわせて行うものとする。

プリフィージビリティ・スタディを通じてこれらの問題が完全に解消された後、本格的なフィージビリティ・スタディが開始されるものと期待される。その場合、同フィージビリティ・スタディの TOR の中に流域保善に関する記述がなされるであろう。

10.2 ムラリ灌漑計画及びウルグル山地西部流域保全計画のフィージビリティスタディ調査の実施

ダム関連のプロジェクトはその実施が始まるまで今後相当長い期間を要するので、単独農業開発プロジェクトとして取り上げたムラリ灌漑及びウルグル山地西部流域保全の両プロジェクトを統合した農業プロジェクトに関するフィージビリティスタディの実施を推奨する。

最優先案件の概要

(1) ウルグル山地西部流域保全計画（Uluguru Mountain West Project）

(a) 計画地域

- 当該地域は、ルプ川の水源地であるウルグル山西麓の斜面に広がっている。ここでは、農民によって森林が無秩序に切り開かれ、主として野菜畑として利用されている。本地域における無秩序な森林伐採が続けば、森林資源が枯渇し、流況の変化と共に下流域の堆砂問題を悪化させると予想される。
- 当該地域は、大都市ダル・エス・サラームおよびモロゴロに対する野菜供給基地である。しかしながら、重要な流通路であるムラリ村とウルグル山西麓のキケオ村間の重要地方道は、非常に荒れており、地域の流域保全活動、営農・流通の改善、住民の生活の利便性改善のための改修が極めて重要となっている。

(b) 想定工事内容

- ウルグル山西麓斜面の植林

- 既存の斜面畑に広がる灌漑施設の改良による土壌流亡の防止
 - ・改修対象灌漑システムの改良
(灌漑水路総延長：170 km)
 - ・土壌流亡対策対象面積：2,000 ha
- ムラリ村とウルグル山西麓のキケオ村間の主要地方道の改修
改修延長：42 km

(2) ムラリ灌漑計画 (Mlali Irrigation Project)

(a) 計画地域

- 当該計画は、1954年、灌漑局によって開発が開始された。総計画面積は400 haであり、その内開発面積は150 haであった。
- 1961年に、取水堰、二次灌漑水路5本、二次排水路5本が上記150 haに対し追加建設されている。
- 現在は、著しい堆砂問題により、灌漑施設が計画通りに機能していない。又、水路施設の維持管理がなされておらず、施設の老朽化が進んでおり、改修が必要である。

(b) 想定工事内容

- | | | |
|----------|---|--------|
| - 取水堰 | : | 1 no. |
| - 灌漑排水施設 | | |
| ・幹線灌漑水路 | : | 2 km |
| ・二次灌漑水路 | : | 10 km |
| ・二次排水路 | : | 9 km |
| ・圃場水路網整備 | : | 375 ha |
| - 圃場均平作業 | : | 250 ha |

付 表

表 S.1 キドゥンダ、ムゲタ・ダム建設に伴うSCP土地利用計画区域内の水没面積

The SCP's planning area likely to be submerged by the Kidunda Dam-Reservoir

No.	Land Use Planned by the SCP	Kidunda Dam		
		Total Planning Area by the SCP: Ta (km ²)	Area to be Submerged by the Reservoir (km ²)*	Ratio to Ta (%)
1	Residential area	10	6.6	66
2	Area for agriculture	39	28.3	73
3	Communal wildlife utilization area	162	13.9	9
4	Area for fuel wood	49	7.2	15
5	Area for future expansion	41	2.8	7
Total		301	58.8	20

The SCP's planning area likely to be submerged by the Mgeta Dam-Reservoir

No.	Land Use Planned by the SCP	Mgeta Dam		
		Total Planning Area by the SCP: Ta (km ²)	Area to be Submerged by the Reservoir (km ²)*	Ratio to Ta (%)
1	Residential area	35	0.0	0.0
2	Area for agriculture	250	0.2	0.1
3	Communal wildlife utilization area	310	5.8	1.9
4	Area for fuel wood	60	0.2	0.3
5	Area for future expansion	95	1.2	1.3
6	Miombo wood land	120	1.0	0.8
Total		870	8.4	1.0

Note: *; Area at the dam crest level

表 S.2 キドゥンダ貯水池内の人口、土地利用及び農業生産

Location (Bank side of the Ruvu River)	Name of Village				Total	Remark (Data Source)
	Mggni Right	Kgnla Left	Bwila-J Left	Bwila-C Right/Left		
Population	929	979	806	1,962	4,676	CENSUS'88
Population	na	1,016	na	2,700	na	WARD '93
Population	na	2,128	881	2,961	5,970	SCP '91 +2.6pa
Population	1,420	1,170	1,104	1,014	4,708	DAO '92
Workforce	696	573	541	497	2,307	DAO '92
Household	237	195	184	169	785	DAO '92
Household	na	266	220	370	856	SCP '91
House No. (of burnt brick)	na	300	350	352	1,002	WARD '93 A.
Church+Pastor, School with gcs roof		10	9	0	19	WARD '93
		5	1	0	6	WARD '93
		na	20	45	65	WARD '93
Housing Area (ha)	na	310	153	203	666	SCP '91 B.
Crop Land (ha)	na	837	310	641	1,788	SCP '91 C.
Maize (max ha)	278	229	216	199	922	DAO '92
Maize (act. ha)	252	179	196	159	786	DAO '92
Paddy (max ha)	40	115	24	38	217	DAO '92
Paddy (act. ha)	40	86	24	38	188	DAO '92
Sorghum (max ha)	278	229	128	199	834	DAO '92
Sorghum (act. ha)	238	213	118	136	705	DAO '92
Cotton (max ha)	278	229	216	199	922	DAO '92
Cotton (act. ha)	78	89	65	39	271	DAO '92
Total (max ha)	874	802	584	635	2,895	DAO '92
Total (act. ha)	608	567	403	372	1,950	DAO '92
Banana	na	900	1,050	1,056	3,006	WARD '93 Ax3
Coconut	na	450	525	528	1,503	WARD '93 Ax1.5
Mango	na	600	700	704	2,004	WARD '93 Ax2
Goat	256	420	135	150	961	DAO '92
Poultry	3,680	4,027	2,116	2,312	12,135	DAO '92
Duck	1,020	156	600	465	2,241	DAO '92
Forest (ha)		3,053	3,386	2,429	8,868	SCP '91 D.
Total (ha)		4,200	3,849	3,273	11,322	SCP '91 B+C+D

SOURCE : WARD '93; from village chairmen

SCP '91; Selous Conservation Programme, DGTZ 1991

DAO '92; District Agriculture Office, 1992/93

NOTE : MGGNI=Magogoni, KGNLA=Kiganila, J=juu, C=chini

A big discrepancy in population of Bwila-chini is due to the fact if they count that of newly created Kiburma or not.

