

ガーナ共和国  
ガーナ大学プロジェクト  
水供給施設実施設計調査  
報 告 書

昭和60年8月

国 際 協 力 事 業 団

医 協

J R

85-46



JICA LIBRARY



1064166[0]



ガーナ共和国  
ガーナ大学プロジェクト  
水供給施設実施設計調査  
報 告 書

昭和60年8月

10881

国 際 協 力 事 業 団

国際協力事業団	
受入 月日 '85.12.21	512
登録No. 12253	61.8
	MCF

## 序 文

日本国政府は、ガーナ共和国政府の要請に基づき1980年3月 ガーナ大学第4次プロジェクトを発足させ、「下痢症と低栄養」に関する調査研究協力を実施してきている。

このうち下痢症は、非衛生的な飲料水に起因する部分が大きく、この対策として、安全水供給が不可欠と判断された。

当事業団では、この背景に鑑み、モデル地域を中心とした水供給実施設計調査団を派遣し、現地調査を行なうとともに、その後国内において解析、検討を加え、ここに最終報告書を提出する運びとなった。

本調査の結果、本格工事の実施は、水質改善が前提となるため、遺憾ながら見送りとなるが、本報告書が他の安全水供給案策定のための一助となれば幸いである。

おわりに、本調査にご協力いただいた 各関係機関の各位に対し深甚なる感謝の意を表するものである。

昭和60年9月

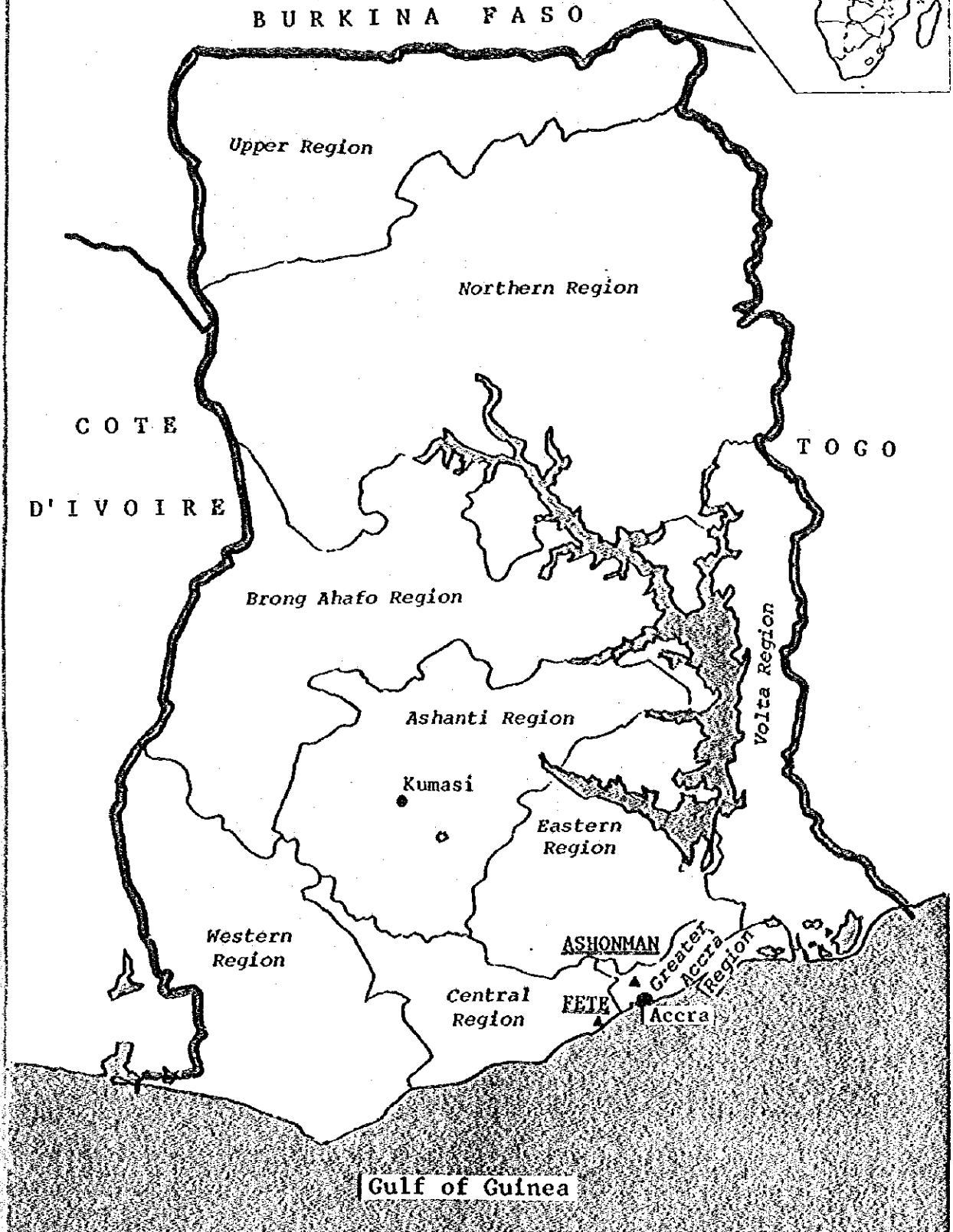
国際協力事業団

理事 末 永 昌 介

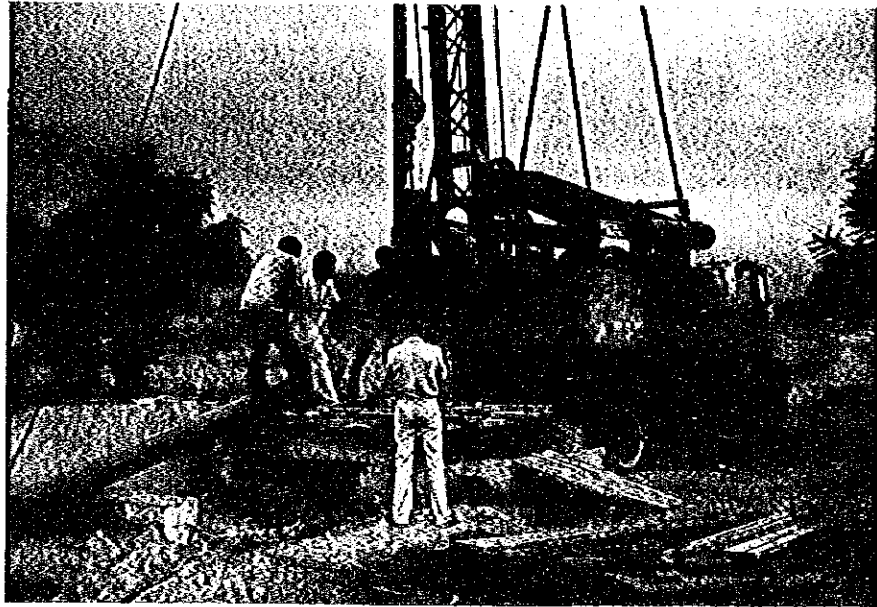




# MAP OF GHANA







Test Boring at Fete



Discharge of Test Well at Fete



F E T E



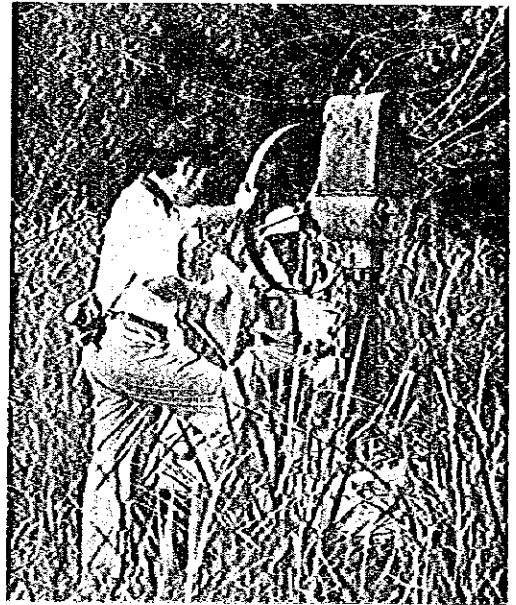
Electric Prospecting



Well (III) - (V)



A S H O N M A N

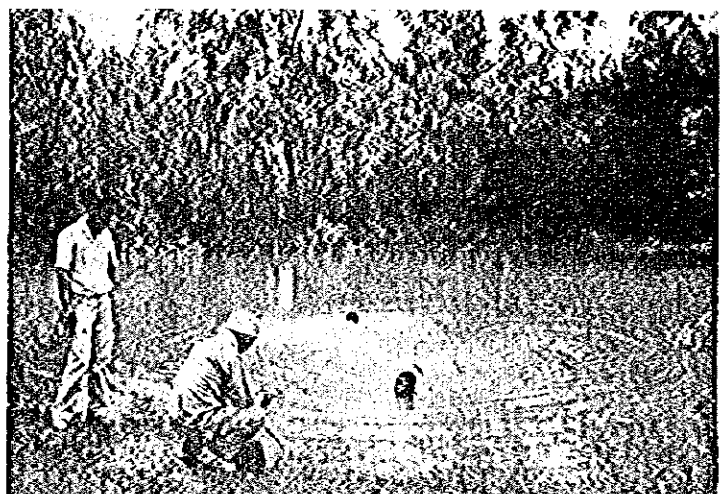


Old Pump Well

Pond (Poka)



Pond for Washing  
(Buko)







# 要 約

## 1. 調査の目的と内容

この水供給施設実施設計調査は、国際協力事業団が技術協力を行なっているガーナ大学医療協力プロジェクトの一環として実施したもので、同プロジェクトのモデル対象地域に対し、水供給施設計画の最適案を策定することを目的としている。

対象地域は、海岸線に面した Fete 地区と、アクラ北方の純農村地帯である Ashonman 地区に分けられる。この対象地域において、水源調査、人文地理調査、既設水供給システム調査の他、電気探査、試験井戸調査等の現位置での調査を、1985年4月1日～7月15日の3.5ヶ月に渡り実施した。

## 2. モデル地区の概要と安全水供給の必要性

### 1) Fete 地区

Fete の集落(人口 2,060人)は 海岸に面した標高 30～50 m の高台に位置し、その北側には Osonko 川流域の平野地帯が広がっている。漁業と農業が主な産業であり、平野地帯では種々の作物が栽培されている。住民は生活用水として、集落から 約 1.5 km 西側の平野地帯に設けられた井戸水を主に利用していたが、1983 年の大干ばつ以来、井戸水は涸れてしまい、現在はアクラから運ばれてくる給水車の水を購入している。この水の購入費用が住民の大きな経済的負担となっており、経済力の差によって消費される水量もバラツキが大きい。又、この地区へのパイプラインによる給水計画もあるが、計画の実施が遅れており、何年先に給水されるか見通しがたたない状況にある。

Fete 地区の地質は、全般的に不透水性の珪岩層によって構成されており、また、海岸線に近い区域の地下水は塩水化しているため、新規水源の開発できる区域は Osonko 川上流側地域の平野地帯に限定される。この区域で、電気探査、試験井戸調査を実施した。滞水層は、深度 約 25 m 以浅の珪岩層の風化帯から未固結堆積物に跨がって分布することが確

認められた。その水質は溶存成分が多く良質の水ではないが、住民にとっては生活用水として受け入れられる。又、深度30m以深の地下水は、水量、水質の面でさらに条件が悪く、地下水開発の対象から除外される。

既存の井戸施設は、量的に極めて不安定であり、また、水質の面でも上部開放型の掘り抜き井戸であるため、外部からの汚染の恐れがある。従って、今回の調査で確認された地下水を水源とした密閉型の井戸を設けることにより、細菌に汚染されない水の供給が可能である。

## 2) Ashonman 地区

Ashonman の集落(人口 225人)はアクラ平原の一郭に位置し、標高50m 前後のなだらかな地形が広がっており、集落の西側の低地帯(集落との標高差3~5m)において、種類の作物が栽培されている。集落の周辺部に溜池が散在しており、現在その水が住民の主な生活用水として利用されている。また、集落の南々西約1kmに湧泉からの豊富な表流水(2,000 $\text{m}^3$ /日)もあるが、運搬距離が長いので、利用されるのは溜池の水が濁れた渇水期のみである。Ashonman 地区の生活用水の環境は量的にはめぐまれているが、質的な面では汚染を受け、良質な水は供給されていない。

この他に集落の南西500mの低地部にポンプの故障した井戸がある。聞き込み調査では、ポンプの故障する1983年迄利用されており、その水は質・量とも村人にとって満足のいくものであった。集落の周辺は広く不透水性の地盤が分布するが、電気探査の結果この井戸から南西部にかけた低地帯には良好な滞水層の分布することが予測された。

以上の聞き込み及び現地調査の結果より、住民に安全な水を供給するためには、井戸に新しいポンプを据え付けることが最適と判断されるが、このポンプの据え付け作業は、近々 UNICEF のプロジェクトとして実施されることになっている。

## 3. 計画の基本事項

Fete地区の暫定水源として地下水を利用した場合、溶存成分等の問題が生じるが、水質面での解決を前提に計画の基本事項を設定すると以下の通りである。

- a) Fete 地区に対し、暫定水源として安定した生活用水を確保する。
- b) 水源は地下水とする。

- c) その施設は建設コストが安く、かつ、運転経費のかからないものとする。
- d) 耐久性があり、維持管理の容易な構造の施設とする。
- e) 水源汚染のない密閉式の構造とする。
- f) 計画給水量は1人当たり14ℓ/日とする。

#### 4. 施設概要

今回の調査で作成した試験井戸に加え、新たに3井のさく井工事を実施し、合計4井の井戸を生活用水供給施設とする。施設の主な仕様は次の通りである。

井戸	深さ	約 30 m
	孔径	150 mm
ポンプ	形式	手押しポンプ又は足踏ポンプ
	能力	揚程30m、揚水量 800 ℓ/時
プラットフォーム	面積	11.7 m <sup>2</sup>

#### 5. 工事費

さく井及びその付帯工事は、ガーナ国内の機関及び建設業者で施工するものとするが、ポンプの調達はガーナ国外とする。工事費は過去1年間の物価上昇率を参考に、1985年4月～6月の単価、見積り額に対し、85%の物価上昇分(1986年1月)を見込んだ。足踏ポンプの数量はガーナ国内での実績が少ないため予備のポンプを加え5台とした。工事費は次の通りである。

項	目	金 額
さく井工事	3ヶ所	ℓ 2,625,000
水場工事	4ヶ所	ℓ 988,000
合	計	ℓ 3,613,000 (セデー)

ポンプ（ガーナ渡し）

手押しポンプの場合	4台	\$	7,500	(ドル)
足踏みポンプの場合	5台	¥	1,697,500	(円)
その他必要な資材	1式	¥	200,000	(円)

尚、ガーナ国における物価の高騰が激しく、又、さく井工事は長期に渡るため、ガーナ通貨精算の工事費は、実施段階において調整する必要がある。





# ガーナ共和国

## ガーナ大学プロジェクト水供給施設実施設計調査報告書

### 目 次

序 文	
地 図	
写 真	
要 約	
第 1 章 調査の概要	1
1.1 調査の経緯	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査対象地域	1
第 2 章 ガーナ共和国の概況	5
2.1 自然環境及び社会経済	5
2.1.1 自然環境	5
2.1.2 行政区分及び人口	10
2.1.3 経済事情	12
2.2 生活用水供給事情	13
第 3 章 調査結果	17
3.1 Fete地区	17
3.1.1 対象地区の概況	17
3.1.2 水理地質	21
3.1.3 水利用状況	48
3.1.4 安全水供給施設の必要性	50

3. 2	A shonman 地区	52
3. 2. 1	対象地区の概況	52
3. 2. 2	水 理 地 質	57
3. 2. 3	生活用水の状況	63
3. 2. 4	安全水供給施設の必要性	68
第 4 章	水供給施設計画	71
4. 1	計画の基本方針	71
4. 2	設 計 基 準	71
4. 3	水 源 選 定	72
4. 4	水 供 給 施 設	76
4. 5	工事費の算定	79
4. 6	実 施 体 制	82
4. 7	実施計画スケジュール	84
4. 8	維持管理計画	85
第 5 章	プロジェクト実施に関する提言	87

## APPENDICES







## 第 1 章 調査の概要

### 1.1 調査の経緯

ガーナ共和国における医療事情の整備充実を図るため、1967年にガーナ大学から日本国政府に対し医療協力の要請がなされた。日本国政府はガーナ大学の要請に対して1968年に医療協力を開始し、第1次から現在実施中の第4次医療協力を体系的に継続してきた。

第4次プロジェクトはガーナ大学野口研究所において下痢症及び低栄養症の基礎的、臨床的、公衆衛生学的調査を行ない、その成果をモデル地区へ応用し、住民の福祉を図ることである。

プロジェクトの主なテーマである下痢症については、その多くが質の良くない飲料水に起因する水系感染症によるものと考えられ、モデル地区への給水システム改善の働きかけが続けられてきた。

以上の経緯を背景に1985年1月29日から2月11日迄実施設計予備調査専門家チームを派遣し、その結論に基づき飲料水供給施設を実現させるための調査団を派遣するに至った。

### 1.2 調査の目的

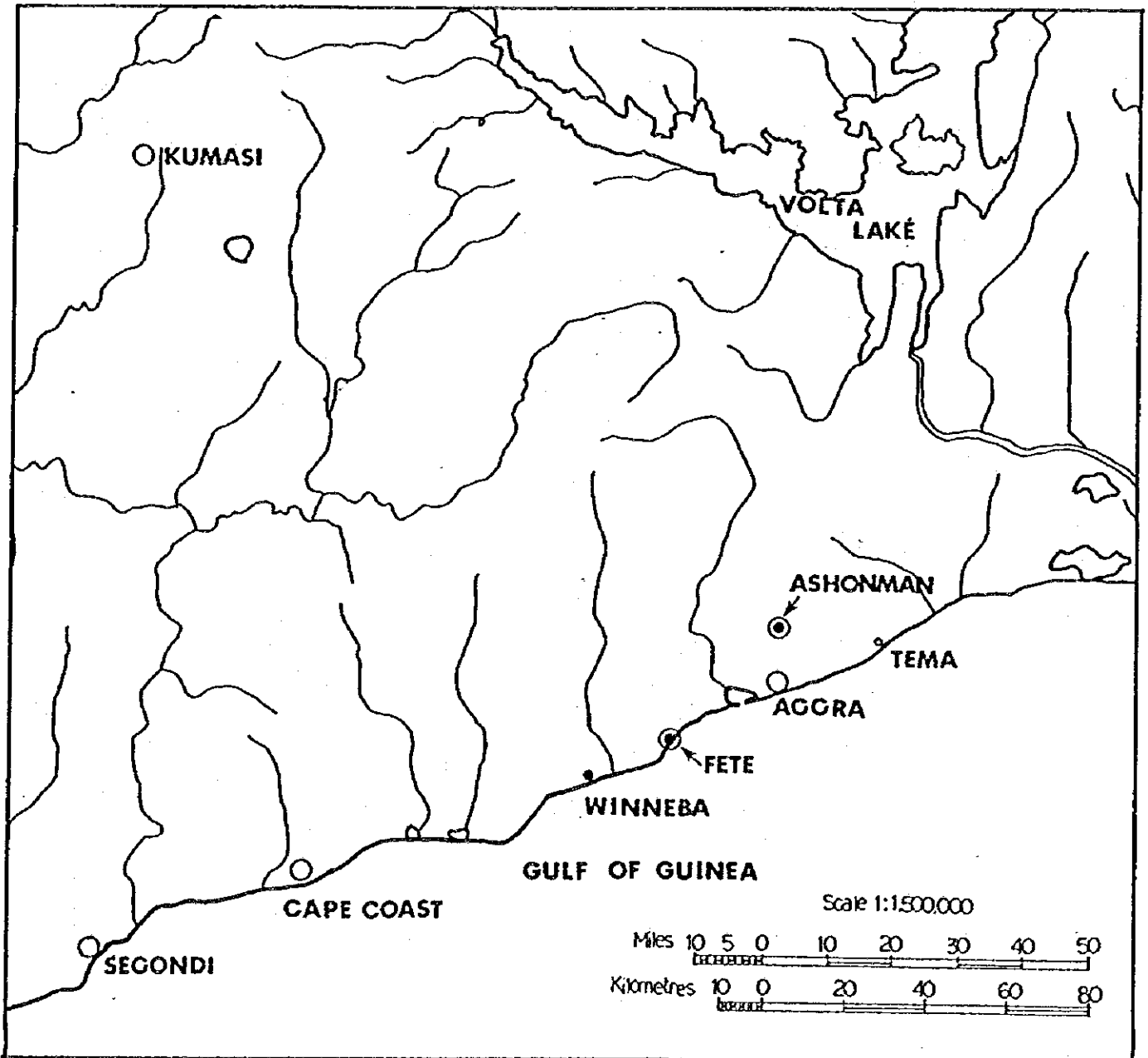
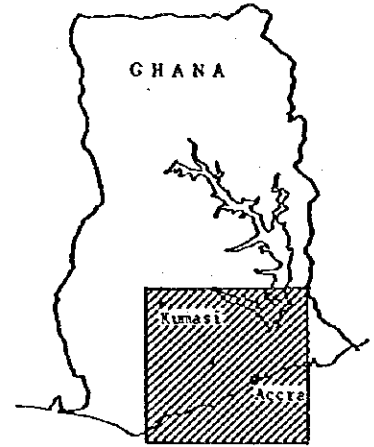
上記の要請に対し、モデル地区において水源調査、人文地理調査、既設水供給システム調査の他、電気探査、試験井戸掘削、揚水試験等の現位置の調査、試験を実施し、これ等のデータを基に昭和60年度実施予定の水供給施設計画の最適案の策定を行ない、計画の実施に必要、かつ適切な仕様につき実施設計と積算を行なうことを目的とする。

### 1.3 調査対象地域

本調査の対象地域は第4次医療協力プロジェクトのモデル地区のうち、特に清潔な飲料水の供給を必要とする Fete 地区及び Ashonman 地区の2地区である。

Fete 地区はガーナ国の首都 Accra の西方約 60 km の海岸に面した丘陵地に位置し、Ashonman 地区は Accra の北方約 15 km に位置している。これ等 2 地区の位置は Fig・1 に示す通りである。

FIG. 1 調査対象位置図





## 第2章 ガーナ共和国の概況

### 2.1 自然環境及び社会経済

#### 2.1.1 自然環境

ガーナ国は西アフリカ諸国のほぼ中央部に位置し、東はトーゴ、北はブルキナファソ、西はコートジボアールと国境を接している。また、南部はギニア湾に面しており、その海岸線は約560 kmに及んでいる。国土は北緯5°~11°、東経1°~西経3°に挟まれた長方形の国で、総面積 約24万km<sup>2</sup>を有している。

国土は全般的に西アフリカ剛塊と呼ばれる地殻変動の少ない比較的安定した地域に当り、先カンブリア紀から古生代の地層を主体として構成されている。従って、国全体が起伏の少ない準平原状の地形を呈しており、わずかに最高約1,000 mのアクアビム・トーゴ山脈がアクラ北方からトーゴとの国境付近迄延びているにすぎない (Fig.2・1・1)。

この国を流れる大きな河川としてはボルタ川があり、ボルタ川開発計画によるアコソボ・ダム completion (1965年)により出来たボルタ湖は面積8,400 km<sup>2</sup>に達する。その他にガーナ中央部の Ashanti 地方を源頭とし、ギニア湾に流入する数条の河川が認められるが、いずれも規模は小さい (Fig.2・1・2)。

