

## 序 文

日本国政府は、マダガスカル共和国政府の要請に基づき、同国の南西部地下水開発計画（フェーズII）にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成12年7月26日から9月6日まで基本設計調査団を現地に派遣し、マダガスカル国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。

帰国後の国内作業の後、平成12年12月6日から12月15日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成13年3月

国 際 協 力 事 業 団  
総 裁 齊 藤 邦 彦

## 伝 達 状

今般、マダガスカル共和国における南西部地下水開発計画（フェーズ II）基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成 12 年 7 月 17 日より平成 13 年 3 月 19 日までの 8 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。 今回の調査に際しましては、マダガスカル国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

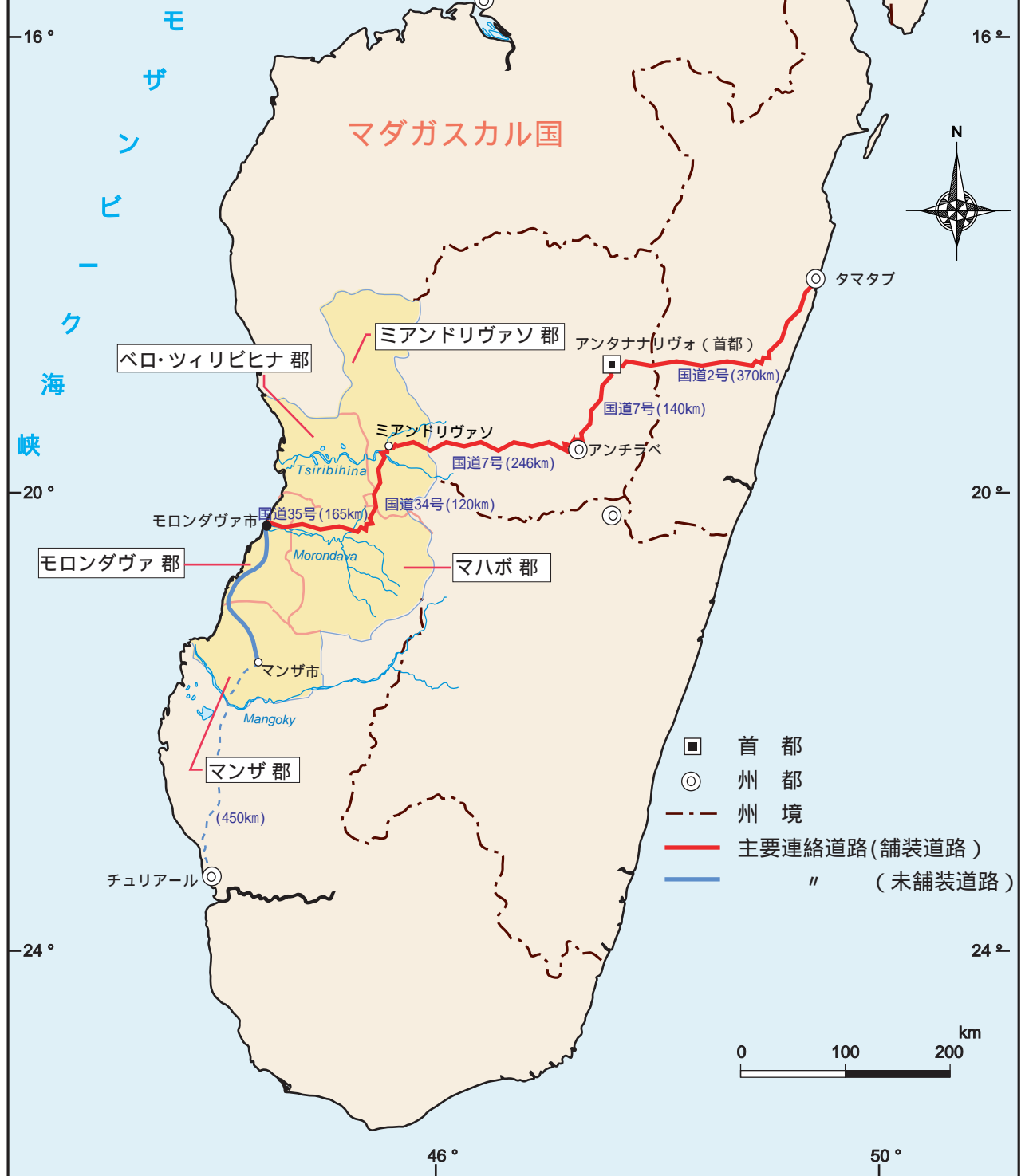
平成 13 年 3 月

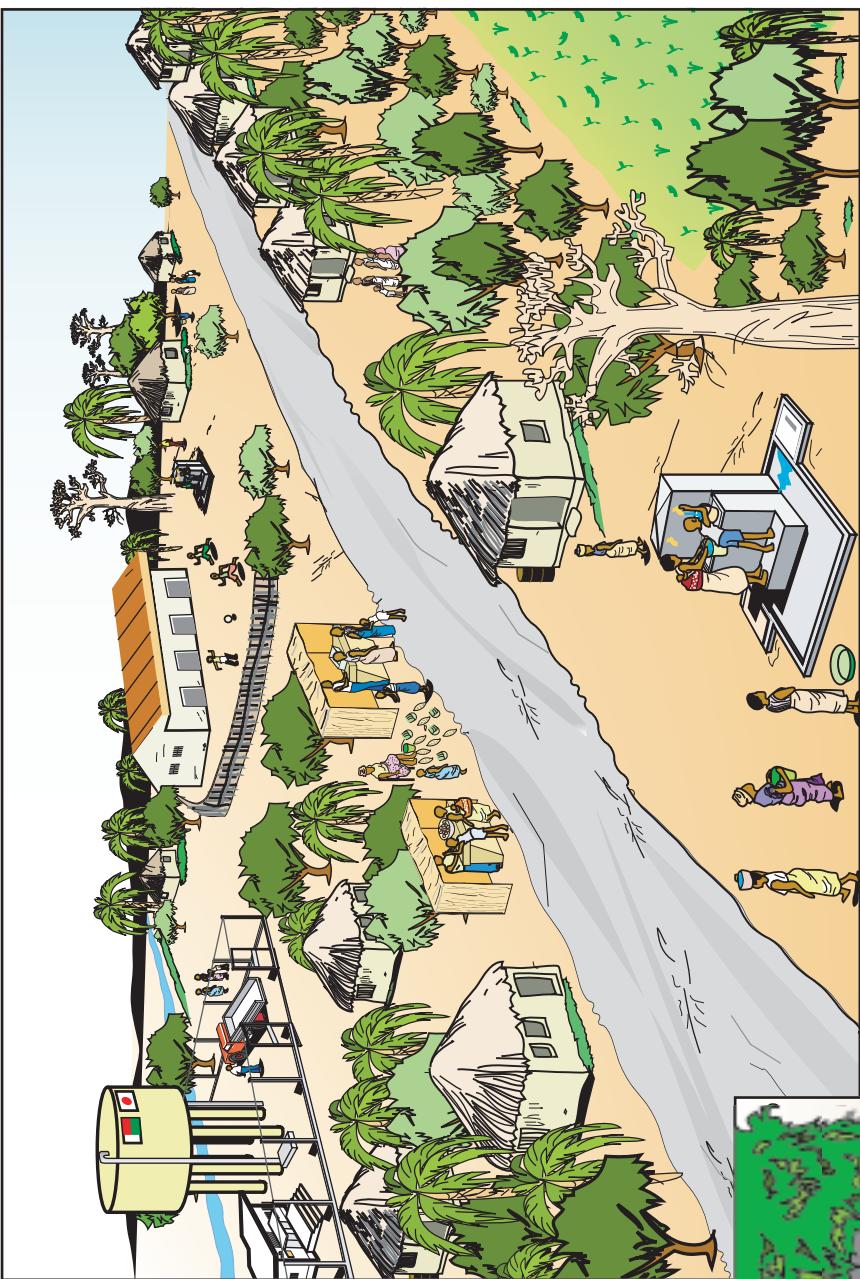
日 本 テ ク ノ 株 式 会 社  
マ ダ ガ ス カ ル 共 和 国  
南西部地下水開発計画（フェーズ II）  
基 本 設 計 調 査 団  
業 務 主 任 庭 野 哲 治

マダガスカル国南西部地下水開発計画  
基本設計調査（フェーズII）

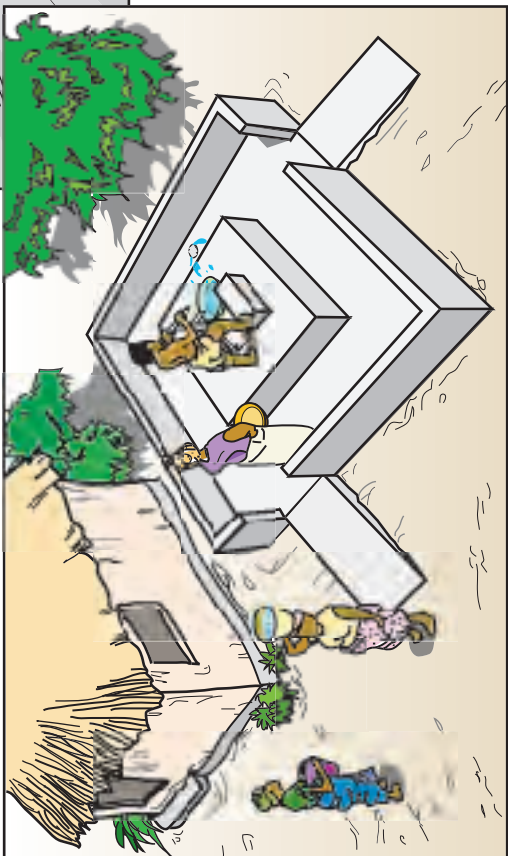
計画対象地区位置図

計画対象地区(メナベ県)





公共水栓給水施設



足踏みポンプ給水施設

# 水源現況

河川、用水路、沼、素掘り孔等不衛生な水源を80%以上の住民が利用。  
近年のコレラ流行の原因となっている。



右上:No.59サイト付近の水田地帯と用水路、右下 No.122 サイト唯一の素掘り孔水源。  
左上:No."D"サイトの川で水を汲む主婦。左下:No.75サイトの水源沼、乾期は水が涸れる。

# 伝統井戸

対象地域では「伝統井戸」と呼ばれる粗末な枠を土砂崩れ防止に入れた浅井戸が多数ある。



No 83

No 117

No 18

No 33

No 25



廃棄された過去の給水施設

1960～70年代の施設はいずれも機器故障などにより、現在は使われておらず残骸化している。

右上:No.25「ベファシィ」準郡庁所在地。施設はUSAID支援により建設された。

左上No.40「マノメンティナイ」および左中No.94「アンキリヴァロ」の廃棄ハンドポンプ。



近年の支援

(1)  
上の写真は、NGOによる浅井戸  
右が「タラトラ」左が「フィタシィ」

(2)  
右は、我が国による本計画  
開発調査(1995～96)にて建設  
されたパイロット井戸。  
対象村落はNo.114「アンバトラヒ」





(上首都アンタナナリヴォのD E Eワークショップ  
写真左の掘さく機は1983年調達、現在UNICEFプロジェクトで利用中。右側トラックは  
1990年調達輸送車。 本計画にて整備対象。



UNDPによるチュリール州最南部地域地下水開発計画に利用されている1993年調達  
掘さく機、大型トラック、コンプレッサ。本計画で整備し、掘さくに利用。  
(2000年12月UNDPキャンプにて撮影。)





電気探査

上右 No.117  
上左 No.103

電磁波探査

下左 No.121



社会経済調査

上左 No.94準郡庁会議室

下右 No.116

下左 No.107





## 要 約

マダガスカル国（以下、「マ」国）はインド洋に浮かぶ世界で 4 番目に大きい島で、アフリカ南部モザンビーク国と約 400km の海峡を隔てて対する。南北 1,600 km、東西 570 km の細長い国土の面積は我が国の約 1.6 倍にあたる約 58.7 万 km<sup>2</sup>、1998 年の推定総人口は約 16 百万人である。

「マ」国経済は農業を基本におくが、GDP の約 30% を占める同セクターに全就労人口の約 80% が集中し、主食である米や伝統的輸出作物であるバニラ、コーヒー等の栽培を全国土の 5% 程度の耕作地で行う零細の自給自足型農業が特徴となっている。主要な外貨獲得手段はこれらの換金作物や漁産物に依存し、低い生産性、世界市場の低迷等により慢性的な外貨不足に陥っている。このため、「マ」国一人当たりの GNP は US\$250 (1997 年) の水準にあり、国連開発計画 (UNDP) の人間開発報告書 (1999 年) では人間開発指数が 174 カ国中 147 位という低位に位置付けられ、国民の 70% 以上が貧困ライン以下と推定されている。政府の開発事業は各年毎に編成される公共投資計画により実施されるが、国庫財政の窮迫状態が続いているため、都市部と比較して地方生活基盤改善への投資が限定され、地方における社会インフラ・サービスの整備は、「マ」国の重要な課題の一つとなっている。

「マ」国水セクターは中央政府のエネルギ－・鉱山省 (Ministère de l'Energie et des Mines、以下「MEM」と略す) が主管し、給水事業は同省が各州に配置する地域事業局により推進されているが、1999 年末までの地方給水率は 12% に過ぎず、都市部の 83% と比較して格段に遅れ、周辺アフリカ諸国と比べても最低水準にある。このため同省は世銀の支援を得て、1999 年「水に関わる法令」を、翌 2000 年に PRSP (貧困削減国家戦略) を策定し、2015 年までに現在の地方給水率 12% を 80% まで高める目標が設定された。

我が国は 1980 年代初期から「マ」国水セクターに対し、特に「マ」国最貧困地帯である南部チュリアル州において、給水普及促進のための支援を展開してきた。1992～94 年度には本計画のフェーズ I として州都チュリアル市一円の 50 村落に対する給水施設建設を実施し、続いて 1994～96 年度同州北部のメナベ県内の村落に対し開発調査「オニラヒ・モロンダヴァ地域地下水開発計画」を実施し、同地域の給水施設整備の必要性と技術的妥当性を検証した。同開発調査の結果に基づき、「マ」国政府は 1996 年 9 月に我が国政府に対し、チュリアル州メナベ県 61 村落に深井戸を水源とする給水施設建設 (うち 34 村には公共水栓型施設、27 村にはハンドポンプ型施設) と、掘さくに必要となる機材の新規調達及び MEM

所属の技術実務機関である水利局（DEE）現有機材の整備を主要内容とする計画に関する無償資金協力を要請し、1998年7月に再度要請が出された。

同要請を受け、国際協力事業団は2000年2月に実施した予備調査の後、基本設計調査の実施を決定し、7月26日から9月6日まで調査団を「マ」国に派遣、先方政府との協議、計画対象地区の自然・社会・経済調査、給水事情、物理探査を含む水源調査、給水計画調査および調達機材関連調査を実施した。帰国後の国内解析の後、12月6日から12月15日まで実施された基本設計概要書の現地説明を経て、本報告書を作成した。

