

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 (6/7)

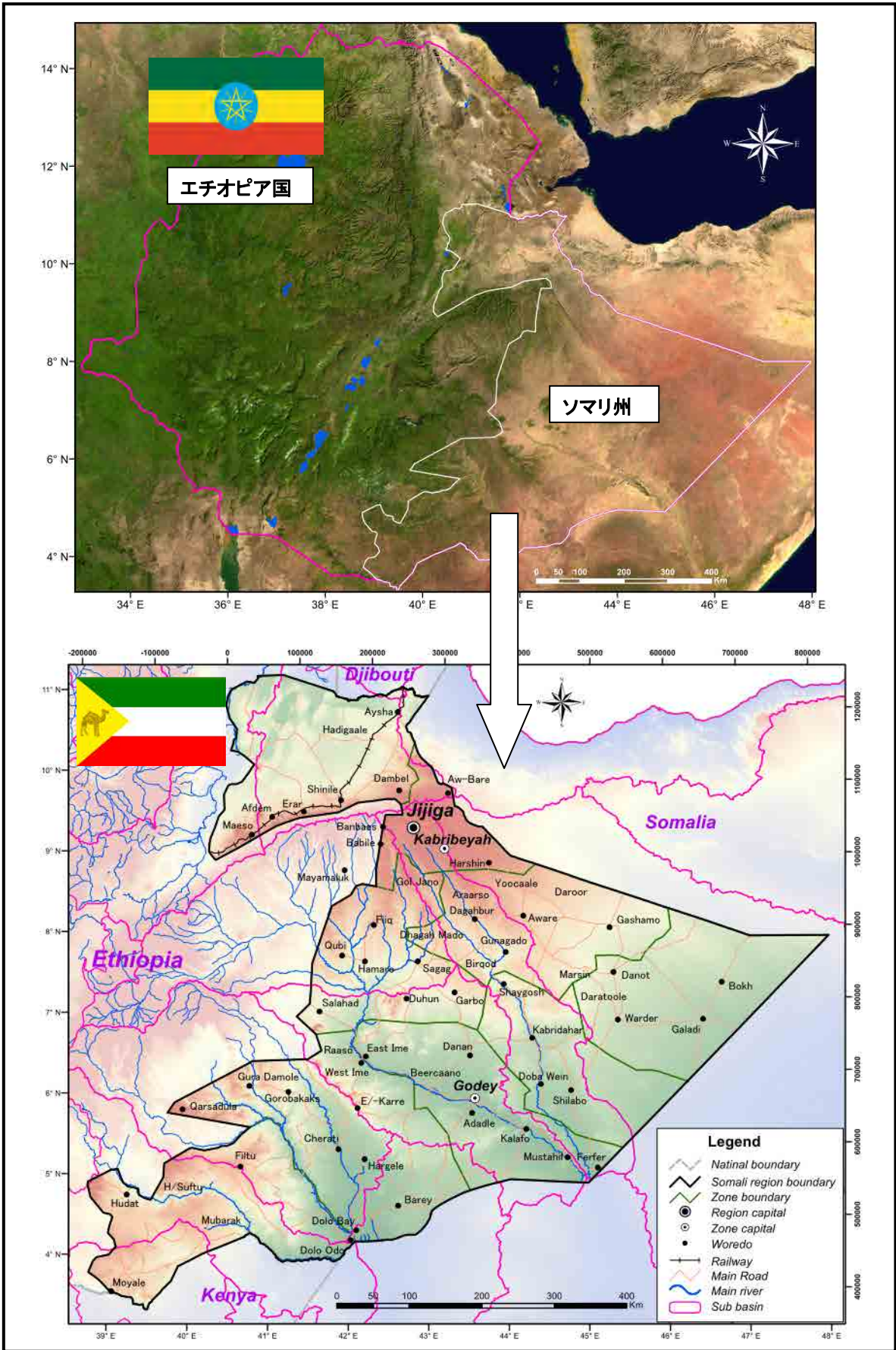
サポーティングレポート

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

頁:

1.	物理探査	1-1
1.1	調査地域と調査の目的	1-1
1.1.1	調査地域	1-1
1.1.2	調査の目的	1-1
1.2	探査地点	1-1
1.2.1	探査地点の選定理由と探査数量	1-1
1.2.2	探査地点の踏査と選定	1-2
1.3	探査方法	1-2
1.3.1	垂直比抵抗電気探査	1-2
1.3.2	TEN法電磁探査	1-4
1.4	探査及び解析結果	1-11
1.4.1	垂直比抵抗電気探査 (VES)	1-11
1.4.2	TEM法電磁探査	1-13
1.4.3	VESとTEM探査結果及び掘削結果との比較	1-16
1.4.4	物理探査結果から見た地質的解釈	1-19
2	井戸掘削と揚水試験	2-1
2.1	井戸掘削の目的と方法	2-1
2.1.1	目的	2-1
2.1.2	方法	2-2
2.2	掘削地点の選定	2-4
2.3	掘削結果	2-6
2.3.1	掘削業務の概要	2-6
2.3.2	掘削結果と岩相	2-6
2.3.3	物理検層の結果	2-11
2.3.4	掘削結果と物理探査の対比	2-12
2.4	揚水試験	2-14
2.4.1	はじめに	2-14
2.4.2	段階試験	2-14
2.4.3	連続試験	2-19
2.4.4	回復試験	2-23

	2.4.5 揚水試験のまとめ	2-24
2.5	水理地質的特徴と考察	2-25
3	社会経済調査	3-1
3.1	概要	3-1
3.2	開発計画及び法制度	3-2
	3.2.1 エチオピア連邦	3-2
	3.2.2 ソマリ州	3-2
3.3	ソマリ州の社会経済状況	3-3
	3.3.1 人口と人口統計	3-3
	3.3.2 地方行政区分	3-5
	3.3.3 地方経済	3-6
3.4	ソマリ州での難民状況	3-6
3.5	社会経済調査結果の分析	3-8
	3.5.1 水利用調査	3-8
	3.5.2 各郡の給水状況調査	3-13
	3.5.3 都市部における給水状況調査	3-19
	3.5.4 サンプル家庭調査	3-23
4	環境社会配慮	4-1
4.1	事業コンポーネントの概要	4-1
4.2	給水計画コンポーネントの概要	4-2
	4.2.1 都市給水計画	4-2
	4.2.2 村落給水計画	4-19
4.3	ベースとなる環境及び社会の状況	4-36
	4.3.1 自然環境	4-36
	4.3.2 環境汚染・汚濁	4-39
	4.3.3 社会環境	4-41
4.4	環境カテゴリー分類	4-48
4.5	エチオピア国の環境社会配慮制度及び組織	4-49
4.6	代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討	4-52
4.7	スコアリング	4-55
4.8	環境社会配慮調査のTOR	4-56
4.9	環境社会配慮調査結果	4-57
	4.9.1 地域経済（失業者の発生）	4-57
	4.9.2 建設車輛の往来に伴う環境・社会影響	4-58
4.10	環境影響評価（初期環境影響評価）	4-60
4.11	緩和策	4-63

4.12	環境モニタリング計画	4-64
4.13	ステークホルダー協議	4-67
4.14	結論	4-68

添付資料

会議議事録 (M/M)

- M/M-0 インセプションレポート打ち合わせ協議議事録
- M/M-1 第1回 運営委員会議事録 (プログレスレポート協議)
- M/M-2 第2回 運営委員会議事録 (インテリムレポート協議)
- M/M-3 第3回 運営委員会議事録 (ドラフトファイナル協議)

確認書

- K-1 SRWDBとのパイロットプロジェクト資材、施設引渡しに関する確認書

表 目 次

	頁:
表 1.1:	物理探査の調査数量..... 1-1
表 1.2:	各地域の物理探査の調査内容..... 1-1
表 1.3:	シュランベルジャー法電極間隔一覧..... 1-3
表 1.4:	電気探査測定器仕様..... 1-3
表 1.5:	TEM法探査測定システム..... 1-7
表 1.6:	送信器のサンプリング時刻表..... 1-7
表 1.7:	比抵抗値の分類..... 1-13
表 1.8:	井戸掘削地点の地質と物理探査結果との対比..... 1-18
表 1.9:	測点番号5付近の既存井戸の地質..... 1-19
表 1.10:	Qaaxo-North地域のTEM法探査結果の詳細..... 1-20
表 1.11:	既存井戸PB1の地質..... 1-20
表 1.12:	既存井戸PB1の地質と解析結果との対比..... 1-21
表 1.13:	既存井戸EB2の地質..... 1-21
表 1.14:	既存井戸EB2の地質と解析結果との対比..... 1-22
表 2.1:	生産井掘削の基本仕様..... 2-2
表 2.2:	掘削地点のサイト情報..... 2-5
表 2.3:	掘削結果の概要..... 2-6
表 2.4:	孔内検層の仕様..... 2-11
表 2.5:	深度別の比抵抗値 (JICA Well No-1)..... 2-11
表 2.6:	深度別の比抵抗値 (JICA Well No-2)..... 2-12
表 2.7:	実施した揚水試験の仕様..... 2-14
表 2.8:	段階揚水試験の揚水量と水位低下量..... 2-15
表 2.9:	JICA Well No-1の井戸効率算定結果..... 2-16
表 2.10:	JICA Well No-2の井戸効率算定結果..... 2-18
表 2.11:	解析で求めた帯水層(砂岩層)の水理常数..... 2-24
表 2.12:	揚水試験に伴う簡易水質分析結果..... 2-25
表 2.13:	掘削地点の地下地質層序..... 2-26
表 2.14:	掘削井戸と帯水層の概要..... 2-27
表 2.15:	揚水に伴う地下水影響の実測結果..... 2-27
表 2.16:	地下水影響圏の試算結果..... 2-28
表 3.1:	調査対象郡..... 3-1
表 3.2:	第四次水セクター開発計画の上位目標と達成目標..... 3-3
表 3.3:	1994年及び2007年のソマリ州センサスデータ..... 3-4
表 3.4:	2007年及び2011年のソマリ州人口..... 3-5
表 3.5:	郡別調査対象地域の人口(2011年)..... 3-5
表 3.6:	ソマリ州難民キャンプの人口統計..... 3-7
表 3.7:	各対象市と郡の調査結果概要..... 3-8
表 3.8:	地域全体の水利用量..... 3-9
表 3.9:	貯水施設保有率..... 3-9
表 3.10:	対象郡の一人当たりの用途別水利用量(L/日)..... 3-10
表 3.11:	給水ポイントへの平均距離(片道)..... 3-11
表 3.12:	給水状況を観察した給水施設..... 3-11

表 3.13:	水利用状況観察結果	3-11
表 3.14:	郡水事務所の職員数及び事務所機材	3-13
表 3.15:	調査対象郡における既存水源	3-14
表 3.16:	調査地域における保健衛生施設及び職員数	3-14
表 3.17:	郡別年間水因性疾病患者数	3-15
表 3.18:	調査地域の教育施設と生徒数	3-15
表 3.19:	調査地域の主要作物生産量	3-16
表 3.20:	調査地域の家畜分布	3-17
表 3.21:	飲料水の水源別家庭比率 (2007年)	3-18
表 3.22:	Doba wein 郡の給水状況	3-19
表 3.23:	Kabribeyah市給水事務所の収入と支出	3-21
表 3.24:	Godey市給水事務所の収入と支出	3-22
表 3.25:	サンプル世帯の分布	3-23
表 3.26:	サンプル家庭における主要水源	3-24
表 3.27:	サンプル家庭における水源までの距離	3-25
表 3.28:	水の平均運搬時間	3-26
表 3.29:	飲料水の煮沸に関する住民の意識	3-26
表 3.30:	家族が下痢症にかかる頻度	3-27
表 3.31:	新規給水施設からの水に対する支払い意志額	3-27
表 3.32:	調査地域における郡別年間家計所得	3-28
表 4.1:	本プロジェクトによって実施される事業の概要 (当初計画)	4-2
表 4.2:	都市給水の計画概要	4-3
表 4.3:	Dagahbur市給水システムの計画概要	4-7
表 4.4:	Kabridahar市給水システムの計画概要	4-8
表 4.5:	Doba Wein市給水システムの計画概要	4-8
表 4.6:	Araarso市給水システムの計画概要	4-9
表 4.7:	Bohelxagare市給水システムの計画概要	4-10
表 4.8:	Shaygosh市給水システムの計画概要	4-10
表 4.9:	Birqod市給水システムの計画概要	4-11
表 4.10:	Danan市給水システムの計画概要	4-11
表 4.11:	Kabribeyah市給水システムの計画概要	4-12
表 4.12:	Godey市給水システムの計画概要	4-15
表 4.13:	Kalafo市給水システムの計画概要	4-16
表 4.14:	Mustahil市給水システムの計画概要	4-16
表 4.15:	East Ime市給水システムの計画概要	4-17
表 4.16:	West Ime市給水システムの計画概要	4-18
表 4.17:	Beercaano市給水システムの計画概要	4-18
表 4.18:	Rasso市給水システムの計画概要	4-19
表 4.19:	村落給水の計画概要	4-19
表 4.20:	調査地域における保健衛生施設及び職員数	4-42
表 4.21:	調査地域における年間水因性疾病患者数 (単位: 人)	4-43
表 4.22:	家庭飲料水の水源別比率 (2007年)	4-45
表 4.23:	調査地域の主要作物生産量	4-46
表 4.24:	調査地域の家畜分布	4-47

表 4.25:	本給水計画における事業特性と地域特性	4-48
表 4.26:	ソマリ州における給水・衛生事業の環境影響調査分類	4-50
表 4.27:	本計画に対する非実施案および実施案の影響比較	4-52
表 4.28:	本計画におけるスコーピングマトリクス	4-55
表 4.29:	スコーピング結果に基づく環境社会配慮調査の概要	4-56
表 4.30:	エチオピア国における大気汚染ならびに騒音・振動に関する環境基準	4-59
表 4.31:	予想される影響の概要	4-60
表 4.32:	予想される負の影響に対する軽減対策	4-63
表 4.33:	環境モニタリング計画案	4-65
表 4.34:	特に配慮されるべき環境社会影響	4-68

目 次

	頁:
図 1.1: シュランベルジャー法電極配置	1-2
図 1.2: 電気探査測定器	1-3
図 1.3: 層構造解析結果例	1-4
図 1.4: TEM法探査測定概念図	1-5
図 1.5: TEM法探査測定器	1-6
図 1.6: TEM法探査の送信源と測定点の配置	1-8
図 1.7: Smoothインバージョンによる解析例	1-9
図 1.8: 層構造インバージョンによる解析例	1-10
図 1.9: 解析フロー図	1-11
図 1.10: 物理探査位置図	1-23
図 1.11: Qaaxo-North地域測定点位置図	1-24
図 1.12: Qaaxo-South地域測定点位置図	1-25
図 1.13: Qaaxo-East地域測定点位置図	1-26
図 1.14: Qaaxo-North地域見掛比抵抗分布図	1-27
図 1.15: Qaaxo-North 地域比抵抗構造断面図 (測線1~3)	1-28
図 1.16: Qaaxo-North地域比抵抗構造断面図 (測線4~6)	1-29
図 1.17: Qaaxo-South見掛比抵抗分布図	1-30
図 1.18: Qaaxo-South地域比抵抗構造断面図(測線1~2)	1-31
図 1.19: Smoothイメージング比抵抗断面図 (Qaaxo-Morth地域 測線 1 ~ 5)	1-32
図 1.20: Smoothイメージング比抵抗断面図 (Qaaxo-Morth地域 測線6~9)	1-33
図 1.21: 層構造解析断面図 (Qaaxo-North地域 測線1~5)	1-34
図 1.22: 層構造解析断面図 (Qaaxo-North地域 測線6~9)	1-35
図 1.23: Smoothイメージング比抵抗平面図 (Qaaxo-North地域)	1-36
図 1.24: 見掛比抵抗曲線及び解析結果図 (Qaaxo-South地域)	1-37
図 1.25: Smoothイメージング比抵抗断面図及び層構造解析断面図 (Qaaxo-East地域)	1-38
図 1.26: TEM法探査とVES法探査の対比図 (Qaaxo-North地域)	1-39
図 1.27: 井戸掘削選定地点	1-40
図 1.28: 掘削結果との対比図	1-41
図 2.1: 掘削地点の概略位置図 (Farda地区)	2-1
図 2.2: 井戸仕上げ構造図	2-3
図 2.3: 井戸掘削地点位置図	2-5
図 2.4: 地質総合柱状図 (JICA Well No-1)	2-9
図 2.5: 地質総合柱状図 (JICA Well No-2)	2-10
図 2.6: s-Q (左) とSw/Q-Q (右) 図 (JICA Well No-1)	2-16
図 2.7: s-Q (左) とSw/Q-Q (右) 図 (JICA Well No-2)	2-17
図 2.8: 段階試験の経過時間と水位変動の関係 (JICA Well No-1)	2-18
図 2.9: 段階試験の経過時間と水位変動の関係 (JICA Well No-2)	2-19
図 2.10: 連続揚水・回復試験の経過時間と水位変動 (JICA Well No-1)	2-19
図 2.11: 連続揚水・回復試験の経過時間と水位変動 (JICA Well No-2)	2-20
図 2.12: ヤコブの式 (JICA Well No-1)	2-21

図 2.13:	タイスの式 (JICA Well No-1)	2-21
図 2.14:	ヤコブの式 (JICA Well No-2)	2-22
図 2.15:	タイスの式 (JICA Well No-2)	2-22
図 2.16:	回復図式 (JICA Well No-1)	2-23
図 2.17:	回復図式 (JICA Well No-2)	2-24
図 3.1:	ジャラル溪谷とシェベレ川流域における雨季と乾季の用途別水利用量	3-10
図 4.1:	事業対象位置図	4-1
図 4.2:	井戸開発による給水システムの概略図	4-4
図 4.3:	河川水による給水システムの概念図	4-5
図 4.4:	雨水を利用して貯水するビルカの設計図	4-6
図 4.5:	Godey市の取水地点と送水管計画	4-13
図 4.6:	Godey市給水配水管計画図	4-14
図 4.7:	Dagahbur郡給水計画図	4-20
図 4.8:	Kabridahar郡給水計画図	4-21
図 4.9:	Doba Wein郡給水計画図	4-22
図 4.10:	Araarso郡給水計画図	4-23
図 4.11:	Adadle郡給水計画図	4-24
図 4.12:	Shaygosh郡給水計画図	4-25
図 4.13:	Birqod郡給水計画図	4-26
図 4.14:	Danan郡給水計画図	4-27
図 4.15:	Kabribeyah郡給水計画図	4-28
図 4.16:	Godey郡給水計画図	4-29
図 4.17:	Kalafo郡給水計画図	4-30
図 4.18:	Mustahil郡給水計画図	4-31
図 4.19:	East Ime郡給水計画図	4-32
図 4.20:	West Ime郡給水計画図	4-33
図 4.21:	Beercaano郡給水計画図	4-34
図 4.22:	Rasso郡給水計画図	4-35
図 4.23:	エチオピア国の地形区分 (Tamiru Alemayehu, 2006)	4-36
図 4.24:	本プロジェクトの対象地における月別気温 (上段: Godey市、下段: Jijiga市)	4-37
図 4.25:	ソマリ州と周辺の間年降水量分布図	4-38
図 4.26:	エチオピア国の地質概略図 (Tamiru Alemayehu, 2006)	4-38
図 4.27:	乾季における竜巻状の砂塵嵐 (Jijiga市において2013年2月撮影)	4-39
図 4.28:	本プロジェクトにおける対象地域の水質	4-40
図 4.29:	対象地における大型車輛通行の様子 (Godey市において2013年3月撮 影)	4-41
図 4.30:	Karamara Hospitalにおける年間上位10位の疾病内訳 (単位: 件) ..	4-44
図 4.31:	Karamara Hospitalにおける年間上位10位の入院疾病内訳 (単位: 件)	4-44
図 4.32:	Godey市内における廃棄物の自然放置状況 (2013年3月撮影)	4-46
図 4.33:	対象地における道路状況 (左: Kabribeyah市内、右: Godey市内。2013 年3月撮影)	4-48

図 4.34:	ソマリ州環境保護・鉱山・エネルギー開発庁 (SEPMEDA)	4-49
図 4.35:	ソマリ州環境保護・鉱山・エネルギー開発庁 (SEPMEDA) 組織図	4-50
図 4.36:	Godey市内における給水源の溜め池と小売業者の少年たち (2012年9 月撮影)	4-57
図 4.37:	乾季において枯渇したため池(左) シェベリ川沿いの自由取水地(右)	4-58
図 4.38:	幹線道路の状況 (左: Kabribeyah市内、右: Godey市内)	4-58
図 4.39:	WASHCOに対する研修 (上段: Kabribeyah市、下段: Godey市)	4-67

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	Socioeconomic 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, USNASA	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

1. 物理探查

1. 物理探査

1.1 調査地域と調査の目的

1.1.1 調査地域

物理探査の実施地域は、ジャラル溪谷東側の Qaaxo-North 地域及び Qaaxo-South 地域と、ケブリベヤ市からジャラル溪谷に至る道路の Qaaxo-East 地域の 3 地域である（図 1.10、図 1.11～図 1.13参照）。

1.1.2 調査の目的

ジャラル溪谷周辺の地質・水理地質状況を推定するために、物理探査（電磁探査及び電気探査）を実施した。Qaaxo-North 地域については、ジャラル溪谷給水システムの水源となる新規水源井戸の掘削地点 2 地点を選定すること、また、Qaaxo-South 及び Qaaxo-East 地域については、水理地質状況の基礎資料を得る目的で物理探査を行った。

1.2 探査地点

1.2.1 探査地点の選定理由と探査数量

当初の計画では、電気探査（垂直電気探査：VES 法探査）を 50 点、電磁探査（時間領域電磁探査法：TEM 法探査）を 25 点で予定していたが、地表浅部の地質及び水理地質がある程度判明されたため、より深部の地質構造を解明するため TEM 法探査の調査数量を増やして調査を実施した。

測定地点は、比抵抗断面図作成のための測定地点を考慮して選定した。特に、Qaaxo-North 地域は、井戸掘削地点の候補地 2 箇所を選定することや主要な帯水層の地下水可能性を評価することから井戸掘削選定周辺では地下水ポテンシャルの高い地点を把握するために TEM 法探査地点間に VES 法探査地点の補完を行なった。

表 1.1に物理探査の調査数量を、表 1.2に各地域の物理探査の調査内容を示す。

表 1.1: 物理探査の調査数量

	TEM法探査	VES法探査	計
計画点数	25	50	75
実施点数	42	34	76

表 1.2: 各地域の物理探査の調査内容

地域名	TEM法探査	VES法探査	計
Qaaxo-North	22	25	47
Qaaxo-South	1	9	10
Qaaxo-East	19	0	19
計	42	34	76

1.2.2 探査地点の踏査と選定

事前調査として、水理地質担当者と共に物理探査実施地域を踏査し、測定地点の位置、調査地域への道路状況等の確認を行った。また、物理探査開始時には、住民へ本プロジェクトの説明を行い、物理探査実施時の協力を求めた。

Qaaxo-North 地域の調査では、TEM 法探査を初めに行い、その後に VES 法探査を実施した。VES 法探査地点は TEM 法探査地点と同一地点または TEM 法探査地点の補完として選定した。さらに、TEM 法探査の測定結果から異常地域と考えられる地点に VES 法探査地点を設け、TEM 法探査結果の検証も兼ねた。

1.3 探査方法

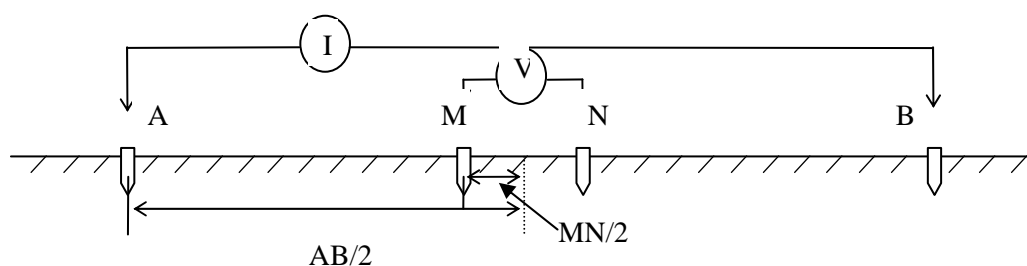
1.3.1 垂直比抵抗電気探査

a. 電気探査の原理

電気探査は、大地に直流電気を流し、それにより形成される電位から地下の比抵抗分布を明らかにする方法である。すなわち、岩石の電気的な性質がそれぞれ異なることから、自然現象として、地表下の岩石・地質の比抵抗値を調べ、地下水の状況及び地質構造を明らかにすることである。

a.1 垂直電気探査

電気探査（垂直電気探査：VES 法探査）は、地表下の水平な層状の地下構造を仮定して探査する方法である。本調査ではシュランベルジャー法の電極配置を採用した（図 1.1）。



$$\rho_a = \pi/4 \times ((AB^2 - MN^2)/MN) \times (V/I), \quad \rho_a = \text{見掛比抵抗(ohm-m)}$$

I : AB間の送信電流(A)、V : MN間の測定電圧(V)、AB : 電流電極、MN : 電位電極

図 1.1: シュランベルジャー法電極配置

電流電極と電位電極の電極間隔が小さければ見掛比抵抗値は浅い部分の構造を反映し、大きければ深部の構造も含む値になる。したがって、電極間隔を変えて一連の測定を行い、電極間隔の関数として見掛比抵抗(ρ_a)を求めれば地下構造の解析が可能となる。

シュランベルジャー法は、測線上に設けた外側の 2 箇所の電流電極(A、B)に送電し、その内側に設けた一对の電位電極(M、N)で電位差を測定する。それぞれの電極間隔に対応した ρ_a を求め、この ρ_a と電極間隔との関係を両対数グラフにプロットし、曲線で表示した。この曲線は一般的に VES (Vertical Electric Sounding) 曲線と呼ばれている。電流電

極間隔(AB/2)と電位電極間隔(MN/2)との組合せを、表 1.3に示す。

表 1.3: シュランベルジャー法電極間隔一覧

(AB/2)	1.5	2.1	3	4.2	6	9	13.5	20
(MN/2)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5/6
(AB/2)	30	45	66	100	150	220	330	500
(MN/2)	0.5/6	6	6	6	6/45	6/45	45	45

a.2 測定装置

測定機器の機種は、PASI 社製(イタリア)の 16GL 型送受信機及び Chongqing Wanman Geophysical Instrument Company 社製(中国)の WDJ-2 型送受信機である（図 1.2参照）。以下に電気探査測定装置及び測定機器仕様を示す（表 1.4参照）。



16GL型送受信機



WDJD-2型送受信機

図 1.2: 電気探査測定器

表 1.4: 電気探査測定器仕様

測定機器名	仕様
16GL型送受信機	Output current : 1~1,000mA
WDJD-2型送受信機	Output current : 1~100mA

b. 現地測定

b.1 測定方法

電気探査は、井戸掘削地点の Qaaxo-North 地域及び Qaaxo-South 地域で実施した。

電気探査の測定地点は GPS にて位置を決定した。測定は VES 法探査とし、電流電極の最大を AB/2=330m とした。

b.2 測定状況

調査地域の北西側高地では岩盤が多いため接地抵抗が高く、電流が流れにくい地域で

あった。このため、電流を多く流すために電流電極の本数を増やしたり、電極設置の位置を換えたりして測定を試みた。さらに、電流が流れにくい地点では、出力電圧を高電圧に切り替えて通電し測定を行ったが、微弱な電流しか流れない測定地点での測定値は再現性のないデータもある。よって、取得したデータには、一部大地の真の比抵抗を示していない測点がある。

c. 解析方法

解析ソフトウェアは、米国 Interpex Ltd.社製の“RESIX-P”を使用し、一次元インバージョン解析を行った。解析は、既存井戸の地下水位・掘削深度・隣接点での解析結果や地形・地質等を考慮して行った。また VES 曲線から幾層かの層構造であるかを判断して解析を行なった。層構造解析は、各層の深度をできるだけ正確に抽出できる解析方法である。図 1.3は、Qaaxo-South 地域の測定番号 9 の層構造解析結果例である。図の左側は、測定データ及び解析された比抵抗構造の理論曲線、右図は解析された層構造解析図を示している。

Qaaxo-North 地域については、比抵抗構造から地下水貯存の可能性の判断及びその深度を推定した。

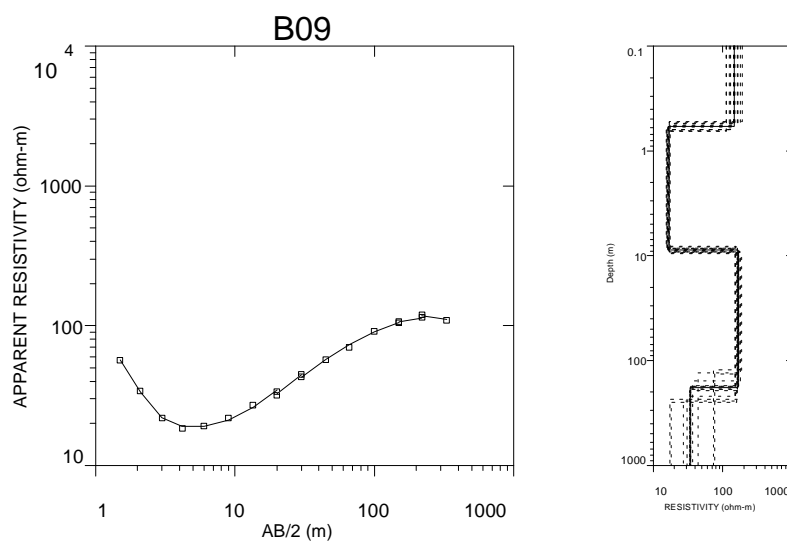


図 1.3: 層構造解析結果例

1.3.2 TEN法電磁探査

a. TEM法探査の原理

過渡現象(或いは時間領域)電磁探査法は TEM 法と呼ばれ、送信器により人工的に磁場を励起させ、地下からの応答を時間領域で測定し、地下の比抵抗構造を調査する方法である。通常この方法は地上にループ状のケーブルを敷設し、そのケーブルに定電圧(直流)電流を流し、その電流を急激に遮断した後の磁場の時間的変化率をコイル状の磁場センサーで測定する。

この電流遮断後の 2 次磁場は、地下に励起された渦電流により発生する。渦電流は図 1.4 に示すように時間とともに地下深部に透過していく。この現象は煙草の煙が広がっていく様子に似ているため、スモーク・リングとも呼ばれている。一方、電流遮断後のコイル出力電圧（磁場の時間変化）は、地下の比抵抗構造に影響を受ける。例えば、その比抵抗が高い場合には電流遮断後直後の出力電圧が大きくなるが、その後急激に減衰していく。逆に低比抵抗媒体では、電流遮断後直後の出力電圧は高比抵抗媒質の場合に比べて低い、その減衰率は小さい。コイル出力電圧値は、見掛比抵抗値に換算することができ、深度の情報は電流遮断後の経過時間に関連する。

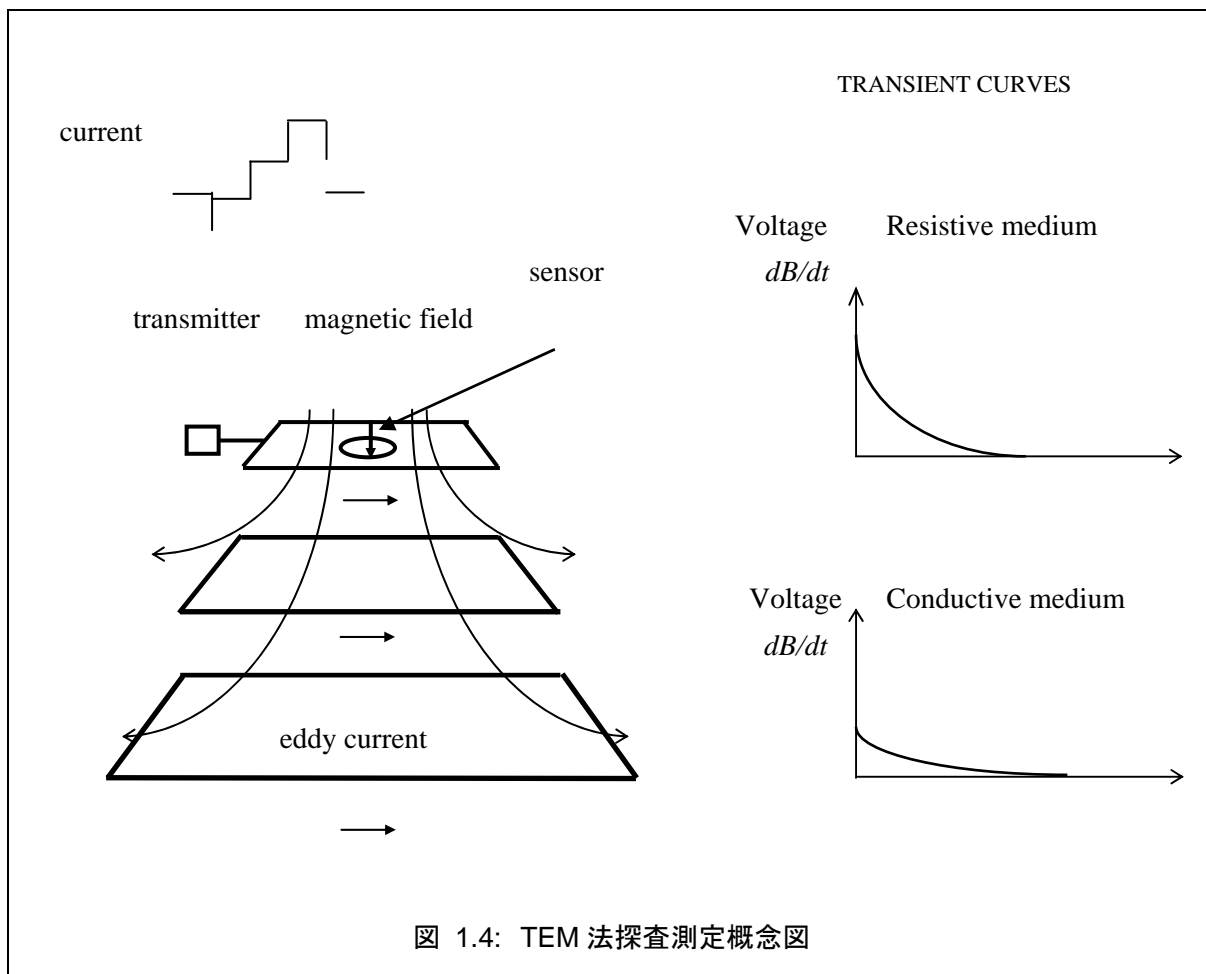


図 1.4: TEM 法探査測定概念図

a.1 TEM法電磁探査

この方法の特徴を以下に列記する。

- 1) 電極を地面に接地する必要が無く、受信コイルも地上に水平に設置するだけでよい
 ため、接地抵抗が高い砂漠や岩盤露出岩地域では作業効率上非常に有効である。
- 2) 測定装置は小型軽量であり、アクセスの悪い砂漠や山岳地でも使用が可能である。
- 3) 送信電流を遮断した後の磁場の過渡現象を測定するために、測定中には 1 次磁場は
 存在しないため、非常に安定した受信信号を測定することができる。
- 4) 磁場のみを測定するため、電場測定を必要とする手法で問題となるスタティック・

シフト（地表直下の局所的な比抵抗異常体の影響が地下深部まで及ぶ現象）が発生しない。

a.2 測定装置

本調査で使用した測定装置はカナダの Geonics 社製の TEM 法測定システムで、EWTEC から借用した（図 1.5 参照）。この測定システムの仕様を表 1.5 に示す。本測定システムは主として受信器、受信コイル及び送信器からなる。

Protom57-MK2D 受信器は、TEM 法測定データ収録装置であり、対象深度によって電流遮断後の磁場変化率を収録するためにいくつかの測定時間レンジが設定されている。その測定レンジは、H（電流遮断後 85.29～6,980 μ s）、M（352～27,900 μ s）、L（881～69,800 μ s）と呼ばれる 3 つの測定レンジである。これらの測定レンジは基本周波数と呼ばれているもので送信器とともに制御されている。また、各測定レンジは概ね対数間隔の時間で設定されたゲートが各レンジに 20 個ずつ設けられている。各ゲートのサンプリング時間を表 1.6 にまとめる。

送信器の TEM57-MK2 は、バッテリー駆動及び発電機の併用可能で、最大 25A の送信ができる。

磁場センサーには、インダクション磁力計（コイル）を利用した。

Protom57-MK2D と送信器との時刻の同期は、レファレンス・ケーブルで繋ぎ、Protom57-MK2D の内蔵時計によって行なう。

磁場センサーからの受信信号は記録装置のアンプで増幅された後、スタッキング処理される。スタッキング処理後の受信信号は 20 ゲート（測定時刻）でサンプリングされ、内部メモリーに記録される。現場作業終了後、測定記録を測定装置のメモリーからコンピュータへ転送して解析を行なう。



Receiver 受信器



Transmitter/Generator 送信器/発電機

図 1.5: TEM 法探査測定器

表 1.5: TEM 法探査測定システム

Equipment		PROTEM57
Receiver	Measured Quantity	Time rate of decay of induced magnetic field
	Repetition Rate(Hz)	285/237.5, 75/62.5, 30/25, 7.5/6.25, 3/2.5
	Time Gates	20 geometrically spaced time gates
	Synchronization	(1)Reference cable (2)High stability quartz crystal
Transmitter	Current Wave Form	Bipolar rectangular current with 50% duty cycle
	Maximum Current	25A
	Output Voltage	110 and 120 VAC for 120V 210 and 230 VAC for 220V
Receiver Coil		Air-cored Coil, Effective Area:100m ²

表 1.6: 送信器のサンプリング時刻表

単位: m/sec

Gate No	EM57 time range		
	H	M	L
1	0.0859	0.352	0.881
2	0.104	0.427	1.06
3	0.129	0.525	1.31
4	0.159	0.647	1.61
5	0.198	0.802	2.00
6	0.248	1.00	2.50
7	0.312	1.25	3.14
8	0.393	1.58	3.95
9	0.497	1.99	4.99
10	0.629	2.52	6.31
11	0.797	3.19	7.99
12	1.01	4.05	10.13
13	1.28	5.14	12.86
14	1.63	6.54	16.35
15	2.07	8.32	20.80
16	2.64	10.59	26.47
17	3.37	13.49	33.72
18	4.29	17.19	42.99
19	5.47	21.90	54.74
20	6.97	27.92	69.77

b. 現地測定

b.1 測定点の測位

測定位置は、GPS(Global Positioning System)により測定を行なった。測定地点の緯度・経度及び標高は、図 1.11～図 1.13の測定点位置図に記載している。

b.2 測定方法

TEM 法探査の測定配置は、セントラルループ法で実施した。セントラルループ法測定配置は図 1.6に示すように 100m×100m の送信ループを用いて、その中心に EM57 用センサーを地表に設置して測定した。測定は、送信電流遮断後 85.29μs～69.8ms の時間範囲で行っており、浅部の比抵抗情報から深部 400m 程度までの比抵抗情報を抽出した。

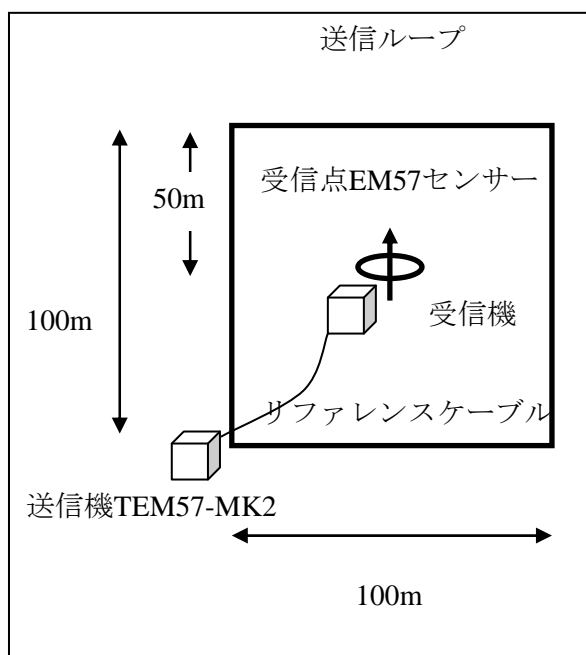


図 1.6: TEM 法探査の送信源と測定点の配置

TEM 法探査の測定手順は以下の通りである。

- 1)測定地点を簡易測位器と巻尺にて決定する。
- 2)送信ループの方向及び長さを簡易測位器で測量し、100m×100m のループを設置する。
- 3)送信ループケーブルの両端に TEM57-MK2 送信器を接続する。
- 4)送信ループ内部に設置した測定点に磁気センサーを水平に設置する。
- 5)磁気センサーから 5m 程度離れた場所に受信器を置く。
- 6)送信器と受信器とをリファレンスケーブルで接続する。
- 7)送信電流を 9～17A とし、測定レンジ H・M・L（高・中・低周波数）の測定を行う。
- 8)Protom57-MK2Dシステムによる測定終了後は、測定器材を撤収し、次の送信ループ設置場所へ移る。

b.3 測定状況

測定データへの混入として電磁ノイズが上げられる。Qaaxo-South 地域及び Qaaxo-East 地域での商用電線からの電磁ノイズの混入を避けるため商用電線から 200m 以上離れて測定した。これにより、比較的良いデータを取得することができた。この他に、一部の測点でデータのバラツキが認められたが、全体に取得されたデータの質は良い。

c. 解析方法

解析ソフトウェアは、米国 Interpex Ltd.社製の“IX1D v3”を使用した。解析は測定データから地下比抵抗構造を求めるために、以下に示す Smooth インバージョンと層構造インバージョンと呼ばれる解析手法を使用した。

c.1 Smoothインバージョン

実際の解析では、まず Smooth インバージョンと呼ばれる手法で解析した(図 1.7参照)。Smooth インバージョンは、層厚が深度方向に対して対数的に厚くなるように自動的に設定し、各層の比抵抗値のみをインバージョンで解く方法である。さらに、各層間の比抵抗は穏やかに変化するという拘束条件を設けている。

本手法では初期値を与えず解析結果が得られるため、解析者によらず同じ結果が得られる特徴がある。Smooth インバージョン解析結果は地下構造を映像化(イメージング)し、大局的な比抵抗変化を把握することに適している方法である。図 1.7は Qaaxo-North 地域の測定番号 4 の解析例である。図の左側は、測定データ及び解析された比抵抗構造の理論曲線、右図は解析された Smooth インバージョンによる解析図である。

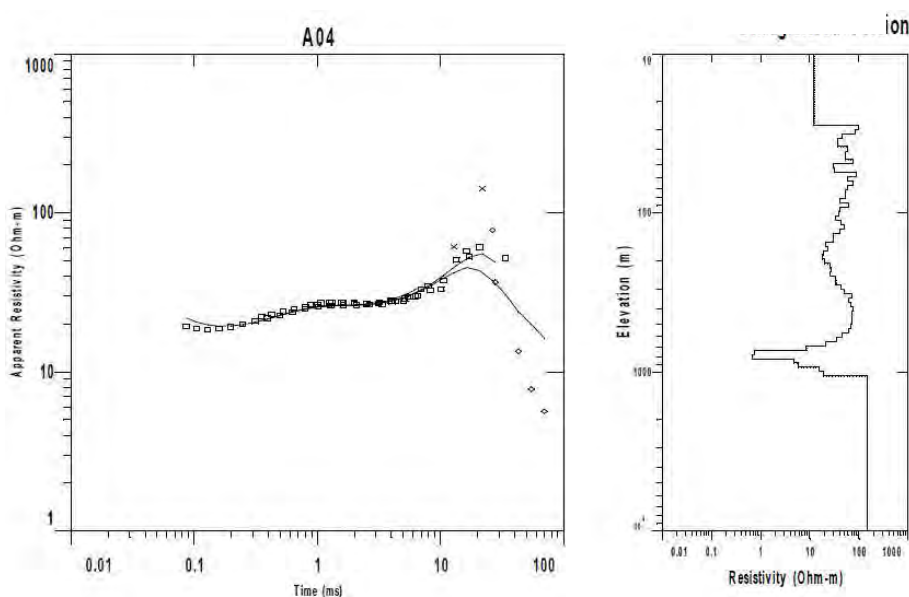


図 1.7: Smooth インバージョンによる解析例

c.2 層構造インバージョン

比抵抗構造が地質境界で急激に変化している場合は、層境界深度を正確に求めるために、比抵抗値と層厚を自由に変化させることが可能な層構造インバージョンが適している。

層構造インバージョンは、初期値として層の数、各層の比抵抗値、各層の値を与え、その初期値をもとに、測定結果に最も適した水平多層構造を解析する。

図 1.8は Qaaxo-North 地域の測定点 4 の解析例で、右図が層構造インバージョンで解析された層構造解析図である。

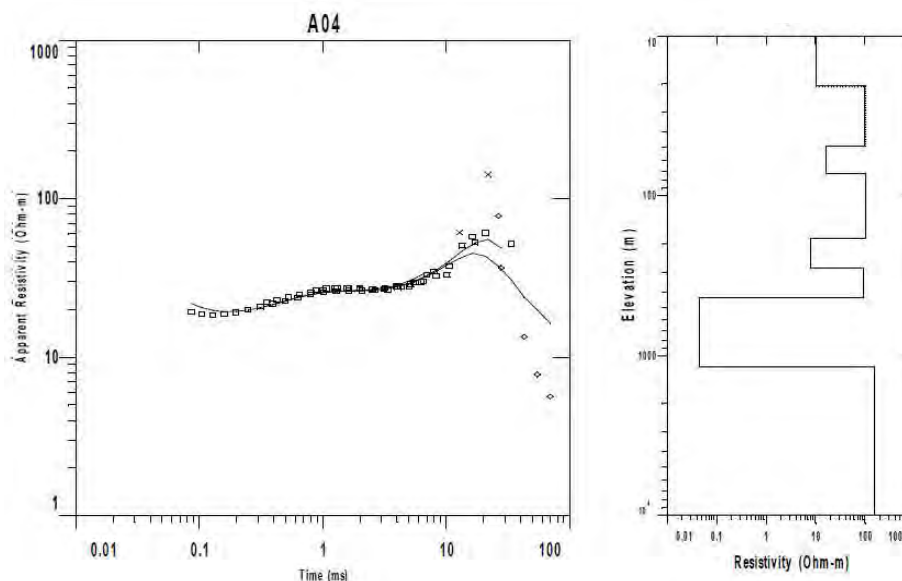


図 1.8: 層構造インバージョンによる解析例

本調査で行なったデータ解析手順を図 1.9に示す。

測定された各ゲートの測定値は、ループの大きさ・受信器のゲイン・電流値等をチェックした後、見掛比抵抗値に変換される。

Protem57-MK2D 測定電圧値 V_0 (単位:mV)は、次式により磁場変化率 dB/dt (nV/m^2)に変換する(Geonics,1992)。

$$dB/dt=(V_0 \times 19200) / (E \times 2^n)$$

ここで、 $E(m^2)$ は受信コイルモーメント、 n は増幅器の利得である。さらに、磁場変化率は、次式により時間関数の見掛比抵抗値 $\rho_a(t)$ (ohm-m)に変換する。

$$\rho_a(t) \doteq (\mu / 4\pi t_c) \times (2\mu M / (5t_c dB/dt))^{2/3}$$

ここで、 μ は真空中の透磁率($4\pi \times 10^{-7}$ (H/m))、 t_c (ms)は送信電流遮断後の経過時間、 M は送信器のモーメントであり、送信ループ面積(m^2)と電流値(A)の積である。

比抵抗構造を求めるための層構造インバージョンでは、地下の比抵抗構造を水平成層と仮定し、適当な初期構造を与え、そこから計算される磁場応答と測定データを比較し、その差が少なくなるように構造(比抵抗と層厚)を変化させ、十分にその差が小さくなった構造を真の比抵抗構造とした。層構造インバージョンには、リッジ・リグレーションと呼ばれる非線形最小二乗法の理論を使い自動的に計算した。

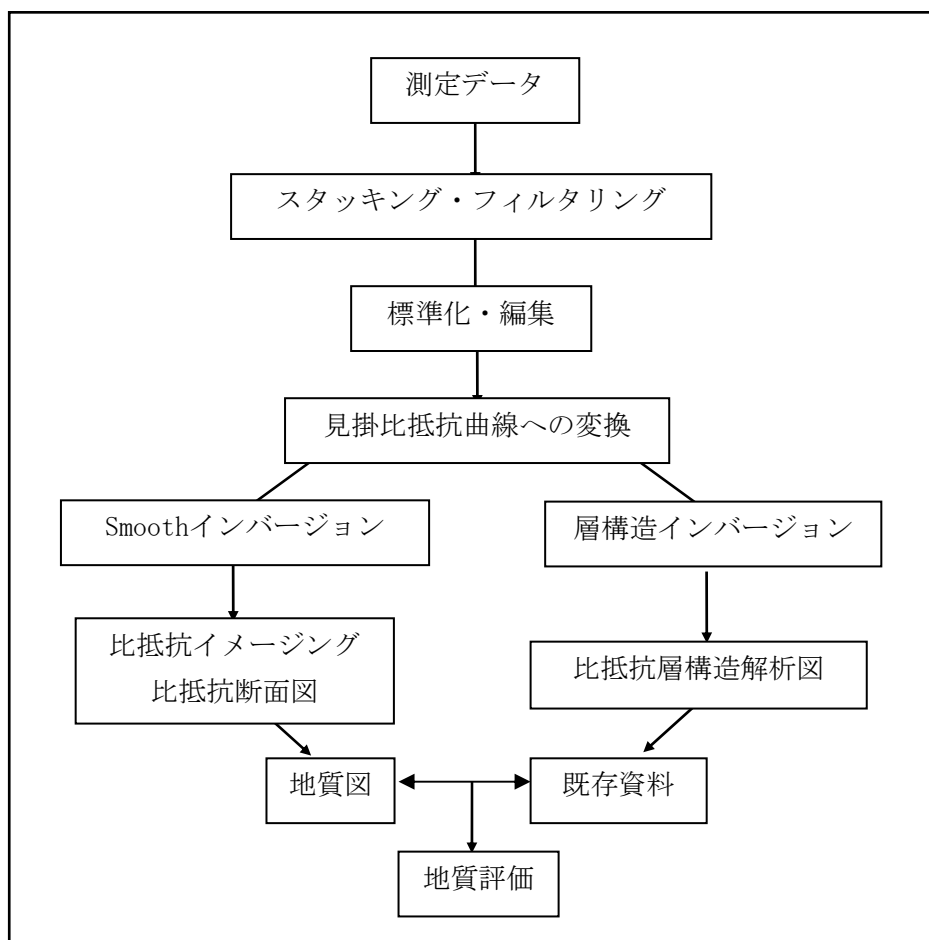


図 1.9: 解析フロー図

1.4 探査及び解析結果

1.4.1 垂直比抵抗電気探査（VES）

VES 法探査の測定結果は、各地域の探査位置図（図 1.11、図 1.12参照）、各地域の見掛比抵抗分布図及び比抵抗構造断面図（図 1.14～図 1.18）、VES 法探査測定データ、VES 法の解析結果図（以上データブック）としてまとめた。また、VES 法探査の作業写真をデータブックに示した。

a. Qaaxo-North地域

本地域の探査位置図を図 1.11に示す。測定点数は 25 点である。図 1.14は VES 法探査の見掛比抵抗分布図で地表下 45m～220m の 4 種類を表示した。地表下深度は、電流電極間隔の位置の深度である。なお、地表下 150m 及び地表下 220m の見掛比抵抗分布図については、測定データの信頼度が低いことが考えられるため、分布結果の解釈を最小限にとどめた。また、比抵抗構造断面は北東－南西方向に 6 測線設定した。以下に各地表下深度の見掛比抵抗分布並びに比抵抗構造断面の結果を述べる。

a.1 見掛け比抵抗分布図（図 1.14）

- ①各分布図の比抵抗構造は大略的に類似した比抵抗分布を示している。
- ②各見掛け比抵抗分布図において、南北に延びた比抵抗構造が卓越している。特に測点 7-1～測点28～測点15-1を結ぶ方向に比抵抗の不連続線の存在が考えられ、この付近にリニアメントが通っている可能性がある。
- ③地表下45mの比抵抗値は10～100ohm-m以上の範囲にある。分布図は、図面左側（西側）で比抵抗が高く、図面右側（東側）で比抵抗が低くなる。
- ④地表下100mの比抵抗値は30～100ohm-m以上の範囲にある。分布図は、前述の分布図と同様に、図面左側（西側）で高比抵抗、図面右側（東側）で低比抵抗となる。
- ⑤地表下150mから地表下220mの分布図においても、図面左側（西側）で高比抵抗、図面右側（東側）で低比抵抗を示している。

a.2 比抵抗構造断面図（図 1.15、図 1.16）

測定点のVES曲線は、表層から地下深部にかけて高～低～高を示すタイプである。主な特徴を以下に述べる。

- ①比抵抗構造は4層～6層を示す。
- ②第1層から第2層（測定地点によっては第3層）は薄層で高～低、或いは低～高比抵抗を示し、この下位の地表下10mから層厚となり比抵抗が高くなる。これより深部では比抵抗は高低を繰り返して最下層が高比抵抗となる。
- ③しかし、断面2及び断面3の最下層（地表下約150m）では比抵抗が低くなっている。
- ④本地域での比抵抗構造の不連続地点は、断面1の測点2と測点3及び断面4の測点14-1と測点15-1の表層部で認められるが、この低比抵抗異常は深部まで続いていない。

b. Qaaxo-South地域

本地域の探査位置図については図 1.12に示している。測定点数は9点で、測点間隔は約300mである。また、UNHCR側が本地域でVES法探査を実施している（UNHCR, 2011）。その結果も併せて解釈を行う。

探査結果として、見掛け比抵抗分布図を4種（地表下45m～地表下220m、図 1.17参照）と、比抵抗構造断面図を作成した（図 1.18参照）。以下に主な特徴を述べる。

b.1 見掛け比抵抗分布図（図 1.17）

- ①見掛け比抵抗は、南北方向の分布で卓越し、平面左側（西側）で比抵抗が低く、右側（東側）で比抵抗が高くなる傾向を示す。
- ②各分布図を比較すると、地表下45mでは低比抵抗の範囲が広く、地表下深部ほど高比抵抗の範囲が拡大している。
- ③測点番号1の西側200m付近に河川が北東～南西方向に流れており（現在はワジとなっている）、西側の岩盤は河川水の影響でより低比抵抗になっていると考えられる。
- ④この西側の低比抵抗は地下深部でもみられ、西側ほど地下水開発のポテンシャルが高いことを伺わせている。

b.2 比抵抗構造断面図（図 1.18）

比抵抗は、表層から地下深部にかけて高～低～高を示している。

- ①比抵抗構造は4層～6層を示す。
- ②各測点の測定データは、地表下AB/2=10m付近（第2層～第4層）で比抵抗が低い。
- ③この下部では比抵抗が高くなる。
- ④測点7と測点8付近の表層で比抵抗構造の不連続が認められる。

1.4.2 TEM法電磁探査

TEM 法探査の測定結果は、TEM 法探査の作業写真、TEM 法探査測定データ、TEM 法の解析結果図(以上データブック)としてまとめた。

解析は前述のように、Smooth インバージョンからなる比抵抗構造を求める方法と、4～8層からなる層構造インバージョンを実施した。

各インバージョンにより解析された結果をもとに、各々の比抵抗断面図を作成した。なお、Smooth インバージョンによるイメージング比抵抗構造断面図は、比抵抗値を対数軸のカラーバーで表示し、高比抵抗域を暖色系、低比抵抗域を寒色系で示した。

以下に、各サイトの比抵抗構造の特徴を述べる。

a. Qaaxo-North地域

本地域は、ジャラル溪谷東側の草原・畑地・宅地で、起伏の多い山地である。測定点数は22点、測点間隔は平均500mで、標高は約1,450m～1,520mである(図 1.11 参照)。また、比抵抗構造断面を作成するために、北東～南西方向に5測線、北西～南東方向に4測線を設け、この断面線に沿うように測定点の配点に心がけた。

探査結果として図 1.19、図 1.20に Smooth イメージングによる比抵抗断面図を、図 1.21、図 1.22に層構造解析断面図を作成した。また、図 1.23に Smooth イメージング比抵抗平面図を作成した。以下に各測線の調査結果を述べる。なお、解析比抵抗値はその分布範囲から呼び名を以下の様に定義した(表 1.7参照)。

表 1.7: 比抵抗値の分類

比抵抗値(ohm-m)		
寒色系	暖色系	
10 ← → 20	20 ← → 70	70 ← →
低比抵抗	中比抵抗	高比抵抗

a.1 比抵抗断面図(図 1.19、図 1.20)及び層構造解析断面図(図 1.21、図 1.22)

本地域の比抵抗構造断面の特徴を以下に述べる。

- ①Smoothインバージョンの比抵抗断面図によれば、表層は寒色系の低～中比抵抗を示し、深部方向にかけて暖色系の高比抵抗を示している。
- ②比抵抗構造は概略的に成層を示している。
- ③その比抵抗構造は、低～高比抵抗を繰り返し、地表下300m以深は高比抵抗となる。

- ④ほぼ全断面図の地表下200m前後に低比抵抗が認められる。
- ⑤断面4、断面5、断面8及び断面9の地表下200m～300mにも低比抵抗が認められる。
- ⑥測点番号4、19-1、24付近の深部で比抵抗分布の不連続が認められる。
- ⑦層構造解析による比抵抗断面図は、Smoothインバージョンから大局的に8層と想定される。
- ⑧第1層～第3層の層厚は数10mと薄く、第4層からの層厚は厚くなる。特に第6層～最下層の第8層は100m以上になる地域もある。なお、表層は薄層であるため表示を省略している。

a.2 比抵抗平面図（図 1.23）

比抵抗平面図は地表下50m～400mの8種類作成した。それぞれの特徴を以下に述べる。

★地表下50mの比抵抗平面図

- ①比抵抗は中～高比抵抗の範囲にあり、中比抵抗の範囲が8割を占める。
- ②比抵抗分布は南東側で中比抵抗、北西側で高比抵抗を示す。
- ③北西の測点23付近で高比抵抗を示す。
- ④比抵抗分布の不連続は、測点11～測点20-1を結ぶ北東－南西方向で認められる。

★地表下100mの比抵抗平面図

- ①本分布図は地表下50mと類似し、比抵抗の割合もほぼ同じである。
- ②測点18は地表下50mで中比抵抗であったが、高比抵抗に変わった。
- ③比抵抗分布の不連続は、測点11～測点18～測点25を結ぶ北東－南西方向で認められる。

★地表下150mの比抵抗平面図

- ①比抵抗は低～中比抵抗の範囲にあり、これまでの比抵抗分布と似かよっている。
- ②測点番号2は低比抵抗に変化した。
- ③この測点番号2を中心に、比抵抗の低い範囲が拡大する。
- ④比抵抗分布の不連続は、測点17～測点20-1を結ぶ北東－南西方向で認められる。

★地表下200mの比抵抗平面図

- ①比抵抗は低～中比抵抗の範囲にあり、低比抵抗の範囲が約4割を占める。
- ②その低比抵抗は、測点番号15-1を中心に拡大する。
- ③測点番号2の低比抵抗はやや高くなり中比抵抗に変わる。
- ④比抵抗分布の不連続は、測点23～測点25の北東－南西方向で認められる。

★地表下250mの比抵抗平面図

- ①比抵抗は低～中比抵抗の範囲にある。
- ②比抵抗分布はこれまでの分布と様相が変わり、比抵抗は南東側で高く北西側で低くなる。
- ③低比抵抗は北西の測点番号24を中心に広がる。
- ④比抵抗分布の不連続は、測点11～測点20-1を結ぶ北東－南西方向、測点24～測点14-1を結ぶ北西－南東方向で認められる。

★地表下300mの比抵抗平面図

- ①比抵抗は低～高比抵抗の範囲であるが、地表下250mと比べて比抵抗が高くなる。

- ②比抵抗の割合は、約9割が中比抵抗を示す。
- ③測点番号24は低比抵抗と変わらないが、その分布範囲が縮小する。
- ④比抵抗分布の不連続は、測点24～測点14-1を結ぶ北西－南東方向で認められる。

★地表下350mの比抵抗平面図

- ①低比抵抗が消滅し、高比抵抗の範囲が拡大する。
- ②高比抵抗の範囲は全体の6割以上を占める。
- ③比抵抗分布の不連続は、測点24～測点14-1を結ぶ北西－南東方向で認められる。

★地表下400mの比抵抗平面図

- ①地表下350mの比抵抗平面図と同様に中～高比抵抗が分布する。
- ②高比抵抗の範囲は全体の8割以上を占める。
- ③比抵抗分布の不連続は、測点24～測点14-1の北西－南東方向で認められる。

b. Qaaxo-South地域

本地域はジェラル溪谷給水システムから南へ約1.5km地点の畑地及び宅地の地域である（図1.12参照）。測定は安全上の問題があり、1地点実施した。比抵抗構造断面図及び比抵抗平面図の代わりに、図1.24の見掛け比抵抗曲線および解析結果図で結果を述べる。

b.1 見掛け比抵抗曲線及び解析結果図

- ①測定周波数の関係から探査深度は地表下10数m以下からであるため、解析は地表直下の比抵抗及び層厚は計算されない（地表直下の比抵抗及び層厚は不明）。よって、層構造インバージョンで解析された層構造解析図の地表下深度は10mから表示される
- ②解析された比抵抗構造は7層で、表層から地下深部方向にかけて徐々に比抵抗値が増す。
- ③比抵抗は11～33ohm-mの範囲で、比抵抗値の差は小さい。
- ④第1層～第2層及び第4層は低比抵抗を示す他は、中比抵抗を示す。地表下210m以深で中比抵抗となる。
- ⑤各層厚は20m～70mで、第6層で70mと厚い。

c. Qaaxo-East地域

本地域は、ケブリベヤ市からジャラル溪谷に至る道路で、溪谷に向かって標高が低くなる。TEMの測定点数は19点、測点間隔は測点番号1-1及び測点番号10-1を除いて約1km、標高は約1,440m～1,680mである（図1.13参照）。

本地域の解析結果をSmoothインバージョン及び層構造解析による比抵抗断面図で示した（図1.25参照）。本地域の比抵抗および層構造の特徴を以下に述べる。

c.1 比抵抗断面図及び層構造解析断面図（図1.25）

- ①断面上図はSmoothインバージョンの結果図である。測点番号8付近を境に断面左側（南西側）と右側（北東側）で比抵抗構造の相違が認められる。
- ②断面左側（南西側）は、地表下数10mから100mまで中～高比抵抗を示し、これより以深は比抵抗が低くなるが、地表下300mからまた高比抵抗となる。

- ③一方、断面の右側（北東側）は全体的に低比抵抗を示し、特に測点番号10付近及び測点番号15付近の地表下200m以深で比抵抗が著しく低くなる。
- ④断面下図は層構造解析による比抵抗断面図で、Smoothインバージョンから大局的に5層と想定できる。比抵抗は表層の低～高比抵抗、第2層は低～中比抵抗、第3層は中～高比抵抗、第4層は低～中比抵抗、第5層は中～高比抵抗を示す。
- ⑤第4層の層厚は約200mと厚く、他の層は薄層を示している。
- ⑥測点番号10及び測点番号12から北東側では第5層の高比抵抗が認められず、低比抵抗の範囲が拡大している。
- ⑦この低比抵抗は、帯水層を示唆した低比抵抗、塩水化による低比抵抗、破碎による低比抵抗、蒸発岩の一種である石膏の存在、断層等が推定される。

1.4.3 VESとTEM探査結果及び掘削結果との比較

a. Qaaxo-North地域におけるTEM法探査とVES探査結果との比較

掘削地域における TEM 法探査結果と VES 法探査結果の比較を行った（図 1.26参照）。
図面の上図は TEM 法探査結果の Smooth インバージョンで地表下 50m～200m までの 4 平面図である。下図は VES 法探査の見掛比抵抗値の分布図で 45m～220m までの 4 平面図である。VES 法探査の地表下深度は、電流電極間隔の位置（=AB/2）を深度で表示している。

各インバージョンにより解析された結果をもとに、高比抵抗域を暖色系、低比抵抗域を寒色系で表示している。

初めに、VES 法探査の測定データの質についてであるが、電流電極の設置及び測定仕様どおりに測定を実施しているが、電流電極及び電位電極の接地抵抗が高く、取得した見掛比抵抗の値に大幅な違いが認められ、また電極系の展開が大きくなり過ぎるほど信頼性に欠ける測点が多かった。よって、電気探査の地表下深度 150m 及び 220m の比抵抗については地下の比抵抗情報を正確に捉えきれていない可能性があるため、これらの分布については TEM 法探査の測定結果を利用する。ただし、双方の結果を加味して総合的な解釈を行う。

TEM 法電磁探査は、周波数が高い電磁波は浅層部分の地盤状況を、周波数が低い電磁波は深層部分の地盤の状況を反映する。探査深度は地表下 10 数 m～数 100m である。電磁探査の解析に解析ソフトウェア（米国 Interpex Ltd.社製の“IX1D ver3”）を利用したが、一般的に解析される値は、低比抵抗側にフィットするように解析されることが多く、解析値は電気探査の値よりも低くなる場合が多い。一方、VES 法探査は、大地の電気的特性である比抵抗を求めることを目的とし、電位電極を接地させ、その間隔を順次広げながら地下の比抵抗を計測する。探査深度は地表浅部から 200m 程度である。また、大地に異方性があっても電気探査では検出することができず、地層の比抵抗や層厚の値を間違えることがある。電気探査の解析ソフトウェアを米国 Interpex Ltd.社製の“RESIX-P”を使用した。解析値は、高比抵抗にシフトされて解析されることが多く、電磁探査の解析値よりも高い値になることが多い。

以下に、TEM法探査とVES法探査の比較検討した結果を述べる。

- ① 今回の調査におけるTEM法探査結果及びVES法探査結果との比較では、解析された比抵抗値及び深度の一部の測点で相違が見られるが、比抵抗構造は大略的に類似した比抵抗分布（層構造）を示している。
- ② 地表下45m～50mの分布図では、図面左側（西側）で比抵抗が高く、図面右側（東側）で比抵抗が低くなる傾向を示している。比抵抗値は、TEM法探査では30～100ohm-m以上の範囲にあり、VES法探査は10～100ohm-m以上の範囲で、VES法探査の値がTEM法探査よりも数倍以上高く見積もられている。本地域の地質分布は、地表下数10mまで粘土・砂等が堆積し、この下位には石灰岩が広く分布している。西側の高比抵抗は固結した石灰岩に対応され、東側は風化した石灰岩によって比抵抗が低くなっていると思われる。
- ③ 地表下100mの分布図は、前述の分布図と同様に、図面左側（西側）で高比抵抗、図面右側（東側）で中比抵抗を示している。双方の比抵抗値は30～100ohm-m以上の範囲で、この分布図においてもVES法探査の値がTEM法探査よりも数値が高い。地質との対比においては、地表下45m～50mと同様に高比抵抗は固結の石灰岩に、中比抵抗は風化した石灰岩に対応していると思われる。
- ④ 地表下150mの分布図の傾向は、これまでの分布図と同じく図面左側（西側）で高く、図面右側（東側）で低い比抵抗である。しかし、VES法探査の地表下深部の結果においては、測定データの信頼性に欠ける測点が多かったため、TEM法探査の結果を重視する。西側の中比抵抗は半固結の石灰岩と判断され、東側の低～中比抵抗は風化した石灰岩もしくは砂岩層で飽和した帯水層となっているようである。
- ⑤ 地表下200m～220mの分布図においても、図面左側（西側）で中比抵抗、図面右側（東側）で低比抵抗を示している。この分布図においてもTEM法探査の結果での考察を行う。本分布図は、地表下150mの分布図よりも低～中比抵抗の範囲が拡大し、風化した石灰岩が広く分布し有望な帯水層になっていると考えられる。

b. 掘削位置選定について

ジャラル溪谷給水システムの水源となる井戸の掘削地域はQaaxo-North地域で、掘削地点を2地点選定した。その位置図を図 1.27に示す。これらの2地点の選定条件を以下の基準に従って選定した。

- ・ ジャラル溪谷地域の水理地質状況から判断して有用な情報が得られる地点にすること
- ・ 給水システムへの接続に係る技術的な容易さ及び費用等を懸案すること
- ・ 帯水層の可能性のある地層が存在している推定できること
- ・ 掘削地点まで車輛のアクセスが困難でないこと
- ・ 土地利用で問題が生じない場所であること

井戸掘削候補地点の主な理由は以下のとおりである。

①本地域の比抵抗構造及び水理地質

比抵抗構造は概ね6層構造で、上位から低比抵抗－高比抵抗－低比抵抗－高比抵抗－低比抵抗－高比抵抗を示す。既存の地質柱状図によると、表層から27mまでは更新性の堆積物、27m～177mは中生代の石灰岩、177m以深は頁岩が分布している。堆積物は、粘土、泥、砂礫等により構成され、石灰岩は、頁岩及び砂岩が含まれている。場所によっては塩水化の可能性が考えられる。水理地質学の観点から、深部の石灰岩層は破碎が多く、有利な帯水層となっている。

②井戸掘削候補地点

井戸候補地点は調査地域の南東の2箇所（測点番号21及び27）とする。対象となる地層は石灰岩でTEM法探査の第4層の中～高比抵抗に相当する。掘削深度は第5層の低比抵抗層（本層は塩分を含む砂岩の可能性が高い）の深度に達する前の200m程度とする。

c. 掘削結果との比較

井戸掘削予定地点でVES法探査（測点番号27）を実施し、TEM法探査は掘削地点から北西約300m地点（測点番号8）で実施している。そのため掘削結果と物理探査結果との比較を行った（図1.28参照）。その詳細を以下に記す。

初めに、井戸掘削の状況と岩相を述べる。泥水位は地表下76.4mで確認されている。この地点の岩相は地表下14mまで砂質・風化された石灰岩が堆積し、その下位は厚い石灰岩が分布している。地表下14m～43mは風化～弱風化の石灰岩、43m～66mは泥灰土・砂・石灰岩が互層し、66m～79mは砂質の石灰岩、79m～85mは泥灰土・砂、86m～96mは割れ目の発達した石灰岩、96m～98mは泥灰土、98m～108mは泥灰土・砂・石灰岩の互層、108m～130mは塊状石灰岩で緑色を帯びた灰色で硬く、地表下130mから割れ目の発達した砂岩で灰色を帯びている（表1.8参照）。

表 1.8: 井戸掘削地点の地質と物理探査結果との対比

深度(m)	地質	VES 測点番号27			TEM 測点番号8		
		層	深度(m)	比抵抗 (ohm-m)	層	深度(m)	比抵抗 (ohm-m)
0～14	堆積層 風化～弱風化の石灰岩	第1層	0～0.4	38	第1層	0～32	44
14～43		第2層	0.4～1.7	30			
		第3層	1.7～31	60			
43～66	泥灰土/砂/石灰岩互層	第4層	31～53	57	第2層	32～49	93
66～79	砂質の石灰岩 泥灰土・砂 割目の発達した石灰岩 泥灰土 泥灰土/砂/石灰岩互層 塊状石灰岩	第5層	53～132	154	第3層 第4層	49～92	29
79～85						92～185	74
86～96							
96～98							
98～108							
108～130							
130～177	割目の発達した砂岩	第6層	132～	54	第4層 第5層	92～185 185～ 276	74 10
177～	砂岩	—	—	—	第6層	276～	180

VES 法探査の探査深度は、地表直下からの比抵抗の情報が得られるが、TEM 法探査では地表下 10 数 m からの比抵抗の情報の取得である。VES 法探査（測点番号 27）及び TEM 法探査（測点番号 8）の比抵抗構造は 6 層を示す。双方の比抵抗構造は、深度及び比抵抗値に差はあるものの大局的に類似している。VES 法探査の第 1 層～第 3 層の比抵抗は、TEM 法探査の第 1 層に対比され、TEM 法探査の比抵抗値は VES 法探査の比抵抗値を平均した値と考えられる。これより下部は比抵抗が高くなる。特に、VES 法探査の第 5 層と TEM 法探査の第 4 層の高比抵抗、これより下位の低比抵抗と、非常に類似している。

この高比抵抗は泥灰土/砂/石灰岩の互層、塊状石灰岩等に相当すると考えられる。これより以深の低比抵抗は割目の発達した砂岩により、地下水の胚胎によって比抵抗が低くなっていると思われる。しかし、TEM 法探査では第 5 層の低比抵抗に相当すると考えられるが、深度が 55m も違っているため、正確にこの地層の位置を捉えることができなかった。

