

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

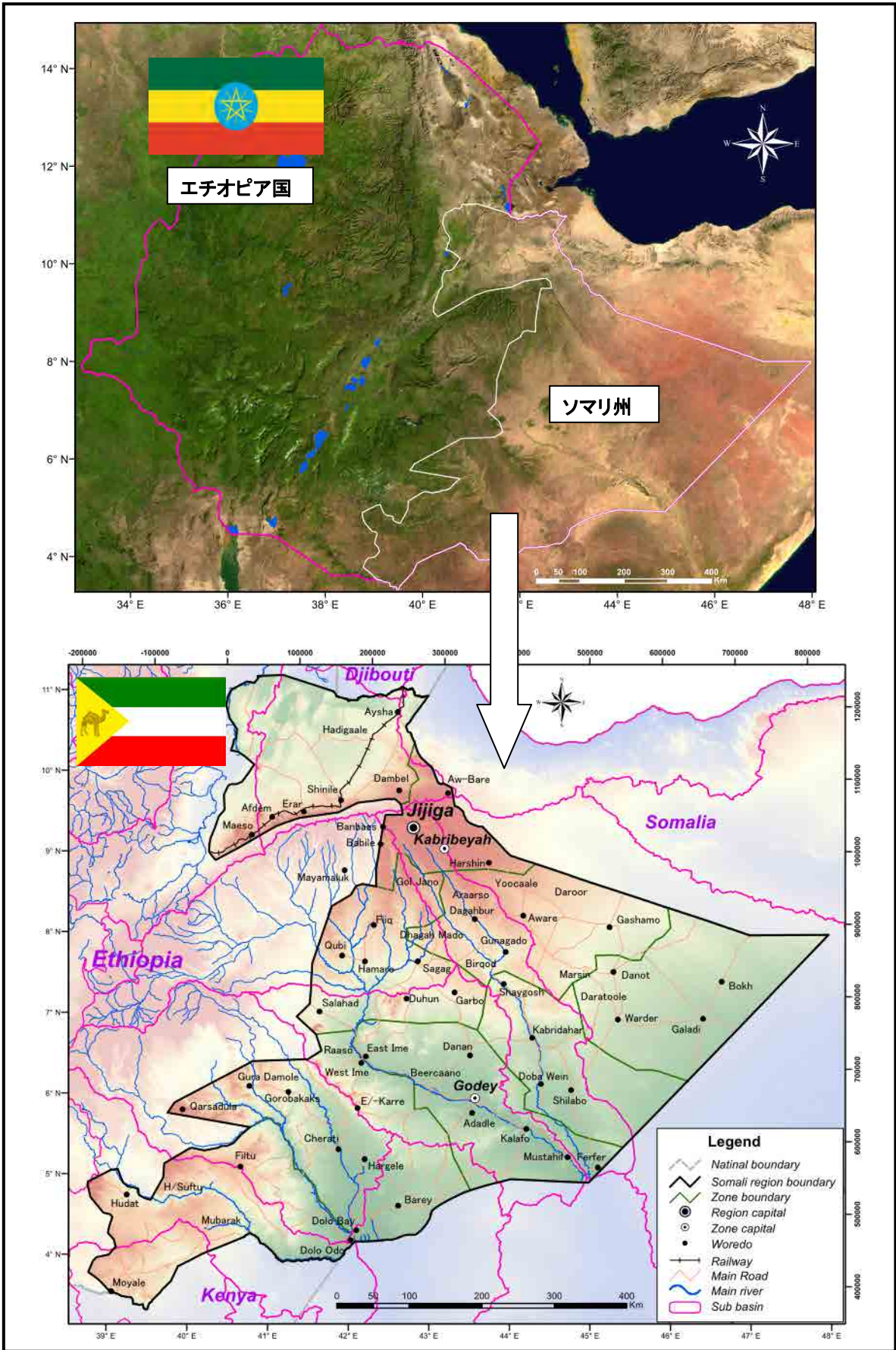
エチオピア連邦民主共和国
ジャラル溪谷及びシェベレ川流域
水資源開発計画策定・緊急給水プロジェクト

最終報告書 (3/7)

第2巻 給水計画

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 | 調査概要 | 1-1 |
| 1.1 | プロジェクトの概要 | 1-1 |
| 1.2 | レポート構成 | 1-4 |
| 1.3 | 第2巻の概要 | 1-6 |
| 2 | 給水計画の基礎データ | 2-1 |
| 2.1 | 目標年次と人口予測 | 2-1 |
| 2.1.1 | 国家政策(水セクター)..... | 2-1 |
| 2.1.2 | 目標年次と給水アクセス率 | 2-2 |
| 2.1.3 | 各年次の人口予測 | 2-3 |
| 2.2 | 水需要量 | 2-4 |
| 2.2.1 | 計画基準 | 2-4 |
| 2.2.2 | 水需要予測 | 2-8 |
| 2.3 | パイロットプロジェクトの結果と給水計画への活用 | 2-10 |
| 2.3.1 | 給水工事の結果 | 2-10 |
| 2.3.2 | 給水工事過程において観察された給水施設並びに工事の課題 | 2-15 |
| 2.3.3 | パイロットプロジェクトから抽出された非技術的問題点 .. | 2-19 |
| 2.3.4 | 給水計画への活用 | 2-20 |
| 3 | 水資源と既存施設 | 3-1 |
| 3.1 | 水資源の種類 | 3-1 |
| 3.2 | ジャラル溪谷地域の水資源 | 3-2 |
| 3.3 | シェベレ川流域の水資源 | 3-3 |
| 3.4 | 既存給水施設の現状 | 3-6 |
| 3.4.1 | ジャラル溪谷 | 3-6 |
| 3.4.2 | シェベレ川流域 | 3-7 |
| 3.5 | 給水施設の種類や規模 | 3-7 |
| 3.5.1 | ボアホール/浅井戸 | 3-7 |
| 3.5.2 | ビルカ | 3-11 |

| | | | |
|----------|-------|-------------------------------|------------|
| | 3.5.3 | ハフィールドダム | 3-12 |
| | 3.5.4 | 河川水 | 3-13 |
| 4 | | 各郡の給水計画と積算及び実施計画 | 4-1 |
| 4.1 | | Kabribeyah郡(村落域)..... | 4-1 |
| | 4.1.1 | 給水計画 | 4-1 |
| | 4.1.2 | 給水計画に伴う積算 | 4-3 |
| | 4.1.3 | 実施計画 | 4-5 |
| 4.2 | | Araarso郡..... | 4-10 |
| | 4.2.1 | 給水計画 | 4-10 |
| | 4.2.2 | 給水計画に伴う積算 | 4-13 |
| | 4.2.3 | 実施計画 | 4-13 |
| 4.3 | | Dagahbur郡 | 4-15 |
| | 4.3.1 | 給水計画 | 4-15 |
| 4.3.2 | | 給水計画に伴う積算 | 4-18 |
| | 4.3.2 | 実施計画 | 4-18 |
| 4.4 | | Birqod郡 | 4-20 |
| | 4.4.1 | 給水計画 | 4-20 |
| | 4.4.2 | 給水計画に伴う積算 | 4-22 |
| | 4.4.3 | 実施計画 | 4-22 |
| 4.5 | | Shaygosh郡..... | 4-23 |
| | 4.5.1 | 給水計画 | 4-23 |
| | 4.5.2 | 給水計画に伴う積算 | 4-25 |
| | 4.5.3 | 実施計画 | 4-25 |
| 4.6 | | Kabridahar郡 | 4-27 |
| | 4.6.1 | 給水計画 | 4-27 |
| | 4.6.2 | 給水計画に伴う積算 | 4-30 |
| | 4.6.3 | 実施計画 | 4-30 |
| 4.7 | | Doba Wein郡..... | 4-32 |
| | 4.7.1 | 給水計画 | 4-32 |
| | 4.7.2 | 給水計画に伴う積算 | 4-34 |
| | 4.7.3 | 実施計画 | 4-34 |
| 4.8 | | East Ime郡 | 4-36 |
| | 4.8.1 | 給水計画 | 4-36 |
| | 4.8.2 | 給水計画に伴う積算 | 4-39 |
| | 4.8.3 | 実施計画 | 4-39 |
| 4.9 | | Danan郡..... | 4-41 |
| | 4.9.1 | 給水計画 | 4-41 |
| | 4.9.2 | 給水計画に伴う積算 | 4-43 |
| | 4.9.3 | 実施計画 | 4-43 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 4.10 | Beercaano郡 | 4-45 |
| | 4.10.1 給水計画 | 4-45 |
| | 4.10.2 給水計画に伴う積算 | 4-47 |
| | 4.10.3 実施計画 | 4-47 |
| 4.11 | Godey郡(村落域)..... | 4-48 |
| | 4.11.1 給水計画 | 4-48 |
| | 4.11.2 給水計画に伴う積算 | 4-50 |
| | 4.11.3 実施計画 | 4-50 |
| 4.12 | Adadle郡..... | 4-51 |
| | 4.12.1 給水計画 | 4-51 |
| | 4.12.2 給水計画に伴う積算 | 4-54 |
| | 4.12.3 実施計画 | 4-54 |
| 4.13 | Kalafa郡 | 4-55 |
| | 4.13.1 給水計画 | 4-55 |
| | 4.13.2 給水計画に伴う積算 | 4-58 |
| | 4.13.3 実施計画 | 4-58 |
| 4.14 | Mustahil郡..... | 4-59 |
| | 4.14.1 給水計画 | 4-59 |
| | 4.14.2 給水計画に伴う積算 | 4-62 |
| | 4.14.3 実施計画 | 4-62 |
| 4.15 | Rasso郡..... | 4-64 |
| | 4.15.1 給水計画 | 4-64 |
| | 4.15.2 給水計画に伴う積算 | 4-66 |
| | 4.15.3 実施計画 | 4-66 |
| 4.16 | West Ime郡..... | 4-67 |
| | 4.16.1 給水計画 | 4-67 |
| | 4.16.2 給水計画に伴う積算 | 4-70 |
| | 4.16.3 実施計画 | 4-70 |
| 4.17 | 各郡の経済・財務評価 | 4-72 |
| | 4.17.1 経済評価 | 4-72 |
| | 4.17.2 財務評価 | 4-84 |
| 5 | Kabribeyah市の給水計画と概略設計及び概算事業費と実施計画 | 5-1 |
| 5.1 | 既存施設の現状 | 5-1 |
| 5.2 | 給水計画 | 5-10 |
| | 5.2.1 水需要 | 5-10 |
| | 5.2.2 計画給水量 | 5-11 |
| | 5.2.3 施設計画 | 5-11 |
| 5.3 | 概略設計 | 5-14 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 5.4 | 概算事業費 | 5-18 |
| 5.4.1 | 概算事業費の項目構成と積算条件および方法 | 5-18 |
| 5.4.2 | 概算事業費 | 5-19 |
| 5.5 | 実施計画 | 5-20 |
| 5.5.1 | 各年次の事業実施内容 | 5-20 |
| 5.5.2 | 事業予算計画 | 5-21 |
| 5.6 | 給水施設運営・維持管理計画 | 5-23 |
| 5.6.1 | 提案された施設と必要な維持管理作業と概算費用 | 5-23 |
| 5.6.2 | 給水プロジェクト実施計画における対処と配慮 | 5-29 |
| 5.7 | 経済・財務評価 | 5-31 |
| 5.7.1 | 経済評価 | 5-31 |
| 5.7.2 | 財務評価 | 5-33 |
| 6 | Godey市の給水計画と概略設計及び概算事業費と実施計画 | 6-1 |
| 6.1 | 既存施設の現状 | 6-1 |
| 6.2 | 給水計画 | 6-7 |
| 6.2.1 | 水需要 | 6-7 |
| 6.2.2 | 計画給水量 | 6-8 |
| 6.2.3 | 施設計画 | 6-8 |
| 6.3 | 概略設計 | 6-14 |
| 6.4 | 概算事業費 | 6-20 |
| 6.4.1 | 概算事業費の構成項目と積算方法・条件 | 6-20 |
| 6.4.2 | 概算事業費 | 6-21 |
| 6.5 | 実施計画 | 6-23 |
| 6.5.1 | 各年次の事業実施内容 | 6-23 |
| 6.5.2 | 事業予算計画 | 6-26 |
| 6.6 | 給水施設運営・維持管理計画 | 6-28 |
| 6.6.1 | 提案された施設と必要な維持管理作業と概算費用 | 6-28 |
| 6.6.2 | 給水プロジェクト実施計画における対処と配慮 | 6-31 |
| 7 | 結論 | 7-1 |
| 7.1 | 結果の概要 | 7-1 |
| 7.2 | 結論 | 7-1 |

表 目 次

| | 頁: |
|--------------------------------------|------|
| 表 2.1: 給水アクセス率の定義 | 2-1 |
| 表 2.2: 改訂版UAPでの各年の給水アクセス率計画値 | 2-1 |
| 表 2.3: 水セクター開発プログラムでの年間給水アクセス率の計画 | 2-2 |
| 表 2.4: 各年次の人口予測 | 2-4 |
| 表 2.5: 各郡の家畜数 | 2-5 |
| 表 2.6: 各郡の都市地域の家畜数 | 2-6 |
| 表 2.7: 家畜用水需要と全水需要の比較 | 2-6 |
| 表 2.8: 全水需要に対する家畜用水需要の割合 | 2-7 |
| 表 2.9: 都市給水水需要構成要素 | 2-8 |
| 表 2.10: 村落給水水需要構成要素 | 2-8 |
| 表 2.11: 2020年における各郡の一日平均給水量 | 2-9 |
| 表 2.12: 給水工事の概要 | 2-11 |
| 表 2.13: 水中モーターポンプの仕様 (2台共通) | 2-11 |
| 表 2.14: 送水・中継ポンプの現状と交換実施済みもしくは予定のポンプ | 2-13 |
| 表 2.15: 送水・中継ポンプの仕様 (3台共通) | 2-13 |
| 表 3.1: 地下水給水システムの分類 | 3-1 |
| 表 3.2: 本調査でのビルカ及びハフィールドダムの計画指標 | 3-2 |
| 表 3.3: ジャラル溪谷地域の各郡の既存給水システム | 3-2 |
| 表 3.4: シェベレ川流域の各郡の既存給水システム | 3-3 |
| 表 3.5: ジャラル溪谷地域の既存給水施設 | 3-6 |
| 表 3.6: シェベレ川流域の既存給水施設 | 3-7 |
| 表 3.7: 各郡の既存井戸の特性 | 3-9 |
| 表 3.8: ビルカの主な仕様 | 3-11 |
| 表 3.9: ハフィールドダムの主な仕様 | 3-12 |
| 表 3.10: 沈殿池計画寸法 | 3-15 |
| 表 3.11: 粗ろ過池計画諸元 | 3-16 |
| 表 4.1: Kabribeyah郡村落給水計画の概要 | 4-1 |
| 表 4.2: Kabribeyah郡給水計画の積算結果 | 4-5 |
| 表 4.3: ボアホール給水施設の実施工程 | 4-6 |
| 表 4.4: 浅井戸給水施設の実施工程 | 4-7 |
| 表 4.5: 河川給水施設の実施工程 | 4-7 |
| 表 4.6: ビルカの実施工程 | 4-8 |
| 表 4.7: ハフィールドダムの実施工程 | 4-8 |
| 表 4.8: Kabribeyah郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-9 |
| 表 4.9: Araarso市給水システムの計画概要 | 4-10 |
| 表 4.10: Araarso郡村落給水計画の概要 | 4-11 |
| 表 4.11: Araarso郡給水計画の積算結果 | 4-13 |
| 表 4.12: Araarso市都市給水システムの実施工程 | 4-14 |
| 表 4.13: Araarso郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-14 |
| 表 4.14: Dagahbur市給水システムの計画概要 | 4-15 |
| 表 4.15: Dagahbur郡村落給水計画の概要 | 4-16 |

| | | |
|---------|-----------------------------------|------|
| 表 4.16: | Dagahbur郡給水計画の積算結果 | 4-18 |
| 表 4.17: | Dagahbur郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-19 |
| 表 4.18: | Birqod市給水システムの計画概要 | 4-20 |
| 表 4.19: | Birqod郡村落給水計画の概要 | 4-20 |
| 表 4.20: | Birqod郡給水計画の積算結果 | 4-22 |
| 表 4.21: | Birqod郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-22 |
| 表 4.22: | Shaygosh市給水システムの計画概要 | 4-23 |
| 表 4.23: | Shaygosh郡村落給水計画の概要 | 4-23 |
| 表 4.24: | Shaygosh郡給水計画の積算結果 | 4-25 |
| 表 4.25: | Shaygosh郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-26 |
| 表 4.26: | Kabridahar市給水システムの計画概要 | 4-27 |
| 表 4.27: | Kabridahar郡村落給水計画の概要 | 4-28 |
| 表 4.28: | Kabridahar郡給水計画の積算結果 | 4-30 |
| 表 4.29: | Kabridahar郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-31 |
| 表 4.30: | Doba Wein市給水システムの計画概要 | 4-32 |
| 表 4.31: | Doba Wein郡村落給水計画の概要 | 4-32 |
| 表 4.32: | Doba Wein郡給水計画の積算結果 | 4-34 |
| 表 4.33: | 本都市給水システムの実施工程 | 4-34 |
| 表 4.34: | Doba Wein郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-35 |
| 表 4.35: | East Ime市給水システムの計画概要 | 4-36 |
| 表 4.36: | East Ime郡村落給水計画の概要 | 4-37 |
| 表 4.37: | East Ime郡給水計画の積算結果 | 4-39 |
| 表 4.38: | East Ime郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-40 |
| 表 4.39: | Danan市給水システムの計画概要 | 4-41 |
| 表 4.40: | Danan郡村落給水計画の概要 | 4-41 |
| 表 4.41: | Danan郡給水計画の積算結果 | 4-43 |
| 表 4.42: | 本都市給水システムの実施工程 | 4-43 |
| 表 4.43: | Danan郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-44 |
| 表 4.44: | Beercaano市給水システムの計画概要 | 4-45 |
| 表 4.45: | Beercaano郡村落給水計画の概要 | 4-45 |
| 表 4.46: | Beercaano郡給水計画の積算結果 | 4-47 |
| 表 4.47: | Beercaano郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-47 |
| 表 4.48: | Godey郡村落給水計画の概要 | 4-48 |
| 表 4.49: | Godey郡給水計画の積算結果 | 4-50 |
| 表 4.50: | Godey郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-50 |
| 表 4.51: | Bohelxagare市給水システムの計画概要 | 4-51 |
| 表 4.52: | Adadle郡村落給水計画の概要 | 4-52 |
| 表 4.53: | Adadle郡給水計画の積算結果 | 4-54 |
| 表 4.54: | Adadle郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-54 |
| 表 4.55: | Kalafo市給水システムの計画概要 | 4-55 |
| 表 4.56: | Kalafo郡村落給水計画の概要 | 4-56 |
| 表 4.57: | Kalafo郡給水計画の積算結果 | 4-58 |
| 表 4.58: | Kalafo郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-58 |
| 表 4.59: | Mustahil市給水システムの計画概要 | 4-59 |

| | | |
|---------|--|------|
| 表 4.60: | Mustahil郡村落給水計画の概要 | 4-60 |
| 表 4.61: | Mustahil郡給水計画の積算結果 | 4-62 |
| 表 4.62: | Mustahil郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-63 |
| 表 4.63: | Rasso市給水システムの計画概要 | 4-64 |
| 表 4.64: | Rasso郡村落給水計画の概要 | 4-64 |
| 表 4.65: | Rasso郡給水計画の積算結果 | 4-66 |
| 表 4.66: | Rasso郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-66 |
| 表 4.67: | West Ime市給水システムの計画概要 | 4-67 |
| 表 4.68: | West Ime郡村落給水計画の概要 | 4-68 |
| 表 4.69: | West Ime郡給水計画の積算結果 | 4-70 |
| 表 4.70: | West Ime郡給水計画の実施工程と各年の事業費 | 4-71 |
| 表 4.71: | 全体計画における受益人口と世帯数 | 4-72 |
| 表 4.72: | 調査対象郡における水供給計画の事業費 | 4-73 |
| 表 4.73: | 各郡の給水計画における維持管理費 | 4-73 |
| 表 4.74: | 健康改善便益推計値 | 4-75 |
| 表 4.75: | 費用便益分析の概要 | 4-75 |
| 表 4.76: | Kabribeyah郡(村落域)給水計画事業キャッシュフロー | 4-76 |
| 表 4.77: | Araarso郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-76 |
| 表 4.78: | Dagahbur郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-77 |
| 表 4.79: | Birqod郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-77 |
| 表 4.80: | Shaygosh郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-78 |
| 表 4.81: | Kabridahar郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-78 |
| 表 4.82: | Doba Wein郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-79 |
| 表 4.83: | East Ime郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-79 |
| 表 4.84: | Danan郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-80 |
| 表 4.85: | Beercaano郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-80 |
| 表 4.86: | Godey郡(村落域)給水計画事業キャッシュフロー | 4-81 |
| 表 4.87: | Adadle郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-81 |
| 表 4.88: | Kalafo郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-82 |
| 表 4.89: | Mustahil郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-82 |
| 表 4.90: | Rasso郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-83 |
| 表 4.91: | West Ime郡給水計画事業キャッシュフロー | 4-83 |
| 表 4.92: | 水料金の徴収額と維持管理費用の比較 (水料金: 12.5Birr/m ³ の場合) | 4-85 |
| 表 4.93: | 水料金の徴収額と維持管理費用の比較 (水料金: 20Birr/m ³ の場合) | 4-85 |
| 表 4.94: | 水料金の徴収額と維持管理費用の比較 (水料金: 50Birr/m ³ の場合) | 4-86 |
| 表 5.1: | 深井戸水源の特徴概説 | 5-1 |
| 表 5.2: | 追加ボアホールの概要 | 5-1 |
| 表 5.3: | 送水管延長 | 5-3 |
| 表 5.4: | ポンプの主な仕様 | 5-5 |
| 表 5.5: | 初期配水管システムの延長 | 5-8 |
| 表 5.6: | デンマークプロジェクトの配水管システムの延長 | 5-10 |
| 表 5.7: | 現在の給水システムの課題とその対応策 | 5-10 |

| | | |
|---------|--|------|
| 表 5.8: | Kabribeyah市の2020年の計画一日平均給水量 | 5-11 |
| 表 5.9: | Kabribeyah市給水システムの計画概要 | 5-16 |
| 表 5.10: | Kabribeyah市給水計画の事業費 | 5-19 |
| 表 5.11: | Kabribeyah市給水計画の実施工程 | 5-20 |
| 表 5.12: | Kabribeyah市給水計画の各年次の事業費 | 5-20 |
| 表 5.13: | SRWDBの年間予算（2011年7月～2012年6月） | 5-21 |
| 表 5.14: | SRWDBの年間予算（2012年7月～2013年6月） | 5-21 |
| 表 5.15: | Kabribeyah市給水の施設維持管理方針 | 5-24 |
| 表 5.16: | Kabribeyah市の計画給水システム運転・管理に関わるスタッフ総数 | 5-26 |
| 表 5.17: | Kabribeyah市の計画給水システムの各施設の通常運営と維持管理に関 わる作業 | 5-27 |
| 表 5.18: | Kabribeyah市の計画給水システムの運営・維持管理費用 | 5-30 |
| 表 5.19: | Kabribeyah市給水事業 の経済的事業費 | 5-31 |
| 表 5.20: | 経済指標算定のためのキャッシュフロー | 5-33 |
| 表 5.21: | 財務指標計算のためのキャッシュフロー | 5-34 |
| 表 5.22: | 感度分析の結果 | 5-34 |
| 表 6.1: | 浄水場施設の概要 | 6-3 |
| 表 6.2: | 浄水池の概要 | 6-3 |
| 表 6.3: | 各配水池の概要 | 6-4 |
| 表 6.4: | Godey市の配水管延長 | 6-6 |
| 表 6.5: | 各配水管が給水するGodey市内の給水区域 | 6-6 |
| 表 6.6: | 現在の給水システムの課題とその対応策 | 6-6 |
| 表 6.7: | Godey市の2020年の水需要量 | 6-7 |
| 表 6.8: | 適用した最大係数と計画給水量 | 6-8 |
| 表 6.9: | 取水及び送水ポンプの仕様 | 6-15 |
| 表 6.10: | 沈殿池の設計基準と適用数値 | 6-16 |
| 表 6.11: | 沈殿池数と性能の相関 | 6-16 |
| 表 6.12: | 粗ろ過選定の代替案検討 | 6-17 |
| 表 6.13: | Godey市給水システムの設計概要 | 6-19 |
| 表 6.14: | Godey市給水計画の概算事業費 | 6-22 |
| 表 6.15: | Godey市給水計画の実施工程 | 6-24 |
| 表 6.16: | Godey市給水計画の各年次の事業費 | 6-25 |
| 表 6.17: | 物価変動を見込む月数 | 6-25 |
| 表 6.18: | Godey市給水計画の物価変動を見込んだ各年度の事業費 | 6-26 |
| 表 6.19: | SRWDBの年間予算（2011年7月～2012年6月） | 6-26 |
| 表 6.20: | SRWDBの年間予算（2012年7月～2013年6月） | 6-27 |
| 表 6.21: | Godey市の計画給水システム運転・管理に関わるスタッフ総数 | 6-30 |
| 表 6.22: | Godey市給水の施設維持管理方針(1)..... | 6-32 |
| 表 6.23: | Godey市給水の施設維持管理方針(2)..... | 6-33 |
| 表 6.24: | Godey市の計画給水システムの各施設の通常運営と維持管理に関わる 作業(1) | 6-34 |
| 表 6.25: | Godey市の計画給水システムの各施設の通常運営と維持管理に関わる 作業(2) | 6-35 |

表 6.26: Godey市の計画給水システムの運営・維持管理費用 6-37

目 次

| | 頁: |
|---|------|
| 図 1.1: 調査の概略工程 | 1-1 |
| 図 1.2: 業務の概要 | 1-2 |
| 図 1.3: 調査範囲図 | 1-3 |
| 図 2.1: 本調査での計画給水量 | 2-10 |
| 図 2.2: 揚水管の最後の仕上げ接続の様子 (左) と建設された発電機小屋 (右) | 2-11 |
| 図 2.3: 既存給水システムへの導水管接続の概要 | 2-12 |
| 図 2.4: 据付工事実施中の送水ポンプ (左) と送水ポンプ場の全景 (右) .. | 2-13 |
| 図 2.5: 完成した公共水栓(Kabribeyah市)..... | 2-14 |
| 図 2.6: Godey市での関係者とのサイト確認の様子 (左) と完成した公共水栓 (右) | 2-14 |
| 図 2.7: 進捗出来高曲線表 | 2-15 |
| 図 2.8: 送水ポンプと配管付帯設備の設置状況 | 2-16 |
| 図 2.9: 送水ポンプからの漏水の状況 ポンプ交換時 (左) と常時漏水 (右) | 2-17 |
| 図 2.10: ジャラル溪谷給水システムの施設位置関係 | 2-18 |
| 図 3.1: 計画対象地域の既存の水資源 | 3-5 |
| 図 3.2: 井戸開発による村落給水システム | 3-8 |
| 図 3.3: ビルカ計画図 | 3-12 |
| 図 3.4: ハフィールダム計画図 | 3-13 |
| 図 3.5: 河川水による村落給水 | 3-14 |
| 図 4.1: Kabribeyah郡給水計画図 | 4-2 |
| 図 4.2: 概算事業費の項目 | 4-3 |
| 図 4.3: Araarso郡給水計画図 | 4-12 |
| 図 4.4: Dagahbur郡給水計画図 | 4-17 |
| 図 4.5: Birqod郡給水計画図 | 4-21 |
| 図 4.6: Shaygosh郡給水計画図 | 4-24 |
| 図 4.7: Kabridahar郡給水計画図 | 4-29 |
| 図 4.8: Doba Wein郡給水計画図 | 4-33 |
| 図 4.9: East Ime郡給水計画図 | 4-38 |
| 図 4.10: Danan郡給水計画図 | 4-42 |
| 図 4.11: Beercaano郡給水計画図 | 4-46 |
| 図 4.12: Godey郡給水計画図 | 4-49 |
| 図 4.13: Adadle郡給水計画図 | 4-53 |
| 図 4.14: Kalafu郡給水計画図 | 4-57 |
| 図 4.15: Mustahil郡給水計画図 | 4-61 |
| 図 4.16: Rasso郡給水計画図 | 4-65 |
| 図 4.17: West Ime郡給水計画図 | 4-69 |
| 図 5.1: 現在のKabribeyah市の給水システム | 5-2 |
| 図 5.2: 鉄分除去施設 | 5-4 |
| 図 5.3: 初期の配水管路システム | 5-7 |

| | | |
|--------|-----------------------------|------|
| 図 5.4: | デンマークプロジェクトの配水管路システム | 5-9 |
| 図 5.5: | Kabribeyah市配水管システム計画図 | 5-14 |
| 図 5.6: | Kabribeyah市給水計画システム図 | 5-17 |
| 図 5.7: | 概算事業費の項目 | 5-18 |
| 図 6.1: | Godey市既存給水システムの概要 | 6-2 |
| 図 6.2: | 既存の配水管網及び公共水栓 | 6-5 |
| 図 6.3: | Godey市の取水地点 | 6-9 |
| 図 6.4: | Godey市給水計画システム図 | 6-10 |
| 図 6.5: | 浄水場の概略レイアウト | 6-12 |
| 図 6.6: | 送水管ルート図 | 6-13 |
| 図 6.7: | 各配水池の配水区域 | 6-14 |
| 図 6.8: | 概算事業費の項目 | 6-20 |

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 | 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. 調查概要

1 調査概要

1.1 プロジェクトの概要

本報告書は2011年12月23日にエチオピア連邦民主共和国（以下エチオピア国）と国際協力機構（以下JICA）により合意・署名された討議議事録（以下R/D）に基づいて「エチオピア国ジャラル溪谷及びシェベレ川流域水資源開発計画策定・緊急給水プロジェクト」の2013年7月末までの最終の調査結果をまとめたものである。JICAは、本業務遂行のために14名の団員（のち1名追加）からなるコンサルタントチームを調査団として組織した。この調査団による業務は2012年3月から開始し、2013年8月に終了する。調査の概略工程を図1.1に示す。

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

図 1.1: 調査の概略工程

第一次現地調査は、2012年4月から2013年4月まで行い、調査のはじめには Inception Report（以下 IC/R）をエチオピア国側に提出協議し、エチオピア国側の要望も取り入れ会議議事録（以下 M/M）をエチオピア国側と調査団で取り交わした（2012年4月）。Progress Report（以下 P/R）は調査開始から概ね7ヶ月後に提出協議し、そこに至るまでの主な調査結果をまとめた。Interim Report（以下 IT/R）はその後5ヵ月後に提出協議し、中間段階のまとめを行った。二つの報告書とも運営委員会での協議を経て修正を加え、MM をエチオピア国側と調査団で取り交わした（M/Mの交換はP/R：2012年11月、IT/R：2013年4月）。Draft Final Report（DF/R）は第一次国内作業を経て第二次現地作業で2013年6月末にエチオピア国側に提出し、運営委員会での協議後に調査団と2013年7月にM/Mの交換を行った。その後エチオピア国側からのコメントに対し最終修正を行ったのちに、2013年9月中旬までにFinal Reportをエチオピア国側に提出し終了となる。

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

調査による期待される成果およびそれに呼応する調査活動は以下の通りである。

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

(2) プロジェクトの活動

上記 (1) の成果を出すために本業務においては以下の主な活動を実施する。

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

以上をまとめると、本業務は図 1.2に示すとおりに概観することができる。すなわち業務内で上記 (2) の活動を行うことにより、業務終了時には (1) の将来の成果（上位目標）が発現する。具体的に策定された給水改善計画をエチオピア国側の関係者が、短期および中長期研修で獲得した知識・技術を活用しながら実施することにより目的を将来的に達成するというものである。

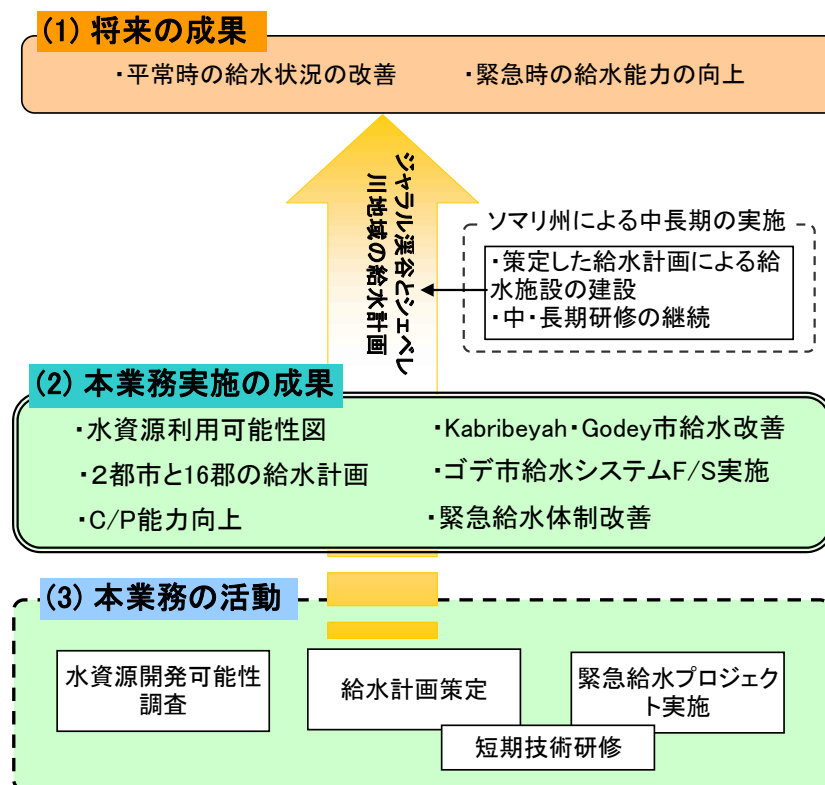


図 1.2: 業務の概要

業務対象地域は、緊急給水に関する事業はソマリ州全域、給水計画と水資源開発可能性調査に関してはジャラル溪谷地域のサブベースンおよびシェベレ川流域地域のサブベースンである。また、給水計画の一部として実施するパイロットプロジェクトの工事は Kabribeyah 市と Godey 市で行った。これらの地域および市の位置を以下の図 1.3に示した。最終の対象とした郡は 16 郡、主な都市は 2 市（Kabribeyah 市、Godey 市）である。

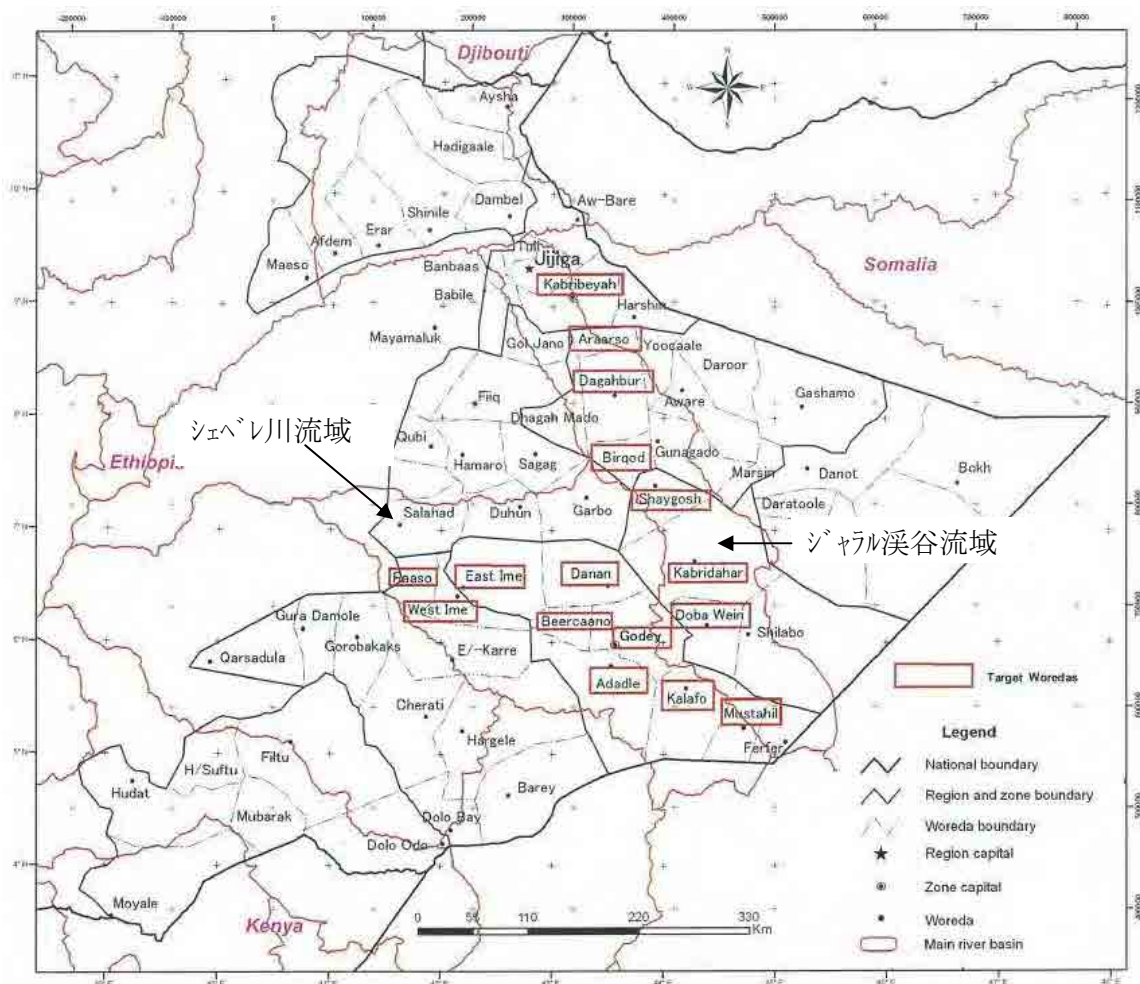


図 1.3: 調査範囲図

前述のように調査団側は 15 名の団員を派遣したが、それぞれの分野に対応してエチオピア国側も 16 名（ひとつの分野で 2 名のところあり）をカウンターパート（以下 C/P）として選出した。業務はエチオピア国の C/P 機関等との密接な連携を通じて実施された。

次に R/D に基づき運営委員会を設置した。本業務では、多くの関係機関が存在するため、関係機関による情報共有を行う場として運営委員会の開催の必要性があった。調査団は、重要事項の決定や業務の進捗状況の共有、問題や課題についての協議および業務で作成する各種報告書の承認等で運営委員会を活用し、円滑な業務の実施を図った。

運営委員会のメンバーは、以下の通りである。

【議長】

水エネルギー省（Ministry of Water Energy : MoWE）給水・能力強化局長

【メンバー】

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

1.2 レポート構成

今回のレポート構成は原則として 4 つの大きな活動に沿ってまとめた。ただし緊急給水と運営維持管理はひとつにまとめ、また Godey 市の実現可能性調査はひとつの巻とした。大きな項目は次の通りである。

<メインレポート>

- 第 1 章 調査概要
- 第 2 章 ソマリ州の緊急、恒常的な給水ニーズのための調査
- 第 3 章 給水施設の運営維持管理
- 第 4 章 Godey 市給水計画の実現可能性調査
- 第 5 章 結論と提言

<第 1 巻 水資源（地下水）利用可能性調査>

- 第 1 章 調査概要
- 第 2 章 気象・水文
- 第 3 章 地質

- 第4章 水理地質
- 第5章 水質分析
- 第6章 地下水利用可能性評価図
- 第7章 ソマリ州の水資源情報図
- 第8章 結論

<第2巻 給水計画>

- 第1章 調査概要
- 第2章 給水計画の基礎データ
- 第3章 水資源と既存施設
- 第4章 各郡の給水計画と積算及び実施計画
- 第5章 **Kabribeyah** 市の給水計画と概算設計及び概算事業費と実施計画
- 第6章 **Godey** 市の給水計画と概算設計及び概算事業費と実施計画
- 第7章 結論

<第3巻 緊急給水、給水施設の運営維持管理>

- 第1章 調査概要
- 第2章 緊急給水
- 第3章 給水施設の運営維持管理
- 第4章 結論

<Godey 市の給水計画に対するフィージビリティ・スタディ>

- 第1章 調査の概要
- 第2章 調査地域
- 第3章 社会経済調査
- 第4章 水資源調査
- 第5章 人口と水需要
- 第6章 既存給水状況
- 第7章 給水計画と施設評価
- 第8章 積算
- 第9章 運営維持管理
- 第10章 環境社会配慮
- 第11章 経済・財務評価
- 第12章 結論

1.3 第2巻の概要

本巻では各郡の給水計画について記述した。給水計画は、ジャラル溪谷、シェベレ川流域の16の郡の都市域と村落域で立案された。その中でとくに Kabribeyah 市と Godey 市に関してはパイロットプロジェクトの給水工事の実施、及び Godey 市においては実現可能性調査も検討したため個別に詳細を記載した。

第2章では給水計画に必要な基礎データの整理を行った。主な基礎的なデータのうち給水計画の目標年次及び給水アクセス率は、改訂版 UAP の計画やソマリ州における給水アクセス率の進捗状況及び設計基準に照らし合わせて決定した。目標年次の人口予測は社会経済調査の結果を用いて年間人口増加率を決めている。次に水需要量であるが、基準として一人当たりの水需要量のほかに公共用および商業用、工業用、家畜用、消防用を考慮した他、漏水率も検討した。その結果2020年の各郡の水需要量が算出された。計画給水量は原則として2020年の総水需要量から UAP の給水アクセス率から計画して2015年の水需要量（80%達成と仮定）を差し引いた水量としたが、河川水利用の郡については2020年の総水需要量をそのまま計画給水量とした。基礎データのひとつとして今後の実施計画に参考となる Kabribeyah 市と Godey 市において実施したパイロットプロジェクトの給水工事の結果を記述した。

第3章では給水計画の基礎となる給水源の検討と現状の既存に施設の状況について記述した。既存の給水源の調査は社会経済調査の結果を利用した。その結果既存の水源を考慮しながら新規水源の計画は、ジャラル溪谷沿いではボアホール（深度60m以深）、シェベレ川流域では河川水を第一優先として検討することにした。その他ビルカやハフイールダムの規模は標準サイズのものを用い、1箇所あたりの利用人口数に応じて適切な数量を計画した。

第4章では各郡の給水計画（各16の郡と郡内の都市に関して施設配置と概略的な設計、数量の算出を実施した）を作成し、数量に沿って概算事業費の算出を行った。また積算にあわせて事業の実施計画を作成している。事業の期間は2014年から2020年までの7年間を計画し、主な事業費は Kabribeyah 市で1,870,000USD（事業期間：2年間）、Godey 市では8,805,000USD（事業期間：4年間）である。都市部を含む郡の概算事業費は少ない郡で Birqod 郡の1,685,000USD、多い郡で Kabribeyah 郡（都市域は除く）の14,664,000USDであった。

第5章、第6章では Kabribeyah 市と Godey 市の給水計画の詳細とその概算事業費、実施計画、給水施設の運営維持管理計画及び経済・財務評価についてまとめた。ただし Godey 市については実現可能性調査のほうで経済・財務評価はとりまとめている。実施計画はとくに各年度の実施内容と概算金額の分布を示し、それらの予算と事業を実施する場合の予算化のための施策についても事業予算計画でまとめた。

2. 給水計画の基礎データ

2 給水計画の基礎データ

2.1 目標年次と人口予測

2.1.1 国家政策(水セクター)

エチオピア国の給水計画はユニバーサルアクセス計画(Universal Access Program :UAP)や、水セクター開発プログラム(Water Sector Development Program :WSDP)を基に策定されている。UAP は給水セクターの開発に関する国家レベルの政策ペーパーである。各州はUAP の政策の基で実施計画としての WSDP を策定し、それぞれ開発プロジェクトを進める。

(1) UAP (2005 年-2012 年)

水と保健と衛生(Water Supply, Sanitation and Hygiene :WASH)プログラムは、保健や衛生も含めた給水プロジェクトを国家レベルのプログラムとして実施するために 3 省で開始された。UAP はこの WASH プログラムを実施するために、2005 年に策定された。また UAP は、WASH プログラムの進捗を促進させるという目的も有している。UAP では WASH プログラムの毎年の進捗率を設定し、最終的に 2012 年の給水アクセス率を 98.3%と目標を設定した。UAP は 3 年間のプログラム進捗状況の精査を行い、2009 年に改訂された。改訂版 UAP では、目標年や給水アクセス率は以下の表 2.1 のように見直され、村落地域と都市地域の給水アクセス率の定義も新たに行っている。

- 1) 目標年 : 2015
- 2) 給水アクセス率 : 100%
- 3) アクセス率の定義

表 2.1: 給水アクセス率の定義

| 地域 | 給水量 (リットル/人/日) | 距離 |
|------|----------------|----------|
| 村落地域 | 15 | 1.5km 以内 |
| 都市地域 | 20 | 0.5km 以内 |

出典：UAP 改訂版

2010 年時点での給水アクセス率ならびに 2015 年迄の計画給水アクセス率を以下の表 2.2 に示す。

表 2.2: 改訂版 UAP での各年の給水アクセス率計画値

| 地 域 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 村落地域 | 37.0% | 49.6% | 62.2% | 74.8% | 87.4% | 100.0% |
| 都市地域 | 76.5% | 81.0% | 86.0% | 90.0% | 95.0% | 100.0% |
| 合 計 | 42.5% | 54.0% | 66.0% | 77.0% | 89.0% | 100.0% |

出典：UAP 改訂版

(2) 水セクター開発プログラム フェーズ IV

ソマリ州水資源局(Somali Regional Water Development Bureau :SRWDB)は、2010～2014年迄の5か年計画を2010年に作成した。同計画では、過去5年間の達成度合、環境面の分析、組織や政策上の課題を記載し、要求予算額、モニタリングや評価方法の提案も含めた2014年迄の行動計画の策定を行っている。また、同計画は都市地域、村落地域それぞれの目標給水アクセス率の設定も行っている。

SRWDBは水セクター開発プログラムのフォローアップをするために、実施行動計画も毎年作成している。この計画は都市地域及び農村地域でのプログラムの進捗、各プロジェクトの予算も含めた実施計画、財務状況の要約等からなる。2011年度終了時点では、給水アクセス率の合計は59.7%に達しており、この数値は2012年度末で69.7%にまで伸びる計画である（表 2.3参照）。水セクター開発プログラムの現在迄の進捗は、当初計画した2010年の通りに伸び、順調である。

表 2.3: 水セクター開発プログラムでの年間給水アクセス率の計画

| 地 域 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 1.5 箇年計画 | | | | | | |
| 農村地域 | 38.4% | 55.0% | 70.6% | 80.0% | 90.0% | 100.0% |
| 都市地域 | 47.0% | 55.0% | 70.6% | 83.0% | 95.0% | 100.0% |
| 合 計 | 39.7% | 55.0% | 70.6% | 80.4% | 90.7% | 100.0% |
| 2. 実施行動計画 | | | | | | |
| 農村地域 | | 49.0% | 60.0% | - | - | - |
| 都市地域 | | 64.0% | 74.0% | - | - | - |
| 合 計 | | 59.7% | 69.7% | - | - | - |

出典：ソマリ州水資源局 給水部(water supply core process)

(3) ソマリ州水資源局による2012年進行中のプロジェクト

過去の数年間 SRWDB は、WASH プログラムや政府資金を利用して主に郡首都の給水プロジェクトを作成していた。2012年9月から始まるエチオピア年2005年においては、SRWDBはジジガ市給水プロジェクトを第一優先順位として実施方針を策定した。それは、ジジガ市がソマリ州の州都である点や人口規模の点で、優先度が最も高い事による。第二優先順位には、ソマリ州水保全プロジェクトや郡予算を使用して、700箇所のビルカの建設を計画し、第三優先順位には、ボアホールやハフィールドムの建設を計画している。例えば、Shinile 郡と Birqod 郡にそれぞれ40箇所のボアホールを建設する計画が挙げられる。

以前の計画プロジェクトであった Godey 市、Dagahbur 市、Kabridahar 市の給水プロジェクトは WASH プログラムを利用して実施していたが、資金源の枯渇により現在は中止している。

2.1.2 目標年次と給水アクセス率

3.1 節で既述したように、改訂版 UAP は当初の目標年である2015年を未だ踏襲しており、同年での給水アクセス率は100%に改訂している。本調査が現在の目標年の2015年

を継続した場合、実施期間は 2 年間に過ぎず、マスタープランの計画期間としては短く思われる。また実施行動計画では、実際の給水アクセス率の進捗は、2010 年からの水セクター開発プログラム 5 箇年計画に沿っていると、記載している。同 5 箇年計画は行程の半分を過ぎており、SRWDB はこのまま計画を進めて行けば、2015 年での給水アクセス率の目標を達成する事も可能である。本調査の目標年が 2015 年の場合は、給水計画は彼らの実施行動計画を繰り返すものになる可能性もある。

水資源省(現・水エネルギー省)は、村落給水及び衛生の設計基準(Rural Water Supply and Sanitation Design Criteria)を 2005 年に、都市給水設計基準(Urban Water Supply Design Criteria)を 2006 年にそれぞれ策定した。村落給水設計基準では、計画条件によって目標年は 5 年から 30 年で検討すべきであると記載している。都市給水設計基準では、第 1 段階での目標年は 10 年とし、第 2 段階では 20 年とすべきであると記載している。本調査の給水計画は、主に村落給水プロジェクトからなり、それらのほとんどが小規模な局所給水計画である。従って、村落給水プロジェクトに対する最も妥当な目標年は 2018 年となり、都市給水プロジェクトの場合は 2023 年となる。これらの条件を総合的に判断して、本給水計画の目標年は 2020 年に設定した。給水アクセス率は改訂版 UAP の方針に従い、2020 年時点で 100%とした。

- 1) 目標年 : 2020 年
- 2) 給水アクセス率 : 100%

2.1.3 各年次の人口予測

各郡の人口データは社会経済調査により収集され、この数値を 2012 年の基本人口データとする。各郡役所は都市部の人口は把握出来てはいるが、彼らは農村部の人口を更新出来ていない。従って、都市部の人口は社会経済調査結果を 2012 年の人口として使用し、農村部の人口は 2007 年のセンサスデータに年間人口増加率を乗じて算出した。人口増加率は社会経済調査による年間 2.91%とした。2012 年、2015 年、2020 年での人口予測値を表 2.4に示す。

表 2.4: 各年次の人口予測

| Zone | Wareda | Type | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|----------|------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Fafan | Kabribeyah | Urban | 40,045 | 41,210 | 42,409 | 43,643 | 44,913 | 46,220 | 47,565 | 48,949 | 50,373 |
| | | Rural | 161,282 | 165,978 | 170,806 | 175,775 | 180,888 | 186,154 | 191,571 | 197,145 | 202,882 |
| | | Total | 201,327 | 207,188 | 213,215 | 219,418 | 225,801 | 232,374 | 239,136 | 246,094 | 253,255 |
| Jarar | Araarso | Urban | 21,000 | 21,611 | 22,240 | 22,887 | 23,553 | 24,238 | 24,943 | 25,669 | 26,416 |
| | | Rural | 20,600 | 21,201 | 21,819 | 22,454 | 23,105 | 23,780 | 24,472 | 25,181 | 25,914 |
| | | Total | 41,600 | 42,812 | 44,059 | 45,341 | 46,658 | 48,018 | 49,415 | 50,850 | 52,330 |
| | Dagahbur | Urban | 69,500 | 71,522 | 73,603 | 75,745 | 77,949 | 80,217 | 82,551 | 84,953 | 87,425 |
| | | Rural | 68,290 | 70,276 | 72,321 | 74,426 | 76,592 | 78,822 | 81,115 | 83,476 | 85,904 |
| | | Total | 137,790 | 141,798 | 145,924 | 150,171 | 154,541 | 159,039 | 163,666 | 168,429 | 173,329 |
| | Birqod | Urban | 10,000 | 10,291 | 10,590 | 10,898 | 11,215 | 11,541 | 11,877 | 12,223 | 12,579 |
| | | Rural | 9,807 | 10,094 | 10,388 | 10,689 | 11,002 | 11,322 | 11,649 | 11,989 | 12,336 |
| | | Total | 19,807 | 20,385 | 20,978 | 21,587 | 22,217 | 22,863 | 23,526 | 24,212 | 24,915 |
| Korahe | Shaygosh | Urban | 12,500 | 12,864 | 13,238 | 13,623 | 14,019 | 14,427 | 14,847 | 15,279 | 15,724 |
| | | Rural | 50,940 | 52,422 | 53,948 | 55,518 | 57,132 | 58,794 | 60,506 | 62,266 | 64,078 |
| | | Total | 63,440 | 65,286 | 67,186 | 69,141 | 71,151 | 73,221 | 75,353 | 77,545 | 79,802 |
| | Kabridahar | Urban | 51,000 | 52,484 | 54,011 | 55,583 | 57,200 | 58,865 | 60,578 | 62,341 | 64,155 |
| | | Rural | 123,300 | 126,890 | 130,580 | 134,378 | 138,286 | 142,311 | 146,454 | 150,716 | 155,104 |
| | | Total | 174,300 | 179,374 | 184,591 | 189,961 | 195,486 | 201,176 | 207,032 | 213,057 | 219,259 |
| | Doba wein | Urban | 33,750 | 34,732 | 35,743 | 36,783 | 37,853 | 38,955 | 40,089 | 41,256 | 42,457 |
| | | Rural | 41,250 | 42,451 | 43,687 | 44,957 | 46,265 | 47,612 | 48,997 | 50,423 | 51,891 |
| | | Total | 75,000 | 77,183 | 79,430 | 81,740 | 84,118 | 86,567 | 89,086 | 91,679 | 94,348 |
| Shebele | East Ime | Urban | 9,315 | 9,586 | 9,865 | 10,152 | 10,447 | 10,751 | 11,064 | 11,386 | 11,717 |
| | | Rural | 81,150 | 83,513 | 85,943 | 88,446 | 91,019 | 93,667 | 96,392 | 99,199 | 102,087 |
| | | Total | 90,465 | 93,099 | 95,808 | 98,598 | 101,466 | 104,418 | 107,456 | 110,585 | 113,804 |
| | Danan | Urban | 9,800 | 10,085 | 10,378 | 10,680 | 10,991 | 11,311 | 11,640 | 11,979 | 12,328 |
| | | Rural | 20,337 | 20,928 | 21,537 | 22,164 | 22,809 | 23,473 | 24,156 | 24,859 | 25,583 |
| | | Total | 30,137 | 31,013 | 31,915 | 32,844 | 33,800 | 34,784 | 35,796 | 36,838 | 37,911 |
| | Beercaano | Urban | 6,300 | 6,483 | 6,672 | 6,866 | 7,066 | 7,272 | 7,484 | 7,702 | 7,926 |
| | | Rural | 20,900 | 21,509 | 22,136 | 22,781 | 23,444 | 24,126 | 24,828 | 25,550 | 26,294 |
| | | Total | 27,200 | 27,992 | 28,808 | 29,647 | 30,510 | 31,398 | 32,312 | 33,252 | 34,220 |
| | Godey | Urban | 29,379 | 30,234 | 31,114 | 32,019 | 32,951 | 33,910 | 34,897 | 35,913 | 36,958 |
| | | Rural | 55,798 | 57,422 | 59,093 | 60,811 | 62,581 | 64,402 | 66,275 | 68,203 | 70,185 |
| | | Total | 85,177 | 87,656 | 90,207 | 92,830 | 95,532 | 98,312 | 101,172 | 104,116 | 107,143 |
| | Adadle | Urban | 15,000 | 15,437 | 15,886 | 16,348 | 16,824 | 17,314 | 17,818 | 18,337 | 18,871 |
| | | Rural | 89,627 | 92,234 | 94,918 | 97,679 | 100,521 | 103,445 | 106,455 | 109,553 | 112,741 |
| | | Total | 104,627 | 107,671 | 110,804 | 114,027 | 117,345 | 120,759 | 124,273 | 127,890 | 131,612 |
| | Kalafo | Urban | 26,908 | 27,691 | 28,497 | 29,326 | 30,179 | 31,057 | 31,961 | 32,891 | 33,848 |
| | | Rural | 76,178 | 78,395 | 80,674 | 83,021 | 85,436 | 87,920 | 90,479 | 93,110 | 95,817 |
| | | Total | 103,086 | 106,086 | 109,171 | 112,347 | 115,615 | 118,977 | 122,440 | 126,001 | 129,665 |
| Mustahil | Urban | 23,480 | 24,163 | 24,866 | 25,590 | 26,335 | 27,101 | 27,890 | 28,702 | 29,537 | |
| | Rural | 49,750 | 51,198 | 52,685 | 54,219 | 55,798 | 57,421 | 59,090 | 60,811 | 62,581 | |
| | Total | 73,230 | 75,361 | 77,551 | 79,809 | 82,133 | 84,522 | 86,980 | 89,513 | 92,118 | |
| Afder | Rasso | Urban | 6,900 | 7,101 | 7,308 | 7,521 | 7,740 | 7,965 | 8,197 | 8,436 | 8,681 |
| | | Rural | 24,450 | 25,162 | 25,896 | 26,647 | 27,425 | 28,225 | 29,047 | 29,895 | 30,766 |
| | | Total | 31,350 | 32,263 | 33,204 | 34,168 | 35,165 | 36,190 | 37,244 | 38,331 | 39,447 |
| | West Ime | Urban | 7,900 | 8,130 | 8,367 | 8,610 | 8,861 | 9,119 | 9,384 | 9,657 | 9,938 |
| | | Rural | 22,000 | 22,640 | 23,300 | 23,980 | 24,676 | 25,396 | 26,136 | 26,896 | 27,680 |
| | | Total | 29,900 | 30,770 | 31,667 | 32,590 | 33,537 | 34,515 | 35,520 | 36,553 | 37,618 |

2.2 水需要量

2.2.1 計画基準

a. 適用基準

計画規準の策定には以下の書類を参照した。

- 改訂版 UAP 2010年12月作成
- 村落給水及び衛生の設計基準 2005年4月
- 都市給水設計基準 2006年1月

b. 一人一日当り水需要量

一人一日当りの水需要量は、改訂版 UAP の数値に従って設定した。

- 都市給水 20 リットル/人/日
- 村落給水 15 リットル/人/日

c. 公共用および商業用水需要

都市給水では、下記の公共用および商業用水需要が算定される。単位水量の算定は都市給水設計基準を適用し、数量の算定は社会経済調査結果を使用した。

- 政府事務所ならびに学校 : 5 リットル/人/日
- 病院 : 50 リットル/ベッド/日
- ホテル : 25 リットル/ベッド/日

d. 工業用水需要

工業用水需要は都市給水でのみ算定した。都市給水設計基準から下記の工業用水項目が採用され、水需要予測では社会経済調査結果を使用した。

- レストラン : 10 リットル/席/日
- 工場 : 5 リットル/従業員/日
- 給油所 : 5 リットル/利用者/日

e. 家畜用水需要

原則としてエチオピアの村落給水計画では、地下水が水源の場合は人間の水需要を検討するのみである。ソマリ州では多くの遊牧民が家畜と共に生活し、水需要の中に家畜用水需要を見込まなくてはならない特殊な事情があるが、対象地域内の家畜数は人口と比較して非常に多いため、全家畜の水需要を飲料水供給計画の中に見込むのは困難である。そこで、家畜用水需要は補助的な水需要として算定した。

本調査では家畜水需要の分析を行った。表 2.5及び表 2.6は、家畜作物農村開発局が実施したソマリ州の家畜数と社会経済調査で実施した都市地域の家畜数である。

表 2.5: 各郡の家畜数

| Woreda | Cattle | Sheep | Goat | Camel | Horse | Total |
|------------|---------|---------|---------|--------|-------|---------|
| Kebribeyah | 66,665 | 179,385 | 74,709 | 3,967 | 5,739 | 330,465 |
| Degahabur | 83,230 | 156,020 | 166,460 | 16,530 | 3,190 | 425,430 |
| Kebridehar | 50,400 | 345,000 | 215,700 | 82,500 | 1,800 | 695,400 |
| Shekosh | 33,600 | 230,000 | 143,800 | 55,000 | 1,200 | 463,600 |
| Doboweyin | 25,200 | 172,500 | 107,850 | 41,250 | 900 | 347,700 |
| Adadile | 40,200 | 100,400 | 63,600 | 1,400 | 800 | 206,400 |
| Denan | 48,240 | 120,480 | 76,320 | 1,680 | 960 | 247,680 |
| East Emi | 72,360 | 180,720 | 114,480 | 2,520 | 1,440 | 371,520 |
| Gode | 80,400 | 200,800 | 127,200 | 2,800 | 1,600 | 412,800 |
| Kelafo | 64,320 | 160,640 | 101,760 | 2,240 | 1,280 | 330,240 |
| Mustahil | 44,220 | 110,440 | 69,960 | 1,540 | 880 | 227,040 |
| West Emi | 118,200 | 147,720 | 94,560 | 9,240 | 1,680 | 371,400 |

表 2.6: 各郡の都市地域の家畜数

| Woreda | Cattle | Sheep | Goat | Camel | Horse | Total |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| Kabribeyah | 195 | 320 | 450 | 165 | 480 | 1,610 |
| Araarso | 1,244 | 1,825 | 2,418 | 658 | 4,424 | 10,569 |
| Birqod | 5,687 | 4,900 | 6,800 | 2,120 | 280 | 19,587 |
| Dagahbur | 800 | 5,000 | 8,500 | 2,500 | 1,250 | 18,050 |
| Kabridahar | 2,610 | 5,078 | 4,816 | 1,435 | 283 | 14,222 |
| Shaygosh | 850 | 8,000 | 21,000 | 14,000 | 800 | 44,650 |
| Adadle | 17,200 | 182,350 | 110,000 | 11,500 | 520 | 321,570 |
| Beercaano | 4,500 | 9,000 | 7,000 | 2,200 | 450 | 23,150 |
| Danan | 620 | 5,100 | 3,900 | 1,229 | 134 | 10,983 |
| East Ime | 98,000 | 130,000 | 95,000 | 230,000 | 970,000 | 1,523,000 |
| Godey | 15,000 | 15,060 | 9,500 | 9,000 | 700 | 49,260 |
| Kalafo | 245,000 | 43,600 | 236,000 | 8,000 | 500 | 533,100 |
| Mustahil | 125,460 | 20,342 | 20,760 | 22,970 | 7,500 | 197,032 |
| Rasso | 4,550 | 9,974 | 11,543 | 8,116 | 390 | 34,573 |
| West Ime | 5,430 | 1,150 | 13,099 | 8,690 | 690 | 29,059 |

上記結果を基に、家畜用水需要を以下のように算定した。表 2.7は家畜用水需要と他の水需要量の比較結果を表している。全家畜用水需要は全飲用水需要量と比較して、非常に大きい事が明らかとなった。本調査ではその目的から考えて、全家畜用水需要を見込むことは不可能である。給水計画を策定するためには、飲料水需要量を第一優先順位としなくてはならない。因って、家畜用水需要の算定には、社会経済調査結果を適用することとする。

表 2.7: 家畜用水需要と全水需要の比較

単位:m³/日

| Woreda | Livestock bureau data | | | Socio-economic survey result | | |
|------------|------------------------|----------------------|-------|------------------------------|---------------------|-------|
| | Livestock water demand | Woreda water demands | | Livestock water demand | Urban water demands | |
| | | 2015 | 2020 | | 2015 | 2020 |
| Kebribeyah | 6,181 | 3,533 | 4,074 | 43 | 896 | 1,031 |
| Ararso | 1,587 | 803 | 925 | 328 | 466 | 537 |
| Birkod | 794 | 399 | 457 | 426 | 239 | 272 |
| Degahabur | 5,249 | 2,650 | 3,052 | 251 | 1,534 | 1,763 |
| Kebridehar | 8,630 | 3,148 | 3,630 | 251 | 1,132 | 1,304 |
| Shekosh | 5,753 | 1,158 | 1,329 | 443 | 325 | 367 |
| Doboweyin | 4,315 | - | - | - | - | - |
| Adadile | 3,697 | 1,802 | 2,078 | 3,868 | 337 | 387 |
| Beerano | 828 | 480 | 554 | 419 | 138 | 159 |
| Denan | 4,436 | 557 | 642 | 134 | 225 | 258 |
| East Emi | 6,655 | 1,535 | 1,771 | - | 209 | 240 |
| Gode | 6,566 | 3,661 | 4,215 | 1,076 | 2,749 | 3,163 |
| Kelafo | 5,915 | 1,875 | 2,158 | - | 630 | 721 |
| Mustahil | 4,067 | 1,332 | 1,536 | - | 518 | 597 |
| Rasso | 4,155 | 536 | 618 | 504 | 176 | 203 |
| West Emi | 4,308 | 559 | 644 | 493 | 159 | 182 |

表 2.8は、全水需要量に対する家畜用水需要の割合を表している。平均家畜用水需要は、

全水需要量のほぼ2倍である。家畜用水需要は多くみられ、特に Adadle 郡で顕著である。本調査は飲料水の供給を第一義としており、家畜用水の供給は副次的なものである。そこで、家畜用水需要量が50%以下の郡の平均値を、最下段に計算した。それらの数値は、2015年で20.6%、2020年で17.9%となった。この結果を用いて、本調査では全水需要量の20%を家畜用水需要量として採用する。

表 2.8: 全水需要に対する家畜用水需要の割合

| 郡 | 2015 | 2020 |
|------------|---------|--------|
| Kabribeyah | 4.8% | 4.2% |
| Araarso | 70.4% | 61.1% |
| Birqod | 178.2% | 156.6% |
| Dagahbur | 16.4% | 14.2% |
| Kabridahar | 22.2% | 19.2% |
| Shaygosh | 136.3% | 120.7% |
| Doba wein | - | - |
| Adadle | 1147.8% | 999.5% |
| Beercaano | 303.6% | 263.5% |
| Danan | 59.6% | 51.9% |
| East Ime | - | - |
| Godey | 39.1% | 34.0% |
| Kalafo | - | - |
| Mustahil | - | - |
| Rasso | 286.4% | 248.3% |
| West Ime | 310.1% | 270.9% |
| 平均値 | 214.6% | 187.0% |
| 50%以下の平均値 | 20.6% | 17.9% |

f. 漏水率

村落給水及び衛生の設計基準によると、村落給水計画は10～20%の漏水率を見込むとしている。都市給水計画に関しては、都市給水設計基準は漏水率に関する規定をしていない。同基準では給水施設運用期間での漏水率を示している。漏水率は運用開始時には40%程であり、この数値はその後減少する。10年後には漏水率は30%になり、20年後には25%程となる。しかし実際の漏水率は各街の事情や給水システムのタイプで異なるとしている。例えば、大規模な漏水は局所給水よりも配管給水システムで発生する。局所給水システムの場合、都市給水の漏水率は村落給水の漏水率と同程度であると推察される。これらの基準を考慮して、村落給水および都市給水の漏水率はそれぞれ以下に設定した。

- 村落給水 : 20%
- 都市給水 (局所給水): 20%
- 都市給水 (配管給水): 30%

g. 消防用水需要

村落給水システムは局所給水システムとして計画されており、消防用水を同給水システムに含めることは現実的ではない。因って消防用水需要は、配管給水である都市給水プロジェクトに対してのみ算定する事とした。都市給水設計基準では、配水池の貯水容量の 10%を消防用水需要として増加させることを規定している。都市給水プロジェクトでは配水池の計画に同基準を適用した。

2.2.2 水需要予測

a. 水需要量

a.1 都市給水

2020年での計画一日平均給水量は、2020年時点の人口予測に一人当たり単位水需要を乗じ、更に上記項目の各水需要を加味した。計画対象地域内には、配管給水を行っている四つの都市給水システムが存在する。それらは、Kabribeyah市、Kabridahar市、Dagahbur市、Godey市である。その他の郡首都の人口もまた、社会経済調査では都市人口として分類されている。そこで、それらの市の水需要量は都市給水として算定された（表 2.9 参照）

表 2.9: 都市給水水需要構成要素

| No. | 項目 | 計算式 |
|-----|------|----------------------|
| 1 | 飲料水 | 人口×20 リットル/日 |
| 2 | 家畜用水 | 飲料水×20% |
| 3 | 公共用水 | 数量×各単位日水需要量 (リットル/日) |
| 4 | 商業用水 | 数量×各単位日水需要量 (リットル/日) |
| 5 | 産業用水 | 数量×各単位日水需要量 (リットル/日) |
| | 小計 | No.1~5 |
| 6 | 漏水量 | 小計×30% |
| | 合計 | 小計+漏水量 |

a.2 村落給水

郡首都に含まれないケベレは、村落給水システムとして算定した。村落給水の水需要は、表 2.10の項目から成り立つ。

表 2.10: 村落給水水需要構成要素

| No. | 項目 | 計算式 |
|-----|------|--------------|
| 1 | 飲料水 | 人口×15 リットル/日 |
| 2 | 家畜用水 | 飲料水×20% |
| | 小計 | No.1~2 |
| 3 | 漏水量 | 小計×20% |
| | 合計 | 小計+漏水量 |