本計画対象地域はメナベ県庁所在地であるモロンダヴァ市を中心とし、沿岸平野部から中央山岳地帯まで広がり、対象村落は全域に分散する。本調査の結果、村落では大小河川や農業用水路を水源として利用する習慣が一般的であり、これら非衛生的な水利用によりコレラ等水系伝染病の流行が後を絶たない。新水法では、住民が自主的に給水施設を運営・維持管理することが規定されているが、一般村落の生活レベルは世帯あたり年収約2百万FMG（約3万円強）程度である。このような村落实態を考慮し、住民にとって経済負担の少ないハンドポンプ式給水施設を基本とする計画とし(54村)、公共水栓型給水施設は、人口が多く、役所、病院、学校等公共施設が整備された地域の中心地で、持続的維持管理が可能と判断される7村落に限定した。

本計画における深井戸掘さく工事は掘さく機が3台必要である。実施機関であるMEM所属DEEは従来2台の掘さく機による体制で施工してきたが、1台は標準使用期間を越えており、本計画に利用可能な機材は掘さく機1台等であることが判明した。従来のDEE機材維持管理体制と今後の掘さく計画から、この現有掘さく機材1式を本計画で整備して活用し、新規に掘さく機1台を調達する計画が妥当である。もう1台は現地企業を起用して施工する計画とする。

以上の要請内容の検討結果、計画の概要を表-1に示す。

表-1 計画概要

(1)施設建設	1)ハンドポンプ 給水施設建設	対象村落数	54	
		ハンドポンプ施設数	129ヶ所 (121本) (8本)	
		a. 新規深井戸水源 b. 既存井利用		
	2)公共水栓型 給水施設建設	対象村落数	7村	
		新規深井戸水源	9本	
		動力源		
a.ディーゼル発電 b.商用電源 c.太陽光発電		5村 1村 1村		
(2)機材調達	1)新規機材・車輛	深井戸掘さく機 (掘さく能力 150m 以上)	1台	
		掘さくツールズ	1式	
		車輛搭載型高圧コンプレッサー	1台	
		揚水試験装置(水中モーターポンプ 2台、発電機 1台)	1式	
		大型輸送トラック (6x6, 4トーン付)	1台	
		中型輸送トラック (4x4, 3トーン付)	1台	
		用水輸送トラック (4x4)	1台	
		小型トラック (4x4)	1台	
		試験・計測器具(水質試験器、GPS 等)	1式	
		ワークショップ機材(掘さく機・車輛整備用)	1式	
		住民啓蒙活動用車輛(小型トラック 4x4)	1台	
		同上用コンピューター・プリンター	1台	
	2)現有機材・車輛 整備用部品	深井戸掘さく機(掘さく能力 300m)	1台	
		トラ搭載高圧コンプレッサー	1台	
		大型輸送トラック(6x6, 6トーン付)	1台	
		中型輸送トラック(4x4, 3トーン付)	1台	
		用水タンク・トラック (4x4, タンク・ローリ)	1台	
	(3)ソフト・ コンポーネン ト	1)住民啓蒙活動	衛生教育、住民組織化、管理費積立促進、施設運営・維持管理指導、モニタリング等	
		2)DEE 機材維持管理 体制強化支援	DEE 本部ワークショップ資機材棚卸、機材整理、ワークショップ要員トレーニング、機材維持管理計画策定、セミナー開催等	

本計画により完成した給水施設は、各村落において住民が組織する給水委員会が住民から料金を徴収して維持管理される。実施機関である MEM は地元 NGO を起用して住民啓蒙活動を展開する方針を取り、本活動に対する支援が本計画の一環として要請された。本調査における約 300 世帯を対象とする住民調査結果によると、大半の住民が新水法に規定される維持管理責任を認識し、料金の支払い意志を十分に有する。これら村落に対し、衛生教育を含めた住民組織化を促進し、村落の自主的な維持管理活動を支援することが必要なことから、本計画でソフト・コンポーネント導入を計画する。一方、調達される掘さく機材・車輛は、本計画で整備対象となる機材を含め、DEE 本部ワークショップで維持管理され、本計画の

完了後他プロジェクトにも有効利用される計画である。 同機材の効果的な維持管理をはかるため、本計画では DEE ワークショップに対し要員トレーニングを含む維持管理体制強化プログラムを実施する。

本事業は、MEM 本省を責任機関とし、DEE および担当地域事業局であるチュリール州地域局を実施機関とするが、実務上は同事業局が対象地域の中心地モロンダヴァ市に設置したモロンダヴァ支所が建設工事の工程管理と建設終了後の村落による施設維持管理を総合監理する。

以上の計画内容に対する実施工程は、1 台の掘さく機で 1 本の井戸掘さくを完了するのに平均 8.5 日を要し、全体で 130 本の井戸を完成するには現地の雨期における作業能率を考慮すると、掘さく機 3 台で 20 ヶ月程必要となる。そこで、第 1 期目に機材調達・整備を行うと同時に DEE に対する維持管理体制強化プログラムの導入と村落の住民啓蒙活動を開始し、続く第 2～3 期で全工事を完了する計画とする。村落に対する住民啓蒙活動では、住民の自主運営・維持管理に対する意志を確認するため、施設建設に先立ち年間維持・管理費の 6 ヶ月分の積立を促し、村落毎の積立状況を確認する。一世帯の負担額は、収入に対し、ハンドポンプ給水施設で約 0.2%、公共水栓給水施設の場合は施設規模により 0.7%から 1.8%程度であり、世銀が推奨する途上国における水道料金の収入比 5%以内の基準を参照しても過大なものではなく、住民負担により維持管理することが可能である。

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合、全体工期は 36 ヶ月程度となり、全体事業費は 15.25 億円 (日本側負担分 15.16 億円、「マ」国側負担分は、調達・整備機材を使い OJT 方式により掘さく工事を実施する要員人件費、アクセス整備費、住民負担の排水路整備や給水施設の柵囲い設置費等を含み 514.2 百万 FMG : 約 0.09 億円) と見積もられる。

本計画を実施することにより、「マ」国で最も地方給水整備が遅れている地域の一つであるチュリール州メナベ県地方村落住民の生活条件の改善と保健衛生環境の向上を図り、また実施機関に対しては必要機材を調達することにより、PRSP 計画目標達成のための水源開発計画の効果的な実施を促進するものであり、日本の無償資金協力事業として実施することは十分な妥当性を有すると判断される。

本計画を実施することによる直接効果としては以下が期待される。

- 1) 計画給水人口 68,000 人が、安全な飲料水を手に入れることが可能となる。現在住民が使用している水は表流水や農業用水路等を水源とし、水質は劣悪であるが、計画の実施により清浄な生活用水として 20 リットル/人/日が確保される。

- 2) 計画対象 5 郡における給水普及率が 10%から 28%に向上する。
- 3) 工事期間中の技術移転の結果として、DEE の地下水開発能力が向上する。
- 4) ソフトコンポーネントによる住民啓蒙活動の実施により、受益者自身による給水施設の継続的維持管理が可能となる。
- 5) ソフトコンポーネントによる DEE 機材維持管理体制強化支援プログラム実施により、DEE による機材の維持管理能力が強化される。

また、本計画実施による間接的効果は以下の通りである。

- 1) 本計画において調達された掘さく機・支援車輛及び地下水開発機材が本計画完了後も他地域で有効に活用され、より大きな人口に裨益をもたらすほか、DEE による今後の円滑な事業実施を促進する。
- 2) 本計画対象の各集落で安全な給水が確保されることで、水系伝染病の予防が進み、対象地域全体での罹患率の低下が促される。
- 3) 本計画の一環として住民の組織化がはかれることは、本来の目的である給水施設の運営、維持管理などの水セクターだけでなく、村落発展のための各種活動への積極的な住民の参加等、他セクターへの波及効果も期待できる。

最後に、本計画の効果を高めるため、MEM が次のような事項に留意することを提案する。

- 1) 1999 年に制定された「水に係わる法令」において、「マ」国水分野の機構改革が提案された。法令を効果的に施行し、地方給水事業が今後住民により自主的に運営・維持管理されるためには、同法令に設置が定められている住民組織を支援する新しい行政機構が早期に確立されることが望まれる。本計画の給水施設の日常運営・維持管理は、基本的に住民自身により実施されるものであるから、行政側はモニタリングを通じ実効ある指導・助言を提供するとともに、大きな故障等が発生した場合は、迅速に対応することが望まれる。

- 2) DEE が所有する掘さく機・車輛は他機関によるプロジェクトでも利用され、維持管理は DEE とそれら機関が協同で実施している。本計画ではソフト・コンポーネントにより DEE の維持管理体制の充実を図るとともに、「マ」国側も維持管理に係る経常的な予算措置を行う計画であり、今後もこのような予算確保等を継続的に実施することが必要である。
  
- 3) 「マ」国の地方給水率は、PRSP によると 1999 年度まで 12% の低水準にある。MEM 資料によると、近年の給水事業実績の評価が十分にできていないため、実態より低い数字となっている可能性が指摘されている。このため早い時期に、MEM の各州地域局がそれぞれの州の実態調査を実施し、現在の給水状況・普及率を的確に把握し、今後必要な事業計画を策定することが望ましい。
  
- 4) 本計画で建設する給水施設は住民により維持管理されるが、村落内部・周辺にアクセスが容易な既存水源があるため、いったん故障すると、修理をするより既存水源依存に戻る可能性がある。本計画ではソフト・コンポーネントにより住民の施設に対するオーナーシップを高め、このような事態を防ぐことに配慮するが、住民が継続的に安全な水源を利用する状況を確立することが望まれる。

\*\*\*\*\*

マダガスカル共和国  
南西部地下水開発計画(フェーズ)

目 次

序文	
伝達文	
調査対象地域図	
完成予想図	
写真	
要 約 .....	i
目 次 .....	vii
略語集 .....	x
付図一覧表 .....	xiii
付表一覧表 .....	xiv
第 1 章 要請の背景 .....	1 - 1
第 2 章 プロジェクトの周辺状況	
2-1 当該セクターの開発計画	
2-1-1 上位計画 .....	2 - 1
2-2 他の援助国、国際機関の計画 .....	2 - 4
2-3 我が国の援助実施状況 .....	2 - 6
2-4 プロジェクト・サイトの状況	
2-4-1 自然条件 .....	2 - 9
2-4-2 一般社会・経済条件 .....	2 - 26
2-5 環境への影響 .....	2 - 34
第 3 章 プロジェクトの内容	
3-1 プロジェクトの目的 .....	3 - 1
3-2 プロジェクトの基本構想 .....	3 - 1
3-3 基本設計	
3-3-1 設計方針 .....	3 - 11
3-3-2 基本計画 .....	3 - 15
3-4 プロジェクトの実施体制	
3-4-1 組織 .....	3 - 71

3-4-2 予算 .....	3 - 74
3-4-3 要員・技術レベル .....	3 - 76

## 第4章 事業計画

4-1 施工計画	
4-1-1 施工方針 .....	4 - 1
4-1-2 施工上の留意事項 .....	4 - 3
4-1-3 施工区分 .....	4 - 4
4-1-4 調達・施工監理計画 .....	4 - 6
4-1-5 資機材調達計画 .....	4 - 7
4-1-6 実施工程 .....	4 - 12
4-1-7 相手国側負担事項 .....	4 - 15
4-2 概算事業費	
4-2-1 日本側負担経費 .....	4 - 16
4-2-2 マダガスカル国負担経費 .....	4 - 16
4-2-3 積算条件 .....	4 - 17
4-3 運営・維持管理計画	
4-3-1 現行維持管理体制 .....	4 - 18
4-3-2 給水施設維持管理計画 .....	4 - 19
4-3-3 現行機材維持管理体制 .....	4 - 31
4-3-4 ソフト・コンポーネント計画 .....	4 - 33

## 第5章 プロジェクトの評価と提言

5-1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果 .....	5 - 1
5-1-1 裨益効果 .....	5 - 1
5-1-2 計画の妥当性 .....	5 - 2
5-2 技術協力・他ドナーとの連携 .....	5 - 5
5-3 課題 .....	5 - 5



## 資料編

1.調査団員氏名・所属	A - 1
2.調査日程	A - 2
3.相手国関係者リスト	A - 5
4.当該国の社会・経済事情	A - 7
5.討議議事録 (M/D)	A - 7
6.技術資料	A - 37
(1)水理地質調査報告書	A - 39
(2)住民による水料金支払意志調査結果	A - 161
(3)ソフトコンポーネント提案書	A - 165
7.事前評価表	A - 180
8.参考資料リスト	A - 183

## 略 語 集

AFD	Agence Française de Développement (フランス開発金庫)
ANDEA	Autorité Nationale de l'Eau et de l'Assainissement (国家水・衛生局)
BAD	Banque Africaine de Développement (アフリカ開発銀行)
BADEA	Banque Arabe pour le Développement Economique en Afrique (アラブアフリカ開発銀行)
BID	Banque Islamique de Développement (イスラム開発銀行)
BHN	Basic Human Needs (ベーシック・ヒューマン・ニーズ)
CPE	Comité de Point d'Eau (給水委員会)
CSB	Centre de Santé de Base (医療センター)
DEE	Direction de l'Exploitation de l'Eau (水利局)
DIR-MEM	Direction Inter-Régionale du MEM (エネルギー・鉱山省 地域局)
E/N	Echange de Notes (交換公文)

FED	Fonds Européen de Développement (欧州開発基金)
JICA	Japan International Cooperation Agency (Agence Japonaise de Cooperation Internationale) (国際協力事業団)
JIRAMA	Jiro Sy Rano Malagasy (マダガスカル電気・水公社)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (ドイツ復興金融公庫)
LLDC	Least Less Developed Countries (後発開発途上国)
MEM	Ministère de l'Energie et des Mines (エネルギー・鉱山省)
NGO	Non Governmental Organizations (民間非営利団体)
OJT	On the Job Training (オン・ザ・ジョブ・トレーニング)
ONU	Organisation des Nations Unies (国際連合)
OPEP	Organisation de Pays Exploiteurs de Pétrole (石油輸出国機構)
PAM	Programme Alimentaire Mondial (世界食糧計画)
PIP	Programme d'Investissement Public (公共投資計画)

PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper (貧困削減戦略ペーパー)
PVC	Polyvinyl Chloride (Chlorure Polyvinyle) (ポリ塩化ビニール)
SSPA	Stratégie Sectorielle et Plan d'Action Eau et Assainissement (給水・衛生に関わるセクター制作と活動計画)
UNDP	United Nations Development Programme (国連開発計画)
UNHCR	United Nations High Commissioner for Refugees (国連難民高等弁務官)
UNICEF	United Nations Children's Fund (国際連合児童基金)
USAID	United States Agency for International Development (米国国際開発庁)
WHO	World Health Organisation (世界保健機構)

