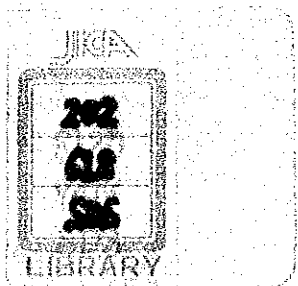


フィジー国生活用水供給計画 事前調査報告書

昭和55年8月

国際協力事業団



開二

80 - 144

No.

フィジー国生活用水供給計画 事前調査報告書

昭和55年8月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1042910[8]

開二

C R (2)

80 - 144

国際協力事業団		
受入 月日	84.8.29	202
登録No.	14310	61.8
		SDS

は し が き

日本国政府は、フィジー国政府の要請に応え、同国の生活用水供給にかかわる調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施することとなった。

今回の調査は、フィジー国における生活用水の供給に関する計画の概要、地下水開発の可能性、技術レベル、資機材調達の可能性を調査し、無償資金協力の対象地域と協力の内容を検討した。

調査の実施にあたり、多大の御協力をいただいた、フィジー政府、在スバ日本大使館ならびに関係機関に対し御礼申し上げる次第である。

国 際 協 力 事 業 団

理 事 中 澤 弼 仁

目 次

I	要約と結論	1
II	調査の概要	2
III	自然条件及び社会条件	4
IV	水理地質各論	12
V	プロジェクトの背景	18
	1. 水理用の現況	18
	2. 水道事業の現況	19
	3. 技術レベル	22
	4. 地下水開発	22
	5. 資機材の調達	27
	6. 将来計画及び関連プロジェクト	27
VI	プロジェクト	29
	1. プロジェクトの概要及び対象地域の撰択	29
	2. 対象地域の現況	29
	3. 地方水道計画	43
	4. 援助方式の検討	46
VII	プロジェクトの効果	48
VIII	問題と勧告	49

1. 要 約 と 結 論

1. 本プロジェクトの対象地域は、フィジー国 Vanua Ienu 島の Rural water supply のうち、Settlement water supply 6 地区、Village water supply 5～6 地区である。
2. 本プロジェクトは、フィジー国の5ヶ年計画の第8次プランに属するものであり、地域開発を目的として実施される地方水道整備事業の重要な拠点になるものである。
3. フィジー国政府の実施する地方水道整備事業は、Uiti Ieua 島の Handi 地区、Shing-atoka 地区と Uanua Ieua 島の Ianbasa 周辺地区及び Uunibau 地区と島嶼群の各島々を対象とするものである。
4. Uiti Ieua 島の場合は表流水の開発計画がオーストラリアの援助をもって実施されており、すでにオーストラリアの業者3社が実施にかかっている。
5. 島嶼群は広い海域に点在した島々を対象とするために資材輸送等にかなり困難な条件をもち、事業の効果も、対象地域が広域に分散することによって稀薄になる可能性が大である。
6. これに対して Uanua Ieua 島の場合は、対象地域が比較的まとまっており、地下水の開発のための調査も着実に実行されている。本プロジェクトの対象地域としては、この Vanua Ieua 島の地方水道整備事業の地区が適切であると判断されるにいたった。
7. 援助の概略の内容は、今後の調査ボーリングと本格井戸の実施のためのボーリング機械および関連資材と、揚水設備、貯水タンク、配管材料等である。
8. これら援助内容をさらに正確に把握するために第2次の調査団を派遣する必要があると考えられる。

Ⅱ 調査の目的

1. 調査の目的

本調査はフィジー政府からの要請にもとずき、フィジー国の生活用水供給事業に対する我国の対応の方法を技術的に検討することを目的として行われたものである。

2. 調査団の構成

氏名

美谷島 克彦 団長

(JICA)

小西 泰次郎 技術総括

(梶谷エンジニアリング)

小川 敏彦 地質担当

(協和コンサルタンツ)

阪口 享 設備、事業評価担当

(協和コンサルタンツ)

3. 現地調査日程

1980年7月11日(金)・フィジー国 ナンディー空港着

・大使館表敬訪問

・フィジー政府代表と会議を行う

12日(土)・資料収集

13日(日)・休日

14日(月)・現地踏査

美谷島、小西 Uiti Lesre 島 Nandi Singatoka 視察

小川、阪口 Uanua Lesre 島視察

15日(火) 現地踏査

担当は14日と同じ

16日(水)・フィジー政府代表と会議

・フィジー国 ナンディー空港発

〔面会者リスト〕

大 鷹 広	フィジー日本大使館	大 使
杉 本 勉	同 上	参 事 官
高 山 勝 司	同 上	書 記 官
Alexander Reid	PWD (公共事業局)	上下水道局長
Ronald N Richmond	M R D (鉱物資源局)	局 長
Abdul Rahiman	"	次 長
Ian Gale Alfred	"	技 師
Simpson		
Samisoni Ratuyawa	"	技 師
Mr Booth	PWD	"

Ⅲ 自然条件及び社会条件

1. 自然条件

(1) 位置

フィジー国は南太平洋メラネシア南部に位置し、ニュージーランドより北へ1,848Km、オーストラリアより北東へ3,154Kmの位置にある。(図-1)

(2) 地形

フィジー国は、国土18,272Km²をもち、Uiti leua 島、Uanua leua 島を主島とし大小320のフィジー諸島より構成される。比較的大きな島々は第三紀層の火山岩、堆積岩を基盤として山が5である。最高峰は Uiti levu の Mt Victoria で標高1,323mを記録する。数千年前、フィジー島は著しい火山活動にみまわれ、その結果円錐状の山容をもつ火山や極めて厚い火山灰、火山弾の堆積物の層が広範囲に形成された。Tavenui ではこれら堆積物に埋った古代人の遺跡が見出されている。

主要な河川は、主として Viti levu にあり Suva 市に流下する Rewa 川、Nandi 市に流下する Nandi 川などがある。Vanua levu 島には河川が多いがその中でも比較的大きなもので Nareketi 川であるが流域面積は Rewa 川、Nandi 川のそれに比較すると問題にならない。

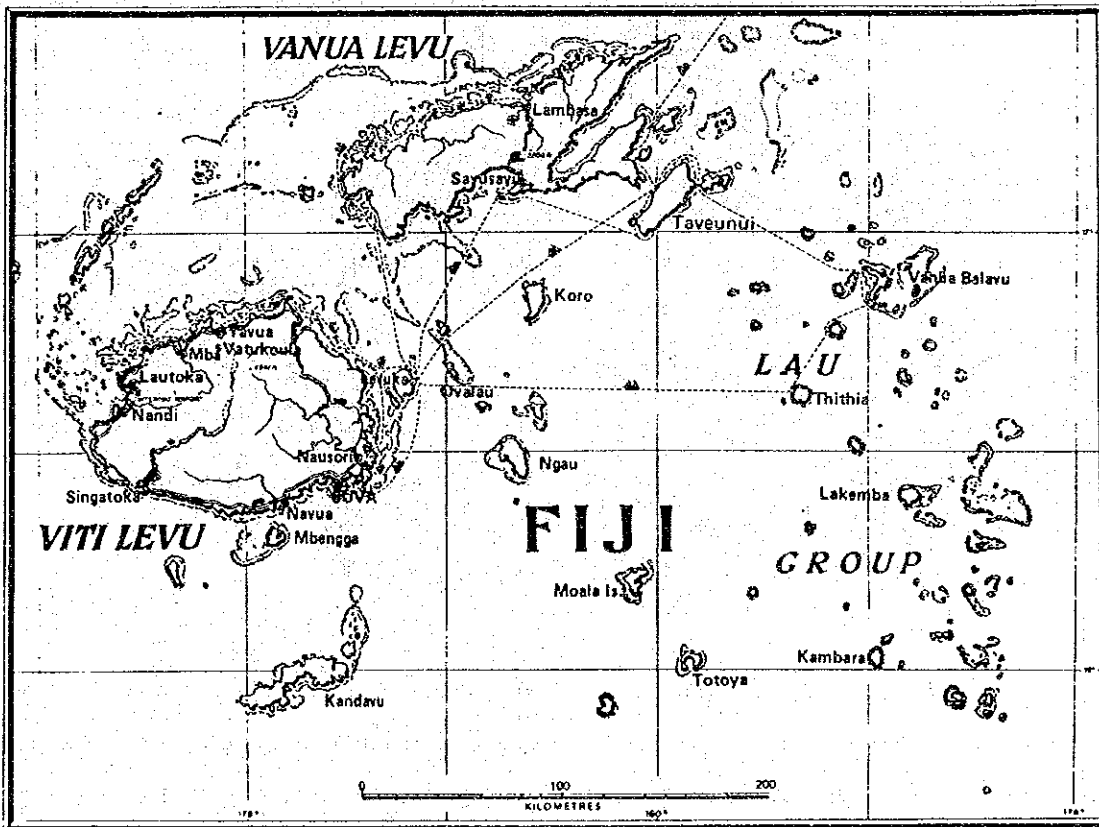
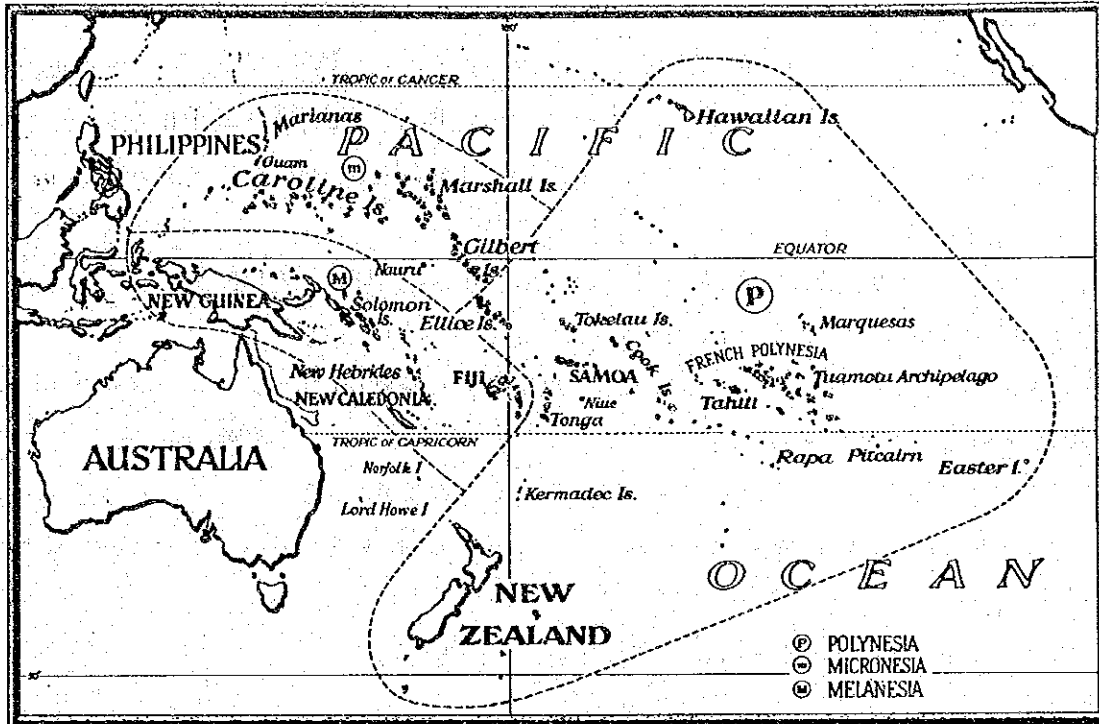
2つの主島以外の島嶼部には山地部はなく、石灰岩より構成され、平坦な地形をもっている。

(3) 地質

フィジー島を構成する地質は第三紀中新世後期から現世にいたる堆積岩、火山岩類より成っている。

地層を構成する地質は、一番古いもので中新世の Wainimala 層群であり、この地層が2つの主島の基盤となっているものである。この地層は上部 Wainimala 層と下部 Wainimala 層に分けられ、上部 Wainimala 層は主として堆積岩より成り、わずかの石灰岩を含んでいる、一方、下部 Wainimala 層は主に火山岩の熔岩流及び火山砕屑岩より成り、火山岩は玄武岩より流紋岩にいたる各火成活動に由来するものである。層厚は下部層で15000フィート、上部層で25000フィートである。この地層は Viti levu 南部に広く分布している。Wainimala 層より上に分布する地層は、Suva 層群であり、主として砂岩から泥岩に到る堆積岩から構成される。この地層の堆積時には Natewa 安山岩類の火成活動があり、全般的に凝灰岩質である。この地層の厚さは3000フィートである。この Suva 層群は Viti levu 島の Suva 付近、Nandi 付近に分布し、Uanua leua 島では中央部に広く分布している。

この Suva 層群上をおおうものは Undu 層群であるこの地層は Uanua leua 島の東



部地域に分布するものである。層厚は8000フィートあり、流紋岩あるいは石英安山岩質の凝灰岩及び凝灰角礫岩より構成されている。

さらに火山岩類で最も新しい岩石として分布する第四紀の Mba 層群が第三紀の火山岩類、堆積岩類をおおって存在する。

この地層は Mbua 及び Taveuni 玄武岩を含むものであるが、主に玄武岩質の火山碎屑岩より構成される。下部の Suba 層群に整合的に分布し、層厚は10,000フィートに達する。主たる分布は、Viti levu 島の北部一帯、Vanua levu 島の西部 Tabeuni 島に分布している。

その他320に及ぶ島嶼群は時代未詳の火山岩類と、石灰岩より構成される。石灰岩は、第三紀層から現世にいたる Coral reef 起元のものである。

さらに Viti levu 島の主要河川の下流には、沖積層の砂礫層及び粘土層が分布しているが層厚は薄いものである。

断層破砕帯は、フィジーの地下水を開発するに大変重要な要素の一つであるが、これは、ほぼN60°EとN30°Wの方向性が多い。これらの断層の走向は主に航空写真の解析によって得られる。

地質の分布状況は図-2に示されている。

(4) 気 候

フィジー国は高湿多雨の気候帯に属し、気温は32℃～15℃である。11月から4月迄は非常に暑く、他の月は温暖である。風向はほとんど南東であり激しい雨を伴うことが多い。年間を通じての降雨量は Uiti levu 島東南部で4000mm/年であり西北部は1600/年である。Vanua levu 島では南部で2500mm/年、北部で2000mm/年である。

降雨は年間を通じてあるが、比較的多いのは10月から4月にかけての7ヶ月間である。ハリケーンが多いのもこの期間であり、毎年なんらかの被害が発生している。

(5) 植 生

植生は、Uiti levu 島の南島部から中央部、Vanua levu 島の南部 Tabeuni 島の海岸部を除いて熱帯雨林におおわれる。その他の地域には熱帯草原が広がり、海岸にはマングローブが繁茂している。