ガーナ国の気候は熱帯性気候で、年間平均気温は27℃、沿岸地方は湿気が多く、北部は乾燥して暑い。

雨量は、南西部海岸からガーナ中央部の Ashante 地方に延びる地域が年間1,500~2,200 mmと多いが、Accraを中心とする南東部沿岸及び北部地域の雨量は1,000 mm前後で少なくなっている。この雨量の多寡を反映し雨量の多い地域は森林地帯、Accra周辺の海岸部は草原地帯、北部地域は乾燥地帯が形成されている。また4月~9月が雨期となっており、雨量の最も多い月は、北方地域で8月、南部では6月である (Fig.2・1・3、2・1・4、2・1・5)。

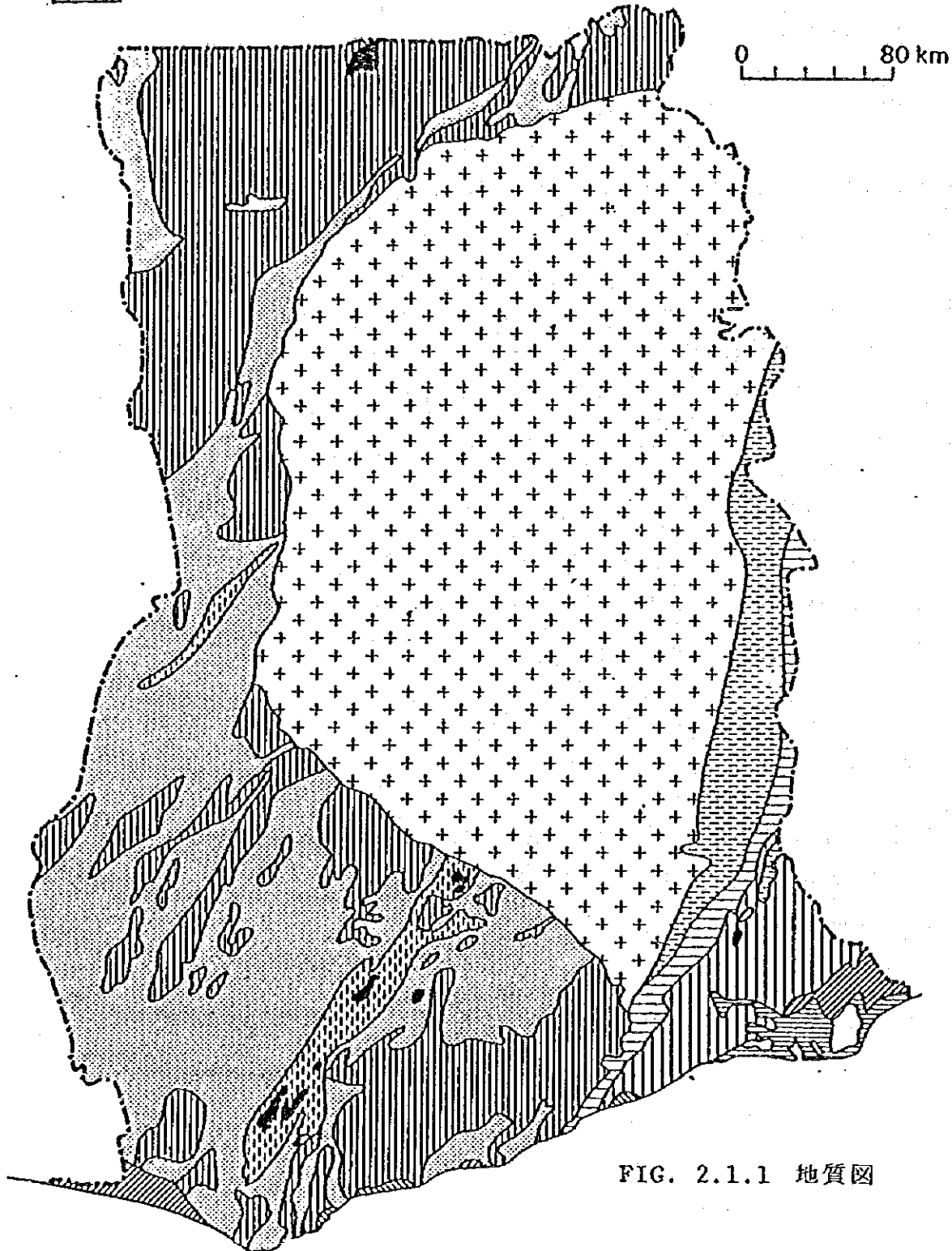
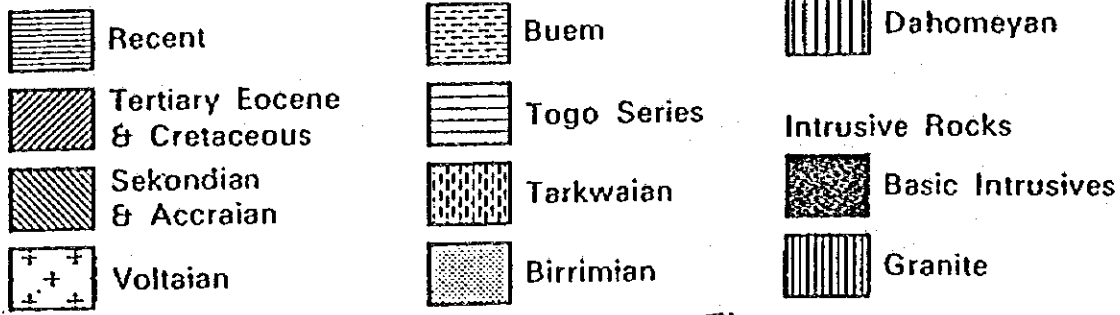


FIG. 2.1.1 地質圖





FIG. 2.1.2 地形図

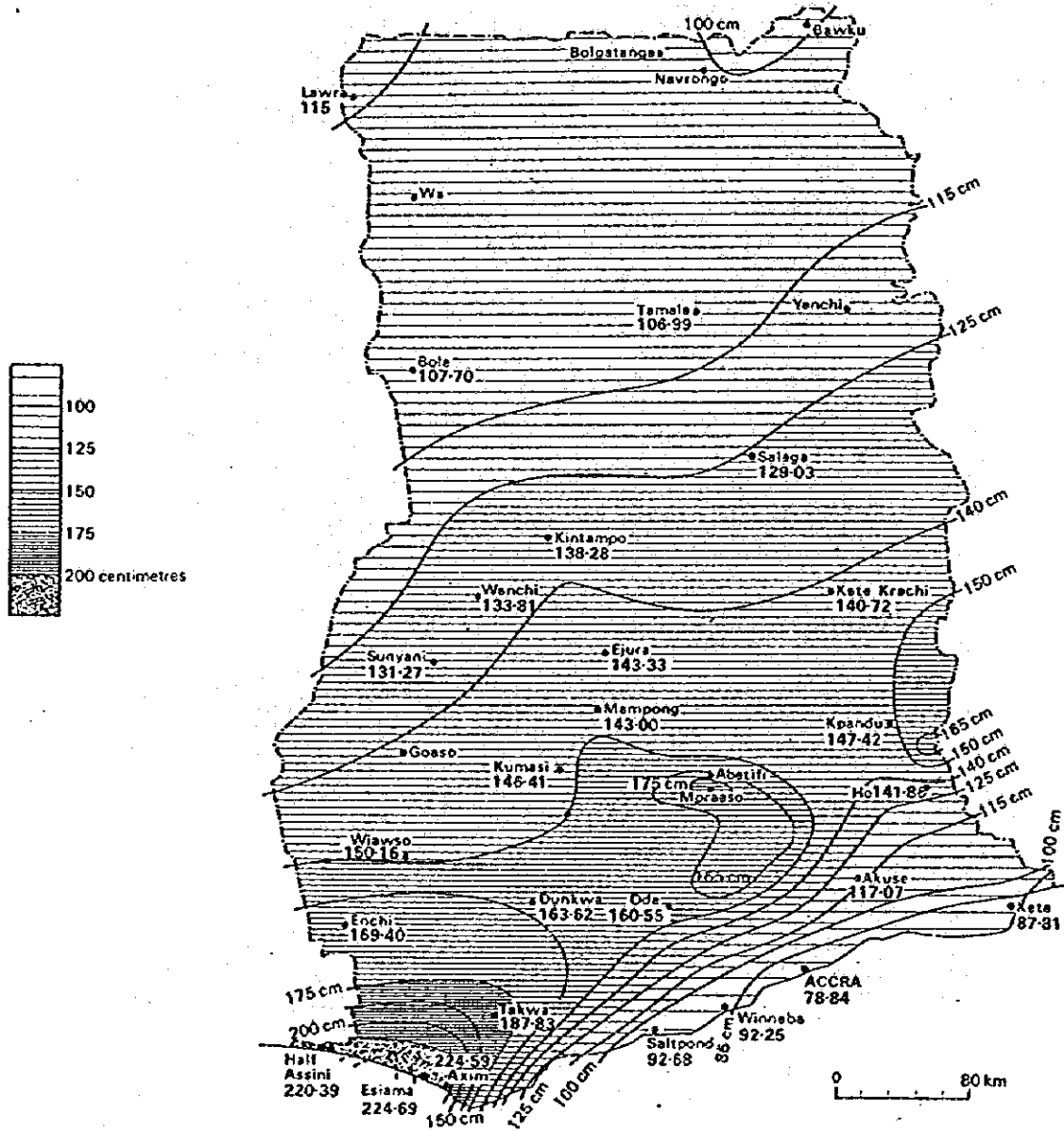


FIG. 2.1.3 平均降水量

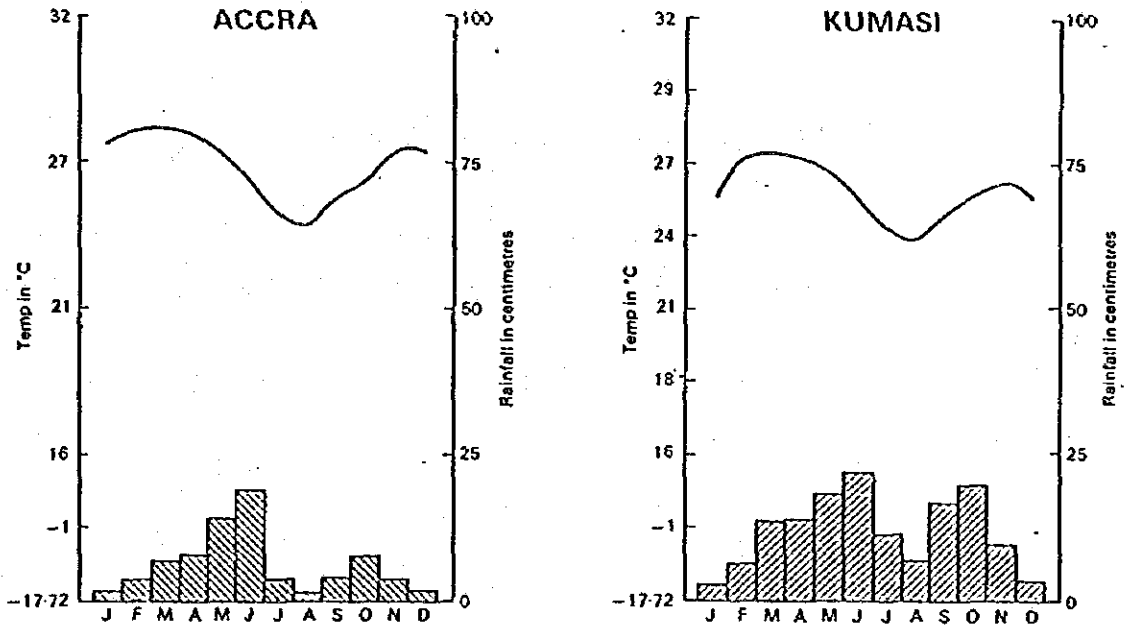
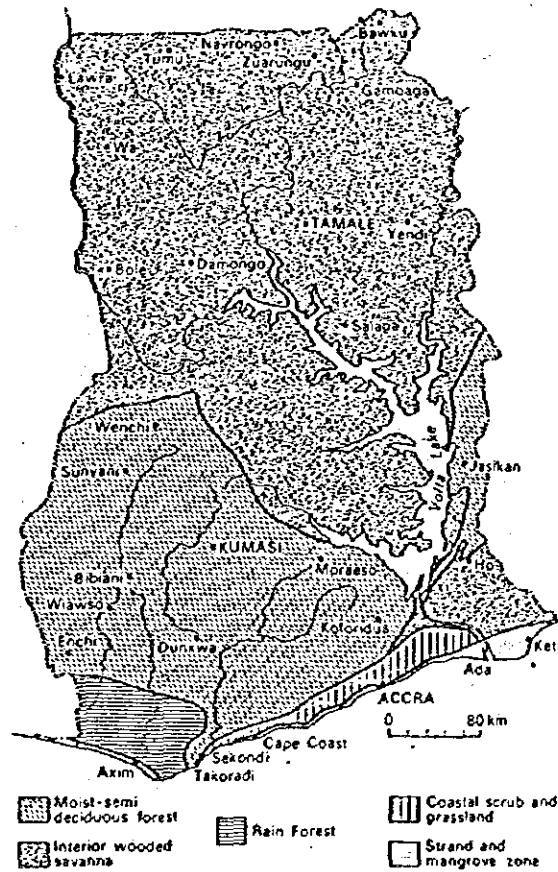


Fig. 2.1.4 気温と降水量



## 2.1.2 行政区分及び人口

行政区分はFig. 2・1・6に示す通り9つのRegionに分けられる。

1984年の人口は1,270万人(推定)で人口密度は529人/km<sup>2</sup>であった。また1970年の国勢調査の855万人から推定される過去14年間の平均人口増加率は2.9%となる。

国民は多くの種族に分けられるが、大別するとガ族、エベ族、アカン族、マンブルシ・ダゴンバ族等である。

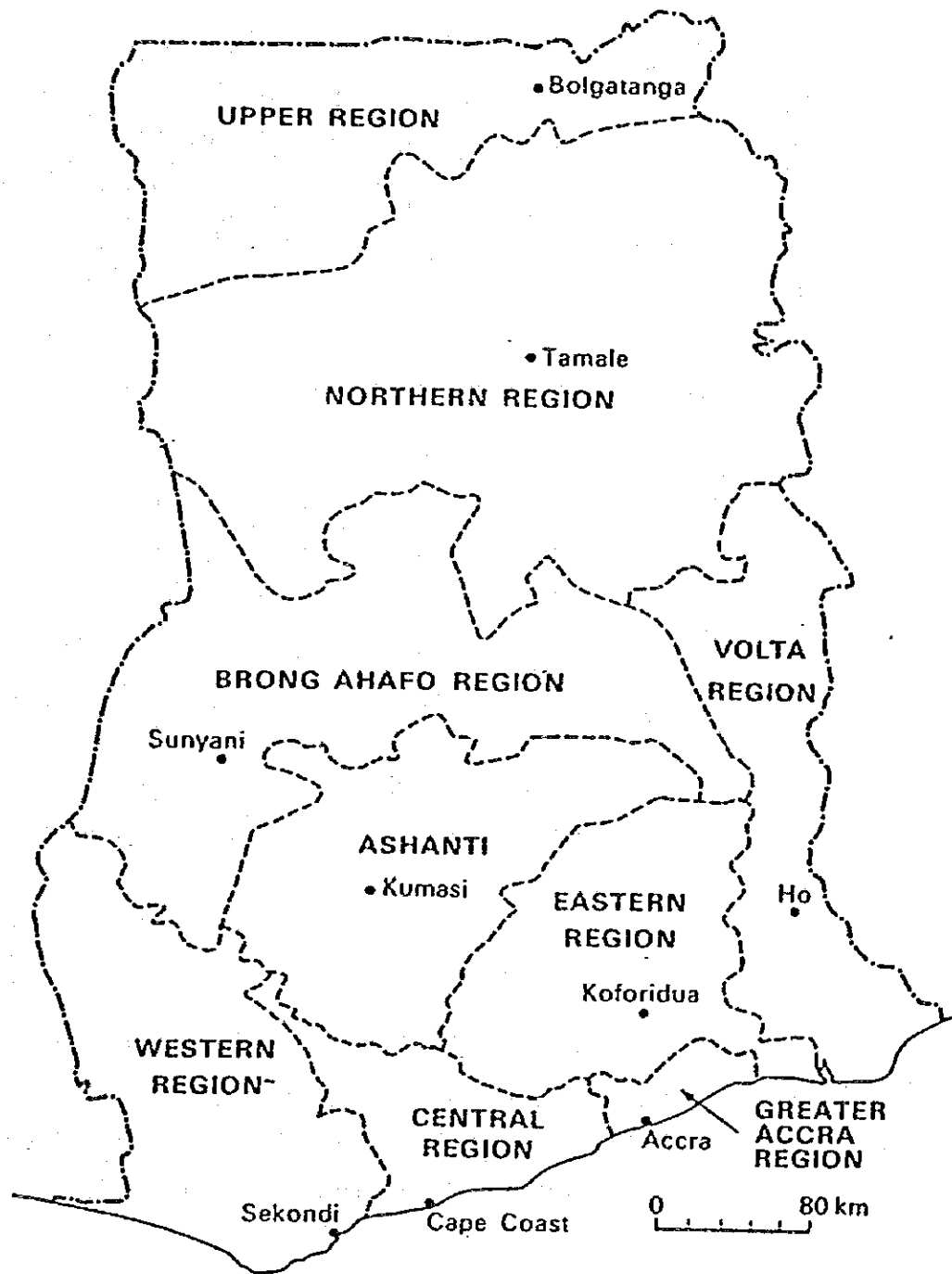


FIG. 2.1.6 行政区分图

### 2.1.3 経済事情

農業が最大の産業で、労働人口 256 万余のうち 61 %がこれに従事しており、可耕地の 3 分の 1 が主な輸出産業であるココアの栽培地になっている。その他の輸出農産物はコーヒー、キャベツヤシ、コブラ、バナナ、シャナットだが、ココアには遙かに及ばない。主食用作物はマニオック、ヤム芋、ココヤム、プランテーション、米で、北部ではトウモロコシ、粟、ギニア・コーン(大粟)が栽培されている。しかし食糧の国内需要を満たすことが出来ず、食糧が輸入の 20 %を占めている。

鉱業は輸入アルミナの加工を除くと、輸出額順で金、ダイヤモンド、マンガン、ボーキサイトがある。

鉱産統計				
	単 位	1975	1976	1977
金	1,000オンス	523.9	509.3	481
ダイヤモンド	1,000C	2,323.3	2,470.5	1,851
マンガン鉱	1,000トン	408.7	324.5	268
ボーキサイト	〃 〃	314.5	260.2	265

貿易状況 (100万セデー)				
		1975	1976	1977
輸 出		929.4	952.1	1,105.8
うちココア		551.4	515.5	679.7
本 村		77.3	75.2	87.1
輸 入		909.3	969.0	1,175.9

現在ガーナ国では対外債務の問題、国際収支の悪化等により経済、財政の状態が悪く、物価は高騰し国民は苦しい生活を強いられている。1982年に政府は生活費の高騰が1977年を100とする指数で1981年1月611.8、1982年1月1,046.4と発表している。又インフレは、1977年 116.5%、1979年 54%、1981年 140%、1982年 180%に及んでおり、同じ様な状態が現在まで続いている。

従って、通貨の交換レートも度重なる平価の切下げによって1981年上半期の1ドル=2.75セデーが、1985年4月には1ドル=53セデーに迄切り下げられており、一般には今後も同じ傾向が続くと予測されている。

## 2.2 生活用水供給事情

ガーナ政府は1957年の独立以来、生活用水の供給に力を注いでおり、当時5～10%の普及率であったものが、現在は1,270万人の人口のうち59%をカバーするまでになった。これを都市人口についてみれば普及率90%強に値するが、農村部では37%にしかすぎない。コミュニティの大きさ別の水の普及率はTable 2.2.1に示す通りである。

Table 2.2.1 飲料水の供給状況(1984)

	Population Group					(Rural)	Total	
	Below 100	101- 109	200- 499	500- 1,999	2,000- 4,999	Rural	Urban above 5,000	Urban and Rural
1. No. of Communities (1970 census)	35,974	4,449	4,268	2,621	332	47,634	135	47,479
2. Estimated 1984 pop. (Final details of 1984 not yet out)	1,629	816	1,733	3,049	1,231	7,858	4,863	12,721
3. Pop. served with drinking water in 1984	12	80	300	1,700	860	2,952	4,557	7,509
4. % of Pop. served with drinking water in 1984	1.2	9.8	13.7	55.8	69.9	37.6	93.7	59.0

給水方法は人口2,000人以上の集落を対象にしたパイプによる配水が500万人の人々に利用されている。又、手押しポンプ付きの井戸は約6,000あり、200万人の人々に利用されている。

1966年にガーナ上下水道公社(Ghana Water and Sewerage Corporation, GWSC)が設置され、ガーナ国における家庭用飲料水の供給に対する責任と権限を持っている。

GWSCの方針は人口2,000人以下の村落では原則として手押しポンプ付き井戸による給水であり、一井当り、約400人に給水することとしている。又、住民への水供給量の実績は1人当たり、13.5～22.5ℓ/日と報告されている。

過去15年間には、各国政府及び国内各機関の援助により、いくつかの大規模な井戸掘削プロジェクトがガーナ国の村落部で進められてきた。特に重要なものは次の2つである。

㉑ カナダ政府：Upper Region Water Supply Project(URWSP), 1974 - 81

㉒ 西ドイツ政府：3,000 Well Drilling Programme in Southern and Central Ghana, 1978 - 84

上記㉑では2,300の井戸が、又、㉒では3,000の井戸がガーナ国内7つの行政地区に完成されている(Fig. 2・2・1)。

また、今まで、これ等の手押しポンプ付き井戸の保守は種々の要因で充分に行なえなかったのが現状であるが、URWSPと3,000 Well Projectでは、井戸の維持管理、保守に関する計画にも重点を置いている。

1985年4月に地下水による水供給開発5カ年計画(1985年～1989年)が出されており、その内容は、既存水供給システムのリハビリテーションと新しい手押しポンプシステムの実施が柱となっている。この計画のなかで、既設井戸の故障ポンプの付換えや、手押しポンプ付き井戸の新設が考えられている。

故障ポンプのリハビリテーションは750カ所で予定されており、その内250カ所はUNICEFのプロジェクトで実施されることになっている。

手押しポンプ付き井戸の新設は、1,500カ所で計画されており、その対象地域は、Brong Ahafo Region, Western Region 及び Ashanti, Eastern, Volta 各 Region の北部地区等である(Fig. 2・2・2 参照)。



