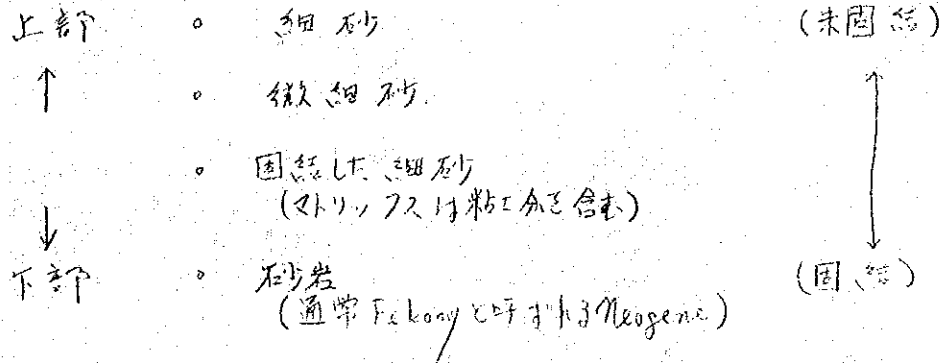


図1-12 白砂地帯の分布区域



白砂地帯の典型的層序



以上のように、白水地帯の層序は、下部に存在する堆積物の粒度が、細粒化することから、粗粒層から固結した軟岩層に徐々に細化し、漸次関係があるので、明確に表層堆積物と Neogene の境界を指定することは難しい。

2. 気象

Ambondro 地区の白砂地帯は、Ambovombe, Antanimora, Tsihombe の各都市に囲まれて三自地域に飾れる。各町村の気象データは次の通りである。

(雨量)

	1967年 ~1974年の 平均値 (mm/year)	1967年~1979年の 平均値
○ Ambondro	627.86	626
○ Ambovombe	674.59	626
○ Tsihombe	611.8	



## (蒸発散量)

	Thonkwaiteの計算法 (mm/year)	J. Requiere氏 の実測値 (mm/year)
• Antanimora	1020.77	—
• Ambovombe	958.52	561

## (平均気温)

• Ambovombe	22.54°C
• Antanimora	23.57°C

## 地下浸透量は

$$(\text{地下浸透量}) = (\text{降雨量}) - (\text{蒸発散量}) - (\text{流出量})$$

で計算される。Ambondroを中心とする白砂地帯の降水量は、Ambovombe地区に比べて少ない。一方、Ambondroの蒸発散量は、気温等の条件が、位置関係が判断し、Ambondroの蒸発散量は、J. Requiere氏の実測値 (Ambovombe) より約2倍と予測した。したがって、毎年の単位面積当たりの地下浸透量は、\*65 mm/yearを大抵下廻るものと考へられる。

## 3. 取水設備及び地下水利用の概要。

Ambondro地区の貯水地帯のDODDは図4-13に示す通りで、以下の範囲に描かれている。このうち、北西端部のMaliosoa, BetarantaのDODD地帯は、表層部に白砂が露出しか地下水の湧出部は、砂岩系 (Neogene地帯) の層理面、節理面が露出している。地下水は、一部地下水の頭を含む。Ambondro地区の計測井の分布と位置関係は、図4-13に示す通りである。

## a) 湧井戸の分布

\* Ambovombe市の予想値 (Ambovombe地区の降水 参照)



VOVOが散らばっている白砂地帯<sup>(の分布)</sup>は広いが、分布密度の高い地域は、Ambondroの北部、南西部とで半径約10kmの扇形を示す範囲である。

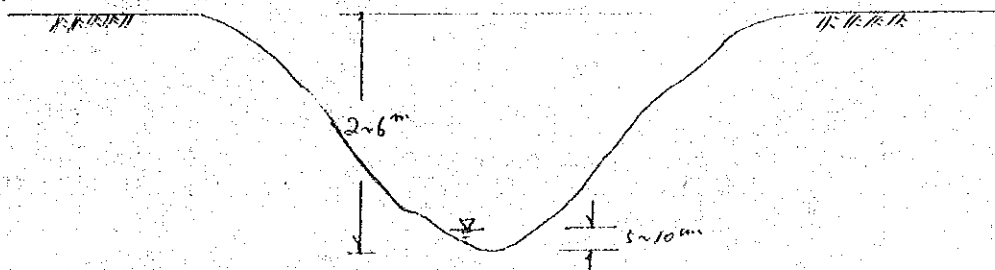
(b) 井戸の種類と取水設備

○ VOVO : 測定箇所 17 箇所

VOVOの散らばっている地域は表面部に未固結砂礫層が分布し、法面が崩れやすく、<sup>(一般的に)</sup> <sup>(より)</sup> 次図の形状を示すのが多い。

なお、測定点のVOVOの位置した箇所は

1箇所を除き、10~100のVOVO群が散らばっている。



○ コンクリート井 (石積井、いか井も含) :

測定箇所 13 箇所

井戸の深さは、Tanakaty の 17.2m、Imongy の 15.4m、

Ambondro V の 10m 以上を除くと、大半が 7m 未満で、

水深は、一般に 5~10m 程度で非常に浅い。

取水方法は、Ambondro V (病院内) が手押しポンプが設置されているが、他はバケツによる汲み揚げ方式である。

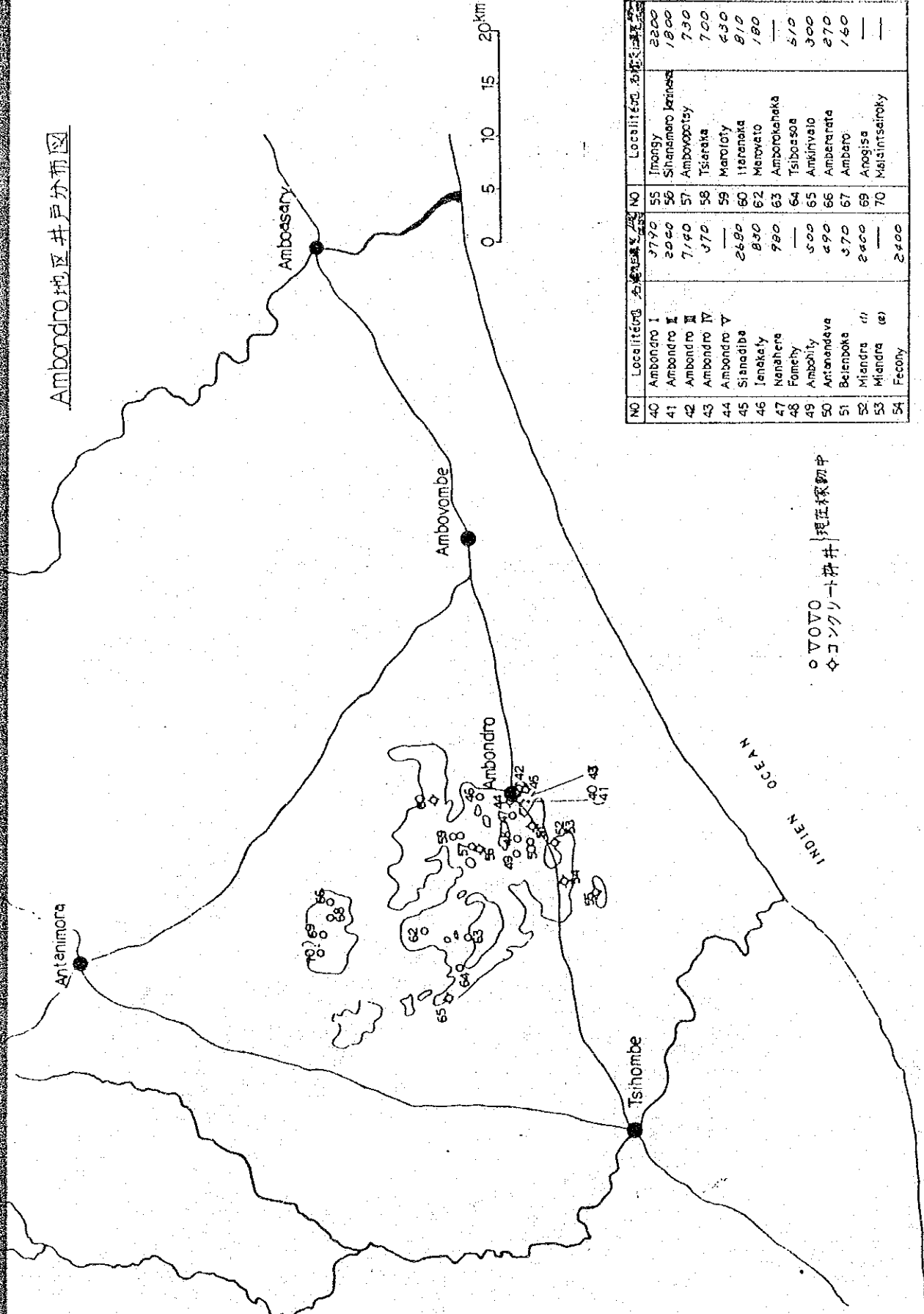
(c) 井戸の稼働状況

Ambondro 南西部の Belemboka, Miandra, Fekony, Imongy の各コンクリート井戸の地下水は貧弱で、1箇所、地下水を汲み揚げると回復迄に時間がかかり、渇水期には潤滑剤などが入り模様である。