表 S.3 農業開発計画の概要

Project Title	Location	Project Type	Potential Area (ha)	Project Area (ha)	Project Description
Bagamoyo Irrigation Development Project	Lower Ruvu	Extension	1,100	1,100	The project area comprises Bagamoyo Irrigation Development Project (BIDP) area of 1,000 ha and a private farm area of 100 ha BIDP is under phased development as follows; - Phase 1 Experimental Farm of 8ha (existing) - Phase 2 Pilot Farm of 100ha (under construction) - Phase 3 Full development of 1,000 ha by gravity irrigation (proposed) As the irrigation water resources, construction of large scale reservoir(s) is required for dry season.
Low-lift Pump Irrigation Project	Lower Ruvu	New Development	2,400	50 Pilot Farm	The project is requested by farmers. Irrigation will be done by small scale and removable type pumps utilizing existing ponds as a water resource. Equipment will be managed by farmers' group. As a trial, pilot farm of 50 ha will be a proper size of the project.
Makurunge Irrigation Project	Lower Ruvu	Rehabilitation	150	150	Reconstruction of the abandoned pump irrigation scheme. At present the area is cultivated by farmers from Makurunge village under rainfed condition.
Ruvu National Youth Irrigation Project	Lower Ruvu	Rehabilitation	800	200	Rehabilitation of the existing pump irrigation scheme of 24 ha and construction of remaining area of 176 ha The project is operated by National Youth Service.
Kidunda Irrigation Project	Middle Ruvu	New Development	26,500	15,600	Proposed project area is located in the floodplain of the Ruvu river. At present almost no agricultural activities in the area. Construction of Kidunda dam is necessary for this project.
Ngerengere Irrigation Project	Middle Ruvu	New Development	3,500	3,500	Proposed project area is located in the floodplain of the Ruvu river. At present no agricultural activities in the area. Construction of Ngerengere dam is necessary for this project.
Uluguru Mountains East Project	Upper Ruvu Uluguru Mountains	Rehabilitation and Development	16,000	16,000	Project component - Watershed management - Rehabilitation of trunk rural road (Morogoro-Kisaki) - Construction of agricultural marketing facilities especially for fruits
Mgeta Plain Irrigation Project	Mgeta Plain	New Development	25,000	7,000	Both banks of the Mgeta River are the potential area. However, existence of Selous Game Reserve limits the development of the right bank. Construction of Mgeta dam is necessary for this Project.
Mgeta Plain Mvuha Irrigation Project	Mgeta Plain	New Development	5,000	5,000	The potential area is estimated on the basis of the information from farmers. Basic data for development are not available. Farmers have a strong intention of irrigating for their field under rainfed condition.
Mlali Irrigation Project	Vicinity of Morogoro Uluguru Mountains	Rehabilitation	800	400	This project has a high priority in the FAG's study and in the Regional office. The project has suffered from serious sedimentation at the weir site. Irrigation facilities are also deteriorated. In addition to the existing area of 150 ha, an area of 250 ha is proposed to be extended.
Uluguru Mountains West Project	Uluguru Mountains West side slope	Rehabilitation and Development	2,000	2,000	Project component - Watershed management: Afforestation - Rehabilitation and improvement of existing traditional irrigation system for erosion control - Improvement of trunk rural road (approx. 42 km) The area is the Vegetable Zone for Dar Es Salaam and Morogoro city.

表 S.4 優先農業開発計画の一覧

Item	Project Title	Lower Ruvu Valley				Middle Ruvu Valley		Upper Ruvu Valley				
		1. Bagamoyo Irrigation Development Project	2. Pilot Farm Low-lift of Pump Irrigation Project	3. Existing Pump Irrigation Schemes Rehabilitation Project		4. Middle Ruvu Irrigation Project		5. Utuguru Mountain East Project	6. Mlali Irrigation Project	7. Mgeta Plain Irrigation Development Project		8. Utuguru Mountain West Project (Mgeta traditional irrigation)
				Makurunge Irrigation Project	Ruvu National Youth Irrigation Project	Kidunda Irrigation Project	Ngerengere Irrigation Project			Mgeta Plain Irrigation Project	Mgeta Plain Mvuha Irrigation Project	
General Feature of the Project	Project Description											
	Potential Area in Gross (ha)	1,000	2,400	150	800	26,500	3,500	16,000	800	25,000	5,000	2,000
	Proposed Project Size in Net (ha)	1,100 including area of private farm	50 5 nos. of pilot schemes	150	200	15,600	2,450	Potential area for the Area is estimated based on cultivation and production records	400	7,000	Potential area is estimated based on villager's information	2,000 Data from district office
	Present Status	Pilot farm of 100ha is under Construction	Small-scale irrigation by manpower	Abandoned	Farm exists but no irrigation since 1978	African Cultivation	African Cultivation	Existing "Fruit (Orange) Zone" Existing Area = 2,624 ha	Existing but no irrigation area because of siltation at weir site	Rainfed farming	Rainfed farming	Existing "Vegetable Zone" for Morogoro and DSM
Conformity with Government Policy	Prospective Project Component	Irrigation and Drainage system - Main Irrigation : 12 km - Secondary : 10 km - Drainage : 12 km Heightening of Lower Ruvu NUWA intake will be required for gravity irrigation.	Pilot farm construction : 100ha - 5 canals (0.5 km each) - Supply of Low-lift pumps - Construction of workshops - Training programmes to farmers	- Reconstruction of Pumping house - Re-excavation of canals Irrigation canal : 2 km	- 2 pumping stations - Rehabilitation of existing canal system for 24 ha - Construction of new canal system for 176 ha - Supply of machinery - Rehabilitation of Godown	Irrigation & Drainage Canals Main Irrigation : 51 km Secondary : 122 km Drainage : 124 km	Irrigation and Drainage canals - Main Irrigation : 11 km - Secondary : 17 km - Drainage : 14 km Construction of basic social infrastructures	Soil conservation : 16,000 ha Improvement of trunk rural road Bigwa - Mkuyuni : 37 km Storage godowns : 1 Sorting and packing facilities : 1	Irrigation and Drainage canals - Main Irrigation : 2 km - Secondary : 10 km - Drainage : 9 km - Intake Weir : L=50 m - Intake Facility	Irrigation and Drainage canals - Main Irrigation : 40 km - Secondary : 65 km - Drainage : 50 km Rehabilitation of rural road Morogoro - Kisaki : 140 km - Mvuha - site : 15 km	Irrigation and Drainage canals - Main & Secondary : 53km - Drainage canals : 28km Intake Weir : 1 no. Rehabilitation of rural road - Mvuha - site : 15 km	Soil erosion control : 2,000 ha Rehabilitation of rural road Mlali - Langali : 15 km Langali - Nyandira : 5 km Improvement of irrigation canals 68 systems : 170 km Domestic piped water supply
	Long Term National Plan											
	1. Attaining self-sufficiency	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	2. Increasing agricultural diversification	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3. Providing raw materials for industry	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
4. Production for Export	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
5. Deriving from livestock resources	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
National Irrigation Policy												
1. Economic viability												
2. State farm considered ending												
3. State farm to investor or smallholder's organization												
4. New project to private sector	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
5. Support to smallholder	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	
6. Strong request by farmer's group	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	
7. Independence from Gov. interventions	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
Project Ranking by ISID	No.1 out of 9 projects in Coast Region	Newly Identified Not yet included in the ranking	No.5 out of 9 projects	No.9 out of 9 projects	Newly Identified	Newly Identified	Newly Identified	No.5 out of 16 projects in Morogoro Region	Newly Identified	Newly Identified	No.3 out of 16 projects in Morogoro Region	
Weighted Sub-Total Score	18	12	13	5	15	14	16	18	12	13	20	
Socio-economic Aspect	Population Served											
	Estimated population in the area	22,900	25,000	1,700	National Youth Service	5,200	5,200	45,000	12,200	29,500	8,100	32,600
	Estimated population density (no./km ²)	280	150	30		15	15	140	150	70	100	100
	Accessibility											
Distance from national trunk road (km)	9.5	10	10 (from Bagamoyo)	0.1	90	70	40	8 (3km from old trunk)	110	95	30	
Road condition in the Area	Accessibility is hard in the low-lying area for 2.5 km in flood season.	Access road is hardly passable in rainy season.	Road from BIPD to site is not passable in rainy season. The Ruvu river crossing by a ferry is required.	The project area is located besides the Morogoro - DSM Highway	Secondary rural roads connect the project area to a trunk road. Condition is seriously bad in rainy season.	Secondary rural roads connect the project area to a trunk road. Condition is seriously bad in rainy season.	Major rural road "Morogoro - Kisaki" passes through the area. However, bad road condition is a serious constraint of the area.	Accessibility of this project is rather good.	Condition of the "Mkuyuni - Mvuha" section is serious in rainy season. Mngazi to Kisaki is not passable in rainy season.	Access road from Mvuha to the project area is not passable in rainy season.	Road in mountainous section of "Mlali - Nyandira" is seriously damaged. Section from Langali to Nyandira is not passable by a jeep.	
Weighted Sub-Total Score	18	17	10	10	5	5	12	15	9	7	12	
Technical Aspect	Water Resources	The Ruvu river on following conditions - Construction of Dam(s) - Improvement of Lower NUWA intake weir or construction of new weir	The Ruvu river on following condition - Construction of Dam(s) for the whole potential area	The Ruvu river on following condition - Construction of Dam(s) for the whole potential area	The Ruvu river on following condition - Construction of Dam(s) for the whole potential area	The Ruvu river on following condition - Construction of Kidunda Dam	The Ruvu river on following condition - Construction of Ngerengere Dam	Mainly depend on Rainfall	The Mlali river	The Mgeta river on following condition - Construction of Mgeta Dam	The Mvuha river Hydrological data on the river is not available. Further study will be inevitable.	The Mgeta river and small seasonal rivers and streams
	Water Quality	Suitable for Irrigation	Water quality of the Mkombezi river is not suitable.	Suitable for Irrigation	Suitable for Irrigation	Suitable for Irrigation	Suitable for Irrigation	Suitable for Irrigation	Suitable for Irrigation	Suitable for Irrigation	Suitable for Irrigation	Suitable for Irrigation
	Soil Condition	Suitable for Paddy	Suitable for Paddy	Suitable for Paddy	Suitable for Paddy	No data on suitability for cultivation	No data on suitability for cultivation	Suitable for most crops	Suitable for most crops	Suitable for most crops except north part of Gombo	Suitable for most crops	Suitable for most crops
	Easiness of project implementation	On-going	Preliminary plan	Abandoned	Abandoned (no farming)	Preliminary plan	Preliminary plan	Existing	Existing	Preliminary plan	Preliminary plan	Existing
Weighted Sub-Total Score	16	15	15	15	15	15	13	17	16	14	15	
Economic Aspect	Estimated Cost and Benefit											
	Total construction cost (million Tshs)	1,768	72	265	540	25,949	3,829	6,192	752	11,725	5,534	4,120
	Cost per hectare (1,000 Tshs/ha)	1,630	1,442	1,771	2,702	1,658	1,563	2,360	1,881	1,675	1,581	2,060
	Benefit per hectare (Tshs/ha)	6,854	5,518	6,048	6,770	5,740	5,743	6,000	5,069	3,073	3,073	17,841
B/C Ratio	4.20	3.83	3.42	2.51	3.46	3.67	2.54	2.69	1.83	1.94	8.66	
Weighted Sub-Total Score	19	21	21	12	17	17	12	14	12	14	26	
Evaluation	Total Score	71	65	59	42	52	51	53	64	49	48	73
	Comments											
Priority	A*	A	B	C	B	B	B	A	C	C	A	