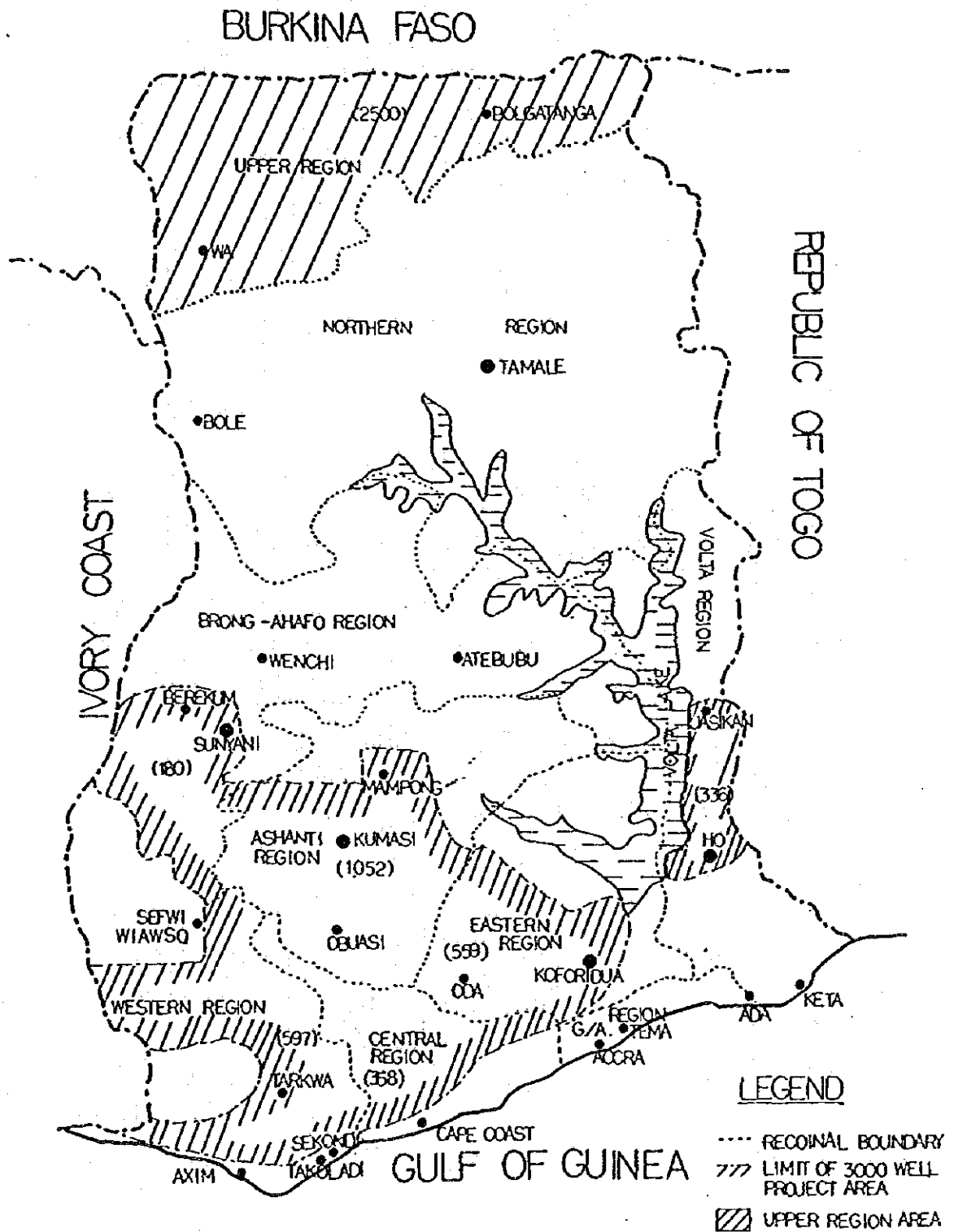


FIG. 2.2.1 行政区別井戸の分布状況  
 (西ドイツ、カナダ政府援助による)

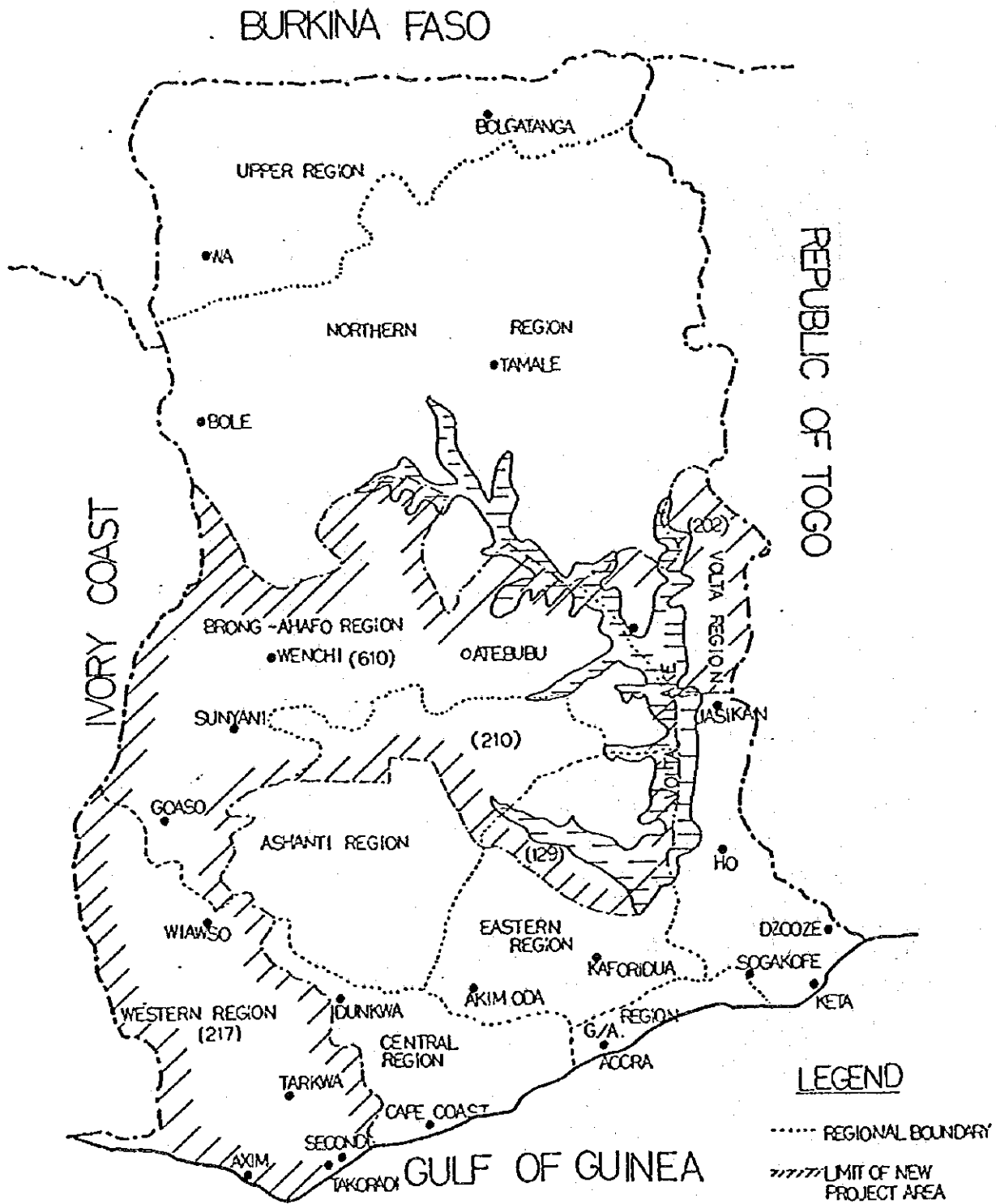


FIG. 2.2.2 井戸の新設計画 (1985~1989)





## 第3章 調査結果

### 3.1 Fete地区

#### 3.1.1 対象地区の概況

位 置： Accra の南西 約 60 km (Fig. 3・1・1 参照)  
行政区分： Central Region  
面 積： 約 6 km<sup>2</sup>  
種 族： ファンティ族 (酋長 Nana Abor Ewusi 19 世)  
人 口： 349 家族 1,790 人 (1982 年)  
2,060 人 (1985 年)

年齢構成は Table 3・1・1 参照

住民の職業： 海岸に面しているため男性の場合漁業に従事しているものが最も多く、次いで農業となっている。女性の場合は農業及び商業に従事している者が最も多い (Table 3・1・2 参照)。

疾患の状況： 主要な疾患は、下痢症、マラリア、Scabies, 気道感染症等があり、1983年9月に実施された疾患調査の結果は Table 3・1・3 に示す通りである。このうち下痢症は、糞便サンプルの検索結果から住民の衛生意識の欠如と飲料水に起因するロタウィルスの感染が主な原因の一つと考えられている。

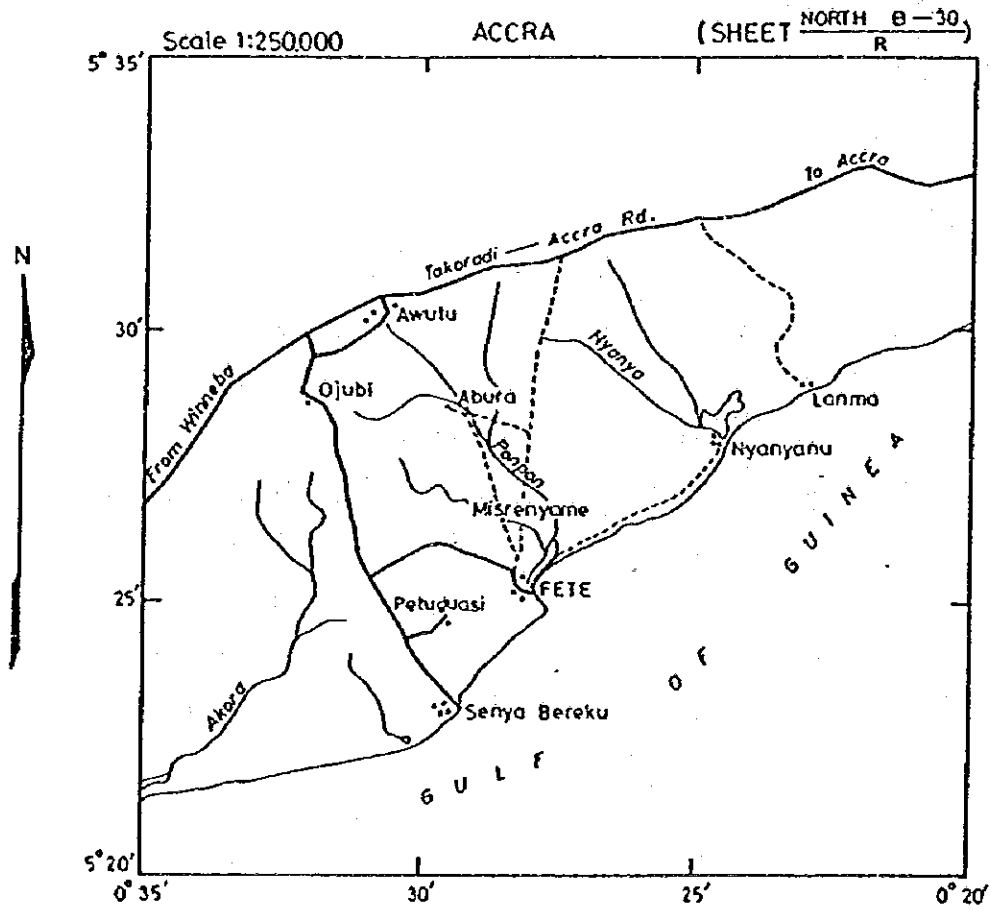


FIG. 3.1.1 調査対象地 (Fete)

Table 3・1・1 Fete 村の年齢構成(1982年)

年齢	男	女	計
<1才	40	42	82
1-4	108	135	243
5-9	115	104	219
10-14	106	120	226
15-24	119	173	292
25-34	57	123	180
35-44	52	99	151
45-64	61	138	199
65-	53	95	148
計	711	1,029	1,740

Table 3・1・2 職業 (1982年)

	男	女	計
農業	72(26.4%)	312(56.4)	384(46.5)
漁業	127(46.5)	7(1.3)	134(16.2)
商業	4(1.5)	216(39.1)	220(26.6)
教育職	6(2.2)	4(0.7)	10(1.2)
運転手	32(11.7)	0	32(3.9)
工業	19(7.0)	0	19(2.3)
その他	13(4.7)	14(2.5)	27(3.2)
計	273(100)	553(100)	826(100)

Table 3-1-3 Feteにおける疾患調査成績

Date	1/8/83	9/9/83	16/9/83	23/9/83	30/9/83
Malaria Fever	43	30	42	30	26
Scabies	8	26	12	15	12
Upper Respiratory Infection	40	23	23	24	20
Ear Pain or Discharge	1	2	2	5	1
Worms	-	2	1	1	1
Abdominal Pains	1	1	-	1	1
Eye Discharge	-	-	1	4	1
Spleen	1	17	28	7	-
Sores	3	-	-	-	-
Vomit	4	3	1	5	-
Palpitation	1	-	-	-	-
Gingival Infection	1	-	-	-	-
Headache	-	3	-	-	-
Pneumonia	-	-	-	-	1
Measles	-	-	-	-	0

WEEKLY % OF DIARRHOEAL CASES IN SEPTEMBER

Date	2/8/83	9/9/83	16/9/83	23/9/83	30/9/83
Weekly Attendance	155	156	153	133	109
# of Diarrhoeal Cases	31	23	19	23	21
% of Diarrhoeal Cases	20.0%	14.7%	12.4%	17.3%	19.3%

# of Diarrhoeal cases seen in SEPTEMBER 117 (16.6%)

# of children seen in SEPTEMBER 706.



### 3.1.2 水理地質

#### (1) 地形

Fete 村を中心とする Accra 南西部の海岸線は北西から南東に流れる多数の小河川が発達している。Fete 村はその中の一つ、Osonko 川の右岸側の丘陵地帯にあり、集落は丘陵西端のギアナ湾に面した高台に位置している。集落付近は標高 30~50 m であるが、後背部は 70~80 m の標高を有している。

この丘陵部と Osonko 川の流域の平野地帯は緩い勾配の地形で接しており、平野側は幅 500~700 m、標高 15 m 未満のなだらかな平坦面が形成されている。平野地帯は全般的に農地として利用されているが、丘陵部は土壌の被りがうすく、岩盤の風化帯が直接分布している場合が多いため、荒地のまま放置されている。

Osonko 川の流域は狭く、上流側 5 km で分水嶺に達する。又、水路は、幅 3~5 m で、表流水は雨期の 5~7 月頃に認められる程度である。しかし、雨期の豪雨時等においては水路周辺の低地帯は一時的に冠水する模様である。この河川の河口部には Kako Lagoon と称する潟が形成され、河川勾配が緩いため乾期に海水が海岸線より上流側 1 km 付近迄遡上している。従ってこの潟を利用して河口部の右岸側には塩田が設けられている。

#### (2) 地質

Fete 地区のあるガーナ南部は、先カンブリア紀 (Pre-Cambrian) の地層によって構成されており、Buem-Formation から Dahomeyan 迄の数層に区分される (Fig. 2.1.1 参照)。Fete 地区付近はトーゴ国との国境から南西に向かって帯状に分布する Togo Series の南端部に位置しており、Fete 地区のすぐ北側地域には Middle-Pre Cambrian に属する花崗岩類 (granite) の分布も認めることができる。

Fete の集落の位置する丘陵の骨格はこの Togo Series の珪岩 (quartzite) によって形成されており、随所でその露頭を観察することができるが、表層部は強く風化を受け砂状に砕けやすい状態になっている。この珪岩には、片理面 (shistosity) が認められ、その走向 (strike)、傾斜 (dip) は  $N60^{\circ}E/S70\sim75^{\circ}$  の方向性を示すものが卓越している。同時にこの片理面と直交する  $N20^{\circ}W/90^{\circ}$ 、 $N35^{\circ}W/S55^{\circ}$  の節理面 (joint) も発達している。

Osonko 川流域部の平野地帯は、この珪岩を被覆して沖積世の未固結堆積物が分布する。沖積層は、粘性土層と石英質の砂層が互層状で堆積している。又、河口部の海岸線の砂浜には、粒度のそろった砂層が広く分布している。

### 3) 気象

Fete 地区を含む Accra 周辺の海岸線の気候は半乾燥沿岸サバンナ (semi-arid coastal savannah) に属し、ガーナ国内でも比較的降水量の少ない地域に相当する。Fete の西方約 18 km の Pomadze、及び北西約 25 km の Kwanyako には降水量観測所が設けられており、過去 10 年間の降水量を整理すると Table 3-1-4、Table 3-1-5 に示す通りである。

Table 3-1-4 過去 10 年間の月別平均降水量 (Fete 地区)

(Units in mm)

Month Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Pomadze	7.4	35.9	46.1	120.7	177.4	231.3	59.7	30.3	46.2	79.3	45.9	7.1	887.3
Kwanyako	17.2	55.3	85.8	95.1	173.8	187.9	100.1	37.2	69.8	98.0	92.5	34.2	1,046.9
Average	12.3	45.6	66.0	107.9	175.6	209.6	79.9	33.8	58.0	88.7	69.2	20.7	967.3

Table 3-1-5 過去 10 年間の年度別降水量 (Fete 地区)

(Units in mm)

Year Station	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Pomadze	-	763.3	*above 746.3	652.7	1,410.3	*above 1,135.7	*above 984.9	1,042.3	*above 256.8	-
Kwanyako	1,019.8	886.2	959.4	1,037.8	1,396.0	1,357.1	1,228.2	*above 705.2	632.5	-
Average	-	824.8	-	845.3	1,403.2	-	-	-	-	-

\* Unknown because some of the data are missing.

Fete 地区の雨量を Pomadze 観測所と Kwanyako 観測所の平均値として設定すると 1 年間の平均降水量は約 970 mm である。雨期は、4 月から 7 月迄の大雨期と、9 月、10 月の小雨期に分けられるが、特に 5 月 6 月は多く 200 mm/月 前後の雨量が記録されている。過去 10 年間の雨量の動向は、全般的に 1,000 mm/年の雨量が期待できるが、1983 年は極めて雨量は少なく、1 年間に 632.5 mm と平均降水量の 2/3 程度しか記録されていない。

平均気温は、年間を通して27℃前後であり変動は少ないが、相対的に乾期の11月から3月の間の気温が高くなっている。

Table 3・1・6 過去20年間の月別日最高、最低気温 (Accra)

(°C)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均日最高気温	31.7	32.0	32.1	31.7	30.9	28.7	27.4	27.4	28.7	29.9	31.2	31.5
平均日最低気温	22.9	23.5	23.7	23.6	23.4	22.6	21.8	21.4	21.9	22.4	22.9	23.1

(4) 既存井戸の状況

1) 分布状況と地下水位

Fete 地区における地下水を水源とする取水設備は7ヶ所にあり、井戸の諸元及び位置は Table 3・1・7 の一覧表及び Fig. 3・1・2 の位置図に示す通りである。

Table 3・1・7 Fete地区井戸一覧表

番号	名称	標高 (m)	形状 (m)		備考
			径	深さ	
1	Well (I)	7.30	1.5	3.00	1950年に作られ、2~3年で水が涸れる。鋼蓋より土砂流入 崩壊寸前
2	" (II)	6.62	1.25	4.00	1968年建設 1983年より涸れる。
3	" (III)	6.39	1.30	3.65	1968年建設 1980年より涸れる。
4	" (IV)	6.18	1.20	3.95	1968年建設 1983年より涸れる。
5	" (V)	6.21	1.25	6.65	1968年建設 1983年より涸れる。
6	Dampraya (海岸線の井戸)	—	3.7~4.5	3.0~3.8	岩盤からの裂か水 雑用水として使われている。
7	Aboano Well (海岸線の泉)	—	—	—	岩盤からの裂か水 飲料水として使われている。

Well (I)~(V)の井戸はOsonko川の右岸側の沖積地盤に設けられた手掘り井戸で、Fete集落の中心部より西北西側約1.5kmに位置している。又、この位置はOsonko川の感潮限界点より上流側約500mの地点である。Well(III)は1956年に設けられたが、2~3年で涸

れてしまい、それ以来放置され現在に到っている。

一方、Well(III)~(V)は1968年に建設され、住民に貴重な生活用水として使われて来たが、1983年の干ばつで井戸水が涸れてしまった。しかし、今回の調査開始(4月)頃より水位回復の兆があり、Well(V)の底にわずかに(水深5~10m程度)水が認められた。さらに、5月の本格的な雨期の到来と共に、すべての井戸に水が認められる様になり、水位が上昇しつつある。

この時期にOsonko川の表流水も流れ出し、当初Osonko川の水位の方が地下水位よりも高い状態にあったが、6月10日以来地下水位と表流水水位の関係はほぼ同じレベルのまま維持されている。即ち、6月10日以前の地下水位の低かった時期は、地下水は降雨等により地表面から涵養されるだけでなく、Osonko川の表流水からも多量に涵養されていたものと考えられる(Fig. 3・1・3)。

この様に、Well(II)~(V)の位置する沖積地盤中の地下水は、降雨や表流水により涵養されていることをもの語っており、両者は密接に関係している。このため、1983年の干ばつ時には、地下水涵養量が極端に少なくなり、地下水位の低下を来したものと判断される。尚、これ等の井戸は、側壁が一部で崩れ、土砂の流入した形跡が認められ、豪雨時に付近が冠水した時などは、直接表流水が流れ込みやすい状況にある。

Damprya及びAboanoWellは丘陵斜面尻の海岸線に面した場所にあり、いずれもTogo Seriesの珪岩が分布しており、その裂かからの湧水を利用している。湧水量は両者とも極めて貧弱である。調査時は、村人多数が汲み揚げ中であり、底に10~20cm溜っていたにすぎない。

## 2) 水質

Fete地区における井戸水を対象に水質試験を行なったが、その結果は、Table 3・1・8の一覧表に示す通りである。

Table 3.1.8 Fete地区水質試験結果

名称	測定日	温度 (°C)	水素イオン 濃度 (PH)	電気伝導度 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ) at 20°C	全鉄 (ppm)	NH <sub>4</sub> (ppm)	大腸菌群	一般細菌 群	その他
Well (V)	4月26日	28.2	7.4	1,830	0.4	0.5	全面着色 不適	全面着色 不適	—
Dampraya (海岸線の井戸)	4月12日	29.2	—	2,040	—	—	—	—	茶雑用 水
	4月26日	28.8	7.2	1,975	0.1	0.1	全面着色 不適	全面着色 不適	
Aboano Well (海岸線の泉)	4月12日	31.6	—	3,130	—	—	—	—	若干濁り 飲料水
	4月26日	29.8	7.3	2,770	0.4	1.0	全面着色 不適	全面着色 不適	

※ 大腸菌群、一般細菌は試験紙による定性分析

4月の調査時点で村人に利用されていた水は、DamprayaとAboano Wellである。両者を比較すると、電気伝導度、全鉄、NH<sub>4</sub>の試験項目では全てDamprayaが優れているが、Damprayaの硬度は極めて高く、飲料や洗濯には不向きで、雑用水にしか使われていない。一方、Aboano Wellは、電気伝導度は3,000  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 前後の高い値で、かなり溶存成分の多いことを示しているが、飲料水として利用されている。

We II (II)~(V)の井戸群について、継続的に電気伝導度を測定したが、その結果はFig. 3.1.4に示す通りである。We II (V)の電気伝導度についてみると、4月26日の測定値が1,830  $\mu\text{s}/\text{cm}$ であったものが、5月の雨期に入ってから、300  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 前後の値に変わり、Osonko川の表流水(7月3日測定 EC = 174  $\mu\text{s}/\text{cm}$ )の影響を受けていることが水質の面からも推定できる。

いずれの井戸も、表面が開放されており、汲み揚げ作業において人間が井戸に入り込むため、汚染を受けやすい状態になっている。従って、大腸菌群、一般細菌が多数検出され、飲料水としては不適格である。

