

マダガスカルとその南部地域の水事情

森 和 雄（環境地質部）

はじめに

筆者はこの度 マダガスカル政府の要請による 同国南部乾燥地域の水開発について 国際協力事業団派遣の調査団の一員として参加した。

マダガスカルは 南半球に位置しており われわれの調査期間の3月下旬から4月上旬は ちょうど雨季あけ直後の初秋に当たる時期であった。

この国の雨量は 総体的には わが国の雨量に匹敵する程であり 南部地域を除けば 水に恵まれた国といってよい。 一方調査対象地域である南部地域は 年間の降雨量は 750mmから350mm以下を示し 半砂漠的な様相を呈している。

とくに人口も比較的多く 水不足にたえず悩まされているのが カリンボラ高原とアンボボンベ盆地である。 マダガスカル政府は ここ数年来わが国に対し このカリンボラ高原・アンボボンベ盆地について 無償援助による水調査と開発を要請してきていたものである。

今回の調査の報告書は 既に国際協力事業団から 印

刷公表（54年6月）されている。 その報告書とは別に 余りむずかしいことは抜きにして 前半にマダガスカル全般の見聞や地質の概略など 後半に南部地域の水問題などについて 簡単にとりまとめた。

マダガスカルとわが国の歴史上のかかわりあい

われわれ日本人にとっての マダガスカルの知識としては せいぜい 猛獣や毒蛇のいないところ それに対して温順な陸亀・狐猿の住む アフリカ大陸の東海岸にある小さな島（実際にはわが国の1.6倍の面積があるが）と いったところである。

しかし過去に次のような2つのかかわりあいがある。 その1つは日露戦争にさかのぼる。 当時ロシアとフランスは同盟国の間柄であり 例のバルチック艦隊は ウラジオストックまでの前人未踏の1万8000海里の航海の途中に マダガスカルの未開の僻地 ノシベ湾に碇泊することになる。 その間に巡洋艦の機関の修理を行なうことになるが 日本艦隊の出没の流言におびえ 修理もはかどらず ロシア軍の士気は著しく喪失し 約3ヵ月をこの地で無為に過ごすことになる。 一方日本海軍にとってのこの3ヵ月は 旅順の攻防で疲れた軍艦をドックにいれ また敵を向い撃つべく 猛訓練に当てることができ日本海軍の大勝につながることになる。

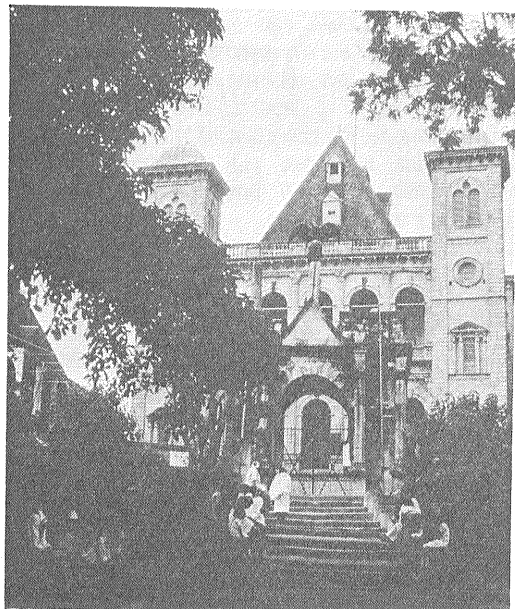


写真1 首都タナナリブの市内を一望にみおろす丘の上に建つ王宮
メリナ族王国の歴代の王 女王の居住した豪壮華麗な建造物である
現在は各王女女の遺品などが陳列されている博物館となっている

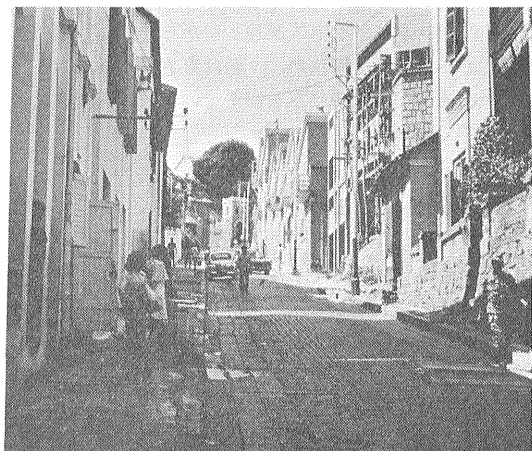


写真2 首都タナナリブ市の古い建物の殆んどは 至るところに分布する
ラテライトを原料とした煉瓦で作られており 屋根瓦もラテライトを焼いたものである したがって重厚な街並をなしており
建物の赤と青い空がよく調和している 左側歩道に共同水道の蛇口がみえる

もう1つの話は 第二次大戦中 日本海軍の特殊潜航艇(2名乗り)が ディエゴ・スアレ湾内(当国の北端の位置にある)に突入し 英国艦隊に奇襲攻撃を行った。戦果を挙げて脱出したが 不幸にも座礁したため 本島に上陸し 英軍パトロール隊と交戦し戦死したという。その2名の将兵は戦死した場所の近くに 埋葬されているということである。日本大使館でも早い機会に墓地の確認などを行い 然るべき措置を行うよう努力しているという話であった。

マダガスカル人

マダガスカル人は 本島古来の原住民ではなく アジア人 アフリカ人 アラブ人 インド人などの子孫で構成され 長い年月の間におたがいに混り合って アジア人でもアフリカ人でない 独特の人種が生れたものといわれている。

この国がアジア的ということについては マダガスカル語が マレー・ポリネシア系に属する点である。またインドネシア諸島の住民と共通する習慣としては 水田稲作・焼畑農耕などが挙げられ また農作技術や農耕具なども類似のものが多いということである。

一方アフリカ的なこととしては 牛を富の象徴とすること。楽器・儀式・踊りなどが 非常に類似していることなどが挙げられる。人口は8,000万弱であり 混り合ったマダガスカル人であるが 約18の部族にわかれている。過去においては部族間の争いが激しかったようである。現在もまだその尾を引き 例えば他部族との結婚は非常に困難で むしろ外国人との結婚の方が寛大だという。

部族のうち中央高地一帯に住む メリナ族(10~11世紀にやって来た後続のマレー人との混血で 最も東洋人の血が

強い)がマダガスカル国の人口の23%を占めており 知能度も高く 器用であり 役人や商人などが多く 植民地化以前は メリナ王国を築き栄えていた。

またもう1つの有力部族は 東海岸に住むベツチミサラカ族であり マダガスカル国の人口の15%を占めており 古くから外国人に接触した反面 外国人の侵入に悩まされていたようである。この部族は 1960年の独立につながる1947年の対フランス反乱には 強力で抵抗し その後の独立を勝ちとるのに功績のあった部族である。独立時の初代の大統領はこの部族の出身である。