1.4.4 物理探査結果から見た地質的解釈

同種類の岩石でも比抵抗値に幅がある一方で、異なる岩石が同じ比抵抗値を示す場合があり、比抵抗値だけでは岩石の種類を推定することが難しい。

一般的に、本地域に分布する石灰岩の比抵抗は数 ohm-m～数 1,000ohm-m 以上の範囲にあり、頁岩の比抵抗は 1ohm-m 以下～数 10ohm-m の範囲にある（図解物理探査、1989）。よって、石灰岩の比抵抗が頁岩よりも高いことが予想される。各地域の物理探査で解析された比抵抗構造等を参考として帯水層、地層の状況（例えば、断層、破碎帯、風化帯など）を述べる。

a. Qaaxo-North地域の地質

測点番号5付近の既存井戸の地質柱状図からは表 1.9のとおりである。なお、既存井戸は現在利用されていない。

表 1.9: 測点番号5付近の既存井戸の地質

深度(m)	地質	層相	層序
0～2	Clay	灰色の黒っぽい表土	完新世堆積物
2～13	Clay	暗赤色粘土	
13～22	Sand	中間粒状の砂	
22～27	Sand	細粒の砂	
27～38	Limestone	白色石灰岩	中生代ハマンレイ統
38～107	Limestone	晶質石灰岩	
107～177	Limestone	灰色石灰岩と頁岩との互層	
177～180	Shale	黒い頁岩	

また、Qaaxo-North地域で述べたTEM法探査結果をまとめると以下の表 1.10のようである。

表 1.10: Qaaxo-North 地域の TEM 法探査結果の詳細

	比抵抗平面図			
	地表下50m～100m	地表下150m～200m	地表下250m～300m	地表下350m～400m
比抵抗の範囲	中～高比抵抗	低～中比抵抗	低～高比抵抗	中～高比抵抗
低比抵抗域	分布せず	測点2, 測点15-1周辺	測点24周辺	分布せず
中比抵抗域	南東側の広範囲	地域の広範囲	南東側の広範囲	測点3, 測点24付近
高比抵抗域	測点23周辺	分布せず ^a	測点17付近	地域の広範囲
比抵抗分布の不連続	測点11～測点20-1方向	測点17～測点20-1方向, 測点23～測点25方向	測点11～測点20-1方向, 測点24～測点14-1方向	測点24～測点14-1方向
想定される地層	北東側; 未固結の石灰岩 南東側; 半固結の石灰岩	北東側; 半固結の石灰岩 測点2, 測点15-1周辺; 未 固結の石灰岩/頁岩	測点24周辺; 未固結の砂 岩 南東側; 固結の頁岩, 砂 岩	固結の頁岩, 砂岩
帯水層	可能性無	南東側の広範囲で 存在の可能性有	測点24周辺で地表下 250mまで可能性有	可能性無

以上をまとめると以下のとおりとなる。

- ①表層から地表下50m付近まで粘土・砂等が堆積し、これより下部で未～半固結の石灰岩が広く分布する。さらに、地表下150m付近から割れ目の発達した石灰岩や頁岩が分布し、地表下250m付近まで続いていると思われる。地表下300mより以深は固結した頁岩・砂岩で基盤を構成していると思われる。
- ②比抵抗分布の不連続が、測点11～測点20-1を結ぶ北東－南西方向と、測点24～測点14-1を結ぶ北西－南東方向に認められる。
- ③帯水層は、地表下 150m～250m 付近に存在の可能性があり、特に南東側で可能性が高い。

b. Qaaxo-South地域の地質

本地域の地質は、既存井戸PB1 (=VES3地点) によると表 1.11のとおりである。

表 1.11: 既存井戸 PB1 の地質

深度 (m)	地質	層相	層序
0～20	粘土/砂	細粒～粗い砂の粘土	完新世堆積物
20～25	泥灰岩	石灰質	
25～60	石灰岩	風化した黄色石灰岩	
60～70	泥灰岩	灰色泥灰石灰岩	中生代ハマンレイ統
70～105	石灰岩	風化した黄色石灰岩	
105～110	泥灰岩	灰色泥灰石灰岩	
110～150	石灰岩	砂質石灰岩	
150～168.5	砂	細粒～粗い砂	

TEM探査結果と地質との対比結果は表 1.12のとおりである。

表 1.12: 既存井戸 PB1 の地質と解析結果との対比

深度 (m)	地質	測点番号1		
		層	深度 (m)	比抵抗 (ohm-m)
0~20	粘土/砂	第1層	0~23	11
20~25	泥灰岩	第2層	23~64	14
25~60	石灰岩			
60~70	泥灰岩	第3層 第4層	64~85	21
70~105	石灰岩		85~117	17
105~110	泥灰岩	第5層	117~140	31
110~150	石灰岩			
150~168.5	砂	第6層	140~211	22
—	—	第7層	211~	33

- ① 第1層～第2層及び第3層～第7層との比抵抗に差が認められる。
- ② 上層部（第1層～第2層）は比抵抗が低く、下部層（第3層～第7層）は比抵抗が高くなる。
- ③ 上部層は完新世堆積物の粘土/砂岩・泥灰岩・石灰岩に対比され、下部層は中生代ハマンレイ統の泥灰岩・石灰岩・砂に対比される。
- ④ 既存井戸の帯水層は中生代ハマンレイ統の石灰岩であることから、第4層～第6層の石灰岩或いは第6層以深の砂岩が相当すると考えられる。

c. Qaaxo-East地域の地質

本地区の地質は、既存井戸EB2によると表 1.13に示すとおりである。
 なお、静水位は91m、動水位は128mである。

表 1.13: 既存井戸 EB2 の地質

深度 (m)	地質	層相	地層名
0~3.5	粘土	淡褐色の粘土表土/粘土と砂利	新世代沖積層
3.5~56	石灰岩	方解石、マグネシウム、マンガン、酸化物の石灰岩	中生代ハマンレイ統
56~75	石灰岩	青泥灰岩と石灰岩の薄層	
75~95	泥灰岩	泥灰岩石灰岩	
95~127	泥灰岩	青色泥灰岩	
127~172	石灰岩	灰色の石灰質砂岩	
172~176.5	砂岩	硬質砂岩	

表 1.14は、既存井戸EB2の地質と解析結果との対比した表である。

表 1.14: 既存井戸 EB2 の地質と解析結果との対比

深度 (m)	地質	測点番号1-1			測点番号1		
		層	深度 (m)	比抵抗 (ohm-m)	層	深度 (m)	比抵抗 (ohm-m)
0~3.5	粘土	第1層~ 第3層	0~25	14	第1層~ 第3層	0~30	15
3.5~56	石灰岩		25~36	66		30~42	130
			36~50	34		42~54	57
56~75	石灰岩	第4層	50~107	92	第4層	54~105	111
75~95	泥灰岩						
95~127	泥灰岩	第5層	107~310	18	第5層	105~308	25
127~172	石灰岩						
172~ 176.5	砂岩						
—	—						
—	—	第6層	310~	47	第6層	308~	119

既存井戸EB2の地質と測点番号1及び1-1の解析結果を比較すると以下のとおりである。

- ①第1層～第3層は表土（粘土）・石灰岩に、第4層は石灰岩・泥灰岩に、第5層は泥灰岩・砂岩にそれぞれ対比され、第6層は緻密な砂岩が基盤岩を成していると考えられる。
- ②水理地質的解釈によれば、第4層の地表下100m程度までの高比抵抗は地下水を含まない石灰岩或いは泥灰岩、その下層（第5層）地表下300mまでの低比抵抗は地下水で飽和された石灰岩と考えられる。
- ③これらの地層は測点番号8付近まで続くが、これ以降北東側で地質が変化する。
- ④特に測点番号10及び測点番号15付近で比抵抗構造の不連続が推定され、この測点付近は、地層・岩盤の風化或いは破碎された石灰岩・砂岩、もしくは地下水で飽和されている地質とも考えられる。

この他に、TEM法探査結果の比抵抗断面図をもとに推測される地質構造は以下のとおりである。

- ①測点番号8付近を境にジャラル溪谷側とケブリベア側で比抵抗構造が異なる。
- ②測点番号10及び測点番号12からケブリベア側の地下深部に低比抵抗が拡大している。
- ③この低比抵抗は、良質な帯水層、高塩分濃度による地下水、未固結の岩石、石膏の形成、断層、リニアメント等の存在が推定される。

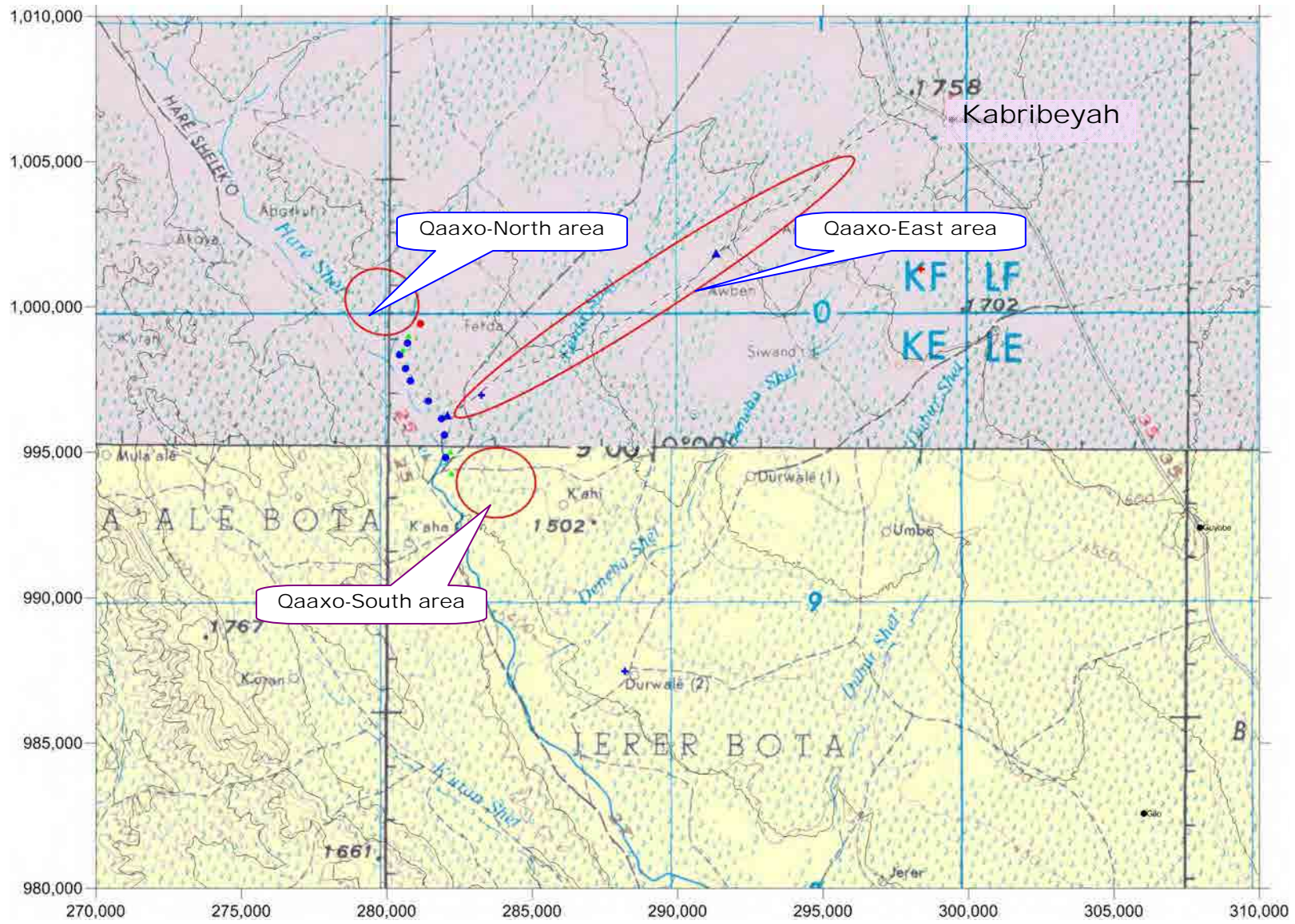


図 1.10: 物理探査位置図

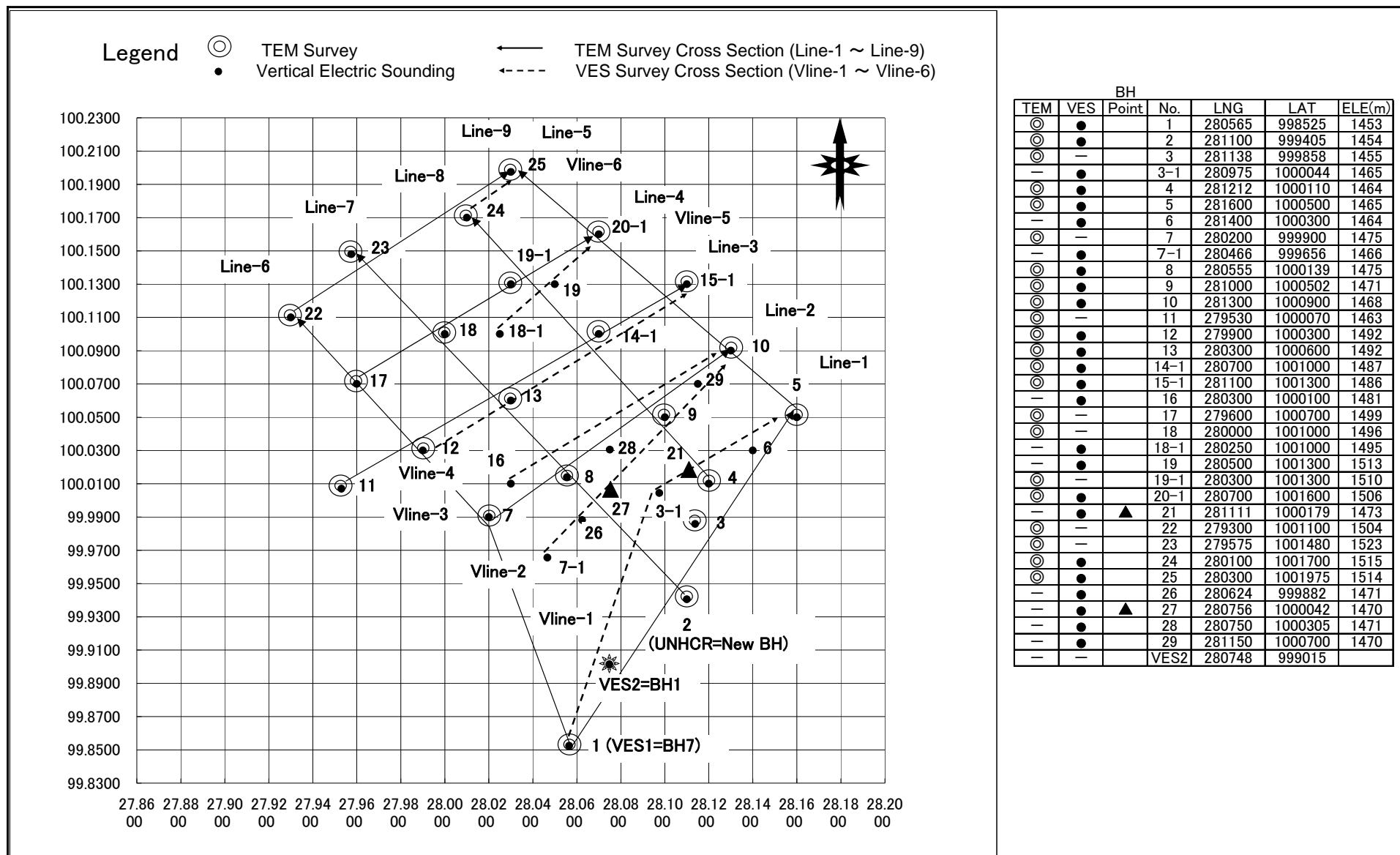


図 1.11: Qaaxo-North 地域測定点位置図

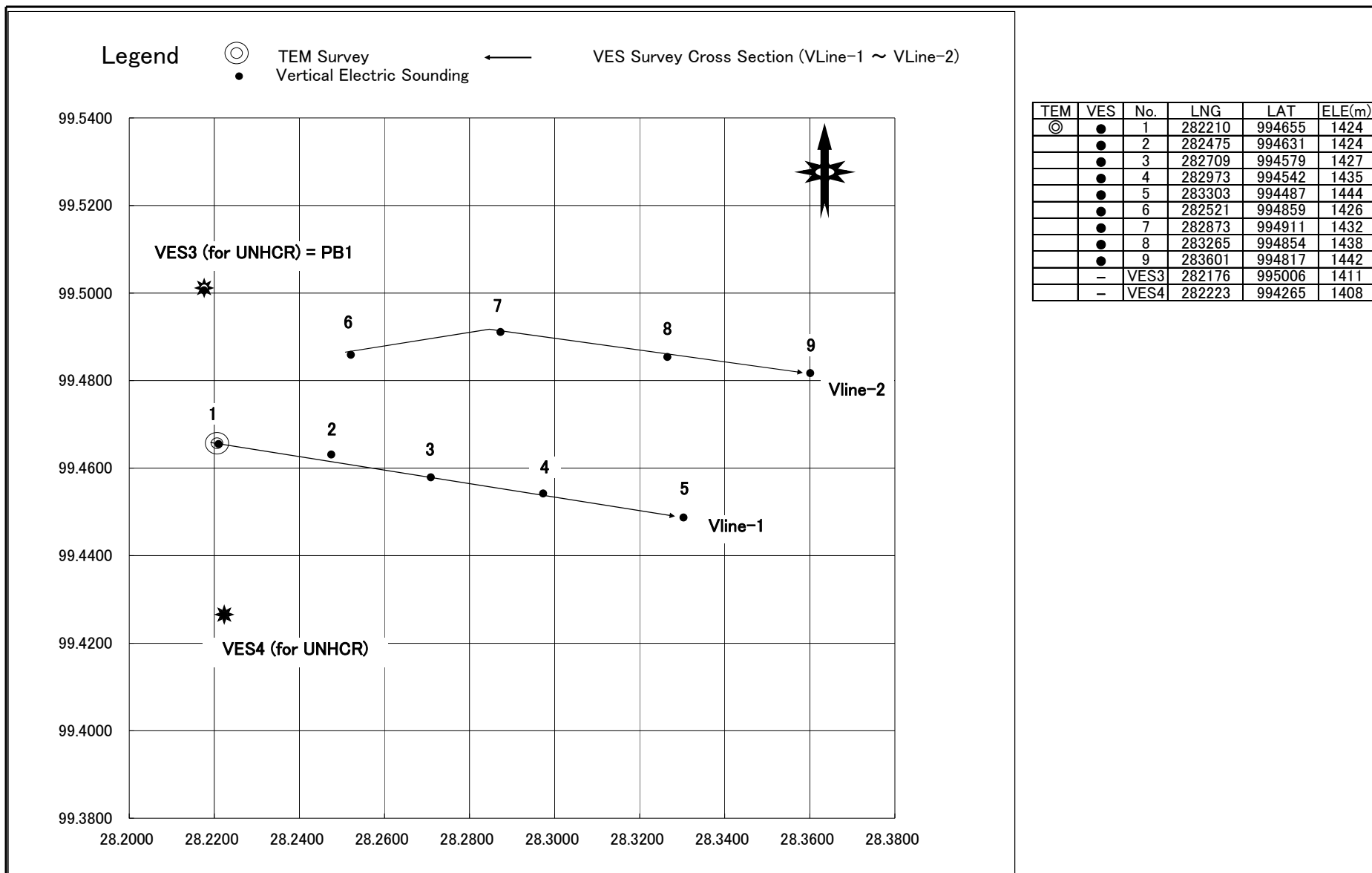


図 1.12: Qaaxo-South 地域測定点位置図

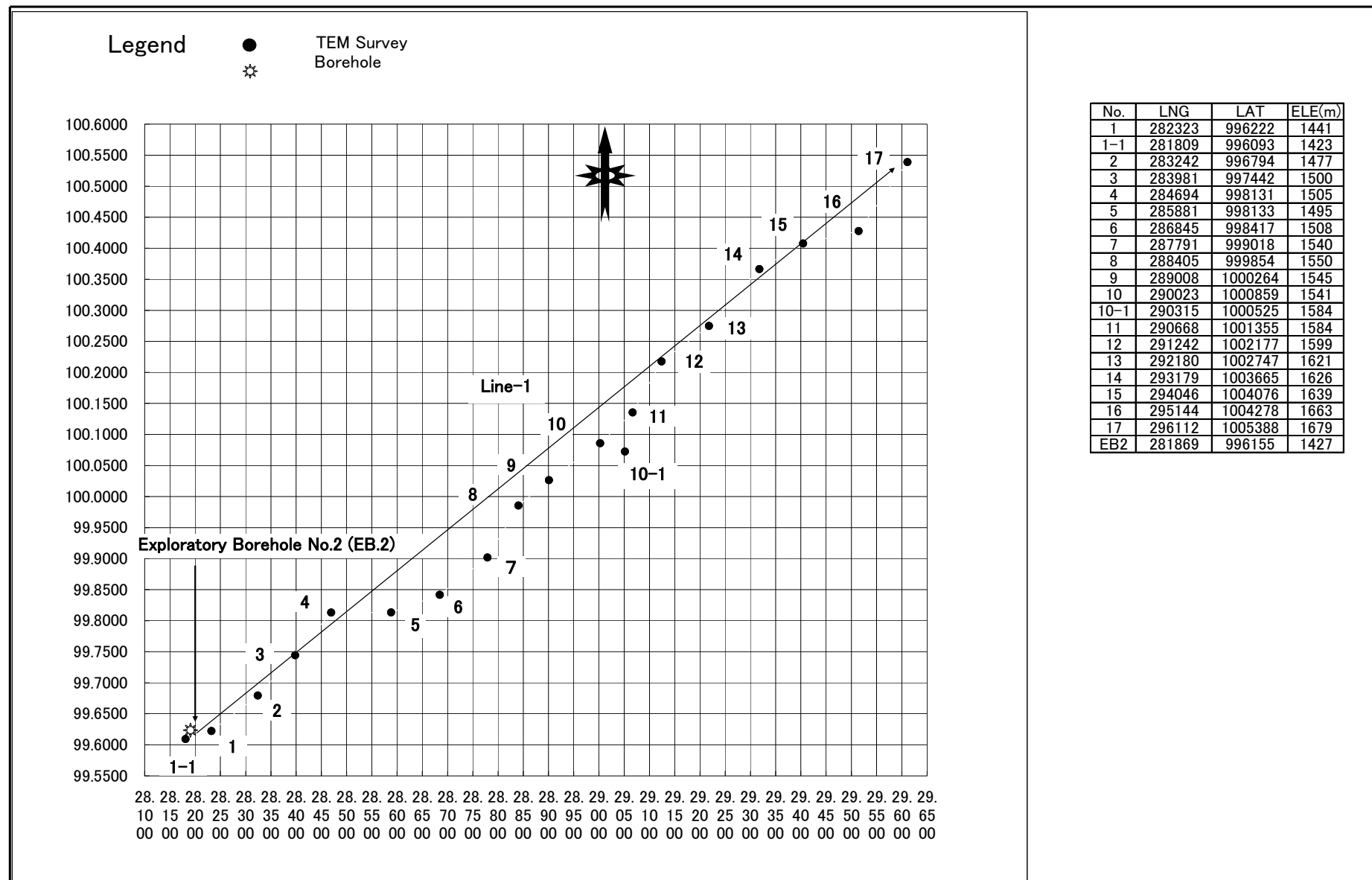


図 1.13: Qaaxo-East 地域測定点位置図

1-27

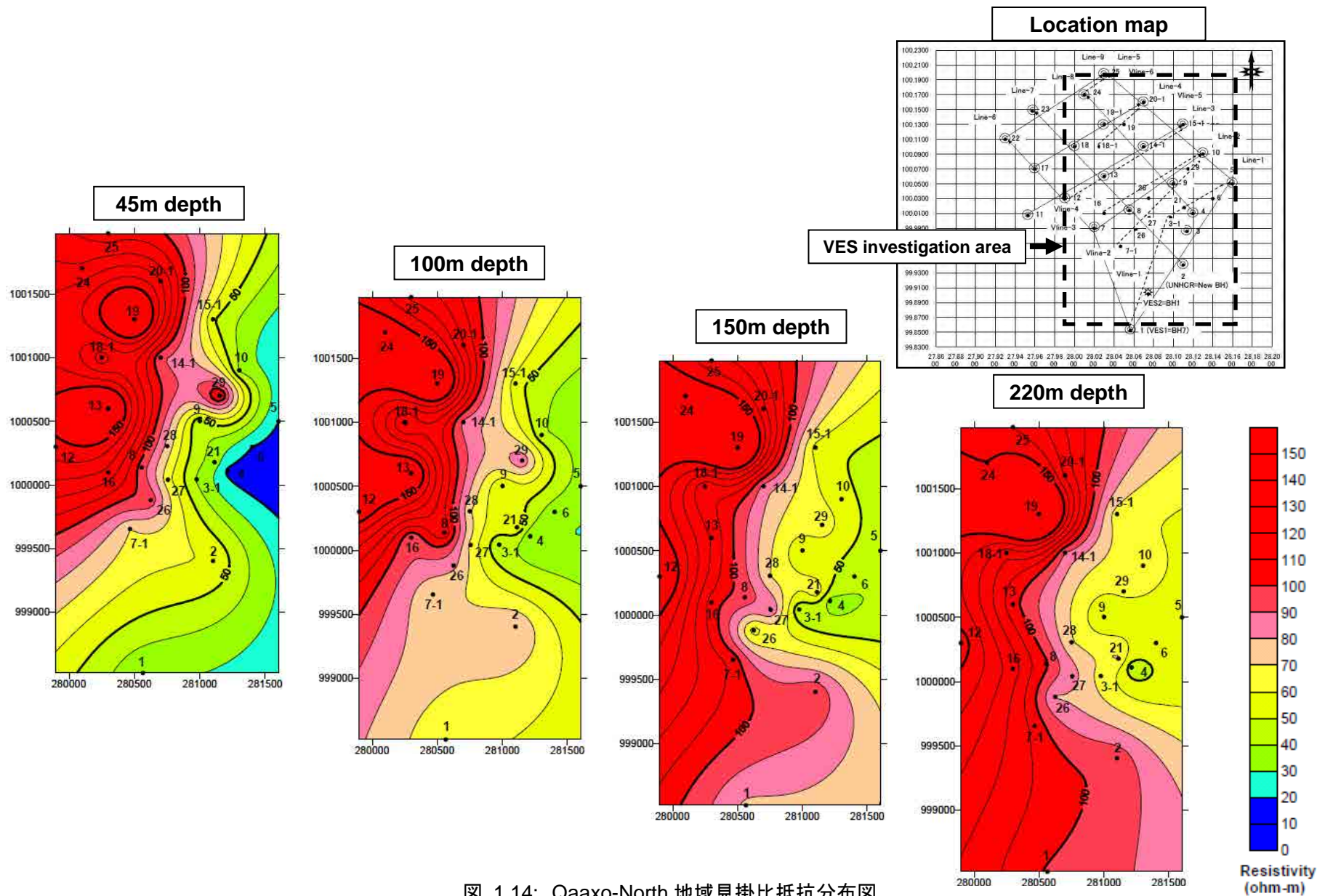


図 1.14: Qaaxo-North 地域見掛比抵抗分布図

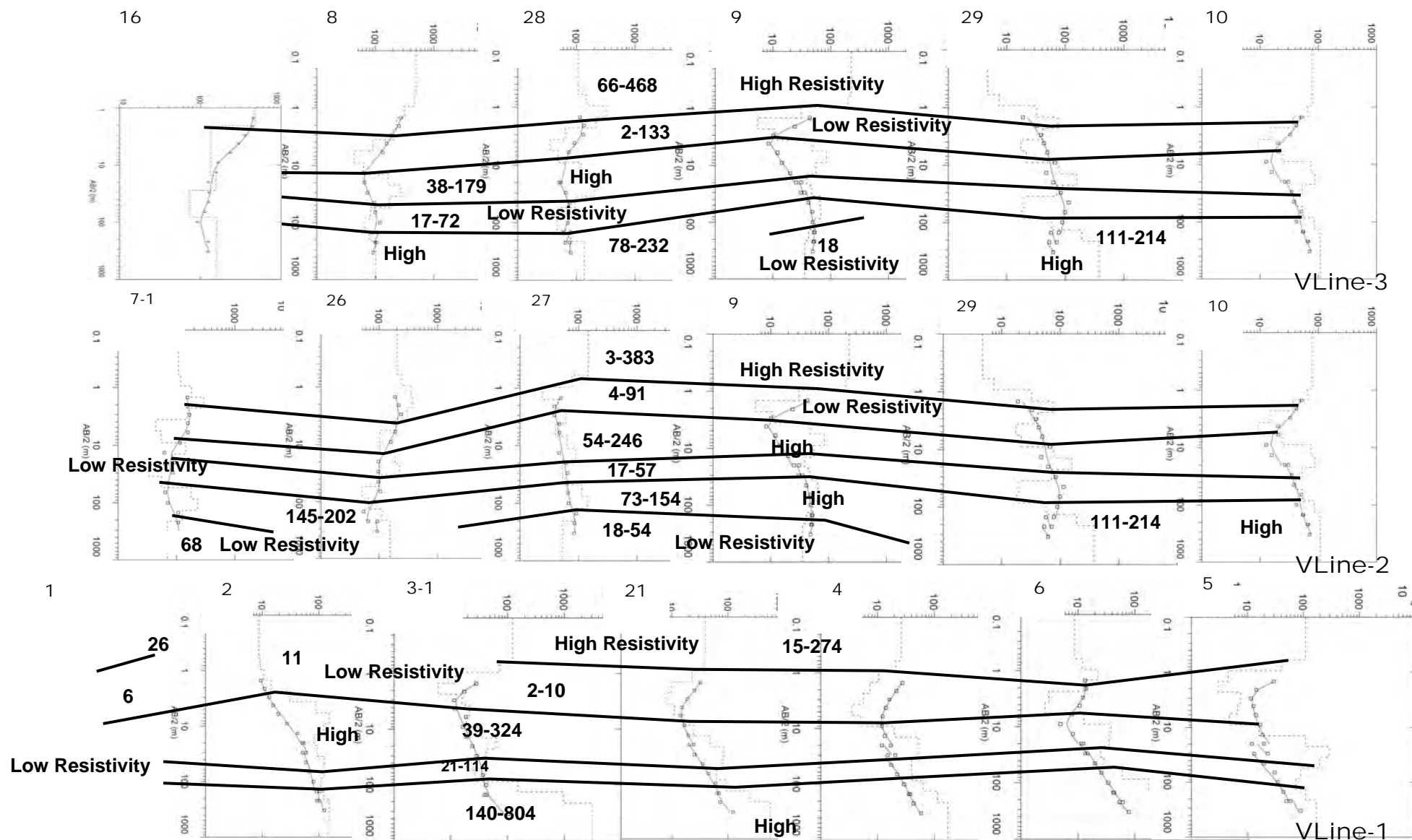


図 1.15: Qaaxo-North 地域比抵抗構造断面図(測線 1~3)

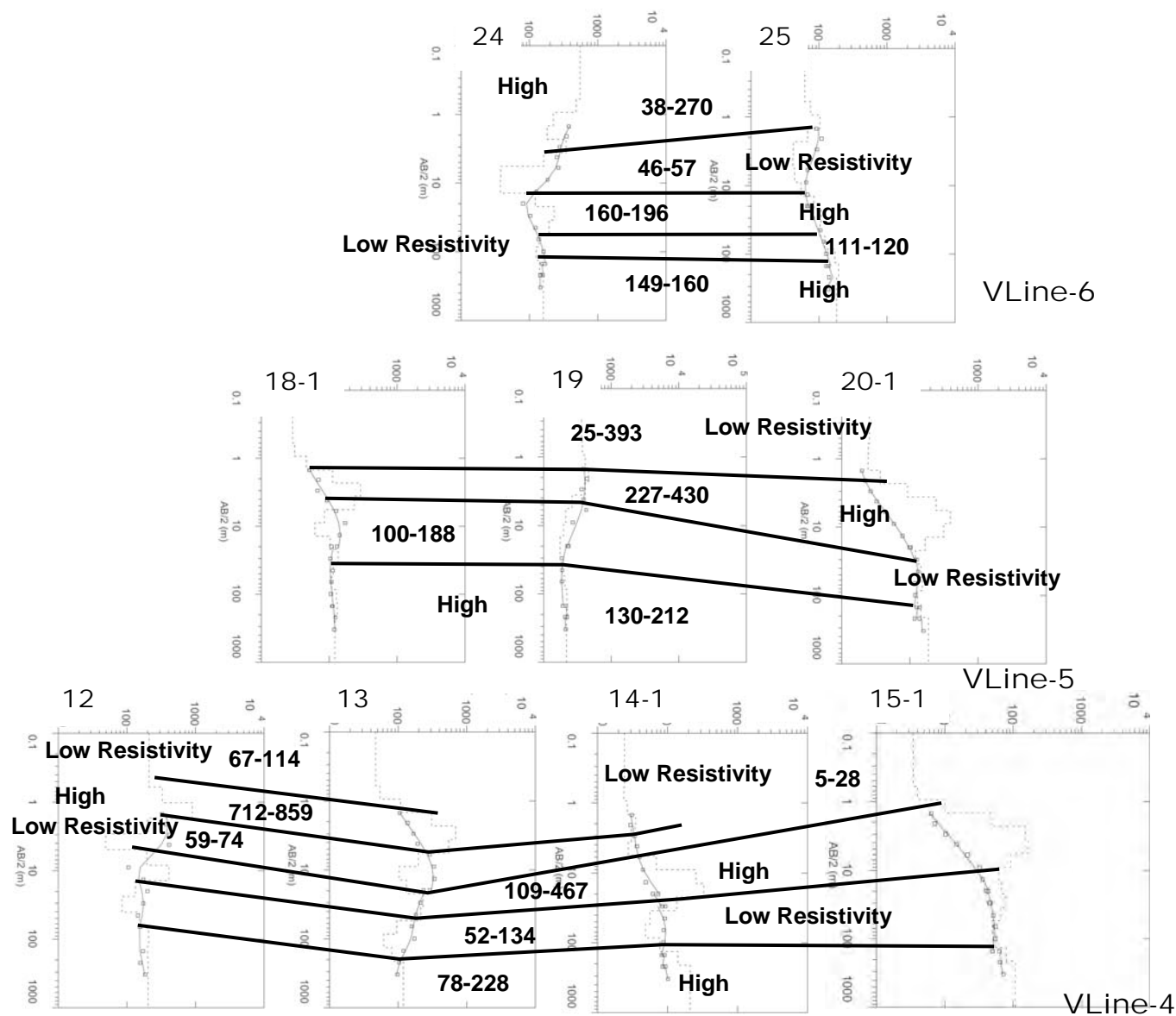


図 1.16: Qaaxo-North 地域比抵抗構造断面図(測線 4~6)

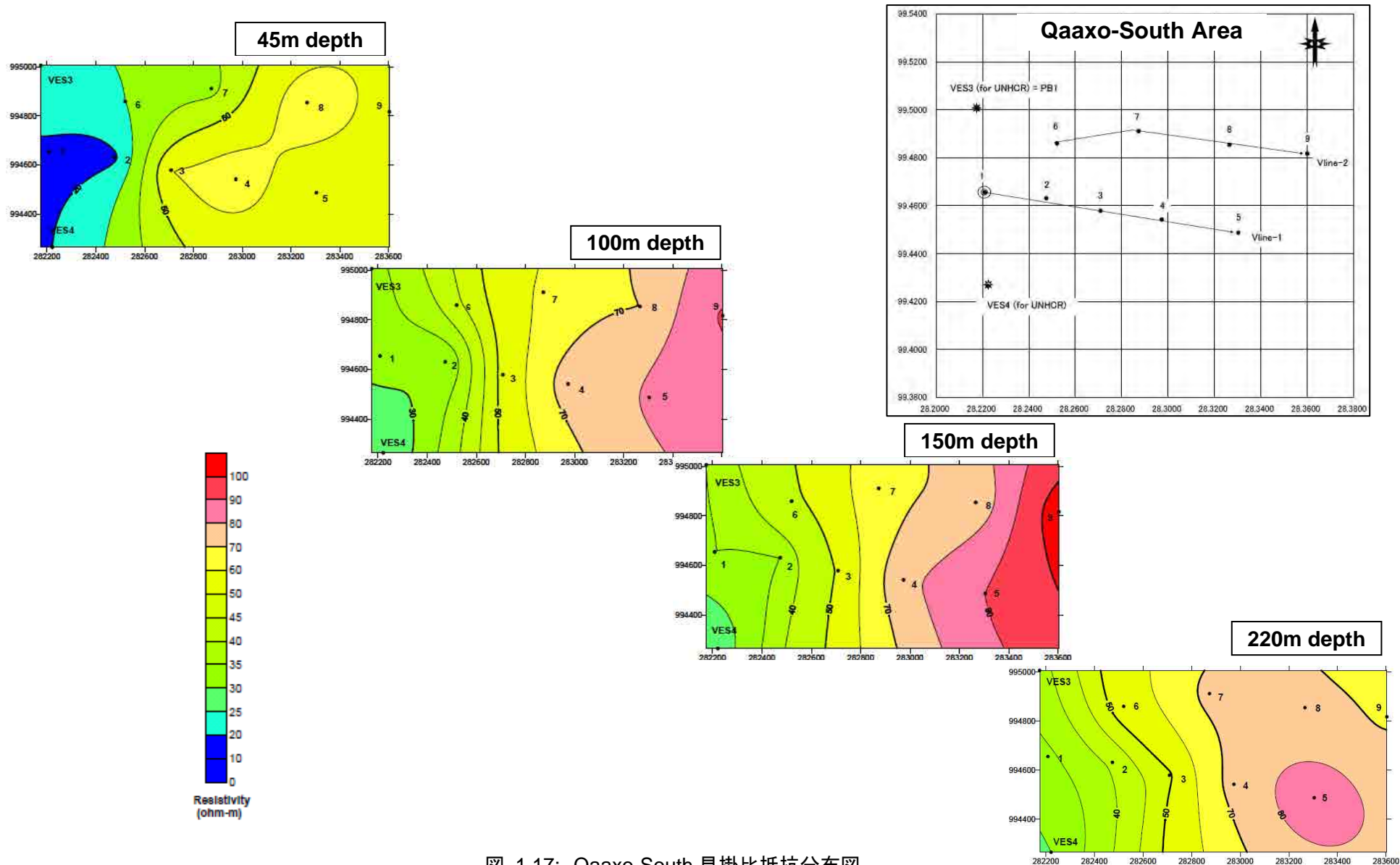


図 1.17: Qaaxo-South 見掛比抵抗分布図

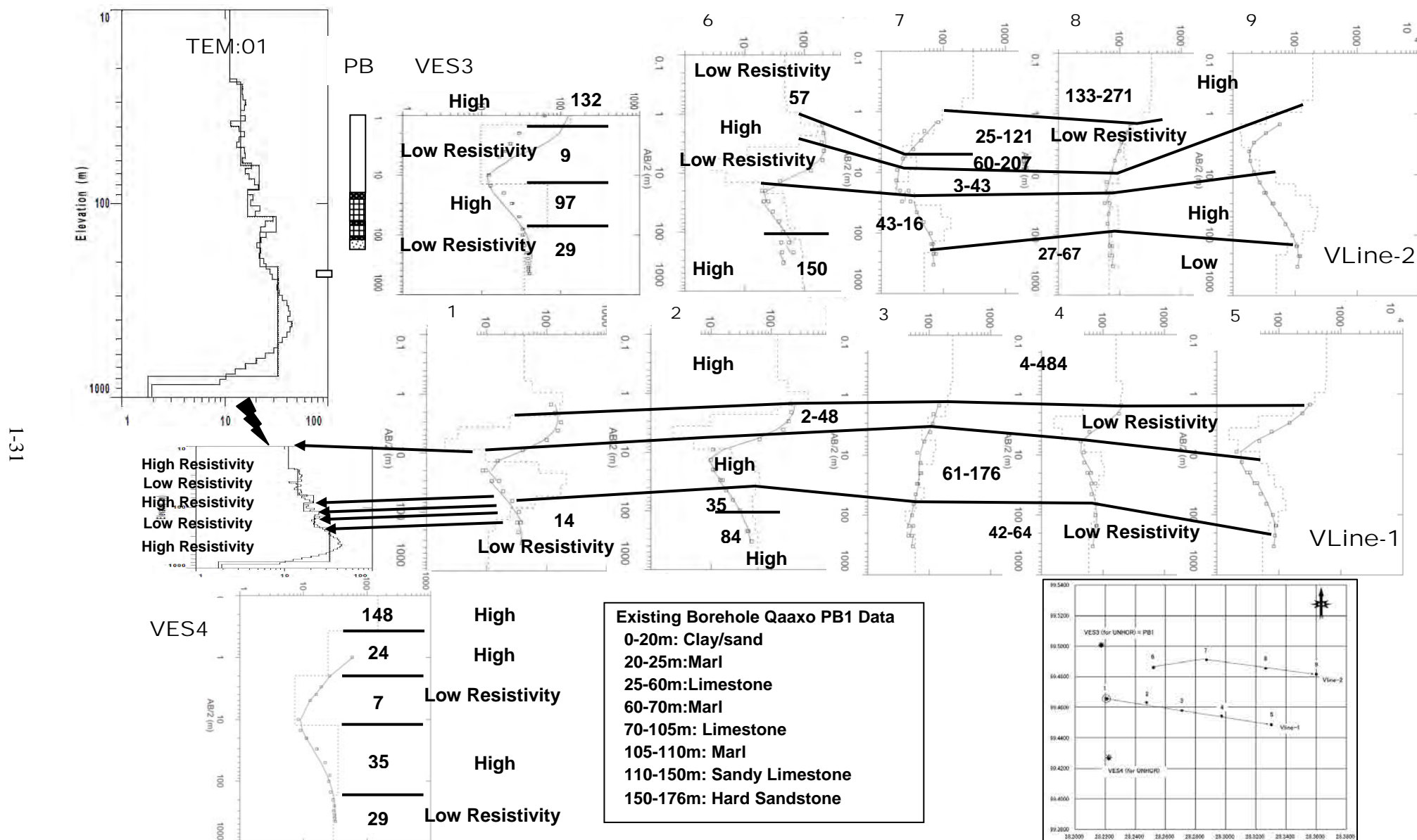


図 1.18: Qaaxo-South 地域比抵抗構造断面図(測線 1~2)

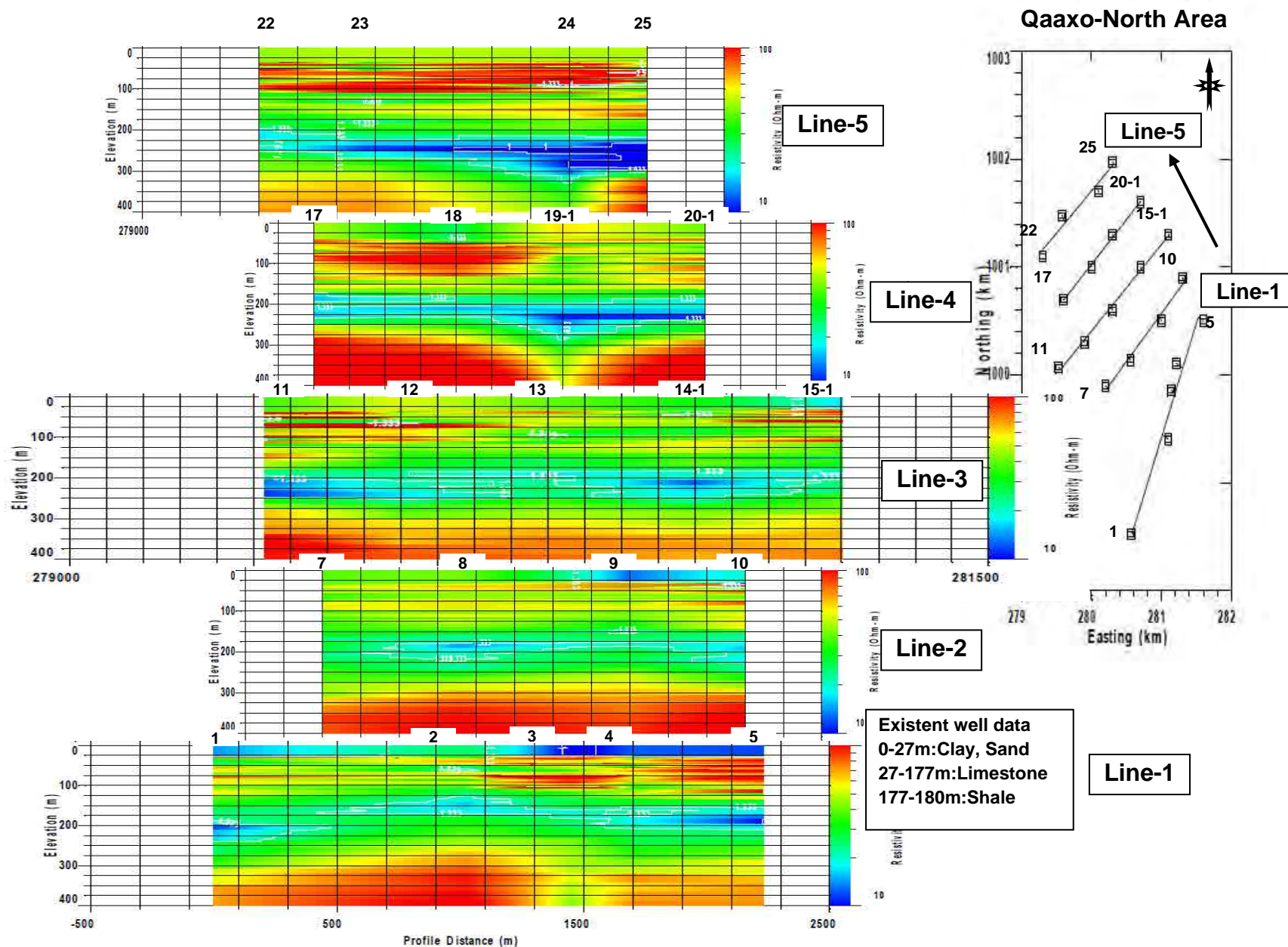


図 1.19: Smoothイメージング比抵抗断面図(Qaaxo-North地域 測線1~5)

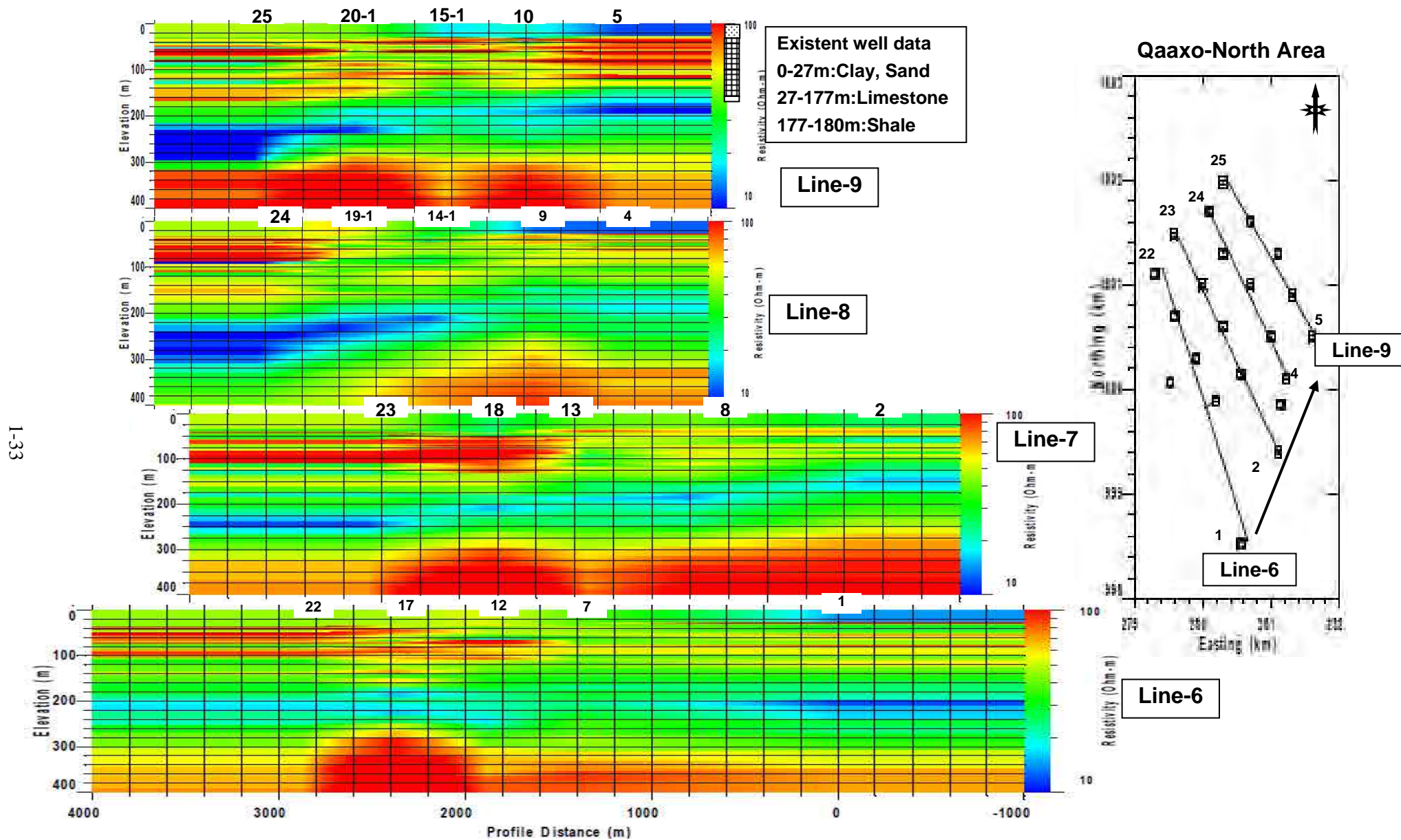


図 1.20: Smoothイメージング比抵抗断面図 (Qaaxo-North地域 測線6~9)

I-34

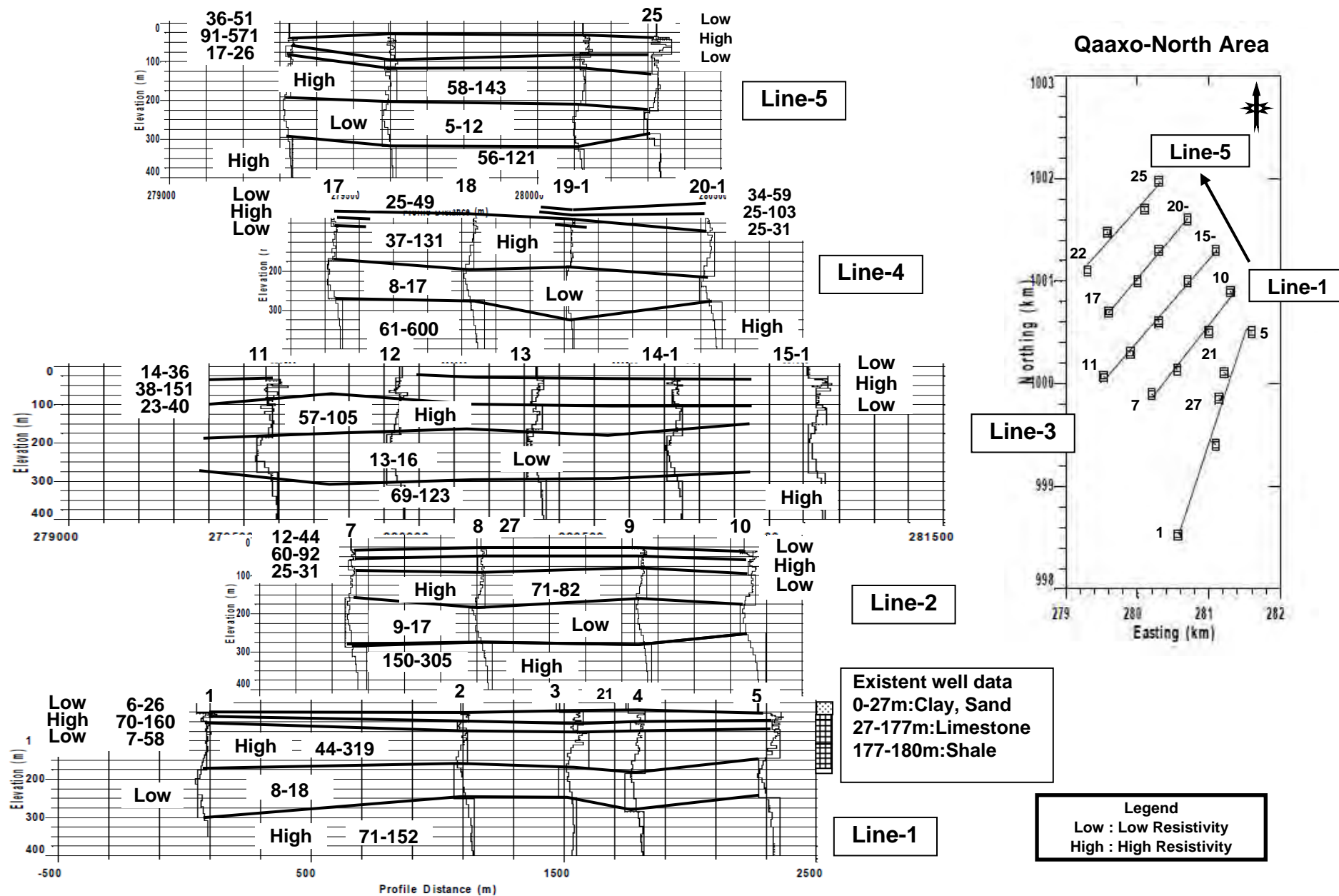


図 1.21: 層構造解析断面図(Qaaxo-North地域 測線1~5)

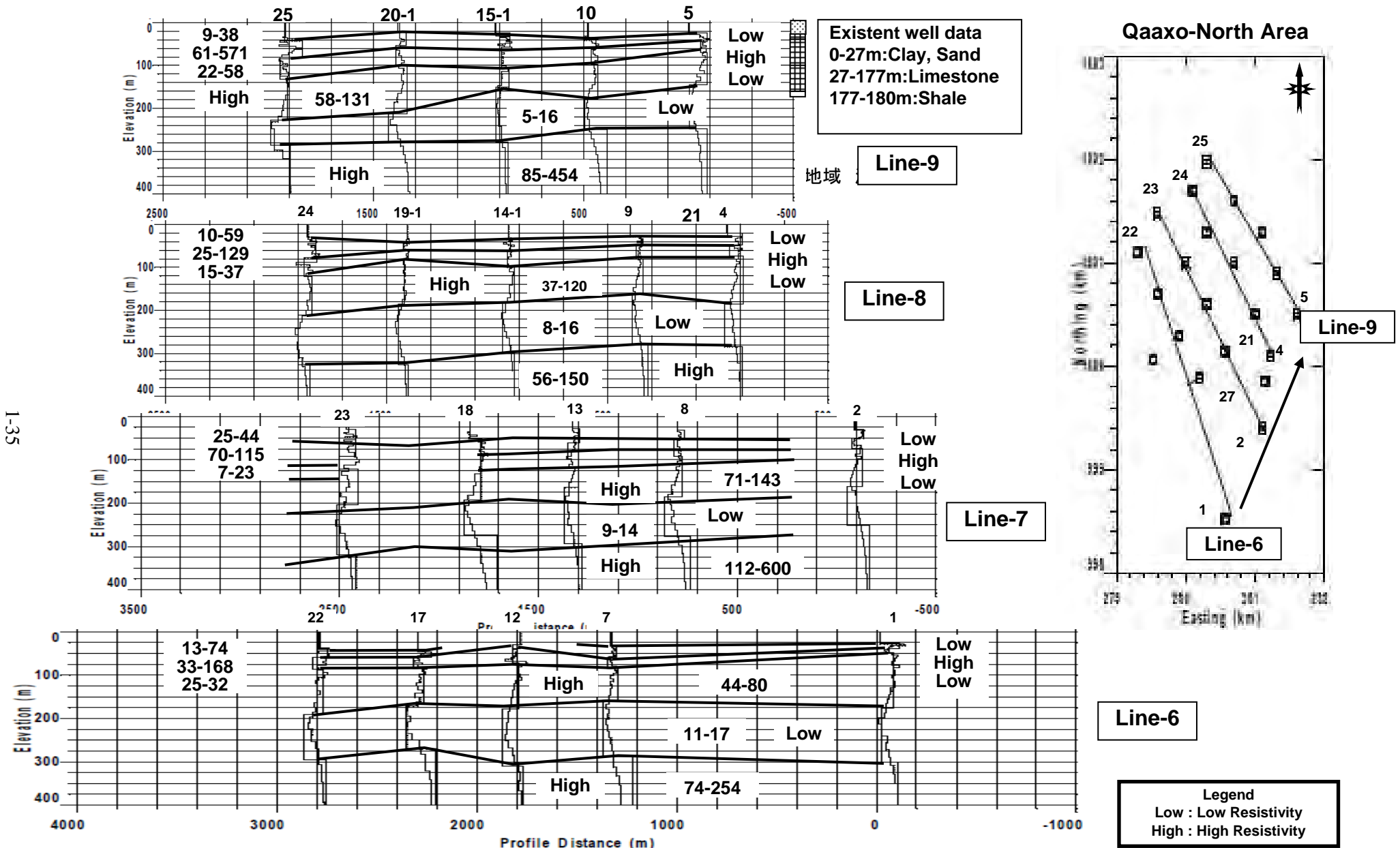


図 1.22: 層構造解析断面図(Qaaxo-North地域 測線6~9)

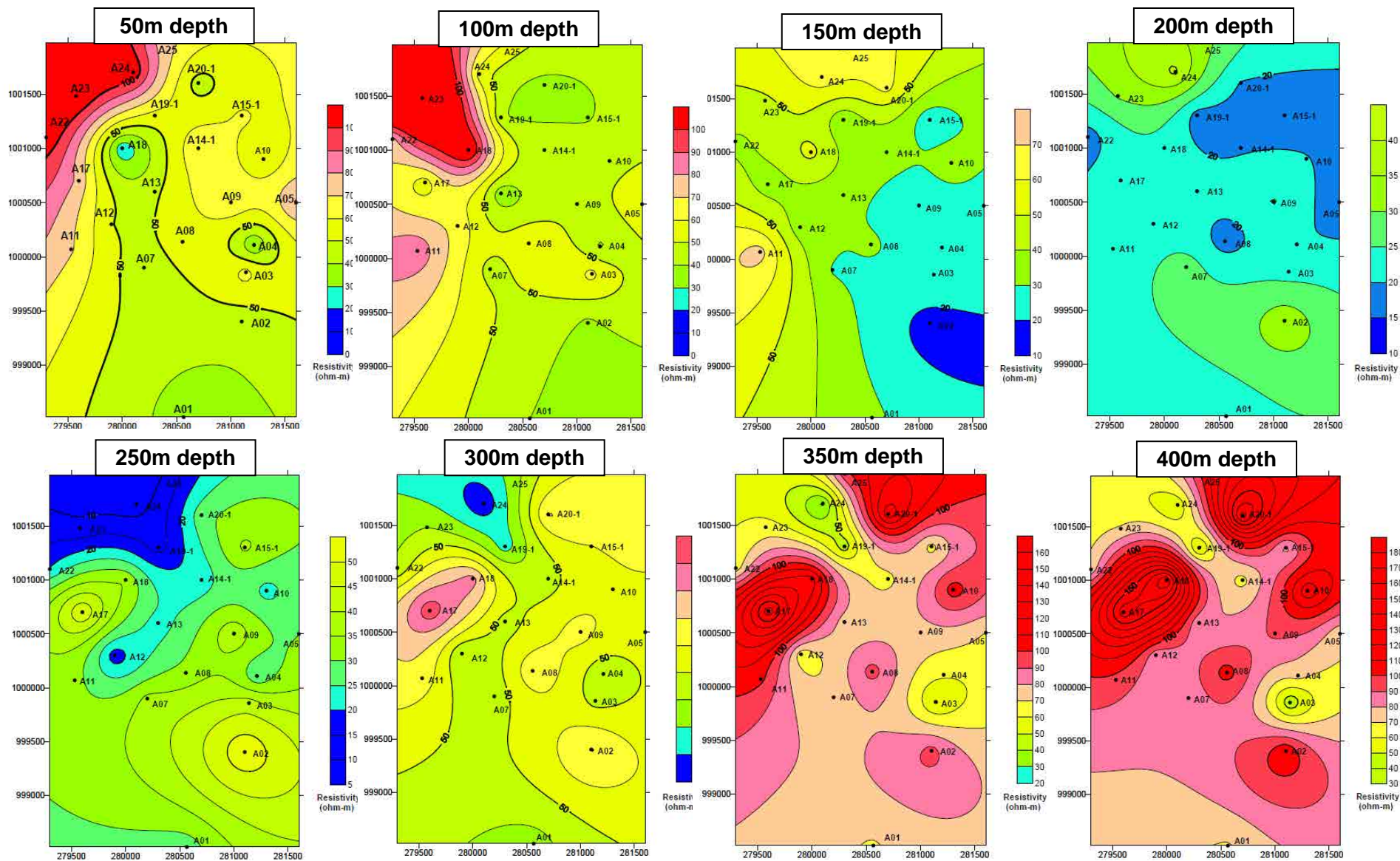
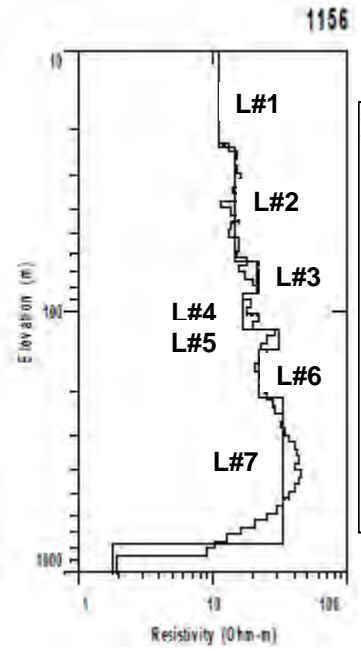
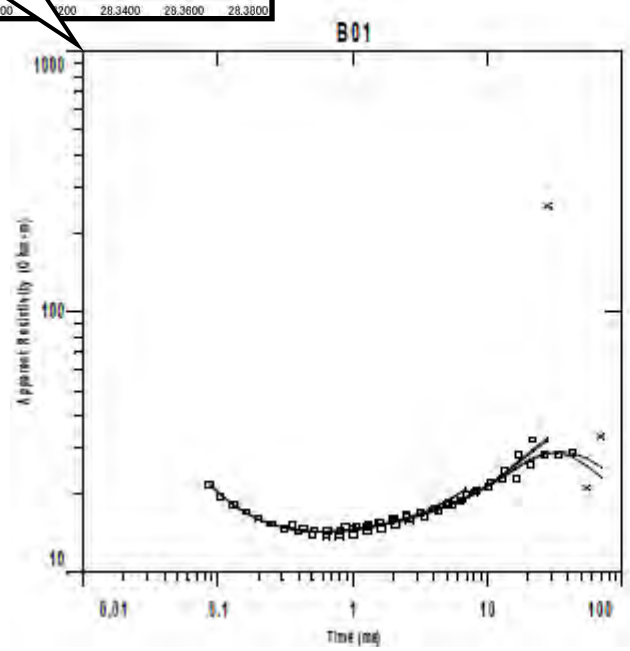
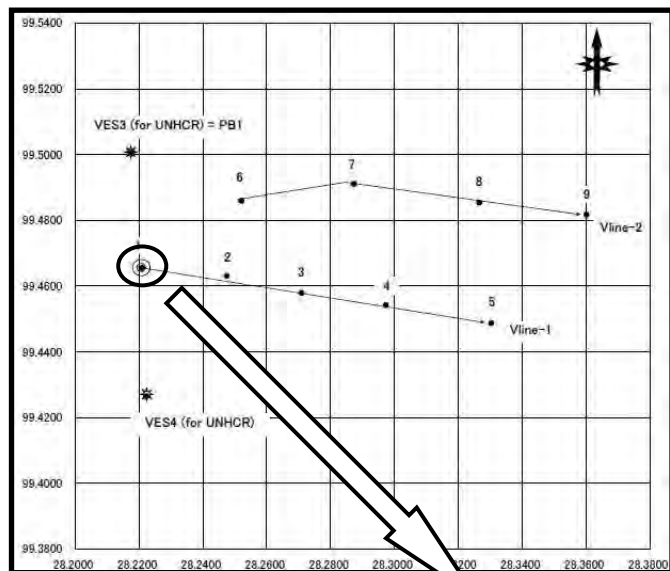


図 1.23: Smooth イメージング比抵抗平面図(Qaaxo-North 地域)

Qaaxo-South Area



L #	RESISTIVITY (ohm-m)	THICKNESS (meters)	DEPTH
1	11.10	23.37	23.37
2	14.26	40.08	63.46
3	21.44	21.68	85.15
4	16.50	31.43	116.5
5	31.17	23.20	139.7
6	21.74	71.34	211.1
7	32.80

図 1.24: 見掛比抵抗曲線及び解析結果図 (Qaaxo-South地域)

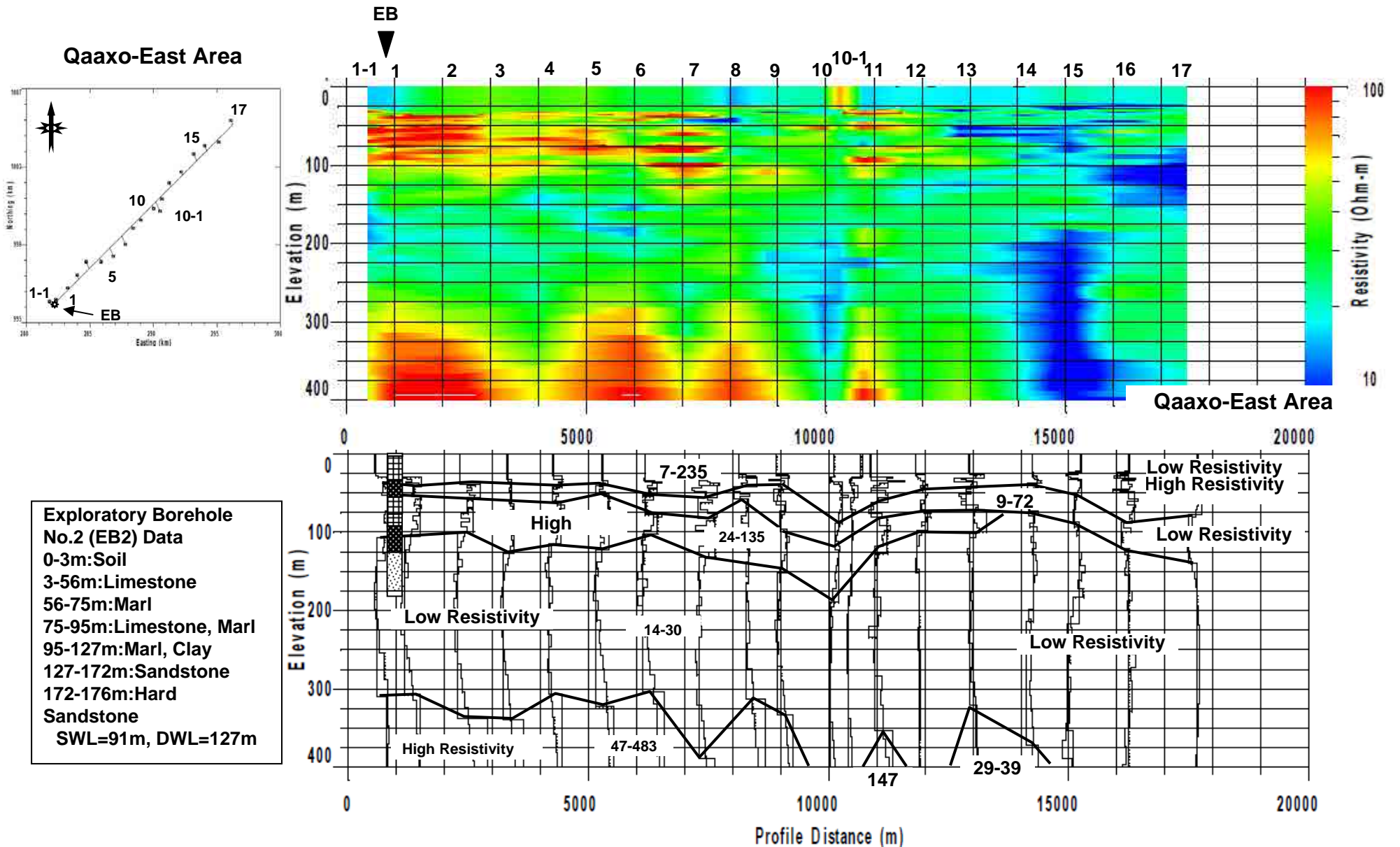


図 1.25: Smoothイメージング比抵抗断面図及び層構造解析断面図(Qaaxo-East地域)

