

エチオピア連邦民主共和国

水エネルギー省

ソマリ州水資源局

エチオピア連邦民主共和国
ジャラル溪谷及びシェベレ川流域
水資源開発計画策定・緊急給水プロジェクト

最終報告書（1/7）

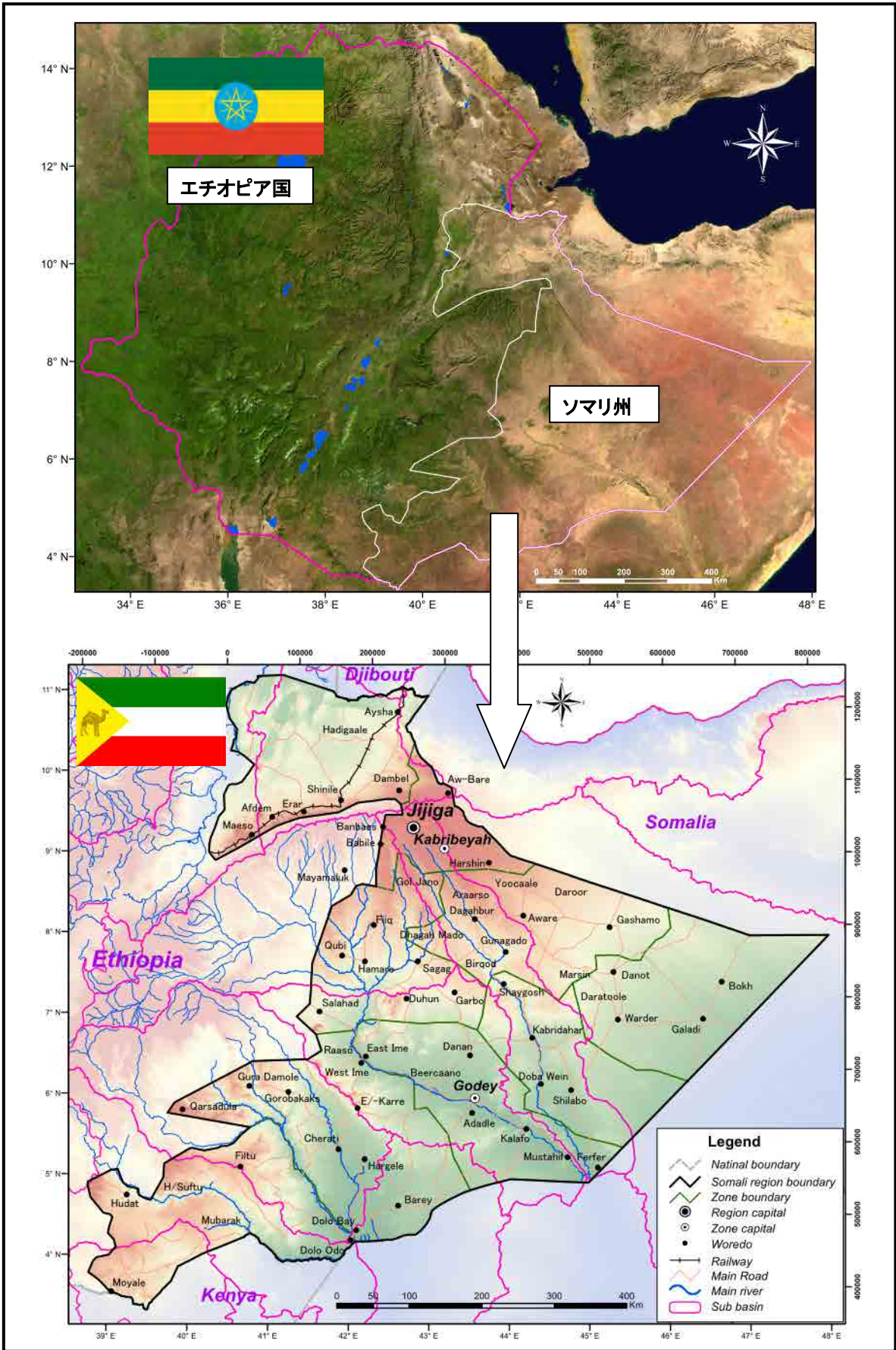
メインレポート

平成25年8月

（2013年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

国際航業株式会社



調査地域図

目 次

調査地域図
目次
表目次
図目次
略語一覧
現場写真

頁:

1	調査概要	1-1
1.1	はじめに	1-1
1.2	調査の背景	1-1
1.3	調査の目的と概要	1-2
1.4	調査の範囲	1-3
1.5	調査実施計画	1-5
1.6	調査範囲と対象地	1-7
	1.6.1 調査範囲	1-7
	1.6.2 対象都市と郡	1-7
1.7	調査団とエチオピア国メンバー	1-8
	1.7.1 調査団	1-8
	1.7.2 エチオピア国側のメンバー	1-9
2	ソマリ州の緊急、恒常的な給水ニーズのための調査	2-1
2.1	はじめに	2-1
2.2	水資源(地下水)利用可能性調査.....	2-1
	2.2.1 気象・水文	2-1
	2.2.2 地質	2-2
	2.2.3 水理地質	2-4
	2.2.4 水質分析	2-7
	2.2.5 地下水利用可能性評価図	2-8
	2.2.6 ソマリ州の水資源情報図	2-8
2.3	給水計画	2-9
	2.3.1 給水計画の基礎データ	2-9
	2.3.2 水資源と給水施設	2-9
	2.3.3 各郡の給水計画と積算及び実施計画	2-10
	2.3.4 Kabribeyah市の給水計画及び概算事業費と実施計画.....	2-12
	2.3.5 Godey市の給水計画と概略設計及び概算事業費と実施計画	2-16
	2.3.6 パイロットプロジェクト結果と給水計画への活用	2-22

2.4	社会経済調査	2-24
2.4.1	ソマリ州での社会経済状況	2-24
2.4.2	ソマリ州での難民状況	2-25
2.4.3	調査対象郡の給水状況に関連する調査結果	2-25
2.4.4	都市部における給水状況調査	2-26
2.4.5	水利用調査	2-26
2.4.6	サンプル家庭調査	2-27
2.5	環境社会配慮	2-28
2.5.1	事業コンポーネントの概要	2-28
2.5.2	ベースとなる環境及び社会の状況	2-28
2.5.3	環境カテゴリー分類	2-29
2.5.4	エチオピア国の環境社会配慮制度・組織	2-29
2.5.5	代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討	2-30
2.5.6	スコーピング及び環境社会配慮調査のTOR	2-30
2.5.7	環境社会配慮調査結果	2-31
2.5.8	影響評価（初期環境影響評価）と緩和策及び環境モニタリング計画	2-31
2.5.9	ステークホルダー協議	2-31
2.5.10	結論	2-31
2.6	緊急給水	2-32
3	給水施設の運営維持管理	3-1
3.1	給水施設の運営維持管理の現状	3-1
3.1.1	運営維持管理マニュアル	3-1
3.1.2	給水関連組織の役割と相互関係	3-1
3.1.3	ソマリ州水資源局ワークショップの施設状況とスタッフの現状	3-5
3.1.4	Kabribeyah市とGodey市の給水施設運営の現状	3-5
3.1.5	WASHCOの活動状況と料金徴収	3-6
3.2	維持管理技術研修の結果	3-7
3.3	運営維持管理の問題点と改善策	3-8
3.4	関連機関の維持管理能力に対する総合評価	3-10
3.5	給水施設のO&M計画	3-10
3.6	関連機関の能力向上計画	3-13
4	Godey市給水計画のフィージビリティスタディ	4-1
4.1	概要	4-1
4.2	地域の特徴	4-1
4.3	社会経済調査	4-1
4.4	人口と水需要	4-2

4.5	既存施設と給水状況	4-2
4.5.1	既存給水施設	4-2
4.6	給水計画	4-4
4.7	積算	4-5
4.8	運営維持管理	4-8
4.9	環境社会配慮	4-8
4.9.1	初期環境影響評価結果	4-8
4.9.2	緩和対策	4-10
4.10	経済財務評価	4-11
5	結論と提言	5-1
5.1	結論	5-1
5.1.1	地下水利用可能性調査	5-1
5.1.2	給水計画	5-1
5.1.3	給水施設の運営維持管理	5-2
5.1.4	Godey市のフィージビリティ・スタディ	5-4
5.2	提言	5-6
5.2.1	概要	5-6
5.2.2	水資源（地下水）利用可能性評価図のよりよい活用のために	5-6
5.2.3	給水計画の効率的な活用	5-7
5.2.4	ジャラル溪谷給水システムの今後の運用に関して	5-8

表 目 次

	頁:
表 1.1: 主な活動内容	1-3
表 1.2: 調査で対象とした郡	1-8
表 1.3: JICA調査団.....	1-9
表 1.4: C/PメンバーとJICA調査団.....	1-9
表 1.5: 関連機関	1-10
表 2.1: ソマリ州及びその周辺の地質層序表	2-3
表 2.2: 帯水層の分類と特徴	2-5
表 2.3: WHO基準値との水質比較	2-7
表 2.4: 各郡の既存井戸の特性	2-10
表 2.5: 各郡の水源計画等	2-11
表 2.6: 各郡の年毎の概算事業費	2-11
表 2.7: Kabribeyah市給水計画の事業費	2-13
表 2.8: Kabribeyah市給水計画の実施工程	2-14
表 2.9: Kabribeyah市給水計画の各年次の事業費	2-14
表 2.10: Kabribeyah市の運営維持管理費用（2013年版）	2-15
表 2.11: Godey市給水計画の概算事業費	2-18
表 2.12: Godey市給水計画の実施工程	2-20
表 2.13: Godey市給水計画の物価変動を見込んだ各年度の事業費	2-21
表 2.14: Godey市の運営維持管理費用（2013年版）	2-22
表 2.15: 給水工事の概要	2-23
表 2.16: 4都市の給水量、収入、支出	2-26
表 2.17: ソマリ州における給水・衛生事業の環境影響調査分類	2-30
表 2.18: 緊急給水用供与機材及び仕様一覧	2-32
表 2.19: その他の関連供与機材及び仕様一覧	2-32
表 3.1: ソマリ州での給水関連組織	3-2
表 3.2: 地域による水管理組合の役割と活動の違い	3-5
表 3.3: WASHCO研修実施に関する課題	3-8
表 3.4: 各郡及び2都市の運営維持管理費用（2013年版）	3-12
表 3.5: 州水資源局の長期研修計画	3-14
表 3.6: WASHCOの長期研修計画	3-15
表 4.1: 水需要量の要約表	4-2
表 4.2: Godey市給水システムの課題と対応策	4-3
表 4.3: Godey市給水計画の概算事業費	4-5
表 4.4: Godey市給水計画の物価変動を見込んだ各年度の事業費	4-6
表 4.5: Godey市の運営維持管理費用（2013年版）	4-7
表 4.6: Godey市における初期環境影響評価結果	4-9
表 4.7: 予想される負の影響に対する緩和策	4-10

目 次

	頁:
図 1.1: 業務の概観図	1-3
図 1.2: 基本的な方針に沿った作業内容	1-4
図 1.3: 能力強化に関する内容	1-5
図 1.4: 概略工程	1-5
図 1.5: 業務のフロー	1-6
図 1.6: 調査範囲図	1-7
図 2.1: 気象観測所位置図	2-1
図 3.1: 給水関連機関の相互関係	3-3

略語一覧

ABE	Alternative Basic Education	代替初等教育
ARRA	Administration for Refugee and Returnee Affairs	難民及び帰還民事務局
BoFED	Bureau of Finance and Economic Development	財務経済開発局
BPR	Business Process Reengineering	業務機構改革
CSA	Central Statistical Agency	中央統計局
CGIAR	Consultative Group on International Agricultural Research	国際農業研究協議グループ
CSE	The Conservation Strategy of Ethiopia	エチオピア国環境保護戦略
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
C/P	Counterpart (organization or personnel)	カウンターパート (人・組織)
DFID	Department for International Development	英国国際開発庁
DF/R	Draft Final Report	ドラフトファイナルレポート
DTH	Down the Hole Hammer	ダウンザホールハンマー
DPPB	Disaster Prevention and Preparedness Bureau	ソマリ州防災対策局
EC	Electric Conductivity	電気伝導度
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EPA	The Environmental Protection Authority	エチオピア国環境保護局
EPC	The Environmental Protection Council	環境保護評議会
ESA	European Space Agency	欧州宇宙機構
ESIA	Environmental and Social Impact Assessment Unit	環境社会影響調査ユニット
EU	European Union	欧州連合
EU-WATCH	Water and Global Change (WATCH) program funded by the European Union	欧州連合の水と地球の変化管理(WATCH)プログラム
EWTEC	Ethiopia Water Technology Center	エチオピア水技術センター
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連食糧農業機関
F/R	Final Report	ファイナルレポート
F/S	Feasibility Study	実現可能性調査
GEM	Global Environment Monitoring	地球環境監視欧州連合
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
GLCF	Global Land Cover Facility	米国メリーランド大学開発のLandsat画像
GLG	Grass Land GIS	草地GIS世界資源研究所
GMT	Greenwich Mean Time	グリニッジ標準時
GSE	Geological Survey of Ethiopia	エチオピア地質調査所
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GUPE map	Groundwater Utilization Potential Evaluation map	地下水利用可能性評価図
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響評価
IRC	International Rescue Committee	国際救護委員会 (NGO)
ISCGM	International Steering Committee for Global Mapping	地球地図国際運営委員会
IT/R	Interim Report	インテリムレポート
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JSS	JAXA Supercomputer System	日本宇宙航空研究開発機構

JWSO	Jijiga Water Supply Office	ジジガ市給水事務所
MODIS	MODIS Land Cover Product by using Moderate resolution Imaging Spectroradiometer of Earth-Observing-System EOS	アメリカ航空宇宙局開発の中分解能撮像分光放射計による土地被覆生産量
MoFED	Ministry of Finance and Economic Development	財務・経済開発省
MoWR	Ministry of Water Resources	水資源省(水エネルギー省の旧名)
MoWE	Ministry of Water and Energy	水エネルギー省
MrSID	Multi-resolution Seamless Image Database	マルチ解像度 完全画像データベース、米国セラータム・インク開発
NFE	Non Formal Education	非正規教育
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NMA	(Addis Ababa) National Meteorology Agency	国立気象サービス局
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	米国海洋大気庁
NRCS	Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture	米国自然資源保全局
O&M	Operation and Maintenance	(機材・施設の) 運営・維持管理
OJT	On the Job Training	実地研修、協働による研修
POSTEL	Postal land surface thematic centre	地球観測衛星データによる地表面研究センター
PR/R	Progress Report	プログレスレポート
PA	Preliminary environmental assessment study	事前環境影響評価調査
PALSAR	Phased Arrayed L-type Synthetic Aperture Radar	フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダー
R/D	Record of Discussion	討議議事録
REA	Regional Environmental Agencies	州立環境保護庁
RGSR	Regional Government of Somali Region	ソマリ州政府
RWBs	Regional Water Bureaus	州水局
SAGE	Center for Sustainability And the Global Environment at the University of Wisconsin Madison	米国ウイスコンシン大学マディソン持続可能利用地球環境センター
SEDAC	Socio-economic Data and Applications Center	USNASA所属 社会経済データ研究センター
SEPMEDA	Somali Regional State Environmental Protection, Mine and Energy Development Agency	ソマリ州環境保護・鉱山・エネルギー開発庁
SHAAC	Shaac Consulting Engineers	ソマリ州のコンサルタント会社
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission	スペースシャトル立体地形レーダー作成ミッション
SRWDB	Somali Regional Water Resources Development Bureau	ソマリ州水資源局
SWWCE	Somali Water Works and Construction Enterprise	ソマリ州水資源公社
TDM	Time Domain Method	時間領域電磁探査
TEM	Transient (or Time-domain) Electromagnetic Method	時間領域電磁探査法
TOT	Training of Trainers	講師のための研修
TVETC	Technical and Vocational Education and Training College	技術職業訓練教育大学校
UAP	Universal Access Program	ユニバーサルアクセスプログラム
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画

UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees	国連難民高等弁務官事務所
UNICEF	United Nations Children's Fund	国連児童基金
USDA	United States Department of Agriculture	米国農業省
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
USGS	United States Geological Survey	米国地質調査所
UTM	Universal Transversal Mercator	ユニバーサル横メルカトル図法
VES	Vertical Electrical Sounding	垂直電気探査
WASH	Water Supply, Sanitation and Hygiene Program	水と保健と衛生の強化プログラム
WASHCO	Water Supply and Health Committee	水衛生組合
WATSANCO	Water, Sanitation & Hygiene Committee	給水保健衛生組合
WFP	World Food Programme	国連世界食料計画
WLR	Water level Recorder	自記水位計
WMO	World Meteorological Organization	国連世界気象機関
WRI	World Resources Institute	世界資源研究所
WRIM	Water Resources Information Map	水資源情報図
WSDP	Water Sector Development Program	水セクター開発プログラム
WTP	Willingness to Pay	支払い意思額

プロジェクト写真 (1/6)

2012年4月～9月



IC/R 協議

2012年4月5日に IC/R 説明・協議。ソマリ州の C/P が主に参加。4月6日に M/M が締結される。



UNHCR での IC/R 説明

UNHCR に対して IC/R の説明を行う。Kabribeyah 給水施設の調査は UNHCR との協働作業が不可欠。



物理探査作業(1)

新規水源確保のため、ジャラル溪谷で物理探査を実施 (VES 探査)。溪谷の様子がよくわかる。



物理探査作業(2)

同じく少し台地側で物理探査のうち TEM 電磁探査を実施する。サボテンの中で奮闘している。



No2 井戸の洗浄作業

ジャラル溪谷内の井戸は2本実施し、計 10L/s 以上の地下水を得た。これは洗浄作業の様子。



掘削現場での ESTV 撮影

エチオピアソマリ放送を通じてソマリ州における初めての JICA 援助の紹介を掘削現場で行った。

プロジェクト写真 (2/6)

2012年4月～9月



Kabribeyah 給水施設

送水ポンプ場でのパイプ内のスケール付着について協議している。スケール除去は課題の一つ。



Godey 市給水施設

貯水タンクの状況、左が1959年建設150m³、右端は2010年の水局1000m³のタンク。共に使用中。



シェベレ川沿いの地層

シェベレ川沿いの給水施設付近で見られる段丘礫層と下位の地層。礫層の層厚は1.7m程度。



SRWDB 内の機材ワークショップ

メンテナンスワークショップ内の状況。修理用の発電機はあるが、系統的な修理はなされていない。



UNESCO ワークショップ

ソマリ州において UNESCO はマッピングや技術トレーニングを実施。作業のデマケを検討。



難民キャンプ地

JICA カメラマン撮影中の Kabribeyah 難民キャンプ、16000人以上の人口を有する。給水対象地。

プロジェクト写真 (3/6)

2012年10月～2013年2月



第1回ステアリングコミッティの開催

関係機関に対して Steering Committee をジジガ市内 Hamda ホテルで開催。23名参加。PR/Rの内容を中心に、今後の方針について討議を行った(11月1日)。



パイロットプロジェクト(給水施設工事(1))

ジャラル渓谷内での給水施設工事により完成した発電機小屋。小屋の中に、発電機がセットされ、外の水中ポンプと接続する。



パイロットプロジェクト(給水施設工事(2))

ジャラル渓谷給水システムのポンプ場のサーフェイスポンプ設置状況。JICAより中継ポンプ場とブースターポンプ場に全部で3台供与された。



パイロットプロジェクト(給水施設工事(3))

Kabribeyah市周辺でのロバやヤギやラクダ等の家畜のために Kabribeyah 市での給水施設工事により新たに建設された家畜用水飲み場。



パイロットプロジェクト(給水施設工事(4))

Kebr ibeyah 市及び Godey 市の各5箇所の建設工事で完成した公共水柱。



パイロットプロジェクト(給水施設工事(5))

Kabribeyah 市での給水施設工事により完成した貯水槽。

プロジェクト写真 (4/6)

2012年10月～2013年2月



住民組織水管理組合(WASHCO)への研修

Godey 市で給水施設の運営維持管理の研修がトレーナーに NGO (Save The Children) メンバーを招いて実施された(1月29日)。総勢35名参加。



給水施設の機械設備／維持管理研修

州水資源局内ワークショップで、給水施設関連機械の座学/現場研修を開催(12月3-6日)。エンジン(発電機)の稼働原理等の内容など。C/P24名参加。



運営維持管理 - 水利用実態調査

Godey 市でランダムに抽出した個別家庭を対象に水利用の実態に係る簡易調査を実施。目的別水利用と雨季乾季の水使用量の違いなど情報収集。



社会経済調査 - インタビュー調査

Godey 市内で家計支出に係る社会経済に関するインタビュー調査を行った(11月16日)。



機材調達 - 緊急給水用の貯水槽の供与

緊急給水実施のため、給水車5台の他、10t用貯水槽150個を供与。2月下旬には76個が緊急を要するworeda(郡)に優先的に配布された。



環境社会配慮 - ロバで水運搬/販売し生計を立てる人々

Godey 市内ではロバを利用し市内へ水売りをする小売業者が多数存在。新規給水施設の建設との関係を調査した。

プロジェクト写真 (5/6)

2013年3月～2013年4月



第2回ステアリングコミッティの開催
関係機関 26名の参加で Steering Committee がジジガ市 Hamda ホテルで開催された。IT/R の内容や課題について協議を行った。



カウンターパート(C/P)会議の開催
実施機関であるソマリ州水資源局のC/PとのIT/Rの共有化のため、C/P会議が Hamda ホテルで開催された。



Godey 市給水施設工事の竣工式の実施
Godey 市で給水施設工事により 5 箇所の公共水栓と貯水槽が新たに設置され、CP 機関の Godey 市給水事務所へ施設が移管された。



Kabribeyah 市給水施設工事の完工式の実施
ジャラル溪谷給水システムの改善のための給水施設工事が実施され、Kabribeyah 市に 5 箇所の公共水栓と貯水槽が設置された。



リモートセンシング/GIS の利用技術指導
SRWDB において IT/R の中のリモートセンシング/GIS に関する個別技術支援が行われた。



Godey 市の JICA ミッション団の訪問
Godey 市給水事務所の C/P と共に今後の課題について協議を行った。

プロジェクト写真 (6/6)

2013年3月～2013年4月



Godey 市給水計画策定への実施可能性調査
Godey 市で給水計画策定の為の実施可能性調査が行われた。シェベレ川からの取水ポイント及び Godey 市内の配管ルートを現地で C/P と協議した。



ジャラル渓谷内 JICA 井戸周辺の案内板
パイロットプロジェクトでジャラル渓谷で掘削した新規井戸 2 箇所のとりに案内板を設置した。



パイロットプロジェクトで設置した井戸利用
パイロットプロジェクトで掘削した井戸を利用する前に Kabri beyah 市までの配管の通水試験が実施された。



住民組織水管理組合(WASHCO)への研修(1)
Kabri beyah 市で給水施設の運営維持管理の研修が総勢 35 名の参加で実施された。



住民組織水管理組合(WASHCO)への研修(2)
Kabri beyah 市での WASHCO 研修参加者は地区別で各 7 人、全 5 地区住民が WASHCO の組合員として選出された。



モバイルワークショップ車両資機材-技術指導
モバイルワークショップ車両に搭載する資機材の使用方法及びその管理に係る技術指導が州水資源局内ワークショップにて実施された。

1. 調查概要

1 調査概要

1.1 はじめに

本報告書は2011年12月23日にエチオピア連邦民主共和国（以下エチオピア国）と国際協力機構（以下JICA）により合意・署名された討議議事録（以下R/D）に基づいて「エチオピア国ジャラル溪谷及びシェベレ川流域水資源開発計画策定・緊急給水プロジェクト」の2013年7月末までの最終の調査結果をまとめたものである。JICAは、本業務遂行のために14名の団員（のち1名追加）からなるコンサルタントチームを調査団として組織した。この調査団による業務は2012年3月から開始し、2013年8月末に終了する。業務はエチオピア国のカウンターパート（以下C/P）機関等との密接な連携を通じて実施される。

1.2 調査の背景

エチオピア国東部を含むアフリカ大陸北東部の「アフリカの角」と呼ばれる地域では、元来降雨量の少ない乾燥・半乾燥地が大半を占め、干ばつや食糧危機の発生しやすい脆弱な地域である。同地域では、2010年10月頃の大雨季の降雨量が少なかったことに加え、2011年4月頃の小雨季にも十分な降雨が得られず、2010年後半から2011年9月頃までに過去60年で最悪と言われる干ばつ被害が発生した。エチオピア農業省が援助機関と共同でまとめたところでは、国内で457万人が食料不足で人道援助を必要とする状態となり、その内の約80%がソマリ州等の標高が低い地域の住民である。また、ソマリ州における給水率は59.7%（都市部64.0%、村落部49.0%）と全国平均の68.5%（都市部91.5%、村落部65.8%）（2011年データ、以上UAPより）と比較して低く、恒常的な給水ニーズが大きい。特に、今回のような干ばつ時には給水ニーズが急増するが、水資源開発及び管理を担当するソマリ州水資源局（Somali Regional Water resources Development Bureau: SRWDB）の体制及び技術力は十分でなく、これらの給水ニーズに対応できていない。援助機関やNGOが給水施設の建設・修理、給水車による緊急給水等多くの支援を展開してはいるものの、依然として十分ではない。以上のような状況を改善していく上で、短期的には、今次の干ばつによる緊急的な給水ニーズへの対応、及び断続的に発生する干ばつへの対応能力の強化が求められている。また、中長期的には、給水事業計画を策定し、これに沿って効率的・効果的に水資源開発を進めていくことが必要となっている。この状況に対し、JICAは対象地域における干ばつの状況、給水ニーズ、必要とされる協力内容等を調査するための基礎情報収集・確認調査を行った他、調査結果に基づき、エチオピア国関係機関と必要となる協力内容に係る協議を実施した（2011年10月~11月）。上記により、エチオピア国政府は我が国に対し、水資源の開発可能性が高いジャラル溪谷とシェベレ川流域における水資源開発計画の策定支援、及び緊急給水支援に係る協力を要請した（2011年12月）。この要請に基づき、JICAは事業の実施内容についてエチオピア国関係機関と協議し、その内容をR/Dにまとめ、署名・交換した（2011年12月）。調査のはじめには、Inception Report（以下IC/R）を提出協議し、エチオピア国側の要望も取り入れ会議議事録（以下M/M）をエチオピア国側と調査団で取り交わした（2012年

4月）。

1.3 調査の目的と概要

本調査は、ジャラル溪谷及びシェベレ川流域において、既存情報の収集・分析、自然条件調査及び社会条件調査等から得られる情報をもとに給水計画を策定することを目的とする。併せて、ソマリ州全域の水理地質情報の整理、Kabribeyah 市及び Godey 市を中心としたソマリ州の緊急給水及び SRWDB 等エチオピア国関係機関の能力強化の実施を目的とする。

調査による期待される成果およびそれに呼応する調査活動は以下の通りである。

(1) 本調査実施により期待される成果

- 1) ジャラル溪谷及びシェベレ川流域における水資源の利用可能性が評価される。
- 2) ジャラル溪谷及びシェベレ川流域における給水計画が策定される。
- 3) C/P の給水計画策定能力が向上する。
- 4) Kabribeyah 市における給水状況が改善する。
- 5) Godey 市給水システムの F/S が実施される。
- 6) 緊急給水用資機材の供与により、ソマリ州全域の緊急給水体制が整備される。

(2) プロジェクトの活動

上記 (1) の成果を出すために本業務においては以下の主な活動を実施する。

- 1) 水資源開発可能性調査による水資源開発可能性の把握
- 2) 給水計画策定による具体的な給水改善計画の提案
- 3) 緊急給水工事による現状給水状況の改善
- 4) 短期技術研修による関連職員の能力強化

以上をまとめると、本業務は図 1.1に示すとおりに概観することができる。すなわち業務内で上記 (2) の活動を行うことにより、業務終了時には (1) の成果が発現する。そのうち、具体的に策定された給水改善計画をエチオピア国側の関係者が、短期および中長期研修で獲得した知識・技術を活用しながら実施することにより目的を将来的に達成するというものである。