植民地時代と現在

18世紀以後の西欧諸国の植民地化競争に マダガスカルも巻き込まれることになる。

植民地化に対するマダガスカルの抵抗は 1883年の第1次マダガスカル・フランス戦争 ついで第2次マダガスカル・フランス戦争(1894~1895年)となり 1895年遂にフランスは首都タナナリブを占拠 王制は廃止され マダガスカルはフランスの植民地となる。しかし北部西部 南部の部族の抵抗は強力で 全土を完全に制圧するには以後10年を費やしたという。

フランスの植民地支配は55年間続き 植民地支配末期の内乱を経て 1960年に独立 チラナナ大統領が政権を取る。以後12年間同政権が続くが その間は独立したとはいえ フランスの援助なしでは 財政的にもやって行けない状態であったようである。

一方学生や知識層の間では このフランス寄りの姿勢と 部族閥の政治などに不満をもつようになり 1972年5月に首都タナリブは 不穏状態に陥り チラナナ大統領は政権の座からおりにことになる。

この1972年の政変がマダガスカルの大きな転換期とな

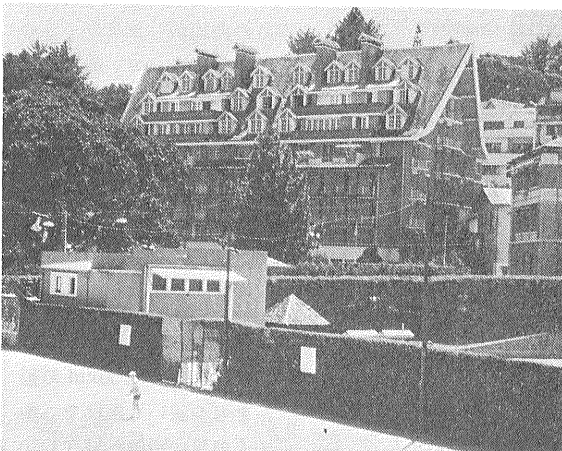


写真3 マダガスカルの経済商業省の建物 丘の中腹にあり眺望のよいところにある レンガ作りの超モダンな建物である

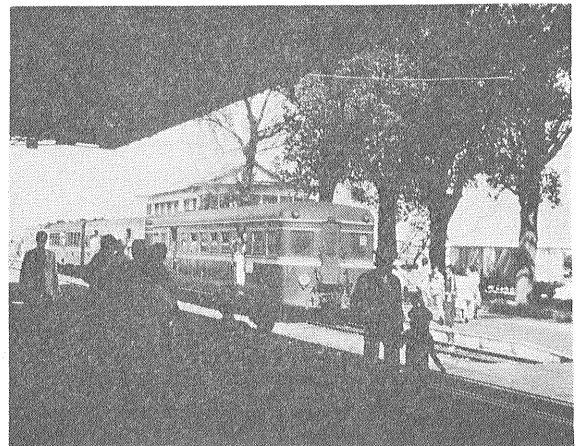


写真4 マダガスカルには国鉄がある タナナリブを起点として東海岸のタマダブ行きなどが主要な路線であり 総延長はわずかに864km単線狭軌である 自動車の方がずっと早いということである

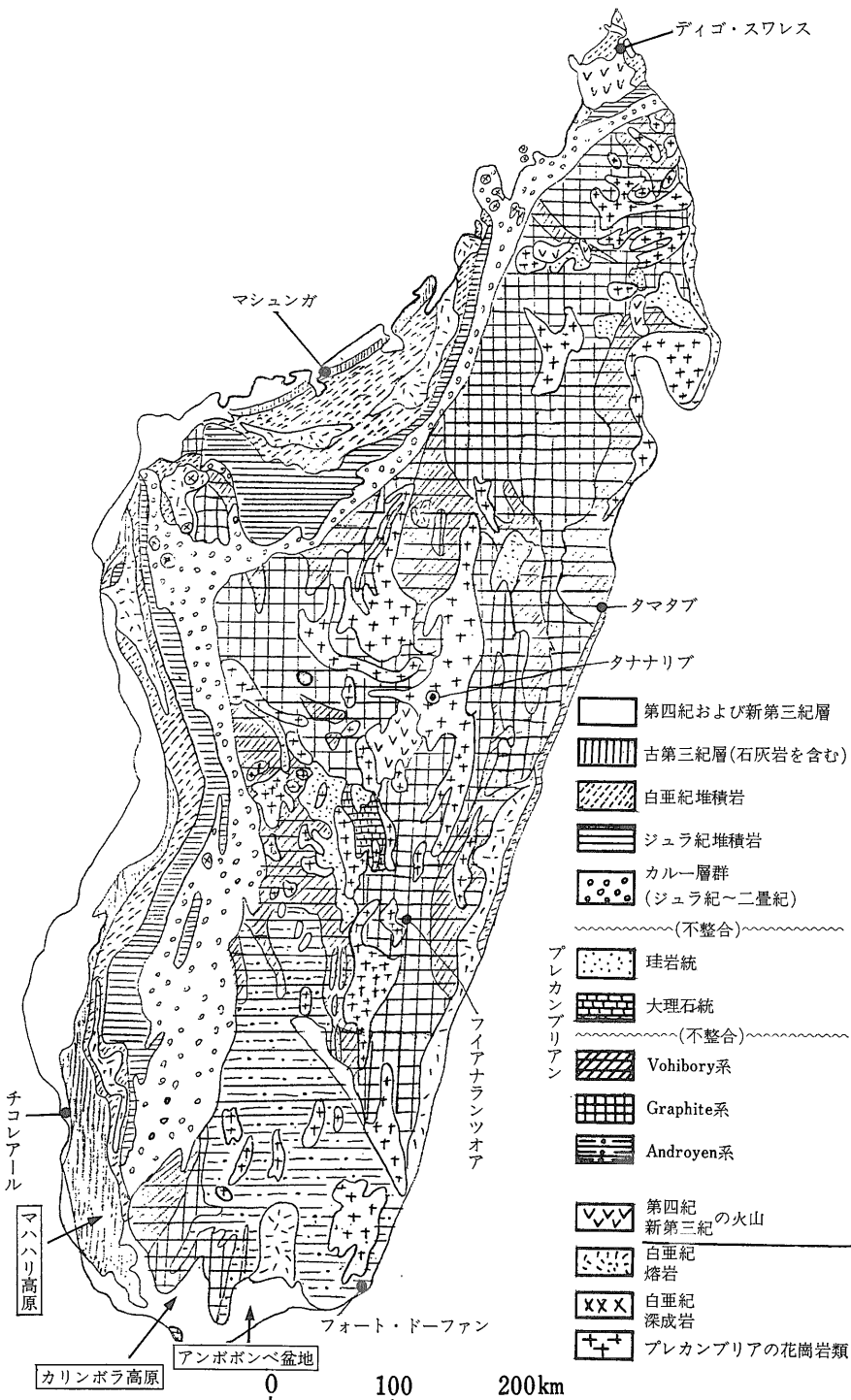


図1 マダガスカル島の地質
(マ国地質調査所 250万分の1地質図より編図)

