

マダガスカル民主共和国  
南西部地下水開発計画調査  
事前調査報告書

平成元年 6 月

国際協力事業団

開 二  
89-089



JICA LIBRARY



1078299(3)

2017



## 序 文

日本国政府は、マダガスカル民主共和国政府の要請に応え、同国南西部地下水開発計画調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなった。

当事業団は、平成元年5月17日から同年6月4日まで当事業団社会開発協力部社会開発計画課課長代理・中野武を団長とする事前調査団を同国へ派遣し、要請背景及び内容の確認、資料収集、現地踏査を行うとともに、本格調査の範囲、内容及び実施方法について十分協議した結果、Scope of Workに合意した。

本報告書は事前調査団の調査結果の概要をとりまとめたものであるが、今後の本格調査の立案、検討及び実施に際し、参考となることを期待するとともに、今回の調査実施にあたり、多大のご協力をいただいたマダガスカル民主共和国政府、在マダガスカル日本大使館並びに関係各位に対し厚く御礼を申し上げます次第である。

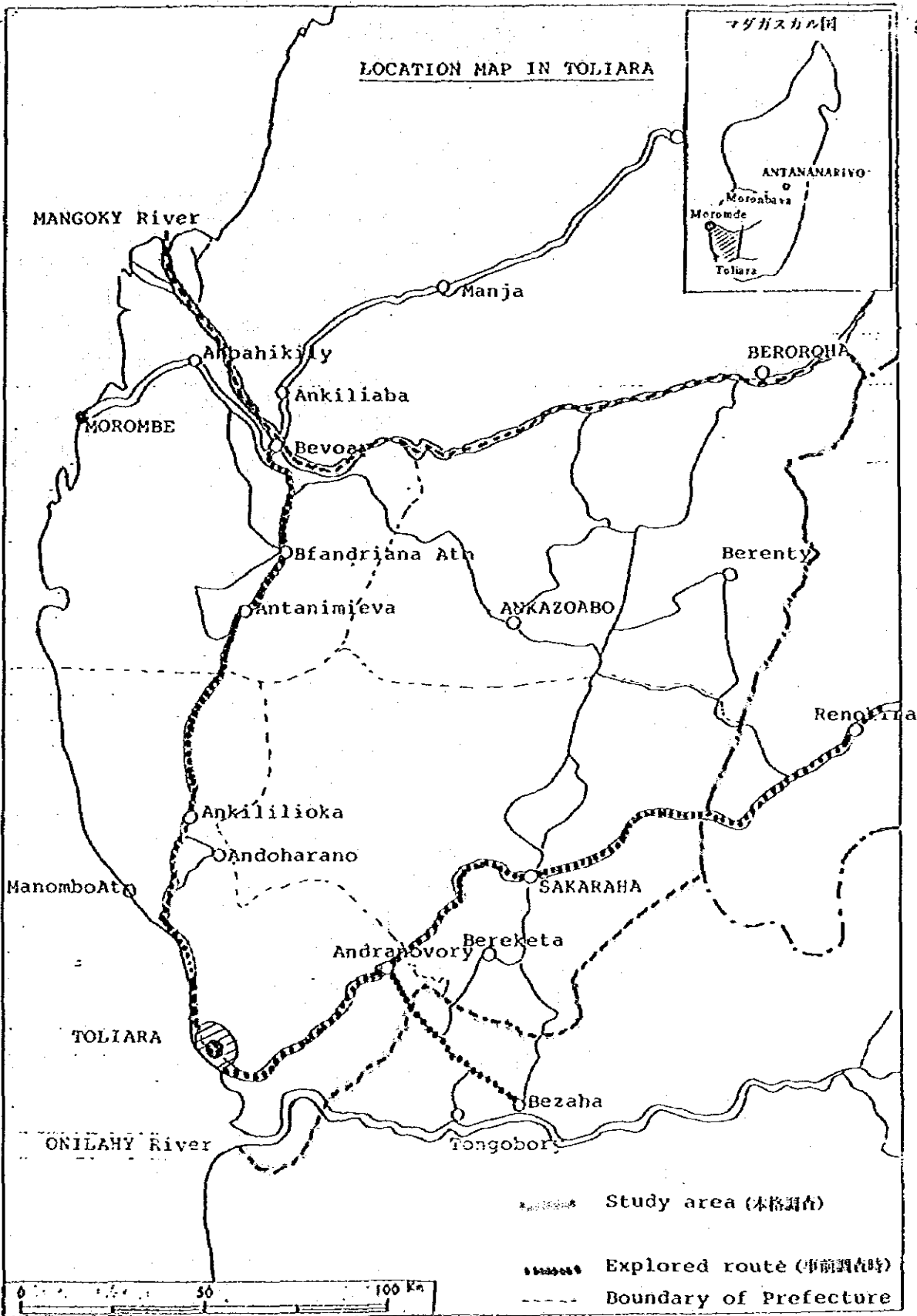
平成元年6月

国際協力事業団

理事 玉 光 弘 明



調査対象地域概略図







## マダガスカル民主共和国の概要

|        |         |  |                                      |
|--------|---------|--|--------------------------------------|
| 独      | 立:      | 1960年6月26日 (旧宗主国 フランス)                             |                                      |
| 面      | 積:      | 592,000 km <sup>2</sup> (南北1,600 km, 東西最長幅600 km)  |                                      |
| 首      | 都:      | アンタナナリボ (人口約90万人)                                  |                                      |
| 人      | 口:      | 1,055万人 (1986年末現在, うち約80%が農村人口)                    |                                      |
| 人口増加率: |         | 2.8%   |                                      |
| 政      | 体:      | 三権分立による大統領共和制                                      |                                      |
| 宗      | 教:      | 原始宗教 (60%), キリスト教 (35%), イスラム教 (5%)                |                                      |
| 言      | 語:      | マダガスカル語, フランス語                                     |                                      |
| 民      | 族:      | 18部族 (メリナ族, サカラバ族ほか)                               |                                      |
| 教      | 育:      | 初等教育 6年 (6~11歳)                                    | 就学率 (100%近い)                         |
|        |         | 中等教育 6年 (12~17歳)                                   | " (14%)                              |
|        |         | 高等教育 一般・専門 (18~24歳)                                | " (3%)                               |
| 通      | 貨:      | Malagasy Franc (FMG) 1 US\$ = 約1,600 FMG (1989年5月) |                                      |
| 気      | 候:      | 乾期 (4月~10月) 雨期 (11月~3月)                            |                                      |
|        |         | 東部・北西部海岸   | 熱帯性多湿地帯 (平均気温 15°C 年間降雨量 1,500 mm以上) |
|        |         | 中央高地   | 高地型熱帯性気候 ( " 16~20°C " " )           |
|        |         | 西岸部  | 熱帯性気候 ( " 17~18°C " 300~1,500 mm)    |
|        |         | 西部   | 半乾燥地 ( " 20°C " 400~600 mm)          |
| 経      | 済:      | 国民総生産 23位  | 9,000万US\$                           |
|        |         | 1人当り国民所得   | 230 US\$ (1986年, IBRD)               |
|        | 日本との時差: | 6時間  |                                      |



# 目 次

## 序 文

### 調査対象地域位置図

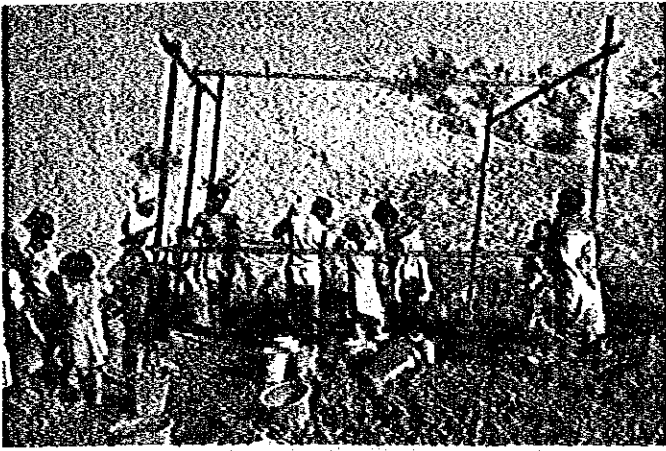
### マダガスカル民主共和国の概要

## 写 真

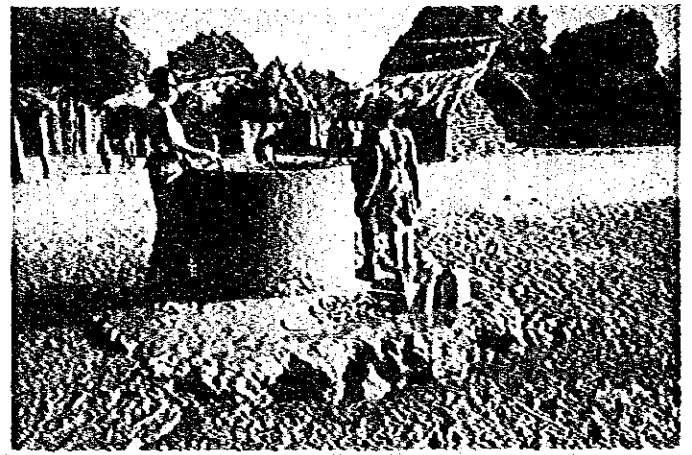
|                        |    |
|------------------------|----|
| 第1章 事前調査の概要 .....      | 1  |
| 1-1 事前調査の目的・内容 .....   | 1  |
| 1-2 調査団構成 .....        | 1  |
| 1-3 調査日程 .....         | 1  |
| 第2章 事前調査結果の概要 .....    | 4  |
| 2-1 要請の背景・経緯 .....     | 4  |
| 2-2 要請内容及び留意・問題点 ..... | 4  |
| 2-3 S/W協議の対処方針 .....   | 5  |
| 2-4 調査及び協議結果の概要 .....  | 5  |
| 第3章 調査対象地域の概要 .....    | 10 |
| 3-1 一 般 .....          | 10 |
| 3-2 社会・経済 .....        | 12 |
| 3-3 気象及び水系 .....       | 19 |
| 3-4 地形・地質 .....        | 23 |
| 3-5 既往の地下水調査 .....     | 37 |
| 3-6 給水の現状と問題点 .....    | 40 |
| 第4章 本格調査の内容 .....      | 44 |
| 4-1 調査の基本方針 .....      | 44 |
| 4-2 調査対象地域 .....       | 45 |
| 4-3 調査項目及び内容 .....     | 45 |
| 4-4 調査工程ならびに要員計画 ..... | 56 |
| 4-5 調査用資機材 .....       | 58 |
| 4-6 調査実施体制 .....       | 59 |

|  |     |
|--|-----|
| 添付資料 .....   | 62  |
| 1. 要請書 (日本語訳) .....                                | 62  |
| 2. S/W (英文) .....                                  | 81  |
| 3. M/M (英文) .....                                  | 93  |
| 4. 面会者リスト .....                                    | 98  |
| 5. 質問状 (英文) .....                                  | 99  |
| 6. 現地収集資料リスト (英文) .....                            | 102 |
| 7. 地形図索引 (1/100,000) .....                         | 107 |
| 8. 地質図索引 (1/200,000, 1/500,000) .....              | 108 |
| 9. 空中写真索引 (1/50,000) .....                         | 110 |
| 10. 価格調査結果 .....                                   | 111 |
| 11. トリアラ州人口資料及びSAKARAHHA 県の人口 .....                | 118 |
| 12. 調査地域の村落リスト .....                               | 126 |
| 13. 気象観測所 .....                                    | 137 |
| 14. マダガスカル政府の組織図 .....                             | 138 |
| 15. MIEM- 水利・水文地質部の組織図 .....                       | 140 |
| 16. MIEM・1990年予算要求書 .....                          | 145 |
| 17. 水分・水文地質部測量器材リスト .....                          | 146 |
| 18. HY. 817 アンキリザト/マンダベの地質柱状図 .....                | 147 |
| 19. ローカル・ハンドポンプカタログ(コピー) .....                     | 148 |
| 20. 水文地質図のアフリカ基準凡例 (1985) .....                    | 152 |
| 21. マダガスカルの地下水 (RAKOTONDRAINIBE J. H - 原佐和訳) ..... | 161 |
| 22. マダガスカルの水政策 .....                               | 182 |
| 23. マダガスカル新聞報道記事 .....                             | 192 |

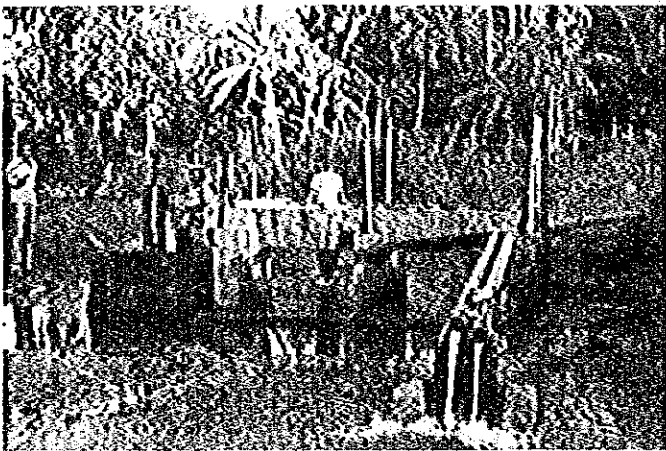
図・表 リスト



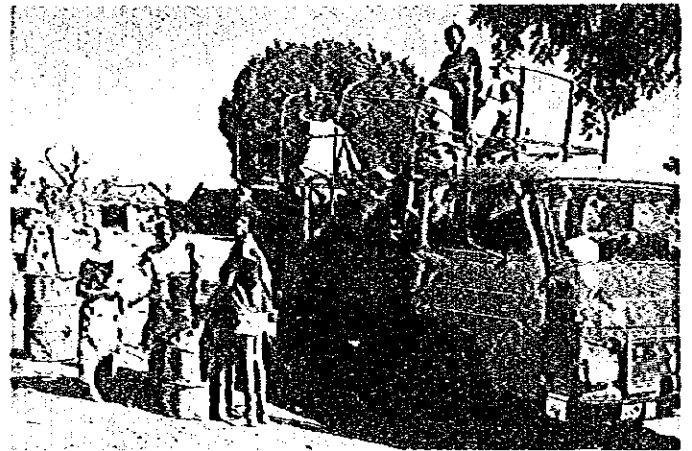
▲Belalanda 地区 Dug Well (手掘井戸)  
乾季10~11月は水が枯渇する。



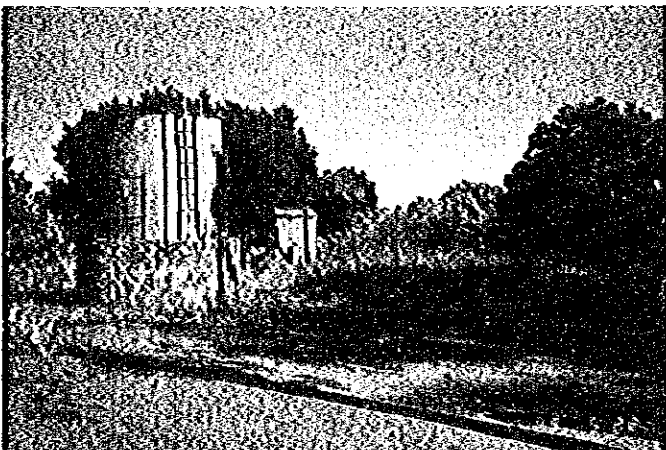
▲Belabi 地区 Dug Well (手掘井戸)  
排水状態が極めて悪く、不衛生である。



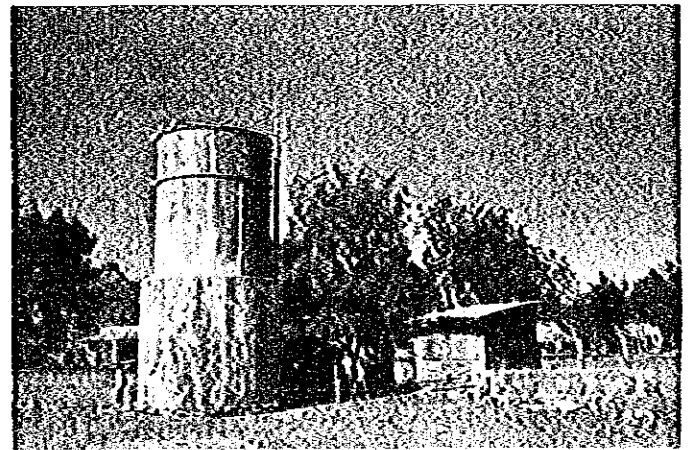
▲Antanimieva 地区の自噴水 (BRGM 試掘)  
深さ160mの井戸。1 m<sup>3</sup>/分以上の水量を確保。



▲Betoly 地区での水商売  
ドラム缶 (一杯) 200ℓを3,000MFG (300円) で  
民間業者が売り歩いている。

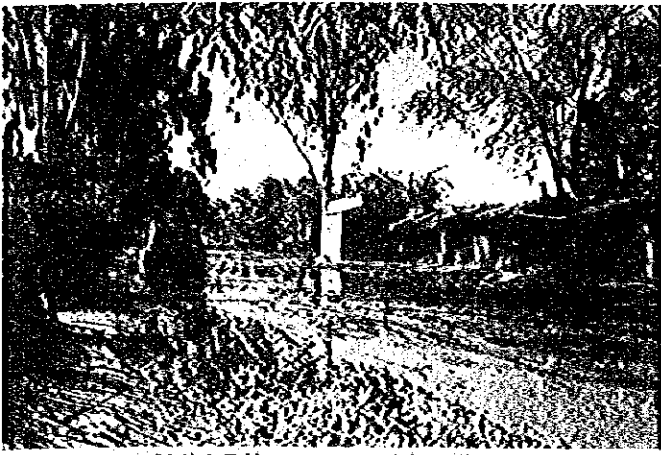


▲Andranovory 地区 USAID による給水施設 (1963年敷設)  
深さ136mの井戸 3.6 m<sup>3</sup>/時間揚水量をもち  
1984年までは稼動したが、エンジン故障等のため休止  
(リハビリ対象)。

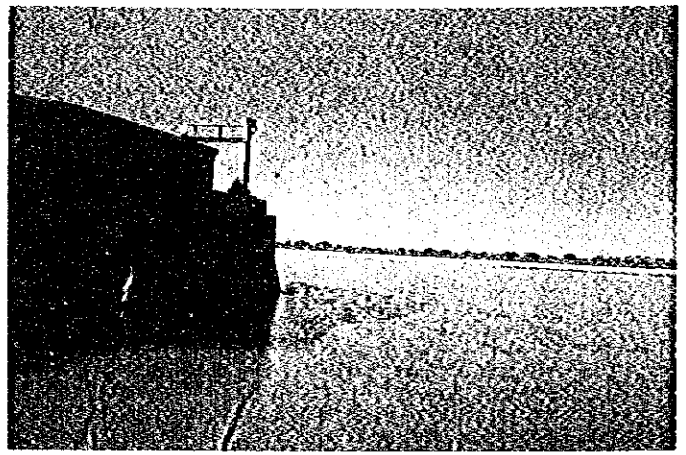


▲Betandriana Atm 地区 USAID による給水施設  
深さ45mの井戸、14.5 m<sup>3</sup>/時間の揚水量があるが  
ポンプと発電機の故障等により休止  
(リハビリ対象)。

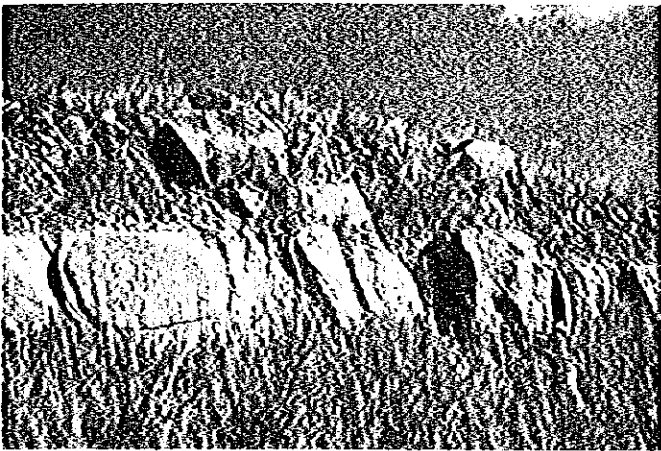




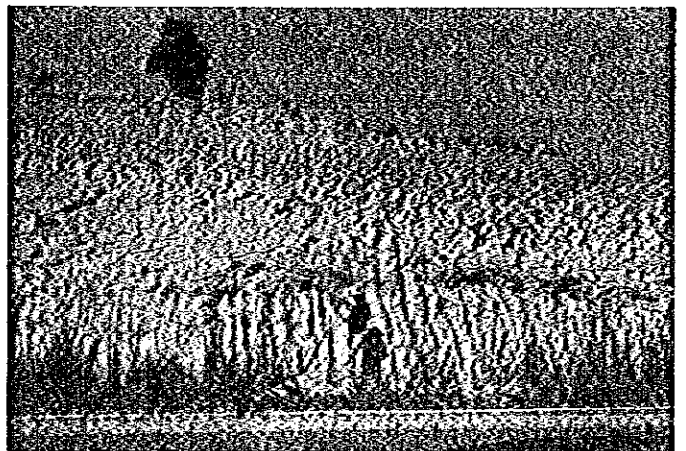
▲国道9号線 Ankililioka 北部の道路状況



▲Mangoky 河下流の Bevaa 地区に敷設された水文観測所



▲Sakaname 層群 (古生代二疊紀) の花崗岩 (Renohira 地区)



▲Isaro 層群 (中生代ジュラ紀) の砂岩 (sakaraha 東部)



▲鉱工業エネルギー省 (MiEM) の Toriar 支所のワークショップ





## 第 1 章 事前調査の概要

### 1-1 事前調査の目的・内容

マダガスカル国政府の要請に基づき、同国南西部トリアラ地方の地下水資源の評価を行い、緊急度の高い地域の地下水開発計画を策定するための事前調査を行いS/Wを協議・締結する。