Note; ⊙ Fitted ○ Partly Fitted × Unfitted Priority A : Top Priority, A* : Top Priority with conditions, B : Priority, C : Low Priority

表 S.5 23箇所のダム諸元 (FAO調査団選定)

No.	Name of Dam Site	Catchment Area		Hydrological Feature			Storage Efficiency of Reservoir				Requirement of New Access road										
		(km ²)	(1)	Annual rainfall (mm)	(2)	Runoff Coefficient (%)	(3)	Inflow Rate (mm/year/km ²)	(2)x(3)/100	Annual Inflow Volume (Mill. m ³ /year)	(4)x(1)/1000	(6)	Reservoir Storage Capacity (Mill. m ³)	(7)	Dam Embank. Volume (Thous. m ³)	(6)/(7)	Storage Efficiency	Improve. of Existing road (km)	(9)	New road Construct. (km)	(10)
1	Mgeta	914	21	1,220	35	427	390	57	405	0.14	121	10	131								
2	Rudete	249	20	1,150	33	383	95	13	421	0.03	121	12	133								
3	Mgoro	899	5	1,080	19	205	184	13	230	0.06	125	8	133								
4	M/LB/R1	54	20	1,110	55	611	33	5	380	0.01	116	6	122								
5	Mngazi	223	20	1,110	50	555	124	13	278	0.04	110	4	114								
6	Bwakira	75	20	1,110	55	611	46	9	278	0.03	102	2	104								
7	Dutumi	114	20	1,110	45	500	57	4	464	0.01	95	3	98								
8	Ngerengere	2,701	17	970	5	49	131	84	340	0.25	59	3	62								
9	Ruvu-Mgeta	3,672	21	1,340	20	268	984	1,665	1,542	1.08	85	4	89								
10	Mkulazi	352	16	1,050	10	105	37	62	221	0.28	85	17	102								
11	LB/R1	47	9	940	6	56	3	6	192	0.03	40	2	42								
12	Msus	526	15	930	6	56	29	37	439	0.08	0	12	12								
13	Mbiki (Major)	492	15	940	6	56	28	26	508	0.05	6	1	7								
14	Mbiki (Minor)	91	14	940	6	56	5	11	351	0.03	13	1	14								
15	Mkombezi	588	18	1,030	6	62	36	47	257	0.18	26	3	29								
16	Msigwe	205	17	1,020	6	61	13	39	802	0.05	31	0	31								
17	RB/R1	210	14	890	5	45	9	19	141	0.14	54	18	72								
18	RB/R2	129	10	890	5	45	6	7	256	0.03	43	9	52								
19	RB/R3	67	8	890	5	45	3	6	112	0.05	54	5	59								
20	Banda	311	12	920	5	46	14	13	134	0.09	25	3	28								
21	Mlandisi	78	17	950	5	48	4	9	229	0.04	7	1	8								
22	Mbwawa	184	27	1,090	5	55	10	46	496	0.09	11	4	15								
23	Chombe	189	15	1,090	5	55	10	12	164	0.07	30	2	32								

Note

4 dam sites, the Mgeta (No.1), Ngerengere (No.8), Ruvu-Mgeta (No.9) and Mkombezi (No.15) are selected by the French study as the promising dam sites in the Ruvu river basin.