計画目標年の一日平均給水量は、以下の表 2.11のように算定された。

表 2.11: 2020 年における各郡の一日平均給水量

単位: m³/日

| Zone | Wareda | Type | 2015 | 2020 |
|---------|------------|-------|-------|-------|
| Fafan | Kabribeyah | Urban | 2,010 | 2,249 |
| | | Rural | 3,797 | 4,382 |
| | | Total | 5,807 | 6,632 |
| Jarar | Araarso | Urban | 727 | 837 |
| | | Rural | 485 | 560 |
| | | Total | 1,212 | 1,397 |
| | Dagahbur | Urban | 2,433 | 2,798 |
| | | Rural | 1,608 | 1,856 |
| | | Total | 4,041 | 4,653 |
| | Birqod | Urban | 372 | 425 |
| | | Rural | 231 | 266 |
| | | Total | 603 | 691 |
| Korahe | Shaygosh | Urban | 508 | 573 |
| | | Rural | 1,199 | 1,384 |
| | | Total | 1,707 | 1,957 |
| | Kabridahar | Urban | 1,766 | 2,034 |
| | | Rural | 2,903 | 3,350 |
| | | Total | 4,669 | 5,384 |
| | Doba wein | Urban | 1,269 | 1,446 |
| | | Rural | 971 | 1,121 |
| | | Total | 2,240 | 2,567 |
| Shebele | East Ime | Urban | 325 | 374 |
| | | Rural | 1,910 | 2,205 |
| | | Total | 2,236 | 2,579 |
| | Danan | Urban | 351 | 402 |
| | | Rural | 479 | 553 |
| | | Total | 830 | 955 |
| | Beercaano | Urban | 215 | 248 |
| | | Rural | 492 | 568 |
| | | Total | 707 | 816 |
| | Godey | Urban | 1,243 | 1,418 |
| | | Rural | 1,314 | 1,516 |
| | | Total | 2,556 | 2,934 |
| | Adadle | Urban | 525 | 604 |
| | | Rural | 2,110 | 2,435 |
| | | Total | 2,635 | 3,039 |
| | Kalafo | Urban | 983 | 1,124 |
| | | Rural | 1,793 | 2,070 |
| | | Total | 2,776 | 3,194 |
| | Mustahil | Urban | 809 | 932 |
| | | Rural | 1,171 | 1,352 |
| | | Total | 1,980 | 2,284 |
| Afder | Rasso | Urban | 275 | 316 |
| | | Rural | 518 | 598 |
| | | Total | 793 | 914 |
| | West Ime | Urban | 248 | 284 |
| | | Rural | 576 | 665 |
| | | Total | 824 | 949 |

b. 計画給水量

2012年9月の時点では、都市給水の給水アクセス率は70%に達し、村落給水の給水アクセス率は52%となっている。現在の給水量は既存の給水施設を通じて給水されている。本調査では、SRWDBが実施困難な給水量に対して、給水計画を策定するものとする。本調査は2013年8月に最終報告書が作成され、各プロジェクトは2014年以降にそれぞれ実現される。現5箇年計画方針は、2013年及び2014年の給水アクセス率を2015年の80.4%と90.7%に設定している。これらの条件を考慮すれば、計画給水量は2020年の計画一日平均水量から2015年の計画一日平均給水量の80%を引いた水量とする（図2.1）。

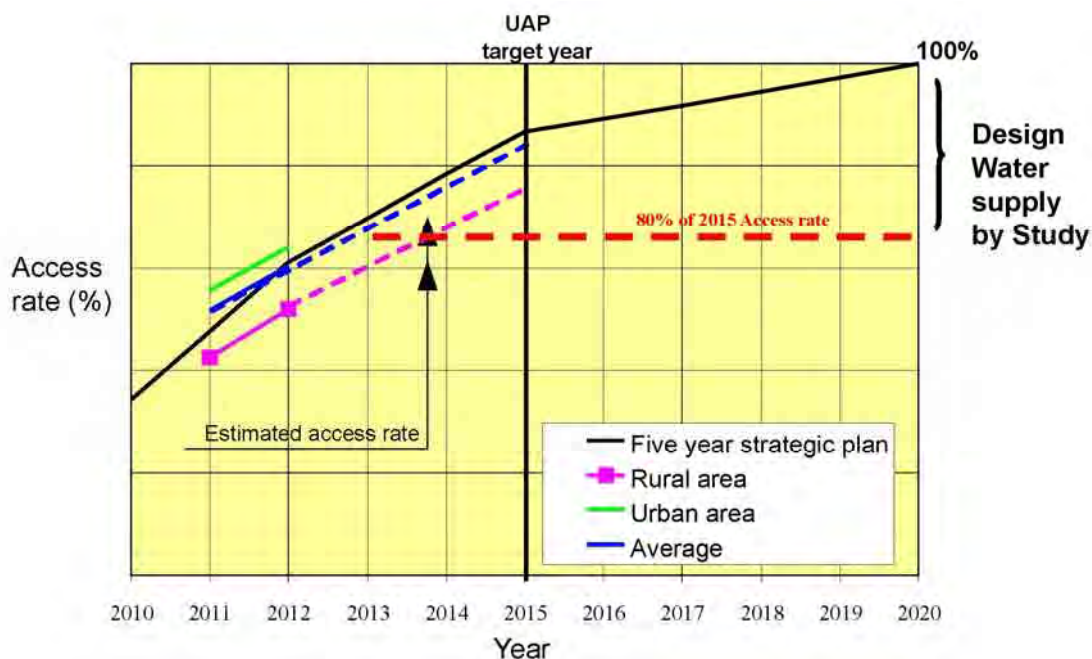


図 2.1: 本調査での計画給水量

2.3 パイロットプロジェクトの結果と給水計画への活用

2.3.1 給水工事の結果

a. 給水工事の概要と結果

パイロットプロジェクトとしての給水工事は、Kabribeyah 市およびジャラル溪谷を対象にした「ジャラル溪谷給水システムの改善」、また、Godey 市を対象にした「給水ポイントの建設」の2つの工事からなる。これら給水工事の概要を表 2.12に示す。

表 2.12: 給水工事の概要

| 工事名称（対象地域） | 工事項目 |
|--|-----------------------------------|
| a.1 ジャラル渓谷給水システムの改善 （Kabribeyah 市およびジャラル渓谷） | a.1.1 新規水源井戸の建設（2ヶ所）と発電機と発電機小屋の設置 |
| | a.1.2 導水管（新規水源～既存導水管） |
| | a.1.3 送水・中継ポンプの新規交換（3台） |
| | a.1.4 公共水栓の建設（5ヶ所）+追加(2箇所) |
| a.2 給水ポイントの建設（Godey 市） | 公共水栓の建設（5ヶ所） |

a.1 ジャラル渓谷給水システムの改善（Kabribeyah市）

a.1.1 新規水源井戸の建設と発電機・発電機小屋の設置

ジャラル渓谷給水システムの新規水源井戸 2ヶ所の掘削を行い水中モーターポンプを設置した。また各隣接サイトに発電機小屋の建設をし発電機の設置を行った（図 2.2参照）。

新規の水中モーターポンプの仕様は、新規井戸の揚水試験の結果と新規井戸と既存給水システムへの配管（導水管）延長による水理計算から次表のように決定した。ポンプ仕様は2ヶ所ともに共通である。新規井戸水源2ヶ所の水中ポンプの動力源は将来的には商用電力が利用される予定であるが、当面発電機を動力源として運転する。また、揚水管の管種は亜鉛メッキ鋼管（GI pipe, タイプ B）を採用した（表 2.13参照）。

表 2.13: 水中モーターポンプの仕様(2台共通)

| 項目 | 仕様 |
|-----------|--------------------------------------|
| 全揚程 (H) | H=130m～135m |
| 吐き出し量 (Q) | Q=18 m ³ /時間 (Q=5 L/秒) |



図 2.2: 揚水管の最後の仕上げ接続の様子(左)と建設された発電機小屋(右)

a.1.2 導水管の据付工事

ジャラル溪谷給水システムの水源地域には既存の井戸が複数存在しており、既存水源の井戸から既存浄水施設を結ぶ導水管が存在する。本パイロットプロジェクトで新たに掘削した 2 本の井戸からの導水管はこの既存導水管に接続された。導水管の管種は硬質塩化ビニル管（uPVC pipe、PN10）である。UNHCR も同時期に 2 本の井戸を掘削済みであり、この 2 本の井戸は、本給水工事で調査団が敷設した導水管に接続される予定である。本給水工事で実施した既存給水システムへ接続する導水管の敷設概要は図 2.3のとおりである。

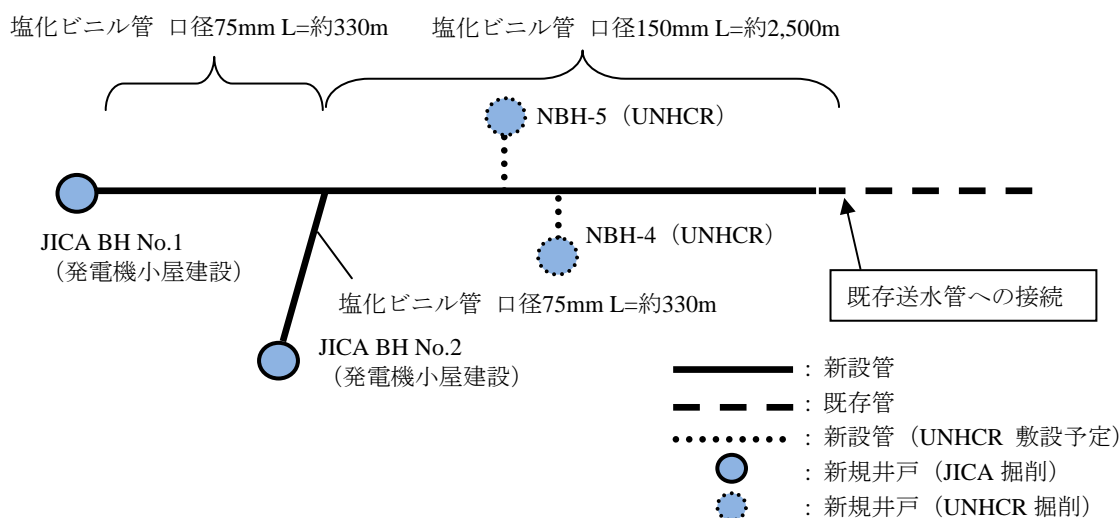


図 2.3: 既存給水システムへの導水管接続の概要

a.1.3 送水・中継ポンプ場のポンプ交換

既存送水・中継ポンプ場は、それぞれ 3 台のポンプが並列運転（常時 1 台、2 台予備）により稼動するように設計されている。ポンプ稼動状況を現地で確認したところ、次表のポンプ現状に示すとおりであった。機能低下している送水ポンプ場のポンプ 2 台（No.1 と No.2）は、軽微な故障によりたびたび送水が停止している。現在この 2 台は、No.1 ポンプが著しく機能低下しているものの、両者とも送水運転が可能な状況である。ただし施工業者の電気技師によると No.2 ポンプは、稼動のためにはポンプの消耗部品の一部交換が必要な状況である。本給水工事では合計 3 台のポンプを交換予定でポンプ 3 台を新規調達したが、Kabribeyah 市給水事務所との協議により、最終的にポンプ交換は故障撤去が確認された送水ポンプ場のポンプ 1 台（No.3）と中継ポンプ場のポンプ 1 台（No.1）の計 2 台とした。残りの新規ポンプ 1 台については、機能低下した送水ポンプ場のポンプ 2 台のどちらかのポンプが完全に故障した段階で Kabribeyah 市給水事務所が交換することになる（表 2.14参照）。

表 2.14: 送水・中継ポンプの現状と交換実施済もしくは予定のポンプ

| 送水ポンプ場 | ポンプ現状（製造年*） | 本給水工事交換対象 |
|----------|--------------------------|---|
| No.1 ポンプ | 機能低下、送水可能 （2011年） | 完全に故障した段階で Kabribeyah 市給水事務所 が交換を実施予定 |
| No.2 ポンプ | 機能低下、条件付で 送水可能（2011年） | |
| No.3 ポンプ | 故障撤去（2009年） | 新規交換 |
| 中継ポンプ場 | ポンプ状況（製造年） | 本給水工事交換対象 |
| No.1 ポンプ | 故障撤去（2009年） | 新規交換 |
| No.2 ポンプ | 稼働中（2012年） | — |
| No.3 ポンプ | 稼働中（2011年） | — |

*製造年は既存ポンプや既存調査報告書、ヒアリング等により推定

*ポンプ番号は調査時点では両ポンプ場で入り口から向かって奥から手前へ No 1, 2, 3 としている

送水ポンプの仕様は表 2.15のとおりとし、3 台全て同仕様である。

表 2.15: 送水・中継ポンプの仕様(3 台共通)

| 項目 | 送水ポンプ場 | 中継ポンプ場 |
|-----------|--------------------------------|--------|
| 新規ポンプ機種 | ME100K80-90 /4A-TB （Rovatti 社） | |
| 全揚程(H) | H=220m | |
| 吐き出し量 (Q) | Q=75 m ³ /時間 | |



図 2.4: 据付工事実施中の送水ポンプ(左)と送水ポンプ場の全景(右)

送水ポンプ場の新規送水ポンプ（No.3）設置直後に、付帯配管設備である逆止弁が機能しておらず、送水された水がポンプに逆流する状況が観察された。この状況ではポンプを停止した際に水の逆流が発生し、ポンプのモーターが逆回転するため、モーター及び制御盤に悪影響を及ぼす。このため、設置直後はポンプの運転ができなかった。この後、直ちに Kabribeyah 市給水事務所の技術職員によって、スケール付着で機能していなかった逆止弁を取り外し、スケールの除去が行われた。これにより逆止弁の機能が回復し、本ポンプ（No.3）は送水運転を再開することができた。

また、送水ポンプ場の既存のポンプ 2 台（No.1、No.2）は機能低下しており、本パイロット工事期間中の 2013 年 1 月下旬に両ポンプの同時故障によりシステムへの送水が一時停止した。これにより Kabribeyah 市街地への送水が中断し、約 1 週間給水が停止した。この間、本給水工事によって新規送水ポンプ 1 台（No.3）の据付が実施され、送水が再

開された。本給水工事による新規送水ポンプの据付実施により、長期の断水を回避することが出来た（図 2.4参照）。

a.1.4 公共水栓の建設

2012年5月に、公共水栓建設地点の選定をカウンターパートと協働により実施した。公共水栓5ヶ所はKabribeyah市街地に建設した（図 2.5参照）。また、公共水栓1ヶ所を除く4ヶ所で家畜用水飲場を設けた。Kabribeyah市の公共水栓は既存給水システム（配管）に接続されるが、既存給水システムの水量や水圧が安定していないことに配慮して、4ヶ所の公共水栓に貯水槽（10m³）を併設した。これにより、給水システムの不稼動時にも給水車による貯水槽への給水や、夜間などの水圧が安定している時間帯を利用した貯水が可能となり、断水時の応急給水用としても利用になる。



図 2.5: 完成した公共水栓(Kabribeyah 市)

a.2 給水ポイントの建設（Godey市）

2012年5月に、公共水栓建設地点の選定をGodey市役所ならびにGodey市給水事務所との協働により実施した。5ヶ所の公共水栓はすべてGodey市内の市街地周縁部に建設された。Godey市内に建設する公共水栓はジャラル溪谷給水システムに新たに建設する公共水栓と同形状である。なお、Godey市内の既存の公共水栓には家畜用水飲場が建設されていないので、公共水栓には家畜用水飲場は設けていない（図 2.6参照）。

5つの公共水栓は既存給水システムには接続されず、当分の間は給水車による貯水槽への給水によってのみ利用が可能である。また、本公共水栓は将来的な給水システム拡張に伴う給水システムへの接続を考慮した設計がなされている。



図 2.6: Godey 市での関係者とのサイト確認の様子(左)と完成した公共水栓(右)

b. 給水工事の進捗状況

給水工事は2012年9月17日に開始され、図2.7に示す工事進捗によって工事は3月に完工した。Kabribeyah市における公共水栓の建設箇所の変更や配水管仕様の設計変更等により、11月までは工事進捗が予定より遅れたが、それ以降は当初予定された率で進んだ。なお、当初の工事完工予定日は2013年1月末であったが、設計変更等を理由として、完工期限を2013年3月上旬に変更した。

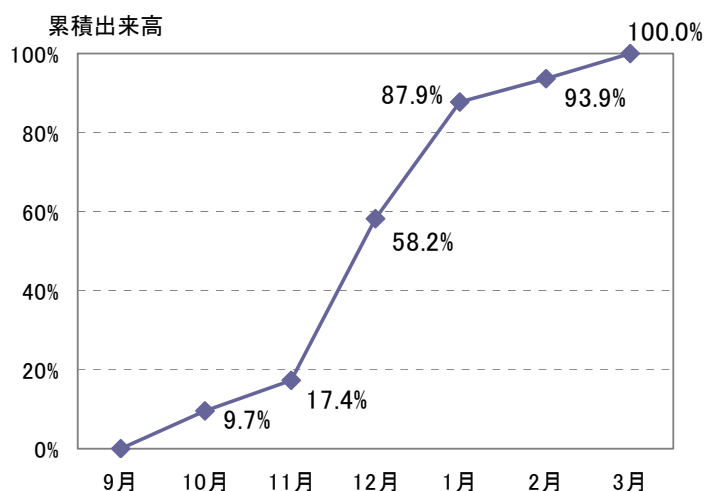


図 2.7: 進捗出来高曲線表

2.3.2 給水工事過程において観察された給水施設並びに工事の課題

パイロットプロジェクトとして実施された本給水工事は工事の実施により、今後本調査で計画・設計された給水プロジェクトを実施するにあたって有用なフィードバックを得る事を一つの目的としている。この観点から、パイロットプロジェクト工事実施中に観察された既存給水施設や給水施設建設に関する技術上の課題を以下に示す。

a. 送水・中継ポンプ場の付帯配管設備の現状と漏水の認識

本給水工事では2台の送水ポンプを交換したが、交換時に改めてポンプ付帯配管設備の機能低下と、Kabribeyah市給水事務所の技術職員の漏水に対する認識が低い状況を確認した。送水ポンプと付帯設備は図2.8のように配置されている。送水ポンプを交換する際には、流出側は逆止弁により、流入側ではNo.1やNo.2の仕切弁を閉めることによって水の流出を防ぐことができる。

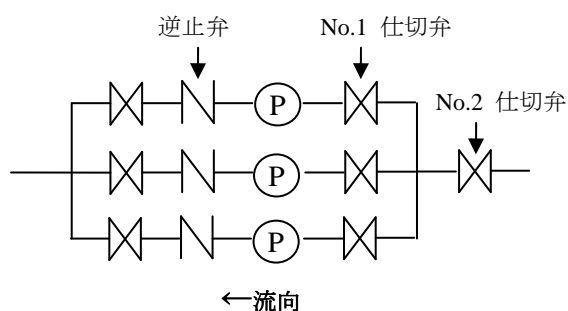


図 2.8: 送水ポンプと配管付帯設備の設置状況

しかし、図 2.8の写真左に示すように、ポンプ流出側には逆止弁が存在し、また No.1 仕切弁を閉めているにも関わらず、ポンプ交換箇所において漏水が確認された。また、No.2 の仕切弁も十分に機能していないことが、本給水事務所の技術職員の説明により確認された。

また、図 2.9の写真右に示すように、ポンプの構造によっては、ポンプ流入側配管の仕切弁を閉じているのに関わらず、ポンプ本体を構成するモーターと羽根車の接続部分から常に水が流出している状況であった。このポンプでは、ポンプに付帯する逆止弁がその機能を十分に発揮しておらず、水が送水管から逆流していると推測される。本給水工事では、送水ポンプ場の付帯設備の機能低下の状況を、送水ポンプ交換によって確認することができたが、ジャラル溪谷給水システムに存在するバルブ等の配管付帯設備は、同様に機能低下している状況であると推測する。このことは市内の公共水栓の既存管網への接続にあたって管網上に存在する主要な仕切弁の多くが故障のために閉め切ることが出来なかった事実からも確認される。

また、仕切弁や逆止弁の機能低下により、常に送水ポンプから漏水が発生している状況であったが、ポンプ場担当の技術職員（オペレーター）は、その漏水を阻止する措置ができないのが現状であった（図 2.9参照）。漏水は、無収水であり水道経営的に大きな損失となる。現状では、本給水システムの適切な地点に水道メーターが配置されず水量把握が実践されていないこと、また、送水ポンプ場のように仕切弁等の機能低下に対処することができないことから漏水を放置せざるをえない。以上から、機能劣化した付帯設備を計画的に更新する必要性も含め、Kabribeyah 市給水事務所の職員が漏水による経営上の損失に対する認識を十分に持っていないと推察でき、今後の課題となる。



図 2.9: 送水ポンプからの漏水の状況 ポンプ交換時(左)と常時漏水(右)

b. 工事発注方式と機材据付

本給水工事では、水中モーターポンプと発電機 2 セットと送水ポンプ 3 台を調達して据付を実施している。本給水工事では、機材の調達は調達業者、据付は本給水工事を請負った施工業者によって実施された。しかしながら、機材の調達と据付がそれぞれ異なる業者によって実施されたことから、機材の管理責任があいまいになる状況が散見された。機材調達施工を伴う工事においては、機材調達業者が据付までを実施するか、もしくは施工業者が調達から据付までを実施し、調達から据付までの責任が分断されないようにすることが望ましい。

c. ポンプ関連の機材管理と調達方法

ジャラル溪谷給水システムでは、水中ポンプや送水ポンプ、また Godey 市給水システムにおいては取水ポンプ、送水ポンプといったポンプ機材が使用されている。これらポンプはエチオピア国で製造されておらず、外国からの調達が基本となる。よって、調達に時間を要するとともに、ポンプそのものが高価である。

前述 (a.1.3. 送水・中継ポンプ場のポンプ交換) のように、送水ポンプが全て故障した場合には給水を停止せざるを得ず、ポンプは給水システムにおける基幹施設である。現在、ポンプが故障した際には他の故障したポンプの部品を用い、不具合のある部品を交換しており、対処療法的な対応となっている。このような状況で仮に全ての送水ポンプが完全に故障した場合、計画的な機材管理が無いため、新しいポンプの調達・据付完了まで長期間を要し、その間は給水が停止することになる。また新規のポンプを調達しようにも、ポンプが高価であり、ドナーや NGO 等に購入を頼らざるを得ない。例えば、Godey 市給水システムの取水ポンプは現在、予備ポンプなしの 1 台で運転されており、本ポンプが故障した際には給水の長期停止という危機的状況になりうる。

ポンプ故障による給水の長期間停止を避けるためには、予備を含めたポンプが常に稼働できる状態を保つことが必要である。また、ポンプが故障した際のポンプ購入、交換に備え、その購入費用を事前に確保しておく必要がある。ポンプ購入費用は水道料金で

賄われることが望まれるが、ポンプは高価なため、長期的な視野にたつて、その購入費用を積み立てていくことが必要と考える。また、現時点では各給水システムを管理する市給水事務所単独ではポンプ調達や据付実施が困難である。ポンプ購入費用の積み立て支援も含めた調達据付支援を、その能力を有する外部組織が継続支援していく必要があると考える。

d. ジャラル溪谷給水システムの地形的条件

ジャラル溪谷給水システムの施設群の概略位置関係は図 2.10に示すとおりである。Kabribeyah 市街地から水源である既存井戸や浄水・送水施設までは、4WD 車両で約 30 分を要する（ルート 1）。また、本プロジェクトで新たに掘削した井戸（JICA BHs）は、既存井戸が存在する地域から車両での直接アクセスには時間がかかり、次図で示すルート 2 を通る必要がある。この場合、Kabribeyah 市街地からは、車両移動で約 45 分を要する。また、浄水・送水施設から Kabribeyah 市街地までは 20km ほど離れており、高低差（Kabribeyah 市街地側が高い）は約 330m である。

なお、JICA BHs の掘削地点は主に既存の井戸群との位置関係、水理地質条件、事業実施期間中の安全面等の理由によって決定された。これらの結果、掘削地点は既存施設から離れた地域になり、JICA BHs のようにアクセスが安易ではない地点となっている。

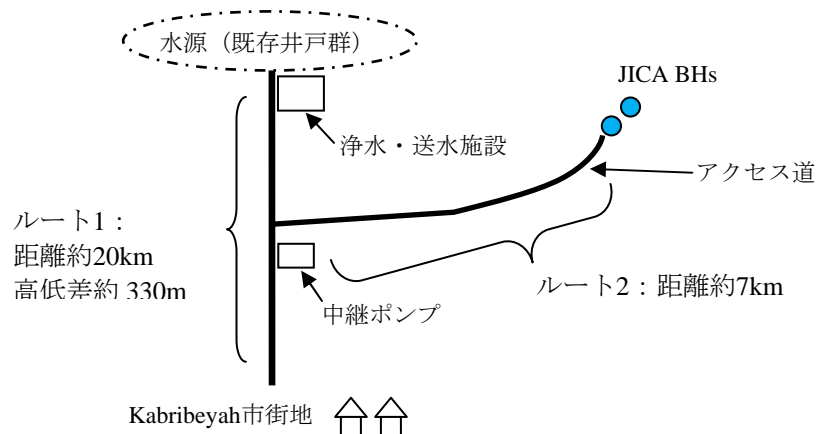


図 2.10: ジャラル溪谷給水システムの施設位置関係

本給水工事の施工監理では、4WD 車両を利用して JICA BHs や送水施設等への移動を行った。各施設の位置関係やアクセス道路の状態から、移動に多くの時間を要した。特に雨季には水源井戸（JICA BHs）地域に到達できないこともあった。このように、日常の施設全体の運転管理を実施するには、移手段としての車両が必須であり、水源地域への雨季のアクセスを確保するために道路の整備も必要になる。

一方で、これら各給水施設（水源、浄水および送水施設、給水区域）が散在することや水源から Kabribeyah 市街地までの高低差が大きいことから、水源からのポンプ送水の運転管理には多くの労力が必要とされ、運営維持管理費も高くなる。これらは結果として給水原価が高くなることを意味する（給水原価は間接的に給水施設設置場所の地形的条件の影響を受ける）。従って、本給水システムの運営維持は高コストにならざるを得

ないと考えられる。

e. 家畜水のみ場や公共水栓の標準図の必要性

本給水工事の家畜水飲場は、SRWDB から提示された図面を参考に設計された。しかし、建設工事段階で、家畜水飲場の側面の高さが高く、この設計はラクダ用のものであることが判明した。そのため、建設工事段階で、牛やヤギ等でも利用できるように側面の高さを低くするための設計変更が行われた。

家畜の大きさはそれぞれ違っているため、家畜水飲場の形状とサイズは、対象とする家畜に合わせて明確な標準図面を準備する必要がある。なお、公共水栓も同様に標準設計図面が準備されていないため、今後標準化が必要である。図面の標準化を実施することにより、今後の給水施設の設計や施工監理の労力負担、工事段階での設計変更の軽減を図ることができる。

f. 既存給水施設の情報（図面等）の整理

ジャラル溪谷給水システム、Godey 市給水システムともに、既存給水施設情報のうち特に既存の導水管や配水管の管敷設図面や既存管の情報（管種、布設年等）を図面として得ることが出来なかった。そのため、設計や工事では、既存管路の情報は聞き取りや、既存仕切弁の設置状況等の現場確認に頼らざるを得なかった。聞き取りによる不明確な情報に基づく施工では工事途中で設計変更を生じる可能性が高くなり、結果として工事の遅延・建設コスト増大につながる。今後、給水施設の的確な管理を実施していくためにも、既存給水施設の情報を図面や書類として整理していくことが必要である。

2.3.3 パイロットプロジェクトから抽出された非技術的問題点

ここでは、パイロットプロジェクトの工事実施から得られた運営・維持管理に関わる非技術的課題について総括する。

a. 関連機関の情報共有・連携体制に起因する問題（サイト選定）

パイロットプロジェクトにおける公共水栓の建設地点は、当初市給水事務所との協議と同事務所の職員同席による現場確認によって決定された。しかしながら、Kabribeyah 市の公共水栓工事では、工事開始後に 5 ヶ所中 3 ヶ所の公共水栓の位置を変更せざるを得なかった。これは建設途中で Kabribeyah 市長から既に選定されたポイントは市のマスタープラン上で道路上に位置するため建設を認めないという申し立てがあったためである。

調査団側は当初より、このような問題を想定して Kabribeyah 郡の役所に対し、設置サイトの選定に関して関係者に十分に確認することを依頼していた。更に、給水システムを管理する組織の職員による選定によって決定した建設地点であれば、土地問題は発生しないという認識があった。しかし、今回のケースのように、市の運営には多くの関係者が携わり、必ずしもそれら関係者間で情報共有が十分行われていないことから、今後同様の問題を回避するためには個々の関係者に別個に同意を得ることが必要であると考

えられる。

b. 軍関係者による施工業者運搬作業の中断

施工期間中に、2回ほど施工業者の資材輸送用のトラックが軍関係者に強制的没収されるといった事件があった。車両は後に返却されたものの、このため業者は現場への資材の搬入を数日から1週間中断されることになった。運搬する資材の内容やタイミングによっては工事に大きな影響を及ぼすことが考えられるため、本格工事実施時には十分な対策を取る必要がある。

c. Kabribeyah 郡・市当局の統制能力と住民意識

ジャラル溪谷における2つの深井戸（発電機小屋を含む）の建設後、その管理のために WASHCO の組織を行う試みが州水資源局によって行われた。結果、2つの井戸の付近に住民が住んでいないこと、またこの水源井戸自体から住民が水を直接得ることが出来ないことから WASHCO の組織は不可能と判断され、研修は中止された。その後、複数の関係者および近傍のコミュニティからこれらの井戸の付近に住民が利用するための給水ポイントを設置するべきとの意見が出されたが、その理由は「住民が直接利用できる給水施設を作らない場合、施設の管理がずさんになるのみでなく、建設した水源井戸に対して住民が施設の破壊等の妨害活動を行う可能性がある」とのことであった。関係者に確認したところ、これらの発言はこれまでの関係者の同地域での経験から出されたものであった。Kabribeyah 市内に比べ、行政の管理の行き届かないジャラル溪谷では住民の統制が難しく、計画時に十分に状況を調べておく必要がある。

2.3.4 給水計画への活用

Kabribeyah 市給水事務所は、多くの場面で漏水や設備機器の故障等の問題を抱えている。また予算上の制約もあり、現場に維持管理用の十分なスペアパーツを備える事も困難である。運営・維持管理の状況は他の郡でも同様である。この対応には使用可能な設備やスペアパーツを把握し、他の現場から問題の発生した現場へ機材の運搬を行い、持続可能な運営を支援するソマリ州水資源局の調整が求められる。そのような持続可能な給水施設の運営を実現するためには、規模の類似したプロジェクトに対しては給水計画の標準化を行い、運営・維持管理時に融通の利く体制を構築する事が必要となろう。また給水計画は、運営・維持管理費用の低減化の観点から水資源へのアクセスの容易さや水源から給水地域までの高低差を考慮したものにする必要がある。

図 2.7に示すように、他の工種もあったが建設工事は総延長 5km のパイプ敷設工事に6ヶ月間を要した。建設業者はソマリ州水資源局の推薦を基にショートリストされた業者による競争入札で選定されている。従って彼らの事業実施のパフォーマンスは、ソマリ州内では妥当なレベルにあると思われる。しかしながら、パイロットプロジェクトでは設備保管で課題が発生し、また工事期間も2ヶ月間の延長となってしまった。これらのパイロットプロジェクトを通じた経験から、給水計画は小規模かつ一つの建設工事に全

事業内容を収める必要がある。

- 給水計画の標準化（ポンプ設備、公共水栓、家畜用水飲場等）
- 運営・維持管理費用の低減化（低ポンプ揚程、現場へのアクセスの容易さ）
- 小規模給水計画プロジェクトの策定
- 調達事業と建設工事を一つにまとめたプロジェクト構成内容の策定

3. 水資源と既存施設

3 水資源と既存施設

3.1 水資源の種類

a. 地下水

地下水では四タイプの給水システムからなる。各システムの相違は以下の表 3.1に要約される。

表 3.1: 地下水給水システムの分類

| No | 給水システムタイプ | 定義 |
|----|----------------------|---|
| 1 | 電動ポンプ利用のボアホール | - 深度は 60m 以深 - 一か所当りの給水人口は 900 人以下 - 公共水栓が備わる |
| 2 | ハンドポンプ利用のボアホールまたは浅井戸 | - 深度は 60m 以浅 - 一か所当りの給水人口は 500 人以下 |
| 3 | 手掘り井戸 | - 一か所当りの給水人口は 300~350 人 - ハンドポンプが備わる - 地下水位は 20m 以浅 |
| 4 | 湧水 | - 一年を通して流れる水 - 0.1/lit/秒の流量で給水人口は約 140 人 |

出典：エチオピア国村落給水及び衛生設計基準

電動ポンプ利用のボアホールが四システムの中では最も安定した水源ではあるが、費用も最も高い。それに対し、手掘り井戸は最も経済的かつコミュニティレベルで簡単に建設出来るが、季節による地下水変動の影響を最も受ける。

b. 河川水

シェベレ川の本川は通年で流量を有しているため、飲料水目的の水資源として使用されている。しかしながら、シェベレ川は一年を通じて濁度が高く、直接使用することは出来ない。河川水は河川付近に設けた沈殿池で一度貯留させ、土粒子を沈殿させて上澄み水を飲料水として使用している。河川水はシェベレ川支川では地下に浸透して枯れ川となっているため、雨季の期間しか流れていない。このため支川では水資源としては利用できない。

c. 雨水

雨水はプロジェクト地域では、水資源として広く使用されている。地域では雨水を開発利用するために、ビルカとハフィールドダムという 2 種類の給水施設が使用されている。ビルカは小規模給水施設であり、建設が容易である。したがって、ビルカは雨水開発利用をする上で第一優先順位となる。SRWDB はハフィールドダムの受益者数を 2,500 人と規定している。そこで給水人口が 2,500 人以上の場合は、ハフィールドダムが水資源開発としては有効となる（表 3.2参照）。

水文調査では、Godey 市の年間蒸発散量は約 4,565mm と算定し、Dagahbur 市の年間蒸

発散量 2,596mm の約 1.8 倍大きい値と推定している。これらの市はほぼ同じ程度の年間降雨量であり、この大きな蒸発散量の差異はハフィールダムでの貯水に非常に大きく影響を及ぼす事になる。ハフィールダムでの干ばつを避けるために、同施設はジャラル溪谷地域だけで計画し、シェベレ川流域では雨水の貯水施設としてビルカだけを計画する。

表 3.2: 本調査でのビルカ及びハフィールダムの計画指標

| 施設 | 計画基準 | 対象地域 |
|---------|----------------|----------------|
| ビルカ | < 給水人口 2,500 人 | ジャラル溪谷、シェベレ川流域 |
| ハフィールダム | >= 2,500 給水人口 | ジャラル溪谷 |

3.2 ジャラル溪谷地域の水資源

a. 現在のジャラル溪谷地域の水資源

計画対象地域の既存水資源を図 3.1に示す。ジャラル溪谷は全郡の中心部を南北方向に通っているため、ボアホールは全郡で同程度に使用されている。地下水位が比較的浅いケベレは、ボアホールの代わりに浅井戸やハンドポンプ付き井戸が建設されている。河川は全て涸れ川であり、計画対象地域には表流水は流出していない。

ビルカもまた Kabribeyah と Birqod を除く全郡で、一般的に使用されている。もし地域にボアホールや浅井戸がない場合は、住民は雨水に頼らなくてはならない。そのような場合には、事業実施機関はビルカを建設している。Kabribeyah では 19 ケベレで水資源の情報が無いと回答している。また他の質問では、Kabribeyah 郡には 5 箇所のハフィールダムと 65 箇所のビルカがあると回答している。水源の情報が無い kebeles は、Kabribeyah 市の東側に位置しており、それらの地域には既存のボアホールは存在しない。これら 19 ケベレは、水資源としてビルカあるいはハフィールダムを使用していると予想される。Birqod の場合は、既存の 5 ケベレはジャラル溪谷の近傍に位置しており、ボアホールや浅井戸を使用している。この結果、彼らはビルカを現在使用していないと推定される（表 3.3参照）。

表 3.3: ジャラル溪谷地域の各郡の既存給水システム

| 県 | 郡 | ボアホール | 浅井戸 | ハンドポンプ井戸 | 手掘り井戸 | 河川取水 | ビルカ | 情報無し |
|--------|------------|-------|-----|----------|-------|------|-----|------|
| Fafan | Kabribeyah | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| Jarar | Araarso | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 |
| | Birqod | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | Dagahbur | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 | 6 |
| Korahe | Kabridahar | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| | Shaygosh | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| | Doba wein | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 |

b. ジャラル溪谷地域の給水計画のための水資源

ジャラル溪谷地域ではボアホールが広く開発されており、かつ現在も使用されている。新規水資源開発の際に十分な揚水量が確保出来れば、水量の観点からジャラル溪谷地域では、ボアホールが最も安定した水資源であるといえる。因って、同地域はボアホール開発を第一優先として計画の検討を行う。

ジャラル溪谷地域の大部分のケベレは、南北方向に伸びるハイウェイに沿って位置している。同ハイウェイは Kabribeyah、Araarso、Dagahbur 各郡でジャラル川から約 20km 離れた位置を通っている。ハイウェイ沿いのケベレでは距離が遠いため、ジャラル川から取水する事は困難な作業である。そのため、それらのケベレではビルカやハフィールダムが利用可能な水資源となる。ハイウェイは Dagahbur 市や Birqod 市でジャラル川と交差し、Birqod 市を過ぎた後は川沿いに通っている。Shaygosh や Kabridahar 郡では、川に近いケベレはボアホールによる水源開発を行い、川から遠いケベレではハフィールダムによる水源開発を行う計画とする。これは各ケベレの人口が五千人を超えるため、2020 年の水需要量を満たすためには多数のビルカが必要となるからである。

Kabribeyah 郡のケベレはハイウェイの東側に広がっている。原則として既存のボアホールが無い場合、このような地域ではビルカが最も現実的な水資源となる。

3.3 シェベレ川流域の水資源

a. 現在のシェベレ川流域の水資源

シェベレ川の本川沿いに位置する郡は、シェベレ川から取水している。Danan 郡はシェベレ川に近接していないこともあり、ボアホールや浅井戸等の他の水資源を使用している。Godey 郡のシェベレ川から離れているケベレもまた地下水水資源を使用している。シェベレ川から離れているケベレは、河川水を利用する事が出来ないため、他の水資源を探さなくてはならず、この事が Godey 郡の比較的多くのケベレが浅井戸を水源として使用している理由である（表 3.4参照）。

表 3.4: シェベレ川流域の各郡の既存給水システム

| 県 | 郡 | ボアホール | 浅井戸 | ハンドポンプ井戸 | 手掘り井戸 | 河川取水 | ビルカ | 情報無し |
|---------|-----------|-------|-----|----------|-------|------|-----|------|
| Shebele | Adadle | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 7 |
| | Beercaano | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| | Danan | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | East Ime | 0 | 1 | 0 | 2 | 7 | 0 | 2 |
| | Godey | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| | Kalafo | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| | Mustahil | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 1 | 0 |
| Afder | West Ime | 0 | 1 | 0 | 2 | 7 | 0 | 3 |
| | Rasso | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 |

b. シェベレ川流域地域の給水計画のための水資源

大部分の郡はシェベレ川の水に水源を頼っており、河川水は対象地域において不可欠な役割を担っている。河川水は Danan 郡と Rasso 郡を除いては、水源として第一優先であることには違いない。シェベレ川から 1km 以内に位置するケベレは、河川水が運営費用の点から最も持続的な水源であることから考えて同河川から取水する計画とする。

Danan 郡では、地下水は全ケベレで手掘り井戸やハンドポンプ井戸として使用されている。Danan 郡はシェベレ川に面していないが幾つかの涸れ川を有し、既存の井戸は涸れ川上に開発されている。したがって、地下水開発は Danan 郡では第一優先順位となる。一箇所の手掘り井戸の給水人口は 100 人、また一箇所のハンドポンプ井戸の給水事項は 400 人とされている。2020 年に Danan 郡の各ケベレで求められる給水人口は、2,000 人から 3,000 人の範囲である。全水需要が手掘り井戸やハンドポンプ井戸で賄われるのであれば、非常に多くの手掘り井戸が必要となる。これらは乾季には容易に干上がってしまう。それらの郡で安定した給水を確保するためには、ボアホール開発がハンドポンプや手掘り井戸開発よりも妥当であるといえる。因って、Danan 郡ではボアホール開発を適用する。

Rasso 郡では、既存のボアホール開発は現在行なわれていない。加えてシェベレ川の支川は涸れ川であり、住民は乾季の河川からの取水は期待出来ないので、手掘り井戸の開発を行なっている。しかし、手掘り井戸による給水では受益者が限定されてしまう。Rasso 郡では雨水が唯一の水資源とならざるを得ない。シェベレ川地域ではジャラル溪谷地域と比較して、地域蒸発散量は非常に大きい値となっている。因って、ビルカが Rasso 郡の水資源として選定される。

シェベレ川や地下水にアクセスする事が困難なケベレもまた、雨水に頼らざるを得ない。それらのケベレではビルカが水資源として選定される。

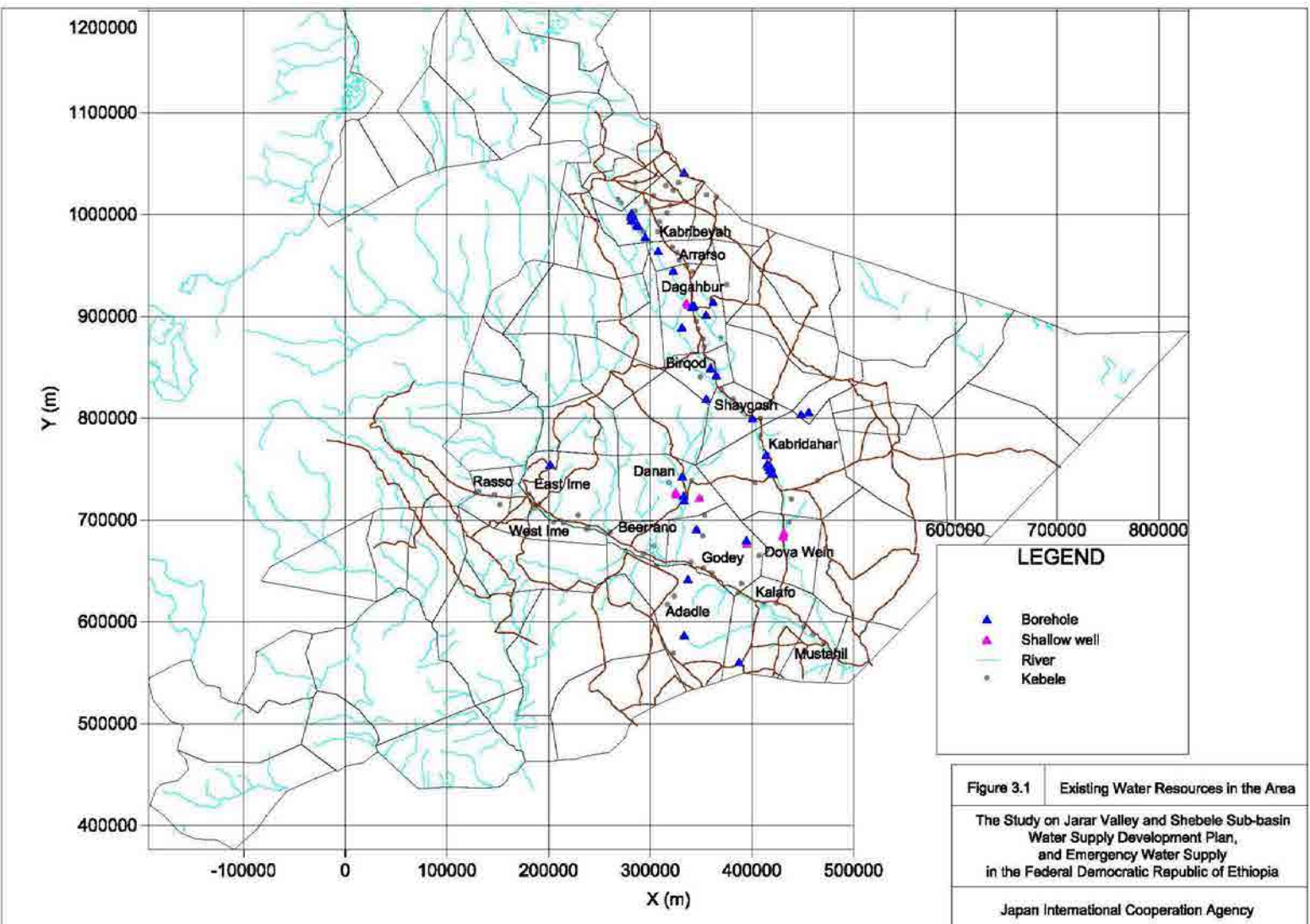


図 3.1: 計画対象地域の既存の水資源

3.4 既存給水施設の現状

3.4.1 ジャラル溪谷

2008年時点では、Araarso や Birqod の郡はまだ存在していない。2008年に稼働出来ていた給水施設は、45プロジェクトであった。2012年に運用している給水施設は、26プロジェクトに減少している（表 3.5参照）。減少数は対象地域内で水需要が多く、かつ都市給水システムがある Kabribeyah 市、Dagahbur 市、Kabridahar 市で顕著である。Kabribeyah と Kabridahar の両市は、不使用の給水施設があると回答した郡である。この内不使用給水施設は、Kabribeyah 市あるいは Kabridahar 市給水システム構成施設の一部であり、同給水システムは残りの施設を利用して受益者に給水することが可能である。

表 3.5: ジャラル溪谷地域の既存給水施設

| 県 | 郡 | 2008年時 使用 | 2012年JICA調査時 | | | |
|----------|------------|--------------|--------------|-----|----|----|
| | | | 使用 | 不使用 | 不明 | 合計 |
| Jijiga | Kabribeyah | 10 | 6 | 5 | 3 | 14 |
| Dagahbur | Araarso | - | 3 | 0 | 1 | 4 |
| | Birqod | - | 3 | 0 | 0 | 3 |
| | Dagahbur | 13 | 6 | 0 | 8 | 14 |
| Korahe | Kabridahar | 14 | 5 | 3 | 9 | 17 |
| | Shaygosh | 2 | 3 | 0 | 1 | 4 |
| 合計 | | 45 | 26 | 8 | 22 | 56 |

出典：2012年 JICA 調査及び 2008年ソマリ州水資源局調査

2008年に調査した使用中の給水施設の約半分は、現在不明の状況にある。Dagahbur や Kabridahar は、まとまった数の不使用給水施設を所有している。2008年の報告書では、それらの給水施設は給水区域、建設年、資金源といった情報を把握出来ていなかった。これらのプロジェクトは、明確な目的や合意がなされないままに実施された事が推察される。この結果、郡水事務所は現在の状況が把握出来ないものと思われる。

他の不明給水施設は 2005年以前に建設されたものである。全ての施設は電動ポンプにより取水されており、施設は機器の更新時期を迎えている。不明の理由としては、a)郡水事務所は機器の更新まで使用を休止している、b)他の水源に変更した等の理由が推察される。

上記の全 56 水源は地下水であり、全給水施設にはポンプ設備が備わっている。Kabribeyah、Dagahbur、Kabridahar の都市給水システムを有する郡は、10箇所以上の給水施設を所有しているが、全プロジェクトを確認してはいない。彼らは既存の給水施設を効果的に管理出来ていないといえる。また郡水道事務所は電動ポンプを定期的に更新しなければならないが、調査データによれば更新期間は 10 年以下である。これは通常の使用期間と比較して短い。給水施設はより効果的な使用を行い、機器設備の稼働期間を延長する事が必要となる。

3.4.2 シェベレ川流域

シェベレ川流域の既存給水プロジェクトは、ジャラル溪谷のプロジェクトと比較して非常に数が少ない。郡水事務所が運営しているのは、一郡にほぼ一つの給水施設である。

Godey の 2 給水施設、Kalafo、Mustahil の各 1 給水施設の合計 4 給水施設は、シェベレ川から取水している。West Ime と Rasso では地下水あるいは雨水を利用している。

不使用給水施設も含めた 7 つの給水施設が、シェベレ川から給水している。この内 Adadle、East Ime、West Ime の 3 つ給水施設は現在使用していない。Adadle はシェベレ川から 10km 以上も離れて位置している事からボアホールを使用している。。East Ime はシェベレ川から 1km 以内ということもあり、河川水を直接使用している（表 3.6参照）。

表 3.6: シェベレ川流域の既存給水施設

| 県 | 郡 | 2008年時 使用 | 2012年JICA調査時 | | | |
|-------|-----------|--------------|--------------|-----|----|----|
| | | | 使用 | 不使用 | 不明 | 合計 |
| Godey | Adadle | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | Beercaano | - | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Danan | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | East Ime | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | Godey | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | Kalafo | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | Mustahil | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Afder | West Ime | - | 1 | 1 | 0 | 2 |
| | Rasso | - | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 合計 | | 4 | 6 | 3 | 0 | 9 |

出典：2012 年 JICA 調査及び 2008 年ソマリ州水資源局調査

シェベレ川の水は主に下流域で利用されている事から、下流域の地下水開発の可能性は既存の状況から判断すると、限定されるであろう。同河川では同じ河川取水の給水システムではあっても、利用されているものと利用されていない給水施設がある。不備のある施設設計が、運用中止の原因かもしれない。給水計画は運用を阻害している課題を取り上げ、施設計画に反映する必要がある。更に、既存の給水施設は主に河川沿いの地域に開発されており、河川から離れた地域は給水事業が遅れていると捉える事が出来る。

3.5 給水施設の種類や規模

3.5.1 ボアホール/浅井戸

都市給水では、2020 年の水需要を満たすためには複数の井戸が必要不可欠となるため、給水施設の構成は市毎に異なる。構成内容は各郡の給水計画に示している。一方村落給水に関しては、一箇所の井戸でケベレ 1 箇所の水需要を供給する事が可能であるので、全村落の給水施設は同じ構成要素とした。構成内容は、発電機と水中モータポンプ、配水池までの延長 100 m のパイプライン、10m³ の高架水槽、配水管、公共水栓、家畜用水飲み場からなる(図 3.2参照)。

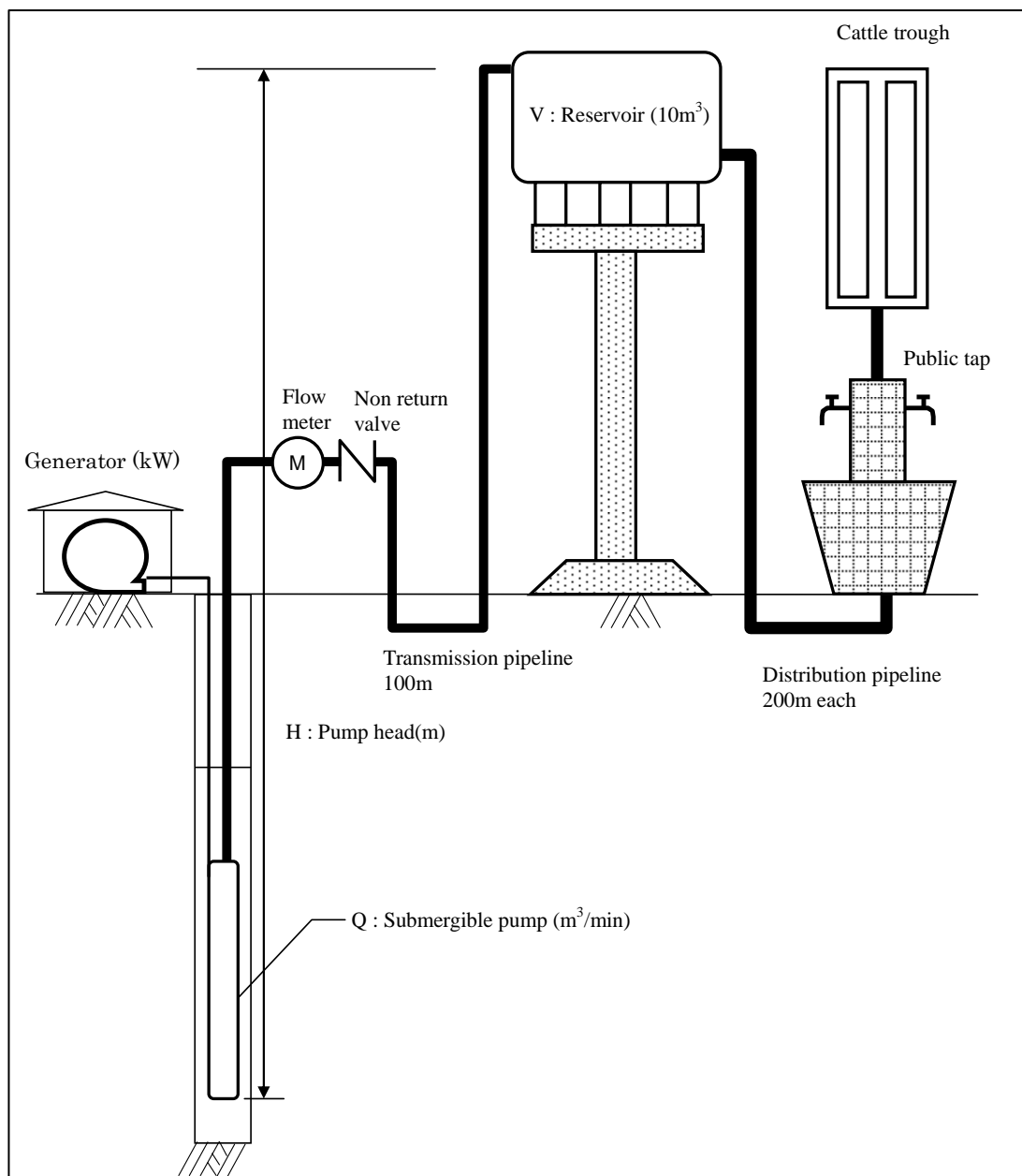


図 3.2: 井戸開発による村落給水システム

- a. 井戸開発
- a.1 調査対象地域の地下水

各郡の既存井戸の平均値の一覧を下記に要約する（表 3.7参照）。5郡では多くの揚水量データが欠損していた。計画揚水量は既存井戸データや本調査で実施した水理地質調査結果に基づいて、以下のように算定した。

表 3.7: 各郡の既存井戸の特性

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

出典：2012年JICA調査及び2008年ソマリ州水資源局調査

a.2 取水ポンプ計画

(1) 据付高

水中ポンプはボアホールの井戸底から 10m 上、浅井戸は 5m 上の地点に据付ける。

(2) ポンプ容量

計画ポンプ容量 Q_p (m^3/min)は、以下の公式を適用して計算された。計画一日最大給水量の係数は、人口規模により差がある。大規模人口の最大係数は、小規模人口の係数と比較して値は小さくなる。それは計画一日平均給水量が多少の給水量の差異を吸収してしまうからである。このため、人口規模により 2 種類の最大係数を適用した。

$$Q_p = \text{一日最大係数} \times \text{計画給水量}(m^3/day) \div 1 \text{ 日当りのポンプ運転時間 (hrs)}$$

ただし、

一日最大係数 : 人口 < 50,000 人 : 1.5
 : 人口 ≥ 50,000 人 : 1.2

1 日当りのポンプ運転時間 : 10 時間

(3) ポンプ口径

ポンプと揚水管の口径は以下の公式で計算された。

$$D = 146 \sqrt{Q/V}$$

ただし、

Q : ポンプ容量(m^3/min)

V : 流速 1.5 m/sec

a.3 発電機出力

電源として使用する発電機出力の計算は、以下の公式を適用した。

$$R = \frac{0.163 Q_p H}{\eta} (1 + \alpha) \times 3$$

$$kVA = 1.2 \times R$$

ただし、

- R : 発電機出力(kW)
Q_p : ポンプ揚水量 (m³/min)
H : 全揚程 (m)
η : ポンプ効率
α : 安全率 (0.1)

b. パイプライン

送水管及び配水管の口径は、パイプ内の流速が 0.6m/sec から 3.0m/sec の範囲内に収まるように計画した。

都市給水システムでは、送水管の配管は各プロジェクトにより異なるため、各郡の給水計画に詳細を記載する。配水管は、既存配水管から公共水栓まで 500m の距離で配管する計画としている。

村落給水システムに関しては、送水管は延長 100m の配管を井戸から高架水槽まで計画した。配水管は、延長 200m の配管を高架水槽から各公共水栓まで計画した。

c. 配水池容量

c.1 都市給水

都市給水設計基準によれば、配水池容量は一日平均給水量の 0.3~0.5 倍に設定する規定されている。因って、計画一日平均給水量が 2,000m³/日以内の場合であれば、0.5 倍を適用した。計画一日平均給水量が 2,000m³/日を超えた場合には、現在の状況と比べた場合の過度の貯水量を避けるために、係数は以下のように段階的に低下させた。

- Q_d < 2,000m³/日 : V = 0.5 × Q_d × (1+10%)
2,000m³/日 ≤ Q_d < 2,500m³/日 : V = 0.4 × Q_d × (1+10%)
2,500m³/日 ≤ Q_d : V = 0.3 × Q_d × (1+10%)

ただし、

- V : 貯水容量 (m³)
Q_d : 2020 年の計画一日平均給水量 (m³/日)

c.2 村落給水

村落給水及び衛生の設計基準では、貯水容量は計画一時間最大給水量を賄わなくてはならないと規定している。因って、貯水容量を計画するために以下の公式を適用した。計算の結果、地下水開発による村落給水システムは貯水容量が 10m³ となり、同じサイズの配水池となった。

$$V = a_1 \times (3.6 \times Q_p)$$

ただし、

- V : 配水池容量 (m³)
a₁ : 一時間最大係数: 1.5
Q_p : 計画ポンプ容量 (lit/sec)

d. 公共水栓

村落給水及び衛生の設計基準では、公共水栓一箇所では 900 人に対して給水を行うと規定している。給水計画では同基準を踏まえ、蛇口 6 箇所の公共水栓一箇所では 900 人に対して給水を行う計画とした。

e. 家畜用水飲み場

家畜用水需要が全水需要の 20% であることから、公共水栓 5 箇所に対して 1 箇所の家畜用水飲み場を計画設ける事とする。

f. 塩素消毒

塩素消毒は飲料水だけに実施し、洗濯用水や家畜用水には行わない。上記水使用量に塩素消毒をした場合、塩素使用量が莫大になることから、各給水施設に塩素消毒を備えるのは現実的ではない。因って、塩素剤パウダーを利用者に提供し、彼らが飲料水の中に入れて塩素消毒を行うものとする。塩素剤費用は維持管理費用の中で算定し、給水施設計画では塩素消毒費用を計上しない。

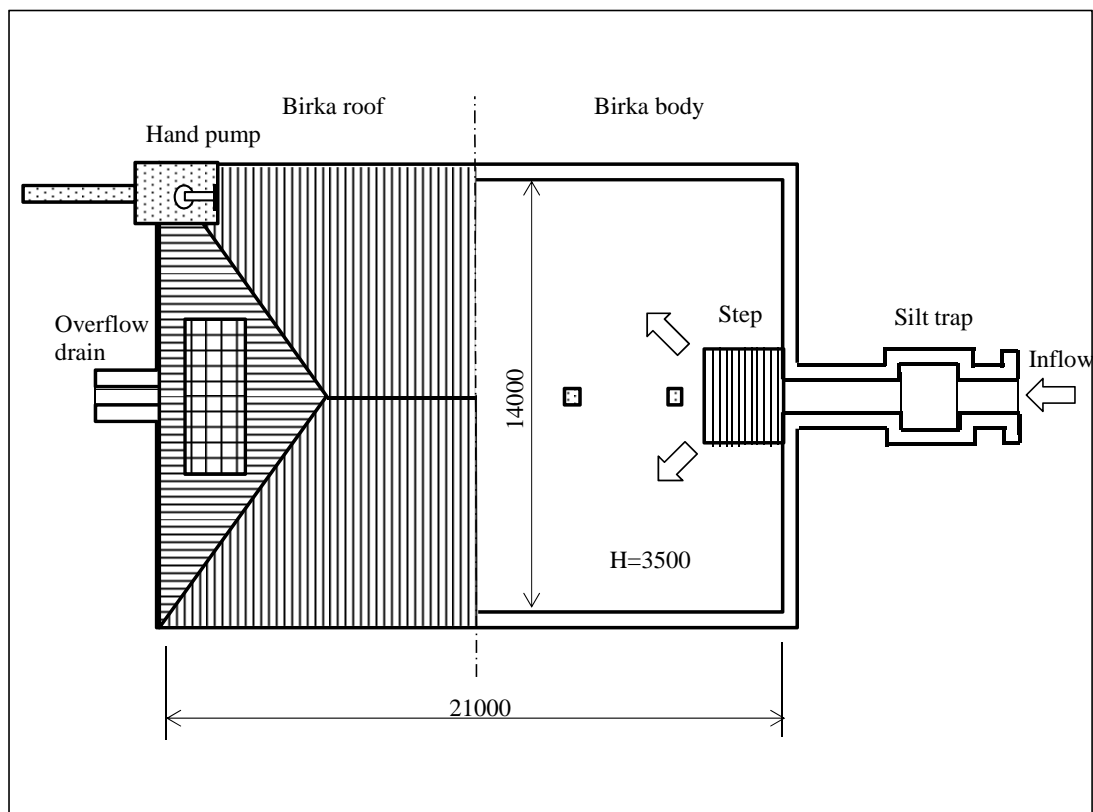
3.5.2 ビルカ

水エネルギー省は、ビルカー一箇所は 300 ~ 500 人に対する給水を行うとのガイドラインを示している。本調査ではこのガイドラインを適用し、300 人の受益者毎にビルカー一箇所を設ける計画とした。

ビルカの構造はコンクリート製の地下配水池である。屋根はゴミから保護するために設けてある。屋根は格子形状であり、雨水はビルカ本体に直接落ちる事が可能である。貯水容量は約 1,000m³ 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。上澄み水のみがビルカ本体に流入する(表 3.8 と図 3.3 を参照)。

表 3.8: ビルカの主な仕様

| No | 項目 | 仕様 |
|----|------|---------------------|
| 1 | 形状 | 長方形タイプ |
| 2 | 寸法 | 21m x 14m |
| 3 | 最大深度 | 3.5m |
| 4 | 貯水容量 | 1,029m ³ |



出典：ソマリ州水資源局 調査設計部の標準図面(2012)

図 3.3: ビルカ計画図

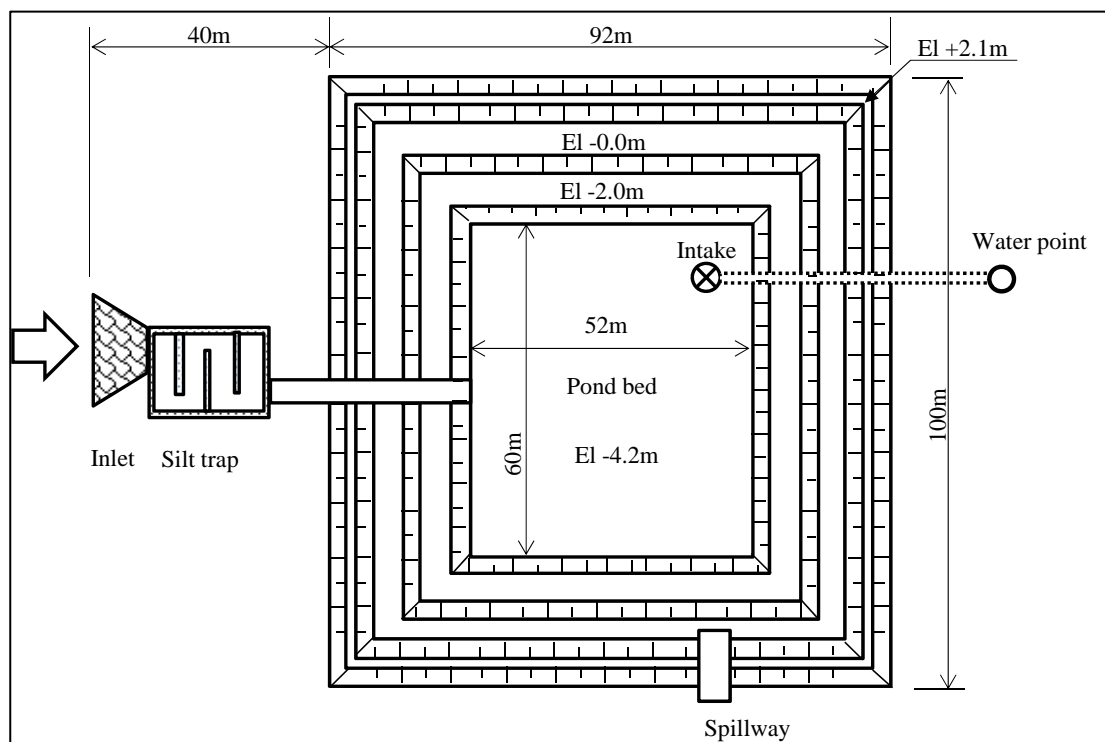
3.5.3 ハフィールダム

水エネルギー省は、ハフィールダム一箇所は2,500人に対する給水を行うとのガイドラインを示している。因って、2,500人の受益者毎にハフィールダムを一箇所設ける計画とした。

形状は長方形タイプの掘込式貯水池であり、本体の周囲を堤体で囲んでいる。各辺は90m以上の長さとなる。最大水深は5.7mであり、貯水容量は27,000m³である。表流水は流入口から流入し、砂や土粒子は流入口の隣りに設置した泥溜めに滞留し、水のみが池内に流入する。取水パイプが池の底面に敷設され、水はこのパイプを通して供給される。流入水量がハフィールダムに対して過大である場合には、超過した水は余水吐きから流出される(表 3.9と図 3.4を参照)。

表 3.9: ハフィールダムの主な仕様

| No | 項目 | 仕様 |
|----|------|----------------------|
| 1 | 形状 | 長方形タイプ |
| 2 | 寸法 | 92m × 100m |
| 3 | 底面高さ | -4.2m |
| 4 | 堤体高さ | +2.1m |
| 5 | 最大水位 | +1.5m |
| 6 | 貯水容量 | 27,000m ³ |



出典：ソマリ州水資源局 調査設計部の標準図面(2012)

図 3.4: ハフィールダム計画図

3.5.4 河川水

河川給水施設は、発電機及び取水ポンプ、沈殿池、粗ろ過池、浄水池、送水管ポンプ、送水管、配水池、配水管、公共水栓、家畜用水飲み場からなる。全構成要素は都市給水と村落給水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(図 3.5参照)。パイプライン、貯水容量、公共水栓、家畜用水飲み場等の計画基準は、ボアホール/浅井戸給水システムと同じ基準を適用した(3.5.1 b~f 参照)。

河川開発の計画給水量は、2.2.2 節 b.で設定した 2020 年の計画一日平均給水量マイナス 2015 年の計画一日平均給水量の 80%ではなく、例外的に 2020 年の計画一日平均給水量とした。

その理由として、第一に社会経済調査の結果からシェベレ川沿いで既存の河川開発による給水が殆ど実施されていないことが挙げられる。河川給水施設が無いとすれば、現在の給水施設はビルカと推定されが、この既存給水施設は給水量の季節変動があり、安定な給水源とはいえない。河川水による給水計画を上記の原則によって実施した場合、将来の給水の大部分を不安定な既存給水施設 (birka) 依存するという結果になってしまう。そのため、全給水量を安定的に給水できる河川水による開発とした方が合理的である。

第二に河川施設構造物は永久構造物であり耐用年数は 50 年となる。この施設で全体給水量の 30%だけを賄うと割高な施設となるため、投資効率を考えるとある程度の施設規模が必要となる。従って、給水計画量は計画一日平均給水量とする方が、効率的な施設計画となる。

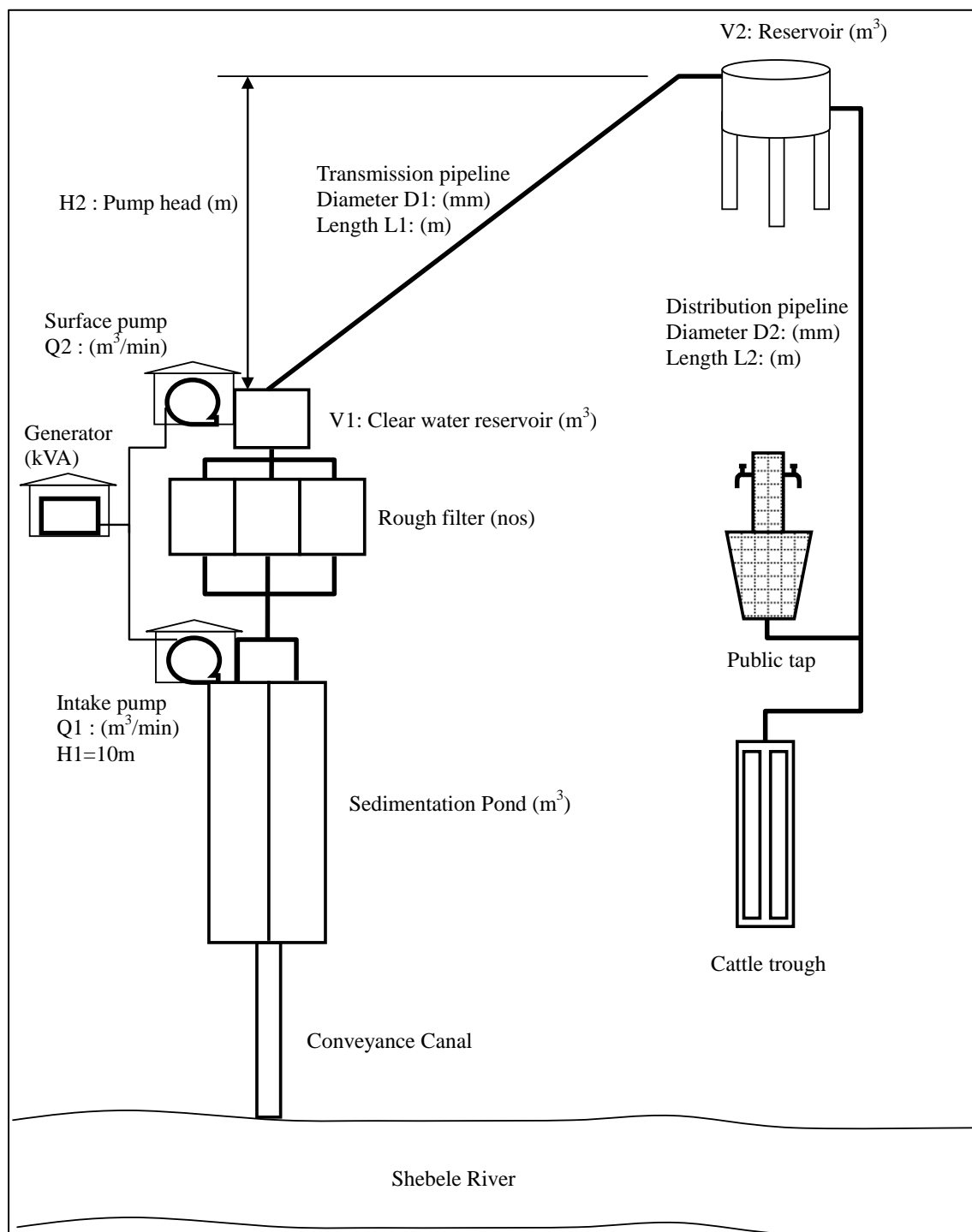


図 3.5: 河川水による村落給水

a. 取水ポンプ

社会経済調査によれば、幾つかの既存取水施設は現在機能していないとの結果がある。取水施設は永久構造物であるため、一旦建設されてしまうと追加的に開発する事は容易ではない。従って、取水ポンプ容量は 2020 年の計画一日平均給水量を賄う計画とした。一日最大係数は 3.5.1 a.2 に示すように、人口規模により 2 種類の係数を適用した。加え