2. 社 会 条 件

(1) 人 口

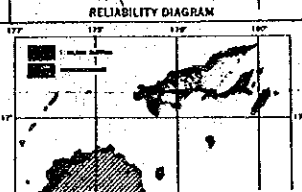
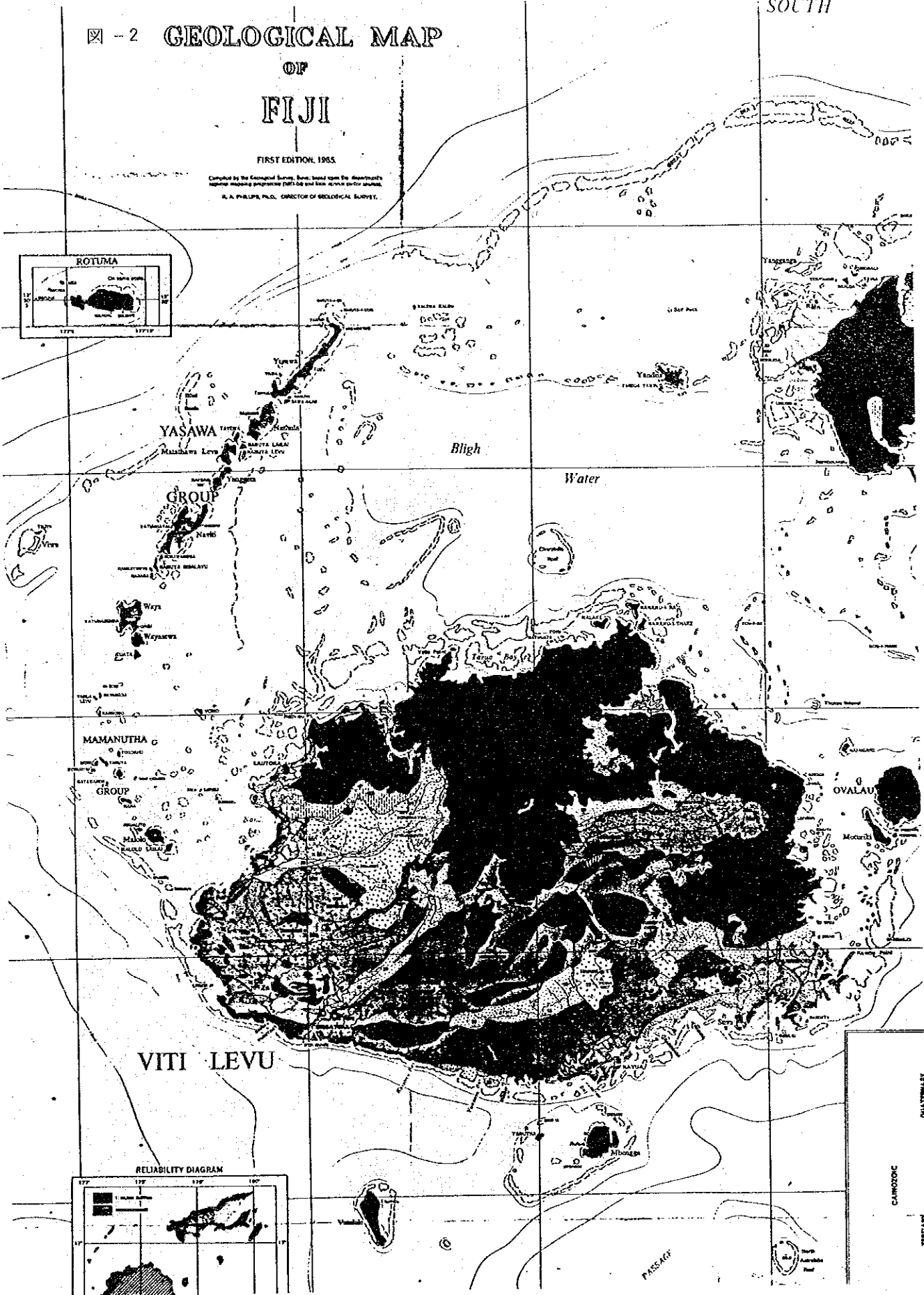
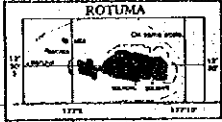
1977年時点フィジーの人口は約601,000人をもっており、51%がインド系であり他がフィジー諸島人である。1970年には525,000人の人口を持っていたから、年間約1万～1万1千人の人口増となる。種々の記録にあらわれている人口は次のようになっている。

1:250,000 - 2 **GEOLOGICAL MAP**
OF
FIJI

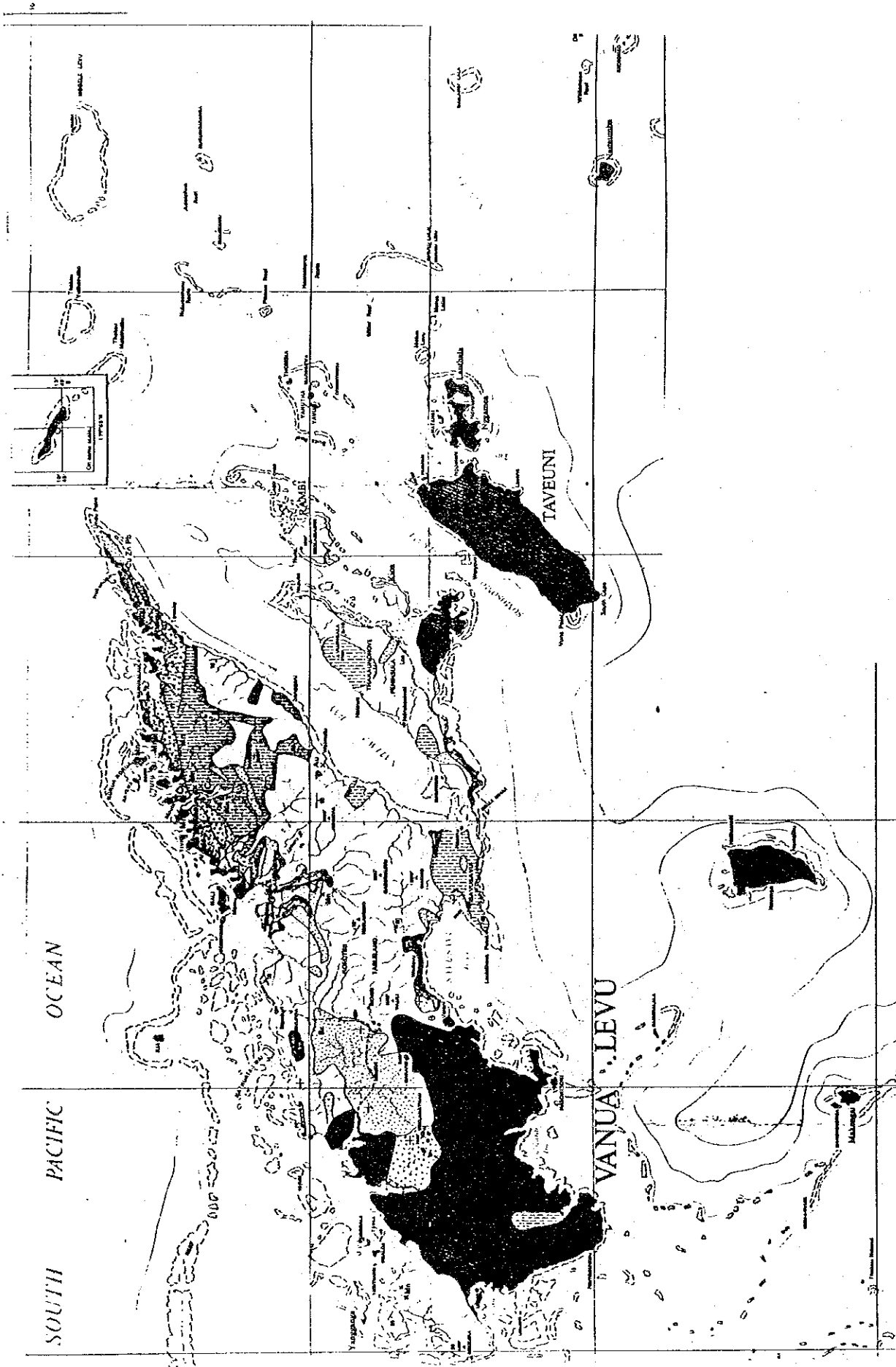
FIRST EDITION, 1955

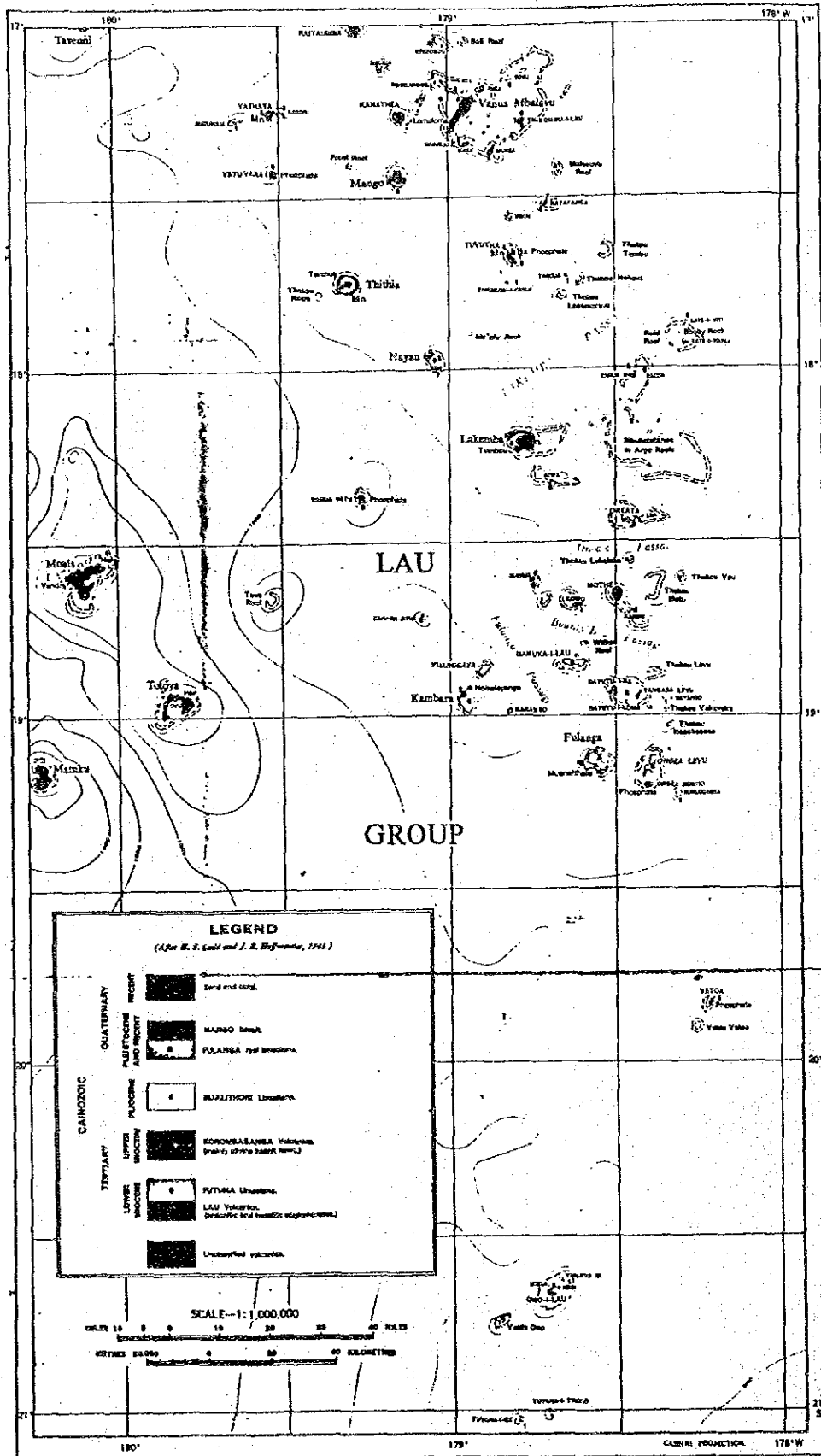
Compiled by the Geological Survey, based on the Department's
historic maps of 1925-26 and the 1945-46 survey.
G. A. PHILIPS, M.Sc., DIRECTOR OF GEOLOGICAL SURVEY.

SOUTH



QUATERNARY
 CENOZOIC
 TERTIARY





1874年	150,000人
1950年	288,000人
1970年	525,000人
1977年	601,000人

フィジー人の平均寿命は70才であり、幼児死亡率と自然死の率は世界でも最も低いレベルにある。

(2) 産 業

フィジーの産業は、農業及び鉱業、林業である。主産物は砂糖であり、国内各所に Sugar cane がみられる。1980年における計画生産量は約400,000トンである。その他農業生産物としては、コブラ、ヤシ油、バナナ、オレンジ、米、綿花、コーヒー、ゴムである。

鉱業生産物としては、金、銀、銅、亜鉛、マンガンである。フィジー政府は林業に対しても力を入れようとしており、日本調査団が Vanua levu 島に行き、調査を実施している。

(3) 教 育

フィジー政府の教育に対する熱意は大であり、約25%の予算を費している。小学校は650校、中学校は121校、職業専門学校は30校である。就学率は98%に達している。

Ⅳ 水 理 地 質 各 論

フィジー国の水理地質は大きく分類して、Type 1～Type 4の島々に分けられている。Type 1は、Viti levu 島、Vanua Levu 島及び Kandavu 島の比較的大きな島で主として海成の熔岩流に由来する地層を帯水層とする。Type 2は Moala-Lomaiuiti グループ Mananetha-Yasawa グループなどの比較的小さな島嶼群の中の海成あるいは準風成の熔岩流を帯水層とするもの。Type 3は地表に噴出した火山岩から構成される島。Type 4は主として石灰岩から構成される島である。

Type	帯 水 層	分 布 地 域
Type 1	(比較的大きな島) 海成の熔岩流 火山碎屑岩 堆積岩等	Viti levu Vanua leveu Kandaue
Type 2	(小さな島々) 海成、半風成の熔岩流 火山碎屑岩、堆積岩	Moala-Lamaiuite Mananu-Yasawa Mbengga
Type 3	噴出岩から由来する地層	Taeuni Rotuma
Type 4	石灰岩	Lau Uiwa Vatu lele

(1) Type 1 Island

① Viti levu 島

Viti levu 島の帯水層としては② Tholo orogen rock と、⑥ Mba 溶岩流及び凝灰角礫岩、③ 堆積岩及び火山碎屑岩類、④ 沖積砂礫層の4種類が存在している。沖積砂礫層を除いては、団結あるいは半団結した地層中の亀裂あるいは断層破砕帯中に存在する裂か水である。夫々の地層の透水量係数は、② Tholo orogen rock で $132 \text{ ft}^2/\text{day}$ 、⑥ Mba 溶岩流で $5500 \text{ ft}^2/\text{day}$ 、③ 堆積岩類で $1270 \text{ ft}^2/\text{day}$ の値を示している。一方 沖積砂礫層の場合は伏流水であるだけに透水量係数は、 $10800 \text{ ft}^2/\text{day}$ と大きい。

Mba 溶岩流に掘さくされた試験井戸を使用して、揚水試験が実施されたが、その結果は透水量係数 $T = 99 \text{ ft}^2/\text{day}$ 、貯留係数 $S = 0.81 \times 10^{-4}$ の値を示した。

⑤ Vanua Levu 島

Vanua levu 島の帯水層としては④ Natewa 層群の堆積岩、凝灰岩類 (Suba 層群) と⑥ Undu 層群の流紋岩類の火山砕屑岩及び⑦ Mba 層群の Mbua 玄武岩類の火山砕屑岩である。いずれも地下水は裂力水として存在していて、透水量係数は一般的に低い。④ Natewa 層群からは $T = 12 \sim 50 \text{ ft}^2/\text{day}$ の報告がある。ところが 1ヶ所の既存井では $T = 1014 \text{ ft}^2/\text{day}$ の値を示しているものもある。これは極めて透水性の良い断層石灰砕帯中に設置されたものであろう。⑥ undu 層中のものは $T = 122 \text{ ft}^2/\text{day}$ の値を示している。