表 S.6 各水資源開発シナリオの水収支

(Unit : m3/sec)

Component of Water Balance	Scenario-1		Scenario-2	
	Dam Name	Outflow	Dam Name	Outflow
1 Regulated Outflow from upstream dam(s)	(1)Kidunda	28.16	(1)Ngerengere	1.81
			(2)Mgeta	7.11
	Total-1	28.16	Total-1	8.92
2 95 % Dependable Discharge Yielded in Area not Covered by Upstream Dam(s)	(1)U.R.I.S.	9.06	(1)U.R.I.S.	9.06
	(2)Kidunda	-8.60	(2)Ngerengere	-0.02
			(3)Mgeta	-1.38
	Total-2	0.46	Total-2	7.66
3 River Maintenance Flow for Downstream Reach of U.R.I.S.	(1)River flow*	4.12	(1)River flow*	4.12
	(2)Irrigation	1.00	(2)Irrigation	1.00
	Total-3	5.12	Total-3	5.12
4 Water Demand in Year 2020		11.23		11.23
5 Water Balance (Available (Discharge for New Irrigation Development)		12.27		0.23

Note

1. U.R.I.S. means existing upper Ruvu intake site.
2. The water balance is made on the basis of annual mean discharge data.
3. *; the required minimum river maintenance flow is the minimum mean monthly discharge at the existing gauging station 1H8.
4. Development Scenarios
 Scenario-1 : (Kidunda dam)
 Scenario-2 : (Mgeta dam) + (Ngerengere dam)

表 S.7 キドゥンダ・ダム建設費の内訳 (1/2)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (US\$)		Total (US\$)		
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount	Unit Price	Amount	
I	Direct Construction Cost									
1.	Preparatory Works (General)		L.S.		5,451,000		1,450,000		6,901,000	
2.	Permanent Access Road									
	2.1	Improvement of existing rural road	km	90	70000.00	6,300,000	30000.00	2,700,000	100,000.00	9,000,000
	2.2	Construction of new access road	km	10	105000.00	1,050,000	45000.00	450,000	150,000.00	1,500,000
		(Subtotal-2)			7,350,000		3,150,000		10,500,000	
3.	Diversion Tunnel and Intake Tunnel									
	3.1	Excavation at tunnel portals, common	m3	70,000	3.40	238,000	0.90	63,000	4.30	301,000
	3.2	Excavation at tunnel portals, rock	m3	210,000	11.50	2,415,000	2.70	567,000	14.20	2,982,000
	3.3	Tunnel excavation	m3	16,000	59.50	952,000	20.00	320,000	79.50	1,272,000
	3.4	Steel support	ton	62	1173.00	72,726	117.00	7,254	1,290.00	79,980
	3.5	Concrete for tunnel lining	m3	4,100	111.20	455,920	55.90	229,190	167.10	685,110
	3.6	Plug concrete	m3	4,000	85.60	342,400	43.00	172,000	128.60	514,400
	3.7	Reinforcement bar	ton	120	528.90	63,468	137.70	16,524	666.60	79,992
	3.8	Backfill grouting	m3	550	90.60	49,830	23.20	12,760	113.80	62,590
	3.9	Others(5%)	L.S.			229,467		69,386		298,854
		(Subtotal-3)			4,818,811		1,457,114		6,275,926	
4.	Main Dam									
	4.1	Excavation, common	m3	22,000	3.40	74,800	0.90	19,800	4.30	94,600
	4.2	Excavation, rock	m3	67,000	11.50	770,500	2.70	180,900	14.20	951,400
	4.3	Embankment, core	m3	240,000	7.10	1,704,000	1.80	432,000	8.90	2,136,000
	4.4	Embankment, filter	m3	110,000	34.80	3,828,000	16.10	1,771,000	50.90	5,599,000
	4.5	Embankment, rock	m3	420,000	12.60	5,292,000	3.00	1,260,000	15.60	6,552,000
	4.6	Blanket grouting	m	8,900	76.50	680,850	23.00	204,700	99.50	885,550
	4.7	Curtain grouting	m	38,000	96.50	3,667,000	27.00	1,026,000	123.50	4,693,000
	4.8	Crest road	m	4,400	70.00	308,000	30.00	132,000	100.00	440,000
	4.9	Measuring apparatus(1%)	L.S.			163,252		50,264		213,516
	4.10	Others(5%)	L.S.			824,420		253,833		1,078,253
		(Subtotal-4)			17,312,822		5,330,497		22,643,319	
5.	Spillway									
	5.1	Excavation, common	m3	65,000	3.40	221,000	0.90	58,500	4.30	279,500
	5.2	Excavation, rock	m3	195,000	11.50	2,242,500	0.70	136,500	12.20	2,379,000
	5.3	Concrete, gravity dam	m3	19,000	107.00	2,033,000	52.00	988,000	159.00	3,021,000
	5.4	Reinforcement bar	ton	790	503.80	398,002	137.70	108,783	641.50	506,785
	5.5	Anchor bar	m	670	11.40	7,638	1.90	1,273	13.30	8,911
	5.6	Spillway bridge	m	52	12600.00	655,200	5400.00	280,800	18,000.00	936,000
	5.7	Others(5%)	L.S.			277,867		78,693		356,560
		(Subtotal-5)			5,835,207		1,652,549		7,487,756	

(Continued)

表 S.7 キドゥンダ・ダム建設費の内訳 (2/2)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (US\$)		Total (US\$)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
6.	Architectural Buildings								
6.1	Control house	m2	200	540.00	108,000	360.00	72,000	900.00	180,000
6.2	Valve house	m2	50	540.00	27,000	360.00	18,000	900.00	45,000
6.3	Gate house	m2	30	540.00	16,200	360.00	10,800	900.00	27,000
	(Subtotal-6)				151,200		100,800		252,000
7.	Metal Work								
7.1	Diversion gates	ton	52	5830.00	303,160	650.00	33,800	6,480.00	336,960
7.2	Spillway gate(radial)	ton	300	8330.00	2,499,000	930.00	279,000	9,260.00	2,778,000
7.3	Intake gate	ton	9	7500.00	67,500	830.00	7,470	8,330.00	74,970
7.4	Outlet facilities	ton	50	15750.00	787,500	1750.00	87,500	17,500.00	875,000
7.5	Steel pipes(inc. penstock for hydropower)	ton	146	3300.00	481,800	370.00	54,020	3,670.00	535,820
	(Subtotal-7)				4,138,960		461,790		4,600,750
8.	Powerhouse and Generating Equipment	L.S.			14,908,000		2,352,000		17,260,000
	Total of Direct Construction Cost (I)				59,966,000		15,954,750		75,920,750
II	Land Aquisition and Compensation	L.S.			0		2,120,000		2,120,000
III	Administration Expenses	L.S.			0		759,000		759,000
IV	Engineering Services (Detailed design and supervision)	L.S.			7,744,000		1,367,000		9,111,000
	Total(I to IV)				67,710,000		20,200,750		87,910,750
V	Physical Contengency (15%)	L.S.			10,156,000		3,030,000		13,186,000
	Grand Total				77,866,000		23,230,750		101,096,750