Amboandro地区井戸分布図



○ VOVO  
◇ コンクリート井 | 現在稼働中

NO	Localité	名	深さ (m)	NO	Localité	名	深さ (m)
40	Amboandro I		37.20	55	Imongy		22.00
41	Amboandro II		20.00	56	Shanamano Jarinaka		18.00
42	Amboandro III		7.40	57	Ambovompoity		7.30
43	Amboandro IV		3.70	58	Tsieraka		7.00
44	Amboandro V		—	59	Maroloty		4.30
45	Stanadiba		26.80	60	Iharanaka		8.10
46	Ienakely		8.30	62	Marovato		1.80
47	Nanahera		9.80	63	Ambovohakaka		—
48	Fomeby		—	64	Tsibosoa		5.10
49	Ambohy		3.00	65	Ankiryvalio		3.00
50	Antanandava		4.90	66	Ambararata		2.70
51	Belanbaka		3.70	67	Ambaro		1.60
52	Miandra (1)		2.00	69	Anosisa		—
53	Miandra (2)		—	70	Majaintsiroky		—
54	Fecony		2.00				



最も地下水の豊富な地域は、Ambondroとその西側の Fomeky にかけこの地域である。

#### (d) 利用状況

この地域のコンクリート井戸は、大半が一般住民に開放されているが、Miandra 付近の地下水は貧弱なため、最も地下水が豊富で南部砂丘地帯の住民は給水の思、更に落着いたにいたっている。

一方、2000 年へは個人所有にあり、部落内全員が血縁関係にあり、

Ambondro から北部の地域へは、生活用水の需要が行われていた。しかし、南部砂丘地帯の住民約  $15000 \sim 20000$  人は Ambondro を中心に分布する 2000 から生活用水を購入している。

#### 4. 電気探査

Ambondro 地区では 2000 に近接して 10 箇所電気探査を実施した。調査結果は図 4-14、表 4-4 に示した。

測定の結果得られた  $\rho-a$  曲線は、非常に凹凸が激しく、標準曲線による解析が困難なため、各測点間の関連性を検討し、得られた結果は以下の通りであった。

電気探査の結果、2-3 箇所から 11 地点を列記すると次の通りである。

① Ambondro 付近、帯水層として、深さ  $2.3 \sim 4.6$  m  $\rho = 270 \sim 520$  の地層と、深さ  $5.4 \sim 13.0$  m  $\rho = 110 \sim 200$  の地層との間が推定された。井戸調査の結果から総合判断すると、Ambondro I まで掘れば、上位層を取水の対象としている。

② 一方、Ambondro と同様に地下水が豊富であると予想された Fomeky 付近、帯水層と予想される深さ  $2.3 \sim 4.6$  m の地層の比抵抗値は







表1-4 Ambondro地区の電気探査

NO.	位置	地下値	比抵抗				直視法から見た特徴
			10	20	30	値	
1	Ambondro	4.1 ~6.0	11.5 17.7 10 11.0	13	40		
2	Nanahera	2.5	600 6 2.5			18 <sup>m</sup> & 25 <sup>m</sup> 比抵抗値は低い。	
3	Fomehy	1.2 ~2.2	10 10.5 10.2 12			20 <sup>m</sup> 付近より下。	
4	Nanahera ~Fomehy	—	800 16.8 2.5			25~30 <sup>m</sup> 付近に比抵抗値は低い。	
5	Fomehy の窪地	—	29 1.5	10 17	25.8 30	2.7	
6	Ambohitsy	1.7				解析不能	
7	Miandra	4.15				解析不能	
8	Ianinaka	5.7	39 57 2	13.8 27	190 38	8 & 18 <sup>m</sup> 20~30 <sup>m</sup>	
9	Shihanamaro の窪地	—				解析不能	
10	Tsiaraka	2.5				解析不能	





$\rho = 8.2 - m$  と非常に低い値を示している。

## 5. 地下水理

### (1) 地下水の賦存機構

Ambondro 地区の地下水は一般的に Neogene の砂岩層を不透水層とし、上部の未固結細砂層(白砂層)に滞水されている。

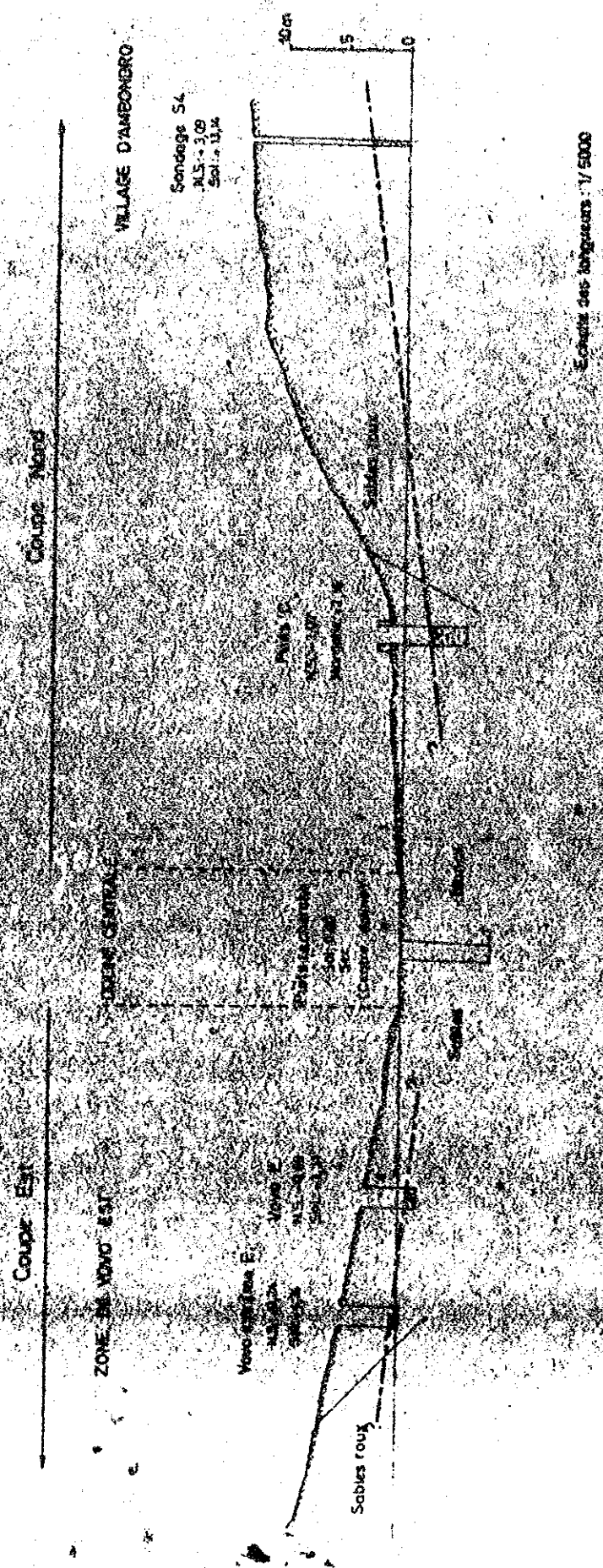
白砂層の分布範囲を示すのが、地下水が賦存する区域は白砂地帯に必ずしも一致しているわけではなく、蓋が孤立状態にあると言われている。

一般に地下水の賦存は固結した下位の細砂層が表層部から分布している地では、滞水の透水性が優しく、貯留係数が小さく、透水係数が厚く増殖する地域(上部)で地下水量は相対的に増加する。前者は Belemboka, Miandra, Fekony, Imongy 地区が該当し、Ambondro ~ Fomehy 付近は、後者に属するものである。

白砂地帯の特徴は、如次の隣接に、窪地が分布する事が多い。Ambondro 地区の地下水位と窪地の関係を図4-15の断面図に示した。但し、Fomehy 地区の地下水位と窪地の関係は、約300m 離れて、Doko 群と窪地帯の関係を、Doko の地下水位の方が約10m と高く示している。前者は、窪地の窪地粘土、細砂等の細粒子が密な土壌に被覆して、 $\rho = 0.2$  と、 $\rho = 0.2$  乾期の窪地帯が井戸を掘ると地下水が湧き出ると得られる。Doko 等と併せると、表層の窪地帯の縁り返し時に、窪地帯付近の地層は、Doko 等が粘土、細砂等に充満して不透水地帯が形成した結果と判断される。しかし、雨期に溜る水は、地下に涵養されることが多く、次第に再び蒸発して行くものと考えられる。

白砂地帯の特徴は、地下水面以下で、側壁が著しく崩壊していること





121 / -15  
 HYDROGÉOLOGIE DE L'EXTREME-SUD  
 COUPES DANS LA CUVETTE D'AMBONDRO

Echelle des longueurs : 1/5000



を反映し、全般的に水深は10m前後に、滯水層の厚、すなわち(地下水層の不透水層の厚さ)は不明である。しかし、Ambondroの地下水層の地形との関係を見ると、地下水の動水勾配は、地形勾配よりも緩やかであるが、地盤高の方向に同じ緩やかに上昇している。従って、下部の不透水性地盤から水が分布すると考えられるが、地盤高の方向に逆方向に、現在1000mから1500mに達している地域より厚い滯水層の存在を期待すると考えられる。