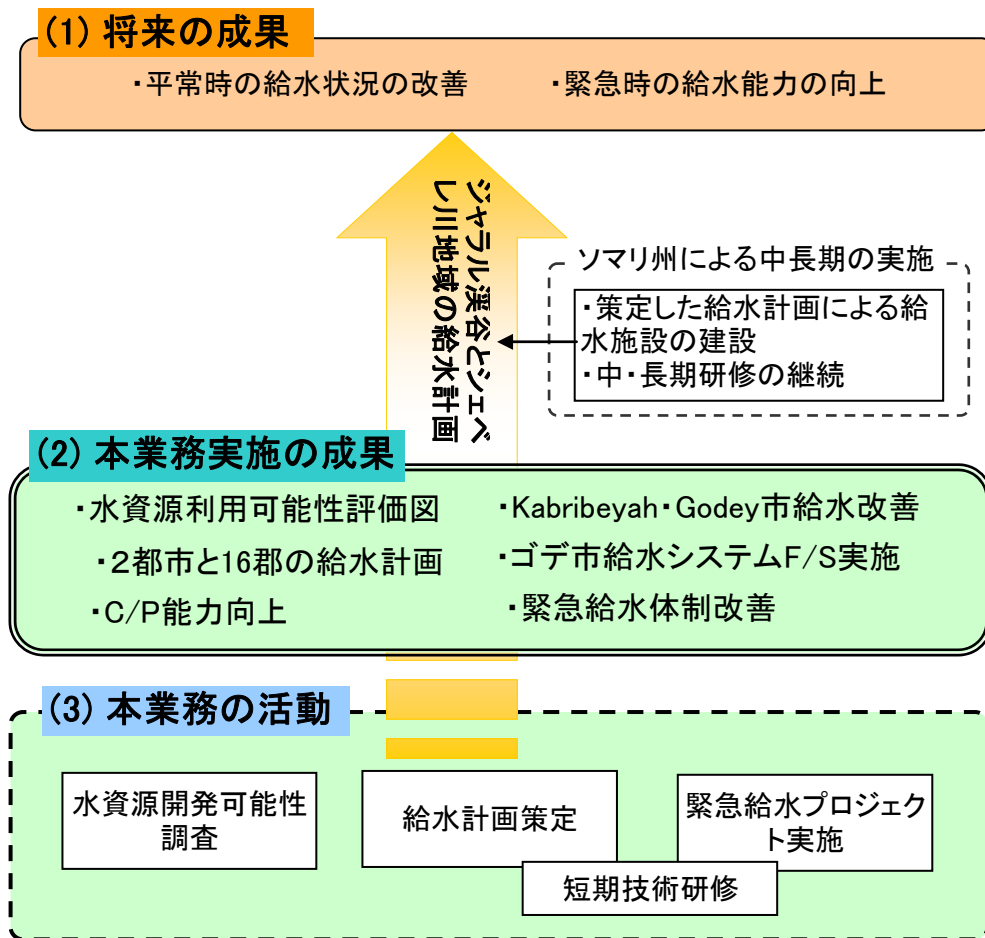


図 1.1: 業務の概観図

1.4 調査の範囲

本調査は、2011年12月22日にJICAと水エネルギー省（Ministry of Water and Energy: MoWE）が締結したR/Dに基づき実施されるものであり、調査目的を達成するために実施方針や留意事項を踏まえつつ、以下の表1.1に示すような業務の内容を実施した。成果は各種報告書にまとめる。

表 1.1: 主な活動内容

主要な活動	対象地域・組織	作業内容
給水計画	ジャラル溪谷 シェベレ川流域	目標年次：2015（当初計画）、その後2020（ステアリングコミュニティ後に決定） <ul style="list-style-type: none"> 両地域に含まれる全ての郡を対象に郡毎に策定（全17郡）、その後16郡に変更 Kabribeyah市とGodey市は詳細内容を策定
水資源ポテンシャル調査	ジャラル溪谷 シェベレ川流域	地下水利用可能性図（縮尺25万分の1以上の大縮尺）作成
緊急給水 （パイロットプロジェクト実施）	ジャラル溪谷 （Kabribeyah市）	1)ジャラル溪谷給水システム改善 <ul style="list-style-type: none"> 新規井戸（200m程度）建設（2本） 給水システムの送水ポンプ交換（3台）

		<ul style="list-style-type: none"> 公共水栓（人、家畜用）の建設（各 5 箇所）、中間報告段階で人用公共水栓 2 箇所追加。 新規井戸でのポンプ小屋建設と水中ポンプと発電機の設置 新規井戸の給水システムへ接続のための配管
	Godey 市	2)Godey 市給水システム改善 <ul style="list-style-type: none"> 策定した給水計画の F/S の実施 給水車の供与（1 台） 給水車配水用の給水ポイント（5 箇所）建設
緊急給水	ソマリ州全域	1) 緊急給水用資機材調達と供与 <ul style="list-style-type: none"> 給水車（4 台） 給水ポイント用貯水槽（150 個） 塩素剤（3600m³分） モバイルワークショップ（3 台）
		2)上記機材有効利用のための技術指導実施 <ul style="list-style-type: none"> 緊急給水時のモバイルワークショップの利用方法の指導
水資源情報の整備	ソマリ州全域	収集した水理地質情報を整備し、将来的に利用出来るようまとめる。
エチオピア国関係者の能力強化	州水資源局職員 市水道局職員 水資源公社技術者	給水施設の運転・運営方法 機材・設備のメンテナンス 井戸掘削に関わる能力強化

主な基本方針に沿った活動内容を整理すると次のようになる（図 1.2、図 1.3参照）。

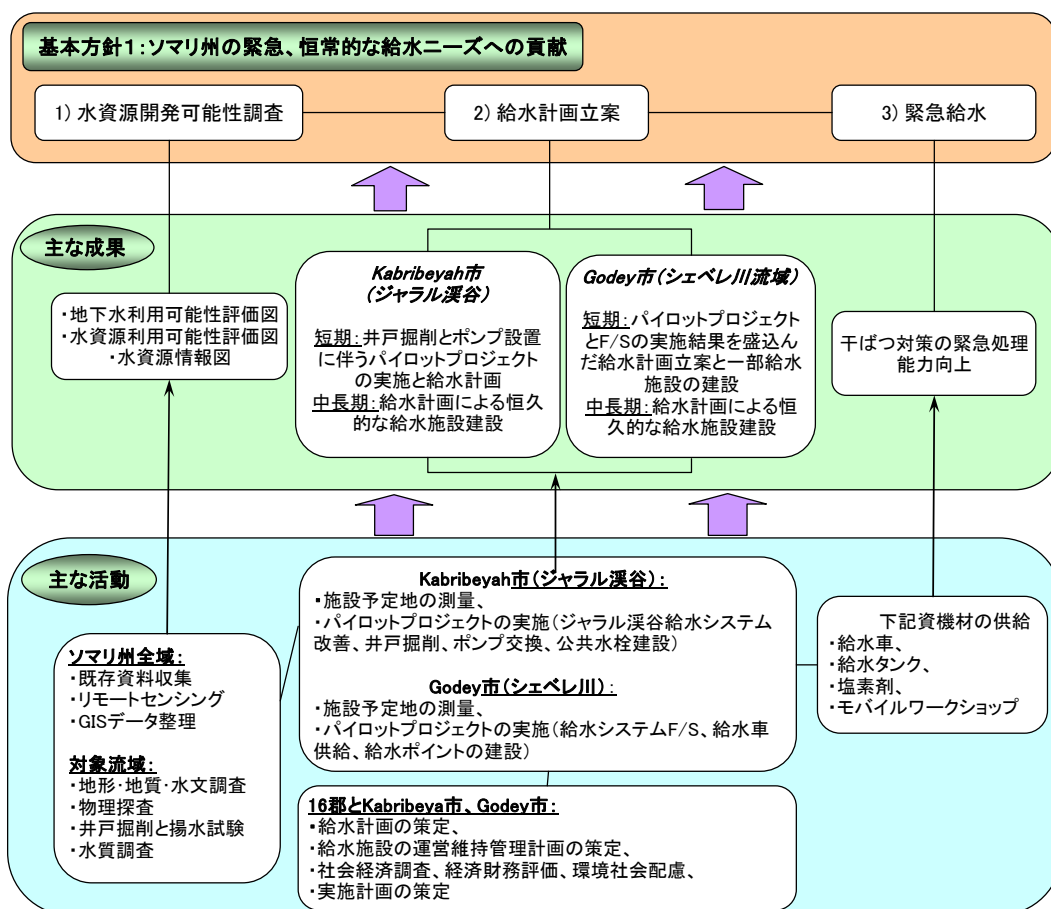


図 1.2: 基本的な方針に沿った作業内容

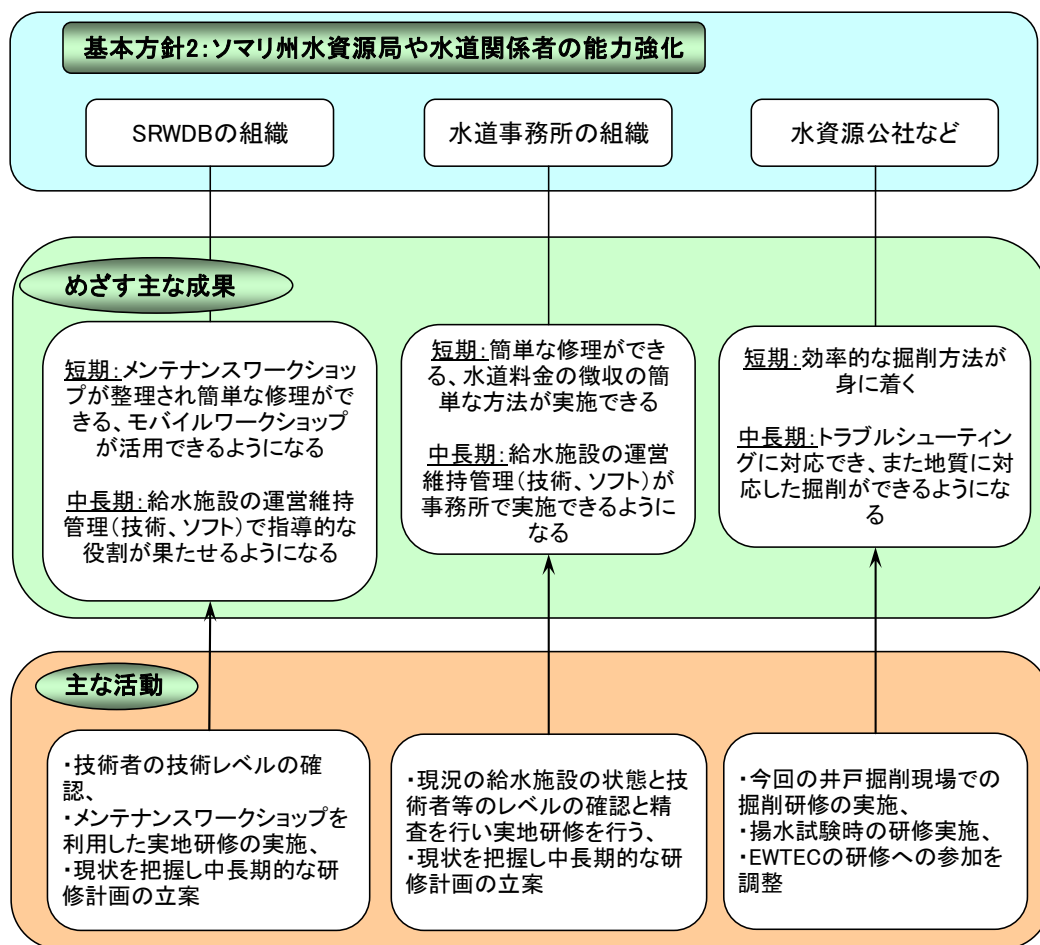


図 1.3: 能力強化に関する内容

1.5 調査実施計画

図 1.4のように2012年3月上旬に調査を開始し、2013年8月下旬に終了する。また図 1.5には各作業を時系列で示した業務実施の詳細フローチャートを掲載した。

契約年次	第1年次																		
	調査年度	2012												2013					
暦月	2011	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
現地調査		第一次現地調査												第二次現地作業					
国内調査	国内準備作業													第一次国内作業			第二次国内作業		
レポート		▲ IC/R																▲ DF/R	▲ F/R

図 1.4: 概略工程

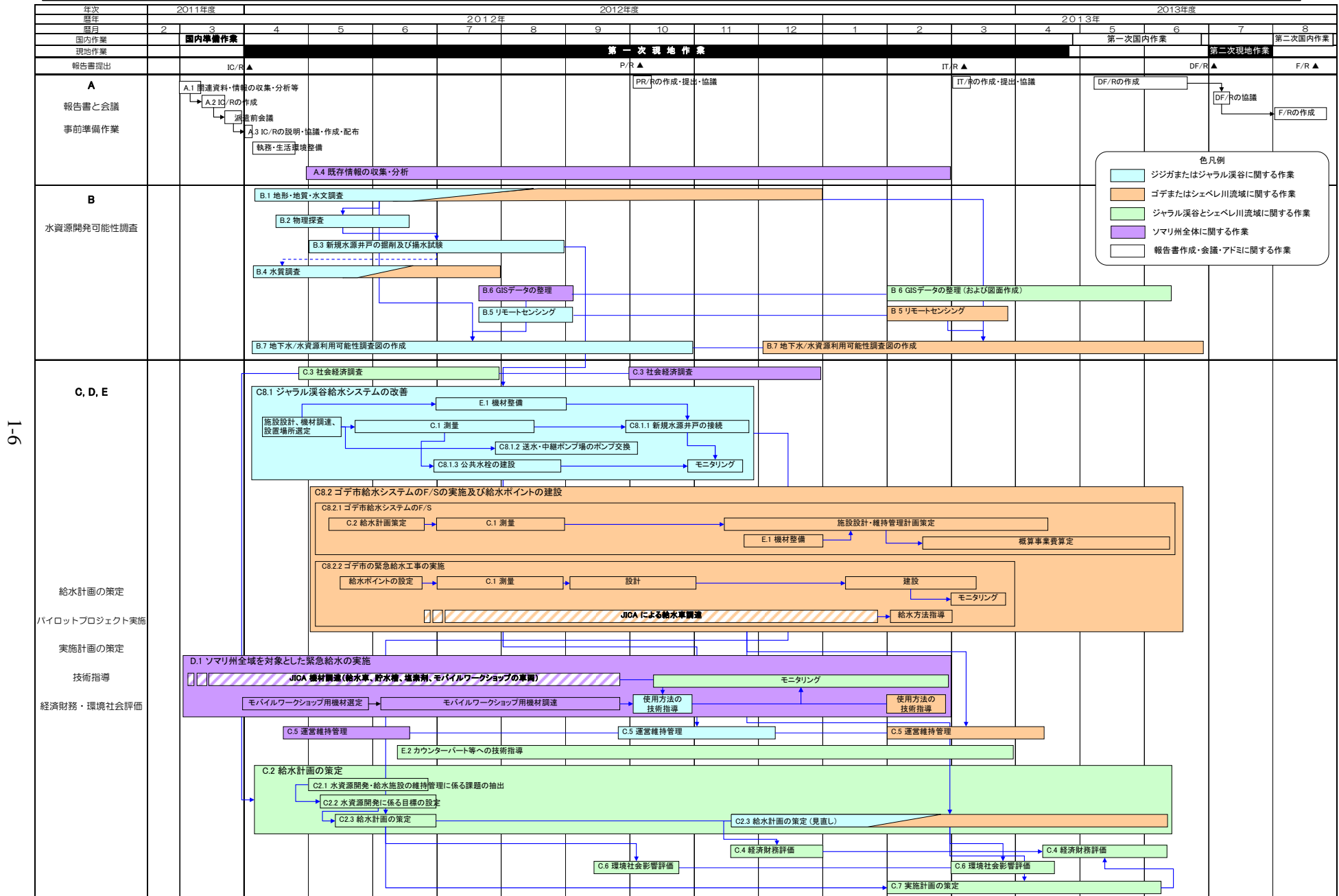


図 1.5: 業務のフロー

1.6 調査範囲と対象地

1.6.1 調査範囲

業務対象地域は、緊急給水に関する事業はソマリ州全域、給水計画と水資源開発可能性調査に関してはジャラル溪谷地域のサブベースンおよびシベレ川流域地域のサブベースンである。また、給水計画の一部として実施するパイロットプロジェクトの工事は Kabribeyah 市と Godey 市で行った。これらの地域および市の位置を以下の図に示した。それぞれの調査対象となるサブベースンの範囲も以下の図 1.6の通りである。



図 1.6: 調査範囲図

1.6.2 対象都市と郡

調査対象都市と郡は前述のように、当初は Kabribeyah 市と Godey 市を含む 17 郡であり、17 郡のうち 5 郡は 4 月に調査が始まって新しい郡として名前が登録された。そのため、新郡はソマリ州内での位置的な情報もかなり曖昧であり実際の流域区分を地形的に行っ

たところ流域外になる郡も出現した。対象となる郡の位置図は前述したが、対象とした郡の名称等は以下の表 1.2の通りである。なお上述の流域外の郡は Marsin であり、今回の給水計画立案から除外した（ただし Marsin は社会経済調査を実施して位置が確定したこともあり、社会経済調査のデータは入手した）。またプログレスレポート時に安全上の問題でローカルコンサルタントも立ち入れなく調査ができなかった郡は Doba wein であったが、第 1 回の運営委員会で水局の強い要望もあり、近接地域の情報を利用して今回の給水計画を立案した。よって対象郡は表のように 16 郡（うち新郡は 4 郡）である。

表 1.2: 調査で対象とした郡

Survey Area	Zone	Target Woredas	Associated new woreda	Remark	
Jarar valley	Fafan	Kabribeyah			
	Jarar	Dagahbur	Araarso		
			Birqod		
	Korahe		Shaygosh		Marsin: 流域外
			Kabridahar		
			Doba wein		
Shebele sub-basin	Shebele	East Ime	Beercaano		
		Adadle			
		Danan			
		Godey			
		Kalafo			
		Mustahil			
	Afder	West Ime	Rasso		

Note: the spellings of woreda names followed those in the administrative map and list of woredas obtained from BoFED.

1.7 調査団とエチオピア国メンバー

1.7.1 調査団

JICA 調査団は、以下の国際航業(株)の松本俊幸を総括とした 15 名の団員からなる。日本からの各団員と分野については、以下に示す表 1.3の通りである。

表 1.3: JICA 調査団

名前	分野	出身国
松本 俊幸	総括/水資源開発	日本
安田 直樹	副総括/運営維持管理	日本
石井 賢一	給水計画1/施設設計	日本
坂本 大祐	給水計画2/積算	日本
木原 茂樹	水理地質/水質	日本
藤澤 成一	水理/水文	日本
石川 次男	物理探査	日本
雷 沛豊	リモートセンシング/GIS	中国
石井 完	機材設備	日本
田中 正利	井戸掘削	日本
升村 章司	社会経済調査/経済財務調査	日本
宇田川弘勝	環境社会配慮	日本
高畑 正美	機材調達1/営繕	日本
坂井 健介	機材調達2	日本
山本 陽介	業務調整/水資源開発補助	日本

1.7.2 エチオピア国側のメンバー

a. C/Pと関連機関

エチオピア国側の主な関連機関は、責任機関の MoWE、実施機関の SRWDB であり、とくに MoWE は水セクター及び能力強化局（Waters Sector and Capacity Building Directorate）の局長が当プロジェクト責任者及び運営委員会議長となり、SRWDB の局長と副局長（給水コアプロセス及び給水管理・水資源調査・管理コアプロセス担当）がそれぞれ C/P の事業部長と副部長となる。また、SRWDB の職員は調査団の C/P として表 1.4 のような対応をとっていた。

表 1.4: C/P メンバーと JICA 調査団

Study Team		C/P	
Expertise	Name	Name	Position
Team Leader/Water resources development	Toshiyuki MATSUMOTO	Mr. Mohamed A Bihi	Water Supply Scheme Management (WSSM) CP Owner
		Mr. Mohamud Shele	Study and Design Case Team
Sub-leader/O&M and management	Naoki YASUDA	Mr. Solomon G/Esgeber	WSSM CP
Water supply planning 1/Facilities design	Kenichi ISHII	Mr. Mohamed Yusuf	Construction and Supervision Case Team

Water supply planning 2/Cost estimation	Daisuke SAKAMOTO	Mr. Abdi Muhumed	(CSCT) Leader of Water Supply (WS) CP
Hydrogeology/ Water quality	Shigeki KIHARA	Mr. Ali Mohamed	Water Resources Study & Management (WRSM) CP Owner
Hydrology	Shigekazu FUJISAWA	Mr. Wondisen	Study & Design Case Team (SDCT) Leader
Geophysical survey	Tsugio ISHIKAWA	Mr. Antene	SDCT of WS CP
Remote sensing/GIS	Peifeng LEI	Mr. Fuad Hassen	Deputy Head of SRWDB
Mechanical equipment	Tamotsu ISHII	Mr. Siad Abdi Mr. Abdi Mohamed	WSSM CP
Well Drilling	Masatoshi TANAKA	Mr. Ahmed Tahir	CSCT of WS CP
Socio-economic survey and social and financial survey	Shoji MASUMURA	Mr. Aydrus	WSSM CP
Social and environmental consideration	Hirokatsu UTAGAWA	Mr. Elyas	CSCT of WS CP Owner
Procurement/logistical support	Masami TAKAHATA	Mr. Mukhter	Finance and Administration SP
Coordinator/assistant to water resources development	Yosuke YAMAMOTO	Mr. Ahemednur Abdulahi	WSSM CP

注) 上記表は 2013 年 3 月時点、当初リストと変更がある。

情報共有や作業の調整を行う対象としては他に表 1.5 のような関連機関がある。

表 1.5: 関連機関

機関名	所掌及び本プロジェクトにおける役割
水エネルギー省 (MoWE)	・エチオピア国全体の水資源開発・管理を所掌する。 本プロジェクトでは、エチオピア国側の責任機関として、関係機関の取りまとめ、既存データ・情報の提供、機材の通関・免税手続き等を行う。
ソマリ州水資源局 (SRWDB)	・ソマリ州における水資源調査及び管理を所掌する。 本プロジェクトでは、実施機関として各分野におけるカウンターパートを配置し、プロジェクトチームと協働によりプロジェクト活動を実施する。
難民及び帰還民事務局 (ARRA)	・エチオピア国全体の難民及び帰還民支援を所掌する。 難民キャンプにも給水するジャラル溪谷給水システムの改善を行う際に、難民キャンプへの支援という観点から、ARRA との調整も必要となる。
ソマリ州防災対策局 (DPPB)	・ソマリ州における災害に対する緊急支援を所掌し、干ばつ時の緊急給水をおこなう。 緊急給水の実施主体として、能力強化の対象として本プロジェクトに関わる。
ソマリ州水資源公社	・井戸掘削、建設工事、灌漑工事を受注により実施している。

	本プロジェクトでは、本公社に対し、井戸掘削能力の強化支援を行う。
ジャラル溪谷水道事務所	・ジャラル溪谷給水システムの運営・維持管理を所掌する。 ジャラル給水システムの改善時に、協働作業により職員の能力強化を行う他、同システムの継続的な使用のため、運営・維持管理に係る能力強化も行う。
ゴデ市水道局	・Godey市給水システムの運営・維持管理を所掌する。 本プロジェクトで同システムのF/Sを行う際には、職員の能力強化を行う他、事業運営体制の強化も行う。
その他の機関	上記の機関の他、対象地域で活動する国連機関・各国援助機関・NGO等と必要に応じて調整・連携する。

次に R/D に基づき運営委員会を設置した。本業務では、多くの関係機関が存在するため、関係機関による情報共有を行う場として運営委員会の開催の必要性があった。調査団は、重要事項の決定や業務の進捗状況の共有、問題や課題についての協議および業務で作成する各種報告書の承認等で運営委員会を活用し、円滑な業務の実施を図る。その後現地の状況を鑑み、R/D において合意している運営委員会の構成メンバーに新たな人員を追加した。

【議長】

MoWE 給水・能力強化局長

【メンバー】

- 1) 経済財務省（Ministry of Finance and Economic Development: MoFED）の代表者
 - 2) 水エネルギー省（MoWE）給水・能力強化局メンバー
 - 3) 難民及び帰還民事務局（Administration for Refugee and Returnee Affairs: ARRA）の Jijiga での代表者
 - 4) ソマリ州水資源局（SRWDB）の局長
 - 5) ソマリ州水資源局（SRWDB）の副局長（給水担当）
 - 6) ソマリ州水資源局（SRWDB）の副局長（給水施設運営、水資源調査担当）
 - 7) ジャラル溪谷水道事務所の代表者
 - 8) Godey 水道局の代表者
 - 9) ソマリ州防災対策局（Disaster Prevention and Preparedness Bureau :DPPB）の代表者
 - 10) UNHCR Jijiga 事務所の代表者*
 - 11) ソマリ州環境保護・鉱山・エネルギー開発庁（Somali Regional State Environmental Protection, Mine and Energy Development Agency: SEP MEDA）の環境評価担当部局メンバー*
 - 12) 財務経済開発局（Bureau of Finance and Economic Development: BoFED）のメンバー*
 - 13) 調査団
 - 14) JICA エチオピア事務所
- *必要に応じて追加されたメンバー

2. ソマリ州の緊急、恒常的な給水ニーズのための調査

2 ソマリ州の緊急、恒常的な給水ニーズのための調査

2.1 はじめに

第1章の調査の背景で述べたように、ソマリ州は干ばつや食糧危機の発生しやすい脆弱な地域でありながら、給水状況が十分に改善されていない地域が多い。そのような地域では干ばつ時にはウォータートラックなどの緊急給水システムに依存しており、できれば恒常的な水供給ができるようなシステムの構築が望ましい。しかし水理地質的な観点から緊急給水に頼らざるを得ない地域も存在しており、まずは地下水や河川水を利用した水資源の開発可能性評価を行い、開発可能性が高い地域と水理地質的な観点から見ても恒常的な飲用水利用が困難である地域を相対的に明示できる図面の作成が必要である。また水資源の確保が可能な地域の給水計画を立案し、中長期的な給水事業計画の基礎資料の作成も重要である。今回のプロジェクトではこれらの作業を行うとともに短期的な対応として緊急給水に対するニーズへの対応、つまり緊急給水に必要なと思われる資機材の調達を行った。この章ではこれらの調査結果をとりまとめている。

2.2 水資源(地下水)利用可能性調査

2.2.1 気象・水文

気象・水文調査の主な目的は水収支解析による地下水涵養量の推定を行い、地下水開発を行うための基礎資料を得ることである。

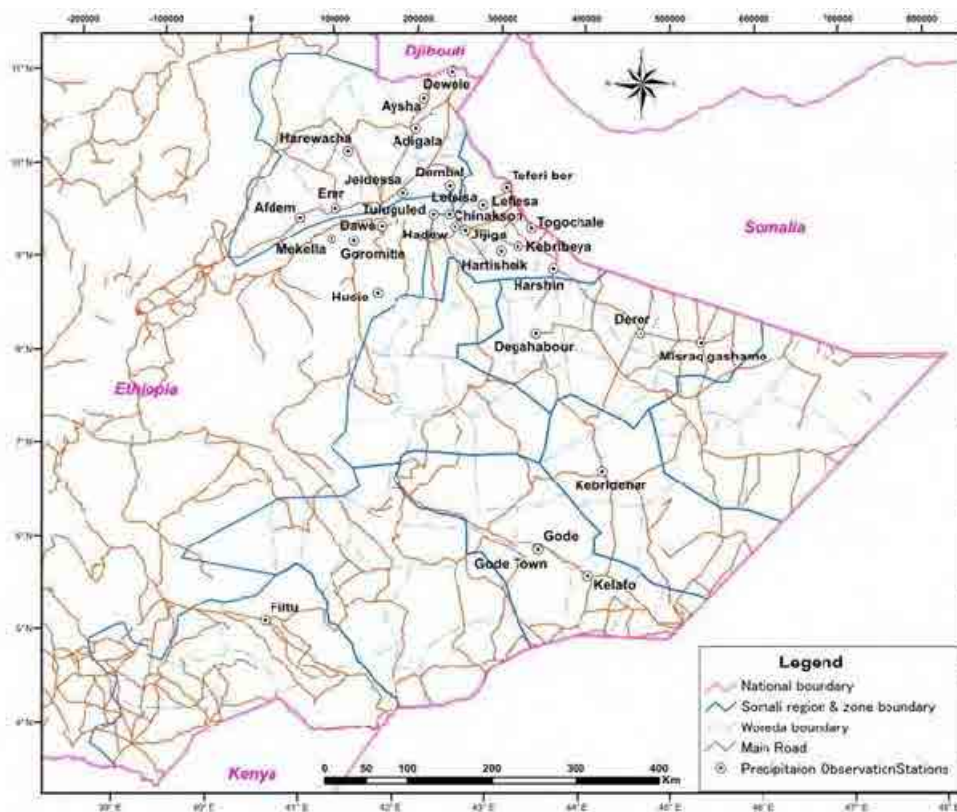


図 2.1: 気象観測所位置図

ソマリ州における気象観測所は図 2.1 に示すように州の北方に位置する Jijiga 市や Kabribeyah 市周辺と中央付近の Dagahbur 市、及び南側中央部の Kabridahar 市、Godey 市とその西方の Filtu 市に分布する。多くの観測所はソマリ州の北方域に集中する。

ソマリ州気象観測所の年平均雨量は Jijiga 市で 570mm（標高 1775m、以下標高表示）、Kabribeyah 市で 270mm（537m）、Dagahbur 市で 330mm（1070m）、Kabridahar 市 220mm（1753m）、Godey 市周辺で 230mm～270mm（290m）および最も南西側の Filtu 市で 440mm（1225m）程度である。

年平均気温は、Jijiga 市周辺で（最高 28℃、最低 12℃、以下最高、最低気温表示）、Kabribeyah 市で（27.4、13.9）、Dagahbur 市で（31.4、18.5）、Kabridahar 市（33.3、20.7）、および Godey 市周辺で（34.9、23.4）程度である。

