

## 8. 候補村落

### 8. 1 候補村落の現状と水需要

全候補村落に対し、給水計画実施上の優先順位を付ける目的で実態調査を行なった。調査の内容は、村落別に、安全な生活用水の“実需要”を評価し、給水施設の運営・維持管理に対する“村民の関心・参加意志”を推定し、その住民参加を成功させる基盤となるべき各種資源（物理的、財政的、組織機制的、人的資源）についての“村落の能力”を査定することである。

#### (1) 水の実需要

国道7号線に沿ったトリアラ市郊外—トラノカギ間の地域には、他地域に普通見られるような水源が一切なく、住民は絶対的な水不足に直面している。現在住民は売水業者の供給に頼っているが、買水のための支出は家計を著しく圧迫している。この地域の水需要の充足には緊急性が認められる。

その他の大部分の村落では、さして不便でない場所に、ほぼ安定して採水できる水源を持つ場合が多い。しかし、これらの水源はおしなべて病原性細菌に汚染されているか、汚染の可能性が大きく生活用水の安全基準を満すと言えない。現に、代表的水源である河川水やかんがい用水を利用している村落には住血吸虫病（Schistosomiasis）や細菌性下痢のひん発が認められる。従って、これ等大部分の村落においても、新規の安全な生活用水の供給が必要とされる。

対象地域の中には、住民と共に牛に対する水の供給を必要とする村落がある。それは主に国道9号線に沿う村落に多い。しかし、大多数の飼育牛は、水辺の近辺で放牧されており給水の必要はない。

#### (2) 住民の関心と参加意志

調査対象地域では、過去にも村落用の給水施設が建設された事例が少なからずあるが、施設を運営・管理する段階で利用者たる住民の関心を高め、その参加をうながす試みは皆無であったと見られる。施設の例としては、国道9号線に沿った大村落に外国援助で設置されたハンドポンプ付井戸、サマンガキ（半官半民のプランテーション会社）がモロムベ県で契約農家の住む数ヶ村に設置した動力ポンプ給水施設、地方行政拠点（アンカゾアボ、サカラハ、ペファンドリアナ等）に外国援助で建設された動力ポンプ施設等がある。

いずれの例を見ても、最初から運営・管理に住民の参加が見込まれていないために、住民の関心は薄く、施設が共同体の財産として守られなかった原因の一つとなっている。現在これ等の施設の内、稼働しているのは、ハンドポンプ付井戸2ヶ所とサマンガキの施設1ヶ所のみである。

今回、試験施工施設の運営・維持管理を通じて得られた経験によれば、住民の関心と参加意志は極めて積極的であることが判明している。要するに、過去の給水施設の建設においては、それを住民に引き渡す段階で、住民に関心を高め参加をうながす試みが極めて不十分であったことが明らかである。

### (3) 村落の能力

村落は、所在位置と発達の程度により以下の4種に性格付けられる。

- ・国道7号・9号線に沿って分布する大村落；ベファンドリアナ、アバシキボ(55)、アンカラオバト(65)、ベネツイ(68)等。交通の要所に在って人口は1,500人を超え、小売店、露店も多く住民の現金収入も多い。
- ・国道7号・9号線に沿って分布するか、その近辺に位置する中規模村落；アンドラノマニツイ(11)、ペリツァカ(54)、ナマボハ(56)等。人口は1,000人前後、大村落程、商業化は進行していない。
- ・辺地に位置する大村落；アムビキイ(16)、アンキリバロケリイ(47)、タナンダバーアンタニファシイ(49)、ペロロハ(61)、マノンボアトム(63)、アンキリバロ(100)等。人口は2,000人を超えており、地方行政事務所が存在する。しかし、人口の多い割には小売店もほとんどなく、住民の購買力は低い。
- ・辺地に在る中小村落；道路条件に恵まれず自給自足的な生活をしている。農業は生き残りぎりの収穫ラインを超えていない。

これ等の村落に新給水システムを導入する場合、村の性格に応じてそれぞれ程度の異なる効果が生じる。効果は、恐らく、住民の生活改善の面に主として寄与し、生産的面にまで寄与するには至らないであろう。

給水計画実施を決める重要な要因の一つは、村落の長期的な施設維持管理能力である。この意味での村落の能力を評価するには、村落が持つ種々なる資源的制約を検討するのがより現実的かつ効果的である。調査では、村落の資源的制約を、物理的、財政的、組織機構的、人材的な制約に分けて以下のように分析した。

村落の持つ物理的資源として、水資源(本調査では地下水)及び動力用エネルギーを考慮しなければならない。地下水については、比較的豊富で分布も広いが、水位が低くて村落給水の有力な手段であるハンドポンプ使用ができない村落が多い。代案である動力ポンプの使用は多額の投資コストと、より周到な維持管理が要求される結果となる。

給水施設に要するエネルギーは、地方の電化が進んでいないために輸入石油製品に頼らざるを得ない。ガソリン及び軽油の販売価格は村落給水施設に利用できる水準にある。しかし、流通網の発達の後れが問題であり、国道7号線、9号線上に分布する村落はともかく、そこから離れている村落にとって石油製品の入手は時間的・労力的に大きな負担である。

各村落に共通して財政的な能力が乏しく、給水施設の運転・維持管理のコストを村落から回収することは難しいと考えられがちである。事実、過去建設された村落給水施設では受益者のコスト負担は全く試みられていない。しかし、これは真実に即していない。

確かに、村落にとって上級の地方行政機関に当るフィボンドロナーポコタン（県）及びフィレサナ（郡）事務所は、村落の給水施設に補助金を出す程財政余力に恵まれていない。これ等の事務所は地方税—土地・家屋税、牛の取引・屠殺税、市場税等の直接税—を徴収するが、それ等はファリタン（州）庁に納入され、県事務所や郡事務所に環流する金額は極めて制限された額でしかない。

しかし一方、村落実態調査と、試験施工施設の維持管理用組織造りの実際から判断すると、村民の間には十分にコスト負担の意志と支払能力がある、と判断される。村落住民の支払い能力についてはほぼ以下の様に言えよう。

- ・国道9号線沿線の大村落の場合は、単に運転・維持管理費のみならず、投資コストの一部負担もできる程の支払能力を持っている。
- ・辺地の大村落は、動力ポンプ施設を十分維持していける支払能力を持っている。
- ・国道7号線に沿う中規模村落は、現在売水業者の供給を受け高価な水代を支払っているが、給水施設の運転・維持管理費はもとより、施設費の一部を負担しても現在の水代よりは軽い負担で済むと考えられる。
- ・辺地の小村落の場合でもハンドポンプの維持管理費を支払う能力はある。

組織・機構面での弱さが、調査対象地域のどのレベルにも見られ、給水施設の長期的維持管理を困難にする核心をなしている。

フクタン（村）は、普通独立した役場や専従職員を持たず、経常的予算もほとんどない。村の記録は概ね保管されることはなく、村長の記憶に頼る場合が多い。

フィレサナ（郡）は少数の専従職員の働く役場と経常的な予算を持ち、管轄下にあるフクタン（村）に対して行政上の責任を負う立場にあるが、交通手段がないこともあり村落との接触は少なく、村落に関する最新のデータ情報を備えている場合は少ない。

M I E M トリアラ支所は、地域の村落給水施設の維持管理に関して技術的支援をする立場にある。そのために組織内に修繕グループ（Department of Garage and Workshop）を抱えている。同グループは副技師1人と修理工1人、労務者15人を常雇している。

これから州内で給水施設が増加するとなると、支所の現在の管理能力、技術能力、設備能力を相当に強化しない限り増加する技術サービスを消化することはできないであろう。

調査対象村落には、現在、村落給水施設の運転と維持管理に役立つ人材は極めて少

ない。対象地域の農村社会は、粗放農業で生計を得ているが、使用する農具は二三の原始的な種類のみで止まり、村落内部に製造や修理の需要を喚起する程ではない。各村落の交通手段として少数の牛車を使用されているが、自転車はほとんど普及していない。

典型的な村の家屋は、丸太と粘土により造られた簡素な小屋で、建設に特別の技術を要しない。

このような状況下では、農村社会内部に何らかの職人層を養成する機運に乏しい。

しかし、事態が急速に変わりつつあることも事実である。現に幹線道路に面する大村落には急速にモータリゼーションの波が押し寄せる気配がある。数年の内には、農村社会の中にも技能職の存在を必要とする条件と機運が醸成される可能性は大きい。

## 8. 2 地下水開発優先村落の選定 (一給水計画実施上の優先順位一)

以上の候補村落についての水需要の逼迫度、給水施設の自主管理能力(財政的、組織機構的)等に関する実態調査結果、並びに、地下水資源ポテンシャルに関する調査結果をもとにして、給水計画実施上の優先順位付けを行ない、地下水開発優先村落を選定するための手順と基準を確定した。

この選定手順および基準は次の3項目をその基本条件として作成された。

- (1) 水文地質的条件から、地域の地下水開発の可能性が水量および水質の両面ともに充分期待し得る状態にある。
- (2) 地域における地下水開発の必要性が充分にあり、かつ、その開発投資が地域住民の厚生・福祉の向上に大きく役立つことが期待し得る状態にある。
- (3) 地域住民は少くとも給水施設の運営・維持に関する費用の負担能力を有し、かつ、それを自主管理するための組織作りが可能である。

上記による選定手順と基準明細は次に示すようである。



〈地下水開発優先順位の判定結果〉

106候補村落のうち、アクセス不能4ヶ村、廃村6ヶ村及びモデル給水施設の建設によって水不足が解消した2ヶ村（トラノカギ村、アナラテロ村）の計12ヶ村を除く94村落について、地下水開発可能性、水需要の逼迫度、運営・維持管理能、道路のアクセス条件などを総合検討した結果、地下水開発優先順位別の村落数及び人口構成は次のようである。

優先順位	村落数	人口 (1990年)
A a	19	42,545
A b	12	15,124
小 計	31	57,669 (56.6%)
B a	4	4,718
B b	15	13,629
小 計	19	18,347 (18.0%)
C a	12	7,292
C b	6	6,250
小 計	18	13,542 (13.3%)
D	26	12,308 (12.1%)
合 計	94	101,866

上表のうち、A及びBランクの村落は地下水開発の可能性が高く、かつ、水需要の逼迫度及び運営・維持管理能力も高い村落である。

A・Bランクの合計村落数は50ヶ村で、人口は76,016人であり、全体人口101,866人の74.6%を占める。

C bランクの村落地下水開発の可能性と水需用の逼迫度は高いが、アクセス条件が通年不良であり、かつ、運営・維持管理能力が低い村落である。

Dランクの村落は、多くが地下水開発の可能性が低く、かつ、水需用の逼迫度が低い村落になっている。

表一〇(1) 開発計画優先度

No	村名	地下水開発の可能性 (量的、質的条件)		施工性 (アクセスおよび建設工事の活動条件)		人口	社会経済的ポテンシャル				給水計画改訂上の優先順位
		地下	地表	施工性	評価		既存の水源地	開発から考慮される必要性	受け入れ能力	評価	
1	Ankazomanga	-Local aquifer in delta deposits. -Dug well (5-10m depth)	C	Very poor/poor particularly in wet season	III	500	River	III	C	III - C	D
2	Seadabo	Ditto	C	Ditto	III	600	River	III	C	III - C	D
3	befasy	Ditto	C	Ditto	III	600	Dug Well	III	C	III - C	D
4	Ankilifofo(I)	Ditto	C	Ditto	III	400	Dug Well	III	C	III - C	D
5	Ambalamoa	-Moderately productive aquifer in Neritic sediments of the Upper Eocene. -6" Borehole 150m (150 l/min)	B2	Generally good but poor in wet season	II	1,000	Protected Dug Well	II	B	II - B	Bb
6	Tsianhy	Ditto	B2	Ditto	II	1,389	Dug Well	II	B	II - B	Bb
7	Nanatoa	Ditto	B2	Ditto	II	750	Protected Dug Well	II	A	II - A	Bb
8	Mangolovolo	-Highly productive aquifer in swampy area. -6" Borehole 30m (350 l/min)	A1	Ditto	II	1,500	River	I	A	I - A	Aa
9	Ankida	Ditto	A1	Ditto	II	15	Spring	III	C	III - C	D
10	Vorisy	-Productive aquifer in Neritic sediments of the Upper Eocene	A2	Ditto	II	0	-	-	-	-	-
11	Andranomanintsy	-Highly productive aquifer in Neritic sediments of the Upper Eocene. -6" Borehole 200m (350 l/min)	A3	Ditto	II	1,400	Dug Well Canal	I	A	I - A	Ab
12	Berantala	Ditto	A3	Ditto	II	506	Protected Dug Well	III	C	III - C	D
13	Tanandava	Ditto	A3	Ditto	II	620	Canal	I	C	I - C	Ca
14	Antsakoabe	Ditto	A3	Ditto	II	800	Canal	I	B	I - B	Ab
15	Talaravalo	-Moderately productive aquifer of the Neritic sediments of the Upper Eocene. -6" Borehole 200m (100 l/min)	B2	Ditto	II	542	Canal	II	C	II - C	Ca
16	Ambiky	Ditto	B2	Ditto	II	1,350	Dug Well River	I	A	I - A	Bb

表-9(2) 開発計画優先度

No	村落名	地下水開発ポテンシヤル			社会経済的ポテンシヤル			給水計画実施上の優先順位				
		地下水開発の可能性 (量的、質的條件)	施工性 (アクセスおよび建設工事の活動条件)	評価	人口	既存の水源	現状から考慮される 必要性		受け入れ 能力	評価		
17	Marovato	Ditto	B2	Ditto	II	B2 - II	375	Unprotected Spring	III	B	III - B	D
18	Andranoboka	Ditto	B2	Ditto	II	B2 - II	600	Dug Well Canal	III	B	III - B	D
19	Satrabondro	Ditto	B2	Very poor/poor particularly in wet season	III	B2 - III	0	-	-	-	-	-
20	Mahavozokely	Ditto	B2	Ditto	III	B2 - III	0	-	-	-	-	-
21	Antranosatra	Ditto	B2	Generally good but poor in wet season	II	B2 - II	570	Dug Well	II	C	II - C	Ca
22	Manoy	-Drilled depth 42m (4") -Pumping rate 280 (-300) l/min. SWC 8.57m, DWL 29.52m, EC 1.600 µs/cm, pH 7.0.	A2	Ditto	II	A2 - II	540	Protected Dug Well	I	A	I - A	Aa
23	Amoza	-Drilled depth 50m (4") -Pumping rate 233(-310) l/min. SWC 5.22m, DWL 15.20m, EC 440 µs/cm, pH 7.2.	A2	Ditto	II	A2 - II	700	Dug Well	II	B	II - B	Bb
24	Ankififolo(2)	6" Borehole 50m (250 l/min)	A2	Ditto	II	A2 - II	450	Dug Well	III	C	III - C	D
25	Sihanaka	-Drilled depth 41m (4") -P/Rate 300(-307) l/min. SWC 5.74m, DWL 7.6m, EC 350 µs/cm, pH 7.5.	A2	Ditto	II	A2 - II	700	Dug Well	I	B	I - B	Ab
26	Bemoka	Difficult site for G/Water development due to poor water quality.	D	Very poor all year round	III	D - III	-	-	-	-	-	-
27	Basibasy	-Drilled depth 83 cm (4") -P/Rate 201(-227) l/min. SWC 14.40m, DWL 44.27m, EC 2,740 µs/cm, Salty taste.	D	Poor in wet season	II	D - II	1,000	Canal	I	B	I - B	D
28	Analateio	-Drilled depth 35m (4") -P/Rate 301(-321) l/min. SWC 3.18m, DWL 3.24m, EC 382 µs/cm, pH 7.4.	A2	Ditto	II	A2 - II	400	Dug Well	II	B	II - B	Completed
29	Mangotroka	-Drilled depth 41m (4") -P/Rate 336 l/min. SWC 3.57m, DWL 5.22m, EC 145 µs/cm, pH 7.2.	A2	Ditto	II	A2 - II	600	Dug Well	I	B	I - B	Ab
30	Nosy-Ambositra	-Highly productive aquifer of porous limestone. -6" Borehole 50m (350 l/min).	A2	Very poor all year round	III	A2 - III	1,000	Canal	I	B	I - B	Cb
31	Tsiarapioko	Ditto	A2	Ditto	III	A2 - III	800	River	II	C	II - C	Cb
32	Beataratsy	-Highly productive aquifer of Isalo III F. -6" Borehole 150m (300 l/min).	A3	Ditto	III	A3 - III	-	-	-	-	-	-