表 S.8 ムゲタ・ダム建設費の内訳 (1/2)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (US\$)		Total (US\$)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
I Direct Construction Cost									
1.	Preparatory Works (General)	L.S.			5,959,000		1,775,000		7,734,000
2.	Permanent Access Road								
2.1	Improvement of existing rural road	km	130	70000.00	9,100,000	30000.00	3,900,000	100000.00	13,000,000
2.2	Construction of new access road	km	12	105000.00	1,260,000	45000.00	540,000	150000.00	1,800,000
	(Subtotal-2)				10,360,000		4,440,000		14,800,000
3.	Diversion Tunnel and Intake Tunnel								
3.1	Excavation at tunnel portals, common	m3	11,000	3.40	37,400	0.90	9,900	4.30	47,300
3.2	Excavation at tunnel portals, rock	m3	32,000	11.50	368,000	2.70	86,400	14.20	454,400
3.3	Tunnel excavation	m3	15,000	59.50	892,500	20.00	300,000	79.50	1,192,500
3.4	Steel support	ton	78	1173.00	91,494	117.00	9,126	1290.00	100,620
3.5	Concrete for tunnel lining	m3	4,600	111.20	511,520	55.90	257,140	167.10	768,660
3.6	Plug concrete	m3	4,900	85.60	419,440	43.00	210,700	128.60	630,140
3.7	Reinforcement bar	ton	140	528.90	74,046	137.70	19,278	666.60	93,324
3.8	Backfill grouting	m3	620	90.60	56,172	23.20	14,384	113.80	70,556
3.9	Others(5%)	L.S.			122,529		45,346		167,875
	(Subtotal-3)				2,573,101		952,274		3,525,375
4.	Main Dam								
4.1	Excavation, common	m3	28,000	3.40	95,200	0.90	25,200	4.30	120,400
4.2	Excavation, rock	m3	82,000	11.50	943,000	2.70	221,400	14.20	1,164,400
4.3	Embankment, core	m3	420,000	7.10	2,982,000	1.80	756,000	8.90	3,738,000
4.4	Embankment, filter	m3	180,000	34.80	6,264,000	16.10	2,898,000	50.90	9,162,000
4.5	Embankment, rock	m3	1,500,000	12.60	18,900,000	3.00	4,500,000	15.60	23,400,000
4.6	Blanket grouting	m	4,800	76.50	367,200	23.00	110,400	99.50	477,600
4.7	Curtain grouting	m	12,000	96.50	1,158,000	27.00	324,000	123.50	1,482,000
4.8	Crest road	m	800	70.00	56,000	30.00	24,000	100.00	80,000
4.9	Measuring apparatus(1%)	L.S.			307,654		88,590		396,244
4.10	Others(5%)	L.S.			1,553,653		447,380		2,001,032
	(Subtotal-4)				32,626,707		9,394,970		42,021,676
5.	Spillway								
5.1	Excavation, common	m3	50,000	3.40	170,000	0.90	45,000	4.30	215,000
5.2	Excavation, rock	m3	150,000	11.50	1,725,000	2.70	405,000	14.20	2,130,000
5.3	Concrete	m3	10,000	98.50	985,000	49.80	498,000	148.30	1,483,000
5.4	Reinforcement bar	ton	435	503.80	219,153	137.70	59,900	641.50	279,053
5.5	Anchor bar	m	400	11.40	4,560	1.90	760	13.30	5,320
5.6	Spillway bridge	m	20	12600.00	252,000	5400.00	108,000	18000.00	360,000
5.7	Others(5%)	L.S.			167,786		55,833		223,619
	(Subtotal-5)				3,523,499		1,172,492		4,695,991

(Continued)

表 S.8 ムゲタ・ダム建設費の内訳 (2/2)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (US\$)		Total (US\$)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
6.	Architectural Buildings								
6.1	Control house	m2	200	540.00	108,000	360.00	72,000	900.00	180,000
6.2	Valve house	m2	50	540.00	27,000	360.00	18,000	900.00	45,000
6.3	Gate house	m2	30	540.00	16,200	360.00	10,800	900.00	27,000
	(Subtotal-6)				151,200		100,800		252,000
7.	Metal Work								
7.1	Diversion gates	ton	32	8330.00	266,560	930.00	29,760	9260.00	296,320
7.2	Spillway gate(radial)	ton	112	7500.00	840,000	830.00	92,960	8330.00	932,960
7.3	Intake gate	ton	10	8330.00	83,300	930.00	9,300	9260.00	92,600
7.4	Outlet facilities	ton	19	15750.00	299,250	1750.00	33,250	17500.00	332,500
7.5	Steel pipes(inc. penstock for hydropower)	ton	87	5830.00	507,210	650.00	56,550	6480.00	563,760
	(Subtotal-7)				1,996,320		221,820		2,218,140
8.	Powerhouse and Generating Equipment	L.S.			8,356,000		1,464,000		9,820,000
	Total of Direct Construction Cost (I)				65,545,826		19,521,356		85,067,182
II	Land Aquisition and Compensation	L.S.			0		50,000		50,000
III	Administration Expenses	L.S.			0		851,000		851,000
IV	Engineering Services (Detailed design and supervision)	L.S.			8,677,000		1,531,000		10,208,000
	Total(I to IV)				74,222,826		21,953,356		96,176,182
V	Physical Contengency (15%)	L.S.			11,133,000		3,293,000		14,426,000
	Grand Total				85,355,826		25,246,356		110,602,182

表 S.9 ゲレンゲレ・ダム建設費の内訳 (1/2)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (US\$)		Total (US\$)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
I Direct Construction Cost									
1.	Preparatory Works (General)	L.S.			4,837,000		1,467,000		6,304,000
2.	Permanent Access Road								
2.1	Improvement of existing rural road	km	60	70000.00	4,200,000	30000.00	1,800,000	100000.00	6,000,000
2.2	Construction of new access road	km	3	105000.00	315,000	45000.00	135,000	150000.00	450,000
	(Subtotal-2)				4,515,000		1,935,000		6,450,000
3.	Diversion Tunnel and Intake Tunnel								
3.1	Excavation at tunnel portals, common	m3	5,000	3.40	17,000	0.90	4,500	4.30	21,500
3.2	Excavation at tunnel portals, rock	m3	14,000	11.50	161,000	2.70	37,800	14.20	198,800
3.3	Tunnel excavation	m3	6,400	59.50	380,800	20.00	128,000	79.50	508,800
3.4	Steel support	ton	45	1173.00	52,785	117.00	5,265	1290.00	58,050
3.5	Concrete for tunnel lining	m3	2,800	111.20	311,360	55.90	156,520	167.10	467,880
3.6	Plug concrete	m3	1,300	85.60	111,280	43.00	55,900	128.60	167,180
3.7	Reinforcement bar	ton	80	528.90	42,312	137.70	11,016	666.60	53,328
3.8	Backfill grouting	m3	390	90.60	35,334	23.20	9,048	113.80	44,382
3.9	Others(5 %)	L.S.			55,594		20,402		75,996
	(Subtotal-3)				1,167,465		428,451		1,595,916
4.	Main Dam								
4.1	Excavation, common	m3	58,000	3.40	197,200	0.90	52,200	4.30	249,400
4.2	Excavation, rock	m3	172,000	11.50	1,978,000	2.70	464,400	14.20	2,442,400
4.3	Embankment, core	m3	510,000	7.10	3,621,000	1.80	918,000	8.90	4,539,000
4.4	Embankment, filter	m3	220,000	34.80	7,656,000	16.10	3,542,000	50.90	11,198,000
4.5	Embankment, rock	m3	1,500,000	12.60	18,900,000	3.00	4,500,000	15.60	23,400,000
4.6	Blanket grouting	m	8,400	76.50	642,600	23.00	193,200	99.50	835,800
4.7	Curtain grouting	m	24,000	96.50	2,316,000	27.00	648,000	123.50	2,964,000
4.8	Crest road	m	2,000	70.00	140,000	30.00	60,000	100.00	200,000
4.9	Measuring apparatus(1%)	L.S.			354,508		103,778		458,286
4.10	Others(5 %)	L.S.			1,790,265		524,079		2,314,344
	(Subtotal-4)				37,595,573		11,005,657		48,601,230
5.	Spillway								
5.1	Excavation, common	m3	13,000	3.40	44,200	0.90	11,700	4.30	55,900
5.2	Excavation, rock	m3	38,000	11.50	437,000	2.70	102,600	14.20	539,600
5.3	Concrete	m3	11,000	98.50	1,083,500	49.80	547,800	148.30	1,631,300
5.4	Reinforcement bar	ton	430	503.80	216,634	137.70	59,211	641.50	275,845
5.5	Anchor bar	m	670	11.40	7,638	1.90	1,273	13.30	8,911
5.6	Spillway bridge	m	5	12600.00	63,000	5400.00	27,000	18000.00	90,000
5.7	Others(5 %)	L.S.			92,599		37,479		130,078
	(Subtotal-5)				1,944,571		787,063		2,731,634