て、ポンプ容量は取水容量(Q_p)の10%分を追加した。これは、浄水場で洗浄用水が必要な事による。ポンプの揚程は、水を浄水施設に揚水するために10mに設定した。発電機出力は3.5.1 a.3と同じ基準で計画した。

- (1) 揚程 : 10m
- (2) ポンプ容量 : $Q_q = Q_p (P \times 2020 \text{ 年計画一日平均給水量}) \times 1.1/10 \text{ 時間 (m}^3/\text{分)}$
 ただし、
 P : 一日最大係数: 1.2 あるいは 1.5 (a.1.2 参照)
- (3) 発電機出力 : 3.5.1 a.1.3 参照

b. 沈殿池

シェベレ川は濁度の高い水であり、沈殿池を設けなくてはならない。沈殿池は2池計画した。1池で十分な処理能力を確保しており、もう1池は予備用として計画した。沈殿池での滞留時間は3時間で計画している。施設の高さは維持管理の容易を考慮し1mとした。処理容量及び寸法を以下の表 3.10に示す。

表 3.10: 沈殿池計画寸法

| Q | 幅 | 長さ | 高さ | 滞留時間 |
|-------------------|------|------|-----|------|
| m ³ /日 | m | m | m | 時間 |
| 100 | 3.0 | 12.0 | 1.0 | 3.6 |
| 200 | 4.0 | 16.0 | 1.0 | 3.2 |
| 300 | 5.0 | 20.0 | 1.0 | 3.3 |
| 400 | 6.0 | 24.0 | 1.0 | 3.6 |
| 500 | 7.0 | 28.0 | 1.0 | 3.9 |
| 600 | 7.0 | 28.0 | 1.0 | 3.3 |
| 700 | 8.0 | 32.0 | 1.0 | 3.7 |
| 1,600 | 11.0 | 44.0 | 1.0 | 3.0 |
| 1,800 | 12.0 | 48.0 | 1.0 | 3.0 |

参照: 粗ろ過池による表流水処理

c. 粗ろ過池

プロジェクトサイトは殆どが村落地域であり、連続した電気の供給は期待出来ない。この点において、電力を使用しない粗ろ過池は浄水システムとして選択可能な唯一方法となる。粗ろ過池の維持管理には二通りの方法がある。一つは手動での維持管理であり、もう一つは水流を利用した水理的な方法である。粗ろ過池は村落地域に建設されるため、維持管理方法は簡便かつ簡易なものでなくてはならない。因って手動での維持管理を採用し、ろ過形式として動的粗ろ過池(Dynamic filter)を採用した。計画条件とろ過池の寸法を以下の表 3.11に要約する。

表 3.11: 粗ろ過池計画諸元

| 計画条件 | | | |
|------|------|------------------|---|
| | 項目 | 条件 | 注記 |
| 1 | ろ過速度 | < 1.0m/sec | 流入負荷量(m ³ /時間)/表面積 (m ²) |
| 寸法 | | | |
| | 項目 | 条件 | 注記 |
| 1 | 表面積 | 30m ² | ろ過池一箇所当たり 25~30m ² |
| 2 | 長さ | 6.0m | 5.0~7.0m |
| 3 | 幅 | 5.0m | 30m ² ÷ 6m |
| 4 | 高さ | 1.0m | ろ材の維持管理の容易さから |
| 5 | ろ材厚 | 0.6m | ろ過池一箇所当たり 0.4~0.6m |

参照: 粗ろ過池による表流水処理

d. 浄水池

本施設は浄水された水を貯水するために設置される。貯水容量は浄水量の 2 時間分を計画した。密閉式長方形タイプの施設が計画された。

e. 送水ポンプ

本施設は、浄水された水をケベレ内の配水池まで送水するための施設である。ポンプ容量は、取水ポンプと同じ容量を計画した。揚程高はシェベレ川と各ケベレまでの距離から算定した。発電機出力は 3.5.1 a.3 と同じ条件を用いて算定している。

4. 各郡の給水計画と 積算及び実施計画

4 各郡の給水計画と積算及び実施計画

4.1 Kabribeyah 郡(村落域)

4.1.1 給水計画

Kabribeyah 郡の給水計画マスタープランを図 4.1に示す。ボアホール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 No.1 Aleybadley の1ケベレを対象とする。Aleybadley ではボアホールが一箇所開発され現在使用中であるので、ボアホール開発を適用した。他の地域では既存のボアホールが存在しないため、残りの20ケベレは雨水開発となる。No.18 Hartasheekha は、2020年の給水人口が5,013人となる。ハフィールダム計画での受益者数2,500人を超えるため、2箇所のハフィールダムを計画した。また No.8 Duriya も給水人口が2,500人を超えるため、ハフィールダムとビルカを計画した。他の18ケベレはビルカだけの計画となる。給水人口は1,159人から2,319人となり、ビルカ数は4箇所から8箇所である。各ケベレの給水計画の概要を表4.1に一覧する。

表 4.1: Kabribeyah 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 (人) | 施設数 | 揚水量 m ³ /m | 発電機 kVA | 口径 mm | 延長 m | 水栓 箇所 | 家畜水 箇所 |
|----|---------------|---------------------|-------------|--------|--------------------------|------------|----------|---------|----------|-----------|
| 1 | Aleybadey | Borehole | 1,964 | 1 | 0.20 | 59 | 65 | 600 | 3 | 1 |
| 2 | Bariisle | Borehole | 1,931 | 1 | 0.20 | 59 | 65 | 600 | 3 | 1 |
| 3 | Calandhgeley | Borehole | 1,159 | 1 | 0.10 | 37 | 40 | 400 | 2 | 1 |
| 4 | Dalaandhige | Borehole | 1,159 | 1 | 0.10 | 37 | 40 | 400 | 2 | 1 |
| 5 | Daynaba | Birka | 1,952 | 7 | | | | | | |
| 6 | Dhurwale | Borehole | 2,361 | 1 | 0.25 | 74 | 65 | 600 | 3 | 1 |
| 7 | Dibiile | Birka | 2,071 | 7 | | | | | | |
| 8 | Duriya | Haffir dam Birka | 2,790 | 1 1 | | | | | | |
| 9 | Eegato | Birka | 1,976 | 7 | | | | | | |
| 10 | Fadeyge | Birka | 1,986 | 7 | | | | | | |
| 11 | Farda | Borehole | 2,902 | 1 | 0.30 | 81 | 80 | 800 | 4 | 1 |
| 12 | Ganbi | Birka | 1,946 | 7 | | | | | | |
| 13 | Garbiile | Borehole | 2,824 | 1 | 0.30 | 81 | 80 | 800 | 4 | 1 |
| 14 | Gitlo | Birka | 2,319 | 8 | | | | | | |
| 15 | Golgeno | Birka | 1,934 | 7 | | | | | | |
| 16 | Guyow | Birka | 1,949 | 7 | | | | | | |
| 17 | Harre | Birka | 2,024 | 7 | | | | | | |
| 18 | Hartasheekha | Haffir Dam | 5,013 | 2 | | | | | | |
| 19 | Horo Khalif | Borehole | 3,276 | 2 | 0.20 | 59 | 65 | 400 | 2 | 1 |
| 20 | Jingadle | Birka | 1,935 | 7 | | | | | | |
| 22 | Labashaag | Birka | 1,933 | 7 | | | | | | |
| 23 | Mara-gaaji | Birka | 1,935 | 7 | | | | | | |
| 24 | Oomen | Birka | 1,159 | 4 | | | | | | |
| 25 | Qaaxa | Borehole | 1,934 | 1 | 0.20 | 59 | 65 | 600 | 3 | 1 |
| 26 | Qabri Hanteen | Birka | 1,869 | 7 | | | | | | |
| 27 | Qooraan | Birka | 1,932 | 7 | | | | | | |
| 28 | Qoto-roble | Birka | 1,935 | 7 | | | | | | |
| 29 | Risle | Birka | 2,118 | 8 | | | | | | |
| 30 | Warabogiro | Birka | 1,976 | 7 | | | | | | |

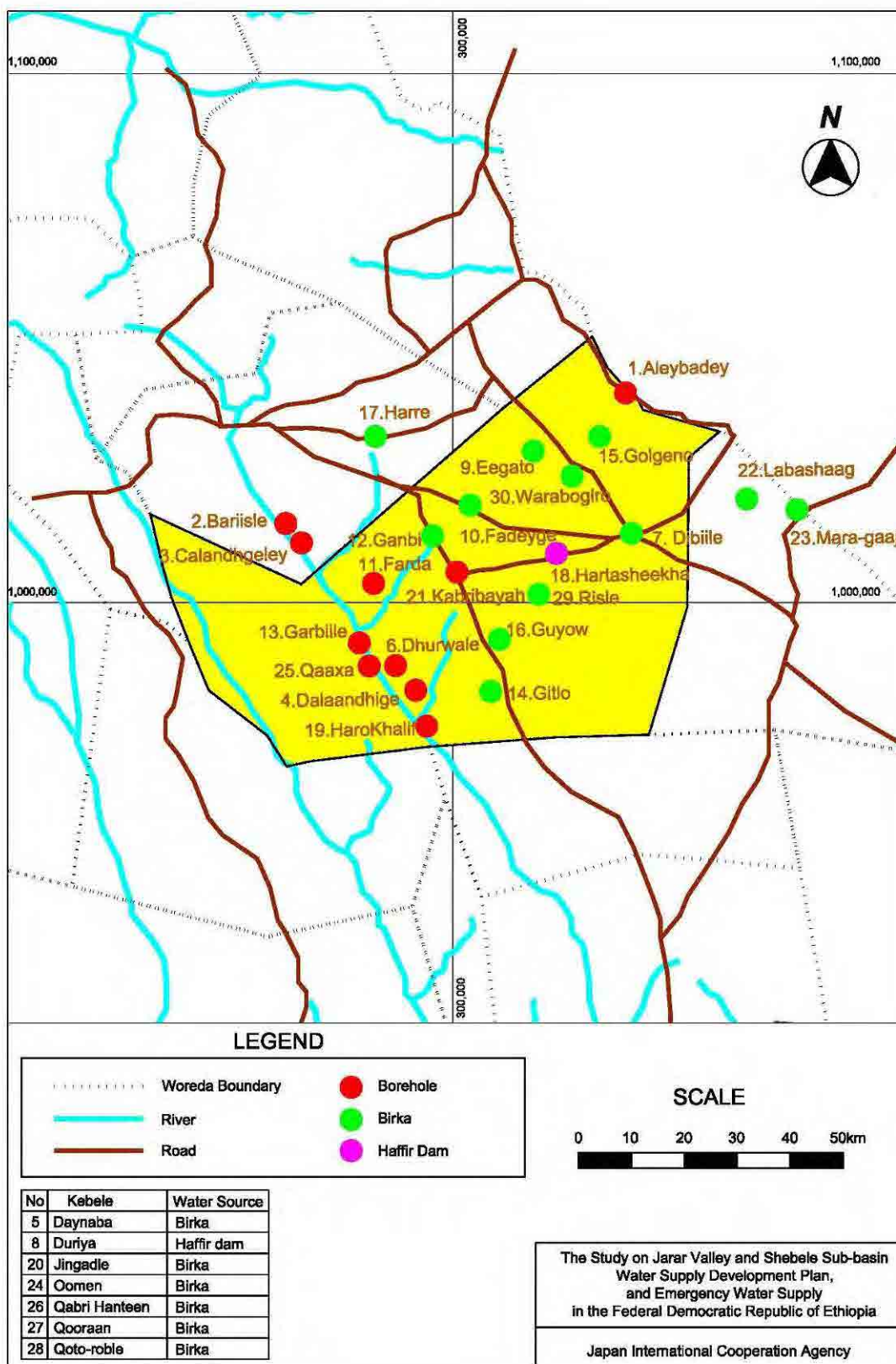


図 4.1: Kabribeyah 郡給水計画図

4.1.2 給水計画に伴う積算

以下の積算項目、積算方法、積算条件・その他は、各郡共通の項目である。

a. 積算項目

積算は、以下の項目に区分して実施する。(図 4.2参照)

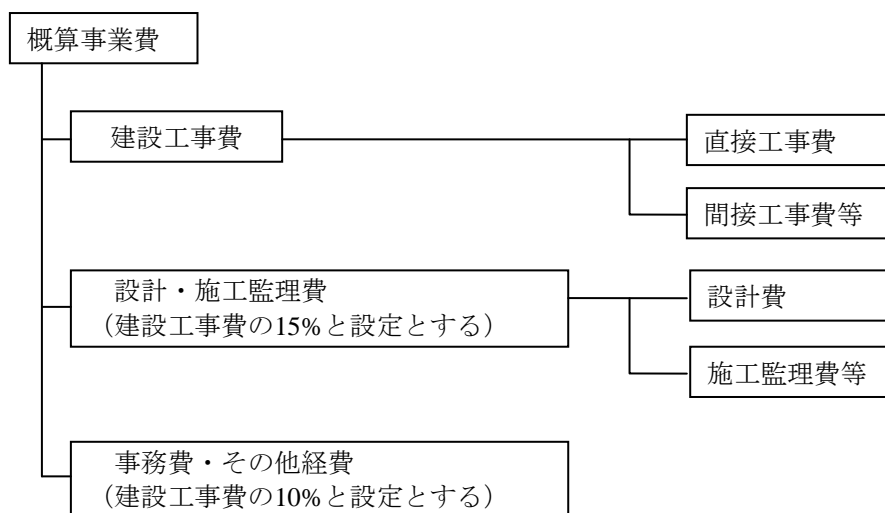


図 4.2: 概算事業費の項目

b. 積算方法

b.1 建設工事費

建設工事費は直接工事費と間接工事費等に大別される。

直接工事費は工事目的物を作るために直接必要とされる費用である。本工事費は、設計に基づく各種工事種目の数量に工事単価を乗じて、各種工事種目の工事費を積み上げることにより算定する。各種工事種目の工事単価は、本プロジェクトのパイロットプロジェクト給水工事や見積もり徴収等により設定した。管工事は、管種によって工事単価が大きく異なる。取水、浄水、送水施設の躯体構造部に使用される管材および送・配水施設における管径 D200 以上の管材は、重要な水道施設と位置づけ、強い強度や優れた耐久性を有するダクタイル鋳鉄管やステンレス鋼管を採用するとした。これら重要な水道施設以外で使用される管材については、エチオピアで生産されている硬質塩化ビニル管や亜鉛メッキ鋼管とする。

間接工事費等は、共通仮設費、現場管理費、一般管理費に大別され、工事の目的物の出来高には直接関係ないが、工事作業において共通に使用されるものに要する費用である。間接工事費等の算定は、日本の積算基準書である「水道事業実務必須」に準拠して直接工事費を基に、以下に示す計算式により算定する。

間接工事費等 = 共通仮設費 (C) + 現場管理費 (F) + 一般管理費 (G)

共通仮設費 (C) = 直接工事費 (D) × 共通仮設費率

$$\text{共通仮設費率 (\%)} = 485.4 \times D^{-0.2231} + 1.0$$

現場管理費 (F) = (D+C) × 現場管理費率

$$\text{現場管理費率 (\%)} = 103.1 \times (D+C)^{-0.0977} + 0.5$$

一般管理費 (G) = (D+C+F) × 一般管理費率

$$\text{一般管理費 (\%)} = -2.57651 \times \text{Log} (D+C+F) + 0.3163531$$

ビルカ建設工事の間接費等は、直接工事費の 15%を計上する。ハフィールダム建設工事の間接費等は、直接工事費の 25%を計上する。

b.2 設計・施工監理費

設計・施工監理費は一律に建設工事費の 15%と設定して算定する。

b.3 事務手続き費等

設計や建設工事の発注や事業実施に関する関係者との協議、その他予備経費として、事務手続き費等を、一律に建設工事費の 10%と設定して算定する。

c. 積算条件・その他

- 概算事業費に付加価値税 (VAT) および土地取得費用は含めない。
- 積算時点は 2013 年 5 月とする。
- 為替レートは US\$1=18.53 ブル(Birr)とする (2012 年 11 月から 2013 年 4 月までの 6 ヶ月の為替レート平均)。
- 建設工事および設計・施工監理はエチオピアの業者によって実施されるとする。

d. 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.2のとおりである。

表 4.2: Kabribeyah 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費 (単位:USD) | | | |
|------|---------------|------------|-------|-----|--------------|--------------|------------|------------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Aleybadey | BH | 1,964 | 1 | 346,000 | 52,000 | 35,000 | 433,000 |
| 2 | Bariisle | BH | 1,931 | 1 | 346,000 | 52,000 | 35,000 | 433,000 |
| 3 | Calandheley | BH | 1,159 | 1 | 308,000 | 46,000 | 31,000 | 385,000 |
| 4 | Dalaandhige | BH | 1,159 | 1 | 308,000 | 46,000 | 31,000 | 385,000 |
| 5 | Daynaba | Birka | 1,952 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 6 | Dhurwale | BH | 2,361 | 1 | 351,000 | 53,000 | 35,000 | 439,000 |
| 7 | Dibiile | Birka | 2,071 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 8 | Duriya | Harif dam | 2,790 | 1 | 391,000 | 59,000 | 39,000 | 489,000 |
| | | Birka | | 1 | 57,000 | 9,000 | 6,000 | 72,000 |
| 9 | Eegato | Birka | 1,976 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 10 | Fadeyge | Birka | 1,986 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 11 | Farda | BH | 2,902 | 1 | 373,000 | 56,000 | 37,000 | 466,000 |
| 12 | Ganbi | Birka | 1,946 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 13 | Garbiile | BH | 2,824 | 1 | 373,000 | 56,000 | 37,000 | 466,000 |
| 14 | Gitlo | Birka | 2,319 | 8 | 456,000 | 68,000 | 46,000 | 570,000 |
| 15 | Golgeno | Birka | 1,934 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 16 | Guyow | Birka | 1,949 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 17 | Harre | Birka | 2,024 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 18 | Hartasheekha | Haffir dam | 5,013 | 2 | 782,000 | 117,000 | 78,000 | 977,000 |
| 19 | Horo Khalif | BH | 3,276 | 2 | 621,000 | 93,000 | 62,000 | 776,000 |
| 20 | Jingadle | Birka | 1,935 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 22 | Labashaag | Birka | 1,933 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 23 | Mara-gaaji | Birka | 1,935 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 24 | Oomen | Birka | 1,159 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 25 | Qaaxa | BH | 1,934 | 1 | 346,000 | 52,000 | 35,000 | 433,000 |
| 26 | Qabri Hanteen | Birka | 1,869 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 27 | Qooraan | Birka | 1,932 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 28 | Qoto-roble | Birka | 1,935 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 29 | Risle | Birka | 2,118 | 8 | 456,000 | 68,000 | 46,000 | 570,000 |
| 30 | Warabogiro | Birka | 1,976 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| (1) | ボアホール給水施設 | | | 10 | 3,372,000 | 506,000 | 338,000 | 4,216,000 |
| (2) | ビルカ | | | 126 | 7,182,000 | 1,079,000 | 721,000 | 8,982,000 |
| (3) | ハフィールダム | | | 3 | 1,173,000 | 176,000 | 117,000 | 1,466,000 |
| 事業費計 | | | | | 11,727,000 | 1,761,000 | 1,176,000 | 14,664,000 |

4.1.3 実施計画

以下の実施計画策定方針および給水施設の種別による実施工程（1施設当り）は、各郡の共通項目である。

a. 実施計画策定方針

本調査により策定された給水計画は、2014年から開始され2020年に計画給水量が達成されるように実施計画を策定する。本郡を含め、給水計画の実施計画の策定にあたっては、以下の方針を設定する。

- 都市給水、ボアホール給水施設および河川給水施設の順に給水計画を優先的に実施する。
- 各給水施設の設計作業（入札を含む）が特定の年次に集中することを避ける。
- 事業費を各年なるべく平準にする。

- ビルカおよびハフィールドダムの各年次の事業費は、施設建設数が多い場合、給水計画実施期間である7ヵ年でそれぞれの事業費を按分する。

b. 給水施設の種類の別による実施工程（1施設当たり）

b.1 ボアホール給水施設の実施工程

ボアホール給水施設の実施工程は、設計（設計、入札図書作成、入札、施工業者契約）、井戸掘削（井戸掘削、施工監理）、給水施設施工（建設工事、試運転、完工、施工監理）に大別される。井戸掘削成功による対象井戸の揚水試験の実施後に、その結果を基にして水中モーターポンプの仕様決定や、給水施設全体の給水施設の設計を実施する。ボアホール給水施設1施設当たりの設計、井戸掘削（対象井戸本数1~2本/施設）、給水施設建設の実施工程は表4.3のとおりであり、実施には24ヵ月を要する。

表 4.3: ボアホール給水施設の実施工程

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

b.2 浅井戸給水施設の実施工程

浅井戸給水施設の実施工程は、基本的には前述のボアホール給水施設と同様である。ボアホール給水施設と比較して浅井戸給水施設の井戸の掘削深度は浅くなり、その分、実施工程がボアホール給水施設と比較して短縮される。浅井戸給水施設1施設当たりの設計、井戸掘削（対象井戸本数1本/施設）、給水施設建設の実施工程は表4.4のとおりであり、実施には22ヵ月を要する。

表 4.4: 浅井戸給水施設の実施工程

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

b.3 河川給水施設の実施工程

河川給水施設の建設工事実施は、設計（設計、入札図書作成、入札、施工業者契約）、給水施設施工（建設工事、試運転、完工、施工監理）に大別される。河川給水施設 1 施設当たりの実施には、設計に 12 ヶ月、給水施設の建設に 18 ヶ月、合計 30 ヶ月を要する。

表 4.5に河川給水施設の実施工程を示す。

表 4.5: 河川給水施設の実施工程

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

b.4 ビルカの実施工程

ビルカの設計および建設工事の実施工程は、表 4.6のとおりである。ビルカの 1 施設あたりの建設実施には、12 ヶ月を要する。

表 4.6: ビルカの実施工程

| 項目 | 月数 | | | | | | | | | | | |
|------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1.設計・施工監理 | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 給水施設の概略検討 | ■ | | | | | | | | | | | |
| 1.2 建設地点の選定と設計 | | ■ | | | | | | | | | | |
| 1.3 建設工事の入札・業者契約 | | | | ■ | | | | | | | | |
| 1.6 施工監理 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2.ビルカ建設工事 | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 準備・仮設工 | | | | | ■ | | | | | | | |
| 2.2 ビルカ建設工事 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| 2.3 試運転・検査 | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 2.4 完工 | | | | | | | | | | | | ■ |

b.5 ハフィールドダムの実施工程

ハフィールドダムの設計および建設工事の実施工程は、表 4.7のとおりである。ハフィールドダムの 1 施設あたりの建設実施には 24 ヶ月を要する。ハフィールドダムの掘削土量は、その貯水容量から約 27,000m³ となり、掘削に時間を要する。

表 4.7: ハフィールドダムの実施工程

| 項目 | 月数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 1.設計施工監理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 給水施設の概略検討 | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 建設地点の選定と設計 | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 建設工事の入札・業者契約 | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 施工監理 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 2.ハフィールドダム建設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 準備・仮設工 | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 建設工事 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 試運転・検査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 2.4 完工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

c. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.8に示す。ボアホール給水施設は、2015 年から 2020 年にかけて 9 施設の設計、建設を実施する。ビルカおよびハフィールドダムは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要な施設数の建設を実施する。

表 4.8: Kabribeyah 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 1. Kabribeyah woreda (not including town) | | 西暦(年) | | | | | | 事業費 (単位: USD) | |
|---|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | | 2020 |
| (1) ボアホール給水施設 | | | | | | | | | |
| 2015年～2016年実施 | 2施設 | | | | | | | | |
| 2016年～2017年実施 | 2施設 | | | | | | | | |
| 2017年～2018年実施 | 2施設 | | | | | | | | |
| 2018年～2019年実施 | 2施設 | | | | | | | | |
| 2019年～2020年実施 | 1施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | 9施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 375,000 | 749,000 | 749,000 | 749,000 | 562,000 | 188,000 | 3,372,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 56,000 | 112,000 | 112,000 | 112,000 | 84,000 | 30,000 | 506,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 37,000 | 75,000 | 75,000 | 75,000 | 56,000 | 20,000 | 338,000 |
| 事業費小計 | | | 468,000 | 936,000 | 936,000 | 936,000 | 702,000 | 238,000 | 4,216,000 |
| (2) ビルカ | | | | | | | | | |
| 年平均 | 18.0施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | 126施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 1,026,000 | 1,026,000 | 1,026,000 | 1,026,000 | 1,026,000 | 1,026,000 | 1,026,000 | 7,182,000 |
| 設計・施工監理費 | | 154,000 | 154,000 | 154,000 | 154,000 | 154,000 | 154,000 | 155,000 | 1,079,000 |
| 事務費・その他経費 | | 103,000 | 103,000 | 103,000 | 103,000 | 103,000 | 103,000 | 103,000 | 721,000 |
| 事業費小計 | | 1,283,000 | 1,283,000 | 1,283,000 | 1,283,000 | 1,283,000 | 1,283,000 | 1,284,000 | 8,982,000 |
| (3) ハフィールダム | | | | | | | | | |
| 年平均 | 0.4施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | 3施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費計 | | 168,000 | 168,000 | 168,000 | 168,000 | 168,000 | 168,000 | 165,000 | 1,173,000 |
| 設計・施工監理費計 | | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 26,000 | 176,000 |
| 事務費・その他経費 | | 17,000 | 17,000 | 17,000 | 17,000 | 17,000 | 17,000 | 15,000 | 117,000 |
| 事業費小計 | | 210,000 | 210,000 | 210,000 | 210,000 | 210,000 | 210,000 | 206,000 | 1,466,000 |
| 事業費計 | | 1,493,000 | 1,961,000 | 2,429,000 | 2,429,000 | 2,429,000 | 2,195,000 | 1,728,000 | 14,664,000 |

4.2 Araarso 郡

4.2.1 給水計画

a. 都市給水

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 年での給水人口は 8,106 人である。計画一日平均給水量は 255m³/日と算定され、給水施設は 383m³/日の計画一日最大給水量で計画された。既存のボアホールは市内から約 4km 離れた地点で開発されている。そこで、新規のボアホール群は既存ボアホールの周辺に計画する。揚水量 1.8lit/秒並びに井戸深度 250m のボアホール 6 箇所が、市内に給水するために計画された。ボアホールから市内までは距離が離れているために、配水池までの送水管が必要となる。Kabribeyah 給水システムのようにボアホールからの原水は送水ポンプ場で一旦貯留され、その後配水池まで送水される。送水ポンプ場には揚水量 0.6m³/分、揚程 130m のポンプが 2 台計画される。ポンプは 1 台で水を配水池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する。原水は延長 4km 及び口径 110mm の送水管で、市内の容量 500m³ の配水池まで揚水される。配水池で貯留された水は、既存の配水管を通じて配水される。受益者が水にアクセス出来るように、10 箇所の公共水栓と 2 箇所の家畜用水飲み場を市内に計画する。Araarso 市給水計画の主な概要は表 4.9に要約される。

表 4.9: Araarso 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|-------------------|----------------------------------|----------------|-------|
| 1. | 水中モータポンプ | Q=0.10m ³ /min,H=240m | 台 | 6 |
| 2. | 発電機 | 40kVA | 台 | 6 |
| 3. | ボアホールからポンプ場までの送水管 | | | |
| 3.1 | | 90mm | m | 3,200 |
| 3.2 | | 110mm | m | 3,500 |
| 4. | 送水ポンプ場 | | | |
| 4.1 | 配水池 | | m ³ | 70 |
| 4.2 | 送水ポンプ | Q=0.60m ³ /min,H=130m | 台 | 2 |
| 4.3 | 発電機 | 81kVA | 台 | 1 |
| 5. | ポンプ場から配水池までの送水管 | | | |
| 5.1 | | 110mm | m | 4,000 |
| 6. | 配水池 | 500m ³ | 箇所 | 1 |
| 7. | 配水システム | | | |
| 7.1 | 配水管 | 90mm | m | 5,000 |
| 7.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 10 |
| 7.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 2 |

b. 村落給水

Araarso 郡の給水マスタープランを図 4.3に図示する。No.9 Ubaxle だけがジャラル川沿いに位置しており、ボアホール開発を計画した。他の 7 ケベレはジャラル川から離れて

おり、地下水開発を計画するのは困難な条件にある。因って、雨水開発が唯一の水資源となった。給水人口は全ケベレで 900 人から 1,200 人の範囲にあるため、ビルカの計画となり、全てのケベレで 4 箇所が計画された。各ケベレの給水計画の概要を表 4.10に一覧する。

表 4.10: Araarso 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 揚水量 m ³ /m | 発電機 kVA | 口径 mm | 延長 m | 水栓 箇所 | 家畜水 箇所 |
|----|-------------|----------|-----------|-----------|--------------------------|------------|----------|---------|----------|-----------|
| 2 | Dhigrilley | Birka | 965 | 4 | | | | | | |
| 3 | Dhiinta Cab | Birka | 965 | 4 | | | | | | |
| 4 | Garbadiinle | Birka | 965 | 4 | | | | | | |
| 5 | Halgriid | Birka | 965 | 4 | | | | | | |
| 6 | Laf-Galooli | Birka | 965 | 4 | | | | | | |
| 7 | Magalo Cad | Birka | 965 | 4 | | | | | | |
| 8 | Mooyahe | Birka | 1,196 | 4 | | | | | | |
| 9 | Ubaxle | Borehole | 965 | 1 | 0.1 | 40 | 40 | 400 | 2 | 1 |

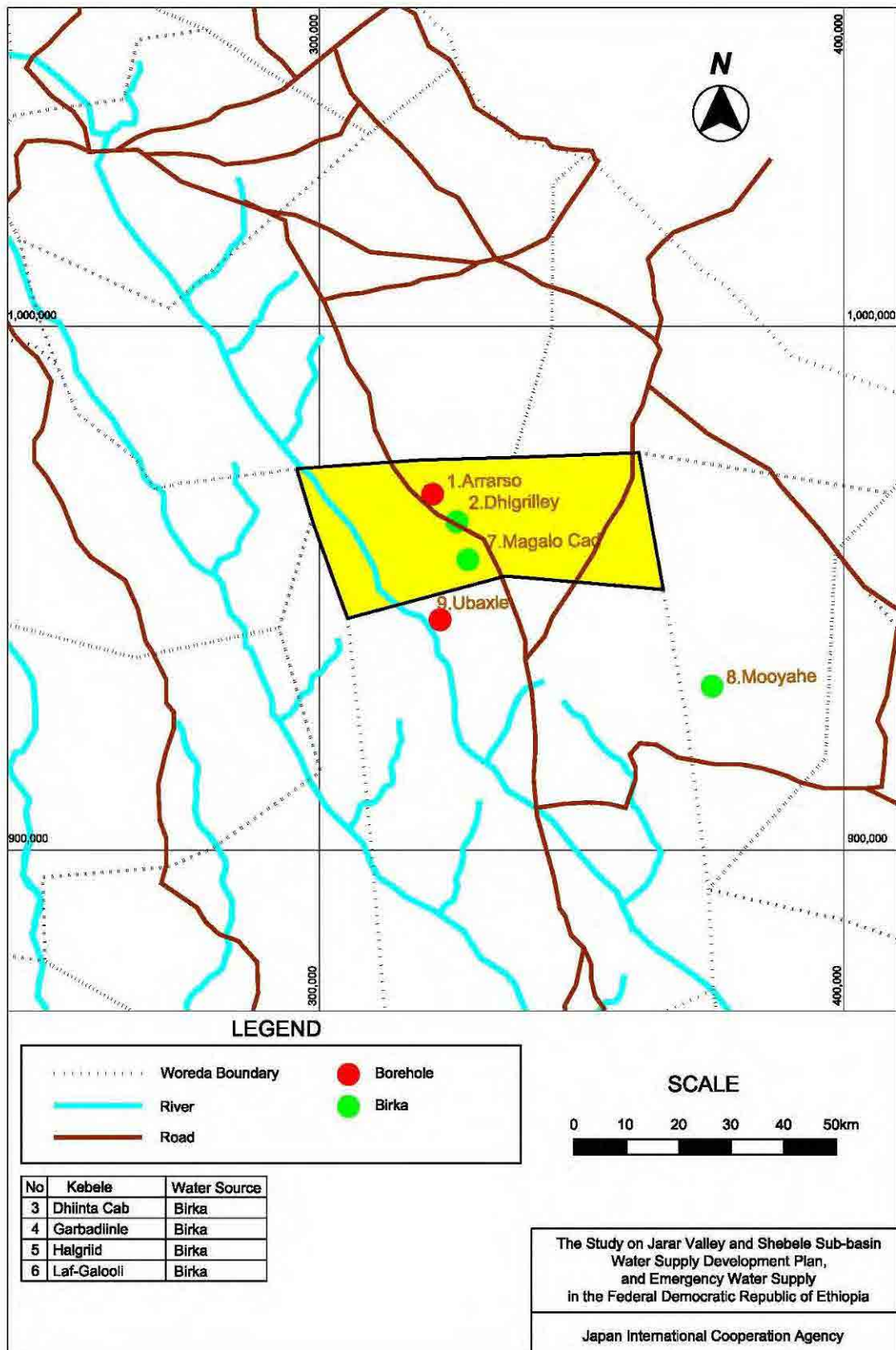


図 4.3: Araarso 郡給水計画図

4.2.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.11の通りである。

表 4.11: Araarso 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|------|-------------|-------|-------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Araarso | BH | 8,106 | 1 | 2,526,000 | 379,000 | 253,000 | 3,158,000 |
| 2 | Dhigrilley | Birka | 965 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 3 | Dhiinta Cab | Birka | 965 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 4 | Garbadiinle | Birka | 965 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 5 | Halgrid | Birka | 965 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 6 | Laf-Galooli | Birka | 965 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 7 | Magalo Cad | Birka | 965 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 8 | Mooyahe | Birka | 1,196 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 9 | Ubaxle | BH | 965 | 1 | 319,000 | 48,000 | 32,000 | 399,000 |
| (1) | 都市給水システム | | | 1 | 2,526,000 | 379,000 | 253,000 | 3,158,000 |
| (2) | ボアホール給水施設 | | | 1 | 319,000 | 48,000 | 32,000 | 399,000 |
| (3) | ビルカ | | | 28 | 1,596,000 | 238,000 | 161,000 | 1,995,000 |
| 事業費計 | | | | | 4,441,000 | 665,000 | 446,000 | 5,552,000 |

4.2.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

a.1 都市給水システムの実施工程

本給水施設の建設工事実施は、設計（設計、入札図書作成、入札、施工業者契約）、井戸掘削（井戸掘削、施工監理）、給水施設施工（建設工事、試運転、完工、施工監理）に大別される。井戸掘削成功による対象井戸の揚水試験の実施後に、その結果を基にして水中モーターポンプの仕様決定や、給水施設全体の給水施設の設計を実施する。

本都市給水システムの実施には、井戸掘削（6本）を含む設計に16ヵ月、給水施設の建設に16ヵ月を要し、合計32ヵ月を要する。表 4.12に本都市給水システムの実施工程を示す。

表 4.12: Araarso 市都市給水システムの実施工程

| 項目 | 月数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | |
| 1.設計・施工監理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 給水施設の概略検討 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 井戸掘削地点の選定 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 井戸掘削工事の入札・業者契約 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 給水施設の設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 給水施設建設の入札・業者契約 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 施行監理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.井戸掘削・建設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 井戸掘削工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.1 準備・仮設工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.2 井戸掘削と適正揚水量の把握 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.3 井戸掘削工事の検査・完工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 給水施設建設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.1 準備・仮設工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.2 ポンプ小屋(発電機室) | (1) 躯体工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (2) ポンプ・発電機調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (3) ポンプ・発電機据付 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (4) 仕上げ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.3 送水ポンプ場 | (1) 躯体工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (2) ポンプ・発電機調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (3) ポンプ・発電機据付 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (4) 仕上げ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.4 貯水槽 | (1) 躯体工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (2) 仕上げ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.5 導・送・配水管 | (1) 管材「工」国内調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (2) 管布設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.6 公共水栓・家畜用水飲み場 | (1) 公共水栓工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (2) 家畜水飲み場工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | (3) 管材「工」国内調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.7 試運転・検査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.8 完工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

a.2 村落給水の実施工程

ボアホール給水施設の1施設当たりの設計から建設、完工まで24ヵ月を要する(表 4.3 参照)。ビルカの1施設当たりの設計から建設、完工まで12ヵ月を要する(表 4.6 参照)。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.13に示す。都市給水システムは、2015年から2017年にかけて設計、建設を実施する。ボアホール給水施設は、2018年から2019年にかけて設計、建設を実施する。ビルカは、給水計画実施期間(2014年～2020年)に必要な施設数の建設を実施する。

表 4.13: Araarso 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 2. Araarso | 西暦(年) | | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|----------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| (1) 都市給水システム(ボアホール) | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | | | | | | | | |
| 1施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 842,000 | 842,000 | 842,000 | | | | 2,526,000 |
| 設計・施工監理費 | | 126,000 | 126,000 | 127,000 | | | | 379,000 |
| 事務費・その他経費 | | 84,000 | 84,000 | 85,000 | | | | 253,000 |
| 事業費小計 | | 1,052,000 | 1,052,000 | 1,054,000 | | | | 3,158,000 |
| (2) ボアホール給水施設 | | | | | | | | |
| 2018年～2019年実施 | | | | | | | | |
| 1施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | | | 160,000 | 159,000 | | 319,000 |
| 設計・施工監理費 | | | | | 24,000 | 24,000 | | 48,000 |
| 事務費・その他経費 | | | | | 16,000 | 16,000 | | 32,000 |
| 事業費小計 | | | | | 200,000 | 199,000 | | 399,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 年平均 | | | | | | | | |
| 4.0施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | | | | | | | | |
| 28施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | 228,000 | 228,000 | 228,000 | 228,000 | 228,000 | 228,000 | 228,000 | 1,596,000 |
| 設計・施工監理費 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 238,000 |
| 事務費・その他経費 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 161,000 |
| 事業費小計 | 285,000 | 285,000 | 285,000 | 285,000 | 285,000 | 285,000 | 285,000 | 1,995,000 |
| 事業費計 | 285,000 | 1,337,000 | 1,337,000 | 1,339,000 | 485,000 | 484,000 | 285,000 | 5,552,000 |

4.3 Dagahbur 郡

4.3.1 給水計画

a. 都市給水

Dagahbur 郡の都市部はジャラル川近傍に位置しており、川との距離は 1km 以下である。2020 年の給水人口は 26,829 人であり、計画一日平均給水量は 851m³/日と算定された。2020 年での予想人口は 87,425 人であり、50,000 人以上であるため一日最大係数は 1.2 が適用され、給水施設は 1,021m³/日の計画一日最大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、それらの水源でも 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することとした。揚水量 4.7lit/秒並びに井戸深度 70m のボアホール 6 箇所が、Dagahbur 市給水のために追加して計画された。Dagahbur 市はジャラル川から近距離に立地しているため、各ボアホールからの原水は主送水管に流れ込み、配水池に注ぎ込む。同市には容量 100m³ と 250m³ の 2 箇所の高架水槽が存在している。2020 年での配水池容量は 900m³ であるため、給水計画では容量 550m³ の配水池を計画した。既存の配水管システムは、口径 50mm から 100mm までのパイプ約 12km からなる。それらは樹形状であり、かつ市内の多くの地域を給水出来ていない。このため現在の配水管システムを使用する事は、都市の規模と比較して給水計画上妥当ではない。SRWDB は配水管システムの計画を既に準備している。同計画は Dagahbur 市全域をカバーしており、同市の給水システムを改善するには妥当な計画である。因って、この計画を配水管計画として採用した。SRWDB は 2024 年までに 7 箇所の公共水栓が必要と推定している。本計画はこの推定に準じ、7 箇所の公共水栓と 2 箇所の家畜用水飲み場の計画をした。Dagahbur 市給水計画の主な概要を表 4.14に要約する。

表 4.14: Dagahbur 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|-------------------|---------------------------------|----|-------|
| 1. | 水中モータポンプ | Q=0.30m ³ /min,H=60m | 台 | 6 |
| 2. | 発電機 | 37kVA | 台 | 6 |
| 3. | ボアホールからポンプ場までの送水管 | | | |
| 3.1 | | 90mm | m | 3,200 |
| 3.2 | | 110mm | m | 3,000 |
| 3.3 | | 160mm | m | 1,500 |
| 4. | 配水池 | 550m ³ | 箇所 | 1 |
| 5. | 配水システム | | | |
| 5.1 | 配水管 | 50mm | m | 5,980 |
| 5.2 | | 90mm | m | 9,590 |
| 5.3 | | 110mm | m | 3,190 |
| 5.4 | | 160mm | m | 1,970 |
| 5.5 | | 200mm | m | 700 |
| 5.6 | | 250mm | m | 870 |
| 5.7 | | 300mm | m | 320 |
| 5.8 | 公共水栓 | | 箇所 | 7 |
| 5.9 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 2 |

b. 村落給水

Dagahbur 郡では全部で 17 ケベレが存在する。ボアホール開発は、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 ケベレは雨水開発に頼らざるを得ない。No.3 Coobale、No.8 Garawo、No.11 Higolaley の各ケベレでは受益者が 2,500 人を超えるため、ハフィールダムを計画した。No.3 Coobale は Dagahbur 郡で人口が最大であり、給水人口は 6,208 人となるため、2 箇所 of ハフィールダムと 4 箇所のビルカが計画された。No.8 Garawo と No.11 Higolaley では 1 箇所のハフィールダムと複数のビルカの計画である。他の 8 ケベレはビルカにより給水され、その数は 1 箇所から 3 箇所となる。各ケベレの給水計画の概要を表 4.15 に一覧する。計画図は図 4.4 に示す。

表 4.15: Dagahbur 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 揚水量 m ³ /m | 発電機 kVA | 口径 mm | 延長 m | 水栓 箇所 | 家畜水 箇所 |
|----|-------------|---------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|----------|---------|----------|-----------|
| 1 | Bodhley | Birka | 544 | 2 | | | | | | |
| 2 | Bullele | Borehole | 2,327 | 1 | 0.20 | 27 | 65 | 600 | 3 | 1 |
| 3 | Coobale | Haffir dam Birka | 6,208 | 2 4 | | | | | | |
| 5 | Dhakabaxaro | Birka | 671 | 3 | | | | | | |
| 6 | Dhuumodke | Birka | 567 | 2 | | | | | | |
| 7 | Felfel | Borehole | 506 | 1 | 0.10 | 17 | 40 | 200 | 1 | 1 |
| 8 | Garawo | Haffir dam Birka | 3,621 | 1 6 | | | | | | |
| 9 | Geliori | Birka | 336 | 2 | | | | | | |
| 10 | Gosolaley | Birka | 776 | 3 | | | | | | |
| 11 | Higolaley | Haffir dam Birka | 4,139 | 1 4 | | | | | | |
| 12 | Hoodale | Borehole | 4,656 | 1 | 0.30 | 37 | 80 | 1200 | 6 | 2 |
| 13 | Losgolol | Birka | 85 | 1 | | | | | | |
| 14 | Sandhore | Birka | 54 | 1 | | | | | | |
| 15 | Sandixiile | Birka | 622 | 3 | | | | | | |
| 16 | Sasabane | Borehole | 1,034 | 1 | 0.10 | 17 | 40 | 400 | 2 | 1 |
| 17 | Towlene | Borehole | 216 | 1 | 0.10 | 17 | 40 | 200 | 1 | 1 |

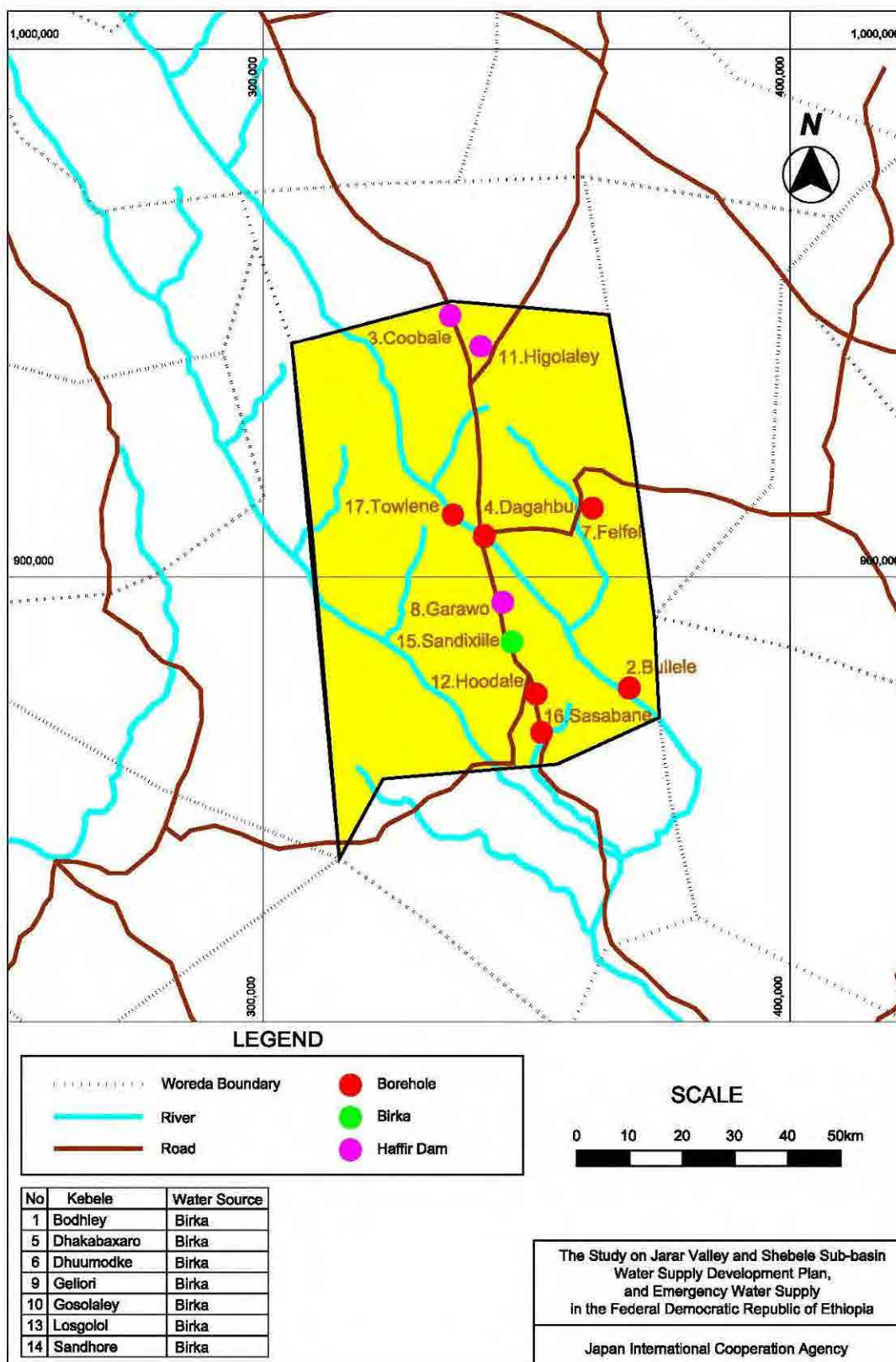


図 4.4: Dagahbur 郡給水計画図

4.3.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.23のとおりである。

表 4.16: Dagahbur 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|---------------|-------------|------------|--------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Bodhley | Birka | 544 | 2 | 114,000 | 17,000 | 11,000 | 142,000 |
| 2 | Bullele | BH | 2,327 | 1 | 233,000 | 35,000 | 23,000 | 291,000 |
| 3 | Coobale | Haffir dam | 6,208 | 2 | 782,000 | 117,000 | 78,000 | 977,000 |
| | | Birka | | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 4 | Dagahbur | BH | 26,829 | 1 | 2,720,000 | 408,000 | 272,000 | 3,400,000 |
| 5 | Dhakabaxaro | Birka | 671 | 3 | 171,000 | 26,000 | 17,000 | 214,000 |
| 6 | Dhuumodke | Birka | 567 | 2 | 114,000 | 17,000 | 11,000 | 142,000 |
| 7 | Felfel | BH | 506 | 1 | 189,000 | 28,000 | 19,000 | 236,000 |
| 8 | Garawo | Haffir dam | 3,621 | 1 | 391,000 | 59,000 | 39,000 | 489,000 |
| | | Birka | | 6 | 342,000 | 51,000 | 34,000 | 427,000 |
| 9 | Geliori | Birka | 336 | 2 | 114,000 | 17,000 | 11,000 | 142,000 |
| 10 | Gosolaley | Birka | 776 | 3 | 171,000 | 26,000 | 17,000 | 214,000 |
| 11 | Higolaley | Haffir dam | 4,139 | 1 | 391,000 | 59,000 | 39,000 | 489,000 |
| | | Birka | | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 12 | Hoodale | BH | 4,656 | 1 | 292,000 | 44,000 | 29,000 | 365,000 |
| 13 | Losgolol | Birka | 85 | 1 | 57,000 | 9,000 | 6,000 | 72,000 |
| 14 | Sandhore | Birka | 54 | 1 | 57,000 | 9,000 | 6,000 | 72,000 |
| 15 | Sandixiile | Birka | 622 | 3 | 171,000 | 26,000 | 17,000 | 214,000 |
| 16 | Sasabane | BH | 1,034 | 1 | 211,000 | 32,000 | 21,000 | 264,000 |
| 17 | Towlene | BH | 216 | 1 | 200,000 | 30,000 | 20,000 | 250,000 |
| (1) 都市給水システム | | | | 1 | 2,720,000 | 408,000 | 272,000 | 3,400,000 |
| (2) ボアホール給水施設 | | | | 5 | 1,125,000 | 169,000 | 112,000 | 1,406,000 |
| (3) ビルカ | | | | 31 | 1,767,000 | 266,000 | 176,000 | 2,209,000 |
| (4) ハフィールダム | | | | 4 | 1,564,000 | 235,000 | 156,000 | 1,955,000 |
| 事業費計 | | | | | 7,176,000 | 1,078,000 | 716,000 | 8,970,000 |

4.3.2 実施計画

a. 給水計画の実施工程

a.1 都市給水システムの実施工程

本都市給水システムの実施工程は、前述の「Araarso 郡都市給水システム」と同様であり、実施には 32 ヶ月を要する（実施工程表は表 4.12を参照）。

a.2 村落給水の実施工程

ボアホール給水施設の 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.3 参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。ハフィールダムの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.7参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.17に示す。都市給水システムは、2015 年から 2017 にかけて設計、建設を実施する。ボアホール給水施設は、2015 年から 2020

年にかけて 5 施設的设计、建設を実施する。ビルカおよびハフィールドダムは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要な施設数の建設を実施する。

表 4.17: Dagahbur 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 3. Dagahbur | 西暦(年) | | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|----------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| (1) 都市給水システム(ボアホール) | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 1施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 907,000 | 907,000 | 906,000 | | | | 2,720,000 |
| 設計・施工監理費 | | 136,000 | 136,000 | 136,000 | | | | 408,000 |
| 事務費・その他経費 | | 91,000 | 91,000 | 90,000 | | | | 272,000 |
| 事業費小計 | | 1,134,000 | 1,134,000 | 1,132,000 | | | | 3,400,000 |
| (2) ボアホール給水施設 | | | | | | | | |
| 2015年～2016年実施 | 1施設 | | | | | | | |
| 2017年～2018年実施 | 2施設 | | | | | | | |
| 2019年～2020年実施 | 2施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 113,000 | 113,000 | 225,000 | 225,000 | 225,000 | 224,000 | 1,125,000 |
| 設計・施工監理費 | | 17,000 | 17,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 33,000 | 169,000 |
| 事務費・その他経費 | | 11,000 | 11,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 21,000 | 112,000 |
| 事業費小計 | | 141,000 | 141,000 | 282,000 | 282,000 | 282,000 | 278,000 | 1,406,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 年平均 | 4.4施設 | | | | | | | |
| 施設合計 | 31施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | 252,000 | 252,000 | 252,000 | 252,000 | 252,000 | 252,000 | 255,000 | 1,767,000 |
| 設計・施工監理費 | 38,000 | 38,000 | 38,000 | 38,000 | 38,000 | 38,000 | 38,000 | 266,000 |
| 事務費・その他経費 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 25,000 | 26,000 | 176,000 |
| 事業費小計 | 315,000 | 315,000 | 315,000 | 315,000 | 315,000 | 315,000 | 319,000 | 2,209,000 |
| (3) ハフィールドダム | | | | | | | | |
| 年平均 | 0.6施設 | | | | | | | |
| 施設合計 | 4施設 | | | | | | | |
| 建設工事費計 | 223,000 | 223,000 | 223,000 | 223,000 | 223,000 | 223,000 | 226,000 | 1,564,000 |
| 設計・施工監理費計 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 31,000 | 235,000 |
| 事務費・その他経費 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 24,000 | 156,000 |
| 事業費小計 | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 281,000 | 1,955,000 |
| 事業費計 | 594,000 | 1,869,000 | 1,869,000 | 2,008,000 | 876,000 | 876,000 | 878,000 | 8,970,000 |

4.4 Birqod 郡

4.4.1 給水計画

a. 都市給水

Birqod 郡の都市部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 400m である。2020 年での給水人口は 3,861 人である。計画一日平均給水量は 127m³/日と算定され、給水施設は 190m³/日の計画一日最大給水量で計画された。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 市内に給水がされている。本調査では揚水量 2.6lit/秒並びに井戸深度 60m のボアホール 2 箇所が、ジャラル川沿いに計画された。ボアホール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、配水池に注ぎ込む。配水池容量は 200m³で計画した。口径 90mm 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 1 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 4.18に要約される。

表 4.18: Birqod 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|-------------------|---------------------------------|----|-------|
| 1. | 水中モータポンプ | Q=0.20m ³ /min,H=50m | 台 | 2 |
| 2. | 発電機 | 13kVA | 台 | 2 |
| 3. | ボアホールからポンプ場までの送水管 | | | |
| 3.1 | | 90mm | m | 1,400 |
| 3.2 | | 110mm | m | 1,000 |
| 4. | 配水池 | 200m ³ | 箇所 | 1 |
| 5. | 配水システム | | | |
| 5.1 | 配水管 | 90mm | m | 2,500 |
| 5.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 5 |
| 5.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 1 |

b. 村落給水

Birqod 郡の給水マスタープランを図 4.5に図示する。郡内には6ケベレが存在している。ボアホール開発は 4 ケベレに対して計画された。この内 3 ケベレはジャラル川沿いに位置している。No.5 Gorgain ケベレはジャラル川沿いに位置していないが、既存のボアホールが機能しており住民に給水している。因って、ボアホール開発による給水計画が策定された。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。各ケベレの給水計画の概要を表 4.19に一覧する。

表 4.19: Birqod 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 揚水量 m ³ /m | 発電機 kVA | 口径 mm | 延長 m | 水栓 箇所 | 家畜水 箇所 |
|----|------------|----------|-----------|-----------|--------------------------|------------|----------|---------|----------|-----------|
| 1 | Baka | Borehole | 890 | 1 | 0.10 | 8 | 40 | 200 | 1 | 1 |
| 3 | Cellxaer | Birka | 579 | 2 | | | | | | |
| 4 | Goomaar | Borehole | 579 | 1 | 0.10 | 8 | 40 | 200 | 1 | 1 |
| 5 | Gorgain | Borehole | 579 | 1 | 0.10 | 8 | 40 | 200 | 1 | 1 |
| 6 | Hiigley | Borehole | 579 | 1 | 0.10 | 8 | 40 | 200 | 1 | 1 |
| 7 | Xidhgalool | Birka | 579 | 2 | | | | | | |

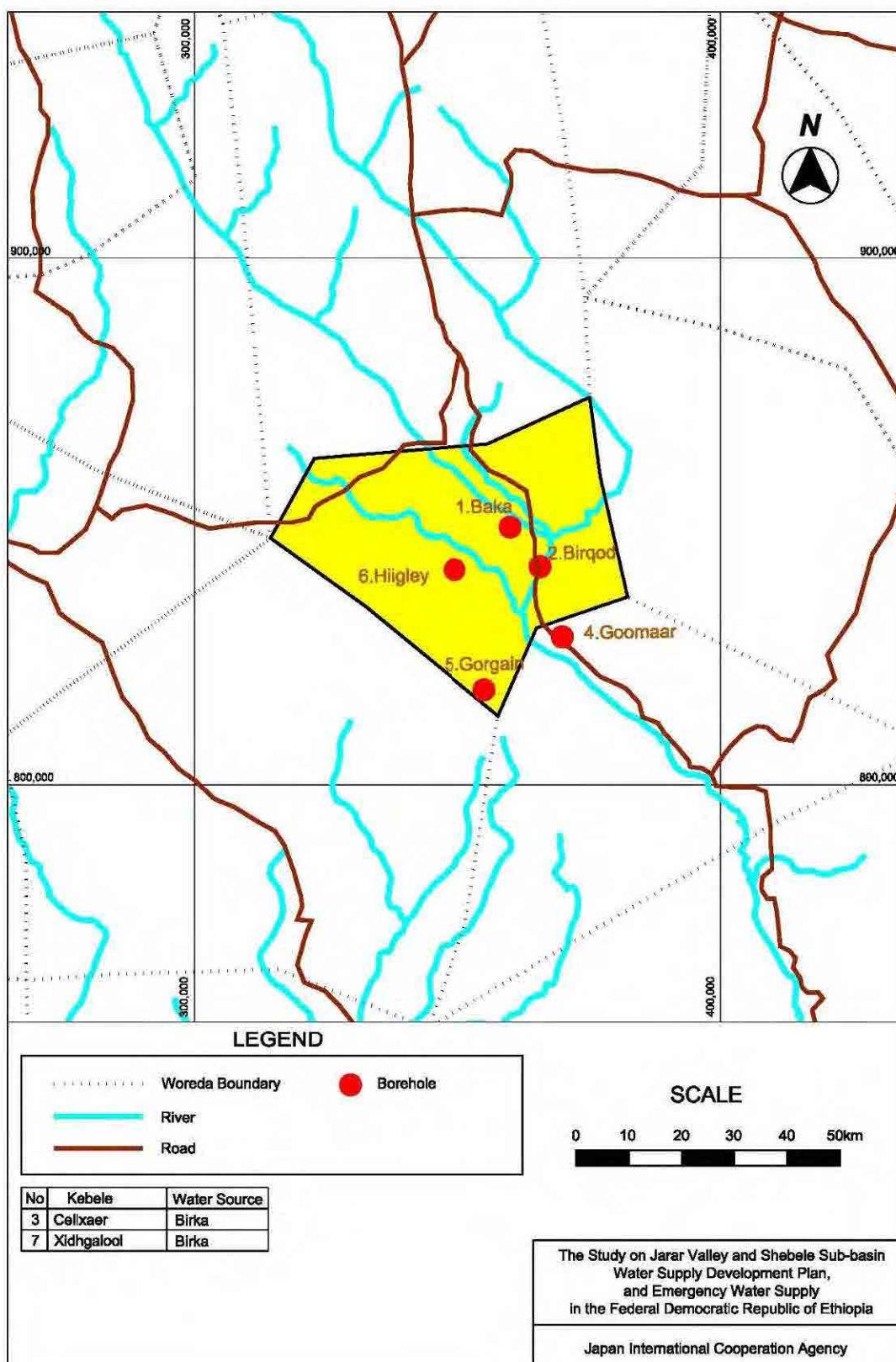


図 4.5: Birqod 郡給水計画図

4.4.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.20のとおりである。

表 4.20: Birqod 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|---------------|------------|-------|-------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Baka | BH | 890 | 1 | 152,000 | 23,000 | 15,000 | 190,000 |
| 2 | Birqod | BH | 3,861 | 1 | 513,000 | 77,000 | 51,000 | 641,000 |
| 3 | Cellxaer | Birka | 579 | 2 | 114,000 | 17,000 | 11,000 | 142,000 |
| 4 | Goomaar | BH | 579 | 1 | 152,000 | 23,000 | 15,000 | 190,000 |
| 5 | Gorgain | BH | 579 | 1 | 152,000 | 23,000 | 15,000 | 190,000 |
| 6 | Hügley | BH | 579 | 1 | 152,000 | 23,000 | 15,000 | 190,000 |
| 7 | Xidhgalool | Birka | 579 | 2 | 114,000 | 17,000 | 11,000 | 142,000 |
| (1) 都市給水システム | | | | 1 | 513,000 | 77,000 | 51,000 | 641,000 |
| (2) ボアホール給水施設 | | | | 4 | 608,000 | 92,000 | 60,000 | 760,000 |
| (3) ビルカ | | | | 4 | 228,000 | 34,000 | 22,000 | 284,000 |
| 事業費計 | | | | | 1,349,000 | 203,000 | 133,000 | 1,685,000 |

4.4.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

都市給水システムおよびボアホール給水施設の 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.3参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.21に示す。都市給水システムは、2015 年から 2016 年にかけて設計、建設を実施する。ボアホール給水施設は、2017 年から 2020 年にかけて 4 施設の設計、建設を実施する。ビルカは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要な施設数の建設を実施する。

表 4.21: Birqod 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 4. Birqod | 西暦(年) | | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| (1) 都市給水システム(ボアホール) | | | | | | | | |
| 2015年～2016年実施 | | | | | | | | |
| 1施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 257,000 | 256,000 | | | | | 513,000 |
| 設計・施工監理費 | | 39,000 | 38,000 | | | | | 77,000 |
| 事務費・その他経費 | | 26,000 | 25,000 | | | | | 51,000 |
| 事業費小計 | | 322,000 | 319,000 | | | | | 641,000 |
| (2) ボアホール給水施設 | | | | | | | | |
| 2017年～2018年実施 | | | | | | | | |
| 2施設 | | | | | | | | |
| 2019年～2020年実施 | | | | | | | | |
| 2施設 | | | | | | | | |
| 4施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | | 152,000 | 152,000 | 152,000 | 152,000 | 608,000 |
| 設計・施工監理費 | | | | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 92,000 |
| 事務費・その他経費 | | | | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 60,000 |
| 事業費小計 | | | | 190,000 | 190,000 | 190,000 | 190,000 | 760,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 年平均 | | | | | | | | |
| 0.6施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | | | | | | | | |
| 4施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | 33,000 | 33,000 | 33,000 | 33,000 | 33,000 | 33,000 | 30,000 | 228,000 |
| 設計・施工監理費 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 5,000 | 4,000 | 34,000 |
| 事務費・その他経費 | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 3,000 | 4,000 | 22,000 |
| 事業費小計 | 41,000 | 41,000 | 41,000 | 41,000 | 41,000 | 41,000 | 38,000 | 284,000 |
| 事業費計 | 41,000 | 363,000 | 360,000 | 231,000 | 231,000 | 231,000 | 228,000 | 1,685,000 |

4.5 Shaygosh 郡

4.5.1 給水計画

a. 都市給水

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 人である。計画一日平均給水量は 167m³/日と算定され、給水施設は 251m³/日の計画一日最大給水量で計画された。今までに 3 箇所のボアホール開発が行なわれており、ハイウェイから約 400m 離れた場所に開発された 1 箇所のボアホールは未だ稼働している。本計画では揚水量 3.5lit/秒並びに井戸深度 140m のボアホール 2 箇所を開発する給水計画を策定した。新規ボアホール位置は、既存ボアホール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。両者の給水計画システム図は同じスタイルであり、各仕様が異なるものとなっている。例えば、Shaygosh 市の方が井戸の深度が深く、揚水量も多い。Shaygosh 市給水計画の主な概要は表 4.22に要約される。

表 4.22: Shaygosh 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|-------------------|----------------------------------|----|-------|
| 1. | 水中モータポンプ | Q=0.25m ³ /min,H=130m | 台 | 2 |
| 2. | 発電機 | 44kVA | 台 | 2 |
| 3. | ボアホールからポンプ場までの送水管 | | | |
| 3.1 | | 90mm | m | 1,400 |
| 3.2 | | 110mm | m | 1,500 |
| 4. | 配水池 | 300m ³ | 箇所 | 1 |
| 5. | 配水システム | | | |
| 5.1 | 配水管 | 90mm | m | 3,000 |
| 5.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 6 |
| 5.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 2 |

b. 村落給水

Shaygosh 郡の給水マスタープランを図 4.6に図示する。郡内には 4 ケベレが存在している。ボアホール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、ハフィールドダムを採用した。No.5 Wejiweji は郡内最大の受益者 5,373 人を有しており、ハフィールドダムは 2 箇所となる。各ケベレの給水計画の概要を表 4.23に一覧する。

表 4.23: Shaygosh 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 (人) | 施設数 箇所 | 揚水量 m ³ /m | 発電機 kVA | 口径 mm | 延長 m | 水栓 箇所 | 家畜水 箇所 |
|----|-----------|------------------|----------|--------|-----------------------|---------|-------|------|-------|--------|
| 1 | Biyoooley | Haffir dam Birka | 4,459 | 1 7 | | | | | | |
| 2 | Duumaale | Haffir dam Birka | 4,459 | 1 7 | | | | | | |
| 3 | Goomaar | Borehole | 5,373 | 2 | 0.20 | 35 | 65 | 600 | 3 | 1 |
| 5 | Wejiweji | Haffir dam Birka | 5,373 | 2 2 | | | | | | |

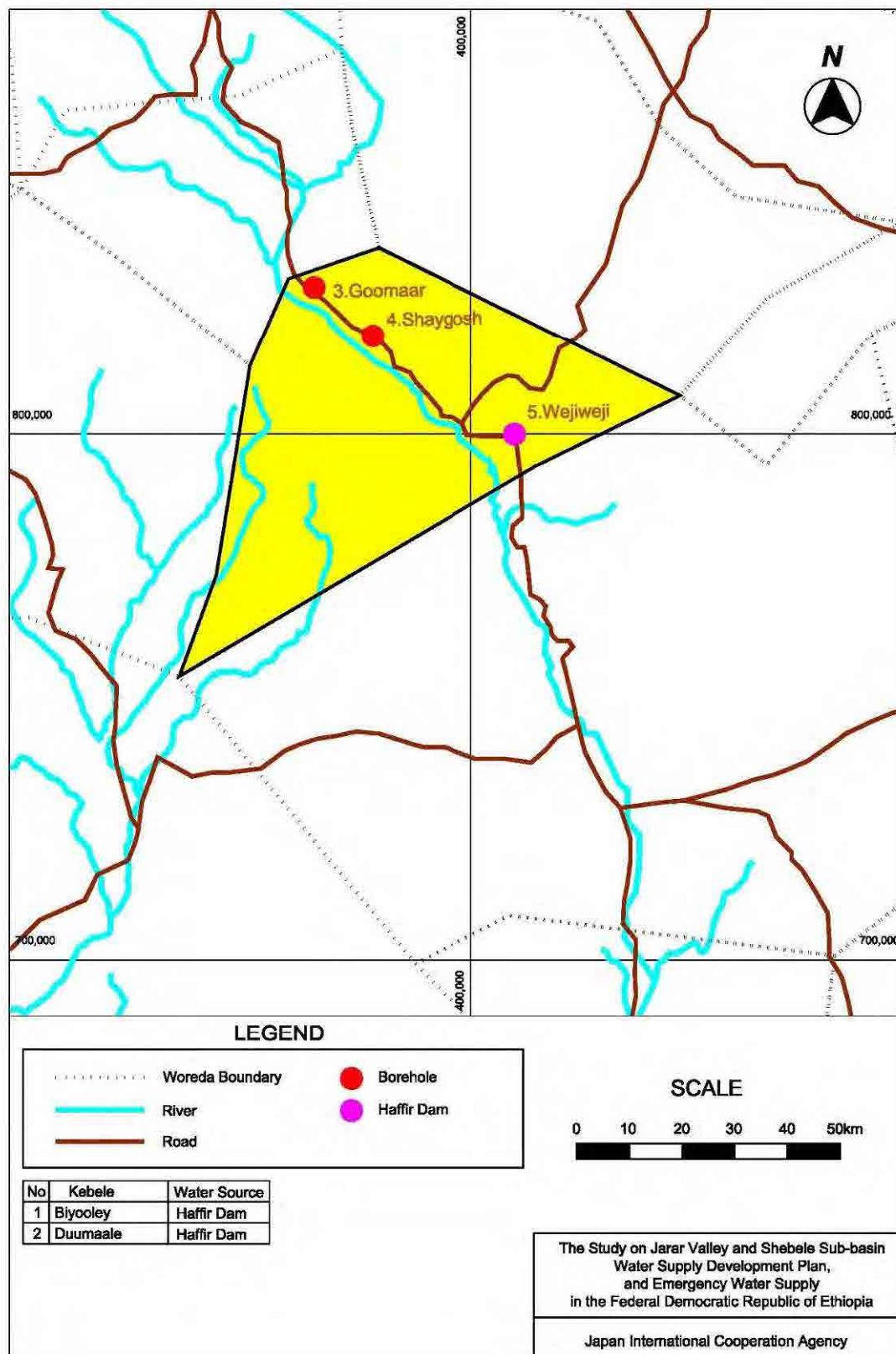


図 4.6: Shaygosh 郡給水計画図

4.5.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.24のとおりである。

表 4.24: Shaygosh 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|---------------|-----------------|------------|-------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Biyoooley | Haffir dam | 4,459 | 1 | 391,000 | 59,000 | 39,000 | 489,000 |
| | | Birka | | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 2 | Duumaale | Haffir dam | 4,459 | 1 | 391,000 | 59,000 | 39,000 | 489,000 |
| | | Birka | | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 3 | Goomaar | BH | 5,373 | 1 | 486,000 | 73,000 | 49,000 | 608,000 |
| 4 | Shaygosh | BH | 4,826 | 1 | 724,000 | 109,000 | 72,000 | 905,000 |
| 5 | Wejiweji | Haffir dam | 4,826 | 2 | 782,000 | 117,000 | 78,000 | 977,000 |
| | | Birka | | 2 | 114,000 | 17,000 | 11,000 | 142,000 |
| (1) 都市給水システム | | | | 1 | 724,000 | 109,000 | 72,000 | 905,000 |
| (2) ボアホール給水施設 | | | | 1 | 486,000 | 73,000 | 49,000 | 608,000 |
| (3) ビルカ | | | | 16 | 912,000 | 137,000 | 91,000 | 1,140,000 |
| (4) ハフィールドダム | | | | 4 | 1,564,000 | 235,000 | 156,000 | 1,955,000 |
| 事業費計 | | | | | 3,686,000 | 554,000 | 368,000 | 4,608,000 |