表-9(3) 開発計画優先度

No	村名	地下水開発の可能性 (量的、質的条件)	施工性 (アクセスおよび建設工事の活動条件)	評価	人口	既存の水源	現状から 考慮される 必要性	受け入れ 能力	評価	給水計画実施上 の優先順位
33	Andranomainty	Ditto	Poor in wet season	A3 - II	780	Dug Well	II	C	II - C	Ca
34	Tandrano	-Drilled depth 150m (5'). -P (rate 300-660) l/min. SG 32.72m DW 19.92m. SG 400 us/cm. pH 7.1	Ditto	A3 - II	3,500	Dug Well	I	A	I - A	Ab
35	Ampandramitsotaky	-5" Borehole 150m (300 l/min). -Moderately productive aquifer in Isalo III F.	Ditto	A3 - II	800	Unprotected Spring	I	B	I - B	Ab
36	Andranomafana	-5" Borehole 100m (120 l/min).	Very poor all year round	B1 - III	600	River	III	B	III - B	D
37	Manakiala	Ditto	Ditto	B1 - III	300	River	III	B	III - B	D
38	Berenty-Ankilmasy	Ditto	Ditto	B1 - III	108	Dug Well	III	C	III - C	D
39	Betsinefo	Ditto	Poor in wet season	B1 - II	34	River	III	C	III - C	D
40	Tanandava	Ditto	Ditto	B1 - II	400	Dug Well	I	B	I - B	Ba
41	Ampoza	-Highly productive aquifer of Isalo III F. -6" Borehole 150m (250 l/min).	Ditto	A3 - II	320	River	II	C	II - C	Ca
42	Ipetsa Atm	-Highly productive aquifer of Isalo II F. -6" Borehole 150m (250 l/min).	Ditto	A3 - II	120	River	II	C	II - C	Ca
43	Mondabe Atm	-Local aquifer in river bed. -Dug well (5-10m depth).	Very poor in wet season	C - II	100	River	III	C	III - C	D
44	Soatanimbary	Ditto	Ditto	C - II	70	Dug Well	III	C	III - C	D
45	Sahanory Atn	Ditto	Ditto	C - II	200	Dug Well	III	C	III - C	D
46	Berenty-Betsileo	-Drilled depth 140m (5'). 30(-60) l/min. SG 2,300 us/cm -Dug well (5m)(500 l/min).	Ditto	A1 - II	2,340	River	I	A	I - A	Aa
47	Ankiliavotely	-Highly productive aquifer of Isalo II F. -5" Borehole 200m (200 l/min).	Ditto	A3 - II	1,230	River	I	A	I - A	Ab
48	Ilemby	Ditto	Very poor all year round	A3 - III	-	-	-	-	-	-

表-9 (4) 開発計画優先度

No	村名	地下水開発の可能性 (量的、質的条件)	施工性 (アクセスおよび建設工事の活動条件)	評価	社会的経済的ポテンシャル					給水計画段階上の優先順位
					人口	既存の水源地	現状から考慮される必要性	受け入れ能力	評価	
49	Tanandava-Antaifasy	-Highly productive aquifer of Isalo II? -8" Borehole 100m (200 l/min). A2	Poor in wet season II	A2 - II	2,010	Dug Well	I	A	I - A	Aa
50	Anjamitikitra	Ditto	Ditto	A2 - III	0	-	-	-	-	-
51	Anaviary	Ditto	Very poor all year round III	A2 - III	-	-	-	-	-	-
52	Soahazo	-Drilled depth 70m(4") -P/Rate 130(-233) l/min, SWL 36.17m DWL 37.25m, EI 1,040 ps/cm, pH 7.3. A2	Generally good but poor in wet season II	A2 - II	2,837	Dug Well	I	A	I - A	Aa
53	Analamisampy	-Drilled depth 71m(4") -P/Rate 30(-35) l/min, SWL 3.11m DWL 23.30m, EI 1,490 ps/cm, pH 7.0. A2	Ditto	A2 - II	756	Well with Hand pump	I	A	I - A	Aa
54	Beitsaka	-Drilled depth 68m(4") -P/Rate 200(-276) l/min, SWL 12.78m DWL 24.13m, EI 2,050 ps/cm, pH 7.0 A2	Ditto	A2 - II	1,315	Protected Dug Well	I	A	I - A	Aa
55	Anpasikibo	-Drilled depth 50m(4") -P/Rate 280 l/min, SWL 3.18m DWL 16.12m, EI 340 ps/cm, pH 7.0. A2	Ditto	A2 - II	2,000	Well with Hand pump	I	A	I - A	Aa
56	Namboha	-Drilled depth 82m(4") -P/Rate 250(-263) l/min, SWL 18.50m DWL 33.17m, EI 990 ps/cm, pH 7.1. A2	Ditto	A2 - II	1,505	Dug Well	I	A	I - A	Aa
57	Antseva	-Productive aquifer of the Upper Eocene (Neritic Sed). -4" Borehole 70m (200 l/min). A2	Ditto	A2 - II	800	Protected Dug Well	II	B	II - B	Bb
58	Ankatrakatra	Ditto	Ditto	A2 - II	460	Dug Well	I	B	I - B	Ab
59	Ampihamy	-Drilled depth 53m(4") -P/Rate 200(-315) l/min, SWL 8.30m DWL 15.33m, EI 995 ps/cm, pH 7.2. A2	Ditto	A2 - II	1,453	Dug Well	II	A	II - A	Ba
60	Ambondro	-Productive aquifer of the Upper Eocene (Neritic Sed). -4" Borehole 50m (200 l/min). A2	Very poor all year round III	A2 - III	1,000	Canal	II	B	II - B	Ba
61	Beroroha	Ditto	Very poor in wet season II	A2 - II	2,270	Canal	I	B	I - B	Ab
62	Antsomarify	Ditto	Ditto	A2 - II	1,200	Canal	II	B	II - B	Bb
63	Manombo-Aim	-Drilled depth 27m(6") -P/Rate 420 l/min, SWL 4.53m DWL 5.53m, EI 1,000 ps/cm, pH 7.2. A2	Ditto	A2 - II	5,000	Protected Dug Well	I	A	I - A	Aa
64	Antandroka	-Productive aquifer of the Upper Eocene (Neritic Sed). -4" Borehole 50m (200 l/min). A2	Very poor all year round II	A2 - II	700	Dug Well	I	C	I - C	Ca

表-9 (5) 開発計画優先度

No	村名	地下水開発の可能性 (量的、質的条件)		施工性 (アクセスおよび建設工事の活動条件)		評価	社会経済的ポテンシャル				給水計画実施上の優先順位	
		可能性	質的条件	施工性	活動条件		人口	既存の水源	現状から考慮される必要性	受け入れ能力		評価
65	Ankaraobato	-Drilled depth 75.5m(4") -Yields 345(150) l/min, SWL 4.20m DML 12.30m, DC 570 m <sup>3</sup> /cm. -Highly productive aquifer of limestone	A2	Generally good but poor in wet season	II	A2 - II	1,850	Canal	II	A	II - A	Ba
66	Andoharano	-4" Borehole 50m (350 l/min). -Highly productive aquifer of limestone	A2	Poor in wet season	II	A2 - II	300	Canal	III	C	III - C	D
67	Tsefanoka	-Drilled depth 45m(4") -Yields 200 l/min, SWL 24.20m DML 30.40m, DC 602 m <sup>3</sup> /cm, pH 7.2.	A2	Ditto	II	A2 - II	880	Canal	I	C	I - C	Bb
68	Benetsy	-Drilled depth 72m(6") -Yields 300 l/min, SWL 13.51m DML 17.51m, DC 977 m <sup>3</sup> /cm, pH 7.4.	A2	Generally good but poor in wet season	II	A2 - II	2,000	Protected Dug Well	I	A	I - A	Aa
69	Andrevo	-Local aquifer in the coastal area (poor W/Q). -Dug well (5-10m depth).	C	Ditto	II	C - II	2,200	Canal Dug Well	II	B	II - B	Ca
70	Anjanala	-Highly productive aquifer of porous limestone. -4" Borehole 50m (300 l/min).	A2	Very poor all year round	III	A2 - III	150	River	III	C	III - C	D
71	Ampihalia	Ditto	A2	Ditto	III	A2 - III	1,000	Canal	II	B	II - B	Cb
72	Behompy	Ditto	A2	Ditto	III	A2 - III	1,000	River	II	B	II - B	Cb
73	Ambolonkira	-Highly productive aquifer of porous limestone. -4" Borehole 50m (300 l/min).	A2	Ditto	III	A2 - III	450	River	II	B	II - B	Cb
74	miary	Ditto	A2	Generally good	I	A2 - I	2,000	JIRAMA'S Public Hyd	III	B	III - B	D
75	Befanany	Ditto	A2	Ditto	I	A2 - I	700	JIRAMA'S Public Hyd	III	B	III - B	D
76	Tsivonoabe	-Local aquifer in the coastal area (poor W/Quality). -Dug Well (5-10m depth).	C	Ditto	I	C - I	30	Dug Well	III	C	III - C	D
77	Andranovory	-Moderately productive aquifer of fissured basalt. -6" Borehole 150m (150 l/min).	B2	Good/Excellent	I	B2 - I	3,000	Water Vendor Rain water	I	A	I - A	Az
78	Befoly	-Drilled depth 228.5m -Yields 110 l/min, SWL 178.50m, DC 403 m <sup>3</sup> /cm -6" Borehole 250m(200 l/min).	A3	Ditto	I	A3 - I	854	Water Vendor Rain water	I	B	I - B	Ab
79	Ankororoka	-Productive aquifer of fissured limestone. -6" Borehole 250m (200 l/min).	A3	Ditto	I	A3 - I	100	Water Vendor Rain water	II	C	II - C	Ca
80	Ambehimaha-Velona	-Highly productive aquifer of porous limestone. -Existing much spring water.	A2	Very poor in wet season	II	A2 - II	2,000	Spring	III	B	III - B	D

表-9 (6) 開発計画優先度

No	村落名	地下水開発ポテンシャル				社会経済的ポテンシャル					給水計画実施上の優先順位
		地下水開発の可能性 (量的、質的条件)	施工性 (アクセスおよび建設工事の活動条件)	評価	人口	既存の水源地	現状から考慮される 必要性	受け入れ 能力	評価		
81	Manoroka	-Drilled depth 58m(4') -P/Rate more than 360 l/min, SWL 5.25m, DWL 5.25m(s/cm), EC 1,150 µs/cm	A2 Ditto	II	A2 - II	1,000	Protected Dug Well	II	B	II - B	Bb
82	Laborana	-Productive aquifer of Isalo II F. -6" Borehole 200m (200 l/min).	A3 Poor in wet season	II	A3 - II	240	Protected Dug Well	I	C	I - C	Ca
83	Andranolava	-Highly productive aquifer of Isalo II F. -4" Borehole 100m(250 l/min).	A2 Very poor in wet season	II	A2 - II	1,500	River	I	B	I - B	Ab
84	Lambanakandro	Ditto	A2 Ditto	II	A2 - II	200	Dug Well River	II	C	II - C	Ca
85	Besakoa(1)	Ditto	A2 Ditto	II	A2 - II	0	-	-	-	-	-
86	Besakoa(2)	Ditto	A2 Poor in wet season	II	A2 - II	1,200	Dug Well	II	B	II - B	Bb
87	Ampandra	Ditto	A2 Good/Excellent	I	A2 - I	0	-	-	-	-	-
88	Maninday	-Drilled depth 74.30(6') -P/Rate 360-480 l/min, SWL 18.37m, DWL 21.58m, EC 110 µs/cm.	A2 Ditto	I	A2 - I	700	Canal	II	B	II - B	Bb
89	Bevoajavo	-Highly productive aquifer in the river bed. -Dug Well (10m depth).	A1 Very poor in wet season	III	A1 - III	240	Dug Well	III	C	III - C	D
90	Tanambao	Ditto	A1 Poor in wet season	II	A1 - II	800	Dug Well River	II	B	II - B	Bb
91	Ambahimalitsy	Ditto	A1 Ditto	II	A1 - II	800	River	II	C	II - C	Ca
92	Mahaboboka	-Ditto -6" Borehole 30m (300 l/min).	A1 Good/Excellent	I	A1 - I	2,000	Dug Well River	I	A	I - A	Aa
93	Mahasoa	-Moderately productive aquifer in fissured basalt. -6" Borehole 150m (100 l/min).	B2 Ditto	I	B2 - I	30	River	III	C	III - C	D
94	Andamasiny-Vineta	Ditto	B2 Ditto	I	B2 - I	550	River	I	B	I - B	Bb
95	Tranokaky	-Drilled depth 18m(6') -P/Rate 110 l/min, SWL 16.24m, DWL , EC 970 µs/cm.	B2 Ditto	I	B2 - I	1,180	Water vendor Hand pump	I	A	I - A	Completed
96	Analamary	-Drilled depth 20m(6') -P/Rate 360-720 l/min, SWL 39.2m, DWL 47.68m, EC 270 µs/cm, pH 6.4	A2 Poor in wet season	II	A2 - II	1,000	Canal	I	B	I - B	Ab

表一9 (7) 開発計画優先度

No	村名	地下水開発の可能性 (量的、質的条件)	施工性 (アクセスおよび建設工事の活動条件)	評価	人口	社会経済的ポテンシャル				給水計画実施上の優先順位
						既存の水資源	現状から考慮される必要性	受け入れ能力	評価	
97	Antanimora	-Highly productive aquifer of Isalo II F. -6" Borehole 150m (250 l/min). -Highly productive aquifer in the river bed. -4" Borehole 90m (250 l/min).	Ditto	A3 - II	300	Dug Well	III	C	III - C	D
98	Bereketa	-Local aquifer -Dug Well (10m depth)	Ditto	A1 - II	500	Dug Well River	II	B	II - B	Bb
99	Ankilimtraioaka	-Highly productive aquifer of Isalo II F. -4" Borehole 100m (250 l/min).	Ditto	C - II	800	River	II	B	II - B	Bb
100	Ankiiivalo	-Drilled depth 60m (4") -P/Bore 150(-155) l/min. SW. 14.35m, DM 10.02m, EC 2,485 µs/cm, pH 7.5	Very poor all year round	A2 - III	2,000	Dug Well	II	B	II - B	Cb
101	Ankilimalinika	-Drilled depth 53m (6") -P/Bore 300 l/min. SW. 12.30m (S) 0.985m, EC 565 µs/cm, pH 7.2	Poor in wet season	A2 - II	3,845	River and Dug well	I	A	I - A	Aa
a	Befandriana	-Borehole depth 90m -P/Bore 144 l/min. (S) 3.8m, SW. 38.35m, EC 2,300 µs/cm. -6" Borehole 150m (250 l/min).	Poor in wet season	A2 - II	3,000	River	I	A	I - A	Aa
b	Betsioky Nord	-Highly productive aquifer of limestone. -6" Borehole 250m (250 l/min).	Good/Excellent	A3 - I	1,800	Water Vendor	I	A	I - A	Aa
c	Andranohinaly	-Borehole depth 30.8m (3") -P/Bore 144 l/min. SW. 10.85m (S) 10.97m, EC 164 µs/cm. -6" Borehole 100m (300 l/min).	Ditto	A2 - I	3,935	River and Dug well	I	A	I - A	Aa
d	Sakaraha	-Borehole depth 27.25m (6") (S) 1.09m, SW. 12.22m, EC 340 µs/cm. -6" Borehole 100m (150 l/min).	Poor in wet season	BI - II	3,000	Dug well and Canal	I	A	I - A	Aa
e	Ankazoabo									

### 8. 3 給水計画調査

給水計画調査は、候補101村落から廃村と接近不可能な村落を除き、リハビリテーション対象5村落を加えた、総計96村落に対して実施された。調査では、試験井とリハビリテーション実施井を利用して設置された給水試験施設を通じて水利用、施設の運転・維持管理の実際を観察することにより貴重な資料を得ている。調査の結果を集約して得られた給水計画の基準、給水計画、維持管理計画の枠組みを以下に要約する。

#### 8. 3. 1 計画の基準

##### (1) 給水区域の設定

地方住民の大部分は大小の密度の高い集落を形成して居住している。各集落間の距離は数kmから数10kmに及び集落そのものの広がり数は数100m以内が多い。従って給水計画上、各集落を独立の給水区域として扱うのが妥当である。

複数の集落に渡る広域的な給水施設は、特殊事情のある国道7号線沿線及びアナラテローバシバン間地域についてのみ参考的に考慮する。

##### (2) 受益対象

居住者と一部の飼育牛とする。集落毎の人口については信頼すべき記録がないが、家屋実数から推測する等の手段を用いれば大きな困難はない。牛については、一般にその移動範囲が広く、数の特定は不可能に近い。しかし、受益対象としての牛は、集落内にけい留されている牛と、集落に接近して飼育されている牛に限られるので、その数はおよそ推定できる。公共施設は規模が小さく、数も少ないので受益対象として独立に考慮する必要はないと考えられる。