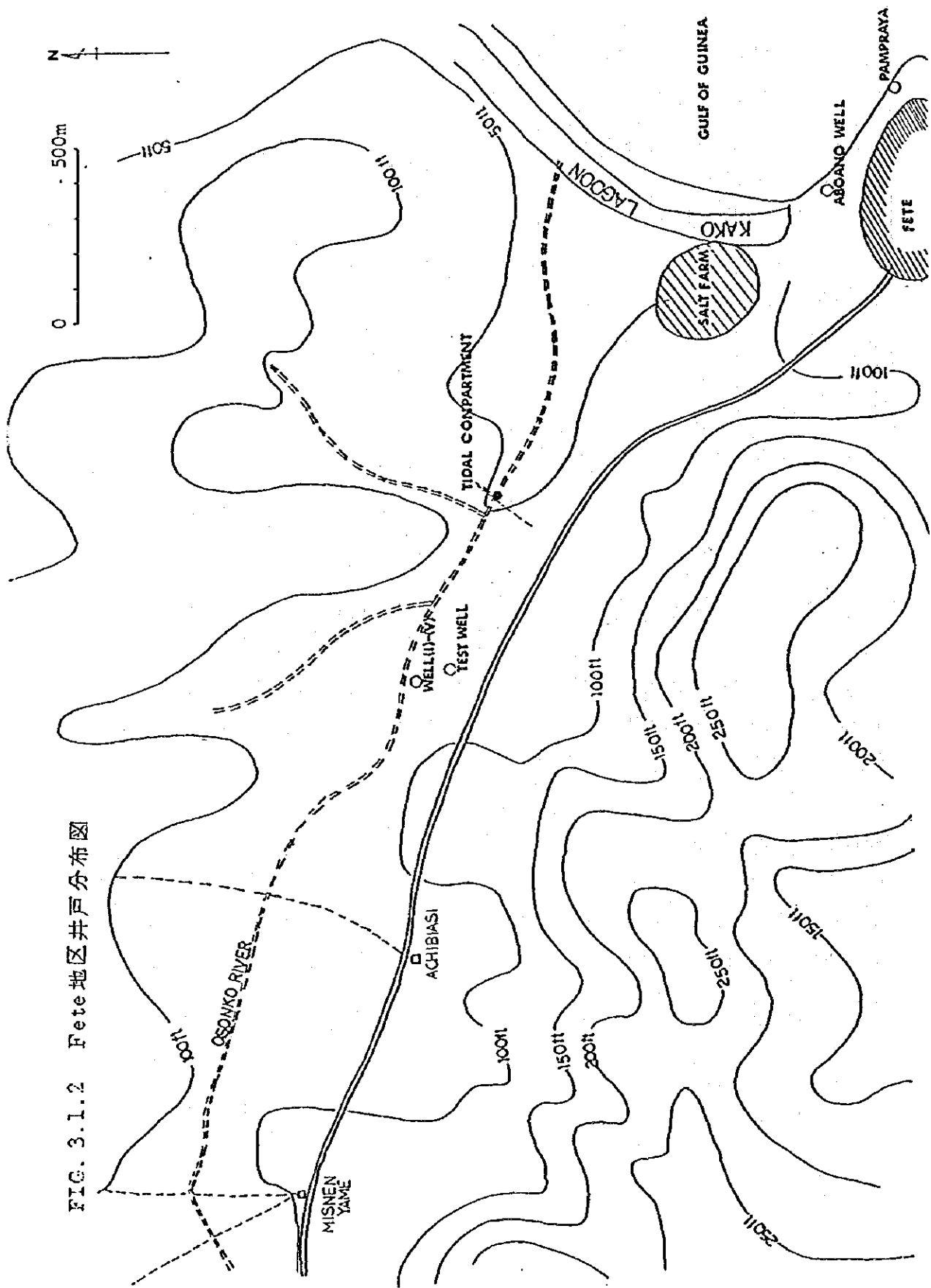


FIG. 3.1.1.2 Fete地区井戸分布图

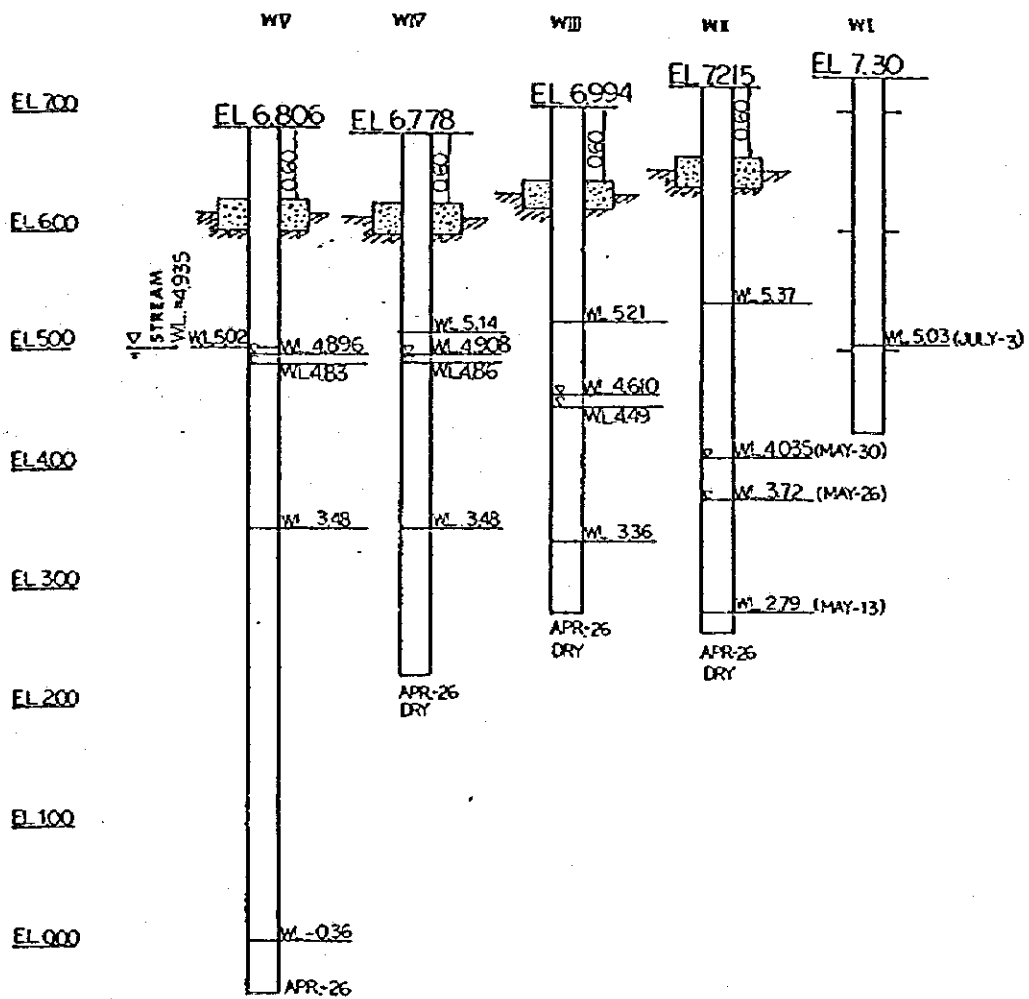
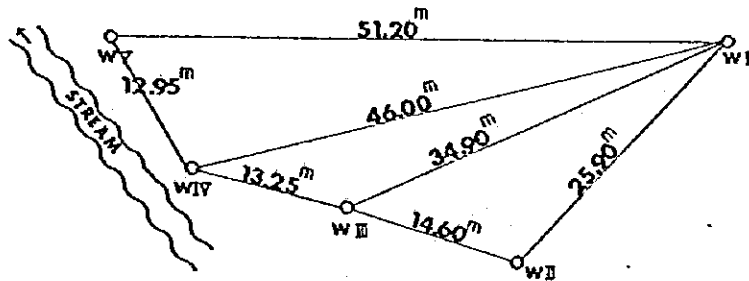


FIG. 3.1.3 Well (I)~(V)の分布及び水位の変化





## (5) 電気探査

電気探査は、地質の露頭やボーリングの資料などと直接むすびつけて、調査地域の水理地質構造を解明する調査手段であり、電気探査法のうちでも比抵抗法が適用される。比抵抗法は、大地における見掛けの比抵抗値を測定し、その変化を調べ、露頭調査、ボーリング資料などと総合検討し地下の地質を推定する。ここでは垂直探査法により地下の比抵抗値を計測解析した。

### (調査範囲)

Fete地区の地形条件としては、標高50m前後の丘陵地帯と、Osonko川流域の沖積平野地帯に大別できる。丘陵地帯は、地下水の賦存がほとんど期待できない珪岩層が表層部から分布するため、後者のOsonko川流域部を探査の対象地域とした。又、Osonko川の河口部より、上流側1km付近迄海水が湧上しており、それよりも下流側では地下水が塩水化している危険性が高いため、調査の対象から除外した。

以上の地形、地質条件、さらに、村人の水運搬に対する許容距離も考慮し、Osonko川流域沖積平野のうち、河口から1～2kmの範囲を対象として、電気探査を41地点で実施した。調査地点はFig. 3・1・5に示す通りである。

### (使用計器及び探査方法)

電気探査に使用した計器及びその仕様は次の通りである。

使用計器	横河電機製	3244型大地比抵抗測定器
型式性能	Megger型	
	可探深度	150m

測定方法はWennerの電極配置により垂直探査を実施したもので、探査の深度は100mを目標とした。測定結果の解析については、Sundberyの標準曲線及びHummerの補助曲線を用いて行なった。

### (測定結果)

比抵抗値から地層を区分すると、調査地の地層は主に3層構造である。表層を第一層とすると、概略次の様にあらわされる。又、探査の結果は、Fig. 3・1・7の断面図に整理した。

	比抵抗値 ( $\Omega\text{-m}$ )	厚さ ( $m$ )	対応する地質
第1層	200～600	1～5	表土、未固結堆積物 強風化岩
第2層	10～100	10～20	強風化岩～風化岩
第3層	100～900	15～35 <sup>※</sup>	基盤層 亀裂を含んでいる

※ 地表から第3層上面までの深度

滞水層となるのは第2層である。又、第3層の基盤層を対象とする場合は、一般的には基盤層中の低比抵抗部の分布により、破砕帯を検出する事になる。良好な滞水層の比抵抗値  $\rho_a$  は次の式で示される。

$$\rho_a = F \times \rho_w : \rho_w \text{ 地下水の比抵抗値}$$

$$: F \text{ 地層係数 (滞水層の場合、3～6)}$$

滞水層上面の地下水比抵抗値は、ボーリング孔及び既設井の測定値から、次の範囲である。

$$\rho_w = 3.3 \sim 15 \Omega\text{-m}$$

又、電気検層の結果より、滞水層の比抵抗値  $\rho_a$  は次の範囲となった。

$$\rho_a = 20 \sim 50 \Omega\text{-m}$$

地下水比抵抗値は、本調査地では変動し易いため、滞水層の基準として、電気検層の結果を利用する。第2層の  $\rho_a = 20 \sim 50 \Omega\text{-m}$  の範囲が、地下水の賦存が期待できる地層である (Fig. 3・1・6)。又、低比抵抗部は一般的には粘土又はシルトの様な透水性の低い地層を示す事になるが、この地域では、地質分布を考慮すると、粘土やシルトが第2層として厚く分布している事は考えられない。又、海側に向って比抵抗値が低くなる傾向が見られる事から、塩分濃度の高い地下水が浸入している事が容易に推察される。

次に第3層の比抵抗値をみると第2層同様海側に低比抵抗部が広く分布している。ボーリングの結果から、本調査地の基盤岩は黒雲母花崗岩及び片麻岩である事が判明しており、これらの岩石は一般的には少なくとも  $200 \Omega\text{-m}$  以上の比抵抗値を有している。その結果  $200 \Omega\text{-m}$  以下の範囲は局所的な深部風化帯と推定される。海側に広く分布する低比抵抗部は、分布範囲からみて破砕帯とは考えられず、塩水化した地下水の浸入領域と考えるのが妥当である。

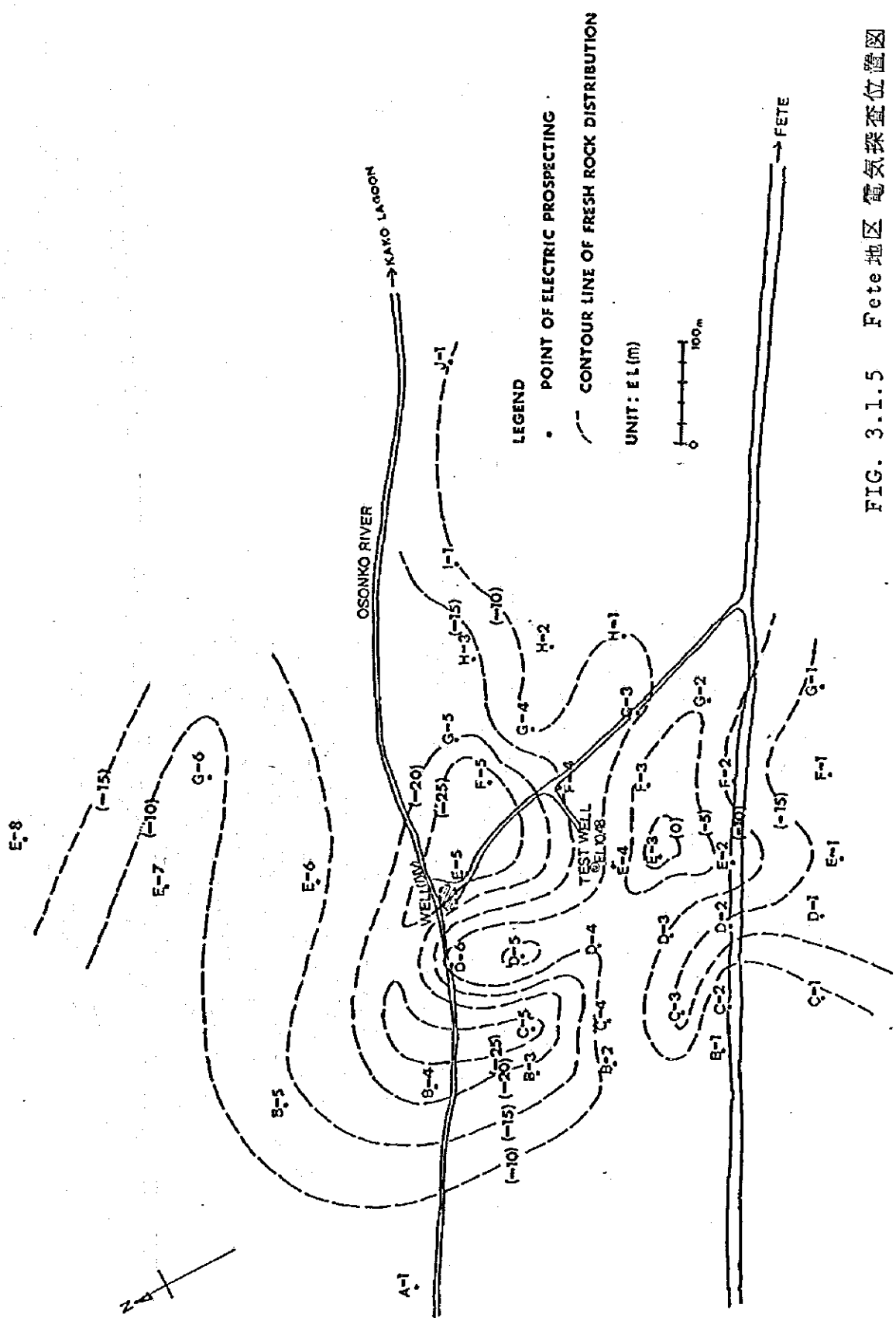
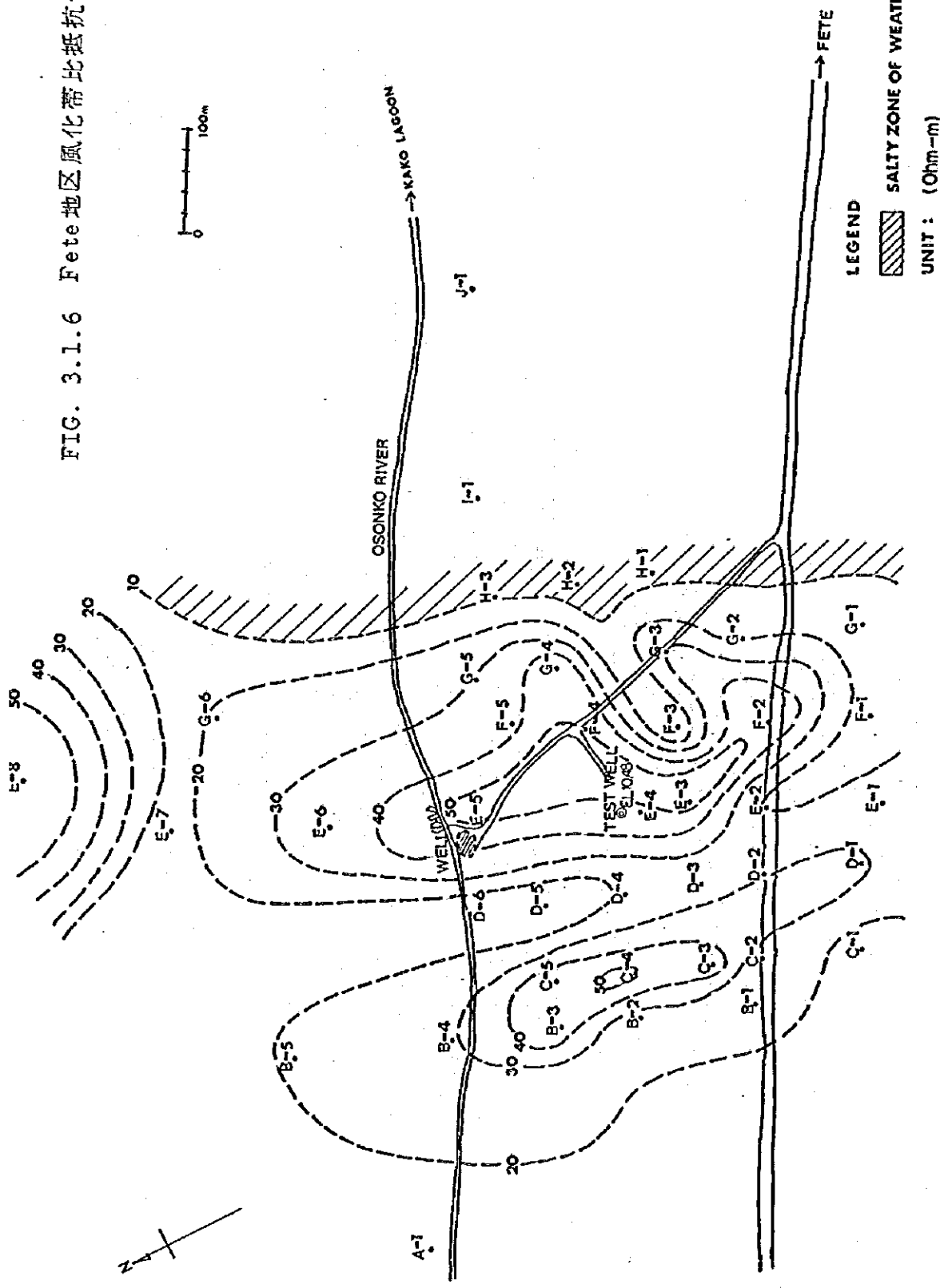
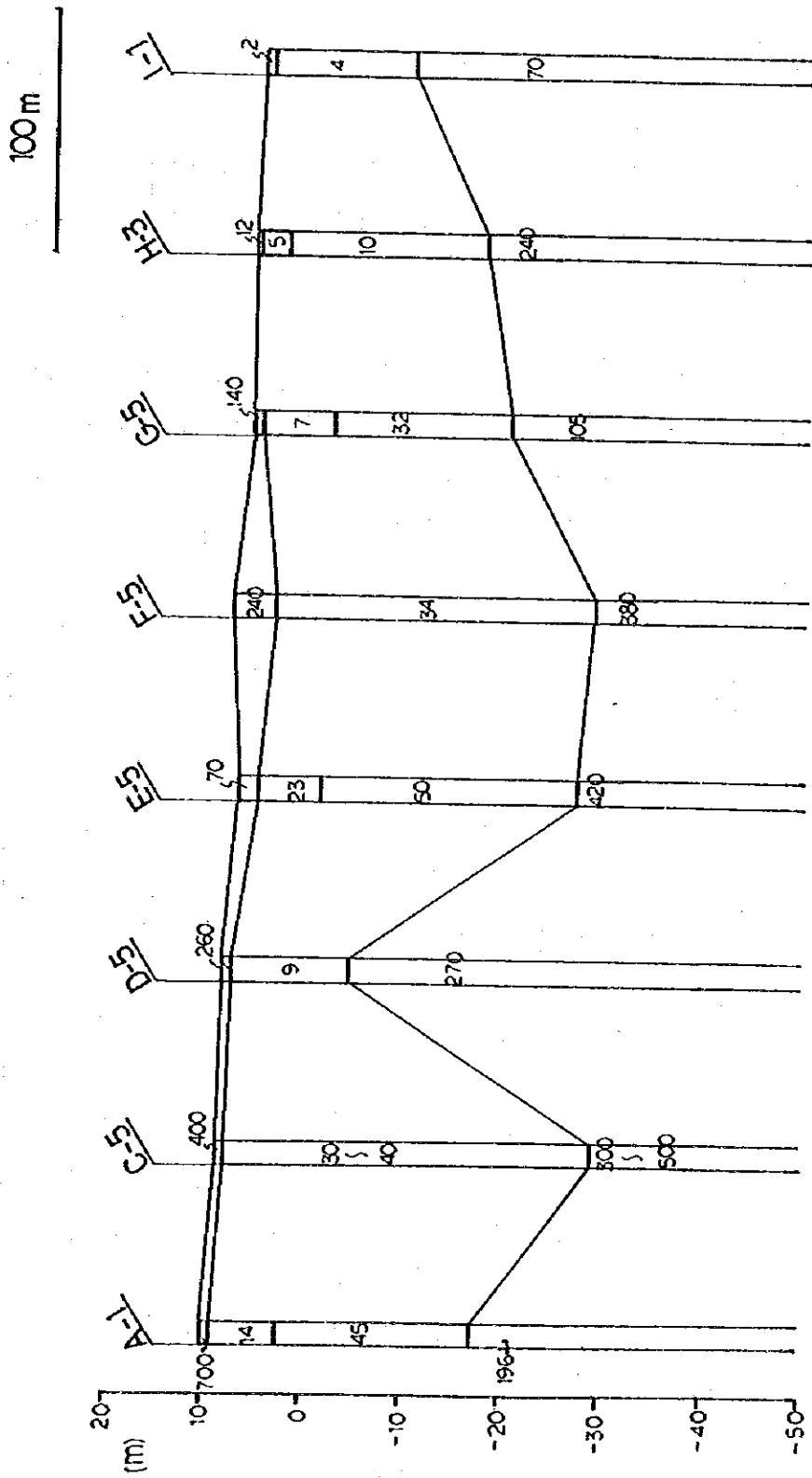


FIG. 3.1.5 Fete地区電気探査位置図

FIG. 3.1.6 Fete地区風化帯比抵抗値分布図





(Unit Ohm-m)

FIG. 3.1.7 (1) 電気探査解断面図 (Fete地区)