## 付 図 一 覧 表

	頁
図 2 - 1 調査対象地域の地形区分・年雨量等値線図 .....	2 - 13
図 2 - 2 調査対象地域の地質概要と断面図 .....	2 - 15
図 2 - 3 既存深井戸地質柱状図 .....	2 - 19
図 2 - 4 年収分布グラフ .....	2 - 31
図 2 - 5 度数分布グラフ .....	2 - 31
図 3 - 1 計画対象 61 村落位置図 .....	3 - 3
図 3 - 2 水理地質調査重点地区位置図 .....	3 - 21
図 3 - 3 掘さく機材の基本構成 .....	3 - 46
図 3 - 4 基本設計図 .....	3 - 54
図 3 - 5 エネルギー・鉱山省組織図 .....	3 - 72
図 3 - 6 水利局 (DEE) 及びチュリアール地域局組織図 .....	3 - 73
図 4 - 1 事業実施体制 .....	4 - 2
図 4 - 2 支払可能額の分布状況 .....	4 - 21

## 付 表 一 覧 表

表 2 - 1	給水普及率目標 .....	2 - 4
表 2 - 2	水セクター支援主要プロジェクト .....	2 - 5
表 2 - 3	メナベ県における他ドナー実施案件及び NGO 実施施設 .....	2 - 6
表 2 - 4	過去の給水関連無償資金協力案件 .....	2 - 7
表 2 - 5	対象地区の気象 .....	2 - 9
表 2 - 6	対象地区の日照度 .....	2 - 9
表 2 - 7	計画対象地域付近の地質層序表 .....	2 - 11
表 2 - 8	本計画調査対象地区一覧表 .....	2 - 17
表 2 - 9	1996 年開発調査の試験井一覧表 .....	2 - 18
表 2 - 10	試験井結果から判断した水理地質特性 .....	2 - 20
表 2 - 11	地下水の賦存形態別分類 .....	2 - 20
表 2 - 12	公的水質試験結果 .....	2 - 24
表 2 - 13	メナベ県の一般社会状況 .....	2 - 27
表 2 - 14	年収調査統計量 .....	2 - 30
表 2 - 15	世帯調査による平均年収調査結果 .....	2 - 32
表 2 - 16	プロジェクト立地環境 .....	2 - 34
表 2 - 17	環境スクリーニング評価 .....	2 - 35
表 3 - 1	計画対象村落リスト .....	3 - 2

表 3 - 2	公共水栓型給水施設建設対象サイト .....	3 - 7
表 3 - 3	本プロジェクト構成要素 .....	3 - 10
表 3 - 4	海水侵入リスク村落 .....	3 - 16
表 3 - 5	ジラマ水質基準 .....	3 - 22
表 3 - 6	対象村落掘さく計画リスト .....	3 - 24
表 3 - 7	基準掘さく口径 .....	3 - 25
表 3 - 8	基準スクリーン長 .....	3 - 25
表 3 - 9	先行開発調査における試験井成功率分類 .....	3 - 26
表 3 - 10	本計画掘さく成功率基準 .....	3 - 26
表 3 - 11	メナベ県人口動態 .....	3 - 27
表 3 - 12	メナベ県都市・村落人口分類 .....	3 - 28
表 3 - 13	マラバンディ村落人口調査比較 .....	3 - 28
表 3 - 14	世帯調査による一人一日平均消費量分布 .....	3 - 29
表 3 - 15	世帯調査による水消費量調査結果 .....	3 - 30
表 3 - 16	大規模村落の井戸本数 .....	3 - 31
表 3 - 17	ハンドポンプ井リハビリテーション対象村落 .....	3 - 33
表 3 - 18	NGO 浅井戸サイトの現状 .....	3 - 33
表 3 - 19	NGO 浅井戸サイトに対する方針 .....	3 - 34
表 3 - 20	公共水栓設計画村落のポンプ揚水量と運転時間 .....	3 - 39

表 3 - 21	モロンダヴァ地域の平均日射量 .....	3 - 42
表 3 - 22	公共水栓給水施設の計画施設内容 .....	3 - 45
表 3 - 23	新規調達機材概要 .....	3 - 48
表 3 - 24	本計画にて整備・活用する DEE 現有機材 .....	3 - 50
表 3 - 25	実施機関の予算推移 .....	3 - 75
表 4 - 1	基地設営対象村落 .....	4 - 5
表 4 - 2	資機材調達区分 .....	4 - 11
表 4 - 3	事業実施工程表 .....	4 - 14
表 4 - 4	日本側負担経費 .....	4 - 16
表 4 - 5	マダガスカル国負担経費 .....	4 - 16
表 4 - 6	年収と支払可能額の関係 .....	4 - 22
表 4 - 7	月間維持管理費内訳 .....	4 - 25
表 4 - 8	維持管理試算結果 .....	4 - 25
表 4 - 9	一世帯の年間負担総額および月間負担総額 .....	4 - 26
表 4 - 10	ハンドポンプ給水施設の対象村落 .....	4 - 28
表 4 - 11	公共水栓給水施設の対象村落 .....	4 - 28
表 4 - 12	過去 4 年間の DEE 機材維持管理費推移 .....	4 - 32
表 4 - 13	今後の DEE 支援プロジェクト .....	4 - 32
表 5 - 1	本計画実施による効果と現状改善の程度 .....	5 - 4



## 第1章 要請の背景

## 第 1 章 要請の背景

マダガスカル国（以下、「マ」国）はインド洋に浮かぶ世界で 4 番目に大きい島で、アフリカ南部モザンビーク国と約 400km の海峡を隔てて相対している。南北 1,600 km、東西 570 km の細長い島で、国土面積は我が国の約 1.6 倍にあたる約 58.7 万 km<sup>2</sup>、1998 年の推定総人口は約 16 百万人である。同国は 1960 年フランスから独立し、一時社会主義路線をとったが、経済低迷のため民主化の機運が高まり、1992 年国民投票で新憲法が採択され、現在のマダガスカル共和国の名称を採用した。首都は同島中央高原地帯に位置するアンタナナリヴォで、全国は 6 州により構成される。

同国経済は、GDP の約 30% を占める農業セクターに全就労人口の約 80% が集中し、その大部分は零細の自給自足型農牧業に限られ、全国土の 5% 程度の耕作地で主食とする米や伝統的輸出作物であるバニラ、コーヒー等を栽培している。主要な外貨獲得手段はこれらの換金作物や漁業に依存し、低い生産性や世界市場の低迷等により慢性的な外貨不足に陥っている。このため、同国一人当たり GNP は US\$250 (1997 年) の水準にあり、国連開発計画 (UNDP) の 1999 年人間開発報告書では人間開発指数が 174 カ国中 147 位という低位に位置付けられる最貧国で、国民の 70% 以上が貧困ライン以下と推定されている。政府の開発支援事業は、財政窮迫状態が続いているため、都市部と比較して特に地方に対する遅れが顕著となっており、後者に対する社会インフラ・サービスの整備は、同国の重要な課題の一つとなっている。

地方のインフラ未整備は全セクターに及ぶが、中でも給水普及の遅れは著しい。「マ」国の水セクターは中央政府のエネルギー・鉱山省 (Ministère de l'Énergie et des Mines、以下「MEM」と略す) が主管し、給水事業は同省が各州に配置する地域事業局により推進されているが、同省の調査では 1999 年末までの地方給水率は 12% に過ぎず、都市部の 83% と比較して格段に遅れ、周辺アフリカ諸国と比べても最低基準にある。このため同省は世銀の支援を得て、1999 年「水に関わる法令」を策定し、低迷する給水事業の促進のため、水セクター機構改革、給水サービス受益者負担の原則、民活の積極的参加促進、等の重要方針を打ち出した。さらに翌 2000 年に政府が策定した PRSP (貧困削減国家戦略) においては、水セクターの現状分析と短・長期の給水事業目標設定が行われた。PRSP は貧困層が多数を占める地方部の事業促進に重点

を置き、2015年までに現在の12%を80%まで高める目標を設定している。

我が国は1980年代初期から「マ」国水セクターに対し、特に同国最貧困地帯である南部チュリール州において、給水普及促進のための支援を展開してきた。1982年には、MEMに所属する水利局(Direction de l'exploitation de l'eau、以下「DEE」と略す)に対して地下水開発用として掘さく機を1式調達し、以降DEEは直営工事班により「マ」国の水源開発に従事してきている。その後我が国は1989年度からチュリール州南西部における地下水開発による給水計画に着手し、その第1期として1993~94年度には州都チュリール市一円の50村落に対する給水施設建設を完了した。続いて1995~96年度同地域の北部、メナベ県内115村に対する第2期計画のための開発調査「オニラヒ・モロンダヴァ地域地下水開発計画」を実施し、同地域の給水施設整備の必要性と技術的妥当性を検証した。

本基本設計調査は、先行した同開発調査の結果に基づき、1996年MEMが策定し、我が国の無償資金協力による実施を要請してきた計画について調査を行う。同計画は、「マ」国で近年制定された水法やPRSPの計画に先立って策定されたものであり、(1)「マ」国給水整備を促進するMEMが、同国で最も整備が遅れている地域の一つであるチュリール州メナベ県地方村落に対して給水施設を建設し、住民の生活条件の改善と保健・衛生環境の向上を図る、(2)同給水施設の水源となる深井戸建設のため掘さく機と付属機材を1式調達するとともに、これまでに調達した機材の一部を本計画に利用するため整備する、(3)住民による持続的な運営・維持管理を軌道に載せるためMEMによる住民啓蒙活動を支援するの3要素により構成されている。本基本設計調査は、現行の上位計画とMEM方針に基づき、協力の範囲・規模・内容を検討し、計画の妥当性および効果を明確にするとともに、最適な協力案を作成することを目的とする。

\*\*\*\*\*

## 第2章 プロジェクトの周辺状況

## 第 2 章 プロジェクトの周辺状況

### 2-1 当該セクターの開発計画

#### 2-1-1 上位計画

##### (1) 水に関わる法令

「マ」国の給水分野は 1999 年の「水に係わる法令」の公布と、2000 年の PRSP における給水普及目標設定により新しい次元に入ったが、細則を定める政令はまだドラフトの段階にあり、同法が規定する新機構はまだ具現化していない。MEM は構造調整計画の実施に伴い同国政策について助言・指導する立場にある世銀から水セクターの開発計画についても長期間指導と助言を受けてきており、新水法は世銀の支援により同機関が実施中の全国給水・衛生パイロット事業の一環として策定されたものである。

MEM は水法の制定に先立ち、1995 年から世銀の支援により「給水・衛生に関わるセクター政策と活動計画」(SSPA)を策定し、給水・衛生普及を推進してきた。同計画は 5～10 年の中期的目標として都市水道の 100%普及と地方水道は 50%、衛生は 30%の普及を目指したが、1999 年水法公布までの計画期間中実施されたプロジェクトとしては、首都や地方主要都市の水道拡張・改善計画が主体であり、地方給水事業としては我が国支援による 1995～96 年の「南西部地下水開発計画フェーズ I」事業が目立つ程度の実績に終わった。その間、水セクター機構や給水普及事業改善の再検討が進められた結果、同セクター低迷の打開策として新法が発令された。

新水法で本計画と関連する規定の概要を次に述べる。

#### 水セクター機構改革

- a. 給水・衛生事業における政府役割は実施機関から漸次事業の促進・監理機関に変える。  
その主要機能は政策決定、事業の投資促進・資金調達および水資源管理とする。

b. 実務機関として内閣に直属する「国家水・衛生局」(Autorité National de l'Eau et de l'Assainissement、以下「ANDEA」)を創設する。その主要な業務は次の通りとする。

- 水・衛生プロジェクトの計画立案、調整とその実施
- 水源改修のマスタープランの構想
- 上下水道マスタープランの構想
- 水源へのアクセス優先の設定及び水質に関する国家基準の作成
- 必要に応じて、上下水道網に関する調査の実施
- 水源に関する資料・データの収集
- 水源開発コストを削減するための新技術開発
- 短期・中期・長期の経済・財務調査の実施
- 水源利用に関する税、使用料の徴収
- 水質汚染国家政策の一環としての、農業・工業セクターへの啓蒙活動
- 水源の水質汚染を防ぐための環境保護方法の検討と評価
- 洪水・旱魃に対する緊急対策の実施

c. 給水・衛生サービスの技術・行政組織として「調整委員会」(Organisme Regulateur)を創設する。給水・衛生施設の事業主は市町村自治体に移管する方針とし、同委員会をこれら事業主の監督機関とする。主要な業務は次の内容とする。

- 事業主がサービスの質の基準を遵守しているか監視する。
- 事業主が水価および使用料を決定し、適用しているか監視する。
- 各施設に関し、適切な運営・技術基準を提示・指導する。
- 給水・衛生施設に関する情報システムを構築する。

#### 給水サービス

a. 飲料水給水サービス、家庭排水処理は基本的に市町村自治体による公共サービスとする。

b. 既存施設の所有権は段階的に、管理能力の発達に応じてこれら地方自治体に譲渡する。施設の運営・維持管理はこれら自治体により実施されることとする。

c. 水はすべて有料である。しかしながら、村落や貧困層の多い地域で、給水施設の運営・維持管理費用がすべて料金でまかなえない場合のために「国家水資源基金」を創設し、す

すべての住民が良質の水にアクセスできるようにする。

以上の法令概要について、本調査期間中に「マ」側 MEM を確認した内容は次の通りである。

1)新機構の二つの委員会は政令で細則が決定されることになっているが、そのドラフトはすでに作成し、承認が得られれば公布する。

2)新機構のもとで、現在水利局に属する直営掘さく工事部門は、今後の水資源開発に貢献する必要があり、現在の状態のまま公的機関として残し、民営化の予定はない。

3)新機構はまだ発足していないが、法令のうち次のものはすでに実施されている。

- 給水サービスの費用回収
- 地方自治体に対する給水施設所有権の移転
- 民間セクター（NGO を含む）の積極的参加

4)新水法における政府側代表機関としての MEM の役割は次のようなものである。

- 水セクターの計画立案とセクター開発を実施する。
- 水に関する公共事業への投資・資金調達政策を活性化し、調整する。
- 多様な施設に対応する給水施設基準と技術仕様を設定する。
- 村落給水の開発、および地方自治体を事業主とする小規模給水システムをできるだけ効果的に管理できるように、運営、技術、財政面での調整を支援する。
- まだ施主としての能力がない自治体にかわって施主の役割をはたす。

この新水法は、計画策定を世銀が支援し、小冊子として印刷する費用は UNICEF が負担した。MEM の州事業局ではこの小冊子を有料で入手できる。公布の際はラジオ放送等を通じて地方村落にも喧伝され、本調査対象村落で確認したところでは、村落首長で同法の認識がある集落は 57 村落中 12 村あった。認識率は高いとは言えないが、電気・水をはじめ一切の公共サービスのない地方村落にも公布の効果が認められる。

## (2) PRSP(貧困削減対策)

「マ」国政府は重債務削減のための必要手続きの一つとして、2000年1月にPRSP(2000～2015年)を策定した。同政策の重要な課題として、給水普及促進の必要性があげられ、政府は2000年から15年間の長期給水普及目標を設定した。次表にその目標を示す。

表 2-1 給水普及率目標 (PRSP 2000)

対象	1999年状況	2000	2005	2010	2015
地方部	12%	13%	37%	56%	80%
都市部	83	83	92	95	100
全国	26	27	48	64	84