⑧ Kandavu 島

Kandavu 島は Sawa 層群の火山岩類から構成されており、地下水はこの地層中に裂力水として存在している。この島において、系統的に地下水調査が行われた例がなく帯水層係数は不明であるが、その値はおそらく小さいであろう。水露頭として温泉の自噴が数ヶ所にみられる。

(2) Type 2 Island

この type の島は、1つがせいぜい2つの火山をもった島であり Mba 層群あるいは Mbua 火山岩類より構成され、海成あるいは半風成の堆積岩である。帯水層係数は Type 1 の同じ地層中のものと同程度の値を示すであろうが、集水面積が小さいため、大量の取水は不可能となる。

サンゴ砂層に浅井戸を掘って飲料用水としている所もあるが、これらはいずれも高い Cl^- イオンを含有している。

(3) Type 3 Island

この type は Tabeuni 島で代表されるような火山の噴出岩から構成されたものである。このような島は地下水の涵養が豊富であり、透水性においても又貯留性においても優れているといえよう。しかし、地下水そのものは地表から深い部分に賦存しており、動水勾配は小さい。従って、塩水汚染に対する配慮を充分にもった上で、地下水を開発すべき地域である。

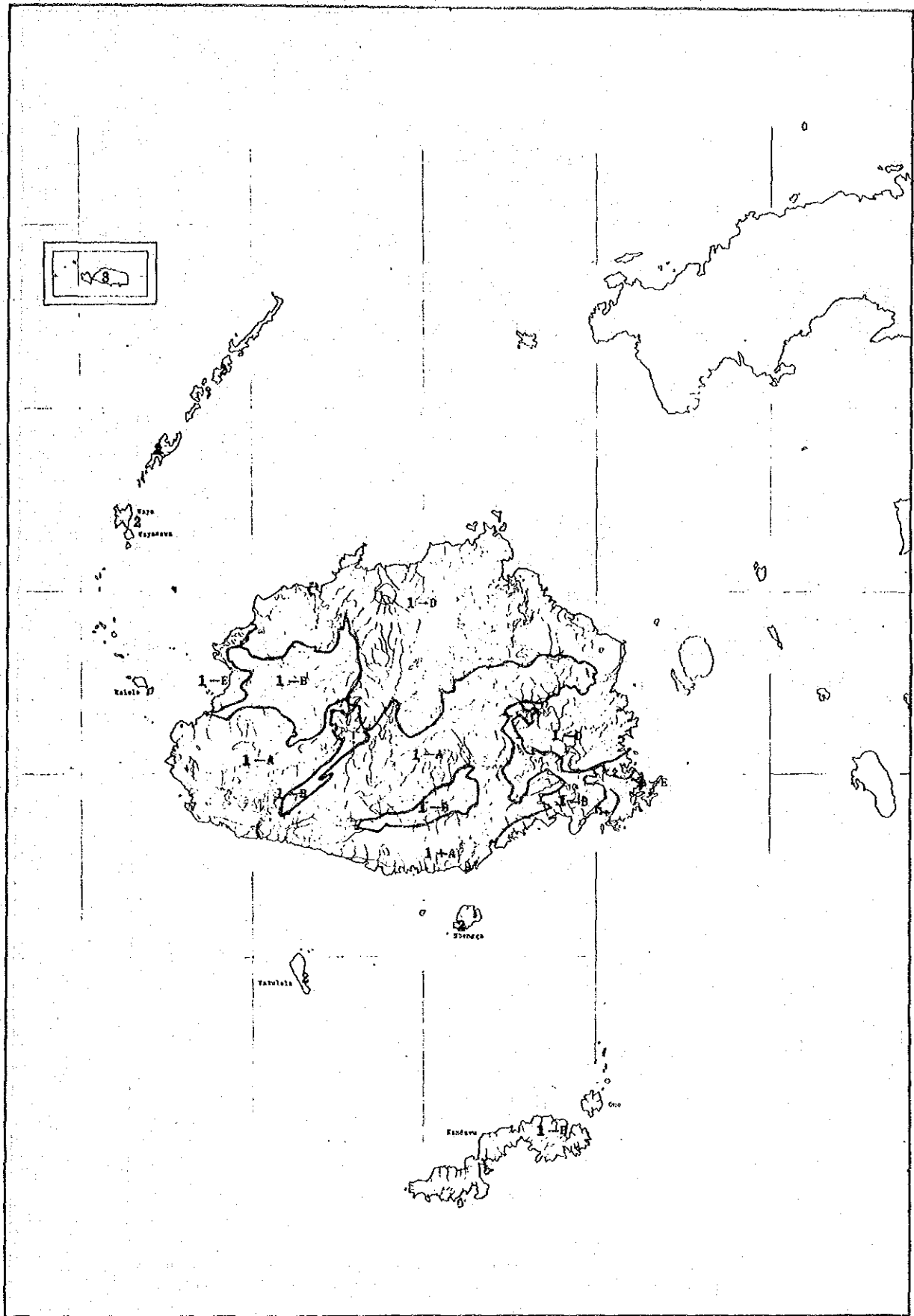
Tabeni 島において実施された揚水試験の結果は透水量係数は $T = 1900 \sim 8850 \text{ ft}^2/\text{day}$ 貯留係数は $4.1 \times 10^{-5} \sim 3.0 \times 10^{-4}$ の値が得られ、大変優秀な帯水層であることが解った。一方この透水量係数と実測された動水勾配を使って、自然に海に流出している地下水量が計算された。この結果によると、Wainmanggere と Nauakwau の間の $7\frac{1}{4}$ mile の間で、約 $2,180,000 \text{ ft}^3/\text{day}$ の流出量が得られている。

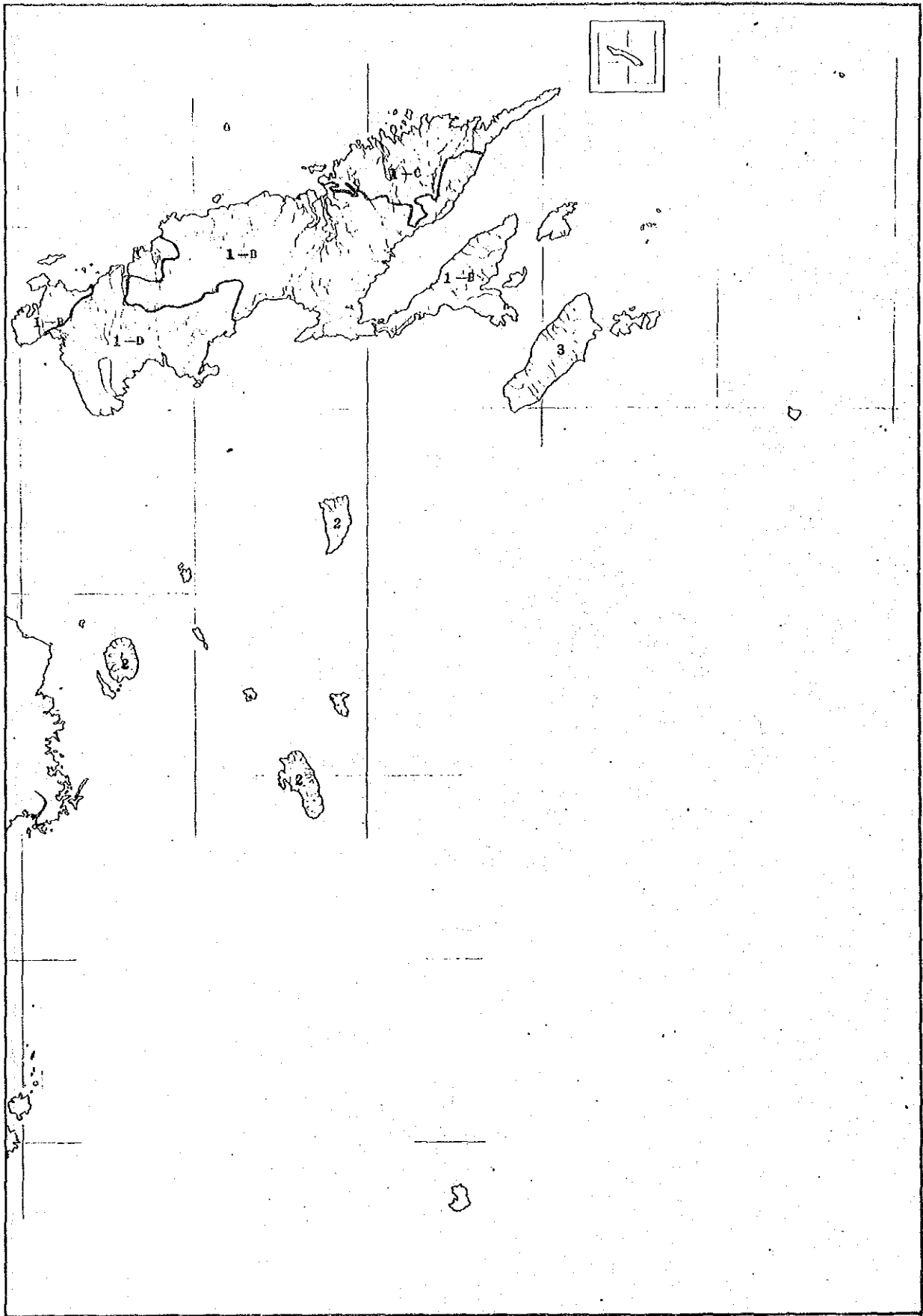
(4) Type 4 Island

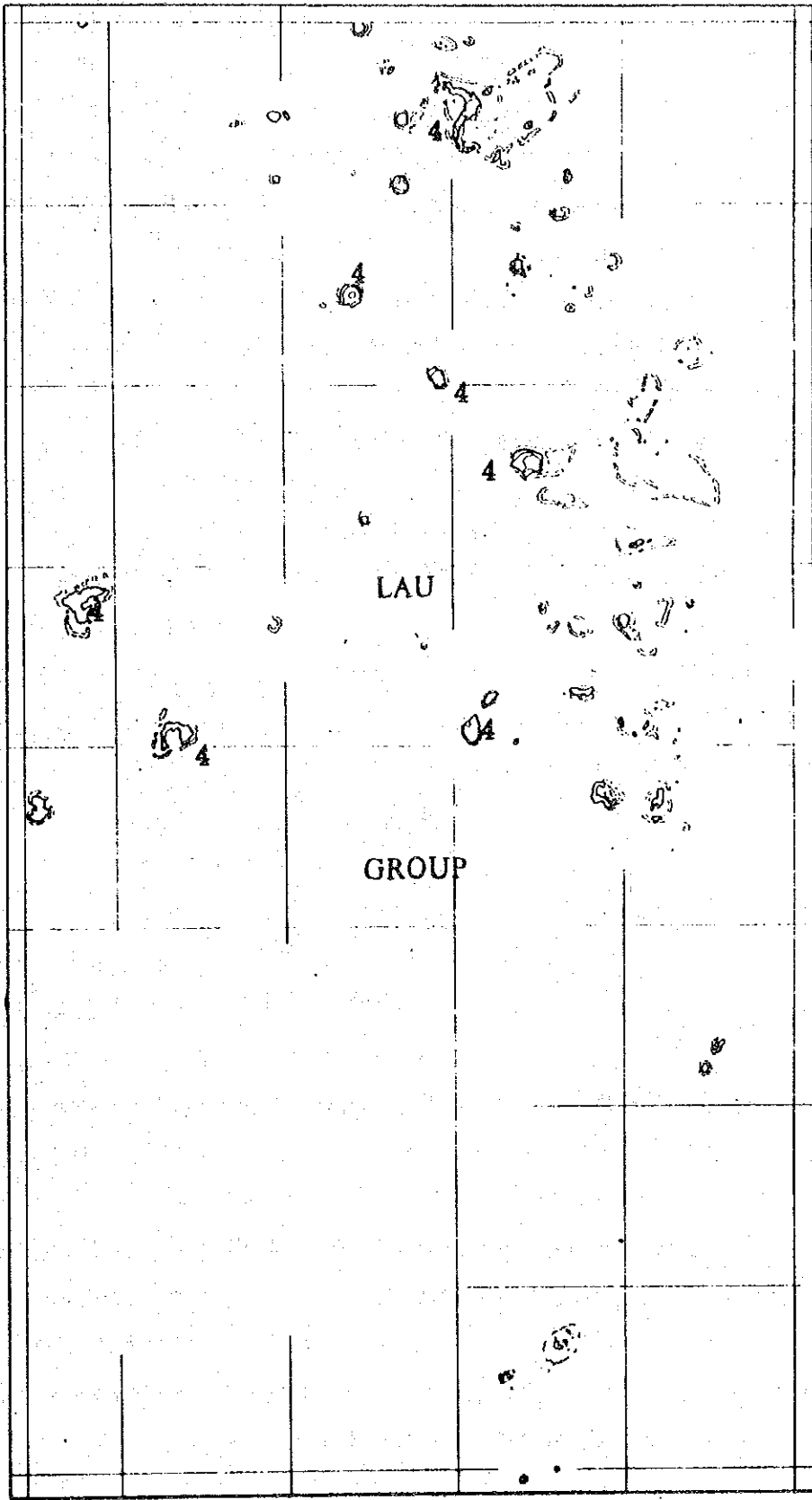
この地域は石灰岩だけで構成される島であり、石灰岩上にはなんらの流路もあるいは河谷も発達していない。一般的にはこの地域の地下水は石灰岩中の Cave かあるいは、砂状の部分

に局部的に貯留されていることも多く、主として浅井戸を用いて利水しているが、地下水位は海水面にほぼ等しく、塩水化の影響がみられるところが多い。

PWDによって幾つかの浅井戸の揚水試験が実施されたが、その結果は1井あたり4.0~60 ft³/hr 程度のものであった。このように石灰岩で構成されている島の地下水で問題になるのは地下水の利用に伴って、容易に海水による塩水化問題が生ずるということであろう。ちなみにこれらの島の住民の飲料水は地下水と、Roof catchment system を併用して確保している。







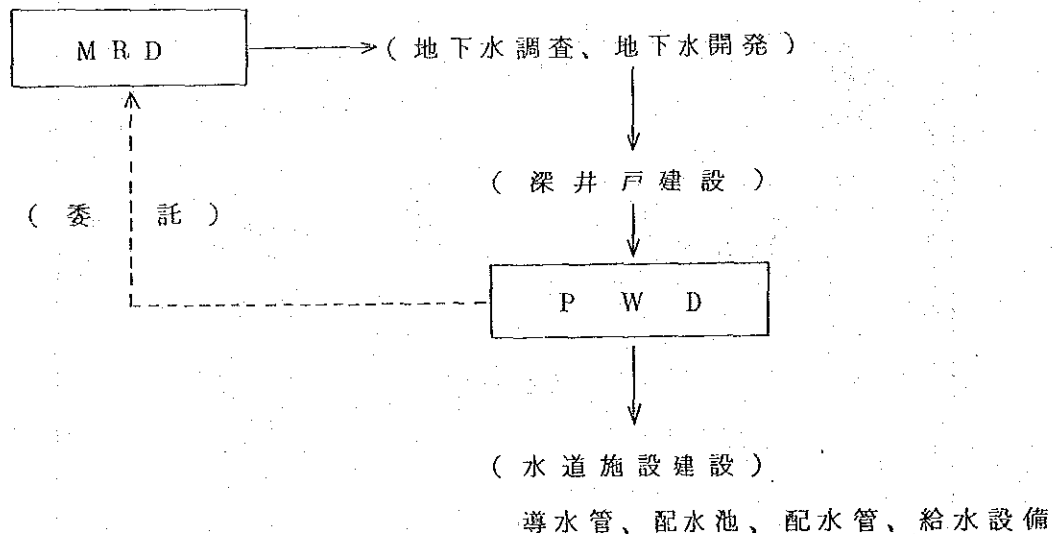
V プロジェクトの背景

1. 水利用の現況

フィジーにおける水道事業は、公共事業局 (Public Works Department) がこれを管理運営している。Viti Levu 島における Suba, Nandi, Vanua Levu 島の Landasa 等の大都市は水源を表流水とし、浄水して各戸に給水している。地下水は地方水道の水源として利用され、深井戸より取水されている。