また、地下水の涵養は、その地下地質構造から判断して全般的に、表水に依存していると考えられる。

## ii) 水理定数

Fonchy地区の1000mを以て同位法による現場透水試験を実施した。その結果、 $k = 2 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$  の値が得られた。

この値は、比較的特別状況の1000mを分布するAmbondroとFonchy地区の透水性を代表するものと思われるが、同じ地区の下部の1500mや、Miandua付近の滯水層では、 $k = 2 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$  以下の透水性を有するものと思われる。



### iii) 水質

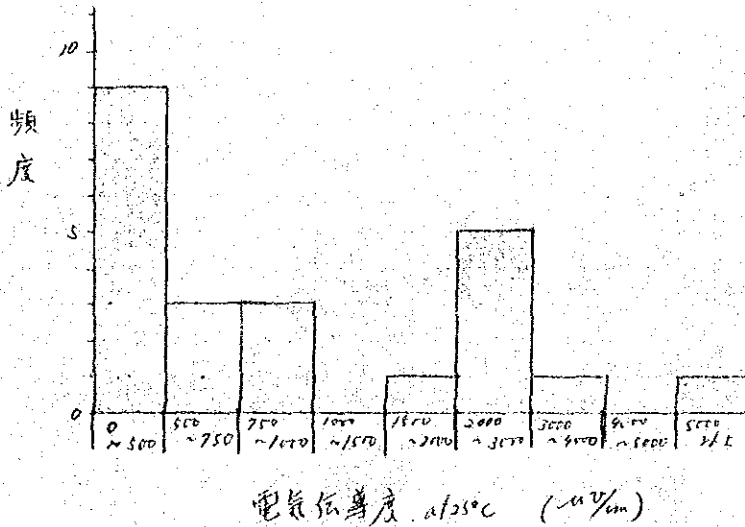
Ambondro 地区の水質分析の結果は、表 4-5 の表に示す通りである。特に、井戸調査で測定した、水温、水素イオン濃度、電気伝導率は次の通りである。

水温  $17.0^{\circ} \sim 25.2^{\circ}C$

PH.  $6.0 \sim 8.2$

電気伝導率 (at  $25^{\circ}C$ )  $160 \sim 7,140 \mu\text{V}/\text{cm}$

電気伝導率の頻度分布は次の通りである。



水素イオン濃度は、Fekony, Omangy の PH 8.0 ~ 8.2 のアルカリ性の強い値を示すが、他の火井の井戸は、PH 6.0 ~ 7.0 の中性 ~ 弱酸性領域に属する。

電気伝導率は、Ambondro の北側地区は一般的に  $1,000 \mu\text{V}/\text{cm}$  以下の値となり、硬度成分が少いことが示している。一方、Omangy, Miandra, Fekony の周囲地盤は、涌水が地下水位、2,200 ~ 2,400  $\mu\text{V}/\text{cm}$  と高い値を示す傾向が認められる。  
Ambondro の市街地周辺では、370 ~ 7,140  $\mu\text{V}/\text{cm}$  と非常に大きなばらつきがある。

Ambondro I, II, III の各井戸は、公共井戸、家畜専用の 7000 として使われたい井戸周辺の地表水は、著しく汚染を受け、衛生上の非能なるため、電気伝導度 /





表1-5 Ambondro 地区水質分析一覽表

名 称	Ambondro (I)	Ambondro (I)	Ambondro (IV)	Ambondro 病院内(V)	W H O	
					最大制限値	最大許容値
採 水 日						
採 水 層						
水素イオン濃度 Hz (PH)					7.0~8.5	6.5~9.2
重 炭 酸 HCO <sub>3</sub> (PPm)	143.4	991.6	851.2	82.4		
塩 素 Cl (PPm)	78.4	811.3	71.8	545.3	200	600
亜硝酸性窒素 (PPm)		1.5		0.1		
硝酸性窒素 (PPm)		55.2		64.4	10.2	
アンモニウム性窒素 (PPm)	<0.5	0.5	1	<<0.5		
硫 酸 SO <sub>4</sub> (PPm)	188.4	192.6	0	73.6	200	400
全 硬 度 (PPm)		21°		47	500	1000
カルシウム Ca (PPm)		38.4		63.2	75	200
マグネシウム Mg (PPm)		27.7		75.8	50	150
マンガン Mn (PPm)	<0.05	<<0.05	<0.05	<0.3	0.1	0.5
鉄 Fe (PPm)	<0.1	<<0.1	<0.1	<<0.1	0.3	1.0
電気伝導度 (μS/cm)	9580	4500	1090	2800		
蒸発残留物 (PPm)	2898	2148	327	1773	500	1500
強熱残留物 (PPm)	1747	2325	220	1181		

WHO: 国際水質基準



2040 ~ 7140  $\mu\text{m}$  と非常に高い。一方、Ambedro IV の井戸は、I~III の各  
30ヶ所連り井戸群の南端部にあり、地盤高が最も低い位置にあり、ノ炭族が普  
用で使用しており(炭層の割裂に起因する)、10ヶ所の周辺部をきれいに整備さ  
れている。この10ヶ所の電気伝導率は、370  $\mu\text{m}$  と、前記3ヶ所の岩(地)  
の値を示している。なお、I~III 井戸周辺の炭層部の泥濘の層が、  
電気伝導率に直接的に反映している結果と推定された。



(4). Antanimora 周辺 area の南東地域の浅層地下水

この区画に入った地下水は、沖積堆積物の未固結の粘性土壌堆積物中に認められるが、Sode地帯の沉積物 Ampulora 方面に延びる沖積地盤中に位置している。従って、この等の地下水の利用は、この地帯は雨期には豊富に湧水しているが、乾期のみ使用されている。

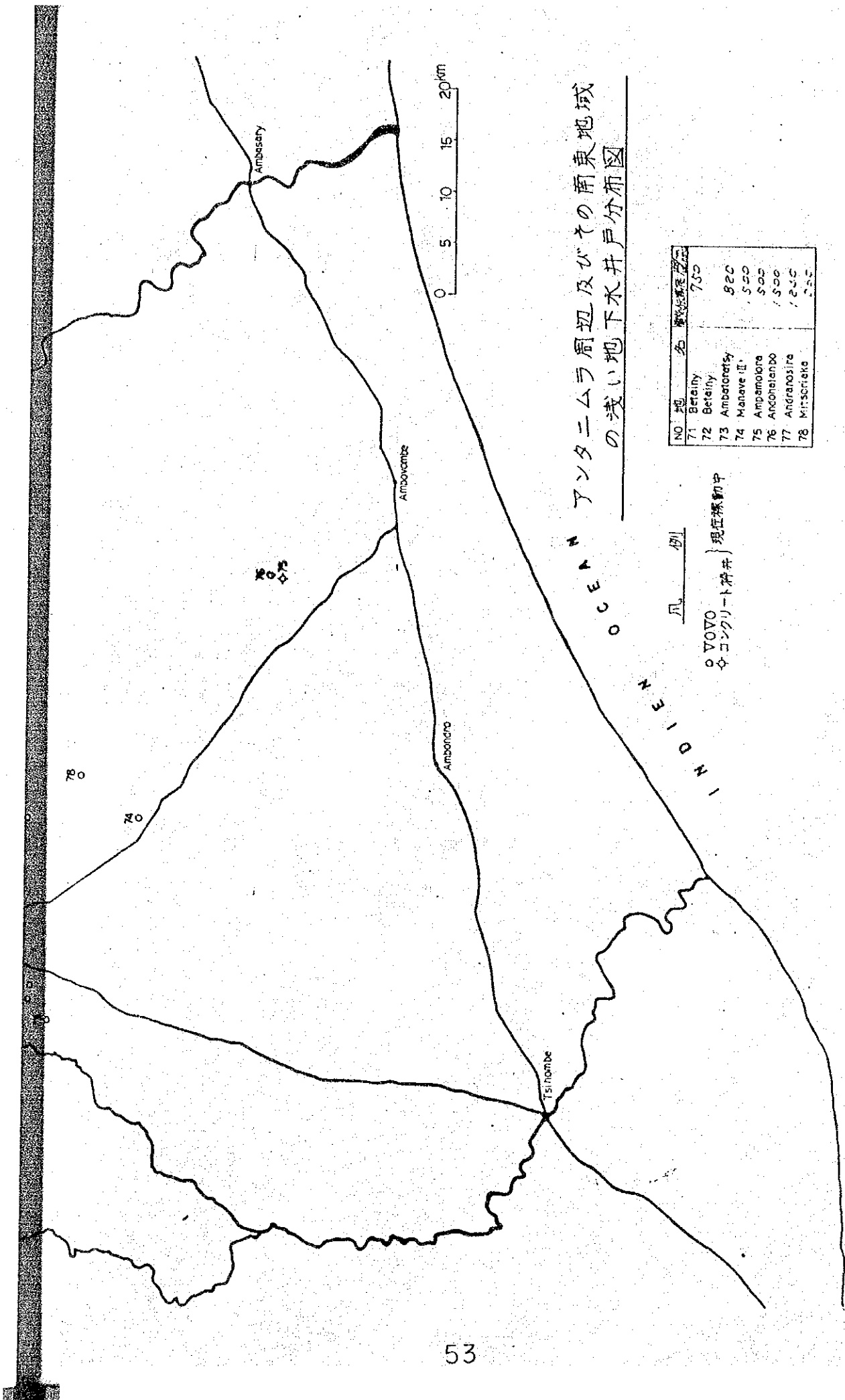
この地下水の特徴として、透水性が小さい粘性土壌中より湧き出る水を利用しているため、水量は乏しく、粘性土壌中に多く含まれている有機物により、臭気、濁りが多い。しかし、電気伝導度は、260 ~ 1500  $\mu\text{S}/\text{m}$  と小さい。