- 1) 相手国の要請背景及び内容の確認
- 2) 相手国の調査実施体制の確認
- 3) 現地踏査
- 4) 既往調査、既存資料の確認、収集（価格調査を含む）
- 5) 調査範囲・内容（調査地域、調査期間、アウトプット等）

### 1-2 調査団の構成

|       | 氏 名     | 担 当     | 所 属 名                           |
|-------|---------|---------|---------------------------------|
| 1) 団長 | 中 野 武   | 総 括     | 国際協力事業団 社会開発協力部<br>社会開発計画課 課長代理 |
| 2) 団員 | 末 森 満   | 調 査 企 画 | 国際協力事業団 社会開発協力部<br>開発調査第二課      |
| 3) 団員 | 山 下 千 文 | 水 文 地 質 | ㈱ 日 さ く                         |
| 4) 団員 | 徳 田 啓 司 | ボーリング計画 | ㈱ 日 さ く                         |
| 5) 団員 | 井 上 博 明 | 通 訳     | ㈱国際協力サービス・センター                  |

### 1-3 調査日程

平成元年5月17日より同年6月4日までの19日間。詳細は次のとおり。

| 日順 | 月 日      | 行 程      | 調 査 内 容  |
|----|----------|----------|--|
| 1  | 5月17日(水) | 東 京 発    | 日本大使館表敬・打合せ<br>鉱工業エネルギー省 (MIEM), 水利エネルギー<br>局長表敬・打合せ |
| 2  | 18日(木)   |          |  |
| 3  | 19日(金)   | アンタナナリブ着 |  |

| 日順 | 月 日      | 行 程  | 調 査 内 容   |
|----|----------|--|---|
| 4  | 5月20日(土) | アンタナナリブ→トリアラ                                     | MIEMトリアラ支所打合せ<br>気象観測所、トリアラ港調査  |
| 5  | 21日(日)   | トリアラ アンタミエバ                                      | 現地踏査(トリアラ、モロンベ県)  |
| 6  | 22日(月)   | トリアラ サカラハ  | トリアラ州知事表敬<br>現地踏査(トリアラ、サカラハ県)   |
| 7  | 23日(火)   | (中野) 中野州長<br>アンタナナリブ着<br>(末森・井上)<br>トリアラ→アンタナナリブ | (中野) 日本大使表敬<br>(末森・井上) 移 動<br>(山下・徳田) 現地踏査、南部<br>(Toliara→Andranovory→Bezaha)<br>資料収集 |
| 8  | 24日(水)   | (中野・末森・井上)                                       | MIEM事務次官表敬<br>S/W協議<br>現地踏査、北西部<br>(Toliara→マンゴキ川Fenoarivo)                           |
| 9  | 25日(木)   |  | 資料整理<br>M/M案作成<br>現地踏査、資料収集<br>(Toliara周辺)  |
| 10 | 26日(金)   |  | S/W、M/M協議<br>資料収集<br>現地踏査、南東部<br>(Toliara→Sakaraha→Renohira)                          |
| 11 | 27日(土)   | (山下・徳田)<br>トリアラ→アンタナナリブ                          | 資料整理<br>団内打合せ<br>移動<br>団内打合せ  |
| 12 | 28日(日)   |  | 資料整理  |
| 13 | 29日(月)   |  | S/W、M/M署名<br>日本大使館帰国報告<br>資料収集(航空写真ほか)  |
| 14 | 30日(火)   | (末森)<br>アンタナナリブ発                                 | (山下・徳田・井上)<br>資料収集・整理(価格調査、現地業者調査を含む)   |
| 15 | 31日(水)   |  | 資料収集・整理( )  |
| 16 | 6月1日(木)  | (中野)<br>アンタナナリブ発                                 | 資料収集・整理( )  |
| 17 | 2日(金)    | (山下・徳田・井上)<br>アンタナナリブ発                           | 移 動   |

| 日順 | 月 日     | 行 程                  | 調 査 内 容 |
|----|---------|----------------------|---------|
| 18 | 6月3日(土) | (末森)<br>東京着          |         |
| 19 | 4日(日)   | (中野・山下・徳田・井上)<br>東京着 |         |

※末森団員は5月31日より6月1日まで、ケニア国マレクダム建設計画調査の調査監理を実施。

## 第2章 事前調査結果の概要

### 2-1 要請の背景・経緯

- (1) マダガスカル国政府は現行5カ年計画（1986～90）において、農村開発を中心に食糧自給、輸出促進、生活水準の向上に力を注いでいる。
- (2) 農村部においては、水不足に悩んでいる地域への適切な水供給プログラムの実行と既存の水供給施設の修復に重点が置かれている。
- (3) トリアラ地方は厳しい自然条件のもと、給水水準が低く、衛生水準も問題が多く、その結果、他の農村地域、都市への人口流出が進み過疎化に悩んでいる。
- (4) 上記背景を受け、同地方を対象として地下水開発計画の策定に関する協力要請がなされた（昭和63年8月9日付 公信425号）。
- (5) 日本側としては開発計画の策定を開発調査として実施する用意あるとし、昭和63年11月のプロジェクト確認調査において開発調査案件として実施することを確認し、資料提供をまわって事前調査（S/W）を行うこととしたものである。

### 2-2 要請内容及び留意・問題点

本件要請は、マダガスカル国南西部トリアラ地方（モロンダートリアラ間の約66,000km<sup>2</sup>）をプロジェクト対象地域とし、

第Ⅰフェーズ（マンゴキ川以南、オニラヒ川以北の地域）

第Ⅱフェーズ（マンゴキ川以北）

に対し、それぞれ100本の井戸掘削等を行い、地下水開発計画を策定するものである（マダガスカル側要請書は添付資料-1参照）。

この要請を受けて、調査団派遣前に確認された留意点・問題点は次のとおりである。

- (1) プロジェクト対象地域（66,000km<sup>2</sup>）をすべてカバーするとすれば、調査の規模、工程面から調査の長期化は不可避となる。
- (2) 対象地域は現在表流水に頼っているが、量的、衛生面からみて問題もあり、また自然条件（半乾燥地400～500mm/年雨量）からみて地下水開発が今後の同対域の開発にとって必須である。
- (3) 要請の経緯からみても、調査後のプロジェクトの実施については日本側無償資金協力により行いたいとの強い意向をもっており、早急な対応、計画案の策定が望ましい。
- (4) 地質条件からみれば、比較的複雑な様相を示しており、雨量の関係からみても詳細な調査レベルをもってしないと実施プロジェクト（形成）提案は難しい。
- (5) さらにプロジェクト実施案の策定に際しては、施設の維持管理体制、開発の実施体制（予

算、機器の修理・維持等)についても十分留意する必要がある。

## 2-3 S/W協議の対処方針

- (1) 調査対象地域については特に給水事情の厳しい南部を中心として、自然条件も考慮し、マングキ川水系、オニラヒ川水系に収められる地域とする(約31,500戸)。
- (2) 調査の目的としては先方の意向も考え上記対象地域内の地下水賦存量の評価とともに、開発優先地域(Urgent Project Area)を選定し、これに関する水供給施設計画の策定(B/Dレベル)を行う。
- (3) 調査内容としては、全域をカバーした水文、地質調査、物理探査等により開発可能地域(High Potential Area)を確認する第Iフェーズ、開発可能地域に対する詳細調査(物理探査、ボーリング調査、人口、社会・経済条件)等を行い開発優先地域の選定を行う第IIフェーズ及び給水施設計画(計画基準、施設設計、実施計画、事業評価等)を策定する第IIIフェーズとする。
- (4) 上記調査の内容を約22カ月間(平成元年9月~平成3年6月を予定)の工程で行う(ドラフトファイナルレポートは平成3年3月)。

## 2-4 調査及び協議結果の概要

### (1) プロジェクト・タイトル

調査対象地域をマダガスカル側要請のマングキ川以南(フェーズI)に限定することに合意し、調査対象村落の地勢的制約により地表水に頼らざるを得ず表流水も調査対象としたが、プロジェクト・タイトルは"Ground water Development Study in South-western Region of the Democratic Republic of Madagascar"とすることで合意した。

### (2) S/W, M/Mの署名者

マダガスカル側は、本件調査の実施機関である鉱工業エネルギー省の水利・エネルギー局長が同省大臣に代り署名すること、また免税その他負担事項等、マダガスカル側便宜供与の実施についてはその署名により問題ない旨を確認し、当初予定どおり水利・エネルギー局長とした。

### (3) 調査目的(M/M 1.5)

本件調査の目的は、調査対象地域の地下水資源ポテンシャルの評価(水文地質図の改訂)及び開発優先地域(村落を重点)の地下水を中心とする給水計画の策定(一部村落の給水施設のリハビリテーションを含む)とすることで両者合意した。

### (4) 調査対象地域(M/M 1.1) 2) 3))

1) 本件調査対象地域はS/W上は、マダガスカル国南西部トリアラ州のマングキ(Man-

goky) 川とオニラヒ (Onirahy) 川を挟む地域とした。具体的にはトリアラ (Toliarara) 市を中心とするトリアラ(II), トリアラ(III), サカラハ (Sakaraha), アンカゾアボ (Ankazoabo), モロンベ (Morombe) の各県全域及びベロロハ (Beroroha) 県の一部とすることで合意し, M/Mで確認した。

2) 本件給水計画策定の対象村落は, 原則として人口規模 500~3,000 人, 水不足の深刻な村落, かつ経済効果の高い(アクセスを考慮し, 各主要道路沿いの村落)ものを選定する。マダガスカル側は当初約 100 カ村を対象とすることを希望したが, 調査の進展及びその結果により最終的に 2000 年を目標年次とする給水計画を策定する村落は 30~40 に絞られることで両者合意をみた。

(5) 調査内容 (M/M 1.4) 5) 及び 3)

1) 物理調査手法及びその精度に関し, 基本的に電気比抵抗法とすることで合意した。その他の探査方法については放射能探法, 電磁波探査法も効果的と判断され, 日本側で調査開始時までにはその実施可否につき検討することとし, これらについては今回の S/W 及び M/M に記載しないこととした。

2) テストボーリングに関し, マダガスカル側はなるべく多くの村落を対象としてボーリングを実施してほしい旨要望した。既存資料及びデータの概略検討を加え, また利用可能なボーリング機材も考慮し最終的には総延長 2,000 m (50 m×20 本及び 200 m×5 本) を目標とすることで合意し, M/M に記載した。探査地点及び深度についてはフェーズ I の調査結果に基づき変更もあり得ることと双方理解した。

3) 給水施設のリハビリテーションの対象村落の数について, マダガスカル側は現在老朽化し給水不可能な状況にある 9 カ村落とすることを要望し, 双方これに合意した。本件給水施設は, 1963 年ごろに米国の援助により建設されたものであるが, 施設の老朽化及びスペアパーツの不足等維持管理が行き届かず運転できないで放置されている現状にあるものである。

4) 鉱工業エネルギー省は, これまでの調査資料・データを編集し本件調査対象地域の一部について水理地質図の作成を行ってきている。マダガスカル側は既存水理地質図を本件調査を通じ改訂を行うとともに, 未作成部分について新規作成してほしい旨強く要望した。加えて, 水理地質図の凡例についてはアフリカ諸国で適用されているものを使用してほしい旨要望した。水理地質図の作成・改訂はフェーズ I の調査目的の一つでもあり, これについては実施する旨 M/M に記し確認した。

5) 試験施工

本件調査のフェーズ III における 30~40 の村落を対象とする給水施設の F/S について, マダガスカル側は自国産のハンドポンプのテスト及び普及を図りたいこと並びに各給水施

設の維持管理面を含み、当該対象地域・村落のコンディションも考慮し実用的な給水施設を策定するため試験施工を実施してほしい旨強く要望越した。これを受けて日本側としては試験施工の対象範囲、規模、仕様等について、現段階で確定することは難しく、フェーズⅠ及びフェーズⅡの前半の調査結果によることが適当と回答するとともに、S/Wには試験施工を実施する旨の項目のみを記載するとともに、M/Mにはその詳細を言及しないこととした。

(6) 調査期間 (M/M 2)

本件調査対象地域の水不足は極めて深刻であり、同国政府としては緊急に改善のための工事実施を行いたいとその意向を有しており、それらのニーズに対応するため本件調査をできる限り早期に完成してほしい旨強く要望があったのでこれをM/Mに記載した。日本側としては調査対象地域が広範囲に及ぶこと、道路事情が極めて悪く、雨季(12月～4月)にはアクセスが難しいこと及び対象地域において宿泊施設が皆無に近く、ベースキャンプを必要とすること等により、限られた現地調査期間の調査効率を考慮すると、現時点で短縮することは難しくリスクが大きいと判断する旨付言するとともに、全体調査期間は22カ月のままとすることによって双方合意した。

(7) 報告書 (S/W V, M/M 3)

報告書については当初方針どおり(マダガスカル側もこの方針で可との意向により)P/R, IT/R及びDF/R, F/RのAnnexを除き、英・仏語両方(IC/R, DF/Rの本文及びF/Rの本文を英・仏語で作成)とすることで合意した。

水理地質図については、F/RのAnnexとして100部提出してほしい旨のマダガスカル側の要望に基づき、これをM/Mで確認した。

(8) マダガスカル側の実施・負担事項 (M/M 4)

1) 関係機関の支援参加 (M/M 4.1)

本件調査を円滑に進めるため調査対象地域であるトリアラ州を所掌する同州政府の全面的支援及び支援参加については、本件マダガスカル側実施機関であるMIEMが確保する旨M/Mで確認した。

2) カウンターパートの配置 (M/M 4.2)

本件調査を円滑に進めるうえに必要なカウンターパート(プロジェクトマネージャー、水文地質、水分、物理探査、ボーリングのテクニシャン及び熟練工を含む)、給水計画等の分野及びサポータースタッフ(タイピスト、製図等を含む)をマダガスカル側は配置する旨M/Mに記し、確認した。

3) 事務室の提供 (M/M 4.3)

アンタナナリボ及びトリアラの2ヶ所に調査用事務室を提供する旨をマダガスカル側は

約束し、これをM/Mで確認した。ただし事務用機器（複写機、タイプライター、製図板等）について現有数に限りがあり、予算の制約から購入することは難しく日本側で購送してほしい旨強く要望越した。

#### 4) 調査用車輛の提供 (M/M 4.4)

鉱工業エネルギー省の現有する車輛数は少なく、また予算の制約もあり車輛は提供できない旨の発言があり、これをM/Mに記した。ただし若干名のドライバーは配置が可能である旨の発言があった。また調査対象地域における借上げ可能な車輛は皆無に近く、日本側から必要台数を購送あるよう要望している。

#### (9) カウンターパート研修 (M/M 5)

マダガスカル側は調査期間中の「マ」側カウンターパートへの技術移転は現地調査を通じたOJTに加え、日本における研修、特に衛星写真解析及び水理地質図の作成についての研修受入れを強く要望越した。これに対し日本側は「マ」側要望を検討するため、帰国後関係機関に伝える旨回答し、これらをM/Mに明記した。

#### (10) 調査用資機材 (M/M 6)

##### 1) 「マ」側提供資機材 (M/M 6.1)

「マ」側は自己の保有する機材（ボーリング機材、物理検層機、電気探査装置、水質分析機器、EC・PHメーター、水位計、流量測定器、水中ポンプ；品目はM/M Annex 1に記載）を本件調査に利用可能である旨回答越し、これをM/Mに記し確認した。また「マ」側はこれら機材のスペアパーツ及び消耗品を日本側負担により購送あるよう強く要望し、日本側は詳細リストの提出があれば購送について前向きに検討する旨口頭により回答した。

##### 2) 購送希望機材 (M/M 6.2)

マダガスカル側は調査用資機材（車輛、事務機器を含む）を日本側負担で購送あるよう強く希望する（品目はM/M Annex 2に記載）旨をM/Mに記し、確認した。また調査終了後当該機材を引き続き調査に活用するためマダガスカル側へ供与あるよう要望越したので、これも併せてM/Mに記した。

（Annex 2に記載された品目）

- |   |  |      |
|---|--|------|
| ① | ボーリング機材（中型、エアー、パーカッション付100m）<br>エアーコンプレッサー、物理検層等の備品込み。 | 1セット |
| ② | ケーシング、スクリーン（総延長2,000 m分）及びベントナイ等消耗品                    | 1セット |
| ③ | 電気探査装置   | 2セット |
| ④ | 水質分析機器（EC・PHメーターデジタルタイプ含む）                             | 4セット |
| ⑤ | 発電機  | 1台   |



|   |   |      |
|---|---|------|
| ⑥ | 熔接機   | 1台   |
| ⑦ | 複写機 (A3サイズ, 拡張可のものでドラムカートリッジ消耗品を含む)             | 2台   |
| ⑧ | 製図機   | 1台   |
| ⑨ | マイクロコンピュータ (IBM PS/2-30.286, 付属品及び水文解析等のソフトを含む) | 1式   |
| ⑩ | タイプライターまたはワードプロセッサ                              | 2台   |
| ⑪ | 4WD ジープタイプ                                      | 4台   |
| ⑫ | トラック (8 ton, 3 tonのクレーン付き)                      | 2台   |
| ⑬ | 4WD ピックアップ (ダブルキャビン)                            | 2台   |
| ⑭ | 給水車 (4,000ℓ)                                    | 2台   |
| ⑮ | キャンピング機器及びテント (作業用機器保管含む)                       | 4セット |
| ⑯ | ウォーキー・トーカー                                      | 6セット |
| ⑰ | スペアパーツ (「マ」側提供機材のスペアパーツ含む)                      | 1式   |

また、機材の荷受人はMIEMが適当であることを口頭確認した。

(11) その他 (M/M7)

マダガスカル政府として同国南西部の地下水開発を緊要なものとし、本件調査結果に基づき日本の無償資金協力により実施に移したいとの強い希望をもっている旨表明したことをM/Mに記した。

### 第3章 調査対象地域の概要

#### 3-1 一般

マダガスカルはアフリカ東海岸からモザンビーク海峡を隔てて西方300 kmに位置するインド洋上に孤立した島国（総面積592,000 km<sup>2</sup>、日本の1.6倍に相当）である。

その位置は、南緯12°から26°にあり、南北回帰線間熱帯圏に属する。

同島の地勢は、東部海岸平野地帯、中央高原地帯、西部海岸地帯の三つに大別される。東部海岸平野は0～500 mの標高で、平均幅50 kmの細長い平坦地で海岸線に平行して南北に走る白亜紀の堆積岩及び同時代の火山岩から成る地帯である。マダガスカル島の3分の2を占める中央高原地帯は最高峰ツアタナ山（2,880 m）を頂点としほぼ南北に連続した先カンブリア系の岩石と、これを買く花崗岩から成り、侵食に耐えた起伏のある山容を呈している。この高原地帯の西側には、海岸まで続く準平原化したなだらかな堆積層が高度を減じながら砂丘へと変じる。

今回の調査地域は、ジュラ紀～第四紀の海成及び陸成の地層から成る西部海岸地帯の中でも最もモンスーンの影響を受けない西南部チュレール州に位置する。

マダガスカルは六つの州から成り、それぞれに行政体が強い権限を有している。さらにトラアラ州は20の県に区分されている。このうち調査地域は次の県から成る。

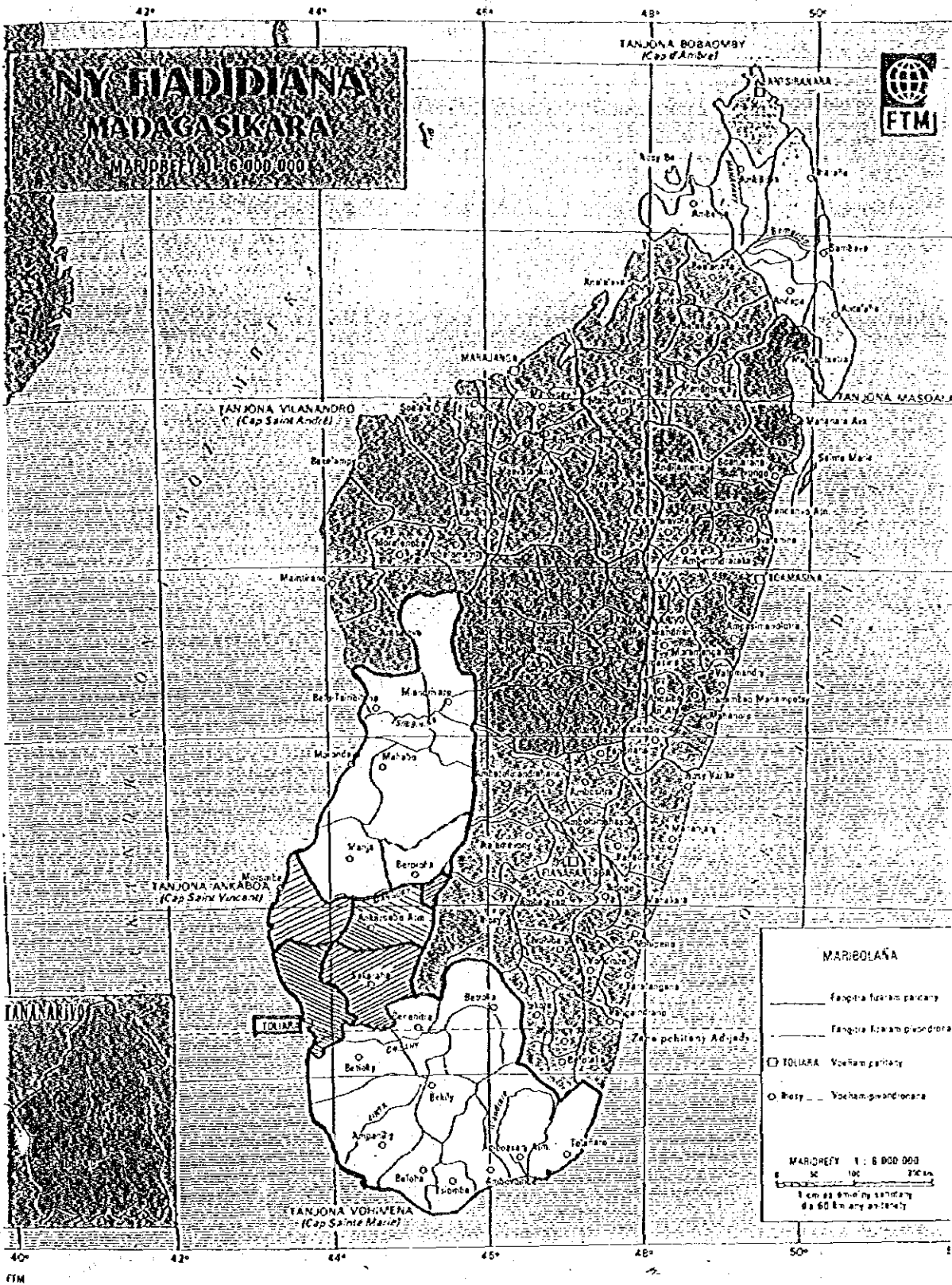
|                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| 1. モロンベ県（全域）     | 7,480 km <sup>2</sup> |
| 2. アンカゾアボ県（全域）   | 7,500 km <sup>2</sup> |
| 3. ベロロハ県（一部）     | 1,660 km <sup>2</sup> |
| 4. チュレール県（市及び全域） | 7,270 km <sup>2</sup> |
| 5. サカラハ県（全域）     | 7,340 km <sup>2</sup> |