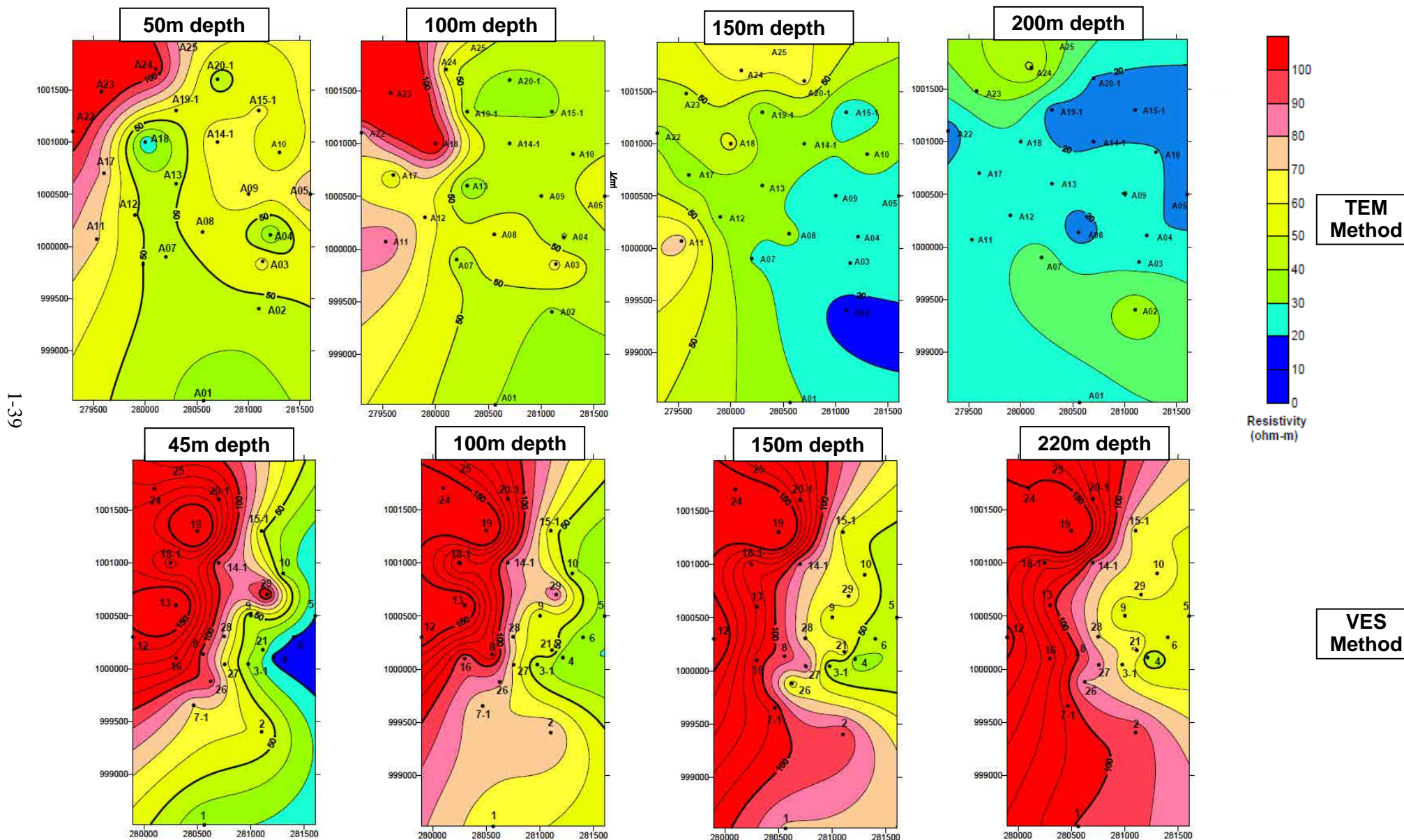
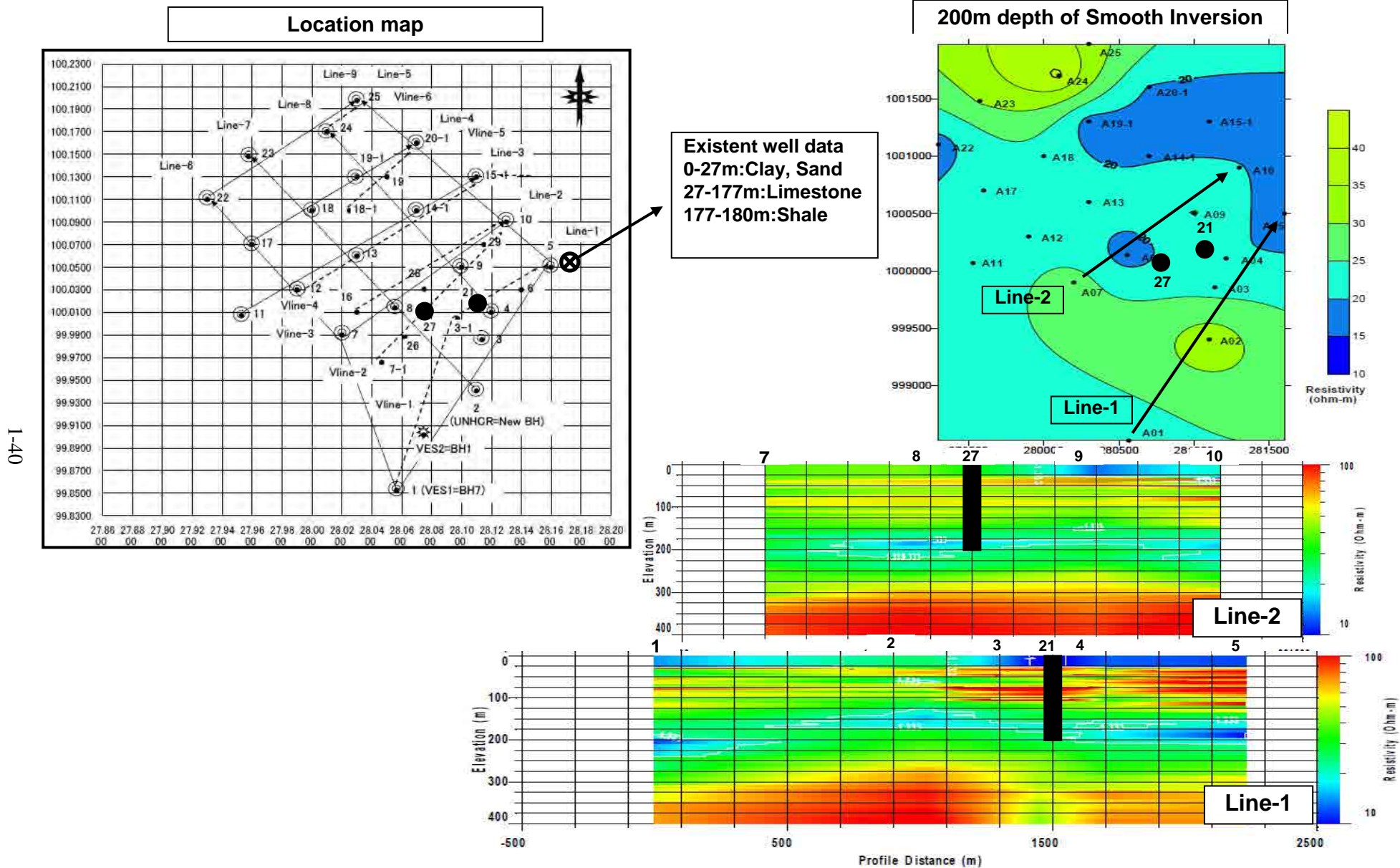
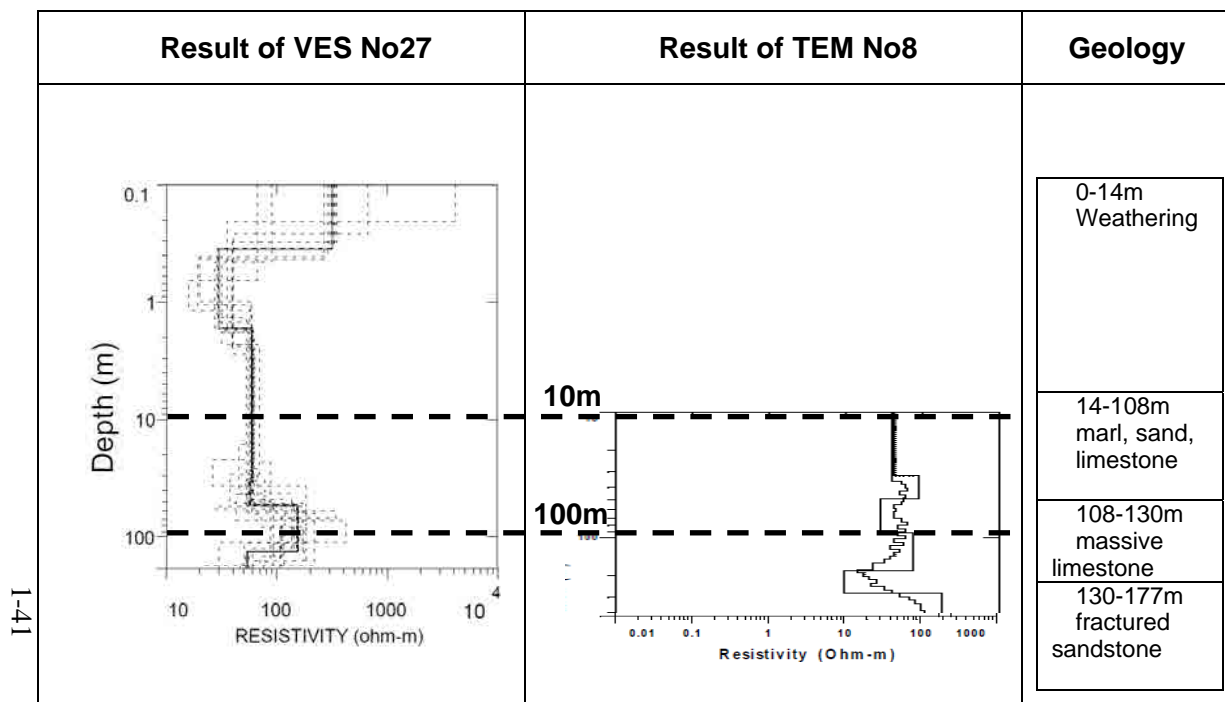


図 1.26: TEM法探査とVES法探査の対比図(Qaaxo-North地域)

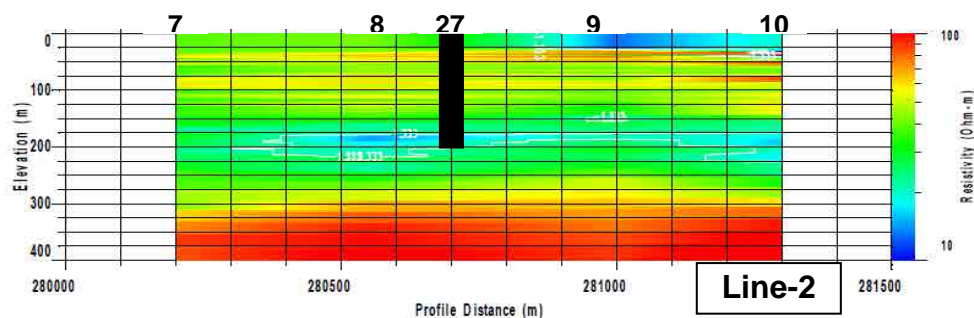


1-40

図 1.27: 井戸掘削選定地点



I-41



Well casing program of No27

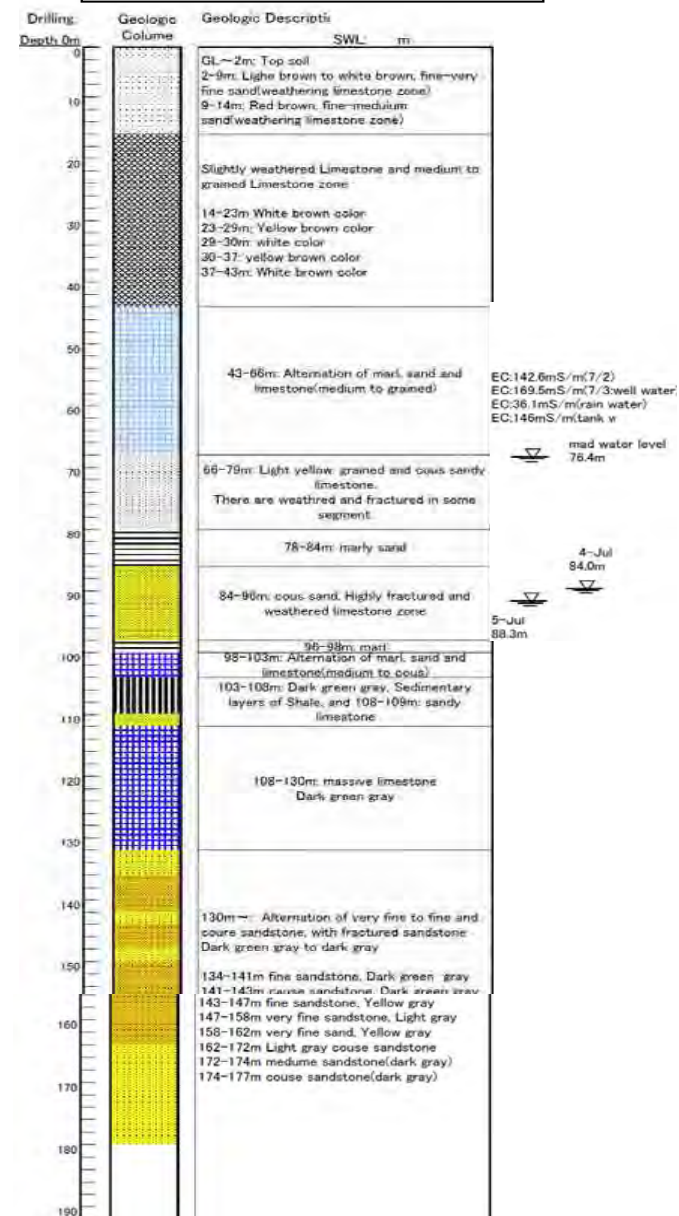


図 1.28: 掘削結果との対比図

2. 井戸掘削と揚水試験

2 井戸掘削と揚水試験

2.1 井戸掘削の目的と方法

2.1.1 目的

本調査の生産井の掘削は以下の目的で実施した。

- ・ 掘削くずの目視観察により地下の地質に関する情報を得る
- ・ 上記の情報および掘削孔内検層と揚水試験の結果から帯水層の位置と地下水ポテンシャルを把握する。
- ・ 生産井として計画水量に見合う揚水量と良好な水質条件の確保
- ・ 調査区域全体の水理地質構造の把握に寄与するデータの収集と、今後開発対象となる地下水の性質を把握する基礎資料を得る

尚、掘削地点区域の概略位置図を次の図 2.1に示す。

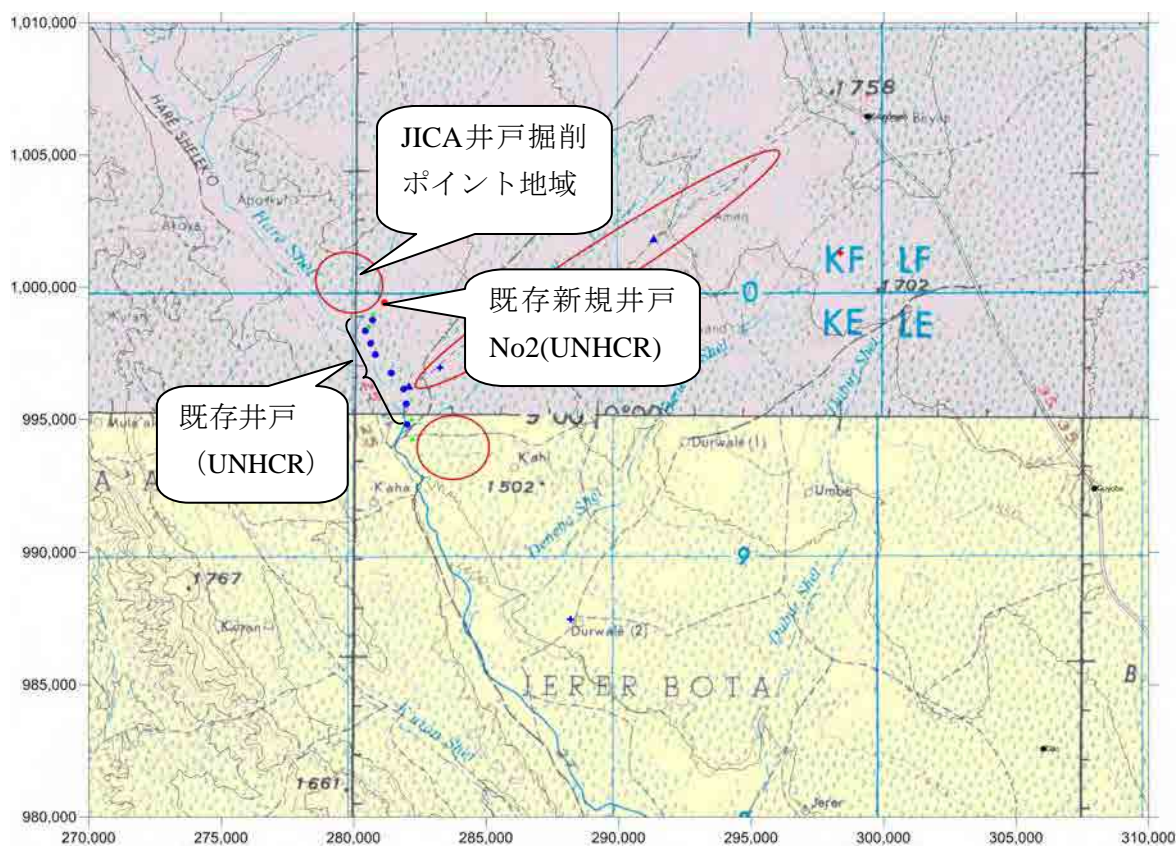


図 2.1: 掘削地点の概略位置図(Farda 地区)

2.1.2 方法

本調査では合計2本の井戸を掘削し、既存の生産井戸と同様の仕様で完成させた。井戸掘削の概略仕様は表 2.1に、井戸完成図は図 2.2に示した。

表 2.1: 生産井掘削の基本仕様

	詳 細
掘削業務期間	<ul style="list-style-type: none"> 2012年6月11日～8月10日
掘削数量（m）	<ul style="list-style-type: none"> 総掘削深度：400 m（井戸1本あたり平均 200m）
掘削・井戸の仕様	<ul style="list-style-type: none"> 掘削方法：マッドロータリー、空気（気泡）、DTH (Down-the-hole hammer)法 掘削径：12 インチ 仕上げケーシング径：8 インチ ケーシング・スクリーン材質：スチール スクリーン開口率：5 % 以上 ケーシングボトムプラグ 上部セメントシール
掘削方法・井戸仕上げの仕様	<ul style="list-style-type: none"> 1m 毎に掘削土壌のサンプル採取 孔内検層（比抵抗，自然電位を 1m 毎測定） スクリーンとケーシングの設置 グラベルバックとセメントシール 井戸孔内の洗浄 水位観測パイプの設置（口径 1 インチ） 井戸上部保護（鋼管カバーとコンクリートベースの敷設）
揚水試験の仕様	<ul style="list-style-type: none"> 予備揚水（4時間程度） 段階揚水試験（5段階、各2時間） 連続揚水試験（24時間連続） 回復試験（97%の水位回復、或いは12時間）

井戸掘削は現地の井戸掘削業者に委託した。

また、本サイトの井戸の掘削方法は既存井戸を掘削した現地井戸業者の経験と能力を加味して、軟岩層は回転式の“泥水循環掘り”を行い、硬岩や空洞の多い岩相帯では“空気（気泡）圧力”による回転式掘削方法、またはDTH（ダンザホールハンマー）法で行うなど、岩相の状態に応じて掘削方法を使い分けた。

上記の条件を勘案して、掘削を成功させるために以下の対策をとった。

- 十分な掘削資機材を常に現場に確保する
- 地層の堆積条件に合わせて、適宜泥水掘削と空気（気泡）圧力による回転式掘削方法と DTH 方法の使い分ける
- 掘削孔内での崩壊が発生した場合は速やかに掘削孔内の安定維持を講じる
- 表層の崩壊性孔壁の保護のための長めのワークケーシングの敷設

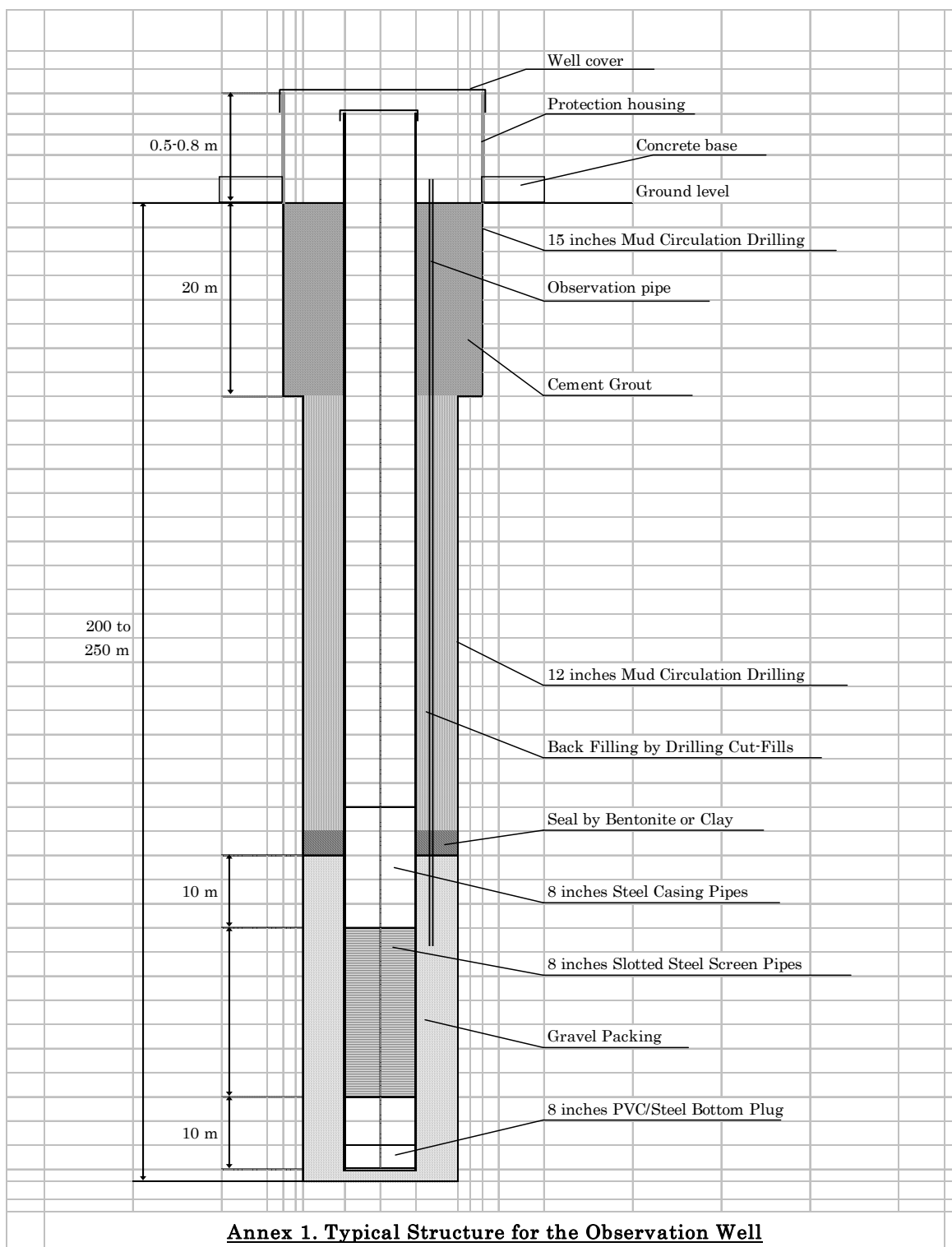


図 2.2: 井戸仕上げ構造図

2.2 掘削地点の選定

本調査の掘削井戸（2本）の位置決定は原則的には以下の基準で設定した。

- ・ 掘削地点はジャラル溪谷の左岸側エリアで、既存井戸から十分離れた場所。
- ・ 原則として地下水の揚水により既存井戸との相互干渉を避けられる位置。
- ・ 既存の地質および井戸資料を整理し、今後開発可能な帯水層の分布状態を整理し、調査流域の水理地質構造を解析する上で、水理地質情報の空白部分を対象。

また現地調査を行い、現地状況を確認して掘削地点について更に範囲を狭めた。この段階での選定基準は以下のようである。

- ・ 取水対象となる具体的な帯水層の分布が開発計画深度(200m)までに想定されること
- ・ 掘削マシン等のサイトへのアクセスが容易であること
- ・ 井戸掘削の作業スペースが十分であること
- ・ 土地利用や掘削作業に対して問題が起こる可能性が極めて少ないこと

その後、各サイトで地下の地質・水理地質状況を推定するため物理探査を実施した。物理探査の詳細についてはサポートングレポートに記述する。

掘削地点の候補地周辺での物理探査の数量は次のとおりである。

- ・ 垂直電気探査（VES）を 25 点、
- ・ 電磁波探査（TEM）を 9 測線（探査数量 22 点）

これにより掘削地点周辺の水理地質状況を想定する比抵抗断面図を作成し、最終的にはこの比抵抗断面図をもとに以下の基準で掘削地点を選定した。

- ・ 地下水の賦存が有望と思われる場所と深度を絞り込む
- ・ 帯水層が掘削計画深度（約 200m）までの間に存在すること
- ・ 掘削マシン等のアクセス可能な地点を対象とすること

上記の調査結果を基に、さらに取水対象の帯水層を以下の方針で絞り込んだ。

- 調査地域に分布する石灰岩層は場所によっては地下水の帯水層となるが、周辺の既存井戸データでは深度 150m前後に堆積する石灰岩は地下水の取水対象となっていないことが多く、さらに水量も少ないとの情報もある。
- 従って今回の掘削では基本的に深度 100m前後までに堆積するは石灰岩層中の地下水は取水の対象外とする。

具体的に選定した掘削地点の地形および水理地質的な特徴は以下のとおりである。

- 1) 掘削対象とした地点（2箇所）間の距離は直線距離で約 410m離れている
- 2) 掘削地点に最も近い既存井戸は直線距離で約 1.3 km離れている
- 3) 各サイトを結ぶ線上の中間地点には 2 地点間を分断するような小さな谷（地質構造線）が存在する

- 4) 井戸掘削地点は北北東から南南西にかけて緩やかに傾斜する台地上に位置し、台地の縁はジャラル溪谷の右岸側に到達する
- 5) 2つの井戸掘削地点では、今回の開発対象の帯水層（砂岩層）が深度 200mまでの間に分布している可能性が極めて高い

最終的に選定した井戸掘削サイトは図 2.3に、井戸掘削を実施したサイト情報は以下の表 2.2にまとめた。

表 2.2: 掘削地点のサイト情報

サイト番号	WOREDA	Kebele エリア名	掘削深度 (m)	GPS 位置 (井戸地点) *		
				E	N	Elevation
JICA Well No-1	Kabribeyah	Farda	200	281113	1000179	Ab. 1447 m
JICA Well No-2	Kabribeyah	Farda	200	280742	1000002	Ab. 1448 m

* UTM, datum Adindan

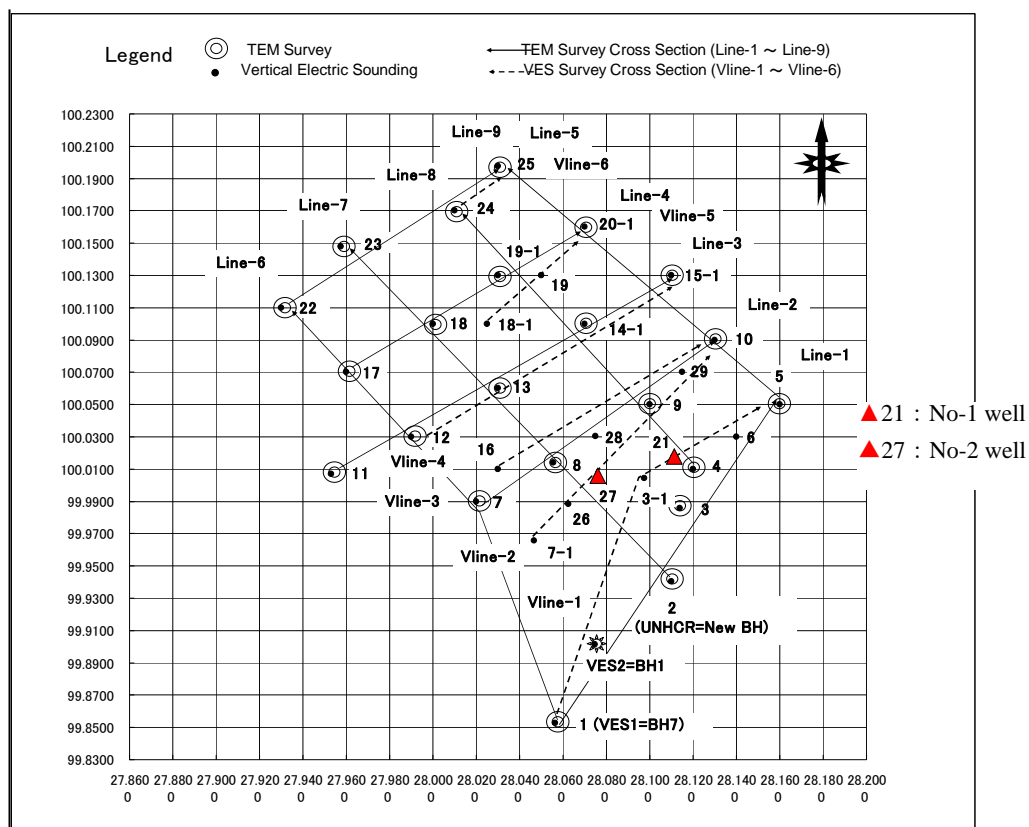


図 2.3: 井戸掘削地点位置図

2.3 掘削結果

2.3.1 掘削業務の概要

本調査では合計 2 本の井戸を掘削した。各井戸ではケーシング設置の直前に孔内物理検層を実施し、掘削試料の水理地質判定結果と併せてスクリーン位置を決定した。井戸完成後には揚水試験を実施した。以下の表 2.3に完成した井戸の掘削概要をまとめた。

表 2.3: 掘削結果の概要

サイト番号 項目	JICA Well No-1	JICA Well No-2
掘削作業期間	2012 年 7 月 5 日～24 日	2012 年 6 月 13 日～7 月 8 日
揚水試験期間	2012 年 8 月 6 日～8 日	2012 年 7 月 25 日～27 日
掘削方法	Mud water with air mist rotary and DTH	Mud water with air mist rotary
掘削深度（実際/予定）	202m / 200m	201m / 200m
スクリーン位置	130m-145m, 160m-190m	135m-159m, 165m-189m
対象帯水層	砂岩層	砂岩層

2.3.2 掘削結果と岩相

井戸掘削地点はジャラル溪谷の東側に位置し、地区名は Farda である。井戸掘削地点の JICA Well No-1 井戸及び JICA Well No-2 井戸は、北々東から南々西側にかけて緩やかにジャラル溪谷側に傾斜する台地の中に位置する。両掘削地点の間隔は直線距離で 410m 離れており、地形的には地点間を結ぶ線上の中間部分で小さな谷が存在する。

掘削の切りくずサンプルは仕様書に基づいて 1 メートル毎に採取した。掘削孔から上がってくるサンプルのみを観察して堆積物の岩相を特定することはサンプルが小さな破片や泥上で採取されるために元の岩石の組織等の判定が困難なことや、このようなサンプルは掘削孔の他の部分（上位部からの崩壊したもの）からのサンプルをも含むことがあることから一般に難しいが、今回、掘削率や地表踏査の結果も考慮したサンプルの記載とその観察に基づく各サイトでの推定岩相を図 2.4、図 2.5に記す。

詳細なサンプルの記載は掘削中に得た関連情報と共にデータブックにある Well Drilling Data に示した。本表の記載は主に掘削サンプルに基づくものである。以下では各サイトにおける掘削作業の状況および掘削孔の主な岩相について概要を記載する。

a. サイト 1（Farda JICA Well No-1）

本サイトは既存井戸を掘削した現地井戸業者の経験上、泥水掘りを主体とし、泥水の漏水が発生した時点で空気（気泡）圧力による回転式掘削を併用した。

掘削は当初の計画より約7日遅れで計画深度(200m)に対して、掘削深度は202mに到達し、主帯水層を確認できたので掘削深度202mで掘り留めとした。

深度21mまでは石灰岩を母岩とする柔らかい風化粘土層が堆積していたため、崩壊防止のガイドケーシングパイプ（口径350mm）を挿入した。

この地点の岩相は地表下21mまでは石灰岩を母体とする風化粘土層（深度4mまでは砂質粘土層）、その下位からは厚い石灰岩層が深度108mまで分布する。石灰岩層の下位には砂岩層が分布する。この砂岩層は極細粒～礫質大までの粒子の異なる岩相が繰り返して堆積する砂岩層である。石灰岩層の掘削中には何度か循環泥水の逸水が起こり、内部には割れ目や空洞が多く存在することが考えられる。とくに深度117m地点での逸水が激しかった。

掘削作業で特徴的な事象は、掘削屑（地質サンプル）の採取が出来なかったところが多くあったことである。掘削屑の採取が出来なかった深度は、①74m～86m（石灰岩層）、②168m～201m（砂岩層）である。これは掘削屑（地質サンプル）の回収時に、試料が石灰岩の空洞部分に拡散して地上まで回収できなかったことに起因したと推定される。

この地点の掘削速度（掘削深度/掘削時間）は石灰岩層（軟岩）では比較的速く、砂岩層（中硬岩）は上位の石灰岩層に比べてやや遅かった。最初に地下水が確認できた深度は約110m付近であり、この部分は石灰岩層と砂岩層の境界部分に当たる。

尚、地下地質情報の記載に当たって、サンプルの回収できなかった場所は掘削速度や循環泥水の色調などから岩相を推定した。石灰岩内部の空洞は堆積状況や亀裂、地下水の浸透などの条件が重なって溶脱等により生じていた可能性がある。

本サイトの井戸の地質詳細記述結果についてはデータブックのWell Drilling Dataに示した。

b. サイト2（Farda JICA Well No-2）

掘削はほぼ当初の計画深度（200m）に到達した時点で、主帯水層を確保できたので掘削深度の201mで掘り留めとした。この地点は表層から比較的硬い土壌が堆積していたのでガイドケーシング（口径350mm）の挿入は地表下5mまでとした。

この地点の岩相を特徴づけるのは表層部分から堆積している石灰岩層である。深度別にその特徴を見ると、深度2mから深度14mまでは粘土層まじりの風化石灰岩層、深度14mから110mまでは石灰岩を母岩とした砂質部、粘土質部、泥灰岩質、破碎部を繰り返す互層帯が続き、所々で頁岩の薄層を挟むのが特徴的である。また深度110mから130mまでは緻密な硬質の石灰岩が分布する。深度130mからは砂岩層が堆積し掘り留め深度の201mまで分布する。地下水が最初に確認された深度は約86mで、この部分には石灰岩が堆積し地下水の量は少なめであった。また、2度目の地下水が観察された深度は約151mで、この部分は砂岩層の風化堆積層で、粗粒砂～礫質砂岩層の卓越した部分で、オペレーターの感触では掘り進むに連れて地下水の噴出量は多くなったと確認されている。

掘削屑の目視観察によれば、砂岩層は極細粒から細粒、及び砂粒や細礫質の砂岩が互層で堆積しており、砂粒や細礫質の砂岩層には地下水が賦存（帯水層の存在）すると推定される。

石灰岩層を掘削中には何度か循環泥水の逸水があり石灰岩層の内部には多くの割れ目があるものと推定される。また、JICA Well No-2 サイトでは表層から掘り留め深度（201 m）までの全深度で掘削屑のサンプル回収ができた。

本サイトの井戸の地質詳細についてはデータブックの Well Drilling Data に示した。

WELL DRILLING DATA

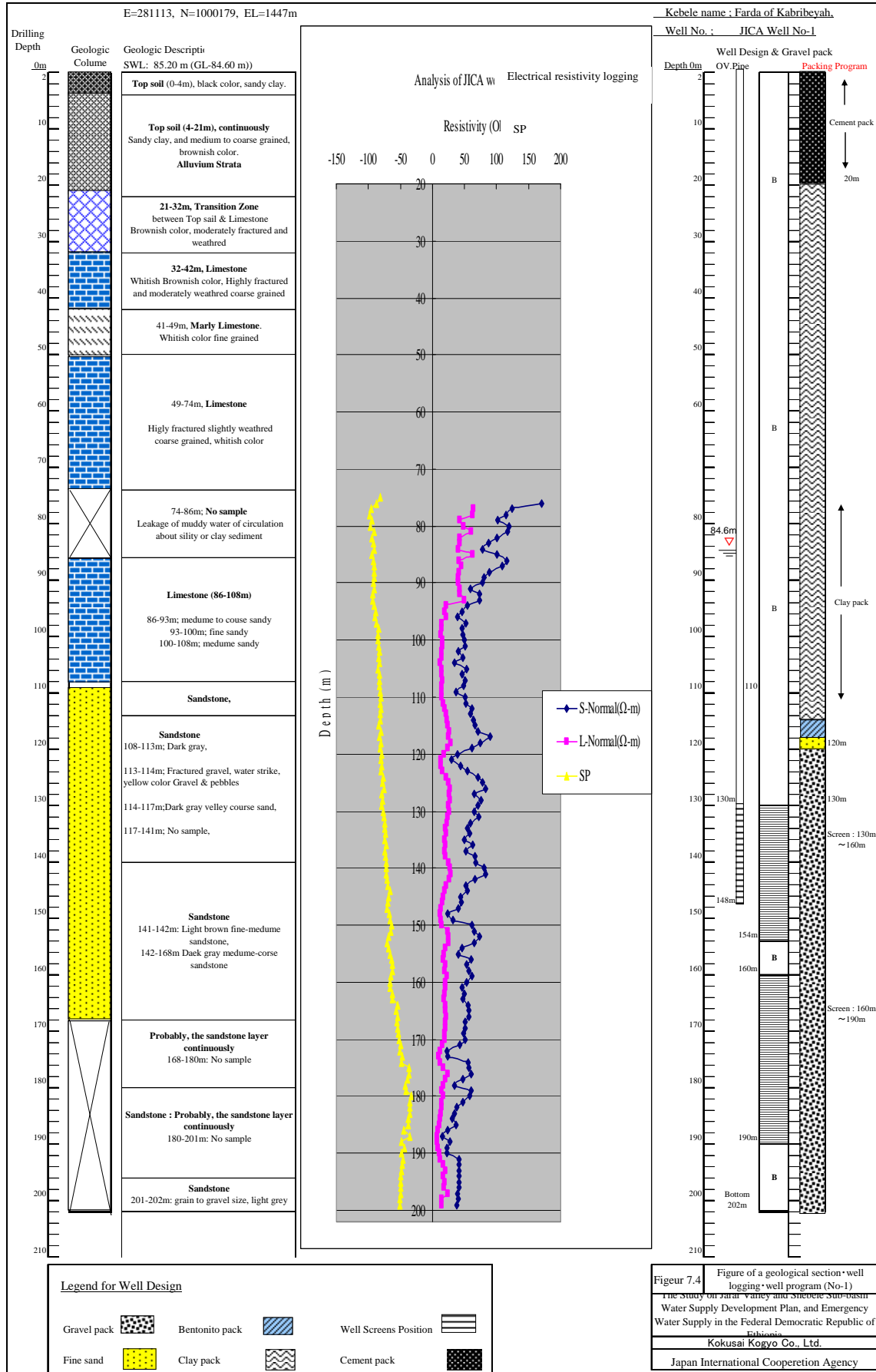


図 2.4: 地質総合柱状図(JICA Well No-1)

WELL DRILLING DATA

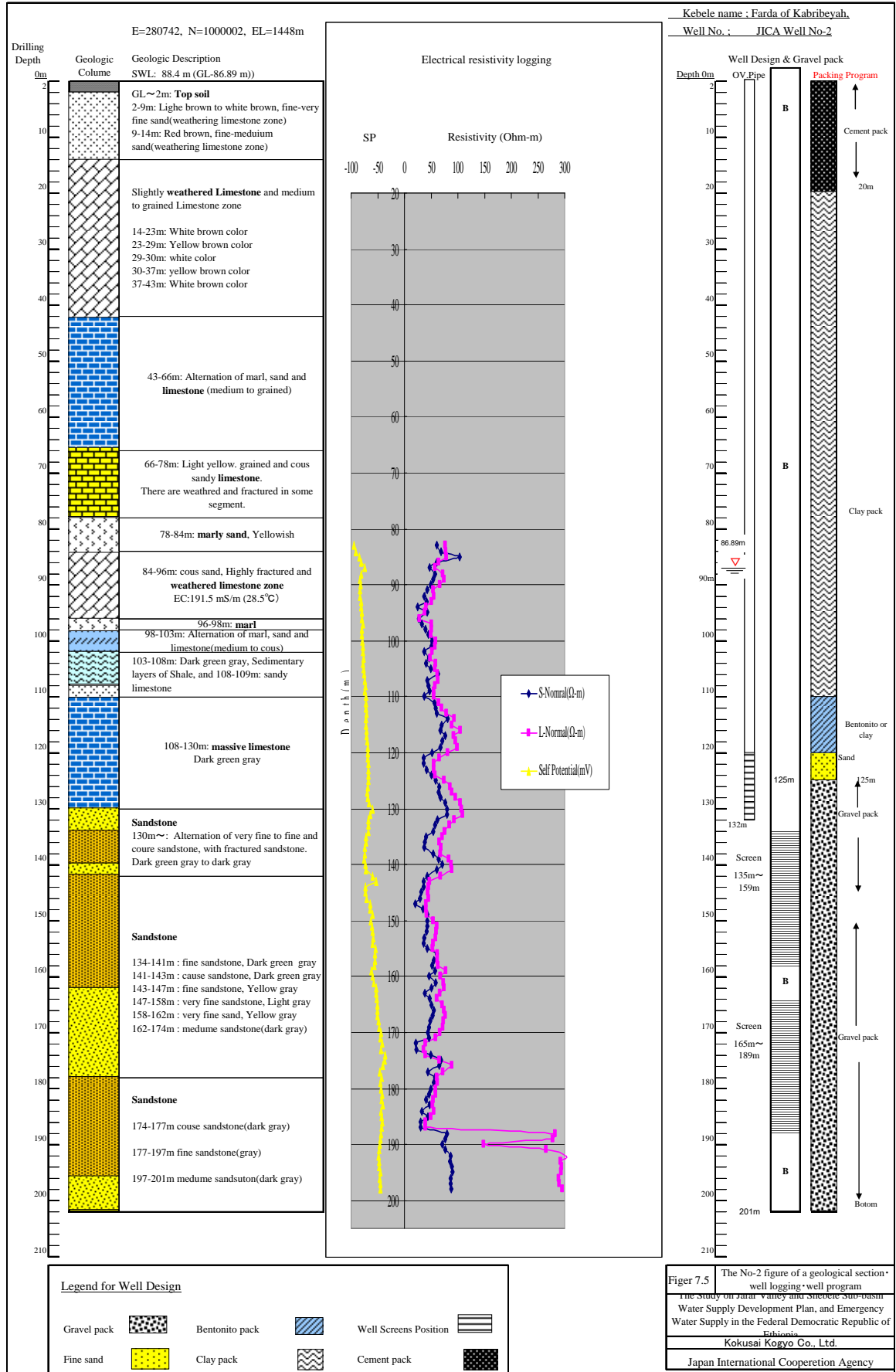


図 2.5: 地質総合柱状図(JICA Well No-2)

2.3.3 物理検層の結果

掘削孔内の物理検層は電気検層と SP を掘削終了直後に実施した。電気検層はその手法の性格上、孔内水が存在する区間で実施するものである。

この結果と地質試料の観察記録、掘進率等を勘案してスクリーンの敷設位置を決め、井戸完成のプログラムを構築した。

検層の概略仕様は以下の表 2.4に示した通りである。また検層結果は地質ログとあわせて図 2.4及び図 2.5に示し、測定記録のオリジナルデータはデータブックに掲載した。

表 2.4: 孔内検層の仕様

検層項目	測定間隔
Spontaneous potential (SP)	1m
Electrical resistivity short (Short Normal)	1m
Electrical resistivity long (Long Normal)	1m

a. サイト 1 (Farda JICA Well No-1)

検層は地表下 76mから 199mの部分で実施した。掘削屑の試料観察では、深度 78mから 108mまでは軟質から中硬質の石灰岩および石灰岩を母岩とする堆積層が分布し、深度 108mから孔底までは中硬質の砂岩層が分布している。検層の結果を深度別の比抵抗値で見ると概ね以下の様（表 2.5参照）にまとめられる。

表 2.5: 深度別の比抵抗値(JICA Well No-1)

電気検層深度 (m)	岩層	比抵抗値 (Ω-m)	
		Long normal	Short Normal
76m~93m	石灰岩	41~64	75~125
93m~109m	石灰岩	12~16	34~54
109m~119m	石灰岩/砂岩	15~27	51~90
119m~123m	砂岩	13~16	30~54
123m~144m	砂岩	19~28	50~83
144m~149m	砂岩	11~17	23~45
149m~170m	砂岩	14~25	40~57
170m~174m	砂岩	10~15	23~43
174m~181m	砂岩	12~24	35~61
181m~190m	砂岩	7~14	15~37
170m~199m	砂岩	14~21	38~41

この地点での深度 199mまでの比抵抗の最も高い値は 125Ω-mであるが、総じて 100Ω-m以下の低い値を示す。また、比抵抗カーブを見ると石灰岩層は砂岩層に比べて若干比抵抗値が高く現れている。さらに、石灰岩中の 40Ω-m以下の部分は空洞、或いは割れ目の存在を表示していると推定する。掘削中のデータでは石灰岩中で地下水が確認できた

深度は 89m で、これは石灰岩の堆積層の中でもかなり下位の部分にあたる。砂岩層の中では所々で比抵抗が 30Ω-m 以下の部分があり、これは地下水の存在による影響と考えられる。

b. サイト 2 (Farda JICA Well No-2)

検層は地表下 83m から 198m 区間で実施した。掘削屑の試料観察によれば、深度 83m から 134m までは軟質から中硬質の石灰岩層及び石灰岩を母岩とする堆積層で、深度 134m から孔底（198m）までは中硬質の砂岩層が分布する。検層の結果を深度別の比抵抗値で見ると概ね以下の様（表 2.6 参照）にまとめられる。

表 2.6: 深度別の比抵抗値 (JICA Well No-2)

電気検層深度 (m)	岩層	比抵抗値 (Ω-m)	
		Long Normal	Short Normal
83m~91m	石灰岩	54~79	50~103
91m~111m	石灰岩	28~64	27~52
111m~120m	石灰岩	69~110	52~81
120m~124m	石灰岩	55~65	36~50
124m~134m	石灰岩/砂岩	75~110	54~80
134m~141m	砂岩	65~88	37~70
141m~174m	砂岩	36~76	20~60
174m~179m	砂岩	62~88	44~69
179m~187m	砂岩	39~59	30~50
179m~198m	砂岩	149~303	71~90

石灰岩、砂岩ともに総じて比抵抗値は低く、その中でも微量な変化を示していることが読み取れる。石灰岩層中の微妙な比抵抗の変化は、泥灰岩や細砂質石灰岩、或いは緻密な石灰岩が互層状態で堆積していることと一致している。

さらに石灰岩と砂岩の比抵抗値を比べてみると、その値に著しい違いは読み取れない。また、砂岩層中の比抵抗値カーブの変化を見ると、かなりの部分に低比抵抗値が現れている。また掘削中の地下水は深度 86m と深度 151m で確認されており、このことから低比抵抗値の存在は石灰岩層の下部と砂岩層に地下水の賦存が見込まれることを示していると推定される。

尚、深度 180m 以深から孔底（198m）までは、その上位層部位に比べて比抵抗値がやや高く、この箇所は掘り屑の目視観察による空隙の少ない緻密な砂岩層に一致する。

2.3.4 掘削結果と物理探査の対比

前節で述べたように井戸掘削計画サイトの 2 箇所において物理探査（垂直電気探査、電磁探査）を実施した。

井戸掘削地点の候補地周辺の物理探査の数量は次のとおりである。

- ・ 垂直電気探査（VES）を 25 点
- ・ 電磁波探査（TEM）を 9 測線（探査数量 22 点）

調査により各サイトの比抵抗断面図が複数作成され、これらを掘削地点選定の参考資料とした。これら物理探査データは掘削終了後、掘削結果（岩相と帯水層）との関連の確認をするため再度比較検証を行った。その結果、多くのサイトで、探査結果は帯水層の深度を比較的良い精度で把握できていたことが分かった。以下に各サイトの詳細を示す。

a. サイト 1 (JICA 井戸 No -1)

物理探査の結果、サイト 1 付近では地下の堆積層を比抵抗値で 5 層に区分している。この区分を基に掘削結果と物理探査結果との対比は以下のように想定される。尚、個々の探査記録及び解析結果はデータブックに添付している。

- ・ 地表からその直下 1m（第 1 層）までは比抵抗値が 15～273 Ω -m の高比抵抗層が分布。
- ・ 地表下 1m～10m（第 2 層）には比抵抗 2～10 Ω -m の低比抵抗層があり、これは地質柱状図の砂質粘土層に相当すると考えられる。
- ・ 深度 10m から 70m（第 3 層）までは比抵抗値が 39～324 Ω -m と中から高比抵抗層が分布しており、これは泥灰岩、風化石灰岩、砂質石灰岩の互層帯に相当する。
- ・ 深度 70m から 100m（第 4 層）までは比抵抗値が 21～114 Ω -m と中比抵抗層となり、地質的には泥灰岩、砂質石灰岩の互層部位に相当する。
- ・ 深度 100m から 300m（第 5 層）までは比抵抗値が 140～804 Ω -m の高比抵抗層が分布しており、地質的には深度 108m からの砂岩層部に相当している。
- ・ 比抵抗値が幅広くばらつくことは、掘削試料の結果でも砂岩層中に亀裂や風化部分及び砂礫質堆積物が観察されていることと一致しており、地下水が賦存する帯水層を反映しているものと考えられる。

このサイトの物理探査結果を深度別に見ると、細かい点では探査で得られた深度区分と掘削結果から区分した堆積層の区分は多少の差はあるものの、総じて地下地質の堆積層の区分を良く反映しており、比抵抗による層区分は妥当な数値を示していると思われる。

b. サイト 2 (JICA 井戸 No-2)

サイト 2 付近では物理探査の結果、地下の堆積層を比抵抗値で 6 層に区分している。この区分を基に掘削結果と物理探査結果との対比は次のように想定される。尚、個々の探査記録及び解析結果はデータブックに添付している。

- ・ 地表から深度 1.5m（第 1 層）までは比抵抗値が 3～383 Ω -m の高比抵抗層を、深度約 5m（第 2 層）までは 4～91 Ω -m と超低い比抵抗層が分布し、いずれも石灰岩礫を多く含む表土にあたる。
- ・ 深度約 5m～20m（第 3 層）までは比抵抗値が 54～246 Ω -m と高比抵抗層が分布し、粗粒砂から礫と石灰岩の岩相が目まぐるしく変化している層を反映している。
- ・ 深度 20m～50m（第 4 層）間は比抵抗値が 17～57 Ω -m の低比抵抗層が分布するが、

これは泥灰岩と細砂を含む比較的軟質な石灰質堆積物を反映している。

- 深度 50m～190m（第 5 層）間は比抵抗が 73～154Ω-m の高比抵抗層が分布する。この区間では深度 109m から 130m は緻密な石灰岩が分布し、深度 130m からは砂岩層が分布するが、この石灰岩層と砂岩層は岩相的には比抵抗の区分が難しく、その結果が反映されて、同じような比抵抗を示していると考えられる。比抵抗値の変化が激しい低比抵抗値の部分は地下水の含有を示唆しているものと考えられる。
- 深度 190m 以深（6 層）は比抵抗値が 18～54Ω-m と再度の低比抵抗層となっており、地質的には硬質の砂岩層の分布を示唆していると推定される。

このサイトの物理探査結果と掘削での地層区分を比べると、JICA Well No-1 地点と同様に、深度区分に多少の差はあるが、総じて地下地質の堆積層の区分を良く反映していると考えられる。また、この地点での地下水のストライク深度は、約 86m の石灰岩層、約 151m の砂岩層に確認されているが、これも比抵抗の変化によく反映されており、物理探査の比抵抗区分が帯水層の分布状態をよく反映していると思われる。

2.4 揚水試験

2.4.1 はじめに

揚水試験は各井戸の完成後に実施した。試験の日程は以下の通りである。

No-2 井戸 ; 7 月 25 日から 28 日と、8 月 7 日から 8 日まで（段階再試験）。

No-1 井戸 ; 8 月 4 日から 8 月 6 日まで。

揚水試験の期間は予備揚水開始から回復試験終了までとする

以下の表 2.7 に試験仕様の概要を示す。

表 2.7: 実施した揚水試験の仕様

試験タイプ	仕様と試験詳細
予備試験	4 時間以上
段階試験	3 段階、各段階で 2 時間
連続試験	24 時間測定、 簡易測定器、及びパックテストによる EC・pH・水温、 鉄、フッ素の測定
回復試験	97% の回復まで、または 12 時間測定

今回は 2 本の井戸とも石灰岩層の下位に堆積する砂岩層を対象にスクリーンを設置したので、調査区域に広く分布する砂岩層の帯水層の性質を反映したのと考えられる。段階試験を始める前に、本試験の揚水量を決めるための予備試験を実施した。

2.4.2 段階試験

連続揚水試験での揚水量の決定と井戸効率の確認のために段階揚水試験を実施した。

試験の数値データはデータブックに掲載した。

段階試験の実施は、当初5段階の各2時間揚水を計画していたが、JICA Well No-2の予備試験の結果で揚水量が思ったより見込めないことが判明したので、今回は3段階×各2時間の試験に切り替えた。その理由は次のとおりである。

- ・ 最大揚水量（約 11 L/sec）で揚水した場合、2分後には地下水位はスクリーンの直上まで降下した
- ・ 揚水量約 6.5 L/sec でも水位降下量は 30m近くなることが判明
- ・ ポンプの能力から揚水量を 3 L/sec 以下に絞り込むとポンプに負荷がかかり過ぎて事故の可能性が大きいこと
- ・ 揚水量間隔が 1 L/sec 以下では地下水位の変化を捉えることが出来ないこと

これら試験を実施した2サイトでの段階揚水試験の結果を以下の表 2.8にまとめた。

表 2.8: 段階揚水試験の揚水量と水位低下量

Well		JICA 井戸 No-1		JICA 井戸 No-2	
		データ		1 回目	2 回目
	静水位 (-m)	85.2	88.39	88.93	
段階-1	揚水量(L/sec)	3.8	5.8	3.0	
	動水位 (m)	99.4	100.23	95.45	
	水位降下 (m)	14.2	11.84	6.52	
段階-2	揚水量(L/sec)	5.2	5.9	4.0	
	動水位 (m)	105.48	105.32	97.87	
	水位降下 (m)	20.28	16.93	8.94	
段階-3	揚水量(L/sec)	6.5	5.91	5.0	
	動水位 (m)	116.0	105.94	103.35	
	水位降下 (m)	30.8	17.55	14.42	
井戸 No-1=静水位は観測管の上端から計測 井戸 No-2=静水位はケーシング管の上端から計測					

段階揚水試験実施の一つの目的は井戸の効率を把握することにある。井戸効率の評価は井戸内の水位降下は1) 帯水層の性質からくる水頭損失(aquifer loss)、および2) 井戸スクリーンとその周囲の砂利パッキング等の井戸構造に由来する損失(well loss)の和、という理論に基づいている。この関係は一般に以下の式で表される。

$$Sw = BQ + CQ^2 \quad Ew = BQ / (BQ + CQ^2)$$

ここでSwは井戸内の全水位降下（drawdown）、Qが揚水量、BとCはそれぞれ帯水層損失と井戸損失の係数である。Ew(%)は井戸効率を示す。

以下に各サイトでの試験の解析結果を検討する。

a. サイト No-1

データをまず Sw-Q 図にプロットし、揚水量変化と水位降下の関係から井戸損失の影響を確認した（図 2.6参照）。サイト No-1 では左側の3点で引かれた回帰曲線（S-Qカーブ）は、近似直線を示し、揚水量（Q）と水位降下（s）の弱比例関係を示していると思われる。しかし揚水量が 5.3 L/sec になるとプロットはこの直線の上側にややずれて、井戸損失が現れていることを示唆している。

次にデータを Sw/Q-Q グラフにプロットし、井戸効率の評価を行った。3点のプロットでは放物線のパターンを示すが、3点の平均的な回帰直線を想定して以下の係数 B および C を求めた。

$$B = 0.0258, C = 0.0709$$

これら求められた B と C 及び揚水量 Q = 6.5 L/sec (0.39 m³/min) に対しての 井戸効率(Ew) は以下の表 2.9のように計算される。

$$Ew = BQ / (BQ + CQ^2) = B / (B + CQ) = 48.27\%$$

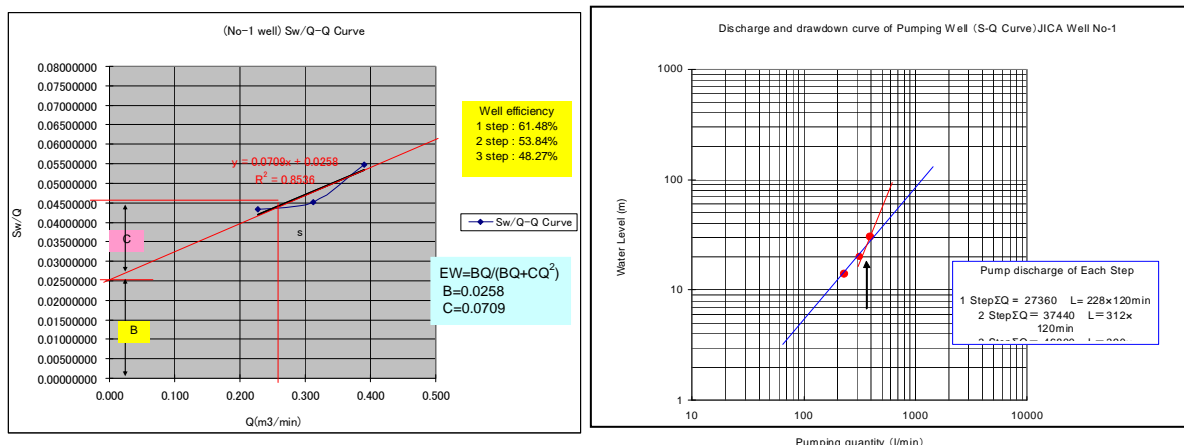


図 2.6: s-Q(左)と Sw/Q-Q(右)図(JICA Well No-1)

表 2.9: JICA Well No-1 の井戸効率算定結果

No-1	Sw(m)	Q (yield)		Sc(m ² /day)	Ew(%)
		L/sec	m ³ /day		
Step-1	14.20	3.8	328.32	23.12	61.48
Step-2	20.28	5.2	449.28	22.15	53.83
Step-3	30.80	6.5	561.60	18.23	48.27

井戸仕上げの観点からみれば、求められた井戸効率は、効率のあまり良くない井戸になっている。

段階試験のグラフを見ると、2段階目と3段階目の間で水位降下量に大きな差(約 10m)

が現れており、グラフも回帰直線ではなく放物線を描く。このことは 2 段目の揚水量がほぼ限界に近い目安を示唆していると考えられる。

今回対象とした帯水層（砂岩層）の深度 200m までの範囲では、あまり多くの揚水量は望めないと思われる。しかしながら、平均揚水時間を 8 時間程度と見込んだ場合、持続的揚水量の目安は、井戸 1 本あたりの揚水量を 5.0 L/sec 以内に保てれば問題ないと考えられる。

b. サイト 2

同様の検討をサイト 2 のデータに対して行った。結果を以下のグラフに示す。揚水量変化と水位降下の関係から井戸損失の影響を確認した（図 2.7 参照）。サイト No-2 では左側の 3 点で引かれた回帰曲線はほぼ直線であり、揚水量（Q）と水位降下（s）の比例関係を示しており、この限りにおいて井戸損失はないと考えられ、揚水量と水位降下の関係は平行状態に近いと考えられる。

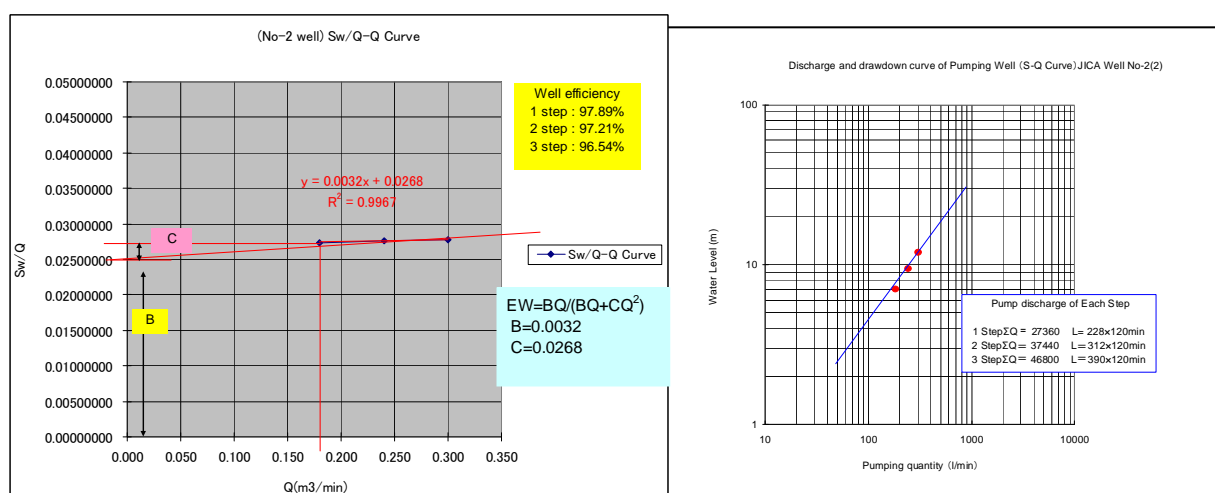


図 2.7: s-Q(左)と Sw/Q-Q(右)図(JICA Well No-2)

次にデータを Sw/Q-Q グラフにプロットし、井戸効率の評価を行った。

段階試験のグラフを見ると、1段階目から3段階目まで水位降下量はほぼ直線上に並び、水位降下量にも大きな差はない。3 点の回帰曲線はほぼ直線であり、この回帰直線で係数 B および C を求めると以下のとおりである。

$$B = 0.0032, \quad C = 0.0268$$

揚水量 $Q = 5.0 \text{ L/sec}$ ($0.3 \text{ m}^3/\text{day}$) に対し、井戸効率(Ew) は以下の表 2.10 のように計算される。

$$Ew = \frac{BQ}{(BQ + CQ^2)} = \frac{B}{B + CQ} = 96.54 \%$$

表 2.10: JICA Well No-2 の井戸効率算定結果

No-2	Sw(m)	Q (yield)		Sc(m ² /day)	Ew(%)
		L/sec	m ³ /day		
Step-1	6.52	3.0	259.2	39.75	97.89
Step-2	8.94	4.0	345.6	38.66	97.21
Step-3	14.42	5.0	432.0	29.96	96.54

井戸仕上げの観点からみれば、求められた井戸効率は 94.54% から 97.89% と、とても効率の良い井戸であることがわかる。また、段階試験のグラフを見ると、1 段階目から 3 段階目まで揚水量に対する水位降下量の差は目立って大きくはなく、揚水量 5.0 L/sec の範囲内であれば、この地点の井戸は限界揚水の目安を超えていないと考えられる。

JICA Well No-2 井戸の段階揚水試験では 5.0 L/sec と少量の揚水量でも 12m 程度の水位降下がある。しかし、水位降下量は JICA Well No-1 井戸よりも少ないが、試験における持続的水位降下の状況を見る限りにおいては、JICA Well No-2 井戸の生産性は JICA Well No-1 井戸と同じ程度と思われる。

また、この地点の帯水層は JICA Well No-1 地点と同様に深度 200m までの範囲では、あまり多くの揚水量は望めないとと思われる。しかしながら、平均揚水時間を 8 時間程度と見込んだ場合、持続的揚水量の目安としては、井戸 1 本あたりの揚水量を 5.0 L/sec 以内に保てれば問題ないと考えられる。それぞれの段階揚水試験の時間経過と水位変動 (S-T カーブ) の結果を図 2.8 と図 2.9 に示す。

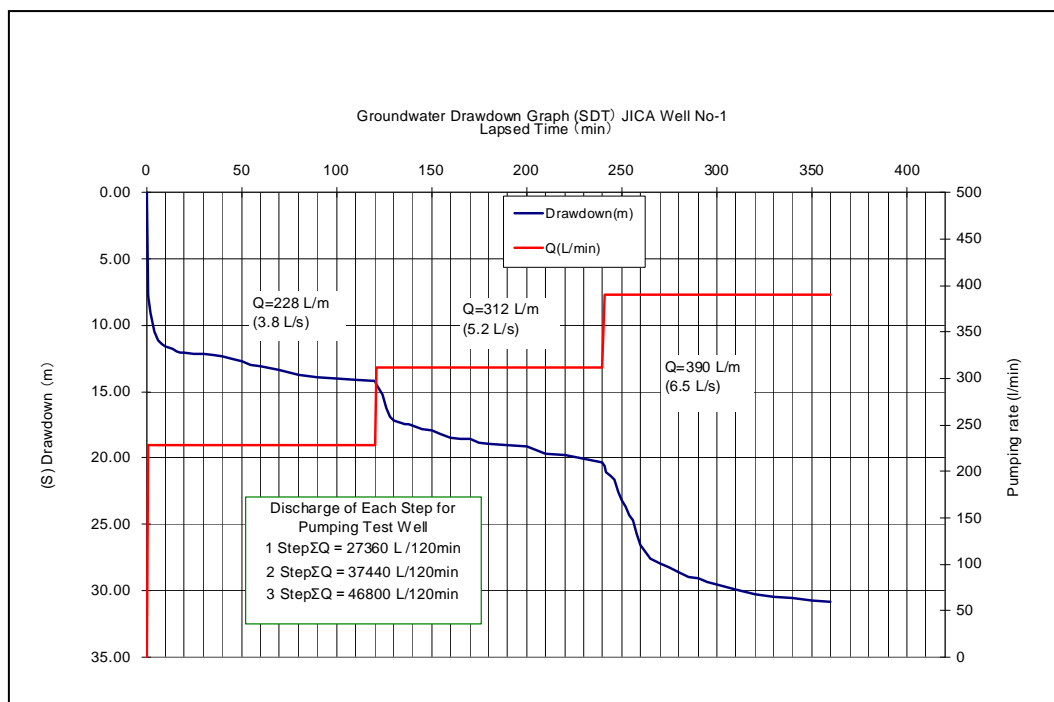


図 2.8: 段階試験の経過時間と水位変動の関係 (JICA Well No-1)

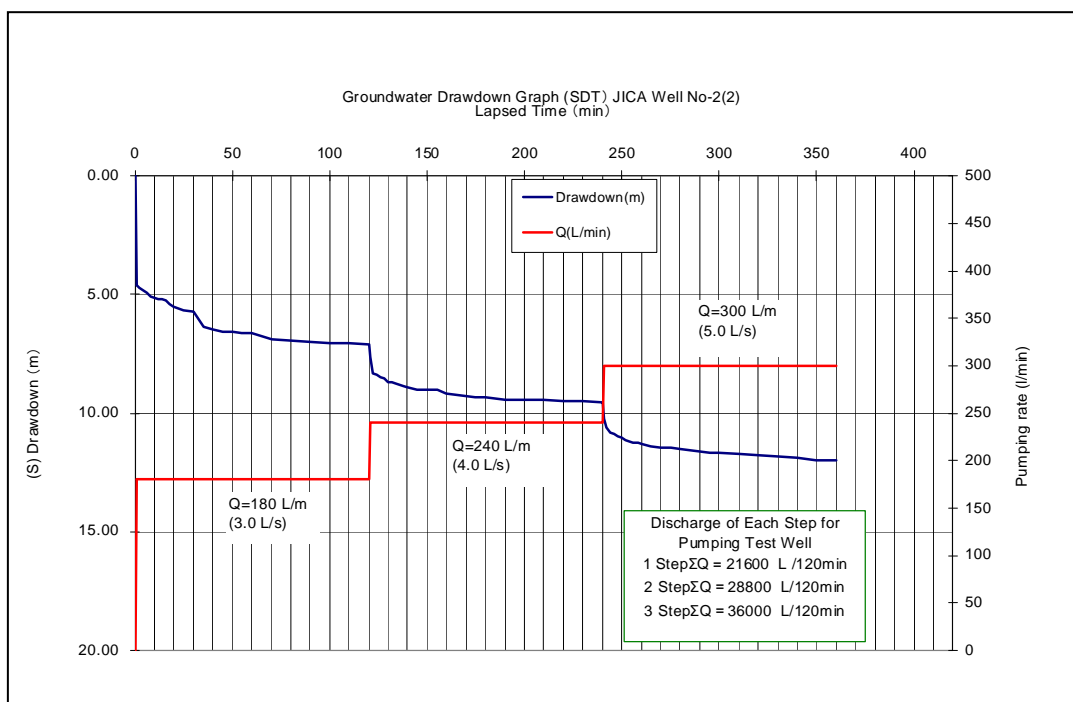


図 2.9: 段階試験の経過時間と水位変動の関係 (JICA Well No-2)

2.4.3 連続試験

連続揚水試験は 24 時間の連続揚水で、揚水試験終了後に地下水位の回復を連続して計測（回復試験）した。連続揚水試験は帯水層の性格を判定するための係数を求めるために実施した。試験の結果、経過時間に伴う水位変動を図 2.10と図 2.11に示す。

連続揚水試験の結果は時間－水位降下のグラフにプロットし帯水層係数を図解法で解析する。

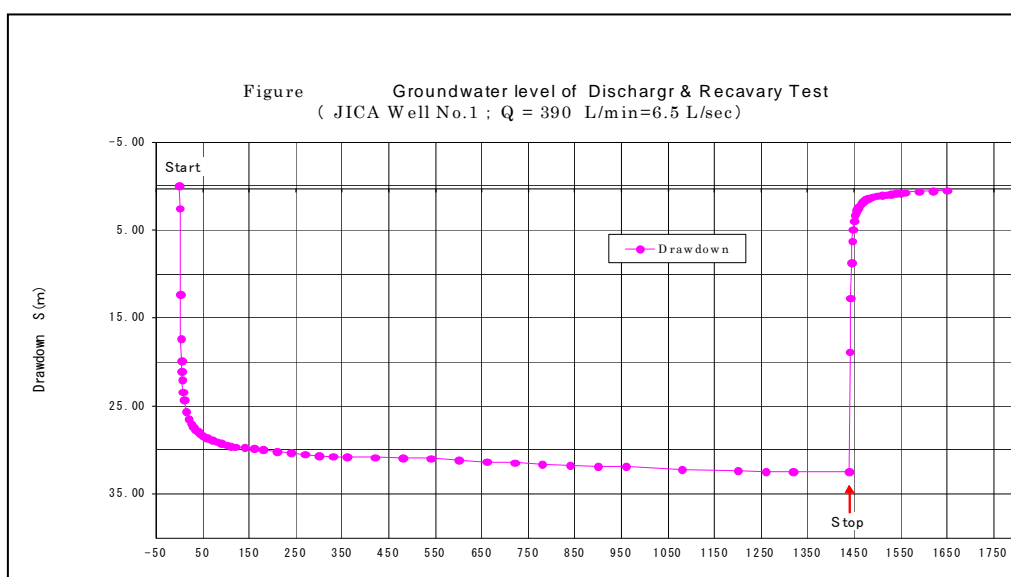


図 2.10: 連続揚水・回復試験の経過時間と水位変動 (JICA Well No-1)

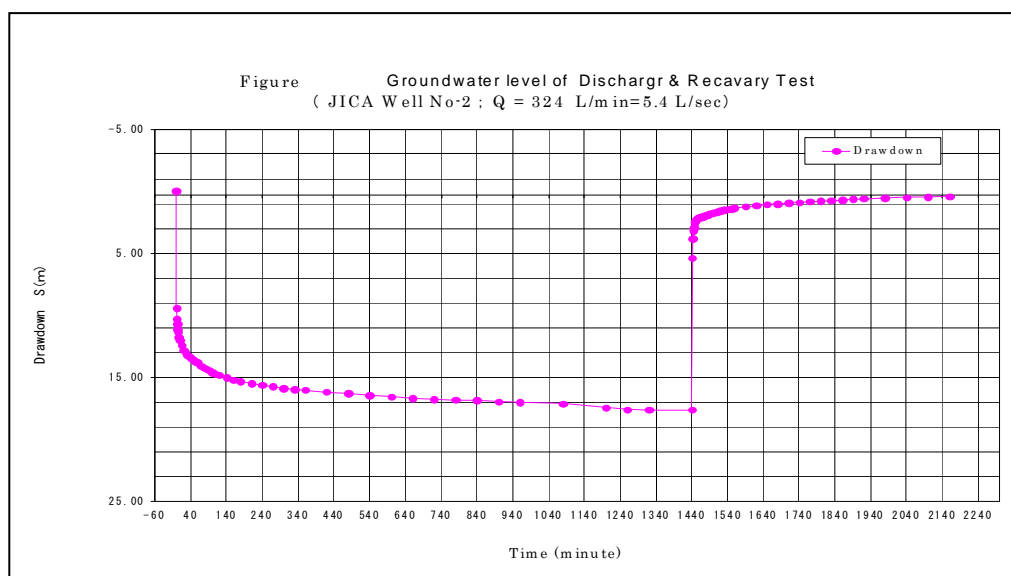


図 2.11: 連続揚水・回復試験の経過時間と水位変動(JICA Well No-2)

一般に図解法では透水量係数 (T)、貯留係数 (S)、透水係数 (K) を推定するのに用いる。本調査での解析は一般的に使われている Jacob 直線法と Theis 曲線法を用いてこれらの定数を算出した。Jacob 直線法ではデータを片対数の s (Y axis) – t (X axis) グラフにプロットし、理論的にはデータは直線状に並ぶため、回帰直線の x 切片から“ t_0 ”を、傾きから“ Δs ”を求め各係数を算出する。Theis 曲線法は両対数グラフに水位降下と井戸半径/揚水経過時の関係をプロットし同じサイズの Theis の標準解析図に重ね合わせ、プロット図と標準解析図が一致した地点(match point) を決定し、その点における $W(u)$, u , s , r^2/t (または $1/t$) を読み取って解答を得る方法である。

解析に当たって帯水層の層厚は挿入したスクリーンの全長を用いた。それぞれの解析結果を図 2.12から図 2.15に示す。

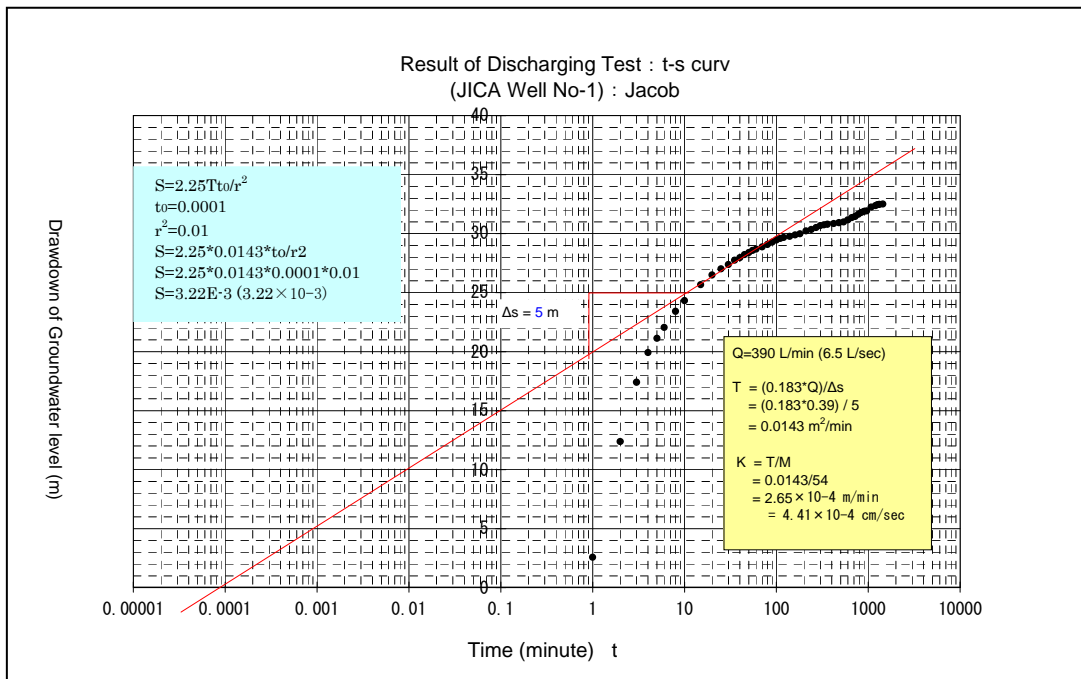


図 2.12: ヤコブの式(JICA Well No-1)