地下水源の開発は、公共事業局 (Public Works Department) から鉱物資源局 (Mineralogical resources department) に委託し、確実に取水できる深井戸を建設したのちに P. W. D. に引渡すようなシステムになっている。

P. W. D. はこの深井戸を水源として水道施設を建設維持管理を行っている。



水道施設は恩恵を受けることのできない地方の住民の生活用水の確保は、平堀井戸か、小河川、あるいは屋根を利用して天水を集め、コルゲートパイプ製のタンクに貯留するという方法である。

これらの方法では気象変化に左右されて、渇水期には水不足をきたすことがひんぱんに起り、かつ小河川は供水時の濁水増加や、生活排水の汚染によって水質的にも飲用に適さない状況にある。

フィジー政府としては、これら地方に散在する住民の衛生的な生活を確立するため、5ヶ年計画の第8プランとして地方水道の整備を急いでいるわけである。

2. 水道事業の現況

フィジーにおける水道は、大きく分類すると、Urban and Town water supply と Rural water supply があり、Rural water supply は、さらに Settlement Water supply と、Village water supply に分けられる。

1. Urban and Town water supply

2. Rural water supply

2-1 Settlement water supply

2-2 Village water supply

Urban and Town water supply は表流水を水源とし、必要な浄水施設をもった水道であり、塩素滅菌を行い各戸に給水している。本ミッションは施設の維持管理状況を把握することを目的として、この種の水道施設として Vanua lereu 島の Seaguagua 地区の水道を訪問し、施設の内容及び維持管理状況を視察した。

Seagaga 地区の水道は $70 \text{ m}^3/\text{日}$ の計画給水量を持つものであり、河川より取水し、凝集沈澱処理後、急速炉過を行い、送水ポンプにて高台の配水池に送り、配水池より各事業所及び民家に給水を行っているものである。

管理状態も良く、末端にはメーターを設置し料金を徴収している。Urban and Town supply の原単位は $60 \sim 70 \text{ gallon/day/capita}$ となっている。

Rural water supply には、Settlement water supply (図3-1、図4-1) と Village water supply (図3-2、図4-2) がある。Settlement water supply は給水人口 $1000 \sim 2000$ 人を対象とするが、直接に各住家あるいは集落迄配管しないで主たる公道に配管し集落に近い所に共同水栓を設置する。住民は各戸より共同水栓迄容器を持参し、家に持ち帰ることになる。

この Settlement water supply は Sugar cane のように住家が散在しているような状況におかれている地域に対して適用されるものである。

一方 Village water supply は比較的まとまりのある集落のある地域に適用される。給水人口は $200 \sim 500$ 人で集落数ヶ所に給水栓とシャワーを設置する。

いずれの System においても深井戸と、配水池を設備する。配水池は 24 時間分を基準としている。塩素滅菌は維持管理が住民の手で行われることから、P. W. D は採用しない方針である。

それ故に水源は地下水でなければならないといえよう。原単位は、 $10 \sim 30 \text{ gallon/day/capita}$ と考えている。

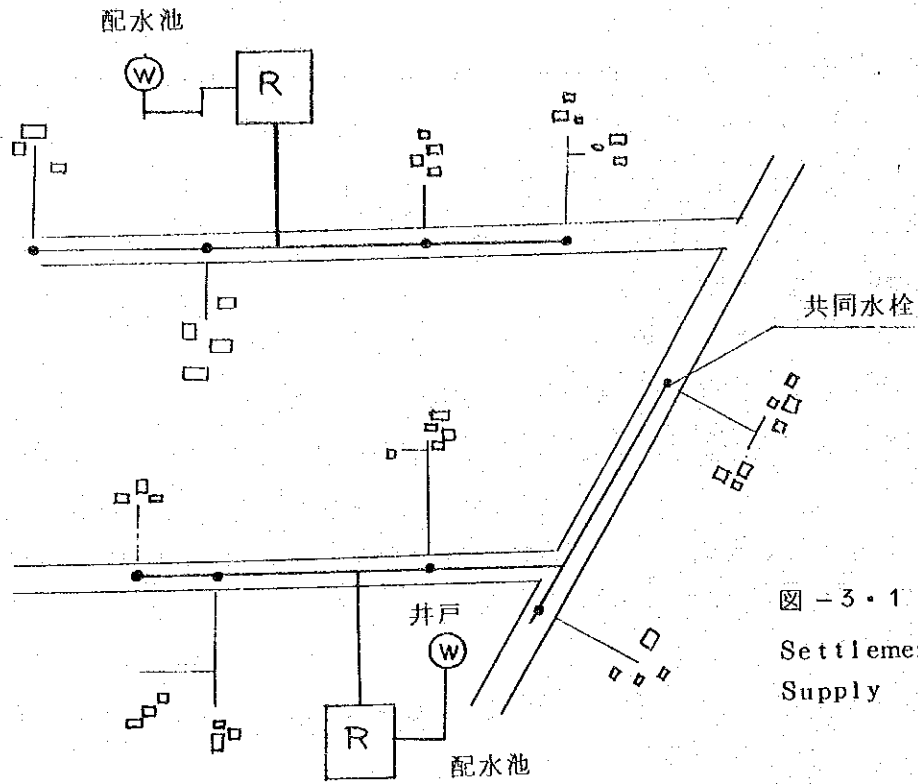


図 - 3・1
Settlement water
Supply

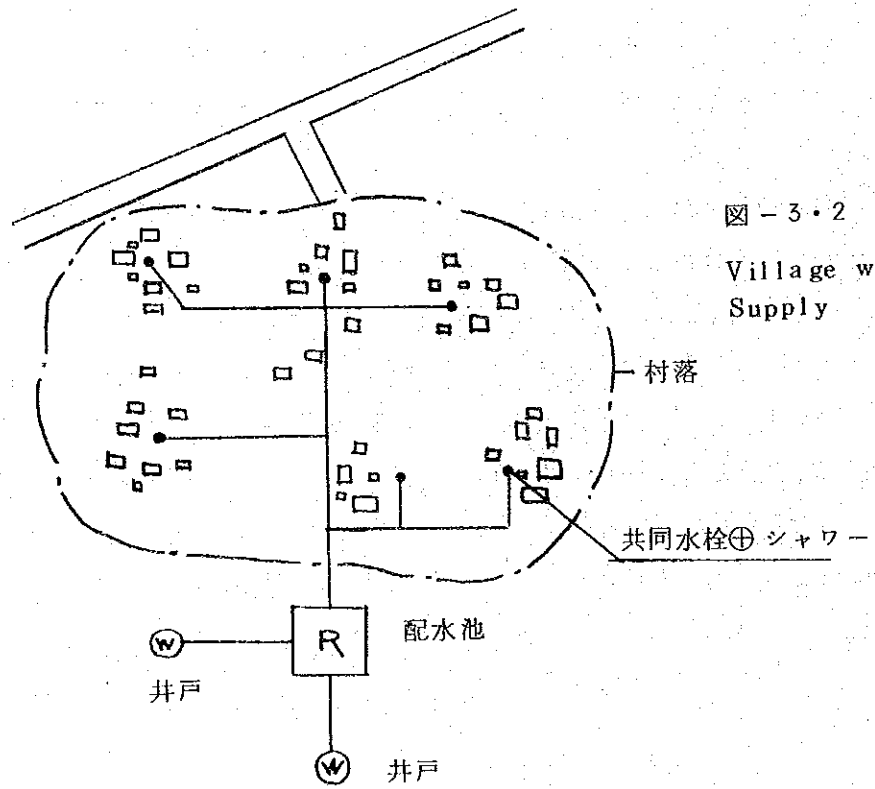


図 - 3・2
Village water
Supply

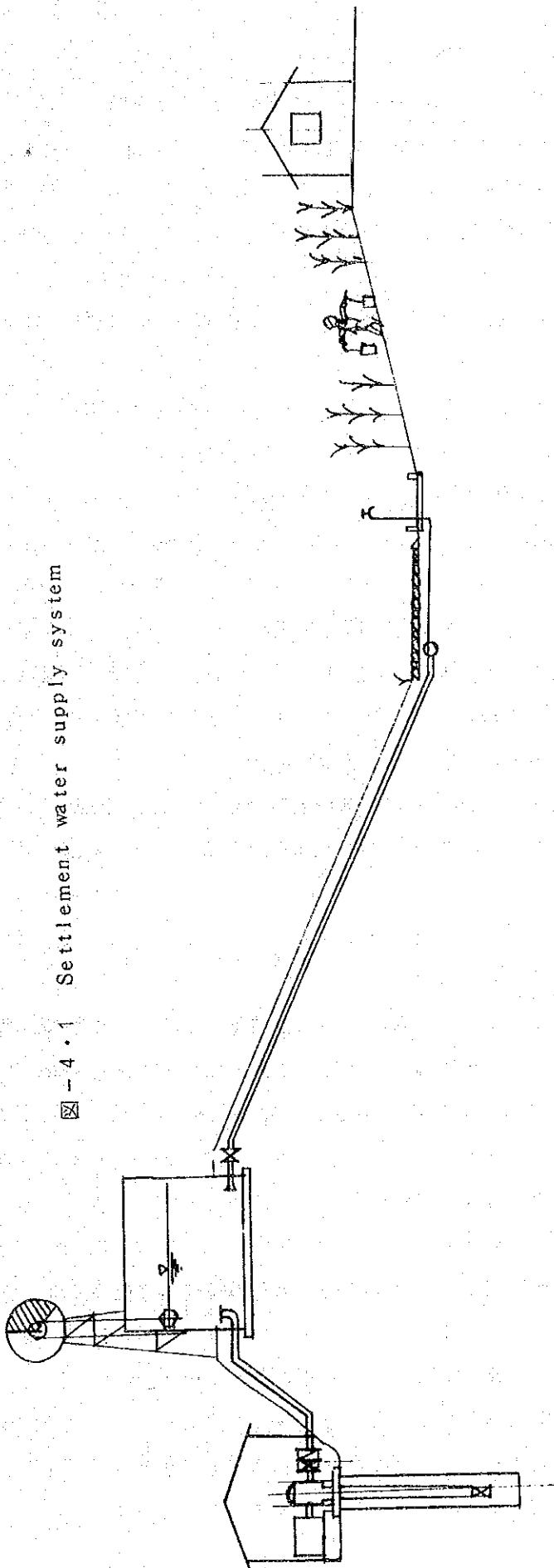


图 4.1 定居供水系统

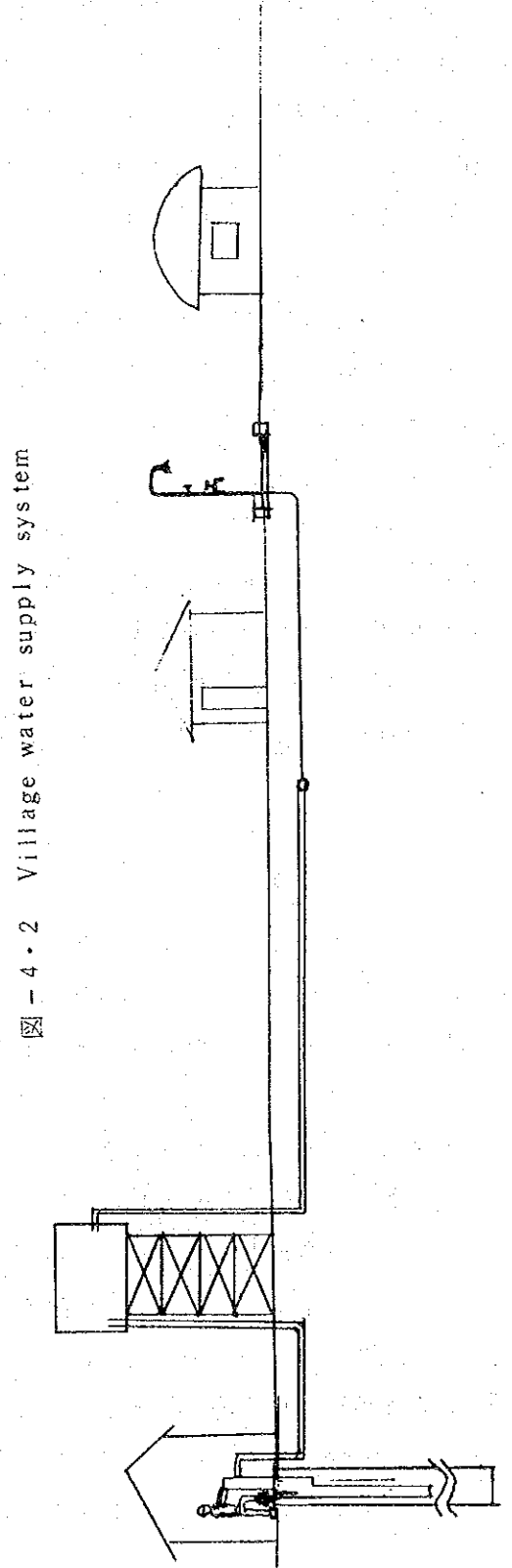


图 4.2 村庄供水系统

3. 技術レベルについて

技術レベルについて検討した。先ず地下水の探査技術であるが、火山岩を主体とするフィジーの地質条件に対応すべく、地質図の作成、地表踏査による地形及び地表地質の確実な把握、断層帯等弱線帯の確認等極めて現実的な方法が採用され、なによりも本井戸の建設にあたっては必ず既存井の評価及び試験井の掘さく、各種試験を行い、確実に帯水層にあてる方法が採用されている。

揚水試験の結果は、チーム及びタイス等の一般的な解析方法によって処理され、本井戸を設計するという方法がとられている。

井戸の掘さく技術は、パーカッションのセッティングの状況、Diamond core boring の掘さく現場を確認したが、現場機器材料を十分に調整、整備されていた。又、地質試料のサンプリングも慎重に行われており、掘さく技術はかなり高いものと推定された。フィジーには多くの鉱山があり、この鉱山の探鉱ボーリングに従事したベテランの技術者が掘さく主任として、地下水開発に従事している。

しかし、MRDの責任者の言によると、地下水開発に専門的に従事すべき技術者がきわめて少く、今後養成に心掛ける必要があるということであった。JICAの研修を受けた技術者がカウンターパートとして本調査に従事してくれたが、彼のフィジーにおける評価は高く、今後も日本による技術者の養成助力に期待しているということであった。