っている。すなわちそれ以後は 対フランス圏の離脱を敢行したためフランスあるいはその他の西欧・米国などの経済・技術協力は 中断状態となり 経済状態は悪化の一途をたどっている。

以後3回の政権交代の後 現在は1975年の選挙によって選出された ラチラカ大統領が誕生した。同政権は社会主義新国家の建設を旨としている。一方外交については 全方位外交が行われている。したがって技術の協力・援助なども 相手国の体制には それ程こだわらずに受けいられているようである。

地形・地質など

マダガスカルの国土の表面は 厚いラテライトで覆われている。このラテライト層は非常に崩壊しやすく 降雨による崖崩れが至るところで起り 赤膚をさらしている。一方機上から異様に感じられるが この国の河川の色であり ほとんどの河川が ラテライトの流入によって 赤褐色を呈している。

マダガスカルの地形は 東部海岸平野地帯・中央高原地帯・西部沿岸地帯の3つに区分される。

1) 東部海岸平野: インド洋と中央高原地帯に挟まれた平均50kmの幅をもつ狭い平坦地で 多くの丘や沼地が散在し

溶岩の流出のあとみられる。中央高原地帯との境界は700mもの断崖となっているところもある。

2) 中央高原地帯： マダガスカル島の過半の広い面積を占める。この中には最高峰ツアラタナナ(2,880m)があり首都タナナリブ(標高1,400m)もこの地帯に含まれている。またこの地帯の地質はほぼプレカンブリアン系で占められている。

3) 西部海岸地帯： 中央高原地帯の起伏のある地形に対しその西側から海岸までの間の緩い起伏と緩い西方への傾斜を示す広大な地帯である。今回の調査対象となった南部地域も区分からはこの中に含まれるものである。

マダガスカルの国土の大部分はプレカンブリアン系の岩石からなり西部海岸地帯一帯では帯状に後カンブリアンの堆積岩が分布する。

プレカンブリアン系の下部は以下に示すように3系に分けられる。

- 1) **Androyen** 系： 南部に分布し主として片麻岩・レプチナイト・輝岩からなる。
- 2) **Graphite** 系： 中央部および北部一帯に広く分布する。片麻岩・レプチナイト・雲母片岩・ミグマタイトなどからなり黒鉛を含む片麻岩が多い。
- 3) **Vohibory** 系： 片麻岩・レプチナイト・雲母片岩・角閃石からなりとくに塩基性貫入岩を多く伴う。

Graphite 系および Vohibory 系を不整合に覆って大理

石統 珪岩統が分布しさらにこれらを貫いてプレカンブリアン系後期の花崗岩・ペクマタイトがありそれらに水晶・ベルリ・ザクロ石などが含まれる。

以上の基底岩を覆って西部沿岸地帯には二疊紀以降の地層が帯状に分布する。その下部はカルー層群と呼ばれ主として陸成層からなり上部に向かうにしたがって海成層となる。カルー層群は二疊紀からジュラ紀にまたがっており上から **Sokoia** 層・**Sakamena** 層・**Isalo** 層に分けられる。

下部の Isalo 層中には炭層があり可採鉱量は6,000万tと報告されている。

カルー層群の上にはジュラ紀から白亜紀・古第三紀新第三紀・第四紀などの海成層陸成層が西海岸に向かって分布する。ジュラ紀および古第三紀の中に石灰岩がある。マジュンガにはセメント工場がありその原料となる石灰岩は近く古第三紀層のものが利用されている。一方東海岸の一部にも帯状にジュラ紀の地層が分布する。

なおマダガスカル島は地質学上からも非常に興味のあるところでありわが国からも学術調査団によってよく踏査されている。しかしこの国は岩石の標本などの持出しについてはなかなか厳しく小さな岩片あるいは土壌でも関係機関の許可が必要であるという。たとえ学術調査団の研究のための

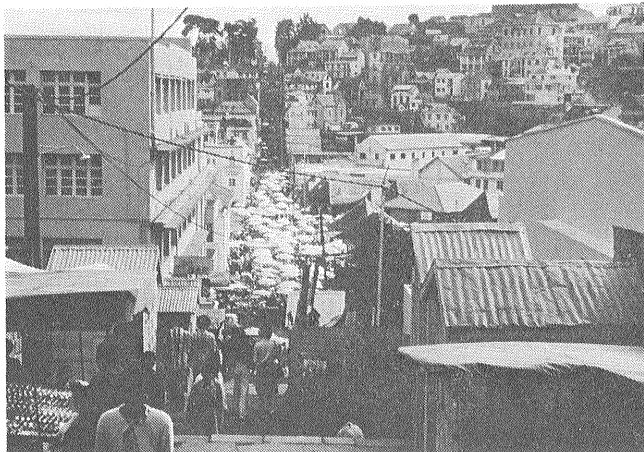


写真5 首都タナナリブの市街地の風景 中央のパラソルの群はズマと呼ばれる市場である。そこでは穀物・野菜・魚・鶏その他あらゆる日用品が売られている。またこの国で採れる貴石類 アルモナイトなどまで露天で売られている。通貨マダガスフランは1フランが日本円の約1円に当り日本人には全く便利である。



写真6 チンバザザ動物園の狐猿 この動物園は首都タナナリブの南部にある。その中にはチンバザザ博物館もありこの国の海で始めて見つかった生きた化石として有名なシーラカンスの標本やマジュンガ地方出土の恐龍の化石などが展示されている。

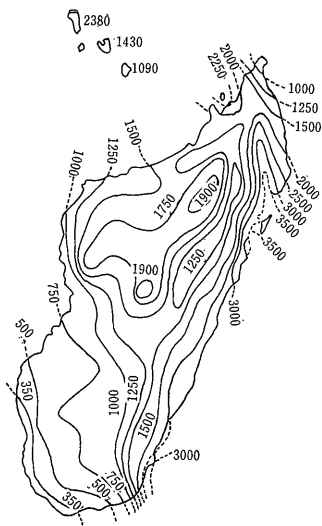


図2
マダガスカル島の等雨量線
(mm/年)

化石類の持ち出しでもうるさいらしく 持ち帰った標本は研究終了後にまたマダガスカルへ送り返さずといった条件がつけられるといったことがあるという。

しかし一方では 土産用としての化石類（アンモナイト 珪化木など）あるいは 飾り物となる各種の結晶鉱物などは店頭でいくらかでも売られており 店の領収書があれば持ち出しは自由である。

マダガスカル全体の水事情

マダガスカルは 図2の等雨量線に示されるように高温多湿の東海岸一帯では 2,500~3,500mm と非常に雨量が多い。 また一方中央高原地帯でも 1,250mm~1,900mm 台を示し わが国の平均雨量 1,700mm 台とほ