面積合計 31,250 km<sup>2</sup>

なお、マンガキ川北部地域はアクセス道路が不良のため今回の調査対象地域から除いた。

マダガスカル島は地理的位置、地形、海洋の影響及び風の方向から二つの季節に区別される。5～10月にかけては、東南貿易風により東海岸に湿った冷風が送り込まれ、中央高原を過ぎた時には乾燥しており、冬に相当する。

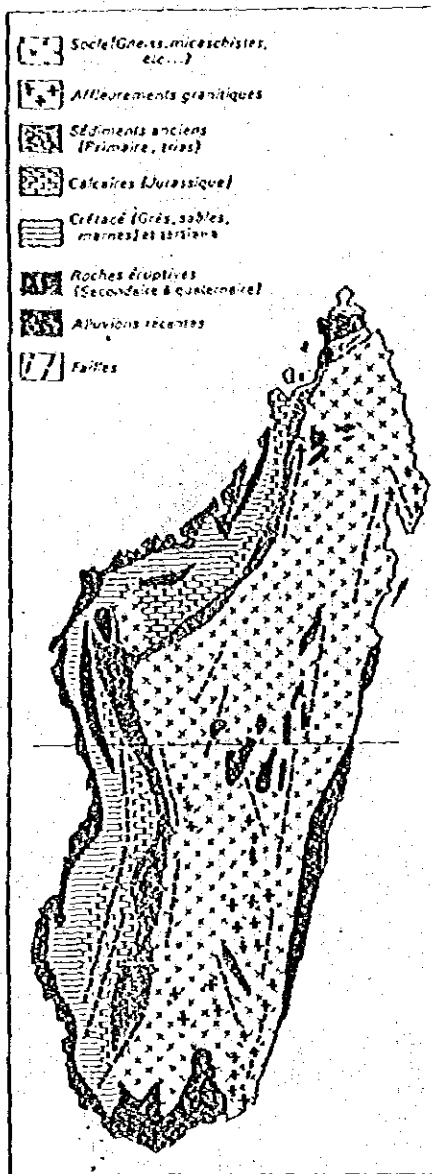
また11～4月は夏で雨季となる。降雨量は東海岸一帯で、貿易風、モンスーンによってもたらされる雨が中央高原にさえぎられるため2,000～3,600 mm/年と多く、中央高原及び西部海岸地帯の北半部では1,000～2,000 mm/年、さらに島南西部及び最南端部では400 mm/年以下となっており、熱帯多雨地帯から熱帯性半乾燥地帯へと広がりを見せる。



Map published by Fortes Passimimandana Madagascar 1954. Toharafaha 34 1954

Vidy: 200 F

図3-1 チュレアル州の調査対象地域



A 2. Carte géologique.

図3-2 マダガスカルの地質概略図

(G. Bastian/1967, MADAGASCAR)

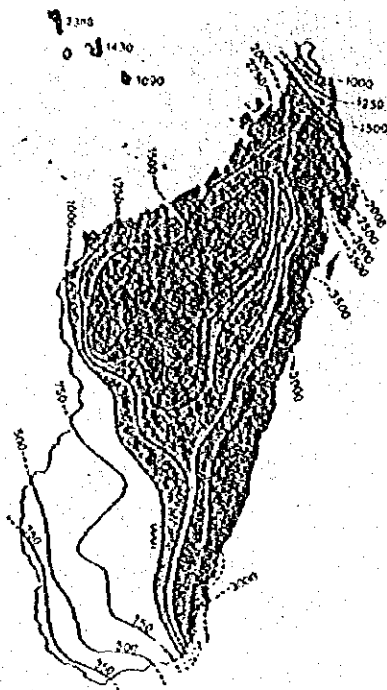


図3-3 マダガスカルの等量雨線 (mm/年)

(G. Bastian/1967, MADAGASCAR)

### 3-2 社会・経済

#### 3-2-1 社会的特色

- ① マダガスカル人の起源について、人類学、言語学上から、および、農耕道具、住居、食生活、狩猟や漁業の技術、葬礼、楽器等の類似性から、マレー半島やポリネシア群島より来住したと考えられる。
- ② 中央高地のアジア系メリナ族が、メリナ王国を建設したが、19世紀末にはフランスの植

民地となった。

- ③ 1960年にはフランス共同体内で独立を獲得した。
- ④ 独立後、マダガスカルを構成する18部族が相互に対立し、特にメリナ族を中心とする中央高地に居住する高地族と海岸地方に住む海岸族の対立が大きい。
- ⑤ 農業に適した肥沃な土地は島の北半分が多く、人口は土地の貧弱な南半分に多い。よって社会的インフラ面で地域格差が著しい。

### 3-2-2 人口

マダガスカルの総人口(1985)：9,985千人

地域別 都市部 19.1% (人口増加率5.3%)

農村部 80.9%

自然人口増加率 2.8%

15歳以上の就業人口 3,929千人(うち女性1,502千人)

表3-1 チュレアルにおける各県別人口

|                         | 1957    | 1966    |        | 1975    |        | 1984 人口密度                    |  |
|-------------------------|---------|---------|--------|---------|--------|------------------------------|--|
|                         |         | Total   | Var. % | Total   | Var. % | Projections<br>a partir 1975 | dens. rurale<br>en hab/km <sup>2</sup> |
| Tuléar-ville            | 26,000  | 34,000  | +3.4   | 46,000  | +3.9   | 75,000                       |  |
| Tuléar II<br>(rural)    | 49,000  | 70,000  | —      | 66,000  | —      | 80,000                       | 10.9                                   |
| Betioky                 | 6,800   | 90,000  | —      | 93,000  | —      | 112,000                      | 7.6                                    |
| Sakaraha                | —       | —       | —      | 79,000  | —      | 35,000                       | 4.2                                    |
| Ensemble<br>pop. rurale | 117,000 | 160,000 | +4.0   | 188,000 | +1.9   | 227,000                      | 7.5                                    |
| Ampanihy                | 66,000  | 67,000  | +0.2   | 82,000  | +2.5   | 100,000                      | 7.6                                    |
| Morombe                 | 32,000  | 49,000  | +5.9   | 48,000  | -0.2   | 55,000                       | 7.0                                    |
| Manja                   | 32,000  | 42,000  | +3.5   | 32,000  | -2.6   | 36,000                       | 3.9                                    |
| Beroroaha               | 17,000  | 23,000  | +3.9   | 21,000  | -0.9   | 24,000                       | 3.5                                    |
| Ankazoabo               | 21,000  | 22,000  | +0.5   | 23,000  | +0.5   | 28,000                       | 3.1                                    |
| Ensemble                | 337,000 | 397,000 | +2.0   | 440,000 | +1.2   | 545,000                      | 7.1                                    |

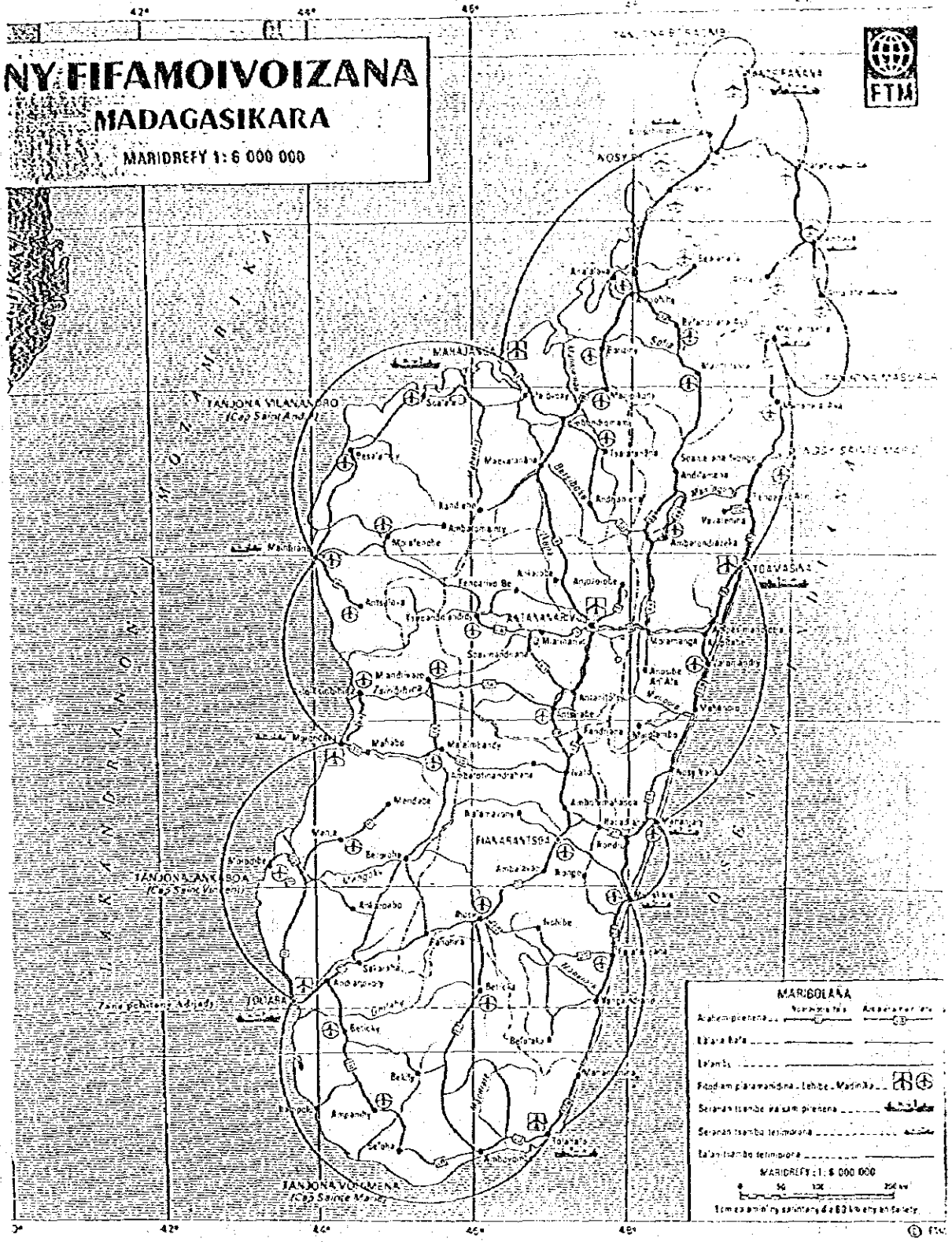
出典

Tableau 1: EVOLUTION DE LA POPULATION DU SUD-OUEST

なお、各県の村落ごとの人口も公表されているが、添付資料-11にサカラハ県、モロンベ県及びチュレアル県(州)のそれを示す。

# NY FIFAMOIVOIZANA MADAGASIKARA

MARIDREFY 1:6 000 000



• Nivazan'ny Topo Geo Tantaran'ny Madagasikara 1964, (Laharana faha 27-1964)

Vidiny : 200 Fmg

☒ 3 - 4

表3-2 1987年、無償資金協力援助の要請書による人口

| 県名      | 人口      | 農村中心数 | 人口密度  |
|---------|---------|-------|-------|
| チュレールI  | 65,560  | 21    | 10~20 |
| チュレールII | 70,139  | 128   |       |
| モロンベ    | 47,004  | 49    | 5~10  |
| サカラハ    | 40,750  | 67    | 5     |
| アンカゾアボ  | 27,202  | 38    | 5     |
| ※ベロロハ   | 24,290  | 44    | 5     |
| 計       | 274,945 | 347   |       |

### 3-2-3 インフラストラクチャーの現状

#### ① 道路

幹線道路 8,700 km (うち舗装道路 4,700 km)

一般道路 8,600 km ( " 600 km)

その他道路 32,500 km

総延長 49,800 km ( " 5,300 km)

調査地域ではラノヒラ～チュレール間は舗装された幹線であるが、途中のサカラハ～チュレール間は老朽化がみられる。他の道路は未舗装で、雨季は走行障害が予想される。またマンガキ川には橋はなく、横断はもっぱら政府運営の台船に頼るわけだが、ほとんど運航されていないのが現状である。

#### ② 海運

チュレール港は二級港で3,000トンの船は運航されている。

#### ③ 航空

空港は国内57空港があり、うち17空港は管制センターや旅客ターミナルが整備されている。チュレールも整備状況は良く、首都アンタナナリボからの便はビジネスクラスもあり良好。ただ、モロンベへの便もあるが、ローカル空港で整備は良くない。

#### ④ 通信

郵便局(724)、移動郵便局(5)、郵便ポスト(1,094)、電話、テレックスあり、国内回線より国際回線のほうが通話状態は良好である。チュレール～アンタナナリボ間は、時々不通となる。

#### ⑤ 電気・エネルギー

電力はマダガスカル全土で390 MWHの発電量があり、内訳は66%が水力で、34%が火

力である。潜在的水力発電能力は4,500MWと推定されている。チュレールでは火力発電が行われており、時々停電がある程度である。

マダガスカルには石炭、石油、天然ガスの埋蔵が確認されているが、ほとんど開発されていない。

チュレールには海路、石油、軽油が供給されるが、不足気味で調達については十分な注意が必要である。

#### 3-2-4 経済の歴史要因による特色

- ① フランスの植民地政策により食糧自給が可能であった農業をフランス市場を対象とした輸出用のプランテーション化へ変革した。
- ② 独立後、フランスの経済的支配を脱するため社会主義的政策を推進し、基幹産業を国有化し民間投資に対する国家の介入、為替管理の強化等を行ったが、これが経済の停滞を促したといわれる。
- ③ インド人、中国人等のアジア人が食品、雑貨の輸入販売やコーヒー、バニラ、クローブなど輸出作物の仲買人として現地集荷を行い流通を支配している。

#### 3-2-5 経 済

##### ① 農 畜 業

耕地面積は3万200km<sup>2</sup>で国土の5.1%にすぎない。しかし、平均して降雨量が多いため、農産物は豊富である。主要農産物は、米、マニョック、とうもろこし、キャサバの食用食物と、コーヒー、ココア、バニラ、丁香、サイザル、綿花、砂糖キビ等の輸出品である。降雨量の少ない調査対象地域の主要作物は表3-3のとおりである。

マダガスカルでは国土の57.9%が牧草地で、牛が主要な家畜（特に南西部に多く、960万頭）であるが、財産としての貯蓄の意味合いが強く経済には貢献していない。

水産物は民間投資により、将来大いに経済性が高まると予想されている。

##### ② 鉱 工 業

鉱物資源は南部に雲母鉱床があり、東部、中部、南西部に黒鉛鉱床、さらに重要な鉱床としてアンクナナリボの北にあるアンドリアメナのクロム鉱、東海岸に確認されているボーキサイト鉱があり、今後の開発が期待されている。これらの生産量は表3-5のとおりである。

工業についてはGDP構成比でわずか5%（1984）にすぎず、国営化や設備の老朽化で大幅に低迷を続けている。



表3-3 計画対象地域の主要作物(1985年)

| 県名     | 落花生   |       | 粟     |        | 砂糖きび  |       | 綿     |       | とうもろこし |       | マニョック |       | さつまいも  |       | いんげん豆 |      |
|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
|        | S(kd) | P(t)  | S(kd) | P(t)   | S(kd) | P(t)  | S(kd) | P(t)  | S(kd)  | P(t)  | S(kd) | P(t)  | S(kd)  | P(t)  | S(kd) | P(t) |
| 南マンガキー |       |       |       |        |       |       |       |       |        |       |       |       |        |       |       |      |
| トリアラ   | 1,560 | 1,310 | 3,590 | 5,535  | 195   | 3,610 | -     | -     | 1,215  | 3,385 | 2,415 | 4,100 | 17,870 | 1,375 | 6,935 | 30   |
| モロンベ   | 810   | 715   | 5,470 | 10,370 | 310   | 6,070 | 1,945 | 2,620 | 2,200  | 1,875 | 1,695 | 2,715 | 16,000 | 605   | 2,480 | 60   |
| サカラハ   | -     | -     | 2,575 | 3,500  | -     | -     | -     | -     | -      | -     | -     | -     | -      | -     | -     | -    |

表3-4 1985年度計画対象地域の主要家畜数(頭数)

| 県        | 牛      | 豚      | 羊      | 山羊     | 家禽      |
|----------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 南マンガキー   |        |        |        |        |         |
| トリアラ I   | 21,641 | -      | 8,107  | 14,769 | 245,708 |
| トリアラ II  | 53,299 | 5,000  | 6,500  | 9,000  | 7,500   |
| サカラハ     | 74,600 | 11,300 | 15,281 | 840    | 5,798   |
| モロンベ     | 64,085 | 7,836  | 8,805  | 15,045 | 35,098  |
| ベロロハ     | 62,965 | 1,433  | 745    | -      | 9,339   |
| 南アンカンゾアボ | 94,119 | -      | -      | -      | 13,600  |

表3-5 鉱物資源生産量

|     | 単位 | 1985年生産量 |
|-----|----|----------|
| クロム | トン | 126,697  |
| 鉛   | トン | 14,700   |
| 燐   | キロ | 102,447  |

③ 産業指標

表3-6 産業構造(GDP構成比)

(単位：%)

|        | 1979 | 1984 |
|--------|------|------|
| 農業     | 42.6 | 38.0 |
| 製造業    | 4.9  | 5.0  |
| 建設     | 8.2  | 9.4  |
| 商業・観光  | 25.4 | 24.0 |
| 行政サービス | 13.2 | 15.0 |
| その他    | 13.9 | 8.6  |
| 計      | 100  | 100  |

表3-7 労働力(産業別雇員構成)

(単位：%)

|                   | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 農業                | 87.6  | 87.7  | 87.7  | 87.0  | 85.8  |
| 工業                | 1.1   | 1.5   | 1.5   | 1.4   | 1.4   |
| 建設                | 0.9   | 0.8   | 0.9   | 0.8   | 0.8   |
| 商業・銀行・保険          | 2.3   | 2.2   | 2.3   | 2.5   | 2.5   |
| 運輸・通信             | 0.7   | 0.7   | 0.7   | 0.7   | 0.7   |
| 政府                | 3.5   | 3.5   | 3.4   | 3.4   | 3.3   |
| その他               | 3.4   | 3.7   | 3.5   | 4.2   | 4.2   |
| 就業人口計<br>(1,000人) | 4,431 | 4,536 | 4,660 | 4,795 | 4,915 |