水道施設の建設維持管理について Vanua levu 島の Seaqaqa 地区の水道施設を見学したが、沈澱池、急速3過池、配水池共にその建設の状況は良好であり、又維持管理も充分なものであった。

4. 地下水開発

フィジーには多くの鉱山があり、現在も稼行している。そのため探鉱を目的とした地質調査が充分に行われ、その結果 1/50,000 の地質図が全国くまなく作成されている。最近の地下水調査は 1974年 UNDP (United Nations Development Programme) によって行われたものがあり、全国的な規模での調査報告がなされている。この報告書は、フィジーにおける地下水区を4つのタイプに分け、夫々の水理地質学的条件を明らかにし、将来における地下水開発の指針を打出している。

現在、PWDは5ヶ年計画の一環として、地域開発のための地方水道の整備を行うことにしており、この水源として地下水の開発を急いでいる。しかるに委託を受けたDMRにはボーリング機械及び技術者が少く、PWDの要求に充分対応し得るか否が危んでいる。

この理由は、経済的な要因によるものであり、フィジー国はUNDPに対して300千ドルの援助を要請している。この内容は、資機材に150千ドル、技術者派遣に対して150千ドルというものであり、UNDPからの解答は本調査の段階においては得られていない。

機械的にも技術者の数においても貧弱な状況におかれているにもかかわらずDMRは、PWDの要請を受け地下水開発を徐々に行っている。現在実施している場所は、Viti Levu 島北部及び南西部であり、Vanua Levu 島の西部である。

現在、フィジーのMRD技術者が行っている地下水開発の手法は、1/50,000の地図によって地質の分布を知った上で、航空写真によって断層破碎帯や褶曲による弱線体を予測する。このような室内作業を行った上で、地表踏査を行い岩相、地形的特徴、植生、水露頭の確認により、断層あるいは褶曲の証拠を確認し、そこが確かに弱線体であるかどうか検討する。一方、人口の分布や道路等の社会条件を検討するとともに、既存の井戸の水質を分析し、これを解析して、水利地質条件の良好な場所、給水条件の良い場所、そして水質の問題がない場所を選定してテストボーリングの位置を決定する。テストボーリングを実施した上で揚水試験を行い、さらに水質分析を行い、試験井が本格井戸として利用可能であるか否かを判断し、使用可能であれば、この試験井戸は本格井戸としてPWDに引渡される。試験の結果、さらに口径の大である井戸が適当と判断されたときには、さらに本井戸を掘さくしPWDに引渡されるようになっている。

水質の基準については、フィジー独自のものは定められておらず、WHOの基準に従っている。Viti LevuのSuba cityの飛行場の付近で井戸を掘さくした場合、極めて高い濃度のFe ionとMn ionが検出されたが、その井戸は実用化せずに放棄された。一般に地方水道の水源の場合、維持管理が住民の手で行われることを考慮すると、特別な浄水を行わないのみならず塩素消毒も行わない方がよいという考え方に立って、良質の水質の地下水を産する井戸だけを実用井戸として用いることになっている。

しかしフィジーのように火山岩あるいは火山砕屑岩中の裂か水でしかも鉱山が多いという条件下ではFe ion Mn ionが多量に含有されるという可能性があり、簡易な維持管理が可能な除鉄除マンガン施設を考慮する必要がある。

井戸の掘さくはDMRが行っているが、彼らが現在所有しているボーリング機械は、Churndrill 3台、Universal 2台、Down hole hammer 1台、Diamond drills 3台（表-1参照）の計9台である。

掘さく深度は6インチ口径で400～1500フィート、掘さく口径は6～8"が普通である。本格井戸の構造はPVC 8"パイプをケーシングパイプとして使用し、ストレーナーはSlotted PVCの表面をサランメッシュシートで巻いたものを使用している。ケーシングの周辺は1～1 $\frac{1}{2}$ インチのグラベルをもって充填している。（図-5参照）

本格井戸の掘さく直後ケーシング前に各種のテストが行われるがフィジーでは①ベイヤータテスト ②エアリフトによる揚水試験 ③温度検層が行われている。電気検層及びガンマ検層は行われていない。フィジーの技術者は、今後カリバーテストを行ってみたいという希望を持っている。

Viti Levu には Nandi, Suba, Shingatoka 各地区の沖積低地では、深度 10 m 前後の浅井戸が掘さくされており、沖積砂礫層中の不圧地下水を採水している。Nandi 地区ではこれら浅井戸からの過剰揚水のために塩水化汚染が生じており揚水量に対する規制の必要性を感じた。

現在迄に MRD が PWD の要請をうけて実施した試験井は、Shingatoka で 3 本、Nandi で 3 本、Lanbasa で 3 本行われており、その岩相は表-2 にしめすとおりである。

表-1 フィジー国所有のボーリング機械 (MRD)

Type	machines	Capacity	Diameter
Churn Drills	Bourne	500'	6" 8"
	Hydromaster	400' (6")	6" 8"
	— " —	1500' (6")	6" 8"
Universal	Auger 6"	225'	6"
	Auger 8"	100'	8"
Down hole hammer		300' (6")	6"
Diamond Drills	10 L	1500'	3"
	F 5 2 A	— " —	— " —
	Portable minor	100'	2"

图 - 5 井戸構造图

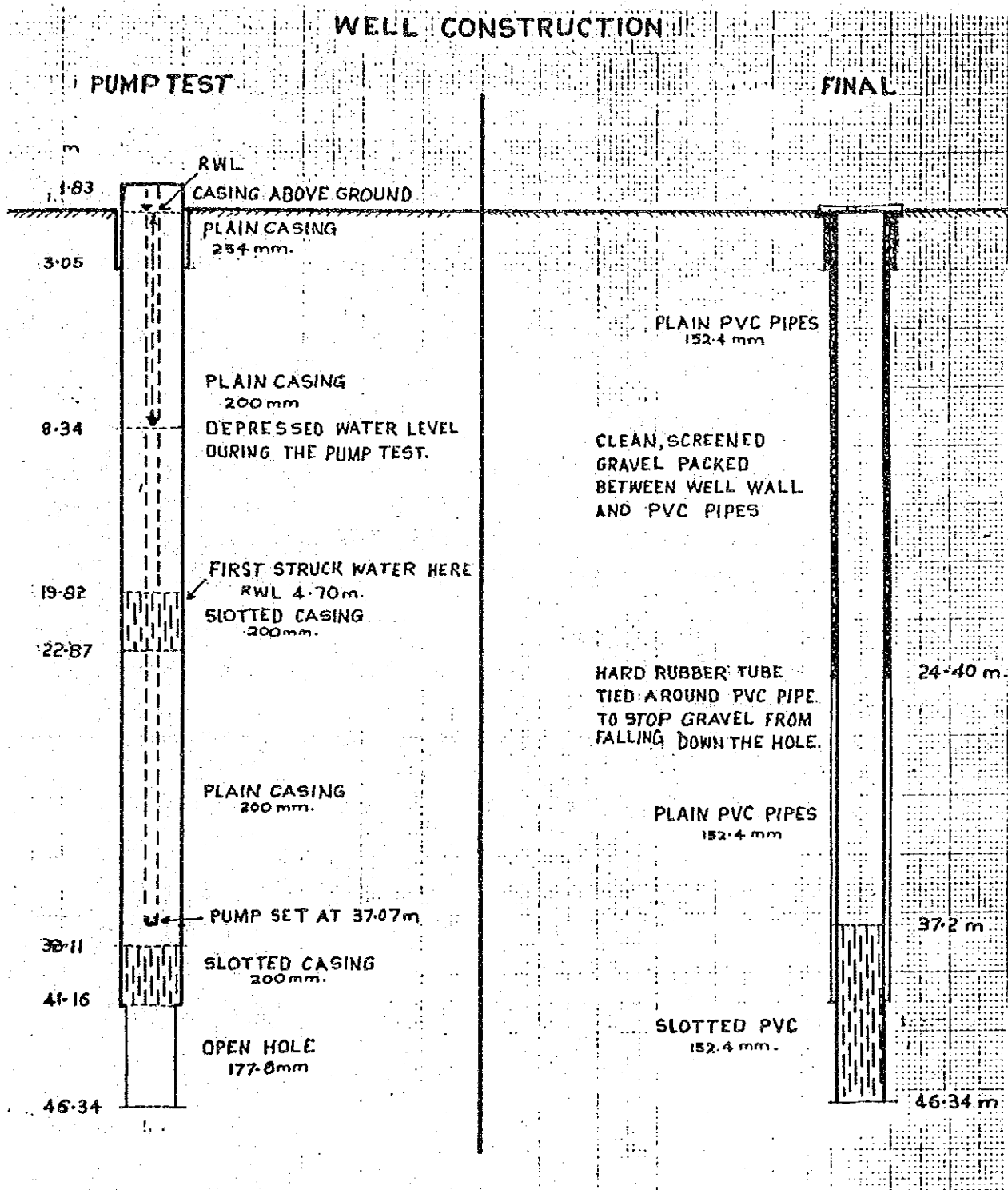


表 - 2 SUMMARY OF LITHOLOGICAL INFORMATION OBTAINED
FROM GROUNDWATER TEST AND PRODUCTION BOREHOLES
IN THE SIGATOKA, NADI AND LABASA AREAS.

SIGATOKA

Borehole DDH/W/78/36 at Sigatoka Pumping Station; borehole to depth of 112m encountered BRECCIAS and some interbedded basalt and andesite flows, all lithologies sheared and veined by 'zeolite.'

Borehole DDH/W/77/11 at Volivoli, near Sigatoka Pumping Station; borehole to depth of approx. 58m encountered SANDSTONE to 35m overlying interbedded CONGLOMERATE and ANDESITE/DACITE, these lithologies being reported as 'shattered' and 'sheared'.

Borehole Naduri A, encountered silt and fine sand(alluvium) with carbonaceous material and marine/brackish water fauna.

NADI

Borehole DDH/13/71 at Meigunyah; borehole encountered fine sandstones overlying SILTSTONE(Meigunyah beds).

Boreholes DDH/77/6-8 at Vatutu; all encountered RIVER GRAVEL.

Boreholes DDH/77/9 & 10 also at Vatutu; encountered SILTSTONE/SANDSTONE.

LABASA

Borehole DDH 5/69 at Nakama; encountered calcareous SANDSTONE overlying interbedded SANDSTONE, TUFF and ANDESITE.

Borehole DDH 4/69 at Waiqele; encountered reworked fine BRECCIA & TUFF grading up into volcanic SANDSTONE.

Borehole DDH 1/69 at Buiniika; encountered alternating BRECCIA & GRIT.

5. 資機材の調達

フィジー国内での資機材の調達は極めて限定される。水道施設の建設に必要とされる資機材のうち、パイプ類とハンドポンプ程度が自国内で調達できる程度である。PVCは $\frac{1}{2}$ インチから8インチ迄のものは調達可能である。ハンドポンプは品質が良くないとのことであった。その他グラベルウォール用の砂利、コンクリートの骨材は供給可能であろう。

取水ポンプ、ジェネレーター、バルブ類は、すべてオーストラリア、ニュージーランド、シンガポールよりの輸入に頼っている。自動車はその90%が日本製である。

ボーリング機械はオーストラリア製であり能力的にも台数的にも貧弱である。

6. 将来計画及び関連プロジェクト

5ヶ年計画の第8計画において、フィジー政府は地方水道の整備を地域開発の一環としてとりあげており、現在可能な範囲で地下水開発にとり組んでいるわけであるが、その対象とされる地域は、Viti levu 島の Nandi 地区、Shingatoka 地区及び Vanua levu 島の Lambosa 地区、Vuniuau 地区と、島嶼群の Taveuni 島 Ovalau 島 Kandavu 諸島 Yasawa 諸島 Lau 諸島の各島々である。このうち Viti levu 島の Nandi 地区 Shingatoka 地区においては1975年から調査が行われ、本ミッション調査を行った段階では、ほぼボーリング調査を終了した状況下にあった。Vanua levu 島の lambasa 地区及び Vunivau 地区は1978年より調査が開始され、Vunivau 地区においては4井の調査井戸のうち、すでに2井の井戸が掘さくされ、現在3井目が掘さくされようとしている。島嶼群については未だ調査は行われていない。フィジー政府は民生安定の重要施策として本プロジェクトを推進させていく予定であり、現在はその調査段階にあり、PWDの依頼を受けてMRDが地下水の開発を進めているが、経済的理由によって十分な成果があがっていないという状況下にある。

従ってフィジー政府はUNDPに対して援助を依頼したが未だ解答は得られていない。その内容は資機材供与と、専門家及び技術者の派遣で約300,000ドルの総額である。

資機材	150,000ドル
専門家 2名(2ヶ年)	
ボーリング技術者(3ヶ月)	150,000ドル
計	300,000ドル

フィジー政府の感触としては援助の可能性は充分にあるということであった。この援助を得て70~80ヶ所の地方水道を完成させる予定となっている。整備の対象地域数から判断するとUNDPの援助は、主に地方水道の中でも Villaye water supply になるのではないかと推定できる。

今回のミッションの目的の一つである。プロジェクトの選択という観点からみると、地方水道の中でも点在する小集落の Village water supply よりもむしろまとまりのある Settlement water supply の方がより効果が明白になるという点で選択の価値があると思われる。一方、地域性という目でみた場合 Vanua levu 島の Nandi Shingatoka 地区は、やはり主体が Village water supply が主たる対象になる可能性があり、さらに比較的まとまりのある人口をもつ地域には、現在、オーストラリアのローンで行っているダム建設が終了すれば表流水を水源とする水道の布設が可能となる。これによって Nandi 空港附近の都市水道の問題も解決すると同時に Village water supply の問題も解決する。本地域の問題は水源がないというのではなく、Nandi 川及び Shingatoka 川の高濁時における浄水設備に金額がかかるということが地下水開発を進めさせている原因であると考えれば、開発の重要度からすると若干後退する可能性があるともみても良いのではないかと思われる。一方 Vanua levu 島の地下水開発は主として、Settlement water supply を主体とする地方水道建設計画であり Lambasa 周辺で5ヶ所 Vunivau 地区で3ヶ所考慮されている。この地域では有力な表流水の存在がなく、濁水時には取水困難になるとのことであり、地下水の開発は住民の生活用水の確保に不可欠なものと考えられる。

島嶼群は、火山岩及び石灰岩より構成され、その面積も狭いため、生活用水の確保は表流水に全く存在できない。住民の生活用水は、現状にあつては天水に頼らざるを得ない状況である。従つて安定した生活用水の供給は極めて必要性の高いものである。しかし、プロジェクトの遂行に際して問題となるのは、広大な海域に散在する人口に対しての用水供給事業は、資材の輸送等の条件が極めて不利であり、不経済な事業であるといわざるを得ない。フィジー政府としても今後ゆつくりと整備していかなざるを得ないという性格をもつ地域である。以上我国の援助の対象として、より効果のあるプロジェクトは、Vanua levu 島における Settlement water supply であると考えられよう。

Ⅵ プロジェクト

1. プロジェクトの概要及び対象地域の選択

本調査は無償供与の対象地域及びそのプロジェクトの内容を決定することを目的とするものであるが、PWD 及び MRD との Discussion と及び現地踏査の結果 Vanua levu 島の Lambasa 地区周辺の Rural Water Supply が適切であろうと考えるに至った。これら Rural Water Supply は Nabekava Vunicuicui, Waidamudamu, Vunimori, Vunika, Vunivau の Settlement Water Supply と、これらの Settlements の間に存在する 5～6ヶ所程度の Village Water Supply を対象とするものである。