4.5.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

都市給水システムおよびボアホール給水施設の 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.3参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。ハフィールドダムの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.7参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.25に示す。都市給水システムは、2015 年から 2016 年にかけて設計、建設を実施する。ボアホール給水施設は、2017 年から 2018 年にかけて 1 施設の設計、建設を実施する。ビルカおよびハフィールドダムは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要な施設数の建設を実施する。

表 4.25: Shaygosh 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 5. Shaygosh | | 西暦(年) | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|----------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| (1) 都市給水システム(ボアホール) | | | | | | | | |
| 2015年～2016年実施 | 1施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 362,000 | 362,000 | | | | 724,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 55,000 | 54,000 | | | | 109,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 36,000 | 36,000 | | | | 72,000 |
| 事業費小計 | | | 453,000 | 452,000 | | | | 905,000 |
| (2) ボアホール給水施設 | | | | | | | | |
| 2017年～2018年実施 | 1施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | | | 243,000 | 243,000 | | 486,000 |
| 設計・施工監理費 | | | | | 37,000 | 36,000 | | 73,000 |
| 事務費・その他経費 | | | | | 25,000 | 24,000 | | 49,000 |
| 事業費小計 | | | | | 305,000 | 303,000 | | 608,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 年平均 | 2.3施設 | | | | | | | |
| 施設合計 | 16施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 130,000 | 132,000 | 912,000 |
| 設計・施工監理費 | | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 17,000 | 137,000 |
| 事務費・その他経費 | | 13,000 | 13,000 | 13,000 | 13,000 | 13,000 | 13,000 | 91,000 |
| 事業費小計 | | 163,000 | 163,000 | 163,000 | 163,000 | 163,000 | 162,000 | 1,140,000 |
| (4) ハフィールダム | | | | | | | | |
| 年平均 | 0.6施設 | | | | | | | |
| 施設合計 | 4施設 | | | | | | | |
| 建設工事費計 | | 223,000 | 223,000 | 223,000 | 223,000 | 223,000 | 226,000 | 1,564,000 |
| 設計・施工監理費計 | | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 31,000 | 235,000 |
| 事務費・その他経費 | | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 22,000 | 24,000 | 156,000 |
| 事業費小計 | | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 281,000 | 1,955,000 |
| 事業費計 | | 442,000 | 895,000 | 894,000 | 747,000 | 745,000 | 442,000 | 4,608,000 |

4.6 Kabridahar 郡

4.6.1 給水計画

a. 都市給水

Kabridahar 市はジャラル川の西側に約 2km 程広がっており、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 人であり、計画一日平均給水量は 621m³/日と算定された。Kabridahar 市の 2020 年の人口予測は 64,155 人となり、50,000 人以上であるため一日最大係数は 1.2 が適用され、給水施設は 745m³/日の計画一日最大給水量で計画された。Kabridahar 市は 5 箇所のボアホール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。因って、ジャラル川沿いに新規ボアホールの計画を行った。本計画では、揚水量 3.7lit/秒並びに井戸深度 130m のボアホール 6 箇所を Kabridahar 市給水のために追加して計画した。ボアホールから Kabridahar 市中心地域までは近距離であるので、各ボアホールからの原水は口径 160mm の主送水管を経てそのまま配水池に注ぎ込む。同市には容量 100m³ と 250m³ の高架水槽と、容量 200 m³ の地上式配水池の合計 3 箇所の配水池が存在している。これら既存の配水池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する。2020 年での計画配水池容量は 900m³ であるので、容量 350m³ の配水池を計画した。既存の配水管システムは、口径 50mm から 100mm までのパイプで構成され約 8.34km である。配水範囲は Kabridahar 市内の小規模な範囲のみであり、十分機能しているてはいえない。また、配水管のサイズもある地区では妥当ではなく、配水管システムもネットワーク型となっていない。SRWDB は配水管システムの計画を既に準備している。同計画は Kabridahar 市全域をカバーしており、同市全域の給水システムを改善するには妥当である。因って、この計画を配水管計画として採用した。SRWDB は 36 箇所の公共水栓が必要と推定している。本計画はこの推定に準じて、36 箇所の公共水栓と 8 箇所の家畜用水飲み場の計画をした。Kabridahar 市給水計画の主な概要は表 4.26に要約される。

表 4.26: Kabridahar 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|-------------------|----------------------------------|----|--------|
| 1. | 水中モータポンプ | Q=0.25m ³ /min,H=120m | 台 | 6 |
| 2. | 発電機 | 40kVA | 台 | 6 |
| 3. | ボアホールからポンプ場までの送水管 | | | |
| 3.1 | | 90mm | m | 3,200 |
| 3.2 | | 110mm | m | 3,000 |
| 3.3 | | 160mm | m | 3,000 |
| 4. | 配水池 | 350m ³ | 箇所 | 1 |
| 5. | 配水システム | | | |
| 5.1 | 配水管 | 50mm | m | 7,200 |
| 5.2 | | 90mm | m | 15,090 |
| 5.3 | | 110mm | m | 16,270 |
| 5.4 | | 160mm | m | 6,690 |
| 5.5 | | 200mm | m | 270 |
| 5.6 | | 250mm | m | 160 |

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|---------|----|----|----|
| 5.7 | 公共水栓 | | 箇所 | 36 |
| 5.8 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 8 |

b. 村落給水

Kabridahar 郡の給水マスタープランを図 4.7に図示する。郡内には9 ケベレが存在している。ボアホール開発はジャラル川沿いに位置している 3 ケベレで計画した。No.10 Maraato はジャラル川沿いに位置しているのだが、同川から Maraato までの距離は約 10km 程あり、初期投資額が村落給水としては多すぎてしまう。このため、Maraato 給水計画は雨水開発により策定することとした。雨水開発は他の 6 ケベレで採用している。全ての対象ケベレで給水人口は 2,500 人以上となり、ハフィールダムを計画した。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。各ケベレの給水計画の概要を表 4.27に一覧する。

表 4.27: Kabridahar 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 流量 m ³ /m | 発電機 kVA | 口径 mm | 延長 m | 水栓 箇所 | 家畜水 箇所 |
|----|---------------|---------------------|-----------|-----------|-------------------------|------------|----------|---------|----------|-----------|
| 1 | Buundat | Haffir dam Birka | 5,250 | 2 1 | | | | | | |
| 2 | Carabacite | Haffir dam Birka | 5,250 | 2 1 | | | | | | |
| 3 | Ceelxaar | Borehole | 5,250 | 2 | 0.20 | 32 | 65 | 600 | 3 | 1 |
| 4 | Dalaad | Haffir dam Birka | 5,250 | 2 1 | | | | | | |
| 5 | Dhuure | Haffir dam Birka | 5,250 | 2 1 | | | | | | |
| 6 | Galadiid | Borehole | 3,938 | 1 | 0.25 | 40 | 65 | 1000 | 5 | 1 |
| 8 | Karanbicite | Borehole | 5,250 | 2 | 0.20 | 32 | 65 | 600 | 3 | 1 |
| 9 | Lasdhankheyre | Haffir dam Birka | 8,223 | 3 3 | | | | | | |
| 10 | Maraato | Haffir dam Birka | 3,938 | 1 5 | | | | | | |

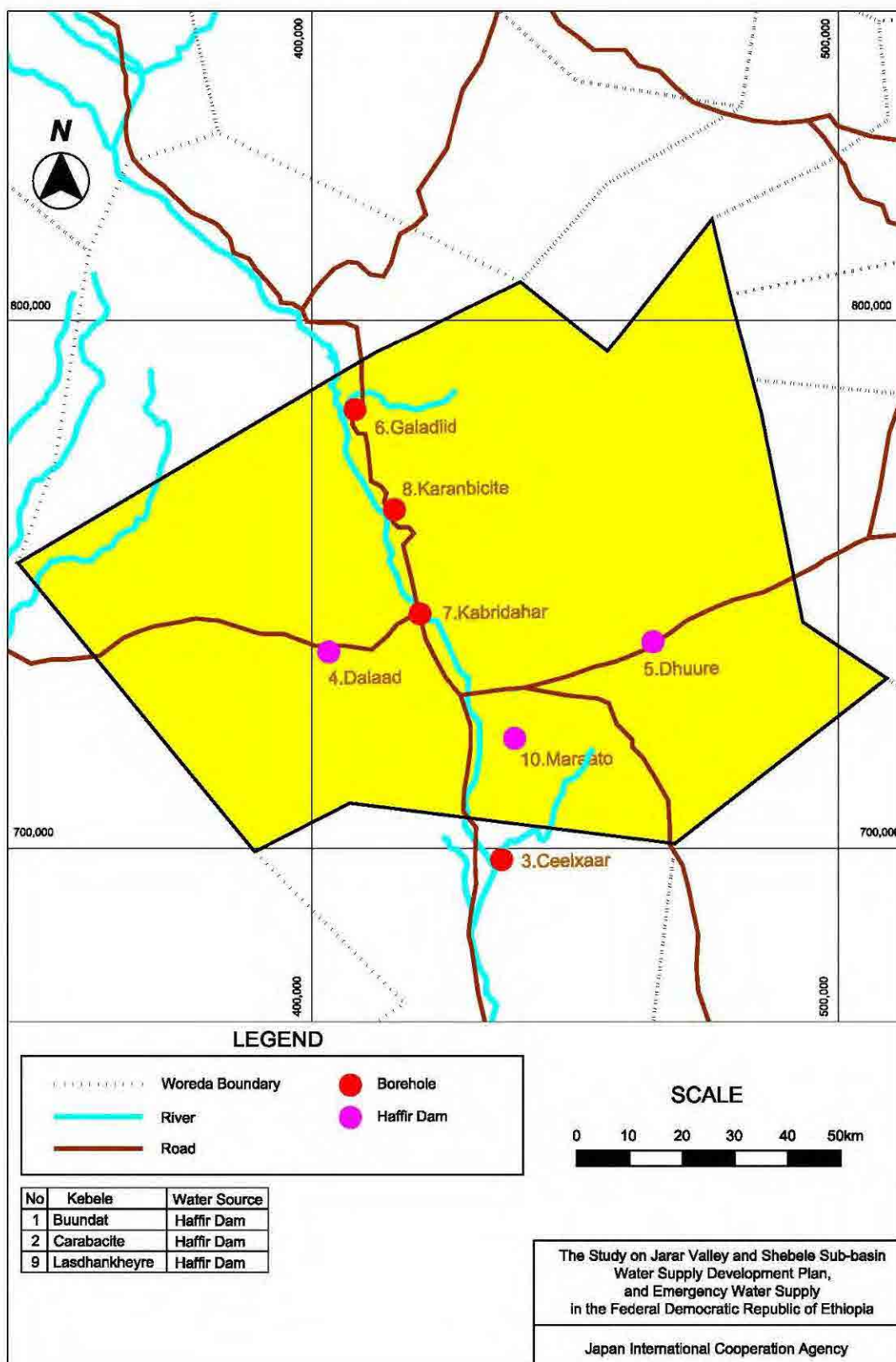


図 4.7: Kabridahar 郡給水計画図

4.6.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.28のとおりである。

表 4.28: Kabridahar 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費 (単位:USD) | | | |
|---------------|-------------------|------------|--------|-----|--------------|--------------|------------|------------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Buundat | Haffir dam | 5,250 | 2 | 782,000 | 117,000 | 78,000 | 977,000 |
| | | Birka | | 1 | 57,000 | 9,000 | 6,000 | 72,000 |
| 2 | Carabacite | Haffir dam | 5,250 | 2 | 782,000 | 117,000 | 78,000 | 977,000 |
| | | Birka | | 1 | 57,000 | 9,000 | 6,000 | 72,000 |
| 3 | Ceelxaar | BH | 5,250 | 2 | 470,000 | 71,000 | 47,000 | 588,000 |
| 4 | Dalaad | Haffir dam | 5,250 | 2 | 782,000 | 117,000 | 78,000 | 977,000 |
| | | Birka | | 1 | 57,000 | 9,000 | 6,000 | 72,000 |
| 5 | Dhuure | Haffir dam | 5,250 | 2 | 782,000 | 117,000 | 78,000 | 977,000 |
| | | Birka | | 1 | 57,000 | 9,000 | 6,000 | 72,000 |
| 6 | Galadiid | BH | 3,938 | 1 | 276,000 | 41,000 | 28,000 | 345,000 |
| 7 | Kabridahar | BH | 19,689 | 1 | 3,481,000 | 522,000 | 348,000 | 4,351,000 |
| 8 | Karanbicite | BH | 5,250 | 2 | 470,000 | 71,000 | 47,000 | 588,000 |
| 9 | Lasdhankheyre | Haffir dam | 8,223 | 3 | 1,173,000 | 176,000 | 117,000 | 1,466,000 |
| | | Birka | | 3 | 171,000 | 26,000 | 17,000 | 214,000 |
| 10 | Maraato | Haffir dam | 3,938 | 1 | 391,000 | 59,000 | 39,000 | 489,000 |
| | | Birka | | 5 | 285,000 | 43,000 | 29,000 | 357,000 |
| (1) 都市給水システム | | | | 1 | 3,481,000 | 522,000 | 348,000 | 4,351,000 |
| (2) ボアホール給水施設 | | | | 5 | 1,216,000 | 183,000 | 122,000 | 1,521,000 |
| (3) ビルカ | | | | 12 | 684,000 | 105,000 | 70,000 | 859,000 |
| (4) ハフィールダム | | | | 12 | 4,692,000 | 703,000 | 468,000 | 5,863,000 |
| 事業費計 | | | | | 10,073,000 | 1,513,000 | 1,008,000 | 12,594,000 |

4.6.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

a.1 都市給水システムの実施工程

本都市給水システムの実施工程は、前述の「4.2 Araarso 郡 都市給水システム」と同様であり、実施には 32 ヶ月を要する（表 4.12参照）。

a.2 村落給水の実施工程

ボアホール給水施設の 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.3参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。ハフィールダムの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.7参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.29に示す。都市給水システムは、2015 年から 2017 年にかけて設計、建設を実施する。

ボアホール給水施設は、2015年から2020年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカおよびハフィールドダムは、給水計画実施期間（2014年～2020年）に必要な施設数の建設を実施する。

表 4.29: Kabridahar 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 6. Kabridahar | 西暦(年) | | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|----------------------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| (1) 都市給水システム(ボアホール) | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | | | | | | | | |
| 1施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 1,160,000 | 1,160,000 | 1,161,000 | | | | 3,481,000 |
| 設計・施工監理費 | | 174,000 | 174,000 | 174,000 | | | | 522,000 |
| 事務費・その他経費 | | 116,000 | 116,000 | 116,000 | | | | 348,000 |
| 事業費小計 | | 1,450,000 | 1,450,000 | 1,451,000 | | | | 4,351,000 |
| (2) ボアホール給水施設 | | | | | | | | |
| 2015年～2016年実施 | | | | | | | | |
| 1施設 | | | | | | | | |
| 2017年～2018年実施 | | | | | | | | |
| 2施設 | | | | | | | | |
| 2019年～2020年実施 | | | | | | | | |
| 2施設 | | | | | | | | |
| 5施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 113,000 | 113,000 | 225,000 | 225,000 | 225,000 | 315,000 | 1,216,000 |
| 設計・施工監理費 | | 17,000 | 17,000 | 34,000 | 34,000 | 34,000 | 47,000 | 183,000 |
| 事務費・その他経費 | | 11,000 | 11,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 31,000 | 122,000 |
| 事業費小計 | | 141,000 | 141,000 | 282,000 | 282,000 | 282,000 | 393,000 | 1,521,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 年平均 | | | | | | | | |
| 1.7施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | | | | | | | | |
| 12施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | 98,000 | 98,000 | 98,000 | 98,000 | 98,000 | 98,000 | 96,000 | 684,000 |
| 設計・施工監理費 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 105,000 |
| 事務費・その他経費 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 70,000 |
| 事業費小計 | 123,000 | 123,000 | 123,000 | 123,000 | 123,000 | 123,000 | 121,000 | 859,000 |
| (4) ハフィールドダム | | | | | | | | |
| 年平均 | | | | | | | | |
| 1.7施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | | | | | | | | |
| 12施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費計 | 670,000 | 670,000 | 670,000 | 670,000 | 670,000 | 670,000 | 672,000 | 4,692,000 |
| 設計・施工監理費計 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 100,000 | 103,000 | 703,000 |
| 事務費・その他経費 | 67,000 | 67,000 | 67,000 | 67,000 | 67,000 | 67,000 | 66,000 | 468,000 |
| 事業費小計 | 837,000 | 837,000 | 837,000 | 837,000 | 837,000 | 837,000 | 841,000 | 5,863,000 |
| 事業費計 | 960,000 | 2,551,000 | 2,551,000 | 2,693,000 | 1,242,000 | 1,242,000 | 1,355,000 | 12,594,000 |

4.7 Doba Wein 郡

4.7.1 給水計画

a. 都市給水

Doba Wein の都市部はジャラル川東側に約 700m 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 450m 程である。2020 年での給水人口は 13,031 人である。計画一日平均給水量は 431m³/日と算定され、給水施設は 646m³/日の計画一日最大給水量で計画された。中心道路はジャラル川に沿って走り、市内の北西から南東方向を横切っている。Doba Wein 市では今までに 6 箇所のボアホール開発が行なわれており、それら殆どが浅井戸である。ボアホールは一箇所掘削されたが、現在機能していない。このため、給水計画は浅井戸開発を計画した。水理地質調査結果によると、Doba Wein 市の地下水ポテンシャルは 1.0lit/秒程度に限定される。因って、揚水量 1.0lit/秒並びに井戸深度 25m の浅井戸による開発が計画された。このような小揚水量に対して配管給水計画を行う事は現実的ではない。因って Doba Wein 市では都市部の局所給水システムを採用し、標準の村落給水システムを適用する。2020 年の給水人口に給水するためには、18 箇所の給水施設を計画する。Doba Wein 市給水計画の主な概要は、表 4.30に要約される。

表 4.30: Doba Wein 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|----------|---------------------------------|----|----|
| 1. | 水中モータポンプ | Q=0.06m ³ /min,H=20m | 台 | 18 |
| 2. | 発電機 | 3kVA | 台 | 18 |
| 3. | 送水管 | 32mm 及び延長 100m | 箇所 | 18 |
| 4. | 配水池 | 10m ³ | 箇所 | 18 |
| 5. | 配水システム | | | |
| 5.1 | 配水管 | 32mm 及び延長 200m | 箇所 | 18 |
| 5.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 18 |
| 5.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 18 |

b. 村落給水

Doba Wein 郡の給水マスタープランを図 4.8に図示する。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に位置している 3 ケベレで計画した。Doba Wein 郡では地質条件のため、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による計画の策定を行った。雨水開発は No.5 Nagar Weyne でのみ適用する。給水人口は 2,896 人となるので、ハフィールダムを計画した。各ケベレの給水計画の概要を表 4.31に一覧する。

表 4.31: Doba Wein 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 揚水量 m ³ /m | 発電機 kVA | 口径 mm | 延長 m | 水栓 箇所 | 家畜水 箇所 |
|----|-------------|---------------------|-----------|-----------|--------------------------|------------|----------|---------|----------|-----------|
| 2 | Jidale | Shallow well | 3,474 | 3 | 0.06 | 3 | 32 | 400 | 2 | 1 |
| 3 | Haaraano | Shallow well | 3,763 | 3 | 0.06 | 3 | 32 | 400 | 2 | 1 |
| 4 | Higloley | Shallow well | 5,793 | 5 | 0.06 | 3 | 32 | 400 | 2 | 1 |
| 5 | Nagar Weyne | Haffir dam Birka | 2,896 | 1 1 | | | | | | |

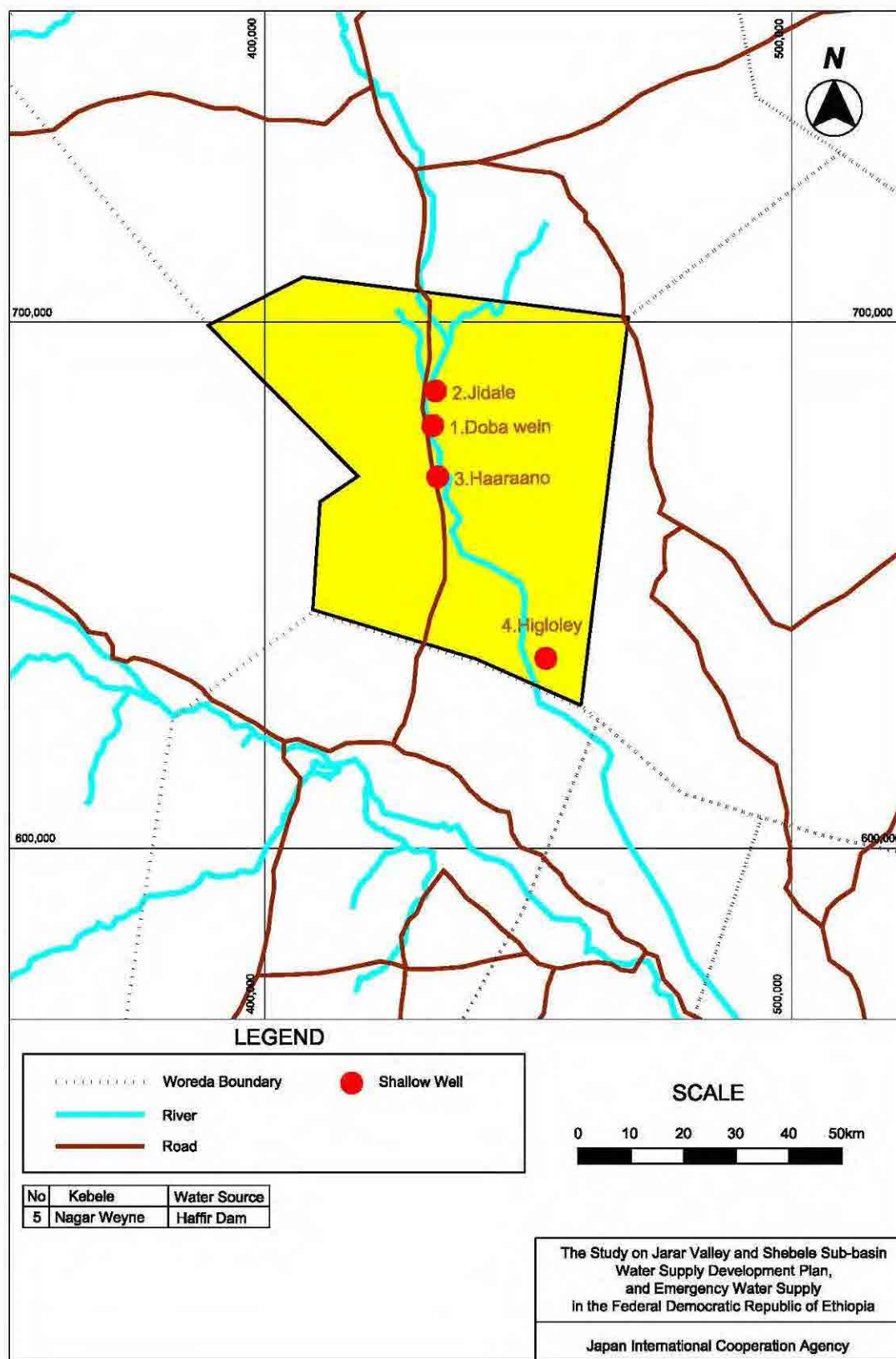


図 4.8: Doba Wein 郡給水計画図

4.7.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.32のとおりである。

表 4.32: Doba Wein 郡給水計画の積算結果

7. Doba wein

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|--------------|-------------|------------|--------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Doba wein | SW | 13,031 | 18 | 1,906,000 | 286,000 | 191,000 | 2,383,000 |
| 2 | Jidale | SW | 3,474 | 3 | 384,000 | 58,000 | 38,000 | 480,000 |
| 3 | Haaraano | SW | 3,763 | 3 | 384,000 | 58,000 | 38,000 | 480,000 |
| 4 | Higloley | SW | 5,793 | 5 | 621,000 | 93,000 | 62,000 | 776,000 |
| 5 | Nagar Weyne | Haffir dam | 2,896 | 1 | 391,000 | 59,000 | 39,000 | 489,000 |
| | | Birka | | 1 | 57,000 | 9,000 | 6,000 | 72,000 |
| (1) 都市給水システム | | | | 18 | 1,906,000 | 286,000 | 191,000 | 2,383,000 |
| (2) 浅井戸給水施設 | | | | 11 | 1,389,000 | 209,000 | 138,000 | 1,736,000 |
| (3) ビルカ | | | | 1 | 57,000 | 9,000 | 6,000 | 72,000 |
| (4) ハフィールダム | | | | 1 | 391,000 | 59,000 | 39,000 | 489,000 |
| 事業費計 | | | | | 3,743,000 | 563,000 | 374,000 | 4,680,000 |

4.7.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

a.1 都市給水システムの実施工程

本都市給水システムは、浅井戸給水施設を 18 箇所建設する。

本都市給水システムの建設工事実施は、設計（設計、入札図書作成、入札、施工業者契約）、井戸掘削（井戸掘削、施工監理）、給水施設施工（建設工事、試運転、完工、施工監理）に大別される。井戸掘削成功による対象井戸の揚水試験の実施後に、その結果を基にして水中モーターポンプの仕様決定や、給水施設全体の給水施設の設計を実施する。

本都市給水の実施には、井戸掘削を含む設計に 19 ヶ月、給水施設の建設に 17 ヶ月を要し、合計 36 ヶ月を要する。表 4.33に本都市給水システムの実施工程を示す。

表 4.33: 本都市給水システムの実施工程

| 項目 | 月数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | | | | |
| 1.設計・施工監理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 給水施設の概略検討 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 浅井戸掘削地点の選定 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 浅井戸掘削工事の入札・業者契約 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 給水施設の設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 給水施設建設の入札・業者契約 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 施工監理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.井戸掘削・建設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 井戸掘削工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.1 準備・仮設工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.2 井戸掘削と揚水試験の実施 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.3 井戸掘削工事の検査・完工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 給水施設建設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.1 準備・仮設工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.2 ポンプ小屋(発電機室) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.3 導・配水管 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.4 公共水栓・家畜用水飲み場 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.5 試運転・検査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.6 完工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

a.2 村落給水の実施工程

各ケベレの浅井戸給水施設の設計から建設、完工まで24ヵ月を要する（表 4.4参照）。ビルカの1施設当たりの設計から建設、完工まで12ヵ月を要する（表 4.6参照）。ハフィールドダム1施設当たりの設計から建設、完工まで24ヵ月を要する（表 4.7参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.34に示す。都市給水システムは、2015年から2017年にかけて設計、建設を実施する。浅井戸給水施設は、2017年から2020年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカは、2014年、ハフィールドダムは2018年から2019年にかけて建設を実施する。

表 4.34: Doba Wein 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 7. Doba wein | 西暦(年) | | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|--------------------------|---------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| (1) 都市給水システム(浅井戸) | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | | | | | | | | |
| 18施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 635,000 | 635,000 | 636,000 | | | | 1,906,000 |
| 設計・施工監理費 | | 95,000 | 95,000 | 96,000 | | | | 286,000 |
| 事務費・その他経費 | | 64,000 | 64,000 | 63,000 | | | | 191,000 |
| 事業費小計 | | 794,000 | 794,000 | 795,000 | | | | 2,383,000 |
| (2) 浅井戸給水施設 | | | | | | | | |
| 2017年～2018年実施 | | | | | | | | |
| 3施設 | | | | | | | | |
| 2019年～2020年実施 | | | | | | | | |
| 8施設 | | | | | | | | |
| 11施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | | 189,000 | 189,000 | 505,000 | 506,000 | 1,389,000 |
| 設計・施工監理費 | | | | 28,000 | 28,000 | 76,000 | 77,000 | 209,000 |
| 事務費・その他経費 | | | | 19,000 | 19,000 | 50,000 | 50,000 | 138,000 |
| 事業費小計 | | | | 236,000 | 236,000 | 631,000 | 633,000 | 1,736,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 2014年実施 | | | | | | | | |
| 1.0施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | | | | | | | | |
| 1施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | 57,000 | | | | | | | 57,000 |
| 設計・施工監理費 | 9,000 | | | | | | | 9,000 |
| 事務費・その他経費 | 6,000 | | | | | | | 6,000 |
| 事業費小計 | 72,000 | | | | | | | 72,000 |
| (4) ハフィールドダム | | | | | | | | |
| 2018年～2019年実施 | | | | | | | | |
| 1.0施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | | | | | | | | |
| 1施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費計 | | | | | 196,000 | 195,000 | | 391,000 |
| 設計・施工監理費計 | | | | | 30,000 | 29,000 | | 59,000 |
| 事務費・その他経費 | | | | | 20,000 | 19,000 | | 39,000 |
| 事業費小計 | | | | | 246,000 | 243,000 | | 489,000 |
| 事業費計 | 72,000 | 794,000 | 794,000 | 1,031,000 | 482,000 | 874,000 | 633,000 | 4,680,000 |

4.8 East Ime 郡

4.8.1 給水計画

a. 都市給水

East Ime 郡の都市部はシェベレ川から約 1,900m 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。因って、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 11,717 人である。計画一日平均給水量は $374\text{m}^3/\text{日}$ と算定され、給水施設は $617\text{m}^3/\text{日}$ の計画一日最大給水量で計画された。河川水開発による East Ime 市の給水システムは、3.5.4 で記した河川水開発による村落給水システムと同様な構造を有する事となる。都市給水システムでは予備用を考慮して 2 台のポンプを設置している事が、村落給水との相違となる。給水システムは取水路、容量 256m^3 の沈殿池、4 箇所の粗ろ過池、 140m^3 の浄水池、揚水量各 $1.2\text{m}^3/\text{分}$ のポンプ 2 箇所からなる。浄水は市内にある配水池に送水管を通じて送られる。East Ime 市は河川から 1.9km 離れており、Godey 市以外では河川からの距離が最も離れている。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、14 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。East Ime 市給水計画の主な概要は表 4.35 に要約される。

表 4.35: East Ime 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 | | 箇所 | 1 |
| 2. | 沈殿池 | $V=256\text{m}^3$ | 箇所 | 2 |
| 3. | 取水ポンプ | $Q=1.2\text{m}^3/\text{min}$, $H=10\text{m}$ | 台 | 2 |
| 4. | 粗ろ過池 | $V=30\text{m}^3/\text{hr}$ | 箇所 | 4 |
| 5. | 浄水池 | $V=140\text{m}^3$ | 箇所 | 1 |
| 6. | 送水ポンプ | $Q=1.2\text{m}^3/\text{min}$, $H=20\text{m}$ | 台 | 2 |
| 7. | 発電機 | 36kVA | 台 | 1 |
| 8. | 送水管 | 200mm | m | 1,900 |
| 9. | 配水池 | $V=300\text{m}^3$ | 箇所 | 1 |
| 10. | 配水システム | | | |
| 10.1 | 配水管 | 90mm | m | 7,000 |
| 10.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 14 |
| 10.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 3 |

b. 村落給水

East Ime 郡の給水マスタープランを図 4.9 に図示する。郡内には 11 ケベレが存在している。6 ケベレはシェベレ川沿いに位置している。No.1 Abagorooy はシェベレ川から 200m の距離に位置している。社会経済調査結果によると、East Ime 郡水事務所は Abagorooy 以外の 5 ケベレも河川から取水していると回答している。これら 6 ケベレも河川水を給水する計画を策定した。雨水開発は残りの 5 ケベレについて採用した。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。各ケベレの給水計画の概要を表 4.36に一覧する。

表 4.36: East Ime 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 沈殿池 m ³ | 粗ろ過池 箇所 | ポンプ H1 H2 m | ポンプ Q1 Q2 m ³ /m | 発電機 kVA | 配水池 V1 V2 m ³ | パイプ D1 D2 mm | パイプ L1 L2 m | 公共水栓 箇所 |
|----|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|------------|----------------------|--------------------------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|------------|
| 1 | Abagorooy | River intake | 8,693 | 1 | 144 | 3 | 10 20 | 0.80 0.80 | 25 | 80 50 | 90 90 | 200 2000 | 10 |
| 2 | Balaay | River intake | 6,516 | 1 | 100 | 2 | 10 30 | 0.60 0.60 | 25 | 60 40 | 90 90 | 500 1600 | 8 |
| 3 | Boraanka | River intake | 14,202 | 1 | 196 | 3 | 10 30 | 1.10 1.10 | 44 | 120 80 | 110 90 | 500 3200 | 16 |
| 4 | Daay | River intake | 6,680 | 1 | 100 | 2 | 10 30 | 0.60 0.60 | 25 | 60 40 | 90 90 | 500 1600 | 8 |
| 6 | Makule | River intake | 10,856 | 1 | 144 | 3 | 10 40 | 0.80 0.80 | 41 | 80 60 | 90 90 | 500 2600 | 13 |
| 7 | Mukuy | River intake | 6,680 | 1 | 100 | 2 | 10 30 | 0.60 0.60 | 25 | 60 40 | 90 90 | 500 1600 | 8 |
| 8 | Qaruud | Birka | 3,335 | 12 | | | | | | | | | |
| 9 | Qudhacle | Birka | 2,050 | 7 | | | | | | | | | |
| 10 | Siigadheere | Birka | 3,078 | 11 | | | | | | | | | |
| 11 | Siigaley | Birka | 3,078 | 11 | | | | | | | | | |
| 12 | Xidigta | Birka | 3,332 | 12 | | | | | | | | | |

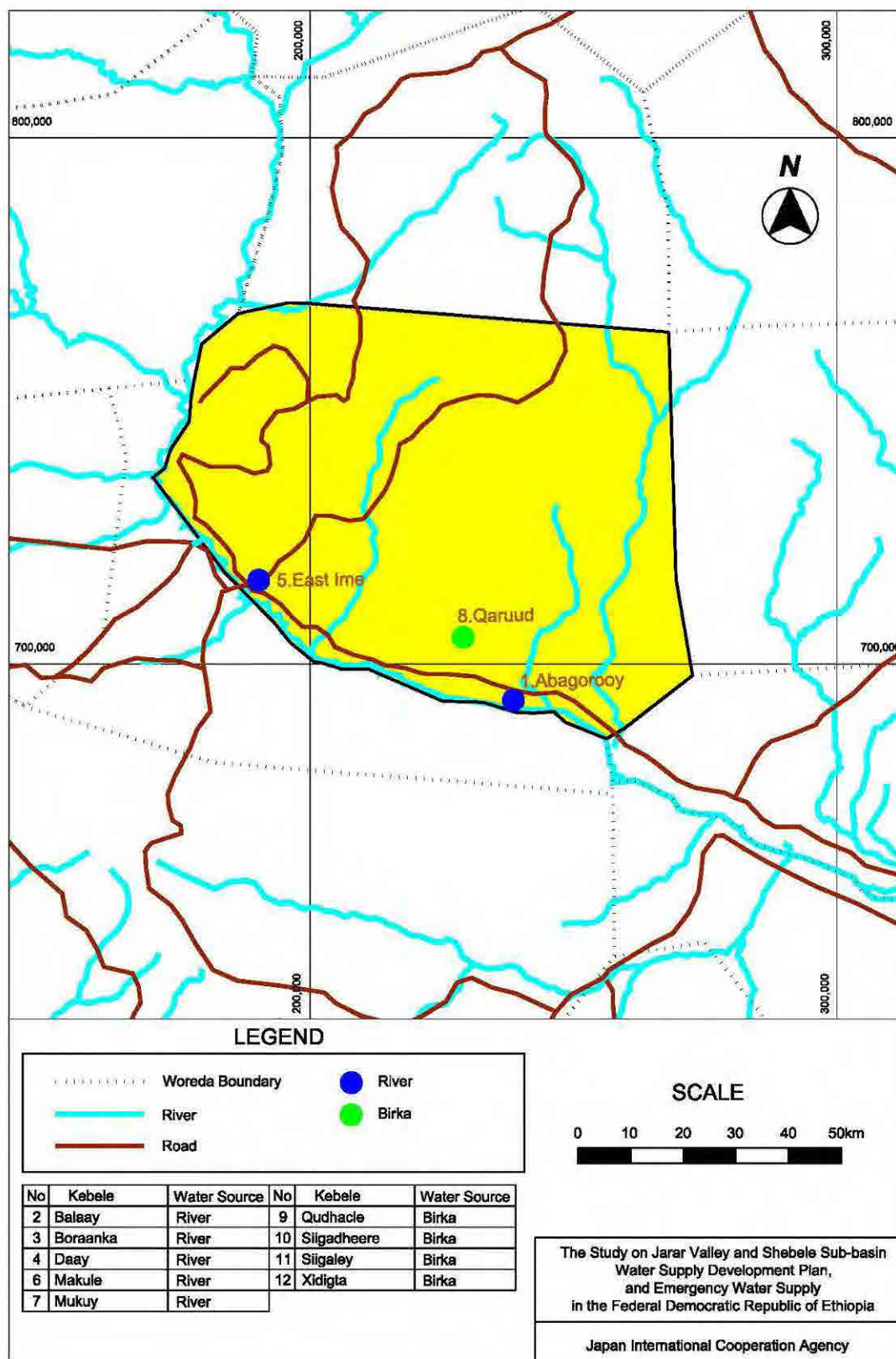


図 4.9: East Ime 郡給水計画図

4.8.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.37のとおりである。

表 4.37: East Ime 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|--------------|-----------------|--------------|-------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Abagorooy | River intake | 2,668 | 1 | 627,000 | 94,000 | 63,000 | 784,000 |
| 2 | Balaay | River intake | 1,999 | 1 | 551,000 | 83,000 | 55,000 | 689,000 |
| 3 | Boraanka | River intake | 4,358 | 1 | 794,000 | 119,000 | 79,000 | 992,000 |
| 4 | Daay | River intake | 2,050 | 1 | 551,000 | 83,000 | 55,000 | 689,000 |
| 5 | East Ime | River intake | 3,595 | 1 | 1,166,000 | 175,000 | 117,000 | 1,458,000 |
| 6 | Makule | River intake | 3,332 | 1 | 707,000 | 106,000 | 71,000 | 884,000 |
| 7 | Mukuy | River intake | 2,050 | 1 | 551,000 | 83,000 | 55,000 | 689,000 |
| 8 | Qaruud | Birka | 3,335 | 12 | 684,000 | 103,000 | 68,000 | 855,000 |
| 9 | Qudhacle | Birka | 2,050 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 10 | Siigadheere | Birka | 3,078 | 11 | 627,000 | 94,000 | 63,000 | 784,000 |
| 11 | Siigaley | Birka | 3,078 | 11 | 627,000 | 94,000 | 63,000 | 784,000 |
| 12 | Xidigta | Birka | 3,332 | 12 | 684,000 | 103,000 | 68,000 | 855,000 |
| (1) 都市給水システム | | | | 1 | 1,166,000 | 175,000 | 117,000 | 1,458,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | 6 | 3,781,000 | 568,000 | 378,000 | 4,727,000 |
| (3) ビルカ | | | | 53 | 3,021,000 | 454,000 | 302,000 | 3,777,000 |
| 事業費計 | | | | | 7,968,000 | 1,197,000 | 797,000 | 9,962,000 |

4.8.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

a.1 都市給水システムの実施工程

本都市給水システムは、河川給水施設である。河川給水施設 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 30 ヶ月を要する（表 4.5参照）。

a.2 村落給水の実施工程

各ケベレの河川給水施設 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 30 ヶ月を要する（表 4.5参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。ハフィールドダムの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.7参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.38に示す。都市給水システムは、2015 年から 2017 年にかけて設計、建設を実施する。河川給水施設は、2015 年から 2020 年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカおよびハフィールドダムは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要施設数の建設を実施する。

表 4.38: East Ime 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 8. East Ime | | 西暦(年) | | | | | | 事業費 (単位: USD) | |
|-------------------------|-------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | | 2020 |
| (1) 都市給水システム(河川) | | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 1施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 389,000 | 389,000 | 388,000 | | | 1,166,000 | |
| 設計・施工監理費 | | | 58,000 | 58,000 | 59,000 | | | 175,000 | |
| 事務費・その他経費 | | | 39,000 | 39,000 | 39,000 | | | 117,000 | |
| 事業費小計 | | | 486,000 | 486,000 | 486,000 | | | 1,458,000 | |
| (2) 河川給水施設 | | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 2施設 | | | | | | | | |
| 2018年～2020年実施 | 4施設 | | | | | | | | |
| | 6施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 420,000 | 420,000 | 420,000 | 840,000 | 840,000 | 841,000 | 3,781,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 63,000 | 63,000 | 63,000 | 126,000 | 126,000 | 127,000 | 568,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 84,000 | 84,000 | 84,000 | 378,000 |
| 事業費小計 | | | 525,000 | 525,000 | 525,000 | 1,050,000 | 1,050,000 | 1,052,000 | 4,727,000 |
| (3) ビレカ | | | | | | | | | |
| 年平均 | 7.6施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | 53施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 432,000 | 432,000 | 432,000 | 432,000 | 432,000 | 429,000 | 3,021,000 | |
| 設計・施工監理費 | | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 65,000 | 64,000 | 454,000 | |
| 事務費・その他経費 | | 43,000 | 43,000 | 43,000 | 43,000 | 43,000 | 44,000 | 302,000 | |
| 事業費小計 | | 540,000 | 540,000 | 540,000 | 540,000 | 540,000 | 537,000 | 3,777,000 | |
| 事業費計 | | 540,000 | 1,551,000 | 1,551,000 | 1,551,000 | 1,590,000 | 1,589,000 | 9,962,000 | |

4.9 Danan 郡

4.9.1 給水計画

a. 都市給水

Danan 郡の都市部はシェベレ川本川から約 60km 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 人である。計画一日平均給水量は 122m³/日と算定され、給水施設は 182m³/日の計画一日最大給水量で計画された。Danan 市では 3 箇所の井戸が開発され、2 箇所が機能している。河川開発は現在まで実施されていない。水理地質調査では地下水位は地表面から約 30m と算定している。そこで給水計画は、浅井戸による開発を策定した。Danan 市給水計画システムは Doba wein 市の給水計画システムと類似している。揚水量は 1.0lit/秒並びに井戸深度 30m と算定し、浅井戸 5 箇所が計画された。Danan 市では Doba wein 市と同様に標準的な村落給水システムによる局所給水計画を採用した。Danan 市給水計画の主な概要は表 4.39に要約される。

表 4.39: Danan 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|----------|---------------------------------|----|----|
| 1. | 水中モータポンプ | Q=0.06m ³ /min,H=25m | 台 | 5 |
| 2. | 発電機 | 4kVA | 台 | 5 |
| 3. | 送水管 | 32mm 及び延長 100m | 箇所 | 5 |
| 4. | 配水池 | 10m ³ | 箇所 | 5 |
| 5. | 配水システム | | | |
| 5.1 | 配水管 | 32mm 及び延長 200m | 箇所 | 5 |
| 5.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 5 |
| 5.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 5 |

b. 村落給水

Danan 郡の給水マスタープランを図 4.10に図示する。郡内には 4 ケベレが存在している。2 ケベレは深度 30m の浅井戸で給水する計画とした。No.1 Burqayar と No.2 Dambarweyne ケベレは地下水ポテンシャルが低いため、ビルカにより給水を行う計画とする。各ケベレの給水計画の概要を表 4.40に一覧する。

表 4.40: Danan 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 揚水量 m ³ /m | 発電機 kVA | 口径 mm | 延長 m | 水栓 箇所 | 家畜水 箇所 |
|----|-------------|----------|-----------|-----------|--------------------------|------------|----------|---------|----------|-----------|
| 1 | Burqayar | Birka | 1,527 | 6 | | | | | | |
| 2 | Dambarweyne | Birka | 2,089 | 7 | | | | | | |
| 4 | Qore | Borehole | 2,059 | 2 | 0.06 | 4 | 32 | 400 | 2 | 1 |
| 5 | Shinile | Borehole | 2,177 | 2 | 0.06 | 4 | 32 | 400 | 2 | 1 |

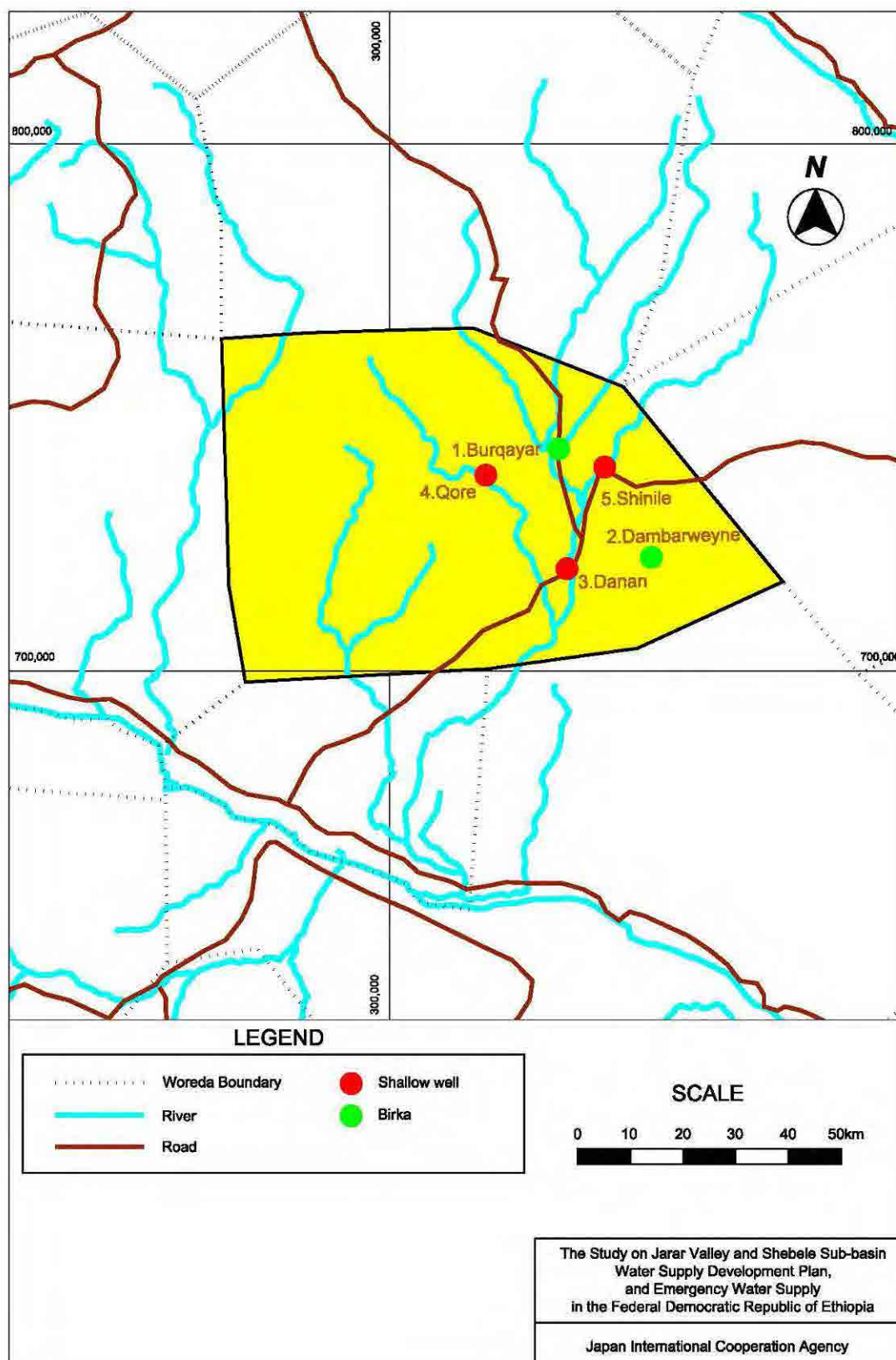


図 4.10: Danan 郡給水計画図

4.9.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.41のとおりである。

表 4.41: Danan 郡給水計画の積算結果

| 9. Danan | | | | | 事業費(単位:USD) | | | |
|--------------|-------------|-------|-------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| | | | | | 1 | Burqayar | Birka | 1,527 |
| 2 | Dambarweyne | Birka | 2,089 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 3 | Danan | SW | 3,784 | 5 | 578,000 | 87,000 | 58,000 | 723,000 |
| 4 | Qore | SW | 2,059 | 2 | 281,000 | 42,000 | 28,000 | 351,000 |
| 5 | Shinile | SW | 2,177 | 2 | 281,000 | 42,000 | 28,000 | 351,000 |
| (1) 都市給水システム | | | | 5 | 578,000 | 87,000 | 58,000 | 723,000 |
| (2) 浅井戸給水施設 | | | | 4 | 562,000 | 84,000 | 56,000 | 702,000 |
| (3) ビルカ | | | | 13 | 741,000 | 111,000 | 74,000 | 926,000 |
| 事業費計 | | | | | 1,881,000 | 282,000 | 188,000 | 2,351,000 |

4.9.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

a.1 都市給水システムの実施工程

本都市給水システムは、浅井戸給水施設を 5 箇所建設する。

本都市給水の実施には、井戸掘削を含む設計に 14 ヶ月、給水施設の建設に 17 ヶ月を要し、合計 31 ヶ月を要する。表 4.42に本都市給水システムの実施工程を示す。

表 4.42: 本都市給水システムの実施工程

| 項目 | 月数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | |
| 1.設計・施工監理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 給水施設の概略検討 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 浅井戸掘削地点の選定 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 浅井戸掘削工事の入札・業者契約 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 給水施設の設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 給水施設建設の入札・業者契約 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.6 施工監理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.井戸掘削・建設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 井戸掘削工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.1 準備・仮設工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.2 井戸掘削と揚水試験の実施 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1.3 井戸掘削工事の検査・完工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 給水施設建設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.1 準備・仮設工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.2 ポンプ小屋(発電機室) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 躯体工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (2) ポンプ・発電機調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (3) ポンプ・発電機据付 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (4) 仕上げ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.3 導・配水管 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 管材「エ」国内調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (2) 管布設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.4 公共水栓・家畜用水飲み場 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1) 公共水栓工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (2) 家畜水飲み場工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (3) 管材「エ」国内調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.5 試運転・検査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2.6 完工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

a.2 村落給水の実施工程

各ケベレの浅井戸給水施設の設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.4参照）。
 ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.43に示す。都市給水システムは、2015年から2017年にかけて設計、建設を実施する。浅井戸給水施設は、2017年から2020年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカは、給水計画実施期間（2014年～2020年）に必要施設数の建設を実施する。

表 4.43: Danan 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 9. Danan | | 西暦(年) | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|--------------------------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| (1) 都市給水システム(浅井戸) | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 5施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 193,000 | 193,000 | 192,000 | | | 578,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 29,000 | 29,000 | 29,000 | | | 87,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 19,000 | 19,000 | 20,000 | | | 58,000 |
| 事業費小計 | | | 241,000 | 241,000 | 241,000 | | | 723,000 |
| (2) 浅井戸給水施設 | | | | | | | | |
| 2017年～2018年実施 | 2施設 | | | | | | | |
| 2019年～2020年実施 | 2施設 | | | | | | | |
| | 4施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | | | 141,000 | 141,000 | 141,000 | 139,000 |
| 設計・施工監理費 | | | | | 21,000 | 21,000 | 21,000 | 21,000 |
| 事務費・その他経費 | | | | | 14,000 | 14,000 | 14,000 | 14,000 |
| 事業費小計 | | | | | 176,000 | 176,000 | 176,000 | 174,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 年平均 | 1.9施設 | | | | | | | |
| 施設合計 | 13施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 106,000 | 106,000 | 106,000 | 106,000 | 106,000 | 106,000 | 105,000 |
| 設計・施工監理費 | | 16,000 | 16,000 | 16,000 | 16,000 | 16,000 | 16,000 | 15,000 |
| 事務費・その他経費 | | 11,000 | 11,000 | 11,000 | 11,000 | 11,000 | 11,000 | 8,000 |
| 事業費小計 | | 133,000 | 133,000 | 133,000 | 133,000 | 133,000 | 133,000 | 128,000 |
| 事業費計 | | 133,000 | 374,000 | 374,000 | 550,000 | 309,000 | 309,000 | 302,000 |
| | | | | | | | | 2,351,000 |

4.10 Beercaano 郡

4.10.1 給水計画

a. 都市給水

Beercaano 郡の都市部はシェベレ川から約 500m 離れた地点に位置しており、河川水が容易に取水できる状態にある。因って、Beercaano 市はシェベレ河川水開発による給水計画を策定した。2020 年での給水人口は 7,926 人である。計画一日平均給水量は 248m³/日と算定され、給水施設は 410m³/日の計画一日最大給水量で計画された。Beercaano 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 196m³ の沈殿池、3 箇所 of 粗ろ過池、100m³ の浄水池、揚水量各 0.9m³/分のポンプ 2 箇所からなる。浄水は市内にある容量 200m³ の配水池に送水され、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、9 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（表 4.44 参照）。

表 4.44: Beercaano 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 | | 箇所 | 1 |
| 2. | 沈殿池 | V=196m ³ | 箇所 | 2 |
| 3. | 取水ポンプ | Q=0.9m ³ /min, H=10m | 台 | 2 |
| 4. | 粗ろ過池 | V=30m ³ /hr | 箇所 | 3 |
| 5. | 浄水池 | V=100m ³ | 箇所 | 1 |
| 6. | 送水ポンプ | Q=0.9m ³ /min, H=20m | 台 | 2 |
| 7. | 発電機 | 27kVA | 台 | 1 |
| 8. | 送水管 | 110mm | m | 500 |
| 9. | 配水池 | V=200m ³ | 箇所 | 1 |
| 10. | 配水システム | | | |
| 10.1 | 配水管 | 90mm | m | 4,500 |
| 10.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 9 |
| 10.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 2 |

b. 村落給水

Beercaano 郡の給水マスタープランを図 4.11 に図示する。郡内には 4 ケベレが存在している。2 ケベレは河川水開発により給水される。そのうち No.3 Laab はシェベレ川本川から 3.8km 離れているが、給水の恒久性や投資費用から検討して、ビルカ建設よりも有利となった。雨水開発は残りの 2 ケベレについて適用した（表 4.45 参照）。

表 4.45: Beercaano 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 沈殿池 m ³ | 粗ろ過池 箇所 | ポンプ H1 H2 m | ポンプ Q1 Q2 m ³ /m | 発電機 kVA | 貯水槽 V1 V2 m ³ | パイプ D1 D2 mm | パイプ L1 L2 m | 公共水栓 箇所 |
|----|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|------------|----------------------|--------------------------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|------------|
| 2 | Garbo Xandre | Birka | 1,352 | 5 | | | | | | | | | |
| 3 | Laab | River intake | 5,662 | 1 | 100 | 2 | 10 70 | 0.60 0.60 | 51 | 60 40 | 110 90 | 3800 1400 | 7 |
| 4 | Raranle | River intake | 10,316 | 1 | 144 | 3 | 10 30 | 0.80 0.80 | 33 | 80 60 | 90 90 | 300 2400 | 12 |
| 5 | Sangabar | Birka | 1,814 | 7 | | | | | | | | | |

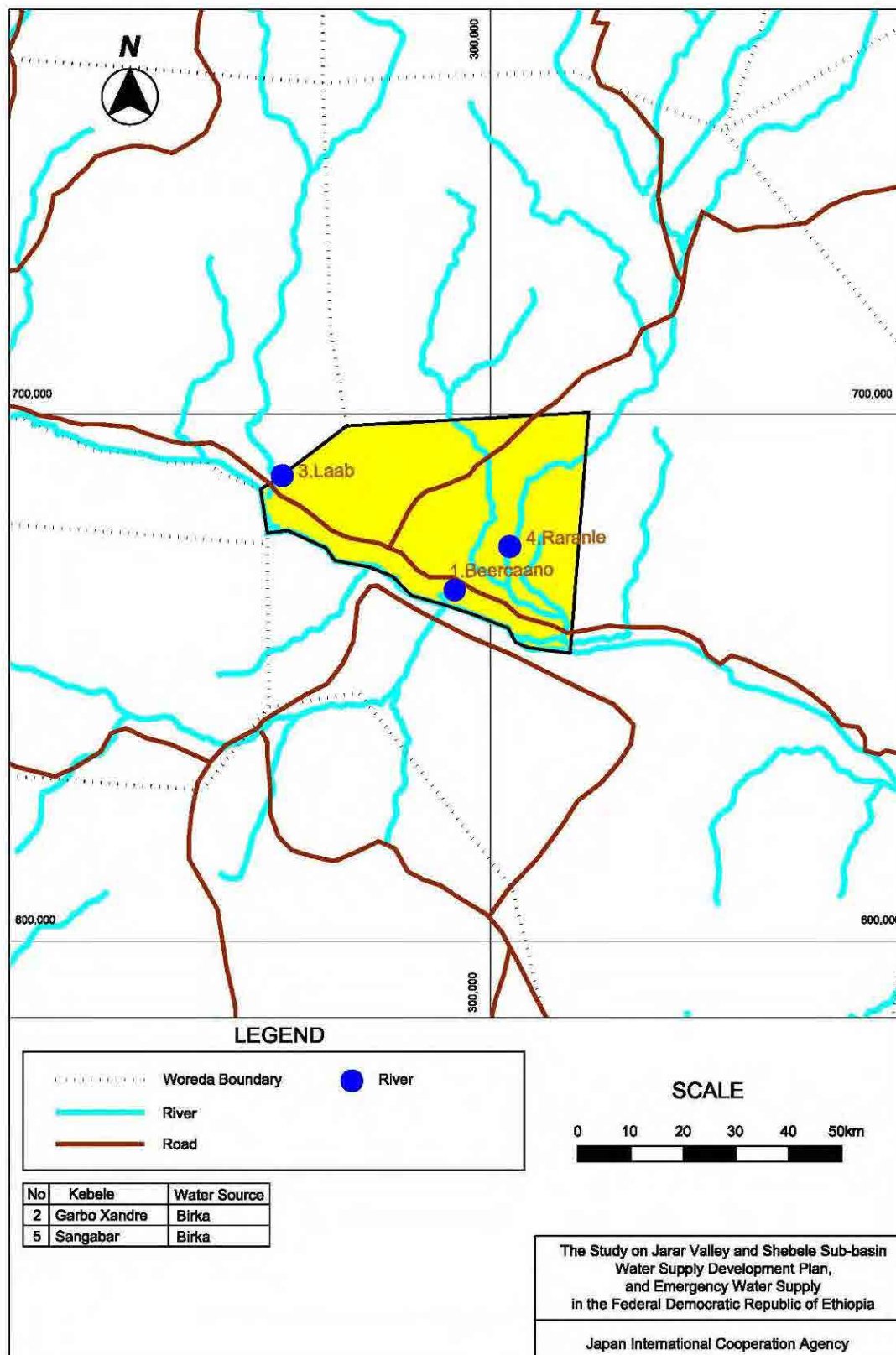


図 4.11: Beercaano 郡給水計画図

4.10.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.46のとおりである。

表 4.46: Beercaano 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|--------------|--------------|--------------|-------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Beercaano | River intake | 2,433 | 1 | 869,000 | 130,000 | 87,000 | 1,086,000 |
| 2 | Garbo Xandre | Birka | 1,352 | 5 | 285,000 | 43,000 | 29,000 | 357,000 |
| 3 | Laab | River intake | 1,738 | 1 | 767,000 | 115,000 | 77,000 | 959,000 |
| 4 | Raranle | River intake | 3,166 | 1 | 680,000 | 102,000 | 68,000 | 850,000 |
| 5 | Sangabar | Birka | 1,814 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| (1) 都市給水システム | | | | 1 | 869,000 | 130,000 | 87,000 | 1,086,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | 2 | 1,447,000 | 217,000 | 145,000 | 1,809,000 |
| (3) ビルカ | | | | 12 | 684,000 | 103,000 | 69,000 | 856,000 |
| 事業費計 | | | | | 3,000,000 | 450,000 | 301,000 | 3,751,000 |

4.10.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

各ケベレの河川給水施設 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 30 ヶ月を要する（表 4.5参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.47に示す。都市給水システムは、2015 年から 2017 年にかけて設計、建設を実施する。河川給水施設は、2018 年から 2020 年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカは、2014 年から 2017 年にかけて必要施設数の建設を実施する。

表 4.47: Beercaano 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 10. Beercaano | | 西暦(年) | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|-------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| (1) 都市給水システム(河川) | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 1施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 290,000 | 290,000 | 289,000 | | | |
| 設計・施工監理費 | | | 43,000 | 43,000 | 44,000 | | | |
| 事務費・その他経費 | | | 29,000 | 29,000 | 29,000 | | | |
| 事業費小計 | | | 362,000 | 362,000 | 362,000 | | | |
| | | | | | | | | 1,086,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | | | | | |
| 2018年～2020年実施 | 2施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | 2施設 | | | | | 482,000 | 482,000 | 483,000 |
| 設計・施工監理費 | | | | | | 72,000 | 72,000 | 73,000 |
| 事務費・その他経費 | | | | | | 48,000 | 48,000 | 49,000 |
| 事業費小計 | | | | | | 602,000 | 602,000 | 605,000 |
| | | | | | | | | 1,809,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 2014年～2017年実施 | 12.0施設 | | | | | | | |
| 施設合計 | 12施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 171,000 | 171,000 | 171,000 | 171,000 | | | |
| 設計・施工監理費 | | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 25,000 | | | |
| 事務費・その他経費 | | 17,000 | 17,000 | 17,000 | 18,000 | | | |
| 事業費小計 | | 214,000 | 214,000 | 214,000 | 214,000 | | | |
| 事業費計 | | 214,000 | 576,000 | 576,000 | 576,000 | 602,000 | 602,000 | 605,000 |
| | | | | | | | | 3,751,000 |

4.11 Godey 郡 (村落域)

4.11.1 給水計画

Godey 郡の給水マスタープランを図 4.12に図示する。郡内には 9 ケベレが存在している。4 ケベレは河川水開発により給水される。社会経済調査は、No.2 Badiilaced と No.5 Digino が水源として河川水を使用していると回答しており、これら 2 ケベレの給水計画は河川水開発によるものとした。No.3 Carmaare ケベレは浅井戸を有しており、給水計画は揚水量 1.0 lit/秒並びに深度 30 m の浅井戸開発によるものとした。他の 4 ケベレでは今まで地下水開発は実施されていない。雨水が唯一の水資源であり、雨水開発が適用された（表 4.48参照）。

表 4.48: Godey 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 沈殿池 m ³ | 粗ろ過池 箇所 | ポンプ | | 発電機 kVA | 配水池 | | パイプ | | 公共水栓 箇所 |
|----|------------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|------------|---------------|-------------------------------|------------|----------------------------|----------------|---------------|----|------------|
| | | | | | | | H1 H2 m | Q1 Q2 m ³ /m | | V1 V2 m ³ | D1 D2 mm | L1 L2 m | | |
| 1 | Baarguun | Birka | 3,054 | 11 | | | | | | | | | | |
| 2 | Badiilaced | River intake | 6,343 | 1 | 100 | 2 | 10 30 | 0.60 0.60 | 25 | 60 40 | 90 90 | 500 1600 | 8 | |
| 3 | Carmaare | Shallow well | 1,383 | 1 | | | 25 | 0.06 | 4 | 10 | 32 32 | 100 400 | 2 | |
| 4 | Cilaan | River intake | 8,955 | 1 | 144 | 3 | 10 40 | 0.80 0.80 | 41 | 80 50 | 90 90 | 500 2000 | 10 | |
| 5 | Digino | River intake | 4,751 | 1 | 64 | 2 | 10 20 | 0.40 0.40 | 14 | 40 30 | 90 90 | 500 1200 | 6 | |
| 6 | Duudcade | River intake | 9,278 | 1 | 144 | 3 | 10 40 | 0.80 0.80 | 41 | 80 50 | 90 90 | 500 2200 | 11 | |
| 7 | Gabicas | Birka | 2,900 | 10 | | | | | | | | | | |
| 9 | Haarwayn | Birka | 1,131 | 4 | | | | | | | | | | |
| 10 | Hadhaave | Birka | 4,069 | 14 | | | | | | | | | | |

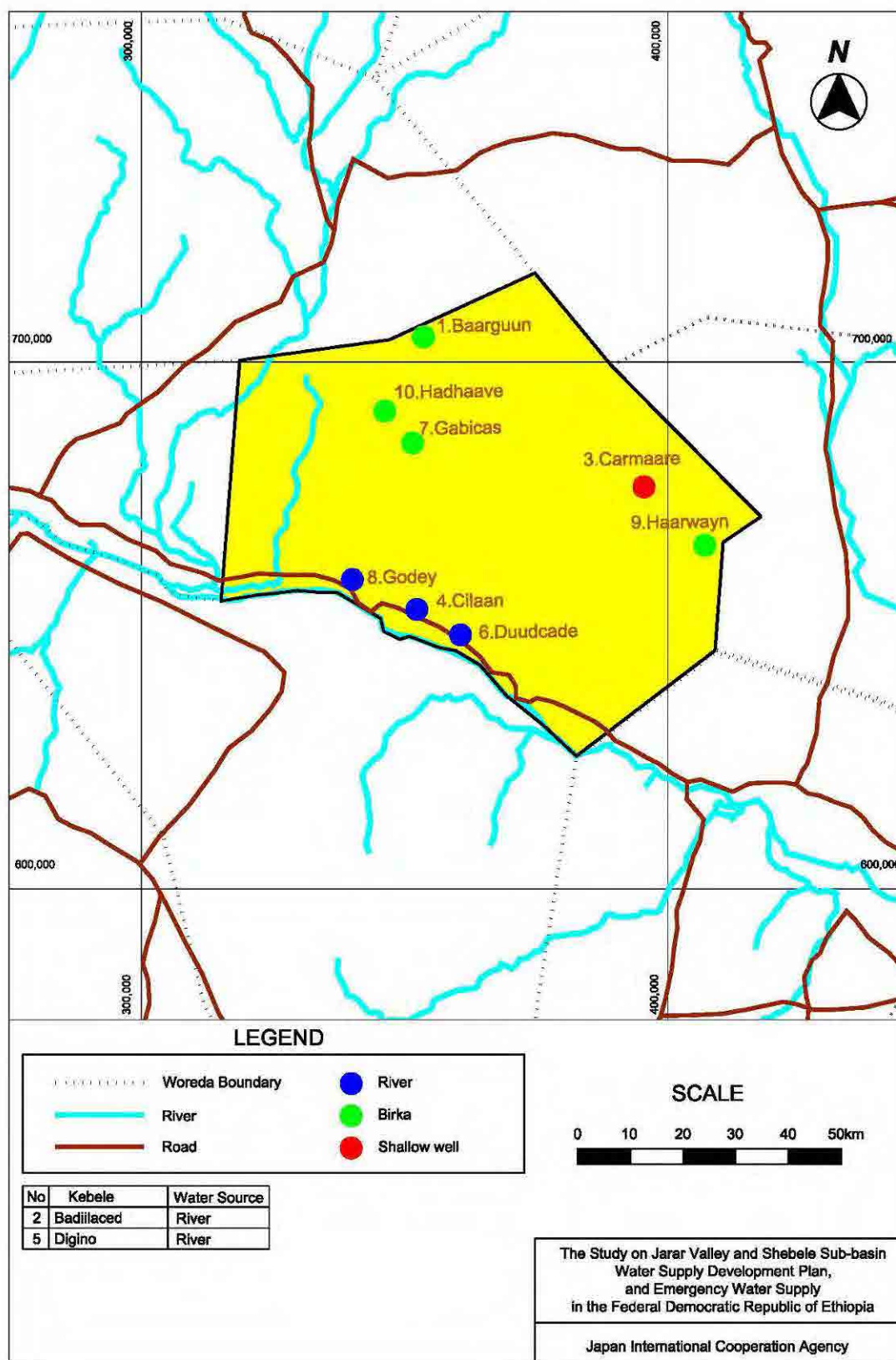


図 4.12: Godey 郡給水計画図

4.11.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.49のとおりである。

表 4.49: Godey 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|-------------|------------|--------------|-------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Baarguun | Birka | 3,054 | 11 | 627,000 | 94,000 | 63,000 | 784,000 |
| 2 | Badiilaced | River intake | 1,946 | 1 | 540,000 | 81,000 | 54,000 | 675,000 |
| 3 | Carmaare | SW | 1,383 | 1 | 146,000 | 22,000 | 15,000 | 183,000 |
| 4 | Cilaan | River intake | 2,748 | 1 | 691,000 | 104,000 | 69,000 | 864,000 |
| 5 | Digino | River intake | 1,458 | 1 | 529,000 | 79,000 | 53,000 | 661,000 |
| 6 | Duudcade | River intake | 2,848 | 1 | 707,000 | 106,000 | 71,000 | 884,000 |
| 7 | Gabicas | Birka | 2,900 | 10 | 570,000 | 86,000 | 57,000 | 713,000 |
| 9 | Haarwayn | Birka | 1,131 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 10 | Hadhaave | Birka | 4,069 | 14 | 798,000 | 120,000 | 80,000 | 998,000 |
| (1) 浅井戸給水施設 | | | | 1 | 146,000 | 22,000 | 15,000 | 183,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | 4 | 2,467,000 | 370,000 | 247,000 | 3,084,000 |
| (3) ビルカ | | | | 39 | 2,223,000 | 334,000 | 223,000 | 2,780,000 |
| 事業費計 | | | | | 4,836,000 | 726,000 | 485,000 | 6,047,000 |

4.11.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

浅井戸給水施設の設計から建設、完工まで 24 ヶ月を要する（表 4.4参照）。各ケベレの河川給水施設 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 30 ヶ月を要する（表 4.5参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.50に示す。浅井戸給水施設は、2015 年から 2016 年にかけて設計、建設を実施する。河川給水施設は、2015 年から 2020 年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要施設数の建設を実施する。

表 4.50: Godey 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 11 Godey (not including town) | | 西暦(年) | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|-------------------------------|-------|---------|-----------|-----------|---------|---------|---------|------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| (1) 浅井戸給水施設 | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 1施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 73,000 | 73,000 | | | | 146,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 11,000 | 11,000 | | | | 22,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 8,000 | 7,000 | | | | 15,000 |
| 事業費小計 | | | 92,000 | 91,000 | | | | 183,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 2施設 | | | | | | | |
| 2018年～2020年実施 | 2施設 | | | | | | | |
| | 4施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 411,000 | 411,000 | 411,000 | 411,000 | 411,000 | 2,467,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 62,000 | 62,000 | 62,000 | 62,000 | 62,000 | 370,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 41,000 | 41,000 | 41,000 | 41,000 | 41,000 | 247,000 |
| 事業費小計 | | | 514,000 | 514,000 | 514,000 | 514,000 | 514,000 | 3,084,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 年平均 | 5.6施設 | | | | | | | |
| 施設合計 | 39施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 318,000 | 318,000 | 318,000 | 318,000 | 318,000 | 315,000 | 2,223,000 |
| 設計・施工監理費 | | 48,000 | 48,000 | 48,000 | 48,000 | 48,000 | 46,000 | 334,000 |
| 事務費・その他経費 | | 32,000 | 32,000 | 32,000 | 32,000 | 32,000 | 31,000 | 223,000 |
| 事業費小計 | | 398,000 | 398,000 | 398,000 | 398,000 | 398,000 | 392,000 | 2,780,000 |
| 事業費計 | | 398,000 | 1,004,000 | 1,003,000 | 912,000 | 912,000 | 912,000 | 6,047,000 |