(Continued)

表 S.9 ゲレンゲレ・ダム建設費の内訳 (1/2)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (US\$)		Total (US\$)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
6.	Architectural Buildings								
6.1	Control house	m2	200	540.00	108,000	360.00	72,000	900.00	180,000
6.2	Valve house	m2	50	540.00	27,000	360.00	18,000	900.00	45,000
6.3	Gate house	m2	30	540.00	16,200	360.00	10,800	900.00	27,000
	(Subtotal-6)				151,200		100,800		252,000
7.	Metal Work								
7.1	Diversion gates	ton	6	5830.00	34,980	650.00	3,900	6480.00	38,880
7.2	Spillway gate(radial)	ton	28	8330.00	233,240	930.00	26,040	9260.00	259,280
7.3	Intake gate	ton	6	7500.00	45,000	830.00	4,980	8330.00	49,980
7.4	Outlet facilities	ton	13	15750.00	204,750	1750.00	22,750	17500.00	227,500
7.5	Steel pipes(inc. penstock for hydropower)	ton	26	3300.00	85,800	370.00	9,620	3670.00	95,420
	(Subtotal-7)				603,770		67,290		671,060
8.	Powerhouse and Generating Equipment	L.S.			2,392,000		348,000		2,740,000
	Total of Direct Construction Cost (I)				53,206,579		16,139,262		69,345,840
II	Land Aquisition and Compensation	L.S.			0		600,000		600,000
III	Administration Expenses	L.S.			0		693,000		693,000
IV	Engineering Services (Detailed design and supervision)	L.S.			7,073,000		1,248,000		8,321,000
	Total(I to IV)				60,279,579		18,680,262		78,959,840
V.	Physical Contengency (15%)	L.S.			9,042,000		2,802,000		11,844,000
	Grand Total				69,321,579		21,482,262		90,803,840

表 S.10 各水資源開発シナリオの建設費の概要 (現在価格)

Scenario - 1		Scenario - 2	
Name of Project	Total Present-day Construction Cost (Million US\$)	Name of Project	Total Present-day Construction Cost (Million US\$)
I. Dam project			
(1-1) Kidunda Dam	101.1	(1-1) Mgeta Dam	110.6
		(1-2) Ngerengere Dam	90.8
II. Irrigation project*			
- Kidunda Irrigation	65.2	- Bagamoyo Irrigation Development	9.4
- Bagamoyo Irrigation Development	10.6		
- Low-lift Pump Irrigation	20.3		
- Ruvu National Youth Irrigation	2.8		
- Makurunge Irrigation	2.0		
Total	202.0	Total	210.8

Note: *; include the construction costs for the necessary flood control works

表 S.11 水資源開発プロジェクトに対する初期環境調査の
スクリーニングフォーマット

Project Name	Environmental Element							EIA
	a	b	c	d	e	f	g	
(1) Kidunda Dam Project	+	+	+	+	+	-	+	Y
(2) Mgeta Dam Project	-	+	+	+	+	-	+	Y
(3) Ngerengere Dam Project	+	+	+	+	+	-	+	Y
(3) Lower Ruvu Schemes-1 and -2	-	-	-	-	+	-	-	N
(4) Upper Ruvu Scheme	-	-	-	-	+	-	-	N
(6) Bagamoyo Irrigation Development	-	+	+	-	+	-	-	N
(7) Low-lift Pump Irrigation Project	-	+	+	-	+	-	-	N
(8) Makurunge Irrigation Project	-	+	+	-	+	-	-	N
(9) Ruvu National Youth Irrigation Project	-	+	+	-	+	-	-	N
(10) Kidunda Irrigation Project	+	+	+	-	+	-	+	Y
(11) Ngerengere Irrigation Project	+	+	-	-	+	-	+	Y
(12) Uluguru Mountain East Project	-	-	-	+	-	-	-	N
(13) Mgeta Plain Mvuha Irrigation Project	+	+	-	-	+	-	+	Y
(14) Mgeta Plain Irrigation Project	+	+	+	+	+	-	+	Y
(15) Mlali Irrigation Project	-	+	-	-	+	-	-	N
(16) Uluguru Mountain West Project	-	-	-	+	-	-	-	N

Notes

- + : Negative impact
- : No or very small influence
- Y : EIA is necessary
- N : EIA is unnecessary

Environmental Element

- a. : Resettlement of Inhabitants
- b. : Public Health and Hygienic Conditions
- c. : Geographic and Geological Conditions
- d. : Soil Erosion
- e. : Surface Water
- f. : Ground Water
- g. : Animals and Vegetation
- EIA : Environmental Impact Assessment

表 S.12 新規浄水・送水計画の概算建設費（現在価格）

Name of Project	Total Present-day Construction cost (Million US\$)
- New Lower Ruvu Project - 1	208.5
- New Lower Ruvu Project - 2	91.4
- New Upper Ruvu Project	160.0
Total	459.9