表3-8 貿易構造

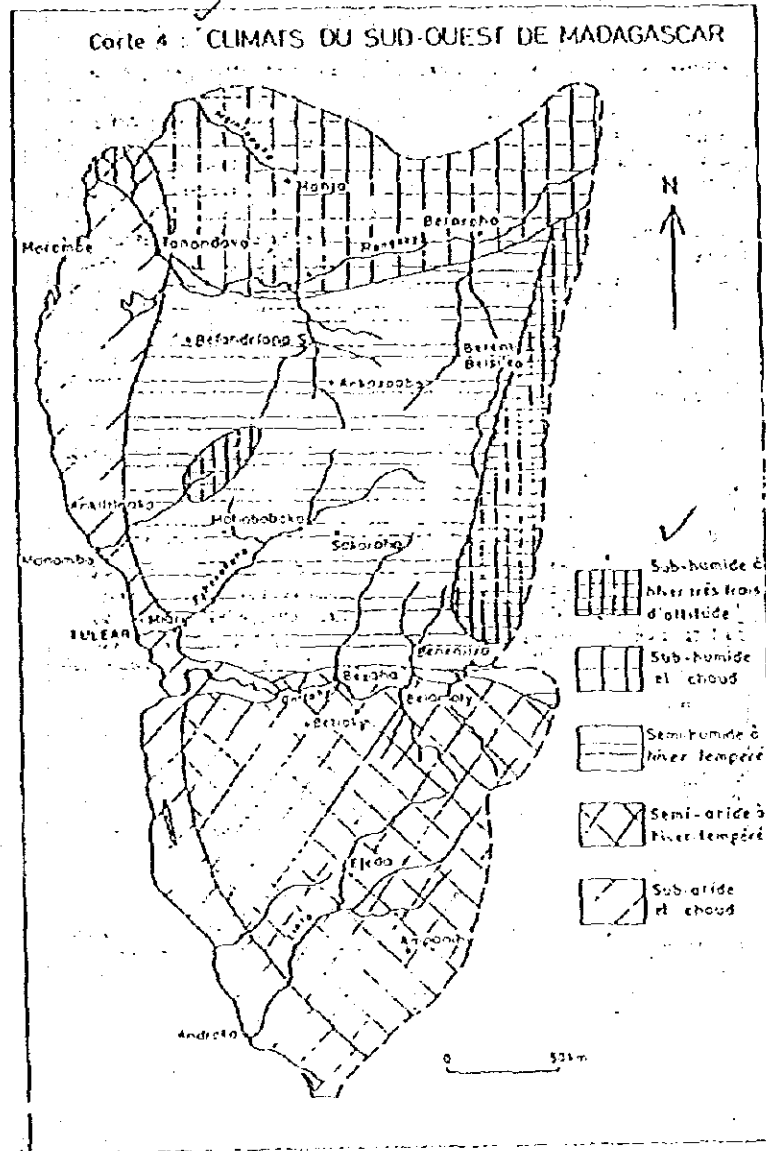
| 輸 | 年    | 輸出総額<br>FOB<br>(百万SPR) | 国 別 (%) |         |      |     | 主 要 品 目 別 (%) |      |     |       |     |
|---|------|------------------------|---------|---------|------|-----|---------------|------|-----|-------|-----|
|   |      |                        | フランス    | アメリカ    | 日 本  | 西 独 | コーヒー          | グローブ | バニラ | エビ    |     |
| 出 | 1982 | 296                    | 24      | 15      | 7    | 10  | 29            | 14   | 6   | 6     |     |
|   | 1983 | 290                    | 26      | 19      | 11   | 7   | 37            | 20   | 8   | 8     |     |
|   | 1984 | 325                    | 41      | 15      | 8    | 7   | 42            | 16   | 7   | 7     |     |
|   | 1985 | 274                    | 25      | 16      | 9    | 7   | 27            | 16   | 8   | 8     |     |
|   | 1986 | 286                    | 30      | 17      | 12   | 7   | 43            | 14   | 10  | 10    |     |
| 輸 | 年    | 輸入総額<br>CIF<br>(百万SDR) | 国 別 (%) |         |      |     | 主 要 品 目 別 (%) |      |     |       |     |
|   |      |                        | フランス    | サウジアラビア | アメリカ | 西 独 | 機 械           | 食 糧  | 消費材 | エネルギー | 原材料 |
| 入 | 1982 | 500                    | 34      | 16      | 5    | 7   | 21            | 23   | 9   | 24    | 20  |
|   | 1983 | 409                    | 30      | 15      | 5    | 3   | 21            | 17   | 10  | 23    | 25  |
|   | 1984 | 396                    | 34      | 6       | 6    | 4   | 24            | 12   | 12  | 25    | 27  |
|   | 1985 | 387                    | 26      | 12      | 8    | 5   | 26            | 12   | 13  | 22    | 28  |
|   | 1986 | 371                    | 31      | 2       | 6    | 6   | 27            | 13   | 11  | 13    | 36  |

### 3-3 気象及び水系

#### 3-3-1 気象

調査地域の気候は熱帯性半乾燥気候区に属し、雨量のほとんどない乾季の4月～10月と、温度が高く降雨のある雨季の11月～3月に明確に区別される。

同島南西部の気候区分を図3-5に示す。



(GEOGRAPHIE REGIONALE DU SUD-OUEST DE M.G.C.R.より)

図3-5 調査地域の気候区分図

表3-9 氣象諸元

| Donnees<br>Stations | Latitude<br>en degre<br>de lat<br>Sud | Altitude<br>en<br>m | T°<br>moyenne | P<br>moyennes<br>(en mm) | Ps<br>minima<br>(en mm) | Indice<br>d'effica-<br>cite de<br>la saison<br>humide<br>Ish(1) | Methode<br>THORNTHWAITE |                |
|---------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|---|-------------------------|----------------|
|                     |                                       |                     |               |                          |                         |   | ETP<br>(en mm)          | ETR<br>(en mm) |
|                     | 緯度                                    | 標高                  | 氣溫(平均)        | 降雨量(平均)                  | 降雨量(Mis)                | 濕度  |                         |                |
| Ampanihy            | 24.41                                 | 275                 | 24°6          | 565                      | 326                     | 1.6   | 1.385                   | 566            |
| Androka             | 25.02                                 | 5                   | 23°7          | 342                      | -                       | 0.1   | 1.000                   | 300            |
| Ankazoabo           | 22.77                                 | 428                 | 24°3          | 721                      | 414                     | 5   | 1.374                   | 722            |
| Benenitra           | 23.26                                 | 220                 | 25°2          | 744                      | 343                     | 5.5   | 1.529                   | 697            |
| Beroroha            | 21.40                                 | 180                 | 25°9          | 775                      | 369                     | 6   | 1.720                   | 773            |
| Betioky             | 23.43                                 | 263                 | 24°6          | 616                      | 400                     | 4.5   | 1.421                   | 618            |
| Bezaha              | 23.30                                 | 100                 | 24°9          | 517                      | 368                     | 3.5   | 1.535                   | 508            |
| Manja               | 21.26                                 | 267                 | 25°2          | 898                      | 421                     | 6   | 1.437                   | 789            |
| Morombe             | 21.45                                 | 5                   | 24°7          | 454                      | 120                     | 2.4   | 1.347                   | 453            |
| Ranohira            | 22.33                                 | 833                 | 21°6          | 1.056                    | 575                     | 6   | 1.055                   | 735            |
| Sakaraha            | 22.55                                 | 460                 | 23°0          | 733                      | 507                     | 5   | 1.216                   | 724            |
| Tulear              | 23.53                                 | 9                   | 23°8          | 341                      | 100                     | 0.9   | 1.297                   | 349            |

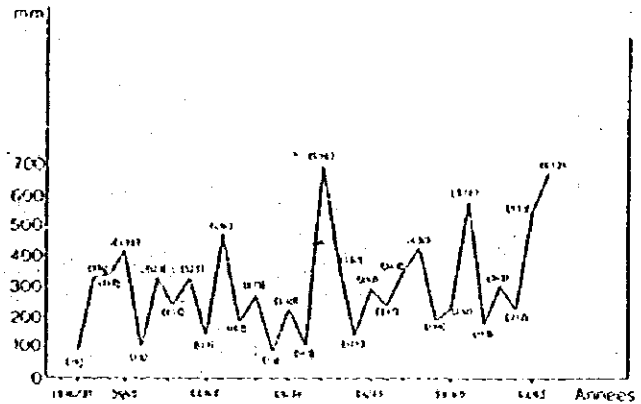
Donnees climatiques du Sud-Ouest malgache (出所:同上表)

ETP: 潛在的蒸發數量      ETR: 實質蒸發數量

チュレアル州の気象諸元を表3-9に示した。

図3-6はチュレアルの1935~1965までの年間降雨量である。本来、雨量の少ない地域であるが特に海岸にあるモロンベ、チュレアルは極少降雨地区であり、100mm以下の年もみられる。

また、降雨量と蒸発散量の関係は表3-9でもわかるように、表面流出を勘案するとほとんど地下浸透も不可能な結果として表われている。なお、調査地域内の気象観測ステーションは次のとおりである。



(出所：同上表)

図3-6 チュレアルの年間降雨量

<対象地域内>

1. モロンベ
2. アンカゾアボ
3. サカラハ
4. トリアラ

<地域外近郊>

1. マンジャ
2. ベロロハ
3. ラノヒラ
4. ベザハ/ベネニトラ/ベチオキ

3-3-2 河川

調査対象地域内には、次の4本の河川が東の中央高原を源として、準平原化した台地を西へ流れモザンビーク海峡に注いでいる。

表3-10 主要河川の水利特徴

|        | 河川長 (km) | 勾配 (%) | 流域 (km)    |             |         | 平均降雨量 (mm/年) | 年流量 (100万m <sup>3</sup> ) | の単位時間当り (m <sup>3</sup> /S) | 流出率 (%) | 比流量 (ℓ/S/km <sup>2</sup> ) | めら流れるが期 (日) | 渇水流量 (m <sup>3</sup> /S) |
|--------|----------|--------|------------|-------------|---------|--------------|---------------------------|-----------------------------|---------|----------------------------|-------------|--------------------------|
|        |          |        | 基盤上流域 (km) | 堆積物上流域 (km) | 合計 (km) |              |                           |                             |         |                            |             |                          |
| オニラヒー川 | 400      | 1.2    | 9,050      | 2,950       | 12,000  | 500-800      | 2,000                     | 65.0                        | 10      | 2-3                        | 12          | 21.0                     |
| フヘレナナ川 | 180      | 1.1    | -          | 12          | 12      |              |                           |                             |         |                            |             |                          |
| マノンボ川  | 100      | 0.5    | -          | 120         | 120     |              |                           |                             |         |                            |             |                          |
| マングキ川  | 150      | 0.4    | 40,000     | 24,000      | 64,000  | 500-1,000    |                           |                             |         |                            |             |                          |

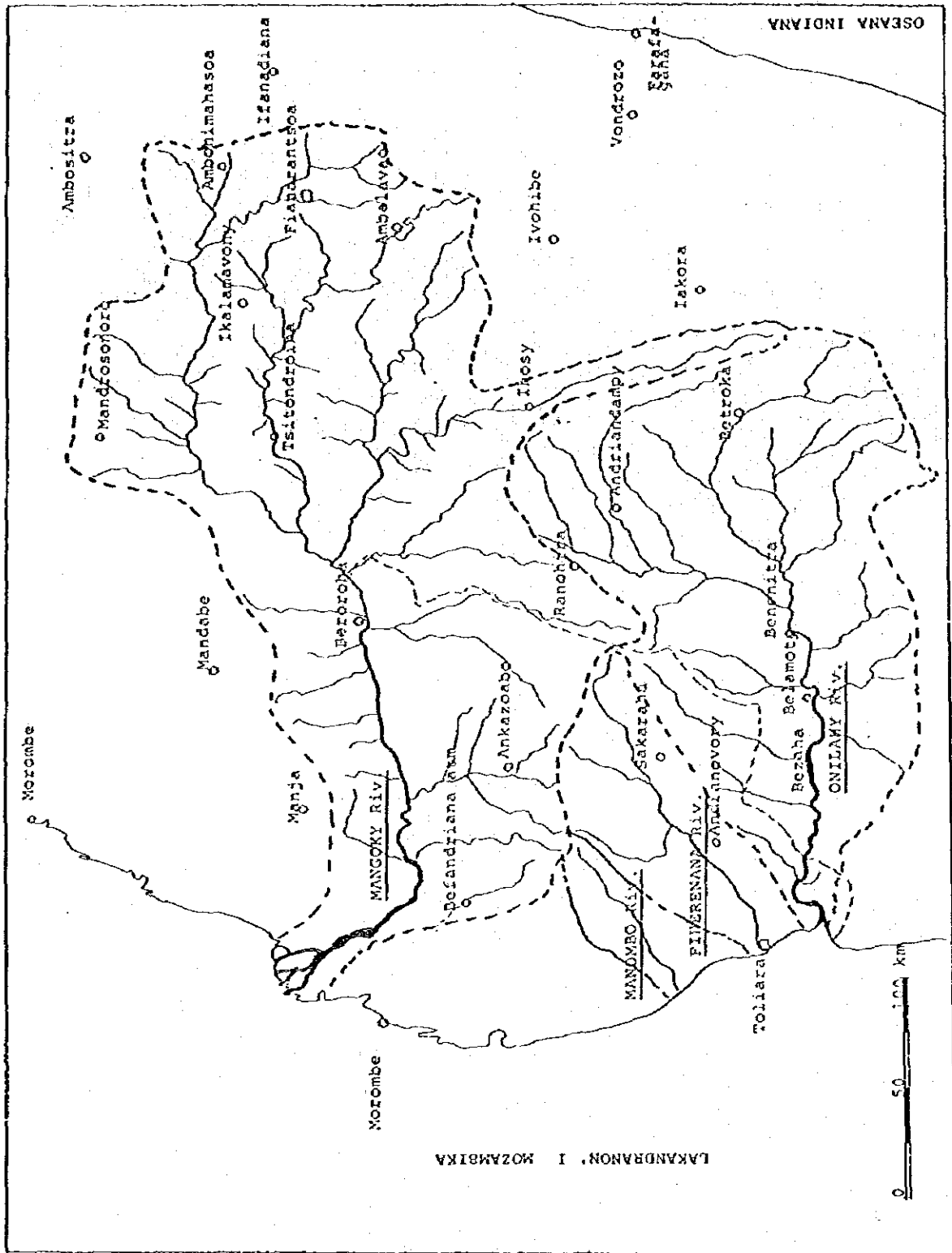


図 3-7 調査地域の水系図

- マンゴキ (Mangoky) 川
- マノンボ (Manombo) 川
- フヘレナナ (Fiherenana) 川
- オニラヒ (Onilahy) 川

4河川のうち年間を通じて表流水がみられる常流河川はマンゴキ川とオニラヒ川のみである。マノンボ川とフヘレナナ川は9月～11月の3カ月間流量がない。

各河川の水系を図3-7に示す。これによると支流は地質構造(断層方向、地層走行等)に支配され、ほぼ南北に流れる従谷河川を呈している。

### 3-4 地形・地質

#### 3-4-1 地形

マンゴキ川とオニラヒ川に挟まれた調査地域は、地形的に標高200m前後を境に西側の平野(低地)部と東側の丘陵地に分けることができる(図3-8)。200m以下の平野部は、トリアラ周辺ではその幅20kmぐらいであるが、北部のモロンベあたりになると、海岸線から150kmほどの幅で東側に広がっている。海岸部では砂丘が分布し、また汀線にはマングローブ樹林帯がみられる。調査地域の大部分を占める丘陵地には標高1,000mクラスのコボカ山系(最高峰1,081m)、アナラベロナ山系(最高峰1,348m)がみられるほかは東側(内陸)に向かって地形勾配もゆるやかに上昇している。丘陵の上面は河川の侵食によって樹枝状に開析されて老年期の地形を呈している。

マンゴキ川及びオニラヒ川の両河川は中央高原地帯にその源を発する常流河川であるが、このほかに、丘陵内から流出する河川としてマノンボ川、ヒヘレナナ川等があるが、いずれも季節によって左右される間欠河川である。

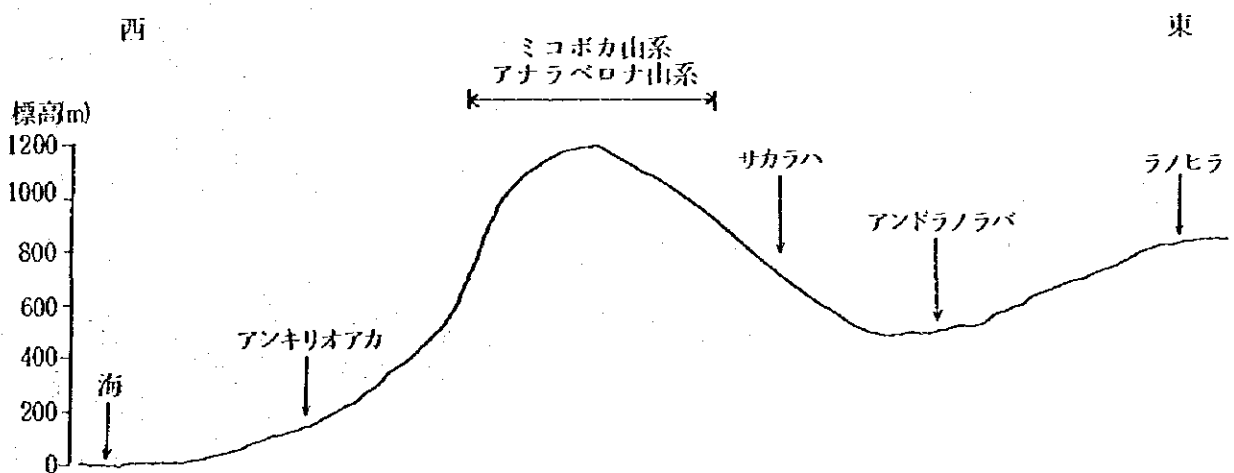


図3-8 地形模式断面図

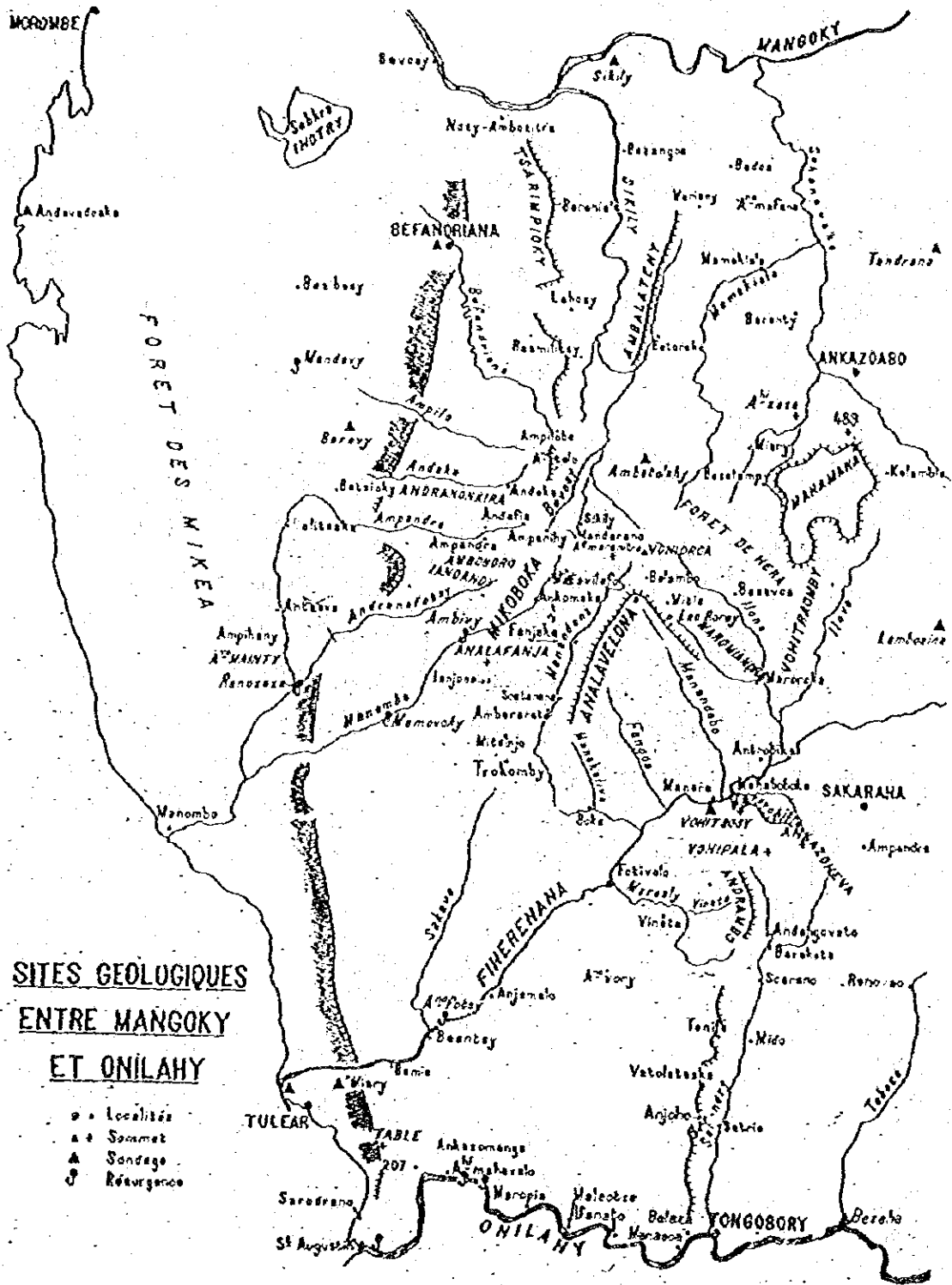


图 3-9 地形水系区分图

出典：BRGM報告書



### 3-4-2 地 質

#### (1) 地質分布 (表層地質)

調査地域の地質は、東側から西側へと順に堆積する単斜構造を呈している。

基盤岩であるサカメナ (Sakamena) 層群は、花崗岩類及び片麻岩、片岩等の変成岩類である。この基盤岩の上位には、中生代ジュラ紀下部のイサロ (Isalo) 層群、また、中・上部層の石灰岩、砂岩、泥岩があり、さらにこの上位に白亜紀層の石灰岩、マール、泥灰岩、砂岩、泥岩の互層が覆っている。第三紀層には古第三紀層の始新世、中新世の石灰質砂岩、泥岩等と鮮新世の陸成層がある。陸成層は調査地の最西部に分布しているが、一部内陸のジュラ・白亜紀層の上位にも分布している。海岸部及び河川流域には第四紀沖積層 (砂・礫・粘土) が分布する (図 3-13)。

次の表 3-11 は当地域の地層層序の総括である。

表 3-11 調査地域の層序

| 地 質 年 代                     | 地 層 区 分          | 岩 相 ・ 及 び 層 相                     | 備 考                                     |                             |
|-----------------------------|------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------|
| 新<br>生<br>代                 | 第<br>四<br>紀      | 沖 積 層                             | 河川堆積物 (砂・礫・粘土)<br>砂丘堆積物 (砂)<br>ラテライト質粘土 | 河川流域<br>海岸部                 |
|                             | 新<br>第<br>三<br>紀 | 鮮新層 (陸成層)                         | 砂・礫・粘土の混成層                              | 調査地最西部に分布、また<br>内陸部にも一部分布する |
|                             | 古<br>第<br>三<br>紀 | 古第三紀層<br>(中新世～始新世)                | 石灰質砂岩、泥灰岩<br>玄武岩類の貫入<br>ハンレイ岩           |                             |
| 中<br>生<br>代                 | 白<br>亜<br>紀      | 上 部 層<br>中 部 層<br>下 部 層           | 石灰岩、マール、砂岩                              |                             |
|                             | ジ<br>ュ<br>ラ<br>紀 | 上 部 層<br>中 部 層<br>下 部 層 (イサログループ) | 石灰岩、砂岩、泥岩<br>石灰岩、砂岩、礫岩                  | 層厚 5,000～6,000 m            |
| 古<br>二<br>生<br>代<br>紀       | サカメナグループ         | 花崗岩類、片麻岩、片岩                       |   |                             |
| 先<br>カン<br>プ<br>リ<br>ア<br>紀 |                  |                                   |   |                             |

ÉCHELLE : 1/1.000.000  
0 10 20 30 40 50 km

Éditée par le Service Géologique de Tananarive.