4.12 Adadle 郡

4.12.1 給水計画

a. 都市給水

Adadle 郡の都市部は Bohelxagare 市であり、シェベレ川から約 12km 離れて位置しており、現在雨水による給水である。2020 年での給水人口は 5,793 人である。計画一日平均給水量は 184m³/日と算定された。Bohelxagare 市ではボアホール開発がなされたが、うまく機能していないようである。シェベレ川開発が 2008 年に実施されたが、現在施設は放棄されている。現時点では、雨水が Bohelxagare 市にとっては唯一の選択肢となっている。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 184m³/日×120 日=22,080m³となる。3.5.2 節で示したようにビルカ一箇所の貯水容量は 1,000 m³であり、必要計画数は 23 箇所となった。受益者数から求めた必要ビルカ数は 19 箇所であるが、乾季での飲料水確保を第一と考え、23 箇所を計画数とした。Bohelxagare 市給水計画の主な概要は表 4.51に要約される。

表 4.51: Bohelxagare 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|-------|------------------|----|----|
| 1. | Birka | 21m x 14m x 3.5m | 箇所 | 23 |

b. 村落給水

Adadle 郡の給水マスタープランを図 4.13に図示する。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、約 10km シェベレ川から離れて位置している。この地点まで河川水を給水する事は可能であるが、電気消費量や運転費用増加の点から実施可能とはいえなかった。更に、初期投資費用が他のケベレと比較して大きくなりすぎてしまった。これらの点から、同ケベレはビルカにより給水する計画とする。No.11 Todob では既存のボアホールがある。しかしながら同ボアホールは水質が飲用には適していない。このため水源として利用することは不可能であり、ビルカによる給水計画を策定した。他の 7 ケベレも地下水開発が実施されておらず、地質上の観点からも可能性が無い。従って雨水開発を適用した。給水人口は 2,685 人から 5,219 人の範囲にあり、求められるビルカの数量は 9 箇所から 18 箇所となる（表 4.52参照）。

表 4.52: Adadle 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 沈殿池 m ³ | 粗ろ過池 箇所 | ポンプ | | 発電機 kVA | 配水池 | | パイプ | | 公共 水栓 箇所 |
|----|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|------------|---------------|-------------------------------|------------|----------------------------|----------------|---------------|----|----------------|
| | | | | | | | H1 H2 m | Q1 Q2 m ³ /m | | V1 V2 m ³ | D1 D2 mm | L1 L2 m | | |
| 2 | Biyoolow | Birka | 2,685 | 9 | | | | | | | | | | |
| 3 | Buursareedo | River intake | 10,568 | 1 | 144 | 3 | 10 110 | 0.80 0.80 | 99 | 80 60 | 90 90 | 1400 2400 | 12 | |
| 4 | Gabal | River intake | 12,507 | 1 | 196 | 3 | 10 100 | 0.90 0.90 | 101 | 100 70 | 90 90 | 1000 2800 | 14 | |
| 5 | Higlow | Birka | 2,690 | 9 | | | | | | | | | | |
| 6 | Hilaguduudo | Birka | 2,899 | 10 | | | | | | | | | | |
| 7 | Jeeray | Birka | 3,225 | 11 | | | | | | | | | | |
| 8 | Maka Salar | Birka | 5,219 | 18 | | | | | | | | | | |
| 9 | Maroodile | Birka | 3,784 | 13 | | | | | | | | | | |
| 10 | Siigoole | Birka | 2,694 | 9 | | | | | | | | | | |
| 11 | Todob | Birka | 4,321 | 15 | | | | | | | | | | |

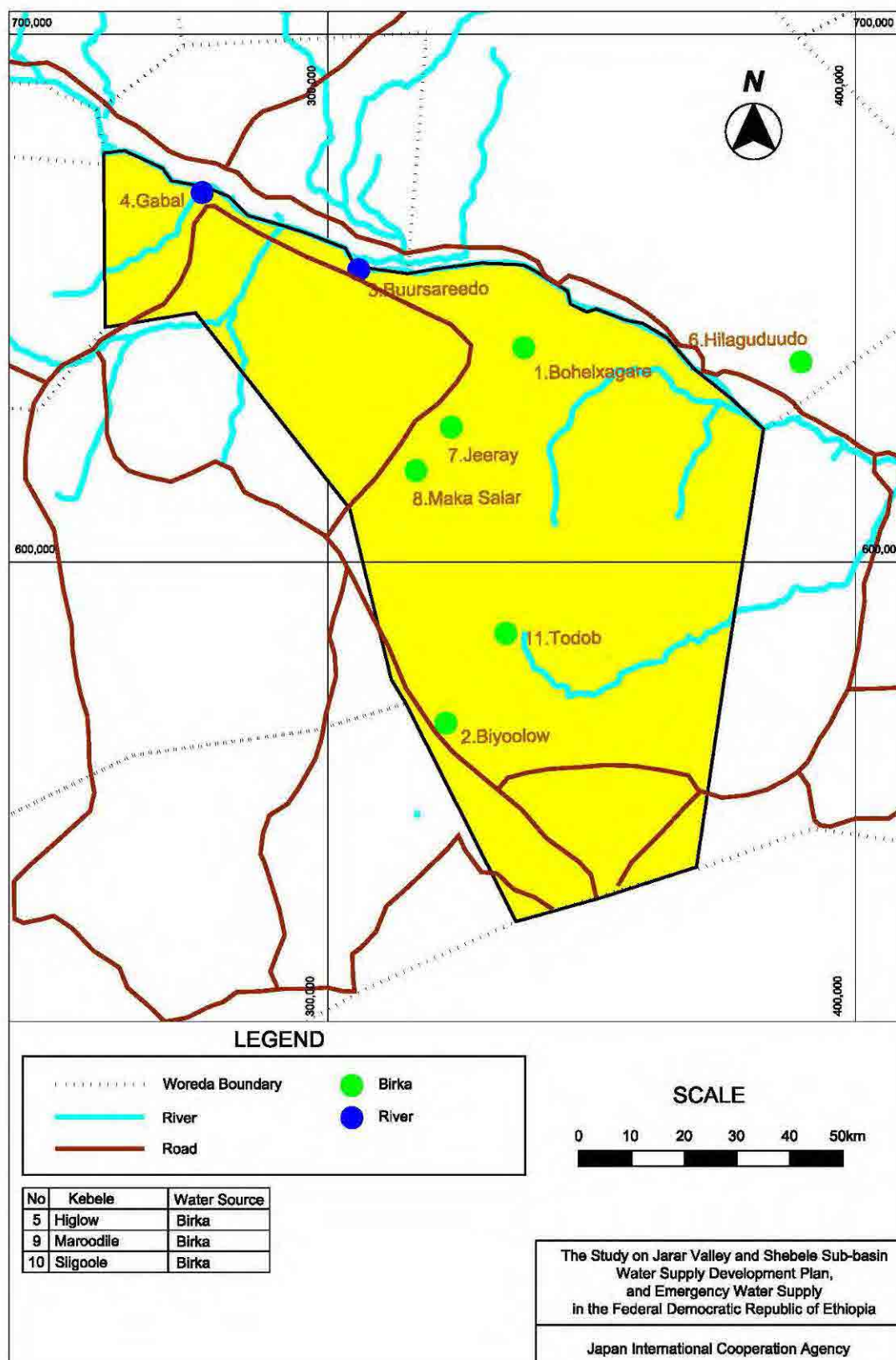


図 4.13: Adadle 郡給水計画図

4.12.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.53のとおりである。

表 4.53: Adadle 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|-------------|--------------------|--------------|-------|-----|------------------|------------------|----------------|-------------------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Biyoolow | Birka | 2,685 | 9 | 513,000 | 77,000 | 51,000 | 641,000 |
| 2 | Bohelxagare | Birka | 5,793 | 23 | 1,311,000 | 197,000 | 131,000 | 1,639,000 |
| 3 | Buursareedo | River intake | 3,242 | 1 | 815,000 | 122,000 | 82,000 | 1,019,000 |
| 4 | Gabal | River intake | 3,838 | 1 | 842,000 | 126,000 | 84,000 | 1,052,000 |
| 5 | Higlow | Birka | 2,690 | 9 | 513,000 | 77,000 | 51,000 | 641,000 |
| 6 | Hilaguduudo | Birka | 2,899 | 10 | 570,000 | 86,000 | 57,000 | 713,000 |
| 7 | Jeeray | Birka | 3,225 | 11 | 627,000 | 94,000 | 63,000 | 784,000 |
| 8 | Maka Salar | Birka | 5,219 | 18 | 1,026,000 | 154,000 | 103,000 | 1,283,000 |
| 9 | Maroodile | Birka | 3,784 | 13 | 741,000 | 111,000 | 74,000 | 926,000 |
| 10 | Siigoole | Birka | 2,694 | 9 | 513,000 | 77,000 | 51,000 | 641,000 |
| 11 | Todob | Birka | 4,321 | 15 | 855,000 | 128,000 | 86,000 | 1,069,000 |
| (1) 河川給水施設 | | | | 2 | 1,657,000 | 248,000 | 166,000 | 2,071,000 |
| (2) ビルカ | | | | 117 | 6,669,000 | 1,001,000 | 667,000 | 8,337,000 |
| 事業費計 | | | | | 8,326,000 | 1,249,000 | 833,000 | 10,408,000 |

4.12.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

各ケベレの河川給水施設 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 30 ヶ月を要する（表 4.5参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.54に示す。河川給水施設は、2015 年から 2020 年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要施設数の建設を実施する。

表 4.54: Adadle 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 12 Adadle | | 西暦(年) | | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|--------------------------|--------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| (1) 都市給水システム(ビルカ) | | | | | | | | | |
| 年平均 | 3.3施設 | | | | | | | | |
| | 23施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 187,000 | 187,000 | 187,000 | 187,000 | 187,000 | 187,000 | 189,000 | 1,311,000 |
| 設計・施工監理費 | | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 29,000 | 197,000 |
| 事務費・その他経費 | | 19,000 | 19,000 | 19,000 | 19,000 | 19,000 | 19,000 | 17,000 | 131,000 |
| 事業費小計 | | 234,000 | 234,000 | 234,000 | 234,000 | 234,000 | 234,000 | 235,000 | 1,639,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 1施設 | | | | | | | | |
| 2018年～2020年実施 | 1施設 | | | | | | | | |
| | 2施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 279,000 | 1,674,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 41,000 | 251,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 28,000 | 168,000 |
| 事業費小計 | | | 349,000 | 349,000 | 349,000 | 349,000 | 349,000 | 348,000 | 2,093,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | | |
| 年平均 | 13.4施設 | | | | | | | | |
| 施設合計 | 94施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 765,000 | 765,000 | 765,000 | 765,000 | 765,000 | 765,000 | 768,000 | 5,358,000 |
| 設計・施工監理費 | | 115,000 | 115,000 | 115,000 | 115,000 | 115,000 | 115,000 | 114,000 | 804,000 |
| 事務費・その他経費 | | 77,000 | 77,000 | 77,000 | 77,000 | 77,000 | 77,000 | 74,000 | 536,000 |
| 事業費小計 | | 957,000 | 957,000 | 957,000 | 957,000 | 957,000 | 957,000 | 956,000 | 6,698,000 |
| 事業費計 | | 1,191,000 | 1,540,000 | 1,540,000 | 1,540,000 | 1,540,000 | 1,540,000 | 1,539,000 | 10,430,000 |

4.13 Kalafo 郡

4.13.1 給水計画

a. 都市給水

Kalafo 郡の都市部はシェベレ川から約 400m 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。因って、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 33,848 人である。計画一日平均給水量は 1,124m³/日と算定され、給水施設は 1,855m³/日の計画一日最大給水量で計画された。Kalafo 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 576m³の沈殿池、8 箇所の粗ろ過池、380m³の浄水池、揚水量各 3.2m³/分のポンプ場 2 箇所からなる。浄水池の水は市内にある容量 700m³の配水池に、口径 160mm の送水管で送水される。配水池の水は、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、38 箇所の公共水栓と 8 箇所の家畜用水飲み場が管路の末端に設置される。Kalafo 市給水計画の主な概要は表 4.55に要約される。

表 4.55: Kalafo 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 | | 箇所 | 1 |
| 2. | 沈殿池 | V=576m ³ | 箇所 | 2 |
| 3. | 取水ポンプ | Q=3.2m ³ /min, H=10m | 台 | 2 |
| 4. | 粗ろ過池 | V=30m ³ /hr | 箇所 | 8 |
| 5. | 浄水池 | V=380m ³ | 箇所 | 1 |
| 6. | 送水ポンプ | Q=3.2m ³ /min, H=30m | 台 | 2 |
| 7. | 発電機 | 116kVA | 台 | 1 |
| 8. | 送水管 | 160mm | m | 400 |
| 9. | 配水池 | V=700m ³ | 箇所 | 1 |
| 10. | 配水システム | | | |
| 10.1 | 配水管 | 90mm | m | 19,000 |
| 10.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 38 |
| 10.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 8 |

b. 村落給水

Kalafo 郡の給水マスタープランを図 4.14に図示する。郡内には 9 ケベレが存在している。5 ケベレは河川水開発により給水される。No.5 Buurgaado と No.7 Deba-ka-tur の 2 ケベレは、シェベレ川沿いに位置しており、それらは 1km の距離である。他の 3 ケベレは、河川水を使用しているとの社会経済調査結果から、河川水開発の給水計画を行った。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を適用した。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（表 4.56参照）。

表 4.56: Kalafo 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 沈殿池 m ³ | 粗ろ過池 箇所 | ポンプ H1 H2 m | ポンプ Q1 Q2 m ³ /m | 発電機 kVA | 配水池 V1 V2 m ³ | パイプ D1 D2 mm | パイプ L1 L2 m | 公共 水栓 箇所 |
|----|----------------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|------------|----------------------|--------------------------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|----------------|
| 1 | Af-duub | Birka | 4,129 | 14 | | | | | | | | | |
| 2 | Alow-i-gadhsii | Birka | 3,053 | 11 | | | | | | | | | |
| 3 | Baargun | River intake | 8,497 | 1 | 144 | 3 | 10 40 | 0.80 0.80 | 41 | 80 50 | 90 90 | 500 2000 | 10 |
| 4 | Boholo-Aways | Birka | 3,911 | 14 | | | | | | | | | |
| 5 | Buurgaado | River intake | 8,497 | 1 | 144 | 3 | 10 70 | 0.80 0.80 | 66 | 80 50 | 90 90 | 800 2000 | 10 |
| 6 | Dariiqo | Birka | 3,588 | 12 | | | | | | | | | |
| 7 | Deba-ka-tur | River intake | 13,100 | 1 | 196 | 3 | 10 10 | 0.90 0.90 | 18 | 100 80 | 90 90 | 100 3000 | 15 |
| 8 | Kabxan | River intake | 8,497 | 1 | 144 | 3 | 10 40 | 0.80 0.80 | 41 | 80 50 | 90 90 | 500 2000 | 10 |
| 10 | Libro | River intake | 9,384 | 1 | 144 | 3 | 10 40 | 0.80 0.80 | 41 | 80 60 | 90 90 | 500 2200 | 11 |

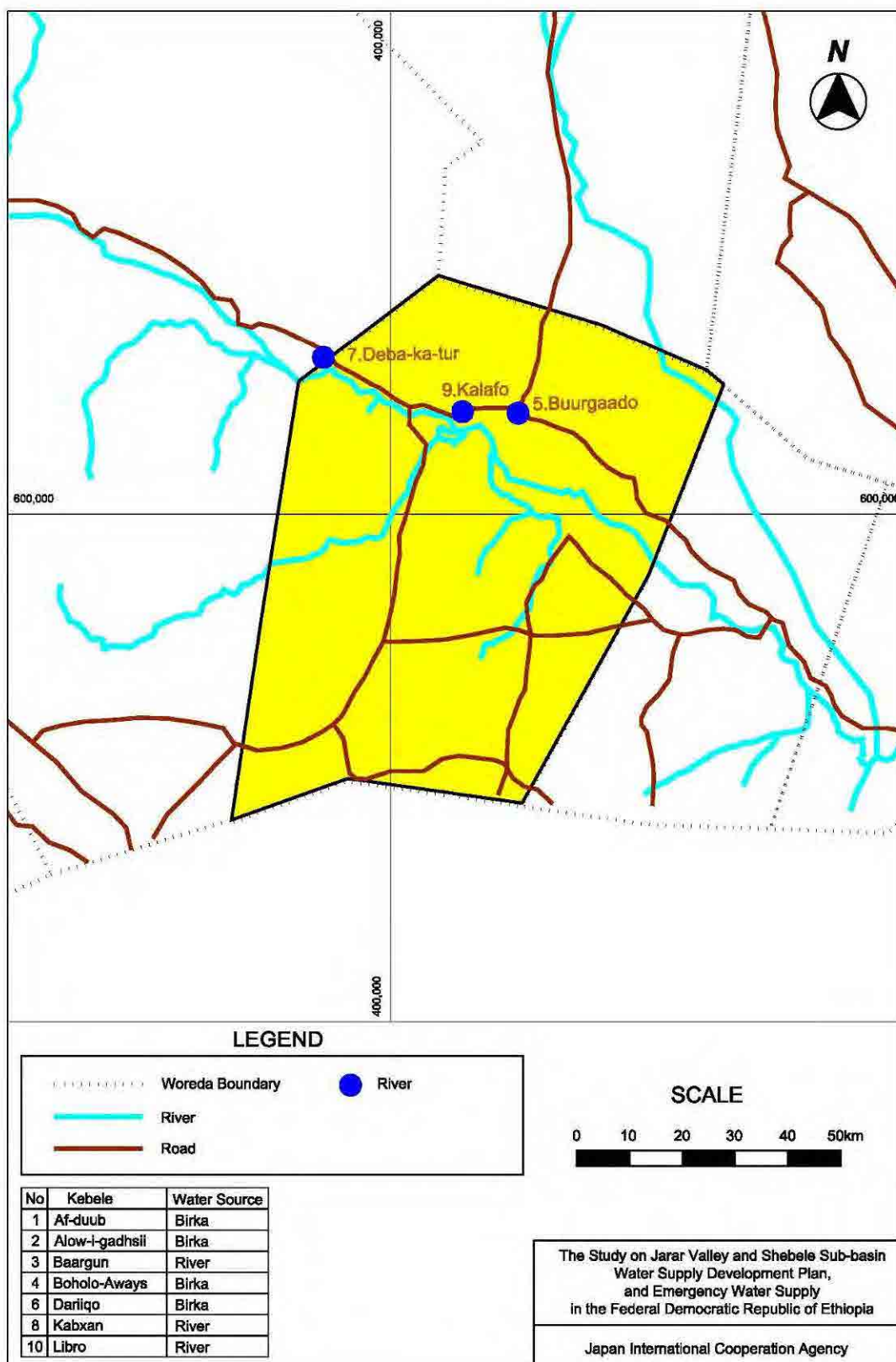


図 4.14: Kalafo 郡給水計画図

4.13.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.57のとおりである。

表 4.57: Kalafo 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | | |
|--------------|----------------|--------------|--------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|------------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 | |
| 1 | Af-duub | Birka | 4,129 | 14 | 798,000 | 120,000 | 80,000 | 998,000 | |
| 2 | Alow-i-gadhsii | Birka | 3,053 | 11 | 627,000 | 94,000 | 63,000 | 784,000 | |
| 3 | Baargun | River intake | 2,607 | 1 | 756,000 | 113,000 | 76,000 | 945,000 | |
| 4 | Boholo-Aways | Birka | 3,911 | 14 | 798,000 | 120,000 | 80,000 | 998,000 | |
| 5 | Buurgaado | River intake | 2,607 | 1 | 734,000 | 110,000 | 73,000 | 917,000 | |
| 6 | Dariiqo | Birka | 3,588 | 12 | 684,000 | 103,000 | 68,000 | 855,000 | |
| 7 | Deba-ka-tur | River intake | 4,020 | 1 | 761,000 | 114,000 | 76,000 | 951,000 | |
| 8 | Kabxan | River intake | 2,607 | 1 | 691,000 | 104,000 | 69,000 | 864,000 | |
| 9 | Kalafo | River intake | 10,387 | 1 | 2,202,000 | 330,000 | 220,000 | 2,752,000 | |
| 10 | Libro | River intake | 2,880 | 1 | 713,000 | 107,000 | 71,000 | 891,000 | |
| (1) 都市給水システム | | | | | 1 | 2,202,000 | 330,000 | 220,000 | 2,752,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | | 5 | 3,655,000 | 548,000 | 365,000 | 4,568,000 |
| (3) ビルカ | | | | | 51 | 2,907,000 | 437,000 | 291,000 | 3,635,000 |
| 事業費計 | | | | | | 8,764,000 | 1,315,000 | 876,000 | 10,955,000 |

4.13.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

各ケベレの河川給水施設 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 30 ヶ月を要する（表 4.5参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.58に示す。都市給水システムは、2015 年から 2017 年にかけて設計、建設を実施する。河川給水施設は、2016 年から 2020 年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要な施設数の建設を実施する。

表 4.58: Kalafo 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 13 Kalafo | | 西暦(年) | | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|-------------------------|--|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| (1) 都市給水システム(河川) | | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | | | | | | | | | |
| 1施設 | | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 734,000 | 734,000 | 734,000 | | | | 2,202,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 110,000 | 110,000 | 110,000 | | | | 330,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 73,000 | 73,000 | 74,000 | | | | 220,000 |
| 事業費小計 | | | 917,000 | 917,000 | 918,000 | | | | 2,752,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | | | | | | |
| 2016年～2018年実施 | | | | | | | | | |
| 2018年～2020年実施 | | | | | | | | | |
| 2施設 | | | | | | | | | |
| 3施設 | | | | | | | | | |
| 5施設 | | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | | 487,000 | 487,000 | 1,218,000 | 731,000 | 732,000 | 3,655,000 |
| 設計・施工監理費 | | | | 73,000 | 73,000 | 183,000 | 110,000 | 109,000 | 548,000 |
| 事務費・その他経費 | | | | 49,000 | 49,000 | 122,000 | 73,000 | 72,000 | 365,000 |
| 事業費小計 | | | | 609,000 | 609,000 | 1,523,000 | 914,000 | 913,000 | 4,568,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | | |
| 年平均 | | | | | | | | | |
| 7.3施設 | | | | | | | | | |
| 施設合計 | | | | | | | | | |
| 51施設 | | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 415,000 | 415,000 | 415,000 | 415,000 | 415,000 | 415,000 | 417,000 | 2,907,000 |
| 設計・施工監理費 | | 62,000 | 62,000 | 62,000 | 62,000 | 62,000 | 62,000 | 65,000 | 437,000 |
| 事務費・その他経費 | | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 42,000 | 39,000 | 291,000 |
| 事業費小計 | | 519,000 | 519,000 | 519,000 | 519,000 | 519,000 | 519,000 | 521,000 | 3,635,000 |
| 事業費計 | | 519,000 | 1,436,000 | 2,045,000 | 2,046,000 | 2,042,000 | 1,433,000 | 1,434,000 | 10,955,000 |

4.14 Mustahil 郡

4.14.1 給水計画

a. 都市給水

Mustahil 郡の都市部はシェベレ川から約 800m 離れた地点に位置しており、河川水へのアクセスは可能である。故に河川水が水資源として選定された。2020 年での給水人口は 29,537 人である。計画一日平均給水量は $932\text{m}^3/\text{日}$ と算定され、給水施設は $1,538\text{m}^3/\text{日}$ の計画一日最大給水量で計画された。Mustahil 市給水システムの規模は Kalafa 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 484m^3 の沈殿池、7 箇所の粗ろ過池、 320m^3 の浄水池、揚水量各 $2.7\text{m}^3/\text{分}$ のポンプ場 2 箇所からなる。浄水池の水は市内にある容量 600m^3 の配水池に、口径 160mm の送水管で送水される。配水池の水は、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、33 箇所の公共水栓と 7 箇所の家畜用水飲み場が管路の末端に設置される（表 4.59参照）

表 4.59: Mustahil 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 | | 箇所 | 1 |
| 2. | 沈殿池 | $V=484\text{m}^3$ | 箇所 | 2 |
| 3. | 取水ポンプ | $Q=2.7\text{m}^3/\text{min}$, $H=10\text{m}$ | 台 | 2 |
| 4. | 粗ろ過池 | $V=30\text{m}^3/\text{hr}$ | 箇所 | 7 |
| 5. | 浄水池 | $V=320\text{m}^3$ | 箇所 | 1 |
| 6. | 送水ポンプ | $Q=2.7\text{m}^3/\text{min}$, $H=40\text{m}$ | 台 | 2 |
| 7. | 発電機 | 124kVA | 台 | 1 |
| 8. | 送水管 | 160mm | m | 800 |
| 9. | 配水池 | $V=600\text{m}^3$ | 箇所 | 1 |
| 10. | 配水システム | | | |
| 10.1 | 配水管 | 90mm | m | 16,500 |
| 10.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 33 |
| 10.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 7 |

b. 村落給水

Mustahil 郡の給水マスタープランを図 4.15に図示する。郡内には 8 ケベレが存在している。No.1 Budul と No.6 God-Caro はシェベレ川から 1km 以内に位置することが確認されている。他の 3 ケベレは、社会経済調査結果から河川水を使用しているとの回答を得て、水源は河川水を開発する計画とした。残り 3 ケベレは雨水開発を適用し、7 箇所から 10 箇所のビルカが計画された（表 4.60参照）。

表 4.60: Mustahil 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 沈殿池 m ³ | 粗ろ過池 箇所 | ポンプ | | 発電機 kVA | 配水池 | | パイプ | | 公共水栓 箇所 |
|----|--------------|-------|-----------|-----------|-----------------------|------------|---------------|-------------------------------|------------|----------------------------|----------------|---------------|----|------------|
| | | | | | | | H1 H2 m | Q1 Q2 m ³ /m | | V1 V2 m ³ | D1 D2 mm | L1 L2 m | | |
| 1 | Budul | River | 9,469 | 1 | 144 | 3 | 10 30 | 0.80 0.80 | 33 | 80 60 | 110 90 | 800 2200 | 11 | |
| 2 | Cadar-Dhurwa | Birka | 2,080 | 7 | | | | | | | | | | |
| 3 | Darbane | Birka | 2,028 | 7 | | | | | | | | | | |
| 4 | Dhanyane | River | 6,608 | 1 | 100 | 2 | 10 30 | 0.60 0.60 | 25 | 60 40 | 90 90 | 500 1600 | 8 | |
| 5 | Eeyoole | River | 7,954 | 1 | 100 | 2 | 10 30 | 0.60 0.60 | 25 | 60 50 | 90 90 | 500 1800 | 9 | |
| 6 | God-Caro | River | 6,230 | 1 | 100 | 2 | 10 10 | 0.60 0.60 | 12 | 60 40 | 90 90 | 200 1400 | 7 | |
| 7 | Mirdhis | Birka | 2,957 | 10 | | | | | | | | | | |
| 9 | Saba-Xume | River | 9,300 | 1 | 144 | 3 | 10 40 | 0.80 0.80 | 41 | 80 50 | 90 90 | 500 2200 | 11 | |

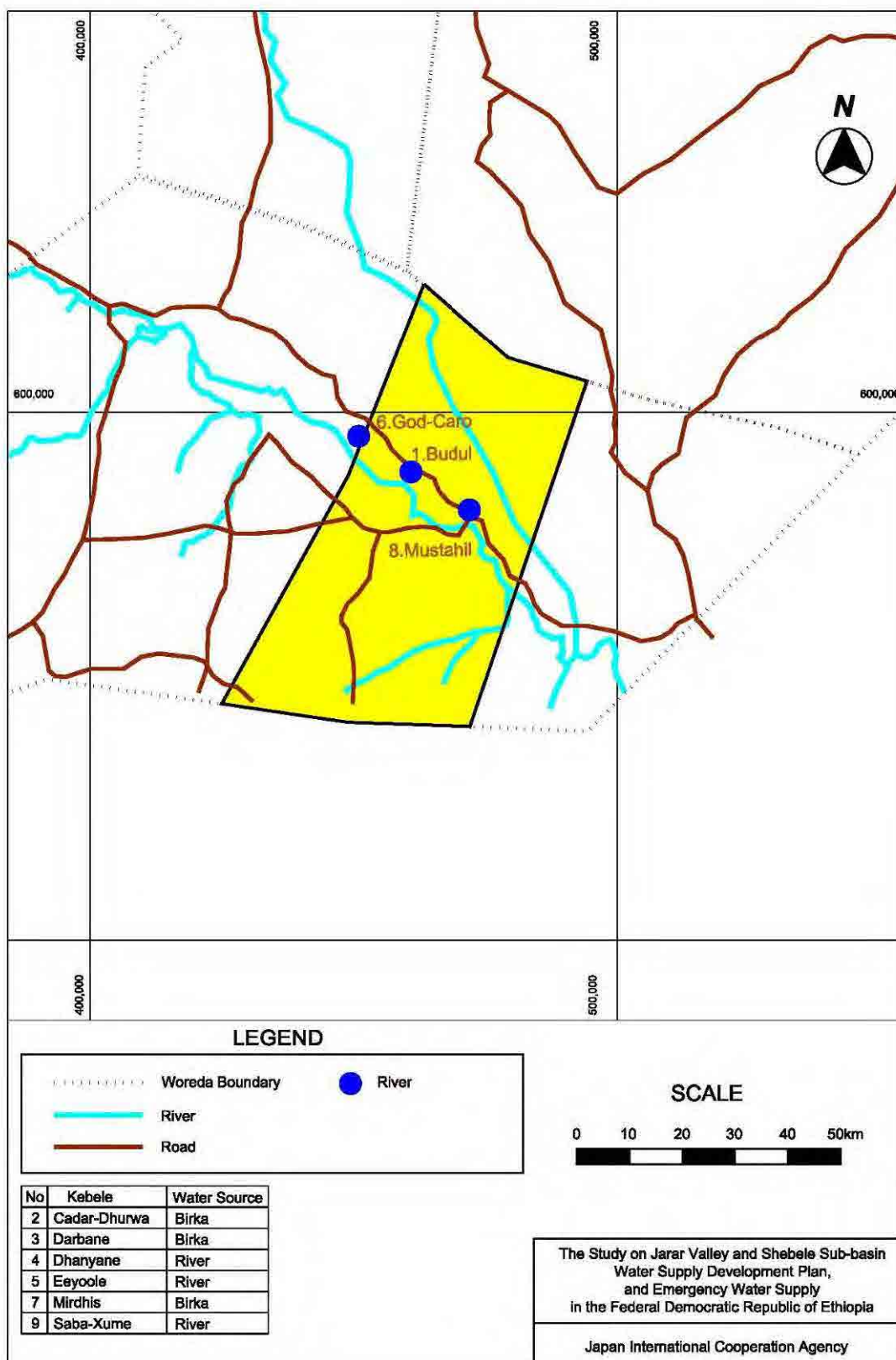


図 4.15: Mustahil 郡給水計画図

4.14.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.61のとおりである。

表 4.61: Mustahil 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費 (単位:USD) | | | 計 |
|------|-----------------|--------------|-------|-----|--------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | |
| 1 | Budul | River intake | 2,907 | 1 | 724,000 | 109,000 | 72,000 | 905,000 |
| 2 | Cadar-Dhurwa | Birka | 2,080 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 3 | Darbane | Birka | 2,028 | 7 | 399,000 | 60,000 | 40,000 | 499,000 |
| 4 | Dhanyane | River intake | 2,028 | 1 | 616,000 | 92,000 | 62,000 | 770,000 |
| 5 | Eeyoole | River intake | 2,441 | 1 | 637,000 | 96,000 | 64,000 | 797,000 |
| 6 | God-Caro | River intake | 1,912 | 1 | 578,000 | 87,000 | 58,000 | 723,000 |
| 7 | Mirdhis | Birka | 2,957 | 10 | 570,000 | 86,000 | 57,000 | 713,000 |
| 8 | Mustahil | River intake | 9,065 | 1 | 2,013,000 | 302,000 | 201,000 | 2,516,000 |
| 9 | Saba-Xume | River intake | 2,854 | 1 | 707,000 | 106,000 | 71,000 | 884,000 |
| (1) | 都市給水システム | | | 1 | 2,013,000 | 302,000 | 201,000 | 2,516,000 |
| (2) | 河川給水施設 | | | 5 | 3,262,000 | 490,000 | 327,000 | 4,079,000 |
| (3) | ビルカ | | | 24 | 1,368,000 | 206,000 | 137,000 | 1,711,000 |
| 事業費計 | | | | | 6,643,000 | 998,000 | 665,000 | 8,306,000 |

4.14.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

各ケベレの河川給水施設 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 30 ヶ月を要する（表 4.5参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.62に示す。都市給水システムは、2015 年から 2017 年にかけて設計、建設を実施する。河川給水施設は、2016 年から 2020 年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要施設数の建設を実施する。

表 4.62: Mustahil 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 14 Mustahil | | 西暦(年) | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|-------------------------|--------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | |
| (1) 都市給水システム(河川) | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 1施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 671,000 | 671,000 | 671,000 | | | 2,013,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 101,000 | 101,000 | 100,000 | | | 302,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 67,000 | 67,000 | 67,000 | | | 201,000 |
| 事業費小計 | | | 839,000 | 839,000 | 838,000 | | | 2,516,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | | | | | |
| 2016年～2018年実施 | 2施設 | | | | | | | |
| 2018年～2020年実施 | 3施設 | | | | | | | |
| | 5施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 487,000 | 487,000 | 1,218,000 | 731,000 | 339,000 | 3,262,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 73,000 | 73,000 | 183,000 | 110,000 | 51,000 | 490,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 49,000 | 49,000 | 122,000 | 73,000 | 34,000 | 327,000 |
| 事業費小計 | | | 609,000 | 609,000 | 1,523,000 | 914,000 | 424,000 | 4,079,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 2014年～2020年実施 | 24.0施設 | | | | | | | |
| 施設合計 | 24施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 195,000 | 195,000 | 195,000 | 195,000 | 195,000 | 198,000 | 1,368,000 |
| 設計・施工監理費 | | 29,000 | 29,000 | 29,000 | 29,000 | 29,000 | 32,000 | 206,000 |
| 事務費・その他経費 | | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 20,000 | 17,000 | 137,000 |
| 事業費小計 | | 244,000 | 244,000 | 244,000 | 244,000 | 244,000 | 247,000 | 1,711,000 |
| 事業費計 | | 244,000 | 1,083,000 | 1,692,000 | 1,691,000 | 1,767,000 | 1,158,000 | 8,306,000 |

4.15 Rasso 郡

4.15.1 給水計画

a. 都市給水

Rasso 郡の都市部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 市は河川水を取水出来る場所にあるが、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。因って、Rasso 市では河川水開発を適用しない。地下水開発に関しては、Rasso 市周辺に既存ボアホールが存在せず、地下水が得られる可能性は低い。このため地下水も水源から除外することになり、Rasso 市にとっては雨水が唯一の現実的な水源となった。この結果、Rasso 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 人である。計画一日平均給水量は $96\text{m}^3/\text{日}$ と算定された。4.12.1 節で説明したように、シェベレ川流域の乾季は 4 ヶ月である。必要貯水量は $96\text{m}^3/\text{日} \times 120 \text{日} = 11,520\text{m}^3$ となり、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、給水計画では 12 箇所を選択した（表 4.63 参照）。

表 4.63: Rasso 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|-------|------------------|----|----|
| 1. | Birka | 21m x 14m x 3.5m | 箇所 | 12 |

b. 村落給水

Rasso 郡の給水マスタープランを図 4.16 に図示する。郡内には 4 ケベレが存在しており、全ケベレは河川水や地下水開発の限界によりビルカでの給水となる。給水人口は 2,124 人であり、8 箇所のビルカが計画される（表 4.64 参照）。

表 4.64: Rasso 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 |
|----|--------------|-------|-----------|-----------|
| 1 | Bakool | Birka | 2,124 | 8 |
| 2 | Deli Mendayo | Birka | 2,124 | 8 |
| 3 | Hargeysa-Yar | Birka | 2,124 | 8 |
| 4 | Kebele04 | Birka | 2,124 | 8 |

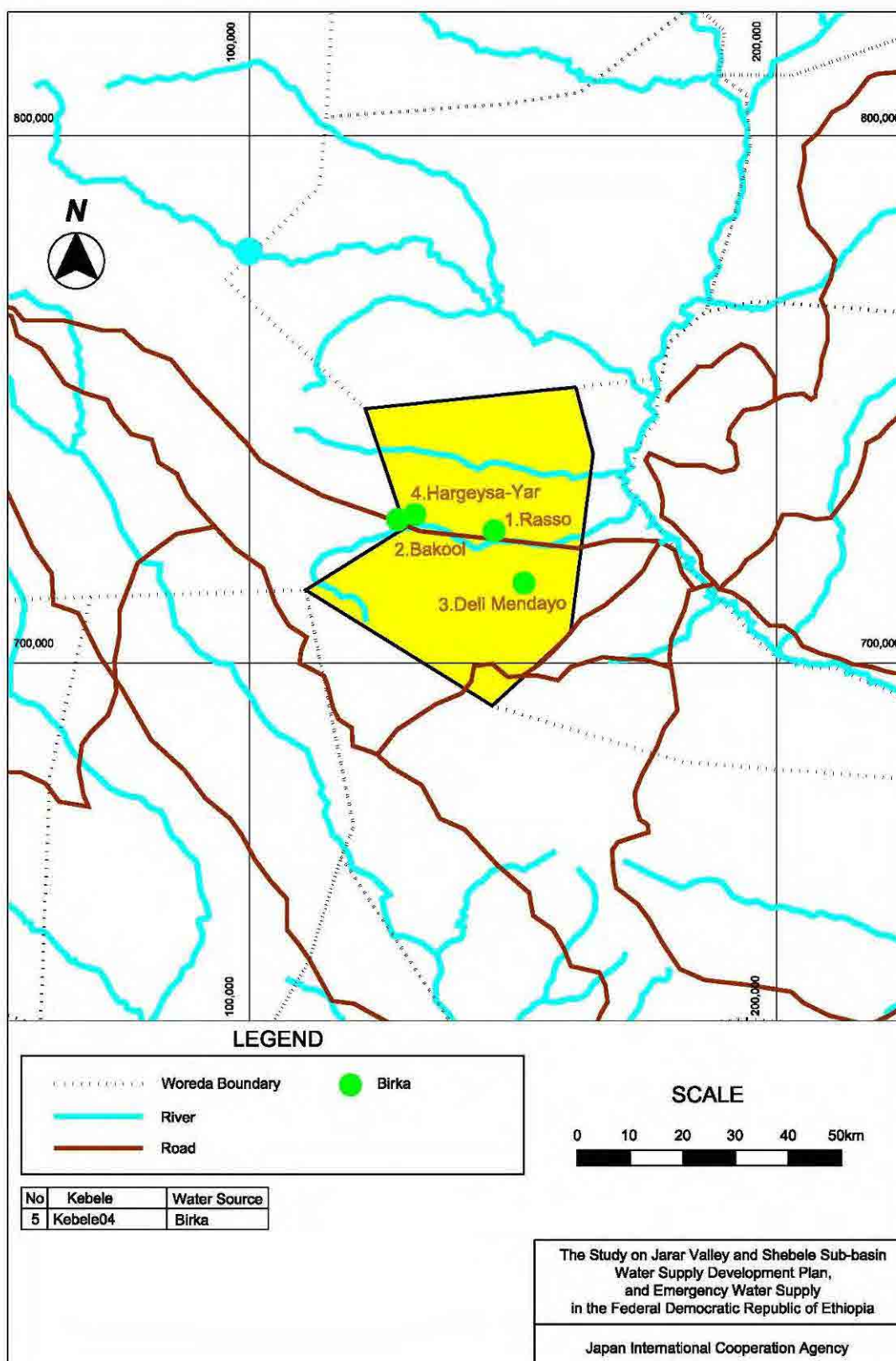


図 4.16: Rasso 郡給水計画図

4.15.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.65のとおりである。

表 4.65: Rasso 郡給水計画の積算結果

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 事業費(単位:USD) | | | |
|---------|--------------|-------|-------|-----|-------------|--------------|------------|-----------|
| | | | | | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| 1 | Bakool | Birka | 2,124 | 8 | 456,000 | 68,000 | 46,000 | 570,000 |
| 2 | Deli Mendayo | Birka | 2,124 | 8 | 456,000 | 68,000 | 46,000 | 570,000 |
| 3 | Hargeysa-Yar | Birka | 2,124 | 8 | 456,000 | 68,000 | 46,000 | 570,000 |
| 4 | Kebele04 | Birka | 2,124 | 8 | 456,000 | 68,000 | 46,000 | 570,000 |
| 5 | Rasso | Birka | 3,050 | 12 | 684,000 | 103,000 | 68,000 | 855,000 |
| (1) ビルカ | | | | 44 | 2,508,000 | 375,000 | 252,000 | 3,135,000 |
| 事業費計 | | | | | 2,508,000 | 375,000 | 252,000 | 3,135,000 |

4.15.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

ビルカの1施設当たりの設計から建設、完工まで12ヵ月を要する（表 4.6参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.66に示す。

ビルカは、給水計画実施期間（2014年～2020年）に必要な施設数の建設を実施する。

表 4.66: Rasso 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 15.Rasso | | 西暦(年) | | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|--------------------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| (1) 都市給水システム(ビルカ) | | | | | | | | | |
| 年平均 | 1.7施設 | | | | | | | | |
| | 12施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 98,000 | 98,000 | 98,000 | 98,000 | 98,000 | 98,000 | 96,000 | 684,000 |
| 設計・施工監理費 | | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 13,000 | 103,000 |
| 事務費・その他経費 | | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | 8,000 | 68,000 |
| | 事業費小計 | 123,000 | 123,000 | 123,000 | 123,000 | 123,000 | 123,000 | 117,000 | 855,000 |
| (2) ビルカ | | | | | | | | | |
| 年平均 | 4.6施設 | | | | | | | | |
| | 32施設 | | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 261,000 | 261,000 | 261,000 | 261,000 | 261,000 | 261,000 | 258,000 | 1,824,000 |
| 設計・施工監理費 | | 39,000 | 39,000 | 39,000 | 39,000 | 39,000 | 39,000 | 38,000 | 272,000 |
| 事務費・その他経費 | | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 26,000 | 28,000 | 184,000 |
| | 事業費小計 | 326,000 | 326,000 | 326,000 | 326,000 | 326,000 | 326,000 | 324,000 | 2,280,000 |
| | 事業費計 | 449,000 | 449,000 | 449,000 | 449,000 | 449,000 | 449,000 | 441,000 | 3,135,000 |

4.16 West Ime 郡

4.16.1 給水計画

a. 都市給水

West Ime 郡の都市部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 West Ime 市に取水することは可能であり、給水計画は河川水開発による計画を策定した。2020 年での給水人口は 9,938 人である。計画一日平均給水量は 284m³/日と算定され、給水施設は 469m³/日の計画一日最大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。構成内容は他の河川水開発の都市給水システムと同様のシステムである。取水地点での構造は、取水路、容量 196m³の沈殿池、3 箇所の粗ろ過池、100m³の浄水池、揚水量各 0.9m³/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 200m³の配水池に送水される。送水管は延長 900m、口径は 110mm である。配水池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 10 箇所の公共水栓と 2 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 4.67に要約される。

表 4.67: West Ime 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 | | 箇所 | 1 |
| 2. | 沈殿池 | V=196m ³ | 箇所 | 2 |
| 3. | 取水ポンプ | Q=0.9m ³ /min, H=10m | 台 | 2 |
| 4. | 粗ろ過池 | V=30m ³ /hr | 箇所 | 3 |
| 5. | 浄水池 | V=100m ³ | 箇所 | 1 |
| 6. | 送水ポンプ | Q=0.9m ³ /min, H=40m | 台 | 2 |
| 7. | 発電機 | 46kVA | 台 | 1 |
| 8. | 送水管 | 110mm | m | 900 |
| 9. | 配水池 | V=200m ³ | 箇所 | 1 |
| 10. | 配水システム | | | |
| 10.1 | 配水管 | 90mm | m | 5,000 |
| 10.2 | 公共水栓 | | 箇所 | 10 |
| 10.3 | 家畜用水飲み場 | | 箇所 | 2 |

b. 村落給水

West Ime 郡の給水マスタープランを図 4.17に図示する。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 も河川水を取水し、飲料水として利用している事が明らかになったので、河川水による給水を計画する。West Ime 郡ではボアホール開発は無く、地下水開発の可能性は乏しい。従って、6 ケベレで雨水開発を計画した。小規模な給水人口のため、ビルカの計画数量は他の郡と比較すると中庸である。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（表 4.68参照）。

表 4.68: West Ime 郡村落給水計画の概要

| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 人 | 施設数 箇所 | 沈殿池 m ³ | 粗ろ過池 箇所 | ポンプ | | 発電機 kVA | 配水池 | | パイプ | | 公共水栓 箇所 |
|----|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|------------|---------------|-------------------------------|------------|----------------------------|----------------|---------------|---|------------|
| | | | | | | | H1 H2 m | Q1 Q2 m ³ /m | | V1 V2 m ³ | D1 D2 mm | L1 L2 m | | |
| 1 | Abagarow | River intake | 3,690 | 1 | 64 | 2 | 10 20 | 0.40 0.40 | 14 | 40 20 | 90 90 | 700 1000 | 5 | |
| 2 | Barashibo | Birka | 945 | 4 | | | | | | | | | | |
| 3 | Bilow | Birka | 756 | 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | Budshe | River intake | 3,076 | 1 | 64 | 2 | 10 40 | 0.40 0.40 | 23 | 40 20 | 90 90 | 1500 800 | 4 | |
| 5 | Burdaxor | Birka | 945 | 4 | | | | | | | | | | |
| 6 | Dawin | Birka | 756 | 3 | | | | | | | | | | |
| 7 | Dhaley Bula | Birka | 567 | 2 | | | | | | | | | | |
| 8 | Finjaawe | Birka | 756 | 3 | | | | | | | | | | |
| 9 | Golbalayo | River intake | 4,308 | 1 | 64 | 2 | 10 20 | 0.40 0.40 | 14 | 40 30 | 90 90 | 500 1000 | 5 | |
| 10 | Jiiq | River intake | 2,462 | 1 | 36 | 2 | 10 10 | 0.20 0.20 | 6 | 20 20 | 90 90 | 700 600 | 3 | |
| 11 | Sufley | River intake | 1,846 | 1 | 36 | 2 | 10 10 | 0.20 0.20 | 6 | 20 10 | 90 90 | 100 600 | 3 | |

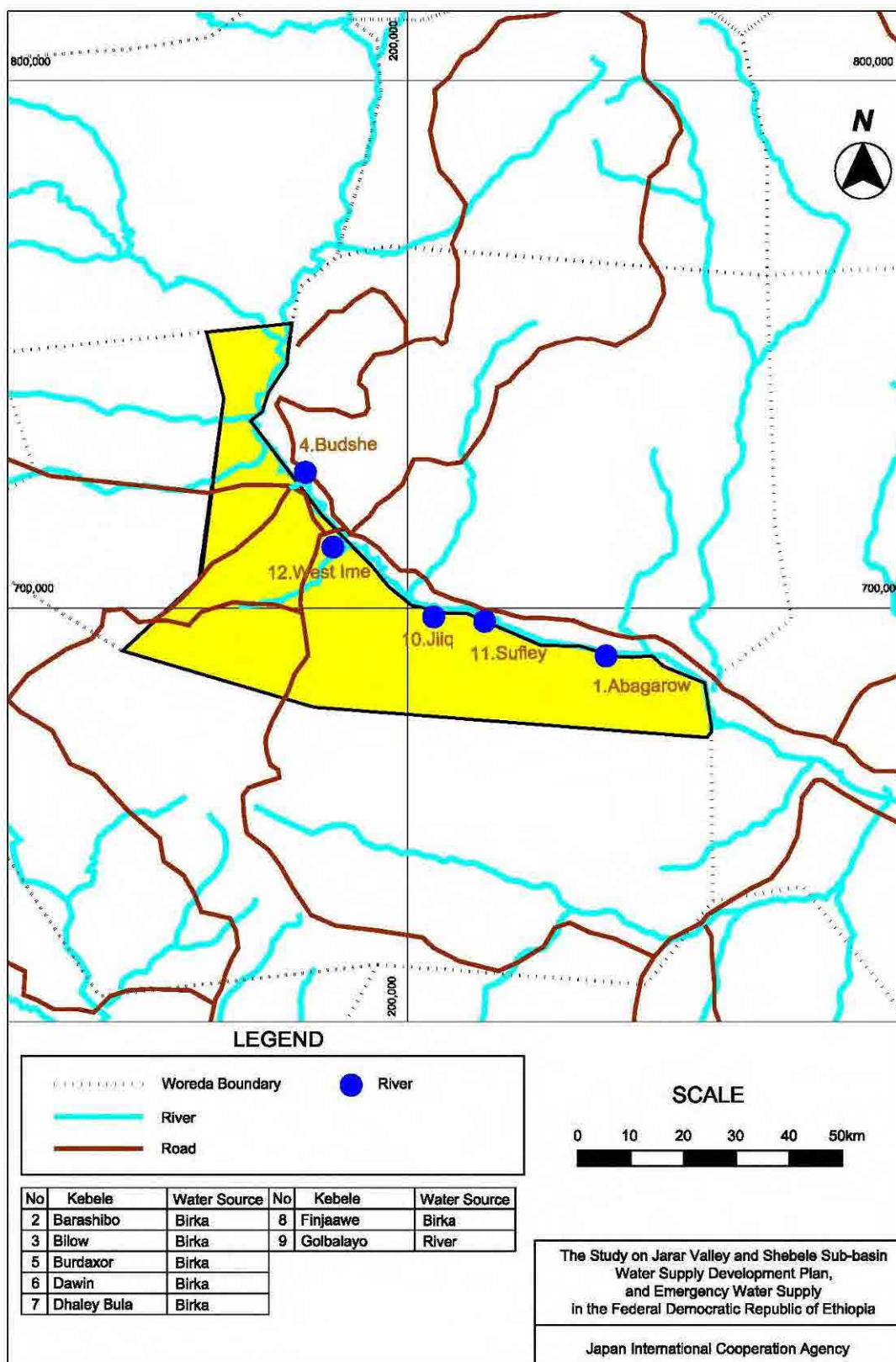


図 4.17: West Ime 郡給水計画図

4.16.2 給水計画に伴う積算

本郡の給水計画に基づく、積算結果は表 4.69のとおりである。

表 4.69: West Ime 郡給水計画の積算結果

| 16 West Ime | | | | | 事業費 (単位:USD) | | | |
|--------------|-----------------|--------------|-------|-----|--------------|--------------|--------------|-----------|
| ID | ケベレ | 構造物 | 給水人口 | 施設数 | 建設工事費 | 設計・ 施工監理費 | 事務費 その他 | 計 |
| | | | | | 1 | Abagarow | River intake | |
| 2 | Barashibo | Birka | 945 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 3 | Bilow | Birka | 756 | 3 | 171,000 | 26,000 | 17,000 | 214,000 |
| 4 | Budshe | River intake | 945 | 1 | 594,000 | 89,000 | 59,000 | 742,000 |
| 5 | Burdaxor | Birka | 945 | 4 | 228,000 | 34,000 | 23,000 | 285,000 |
| 6 | Dawin | Birka | 756 | 3 | 171,000 | 26,000 | 17,000 | 214,000 |
| 7 | Dhaley Bula | Birka | 567 | 2 | 114,000 | 17,000 | 11,000 | 142,000 |
| 8 | Finjaawe | Birka | 756 | 3 | 171,000 | 26,000 | 17,000 | 214,000 |
| 9 | Golbalayo | River intake | 1,322 | 1 | 475,000 | 71,000 | 48,000 | 594,000 |
| 10 | Jiiq | River intake | 756 | 1 | 416,000 | 62,000 | 42,000 | 520,000 |
| 11 | Sufley | River intake | 567 | 1 | 389,000 | 58,000 | 39,000 | 486,000 |
| 12 | West Ime | River intake | 2,664 | 1 | 913,000 | 137,000 | 91,000 | 1,141,000 |
| (1) 都市給水システム | | | | 1 | 913,000 | 137,000 | 91,000 | 1,141,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | 5 | 2,349,000 | 351,000 | 236,000 | 2,936,000 |
| (3) ビルカ | | | | 19 | 1,083,000 | 163,000 | 108,000 | 1,354,000 |
| 事業費計 | | | | | 4,345,000 | 651,000 | 435,000 | 5,431,000 |

4.16.3 実施計画

a. 給水計画の実施工程

各ケベレの河川給水施設 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 30 ヶ月を要する（表 4.5参照）。ビルカの 1 施設当たりの設計から建設、完工まで 12 ヶ月を要する（表 4.6参照）。

b. 本郡給水計画の実施工程と各年の事業費

本郡給水計画の実施工程と各年の事業費を表 4.70に示す。都市給水システムは、2015 年から 2017 年にかけて設計、建設を実施する。河川給水施設は、2016 年から 2020 年にかけて必要施設数の設計、建設を実施する。ビルカは、給水計画実施期間（2014 年～2020 年）に必要施設数の建設を実施する。

表 4.70: West Ime 郡給水計画の実施工程と各年の事業費

| 16 West Ime | 西暦(年) | | | | | | | 事業費 (単位: USD) |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|------------------|
| | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| (1) 都市給水システム | | | | | | | | |
| 2015年～2017年実施 | 1施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | 304,000 | 304,000 | 305,000 | | | | 913,000 |
| 設計・施工監理費 | | 46,000 | 46,000 | 45,000 | | | | 137,000 |
| 事務費・その他経費 | | 30,000 | 30,000 | 31,000 | | | | 91,000 |
| 事業費小計 | | 380,000 | 380,000 | 381,000 | | | | 1,141,000 |
| (2) 河川給水施設 | | | | | | | | |
| 2016年～2018年実施 | 2施設 | | | | | | | |
| 2018年～2020年実施 | 3施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | | | 313,000 | 313,000 | 783,000 | 470,000 | 470,000 | 2,349,000 |
| 設計・施工監理費 | | | 47,000 | 47,000 | 117,000 | 70,000 | 70,000 | 351,000 |
| 事務費・その他経費 | | | 31,000 | 31,000 | 79,000 | 47,000 | 48,000 | 236,000 |
| 事業費小計 | | | 391,000 | 391,000 | 979,000 | 587,000 | 588,000 | 2,936,000 |
| (3) ビルカ | | | | | | | | |
| 2014年～2020年実施 | 19.0施設 | | | | | | | |
| 施設合計 | 19施設 | | | | | | | |
| 建設工事費 | 155,000 | 155,000 | 155,000 | 155,000 | 155,000 | 155,000 | 153,000 | 1,083,000 |
| 設計・施工監理費 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 23,000 | 25,000 | 163,000 |
| 事務費・その他経費 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 15,000 | 18,000 | 108,000 |
| 事業費小計 | 193,000 | 193,000 | 193,000 | 193,000 | 193,000 | 193,000 | 196,000 | 1,354,000 |
| 事業費計 | 193,000 | 573,000 | 964,000 | 965,000 | 1,172,000 | 780,000 | 784,000 | 5,431,000 |

4.17 各郡の経済・財務評価

4.17.1 経済評価

a. 対象郡と受益人口

ソマリ州の調査対象 16 郡における住民の基本的ニーズである水需要ニーズを充足するため、給水計画を策定した。本計画は調査対象 16 郡の住民に対し、2020 年までに、量的に十分でかつ質的に良質な飲料水を供給することを目的としている。対象郡の全人口は 2020 年には 153 万 3,444 人に達する見込みであり、そのうち 46 万 9,681 人が受益人口となる。郡別の受益人口数を表 4.71 に示す。

表 4.71: 全体計画における受益人口と世帯数

| 郡 | 2020 年の全人口 | | 2020 年の受益人口 | |
|--------------------|------------|---------|-------------|--------|
| | 人口 | 世帯数 | 受益人口 | 受益世帯数 |
| Kabribeyah (Rural) | 202,882 | 40,576 | 64,197 | 12,839 |
| Araarso | 52,330 | 10,466 | 16,057 | 3,211 |
| Dagahbur | 173,329 | 34,666 | 53,191 | 10,638 |
| Birqod | 24,915 | 4,983 | 7,646 | 1,529 |
| Shaygosh | 79,802 | 15,960 | 24,490 | 4,898 |
| Kabridahar | 219,259 | 43,852 | 67,288 | 13,458 |
| Debo wein | 94,348 | 18,870 | 28,957 | 5,791 |
| East Ime | 113,804 | 22,761 | 34,925 | 6,985 |
| Danan | 37,911 | 7,582 | 11,636 | 2,327 |
| Beercaano | 34,220 | 6,844 | 10,503 | 2,101 |
| Godey (Rural) | 70,185 | 14,037 | 21,537 | 4,307 |
| Adadle | 131,612 | 26,322 | 40,390 | 8,078 |
| Kalafo | 129,665 | 25,933 | 39,789 | 7,958 |
| Mustahil | 92,118 | 18,424 | 25,418 | 5,084 |
| Rasso | 39,447 | 7,889 | 11,546 | 2,309 |
| West Ime | 37,618 | 7,524 | 12,111 | 2,422 |
| 合計 | 1,533,444 | 306,689 | 469,681 | 93,936 |

注記: Kabribeyah 市と Godey 市の人口を含まない。

b. 前提条件

経済評価に当たっての前提条件は下記の通りである。

- (1) US ドルとエチオピア・ブルとの交換レートを US\$1.00 = 18.53 Birr(ブル)とする。このレートは 2012 年 11 月から 2013 年 4 月までの公的交換レートの平均値である。
- (2) 事業費の積算年は 2013 年である。
- (3) 直接便益でかつ明白な便益のみを算定した。算定期間は 20 年間である。
- (4) 割引率はエチオピア国における資本の機会費用と考えられる 10%を採用した。
- (5) 利子や税金等の移転支出項目を除外する

c. 経済的事業費

c.1 建設事業費

経済的建設事業費は、給水施設の建設工事費、設計・施工管理費および事務費・物的予備費を含む。税金や価格予備費は、経済費用に含めない。財務費用を経済費用に変換するための係数の適用は行わない。これは事業費に占める内貨部分の比率が少ないためである。このようにして算定された対象 16 郡における事業費の総額は、1 億 1,312 万 1 千 US ドルである。(表 4.72参照)

表 4.72: 調査対象郡における水供給計画の事業費

単位: USドル

| 郡 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 合計 |
|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Kabribeyah | 1,493,000 | 1,915,000 | 2,335,000 | 2,335,000 | 2,335,000 | 2,335,000 | 1,916,000 | 14,664,000 |
| Araarso | 285,000 | 1,337,000 | 1,337,000 | 1,339,000 | 485,000 | 484,000 | 285,000 | 5,552,000 |
| Dagahbur | 594,000 | 1,869,000 | 1,869,000 | 2,008,000 | 876,000 | 876,000 | 878,000 | 8,970,000 |
| Birqod | 41,000 | 363,000 | 360,000 | 231,000 | 231,000 | 231,000 | 228,000 | 1,685,000 |
| Shaygosh | 442,000 | 895,000 | 894,000 | 594,000 | 594,000 | 594,000 | 595,000 | 4,608,000 |
| Kabridahar | 960,000 | 2,551,000 | 2,551,000 | 2,693,000 | 1,242,000 | 1,242,000 | 1,355,000 | 12,594,000 |
| Doba wein | 72,000 | 794,000 | 794,000 | 1,031,000 | 482,000 | 874,000 | 633,000 | 4,680,000 |
| East Ime | 540,000 | 1,551,000 | 1,551,000 | 1,551,000 | 1,590,000 | 1,590,000 | 1,589,000 | 9,962,000 |
| Danan | 133,000 | 374,000 | 374,000 | 550,000 | 309,000 | 309,000 | 302,000 | 2,351,000 |
| Beercaano | 214,000 | 576,000 | 576,000 | 576,000 | 602,000 | 602,000 | 605,000 | 3,751,000 |
| Godey | 398,000 | 1,004,000 | 1,003,000 | 912,000 | 912,000 | 912,000 | 906,000 | 6,047,000 |
| Adadle | 1,191,000 | 1,540,000 | 1,540,000 | 1,540,000 | 1,540,000 | 1,540,000 | 1,539,000 | 10,430,000 |
| Kalafu | 519,000 | 1,436,000 | 2,045,000 | 2,046,000 | 2,042,000 | 1,433,000 | 1,434,000 | 10,955,000 |
| Mustahil | 244,000 | 1,083,000 | 1,692,000 | 1,691,000 | 1,767,000 | 1,158,000 | 671,000 | 8,306,000 |
| Rasso | 449,000 | 449,000 | 449,000 | 449,000 | 449,000 | 449,000 | 441,000 | 3,135,000 |
| West Ime | 193,000 | 573,000 | 964,000 | 965,000 | 1,172,000 | 780,000 | 784,000 | 5,431,000 |
| 合計 | 7,768,000 | 18,310,000 | 20,334,000 | 20,511,000 | 16,628,000 | 15,409,000 | 14,161,000 | 113,121,000 |

注記: Kabribeyah市とGodey市の人口を含まない。

c.2 維持管理費

年間維持管理費には部品代、電気代、人件費、消耗品代等が含まれる。各郡における給水事業の維持管理費を表 4.73に示す。

表 4.73: 各郡の給水計画における維持管理費

単位: USドル

| 給水計画 | 事業費 | 年間維持管理費 | 維持管理費の比率 |
|------------|------------|---------|----------|
| Kabribeyah | 14,664,000 | 762,942 | 5.2% |
| Araarso | 5,552,000 | 202,461 | 3.6% |
| Dagahbur | 8,970,000 | 346,345 | 3.9% |
| Birqod | 1,685,000 | 106,378 | 6.3% |
| Shaygosh | 4,608,000 | 146,256 | 3.2% |
| Kabridahar | 12,594,000 | 350,063 | 2.8% |
| Doba wein | 4,680,000 | 213,803 | 4.6% |
| East Ime | 9,962,000 | 414,163 | 4.2% |
| Danan | 2,351,000 | 86,083 | 3.7% |
| Beercaano | 3,751,000 | 187,646 | 5.0% |
| Godey | 6,047,000 | 271,857 | 4.5% |
| Adadle | 10,430,000 | 172,865 | 1.7% |
| Kalafu | 10,955,000 | 400,108 | 3.7% |
| Mustahil | 8,306,000 | 350,087 | 4.2% |
| Rasso | 3,135,000 | 66,233 | 2.1% |
| West Ime | 5,431,000 | 248,095 | 4.6% |

d. 経済的便益

プロジェクトから発生するいくつかの経済便益の中から、水汲み時間の削減便益と健康改善便益を算定した。その他の便益（例えば、日常生活の快適さ等）については数量化が難しいため、算定していない。

水汲み時間の削減便益は事業開始後すぐに発生する。また、健康改善便益は事業開始の翌年から発生するものとした。

d.1 水汲み時間の削減便益

水汲み時間の削減便益は事業の実施後、水源までの距離が短縮されることによって生じる。削減の効果は事業を実施した場合（with the project）と事業を実施しなかった場合（without the project）の差として算定される。水汲み時間には水源までの往復時間、待機時間および水汲み時間が含まれる。

「事業を実施しなかった場合」の水汲み時間は乾季における水汲み時間である一世帯当たり平均 3.8 時間を想定した。一方、「事業を実施した場合」の水汲み時間は雨季における水汲み時間である 1.4 時間を想定した。従って、水汲み時間の削減効果は一世帯平均で 2.4 時間となる。

水汲み時間の削減効果は、短縮時間と経済的労働コストで算定される。削減された時間のうち、50%は生産的な活動に使用され、残り 50%は無価値と考える。生産的な活動の価値は調査地域における労働コストである一日当たり 100Birr を基準として考慮した。削減された 2.4 時間の価値は一日当たり 15Birr の価値を有しているものと算定した（100ブル x 0.5 x 2.4/8）。年間では 300 日を労働時間として 4,500Birr（242.85US ドル）に相当する。

d.2 健康改善便益

健康改善便益は、水質の改善と、給水量の増加の結果として得られる。便益は改善された給水事業が「実施された場合（with the project）」と「実施されなかった場合（without the project）」の医療費の差として算定される。

清潔で安全な飲料水の供給によって一人当たりの医療コストは 10 % 削減されるものと考えられる。¹ 従って、事業の対象地域では安全な水の供給によって、毎年 10 % の医療費の削減効果があるものと想定した。各郡の給水計画における医療費の軽減効果については表 4.74に示した。

¹ Annex 9, Project Appraisal Report, Water Supply and Sanitation Project, World Bank, 2004

表 4.74: 健康改善便益推計値

単位: Birr

| 郡 | 事業を実施しなかった場合の医療費 | 事業を実施した場合の医療費 | 健康改善便益 |
|------------|------------------|---------------|--------|
| Kabribeyah | 1,362 | 1,226 | 136 |
| Dagahbur | 950 | 855 | 95 |
| Araarso | 750 | 675 | 75 |
| Birqod | 1,000 | 900 | 100 |
| Shaygosh | 1,855 | 1,670 | 186 |
| Kabridahar | 1,948 | 1,753 | 195 |
| Debo wein | 1,310 | 1,179 | 131 |
| Godey | 4,395 | 3,956 | 440 |
| East Ime | 2,642 | 2,378 | 264 |
| Adadle | 498 | 448 | 50 |
| Danan | 300 | 270 | 30 |
| Beercaano | 600 | 540 | 60 |
| Kalafo | 2,108 | 1,897 | 211 |
| Mustahil | 3,286 | 2,957 | 329 |
| West Ime | 2,429 | 2,186 | 243 |
| Rasso | 750 | 675 | 75 |

出典：社会経済調査報告書、SHAAC社、2012年

e. 費用便益分析

前節で示した年度別事業費と便益の数値をもとに、経済評価の指標を算定した。各郡における給水計画の経済的内部収益率（EIRR）は、表 4.75に示すとおりである。

表 4.75: 費用便益分析の概要

| 水供給計画 | 受益人口 | 経済的内部収益率(EIRR) |
|--------------------|--------|----------------|
| Kabribeyah (Rural) | 64,197 | 12.5 % |
| Araarso | 16,057 | 8.2 % |
| Dagahbur | 53,191 | 7.2 % |
| Birqod | 7,646 | 17.3 % |
| Shaygosh | 24,490 | 26.0 % |
| Kabridahar | 67,288 | 21.0 % |
| Debo wein | 28,957 | 25.9 % |
| East Ime | 34,925 | 12.0 % |
| Danan | 11,636 | 16.3 % |
| Beercaano | 10,503 | 2.8 % |
| Godey (Rural) | 21,537 | 13.9 % |
| Adadle | 40,390 | 13.7 % |
| Kalafo | 39,789 | 10.4 % |
| Mustahil | 25,418 | 7.0 % |
| Rasso | 11,546 | 12.4 % |
| West Ime | 12,111 | 11.2 % |

上記の経済指標は、大部分の水供給計画が資本の機会費用である 10 % を超えていることから、経済的妥当性を有していることを示している。しかしながら、一部の郡（Araarso, Dagahbur, Beercaano および Mustahil）では 10 % 未満であるため、経済的妥当性には欠けている。

経済指標を算定するための各郡における給水計画事業のキャッシュ・フローと計算結果を表 4.76～表 4.91に示した。

表 4.76: Kabribeyah 郡(村落域)給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 1,493,000 | 0 | 1,493,000 | -1,493,000 | 0.909 | -1,357,273 |
| 2015 | 317,622 | 9,599 | 327,221 | 1,961,000 | 77,636 | 2,038,636 | -1,711,415 | 0.826 | -1,414,393 |
| 2016 | 734,806 | 22,207 | 757,013 | 2,429,000 | 179,608 | 2,608,608 | -1,851,595 | 0.751 | -1,391,131 |
| 2017 | 1,251,552 | 37,825 | 757,013 | 2,429,000 | 305,916 | 2,734,916 | -1,977,903 | 0.683 | -1,350,934 |
| 2018 | 1,768,299 | 53,442 | 1,289,377 | 2,429,000 | 432,224 | 2,861,224 | -1,571,847 | 0.621 | -975,993 |
| 2019 | 2,285,046 | 69,059 | 1,821,741 | 2,195,000 | 558,532 | 2,753,532 | -931,791 | 0.564 | -525,972 |
| 2020 | 2,752,011 | 83,172 | 2,354,105 | 1,728,000 | 672,672 | 2,400,672 | -46,567 | 0.513 | -23,896 |
| 2021 | 3,119,627 | 94,282 | 2,835,183 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,072,655 | 0.467 | 966,909 |
| 2022 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.424 | 1,039,625 |
| 2023 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.386 | 945,113 |
| 2024 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.350 | 859,194 |
| 2025 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.319 | 781,086 |
| 2026 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.290 | 710,078 |
| 2027 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.263 | 645,525 |
| 2028 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.239 | 586,841 |
| 2029 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.218 | 533,492 |
| 2030 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.198 | 484,993 |
| 2031 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.180 | 440,902 |
| 2032 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.164 | 400,820 |
| 2033 | 3,119,627 | 94,282 | 3,213,909 | 0 | 762,528 | 762,528 | 2,451,381 | 0.149 | 364,382 |
| | 40,305,606 | 1,218,124 | 42,280,744 | 14,664,000 | 9,851,868 | 24,515,868 | 0.125 | | 1,719,369 |
| EIRR | 12.5 % | | | | | | | | |