上表の普及率現況のうち、都市部は83%と達成率が高いが、地方部は12%に低迷し、近隣アフリカ諸国の中でも最低水準にある(同様なLLDCで、海峡を隔てて相対するモザンビークは1999年全国10州のうち最低率の東部地域ザンベジア州で15%であった)。1990年中期のSSPA計画時代に地方部の給水率は同様に12%の水準と推定されていたが、PRSP策定までになされた地方集落に対する実質的な投資は日本による「南西部地下水開発計画フェーズI」のみであり、その間の人口増加のため、効果が相殺される結果となっている。

## 2-2 他の援助国・国際機関の計画

### (1) 一般支援動向

「マ」国給水分野における主たる支援機関は、国際機関の世銀、UNDP、UNICEF、二国間では日本、フランス、ドイツ等である。現在ドナー支援は世銀プロジェクトをはじめ、南部チュリアル州に集中している。我が国による支援も本プロジェクトを含め、1982年から4件が同州対象である。最近MEMはBAD(アフリカ開発銀行)にも同州の中央北部に対するハンドポンプ井500本の給水整備計画を要請しており、同国で最貧困層地域と言われるチュリアル州にも大規模な支援が展開される現況となっている。UNDPが1996年に開始した同州南西端沿岸地域の地下水開発プロジェクトは、海岸近くの貧困漁村・農村に可能な限り塩分



濃度の少ない給水を提供するため、試験井の掘さくを継続している。

これら多国間また二国間の近年 5 カ年間の主要支援プロジェクトを次表に示す。

表 2-2 水セクター支援主要プロジェクト

プロジェクト名	実施年度		支援ドナー	対象地域	受益者数	内 容
	開始	完成				
8 センター-飲料水供給	1995	1996	BAD	8 市	400,000	フィジビリティスタディ
衛生・給水・環境改善	1996	2000	UNICEF	全国	400,000	浅井戸・便所・給水施設建設
マシユンガ市給水網改善	1995	1999	KFW/RF A	マシユンガ市	100,000	給水施設拡充
南部水資源開発	1998	2001	UNDP	南部	100,000	水理地質調査
地方上下水道パイロットプロジェクト	1998	2003	世銀	全国(井戸建設対象:チュリアル州)	600,000	500 井戸建設、180 重力給水施設建設
アンタナリヴァ及びアンチラハ飲料水供給	1999	2001	BEI/AFD	アンタナリヴァ市 アンチラハ市	1,500,000	2 都市での給水網拡充調査
マシユンガ給水計画	1999	2000	UNICEF	マシユンガ市		50 ハンドポンプ井の建設

以上のリストの中に我が国無償資金協力による 1995～96 年「南西部地下水開発計画フェーズ I」(対象 100,000 人)および 1995～1998 年「南部生活用水供給計画」(対象 80,000 人)、共に南部チュリアル州、の 2 プロジェクトが入るが、我が国の支援は第 2-3 節に別途記述する。

## (2) 世銀

世銀は 1980 年代の SSPA 計画から「マ」国給水分野の指導的立場にあるが、1998 年から実質的な大規模地方給水プロジェクトに着手している。同プロジェクトは 2 部構成となっており、一方は中央高原地帯の 5 州で山地の湧泉から村落までパイプを布設し、高地から重力で給水する計画であり、他方は、南部チュリアル州山地ベキリィ県の地方村落に 500 本のハンドポンプ井を建設する計画である。前者は NGO 組織が住民組織化と建設工事双方を担当し、後者では住民組織化は NGO、掘さく工事は国際入札により中国系企業が落札した。世銀担当者によると、当初世銀側は MEM/DEE の直営掘さく機関を採用する計画であったが、DEE の現有機材が老朽化し、スペアパーツの調達が困難であるため方針変更し、最終的に中国業者に決定したとのことであった。500 本ハンドポンプ井計画は、プロジェクト開始以来フランスのコンサルタント「ブルジャップ」による技術調査、地元 NGO による村落調査によ

り計画内容を確定し、2000年11月に掘さく工事が着工された。同プロジェクトは世銀の「マ」国における初の地方給水計画であり、パイロット・プロジェクトの名称の通り、進行中の計画が順調に推移すれば今後も他地区で実施する予定である。

### (3) メナベ県における他ドナー及びNGO支援

一方、本計画対象地域メナベ県における他ドナー実施案件及びNGO実施施設を次表に示す。これによると本案件対象地域では近年主としてスイス開発庁の資金提供を基に、NGOにより、衛生面を考慮した浅井戸建設が実施されている。他ドナーについては、1960年代以前に援助が実施されていたが、現在は実施されておらず、プロジェクトの重複は無い。

表 2-3 メナベ県における他ドナー実施案件及びNGO実施施設

支援ドナー	実施年度		対象地域	施設種類 数量	現況
	開始	完成			
USAID	1955	1960	準郡庁所在地	深井戸水源・小規模給水施設(5ヶ所)	水源枯渇・揚水機器故障のため不稼動、廃棄。
OUN(国連特別基金)	1966	1967	モンダウア、マツガ郡他	南西部経済振興の観点から地下水開発可能性調査	—
同上	1968	1969	モンダウア平野部	FAOによるモンダウア平野農業開発計画に伴う同地の地下水開発調査。	—
NGO-CWS/ Fikrifama	1986	1988	モンダウア郡/ ミアントリウアツ郡	重力式給水施設(10ヶ所)/ ハンドポンプ井(20ヶ所)	ポンプ故障等により現在すべて廃棄処分。
NGO-タラトラ/国家環境協会(ANAE) /世銀	1999	2000	マハ郡	コンクリート枠 浅井戸建設(70ヶ所)	使用中。
NGO-フィタシイ/ スイス開発庁	1999	2000	ハロツイビヒ郡	コンクリート枠 浅井戸建設(5ヶ所)	使用中

## 2-3 我が国の援助実施状況

### (1) 我が国の支援状況

我が国は1982年から、これまで「マ」国地方給水セクターで、南部チュリアル州を中心に継続的な支援を実施している。また、深井戸掘さく工事を直営で実施するMEM下部組織DEEに対し、1993年までに4組の深井戸掘さく機材を供与している。

過去における無償資金協力による 5 案件の給水計画および開発調査を次表にまとめて示す。

表 2-4 過去の給水関連無償資金協力案件

1) 無償資金協力			
	案件名	E/N 金額	案件概要
80 年度	南部地域生活用水開発計画 (1/2)	5.0 億円 (81.3.19)	溜池の建設と給水車供与
81 年度	南部地域生活用水開発計画 (2/2)	5.0 億円 (81.11.4)	
87 年度	北西部地下水開発計画	4.53 億円 (87.9.21)	井戸建設
90 年度	南部生活用水供給計画 (1/2)	4.83 億円 (90.7.10)	井戸掘削、給水塔、配管網建設 及び必要な資機材の供与
91 年度	南部生活用水供給計画 (2/2)	7.59 億円 (91.12.26)	
92 年度	南西部地下水開発計画 (1/2)	6.03 億円 (92.7.28)	対象：50 村落 公共水栓給水施設建設 × 35 村 足踏み式ポンプ × 15 村
93 年度	南西部地下水開発計画 (2/2-1)	3.22 億円 (93.6.22)	
94 年度	南西部地下水開発計画 (2/2-2)	1.87 億円 (93.6.22)	
95 年度	南部地方給水計画 (1/3)	6.07 億円	河川取水・浄水施設建設、給水車 供与
96 年度	南部地方給水計画 (2/3)	7.64 億円 (96.6.21)	管路施設、配水池建設
97 年度	南部地方給水計画 (3/3)	7.67 億円 (97.9.1)	管路施設、配水池建設

2) 技術協力 (開発調査)		
89~91 年度	南西部地下水開発計画	南西部マンガキ水系、オラニヒ水系に挟まれるチュリール地方の地下水資源評価を行い、緊急度の高い地域の地下水開発計画を行う。89 年度は事前調査を実施し、実施細則を締結、本格調査開始、中間報告提出。 90 年度は本格調査を実施し、最終報告書 (案) を作成。 91 年度は最終報告書を作成、先方政府に提出。
94~96 年度	オニラヒ・モロンダヴァ地域地下水開発計画 (II)	チュリール州のマンガキ川とツィリビヒナ川に囲まれたモロンダヴァ地方の 115 村落を対象に地下水を水源とする給水計画の策定。94 年度は着手報告書の説明・協議、実施調査内容について合意を得、既存資料分析・現地踏査により開発可能性の高い地域の選定、詳細調査を実施、住民組織化のためのパイロットプロジェクトを実施。 96 年度は第 2 次現地調査及び第 2 次国内作業を行い、最終報告書に取りまとめた。

本計画は、上記開発調査の「南西部地下水開発計画」の続編として、前者の北部に位置するメナベ県全域を対象とする「オニラヒ・モロンダヴァ地域地下水開発計画」の調査結果に基づく「マ」国政府からの要請を受けて、基本設計調査を実施するものである。

## (2) 先行プロジェクト現況確認調査

本調査では、「南西部地下水開発計画」(1989~91) に基づき 1992~94 年に実施された「南西

部地下水開発計画フェーズ I」事業の現況確認を実施した。同計画は全体で 50 村落を対象とし、うち 38 村に公共水栓施設を、12 村落にハンドポンプ給水施設を建設した。主要な確認結果は次の通りである。

- 1) 視察した公共水栓施設対象 13 村落では住民による給水委員会が運営・維持管理を継続しており、優良村落では料金徴収による積立金が相当な額に達している集落があるとのことであった。実際に住民に確認したところ、給水料金は多数の村落でバケツ一杯あたりの価格を単位として使用量に応じて支払い、一世帯一月約 1 万 FMG(=200 円) 程度かかるとのことであった。この水料金を本計画対象地区の住民支払意志(=年間約 2 万 FMG)と比較すると、先行事業の村落における現在の料金設定は高い水準となっている。給水委員会の説明によると、先行事業対象地域は山間乾燥地帯で、村落周辺にはほとんど他の水源がなく、かつては高い売水に依存したので、施設建設後の給水事情は格段に改善されたということであった。
- 2) 施設維持管理状況としては、特にディーゼル発電機の保守状況が良好であり、給水委員会が施設稼働の主要素である揚水機器の日常管理を十分に実行している様子がうかがわれた。ただし、同プロジェクトを管轄する MEM チュリアル地域局によると、全 50 サイトのうちでは、機器故障等、様々な理由から運転が中止となっている村落が約 30%に達するとのことであった。
- 3) ハンドポンプ施設は 2 村落を視察したが、両村落とも建設当初設置した機種が故障し、1998 年に実施されたフォローアップ調査で調達された新しいポンプに取り替えられていた。旧機種はすでにほとんど故障し、「マ」国ではスペアパーツが調達できないため、修理が困難な状況となっている。フォローアップ調査により調達されたポンプも「マ」国ではスペアパーツ調達が困難であり、スペアパーツ流通策を迅速に確立することが必要である。
- 4) 国道沿いに建設された公共水栓、ハンドポンプ施設とも排水処理が不完全で、委員会も十分な対策を講じないため、不衛生な環境が水場に発生している。1 村では排水が一部地下に浸透し、水質悪化の現象が発生しており、早急な対処が必要である。

## 2-4 プロジェクト・サイトの状況

### 2-4-1 自然条件

#### (1) 気象

計画対象地域の「マ」国南西部は乾燥気候帯外縁のステップ気候に属し、11月～3月の雨期と4月～10月の乾期に区分される。降雨量の少ない海岸地域では月平均降雨量は100mmを超えないが、雨量の多い東及び北の地域では月平均降雨量200mmを超える。これは雨期に北から来襲するサイクロンがアナラベロナ・ミコボカの山地に追突することによるものである。特に雨期には数日間にわたって雨が降り続き、ツィリビヒナ川、モロンダヴァ川、マハリボ川、マンゴキ川は大洪水となり交通は途絶する。年間平均気温は24、東部山岳帯で22で最高気温は10～11月で25～29を示すが、最低と最高は地域差が大きい。

対象地区中央部海岸線に面するモロンダヴァ市と、中央山岳地帯の西側斜面に位置するミアンドリヴァソ市の平均気温および降雨量の比較は次の通りである。

表 2-5 対象地区の気象

都市名	気 温			年平均降雨量 (mm)
	平均 (°C)	最高 (°C)	最低 (°C)	
モロンダヴァ	24.8	27.7	21.0	700
ミアンドリヴァソ	27.2	29.0	23.7	1,400

本計画では、給水施設の電源として、クリーン・エネルギーである太陽光発電の利用が要請されているが、メナベ県の海岸線に位置するモロンダヴァ市の日照度と、比較のため中央高原地帯に位置する首都アンタナナリヴォの資料をあわせて次表に示す。

表 2-6 対象地区の日照度

モロンダヴァ 緯度: 20° 17' S 経度: 44° 19' E 海拔: 8 m

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
日射量 (kwh/m2)	6.9	6.8	6.4	5.8	5.0	4.6	4.7	5.4	6.3	7.1	7.4	7.1	6.1
日照時間	273	261	283	203	302	287	291	308	304	324	313	283	3432

アンタナナリヴォ 緯度: 18° 55' S 経度: 47° 33' E 海拔: 1,380 m

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
日射量 (kwh/m <sup>2</sup> )	6.4	6.2	5.5	5.4	4.5	4.1	4.0	4.8	5.8	6.5	6.4	5.9	5.4
日照時間	273	261	283	203	302	287	291	308	304	324	313	283	3432

太陽光発電導入には一般に日射量が 4.0kwh/m<sup>2</sup>/日程度が確保できることが条件となるが、両市とも適格であり、特にモロンダヴァ地区の日照度は太陽光発電に適する条件を確保することが可能である。

## (2) 地形

「マ」国中央部は、島の背梁山脈を構成する標高 1,000m を越す山地が南北に連なり、これが分水嶺となって河川は東又は西に分流している。計画対象地域は、中央山地の西側斜面からモザンビーク海峡の海岸線まで広がる。山地の西側は中生層～第三紀層でつくられた丘陵地となり、その西側は更新統で構成された西に緩やかな勾配を示す台地、更に海岸に沿って帯状に分布する海岸低地に漸移する。

丘陵地は起伏に富んだ複雑な地貌を呈するが、頂部稜線は殆どが鈍角である。中に珪質の砂岩、礫岩でつくられた小山が突出し、No.103「アンキリザト」のように頂面が平坦な台地状地貌を示すところもある。海岸低地には複数の分離砂丘列が発達し、その各々に後背湿地をもち、砂丘分離点から入る入江に連なっている。海岸低地と台地の境界線は明瞭でない。

山地に源を発する多くの開析谷が西流する。中でもツィリビヒナ川、モロンダバ川、マハリボ川、マンゴキ川は規模が大きく河口部に大きな三角州を形成している。

## (3) 地質

対象地域東部山地は変成岩を主体とする先カンブリア系によって構成されているが、その上面は西側に向かって急激に深くなり、その上に古生層、中生層、新生層が 5,000～8,000m の厚さで重なっており、さらに海岸平地や河口部には完新統の海岸平地堆積層や三角州堆積層が分布している。