観測蒸発散量は、蒸発パンによって観測されたものであり、Jijiga 市で 2100mm、Dagahbur 市で 2600mm、Godey 周辺で 4500mm、および最も南西側の Filtu で 2300mm 程度である。ソマリ州における観測記録は気象サービス局のアディスアベバ事務所と Jijiga 事務所から入手可能である。ただし、データの種類と期間についてはかなりのばらつきがある。

対象となる河川は、調査地内での Godey 市付近では常時流量のある恒常河川のシェベレ川と基本的に雨季の時期以外に河川流量のないワジである、ジャラル川である。今回 2 つの河川の水文学的流域は、シェベレ川流域サブベースンとジャラル渓谷サブベースンであり、それぞれの河川沿いに位置する観測所での流域面積等は次の通りである。

シェベレ川：Gode 観測所（流域面積 $A=127,300\text{km}^2$ ）

ジャラル川：Dagahbur 観測所（流域面積 $A=5,184\text{km}^2$ ）

河川流量の観測は、それぞれの観測所の年流出高（mm）で表示すれば、Gode 観測所で 25.92mm、Dagahbur 観測所で 1.56mm である。

地下水涵養量の算出として一般的な算術計算手法（面積雨量と可能蒸発散量はテューセン法手法で求めた）、BFI（基底流量解析）手法およびタンクモデル手法による算出を行い、平均年間雨量が概ね 220mm～570mm の地域での地下水涵養量が 9.3mm～47.95mm/年という範囲の値を得た。またジャラル渓谷およびシェベレ川ともに河川の上流域ほど下流域に比べ地下水涵養量が大きい。これは上流域では降雨量が多く、蒸発散量が少ない一般的な傾向と調和した結果となっている。

2.2.2 地質

地層の堆積状況や分布、層相は、水理地質状況に反映されるため当該地域の地史や層序を精緻に解析する必要がある。

地形は、地質構造と密接な関係があり、対象地域（ジャラル渓谷及びシェベレ川）では地層の傾斜に支配された地形と、緩やかな背斜構造の複合体から成る。この背斜構造の軸部にあたる Fafem-Jarar 地域や左岸側のとう曲崖付近には、その軸部に沿って、北北東－南南西方向の玄武岩の分布が見られる。

ソマリ州の地質は、先カンブリア時代（5 億 7 千万年前）の基盤岩類（結晶質岩であり、

花崗岩、花崗岩質片麻岩、角閃岩および閃緑岩を含む）とそれを覆って中生代（2億4千万年前から6千5百万年前）、新生代（6千5百万年前以降）の地層が分布する。中生代の地層は中期ジュラ紀—三疊紀（？）から後期白亜紀の堆積物およびこれらを被覆して新生代の地層が分布し、最上位は第四紀沖積層が分布する。

また、新生代には、時代未詳の古期玄武岩とそれよりも新しい未区分の玄武岩が分布する。

ソマリ州全体の地質に関しては既存資料の解析から地質層序表と層相が成果として記載され、以下の表 2.1のようにまとめられる。

表 2.1: ソマリ州及びその周辺の地質層序表

代	紀/世	地層名	記号	最大層厚 ²²⁾ (m)	層相の特徴	
新生代	第四紀	第四紀層	Qa	150	• 段丘堆積物から成る。 • 現河床堆積物は「r」の記号で区別した。	
		残積層・崩積土	Qc	50	• 風化残留物、崩積土から成る。	
	第四紀—後期漸新世	未区分第四紀玄武岩	Qb	600	• 漸新世後期から第四紀の未区分の新期玄武岩である。	
	中—後期始新世	Karkar 層	Ek	—	• 白色の多孔質のチョーク質の石灰岩を主とし、茶色の剥離製の頁岩及び縞状の繊維状石膏を挟在する深海成の堆積物である ¹⁾ 。	
	前—中期始新世	Talah 層	Et	150	• 縞状の塊状硬石膏から成り、不規則に互層するチャート質石灰岩を伴う ¹⁾ 。	
	—	時代未詳古期玄武岩	Qv	200	• 散在する形で分布する時代未詳の古期玄武岩である。	
中生代	前期始新世—後期白亜紀	Auradu 石灰岩層	Ea	150	• 淡いピンク色の塊状石灰岩を主とし、基底部には鉄染したチャートや数層の海底玄武岩溶岩を伴う ¹⁾ 。	
		Jessoma 砂岩層	Pj	400	• 斑紋質石英砂岩とシルト岩から成る大陸性から浅海成の堆積物である ³⁾ 。	
	後期白亜紀	Beletwein 石灰岩層	Kb	200	• 微晶質方解析基質石灰岩を主とし、頁岩と砂岩を少量伴う浅海成の堆積物である ³⁾ 。	
		Ferfer 石膏層	Kf	200	• 苦灰岩、石灰岩、泥灰岩、頁岩、硬石膏、石膏の互層から成る潟環境から浅水域の堆積物である ³⁾ 。	
	前—後期白亜紀	Mustahil 石灰岩層	Km	300	• 化石を含む石灰岩を主とし、石灰岩頁岩、泥灰岩を伴う陸棚成の堆積物である ³⁾ 。	
	前期白亜紀—後期ジュラ紀	Korahe 石膏層	Kg	Kg2(上部層)	500	• 石膏、硬石膏、泥灰岩、頁岩、炭酸鉄(菱鉄鉱)から成る潟環境での堆積物である ³⁾ 。
				Kg1(下部層)		
		Amba Aradam 砂岩層	Ka	150	• 石英砂岩を主とし、シルト岩、頁岩、泥灰岩の互層を伴う堆積物である ³⁾ 。	
	後期ジュラ紀	Kabridahar 石灰岩層	Jg	Jg2(上部層)	500	• 魚卵状石灰岩と泥灰質の石灰岩を主とし、石膏と頁岩を伴う浅海成の堆積物である ³⁾ 。
				Jg1(下部層)		
		Urandab 層	Ju	120	• ダークグレイ色及び黒色の頁岩によって代表される深海成の堆積物である ³⁾ 。	
	中—後期ジュラ紀	Hammanlei 層	Jh	Jh2(上部層)	1600	• 石灰岩、頁岩、硬石膏、砂岩の互層を主とし、苦灰岩、石灰岩、硬石膏、石膏、化石を含むミクライト石灰岩を伴う海成から潟成の堆積物である ³⁾ 。
		Jh1(下部層)				
中期ジュラ紀—三疊紀(?)	Adigrat 砂岩層	Ja	253	• 頁岩やラテライトの縞を伴う中粒～粗粒、赤～褐色砂岩で代表される ³⁾ 。		

原生代	先カンブリア時代	基盤岩	PC	—	・花崗岩、花崗閃緑岩、片麻岩、角閃岩、片岩、珪岩等の結晶質な岩石から成る ²⁾ 。
-----	----------	-----	----	---	--

- 1) : Kazmin, V. (1975): Explanation of the Geological Map of Ethiopia, Bull No.1 Eigs, Addis Ababa.
- 2) : SHAAC Engineering Consulting plc. (2009): Hydrogeological Mapping Project, Report.
- 3) : WWDSE (2004): Wabi Shebele River Basin Integrated Development Master Plan Study Project, Final Report, Phase II – Data Collection, Site Investigation, Survey & Analysis, Section II Sectoral Studies, Volume 1 – Natural Resources, Part 1 – Geology.

その地質層序を基準にしつつ地形地質解析の結果や、既存井戸情報の結果から給水計画マスタープラン（M/P）作成対象の郡に関して、地形・地質境界、井戸位置等を含んだ地形・地質分類図、地形・地質断面図、および井戸掘削情報をまとめた。その結果、各郡の地質状況、井戸分布の平面的な情報ならびに断面的な解釈がなされた。

対象地域（ジャラル溪谷及びシェベレ川）の地質平面図や北北西—南南東方向のジャラル溪谷沿いの地質断面図などから Kabribeyah 郡から Araarso 郡にかけては、中～後期ジュラ紀、三畳紀（？）の石灰岩、砂岩層（層序表の記号 Ja、Jh：以下同じ）が分布し、その上位を後期白亜紀の石英砂岩層（Pj）や第四紀層が覆う。Pj 層はジャラル溪谷の東側に広く分布する。Birqod 郡から南側、Kabridahar 郡にかけて Jh 層は、後期ジュラ紀の砂岩、石灰岩層の Ju 層、Jg 層に被覆され、地層の傾斜はほぼ南傾斜である。Kabridahar 郡より南側では、後期ジュラ紀から前期白亜紀の石膏層（Kg）が広く分布し、一部後期白亜紀の石灰岩層（Km、Kb）によって被覆される。シェベレ川沿いでは Kg 層が広く分布し、一部 Km 層が上位に分布する。

既存井戸の特徴としては、Kabribeyah 郡や Araarso 郡では深度 200m 以深、また Kabridahar 郡までは 60m～200m までの深度を有するが、それより南側では水質に問題のある石膏層が広く分布するようになり、最上位に分布する第四紀層が対象になるため深度 30m 以浅の浅井戸が主体となる。

2.2.3 水理地質

井戸の情報では位置情報、井戸深度、および地下水位の変動と揚水量の関係の情報が整理された。また井戸柱状図や掘削後の井戸の稼働状況から上述の地質との対比および地質の帯水層判定が行われ水理地質的な帯水層分類と特徴が明確になった。主な良好な帯水層は、第四系、第三紀—第四紀の玄武岩、第三紀層の一部、白亜紀の地層の一部、ジュラ紀の堆積層およびジュラ紀—から三畳紀（？）の砂岩層である。これらは地下水利用可能性評価図の凡例（分類）の帯水層のポテンシャル評価に反映された。主な帯水層としての特徴は以下の表 2.2の通りである。

表 2.2: 帯水層の分類と特徴

地質年代	帯水層名	記号	水理地質的特徴の概要
第四紀	第四系	Qa、r (現河川堆積物)	地下水は水量・水質とも良好で、生活用・家畜用共に利用できる ⁴⁾ 。枯れ沢の第四紀堆積物からは生活用水用の地下水が産出されている ⁴⁾ 。ハンド・ダッグウェルの大部分は、本帯水層中に位置している ⁴⁾ 。
第四紀 - 第三紀	玄武岩	Qb、Z	風化部・亀裂部は良好な帯水層となる。
第三紀	Karkar	Ek	浅所にマールと粘土が分布し、プロビウムと炭酸塩が分布する局所的な凹地では、湧出量は低いが宙水帯水層が利用できる ¹⁾ 。
	Talah	Et	石膏層が分布しない地域では、幾つかの井戸から飲料水が取水されている ²⁾ 。
第三紀 - 白亜紀	Auradu	Ea	断層や亀裂部から地下への浸透が起こる ⁴⁾ 。
白亜紀 (第三紀?)	Jessoma	Pj	本層の層相上の特性は、地下水を含有する砂岩の特徴が垂直的にも水平的にもかなり変化することである。ソマリ州の東部、特に Danot 地域では、浅部の難透水層の欠如により、本層への涵養が可能となり下位の不透水性の固結した石灰岩や白亜紀後期の堆積物の粘土層まで深く浸透していく傾向にある ⁴⁾ 。
白亜紀	Beletwein	Kb	本層中の掘削井戸では、上部では水質が悪く、下に向かって良くなり、下部では比較的淡水の水質の地下水に遭遇する ⁵⁾ 。
	Ferfer	Kf	本層の主部は難透水層または塩水帯水層となる ⁵⁾ 。
	Mustahil	Km	本層中の宙水を取水する多くのダッグウェルが、特に Kelafo 周辺や Kabridahar 方向に向かった Fafem 峡谷内で、知られている ⁵⁾ 。層相や浸透性は、本層は十分な水量の地下水を産出するのに適した水理特性を有することを示す ¹⁾ 。しかし本層は二つの蒸発岩層、Korahe 及び Ferfer 帯水層に上下を挟まれていることから、水質の適正に不確かなところがある ¹⁾ 。
白亜紀 - ジュラ紀	Korahe	Kg	水質が悪いため、管井戸で淡水の地下水を得ることは不可能である ⁴⁾ 。そのため本層の分布域では、淡水を得るために下位の石灰岩層まで掘削を行わなければならない。特に Afder と Godey 郡における本帯水層内で行なわれた掘削の大部分が高塩分濃度によって廃棄されている ⁴⁾ 。
	Amba Aradam	Ka	Ogaden 堆積盆における過去の調査では、本層は状態の悪い帯水層に分類されている (e.g. EIGDS (1999) ^{6) in 7)} 。
ジュラ紀	Kabridahar	Jg	割れ目に沿って入った水は割れ目帯の溶解を起こす。結果として、割れ目の無い岩石よりも高い透水係数となり、それは高い地下水の産出を可能とする ⁴⁾ 。割れ目帯の垂直方向の流れは、水平方向の流れを生み出す層理面に沿った溶解孔も結果として作り出している ⁴⁾ 。
	Urandab	Ju	本層の掘削孔は、空井戸によりほとんどが廃棄される ⁴⁾ 。本層の地下水の欠如は頁岩の存在によるもので、これが垂直・水平方向の涵養を妨げている ⁴⁾ 。
	Hamanlei	Jh	下位の Adigrat 帯水層砂岩とは漸移し、Urandab 帯水層に覆われる。本層は 5 ユニットに区分される ⁴⁾ 。本層の露岩地域では、多量の淡水が多くの井戸で産出している ⁴⁾ 。
ジュラ紀 - 三畳紀 (?)	Adigrat	Ja	本層は、一般的には、中程度の産出力 ³⁾ に分類されている。
プレカンブリア紀	基盤岩類	PC	帯水層能力は低く ²⁾ 、破碎帯や風下部でのみ地下水を産出する。

- 1) : AQUATECH (AB) Pvt. Ltd. (1999): Technical Proposal to Conduct Hydrological & Hydrogeological Studies, The Nine Zones of the Somali Region.
- 2) : Hadwen, P., Aytenffisu, M. and Mengesha, G. (1973): Groundwater in the Ogaden.
- 3) : WWDSE (2004) : Wabi Shebele River Basin Integrated Development Master Plan Study Project, Final Report, Phase II – Data Collection, Site Investigation, Survey & Analysis, Section II Sectoral Studies, Volume 1 – Natural Resources, Part 1 – Geology.
- 4) : SHAAC Engineering Consulting plc. (2009): Hydrogeological Mapping Project, Report.
- 5) : SHAAC Engineering Consulting plc. (2012): Water Quality Survey, Final Report.
- 6) : Swartz, D. H. and Arden, D. D. Jr. (1960): Geologic History of Red Sea Area, Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull., V. 44.
- 7) : Tamiru, A. (2006): Groundwater Occurrence in Ethiopia, Addis Ababa University, Ethiopia.
- 8) : Hillini Water Well Drilling Company plc.(2011): Fafan Integrated Development Project, Water Resources Development Subproject; Well Completion Report Final of 4 Boreholes in Kobijara.

既存井戸のデータからみた比較的良好な帯水層分布や層厚の特徴は以下のように記述される。

Adigrat 層 : 確認されている地点は多くないが、Jijiga 市周辺や Kabribeyah 市のジャラル溪谷周辺（層厚 10m～150m）、ソマリ州南部 Godey 市周辺（層厚 150m 以上）とオガデン地域（層厚 150m～200m）である。Jijiga 市周辺や Kabribeyah 市のジャラル溪谷周辺では成功井となっている。

Hamanlei 層 : ジャラル溪谷周辺（層厚 150m 以上）、南部～南西部（層厚 150m～200m）およびオガデン地域（層厚 150m 以上、あるいは 150m～200m）に主に分布する。成功井も多いが揚水量少の箇所も見うけられる。

Kabridahar 層 : 産出する地域はソマリ州全域に点在する。ただし Jijiga 市周辺では分布しない。ソマリ州南部～南西部、オガデン地域では層厚 150m～200m、ソマリ州西部で層厚 10m～50m、その他の地域では 150m 以上の層厚をもつ。揚水量はさほど多くない。

Mustahil 層 : 分布は Doba wein 周辺に限られる。層厚は 100m から 150m 以上である。揚水量は少である。

Jessoma 層 : ジャラル溪谷よりも東側の北北西から南南東に集中して分布する。つまり Jijiga 市周辺からオガデンの南側まで広く分布が確認される。層厚は 150m～200m、あるいは 150m 以上で、成功井は Jijiga 市周辺で見うけられるが、データが不明瞭か、揚水量が少ない傾向にある。

古期玄武岩 : 主に Marsin 郡の南側に分布し、層厚も 100～150m の箇所、あるいは 10m 以浅であるが、揚水量はさほど多くはない。

第四系 : 分布はソマリ州全域で認められとくにジャラル溪谷の河川沿いに集中するほか、ソマリ州西部、オガデン地域に分布する。層厚は 10m 以浅、あるいは Jijiga 周辺やオガデン地域では層厚 10m～50m である。Jijiga 周辺では基盤岩に到達している井戸も多く、基盤岩の上位を第四系が直接被覆する箇所も多い。成功井も多い。

一方、水質も良好でなく放棄された井戸もある地域はジャラル溪谷の西側、Godey 市

周辺および南西側、東側で多く見られ石膏層が出現する。

2.2.4 水質分析

水質分析は 103 点のサンプリングを行い、ボアホール 30 箇所、ハンド・ダッグウェル 39 箇所、処理水 14 地点、及び河川水 20 箇所を採水した。水源の種類のうちボアホールは大部分がジャラル溪谷沿いに分布している。またハンド・ダッグウェルはシェベレ川沿いや内陸部にも分布する。

水質分析は、採水時に現場測定と試験室における分析を実施した。それぞれの主な分析項目は以下の通りである。

- 現場測定項目：水温、電気伝導度(EC)、pH、鉄、マンガン、フッ素、硝酸、ヒ素(As)、アンモニウムイオン、COD、残留塩素、大腸菌、一般細菌
- 試験室分析項目：濁度、全蒸発残留物(TDS)、懸濁物質(SS)、pH、電気伝導度(EC)、全硬度、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、カリウム(K)、ナトリウム(Na)、鉄(Fe)、マンガン(Mn)、塩素イオン(Cl)、硫酸イオン(SO₄)、硝酸(HNO₃)、アルカリ度(CO₃²⁻、HCO₃⁻)、フッ素(F)、リン酸(PO₄)、アンモニウムイオン(NH₃+NH₄)

水質分析の解析は、トリリニアダイアグラムやヘキサダイアグラムに整理され、主要イオンの分布から、CaCl または CaSO₄ タイプ（非重炭酸カルシウム型）に分類される試料が多く、また一部は中間領域タイプに所属する。このタイプの水質組成とすれば温泉水、鉱泉水および化石塩水に対応し、中間組成タイプは循環性の地下水や河川水にあたる可能性が高い。

水質は、室内分析室において 19 項目について分析を実施した。評価は、WHO 基準やエチオピア基準から考察すると、主に基準をオーバーする試料が多い項目は、濁度、TDS、塩素イオン、全硬度であった。各水源では、ボアホールの全硬度が WHO 基準を超えている割合が最も高く、ハンド・ダッグウェルでは同じく全硬度、処理水では同じく全硬度、河川水は濁度が最も多かった。フッ素はボアホールとハンド・ダッグウェルは 20%以上、河川水では 50%のサンプルで WHO 基準値を超えているが、エチオピア基準はクリアしている。リフトバレーのような地域と比べてもフッ素の値は全体に低い。分布する地質の違いがでてしていると推測される。WHO 基準との比較を行った結果を表 2.3に示す。

表 2.3: WHO 基準値との水質比較

分析項目	基準値(mg/l)		WHO基準値を超えている各水源の割合()内はサンプル数)			
	WHO (許容値)	エチオピア (飲料水基準)	ボアホール(30)	ダッグウェル(39)	処理水(14)	河川水(20)
アンモニウムイオン	1.5	2	4%(1.997)	5%(1.634)	0%	0%
硫酸イオン	250	483	0%	0%	0%	0%
硝酸イオン	50	50	0%	0%	0%	0%
濁度	5NTU	7NTU	50%(702)	41%(619)	43%(80)	95%(844)
フッ素イオン	1.5	3	23%(1.84)	21%(2.007)	0%	57%(2.141)
全蒸発残留物	1000	1776	74%(4284)	80%(7858)	25%(3023)	7%(2002)
pH	—	—	すべてのサンプルで問題ない			
塩素イオン	250	533	67%(1055)	51%(1095)	29%(455)	5%(395)
ナトリウム	200	358	14%(325)	18%(589)	0%	0%
マンガン	0.1	0.13	7%(0.575)	18%(2.529)	0%	0%
鉄イオン	0.3	0.4	21%(1.585)	13%(0.765)	0%	35%(0.794)
全硬度	—	392	93%(2500)	100%(3890)	71%(4800)	75%(700)

()内は最高値を示す。全硬度のみエチオピア基準との比較

基準値を超えている項目の主な分布状況は、濁度は Kabridahar 郡周辺をのぞくジャラル溪谷沿いとすべてのシェベレ川沿い、フッ素イオンはジャラル溪谷の中流域とシェベレ川の上流域と Godey 市の一部南西側、TDS と全硬度はほとんどすべてのサンプル採取地域、および塩素イオンはジャラル溪谷の Kabridahar 郡周辺やシェベレ川沿いに点在する。鉄イオンもシェベレ川の上流域の値が高い。

2.2.5 地下水利用可能性評価図

地下水利用可能性評価図はあくまで相対的な地下水ポテンシャル評価図となっている。基準（凡例）については帯水層のポテンシャルは揚水量/地下水位と水質を指標にして地層の相対的な比較を行った。今回の評価図からは、ジャラル溪谷沿いや左岸側では地下水ポテンシャルが高く、溪谷の右岸ではやや低いところが細長く分布する。一方シェベレ川の右岸、左岸地域は広く石膏層が分布するため相対的なポテンシャルは低くなる。図面ではシェベレ川沿いやシェベレサブバズン内の小河川沿いやシェベレ川流域では水資源としてのポテンシャルが河川水の利用によって高い傾向があるが、地下水利用としては低い傾向にある。

2.2.6 ソマリ州の水資源情報図

水資源情報図はジャラル溪谷およびシェベレ川サブ流域の水資源（地下水）利用可能性評価図を参考にしつつ、ソマリ州のジャラル溪谷およびシェベレ川サブ流域以外の地域も含め、水資源情報評価をリモートセンシング技術手法もあわせて解析した。作成の手順は以下の通りである。

- 1) 各種必要データの収集
- 2) 収集した類似データを合成、整理、修正
- 3) 水資源情報に影響する各要因に合わせて、各種の区分図を作成
- 4) 各種の区分図による水資源情報に対する影響の大きさにより、ウエイトを設定
- 5) 異なるウエイトに作成された区分図を合わせて、水資源情報図を作成

上記の手順に基づき、WRIM(水資源情報)に影響を与える要因の解析を行った。解析に係る主たる要因は、地下水涵養量（降水量分布図と可能蒸発散量からの相対的な比較）、地形、地質、リニアメントの 4 種である。これらの要因の解析のために、水資源情報の各要因に対して重みづけを行い、最終的に重ね合わせた図面を作成する。現状での重みづけは例えば地下水涵養量が全体 4 割とし、地形 3 割、地質(透水係数)2 割と順次下げて、リニアメントは 1 割の重みづけとした。ただし重みづけの範囲はさまざまであるため、各要素の範囲を例えば地下水涵養量は 10%から 40%の範囲で定め、ほかの要素も同様にして 18 枚の組み合わせを作成し、水資源(地下水)利用可能性評価図に近接する組み合わせを選定した。それに UNESCO の水質区分を利用して重ね合わせ水質情報を重ねた図面を作成し、水資源情報図とした。

2.3 給水計画

2.3.1 給水計画の基礎データ

a. 目標年次と人口予測

給水計画は、ジャラル溪谷、シェベレ川流域の 16 の郡の都市域と村落域で立案された。とくに Kabribeyah 市と Godey 市に関してはパイロットプロジェクトも実施されており、詳細な給水計画が策定された。

改訂版 UAP（最終目標年が 2015 年）によるソマリ州における給水アクセス率の計画は 2011 年までの進捗状況から見て概ね計画通りに進行しており、2015 年までにはほぼ計画値の達成が予想されることから、本給水計画での目標年次はその後の給水率の確保をめざして 2020 年とし、そのときの給水アクセス率は 100%としている。目標年次の人口予測は社会経済調査の結果を用いて年間人口増加率を 2.91%とした。Kabribeyah 市の都市域と村落域の合計人口は 2012 年の 201,000 人あまりから 2020 年には約 253,000 人となる。また Godey 市は、2012 年の 29,379 人から 2020 年には 36,958 人である。

b. 水需要量

水需要量のうち一人当たりの水需要量は改訂版 UAP に基づき都市給水：20 リットル/人/日、村落給水 15 リットル/人/日とし、ほかの水需要としては、公共用および商業用、工業用、家畜用、消防用を考慮した他、漏水率も検討している。ちなみに家畜用の需要量は全水需要量の 20%の値とした。村落給水に関しては飲用、家畜用および漏水率を水需要構成要素として考慮して算出している。2020 年における各郡の水需要量は、2015 年に比べて約 1.15 倍となっている。

計画給水量は 2020 年の総水需要量から UAP の給水アクセス率から計画して 2015 年の水需要量（80%達成と仮定）を差し引いた水量とした。ただし河川水を利用する地域は、現況の河川水の利用状況から計画給水量として 2020 年の水需要量を採用した。各ワレダの都市域のうち、計画給水量は Kabribeyah 市が 2,699m³/日、Godey 市が 2,212m³/日、最も少ない郡の都市域は、Beercaano 郡の 76m³/日である。

2.3.2 水資源と給水施設

a. 水資源

既存の給水源に関しては社会経済調査の結果から把握した。また水理地質の作業で既存井戸の情報を収集しており、その結果も利用している。その結果既存の水源を考慮しつつ新規水源の計画は、ジャラル溪谷沿いではボアホール（深度 60m 以深）、シェベレ川流域では河川水を第一優先として検討することにした。

ジャラル溪谷サブベースンでの既存の水源は、ボアホールに続いてビルカが普及しており溪谷から離れてボアホールの掘削が難しい箇所での運用が可能である。

井戸開発に関しては、既存井戸の情報に地質図、社会経済調査の結果を加味して対象となる郡の井戸深度や揚水量を推定した。水質を考慮すると Kabridahar 郡の南側から石

膏層が出現するため浅層地下水を対象にするため井戸深度は極端に浅くなる。また揚水量も減少する。主な既存井戸の特性は以下の表 2.4 のようである。

表 2.4: 各郡の既存井戸の特性

郡	平均井戸深さ	現在揚水量	計画揚水量
Kabribeyah	220m	Unknown	5.0 lit/sec
Araarso	250m	1 lit/sec	1.7 lit/sec
Dagahbur	70m	5 lit/sec	5.0 lit/sec
Birqod	60m	3 lit/sec	3.3 lit/sec
Shaygosh	140m	Unknown	4.0 lit/sec
Kabridahar	130m	4 lit/sec	4.0 lit/sec
Doba wein	25m	Unknown	1.0 lit/sec
Danan	30m	Unknown	1.0 lit/sec
Godey	30m	Unknown	1.0 lit/sec

シェベレ川流域サブベースンでの既存の水源は、河川水利用が最も盛んであり、ついで浅井戸、ハンド・ダッグウェルの順である。おそらく既存の井戸の状況からも浅井戸等は河川沿いの比較的浅層部を対象に掘削されていると思われる。

b. 給水施設

ジャラル渓谷での稼働状況にある既存の給水施設は 2008 年の 45 施設から 2012 年の 26 施設に減少している。2012 年の調査では合計の施設数は 2008 年以降に建設が追加された施設も入れて 56 箇所であり、そのうち 22 箇所の稼働状況が不明、8 箇所が稼働していない結果となっている。シェベレ川流域では施設数が極端に少なく、2008 年の稼働施設が 4 箇所、2012 年には 2008 年以降に建設された施設も加えて 6 箇所であり、未使用の施設は 3 箇所である。

給水計画による給水施設の設計のポイントとしては、配水池の規模は、都市域に関しては都市給水設計基準に基づき計画した。ビルカやハフィールダムの規模は標準サイズのものを用い、1 箇所あたりの利用人口数に応じて適切な数量を計画した。前者が 300～500 人/箇所、後者が 2,500 人/箇所である。河川給水施設は、発電機及び取水ポンプ、沈殿池、粗ろ過池、緩速ろ過池、浄水池、送水管ポンプ、送水管、配水池、配水管、公共水栓、家畜用水飲み場からなる。

2.3.3 各郡の給水計画と積算及び実施計画

基本的な設計の考え方や既存の水源情報等を含んだ各郡の地形地質図等を利用して各郡の水源や給水計画（各 16 の郡と郡内の都市に関して施設配置と概略的な設計、数量の算出を実施した）を成果として作成した。