表 4.77: Araarso 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|-----------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 285,000 | 0 | 285,000 | -285,000 | 0.909 | -259,091 |
| 2015 | 40,055 | 668 | 40,723 | 1,337,000 | 10,260 | 1,347,260 | -1,306,537 | 0.826 | -1,079,783 |
| 2016 | 227,965 | 3,799 | 231,764 | 1,337,000 | 58,392 | 1,395,392 | -1,163,628 | 0.751 | -874,251 |
| 2017 | 415,874 | 6,931 | 422,805 | 1,339,000 | 106,524 | 1,445,524 | -1,022,719 | 0.683 | -698,531 |
| 2018 | 604,064 | 10,068 | 614,132 | 485,000 | 154,728 | 639,728 | -25,596 | 0.621 | -15,893 |
| 2019 | 672,229 | 11,204 | 683,432 | 484,000 | 172,188 | 656,188 | 27,244 | 0.564 | 15,379 |
| 2020 | 740,253 | 12,337 | 752,590 | 285,000 | 189,612 | 474,612 | 277,978 | 0.513 | 142,647 |
| 2021 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.467 | 276,845 |
| 2022 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.424 | 251,677 |
| 2023 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.386 | 228,797 |
| 2024 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.350 | 207,997 |
| 2025 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.319 | 189,089 |
| 2026 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.290 | 171,899 |
| 2027 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.263 | 156,272 |
| 2028 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.239 | 142,065 |
| 2029 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.218 | 129,150 |
| 2030 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.198 | 117,409 |
| 2031 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.180 | 106,736 |
| 2032 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.164 | 97,032 |
| 2033 | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 593,441 | 0.149 | 88,211 |
| | 780,308 | 13,005 | 793,313 | 0 | 199,872 | 199,872 | 0.082 | 0.123 | 72,902 |
| EIRR | 8.2 % | | | | | | | | |

表 4.78: Dagahbur 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|---------|------------|-----------|-----------|------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 594,000 | 0 | 594,000 | -594,000 | 0.909 | -540,000 |
| 2015 | 78,811 | 3,614 | 82,424 | 1,869,000 | 23,166 | 1,892,166 | -1,809,742 | 0.826 | -1,495,654 |
| 2016 | 326,785 | 14,984 | 341,769 | 1,869,000 | 96,057 | 1,965,057 | -1,623,288 | 0.751 | -1,219,601 |
| 2017 | 574,760 | 26,354 | 601,113 | 2,008,000 | 168,948 | 2,176,948 | -1,575,835 | 0.683 | -1,076,316 |
| 2018 | 841,176 | 38,569 | 879,746 | 876,000 | 247,260 | 1,123,260 | -243,514 | 0.621 | -151,203 |
| 2019 | 957,402 | 43,898 | 1,001,300 | 876,000 | 281,424 | 1,157,424 | -156,124 | 0.564 | -88,128 |
| 2020 | 1,073,628 | 49,227 | 1,122,855 | 878,000 | 315,588 | 1,193,588 | -70,733 | 0.513 | -36,297 |
| 2021 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.467 | 417,458 |
| 2022 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.424 | 379,507 |
| 2023 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.386 | 345,006 |
| 2024 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.350 | 313,642 |
| 2025 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.319 | 285,129 |
| 2026 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.290 | 259,208 |
| 2027 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.263 | 235,644 |
| 2028 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.239 | 214,222 |
| 2029 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.218 | 194,747 |
| 2030 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.198 | 177,043 |
| 2031 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.180 | 160,948 |
| 2032 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.164 | 146,316 |
| 2033 | 1,190,119 | 54,569 | 1,244,687 | 0 | 349,830 | 349,830 | 894,857 | 0.149 | 133,015 |
| | 19,324,106 | 886,037 | 20,210,143 | 8,970,000 | 5,680,233 | 14,650,233 | 0.063 | | -1,345,315 |
| EIRR | 6.3 % | | | | | | | | |

表 4.79: Birqod 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|---------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 442,000 | 0 | 442,000 | -442,000 | 0.909 | -401,818 |
| 2015 | 28,958 | 201 | 29,159 | 895,000 | 27,846 | 922,846 | -893,687 | 0.826 | -738,584 |
| 2016 | 285,346 | 1,979 | 287,325 | 894,000 | 84,231 | 978,231 | -690,906 | 0.751 | -519,088 |
| 2017 | 539,615 | 3,743 | 543,358 | 747,000 | 140,553 | 887,553 | -344,195 | 0.683 | -235,090 |
| 2018 | 702,770 | 4,875 | 707,646 | 745,000 | 187,614 | 932,614 | -224,968 | 0.621 | -139,688 |
| 2019 | 865,926 | 6,007 | 871,933 | 442,000 | 234,549 | 676,549 | 195,384 | 0.564 | 110,289 |
| 2020 | 1,029,082 | 7,139 | 1,036,221 | 443,000 | 262,395 | 705,395 | 330,826 | 0.513 | 169,766 |
| 2021 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.467 | 423,622 |
| 2022 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.424 | 385,111 |
| 2023 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.386 | 350,101 |
| 2024 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.350 | 318,273 |
| 2025 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.319 | 289,339 |
| 2026 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.290 | 263,036 |
| 2027 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.263 | 239,123 |
| 2028 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.239 | 217,385 |
| 2029 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.218 | 197,623 |
| 2030 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.198 | 179,657 |
| 2031 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.180 | 163,325 |
| 2032 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.164 | 148,477 |
| 2033 | 1,190,119 | 8,256 | 1,198,375 | 0 | 290,304 | 290,304 | 908,071 | 0.149 | 134,979 |
| | 18,923,242 | 131,272 | 19,054,514 | 4,608,000 | 4,711,140 | 9,319,140 | 0.169 | | 1,555,837 |
| EIRR | 16.9 % | | | | | | | | |

表 4.80: Shaygosh 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|---------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 442,000 | 0 | 442,000 | -442,000 | 0.909 | -401,818 |
| 2015 | 110,016 | 4,547 | 114,563 | 895,000 | 14,144 | 909,144 | -794,581 | 0.826 | -656,678 |
| 2016 | 402,360 | 16,631 | 418,991 | 894,000 | 42,784 | 936,784 | -517,793 | 0.751 | -389,026 |
| 2017 | 694,704 | 28,714 | 723,418 | 747,000 | 71,392 | 818,392 | -94,974 | 0.683 | -64,868 |
| 2018 | 1,003,321 | 41,471 | 1,044,792 | 745,000 | 95,296 | 840,296 | 204,496 | 0.621 | 126,976 |
| 2019 | 1,088,698 | 45,000 | 1,133,697 | 442,000 | 119,136 | 561,136 | 572,561 | 0.564 | 323,196 |
| 2020 | 1,139,351 | 47,093 | 1,186,444 | 443,000 | 133,280 | 576,280 | 610,164 | 0.513 | 313,111 |
| 2021 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.467 | 515,956 |
| 2022 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.424 | 469,051 |
| 2023 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.386 | 426,410 |
| 2024 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.350 | 387,646 |
| 2025 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.319 | 352,405 |
| 2026 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.290 | 320,368 |
| 2027 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.263 | 291,244 |
| 2028 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.239 | 264,767 |
| 2029 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.218 | 240,697 |
| 2030 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.198 | 218,816 |
| 2031 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.180 | 198,924 |
| 2032 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.164 | 180,840 |
| 2033 | 1,190,119 | 49,192 | 1,239,310 | 0 | 133,312 | 133,312 | 1,105,998 | 0.149 | 164,400 |
| | 19,909,994 | 822,946 | 20,732,940 | 4,608,000 | 2,209,088 | 6,817,088 | 0.258 | | 3,282,416 |
| EIRR | 25.8 % | | | | | | | | |

表 4.81: Kabridahar 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 960,000 | 0 | 960,000 | -960,000 | 0.909 | -872,727 |
| 2015 | 50,307 | 2,180 | 52,487 | 2,551,000 | 26,880 | 2,577,880 | -2,525,393 | 0.826 | -2,087,102 |
| 2016 | 605,078 | 26,221 | 631,299 | 2,551,000 | 98,308 | 2,649,308 | -2,018,009 | 0.751 | -1,516,160 |
| 2017 | 1,159,849 | 50,262 | 1,210,110 | 2,693,000 | 169,736 | 2,862,736 | -1,652,626 | 0.683 | -1,128,766 |
| 2018 | 1,880,213 | 81,478 | 1,961,691 | 1,242,000 | 245,140 | 1,487,140 | 474,551 | 0.621 | 294,659 |
| 2019 | 2,216,988 | 96,072 | 2,313,060 | 1,242,000 | 279,916 | 1,521,916 | 791,144 | 0.564 | 446,580 |
| 2020 | 2,827,656 | 122,535 | 2,950,191 | 1,355,000 | 314,692 | 1,669,692 | 1,280,499 | 0.513 | 657,098 |
| 2021 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.467 | 1,439,588 |
| 2022 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.424 | 1,308,716 |
| 2023 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.386 | 1,189,742 |
| 2024 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.350 | 1,081,584 |
| 2025 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.319 | 983,258 |
| 2026 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.290 | 893,871 |
| 2027 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.263 | 812,610 |
| 2028 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.239 | 738,736 |
| 2029 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.218 | 671,578 |
| 2030 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.198 | 610,526 |
| 2031 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.180 | 555,023 |
| 2032 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.164 | 504,567 |
| 2033 | 3,269,935 | 141,701 | 3,411,637 | 0 | 325,752 | 325,752 | 3,085,885 | 0.149 | 458,697 |
| | 51,249,247 | 2,220,867 | 53,470,114 | 12,594,000 | 5,369,448 | 17,963,448 | 0.206 | | 7,042,079 |
| EIRR | 20.6 % | | | | | | | | |

表 4.82: Doba Wein 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッシュ・フロー | 割引係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|---------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|---------------|---------------|
| | 水汲み削減 | 健康改善 | 計 | 建設事業費 | 維持管理費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 72,000 | 0 | 72,000 | -72,000 | 0.909 | -65,455 |
| 2015 | 21,649 | 630 | 22,279 | 794,000 | 3,312 | 797,312 | -775,033 | 0.826 | -640,523 |
| 2016 | 260,392 | 7,580 | 267,972 | 794,000 | 39,836 | 833,836 | -565,864 | 0.751 | -425,142 |
| 2017 | 499,134 | 14,530 | 513,665 | 1,031,000 | 76,360 | 1,107,360 | -593,695 | 0.683 | -405,502 |
| 2018 | 809,139 | 23,555 | 832,694 | 482,000 | 123,786 | 605,786 | 226,908 | 0.621 | 140,892 |
| 2019 | 954,068 | 27,774 | 981,842 | 874,000 | 145,958 | 1,019,958 | -38,116 | 0.564 | -21,515 |
| 2020 | 1,216,865 | 35,424 | 1,252,290 | 633,000 | 186,162 | 819,162 | 433,128 | 0.513 | 222,263 |
| 2021 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.467 | 575,149 |
| 2022 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.424 | 522,863 |
| 2023 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.386 | 475,330 |
| 2024 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.350 | 432,118 |
| 2025 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.319 | 392,835 |
| 2026 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.290 | 357,122 |
| 2027 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.263 | 324,657 |
| 2028 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.239 | 295,142 |
| 2029 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.218 | 268,311 |
| 2030 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.198 | 243,919 |
| 2031 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.180 | 221,745 |
| 2032 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.164 | 201,586 |
| 2033 | 1,407,198 | 40,965 | 1,448,163 | 0 | 215,280 | 215,280 | 1,232,883 | 0.149 | 183,260 |
| | 22,054,822 | 642,039 | 22,696,861 | 4,680,000 | 3,374,054 | 8,054,054 | 0.257 | | 3,299,055 |
| EIRR | 25.7 % | | | | | | | | |

表 4.83: East Ime 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッシュ・フロー | 割引係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|---------------|---------------|
| | 水汲み削減 | 健康改善 | 計 | 建設事業費 | 維持管理費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 540,000 | 0 | 540,000 | -540,000 | 0.909 | -490,909 |
| 2015 | 91,999 | 5,397 | 97,397 | 1,551,000 | 22,680 | 1,573,680 | -1,476,283 | 0.826 | -1,220,069 |
| 2016 | 356,242 | 20,900 | 377,142 | 1,551,000 | 87,822 | 1,638,822 | -1,261,680 | 0.751 | -947,919 |
| 2017 | 620,485 | 36,402 | 656,887 | 1,551,000 | 152,964 | 1,703,964 | -1,047,077 | 0.683 | -715,168 |
| 2018 | 884,728 | 51,904 | 936,632 | 1,590,000 | 218,106 | 1,808,106 | -871,474 | 0.621 | -541,117 |
| 2019 | 1,155,615 | 67,796 | 1,223,411 | 1,590,000 | 284,886 | 1,874,886 | -651,475 | 0.564 | -367,741 |
| 2020 | 1,426,502 | 83,688 | 1,510,191 | 1,589,000 | 351,666 | 1,940,666 | -430,475 | 0.513 | -220,902 |
| 2021 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.467 | 643,027 |
| 2022 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.424 | 584,570 |
| 2023 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.386 | 531,427 |
| 2024 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.350 | 483,116 |
| 2025 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.319 | 439,196 |
| 2026 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.290 | 399,269 |
| 2027 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.263 | 362,972 |
| 2028 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.239 | 329,975 |
| 2029 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.218 | 299,977 |
| 2030 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.198 | 272,706 |
| 2031 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.180 | 247,915 |
| 2032 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.164 | 225,377 |
| 2033 | 1,697,219 | 99,570 | 1,796,789 | 0 | 418,404 | 418,404 | 1,378,385 | 0.149 | 204,888 |
| | 26,599,422 | 1,560,499 | 28,159,922 | 9,962,000 | 6,557,376 | 16,519,376 | 0.113 | | 520,591 |
| EIRR | 11.3 % | | | | | | | | |

表 4.84: Danan 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 133,000 | 0 | 133,000 | -133,000 | 0.909 | -120,909 |
| 2015 | 31,987 | 213 | 32,200 | 374,000 | 4,921 | 378,921 | -346,721 | 0.826 | -286,546 |
| 2016 | 121,934 | 813 | 122,746 | 374,000 | 18,759 | 392,759 | -270,013 | 0.751 | -202,864 |
| 2017 | 211,881 | 1,413 | 122,746 | 550,000 | 32,597 | 582,597 | -459,851 | 0.683 | -314,084 |
| 2018 | 344,156 | 2,294 | 213,293 | 309,000 | 52,947 | 361,947 | -148,654 | 0.621 | -92,302 |
| 2019 | 418,470 | 2,790 | 346,450 | 309,000 | 64,380 | 373,380 | -26,930 | 0.564 | -15,201 |
| 2020 | 492,785 | 3,285 | 421,260 | 302,000 | 75,813 | 377,813 | 43,447 | 0.513 | 22,295 |
| 2021 | 565,416 | 3,769 | 496,070 | 0 | 86,987 | 86,987 | 409,083 | 0.467 | 190,840 |
| 2022 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.424 | 204,499 |
| 2023 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.386 | 185,908 |
| 2024 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.350 | 169,007 |
| 2025 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.319 | 153,643 |
| 2026 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.290 | 139,676 |
| 2027 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.263 | 126,978 |
| 2028 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.239 | 115,434 |
| 2029 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.218 | 104,940 |
| 2030 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.198 | 95,400 |
| 2031 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.180 | 86,728 |
| 2032 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.164 | 78,843 |
| 2033 | 565,416 | 3,769 | 569,185 | 0 | 86,987 | 86,987 | 482,198 | 0.149 | 71,676 |
| | 7,275,371 | 48,499 | 7,446,616 | 2,351,000 | 1,119,287 | 3,470,287 | 0.163 | | 713,960 |
| EIRR | 16.3 % | | | | | | | | |

表 4.85: Beercaano 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 214,000 | 0 | 214,000 | -214,000 | 0.909 | -194,545 |
| 2015 | 29,125 | 388 | 29,513 | 576,000 | 10,700 | 586,700 | -557,187 | 0.826 | -460,485 |
| 2016 | 107,517 | 1,434 | 108,951 | 576,000 | 39,500 | 615,500 | -506,549 | 0.751 | -380,578 |
| 2017 | 185,909 | 2,479 | 108,951 | 576,000 | 68,300 | 644,300 | -535,349 | 0.683 | -365,651 |
| 2018 | 264,301 | 3,524 | 188,388 | 602,000 | 97,100 | 699,100 | -510,712 | 0.621 | -317,112 |
| 2019 | 346,232 | 4,617 | 267,826 | 602,000 | 127,200 | 729,200 | -461,374 | 0.564 | -260,434 |
| 2020 | 428,163 | 5,709 | 350,849 | 605,000 | 157,300 | 762,300 | -411,451 | 0.513 | -211,139 |
| 2021 | 510,502 | 6,807 | 433,872 | 0 | 187,550 | 187,550 | 246,322 | 0.467 | 114,911 |
| 2022 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.424 | 139,850 |
| 2023 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.386 | 127,136 |
| 2024 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.350 | 115,579 |
| 2025 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.319 | 105,071 |
| 2026 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.290 | 95,519 |
| 2027 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.263 | 86,836 |
| 2028 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.239 | 78,942 |
| 2029 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.218 | 71,765 |
| 2030 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.198 | 65,241 |
| 2031 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.180 | 59,310 |
| 2032 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.164 | 53,918 |
| 2033 | 510,502 | 6,807 | 517,309 | 0 | 187,550 | 187,550 | 329,759 | 0.149 | 49,017 |
| | 6,466,268 | 86,221 | 6,661,439 | 3,751,000 | 2,375,600 | 6,126,600 | 0.028 | | -1,026,849 |
| EIRR | 2.8 % | | | | | | | | |

表 4.86: Godey 郡(村落域)給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|---------|------------|-----------|-----------|------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 398,000 | 0 | 398,000 | -398,000 | 0.909 | -361,818 |
| 2015 | 242,635 | 2,082 | 244,717 | 1,004,000 | 63,090 | 1,067,090 | -822,373 | 0.826 | -679,647 |
| 2016 | 416,219 | 7,333 | 423,552 | 1,003,000 | 108,225 | 1,111,225 | -687,673 | 0.751 | -516,659 |
| 2017 | 574,053 | 12,579 | 586,632 | 912,000 | 149,265 | 1,061,265 | -474,633 | 0.683 | -324,181 |
| 2018 | 731,887 | 17,349 | 749,236 | 912,000 | 172,395 | 1,084,395 | -335,159 | 0.621 | -208,107 |
| 2019 | 889,721 | 22,119 | 911,840 | 912,000 | 149,265 | 1,061,265 | -149,425 | 0.564 | -84,346 |
| 2020 | 1,046,517 | 26,889 | 1,073,406 | 906,000 | 231,345 | 1,137,345 | -63,939 | 0.513 | -32,811 |
| 2021 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.467 | 376,019 |
| 2022 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.424 | 341,835 |
| 2023 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.386 | 310,759 |
| 2024 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.350 | 282,509 |
| 2025 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.319 | 256,826 |
| 2026 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.290 | 233,478 |
| 2027 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.263 | 212,253 |
| 2028 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.239 | 192,957 |
| 2029 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.218 | 175,416 |
| 2030 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.198 | 159,469 |
| 2031 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.180 | 144,972 |
| 2032 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.164 | 131,792 |
| 2033 | 1,046,517 | 31,628 | 1,078,145 | 0 | 272,115 | 272,115 | 806,030 | 0.149 | 119,811 |
| | 17,505,752 | 499,515 | 18,005,268 | 6,047,000 | 4,411,080 | 10,458,080 | 0.133 | | 730,526 |
| EIRR | 13.3 % | | | | | | | | |

表 4.87: Adadle 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|---------|------------|------------|-----------|------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 1,191,000 | 0 | 1,191,000 | -1,191,000 | 0.909 | -1,082,727 |
| 2015 | 224,131 | 2,490 | 226,622 | 1,540,000 | 20,247 | 1,560,247 | -1,333,625 | 0.826 | -1,102,170 |
| 2016 | 513,940 | 5,710 | 519,651 | 1,540,000 | 46,427 | 1,586,427 | -1,066,776 | 0.751 | -801,485 |
| 2017 | 803,749 | 8,931 | 519,651 | 1,540,000 | 72,607 | 1,612,607 | -1,092,956 | 0.683 | -746,504 |
| 2018 | 1,093,558 | 12,151 | 812,680 | 1,540,000 | 98,787 | 1,638,787 | -826,107 | 0.621 | -512,947 |
| 2019 | 1,383,367 | 15,371 | 1,105,709 | 1,540,000 | 124,967 | 1,664,967 | -559,258 | 0.564 | -315,687 |
| 2020 | 1,673,176 | 18,591 | 1,398,738 | 1,539,000 | 151,147 | 1,690,147 | -291,409 | 0.513 | -149,539 |
| 2021 | 1,962,797 | 21,809 | 1,691,767 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,514,457 | 0.467 | 706,505 |
| 2022 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.424 | 766,470 |
| 2023 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.386 | 696,791 |
| 2024 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.350 | 633,446 |
| 2025 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.319 | 575,860 |
| 2026 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.290 | 523,509 |
| 2027 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.263 | 475,918 |
| 2028 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.239 | 432,652 |
| 2029 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.218 | 393,320 |
| 2030 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.198 | 357,564 |
| 2031 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.180 | 325,058 |
| 2032 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.164 | 295,507 |
| 2033 | 1,962,797 | 21,809 | 1,984,606 | 0 | 177,310 | 177,310 | 1,807,296 | 0.149 | 268,643 |
| | 25,319,893 | 281,334 | 26,120,878 | 10,430,000 | 2,287,282 | 12,717,282 | 0.137 | | 1,740,186 |
| EIRR | 13.7 % | | | | | | | | |

表 4.88: Kalafu 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 519,000 | 0 | 519,000 | -519,000 | 0.909 | -471,818 |
| 2015 | 91,607 | 4,295 | 95,903 | 1,436,000 | 19,203 | 1,455,203 | -1,359,300 | 0.826 | -1,123,389 |
| 2016 | 345,072 | 16,180 | 361,252 | 2,045,000 | 72,335 | 2,117,335 | -1,756,083 | 0.751 | -1,319,371 |
| 2017 | 706,030 | 33,105 | 361,252 | 2,046,000 | 148,000 | 2,194,000 | -1,832,748 | 0.683 | -1,251,792 |
| 2018 | 1,067,164 | 50,038 | 739,135 | 2,042,000 | 223,702 | 2,265,702 | -1,526,567 | 0.621 | -947,878 |
| 2019 | 1,427,592 | 66,938 | 1,117,202 | 1,433,000 | 299,256 | 1,732,256 | -615,054 | 0.564 | -347,182 |
| 2020 | 1,680,527 | 78,798 | 1,494,530 | 1,434,000 | 352,277 | 1,786,277 | -291,747 | 0.513 | -149,712 |
| 2021 | 1,933,639 | 90,666 | 1,759,325 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,353,990 | 0.467 | 631,646 |
| 2022 | 1,939,639 | 90,666 | 2,024,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,618,970 | 0.424 | 686,601 |
| 2023 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.386 | 626,496 |
| 2024 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.350 | 569,542 |
| 2025 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.319 | 517,766 |
| 2026 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.290 | 470,696 |
| 2027 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.263 | 427,905 |
| 2028 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.239 | 389,005 |
| 2029 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.218 | 353,641 |
| 2030 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.198 | 321,492 |
| 2031 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.180 | 292,265 |
| 2032 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.164 | 265,696 |
| 2033 | 1,939,639 | 90,666 | 2,030,305 | 0 | 405,335 | 405,335 | 1,624,970 | 0.149 | 241,541 |
| | 24,708,383 | 1,156,014 | 26,225,649 | 10,955,000 | 5,168,123 | 16,123,123 | 0.104 | | 183,151 |
| EIRR | 10.4 % | | | | | | | | |

表 4.89: Mustahil 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 244,000 | 0 | 244,000 | -244,000 | 0.909 | -221,818 |
| 2015 | 36,289 | 2,653 | 38,942 | 1,083,000 | 10,248 | 1,093,248 | -1,054,306 | 0.826 | -871,327 |
| 2016 | 197,359 | 14,429 | 211,788 | 1,692,000 | 55,734 | 1,747,734 | -1,535,946 | 0.751 | -1,153,979 |
| 2017 | 449,002 | 32,827 | 211,788 | 1,691,000 | 126,798 | 1,817,798 | -1,606,010 | 0.683 | -1,096,927 |
| 2018 | 700,497 | 51,214 | 481,829 | 1,767,000 | 197,820 | 1,964,820 | -1,482,991 | 0.621 | -920,821 |
| 2019 | 963,294 | 70,427 | 751,711 | 1,158,000 | 272,034 | 1,430,034 | -678,323 | 0.564 | -382,896 |
| 2020 | 1,135,518 | 83,019 | 1,033,722 | 671,000 | 320,670 | 991,670 | 42,052 | 0.513 | 21,579 |
| 2021 | 1,235,313 | 90,315 | 1,218,537 | 0 | 348,852 | 348,852 | 869,685 | 0.467 | 405,715 |
| 2022 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.424 | 422,730 |
| 2023 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.386 | 384,300 |
| 2024 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.350 | 349,364 |
| 2025 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.319 | 317,604 |
| 2026 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.290 | 288,731 |
| 2027 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.263 | 262,482 |
| 2028 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.239 | 238,620 |
| 2029 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.218 | 216,927 |
| 2030 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.198 | 197,207 |
| 2031 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.180 | 179,279 |
| 2032 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.164 | 162,981 |
| 2033 | 1,235,313 | 90,315 | 1,325,628 | 0 | 328,852 | 328,852 | 996,776 | 0.149 | 148,164 |
| | 15,835,089 | 1,157,720 | 17,204,596 | 8,306,000 | 4,291,824 | 12,597,824 | 0.070 | | -1,052,085 |
| EIRR | 7.0 % | | | | | | | | |

表 4.90: Rasso 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 449,000 | 0 | 449,000 | -449,000 | 0.909 | -408,182 |
| 2015 | 80,353 | 1,339 | 81,693 | 449,000 | 9,429 | 458,429 | -376,736 | 0.826 | -311,352 |
| 2016 | 160,707 | 2,679 | 163,385 | 449,000 | 18,858 | 467,858 | -304,473 | 0.751 | -228,755 |
| 2017 | 241,060 | 4,018 | 245,078 | 449,000 | 28,287 | 477,287 | -313,902 | 0.683 | -214,399 |
| 2018 | 321,414 | 5,357 | 326,771 | 449,000 | 37,716 | 486,716 | -241,638 | 0.621 | -150,038 |
| 2019 | 401,767 | 6,696 | 408,463 | 449,000 | 47,145 | 496,145 | -169,374 | 0.564 | -95,607 |
| 2020 | 482,120 | 8,036 | 490,156 | 441,000 | 56,574 | 497,574 | -89,111 | 0.513 | -45,728 |
| 2021 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 424,321 | 0.467 | 197,949 |
| 2022 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.424 | 213,982 |
| 2023 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.386 | 194,529 |
| 2024 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.350 | 176,845 |
| 2025 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.319 | 160,768 |
| 2026 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.290 | 146,152 |
| 2027 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.263 | 132,866 |
| 2028 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.239 | 120,787 |
| 2029 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.218 | 109,807 |
| 2030 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.198 | 99,824 |
| 2031 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.180 | 90,749 |
| 2032 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.164 | 82,499 |
| 2033 | 561,042 | 9,351 | 570,393 | 0 | 65,835 | 65,835 | 504,558 | 0.149 | 74,999 |
| | 7,297,841 | 121,635 | 7,582,861 | 3,135,000 | 856,359 | 3,991,359 | 0.124 | | 347,694 |
| EIRR | 12.4 % | | | | | | | | |

表 4.91: West Ime 郡給水計画事業キャッシュフロー

単位: US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッ シュ・フロ ー | 割引 係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------------------|---------------|
| | 水汲み削 減 | 健康改善 | 計 | 建設事業 費 | 維持管理 費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 449,000 | 0 | 449,000 | -449,000 | 0.909 | -408,182 |
| 2015 | 84,286 | 4,551 | 88,837 | 449,000 | 20,654 | 469,654 | -380,817 | 0.826 | -314,725 |
| 2016 | 168,572 | 9,103 | 177,675 | 449,000 | 41,308 | 490,308 | -312,633 | 0.751 | -234,886 |
| 2017 | 252,857 | 13,654 | 266,512 | 449,000 | 61,962 | 510,962 | -333,287 | 0.683 | -227,640 |
| 2018 | 337,143 | 18,206 | 355,349 | 449,000 | 82,616 | 531,616 | -265,104 | 0.621 | -164,609 |
| 2019 | 421,429 | 22,757 | 444,186 | 449,000 | 103,270 | 552,270 | -196,921 | 0.564 | -111,157 |
| 2020 | 505,715 | 27,309 | 533,024 | 441,000 | 123,924 | 564,924 | -120,738 | 0.513 | -61,958 |
| 2021 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 388,814 | 0.467 | 181,384 |
| 2022 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.424 | 201,899 |
| 2023 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.386 | 183,545 |
| 2024 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.350 | 166,859 |
| 2025 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.319 | 151,690 |
| 2026 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.290 | 137,900 |
| 2027 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.263 | 125,364 |
| 2028 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.239 | 113,967 |
| 2029 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.218 | 103,606 |
| 2030 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.198 | 94,188 |
| 2031 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.180 | 85,625 |
| 2032 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.164 | 77,841 |
| 2033 | 588,499 | 31,779 | 620,278 | 0 | 144,210 | 144,210 | 476,068 | 0.149 | 70,764 |
| | 7,654,992 | 413,370 | 8,246,037 | 3,135,000 | 1,875,834 | 5,010,834 | 0.112 | | 171,477 |
| EIRR | 11.2 % | | | | | | | | |

4.17.2 財務評価

a. 財務的事業費

経済的事業費は給水施設の建設工事費、設計・施工管理費および事務費・物的予備費を含む。事業費は、2013年5月時点のコストをもとに算定した。

このようにして算定された対象16郡における事業費の総額は、表4.72に示した通り、総額1億1,312万1千USドルである。

エチオピア国政府の方針では、給水事業を実施するコミュニティが維持管理費用を負担するという条件で、給水計画の初期事業費用を政府が負担することになっている。

b. 財務評価

財務的内部収益率（FIRR）などの財務指標の算定は行わない。これは水料金の徴収額によって事業費を回収することが困難であるためである。

c. 維持管理費用の回収

給水事業の持続的な実施のためには維持管理費用の回収が最重要課題の一つである。給水計画の対象となる各郡や市の対象コミュニティの受益者は、給水管理組織（水衛生管理委員会等）を結成し、定期的な運営維持管理作業を行うと同時に、その費用を回収するための水代を徴収することを期待されている。

水料金に関しては1) 連邦政府からの提案によるSRWDBの各ワレダへの通達レターでの水料金の設定値、2) SRWDBの推奨値および3) 今回の現場調査結果からの平均末端価格から、調査対象地域における水料金は、1) 12.5Birr/m³、2) 20Birr/m³及び3) 50Birr/m³が想定される。この水料金ごとに、各給水計画で徴収される水料金の総額を算定し、維持管理費と比較した結果、どの程度の回収率によって前者が後者を上回るかを確認した（表4.92～表4.94参照）。なお、水需要量は、生活用水（都市部20L/人/日、村落部15L/人・日）、家畜用は全体の20%、その他の水利用量は全体水利用量に対して小さく、無視できるため考慮していない。

本調査では各ワレダでの現況の回収率が得られていないため、どの程度実際に集金できるか明らかでないが、水料金の回収によって、提案されたプロジェクトの水料金が維持管理費用を上回り財務的に妥当であるかの目安として回収率を提示している。設定した水料金が12.5Birrの場合、100%水料金を回収しても運営維持管理費用以上の金額を確保できないワレダ（Beercanno、Wast Ime）もある。

表 4.92: 水料金の徴収額と維持管理費用の比較 (水料金: 12.5Birr/m³ の場合)

| 郡 | 水需要量 (m ³ /年) | 回収率100%の 水料金徴収額、 (US\$) | 水料金徴収額が年 間維持管理費を上 回るときの回収率 (%) | 年間維持管理 費 (US\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|-----------------------|
| Kabribeyah (Rural) | 1,332,935 | 899,173 | 85 | 762,942 |
| Arrarso | 401,659 | 270,952 | 75 | 202,461 |
| Dagahbur | 1,330,232 | 897,350 | 39 | 346,345 |
| Birqod | 191,240 | 129,007 | 83 | 106,378 |
| Shaygosh | 558,735 | 376,912 | 39 | 146,256 |
| Kabridahar | 1,581,031 | 1,066,535 | 33 | 350,063 |
| Doba wein | 712,847 | 480,874 | 45 | 213,803 |
| East Ime | 773,353 | 521,689 | 80 | 414,163 |
| Danan | 276,074 | 186,234 | 47 | 86,083 |
| Beercanno | 242,183 | 163,372 | 100%以上 | 187,646 |
| Godey (Rural) | 461,115 | 311,060 | 88 | 271,857 |
| Adadle | 906,018 | 611,183 | 29 | 172,865 |
| Kalafo | 926,026 | 624,680 | 65 | 400,108 |
| Mustahil | 669,901 | 451,903 | 78 | 350,087 |
| Rasso | 278,178 | 187,654 | 36 | 66,233 |
| West Ime | 268,914 | 181,405 | 100%以上 | 248,095 |

注) 水需要量は実際に給水受益者に給水される水量である。また、Kabribeyah 郡と Godey 郡についてはそれぞれの郡都の都市給水システムを含めていない。

表 4.93: 水料金の徴収額と維持管理費用の比較 (水料金: 20Birr/m³ の場合)

| 郡 | 水需要量 (m ³ /年) | 回収率100%の 水料金徴収額、 (US\$) | 水料金徴収額が年 間維持管理費を上 回るときの回収率 (%) | 年間維持管理 費 (US\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|-----------------------|
| Kabribeyah (Rural) | 1,332,935 | 1,438,678 | 54 | 762,942 |
| Arrarso | 401,659 | 433,523 | 47 | 202,461 |
| Dagahbur | 1,330,232 | 1,435,761 | 25 | 346,345 |
| Birqod | 191,240 | 206,411 | 52 | 106,378 |
| Shaygosh | 558,735 | 603,060 | 25 | 146,256 |
| Kabridahar | 1,581,031 | 1,706,456 | 21 | 350,063 |
| Doba wein | 712,847 | 769,398 | 28 | 213,803 |
| East Ime | 773,353 | 834,703 | 50 | 414,163 |
| Danan | 276,074 | 297,975 | 29 | 86,083 |
| Beercanno | 242,183 | 261,396 | 72 | 187,646 |
| Godey (Rural) | 461,115 | 497,696 | 55 | 271,857 |
| Adadle | 906,018 | 977,894 | 18 | 172,865 |
| Kalafo | 926,026 | 999,489 | 41 | 400,108 |
| Mustahil | 669,901 | 723,045 | 49 | 350,087 |
| Rasso | 278,178 | 300,246 | 23 | 66,233 |
| West Ime | 268,914 | 290,248 | 86 | 248,095 |

注) 水需要量は実際に給水受益者に給水される水量である。また、Kabribeyah 郡と Godey 郡についてはそれぞれの郡都の都市給水システムを含めていない。

表 4.94: 水料金の徴収額と維持管理費用の比較 (水料金:50Birr/m³ の場合)

| 郡 | 水需要量 (m ³ /年) | 回収率100%の 水料金徴収額、 (US\$) | 水料金徴収額が年 間維持管理費を上 回るときの回収率 (%) | 年間維持管理 費 (US\$) |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|-----------------------|
| Kabribeyah (Rural) | 1,332,935 | 3,596,694 | 22 | 762,942 |
| Arrarso | 401,659 | 1,083,808 | 19 | 202,461 |
| Dagahbur | 1,330,232 | 3,589,402 | 10 | 346,345 |
| Birqod | 191,240 | 516,027 | 21 | 106,378 |
| Shaygosh | 558,735 | 1,507,649 | 10 | 146,256 |
| Kabridahar | 1,581,031 | 4,266,139 | 9 | 350,063 |
| Doba wein | 712,847 | 1,923,495 | 12 | 213,803 |
| East Ime | 773,353 | 2,086,758 | 20 | 414,163 |
| Danan | 276,074 | 744,937 | 12 | 86,083 |
| Beercanno | 242,183 | 653,490 | 29 | 187,646 |
| Godey (Rural) | 461,115 | 1,244,240 | 22 | 271,857 |
| Adadle | 906,018 | 2,444,734 | 8 | 172,865 |
| Kalafo | 926,026 | 2,498,721 | 17 | 400,108 |
| Mustahil | 669,901 | 1,807,613 | 20 | 350,087 |
| Rasso | 278,178 | 750,616 | 9 | 66,233 |
| West Ime | 268,914 | 725,619 | 35 | 248,095 |

注) 水需要量は実際に給水受益者に給水される水量である。また、Kabribeyah 郡と Godey 郡についてはそれぞれの郡都の都市給水システムを含めていない。

5. Kabribeyah市の給水計画と概略設計及び概算事業費と実施計画

5 Kabribeyah 市の給水計画と概略設計及び概算事業費と実施計画

5.1 既存施設の現状

ジャラル溪谷の深井戸群は 1990 年代に開発され、給水はこの水源を利用して行われた。Kabribeyah 市並びに UNHCR 難民キャンプへのパイプ給水システムは、1990 年代後半に計画され、その後プロジェクト実施となった。建設工事は 2001 年に完了し、これらの地域への給水は可能となった。現在の Kabribeyah 市給水システムの概要を図 5.1 に示す。

a. 水源

Kabribeyah 市の水源は深井戸である。UNHCR のジジガ事務所によると 1990 年以降 7 箇所の深井戸が開発され、現在でも 5 箇所は利用されている。そのうち LBH1 は独立した給水システムであり、この井戸は主に周辺の家畜用に利用されており、水は浄水場まで送水されない。ポンプの電源は、LBH1 を除いて商用電線である。加えて、各井戸は発電機を予備電源として備えている。NBH2 や EB2 は、共同水栓や家畜水飲場を現地に備えている。これらの給水施設は、コミュニティから約 0.5~1.0km の間隔で設けられ、近隣の住民や放牧民に利用されている（表 5.1 参照）。

表 5.1: 深井戸水源の特徴概説

| No. | 項目 | 単位 | NBH1 | NBH2 | NBH3 | EB1 | EB2 | LBH1 | PB2 |
|-----|----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|
| 1. | 建設日時 | | Jul. 2000 | Nov. 2000 | Apr. 2004 | Jul. 1990 | 1990 | Dec. 1991 | Dec. 1991 |
| 2. | ポンプ据付位置 | m | 185.00 | 185.00 | 185.00 | 130.36 | 129.20 | 131.25 | 141.00 |
| 3. | 揚水量 | lit/秒 | 10.0 | 6.0 | 4.2 | 5.0 | 3.4 | 3.7 | 4.0 |
| 4. | 出力 | kW | 15 | 13 | 7.5 | 9.2 | 11 | 7.5 | 11 |
| 5. | 水源での給水施設 | | | | | | | | |
| 5.1 | 公共水栓 | 箇所 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 5.2 | 家畜水飲場 | 箇所 | 1 | 1 | 0 | 6 | 1 | 2 | 0 |
| 5.3 | 給水車用水栓 | 箇所 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

UNHCR は水需要の増加を支援するために、更に 2 箇所のボアホールを 2012 年に開発した。ボアホール開発は、2013 年 4 月の時点では完成している。今後は、ポンプや発電機の調達やパイプの敷設業務を実施する計画である。揚水量 5.0lit/秒の 2 箇所のボアホールが JICA 調査で開発され、2013 年 4 月から運用を開始した（表 5.2 参照）。

表 5.2: 追加ボアホールの概要

| No. | 項目 | 単位 | UNHCR1 | UNHCR2 | JICA BH1 | JICA BH2 |
|-----|----------|-------|--------|--------|-----------|-----------|
| 1. | 建設日時 | | 建設中 | 建設中 | Apr. 2013 | Apr. 2013 |
| 2. | ポンプ据付位置 | M | | | 135.00 | 135.00 |
| 3. | 揚水量 | lit/秒 | | | 5.0 | 5.0 |
| 4. | 出力 | kW | | | 37.5 | 37.5 |
| 5. | 水源での給水施設 | | | | | |
| 5.1 | 公共水栓 | 箇所 | | | 1 | 1 |
| 5.2 | 家畜水飲場 | 箇所 | | | 0 | 0 |
| 5.3 | 給水車用水栓 | 箇所 | | | 0 | 0 |

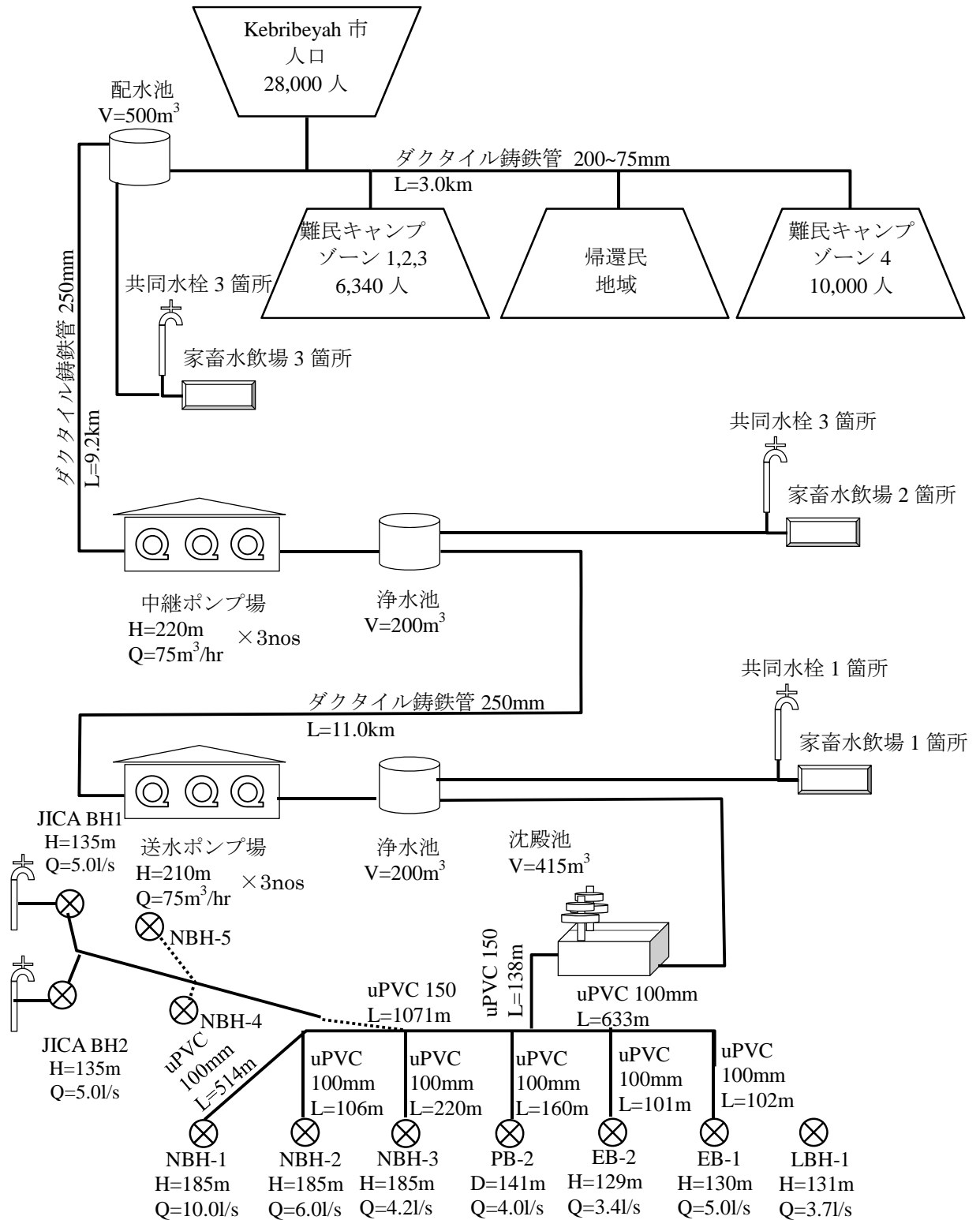


図 5.1: 現在の Kabribeyah 市の給水システム

Kabribeyah 市給水事務所によると、ボアホール中の亜鉛メッキ鋼管は容易に腐食し、短期間で交換しなくてはならないとの事であった。パイプ腐食の問題を回避するために、彼らは揚水管のステンレス鋼管を使用する事を推薦した。ステンレス鋼管は亜鉛メッキ鋼管と比較して腐食に対して長期間の耐性を有するが、それでも定期的なメンテナンスは必要であり、かつ一定期間後には交換する事になる。更に、ステンレス鋼管はエチオピアでは通常市場に流通していないため、パイプの調達には非常に長い時間を要する。逆に亜鉛メッキ鋼管はソマリ州でも容易に調達可能である。総合的に勘案すれば、十分な管厚を有する亜鉛メッキ鋼管を採用して、定期的に揚水管のメンテナンスを実施する事が現実的である。Kabribeyah 市給水事務所はメンテナンス中に深刻なパイプの腐食を発見した際には、新しいパイプに交換して長期間の運用を目指すべきである。

b. 送水管

送水管は2つの区間に分けられる。第1区間は各深井戸から浄水場までである。パイプの材質は、パイプの腐食防止を考慮して硬質塩化ビニル管(uPVC管)としている。現在はNBH3にのみ量水計が設置されている。このため、各深井戸から浄水場までの精確な流量を量る手段がない。ベオリア環境財団は2011年に上記区間の漏水調査を行った。彼らの測定では、水源水の37%が本区間で漏水していると算定された。主な理由は、a) 水源水がバルブの故障している他の不使用ボアホールに流れ込んでしまう、b) 水源水が近隣の農業用に使用されている、といったものである。

第2区間は、送水ポンプ場からKabribeyah市内の配水池までの区間である。この区間では、口径250mmのダクタイル鋳鉄管が使用されている。この区間のパイプは既存の道路沿いに敷設されている（表5.3参照）。

表 5.3: 送水管延長

| 口径 | 材質 | 延長 |
|-------|---------|---------|
| 250mm | ダクタイル鋳鉄 | 20,200m |
| 150mm | uPVC | 1,209m |
| 100mm | uPVC | 1,836m |
| 合計 | | 23,245m |

c. 浄水場

ボアホールからの原水は、鉄分の含有量が多い。その数値はWHO飲料水水質ガイドラインの数値(0.3mg/l)を超えているため、原水から鉄分を除去するための曝気トレイと、容量415m³の沈殿池が建設された(図5.2参照)。原水は曝気トレイの心棒を通過して、頂上から噴出する。曝気により原水に酸素が供給され、水中の鉄分は不溶性の酸化第二鉄へと変化し、トレイ下の反応池で沈殿する。曝気された原水の酸化は反応池で更に促進され、沈殿池でも継続する。不溶性酸化第二鉄は沈殿池内でも更に沈殿し、上澄水が浄水池に流入する。同施設は良く機能しており、曝気した水の鉄分はWHOガイドラインの数値を下回っている。

鉄分除去施設を通過した後に水は、容量 200m³ の浄水池に流入・貯留し、送水ポンプ場に流入する。

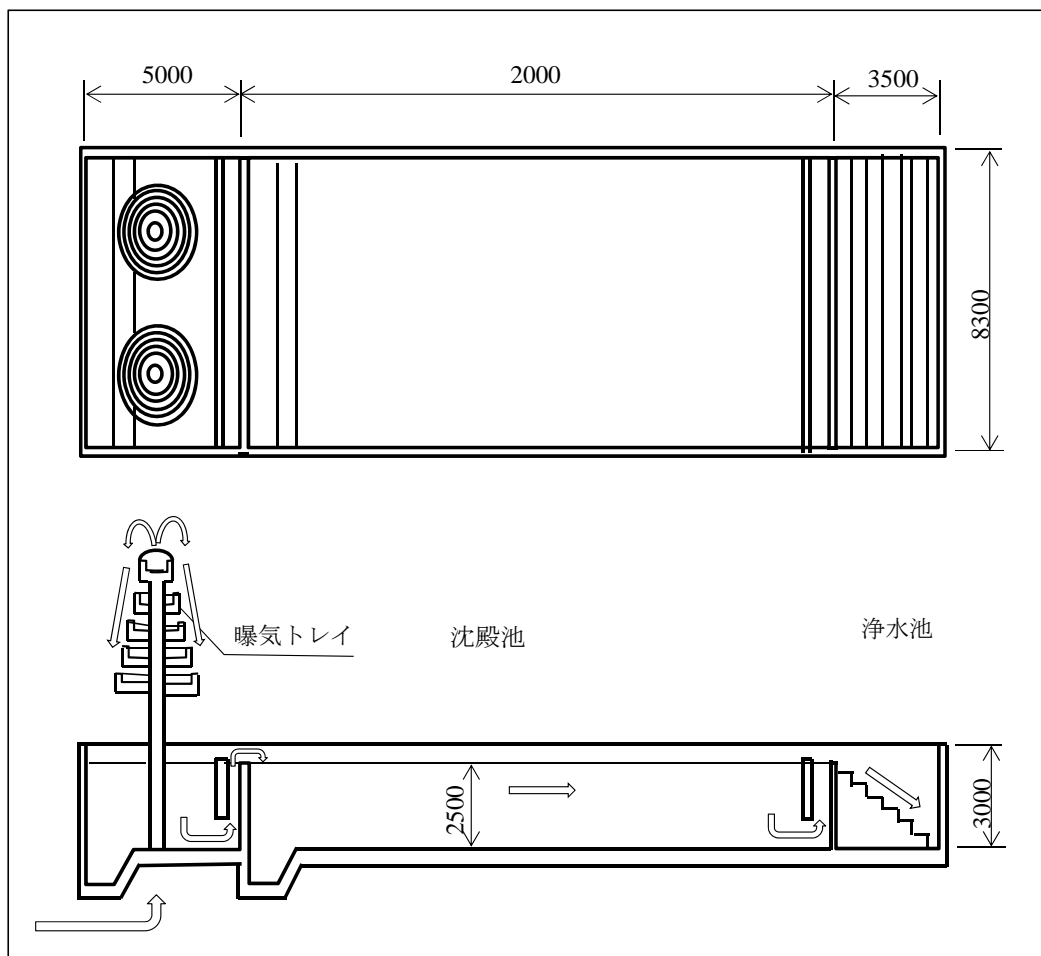


図 5.2: 鉄分除去施設

エアレーション工程は良く機能しているが、この工程がカルシウムスケール発生の原因ともなっている。ベオリア環境財団の報告書によれば、カルシウムスケール発生メカニズムは以下のように説明されている。

- 曝気が原水から二酸化炭素を引き離す。
- 原水の pH が上昇する。
- 炭酸カルシウムが水分中に飽和する。
- カルシウムスケール(CaCO₃)が発生する。
- これがパイプやポンプの内側に付着する。

カルシウムスケールへの対応は、解決すべき重要な技術的課題となっている。

d. 送水及び中継ポンプ場

浄水された水は、一旦浄水池に貯められた後にポンプ場に流入し、揚水される。送水ポンプ場と Kabribeyah 市内の配水池の高低差は 330m であり、中間地点に中継ポンプ場が設置された。両ポンプ場はどちらも同じ構造である。ポンプの主な仕様を以下の表 5.4 に要約する。

表 5.4: ポンプの主な仕様

| 項目 | 送水ポンプ場 | 中継ポンプ場 |
|---------------------------|---------|---------|
| 1. タイプ | 横軸多段ポンプ | 横軸多段ポンプ |
| 2. 台数 | 3台 | 3台 |
| 3. 揚水量(m ³ /時) | 75 | 75 |
| 4. 揚程(m) | 210 | 220 |
| 5. 出力(kW) | 75 | 75 |
| 6. 馬力(HP) | 100 | 100 |

両ポンプはメンテナンスの簡便さやスペアパーツ購入の容易さの点を考えて、ほぼ同じ条件の仕様になっている。

上述したようにカルシウムスケールは、ポンプを新規に導入した場合でも、ポンプ内の通水面に数年間で付着してしまう。この結果、ポンプの寿命は通常の場合と比較して短くなってしまふ。

パイプ管内のカルシウムスケールを除去するには幾つかの方法がある。それらは1) パイプ周囲に磁気設備を装着する方法、2) 塩酸により洗浄する方法、3) マニュアルでスケールを除去する方法である。磁気設備は主に工業用水に使用される。水は磁気設備を装着した管の中を流れると、カルシウムスケールは発生しにくくなる。しかし、何故カルシウムスケールが磁気により減少するかは、理論的に明らかにされていない。塩酸による洗浄は、カルシウムスケールを除去するために広く用いられている方法である。塩酸は強力かつ危険な薬品であるため、使用後は慎重に洗浄しなくてはならない。人体への影響を考慮すれば、飲料水には使用すべきではない。人力によるスケール除去は、現在維持管理チームにより行われている方法である。しかし、彼らは定期的を実施しているわけではない。流量に異常が発生した場合には、彼らは送水ポンプ場のフランジパイプを外し、パイプ内のスケールを除去する。現在のポンプ場では数本のパイプのみが取り外し可能である。本管から分岐した枝管は溶接されているため、維持管理班がカルシウムスケールを除去するのは非常に労力を要している。既存の溶接管をフランジ管に交換する事は、建設費やポンプの耐用期間を考慮すると現実的ではない。現時点では定期的な除去作業が最も妥当な方法である。新規のポンプ場が計画された場合には、フランジ配管システムが採用されるべきであろう。

e. 配水管

e.1 運用システム

Kabribeyah 市の配水管システムは、市内の入り口に位置する配水池から始まる。配水管内の水は、基本的に重力により流れる。しかし、貯水池と給水接続点の高低差は大部分で 10m 以下であるため、管内水圧は数メートルが確保されるに過ぎない。このような現況のため、乾季のように一旦水需要が増加すると、多くの住民が水不足や水圧不足に直面することになる。各給水接続点での水圧を確保するために、Kabribeyah 市給水事務所は配水池に流れ込む水のバルブを閉め、送水管の水を直接配水管へと転流させる方法を採用している。管内水は配水管中も圧送される事になる。

e.2 初期配水管システム

配水管網は、図 5.3に示すように 2001 年に建設された。主な給水区域は市内中心の居住地である。主配水管はハイウェイを南北方向に縦断し、南端にある配水池に達する。枝分かれした配水管は東西方向に伸長し、各給水接続点まで到達する。配水管の総延長は約 11,300m であり、口径は以下に示すように 37.5mm から 200mm となっている。(表 5.5 参照)

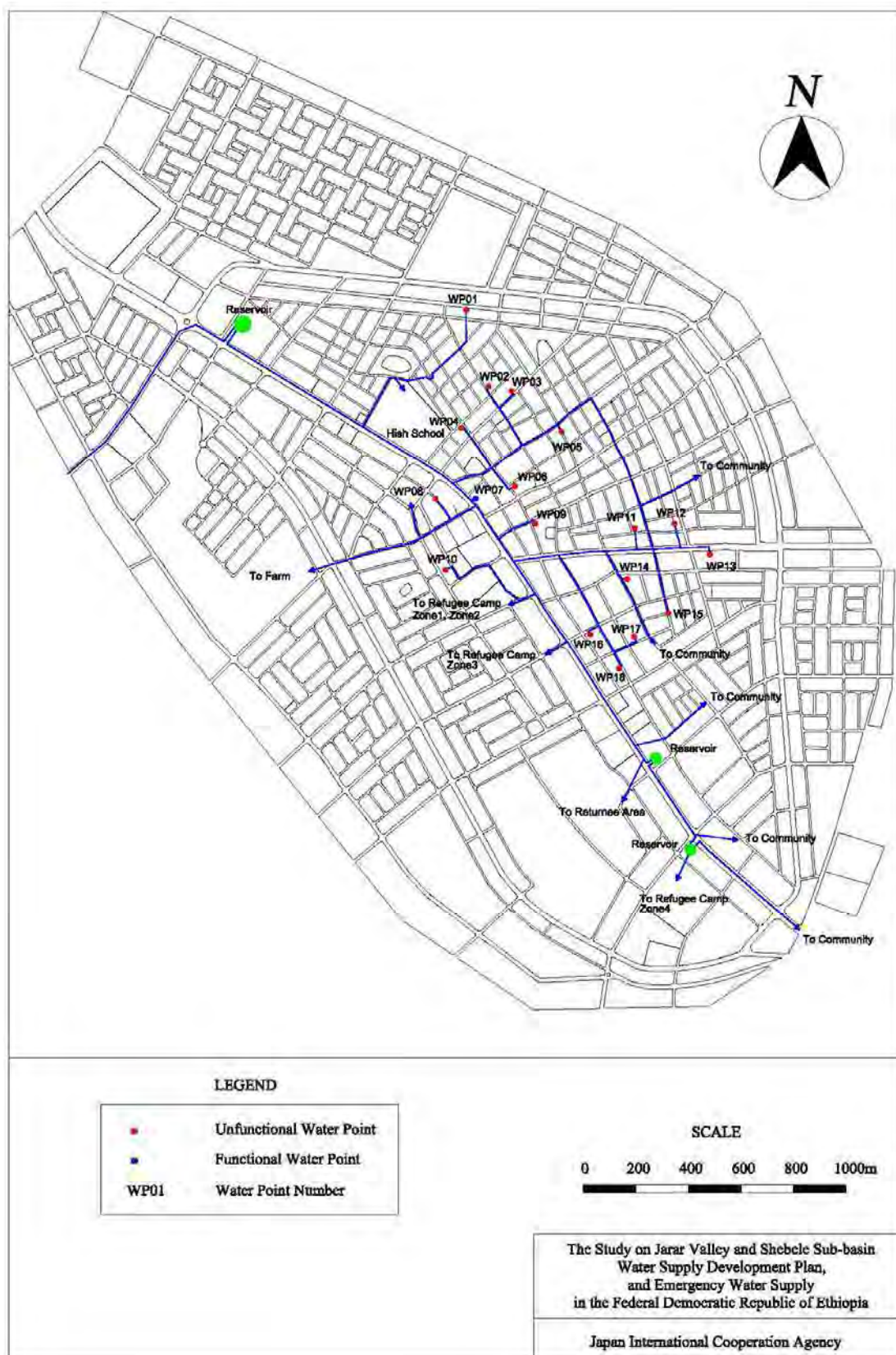


図 5.3: 初期の配水管路システム

表 5.5: 初期配水管システムの延長

| 口径 | 材質 | 延長 |
|--------|---------|---------|
| 200mm | ダクタイル鋳鉄 | 1,010m |
| 150mm | uPVC | 650m |
| 110mm | uPVC | 2,200m |
| 90mm | uPVC | 1,900m |
| 80mm | uPVC | 1,020m |
| 75mm | uPVC | 740m |
| 67.5mm | uPVC | 520m |
| 50mm | uPVC | 2,010m |
| 37.5mm | uPVC | 1,250m |
| 合計 | | 11,300m |

Kabribeyah 市内には合計 20 箇所の公共水栓がある。これらの全てがうまく利用されていない。Kabribeyah 市給水事務所からは、3つの理由があると説明されている。

I 受水世帯が各戸給水への変更を望むこと

Kabribeyah 市給水事務所は当初公共水栓からの給水を計画していた。各世帯への給水が開始されて以来、世帯によっては各戸給水による受水を望んできた。この結果、利用される公共水栓の数は少なくなり、最終的には使用を止めるものがあった。水道メータを導入するのに十分な資金がない世帯は、各戸給水の世帯から水を購入するものもいる。

II 道路開発局が道路計画内の公共水栓を壊してしまうこと

幾つかの公共水栓は、道路敷地内に建設されてしまった。道路は道路開発局の管理下にあり、彼らは道路敷地内への公共水栓の建設を許可しなかった。このため、そのような公共水栓は壊されたが、道路開発局は代替の公共水栓を道路敷地外に補償することはなく、地元受益者は残った一つの給水栓を使用するしかなかった。Kabribeyah 市給水事務所もまた再度建設する事はしていない。

III Kabribeyah 市給水事務所は大口径の水道メータの故障に対処出来なかったこと

Kabribeyah 市給水事務所の説明によれば、彼らは大口径の水道メータを幾つかの公共水栓に敷設したとの事であった。それらは一旦壊れてしまうと費用がかかり、また Kabribeyah 市では入手困難なため、Kabribeyah 市給水事務所では交換することが出来なかった。この結果、彼らはそのような公共水栓を運用するのを諦めた。

配水管は難民キャンプにまで延長しており、キャンプ内には 48 箇所の公共水栓が存在する。全公共水栓は使用中とのことである。キャンプ内では各戸給水が提供されていないことから、住民は公共の目的のために公共水栓を良好な状態に保っているものと思われる。

f. デンマーク資金による配水管システム

Kabribeyah 市の人口の増加により、既存の配水管網は給水区域に十分に給水することが出来なくなってきた。Kabribeyah 市給水事務所は、デンマークに配水管網拡張プロジェクトの資金協力を依頼した。プロジェクトはデンマーク側に了承され、同国資金で実施された。Kabribeyah 市給水事務所は事業の実施を行い、デンマーク側はプロジェクトで使用する資材の購入を行った。建設工事は 2010 年末に完了し、2011 年初頭から給水が

開始された（図 5.4）。パイプの延長と口径は下記の表 5.6に要約する。

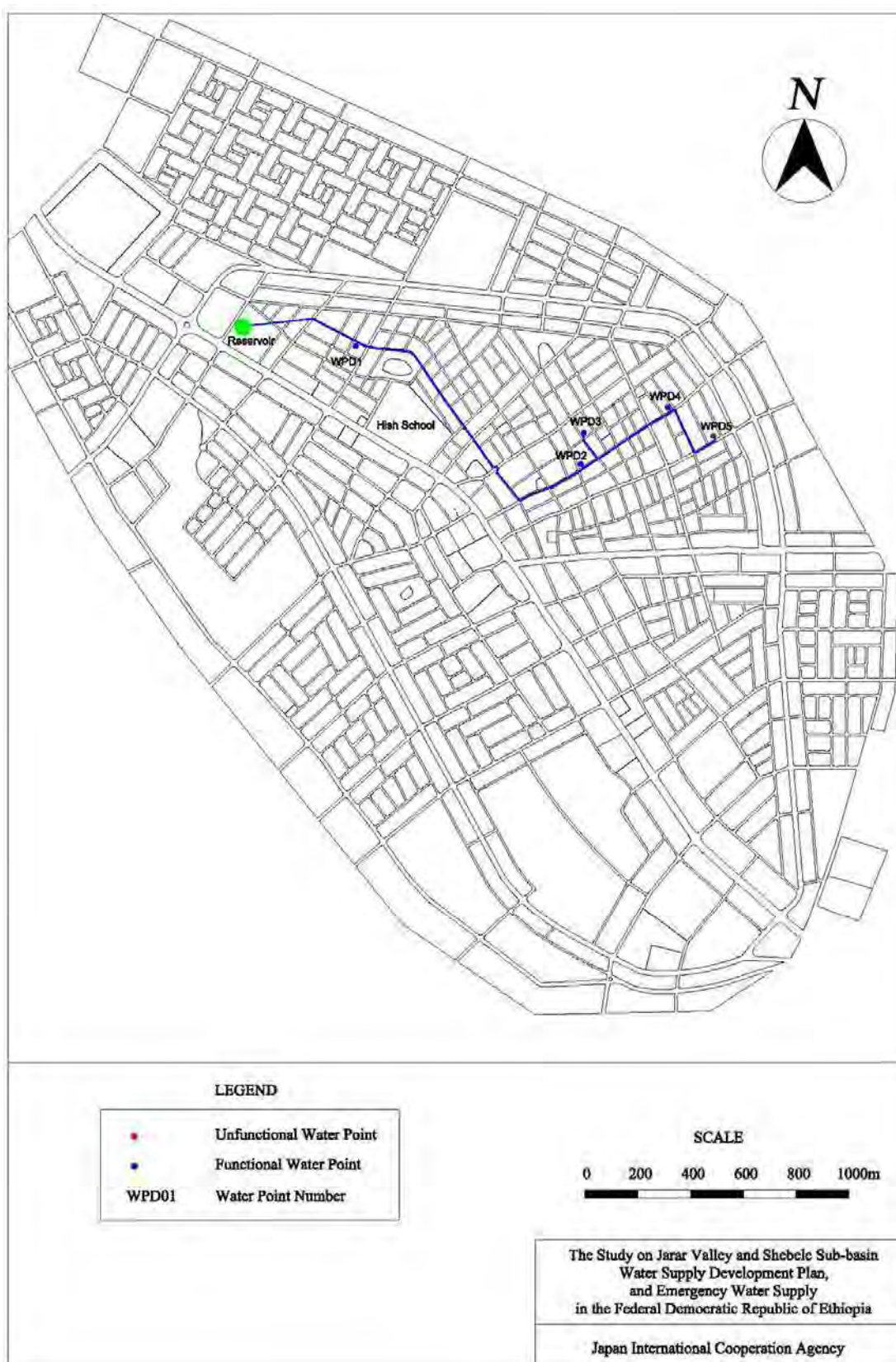


図 5.4: デンマークプロジェクトの配水管路システム

表 5.6: デンマークプロジェクトの配水管システムの延長

| 口径 | 材質 | 延長 |
|-------|------|--------|
| 225mm | uPVC | 1,310m |
| 150mm | uPVC | 620m |
| 110mm | uPVC | 120m |
| 75mm | uPVC | 300m |
| 合計 | | 2,350m |

給水区域は既存の配水管と同じであり、Kabribeyah 市の中心街である。本配水管は既存のパイプラインが敷設されていない箇所を通っている。5 箇所の公共水栓が同配水管沿いに設置されている。この内 4 箇所は現在運用中である。既存の配水管と比較して各戸給水の割合が低いいため、大部分の公共水栓はまだ機能している。機能していない公共水栓の原因は目詰まりである。

g. 現状の課題

Kabribeyah 市の給水システムとしては、以下の課題が挙げられ、その対応策を表 5.7 に要約する。

表 5.7: 現在の給水システムの課題とその対応策

| No. | 課題 | 対応策 |
|-----|----------------------|------------------------------|
| 1 | ボアホールそのものの現況が不明 | ボアホールカメラによるモニタリング |
| 2 | ボアホールー浄水場間の揚水量の不明 | 各ボアホール出口での流量計の設置 |
| 3 | カルシウムスケールの発生とポンプへの影響 | スタッフによる定期的な手動でのパイプの清掃 |
| 4 | ポンプの短い稼働期間 | 定期的なパイプの清掃、適切なメンテナンスとその方法の訓練 |
| 5 | 特に乾季における配水管での低い水圧 | 水圧を増加させる高架水槽の新規計画 |
| 6 | 公共水栓の活用の向上 | 恒久的な給水と運営のための WASHCO の設立 |

現在の課題は、主に不適切な運営・維持管理作業原因となっている。特にボアホールやポンプ場の問題は、運営・維持管理作業が適切に実施されれば改善されるであろう。給水計画により解決出来る対応策としては、新規ポンプ場の取り外し可能な配管計画と高架水槽の新設であろう。

5.2 給水計画

5.2.1 水需要

水需要の計算は、2020 年の人口予測 50,373 人や計画規準を基に実施した。Kabribeyah 市では配管給水システムが既に実施されており、一部の家庭ではヤード給水により給水されている。そこで、各戸給水一人一日当たりの使用水需要 50 lit/人/日と、ヤード給水一人一日当たりの使用水需要 25 lit/人/日を Kabribeyah 市の人口に適用した。Godey 市では、

2020年の各戸給水、ヤード給水、公共水栓の割合は、現在のヤード給水数を基に1:49:50と算定した。Kabribeyah市でも同割合を採用する。加えて、Kabribeyah市給水計画は難民キャンプの給水量も含める。難民の人口は16,340人であり、これらの人々もまた水需要計算に含めた。2020年の計画一日平均給水量は2,249m³/日である（表5.8参照）。

表 5.8: Kabribeyah市の2020年の計画一日平均給水量

| No | 項目 | 単位 | 数量 | 単位水量 | 合計 |
|-----|----------|-------------------|--------|---------|-------------------|
| | | | | lit/人/日 | m ³ /日 |
| 1 | 飲料水 | | | | |
| 1.1 | 各戸給水 | 人 | 504 | 50 | 25.20 |
| 1.2 | ヤード給水 | 人 | 24,683 | 25 | 617.08 |
| 1.3 | 公共水栓 | 人 | 25,186 | 20 | 503.72 |
| | 小計 | | | | 1,146.00 |
| 2 | 公共用水 | | | | |
| 2.1 | 行政施設 | 人 | 369 | 5 | 1.85 |
| 2.2 | 小学校 | 人 | 2,488 | 5 | 12.44 |
| 2.3 | 中学校 | 人 | 1,029 | 5 | 5.15 |
| | 小計 | | | | 19.44 |
| 3 | 商業用水 | | | | |
| 3.1 | ホテル | ベッド | 100 | 25 | 2.50 |
| 4 | 工業用水 | | | | |
| 4.1 | レストラン | 席 | 90 | 10 | 0.90 |
| 4.2 | 工場 | 雇用者数 | 75 | 5 | 0.38 |
| 4.3 | ガソリンスタンド | 利用者数 | 60 | 5 | 0.30 |
| | 小計 | | | | 1.58 |
| | 合計1 | | | | 1,169.52 |
| 5 | 家畜用水 | m ³ /日 | 1,170 | 20% | 233.90 |
| 6 | 難民キャンプ | 人 | 16,340 | 20 | 326.80 |
| | 合計2 | m ³ /日 | | | 1,730.22 |
| 7 | 漏水量 | m ³ /日 | 1,730 | 30% | 519.07 |
| 8 | 総合計 | m ³ /日 | | | 2,249.29 |

5.2.2 計画給水量

各給水施設は計画一日平均給水量に最大係数を乗じた数値で計画されている。Kabribeyah市の人口は50,000人以上であるため、一日最大係数は1.2を適用した。給水施設の計画一日最大給水量は2,699m³/日である。

5.2.3 施設計画

a. ボアホール開発

現在、Kabribeyah市に給水するために3箇所のボアホールが使用されている。2013年には4箇所のボアホールが既存の送水管に接続され、市内や難民キャンプへの給水量が増加することになる。2箇所のボアホールはJICA調査により開発されたものであり、各5lit/秒の揚水量がある。他の2箇所のボアホールはUNHCRにより開発され、各20.0lit/

秒の揚水量がある。既存の全ボアホール揚水量は、63.2lit/秒と算定される。ポンプ稼働時間を 11 時間で計画すれば、現時点での計画一日最大給水量は 2,503m³/日となる。一日当りの給水量 166m³、換言すれば 4.5lit/秒を 2020 年までに追加して開発する必要がある。ジャラル溪谷給水システムのボアホール開発の平均揚水量は、全ボアホールを対象とした場合で 7.8 lit/秒、10lit/秒以下のボアホールを対象とした場合で 4.5lit/秒となる。因って、本計画では揚水量 4.5lit/秒のボアホールを新たに 1 箇所開発する計画とする。新規ボアホールはジャラル川沿い北方向に延長する計画とする。現在は商用電線が敷設されていないので、発電機を電源として設置する。

b. 浄水場とポンプ場

現在の沈殿池は 415m³ の容量を有している。都市給水設計基準では、水平流沈殿池の滞留時間は 1.5 時間から 4.0 時間と規定されている。1 時間当りの総給水量は 245m³ であり、沈殿池での計画滞留時間は 1.7 時間となる。因って、追加施設は計画しない。