古生層は石炭系で基底部に漂礫をもつ陸成層のサコア・グループからなり、サカメナ・グループは陸成層のほかに潟成層や海成層を伴う。ジュラ系はイサロ・グループとよばれる陸成主体層で、下部～中部は斜交層理の発達したアルコース砂岩及び礫岩からなるが、上部には海成層を伴う。上部ジュラ系は海成層でイサロ・グループの同時異層と考えられ、石灰岩や石灰質砂岩を主とするが、陸成層も含まれている。白亜系は上部・下部に分かれ、下部は石灰岩ではじまるが層厚は薄い。上部層は厚い陸成層の上に石灰岩がのり、数枚の玄武岩を挟んでいる。第三系は始新統と中新～鮮新統からなる。始新統は主として石灰岩からなるが、中～上部は泥灰質石灰岩、泥灰岩、泥灰質砂岩、砂岩からなり、中新～鮮新統は海成層と陸成層からなるも調査地ではその分布は狭い。第四系は更新統と完新統に分類される。更新統は陸成の砂泥と海成の石灰質堆積層からなり、完新統は海岸平地を形成する砂、シルト、粘土と河口に開けた三角州堆積層（砂、礫、粘土、シルト）及び現河床に帯状分布を示す砂、礫、泥土からなる。以上の層序を次表にまとめる。またこれら対象地区地形・地質図を図 2-1 と図 2-2 に示す。

表 2-7 計画対象地域付近の地質層序表

地質時代		層相	
新生代	第四紀	完新統	砂、礫、粘土
		更新統	砂、礫、粘土
	第三紀	鮮新～中新統	海成の石灰質堆積物、 陸成の砂岩、泥岩
		始新統	石灰岩、泥灰質の石灰岩、砂岩、泥岩
中生代	白亜紀	白亜系	上部：陸成の砂岩と石灰岩 下部：石灰岩、玄武岩床
	ジュラ紀	上部ジュラ系	陸成～海成の砂岩、泥岩
		イサログループ	陸成の砂岩、海成の砂岩、石灰岩
	三畳紀		アルコース砂岩 下部には斜交層理の発達した砂岩、礫岩
古生代	二畳紀	サカメナグループ	陸成相～海成層
	石炭紀	サコアグループ	石灰岩、石灰質砂岩、基底部に漂礫
先カンブリア時代		先カンブリア系	硬質変成岩（花崗岩、片麻岩等）

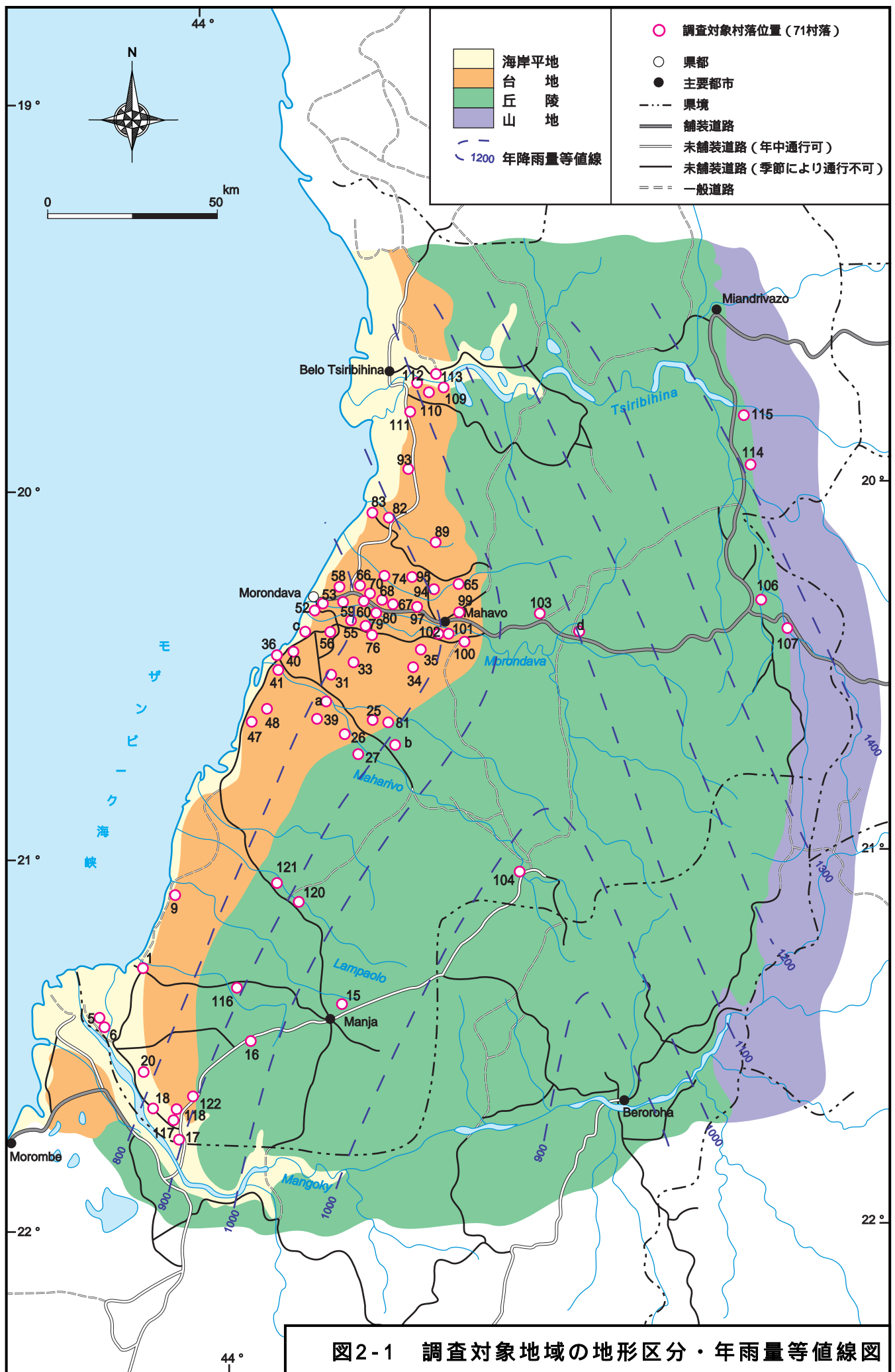


図2-1 調査対象地域の地形区分・年雨量等値線図



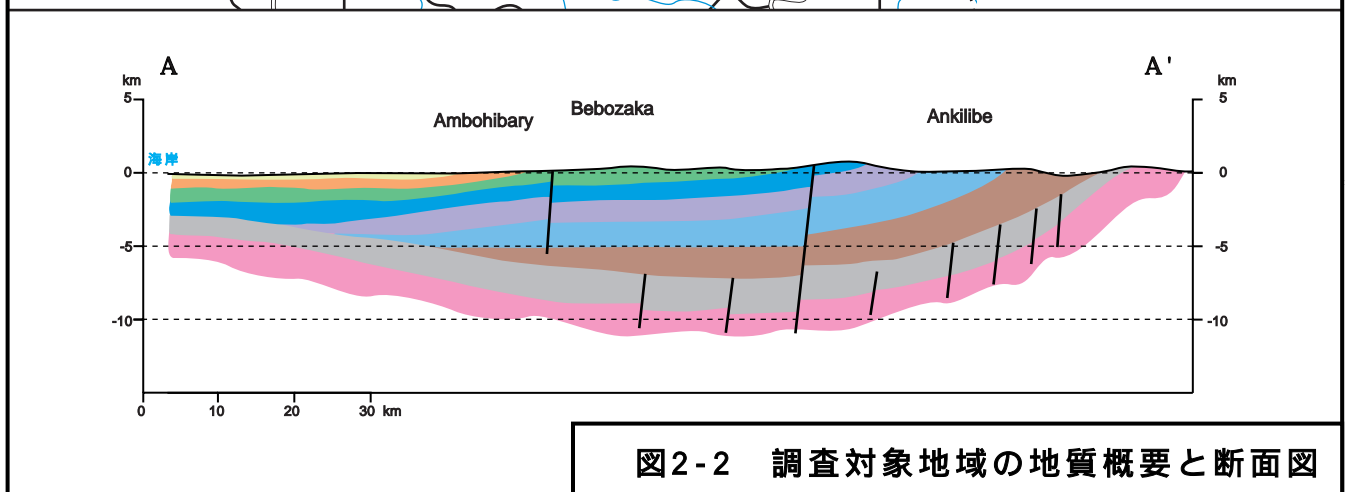
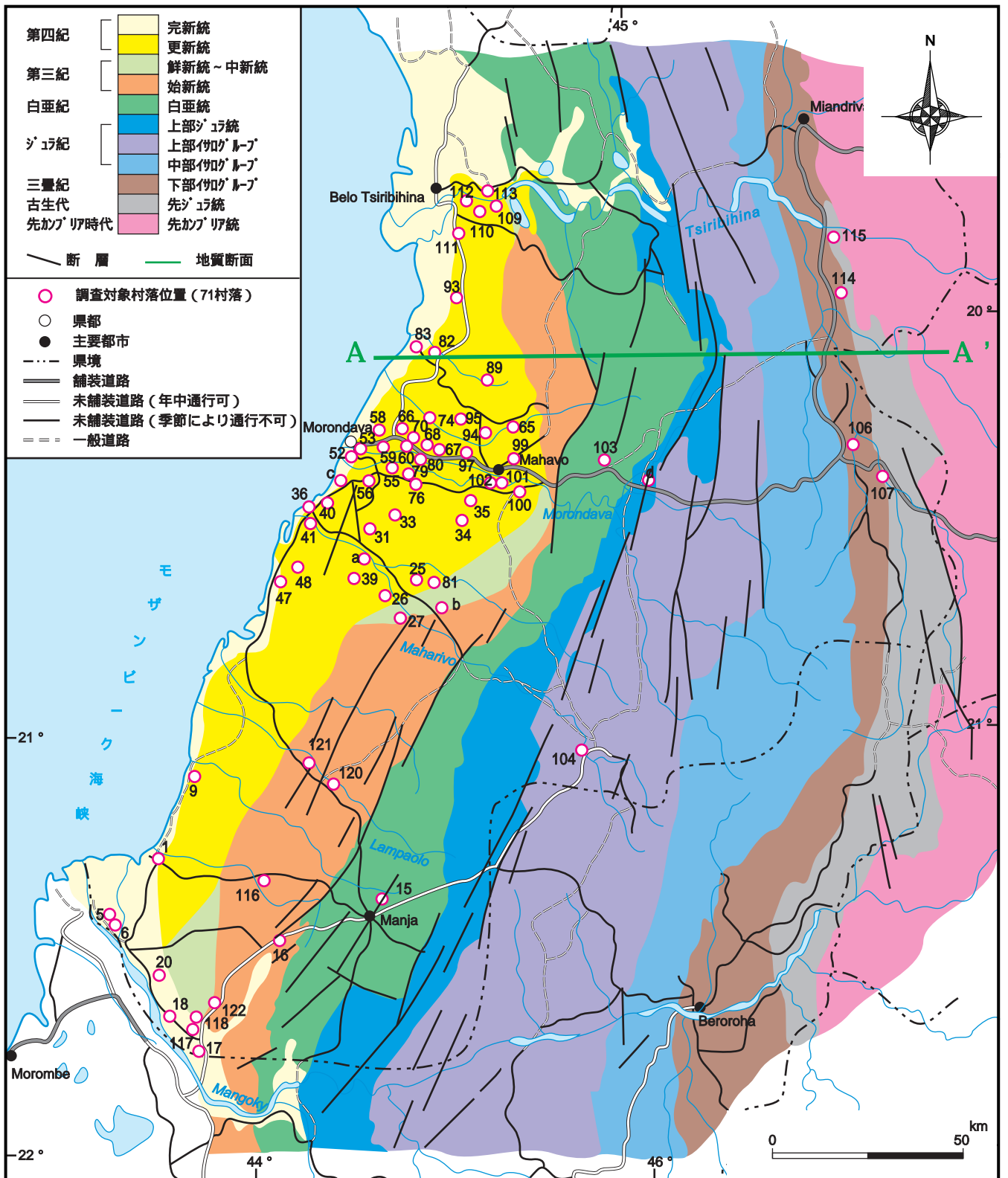


図2-2 調査対象地域の地質概要と断面図

表2-8 本計画調査対象地区一覧表 (71村落)

No.	ID	村落名	郡名 (Sous-préf.)	No.	ID	村落名	郡名 (Sous-préf.)
1	001	Andranopasy I	Manja	37	79	Ambonio	Morondava
2	005	Befamonty	Manja	38	80	Analalava	Morondava
3	006	Ambatobe	Manja	39	081	Malandirano	Morondava
4	009	Ankoba	Manja	40	082	Marofandiliha	Morondava
5	015	Miary	Manja	41	083	Ampataka	Morondava
6	016	Ambivy I	Manja	42	089	Ankaraobato	Morondava
7	017	Ambivy II	Manja	43	093	Beroboka Atm.	Morondava
8	018	Ambahia	Manja	44	094	Ankilivalo	Mahabo
9	020	Marolafika Atm.	Manja	45	95	Ambohivary	Mahabo
10	025	Befasy	Morondava	46	097	Bezezika	Mahabo
11	026	Antevamena	Morondava	47	099	Ankilimida	Mahabo
12	027	Mitsitiky	Morondava	48	100	Ampanihy	Mahabo
13	031	Beleo	Morondava	49	101	Benato	Mahabo
14	033	Misokotsa	Morondava	50	102	Anolotsy	Mahabo
15	034	Croise. Besotroka	Morondava	51	103	Ankilizato	Mahabo
16	035	Amanga	Morondava	52	104	Mandabe	Mahabo
17	036	Namakia	Morondava	53	106	Malaimbandy	Mahabo
18	039	Antsamaka	Morondava	54	107	Ampanotoka	Mahabo
19	040	Manomentimay	Morondava	55	109	Tsianaloka	Belo/Tsiribihina
20	041	Farateny	Morondava	56	110	Kiboy	Belo/Tsiribihina
21	047	Ambararata	Morondava	57	111	Antsoha	Belo/Tsiribihina
22	048	Ankevo	Morondava	58	112	Tsimafana	Belo/Tsiribihina
23	052	Antsakamirohaka	Morondava	59	113	Mananjaky	Belo/Tsiribihina
24	053	Androvakely	Morondava	60	114	Ambatolahy	Miandrivazo
25	055	Ampananiha	Morondava	61	115	Ankotrofotsy	Miandrivazo
26	056	Antseranambondro	Morondava	62	116	Tsianihy	Manja
27	058	Bemanonga	Morondava	63	117	Ankiliabo	Manja
28	059	Marovoay	Morondava	64	118	Antanambao	Manja
29	060	Tandrokosal	Morondava	65	120	Soaserana	Manja
30	065	Tanandava	Mahabo	66	121	Antevamena-Sarodra	Manja
31	066	Croisement BST	Morondava	67	122	Fiadana	Manja
32	067	Analaiva	Morondava	68	a	Lohena	Morondava
33	068	Betsipotika	Morondava	69	b	Zadava	Morondava
34	070	Ampandra	Morondava	70	c	Andrevabe	Morondava
35	074	Tsinjorano	Morondava	71	d	Ampandrabe	Mahabo
36	076	Laijoby Avaratra	Morondava				