LEGENDE

- |  |                             |  |                                   |
|--|-----------------------------|--|-----------------------------------|
|  | Alluvions                   |  | Facès Marins                      |
|  | Dunes (砂丘)                  |  | Miocène (中新世)                     |
|  | 礫 (硬い砂)                     |  | Éocène (始新世)                      |
|  | Cerapach saboteux           |  | Crétacé supérieur (白垩紀上)          |
|  | 鮮新世, 陸成層                    |  | Crétacé moyen et inférieur (白垩紀下) |
|  | Pliocène continental        |  | Jurassique supérieur (ジマラ紀上)      |
|  | 古くからの砂地                     |  | Jurassique moyen (ジマラ紀中)          |
|  | Dunes siccamesse, Aspernina |  |                                   |
|  | マングロープの泥                    |  |                                   |
|  | Vase de mangrove            |  |                                   |

Facès continentaux:

- |  |                                      |        |
|--|--------------------------------------|--------|
|  | Crétacé moyen et inférieur           | 白垩紀上・中 |
|  | Jurassique supérieur (facès miocène) | ジマラ紀上  |

Facès Gondwaniens

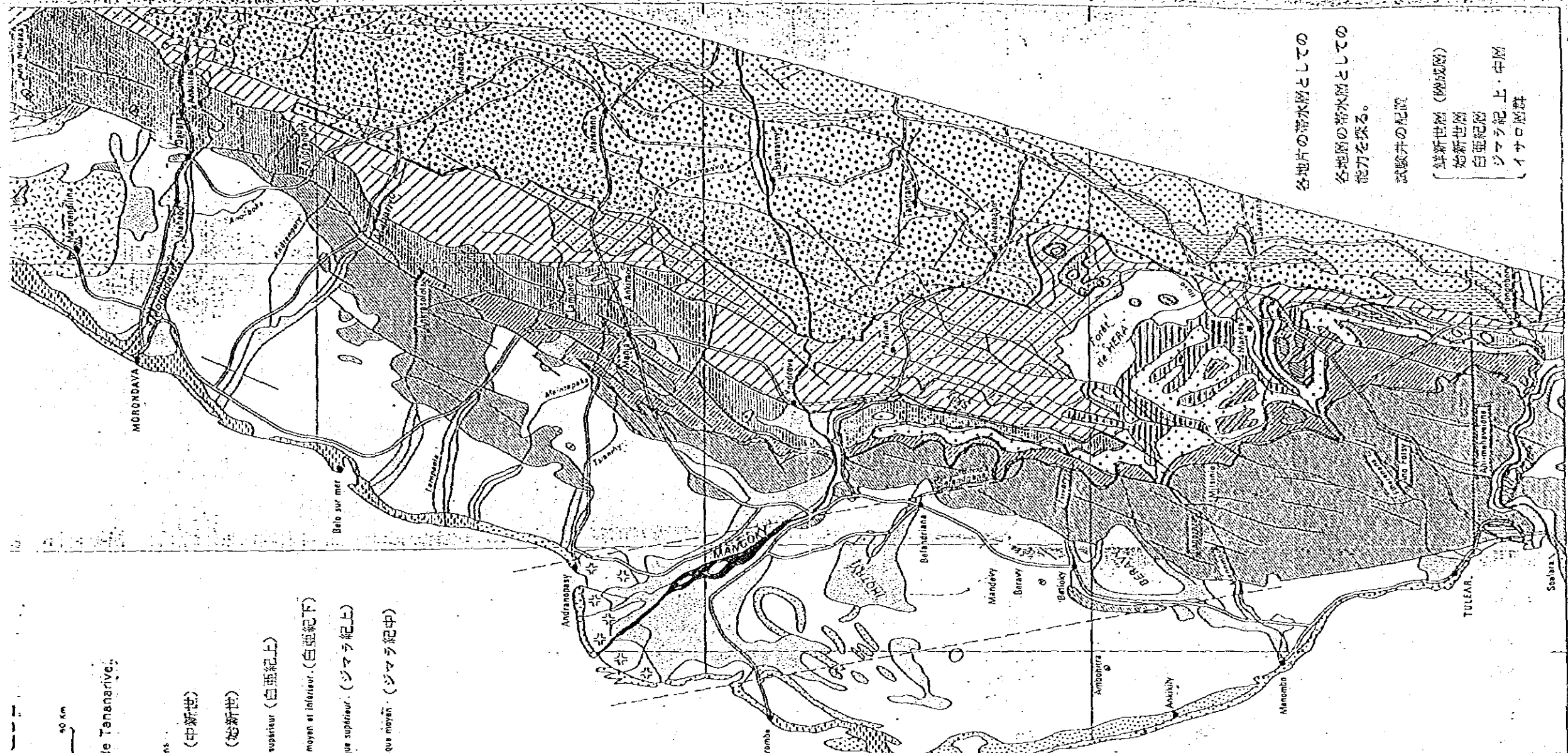
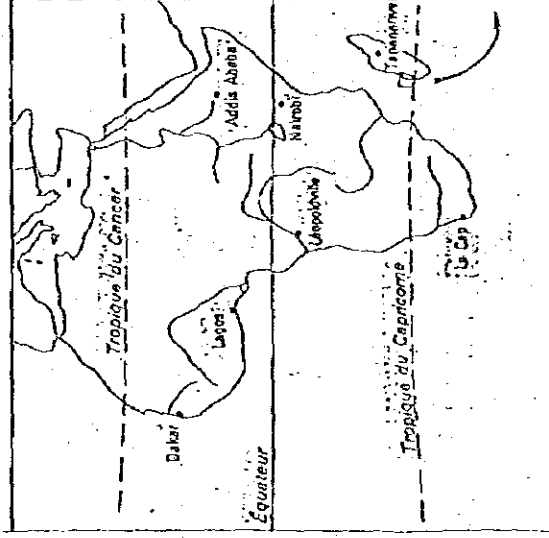
- |  |                           |             |
|--|---------------------------|-------------|
|  | Isalo III                 | イサログループ III |
|  | Isalo III (facès miocène) | イサロ III     |
|  | Isalo II                  | イサロ II      |

- |  |                                    |       |
|--|------------------------------------|-------|
|  | Roches volcaniques, basalt         |       |
|  | Basalts, labradorites              |       |
|  | Basalts labradorites, Salsalavites |       |
|  | Gabbros                            | はんざい岩 |

— Facès (断層)

— Faille probable (推定断層) Andavogaha

☆ Sols salés 塩分を含んだ土壌



各地片の帯水層としての  
各地層の帯水層としての  
能力を察る。  
試験井の配置  
[ 鮮新世層 (陸成層)  
始新世層  
白垩紀層  
ジマラ紀上・中層  
イサロ層群 ]

出典: BRGM 報告書

図 3-10 地質図



## (2) 水文地質

当地域に分布する堆積層は、一様に帯水層としての能力を有しているものと思われるが、地域によってその水理特性は異なるものと考えられる。

ここでは、従来の資料の中から被圧地下水に関して代表的なものについて記述する。これらの資料は石油掘削によって明らかになった。

### BEZAHA (ベザハ)

中生代ジュラ紀下部層のイサロ I、及び II グループの分布する地域である。深度 48 m で  $12 \text{ m}^3/\text{h}$  の湧水量 (自噴) があり、さらに 160 m では水温  $40^\circ\text{C}$  の地下水が  $750 \text{ m}^3/\text{h}$  湧出した。帯水層は粗粒砂岩である。

### MANERA (マネラ) サカラハの西

ジュラ紀上部層の分布する地域である。

深度 428 m の砂岩層で水温  $37^\circ\text{C}$ 、自噴圧  $22 \text{ kg}/\text{cm}^2$  の地下水の噴出、さらに 572 m で  $44^\circ\text{C}$  の水が圧力を  $14 \text{ kg}/\text{cm}^2$  に抑えても  $860 \text{ m}^3/\text{h}$  噴出した。1,300 m の石灰岩層では圧力  $150 \text{ kg}/\text{cm}^2$  を示す非常に圧力の高い被圧水が確認されている。

### BEFANDRIANA (ベファンディアナ)

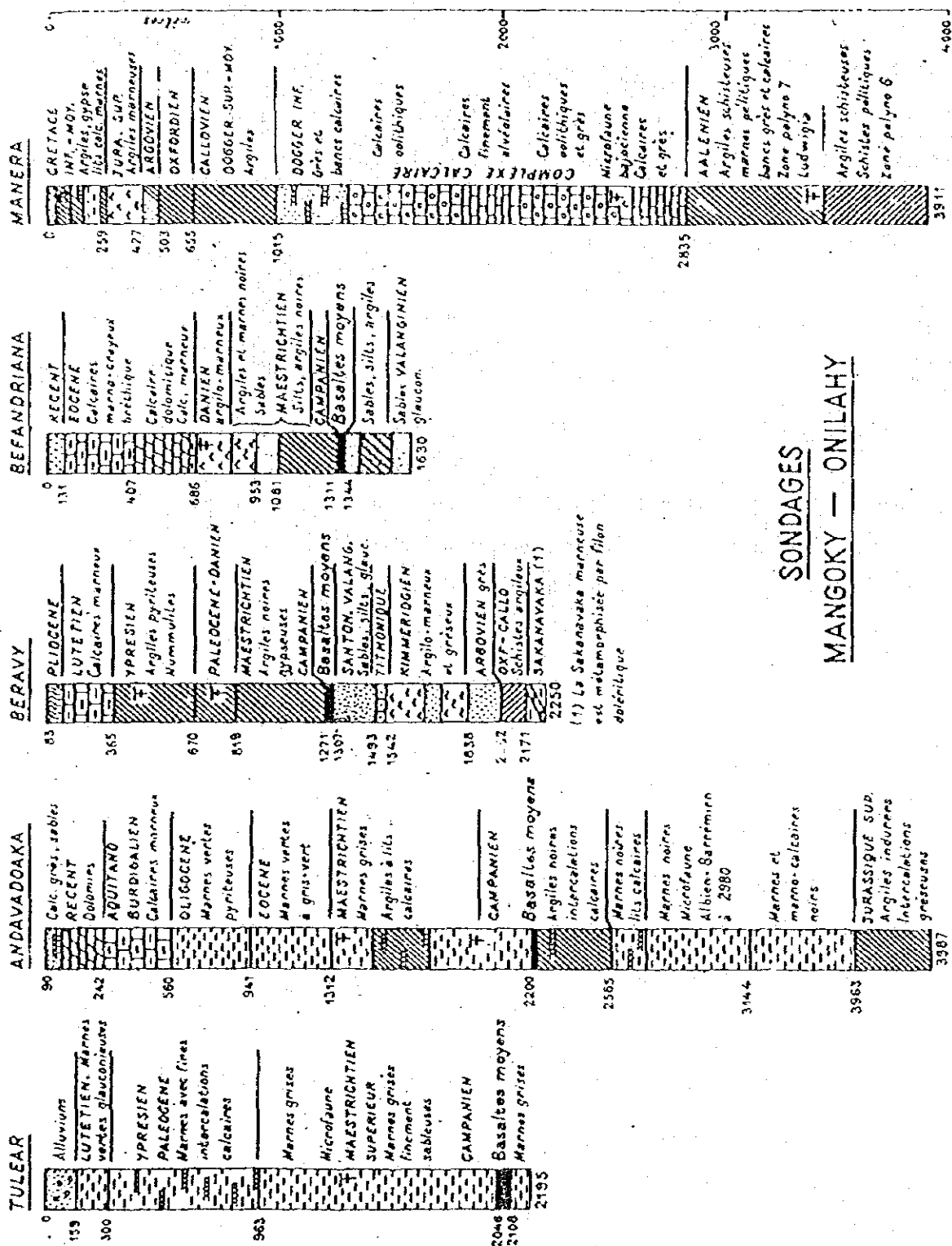
ここでは、第三紀鮮新世下部層の石灰岩層から深度 126 m で  $400 \text{ m}^3/\text{h}$  の湧水をみている。

次の表 3-12 は各地区で静水位高を示したものである。

表 3-12 各地区の静水位高

| 地 区 名                | 標 高 (m) | 静水位高(m) |
|----------------------|---------|---------|
| Bezaha ベザバ           | 138     | 220     |
| Saloanivo サロアニボ      | 156     | 200     |
| Vohidolo ボヒドロ        | 737     | 580     |
| Lambosina ランボシナ      | 581     | 520     |
| Tandriano タンドラノ      | 439     | 200     |
| Ambatolehy アンボタレイ    | 733     | 250     |
| Sikily ミキリイ          | 106     | 110     |
| Manera マネラ           | 308     | 420     |
| Befandriana ベファンディアナ | 147     | 140     |
| Beravy ベラビー          | 206     | 160     |

次に示す地質柱状図 (図 3-11, 12, 13, 14) は、国連特別基金プロジェクト及び U, S, AID が、マダガスカル南西部で行なったボーリング資料である。また、図 3-15, 16 は国連特別基金プロジェクトの報告書より記載した地質構造図とブーゲ異常表示図である。

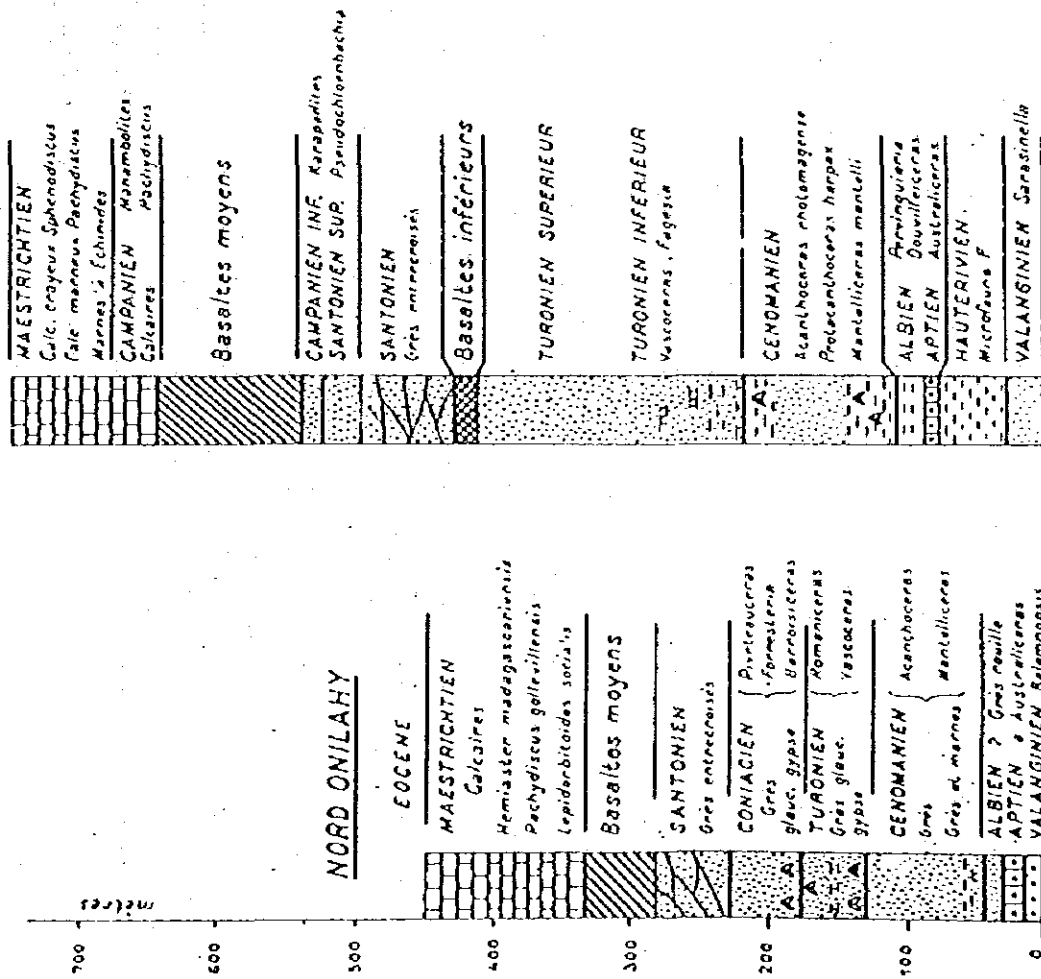


SONDAGES  
MANGOKY — ONILAHY

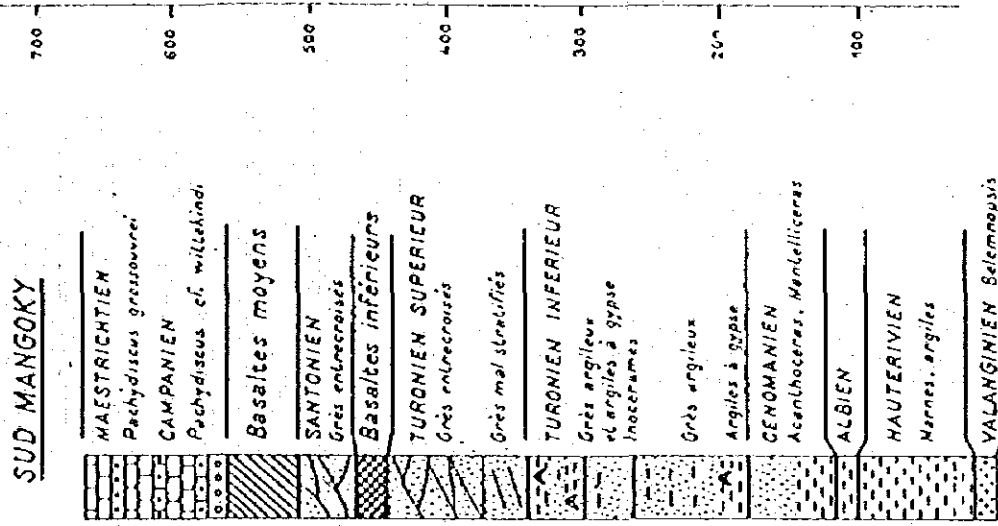
出典：BRGM 報告書

図 3 — 11 地質柱状図の対比図

ANALAVELONA

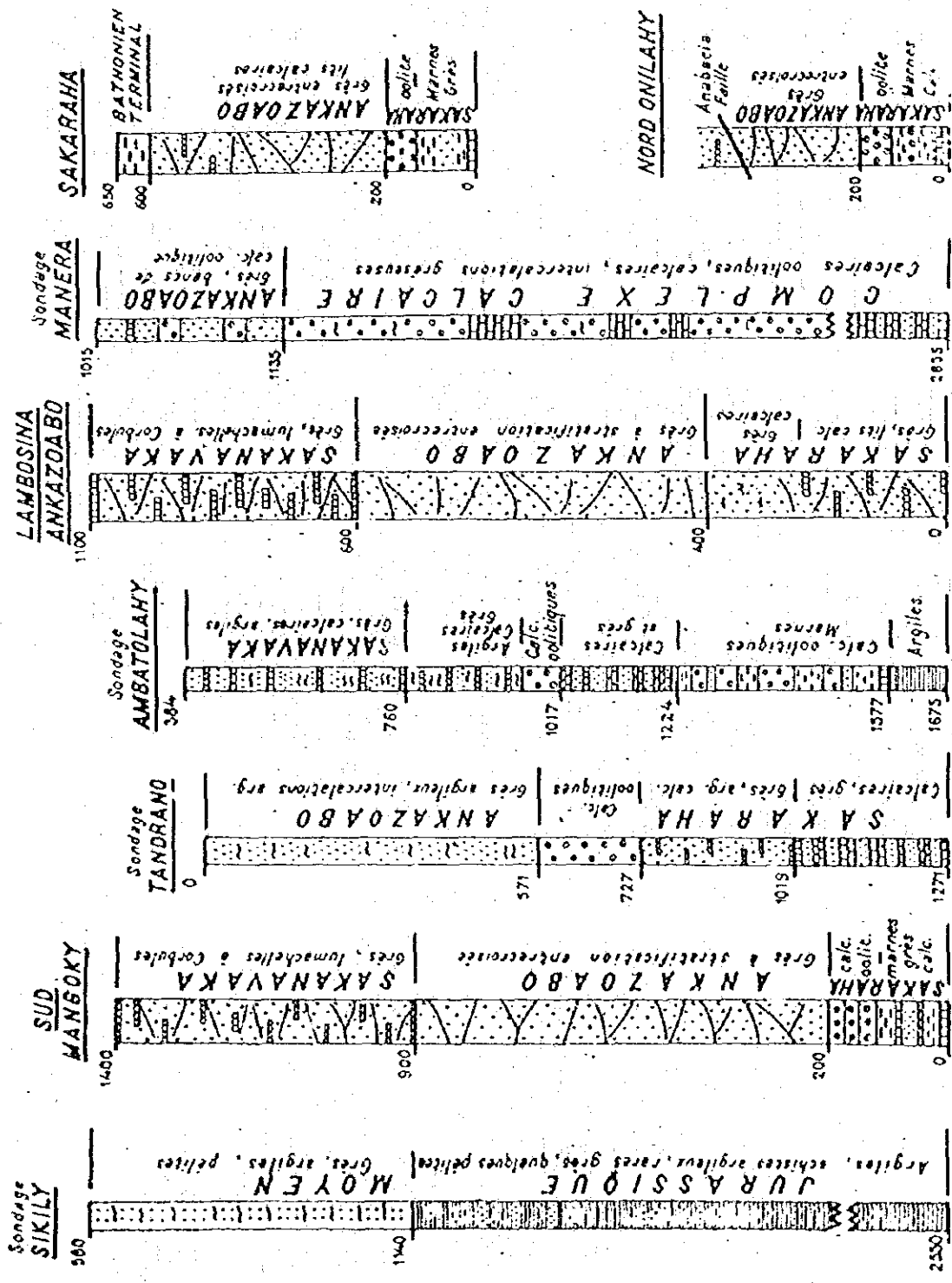


LE CRÉTACE ENTRE MANGOKY ET ONILAHY



出典：BRGM報告書

図3-12 地質柱状図の対比図



LE JURASSIQUE MOYEN ENTRE MANGOKY ET ONILAHY

出典：BRGM報告書

図 3-13 地質柱状図の対比(c)