ぼ似かよった雨量となっている。

しかし南部地方になると 東から西へ向かって 750mm~350mm 以下の雨量となっており 乾燥のきびしい地帯となっている。 このように巨視的には雨量が多くまた東南アジア系の血を引く国民であることもあって 水田による稲作が 国中至るところで行われている。

標高 1,400m 前後の 首都タナナリブでも市街地を一步外へ出れば 広々として田園風景が展開しており わが国の風景に共通するところが多くみられる。

次にわれわれが 宿泊した2つの都市の上水道について 見聞事項を述べる

首都タナナリブの水道は 同市の東方 70km の地点にある人工堰止め湖であるマンタスア湖が水源となっており 1936年からこの水源が使われている。 高級住宅以外では共同の蛇口が利用されており 300m おき位に道路の際に蛇口が設置されている。 また東海岸最南端の われわれの調査基地にもなった フォート・ドーファンでも公営水道による給水が行われており ここでは山間部の表流水を貯水し 自然流下で給水しているということであった。

このようにこの国の主要な大都市には公営水道が設置されており また小さな集落でも 沢水 あるいは地下水などにより 比較的潤沢に生活用水が得られているようである。

なおタナナリブの水道水の 水比抵抗は 9,000Ω-cm ホート・ドーファンの水道水の 水比抵抗 14,000Ω-cm であり 塩分濃度のみからみれば 東京や川崎市の水道水よりは はるかによい水であるといえることができる。



写真7 地質調査所の建物の中にある水理地質課の室で 課長のラコンドラインベ氏らの説明を受ける調査団 同課長は南部地域に4年間滞在し 地下水の調査研究を行ったということである 同氏の調査報告書はわれわれの調査に非常に役立った



写真8 首都タナナリブを中心とした 中央高地一帯は この国に住む18部族のうちでも もっとも東南アジア人の血の濃い メリナ族の居住地である われわれには親近感が感じられる 髪も絡れていない人が多いようだ

南部地域の区分と人口分布

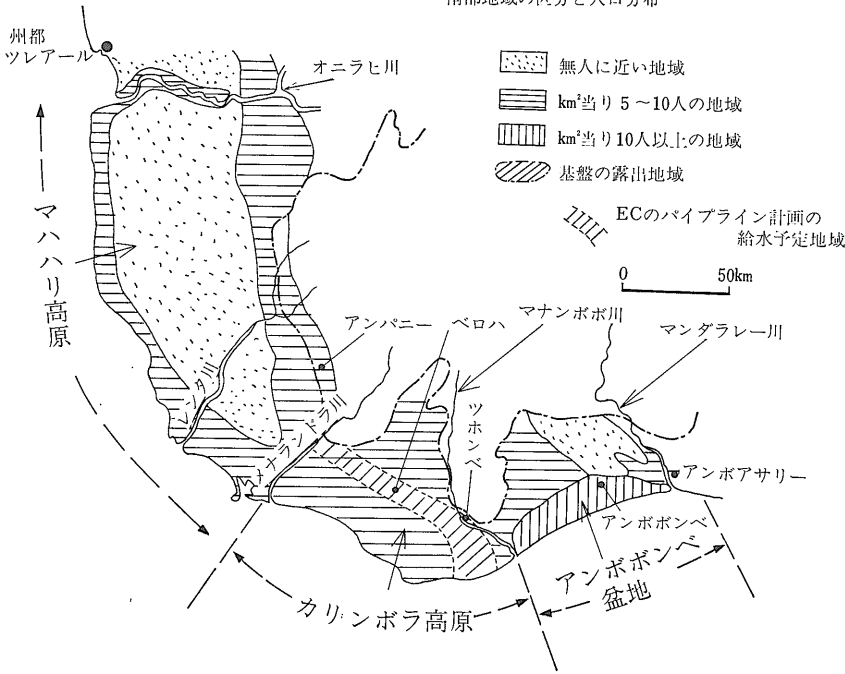


図3
南部地域の区分と人口分布

南部地域の概略

ここでは 州都ツレアールの 南方 オニラヒ川以南のマハリ高原・その東側のカリンボラ高原・アンボボンベ盆地の堆積岩地帯を 南部地域と呼ぶことにする (図3参照)。一方南部地域の同一集水域である 上流部の基盤地帯までを含んだ一帯を仮称として 南部マダガスカルと呼ぶことにする。

南部マダガスカルは 総面積 60,400km²・人口は約50万といわれており 平均人口密度は8.3人/km²である。またこの地方は 牧畜が盛んであり 牛は120万頭・羊と山羊合わせて135万頭が飼われている。

基盤地帯と南部地域の面積・人口は下表の通りである。

南マダガスカル部		面積 (km ²)	人口
	基盤地質	36,700	280,000
	南部地域	23,700	220,000

そのうち慢性的な水不足に悩む地域は 南部地域であり 基盤地帯は手近かに沢水などの利用が可能である。

堆積岩地帯		面積 (km ²)	人口
	マハリ高原	13,600	75,000
	カリンボラ高原とアンボボンベ盆地	9,200	135,000

マハリ高原は ツレアールの南方からメナランドラ川右岸までの地域であり その大部分は新第三紀の石灰岩台地で占められている。ここでは海岸の低地帯あるいは北部のオニラヒ川流域に集落地帯がある以外は 無人に近い状態である。

一方カリンボラ高原とアンボボンベ盆地は 新第三紀および第四紀の砂・砂礫からなっており マハリ高原の石灰岩台地に比べれば 土地も肥沃であり 人口密度も高くなっている。カリンボラ高原 アンボボンベ盆地ともに 狭い海岸部から 急に高い砂丘が発達している。その急崖から 前者は内陸側へ高度を増しており 高原の形をなす。一方後者は内陸側へ 高度を減じており 盆地の形をなしている。

このカリンボラ高原とアンボボンベ盆地を合わせた面積 (9,200km²) はほぼ山形県の面積に匹敵する。

調査行程の変更

われわれが首都タナナリブに着き 次の日には経済産業省の高官らとの会合をもち 現地の説明が行われた。その中の話でカリンボラ高原について EC (ヨーロッパ共同体) の援助によってパイプライン計画が 具体化しているということを われわれは初めて知った (図3)。その水源は メナランドラ川の伏流水を対象とした管井戸である。またその本井の深度は 20mで 口径は12吋であり 外に補助井が1つあり すでにこれらの井

戸は完成しているということにであった。このパイプラインは同高原の西端から東端までを横断する主要幹線と若干の枝線が計画されており、事業が実施されればカリンボラ高原の水問題の大部分は解決できるものと考えられる。したがってわれわれの当地域の調査範囲はカリンボラ高原の東側の一部を含むが、主力をアンボボンベ盆地におくことがより効果的であると判断し計画を変更することにした。