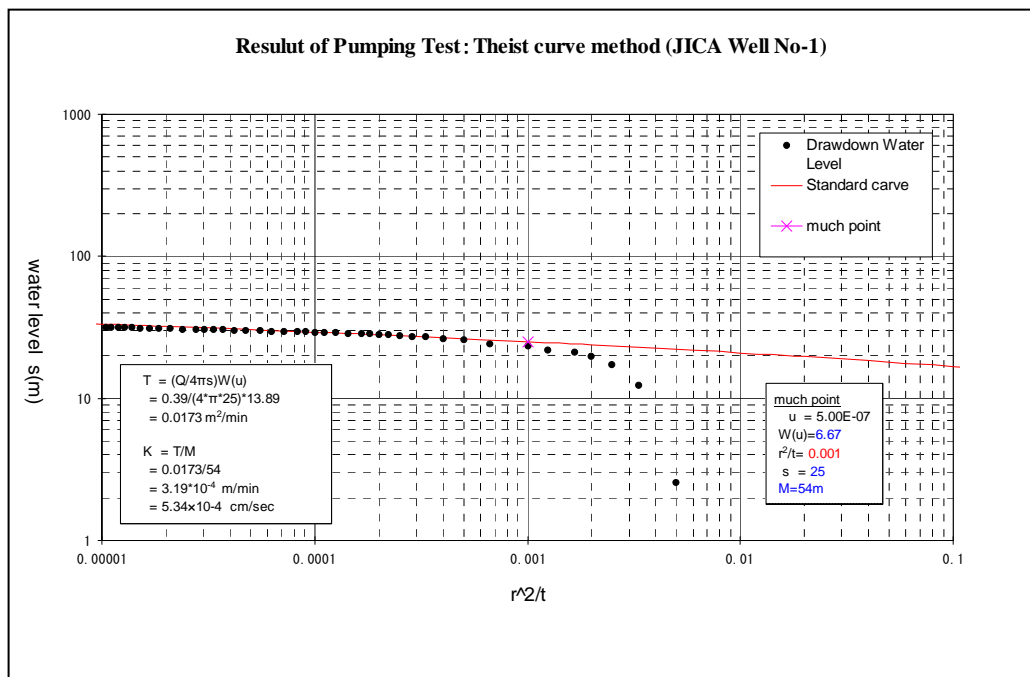


図 2.13: タイスの式(JICA Well No-1)

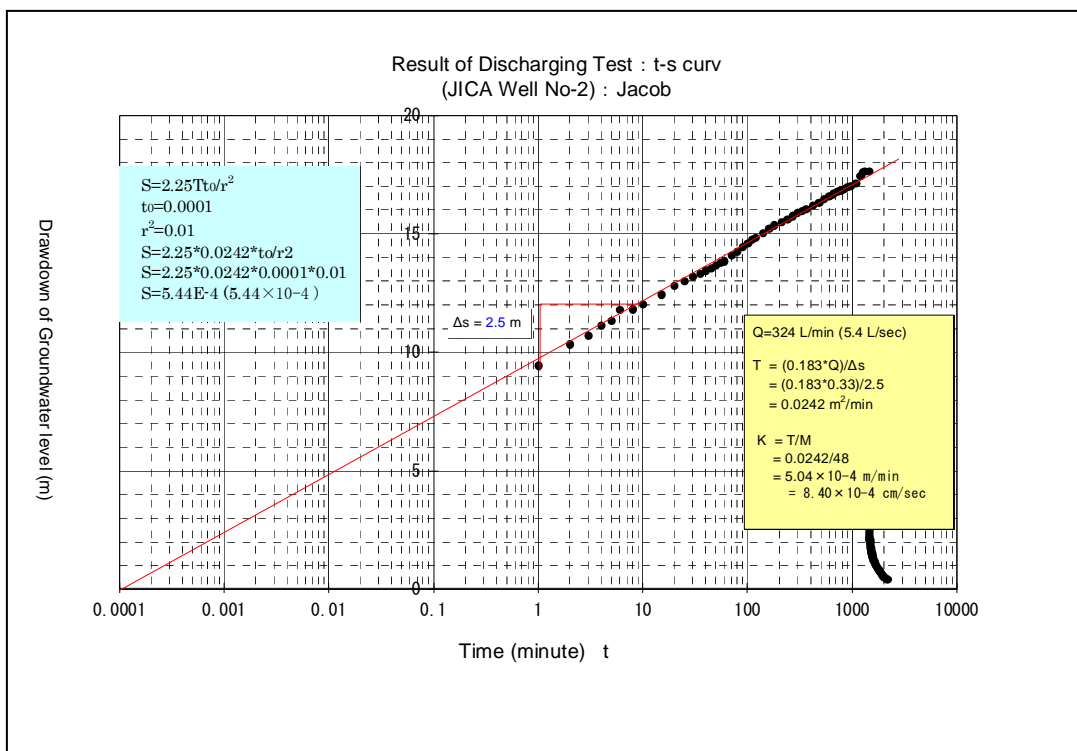


図 2.14: ヤコブの式 (JICA Well No-2)

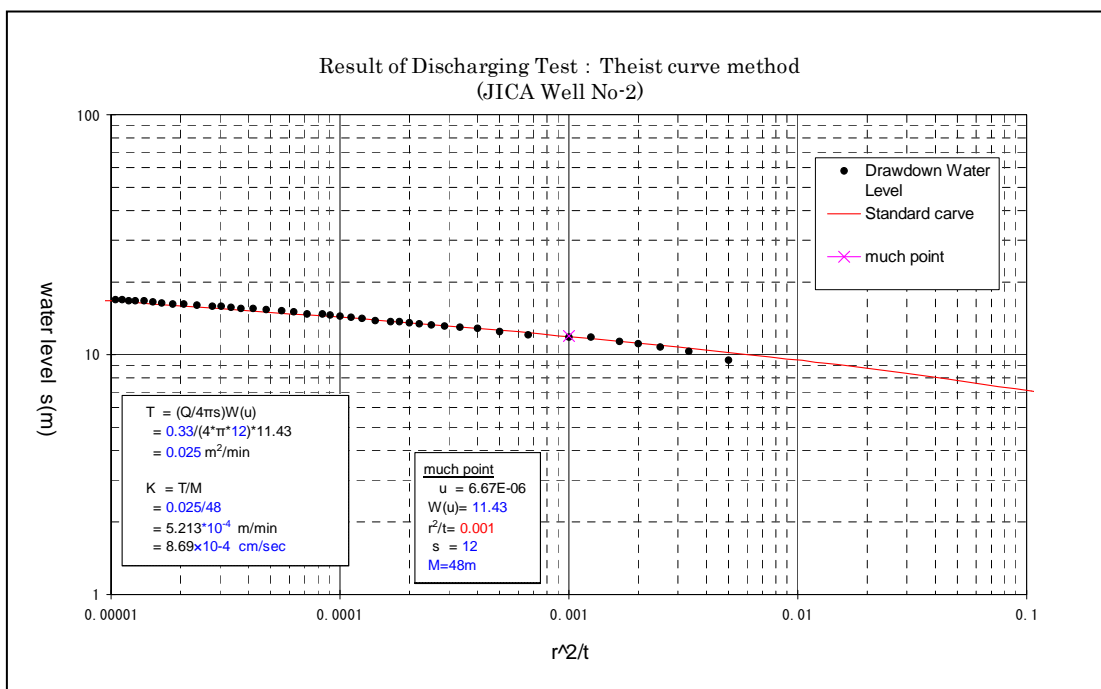


図 2.15: タイスの式 (JICA Well No-2)

2.4.4 回復試験

回復試験は24時間連続揚水試験の揚水終了（ポンプを停止）直後から井戸の水位が安定回復するまでの水位を観測した。このデータからは透水量係数（T）を算出することができる。揚水を開始してからの経過時間（t）と揚水を停止してからの経過時間（t'）、残留水位降下（s'）で解析する方法である。揚水が停止されると水位は上昇に転じる。この場合の回復水量は揚水量に等しいと考えられる。残留水位降下（s'）の求め方は、片対数方眼紙上で、 $\log t/t'$ にひとつのサイクルをとり、その時の水位差を $\Delta s'$ とすれば $T=0.183Q/\Delta s'$ の式となつて、ヤコブの解法による式と同様なものとなり、透水量係数(T)を算出することができる。

解析に用いた図解式の結果を図 2.16と図 2.17に示す。

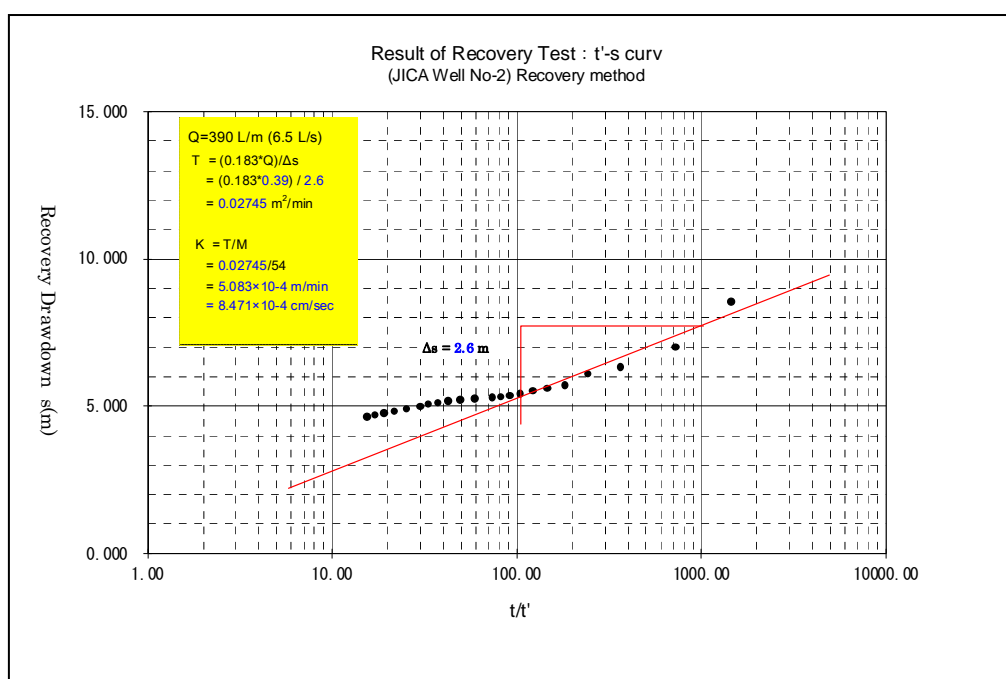


図 2.16: 回復図式(JICA Well No-1)

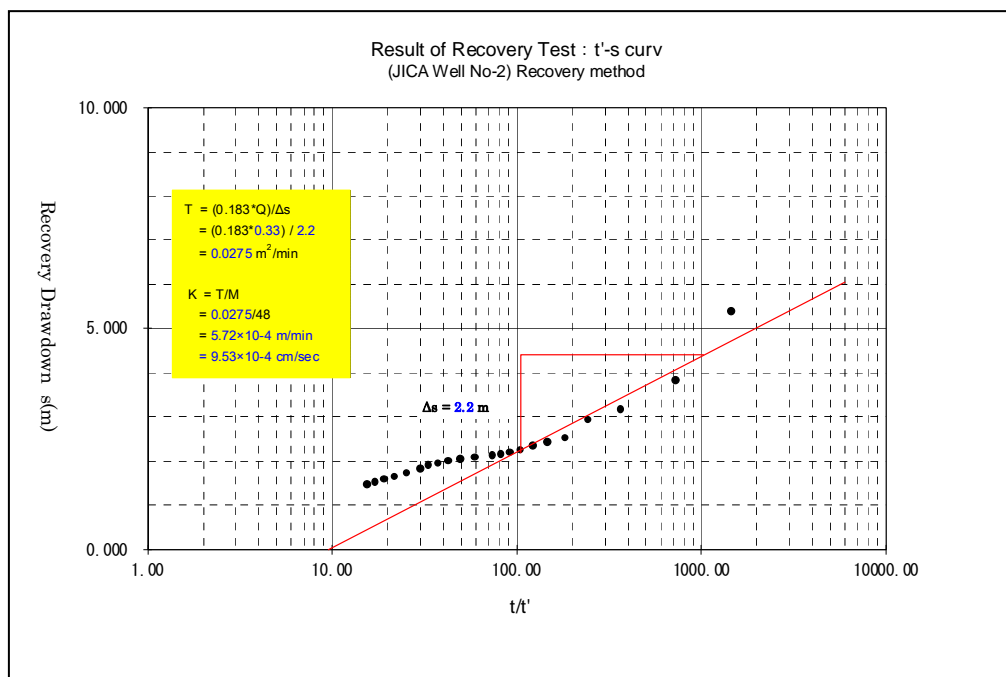


図 2.17: 回復図式(JICA Well No-2)

2.4.5 揚水試験のまとめ

一般に揚水試験の解析で帯水層の算定を行う場合、帯水層の厚さはスクリーンの長さ
 と等しいと仮定されている。

以下に連続揚水試験の解析にて得られた掘削地点の帯水層の水理常数（表 2.11参照）
 を示す。解析対象の帯水層は石灰岩の下位に堆積する砂岩層である。

表 2.11: 解析で求めた帯水層(砂岩層)の水理常数

解析方法	項目	単位	No-1 地点	No-2 地点	2 地点の平均値
ヤコブの 解法	透水量係数(T)	m ² /min	0.0143	0.0242	0.01925
	透水係数(K)	cm/sec	4.41x10 ⁻⁴	8.40x10 ⁻⁴	6.41x10 ⁻⁴
	貯留係数(S)	—	3.22x10 ⁻³	5.44x10 ⁻⁴	1.882x10 ⁻³
タイスの 解法	透水量係数(T)	m ² /min	0.0173	0.025	0.0214
	透水係数(K)	cm/sec	5.34x10 ⁻⁴	8.68x10 ⁻⁴	7.01x10 ⁻⁴
	貯留係数(S)	—	3.46x10 ⁻⁵	6.67x10 ⁻⁴	2.063x10 ⁻⁵
回復式	透水量係数(T)	m ² /min	0.02745	0.0275	0.0275
	透水係数(K)	cm/sec	8.47x10 ⁻⁴	9.55x10 ⁻⁴	9.01x10 ⁻⁴

この結果、さらに2地点の水理常数をまとめると以下の様になる。

- ・ 透水量係数(T) ; $0.019\sim 0.275 \text{ m}^2/\text{min}$ の範囲
- ・ 透水係数(K) ; $6.41\times 10^{-4}\sim 9.01\times 10^{-4} \text{ cm/sec}$ の範囲
- ・ 貯留係数(S) ; $2.063\times 10^{-5}\sim 1.882\times 10^{-3}$ の範囲

また、揚水試験の時、現場で計った簡易水質の結果は次の表 2.12のとおりである。

表 2.12: 揚水試験に伴う簡易水質分析結果

項目 \ 地点	No-1 井戸	No-2 井戸	基準値
EC (電気伝導度)	218mS/m	187.3mS/m	100mS/m(推奨値)
pH	6.81	6.82	6-8.5
水温	25.6 °C	28.8 °C	—
Fe (鉄) イオン	0.8-1.5 mg/l	0.8-1.5 mg/l	0.4 mg/l
F(フッ素)イオン	0.5-1 mg/l	1-2 mg/l	3.0 mg/l

この結果、両地点とも電気伝導度、及び鉄(Fe)がエチオピア推奨値あるいは基準値を若干超えているが、ともに健康項目ではなく、また現状では周辺の井戸も利用されておりほぼ問題ない値である。ただし、両井戸の水質はラボによる正規の水質分析結果を採用する。

2.5 水理地質的特徴と考察

掘削の結果から、井戸地点付近の水理地質的特徴を推定すると、次のことが整理される。

掘削作業は水や泥水の代わりに空気圧（泡）を多く使用しているため、掘削時の地下水の存在は、比較的正確に把握できる。

掘削中に地下水の湧出が確認された深度の直上には、JICA Well No-1 では緻密な石灰岩層が約 20m 堆積していた。JICA Well No-2 では、地下水は石灰岩層、砂岩層ともにストライクされた。

井戸完成後に計測した地下水の静水位は、掘削中の地下水の出現深度に比べて、2つの掘削地点ともにやや浅い。

しかし、掘削試料の地質判定では、明瞭な加圧層（confining layer）となりえるものが不明瞭である（詳細は別添資料の Well Drilling Data 参照）。

揚水試験の解析で算出した貯留係数(S ; storage coefficient) は著しく小さい値ではない。以上のことから、この地区の帯水層は準被圧帯水層と思われる。

例えば掘削結果から、加圧層が堆積していると想定されるのは次の通りである。

JICA Well No-1 ; 深度 41m-49m 間の極細粒ないし粘土質の泥灰岩（マール）。

JICA Well No-1 ; 深度 74m-86m 間のシルト質或いは粘土質の堆積物

JICA Well No-2 ; 深度 96m-108m 間のマール及び頁岩

上記に示したこれらの層が No-1 サイトでは深度 86m 以深の帯水層（石灰岩層と下位の砂岩層）を加圧し、No-2 サイトでは深度 108m 以深帯水層（石灰岩と下位の砂岩層）を加圧していると考えられる。

加圧層は岩石・堆積物の本来の性質としては透水性が非常に低い緻密なもので、一般に硬い岩石または極細粒の粘土層であり、同一の岩相内でも掘削率の変化からもある程度判定できる。

一方でその下部の帯水層と考えられる部分は岩相的には透水性の高い固結の弱い風化した堆積物または割れ目の発達した岩石であり、掘削方法にもよるが掘進率は前者に比べて大きい。また、加圧層に比較して検層の比抵抗は飽和した状態では低く現れることが多い。

掘削で得られた地下地質の情報と物理探査の情報を比較して対象とした帯水層の地層単元を見ると以下の表 2.13のようにまとめることができる。

表 2.13: 掘削地点の地下地質層序

深度(m) の目安	掘削での地層単元	物理探査結果の地層区分		地質層序
		VES	TEM	
0m～20m	未固結堆積物	第 1～3 層	第 1 層	沖積層
20m～66m	泥灰岩/砂/石灰岩の互層で所々割目が存在	4 層	第 2 層	完新世～中世代ハマンレイ統の堆積物
66m～130m	割目の発達した石灰岩	5 層	第 3 層/第 4 層	中世代ハマンレイ統の堆積物
130m～180m	緻密な石灰岩/砂岩	6 層	第 4 層/第 5 層	
180m以深	砂岩	—	第 6 層	

本調査で明らかになった各掘削サイトの帯水層の概要を下表の表 2.14にまとめた。尚、まとめるにあたって、既存の調査結果も考慮した。

表 2.14: 掘削井戸と帯水層の概要

	JICA 井戸 No-1	JICA 井戸 No-2
完成震度	202m	202m
標高 (m)	Ab. 1447 m	Ab. 1448 m
帯水層深度	130m-190m	135m-189m
帯水層地質	Sandstone	Sandstone
静水位 (GL-)	84.6m	86.89m
帯水層タイプ	Semi-confined	Semi-confined
比湧出量*	18.23~23.12m ² /day	29.96~39.75 m ² /day
井戸効率	48.27~61.48 %	96.54~97.89 %
等水量係数 (T)	0.0143~0.0275 m ² /min	0.0242~0.0275 m ² /min
透水性係数 (K)	4.41~8.47x10 ⁻⁴ cm/sec	8.40~9.55x10 ⁻⁴ cm/sec
貯留係数 (S)	3.46x10 ⁻⁵ ~3.22x10 ⁻³	5.44x10 ⁻⁴ ~6.67x10 ⁻⁴

また、揚水試験中に掘削した2本の井戸を使って水位の変化を調べてみると、以下に示す表 2.15のような影響圏が現れた。

No-1 井戸で揚水を開始してから8時間目には、No-2 井戸の水位が0.03m 降下した
 揚水開始から24時間目には、No-2 井戸の水位は0.15m降下した

表 2.15に示されるとおり、2本の井戸間では、揚水による地下水の影響がかなり大きいことが判明した

この事からも、対象の帯水層（砂岩層）は、あまり良好とは言えない。

2本の井戸間は410mであるが、この範囲での同時揚水を継続的に行えば、2本の井戸間で地下水の相互干渉（影響）が起きることを示唆している。

表 2.15: 揚水に伴う地下水影響の実測結果

Pumping well JICA Well No-1	Water Level checked well JICA Well No-2	
Continuous pumping test 24 hrs.	SWL before pumping test started at site No-1 is 88.15 m	Drawdown (m)
SWL (m)	88.15	—
8 hrs. passed pumping	88.18	-0.03
16 hrs. passed pumping	88.26	-0.11
23 hrs. passed pumping	88.28	-0.13
24 hrs. passed pumping	88.30	-0.15
Recovery 1hr. Passed	88.30	-0.15

また、UNHCR が今年度に新規に掘った井戸は JICA Well No-1 及び No-2 井戸からジャラル溪谷側に約 1.3km はなれた所に掘削している。

次に影響圏をいまま少し詳しく試算してみる。

例えば JICA Well No-1 の段階試験時の 6.5L/sec の値及び T と S の値を利用して同じ帯水層で地下水を汲み上げたとして、地下水の影響圏を試算すると、次の表 2.16 のような結果となった。

表 2.16: 地下水影響圏の試算結果

単位：m

距離 \ 日	5 日	7 日	15 日	30 日	185 日	356 日	730 日
200m	2.17	2.63	3.67	4.61	7.10	8.02	8.97
300m	1.06	1.52	2.56	3.50	5.99	6.92	7.86
400m	0.27	0.73	1.77	2.72	5.20	6.13	7.08
500m	0.00	0.12	1.16	2.11	4.59	5.52	6.47
1000m	0.00	0.00	0.00	0.22	2.70	3.63	4.57
2000m	0.00	0.00	0.00	0.00	1.59	2.52	3.47
2500m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	1.74	2.68
3000m	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	1.13	2.07

この結果から、それぞれの井戸間で揚水を開始してからの地下水の影響圏を見ると、

- 500m 離れた井戸では 7 日目に 0.12m、
- 1000m 離れた井戸では揚水開始後 30 日目で 0.22m

この試算結果だけを見ると、ジャラル溪谷に散らばる井戸は、それぞれが長時間、或いは大量の地下水を同時に揚水すれば、更なる地下水位低下の相互干渉を引き起こすことが予測される

同様の帯水層内で、既存の井戸が過去にどのようなシステムで揚水が行われていたかは、更なるデータの解析を待つが、揚水量と水位降下量の関係から見ると、現時点では帯水層内での水収支バランスが多少歪（涵養量が揚水量よりも少ない）になっていると思われる。

井戸掘削地点の水理地質的な特徴から判断すると、掘削井戸の今後の水利用に関しては以下の点を考慮する必要がある。

- 各井戸の地下水干渉を極力抑えることが必要である。
- 井戸 1 本当りの揚水量を 5 ～6 L/sec 以内にとどめ、長時間の連続揚水を避けることが望ましい。
- 各井戸で同時揚水は極力避ける。
- ジャラル溪谷で稼働している井戸全体で、効率よいインターバル揚水を計画することが望ましい。

3. 社会経済調査

3 社会経済調査

3.1 概要

ソマリ州は慢性的な干ばつに悩まされており、そのことによる低い給水率が住民の生活を悪化させている。特に 2010 年と 2011 年にはここ 60 年間で最悪ともいえる干ばつに見舞われた。このような悪化する給水事情を改善するため、ソマリ州のジャラル溪谷及びシェベレ川流域において、水資源開発および給水計画策定のための調査を実施することになったものである。この調査は調査対象地域における給水計画の策定と緊急給水施設の建設を含んでいる。

上記調査内容の一つが社会経済調査であり、その目的は、給水計画策定のための基本データの取得および策定された計画の評価のための諸データを取得することである。

現地コンサルタント会社に委託した社会経済調査は 2012 年 5 月～10 月に実施され、最終報告書は同年 10 月 15 日、調査団に提出された。

社会経済調査の内容は、（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、および（３）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。

調査開始時点では調査対象郡を 17 郡と考えていたが、Marsin が調査範囲外であることが判明したため調査対象からは除外、また Doba wein 郡については治安状況が悪いため、調査を実施することができなかったが、その後隣接地域のデータを使用して実施することになり、最終的に 16 郡において調査を実施した。最終的な調査対象郡は以下の表 3.1 の通りである。

表 3.1: 調査対象郡

Survey Area	Zone	Target Woredas	Associated new woreda	Remark	
Jarar valley (ジャラル溪谷)	Fafan	Kabribeyah		Zone 名が Jijiga から変更	
	Jarar	Dagahbur	Araarso Birqod	Zone 名が Dagahbur から変更	
	Korahe	Shaygosh			Zone 名は変更なし Marsin は調査範囲外
		Kabridahar			
Doba wein					
Shebele sub-basin (シェベレ川流域)	Shebele	East Ime	Beercaano	Zone 名が Godey から変更	
		Adadle			
		Danan			
		Godey			
		Kalafo			
		Mustahil			
	Afder	West Ime	Rasso	Zone 名は変更なし	

調査にあたっては調査対象地域の状況を的確に把握するため、ソマリ州出身の調査員を利用し調査団が作成した調査票を使って Kabribeyah 市で模擬調査を行い、その結果に基づいて調査票を修正した後に現場に調査チームを派遣した。使用した調査票をデータブックに掲載する。

3.2 開発計画及び法制度

3.2.1 エチオピア連邦

a. 国家水資源管理政策

水エネルギー省（旧名：水資源省）は 1999 年に国家水資源管理政策を採択した。その最終目標は、「水資源を持続的な社会経済開発のため、効率的、公正かつ適正に活用する」ことである。この政策において水資源は経済的財とみなされており、給水・衛生、灌漑および水力発電の各分野を含んでいる。

給水・衛生分野における主要目的は、エチオピア国民すべてに対し人間としての基本的ニーズを充足するため、安全な水を供給することである。

このような基本政策をより具体的に示すため、水エネルギー省は国家水セクター戦略を策定した。その戦略の基本的な考え方は、「エチオピアの都市部および農村部の持続的な社会経済開発のため、安全かつ十分な給水および適切な衛生施設を提供する」ということである。

b. 水セクター開発計画

国家水資源管理政策に加えて、2002 年～2016 年水セクター開発計画（WSDP）が貧困削減戦略の一環として策定された。この開発計画は、ミレニアム開発目標を達成するため国内の給水率の達成目標を 2016 年までに 76%とすることが設定された。

c. ユニバーサル・アクセス・プログラム（UAP）

2005 年にユニバーサル・アクセス・プログラム（UAP）が策定され、その中では 2012 年までに、地方給水において 98%の給水率を達成する目標が設定された。その目標を達成するため、手掘り井戸（47%）、浅井戸（26%）、管井戸その他（27%）など 149,024 か所の水源開発が提唱された。この計画では都市部の給水率達成目標を 100%としている。

d. 修正UAP

2009 年に、水資源省（2010 年 10 月以降は水エネルギー省）は上記 UAP の見直しを行った。この見直し作業では、2009 年から 2012 年までに合計で 3,450 万人に対する給水計画とした。つまり、自己負担による低コストの井戸に重点を置いた給水施設の倍増を計画した。その実施のため、住民の大量動員、啓蒙活動、郡・レベルの開発推進が推奨された。計画の達成に必要なコストは 2009 年価格で 68 億ブル（29 億 USD）と見積もられた。

3.2.2 ソマリ州

第四次水セクター開発計画（WSDP IV）は 2010 年度から 2014 年度まで 5 か年にわたる水セクターの戦略計画として策定された。本計画はソマリ州における水資源、鉱業資源および電力資源を住民の利益のために他の政府機関との協力の下で管理すること、並びに、自然及び人間環境を総合的かつ持続的に保護、修復、活用する役割を担っている。

本計画で設定された上位目標と達成目標は次の表 3.2の通りである。

表 3.2: 第四次水セクター開発計画の上位目標と達成目標

問題点	上位目標	達成目標
1. 飲料水の低い給水率	地方住民の飲料水の給水率向上	地方住民の飲料水の給水率を 2015 年末までに 38.4%から 100% に引き上げる
	都市部住民の飲料水の給水率向上	都市部住民の飲料水の給水率を 2015 年末までに 47%から 100% に引き上げる
2. 水セクターの実施能力の欠如	水セクターの実施能力の強化	各四半期末までにモニタリング・評価（M&E）を実施すること
		月次、四半期、半期および年度ごとに密度の高い報告書を作成するためのデータ・ベース・システムを構築すること
		新規に技術職員および一般職員を確保すること
		職員に対する短期、長期の研修を実施すること（電気、機械、工学ほか）
		必要敷材を調達すること（掘削機、発電機、重力ポンプ、手動ポンプ、軽車両、クレーン、水質計器、測量機器等）
		水質検査室の拡張
		車庫および事務所の整備
		必要敷材の整備
3. 既存給水施設の不適切な管理	既存給水施設の管理能力の向上	各郡事務所にケアテーカー（電気と機械関係）を一名配置し、訓練を実施する。
		住民レベルで水管理組織（水管理組合、水管理委員会等）を設置する。
		2015 年までに地方給水施設の故障率を 29%から 5%に軽減する。
		現地のメカニック、職工およびその他給水関連技術者の研修を実施する。

出典: 第四次水セクター開発計画、ソマリ州水局、2010 年

3.3 ソマリ州の社会経済状況

3.3.1 人口と人口統計

a. 1994 年及び 2007年センサス

中央統計局の 1994 年と 2007 年のセンサスの結果、ソマリ州の人口は 3,439,860 人から 4,445,219 人に増加した。この間の年間平均人口増加率は 1.99%であった。2007 年の人口 4,445,219 人の男女別内訳は、男性が 2,472,490 人 (55.6 %)、女性が 1,972,729 人(44.4 %)であった（表 3.3参照）。

表 3.3: 1994 年及び 2007 年のソマリ州センサスデータ

ゾーン(県)	1994年人口	2007年人口	年間平均人口増加率
Shinile	358,703	457,086	1.88%
Jijiga	813,200	892,262	1.35%
Dagahbur	304,907	478,168	3.52%
Warder	324,308	306,488	-0.43%
Korahe	242,276	312,713	1.98%
Fik	233,431	348,409	3.13%
Godey	327,156	464,253	2.73%
Afder	358,998	570,629	3.63%
Liben	476,881	539,821	0.96%
ソマリ州全体	3,439,860	4,445,219	1.99%

a.1 民族集団別人口構成

民族集団別人口ではソマリ人が 97%で、圧倒的多数を占めている。次いでアムハラ人とオロモ人が続いているが、いずれも 1%未満の少数派である。

a.2 宗教別人口構成

2007 年センサスによる宗教別人口ではイスラム教が 98%を占めている。イスラム教人口の比率は地方ではさらに比率が高く、99.1%に達している。その他の宗教人口は極めて少ない。

a.3 識字率

1994 年の識字率 8.1%に対し、2007 年は 13.7%であった。過去 12 年間に識字率は大幅に改善されたことを示している。

識字率の数字は県（ゾーン）によって大きく異なる。例えば、2007 年に Jijiga 県では 17.85%であったのに対し Fik 県では 8.9%であった。

a.4 就学状況

1994 年の就学率 4.1%に対し、2007 年は 4.7%とわずかに上昇した。就学率が最も高かったのは Liben 県であり、次いで Jijiga 県（6.4%）と Shinile 県（4.7%）が続いている。一方、就学率の低い県は Fik 県（1.6%）と Godey 県（2.8%）であった。

男女別では男子の就学率が女子を上回っている。州全体の平均では男子の就学率が 5.1%に対し女子は 4.2%となっている。

b. 2007年から2011年までの人口趨勢

統計局資料に基づくソマリ州の人口は2007年の4,445,219人から2011年には 4,986,004人に増加したものと推計されている。この間の年間平均人口増加率は 2.91%である（表 8.3 参照）。

表 3.4: 2007 年及び 2011 年のソマリ州人口

県(ゾーン)	2007年人口 (センサス)	2011年人口 (推計)	年間平均人口増加率
Shinile	457,086	512,699	2.91%
Jijiga	967,652	1,086,159	2.93%
Dagahbur	478,168	536,290	2.91%
Warder	306,488	343,609	2.90%
Korahe	312,713	350,799	2.91%
Fik	348,409	390,622	2.93%
Gode	464,253	521,014	2.90%
Afder	570,629	639,653	2.90%
Liben	539,821	605,159	2.90%
ソマリ州合計	4,445,219	4,986,004	2.91%

c. 調査対象地域の2011年人口

中央統計局及びソマリ州財務・経済開発局（BoFED）の人口データに基づき、調査対象地域である 17 郡における人口は 2011 年時点で 1,220,770 人と推定される。調査対象地域はジャラル溪谷の 9 郡とシェベレ川流域の 9 郡を含んでいる（表 3.5参照）。

表 3.5: 郡別調査対象地域の人口(2011 年)

調査地域	県 (ゾーン)	郡	2011年人口
ジャラル溪谷	Fafan	Kabribeyah	176,023
		Jarar	129,773
	Korahe	Araarso	55,000
		Birqod	52,200
		Shaygosh	48,624
		Kabridahar	75,153
		Doba wein	70,033
シェベレ川流域	Shebele	East Ime	81,000
		Adadle	83,489
		Danan	38,000
		Godey	61,621
		Beercaano	58,124
		Kalafo	82,000
		Mustahil	47,176
	Afder	West Ime)	48,059
		Rasso	49,542
合計			1,220,770

3.3.2 地方行政区分

エチオピア国は行政上州に分けられており、州はゾーンに分かれ、ゾーンはさらに郡に分けられている。

郡は 2002 年以降の地方分権化政策において、最も重要な地方行政組織とみなされている。郡は 25 ないし 50 のケベレ (kebele) と呼ばれる末端の行政組織から成る。

ケベレは末端の行政組織であり、1,000 世帯ほどの単位から成る。ケベレの 80% は地方にあり、残りの 20% は都市部にある。

2007 年センサス時にソマリ州の行政組織は 9 ゾーン、53 郡に分けられていた。その後、

いくつかの郡が分割され、現在では9ゾーン、67郡に分けられている。

3.3.3 地方経済

家畜はソマリ州の住民にとって生計のベースである。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。

3.4 ソマリ州での難民状況

a. 概要

ソマリ州へのソマリ難民の流入に対処するため、UNHCR ジジガ事務所は1990年代初頭に設置された。1991年のシアドバレ政権の崩壊後、難民の流入が激増したため、エチオピアの東部国境地帯に9か所の難民キャンプが設置された。当時の難民の数は62万7000人であった。数年後、これら難民の大部分は故郷へ帰還することができた。1997年から2005年までに自発的な帰還が行われ、その間にKabribeyah 難民キャンプのみが存続し、難民数は16,000人強であった。ほかのキャンプは2005年にすべて閉鎖された。

しかしながら、2006年の暴力行為の勃発により、庇護を求める難民833世帯をKabribeyah 市近隣のHartisheik 町において受け入れることになった。これを機に、難民受け入れ作戦が再開された。新しいキャンプはAwbarre（ジジガ市北方70km）に建設され、UNHCRはKabribeyah に受け入れセンターを設けた。2008年にはAwbarre キャンプが満杯状態になったため、Lafaissa トランジット・センターを設置した。増加する難民受け入れのため、UNHCRはARRAと共同でShederに新キャンプを設置し、Lafaissaの受け入れセンターを2009年に閉鎖した。

ソマリ州における10か所の難民キャンプのうち、調査対象地域にあるのはKabribeyah 難民キャンプだけである（表3.6参照）。

表 3.6: ソマリ州難民キャンプの人口統計

キャンプ名	世帯数	人口	比率 (%)
1. Awbarre	2,304	13,285	6.9 %
2. Sheder	2,603	11,407	6.0 %
3. Kabribeyah	2,201	16,340	8.5 %
4. Bokolmanyo	9,779	39,034	20.4 %
5. Melkadida	9,242	40,351	21.1 %
6. Kobe	6,218	26,459	13.9 %
7. Hilaweyin	6,218	26,098	13.7 %
8. Buramino	3,864	15,723	8.2 %
9. Dolo Ado transit center	303	901	0.5 %
10. Gode (God-Dehar)	648	1,354	0.7 %
合計	43,380	190,952	100.0%

出典：Briefing Kit on the Refugee Protection and Assistance Program in Jijiga, UNHCR, 2012

b. 難民の社会状況

UNHCR の支援により、Kabribeyah 難民キャンプおよび Kabribeyah 市に対する給水のため、1997 年ジャラル溪谷給水計画が開始された。建設工事は 2000 年に完了し、施設の運営はジャラル溪谷水道事務所によって 2004 年から開始された。現在は Kabribeyah 水道局が施設の運営・維持管理を担当し、Jijiga 市水道局がメンテナンスと改修工事を担当している。

Kabribeyah、Awbarre、Sheder の難民キャンプでは、就学前教育、小学校、代替初等教育（ABE）、NFE（非正規教育）が提供されている。また、Sheder での中等教育は UNHCR が運営している。また、Awbarre と Sheder の難民は地元の中高等学校も利用している。また、UNHCR ジジガ事務所は Jijiga 大学の協力で難民の志望者に対し高等教育の機会を提供している。

ARRA はキャンプ内の保健センターおよび提携先医療機関において高度な医療サービスを提供している。母子保健、産婦人科治療、予防接種、家族計画、栄養指導、公衆衛生、エイズ治療などが含まれている。

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。2011 年には 2,377 個所の簡易トイレと 19 個所のゴミ処理場が建設される予定であり、トイレ環境の整備が進展する見込みである。

3.5 社会経済調査結果の分析

3.5.1 水利用調査

a. 調査概要

社会経済調査の補完として、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、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。また、可能な市・郡では代表的給水施設の一つに調査員を配置し、施設での実際の水利用の状況を観察・計測した。調査の概要は以下のとおりである。

期間： 2012年11月の2週間

対象： 2市（Kabribeyah市、 Godey市）、3郡（Araarso, Adadle, Beercaano）

調査内容： サンプル家庭の質問表によるインタビュー、代表的給水施設での利用状況観察

対象世帯数・施設数： 全70世帯・5箇所

なお、調査対象の市と郡は現地アクセスの制限から Kabribeyah 市と Godey 市およびその近隣の 3 郡とし、異なる水源を利用する郡を選んだ。また、サンプル世帯については対象郡の中心地域（町）でケベレの分布を考慮して地理的に均一に選択するようにした。アクセスの制限から郡の周縁地域の世帯はサンプルしていない。このため調査のサンプルは郡の中心地域の人口集中地域の世帯を代表すると考えることが出来る。また、調査は全地域で雨季に実施された。使用した調査票をデータブックに掲載する。

b. 調査結果

水使用量については以下の表 3.7のような結果であった。

表 3.7: 各対象市と郡の調査結果概要

	ジャラル溪谷地域			シェベレ川流域		
	Kabribeyah	Kabribeyah 難民キャンプ	Araarso郡	Godey	Adadle郡	Beercaano郡
調査世帯数	15	10	10	15	10	10
主要利用水源 A: 公共水栓 B: 各戸給水栓 C: Birka D: 手掘井戸 E: 水売り人 F: 隣人から購入	A - (3) F - (3) E - (5) B - (4)	A - (10)	C - (10)	A - (1) E - (12) B - (2)	D - (10)	E - (10)
平均世帯人数	10.5 人	8 人	8.1 人	8.2 人	7.7 人	7.1 人
世帯平均水利用量（雨季）	163 L/日	112 L/日	138 L/日	108 L/日	94 L/日	92 L/日

世帯平均水利用量（乾季）	224 L/日	152 L/日	196 L/日	177 L/日	146 L/日	140 L/日
一人当たり水利用量（雨季）	15.7 L/日	14.2 L/日	17.1 L/日	13.1 L/日	12.8 L/日	13.4 L/日
一人当たり水利用量（乾季）	21.7 L/日	19.8 L/日	24.1 L/日	21.7 L/日	19.6 L/日	20.3 L/日

* 主要利用水源：サンプル世帯が利用する給水源。カッコ内は各水源利用のサンプル数。
 * 乾季と雨季：乾季と雨季は地域によってことなるため、該当地域で雨の多い時期を雨季、その他を乾季としている。

難民キャンプを含めた調査対象世帯全体の水利用量は、以下の表 3.8のとおりまとめられる。

表 3.8: 地域全体の水利用量

	平均世帯人数	一人当たり水利用量 (L/日)		
		雨季	乾季	平均
Jarar溪谷地域	9.1	15.7	21.9	18.8
Shebele川流域	7.7	13.1	20.7	16.9
全体	8.4	14.4	21.3	17.9

c. 雨季と乾季の水利用

調査結果から、調査地域の住民の一日の水利用量は雨季で 13～17L、乾季で 20～24L であることが推測される。本調査で聞きとった水利用量は公共または私設の給水施設や水売りから入手する水である。そのため、家庭での雨水（天水）の利用が可能になる雨季には一般に給水施設からの水利用が 3～5 割程度少なくなる。調査ではほとんどの家庭で鉄またはプラスチックのドラム缶（200L）を 1, 2 個所有しており、雨水等を貯留するために利用している。また自宅の敷地内に Birka を所有する家庭もある（表 3.9参照）。一方で乾季にはほこりによる汚れのための洗浄や、高温による水の摂取量が上昇すると考えられるため、年間の平均的な実水利用量（雨水等を含めた実際に利用する水量）は両者の平均である。

表 3.9: 貯水施設保有率

	ジャラル溪谷地域	シェベレ川流域
調査世帯数	35世帯	35世帯
ドラム缶保有	19世帯（54%）	24世帯（69%）
Birka所有	1世帯	1世帯

用途別の水利用は以下の表 3.10のような結果となった。

表 3.10: 対象郡の一人当たりの用途別水利用量 (L/日)

	ジャラル溪谷地域			シェベレ川流域		
	Kabriheyah 市	Kabribeyah 難民キャンプ	Araarso郡	Godey市	Adadle 郡	Beercaano 郡
飲用 (雨季)	3.4	2.5	3.5	2.4	2.3	2.7
飲用 (乾季)	4.0	2.5	4.2	4.1	3.4	4.1
調理 (雨季)	3.4	2.5	3.7	2.6	2.3	2.7
調理 (乾季)	4.0	2.5	4.4	4.8	3.4	3.8
洗物* (雨季)	4.4	4.5	4.9	4.3	3.4	3.8
洗物* (乾季)	6.7	7	7.9	6.5	5.6	6.5
風呂 (雨季)	4.4	4.5	4.9	3.7	3.4	3.8
風呂 (乾季)	6.7	7	7.7	5.9	5.6	6.5
農業用 (雨季)	0	0	0	0	0	0
農業用 (乾季)	0	0	0	0	0	0
家畜用 (雨季)	0	0	0	0.2	0.8	0
家畜用 (乾季)	0	0	0	0.3	1.0	0

注) 洗物は衣類および食器等を対象とする

調査対象地域ではシェベレ川の 4 世帯で家畜用の水を利用しているのみで、農業用の水利用を行う世帯は無く、農牧業への水利用の割合は非常に低い。乾季の水利用の増加率はジャラル溪谷のサンプル全体で 1.2 倍（飲用・調理）から 1.5 倍程度（洗物・風呂）であるのに対し、シェベレ川のサンプル全体ではどの項目もほぼ 1.6 倍程度と差が大きい。これはジャラル溪谷においては雨季においても飲用や調理などの用途に積極的に給水施設からの水を利用している可能性を示唆している。サンプル世帯全体で季節をとおしてほぼ似通った水使用パターンを示す（図 3.1 参照）。

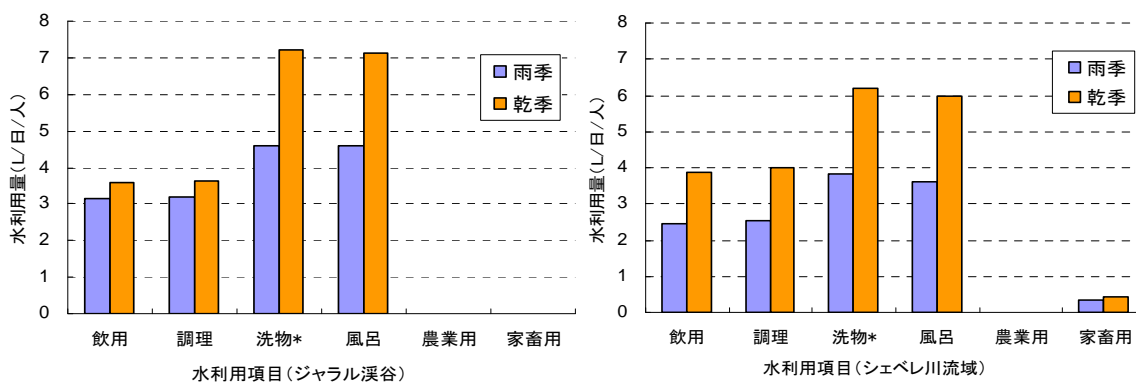


図 3.1: ジャラル溪谷とシェベレ川流域における雨季と乾季の用途別水利用量

給水ポイントへのアクセスについては、以下の表 3.11 のような結果となった。

表 3.11: 給水ポイントへの平均距離（片道）

	ジャラル渓谷流域			シェベレ川流域		
	Kabribeyah	Kabribeyah 難民キャンプ	Araarso郡	Godey	Adadle郡	Beercaano郡
給水ポイント への距離（m）	21	40	2300	190	630	5

注）水売りが世帯まで届ける場合は0とする

Kabribeyah 市等、都市部の住宅密集地域地では水売りや各戸・共同水栓が多くあり、水へのアクセスは良いが（Godey 市も 13 世帯はほぼ敷地内で給水されている）、村落地帯の Birka を利用している Araarso では水売りが少なく、長距離の移動を余儀なくされている。これらの長距離水運搬（500m 以上）を行う世帯はジャラル渓谷で 10 世帯、シェベレ川流域では 9 世帯であるが、2 世帯が水の運搬にロバを利用している他は全て人力による運搬である。

d. 給水施設での水利用状況

給水施設の利用状況を以下の代表的給水ポイントで観察した（表 3.12参照）。

表 3.12: 給水状況を観察した給水施設

	Kabribeyah市	Godey市	Araarso郡	Adadle郡	Beercaano郡
調査日 (2012年)	11月24日	11月16-18日	11月29日	11月16日	11月19日
ケベレ	Kebele 02	Kebele 03	Kebele 01	Kebele 02	Kebele 02
施設タイプ	公共水栓	公共水栓	Birka	手掘浅井戸	自然池(ダム)
位置 (GPS)	1006755 N 0299802 E	065771 N 0340102 E	0967763 N 0318634 E	0641124 N 0337401 E	0673983 N 0303605 E

調査は本水利用調査の期間中に各サイトで 1 日をかけ、住民による水利用の状況や施設利用時の WASHCO メンバーの活動を観察した他、2 市においては公共水栓の運営時間が限定されていることを利用して、取水に来る住民の人数をカウントし、取水量を施設付属の水道メーターにより確認した。結果は以下の表 3.13のとおりである。

表 3.13: 水利用状況観察結果

	Kabribeyah 市	Godey市	Araarso郡	Adadle郡	Beercaano郡
利用人数/世帯数*	120 / 20	128 / 38	(25世帯)	(600世帯)	(500世帯)
世帯あたり平均取 水量**	115 L	95L	-	-	-
水料金 (20L)	1 Birr	0.5 Birr	2.5 Birr	無料	無料
依存率	約95%	約85%	約80%	約60%	100%
WASHCO活動	人の整理 施設運転 料金徴収	人の整理 施設運転 料金徴収	Birkaの掃除 導水 料金徴収	人の整理 Birkaの掃除	WASHCO無し

注）依存率はこのサイトを唯一の水源（天水利用以外）としている利用者の率

*各戸内は聞き取りによる一般的な利用世帯総数、** 調査期間の水道メーター計測の水量を利用世帯数で除したもの

都市部のサイトでの給水施設の稼働は午前中の数時間程度であり、取水のためにサイトを訪れた女性達が給水開始前に並んでいた。利用者（各世帯）は主に 20L のポリタンクを複数もって来て水源で水を汲み、自宅に持ち帰ることを一日に 2, 3 回繰り返し、一日で 100~200L 前後の水を確保している。その他のサイトでは水源施設の特徴から常時取水が可能となっており、取水量や利用者数を確認することが出来なかった。

上の表のように非常に簡易な施設においては水源を管理する住民組織である WASHCO が存在しないか、しても水料金が徴収されていない。Beercaano 郡のサイトは水源がワジに流入する雨水を簡易的に堰き止めた池であるが、雨季のみの利用であり、乾季は給水車により水が配られている。全ての水源には一般の利用者に混じって水売人も取水に来ており、近隣の裕福な住民に水を販売する。Beercaano 郡では無料で取水し 20L を 5 ブルで販売している。Araarso 郡の Birka は個人所有のものであり、所有者が近隣の住民に水を分け与えている。サンプル世帯調査では、ジャラル溪谷で 10 世帯、シェベレ川流域で 12 世帯が無料で水を利用している。

e. 現場での観察結果

上記に関連して、2 市で調査団員が現場訪問した世帯の観察結果を以下にまとめる。

- ・ 上述のように多くの家庭で、雨季の天水を収集・貯留するためのプラスチックや金属製の円柱形タンク（200L）が利用されている。家庭によっては雨どい等を利用して雨天時の屋根の水をタンクに集めるシステムを利用している。
- ・ 各戸給水栓を持つ世帯では給水栓からの水を近隣の住民に販売しているが、販売価格は世帯によって任意に決定されているため（価格は季節や需要によって変動する）、水道水の販売により 1 日 100 Birr 程度の純利益を得ている。
- ・ 各戸給水栓はほとんどの場合は庭にあり、蛇口は地面から 10cm ほど立ち上がっているだけである。そのため、多くの家庭でここにホースをつないで水を利用している。また、施工後蛇口が地中に埋まってしまい、ほとんど利用できなかった家庭もあった。

上記のデータおよび観察記録、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 L 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。

村落で Birka などの簡易な施設を利用している場合は WASHCO も無く、存在しても水料金の徴収は行われていない。

f. 干ばつ時の水利用

上記は全て通常時の水利用状況であるが、Oxfam GB による Water Trucking Market System in Harshin, 7th to 15th February 2012, Ethiopia によると干ばつの影響を強く受ける地域では、深井戸や恒久河川等の恒常的な水源が無く、Birka や浅井戸の水が乾季に干上がるとトラック給水が必要になる。トラックによる給水は量が限られてくるため、コミュニティの全世帯に十分な水が行き渡らない。裕福な世帯の多くは庭に小さな Birka を所有しており、トラックを手配して遠方より水を調達し、この Birka に貯留する。低所得層は同じ氏族であれば裕福な親戚から水を分けてもらうことが出来るが、頼る親戚がない場合は、干ばつ時は通常の数倍の価格で水を買う必要があるため、十分な水を得ることができない。従って、調達できる水の量は家庭の収入に依存してくる。本報告書によると、調査対象の Marshin 郡でこの時期に乾季の一人あたり平均水利用量は2~23L となり、低所得世帯の水利用量は極端に小さく一日一人あたり2~9L である（通常時は5~9L）。

3.5.2 各郡の給水状況調査

a. 社会経済調査の結果

再委託先の SHAAC 社は、各郡の郡水事務所の実施能力の査定および郡内の給水状況の把握のための聞き取り調査を 16 郡において実施した。

a.1 郡水事務所の業務実施体制

郡水事務所は各郡の村落部における給水サービスを担当している。聞き取り調査の結果、職員数も少なく、事務所の機材内容も不十分であり、業務を遂行するには不十分であることが判明した。郡水事務所の職員数及び事務所機材を表 3.14に示した。

表 3.14: 郡水事務所の職員数及び事務所機材

郡	職員数	事務所機材					オートバイ
		卓上PC	小型PC	プリンター	電話	発電機	
Araarso*	6	1	0	0	0	0	0
Kabribeyah	8	0	0	0	0	0	0
Birqod*	7	0	0	0	0	0	0
Kabridahar	7	1	0	0	0	0	0
Dagahbur	8	1	0	1	1	0	0
Shaygosh	6	1	0	1	0	0	0
Adadle	3	0	0	0	0	0	0
Rasso*	2	0	0	0	0	0	0
Beercaano*	1	0	0	0	0	0	0
Danan	5	1	0	1	0	1	1
Godey	7	1	0	0	0	0	0
Kalafo	7	0	0	0	0	1	0
Mustahil	7	0	0	0	0	0	0
West Ime	3	0	0	0	0	0	0
East Ime	3	0	0	0	0	0	0

注記：“*”印のついた郡は新設の郡である

a.2 既存の水源

既存水源は次のように分類される。すなわち、（１）電動モーターまたは手動ポンプ付のボアホール、（２）手掘り浅井戸、（３）Birka（貯水池）、（４）河川取水、である。そのほかに在来水源としての池、湖、湧水等がある。

ボアホールは主としてジャラル溪谷地域に多く見られ、一方、河川取水はシェベレ川流域地域に広く分布している（表 3.15参照）。

表 3.15: 調査対象郡における既存水源

調査地域	郡	ボアホール 深井戸	手掘り浅井戸	Birka (貯水池)	河川取水	その他
ジャラル 溪谷地域	Aaarso	3	4	34	0	湖、池、ハフィールダム
	Kabribeyah	4	0	65	0	湖、池
	Birqod	3	45	1	0	
	Kabridahar	3	1	10	0	
	Dagahbur	6	27	12	0	湖、池
	Shaygosh	3	0	10	0	
	Marsin	0	0	1	0	湖、池
シェベレ 川流域地域	Adadle	0	5	45	1	
	Rasso	1	13	0	0	
	Beercanno	0	2	3	0	
	Danan	2	6	13	0	湖、池
	Godey	0	7	5	2	
	Kalafo	0	13	0	1	
	Mustahil	0	16	2	1	
	West Ime	1	2	0	1	
	East Ime	0	13	0	1	湖、池

a.3 保健衛生

a.3.1 保健衛生施設

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（表 3.16参照）。

表 3.16: 調査地域における保健衛生施設及び職員数

郡	病院		保健所		診療所		クリニック	
	施設数	職員数	施設数	職員数	施設数	職員数	施設数	職員数
Aaarso	1	22	3	10	0	0	3	10
Kabribeyah	1	0	1	20	1	2	0	0
Birqod	0	0	1	26	0	0	2	5
Kabridahar	1	124	3	0	0	0	0	0
Dagahbur	1	182	1	13	2	4	16	80
Shaygosh	0	0	1	44	1	14	0	0
Marsin	0	0	0	0	0	0	0	0
Adadle	0	0	2	22	15	30	0	0
Rasso	0	0	0	0	0	0	0	0
Beercanno	0	0	0	0	0	0	0	0
Danan	0	0	1	27	1	13	0	0
Godey	1	184	2	59	4	24	0	0
Kalafo	1	112	1	16	2	29	0	0
Mustahil	0	0	2	15	15	29	0	0
West Ime	0	0	1	16	2	8	0	0
East Ime	0	0	2	8	13	36	0	0
合計	6	624	21	276	56	189	21	95

a.3.2 主な水因性疾病

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。水
 因性疾病の郡別年間患者数は表 3.17に示した。

表 3.17: 郡別年間水因性疾病患者数

郡	下痢症	赤痢	チフス	コレラ	マラリア	その他
Kabribeyah	740	167	89	0	205	0
Dagahbur	1,332	65	315	0	960	79
Araarso	1,020	240	108	0	180	1,620
Birqod	960	0	0	0	0	360
Shaygosh	360	150	2	540	5,400	150
Kabridahar	120	210	10	0	1,800	0
Marsin	0	12	0	0	0	0
Godey	600	60	0	0	1,800	240
East Ime	1,080	0	0	0	0	1,200
Adadle	2,180	96	0	0	0	1,3000
Danan	1,440	60	120	0	72	300
Beercaano	0	36	0	0	0	0
Kalafo	4,000	2,300	0	0	4,800	0
Mustahil	514	114	57	0	819	1,516
West Ime	600	40	12	0	800	0
Rasso	125	50	0	0	48	192
合計	15,071	3,600	713	540	16,884	18,657

a.4 教育

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。
 調査地域の教育施設数と生徒数を表 3.18に示した。

表 3.18: 調査地域の教育施設と生徒数

郡	初等教育		中等教育	
	学校数	生徒数	学校数	生徒数
Kabribeyah	208	2,422	2	989
Dagahbur	51	1,579	1	520
Araarso	9	484	1	228
Birqod	3	1,971	0	0
Shaygosh	25	3,657	1	142
Kabridahar	31	1,800	1	9
Marsin	9	n.a.	0	0
Godey	137	5,867	2	n.a.
East Ime	55	215	1	315
Adadle	35	647	1	427
Danan	43	1,125	1	760
Beercaano	28	n.a.	0	0
Kalafo	118	7,000	1	n.a.
Mustahil	72	629	1	10
West Ime	35	1,112	1	413
Rasso	1	567	0	0
合計	860	9,308	14	3,813

注記：初等教育には ABE（代替初等教育）と呼ばれる遊牧民等のための教育施設が含まれる。

a.5 農業部門

a.5.1 作物生産

調査地域の中で、Godey 郡と Kalafo 郡は農業生産の盛んな地区と考えられる。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。調査地域の主要作物生産量を表 3.19に示した。

表 3.19: 調査地域の主要作物生産量

単位:トン

郡	メイズ		ソルガム		テフ		トマト	
	生産量	%	生産量	%	生産量	%	生産量	%
Kabribeyah	800	0.1%	5000	3.3%	1,000	1.5%	3,000	3.4%
Dagahbur	5,450	0.8%	583	0.4%	0	0.0%	90	0.1%
Araarso	20,000	3.0%	5,000	3.3%	0	0.0%	0	0.0%
Birqod	5,000	0.8%	2,100	1.4%	0	0.0%	0	0.0%
Shaygosh	14,400	2.2%	17,268	11.5%	0	0.0%	0	0.0%
Kabridahar	2,680	0.4%	3,415	2.3%	0	0.0%	2,100	2.4%
Marsin	12,300	1.9%	5,600	3.7%	0	0.0%	400	0.5%
Godey	260,009	39.5%	17,600	11.7%	40	0.1%	16,000	18.2%
East Ime	26,000	3.9%	600	0.4%	740	1.1%	0	0.0%
Adadle	16,720	2.5%	4,200	2.8%	0	0.0%	0	0.0%
Danan	0	0.0%	50,000	33.3%	0	0.0%	3,200	3.6%
Beercaano	11,000	1.7%	7,000	4.7%	0	0.0%	1,200	1.4%
Kalafo	264,285	40.1%	18,425	12.3%	61,561	95.4%	61,561	70.1%
Mustahil	10,000	1.5%	4,567	3.0%	1,200	1.9%	275	0.3%
West Ime	6,320	1.0%	7,090	4.7%	0	0.0%	0	0.0%
Rasso	3,600	0.5%	1,845	1.2%	0	0.0%	0	0.0%
合計	658,564	100.0%	150,293	100.0%	64,541	100.0%	87,826	100.0%

a.5.2 家畜飼養

Kalafo 郡と Mustahil 郡は、牛の頭数全体のうちそれぞれ 54%と 28%を占める。ラクダの頭数では、Mustahil 郡と East Ime 郡がそれぞれ 20%を占め、Shaygosh 郡は約 12%を占めている。ヤギの頭数では Kalafo 郡と Adadle 郡がそれぞれ 48%と 28%を占める。羊の頭数では、Mustahil 郡と Adadle 郡がそれぞれ 40%と 36%を占める。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 Adadle 郡、Mustahil 郡、Kalafo 郡に見られる。（表 3.20参照）

表 3.20: 調査地域の家畜分布

郡	牛		ラクダ		ヤギ		羊	
	数	%	数	%	数	%	数	%
Kabribeyah	195	0.0%	165	0.1%	450	0.1%	320	0.1%
Dagahbur	800	0.2%	2,500	2.1%	8,500	1.7%	5,000	1.0%
Araarso	12,440	2.8%	658	0.6%	24,180	4.9%	1,825	0.4%
Birqod	5,687	1.3%	2,120	1.8%	6,800	1.4%	4,900	1.0%
Shaygosh	850	0.2%	14,000	12.0%	21,000	4.2%	8,000	1.6%
Kabridahar	2,610	0.6%	1,435	1.2%	4,816	1.0%	5,078	1.0%
Marsin	350	0.1%	1,200	1.0%	8,764	1.8%	4,326	0.9%
Godey	15,000	3.3%	9,000	7.7%	9,500	1.9%	15,060	3.0%
East Ime	9,800	2.2%	23,000	19.7%	9,500	1.9%	13,000	2.6%
Adadle	17,200	3.8%	11,500	9.8%	110,000	22.2%	182,350	36.2%
Danan	620	0.1%	1,229	1.1%	3,900	0.8%	5,100	1.0%
Beercaano	4,500	1.0%	2,200	1.9%	7,000	1.4%	900	0.2%
Kalafo	245,000	54.4%	8,000	6.9%	236,000	47.6%	43,600	8.7%
Mustahil	125,460	27.8%	22,970	19.7%	20,760	4.2%	203,425	40.4%
West Ime	5,430	1.2%	8,690	7.4%	13,099	2.6%	1,150	0.2%
Rasso	4,550	1.0%	8,116	6.9%	11,543	2.3%	9,974	2.0%
Total	450,492	100.0%	116,783	100.0%	495,812	100.0%	504,008	100.0%

b. 補足調査結果

b.1 2007年センサスに基づく給水状況

2007年人口センサス（ソマリ州統計報告書）のデータに基づく調査地域の給水状況の概要は次の通りである。

- (1) Kabribeyah 市、Dagahbur 市、Kabridahar 市などのジャラル渓谷の主要都市部における給水施設は管路給水方式であり、人口の 40%から 75%をカバーしている。
- (2) ジャラル渓谷の小都市や村落部における給水のための水源は、浅井戸（手掘井戸等）、湧水あるいは河川、池、湖等の在来水源である。
- (3) シェベレ川流域においては、都市部と村落部にかかわらず、河川、湖、池等の在来水源による給水が行われている。中でも河川水が最も重要な水源となっているものと考えられる。
- (4) シェベレ川流域の都市部では、管路給水による給水率はジャラル渓谷の都市部に比較して極めて低い。

各対象郡における飲料水の水源別家庭の比率を表 3.21に示した。

表 3.21: 飲料水の水源別家庭比率 (2007 年)

調査地域	郡	都市部 / 村落部	各戸給水又は庭先給水	ヤード給水 (共同水栓)	改良型井戸又は湧水	手掘り井戸又は湧水	河川、湖、池
ジャラル渓谷地域	Kabribeyah	都市部	9.0%	30.9%	17.3%	20.7%	22.1%
		村落部	1.1%	1.9%	28.2%	37.8%	31.0%
	Dagahbur (Araarso, Birqod)	都市部	15.0%	46.0%	8.5%	3.5%	27.0%
		村落部	2.0%	6.3%	23.9%	49.9%	17.9%
	Shaygosh	都市部	0.0%	67.6%	2.3%	30.1%	0.0%
		村落部	3.1%	5.9%	8.4%	45.0%	37.7%
	Kabridahar (Marsin)	都市部	34.1%	41.9%	7.7%	6.5%	9.8%
		村落部	5.5%	12.4%	18.1%	48.1%	15.9%
Doba wein	都市部	7.3%	9.0%	30.9%	50.6%	2.2%	
	村落部	2.0%	5.9%	27.3%	58.3%	6.5%	
シェベレ川流域地域	East Ime	都市部	1.4%	0.0%	1.0%	15.3%	82.3%
		村落部	0.4%	0.0%	1.5%	5.6%	92.5%
	Adadle	都市部	0.0%	0.0%	35.4%	57.6%	7.0%
		村落部	1.2%	1.5%	14.4%	24.4%	63.4%
	Godey (Beercaano)	都市部	9.8%	10.3%	3.7%	9.6%	66.6%
		村落部	2.0%	5.1%	13.0%	23.9%	56.1%
	Danan	都市部	4.8%	9.8%	14.6%	33.0%	37.8%
		村落部	0.7%	3.5%	16.1%	43.2%	36.4%
	Kalafo	都市部	3.1%	2.3%	1.5%	1.1%	92.0%
		村落部	1.3%	2.9%	1.3%	17.7%	76.8%
	Mustahil	都市部	11.5%	38.2%	1.9%	0.0%	48.4%
		村落部	0.4%	0.2%	5.4%	15.4%	78.6%
	West Ime (Rasso)	都市部	1.9%	0.0%	0.5%	16.0%	81.6%
		村落部	0.7%	0.0%	0.6%	14.8%	83.8%

出典：ソマリ州統計報告書、2007年人口センサス

注記：Araarso、Birqod、Marsin、Beercaano 及び Rasso の各郡は 2007 年人口センサスの後に新設された郡である。

b.2 Doba wein郡に対する補足調査

Doba wein 郡の給水状況に関する補足調査はソマリ州水局の職員によって実施された。調査項目は、（１）人口統計、（２）給水状況の概要、（３）都市部と村落部における経済活動、（４）家畜統計、（５）社会条件、及び（６）郡水事務所の支援活動状況、である。その結果は表 3.22に示した。

表 3.22: Doba wein 郡の給水状況

1. 人口統計	ケベレ (Kebele)	世帯数	人口	男性	女性
	Kebele 1	2,500	15,000	n.a.	n.a.
	Kebele 2	3,125	18,750	n.a.	n.a.
	Higloley	2,500	15,000	n.a.	n.a.
	Haar aano	1,625	9,750	n.a.	n.a.
	Jida'le	1,500	9,000	n.a.	n.a.
	Nagarweyne	1,250	7,500	n.a.	n.a.
	計	12,500	75,000	33,750	41,250
2. 給水状況 (水源)	電動モーター付ボアホール (4)	Birka (25)	手動ポンプ付ボアホール又は浅井戸 (96)		
3. 商用施設	ホテル (4)	バー・レストラン (15)	ガソリンスタンド (2)	店舗 (15)	小規模売店(8)
4. 公共施設		施設数	職員数・生徒数		
	政府機関	18	426		
	初等教育	26	8,772		
	中等教育	1	4,386		
	高校	1	1,462		
	保健所 (HC)	2	13		
	診療所 (HP)	6	6		
	クリニック	4	8		
5. 家畜頭数	牛 (93,000)	ラクダ (47,000)	ヤギ (199,000)	羊 (131,000)	ロバ (4,200)
6. 郡水事務所の支援活動状況	年	対象地区	サービス内容		費用 (Birr)
	2012	Jida'le	発電室の維持管理		168,000
	2012	Higloley	タンク車給水		75,000
	2012	Haar aano	給水所の維持管理		120,000
	2012	Higloley	タンク車給水		172,000
	合計				

3.5.3 都市部における給水状況調査

都市部の給水状況を把握するため、調査地域の比較的大きな町において聞き取り調査を実施した。対象となった都市部は Kabribeyah 市、Godey 市、Dagahbur 市及び Kabridahar 市である。

a. 社会経済調査の結果

a.1 Kabribeyah市給水事務所

Kabribeyah 市は Kabribeyah 郡の郡都であり、人口はソマリア難民を含めて約 4 万人である。給水のための水源は市街地の南方およそ 30 キロ地点のジャラル溪谷地域にあるボアホールである。地下水はボアホールから貯水タンクに送水され、パイプラインを通じて各家庭または共同給水所に送水される。

給水点は 300 か所でそのうち民家が 269 か所、公共施設が 14 か所である。給水人口は雨期に 11,360 人（約 2,200 世帯）、乾期に 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

が判明した。

社会経済調査の最終報告書によれば、給水事務所の幹部からの聞き取り調査の結果から、2009年、2010年及び2011年の給水量はそれぞれ 6,576 m³、43,447 m³、184,752 m³と記載されている。同期間中の収入は、それぞれ 10,900 Birr、141,000 Birr、33,427 Birr であり、支出は 70,802 Birr、75,902 Birr、81,882 Birr となっている。

上記の財務データを検討した結果、特に収入に関しては給水事務所の実際の財務状況を把握するデータとしては不適切と考えられる。なぜならば、これらのデータ（給水量、収入、支出データ）は相互の整合性がないためである。

上記の状況を勘案し、Kabribeyah 市給水事務所の健全な財務管理のため、財務担当職員に対する財務関連研修の実施が望まれる。

a.2 Godey市給水事務所

Godey 市は Godey 郡の郡都であり、人口は 29,379 人(2012)である。給水のための水源は 30 年ほど前に建設され、その後改修された河川取水施設である。給水施設の内容は、（１）取水施設、（２）沈殿施設、（３）濾過施設、（４）配水池、（５）貯水タンク及び（６）送水ネットワークである。

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。

社会経済調査の最終報告書によれば、2009年、2010年及び2011年の給水量はそれぞれ 139,348 m³、130,838 m³、138,047 m³と記載されている。同期間中の収入は、それぞれ 836,088 Birr、1,046,704 Birr、138,047 Birr であり、支出は 1,095,220 Birr、270,298 Birr、1,380,440 Birr となっている。

上記の財務データを検討した結果、特に収入に関しては給水事務所の実際の財務状況を把握するデータとしては不適切と考えられる。なぜならば、これらのデータ（給水量、収入、支出データ）は相互の整合性がないためである。

上記の状況を勘案し、Godey 市給水事務所の健全な財務管理のため、財務担当職員に対する財務関連研修の実施が望まれる。

a.3 Dagahbur市給水事務所

Dagahbur 市は Dagahbur 郡の郡都であり、人口は約 69,500 人である。給水のための水源は地下水である。合計 6 か所のボアホールが稼働している。各ボアホールから汲み上げられた地下水は貯水タンク（200m³）を経て送水管網に送られ、給水点に至る。給水点は 400 か所でそのうち民家が 360 か所、公共施設が 46 か所である。給水人口は雨期に 28,637 人、乾期に 40,863 人と推定される。雨期には一部の住民は河川沿いの手掘り井戸から水を手りする。雨期の間、住民の約 30%は河川水や浅井戸を使用しているものと推測される。

社会経済調査の最終報告書によれば、2009年、2010年及び2011年の給水量はそれぞれ 3,580 m³、2,570 m³、3,220 m³と記載されている。同期間中の収入は、それぞれ 250,600

Birr、179,900 Birr、22,540 Birr であり、支出は 277,800 Birr、271,578 Birr、279,600 Birr となっている。

上記の財務データを検討した結果、特に収入に関しては給水事務所の実際の財務状況を把握するデータとしては不適切と考えられる。なぜならば、これらのデータ（給水量、収入、支出データ）は相互の整合性がないためである。

Dagahbur 市給水事務所の健全な財務管理のため、財務担当職員に対する財務関連研修の実施が望まれる。

a.4 Kabridahar市給水事務所

Kabridaghar 市は Kabridahar 郡の郡都であり、人口は約 51,000 人である。給水のための水源は地下水である。合計 13 か所のボアホールのうち、3 か所だけが稼働している。各ボアホールから汲み上げられた地下水は貯水タンク（150m³）を経て送水管網に送られ、給水点に至る。給水点は 527 か所でそのうち民家が 513 か所、公共施設が 11 か所である。給水人口は雨期に 48,000 人、乾期に 51,000 人と推定される。雨期には一部の住民は手掘り井戸から水を手りする。雨期の間、住民の約 30%は河川水や浅井戸を使用しているものと推測される。

社会経済調査の最終報告書によれば、2009 年、2010 年及び 2011 年の給水量はそれぞれ 28,500 m³、25,670 m³、19,850 m³ と記載されている。同期間中の収入は、それぞれ 239,400 Birr、2,156,280 Birr、166,740 Birr であり、支出は 381,288 Birr、383,861 Birr、371,292 Birr となっている。

上記の財務データを検討した結果、特に収入に関しては給水事務所の実際の財務状況を把握するデータとしては不適切と考えられる。なぜならば、これらのデータ（給水量、収入、支出データ）は相互の整合性がないためである。

Kabridahar 水道事務所の健全な財務管理のため、財務担当職員に対する財務関連研修の実施が望まれる。

b. Kabribeyah市とGodey市給水事務所の補足調査

b.1 Kabribeyah市給水事務所

より正確な財務データの取得のため、調査団の社会経済調査担当は 2012 年 11 月～12 月の間、Kabribeyah 市給水事務所の幹部と数回にわたり面談した。

その結果、下記の財務データを取得することができた。（1）2008 年度の 4 か月分の給水量と収入額、（2）2009 年度はデータなし、（3）2010 年度 12 か月分の収入と支出額、及び（4）2011 年度の 4 か月分の収入と支出額。

Kabribeyah 市給水事務所の収入及び支出を表 3.23に示した。

表 3.23: Kabribeyah 市給水事務所の収入と支出

	2008		2009	2010		2011	
	6月～9月	月平均	1月～12月	1月～12月	月平均	1月～4月	月平均
給水量 (m ³)	6,577 *	1,644 *	n.a.	43,478	3,623	28,770	7,192
収入 (Birr)	85,844	21,461	n.a.	434,776	36,231	287,698	71,925
1) 給与・事務所経費	15,275	15,275	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
2) その他経費	24,631	6,157	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
支出合計	85,729	21,432	n.a.	409,310	34,109	334,277	83,569