##### (3) サービス水準

対象地域で一般的に適用可能なサービス水準は以下の二種に限られる。

- ・ポイントソース（ハンドポンプまたは動力ポンプ）によるサービス
- ・公共用栓によるサービス

##### (4) 給水人口及び給水量

給水人口及び給水量の基準となる計画年次は、マダガスカル政府の設定している2000年を採用する。

給水人口は、1990年の村落人口をベースに全国平均成長率2.76を適用して計算する。

村落内で飼育されている牛については、その数50頭前後であり、その水消費量は住

民の水消費量に比し無視し得る程度なので、設計上の考慮は必要ない。一方、特定13村落の周辺で飼育され専用の給水桶を必要とする牛は、400頭から800頭の範囲と推定され、給水量設計において付加的に考慮しておく必要がある。

平均一人一日水使用量の実態は、

- ・ 国道7号線沿いの買水地帯で8~12ℓ/人/日
- ・ 国道9号線沿いのハンドポンプ村井戸を持つ村落で10~15ℓ/人/日
- ・ パイロット施設新設村落で10~20ℓ/人/日

と推定される。

用途別としてはおよそ、料理・飲料6~9ℓ/人/日、身体洗浄用4ℓ/人/日、洗濯用3ℓ/人/日であろう。

マダガスカルは現在村落給水の国家目標として20ℓ/人/日を採用しているが、これは現在の平均水使用量に今後の公衆衛生向上による増加分をプラスした数値と解し得るので、この数値を計画平均一人一日給水量として採用することが妥当と考えられる。

牛の一头一日使用量は、この地方の標準値16~30ℓを採用する。

各候補村落に対して必要な給水量は、総人口及び給水を必要とする牛の頭数をベースに計算された総需要量から既存の井戸（汚染防護型井戸のみ）による給水を差し引いた正味の需要量とする。

### 8. 3. 2 給水システムの概要

#### (1) 地域に望まれる給水計画

候補村落に適する給水計画は以下の3タイプに分けられる。

- ・ 掘り井戸の改良計画；多くの村落で伝統的に普及している掘り井戸は、もし地表からの汚染防止のための改良—ケーシングの挿入等—を施すならば、かなり良質の水を供給できる。
- ・ チューブウエル新設計画；地域に広く適用可能な計画である。揚水施設の維持管理のために住民の努力が必要となるが、多少なりとも現状の改善を望む村落には積極的な導入が望ましい。
- ・ 広域給水計画；水源に恵まれない特殊地域に適用が考えられる。例としては国道7号線に沿う買水地域（人口約23,000人）及びモロムベ県のアナラテローバシバシ間村落（人口約6,000人）が挙げられる。

本調査においては、チューブウエル新設計画に重点を置く。掘り井戸改良計画については、本来村落住民の自助努力によって十分実行可能であると判断し、技術的提案を示すに止める。広域給水計画についても、推進していくためには、別個の独立した調査が必要であろう。

(2) 導入可能な給水施設

各候補村落に導入できる給水施設は、村落の規模と地下水水位によっておおよそ決定される。以下は、導入可能な給水施設の総括表である。

表-8 給水施設総括表

施設	給水点	新設又は改修	適用	略号
筒井戸・集水埋渠	井戸	新設・改修	浅層地下水・伏流水が利用できる周辺の小村落	WP
ハンドポンプ付 チューブウエル	ハンドポンプ	新設	浅層地下水が利用できる中規模村落(人口200~800人)	W・HP
動力ポンプ付チューブ ウエル+重力排水系統	共同水栓	新設	地下水が利用できる大・中規模村落及び深層地下水しか利用できない小村落	W・HP
同上	同上	試験施工施設の 拡張	試験施工の施設を持つ村落	MP
同上	同上	改修・拡張	リハビリテーション調査対象村落	W・MP・RH
簡易水道	同上	新設	ベレンティ市のみ適用	W・W
牛専用給水場	給水桶	新設	放牧牛に水源の不足している村落	CT

尚、ベレンティ市の簡易水道は、テストボーリングの結果、同市の地下水が質・量共に十分ではなく、河川水またはその伏流水に頼らざるを得ない事情のため、計画されている。

8.3.3 運営・維持管理システムへのアプローチ

(1) 試験施工施設の運営・維持管理を通じて得られた経験

施設の建設と並行して、村落レベルの運営・維持管理のための組織造りが19村落で行なわれた。まず、村民-MIEM(トリアラ支所)-調査団共催の会議(キックオフミーティング、アクションプランミーティング等)が重ねられ、運営・維持管理に係る基本的な問題が提示された。更に受益者・支援機関の役割分担が定められ、問題に対処するための受益者組織(Water Committee,及びCare-Taker)、必要経費の集金制度が発足した。

村民レベルの組織造りの過程で以下の点が明らかになった。

- ・必要経費に対する村民の支払い意欲は十分に認められる。運営・維持管理に対す



る積極的参加意識もある。

- ・当面支援機関（M I E M）からの技術的サービスへの依存度は極めて大きい。
- ・Water Committeeは既存の村の階級組織をそのまま持ち込んで造られた。村民全体による会議制の風習が強く、村民参加の運営・維持管理に良い環境をもたらしている。

一方、支援機関側について以下の問題点が浮かび上がった。

- ・技術的支援を実際に行なうには、人員・機材管理能力が決定的に不足している。
- ・急ぎ予備品の購入・管理能力を高め、輸送用の車輛と修理のための機械・工具を増強しなければならない。

その他の困難な問題として徴収される金の管理の問題、燃料油、部品の購入、保管、輸送に係る問題がある。この種の問題は辺地の村落ほど大きく、これをうまく解決しないと、例え施設が新設されても永続せず、短時日で廃棄されてしまう懸念がある。

## （２）新システムへの提案

先ず、今回試験施工施設のために造られた運営・維持管理システムを出発点として、試行を重ねてこれをより現実に合い、より有効に働くシステムに改良していくのが基本である。そのためには、M I E M（トリアラ支部）が施設の運営・維持管理の実際を十分モニターし、分析・評価することが先決である。

受益者側は運営・維持管理について自助努力をつくす意図を持っており、この点で大きな問題はない。しかし、これを技術サービス、燃料・部品の補給サービスの面で実際に助ける、信頼すべき支援機関に欠けている。当面、試験施工施設の運営・維持管理の支援についてはM I E M（トリアラ支部）が担当する以外に選択の余地はない。そのため、M I E M（トリアラ支部）の管理能力、技術能力、設備能力の補強が必要である。

長期的に考えるならば、M I E M（トリアラ支部）による中央拠点からの支援機関には明らかに限界がある。より適切な方策は、中間レベルの地方行政機関（県や郡）を徐々に強化して、支援の責任を地域の役所に分散することである。まず、地方の役所の中に給水課を新設し、次にハンドポンプ給水施設の技術的支援から始めることが良い。

次図は、村落給水施設の運営・維持管理システムの段階的発展案を示す。

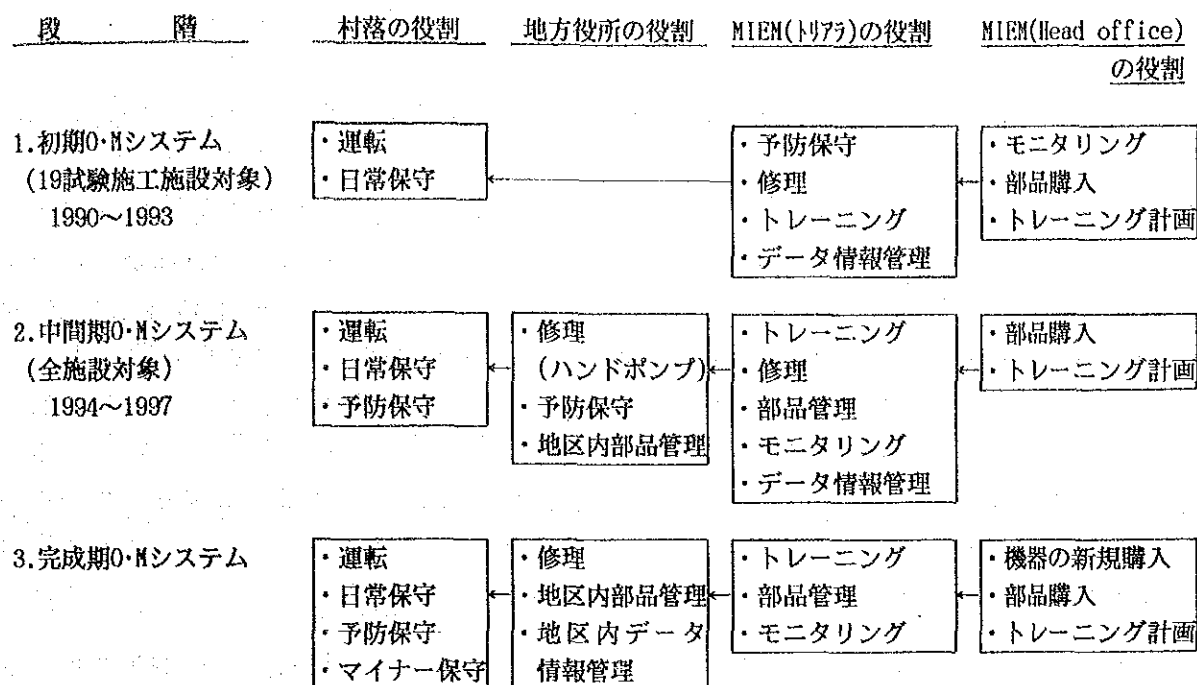


図-17 村落給水システムの運営・維持管理システム

#### 8. 4 施設のモニタリング

モデル施設については施工後の維持管理状況を把握する為、モニタリング調査を実施した。表-10に結果の概要を示す。1991年3月の実施結果によると、施工を行なった16本のハンドポンプのうち、5本が機械的トラブルにより使用不能となっていた。いずれもローカル製のハンドポンプであり、故障の原因はピストン部分やフット弁に問題があると考えられる。

一方、水中モータポンプ利用による3施設は順調に稼働していた。現状としては、総使用時間が200時間にも満たないため、今後も継続して管理体制を維持することが必要と考えられる。

ソーラポンプは現時点までの結果に基づき、サポーティング・レポート(1)において記述している。

給水量については、トラノカキの施設(高架水槽型)では1990年11月(乾期に相当)には1日当り15.2~16m<sup>3</sup>が使用されており、原単位としては、1人1日当り6~16ℓに相当する。この量は1991年3月(雨期に相当)ではおよそ半分まで減少した。これは、天水や手掘り井戸等も依然として併用しているからであり、確実性のある安全な水が普及するにつれ、今後の消費量は増加していく事が予想される為、給水計画中の20ℓ/secは妥当なもの判断される。

## 9. 開発計画

### 9. 1 地下水開発方針

本調査地域の地下水開発ポテンシャルについては、これまでに検討されたように、水文地質条件及び水質面に起因する一部の地域をのぞいて、全体に高い開発可能性を有するものとして評価され得る。しかしながら、本調査地域は年平均降水量が400～800mm程度で、マダガスカル国の中で最も降水量が少ない地域であるのみならず、特に調査地域の西部沿岸域などは世界的にみても降水量が極めて少ない地域に位置づけられる。また、水収支及びトリチウム分析の検討結果からみても、多量の地下水が海域に自然流出しているトリアラ市の南部海岸域及びオニラヒ川河口域などの一部の地域をのぞく内陸部の多くの地域では、今後の地下水開発にあたっては貴重な水資源を極力有効利用する立場をその基本方針とすることがのぞまれる。

このような地下水開発の基本方針をふまえて、かつ、水文地質条件に関連した地下水開発の技術的側面も含めて、本調査地域における今後の地下水開発計画にあたっての主な留意事項をまとめると次のようである。

- 1) 地下水取水施設の計画においてハンドポンプ井戸を採用することは、単にその工事費や維持管理の側面のみならず、取水量の節約及び地下水資源の有効利用の立場からも望ましいことである。今回の調査結果によれば、同一村落に3ヶ所程度のハンドポンプ井戸を近接計画しても、相互干渉による地下水位の低下や取水量の減少をきたす恐れはない。
- 2) 一方、取水手段として水中ポンプ付き井戸を採用し、かつ、既存井戸との併用を計画する場合には、地下水位低下や取水量減少等の既存井戸への干渉をさけるために、新設井戸は既存井戸から経験的に500m以上はなして計画することが望ましい。同一村落に水中ポンプ付き井戸を2井以上計画する場合も同様である。
- 3) 井戸掘削計画にあたっては、近くの既存水源についての地下水位とその季節変動、水質及び水量、帯水層に関する地質情報を十分に調査した上で、電気探査による地下水文地質構造の精査を行ない、それらの結果を総合解析して井戸掘削位置、深度、掘削方法を決定する必要がある。

水文地質図に示されている地下水開発ポテンシャル及び次節で述べる地下水開発可能規模は、上記のような井戸掘削計画が適正に実施されることを前提条件として評価されたものである。

- 4) 国道7号沿線の石灰岩台地での地下水開発にあたっては、地下水位が地表下170m～220mと深いために、掘削深度は250～300mを計画する必要があり、かつ、取水可能な地下水は石灰岩層中の多孔質部や断層及び亀裂帯に伴う空隙部に賦存しているので、前記した適正な井戸掘削計画の実施が、不成功のリスクをさける

ためにも特に重要である。

5) 地下水の水質等に関連して既述されているように、特に国道9号沿線の西部地域での地下水開発にあたっては、水量確保のほかに水質面に関しても十分な留意が必要である。

本調査結果によれば、問題となっている「Salty Tasts Water」は浅海成堆積物である泥灰岩層中にとじ込められている化石塩水がその主な原因になっており、かつ、その賦存域は概して地表下30m以浅のところに多い傾向のあることが判明している。

したがって、このような水文地質条件下での地下水開発にあたっては、ハンドポンプ井戸を計画する場合でも、飲料水に供し得る水質確保のために被圧水の取水を目的とした深井戸を掘削する必要が多々あり得る。

### 9.1.1 地下水開発規模

単元地下水盆ごとの地下水産出量とその水文地質条件についての考察をもとにして、水文地質図の中で区分されている各帯水層についての生活用水の給水を目的とした地下水開発規模を、帯水層別及び地域別に検討した結果は次のようである。

#### 1) A<sub>1</sub>帯水層区域

河床堆積物や砂丘堆積物などで代表される、第四紀の未固結砂質堆積物層を主帯水層とする区域である。

このA<sub>1</sub>帯水層の分布域における地下水開発規模は、仕上り孔径150mm(6")、深度30~50mの井戸掘削で、1井当り250~600ℓ/minの揚水量が期待される。

#### 2) A<sub>2</sub>帯水層区域

このA<sub>2</sub>帯水層区域は本調査地域の西部域と東部域の二つの地域に分かれて分布する。

西部域に分布するA<sub>2</sub>帯水層区域は、西部及び上部始新世の浅海成堆積物によって構成されており、その水文地質条件の特性から更にペファンドリアナ、ソアハソ及びベネツィの3地区に細区分される。

期待される地下水開発規模は地区別に次のようである。

地区名	掘削深度 (m)	井戸径 (mm)	期待揚水量 (ℓ/min/well)
ペファンドリアナ	50	100~150	200~600
ソアハソ	50~100	100~150	200~360
ベネツィ	50~100	100~150	230~580

一方、本調査地域の東部域に分布するA<sub>2</sub>帯水層区域は下部ジュラ紀の陸成堆積物から構成されており、地下水開発規模は、仕上り孔径150mm(6")、深度70~100mの井戸掘削で、1井当り300~600ℓ/minの揚水量が期待される。

3) A<sub>1</sub>帯水層区域

A<sub>1</sub>帯水層区域の分布はA<sub>2</sub>帯水層区域の分布パターンに類似しており、水文地質的に、中部及び上部始新世の浅海成堆積物からなる国道9号の西部域、下部及び中部始新世の主として石灰岩からなる国道9号の東部域、下部及び中部ジュラ紀の陸成或は浅海成の堆積物層（イサロ層群）からなる調査地東部域の3地域に区分される。

期待される地下水開発規模は地域別に次のようである。

地区名	掘削深度 (m)	井戸径 (mm)	期待揚水量 (ℓ/min/well)
国道9号西部域	100~200	150	200~600
国道9号東部域	150~250	150	200~600
調査地東部域	120~200	150	300~600

4) B<sub>1</sub>・B<sub>2</sub>帯水層区域

B<sub>1</sub>帯水層区域は、シキリ川、サカナバカ川及びメナマティ川の3流域に分布している。また、B<sub>2</sub>帯水層区域は、主としてマンガキ川南岸のアンバヒキリ地域、フィヘレナ川流域の中央部地域、レゾキ川及びマンガトラ川流域、イサハナ川流域のベレンティーベツイレオ地域の4地域に分布している。