この浅層地下水は、Antanimoraの南西部地域と南東部地域との間に存在する。Antanimora 南西部の Ambatoratsy, Batainy の Dovo 川、河川の源頭部にあり、付近に砂礫、又は砂の分布地帯が認められるが、局所的に造原状(雨期のみ)を呈している地域に Dovo 川が流れている。

一方、Antanimora 南東部地域に位置する Planovo II, Hisorialaka の Dovo 川、河床堆積物の砂層の下位に位置する粘性土(湖沼堆積物?)から、地下水が湧出している。

井戸の調査は、8ヶ所、内訳 Dovo 7ヶ所  
この地帯に 1ヶ所





INDIEN OCEAN アタニムラ周辺及びその南東地域の浅い地下水井戸分布図

NO	地 名	深さ(メートル)
71	Betainy	7.50
72	Betainy	8.20
73	Ambatofotsy	5.50
74	Manave II	5.00
75	Ampamolona	5.00
76	Andohelambo	7.50
77	Andranosira	12.50
78	Mitsarriaka	5.50

例  
 ○ VOVO } 現存稼働中  
 ◇ コンクリート井

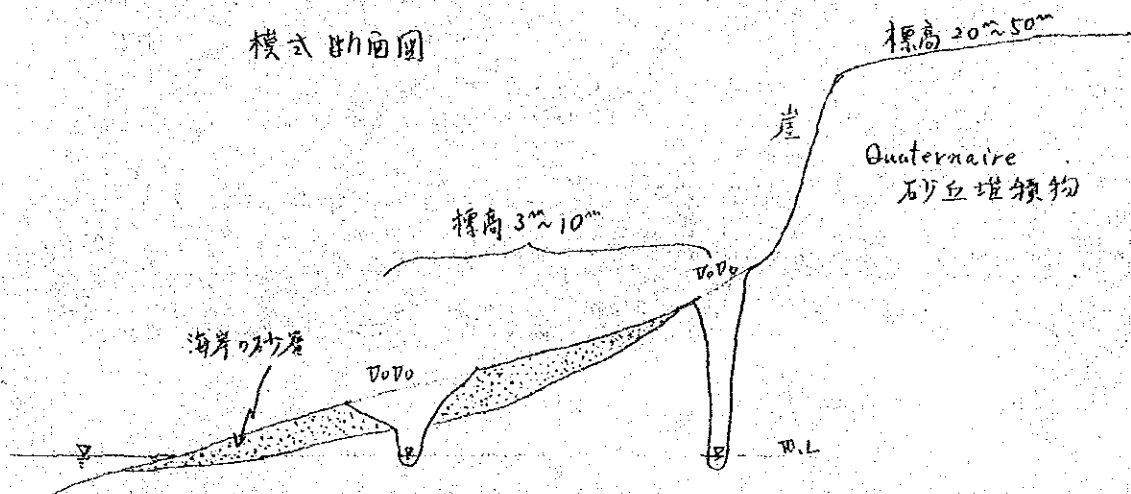




## 5) 海岸付近の地下水

Mandorare川とManambovo川に挟まれた地域の海岸地帯は後背地に標高100~300mの砂丘地帯が位置しているため、砂丘堆積物(Quaternaire)の露出が標高差50m未満の急崖が形成されている。海岸地帯は100m未満の砂浜が広がっており、海岸付近で、再び砂丘堆積物が露出し、岩礁地帯が沖合に続いている。

海岸付近の地下水は、この砂丘堆積物の砂浜に滲透しているため、模式断面図に示すような位置にD.D.D.が設けられている。



本地域の井戸は全部で16井あり、その内現在稼働中の井戸は、13井である。井戸の内訳は次の通りである。

D.D.D. 11箇所。

ゴクリ木枠井 5箇所。(その3ヶ所は水が無い)

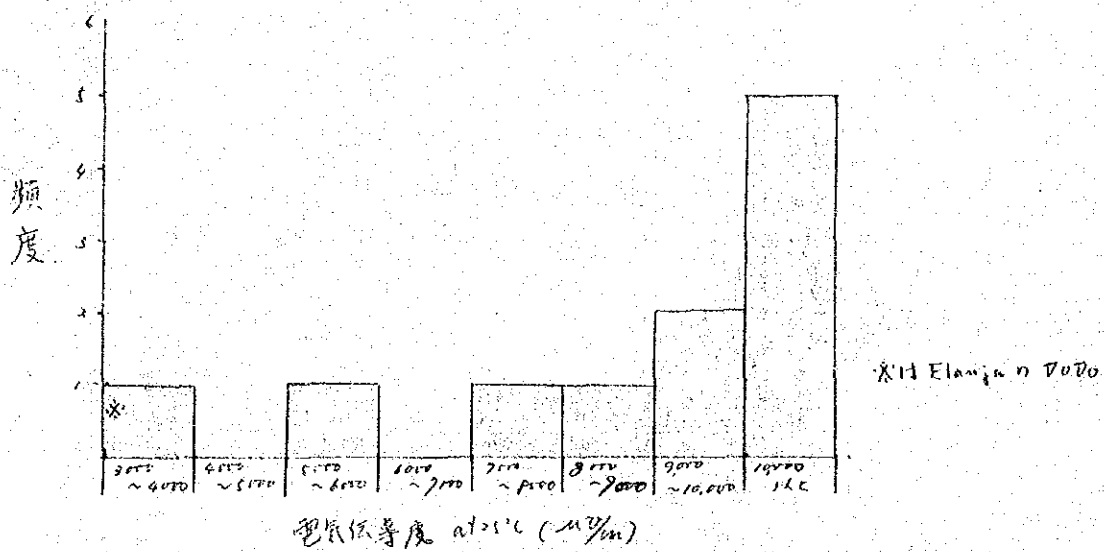
この等の井戸水はElanjaを除き、どれも塩辛い水で、砂丘地帯の住民の貴重な水源とされており、飲用水・家畜用水として利用されている。

水質試験の結果は次の通りである。

水温	19.0~27.5°C
電気伝導度	3,650~11,000 $\mu\text{V}/\text{cm}$
水素イオン濃度	7.0 (一部6.8)