各郡の給水計画の水源等を表 2.5 に示す。

表 2.5: 各郡の水資源計画等

県名	郡名	都市域				村落給水			
		対象人口 (2020年)	計画給水量 m ³ /日	新規水源のタイプ 名称	新規給水槽 数	村落数	新規水源のタイプと施設数 名称	箇所数	
Fafan	Kabribeyah	66,713	2,699	ボアホール	1	1	ボアホール	10	
							Haffir Dam	2	
Jarar	Araarso	8,106	255	ボアホール	6	1	Birka	126	
							ボアホール	1	
	Dagahbur	26,829	851	ボアホール	6	1	Birka	28	
							ボアホール	5	
	Birqod	3,861	127	ボアホール	2	1	Haffir Dam	3	
							Birka	31	
Korahe	Shaygosh	4,826	167	ボアホール	2	1	ボアホール	4	
							Haffir Dam	4	
	Kabridahar	19,689	621	ボアホール	7	1	Birka	16	
							ボアホール	5	
							Haffir Dam	12	
	Doba wein	13,031	431	ボアホール	7	1	Birka	12	
							浅井戸	11	
							Haffir Dam	1	
							Birka	1	
Shebele	East Ime	3,595	114	河川水 取水路	1	1	河川水	6	
							Birka	53	
	Danan	3,784	122	ボアホール	5	1	ボアホール	4	
							Birka	13	
	Beercaano	2,433	76	河川水 取水路	1	1	河川水	2	
							Birka	12	
	Godey	154,724	5,597	河川水 取水路	1	1	河川水	4	
							ボアホール	1	
Afder	West Ime	2,664	86	河川水 取水路	1	1	Birka	39	
							河川水	2	
							Birka	94	
							河川水	5	
							Birka	51	
							河川水	5	
Rasso	3,050	96	Birka	12	0	4	Birka	24	
							Birka	32	
West Ime	2,664	86	河川水 取水路	1	1	11	河川水	5	
							Birka	19	

また各郡について給水計画とそれに沿って検討した数量にあわせて概算事業費の算出を行った。概算事業費は主に「建設工事費」、「設計・施工監理費」及び「事務費・その他経費」からなる。また積算にあわせて事業の実施計画を作成している。事業計画は2020年を目標年次にしており、本調査が2013年8月に終了するため、2014年から始まり2020年に終了する計画とした。その期間の中で水源開発としてボアホール、浅井戸、ビルカ、ハフィールダム、及び河川水利用を期間内で平行して施工する。これらの予算は、国家予算、ソマリ州予算、ドナー関係費用などが考えられる。各郡の年度ごとの予算計画を以下の表 2.6に示す。

表 2.6: 各郡の年毎の概算事業費

Woreda	西暦(年)							事業費 (単位: USD)
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
1. Kabribeyah town		936,000	934,000					1,870,000
Kabribeyah woreda (not including town)	1,493,000	1,915,000	2,335,000	2,335,000	2,335,000	2,335,000	1,916,000	14,664,000
2. Araarso	285,000	1,337,000	1,337,000	1,339,000	485,000	484,000	285,000	5,552,000
3. Dagahbur	594,000	1,869,000	1,869,000	2,008,000	876,000	876,000	878,000	8,970,000
4. Birqod	41,000	363,000	360,000	231,000	231,000	231,000	228,000	1,685,000
5. Shaygosh	442,000	895,000	894,000	594,000	594,000	594,000	595,000	4,608,000
6. Kabridahar	960,000	2,551,000	2,551,000	2,693,000	1,242,000	1,242,000	1,355,000	12,594,000
7. Doba wein	72,000	794,000	794,000	1,031,000	482,000	874,000	633,000	4,680,000
8. East Ime	540,000	1,551,000	1,551,000	1,551,000	1,590,000	1,590,000	1,589,000	9,962,000
9. Danan	133,000	374,000	374,000	550,000	309,000	309,000	302,000	2,351,000
10. Beercaano	214,000	576,000	576,000	576,000	602,000	602,000	605,000	3,751,000
11. Godey town		440,000	2,788,000	2,788,000	2,789,000			8,805,000
Godey (not including town)	398,000	1,004,000	1,003,000	912,000	912,000	912,000	906,000	6,047,000
12. Adadle	1,191,000	1,540,000	1,540,000	1,540,000	1,540,000	1,540,000	1,539,000	10,430,000
13. Kalafo	519,000	1,436,000	2,045,000	2,046,000	2,042,000	1,433,000	1,434,000	10,955,000
14. Mustahil	244,000	1,083,000	1,692,000	1,691,000	1,767,000	1,158,000	671,000	8,306,000
15. Rasso	449,000	449,000	449,000	449,000	449,000	449,000	441,000	3,135,000
16. West Ime	193,000	573,000	964,000	965,000	1,172,000	780,000	784,000	5,431,000
事業費計	7,768,000	19,686,000	24,056,000	23,299,000	19,417,000	15,409,000	14,161,000	123,796,000

郡の経済評価は、給水計画が実施された場合の経済的便益を水汲み時間の削減便益と健康改善便益で検討した。前者は社会経済調査の結果から、事業の実施による時間削減効果が2.4時間と推定されるため調査地域における労働コストである1日当たり100 Birrの基準から考えると1日当たり15 Birr ($100 \times 0.5 \times 2.4/8$)の価値とみなすことができる。健康改善便益では、事業の実施が医療費の削減に貢献する差として表され、安全な飲料水の確保によって一人当たりの医療費の10%が削減効果とされることが期待される（World Bank, 2004）。費用便益分析によって経済評価の指標を算定し、経済的内部収益率（EIRR）は、大部分の給水計画で資本の機会費用である10%を超えた結果となり経済的な妥当性は有していると示された。

郡における給水計画の事業費は、2020年までの総計が、総額1億1千万USD以上となる。事業費に対する予算化については、原則維持管理費用をコミュニティが負担すれば初期事業費は政府（州）予算で対応する方針であるが、現状とあまりにかけ離れた状況ではドナー等の援助を仰ぐことも視野に入れる必要がある。いずれにしても水料金の徴収額によって事業費を回収することは困難であるため、財務評価は実施しないが、運営維持管理費用の算出した結果と水料金の徴収額の比較では、水料金を20 Birr/m³徴収した場合、各郡では最高86%、最低18%程度の徴収率が確保できれば水料金の徴収額が維持管理費用を上回る、よって水料金の回収によって財務的に妥当になる。

2.3.4 Kabribeyah市の給水計画及び概算事業費と実施計画

a. 現状の既存施設

Kabribeyah市の水源は深井戸であり、1990年代から井戸掘削が開始され最新の井戸は2004年に完成し合計7本の井戸が開発された。そのうち1本は家畜専用に利用されており、2012年にはUNHCRによって2本の深井戸が追加された。2013年2月の段階では6本の飲用井戸のうち2箇所が稼動していた。また新規のUNHCRの井戸は発電機の設置が実施されておらず稼動までに至っていない。

送水管は、2つの区間に分けられ、第1区間は各深井戸から浄水場まで、第2区間は送水ポンプ場からKabribeyah市内の配水池までの区間である。第1区間はパイプの材質としてパイプの防食防止を考慮した、硬質塩化ビニール管（uPVC管）を使用している。この区間の漏水率は37%という算定結果がある（ベオリア環境財団,2011）。第2区間は口径250mmのダクタイル鋳鉄管が使用され、送水管延長は合計23,000m以上である。

浄水場は、原水の鉄分除去を目的に曝気トレイと反応池、容量415m³の沈殿池および浄水池が建設されている。反応池からさらに沈殿池でも浄化が進み、上澄水が浄水池に流入する。この段階で鉄分のWHO基準を下回る。その後容量200m³の配水池に流入・貯留する。鉄分除去はこのエアレーションシステムでうまく作動しているが、この過程でカルシウムスケールの発生する原因ともなっている（ベオリア環境財団,2011）。浄化された水が配水池に貯留した後にポンプ場に流入し揚水される。送水ポンプ場とKabribeyah市の配水池の高低差を考慮し、中継ポンプ場が設置された。

Kabribeyah市内の配水管網は、11,000mの延長に達し、市内では20箇所の公共水栓が

存在するがうまく機能していない。配水管は難民キャンプにも延長しておりキャンプ内に48箇所の公共水栓が存在する。情報によればすべての公共水栓が使用できている。

b. 給水計画

Kabribeyah 市の 2020 年の水需要量から算出した計画給水量は 2,699m³/日である。2013 年 2 月時点では 3 箇所の井戸の稼働（1 箇所は既存井戸、JICA 井戸 2 箇所）のみであるが、今後 UNHCR の新規井戸 2 箇所と既存井戸 2 箇所の稼働を予定し既設では 7 本の水源地井戸の利用を行う計画である。しかしながらそれでも必要な計画給水量に達しないため給水計画では 4.5 リットル/秒の新規井戸を 1 箇所開発する計画である。その電源は発電機とする。その際に深井戸から沈殿池までの送水管区間は大口径の管路に変更する予定である。

沈殿池における計画滞留時間は、現況の 415m³ の配水池の容量からみても都市給水設計基準による滞留時間を満たしており、新たな沈殿池は追加しない。

送水ポンプ及び中継ポンプでは一日の最大給水量と運転時間を比較しても著しく厳しい運転時間とはならず追加のポンプは計画しない。また新たなポンプ場の建設も考慮しない。送水管も計画給水量を流した場合でも通常の流速を確保できそうで、新たな管路の設置は必要ない。

2020 年の計画給水量からみて Kabribeyah 市での配水池の容量は 800m³ と算出されており、現況の配水池に新たに 1 基追加する必要がある。新規の配水池は、水圧を確保するために高架水槽とし、既存の高架水槽とあわせて 2 地域に配水管網を受け持つ。各配水地域は独立した地区となり区内での水圧は確保される仕組みとする。

c. 概算事業費

Kabribeyah 市の概算事業費は項目ごとにまとめると以下の表 2.7 のようになる。

表 2.7: Kabribeyah 市給水計画の事業費
 (単位:USD)

項目	事業費
1. 建設工事費	
1.1 直接工事費	
(1) 井戸掘削	84,000
(2) ポンプ小屋	11,000
(3) ポンプ等機材調達・据付	48,000
(4) 貯水槽	58,000
(5) 導・配水管	715,000
(6) その他	137,000
計	1,053,000
1.2 間接工事費	
	442,000
建設工事費計	1,495,000
2. 設計・施工監理費（建設工事費の15%、下3ケタ切り上げ）	
	225,000
3. 事務費・その他経費（建設工事費の10%、下3ケタ切り上げ）	
	150,000
概算事業費	1,870,000

d. 実施計画

Kabribeyah 市の給水工事の実施計画は、主な作業内容としては設計（設計、入札図書

作成、入札、施工業者契約）、井戸掘削（井戸掘削、施工監理）、給水施設施工（建設工事、試運転、完工、施工監理）がある。本給水計画の実施工程は表 2.8の通りであり、実施には 24 ヶ月を要する。

表 2.8: Kabribeyah 市給水計画の実施工程

項目	月数																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1.設計・施工監理																								
1.1 給水施設の概略検討																								
1.2 井戸掘削地点の選定																								
1.3 井戸掘削工事の入札・業者契約																								
1.4 給水施設の設計																								
1.5 給水施設建設の入札・業者契約																								
1.6 施工監理																								
2.井戸掘削・建設工事																								
2.1 井戸掘削工事																								
2.1.1 準備・仮設工																								
2.1.2 井戸掘削と適正揚水量の把握																								
2.1.3 井戸掘削工事の検査・完工																								
2.2 給水施設建設工事																								
2.2.1 準備・仮設工																								
2.2.2 ポンプ小屋																								
(1) 躯体工事																								
(2) ポンプ・発電機調達																								
(3) ポンプ・発電機据付																								
(4) 仕上げ																								
2.2.3 貯水槽																								
(1) 躯体工事																								
(2) 仕上げ																								
2.2.4 導・配水管																								
(1) 管材「工」調達																								
(2) 管布設工事																								
2.2.5 試運転・検査																								
2.2.6 完工																								

2 ヶ年の事業費用は、次のように分配する計画を作成した。

表 2.9: Kabribeyah 市給水計画の各年次の事業費

(単位: USD)

西暦 (年)	2015	2016	計
1.建設工事費	748,000	747,000	1,495,000
2.設計・施工監理費	113,000	112,000	225,000
3.事務費・その他経費	75,000	75,000	150,000
計	936,000	934,000	1,870,000

e. 事業予算計画

表 2.9に示した Kabribeyah 市の単年度の事業費は、過去の実績からみた SRWDB の年間予算計画の約 25%を占めている。そのため SRWDB の年間予算で Kabribeyah 市の給水計画は実施可能であるが、そのほかの郡の給水計画に対しても SRWDB は予算化しなくてはならないので Kabribeyah 市すべての予算を SRWDB の予算でまかなうことは困難である。また財務評価からみても運営維持管理費用を 100%回収しないと財務的にも厳しい状況があるので、現実的にはドナー等によって予算の確保を行うことが提案される。

f. 給水施設の運営維持管理計画

運営・維持管理分野では、マスタープランで計画された各給水システムを運営・維持管理するために必要な人員と作業内容を検討した。また、その作業実施に必要となる維持

管理の費用を算出した。

組織に関しては組織改善が前提となる。そのため、オペレーターの各業務にはリーダー制を採用し、組織強化を図る。このリーダー職には外部雇用等も検討する。運営・維持管理に必要な資機材の調達に関しては、調達の責任や運搬は水資源局が担当するのが望ましいが、UNHCR との協議が必要である。また、本計画では便宜上 JWSO によって行われていた通常のメンテナンス作業は、すべて市給水事務所により実施されることを前提としている。

運営・維持管理の主な作業内容は各施設で以下の通りである。

- 井戸施設（ポンプ管理、発電機メンテナンス、施設警備）
- 浄水場（清掃作業、施設警備）、浄水場の配水池（タンク清掃、塩素剤投入）
- ポンプ場（ポンプ運転、バルブ管理、ポンプメンテナンス、施設警備）
- 中継ポンプ場（ポンプ運転、スケール除去、ポンプメンテナンス、施設警備）、中継ポンプ場の配水池（スケール清掃）
- 既存、新規の配水池（清掃、施設警備）
- 管路システム（漏水箇所修理、メンテナンス）

これらの各施設での作業内容、頻度、必要人数についての検討結果に基づき、運営維持管理の費用を以下の項目で算出した。表 2.10に算出結果を示す。

- 1) スペアパーツ代（ポンプ・発電機の維持管理のための消耗品とパーツ）
- 2) 電気代・燃料代（発電機の燃料、ポンプの電気代）
- 3) 人件費（施設の運転・維持管理に直接関わる主に常駐スタッフ）
- 4) 薬剤代（家庭レベルで利用する水の消毒薬、および浄水場の水処理剤）
- 5) 消耗品費（運営・維持管理に必要な道具等）

表 2.10: Kabribeyah 市の運営維持管理費用(2013 年版)

費目	運営・維持管理費用 (bir/年)	備考
スペアパーツ	41,796	発電機と陸上ポンプ用スペアパーツ
電気・燃料	3,258,540	発電機と陸上ポンプ用の燃料と電気代
人員	456,000	主にフィールドスタッフと労働者の人件費
薬剤	116,592	水処理用薬剤の購入費
消耗品	43,032	清掃用の道具等
その他	0	
合計	3,915,960	米ドル換算 約 US\$ 211,300

算定条件

- 表示した費用はVAT込みの2013年の価格
- 10年間の平均として算出
- 既存施設の維持管理も含む
- 費用は定期的な維持管理の出費で、事故対応および機材交換の出費を含まない

g. 経済・財務評価

Kabribeyah 市の経済評価は、給水計画が実施された場合の経済的便益を水汲み時間の削減便益と健康改善便益であるとして検討した。前者は社会経済調査の結果から、事業の実施による水汲み時間削減が平均 2.4 時間と推定されるため、調査地域における労働コストである 1 日当たり 100 Birr の基準から考えると 1 日当たり 15 Birr (100 Birr × 50% × 2.4 hr/ 8hr) の価値とみなすことができる。年間では 300 日を労働時間として 4,500 Birr に相当する。健康改善便益は、事業の実施による医療費の削減として表され、安全な飲料水の確保によって一人当たりの医療費の 10% が削減されることが期待される (World Bank, 2004)。費用便益分析によって経済評価の指標である経済的内部収益率 (EIRR) を算定した結果、本給水計画では資本の機会費用である 10% を超えた結果となり、経済的な妥当性は有していることが示された。

Kabribeyah 市における給水計画の事業費は、2020 年までの総計が、1,870,000 USD 以上となる。事業費の予算化については、原則維持管理費用をコミュニティが負担する前提で初期事業費は政府 (州) 予算で対応するのが原則であるが、理想とあまりにかけ離れた状況ではドナー等の援助を仰ぐことも視野に入れる必要がある。財務評価は運営・維持管理費が Kabribeyah 市の現行料金の 10 Birr/m³ で算定して水道料金が 100% 回収できれば、財務的内部収益率は 6.1% であり、市場金利によっては財務的に可能な計画となる。しかし、100% の回収は現実的でないため困難を伴う。

2.3.5 Godey市の給水計画と概略設計及び概算事業費と実施計画

a. 現状の既存施設

Godey 市の水源は河川水であり、給水施設は 1959 年に建設され Godey 市の拡大に伴い 1996 年に拡張された。その後浄水場の改善、配水池の施設、公共水栓の新規設置が行われたが、現状では取水量 150m³/日に対する利用状況は実際には 5,000 人程度である。

取水ポンプ場は当初 2 台のポンプが設置されていたがスペアパーツの入手ができず 1 台だけが運用されている。また予算不足で中古のポンプしか設置できないこともありポンプが効率的に稼働できていない。Godey 市の給水事務所によれば河川の濁度が高いためポンプの保護のために河川水の状況でポンプの使用を判断している。

浄水場は緩速砂ろ過を採用している。砂ろ過池は 1 地点のものが目詰まり状況で使用できなくなり、2 地点の施設を建設した。そこでの池の個数は 6 個である。配水池においては、凝集剤の注入やスラッジ掻き出しは商用電源が確保できないため人力での作業である。

浄水池は砂ろ過池で浄化された水が流入し、塩素が投入される。配水槽まで圧送する送水ポンプは現状では 3 台のうち 2 台が故障している。発電機等の使用に関しては 1 台のみが稼働しており 1 日のうちの稼働が用途によって使い分けられている。

送水管は、6 インチの硬質塩化ビニール管 (uPVC 管) を使用し浄水槽から配水槽まで敷設されている。全長は約 3,400m である。

配水池は現状の施設配置位置では最も高所に位置しており、3基が建設された。高架式のもの全体容量が約 200m³ であり、現状の日生産量に対応する。なお残りの 1 基は 1,000m³ の容量を持つが地上式水槽であるため十分な水圧を確保した配水ができない。

Godey 市内には口径 37.5mm~125mm の 4 路線の配水管が敷設されており総延長は約 20,000m である。4 路線の主な対象施設は、軍キャンプ、総合病院、空港や国際機関等である。配水管網には 15 箇所の公共水栓があり、そのうち 9 箇所は使用されていない。

b. 給水計画

2020 年の計画給水量は 2,212m³/日であり、水源としては地下水ポテンシャルが水量、水質からみて低く、河川水を利用する計画とした。Godey 市には現状でシェベレ川での飲料水取水地点が 5 箇所あるが、今回の取水地点は既存の取水地点の上流側に検討した。河川水の濁度が高いため故障を起ししやすい環境からポンプを守るために新規取水施設には取水路や沈砂池を設置し、ポンプ場を沈砂池の上に建設する計画とする。

浄水場については、河川水の濁度を考慮して粗ろ過池と緩速ろ過池を採用するが、とくに後者に関しては 24 時間のポンプの稼動が必要不可欠であり電気事情が重要な課題となる。

送水管は送水ポンプ場からはじまり新期貯水池までの約 4,900m の管路長とパイプ口径 300mm を確保する。

貯水槽の容量は 2020 年で 800m³ と算定した。既存の貯水池は同じ地点に 3 基あり、そのうち 2 基は高架式であるため計画ではこの 2 基は予備用とし、地上式の 1 基（容量 1,000m³）と Godey 市現況で標高の高い地点に新設する 1 基（容量 400m³）を使用する計画とした。前者は標高の低い地域への給水、後者は標高の高い地区への供給を目的として配置する。つまり供給地域の給水範囲の境界を標高 293m で設定し、2 地区に配水する計画である。

配水管網は老朽化した既存のものを更新し配水地域を拡張する。今回のパイロットプロジェクトで配置した公共水栓にもパイプを延長し接続する計画である。

c. 概算事業費

Godey 市の概算事業費は項目ごとにまとめると、次頁の表 2.11 である。

表 2.11: Godey 市給水計画の概算事業費

(単位:USD)

項目	事業費	外貨率	外貨分	現地通貨分
1. 建設工事費				
1.1 直接工事費				
(1) 護床保護	5,500	40%	2,200	3,300
(2) 取水路	37,500	40%	15,000	22,500
(3) 沈砂池	26,300	40%	10,520	15,780
(4) 取水・送水ポンプ室				
1) ポンプ室（躯体）	37,700	40%	15,080	22,620
2) ポンプ・配管・設備	245,900	97%	238,523	7,377
(5) 発電機室				
1) 発電機室（躯体）	29,200	40%	11,680	17,520
2) 発電機・機械設備	72,800	97%	70,616	2,184
(6) 沈殿池				
1) 土木構造物	135,300	40%	54,120	81,180
2) 配管設備	62,500	97%	60,625	1,875
(7) 粗濾過池				
1) 土木構造物	166,200	40%	66,480	99,720
2) 配管設備	157,400	97%	152,678	4,722
(8) 緩速濾過池				
1) 土木構造物	320,100	40%	128,040	192,060
2) 配管設備	119,000	97%	115,430	3,570
(8) 浄水池				
1) 土木構造物	132,000	40%	52,800	79,200
2) 配管設備	47,000	97%	45,590	1,410
(10) 送水管	1,429,600	70%	1,000,720	428,880
(11) 高架水槽				
1) 土木構造物	229,500	40%	91,800	137,700
2) 配管設備	32,200	70%	22,540	9,660
(12) 配水管	1,660,700	70%	1,162,490	498,210
(13) 公共水栓	56,700	40%	22,680	34,020
(14) 家畜用水飲み場	13,500	40%	5,400	8,100
(15) その他	251,400	70%	175,980	75,420
計	5,268,000		3,520,992	1,747,008
平均外貨率			67%	33%
1.2 間接工事費				
	1,775,000	67%	1,189,250	585,750
建設工事費計	7,043,000		4,710,000	2,333,000
2. 設計・施工監理費（建設工事費の15%、下3ケタ切り上げ）				
	1,057,000	67%	708,000	349,000
3. 事務費・その他経費（建設工事費の10%、下3ケタ切り上げ）				
	705,000	67%	472,000	233,000
概算事業費	8,805,000		5,890,000	2,915,000

d. 実施計画

Godey 市の給水施設の建設工事実施は、設計（設計、入札図書作成、入札、施工業者契約）と施工（建設工事の実施、試運転、完工、施工監理）に大別される。

設計には 16 ヶ月を要すると考える。施工は、建設工事の施工体制の編成によって工期が異なる。本計画では、取水・浄水・送水施設の作業班、配水施設（送水管含む）の作業班、公共水栓・家畜用水飲み場の作業班の 3 班体制で実施すると設定する。この作業体制班の場合、施工（建設工事の実施）には、24 ヶ月を要すると考える。

建設工事の実施にあたっては、建設に必要となる資機材の調達が全体の施工工程を決定するクリティカルパスとなる。特にエチオピア国内では生産しておらず、流通も多くない管材（ダクタイル鋳鉄管やステンレス鋼管）、水中・陸上モーターポンプ、発電機等の調達はエチオピア国の国外からの調達となり、調達には時間を要する。特に、送・配水管布設工事では、管布設総延長が約 46km となり、管材がエチオピア国内で生産されている場合でも管材の調達には時間を要する。また、そのうち重要な施設と位置付ける基幹送配管の総延長は約 8km となり、管種はエチオピアで生産していないダクタイル鋳鉄管等となりエチオピア国外からの調達となる。これらの資機材の調達を考慮した。建設工事の施工工程を作成した。表 2.12 に実施工程を示す。

表 2.12: Godey 市給水計画の実施工程

項目	月数																																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
1.設計・施工監理																																											
1.1 設計																																											
a. 設計方針検討																																											
b. 路線測量																																											
c. 浄水施設詳細設計																																											
d. 施設詳細設計																																											
1.2 入札図書作成																																											
1.3 入札																																											
1.4 業者契約																																											
1.5 施工監理																																											
2.建設工事																																											
2.1 準備・仮設工																																											
2.2 取水・浄水・送水施設																																											
a. 測量																																											
b. 取水施設工事																																											
c. 浄水施設工事																																											
d. 送水施設工事																																											
e. ポンプ・発電機調達																																											
f. ポンプ・発電機据付																																											
g. 管材「工」国内調達																																											
h. 管材「工」国外調達																																											
2.3 配水施設(送水管含む)																																											
a. 測量																																											
b. 配水施設躯体工事																																											
c. 管材「工」国内調達																																											
d. 管材「工」国外調達																																											
e. 管材布設「工」国内調達																																											
2.4 公共水栓・家畜用水飲み場																																											
a. 測量																																											
b. 公共水栓工事																																											
c. 家畜水飲み場工事																																											
d. 管材「工」国内調達																																											
2.5 試運転・検査																																											
2.6 完工																																											

e. 物価変動率と物価変動を見込んだ各年度の事業費

物価変動率は、エチオピア国（内貨）の物価と外貨の物価に区分して算定する。

内貨の物価の変動率は、エチオピア国立統計局（Central Statistical Agency: CSA）が公表する消費者物価指数により算定する。内貨の物価の変動率は、2012年1月から同年3月までの物価変動率を内貨の物価の変動率とし、年あたり11.3%と設定する。

外貨の物価の変動率は、国際通貨基金（International Monetary Fund: IMF）が公表する先進国の消費者物価指数により算定する。2013年の予測値は1.6%（年間）、2014年の予測値は2.0%（年間）と予測されており、この平均値をとり1.8%（年間）と設定する。

設計・施工監理費の物価変動分は積算基準の2013年5月から設計開始予定月まで、建設工事費の物価変動分は積算基準から建設工事の入札予定月までを計上する

物価変動を見込んだ各年度の事業費は、表 2.13のとおりである。

表 2.13: Godey 市給水計画の物価変動を見込んだ各年度の事業費

(単位:USD)

西暦（年）	2015	2016	2017	2018	物価変動含む 事業費	基準事業費
1.建設工事費		2,680,000	2,680,000	2,669,000	8,029,000	7,043,000
内 外貨分		1,650,000	1,650,000	1,650,000	4,950,000	4,710,000
内 訳 エチオピア国内貨分		1,030,000	1,030,000	1,019,000	3,079,000	2,333,000
2.設計・施工監理費	282,000	282,000	282,000	297,000	1,143,000	1,057,000
内 外貨分	182,000	182,000	182,000	183,000	729,000	708,000
内 訳 エチオピア国内貨分	100,000	100,000	100,000	114,000	414,000	349,000
3.事務費・その他経費	192,000	192,000	192,000	186,000	762,000	705,000
内 外貨分	122,000	122,000	122,000	120,000	486,000	472,000
内 訳 エチオピア国内貨分	70,000	70,000	70,000	66,000	276,000	233,000
事業費計	474,000	3,154,000	3,154,000	3,152,000	9,934,000	8,805,000

f. 事業予算計画

Godey 市の単年度の事業費は多い年次では、過去の実績からみた SRWDB の年間予算に匹敵する場合がある。そのため SRWDB の年間予算で Godey 市の給水計画は実施困難である。財務評価からみても、水料金を 50 Birr/m³ 以上約 60%を回収すれば財務的には妥当性がある計画であるため、水料金の徴収率を上げる努力を行い、少しでも予算確保に努めるほか、現実的にはドナー等によって予算の確保を行うことが望ましい。

g. 給水施設の運営維持管理計画

計画された施設に基づいてこれらを運営・維持管理するために必要な人員と作業内容を検討した。またその作業に必要な維持管理の費用を算出した。

組織に関しては組織改善が前提となる。オペレーター各業務にはリーダー制を採用し、組織強化を図る。そのためリーダー職は外部雇用等も検討する。運営維持管理に必要な資機材の調達に関しては、調達の責任や運搬は水資源局が担当するのが望ましい。通常のメンテナンス作業はすべて市給水事務所により実施されることが前提となる。各施設での運営・維持管理の主な作業内容は以下の通りである。

- 河川水取水施設（スラッジ除去、スクリーン清掃）、沈殿槽（スラッジとごみ除去）
- ポンプ場（ポンプ運転、ポンプメンテナンス、施設警備）
- 発電機小屋（発電機運転、発電機メンテナンス）
- 沈殿池（堆積物除去、施設警備）
- 粗ろ過池（表面堆積物除去、ろ過材清掃、施設警備）
- 緩速ろ過池（余剰スラッジ除去、ろ過層の管理）
- 浄水池（タンク清掃、塩素剤投入、施設警備）
- 配水池（タンク内清掃、水位確認とバルブ操作、施設警備）
- 管路システム（メンテナンス）

これらの各施設での作業内容、頻度、必要人数についての検討結果から、運営・維持管理の費用を以下の項目で算出した。表 2.14にその結果を示す。

- 1) スペアパーツ代（ポンプ・発電機の維持管理のための消耗品とパーツ）
- 2) 電気代・燃料代（発電機の燃料、ポンプの電気代）
- 3) 人件費（施設の運転・維持管理に直接関わる主に常駐スタッフ）
- 4) 薬剤代（家庭レベルで利用する水の消毒薬、および浄水場の水処理剤）
- 5) 消耗品費（運営・維持管理に必要な道具等）