これらの地域に対して、深井戸を掘さくし、取水ポンプ設備、配水施設が建設される予定であるが、ほとんどの地域がこれから水源が開発されることになっている。

すでに水源能力が明確になっている地区は Vunivau 地区であり、既存の深井戸の能力からして、取水が確実であると判断される場所が Vunicuicui 地区である。

一方既存の水道施設が存在するのは Waidamudamu と Vunimori 地区であり、表流水を水源とした水道施設である。この地区の場合は、表流水水源が汚染の傾向があるために地下水源に切替えることを目的としている。

これらの地区において事前調査あるいは、試験ボーリングが実施されつつある。その進行状況は次のようになっている。

- (1) 地表踏査及び航空写真による断層帯の解析
Settlement Water Supply 6地区
- (2) 試験ボーリング予定位置決定
Settlement Water Supply 6地区
- (3) 試験ボーリング実施
Vunivau 地区 2井 (残り2井掘さく中)
(本格井戸として使用可能な結果が得られている)
- (4) 水道施設実施済み
Waidamudamu と Vunimori の一部
各地区の位置関係は図-6のようになっている。

2. 対象地域の現況

① Nabekava 地区 (図-7)

Nabekava は Lambasa より南西 8 Km に位置し、主として Sugarcane Farming によって構成されている。南部及び南東部は Wailevu 川によって境され、北部及び北西部に丘陵地をもつ。当地区への物資の輸送は Delaikoro Road による陸上輸送である。

図-6 グァヌアレブ島における地方水道計画

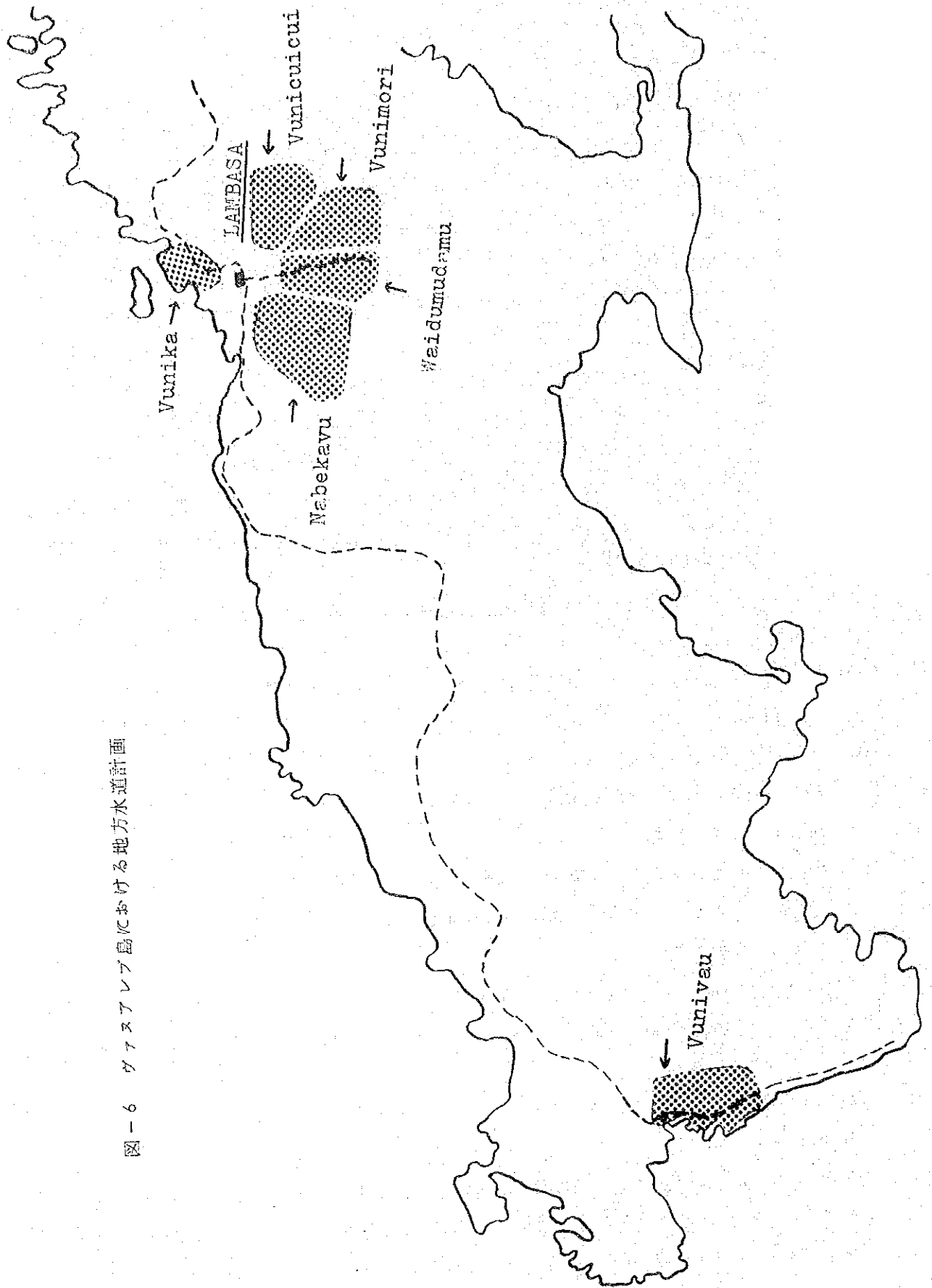
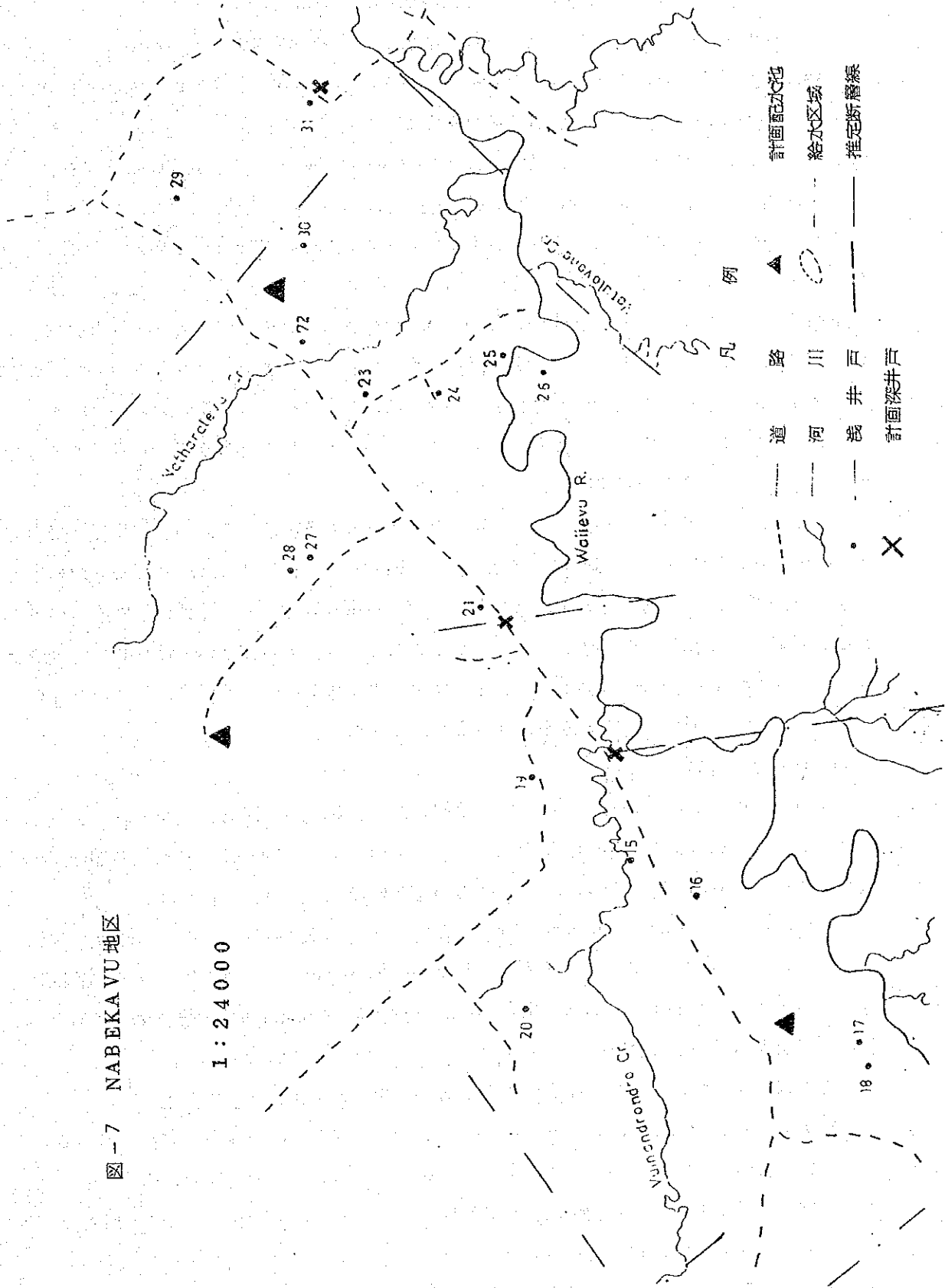


图-7 NABEKAVU地区

1:24000



凡例

- ▲ 计划配水池
- 给水区域
- 推断断层线
- 计划深井
- 道
- 河
- 浅井
- 计划深井

地質は Natewa 層群の Koroutari Andesite と Wailevu 累層によって構成されている。

Koroutari Andesite は、細～粗粒の堆積岩と火山角礫岩（安山岩～玄武岩）より成っている。碎屑岩は全層厚の 70% をしめていると考えられる。角礫岩は明りょうな層状をなさじ Sorting も悪い。安山岩は亀裂が発達している。

Wailevu 累層は主として、堆積岩によって構成されている。それらは泥岩及び砂岩、グレイワックである。亀裂は、あまり発達していない。

この地域の生活用水は手掘り浅井戸かあるいは Wailevu 川から得ている。手掘り井戸は 2.1 m ～ 1.4 m の深さをもつが、その能力はまちまちである。ある井戸は湧水時においても枯渇することなく、600 gallon/day の水を供給しているがほとんどの浅井戸は、しばしば枯渇することがある。一般に浅井戸は風化岩中に掘さくされ、風化岩中の不圧水を採水しているが、中には基盤岩の亀裂から地下水が湧水している浅井戸もある。

本格井戸は岩石の亀裂からの地下水を湧水することになるので、亀裂からの地下水を分析したが、その結果は十分に飲用に適するものであった。

この地域にあっては、2ヶ所に井戸位置が予定されている。そのうちの1ヶ所は、既存井（Well 31）の結果より層流としての地下水を賦存することが期待できる間隙を地層がもっているのであろうと考えられる地点であり、他の地点は航空写真の結果から断層破碎帯の存在が予測でき、充分の透水性をもつであろうと考えられるものである。又、この付近の温泉の存在も Faults や Fissures の存在を示すものである。この2地点で不足のときは、Nabekava の北西地域にて、さらに調査を行うことにしている。

⑤ Vunicuicui 地区

Vunicuicui は Lanbasa の南 7 km の位置にあり、Sugar Cane Farming region である。この地域は Lanbasa 川の東岸から Vanavana Creek の谷迄の範囲である。物資の輸送は Lanbasa から Siberia Road を経由して行われる。

この地域の主たる地層は Natewa 層群の Wailevu 累層である。この地層は Nabekavu 地区のものと同じものである。1972年MRDはSanatan Dharam Schoolで深井戸を掘さくしている。このとき、地層は主として Silty Mudstone であったと報告されている。しかし完全な地層柱状図は得られていない。

この地域において、生活用水は次のような方法で得られている。

- ① Lanbasa 川沿岸の Sugar Cane Farming では直接河川の表流水に依存している。浄水は行っていない。
- ② 手掘り井戸はほとんどの Farm で使用している。しかし量的に充分でないので、河水を洗い水として使用している。
- ③ 1972年にMRDによって掘さくされた深井戸は Indian School と近くの教員宿

舎に供給されている。

この地域の浅井戸は季節的な変動が少く、優秀な井戸が多い。これらの井戸は、基盤岩の風化部分に掘さくされている。

Vunavuna Creek の沖積層中の井戸は砂層中に掘さくされており崩壊しやすい傾向をもっている。

Indian School に掘さくされた深井戸は、現在 2,000 gallon/day の湧出量をもっており、Vanua Levu 島においてMRDが掘さくした井戸の中では最も良い井戸である。この井戸の仕様は次のようになっている。

- ① 深 度 190 フィート
- ② 口 径 8 インチ (0 ~ 126 フィート)
6 インチ (126 ~ 190 フィート)
- ③ 自然水位 9 フィート 10 インチ
- ④ 揚水水位 27 フィート 10 インチ
- ⑤ 水位降下量 16 フィート
- ⑥ 揚水量 55.55 ガロン/分
- ⑦ 透水量係数 1020 平方フィート/日

水質分析結果は浅井戸のものが表-3にあり、深井戸のものが表-4にある。深井戸のものは1検体だけ Fe ion の含有量が多いが、これは休んでいた鉄パイプに由来するもので深井戸本来のものではないということであった。

新設井戸は、この既存の井戸から50m離れた道路沿いに掘さくされる予定である。第2の位置は Vunavuna Creek の近くの浅井戸の近くに掘さくされる予定である。

③ Waidamudamu 地区及び Vunimori 地区 (図-8)

Waidamudamu 地区と Vunimori 地区は Vunicuicui 地区の対岸に位置する地域である。この地域は Koroutari - Lanbasa road と Waidamudamu road に沿った Sugar Cane Farming を含んでいる。しかしこの両地区は川によって境されているのであるが、両地区を結ぶ道路橋はない。

この地域を構成する地質は Nabekawa 地区の Natewa 層群より構成されている。この地域には、南部及び西部の丘のように Koroutari Andesites が露出し、Wailevu 累層は深く、風化されている。

この地区は地域住民が独自に水道施設を建設使用している唯一の地区である。この水道施設は2ヶ所あり、1つは比較的小規模なもので現在稼動中であるが、他のものは現在計画中である。小規模な水道は Creek から小学校迄配管されており、費用をまかなうために沿線の住民がこのシステムに参加するように要請されている。住民はこれに参加することを了承している。比較的大規模なものは Koroutari の西から配管し Lambasa への道路沿

表-3 浅井戸の地下水分析値

V U N I C U I C U I					
	X	1*	2*	3	5
Ca (p.p.m)	200	13	52	0.79	16
Mg "	125	18	29	0.92	6.2
Na "	200	84	23	3.8	8.6
K "		2.2	0.7	0.3	0.8
Mn "	0.05	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
Fe "	1.0	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
HCO ₃ "		179	134	0	93
SO ₄ "	250	157	28	<2	<2
Cl "	250	15	45	6.8	11
NO ₃ "	45			0.10	
Total Hardness		106	249	5.7	65
Total Solids (p.p.m)	1500	252	260	36	140
Conductivity (micronhos/cm)		378	630	39	181
pH.		6.50	6.85	5.50	6.15

表 - 4 深井戸の地下水分析値

Water analyses of Borehols Van 6/7 (Well 7)