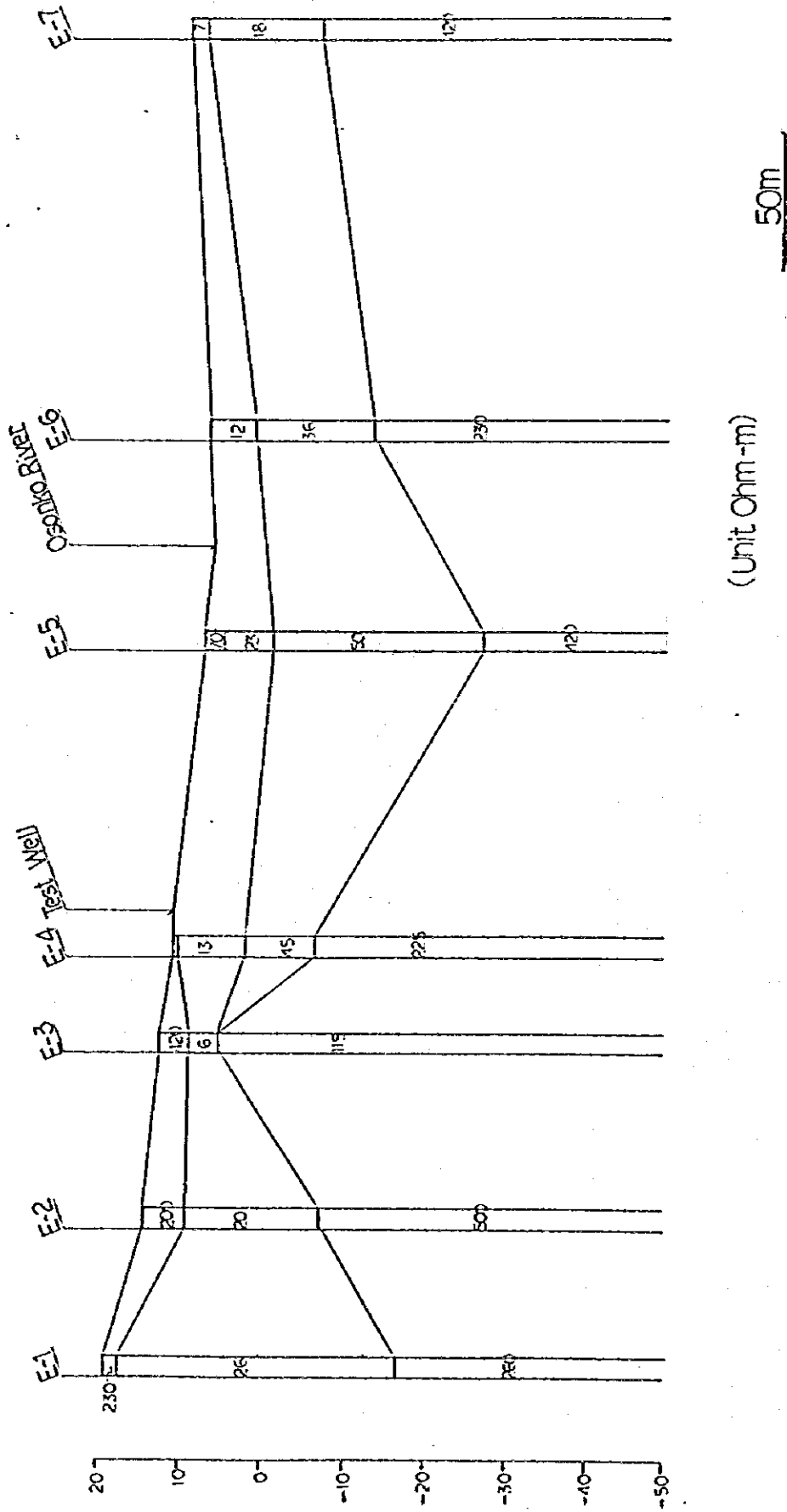


FIG. 3.1.7 (2) 電気探査解析断面図 (Fete地区)

## (6) 試験井戸調査

### 1) 調査概要

試験井戸調査は、試験井戸を掘削し、揚水試験、水質試験を実施することにより、将来 Fete村における地下水利用計画、即ち、浅井戸、深井戸の選定及び地下水開発を策定するための資料とすることを目的として実施した。

電気探査の結果、Osonko川流域の沖積平野地帯は上位より沖積層の未固結堆積物、珪岩の風化帯、基盤岩層より構成され、地下水の滞水可能な層としては、未固結堆積物から風化帯に跨がる自由面地下水及び基盤岩層中の裂か水が考えられる。このうち、基盤岩層中の裂か水は断層破砕帯等が発達する場合、多量の地下水が期待できるものであるが、地表踏査や、電気探査の結果では、この様な構造線の分布はほとんど考えられないことが予測された。したがって、試験井戸地点の選定に当たっては、浅い地下水の滞水条件に制約される為、出来るだけ風化帯及び未固結堆積物の分布が厚く、地形的にも表流水、浸透水の集まりやすい位置を対象に考えた。同時に、海岸線に近い塩水化の危険性のある地域は除外した。

以上の地下水理の条件に加え、試験井戸が将来、ポンプをセットし、井戸として村人に利用できる事も考慮し、下記を試験井戸位置選定の主条件とした。

- (i) Fete村に近い事
- (ii) 雨期に冠水しない事
- (iii) 雨期においても水の運搬が可能な Osonko川の右岸側とする事

調査はGWSCに委託し、以下の内容で実施した。

調査場所： Fig. 3・1・5 参照

調査期間： 自 1985年 5月 1日  
至 1985年 7月 10日

調査内容： (掘進及び井戸の仕上げ)

掘進孔径	203 mm
調査深度	60 m
ケーシング挿入深度	29 m (29~60 m セメンテーション)
ケーシング孔径	150 mm

ストレーナー挿入深度	14.0~22.5 m
	延 8.5 m
管種 ケーシング	PVC パイプ
ストレーナー	PVC パイプ スリット加工

(電気検層)

測定方法	2 極法
電極間隔	0.25、0.5、1.0 m
使用計器	3244型大地比抵抗測定器

(揚水試験)

① 測定日	5月29日	深度 29 m
② "	6月15日	深度 60 m
③ "	6月17日	深度 60 m
④ "	7月25日	深度 29 m

(ケーシング挿入後)

(水質試験)

- ① 電気伝導度、水温、全鉄、NH<sub>4</sub>、PH、大腸菌群、一般細菌 随時
- ② 井戸完成後 6月28日に採水し、Table 3・1・12、Table 3・1・13 に示す項目についてGWSCの試験室で行なった。

(掘削機械)

Ruston Bucyrus 製 PERCUSSION (製作 1955年)

2) さく井調査及び電気検層

調査の結果は Fig. 3・1・8の柱状図に示す通りである。地質は表層より深度 7.50 m 迄の沖積層、深度 7.50~18.00 m の風化珪岩、深度 18.00~60.00 m の花崗岩に大別できる。沖積層は表層部に粘土質の表土を被り、下部は細礫及び粗砂を主体とする粒径の粗い堆積物によって構成されている。この沖積層の中には地下水は認められないが、地下水位が上昇した場合、透水係数が大きく、地下水の貯留が十分に可能な地層である。

珪岩は Togo Series に属する地層で、全般的に強く風化を受け不規則に多数の亀裂が発達している。本層中の深度 9 m 付近で地下水位が認められたが、地下水はこれ等のクラック中に滞水されているものであり、本層は Osonko 川流域の地下水の滞水層となっている。本層を対象にした電気検層の結果は、深度 9~14 m の間は  $\rho = 20 \sim 50 \Omega \cdot m$  と低い



値であるが、14~18 mの間は  $\rho = 50 \sim 100 \Omega\text{-m}$  に増えており風化度合の差が比抵抗値に反映している。風化岩の比抵抗値としては、全般的に低い値となるが、これは滞水されている地下水が塩分濃度の高い（比抵抗値の低い）ことに起因しているものと判断される。

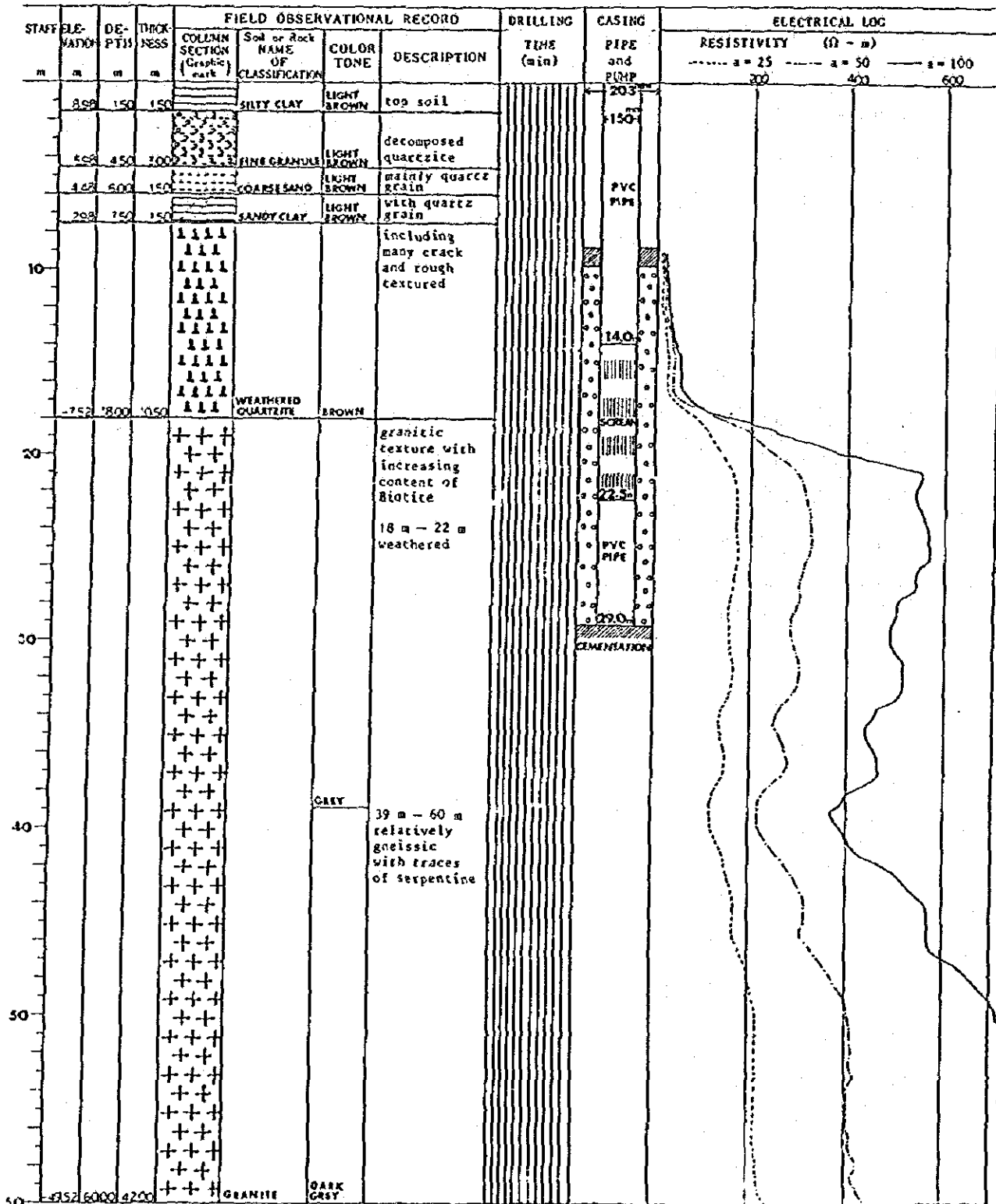
18 m以深には先カンブリア紀の花崗岩が分布している。岩質は上部 39 m 付近まで黒雲母花崗岩であるが、39 m以深は変麻岩的岩相を呈し蛇紋岩の挟在が随所で認められる。深度 18~21 mの区間は若干風化を受けていると判断され、比抵抗値は、 $\rho = 100 \Omega\text{-m}$  から  $450 \Omega\text{-m}$  に急激に増大し、21 mで比較的新鮮な岩盤に到達する。21~37 mの区間は  $\rho = 450 \sim 550 \Omega\text{-m}$  を示し、相対的に割れ目の多い区間と判断される。37~41 mの間は  $\rho = 400 \Omega\text{-m}$  と低くなり、地質柱状図と対比させると軟質の蛇紋岩を多く挟んでいる区間に相当している。40~52 mの間は  $\rho = 400 \Omega\text{-m}$  から  $750 \Omega\text{-m}$  と徐々に比抵抗値が高くなっており、次第に亀裂が少なくなる状況を反映している。52 m以深は  $\rho = 760 \Omega\text{-m}$  で安定しており、新鮮で緻密な基盤岩と予想される。

以上の試錐及び電気検層の結果から、地下水の賦存の期待できる滞水層としては深度 9~21 mの風化岩と予想され、21 m以深の花崗岩は、岩質、比抵抗値からみても不透水性地層の範ちゅうに入る。又、電気検層を3回に渡り実施したが、各回の重複する区間の測定値は掘削深度が増加すると低下する傾向が明らかであり、深度と比例して水比抵抗値が低下する。つまり、電解質分が多く地下水中に含まれていることを裏付けている。

FIG. 3.1.8

試験井戸柱状図

PROJECT - LOCATION GOMOA - III      GROUND ELEVATION 10.48 m      DATE OF INVESTIGATION MAY-JUNE 1963  
 BORING HOLE No. 1      DEPTH TO GROUND WATER LEVEL IN HOLE ~9.0 (27th MAY)      INVESTIGATED BY KYOJI IMAI



### 3) 揚水試験

試験井戸の揚水試験は浅層部及び深層部の透水性を把握するため、掘削中3回及び井戸作成後の1回 合計4回に渡り実施した。掘削中の1回は深度 29 m における試験で浅い滞水層を対象にしたものであり、残り2回の試験は深度 60 m における試験で、深部の滞水層の状態も把握することを目的とした。試験方法はペーラによる地下水の汲み揚げを実施し、揚水量と水位変動を測定した。又、その結果の整理は、揚水時には、タイスの標準曲線法、ヤコブの直線解析法、回復時における解析法は回復法等で行なった。試験の条件及び試験の結果は Table 3・1・9 の一覧表に示す通りである。

まず、掘進中における揚水試験の結果を見ると、深度 29 m 迄の試験では 透水係数  $K = 2.04 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$  の値が得られたのに対し、深度 60 m の試験では試験区間が3倍に増えたにもかかわらず  $K = 1.03 \times 10^{-4} \sim 1.28 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$  と大幅に下がっており、29~60 m の区間の透水係数が  $K = 10^{-6} \text{ cm/sec}$  オーダーの値しか期待できないことを示している。ちなみに、滞水層の透水係数は一般的に Table 3・1・10 の通り区分されており、深度 29 m 以深の地層は滞水層として透水性は全く期待できない。

又、29 m 以浅の透水係数に関しても、 $K = 10^{-4} \text{ cm/sec}$  のオーダーを示しており、岩盤の風化帯に賦存された地下水であるため、滞水層としても極めて小さい透水係数を示している。深度 29 m 以浅における掘進中の透水係数よりも井戸作成後の値が可成り下がっているが、これは、井戸作成時における充填砂利の品質、及びスクリーンの性能に起因するものである。

以上の条件を考慮し、深度 29 m 以浅に分布する風化帯(滞水層)の水利定数を設定すると次の通りである。

透水量係数	$T = 18 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{min}$
貯留係数	$S = 15 \times 10^{-1}$

Table 3-1-9 揚水試験結果一覽表

試験日	孔の型状			自然水位 GL-(m)	揚水量 (L/min)	揚水時間 (min)	透水量係数 T		貯留係数 S	透水係数 K (cm/sec)	備考
	深さ (m)	孔径 (mm)	試験区間 (m)				解析法	試験結果 (ml/min)			
5月27日	29	203	14~29	8.97	180	16	回復法	$1.84 \times 10^{-3}$	-	$2.05 \times 10^{-4}$	掘進中
6月15日	60	203	14~60	8.66	57.5	60	Jacob	$2.33 \times 10^{-3}$	解析不能	$1.03 \times 10^{-4}$	掘進中
							Theis	$2.75 \times 10^{-3}$	$6.60 \times 10^{-1}$		
							回復法	$3.47 \times 10^{-3}$	-		
6月17日	60	203	14~60	8.93	57.5	120	平均	$2.85 \times 10^{-3}$	$6.60 \times 10^{-1}$	$1.28 \times 10^{-4}$	掘進中
							Jacob	$3.05 \times 10^{-3}$	解析不能		
							Theis	$3.72 \times 10^{-3}$	$1.24 \times 10^{-1}$		
6月25日	29	150	14~22.5	8.86	14.6	60	回復法	$3.79 \times 10^{-3}$	-	$1.03 \times 10^{-4}$	井戸作成後
							平均	$3.52 \times 10^{-3}$	$1.24 \times 10^{-1}$		
							Jacob	$6.51 \times 10^{-4}$	$2.67 \times 10^{-1}$		
							Theis	$4.02 \times 10^{-4}$	$4.02 \times 10^{-2}$		
							回復法	解析不能	-		
							平均	$5.27 \times 10^{-4}$	$1.54 \times 10^{-1}$		

Table 3・1・10 透 水 係 数  $K$  ( $\text{cm}/\text{sec}$ )

	$10^2$	1.0	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-7}$
(地層)	礫	砂または砂礫	細砂, シルト 細砂, シルト混合物	不透水土		
	帯		水 層		難透水層	非透水層

#### 4) 水質試験

ギニア湾に面した海岸線地域の地下水は全般的に塩分濃度の高いことで知られており、地下水調査に際しては深度、滞水層毎の水質の変化を把握しておくことが重要である。このため、試験井戸の掘進中、Table 3・1・11 及び Fig 3・1・9 に示す項目について水質のチェックを行なった。これ等の試験項目のうち、電気伝導度は地下水中に含まれている電解質成分の多寡を表わす指標として使われている。測定値は、5月13日～20日の間のボーリング機械の故障による作業休止期間中雨水等の流入があり、一時的に  $3000 \mu\text{s}/\text{cm}$  以下の値を示しているが、全般的に  $3000 \mu\text{s}/\text{cm}$  以上の電解質成分を極めて多く溶存する地下水であることを示している。又、深度毎の変化をみると、深部ほど電気伝導度が高く、29 m 付近を境として、下部は  $4000 \mu\text{s}/\text{cm}$  以上の値が得られた。この測定値は、上部の溶存成分の比較的少ない地下水も混り合った値であり、しかも、深部は透水係数の小さい新鮮な花崗岩が分布していることを考え併せると、深部では、塩水に近い電解質成分を含む地下水が賦存されていると判断される。

井戸の仕上げ作業は、塩分濃度が急激に高くなる 29 m 以深をセメンテーションし、深度 140～225 m にスクリーンを設けた。当初  $4000 \mu\text{s}/\text{cm}$  以上の高い電解質成分が残存していたが、連日の地下水の汲み揚げにより可成り浄化され、7月10日の段階では、深度 20 m 付近の電気伝導度  $3700 \mu\text{s}/\text{cm}$  付近まで水質が回復した。この外、問題となる項目として、全鉄があげられる。掘進開始時に  $0.3 \text{ppm}$  であったものが、作業の進行とともに急増して  $50 \text{ppm}$  以上を示している。この増加原因としてはケーシング（鉄製）からの溶脱が考えられ、地下水自体、相当塩分濃度の高いことを暗示している。

大腸菌群、一般細菌に関する試験は、試験紙による定性分析を行なったが、いずれも菌が検出された。これは地下水自体のよごれよりも、むしろ掘進作業機械を経由した汚染と判

断される。GWSC 試験室における水質分析は、作業工程の関係から、6月28日の、まだ電気伝導度が約  $4300 \mu\text{s}/\text{cm}$  を示す段階において採水した水試料を対象に行なった。分析の結果 Table 3・1・12、Table 3・1・13 に示す通りである。全般的に溶存成分が多く含まれており、WHO、GWSC の許容値 (Appendix 参照) を超える項目が多い。特に、塩素が  $1,400 \text{ppm}$  と高い値を示しており、WHO、GWSC の制限値  $600 \text{ppm}$  を大幅にオーバーしている。しかし、電気伝導度は、7月10日の時点で  $3,700 \mu\text{s}/\text{cm}$  まで下がっており、定常的に塩素イオンは  $1,400 \text{ppm}$  以下の値が期待できるものと判断される。

一般細菌に関する検査では、 $1 \text{ml}$  中 40 個の colony が検出されたが、日本における水道水質基準では、 $1 \text{ml}$  中 100 個以上の個体数が検出されないこととされており、問題になる値ではない。又、大腸菌群は、日本における厚生省令では飲料水中に検出されないこととされているが、厚生省の生活環境審議会の答申によると水道で行なう塩素被菌により死滅させることのできる大腸菌群数の安全限界値は  $50 \text{MPN}/100 \text{ml}$  とされており、試験結果の  $13 \text{MPN}/100 \text{ml}$  は安全限界値を下廻っている。以上の通り、一般細菌、大腸菌群に関しては井戸作成後の継続的な汲み揚げにより、掘進時の地下水よりも可成り浄化されており、地下水としての細菌学的な問題はないものと判断される。

ガーナ国内における地下水は、水質の悪い地域が多く、WHO、GWSC の許容値に従うと、地下水による生活水の供給が困難なことになる。従って、西ドイツ政府の援助による 3000 Well Project では、電気伝導度が  $3,000 \mu\text{s}/\text{cm}$  を一つの目安とし、それ以下の値では、生活用水として使われている。又、 $3,000 \mu\text{s}/\text{cm}$  を超える場合でも地域住民の合意さえ得られれば、生活用水の水源として使われている。

当調査地区の地下水の場合、Fete 村周辺が水の質、量の面で極めて悪く、良質水を豊富に得ることができない地域である。この為、住民が試験井戸の水を試飲した結果、住民から生活用水としての合意が得られた (Appendix 参照)。即ち、住民は、試験井戸と同じ水質の生活用水がさらに多く供給されることを望んでいるもので、新たな地下水開発により、少なくとも現在よりも生活環境が向上することとして住民は受取っている。

Table 3・1・11 試験井戸掘進中の水質試験

試験項目 測定日	試験井戸 の状態 (m)	温度 (℃)	水素イオン 濃度 (PH)	電気伝導度 (at 20℃) ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	NH <sub>4</sub> (ppm)	全鉄 (ppm)	大腸菌群 *	一般細菌 *	備考
5月 9日	9.15	29.6	6.6	3643	1.0	0.3	—	—	掘進中
13日	"	30.0	7.6	2085	0.5	4.0	—	—	"
15日	"	29.0	—	2609	—	—	—	—	"
20日	"	29.9	—	2459	—	—	—	—	"
22日	18.00	30.7	—	3784	—	—	—	—	"
25日	"	30.2	6.8	3832	0.5	—	—	—	"
27日	29.00	30.0	—	4267	—	—	—	—	"
6月 5日	30.50	31.8	7.2	3904	0.3	5.0以上	全面薄く着色不適	着色カウント不能不適	"
15日	60.00	29.5	6.8	4369	0.2	5.0以上	全面着色不適	100個以上不適	"
18日	60.00	29.0	7.0	4393	0.1	5.0以上	全面着色不適	全面着色不適	"
7月 2日	29.00	31.2	—	4206	—	—	—	—	井戸作成後
8日	"	31.9	—	3698	—	—	—	—	"
10日	"	30.2	—	3661	—	—	—	—	"

※ 試験紙による定性分析

FIG. 3・1・9 試験井戸掘進中の電気伝導度

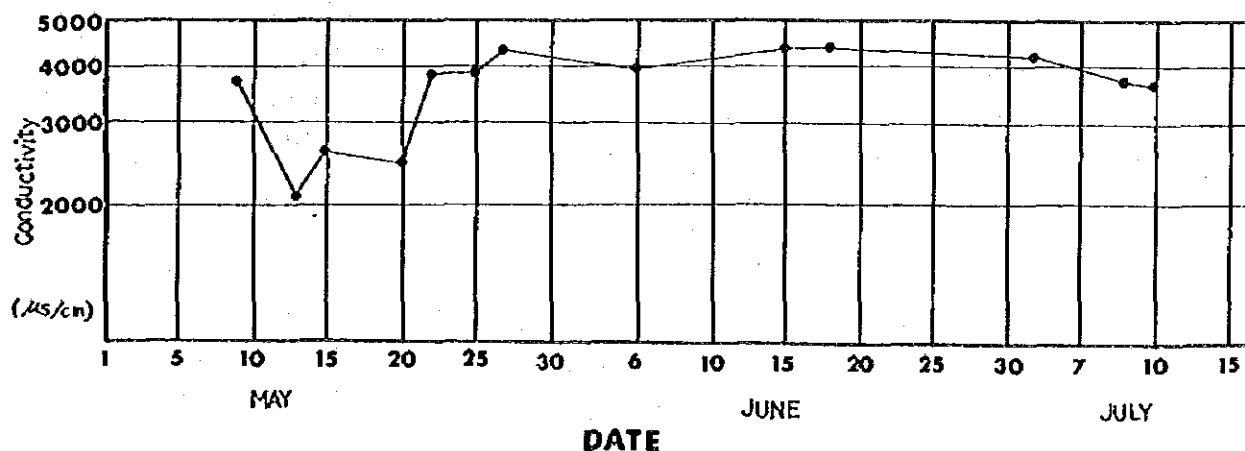


Table 3-1-12 試験井戸水質試験結果

Physical Examination

Appearance	:	:	Slightly Coloured and Turbid
Odour	:	:	Odourless
Apparent Colour	:	:	35.0 Hazan Units
True Colour	:	:	<5.0 Hazan Units