これら各地域別及び帯水層別の期待される地下水開発規模は次の表-10に示す通りである。

表-10 B<sub>1</sub>及びB<sub>2</sub>クラスにおける一般的な地下水開発スケール

クラス	地 域	帯 水 層	各ボアホール毎の 期待される揚水量	目標深度とボアホールの口径	
				深 度	口 径
B <sub>1</sub>	シキリ川ベースン	玄武岩質岩類を伴った前期~後期白亜紀の浅海成または海成堆積物	80-120 ℓ/min	100m	150mm
B <sub>1</sub>	サカナバカ川ベースン	中期ジュラ紀の浅海成または陸成堆積物	80-120 ℓ/min	100m	150mm
B <sub>1</sub>	メナマティ川ベースン	片状砂岩を伴った前期ジュラ紀の陸成堆積物	50-100 ℓ/min	100m	150mm
B <sub>2</sub>	マンガキ川南岸部の アンバヒキリ	中期~後期始新世の浅海成堆積物	80-150 ℓ/min	200m	150mm
B <sub>2</sub>	フィヘレナ川ベースンの中心部	玄武岩質岩類を伴った前期~後期白亜紀の浅海成または海成堆積物	80-120 ℓ/min	150-200m	150mm
B <sub>2</sub>	レザキー川及びマンガイトラ キー川ベースン	中期ジュラ紀の浅海成または陸成堆積物	80-120 ℓ/min	150-200m	150mm
B <sub>2</sub>	イサハサ川ベースンのベレンテ イーベツイレオ	後期ジュラ紀の浅海成または陸成堆積物	50-100 ℓ/min	150-200m	150mm

## 5). C帯水層区域

このC帯水層区域は、局部的及び不連続性の浅層地下水が分布する区域として水文地質図に区分されたものであり、海岸域の淡水レンズ状帯水層の分布域もこれに含まれる。このC帯水層分布区域での地下水開発については、深さ5~15m規模のコンクリート・ライニングの浅井戸とすることが望ましい。

### 9.1.2 井戸掘削方法

本調査では、試掘井の掘削作業にあたって、泥水掘削工法と空気掘削工法（エアハンマー掘削工法）の2つの掘削工法が採用された。

この試掘井掘削経験によれば、石灰岩層や玄武岩質岩類が主体となす地域においては、逸泥の多発による掘削作業上の問題点を解消し、かつ、掘進作業能率を高めるために、空気掘削工法を採用するのが極めて望ましい。

一方、主帯水層が陸成、浅海成及び海成の砂質岩層からなる地域においては、原則的に泥水掘削工法が有効である。

### 9.1.3 標準井戸仕様

#### 1) 掘削予定深度及び口径

試掘井掘削及び電気探査結果にもとづく水文地質条件と給水計画人口規模等を基にして、候補村落別に詳細な井戸掘削計画を策定した。

これによれば、6"井戸の掘削深度は30~250m、4"井戸の掘削深度は40~100mの範囲である。

#### 2) 孔内検層

帯水層を把握し、スクリーン設置位置を決定するために自然電位、電気比抵抗及び自然ガンマー線量を対象とする孔内物理検層を実施する。

掘削時におけるスライムの地質観察が、特に、泥水掘削の場合の帯水層及びスクリーン設置位置の判定において重要である。一般に、石灰岩層や玄武岩質岩類を主体とする地域での井戸掘削においては、物理検層のみによる帯水層及びスクリーン設置位置の判定が困難な場合が多い。したがって、このような地域での空気掘削工法の採用は、上記の逸泥多発による掘削作業上の問題点解消や掘進作業能率の向上のためのみでなく、適正なスクリーン設置位置の決定のためにも有効である（空気掘削工法では掘削作業の過程で帯水層毎におよその取水可能量を確認することができる）。

#### 3) ケーシング及びスクリーン

ケーシング及びスクリーン材料は、水質面及び経済性の側面から、4"井戸・6"井戸ともにFRP（Fiberglass Reinforced Plastics）パイプを使用する。スクリーンは開口率5%、スロット・サイズ1.0mmを標準とする水平スロット型

スクリーンとする。なおスクリーン長は、試掘井掘削の経験から、井戸深度別に下記を見込み多層取水とする。

井戸深度 (m)	スクリーン長 (m)
30	16
40～50	20
60～100	24～32
110～250	32～40

#### 4) 井戸仕上げ

スクリーン周囲のパッキングラベルの粒径は経験的に2～3mmとする。ケーシング周囲の充填材料は切掘スライムを使用し、また、地表下5mの部分は汚染対策としてセメント注入を行う。

## 9.2 給水計画

### 9.2.1 給水計画の目的

給水計画は、マダガスカル政府によって選択され、調査団によってその実態調査されたトリアラ州の94村落に対して、地下水による生活用水供給を行なうことを目的としている。計画は給水に係わる計画のみならず、給水場の排水等の衛生面にも十分考慮を払う。

### 9.2.2 計画作成上の基本方針

計画作成は、以下の基本方針を踏まえて具体化された。

- (1) 現在までも、トリアラ州では地下水開発が散発的に行なわれている。その大部分は10m未満の浅層地下水をねらう掘り井戸である。しかし、浅層水の分布は偏している上に、規模の大きな集落—例えば1,000以上の人口の村落—に対しては適切でない。本計画は、地下水開発を深層地下水にまで拡げ、深度250m程度の帯水層も開発の対象とする。
- (2) 新給水施設は、既存の伝統的な取水源に比して、取水労力、取水時間の面で有利でなければ住民による利用が定着しない。計画では、利用者の便の増大に十分に配慮する。
- (3) 村落に対する個別の給水計画を立てるにあたっては、代替案選択の余地は少なく、ほとんどの場合地下水の特性と給水人口規模により、計画の4タイプが絞られてしまうのが実情である。しかしながら、計画立案の過程ではできる限り可能な代替案の検討を行なう。

### 9.2.3 提案計画

#### (1) 計画の概要

計画の基準を以下の様に設定する。

- ・ 設計年次；西暦2000年
- ・ 給水区域；村(FOKONTANY)及び部落(KOMITY)を単位給水区域とする。
- ・ 受益対象；給水区域（94村落）の住民と近辺の13特定村落の飼育牛
- ・ サービス水準；ハンドポンプ及び公共水栓によるサービス
- ・ 給水人口算定基準；1990年の人口に年増加率2.76%を適用して2000年の人口を算出する。  
飼育牛は1村落当り400～800頭（特定13村落のみ）とする。
- ・ 設計1人1日当り給水量；住民20ℓ

給水計画は、調査対象村の内の94村落に対して個別に作成される。12村落が計画の対象から外されているが、それは調査不能又は給水計画不要であるためである。

94村落に対する個別給水計画を計画の種類別に分類し、次の表-11を示す。

表-11 個別給水計画の分類

計画の種類 村落の優先度区分	素掘井戸 の改良 (計画数)	ハンドポンプ 型計画 (計画数)	動力ポンプ型計画	
			既存井利用 (計画数)	井戸新設 計画数)
優先度 (人口)	(計画数)	(計画数)	(計画数)	計画数)
A a (55,733)	0	2	8	9
A b (19,813)	0	3	2	7
B a (6,181)	0	2	2	0
B b (17,856)	2	4	1	8
小計 (99,583)	2	11	13	24
C (17,740)	2	7	0	9
D (16,124)	10	11	1	4
小計 (33,864)	12	18	1	13
合計	14	29	14	37

また、94村落の個別給水計画の概要を表-12に要約する。

#### (2) 給水施設

##### 1) 設計基準

動力ポンプを採用する場合のポンプ吐出量は、給水区域の1日平均水需要量を



ポンプ運転時間6時間で供給することをベースとし、決定した。ハンドポンプ採用の場合、吐出量の上限は地下水水位によりほぼ機械的に押さえられるが、これに平均的なアイドルタイムを考慮し、1日正時4～7 m<sup>3</sup>を設計基準としている。設計時間最大給水量は、1日の給水時間を9時間と見、給水期間中の平均時間給水量と最大時間給水量との比を1:1.4と見なし（モニタリングの結果）算出している。

動力ポンプ方式給水計画に伴う貯水槽の容量は、時間最大給水量の3時間分をおよその目安として給水規模に応じて10、15、30、40 m<sup>3</sup>を選んでいる。

公共水栓の数は、1ヶ所当り最大給水量8 m<sup>3</sup>/日以内、または公共用水栓間距離最大500m以内、の両条件を充たす様に計画している。

以上の設計基準に従って個別給水計画に使用を予定される機器の仕様を一覧表にし、表-13に示す。

## 2) 標準設計

典型的なチューブウェルの構造とポンプ据付け法を図-19、20に図示する。

また、ハンドポンプによる給水施設及び動力式ポンプによる給水施設のフローシートを図-21に示す。

## 9.3 計画の実施

### 9.3.1 実施計画策定の基本方針

既述したように、本調査の実施にあたって要請された候補村落数は、既存給水施設のリハビリ計画村落を含めて合計106ヶ村であったが、このうちアクセス不能4ヶ村、廃村6ヶ村及びモデル給水施設の建設によって水不足が解消した村落2ヶ村（トラノカギ村、アナラテロ村）の計12ヶ村を除く94ヶ村が、給水計画策定の要請候補村落になる。この94村落について地下水開発の可能性、水需要の逼迫度、運営・維持管理に対する参加意識と能力、道路のアクセス条件などの面から総合検討したところ、地下水開発優先順位別の村落数及び人口構成について次のような結果が得られている。

優先順位	村落数	人口(1990年)
A a・A b	31	57,669 (56.6%)
B a・B b	19	18,347 (18.0%)
C a・C b	18	13,542 (13.3%)
D	26	12,308 (12.1%)
計	94	101,866

この表で、A及びBランクの村落は地下水開発の可能性が高く、かつ、水需要の逼

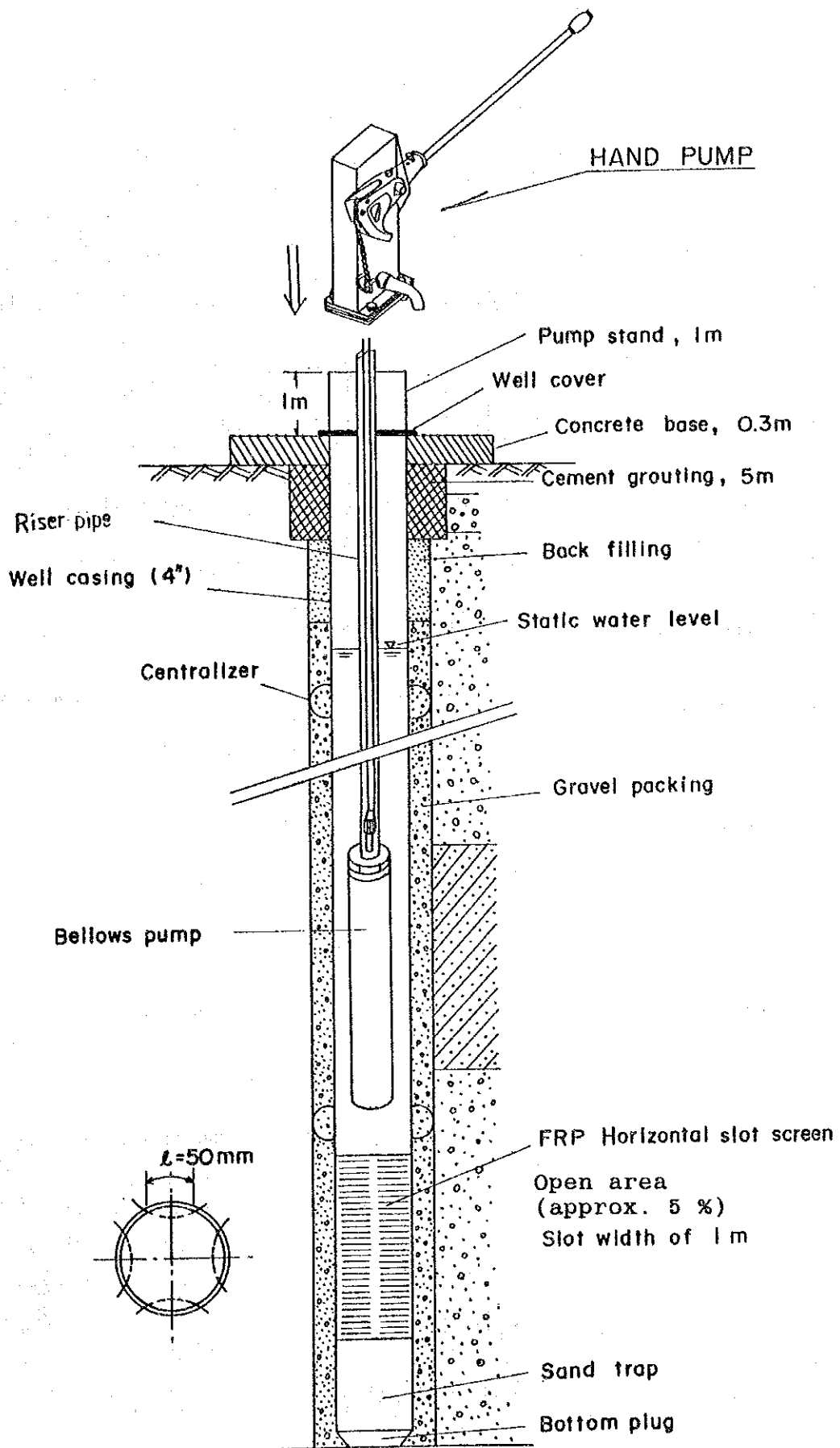


図-19 ハンドポンプ付井戸標準図

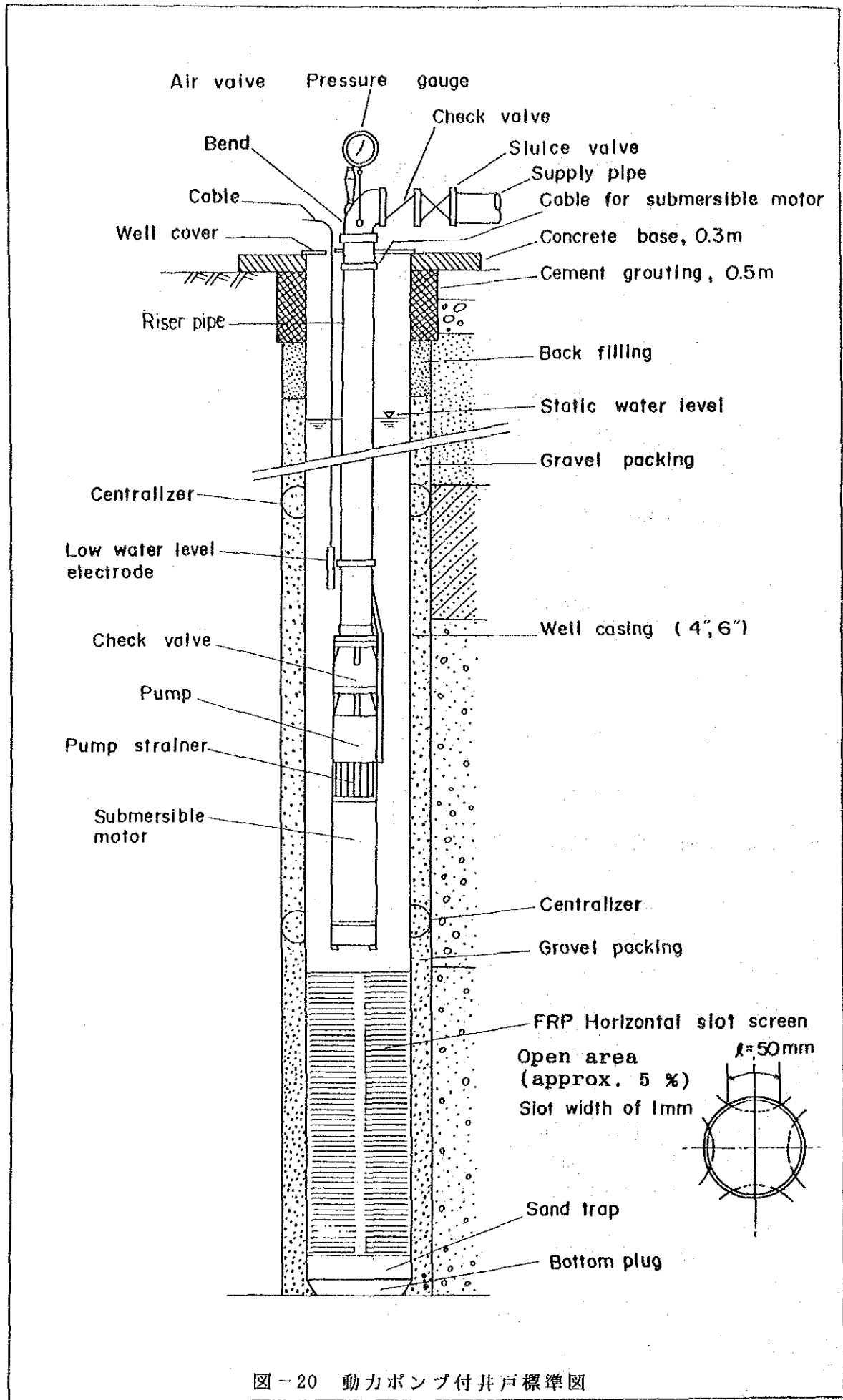
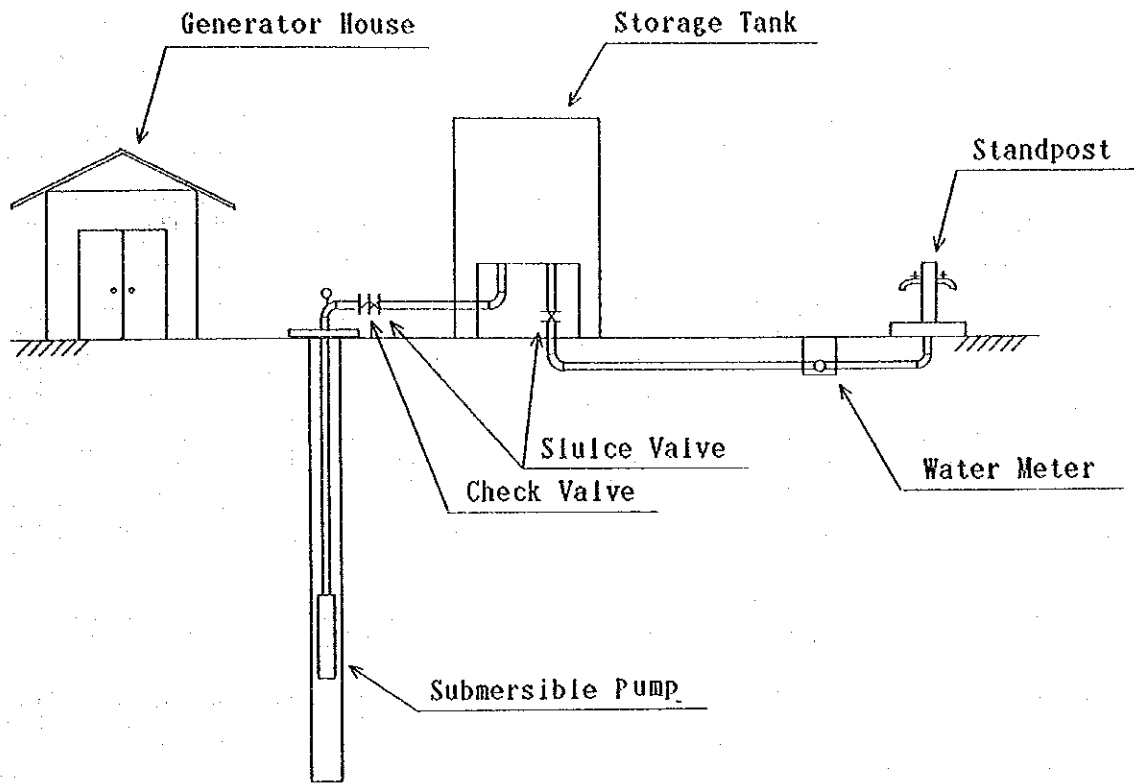