表 2.14: Godey 市の運営維持管理費用(2013 年版)

費目	費用 (Birr/年)	備考
スペアパーツ	22,272	発電機と陸上ポンプ用スペアパーツ
電気・燃料	2,211,840	発電機と陸上ポンプ用の燃料と電気代
人員	954,096	主にフィールドスタッフと労働者の人件費
薬剤	707,724	水処理用薬剤の購入費
消耗品	33,372	清掃用の道具等
その他	0	
合計	3,929,304	米ドル換算 約 US\$ 212,000

算定条件

- 表示した費用はVAT込みの2013年の価格
- 10年間の平均として算出
- 既存施設の維持管理も含む
- 費用は定期的な維持管理の出費で、事故対応および機材交換の出費を含まない

2.3.6 パイロットプロジェクト結果と給水計画への活用

本調査で実施したパイロットプロジェクトの給水工事は、Kabribeyah 郡のジャラル渓谷給水システムの改善と Godey 郡の Godey 市の給水施設の建設からなる。工事の概要は

以下の表 2.15に示す。

表 2.15: 給水工事の概要

工事名称（対象地域）	工事項目
ジャラル溪谷給水システムの改善 （Kabribeyah 市およびジャラル溪谷）	新規水源井戸の建設（2ヶ所）と発電機と発電機小屋の設置
	導水管（新規水源～既存導水管）
	送水・中継ポンプの新規交換（3台）
	公共水栓の建設（5ヶ所）＋追加2ヶ所
給水ポイントの建設（Godey 市）	公共水栓の建設（5ヶ所）

パイロットプロジェクトの給水工事を通じていくつかの問題点が明らかになっており、これらは今後の課題として整理しておく必要がある。

- 中継送水ポンプの設置に際して仕切弁や逆止弁の機能低下によって送水ポンプからの漏水が発生していたが、ポンプを運転管理する水給水事務所の職員が漏水を阻止できない現状があり、それに対する問題認識が弱い。
- 機材の調達にあたり、調達にあたった業者と据付を行った給水工事請負業者が異なっているために機材の管理責任があいまいになっていた。
- ポンプ購入に関する調達計画や調達ルート確保の視点が給水事務所に欠如しており、今後は州水資源局や UNHCR の外部組織がフォローしながら長期的な計画を立案する必要がある。
- 設計作業の課題としては、州水資源局や給水事務所に公共水栓や家畜用水飲み場の標準図が整備されていないため施工監理時の労力負担や設計変更等の追加作業も発生しており、標準図の整備が必要である。また既存給水施設、とくに導水管や配水管の図面等がなく、聞き取り等で対応したが、今後はこれらの図面の整備も必要である。

今回のパイロットプロジェクトの給水工事を通じて認識された問題に基づき、今後の給水計画に活用すべき課題を以下に示す。

- ◆ 給水事務所の運営維持管理能力の強化（水局やUNHCRのフォローが必至）
- ◆ 調達事業と建設工事をつつにまとめたプロジェクト構成内容の策定
- ◆ 給水計画の標準化（ポンプ設備、公共水栓、家畜用水飲み場等）

また技術的な問題以外の件でいくつかの問題点が挙げられた。

- 多くの関係者が市の運営に携わっているにもかかわらず、関連機関の情報共有や連携体制が弱い。
- ジャラル溪谷が代表的だと思われるが、行政の管理が行き届かない箇所での住民の統制が難しく、計画時の十分な検討が必要である。

2.4 社会経済調査

社会経済調査の主な目的は給水計画策定のための基本データを取得することであり、そのための調査内容としては、（１）調査対象郡の給水状況に関する聞き取り調査、（２）Kabribeyah 市と Godey 市を含む主要都市の給水事務所における聞き取り調査、（３）水利用調査および（４）調査対象郡の中から選定されたサンプル家庭での水使用に関する聞き取り調査である。

最終的な社会経済調査の対象は 16 郡である。

2.4.1 ソマリ州での社会経済状況

人口に関するソマリ州での人口変遷は、2007 年の 4,445,219 人から 2011 年には 4,986,004 人に増加したと推計されている。この間の年間平均人口増加率は 2.91% である。

民族集団別人口ではソマリ人が 97% を占め、その他はアムハラ人、オロモ人である。宗教別人口はイスラム教が 98% を占めており、地方でのイスラム教の比率はさらに高くなる。

識字率は 1994 年の 8.1% から 2007 年の 13.7% と大幅に改善され、Jijiga ゾーン(県)(2013 年現在は Fafan ゾーン)では 17.85% であった。就学状況は 1994 年の 4.1% に対し 2007 年では 4.7% でありわずかに上昇した。

地方行政区分で最も重要な行政組織は郡であり、郡は 25 ないし 50 のケベレと呼ばれる末端の行政組織からなる。ソマリ州の行政組織は現在では 9 ゾーン(県)、67 郡に分けられている。

地方経済に占める家畜の役割はソマリ州では大きい。人口の 85% は農村部に居住し、主として家畜を生育する遊牧民ないしは牧畜と作物生産の混合経営を営む農・牧畜民として生活している。家畜は食糧源、現金収入源、蓄財、移動手段及び農作業の動力源としての役割を果たしている。

遊牧（牧畜）は農村部住民の 60% が従事しており、また、農・牧畜の混合経営は 25% の住民が従事している。農・牧畜の混合経営ではあくまでも牧畜（遊牧）が主体であり、Fik 県や Liben 県の一部で見られるように、混合経営というよりもむしろ遊牧形態に近いケースもある。

残りの 15% の農村部住民は定住農業（Jijiga 県）や河川沿い農業（シェベレ川流域など）に従事している。定住農民や農・牧畜民ともに家畜を生育しているが、家畜の移動は極めて限定的である。

ソマリ州で生産される主な食用作物はメイズ、ソルガム、ミレット及び豆類である。主な商用作物は野菜（トマト等）、果物、南京豆である。

家畜は肉やミルクの形で重要なタンパク源となっている。ソマリ州における家畜数は 2011 年時点で、牛 3,796,000 頭、羊 9,053,000 頭、ヤギ 8,547,000 頭、ラクダ 2,032,000 頭と推計されている。

2.4.2 ソマリ州での難民状況

UNHCR ジジガ事務所は 1990 年代初頭に設置され、1991 年の難民流入状態時にはエチオピアの東部国境地帯で 9 箇所の難民キャンプが建設され 62 万人あまりを収容した。2005 年に Kabribeyah 難民キャンプをのぞいてすべてのキャンプが閉鎖された。その後 2006 年以降に UNHCR により Kabribeyah に難民の受け入れセンターが設立され、いくつかの地域に難民受け入れのためのセンターを開設、閉鎖を繰り返し、現状では 10 箇所の難民キャンプが存在するが、調査対象地域では Kabribeyah（人口 16,340 名、2012 年段階）だけである。2010 年から 2011 年にかけての 60 年に一度といわれた干ばつ時にはエチオピアに 16 万人のソマリアからの難民が流入した。

Kabribeyah では、UNHCR や ARRA の保護もあり、教育や保健衛生に関連したサービスが提供されている。また家族用及び共用のトイレとゴミ処理施設の建設や難民に対する衛生教育も提供されている。

難民キャンプにおける日常生活において、UNHCR、WFP、ARRA などの国際機関によって給水、食糧、保健サービスが無料で提供されている。

難民キャンプの住民は土地などの生産手段を持っていないため、経済活動は極めて限られている。大部分の住民は親類・友人などからの送金に依存して生活に必要な衣類などの購入に充当している。

2.4.3 調査対象郡の給水状況に関連する調査結果

給水に係る各郡の水事務所の職員数や事務所の機材等は非常に不足しており、郡自体の規模にもよるが、職員数は 1～8 名であり平均 5 名程度の職員数である。

主な既存の水源は管井戸（水中モーターポンプまたはハンドポンプ付）、手掘り井戸（ハンド・ダックウェル）、ビルカ及び河川水を取水している。大まかにみるとジャラル溪谷では管井戸、シェベレ川流域では表流水（河川水のほかにビルカなど）とハンド・ダックウェルによる浅層地下水を主に利用している。

調査地域には 6 つの病院があり、専門スタッフと補助スタッフの数は合計で 624 名である。そのほかの保健衛生施設は 21 か所の保健所（HC）、56 か所の診療所（HP）、及び 21 か所のクリニックであり、専門スタッフと補助スタッフの数は合計で 560 名である。

調査地域における主な水因性疾病は、マラリア、下痢症及び赤痢である。15,071 名の下痢症患者のうち Kalafo 郡は 26%、Adadle 郡は 14%、Danan 郡は 10%をそれぞれ占めている。また、3,600 名の赤痢患者のうち Kalafo 郡は 64%、Araarso 郡は 7%、Kabridahar 郡は 6%をそれぞれ占めている。Kalafo、Adadle 及び Danan の各郡における患者数の多い原因は河川水や手掘り井戸等の清潔でない水を多く摂取しているためと推測される。

調査地域には、860 か所の初等教育施設（小学校及び代替初等教育学校）と 14 か所の中等教育施設がある。いくつかの新設の郡には、まだ中等教育施設のないところがある。

調査地域の中で、メイズとソルガムの生産が盛んであり、一部トマトも生産する。エチオピア全体で主食となるテフはほとんどの地域で生産しておらず、Kalafo 郡が突出している。メイズ生産量のうち Godey 郡と Kalafo 郡は、それぞれ 40.1%と 39.5%を占めて

いる。つまり、この二つの郡だけで全体の約 80%を占めている。また、Danan、Godey、Kalafo の 3 郡でソルガム生産量の 57%を占めている。トマトの生産量では Kalafo 郡が全体の 70%を占めており、次いで Godey 郡が続いている。

調査地全体では、主な家畜の分布は、牛：45 万頭、ラクダ：11 万頭、ヤギ：50 万頭および羊：50 万頭である。牛、ラクダ、ヤギ、ヒツジ等の家畜類の多くはシェベレ川流域の郡に多く見られる。とくに Adadle 郡、Mustahil 郡、Kalafo 郡に多い。

2.4.4 都市部における給水状況調査

調査地での比較的大きな都市について、給水状況に関する聞き取り調査を実施した。

Kabribeyah 市では、給水計画の章でも述べたように水源はジャラル溪谷の管井戸である。給水は Kabribeyah 市内だけでなく、難民キャンプにも供給されている。市内の給水地点は約 300 箇所であり、そのうち公共水栓は 14 箇所である。給水人口は、雨季に 11,360 人（約 2,200 世帯）、乾季に 28,685 人（約 5,700 世帯）と推定される。調査中の観察から、いくつかの給水地点では近隣の民家に対し、水を配水していることが判明している。

Godey 市での水源は、シェベレ川からの取水された河川水である。河川の取水施設から取水された水は貯水タンクに送られ、最終的には送水管を通じて最終需要者に配水される。給水地点は 288 か所でそのうち民家が 250 か所、公共施設が 38 か所である。

Dagahbur 市での水源は、6 箇所の管井戸であり、貯水槽（200m³）に送水される。給水箇所は 400 箇所である。そのうち民家が 354 箇所、公共施設が 46 箇所である。給水人口は雨季に 28,637 人、乾季に 40,863 人と推定される。

Kabridahar 市の水源は、13 箇所の管井戸であるが、現状では 3 箇所のみ稼働している。貯水槽（150m³）に送水されたのちに 527 箇所の給水地点に配水される（民家：516 箇所、公共施設が 11 箇所）。給水人口は雨季に 48,000 人、乾季に 51,000 人と推定される。

4 市の水事務所は 2009 年～2011 年までの年間の給水量、収入、支出を聞き取りしたが、4 市とも給水量に見合った収入になっておらず、正確な給水量のデータが得られていないか財務管理ができていない可能性がある。各市のデータを表 2.16 に示す。

表 2.16: 4 都市の給水量、収入、支出

Town Name	2009			2010			2011		
	Water Volume	Revenue	Expenditure	Water Volume	Revenue	Expenditure	Water Volume	Revenue	Expenditure
	m ³	Birr	Birr	m ³	Birr	Birr	m ³	Birr	Birr
Kabribeyah	6,576	10,900	70,802	43,447	141,000	75,902	184,752	33,427	81,882
Godey	139,348	836,088	1,095,220	130,838	1,046,704	270,298	138,047	138,047	1,380,440
Dhagahbur	3,580	250,600	277,800	2,570	179,900	271,578	3,220	22,540	279,600
Kabridahar	28,500	239,400	381,288	25,670	2,156,280	383,861	19,850	166,740	371,292

2.4.5 水利用調査

調査対象地域の住民の水利用の実態、特に用途別の水利用を確認するために水利用についての簡易調査を実施した。対象はジャラル溪谷地域とシェベレ川流域から選定し、難民キャンプを含む Kabribeyah 市、Godey 市、およびその近隣の 3 郡とした。都市部で 15 サンプル世帯、郡では 10 サンプル世帯に聞き取り調査を行った。

水使用量については、ジャラル溪谷地域では年間一人当たりの平均水利用量は 18.8 リットル/日（平均世帯人数 9.1 人）（難民キャンプ地も含む）、シェベレ川流域では同じく 16.9 リットル/日（平均世帯人数 7.7 人）であった。用途別の水利用量は両地域ともに飲用、調理、衣類や食器の洗物およびシャワーであり、シェベレ川流域では家畜用が少数見られるだけで農業用も皆無である。これらの水利用は、給水施設からの水利用を対象にしており、雨季には天水利用をしているため乾季の使用量は 1.2 倍から 1.5 倍程度（ジャラル溪谷）、1.6 倍（シェベレ川流域）程度雨季よりも多い。

給水ポイントでの観察結果や観察記録、また関係者への聞き取りから調査対象地域の住民の水利用は、以下のようにまとめられる。

- 一人あたりの平均水利用量は一日 18 リットル前後である。
- ジャラル溪谷ではシェベレ川流域に比べ若干水利用量が多いが、用途別の利用パターンは類似する。
- 雨季は家庭で雨水を貯水して利用するため、公共給水施設への依存度は水量で 2～6 割低下する。
- 郡の中心の世帯では農牧業のための公共施設からの水利用量は少ない。

干ばつの水利用は所得による差がしやすい。調査地域に近い Marshin 郡での Oxfam GB の報告書によれば、乾季の一人日当たりの平均水利用量は 2～23 リットルとなり、低所得世帯では 2～9 リットルである。

2.4.6 サンプル家庭調査

サンプル家庭調査はジャラル溪谷地域では 7 郡、シェベレ川流域では 9 郡の合計 176 世帯で実施された。平均的な家族数は 5 名、回答者の 4 分の 3 は女性で 90% の人が農業部門に従事している。

水源については、（1）管路給水システム、（2）手動ポンプ、（3）ハンド・ダックウェル、（4）ハフィールドダム、及び（5）河川水、雨水、池等であり、飲用、調理用、洗濯用及び浴用等の生活用水に使用している。

水の利用者が水を運搬する場合、一般的には乾季の方が雨季に比べ水の運搬距離が長いのが普通である。運搬時間も同様である。シェベレ川流域にある Godey、Beercaano、Danan 及び West Ime の各郡では、水の運搬距離は 1 キロメートルから 2 キロメートルである。

給水施設（手動ポンプ等）のある Araarso、Birgod 及び Rasso の各郡では、水の運搬距離は雨季、乾季共に大きな違いは見られない。

サンプル家庭では、飲料水を煮沸する意味をよく理解していないように思われる。調査対象家庭の 88% 以上が、非衛生的な水源からの水の煮沸を行っていない。

調査地域における主な水因性疾病はマラリア、下痢症、及び赤痢であり、中でも下痢症は最も頻繁にみられる疾患である。シェベレ川流域の Araarso 郡と Adadle 郡では家族が「頻繁に」下痢症に罹る割合がそれぞれ 15.0%、16.7% となっている。

新規給水施設の水に対する料金支払いの意識は所得水準や水源までの距離などによっ

て異なり、支払意思額（月額）はゼロ（最少）から 400 Birr（最大）までと幅が大きい。郡別の平均額は Birqod 郡の 23 Birr から Araarso 郡の 81 Birr までの範囲となっている。調査地域全体の平均額は月額 36 Birr である。

家計所得の項目は作物、畜産、就労、送金、商業、その他である。郡別の平均家計所得は 24,225 Birr (Shaygosh 郡) から 80,295 Birr (Kabribeyah 郡)の範囲であり、ジャラル渓谷地域の平均は 44,952 Birr、シェベレ川流域では 40,359 Birr となっている。家計所得の最も高い郡は Kabribeyah 郡で、その主な収入源は出稼ぎ者等からの送金である。最低額は農業分野での収入がない Shaygosh 郡である。一般的な傾向として、シェベレ川流域の郡では家畜飼養による収入が多い。

2.5 環境社会配慮

環境社会配慮調査の目的は、JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年 4 月版：以下、JICA ガイドライン）ならびにエチオピア国の環境影響評価実施ガイドライン（2011 年 4 月版：以下、連邦ガイドライン）に基づき、本プロジェクトで作成される給水計画が実施された際に生じる環境影響や社会影響を予測し、何らかの影響が懸念される場合は回避策を提案する一方、不可避の影響については緩和対策と補償措置を示すことによって、計画立案にフィードバックするための資料を作成・提供することにある。

2.5.1 事業コンポーネントの概要

本調査で実施、あるいは計画した事業のコンポーネントのうち環境社会配慮に関して精査ならびに評価を要するのは対象地域において策定される給水計画の項目のみである。給水計画は 16 の郡で立案され、都市および村落地域が含まれる。それぞれの水源は深井戸、浅井戸、河川水、及び雨水利用によるビルカ、ハフィールダム等である。このうち井戸（地下水）を水源とする郡内での新規施設の計画給水量は、Dagahbur 市における 1,021 m³/日が最大であり、2,000 m³/日以下である。個々の郡における事業の概要は、第 2 巻給水計画やサポーティングレポートに詳述した。

2.5.2 ベースとなる環境及び社会の状況

a. 自然環境

本プロジェクトの対象地域の特徴である、気象・水文状況や地形地質及び水理地質状況はすでに前述した。

なお、本プロジェクトの主要対象地域であるジャラル渓谷ならびにシェベレ川流域には、国内法令ならびに国際条約等で定められた保護区は存在しない。

b. 環境汚染・汚濁

本プロジェクト対象地およびその周辺には、大気汚染を発生させる工場および事業所は存在しない。また水質汚染を発生させる工場および事業所は存在しない。農業形態に

関しては、広大な半裸地における農牧が主体であり、化学肥料の施肥に起因する水質汚染の危惧は乏しい。調査での水質分析の結果では、炭酸カルシウムと、その構造末端がマグネシウムイオンと置換して生じた炭酸塩鉱物、および硫酸塩鉱物の影響を強く受けた水質と判断できる。これら主要イオン組成からの判断では、重篤な生体影響を断ずることはできず、一般的な胃腸障害が生じる可能性に留まる。一方、生活影響としては、食味の低下や塩類の析出・付着（スケールの発生）、脂肪酸カルシウムの生成によって石鹼が泡立たないといった事象が推察される。

対象地およびその近傍において、本調査時現在において騒音や振動を発生させる施設や事業所は存在しない。大型車輛の通行は疎らであり、騒音や振動による被害も報告されていない。

c. 社会環境

社会調査結果に基づいた、人口、民族構成、宗教、水因性疾患、農業、家畜飼育等に関する記載はすでに前述した。

交通・道路の交通インフラの整備はきわめて遅れており、村落部における住民のほとんどは、物資の輸送手段としてラクダやロバなどの動物を使用している。現在のところ、Godey 市等の市街地における主要道の新たな舗装化計画に関する情報はない。

対象地内において登録されている文化財、歴史的建造物、遺跡等はいずれも存在しない。

2.5.3 環境カテゴリー分類

事業の内容やベースとなるソマリ州の環境や社会状況からみて、環境影響事項のうちの環境影響を及ぼしやすい事業特性は有さず、環境を受けやすい地域特性を含まないと判断できることから、本給水計画の環境カテゴリーは B に相当するものと判断した。

2.5.4 エチオピア国の環境社会配慮制度・組織

エチオピア国での環境影響評価の実施に関する基本的な法令として環境影響評価法が 2002 年 12 月に公布された。BPR に基づく地方への権限の移行もあり、ソマリ州においても同州の環境影響調査報告書審査のための公認ガイドラインが編集された（ソマリ州環境影響調査報告書審査のための公認ガイドライン(Adopted Guideline for Reviewing Environmental Impacts Study Reports), 2012）。ソマリ州内の事業に関しては、ソマリ州環境保護・鉱山・エネルギー開発庁（Somali Regional State Environmental Protection, Mine and Energy Development Agency : SEP MEDA）が、事業許可についての最終決定機関であり、連邦の環境保護局（The Environmental Protection Authority of Ethiopia : EPA）の判断は要さない。

上記のガイドラインに従った、給水及び衛生事業に関する審査は、以下の表 2.17 のスケジュール 1 及びスケジュール 2 に分類される。前述の事業コンポーネントの項でも示したように本給水計画ではスケジュール 1 に当てはまる内容はなく、また非自発的住民移転及び土地収用、地下水への影響、二次汚染の発生、文化財店遺産の消失・損傷、自

然保全区域の影響及び州または国を跨ぐ負の影響もあてはまらない。一方、村落給水として計画されている事業が、スケジュール2に該当し、簡易環境影響調査（Preliminary or partial assessment study : PA, JICA ガイドラインにおける初期環境影響評価：IEE に相当）が要求される。

表 2.17: ソマリ州における給水・衛生事業の環境影響調査分類

スケジュール1 (完全なEIAを要求)	スケジュール2 (簡易環境影響評価を要求)
<ul style="list-style-type: none"> ・ 堤高15m以上、貯水池表面積が50ha以上のダム建設 ・ 工業用、農業用もしくは都市給水のための2,000 m³/日を超える地下水開発 ・ 運河開設ならびに洪水救済事業 ・ 水系近傍都市の灌漑計画 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地方給水ならびに衛生事業 ・ 土地灌漑（小規模） ・ 下水道整備

2.5.5 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

計画は十分に練られており、給水計画に対する代替案の提出はなく、供与後のモニタリングが推奨される。そのため代替案としてはゼロオプション（案を実施しない）と実施する場合の正負の比較になる。30項目の検討結果は、主には次の通りである。

- ◆ 事業の非実施案（ゼロオプション）は、対象地域の安全な飲料水や生活用水の不足と水因性疾患患者数を増加させると考えられる。
- ◆ 事業実施案は、失業者の創出、地下水利用の増大、施設建設中における一時的な騒音・振動の発生、一時的な廃棄物の増加等の負の影響を与え得るが、その一方で、飲料水不足の改善、公平な飲料水配分の実現、干ばつ被害の減少、適正な地下水利用、雇用機会の創出、社会資本の増加などの正の影響ももたらす。また、適切な対策を講じることによりその負の影響を緩和することが期待できる。

2.5.6 スコーピング及び環境社会配慮調査のTOR

負の影響が予想される情報について環境社会配慮調査を行う必要がある。

既述のように、本計画においては非自発的住民移転や土地収用は生じない。また、井戸開発で利用する地下水位に関しては、試掘調査および揚水試験結果が利用できるため、給水事業の計画段階における新たな調査は計画実施する必要がないと判断できる。

建設段階において予測される負の影響は、建設車両がもたらす大気汚染や工事騒音・振動、建設車両の通行や導水管・配水管敷設などに起因する交通障害などが想定される。これらの負の影響程度を評価するために必要な調査項目を整理した。また、本計画の事業実施段階においては、エチオピア国の環境基準値に則った定量的な調査を実施することが推奨される。

2.5.7 環境社会配慮調査結果

Godey 市の給水計画が実施された場合、ロバによる給水を行う小売業者に影響を与える地域経済の変化（失業者の発生）は、給水計画による恒常河川のシェベレ川からの取水に関しては量的な変動は問題ないと思われるため、小売業者（数は 650 人とも言われている）が採水できないことによって失業する可能性はないと思うが、施設の整備による給水システムが機能し小売業者の売買に影響が出る場合もあるため、供与段階における溜め池管理者ならびに水の小売業者の生計維持に関するモニタリングを実施することが推奨される。

建設車輛がもたらす環境・影響評価のうち建設車輛の運行に関しては Kabribeyah 市や Godey 市の車輛通行量の計測や道幅の状況から交通障害に関する問題は予見されない。大型車輛による大気汚染や工事中の騒音は、実施段階においてエチオピア国の環境基準値（Environmental Policy of Ethiopia, 1997）に沿った調査の実施が必要であるが、今回の現地の調査においても適切な速度規制の設定で環境影響への回避が可能であると判断できる。

2.5.8 影響評価（初期環境影響評価）と緩和策及び環境モニタリング計画

影響評価の結果は、重大な不の影響が予想される a 評定や、一定の負の影響が予想される b 評定に予見される項目はなく、c 評定（現時点では影響が不明）として建設段階では既存インフラ・公共サービス、大気汚染、騒音・振動、事故の増加、供与段階では雇用・生計等の地域経済、地下水の水質・水量が挙げられた。

これらの緩和策について、基本的には実施可能な内容であり、建設段階では工事車輛に関する規制項目や工事自体の軽減対策の提案を実施する、また供与段階では適正な保全の提案とモニタリングの実施が挙げられる。

環境モニタリング計画は、とくに大気汚染、騒音・振動及び地下水位の低下に関して案を作成した。建設段階のものは建設工事活動に伴うため、工事関係者の責務、事業主の SRWDB は苦情窓口の設置や緩和策の強化をめざした検討を行う必要がある。

2.5.9 ステークホルダー協議

給水計画に伴う給水施設の建設によってそれらを運営維持管理する WASHCO が組織され、能力強化のための研修が実施された。また各市の給水事務所は WASHCO を技術的に援助する組織として JICA 調査団で作成した運営維持管理計画の具体的な実施をめざして体制を強化しつつある。給水システムをめぐる Kabribeyah 市と Godey 市のステークホルダー関係は異なるが、施設の運営維持管理のために市給水事務所の能力強化をめざして共同した活動が必要である。いずれにしても今回の計画では用地取得と住民の非自発的移転は発生しないため、ステークホルダー間のこれらの協議は必要ない。

2.5.10 結論

事業の建設段階および供与段階において配慮すべき環境項目（現状は影響が不明であ

るが軽微な負の予想がなされる）があるが、適切な緩和策の施行と必要に応じた状況確認およびモニタリングを実施することによって、深刻な事態が生じることはないものと思われる。また非自発的住民移転の発生、二次汚染源の発生（重金属や有害物質による新たな環境汚染源の発生）、文化財や遺跡の破損・喪失、及び自然保護区域への悪影響の4項目は本計画の実施に伴う負の影響はいずれも予見されない。

結論として、本計画に基づく事業の実施によって、対象地域における自然環境ならびに社会的環境を著しく悪化させる可能性はないと判断する。

2.6 緊急給水

緊急給水として本調査で緊急給水用資機材及びその他の関連供与機材において調達された（調達中）資機材、機材の仕様および2013年5月末の調達状況は下記の表 2.18および表 2.19に示す。

表 2.18: 緊急給水用供与機材及び仕様一覧

供与内容	数量	現状	供与先	仕様・モデル
プロジェクト車輛 (ステーションワゴン)	2台	調達済	MoWE→SRWDB	TOYOTA (MOENCO)
プロジェクト車輛 (ダブルキャビン)	2台	調達済	MoWE→SRWDB	TOYOTA (MOENCO)
送水中継ポンプ	3台	調達済	MoWE→SRWDB	ROVATTI 社 ME100K80-90/4A 75kw,100HP
水中ポンプと発電機	2セット	調達済	MoWE→SRWDB	水中ポンプ WILO(made in Germany) TWI 6.18-20-8-SD-R 発電機 PRAMAC(made in Spain) GBW45p

注：車両の「調達済」は供与窓口である水エネルギー省に正式に引き渡されたことを示す。

表 2.19: その他の関連供与機材及び仕様一覧

供与内容	数量	調達状況	供与先	仕様・モデル
1.緊急給水用資機材				
a)給水車(10m ³ タンク搭載)	5台	調達済	MoWE→SRWDB (ジジガ 4台、 Godey 1台)	ISUZU
b)給水ポイント用貯水槽 (10m ³)	150個	調達済	MoWE→SRWDB	Fiber Glass Water Tank (10,000 リットル)
c)塩素剤	水 3,600m ³	納品済	MoWE→SRWDB	粉末 (Bishan Gari) 70% タブレット(Citrus) 15% 液体(PIS) 15%
2.維持管理用資機材				
a)モバイルワークショップ車両 シングルキャビンピックアップトラック	3台	調達済	MoWE→SRWDB	NISSAN (Nyala motors)
b)モバイルワークショップ用資機材 一般工具、溶接工具、電気工具、 配管工具、関連消耗品	3セット	調達済	MoWE→SRWDB	—