付 図

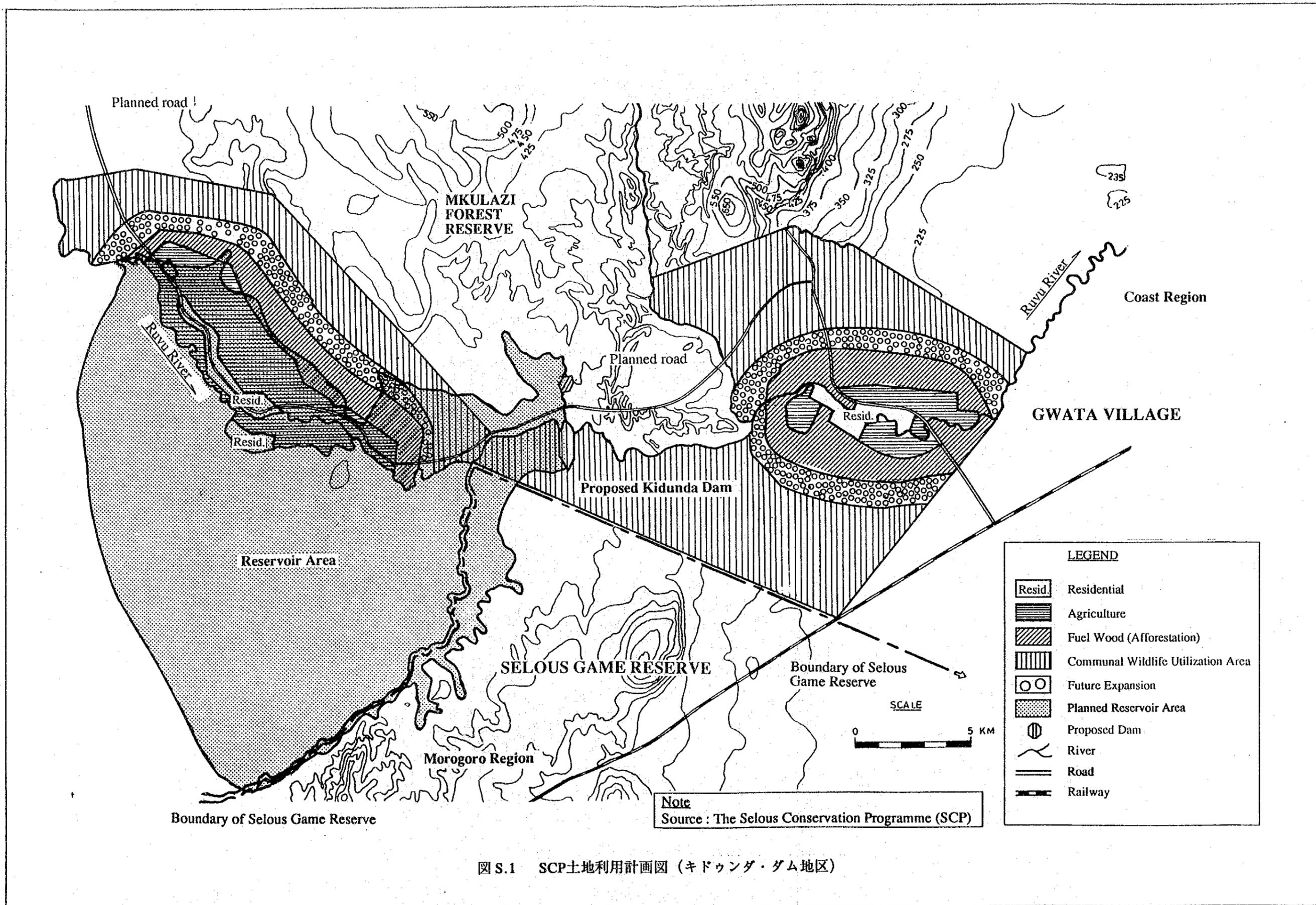


図 S.1 SCP土地利用計画図 (キドゥンダ・ダム地区)

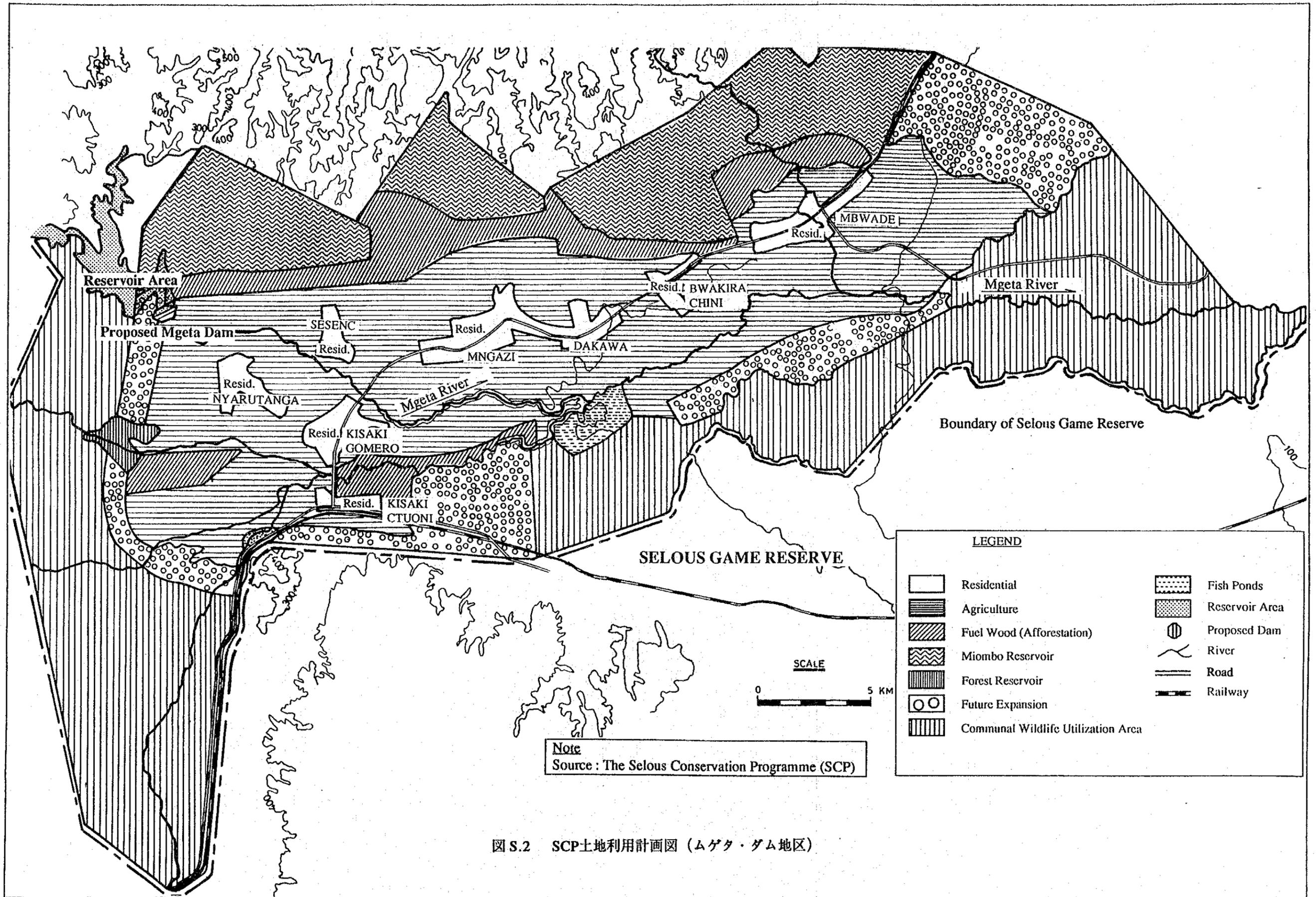
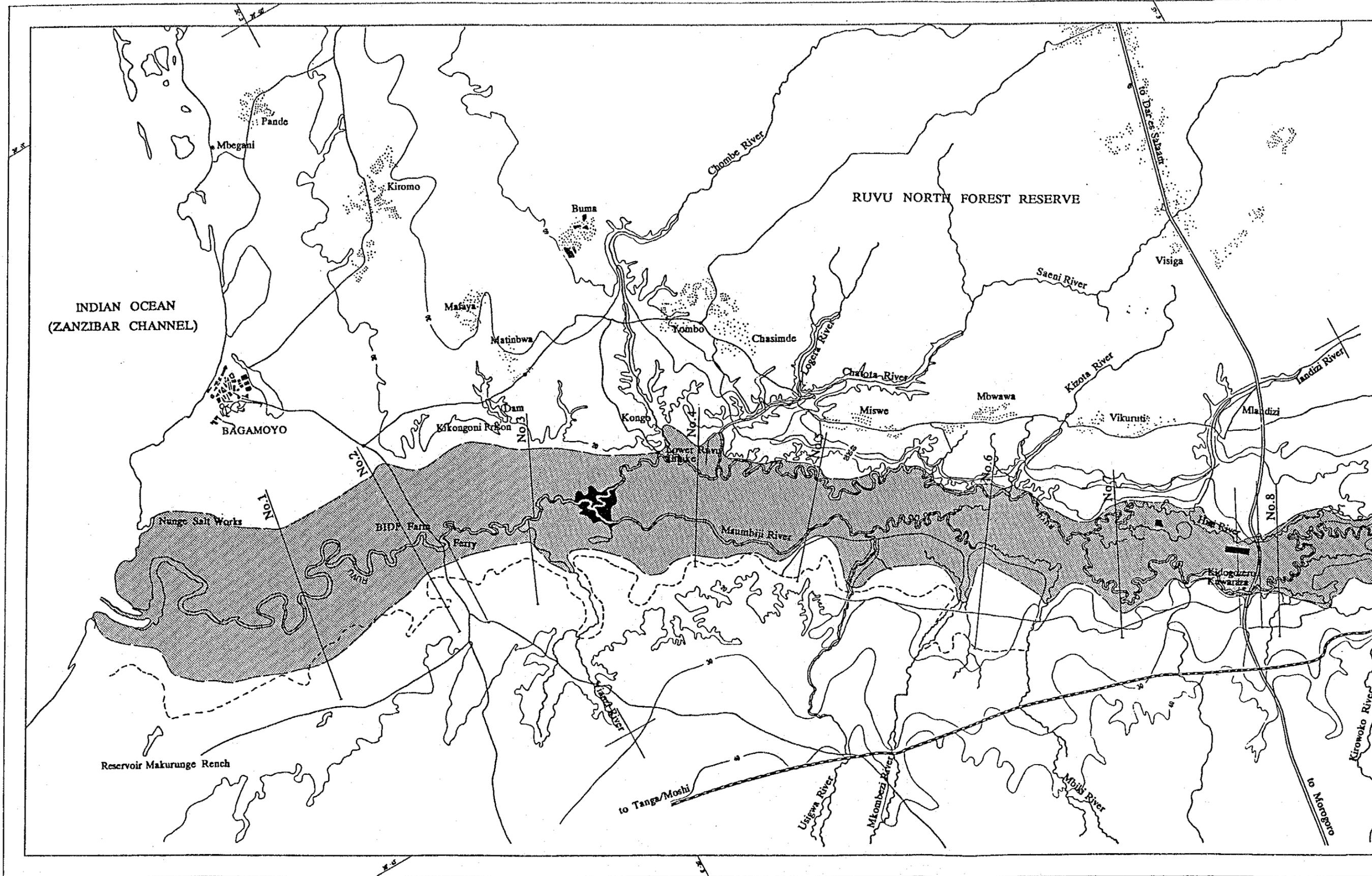