図-20 動力ポンプ付井戸標準図

Motor Pump Type



Hand Pump Type

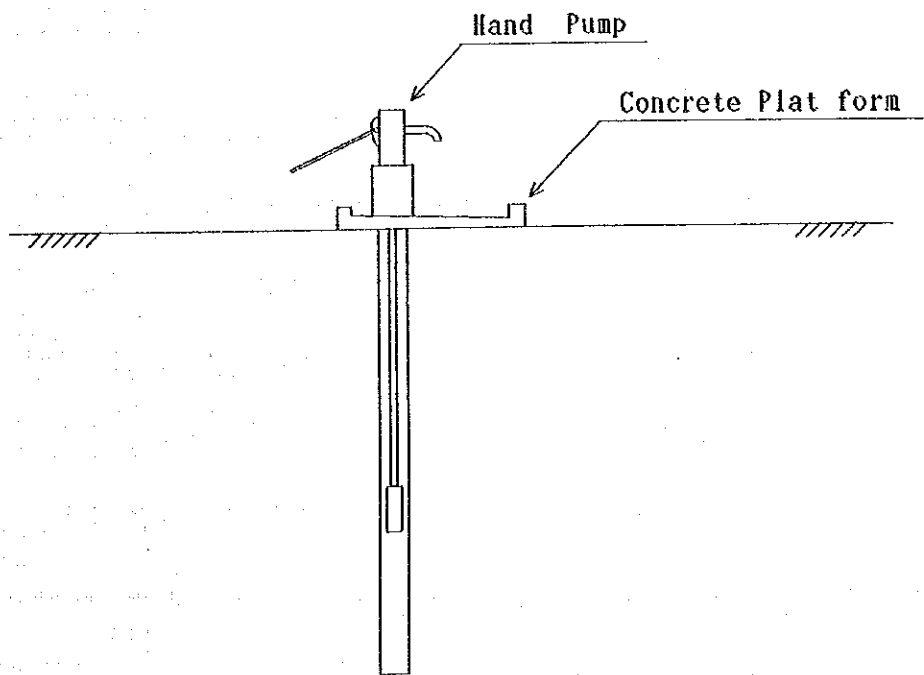


図-21 施設のプロシート

表-12 (1) 個別給水計画の概要

番号	村名	優先順位	井戸の仕様			現行 給水量 (m <sup>3</sup> /Day)	所用 給水量 (m <sup>3</sup> /Day)	機種の タイプ	住居集中率	村の特徴	地下水の特徴	計画概要
			生活用水 (m <sup>3</sup> /Day)	飼育牛用木 (m <sup>3</sup> /Day)	合計 (m <sup>3</sup> /Day)							
8	Mangolovolo	Aa	30.0	—	30.0	—	30.0	W-HP	YES	Large village near main road	High water table	Well & motorized pump-based system
22	Kanzy	As	14.0	7.0	21.0	4.0 (P)	17.0	W-HP-CT	NO	Medium, well off village, near main road	High water table, slightly turbid	Well with handpump, one for cattle watering
46	Berenty-Betsileo	As	61.0	—	61.0	—	61.0	HP	YES	Large, well off village in remote place, center of distribution	Salty groundwater, underflow water is more suitable for drinking water	Simple water work system including slow sand filtration
49	Tshandava-Antaifasy	Aa	53.0	—	53.0	—	53.0	W-HP	YES	Large village in remote place, center of distribution	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-based system, long distribution piping is required
62	Soaharo	Aa	74.0	14.0	88.0	20.0 (P)	68.0	HP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	Shallow groundwater is salty	Replace solar pump with conventional pump system, wide distribution piping required
53	Analaivasy	As	20.0	7.0	27.0	4.0 (P)	18.0	W-HP-CT	NO	Medium, well off village on road-9, commerce is developing	High water table	Well with hand pump, one for cattle watering
54	Belitsaka	As	34.0	14.0	48.0	7.0 (P)	41.0	HP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table	Replace handpump system with motorized pump system
55	Aqasikibo	Aa	52.0	14.0	66.0	4.0 (P)	56.0	HP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table	Replace handpump system with motorized pump system
56	Maaboha	As	39.0	14.0	53.0	7.0 (P)	48.0	HP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table by confined aquifer, requires deep well	Replace handpump system with motorized pump system
63	Mavombo-Ata	Aa	122.0	—	122.0	4.0 (P)	118.0	HP	NO	Large, well off village in remote place, center of distribution and culture	High water table	Replace handpump with motorized pump system, wide distribution required
68	Berenty	Aa	52.0	14.0	66.0	4.0 (P)	62.0	HP-CT	YES	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table by confined aquifer, requires deep well	Replace handpump with motorized pump system; wide distribution piping required
77	Andranovory	Aa	40.0	—	40.0	—	40.0	W-HP	YES	Medium village on road-7, relies on water vendors	Very low water table	Well & motorized pump-based system
92	Mahaboboka	Aa	52.0	—	52.0	—	52.0	W-HP	YES	Large, well off village on road-7, commerce is developing	Very high water table	Well & motorized pump-based system; wide distribution piping required
101	Akivilialinika	Aa	101.0	14.0	115.0	4.0 (P)	111.0	HP-CT	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table, slightly salty	Replace handpump with motorized pump system, wide distribution required
a	Befandriana	Aa	79.0	—	79.0	24.0 (P)	55.0	HP-EH	NO	Large, well off village on road-9, commerce is developing	High water table	Expansion of capacity & distribution of existing system
b	Betsiky Nord	As	52.0	—	52.0	—	52.0	W-HP-EH	YES	Large village near road-9	Low water table, confined water, requires deep well	Rehabilitation including new well drilling & pumping system
c	Andrachiraly	As	47.0	—	47.0	—	47.0	W-HP-EH	NO	Medium, well off village on road-7, relies on water vendors	Very low water table	Rehabilitation, existing facility is useless
d	Sakaraha	As	103.0	—	103.0	—	103.0	W-HP-EH	YES	City on road-7	High water table by confined aquifer, requires deep well	Rehabilitation, large expansion in capacity and distribution is required
e	Ankarabo	Aa	79.0	—	79.0	—	79.0	W-HP-EH	NO	City in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Rehabilitation, existing facility is useless
11	Andranomainty	Ab	37.0	—	37.0	—	37.0	W-HP	YES	Medium village near road-9, with promising farming	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-based system
14	Antsakobe	Ab	21.0	14.0	35.0	—	35.0	W-HP-CT	YES	Medium village on road-9, with promising farming	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-based system
25	Sihanaka	Ab	18.0	—	18.0	4.0 (P)	14.0	W-HP	NO	Small village near road-9, with promising farming	Very high water table	Well with handpump
29	Mangotroka	Ab	16.0	—	16.0	4.0 (P)	12.0	W-HP	NO	Small village on road-9, with promising farming	Very high water table	Well with handpump
34	Tandrono	Ab	92.0	—	92.0	—	92.0	HP	YES	Large village in remote place, with promising farming	High water table by confined aquifer, requires deep well	Install motorized pump system in existing well
36	Ampanantsetaky	Ab	21.0	—	21.0	—	21.0	W-HP	YES	Medium village in remote place, with promising farming	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
47	Akivilialokely	Ab	32.0	—	32.0	—	32.0	W-HP	NO	Medium, well off village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
58	Ankatrakatra	Ab	12.0	7.0	19.0	—	19.0	W-HP-CT	NO	Small, cattle breeding village, near road-9	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well with handpump, one for cattle watering
61	Beroroha	Ab	59.0	—	59.0	—	59.0	W-HP	YES	Large village in remote place with promising farming	Very high water table	Well & motorized pump-system as required
78	Befoty	Ab	23.0	7.0	30.0	—	30.0	W-HP-CT	NO	Medium village on road-7, relies on water vendors	Very low water table, confined water, requires deep well	Well & motorized pump-system
83	Andranolava	Ab	39.0	—	39.0	—	39.0	W-HP	NO	Large village in remote place, with promising farming, center of district	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
95	Apalany	Ab	28.0	—	28.0	4.0 (P)	22.0	HP	NO	Medium village in remote place, with promising, farming	Medium water table, confined aquifer, requires deep well	Replace handpump with motorized pump-system
40	Tanandava	Ba	10.0	—	10.0	—	10.0	W-HP	YES	Small village, close to MUKOARO city	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well with handpump

表-12(2) 個別給水計画の概要

番号	村落名	優先順位	井戸の仕様			現行 給水量	所用 給水量	建設の タイプ	住血区中否	村落の特徴	地下水の特徴	計画概要
			生活用水 (m <sup>3</sup> /day)	飼育牛用水 (m <sup>3</sup> /day)	合計 (m <sup>3</sup> /day)							
69	Amihasy	Ba	36.0	14.0	52.0	4.0 (P)	48.0	HP-CT	NO	Medium, cattle breeding village near road-9	Very high water table	Replace handpump with motorized pump-system
60	Asbondro	Ea	28.0	—	28.0	—	28.0	W-HP	NO	Medium village in remote place, with promising farming, difficult access	Very high water table	Well with handpump
65	Ankarabato	Ea	48.0	—	48.0	—	48.0	HP	NO	Large, well off village on road-9	High water table by confined aquifer, requires deep well	install motorized pump-system on a test well
5	Aabalamoa	Bb	28.0	—	28.0	—	28.0	W-HP	NO	Medium, poor village near road-9, with farming potential	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
6	Talenihy	Bb	38.0	—	38.0	—	38.0	W-HP	NO	Medium, poor village near road-9, with farming potential	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
7	Kamatoa	Bb	20.0	—	20.0	—	20.0	W-HP	YES	Small, poor village near road-9, with farming potential	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
15	Ambiky	Bb	36.0	—	36.0	—	36.0	W-HP	NO	Small, poor village near road-9, with farming potential	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
23	Amoza	Bb	18.0	—	18.0	4.0 (P)	14.0	W-HP	NO	Small, poor village near road-9, with farming potential	Very high water table	Well with handpump
57	Antseva	Bb	21.0	—	21.0	—	21.0	W-HP	NO	Small, poor village on road-9, with traditional wells	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump-system
62	Antsonarify	Bb	31.0	—	31.0	—	31.0	W-HP	YES	Medium, poor village in remote place	High water table	Well & motorized pump-system
67	Tsefanoka	Bb	23.0	—	23.0	7.0 (P)	16.0	W-HP	NO	Medium, poor village, easy access from road-9, with farming potential	High water table	Well with handpump
81	Mesoroka	Bb	26.0	—	26.0	4.0 (P)	22.0	HP	NO	Medium village, difficult access, with promising farming	Very high water table	install motorized pump system, must supply to elevated place
86	Besakoa(2)	Bb	31.0	—	31.0	—	31.0	W-HP	YES	Medium village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump system, distribution piping required
88	Maninday	Bb	18.0	—	18.0	4.0 (P)	14.0	W-HP	NO	Small village, easy access from road-7	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well with handpump
90	Tanambo	Bb	21.0	—	21.0	—	21.0	DM	YES	Small village in remote place, with farming potential	Very high water table	Protected dug well
94	Andrasiny-Vineta	Bb	14.0	—	14.0	—	14.0	W-HP	YES	Small village on road-7	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump system
88	Bereketa	Bb	13.0	—	13.0	—	13.0	W-HP	NO	Small village in remote place	High water table	Well with handpump
99	Akiliniraloka	Bb	21.0	—	21.0	—	21.0	DM	NO	Medium village in remote place, difficult access, with farming potential	Very high water table	Protected dug well
13	Tanandava	Ca	18.0	—	18.0	—	18.0	W-HP	YES	Small village on road-9 very poor, origin of big TANKADAVA near it	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump system
16	Talatavalo	Ca	17.0	—	17.0	—	17.0	W-HP	NO	Small, poor village, separated small settlements	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump
21	Antranosatra	Ca	15.0	—	15.0	—	15.0	W-HP	NO	Small, poor village, 2 separated settlements	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump
33	Andranomainty	Ca	20.0	—	20.0	—	20.0	W-HP	YES	Medium, poor village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump
41	Amoza	Ca	8.0	—	8.0	—	8.0	W-HP	YES	Small, poor village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump
42	Ipeloa Ata	Ca	3.0	—	3.0	—	3.0	W-HP	NO	Small, poor village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well & motorized pump
54	Antandrika	Ca	18.0	—	18.0	—	18.0	W-HP	NO	Small, poor village in remote place	High water table	Well & motorized pump
68	Andravo	Ca	68.0	—	68.0	—	68.0	DM	YES	Large fishing village, well off river, poor village on road-7, subsistence farming	Fresh water lies on top of salty water	Protected dug well to control drawing
79	Ankororoaka	Ca	3.0	—	3.0	—	3.0	W-HP	NO	Small, poor village on road-7, subsistence farming	Very low water table	Well & motorized pump system
82	Iaborana	Ca	6.0	—	6.0	—	6.0	W-HP	NO	Small village in remote place	Low water table	Well & motorized pump system
84	Lambokandro	Ca	5.0	—	5.0	—	5.0	W-HP	YES	Small, poor village in remote place	High water table by confined aquifer, requires deep well	Well with handpump
91	Ambahimitay	Ca	21.0	—	21.0	—	21.0	DM	YES	Medium village in remote place, promising farming far from consumers	Very high water table	Protected dug well
30	Koay-Ambonitra	Cb	28.0	—	28.0	—	28.0	W-HP	YES	Medium village in remote place, difficult access, good farming potential	Very high water table	Well with handpump
31	Tsiarimboke	Cb	21.0	—	21.0	—	21.0	W-HP	NO	Medium village in remote place, traditional water source is abandoned, good farming potential	Very high water table	Well with handpump
71	Ampihalia	Cb	26.0	—	26.0	—	26.0	W-HP	NO	Medium village along FIKERANA river, difficult access, good farming potential	Underflow water	Well & motorized pump system

表-12(3)