	27/3/72* Well depth 175 ft.	18/4/72* after 4 hrs pumping	19/4/72* after 20 hrs pumping	19/10/79
Ca (p.p.m)	1	20	20	14
Mg "	2	4	4	0.25
Na "	5	13	14	10
K "	< 1	1	1	1.5
Mn "	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.02
Fe "	0.07	< 0.02	< 0.02	< 0.03
HCO ₃ "	10	88	107	89
SO ₄ "	2	0	0	3
Cl "	9	8	8	6.3
NO ₃ "				0.06
Total Hardness	11	66	66	36
Total Solids (p.p.m)	49	124	164	118
Conductivity (micromhos/cm)				175
pH	5.5	7.00	7.00	6.25

* Fe and Mn determined from non-acidified samples

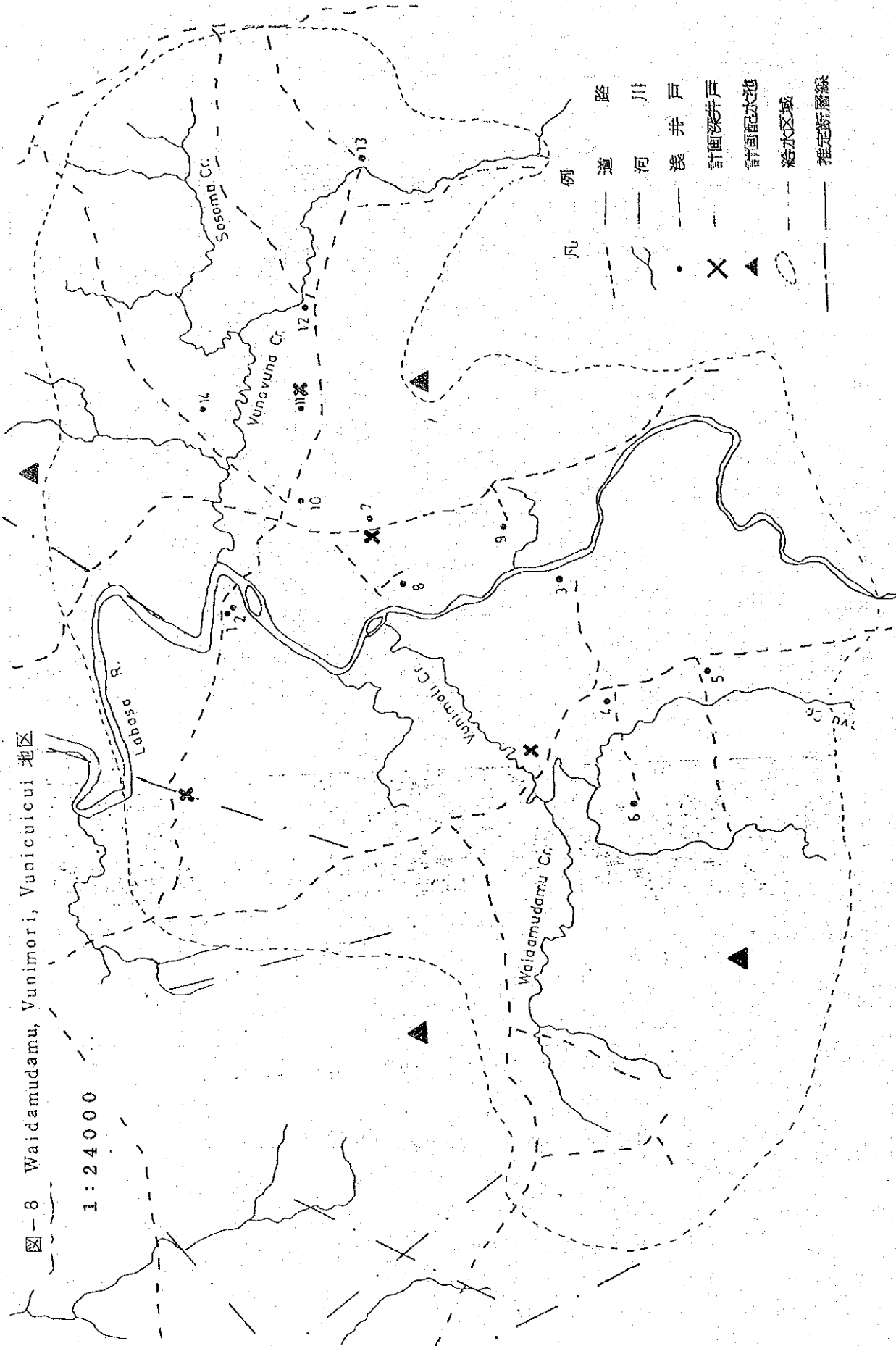


图-8 Waidamudamu, Yunimori, Vunicuicui 地区

1:24000

- 凡 例
- 道 路
 - 河 川
 - 浅 井 戸
 - 計 画 深 井 戸
 - × 計 画 配 水 地
 - ▲ 計 画 配 水 地
 - 給 水 区 域
 - 推 定 断 層 線

表-5 Waidamudamu の浅井戸の分析値

		W A I D A M U D A M U		
		7	8*	13*
Ca	(p.p.m)	14	2.4	37
Mg	"	0.25	2.2	14
Na	"	10	3.8	29
K	"	1.5	0.5	1.5
Mn	"	0.02	0.02	0.02
Fe	"	0.03	0.02	0.04
HCO ₃	"	89	23	207
SO ₄	"	< 3	< 2	7
Cl	"	6.3	4.4	39
NO ₃	"	0.06		
Total Hardness		36	15	150
Total Solids (p.p.m)		118	44	318
Conductivity (micromhos/cm)		175	60	452
pH		6.25	5.90	6.60

いと Waidamudamu Rord 沿線の住民に給水することを目的として建設されようとするものである。水源は Lambasa 川によるものであり、これは河川沿いに住んでいる住民が井戸水が水質的に悪いという主張にもとづくものであったが、実際には井戸水は分析表-5にみられるように良いものであり、むしろ河川水は汚濁される傾向（上流の土砂採取業によって濁質、色度などが増加している）があると言えるところである。

この地域から採取された4検体の化学分析結果をみると、いずれも、飲用に適したものである。（表- ）

井戸の位置は既存の水道施設の状況を十分に調査して決定しないと、不経済な水源にしてしまう恐れがあるので注意を要する。

④ Vunika 地区（図-9）

Vunika 地区は Lanbosa から北東に約10Kmにあり、この地区は潮汐による塩水の影響を受ける沖積平地の縁辺部にある。塩水問題のためにこの地区内の農家は井戸を小高い丘に掘さくしているが、これらの井戸は浅く、すぐに枯渇する傾向がある。沖積層中の井戸は、ほとんど塩水汚染を受けている。

この地区は深井戸がいかにか深く掘さくしなければならぬとしても、又、給水区域から井戸の位置がいかにか離れることになったとしても、水道施設を完備させねばならない必要性をもつ。

現在、設備が予定されている深井戸位置は主要道路から3Km離れた Nika creek の上流部である。この地域は、流紋岩及び石英岩の熔岩流の分布するところであるが、地形の状況、湧水等水露頭の状況から十分に地下水を開発が可能な場所であると考えられるが、MRDとしてはここに試験井を掘さくする予定にしている。

⑤ Vunivau 地区（図-10）

Vunivau 地区は Vanua levu 島の西端に位置し Lanbasa から140Km離れている。西には海岸がせまり、東は小山地がせまっている。

この地区は米を産しており、谷の沖積地には水田が多く見受けられる。

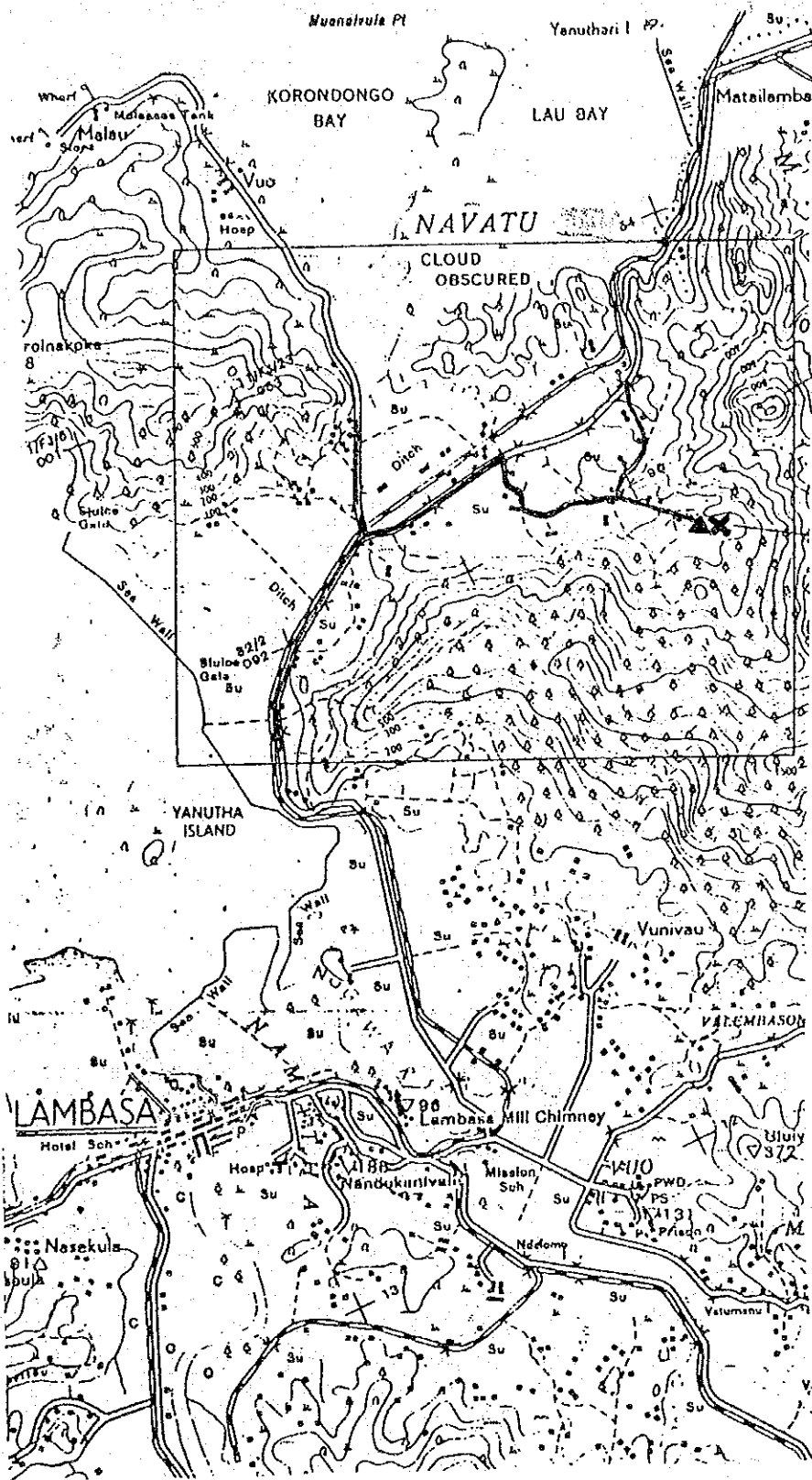
住民は主に Vunivau や Siligagano Creek 沿いの沖積低地に住んでいる。

この地域に分布する地質は Bua 火山岩類に属する Bua 玄武岩類とこの岩体中には含まれている Naruwai 礫岩層である。Bua Basalt は 溶岩流を主とするが、中には火山礫岩及び凝灰質堆積岩をはさんでいる。熔岩流には顕著な割目が発達しており、又かなり深く風化している。

一方 Vunivau と Siligagano Creek に沿って小規模な沖積層が分布しているが、粘土質の堆積物が主に分布しているものと考えられる。

現在住民は手掘り井戸か Creek の水を生活用水として利用したり、屋根を利用して天水を貯めて使用している。Bua 空港のターミナルビルも例外ではない。

图-9 Vunika 地区



1 : 50 000

- 凡 例
- X 計畫深井戸
 - ▲ 計畫配水池

井戸は浅く、常に渇水期には枯渇する運命にある。

地下水の水質については3検体について分析しているが、Bua の試料は深井戸のものであり水質は飲料に適する。

この地区では5井の深井戸の位置が予定されており、そのうち2井がすでに掘さくされておりその結果は次のようなものである。

1号井

- ① 深 度 4 6.3 4 m
- ② 口 径 0 ~ 4 1.1 6 m 2 0 0 mm (PVC ケーシング)
4 1.1 6 ~ 4 6.3 4 Openhole
- ③ 自然水位 地盤面下 0.0 8 3 m
- ④ 揚水水位 地盤面下 8.7 9 m
- ⑤ 水位降下量 $\Delta S = 8.7 0 7 m$
- ⑥ 揚水量 $Q = 6 0 8.0 8 m^3 / day$
- ⑦ 透水量係数 $T = 6 9 5 m^3 / day / m$

2号井

- ① 深 度
- ② 口 径 0 ~ 4 4.2 m - 2 0 0 mm
4 4.2 ~ 4 5.7 m - Openhole
- ③ 自然水位 地盤面下 0.8 3 m
- ④ 揚水水位 地盤面下 1 7.8 3 m
- ⑤ 水位降下量 $\Delta S = 1 7 m$
- ⑥ 揚水量 $Q = 3 0 9.6 m^3 / day$
- ⑦ 透水量係数 -

これらの完成した深井戸から得られた水質は1号井からのものが Mn, Fe, Cl イオンのみ分析されている。その結果は次のようなものである。

Date of Taken	Mn	Fe	Cl	Remarks
2 1. 5. 8 0	<0.02	0.04	54	Taken by beginning of test
2 2. 5. 8 0	<0.02	0.80	54	Taken at end of test

揚水試験後採水したものの Fe Ion の含有量が多い。

従って本地区のように水源として地下水を使用せざる得ない地域で、水量的には問題はないが水質的に問題がある Rural Water Supply において除鉄、除マンガン設備をどのような形にして住民に与えるかが検討事項の一つとなろう。