当初の行動予定では州都ツレアルを出発点とし、マハリ高原—カリンボラ高原—アンボボンベ盆地—県都フォート・ドーファンの間、約1,000kmを数日をかけて調査することであった。

調査地域はアンボボンベ盆地が主体となったが、南部地域一帯は電気が通じていない。また宿泊設備も劣悪であることから現地には宿泊せず、大分距離は遠いがフ

オート・ドーファンの割合に設備の整ったホテルから毎日通うことにした。

フォート・ドーファンから調査地域のアンボボンベ盆地の東端までの距離は75kmある。それから広大なアンボボンベ盆地を横断し、カリンボラ高原の東部地区まで行くとその距離は200km以上となり、1日の行程が450kmになるような日もあった。しかし比較的環境のよい宿泊施設を利用したせいか体調を崩したものは1人も居らず、無事に野外調査を修了することができた。

南部地域の水不足

日本の主要都市の水道では、1人の1日当りの給水量は400ℓ位が基準となっている。

一方この地方では生活用水として1人1日当りの平均水量は5～6ℓ程度ということである（人間の生存限界



写真9 海岸の最南端 フォート・ドーファン市の子供達。ここに住む部族はアンタヌシー族。写真8の首都タナナリブの住民よりは陽気であり、またよりアフリカ的な顔・体形である。



写真10 アンボボンベ盆地の典型的な草原風景。どこまでも続く感じの広大な草原であり、その中のわずかな土地にマニョク・とうもろこし・ピーナツなどが作られている。



写真11 アンボボンベ盆地の海岸は、幅の狭い砂浜から急に内陸側に向かって高度を増している。その高度70～80m位のところには珍らしいとげのある植物などが密生しており人をよせつけない。

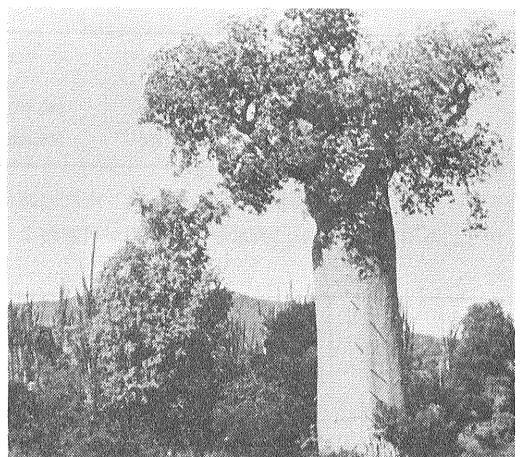


写真12 アンボボンベ盆地の中の森林地帯。盆地の北部は森林地帯が多い。この大木はバオバブ樹であり、後方の尖ったものはローソク樹である。

水量は4l程度だといわれている)。

天水溜めを利用する 海岸寄り高台などに住む住民は 乾季になると深刻な状態となる。

集落共有の天水溜め枯渇のため 住民は時には 30km あいはいは 50km も離れた所まで 水を求めて歩きまわら なければならなくなる。

また水売りも盛んに行われており 河川水あるいは井戸水を ドラム缶 2〜3本にに入れて 牛車に積んで売り歩く。 値段は運搬の距離にもよるが 200l で 1,200円 にもなるという。 水の得にくい土地に住む住民は 乾季になると 収入の大部分を 水の購入に費やさなければならなくなる。

当地域の慢性的な水不足に 追いつけをかけるのが 早魃であり 約10年の周期で襲ってくるといわれ そうなると 住民の5倍も居る家畜(牛・羊・山羊など)が多数死亡することになる。

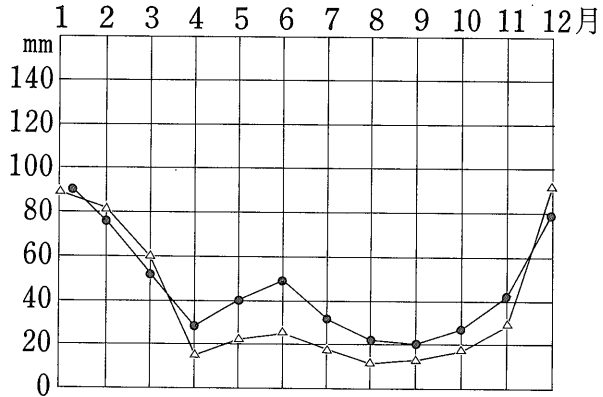
南部地域の水源の種類と水の利用状況

1 河川水

マナンボボ川・マンガラレー川の流域近くに住民は 沖積低地の浅い地下水を利用することは少なく 殆んどは直接河川水を汲みに行き生活用水としている。

河川水は地下水よりは 塩分濃度が少ないため 濁度があるが(ラテライトを含む赤褐色の水) 飲料水として歓迎されている。 ただし マナンボボ川は乾季には 流量が0となる。

牛車による水売りの水も大部分が河川水である。 また当地域では先進国の援助による 地方庁所属の給水車(6m³積み)が数台活躍している。 この給水車は広大



● アンボボンベ(1931~1970)637.7mm/年
▲ ツホンベ (1931~1970)488.1mm/年

図4 南部地域の2地点の月別降雨量

な地域に分散している水不足の部落への給水には 非常に有効なものとなっているが この水も河川水の場合が多いようである。

アンボボンベ盆地の西端と東端を流れる 2 河川の実測の水比抵抗は下表の通りである。

河川名	水比抵抗	測定位置
マナンボボ川	1,000 Ω -cm	チホンベ
マンガラレー川	5,500 Ω -cm	アンホアサリー

2. 天水溜め

地下水の取得が困難な地帯 とくに海岸側の高台一帯



写真13 南部地域では少年が一日中牛追いの仕事をやっているのが目立つ 義務教育の就学率(全国平均)は48.8%である この国の牛は 背中にコブがあるゼブ牛である 牛を沢山持つことは富の象徴であり 生計をたてるために飼っているものでないらしい



写真14 南部地域の未舗装の道路を車で走ると 天然記念物である陸亀が歩いている 大きさは20cm程のものが普通で 甲の模様は綺麗である 水には無縁の亀らしい

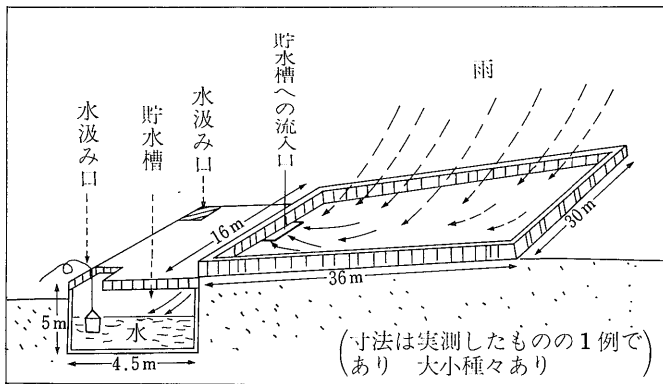


図5 天 水 溜 め

(人口密度の高いところ)では 多数の天水溜めが設置されている。 天水溜めは図5のような構造でありコンクリート製の外に 沢山のトタン板を敷いたものもある。 雨受け面の面積も大小種々あるが 1,000m²位のものが多ようである。