Chemical Examination

p <sup>H</sup>	7.20
Phenolphthalein Alkalinity	N i l
Total Alkalinity	80.00
Total Hardness	540.00
Carbonate Hardness	80.00
Non-Carbonate Hardness	460.00
Calcium Harbness	260.00
Magnesium Hardness	280.00
Sulphate	222.70
Chlorides	1,400.00
Nitrous Nitrogen	0.01
Nitric Nitrogen	0.63
Silica	22.00
Total Iron	0.50
Iron in Solution	0.06
Manganese	N i l
Calcium	104.00
Magnesium	68.04
Suspended Solids (105°C)*	505.00
Oxygen Absorbed (37°C for 3 hrs)	0.80
Total Dissolved Solids (180°C)	3,135.00

\* 水質分析用試料の採水時は白濁し、浮遊物質(SS)が505ppmと極めて高い値を示しているが、その後の継続的な揚水によりほど透明な状態に迄回復しており、浮遊物質の含有量として10ppm以下の値が期待できる(巻頭の写真参照)。



Table 3-1-13 試驗井戸細菌檢查結果

Source of Samples	Presumptive Test	1 ml Total Plate Count	Brilliant Green Bile Broth 37°C	Brilliant Green Bile Broth 44°C	Indole Production 44°C	Type of Coliform Organism Isolated	M.P.N. per 100 ml's
Gomoa Fetteh	MaCkonkey's Broth 37°C	37°C	37°C	44°C	44°C		
10 ml	++++		+++	+++	-----	Irreg. I	
1 ml	-----	40					13
0.1 ml	-----						

## (7) 地下水の賦存機構

Osonko川流域の低地帯は電気探査、試験井戸調査によって、自由面地下水を滞水する風化岩(一部未固結堆積物)の分布が確認された。この滞水層の層厚は基盤岩の風化帯の厚さによって左右され、その境界は可成り起伏に富んでいる。電気探査測点 E-5 付近の風化帯が最も深く EL-29 m 付近まで分布している。また、岩盤中の亀裂の多寡によって滞水層としての能力は大きく影響されるが、透水係数  $K=10^{-4}$  cm/sec オーダーの極めて低い値を示している。

この滞水層に賦存された地下水も海岸線より上流側 1,300 m 付近までは完全に塩水化していると予想され、相対的に水質の良い地下水を期待できる地域は Osonko川上流側の低地帯に限定される。地下水の涵養は、主に雨水によるものと推定されるが、既存井戸の Well (I)~(V) の 5月~7月の水位の変化をみると Osonko川からの河川涵養も大きな比重を占めている。

試験井戸付近の水位の変化を推定すると、雨期の終り頃に地下水位は現河床の EL+5 m 付近まで上昇するが、7月中旬より徐々に水位が下がり始め、1年後の4月頃には最低水位となり、5月の雨期になって再び水位が上昇する。しかし、1983年の干ばつによって水収支のバランスが崩れ、Well (I)~(V)の井戸水が涸れてしまったものである。

Osonko川右岸側の試験井戸を中心とする地形は、丘陵部より、かすかな谷状地形を呈し、一つの地下水の涵養区域が形成されており、Fete 地区の地下水開発の最適地である。この区域は表層部の未固結堆積物は比較的空隙が多く、且つ乾燥状態にあるため、かなり降雨強度の高い場合でも、降水は水路まで流れ込むものは少なく、直接地中に浸透し地下水として涵養されることになる。又、降水時以外には Osonkoの流れから涵養されている関係等を考慮すると、水路からの地下水涵養量と、水路への流出量がほぼ相殺されると考えられる。以上の考え方を前提にして、この地域の地下水涵養量は次の関係式から求められる。

$$(\text{地下水涵養量}) = \{ (\text{降水量}) - (\text{蒸発散量}) \} \times (\text{面積})$$

ここに、降水量 = 970 mm (気象データより)

蒸発散量 = 900 mm (A. Baumgartner/E. Reichel

: The World Water Balance より)

面積 = 250,000 m<sup>2</sup> (地形図より)

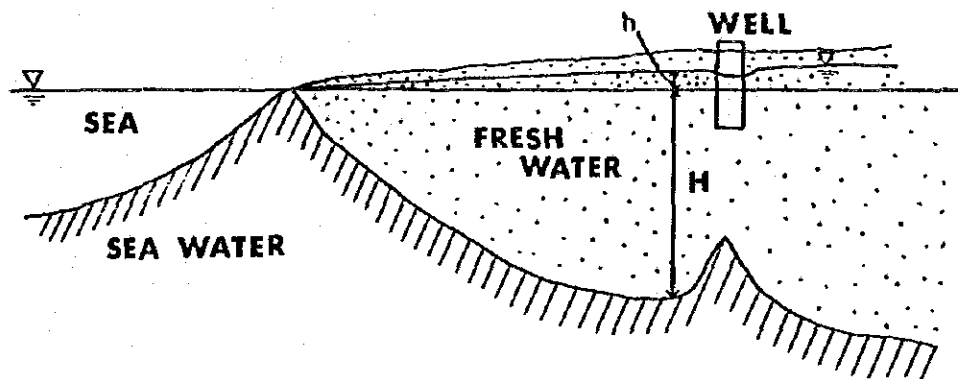
よって、

$$\begin{aligned} \text{地下水涵養量} &= (0.97 - 0.90) \times 250,000 \\ &= 17,500 \text{ m}^3/\text{年} \text{ と計算される。} \end{aligned}$$

また、地下水涵養量に対する利用可能量を歩留り 70% とすると、地下水の利用可能量は、約 12,000 m<sup>3</sup>/年となる。この地下水利用可能量はあくまでも平均的な降水量に対するものであり、1983 年の様に蒸発散量を大幅に下廻る降水量の年には、地下水の涵養はほとんど期待できず、地下水位は低下の一途をたどり、上流区域まで塩水化の危険にさらされることになる。

淡水層と塩水層のバランスは Fig. 3・1・10 に示すごとく、海水と淡水の比重の相違から  $H = 42h$  の関係が成り立っている (Ghyben-Herzberg の法則より)。試験井戸の場合、地下水位は EL+1.5 m 付近にあり、EL-60 m 付近まで淡水の賦存が期待できることになるが、深度 29 m 付近より塩分濃度が高くなり、1983 年の渇水年の影響で水位が下がり、可成り浅い深度まで塩水が上昇したと推定される。従って、地下水の開発候補地域付近は地下水位が海水面より 1 m 程度しか高くない為、井戸等により長期的な地下水の汲み揚げ作業により水位が低下すると、地下水が塩水化する危険性が極めて高い。

FIG. 3・1・10 海岸付近における塩水と淡水のバランス



### 3.1.3 水利用状況

#### (1) 水道計画について

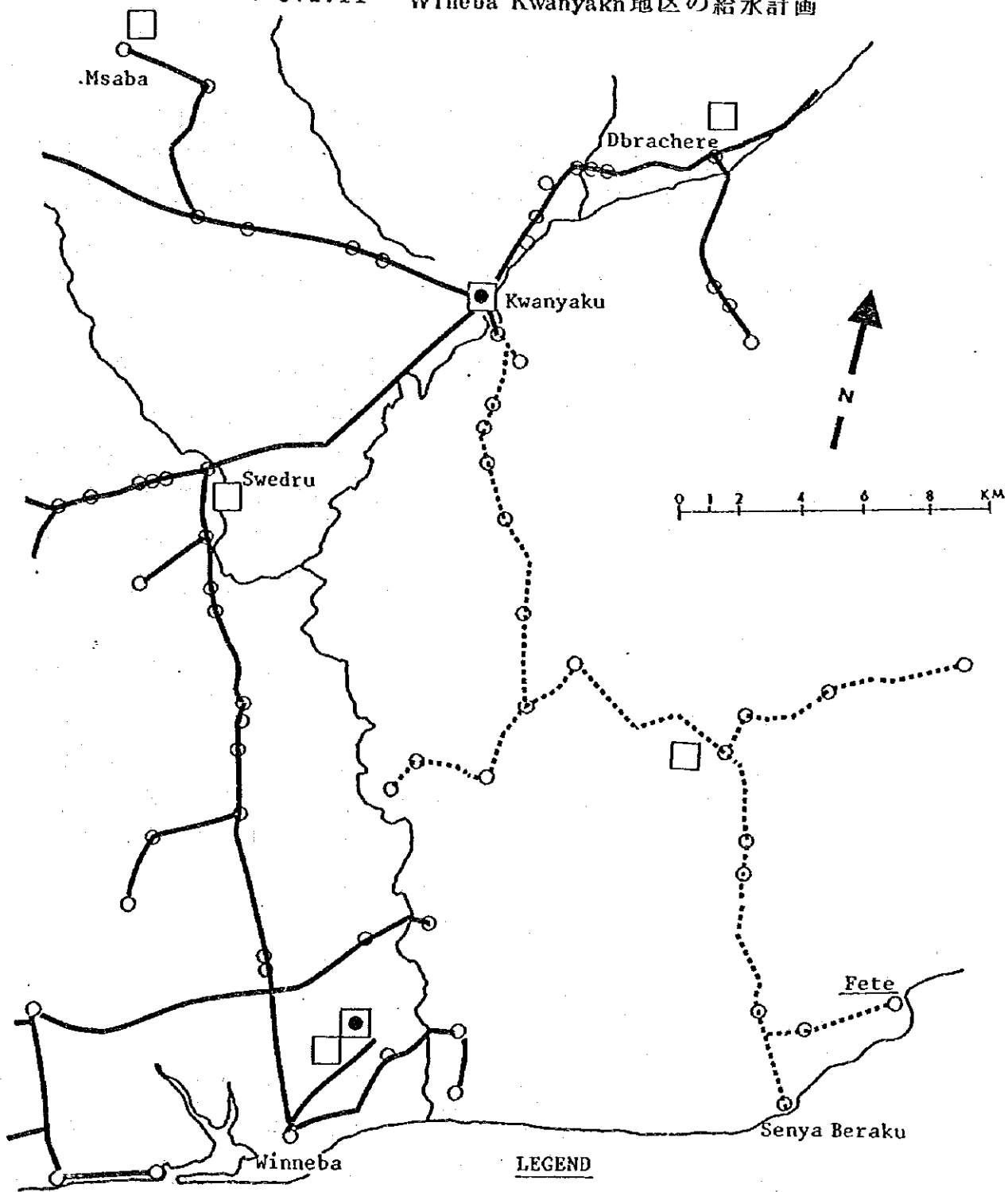
GWSCの地方水道計画のうち、Fete地区を含む地域の水道計画はWineba, Kwanyaku地方水道計画として1965年頃から始まっている。これは、Feteの北々西約25km地点(Kwanyaku)および西方海約18km地点(Wineba)の2ヶ所の送水場とそれからの送配水システムの設営を目的に着手されたものである。その概要は次の通りである。

- 対象地域： Senya BerakuよりRiver Ochi Nakwaの間で対象面積約2,200 km<sup>2</sup>
- 対象人口： 491,400人(1995年予想、1978年時点で350,000人)
- 給水量： Stage 1 20,565 m<sup>3</sup>/日(1980年)  
Stage 2 31,931 m<sup>3</sup>/日(1985年)

現在はStage 2が完了する年次に当るわけであるが、Kwanyaku-Senya Beraku間の配管等が未完成であり、又、計画外の臨時の枝配管が次々とながれており、その結果圧力低下等の障害を起している(Fig. 3.1.11)。同時に現在の送水設備では不十分で、必要量を送水するためには、新たに貯水タンクを設けて加圧する必要がある。また、GWSCのHead of project divisionも、たとえSenya-Beraku方面への配管がなされても、水が送られる見込みは少ないとの見解を示している。

以上の様な状況から判断して Senya-Beraku方面(Feteを含む)へ水道水が近い将来給水される可能性はきわめて少ないものと考えられる。

FIG. 3.1.11 Wineba Kwanyakn地区の給水計画



LEGEND

- Pipeline
- ..... Under Construction
- Reservoir
- Waterworks
- Connected Community

## (2) 水利用状況

以上の通り Fete 地区はパイプによる配水計画地域のなかに組み込まれているが、何年先に送水されるか見通しのつかない状態になっている。現在の Fete 地区における地下水水源は 3.1.2(4)項に記した通り Well (II)~(V)と Dampraya, Aboano Well 等である。このうち村人が最も頼りにしていた Well (II)~(V)の井戸水が 1983 年の干ばつで涸れてしまい、又、海岸付近の Dampraya, Aboano Well も水量、水質の面で問題があり、全般的に水源としては極めて不安定な状態にある。

Well (II)~(V)の井戸は 1968 年に設けられたものであり、村の中心から約 1.5 km も離れているが、1983 年に井戸水が涸れる迄、村人の貴重な水源として利用されてきた。しかし、井戸水が涸れてからは、生活用水はもっぱら GWSC によって Accra より 運搬されてくる給水車の水に依存している。給水車の容量は 10,000 ガロンで、1 週間に 3 回~4 回の割り運こばれて来ており、人口 2,060 人の村人 1 人当りの平均利用量として換算すると 114 ℓ/日となる。この時の水はバケツ 1 杯 (4 ガロン) 当たり 10 セディで売られている。

GWSC からの水の購入量については各家庭の経済状態を反映し、かなり違いがある模様である。従って、各家庭の水購入量は、家計を知られるという理由で村人の協力が得られず、調査できなかった。Fete 在住の信頼できる 1 住民の推定によると、平均的家庭の水購入状況は、仮に 10 人程度の家庭で 1 日に 24 ガロン程度であり、1 人当りの消費量に換算すると 10.9 ℓ/日になる。これは、1 家庭当たり水の購入に 1 日 60 セディ 出費していることになり、大きな経済的負担を強いられている。

### 3.1.4 安全水供給施設の必要性

Fete 村に蔓延している下痢症ウィルスの感染は飲料水に起因していることが指摘され、1983 年から 1984 年に渡る水源の細菌学的検査において、多量の大腸菌群、一般細菌が検出されている。これ等の水源はいずれも上部が開放型の井戸又は泉で、水の汲み揚げ時にバケツ又は人休を經由して汚染されやすい形となっている。加えて、集落に最も近い Dampraya, Aboan Well の水は岩盤からの裂か水で水量も少なく、その涵養区域には集落があるため、地下水自体も汚染源となっている可能性が高い。又、集落から 1.5 km 離れた Well (II)~(V) も 1983 年の渇水年から水が涸渇し、量的に不安定であると同時に、Osonko 川の表流水が十分に浄化されない状態で井戸に流入しやすい構造になっており、表流水からの汚染の可能

性も考えられる。

以上の通り、Fete地区の水源は質、量とも問題があり、Well(I)~(V)の水が涸れている期間は、GWSCによってAccraから運搬される水に依存している。Feteの住民にとって、この水を購入するための経済的負担は極めて大きく、購入量も経済力によって大きな差があり、住民に平等に給水車の水が行き渡るものではない。又、Kwanyakuからのパイプラインによる給配水も計画通り進行しておらず、近い将来に給水されることはほとんど期待できない現状にある。

以上の様な劣悪な生活用水条件を考え併わせると、下痢症等の水系感染症の蔓延を防止するためには少なくともパイプラインによる配水が行なわれる迄の間、暫定水源として安全な水が生活用水として確保されることが不可欠と判断される。

今回の試験井戸調査において開発可能な地下水の賦存が確認された。その水質は溶存成分が多く良質の水ではないが、既設水源の水質よりも良く、村人にとっては生活用水として受け入れられるものである。また、この地下水が水系感染症の原因となる大腸菌群、一般細菌に汚染されていないと判断される。したがって、水質面での問題が解決できれば、Feteの生活用水源をこの地下水に求めることが可能で、その施設としては、水質保全の面から人と水が直接接触しない構造の井戸を設けることが必要である。

## 3.2 Ashonman 地区

### 3.2.1 対象地区の概況

位 置 : Accra 北方約 15 km (Fig. 3・2・1 参照)

行政区分 : Groot Accra Region

面積 : 約 7 km<sup>2</sup>

種 族 : ガ族 (酋長 Aryee Anang)

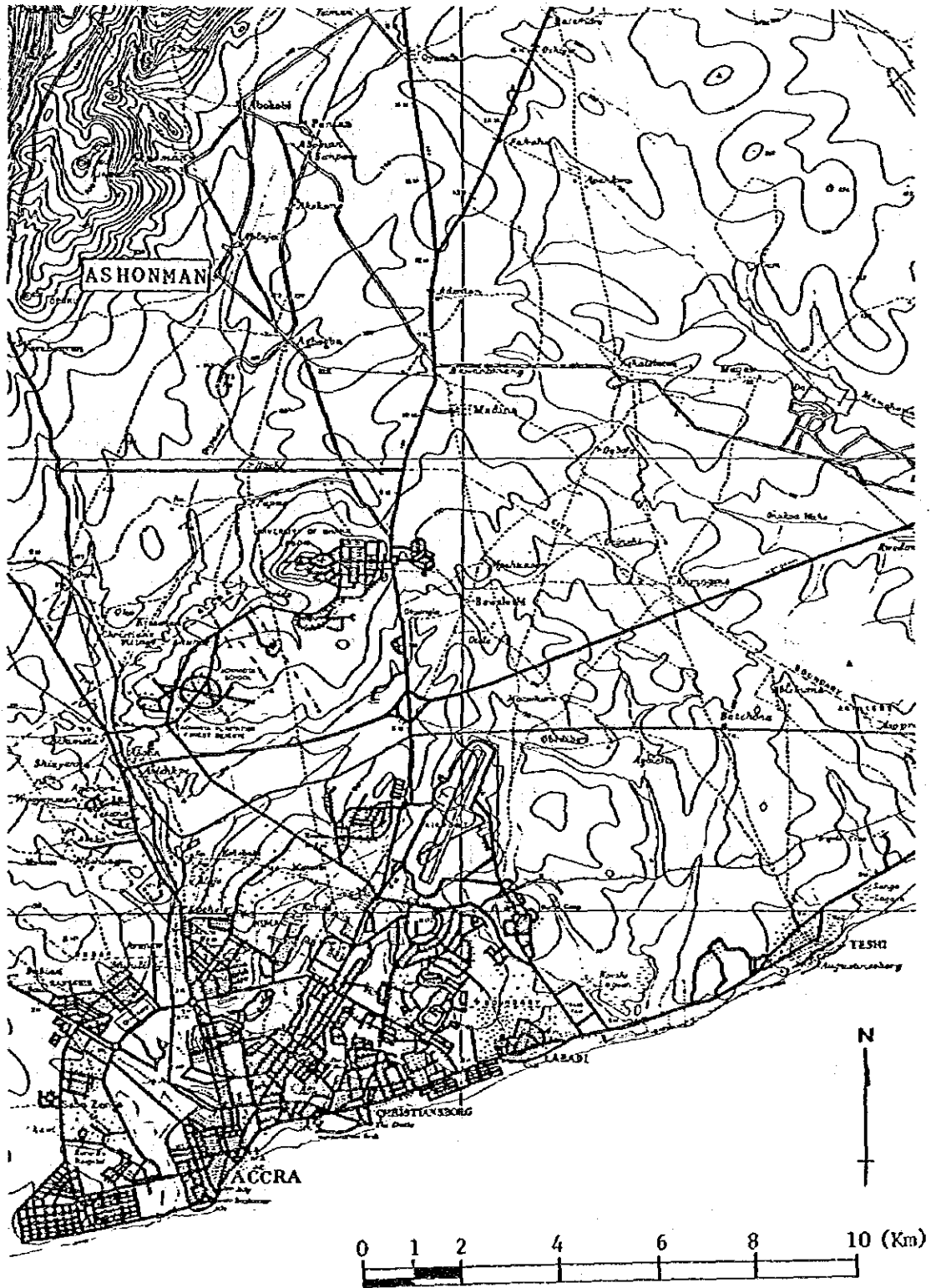
人 口 : 41 家族 225 人 (1984 年 12 月)

年齢構成は、Table 3・2・1 参照

住民の職業 : 農業を主体としており、主な作物は、キャッサバ、ヤム、ココヤム、  
プランテーション、バナナ等である (Table 3・2・2、Table 3・2・3 参照)



FIG. 3.2.1 調査対象地 (Ashonman)



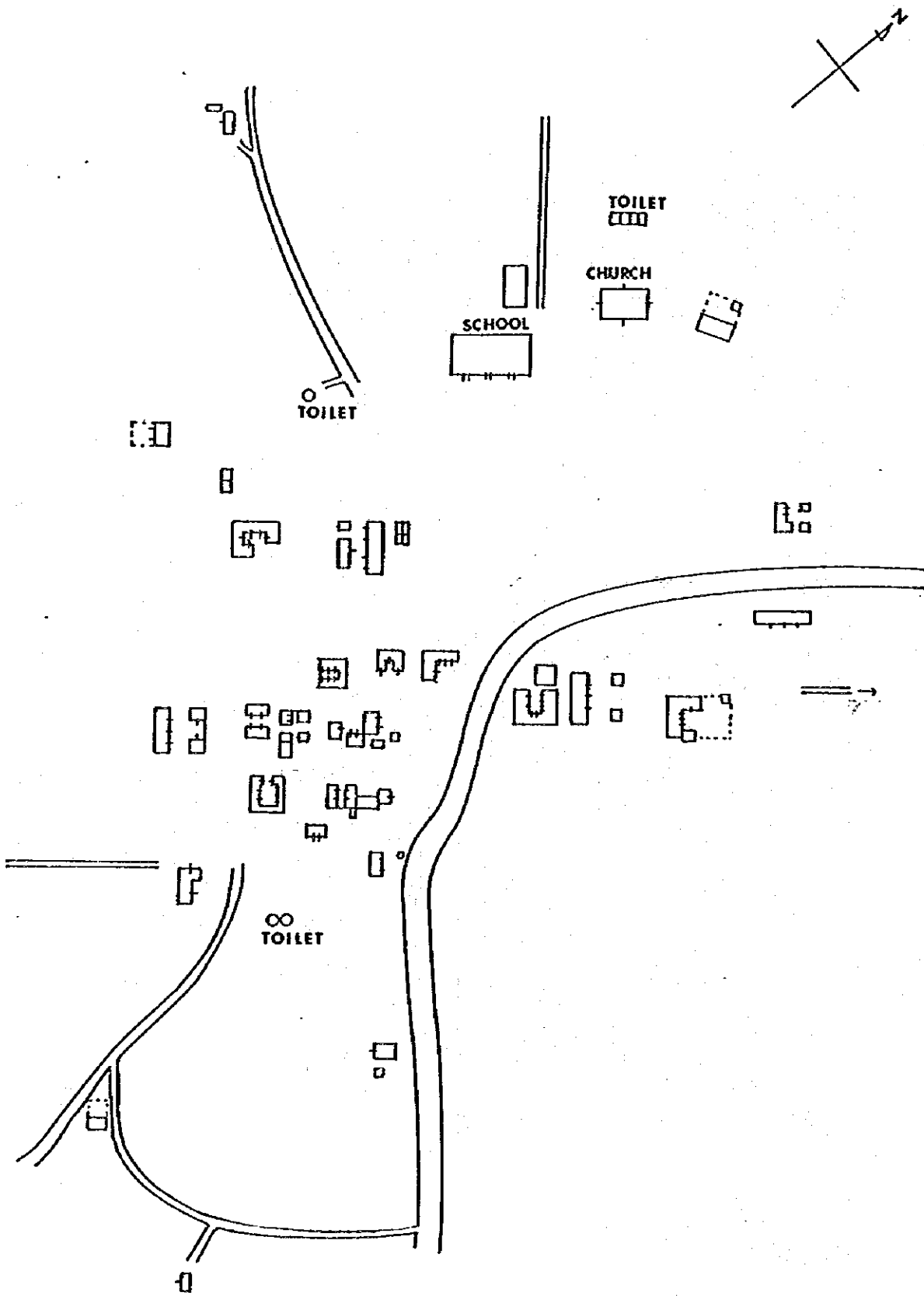


FIG. 3.2.2 Ashonmanの集落

Table 3.2.1 Ashonman地区の年齢構成

	MALE		FEMALE		TOTAL	% TOTAL
	TOTAL VILLAGE	% TOTAL	TOTAL VILLAGE	% TOTAL		
0-4	17	13.9	17	16.5	34	15.1
5-9	19	15.6	15	14.6	34	15.1
10-14	14	11.5	5	4.9	19	8.4
15-19	15	12.3	14	13.6	29	12.9
20-24	14	11.5	10	9.7	24	10.7
25-29	12	9.8	5	4.9	17	7.6
30-34	4	3.3	9	8.7	13	5.8
35-39	5	4.1	7	6.8	12	5.3
40-44	3	2.5	1	1	4	1.8
45-49	5	4.1	0	0	5	2.2
50-54	0	0	4	3.9	4	1.8
55-59	1	0.8	3	2.9	4	1.8
60-64	4	3.3	4	3.9	8	3.6
65-69	3	2.5	5	4.0	8	3.6
70-74	1	0.8	2	1.9	3	1.3
75-79	4	3.3	1	1	5	2.2
80-84	0	0	0	0	0	0
85	1	0.8	1	1	2	0.9
Total	122		103		225	