注：車両の「調達済」は供与窓口である水エネルギー省に正式に引き渡されたことを示す。

緊急給水に関する取り組みは、主に DPPB と NGO の代表者からなる ETF(Emergency Task Force) が対応しているほか、UNICEF 主導の WASH プログラムにおいては SRWDB に緊急給水資機材の供給を行うなどの活動をしている。SRWDB の緊急給水時の活動は、メンテナンスチームの派遣、塩素剤の配布、井戸掘削等があげられているが、ETF との連携が弱いとされており、課題の一つである。

SRWDB へ今回供与した緊急用機材の配布や配布先の計画は SRWDB が行うことになっているが、緊急用予算不足のために貯水槽などは UNICEF に支援を要請し、実施は NGO が行っている。SRWDB の緊急給水に使用する予算の確保も今後の課題である。

いずれにしても今回 JICA で供与した車輛、モバイルワークショップの活用で、SRWDB の活動の幅が広がるとともに迅速な活動が可能になるほか、モバイルワークショップの導入で、研修を受けた SRWDB のスタッフが地方において資機材や施設の修理、改善に貢献でき、SRWDB の技術面の運営維持管理能力の向上にも役立つ。さらに給水トラックの供与によって緊急給水時のトラックの派遣にも SRWDB 独自で計画しながら運用できる利点が生まれるだけでなく、商用の給水トラックを借用する回数も減るため、予算的にも貢献できる。

一方ジャラル溪谷での新規井戸掘削に伴う、水中ポンプと発電機の供与、およびポンプ場およびブースターポンプ場に設置された送水中継ポンプは、ジャラル溪谷の給水システムの改善に貢献できる。2013 年 3 月に UNHCR の既存の水中ポンプに不具合が発生し、供給する水量が減少したときに、試験的に JICA 井戸を運用することで水量の確保ができたことも的確に貢献ができた実例である。

3. 給水施設の 運営維持管理

3 給水施設の運営維持管理

3.1 給水施設の運営維持管理の現状

3.1.1 運営維持管理マニュアル

運営維持管理に関する国レベルの方針やマニュアルは存在しない。ただし運営維持管理に関する記載は水資源管理政策（Water Resources Management Policy, 1999）や水セクター開発プログラム（Water Sector Development Program, 2001）に含まれており、各州はこれにしたがって独自の方針やマニュアルを作成することになっている。ソマリ州においては SRWDB の中の給水施設の維持管理を担当する Water Supply Scheme Management Core Process が 2010 年に総合業務指針を記載したマニュアル（Water supply scheme management core process, Operational Manual 2010）を作成しているが、その内容は全体をとおして組織の理念や目的等の行動目標の記載で、維持管理作業に特化したものではない。現時点では州独自のマニュアルを作成する計画は無いが、これは郡レベルでは多くの技術者がマニュアルを読んで理解することができないことや、または参考にする習慣が無く、有効利用されていないことが主たる理由となっている。

3.1.2 給水関連組織の役割と相互関係

ソマリ州で主として給水・水資源の問題を統括しているのは州水資源局（SRWDB）であり、その下で支局や郡水事務所が実際の施設の維持管理を担当している。また、一部地域では緊急給水や難民への給水に関して多くの機関がかかわっており、他州に比べると複雑な状況である。各給水関連機関の役割を表 3.1に整理するとともに、各機関の相互関係を図 3.1に示す。

表 3.1: ソマリ州での給水関連組織

	カテゴリー	役割等	維持管理
州水事務所	政府	州全体の給水計画策定、大型給水工事の実施、下部関連組織への技術・運営サポート、緊急給水実施、施設維持管理	郡（市を含む）の地方給水施設の故障対応・修理交換等
州水資源局支局	政府	州水資源局と下部機関の連絡・調整	管轄郡水事務所への修理等への技術サポート
県水事務所	政府	現在存在せず。	無し
郡水事務所	政府	管轄郡内の主に村落部の給水施設の改善計画・維持管理、小規模工事実施。	村落部の小規模給水施設の簡易的な修理等
市給水事務所	政府	管理区の都市給水施設の運営と維持管理	一部軽微な作業を実施
郡役所	政府	内部に水委員会を設置しており、給水問題の検討や関連機関へのアドバイスを行う。	無し
住民水管理組合	住民	各給水ポイントの運営	日常の給水ポイントの管理
UNHCR	UN	難民問題対応（給水問題を含む）JWSOの活動指導とモニタリング	JWSOの運営資金サポート
JWSO	政府・UN	ジジガ市とKabribeyah市の給水施設の修理・拡張、水源施設の保護対策、	ジジガ市とKabribeyah市の給水施設の修理
ARRA	政府・	難民キャンプの住民への多分野の支援	難民キャンプ内部の共同水栓の修理
NGO	非政府	各NGOの活動エリアでの給水・衛生プロジェクトの実施	主に小規模給水施設の建設やリハビリを実施・資金提供

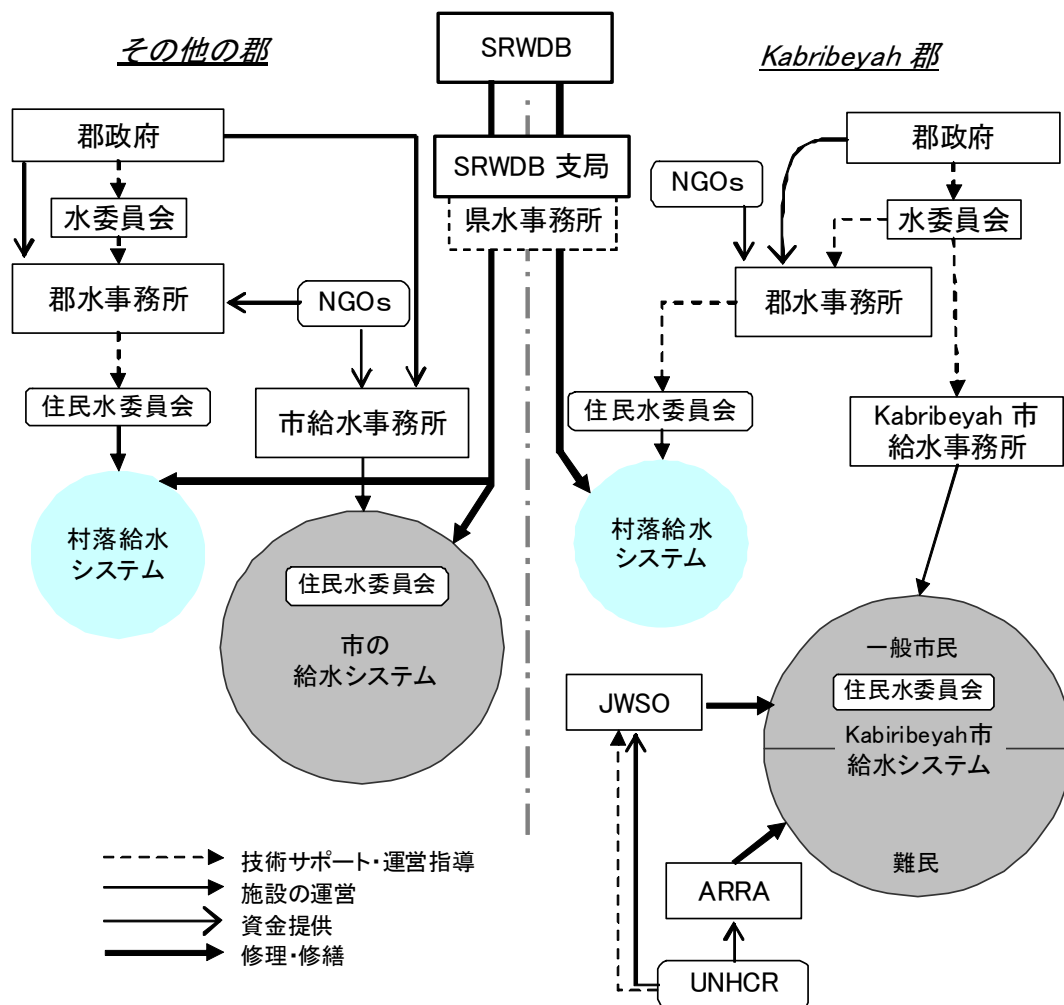


図 3.1: 給水関連機関の相互関係

各給水機関の関係は図 3.1に示すように難民キャンプを抱えている Kabribeyah 郡とその他の郡とで ARRA や UNHCR の介入があるなどの違いが見られる。また Kabribeyah 市の給水システムではジジガ市給水事務所（Jijiga Water Supply Organization: JWSO）が給水施設の維持管理に大きな役割を担っていることが特徴である。

州水資源局は、ソマリ州での行政改革（Business Process Restructuring: BPR）以前は地方給水施設のメンテナンスをすべて基本的に担当していたが、BPR 以後は軽微のメンテナンスは郡水事務所が実施する体制に移行している。州水資源局の活動資金源は基本的に州政府からの予算である。

郡政府（役所）は郡の行政区を統括する役所であり、その下部組織の一つに郡水事務所がある。郡政府内部には水委員会（Water Board）が設置されている。水委員会と市給水事務所との関係は密接であり、水委員会は市給水事務所に対してその活動のフォローと、NGO・政府等機関からの資金調達の促進、および給水状況改善のための補助金の付与を行う。一方で水委員会は市給水事務所の長の決定権を持ち、年間の活動計画と予算

の評価・承認を行い、市給水事務所の主財源である水料金の設定も水委員会を通じて、州水資源局・郡水事務所・郡役所の承認を得る必要があるなど大きな権限を有する。

市給水事務所は、管路施設と各戸・公共水栓により都市部の人口集中地域に給水する都市給水システムを管理する政府の組織であり、市政府の一部または郡水事務所の下部組織にあたる。ソマリ州では Kabribeyah、Dagahbur、Godey、及び Kabridahar の 4 市に都市給水システムがある。給水事務所の活動内容は給水システムの運営（料金徴収を含む）と簡単な補修が主である。活動の資金源は基本的に給水事業実施により利用者から徴収した水料金であり、システムの拡張や新規建設等においては特別措置として州水資源局・郡政府・NGO からの支援を受ける場合がある。

郡水事務所は、郡全体の給水問題を扱う。市給水事務所が管轄する大規模給水施設を除いて全ての給水施設を管轄するが、その対象の多くはハンドポンプや小型貯水池などの村落給水施設である。郡水事務所は必要なスタッフがそろっていない郡も多く、体制は脆弱である。特に、OA・技術機材ほとんど有していない状況である。施設（ボアホール井戸・河川給水施設）の稼働率は全体で 43 施設のうち約 70% であり、あまり高いとは言えない。

UNHCR のジジガ事務所は、Kabribeyah 市の給水システムを設置した主体であり、そのため現在もこの給水システムは UNHCR の所有となっている。UNHCR は、政府機関である難民および帰還民事務局（Agency for Refugee and Returnee Affairs: ARRA）と協働で難民に対する様々な分野の支援（食料・給水・保健衛生・教育・治安維持等）を行っている。Kabribeyah 市には大規模な難民キャンプが存在し、Kabribeyah 市の給水システムはもともとこの難民への給水のために建設されたものである。市の給水システムについてはジジガ市給水事務所（Jijiga Water Supply Office: JWSO）と ARRA と協働で、Kabribeyah 市内のホストコミュニティへの給水エリアを除くシステムの大部分の拡張工事や維持管理を行っている。JWSO は UNHCR との契約によりシステムの維持管理・更新の業務を請け負っていたが、2013 年 4 月で契約終了となった。

公共水栓等の全ての給水ポイントにはエチオピアの水セクターおよび WASH の方針に従って、その給水設備を管理・運営する住民組織である水管理組合（WASHCO）が設立されることになっている。水管理組合は通常 5 人～7 人のメンバーからなり、公共水栓配水の運営、利用者からの料金徴収および軽微な施設のメンテナンスを行う。

組織の活動と責務は、都市部・村落部・難民キャンプ内でそれぞれ異なっており、状況は下の表 3.2 にまとめられる。

表 3.2: 地域による水管理組合の役割と活動の違い

	管理対象施設	役割	維持管理情況
村落部	公共水栓付ボアホール井戸 小規模ダム ハンドポンプ井戸 手掘り井戸	施設の所有権を有し、水料金の徴収により運営の全てと維持管理の大部分を独自に行う必要がある。 施設の高度な修理に関しては必要に応じて担当の郡水事務所や州水資源局の技術者が支援する。	Birka や小規模 Haffir ダムのような簡易施設以外は実質的に水局が維持管理を行っている場合が多い。
都市部	公共水栓	日常の運営の他、水料金を徴収し、管轄の市給水事務所に納め、給水事務所が維持管理（修理）を行う。	市給水事務所等のシステム全体の管理団体が維持管理を行っている。
難民キャンプ	公共水栓	日常の運営・管理のみ実施し、水料金の徴収は無い。	JWSO と ARRA が維持管理を実施している。

3.1.3 ソマリ州水資源局ワークショップの施設状況とスタッフの現状

ソマリ州での給水関連機材の修理は、州水資源局のメンテナンス・ワークショップ（以下ワークショップ）において実施されている。所有する機材、機器の現状は、ソマリ州全土を対象にする水資源局の作業や任務から考えてみても著しく不十分であり、今回のモバイルワークショップ用資機材の調達・供与にあたっては現状の資機材の状況を参考にして資機材を選定した。現況のモバイルワークショップは 1 台存在するが長期間を要するゾーンの巡回が主体であり、軽微な整備作業を多数こなしている。ワークショップ内の業務内容は突発的な故障に対するその場での整備が主流であり、通常点検も含めた計画的な整備、修理体制となっていない。

ワークショップのスタッフは電気や機械整備等の担当者 22 名で構成される。平均年齢は 36.4 歳、平均勤務年数は約 8.5 年である。組織全体の技術レベルの状況はワークショップ内の「整理整頓の状況」と「機械機器の保管状況」及びスタッフの対応状況から間接的に大まかに判断した。その結果はソマリ州を代表するワークショップのスタッフとしてはいっそうの技術向上を要すると判断され、それはその後の機械研修からも確認された。

3.1.4 Kabribeyah市とGodey市の給水施設運営の現状

Kabribeyah 市のジャラル溪谷給水システムの運転・維持は主に Kabribeyah 市給水事務所のフィールドスタッフ 15 名により行われている。加えて貯水槽のクリーニング時など必要時に給水事務所から 2 名の配管工と技術者が 1, 2 名派遣される。水源井戸、送水ポンプ場及び中継ポンプ場の発電機やポンプの操作は 2~3 名のオペレーターにより行われ

ている。その他の主な日常の作業は送水ポンプ場併設の貯水池での塩素剤の投入である。

メンテナンスに関わる作業はパイプやバルブおよび貯水池の清掃のみが行われている。原水の硬度が高いために、管類や貯水池にスケールが付着しやすく、これを取り除く作業が頻繁に必要なになっている。清掃作業は給水事務所から 2 人の配管工が派遣され、オペレーターと共同で行う。また、貯水池等の清掃には同様に技術者が一人派遣され、その監督の下に最大 45 名までの作業員を雇用して人力で作業を行う。配管路については計画的な検査等は行わず、日々の作業の中で発見、報告された問題に対し、約 8 ヶ月に一度の頻度で一斉に修理を行っている。

現場の施設の運転にあたるオペレーターは多くが初等教育レベル以下であり、警備員は公式な教育を受けていない者が多い。

ポンプ場でのポンプの運転の操作自体は容易なものの、作業は早朝から深夜にわたり、通常 1 日 5 回の運転・停止を繰り返す。この作業を 1 人が一日担当し、2～3 人のシフトで行っている。

Godey 市では給水システムの運転は Godey 市給水事務所の 15 名のフィールドスタッフにより行われている。市内の配水槽のみ給水事務所の内勤スタッフが交代で管理している他は、すべて専属のフィールドスタッフが運転を担当している。作業内容はポンプ・発電機の運転や浄水プラントの定期的な堆積物除去の他に、取水パイプの修理が行われる。取水パイプは現在川の自然流路中に直接取水口が設置されており、先端のスクリーンの清掃が必要な他に、雨季の濁流や漂流物により損傷を受けるため、定期的な修理・交換が不可欠になっている。施設で利用されている発電機およびポンプはそれぞれ一台のみで予備は無いが、定期的なメンテナンス作業は行われていない。施設の清掃等では必要に応じて数人から 20 人程度の現場作業員を雇用し、技術者とオペレーターの指導の下で人力により作業を行う。配管路については定期的な検査は行われておらず、日常業務の中で入手した情報に基づき 5 ヶ月に一度程度の頻度で配管路全体の一斉修理・補修を行っている。

スタッフのうち技術者（technician）とオペレーターは全員が初等教育のみを受けた人材であるが、技術者の 2 名はオペレーターに比べて経験が長く、更にそのうち一人は過去に合計数ヶ月程度の関連分野の研修を受けている。現在のところ、上記の複数の施設の運転・維持作業を実質的に 4 名のスタッフで行っているが、早朝から夜遅くまでの運転に加えて不測自体への対応が必要になり、スタッフの負担が大きい。

3.1.5 WASHCOの活動状況と料金徴収

WASHCO の組織をとおした住民による給水施設の管理は比較的新しいシステムであり、調査地域ではいまだ普及の途上にある。

Kabribeyah 市での公共水栓では、正式な WASHCO の組織はなく Caretaker と呼称される管理者が対応し、簡単な修繕以外のすべてを市水事務所に頼っている。各給水ポイントには水量メーターがあり Caretaker が集金した料金の中から市水事務所にお金を支払うシステムである。Caretaker は特別な訓練も受けておらず、公共水栓が自分らの敷地に設置されたことから任命されている。難民キャンプでも同様の管理組合があるが、料金徴

収は行っておらず、利用者への配水の管理と故障時の ARRA への連絡が主な任務になっている。

Godey 市内では給水施設管理のための組織はなく、既存の 6 箇所の施設に対して水資源局の技術サポートによって WASHCO を組織する予定である。現在のところ、暫定的にその敷地の所有者が施設の管理を行っているが、個人的な都合で利用者の排除や料金徴収を行っているため、問題も発生している。

料金徴収に関しては、Kabribeyah 市では市給水事務所によって 20L のタンクで 0.5 Birr と決められている。Caretaker は市給水事務所に 1m³ あたり 10 Birr の料金を支払うため徴収金額の 6 割が自分の報酬との認識である。聞き取りによれば月に 300 Birr 程度の集金を行っている。一方都市部の各戸給水栓を保有する家庭や、村落部で独自の Birka を保有する家庭は周辺の住民に水を販売しており、この場合 20L タンクで 1～2 Birr または 1 ヶ月で 15 Birr 程度という料金設定である。

3.2 維持管理技術研修の結果

本調査では、主に次のような研修が行われた。

- 1) パイロットプロジェクトの機材設置に関連した維持管理研修
- 2) モバイルワークショップ関連研修
- 3) Godey 市、Kabribeyah 市のパイロットプロジェクトで建設した給水施設に対する WASHCO 研修

1)については、SRWDB のメンテナンスワークショップを利用した実習や座学も実施した。実習では 2 台の発電機と 1 台のコンプレッサーを講師の指導で研修生が実際に修理を完了させ実践的な研修となった。

2)についてはモバイルワークショップ資材用に調達された機材のうちソマリ州であまり使用されておらずスタッフも経験が少ない資機材について活用のための実習を行った。実習にあたっては時間、資材の制限から少数精鋭とし、今後の体制を整えた。研修の最後にはモバイルワークショップ車両が到着した際の機材の搭載に関する注意点とモバイルワークショップの効果的・効率的な運用について講義を行った。

この研修を通して研修生だけでなく組織に関する課題も明確になった。それらは主に、途上国で共通の問題である組織運営資金の不足、スタッフの維持管理に関する系統だった知識の不足、および計画的な運営維持管理に対する組織的な対応の不足などである。技術スタッフに対する技術的な課題も、SRWDB、市給水事務所および JWSO で明確になった。

3)については、Godey 市における WASHCO 研修は、調査時のパイロットプロジェクトで建設した 5 箇所の公共水栓を研修対象に建設後の恒常的な運用が始まる前までの施設の管理体制の確立を目的に研修を実施した。研修後のモニタリングによりサイト周辺の管理等が実際に行われていることが確認され、現状のメンバーの士気が高いことも確認されている。

Kabribeyah 市の WASHCO 研修も市内の 5 箇所の公共水栓を研修対象に実施した。WASHCO のメンバーの中には給料等が支払われないことを理由にメンバーから辞退するものもだが、最終的には全 35 名のメンバー選定がなされ、そのうち識字者は 23 名、女性は 23 名であった。その後のモニタリングでは、研修内容は比較的理解しているが実際の活動が行われていない状況で、若干のモチベーションの低さが観察され、無給で WASHCO を行うことの抵抗は根強く残っている。

以上から、WASHCO 研修に関する課題が表 3.3 のように整理される。

表 3.3: WASHCO 研修実施に関する課題

<p>研修実施上の 共通課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設計画にあわせてタイミング良く研修を実施するために、迅速でかつ継続的な予算確保が必要である。 ・ 郡レベルの水事務所スタッフが WASHCO 研修を実施出来るようにするためのスタッフ教育（TOT）の実施と教育用マテリアルの配布（ソマリ語）が必要。 ・ ファシリテーターとして研修実施者の立場で研修に参加する 2 名を十分に活用する（2 名は通常当該郡の関係政府機関から選定される）必要がある。 ・ 施設の新規建設や改修の計画段階からの住民の参加を促進する。 ・ 建設プロジェクトに施設周縁のフェンス設置を含めたほうがよい（住民は労務提供を行う）。 ・ 住民および関係機関職員の給水に対する意識改革の必要がある。
<p>Godey 市での 課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 対象コミュニティの低識字率と将来の活動内容を考慮し、研修対象（WASHCO メンバー）の選定で 2 名程度の識字者を含める必要がある。 ・ 研修対象のメンバーの低識字率を考慮した図を用いた研修マテリアルの利用を促進する。 ・ 長期間施設が利用されない場合の WASHCO 組織を継続するための対策が必要。
<p>Kabribeyah 市 での課題</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ ボランティアとして WASHCO の活動に従事することに抵抗を示すメンバーが多く、研修中に多くの辞退者が出た。これに対する対応策が必要。 ・ WASHCO による集金と財務管理に関する研修が不十分のため充実させる。

3.3 運営維持管理の問題点と改善策

調査地における具体的な運営維持管理上の課題（提案）を挙げると以下ようになる。

- ・ メンテナンスの簡易化と修理等のノウハウの蓄積を行うために購入する資機材の標準化を実施する。
- ・ 基本的なスペアパーツの調達と配布のシステムを構築するため、運営・維持管理機材やスペアパーツの調達計画を立案する。
- ・ Godey 市の高い濁度の河川水利用に関して処理による多量のスラッジの発生が危惧されるため、現地の技術レベルと電源供給を考慮して作業効率を十分検討する必要がある。
- ・ Kabribeyah 市のジャラル溪谷でのスケール発生は大きな問題であるが、現場の技術レベルを考慮し、人力による効率的な処理を検討する。また井戸の揚水管の脆弱化に関して現場での実験などを実施して脆弱化の原因を調査すると同時にステンレス管の調達ルートを開拓する必要がある。

- 郡水事務所の職員の離職率が高い点に対して公務員にインセンティブを与えるような施策の実施を行う。
- 郡レベルの WASHCO 研修のメンテナンス作業を含めた作業範囲の拡大に際して水事務所も含めた十分な内容の意思統一を図る。
- 組織ごとに資金管理も含めて財務管理がずさんな都市も多いので資金管理に関する研修を実施する。
- 既存施設、とくに郡での施設の WASHCO 研修の実施の必要性がある。

給水関連組織としての問題点と改善策は、ソマリ州水資源局ではとくにメンテナンス・ワークショップに関する課題としてスタッフ教育、機材の問題が挙げられる。スタッフの能力向上には「修理技術の練磨」と「知識の再教育」が必要である。いずれも組織としての計画が必要である。修理技術研修の対象となる教材（故障機材）は既に州水資源局内に多く存在しており、メンテナンス・ワークショップの改善を可能とするスペースもまた確保されている。この環境を有効利用しつつ、改革・改善する技術研修計画を策定することが必要である。機材では、ワークショップが保有する機械機器の数量と種類が多いこと、そして広範囲に及ぶ維持管理対象の設備・施設に対し、不適切な装備が選定されていることが一つの問題と考えられる。今後は調達機材の仕様を現場環境に合わせて十分検討するとともに、既述のように各機材の仕様やメーカーの標準化の作業を州水資源局が先導で行っていく必要がある

ソマリ州水資源局はスタッフの知識・能力及び設備・装備に関して最高のものを用意するために次のような考慮すべき点を実践していく必要がある。

- 整備能力の強化の為に多くの修理体験を可能とする手立てを考える。
- 効率的な修理体験の為に部品・機材の調達ルート（国内及び海外）の確立を考える。
- 資材調達ルートに基づき具体的な年間整備計画を策定する。
- 電気・機械の区別なくメンテナンスに対応できるスタッフ・組織体系を考える。
- 整備工場の整理整頓と設備機器の整備を心がける。

Kabribayah 市給水事務所は、ジャラル溪谷給水システムの運営・維持管理に関わっているという観点から、州水資源局がその組織の現状をレビューし、将来的に必要な組織について提案している（Organizational Structure for Qabribayah Town Water Supply Utility Office, January 2012 GC, Jijiga）。少なくともマスタープランの施設の運営・維持管理にあたっては現在の JWSO（またはその後任組織）の介入を前提としても、オペレーター等運営・維持管理に関わるスタッフの増員と能力強化が必要となる。

施設の WASHCO による今後の施設の維持管理上の課題としては、以下の点が挙げられる。

- WASHCO メンバーの識字率の低さによって、料金徴収や維持管理費用の記録ができず管理不足が発生すること。

- 郡レベルの WASHCO 研修やその後のフォローアップを行う訓練スタッフが不足していること。
- 住民および関係機関職員の公共の利益である給水事業に対する意識改革の必要性があること。

3.4 関連機関の維持管理能力に対する総合評価

現状での関連組織の維持管理能力と能力を向上させるための組織および組織間の協力体制に対する総合的な評価はいくつか挙げられる。

- 郡水事務所のスタッフや資機材は現状では貧弱であり、BPR によれば今後軽度のメンテナンス作業の地方への移管等が予定されていることから、現状の各事務所の能力では将来的な対応が難しい。その状況は市給水事務所でも同様である。今後郡政府の役割の強化や州水資源局がどの程度まで関与していくかが重要である。
- 関連組織が適切な機械設備の維持管理の重要性を認識するために、現場の技術者だけでなく組織の幹部職員が維持管理の重要性について理解し、運営・維持管理計画の立案を実施する必要がある。そのため組織の抜本的な見直し、とくに組織の長の役割の重要性についても認識し適切な人材の登用が必要になる。予算の確保のために NGO、他ドナーとの交渉も起こりうることであり、交渉能力も必要である。
- Kabribeyah 市ジャラル溪谷給水システムは UNHCR の管理下にあることは前述した。現状では Kabribeyah 市給水事務所がシステムのオペレーションを実施しているが、維持管理能力は低く、機械設備の修理やメンテナンスにかかる作業はできない。またシステムの稼動にかかわる水料金の徴収や財務管理は十分に実施できていない状態である。将来的にはこのシステムは UNHCR からほかの組織に移管されると思われるが、そのことも考慮してこの水供給システムの運用にかかわる各組織間での連携と共同作業の実施が早い段階で必要である。

3.5 給水施設の O&M 計画

計画された施設に基づく各給水システムを運営・維持管理するために必要な人員と作業内容を検討した。またこれに基づき維持管理の費用を算出した。

組織に関しては組織改善が前提となる。オペレーター各業務にはリーダー制を採用し、組織強化を図る。そのためリーダー職は外部雇用等も検討する。運営維持管理に必要な資機材の調達に関しては、調達の責任や運搬は水資源局が担当するのが望ましい。通常のメンテナンス作業はすべて市給水事務所により実施されることが前提となる。

対象 16 郡、Kabribeyah 市及び Godey 市の運営維持管理に必要な作業項目等はそれぞれ以下の通りである。

対象 16 郡の給水施設はその水源と配水方法から、ビルカ・ハフィールドダム、手掘り井戸、浅井戸とハンドポンプ、ボアホール井戸とモーターポンプ及び河川水取得システムの 5 システムに区分できる。

Kabribeyah 市では、

- 井戸施設（ポンプ管理、発電機メンテナンス、施設警備）
- 浄水場（清掃作業、施設警備）、浄水場の配水池（タンク清掃、塩素剤投入）
- ポンプ場（ポンプ運転、バルブ管理、ポンプメンテナンス、施設警備）
- 中継ポンプ場（ポンプ運転、スケール除去、ポンプメンテナンス、施設警備）、中継ポンプ場の配水池（スケール清掃）
- 既存、新規の貯水池（清掃、施設警備）
- 管路システム（メンテナンス）

Godey 市では、

- 河川水取水施設（スラッジ除去、スクリーン清掃）、沈殿池（スラッジとごみ除去）
- ポンプ場（ポンプ運転、ポンプメンテ、施設警備）
- 発電機小屋（発電機運転、発電機メンテナンス）
- 沈殿池（堆積物除去、施設警備）
- 粗ろ過池（表面堆積物除去、濾過材清掃、施設警備）
- 緩速ろ過施設（余剰スラッジ除去・濾過層の調整）
- 浄水池（タンク清掃、塩素剤投入、施設警備）
- 配水池（タンク内清掃、水位確認とバルブ操作、施設警備）
- 管路システム（メンテナンス）