注：上記リストは、現地技術調査に先立ち、2000年8月4日に調査団と実施期間MEMとの協議において合意された本調査対象村落を示す。

(4) 水理地質

第(3)項に示した地質的特徴を持つ対象地域では 1995～96 年に開発調査が実施され、15 本の試掘井が掘さくされた。これらの深井戸の掘さく結果を地質と対比し、対象地域の水理地質的特徴を検討する。次表は開発調査の試掘井一覧表である(試掘井村落番号により、位置は図 2-1～2-2、村落名は表 2-8 を参照)。

表 2-9 1996 年開発調査の試験井一覧表

試験井 (村落) 番号.	地 形 面	地 質	記 事	地下 水 特徴
1	三角州または 海岸平地	完新統の粘土、シルト	WD=30m SWL=7.16m、s=5.32m、Q=197m <sup>3</sup> /d EC=2,000 μ S/cm	
25	台地	更新統の粘土、シルト混じり砂礫、 礫	WD=63.0m、SWL=5.57m、PWL=9.98m、s=4.41m、 Q=806m <sup>3</sup> /d、EC=364 μ S/cm と良好。	
46-I	三角州または 海岸平地	完新統の粘土、シルト、砂礫 の互層	WD=72.5m SWL=4.50m、Q=692m <sup>3</sup> /d、EC=18,890 μ S/cm で、 水質は海水に近似	
46-II	"	"	46-I が塩水のため掘りなおす WD=37.2m、SWL=4.12m、PWL=4.48m、s=0.36m、 Q=755m <sup>3</sup> /d、EC=6,840 μ S/cm と依然として塩分 濃度高い。	
47	台地	更新統の粘土、シルト、砂礫の互層	WD=72.0m、SWL=2.45m、PWL=5.21m、s=2.76m、 Q=1,105m <sup>3</sup> /d、EC=751 μ S/cm と良好。	
64	"	"	WD=74.0m、SWL=+1.8m (自噴) PWL=1.53m、s=3.33m、Q=580m <sup>3</sup> /d、EC=846 μ S/cm と良好。	
67	"	"	WD=70.9m、SWL=3.70m、PWL=4.81m、s=1.11m、 Q=1,030m <sup>3</sup> /d、EC=214 μ S/cm と良好。	
93	"	"	WD=75.0m、SWL=6.12m、PWL=12.23m、 s=6.11m、Q=721m <sup>3</sup> /d、EC=650 μ S/cm と良好。	
97	"	更新統の砂層	WD=41.75m、SWL=7.802m、PWL=8.64m、 s=0.838m、Q=1,339m <sup>3</sup> /d、EC=250 μ S/cm と良好。	
103	丘陵	白亜系の砂岩、シルト岩、泥岩、石 灰岩の互層	WD=170m、SWL=22.08m	
104	"	上部ジュラ系の砂岩と泥灰岩の互層	WD=44.0m、SWL=9.80m、PWL=13.9m、s=4.10m、 Q=460m <sup>3</sup> /d、EC=324 μ S/cm と良好。	
106	"	イサログループ下部層の砂岩、泥岩 層	WD=222.0m、 SWL=31.10m。水僅少	
109-I	沖積低地	26mまで完新統 26m以深、第三系	WD=71.67m、SWL=17.18m、 EC=5,230 μ S/cm と高く廃井。	
109-II	"	完新統のシルト、砂礫	109-I の掘りなし。WD=20.82m、SWL=13.175m、 PWL=14.49m、s=1.315m、Q=99.75m <sup>3</sup> /d、 EC=2,385 とやや好転する。	
114	丘陵	イサログループ下部層の砂岩、泥岩 層	WD=93.0m、SWL=13.41m、PWL=24.27m、 s=10.86m、Q=504m <sup>3</sup> /d、EC=343 μ S/cm と良好。	

注: WD=井戸深度、SWL=静水位、PWL=動水位、s=比湧水量、EC=電気伝導度、=地層水、=裂ヶ水

これらの試掘井の断面図をまとめて次ページに示す。

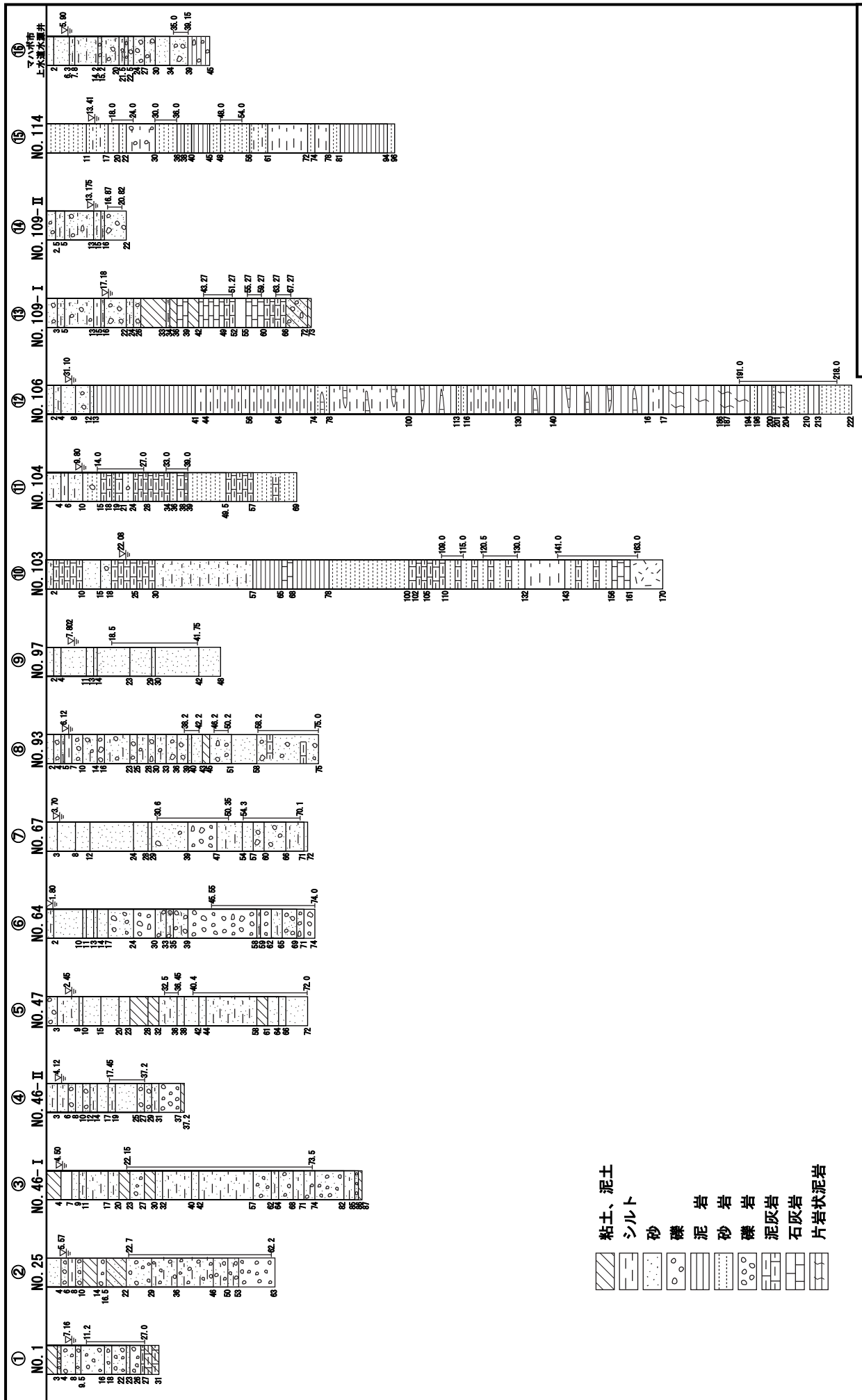


图2-3 既存深井戸地質柱状図

開発調査の掘さく結果が示すように、対象地域の地下水賦存形態や採水量、水質等は採水対象層によって甚だしく相違する。 これらの特徴を次表にまとめる。

表 2-10 試験井結果から判断した水理地質特性

地 層	記 事
完新統 (三角州堆積層を含む)	粗砂、礫を帯水層とする地層水。 海岸近くでは海水の浸入による塩水化の危険がある。 静水位は 4～7m、30m以浅から採水することが望ましい。帯水層がレンズ状分布の場合は水量が少ない。井戸深度は 50m位を想定する。
更新統	粗砂、礫を帯水層とする地層水。 静水位は 10m以浅。粘土やシルトのキャップベッドがある所では、自噴することもある。完新統と更新統の帯水層が接する所では海水が浸入し地下水塩水化の危険がある。井戸深度は 50～100m。
第三系、白亜系	帯水層は泥灰岩、石灰岩、砂岩等のクラックや洞穴を流動する裂か水である。クラックや洞穴が無い場合は空井戸の可能性が高くなる。深部には化石水賦存の可能性あり。No.109(*)は三角州堆積層を通した海水の浸透による塩水化の可能性が強い。静水位は 10～30m位。掘さく深度は 100m。(*=本文 項参照)

以上の先行開発調査試験掘結果および本調査結果から、対象地域に賦存する地下水を次のように分類する。

表 2-11 地下水の賦存形態別分類

区 分	地下水の賦存形態別分類
型	海岸低平地に賦存する地下水(含三角州の地下水)
型	台地を形成する更新統中に賦存する地下水
型	丘陵地を形成する第三系、白亜系、ジュラ系、それ以前の地層中に賦存する裂ヶ水

#### 型

海岸低平地、砂丘および後背湿地には完新統の砂優勢層を帯水層とする浅層地下水と、下に潜り込む更新統を帯水層とする深層地下水がある。その大部分は海水の浸入によって塩水化しているが、完新統の下に厚い粘土層がある場合、これがキャップベットとなって海水の浸入を阻止している。開発調査で整備された No.47「アンバララタ」(位置等は図 2-1/表 2 - 8 参照) はその好例で、既存浅井戸の  $EC = 1,377 \mu S / cm$  に対し、先行開調井(深さ 72m)では深度 23～32m の間に厚い粘土層があり、32.5～36.45m、40.4～72m にスクリーンを設け  $EC = 751 \mu s / cm$  の良質水を日量  $1,105m^3 / d$  得ている。

また、No.1「アンドラノパシ」では砂丘上にある深さ 2.3m の浅井戸は EC = 830  $\mu$ S / cm とやや良質であるが、塩水上のレンズ状溜まり水と考えられ、バケツでの採水程度なら問題ないが、ポンプ揚水になるとすぐに水位が低下し塩水化すると考えられる。

#### 型

台地を形成する更新統の砂～砂礫層を帯水層とする地下水である。この型は次のように細分される。

- a. 地表部から深さ 70～80m まで砂～砂礫層が連続しているもので、浅層地下水と深層地下水は連絡し両者の識別が困難である。先行開調井 No.64、No.67、No.92、No.97 がその好例である。
- b. 地表下 10～15m より厚さ 20～30m の粘土層があり、不圧地下水である浅層地下水と、被圧地下水である深層地下水が明瞭に区別できる。浅層地下水は台地上に宙水の形で賦存していることが多いので、乾期では補給源のない林野地帯では蒸発散との関連で濃縮され、水質悪化が促進される。しかし深層地下水は厚い粘土層がキャップベツトとなり、蒸発散による水質悪化を阻止している。先行開調井 No.25 はこの好例で、この厚い粘土層は No.36、No.40、No.41 に連なっている可能性がある。また No.47 もその好例である。

#### 型

丘陵地を形成する第三系、ジュラ系またはそれ以前の固結した地層中に賦存する裂ヶ水である。裂ヶ水は地質時代における外的営力で形成された断層や亀裂などに沿って流動する地下水であるが、泥岩や石灰岩等は風化により容易に粘土化し、これが亀裂を充填して地下水の流動を阻止する。しかし、砂岩や礫岩は風化しても砂や礫となり地下水の良好な通路となる。このため、泥岩地帯での深層地下水開発は極めて困難であるが、砂岩や礫岩優勢帯の地下水開発は比較的容易であると考えられる。石灰岩地帯(本計画対象地区南部マンザ市周辺の石灰岩地帯等)は有力な亀裂の他に、石灰岩中に形成された空洞がある場合は、これが地下水の良好な通路となる。マンゴキ川左岸やモロンダヴァ川ダバラ・ダム右岸に国連により 1960 年代試掘された自噴井はその好例である。しかし地下深部における亀裂や空洞を探知することはかなり困難で、物理探査(電気探査他)を含めた詳細な水理地質調査が

必要である。

## (5) 水質

本調査では、各対象村落において、開発調査パイロット井、既存浅井戸、表流水など既存水源について現場における簡易水質試験を行うとともに、代表的なサンプルについては MEM 所属の「マダガスカル電気・水公社」（以下現地名である「ジラマ」と称す）の公的試験所に水質試験を依頼して、本計画地域における地下水水質の実態と傾向について確認作業を行った。ジラマによる試験結果は表 2-12 の通りである。

全般的な傾向は次の通りである。

鉄分、マンガンなど、金属イオンは微量ないしは痕跡で、特段の問題点はない。

硬度はいずれも基準値より小さい。

塩素イオンについては、沿岸地帯に位置する村落はいずれも海水侵入の影響を受ける可能性が強い。試験結果によると、開発調査で成功井として評価されている海岸線沿い村落、No. 47「アンバラタ」のパイロット井でもジラマ基準よりわずかながら高い塩分濃度を示し、海水の影響が及んでいる。また浅井戸でも No. 41、内陸部に位置する No. 89 等の村落で濃度が高い。この両村落や沿岸地域一帯の村落では良質の給水に対する要望が強い。地層の性質に起因すると考えられるフッ素が、どのサンプルでも確認されているが、No. 25「ベファシ」の浅井戸を除いて、許容度を超えるにいたっていない。

今回の試験結果で最も注目されるのは、一部のサンプルの異常に高い窒素イオンの存在である。公的試験において、浅井戸ではマハリヴォ河口地帯の No. 41「ファラテニ」とツイリビヒナ三角州地帯の No. 113「マナンジャキ」の 2 村落が異常に高い含有量を示した。実際に両村では住民から地下水の味がきわめて悪いと訴えられた。硝酸性窒素は汚染指標の一つで、廃水や農業肥料の影響による場合が多いが、地層そのものに含まれる場合がある。一方、No. 114「アンバトラヒ」のパイロット井からのサンプルが同様に高い硝酸性窒素含有量を示し、基準値 50ppm に対して 114ppm であった。同井は、No.41 や No. 113 と異なり深井戸であるが、既存井の当時の掘さく記録を検討すると、比較的上層部の 14m から取水スクリーンが設置されている。同井は同時に深層部にも別にスクリーンを設置しているので、原因として現時点上層部の汚染によるものか、または地層自体に固有に存在する含