Table 3.2.2 20才以上の男性の職業 (A shonman)

MAIN ACTIVITY	NO. OF PERSONS ENGAGED IN.	SUBSIDIARY ACTIVITIES	NO. OF PERSONS ENGAGED IN.
FARMING	42	FARMING	11
TEACHING	2	MASONRY	2
CARPENTRY	1	CHARCOAL MANUFACTURING & SELLING	1 1
DRIVING	5	EVANGELIST	1
TAILORING	1	HERBALIST/FETISH	1
FARM ASSISTANT	1	CARPENTRY	1
BASKET WEAVING	1	HORTICULTURE	1
CATECHIST	1	AKPETESHIE MANUFACTURING	1
DRAUGHTMANSHIP	1	GOLDSMITHING	1
BLACKSMITHING	1	LABOURER	1
		BASKET WEAVING	3
TOTAL	56		22

Table 3.2.3 16才以上の女性の職業 (A shonman)

MAIN ACTIVITY	NO. OF PERSONS ENGAGED IN.	SUBSIDIARY ACTIVITY	NO. OF PERSONS ENGAGED IN.
FARMING	35	TRADING	19
KENKEY SELLING	9	FARMING	7
TRADING	14	KENKEY SELLING	2
SEWING	1	BAKING	1
WARD ASSISTANT	1	SEWING	1
HOUSEWIFE	1	MIDWIFERY	1
LABOURER	1		
TOTAL	62	TOTAL	31

### 3.2.2 水理地質

#### (1) 地形

Ashonman 地区は Accra Plains と称する平原地帯（標高 50 m 前後）の一郭に位置しており、地区の西側には標高 200 m 前後の北北東から南々西に延びる山脈（Akwapin Mountains）が形成されている。

この平原地帯の地形は非常になだらかで、かすかなアンジュレーションが観察できる程度であるが、Ashonman 集落の東西には北北東～南南西性の低地が認められ、集落と低地部の標高差は 3～5 m 程度である。この低地のうち、西側の地域は極めて不鮮明な緩傾斜地形が形成され、雨期には冠水する模様であるが、後述の泉からの水路（Oniasi）を除く部分においては、明瞭に水路となる様な谷地形は認められない。この西側の低地帯は、全般的に土壌化した未固結堆積物に被覆されており、Ashonman 部落の農地として利用されている。

一方、東側の低地は、ガーナ国発行の地形図（縮尺 1/62,500）にも記載されている谷地形が形成されている。4～5月の調査時においては表流水は認められなかったが、かなり広い流域面積を持っている。この谷地形は、基盤岩を直接開析するもので Ashonman 近辺では未固結堆積物の分布が少なく荒地のまま放置されている。

#### (2) 地質

Ashonman 南部一帯は先カンブリア紀（Pre-Cambrian）の地層によって構成されており、Buem-Formation から Dahomeyam 迄の数層に区分される（Fig 2・1・1 参照）。これ等の地層は北北東から南南西に延びる帯状の分布を示しており、Ashonman 地区の基盤は Lower Pre-Cambrian に属する Dahomeyam の地層が分布している。また、Ashonman 西側の Akwapin Mountains は、珪岩（quartzite）や千枚岩（phyllite）の変成岩（metamorphic rock）を主体とする Togo Series の地層によってその骨格が形づくられている。Dahomeyam と Togo Series 分布区域の境界付近は、低地が形成されており、表層部は未固結堆積物によって被覆されているが、破碎帯等の裂かが通っていると予想される。

Ashonman 集落の位置する区域は、周辺の低地帯とは比高差 3～5 m の高まりを示し、表層は赤褐色のラテライト化した土壤に被覆されている。しかし、この風化帯も薄く、集落の周辺到る所で Tebu と呼ばれる採石場跡が認められる。この Tebu には岩盤が露出しており、

非常に硬い珪質の片麻岩が分布している。この片麻岩の片理面の走向、傾斜はN40°E/30Sを示すものが多く、この地域の地質構造ともほぼ一致するものである。

### (3) 気象

Ashonman 地区の気候は Accra の沿岸部と同じ半乾燥沿岸サバンナ (semi-arid coastal savannah) に属し、年間降水量 820 mm 程度の比較的少ない地域である。

Ashonman の西方約 8 km の Pokoase 及び南東約 8 km の Legon に降水量観測所が設けられており、過去 10 年間の降水記録を整理すると Table 3・2・4、Table 3・2・5 に示す通りである。

Table 3・2・4 過去 10 年間の月別平均降水量 (Ashonman 地区)

													(mm)
月 観測所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
Legon	7.4	24.3	56.1	87.5	147.4	156.3	74.3	27.5	45.1	74.0	33.5	16.5	749.9
Pokoase	10.2	43.3	61.9	70.1	154.2	173.0	65.2	45.9	71.6	114.2	68.0	16.7	894.3
平均	8.8	33.8	59.1	78.8	150.8	164.7	69.8	36.7	58.4	94.1	50.8	16.6	822.1

Table 3・2・5 過去 10 年間の年度別降水量 (Ashonman 地区)

											(mm)
年 観測所	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	
Legon	857.6	610.2	556.7	* 644以上	* 804.9以上	935.6	794.8	846.5	* 389.6以上	917	
Pokoase	984.5	773.1	714.8	987.4	* 1,061.0以上	1,273.2	948.8	* 736.5以上	445.8	* 687.6以上	
平均	921.1	691.8	635.8	—	—	1,104.4	871.8	—	—	—	

※は欠測のため不明

雨期は、4月から7月迄の大雨期と、9月、10月の小雨期に分けられるが、特に5月、6月は多く 150 mm/月 以上の降水量が記録されている。又、過去 10 年間における年度別の

降水量をみると、かなりのバラツキが認められるが、1983年の降水量は、年間平均降水量の約半分で、極めて少ない。

月別平均気温は26.0～27.7℃を示しており、年間を通しての気温の変化が少ないのが特徴的である。

#### (4) 電気探査

地下水の賦存は一般的に透水係数の大きな未固結堆積物か、岩盤地帯の場合は、亀裂の発達した風化帯や破砕帯が考えられる。Ashonman地区の場合、集落の分布する高まりから東側の低地帯にかけた地域は亀裂の少ない、比較的新鮮な岩盤が浅所より分布しており、地下水の賦存はほとんど期待できない。

従って、電気探査は、集落の西側に広がる低地帯を対象として解析深度30～50mを目標に実施した。探査の方法はWennerの4極法で実施し、その解析はSundbergの標準曲線及びHummerの補助曲線を用いた。測点数は、集落の南西側地域の低地でA-1～A-5の5測点、集落の西側の低地でB-1～B-3の3測点、合計8測点である(Fig. 3・2・3参照)。

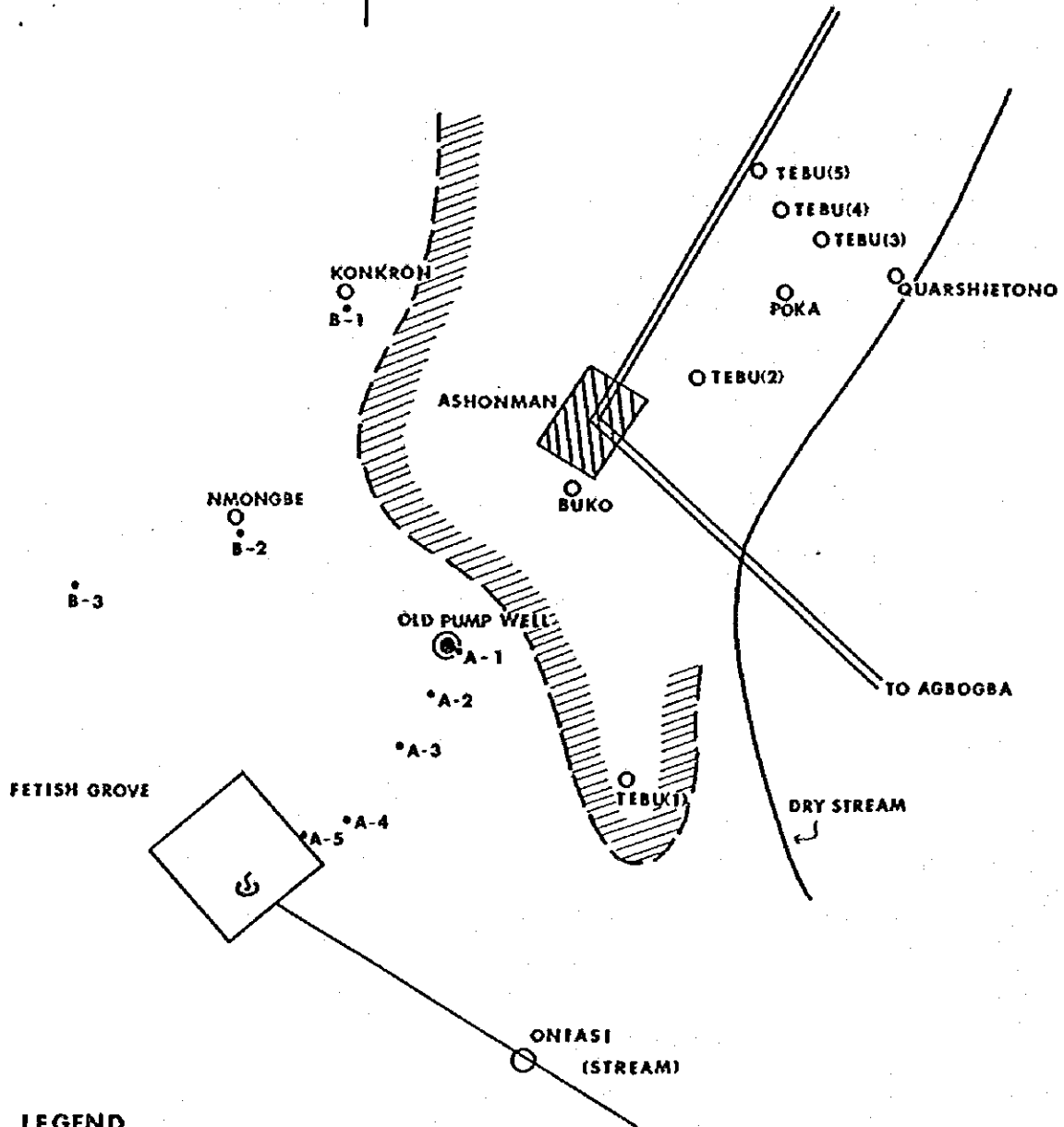
##### (A測線の結果)

A-1地点は最も集落に近く、測点の隣接部には、ポンプの故障した井戸(Old Pump Well)が放置されている。一方、A-5地点は泉のある森に隣接している。

A測線における解析の結果は、Fig. 3・2・4の電気探査解析断面図に示す通りである。

比抵抗値からみた地質の分類は3層に区分できる。最上部の深度1.3～2.7mの $\rho=6\sim 135\Omega\text{-m}$ を示す地層は、粘性土層と予想され、ほとんど地下水の賦存は期待できない。中部層の深度10m付近迄に分布する層は珪質片麻岩の強風化帯又は砂、砂礫等の未固結堆積物と判断され、地下水の賦存が期待できる値を示している。A-5付近の泉の水源となっている滞水層は本層に相当すると考えられる。本層の比抵抗値は $\rho=63\sim 116\Omega\text{-m}$ を示しており、その層厚より判断して、特にA-3、A-5地点付近が、地下水開発にとって有望な地点と判断される。全般に高い比抵抗値を示す最下部層は、未風化岩と判断され、地下水の賦存はほとんど期待できない。しかし、Old Pump Well付近のA-1地点及びA-4地点の様には $\rho=900\sim 1,200\Omega\text{-m}$ と比抵抗値の低い部分があり、局部的に亀裂の発達した破砕帯が通っている可能性が強い。

(SCALE 1:10,000)



**LEGEND**



-  基盤岩の分布する高台
-  沖積層の分布する低地
- 電気探査位置

FIG. 3.2.3 Ashonman 地区調査位置図



SCALE 1:1,000

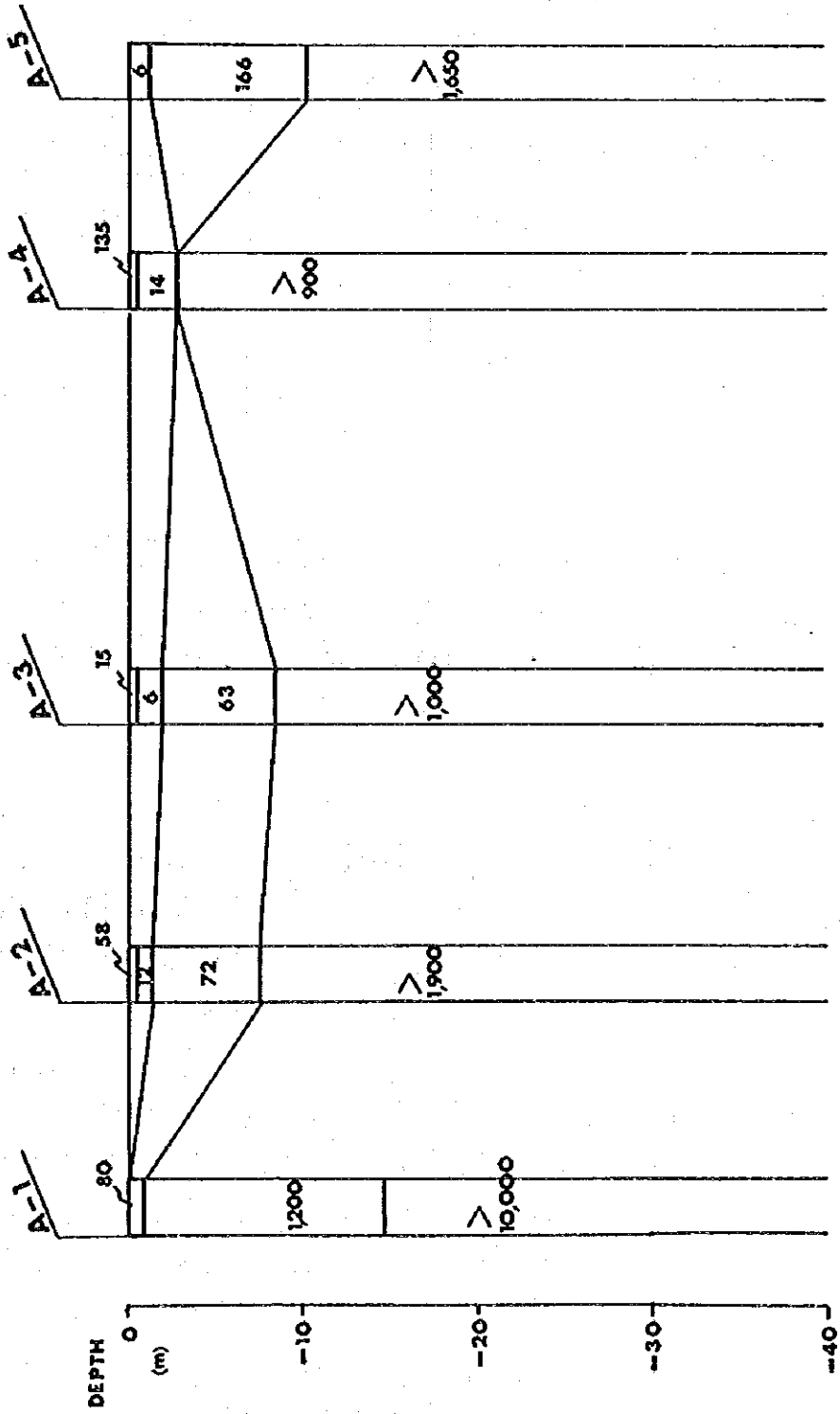


FIG. 3.2.4 電気探査解析断面図 (Ashonman 地区)

( B 測線の結果 )

B 測線の解析結果は以下の通りである。

	B - 1		B - 2		B - 3	
	深度 (m)	比抵抗値 ( $\Omega\text{-m}$ )	深度 (m)	比抵抗値 ( $\Omega\text{-m}$ )	深度 (m)	比抵抗値 ( $\Omega\text{-m}$ )
第1層	0 ~ 0.5	20	0 ~ 0.82	37	0 ~ 0.42	53
2	0.5 ~ 1.7	8	0.82 ~ 12.5	4	0.42 ~ 9.0	7
3	1.7 ~ 10	32	12.5 ~	26	9.0 ~	17
4	10 ~	95	—	—	—	—

B 測線では、全般的に極めて低い比抵抗値の地層が深部迄続いている。従って、不透水性の粘土質堆積物が厚く分布するものと予想され、滞水層となり得る高い抵抗値を示す層は確認できなかった。尚、B - 1 地点の深度 10 m 以深の  $\rho=95\Omega\text{-m}$  の地層は、基盤岩の風化帯と考えられる。

(5) 地下水の賦存機構

Ashonman 地区の基盤岩である Dahomeyan の片麻岩や、Akwapin Mountains に分布する Togo Series の珪岩は不透水性の岩盤に区分される。集落及びその東側の低地にはこの未風化の基盤岩が表層近くより分布しており、滞水層の分布はほとんど期待できない。

一方、集落の西側に広がる低地帯において電気探査を実施した結果、集落の南西部の fetish grove の泉を中心とする区域に 深度 10 m 迄の範囲において層厚 10 m 未満で、滞水層としての条件を備えている地層の分布が確認された。この層は、割れ目の発達した強風化岩が、一部には沖積層基底砂、砂礫層が挟まれていると予想される。また、この区域は丁度 Dahomeyan と Togo Series の境界に該当し、亀裂の多い破碎帯に起因する裂かの分布も考えられる。

この滞水層の分布は電気探査の A 測線に限定され、B 測線には認められなかったことを考えあわせると、西側の低地帯に広く分布するものではなく、あくまでも局所的な構造的割れ目と考える方が望ましい。

又、泉の湧水量は、雨期、乾期に関係なく1年間ほぼ一定量であると聞き込んでおり、伏流水の様な、表流水や降雨量に直接的に関係する地下水ではないと考えられる。即ち、Akwapin Mountainsを始めとする集落西側の広範囲の区域が、地下水の涵養区域になっていると判断される。

### 3.2.3 生活用水の状況

#### (1) 既存水源の状況

Ashonman地区における生活用水の水源は、天水を集めた溜池と地下水に大別できる。

Table 3・2・6において溜池は、A、Bに区分したが、Aに区分したTebu (1)~(5)、Poka、Quashietonoは、いずれも1960年代前半に稼動していた道路路盤材採掘場跡の岩穴で、地質的には表層部にラテライト土壌の分布する岩盤地帯に位置している。Ashonman集落からの距離はTebu (2)は150m程度で近いが、他の採掘跡溜池は500m前後離れている。各溜池の容量は500m<sup>3</sup>前後の大きさである。

一方、溜池BはBuko、Konkron、Kmongbeの3カ所であるが、これ等の溜池は未固結堆積物の分布する低地に人工的に作られたものであり、溜池Aが利用されるずっと以前から、部落の貴重な水源として使われて来た。溜池Bの容量は100m<sup>3</sup>前後の大きさで、Aに比べると何れも規模が小さい。集落からの距離はBukoが近く100m程度であるが、他の溜池は500m程度離れている。

地下水としては、集落の南西約1kmに200m四方の森があり、その森の中の泉から地下水が湧き出している。この森は、いわゆる「Fetish Grove」で人が近づくことが禁じられている。この泉の水は、水路となって南東側に流れ、集落の南方約1,050mの位置にOniasiと称する採水できる地点が設けられている。4月27日に測定した流量は約2,000m<sup>3</sup>/日で、雨期、乾期に関係なく流量はほぼ一定しているとのことである。

尚、Nmongbeの近辺にTenshieと称する泉の存在を聞き込んでいるが、位置等が不明確で、確かめることができなかった。

また、集落の南西約400mの低地帯にポンプの故障した井戸(Old Pump Well)があるが、このポンプは英国製でガーナ国内においてそのパーツを入手することができないため放置されている。この井戸は1958年に英国人によって設けられたもので、1983年にポンプのパッキンが故障する迄利用されていた。現在、井戸の口許は閉塞され内部の状況を観察できないが、ボーリング機械によって掘削された径10cmの井戸と推定される。1983年以前のポンプ稼動時には、村人はこの井戸から充分満足のゆく水を得たとのことである。

Table 3-2-6 Ashonman 地区水源一覧表

番号	名称	集落からの距離(m)	種類	形状容積等	利用目的	調査時の状態	備考
1	Tebu (1)	550	溜池 A	15m×25m×3m 1,560m <sup>3</sup>	生活用水 全て	4月27日 水深0.1~0.2m	水が少ない4月の水は、Bath、 洗濯用、1~3月 水ナシ
2	" (2)	150	"	—	"	水ナシ	
3	" (3)*	(450)	"	Tebu (1)より 大きい	"	水ナシ 使用中	
4	" (4)*	(450)	"	Tebu (1)より 小さい	"	水ナシ 使用中	Tebu(1)より 現在の水深高い。
5	" (5)*	(500)	"	Tebu (1)より 小さい	"	水ナシ 使用中	
6	Poka	(400)	"	10m×25m×2.5m (深さ) の楕円形	"	4月13日 水深数10cm	
7	Quarshietono	(550)	"	Pokaとほぼ同じ容積	"	水ナシ 使用中	
8	Buko	100	溜池 B	約 80 m <sup>3</sup>	Bath及び 洗濯用	4月13日 0.5m	乾期は水が少なくなるが常時貯水
9	Konkron	450	"	3m×5m×20m (深さ) の楕円形	生活用水 全て	4月13日 1.5m 4月27日 水ナシ	村人の話では常時貯水であるが4月 27日は水ナシ
10	Nmongbe	550 ~600	"	10m×10m×2m (深さ)	"	4月27日 水深 0.8m	1~2月は水ナシ
11	Oniasl	1,050	流水	2,000m <sup>3</sup> /日 程度流量	"		通年流量に変化ナシ 溜水期 2~3マイル遠方の住民利用
12	Old Pump Well	400	井	井戸径 10cm 深さ不明	—	ポンプ故障	1958年に英国人が作り、2年前ま で稼動していた。
13	Tenshie	不明	泉	—	—	利用しないと オーバーフローする。	Nmongbe の近辺にあるとのこと であるが、位置不明