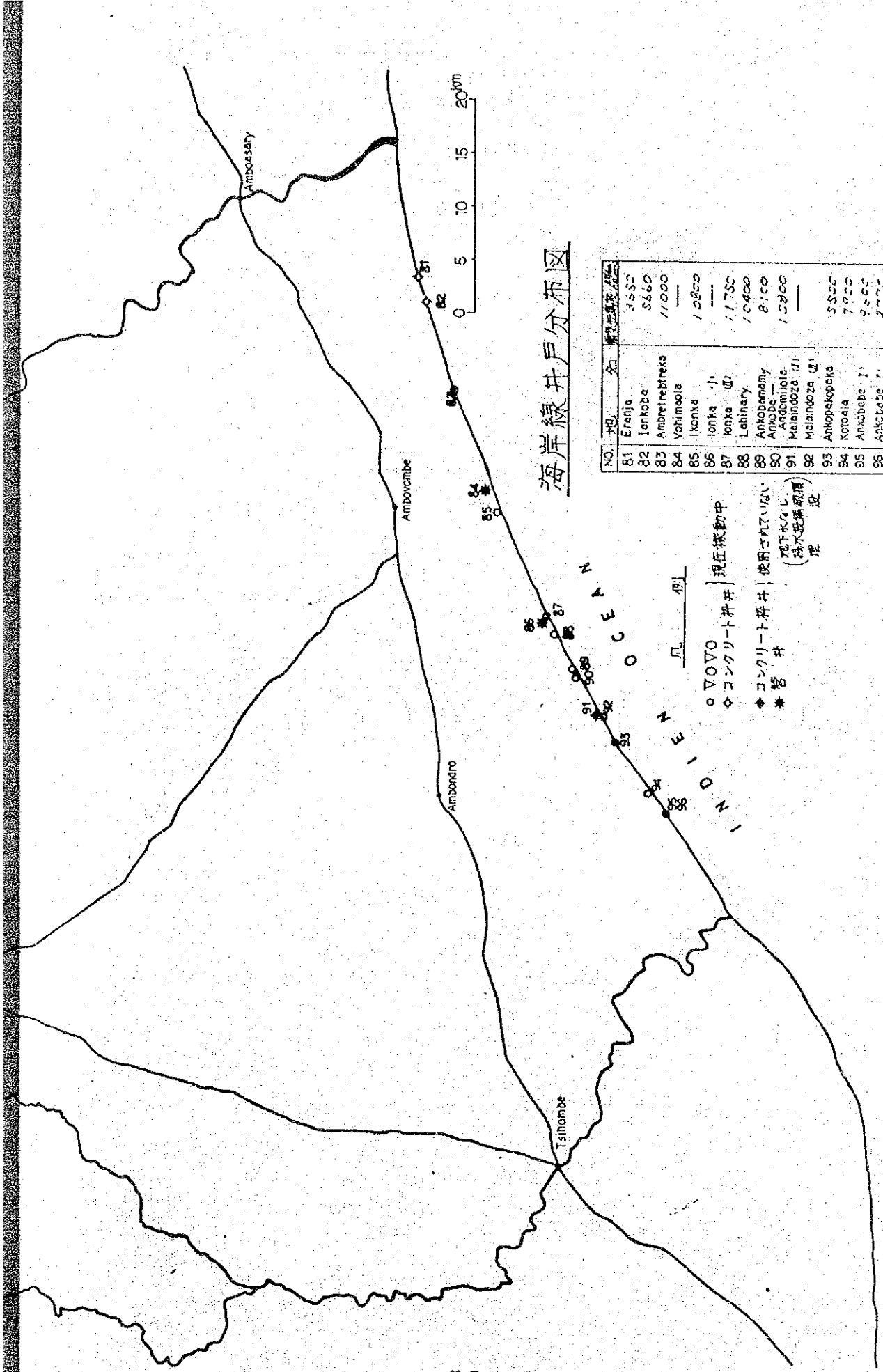


海岸付近の地下水の電気伝導度の頻度分布は次の通りである。



この水は W110 の基準と対比しても、塩素イオン、硫酸イオンが最大値をオーバーし、蒸気残留物も最大値の10倍以上の値を示している。以上のより、海岸付近の地下水は、他の地下水より水質が極端に悪いことを特徴としている。これは、透過の深部地下水に連絶するものと予想されるが、あまりにも海岸線に近いため、海水の影響を強く受けているためである。





海岸線井戸分布図

NO.	地 名	標高 (m)
81	Eranja	3655
82	Iankobe	5660
83	Ambretrebreka	11000
84	Yohimaoia	—
85	Ikonka 小	10850
86	Ionka 小	—
87	Ionka 中	11750
88	Lehinary	10400
89	Ankobamamy	8100
90	Ankobe	—
91	Angomiloie	15800
92	Malamdoza 中	—
93	Ankobekepeka	5500
94	Xiroala	7000
95	Anacabe I	9500
95	Anacabe II	9700

○ VOVO 例  
 ◆ コンクリート井 現在探動中  
 ◆ コンクリート井 使用されていない  
 \* 管井 (地下水なし、  
 潜水変動不明) 設



表 1-6 海岸線の地下水水質分析一覽表

名 称	Ankobamamy	Ankopakopaka	W H O	
			最大忍限値	最大許容値
採 水 日	1980.8.1	1980.7.31		
採 水 層	砂丘堆積物	砂丘堆積物		
水素イオン濃度 (PH)	7.0	7.0	7.0~8.5	6.5~9.2
重炭酸 HCO <sub>3</sub> (PPM)	201.3	189.2		
塩 素 Cl (PPM)	279.3	218.1	200	600
亜硝酸性窒素 (PPM)				
硝酸性窒素 (PPM)			10.2	
アンモニア性窒素 (PPM)	< 0.5	0.5		
硫酸 SO <sub>4</sub> (PPM)	374.5	334.1	200	400
全 硬 度 (PPM)			500	1000
カルシウム Ca (PPM)			75	200
マグネシウム Mg (PPM)			50	150
マンガン Mn (PPM)	<< 0.05	0.05	0.1	0.5
鉄 Fe (PPM)	< 0.1	0.1	0.3	1.0
電気伝導度 (μS/cm)	19160	14370		
蒸気残留物 (PPM)	6144	5364	500	1500
強熱残留物 (PPM)	4814	4138		

WHO: 国際保健機構、国際水道水質基準





## 6). 深部地下水

## 1. 取水設備及び地下水利用の概況

深部地下水は基盤の Socle の上部に分布する主に Neogene に滞水されている地下水である。

この地下水は、北側の Socle 分布地域から海岸線に向かって  $\frac{1}{200}$  程度の緩り動水勾配を示している。このため、北面部の地下水位の浅い区域では、この地下水を取水の対象としたコンクリート井が設けられ現在も稼働中（バケツによる汲み上げ）である。しかし、地下水位の深くなる中部から海岸にかけては、過去の管井が設けられているが、大半が揚水設備の故障等から原因で使用されていない。

その数量内訳は次の通りである。

井戸総数 23ヶ所

A. コンクリート井 10ヶ所

・現在稼働中 10ヶ所

B. 管井 13ヶ所

1. 現在稼働中 1ヶ所

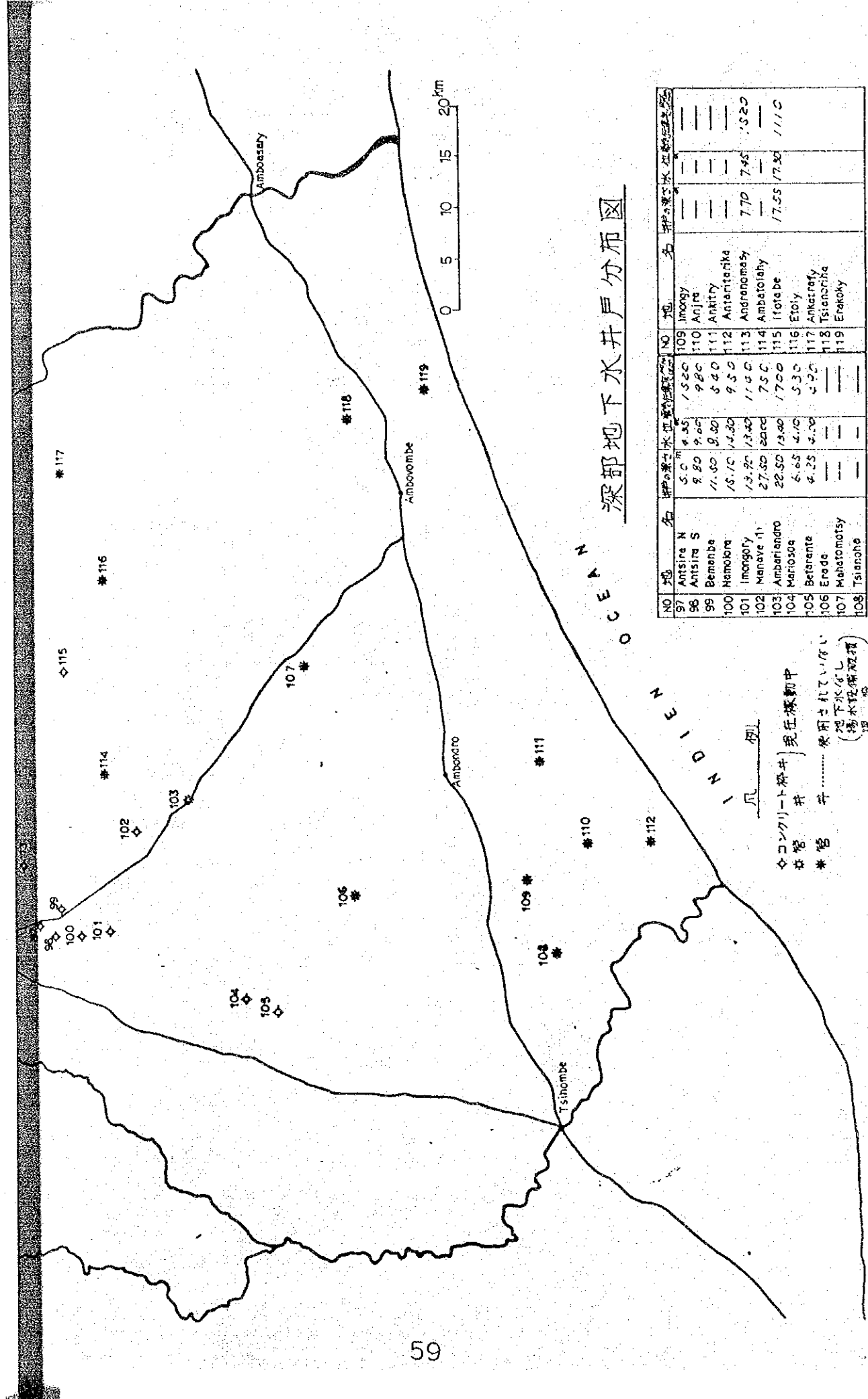
2. 揚水設備故障 4ヶ所  
(揚水不可能)