## 個別給水計画の概要

番号	村落名	優先順位	井戸の仕様			現行 給水量 (m <sup>3</sup> /day)	所川 給水量 (m <sup>3</sup> /day)	建設の タイプ	住居集中度	村落の特徴	地下水の特徴	計画概要
			生活用水 (m <sup>3</sup> /day)	飼育牛用水 (m <sup>3</sup> /day)	合計 (m <sup>3</sup> /day)							
72	Baboogy	Cb	28.0	—	28.0	—	28.0	W-HP	NO	Medium village along FIBERIANA river, difficult access, mountainous	Underflow water	Well & motorized pump
73	Asholokira	Cb	12.0	—	12.0	—	12.0	W-HP	NO	Small poor village along FIBERIANA river, difficult access, mountainous	Underflow water	Well with handpump
100	Akivilalo	Cb	52.0	—	52.0	—	52.0	W-HP	NO	Large, well off village in remote place, center of distribution, difficult access	High water table	Well & motorized pump system, wide distribution
1	Ankaromanga	D	18.0	—	18.0	—	18.0	DW	YES	Small poor village in northern part, subsistence farming	Very high water table	Protected dug well
2	Bendabo	D	18.0	—	18.0	—	18.0	DW	YES	Small poor village in northern part, subsistence farming	Very high water table	Protected dug well
3	Befasy	D	18.0	—	18.0	—	18.0	DW	YES	Small poor village in northern part, subsistence farming	Very high water table	Protected dug well
4	Akivilalo(1)	D	10.0	—	10.0	—	10.0	DW	NO	Small poor village in northern part, subsistence farming	Very high water table	Protected dug well
9	Akida	D	0.4	—	0.4	—	0.4	W-HP	NO	Five villages, poor, subsistence farming	High water table but deeper drilling necessary	Well with handpump
12	Berantala	D	13.0	—	13.0	—	13.0	W-HP	YES	Small village, poor, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well & motorized pump system
17	Karavato	B	10.0	—	10.0	—	10.0	W-HP	NO	Small village, poor, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well & motorized pump, no distribution pipe
18	Antranoboka	D	18.0	—	18.0	—	18.0	W-HP	NO	Small village, poor, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well & motorized pump
24	Akivilalo(2)	B	12.0	—	12.0	—	12.0	W-HP	NO	Small village, poor, subsistence farming	High water table	Well with handpump
27	Basilasy	D	28.0	—	28.0	4.0 (F)	22.0	Deeply from Anatalelo	YES	Large village in remote place, center of district	Available but poor quality not suitable for drinking	Transfer pipeline from ANALATELO
36	Antranomana	D	18.0	—	18.0	—	18.0	W-HP	NO	Small, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
37	Hankiala	D	8.0	—	8.0	—	8.0	W-HP	NO	Small, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
38	Berenly-Akivilasy	D	3.0	—	3.0	—	3.0	W-HP	NO	Five, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
39	Betainelo	B	0.9	—	0.9	—	0.9	W-HP	YES	Five, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
43	Mandobe Ala	B	3.0	—	3.0	—	3.0	DW	YES	Five, poor village in remote place, subsistence farming	Very shallow aquifer	Protected dug well
44	Soalanibary	D	2.0	—	2.0	—	2.0	DW	NO	Five, poor village in remote place, subsistence farming	Very shallow aquifer	Protected dug well
45	Sehanoty Ala	D	5.0	—	5.0	—	5.0	DW	YES	Five, poor village in remote place, subsistence farming	Very shallow aquifer	Protected dug well
55	Anobocano	D	8.0	—	8.0	—	8.0	W-HP	NO	Small, poor village far from road-9, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
70	Anjama	D	4.0	—	4.0	—	4.0	W-HP	NO	Five, poor village along FIBERIANA river, difficult access	Underflow water	Well with handpump
74	Niary	B	52.0	14.0	66.0	—	66.0	W-HP-CI	NO	Large village near TOLARA City, supplied by JIRANA	High water table	Well & motorized pump system
75	Befanasy	B	18.0	—	18.0	—	18.0	W-HP	NO	Medium village near TOLARA City, supplied by JIRANA	High water table	Well & motorized pump system
78	Talvonobe	D	0.8	—	0.8	—	0.8	DW	NO	Five, poor village on road-9, subsistence farming	High water table	Protected dug well
80	Ambchimavavona	D	52.0	—	52.0	—	52.0	Spring	NO	Large village, center of district, good farming potential	Spring can be used	Piping from spring
88	Bevoavo	D	6.0	—	6.0	—	6.0	DW	NO	Small, poor village in remote place, subsistence farming	High water table	Protected dug well
93	Mabaso	D	0.8	—	0.8	—	0.8	W-HP	YES	Five, poor village on road-7, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump
97	Antanora	D	8.0	—	8.0	—	8.0	W-HP	NO	Small, poor village in remote place, subsistence farming	In spite of high water table, deeper drilling is required	Well with handpump

表-13(1) 個別給水計画の施設概要

番号	村名	優先順位	施設のタイプ	井戸の仕様				ハンドポンプ		水中モーターポンプ		エンジン		貯水槽 容量 (m <sup>3</sup> )	配水	
				寸法	(静水位/動水位)		数量	容量×全水頭	数量	容量×全水頭	数量	ジェネレータ 出力 (KVA)	数量		給水栓	飼牛用
					既存	新規										
8	Nangolovolo	Aa	M-HP	φ8" × 30.0 m ( 5.00 m/ 10.00 m)		1	—		108 l/min× 19 m	1	1	15	5			
22	Nepov	Aa	M-HP-CT	φ4" × 40.0 m ( 8.50 m/ 9.50 m)		1	3	20 l/min× 10 m	3	—				1		
45	Bérenly-Botzileo	Aa	M-HP	φ6" × 30.0 m ( 3.00 m/ 10.00 m)		1	—		169 l/min× 18 m	1	1	30	8			
49	Yanadava-Antalfasy	Aa	M-HP	φ6" × 100.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m)		1	—		147 l/min× 31 m	1	1	30	7			
52	Bostazo	Aa	M-HP-CT	φ4" × 76.0 m ( 35.70 m/ 39.69 m)		1	—		244 l/min× 45 m	1	1	30	10	1		
53	Analamitany	Aa	M-HP-CT	φ4" × 71.0 m ( 13.11 m/ 16.60 m)		1	2	20 l/min× 19 m	2	—				1		
54	Belliska	Aa	M-HP-CT	φ4" × 66.0 m ( 12.78 m/ 33.00 m)		1	—		133 l/min× 39 m	1	1	15	5	1		
66	Ampakibo	Aa	M-HP-CT	φ4" × 50.0 m ( 9.16 m/ 15.12 m)		1	—		172 l/min× 22 m	1	1	30	8	1		
68	Namboha	Aa	M-HP-CT	φ4" × 63.0 m ( 15.50 m/ 24.00 m)		1	—		147 l/min× 40 m	1	1	30	6	1		
63	Marambo-Ata	Aa	M-HP	φ6" × 27.0 m ( 4.53 m/ 5.53 m)		1	—		339 l/min× 12 m	1	1	30	16			
69	Besatsy	Aa	M-HP-CT	φ6" × 72.0 m ( 13.51 m/ 17.30 m)		1	—		183 l/min× 24 m	1	1	30	8	1		
77	Andracovory	Aa	M-HP	φ6" × 150.0 m ( 115.00 m/ 125.00 m)		1	—		111 l/min× 131 m	1	1	15	5			
92	Mahaboka	Aa	M-HP	φ6" × 30.0 m ( 5.00 m/ 10.00 m)		1	—		144 l/min× 16 m	1	1	30	7			
101	Ankilimilika	Aa	M-HP-CT	φ4" × 66.0 m ( 14.35 m/ 17.70 m)		1	—		319 l/min× 23 m	1	1	40	14	1		
a	Befandriana	Aa	M-HP-BH	φ6" × 53.0 m ( 12.30 m/ 13.28 m)		1	—		219 l/min× 20 m	1	1	30	10			
b	Betsiky Nord	Aa	M-HP-BH	φ6" × 150.0 m ( 60.00 m/ 90.00 m)		1	—		144 l/min× 86 m	1	1	30	7			
c	Andrachinany	Aa	M-HP-BH	φ6" × 250.0 m ( 207.00 m/ 220.00 m)		1	—		131 l/min× 228 m	1	1	15	6			
d	Sakaraha	Aa	M-HP-BH	φ6" × 30.8 m ( 10.66 m/ 21.60 m)		1	—		100 l/min× 28 m	1	1	30	24			
e	Ankazoabo	Aa	M-HP-BH	φ6" × 100.0 m ( 27.50 m/ 38.00 m)		1	—		150 l/min× 44 m	1	1	30	10			
11	Andraomenintsy	Ab	M-HP	φ6" × 200.0 m ( 30.00 m/ 40.00 m)		1	—		103 l/min× 48 m	1	1	15	5			
14	Antsakoabe	Ab	M-HP-CT	φ6" × 200.0 m ( 30.00 m/ 40.00 m)		1	—		97 l/min× 46 m	1	1	15	4	1		
26	Sihanaka	Ab	M-HP	φ4" × 40.0 m ( 6.00 m/ 6.50 m)		1	2	20 l/min× 7 m	2	—						
29	Mangitroka	Ab	M-HP	φ4" × 40.0 m ( 3.80 m/ 3.80 m)		1	2	20 l/min× 4 m	2	—						
34	Tandrono	Ab	M-HP	φ6" × 150.0 m ( 25.58 m/ 22.76 m)		1	—		256 l/min× 39 m	1	1	40	12			
36	Amandranjitsakay	Ab	M-HP	φ6" × 150.0 m ( 25.00 m/ 33.00 m)		1	—		59 l/min× 30 m	1	1	10	3			
47	Ankilivalokely	Ab	M-HP	φ6" × 200.0 m ( 20.00 m/ 40.00 m)		1	—		69 l/min× 68 m	1	1	15	4			
58	Aktrabatra	Ab	M-HP-CT	φ4" × 70.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)		3	20 l/min× 15 m	3	—					1		
61	Beroroha	Ab	M-HP	φ4" × 50.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m)		1	—		164 l/min× 31 m	1	1	30	8			
78	Befoly	Ab	M-HP-CT	φ6" × 250.0 m ( 178.58 m/ 185.00 m)		1	—		83 l/min× 191 m	1	1	10	3	1		
83	Andranolava	Ab	M-HP	φ4" × 100.0 m ( 20.00 m/ 27.00 m)		1	—		108 l/min× 33 m	1	1	15	5			
96	Apalamary	Ab	M-HP	φ6" × 204.0 m ( 35.00 m/ 43.62 m)		1	—		72 l/min× 59 m	1	1	10	4			
40	Tanadava	Ba	M-HP	φ6" × 100.0 m ( 20.00 m/ 25.00 m)		1	20 l/min× 25 m	1	—							
59	Ampihay	Ba	M-HP-CT	φ4" × 53.0 m ( 8.39 m/ 15.33 m)		1	—		144 l/min× 22 m	1	1	30	6	1		
60	Ambondro	Ba	M-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m)		3	20 l/min× 15 m	3	—							
65	Akarakabato	Ba	M-HP	φ4" × 76.0 m ( 3.40 m/ 6.40 m)		1	—		133 l/min× 13 m	1	1	15	6			
5	Ambalawa	Bb	M-HP	φ6" × 150.0 m ( 20.00 m/ 30.00 m)		1	—		72 l/min× 38 m	1	1	10	4			
6	Tsianihy	Bb	M-HP	φ6" × 150.0 m ( 20.00 m/ 30.00 m)		1	—		100 l/min× 36 m	1	1	15	5			
7	Banatoa	Bb	M-HP	φ6" × 150.0 m ( 20.00 m/ 30.00 m)		1	—		56 l/min× 38 m	1	1	10	3			
16	Mehivy	Bb	M-HP	φ6" × 200.0 m ( 25.00 m/ 35.00 m)		1	—		100 l/min× 41 m	1	1	10	5			
23	Ampoza	Bb	M-HP	φ4" × 50.0 m ( 5.50 m/ 6.20 m)		1	2	20 l/min× 7 m	2	—						
57	Antsena	Bb	M-HP	φ4" × 70.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)		3	20 l/min× 20 m	3	—							
62	Antsomafidy	Bb	M-HP	φ4" × 50.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m)		1	—		86 l/min× 28 m	1	1	15	4			
67	Tsafanoka	Bb	M-HP	φ4" × 45.0 m ( 25.50 m/ 28.00 m)		1	2	20 l/min× 28 m	2	—						
81	Mamoroka	Bb	M-HP	φ4" × 58.0 m ( 5.25 m/ 5.25 m)		1	—		72 l/min× 12 m	1	1	10	4			
86	Besokos(2)	Bb	M-HP	φ4" × 100.0 m ( 20.00 m/ 28.00 m)		1	—		86 l/min× 32 m	1	1	15	4			



表-13(2) 個別給水計画の施設概要

番号	村名	優先順位	施設のタイプ	井戸の仕様		数量	ハンドポンプ		水中モーターポンプ		エンジン		貯水槽	配水		
				寸法	(静水位/動水位)		容量×全水頭	数量	容量×全水頭	数量	ジェネレータ	出力		数量	容量	給水栓
				φ6" × 73.5 m ( 16.37 m/ 16.90 m )		1										
88	Maninday	Bb	W-HP	φ4" × 70.0 m ( 16.50 m/ 17.00 m )		2	20 l/min×17 m	2	-							
89	Tanedao	Bb	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m )		4	-	-								
94	Andasany-Vineta	Bb	W-HP	φ6" × 150.0 m ( 20.00 m/ 30.00 m )		1	-	36 l/min×36 m	1	1	1	10	2			
98	Bereketa	Bb	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 5.00 m/ 10.00 m )		1	-	36 l/min×16 m	1	1	1	10	2			
99	Ankijaitraloka	Bb	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m )		4	-	-								
13	Tanandra	Ca	W-HP	φ8" × 200.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m )		1	-	44 l/min×28 m	1	1	1	10	2			
15	Talatalalo	Ca	W-HP	φ6" × 200.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m )		1	-	47 l/min×31 m	1	1	1	10	3			
21	Andraosatra	Ca	W-HP	φ6" × 200.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m )		1	-	42 l/min×31 m	1	1	1	10	2			
33	Andraomainty	Ca	W-HP	φ6" × 150.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m )		1	-	56 l/min×31 m	1	1	1	10	3			
41	Ansoza	Ca	W-HP	φ8" × 150.0 m ( 35.00 m/ 40.00 m )		1	20 l/min×40 m	1	-							
42	Ipeisa Ata	Ca	W-HP	φ6" × 150.0 m ( 35.00 m/ 40.00 m )		1	20 l/min×40 m	1	-							
64	Andredroka	Ca	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m )		3	20 l/min×20 m	3	-							
69	Andreo	Ca	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m )		6	-	-								
79	Ankovanika	Ca	W-HP	φ6" × 250.0 m ( 210.00 m/ 215.00 m )		1	-	8 l/min×221 m	1	1	1	10	1			
82	Iaborana	Ca	W-HP	φ6" × 200.0 m ( 70.00 m/ 80.00 m )		1	-	17 l/min×66 m	1	1	1	10	1			
84	Lamborakandro	Ca	W-HP	φ4" × 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m )		1	20 l/min×20 m	1	-							
91	Abobihajitsy	Ca	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m )		4	-	-								
93	Kasy-Ambositra	Cb	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m )		3	20 l/min×15 m	3	-							
91	Tsiarigodike	Cb	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m )		3	20 l/min×15 m	3	-							
71	Aspialia	Cb	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m )		1	-	72 l/min×21 m	1	1	1	10	4			
72	Babony	Cb	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m )		1	-	72 l/min×21 m	1	1	1	10	4			
73	Andolomira	Cb	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m )		2	20 l/min×15 m	2	-							
90	Ankivilalo	Cb	W-HP	φ4" × 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m )		1	-	144 l/min×28 m	1	1	1	30	7			
1	Andraosanga	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m )		3	-	-								
2	Besabo	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m )		3	-	-								
3	Befasy	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m )		3	-	-								
4	Ankivilolo(1)	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m )		2	-	-								
9	Ankida	D	W-HP	φ5" × 20.0 m ( 5.00 m/ 10.00 m )		1	20 l/min×10 m	1	-							
12	Berantala	D	W-HP	φ6" × 200.0 m ( 30.00 m/ 40.00 m )		1	-	36 l/min×46 m	1	1	1	10	2			
17	Marovato	D	W-HP	φ6" × 200.0 m ( 30.00 m/ 35.00 m )		1	20 l/min×35 m	1	-							
18	Andraoboka	D	W-HP	φ6" × 200.0 m ( 30.00 m/ 40.00 m )		1	-	44 l/min×45 m	1	1	1	10	2			
24	Ankivilolo(2)	D	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m )		2	20 l/min×20 m	2	-							
27	Besibasy	D	Supply from Analatelo				-	72 l/min×9 m	1	1	1					
35	Andraosafura	D	W-HP	φ6" × 100.0 m ( 15.00 m/ 25.00 m )		1	-	44 l/min×31 m	1	1	1	10	2			
37	Mankiala	D	W-HP	φ6" × 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m )		1	20 l/min×25 m	1	-							
38	Berenty-Ankilynasy	D	W-HP	φ6" × 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m )		1	20 l/min×20 m	1	-							
39	Betainefo	D	W-HP	φ6" × 100.0 m ( 15.00 m/ 20.00 m )		1	20 l/min×20 m	1	-							
43	Mondabe Ata	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m )		1	-	-								
44	Sostaninbarv	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m )		1	-	-								
45	Sobanony Ata	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m )		1	-	-								
65	Andharano	D	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m )		1	20 l/min×15 m	1	-							
70	Anlanala	D	W-HP	φ4" × 60.0 m ( 10.00 m/ 15.00 m )		1	20 l/min×15 m	1	-							
74	Miary	D	W-HP-CT	φ4" × 50.0 m ( 8.00 m/ 12.00 m )		1	-	183 l/min×18 m	1	1	1	30	6	1		
75	Befanasy	D	W-HP	φ4" × 50.0 m ( 8.00 m/ 12.00 m )		2	20 l/min×12 m	2	-							
78	Tajvoobe	D	DW	7.0 m ( 5.00 m/ 6.00 m )		1	-	-								
80	Abobihaveloana	D	Spring				-	-								
89	Bevoalavo	D	DW	10.0 m ( 8.00 m/ 9.00 m )		1	-	-								
93	Mahasoa	D	W-HP	φ4" × 150.0 m ( 20.00 m/ 25.00 m )		1	20 l/min×25 m	1	-							
97	Antanizora	D	W-HP	φ6" × 150.0 m ( 30.00 m/ 35.00 m )		1	20 l/min×35 m	1	-							