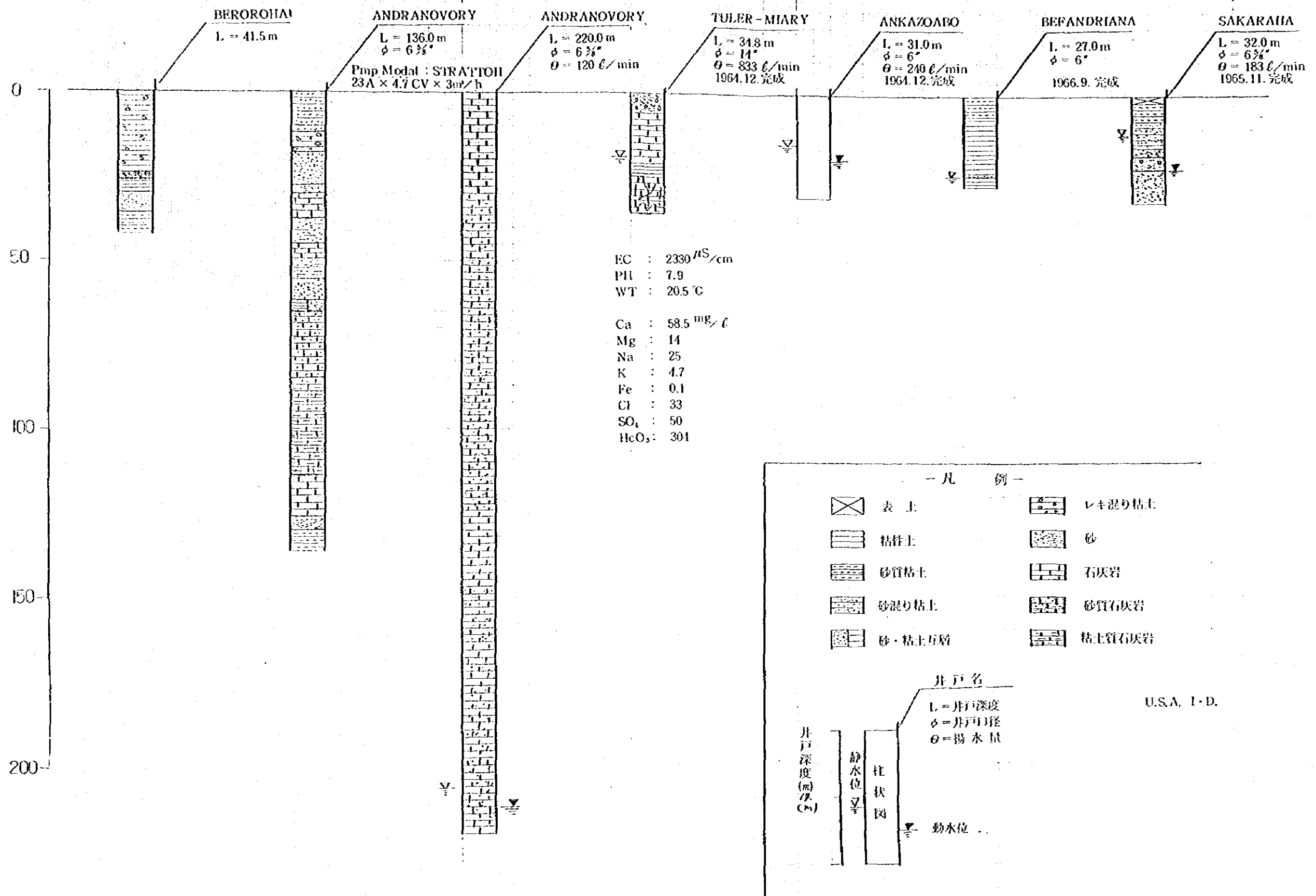


図3-16 USAIDによる地下水調査結果 (ボーリング柱状図)





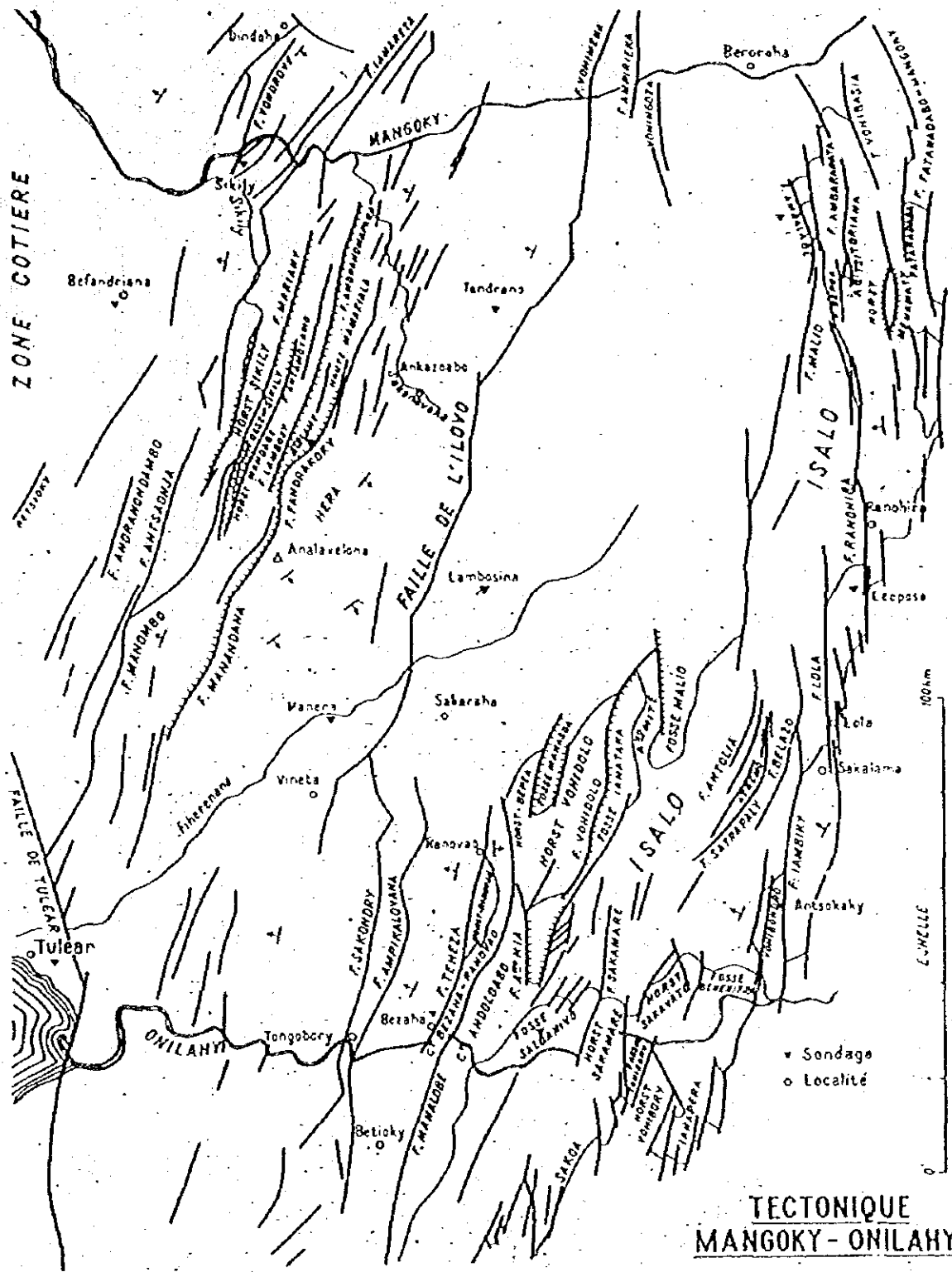


图 3-14 地質構造图

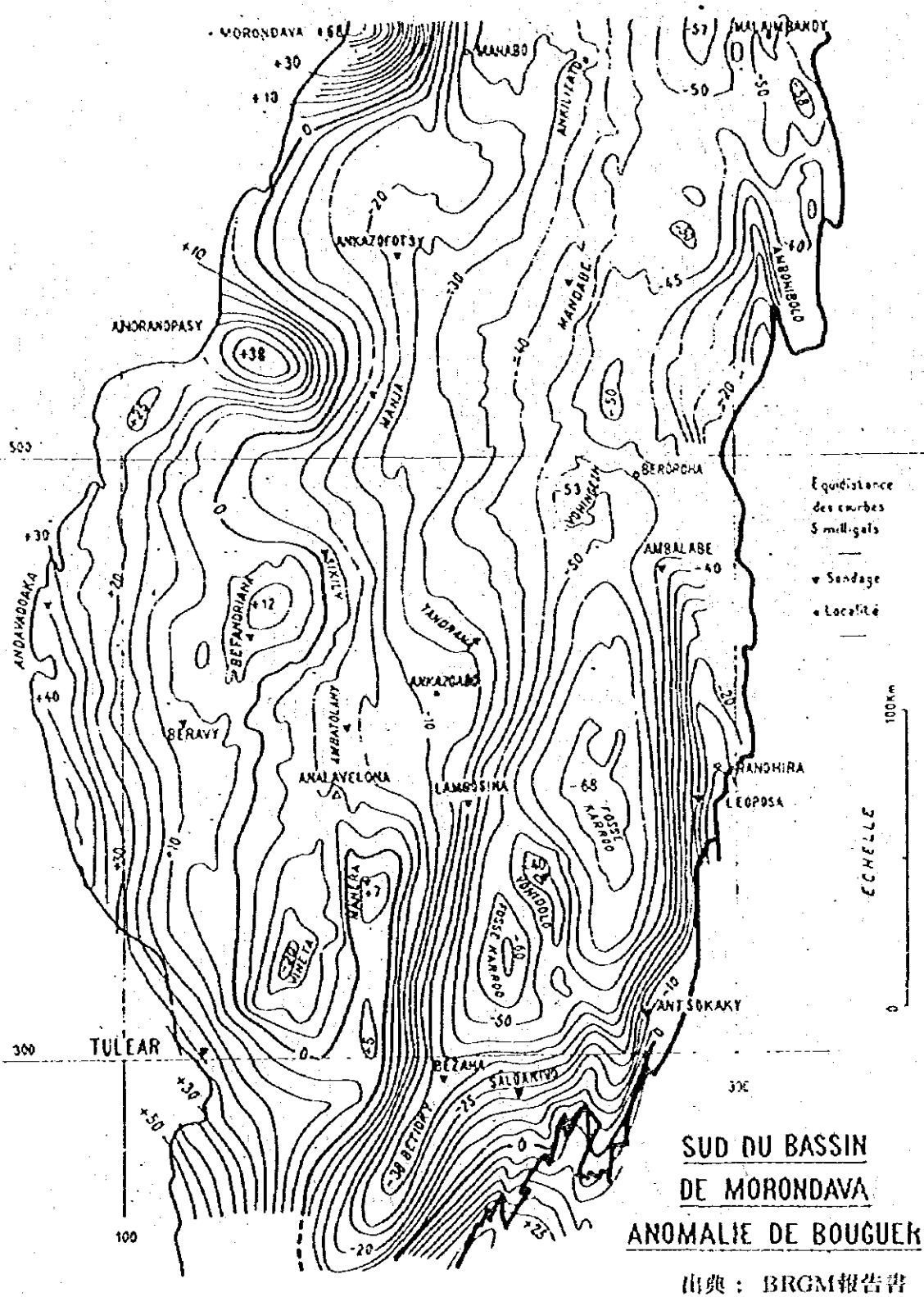


図3-15 モロンダバ盆地のブーゲ異常

### 3-5 既往の地下水調査

#### 3-5-1 マダガスカル（チュレアル～モロンダバ間）の地下水資源調査

##### 1. 調査概要

契約番号：CON22/66

名 称：マダガスカル地下水資源調査

Tulear - Morondava 間南西部沿岸地方

期 間：1966年7月19日～1967年12月31日

資 金：国連特別基金

実施機関：BRGM - CGG

##### 2. プロジェクト目的

- マダガスカル南西部の経済振興という観点から、開発の基本となる地下水資の開発可能性を把握する。
- 経済的な地下水開発を策定する。
- 詳細な水理地質図を作成し、ボーリング、ポンプテストから開発可能な地下水資源の質の評価を行なう。
- マダガスカルスタッフへの技術移転

##### 3. 調査結果

###### (1) チュレアル海岸平野

ボーリング深度 90～100 m

生産量 10 m<sup>3</sup>/h

###### (2) マシコロ地域

a Beravy 台地 : 帯水層単元では生産性のある水文地質構造であるが、その生産量は一定でない。

b Betanduaha 平野 : 被圧地下水 8千万m<sup>3</sup>/year の開発可能  
石灰岩層 20～100 l/sec の生産量  
比流出量 2～5 l/sec/m～18 l/s/m  
貯留係数 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>/s と 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup>/s 間

c Tanandava 地域 被圧地下水は可能性低く、自由地下水に頼るべきか。

###### (3) Manja 盆地

おそらくかなりのポテンシャルを有する地下水源があると思われるが、資料不足で数値化できない。

ボーリングの結果は1 l/sec/mの比流出量があった。

#### (1) Morondava の盆地

当プロジェクトの枠内では少し触れただけで、盆地の構造を把握し、今後の調査の方向づけを図る。

#### 3-5-2 モロンドバ平野の地下水資源調査

##### 1. 調査概要

契約番号：CON 22/66 修正案 № 3

期 間：1968年8月19日～1969年8月

資 金：国連特別基金プロジェクト

「マダガスカル南部鉱山/地下水調査」

実施機関：BRGM

##### 2. プロジェクト目的/方法

FAO プロジェクト「Morondava 平野農業開発」地域を主体とする地域 水文地質調査を行ない地下水資源を把握し、飲料水給水のみでなく農業用水、家畜用さらには工業用水としての開発可能性をさぐる。

方法としては次の調査を行なった。

###### ① 水文地質調査

既存資料の収集解析—地質図 1/100,000

—地形図、航空写真

###### ② 物理探査

◦ 比抵抗断面図—地質構造、地形条件

◦ 測線の延長は 2,000 ~ 10,000 m

◦ 探査結果のボーリングへの反映

###### ③ ボーリング調査—ロータリー式、ベントナイト使用

##### 3. 調査結果

① 調査地域を地質及び物理探査特性より 4 区分 (A, B, C, D) した。

② 東部 A, B, C の主な帯水層は Tsiandava 砂岩 (Alen-Cenamaien 階) と始下新世の砂岩である。

③ 地質構造からみて、帯水層への涵養地はゾーン B, C であり、地形的に低い地域であり、開発対象は被圧地下水である。

④ D ゾーンは、未固結の沖積層及び新第三紀の堆積岩層に自由地下水が賦存する。

⑤ 水質分析により飲料水、農業用水ともに適している。

⑥ 結論として、地下水資源の開発可能性は高く、質的に農業用水としての開発に目途がたった。

⑦ すでに塩水汚染が Morondava 市周辺に及んでいることがわかった。

### 3-5-3 チュレアル州における A. I. D. の地下水開発工事

(1963年11月～1965年8月) — HY. 302 工事实施総括書

合衆国政府「国際開発機関」(A. I. D.) のプロジェクトの目的とするところは、

- 若干の少都市、村落の飲料水をボーリング施設により確保し、水による病気の根絶ないしは縮減を図り、
- マグガスカル側スタッフを形成し、小地域の導水開発国家計画の実施・確立のための基本技術を移転する。

当プロジェクトの約定が合衆国政府の代表機関 A. I. D. とマグガスカル政府の計画総委員会との間で1962年交わされた。

双方の役務は以下のとおり。

#### A) A. I. D. 側供与：

1. 保健衛生技師
2. ボーリングの専門家
3. ボーリング及び関連機材の購入・調達、車両を含む。総額 89,000 \$ : 22,250,000 FMG とする

#### B) マグガスカル側供与：

1. 当プロジェクト実施の支援、行政上の責任管理
2. 水文地質に関する専門機関協力（井戸の設置場所選定；地殻深部構造調査、水の化学・細菌分析）
3. ボーリング、配水システム用建設資材
4. 現地ボーリングチーム、工事要員のサービス供与
5. 燃料及び諸経費
6. 資機材倉庫・保守用敷地、建築物（Tulear 水文地質部をベースに）

A. I. D. の活動地域は Tulear 地方とする。

当レポートの主眼は、1963年11月プロジェクト開始時点から1965年8月15日まで、つまりおよそ21カ月間に実施された工事のリストのほかに、作業に関する技術的な諸特性、時に作成された地質断面図についての主たる情報の提供にある。

種々資料情報の整理区分けは必ずしも容易ではなかった、というのも現場に駐在する経験豊かな観察者を欠いたため。以下にあげる情報の出所は次の四者別々によるものである。

1. 筆者自身。現場にいた限りにおいて
2. KETCHAM 博士、ボーリング責任者 GREGORY 氏との会議
3. 学生（ボーリング）らによる口頭での報告
4. KETCHAM 博士による暫定的なノート

厳密に言うボーリング（パークッション：WS.31）は、650m。Andranohinaly, Andranovory 両井戸が最も深く、それぞれ217m、136mであり、一方、最も浅い井戸はE-jeda の二つで、8m。

周知のとおり、パークッションは、とりわけ、堅い、亀裂のある地層、特に石灰岩層のボーリングに適しており、事実、結果はAndranohinaly, Andranovory, Tulear-Miary のボーリングで目覚ましく、またSakaraha, Bctioky, Ankazoado, Beroroha の一連の砂岩質地層でも極めて満足のいくものであった。これに対し、Bofandriana-Sud, Tanandava では、帯水層の、水を多量に含んだ砂がケーシングパイプに急激に浸入し、進捗に支障をきたした。

1964年、A. I. D. ミッションのアメリカ側スタッフは、ボーリング主任R. DUNNを迎え補強され、その下で二つの Jotling ボーリングチームを形成。これはポンプによる強力な水流を用いるもので、確かにその使用は、柔らかい地層（砂、粘土質、柔砂岩）に限られ、また深井戸に限られるものであるが、おかげで1964年12月以来、Tulear 近辺、国道（Tulear-Befandriana）9号線一帯20カ所での低コストによる削井が可能となった。

最後に、1965年の6月～7月、WS.21が加わり、A. I. D. 活動の持駒が更に増えることになるのだが、ただしそれにはWS.21の牽引に車を1台当てねばならない。

### 3-5-4 アンキリザト診療所及びマンダベ保健所の地下水開発工事（1986/1987） — HY. 817 工事報告書より

調査地域のアンカゾアボ県の西市医療機関の水供給用水源として、MIEMの村落給水課により実施された削井工事。地質柱状図は添付資料-18に示す。

## 3-6 給水の現状と問題点

### 3-6-1 給水状況

マダガスカルは給水率はかなり低く国民の18%が飲料水供給（A. E. P）施設を享受しているにすぎない。この内訳は、都市部で16.5%、農村部では1.5%である。都市部において県庁所在地のうち85%が水道施設を有しているが、そのうち36%が不良の状態である。

2,000人以上の町では16%が施設を有し、そのうち12%が不良である。農村部は人口の80%近くが、表流水や伝統的な手掘り井戸、売水などで飲料水を得ているが、衛生上多くの問題をかかえている。水が原因の病気がとりわけ子供において多発している。（以上、マダガスカルの水政策（Ref-6）— MIEM/8 EHKによる）

### 3-6-2 踏査結果

事前調査団の調査対象地域での現況は次のとおりであった。

<チュレアールよりベファンドリアナへ国道9号線を北上する沿線>

表3-13 給水状況

| 地名           | 利用人口  | 井戸形態(径)            | 井深(井高)      | 水位    | 水温   | 電導度     | PH  |
|--------------|-------|--------------------|-------------|-------|------|---------|-----|
|              | 人     | (m)                | (m)         | (m)   | (C)  | $\mu$ S |     |
| Belalanda    | 1,000 | 手掘り (0.95)         | 6.89 (0.7)  | 6.82  | 24   | 1,250   | 7.1 |
| Songeritelo  | 1,000 | ハンドP付き<br>" (1.20) | 3.90 (0.45) | 3.34  | 27   | 2,150   | 6.6 |
| Belabi       | ---   | 手掘り (0.95)         | 4.74 (1.1)  | 4.53  | 27   | 2,150   | 6.7 |
| Andrevo      | N. A  | " (1.00)           | 13.30 (0.5) | 10.30 | 27   | >50,000 | --- |
| Ampihamy     | ---   | " (1.00)           | 11.78 (0.9) | 9.40  | 27.5 | 1,050   | 6.2 |
| Ampasikibo   | ---   | ボーリング, ハンドPump     | ---         | ---   | 27   | 1,010   | 5.8 |
| Antanimiheva | ---   | ボーリング              | 160 m       | 自噴    | 27   | 390     | 7.0 |
| Ambiky       | ---   | 手掘り                | 1.95 (0.15) | 1.77  | 27   | 1,800   | 6.4 |