3. 井戸が埋没し修理不可能 7ヶ所  
又は地下水なし

4. 不明 1ヶ所 (使っていない)

以上の通り、管井は、13ヶ所のうち現在稼働中ののは、わずか ~~1ヶ所~~ Ambariandro の 1ヶ所だけであり、風車ポンプが故障しバケツによる汲み上げが行なわれているにすぎない。従って、揚水設備が整備できれば、利用できる井戸は 4ヶ所あるが、手押しポンプ又は足踏ポンプ程度で揚水が可能と判断される井戸は Angira, Ambatolahy の 2ヶ所である。また、これ等の井戸は 86口が





深部地下水井戸分布図

NO	地名	井戸の深さ S.C.M	井戸の径 φ	NO	地名	井戸の深さ S.C.M	井戸の径 φ
97	Antsira N	4.45	1.50	109	Imongy	—	—
98	Antsira S	9.80	9.80	110	Anjire	—	—
99	Bemanbe	11.00	9.80	111	Ankity	—	—
100	Memoire	15.10	14.80	112	Antanarika	7.70	7.45
101	Imongy	13.90	13.40	113	Andranamasy	—	—
102	Manave 11	27.50	24.00	114	Ambatoahy	17.55	17.80
103	Amberlandro	22.50	13.40	115	Ifotebe	—	—
104	Mariosoa	6.65	4.10	116	Etoloy	—	—
105	Beharante	4.25	2.90	117	Ankarafy	—	—
106	Erede	—	—	118	Tsianarika	—	—
107	Mahatomotry	—	—	119	Eraoky	—	—
108	Tsianoha	—	—				

◇コンクリート井戸 現在稼働中  
 ☆管井 ..... 使用されていない  
 \* 管井 ..... 地下水不足し  
 (揚水設備故障)  
 環



察がてり、今回の調査では充分に水質、水質等をチェックできなかった。

又、コンクリート材料のUSMamave I井は1972年に設井され、現在では足踏ポンプが稼働している。

## 2. 地下水賦存機構

水理地質的には、Socleの変成岩類、玄武岩、流紋岩等の火成岩類が、いずれも不透水性の岩盤で Amborombe 盆地の基盤をなしている。この基盤岩の構造から Amborombe 盆地は地下水理的に1つの地下水区を形成しているものと考えられる。

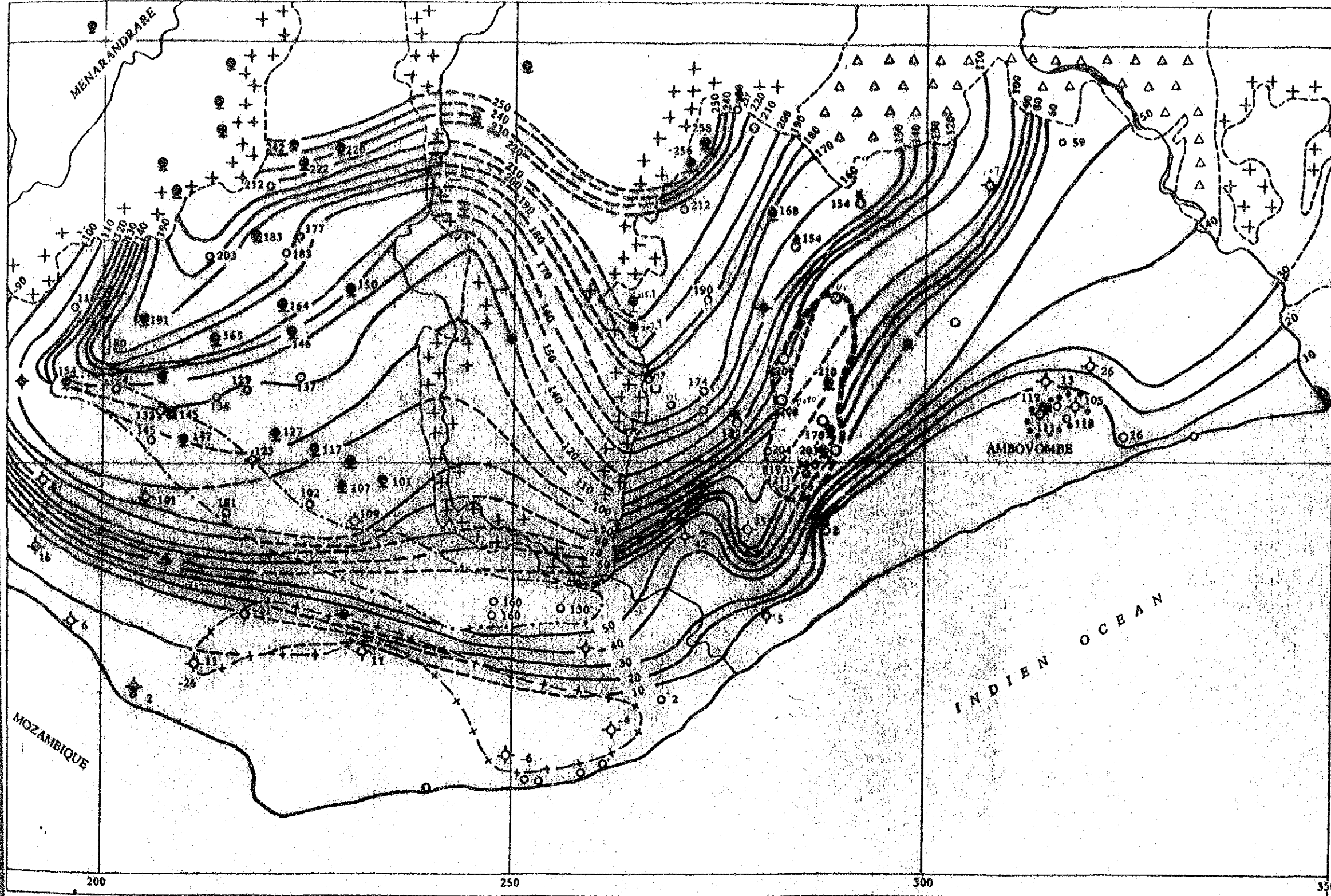
この地下水区の堆積物は、NeogeneのArenal、粘埃泥、泥炭砂、砂岩、礫石等、Quaternaireの砂丘堆積物、及び沖積土、褐色砂、白色砂等の表層堆積物がある。

このなかで、深部地下水が滞水されている地帯は、下部に広く分布する Neogene を主とし、Quaternaire が急激に厚くなる海岸付近では Quaternaire にも滞水されている。地質調査所資料によると、深部地下水の等高線は図1-19の通りで、Neogene と Quaternaire に岩性的な差が認められるが、一連の滞水帯が形成されているものと判断される。

Neogene は泥炭砂等が主体で、但しこの岩盤は不透水性に高い性質を有しており、鉄鉱石等の例から判断しても裂かひに富んだ石帯に滞水されていると判断される。過去のよく井の失敗例もある通り、必ずしも普遍的に滞水帯が形成されているのではない。

Socle のなかでも Imangory の井戸でみられた不整合面近くの亀裂の裂け部分では局部的に裂かひが滞水されている場合がある。

1-19  
 図-119 深部地下水の等水位線図



- LEGENDE
- 230 Point d'eau et niveau piézométrique
  - ◇ Forage
  - ⊕ Forage abandonné (eau salée)
  - Forage déclaré sec.
  - ⊙ Puits muni d'une pompe à main
  - ⊗ Puits muni d'une pompe à moteur
  - Boîte
  - Pours bûche
  - Voro
  - Courbe isopieze (Equidistance 10 m)
  - Nappes superficielles des sables blancs de Beloka
  - ⋯ Nappe superficielle d'Ambovombe
  - + - Nappe d'eau salée dans la fosse de Sarona
  - ⋯ Nappes superficielles des sables blancs d'Ambovombe
  - △ Basalte
  - + Soles

Echelle: 1/500.000



Amborombe 盆地の水理環境を考へ、調査地域の境を流れる Mandravel 川、  
 Manamboro 川の両河川は、主に北部の山岳地帯を集水区域とし、  
 Mandravel 川に於ける通年の流水が認められるが、河道の標高が低く、  
 流域即ち Sacle 地帯と主に通るため、河川からの地下水涵養はほとん  
 んど期待できない。~~しかし~~、<sup>したがって</sup> Amborombe 盆地が海岸<sup>付</sup>に概  
 して砂丘地帯が広がっているため、地に直接海に流入する河川がなく、  
 盆地全体が水域が閉鎖された~~地域~~<sup>地域</sup>となっており、地下水の涵養量  
 は降雨量と蒸発散量に左右されることになる。しかし、Amborombe 盆地  
 は半乾燥気候地帯に属し、降雨量は  $600\text{mm}/\text{year}$  と少なく、~~蒸~~<sup>蒸</sup>  
 散量が予想されるため、地下水の涵養量は極く限られると推測  
 される。