迫度及び運営・維持管理能力も高い村落であって、合計村落数50ヶ村で人口は76,016人であり、全体人口101,866人の74.6%を占めている。

Cランクの村落には、水需要の逼迫度と運営・維持管理能力は高いが地下水開発の可能性が低い村落（Ca）、水需要の逼迫度は高いが地下水開発の可能性と運営・維持管理能力が低い村落（Cb）、地下水開発の可能性と水需要の逼迫度は高いがアクセス条件が通年不良であり、かつ、運営・維持管理能力が低い村落（Cc）などが含まれている。

Dランクの村落は、多くが、地下水開発の可能性が低く、かつ、水需要の逼迫度も低い村落になっている。

以上のような要請村落の自然的及び社会・経済的条件から判断して、給水事業の実施計画を策定する地下水開発優先村落としては、A及びBランクの50ヶ村（76,016人－1990年）をその対象村落として選定することとした。

なお、C・Dランク村落（44ヶ村、25,850人）の給水計画については、村落へのアクセスなど、周辺条件の整備を行なった上で実施する必要があるとあり、給水基本計画自体はA・Bランク村落と同精度で策定したが、その実施計画（事業費の積算と実施工程等）については概略検討の範囲にとどめた。また、国道7号線の沿線には、本調査の対象候補村落に含まれない、水需要の逼迫度が極めて高い村落が20ヶ村以上（人口約23,000人）存在するほかに、国道9号沿線にも候補村落からもれたかなりの数の中・大規模村落が存在している。したがって、C・Dランクの、給水計画の実施に際しては、このような側面からの再検討の必要性もあるものと判断される。

### 9. 3. 2 実施計画

#### (1) 実施機関

計画実施機関はマダガスカル国政府の工業・エネルギー・鉱山省（MIEM）であり、同省内の水利・エネルギー・水文地質局が計画実施の管理と調整の掌にあたる。MIEMはトリアラ市に、トリアラ州全域を担当する支局を設けており、このトリアラ支所が現地建設の管理に関する支援を行なう。

#### (2) 実施方針

計画地域への安全な生活用水供給システムの実現は、緊急を要する公共事業の一つである。しかし、現下の地方給水セクターの極めて限られた財源、技術力から見て外国の財政的、技術的協力なしには、到底計画実現の進展は望めない。ただ、1960年代の外国援助受入れ期と違って、給水施設の運営・維持管理に対する地方住民の参加意欲と、コスト負担能力がかなりの水準に達しているために、初期の投資をまかなえば計画実施に大きな障害はない。

現在、MIEMは3基のボーリング機械とその補助機器を所有している。しかしその能力は、本計画に含まれる深井戸の掘削には、十分でない。従って、本計画実施のためには、新たに300m以上の掘削能力を有するボーリング機械1台の入手が必要である。

本計画の実施のためには、マダガスカル国政府が外国から必要な資金供与を得て、MIEMが外国コンサルタント・建設業者を雇用し、設計・調達・建設を一貫責任で実施させることが望ましい。しかし、村落住民の資力・労力で十分に施工可能な掘り井戸、排水溝、施設まわりの柵等については、MIEM-住民の自助努力による工事範囲として計画する。

本計画の実施は短年月で完了することが望ましいが、投入資金の手当て、村落レベルの運営・維持管理組織の熟成及び技術的支援体制の強化等をプロジェクト実施と並行して行なう必要があることから考え、2～3年の期間をかけて行なうのが妥当と判断される。その方が、他の社会・生活関連セクターとの均衡の取れた資源配分を保つ意味から望ましい。

計画は2期間に分けて実施するのが適当であろう。

第1期にはトリアラ(II)県東部、サカラハ県、アンカゾアボ県に属するAa～Bbクラスの計画対象村落に対する計画を実施する。この地域は水供給に緊急性が高く、かつ地下水の帯水層が深く、開発が比較的困難である。それ以外の地域の優先度の高いAa～Bbクラスの対象村落は、第2期の実施計画にくりいれる。調査期間中に試験井を利用して設置されたハンドポンプの大部分は、第1期、第2期計画実施期間中に動力式ポンプと置き換えられ、試験井は生産井に転用される。

### (3) 実施スケジュール

基本方針に従って実施スケジュールを組むと全32ヶ月を要することとなる。

計画の実施は、先ず政府による計画の承認、外国政府との援助に係わる協定の締結等の準備期間を経て始まる。スケジュールでは、直接的な施設建設作業に要する期間以外に、エンジニアリングサービス、調整及び建設に係わる契約業務、資機材の調達、海上輸送等に要する期間も考慮している。

第1期の実施期間中のクリティカルパスは、ボーリング機械(1基)の調達→その海上・陸上輸送→深井戸(150m以上)の掘削・建設に沿うルートである。

次頁に計画実施の概要を示す表と図を示す。

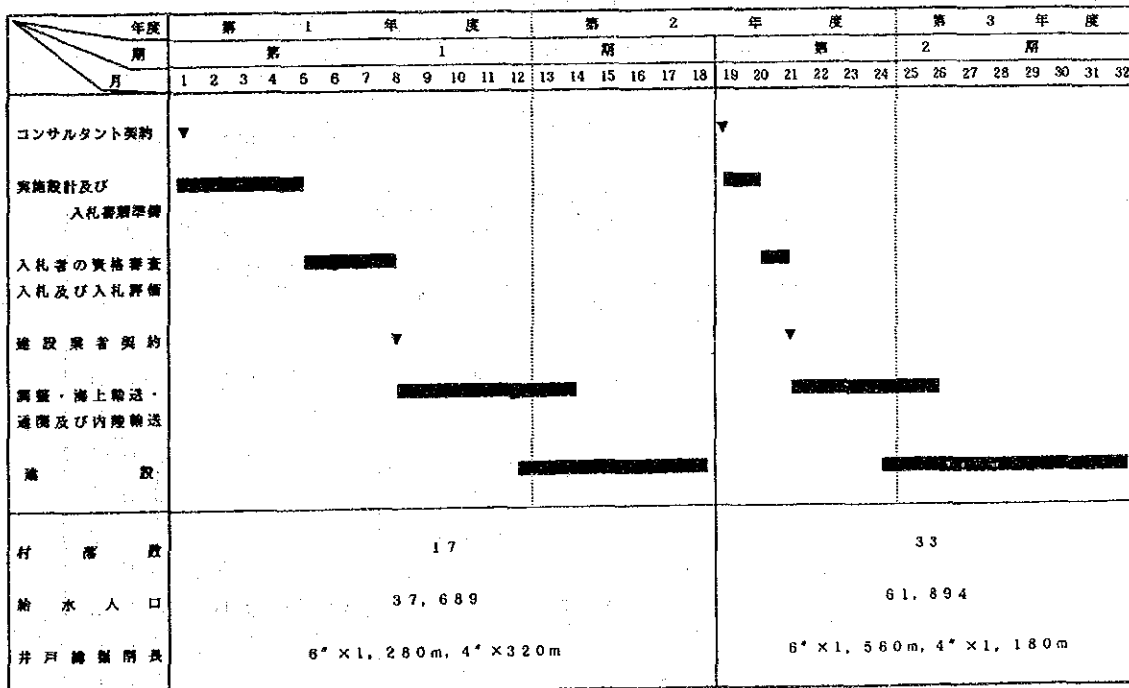
### (4) 運営・維持管理計画

1) 施設の運営・維持管理は、村落住民が先ず Water Committee を結成して、これに当り、当面、MIEMトリアラ支部が巡回サービスチームを派遣して技術的なバックアップをする体制を取る。この体制は、現状で取り得る唯一の選

表-14 計画実施の概要

期	第 1 期	第 2 期
期 間	18ヶ月	14ヶ月
村 落 数	17(A a~B b)	33(A a~B b)
受 益 者		
・ 住 民	37,689	61,894
・ 飼 育 牛	6,000	2,000
管井の数	6" 9本、1280m	6" 11本、1560m
(総掘削長)	4" 4本、320m	4" 22本、1180m
種類別の施設数		
・ DW	—	2
・ W・HP	2	9
・ MP	4	9
・ W・MP	11	12
・ WW	—	1

図-22 計画実施スケジュール



択であるが、散在する村落部の給水システムに中央型のバックアップ体制を取ることにはもともと物理的に無理があり、バックアップの任務を徐々にM I E Mからより村落に近い郡役所・県役所に移管することが求められる。運営・維持管理に伴うコストについては受益者負担の原則を貫くことが可能であり、現実に大きな障害は認められない。表-15に、当面の運営・維持管理システムを説明するための要約表を掲げる。

2) 村落住民側で負担すべき運営・維持管理費について、二つの標準例につき計算し表-16に示す。予想される負担は十分に村落住民の支払意思の限度内に止まる。

表-15 運営・維持管理体制の要約

組 織	責 務
村落レベル Water committee 及び Care takers	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施設の運転</li> <li>・日常維持管理（清掃、パイプ・貯槽等の漏れの検査、排水溝の管理、補修塗り）</li> <li>・ポンプ運転時間、給水時間の管理</li> <li>・運転日誌の記録</li> <li>・M I E Mに対する報告・通報</li> <li>・O/Mコストの使用者からの集金</li> </ul>
中央レベル M I E M トリアラ支部	<ul style="list-style-type: none"> <li>・定期検査による予防的メンテナンス</li> <li>・修理</li> <li>・部品の在庫管理</li> <li>・データ、情報の管理</li> <li>・Care taker のトレーニング</li> </ul>
国家レベル M I E M	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運営・維持管理のモニタリング</li> <li>・海外調達</li> <li>・トレーニング計画</li> </ul>

表-16 運営・維持管理費の概算

標 準 例	費 目	コ ス ト (FMG/年)
1. ハンドポンプによる給水 (給水人口; 300 人)	・ Care takerの給与	6, 000
	・ ポンプ部品	70, 000
	・ 交通・運搬費	20, 000
	・ 雑費	10, 000
	合 計	106, 000
	一人当りのコスト	353
2. 動力式ポンプ方式の給水 (給水人口; 1,000人)	・ Care takerの給与	12, 000
	・ 燃料油代	1, 500, 000
	・ 部品	500, 000
	・ 交通・運搬費	40, 000
	・ 雑費	50, 000
合 計	2, 102, 000	
	一人当りのコスト	2, 102

### 3) 支援活動に要する投資及び経費

M I E M トリアラ支所は、村落給水に対する支援活動を行なうために、新たな経常経費の増額と設備投資を必要とする。以下にその要約を示す。

#### i) 人員増員計画

人員増加は、巡回サービスチームの新設のためであり、1991年度中に最初の1チーム、1994年度までに2番目のチームを発足させねばならない。1チーム当りの人員構成は、以下のとおりである。

機械	1	名
助手	1	名
クラーク	1	名
運転手	1	名

ii) 技術サービスに要する直接費は原則として村落側の負担とするが、定期巡回、検査等の費用はM I E M 側の経常予算の増額で処理すべきと考えられる。年間の経常費を以下に示す(ただし巡回チーム1の場合)。

費目	F M G / 年
給与	2, 700, 000
燃料油代	720, 000
車輛維持費	1, 000, 000
保険料	300, 000
雑費	20, 000
合計	4, 740, 000

#### iii) 修理工場・設備投資

修理工場の設備を増設するため、初年度に以下の設備投資を要する。

機械及びツール	個数
・小型旋盤	1
・機械鋸	1
・豎型ボール盤	1
・電気卓上グラインダー	1
・ポータブル電気ドリル	1
・油圧ジャッキ	3
・メータ検査装置	1
・電工用ツール	3 セット
・機械工用ツール	3 セット
・配管工用ツール	3 セット
・作業台(バイス付)	3
・雑工具	3 セット
・手動油ポンプ	3

建屋修理・改修等は、マイナーな工事と考えられるので、M I E M の従来の修繕費の限度内で処理できるものとする。

### 9.3.3 事業費

計画に要する事業費は、A・Bランク50ヶ村各村落ごとに工事費を算定した。事業費は次のように見込まれる。

#### (1) 積算条件

- 1) 積算時点 1990年11月
- 2) 外国為替交換率 1 US \$ = 131.45円  
1 US \$ = 1418.87 FMG
- 3) 建設期間 32ヶ月
- 4) 建設機材 建設工事ではリグ2台稼働を計画し、このうち1台分のリグ及び支援車両類については、これまでに日本政府が供与した一式をM I E M より借用するものとする。更に、300~500m級リグ一台及び支援資機材を新たに供与するものとし、この2チームによって工事を行なう。

	Phase I		Phase II		合計	
	百万円	US\$ x10 <sup>3</sup>	百万円	US\$ x10 <sup>3</sup>	百万円	US\$ x10 <sup>3</sup>
土木工事	92	( 701 )	131	( 992 )	223	( 1,693 )
削井工事	85	( 643 )	149	( 1,136 )	234	( 1,779 )
機器設置工事	98	( 745 )	101	( 769 )	199	( 1,514 )
水道施設工事	55	( 422 )	59	( 450 )	114	( 872 )
計	330	( 2,511 )	440	( 3,347 )	770	( 5,858 )
機材費	341	( 2,591 )			341	( 2,591 )
設計管理費	54	( 408 )	35	( 268 )	89	( 676 )
予備費	49	( 371 )	43	( 327 )	92	( 698 )
合計	774	( 5,881 )	518	( 3,942 )	1,292	( 9,823 )

#### 9. 4 事業評価

自然条件から見ると、トリアラ州はマダガスカル島の中でも最も降水量の少ない地域に属し、その為利用可能な水資源は激しい制約を受けている。特に農村部では年間を通じて表流水自体の利用が困難な地域も多い。

この水資源の制約は経済にも影響をおよぼす事は当然であり、例えば主食である米の一人当たり生産額は全国ランクでも最低の水準である。

このような状況から、マダガスカル国政府としても、トリアラ州を含めた南西部の開発を重視している。

- (1) 本計画の実施により、計画対象村落に対する安全な生活用水の供給量は全体で1995 m<sup>3</sup>/日増加する。1990年度における安全な生活用水の供給量は131 m<sup>3</sup>/日であり、計画実施による供給増加量のもつ影響は大きい。

これを供給人口の面から眺めると、計画実施後安全な生活用水の供給を受ける人口は76,016人(1990年)、99,583人(2000年)となる。対象地域であるトリアラ(Ⅱ)、モロンベ、サカラハ、アンカゾアボ、ペロロハの5県における人口は1988年調査時で337,158人であり、1990年には、365,025人と推定される。この時点で計算した場合、計画実施後の給水率はこの5県内で20.8%となる。トリアラ州全体の人口については1975年センサス 2.76%の増加率で計算すると、1990年で約1,650,000と推定される。この場合、トリアラ(Ⅰ)における給水人口を10万人程度と仮定すると、州全体の給水率は、10%程度になるものと考えられる。

- (2) 給水施設の維持管理を村落側がどれだけ負担できるかについては、12ヵ村223人を対象とした支払意思(Willingness to Pay)調査を実施して検討した。本調査の場合は受益村民へ直接聞き取り調査を実施したものであり、回答は収入を前提とした支払可能な範囲で行われたものと見做すことがとが出来ると判断される。この結果、1家族1ヵ月当りの支払いは、1000人以下の小規模村落で約200FMG、1000人から2000人の中規模村落で約400FMG、2000人以上の大規模村落で約500FMGと概略区分されることが分かった。