アンボボンベ盆地内には約80コの天水溜めがある。 天水溜めは雨季の水が全部乾季に持ちこまれていたものではなく 雨季の間もたえず飲料水として消費されて行くことになる。 したがって雨季あけの時点ですでに わずかの貯水量しか残っていない場合が多く 乾季の後半は大部分のものが空になる。

3. 水 溜 り

この地域にはいたるところに凹地が存在する。 このうちの一部の凹地は雨季に水溜りとなる。 この水も住

民の生活用水となり また家畜用水にもなる重要な水源の1つとなっている。 そのうちでも透水性の悪い凹地では 雨季明け後も水を保持している(写真21参照)。

4. 河川の伏流水

河川の伏流を利用するものとしては 写真22に示したチホンベ町の水源がある。 この水源の深さは7mで 10m³/時の揚水が可能である。 塩分濃度は2,500mg/lで 水質は余りよくない。

マンガラレー川の流域には集落が多い。 集落の中でも 浅井戸で比較的簡単に伏流水を得られるところが多いと考えられるが 殆んど利用されていない。

5. 宙水地帯と浅井戸

この地方の浅層地下水は宙水地帯に存在し それ以外の地帯では 浅層地下水をみつけることは難しい。

アンボボンベ盆地には 規模の比較的大きな宙水帯が2つあり (図6参照) その1つはアンボボンベを中心とした40km²の範囲にある。 井戸の深度は おおむね10~20mであり 赤色の砂が帯水層となっている。 なお宙水地帯だからといって必ず地下水が得られるとは限らないらしく 空井戸が多くみられる。

もう1つの宙水地帯は アンボンドロから北方に伸びる南北に長い230km²の広い範囲にある。 アンボンドロでは 5m前後の深度の井戸であり そこでは白砂が帯水層となっており 下位には堅い砂礫層が不透水層と

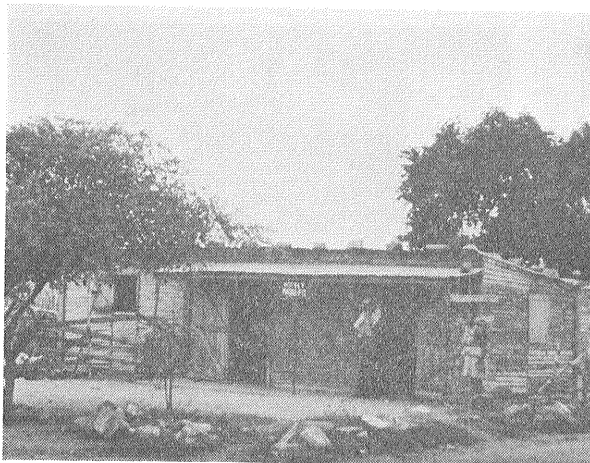


写真15 アンボボンベ盆地の西端にある人口1,800人の町チホンベそこにある宿泊所・兼食堂である 調査中の昼食はこういうところを利用する 飯に肉と野菜の煮込んだ汁をかけて食べる 泊まるとすれば このようなところとなる

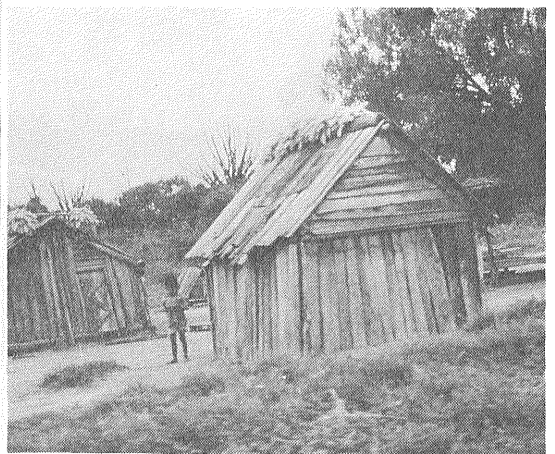


写真16 南部地域の集落の代表的民家 屋根まで木で作られており ウサギ小屋に住むわれわれからみても 小さな感じがする 屋根の上にあるものは とうもろこしである



写真17 南部地域の住民の家に比較して 数段上等な建造物が墓地である コンクリート造りで鮮やかな色彩がほどこされており 屋上の部分には牛の頭や木彫の飾り物が並べられている この国の57%の住民は伝統宗教を信仰しているという

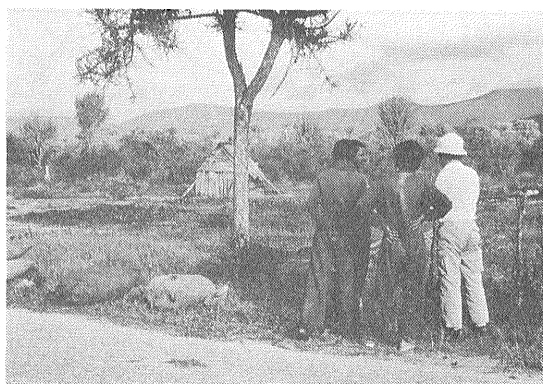


写真18 フォート・ドーファンから調査地に向う途中の国道際では 薬草が売られている ここでは1把50円の強壯薬が2種類売られていた マダガスカルは薬草の宝庫とかで 首都の市場でもわれわれにはわからない薬草類が沢山並べられていた 左の袋は卸用かもしれない



写真19 マンダラレー川に飲料水を汲みにくる牛車の群 自家用か商売用かはわからない この国の河川水は表層部に厚く発達するラテライト地帯を流下してくるので 赤褐色に濁っているのが普通である 同川の集水面積は信濃川に匹敵する 流量は70~80m³/m と推定された

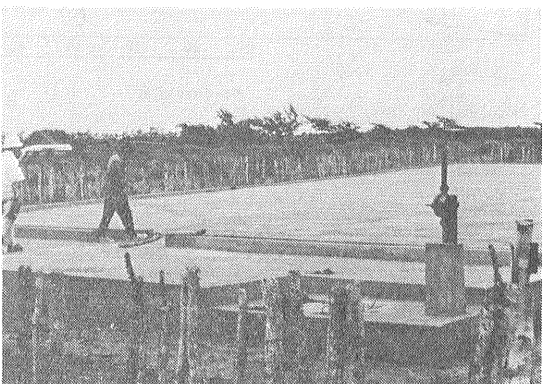


写真20 天水溜め 写真の上部の広いコンクリート面が雨水を受ける部分で 人間のいる部分が貯水槽であり 黒い服が人物の右足に 貯水槽への流入口がある 右の手前は手押ポンプ 家畜の侵入を防ぐため トゲのある木で囲ってある