出典：Kabribeyah 市給水事務所

注記：* 印／給水量はソマリア難民への給水量を含まない。n.a. = データなし

上表の財務データによれば、給水量は 2010 年の月間平均 3,623 m³ から 2011 年の月間平均 7,192 m³ へと増加しているが、その理由は給水事務所からは説明を得られなかった。

給水事務所から取得したデータ及び現地での観察から、当該事務所の収入と支出について下記の通り推測した。

- (1) 毎月の給水量は、3,600 m³～7,200 m³ と推定される。
- (2) 水供給による収入は、m³あたりの水料金を 10 Birr とした場合、毎月 36,000 Birr ～ 72,000 Birr と推定される。
- (3) 毎月の支出は 34,000 Birr ～ 84,000 Birr と推定される。

Kabribeyah 市給水システムに関する主な問題点は下記の通りである。

- (1) Kabribeyah 市給水システムは市の住民とソマリア難民に水を供給している。しかしながら、計測機器が無いため、正確な給水量については把握できていない。
- (2) 市の住民に対する給水サービスは Kabribeyah 市給水事務所が受け持っているが、その他の主要な維持管理業務は UNHCR が責任を負っている。施設の維持管理については UNHCR と JWSO（ジジガ市水道局）との協定に基づいて JWSO が担当している。このような状況において、水道事業の正確な費用を Kabribeyah 市給水事務所は把握していない。
- (3) 水の生産量、配水量、収入（徴収金額）などについての記録が正確に把握されていない。そのため、Kabribeyah 市給水事務所は技術的及び財務的な書類及び報告書等を作成することが出来ない。

b.2 Godey市給水事務所

より正確な財務データの取得のため、調査団の社会経済調査担当は Godey 市給水事務所の幹部と数回にわたり面談した。その結果、2012 年 11 月～12 月の間に下記の財務データを取得することができた。（1）2010 年度の 12 か月分の支出額、（2）2011 年度はデータなし、及び（3）2012 年度の 7 か月分の収入と支出額。（表 3.24参照）

表 3.24: Godey 市給水事務所の収入と支出

収入 (Birr)	2010		2011		2012	
	1月～12月	月間平均	1月～12月	月間平均	3月～9月	月間平均
給水量 (m ³)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	52,705	7,538
収入 (Birr)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	791,477	113,068
支出						
1) 給与・事務所経費	221,238	18,436	n.a.	n.a.	145,630	20,804
2) 維持管理費	235,020	19,585	n.a.	n.a.	666,271	95,182
合計	456,258	38,021	n.a.	n.a.	811,901	115,986

出典：郡役所及び Godey 市給水事務所

注記：n.a. = データなし

Godey 市給水事務所から取得したデータ及び現地での観察から、当該事務所の収入と支出について下記の通り推測した。

- (1) 毎月の給水量は、3,800 m³～7,500 m³ と推定される。
- (2) 収入は、m³あたりの水料金を 10 Birr とした場合毎月 38,000～40,000 Birr（2010

年度)、その後 2012 年以降は m^3 あたりの水料金を 15 Birr とし収入が約 115,000 Birr に増大したものと推定される。

(3) 毎月の支出は 2010 年度の月間平均 38,000 Birr から 2012 年度には約 116,000 Birr に増大したものと推定される。

3.5.4 サンプル家庭調査

a. サンプル家庭の分布

サンプル家庭調査はジャラル溪谷地域の 7 郡、シェベレ川流域地域の 9 郡にて実施された。合計で 176 世帯が選定された。選定されたサンプル世帯の分布は表 3.25 に示した。

表 3.25: サンプル世帯の分布

調査地域	ゾーン	郡	サンプル家庭数
ジャラル溪谷地域	Fafan*	Kabribeyah (難民含む)	40
		Jarar *	Dagahbur
	Korahe	Araarso	4
		Birqod	4
		Shaygosh	4
		Kabridahar	10
		Marsin	4
シェベレ川流域	Shebele*	Godey woreda / town	40
		East Ime	12
		Adadle	12
		Danan	4
		Beercaano	3
		Kalafo	11
		Mustahil	7
		Afder	West Ime
	Rasso	4	
	合計		

注記：*印は新しいゾーン名を示す (Fafan = 旧 Jijiga、Jarar = 旧 Dagahbur Shebele = 旧 Godey)

b. 回答者の概要

回答者のおよそ 90%は作物生産ないし家畜飼養を含む農業部門に従事している。回答者の 4 分の 3 は女性である。約 80%近くの世帯はソマリ州で一般的に見られるように男性が世帯主となっているが、世帯主が出稼ぎで不在のために女性がその代理となっているケースも多く見られた。平均的な家族数は 5 名である。

c. 調査結果

c.1 主要水源

飲用、調理用、洗濯用及び浴用等の生活用水の主な水源は、(1) 管路給水システム、(2) 手動ポンプ、(3) 手掘り浅井戸、(4) ハフィールドダム、及び(5) 河川水、雨水、池、湖等の在来水源、である。

管路給水システムは、ジャラル溪谷の Kabribeyah、Dagahbur、Kabridahar 及び Shaygosh また、シェベレ川流域の Godey、Kalafo 及び Mustahil といった都市部において生活用水の主要水源となっている。

Araarso 郡では湖や池等の在来水源が雨期の間の主要水源として利用されており、乾期にはハフィールドダム(貯水池)が主要水源となっている。Birqod 郡では手掘り浅井戸や

手動ポンプが使用されている。

シェベレ流域の Godey、East Ime、Beercaano 及び West Ime の各郡では河川水が主要水源の一つとなっている。サンプル家庭における生活用水の主要水源を表 3.26に示した。

表 3.26: サンプル家庭における主要水源

調査地域	郡	雨期・乾期	飲用・調理用	洗濯用	浴用
ジャラル渓谷地域	Kabribeyah	雨期	管路給水システム、雨水	管路給水システム、雨水、湖/池	管路給水システム、湖/池
		乾期	管路給水システム、湖/池	管路給水システム、湖/池	管路給水システム、湖/池
	Dagahbur	雨期	管路給水システム、HDW、HP、湖/池	管路給水システム、HDW、HP、湖/池	管路給水システム、HDW、HP、湖/池
		乾期	管路給水システム、HDW、HP、湖/池	管路給水システム system, HDW、HP、湖/池	管路給水システム system, HDW、HP、湖/池
	Araarso	雨期	湖/池	湖/池	湖/池
		乾期	ハフィールドダム等	ハフィールドダム等	ハフィールドダム等
	Birqod	雨期	HDW、HP	HDW、HP	HDW、HP
		乾期	HDW、HP	HDW、HP	HDW、HP
	Shaygosh	雨期	管路給水システム、HDW、HP	管路給水システム、HDW、HP	管路給水システム、HDW、HP
		乾期	管路給水システム、HDW、HP	管路給水システム、HDW、HP	管路給水システム、HDW、HP
	Kabridahar	雨期	管路給水システム、HDW	管路給水システム、HDW	管路給水システム、HDW
		乾期	管路給水システム、HDW	管路給水システム、HDW	管路給水システム、HDW
	Marsin	雨期	HDW、湖/池	HDW、湖/池	HDW、湖/池
		乾期	HDW、湖/池	HDW、湖/池	HDW、湖/池
シェベレ川流域地域	East Ime	雨期	河川、湖/池、雨水	河川、湖/池、雨水	河川、湖/池、雨水
		乾期	河川、HDW	河川、HDW	河川
	Adadle	雨期	HDW	HDW	HDW
		乾期	HDW	HDW	HDW
	Danan	雨期	HDW、HP	湖/池	HDW、HP
		乾期	HDW、HP	HDW、HP	HDW、HP
	Godey	雨期	管路給水システム、河川	管路給水システム、河川	管路給水システム、河川
		乾期	管路給水システム、河川	管路給水システム、河川	管路給水システム、河川
	Beercaano	雨期	河川、雨水	河川、雨水	河川、雨水
		乾期	河川	河川	河川
	Kalafo	雨期	管路給水システム、河川	管路給水システム、河川	管路給水システム、河川
		乾期	管路給水システム、河川	管路給水システム、河川	管路給水システム、河川
	Mustahil	雨期	管路給水システム	管路給水システム	管路給水システム
		乾期	管路給水システム	管路給水システム	管路給水システム
West Ime	雨期	河川	河川	河川	
	乾期	河川	河川	河川	
Rasso	雨期	HP	HP	HP	
	乾期	HP	HP	HP	

注記：HP = 手動ポンプ; HDW = 手掘浅井戸

c.2 生活水の運搬距離

水の利用者が水を運搬する場合、一般的には乾期の方が雨期に比べ水の運搬距離が長いのが普通である。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、Birqod 及び Rasso の各郡では、水の運搬距離は雨期、乾期共に大きな違いは見られない。

サンプル家庭における水源までの距離を表 3.27に示した。

表 3.27: サンプル家庭における水源までの距離

単位：メートル

調査地域	郡	雨期・乾期	飲用・調理用	洗濯用	浴用
ジャラル溪谷地域	Kabribeyah	雨期	87	201	207
		乾期	222	228	262
	Dagahbur	雨期	448	448	448
		乾期	1,171	1,171	1,301
	Araarso	雨期	755	755	755
		乾期	750	750	750
	Birqod	雨期	175	175	175
		乾期	175	175	175
	Shaygosh	雨期	438	438	438
		乾期	386	386	386
	Kabridahar	雨期	1,166	972	972
		乾期	1,310	1,310	1,310
	Marsin	雨期	293	293	293
		乾期	325	325	325
シェベレ川流域地域	East Ime	雨期	794	794	794
		乾期	1,025	1,025	1,025
	Adadle	雨期	129	160	160
		乾期	184	184	184
	Danan	雨期	863	863	863
		乾期	1,200	1,200	1,200
	Godey	雨期	1,432	1,432	1,432
		乾期	1,382	1,382	1,382
	Beercaano	雨期	1,532	1,532	1,532
		乾期	2,633	2,633	2,633
	Kalafo	雨期	766	766	766
		乾期	854	790	790
	Mustahil	雨期	550	550	550
		乾期	521	521	521
West Ime	雨期	1,857	1,857	1,857	
	乾期	1,857	1,857	1,857	
Rasso	雨期	92	92	92	
	乾期	92	92	92	

注記： HP = 手動ポンプ、HDW = 手掘り浅井戸

c.3 水の運搬に要する時間

ジャラル溪谷地域の郡では水の運搬に要する時間は雨期よりも乾期の方が長い。雨期には雨水あるいは池、浅井戸等の水源が利用できるためである。

シェベレ川流域地域の郡に関しても、水の運搬に要する時間は雨期よりも乾期の方が長い。しかしながら、ジャラル渓谷地域の郡に比較してその時間差は少ない。ただし、Danan 郡と Beercaano 郡に関しては浅井戸や birka（貯水池）があるため、例外である。郡別の水の平均運搬時間を表 3.28に示した。

表 3.28: 水の平均運搬時間

調査地域	郡	雨期 (時間)	乾期 (時間)
ジャラル渓谷地域	Kabribeyah	0.9	2.8
	Dagahbur	1.4	4.6
	Araarso	1.3	4.9
	Birqod	1.1	4.8
	Shaygosh	0.9	4.8
	Kabridahar	1.3	4.6
	Marsin	1.6	3.8
シェベレ川流域地域	Godey	1.6	2.0
	East Ime	1.3	1.9
	Adadle	0.6	2.0
	Danan	2.3	8.0
	Beercaano	2.7	7.3
	Kalafo	0.9	1.5
	Mustahil	2.0	2.8
	West Ime	2.0	2.6
	Rasso	1.2	2.1
平均		1.44	3.78

c.4 水の煮沸に関する住民の意識

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。飲料水の煮沸に関する住民の意識（煮沸する家庭の比率）を表 3.29に示した。

表 3.29: 飲料水の煮沸に関する住民の意識

調査地域	郡	煮沸しない	常に煮沸する	時には煮沸する
ジャラル渓谷地域	Kabribeyah	95%	2.5%	2.5%
	Dagahbur	80%	0%	20%
	Araarso	50%	0%	50%
	Birqod	100%	0%	0%
	Shaygosh	100%	0%	0%
	Kabridahar	100%	0%	0%
	Marsin	100%	0%	0%
シェベレ川流域地域	Godey	69%	5%	26%
	East Ime	100%	0%	0%
	Adadle	92%	0%	8%
	Danan	75%	0%	25%
	Beercaano	100%	0%	0%
	Kalafo	91%	0%	9%
	Mustahil	71%	0%	29%
	West Ime	67%	0%	33%
	Rasso	100%	0%	0%

c.5 下痢症の発症頻度

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。

シェベレ川流域地域の 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。また、家族が「時々」下痢症に罹る割合の高い郡は Araarso (100%)、Godey (79.5%)、Birqod (75%)、Dagahbur (70%)、及び Kabridahar (63.6%) である。家族が下痢症に罹る頻度の郡別データを表 3.30に示した。

表 3.30: 家族が下痢症にかかる頻度

郡	無し	時々なる	頻繁になる
Kabribeyah	72.5 %	27.5 %	0 %
Dagahbur	30.0 %	70.0 %	0 %
Araarso	0 %	100 %	0 %
Birqod	25.0 %	75.0 %	0 %
Shaygosh	100.0 %	0 %	0 %
Kabridahar	36.4 %	63.6 %	0 %
Marsin	100.0 %	0 %	0 %
Godey	20.5 %	79.5 %	0 %
East Ime	66.7 %	33.3 %	0 %
Adadle	25.0 %	58.3 %	16.7 %
Danan	50.0 %	50.0 %	0 %
Beercaano	66.7 %	33.3 %	0 %
Kalafo	63.6 %	36.4 %	0 %
Mustahil	85.7 %	14.3 %	0 %
West Ime	83.4 %	16.6 %	0 %
Rasso	25.0 %	75.0 %	25.0 %

c.6 新規給水施設の水に対する支払い意志額（WTP）

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。新規給水施設からの水に対する郡別の支払い意志額を表 3.31に示した。

表 3.31: 新規給水施設からの水に対する支払い意志額

調査地域	郡	支払い意志額 (Birr/月額)				
		最少	最大	平均		
ジャラル溪谷地域	Kabribeyah	15	400	37		
	Dagahbur	10	300	26		
	Araarso	10	50	81		
	Birqod	20	30	23		
	Shaygosh	0	30	20		
	Kabridahar	10	100	40		
	Mustahil	5	50	26		
	Marsin	20	50	29		
シェベレ川流域地域	Godey	15	250	67		
	East Ime	20	50	33		
	Adadle	10	150	50		
	Danan	20	50	31		
	Beercaano	20	50	38		
	Kalafo	0	60	30		
	Mustahil	5	50	26		
	West Ime	10	45	24		
Rasso				10	50	29
平均						36

c.7 家計所得

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、ジャラル溪谷地域の平均は 44,952 Birr、シェベレ川流域地域では 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、シェベレ川流域地域の郡では家畜飼養による収入が多い。郡別の年間家計所得を表 3.32 に示した。

表 3.32: 調査地域における郡別年間家計所得

郡	作物	畜産	就労	送金	商業	その他	合計
Kabribeyah	3,360	928	15,432	47,758	11,900	917	80,295
Dagahbur	750	150	25,644	4,404	13,320	530	42,998
Araarso	1,750	1,250	17,550	4,250	3,600	0	28,400
Birqod	5,625	3,100	19.8	10,200	22,500	0	61,225
Shaygosh	0	0	14,800	425	9,000	0	24,225
Kabridahar	2,091	273	19,527	10,145	4,036	0	36,073
Marsin	5,000	1,715	22,500	10,213	6,000	0	41,450
ジャラル溪谷地域平均							44,952
Godey	2,225	950	6,982	3,846	13,950	2,575	30,336
East Ime	2,950	6,000	13,240	9,800	10,500	0	42,490
Adadle	4,892	1,808	11,342	4,256	13,756	1,050	37,052
Danan	1,625	2,438	22,750	0	9,600	0	37,033
Beercaano	2,833	7,500	8,000	0	45,600	0	63,933
Kalafo	13,233	3,750	7,569	9,492	6,100	0	40,265
Mustahil	16,714	5,143	20,197	0	7,143	0	49,690
West Ime	2,386	2,186	19,543	3,400	5,657	0	32,686
Rasso	12,500	8,250	0	0	9,000	0	29,750
シェベレ川流域地域平均							40,359

4. 環境社会配慮

4 環境社会配慮

4.1 事業コンポーネントの概要

ジャラル渓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（以下、本プロジェクト）は、2011年12月22日に独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency: JICA）とエチオピア国水エネルギー省（Ministry of Water and Energy: MoWE）によって締結されたR/Dに基づいて、ジャラル渓谷およびシェベレ川流域（図4.1参照）において実施された、開発計画調査型技術協力プロジェクトである。

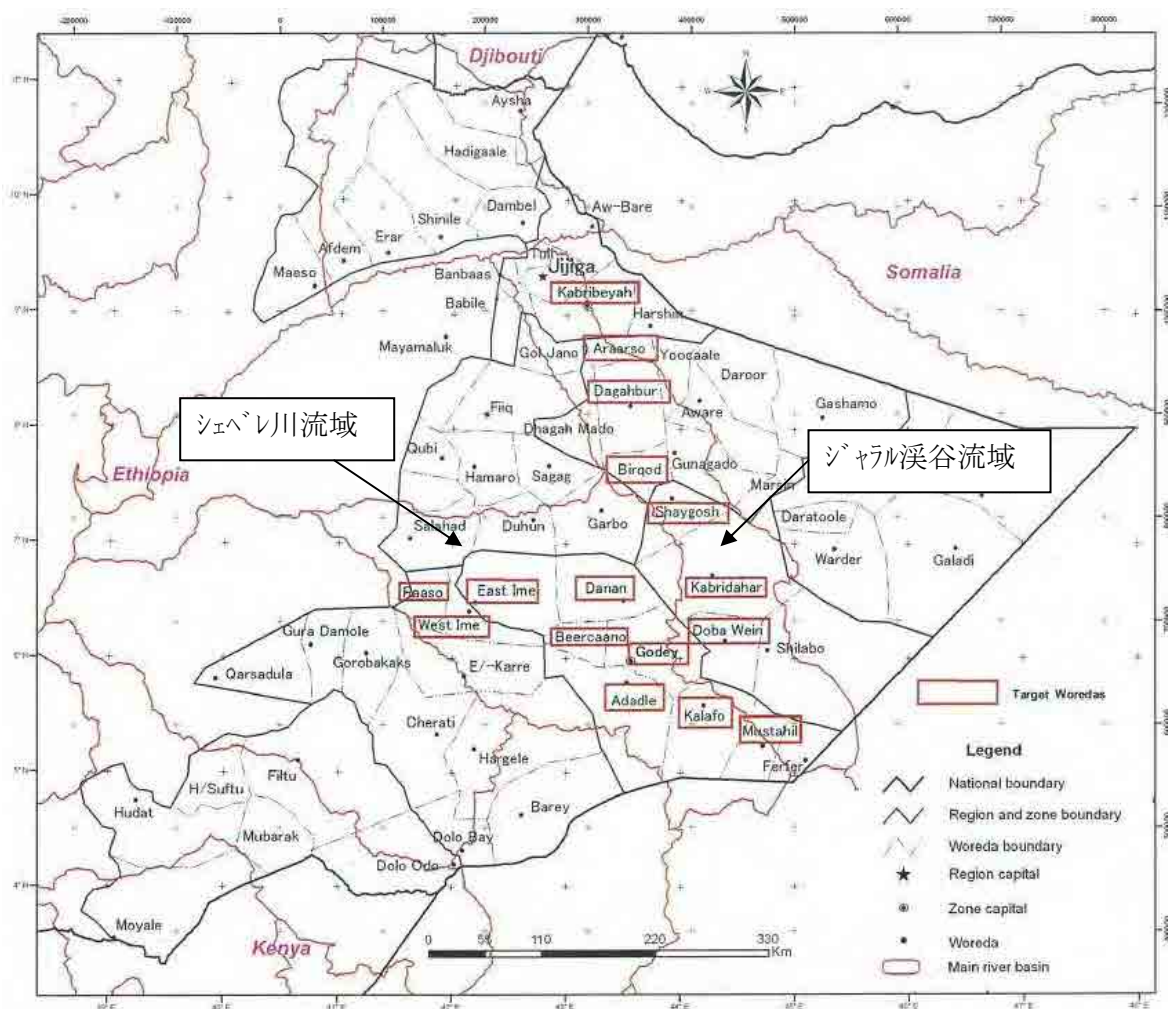


図 4.1: 事業対象位置図

本プロジェクトによって実施されるコンポーネントは、給水計画を始めとして5事業に大別される（表4.1）。このうち、環境社会配慮に関し、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が挙げられる。

表 4.1: 本プロジェクトによって実施される事業の概要(当初計画)

事業名	対象地域・組織	事業内容	
給水計画	ジャラル渓谷 シェベレ川流域	両地域に含まれる代表郡を対象として、郡毎に策定（全16郡）。ただし、Godey市は別途F/Sが実施される。	
水資源 ポテンシャル 調査	ジャラル渓谷	地下水利用可能性図（縮尺25万分の1以上の大縮尺）作成	
	シェベレ川流域	水資源利用可能性図（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	ジャラル渓谷 (Kabribeyah市)	ジャラル渓谷給水システム改善 ・200m深程度の新規井戸建設（2本） ・給水システムの送水ポンプ交換（3台） ・人および家畜用の公共水栓の建設（各5箇所） ・新規井戸でのポンプ小屋建設と水中ポンプおよび発電機の設置 ・新規井戸の給水システムへ接続のための配管
		Godey市	Godey市給水システム改善 ・策定した給水計画に対する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箇所の建設
	資 機 材 供 与 ・ 調 達	ソマリ州全域	緊急給水用資機材調達と供与 ・給水車（5台） ・給水ポイント用貯水槽（150個） ・塩素剤（3600m ³ 分） ・モバイルワークショップ（3台） 上記機材有効利用のための技術指導実施 ・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	・水理地質情報の収集・整備 ・将来的な利用に向けての取り纏め	
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ならびに井戸掘削に関する能力強化	

環境社会配慮によって検討すべき事業コンポーネント

本件環境社会配慮の検討事項は、上記の給水計画（以下、本計画）が事業実施された際の、建設および供与段階における諸活動に伴って発生が想定される負の影響である。

4.2 給水計画コンポーネントの概要

策定された都市給水ならびに村落給水について、以下にその概要を郡ごとに記す。

4.2.1 都市給水計画

表 4.2に事業対象地域における都市給水計画の概要を、施設給水量（m³/日）について、利用水源ごとの昇順に従って整理した。本プロジェクトにおける都市給水は、新規給水源を井戸、河川水、雨水（ビルカによる貯水）に求め、全16市において計画されている。

井戸による給水システムは、発電機、水中モータポンプ、貯水槽までの延長パイプライン、高架水槽、配水管、公共水栓、および家畜用水飲み場の構成からなる（図 4.2参照）。井戸を水源とする新規施設の計画給水量は、Dagahbur市における1,021 m³/日を最大とし、いずれも2,000 m³/日以下に設定されている。

河川給水施設は、発電機及び取水ポンプ、沈殿池、荒濾過池、浄水槽、送水管ポンプ、送水管、貯水槽、配水管、公共水栓、家畜用水飲み場からなる（図 4.3参照）。全構成要素は都市給水と村落給水とで同じ構造であるが、機器仕様、設備容量、パイプ延長等が各プロジェクトで異なる。なお、パイプライン、貯水容量、公共水栓および家畜用水飲み場等の計画には、上述の井戸給水システムと同じ基準が適用されている。

一方、雨水を利用するビルカの構造は、コンクリート製の地下貯水槽である。ゴミの混入から保護するために格子状の屋根が設けてられているが、雨水はビルカ本体に直接落ちることが可能である。その貯水容量は約 1,000 m³ である。貯水された水を汲み出すために、ハンドポンプが据え付けられている。表流水は流入口から流入し、砂や土粒子は泥溜めに滞留する。これにより、上澄み水のみがビルカ本体に流入する（図 4.4参照）。

表 4.2: 都市給水の計画概要

No.	郡名	市名	2020年推計値			本プロジェクトによる給水計画		
			人口 (人)	水需要量 (m ³ /日)	給水人口 (人)	計画給水量 (m ³ /日)	施設給水量 (m ³ /日)	水源
1	Dagahbur	Dagahbur	87,425	2,798	26,829	851	1,021	深井戸
2	Kabridahar	Kabridahar	64,155	2,034	19,689	621	745	深井戸
3	Doba wein	Doba wein	42,457	1,446	13,031	431	646	浅井戸
4	Arrarso	Arrarso	26,416	837	8,106	255	383	深井戸
5	Adadle	Bohelxagare	18,871	604	5,793	184	276	深井戸
6	Shaygosh	Shaygosh	15,724	573	4,826	167	251	深井戸
7	Birqod	Birqod	12,579	425	3,861	127	190	深井戸
8	Danan	Danan	12,328	402	3,784	122	182	深井戸
9	Kabribayah	Kabribayah	50,373	2,249	15,459	2,699	166	深井戸
10	Godey	Godey	36,958	1,418	36,958	2,212	2,212	河川水
11	Kalafo	Kalafo	33,848	1,124	10,387	1,124	1,855	河川水
12	Mustahil	Mustahil	29,537	932	9,065	932	1,538	河川水
13	East Ime	East Ime	11,717	374	3,595	374	617	河川水
14	West Ime	West Ime	9,938	284	2,664	284	469	河川水
15	Beeraano	Beeraano	7,926	248	2,433	248	410	河川水
16	Rasso	Rasso	8,681	316	3,050	96	100	ビルカ

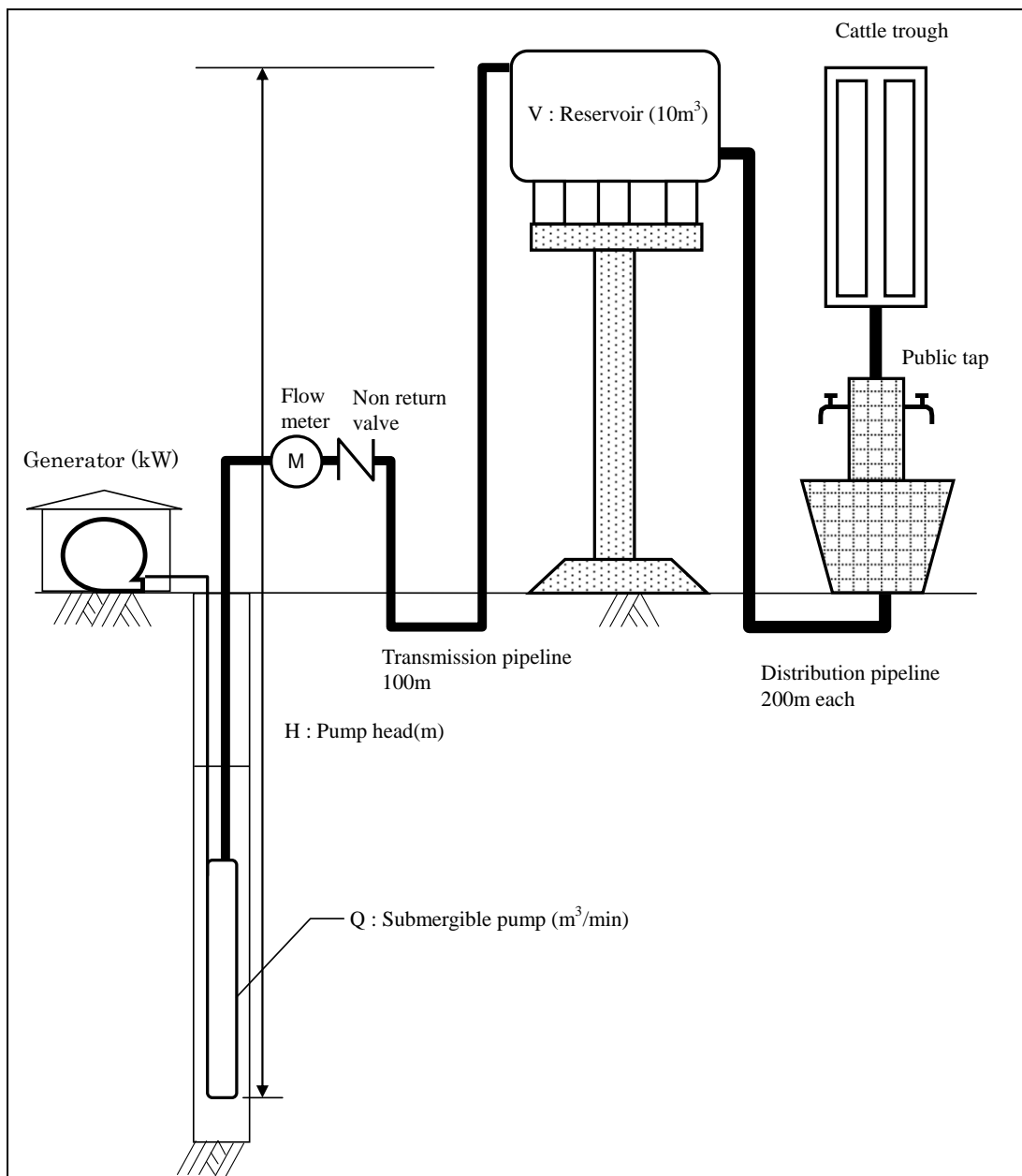


図 4.2: 井戸開発による給水システムの概略図

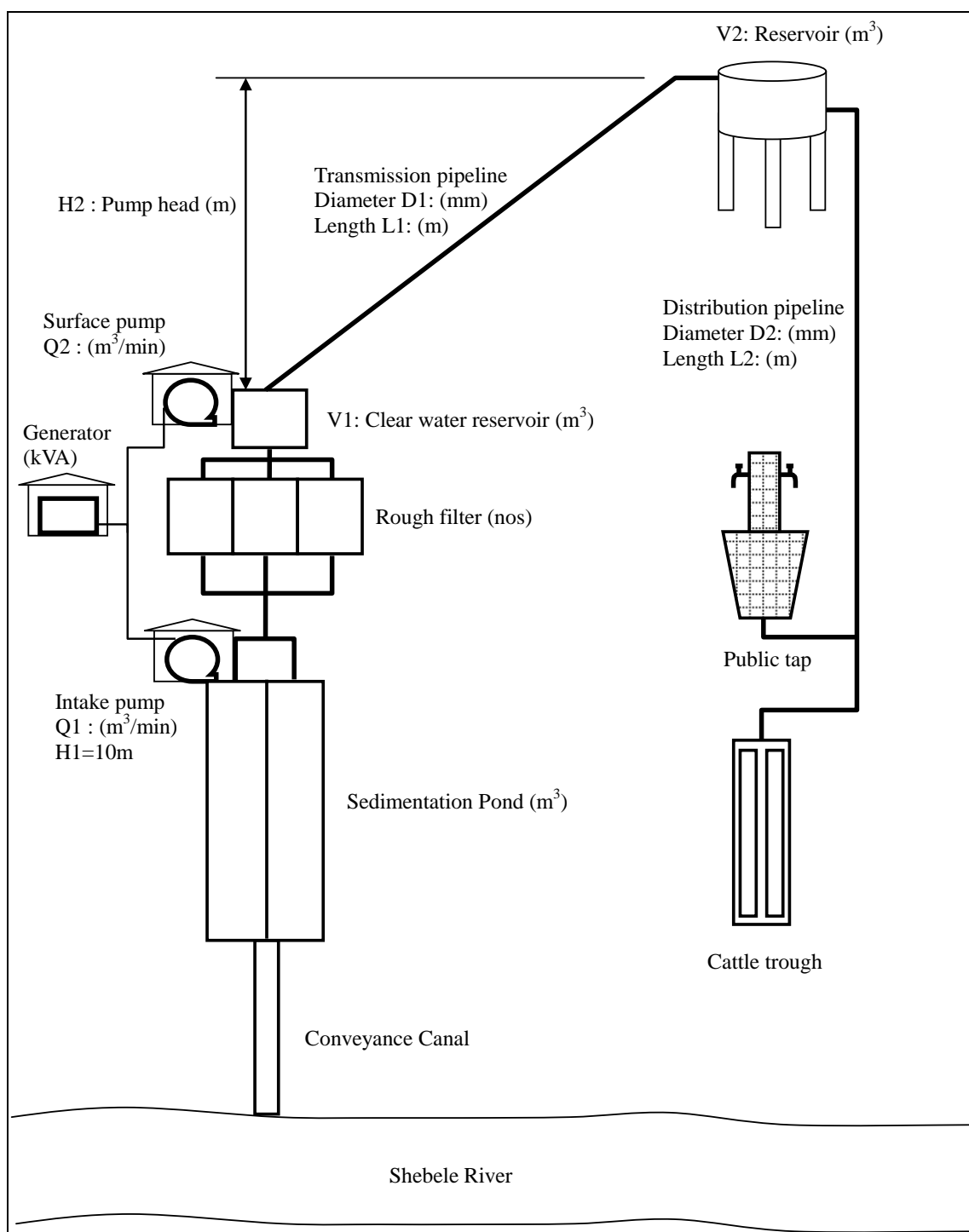


図 4.3: 河川水による給水システムの概念図

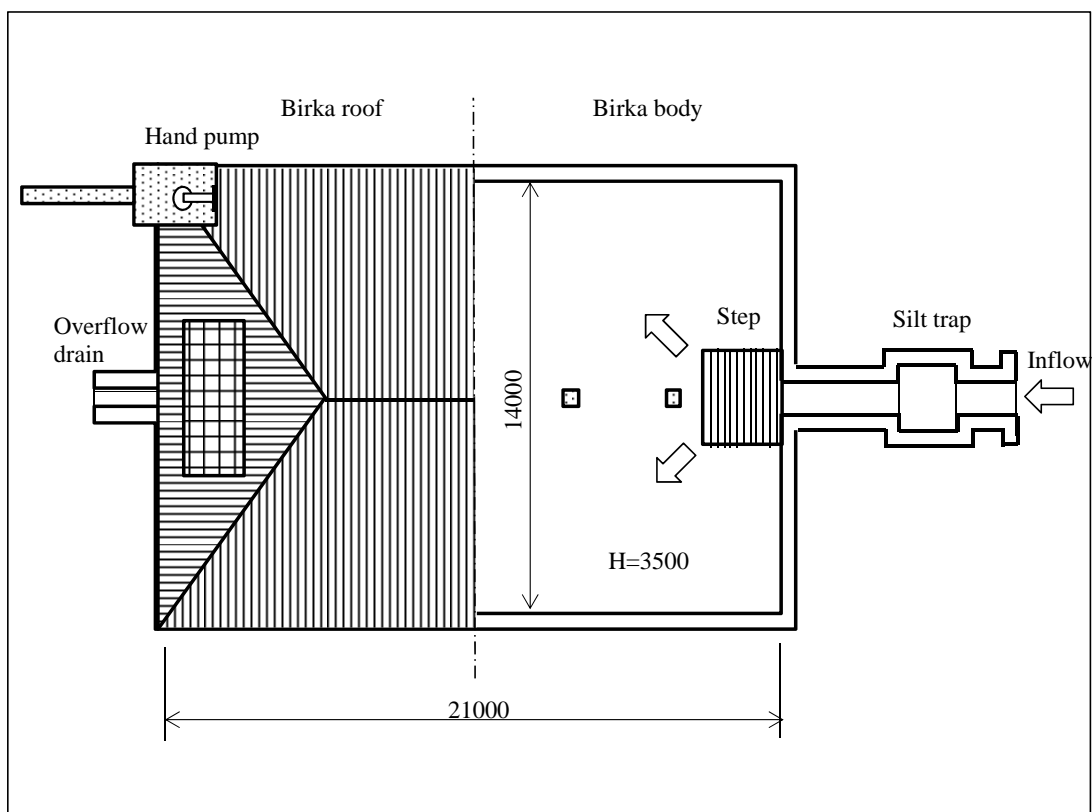


図 4.4: 雨水を利用して貯水するビルカの設計図

以下に、本プロジェクトによって策定された、各郡（各市）における都市給水計画の概要を記す。

a. Dagahbur郡（Dagahbur市）

Dagahbur 市における 2020 年の給水人口は 26,829 人であり、計画給水量の算定値は $851\text{m}^3/\text{日}$ である。これに対し、給水施設は $1,021\text{m}^3/\text{日}$ の給水量で計画された。Dagahbur 市やその周辺地域は、6 箇所の既存ボアホールから給水されているが、それら水源でも 2020 年の水需要を満たす事は出来ない。そのため、ジャラル川沿いに新規のボアホールを計画された。揚水量 4.7 lit/秒 ならびに井戸深度 110 m のボアホール 6 箇所が、追加して開発される計画である。Dagahbur 市はジャラル川から近距離に立地しているので、各ボアホールからの原水は主送水管に流れ込み、次いで貯水槽に注ぎ込む。同市には容量 100 m^3 と 250 m^3 の 2 箇所の高架水槽が存在する。2020 年での貯水槽容量は 900 m^3 であるので、給水計画では容量 550 m^3 の貯水槽の設置が計画されている（表 4.3参照）。

表 4.3: Dagahbur 市給水システムの計画概要

No.	項目		仕様	数量
1.	水中モータポンプ		Q=0.30 m ³ /min, H=60 m	6 台
2.	発電機		37 kVA	6 台
3.	深井戸から貯水槽までの送水管		90 mm	3,200 m
			110 mm	3,000 m
			160 mm	1,500 m
4.	貯水槽		550 m ³	1 箇所
5.	配水システム	配水管	50 mm	7,200 m
			90mm	9,590 m
			110mm	3,190 m
			160mm	1,970 m
			200mm	700 m
			250mm	870 m
			300mm	320 m
6.	公共水栓		—	7 箇所
7.	家畜用水飲み場		—	2 箇所

b. Kabridahar 郡 (Kabridahar 市)

Kabridahar 市はジャラル川の西側に約 2km 広がっており、市内の中心部にはハイウェイが南北方向に通っている。2020 年の給水人口は 19,689 人、計画給水量は 621 m³/日と算定された。また、給水施設は 745 m³/日の給水量で計画された。Kabridahar 市は 5 箇所の深井戸から給水されているが、現在の状況では 2020 年の水需要量を満たす事が出来ない。よって、ジャラル川沿いに新規深井戸の開発計画が策定された。本計画では、揚水量 3.7 lit/、井戸深度 130m の深井戸 6 箇所を追加開発する。深井戸から Kabridahar 市中心地域までは近距離であるので、原水は口径 160 mm の主送水管を経てそのまま貯水槽に注ぎ込む。同市には容量 100 m³ と 250 m³ の高架水槽と、容量 200 m³ の地上式水槽の合計 3 箇所の貯水槽が存在している。これら既存の貯水槽は十分機能しており、2020 年の給水計画でも使用するものとされている。2020 年での計画貯水槽容量は 900 m³ であるので、容量 350 m³ の貯水槽が計画されている。既存の配水管システムは、口径 50 mm から 100 mm までのパイプで構成され、配管長は約 8.34 km である。また、本計画では SRWDB による推定に準じ、36 箇所の公共水栓と 8 箇所の家畜用水飲み場を作成する。Kabridahar 市給水計画の主な概要は表 4.4 に要約される。

表 4.4: Kabridahar 市給水システムの計画概要

No.	項目		仕様	数量
1.	水中モータポンプ		Q=0.25 m ³ /min, H=120 m	7 台
2.	発電機		40 kVA	7 台
3.	深井戸から貯水槽までの送水管		90 mm	3,200 m
			110 mm	3,000 m
			160 mm	3,000 m
4.	貯水槽		350 m ³	1 箇所
5.	配水システム	配水管	50 mm	7,200 m
			90mm	15,090 m
			110mm	16,270 m
			160mm	6,690 m
			200mm	270 m
6.	公共水栓		—	36 箇所
7.	家畜用水飲み場		—	8 箇所

c. **Doba Wein郡 (Doba Wein市)**

Doba wein の都市部はジャラル川東側に約 700 m の範囲で広がっている。同河川から市中心部までの距離は、約 450 m 程である。

2020 年における給水人口は 13,031 人、計画給水量は 431m³/日と算定されており、給水施設における給水量は 646m³/日と計画された。

Doba wein 市における給水には、浅井戸開発が計画されている。すなわち、揚水量 2.6 lit/秒ならびに、深度 25 m の浅井戸が 7 箇所開発される計画である。各浅井戸からの原水は主送水管に接続され、他の都市給水プロジェクトのようにそのまま貯水槽まで揚水される。また、貯水槽容量は 800 m³ で計画された。全配水管延長は 7,500 m、パイプの口径は 90 mm である。15 箇所の公共水栓と 3 箇所の家畜用水飲み場が、配水管の末端に設置される。Doba wein 市給水計画の主な概要は（表 4.5参照）に要約される。

表 4.5: Doba Wein 市給水システムの計画概要

No.	項目		仕様	数量
1.	水中モータポンプ		Q=0.20 m ³ /min, H=20 m	7 台
2.	発電機		5 kVA	7 台
3.	浅井戸から貯水槽までの送水管		90 mm	5,400 m
			110 mm	2,000 m
			160 mm	1,000 m
4.	貯水槽		800 m ³	1 箇所
5.	配水管		90 mm	7,500 m
6.	公共水栓		—	15 箇所
7.	家畜用水飲み場		—	3 箇所

d. **Arrarso郡 (Arrarso市)**

Araarso 郡の都市部はハイウェイ沿いに位置しており、ジャラル川から約 10km 離れている。2020 年の給水人口の算定値は 8,106 人である。また、計画給水量は 255 m³/日と算

定され、給水施設は 383 m³/日の給水量にて計画されている。

Araarso 市における都市給水は、既存の深井戸の周辺に揚水量 1.8 lit/秒、井戸深度 250 m の新規深井戸を開発するものである。深井戸から市内までは距離が離れているために、貯水槽までの送水管が必要となる。Kabribeyah 給水システムと同様に、深井戸から揚水された原水は送水ポンプ場で一旦貯留され、その後貯水槽まで送水される。送水ポンプ場には揚水量 0.6 m³/分、揚程 160 m のポンプが 2 台計画されている。ポンプは 1 台で貯水槽まで給水するのに十分な容量を有しているため、他の 1 台は予備用として計画されている。原水は延長 4 km、口径 110 mm の送水管によって市内の容量 500 m³ の貯水槽まで揚水される。次いで、貯水槽で貯留された水は、既存の配水管を通じて配水される。また、受益者が水にアクセスできるように、10 箇所の公共水栓と 2 箇所の家畜用水飲み場が市内に計画されている。Araarso 市給水計画の主な概要は、表 4.6 に要約される。

表 4.6: Araarso 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	水中モータポンプ	Q=0.10m ³ /min,H=240m	6 台
2.	発電機	40 kVA	6 台
3.	深井戸から貯水槽までの送水管	90 mm	3,600 m
		110 mm	4,500 m
4.	貯水槽	70 m ³	1 槽
	送水ポンプ	Q=0.60 m ³ /min, H=160m	2 台
	発電機	81kVA	1 台
5.	ポンプ場から貯水槽までの送水管	110 mm	4,000 m
6.	貯水槽	500 m ³	1槽
7.	配水管	90 mm	5,000 m
8.	配水システム	公共水栓	—
9.		家畜用水飲み場	—
			10 箇所
			2 箇所

e. Adadle郡 (Bohelxagare市)

Adadle 郡の都市部である Bohelxagare 市は、シェベレ川から約 12 km 離れて位置しており、現在は地下水により給水されている。2020 年での推定給水人口は 5,793 人、計画給水量は 184 m³/日と算定され、給水施設は 276m³/日の給水量で計画された。

Bohelxagare 市では 1 箇所のボアホール開発がなされ、これは現在も機能している。シェベレ川から距離があるため、ポンプ運転に必要な大容量の電力や多額の初期投資額が必要な点で、河川水開発は地下水開発と比べて魅力が低い。従って、深井戸開発が水源として選定された。

本プロジェクトでは、揚水量 2.6 lit/秒ならびに井戸深度 150 m のボアホール 3 箇所が Bohelxagare 市のために計画されている。各ボアホールからの原水は主送水管に送水され、容量 300 m³ の貯水槽に注ぎ込む。全配水管長は 3,500 m であり、口径は 90 mm となっている。また 7 箇所の公共水栓と 2 箇所の家畜用水飲み場が管路の末端に設置される。Bohelxagare 市給水計画の主な概要は表 4.7 に要約される。

表 4.7: Bohelxagare 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	水中モータポンプ	Q=0.20 m ³ /min, H=140 m	3 台
2.	発電機	38 kVA	3 台
3.	深井戸から貯水槽までの送水管	90 mm	2,600 m
		110 mm	1,000 m
4.	貯水槽	300 m ³	1槽
5.	配水システム	配水管	90 mm
6.		公共水栓	—
7.		家畜用水飲み場	—
			350 m
			7 箇所
			2 箇所

f. Shaygosh郡 (Shaygosh市)

Shaygosh 郡の都市部はハイウェイ沿いに位置し、ジャラル川は約 4km 離れて市の北西方向から南東方向に向かって流れている。

2020 年での給水人口は 4,826 人、計画給水量は 167 m³/日と算定され、給水施設は 251 m³/日の給水量で計画された。本プロジェクトによる計画では、揚水量 3.5 lit/秒並びに井戸深度 140 m の深井戸 2 箇所を開発する給水計画を策定した。なお、新規ボアホール位置は、既存ボアホール（1 箇所）の近隣を計画している。Shaygosh 給水システムは Birqod 給水システムと類似しているものの、Shaygosh 市の計画の方が井戸深度が深く、揚水量も多い。Shaygosh 市給水計画の主な概要は表 4.8に要約される。

表 4.8: Shaygosh 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	水中モータポンプ	Q=0.25 m ³ /min, H=130 m	5 台
2.	発電機	44 kVA	2 台
3.	深井戸から貯水槽までの送水管	90 mm	1,400 m
		110 mm	1,500 m
4.	貯水槽	300 m ³	1槽
5.	配水システム	配水管	90 mm
6.		公共水栓	—
7.		家畜用水飲み場	—
			3,000 m
			6 箇所
			2 箇所

g. Birqod郡 (Birqod市)

Birqod 市はハイウェイ沿いに位置し、ジャラル川が市内の北東部から南側に向かって流れている。Birqod 市とジャラル川との距離は約 400 m である。2020 年における給水人口は 3,861 人、計画給水量は 127 m³/日と算定され、給水施設は 190 m³/日の給水量で計画されている。既存のボアホールは 1 箇所あり、現在はこのボアホールから Birqod 市内への給水が為されている。

本プロジェクトでは、揚水量 2.6 lit/秒、井戸深度 60 m の深井戸 2 箇所がジャラル川沿いに計画された。この深井戸地点から市内までは近距離のため、各ボアホールからの原水は主送水管に流れ込み、次いで貯水槽に注ぎ込む設計である。なお、貯水槽容量は 200 m³と計画された。口径 90 mm の配水管が既存の配水管から延長され、末端の公共水栓や家畜用水飲み場に接続する。Birqod 市では、5 箇所の公共水栓と 2 箇所の家畜用水飲み場

が計画された。Birqod 市給水計画の主な概要は表 4.9に要約される。

表 4.9: Birqod 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	水中モータポンプ	Q=0.20 m ³ /min, H=50 m	2 台
2.	発電機	13 kVA	2 台
3.	深井戸から貯水槽までの送水管	90 mm	1,400 m
		110 mm	1,000 m
4.	貯水槽	200 m ³	1槽
5.	配水システム	配水管	90 mm
6.		公共水栓	—
7.		家畜用水飲み場	—
			2,500 m
			5 箇所
			1 箇所

h. Danan郡 (Danan市)

Danan 市はシェベレ川本川から約 60 km 離れて位置しており、同河川の支川沿いにある。2020 年での給水人口は 3,784 人、計画給水量は 122 m³/日と算定され、給水施設は 182 m³/日の給水量で計画された。Danan 市では現在までに 3 箇所の深井戸が開発され、2 箇所が機能している。河川開発は今日まで実施されていない。そこで給水計画は、ボアホールによる開発が策定された。本計画では揚水量 2.5 lit/秒、井戸深度 90 m の深井戸 2 箇所が計画された。深井戸地点から市内までは近距離であるため、原水は主送水管に送水され、容量 200 m³ の貯水槽に直接注ぎ込む。全配水管長は 2,500 m であり、口径は 90 mm と計画されている。5 箇所の公共水栓と 1 箇所の家畜用水飲み場が管路の末端に設置される。Danan 市給水計画の主な概要は表 4.10に要約される。

表 4.10: Danan 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	水中モータポンプ	Q=0.20 m ³ /min, H=80 m	2 台
2.	発電機	22 kVA	2 台
3.	深井戸から貯水槽までの送水管	90 mm	1,400 m
		110 mm	1,000 m
4.	貯水槽	200 m ³	1槽
5.	配水システム	配水管	90 mm
6.		公共水栓	—
7.		家畜用水飲み場	—
			2,500 m
			5 箇所
			1 箇所

i. Kabribayah郡 (Kabribayah市)

Kabribayah 市における給水計画は、2020 年までに 166 m³/日の給水量の増加を図るものである。これを達成するため、揚水量 4.5 lit/秒の深井戸を新設し、発電機を電源として付設する。新規送水管の付設に伴い、沈殿池に達する既存の送水管を大口径に更新する必要がある。送水にあたり、追加ポンプならびに新規ポンプ場を設置する計画はない。また、新たな管路を追加することも計画されていない。貯水に関しては、容量 400 m³ の新規貯水槽を設置する計画である。一方、高架水槽を新設することによって、市内北東部の主要住宅地へ効率的な配水を行なうことが計画されている（表 4.11参照）。

表 4.11: Kabribeyah 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	水中モータポンプ	Q=0.30 m ³ /min,H=185 m	1 台
2.	発電機	68 kVA	1 台
3.	深井戸から貯水槽までの送水管	90 mm	2,000 m
		200 mm	1,892 m
4.	貯水槽	400 m ³	1 箇所
5.	配水管	75mm	3,760 m
		90mm	4,970 m
		110mm	1,970 m
		160mm	160 m
		250mm	200 m

j. Godey郡（Godey市）

Godey 市における 2020 年の給水人口は 36,958 人、計画給水量は 2,212 m³/日と算定された。また、給水施設の給水量は同様の値として算出されている。

現在の Godey 市における給水システムを残した場合、人口に対して十分な給水を達成することができない。よって、本地域においては、全給水施設を新規に計画するものとし、水源はシェベレ川の河川水のみを利用する。

Godey 市にはシェベレ川に対する 5 箇所の主な飲料水取水地点がある（図 4.5参照）。本計画では、新規取水地点を既存の自由アクセス取水地点の上流側に計画した。上流側の取水地点は貯水槽地点に対して距離が近いので、既存の取水地点から取水する事と比較して、初期投資費用が少なく済むという利点もある。

Godey 市では変電所が建設中であり将来的には電源供給は増加するが、新規浄水場に対して電気が確実に供給出来るかは保証されていない。因って電源供給の点から、浄水場の運転を手動で行える施設を計画する。Godey 市の現在の状況の元では、ポンプを 24 時間運転する事は不可能である。ポンプは夜間運転を止めなくてはならず、濾過池の運転も昼間に限定される。緩速濾過池では間欠運転を行う事は推奨されていないため、Godey 市給水システムは昼間だけの運転でも対応可能な、荒濾過浄化システムを採用した。

提案した新規浄水場は、自由アクセス取水地点の上流側を予定している。送水管は送水ポンプ場から始まり、Godey 市内の標高の最も高い地点に計画する追加貯水槽まで敷設される。送水ポンプ場と新規貯水槽の距離は 4,998 m であり、パイプの口径は 300 mm. である。

一方、2020 年の貯水槽の容量は 800 m³と算定された。既存 3 箇所の貯水槽は、容量がそれぞれ 1,000 m³、150 m³、60 m³ の計 1,210 m³ である。新規貯水槽は給水計画を満たすために 400 m³ の容量を有するものとされ、形式は高架式が選択された。Godey 市はほぼ平坦な地域である。既存の貯水槽は市内の丘の上に建設されているが、貯水槽と給水接続点との標高差はあまり無い。既存の 2 箇所の高架水槽は各給水地点で高い水圧を確保するために設けられている。新規の 400m³ の貯水槽はこの機能を引き受け、標高の高い地区への給水を行う。また、既存の 1,000 m³ の貯水槽は標高の低い地区への給水を行う。

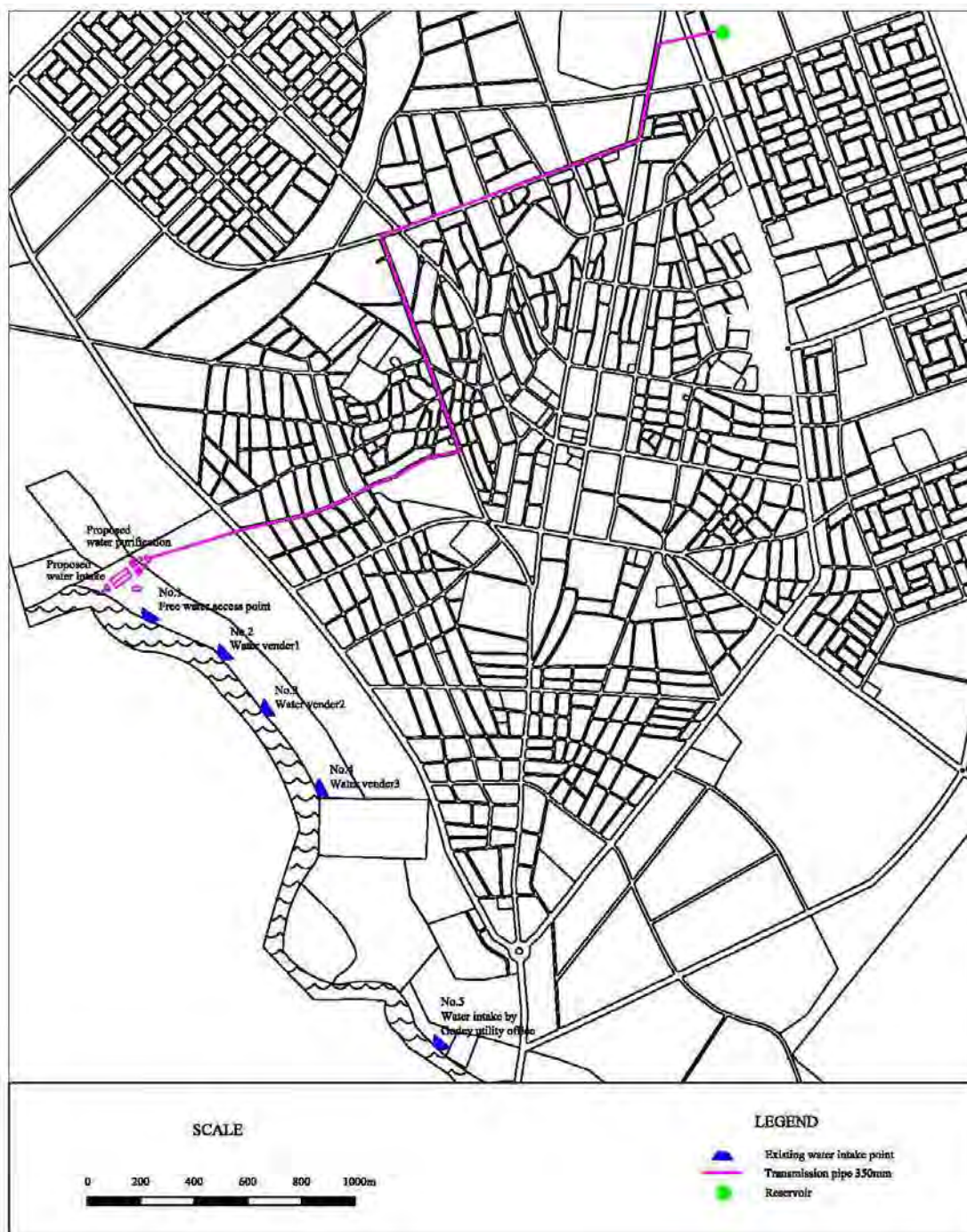


図 4.5: Godey 市の取水地点と送水管計画

既存の配水管網は老朽化しており、十分に機能をしていない。そこで、配水管計画は既存の配水管網を更新し、かつ配水地域を拡張する計画とされている。特に、市内の西側区域は配水管システムが無い。給水計画はこの区域に配水管を敷設するものとする。加えて、JICA 調査により建設された 5 箇所の公共水栓は、Godey 市の周辺部に位置している。それらの近隣にはパイプラインが敷設されていない。新規配水管は各公共水栓まで延長し、それらと接続する計画とする。各公共水栓は配水管に接続された後、常時通水する事になる。

新規貯水槽の水は 2 方向に配水される。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 293 m で設定した。既存の貯水槽に貯水された水は、標高 293 m 以下の区域に対して給水される。配水管にはバルブが設置され、配水区域が分割されることになる。各配水区域は独立した区域となり、水圧は確保する事が出来る。配水管レイアウトと各貯水槽での給水区域を図 4.6 に示す。

以上に述べた Godey 市給水計画の主な概要は表 4.12 に要約される。

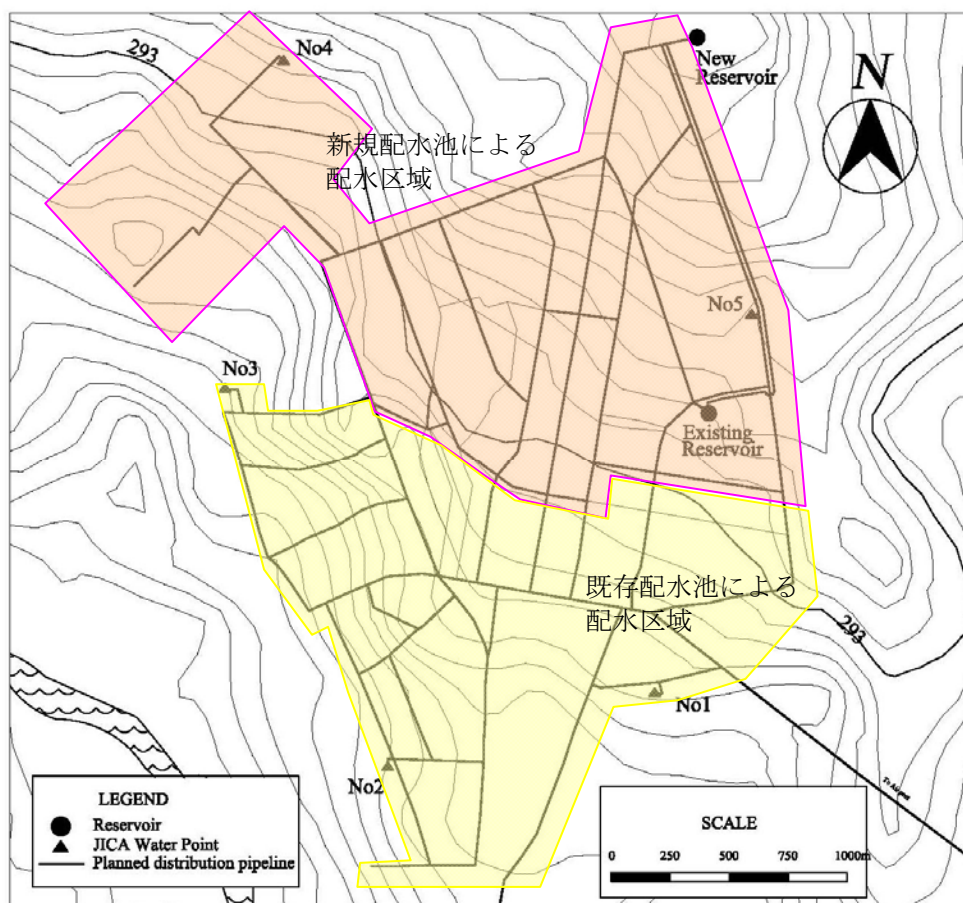


図 4.6: Godey 市給水配水管計画図

表 4.12: Godey 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	単位	数量
1.	取水路	L=20m, W=2m, H=0.5m	箇所	1
2.	取水ポンプ	Q=1.1m ³ /min, H=15 m	箇所	3
3.	沈殿池	L=21m, W=7m, H=1.5m	箇所	2
4.	粗ろ過池	L=6m, W=5m, H=1m	箇所	6
5.	緩速ろ過池	L=20m, W=10m, H=1m	箇所	5
6.	浄水池	V=1,000 m ³	箇所	1
7.	送水ポンプ	Q=1.9m ³ /min, H=59 m	台	3
8.	発電機	120 kVA	台	3
9.	送水管	300 mm	m	4,998
10.	高架水槽	H=10m, V=400m ³	箇所	1
11.	配水システム			
11.1	配水管	63mm	m	23,751
11.2		90mm	m	7,218
11.3		110mm	m	4,187
11.4		160mm	m	1,884
11.5		200mm	m	1,384
11.6		300mm	m	2,797
11.7	公共水栓		箇所	21
11.8	家畜用水飲み場		箇所	5

k. Kalafa郡 (Kalafa市)

Kalafa 市はシェベレ川から約 400 m 離れた地点に位置しており、河川水からの位置は計画対象都市の中で最も近く、河川へのアクセスが容易である。よって、シェベレ川開発による給水計画が策定された。

2020 年での給水人口は 10,387 人、計画給水量は 1,124 m³/日と算定され、給水施設は 1,855 m³/日の給水量で計画された。Kalafa 市給水システムは、シェベレ川流域の河川水開発プロジェクトの中では、Godey 市に続く規模の大きい給水計画である。プロジェクトの構成は、他の河川開発都市給水システムと相似している。浄水施設は、取水路、容量 576 m³ の沈殿池、8 箇所の粗濾過池、380 m³ の浄水槽、揚水量各 3.2 m³/分のポンプ場 2 箇所から成る。浄水槽の水は市内にある容量 700 m³ の貯水槽に、口径 160 mm の送水管で送水される。貯水槽の水は既存の配水管を通じて配水される。新設の配水管は既存の管路に接続され、12 箇所の公共水栓と 3 箇所の家畜用水飲み場が管路の末端に設置される。Kalafa 市給水計画の主な概要は表 4.13に要約される。

表 4.13: Kalafo 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	取水路	—	1 箇所
2.	沈殿池	V=576 m ³	2 箇所
3.	取水ポンプ	Q=3.2 m ³ /min, H=10 m	2 台
4.	粗濾過池	V=30 m ³ /hr	8 箇所
5.	浄水槽	V=380 m ³	1 槽
6.	送水ポンプ	Q=3.2 m ³ /min, H=30 m	2 台
7.	発電機	116 kVA	1 台
8.	送水管	160 mm	400 m
9.	貯水槽	V=700 m ³	1 槽
10.	配水システム	配水管	90 mm
11.		公共水栓	—
12.		家畜用水飲み場	—
			6,000 m
			12箇所
			3箇所

1. Mustahil郡（Mustahil市）

Mustahil 市はシェベレ川から約 800 m 離れた地点に位置しているため、水資源として河川水が選定された。2020 年での給水人口は 9,065 人、計画給水量は 932 m³/日とそれぞれ算定され、給水施設は 1,538 m³/日の給水量で計画された。Mustahil 市給水システムの規模は Kalafo 市給水システムと同程度であり、計画対象都市の中では比較的大きな規模の都市給水システムとなる。構成内容は、他の河川水都市給水システムと類似のシステムである。浄水施設は、取水路、容量 484 m³ の沈殿池、7 箇所の粗濾過池、320 m³ の浄水槽、揚水量各 2.7 m³/分のポンプ場 2 箇所からなる。浄水槽の水は市内にある容量 600 m³ の貯水槽に、口径 160 mm の送水管で送水される。貯水槽の水は、既存の配水管を通じて配水される。新設の配水管は既存の管路に接続され、11 箇所の公共水栓と 3 箇所の家畜用水飲み場が管路の末端に設置される（表 4.14参照）。

表 4.14: Mustahil 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	取水路	—	1 箇所
2.	沈殿池	V=484 m ³	2 箇所
3.	取水ポンプ	Q=2.7 m ³ /min, H=10m	2 台
4.	粗濾過池	V=30 m ³ /hr	7 箇所
5.	浄水槽	V=320 m ³	1 槽
6.	送水ポンプ	Q=2.7 m ³ /min, H=40m	2 台
7.	発電機	124 kVA	1 台
8.	送水管	160 mm	800 m
9.	貯水槽	V=600 m ³	1 槽
10.	配水システム	配水管	90 mm
11.		公共水栓	—
12.		家畜用水飲み場	—
			5,500 m
			11箇所
			3箇所

m. East Ime郡（East Ime市）

East Ime 市はシェベレ川から約 1,900 m 離れた地点に位置している。現在 East Ime 市はシェベレ川を使用しているが、同市には永久構造物としての河川取水構造物は存在しない。よって、給水計画は河川水による開発を策定した。2020 年での給水人口は 3,595 人、計画給水量は 374 m³/日と算定され、給水施設は 617 m³/日の給水量で計画された。給水システムは取水路、容量 256 m³の沈殿池、4 箇所の粗濾過池、140 m³の浄水槽、揚水量各 1.2 m³/分のポンプ 2 箇所からなる。浄水は市内にある貯水槽に送水管を通じて送られる。浄水は既存の配水管を通じて配水される。新設の配水管は既存の管路に接続され、4 箇所の公共水栓と 1 箇所の家畜用水飲み場が管路の末端に設置される。East Ime 市給水計画の主な概要は表 4.15に要約される。

表 4.15: East Ime 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	取水路	—	1 箇所
2.	沈殿池	V=256 m ³	2 箇所
3.	取水ポンプ	Q=1.2 m ³ /min, H=10 m	2 台
4.	粗濾過池	V=30m ³ /hr	4 箇所
5.	浄水槽	V=140m ³	1 槽
6.	送水ポンプ	Q=2.7 m ³ /min, H=40m	2 台
7.	発電機	124kVA	1 台
8.	送水管	160mm	1,900 m
9.	貯水槽	V=600m ³	1 槽
10.	配水システム	配水管	90 mm
11.		公共水栓	—
12.		家畜用水飲み場	—
			7,500 m
			4箇所
			1箇所

n. West Ime郡（West Ime市）

West Ime 市はシェベレ川から約 900m 離れた地点に位置している。河川水を取水することが可能であるため、河川水開発による計画が策定された。2020 年での給水人口は 2,664 人、計画給水量は 284 m³/日と算定され、給水施設は 469 m³/日の給水量で計画された。West Ime 市給水システムは小規模な都市給水システムであり、Beercaano 市給水システムとほぼ同じである。また、構成内容は他の河川水開発の都市給水システムと同様である。取水地点での構造は、取水路、容量 196 m³の沈殿池、3 箇所の粗濾過池、100 m³の浄水槽、揚水量各 0.9 m³/分のポンプ場 2 箇所からなる。浄水された水は市内にある容量 200 m³の貯水槽に送水される。送水管は延長 900 m、口径は 110 mm である。貯水槽の水は既存のパイプラインを利用して配水される。新規の配水管は既存の配水管に接続され、末端に 3 箇所の公共水栓と 1 箇所の家畜用水飲み場が設置される。West Ime 市給水計画の主な概要は表 4.16に要約される。

表 4.16: West lme 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	取水路	—	1 箇所
2.	沈殿池	V=196 m ³	2 箇所
3.	取水ポンプ	Q=0.9 m ³ /min, H=10m	2 台
4.	粗濾過池	V=30 m ³ /hr	3 箇所
5.	浄水槽	V=100 m ³	1 槽
6.	送水ポンプ	Q=0.9 m ³ /min, H=40m	2 台
7.	発電機	46 kVA	1 台
8.	送水管	110 mm	900 m
9.	貯水槽	V=200 m ³	1 槽
10.	配水システム	配水管	90 mm
11.		公共水栓	—
12.		家畜用水飲み場	—

o. Beeraano郡 (Beeraano市)

Beeraano 市はシェベレ川から約 500 m 離れた地点に位置しており、河川水が容易に取水できる。ゆえに、シェベレ河川水開発による給水計画が策定された。2020 年での給水人口は 2,433 人、計画給水量は 248 m³/日と算定され、給水施設は 410m³/日の給水量で計画された。Beeraano 市給水計画は、河川水開発のプロジェクトの中で最小規模である。給水システムは、取水路、容量 196 m³の沈殿池、3 箇所の粗濾過池、100 m³の浄水槽、揚水量各 0.9 m³/分のポンプ 2 箇所からなる。浄水は市内にある容量 200 m³の貯水槽に送水され、既存の配水管から配水される。新設の配水管は既存の管路に接続され、3 箇所の公共水栓と 1 箇所の家畜用水飲み場が管路の末端に設置される（表 4.17参照）。

表 4.17: Beeraano 市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	取水路	—	1 箇所
2.	沈殿池	V=196 m ³	2 箇所
3.	取水ポンプ	Q=0.9 m ³ /min, H=10m	2 台
4.	粗濾過池	V=30m ³ /hr	3 箇所
5.	浄水槽	V=100 m ³	1 槽
6.	送水ポンプ	Q=0.9 m ³ /min, H=20m	2 台
7.	発電機	27 kVA	1 台
8.	送水管	110 mm	500 m
9.	貯水槽	V=200 m ³	1 槽
10.	配水システム	配水管	90 mm
11.		公共水栓	—
12.		家畜用水飲み場	—

p. Rasso郡 (Rasso市)

Rasso 市はシェベレ川支川から約 1,500m 離れた場所に位置している。Rasso 市は河川水の取水が可能な立地であるが、支川は涸れ川であり、乾季には流量が無い。このため、

給水計画で河川水を利用することは現実的ではない。一方、地下水開発に関しては、Rasso市周辺に既存の井戸は存在せず、地下水が得られる可能性が低い。このため地下水も水源から除外することになり、Rasso市においては雨水が唯一の現実的な水源と結論され、給水計画はビルカ建設を行う計画とした。

2020年の給水人口は3,050人、計画給水量は96 m³/日と算定された。シェベレ川流域の乾季は4ヶ月である。この期間をビルカの貯水で賄うとした場合、必要貯水量は96 m³/日×120日=11,520 m³となる。図4.4に示したように、ビルカ一箇所貯水容量は1,000 m³と設計されていることから、必要計画数は12箇所となった。受益者数から求めた必要ビルカ数は11箇所であるが、乾季での飲料水確保を第一とし、12箇所が計画数とされた（表4.18）。

表 4.18: Rasso市給水システムの計画概要

No.	項目	仕様	数量
1.	ビルカ	21m x 14m x 3.5m	12 箇所

4.2.2 村落給水計画

表 4.19に、本プロジェクトによって策定された各郡における村落給水計画の概要を整理する。

表 4.19: 村落給水の計画概要

	郡名	給水対象 ケベレ数	給水人口（人）	本プロジェクトによって計画された構造物				
				深井戸	浅井戸	河川 取水	ハフィール ダム	ビルカ
1	Dagahbur	16	26,363	11	0	0	4	31
2	Kabridahar	9	47,602	11	0	0	12	12
3	Doba wein	4	15,925	0	14	0	1	1
4	Arrarso	8	7,951	7	0	0	0	28
5	Adadle	10	34,598	4	0	2	0	79
6	Shaygosh	4	19,664	4	0	0	4	16
7	Birqod	6	3,785	6	0	0	0	4
8	Danan	4	7,852	6	0	0	0	0
9	Kabribayah	29	62,262	11	0	0	2	126
10	Godey	9	21,536	2	0	5	0	25
11	Kalafo	9	29,400	0	0	6	0	51
12	Mustahil	8	19,206	0	0	6	0	24
13	East Ime	11	31,330	0	0	7	0	53
14	West Ime	10	9,448	0	0	6	0	19
15	Beeraano	4	8,069	0	0	3	0	12
16	Rasso	3	8,496	0	0	0	0	44

以下に、本プロジェクトによって策定された、郡ごとの村落給水計画の概要を記す。

a. **Dagahbur郡**

Dagahbur 郡では 16 ケベレが存在する。井戸開発は、ジャラル川やその支川に位置する 5 ケベレに対して計画された。他の 11 ケベレは雨水開発が計画され、No.3 Coobale、No.8 Garawo、No.11 Higolaley の各ケベレではハフィールダムが計画された。No.3 Coobale の給水人口は 6,208 人となるため、2 箇所ハフィールダムと 4 箇所のビルカが計画された。図 4.7に Dagahbur 郡の給水マスタープランを示す。