<Betolyでの水商売>

内陸部台地では雨季及び雨季後1カ月余りは、雨水の溜まり水を使用するが、それ以外の4月から12月の間は買水に頼らざるを得ない。

水の運搬は政府のロータリー車が週2回巡回するが、その他はプライベートの水売りが1日4~5回巡回する。公共サービスでもドラム缶1杯(200ℓ)でFMG 1,500の料金をとられ、民間の水代はおよそその2倍である。

水の消費量は小家族(5人)で、飲料/料理用200ℓ/5日、洗濯を含むと200ℓ/3日が標準であった。

炭売りなどの商売をしている人々の現金収入は平均FMG 2,500/月/人であり、そのほとんどが水代となっている。

<伝統的手掘り井戸 "Vovo" >

Andranovoryの西数kmの地区に無数に掘られたVovoと呼ばれる素掘り井戸がある。地表から5m程度まで段階状に掘られ、そこから垂直に数m掘られている。これを水源として、牛車や車のドラム缶に溜めて、水を売りに行くのである。毎年その井戸は水位が低下し、底を掘り下げて使用しているとのことであった。

<地方都市の給水施設>

今回調査した地域の4地方都市にはU. S. AIDでボーリングによる井戸にポンプが設置され、鉄製タンクから共同水栓により給水する施設があったが、その4カ所すべてが故障し、既に2~10年も放置されているとのことであった。



<リハビリテーションの必要な水道施設水源井>

—現地聞き取り調査をした施設(データはU. S. A I D報告書より)

① Andranohinaly

施工時期：1964年  
井戸口径：6'-5/8  
ポンプ：MYERS  
自然水位：207m  
井戸深度：220m  
水槽：16m<sup>3</sup>  
揚水量：6m<sup>3</sup>/時間(100ℓ/分)  
揚水水位：212m  
ポンプ及び動力(エンジン)の故障でポンプは設置されたまま。

② Andranovory

施工時期：11/1963~1/1964  
井戸口径：6'-5/8  
ポンプ：MYERS  
揚水量：3.6m<sup>3</sup>/時間  
自然水位：117m  
井戸深度：136m  
ストレーナー位置：126~136m間  
水槽：16m<sup>3</sup>  
揚水水位：128m

エンジンの故障であるが、リハビリ作業でポンプが揚がらなかったとのことであった。

③ Sakaraha

施工時期：11/1963~11/1965  
井戸口径：6'-5/8  
ポンプ：MYERS  
モーター：BRIGGS&STRATON 23A, 4.7 cv, 1,800T/m  
水槽：24m<sup>3</sup>  
自然水位：11.50m  
井戸深度：32m  
ストレーナー位置：26~32m間  
ポンプ位置：28m  
揚水量：11m<sup>3</sup>/時間  
揚水水位：22.90m  
ゼネレーターの故障。

④ Betandriana Atm

施工時期：1965年8月  
井戸口径：6'-5/8  
揚水量：14.5m<sup>3</sup>/時  
自然水位：6.20m  
水中モーターポンプ：MYERS BIGGS 23A 9.7 cv, 1,800T/m  
ゼネレーター：PETERS LTD-England, 5kw, 6.25kVA  
1,500rpm, 400/230v, 50Hz 9A, 3-phase  
井戸深度：45m  
ストレーナー：28~32m, 40~44m  
38~41m  
ポンプ容量：3m<sup>3</sup>/時  
揚水水位：31.20m

ポンプとゼネレーターの故障、ポンプは設置されたままであった。

### <オニラヒ川近くの温泉地>

Bezahaには水道施設の水源としてボーリングが行われ温泉が自噴している。これはそのまま水道用水に使用され半分は、住民の温泉として利用されている。

水温37℃、150μD、PH5。

また、この近くに石油探査用に800mのボーリングが行われたが、天然ガスの噴出により崩穴し、現在は温泉が噴き出ており住民の憩いの場となっている。

### 3-6-3 農村部の水供給(要請書より)

マダガスカル政府の目標は、西暦2000年を目標年次とした農村部における水供給を全住民にアクセス可能な水供給施設を設けることに置かれている。住民が水供給点に行き来する距離は、徒歩で15分を超えないようにする(平均消費量:1人当り20ℓ/日)。

国土の地形からすると、15分は大体500mに相当する(社会主義計画の方針と組織に関する1977年12月24日付 法律第77-002号)。

1986~1990年度5カ年計画と、国際飲料水・浄化10年(DLEPA)の活動の中では、既存の水供給インフラ施設の復旧維持と、最も水不足に悩む地域への適切な水供給プログラムの実行に重点が置かれている。

現実農村人口のたった1.5%だけが、ポンプ付きまたは無しの井戸や、雨水だめ等の適当な水供給施設を使用できる状態にあるという結果が、国家水・浄化委員会が1985年に行った統計調査で出ており、残りは、非衛生な条件下で何とか凌いでいるのが現状である。そのため、水が原因で発生する疾病がかなり多い(特に子供の間で多発)。

1984年、OMS・専門家ミッションは、これに対応する罹病率を約15%と推定しており、これにマラリア等の水と衛生条件に関連する病気を含めると、この率は、全国の総疾病の3分の2を大きく超えることになるようである。

最も大きな被害を受けているのは、東部のマングール川から西部のモロングヴァ市に広がる、ほぼ砂漠化した諸地方である。

しかし、水の潜在的埋蔵量の調査では、このような農村部の水供給の現状は改善できる可能性があることが示唆されている。

## 第4章 本格調査の内容

### 4-1 調査の基本方針

事前調査団と工業・エネルギー・資源省(MIEM)との間で締結されたS/Wによれば、本格調査の目的は次のとおりである。

- (1) 調査対象地域における地下水資源開発賦存量の評価を行う。
- (2) 選定された開発優先地域における地下水資源開発利用のための計画を策定する。
- (3) 日本側は本調査の期間中、調査に参加するマダガスカル側専門家に対し技術移転を行う。

調査対象地域における地下水開発のための調査、計画策定、及び、その実施は1960年代から、米国(U.S.AID)及び、仏(BRGM)等の協力により行われている。しかし、これらについてはその老朽化が甚しく、地域住民の最低限の必要量を満たすことができない状況にあるばかりでなく、水質にも問題が多く、住民及び家畜の疾病率も極めて高い。したがって、本件調査にあたっては、以下の方針のもとに、調査、解析、計画策定を行うことが必要である。

- (1) フェーズIにおいて、既存資料の収集、整理、解析を行うとともに、ランドサット映像解析、航空写真判読、第一次現地調査を行う。これら結果に基づき、現行の水理地質図の改訂作業を行い、また、地下水資源開発可能地域の確認を行う。
- (2) フェーズIIにおいては、改訂された水理地質図に基づき、開発可能地域において、物理探査、ボーリング、揚水試験、水質試験等を含む第二次現地調査を実施する。これら現地調査に基づき、表流水の利用可能性も考慮に入れ、約100カ所の村落(人口500~3,000人)につき、地下水賦存量とその開発効果の観点から、水供給計画策定対象村落(40カ村程度)の絞り込みを行う。水供給計画の予備的な設計にあたっては、水需給予測及び対象村落の現況を考慮することはもちろんのこと、これまでの実施経験を踏まえ、既存施設の有効利用(9カ所のリハビリテーションを含む)、現地産の資機材(手押しポンプ等)の活用、その他試験施工等の結果に配慮し、維持管理が容易であり、かつ、持続的な施設の検討が重要である。また、今後の開発の促進に備え、フェーズIIの第二次現地調査結果に基づく水理地質図の最終改訂及びその作成が必要である。
- (3) フェーズIIIにおける水供給計画の策定にあたっては、技術面、社会・経済面の分析による代替案の比較・検討、運営・維持管理面への十分な配慮、施設整備のための建設資金の確保可能規模及びそのタイミング等との十分な調整が重要となる。
- (4) 本中調査の対象地域が広範囲にわたること、道路事情が悪く、とくに雨季にはアクセス不能の地域が広範囲にわたること、フェーズIIの現地調査期間が乾季(5月~12月)に限られること

とから、これら困難な作業環境の中で調査効率を高めるため、2班編成による調査工程計画の策定等の工夫が重要となろう。

#### 4-2 調査対象地域

本格調査の対象地域は、地域へのアクセス可能性、現地調査実施可能期間及び地域の水供給改善の緊急度等を勘案しマンゴキ川とオニラヒ川に挟まれた4県と隣接する1県の一部とする。

|       |                |                        |
|-------|----------------|------------------------|
| I     | モロンベ県(全域)      | 7,480 km <sup>2</sup>  |
| II    | アンカゾアボ県(全域)    | 7,500 km <sup>2</sup>  |
| III   | ペロロハ県(一部)      | 1,600 km <sup>2</sup>  |
| IV    | チュレアル県(I/II全域) | 7,270 km <sup>2</sup>  |
| V     | サカラハ県          | 7,340 km <sup>2</sup>  |
| Total |                | 31,250 km <sup>2</sup> |

なお、調査地域と要請のあった100村落については図4-1、表4-1に示した。

また既存水供給施設のリハビリテーションを要請された都市は次の9カ所であった。

- ① Tanandava
- ② Betandriana Atm
- ③ Betsioky Avo
- ④ Andranovory
- ⑤ Andranahinaly
- ⑥ Sakaraha
- ⑦ Ankazoabo
- ⑧ Beroroaha
- ⑨ Bereketa

#### 4-3 調査項目及び内容

本格調査における必要な調査項目及び解析検討は次のとおりである。

- (1) 資料収集・整理
- (2) ランドサット映像解析
- (3) 空中写真判読
- (4) 地質調査
- (5) 利水・水文調査
- (6) 電気探査
- (7) 電磁波探査

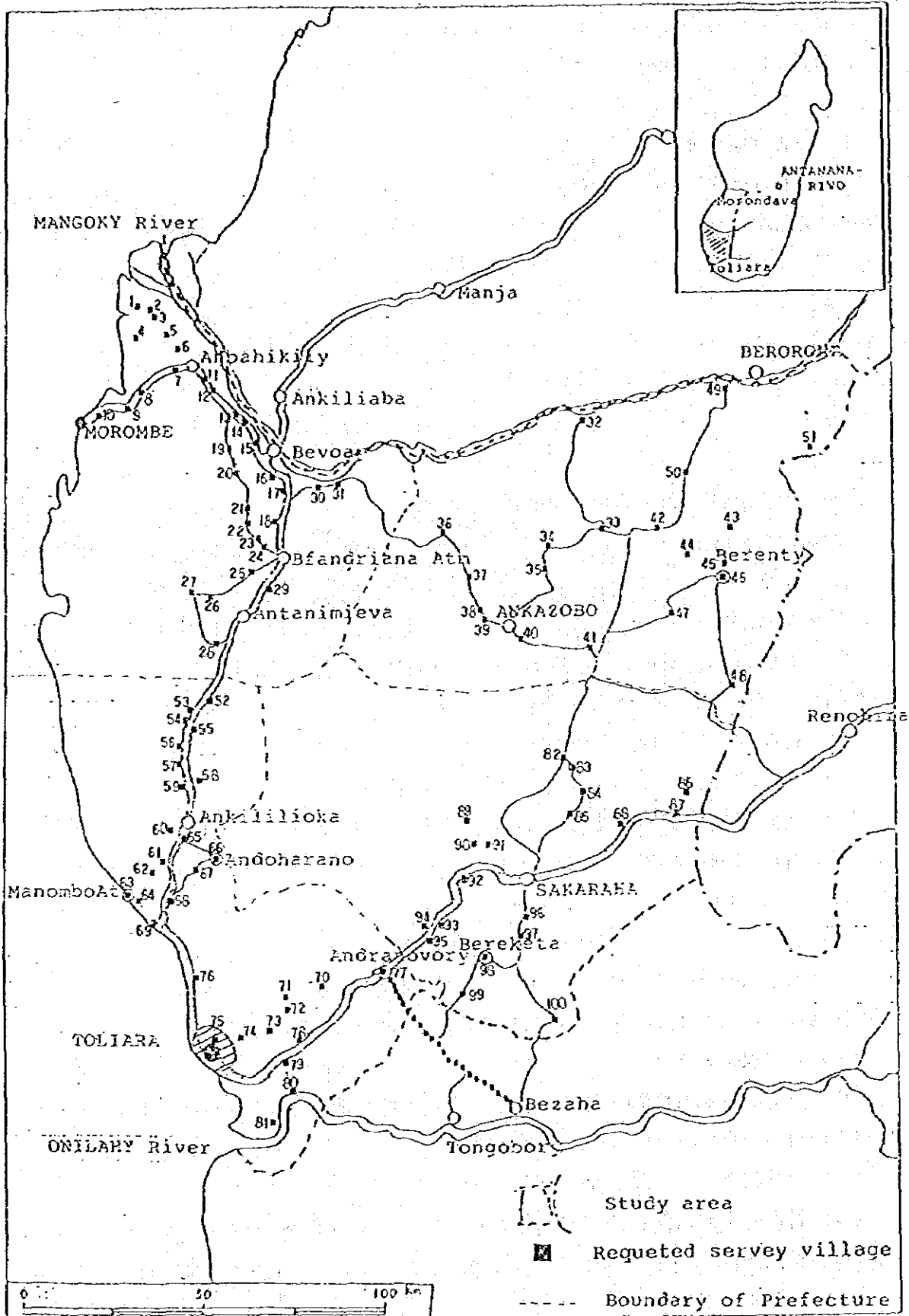


図4-1 調査地域と要請のあった100村落

表4-1 要請書による調査地リスト

I. Fiv. MOROMBE

1. Ankazomango
2. Beadabo
3. Befasy
4. Ankilifolo
5. Ambalamoa
6. Tsianihy
7. Namatoa
8. Mangolovolo
9. Ankido
10. Vorisy
11. Andronomaninty
12. Berantala
13. Tanandava
14. Antsakoabe
15. Talatavalo
16. Ambiky
17. Marovato
18. Andranoboka
19. Satrambondro
20. Mahavozokely
21. Antranosatra
22. Manoy
23. Ampoza
24. Ankilifolo
25. Sihanaka
26. Bemoka
27. Basibasy
28. Analatelo
29. Mangotroka
30. Nosy-Ambositra
31. Tsiarmpioke

II. Fiv. ANKAZOABO ATM

32. Betaratsy
33. Andranomaninty
34. Tandraao
35. Ampandramitsetaky
36. Andranomafana
37. Manakiala
38. Berenty-Ankilimasy
39. Betsinefo
40. Tanandava
41. Ampoza
42. Ipetsa Atm
43. Mondabe Atm
44. Sahanory Atm
45. Sahanory Atn
46. Berenty-Betsileo
47. Ankilivalokely
48. Ilemby

III. Fiv. BEROROHA(a part)

49. Tanandava Antaifasy
50. Anjamitikitra
51. Anaviavy

IV. Fiv. TOLIARA I/II

52. Soahazo
53. Analamisampy
54. Belitsaka

57. Antseva
58. Ankatrakatra
59. Ampihany
60. Ambondro
61. Beroroha
62. Antsomarify
63. Manombo Ala
64. Anlandroka
65. Ankaraoato
66. Andoharano
67. Tsefanoka
68. Benetsy
69. Andrevo
70. Anjamala
71. Ampihalia
72. Behompy
73. Ambolonkira
74. Miary
75. Befanamy
76. Tsivohoabe
77. Andranovor
78. Befoly
79. Ankororoka
80. Ambohimahavelona
81. Manoroka

55. Ampasikibo
56. Namaboha

V. Fiv. SAKARANA

82. Ioborana
83. Andranolava
84. Lambomakandro
85. Besakoa
86. Besakoa
87. Ampandra
88. Maninday
89. Bevoalavo
90. Tanambao
91. Ambahimalitsy
92. Mahaboboka
93. Mahaso
94. Andamasiny-Vineta
95. Tranokaky
96. Analamary
97. Antanimora
98. Bereketa
99. Aukilimitraloka
100. Aukilivalo





なお、解析目的は次のとおりとする。

- 地形区分
- 表層地質分類
- 断層・リニアメントなどの地質構造
- 植 生
- 土地利用

ランドサット映像解析のフローチャートを図4-2に示す。

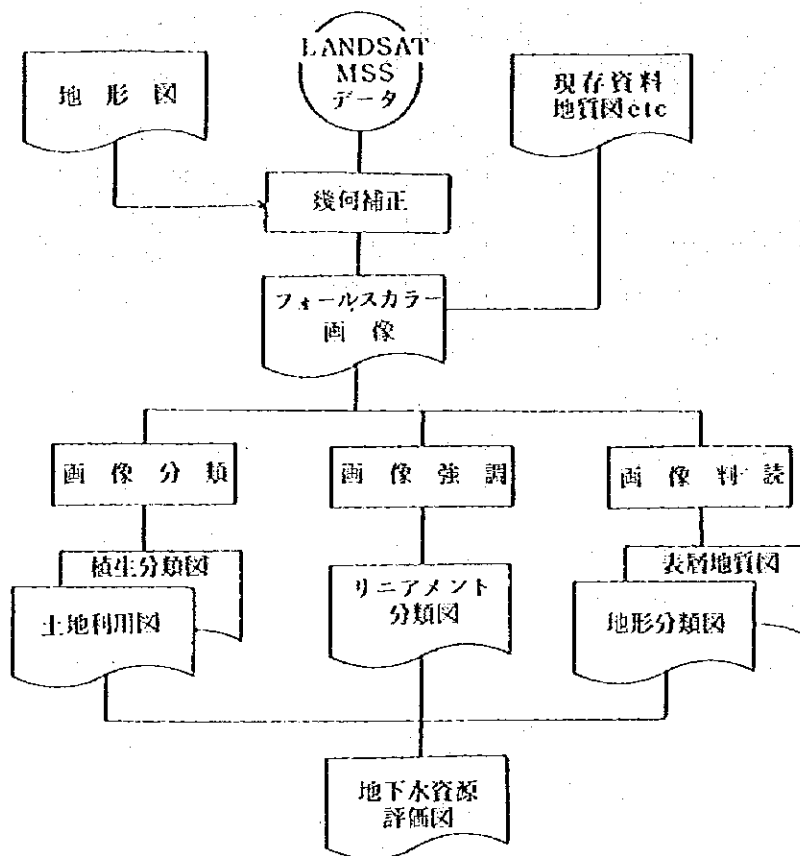


図4-2

### (3) 空中写真判読

ランドサット映像解析結果に基づき、さらに詳細な地形、地質構造を空中写真より判読する。調査地域は南北に無数の断層が走っていることがわかっており、空中写真判読により、その存在の確認、位置の特定を現地で行い1/100,000の判読図(リニエーションマップ等)にまとめ、水理地質図作成のための基礎資料とする。

なお、1/50,000空中写真があり、今回は添付資料-9に示す地域で249枚入手した。1枚の値段は6,900 FMGで、アンタナナリボの FOIBEN-TAOSARINTANI MADAGASIKARA で購入できる。

#### (4) 地質調査

調査地域をカバーする地質図として1/200,000があるが、空中写真判読結果を補足する現地地表地質踏査を行い1/100,000程度の地質図を作成する。この現地踏査において、水文地質の地下水域単元を明確にし、水理地質図及び断面図にとりまとめる。

#### (5) 利水・水文調査

地下水の賦存形態、流動方向、涵養状況及び水質特性、開発/利用状況、地下水障害の現況、河川流量を把握するため次のような調査、観測を行う。

##### ① 利水調査

井戸台帳の作成を目的として、浅井戸、深井戸、溜池、表流水利用施設の現況調査を行う。調査は自治体へのアンケート方式とし、アンケートの様式を設定、準備し、配布、整理を行う。

諸元：水源タイプ、利用人口、建設時期、利用状況、運営・管理体制、衛生状況、疾病状況等

##### ② 地下水位の長期観測

既存井及び本調査で掘削した深井戸の代表的なものについて自記水位計による地下水変動の長期観測を行う。自記水位計は日本から4台携行する。

##### ③ 地下水位の一斉観測

既存井及び本調査で掘削した試掘井を利用して地下水位の一斉観測を実施する。一斉観測は11~12月の雨季に1回と5月~10月の乾季の始めと終りに各1回、合計3回実施する。

##### ④ 河川流量の測定

調査地域内のマンガキ川、フォレナナ川、オニラヒ川は流量観測所があり、流量記録を入手できる。小河川であるマノンボ川及びマンガキ川、オニラヒ川の支流の3カ所で流量測定を行う。

##### ⑤ 水質分析

既存井及び試掘井より採取した地下水について水質分析を行い、水質の地域特性・帯水層特性を明らかにする。とくに塩水化汚染がみられる地域では精査を行い、その状態を明確にする必要がある。

一般項目：温度、電導度、PH、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{--}$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$   
 $\text{Ca}^{++}$ 、 $\text{Mg}^{++}$ 、総硬度

水道項目： $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{F}^-$ 、Cr、Fe、Cu、Zn、Mn、Pb、etc.