地下水位は北部の Sacle 分布地域付近では標高  $200\text{m}$  以上あり、南  
 の海岸線<sup>(標高  $0\text{m}$ )</sup> 向かって緩い勾配で傾斜している。一方、地形をみ  
 ると、海岸<sup>(地下水)</sup>付近の砂丘地帯は標高  $150\sim 300\text{m}$  と高く、内陸側  
 は標高  $200\text{m}$  前後の平坦面が広がっているため、Sacle 分布地域に近  
 接した地域では地下水位は浅く、<sup>位置</sup>海岸の砂丘地帯は表層より  
 $100\text{m}$  以上の深度に地下水層が~~存在~~<sup>存在</sup>することになる。

### 3. 水質

今回の調査の水質は測定可能な井戸は地下水位から深度  $20\text{m}$  以上の  
 浅い地西部地域の井戸に限定された。

現地での調査結果は次の通りである。

水温  $23.5^{\circ}\text{C} - 26.5^{\circ}\text{C}$

PH  $6.3 \sim 7.7$

電気伝導度 ( $25^{\circ}\text{C}$ )  $490 \sim 1710 \mu\text{S}/\text{cm}$

又、試験所での分析結果は一覽表に示す通りである。



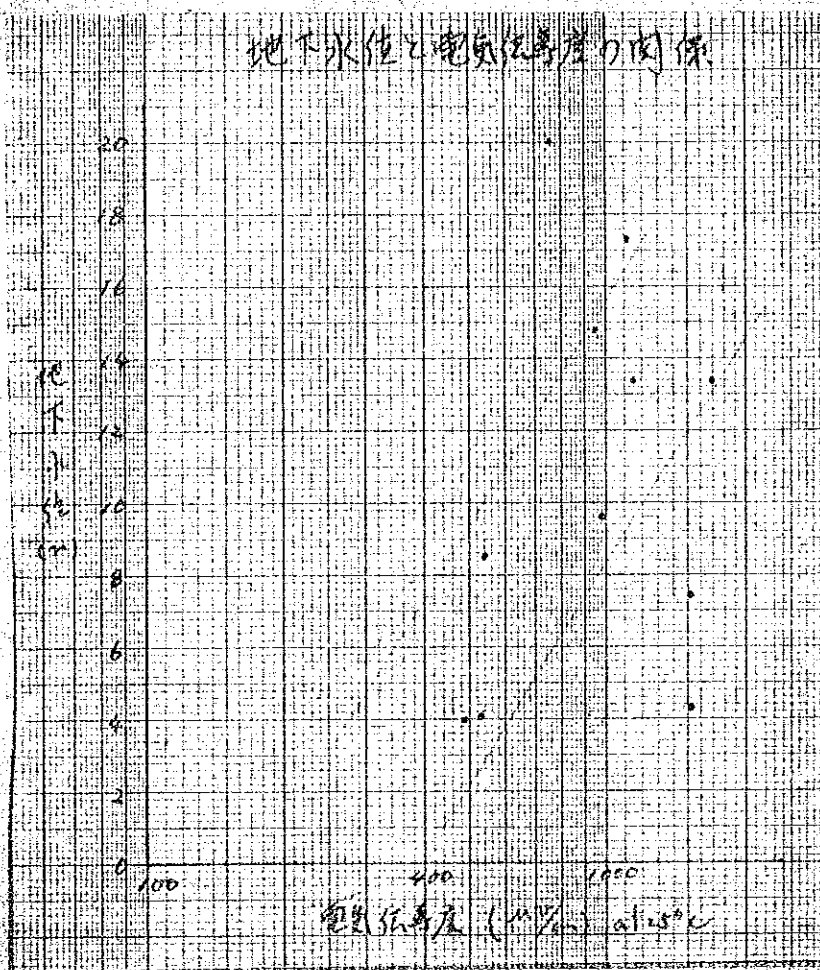


先 称	Namolora	Imangory	Manave II	"	Ambariandro	"	Matiasso	WHO
採 水 日	1980.8.13	1980.8.13	1980.8.15	1980.8.21	1980.8.2	1980.8.21	1980.8.12	1980.8.12
採 水 層	Response 57%	Response 57%	Response 57%	Response	Response	Response	Response	Response
水素イオン濃度 (PH)	6.8	7.0	7.0		7.0		6.3	7.0-8.5
亜硝酸 HNO <sub>2</sub> (PPM)	610.2	802.4	439.3	436.3	637.7	643.7	51.9	
塩素 CL (PPM)	133	139.6	86.5	113.0	538.6	532.0	152.9	200 600
亜硝酸塩素 (PPM)	0	0	0	0	0	0.2	0	
硝酸塩素 (PPM)	0	0.2		0	0	0		10.2
硝酸イオン濃度 (PPM)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5		1	0.5	
硫酸 SO <sub>4</sub> (PPM)	29.6	40.0	32.1	46.9	7.7	76.9	0	200 400
全硬度 (PPM)	7.4	18°	17.4	20°	39.0	38.4	5.0	500 1000
カルシウム (PPM)	23.2	44.0	42.4	56.0	80.0	72.8	10.4	75 200
マグネシウム (PPM)	3.9	17.0	16.5	14.6	46.2	49.1	6.8	50 150
マンガン (PPM)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	1	1	<0.05	0.1 0.5
鉄 (PPM)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1 1.0
電気伝導率 (μS/cm)	1220	1470	820	930	2550	2800	560	
亜硝酸塩素 (PPM)	781	905	546	554	233	1515	586	500 1500
亜硝酸塩素 (PPM)	622	670	428	426	80	1108	398	

WHO: 国際保健機構 国際水道水質基準

03





塩分濃度と判定する資料となる電気伝導度と地下水位の関係を①上層に示したが、井戸の水位が深くあるに<sup>LEAV</sup>溶存成分が多くなる傾向が認められる。例外的に Antsira N. Andramasy は浅い井戸で比較的低電気伝導度がある。これは井戸の周辺が比較的<sup>低</sup>塩分である。一方、井戸の周辺に家畜の侵入を防止する柵があり比較的<sup>高</sup>管理の行き届いた Manavo I の井戸では地下水位が 20m ありにもかかわらず 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$  と高い値を示している。

WHO の基準値と比較すると、蒸留残渣物は最大許限値を十分に超える傾向があるが、他の項目については Ambariandro が非常に高く、Cl が最大許限値 200 ppm を大幅にオーバーし 532.0 ~ 538.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  と高い値を示している。

~~Ca, Mg~~ Ca, Mg が最大許限値に近い値を示している。また、



Ambariandroの井戸は調査した各井戸のなかで最も南方に位置するもので、地下水位が深い南部地域の井戸では塩分濃度が低くなることを行くことが知られる。<sup>すなわち</sup> Ambovombe産地の南部地域の地下水は浸透路長が長くなり、それだけ地層中の塩分を多く溶脱していることを暗示している。

既存の深井ゲージから同じ傾向が認められ、北部地区の井戸では、 $500 \sim 2400 \text{ } \mu\text{m}$  (T.O.S.  $100 \sim 1500 \text{ mg/l}$ )、中部で  $2700 \text{ } \mu\text{m}$  (T.O.S.  $1800 \sim 1900 \text{ mg/l}$ )、南部で  $7700 \text{ } \mu\text{m}$  (T.O.S.  $4.800 \text{ } \mu\text{m}$ ) を示している。特に最南部の Erakoky の井戸では同率井が複数あり、その中に塩分濃度が高いため家庭専用として利用されていない。

生活用水、特に飲料水として深部地下水を用いる場合、良好な味の地下水が得られる必要のある条件を満足する地域としては北部から一部、西部地域が考えられる。二等の地域は、バケツ、手動ポンプ、足踏みポンプによる汲水揚水が可能で地下水位の浅い地域(80m未満)であり、地下水南側の余地があると判断される。



## 1-5 人口分布

調査対象地域は、東に Mandrare Riv. 西に Manambovo Riv. 北に Ifotaka - Antanimora を結ぶ線、南に海岸に亘る約 5,500 Km<sup>2</sup> の地域である。

この地域は、大部分は Ambovombe 県に属するが、Mandrare Riv. 沿いは Amboasary 県に、また Manambovo Riv. 沿いの一部は Tsihombe 県に属している。また、この地域の人口数は、約 127,500 人で、各県、郡別には次表の通りである。

## 県、郡別人口数

県	郡	人口数
Ambovombe	Ambovombe	28,527 (人)
	Erakoka	7,830
	Ambanisarika	4,890
	Ambonaivo	3,466
	Ambondro	12,595
	Sihanamaro	7,521
	Antanimora	4,116
	Jafaro	9,706
	小計	78,851
Tsihombe	Tsihombe	13,061
	Antaritarika	14,772
	小計	27,833
Amboasary	Amboasary Sud	5,856
	Sampoua	6,363





Berano	2,931
Ifotaka	5,793
小計	20,943
合計	127,427 (人)