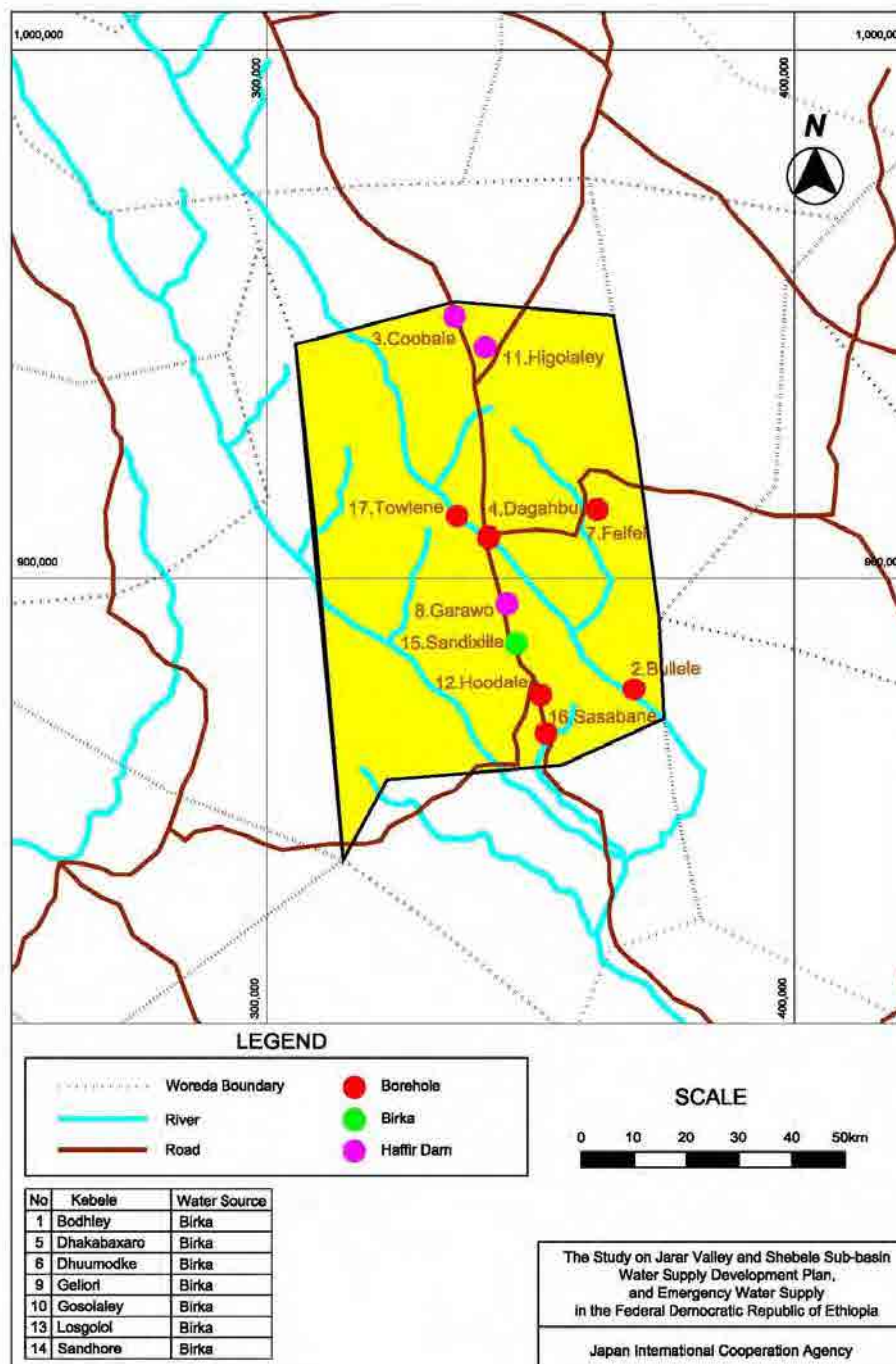


図 4.7: Dagahbur 郡給水計画図

b. Kabridahar郡

Kabridahar 郡の給水マスタープランを図 4.8に示す。郡内には9 ケベレが存在し、井戸開発はジャラル川沿いの3 ケベレで計画された。No.10 Maraato はジャラル川から 10 km 程離れているため、雨水開発が策定された。全ての対象ケベレで給水人口は 2,500 人以上と算定され、ハフィールダムが計画された。給水人口は 3,938 人から 8,223 人の範囲内にあり、ハフィールダムの数量は 1 箇所から 3 箇所となる。

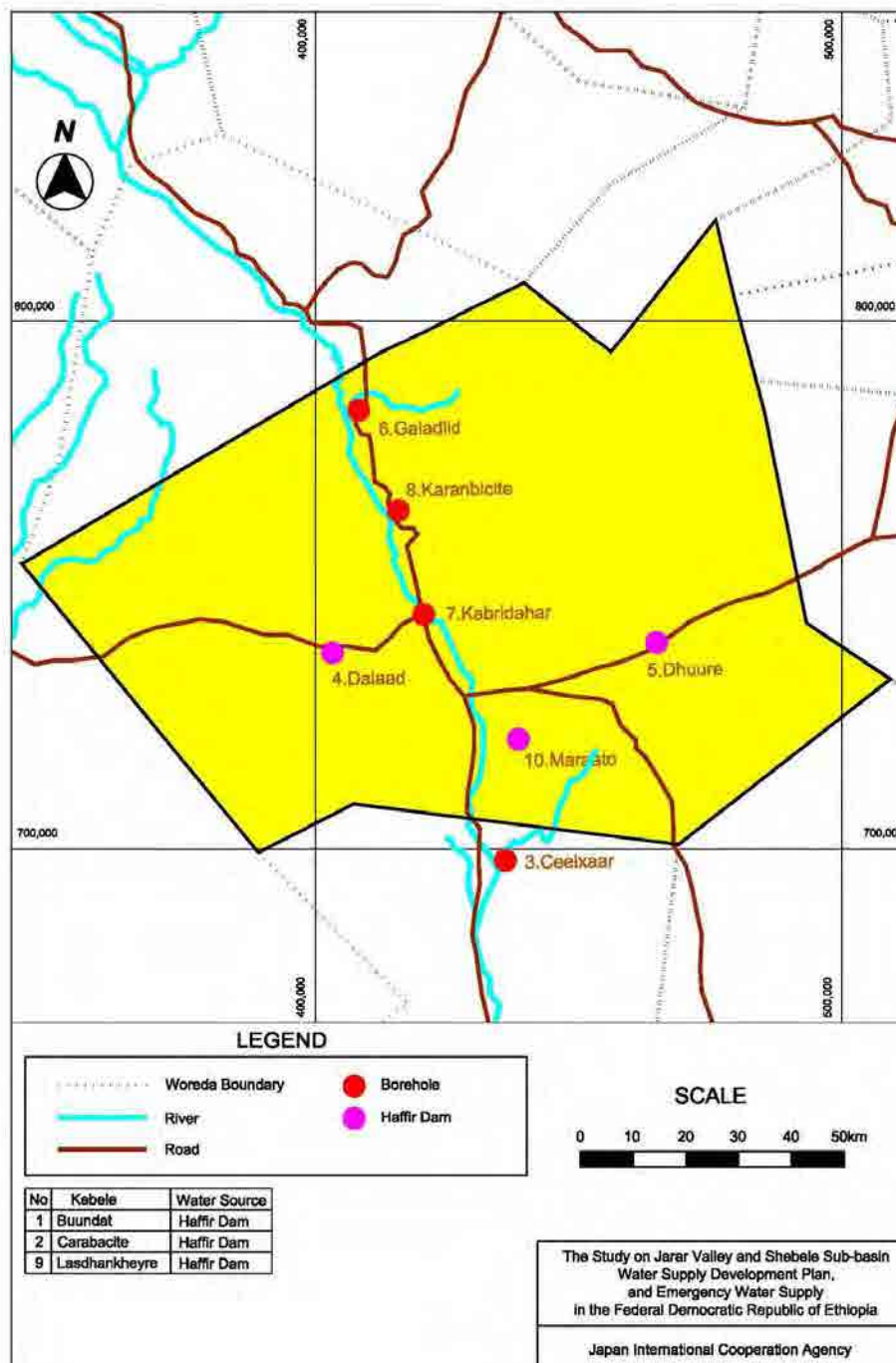


図 4.8: Kabridahar 郡給水計画図

c. **Doba Wein郡**

Doba wein郡の給水マスタープランを図 4.9に示す。郡内には4ケベレが存在している。地下水開発はジャラル川沿いの3ケベレで計画された。Doba Wein郡では地質条件に基づき浅井戸開発が実施されている。このため、給水計画もまた浅井戸開発を選択した。雨水開発はNo.5 Nagar Weyneでのみ適用し、給水人口は2,896人と算定されたため、ハフィールダムが計画された。

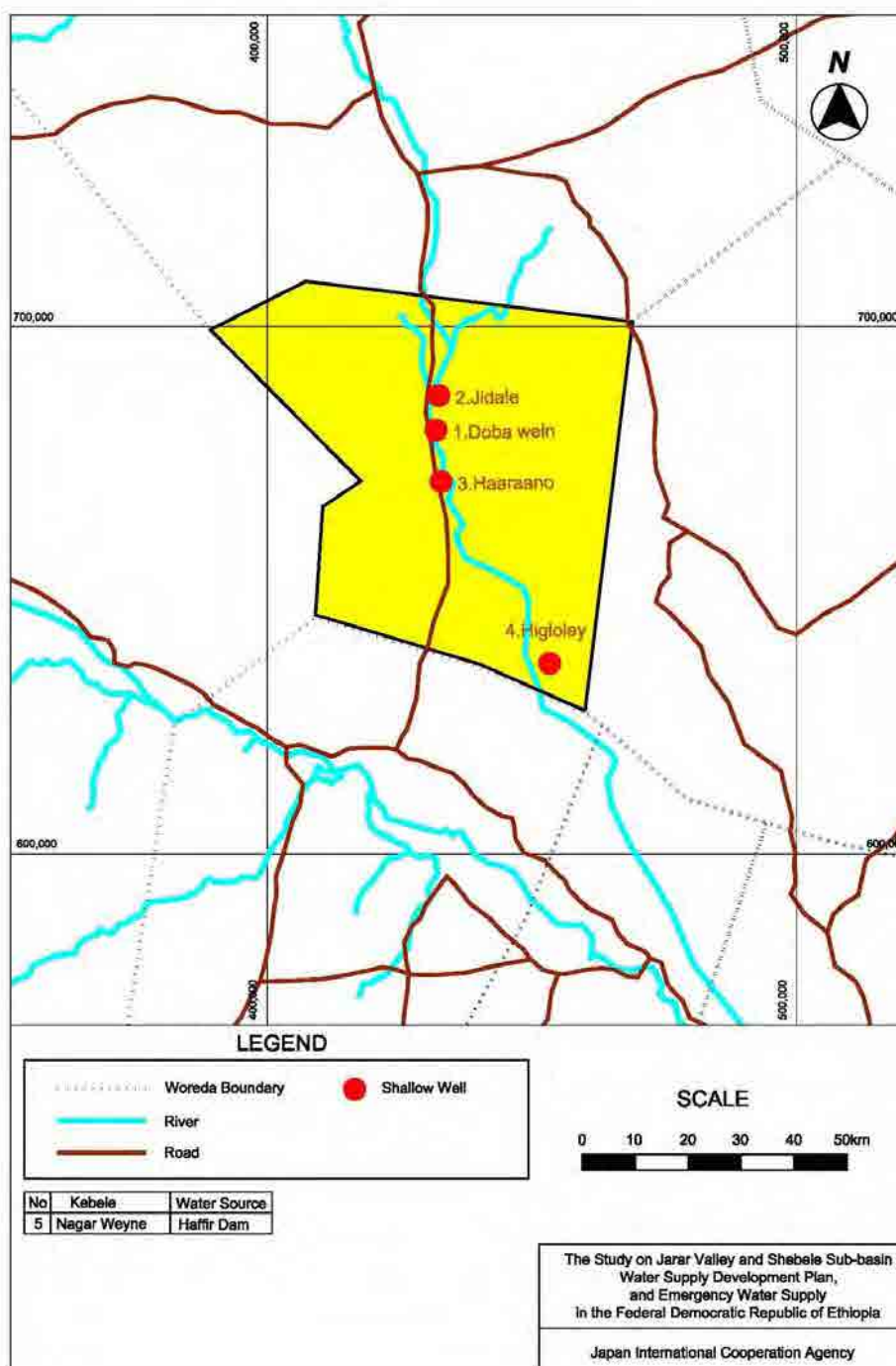


図 4.9: Doba Wein 郡給水計画図

d. Arrarso郡

Araarso 郡の給水マスタープランを図 4.10に示す。No.9 Ubaxle だけがジャラル川沿いに位置しており、井戸開発が計画されている。他の 7 ケベレは雨水開発が唯一の水資源と考えられ、全てのケベレで 4 箇所ずつのビルカが計画された。

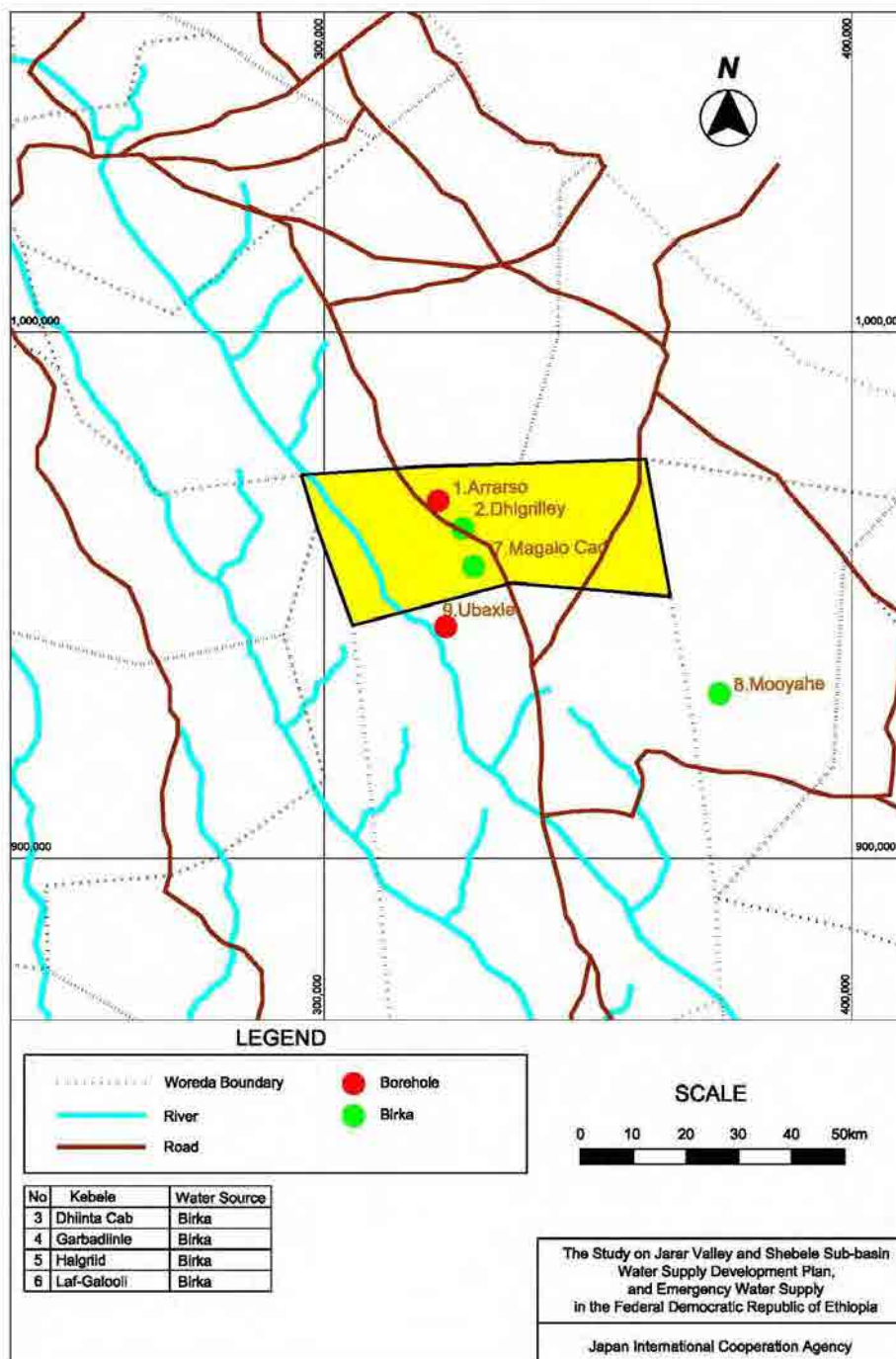


図 4.10: Araarso 郡給水計画図

e. Adadle郡

Adadle 郡の給水マスタープランを図 4.11に示す。郡内には 10 ケベレが存在している。2 ケベレはシェベレ川沿いに位置しており、河川水開発により給水される。No.6 Hilaguduudo は立地を勘案し、ビルカによる給水が計画された。No.11 Todob は地下水ポテンシャルがあると判断され、地下水開発による給水が策定された。他の 7 ケベレでは雨水開発が適用され、給水人口に基づき 9 箇所から 18 箇所のビルカが計画された。

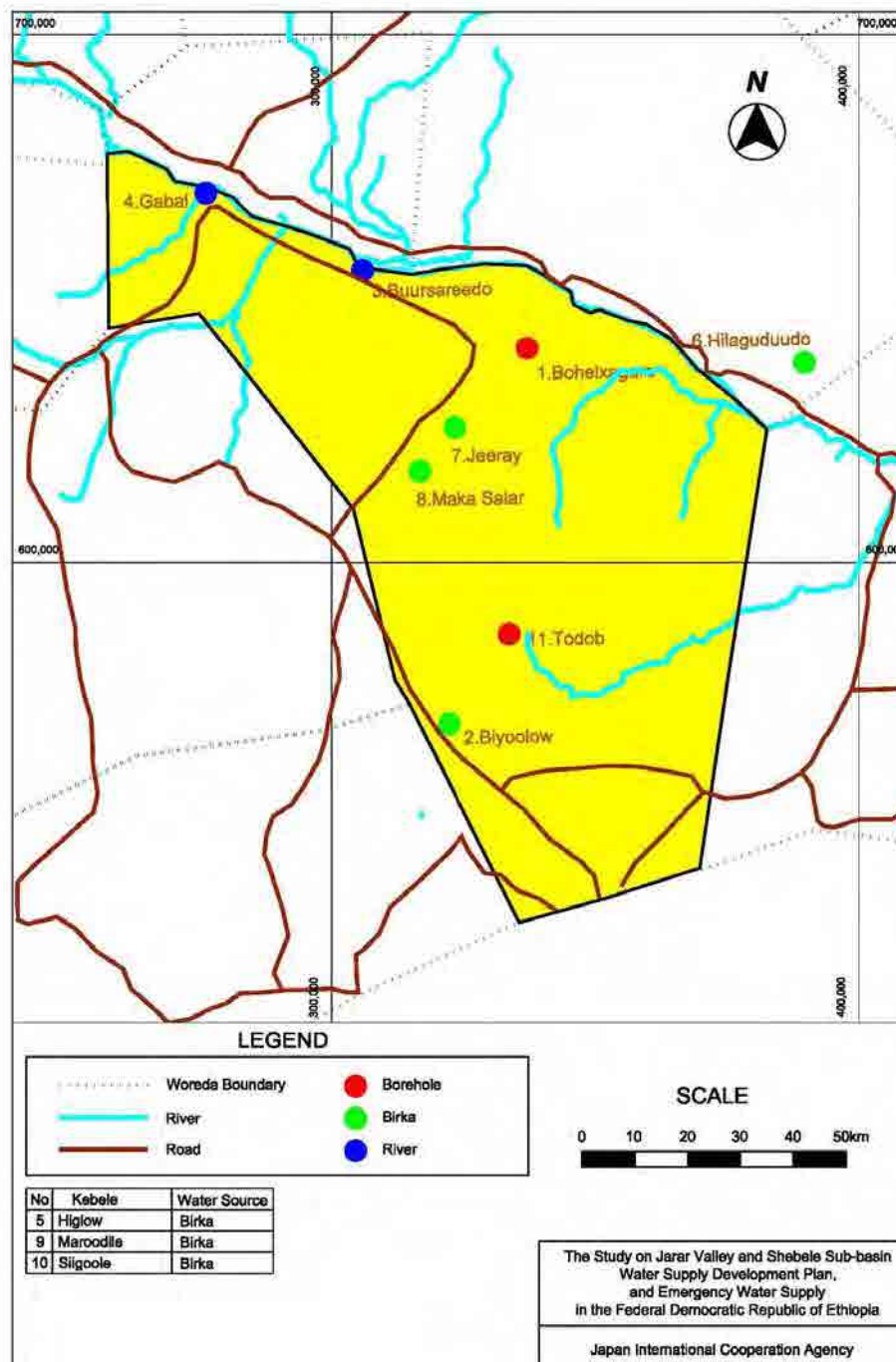


図 4.11: Adadle 郡給水計画図

f. Shaygosh郡

Shaygosh郡の給水マスタープランを図 4.12に示す。郡内には4ケベレが存在している。井戸開発はジャラル川付近に位置しているNo.3 Goomaarで計画した。他の3ケベレは付近に河川が存在していないため、雨水開発を適用した。対象ケベレの給水人口は4,000人以上であり、ハフィールダムを採用した。No.5 Wejiwejiは郡内最大の受益者5,373人を有しており、ハフィールダムは2箇所となる。

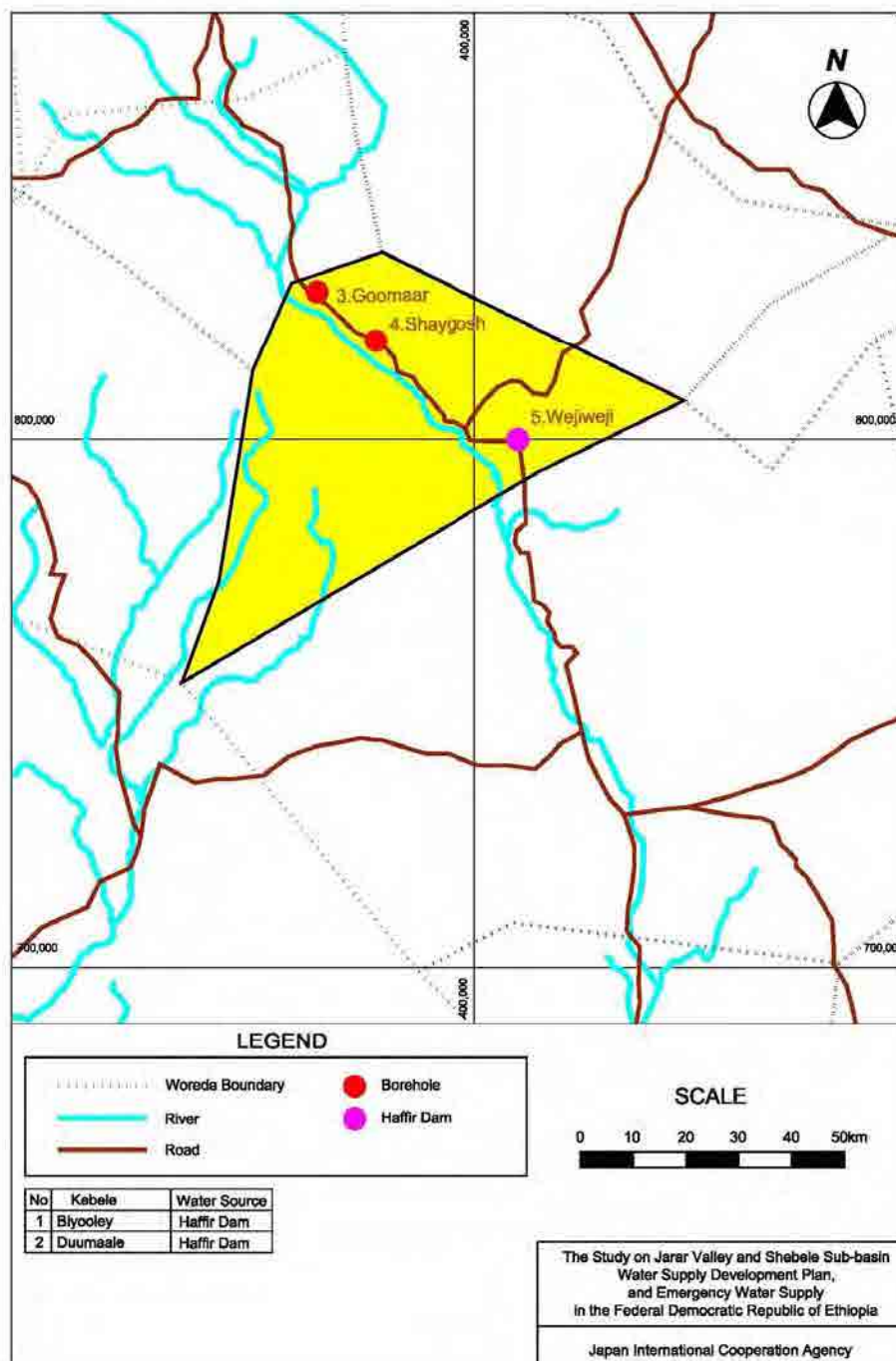


図 4.12: Shaygosh 郡給水計画図

g. **Birqod郡**

Birqod郡の給水マスタープランを図 4.13に示す。同郡には6ケベレが存在している。井戸開発は4ケベレに対して計画された。残りの2ケベレは近隣に川が存在しないため雨水開発が適用され、2箇所のビルカが計画された。

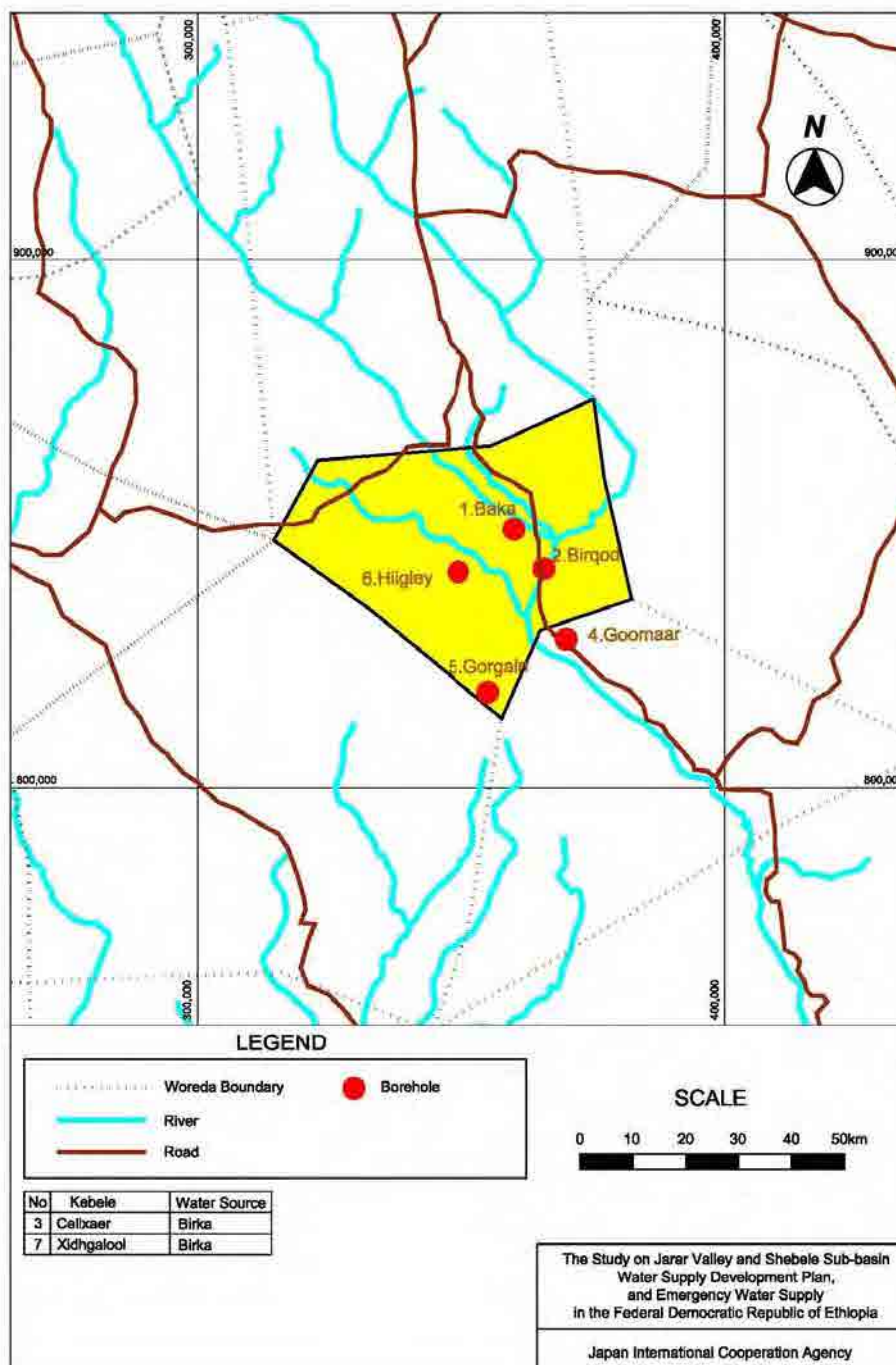


図 4.13: Birqod 郡給水計画図

h. Danan郡

Danan郡の給水マスタープランを図 4.14に示す。郡内には4ヶベレが存在している。全ヶベレは既存の井戸情報を基に、深度80mの井戸によって給水する計画を立てられた。

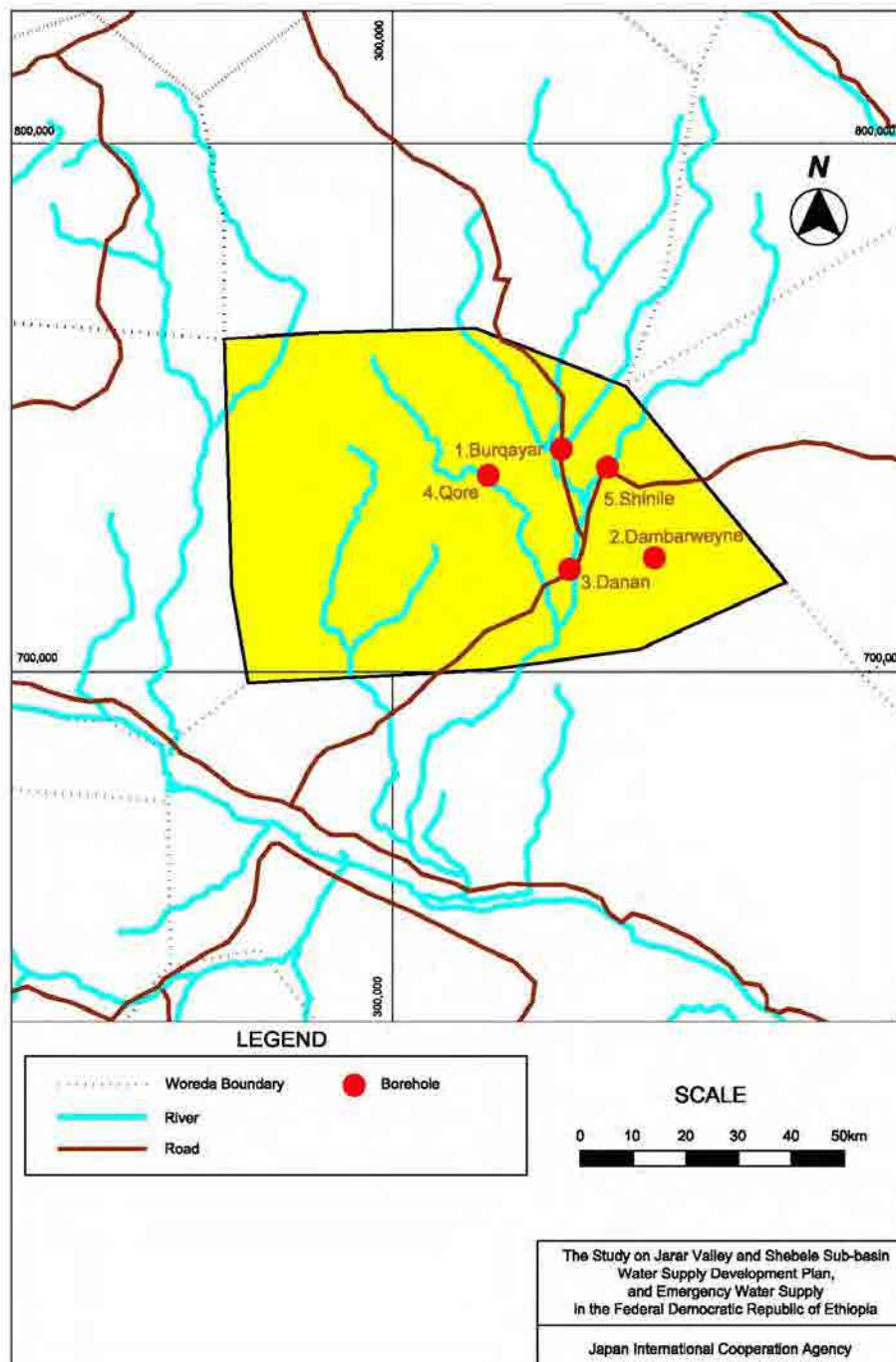


図 4.14: Danan 郡給水計画図

i. Kabribayah郡

Kabribayah 郡の給水計画マスタープランを図 4.15に示す。井戸開発はジャラル川沿い

の 8 ケベレとソマリアとの国境に位置する 1 ケベレが対象とされている。他の地域では既存の井戸が存在せず、18 ケベレがビルカ開発、1 ケベレがビルカとハフィールダムの両者を開発、残り 1 ケベレがハフィールダムのみ開発計画である。

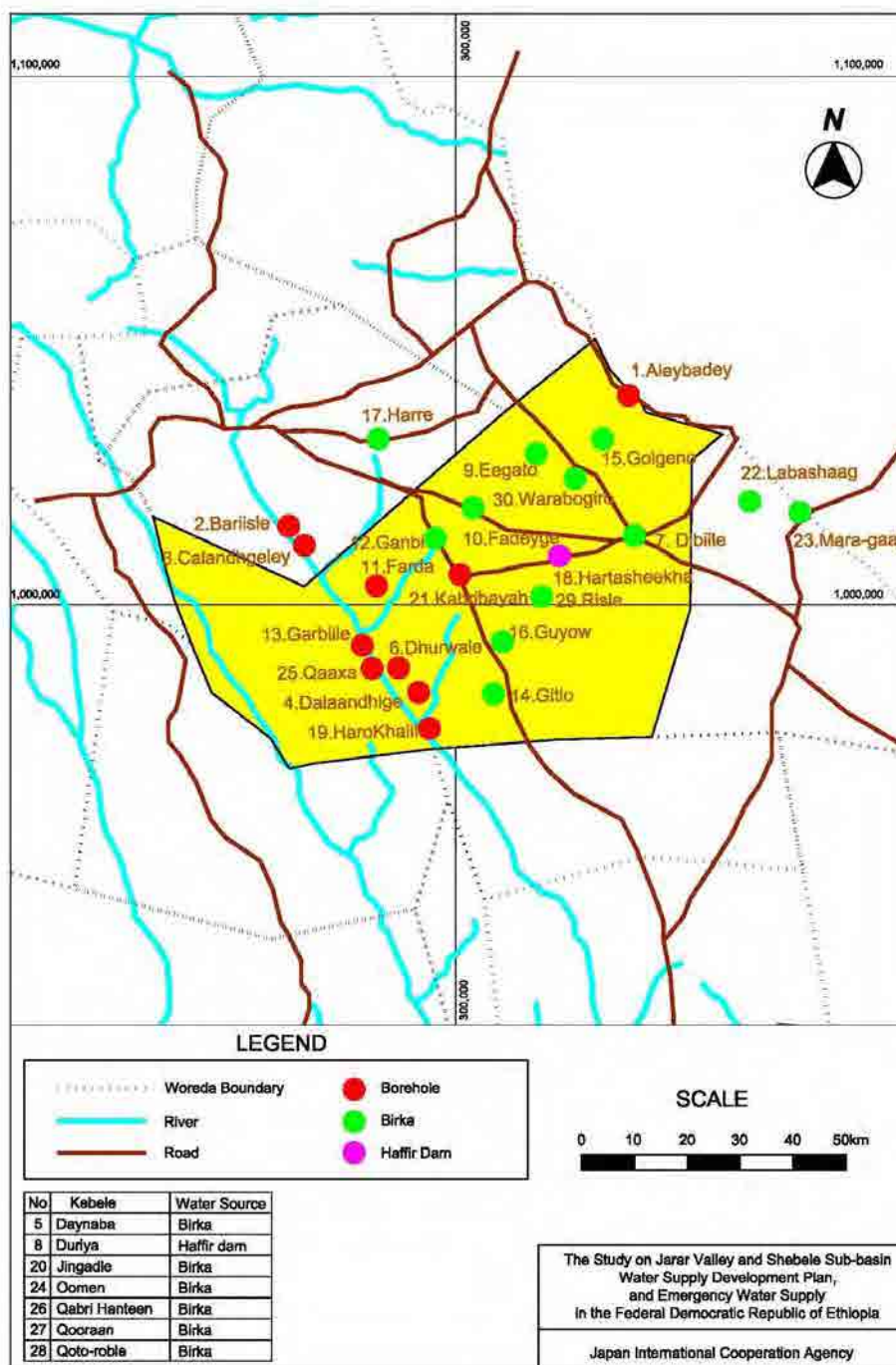


図 4.15: Kabribeyah 郡給水計画図

j. Godey郡

Godey郡の給水マスタープランを図 4.16に示す。郡内には9ケベレが存在している。このうち4ケベレは河川水開発により給水される。No.3 CarmaareとNo.10 Hadhaaveの2ケベレ

は、ボアホールや浅井戸を有している。これらのケベレには地下水ポテンシャルがあり、給水計画はボアホール開発によるものとした。他の3ケベレでは雨水開発が適用された。

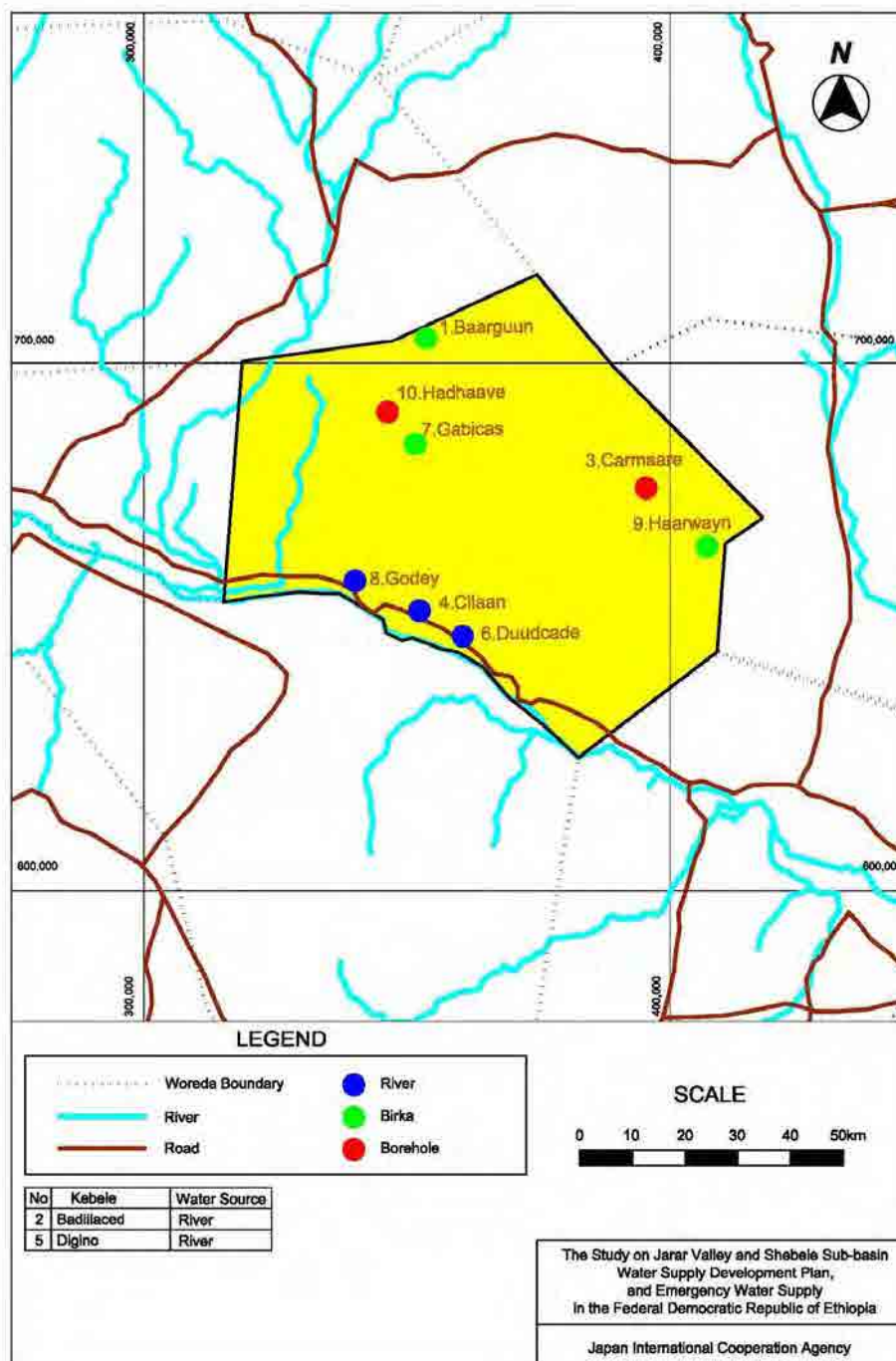


図 4.16: Godey 郡給水計画図

k. Kalafo郡

Kalafo 郡の給水マスタープランを図 4.17に示す。郡内には 9 ケベレが存在し、5 ケベレは河川水開発により給水される。Kalafo 郡では地下水開発を行ってはおらず、他の 4

ケベレに対しては雨水開発が適用された。給水人口は3,053人から4,129人の範囲にあり、ケベレにより11箇所から14箇所のビルカが計画された。

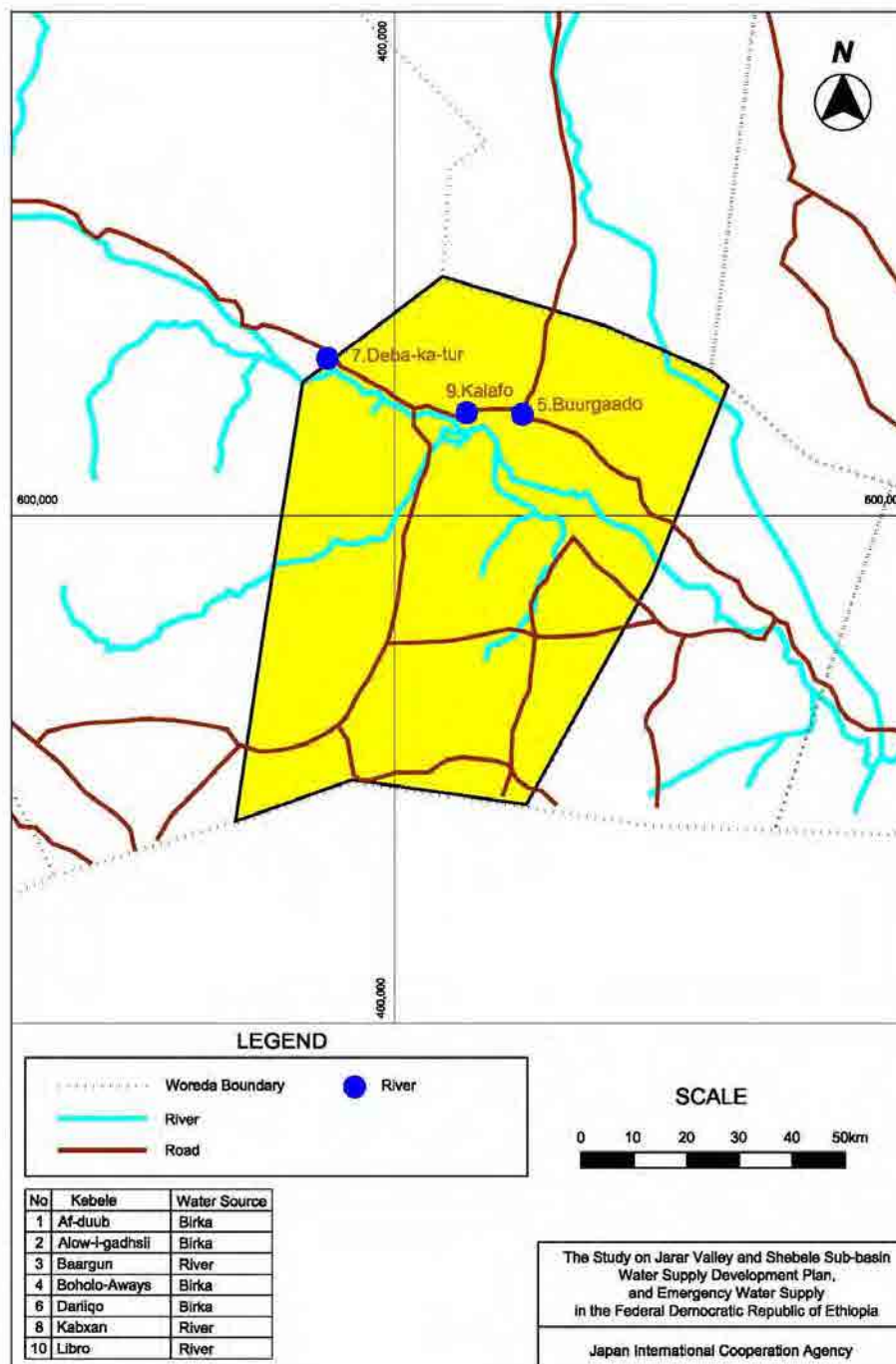


図 4.17: Kalafo 郡給水計画図

1. Mustahil郡

Mustahil郡の給水マスタープランを図 4.18に示す。郡内には8ケベレが存在している。立地条件と現在の給水様式を勘案し、5ケベレに対して河川水を開発する計画がなされた。残り3ケベレは雨水開発が適用され、7箇所から10箇所のビルカが計画された。

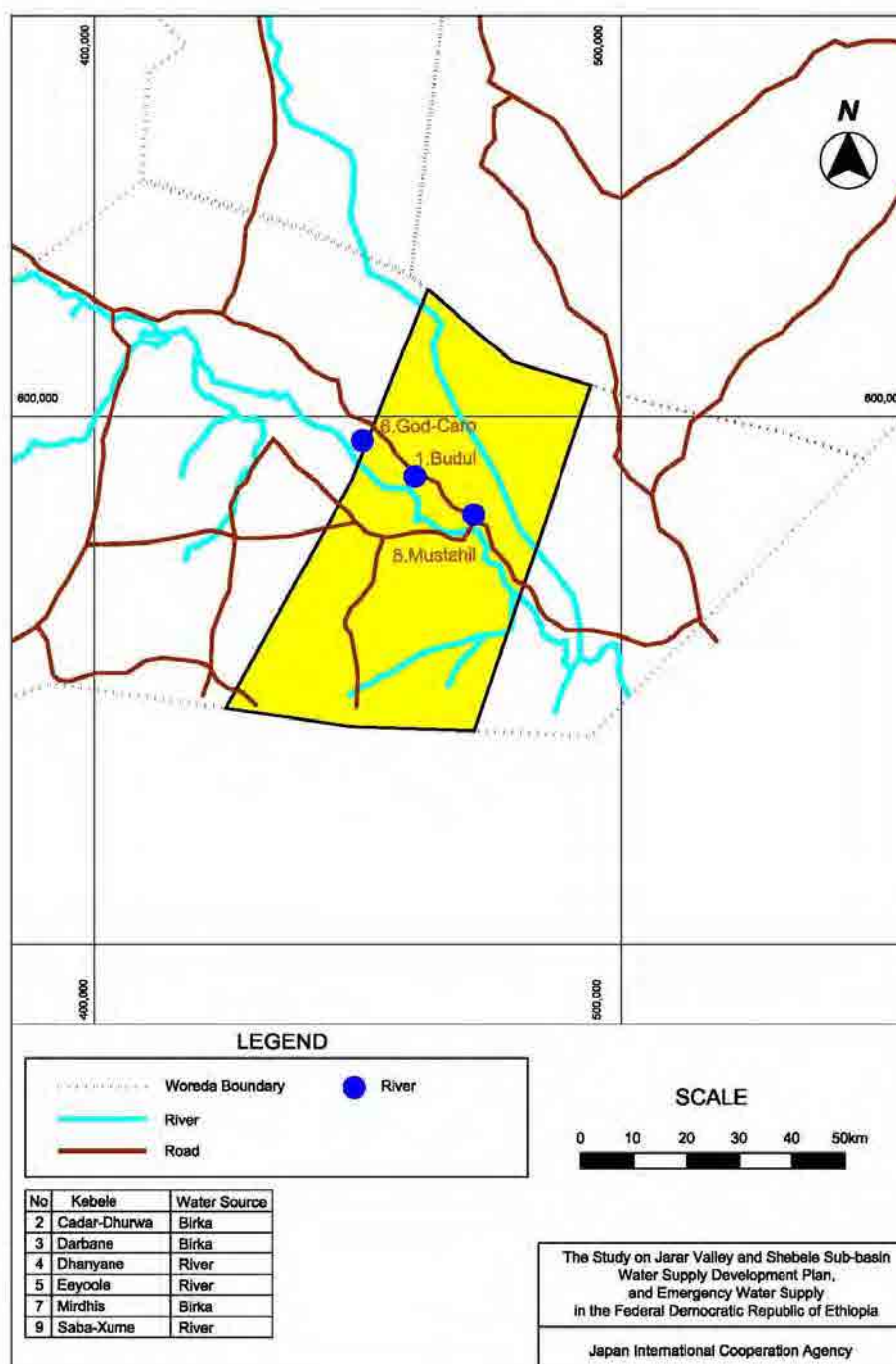


図 4.18: Mustahil 郡給水計画図

m. East Ime郡

East Ime郡の給水マスタープランを図 4.19に示す。郡内には11ケベレが存在し、6ケベレに対して河川水開発が計画された。残りの5ケベレでは雨水開発が採用された。給水人口は2,050人から3,335人である。シェベレ川流域地域にはビルカを適用し、数量は7から12箇所となる。

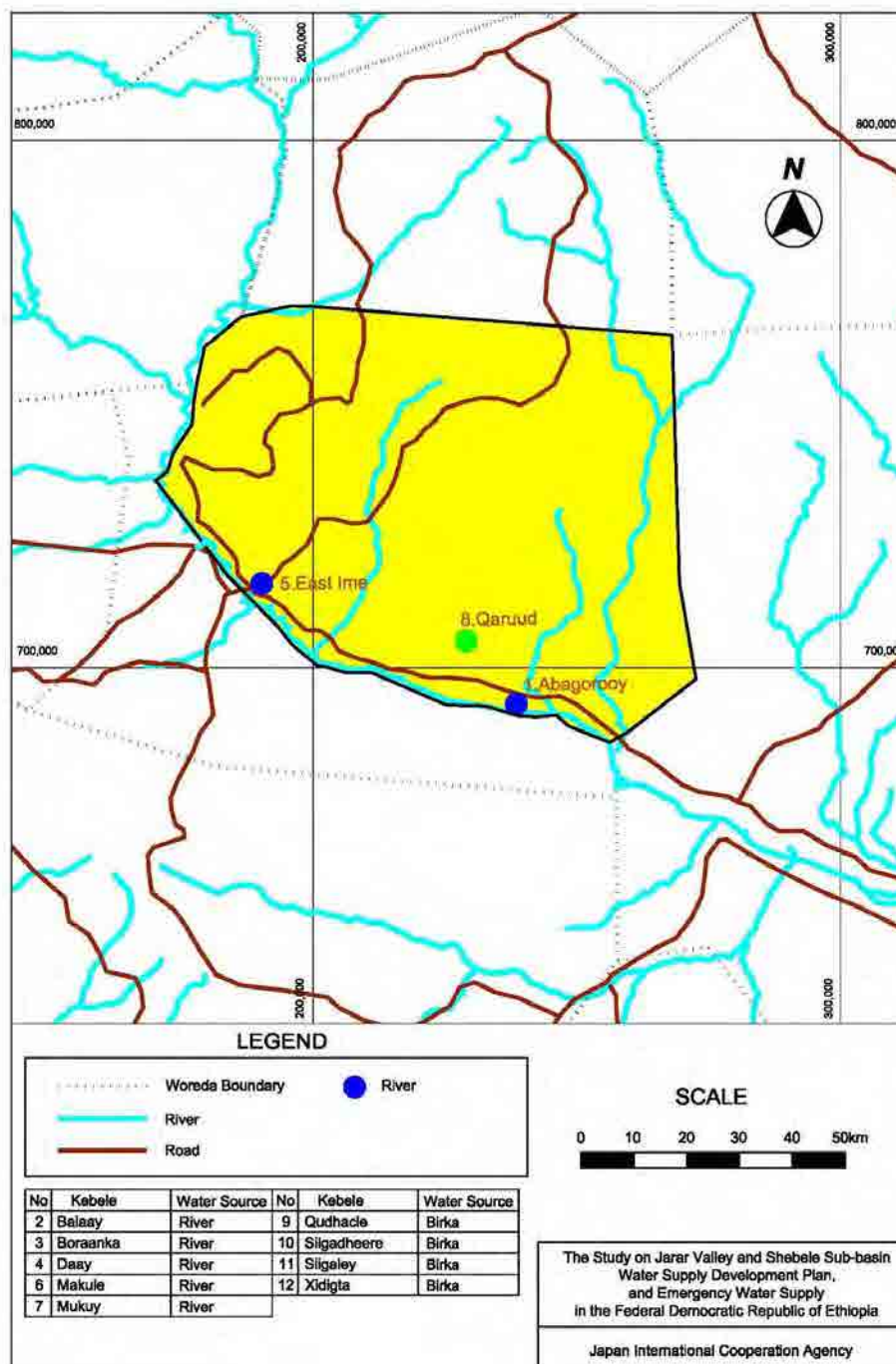


図 4.19: East Ime 郡給水計画図

n. West Ime郡

West Ime 郡の給水マスタープランを図 4.20に示す。郡内には 11 ケベレが存在している。4 ケベレはシェベレ川沿い位置しており、河川水開発により給水される。社会経済調査結果から No.9 Golbalayo も河川水を飲料水として利用している事が明らかになったため、河川水による給水が計画された。West Ime 郡は地下水開発の可能性が乏しいため、6 ケベレ

で雨水開発が計画された。給水人口は 567 人から 945 人の範囲にあり、2 箇所から 4 箇所のビルカが計画される。

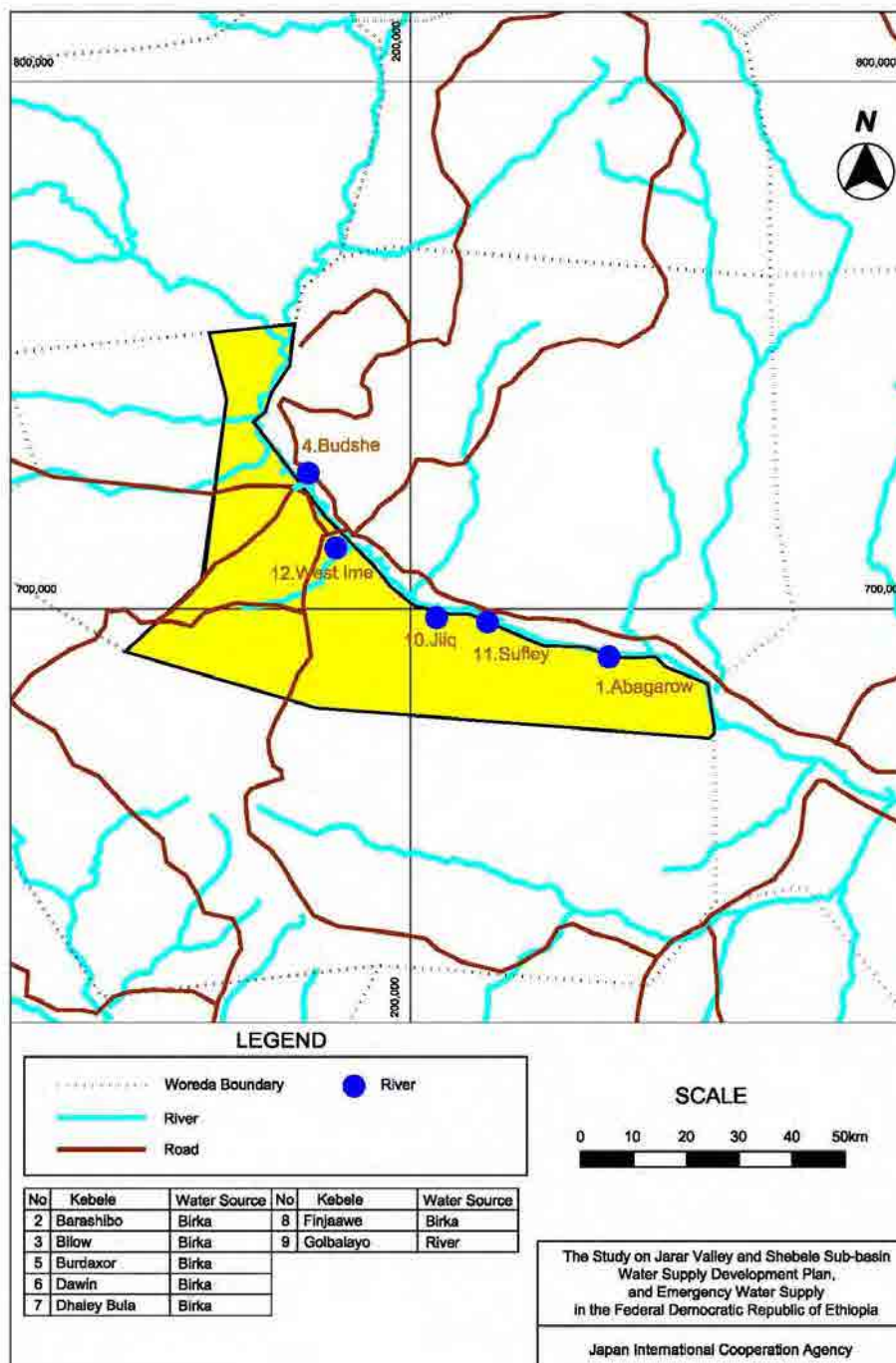


図 4.20: West Ime 郡給水計画図

o. Beeraano郡

Beercaano郡の給水マスタープランを図 4.21に示す。郡内には4ケベレが存在しており、このうち2ケベレが河川水開発により給水される。残りの2ケベレについては雨水開発が適用された。給水人口は両ケベレとも2,000人以下であり、ビルカの数量は5箇所と7箇所である。

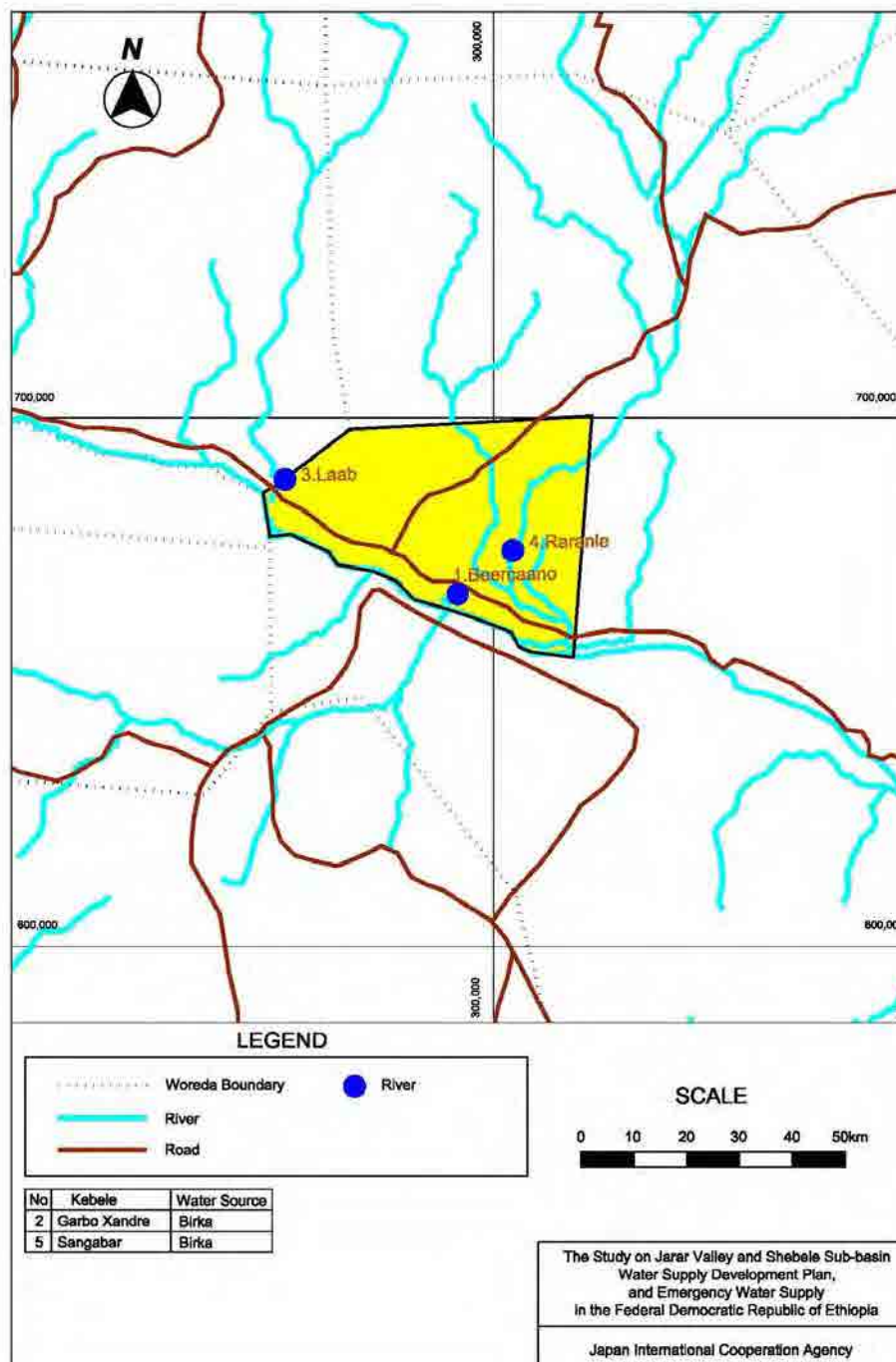


図 4.21: Beercaano 郡給水計画図

p. **Rasso郡**

Rasso郡の給水マスタープランを図 4.22に示す。郡内には4ケベレが存在しており、全ケベレとも河川水や地下水開発が立地的に困難なため、雨水を利用してビルカによる給水が計画された。給水人口は2,124人であり、8箇所のビルカが計画される。

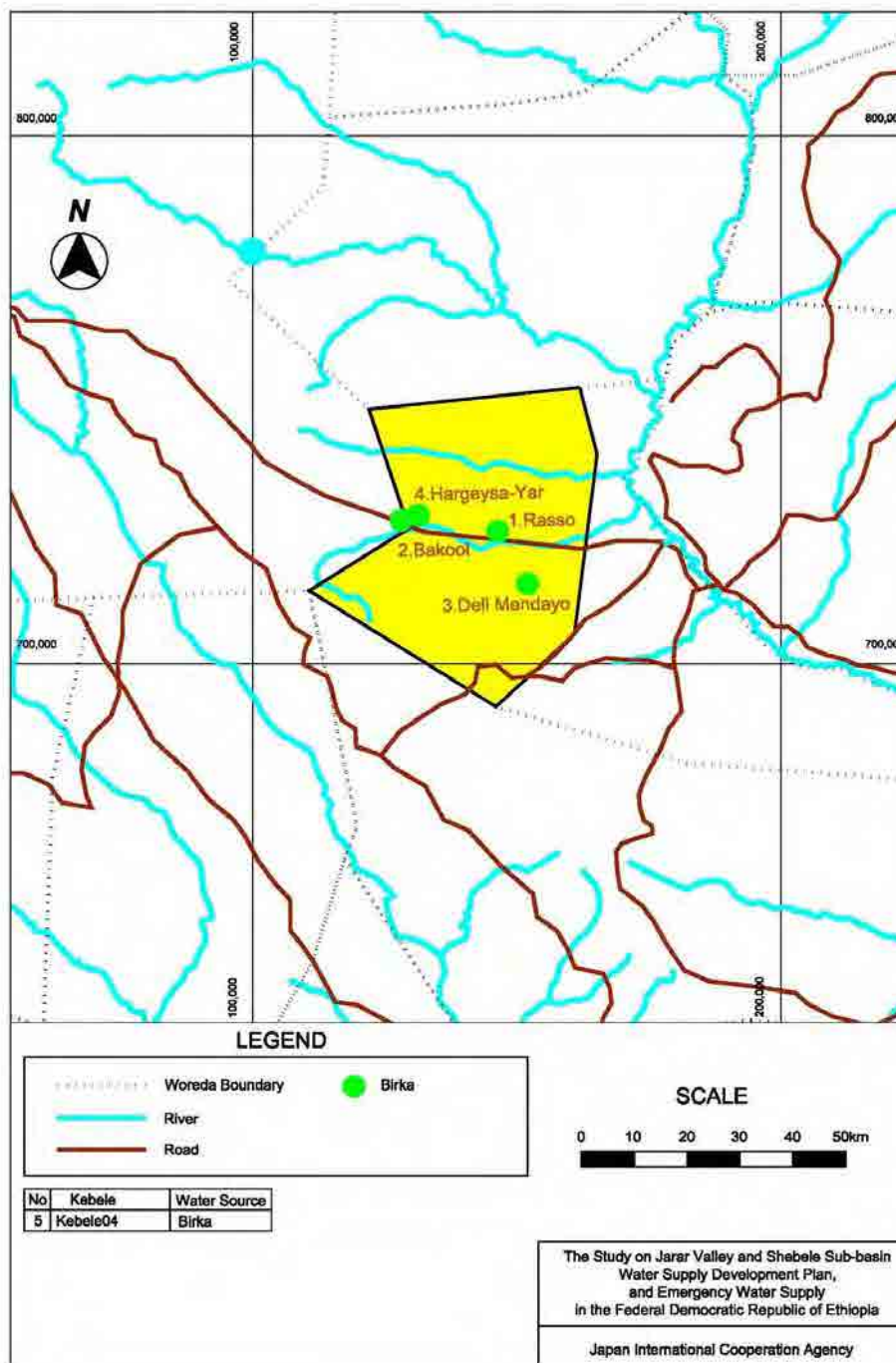


図 4.22: Rasso 郡給水計画図

4.3 ベースとなる環境及び社会の状況

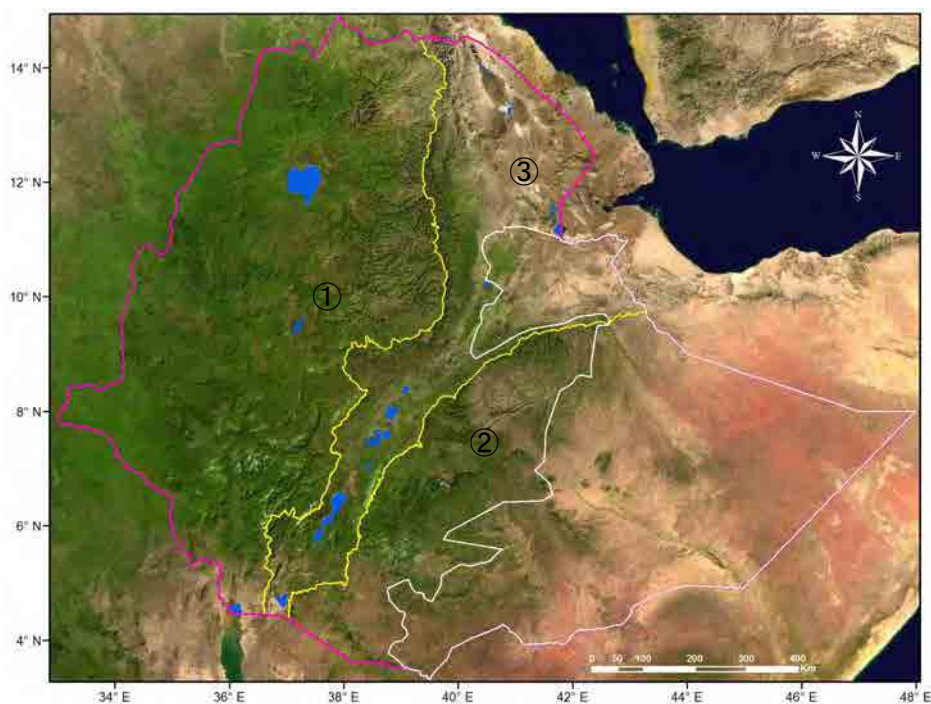
4.3.1 自然環境

a. 地域の概況

本プロジェクトの対象地域は「アフリカの角」と呼ばれ、元来降雨量の少ない乾燥地・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%；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。

b. 地勢

ソマリ州はエチオピア国を構成する9つの州の1つであり、国の東部を占めている。州の東部、北部、南部は、それぞれジブチ国、ソマリア国、ケニア国と国境を接し、北西部及び西部がアフール州、オロミア州と接する面積363,300 km²のエチオピア国最大の州である（図4.23参照）。ソマリ州は、東経38.758884°～47.986780°、北緯3.393054°～11.226088°に位置し、海拔210m～2,000mで標高が変化する。



(①北西部卓上地、②南東部卓上地、③リフトバレー)

図 4.23: エチオピア国の地形区分(Tamiru Alemayehu, 2006)

c. 気象

c.1 気温

本プロジェクトの代表的な対象地である Godey 市および Jijiga 市の月別平均最高、最低気温を図 4.24に示す。

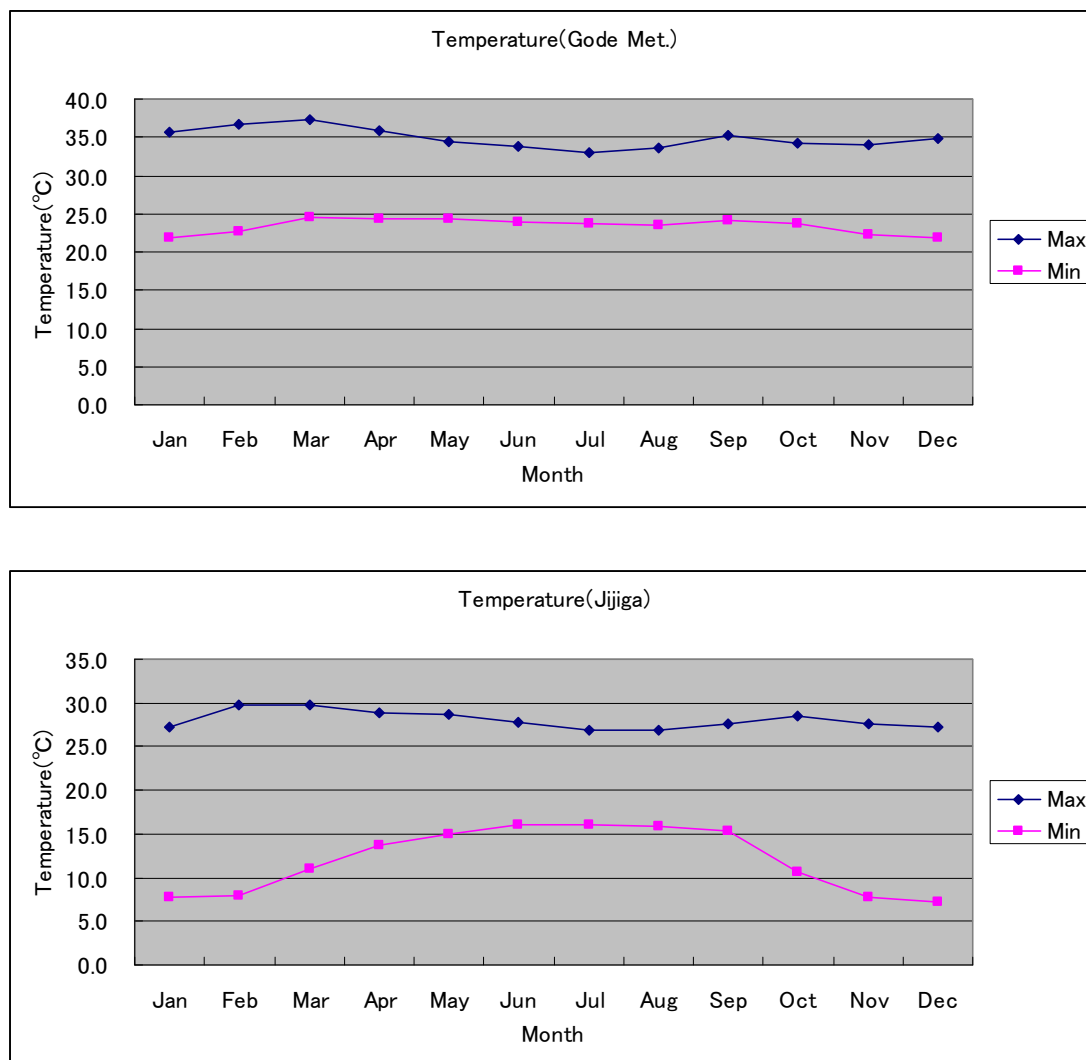


図 4.24: 本プロジェクトの対象地における月別気温(上段:Godey 市、下段:Jijiga 市)

c.2 降水量

ソマリ州の年平均最大降水量、同最小降水量、平均降水量は、それぞれ、1,171 mm、115 mm、366 mm であるのに対し、エチオピアの他地域では 2,228 mm、94 mm、990 mm である。このように、ソマリ州ではエチオピアの他地域と比べて降水量が約 1/3 と少ない (図 4.25参照)。