既存の送水ポンプ並びに中継ポンプは、一台当たり夫々 75m³/時間の揚水量を有している。全ポンプを同時に運転した場合は、計画一日最大給水量は 12.0 時間で揚水出来る計算となる。この揚水量を考慮すれば、追加ポンプを設置するほどの厳しい運転条件であるとはいえない。更に現在のポンプ場には、追加ポンプを設置する場所はない。もし追加ポンプを計画するのであれば、更に将来の計画期間を設定して複数のポンプを設置した新規のポンプ場を計画しなければならない。この点からも、追加ポンプと新規ポンプ場は、計画しないものとする。

c. 送水管

c.1 ボアホールー浄水場間

現在、100mm 口径の uPVC パイプが NBH-3 と PB-2 間に敷設されている。同区間に全揚水量の 58.7lit/秒が通水された場合は、大きな摩擦損失が発生し、全水量を沈殿池まで送水する事が出来ない。NBH3 から沈殿池までの送水管区間は、新規送水管の敷設に伴い大口径に更新する必要がある。

c.2 送水ポンプ場ー配水池間

既存の送水ポンプと配水池間の送水管は、口径 250mm のダクタイル鋳鉄管である。この管路に一時間当たり 225m³ の水を通水した場合、パイプ内の流速は 1.3m/秒と計算され通常の流速であるので、新たに管路を通水追加する計画は必要ない。

d. 配水管システム

d.1 配水池

2020 年の配水池容量は 3.5.1 節 c.1 項に従って算定した。計画一日最大給水量は 2,699m³/日であり、2020 年の配水池容量は以下の計算式で 900m³ となった。

$$900\text{m}^3 \sim 890\text{m}^3 = 2,699\text{m}^3/\text{日} \times 0.3 \times (1+10\%)$$

既存の配水池容量は 500m³ であり、給水計画を満足するためには、容量 400m³ の配水

池が必要となるため、本調査ではこの計画を行う。市内給水システムの最もシリアスな問題の一つは、市内に標高の高い場所が無いことため十分な水圧が確保出来ていないということである。現在の配水池の場所は市内で最も標高が高い地点の一つである。従って、新規の配水池もまた同じ敷地内に計画することとする。配水管網で水圧を確保するために、新規の配水池は最低 10m の高さを持つ高架式のものとする。

d.2 配水管路

既存の配水管網は市内の主な住宅地である北東部に集中している。この地区は市内でも標高の高い区域であるので、新規の高架水槽からの水を給水する。給水の境界は、Dagahbur 市に向かうハイウェイと Hartasheekha に向かう道路に囲まれた地区である。ハイウェイの西側と Hartasheekha 道路の南側の区域は、既存の 500m³ の配水池から給水する。配水管にバルブを新たに設置し、配水地区を限定する。各配水地区は独立した地区となり、区内での水圧は確保される(図 5.5参照)。

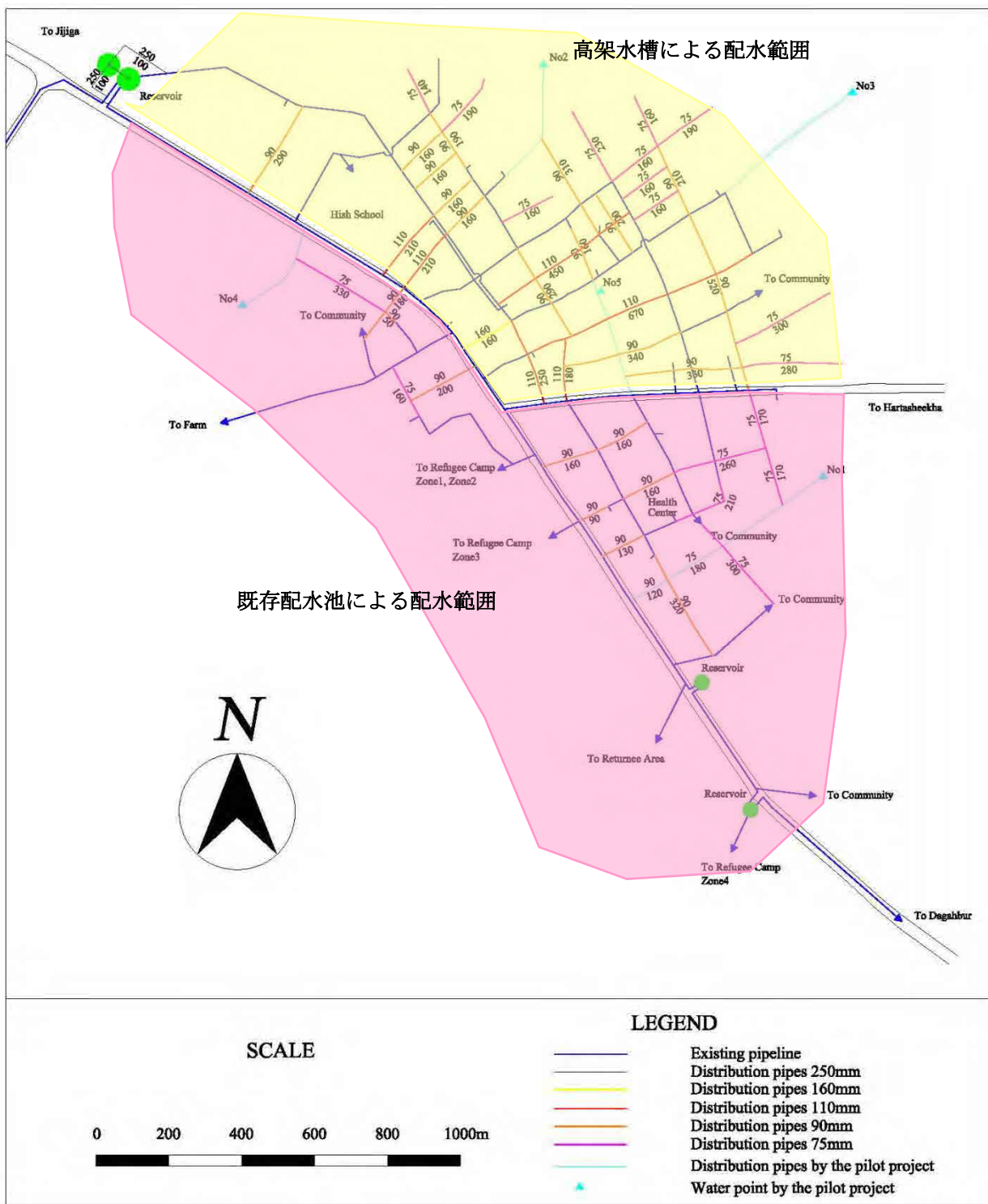


図 5.5: Kabribeyah 市配水管システム計画図

5.3 概略設計

Kabribeyah 市給水計画の概略設計を以下に記載する（表 5.9及び図 5.6参照）。

a. 水中モーターポンプ

新規のボアホールに対して、1台の水中モーターポンプが計画された。計画揚水量を基に流量 0.3m³/分が選定された。ポンプ揚程は既存の最深ポンプ設置位置に合わせて、185mとした。

b. 発電機

発電機の出力は3.5.1節 a.3項で規定した下記の公式を用いて算定し、68kVAとなった。

$$R = \frac{0.163 Q_p H}{\eta} (1 + \alpha) \times 3 = \frac{0.163 \times 0.3 \times 185}{0.55} \times (1 + 0.1) \times 3 = 54$$

$$\text{kVA} = 1.25 \times R = 1.25 \times 54 = 67.5 \approx 68$$

但し、

- R : 発電機出力(54kW)
- Q_p : ポンプ揚水量 (0.3 m³/分)
- H : ポンプ全揚程 (185m)
- η : ポンプ効率 (0.55)
- α : 安全率 (0.1)

パイロットプロジェクトでは発電機小屋を建設している。Kabribeyah 市給水計画でも同じ仕様の発電機小屋を計画した。

c. ボアホールー浄水場間の送水管

新設の送水管路がボアホールと既存のパイプ接続地点間で計画された。計画揚水量は4.5lit/秒であり、これは JICA ボアホールの揚水量よりも小さい。パイロットプロジェクトでは、口径 90mm の uPVC パイプを採用しているので、本送水管もまた口径 90mm で計画した。ボアホール NBH-1 は、パイプ接続地点から約 900m 離れて位置している。新規ボアホールは NBH-1 の北側約 1km の地点に計画するので、パイプ延長は 2km で計画した。

既存のパイプ接続地点と沈殿池流出孔間の距離は、1,892m である。現在、100mm と 150mm 口径のパイプが敷設されている。同区間の流量は、58.7lit/秒から 67.7lit/秒である。パイプの口径が 200mm の場合、本区間の流速は 2.31m/秒から 2.66m/秒となる。これは流速 3.0m/秒を下回り、給水システムとしては妥当な範囲にある。従って、本 1,892m 区間は 200mm 口径のパイプを計画した。

d. 高架水槽

既存の配水池は、コンクリート製の円筒型である。計画する高架水槽もこの形式に従い、コンクリート製の円筒型とする。計画貯水量と計画高は、前節で記載したようにそれぞれ 400m³ と 10m である。浄水は中継ポンプ場から高架水槽に流入する。高架水槽は

2箇所流出パイプを備える。一つは標高の高い地区に給水するためのものであり、他の一つは既存の配水池に給水するものである。効果的な運用を実施するためには、既存配水池の流量調節が重要となる。運営・維持管理スタッフは、既存配水池の水位により流量調節を行うべきであろう。

e. 配水管路

既存配水管路は機能しており、配水管路計画にはこれらも使用する。新規配水管は、現在パイプが敷設されていない道路に対してや、主に市内の北東地域、南東地域に給水区域を拡張するために敷設される。パイプ口径は大部分が 110mm 以下である。

表 5.9: Kabribeyah 市給水システムの計画概要

| No. | 項目 | 仕様 | 単位 | 数量 |
|-----|------------------|----------------------------------|----|-------|
| 1. | 水中モータポンプ | Q=.30m ³ /min, H=185m | 台 | 1 |
| 2. | 発電機 | 68kVA | 台 | 1 |
| 3. | ボアホールから配水池までの送水管 | | | |
| 3.1 | | 90mm | m | 2,000 |
| 3.2 | | 200mm | m | 1,892 |
| 4. | 配水池 | 400m ³ | 箇所 | 1 |
| 5. | 配水管 | | | - |
| 5.1 | | 75mm | m | 3,760 |
| 5.2 | | 90mm | m | 4,970 |
| 5.3 | | 110mm | m | 1,970 |
| 5.4 | | 160mm | m | 160 |
| 5.5 | | 250mm | m | 200 |

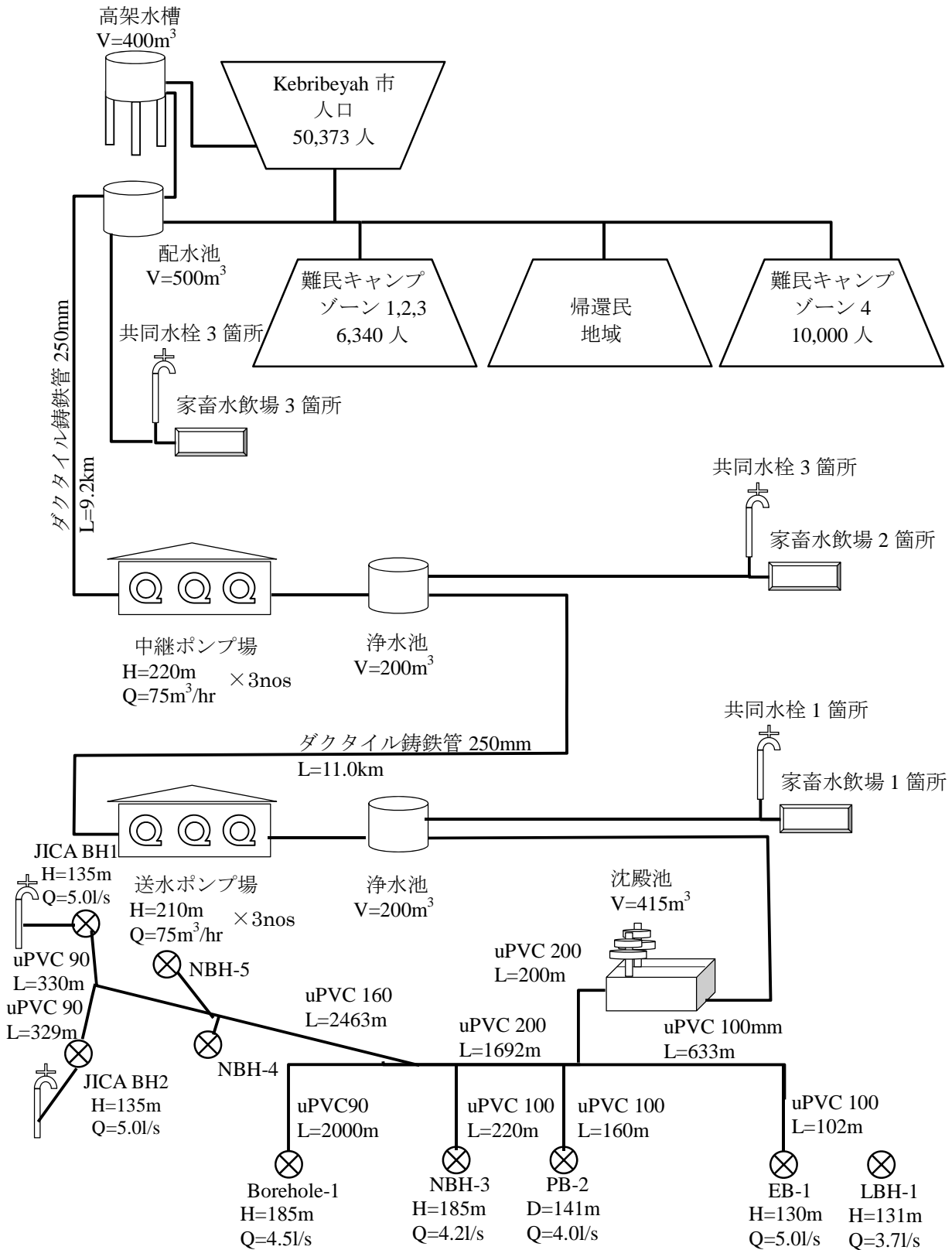


図 5.6: Kabribeyah 市給水計画システム図

5.4 概算事業費

5.4.1 概算事業費の項目構成と積算条件および方法

a. 概算事業費の項目構成

概算事業費は以下の図 5.7の項目によって構成される。

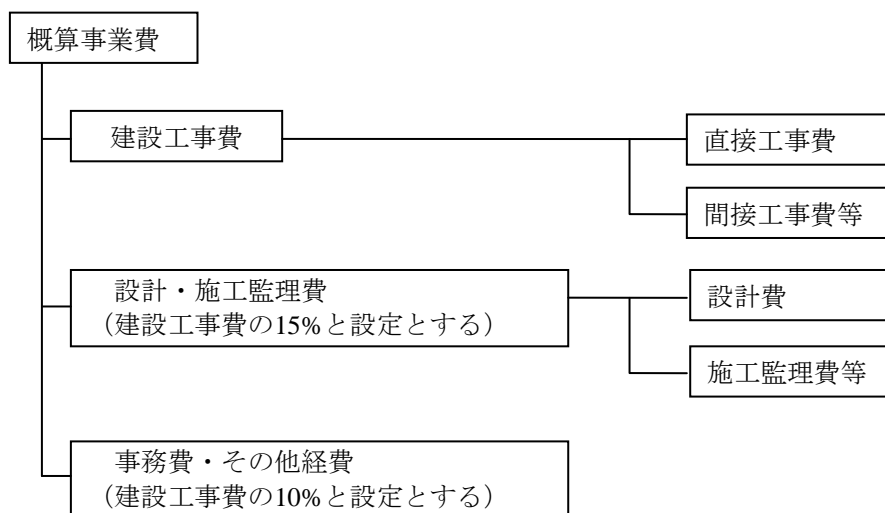


図 5.7: 概算事業費の項目

b. 積算条件および方法

b.1 建設工事費

建設工事費は直接工事費と間接工事費等に大別される。

直接工事費は工事目的物を作るために直接必要とされる費用である。本工事費は、設計に基づく各種工事種目の数量に工事単価を乗じて、各種工事種目の工事費を積み上げることにより算定する。各種工事種目の工事単価は、本プロジェクトのパイロットプロジェクト給水工事や見積もり徴収等により設定した。管工事は、管種によって工事単価が大きく異なる。取水、浄水、送水施設の躯体構造部に使用される管材および送・配水施設における管径 D200 以上の管材は、重要な水道施設と位置づけ、強い強度や優れた耐久性を有するダクタイル鋳鉄管やステンレス鋼管を採用するとした。これら重要な水道施設以外で使用される管材については、エチオピアで生産されている硬質塩化ビニル管や亜鉛メッキ鋼管とする。

間接工事費等は、共通仮設費、現場管理費、一般管理費に大別され、工事の目的物の出来高には直接関係ないが、工事作業において共通に使用されるものに要する費用である。間接工事費等の算定は、日本の積算基準書である「水道事業実務必須」に準拠して直接工事費を基に、以下に示す計算式により算定する。

$$\text{間接工事費等} = \text{共通仮設費 (C)} + \text{現場管理費 (F)} + \text{一般管理費 (G)}$$

$$\begin{aligned} \text{共通仮設費 (C)} &= \text{直接工事費 (D)} \times \text{共通仮設費率} \\ \text{共通仮設費率 (\%)} &= 485.4 \times D^{-0.2231} + 1.0 \\ \text{現場管理費 (F)} &= (D+C) \times \text{現場管理費率} \\ \text{現場管理費率 (\%)} &= 103.1 \times (D+C)^{-0.0977} + 0.5 \\ \text{一般管理費 (G)} &= (D+C+F) \times \text{一般管理費率} \\ \text{一般管理費 (\%)} &= -2.57651 \times \text{Log}(D+C+F) + 0.3163531 \end{aligned}$$

b.2 設計・施工監理費

設計・施工監理費は一律に建設工事費の15%と設定して算定する。

b.3 事務費・その他経費

設計や建設工事の発注や事業実施に関する関係者との協議、その他予備経費として、事務費・その他経費を、一律に建設工事費の10%と設定して算定する。

c. 積算条件・その他

- 概算事業費に付加価値税(Value Added Tax: VAT)および土地取得費用は含めない。
- 積算時点は2013年5月とする。為替レートはUS\$1=18.53 Birrとする（2012年11月から2013年4月までの6カ月の為替レート平均）。
- 建設工事および設計・施工監理はエチオピアの業者によって実施されるとする。

5.4.2 概算事業費

Kabribeyah市給水計画の概算事業費は、表5.10のとおりである。

表 5.10: Kabribeyah市給水計画の事業費
 (単位:USD)

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

5.5 実施計画

5.5.1 各年次の事業実施内容

a. 実施工程

給水施設の建設工事実施は、設計（設計、入札図書作成、入札、施工業者契約）、井戸掘削（井戸掘削、施工監理）、給水施設施工（建設工事、試運転、完工、施工監理）に大別される。井戸掘削成功による対象井戸の揚水試験の実施後に、その結果を基にして水中モーターポンプの仕様決定や、給水施設全体の給水施設の設計を実施する。

本給水計画の実施工程は表 5.11のとおりであり、実施には 24 ヶ月を要する。

表 5.11: Kabribeyah 市給水計画の実施工程

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

b. 各年次の事業費

2015 年に設計、入札、2016 年に建設工事を実施、完工する実施期間 24 ヶ月の計画とする。建設工事費、設計・施工監理費、事務費・その他経費の各事業費は 2 ヶ年で按分する。(表 5.12参照)

表 5.12: Kabribeyah 市給水計画の各年次の事業費

(単位: USD)

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

5.5.2 事業予算計画

表 5.13に SRWDB の 2011 年 7 月～2012 年 6 月（エチオピア暦 2004 年）の年間予算とその内訳、表 5.14に 2012 年 7 月～2013 年 6 月（エチオピア暦 2005 年）の年間予算とその内訳を示す。USD 換算で年間約 3,640,000 USD の予算である。そのうち、約 3,000,000 USD 前後のプロジェクト予算が、African Development Bank (AfDB)、World Bank (WB)、Department for International Development (DFID)等といったドナーの援助によって計上されている。また、郡レベルでのビルカ等の建設を対象にした予算が SRWDB としての予算以外でも用意されていることを本調査の現地調査において SRWDB より確認しているが、その年間予算（2011 年 7 月～2012 年 6 月）は、本給水計画対象の 15 郡合計で約 1,350,000 USD 程度と見積もられている。

表 5.13: SRWDB の年間予算(2011 年 7 月～2012 年 6 月)

| | プロジェクト名 | 予算(ETB) | USD 換算 |
|-----|---|---------------|-----------|
| 1 | Government Capital Budget | | |
| 1.1 | On-going Project | 3,500,000 | |
| 1.2 | New Project | 2,000,000 | |
| | 小 計 | 5,500,000 | 297,000 |
| 2 | WASH Program | | |
| 2.1 | Extension granted town finance implementation program | 29,556,553.78 | |
| 2.2 | AfDB financing projects | 3,200,000 | |
| 2.3 | WB-DFID assisted program | 16,811,468 | |
| 2.4 | UNICEF support program | 242,512 | |
| 2.5 | Pastoral community & development project (PCDP) | 4,750,000 | |
| 2.6 | Water Section Sudentarization Program | 7,500,000 | |
| | 小 計 | 62,060,533.78 | 3,349,000 |
| | 合 計 | 67,560,533.61 | 3,646,000 |

表 5.14: SRWDB の年間予算(2012 年 7 月～2013 年 6 月)

| | プロジェクト名 | 予算(ETB) | USD 換算 |
|-----|---|---------------|-----------|
| 1 | Government Capital Budget | | |
| 1.1 | On-going Project | 7,319,205 | |
| 1.2 | New Project | 7,900,000 | |
| | 小 計 | 15,219,205 | 821,000 |
| 2 | WASH Program | | |
| 2.2 | AfDB financing projects | 25,579,175 | |
| 2.3 | WB-DFID assisted program | 21,181,375 | |
| 2.5 | Pastoral community & development project (PCDP) | 5,533,333 | |
| | 小 計 | 52,293,883.43 | 2,822,000 |
| | 合 計 | 67,513,088.43 | 3,643,000 |

Kabribeyah 市給水計画の実施のための年間当たりの事業費は、前述の表 6.3 より約 930,000 USD と見積もられる。また、上述のように SRWDB のソマリ州全域での給水に関する予算は約 3,640,000 USD であり、SRWDB 年間予算のおよそ 25%を占める。予算としては、SRWDB の年間予算で Kabribeyah 市給水計画の実施は可能である。

しかしながら、本プロジェクトで計画した 15 郡を対象とした給水計画では、総事業費は約 130,000,000 USD と見積もられ、変動があるが年次では 7,700,000 USD~25,000,000 USD と事業費が見積もられている。そのため、Kabribeyah 市給水計画の実施事業費をすべて SRWDB の年間予算で実施することは他の給水計画実施予算の確保を考慮すると困難であると考え、一部を SRWDB の年間予算によって負担することが望ましいと考える。

不足分の事業費確保にあたっては、事業実施後の水道施設運営開始による水道料金徴収から事業費を回収する手段（以下、コストリカバリー）と、ドナー等からの援助による事業費確保の手段が考えられる。コストリカバリーでは、Kabribeyah 市のプロジェクトの経済分析の結果から、住民からの水道料金徴収率が 100%であればプロジェクト事業費を補うことが可能ではあるものの、これは現実的に困難であると考え。よって、現実的な手段として、Kabribeyah 市給水計画の実施のための事業費の不足分は、ドナー等による援助により確保されていくのが望ましいと考える。

5.6 給水施設運営・維持管理計画

本節では、計画された施設に基づいて各給水システムを運営・維持管理するための必要人員と作業内容のマスタープラン段階での検討結果を提案する。更に、施設概要と施工計画に基づいた維持管理の費用を概算算出した。また積算に利用した詳細データについては別冊のデータブックに掲載した。

5.6.1 提案された施設と必要な維持管理作業と概算費用

a. 計画策定・費用見積もり条件

マスタープランで提案された Kabribeyah 市の給水システムの運営・維持管理計画の策定は以下の点を考慮して実施した。

- 提案された施設の規模・仕様・利用される技術に対応した具体的な維持管理作業を提案した。
- 適切な維持管理の実施のためには現状のスタッフ組織の改善が前提となる。そのため、特にオペレーターの各業務はグループで実施し、作業を統括するリーダーをもうけた。リーダーには十分な研修を実施するが、リーダー職は外部から有資格者を新規雇用する他、雇用条件も改善する。
- 運営維持管理に必要な資機材の調達には州水資源局による計画的な資機材の購入および配布が必要になる。特に全ての郡において水消毒用の塩素剤の利用が必要になることから、州水資源局は大量の塩素消毒剤のアジスアベバでの購入と拠点の郡までの運搬を担当する。

提案する運営・維持管理計画の実施に必要な費用については以下の条件で算定した。

- 施設の運営・維持管理の費用は新規に計画された施設および既存の施設をあわせて算定する。
- 通常 WASHCO により管理される末端の公共水栓や各戸給水栓の維持管理費用は、WASHCO による維持管理が前提となるため、含めていない。
- 調査で調べた現状の維持管理状況を考慮し、各作業の現実的な必要人数等を算出する。
- 年間の運営・維持管理費用は通常の運用を 10 年間継続する場合の 1 年の平均値として算出する（数年に一度の出費は各年に振り分ける）。
- 機材の取替えが必要な場合は別途年毎に計上する。
- 突発的な事故や故障対応の費用は考慮しない。

b. 運営・維持管理計画の対象・内容と費用の内訳

Kabribeyah 市の運営・維持管理の対象となる給水システムの概要と、それに必要となる作業内容および人材投入の考え方を表形式に簡単にまとめた（表 5.15 参照）。また、システムを構成する各施設での作業内容・頻度・必要人員について更に詳しく表形式で

まとめた（表 5.17参照）。この結果に従い、以下の項目について運営・維持管理の費用を算出した。

- 1) 人件費（施設の運転・維持管理に直接関わる常駐フィールドスタッフと現場作業員）
- 2) 資材料費（運営・維持管理作業に必要な機材・道具等）
- 3) 燃料・電気代（発電機の燃料およびポンプの電気代）
- 4) 薬品代（家庭レベルで利用する水の消毒薬および浄水場の水処理剤）
- 5) スペアパーツ代（ポンプ・発電機の維持管理のための消耗品とパーツ）

算出にあたっては現在可能な限り具体的なデータを利用したが、費用に大きく影響する薬品の実際の使用量は詳細設計後に行う技術研修の中で現場に合わせて再度最適量を決定し、修正する必要がある。また、その他の項目についても詳細設計の段階で見直す必要がある。燃料・電気代に関しては Kabribeyah 市一部商用電源の常時利用を前提としている。

表 5.15: Kabribeyah 市給水の施設維持管理方針

| | |
|----------------------|---|
| <p>1 基本諸条件</p> | <p>給水量：2,699 m³/日（漏水30%分を含む、最大値） ポンプ運転：水源11時間/日、送水・中継ポンプ場 12時間/日 施設・機材： ・ボアホール深井戸8本（5本は発電機で運転） ・陸上ポンプ6台（ポンプ場3台、中継ポンプ場3台） ・沈殿池、浄水池、高架水槽</p> |
| <p>2 人員配置</p> | <p>現状の施設に配置されている人員とその稼動状況を基本データとし、計画された施設の規模と作業内容に合わせて増員した。 また、オペレーターであっても理論的な知識をもったリーダー格の人材が必要との観点から、各施設の運転にリーダーとしてTVETCレベルの人材を一人登用した。塩素剤の投入量の調整や機材の難しいメンテナンスの作業には必要に応じて市給水事務所のエンジニアが補佐する。 過剰超過勤務とならないよう、現状の勤務時間を短縮するため日平均8時間程度での勤務が可能なシフト制とした。 浄水池の清掃などのメンテナンスを行った場合でもなるべく給水が中断されないような人員配置とした。</p> |
| <p>3 発電機燃料・電力</p> | <p>現用の発電機の燃費は約5～6L/h、パイロットプロジェクトで新規導入した発電機の燃費が4～5 L/hであることから、同容量の発電機のディーゼル燃料消費は5 L/hに設定した。 JICA井戸の2本、UNHCRの井戸2本、および新規建設の1本の合計5本は発電機運転。その他の3箇所の井戸および地上ポンプは商用電源により運転を行う。電力料金はEthiopian Electric Power Corporationの“General (Active Reactive)”の料金を適用。 運転時間は各井戸で10時間。 ディーゼル燃料はジジガ市で調達可能。</p> |
| <p>4 水処理用薬剤と投入作業</p> | <p>Kabribeyah市では消毒用の塩素剤のみを使用している。 塩素剤は長期保管での劣化が少なく、取り扱いが便利・安全な次亜塩素酸カルシウムの粉末を利用する。 作業は人力で高濃度溶液を作り、これを薬液タンクから滴下する。 塩素剤（次亜塩素酸カルシウム）はアジスアベバで調達可能。</p> |

| | |
|-----------------------|---|
| | 投入量は残留塩素濃度を確認することで調節するが、2mg/L を想定する。 |
| 5 機材スペアパーツ交換 | <p>現状の機材の耐用年数が3年程度であることを踏まえ、維持管理体制が改善することも考慮して現実的な機材の耐用年数は以下のとおり想定する。</p> <p>水中ポンプ：5年、地上ポンプ：5年、発電機：7年</p> <p>想定されるパーツは発電機用の以下のもの。</p> <p>エンジンオイル（6ヶ月に一度） 燃料フィルター（6ヶ月に一度） オイルフィルター（6ヶ月に一度） エアクリーナー（6ヶ月に一度） ファンベルト（2年に一度）</p> <p>想定されるパーツは地上ポンプ用の以下のもの。</p> <p>グランドパッキン（1年に一度） メカニカルシール（1年に一度） ベアリング（3年に一度）</p> |
| 6 大型機材 | <p>2020年から起算して耐用年数経過後に更新する。</p> <p>援助団体による海外調達で無税措置になると仮定した。</p> <p><u>通常O&M費用とは別に扱う（O&M費用計算に含まない）。</u></p> |
| 7 沈殿池等の清掃作業 | <p>電気事情や付帯機材の維持管理の難しさも考慮して全て人力の作業とする。</p> <p>作業人員は現状と計画された施設の規模を考慮して算定。日ベースの作業員を雇用し、オペレーターの指導の基に清掃作業を行う。</p> <p>清掃の対象は別表のとおりとし、道具は以下を利用。</p> <p>シャベル、ブラシ、スクレイパー（鉄パイプ：径2cm程度、先端をつぶしたもの）、排水ポンプ</p> |
| 8 その他メンテナンス作業（スケール除去） | <p>送水・中継ポンプ付随のパイプを取り外し、内部のスケールの除去を行う。</p> <p>作業は全て手作業とする。</p> <p>作業人員は現状と計画された施設の規模を考慮して算定。日ベースの作業員を雇用し、給水事務所の配管技術者とオペレーターが管の取り外しおよび取り付けを担当し、オペレーターの指導の基に管の清掃作業を行う。</p> <p>スケール除去はスクレイパーを利用して、管内部のスケールを物理的に除去する。</p> |

c. Kabribeyah市

c.1 必要作業と人員計画

給水システムの運転・管理にかかわるスタッフは大きく常駐フィールドスタッフと非常駐スタッフに分けられる。前者は常にシステムの担当の施設を運転・管理しており、後者は必要時に主にメンテナンス作業にかかわる。常駐フィールドスタッフであり、現場で給水システムの維持管理にあたるオペレーターに関しては、システムを構成する各施設にオペレーターのリーダーとしてテクニシャンの役職を新たに設ける。テクニシャンには TVETC 卒業以上で実務経験のある人材を登用し、施設建設着工段階から必要な研修を行う。また職員の給与水準が低い事が士気の低下につながるため、50～100%程度の賃金の増額を行う。既存施設の基幹部分の維持管理は現在、UNHCR とその委託を受けた

JWSO により実施されているが、本計画では便宜上 JWSO により行われている通常のメンテナンス作業は全て市給水事務所により実施されると仮定した。

施設の運営・維持管理計画として 2020 年より運営する給水システムを構成する各施設での必要作業と頻度、および人員の詳細は表 5.17に示す。各施設での作業計画の前提条件は表 5.15に示した。また、この計画に基づき Kabribeyah 市の計画給水システムの運転に携わるスタッフの総数は以下の表 5.16となる。参考のため既存施設のスタッフ数もカッコ内に併記した。

表 5.16: Kabribeyah 市の計画給水システム運転・管理に関わるスタッフ総数

| 施設群 | 常駐フィールドスタッフ | | | 非常駐スタッフ | |
|-----------------------------|-------------|--------|--------|---------------|--------------------|
| | テクニシャン | オペレーター | 警備員 | 現場作業員 (年間) | 給水事務所 技術職員 (年間) |
| 水源井戸 (施設 1) | 5 [0] | 4 [2] | 6 [2] | 18 [0]人日 | 6 人日 |
| 浄水場、配水池、送水ポンプ場 (施設 2, 3, 4) | | 4 [3] | 3 [2] | 671 [640]人日 | 36 人日 |
| 配水池、中継ポンプ場 (施設 5, 6) | | 2 [2] | 3 [2] | 105 [96]人日 | 24 人日 |
| 配水池 (施設 7,8) | 0 [0] | 2 [0] | 3 [2] | 170 [180]人日 | 0 |
| 管路システム (施設 9) | 0 [0] | 0 [0] | 0 [0] | 160 [67]人日 | 0 |
| 各スタッフ合計 | 5 [0] | 12 [7] | 15 [8] | 1124 [983]人日 | 66 人日 |
| 総計 | 32 [15] | | | | |

注) 見出し施設群の括弧内は、表 5.17の施設番号である。

網掛けはサイトに非常駐の給水事務所スタッフで、維持管理費用計算対象には含まない。

スタッフ数はシフトによる勤務を前提に必要なとなる総人数を記した。括弧 []内は現状の数値。

計画実施後に運転する施設の内容は現状と大きな差は無いものの、管理する井戸数の増加や、適切な水処理薬品の投入、およびスケール除去等の作業に対応するため、主にオペレーターとテクニシャンを増員する。

表 5.17: Kabribeyah 市の計画給水システムの各施設の通常運営と維持管理に関わる作業

| 施設 (作業) | 施設仕様・能力 (規模) | 作業詳細 | 作業頻度 (所要時間) | 担当スタッフ数 (シフト) | 備考 |
|--------------------------|---|-----------------------------------|--|--|--|
| 1. ボアホール井戸 (ポンプ操作) | ボアホール井戸8本 合計揚水量 67.7L/s | 1) ポンプの始動と停止 | 2 回 / 日 (各10分) x 8台 朝 - on 夜 - off | オペレーター3名 (4名シフト) | - 計画給水量：2,699m ³ /日 - 11～12時間運転 - 5つのポンプは発電機で運転 - 井戸は3箇所（UN, JICA, 既存） |
| | | 2) 発電機メンテナンス（5台分） | 2 回 / 年 1 回 / 年 (各3日) | エンジニア1名 テクニシャン1名 オペレーター1名 現場作業員3名 | エンジンオイル、エア・オイル フィルター（年2回）、ベルト 年1回 |
| | | 3) 施設警備 | 毎日 (24時間) | 警備員3名 (6名シフト) | |
| 2. 浄水場 (鉄スケール除去) | (V=415m ³) | 1) パイプ・バルブ清掃 (パイプ・バルブ内のスケール除去) | 2 回 / 月 (1 日) | テクニシャン1名 オペレーター2名 配管工2名 現場作業員2名 | 配管工2名は市給水事務所から 派遣される |
| | | 2) 除鉄槽の清掃 (槽内スケール除去) | 1 回 / 3ヶ月 (3 日) | テクニシャン1名 オペレーター2名 現場作業員45名 | |
| | | 3) 施設警備 | 毎日 (24 時間) | 警備員1名 (3 名シフト) | |
| 3. 配水池 (清掃) | (V=200m ³) | 1) タンク清掃 (スケール除去) | 1 回 / 3ヶ月 (1 日) | オペレーター2名 現場作業員20名 | |
| | | 2) 塩素剤投入 | 1 回 / 日 (30分) | テクニシャン1名 オペレーター2名 | |
| 4. ポンプ場 (ポンプ操作、塩素剤投入) | ポンプ3台 合計 225 m ³ /h 75kW ポンプ3台 | 1) ポンプ始動と停止 | 2 回/日 (各20 分) 6:00 - on 18:00 - off | オペレーター2名 (4 名シフト) | ポンプは 12 時間連続運転 |
| | | 2) バルブの開閉 | 2 回 / 日 (10 分) | オペレーター2名 | |

| | | | | | |
|----------------------|--|------------------------|--|--|----------------------------|
| | | 3) ポンプメンテナンス | 1 回/年 (1日) x 3 ポンプ | エンジニア1名 テクニシャン1名 配管工1名 現場作業員1名 | 3ポンプを順番に |
| | | 4) 施設警備 | 毎日 (24 時間) | 警備員1名 (3 名シフト) | 人員は 2-3)に同じ |
| 5. 配水池 (清掃) | (V=200m ³) | 1) 清掃 (スケール除去) | 1 回 / 3 ヶ月 (1 日) | テクニシャン1名 オペレーター1名 現場作業員20名 | |
| 6. 中継ポンプ場 (ポンプ操作) | ポンプ3台 合計 225m ³ /h 75kW | 1) ポンプ始動と停止 | 2 回 / 日 (5 分) 7:00 – on 12:00 – off | オペレーター1名 (2 名シフト) | |
| | | 2) パイプとバルブのスケール除去 | 2 回 / 年 (1日) x 3ポンプ | テクニシャン1名 オペレーター1名 配管工1名 現場作業員4名 | テクニシャンは市給水事務所から派遣される |
| | | 3) ポンプメンテナンス | 1 回/年 (1日) x 3 ポンプ | エンジニア1名 テクニシャン1名 配管工1名 現場作業員1名 | 3ポンプを順番に |
| | | 3) 施設警備 | 毎日 (24時間) | 警備員1名 (3 名シフト) | |
| 7. 配水池 1 (清掃) | (V=500m ³) | 1) 清掃 (スケール、スラッジ除去) | 1 回 / 6 ヶ月 (1 日) | オペレーター1名 現場作業員45名 | |
| 8. 配水池2 (清掃) | 高架タンク(V=400m ³) | 1) 清掃 | 1 回 / 6 ヶ月 (1 日) | オペレーター1名 現場作業員45名 | |
| | | 2) 施設警備 | 毎日 (24時間) | 警備員1名 (3 名シフト) | 配水池 1 と一緒に |
| 9. 管路システム (修繕) | 導水管路と配水管路 | 1) 溶接による修理、交換、スケール除去 | 1 回 / 6 ヶ月 (4日) | エンジニア1名 テクニシャン2名 配管工3名 現場作業員20名 | スケール除去は浄水施設と隣接配水池間のパイプのみ実施 |

注) オペレーターはテクニシャンの指示のもとで実際の作業を行う。テクニシャンは最低TVEITC以上の教育歴が必要。

勤務人数とシフト：各担当者の人数は任意の日に該当施設を担当勤務する職員の数、一方シフトの数は交代で勤務する全職員の数を示す。

c.2 概算費用

Kebribeyah 市では給水計画の章で説明したとおり、主に既存の施設を利用するが、維持管理の費用は新規に計画された施設および既存の施設をあわせて算出した。既存の施設については 2020 年まで適正に運営・維持管理がなされ、マスタープラン目標年の 2020 年時点で機材は全て更新し、施設全体が稼働中であると仮定した。人件費については常駐フィールドスタッフと現場作業員のみを対象とし、非常駐の給水事務所職員（表中網掛け部分）は含めていない。算出した現在価格での運営・維持管理費の詳細は表 5.19 に掲載した。年間の維持管理費は 3,915,960 Birr であり、米ドル換算で約 US\$ 211,000 である。費用のうち燃料費が 80%以上を占めている。

5.6.2 給水プロジェクト実施計画における対処と配慮

完成した給水システムの健全な運営・維持管理のためには関連する全ての機関がそれぞれの役割を確実に果たすことが必要になる。前節の運営・維持管理計画と費用では、マスタープランで計画・建設された施設の運営と維持管理に直接関わる作業と費用のみを主に検討したが、これに関連して間接的に関わる組織や作業も重要でありその検討が必要になる。

特に州水資源局は対象地域の村落・都市部の給水事業全般に責任を持つため、郡水事務所や市給水事務所に対応できない技術的な問題の解決にあたる他、郡・市レベルの役所では対応が難しいかまたは作業が非効率になるような業務を担当する。例えば水処理用薬剤や機材用消耗品類のアジスアベバからの大量の買い付けと分配を行う。薬剤の費用については各郡・市での給水システムの運営によりこれを回収することを前提とするが、それらの運搬費やその他の関連費用は州水資源局が負担することになる。

また、郡レベルで現場への物資の運搬や、各施設のオペレーターが対応できない問題が発生した場合に、郡水事務所の技術職員が速やかに現場に向かって対処する等の状況において、オートバイ等の移動手段を各郡レベルで確保することが必要となる。

一方、維持管理計画と費用の算出では検討対象としなかった住民組織の WASHCO は末端の給水施設を適切に維持し、住民からの水道料金を確実に徴収して施設の運営・維持管理費用にあてる、または市給水事務所に納入するという非常に重要な役割を担っている。現状調査の結果では WASHCO の組織も脆弱なため、研修実施による十分な意識改革と技術習得が必要である。

施設の建設後はその健全な運営・維持管理を実現するために、上記の組織に対して関連分野の技術研修が必要になる。この研修に必要な費用は上述の運営・維持管理費用には含まれないため、ソマリ州側が別途資金源を確保して必ず実施する必要がある。これを担当するのは州水資源局であり、自己予算の投入や NGO 等の協力者の活用によりタイ

ミング良く研修の実施を行う必要がある。

表 5.18: Kabribeyah 市の計画給水システムの運営・維持管理費用

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

算定条件

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

5.7 経済・財務評価

5.7.1 経済評価

a. 前提条件

経済評価に当たっての前提条件は下記の通りである。

- (1) 米(US)ドルとエチオピア・Birr との交換レートを US\$1.00 = 18.53 Birr(ブル)とする。このレートは 2012 年 11 月から 2013 年 4 月までの公的交換レートの平均値である。
- (2) 事業費の積算年は 2013 年である。
- (3) 直接便益でかつ明白な便益のみを算定した。算定期間は 20 年間である。
- (4) 割引率はエチオピア国における資本の機会費用と考えられる 10%を採用した。
- (5) 利子や税金等の移転支出項目を除外する

b. 経済的事業費

経済的建設事業費は、以下に示すように、給水施設の建設事業費と維持管理費用から成る。

b.1 建設事業費

経済的建設事業費は給水施設の建設工事費、設計・施工管理費および事務費・物的予備費から成る。税金や価格予備費は含まれない。財務的事業費を経済的事業費に変換するための係数はこの評価では適用しない。その理由は、事業費の内貨部分の比率が低いためである。

上記の条件で算定した建設事業費は、表 5.19に示すように、187万USドルである。

表 5.19: Kabribeyah 市給水事業 の経済的事業費

単位: US ドル

| Item | 2015 | 2016 | 合計 |
|-------------|---------|---------|-----------|
| 1. 建設工事費 | 748,000 | 747,000 | 1,495,000 |
| 2. 設計・施工管理費 | 113,000 | 112,000 | 225,000 |
| 3. 物的予備費等 | 75,000 | 75,000 | 150,000 |
| 合計 | 936,000 | 934,000 | 1,870,000 |

b.2 維持管理費

維持管理費には部品代、電気代、人件費、消耗品代等が含まれ、その金額は年間で 211,000 US ドルである。

c. 経済的便益

プロジェクトから発生するいくつかの経済便益の中から、水汲み時間の削減便益と健康改善便益を算定した。その他の便益（例えば、日常生活の快適さ等）については数量

化が難しいため、算定していない。

水汲み時間の削減便益は事業開始後すぐに発生する。また、健康改善便益は事業開始の翌年から発生するものとした。

c.1 水汲み時間の削減便益

水汲み時間の削減便益は事業の実施後、水源までの距離が短縮されることによって生じる。削減の効果は事業を実施した場合（with the project）と事業を実施しなかった場合（without the project）の差として算定される。水汲み時間には水源までの往復時間、待機時間および水汲み時間が含まれる。

「事業を実施しなかった場合」の水汲み時間は乾季における水汲み時間である一世帯当たり平均 3.8 時間を想定した。一方、「事業を実施した場合」の水汲み時間は雨季における水汲み時間である 1.4 時間を想定した。従って、水汲み時間の削減効果は一世帯平均で 2.4 時間となる。

水汲み時間の削減効果は、短縮時間と経済的労働コストで算定される。削減された時間のうち、50%は生産的な活動に使用され、残り 50%は無価値と考える。生産的な活動の価値は調査地域における労働コストである一日当たり 100 Birr を基準として考慮した。削減された 2.4 時間の価値は一日当たり 15 Birr の価値を有しているものと算定した（ $100 \text{ Birr} \times 0.5 \times 2.4/8$ ）。年間では 300 日を労働時間として 4,500 Birr（242.85 US ドル）に相当する。

水汲み時間の削減便益は事業開始後すぐに発生し、2020 年以降は一定の額で推移する。

c.2 健康改善便益

健康改善便益は、水質の改善と、給水量の増加の結果として得られる。便益は改善された給水事業が「実施された場合（with the project）」と「実施されなかった場合（without the project）」の医療費の差として算定される。

清潔で安全な飲料水の供給によって一人当たりの医療コストは 10 % 削減されるものと考えられる。¹ 従って、事業の対象地域では安全な水の供給によって、毎年 10 % の医療費の削減効果があるものと想定した。2012 年の社会経済調査の結果から、Kabribeyah 郡の平均医療コストは 1,501 Birr であり、従って、健康改善効果は世帯当たり 150 Birr と想定した。健康改善便益は事業開始の翌年から発生するものとした。

d. 経済評価

前節で述べた条件に基づいて年間の事業費と便益を比較し、経済指標を算定した。その結果は、表 5.20 に示すとおりである。

¹ Annex 9, Project Appraisal Report, Water Supply and Sanitation Project, World Bank, 2004

表 5.20: 経済指標算定のためのキャッシュフロー

単位：US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッシュフロー | 割引係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|-------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | 水汲み時間削減 | 健康改善 | 計 | 建設事業費 | 維持管理費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 936,000 | 0 | 936,000 | -936,000 | 0.909 | -850,909 |
| 2015 | 0 | 0 | 0 | 934,000 | 0 | 934,000 | -934,000 | 0.826 | -771,901 |
| 2016 | 2,181,483 | 65,929 | 2,247,412 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,036,081 | 0.751 | 1,529,738 |
| 2017 | 2,244,964 | 67,848 | 2,247,412 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,036,081 | 0.683 | 1,390,671 |
| 2018 | 2,310,293 | 69,822 | 2,312,812 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,101,481 | 0.621 | 1,304,854 |
| 2019 | 2,377,522 | 71,854 | 2,380,115 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,168,784 | 0.564 | 1,224,222 |
| 2020 | 2,446,708 | 73,945 | 2,449,376 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,238,045 | 0.513 | 1,148,471 |
| 2021 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.467 | 1,077,316 |
| 2022 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.424 | 979,378 |
| 2023 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.386 | 890,344 |
| 2024 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.350 | 809,403 |
| 2025 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.319 | 735,821 |
| 2026 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.290 | 668,928 |
| 2027 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.263 | 608,117 |
| 2028 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.239 | 552,833 |
| 2029 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.218 | 502,576 |
| 2030 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.198 | 456,887 |
| 2031 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.180 | 415,352 |
| 2032 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.164 | 377,593 |
| 2033 | 2,446,708 | 73,945 | 2,520,653 | 0 | 211,331 | 190,740 | 2,309,322 | 0.149 | 343,266 |
| Total | 36,028,050 | 1,310,683 | 44,405,616 | 1,870,000 | 3,803,958 | 5,303,320 | 0.795 | | 13,392,960 |

| | |
|------|------------------|
| EIRR | 79.5 % |
| NPV | USD 13.4 million |
| B/C | 5.4 |

上記の経済指標（EIRR）は、資本の機会費用である 10 % を超えていることから、経済的妥当性を有していることを示している。

5.7.2 財務評価

a. 財務的事業費

建設事業費は設計・施工管理費や事務費を含めて総額 187 万 US ドルである。総額のうち、外貨部分は 69.1%、内貨部分は 30.9%である。エチオピア政府の方針では、初期費用は政府の負担であるが、施設の維持管理に関しては事業にかかわる自治体が責任を持つことが求められている。

b. 水道収入

建設された給水施設に関わる水道収入が事業の収益として算定される。水道収入は水の供給量に水道料金を乗じたものである。Kabribeyah 市の現行料金である m³ あたり 10 Birr で水道収入を算定した。

c. 財務評価

c.1 費用便益分析

前節で述べた年間事業費と水道収入にもとづいて財務的内部収益率を算定した。その結果は表 5.21に示す通りである。財務的内部収益率は6.1%であり、市場金利によっては財務的に可能な計画となる。しかし、水道収入が100%回収できるものとして算定された結果であり、100%の回収は現実的でないため困難を伴う。

表 5.21: 財務指標計算のためのキャッシュフロー

単位：US ドル

| 年度 | 便益 | | | 費用 | | | 純キャッシュフロー | 割引係数 (10%) | 現在価値 (10%) |
|------|---------------------------|------------------------------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| | 水需要量 (m ³) | 水料金 (USD/m ³) | 水道収入 (USD) | 建設事業費 | 維持管理費 | 計 | | | |
| 2014 | 0 | 0 | 0 | 936,000 | 0 | 936,000 | -936,000 | 0.909 | -850,909 |
| 2015 | 0 | 0 | 0 | 934,000 | 0 | 934,000 | -934,000 | 0.826 | -771,901 |
| 2016 | 661,607 | 0.540 | 357,046 | 0 | 211,331 | 211,331 | 145,735 | 0.751 | 109,493 |
| 2017 | 680,860 | 0.540 | 367,436 | 0 | 211,331 | 211,331 | 156,125 | 0.683 | 106,636 |
| 2018 | 700,673 | 0.540 | 378,129 | 0 | 211,331 | 211,331 | 166,818 | 0.621 | 103,581 |
| 2019 | 721,062 | 0.540 | 389,132 | 0 | 211,331 | 211,331 | 177,821 | 0.564 | 100,375 |
| 2020 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.513 | 97,061 |
| 2021 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.467 | 88,238 |
| 2022 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.424 | 80,216 |
| 2023 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.386 | 72,924 |
| 2024 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.350 | 66,294 |
| 2025 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.319 | 60,267 |
| 2026 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.290 | 54,789 |
| 2027 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.263 | 49,808 |
| 2028 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.239 | 45,280 |
| 2029 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.218 | 41,163 |
| 2030 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.198 | 37,421 |
| 2031 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.180 | 34,019 |
| 2032 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.164 | 30,927 |
| 2033 | 742,045 | 0.540 | 400,456 | 0 | 211,331 | 211,331 | 189,145 | 0.149 | 28,115 |
| | 13,152,831 | | 5,896,760 | 1,870,000 | 3,803,958 | 5,673,958 | 0.061 | | -416,203 |

| | |
|------|--------------|
| FIRR | 6.1 % |
|------|--------------|

c.2 感度分析

事業の異なるシナリオに対する財務指標の感度分析を行った。考慮したシナリオは、（1）事業費が10%上昇する、（2）便益が10%減少する、（3）事業費の上昇と便益の減少が同時に生じる、の3ケースである。

感度分析の結果は表 5.22に示した。

表 5.22: 感度分析の結果

| シナリオ | 財務的内部収益率 (FIRR) |
|------------------------|--------------------|
| 基本条件 | 6.1 % |
| コストの上昇 (10%) | 3.6 % |
| 便益の減少 (10%) | 3.3 % |
| コスト上昇と便益の減少 (それぞれ 10%) | 0.7 % |

6. Godey市の給水計画と 概略設計及び概算事業費 と実施計画

6 Godey 市の給水計画と概略設計及び概算事業費と実施計画

6.1 既存施設の現状

a. 給水施設の開発

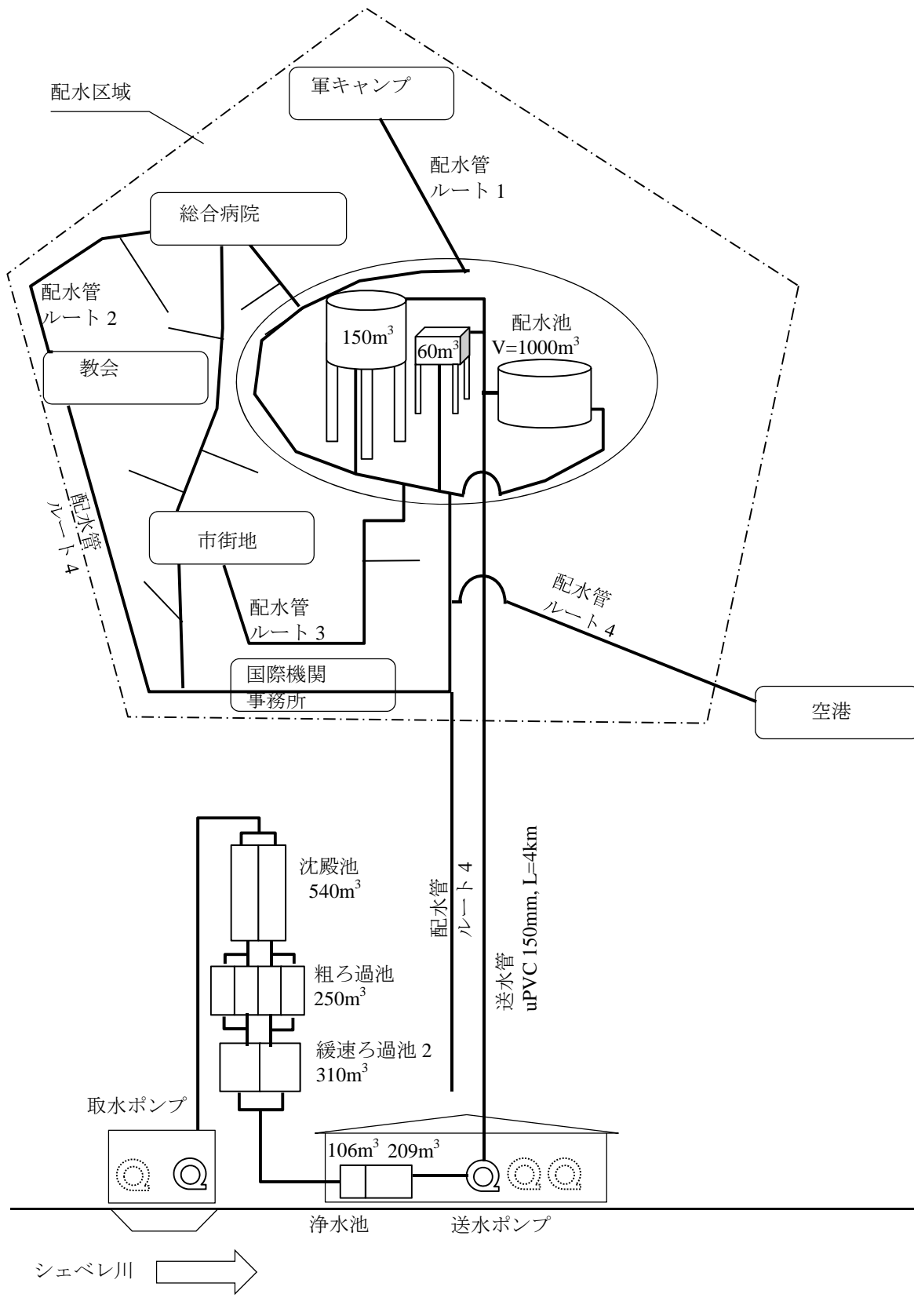
a.1 初期開発

Godey 市の給水施設は 1959 年に建設された。初期の給水システムは、県知事公邸、政府事務所、病院、教会等の市内の主だった政府事務所や、公共施設に水を提供することを目的とした。取水施設、ろ過設備や浄水池がシェベレ川の近傍に建設され、高架水槽は市内の標高が最も高い地点に建設された。高架水槽から教会までに配水管が敷設され、途中に 3 箇所の公共水栓が設置された。

a.2 給水施設の拡張

給水施設は街の拡大に伴って、1996 年に拡張された。街の拡大の主な理由としては、1)遊牧民の定住化と、2)ソマリア難民の定住である。取水ポンプ場は、取水量を増加するためにシェベレ川沿いに移設した。加えて、新設の取水ポンプ場に対応して浄水量が増加するために、沈澱池が建設された。配水管は拡張され、6 箇所の公共水栓も Godey 市街地の住民のために増加された。

2000 年以降は、浄水場の砂ろ過池、1,000m³のコンクリート製配水池、6 箇所の公共水栓が建設された。しかしこれらの増強でもまだ、Godey 市住民への水の供給は賸えていない。Godey 市給水システムの概要を図 6.1に示す。



注) 破線の施設は故障中の物

図 6.1: Godey 市既存給水システムの概要

b. 取水ポンプ場

当初はポンプ場に取水ポンプが 2 台設置されていた。交換部品の不足により、取水ポンプは効率的に修理することが出来ずにいた。Godey 市給水事務所は、予備のポンプを所有していない。このため、彼らは一台の取水ポンプだけで運転をしている。彼らは取水ポンプを交換する場合には、予算不足により通常は中古品を設置している。その結果、交換したポンプも長期間の稼働は期待できず、大分短い期間で故障することも度々ある。Godey 市給水事務所の説明によれば、彼らは河川の濁度が高く、かつ水位がポンプ設置位置より高い場合は、取水ポンプを稼働させないとの事である。取水ポンプにはスクリーンが無いため河川水を直接取水しなければならず、そのためポンプが土粒子を必要以上に浄水場に吸い上げてしまうことによるものと思われる。このような状況では、彼らは原水を効果的に浄水する事は出来ないので、運転を中止する事になる。

c. 浄水場

断続的な電気の供給のため、Godey 市の給水システムは雨季には特に濁度が高いにもかかわらず、緩速砂ろ過を採用している。全浄水工程は、電気を使用せずに自然流下によっている（表 6.1参照）。

表 6.1: 浄水場施設の概要

| No. | 施設 | 建設年 | 寸法 | 個数 | 容量 |
|-----|--------|------|--------------------------|----|---------------------|
| 1 | 沈殿池 | 1996 | 25.0m x 4.5m x 2.4m/cell | 2 | 540.0m ³ |
| 2 | 粗ろ過池 | 2009 | 11.5m x 3.5m x 1.6m/cell | 4 | 257.6m ³ |
| 3 | 緩速ろ過池2 | 2009 | 12.5m x 8.5m x 1.5m/cell | 2 | 318.8m ³ |
| 4 | 乾燥床 | 2009 | 6.2m x 4.4m x 0.7m/cell | 1 | 19.1m ³ |

緩速ろ過池 1 は 2007 年に建設されたが、現在は運用されていない。Godey 市給水事務所の説明では、ろ過池がフロックにより目詰まりを起こしてしまい、沈殿水がオーバーフローしてしまうとの事であった。この現象が頻繁に発生した結果、彼らは運転を中止した。その後ソマリ州水資源局は、荒ろ過池及び緩速ろ過池 2 を計画、建設した。

d. 浄水池

浄水槽はシェベレ川沿い区域の取水ポンプ場に近い場所に立地しており、両施設の距離は約 70m 程である。砂ろ過池 2 で浄化された水はこの浄水池に流入し、ここで塩素が注入される。寸法と容量を下記の表 6.2に要約する。

表 6.2: 浄水池の概要

| 浄水池 | 寸法 | 容量 |
|-----------|--------------------|-------------------|
| Cell No.1 | 9.5m x 5.5m x 4.0m | 209m ³ |
| Cell No.2 | 4.8m x 5.5m x 4.0m | 106m ³ |

浄水を市内の配水池まで圧送する送水ポンプは、建設当初 3 台設置されていた。しか

しその内 2 台は現在故障し、現在 1 台のみが稼働している。

また給水車も浄水池にアクセスして浄化された水を購入し、受益者に売っている。

e. 電源設備

発電機建屋は浄水池の横に建っており、2 台の発電機が据え付けられている。しかし、その内の 1 台は状態が悪いため、残りの 1 台だけが取水ポンプや送水ポンプに電気を供給出来る状態であった。この時は午前中に取水ポンプに電気を供給し、午後は送水ポンプに電気を供給していた。この方法だと給水量は半日分に限定されていた。Godey 市給水事務所は、2012 年に追加の発電機を調達し、2013 年 4 月時点では 2 台の発電機が稼働している。1 台は取水ポンプに使用され、他の 1 台は送水ポンプに使用されている。現時点では彼らは全日給水を実施している。

f. 送水管

6 インチの uPVC パイプが、浄水池から市内の配水池まで敷設されている。全長は約 3,450m である。送水管のルートは、ほぼ直線の最短距離が選定されている。現在の送水管は、住宅地の開発以前に敷設された。特に配水池付近にある数件の住居は、送水管ルート上に建てられたため、現在は送水管の上に建つことになる。このような場所では、漏水が発生した場合でも修理をすることは難しい。

g. 配水池

現地では 3 箇所の配水池が建設されている。最も古いものは、初期給水システム開発の一部として建設された。水需要の増加により、2009 年には USAID の支援で追加の高架水槽が追加されたが、Godey 市の水不足を解決することが出来なかった。それは、この高架水槽が、現況の給水量を満たす容量がなかったからである。更なる投資が SRWDB により実施され、2010 年 9 月には 1,000m³ の容量を持つ配水池が完成した。しかし、同施設では市内周縁区域に届く十分な水圧を確保することが出来ないため、Godey 市給水事務所は依然として古い高架水槽を使用しなければならない。古い配水池の容量は約 150m³/日と、現在の一給水量に対応する容量である。各配水池の概要を表 6.3 に示す。

表 6.3: 各配水池の概要

| No. | タイプ | 建設年 | 容量 | 資金源 |
|-----|-----------|------|---------------------|---------|
| 1 | 円柱型高架水槽 | 1959 | 150m ³ | エチオピア政府 |
| 2 | 長方形型高架水槽 | 2009 | 60m ³ | USAID |
| 3 | 円柱型地上式配水池 | 2010 | 1,000m ³ | SRWDB |

h. 配水管

Godey 市では 4 路線の配水管が敷設されている。配水管には uPVC パイプが主に使用されている。配水管が地上部に敷設されている場合には、亜鉛メッキ鋼管が敷設されている。総延長は約 20,020m であり口径は 37.5mm から 125mm である (表 6.4 と図 6.2 を参照)。

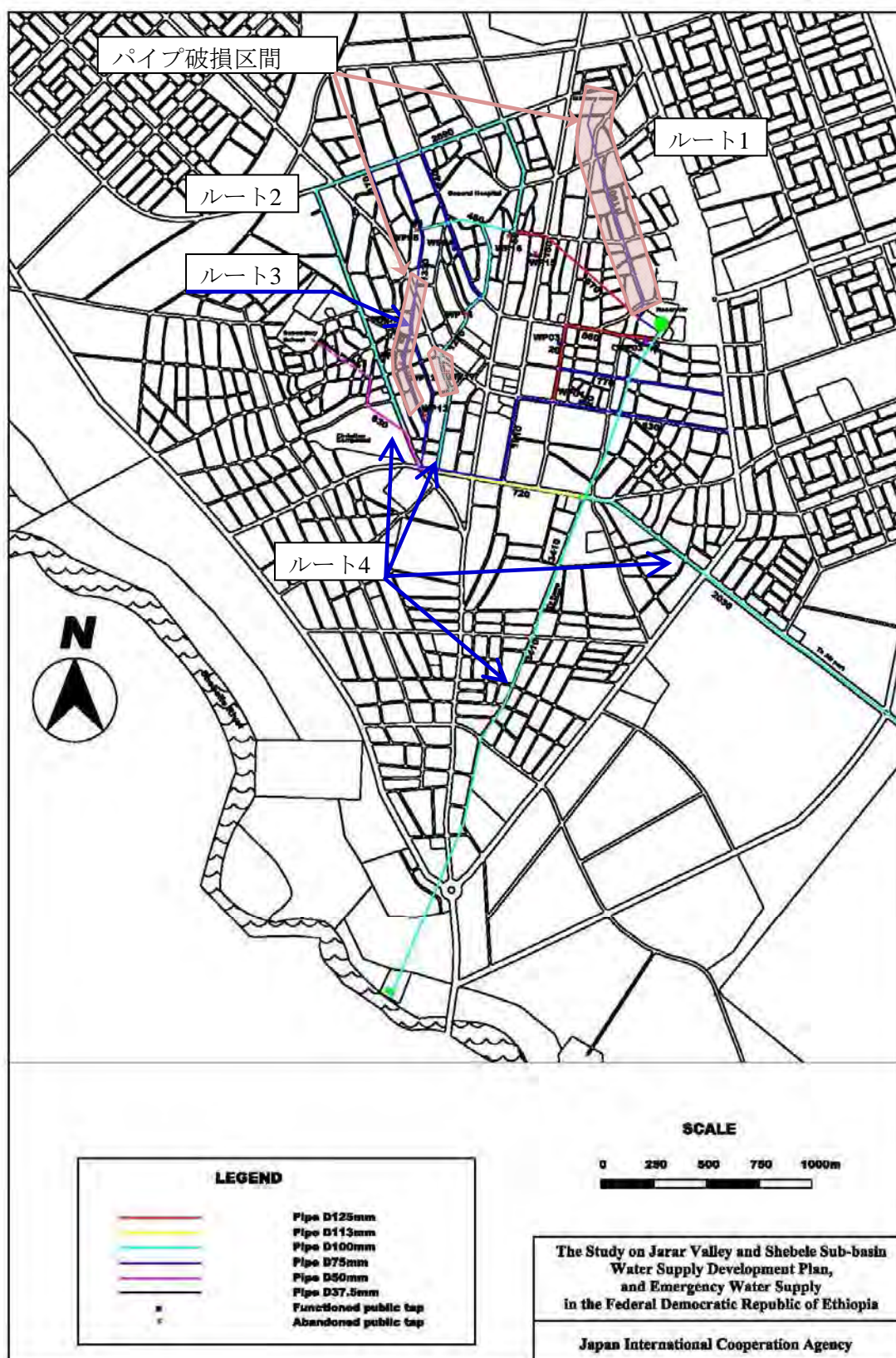


図 6.2: 既存の配水管網及び公共水栓

表 6.4: Godey 市の配水管延長

| 口径 | 材質 | 延長 |
|--------|------|---------|
| 125mm | uPVC | 1,730m |
| 113mm | uPVC | 720m |
| 100mm | uPVC | 9,860m |
| 75mm | uPVC | 6,640m |
| 50mm | uPVC | 630m |
| 37.5mm | uPVC | 440m |
| 合計 | uPVC | 20,020m |

各配水管ルートにより給水される主な施設を以下の表 6.5に要約する。

表 6.5: 各配水管が給水する Godey 市内の給水区域

| No. | 方角 | 主な施設 |
|-------|---------------------|---------------------|
| ルート 1 | 北方向 | 軍キャンプ |
| ルート 2 | 北西方向 | 総合病院、教会 |
| ルート 3 | 南方向 南西方向 | 中心街、小規模商店街 |
| ルート 4 | 南方向 南東方向 南西方向 | 空港、国際機関、教会、総合病院、中心街 |

数カ所の配水管路は完全に破損している。それらは Godey 市給水事務所との現地調査で特定した(図 6.2参照)。これらの破損区間は早急に敷設し直し、現状回復することが求められる。

i. 公共水栓と各戸給水

配水管網には 15 箇所公共水栓がある。初期の 3 箇所及び増設した 6 箇所の公共水栓は使用されておらず、これら 9 施設は故障している。Godey 市給水事務所の説明では、一度配水管が故障し運用が中止すると公共水栓もまた同様に運用を中止し、そのような状況が現在まで続いているとのことである。最新の 6 箇所の公共水栓は、配水池が建設された 2010 年に同時に建設された。3 箇所は現在も利用可能である。

j. 現状の課題

Godey 市給水システムの現在の課題とその対応策は表 6.6に要約される。

表 6.6: 現在の給水システムの課題とその対応策

| No. | 課題 | 対応策 |
|-----|-------------|--------------------------|
| 1 | 不十分な給水量 | 取水量の増強 |
| 2 | 河川水の高い濁度 | 適切な濁度除去方法の策定 |
| 3 | 配水管での不十分な水圧 | 配水圧を増強させるための新規高架水槽の計画策定 |
| 4 | 給水区域の拡大 | 配水管網の拡張 |
| 5 | 公共水栓の活用の向上 | 恒久的な給水と運営のための WASHCO の設立 |

Godey 市給水システムの最も喫緊の課題は、現状の給水容量が市の人口と比較してか

なり少ない事である。もし全給水施設が適正に稼働していたとしても、水道普及率は全人口の 30%にも届かないと推定される。従って、詳細な給水計画を策定し、具体的な実施計画を進めて給水率を向上させる事が、第一優先順位である。技術的な課題としては、シェベレ川の水は高い濁度を有しているので、Godey 市給水事務所の運営・維持管理スタッフにも対応可能な適切な濁度除去方法を策定することである。

6.2 給水計画

6.2.1 水需要

2020 年の予測人口は 36,958 人と算定され、この数値を水需要計算に使用する。

Godey 市給水計画は 2020 年の水道普及率を 100%に設定しており、各人は配管接続給水のいずれかに属することとなる。現在の飲料水アクセス率を基に、2020 年の各戸給水、ヤード給水、公共水栓は 1:49:50 と算定された。上記 3 形態の単位水需要量は都市給水設計基準に規定されており、それらは各々 50 lit/人/日、25 lit/人/日、20 lit/人/日と算定された。その他の水需要は、社会経済調査結果に基いて算定された。家畜用水は、上記の水需要量の 20%を見込んだものである。最後に、漏水率はこれら全水需要量の 30%として算定した（表 6.7参照）。