有量であるかどうかは判断が困難である。本調査の試験結果を受け、MEMは2000年12月同井の水質試験を再度実施したが、やはり基準値を越える64ppmが検出された。このような村落に対する新規開発は、これらの状況を踏まえ、(a)既存井のある地点から離れた別地点を新規開発地点として選定する、(b)上層部の汚染が最も有力な原因と想定されるので、上層部には取水スクリーンを設置しない、等の対策により良質の地下水を確保する必要がある。

以上の検討結果から、開発調査の結果も参照すると、一般的には、より深部における地下水開発をすれば水質問題への対応が可能になると予想される。



表2-12 公的水質試験結果

Site No.	村落名	水源	EC(μ S/cm)	pH	TH (°F)	Ca (mg/liter)	Fe (mg/liter)	Mn (mg/liter)	F (mg/liter)	Cl (mg/liter)	NH4 (mg/liter)	NO3 (mg/liter)	Turbidity NTU	Color	Odeur	COD
25	Befasy	浅井戸	(1890, 1435)	(7)	48.4				1.24	83.42	0.08					
40	Manomentinay	浅井戸	(690, 705)	-						42.6	0.02	0.47				2.1
41	Farateny (Faratenina)	浅井戸	(2990)	(7.5~8)						266.25	0.06	138.89				
47	Ambararata	井戸	(484)	(6.5~7)	17.6		Trace		0.84	273.35	0.00	1.43				Trace
64	Andonomena Ats	井戸	(780)	-	2.2	4.80	0.009		0.4	10.65	0.00	0.00	0.6	Incolore	Absence	Trace
67	Analaiva	井戸	(130)	-	11.8	37.60	0.011		0.405	170.4	0.00	0.00	1.3	Incolore	Absence	Trace
89	Ankaraobato	NGO浅井戸	1170 (Fitasy井) 1593(Rasandri井)	(6.5~7)	33.6	96.00	Trace		0.58	273.35	0.00	19.86				2
93	Bereboka Sud	井戸	(790)	-	19.2	72.80	0.017		0.43	173.95	0.00	0.576	2.9	Incolore	Absence	Trace
97	Bezezika	井戸	(212)	-	4.8	16	0.015			17.75	0.00	6.50	0.9			0.1
106	Malaimbandy	井戸	(630)	(8~8.5)	12.8				0.86	33.5	0.00					
113	Mananjaky	浅井戸	(955)	-	34	73.60				63.9	0.02	174.61				2
114	Ambatolahy	浅井戸、井戸、河川	144 (浅井戸), 746 (Pilot井)	(6)	20.2	47.20	0.3		0.82	53.25	0.00	132.51				
117	Ankiliabo	浅井戸	(611, 510, 611, 627, 572, 629, 572)	-	50.4	99.20	0.08		0.78	31.95	0.02	0.00				1.8

注記:

1. ()は簡易水質試験結果、EC値は複数井戸の結果を並列表記。
2. No.64「Andronomena Ats」は、開発調査パイロット井で、自噴井。(村落は自噴井を有効利用しており、本計画対象外。)
3. TH(全硬度)は、「マ」国公的試験所「シラマ」水質基準では、単位が°Fで表示。(WHOおよび日本はmg/liter表示。) シラマ基準値、50°Fは、500m g/literに相当。

水質基準値

機関名	EC	pH	TH	Ca	Fe	Mn	F	Cl	NH4	NO3	Turbidity	Color	Odeur	COD
JIRO SY RAINO MALAGASY(JIRAMA)	<2000	6.5-9.5	<50 (*)	-	<0.3	-	-	<250	<0.05	<50	<5	無色	Absence	-
WHO	-	-	500	-	0.3	0.5	1.5	250	-	50	5	15TCU	-	-
日本	-	5.8-8.6	300	300	0.3	0.05	0.8	200	-	10	2	5度	-	3

## (6) 地下水開発

1995～96年にかけて実施された本計画に先行する「オニラヒ・モロンダヴァ地域地下水開発計画」は開発調査の結果として、地下水開発の可能性について次のように結論づけている。

地下水開発のポテンシャルは計画対象地域で分類した集水域開発能力を総括すると次の通りである。

- a. 最大 モロンダヴァ平野部 887m<sup>3</sup>/日/km<sup>2</sup>
- b. 最小 マハリボ川流域 167m<sup>3</sup>/日/km<sup>2</sup>

以上に示す開発能力は、最小地域でも、一人一日の給水量を20ℓとした場合は8,800人分に相当し、どの村落でも量的に満足するものである。このように調査対象地域の地下水開発ポテンシャルは高く、村落給水の用水源としては十分な量の開発が可能である。

水質については、海岸寄り平野部において、海岸線付近での海水侵入の問題があり、また海岸から離れた地点においても塩分濃度等水質不良の帯水層が挟まれて存在する地域が多い。海岸沿い地域においては、1本の井戸から大量に揚水して水位を下げることは避けなければならない。内陸部の水質不良地帯については、事前に場所と深度が特定することが困難であるので、井戸の仕上げ時点にスクリーン位置を正しく清水層に設置すること、塩水層遮断等の措置を考慮すること等の配慮が必要となる。

水質配慮の点において、結果的に塩分等の侵入を防ぐことが困難な場合がしばしば発生するため、平野部の予備井戸増掘率として20～25%を見込む必要がある。

深井戸水源掘さくは、低平地においては50～70mの井戸、丘陵地においては100～180m、東部山地では150～250mで、必要十分な地下水開発を行うことが可能である。

地下水位は、東部山岳地帯を除いて、全般的に地表下15m以内の浅所にあり、経済的な揚水が可能である。

今回の基本設計調査は、以上の開発調査による地下水開発に関する検証内容を調査・検討し、

全体としてプロジェクト実施の技術的妥当性があることを確認した。ただし、丘陵・山岳硬岩地帯では水理地質条件が複雑になり、開発難度が高い地域があるので、水源計画には地域毎の自然条件特性を把握し、慎重に対処する必要がある。

#### 2-4-2 一般社会・経済条件

本基本設計調査では、地元 NGO の協力を得て、対象村落における社会・経済調査を実施した。調査内容は村落責任者グループ（準郡庁所在地の場合は役場担当責任者）との会見を通じ、村落によっては住民集会を開催し、全般的な傾向を調べるための一般調査を 71 村落を対象に実施した。さらに各村落内部では世帯調査を実施した。世帯調査の有効サンプル数は全サイトで 303 に達する。対象村落は県内の全 5 郡にまたがる準郡庁所在地から単一村落实まで大小集落を網羅しており、メナベ県の一般的傾向を示すものである。これらの調査を補足するために、県庁から 2000 年 1 月発行の「メナベ県統計資料」を入手し、本節で調査結果とあわせて検討することとする。

##### (1) 行政組織

本計画対象地域のメナベ県(région)は、同国南部チュリアール州の北部に位置し、総面積は 46,000km<sup>2</sup> (国土の約 7.8%)を占める。同県はモザンビーク海峡に面する臨海都市モロンダヴァを県庁所在地とし、次の 5 郡 (sous préfecture)により構成される。

モロンダヴァ郡

マハボ郡

ベロ・ツィリビヒナ郡

ミアンドリヴァソ郡

マンザ郡

「マ」国の行政区分は、州都、県都、郡庁所在地までを都市部と分類し、それ以下の行政単位が地方部となる。本計画対象村落は、上記県庁所在地と 5 郡の郡庁所在地を除く集落が対象となる。各郡の構成単位は次の通りである。

郡

郡

コミューン

「準郡」(仮称)、メナベ県内は 51 準郡。コミューンの中心集落が「準郡庁所在地」(Chef lieu de Commune)で、行政機関として役場 (mairie) がある。

フクタン

多くは血縁関係にある近接する数ヶ村で構成する行政単位。中心村落には選挙で選ばれたフクタン長が住む。住民意思決定の住民会議はフクタン長が召集する。

村落

本調査対象 71 村落のうちには準郡庁所在地が 13 集落含まれ、これら集落には役場、警察、医療センター、学校等の公共施設が集中し、また常設市場が設置されており、地域内村落の行政・経済の中心地となっている。

## (2) 社会状況

1993 年人口調査結果に基づくメナベ県の一般社会状況を次表にまとめる。

表 2-13 メナベ県の一般社会状況

項目	1993 年人口調査結果	本基本設計調査結果(参考)
1 人口	285,124	
2 世帯数	63,777	
3 世帯構成員数	4.5 人 (各郡ほとんど差異なし。)	
4 世帯主性別	男性 (各郡 74 ~ 84%) 女性(14 ~ 25%)	
5 世帯主教育経験	54.4%	
6 失業率	7%	
7 職業	農業・漁業 (84.7%) その他は会社員(3%)、市場関連職員(2.7%)、政府職員 (1.7%)等の少数グループとなる。	
8 教育	小学校 (322)、中学校(28)、高校 (8)、以上が公立で私立は小・中・高校あわせて 21 校。	小学校 - 46 中学校 - 10 高校 - 0
9 医療	総合病院は各郡庁所在地に 1 ずつ。 以下、医師がいる医療センター(CSB2)と看護師勤務のセンターが(CSB1)拠点集落に配置されている。県全体で 77 のセンターが存在する。	CSB2 - 11 CSB1 - 7

メナベ県は農業、牧畜業、漁業が社会・経済基盤となっているので、関連プロジェクトはこれら産業の構成員である零細農民を対象とするものが多く、農業省、水産省、環境省、牧畜省がそれぞれ県に事業所を配置して、業務を実施している。各国・機関の支援もこれら農業関連事業に集中し、農民の組織化、農業技術改良、インフラ整備等農村整備事業が多い。特に活発な支援を展開しているのは、スイス開発庁でモロンダヴァからツィリビヒナ川までの広大な自然保護林の環境保全を対象とし、地元の NGO を起用して対象地域の農村生活改善事業を実施している。同様にノルウェイも NGO を通じ、農民組織化や農業技術改善を支援している。農村や農民に対する資材提供や資金援助は、これらのスイス、ノルウェイのほか、世銀やフランスも積極的である。これまでの大規模公共事業としては、メナベ県の大河に農業用水取水堰を建設する事業が特に顕著であり、本計画対象地域の中心を流れるモロンダヴァ川取水堰を EU が、また北端のツィリビヒナ川取水堰は BAD がそれぞれ支援した。

県の工業は農業関連のものに限定され、本計画対象村落 No. 68「ベスプティカ」に中国の支援で建設された精糖プラントが代表的なものである。同プラントは地元住民約 3,000 人を雇用し、砂糖きびの栽培から精糖までを一貫してプラント敷地内で行い、24 時間フル操業を続けている。一方 No. 47「アンバララタ」の近くの海岸線には近年製塩プラントが完成した。計画対象村落の一部には、食品プロセスや皮革工場が一時建設されたところがあるが、採算が取れず、現在はすべて操業を停止している。

農産物としては、米、豆類(いんげん、えんどう豆等)、落花生、とうもろこし、さつまいも、キャサバ等が主産品であり、豆類は換金作物として近年栽培が盛んである。これらの農作物の収穫は雨期が明けた 4 月から始まり 10 月まで行われ、農産物の種類によって取り入れ時期が多少異なるが、最盛期は 7 月頃となる。11 月から 3 月までの雨期が準備期間と休耕期間になる。米作は年間約 10 万トン程度の収穫があり、ほぼ自給できる生産量であるが、全国生産高である 266 万トン(1998 年)内に占める割合は、耕地の広さから見ると小さく、原始的農法を改善し、効率を上げる必要がある。漁業は海産と淡水産の両方が行われているが、モロンダヴァ市以南のモザンビーク海峡に面するベロ・メール・スール地域の海洋漁業が最大規模であり、この地方のえび、かに、たこ等は主として EU 諸国に輸出され、国家経済に貢献しているが、漁法の改善がこの分野でも求められている。

### (3)対象地区のインフラ整備状況

メナベ県の国道は全長約 600km に及び、そのうち舗装道路は首都への連絡道路である 34 号線と 35 号線の 370km であるが、丘陵・山岳地帯を通過する 34 号線の約 100km は近年のサイクロンで破壊されたままで、雨期になると県域が孤立化するおそれがあり、世銀等国际機関に改修の支援を要請しているが、具現化していない。国道の維持管理は公共事業省、その他の地方道は準郡庁の責務となっているが、準郡庁の年間予算割当は十分ではなく、県内を横断する大小河川や用水路網の増水や氾濫により、地方道は県内各所で通行止め、通行難となっている。村落へのアクセスには、事前に交通事情について十分調査して対処する必要がある。

地方電化状況は、県庁および郡庁所在地 5 都市で「ジラマ」がディーゼル発電による電力供給を実施しているが、都市周辺集落への電化はまだ計画されておらず、例外的にモロンダヴァ市に隣接する本計画の対象村落の一つである準郡庁所在地 No. 58 「ベマヌンガ」まで送電線が延長されている。毎年雨期になると河川増水によりモロンダヴァ市との交通が遮断される南部マンザ市では 3 年前電化されたが、現在まで正午 12 時から深夜 12 時までの時間供給が続いている。県の統計資料や県内の各郡庁編纂による郡内開発記録にも地方電化計画は対象となっておらず、インフラ整備の目標としては現在まで給水事情の改善が第一候補となっている。給水状況は、電力同様都市給水をジラマが担当し普及しているが、村落部整備は MEM の管轄である。

その他通信事情も、通信網が整備されているのはモロンダヴァ市のみで、郡庁所在地も警察の無線通信を利用する現況となっている。このようなインフラ未整備状態は、メナベ県だけにとどまらず、チュリアル州全域におよび、近年の政府による地方分権政策の主要課題として、実質的な対応が進むことが期待されている。

### (4)対象地区の経済状況

本計画対象村落では、71 村落のうち 66 村落が農業、2 村落が漁業、同じく 2 村落が牧畜(牛)を最大収入としているほか、特殊な例として精糖工場に隣接する 1 村落が工場労働を主たる収入源としている。農業は米作と豆作に集中している。補助収入としては牧畜が約半数の村落であげられており、農業と並んで、重要な収入源となっている。これらの村落の経済状態に

については、57 村落(うち 3 村は隣接する分村も別調査したので、調査対象村落としては 54 村落になる) に対して世帯調査を実施し、家計収入に関し、303 世帯の回答を得た。この回答のうち、有効サンプルは 290、回答なしが 13 ある。これらの回答を統計処理した結果は次表の通りである。ただし、調査における年収最小値は 40,000FMG (約 670 円)、最大値は 21 億 FMG(約 35 百万円)と極端な差異があり、同最大値は対象地区では特例であるので、これをそのまま処理した場合と、同サンプルを除外した場合の 2 通りを統計処理し、表示した。また年収分布と度数分布については次ページにグラフで示した。

表 2-14 年収調査統計量 (年収値 × 1,000 FMG)

統計指標		統計量(1)*	統計量(2)**
度数	有効	290	289
	欠損値	13	13
平均値		11,742.9088	4,516.7044
中央値		2,131.2500	2,125.0000
最頻値		1,000.00	1,000.0
標準偏差		123,708.3283	123,708.3283
最小値		40.00	40.00
最大値		2,100,000.00	200,000.00
パーセンタイル	20	1,000.0000	1,000.0000
	40	1,750.0000	1,750.0000
	60	2,712.5360	2,675.0000
	80	5,000.0000	5,000.0000