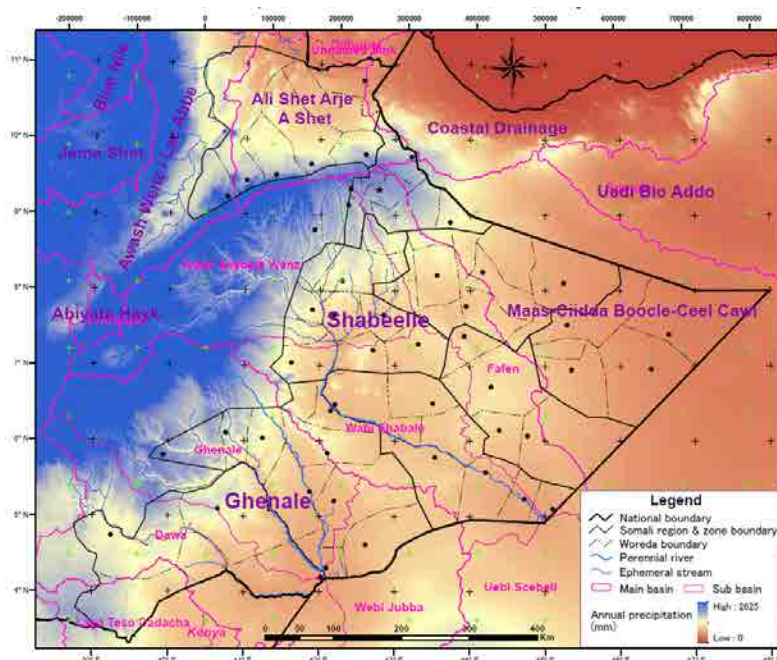


図 4.25: ソマリ州と周辺の年間降水量分布図

d. 地質

ソマリ州にはプレカンブリア時代から第四紀までの地層が分布する。最も古い地層は、未区分のプレカンブリア時代の結晶質岩であり、花崗岩、花崗岩質片麻岩、角閃岩、閃緑岩を含んでいる。これらの基盤岩類は中生代の堆積物に覆われ、中生代の堆積物は第三紀から第四紀の火山岩類や沖積層に覆われている（図 4.26参照）。

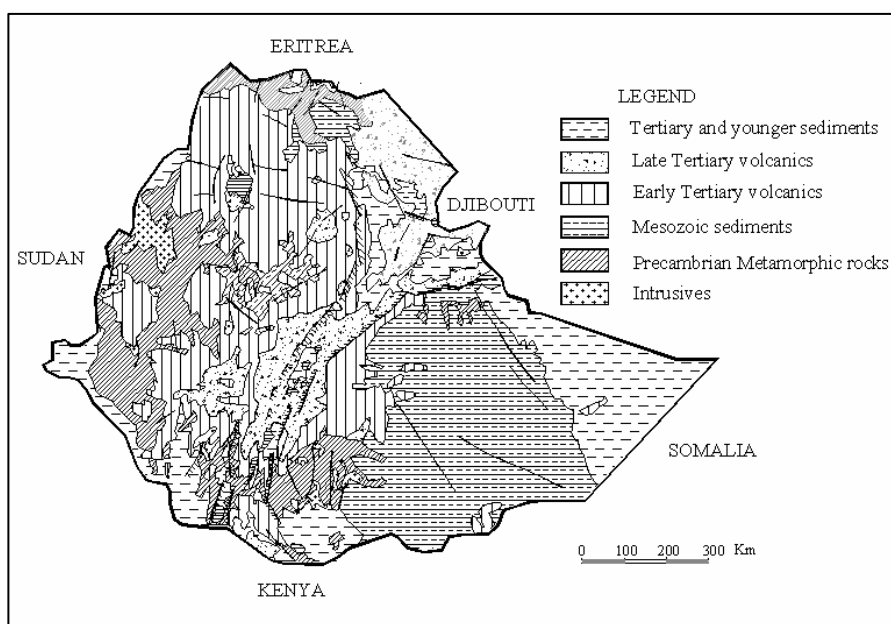


図 4.26: エチオピア国の地質概略図(Tamiru Alemayehu, 2006)

e. 自然保護区と重要な生態系

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。ケニア国境付近の Hudat Wareda と Moyale Wareda に跨って Gerale 国立公園が定められているが、Godey 市から 500 km 以上離れている。また、生態学的に重要な地域として Afdher Zone に Elkare Forest が挙げられるが、同じく Godey 市から 200 km 以上の距離に位置している。なお、ソマリア国境付近の Aware Wareda には貴重な生物種として Ogaden Horse が生息しているとのことであるが、現在まで生態調査は実施されておらず、本プロジェクトにおいてインタビュー調査を実施したが、詳細を確認できなかった。

4.3.2 環境汚染・汚濁

a. 大気汚染

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。ゆえに、乾期や雨期の合間の乾燥した地表から発生する砂塵嵐（dust storm、図 4.27）が、唯一の一時的な大気汚染現象と思料される。



図 4.27: 乾季における竜巻状の砂塵嵐(Jijiga 市において 2013 年 2 月撮影)

b. 水質汚染・水質汚濁

前項の大気汚染で記した通り、本プロジェクトの対象地およびその周辺には、水質汚染を発生させる工場および事業所は存在しない。また、農業形態に関しても、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。そこで、天然賦存に由来するイオン組成、すなわち地質起源の水質に着眼した。図 4.28 に対象地内の深井戸（ボアホール）、浅井戸（ダグウェル）ならびに水処理施設の原水、処理水、水栓水のイオン組成を、トリリニアダイアグラムを用いて示す。

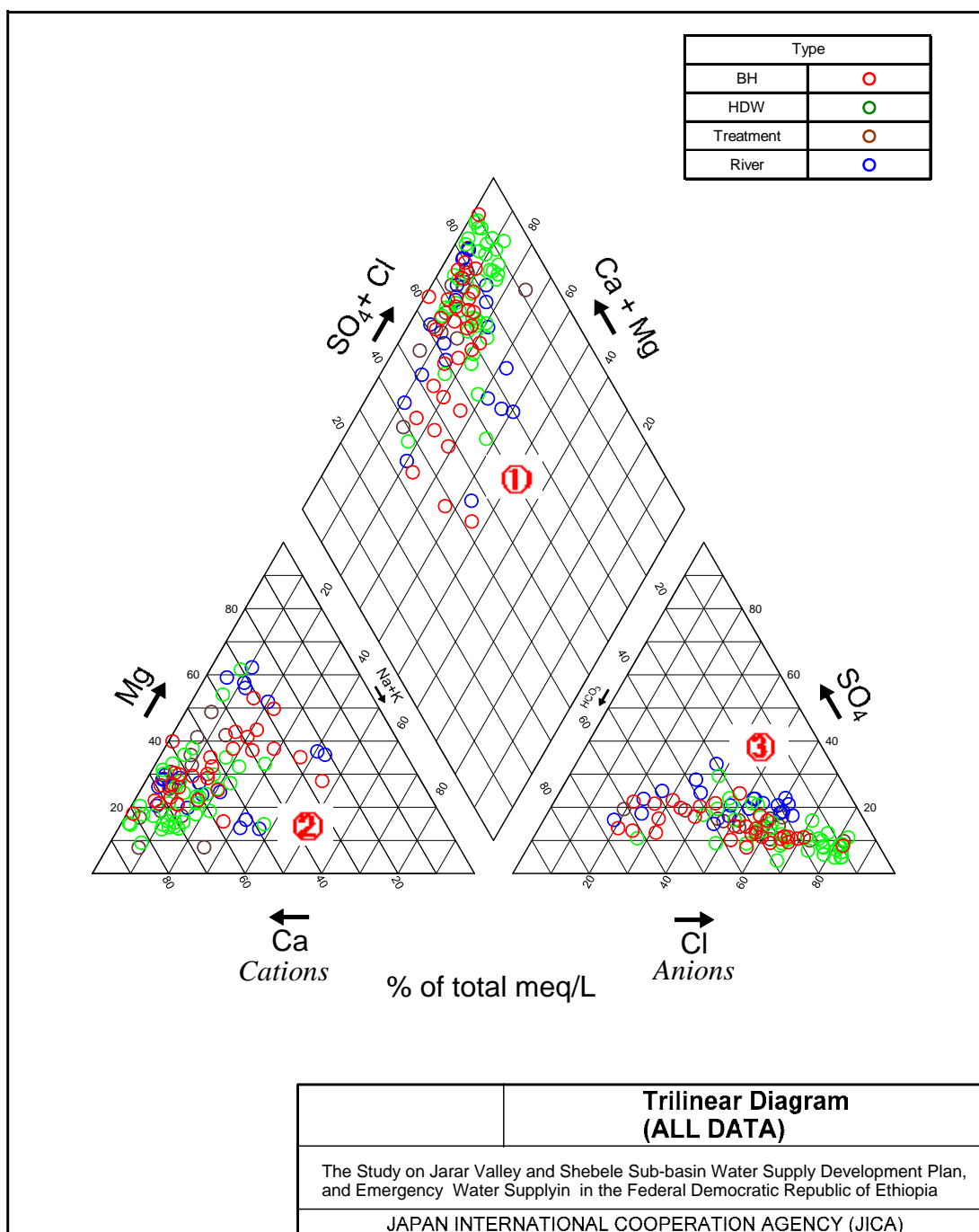


図 4.28: 本プロジェクトにおける対象地域の水質

キーダイアグラム（図中①）部では中央から頂部にかけてプロットされ、河川水型から非重炭酸カルシウム型の傾向を示した。前述の通り工業排水の混入は皆無のため、この傾向は単純な鉱泉水もしくは地質時代の化石塩水起源と判断できる。主要イオンはカルシウムイオン（同②）と塩化物イオン（同③）であり、それにマグネシウムイオンや炭酸イオン、硫酸イオンなどが付随している。ゆえに、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。

なお、水中のカルシウムイオンは、通常の凝集沈澱処理や濾過処理、曝気処理では除去できず、イオン交換法や逆浸透法などの高価な技術に頼らざるを得ない。そのため、現実的には本プロジェクトの対象地においては、溶解性成分の有効な水質改善技術を講じることは困難と言える。

c. 騒音・振動

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。また、未舗装の道路が多いため、これら大型車輛の走行も速度が抑制されている（図 4.29）。



図 4.29: 対象地における大型車輛通行の様子(Godey 市において 2013 年 3 月撮影)

4.3.3 社会環境

a. 人口

本プロジェクトで実施した社会調査結果に基づき、対象地である 16 郡（Woreda：ワレダ）の人口は、総人口が 508,578 人、最大の Godey 郡（123,000 人）と最少の Beerano 郡との差異は 20.2 倍に達し、男女比は対象地全域平均で男性が 48 %、女性が 52 %を占めた。

b. 民族と宗教

エチオピア国中央統計局（2007）によると、ソマリ州の民族構成はソマリ族（97.2 %）、

オロモ族（0.46%）、アムハラ族（0.66%）、外国生まれのソマリ族（0.20%）およびグラーゲ族（0.12%）とされている。また、人口の98.4%がイスラム教徒で、正統派キリスト教が0.6%、残り1.0%が他宗教の信者である。

現在のところ、最大民族であるソマリ族と他民族との間に深刻な対立は確認されておらず、宗教対立も同様である。

c. 医療及び公衆衛生

c.1 保健衛生施設

対象地には6つの病院が存在し、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（Health Centre）、56か所の診療所（Health Centre）、および21か所のクリニックが存在し、専門スタッフと補助スタッフの数は合計で560名である（表4.20参照）。

表 4.20: 調査地域における保健衛生施設及び職員数

郡	病院		保健所		診療所		クリニック	
	施設数	職員数	施設数	職員数	施設数	職員数	施設数	職員数
Araarso	1	22	3	10	0	0	3	10
Kabribeyah	1	0	1	20	1	2	0	0
Birqod	0	0	1	26	0	0	2	5
Kabridahar	1	124	3	0	0	0	0	0
Dagahbur	1	182	1	13	2	4	16	80
Shaygosh	0	0	1	44	1	14	0	0
Marsin	0	0	0	0	0	0	0	0
Adadle	0	0	2	22	15	30	0	0
Rasso	0	0	0	0	0	0	0	0
Beercanno	0	0	0	0	0	0	0	0
Danan	0	0	1	27	1	13	0	0
Godey	1	184	2	59	4	24	0	0
Kalafo	1	112	1	16	2	29	0	0
Mustahil	0	0	2	15	15	29	0	0
West Ime	0	0	1	16	2	8	0	0
East Ime	0	0	2	8	13	36	0	0
合計	6	624	21	276	56	189	21	95

c.2 主な水因性疾病

社会経済調査結果によると、対象地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。水因性疾病の郡別年間患者数を表4.21に示した。

表 4.21: 調査地域における年間水因性疾病患者数(単位:人)

郡	下痢症	赤痢	チフス	コレラ	マラリア	その他
Kabribeyah	740	167	89	0	205	0
Dagahbur	1,332	65	315	0	960	79
Araarso	1,020	240	108	0	180	1,620
Birqod	960	0	0	0	0	360
Shaygosh	360	150	2	540	5,400	150
Kabridahar	120	210	10	0	1,800	0
Marsin	0	12	0	0	0	0
Godey	600	60	0	0	1,800	240
East Ime	1,080	0	0	0	0	1,200
Adadle	2,180	96	0	0	0	1,3000
Danan	1,440	60	120	0	72	300
Beercaano	0	36	0	0	0	0
Kalafo	4,000	2,300	0	0	4,800	0
Mustahil	514	114	57	0	819	1,516
West Ime	600	40	12	0	800	0
Rasso	125	50	0	0	48	192
合計	15,071	3,600	713	540	16,884	18,657

c.3 ジジガ市における現地調査結果

給水という基礎インフラの不整備によって、最も深刻な状況に陥っているのは医療機関である。本項では、ソマリ州の州都であるジジガ市における医療事情を参考として概説する。なお、本項のデータは、現地におけるインタビューと資料収集に基づく。

図 30 に、2010 年 7 月 8 日～2011 年 7 月 7 日（エチオピア暦 2002 年 7 月 1 日～2003 年 6 月 30 日）の 1 年間に、ソマリ州最大の医療施設である Karamara Hospital で治療を行った患者について、上位 10 位の疾病内訳を示す。患者総数は 11,565 名で、1 位から 6 位までが主として微生物性と考えられる疾患であった。そして、重度栄養失調と糖尿病は、ソマリ州における生活様式と貧困を反映しているものと推察された。

また、同院において入院治療した患者の疾病内訳について、同様に上位 10 位を図 31 に示した。ここで着目すべきは、同院には髄膜炎、虚血性心疾患、虫垂炎の患者が約 270 名入院しており、必要に応じて外科手術が行われていることである。院長へのインタビューによると、治療時と同様、もしくはそれ以上に、手術器具や術衣の洗浄に用いる清浄な水が絶対的に不足しており、清浄な水が確保できれば、手術時における二次感染が減少し、患者の生存率が飛躍的に上がるとの見解であった。

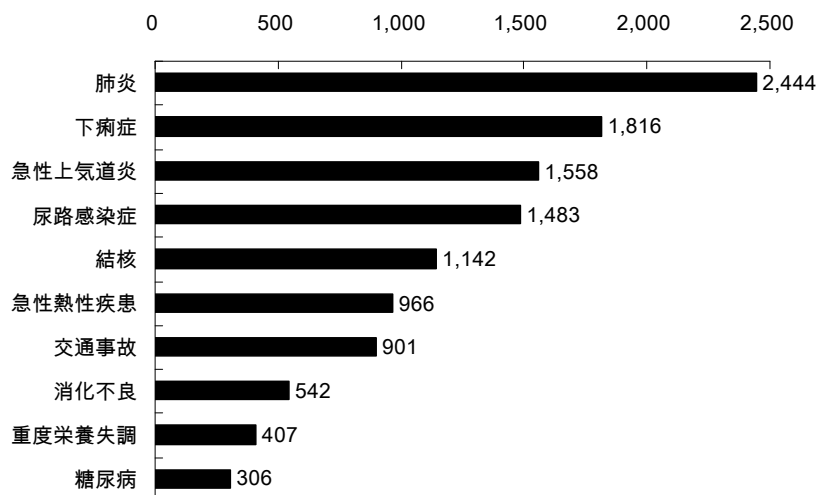


図 4.30: Karamara Hospital における年間上位 10 位の疾病内訳(単位: 件)

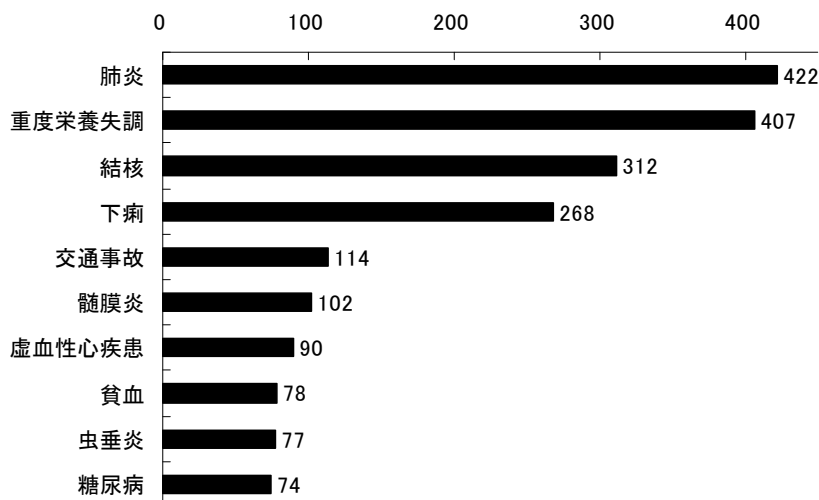


図 4.31: Karamara Hospital における年間上位 10 位の入院疾病内訳(単位: 件)

以上、州都最大の医療機関における疾病患者の現状を概説した。これらから、本プロジェクトの対象地である州都から遠隔の各郡における医療機関の状況を窺い知ることができ、住民の健康維持と衛生状況の向上に対して、給水環境の改善が最早急務であることが強く認識される。

d. 給水状況

本プロジェクトの対象地における家庭飲料の水源を、表 4.22に整理する。

表 4.22: 家庭飲料水の水源別比率(2007 年)

地域	郡名および地域区分		各戸給水又は庭先給水	ヤード給水(共同水栓)	改良型井戸又は湧水	手掘り井戸又は湧水	河川、湖、池
ジャラル溪谷地域	Kabribeyah	都市部	9.0 %	30.9 %	17.3 %	20.7 %	22.1 %
		村落部	1.1 %	1.9 %	28.2 %	37.8 %	31.0 %
	Dagahbur	都市部	15.0 %	46.0 %	8.5 %	3.5 %	27.0 %
		村落部	2.0 %	6.3 %	23.9 %	49.9 %	17.9 %
	Shaygosh	都市部	0.0 %	67.6 %	2.3 %	30.1 %	0.0 %
		村落部	3.1 %	5.9 %	8.4 %	45.0 %	37.7 %
	Kabridahar	都市部	34.1 %	41.9 %	7.7 %	6.5 %	9.8 %
		村落部	5.5 %	12.4 %	18.1 %	48.1 %	15.9 %
Doba wein	都市部	7.3 %	9.0 %	30.9 %	50.6 %	2.2 %	
	村落部	2.0 %	5.9 %	27.3 %	58.3 %	6.5 %	
シェベレ川流域	East Ime	都市部	1.4 %	0.0 %	1.0 %	15.3 %	82.3 %
		村落部	0.4 %	0.0 %	1.5 %	5.6 %	92.5 %
	Adadle	都市部	0.0 %	0.0 %	35.4 %	57.6 %	7.0 %
		村落部	1.2 %	1.5 %	14.4 %	24.4 %	63.4 %
	Godey	都市部	9.8 %	10.3 %	3.7 %	9.6 %	66.6 %
		村落部	2.0 %	5.1 %	13.0 %	23.9 %	56.1 %
	Danan	都市部	4.8 %	9.8 %	14.6 %	33.0 %	37.8 %
		村落部	0.7 %	3.5 %	16.1 %	43.2 %	36.4 %
	Kalafo	都市部	3.1 %	2.3 %	1.5 %	1.1 %	92.0 %
		村落部	1.3 %	2.9 %	1.3 %	17.7 %	76.8 %
	Mustahil	都市部	11.5 %	38.2 %	1.9 %	0.0 %	48.4 %
		村落部	0.4 %	0.2 %	5.4 %	15.4 %	78.6 %
	West Ime	都市部	1.9 %	0.0 %	0.5 %	16.0 %	81.6 %
		村落部	0.7 %	0.0 %	0.6 %	14.8 %	83.8 %

(ソマリ州統計報告書 2007 年人口センサスより)

給水状況の概要は次の通りである。

- (1) Kabribeyah 市、Dagahbur 市、Kabridahar 市などのジャラル溪谷の主要都市部における給水施設は管路給水方式であり、人口の 40%から 75%をカバーしている。
- (2) ジャラル溪谷の小都市や村落部における給水のための水源は、浅井戸(手掘井戸等)、湧水あるいは河川、池、湖等の在来水源である。
- (3) シェベレ川流域においては、都市部と村落部にかかわらず、河川、湖、池等の在来水源による給水が行われている。中でも河川水が最も重要な水源となっているものと考えられる。
- (4) シェベレ川流域の都市部では、管路給水による給水率はジャラル溪谷の都市部に比較して極めて低い。

e. 廃棄物管理

対象地域の組織的な廃棄物収集サービスに関する情報はない。現地調査に赴いた Godey 市内の状況から類推すると、事業所や各家庭から発生する廃棄物は穴を掘り埋められるか、空き地に自然放置されているものと思料される。



図 4.32: Godey 市内における廃棄物の自然放置状況(2013 年 3 月撮影)

f. 経済活動

人口センサス（2007 年）によると、ソマリ州における牧畜民および農牧民は全人口の約 84%に上るとされる。

Godey 郡と Kalafo 郡は、本プロジェクトの対象地において農業生産の盛んな地区と考えられる。特にメイズ生産量では、Godey 郡（40.1 %）と Kalafo 郡（39.5 %）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。対象地の主要作物生産量を表 4.23に示す。

表 4.23: 調査地域の主要作物生産量

郡	メイズ		ソルガム		テフ		トマト	
	生産量 t	%	生産量 t	%	生産量 t	%	生産量 t	%
Kabribeyah	800	0.1%	5000	3.3%	1,000	1.5%	3,000	3.4%
Dagahbur	5,450	0.8%	583	0.4%	0	0.0%	90	0.1%
Araarso	20,000	3.0%	5,000	3.3%	0	0.0%	0	0.0%
Birqod	5,000	0.8%	2,100	1.4%	0	0.0%	0	0.0%
Shaygosh	14,400	2.2%	17,268	11.5%	0	0.0%	0	0.0%
Kabridahar	2,680	0.4%	3,415	2.3%	0	0.0%	2,100	2.4%
Marsin	12,300	1.9%	5,600	3.7%	0	0.0%	400	0.5%
Godey	260,009	39.5%	17,600	11.7%	40	0.1%	16,000	18.2%
East Ime	26,000	3.9%	600	0.4%	740	1.1%	0	0.0%
Adadle	16,720	2.5%	4,200	2.8%	0	0.0%	0	0.0%
Danan	0	0.0%	50,000	33.3%	0	0.0%	3,200	3.6%
Beercaano	11,000	1.7%	7,000	4.7%	0	0.0%	1,200	1.4%
Kalafo	264,285	40.1%	18,425	12.3%	61,561	95.4%	61,561	70.1%
Mustahil	10,000	1.5%	4,567	3.0%	1,200	1.9%	275	0.3%
West Ime	6,320	1.0%	7,090	4.7%	0	0.0%	0	0.0%
Rasso	3,600	0.5%	1,845	1.2%	0	0.0%	0	0.0%
合計	658,564	100.0%	150,293	100.0%	64,541	100.0%	87,826	100.0%

次に、家畜飼養について概説する。Kalafo 郡と Mustahil 郡は、牛の頭数全体のうち、それぞれ 54 % と 28 % を占める。ラクダの頭数では、Mustahil 郡と East Ime 郡がそれぞれ 20 % を占め、Shaygosh 郡が約 12 % でこれらに次ぐ。ヤギの頭数では Kalafo 郡と Adadle 郡がそれぞれ 48 % と 28 % を占める。羊の頭数では、Mustahil 郡と Adadle 郡がそれぞれ 40 % と 36 % を占める。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 Adadle 郡、Mustahil 郡、Kalafo 郡に見られる（表 4.24 参照）。

表 4.24: 調査地域の家畜分布

郡	牛		ラクダ		ヤギ		羊	
	頭数	%	頭数	%	頭数	%	頭数	%
Kabribeyah	195	0.0%	165	0.1%	450	0.1%	320	0.1%
Dagahbur	800	0.2%	2,500	2.1%	8,500	1.7%	5,000	1.0%
Araarso	12,440	2.8%	658	0.6%	24,180	4.9%	1,825	0.4%
Birqod	5,687	1.3%	2,120	1.8%	6,800	1.4%	4,900	1.0%
Shaygosh	850	0.2%	14,000	12.0%	21,000	4.2%	8,000	1.6%
Kabridahar	2,610	0.6%	1,435	1.2%	4,816	1.0%	5,078	1.0%
Marsin	350	0.1%	1,200	1.0%	8,764	1.8%	4,326	0.9%
Godey	15,000	3.3%	9,000	7.7%	9,500	1.9%	15,060	3.0%
East Ime	9,800	2.2%	23,000	19.7%	9,500	1.9%	13,000	2.6%
Adadle	17,200	3.8%	11,500	9.8%	110,000	22.2%	182,350	36.2%
Danan	620	0.1%	1,229	1.1%	3,900	0.8%	5,100	1.0%
Beercaano	4,500	1.0%	2,200	1.9%	7,000	1.4%	900	0.2%
Kalafo	245,000	54.4%	8,000	6.9%	236,000	47.6%	43,600	8.7%
Mustahil	125,460	27.8%	22,970	19.7%	20,760	4.2%	20,3425	40.4%
West Ime	5,430	1.2%	8,690	7.4%	13,099	2.6%	1,150	0.2%
Rasso	4,550	1.0%	8,116	6.9%	11,543	2.3%	9,974	2.0%
合計	450,492	100.0%	116,783	100.0%	495,812	100.0%	504,008	100.0%

g. 交通・道路

ソマリ州における交通インフラの整備はきわめて遅滞しており、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。そのため輸送コストは高く、内陸部における食料や物資の高騰を招く結果となり、所得の低い牧畜民や農牧民の経済的困難を生じさせている。現在のところ、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く、Kabribeyah から Jijiga に通じる主要道のみが舗装化された幹線道路であり、近隣州にまで通じている。

乾期における車輛走行時には、先行車輛による砂埃で後続車は視界が数メートルという状態になる。雨期には雨水で泥濘化が起り、局地的には車輛の通行が数日間困難になる場合もある。



図 4.33: 対象地における道路状況（左:Kabribeyah 市内、右:Godey 市内。2013 年 3 月撮影）

h. 文化財・歴史的建造物・遺跡

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。

4.4 環境カテゴリー分類

前述の諸情報に基づき、JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年 4 月）に即して検討した結果、本計画の環境カテゴリーは B に相当するものと判断する。

本計画は上記ガイドラインが掲げる上水道セクターに該当するが、環境影響を及ぼし易い事業特性は有さず、また、影響を受けやすい地域を含まない（表 4.25 参照）

表 4.25: 本給水計画における事業特性と地域特性

環境影響事項	本給水計画
(1) 影響を及ぼしやすい事業特性	
1) 大規模非自発的住民移転	非該当
2) 大規模地下水揚水	最大 1,021m ³ /日
3) 大規模な埋立、土地造成、開墾	非該当
4) 大規模な森林伐採	非該当
(2) 影響を受けやすい地域特性	
1) 国立公園、国指定の保護対象地域	
・国指定の海岸地域	非該当
・湿地	非該当
・少数民族・先住民族のための地域	非該当

・文化遺産	非該当
2) 国又は地域にとって慎重な配慮が必要と思われる地域	
・原生林、熱帯の自然林	非該当
・生態学的に重要な生息地	非該当
・国内法、国際条約等において保護が必要とされる貴重種の生息地	非該当
・大規模な塩類集積或いは土壌侵食の発生する恐れのある地域	非該当
・砂漠化傾向の著しい地域	非該当
・考古学的、歴史的、文化的に固有の価値を有する地域	非該当
・少数民族や先住民族、伝統的生活様式を有する遊牧民の生活区域	非該当
・特別な社会的価値のある地域	非該当

4.5 エチオピア国の環境社会配慮制度及び組織

連邦国家であるエチオピア国では地方分権化が進み、環境管理に係る権限の一部は中央政府から州政府に移管されている。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 : SEPAMEDA、図 4.34）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。

SEPAMEDA は 2011 年に同州の旧・水鉱山エネルギー資源開発局（Water, Mine and Energy Resource Development Bureau）が改組され、本プロジェクトの実施機関である水資源開発局（Water Resource Development Bureau）と同庁とに分割再編された。



図 4.34: ソマリ州環境保護・鉱山・エネルギー開発庁 (SEPAMEDA)

SEPAMEDA では、2012 年 2 月にソマリ州ガイドラインを編纂した。これは全 4 集で構

成され、それぞれ、レビュー法、報告書の内容とスコープ、環境特性に対するチェックリスト、レビューのクライテリアに関する説明が為されている。このガイドラインには、SEPMEDA 内の環境社会影響調査ユニット（Environmental and Social Impact Assessment Unit: ESIAU）が、調査活動および関係機関との調整を図ると記載されているものの、2012年9月現在、このユニットは設置されておらず、同庁の Director である Tahir Abdullahi 氏へのインタビューによると、環境保護コアプロセス（Environment Protection Core Process）が、EIA 報告書の受理、審査および判断を行うとのことであった。図 4.35に、SEPMEDA の組織図を示す。

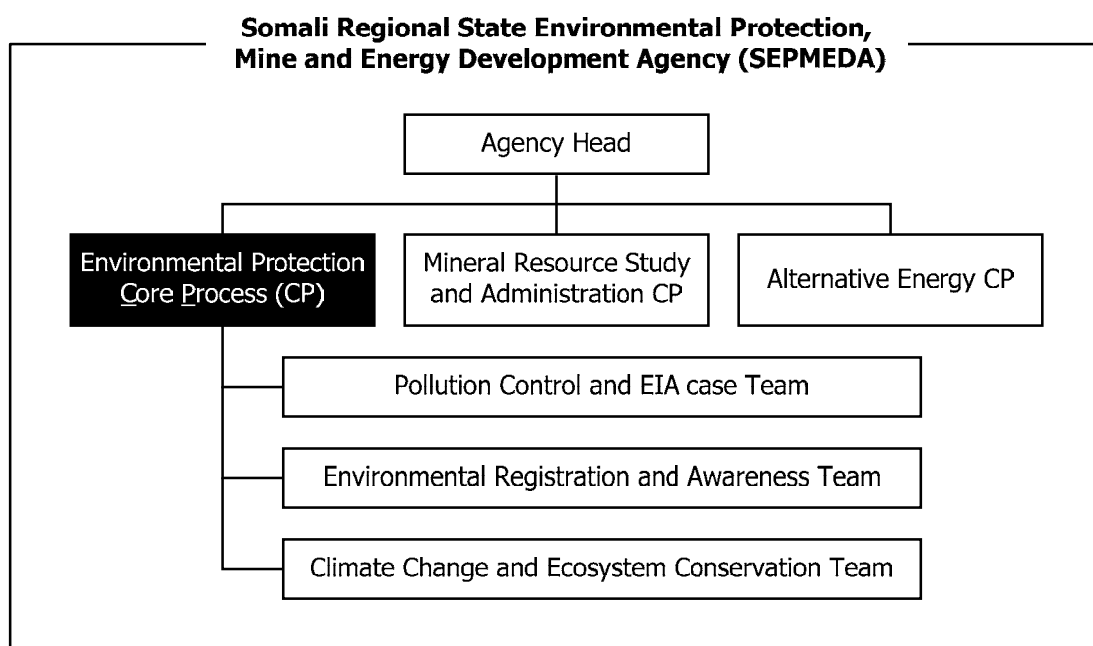


図 4.35: ソマリ州環境保護・鉱山・エネルギー開発庁(SEPMEDA)組織図

また、上記のガイドラインに従うと、給水および衛生事業に関する審査は、スケジュール 1 ならびにスケジュール 2 に分類されており、事業規模や内容、建設物の規格に基づいて該当区分が異なる（表 4.26参照）。

表 4.26: 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

詳述したように、本計画における都市給水は 16 郡中 9 郡において地下水開発を策定し

ているものの、建設する施設の給水量は Dagahbur 郡（Dagahbur 市）における 1,021 m³ / 日が最大規模であり、何れの地下水利用の給水施設も上記のスケジュール1が定める 2000 m³/日には及ばない。すなわち、本計画によって策定された都市給水に関しては、いかなる環境審査も、SEPMEDA によって要求されることはない。

また、事業予定地の立地特性に関しても、SEPMEDA のガイドラインが環境審査を求める以下の条件には該当しない。

- 侵食を被り易い土地
- 砂漠化を被り易い土地
- 保護種もしくは絶滅危惧種の生息地
- 歴史的もしくは考古学的に固有の価値を有する地域
- 原生林
- 国もしくは国際的に重要な湿地
- 国立公園および保護地域
- 重要な景観
- 宗教的に重要な地域

一方、村落給水として計画されている事業は、上記のスケジュール 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。PA への記載要求事項の概略を以下に列記する。

1. 序論
 - 1.1 プロジェクトの概要
 - 1.2 環境社会影響調査の目的
 - 1.3 調査の方法
 - 1.4 調査における仮定および／または未知の部分
2. スコーピング
3. 行政、法制度および政策上の要件
4. プロジェクトの説明
5. プロジェクトの説明およびバックグラウンド情報
6. 調査地域の基礎情報
7. 環境社会影響の検証、統合および分析
 - 7.1 影響の検証と統合
 - 7.2 提案される緩和措置
8. 代替案分析
9. 環境および社会状況の管理計画
 - 9.1 環境および社会影響に対する緩和策の計画
 - 9.2 モニタリング／観測方法と計画
10. 結論と勧告
11. 付録

なお、本プロジェクトにおける給水計画の実施では、以下に掲げる項目について深刻な負の影響の発生が予見されないため、JICA 環境社会配慮ガイドラインに基づいた初期環境影響調査を実施する。

- 非自発的住民移転および土地収用
- 地下水への影響
- 二次汚染の発生
- 文化財・遺産の消失・損傷
- 自然保全区域の影響
- 州または国を跨る負の影響

4.6 代替案(ゼロオプションを含む)の比較検討

事業対象の各郡における都市給水計画ならびに村落給水計画は、第 1 章で詳述したように、立地条件、自然環境条件、現存する給水施設の状況などに対し、多面的かつ詳細な検討の上に策定されている。ゆえに、代替案を提起する余地はないと判断され、供与後のモニタリングが推奨される。すなわち、本プロジェクトに係る代替案検討の対象は、事業の非実施案（ゼロオプション）と実施案の二者である。両案それぞれの正負の影響を評価した結果を以下の表 4.27に示す。

表 4.27: 本計画に対する非実施案および実施案の影響比較

	No.	影 響	プロジェクトの非実施		プロジェクトの実施	
			内 容	評価	内 容	評価
社会 環 境	1	非自発的住民移転	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	2	雇用・生計等の地域経済	水不足によって地域経済が衰退していく可能性がある。	(-)	地域住民に対する就労機会の促進が期待される一方、現行の取水源の管理者（販売者）と、購入者（小売）は失職する可能性がある。	(+/-)
	3	土地利用・資源利用	長期的な水不足は植生の衰退を生じさせる。	(-)	土地の価値の上昇が期待される。	(+)
	4	地域の自治体と住民組織	継続的な水不足は地域住民、地方行政、SRWDB間の信頼関係に悪影響を与える可能性がある。	(-)	水の安定供給は、地域住民と政策決定者との友好関係を促進する効果が期待できる。	(+)
	5	既存インフラ、公共サービス	(変化なし)	—	既存サービスにはほとんど影響を与えない。	—

	6	貧困層、少数民族、 婦女子等 社会的弱者	社会的弱者は将来的にも水不足を被り続ける。	(-)	水供給によって生活環境の改善が期待できる。	(+)
	7	便益と負担の偏在	(変化なし)	—	水源管理や水の分配による不必要な混乱や紛争が生じる可能性を回避できる。	(+)
	8	歴史、文化遺産	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	9	地域紛争、 民族対立	将来的に地域住民による水の争奪が生じる可能性がある。	(-)	地域住民の紛争を回避できる。	(+)
	10	水利用、水利権、 公共財産権	直接的な影響は無いが、水不足は公共の権利にむしろ悪影響を与える。	(-)	地域住民が有する公共の権利に高く貢献することができる。	(+)
	11	衛生	地域住民の健康や衛生環境が悪化していく。	(-)	安全な水供給は衛生環境の改善をもたらす。	(+)
	12	健康被害/リスク、 HIV/AIDS を含む 感染症	上記11と同じ。	(-)	上記11と同じ。	(+)
自然 環境	13	重要／価値の高い 地形・地質資源	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	14	土壌侵食	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	15	地下水の水質、 水量	(変化なし)	—	長期的には地下水位の低下をもたらす可能性がある。	(-)
	16	河川流量、 流況、水温	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	17	海浜	(該当せず)	—	(該当せず)	—
	18	動植物、 生物多様性	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	19	気象	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	20	景観	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	21	地球温暖化	(変化なし)	—	(変化なし)	—

環境汚染	22	大気汚染	(変化なし)	—	建設車輛の往来によって、一時的に粉塵や排気ガスが発生する。	(-)
	23	水質汚染	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	24	土壌汚染	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	25	廃棄物	(変化なし)	—	建設に際し、一時的に廃棄物が発生する。	(-)
	26	騒音／振動	(変化なし)	—	建設中は騒音や振動が一時的に発生する。	(-)
	27	地盤沈下	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	28	悪臭	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	29	土砂堆積	(変化なし)	—	(変化なし)	—
	30	事故の増加	(変化なし)	—	建設車輛の往来に伴い、事故が発生する可能性がある。	(-)

評価

- (+) : 正の影響が生じる可能性がある。
- (-) : 負の影響が生じる可能性がある。
- (+/-) : 正負いずれの影響が生じる可能性がある。
- : 変化なし、もしくは本事業には該当しないため未評価。

上記の検討結果を要約すると、下記の通りである。

- 事業の非実施案は、対象地域の安全な飲料水や生活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騒音・振動の発生、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。

このように、事業実施案はいくつかの負の環境社会影響を及ぼす可能性を有しているものの、深刻なインパクトを与える可能性までは予見されず、一方で多くの正の影響を対象地域にもたらす可能性が高い。ゆえに、事業の非実施案と比較すると事業実施案は、より妥当な選択肢であると思料される。

4.7 スコーピング

前述したように、本計画に基づく事業実施によって、社会環境や自然環境に対して負の影響が生じ得る。そこで、予想される負の影響項目を、建設段階ならびに供与段階に区分して、表 4.28に示すスコーピング・マトリックスを用いて整理した。なお、表中の●は、事業活動が環境要素に負の影響を与える可能性があることを示す。

表 4.28: 本計画におけるスコーピングマトリックス

事業段階		建設段階						供与段階					
		給水地域			村落給水			都市給水			村落給水		
利用水源		地下水	河川水	雨水	地下水	河川水	雨水	地下水	河川水	雨水	地下水	河川水	雨水
環境要素													
社会環境	土地収用・住民移転												
	地域経済							●	●	●	●	●	●
	土地・資源利用												
	社会関係資本												
	社会インフラ												
	貧困層、先住民族												
	被害/便益の公平性												
	利害の対立												
	遺跡・文化財												
	水利権等												
	保健衛生												
	HIV 等の感染症												
	災害・治安リスク												
	事故	●	●	●	●	●	●						
自然環境	地形・地質												
	土壌侵食												
	地下水の状況							●			●		
	流況、水文の特性												
	海浜												
	動植物、生態系												
	景観												
	地域気象												
地球温暖化													
汚染・汚濁	大気汚染	●	●	●	●	●	●						
	水質汚濁												
	土壌汚染												
	底質汚染												
	廃棄物	●	●	●	●	●	●						
	騒音・振動	●	●	●	●	●	●						
	地盤沈下												
	悪臭												

4.8 環境社会配慮調査の TOR

前章に示したスコーピング・マトリックス（表 4.28）に基づいて、事業実施に伴い発生が予想される負の影響に関する情報について、環境社会配慮調査を実施する。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実施する必要がないと判断した。

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次表（表 4.29参照）に整理する。なお、本プロジェクトにおける環境社会配慮調査では、安全上の問題によって現地調査を Kabridahar 市街地および Godey 市街地に限定して実施する。また、定量的調査は調査期間の時間的制約によって実施していないため、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調査を実施することが推奨される。

表 4.29: スコーピング結果に基づく環境社会配慮調査の概要

環境要素	事業活動	調査範囲	調査内容
地域経済 (失業者の発生)	施設の稼働	Godey 市街地	現行の取水源の管理者（販売者）と、購入者（小売）に対するインタビュー調査
建設車両の往来に伴う事故の増加	施設の建設	Kabridahar 市街地、 Godey 市街地	視認による現状調査
建設車両の往来に伴う大気汚染	施設の建設	Kabridahar 市、 Godey 市主要道路	視認による現状調査
建設工事に伴う廃棄物の発生	施設の建設	Godey 市都市給水 計画地周辺	視認による現状調査
建設車両の往来に伴う騒音・振動	施設の建設	Godey 市主要道路	視認による現状調査

4.9 環境社会配慮調査結果

前記の TOR に基づいて実施した、環境社会配慮調査の結果を以下に記す。

4.9.1 地域経済（失業者の発生）

Godey 市内には溜め池状の給水源より生活水を購入し、ロバなどの家畜を利用して市街地へ供給する小売業者が多数存在する（図 4.36参照）。小売は 12 歳～14 歳の少年が担い、給水源からドラム缶 1 本分の生活水を 3 Birr で購入し、市内でこれを 15 Birr で販売している。給水源の管理者によると、この形態の小売業者が約 650 人存在するとのことであった。



図 4.36: Godey 市内における給水源の溜め池と小売業者の少年たち(2012 年 9 月撮影)

溜め池からの給水は雨水に依存するものであるため、当然、乾季には枯渇する可能性が高い。実際に本プロジェクトの調査期間中においても、乾季に同市を訪問調査した際には、小売業者が生活水を購入する溜め池の一部が枯渇している様子が確認された（図 4.37）。このような場合、小売業者たちはシェベレ川沿いの採水場もしくは自由取水地点（図 4.37）に向かう。シェベレ川は恒常河川であり、通年枯渇することはない。ゆえに、取水に対する安定度はシェベレ川の利用に勝るものがなく、本プロジェクトで策定された給水計画の実施によって、直ちに水売りの生計が逼迫されるとは思料されない。さらに、本プロジェクトでは、シェベレ川の既存給水ポイントの上流側において、新たな給水ポイントの設置を計画している。この計画によって取水の利便性の向上や効率性が期待されるため、失業者の発生に関する特段の懸念はないものと判断できる。事業対象地の住民に対し、本給水計画による裨益効果は甚大なものであることが予想されるため、供与段階において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、事業の実施機関であるソマリ州水資源開発局は、苦情や意見を聴取する担当者を任ずることが求められる。

一方、雨季においてシェベレ川の濁度が上昇する懸念はあるものの、現地調査の結果、濁質は主に河岸土壌のシルト成分（粒径 0.02～0.2 mm）と推定されるため、一定時間の静置によって生活用水として使用できる上澄みを得ることは理論的にも可能である。



図 4.37: 乾季において枯渇したため池(左) シェベレ川沿いの自由取水地(右)

4.9.2 建設車輛の往来に伴う環境・社会影響

Kabribeyah 市内ならびに Godey 市内における幹線道路の状況を図 4.38に示す。これらの幹線道路について、平日の日中 15 分間における車輛通行量を計測したところ、Kabribeyah 市では 5.5 台（2 回の計測で計 13 台）、Godey 市では 2.0 台（同 4 台）であった。道幅は十分に広く、建設車輛の通行によって生じる交通障害は予見されない。

一方、建設段階における大型車輛の往来に起因する大気汚染ならびに工事中の騒音・振動に関しては、時間的な制約のため、本プロジェクトの調査期間内に定量的な測定を行なうことができなかった。ゆえに、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）に則った調査を実施することが推奨される。しかし 2 回にわたる現地実査から判断すると、幹線道路近傍には民家が乏しい上に Godey 市内に至っては舗装道路も存在しない。ゆえに、建設車輛の通行に当たっては、適切な速度抑制を図ることによって環境・社会への影響を十分に回避できるものと思料される。

表 4.30に、大気汚染ならびに騒音・振動に関するエチオピア国の環境基準を示す。なお、この基準値は世界銀行グループに属する国際金融公社（International Finance Corporation : IFC）が定めた値とほぼ同様である。

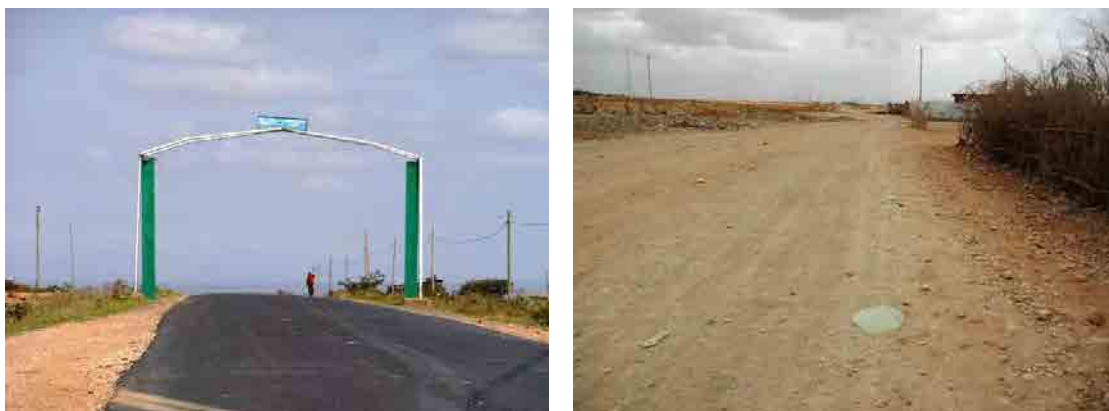


図 4.38: 幹線道路の状況(左:Kabribeyah 市内、右:Godey 市内)

表 4.30: エチオピア国における大気汚染ならびに騒音・振動に関する環境基準

Sr. No	Element	Requirement		
		Parameter	Standard ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Averaging Time
1	Ambient Air Quality	SO ₂	500	10 min
			125	24 hr
			50	1 yr
		NO ₂	200	24 hr
			40	1 yr
			CO	100,000
		60,000		30 min
		PM ₁₀	30,000	1 hr
10,000	8 hr			
50	1 yr			
2	Noise quality	Category of area	Day Time 1	Day Time 2
			Day Time 1	Day Time 2
a	Noise standards where people live or work	Industrial	75	70
		Commercial	65	55
		Residential	55	45
	Note	1. Day time reckoned from 6 to 1m to 9 pm 2. Night time reckoned from 9 pm to 6 am		
b	Vibration and Air Overpressure in Quarrying			
	Peak particle vibration	Level of 12 mm/sec, measured in any three mutually orthogonal directions at a receiving location when blasting occurs at a frequency of once per week or less Level of 8 mm/ sec ² for more frequent blasting 1, 2: For vibrations <40 Hz		
	Air Overpressure	Blasting should not give rise to air overpressure values in excess of 125 dB(Lin) max peak at sensitive locations		

出展 : Ambient Environmental Standards, Pollution Control-proc#300/2002

4.10 環境影響評価(初期環境影響評価)

本給水計画に基づく全ての事業実施に伴って、予想される負の影響とその評定を表 4.31に整理する。これらの影響評価ならびに評定は、既存資料と現地調査結果に基づくものである。

表 4.31: 予想される影響の概要

	No.	影 響	評 定		理 由 ・ 備 考
			建設中	供与中	
社 会 環 境	1	非自発的住民移転	d	d	住民移転は発生しない。井戸および付帯施設の規模は小さく、計画地点の移動は容易である。
	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。
	3	土地利用・資源利用	d	d	水供給施設の建設によって水供給地周辺資産の価値があがるなど、好ましい影響がある。土地利用、資源利用に悪影響はない。
	4	地域の自治体と住民組織	d	d	地域社会に対する悪影響はない。水供給施設は村落にとって重要な公共施設となるため、供用後の利用について各村で事前に決定しておく必要がある。
	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。
	6	貧困層、少数民族、婦女子等社会的弱者	d	d	婦女子が水汲みの時間を短縮し、他の生産活動に従事できることは極めて好ましい影響である。
	7	便益と負担の偏在	d	d	上記「4」と同じ。
	8	歴史、文化遺産	d	d	対象地域の近傍に歴史遺産や文化財はない。また、給水施設は極めて小規模であり、計画地点の微調整が可能である。

No.	影響	評 定		理 由 ・ 備 考
		建設中	供与中	
9	地域紛争・民族対立	d	d	対象地付近における民族的・部族的係争は 思料されない。ソマリ州にはイスラム教、 キリスト教、その他の宗教が混在するが、 宗教的な対立は現在のところ予見されな ない。
10	水利用・水利権・公共 財産権	d	d	水供給施設はコミュニティーによって運営 されるため、対象村に対して好ましい影響 を与える。
11	衛生	d	d	井戸の水質は事前に検査される。高品質の 新たな水源の提供は、住民の衛生環境や医 療環境を向上させることが期待できる。
12	健康被害／リスク、 HIV/AIDS を含む 感染症	d	d	村落の衛生状況は、良質な水の供給で向上 する。HIV/AIDS の新たな感染は施設の設置 工事では生じない。
自然 環境	13 重要／価値の高い 地形・地質資源	d	d	施設建設、供用による影響はない。
	14 土壌侵食	d	d	施設建設により土壌の流出は発生しない。
	15 地下水の水質・水量	d	c	施設の設置と供用によって地下水の水質汚 染が発生する要因はない。試掘の段階で使 用可能量を調査するため、短期における枯 渇は考えにくい。一方で、長期にわたる大 量の取水が続けば地下水位の低下が生じる 施設が出現する可能性は否めないため、適 切な揚水管理を行なう必要がある。
	16 河川流量・流況・ 水温	d	d	地下水利用を計画しており、表流水の流量 が減少することは想定されない。
	17 海浜	d	d	対象地域に海岸はない。
	18 動植物・生物多様性	d	d	対象地域に保護地区はない。
	19 気象	d	d	井戸が気象に影響を与えることは、その規 模から考えにくい。
20 景観	d	d	レベル2の給水施設に設置する高架水槽は 景観を変えるが、その規模から悪影響があ るとは考えられない。	

	No.	影響	評 定		理 由 ・ 備 考
			建設中	供与中	
	21	地球温暖化	d	d	レベル2施設の水中ポンプ用電源にディーゼルエンジンを設置すれば、CO ₂ を排出することになるが、その規模から地球温暖化に直接影響があるとは考えにくい。
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。
	23	水質汚染	d	d	工事中に土砂の混入が生じ、一時的な水質汚濁が発生するが、きわめて短期間かつ軽微である。現在、供給されている水質の問題点は、化学的なものではなく微生物的なものため、新たな水源の提供は、水質に対し正の影響を与える。
	24	土壌汚染	d	d	工事中に重機から油滴が落ちる程度であり、稼働中も土壌汚染は全くない。
	25	廃棄物	d	d	廃棄物は建設中の掘削土砂だけであり、通常適正に処理されるべきものである。供用中も廃棄物は全く出されない。
	26	騒音・振動	c	d	建設中は重機が稼働するため、一時的な騒音や振動は発生する。
	27	地盤沈下	d	d	レベル2施設の汲み上げポンプの能力は極めて小さい。これまで地盤沈下した例は皆無である。
	28	悪臭	d	d	水供給施設に悪臭の原因となる要素はない。
	29	土砂堆積	d	d	水供給施設に湖沼、河川の底室を変化させる原因となる要素はない。
	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
- スコアリング評定結果（負の影響）を以下に整理する。

- a 評定（重大な負の影響が予想される）：予見される項目はない
- b 評定（一定の負の影響が予想される）：予見される項目はない
- c 評定（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、地下水の水質・水量

上記、c 評定と判断された 6 項目に関し、次章において緩和策を検討する。

4.11 緩和策

前章に記したように、本給水計画が環境・社会に与える影響に関して詳細に検討した結果、深刻な負の影響（a・b 評定）は建設段階、供与段階ともに思料されず、いずれも軽微な影響（c 評定）のみが予見された。これらの影響は、適切な対策を講じることによって、軽減もしくは最小化することが可能である。そこで、これらの影響に対する緩和策を検討した（表 4.32）。

なお、建設段階における緩和策は事業主であるソマリ州水資源開発局（Water Resource Development Bureau）、および建設工事を担当する EPC contractor によって実施される。

表 4.32: 予想される負の影響に対する軽減対策

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。）
地下水の水質・水量	<ul style="list-style-type: none"> 長期間の大量取水による地下水位の低下 	<ul style="list-style-type: none"> 適正揚水量の策定とモニタリングの実施

4.12 環境モニタリング計画

前章において環境への負の影響が予見された大気汚染、騒音・振動、および地下水位の低下に関し、モニタリング計画案を作成した（表 4.33参照）。

本プロジェクトの給水計画における負の影響は、建設段階と供与段階において予見される。従ってそれぞれの段階において適切な軽減対策およびモニタリング計画の実施が要求される。

建設段階における負の影響は建設工事活動に伴うものであり、緩和策の実施は建設業者もしくは工事監督者の責務である。一方、事業主であるソマリ州水資源開発局は、住民からの要望や苦情を受け付けるための窓口を設置する。さらに軽減対策、モニタリング、住民からの苦情・意見の結果に基づいて、同局は緩和策の強化を検討することが求められる。

表 4.33: 環境モニタリング計画案

Air Quality (Ambient Air Quality)(大気汚染物質)

Item	Averaging Time	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max.)	National Standards (Max.) ^{*1}	Remarks			
						Location	Frequency	Implementation	Supervision
SO ₂	10 min.	µg/m ³			500	Construction stage 4 times/year	Constructor through approved monitoring agency	SRWDB	
	24 hours				125				
	1 year				50				
NO ₂	24 hours	µg/m ³			200				
	1 year				40				
CO	15 min.	µg/m ³			100,000				Operation stage 2 times/year
	30 min.				60,000				
	1 hours				30,000				
	8 hours				10,000				
PM10	24 hours	µg/m ³			150				
	1 year				50				

Noise(騒音)

Item	One hour L _{Aeq}	Unit	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max.)	National Standards (Max.) ^{*1}	Remarks			
						Location	Frequency	Implementation	Supervision
Noise	Daytime (6:00 – 21:00)	dB(A)			55	Construction stage: 4 times/year	Constructor through approved monitoring agency	SRWDB	
	Night time (21:00 – 6:00)				45				Operation stage: 2 times/year

Vibration(振動)

Item	National Standards		Measured Value (Mean)	Measured Value (Max.)	Implementation	Supervision
Vibration	Peak particle vibration	Level of 12 mm/sec, measured in any 3 mutually orthogonal directions at a receiving location when blasting occurs at a frequency of once per week or less Level of 8 mm/sec for more frequent blasting 1, 2: For vibrations < 40 Hz			Constructor through approved monitoring agency	SRWDB
	Air overpressure	Blasting should not give rise to air overpressure values in excess of 125 dB (Lin) max peak at sensitive locations				

Groundwater Level(地下水位)

Item	Unit	Stage	Measured Value (Mean)	Measured Value (Max.)	Remarks			
					Location	Frequency	Implementation	Supervision
Groundwater level	m	Construction stage				2 times during dry and wet season	Constructor through approved monitoring agency	SRWDB
		Operation stage				2 times with an interval of 6 months for 3 years	SRWDB through approved monitoring agency	

4.13 ステークホルダー協議

本プロジェクトでは対象地域において、水道施設と関連機材の維持管理を目的とする水衛生組合（Water Supply and Health Committee : WASHCO）がすでに組織されており、JICA調査団によってこの組織に対する能力強化研修が実施されている（図 4.39参照）。この事実から、本給水計画に対する住民理解は十分に得られていることと判断される。また、上記の調査団事務所はジジガ市に所在する国連難民高等弁務官事務所（United Nations High Commissioner for Refugees : UNHCR）内に設けられており、国連機関を始めとするステークホルダーとも緊密な連携が取られている。さらに、本計画では用地取得と住民の非自発的移転は一切発生しないため、これらを論題とする協議は要さない。



図 4.39: WASHCO に対する研修(上段:Kabribeyah 市、下段:Godey 市)

4.14 結論

環境社会影響の調査項目において、最優先に考慮すべき負の影響は、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、自然保護区域への悪影響の4項目とされる。これらに関し、本計画の実施に伴う負の影響は何れも予見されない（表 4.34参照）。

表 4.34: 特に配慮されるべき環境社会影響

環境社会項目	影響の有無	本プロジェクトにおける状況
非自発的住民移転の発生	無	給水施設建設用地は対象となる自治体もしくは州から提供され、かつ住民移転の可能性はない。
二次汚染源の発生	無	給水施設から排水や汚泥の排出はなく、二次汚染源の発生の可能性はない。
文化財や遺跡の破損・喪失	無	給水施設建設予定地内には文化財・遺跡に係る構造物および形跡はない。
自然保護区域への悪影響	無	計画区域内に自然保護区域は存在しない。

また、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（軽微な負の影響）は予想されるものの、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料される。

結論として、本計画に基づく事業の実施により、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。

添付資料（会議議事録）

MINUTES OF MEETING
ON
THE INCEPTION REPORT
FOR
THE STUDY ON
JARAR VALLEY AND SHEBELE SUB-BASIN WATER SUPPLY
DEVELOPMENT PLAN, AND EMERGENCY WATER SUPPLY
IN
THE FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC OF ETHIOPIA



Hijiga Somali Region
 April 6th, 2012

松本 信



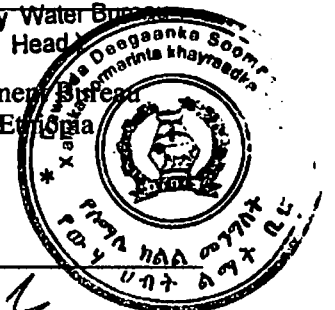
Mr. Toshiyuki Matsumoto
 Team Leader
 Study Team

Japan International Cooperation Agency (JICA)
 Addis Ababa

Dr. Warkuu Wjiro
 Director of Waters Sector and Capacity Building
 Directorate
 Ministry of Water and Energy
 Federal Democratic Republic of Ethiopia

(Signature)

Mr. Fuad Hassen
 Deputy Bureau Head,
 Somali Region Water Development Bureau
 Federal Democratic Republic of Ethiopia



角 孝 幸



Witnessed by
 Mr. Yukiyasu Sumi
 Water Sector Advisor
 Japan International Cooperation Agency
 (JICA)

Witnessed by
 Mr. Dinku Gutema
 Advisor
 Ministry of Water and Energy

(Signature)

In response to the official request of the Government of the Federal Democratic Republic of Ethiopia (hereinafter referred to as "the Government of Ethiopia"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preparatory Study Team of Ethiopia Office. The Japanese side and the Ethiopian side came to an agreement on the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") which was signed on Dec. 23rd, 2011.

JICA sent to Ethiopia the JICA Study Team (hereinafter referred to as "the Team") for THE STUDY ON JARAR VALLEY AND SHEBELE SUB-BASIN WATER SUPPLY DEVELOPMWNT PLAN, AND EMERGENCY WATER SUPPLY (hereinafter referred to as "the Study"). The Team held meetings with the officials of the Ministry of Water and Energy (hereinafter referred to as "MoWE"), Somali Region Water Development Bureau (hereinafter referred to as "SRWDB") and other authorities concerned with the Study. The list of those who attended these meetings is shown in Appendix-1.

In the course of discussions, both sides confirmed the main items described in the Inception Report (hereinafter referred to as "IC/R"). The Team will submit the Final Report in August 2013, when the Study comes to an end.

1. Explanation of Inception Report (IC/R)

The Team submitted an electronic file of IC/R (draft) on 27th March and ten (10) copies of IC/R to MoWE and SRWDB on 4th, 5th April, 2012.

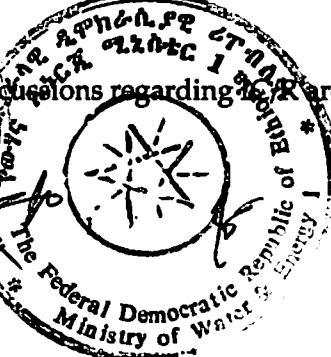
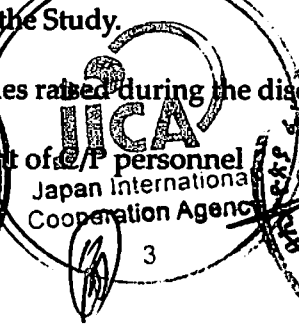
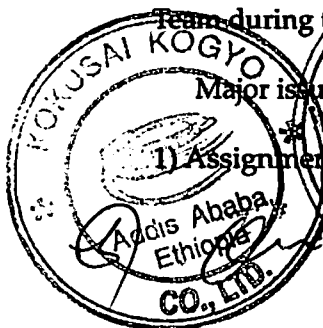
The Team presented IC/R to MoWE and concerned authorities, and discussed its contents in Jijiga Somali Region on 5th, 6th April, 2012. In this presentation, Mr. Ephrem Legesse (Emergency Water Supply and Sanitation Program Senior Expert, MoWE) who attended the meeting on behalf of Dr. Markos (Director of Water Sector and Capacity Building Directorate, MoWE) chaired the meeting.

The Team presented the basic objectives and policy, outline of contents and scope of the study proposed in IC/R, including the capacity development for counterpart (hereinafter referred to as "C/P") personnel proposed in the Study. Technical discussions were made between the Team and MoWE, SRWDB and concerned authorities on each of the study items, surveys, data required and water supply plan for the Study.

The Ethiopian side agreed on the contents of IC/R in principle, understood the study objectives, schedule, activities and methodology, and promised close cooperation with the Team during the Study.

Major issues raised during the discussions regarding IC/R are as follows.

- 1) Assignment of C/P personnel



The Ethiopian side and the Team discussed assignment of C/P personnel mentioned in the R/D. All C/P members shall closely cooperate with the Team for smooth implementation of the Study. The Team asked the Ethiopian side to provide appropriate staff members as C/Ps for each of the Team members as soon as possible. The Team also proposed the following list of candidates of the C/P personnel and stressed especially urgent assignment of the item 4 below.

1. Project Director : Dr. Markos: Director, Waters Sector and Capacity Building Directorate MoWE
2. Project Manager : Head of SRWDB
3. Deputy Project Manager:
 - Deputy Head of SRWDB in charge of Water Supply Core Process
 - Deputy Head of SRWDB in charge of Water Supply Management Core Process
 - Deputy Head of SRWDB in charge of Water Resources Study and Management Core Process
4. Counterpart Personnel: All related staff members of SRWDB (refer to C/P personnel list of appendix)

The Ethiopian side agreed to provide the list of specific names of C/P personnel (to complete Appendix 2) to the Team by 12th April, 2012.

2) Sharing of information on security situation of Somali Region between the Ethiopian side and the Team

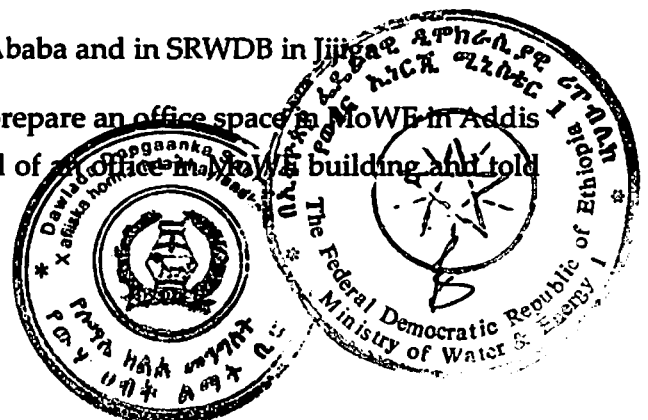
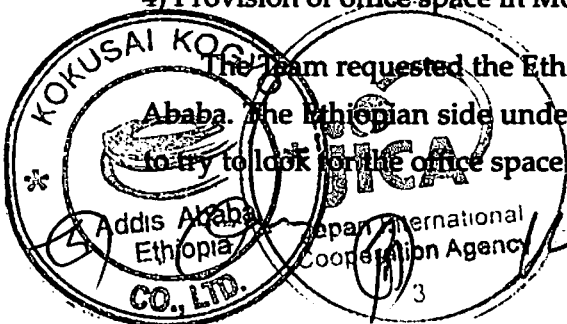
The Team emphasized that it was very important to share the information of security in Somali Region and for the Ethiopian side to ensure the safety of members of the Team. The Ethiopian side agreed to do so.

3) Utilization of equipment for geophysical survey of EWTEC

In the meeting held in MoWE in Addis Ababa, the Team requested for permission to borrow and use the geophysical equipment of EWTEC along with a technical staff member from EWTEC during the study. The Ethiopian side agreed to render EWTEC's equipment and machinery.

4) Provision of office space in MoWE in Addis Ababa and in SRWDB in Jijiga

The Team requested the Ethiopian side to prepare an office space in MoWE in Addis Ababa. The Ethiopian side understood the need of an office in MoWE building and told to try to look for the office space within MoWE.



SRWDB suggested that the Team have an office within or close to SRWDB in order to work closely with SRWDB. The Team understood the merit of the idea and replied to consider it.

2. Undertakings by the Government of Ethiopia

The Government of Ethiopia shall accord privileges, exemptions and other benefits to the Team in accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of Ethiopia, signed on December 23, 2011.

3. Other relevant issues

1) Steering Committee (SC)

The Team explained the roles and importance of the SC according to IC/R. The Ethiopian side proposed to add a "Secretary" as a member from SRWDB.

The Team agreed to include a "Secretary" as a member of the SC.

2) Correction of IC/R

The Team promised to make corrections on the terms and sentences that were erroneous or inappropriate in the draft version of IC/R and to submit the final version to the Ethiopian side in the middle of April 2012.

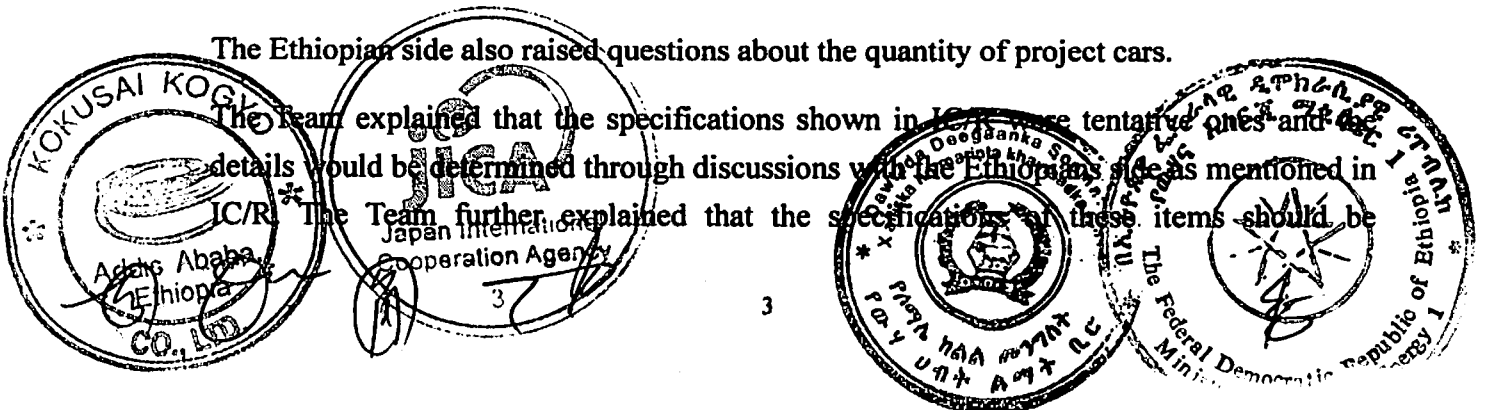
3) Specifications of the equipment

The Ethiopians side made requests concerning the specifications and quantity of some items of the equipment that were to be procured by JICA as follows:

- a) The capacity of the tank of water trucks should be more than 10 m³, preferably 15 m³.
- b) The capacity of water tanks should be about 10 m³,
- c) The chlorination chemical should not be limited to tablets
- d) The water trucks should also be equipped with a dewatering pump to pump water to the tank

The Ethiopian side also raised questions about the quantity of project cars.

The Team explained that the specifications shown in IC/R are tentative ones and the details would be determined through discussions with the Ethiopian side as mentioned in IC/R. The Team further explained that the specifications of these items should be

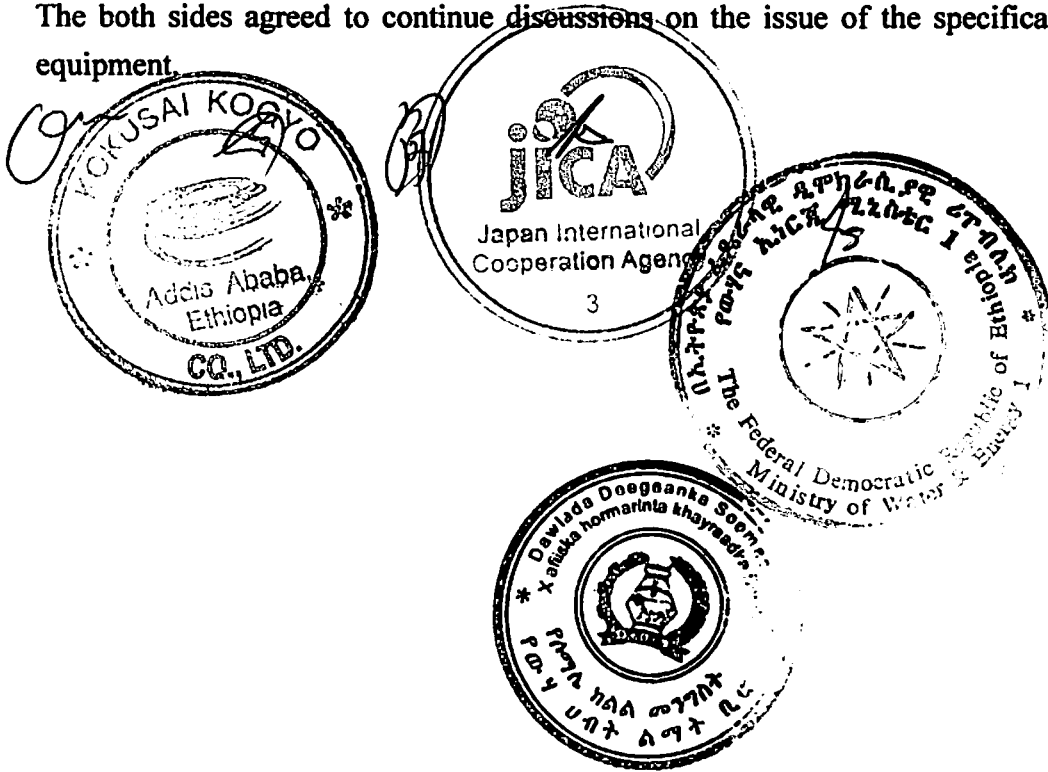


determined in consideration of duration of procurement and budget restrictions.

JICA explained, with respect to the quantity of the project cars, that the number of project cars had been changed to four from the previously agreed number of six, because UNHCR and WFP offered to provide two cars for the project after the signing of the R/D.

The SWRDB requested for further explanation and clarification on this issue between MoWE and JICA.

The both sides agreed to continue discussions on the issue of the specifications of the equipment.