表 6.7: Godey 市の 2020 年の水需要量

| No | 項目 | 単位 | 数量 | 単位水量 | 合計 |
|-----|----------|-------------------|--------|---------|-------------------|
| | | | | lit/人/日 | m ³ /日 |
| 1 | 飲料水 | | | | |
| 1.1 | 各戸給水 | 人 | 370 | 50 | 18.50 |
| 1.2 | ヤード給水 | 人 | 18,189 | 25 | 452.73 |
| 1.3 | 公共水栓 | 人 | 18,479 | 20 | 369.58 |
| | 小計 | | | | 890.81 |
| 2 | 公共用水 | | | | |
| 2.1 | 行政施設 | 人 | 300 | 5 | 1.50 |
| 2.2 | 小学校 | 人 | 5,902 | 5 | 29.51 |
| 2.3 | 中学校 | 人 | 3,643 | 5 | 18.22 |
| 2.4 | 高校 | 人 | 2,484 | 5 | 12.42 |
| 2.5 | 病院 | ベッド | 15 | 50 | 0.75 |
| | 小計 | | | | 62.40 |
| 3 | 商業用水 | | | | |
| 3.1 | ホテル | ベッド | 90 | 25 | 2.25 |
| 4 | 工業用水 | | | | |
| 4.1 | レストラン | 席 | 310 | 10 | 3.10 |
| 4.2 | 工場 | 雇用者数 | 0 | 5 | 0.00 |
| 4.3 | ガソリンスタンド | 利用者数 | 60 | 5 | 0.30 |
| | 小計 | | | | 3.40 |
| | 合計1 | | | | 908.86 |
| 5 | 家畜用水 | m ³ /日 | 909 | 20% | 181.77 |
| 6 | 漏水量 | m ³ /日 | 1,091 | 30% | 327.19 |
| 7 | 総合計 | m ³ /日 | | | 1,417.82 |

6.2.2 計画給水量

給水施設は計画一日最大給水量の元で計画する必要がある。エチオピアでは計画給水量の算定は、計画一日平均給水量に季節最大係数、一日最大係数、一時間最大係数を乗じる。これら全ての係数は、都市給水設計基準に規定されている(表 6.8参照)。2020年のGodey市の人口は、エチオピア国では大都市となる。よって本調査では中庸値を採用し、季節最大係数で 1.2 を、一日最大係数で 1.3 を適用した。一日最大給水量は 2,211.79m³/日となった。

表 6.8: 適用した最大係数と計画給水量

| 各最大係数 | 設計基準 | 適用値 | 計画給水量(m ³ /日) |
|--------|---------|-----|--------------------------|
| 季節最大係数 | 1.0~1.2 | 1.2 | 1,701.38 |
| 一日最大係数 | 1.0~1.3 | 1.3 | 2,211.79 |

消防揚水需要量に関しては、都市給水設計基準に従い、配水池容量の 10%に設定した。

6.2.3 施設計画

a. 給水源

現在、シェベレ川は Godey 市の唯一の水資源である。河川水の高い濁度のため、本調査は浅層地下水開発の可能性を検討した。Godey 市の地質条件では、地下水が期待できるのは地表面から数メートル以内だけである。通常河川水の水位は、期待される浅層帯水層よりも低いため、河川から水のリチャージを期待する事はほぼ不可能である。更に Godey 市での現地調査では、浅層地下水を使用しているとの情報は得られなかった。従って、給水計画はシェベレ川の水のみを利用する。

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。自由アクセス取水地点は 5 地点の中で最も上流側に位置し、既存の Godey 市給水システムの取水地点は最下流側に位置している。現在のように飲料水取水地点が自由アクセス取水地点より下流側であるにしても、河川水は十分に希釈されており、水質への悪影響は無い。しかしながら、住民は下流側地点から取水する事に対して否定的な心象を持ってしまう。因って、新規取水地点は、自由アクセス取水地点の上流側を提案する(図 6.3参照)。なお Godey 市給水計画の概要を図 6.4に示す。

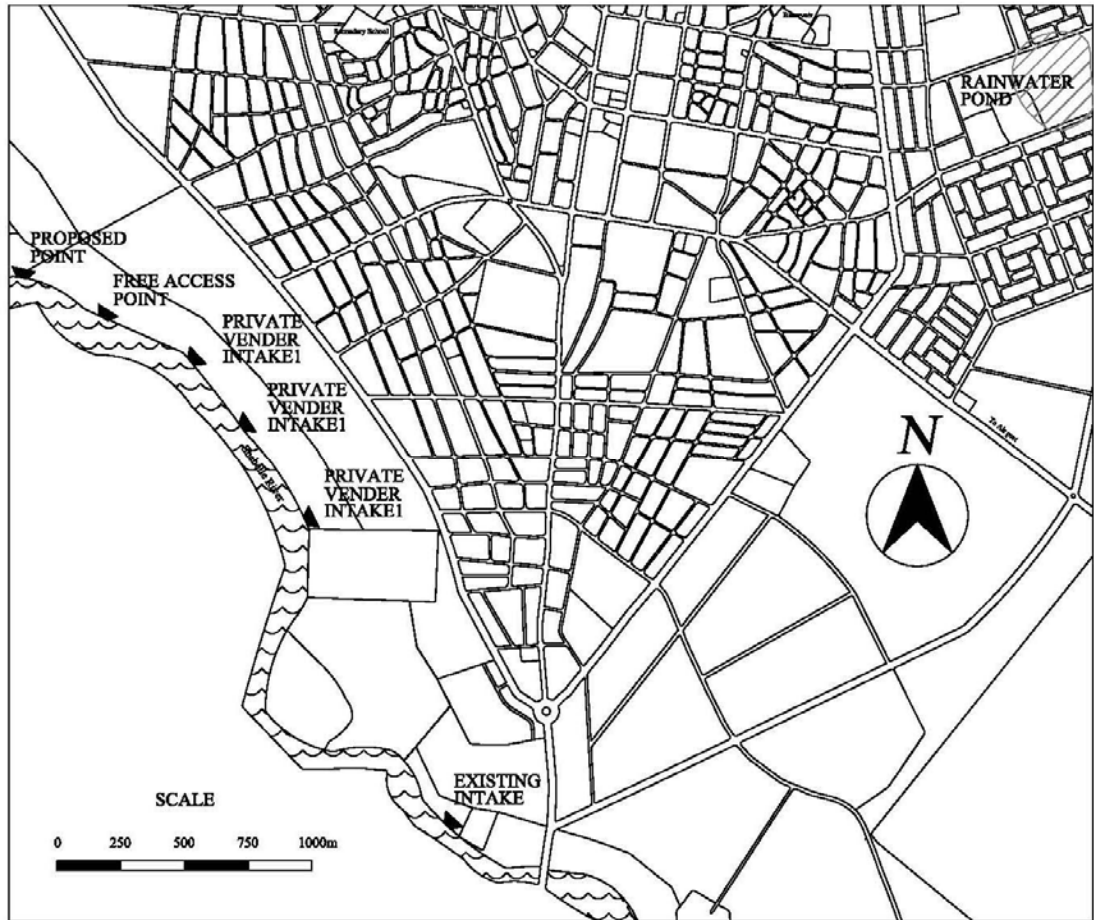


図 6.3: Godey 市の取水地点

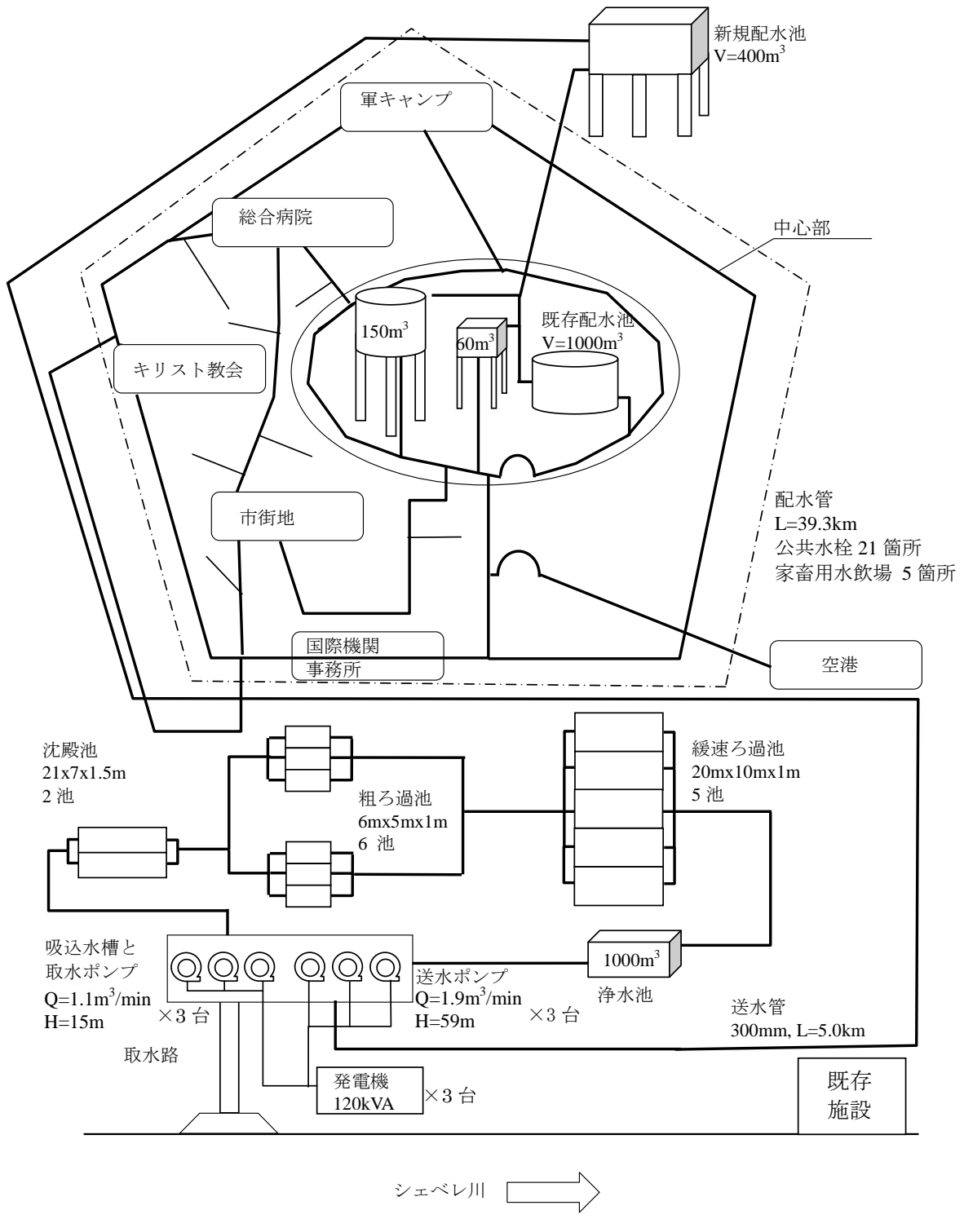


図 6.4: Godey 市給水計画システム図

b. ポンプ場

ポンプ場の配置計画では、2種類の代替案を検討した。第一の計画案は、送水ポンプを浄水場と市街地の間に設置するものである。第二の計画案は、送水ポンプ場と取水ポンプ場を同じ場所に計画するものである。運営段階では、第二案は第一案より優位となる。それは、一箇所の施設の方が運営維持管理費用の点で、より効率的であるという点による。因って、運営維持管理費用の点から第二案を選定し、取水ポンプと送水ポンプを一箇所に設置する計画とした。

c. 電気供給

現在 Godey 市の電気供給容量は 700kW であり、電気供給は夜間に限定される。エチオピア電力会社は送電線開発のプロジェクトを進めており、現在建設中である。本進行中のプロジェクトは 2013 年 3 月の時点で、完成までには少なくとも 1 年間は必要である。現時点で不確実な電源を頼り、電気供給計画を策定する事はリスクを伴う。因って、本計画では発電機を電源として使用することとした。

d. 浄水場

Godey 市の浄水場計画策定をする上では、電力が安定していないという点を考慮しなくてはならない。既存の浄水場は浄水した水を流す際に、商用電力を使う計画となっていない。このため、既存施設は標高差を利用し、重力により水を流す仕組みとなっている。本計画でも浄水場の計画は、同様のコンセプトを採用した。現場では丘が 1 箇所あり、この地点の標高が最も高い。浄水場はこの坂の標高差を利用して水を浄水し、重力で流す計画とした。

本浄水場計画は、沈殿池、粗ろ過池、緩速ろ過池及び浄水池より構成される。

通常、緩速ろ過池は、基本的に間欠運転が推薦されず、24 時間運転の元で計画されるべきものである。しかし現在の Godey 市の電力事情では 1 時間当たりの計画給水量で 24 時間運転システムを確立することは難しい。そこで本計画では、夜間 14 時間は緩速ろ過池表層の生物膜が活動を維持することを目的として、ポンプ 1 台を稼働させる計画とした。現段階では浄水施設の運転は日中しか行われてはいないため、本計画での夜間の緩速ろ過池の管理は十分に行う必要がある。また必要となる緩速ろ過池の面積は、荒ろ過池と比較して広大となる。以上のように現段階では維持管理体制の確立が施設の運用に大きく影響するため、組織の強化を行う必要がある。それが行われないと施設の運用は困難である。浄水場の概略レイアウトを図 6.5 に示す。

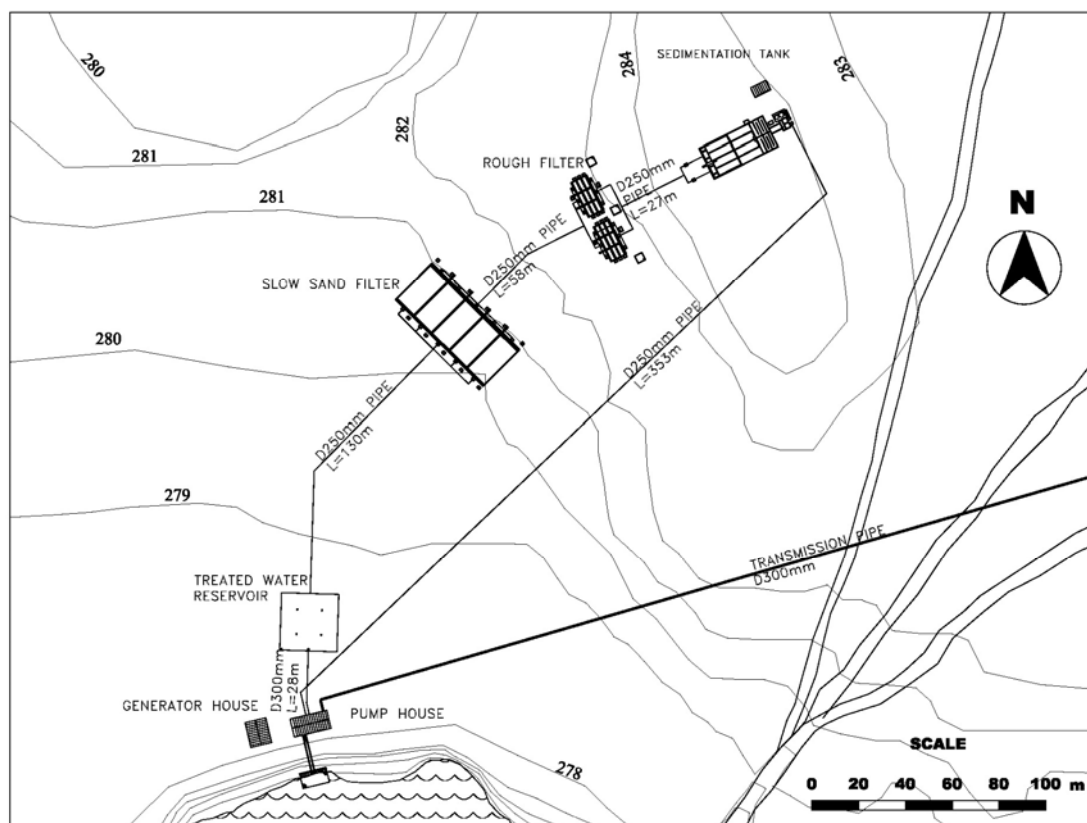


図 6.5: 浄水場の概略レイアウト

浄水場を計画した地域の地形図は既存資料を基に作成されたものであり、詳細設計の前には地形測量を行い、実際の標高を確定する必要がある。その後、計画した浄水場施設の配置をレビューし、配置計画を再検討する必要がある。

e. 送水管

送水管ルートは、用地買収の問題が発生しないことから、既存道路沿いを第一優先として計画した。次に、ルートは可能な限り最短距離をとる事とした。第三に、ルートは工事のし易さを考え、主要道路を通す事とした。

送水管は送水ポンプ場から東側に伸びキリスト教会の北側を通過する。通過後は市の周辺主要道路と重なり、左側方向に曲がる。その後管路は主要道路沿いに敷設され、周縁地域を通過し、最終的に配水池に到達する。総延長は 4,998m となる（図 6.6 参照）。

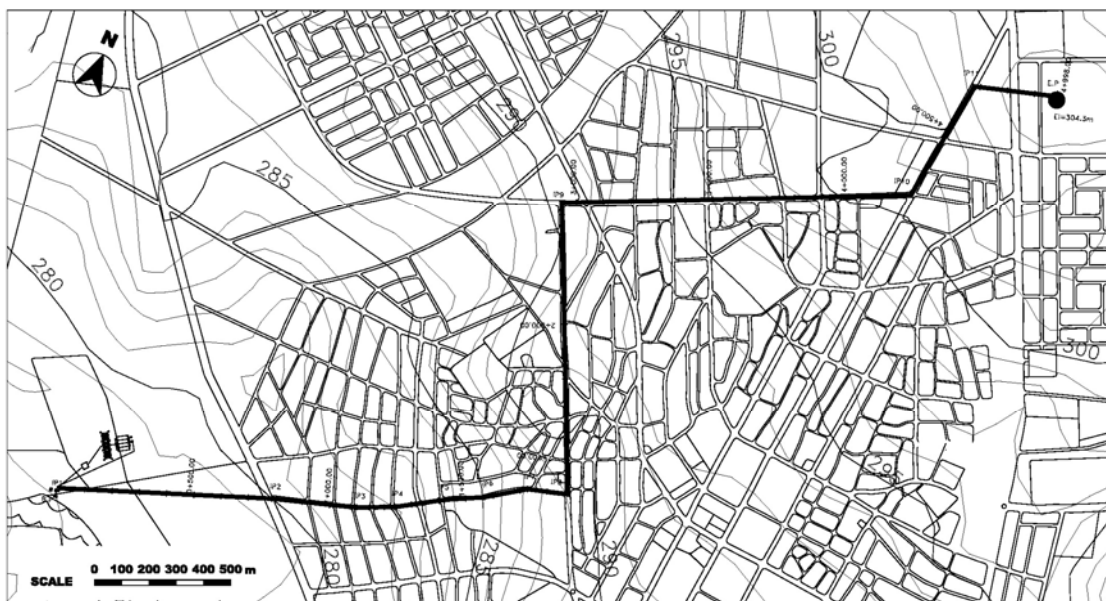


図 6.6: 送水管ルート図

送水管ルートの地形図は既存資料であり測量結果に基づくものではないため、縦断面図は作成していない。詳細設計前には測量調査を行い、管路ルートの縦断面状況を確認しなければならない。その後、管路上の凸部には空気弁を配置し、低地部には排水弁を配置する必要がある。

f. 配水池

新規配水池は市内の最も標高の高い地点に計画するのではあるが、周辺地域と明確な標高差は無い。そこで、新設配水池は高架式を計画する。

g. 配水管システム

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。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する。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。

Godey 市の地形は一般に、南側から北側に向かって標高が上がっている。新規配水池の水は 2 方向に配水される。一つは既存の配水池に対して送水することであり、他の一つは市内の標高の高い地区に対して配水することである。給水範囲の境界を標高 293m で設定した。既存の配水池に貯水された水は、標高 293m 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配水池での給水区域を図 6.7に示す。

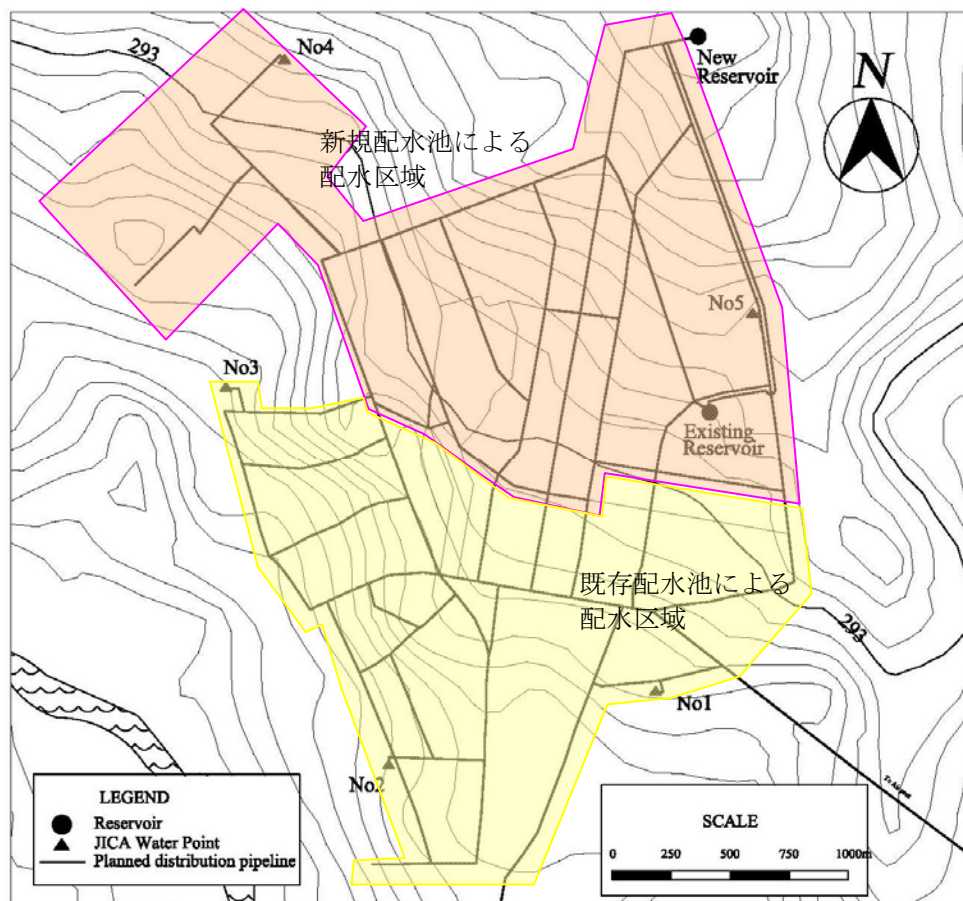


図 6.7: 各配水池の配水区域

h. 公共水栓

公共水栓の設計はパイロットプロジェクトを修正した仕様とし、給水タンクは設置しない。それは、水が配水管を通じて各公共水栓に 24 時間給水が出来るようになることによる。

i. 家畜用水飲み場

家畜用水飲み場の計画は、パイロットプロジェクトで修正して建設されたものを適用する。家畜用水飲み場は公共水栓と同じ場所に設置する。

6.3 概略設計

全計画施設を図 6.4に図示する。

a. 取水工

a.1 石張り工

石張り工は取水路の取水口周辺に配置される。石張り工の寸法は、長さ 12.6m 及び幅 5.0m、厚さ 0.5m である。設置箇所は常に浸潤状態であり、工事には水換えが必要となる。

a.2 擁壁工

擁壁工は練石積みで建設される。擁壁工は取水路両側 5m 区間に計画する。高さは地表面までの 4.5m とし、全法面区間が保護されることになる。

a.3 取水路

取水路はコンクリート製の開水路を計画する。寸法は長さ 20m、幅 2m、高さ 0.5m である。法面は高さ 4.2m の練石積み工である。固形物が吸込水槽に侵入するのを防御するために、鋼鉄製スクリーンを取水路の両端部に設置する。また、角落しを流入部スクリーン前に設置する。

a.4 吸込水槽

吸込水槽は取水ポンプ場の真下に計画される。河川水は長さ 5.7m、幅 1.5m、高さ 5.65m の水槽部分に流入する。床部分の標高は河川水を恒常的に貯水するために、取水路よりも 0.5m 低く設定した。

b. ポンプ場

ポンプ 2 台での給水が計画され、1 台のポンプを予備用として計画した。取水ポンプと送水ポンプは夫々 3 台ずつ設置する。一日のポンプ稼働時間は、送水ポンプでは給水マスタープランに沿って 10 時間とした。取水ポンプでは、緩速ろ過池稼働のため 24 時間とした。ただし、送水ポンプが稼働しない 14 時間は、緩速ろ過池の生物膜の活動を目的とするため、ポンプ 1 台での運転とする。各ポンプの仕様を表 6.9 に示す。

表 6.9: 取水及び送水ポンプの仕様

| 項目 | 単位 | 取水ポンプ | 送水ポンプ |
|--------|-------------------|-------|-------|
| 流量 | m ³ /分 | 1.1 | 1.9 |
| 全揚程 | m | 15 | 59 |
| 原動機出力 | kW | 4 | 25 |
| ポンプ回転数 | rpm | 1500 | 3000 |
| 台数 | nos. | 3 | 3 |

c. 電気供給

電力量は、3.5.1 節 a.3 に記載している公式で算定した。計算結果を以下に示す。

- (1) 取水ポンプ 1 台当り

$$R = \frac{0.163 \times 1.1 \times 15}{0.67} \times 1.1 \times 3 = 13.2 \approx 14$$

$$14 \times 1.2 = 16.8 \approx 17 \text{ kVA}$$

- (2) 送水ポンプ 1 台当り

$$R = \frac{0.163 \times 1.9 \times 59}{0.73} \times 1.1 \times 3 = 82.6 \approx 83$$

83kW×1.2 = 99.6 kVA ≈ 100kVA

合計出力は次式となる。120 kVA ≈ 117 kVA = 17 kVA + 100 kVA

給水システムはポンプ 2 台の運転で行われるので、電源として 120kVA の発電機 2 台が必要となる。また予備用として発電機を 1 台追加し、合計 3 台の発電機を設置する。

d. 浄水場

d.1 着水井

同施設は 3 室から構成される。送水圧は流入室で開放される。水が流出室に流れ込む時には、流量が堰により計測される。流出室では、凝集剤やアルカリ剤溶液が注入される。着水井では 5m³ と 3m³ の薬液タンクが設置される。

d.2 フロック形成池

原水は接続水路(長さ 5.0m × 幅 2.25m × 高さ 0.8m)を通して急速攪拌され、フロック形成池で緩速攪拌される。フロック形成池は水平迂流式を採用した。仕様は長さ 28.0m × 幅 1.0m × 高さ 2.5m であり、滞留時間は 26 分程である。

d.3 沈殿池

沈殿池は、スイス技術管理開発協力センターが発行している“粗ろ過による表流水処理”を使用して計画した。設計基準や沈殿池計画の採用値は、表 6.10に要約される。

表 6.10: 沈殿池の設計基準と適用数値

| No. | 項目 | 公式 | 単位 | 設計基準 | 採用値 |
|-----|-------|---------|------|---------|------|
| 1 | 長さ幅比 | L:W | | 3:1~8:1 | 3:1 |
| 2 | 池高 | H | m | 1.0~1.5 | 1.3 |
| 3 | 表面負荷率 | Q/(LW) | m/時間 | 0.2-1.0 | 0.45 |
| 4 | 滞留時間 | (LWH)/Q | 時間 | 1.0-3.0 | 2.9 |

池数と性能との相関は、表 6.11に要約される。

表 6.11: 沈殿池数と性能の相関

| 池数 | 幅 (m) | 長さ(m) | 高さ(m) | 表面負荷率 | 滞留時間 | 採用値 |
|----|-------|-------|-------|-------|------|-----|
| 1 | 7 | 21 | 1.50 | 0.45 | 3.3 | ○ |
| 2 | 5 | 15 | 1.50 | 0.59 | 2.6 | |
| 3 | 5 | 15 | 1.50 | 0.44 | 3.4 | |
| 4 | 4 | 12 | 1.50 | 0.54 | 2.8 | |
| 5 | 4 | 12 | 1.50 | 0.46 | 3.3 | |

2 池以降は、大きなダウンサイジングは無く、多くの沈殿池を設けるメリットは少ない。設置数が少ない程維持管理は容易となり、規模も既存施設(長さ 25m×幅 4.5m×深さ 2.4m

×2 池)と比べてもそれほど大きいものではない。表 6.11 から、長さ 21m、幅 7m、高さ 1.5m の沈殿池 1 池が選定された。追加 1 池はメンテナンス時に使用するため、予備用として計画される。合計で沈殿池 2 池が計画された。

d.4 粗ろ過池

粗ろ過池には、垂直流式と水平流式の 2 種類ある。計画方式を選定するために代替案の検討を実施した。検討結果を表 6.12に要約する。

表 6.12: 粗ろ過選定の代替案検討

| No. | 項目 | 垂直流式 | 水平流式 |
|-----|------------|-----------------------|----------------------|
| 1 | 寸法 | 6m x 5m x 1.0m | 7m x 6m x 1.2m |
| 2 | 適用濁度範囲 | 50-150 NTU | 5000-1000 NTU |
| 3 | ろ過速度 | 0.3~1.0m/時間 | 0.3~1.5m/時間 |
| 4 | 必要ろ過面積 | 132~440m ² | 88~440m ² |
| 5 | 1 池当りのろ過面積 | 30.0m ² | 7.2m ² |
| 6 | 必要ろ過池数 | > 5 池 | > 13 池 |

水平流ろ過は高濁度水が浄化可能であるが、14 池のろ過池の計画は大規模すぎてしまう。従って、垂直流ろ過池を選定した。各ろ過池は維持管理用に予備池を一池備える。ろ過池は合計 6 池(3 池×2 箇所)を計画した。

d.5 緩速ろ過池

緩速ろ過池の寸法は、アメリカ水道協会研究財団発行の”緩速ろ過設計マニュアル”で規定している最大面積の 200m² とろ過層の最大厚さ 1.0m を採用し、長さ 20m×幅 10m×1.0m とした。必要ろ過池面積は、660m² = 132m³/時間 ÷ 0.2m/時間となり、4 池 ≈ 3.3 = 660m² ÷ 200m² となる。予備用として 1 池を設け、総数 5 池とした。

d.6 浄水池

計画貯水量は、夜間給水量分を貯水することとし 924m³(= 取水ポンプ 1 台 1.1m³/分 x 60 分 x 14 時間)とした。有効貯水量は、計画容量を満たすために 1,037m³ = 24m x 24m x 1.8m に設定した。

e. 送水管

管の口径を決定するために、William-Hazen 式を使用して水理勾配の計算を行った。

$$I = 10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.85} \times Q^{1.85}$$

但し、

C : 係数 (110)

D : 管口径 (0.3m)

Q : 流量 (3.8m³/分 = 0.06m³/秒)

$$I = 10.666 \times 110^{-1.85} \times 0.3^{-4.85} \times 0.061.85 = 0.0034 \approx 0.34\%$$

$$H = 0.34\% \times 1000 = 3.4\text{m}$$

管路区間では全損失水頭が 17m となる。送水ポンプの計画はこの 17m の損失水頭が含まれている。

f. 配水池

配水池容量の計算は、給水計画マスタープランと同様の下記の公式を適用した。

$$V = 0.5 \times Q_d \times (1 + 10\%)$$

但し、

Q_d : 2020 年の平均一日給水量(1,418 m^3 /日)

10% : 消防用水需要量

$$V = 0.5 \times 1,418 \times (1 + 10\%) = 780\text{m}^3 \approx 800\text{m}^3$$

新規高架水槽の貯水量と高さは夫々 400 m^3 、10m と計画された。

g. 配水管システム

配水管には uPVC 管を適用した。各配水管ルートは、不必要な私有地の用地買収を避けるために、既存の道路沿いとしている。全パイプライン延長は 39.3km であり、各口径の延長は表 6.13 に要約される。

h. 公共水栓

公共水栓の計画使用者数は、18,497 人である。公共水栓 1 箇所は 900 人に対して給水するため、21 箇所の公共水栓 $\sim 20.6 = 18,497 \text{ 人} \div 900 \text{ 人}$ が計画された。

i. 家畜用水飲み場

家畜用水飲み場の数量は、公共水栓数の約 20% であり、5 箇所 $\sim 4.2 = 21 \text{ 箇所} \times 20\%$ が計画された。

Godey 市給水計画の概要を表 6.13 に示す。

表 6.13: Godey 市給水システムの設計概要

| 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 | 台 | 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 |

6.4 概算事業費

6.4.1 概算事業費の構成項目と積算方法・条件

a. 概算事業費の構成項目

概算事業費は以下の図 6.8の項目によって構成される。

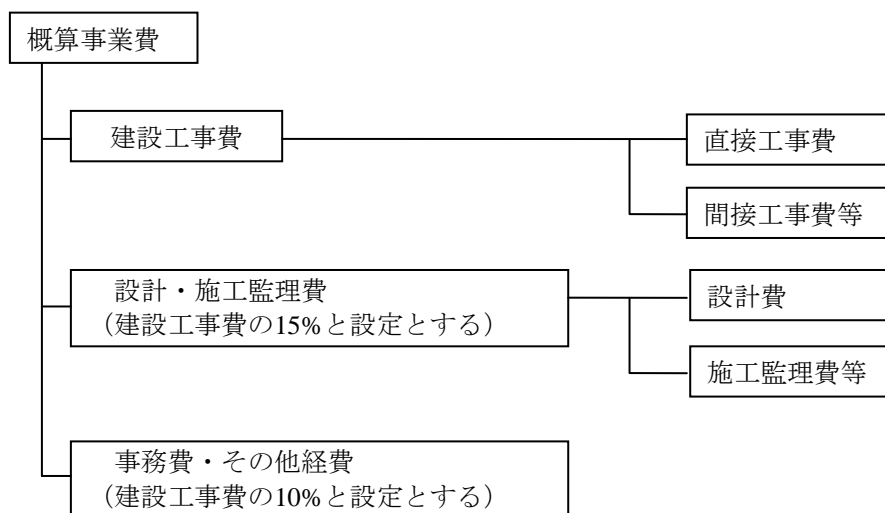


図 6.8: 概算事業費の項目

b. 積算方法

b.1 建設工事費

建設工事費は直接工事費と間接工事費等に大別される。

直接工事費は工事目的物を作るために直接必要とされる費用である。本工事費は、設計に基づく各種工事種目の数量に工事単価を乗じて、各種工事種目の工事費を積み上げることにより算定する。各種工事種目の工事単価は、本プロジェクトのパイロットプロジェクト給水工事や見積もり徴収等により設定した。管工事は、管種によって工事単価が大きく異なる。取水、浄水、送水施設の躯体構造部に使用される管材および送・配水施設における管径 D200 以上の管材は、重要な水道施設と位置づけ、強い強度や優れた耐久性を有するダクタイル鋳鉄管やステンレス鋼管を採用するとした。これら重要な水道施設以外で使用される管材については、エチオピアで生産されている硬質塩化ビニル管や亜鉛メッキ鋼管とする。

間接工事費等は、共通仮設費、現場管理費、一般管理費に大別され、工事の目的物の出来高には直接関係ないが、工事作業において共通に使用されるものに要する費用である。間接工事費等の算定は、日本の積算基準書である「水道事業実務必須」に準拠して直接工事費を基に、以下に示す計算式により算定する。

間接工事費等 = 共通仮設費 (C) + 現場管理費 (F) + 一般管理費 (G)

共通仮設費 (C) = 直接工事費 (D) × 共通仮設費率

共通仮設費率 (%) = $485.4 \times D^{-0.2231} + 1.0$

現場管理費 (F) = (D+C) × 現場管理費率

現場管理費率 (%) = $103.1 \times (D+C)^{-0.0977} + 0.5$

一般管理費 (G) = (D+C+F) × 一般管理費率

一般管理費 (%) = $-2.57651 \times \text{Log}(D+C+F) + 0.3163531$

b.2 設計・施工監理費

設計・施工監理費は一律に建設工事費の 15% と設定して算定する。

b.3 事務費・その他経費

設計や建設工事の発注や事業実施に関する関係者との協議、その他予備経費として、事務費・その他経費を、一律に建設工事費の 10% と設定して算定する。

c. 積算条件・その他

- 概算事業費に付加価値税 (Value Added Tax: VAT) および土地取得費用は含めない。
- 概算事業費は、現地通貨分および外貨分に区分する。
- 積算時点は 2013 年 5 月とする。
- 積算時点から Godey 市給水計画の設計開始および建設工事入札までの物価変動分 (内貨と外貨) を、年次事業費算定の際に考慮する。
- 為替レートは US\$1=18.53Birr(ブル)とする (2012 年 11 月から 2013 年 4 月までの 6 ヶ月の為替レート平均)。
- 建設工事および設計・施工監理はエチオピア国内の業者によって実施されるとする。

6.4.2 概算事業費

Godey 市給水計画の概算事業費は総額 8,805,000 USD である。

項目別の費用は、表 6.14のとおりである。

表 6.14: Godey 市給水計画の概算事業費

(単位:USD)

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

6.5 実施計画

6.5.1 各年次の事業実施内容

a. 実施工程

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

設計には16ヵ月を要すると考える。建設は、建設工事の施工体制の編成によって工期が異なる。本計画では、取水・浄水・送水施設の作業班を1班、配水施設（送水管含む）の作業班を2班、公共水栓・家畜用水飲み場の作業班を1班とし、合計4班体制で実施すると設定する。この作業体制班の場合、施工（建設工事の実施）には、24ヵ月を要すると考える。

建設工事の実施にあたっては、建設に必要となる資機材の調達が生施工程を決定するクリティカルとなる。特にエチオピア国内では生産しておらず、流通も多くない管材（ダクタイル鋳鉄管やステンレス鋼管）、水中・陸上モーターポンプ、発電機等の調達はエチオピアの国外からの調達となり、調達には時間を要すると考える。特に、送・配水管布設工事では、管布設総延長が約46kmとなり、管材の調達に管材のエチオピア国内外生産に関わらず時間を要する。また、そのうち重要な施設と位置付ける基幹送配管の総延長は約8kmとなり、管種はエチオピア国で生産していないダクタイル鋳鉄管等となりエチオピアの国外からの調達となる。これらの資機材の調達を考慮して、建設工事の施工工程を設定する。表 6.15に実施工程を示す。

表 6.15: Godey 市給水計画の実施工程

| 項目 | 月数 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | | | | | | | | | | | | | |
| 1.設計・施工監理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a. 設計方針検討 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b. 測量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| c. 浄水施設詳細設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| d. 施設詳細設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2 入札図書作成 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3 入札 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.4 業者契約 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 施工監理 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.建設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 準備・仮設工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.2 取水・浄水・送水施設 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a. 測量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b. 取水施設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| c. 浄水施設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| d. 送水施設工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| e. ポンプ・発電機調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f. ポンプ・発電機据付 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| g. 管材「工」国内調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| h. 管材「工」国外調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.3 配水施設(送水管含む) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a. 測量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b. 配水施設躯体工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| c. 管材「工」国内調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| d. 管材「工」国外調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| e. 管材布設「工」国内調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| f. 管材布設「工」国外調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.4 公共水栓・家畜用水飲み場 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| a. 測量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| b. 公共水栓工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| c. 家畜水飲み場工事 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| d. 管材「工」国内調達 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.5 試運転・検査 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.6 完工 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

b. 各年次の事業費

b.1 各年次の事業実施内容と事業費

2015年に設計、2016年に入札後、建設工事を実施し、2018年に完工する実施期間42カ月の計画とする。設計・施工監理費と事務費・その他経費は4カ年で按分する。建設工事費は3カ年で按分するとし、各年次の事業費は表6.16のとおりである。

表 6.16: Godey 市給水計画の各年次の事業費

(単位: USD)

| 西暦 (年) | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 計 |
|-------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1.建設工事費 | | 2,348,000 | 2,348,000 | 2,347,000 | 7,043,000 |
| 2.設計・施工監理費 | 264,000 | 264,000 | 264,000 | 265,000 | 1,057,000 |
| 3.事務費・その他経費 | 176,000 | 176,000 | 176,000 | 177,000 | 705,000 |
| 計 | 440,000 | 2,788,000 | 2,788,000 | 2,789,000 | 8,805,000 |

b.2 物価変動率と物価変動を見込んだ各年度 of 事業費

b.2.1 物価変動率

物価変動率はエチオピア国（内貨）の物価と外貨の物価に区分して算定する。

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

外貨の物価の変動率は、国際通貨基金（International Monetary Fund: IMF）が公表する先進国の消費者物価指数により算定する。2013年の予測値は1.6%（年間）、2014年の予測値は2.0%（年間）と予測されており、この平均値をとり1.8%（年間）と設定する。内貨および外貨の物価変動率の算定の詳細は、資料編に添付する。

b.2.2 物価変動を見込んだ各年次の事業費

設計・施工監理費の物価変動分は積算基準の2013年5月から設計開始予定月まで、建設工事費の物価変動分は積算基準から建設工事の入札予定月までを計上する。(表6.17参照)

表 6.17: 物価変動を見込む月数

| 積算基準 | 設計開始予定月 | 入札予定月 |
|---------|---------|---------|
| 2013年5月 | 2015年1月 | 2016年3月 |
| 月数 | 20ヵ月 | 34ヵ月 |

物価変動を見込んだ各年度 of 事業費は表6.18のとおりである。

表 6.18: Godey 市給水計画の物価変動を見込んだ各年度の事業費

(単位:USD)

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

6.5.2 事業予算計画

表 6.19に SRWDB の 2011 年 7 月～2012 年 6 月（エチオピア暦 2004 年）の年間予算とその内訳、表 6.20に 2012 年 7 月～2013 年 6 月（エチオピア暦 2005 年）の年間予算とその内訳を示す。USD 換算で年間約 3,640,000USD の予算である。そのうち、約 3,000,000USD 前後のプロジェクト予算が、African Development Bank (AfDB)、World Bank (WB)、Department for International Development (DFID)等といったドナーの援助によって計上されている。また、郡レベルでのビルカ等の建設を対象にした予算が SRWDB としての予算以外でも用意されていることを本調査の現地調査において SRWDB より確認しているが、その年間予算（2011 年 7 月～2012 年 6 月）は、本給水計画対象の 15 郡合計で約 1,350,000USD 程度と見積もられている。

表 6.19: SRWDB の年間予算(2011 年 7 月～2012 年 6 月)

| | プロジェクト名 | 予算(ETB) | USD 換算 |
|-----|---|---------------|-----------|
| 1 | Government Capital Budget | | |
| 1.1 | On-going Project | 3,500,000 | |
| 1.2 | New Project | 2,000,000 | |
| | 小 計 | 5,500,000 | 297,000 |
| 2 | WASH Program | | |
| 2.1 | Extension granted town finance implementation program | 29,556,553.78 | |
| 2.2 | AfDB financing projects | 3,200,000 | |
| 2.3 | WB-DFID assisted program | 16,811,468 | |
| 2.4 | UNICEF support program | 242,512 | |
| 2.5 | Pastoral community & development project (PCDP) | 4,750,000 | |
| 2.6 | Water Section Sendarization Program | 7,500,000 | |
| | 小 計 | 62,060,533.78 | 3,349,000 |
| | 合 計 | 67,560,533.61 | 3,646,000 |

表 6.20: SRWDB の年間予算 (2012 年 7 月～2013 年 6 月)

| | プロジェクト名 | 予算(ETB) | USD 換算 |
|-----|---|---------------|-----------|
| 1 | Government Capital Budget | | |
| 1.1 | On-going Project | 7,319,205 | |
| 1.2 | New Project | 7,900,000 | |
| | 小 計 | 15,219,205 | 821,000 |
| 2 | WASH Program | | |
| 2.2 | AfDB financing projects | 25,579,175 | |
| 2.3 | WB-DFID assisted program | 21,181,375 | |
| 2.5 | Pastoral community & development project (PCDP) | 5,533,333 | |
| | 小 計 | 52,293,883.43 | 2,822,000 |
| | 合 計 | 67,513,088.43 | 3,643,000 |

Godey 市給水計画の実施のための年間当たりの事業費は、前述の表 6.16より事業費額が大きい年次では、約 3,150,000 USD と見積もられる。一方、上述のように SRWDB のソマリ州全域での給水に関する予算は約 3,640,000 USD と、仮に SRWDB の年間予算を全額 Godey 市給水計画の実施の事業費に充てた場合はまかなうことができるが、現実的には、SRWDB の年間予算をすべて Godey 市給水計画へ使用することは困難である。

Godey 市給水計画の実施のための事業費の確保にあたって、事業実施後の水道施設運営開始による水道料金徴収から事業費を回収する手段（以下、コストリカバリー）と、ドナー等からの援助による事業費確保の手段が考えられる。

コストリカバリーにおいては、Godey 市における社会状況を考慮した際、住民が支払うことができる範囲での水価格での水道料金収入では、運営維持管理費を補うことが限界であり、それ以上の資金を確保していくことは非常に困難であると考え（詳しくは、別巻「Godey 市の給水計画に対するフィージビリティ・スタディ」の 11.経済・財務評価を参照）。よって、現実的な手段として、Godey 市給水計画の実施のための事業費の確保は、ドナー等による援助による事業費の確保によって実施される必要があると考える。また、SRWDB 側においても、事業費の全額を SRWDB の予算で確保していくことは困難であるが、一部分を負担し、不足分をドナーが負担するといった対応が必要であると考え。

6.6 給水施設運営・維持管理計画

本節では、計画された施設に基づいて各給水システムを運営・維持管理するための必要人員と作業内容のマスタープラン段階での検討結果を提案する。更に、施設概要と施工計画に基づいた維持管理の費用を概算算出した。また積算に利用した詳細データについては別冊のデータブックに掲載した。

6.6.1 提案された施設と必要な維持管理作業と概算費用

a. 計画策定・費用見積もり条件

マスタープランで提案された各給水システムの運営・維持管理計画の策定は以下の点を考慮して実施した。

- 提案された施設の規模・仕様・利用される技術に対応した具体的な維持管理作業を提案した。
- 適切な維持管理の実施のためには現状のスタッフ組織の改善が前提となる。そのため、特にオペレーターの各業務はグループで実施し、作業を統括するリーダーをもうけた。リーダーには十分な研修を実施するが、リーダー職は外部から有資格者を新規雇用する他、雇用条件も改善する。
- 運営維持管理に必要な資機材の調達には州水資源局による計画的な資機材の購入および配布が必要になる。特に全ての郡において水消毒用の塩素剤の利用が必要になることから、州水資源局は大量の塩素消毒剤のアジスアベバでの購入と拠点の郡までの運搬を担当する。

提案する運営・維持管理計画の実施に必要な費用については以下の条件で算定した。

- 施設の運営・維持管理の費用は新規に計画された施設および既存の施設をあわせて算定する。
- 通常 WASHCO により管理される末端の公共水栓や各戸給水栓の維持管理費用は、WASHCO による維持管理が前提となるため、含めていない。
- 調査で調べた現状の維持管理状況を考慮し、各作業の現実的な必要人数等を算出する。
- 年間の運営・維持管理費用は通常の運用を 10 年間継続する場合の 1 年の平均値として算出する（数年に一度の出費は各年に振り分ける）。
- 機材の取替えが必要な場合は別途年毎に計上する。
- 突発的な事故や故障対応の費用は考慮しない。

b. 運営・維持管理計画の対象・内容と費用の内訳

Godey 市の運営・維持管理の対象となる給水システムの概要と、それに必要となる作業内容および人材投入の考え方を表形式に簡単にまとめた（表 6.22及び表 6.23参照）。また、給水システムを構成する各施設での作業内容・頻度・必要人員について更に詳しく表形式でまとめた（表 6.24及び表 6.25参照）。この結果に従い、以下の項目について運営・維持管理の費用を算出した。

- 1) 人件費（施設の運転・維持管理に直接関わる常駐フィールドスタッフと現場作業員）
- 2) 資材料費（運営・維持管理作業に必要な機材・道具等）
- 3) 燃料・電気代（発電機の燃料およびポンプの電気代）
- 4) 薬品代（家庭レベルで利用する水の消毒薬および浄水場の水処理剤）
- 5) スペアパーツ代（ポンプ・発電機の維持管理のための消耗品とパーツ）

算出にあたっては現在可能な限り具体的なデータを利用したが、費用に大きく影響する薬品の実際の使用量は詳細設計後に行う技術研修の中で現場に合わせて再度最適量を決定し、修正する必要がある。また、その他の項目についても詳細設計の段階で見直す必要がある。燃料・電気代に関して、Kabribeyah 市以外は商用電源の常時利用が確認されていないか電源が不安定なことから、発電機の利用を前提としている。

c. Godey市

c.1 必要作業と人員計画

給水システムの運転・管理にかかわるスタッフは大きく常駐フィールドスタッフと非常駐スタッフに分けられる。前者は常にシステムの担当の施設を運転・管理しており、後者は必要時に主にメンテナンス作業にかかわる。常駐フィールドスタッフであり、現場で給水システムの維持管理にあたるオペレーターに関しては、担当施設毎にオペレーターのリーダーとしてテクニシャンの役職を新たに設ける。テクニシャンには TVETC 卒業以上で実務経験のある人材を登用し、施設建設着工段階から必要な研修を行う。運営・維持管理作業に関しては、既存施設では実施していなかった凝集剤・pH 調整剤の投入の作業が新規導入され、簡易実験に基づいた適正量の計算と投入量の調整が必要になる。テクニシャンの主要業務の一つはこの作業の指導であり、凝集剤については一度に多量の薬品を扱うため、作業補助のためのオペレーターのアシスタントを設けるほか、毎日の実験を行う専属の実験担当者（ラボテクニシャン）を設ける。

運営・維持管理計画として 2020 年より運営する給水システムを構成する各施設での必要作業と頻度、および人員の詳細は表 6.24及び表 6.25に示す。また、この計画に基づき Godey 市の計画給水システムの運転に携わるスタッフの総数は以下のとおりとなる。参考のため既存施設のスタッフ数も括弧内に併記した。

表 6.21: Godey 市の計画給水システム運転・管理に関わるスタッフ総数

| 施設群 | 常駐フィールドスタッフ | | | | | 非常駐スタッフ | |
|--|-------------|-----------|------------------|---------------|--------|------------------|--------------------|
| | テクニ シャン | オペレ ータ | アシスタント・ オペレータ | ラボ・テクニ シャン | 警備員 | 現場作業員 (年間) | 給水事務所 技術職員 (年間) |
| 取水施設、ポンプ場、 発電機小屋、沈殿池、 粗ろ過池、緩速ろ過池 (施設 1-6) | 5 [2] | 6 [2] | 3 [0] | 0 [0] | 18 [6] | 4950 [4580]人日 | 8 人日 |
| 浄水池 (施設 7) | | 2 [2] | 2 [0] | 2 [0] | 3 [1] | 20 [216]人日 | 0 |
| 配水池 (施設 8,9) | | 3 [0] | 0 [0] | 0 [0] | 6 [0] | 21 [96]人日 | 0 |
| 予備配水池 (施設 10) | 0 [0] | 0 [0] | 0 [0] | 0 [0] | [NA] | 0 [NA]人日 | 0 |
| 送・配水管路 (施設 11) | 0 [0] | 0 [0] | 0 [0] | 0 [0] | [NA] | 200 [NA]人日 | 60 人日 |
| 各スタッフ合計 | 5 [2] | 11 [4] | 5 [0] | 2 [0] | 27 [7] | 5191 | 68 人日 |
| 総計 | 50 [15] | | | | | [4892]人日 | |

注) 見出し施設群の括弧内は表 6.24及び表 6.25の施設番号である。

網掛けはサイトに非常駐の給水事務所スタッフで、維持管理費用の計算対象には含まない。

スタッフ数はシフトによる勤務を前提に必要な総人数を記した。括弧 []内は現状の数値。

計画施設の建設後に運転する施設の処理・配水プロセスは既存施設に順ずるが、現在は適切に実施されておらず、またその規模が大きくなる。本計画では適切な水処理薬品の投入、スラッジ除去およびろ過層の管理等の作業に対応するため、主にオペレーターとテクニシャンを増員する他、複雑かつ重労働になる薬品投入の作業において彼らを補佐するためのアシスタント・オペレーターと毎日の水質を専属で担当するラボテクニシャンを新規投入した。一方で施設の効率稼働により必要な作業員の数は微増にとどまっている。非常駐スタッフの給水事務所の技術職員は主に管路のメンテナンスで配管工と技術者が年間 68 人日程度維持管理作業にかかわる。

c.2 概算費用

Godey 市では給水計画の章で説明したとおり、ほぼ全ての施設が更新される。維持管理の費用は継続利用される既存の施設も考慮して算出した。既存の施設については 2020 年まで適正に運営・維持管理がなされ、マスタープラン目標年の 2020 年時点で機材は全て更新し、施設全体が稼働中であると仮定した。人件費については常駐フィールドスタッフと現場作業員のみを対象とし、非常駐の給水事務所職員は含めていない。算出した 2013 年価格での運営・維持管理費は表 6.26 に示す。概算算出した年間の維持管理費は約 3,929,000 Birr であり、米ドル換算で約 US\$ 212,000 である。総費用の 60%近くを燃料代が占めており、次に薬剤費と人件費が 20%程度で大きい。

6.6.2 給水プロジェクト実施計画における対処と配慮

完成した給水システムの健全な運営・維持管理のためには関連する全ての機関がそれぞれの役割を確実に果たすことが必要になる。前節の運営・維持管理計画と費用では、マスタープランで計画・建設された施設の運営と維持管理に直接関わる作業を検討し、それに関わる費用のみを主に検討した。一方これに関連して間接的に関わる組織や作業も重要であり、その検討が必要になる。

特に州水資源局は対象地域の村落・都市部の給水事業全般に責任を持つため、郡水事務所や市給水事務所では対応できない技術的な問題の解決にあたる他、郡・市レベルの役所では対応が難しいかまたは作業が非効率的になるような業務を担当する。例えば水処理用薬剤や機材用消耗品類のアジスアベバからの大量の買い付けと分配を行う。薬剤の費用については各郡・市での給水システムの運営によりこれを回収することを前提とするが、それらの運搬費やその他の関連費用は州水資源局が負担するのが順当である。

また、郡レベルで現場への物資の運搬や、各施設のオペレーターが対応できない問題が発生した場合に、郡水事務所の技術職員が速やかに現場に向かって対処する等の状況において、オートバイ等の移動手段を各郡レベルで確保することが必要となる。

一方、維持管理計画と費用の算出では検討対象としなかった住民組織の WASHCO は末端の給水施設を適切に維持し、住民からの水道料金を確実に徴収して施設の運営・維持管理費用にあてる、または市給水事務所に納入するという非常に重要な役割を担っている。現状調査の結果では WASHCO の組織も脆弱なため、研修実施による十分な意識改革と技術習得が必要である。

次節で述べるように、施設の建設後はその健全な運営・維持管理を実現するために、上記の組織に対して関連分野の技術研修が必要になる。この研修に必要な費用は上述の運営・維持管理費用には含まれないため、ソマリ州側が別途資金源を確保して必ず実施する必要がある。これを担当するのは州水資源局であり、自己予算の投入や NGO 等の協力者の活用によりタイミング良く研修の実施を行う必要がある。

表 6.22: Godey 市給水の施設維持管理方針(1)

| | |
|-----------------------------|--|
| <p>1. 基本諸条件</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・給水量：2,212m³/日（漏水30%分を含む、最大値） ・ポンプ運転：24時間/日 ・施設・機材： <ul style="list-style-type: none"> ・取水ポンプ 2 台（120kVA発電機2台で運転） ・送水ポンプ2台（120kVA発電機 2 台で運転） ・沈殿池、荒ろ過池、緩速ろ過池、浄水槽、高架水槽 |
| <p>2. オペレーター等の 必要人員</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・現状の施設に配置されている人員とその稼動状況を基本データとし、計画された施設の規模と作業内容に合わせて増員する。 ・また、オペレーターであっても理論的な知識をもったリーダー格の人材が必要との観点から、各施設の運転にTVETCレベルの人材を一人登用した。水処理薬剤の投入量の調整や機材の難しいメンテナンスの作業には必要に応じて市給水事務所のエンジニアが補佐する。 ・毎日の薬剤の投入量の調整のための試験を行う水質試験担当者（ラボテクニシャン）を常勤させる。 ・過剰超過勤務とならないよう、現状の勤務時間を短縮するため最長10時間程度の勤務が可能なシフト制とした。 ・貯水タンク清掃などのメンテナンスを行ってもなるべく給水が中断されないような人員配置とした。 |
| <p>3. 発電機燃料・電力</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・現用の発電機の燃費は約5～6L/時、パイロットプロジェクトで新規導入した発電機の燃費が5～6 L/時であることから、発電機のディーゼル燃料消費は5 L/時に設定した。その他の容量の発電機はメーカーのカタログ値（70%負荷時）を採用した。 ・取水ポンプの1台は連続10時間運転。2台目は24時間運転。 ・ディーゼル燃料はGodey市内で調達可能。 |
| <p>4. 水処理用薬剤</p> | <ul style="list-style-type: none"> ・Godey市では凝集剤とpH調整剤、および消毒用の塩素剤を使用する。 ・塩素剤は長期保管での劣化が少なく、取り扱いが便利・安全な次亜塩素酸カルシウムの粉末を利用する。塩素剤（次亜塩素酸カルシウム）はアジスアババで調達可能。投入量は残留塩素濃度を確認することで調節するが、3mg/Lを想定する。 ・凝集剤は国内で製造され、調達の容易な硫酸アルミニウム粉末を利用する。投入量は実際にはジャーテストにより毎回決定するが、各国の浄水場およびAAWSAのデータおよび原水の濁度を考慮して100mg/Lを想定する。 ・pH調整のためにLime（水酸化カルシウム）を投入する。投入量は 40mg/Lを仮定した。 <p><u>*凝集剤塩素剤の利用に関しては事前に十分な研修を実施する。*</u></p> |
| <p>5. 機材スペアパーツ</p> | <p>現状の機材の耐用年数が3年程度であることを踏まえ、維持管理体制が改善することも考慮して現実的な機材の耐用年数とパーツ交換周期は以下のとおり想定する。</p> <p>地上ポンプ：5年、発電機：7年</p> <ul style="list-style-type: none"> ・想定されるパーツは発電機用の以下のもの。 <p>エンジンオイル（6ヶ月に一度） 燃料フィルター（6ヶ月に一度） オイルフィルター（6ヶ月に一度） エアクリーナー（6ヶ月に一度） ファンベルト（2年に一度）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・想定されるパーツは地上ポンプ用の以下のもの。 <p>グランドパッキン（1年に一度） メカニカルシール（1年に一度） ベアリング（3年に一度）</p> |

表 6.23: Godey 市給水の施設維持管理方針(2)

| | |
|-----------------|---|
| 6. 大型機材 | 2020年から起算して耐用年数経過後に更新する。 援助団体による海外調達で無税措置になると仮定した。 通常O&M費用とは別に扱う（O&M費用計算に含まない）。 |
| 7. 配水池等の清掃作業 | 電機事情や付帯機材の維持管理の難しさも考慮して全て人力の作業とする。 作業人員は現状と計画された施設の規模を考慮して算定。日ベースの作業員を雇用し、オペレーターの指導の基に清掃作業を行う。 清掃の対象は別表のとおりとし、道具は以下を利用。 シャベル、土砂運搬箱、ブラシ、排水ポンプ、レイク |
| 8. ろ過池のスラッジ除去作業 | 緩速ろ過池の性能を維持するために、状況にあわせてろ過層の条件整備を整える必要がある。 非常に技術的な難易度の高い作業になるため、作業は訓練を受けたテクニシャンが2人ついてオペレーターと作業員を指導しながら実施する。作業は全て人力で行う。 |
| 9. その他メンテナンス作業 | 送水・中継ポンプ付随のパイプを取り外し、内部のスケールの除去を行う。 |

表 6.24: Godey 市の計画給水システムの各施設の通常運営と維持管理に関わる作業(1)

| 施設 | 施設仕様・能力 (規模) | 作業 | 作業頻度 (所要時間) | 担当スタッフ数 (シフト) | 備考 |
|-----------|--|----------------|---|--|---|
| 1.河川水取水水路 | コンクリート水路 幅2m、深度5.5m, 長さ: 20 m スクリーン2箇所 | 1) スラッジ除去 | 1回/年, (6 時間) | テクニシャン1名 オペレーター1名 現場作業員 20名 | 1) は乾季の河川水位が低い 時に実施する。 |
| | | 2) スクリーン清掃 | 4 回/月, (各2 時間) | テクニシャン1名 オペレーター1名 現場作業員 2名 | 2) スクリーンに詰まった大 きなごみを除去する。 |
| 沈殿池 | 着水井を含む V= 46m ³ 1.5m x 5.7m x 5.4m | 3) スラッジとごみの除去 | 4 回/年, (各4 時間) | テクニシャン1名 オペレーター1名 現場作業員 4名 | 沈殿槽の底部を簡易的に清 掃し、大きなごみを取り除 く。 |
| 2. ポンプ場 | 取水ポンプ2台 (Q=66m ³ /時, H = 15m) x 2台 陸上配水ポンプ 2 台 (Q=114 m ³ /時, H = 59m) x 2 pump | 1) ポンプ運転と停止 | 2 回 / 日 8:00 - on, 18:00 - off (各15分) x 4 ポンプ | オペレーター2名 (4人シフト) | 計画給水量: 2212m ³ /日 24時間連続運転 |
| | | 2) ポンプメンテナンス | 1 回 / 年 (各1日) x 4 ポンプ 1 回 / 3年 (各1日) x 4 ポンプ | テクニシャン1名 (5人シフト) オペレーター1名 配管工2名 現場作業員2人 | ポンプは各用途で、1台予備 があり。 |
| | | 3) 施設警備 | 毎日 (24時間) | 警備員1名 (3名シフト) | 2) グランドパッキン、メカ ニカルシール、ベアリング 交換 |
| 3. 発電機小屋 | 発電機2台 120 kVA x 2台 予備 1 台 | 1) 発電機始動と停止 | 2 回 / 日 8:00 - on 18:00 - off (各15分) x 2 台 | オペレーター2名 (3人シフト) | 1台バックアップ用を含め て発電機3台設置 |
| | | 2) 発電機メンテナンス | 2回/年 (各 2 時間) x 2台 1回/年 (各 2 時間) x 2台 | テクニシャン1名 オペレーター1名 現場作業員 1名 | エンジンオイル、オイル・ エアフィルタ、ベルト交換 |
| | | 3) 施設警備 | 毎日 (24時間) | 警備員1名 (3名シフト) | |
| 4. 沈殿池 | 沈殿池 2池 並列設置 (21 x 7 x 1.5m) x 2 池 V= 220 m ³ x 2 池 うち1池は予備用 | 1) 堆積物除去 | 乾季: 1 回/6ヶ月 (各2日) x 3池 雨季: 1 回/2ヶ月 (各 5 日) x 3 池 | テクニシャン1名 (5人シフト) オペレーター1名 (2人シフト) 現場作業員15名 | 4池のうち通常は3池のみを 利用。 スラッジの除去は1池毎に 実施する。 |
| | | 2) 凝集剤・pH調整剤投入 | 1回 / 日 (60分) | テクニシャン1名 オペレーター1名 アシスタントオペレーター2名 ラボテクニシャン1名 (2名シフト) | |
| | | 3) 倉庫資材管理 | 毎日 | アシスタントオペレーター2名 | 3) 薬剤等の管理 |
| | | 4) 施設警備 | 毎日 (24時間) | 警備員1名 (3名シフト) | |

表 6.25: Godey 市の計画給水システムの各施設の通常運営と維持管理に関わる作業(2)

| 施設 | 施設仕様・能力 (規模) | 作業 | 作業頻度 (所要時間) | 担当スタッフ数 (シフト) | 備考 |
|---------------------|---|------------------|-------------------------|--|--|
| 5. 粗ろ過池 | 砂ろ過槽 1基 Q = 132 m ³ /時 (6 x 5 x 1 m) x 6 池 うち1池は予備用 | 1) 表面堆積物除去 | 2 回 / 年 (各2日) x 5セット | テクニシャン1名 オペレーター1名 現場作業員5名 | 1) は全6池中 5池を通常使用 1), 2) 清掃は1池 毎に実施 |
| | | 2) ろ過材清掃 | 1 回 / 年 (各5日) x 5セット | | |
| | | 3) 施設警備 | 毎日 (24時間) | 警備員1名 (3名シフト) | |
| 6. 緩速ろ過池 | 砂ろ過槽 1基 Q = 132 m ³ /時 (20 x 10 x 1 m) x 5 池 うち1池は予備用 | 1) 表面堆積物除去・ろ過層調整 | 6 回 / 年 (各2日) x 5セット | テクニシャン2名 オペレーター2名 現場作業員20名 | 全5池中 4池を通常使用。 1つは予備。 1), 2) 清掃は8 chamber 毎に実施 本システム中では一番技術的に難 しい作業になる。 |
| | | 2) ろ過材清掃 | 1 回 / 年 (各5日) x 5セット | | |
| | | 3) 施設警備 | 毎日 (24時間) | 警備員2名 (6名シフト) | |
| 7. 浄水池 | 浄水槽1槽 (24 x 24 x 1.8m) V= 1,000 m ³ | 1) タンクの清掃 | 1回 / 年 (6 時間) | テクニシャン1名 オペレーター1名 現場作業員20名 | |
| | | 2) 塩素剤投入 | 1回/日 (30分) | | |
| | | 3) 施設警備 | 毎日 (24時間) | 警備員1名 (3名シフト) | |
| 8. 配水池 1 | V= 400 m ³ 11.8 x 11.8 x 3 m 10 m 高架タンク | 1) タンク内清掃 | 1回 / 年 (4時間) | オペレーター1名 現場作業員6名 | |
| | | 2) 水位確認とバルブ操作 | 2回/日 (各20分) | | |
| | | 3) 施設警備 | 毎日(24時間) | 警備員1名 (3名シフト) | |
| 9. 配水池 2 (既存施設) | V= 1,000m ³ | 1) タンク内清掃 | 1回/4ヶ月 (8時間) | オペレーター1名 現場作業員12名 | |
| | | 2) 水位確認とバルブ操作 | 1回/日 (15分) | | |
| | | 3) 施設警備 | 毎日(24時間) | 警備員1名 (3名シフト) | |
| 10. 配水池 3 (既存施設) | 2タンク (予備用) V ₁ = 60m ³ V ₂ = 150m ³ | 1) タンク内清掃 | 1回/4ヶ月 (4時間) x 2タンク | オペレーター1名 現場作業員12名 | これらタンクは予備用 |
| 11. 送・配水管シ ステム | 送水管 D300 : 4,998m 配水管 D 300: 2,797m D 200: 1,384m D 160以下 : 37 km | 1) 管の修繕と交換 | 1回 / 6ヶ月 (5日) | オペレーター1名 給水事務所エンジニア2名 給水事務所配管工4人 現場作業員20名 | パイプ修繕は日常の点検の結果お よび利用者からの報告に基づいて 行う。 エンジニア・配管工は給水事務所 より |

6-35

注) オペレーターはテクニシャンの指示のもとで実際の作業を行う。テクニシャンは最低TVETC以上の教育歴が必要。

勤務人数とシフト：各担当者の人数は任意の日に該当施設を担当勤務する職員の数、一方シフトの数は交代で勤務する全職員の数を示す。

表 6.26: Godey 市の計画給水システムの運営・維持管理費用

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

算定条件

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

7. 結論

7 結論

ここでは給水計画に伴う調査と解析結果に基づく結論について述べる。

7.1 結果の概要

改訂版 UAP のプログラムからエチオピアの給水アクセス率は 2015 年に村落、都市ともに 100%を達成することが目標にされたため、エチオピア国の達成目標年度や進捗率の状況から当プロジェクトの目標年次は 2020 年に村落・都市ともにアクセス率 100%とする計画とした。社会経済調査の結果から、人口変遷とそれに伴う人口増加率が算定され、人口増加率は 2.91%とし、2020 年の人口が予測された。水需要計画は、一人当たりの基準飲用水利用のほかに、公共用、商業用、工業用、家畜用、及び消防用を考慮した他、漏水率も検討した。その結果 2020 年の各郡の水需要量が算出された。計画給水量は原則として 2020 年の総水需要量から UAP の給水アクセス率から計画して 2015 年の水需要量（80%達成と仮定）を差し引いた水量としたが、河川水利用の郡（村落及び都市）については 2020 年の総水需要量をそのまま計画給水量とした。

既存の水資源の調査は社会経済調査の結果を利用した。その結果既存の水資源を考慮しながら新規水源の計画は、ジャラル溪谷沿いではボアホール（深度 60m 以深）、シェベレ川流域では河川水を第一優先として検討することにした。その他ビルカやハフィールダムは標準サイズのものを用い、1 箇所あたりの利用人口数に応じて適切な数量を計画した。

7.2 結論

以上の調査結果や解析に基づき結論としては各 16 の郡と郡内の都市に関して施設配置と概略的な設計、数量の算出を実施した給水計画が立案され、数量に沿って概算事業費の算出が行われた。また積算にあわせて事業の実施計画を作成した。事業の期間は 2014 年から 2020 年までの 7 年間で計画し、主な事業費は Kabribeyah 市で 1,870,000 USD（事業期間：2 年間）、Godey 市では 8,805,000 USD（事業期間：4 年間）である。都市部を含む郡の概算事業費は少ない郡で Birqod 郡の 1,685,000 USD、多い郡で Kabribeyah 郡（都市域は除く）の 14,664,000 USD であった。運営維持管理費用は、給水計画に沿った施設の維持管理項目と人員等の計画に基づいて算出され、それらは主に人件費、資材費、燃料・電気代、薬品代及びスペアパーツ代である。また機材の交換費用も計上している。郡全体での概算事業費に対する運営維持管理費用の割合は、平均 3.4%である。また以下の都市及び郡での概算事業費に対する運営維持管理費用の割合は Kabribeyah 市で 9.6%、Godey 市では物価上昇を加味して 4.5%である。郡では Birqod 郡の 5.4%、Kabribeyah 郡（都市域は除く）の 4.4%であった。Kabribeyah 市の事業規模は小さいが、運営維持管理費用は既存施設にも及ぶため、比率は高くなっている。

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

経済的な妥当性は有していると示された。

郡における給水計画の事業費は、2020年までの総計が、総額1億1千万USD以上となる。事業費に対する予算化については、原則維持管理費用をコミュニティが負担すれば初期事業費は政府（州）予算で対応する方針であるが、現状とあまりにかけ離れた状況ではドナー等の援助を仰ぐことも視野に入れる必要がある。いずれにしても水料金の徴収額によって事業費を回収することは困難であるため、財務評価は実施しなかったが、運営維持管理費用の算出した結果と水料金の徴収額の比較では、例えば20 Birr/m³の水料金を16ワレダのうち最大86%、最小18%の徴収率が確保できれば水料金の徴収額が維持管理費用を上回るため計算上は維持管理費用の回収によって財務的に妥当になる結果である。

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

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

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