図 S.2 SCP土地利用計画図 (ムゲタ・ダム地区)



INDIAN OCEAN
(ZANZIBAR CHANNEL)

RUVU NORTH FOREST RESERVE

BAGAMOYO

Reservoir Makurunge RENCH

to Tanga/Moshi

to Morogoro

to Dar es Salaam

Kiwoko River

Landzi River

No. 8

Mbwawa

Vikuruti

Mlandizi

Visiga

Saeni River

Kizota River

Miswa

Chakota River

Chasimbe

Yombo

Buma

Chombe River

Mafiya

Matinbwa

Kiromo

Pande

Mbegani

Kikongoni Person

Kongo

Lower Rufiji

Maumbiji River

BIDI Falls

Nunge Salt Works

No. 1

No. 2

No. 4

No. 6

No. 7

No. 8

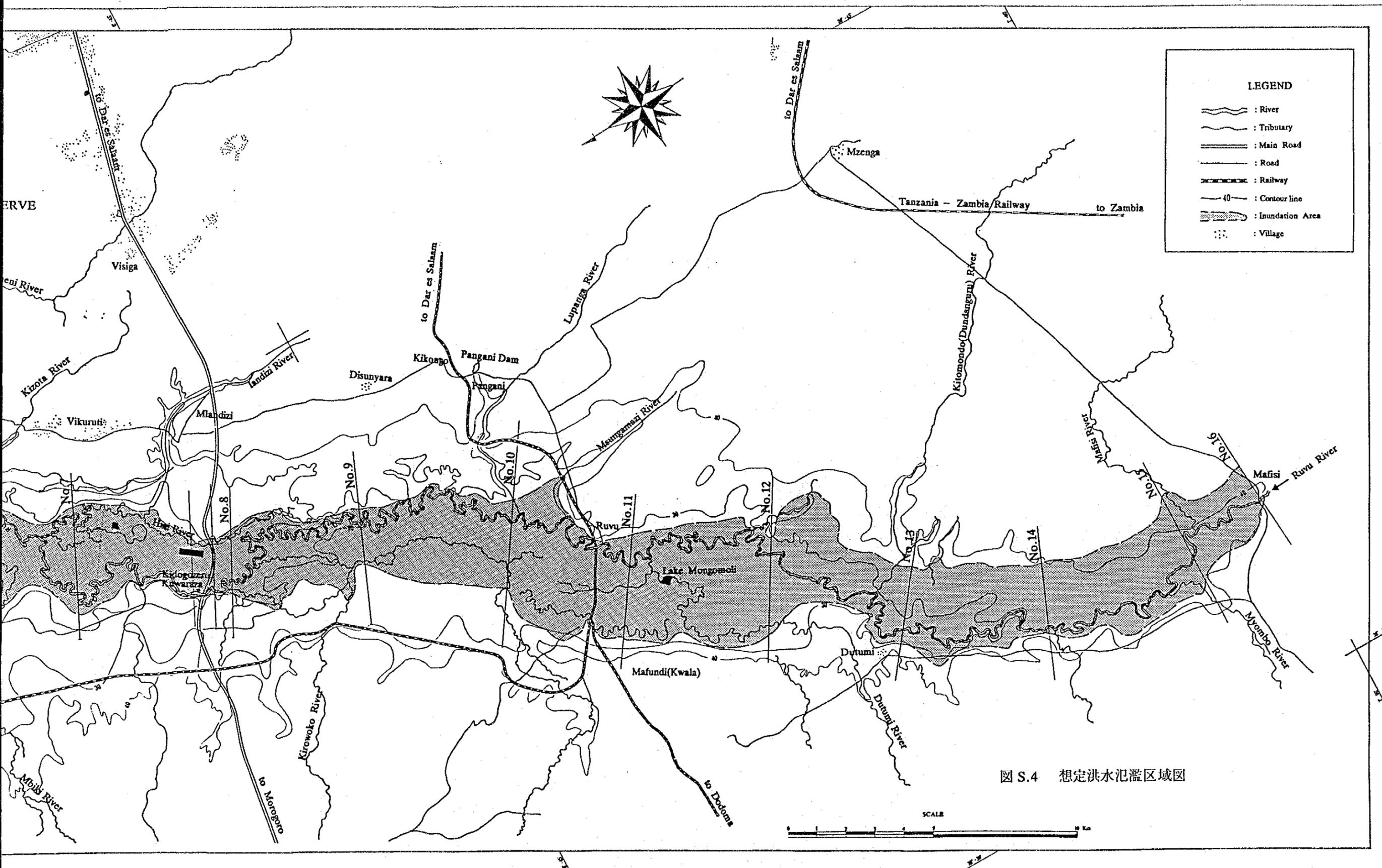


图 S.4 想定洪水氾濫区域图