各施設での作業内容、作業の頻度、必要人数についての検討結果から、運営維持管理の費用を以下の項目で算出した。

- 1) スペアパーツ代（ポンプ・発電機の維持管理のための消耗品とパーツ）
- 2) 電気代・燃料代（発電機の燃料、ポンプの電気代）
- 3) 人件費（施設の運転・維持管理に直接関わる主に常駐スタッフ）
- 4) 薬剤代（家庭レベルで利用する水の消毒薬、および浄水場の水処理剤）
- 5) 消耗品費（運営・維持管理に必要な道具等）

それぞれの維持管理費用は表 3.4に示す。

表 3.4: 各郡及び 2 都市の運営維持管理費用(2013 年版)

対象16郡		
郡	運営・維持管理費用 (Birr / 年)	備考
Kabribeyah	14,137,322	Kabribeyah 市の給水施設は除く
Araarso	3,751,608	
Dagahbur	6,417,767	
Birqod	1,971,192	
Shaygosh	2,710,123	
Kabridahar	6,486,672	
Doba wein	3,961,764	
East Ime	7,674,432	
Danan	1,595,124	
Beercaano	3,477,084	
Godey	5,037,504	Godey市の給水施設は除く
Adadle	3,203,184	
Kalafo	7,413,996	
Mustahil	6,487,116	
Rasso	1,227,300	
West Ime	4,597,200	

Kabribeyah 市		
費目	運営・維持管理費用 (Birr / 年)	備考
スペアパーツ	41,796	発電機と陸上ポンプ用スペアパーツ
電気・燃料	3,258,540	発電機と陸上ポンプ用の燃料と電気代
人員	456,000	常駐フィールドスタッフと現場作業員の給与
薬剤	116,592	水処理用塩素剤の購入費
消耗品	43,032	施設清掃用の道具・発電機オイル等
その他	0	
合計	3,915,960	米ドル換算 約 US\$ 211,000

Godey 市		
費目	運営・維持管理費用 (Birr / 年)	備考
スペアパーツ	22,272	発電機と陸上ポンプ用スペアパーツ
電気・燃料	2,211,840	発電機と陸上ポンプ用の燃料代
人員	954,096	常駐フィールドスタッフと現場作業員の給与
薬剤	707,724	水処理用薬剤(凝集剤、pH調整剤、塩素剤)の購入費
消耗品	33,372	施設清掃用の道具・発電機オイル等
その他	0	
合計	3,929,304	米ドル換算 約 US\$ 212,000

算定条件

- 表示した費用はVAT込みの2013年の価格
- 10年間の平均として算出
- 既存施設の維持管理も含む
- 費用は定期的な維持管理の出費で、事故対応および機材交換の出費を含まない

3.6 関連機関の能力向上計画

すでに述べたように、現状の給水関連組織は住民レベルから州レベルの全てのレベルで人員・資機材・技術・財政の点で脆弱である。今後マスタープランで提案された給水システムを適切に運営してゆくためには、前節で提案された作業が実施できるような体制を確立する必要がある。そのためには各レベルの給水関連機関の職員を対象とした短期・中期（1週間～数ヶ月）の研修をマスタープラン計画の実施が開始される2014年から計画的に実施する。

州水資源局は、組織的に各郡の支援を行う必要があるため、各郡の施設概要や必要になる作業内容を職員に周知させ、意識を高めるための短期研修を実施する。技術スタッフには主にワークショップの技術面の研修を実施する。

Kabribeyah 市給水事務所は、組織としては財務管理が弱いことが指摘されていることから、組織の財務管理能力向上のための短期研修を実施する。技術面ではスケールの発生の問題が従来指摘されてきているが、施設設計による根本的な解決が見込めない状況である。そのため、対応策を維持管理の段階で行う必要が生じており、これを効率的・効果的に実施するための研修を行う。

Godey 市給水事務所は、組織としては Kabribeyah 市同様に財務管理が弱いことが指摘されていることから、組織の財務管理能力向上のための短期研修を実施する。技術面では高濁度の河川水の問題が従来指摘されてきているが、施設設計による根本的な解決が見込めない状況である。そのため、対応策を維持管理の段階で行う必要が生じており、これを効率的・効果的に実施するための凝集剤利用による浄水に関する研修を行う。

郡水事務所は、同じく財務管理研修の実施、技術的には全くの基礎研修からはじめる。

WASHCO の組織研修は、通常の WASHCO 研修の実施を行うことが重要である。研修の実施にあたっては研修をとおして今後の WASHCO 研修講師を養成することも念頭に置く。技術的には、特に WASHCO が独自に対応することになる Birka、Haffir ダム、手掘井戸、ハンドポンプのメンテナンスに関する研修を行う。

住民には、特に施設建設サイト付近の住民を対象とした意識改善のための啓発活動が必要になる。

長期能力向上計画に関しては、とくに州水資源局と WASHCO の計画案を表 3.5及び表 3.6に示す。

表 3.5: 州水資源局の長期研修計画

1. 対象	州水資源局関連の研修
2. 期間・頻度	2014年から10年程度、随時
3. 目的	主に州水資源局のワークショップスタッフのメンテナンス技術向上と、メンテナンス実施体制を改善する。
4. 対象者	州水資源局ワークショップ技術職員と関係者（特に統括責任者）
5. 内容	<ul style="list-style-type: none"> - 研修内容はモジュール RWB-MWS に順ずる。 - スペアパーツ等資機材調達ルートと予算の確保 - 故障機材の修理技術の向上訓練 - 職員の理学・工学基礎知識の向上のための座額 - 維持管理計画策定 - 購入・調達機材の仕様統一のための検討 - 技術者養成のための内部教育システムの検討・確立 - 郡や市などで現場実習を実施する。 - 外部での研修の利用
6. 実施上の留意点	<ul style="list-style-type: none"> - 通常業務の実施の妨げにならないよう、研修は短期間のものを断続的に実施する、または1,2人の専人数を長期研修に出す等の配慮が必要。 - 電気・機械のメンテナンス技術は EWTEC の研修コースが毎年アジスアベバで開催されているため、これに研修生を参加させる。 - 同時に教育レベルの高い職員の獲得に努める。 - 郡・県・市の水事務所との情報交換の促進に努める。

表 3.6: WASHCO の長期研修計画

1. 対象	WASHCO関連研修
2. 期間・頻度	1) WASHCO研修講師養成TOT：2014年から5年程度 2) 通常WASHCO研修とフォローアップ：2018年頃から施設設置に合わせて継続。フォローアップは設置後1年後を目処に実施。
3. 目的	1) 郡・県レベルでの研修講師の養成 2) マスタープラン施設建設以降の新設の施設でのWASHCO組織および既存WASHCOのフォローアップを行う。
4. 対象者	1) 郡・県の水事務所職員・州水資源局の職員・NGO等職員 2) 既存WASHCO・新規施設付近住民
5. 内容	1) 将来のWASHCO研修の講師養成のためのTOT研修。 WASHCOによる給水施設運営の考え方 - 住民とのコミュニケーションの技術 - WASHCO研修の内容と実施方法 - これまでの研修における問題点と解決策 2) 通常のソマリ州のWASHCO研修を継続する（モジュールCM-WASH-T参照）
6. 実施上の留意点	1) WASHCO研修講師養成TOT - 最初は州水資源局の講師が今後の拠点となる郡・県の担当者を研修する。 - ソマリ州のWASHCO研修の基礎となる「Rural Water Supply and Sanitation and Hygiene Program, Community facilitator's manual」を参照する。 2) 通常研修とフォローアップの継続 - フォローアップはWASHCOの活動状況を担当水事務所が確認し、必要な場合のみ実施する。 - TOTで養成した講師を随時フォローアップ研修等に投入して、早い段階でWASHCOによる管理体制を確立することを目指す。

4. Godey市給水計画のフイ ージビリティ・スタディ

4 Godey 市給水計画のフィージビリティスタディ

4.1 概要

Godey 市のマスタープランについて、実施可能性を検討するためにフィージビリティ調査を行った。給水計画は水源の選定や既存施設の状況も考慮して妥当な新規給水施設を計画しているが、その計画を実施させるための運営維持管理上の組織体制の現状と課題の分析を行い、改善策の検討も行った。また給水計画を実施するに当たっての事業費だけでなく、運営維持管理費用も積算し、給水計画の経済的、財務的な妥当性の評価も行った。

4.2 地域の特徴

Godey 市はソマリ州の中央部からやや南方側のシェベレ川沿いに位置する、人口 29,379 人（2012 年）のシェベレ川沿いでは最も規模の大きな都市である。

都市の標高は 273m~300m 程度であり、市の南側を東流するシェベレ川の箇所標高が最も低く、市内では北に向かい標高が高じている。

Godey 市周辺の地質は、既存の地質図によれば周辺には前期白亜紀～後期ジュラ紀の Korahé 石膏層(Kg)が広く分布し、その上位をシェベレ川流域等で崩積土、段丘礫層あるいは沖積層が覆う。

Godey 市周辺の年平均降水量は 236mm~272mm（観測期間 1966 年～2009 年）であり、Godey 郡周辺では一般的に小雨季が 4 月～6 月、10 月～12 月が本格的な雨季となる。

Godey 市周辺の表流水資源は、主にシェベレ川からの取水であり、Godey 郡では内陸部で Birka の利用も検討される。シェベレ川は恒常河川であり、河川沿いの Gode 水文観測所では流域面積 127,300km²、そのときの年間平均流出高（1968 年～1971 年）は 25.92mm であった。

地下水資源は石膏層の上位にのる沖積層の層厚は厚くなく、また石膏層が広く分布しているため飲用に適した地下水の確保が難しい。

シェベレ川の水質は、濁度と硬度がエチオピア基準よりも高い値を示している。

4.3 社会経済調査

Godey 市での社会経済調査は市給水事務所への聞き取りと Godey 市内の住民へのサンプル世帯調査によって実施した。サンプル家庭調査は Godey 市内 39 世帯から基本データを得ている。

調査の結果と独自作業から Godey 市の人口は、29,379 人（2012 年時点）、人口増加率は 2.91%であるため、2020 年には 36,958 人に達する。市内には小学校 13、中学校 2 が存在する。保健衛生に関連して病院は 1 つ、ほかに保健衛生センター2、保健衛生ポスト 4 が存在する。職員数は合計 250 名以上である。水因性疾患は主にマラリア、下痢症である。

住民の一人当たり平均水消費量は、雨期で 13.1 リットル、乾期で 21.7 リットルである。水の入手源は家庭の水道栓または水売り人である。乾期の一人当たりの水使用量は雨季

の 1.5 倍から 1.8 倍であった。

水料金に対する支払い意志額や支払い能力からみると、支払い意志額は 15 Birr（最低）から 250 Birr（最高）であった。また家庭所得調査で Godey 市の所得の年平均値は約 30,000 Birr である。都市部生活者の水料金の最大支払い能力額は、所得の 5%とされており（World Bank, 2004）そこから算出すると年額約 1,500 Birr（月額 125 Birr）は支払い可能であると推定される。

4.4 人口と水需要

前述の社会経済調査で述べたように、Godey 市の人口は 2020 年で 36,958 名である。

水需要量に関しては、家庭用、工業用、公共用及び商業用、家畜用、漏水率を考慮して表に要約される結果を得ている。また消防用水水需要は、都市給水設計基準に従い貯水槽容量の 10%に設定した。

表 4.1: 水需要量の要約表

No.	項目	単位	水需要量
1	家庭用水需要量	m ³ /日	840.81
2	工業用水需要量	m ³ /日	3.40
3	商業用水需要量	m ³ /日	2.25
4	公共用水需要量	m ³ /日	62.40
5	家畜用水需要量	m ³ /日	181.77
6	一日平均水需要量 (No.1~No.5)	m ³ /日	1,090.63
7	漏水量	m ³ /日	327.19
8	一日平均水需要量 (含漏水量)	m ³ /日	1,417.82
9	ピーク季節一日水需要量 (No.8×1.2)	m ³ /日	1,701.38
10	一日最大水需要量 (No.9×1.3)	m ³ /日	2,211.79
11	一時間最大水需要量 (No.10×1.9÷24)	m ³ /時間	175.10

4.5 既存施設と給水状況

現況の取水ポンプ容量からみた 1 日あたりの水の生産量は、全水量が生活用水として利用されたと仮定して最大受益者数は 7,500 人であり、最大受益者数を現況の人口で除すると、既存給水率は最も高い場合でも約 26%である。この値はソマリ州の都市部での給水アクセス率 74%に比較して非常に低い。

4.5.1 既存給水施設

a. 施設の現状

Godey 市の水源は河川水であり、給水施設は 1959 年に建設され Godey 市の拡大に伴い 1996 年に拡張された。その後浄水場の改善、配水池の施設、公共水栓の新規設置が行われたが、現状では取水量 150m³/日に対する利用状況は 5,000 人程度である。

取水ポンプ場は当初 2 台のポンプが設置されていたがスペアパーツの入手ができず 1

台だけが運用されている。また、予算不足で中古のポンプしか設置できないこともありポンプが効率的に稼働できていない。Godey 市の給水事務所によれば河川の濁度が高いため、ポンプの保護のために河川水の状況でポンプの使用を判断している。

浄水場は、緩速砂ろ過を採用している。砂ろ過池は 1 地点のものが目詰まり状況で使用できなくなり、2 地点の施設を建設した。そこでの池の個数は 6 個である。沈殿池においては凝集剤の注入やスラッジ掻き出しは商用電源が確保できないため人力での作業である。

浄水池は砂ろ過池で浄化された水が流入し、塩素が投入される。配水池まで圧送する送水ポンプは現状では 3 台のうち 2 台が故障している。発電機等の使用に関しては 1 台のみが稼働しており 1 日のうちの稼働が用途によって使い分けられている。

送水管は、6 インチの硬質塩化ビニール管（uPVC 管）を使用し浄水池から配水池まで敷設されている。全長は約 3,400m である。

配水池は現状の施設配置位置では最も高所に位置しており、3 基が建設された。高架式のもの全体容量が約 200m³ であり、現状の日生産量に対応する。なお残りの 1 基は 1,000m³ の容量を持つが地上式水槽であり、十分な水圧を確保した配水ができない。

Godey 市内には口径 37.5mm~125mm の 4 路線の配水管が敷設されており総延長は約 20,000m である。4 路線のうち主な対象とされた施設は、軍キャンプ、総合病院、空港や国際機関等である。配水管網には 15 箇所の公共水栓があり、そのうち 9 箇所は使用されていない。

b. 給水施設の課題と対応策

Godey 市給水システムの現在の課題と対応策を以下の表 4.2 に示す。

表 4.2: Godey 市給水システムの課題と対応策

No.	課題	対応策
1	不十分な給水量	取水量の増強
2	河川水の高い濁度	沈殿池とろ過池の適切な運転
3	配水管での不十分な水圧	配水圧を増強させるための新規高架水槽の計画策定
4	給水区域の拡張	配水管網の拡張
5	公共水栓の活用	恒久的な給水と運営のための WASHCO の設立

c. 施設の運営維持管理

給水システムの運転は Godey 市給水事務所の 15 名のフィールドスタッフにより行われている。市内の配水槽のみ給水事務所の内勤スタッフが交代で管理している他は、すべて専属のフィールドスタッフが運転を担当している。作業内容はポンプ・発電機の運転や浄水プラントの定期的な堆積物除去の他に、取水パイプの修理が行われる。取水パイプは現在川の自然流路中に直接取水口が設置されており、先端のスクリーンの清掃が必要な他に、雨季の濁流や漂流物により損傷を受けるため、定期的な修理・交換が不可欠になっている。施設で利用されている発電機およびポンプはそれぞれ一台のみで予備は無いが、定期的なメンテナンス作業は行われていない。施設の清掃等では必要に応じて

数人から 20 人程度の現場作業員を雇用し、技術者とオペレーターの指導の下で人力の作業を行う。配管路については定期的な検査は行われておらず、日常業務の中で入手した情報に基づき 5 ヶ月に一度程度の頻度で配管路全体の一斉修理・補修を行っている。

スタッフのうち技術者（technician）とオペレーターは全員が初等教育のみを受けた人材であるが、技術者の 2 名はオペレーターに比べて経験が長く、更にそのうち一人は過去に合計数ヶ月程度の関連分野の研修を受けている。現在のところ、上記の複数の施設の運転・維持作業を実質的に 4 名のスタッフで行っているが、早朝から夜遅くまでの運転に加えて不測自体への対応が必要になり、スタッフの負担が大きい。

WASHCO の組織をどうした住民による給水施設の管理は比較的新しいシステムであり、調査地域では途上段階である。

4.6 給水計画

Godey 市の給水計画は、現状の施設の状況を鑑み、全給水施設を新規に計画する。

2020 年の計画給水量は $2,212\text{m}^3/\text{日}$ であり、水源としては地下水ポテンシャルが水量、水質からみて低く、河川水を利用する計画とした。Godey 市には現状でシェベレ川での飲料水取水地点が 5 箇所あるが、今回の取水地点は既存の取水地点の上流側に検討した。河川水の濁度が高いため故障を起こしやすい環境からポンプを守るために新規取水施設には取水路や沈砂池を設置し、ポンプ場を沈砂池の上に建設する計画とする。

浄水場については、河川水の濁度を考慮して粗ろ過池と緩速ろ過池を採用するが、とくに後者に関しては 24 時間のポンプの稼働が必要不可欠であり電気事情が重要な課題となる。

送水管は送水ポンプ場からはじまり新規配水池までの約 $4,900\text{m}$ の管路長とパイプ口径 300mm を確保する。

配水池の容量は 2020 年で 800m^3 と算定した。既存の配水池は同じ地点に 3 基あり、そのうち 2 基は高架式であるため計画ではこの 2 基は予備用とし、地上式の 1 基（容量 $1,000\text{m}^3$ ）と Godey 市現況で標高の高い地点に新設する 1 基（容量 400m^3 ）を使用する計画とした。前者は標高の低い地域への給水、後者は標高の高い地区への供給を目的として配置する。つまり供給地域の給水範囲の境界を標高 293m で設定し、2 地区に配水する計画である。

配水管網は老朽化した既存のものを更新し配水地域を拡張する。今回のパイロットプロジェクトで配置した公共水栓にもパイプを延長し接続する計画である。新規貯水池の水は 2 方向に配水する。一つは既存の貯水槽に対して送水することであり、他の一つは市内の標高の高い地区に対して配水することである。給水範囲の境界を標高 293m で設定した。既存の貯水池に貯水された水は、標高 293m 以下の区域に対して給水する。

4.7 積算

a. 概算事業費

Godey 市の概算事業費は項目ごとにまとめると次の表 4.3 のようである。

表 4.3: Godey 市給水計画の概算事業費

(単位:USD)

項目	事業費	外貨率	外貨分	現地通貨分
1. 建設工事費				
1.1 直接工事費				
(1) 護床保護	5,500	40%	2,200	3,300
(2) 取水路	37,500	40%	15,000	22,500
(3) 沈砂池	26,300	40%	10,520	15,780
(4) 取水・送水ポンプ室				
1) ポンプ室（躯体）	37,700	40%	15,080	22,620
2) ポンプ・配管・設備	245,900	97%	238,523	7,377
(5) 発電機室				
1) 発電機室（躯体）	29,200	40%	11,680	17,520
2) 発電機・機械設備	72,800	97%	70,616	2,184
(6) 沈殿池				
1) 土木構造物	135,300	40%	54,120	81,180
2) 配管設備	62,500	97%	60,625	1,875
(7) 粗濾過池				
1) 土木構造物	166,200	40%	66,480	99,720
2) 配管設備	157,400	97%	152,678	4,722
(8) 緩速濾過池				
1) 土木構造物	320,100	40%	128,040	192,060
2) 配管設備	119,000	97%	115,430	3,570
(8) 浄水池				
1) 土木構造物	132,000	40%	52,800	79,200
2) 配管設備	47,000	97%	45,590	1,410
(10) 送水管	1,429,600	70%	1,000,720	428,880
(11) 高架水槽				
1) 土木構造物	229,500	40%	91,800	137,700
2) 配管設備	32,200	70%	22,540	9,660
(12) 配水管	1,660,700	70%	1,162,490	498,210
(13) 公共水栓	56,700	40%	22,680	34,020
(14) 家畜用水飲み場	13,500	40%	5,400	8,100
(15) その他	251,400	70%	175,980	75,420
計	5,268,000		3,520,992	1,747,008
平均外貨率			67%	33%
1.2 間接工事費				
	1,775,000	67%	1,189,250	585,750
建設工事費計	7,043,000		4,710,000	2,333,000
2. 設計・施工監理費（建設工事費の15%、下3ケタ切り上げ）				
	1,057,000	67%	708,000	349,000
3. 事務費・その他経費（建設工事費の10%、下3ケタ切り上げ）				
	705,000	67%	472,000	233,000
概算事業費	8,805,000		5,890,000	2,915,000

b. 実施工程

給水施設の建設工事実施は、設計（設計、入札図書作成、入札、施工業者契約）と施工（建設工事の実施、試運転、完工、施工監理）に大別される。

設計には16ヵ月を要すると考える。建設は、建設工事の施工体制の編成によって工期が異なる。本計画では、取水・浄水・送水施設の作業班、配水施設（送水管含む）の作業班、公共水栓・家畜用水飲み場の作業班の3班体制で実施すると設定する。この作業体制班の場合、施工（建設工事の実施）には、24ヵ月を要すると考える。

建設工事の実施にあたっては、建設に必要な資機材の調達を施工工程を決定するクリティカルとなる。特にエチオピア国内では生産しておらず、流通も多くない管材（ダクタイル鋳鉄管やステンレス鋼管）、水中・陸上モーターポンプ、発電機等の調達はエチオピア国の国外からの調達となり、調達には時間を要すると考える。特に、送・配水管布設工事では、管布設総延長が約46kmとなり、管材の調達に管材のエチオピアの国内外生産に関わらず時間を要する。また、そのうち重要な施設と位置付ける基幹送配管の総延長は約8kmとなり、管種はエチオピア国で生産していないダクタイル鋳鉄管等となりエチオピア国の国外からの調達となる。これらの資機材の調達を考慮して、建設工事の施工工程を設定する。

c. 物価変動率と物価変動を見込んだ各年次の事業費

物価変動率はエチオピア国（内貨）の物価と外貨の物価に区分して算定する。

内貨の物価の変動率は、エチオピア国立統計局（Central Statistical Agency: CSA）が公表する消費者物価指数により算定する。内貨の物価の変動率は、2012年1月から同年3月までの物価変動率を内貨の物価の変動率とし、年あたり11.3%と設定する。

外貨の物価の変動率は、国際通貨基金（International Monetary Fund: IMF）が公表する先進国の消費者物価指数により算定する。2013年の予測値は1.6%（年間）、2014年の予測値は2.0%（年間）と予測されており、この平均値をとり1.8%（年間）と設定する。

設計・施工監理費の物価変動分は積算基準の2013年5月から設計開始予定月まで、建設工事費の物価変動分は積算基準から建設工事の入札予定月までを計上する

物価変動を見込んだ各年度の事業費は表4.4の通りである。

表 4.4: Godey 市給水計画の物価変動を見込んだ各年度の事業費

(単位:USD)

西暦(年)	2015	2016	2017	2018	物価変動含む 事業費	基準事業費
1.建設工事費		2,680,000	2,680,000	2,669,000	8,029,000	7,043,000
内 外貨分		1,650,000	1,650,000	1,650,000	4,950,000	4,710,000
内 認識 エチオピア国内貨分		1,030,000	1,030,000	1,019,000	3,079,000	2,333,000
2.設計・施工監理費	282,000	282,000	282,000	297,000	1,143,000	1,057,000
内 外貨分	182,000	182,000	182,000	183,000	729,000	708,000
内 認識 エチオピア国内貨分	100,000	100,000	100,000	114,000	414,000	349,000
3.事務費・その他経費	192,000	192,000	192,000	186,000	762,000	705,000
内 外貨分	122,000	122,000	122,000	120,000	486,000	472,000
内 認識 エチオピア国内貨分	70,000	70,000	70,000	66,000	276,000	233,000
事業費計	474,000	3,154,000	3,154,000	3,152,000	9,934,000	8,805,000

d. 運営維持管理作業と維持管理費

計画された施設に基づく各給水システムを運営・維持管理するために必要な人員と作業内容の検討結果を作成した。また維持管理の費用を算出した。

組織に関しては組織改善が前提となる。オペレーターの各業務にはチーフ制を採用し、組織強化を図る。そのためチーフ職は外部雇用等も検討する。運営維持管理に必要な資機材の調達に関しては、調達の責任や運搬は水資源局が担当するのが望ましい。通常のメンテナンス作業はすべて市給水事務所により実施されることが前提となる。

運営維持管理の主な作業内容は各施設で以下の通りである。

- 河川水取水施設（スラッジ除去、スクリーン清掃）、沈殿槽（スラッジとごみ除去）
- ポンプ場（ポンプ運転、ポンプメンテ、施設警備）
- 発電機小屋（発電機運転、発電機メンテナンス）
- 沈殿池（堆積物除去、施設警備）
- 粗ろ過池（表面堆積物除去、ろ過材清掃、施設警備）
- 緩速ろ過池（余剰スラッジ除去、ろ過層の管理）
- 浄水池（タンク清掃、塩素剤投入、施設警備）
- 配水池（タンク内清掃、水位確認とバルブ操作、施設警備）
- 管路システム（メンテナンス）

これら各施設での作業内容、作業の頻度、必要人数についての検討結果から、運営・維持管理の費用を以下の項目で算出した。また表 4.5に算出した値を示す。

- 1) スペアパーツ代（ポンプ・発電機の維持管理のための消耗品とパーツ）
- 2) 電気代・燃料代（発電機の燃料、ポンプの電気代）
- 3) 人件費（施設の運転・維持管理に直接関わる主に常駐スタッフ）
- 4) 薬剤代（家庭レベルで利用する水の消毒薬、および浄水場の水処理剤）
- 5) 消耗品費（運営・維持管理に必要な道具等）

表 4.5: Godey 市の運営維持管理費用(2013 年版)

費目	費用 (Birr/年)	備考
スペアパーツ	22,272	発電機と陸上ポンプ用スペアパーツ
電気・燃料	2,211,840	発電機と陸上ポンプ用の燃料と電気代
人員	954,096	主にフィールドスタッフと労働者の人件費
薬剤	707,724	水処理用薬剤の購入費
消耗品	33,372	清掃用の道具等
その他	0	
合計	3,929,304	米ドル換算 約 US\$ 212,000

算定条件

- 表示した費用はVAT込みの2013年の価格
- 10年間の平均として算出
- 既存施設の維持管理も含む
- 費用は定期的な維持管理の出費で、事故対応および機材交換の出費を含まない

4.8 運営維持管理

現状の給水施設に対する運営維持管理上の組織的、スタッフの技術的評価はあまり高いとはいえない。各施設を担当する職員は全体で 15 人程度であり、十分ではない。現状ではシステムの運転時間も短く、薬剤投入も十分に行っていないためなんとか対応できているが、ポンプ場ではオペレーターが長時間勤務を余儀なくされるなど、人員配置上の問題もある。また、事務等を担当する内勤のスタッフも、会計処理等を十分に出来ていないことが財務調査の過程で明らかになっている。

住民レベルの管理組織である WASHCO による市内の公共水栓の管理は、現在は Caretaker による管理が行われており、州の新しい方針である WASHCO による管理への移行に多少の問題を抱えているといえる。

市給水事務所の現在のスタッフはもともと十分な基礎教育も受けていない警備員が長期間のオペレーターの作業を手伝った結果、オペレーターに昇格する状況があるなど、スタッフの教育レベルが全体に低く、施設運営上の技術的な課題への対応が難しくなっている。マスタープランの新規施設の稼働後は、利用する技術に特に新しいものはないが、施設の規模が大きくなることをはじめ、これまで適切に行ってこなかった、水処理薬剤の投入を確実に行う必要がある。原水の高い濁度に対処するために浄水過程で 3 種類の薬剤を大量に、かつ適切に原水濁度と流量に合わせて投入する作業が必要になる。これらに加えて発電機等の機材も定期的なメンテナンスが行われておらず、故障の頻度が増すばかりか、故障時の対応も現状では難しいと考えられる。

このような現状に対して本マスタープランで提案する研修を確実に実施することによって組織面強化、技術面の能力の向上が実現できるようにフォローアップすることで給水計画の具体的な実施が可能になると思われる。

4.9 環境社会配慮

4.9.1 初期環境影響評価結果

Godey 市での給水計画に基づく事業実施によって予想される負の影響（現状では影響が不明）に関して、JICA ガイドラインにおける初期環境影響評価（IEE に相当）の結果を表 4.6 に示す。