この負担額に基づき、対象50ヵ村落全体について計算すると、年間約US\$44,000であり、維持管理に必要と計算されるUS\$38,000は十分に賄われるものと判断される。維持管理体制は、地方行政や村落が段階的に管理主体となることを提案するものであるが、主な給水施設・機器の交換については、基本的に国のインフラストラクチャーであるという見地から、MIEM側で必要な予算処置を講じる必要がある。



(3) 本計画の実施により期待される社会経済面の付帯効果は、以下の通りである。

i) 健康状態の改善

1987年マダガスカル厚生省資料によると、トリアラ州では水に起因する病気が、全国平均に比べて多く発生している。下痢、その他の消化器系の病気が占める比率を、国とトリアラ州で比較すると、外来患者では9.0%と8.4%、入院患者では7.9%と6.6%、死亡者では7.4%と7.0%といずれも州側が高い。また、現地調査によると、住血吸虫が対象村落中35ヵ村で報告されているが、本事業ではそのうち54%の19ヵ村が対象となっている。計画の実施による安全な水の供給により、この住民の健康状態の改善にも寄与することとなる。

ii) 取水労働の軽減

国の社会生活向上の目標中、地方レベルでも15分以内の距離で飲料用水を確保することがあげられているが、本件対象地域の特に国道9号沿線の大規模村落（ソアハゾ、アンキマリニカ等）の多くでは、居住地内水源の水質がバクテリア汚染や高塩分濃度のために不良であり、飲料水は村から2～6 kmも離れた水源から取水している状態にある。

本計画の実施により軽減された取水労働時間は、労働の主体である婦女子の社会活動へと振り替えられる。子供は、これまで水汲みの為に制限されていた学校教育にこの時間を使うことが出来る。また、婦人は社会参加に対する適切な教育プログラムが用意されれば、より社会的な地位の向上につながると考えられる。

取水労働の軽減の具体的な効果については、本計画の実施に伴い、実施の詳細調査を実施し、評価を行なっていく必要がある。

iii) ベフォリ、アンドラノボリーといった国道7号線沿いの村落では、水源までの距離が遠すぎるため買水しており、このため、一家族当り最低FMG10,000（月）の投資を余儀なくされている。この付近の村落は、トリアラ市等の燃料供給地に当り、まき、炭の生産による現金収入により、飲料水に対する支出を支えていると考えられる。計画実施後、他の地域に比べて帯水層が深いため、動力ポンプ稼働による燃料経費が他の地域より多くかかることが予想されるが、上記の支出・収入の面から考察すると維持管理費用の支払いは買水コストに比較すれば極めて軽微なものとなり、節減された経費を生産活動、生活環境の改善に振り向けることができる。

iv) 共同体の結束

調査期間中、多くの時間が維持管理に係わる水理組合の説明・発足に費やされた。これまでこの地域ではこのような共同事業は不活発であったが、この事業を契機に共同体が強化されれば、今後の農業開発も含めた他分野の事業に対しての波及効果をもたらすことが期待される。

#### v) 給水セクターの強化

既に説明したように、地方給水セクターは資金、技術及び制度の面で非常に弱体である。この事業はこのような地方給水セクターの緊急な改善・強化をうながすとともに、上述の3分野にわたっても十分な波及効果をもたらすものと考えられる。

vi) 現在マダガスカル国政府は、地方給水事業の計画目標達成のために、組織体制の強化策を含めて、その施策を検討中である。この中で今回の地下水開発調査は、今後「マ」国政府が地方給水計画の立案・実施を推進していくためのモデルケースとして位置付しており、その成果が注目される。したがって、本給水計画の実施が今後「マ」国の全国レベルでの地方給水事業の推進に及ぼす波及効果は極めて大きいものと評価される。

## 10. 結論と提言

### 10. 1 結論

#### 10. 1. 1 地下水開発の可能性

調査地域全体の地下水資源のポテンシャルを評価するために、水文地質に関する総合解析作業の最終結果として、地下水資源開発可能性の評価結果をとくに明示した「水文地質図」(1/250,000)及び水文地質断面図類を作成した。

この水文地質総合解析は、衛星画像及び航空写真の解析、現地水文地質調査、物理探査、試掘井掘削、揚水試験、水質分析及び水収支・地下水流動機構に関する水文解析等の諸調査結果を総合的に検討・考察し、調査地域全体の地下水資源の開発可能性を具体的に評価したものである。

水文地質図に示されるように、調査地域の地下水資源は、水文地質条件及び水質面に起因する一部の地域をのぞいて、一般に高い開発可能性を有するものとして評価され得る。その開発可能性は、現状の生活用水不足を解消するに充分であるのみならず、一部の地域では農業或いは工業生産活動の面にも利用し得るほどの、高い可能性を有しているものとして期待される。

本調査の試掘井掘削結果によって確認された主な地下水開発有望地域は次のようである。

地 域 名	比湧出量(m <sup>3</sup> /day/m、井戸1本当たり)
ベファンドリアナ	438.58
シハナカ	232.26
アナラテロ	7,224.00
マンゴトロカ	281.35
ソアハソ	173.33
マノンボ	609.00
トリアラ*	3,057.00

\*トリアラ市東部の石灰岩滞水層分布地域（ミアリー及びマノロカ等）

#### 10. 1. 2. 社会・経済的可能性

本調査においては、地域村落の地下水開発による安定生活用水確保に対しての要望度合、給水施設の運営・維持に要する費用の負担能力とその自主管理能力及び参加意識等の度合などを的確に把握するために、候補全村落を対称に個別詳細調査を実施した。

この詳細調査によって確認・評価された主な事項は下記のようなものである。

- 1) 本調査地域における候補村落の多くは、自然的或いは人工的な伝来の生活用水源を居住域内又はその隣接地に所有している。しかしながら、それら水源の多くは、細菌類による汚染が主たる原因となつて、また水量の面からも、安全な生活用水に供し得るものではない。
- 2) 全候補村落のうち、少なくとも30ヶ村以上が住血吸虫病による被害を蒙っている。しかし、この住血吸虫は停滞性の水中に生殖するカタツムリに寄生しているために、実質上、効果的な駆除手段が無い状態におかれている。
- 3) 国道7号線の幾つかの村落では、その立地条件から絶対的な生活用水不足に悩まされており、総てを売水業者からの供給にたよらざるを得ない状況になっている。しかも、その買水価格は200ℓ当り2,500-4,000 F M Gで、平均的な労働賃金が1,000-1,500 F M Gであるマダガスカルでは想像を絶するほどの高値になっている。
- 4) 上記のような既存生活用水源の実態から、候補村落住民の安定生活用水確保に対しての要請は極めて高く、その調査結果の内訳は次のようである。

水需要度	村 落 数	人 口 (1990年)
I (高い)	40 (41.7%)	64,719 (62.6%)
II (中間)	31 (32.3%)	27,419 (26.5%)
III (低い)	25 (26.0%)	11,308 (10.9%)
計	96*	103,446

\* 既存給水施設のリハビリテーションを含む全候補村落数は106ヶ村であるが、このうち、アクセス不能が4村落、廃村が6村落である。

- 5) 村落実態精査結果によれば、上表の水需要度がI及びIIに該当する村落住民の大多数は、給水施設の自主管理に対して強い意識と熱意をもっており、かつ、その運営・維持費の負担意識・能力に関しても十分な状況にあることが判明した。
- 6) 国道9号沿線の大規模村落と7号沿線の中規模村落（買水関連）に関しては、単に運営・維持費の支払能力を有するだけではなく、給水施設建設工事費の一部を負担し得る余力のあることが調査によって確認されている。
- 7) 上記諸事項の確実性・信頼性に関しては、今回の試験施工調査の一環として現実に実施された各種の調査及び運営・維持管理のための組織作りを通して、それらの妥当性が確認されている。
- 8) 「マ」国は、国家開発計画の最優先努力目標の一つとして、2000年をめどに全住民に対して安定かつ衛生的な生活用水を供給することが提起されており、とりわけ全人口の約8割を占める農村地域の逼迫する水需給の対応が急務であるとされている。

現在までのところ、同国の村落給水事業はM I E M（工業・エネルギー・鉱山省）の水利・エネルギー局が直接の担当部局としてその推進にあたってきたが、財政・人材・技術等の不足から、その対応は極めて不満足な状況にある。このような状況を早期に打開するため、昨年9月頃から「マ」国政府は、村落給水部門の特に実施・維持管理組織の強化を図るべく、世銀等の協力を得ながらその検討を進めているところである。それによれば、M I E Mの村落給水事業のうちの実施及び維持管理部門は、将来的に民営化（村落給水公社）される可能性が強く、これが実現することにより、当該「村落給水計画」においてもその実施及びバックアップ体制が強化されることが期待され得る。

### 10. 1. 3. 村落給水計画の策定

#### (1) 地下水開発優先村落の給水計画

106候補村落のうち、アクセス不能4ヶ村、廃村6ヶ村及びモデル給水施設の建設によって水不足が解消した2ヶ村（トラノカキ村、アナラテロ村）の計12ヶ村を除く94村落について、地下水開発可能性、水需要の逼迫度、運営・維持管理能力、道路のアクセス条件などを総合検討した結果、地下水開発優先順位別の村落数及び人口構成は次のようである。

優先順位	村落数	人口（1990年）
A a	19	42,545
A b	12	15,124
小 計	31	57,669 (56.6%)
B a	4	4,718
B b	15	13,629
小 計	19	18,347 (18.0%)
C a	12	7,292
C b	6	6,250
小 計	18	13,542 (13.3%)
D	26	12,308 (12.1%)
合 計	94	101,866

上表のうち、A及びBランクの村落は地下水開発の可能性が高く、かつ、水需要の逼迫度及び運営・維持管理能力も高い村落である。

A・Bランクの合計村落数は50ヶ村で、人口は76,016人であり、全体人口101,866

人の74.6%を占める。

Cランクの村落の地下水開発の可能性と水需要の逼迫度は高いが、アクセス条件が通年不良であり、かつ、運営・維持管理能力が低い村落である。

Dランクの村落は、多くが地下水開発の可能性が低く、かつ、水需用の逼迫度が低い村落になっている。

したがって、給水事業計画を策定する地下水開発優先村落としてはA及びBランクの50ヶ村(76,016人)を選定することとした。このA・Bランク50ヶ村についての給水事業の総事業費は12.92億円、実施期間は32ヶ月である。

なお、本給水計画は国家給水計画の目標年次である2000年を設計年に採用し、人口増加率は年率2.76%を見込んだ。また、この受益者人口には、村落実態調査にもとづき、特定村落における必要最小限の飼育牛も含めた。

## (2) 事業評価

この事業は、記述したような水需要の逼迫度が高い村落住民の生活基盤となる水供給を行うものであり、事業実施により、住民の健康状態の改善、取水に要する労働時間の節約、買水に要する経費の節減、地域の活性化等々、直接及び間接的に多くの投資効果が期待でき、長期的に地域の会社・経済の発展に寄与する効果は大きい。また、事業の運営体制・維持管理面からも本事業の実施は十分に高い妥当性を持つものとして評価され得る。

## (3) C・Dランク村落の給水計画

C・Dランクの44ヶ村(25,850人)については、A・Bランク村落と同精度の給水基本計画を策定したが、その事業費の積算と実施工程等に関しては概略検討の範囲にとどまっている。

これらの村落の給水計画については、村落へのアクセスなど、周辺条件の整備を行なった上で実施する必要がある。なお、国道7号の沿線には、本調査の対象候補村落に含まれない、水需要の逼迫度が極めて高い村落が20ヶ村以上(人口約23,000人)存在するほかに、国道9号沿線にも候補村落からもれたかなりの数の中、大規模村落が存在している。したがって、C・Dランクの、給水計画の実施に際しては、このような側面からの再検討の必要性もあるものと判断される。

## 10. 2 提 言

### 10. 2. 1 地下水開発と管理に関して

#### (1) 資料の整備

気象、水文資料、地下水位観測記録、井戸資料(地質柱状図、検層図、揚水試験記録、水質データ)などは地下水資源評価の基礎資料となるものである。これらの

資料について、当面は、MIEMトリアラ支所に設置されたデータベースシステムに資料の蓄積をはかるべく、関係期間の努力を望みたい。また、将来的には、全国的なレベルでの地下水管理について、法律・制度の両面からの検討を行うことが望ましい。

#### (2) 流量観測・水位観測

地域の中・長期的地下水動向を把握するためにも本調査で実施した、地下水位観測を今後も継続すべきである。また、表流水についても、気象庁等関係機関と協力し、継続観測をできるだけ多くの観測所で実施すべきである。

#### (3) 地下水探査

地下水探査の方法・解析結果により、さく井結果が左右される。綿密な水文地質調査、物理探査を行い、掘削地点を選定することが、結果的には低コストで大きな効果を上げることにつながる。

#### (4) オンザジョブトレーニング

地下水の開発は総合技術であり、しかもそれぞれの要素技術の奥行きは深く、幅広い知識と経験が必要である。従って地下水技術者は地下水探査、井戸掘削、揚水試験、定量化評価、開発、監視の全過程について、それぞれの専門領域に対応した技術の取得が必須条件である。今後、関係機関では、プロジェクトの詳細設計段階、実施段階で計画的かつ適切な人員配置をおこない、オンザジョブトレーニングにより、技術者のレベルを向上させることが必要である。

### 10. 2. 2 給水計画の実施に関して

#### (1) 地下水資源の自主管理

地下水は特にその土地の自然を構成する要素であり、その土地に住む人々が自らの経験と知識により開発・管理して行くべき資源である。本事業を実施する過程で、地下水資源の利用と管理のありかたについてさらに議論し、より良い方策を検討していくことが望ましい。

#### (2) 給水計画の実施

提案された50村落の地下水開発による給水計画事業は、技術的、社会経済的に妥当であると判断された。過酷な自然環境の中で、立ち遅れた社会基盤を整備する一環として、本事業は特に緊急性が高いと判断され、村落住民が良質・豊富な水供給を受けられるよう早期に実施することを提言する。

### (3) 施設の維持管理

給水施設については、モデル施工と同様に、村落住民に管理組合を結成させて自らの費用で運転管理を行うよう提案する。また、M I E M トリアラ支所の施設の維持管理に関して技術的及び財政的基盤を強化することが望まれる。

(4) また、50ヶ村以外の残りの候補村落についても、アクセス条件の改良等を待って、引き続き実施する必要があるが、この場合には、本調査の対象候補村落に含まれていない国道7号及び9号沿線の中・大規模村落の取扱いを含めて再検討することが望まれる。

## 10. 2. 3 給水事業と婦女子の参加

### 1) 水汲み労働時間の節約

現在、対象地域における水汲み労働はほぼ婦人と子供に依って担われており、1日のうちかなりの時間を要しているものと考えられる。

本計画において新しい給水施設が設置されれば、この水汲み労働時間が削減されることにより、婦人が社会・経済活動へ参加することが可能となり、延ては社会的地位の向上を促す事が期待される。

### (2) 教育・訓練プログラム

M I E M が地域の政府もしくは地域振興に関わる民間組織と共同して全受益村落を対象とした教育・訓練プログラムを実施するよう提言する。

プログラムはプロジェクトの実施により可能となった余剰時間を利用し、婦人の社会参加を促進するものである。内容は、今後の衛生普及へのリーダーシップ、手工芸等家内工業の展開等が考えられ、地域共同体の今後の活性化に大きく貢献するものと考えられる。

## 10. 2. 4 公衆衛生

### (1) 衛生に関する現況

事業の実施にあたって、特に公衆衛生に関する事項として、以下の点について継続的な監視と対処を行なっていく必要がある。

- 新規水源の使用
- 井戸周辺の排水
- 使用量が増加した時の戸別排水処理

モデル施設のモニタリング結果によると、雨期になると新規水源からの使用量は



乾期時に比べて半減していた。これは、水の豊富な時期になると、旧来の水源を再び利用することによるためであり、基本的には安全な水に対する衛生教育が普及していないことを示している。

また、現在のハンドポンプ施設周辺は、使用後の排水が溜り泥状化しており、非衛生的な状態となっている。これは、ポンプ利用の非効率化のみならず、汲み上げた水や、長期的には帯水層にも悪影響を及ぼすものと考えられる。また、将来的に各戸別の消費量が増大した場合、生活排水の処理が不十分であると同様の問題が家屋の回りで起こることも考えられる。

## (2) 衛生状態の向上

実施計画の中では、上記の泥状化を防ぐため、ハンドポンプや給水栓には排水用プラットフォームを設けることとなっているが、それに加えて、水委員会や管理人が周辺排水に注意を払うことが必要である。しかし、最も肝要なことは、村落全体において給水と公衆衛生についての意識を向上させることであり、このため、学校児童、保健所の患者、主婦等を中心として、一般への衛生教育を広く進めていく必要がある。この教育は、衛生的な水を利用することの大切さ、排水の処理方法等を主な内容としている。この普及のためには、MIEMのみならず関係する各省庁が一体となって当らねばならない。







JICA