写真21 盆地内には沢山の凹地があり 雨季には水溜りとなり雨季あけとともに水がなくなっていく この写真でははっきりしないが まだわずかに水が溜っている 当地方にとってはこれも1つの重要な水源である 人物は水理地質課長のラコントドライベ氏である

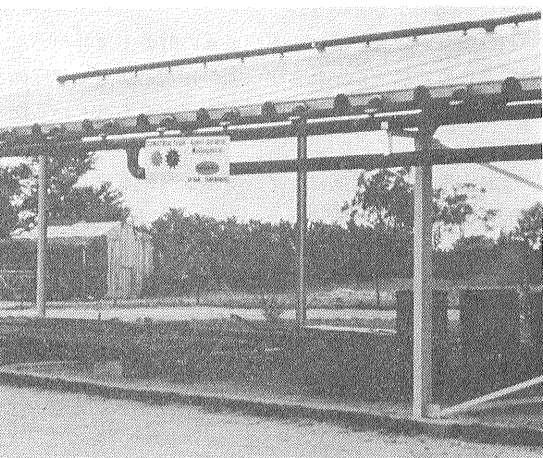


写真22 チホンベ町の太陽熱利用による 地下水の揚水施設の1部 ソ連の援助によるものということである この水源には塩素滅菌装置 故障時のためのエンジンも設置されていた 調査時は太陽熱の動力の方が故障していた

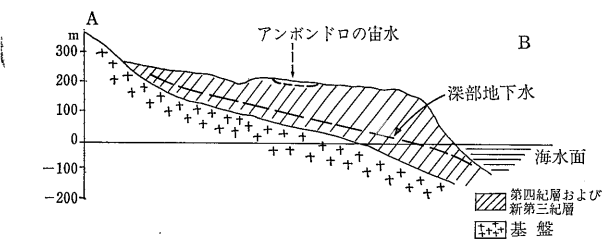
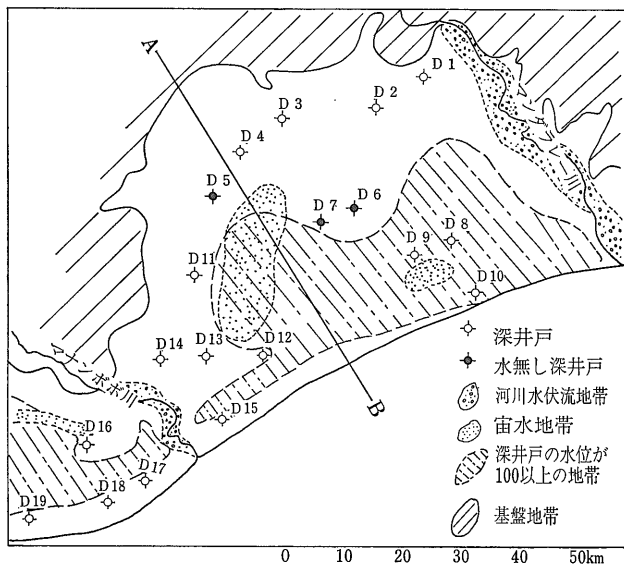


図6 地下水分布図

して存在する。これらの宙水を利用する井戸も乾季の後半の8月・9月になると全く干上るものあるいは朝の水汲みで底をつき 次の朝まで回復を待つといった深刻な状態になるという。

われわれが調査したアンボンドロの町の主要井戸でも雨季あけ直後にもかかわらず 朝の10時の時点で井底の大半が露出しており 片隅にわずかに水があるといった状態であった。

なお宙水の塩分濃度は アンボボンベの東側では 500~600mg/l と良質であり 西側では 1,500mg/l 台となる。またアンボンドロの町にある 2つの井戸はそれぞれの塩分濃度が 1,200mg/l・4,000mg/l であった。

6. 深部地下水とその水質

宙水が限られた地帯のみに分布するのに対し 深部の地下水は盆地内の全域に分布する。

この地下水は基盤の直上にある主として新第三紀の地層が帯水層となっている。その水位は基盤露出地帯に近い北部で標高 200m 付近に 南部の海岸地帯では 標高± 0m 付近にあり基盤の表面・水位ともに非常に緩い傾斜で北から南へ下っている (図6のA-B 断面参照)。

ただし 人口も多く水不足のもっとも深刻な盆地の南半部では 土地の標高が 150m~300m となっており 図6に示されるように水位が 100m を越えると推定される地域が広く分布する。

水質については 北の基盤に近い一帯から南の海岸地帯に向って 塩分濃度が増加している。図7に示したように 北部のうちでもマングラレー川に近い D-1・D-2 がそれぞれ180mg/l・440mg/l ととくに良質である。また中間部のD-14・D-16はそれぞれが 1,800mg/l となる。また海岸に近いD-10・D-19はそれぞれ4,000mg/l 台であり またD-17では 10,000mg/l となっている。

わが国では 塩分濃度が 1,500mg/l 程度の水は 飲料水の対象外としてあつかわれている。しかし乾燥地帯の飲料水の基準から 1,500 mg/l 程度の水は 普通程度として 立派に通用するものである (下表参照)。

7. 深井戸とポンプ

この地域の深井戸は図6・図7に示したように 約20井あるが 現在使用されているものはそのうち1井のみである。

わが国などでは たとえ水位が 200m 位でも 水中モーターポンプなどで容易に揚水することができる。しかし電気もなく また揚水に経費をかけるのが難しい当地域では ポンプの種類も限られたものになる。

現段階でこの地域に適したポンプは、ピストンポンプ

乾燥地帯の飲料水の基準 (Schoeller, H による)

	恒久供給に対する適応性				1 時的供給の適応性
	秀	良	普通	可	
塩分濃度(TDS) mg/l	0~500	500~1,000	1,000~2,000	2,000~4,000	4,000~8,000

ということになる。ピストンポンプの揚程はせいぜい90m台がいいところであろう。

また揚水量についてもピストンポンプの容量に限度があり1.5m³/時から4m³/時となろう。

次にこの地域に多い休止深井戸についての1例を述べる。

われわれの調査した深井戸の1つにカリンボラ高原ベヌスカ部落のものがある。この井戸は口径6吋・深度166m(基盤に到達している)水位が92m・揚水量は2m³/時と記録されている。米国製のエンジン付きのピストンポンプが設置されていた。このエンジンは1973年に故障以後修理されることなく現在に至っている。当時は鉄骨の樁に鉄製の高架水槽をも設置されたこの地方としては立派な施設であったようである。現在では高架水槽は横倒しになり腐蝕し再び使用することができない状態になっていた。この井戸は1961年に竣工しており約12年間は稼動したことになる。