END

Appendix-1

ATTENDANCE LIST

ETHIOPIAN SIDE

Ministry of Water and Energy (MoWE)

Dr. Markos Wijore	Director, Water Sector Support and CB Directorate
Mr. Ephrem Legesse	Hydrogeologist, Water Sector Support and CB Directorate

Somali Region Water Resources Development Bureau (SRWDB)

Mr. Fuad Hassen	Deputy Head, Water Supply core process
Ms. Fartuun Cabdi Abdi	Deputy Head, Water Supply scheme management core process
Mr. Mohamed A. Bihi	Water Supply scheme management core process
Mr. Aden Abdisemed	NGO Coordinator for water supply planning
Mr. Dinku Gutema	Advisor

JAPANESE SIDE

JICA Study Team

Mr. Toshiyuki Matsumoto	Team Leader of Study Team
Mr. Naoki Yasuda	Sub-Leader/O&M and Management
Mr. Kenichi Ishii	Water Supply Planning1/Facilities Design
Mr. Shigeki Kihara	Hydrogeology/Water quality
Mr. Yosuke Yamamoto	Coordinator/Assistant to Water Resources Development

JICA Ethiopia Office

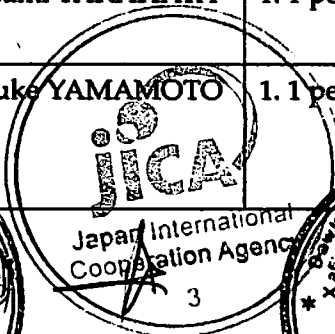
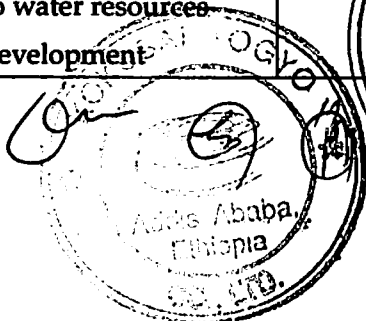
Mr. Yukiyasu Sumi



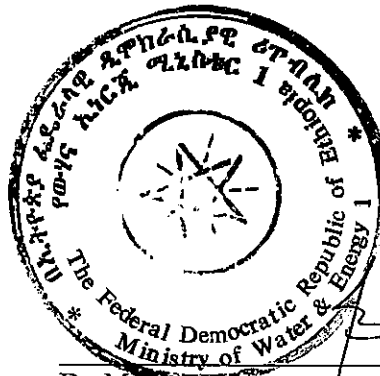
Appendix-2

List of Counterparts Personnel (draft)

Study Team		C/P	
Expertise	Name	Name	Position
Team Leader/Water resources development	Toshiyuki MATSUMOTO	1. 1 person (Mr. Fuad Hassen)	1. Deputy Head of SRWDB
Sub-leader/O&M and management	Naoki YASUDA	1. 1 person	WSSM of SRWDB
Water supply planning 1/Facilities design	Kenichi ISHII	1. 1 person	WS of SRWDB
Water supply planning 2/Cost estimation	Daisuke SAKAMOTO		
Hydrogeology/ Water quality	Shigeki KIHARA	1. 1 person	WRS&M of SRWDB
Hydrology	Shigekazu FUJISAWA		
Geophysical survey	Tsugio ISHIKAWA	1. 1 person	WRS&M of SRWDB
Remote sensing/GIS	Peifeng LEI	1. 1 person	WRS&M of SRWDB
Mechanical equipment	Tamotsu ISHII	1. 1 person 2. 1 person 3. 1 person	WSSM of SRWDB
Well Drilling	Masatoshi TANAKA	1. 1 person	WS of SRWDB
Socio-economic survey and social and financial survey	Shoji MASUMURA	1. 1 person	WS of SRWDB
Social and environmental consideration	Hirokatsu UTAGAWA	1. 1 person	WS of SRWDB
Procurement/logistical support	Masami TAKAHATA	1. 1 person	WS of SRWDB
Coordinator/assistant to water resources development	Yosuke YAMAMOTO	1. 1 person (Mr. Bihi)	WS CB Head of SRWDB



MINUTES OF MEETING
ON
THE 1st STEERING COMMITTEE
FOR
THE STUDY ON
JARAR VALLEY AND SHEBELE SUB-BASIN WATER SUPPLY
DEVELOPMENT PLAN, AND EMERGENCY WATER SUPPLY
IN
THE FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC OF ETHIOPIA



Jijiga, Somali Region
 November 2nd, 2012

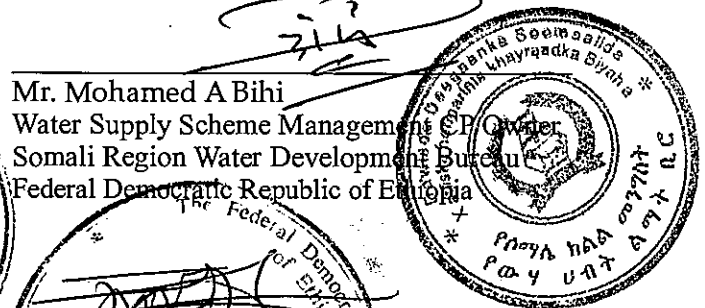


Mr. Toshiyuki Matsufoto
 Team Leader
 JICA Study Team
 Japan International Cooperation Agency (JICA)

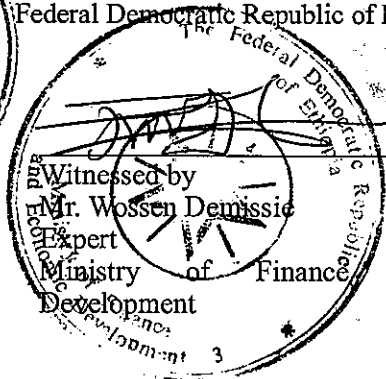
Dr. Markos Wijore
 Director, Waters Sector and Capacity Building
 Directorate
 Ministry of Water and Energy
 Federal Democratic Republic of Ethiopia



Witnessed by
 Mr. Yukiyasu Sumi
 Water Sector Advisor of Ethiopia Office
 Japan International Cooperation Agency
 (JICA)



Mr. Mohamed A Bihi
 Water Supply Scheme Management CP/Water
 Somali Region Water Development Bureau
 Federal Democratic Republic of Ethiopia



Witnessed by
 Mr. Wossen Demissie
 Expert
 Ministry of Finance and Economic
 Development

In response to the official request of the Government of the Federal Democratic Republic of Ethiopia (hereinafter referred to as "the Government of Ethiopia"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preparatory Study Team of Ethiopia Office. The Japanese side and the Ethiopian side came to an agreement on the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") which was signed on Dec. 23rd, 2011.

JICA sent to Ethiopia the JICA Study Team (hereinafter referred to as "the Team") for THE STUDY ON JARAR VALLEY AND SHEBELE SUB-BASIN WATER SUPPLY DEVELOPMWNT PLAN, AND EMERGENCY WATER SUPPLY (hereinafter referred to as "the Study"). The Team held the first Steering Committee ("SC") Meeting with the officials of the Ministry of Water and Energy (hereinafter referred to as "MoWE"), Somali Region Water Development Bureau (hereinafter referred to as "SRWDB") and other authorities concerned with the Study. The list of those who attended the SC Meeting is shown in Appendix-1.

In the course of discussions, SC members confirmed the main items described in the Progress Report (hereinafter referred to as "PR/R"). The Team will submit the Final Report of the Study in August 2013, when the Study comes to an end.

1. Explanation of PR/R

The Team submitted seventeen (17) copies of PR/R to MoWE, SRWDB and other authorities on 22nd and 23rd October, 2012.

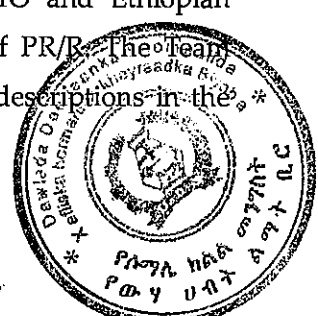
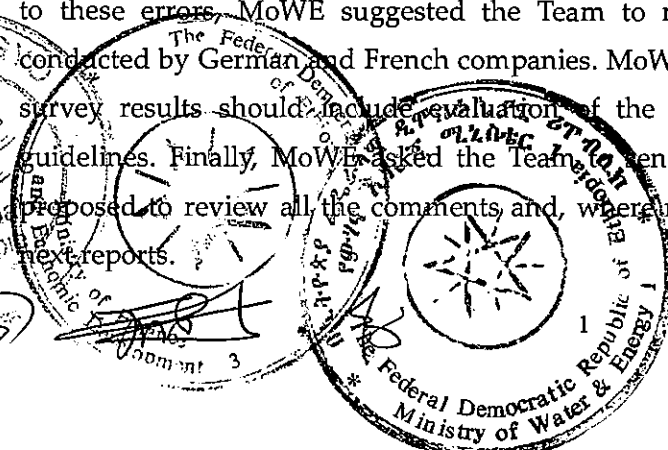
The Team presented the progress of the Study focusing on the results of geology, hydrogeology, geophysical survey, observation well drilling, water supply plan, the emergency water supply and C/P Training, O&M and Socio-economic survey.

The Ethiopian side agreed on the contents of PR/R in principle, in particular, on the methodology of the Study, the Study results and schedule after the discussion.

Major issues and the contents of the discussion regarding PR/R are as follows:

1) Comments on PR/R

MoWE and DPPB gave the Team specific technical comments on PR/R for correction. DPPB also pointed out the misunderstanding in the description of their tasks and duties. In addition to these errors, MoWE suggested the Team to read two reports relevant to the study conducted by German and French companies. MoWE suggested that the list of water quality survey results should include evaluation of the quality based on WHO and Ethiopian guidelines. Finally, MoWE asked the Team to send them the PC files of PR/R. The Team proposed to review all the comments and, where necessary, update the descriptions in the next reports.



2) Comments and questions on the presentation by the Team

Both SRWEB and DPPB made comments on the amount of water for livestock, proposing that groundwater should be used for livestock. The Team accepted the proposal and asked about the validity of the estimated percentage of water for livestock that the Team proposed for the master plan. The committee members raised no objections. Also, SRWDB suggested that the Team confirm the amount of water to be used for fire fighting and the Team replied that it would consider the amount in the master plan.

SRWDB raised concern about insufficient mutual communication between the C/P personnel and the members of the Team, pointing out that the C/P persons were appointed at the request of the Team at the time of discussion of Inception Report but the system was not properly utilized and that the transfer of technology to the C/P was not sufficient. The Team replied that the Team considered that it was working closely with the C/P personnel and would maintain even closer relation with the C/P team and continue technical transfer. The Team added that if SRWDB desired, the Team was ready to consider augmentation of technical transfer.

SRWDB mentioned that the description of the O&M work conducted by the O&M staff of SRWDB did not reflect the reality. The Team suggested to have a meeting to discuss and re-confirm this issue when the member who was in charge of this issue would come to Jijiga in late November. The Team also replied that the technical training was still under planning and the number of people that would be involved in the training would not be very big.

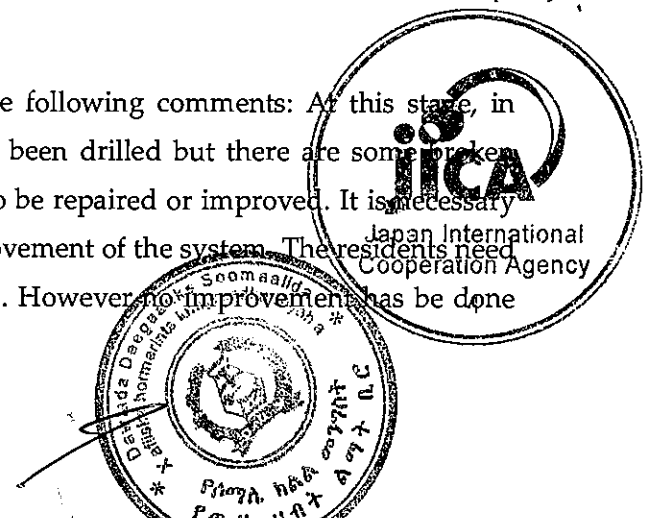
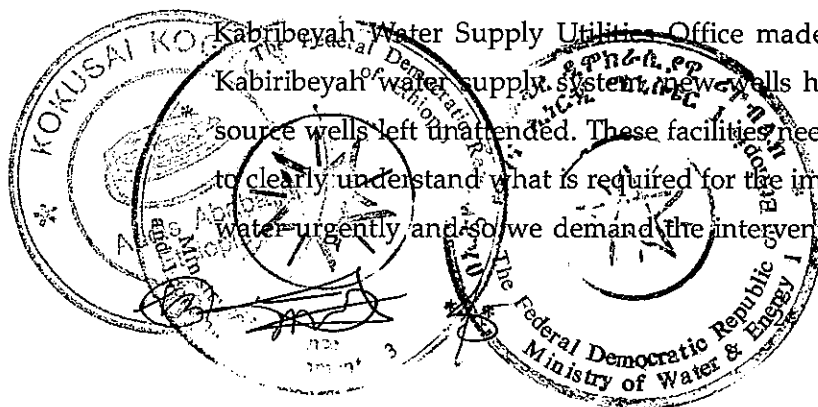
3) Other issues

MoWE mentioned that PR/R as a single volume that covers various topics was not easy to read and understand and suggested that PR/R should be prepared in different volumes for easier comprehension.

SEPMEDA suggested that the environmental assessment report should be a different volume and that the Team include proposed measures to mitigate project's impact on the environment. The Team replied that PR/R was compiled as one volume and an appendix this time.

4) Comments made in the field visit

Kabribeyah Water Supply Utilities Office made the following comments: At this stage, in Kabribeyah water supply system, new wells have been drilled but there are some broken source wells left unattended. These facilities need to be repaired or improved. It is necessary to clearly understand what is required for the improvement of the system. The residents need water urgently and so we demand the intervention. However no improvement has been done



Y.S.

yet.

MoFED pointed out that it was necessary to extract feedback (experience, case study) to the master plan from some of the water source facilities that were operating properly.

MoWE pointed out the importance of community participation at the time of construction of the facilities, mentioning that the users would develop stronger sense of ownership when they were involved from the beginning. SRWDB appreciated the good communication with the local and publicity effort made by Team at the time of drilling of the two boreholes.

5) Specific propositions on the pilot project

MoWE raised concern about the ventilation system of the generator house, indicating that the small openings for ventilation might allow small animals to enter the house. MoWE also pointed out that the height of the cattle trough was too high for smaller animals. The Team replied that the Team designed the ventilation system because of the generator that was to be placed inside the house and that mesh-wire will be placed to cover the openings. The Team replied that the Team would improve the design of the cattle trough and that the improvement was being done at site.

2. STEERING COMMITTEE

In this meeting, some issues recognized in the course of implementing the study were discussed along with the contents of PR/R.

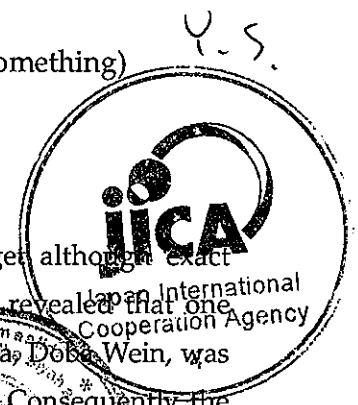
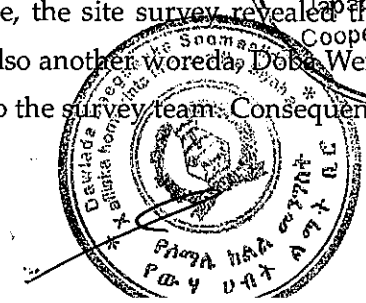
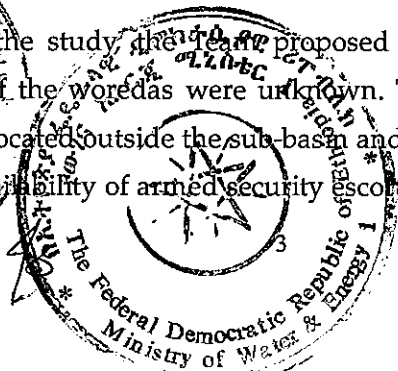
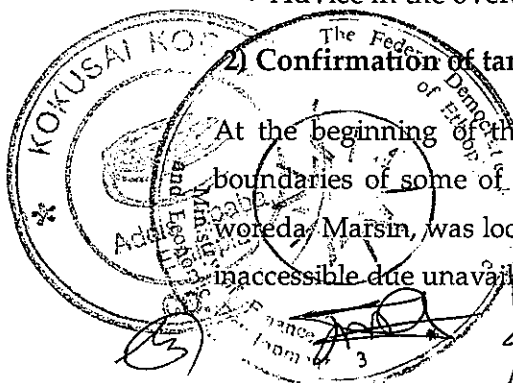
1) Roles of steering committee

The committee members discussed the contents of PR/R in the morning session and at the beginning of the afternoon session. Then, the Team proposed the following roles of steering committee and the committee members agreed to the proposal.

- Coordinate with C/P agencies
- Review reports
- Discussion of problems and finding solutions on the study
- Monitor the progress of the project activities (The way forward to something)
- Advice in the overall technical and strategic approach of the study

2) Confirmation of target woredas for water supply master planning

At the beginning of the study, the team proposed 17 woredas as target, although exact boundaries of some of the woredas were unknown. The site survey revealed that one woreda, Marsin, was located outside the sub-basin and also another woreda, Doba Wein, was inaccessible due to unavailability of armed security escort to the survey team. Consequently, the



socio-economic data was not collected for Deba Wein woreda. In this context, the Team proposed not to prepare water supply master plan for these two woredas. SRWDB agreed to the exclusion of Marsin woreda but asked the Team to include Deba Wein woreda, explaining that there was not security problem and that some projects were currently under way in the woreda. The both parties agreed to have a discussion on the issue in a separate occasion.

3) Target year of water supply master plan

The Team proposed to change the target year of the master plan from 2015 to 2020, pointing out that the implementation period would be too short in the case of 2015. and also that the planned water supply ratio of SRWDB was likely to be achieved by 2015. MoWE accepted the proposal in principle, commenting that the target year of GTP-2 would also be from 2012 to 2020 and the master plan would be compatible with this plan. MoWE added that it would later confirm the target year of GTP-2 with another section of the Ministry.

4) Authorization agency and implementation agency of EIA

The Team mentioned that it was necessary to specify the authorization agency and implementation agency in charge of social and environmental consideration aspects of this study but could not clearly confirm the issue. Thus, the Team proposed to discuss the issue at this meeting. The attendants confirmed that Somali Regional State Environmental Protection, Mine and Energy Development Agency (SEPMEDA) was the authorization agency. It remained still unclear how the environmental assessment should be conducted, MoWE mentioned that SRWDB and SEPMEDA would have to cooperate with each other on this issue.

5) SRWDB's strategy in O&M

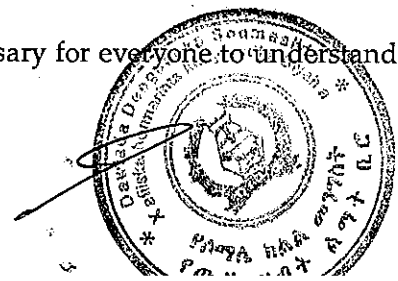
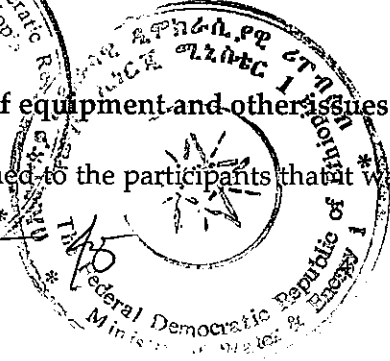
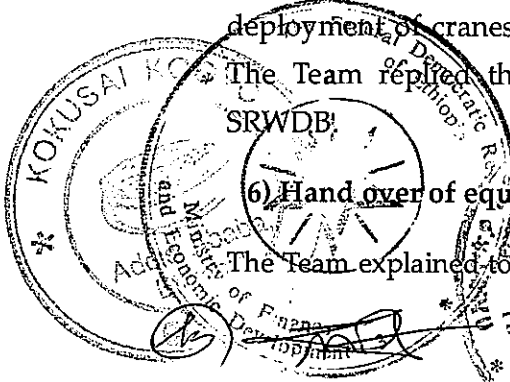
The Team asked about detailed O&M related strategy of SRWDB. SRWDB gave the following answers: It is difficult for only woredas to conduct proper O&M under the decentralization policy. It is one of the major problems of O&M to manage all the many boreholes in the region.

MoWE added that the issue of supply chain establishment was just as important as the strategy and added that this system had various problems under the decentralization policy even in other regions. MoWE mentioned that the same issues applied to deployment of cranes that were used to replace submersible pumps and to hand tools.

The Team replied that the Team would discuss details of these issues deeply with SRWDB.

6) Hand over of equipment and other issues

The Team explained to the participants that it was necessary for everyone to understand that



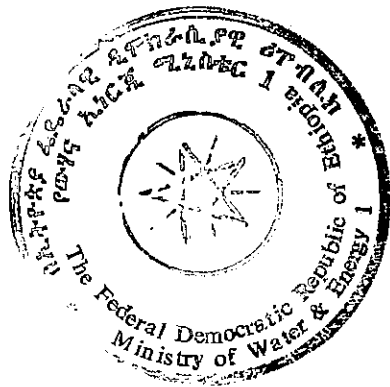
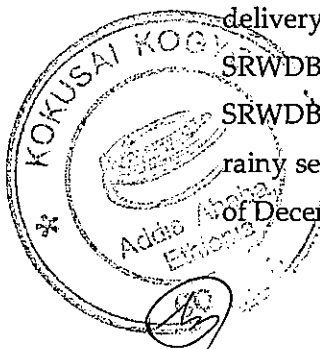
Y.S.

the ground pumps, submersible pumps, and generators would be brought under the management of UNHCR after their handover. MoWE suggested that SRWDB and UNHCR sign a document on the equipment to confirm that the equipment would be managed by UNHCR until the whole system was eventually handed over to SRWDB.

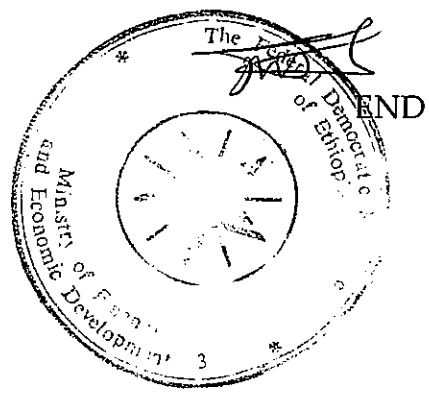
SRWDB mentioned that the O&M of facilities in the system was conducted by UNHCR at present and that SRWDB was not involved and that the case was the same this time.

7) Other relevant issues

JICA raised concern about the delivery plan of water tanks, pointing out the fact that only seven water tanks had been delivered to woerdas at this time. JICA also added that if the delivery was not properly done, JICA might have to stop further assistance to SRWDB. SRWDB replied that it was asking for assistance from stakeholders and other organizations. SRWDB added that it was difficult to immediately deliver all the 150 tanks at one time due to rainy season but that it would make the maximum effort to send out all the tanks by the end of December 2012.



40

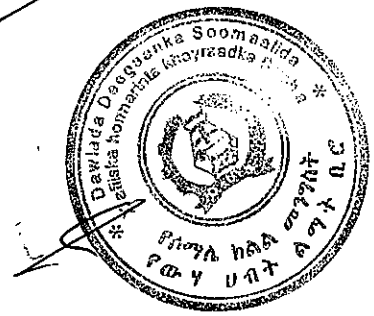


END



Y.S.

Handwritten signature



Appendix-1

ATTENDANCE LIST

ETHIOPIAN SIDE

Ministry of Water and Energy (MoWE)

Dr. Markos Wijore	Director, Water Sector Support and CB Directorate
Mr. Abebe Gulma	Emergency Wash Coordinator

Somali Region Water Resources Development Bureau (SRWDB)

Mr. Mohamed A. Bihi	Water supply scheme management core process
Mr. Mohamud Mohamed	Water supply study design case coordinator
Mr. Dinku Gutema	Advisor

Administration for Refugee and Returnee Affairs (ARRA)

Mr. Samuel	Zonal coordinator
------------	-------------------

Disaster Provision and Preparedness Bureau (DPPB)

Mr. Guled	Head of DPPB in Jijiga
-----------	------------------------

Kabribeyah Town Water Supply Utility Office

Mr. Ahmed	Manager
-----------	---------

Godey Town Water Supply Utility Office

Mr. Ismail	Manager
------------	---------



Ministry of Finance and Economic Development (MoFED)

Mr. Wossen Demissie	Expert
---------------------	--------

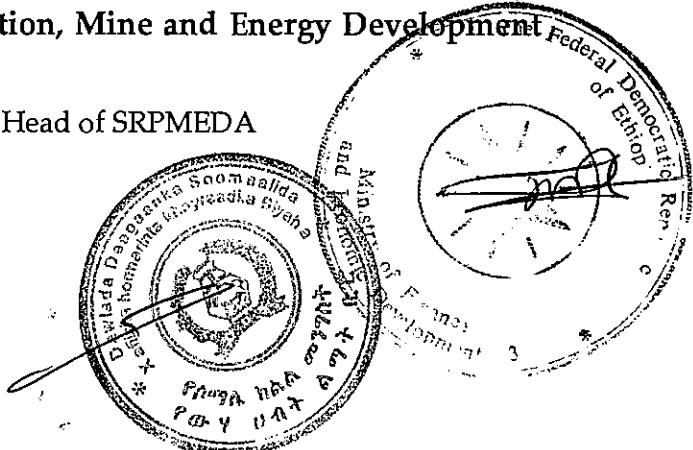
Y.S.

United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR)

Mr. Dereje Bogale	Food Security & Nutrition Assistant
-------------------	-------------------------------------

Somali Regional State Environmental Protection, Mine and Energy Development Agency

Mr. Abdikadir Ahmed Khalif	Acting Head of SRPMEDA
----------------------------	------------------------



JAPANESE SIDE

JICA Study Team

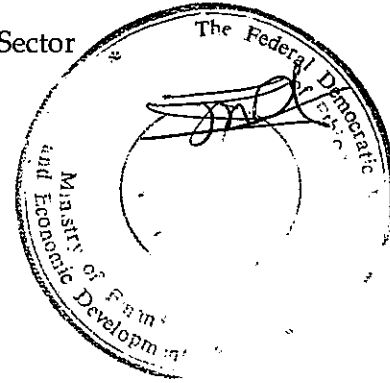
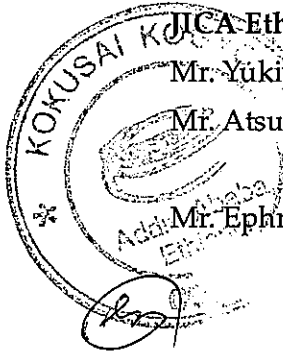
- Mr. Toshiyuki Matsumoto
- Mr. Naoki Yasuda
- Mr. Kenichi Ishii
- Mr. Daisuke Sakamoto
- Mr. Shigeki Kihara
- Ms. Masami Takahata

- Team Leader of Study Team
- Sub-Leader/O&M and Management
- Water Supply Planning1/Facilities Design
- Water Supply Planning2/Cost Estimation
- Hydrogeology/Water quality
- Procurement1/Logistical Support

JICA Ethiopia Office

- Mr. Yukiyasu Sumi
- Mr. Atsushi Nasimoto
- Mr. Ephrem Fufa Beta

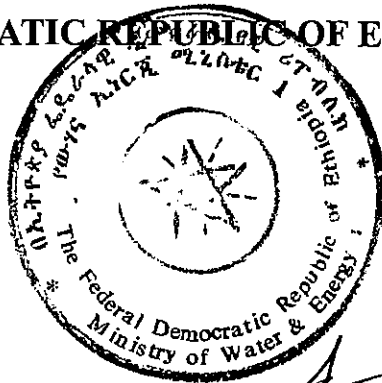
- Project Formulation Advisor (Water Sector)
- Project Formulation Advisor for Drought in the Horn of Africa
- In-house Consultant for Water Sector



Y.S.



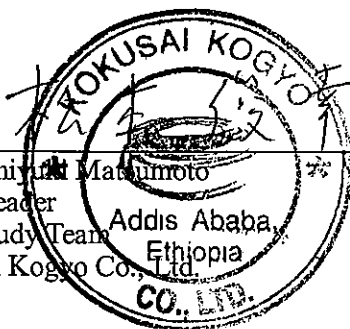
MINUTES OF MEETING
ON
THE 2nd STEERING COMMITTEE
FOR
THE STUDY ON
JARAR VALLEY AND SHEBELE SUB-BASIN WATER SUPPLY
DEVELOPMENT PLAN, AND EMERGENCY WATER SUPPLY
IN
THE FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC OF ETHIOPIA



Jijiga, Somali Region
 April 4th, 2013

MARKOS WIJORE (Dr.)
 Director, Water Sector Support and
 Capacity Building Directorate

Dr. Markos Wijore
 Director, Waters Sector and Capacity Building
 Directorate
 Ministry of Water and Energy
 Federal Democratic Republic of Ethiopia



Mr. Toshiyuki Matsumoto
 Team Leader
 JICA Study Team
 Addis Ababa, Ethiopia
 Kokusai Kogyo Co., Ltd.



For
 Ms. Fartuun Cabdi Mahdi
 Bureau Head
 Somali Region Water Development Bureau
 Federal Democratic Republic of Ethiopia



Witnessed by
 Dr. Yuji Maruo
 Senior Advisor
 Japan International Cooperation Agency
 (JICA)



For
 Witnessed by
 Mr. Dereje girma
 Senior Desk Officer
 Ministry of Finance and Economic
 Development

In response to the official request of the Government of the Federal Democratic Republic of Ethiopia (hereinafter referred to as "the Government of Ethiopia"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preparatory Study Team of Ethiopia Office. The Japanese side and the Ethiopian side came to an agreement on the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") which was signed on Dec. 23rd, 2011.

JICA sent to Ethiopia the JICA Study Team (hereinafter referred to as "the Team") for THE STUDY ON JARAR VALLEY AND SHEBELE SUB-BASIN WATER SUPPLY DEVELOPMWNT PLAN, AND EMERGENCY WATER SUPPLY (hereinafter referred to as "the Study"). The Team held the second Steering Committee ("SC") Meeting with the officials of the Ministry of Water and Energy (hereinafter referred to as "MoWE"), Somali Region Water Development Bureau (hereinafter referred to as "SRWDB") and other authorities concerned with the Study. The list of those who attended the SC Meeting is shown in Appendix-1.

In the course of discussions, SC members confirmed the main items described in the Interim Report (hereinafter referred to as "IT/R"). The Team will submit the Final Report of the Study in August 2013, when the Study comes to an end.

1. Explanation of IT/R

The Team submitted sixteen (16) copies of IT/R to MoWE, SRWDB and other relevant authorities on 25th and 26th March, 2013.

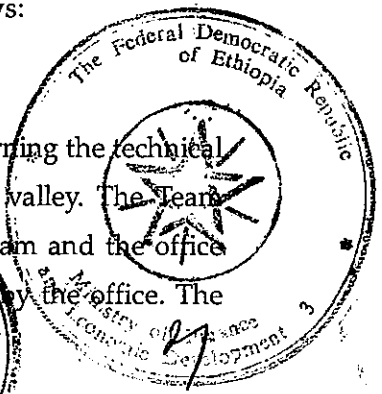
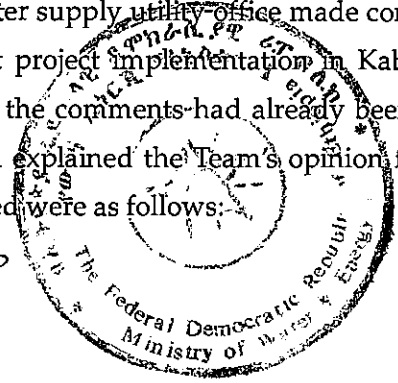
At the meeting, the Team made presentation on the progress of the Study focusing on the results of water resources utilization evaluation survey (hydrology, geology, hydrogeology, water quality), water supply plan including the pilot project, the emergency water supply and C/P Training, O&M, Socio-economic survey and environmental and social consideration. The participants had some discussions on these topics.

After the discussion, the Ethiopian side agreed on the contents of IT/R in principle, in particular, on the methodology of the Study, the Study results and future schedule of the Study.

Major issues and the contents of the discussions regarding IT/R are as follows:

Comments on IT/R and the presentation

Kabribeyah water supply utility office made comments on the issues concerning the technical aspects of pilot project implementation in Kabribeyah town and in Jarar valley. The Team replied that all the comments had already been discussed between the Team and the office once and again explained the Team's opinion for all the comments made by the office. The comments raised were as follows:



Handwritten mark resembling the number '5'.

Handwritten signature or initials.

Handwritten signature or initials.

- No relation between the office and the contractor that conducted the pilot project
- The wells need stainless steel riser pipes
- The quality of the PVC transmission pipeline is not good
- The proposed design of the animal trough is not familiar
- The water supply points constructed near the JICA wells are not close to the community
- The office can not install the remaining (3rd) surface pump by itself and will seek for assistance from UNHCR.
- The raw water from the well contains high Ca and Fe and thus it needs some corrective measures.

SRWDB asked if the Team has any plans to expand the water supply system in Godey Town. The Team explained again the outline of the master plan for Godey Town and the pilot project in Godey Town to stress that the five water supply points constructed in the pilot project will be connected to the main system that is going to be upgraded in the master plan.

Godey Town water supply utility office requested that the present water supply system be improved and a water truck be delivered to the town. The Team replied that the improvement of the system would be realized when the master plan was implemented and that the office should consult with SRWDB though the Team had recommended one water truck to be used in Godey Town.

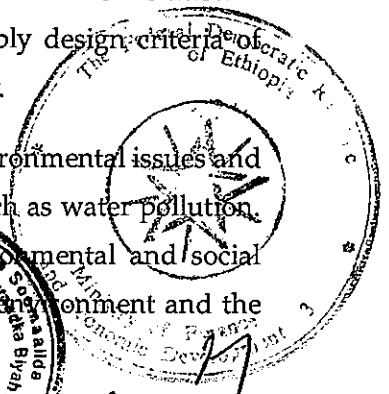
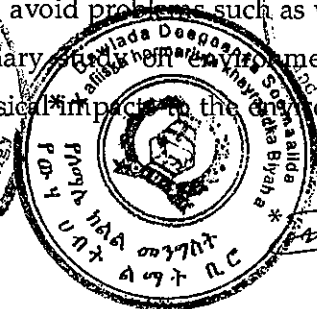
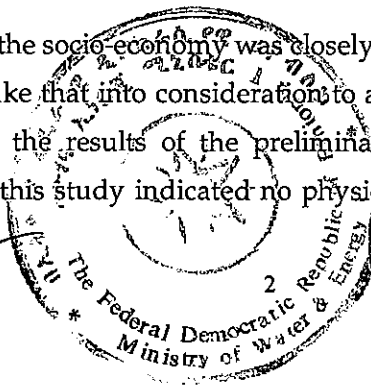
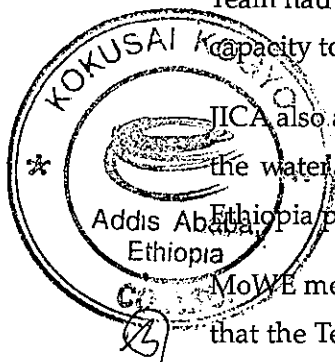
JICA asked several questions about the water supply master plan and about its O&M aspect for confirmation. The Team confirmed all the points. The questions raised are as follows:

- whether the Team has explained that a feasibility study would be conducted for Godey Town
- whether the capacity development plan for Kabribeyah water utility office will be included

JICA also asked if the Team had sufficient socio-economic and financial data to make decisions on the viability of the project in terms of cost recovery. The Team answered that the Team had collected enough data and would analyze the viability of the project with the use of capacity to pay data that would be calculated from the household income data.

JICA also asked why the water for fire fighting of 10% of storage tank volume was included in the water supply plan. The Team answered that the urban water supply design criteria of Ethiopia proposed the water for fire fighting be included in water supply.

MoWE mentioned that the socio-economy was closely related to the environmental issues and that the Team should take that into consideration to avoid problems such as water pollution. The Team replied that the results of the preliminary environmental and social consideration so far in this study indicated no physical impact on the environment and the



issue would be rather a social one (donkey water sellers).

MoWE asked the Team that the water quality evaluation should be done using also more practical criteria such as potable or not-potable. The Team replied that such classification of water had been conducted with the use of WHO and Ethiopian water quality guidelines and was already included in the report.

MoWE also made some detailed comments on how the report describes the basins in Somali Region and others. The Team asked MoWE to send corrections on the report in writing to the leader of the Team later and also promised to use proper basin names in consideration of the main twelve basins.

MoWE commented that it would be better to separate the report into several volumes based on the field of the contents. The Team replied that it was considering producing DF/R in at least three volumes and would like to discuss the detail with MoWE later.

2) Other issues

The Team raised the following topics for discussion after the questions and answers session.

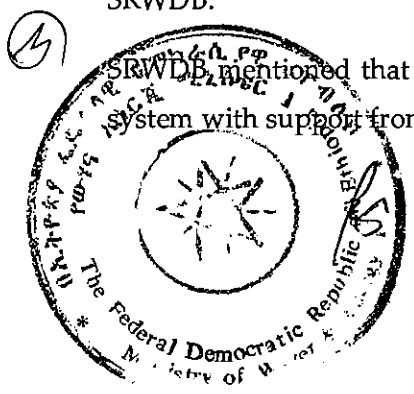
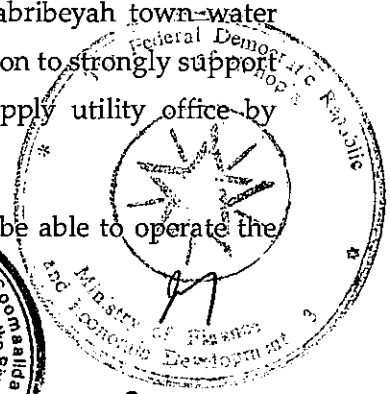
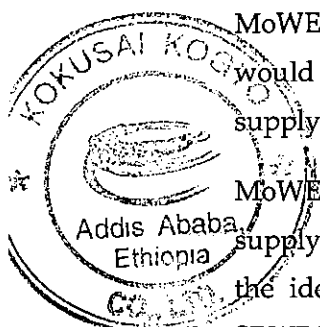
- Better use of water resources evaluation (hydrogeological) maps in future
- Effective use of the proposed master plans
- Future of water supply in Kabribeyah town

MoWE commented that the idea of distributing such maps was fine and the experts of the Ethiopian side would naturally know how to utilize the maps once they received hard or soft copies. JICA added that similar maps were provided to GSE (geological survey of Ethiopia) for sale after the Rift Valley Lakes Basin project and that JICA was planning also a workshop to make presentation of the maps at the time of presentation of DF/R. The Team added that the water resources study and management core process was expected to play an important role in dissemination of the maps.

MoWE also replied that the woredas for which water supply master plans was prepared would check its consistency with national plan and would use the plan as the woreda's water supply master plan.

MoWE also agreed to the idea of providing capacity building to Kabribeyah town water supply utility office in immediate future. ARRA also expressed its opinion to strongly support the idea of providing capacity development to the town water supply utility office by SRWDB.

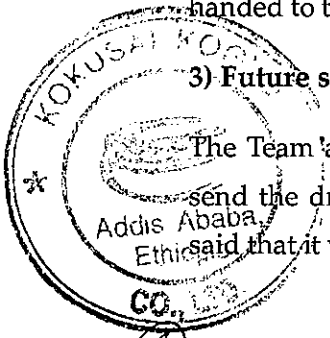
SRWDB mentioned that Kabribeyah town water supply utility office would be able to operate the system with support from SRWDB if capacity development is done.



SRWDB also added that the bureau would be ready to give comments on the DF/R if it was handed to them early enough.

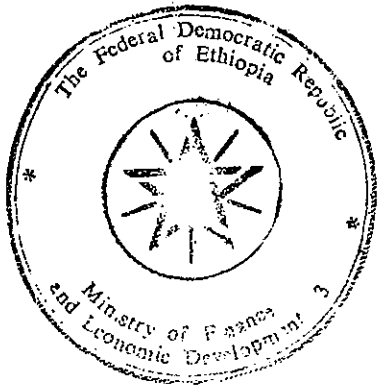
3) Future schedule

The Team announced that it would prepare DF/R by the beginning of July 2013 and would send the draft reports to all members of the steering committee in advance. The Team also said that it would schedule the next steering committee meeting tentatively for 10 July 2013.



Handwritten mark resembling a stylized 'A' or 'K'.

Handwritten mark resembling a stylized 'A' or 'K'.



END

Appendix-1

ATTENDANCE LIST

ETHIOPIAN SIDE

Ministry of Water and Energy (MoWE)

Dr. Markos Wijore Director, Water Sector Support and CB Directorate
 Mr. Abebe Gulma Emergency Wash Coordinator

Somali Region Water Resources Development Bureau (SRWDB)

Ms. Fartuun Cabdi Mahdi Bureau Head
 Mr. Elias Hussein Water supply core process owner
 Mr. Ahmednur Abdulahi NGO and Emergency Coordination
 Mr. Nour Mohamed Water Supply Scheme Management CP
 Mr. Abdi Mohamed Planning M&E SP

Administration for Refugee and Returnee Affairs (ARRA)

Mr. Samuel Zonal coordinator

Bureau of Finance and Economic Development (BoFED)

Mr. Mubashir Dibad Raage Deputy Head of BoFED in Somali Region

Kabribeyah Town Water Supply Utility Office

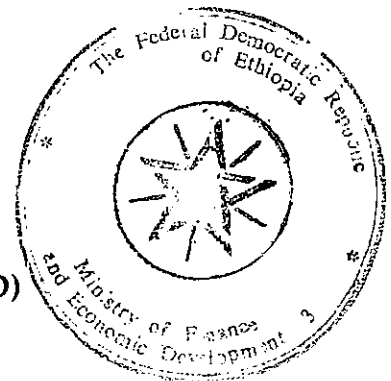
Mr. Ahmed Abdi Aden Manager

Godey Town Water Supply Utility Office

Mr. Mohamed Isak Manager

Ministry of Finance and Economic Development (MoFED)

Mr. Dereje Girma Senior Desk Officer



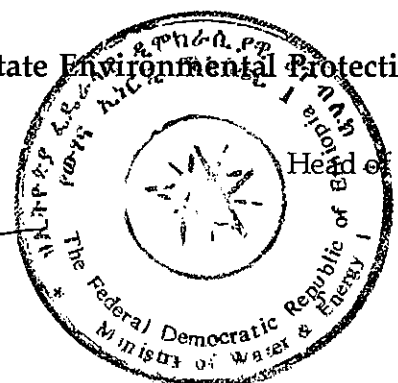
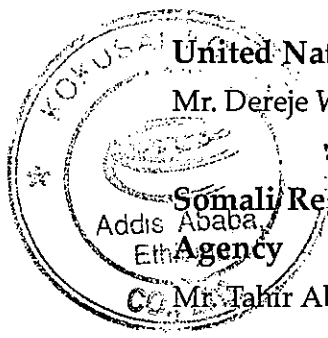
United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR)

Mr. Dereje Wubishet Associate Program Officer

Handwritten mark resembling the number '97'.

Somali Regional State Environmental Protection, Mine and Energy Development Agency

Mr. Tahir Abdulla Head of Department



Handwritten mark resembling the number '2'.

Handwritten mark resembling the number '5'.

Handwritten signature or mark.

JAPANESE SIDE

JICA Study Team

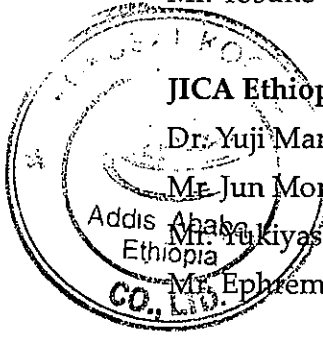
Mr. Toshiyuki Matsumoto
 Mr. Naoki Yasuda
 Mr. Kenichi Ishii
 Mr. Daisuke Sakamoto
 Mr. Shigeki Kihara
 Mr. Tamotsu Ishii
 Mr. Shoji Masumura
 Mr. Yosuke Yamamoto

Team Leader of Study Team
 Sub-Leader/O&M and Management
 Water Supply Planning1/Facilities Design
 Water Supply Planning2/Cost Estimation
 Hydrogeology/Water quality
 Mechanical Equipment
 Social-economic survey
 Coordinator

JICA Ethiopia Office

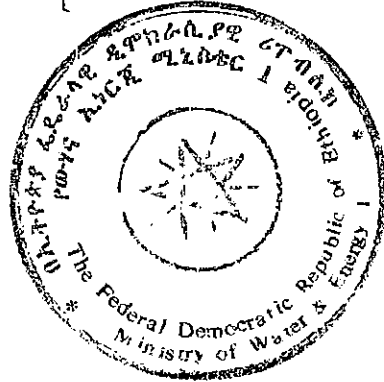
Dr. Yuji Maruo
 Mr. Jun Moriguchi
 Mr. Toshiyuki Sumi
 Mr. Ephrem Fufa Leta

Senior Advisor
 Assistant Director
 Project Formulation Advisor (Water Sector)
 In-house Consultant for Water Sector

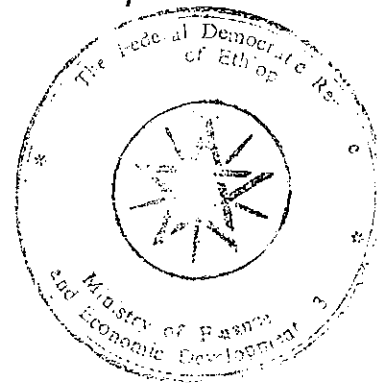


③

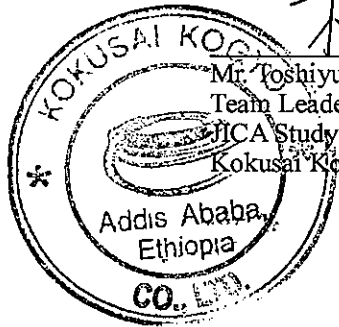
AK



27



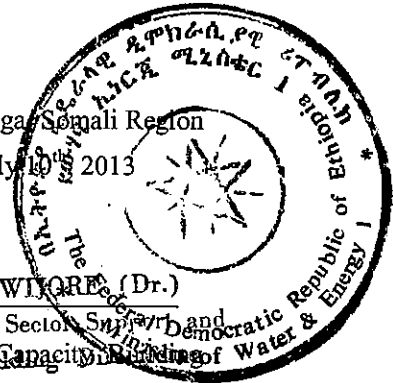
MINUTES OF MEETING
ON
THE 3rd STEERING COMMITTEE
FOR
THE STUDY ON
JARAR VALLEY AND SHEBELE SUB-BASIN WATER SUPPLY
DEVELOPMENT PLAN, AND EMERGENCY WATER SUPPLY
IN
THE FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC OF ETHIOPIA



松本 俊幸

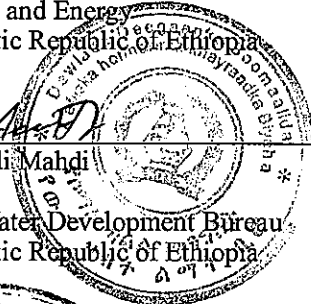
Mr. Toshiyuki Matsumoto
 Team Leader
 JICA Study Team
 Kokusai Kogyo Co., Ltd.

Jijiga Somali Region
 July 10, 2013



MARKOS WIJORE (Dr.)

Dr. Markos Wijore, Director, Water Sector Support and Capacity Building Directorate, Ministry of Water and Energy, Federal Democratic Republic of Ethiopia

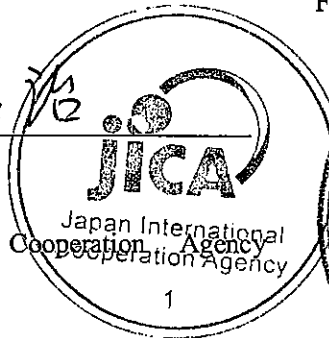


Fartuun Cabdi Mahdi

Ms. Fartuun Cabdi Mahdi
 Bureau Head
 Somali Region Water Development Bureau
 Federal Democratic Republic of Ethiopia

井尾 祐治

Witnessed by
 Dr. Yuji Maruo
 Senior Advisor
 Japan International
 Cooperation Agency
 (JICA)



Witnessed by
 Mr. Meseret Abche
 Expert of Asia ODA program, Bilateral
 Cooperation Directorate
 Ministry of Finance and Economic
 Development

Kokeb Misrak
 Bilateral Cooperation Directorate
 Director

In response to the official request of the Government of the Federal Democratic Republic of Ethiopia (hereinafter referred to as "the Government of Ethiopia"), the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preparatory Study Team of Ethiopia Office. The Japanese side and the Ethiopian side came to an agreement on the Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") which was signed on Dec. 23rd, 2011.

JICA sent to Ethiopia the JICA Study Team (hereinafter referred to as "the Team") for THE STUDY ON JARAR VALLEY AND SHEBELE SUB-BASIN WATER SUPPLY DEVELOPMWNT PLAN, AND EMERGENCY WATER SUPPLY (hereinafter referred to as "the Study"). The Team held the third Steering Committee ("SC") Meeting with the officials of the Ministry of Water and Energy (hereinafter referred to as "MoWE"), Somali Region Water Development Bureau (hereinafter referred to as "SRWDB") and other authorities concerned with the Study. The list of those who attended the SC Meeting is shown in the Appendix.

In the course of discussions, SC members confirmed the main items described in the Draft Final Report (hereinafter referred to as "DF/R").

1. Explanation of DF/R

The Team submitted twenty (20) copies of DF/R to MoWE, SRWDB and other relevant authorities on 28th June and 1st July, 2013.

At the meeting, the Team made presentation on the results of the Study focusing on the results of water resources (groundwater) utilization evaluation survey (hydrology, geology, hydrogeology, water quality) and of the water supply plan. The presentation also included the following topics:

- the feasibility study for Godey Town,
- the emergency water supply
- the current situation of O&M and O&M plan,
- Socio-economic survey
- Environmental and social consideration.

The participants had discussions on these topics.

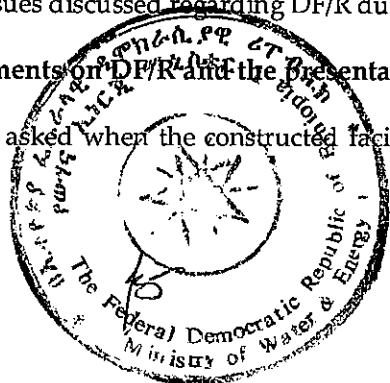
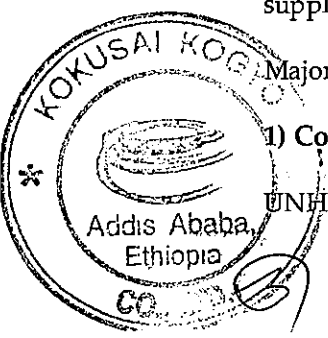
After the discussion, the Ethiopian side agreed on the overall contents of DF/R, in particular, the proposed water supply master plans and the result of the feasibility study of the water supply plan for Godey Town.



Major issues discussed regarding DF/R during the meeting are as follows:

1) Comments on DF/R and the Presentation

UNHCR asked when the constructed facilities in Kabribeyah town will be officially handed



Handwritten signature

Handwritten signature

over. The Team answered that the completion ceremony had already been conducted in April in the presence of UNHCR and Kabribeyah town water supply utility office and that the Team regarded the facilities had already been handed over. The team added that it understood that UNHCR is in charge of the O&M of the facilities but should discuss this with Kabribeyah town water supply office if necessary.

UNHCR and Kabribeyah water supply utility office raised concern about the one JICA borehole that has not been functional. The Team asked them to first to check the pump condition and water level in the borehole using the dip meter that was to be supplied to SRWDB and make the assessment based on the data.

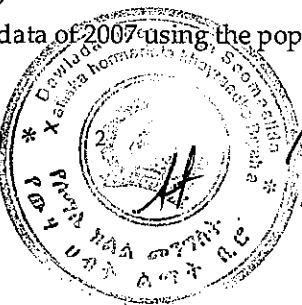
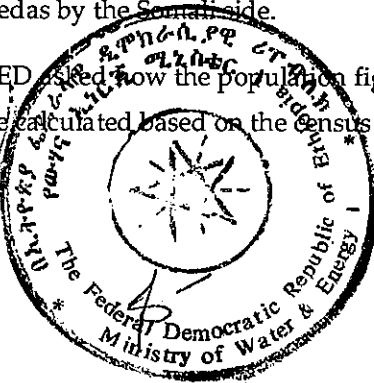
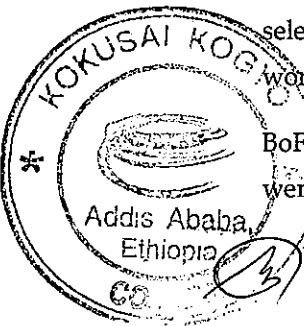
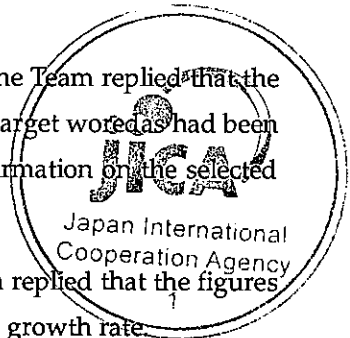
Godey town water supply utility office asked why the implementation period for Godey town system is as long as four years and if there was any possibility of project realization. The Team replied as follows: In order to attain 100% supply ratio in 2020, 16 months will be needed for detailed design and tender and additional 24 months for implementation. Thus, the total period will be about four years. The Team also replied that the Ethiopian side was expected to move on to secure fund for the project on its own because the study end at this F/S stage.

Godey town water supply utility office asked for supply of one of the five water trucks for the purpose of utilizing the constructed five water supply points that are not connected to the distribution network. The Team replied that the trucks had already been procured and asked the office to negotiate the deployment of the truck with SRWDB. The Team added that it had already asked SRWDB to assign one truck to Godey Town.

Bureau of Finance and Economic Development (BoFED) asked if this project would be sustainable when the study had been conducted mostly by the study team with little involvement of the regional government. The Team replied that it had conducted workshops and a C/P meeting and also that each team member reported the progress regularly to their C/P persons of SRWDB during the study.

BoFED asked what were the criteria for the selection of 16 woredas. The Team replied that the area of study had been determined based on R/D document and that target woredas had been selected based on the area. The Team added that the Team had confirmation on the selected woredas by the Somali side.

BoFED asked how the population figures were determined. The Team replied that the figures were calculated based on the census data of 2007 using the population growth rate.



Handwritten signature or initials.

Handwritten mark or signature.

BoFED asked if JICA had any contingency or back up plans for the project. The Team replied that this Study ended at F/S level and that JICA had no specific plan to conduct any specific project at the moment.

SRWDB commented that it was highly satisfied about the results of the Study but would like to give some comments. The comments made by SRWDB are as follows:

- Some of the comments made by SRWDB in previous SC meetings had not been reflected yet.
- The budget for five years of SRWDB amounts to 293 million.
- The implementation period of borehole system is too long. It is about four months from the experience of the bureau and implementation of a birka takes only six months.
- The O&M cost of water supply plans for woredas is too high.

The Team replied that it would discuss some of the comments with SRWDB at another occasion to ask for more specific comments in written form and answered the other comments as follows:

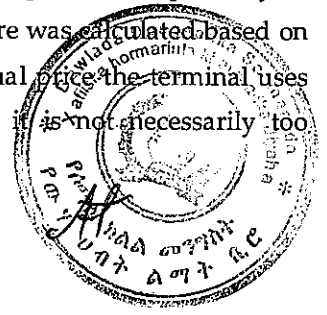
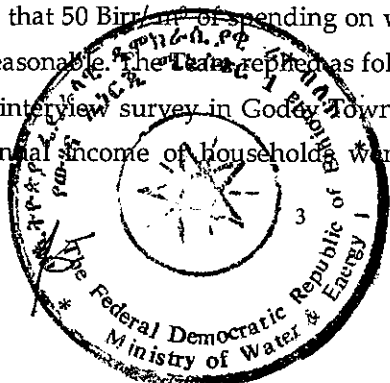
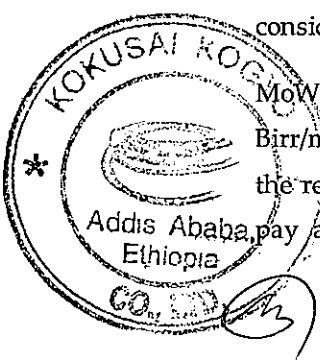
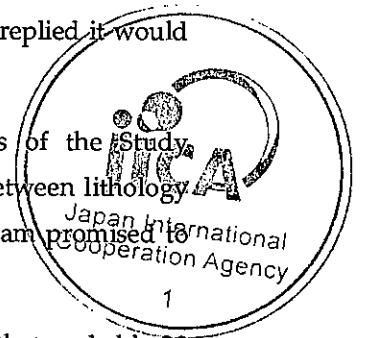
- The budget figure shown in the report (DF/R) is the data the Team obtained from SRWDB as one year budget.
- The period of a borehole system implementation covers the preparation period of designing and geophysical prospecting as well as tender in addition to drilling work. It also considered the experience of the pilot project. Thus the Team regards one year as reasonable.
- The project and O&M costs were calculated based on quantities and unit price and the unit price is of Somali local price. Thus, the Team considers it to be reasonable. The detailed data for calculation will be attached to the final report. It should be noted that the fuel cost to operate generators accounts for as large portion of the O&M cost.

Ministry of Water and Energy (MoWE) commented that some figures and tables were too fine to see and those should be enlarged. The Team replied it would do so.

MoWE asked the Team to provide the shape files to the Ministry. The Team replied it would do so.

MoWE made some technical comments on the hydrogeological aspects of the Study (inclusion of geological structure in the potential evaluation map, relation between lithology and water quality, evaluation of Amba Aradam sandstone aquifer). The Team promised to consider their comments in the final report.

MoWE commented that 50 Birr/m³ of spending on water was too high and that probably 20 Birr/m³ would be reasonable. The Team replied as follows: the figure was calculated based on the results of field interview survey in Godey Town. It is the actual price the terminal uses to pay and if the annual income of household were considered, it is not necessarily too



expensive. If the price is set at 20 Birr, the result will be different.

MoWE suggested that the member list and photos be moved to the appendix. The Team replied that it would consider the idea.

MoWE commented that basic data for cost estimation was not shown in the F/S report. The Team replied that it would attach the data sheets used for cost estimation to the final report.

MoWE commented that 1500 Birr per month as ability to pay is too high. The Team replied that it should have been 1500 Birr per year and that it would be equivalent to about 120 Birr per month, which was not too expensive.

MoWE suggested that introduction of progressive tariff system might be possible. SRWDB commented that flat rate worked better from its experience. The Team replied that it would consult with SRWDB on this issue.

MoWE suggested that changing conditions of the project was worth consideration to find ways to make the project more feasible. The Team replied that the most of the O&M cost was explained by fuel cost and that it would try to see how much reduction in O&M cost could be achieved if the commercial power supply was used in the F/S report.

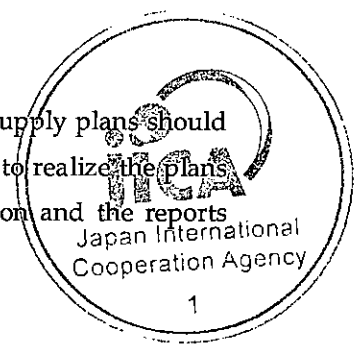
JICA commented that current legend notation of "Q series" in the geological map should be reconsidered and suggested an option. MoWE said that it would not agree to the option. The Team mentioned that the Q series layers do not have enough thickness in the area and that it would reconsider the expression in consideration of the suggested options.

2) Other issues

The Team suggested two issues for discussion.

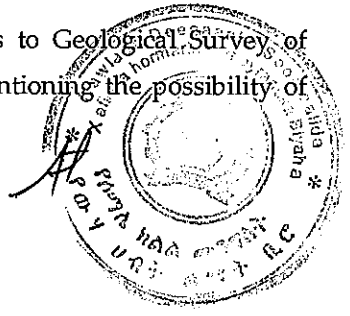
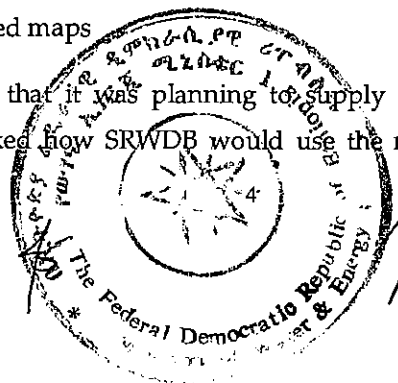
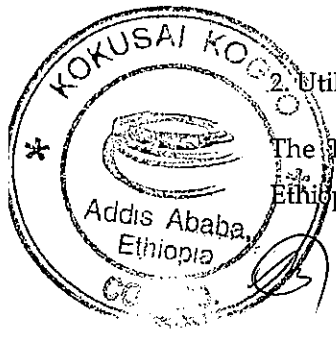
1. Utilization of proposed water supply plans

MoWE gave its opinions about the issue as follows: the proposed water supply plans should be shared with each of the woredas concerned so that they can move on to realize the plans on its own. SRWDB should provide assistance in sharing the information and the reports should be provided to the woredas. The other parties agreed to this idea.



2. Utilization of produced maps

The Team commented that it was planning to supply the maps to Geological Survey of Ethiopia (GSE) and asked how SRWDB would use the maps mentioning the possibility of



A handwritten signature or mark.

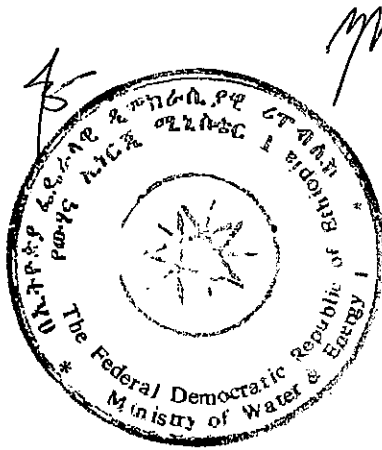
involvement of the Water Resources Study and Management core process of SRWDB mentioned that collection and utilization of various data at the regional level as well as the federal level was important. The other parties agreed to this idea.

The Team mentioned that it would consider supplying the maps to GSE, MoWE, SRWDB. MoWE commented that it would like to have 30 copies and also the water point data so it would integrate the data into its database.

3) Future schedule

The Team asked the participants to send any additional comments by E-mail to the Team leader by 25 July 2013.

The Team announced that it would prepare the final report of the study containing all the comments from the members of the 3rd Steering Committee by the end of August 2013. The Team also mentioned that it would send these reports to MoWE through JICA Ethiopia office by the middle of September 2013 from Japan.



END



Appendix

ATTENDANCE LIST

ETHIOPIAN SIDE**Ministry of Water and Energy (MoWE)**

Dr. Markos Wijore Director, Water Sector Support and CB Directorate
 Mr. Tesfaye Tadese Director, Groundwater Study Development & Management Directorate

Somali Region Water Resources Development Bureau (SRWDB)

Mr. Abdirashid Mohamed Bureau Deputy Head
 Mr. Ali Mohamed Water Resources Study & Management CP Owner
 Mr. Mohamed A Bihi Water supply scheme management CP Owner

Administration for Refugee and Returnee Affairs (ARRA)

Mr. Dawit Huddis Environmental officer

Bureau of Finance and Economic Development (BoFED)

Mr. Abdulahi Weirah Karie Officer
 Mr. Abdurahman Shek Hassan Officer

Kabribeyah Town Water Supply Utility Office

Mr. Abdifetah Beshir Manager

Godey Town Water Supply Utility Office

Mr. Mohamed Isak Manager

Ministry of Finance and Economic Development (MoFED)

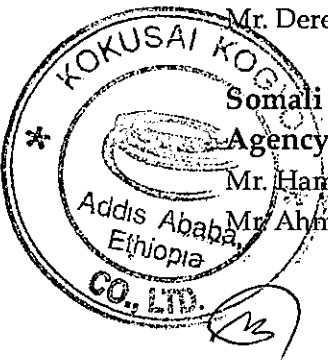
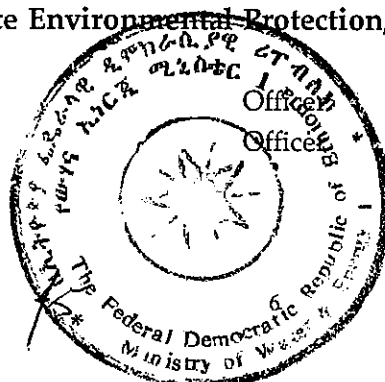
Mr. Meseret Abebe Expert on Asia ODA program, Bilateral Cooperation Directorate

United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR)

Mr. Dereje Bogale Program associate

**Somali Regional State Environmental Protection, Mine and Energy Development Agency**

Mr. Hamdi Abdulahi
 Mr. Ahmed Muhamed



mm

A

JAPANESE SIDE
JICA Ethiopia Office

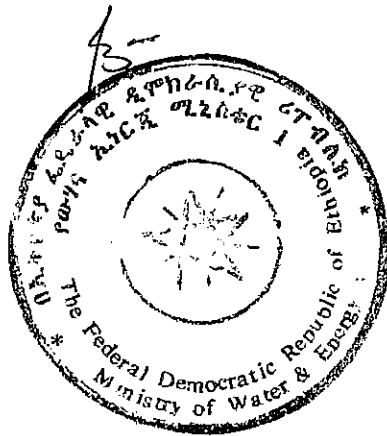
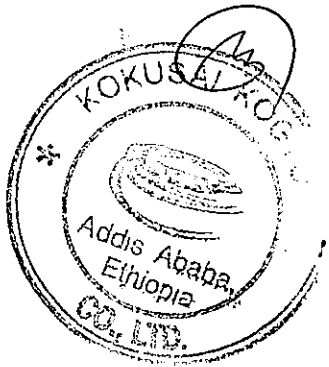
Dr. Yuji Maruo
Mr. Jun Moriguchi
Mr. Yukiyasu Sumi

Senior Advisor
Assistant Director
Project Formulation Advisor (Water Sector)

JICA Study Team

Mr. Toshiyuki Matsumoto
Mr. Naoki Yasuda
Mr. Kenichi Ishii
Mr. Shigeki Kihara
Mr. Yosuke Yamamoto

Team Leader of Study Team
Sub-Leader/O&M and Management
Water Supply Planning1/Facilities Design
Hydrogeology/Water quality
Coordinator



⌘



添付資料（確認書）



KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

Overseas Operations Department:
2 Rokubancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0075, Japan
TEL:**81-3-6361-2452 FAX:**81-3-3237-5477

*The Study on Jarar Valley and Shebele Sub-basin Water Supply Development Plan, and
Emergency Water Supply in The Federal Democratic Republic of Ethiopia*

Date: 9 July 2013

Ref: No.35/TM/13

**Re: Note of Confirmation on the Supply and Management of the Equipment and
Facilities for the Pilot Project in Kabribeyah Town**

The two parties named at the bottom of this document mutually confirmed the following:

The equipment and facilities installed by JICA in Jarar Valley water supply system within the headed study have been supplied to Somali Regional Water Bureau (SRWDB) and all the equipment and facilities except for the public water taps in Kabribeyah Town will be managed and maintained by UNHCR Jijiga sub-office that is currently in charge of management of the system. The installed equipment and facilities are listed below:

Equipment

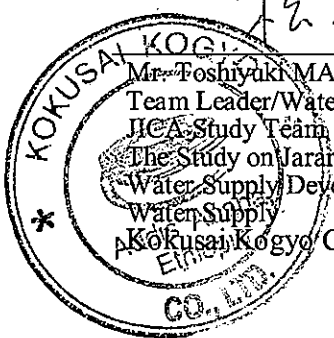
- Three (3) surface pumps to be installed at the pumping station and booster pump station
- Two (2) submersible pumps to be installed in JICA well No-1 and No-2
- Two (2) generators to be installed at JICA well No-1 and No-2



Facilities

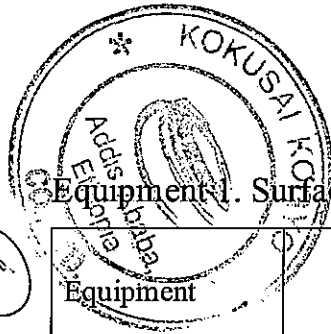
- Five (5) public taps with a water tank and a cattle trough
- Two (2) borehole wells
- Two (2) generator houses for each well
- One (1) conveyance pipeline system connecting the two borehole wells to the existing system
- Two (2) public taps the near the two borehole wells

The detailed information of the items above is attached to this document (see attached sheet 1, 2, and 3).

松本 俊幸

 Mr. Toshiyuki MATSUMOTO
Team Leader/Water Resources Development Plan for
JICA Study Team
The Study on Jarar Valley and Shebele Sub-basin
Water Supply Development Plan, and Emergency
Water Supply
Kokusai Kogyo Co., Ltd.


Ms. Fartuun Cabdi Mahdi
Head of Somali Regional Water
Development Bureau




Equipment 1. Surface and Booster Pumps

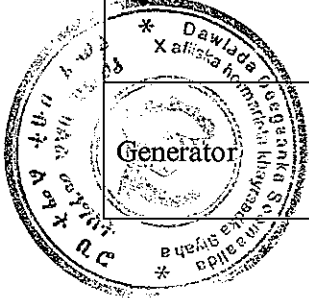
Equipment	Brand and Model	Specifications			Qt'y	Remark
		Head (m)	Discharge (m ³ /hr)	Power (kW)		
Surface Pump	Rovatti pump ME100K80-90/4A-TB Type: Y2-2805-2	223	75 at 214m	75kW, 100HP	3	- Green painted, - Equipped with control panel and connecting cable SN: 00710019004 SN: 0000040009 SN: 7004682

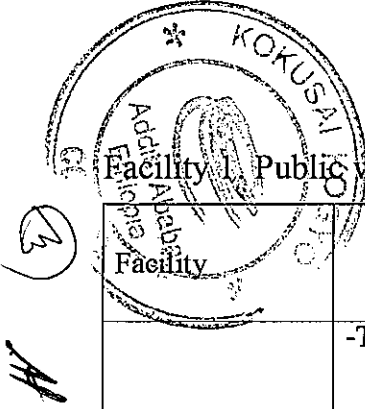
Equipment 2. Submersible Pumps

Equipment	Brand and Model	Specifications		Qt'y	Remark
		Discharge (m ³ /hr)	Max sand content		
Submersible Pump	WILO TWI 6.18-20-B-5D-R	5.13L/sec at 143m	50g/m ³	2	SN: 650161751 SN: 650161752 SN: 50248929/0001 (control panel) SN: 50248928/0001 (control panel)

Equipment 3. Generators for Submersible Pumps

Equipment	Brand and Model	Specifications		Qt'y	Remark
		Type	Power (kW)		
Generator	PRAMAC Model: GSW45 Type: SU 450 TPAW02	3 phase, diesel engine	34.4kW	2	- black painted, Perkins engine DK51278*U336511W DK51278*U335476W SN: PEE2525064 SN: PEE2524732



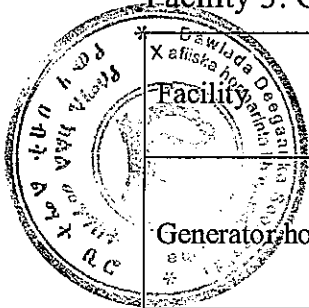

 Facility 1. Public water supply points

Facility	Components	Specifications		Qt'y	Remark
		Dimension (m)	Material		
Public tap	-Tap stand for human use with 6 taps with concrete apron and drain ditch -Elevated plastic water tank (10m ³) -Animal trough	1.5 (H) x 2 (W) x 1.8(L)	Reinforced concrete and blacks	5	Location 1. 998917 N, 287258 E 2. 1007263 N, 299597 E 3. 1007082 N, 300444 E 4. 1006601 N, 298715 E 5. 1006616 N, 299766 E * No-5 only has the tap stand
		1.4 (H) x 2.4 (W) x 10.6(L)	Tank: FRP		

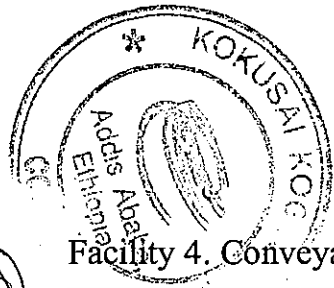
Facility 2. Borehole wells

Facility	Components	Specifications		Qt'y	Remark
		Depth	Diameter		
Borehole well	Borehole deep well with iron screen and casing pipes, and GI riser pipe, associated valves	200 m	8 inch	2	Location No1 : 1000179 N, 281113 E, No2 : 1000002 N, 280742 E

Facility 3. Generator house



Facility	Component	Specifications		Qt'y	Remark
		Dimension (m)	Material		
Generator house	A block walled housing for generator with ventilation holes with tin roof	3.4 (H) x 3.8 (W) x 7.4 (L)	Block and reinforced concrete and corrugated metal sheet	2	Location Located beside the wells No1 : 1000179 N, 281113 E, No2 : 1000002 N, 280742 E



Facility 4. Conveyance pipeline system

Facility	Component	Specifications			Qt'y	Remark
		Diameter	Length	Material		
Pipeline system	Conveyance pipe 1	75 mm	660 m	u PVC	1 set	Conveyance pipeline connects the 2 JICA wells and existing conveyance pipeline. Distribution pipelines connect the public water taps with the existing pipeline system. Includes valve boxes.
	Conveyance pipe 2	150 mm	2500 m	u PVC		
	Distribution pipes	50 - 75 mm	2088 m	GI, u PVC		

Facility 5. Additional water points near the JICA wells

Facility	Component	Specifications		Qt'y	Remark
		Dimension (m)	Material		
Public water supply point	Public water stand with 4 taps with apron and drain ditch (similar to standard of SRWDB).	4 (W) x 1.4 (H) x 1.2 (L)	Reinforced concrete	2 set	Location 30m from the well at each site