表 4.6: Godey 市における初期環境影響評価結果

	No.	影 響	評 定		理 由 ・ 備 考
			建設中	供与中	
社 会 環 境	2	雇用・生計等の地域経済	d	c	水源管理にかかる雇用の創出が期待され、地域経済には良好な影響がある。現行の取水源の管理者（販売者）と購入者（小売）の生計には軽微な負の影響が生じる可能性はあるものの、自由に取水できる新規水源の開発が計画されており、深刻な影響は予見されない。
	5	既存インフラ・公共サービス	c	d	導・配水管の敷設工事期間中に、道路片側通行や迂回路の使用によって交通不便が生じる恐れがある。また、建設資材や建設廃棄物の搬出入により、交通混雑が発生する可能性がある。
環 境 汚 染	22	大気汚染	c	d	工事中のトラックや重機、供用中のレベル2施設のディーゼル発電機から二酸化炭素やSO _x 、NO _x が排出される。
	26	騒音・振動	c	d	建設中は重機が稼動するため、一時的な騒音や振動は発生する。
	30	事故の増加	c	d	工事車輛の通行量が増加するため、交通事故の危険性が增大する可能性がある。導水管や配水管のルートに沿って学校、病院がある場合、十分な注意が必要である。

- a: 重大な負の影響が予想される
 - b: 一定の負の影響が予想される
 - c: 現時点では影響が不明
 - d: 影響が予測されない、もしくは極めて軽微な影響が予測される
- スコアリング評価結果（負の影響）を以下に整理する。

- a 評価（重大な負の影響が予想される）：予見される項目はない
- b 評価（一定の負の影響が予想される）：予見される項目はない
- c 評価（現時点では影響が不明）

建設段階：既存インフラ・公共サービス、大気汚染、騒音・振動、事故の増加
供与段階：雇用・生計等の地域経済

4.9.2 緩和対策

Godey 市における給水計画が環境・社会に与える影響に関して検討した結果、深刻な負の影響（a 評定）及び一定の負の影響（b 評定）は建設段階、供与段階ともに見当たらず、いずれも現時点では影響が不明（c 評定）のみが予見された。これらの負と考えられる影響は、適切な対策を講じることによって、軽減することが可能である。そこで、表 4.7 にこれらの影響に対する緩和策を検討した。

表 4.7: 予想される負の影響に対する緩和策

項目	影響	緩和策
既存インフラ・公共サービス	<ul style="list-style-type: none"> 導水管・配水管工事に伴う交通障害 建設資材／建設廃棄物の搬出入による大気汚染（粉じん）、騒音・振動 	<ul style="list-style-type: none"> 工事内容とその予定に関する公示 工事作業、資材等運搬車両運行に係る時間帯の取り決めおよび遵守 交通整理要員の配置 工事車両の慎重な運転と速度自主規制 建設業者による工事車両運転手、建設作業員への交通指導の徹底 道路散水による粉じん発生の抑制 荷台の飛散防止カバーの設置 周辺住民からの苦情を受け付ける窓口の設置とその担当者の配置（苦情等への迅速な対応）
大気汚染	<ul style="list-style-type: none"> 資材運搬や建設活動に伴う粉じんの発生 建設車両・機械等から排出される排気ガスによる影響 	<ul style="list-style-type: none"> 建設車両・機械等の慎重な運転と速度自主規制 建設車両・機械等の予防保守の徹底 排出ガス対策型建設機械の積極的な使用 要望・苦情窓口の設置
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> 建設車両・機械等の稼働及び走行に起因する騒音・振動による影響 	<ul style="list-style-type: none"> 建設車両・機械等の慎重な運転と速度自主規制 建設車両・機械等の予防保守の徹底 要望・苦情窓口の設置
事故の増加	<ul style="list-style-type: none"> 建設車両の増加による交通事故のリスク増加 導水管・配水管工事に伴う道路幅員の減少 	<ul style="list-style-type: none"> 工事内容とその予定に関する公示 工事作業、資材等運搬車両運行に係る時間帯の取り決めおよび遵守 交通整理要員の配置 工事車両の慎重な運転と速度自主規制 建設業者による工事車両運転手、建設作業員の交通指導の徹底 苦情を受け付ける窓口の設置とその担当者の配置
雇用・生計等の地域経済	<ul style="list-style-type: none"> 現行の水源の管理者（販売者）と購入者（小売）への生計影響 	（自由に取水できる新規水源の開発が計画されているため、特段の緩和策を講じる必要はない。）

4.10 経済財務評価

Godey の経済評価は、給水計画が実施された場合の経済的便益を水汲み時間の削減便益と健康改善便益で検討した。前者は社会経済調査の結果から、事業の実施による時間削減効果が 2.4 時間と推定されるため調査地域における労働コストである 1 日当り 100 Birr の基準から考えると 1 日当り 15 Birr ($100 \times 0.5 \times 2.4/8$) の価値とみなすことができる。それによって年間 4,500 Birr に相当する価値となる。健康改善便益では、事業の実施が医療費の削減に貢献する差として表され、安全な飲料水の確保によって一人当たりの医療費の 10% が削減効果とされることが期待される (World Bank, 2004)。費用便益分析によって経済評価の指標を算定し、経済的内部収益率 (EIRR) は、大部分の給水計画で資本の機会費用である 10% を超えた結果となり経済的な妥当は有していると示された。

Godey 市の給水計画の事業費は、2020 年までの総計が、総額 880 万 5 千 USD となる。事業費に対する予算化については、原則維持管理費用をコミュニティが負担すれば初期事業費は政府 (州) 予算で対応する方針であるが、現状とあまりにかけ離れた状況ではドナー等の援助を仰ぐことも視野に入れる必要がある。いずれにしても水料金の徴収額によって事業費を回収することは困難であるため、財務評価は実施しないが、運営維持管理費用の算出した結果と水料金の徴収額の比較では、現状の Godey 市の 15 Birr/m³ の水料金を徴収した場合は維持管理費用を賄うのは難しい。計算では 30.9 Birr/m³ 以上の水料金の徴収が確保できれば徴収額が維持管理費用を上回り、また 50 Birr/m³ の水料金の設定で 62% 以上回収することで、維持管理費用を上回り財務的に妥当になる。途上国での世帯の水道料金支払い能力は、国連によるこれまでの調査では 3~12% とされており、本ケースでは年間の収入の 8% を仮定すれば、社会経済調査のデータから月額 202 Birr/月程度の支払いが可能である。Godey 市で平均 6 人世帯を仮定する場合、月の水使用量は約 3.6m³ であるため、50 Birr/m³ の料金でも支払いが可能であると推測できる。

5. 結論と提言

5 結論と提言

5.1 結論

5.1.1 地下水利用可能性調査

調査の結果から湧出能力や地下水位及び水質の評価を組み合わせる帯水層評価分類を実施した地下水利用可能性評価図をジャラル溪谷及びシェベレ川流域のサブベースンを結合した地域において作成した。図面の縮尺は 1/250,000 である。定量的に判定できるデータが非常に少ないため相対的な表示の図面となった。上述の地域での図面から伺える判定は以下のようである。

- ジャラル溪谷では溪谷沿いや Kabribeyah 郡から Kabridahar 郡にかけての左岸沿いの台地部では中～高の湧出能力で良好な水質の帯水層が分布する。一方右岸側では湧出能力の低い、水質も一部よくない帯水層の分布や湧出能力も水質も中程度の箇所も細長く分布する。Kabridahar 郡から南側では左岸側に一部低湧出能力で水質は良好な帯水層が分布する反面、一部低湧出能力で水質も劣悪な地域も散在する。
- シェベレ川の広い流域では、石膏層が広く分布することもあり、湧出能力は中程度であるが水質は劣悪で飲用には適さない。シェベレ川沿いは地下水の評価は低い、表流水のポテンシャルは利用できるため、中程度の能力に判定している。

一方水資源情報図は、上記の評価図の結果を参照しながらソマリ州全域での水資源のポテンシャルや水質について検討した結果をとりまとめた。これらから次のような点が類推できる。

- 浅層地下水のポテンシャルに関しては、地形、とくに平坦な低地部に注目し、恒常河川の存在や急傾斜地から平坦部に变化する箇所の抽出をおこない、浅層地下水の抽出箇所の選定を実施した。その結果、ジャラル溪谷沿いや山地・丘陵部に小規模に浅層地下水のポテンシャルが比較的高い地域が点在する。
- ソマリ州全域の水資源のポテンシャル評価としては、オガデン地域を除いてシェベレ川の南西側では水資源の量的な部分においては高い、あるいは比較的高い地域が広がるが、水質では劣悪な状況である。ジャラル溪谷沿いでは水資源の量的な状況は中～比較的高い地域が多く、水質は一般的により傾向あるいは水質の変化が大きい地域が分布する。

水資源情報図と利用可能性評価図とはジャラル溪谷やシェベレ川沿いでは類似した情報が提示されているので、両地域以外の評価では、水資源情報図も利用できる可能性は十分にあると思われる。

5.1.2 給水計画

調査結果や解析に基づき結論としては各 16 の郡と郡内の都市に関して施設配置と概略的な設計、数量の算出を実施した給水計画が立案され、数量に沿って概算事業費の算出

が行われた。また積算にあわせて事業の実施計画を作成した。事業の期間は 2014 年から 2020 年までの 7 年間で計画し、主な事業費は Kabribeyah 市で 1,870,000 USD（事業期間：2 年間）、Godey 市では 8,805,000 USD（事業期間：4 年間）である。都市部を含む郡の概算事業費は少ない郡で Birqod 郡の 1,685,000 USD、多い郡で Kabribeyah 郡（都市域は除く）の 14,664,000 USD であった。運営維持管理費用は、給水計画に沿った施設の維持管理項目と人員等の計画に基づいて算出され、それらは主に人件費、資材費、燃料・電気代、薬品代及びスベアパーツ代である。また機材の交換費用も計上している。郡全体での概算事業費に対する運営維持管理費用の割合は、平均 3.4% である。また以下の都市及び郡での概算事業費に対する運営維持管理費用の割合は Kabribeyah 市で 9.6%、Godey 市では物価上昇を加味して 4.5% である。郡では Birqod 郡の 5.4%、Kabribeyah 郡（都市域は除く）の 4.3% であった。Kabribeyah 市の事業規模は小さいが、運営維持管理費用は既存施設にも及ぶため、比率は高くなっている。

郡の経済評価は、給水計画が実施された場合の経済的便益を水汲み時間の削減便益と健康改善便益で検討した。費用便益分析によって経済評価の指標を算定し、経済的内部収益率（EIRR）は、大部分の給水計画で資本の機会費用である 10% を超えた結果となり経済的な妥当は有していると示された。

郡における給水計画の事業費は、2020 年までの総計が、総額 1 億 1 千万 USD 以上となる。事業費に対する予算化については、原則維持管理費用をコミュニティが負担すれば初期事業費は政府（州）予算で対応する方針であるが、現状とあまりにかけ離れた状況ではドナー等の援助を仰ぐことも視野に入れる必要がある。いずれにしても水料金の徴収額によって事業費を回収することは困難であるため、財務評価は実施しなかったが、運営維持管理費用の算出した結果と水料金の徴収額の比較では、20 Birr/m³ 程度の徴収によって各郡では最高 86%、最低 18% 程度の徴収率が確保できれば水料金の徴収額が維持管理費用を上回るため計算上は維持管理費用の回収によって財務的に妥当になる結果である。

Kabribeyah 市の経済評価も、給水計画が実施された場合の経済的便益を水汲み時間の削減便益と健康改善便益で検討した。費用便益分析によって経済評価の指標を算定し、経済的内部収益率（EIRR）は、給水計画で資本の機会費用である 10% を超えた結果となり経済的な妥当は有していると示された。

Kabribeyah 市における給水計画の事業費は、2020 年までの総計が、1,870,000 USD 以上となる。財務評価は運営維持管理費が Kabribeyah 市の現行料金の 10 Birr/m³ で算定して水道料金が 100% 回収できれば、財務的内部収益率は 6.1% であり、市場金利によっては財務的に可能な計画となるが、100% の回収は現実的ではないため困難を伴う。

いずれにしても事業の予算化に向けた計画では、郡や Kabribeyah 市とも、SRWDB の予算の範囲で一部利用すべきであるが、現状を考慮してドナー等の援助を受けることが望ましい結論となった。

5.1.3 給水施設の運営維持管理

a. 結果の総括

本調査の結果から、調査対象地域の給水施設の維持管理に関して次のようにまとめられる。

給水施設の維持管理を担当する政府組織である郡水事務所、市給水事務所、州水資源局、また住民組織である WASHCO の能力は低く、現状ではなんとか施設稼働率を維持してはいるが、外部からの多額の援助に頼らざるを得ない状況にあり、干ばつ時の緊急給水への対応も難しい。これらの根本的な原因の一つは州政府の予算が十分でないことにあるが、その他の重要な要因としては各組織のスタッフの教育レベルの低さがあげられる。教育レベルが低いことは実務にあたっての論理的な問題解決や自主的な知識・技術の習得を阻んでいる他、お金や数量の適切な管理が出来ないという状況を生み出している。各組織レベルでの状況は以下のとおりまとめられる。

a.1 住民レベルの維持管理

住民レベルの維持管理に関しては、現状の管理人による管理から WASHCO によるシステムに切り替えて行く必要があり、既存の多くのサイトでの早急な研修実施のために講師を行う人材が県や郡レベルで必要になる他、従来の管理人（Care-taker）による管理のシステムからの切り替えのために十分な住民教育を行う必要が出てくると考えられる。住民の意識改善は、対象人数も多いことから時間がかかるが、WASHCO 研修の結果から、短期間でも研修実施による意識改善の効果は期待できる。

a.2 郡・市レベルの維持管理

郡水事務所は組織面・保有資機材の面で著しく能力が低く、BPR 後の新しい体制に対応するためには最低限の資機材の供与を含めた技術研修の実施が必要となる。市の給水事務所も同様の状況にあるが、Godey 市と Kabribeyah 市に対してはマスタープランで計画した施設の運営・維持管理を可能にするための中期能力向上計画を提案した。

a.3 州レベルの維持管理

州水資源局のワークショップはスタッフの教育不足や資機材の不足から都度対応型のメンテナンスの繰り返しの陥っており、調達されたポンプや発電機等の機材を十分に使いこなすことが出来ていない。ソマリ州の給水施設維持管理に関わる最上位の機関として十分な技術力・組織力を発揮できるようになるためには、今後、組織として機材の維持管理についての認識を改め、計画的な維持管理を実現する体制を整えると共に、今回調達された機材を利用して十分な技術向上を図る必要がある。本調査では、マスタープランの給水施設の維持管理にも関連して中・長期的に必要な具体的な技術研修を提案している。

本調査で計画した 16 郡および 2 市での給水施設の拡張と新設工事を実施し、その健全な運営を実現するためには維持管理のための適切な予算確保とそれに基づいた維持管理

作業の実施が必要不可欠になる。本調査ではこの点を考慮し、各郡と 2 つの市におけるマスタープラン施設の施工と運営に必要な維持管理作業を明らかにし、更にその費用（維持管理費）を算定した。

b. 今後の指針

本調査においては主たる C/P 機関である州水資源局に対して、緊急給水や維持管理に利用するための車両や機材を調達供給し、短期間ながらも水資源局や関連機関の職員を対象にこれらの機材を利用するための研修を実施した。この研修を契機に、今後は独自にスタッフの能力向上の研修を進めていくことが求められる。また、マスタープランで計画した給水施設に対しては維持管理のための作業と必要な人員および維持管理作業に必要な費用は算定しており、今後計画の実施の検討にあたっての重要な基礎資料となる。

5.1.4 Godey市のフィージビリティ・スタディ

a. 結論

調査結果を踏まえ、Godey 市の給水計画が立案され、その数量に基づく積算によって概算事業費が算出された。また事業の実実施計画や予算化のための検討もなされた。さらに運営維持管理の将来的な計画として研修計画の立案がなされ、また環境社会配慮では緩和策の提案も行った。

給水計画は、シェベレ川の河川水を水源とし取水地点は既存の自由アクセス地点よりも上流側とし河川侵食を防止するための河川保護工の検討も行っている。その他の施設ではポンプ場計画は取水ポンプと送水ポンプを 1 箇所を設置する計画、給電計画は現時点の不確実な電気供給計画でなく発電機の利用を計画した。浄水場は現状では電気使用ができないことから発電機による 24 時間の計画とし、粗ろ過池に付随して緩速ろ過を計画した。送水管は送水ポンプ場から開始し、総延長は 4,998m である。貯水槽の容量は 2020 年で 800m³ と算定した。既存の貯水槽は同じ地点に 3 基あり、地上式の 1 基（容量 1,000m³）と Godey 市現況で標高の高い地点に新設する 1 基（容量 400m³）を使用する計画とした。前者は標高の低い地域への給水、後者は標高の高い地区への供給を目的として配置する。つまり供給地域の給水範囲の境界を標高 293m で設定し、2 地区に配水する計画である。配水管網は老朽化した既存のものを更新し配水地域を拡張する。今回のパイロットプロジェクトで配置した公共水栓にもパイプを延長し接続する計画である。

給水計画による施設の数量から、概算事業費を求めた。事業期間は 2015 年～2018 年、基準となる総事業費は 8,805,000 USD（物価変動を考慮すると 9,934,000 USD）である。

運営維持管理費用は、人件費のほかいくつかの項目を検討しており、基準の総事業費の 4.5%程度である。現状の運営維持管理能力は脆弱であり、それを補うための人員の確保がなされ、同時にこれら職員や WASHCO メンバーに計画した研修を確実に実施することで、プロジェクト成功の必要条件になる。すなわちこれらの条件をクリアすることで運営・維持管理面からプロジェクトは実現可能と言える。

環境社会配慮では、深刻な影響は見つからないが、建設中の緩和策は、工事の規制等を設けるなどを実施することが重要である。

Godey の経済評価は、給水計画が実施された場合の経済的便益を水汲み時間の削減便益と健康改善便益で検討した。費用便益分析によって経済評価の指標を算定し、経済的内部収益率（EIRR）は、大部分の給水計画で資本の機会費用である 10%を超えた結果となり経済的な妥当は有していると示された。

Godey 市の給水計画の事業費は、2020 年までの総計が、総額 880 万 5 千 USD となる。事業費に対する予算化については、原則維持管理費用をコミュニティが負担すれば初期事業費は政府（州）予算で対応する方針であるが、現状とあまりにかけ離れた状況ではドナー等の援助を仰ぐことも視野に入れる必要がある。いずれにしても水料金の徴収額によって事業費を回収することは困難であるため、財務評価は実施しないが、運営維持管理費用の算出した結果と水料金の徴収額の比較では、現状の 15 Birr/m³ の水料金を徴収した場合は維持管理費用を賄うのは難しい。計算では 30.9 Birr/m³ 以上の水料金の徴収が確保できれば徴収額が維持管理費用を上回り、また 50 Birr/m³ 以上の水料金の設定で 62%以上の回収によって、維持管理費用を上回り財務的に妥当になる。

b. 主な今後の検討点

Godey 市のフィージビリティスタディを受けて給水計画に対して今後いくつかの点で検討が必要であり、以下に示す。

- 浄水場計画の中で通常は粗ろ過池のあとに緩速ろ過を計画するが、今回もそれに順ずる。通常、緩速ろ過池は、基本的に間欠運転が推奨されず、24 時間運転の元で計画されるべきものであるため、Godey 市においても 24 時間運転を計画している。しかしながら現段階での商用電力による運転は不確定であり、発電機による 24 時間の運転を計画しているので、緩速ろ過池の管理は十分に行う必要がある。また、必要となる緩速ろ過池の面積は、荒ろ過池と比較して広大であり、かつ緩速ろ過池の維持管理は手作業で行う必要がある。以上のように現段階では維持管理体制の確立が施設の運用に大きく影響するため、組織の強化を行う必要がある。それが行われないと施設の運用は困難である。
- 配水計画のうち、設計基準事例 (Project design, financial and economic feasibility study, vol.1 tool kits and annexes, MoWE, 2003) にのっとって給水システムを各戸給水、ヤード給水及び公共水栓としているが、各戸やヤード給水は、基本的には幹線から分岐してパイプを使用するため、個人負担が原則である。費用面から個人利用が減少する可能性もあり、給水アクセス率の低下にもつながる可能性がある。いずれにしても今後その原則は明確にして予算の分担等に関して水給水事務所等と協議する必要がある。

5.2 提言

5.2.1 概要

ここでの提言で取り上げた項目は、ソマリ州での課題とするいくつかの点について整理し言及しているものである。主な課題は、精度の高い水資源に関するポテンシャル評価のマップが少なく、またあまり普及していないこと、郡や代表的な都市部での実現可能な給水計画が未整理、既存の給水施設、とくにジャラル溪谷給水システムに対するハード、ソフト面の運営維持管理の脆弱性に関する課題などである。以上の数点を整理することにより今後のソマリ州における水資源開発、管理に対する提言としたい。

5.2.2 水資源（地下水）利用可能性評価図のよりよい活用のために

ソマリ州における既存の水資源ポテンシャルに関する評価図は多いとは言えない。広域的な水理地質図としてはエチオピア全土を対象にした、エチオピア地質調査所による「Hydrogeological map of Ethiopia (縮尺 1:2,000,000), Ethiopian Institute of Geological Survey, 1988」や水理地質情報を取り扱った DFID による「Groundwater availability during drought map, Ethiopia Water Security and Drought (縮尺 1:2,000,000), DIFD, 2001」があるが、十分に使いやすい内容とはいえない。比較的広域的な調査の事例としては、「ワビシェベレ川流域の総合マスタープラン, WWDSE, 2004」や「Hydrogeological mapping project report, UNICEF, SHAAC, 2009」がある。また最近では、UNESCO によるソマリ州のベースライン調査において「Hydrogeological Map of South Eastern Ethiopia (縮尺 1:500,000), UNESCO, MOWE, and DFID, 2012」のマップが作成されたがまだ刊行されていない。今回、JICA 調査団では、これらの既存のデータをレビューしつつ、給水計画のための水理地質調査結果や既存井戸データの収集につとめ、ジャラル溪谷流域の「地下水利用可能性評価図（縮尺 1:250,000）」やワビシェベレサブ流域の「水資源利用可能性評価図（縮尺 1:250,000）」（以上評価図）およびソマリ州全域での「水資源情報図（縮尺 1:2,000,000）」を作成する。調査団の作成するこの水資源（地下水）利用可能性に関する評価図は、主に 16 の郡と 2 つのタウンを含む地域を対象にしているが、以下のような特徴を含んでいる。

- 収集した既存井戸のデータは 14 項目にわたり、内容を精査し、かつ柱状図のあるものは地層区分を行い、郡ごとに地質断面図を作成している。
- 帯水層の面的な分布と深度分布を明確にしている。
- 代表的な地点の水質調査を行い、量と質の比較を行っている。

また、水資源情報図はリモートセンシングの 2 次データを用いて、代表とするパラメータ（地形・地質、涵養量（降水量と蒸発散量）、リニアメント）を比較し、利用可能性評価を可視的に行っている。

今後これらの評価図をどのように活用するかは提案としては、次の点が挙げられる。

- ① SRWDB には「Water Research Study and Management CP」が組織上は存在しており、調査に関しては今後この部署が中心になって実施すると思われるが、このような図面作成やデータの更新等に関しても中心になる部署であると思われる。この組織が評価図を有効に利用できるようになるために、この組織の強化が必要である。
- ② このコアプロセスで、今回作成した水資源（地下水）利用可能性評価図の利用方法の検討や、各郡への評価図の普及、実務的な NGO 組織への情報提供、あるいはソマリ州水資源公社（SWWCE）との掘削地点の協議などに今回の評価図を利用することが求められる。その際に現状の人材で不足する点があれば新たな人材の投与も検討する必要がある。
- ③ 評価図を用いて例えば井戸掘削を実施した結果を水エネルギー省の地下水データベース ENGWIS（Ethiopian National Groundwater Information System）プロジェクトに新しいデータとして登録してデータベースの更新に貢献することも重要である。

現在緊急給水箇所として Water trucking を実施している郡のうち、今回の評価図を用いて水を得ることが可能な郡も出現する可能性もあるため評価図を注視する必要がある。

5.2.3 給水計画の効率的な活用

今回の給水計画は、16 郡と 2 市について立案した。主な計画の特徴点は以下の通りである。

- 日本人の安全管理上現地に行くことができない郡が大多数であるが、サテライトイメージと既存井戸の情報等を使用し、実情に近い水資源利用を検討している。
- 施設配置計画を検討してより可視的な図面を作成しているが、安全上の理由から現地に行くことができない郡も多いので、今後 SRWDB 等の技術者によって現地の地形条件等から現場に即した修正等を実施することが望ましい。
- 具体的な年度ごとの実施計画を作成したほか、施設の数量等を計上して、積算を実施し予算面でも細部にわたって利用できる。
- 給水計画を実施に移す際の施設の運営維持管理に関してもパイロットプロジェクトによる施工後の WASHCO の活動を整理しており今後の方策も取り入れている。
- 今回実施した 16 の郡の給水計画以外の郡については、前述の水資源情報図等と併用しながら水資源利用計画等を検討することが望ましい。
- 今回の給水計画は、他ドナーでも水源の種類や数量、図面等から見てもすぐに利用できるようになっている。

Kabribeyah と Godey の市給水計画に関しては、Kabribeyah がジャラル溪谷給水システムの拡張計画、Godey が現況の給水システムの抜本的な見直しと新規給水計画の立案となっている。これらの給水計画に対して効果的な活用を行うためには、以下の点を考慮する必要がある。

- ① Kabribeyah 市については主には今後水源の確保、ポンプ施設までの送水管径の拡大、送水中継ポンプの稼働時間の増加、Kabribeyah 市での管路網の整備等があるが、いずれにしても SRWDB やその他のドナー関係者が実施するとしても UNHCR との協調関係を保ちながら作業を行う必要がある。
- ② Godey 市に関しては今回調査団で提案した給水計画をどのように予算化するかを検討する必要がある。既存のマスタープランもあるが積算の比較をしても既存案のほうがかなり予算的に安すぎる傾向にあり、SRWDB でも今回の給水計画案と既存案との比較も行い、予算化の方法を検討することが望ましい。

5.2.4 ジャラル溪谷給水システムの今後の運用に関して

今回の給水計画やパイロットプロジェクトを実施した2つの市のうち、Kabribeyah 市に関しては既存のジャラル溪谷給水システムの拡張の提案を調査団では行っているが、今後のジャラル溪谷給水システムの継続的な運用にあたっては以下の点が重要になる。

現況のジャラル溪谷給水システムは UNHCR が創設した経緯から、運用にあたっての責任を有しており、JWSO が施設面の維持管理、市給水事務所（通称：Water Desk）は一部の集金や施設の運転、清掃および管理を行う運営面を担当している。UNHCR はジャラル溪谷給水システムの移管に関して現在でも模索しているが（2007 年にジャラル溪谷給水システムに関して Oxfam メモで移管について検討）、進捗はみられない。もし移管する場合はどこ組織になるのかだが、おそらく Kabribeyah 郡事務所→郡水事務所、そして Kabribeyah 市給水事務所が移管先となるのが順当な判断である。現状で移管の議論が進展していない主な理由は、市給水事務所の技術的な面も含めた運営維持管理能力に問題があり、適切な管理ができない状況があるためである。課題はかなり明確であり、提言としても以下のような点にしばられる。

① システムそのものの運営を行う、市給水事務所へのキャパシティディベロップメントが非常に重要になる。技術援助の方策を検討する必要がある。方法としては SRWDB が技術指導を行う体制を確立することが望ましい。

② 現状では SRWDB の技術指導が望ましいのであるが、UNHCR との直接の協議が進んでいない。その理由としては、現状ではホストコミュニティ対策や難民対策への対応の違いや組織の違い（政府組織と国連機関）等があり、両者の関係がスムーズではない。しかしながら、今までの流れから言っても市給水事務所に対して SRWDB が技術的な指導や活動のモニターと評価を行うことなどの指導的な立場を維持することが必要であり、そのために早い時期の SRWDB と UNHCR との協議再開が望まれる。

③ SRWDB は 2012 年に市給水事務所の構造改革案を提出した。そこでは SRWDB が主には市給水事務所に対しての活動のモニターと評価、必要な技術提供、実施にあたってのルールやレギュレーション、ガイドラインの確認を行うこと、また UNHCR は主に市給水事務所に対して全体の管理、O&M のための助成金の提供、市給水事務所への必要な技術援助、キャパビル、既存施設のリハビリや拡張などを行うことが期待されている。SRWDB がこのような活動を行うためにも、SRWDB の技術能力の強化や予算確保のため

の活動が必要である。収入の目途としては構造改革案では、水代の徴収、政府組織、あるいは NGO からのクレジットや助成金、Kabribeyah 郡政府からの助成金、コミュニティからの寄付などから賄うような計画がなされているが、当面は UNHCR からの援助を含みつつ Kabribeyah 郡政府がファンドのサポートを行うことが現実的である。

④ 市給水事務所の機能強化のために、組織は合計90人の人員の確保をめざしている。段階的な人員の確保をめざし、まずは技術職員の確保が最優先である。このように SRWDB の市給水事務所に対する効果的な構造改革案はぜひ実行に移すべきであり、効果的な組織構造、O&M の創設、妥当で適切な水供給サービスとよりよいオペレーションマニュアルとビジネスプランが実施されれば、今後のジャラル溪谷給水システムの持続的な運用に道が開けると推測される。