注: 統計量(1)=最大値 2,100,000.00 を含んで処理、(2)は除外して処理。

特例である最大値を除外して 289 世帯の平均を求めると、年間収入は約 450 万 FMG (76,000 円)となる。最頻値は 1,000,000FMG (16,800 円)、中央値は 2,131,250FMG (35,800 円)であり、次ページの度数分布グラフから全村落の 80%は最頻値以上の年収があることが、また中央値 213 万 FMG が回答者の平均的な生活水準を示すものであることが分かる。

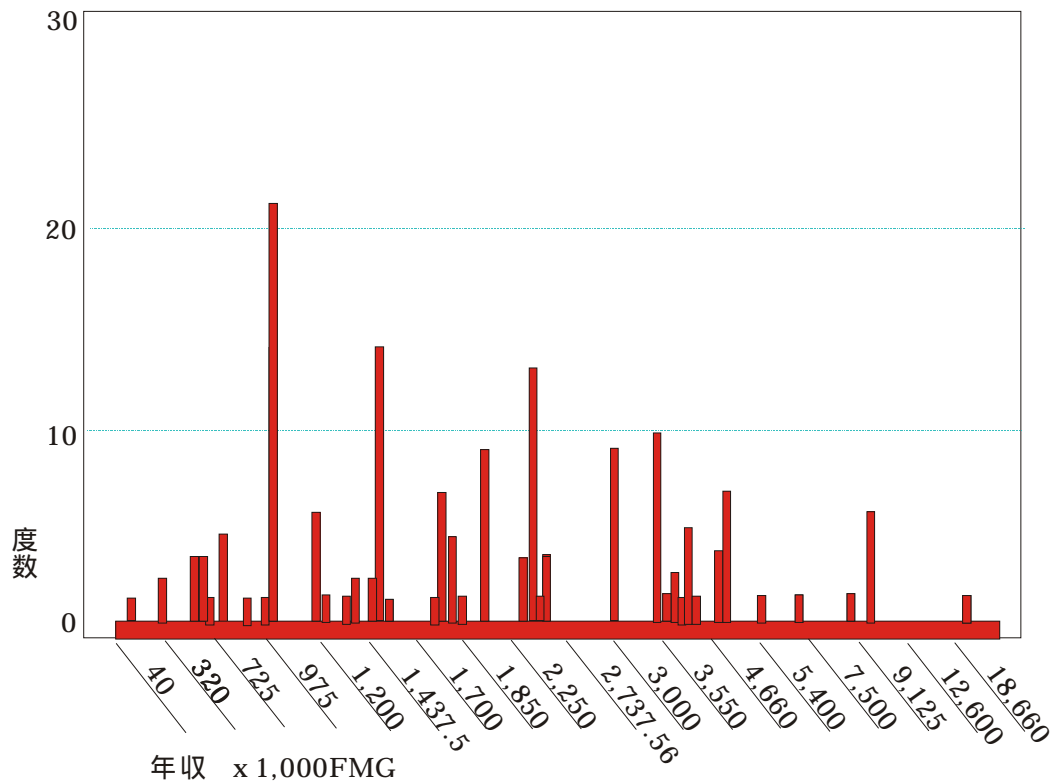


図 2-4 年収分布グラフ

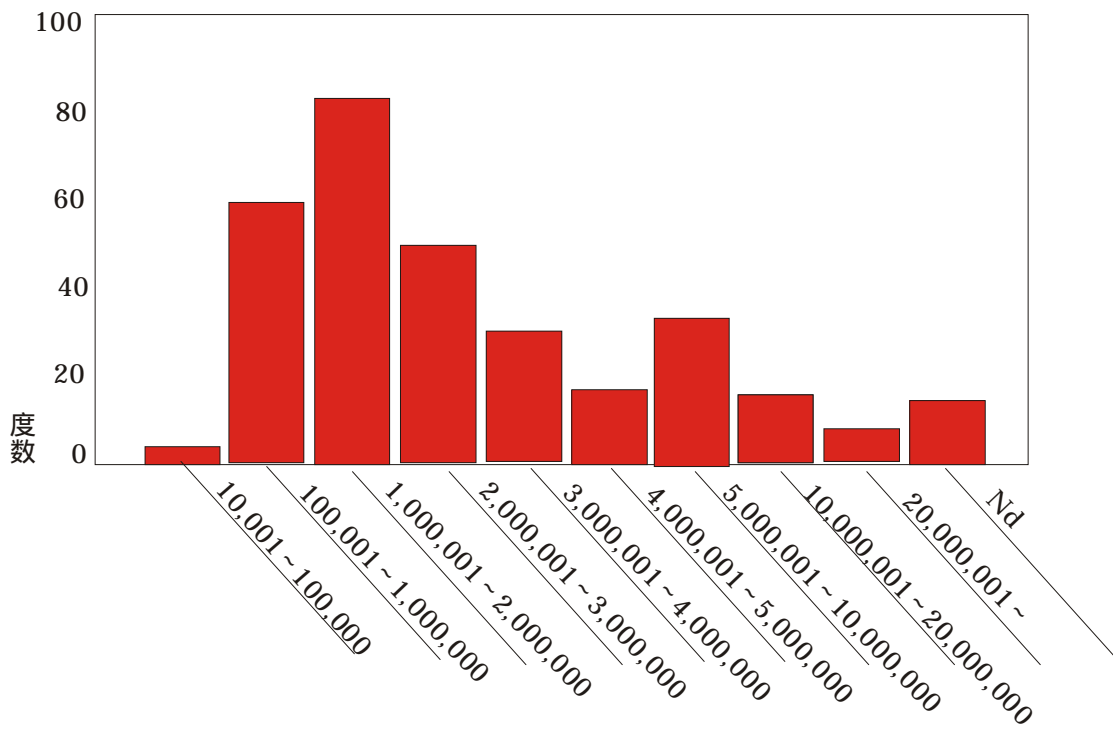


図 2-5 度数分布グラフ

調査対象村落の中で大多数を占める、人口が 1,500 人以下の一般村落の生活水準は世帯調査の結果では、年収 100 万 ~ 200 万 FMG の範囲にほとんどが入る。調査対象村落中には計 13 の準郡庁所在集落が含まれるが、その結果を次表に示す。



表 2-15 世帯調査による平均年収調査結果

	村落 ID	村落名	調査 サンプル数	平均年収 (x 1,000FMG)	注記
1	01	アンドラノパシィ	2	5,610	本計画対象外
2	25	ベファシィ	9	2,294	
3	58	ベマヌンガ	17	8,074	
4	67	アナライヴァ	15	8,871	
5	94	アンキリヴァロ	20	5,930	
6	103	アンキリザト	3	5,150	最大値 21 億は除外
7	106	マランバンディ	16	15,545	本計画対象外
8	112	ツィマファナ	9	5,582	
9	114	アンバトラフィ	15	3,176	
10	115	アンコトロフォツイ	12	2,761	
11	117	アンキリアボ	13	8,683	
12	120	ソアセラナ	7	4,034	

注:上表 12 村落の他に追加調査実施村落 A04「アナラミツィヴァラナ」が準郡庁所在地であるが、同村落では世帯調査は実施しなかったため、統計に含まない。

これらの大規模集落には特別な富裕層(例として No. 103 の億万長者)もいるが、平均的に年収が一般村落より格段に高く、前ページの世帯調査における中央値を超える世帯はほとんどが上表の集落に含まれる。以上の準郡庁集落では No. 25 と No. 115 が平均年収 300 万 FMG 以下となっているが、両村落では準郡庁との協議において公共水栓給水施設ではなく、ハンドポンプ給水施設が要請された。

#### (5)住民組織化および給水委員会設立状況

住民組織化の動向の一般的傾向をまとめると次の通りである。

- 1)村落調査では 60 村から回答を得たが、そのうち過去に実施された社会開発プロジェクトにおいて参加経験があるのは 40 村落に達する。
- 2)その対象としては、(a) 学校建設 (17 村)、(b) 農業用水路整備 (5 村)、(c)NGO や教会によるコンクリート枠浅井戸建設 (17 村)、(d)日本による開発調査パイロット・プロジェクト (6 村)、医療センター建設・改修 (2 村)、公設市場建設・改修 (2 村) と多岐にわたり、

なんらかの形で住民参加の経験をした村落は全体の 2/3 に達する。

3) これら住民参加の形態は 労力提供や砂利・砂等の資材提供が多いが、金銭負担もあり、その経験があるのは 21 村落であった。準郡庁集落では、住民負担のほか一部役場経費から捻出されたケースもある (8 村落)。

4) 組織活動としては、次の通りである。

- a. 生産組合 (7 村落)
- b. 女性グループ活動 (野菜栽培の菜園活動等、16 村落)
- c. 学校委員会 (51 村落、会費支払いを伴う)
- d. 用水路維持管理組合 (村落内の自主組織も含み 23 村落)
- e. その他 (青年スポーツクラブ、CECAM の農業金融資金会員組合など)、

5) 給水委員会が現存する村落は 16 に達する。スイス支援によるコンクリート枠井戸建設の場合は委員会設立が前提条件となっており、維持管理費としては 500FMG/月/世帯 (8 円強) を負担する。日本のパイロット井の場合も、維持管理費は同額であるが、建設の対象村落が大規模集落で、各村落 1 本だけであったため、利用者が限られている状況にある。

以上の現況から判断すると、対象村落の住民活動は各セクターにおいて活発な動きがうかがわれ、給水の場合もドナー支援や指導に基づく NGO 活動に支えられ、持続的な維持管理に必要な基本的対応が守られている村落が多い。メナベ県における NGO は農業関係でも農業技術普及や農民組織化に活躍しているが、水セクターでは 1990 年代後半から、国内で最大組織の専門 NGO タラトラのほか、スイス開発庁の支援を受けるフィタシ、ツィアダボの 2 NGO、その他カトリック組織の支援によるフィクリファマ等が、コンクリート枠・井戸蓋付き構造で排水にも配慮した衛生的な浅井戸建設に従事している。本調査対象村落にもこれまでに 13 村で、これら NGO による浅井戸が建設された。これらの手掘り浅井戸は、浅層地下水を対象とするため、地下水が塩分を含む水質不良や、乾期には水位が下がり水量が乏しくなる井戸もあり、住民が満足していない村落も少なくないが、近年連続してコレラ禍が広がっているメナベ県における給水条件の改善に大きな貢献をしている。

## 2-5 環境への影響

環境的視点から見た本計画は小規模であり、現状の環境に重大な影響を与える心配はないと判断される。本計画では深井戸水源により深部の地下水を利用する給水施設が計画されるが、開発調査における水収支データや地質分布・構造、補給源である降水の状況から、地下水の枯渇や地盤沈下のような重大な災害は予想されない。しかしながら、対象地域である海岸地域の低平地部では、海水侵入等の危険性があり、塩水化の影響を受けない場所に深井戸の建設を考慮する必要がある。

また、本計画では、工事实施の前段階から対象村落住民に対して啓蒙活動が実施される。この啓蒙活動の内容には、住民の日常生活に関わる保健衛生についても含まれ、清浄な飲料水の重要性、疾病と飲料水の関係、排水路整備等について住民教育を実施する。本計画が実施されることにより、住民の保健衛生に関する意識が高まり、水の無駄遣いや給水施設周辺の排水による周囲への汚染を軽減することが可能であり、また、村落住民は、給水施設が故障すると河川や用水路などの既存水源を利用し、給水施設を放棄する傾向が見うけられ、このような現状を食い止めることにも繋がる。

本計画の立地環境一覧及び環境スクリーニング結果を下表に示す。

表 2-16 プロジェクト立地環境

	項 目	内 容
社会環境	地域住民 (居住者 / 先住民 / 計画に対する意識等)	衛生的で且つ安定した飲料水の供給を待望している。
	生活関連施設 (井戸・貯水池・水道 / 電気等)	素掘りの井戸、河川、用水路を利用。
	保健衛生 (伝染病・疾病 / 病院 / 習慣等)	現在使用している浅井戸は、地表より汚染を受けやすい構造となっており、2000年にコレラが蔓延し、多数の犠牲者が出た。
自然環境	地形・地質 (急傾斜地・軟弱地盤・湿地 / 断層等)	平野部、海岸低平地、丘陵部の村落を対象としている。
	地下水・湖沼・河川・気象 (水質・水量・降雨量等)	平野部においては、安定した水量、水質が得られる帯水層がある。海岸低平地では、水量について問題がないが、海面からの海水侵入の危険性がある。丘陵部では、古い地質年代の硬岩分布地帯に位置し、水源開発の難度は高い。
	貴重な動植物・生息地域 (自然公園・指定種の生息域等)	モロンダヴァ北部に保護森林がある。
公害	苦情の発生状況 (関心の高い公害等)	不衛生な水を利用しており、コレラが蔓延し、多数の犠牲者を出した。海岸部での塩水化。
	対応の状況 (制度的な対策 / 補償等)	特になし。

表 2-17 環境スクリーニング評価

環境項目		内容	評定	備考（根拠）	
社会環境	1	住民移転	用地占有に伴なう移転（居住権、土地所有の転換）	無	施設建設に伴なう影響はない
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失は施設建設が更地に行なわれるため問題はない。経済構造の変化。	有	給水事業により経済活動が活発になる
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有	住民の生活施設が改善される
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	無	影響は考えられない
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の喪失や価値の減少	無	影響は考えられない
	6	水利権・入会権	漁業権、灌漑・水利権等の阻害	無	影響は考えられない
	7	保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等衛生環境の悪化	無	安全な飲料水により改善される
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥、一般廃棄物等の発生	無	廃棄物は発生しない
	9	災害（リスク）	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	無	影響は考えられない
自然環境	10	地形・地質	掘さく・盛土による価値のある地形・地質構造の改変	無	大規模な地形改変はない
	11	土壌浸食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	無	大規模な地形改変、植生除去はない
	12	地下水	過剰揚水による地下水水位の低下とそれに伴なう汚染	無	開発調査で、地下水盆毎の水収支を算出しており、本計画で必要な水量は十分確保されており、地下水位低下の影響はない。
	13	湖沼・河川流況	埋め立てや排水の流入による流量、水質の変化	無	影響は考えられない
	14	海岸・海域	埋め立てや海況の変化による海岸浸食や堆積	無	影響は考えられない
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	無	大規模な森林伐採、植生除去はない
	16	気象	大規模造成や建築物による気温、降水量、風況等の変化	無	影響は考えられない
公害	17	景観	造成による地形変化、構造物による調和の阻害	無	影響は考えられない
	18	大気汚染	車輛や工場からの排出ガス、有害ガスによる汚染	無	影響は考えられない
	19	水質汚濁	ボーリング掘さく時の泥水、油脂等の流入	無	適切に施工をするので、影響は考えられない
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	無	土壌汚染を生ずる施設はない
	21	騒音・振動	掘さく、揚水等による騒音・振動の発生	無	影響は考えられない
	22	地盤沈下	揚水による地下水水位低下に伴なう地盤変形	無	地質学的に影響は考えられない
	23	悪臭	排気ガス、悪臭物質の発生	無	影響は考えられない