南部地域の中の深井戸の掘さく時期を検討してみると1950年代から1960年代のものが殆んどであり1970年代のものは非常に稀になっている。このことは1972年の以降の脱フランス圏政策に関係があるようである。また深井戸の休止の原因も経済状態の悪化により施設の修理までは手がまわらないといったことにあるようである。

おわりに

われわれの調査時期が雨季明け直後であったためそれ程水不足に悩む住民の切実さなどは観察するこ

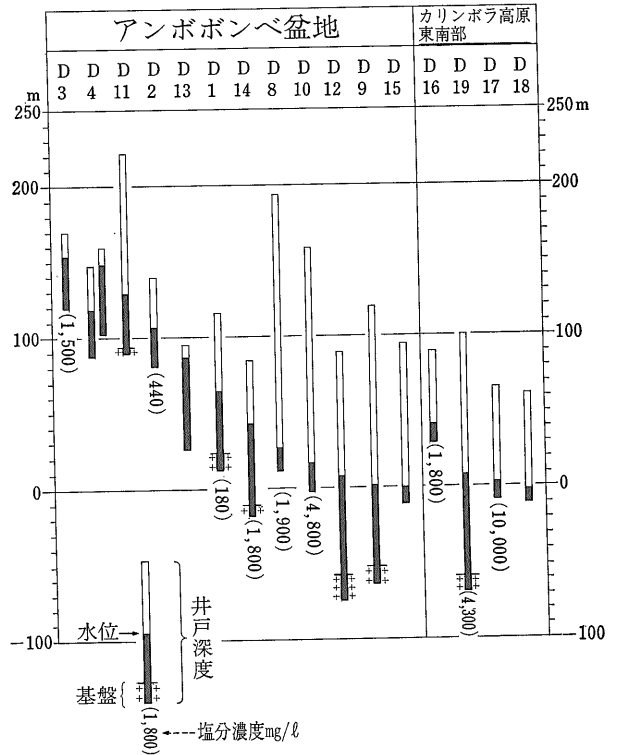


図7 深井戸の水位と塩分濃度

とはできなかった。

筆者自身も東京の多摩地区に長く住んでおり水道もない今から15年程前は2月から3月頃になると何度も自家用井戸の水枯れを経験した。もらい水・井戸の掘りなおしなど水についてはマダガスカルのととは比較にならないが色々と苦労したものであった。

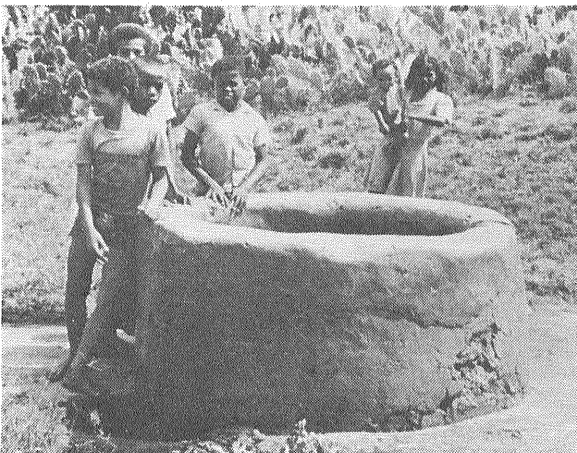


写真23 アンボンドロの町の主要な水源である。深さは5mであるが水深はほんのわずかで水枯れ寸前といったところ。後方はサボテンの林。サボテンは乾季の草枯れ時にはトゲを焼いて家畜の飼料とする。



写真24 曾我部調査団長とアンボボンベの浅井戸。深度は15m。水比抵抗1,200Ω-cm。水温は26.3°C。この地方の地下水として非常に良質の部類にはいる。

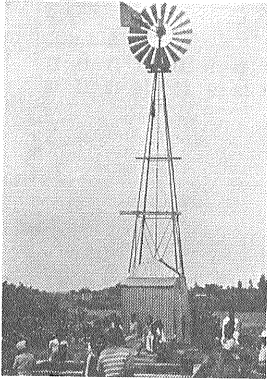


写真25 アンボボンベの宙水地帯にある風車揚水機付管井 宗教団体からの援助施設である 発展途上国では風車揚水機の需要は多いが一方故障も多い わが国の技術で よりシンプル・高性能 かつ 苛酷な環境に耐え得るような器機が 開発できないものかと痛感された。

今回マダガスカルに3週間滞在して かつて経験した水枯れ時の不便さや それなりの深刻な気持などが 改めて思い出された次第である。

もともとマダガスカルの南部地域は 自然条件として雨量が少なく 水問題の全面的な解決は なかなか困難である。

幸い アンボボンベ盆地の東側では 乾季でも水の枯れることのない マンダラレー川がある。この河川水は 恒久的な水源であり 乾季における水不足地帯の重要な生活用水として 給水車などで運搬されている。

カリンボラ高原のパイプライン計画と 同様に この河川を水源としてパイプラインが可能であれば アンボボンベ盆地の水問題は おおかた解決されるであろう。この調査でも検討がなされ 今後の1つの課題として残

されているが 問題は莫大な建設費である。

この国への先進国の援助は 1970年代にはいつてからは 減少の一途をたどっており 水源の開発もとみに停滞している。一方では深井戸・天水溜めの放棄などが多くみられ 既設の水源の維持もままならない状態である。

いずれにせよ今後も 深井戸・浅井戸・天水溜めなどの水源開発 あるいは給水車の増強などにより より多くの水を獲得していくしかないと考えられる。また一方井戸の開発に当っては ポンプや動力の画一化とスペア・部品などを十分に準備すること 水源施設一切についての修理のできる技術者を養成し 配置するなどを行ない 自力で水源維持管理のできる体制を作ることが大切である。

参 考 文 献

- 1) Service Géologique de Madagascar (1957): CARTE HYDROGEOLOGIQUE du Sud de Madagascar
- 2) PROGRAMME DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT (1971): STRATEGIE DU DEVELOPPEMENT REGIONAL DE LEAU DANS LE SUD MADAGASCAR
- 3) RAKOTONDRAINIBE Jean Herivelo (1976): HYDROGEOLOGIE DE L'EXTREMESUD (ZONE COMPRISE ENTRE LE MANDRARE ET LE MANARANDRA)
- 4) 日商岩井株式会社(1973): マダガスカル南部地域の水資源調査ならびに地下水利用に関する報告
- 5) SHOELLER, H.(1937): Essai sur la qualité chimique de l'eau destinée à l'alimentation de l'homme dans les pays arides chronique des mes mines coloniales, No. 15, November
- 6) _____ (1955): Terres et eaux (Paris, Algiers), first quarter, p. 14 - 11.



写真26 ボボ(す掘りで井戸枠がない浅井戸) 原始的な井戸であり 井戸の上に桶を渡すだけで 井戸枠がない 危険でもあり 不衛生でもある



写真27 アンボボンベの町の中を行く水運搬車 多分町内の井戸水を自宅へ運ぶところであろう