④ 他の Village Water Supply

以上に述べた Settlement Water Supply は主としてインド系住民の多い地域である。

图-10 VUNIVAU 地区

1 : 24000

凡 例

- 道路
- 河 川
- —— 浅 井 戸
- × —— 計 画 深 井 戸
- ▲ —— 計 画 配 水 池
- —— 給 水 区 域
- 推 定 断 層 線

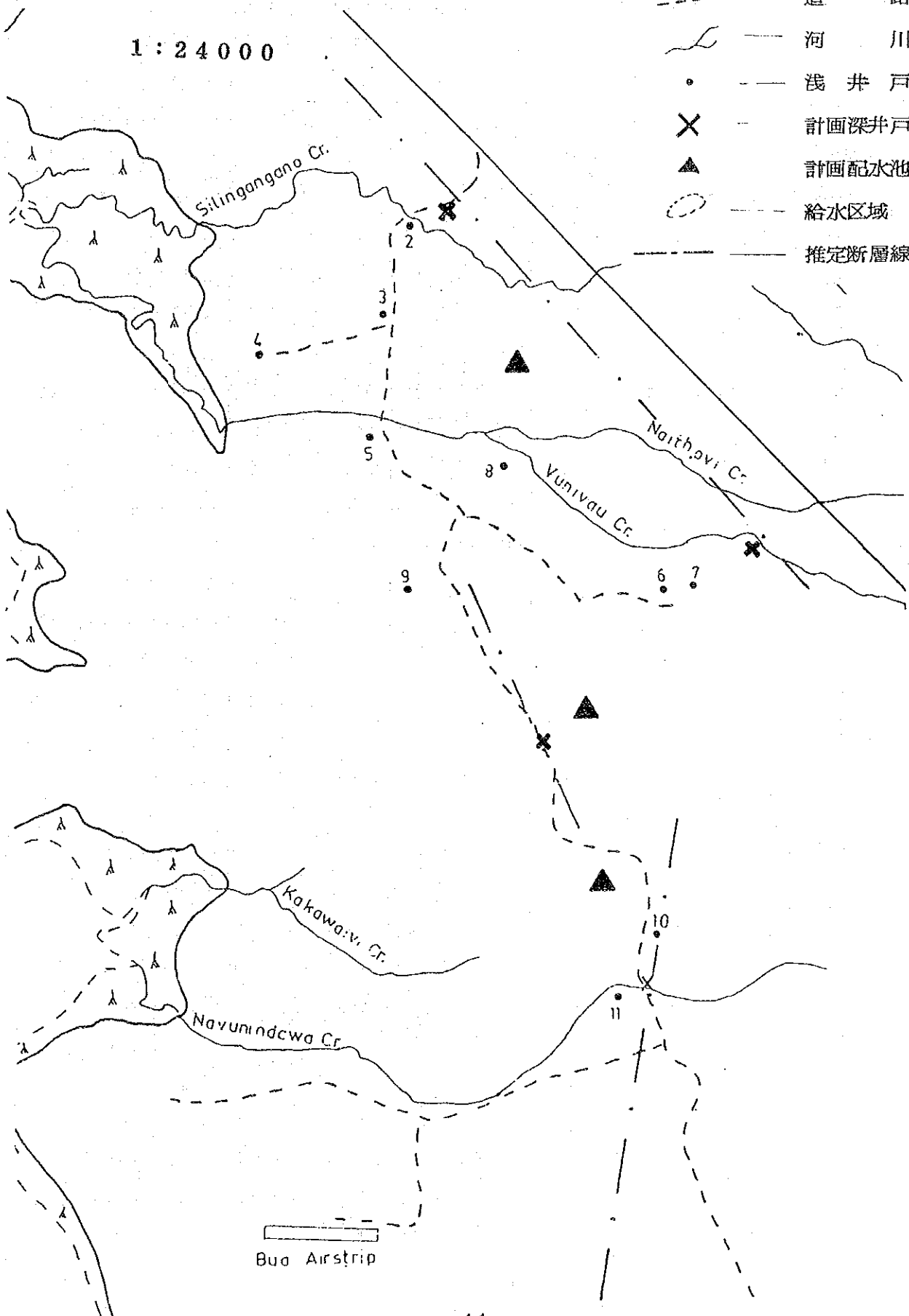


表-6 Vunivau 地区及びBua 地区の地下水分析表

	V U N I V A U		B U A
	4V	5V	11V
Ca (p.p.m)	5.9	0.79	0
Mg "	6.8	0.06	0.21
Na "	7.5	3.8	3.8
K "	1.4	1.0	0.5
Mn "		0.12	0.02
Fe "		0.40	0.02
HCO ₃ "	0	6	5
SO ₄ "	79	< 2	< 2
Cl "	15	6.3	6.3
NO ₃ "	0.10		
Total Hardness	43	2	0.86
Total Solids (p.p.m)	180	26	16
Conductivity (micromhos/cm)	330	29	26.7
pH	3.40	5.35	5.10

4V , 5V ; 浅井戸

11V ; 深井戸

フィジーの現状を考えると、援助の内容が人種的に傾ったものになるというのは必ずしも好ましいものではない。

従って、フィジー系住民の住んでいる村落に対しても同等の援助を考える必要があると思われる。対象とすべき Village としては、現段階の調査では不十分であるが、今後の調査で明確にしていく必要がある。

3. 地方水道計画

3-1 地下水開発

地下水開発は地方水道の水源の確保のために必要不可欠なものである。水源としては季節変動の少ない深層地下水を深井戸でもって取水する形式のものとなる。

フィジーは今迄述べてきたように火山岩類で構成されているために通常試験ボーリングを行う前に実施する物理探査（弾性波探査及び電気探査）はあまり効果がない。事前調査としては現在フィジーのMRDが行っている調査で充分であると考えられる。

必要なことは試験ボーリングを数多く行い、帯水層の確認を行い、本井戸を設計、掘さくしなければならない。現在計画されている本井戸は対象地域内で Settlement Water Supply 用に約13井、Village Water Supply 用に5~6井、計18~19井を掘さくしなければならないが、このためには試験ボーリングとして36~38井の試験ボーリングが実施されることになろう。

水道施設についての検討

各地区の水道施設は、夫々、深井戸、取水ポンプ設備、導水管、配水池、配水管、給水栓から構成されているものである。

Settlement Water Supply の場合は、給水人口1000人~2000人で原単価を50ℓ/day/capita (約10 gallon/day/capita) とすると日平均給水量は100m³/dayとなる。日最大係数を1.3とすると日最大給水量は130m³/dayとなる。一方この Uanua levu 島の深井戸1井当りの揚水量は比湧出量を10ft³/hr/ft (2.2m³/day/m)とみておけば安全であるから、水位降下量を10mとして8時間^{*}運転とすると井戸1井当りの可能揚水量は73m³/dayとなる。

従って2000人の Settlement Water Supply に対しては2井の深井戸を必要とする。

① Settlement Water Supply

給水人口	2000人
1人1日平均給水量	50ℓ/day/capita
日平均給水量	100m ³ /day
日最大給水量	130m ³ /day

深井戸 1 井当り可能揚水量 $7.3 \text{ m}^3/\text{day}$ ($160.58 \text{ gallon}^*/\text{day}$)
必要井戸本数 2 井

※ ※MRDに 1 井当りの可能揚水量を $2000 \sim 3000 \text{ gallon}/\text{day}$ とみている。

※ 日中だけ運転するものと考えた。

Village Water Supply の場合給水人口を 500 人とすれば、原単価、日最大比を Settlement Water Supply と同じように考え、井戸の能力も同じであるとすれば井戸は 1 井で充分である。

⑥ Village Water Supply

給水人口 500 人
1 人 1 日平均給水量 $50 \text{ l}/\text{day}/\text{capita}$
日平均給水量 $25 \text{ m}^3/\text{day}$
日最大給水量 $34 \text{ m}^3/\text{day}$
深井戸 1 井当り可能揚水量 $7.3 \text{ m}^3/\text{day}$
必要井戸本数 1 井

現在フィジーサイドで計画している水道計画は以下にしめすとおりである。

深井戸については口径 200 mm PVC ケーシングで深度 60 m 程度であるが、この深度はボーリング機械の能力に支配されているものと考えられる。

導水管及び配水管は P. V. C を使用する予定である。口径布設延長については、現在の地下開発段階では明確ではない。しかし、井戸の掘さく位置、配水範囲が固定している Vunika 地区、すでに深井戸が掘さくされている Vunivau 地区では、これらの数値は次の段階の詳細調査で明確になるものと考えられる。

取水ポンプ設備については、電気の供給が充分でないためにディーゼル直結タービンポンプを採用するか、少い水量で良い Village Water Supply に対しては、ハンドポンプを採用することもメンテナンス面において、一考の余地があると考えられる。

配水池は 24 時間分を考慮しているが、Settlement 全域の給水人口に対する給水を一つの配水池で行うのではなくて、幾かに分割し、複数の配水区を作った上で、夫々の配水区に対して 1ヶ所の配水池を設置することになっている。

浄水施設については原則的には設けない方針であるが Vunivau 地区には Feion が WHO の基準を越えた地下水が得られており、他に代替水源がないために Rural Water Supply に適応した除鉄システムを考慮する必要があると思われる。

各地区においてフィジーサイドで考慮した水道施設を以下に表わしている。⑨ Village Water Supply については対象地域は現況においては明確ではない。

(1) Nabekavu 地区

深井戸 $\Phi 200 \text{ mm} \times \text{depth } 60 \text{ m}$ 3 井

取水ポンプ	ディーゼル直結タービンポンプ	3 台
導水管	PVC	1 式
配水池		3ヶ所
配水管	PVC	1 式

(2) Vunicuicui, Vunimslia and Waidamudamu

深井戸	$\Phi 200 \text{ mm} \times \text{depth } 60 \text{ m}$	4 井
取水ポンプ	ディーゼル直結タービンポンプ	4 台
導水管	PVC	1 式
配水池		4ヶ所
配水管	PVC	1 式

(3) Vunika

深井戸	$\Phi 200 \text{ mm} \times \text{depth } 60 \text{ m}$	1 井
取水ポンプ	ディーゼル直結タービンポンプ	1 台
導水管	PVC	1 式
配水池		1ヶ所
配水管	PVC	1 式

(4) Vunivau

深井戸	$\Phi 200 \text{ mm} \times \text{depth } 60 \text{ m}$	4 井
	(内2井完成)	
取水ポンプ	ディーゼル直結タービンポンプ	4 台
導水管	PVC	1 式
配水池		3ヶ所
配水管	PVC	1 式

※ 本地区の地下水には Feion が WHO の基準以上にあるため除鉄設備を Rural

Water Supply 用に考慮する必要がある。

(5) その他の Village Water Supply 5~6ヶ所

各部落ごとに

深井戸		1 井
取水ポンプ	ハンドポンプ	1 台
導水管		1 式
配水池		1ヶ所
配水管		1 式

4. 援助方式の検討

フィジー国の地方水道に対する我国の援助はいかにあるべきかを検討する前に、フィジー側の要望との整合を考えてみなければならない。

地方水道の整備はフィジー国としては民生安定上最重要項目として考えている事業である。従って、資金あるいは技術陣の貧弱さのため、担当局のPWDとMRDは十分な対応ができるか否かを危ぶみながらもこの事業に取り組んでいるのが現状である。

フィジー国はこの事業のためにUNDPや我国に援助を求めており、その内容は資機材の供与と技術者の養成である。技術者の養成という点に関してはJICAの行った研修を高く評価しており、とりたてて、専門家を派遣する必要はないかと思われる。従って技術者の養成は従来通りとし、主体は資機材の供与を中心とすべきであろう。

援助内容の検討に際して重要なことは、投資効果がより高いものである必要があるわけで、その結果が稀薄なものとなったり、あるいは不確実なものであってはならない。地方水道整備に対する援助は、事業が Basic human need に基づいたものであるから、意義はきわめて高いと言えるが、対象地区が分散したり、あるいは地下水の取水が不確実なものであれば、投資効果が充分であるとはいえない。これらのことを十分に考慮した上で援助内容を検討した。

その結果 Lanbasa 周辺地区の Nabekavu, Vunicuicui, Waidamudamu Vunimori, Vunika 各地区の Settlement Water Supply と他の 5~6ヶ所の Village Water Supply の地下水開発に対して、ボーリング機械と関連機材を考慮し。各対象地区夫々に対して、給水人口に見合う種類の揚水ポンプ設備と貯水タンク一部の配管材料、Nunivau 地区においては維持管理が容易な除鉄設備が考えられよう。

具体的な仕様については第2段階の調査が必要となろうが、現段階でその種別数量をリストアップするならば次のようになる。

1. 井戸掘さく機材 2台

1-1 さく井用リグ；ロータリー式多目的機能力は孔径300mm、深さ最大250m程度の掘さくが容易に行うことの可能なものであること、尙これはトラック搭載式のものが良い。

1-2 井戸浚渫、揚水試験設備；これらの中にはケーシング設置具を含み、発電機、エアコンプレッサー、揚水ポンプ測定器具（検層器を含む）

1-3 メンテナンス用資材およびスペアパーツ 1式

2. 揚水ポンプ設備

ディーゼル直結タービンポンプ 6サイト 13台

足踏式マニュアルポンプ 5~6サイト 5~6台

3. 貯水タンク

鋼板製組立式 11~12サイト 18~19ヶ

- 4. 配管材料 1式
- 5. 除鉄設備 1サイト 3ヶ所

Ⅶ プロジェクトの効果

フィジー政府は5ヶ年計画の第8計画で、地域開発の一環として地方水道整備を実行しようとしている。これは住民により健康的な生活を確保させるために行われるものであり、フィジー政府はこの計画の実行を極めて高い優先順位においている。都市部を除いて、住民の大半はその生活用水を屋根を利用した天水、や、常に枯渇の必配におびやかされる浅井戸に頼り、降雨時には濁って使用に耐えられぬ小河川の表流水に依存している現状にあっては、当然の施策であろう。フィジー政府は対象地区を大きくる地区に分けて調査を行いつつある。このうち Nandi 地区 Shingatoka 地区では調査が完了し、Vanua Levu では続行中であり、島嶼群においては計画途中である。おそらく来年度より本格的な施工に入ることになるであろうが、フィジー政府は資材不足と技術者の不足のため計画が十分に満足できる状態で実行されるかどうかを危ぶみ UNDP と我国に援助を要請したわけである。UNDP は以前より地下水開発に協力してきており、今回の要請に対して確たる解答を寄せてきてはいないが、おそらくは、援助を行う用意をしていることであろう。一方我国は技術者の養成という観点より本事業団の研修システムを通じて援助を行ってきた。UNDP に要請した30万ドルの援助は資機材の供与と技術者の派遣を目的としたもので70～80ヶ所の Ruval Water Supply を目的としたものである。我国の援助内容として本ミッションは地域限定した上で、資材の供与を中心とした援助を提案したが、この理由は技術者養成に関する援助は従来通りの方法で十分に効果があると判断し、かつ地域の限定は援助効果の強調を考慮したからである。援助効果という点では、対象地区の選定に際しても、Nandi 地区のようにオーストラリアの援助が行われつつあるところで、この援助が達成されたときには表流水の地方水道への利用が行われるところはさけ、又、320に及ぶ島嶼群では効果が稀薄化する恐れがあることより対象地域から除くことにした。

Vanua Levu 島の地方水道にあっては、地下水は水源としてどうしても確保しなければならぬだけの理由をもっている。と言うのは、同島の河川はいずれも規模が小さく、濁水の危険に毎年おびやかされていることである。さらに比較的まとまった形で水道計画がなされており、物資の輸送面でより経済的であり、それだけに密度の濃い援助が可能であることと、調査から水道施設に到る迄の巾の広い援助が行えることである。我国の援助によって行われる同島のプロジェクトが、フィジー国における地方水道システムのモデルケースとなるならば投資効果は Vanua Levu 島だけにとどまらぬだけの付加価値を有するものになるであろう。

Ⅷ 問題と勧告

本調査の結果、我国の援助はボーリング機械、揚水ポンプ等の資機材の援助を Vanua Levu の 6 Settlement Water Supply と、5～6ヶ所の Village Water Supply に行うことに結論づけることになったが、より詳細な援助内容を決定するために第2段階の調査を実施し次の項目を検討する必要がある。

- ① Village Water Supply の対象地区の決定
- ② 水道計画の策定（配水システムの検討）
- ③ 調査から本格井戸の掘さくに用いるボーリング機械の選定
- ④ 揚水ポンプの機種仕様の決定
- ⑤ 貯水タンク、配管材料、給水栓等の選定
- ⑥ 地方水道に応じた浄化システムの検討（除鉄）

JICA