##### ⑥ 水収支試算

調査対象地域を水理地質及び水文環境から大きな地下水域に区分して、降雨量、表面流

出、蒸発散量など水文要素から水収支を概算する。

⑦ データベースの作成

マダガスカル南西部の地質、地下水、水文に関するデータベースを供与機材として携行するパソコンを利用して、市販ソフトウェアを使用して整理する。

(6) 電気探査

水理地質図作成にあたり、データが不足している地域で帯水層の有無やその層厚を推定し、地下地質構造を把握するために垂直電気探査を行う。

探査深度は次のように行う。

① 丘陵地域 200～300 m

② 平野部 100～200 m

海岸地方は砂丘が広がる乾燥域で接地抵抗が大きいと予想されるため十分な検討が必要である。

— 電気探査数量 —

| 深 度       | 測定能率 | 稼働日   | 測定数    |
|-----------|------|-------|--------|
| 200～300 m | 3点/日 | 20日/月 | 60点/月  |
| 100～200 m | 5点/日 | 20日/月 | 100点/月 |

(7) VLF電磁波探査

丘陵地を構成する中生代の石灰岩・砂岩・マール等は亀裂や破碎帯に賦存する裂力水を開発の対象としなければならない。踏査や電気探査などで特定された地下水ポテンシャルの高い地区において、断層破碎帯の探査に有効と考えられるのが超長波(VLF)を利用した電磁法である。測定は数百mの測線上を5～10m間隔で測定し、異常値帯を見つけるものである。

測定能率・測定時間：5秒/測点

・1測線＝1,000 mとし合計200点

・4測線/日

(8) 試掘・揚水試験

地表踏査、物理探査等により地下水開発の可能性が高いと想定された地点において試掘を行い揚水試験を行う。試掘数量については次のとおりである。

| 対 象   | 深 度   | 本数  | 延深度     |
|-------|-------|-----|---------|
| 浅層地下水 | 50 m  | 20本 | 1,000 m |
| 深層地下水 | 200 m | 5本  | 1,000 m |
| 合 計   |       | 25本 | 2,000 m |

① 仕様については図4-3にケーシングプログラムとして示す。

② 坑内検層

- 比抵抗検層
- 自然電位検層
- 電導度検層
- 温度検層

③ 揚水試験

- 段階揚水試験：適正揚水量の把握
- 連続揚水試験：水理常数の算出
- 回復試験： ”

④ 採水及び分析

- 連続揚水時の中間と終了時に計2回採水する。
- 現地において全項目（一般項目・水道項目）の水質分析を行う。

試掘工事は、カウンターパート機関である水利・エネルギー局が行う。同局には日本から無償資金協力で供与された搭載型ボーリング機があり、その1台を提供するとしている。

よって、中型でオフロードタイプの搭載型ボーリング機を1台、井戸資材1式を日本から現地へ送る必要がある。

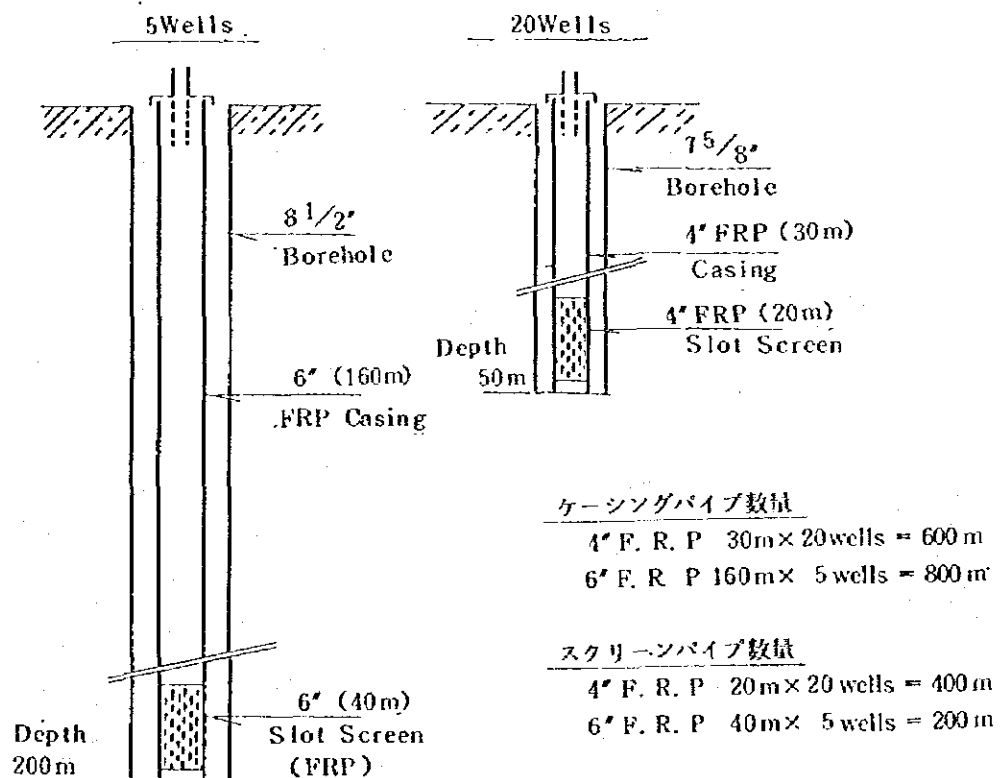


図4-3 ケースングプログラム

#### (9) リハビリテーション調査

調査地域では前項3-5-3で示したU.S.AIDが実施した水源施設があり、このうち9カ所についてリハビリテーションの要請があった。このうち事前調査では4カ所を訪問し、聞き取り調査(3-6-2項)を実施した。

しかし、いずれもポンプは設置されたままで、客観的な調査しかできなかったため、具体的リハビリテーションの提案までは困難であった。

このため、オールマイティーにリハビリテーション作業のできるサービスマシンを持ち込む必要がある。

診断作業は次のように行われる。

- ① ポンプの引き上げ作業
- ② 孔内の洗浄作業
- ③ 孔内のカメラ診断
- ④ 孔内の状況検討 - 対策提案
- ⑤ 対策作業

##### — 孔内カメラ診断 —

- ・ビデオカメラによる孔内の垂直方向撮影(直視)
- ・孔内異常部分の詳細撮影(側視)

#### (10) 簡易給水施設の施工による実証調査

調査において必要な試掘井のうち、水量・水質等給水に供用し得るものについては、地域特性(自然条件、社会条件)に応じ数箇所について給水施設の実証試験を行う。

主な目的は、

- ① 現地で購入可能の資機材を選択し、輸入資機材との比較検討を行って設計を行い、施工面(工期、入手期間、品質)の問題点を明らかにし、工程計画、事業費算定に反映させる。
- ② 完成された施設に関し、実際の利用形態を調査し、設計条件、基準設定の策定に反映させる。

したがって、深井戸、浅井戸、村落状況等を考慮し数種類の施設が必要となる。

#### (11) 給水計画基礎調査

要請書では100カ所の給水計画となっているが、地下水開発のポテンシャルが高い地域に30~40の村落を選定し、給水施設のフーズビリティースタディを実施する。給水計画の立案にあたっては次のような基礎データを必要とする。なお、(5)項利水調査と重複する調査項目もあるので、現地にて調整する。

-人口、人口構成、人口分布状況、家族構成

- 村落形態、共有地（公道含む）の位置
- 利水現況（表流水、地下水、湖沼、溜池ほか）
- 社会環境（種族、宗教ほか）
- 経済環境（職業、所得、支出区分ほか）
- 自治組織

#### 国の水行政に関連する資料の収集

- 給水計画 — 政策
- 飲料水の水質基準
- 水質検査の体制
- 料金システム
- 水エネルギー公社（JIRAMA）関連

#### 02) 地下水資源評価

(1)~(8)までの調査、データ解析を総合して、マダガスカル国南西部を対象とした地下水資源の評価を行う。水利エネルギー局では既に1/500,000の水理地質図がドラフトされており、この改訂を行うとともに地下水資源評価図を作成する。

成果品は図面にまとめ解説書を作成する。これらは報告書とは別に100部カラー印刷する。なお水理地質図の作成にあたってはASSOCIATION AFRICAINE DE CARTOGRAPHIEによるアフリカ共通水理地質図凡例（1985年—添付資料—20）に準拠するものとする。

#### 03) 地下水開発基本計画策定

(1)による地下水資源評価に基づき、地下水開発の方法を地域ごとに分類し、開発計画を立案する。

- ① 開発可能地域の選定：地下水ポテンシャル、水質、表流水利用の可能性、地下水の開発用途から開発可能性のランク分けを行い優先順位を定める。
- ② 探査方法の提案：開発のための調査フローチャート、詳細調査項目、調査方法を提案する。
- ③ 削井方法の提案：対象地層ごとの削井方法につき提案を行う。
- ④ 開発可能量の概算：帯水層区分による1井当りの取水可能量を算定する。

#### 04) 給水基本計画の策定

村落形態、規模（人口）、地下水ポテンシャルより総合的に評価を行い、タイプ毎に給水計画を立案する。なお、給水地点の選定にあたっては、水・電気に対する国家政策（法令74-002）を重視すべきである。

また、ハンドポンプについては、実証調査でローカル製、日本製を比較しローカル製改良

の必要性、方法等を提案する。深井戸から揚水による給水の場合、運転維持・管理体制の検討、ソーラシステム（実証調査）導入等による燃料費比較検討を行う。

#### 05) リハビリテーションの方法確立

1960年代のフランス、米国、国連等援助による水道施設のほとんどが老朽化しており、リハビリテーションを必要としている。マダガスカルでは本格的なりハビリテーションは未だ経験がなく、その可能性すらわかっていない。

今回のリハビリテーション調査により、その可能性、判断基準、対応策等を確立する。

#### 4-4 調査工程ならびに要員計画

本調査における全体工程は約22カ月が見込まれる。調査地は、12月から3月にかけて雨季となり、アクセス道路の悪化により作業能率の低下が予想される。

また、調査の性格から全体を次のようなフェージングをとした。

- ・第Ⅰフェーズ：開発可能地域（High Potential Area）の選定
  - －資料整理、水文・地質調査、物理探査等－
- ・第Ⅱフェーズ：開発可能地域に対する詳細調査等を行い、開発優先地域の選定
  - －物理探査、ボーリング調査、人口、社会・経済調査
  - －リハビリテーション可能調査
- ・第Ⅲフェーズ：給水施設計画の策定
  - －計画基準、施設設計、実施計画、事業評価

本調査の全体工程は暫定的に表4-2に示すとおりとする。

この調査に伴う調査要員は次の専門家が必要と考えられる。

- ① 総 括：団 長
- ② 水 文 地 質 A：副団長、水文地質全般
- ③ 水 文 地 質 B：地質調査
- ④ リモートセンシング：ランドサット映像解析（国内作業のみ）
- ⑤ 写 真 判 読：空中写真判読
- ⑥ 水 文 A：水位観測、気象、流量
- ⑦ 水 文 B：水収支、データベース作成
- ⑧ 水 質：水質分析
- ⑨ 物 理 探 査 A：電気探査、電磁波探査
- ⑩ 物 理 探 査 B：電気探査、電磁波探査
- ⑪ ボーリング管理 A：浅井戸削井指導、揚水試験
- ⑫ ボーリング管理 B：深井戸削井指導、揚水試験

表4-2 全体調査計画(案)

| 作業項目        | 月                                   |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                          |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 備考           |   |
|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------------|---|
|             | 1                                   | 2                                   | 3                                   | 4                                   | 5                                   | 6                                   | 7                                   | 8                        | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |              |   |
|             | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :            | 現地調査 <input checked="" type="checkbox"/><br>国内作業 <input type="checkbox"/><br>調査対象地域<br>31,250 km <sup>2</sup><br>調査<br>12月-3月 |
| 1 資料解析      | <input type="checkbox"/>            | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 2 ランニング調査写真 | <input type="checkbox"/>            | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 3 水・文・地質    | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 4 水・文・水収支   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 5 水質分析      | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 6 物理探査      | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 7 ボーリング物理検図 | :                                   | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 8 調査可能量算定   | :                                   | :                                   | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 9 給水計画基礎調査  | :                                   | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 10 試験施工     | :                                   | :                                   | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 11 給水計画     | :                                   | :                                   | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 12 施設設計     | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 13 事業評価     | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                                   | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 14 DF/R説明   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | <input checked="" type="checkbox"/> | :                        | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 15 F/R作成    | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | :                                   | <input type="checkbox"/> | : | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  | :  |              |   |
| 調査段階        |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                          |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | ph I<br>報告書△ |   |
| 報告書         |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                                     |                          |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |              |   |



- ⑬ 井戸管 理：リハビリテーション作業指導，試験施工
- ⑭ 給水計 画：給水計画基礎調査，試験施工
- ⑮ 施設計 画：給水施設設計
- ⑯ 事業評 価：経済・財務分析，事業評価

#### 4-5 調査用資機材

本格調査に必要な調査資機材を表4-3に示す。

表4-3 必要な調査資機材

| 品 名                   | 数 量  | 仕 様   | 備 考  |
|-----------------------|------|---|--|
| 1) ボーリング機材付属<br>品、工具類 | 1セット | ①搭載型ボーリングマシン 1台<br>掘削能力：3-1/2'ロッドにて100m以上<br>ポンプ能力：600ℓ/min・22kg/cm<br>②標準付属品 1式<br>③ロータリードリリングツールズ 1式<br>④エアーパーカッションツールズ 1式<br>⑤回修工具 1式<br>⑥揚水テスト(各4'用，6'用) 2式<br>⑦検層器材 1式 | トラクタータイプ<br>90馬力以上<br>ポンプ→トレーラー<br>③にはケーシング<br>ツールズ (4/6) 含む<br>⑦には比抵抗<br>S. P. 電導度<br>水温を含む |
| 2) ケーシング・スクリ<br>ーン    | 1式   | ①FRPケーシング 6'：800m 4'：600m<br>②FRPスクリーン 6'：200m 4'：400m  | スクリーン：スリッ<br>トタイプ1.0%，5%   |
| 3) 調泥剤・消耗品            | 1式   | ①ベントナイト，CMC，発泡剤，2,000m分<br>②消耗品-燃料を除く，2,000m掘削分   |  |
| 4) 水質分析器 (A)          | 2セット | デジタル-PH，導電率，TDS，+27項目   | ポータブル  |
| 5) 水質分析器 (B)          | 2セット | ポータブル水質計-PH，水温，溶存酸素，<br>導電率，濁度  |  |
| 6) 発 電 機              | 1台   | 50Hz，380V 10KVA   |  |
| 7) 熔接機，付属品            | 1セット | 50-270A，32.5V，ゼネレーター付き10KVA   |  |
| 8) トラック               | 2台   | 8ton，3tonクレーン付き   |  |
| 9) 給水車                | 2台   | 4,000ℓ  |  |
| 10) 4WDジープタイプ         | 4台   | 5～6人乗り  |  |
| 11) 4WDピックアップ         | 2台   | 2～3人乗り  |  |

| 品名             | 数量   | 仕様  | 備考    |
|----------------|------|---|-------|
| 12) ウェルサービスマシン | 1台   | ①作業深度 250 m, ディーゼルトラック<br>②ジェットイング, サージング, ブラッシング |       |
| 13) 複写機        | 2台   | A 3サイズ拡張可のもの, 消耗品含む                               | 用紙1年分 |
| 14) 製図機        | 1台   |   |       |
| 15) マイクロコンピュータ | 1式   | IBM, PS/2-30. 286, ソフト含む                          |       |
| 16) クイブライター    | 1台   |   |       |
| 17) ワードプロセッサ   | 1台   |   |       |
| 18) 自記水位計      | 5台   | 3カ月巻き, ケーブル 3台- 30 m<br>2台- 100 m                 | 井戸用   |
| 19) 電気流速計      | 3台   | 0.03 ~ 3 m/sec                                    | 河川用   |
| 20) 雨量計        | 3台   |   |       |
| 21) ポータブル水位計   | 2台   |   |       |
| 22) キャンピング機材   | 4セット |   |       |
| 23) テント        | 4張   | キャンプ用 (4人)  |       |
| 24) テント        | 2張   | 機材保管用 (トリアラ, ベースキャンプ)                             |       |
| 25) ウォークトーカー   | 6セット |   |       |
| 26) ドリリングツールズ  | 1式   | マ側提供ボーリングマシンの不足分                                  |       |
| 27) スペアパーツ     | 1式   | "   |       |
| 28) スペアパーツ     | 1式   | マ側提供車輛  |       |

#### 4-6 調査実施体制

本調査の実施機関は鉱工業エネルギー省 (MIEM), 水利・エネルギー局がこの任にあたり, トリアラ州政府がこれに協力することになる。

鉱工業エネルギー省と水利・エネルギー局の組織は図4-4, 図4-5に示すとおりである。特に本調査における受入れ体制として, 水利・エネルギー局局長が総括責任者となり, 水利・水文地質部部長がプロジェクトマネージャーとなることが明らかとなっている。

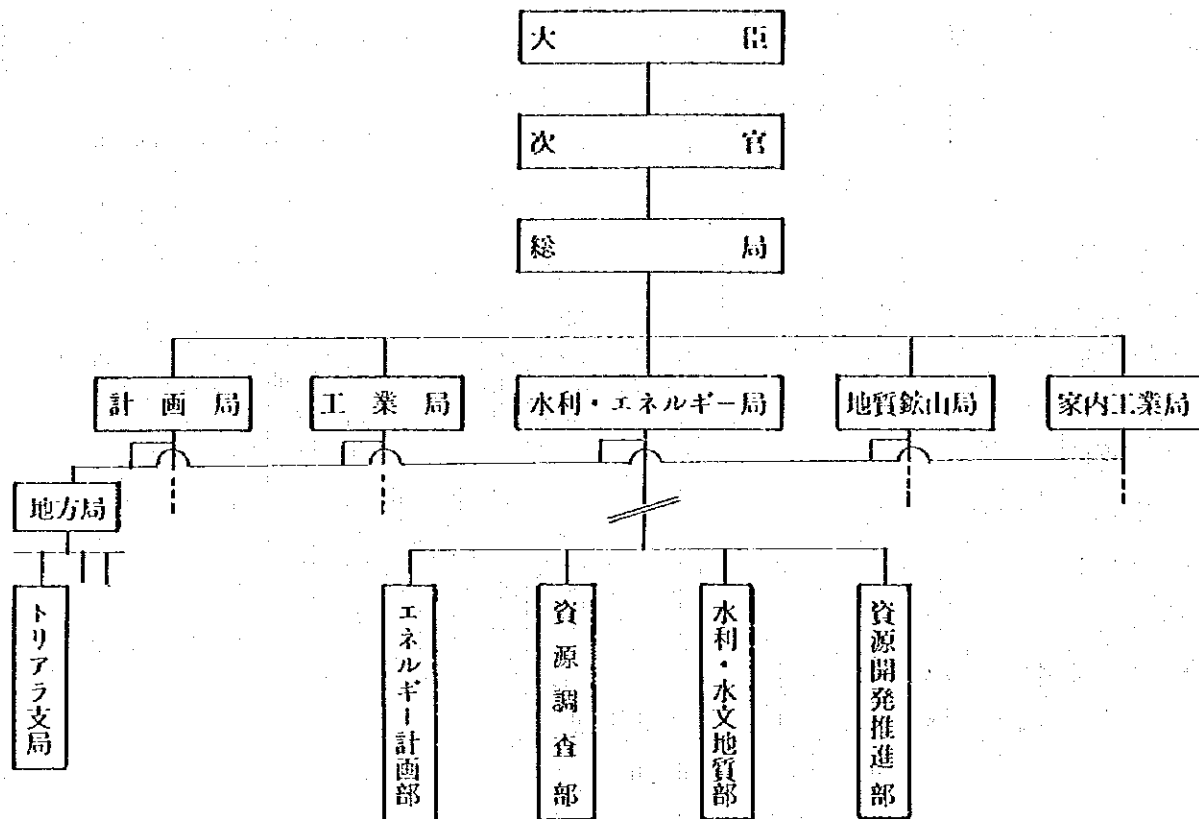


図4-4 鉱工業エネルギー省組織図

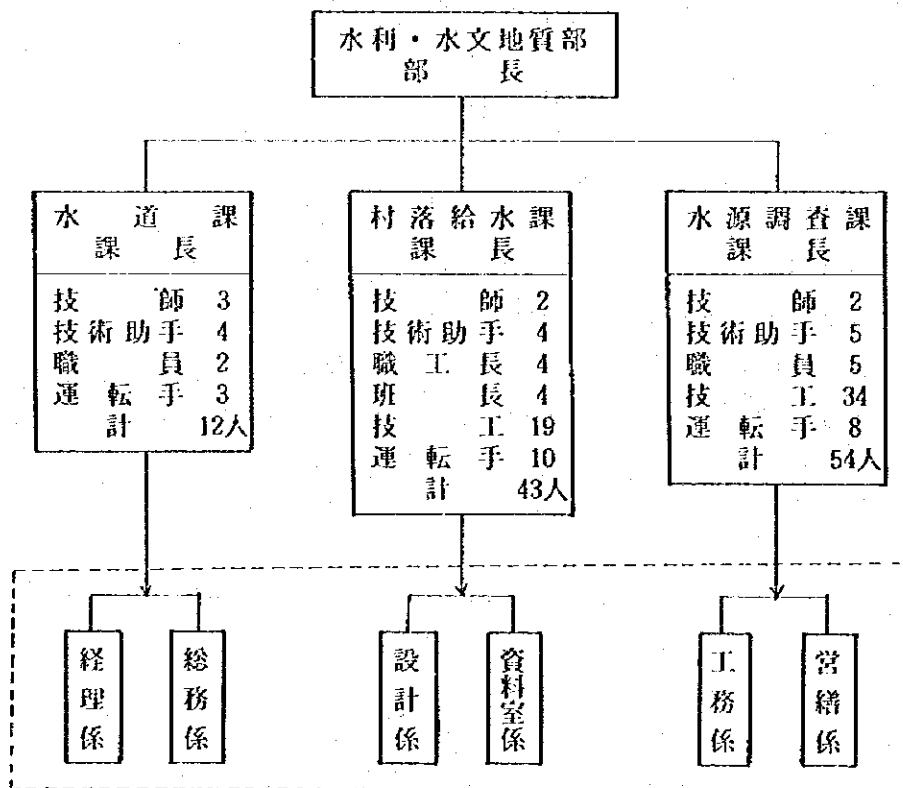


図4-5 水利・水文地質部組織図

点線枠は職域で課員を区別したもので、来年度からこのうち事務系を一つの独立した課にまとめ、横へ4並びの体制とするそうである。

また、鉱工業エネルギー省は地方局があり、この一つにトリアラ支局がある。この支局には各局から派遣員がおり、各局の出先機関（実施機関）となっている。トリアラ局は事務所、ワークショップ、資材置場が備わっているが、必要な資機材はほとんどない。

本調査では、事務所、ワークショップ、資材置場は「マ」側が準備することになっているが、必要な資機材、保管設備（テント倉庫）は日本から現地へ持ち込むこととなる。