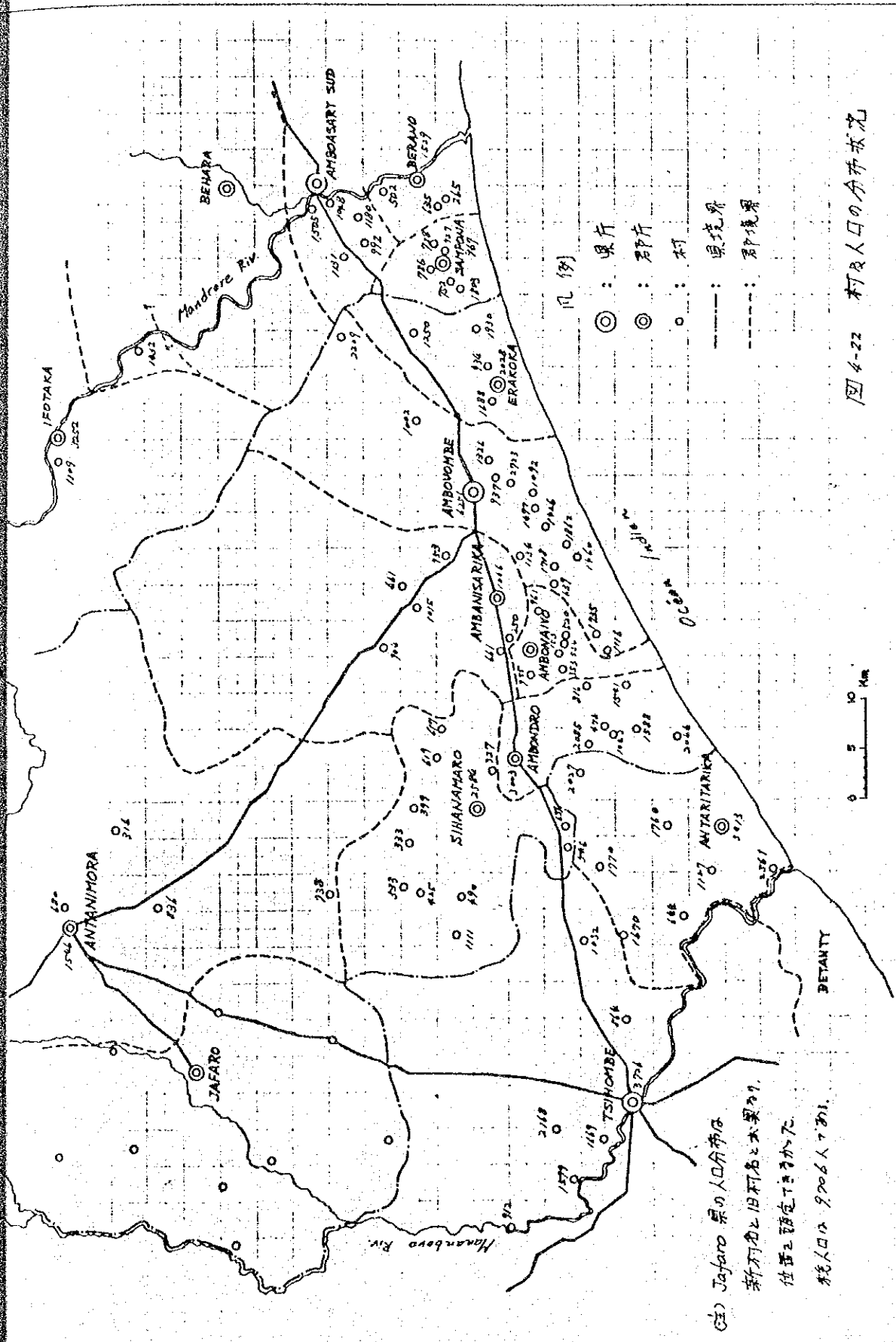
二小計の住民は、150～500人程度、1集落につき、これがいくつか集落、村、及び郡と構成している。人口別村の数と相関した次表の通りである。

#### 人口別村数

人口	村の数
6,000人以上	1
3,000～4,000	4
2,000～3,000	10
1,500～2,000	18
1,000～1,500	21
500～1,000	34
500以下	14
合計 102 村	

次に人口分布と地域的比率と国道筋と海岸に沿った地域に全体の70%に相当する約87,300人が住んでいる。





(注) Jafaro 県の人口分布は  
 新町名と旧町名とを累算し、  
 位置を重複して算出した。  
 総人口は 9,206 人である。

図 4-22 町及人口の分布状況



## 1-6. 現況の生活用水使用量の推定

計画対象地域内での生活用水の供給方法には (1) 井戸及び TOTO 井の揚水 (2) 天水溜りの給水 (3) 河川より給水車による給水がある。(3)の方法には牛車による運搬も含むが、河川からの距離を考えると供給量も僅かであり、又水価も高額となり、全体の使用量に占める比率は小さいので、ここでは (1) 及び (2) について算定を行ない、1人当りの使用水量の推定を行なう。

(1) 及び (2) の方法による給水量は次のとおり推定される。

(1) 井戸及び TOTO 井の揚水量  $Q = 186,000 \text{ m}^3/\text{年}$

(2) 天水溜りの給水量  $Q = 8,400 \text{ m}^3/\text{年}$

但し、(1) の井戸及び TOTO 井の揚水は多くの家畜の飲料水等へも使用されているので、住民の生活用水はそのうち 5割程度と思われる。天水溜の水は非常に良質の水であるので全量が村民へ給水されている。従って、生活用水としての現況の供給量は約  $100,000 \text{ m}^3/\text{年}$  とする。

そこで、上記量は当地域内の住民により使用されているもの想定すれば、1人当りの生活用水の使用量は、

$$\frac{100,000 \text{ m}^3/\text{年}}{80,000 \text{ 人} \times 365 \text{ 日}} = 0.0003 \text{ m}^3/\text{日} = 0.3 \text{ l}/\text{日}$$

と計算されるが、実際的には、 $2.5 \sim 3.0 \text{ l}/\text{日}$  と推定され、乾期の使用量は、さらに少なくなるものと予想される。



## (4) 井戸、TOTOよりの揚水量

Ambovombe 及び Ambondro 地区における地下水の揚水量を推定する。

## 〔 Ambovombe 〕

調査により判明した揚水量は、地区内の井戸5本により  $40 \text{ m}^3/\text{日}$  が確認されている。他に、稼動中のTOTOが約100ヶ所分布すると予想されるよりの揚水量は、1井当り  $1.5 \text{ m}^3/\text{日}$  程度とすれば  $190 \text{ m}^3/\text{日}$  前後と推定される。

## 〔 Ambondro 〕

地区内の井戸16本より1井当り  $3 \sim 4 \text{ m}^3/\text{日}$  程度が揚水されている感觸があるので、未確認の井戸も含めて  $50 \text{ m}^3/\text{日}$  が揚水されていると推定される。

他にTOTOが地区内に約500程散在しており、調査中に  $1/5$  程度のTOTOに水の存在が見られた。即ち、100個程度のTOTOは乾期においても使用されており、1個のTOTOより平均して  $1 \text{ m}^3/\text{day}$  が汲み上げられていると推定される。

従って、Ambondro地区よりの揚水量は  $150 \text{ m}^3/\text{日}$  程度と推定される。

以上は乾期における調査結果よりの推定であり、雨期には乾期揚水量以上の量が揚水されているであろう事は容易に想像





される。そこで、雨期には乾期の倍の量の水が揚水されている  
ものと考え、年間を通じては乾期の1.5倍と推定する。

従って、函地区よりの年間揚水量は次のとおりと推定される。

$$(150 \text{ m}^3/\text{日} + 190 \text{ m}^3/\text{日}) \times 365 \text{ 日} \times 1.5 = 135,000 \text{ m}^3/\text{年}$$



## (II) 天水溜による供給量

既存の天水溜による対象地域への年間供給量を算定するものとする。

### (1) 天水溜のヶ所数及び集水面積

調査地域内に存在する天水溜は 39ヶ所(表 - 参照)である。そのうち対象地域外のもは 7ヶ所(No. 2, 4, 5, 10, 26, 30, 31)で、地域内には 32ヶ所が存在するが、貯水槽が崩壊し、使用されていないものが 1ヶ所(No. 18)あり、従って、現在使用中の天水溜は 31ヶ所となっている。

この現在使用中の天水溜の集水面積の総計は同表より 29174 m<sup>2</sup>となる。

### (2) 有効雨量

天水溜の集水庭に降った雨量は全量が貯溜され供給されるものではない。僅かな雨量は集水庭上で消散し、貯溜とはなり難い。又、ある量以上の降雨に対しても、集水庭の捕捉率は 80%程度と見れば、総合的に判断して有効雨量は実降雨量の 78%程度と見る。

年間の降雨量については、検討内容の性質上、最近の湯水年を対象にするものとして 1974年の 370.8 mm を採用する。

そこで、有効雨量は

$$R_a = 370.8 \times 0.78 = 289 \text{ mm/年}$$

となる。



## (3) 供給量

以上より、地域内の31ヶ所の天水溜が年間に供給できる水量は次のとおりとなる。

$$Q = 0.289 \text{ m/年} \times 29,174 \text{ m}^2 = 8,431 \text{ m}^3/\text{年} = 8,400 \text{ m}^3/\text{年}$$