注 ※印は推定 溜池Aは骨材採石跡の岩穴(1959年頃)  
溜池Bは人刀によって掘削した溜池

(2) 既存水源の水質

Ashonman 地区における既存水源を対象に水質試験を行なった。

水質試験の結果は Table 3・2・7 に示す通りである。

Table 3・2・7 Ashonman地区の水質

名称	種類	測定日	温度 (℃)	水素イオン 濃度 (PH)	電気伝導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) at 20℃	全鉄 (ppm)	NH <sub>4</sub> (ppm)	大腸菌群	一般細菌	その他
Tebu (I)	溜池	4月27日	28.7	—	411	—	—	—	—	緑色
Poka	溜池	4月13日	36.4	7.4	181	4	0.6	全面着色 不適	全面着色 不適	わずかに褐色
Buko	溜池 (Bath用)	4月13日	29.7	—	244	—	—	—	—	緑色の藻が 発生
Korkron	溜池	4月13日	29.4	6.4~6.6	281	5以上	4.0	全面着色 不適	75%着色 不適	泥で不透明
Nmogom	溜池	4月27日	35.4	—	103	—	—	—	—	黄緑色
Oniasi	泉からの 表流水	4月27日	29.2	7.4	715	0.1	0.1	60%着色 不適	斑点状に 変色	透明 小魚が生息

※ 大腸菌群、一般細菌は試験紙による定性分析

肉眼で観察した各水源の状態は溜池の水 (Tebu等) の場合、いずれも緑色に着色、又は泥が浮遊しているため不透明で、不純物を多量に混入していることが推定できる。一方、表流水 (Oniasi) は透明で小魚の生息も認められる。

電気伝導度は水に含まれている溶存成分の多寡を表すものであるが、溜池の水の場合 EC = 100~400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  の範囲を示し、表流水の 715  $\mu\text{S}/\text{cm}$  に較べ相対的に小さい。しかし、全鉄、アンモニアを分析した結果では、溜池の水は全鉄が 4~5 ppm 以上、アンモニア 0.6~4 ppm を示すのに対し、表流水はいずれも 0.1 ppm で極めて小さい値となる。

大腸菌、一般細菌は、いずれも多く含まれており、満足する水質ではないが、試験紙の変色の度合を対比すると、Oniasiの表流水が最も衛生的である。尚、この表流水は泉の湧水点から、採水地点迄約500m離れており、この水が流れている過程で土壌中に含まれている細菌が水に混り込むものと推定される。

以上の通り、溜池の水は、化学的にも生物学的にも、Oniashiの表流水に較べて劣っている。

### (3) 住民の水使用量

Ashonman地区住民の水使用量を把握する目的で、4家族より聞き込み調査を実施した。

#### Ashonman地区での水利用状況聞き込み調査

	<u>人数</u>	<u>水利用量</u>	<u>1人当りの水利用量</u>
家族A	17人	300ℓ/1日	17.6ℓ/日
B	10人	飲料水 23.8ℓ/3日 料理、Bath他 107ℓ/1日	13.1ℓ/日
C	12人	飲料水 90.9ℓ/4日 料理、Bath他 218ℓ/2日	11.0ℓ/日
D	4人	飲料水、料理のみ 109ℓ/7日 (Bath、洗濯は溜池で行なう)	3.9ℓ/日
		A. B. C 3家族の平均値	13.9ℓ/日

各家庭では、全般的に飲料水と、料理、Bath用の水を区別して使っており、おしなべて1日1人当りの平均水利用量は13.9ℓ/日として計算される。

### (4) 水利用状況

Ashonman地区の既存の水源としては合計12を数えることができるが、このうち集落に最も近いBukoの溜池はBath及び洗濯用に限定しており、飲料水、料理用水としては他の11の水源が使われている。

ここで、1983年以前（Old Pump Well稼動時）の村人の水利用動向を示すと次の通りである。

- 1) 5月から9月又は12月迄の豊水期、部落周辺の溜池の水を利用。
- 2) 溜池の水が少なくなると Old Pump Well の井戸水利用。
- 3) Oniasi の表流水は、遠方にあるため利用されることは少ない。

一方、村人の水に対する嗜好の順序は次の通りである。

- 1) Old Pump Well の井戸水
- 2) Oniasi の表流水
- 3) 溜池の水
- 4) Tenshie の泉の水

以上の聞き込みデータより、Bath、洗濯用の水源と、飲料水用水源とははっきりと区分して利用されていることがわかる。しかし、生活用水全般に渡る利用状況をみると、村人の嗜好とは必ずしも一致しておらず、彼等の嗜好や衛生的観念に対する比重が極めて少なく、むしろ、労働力に対する比重の方が大きくなっている。即ち、水汲み作業が女性や子供の仕事であるため、水の運搬やポンプによる汲み揚げ作業等の労働が村人の負担になっており、少しでも作業量の少ない溜池の水の利用が優先されたものと判断される。

### 3.2.4 安全水供給施設の必要性

現在、Ashonman地区の水源としては集落の周辺に10の溜池が分布し、1km離れた位置には年中潤れることのない表流水（Oniasi）を得ることができるため、量的な面での水源としては比較的めぐまれた状態にある。しかし、これ等の水源にはいずれも水系感染症による下痢症の原因となる大腸菌、一般細菌群が多量に含まれており、安全な生活用水とは言い難い。

即ち、住民に最も使われている溜池の場合、地表面に降った雨が集められたものであり、土壌中に含まれている細菌が流入しやすい状態になっている。さらに、溜り水を汲み揚げる作業にバケツ等を使ったり、同時に池底が緩傾斜のため足が水中に浸るため、バケツや手足を経由して水源が汚染を受けるものと考えられる。又、Oniasiの表流水の場合も泉から500m離れており、汲み揚げ地点に到達するまでに汚染を受けてしまうことになる。



従って、水源としては量、質ともに安全水の条件を満足する地下水とすることが望ましい。また、その施設の構造としては、水源の水質保全を考慮し、水源が開放されない状態、即ち、人間、動物等と水源の接触を断った構造のものが必要となる。

さいわい、Ashonman地区では集落から約500m離れた位置にポンプの故障した井戸があるが、この井戸はポンプの故障する1983年以前、量、質とも住民の満足のゆく水が得られていたということであり、新しいポンプの据付けにより、村人に安全水を供給することができると推定される。

尚、Ashonman住民の場合、ポンプの汲み揚げ作業の労力を惜しみ、溜池の方が多く使われる傾向にあったが、最低限、飲料水だけでもこの地下水を利用する様な衛生面での村人への教育を前提として、ポンプの付け替えが行なわれるべきであると判断される。

6月下旬のUNICEFとGWSCの協議の結果、Old Pump Wellのポンプ付け換え作業は、UNICEFが実施中の既設井戸のリハビリテーションプロジェクト(2.2項参照)に組み込まれることになった。近々、GWSC-KumasiのUNICEFプロジェクト担当者の指揮で井戸の点検、水質試験が実施され、UNICEFの費用負担で手押しポンプ(インド製)が据付けられる予定である。

以上の経緯より、Ashonman地区における安全水供給はUNICEFプロジェクトに一任するのが最適と判断される。



## 第 4 章 水供給施設計画

### 4.1 計画の基本方針

プロジェクト地域の特性、国家計画、水利用の現況、現地の水理地質条件等を総合的に検討した結果、Ashonman 地区の給水は UNICEF プロジェクトに一任する。また Fete 地区に対しては水質面での問題が解決できる場合、水供給計画の基本方針として下記の案が考えられる。

- 1) Fete 地区の住民に対しては、パイプによる給配水が実施される迄の暫定水源として、住民に受け入れられる水質の水源を確保する。
- 2) 水源は地下水とし、深さ 30 m の浅井戸により供給する。
- 3) 井戸は外部からの汚染を防止するため密閉式とし、揚水施設としてポンプを設置する。
- 4) ポンプは経済性を考慮すると同時に、操作、維持管理上の問題から単純な構造で耐久性に富んだものを設置する。
- 5) 施設の維持管理は、受益者及び GWSC によって実施されるものとする。
- 6) 建設資材は原則として現地調達でまかなうが、ポンプ等の現地調達の困難な資材については、ガーナ国外の調達とする。

### 4.2 設計基準

#### (1) 給水人口

暫定水源であるため、Fete 地区の現在の人口 2,060 人を給水人口とする。

#### (2) 給水量

Fete 地区の住民は、経済的な理由（GWSC の給水車から生活用水購入）により、彼等にとって必要最低限の水量である 11 ℓ/日/人前後しか消費していない。

Ashonman 地区の住民の場合、水場迄の距離は約 500 m であるが、水の運搬作業が負担と

なり、水消費量は 13.9 ℓ/日/人 程度である。Fete 地区の水源開発候補地が村の中心から約 1.5 km 離れていることを考え併せると、Ashonman 地区住民の実質的な消費量を超えないものと判断される。また、地方部における住民の水の消費量は実績で 135 ~ 225 ℓ/日/人と GWSC から報告されている。

当プロジェクトでは最少限安全な飲料水の確保を本来の主旨としており、以上の条件も考慮して、住民 1 人当たりの 1 日の給水量原単位を 14 ℓ とする。Ete 地区全体での 1 日の給水量は 28.84 m<sup>3</sup> である。

### (3) 水質

Fete 地区周辺の地下水は全般的に塩分濃度が高く、良質の水源とは言えない。従って、水源開発に当っては、水質面での住民の合意を得るものとする。水質汚染への配慮として、井戸は密閉構造とするが、万が一に備えて消毒用のサラン粉等を準備する。

## 4.3 水源選定

### (1) 水源開発地域

水源開発地域は水理地質調査の結果より、Fete 村の西北西 約 1.5 km の Osonko 川 右岸側の沖積平野地帯とする。

### (2) 1 井当たりの揚水量及び井戸の本数

GWSC が現在採用している手押しポンプの揚水能力を基準に 1 井戸当たりの揚水量を設定する。

揚水量 = 800 ~ 1,000 ℓ/hr から、1 日 10 時間揚水と仮定すると、安全側にみて 8 m<sup>3</sup>/日が揚水可能である。

全体給水量 28.84 m<sup>3</sup>/日から 4 井の井戸が必要となる。この時の 1 井当たりの平均揚水量は 7.21 m<sup>3</sup>/日と計算される。

### (3) 井戸位置の選定

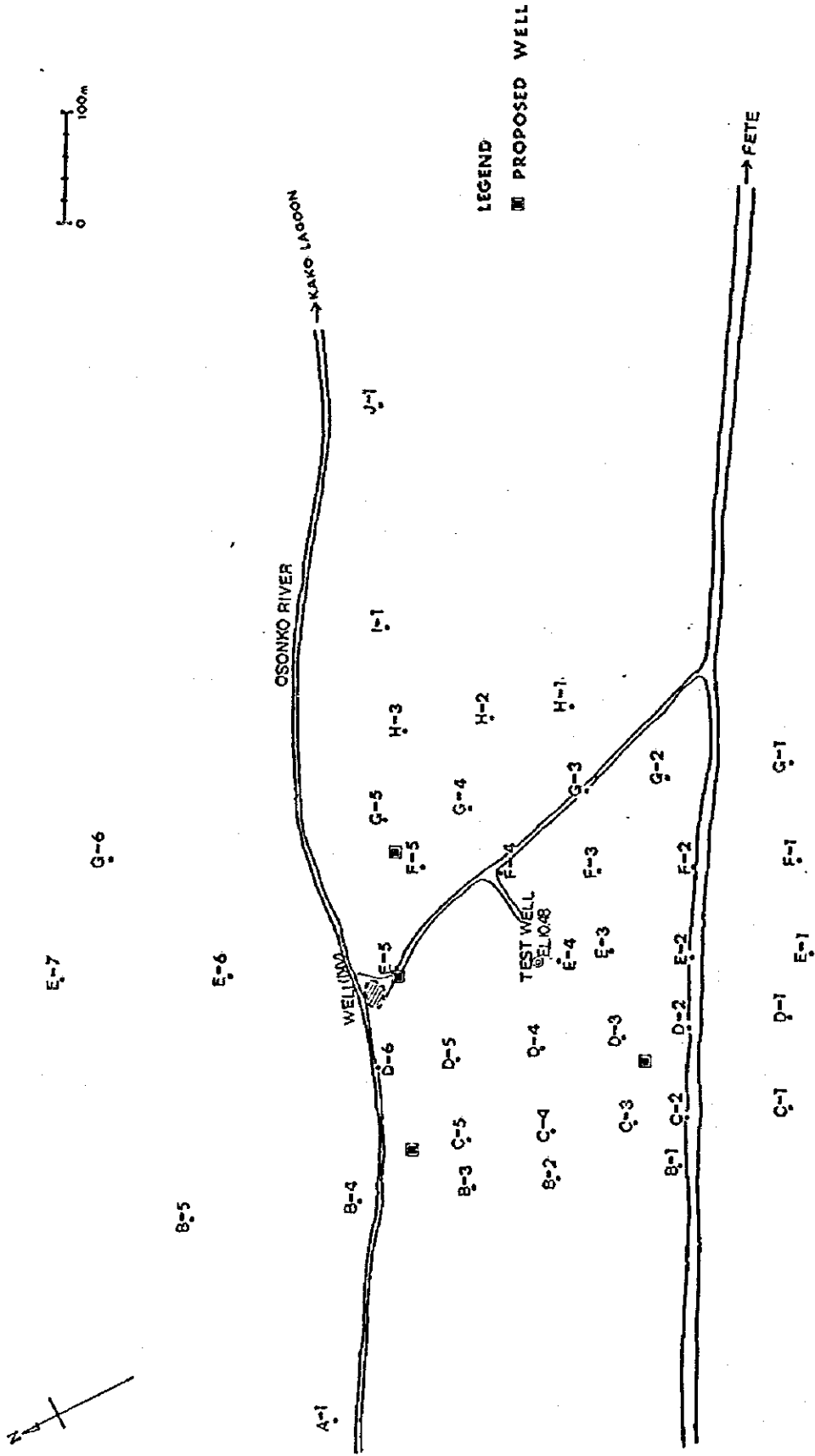
井戸4井のうち1井は今回調査の試験井戸を活用し、残り3井を新設することとする。

井戸の新設は、下記の事項等を配慮し、Fig. 4・3・1に示す位置を候補地として選定した。

- 1) 地下水が塩水化していない事
- 2) 滞水層が厚く分布する事
- 3) 井戸が互いに干渉を起し異常な水位低下を来さない様配置する事
- 4) Fete 村に近い事
- 5) Osonko 川の右岸側とする事

FIG. 4.3.1 井戸新設候補地

E-8



(4) 揚水条件の検証

試験井戸の揚水試験から得られた水理定数に基づき、井戸水の水位の動向について推定する。  
計算条件は次の通りとする。

- 揚水量  $Q = 7.21 \text{ m}^3/\text{日}$
- 透水量係数  $T = 2.59 \text{ m}^3/\text{日}$
- 貯留係数  $S = 1.50 \times 10^{-1}$
- 井戸半径  $r = 0.075 \text{ m}$

この条件から Theis の非平衡式に代入し、次の関係が成り立つ。

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u) = 0.222 W(u) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$u = \frac{S \cdot r^2}{4 T t} = 8.14 \times 10^{-5} \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

ここに、  $s$  : 水位降下量(m)  
 $W(u)$  : 井戸関数で  $u$  との関係より求める

①式及び②式から揚水継続時間を1日、30日(1ヶ月)、180日(6ヶ月)、365日(1年)の4段階について井戸の水位降下量を試算すると Table 4・3・1に示す通りである。

Table 4・3・1 揚水継続時間と水位降下量

揚水継続時間 $t$ (日)	$u$	$W(u)$	水位降下量 $s$ (m)
1	$8.14 \times 10^{-5}$	8.9	1.98
30	$2.71 \times 10^{-6}$	12.1	2.69
180	$4.52 \times 10^{-7}$	13.5	3.00
365	$2.23 \times 10^{-7}$	14.2	3.15

以上の試算は、滞水層からの水平涵養を前提にしたもので、雨期には地表面からの垂直涵養も期待できるため、実質的な水位低下量は試算値よりも少なくなる。また、1年間の4井の計画揚水量 10,530 m<sup>3</sup> (28.84 m<sup>3</sup>/日 × 365日) は開発区域の地下水利用可能量 12,000 m<sup>3</sup>/年を下廻っており、1年のサイクルで地下水位の動向を推定すると6月の雨期には1年前の水位に回復することが期待できることになる。

#### (5) 問題点

前項での検討は、あくまでも揚水試験で得られた滞水層定数、及び平均的な降水量を前提としたものであり、1983年の異常渇水の様に水収支のバランスが崩れた場合や、乾期等の表面からの地下水涵養が期待できない場合は、定常的な水位低下を来し、井戸水の塩水化の危険性が極めて高い(3・1・2(7)項の Ghyben-Herzberg の法則 参照)。即ち、長期的観点でみると、海水面以下の地下水を揚水していることになり、いずれは井戸水の塩水化を来すことは避けられないと判断される。したがって、新規に開発される井戸は、あくまでも、Fete 地区にパイプからの給配水が実施されるまでの、暫定水源として位置付けておくことが重要である。

### 4.4 水供給施設

さく井、その付帯工事及びポンプ等の仕様は次の通りとする。

#### 1) 井戸

深度	:	30 m
掘進孔径	:	200 ~ 250 mm
ケーシング径	:	150 mm
ケーシング長	:	18 m
スクリーン長(スリット加工)	:	12 m
ケーシング・スクリーンの材質	:	PVCパイプ

Fete 地区で取水の対象とする地層は、風化珪岩中に賦存された地下水であり、滞水層の条件は良好でなく、取水効率をあげるためにスクリーンをできるだけ長くした。現地でのさ



く井作業はGWSCへの委託が予想されるため、ケーシング等の資材はGWSCで調達可能な仕様とした。

## 2) ポンプ

型式： 手押ポンプ又は足踏ポンプ

揚程： 30 m

揚水量： 800 ℓ/hr

現在、ガーナ国内では主にインド製のポンプが使われているが、これ等は全て援助によってまかなわれているため、ガーナ国内での調達はできない。また、対象地域が海岸線に近く、塩分濃度の高い地下水であるため防蝕に対する配慮も必要である。GWSCの維持管理体制に組み込まれる場合、パーツの調達が容易なインド製のポンプが望ましい。しかし、このインド製のポンプも錆等に対する材質的な問題もあるため、錆に耐久性のある足踏みポンプも加え Table 4.4.1 に両者の比較を行なった。

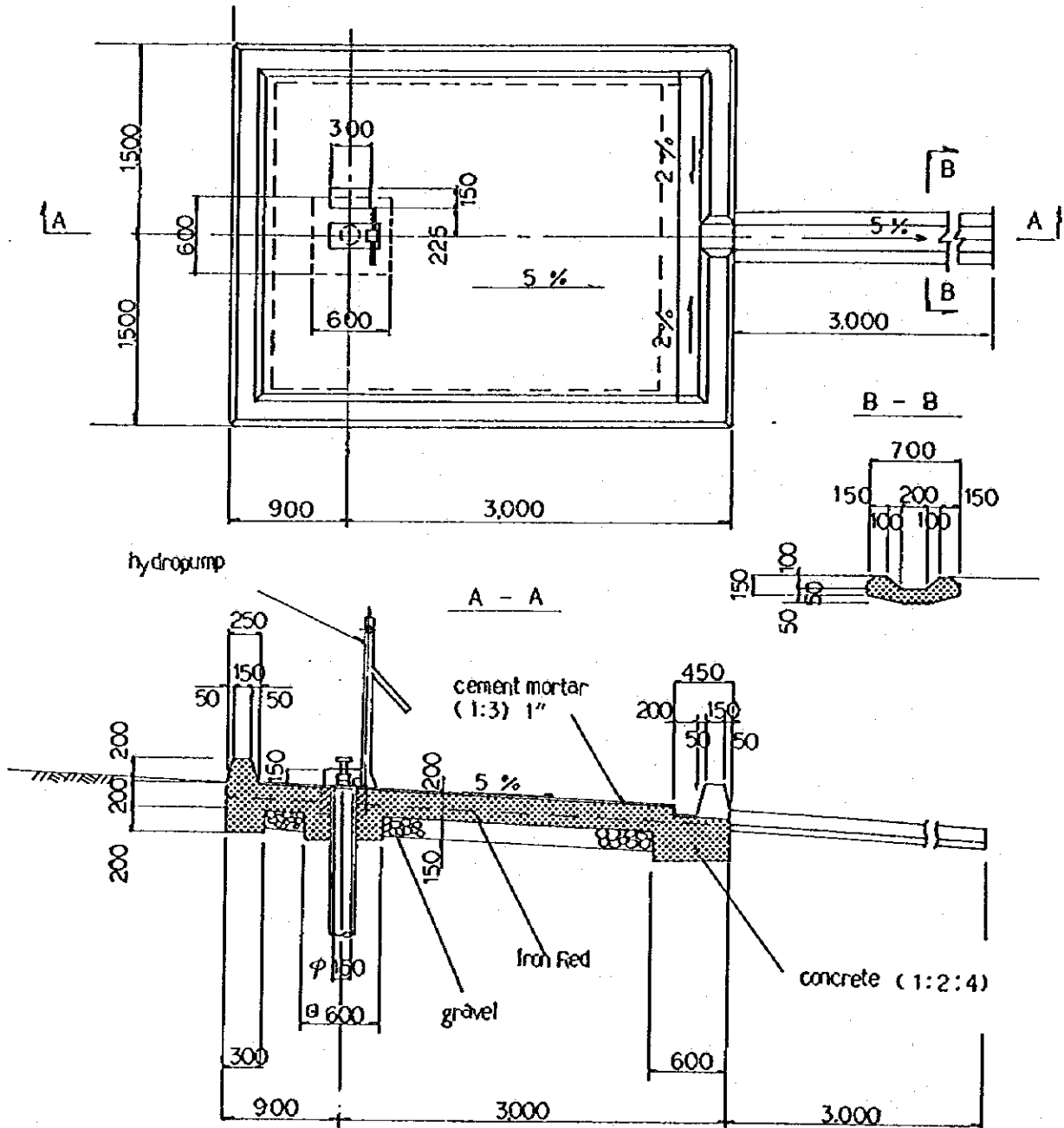
Table 4.4.1 ポンプの比較

項目		インド製手押しポンプ	足踏ポンプ
性能	揚程	30～33 m	20～70 m
	揚水量	800～1300 ℓ/hr	500～1300 ℓ/hr
総重量	(φ12mmロード、30m) 約 150 kg		約 50 kg
取付、修理		重いため、三脚等必要	容易(大人2名で掘付可)
材質等		揚水パイプ、コネクティングロッド鉄製のため、錆等の問題あり	揚水パイプはポリエチレン製のため、錆の心配はない。
納期		GWSCの特別仕様の場合、足踏ポンプより長くなる可能性あり	約1.5～2.0ヶ月(横浜渡し) 3～4ヶ月(ガーナ渡し)
発注		インドにて発注し、商品の受取りがガーナとなるため、商社の仲介必要	日本での発注が可能
価格		\$1500/1セット(ガーナ渡し) (GWSC特別仕様)	250,000円/1セット(横浜渡し) 271,600円/1セット(ガーナ渡し)
維持管理		全面的にGWSCに維持管理が期待できる。	スベアポンプ、スベアパーツを付けた場合、現地での維持管理可能。構造が単純なため住民が直接修理・点検することも可能。定期的な部品交換が必要。

3) 付帯工事

地表部の汚染された水が地下に浸透し地下水汚染を出来るだけ防止することを考慮し、井戸周辺のプラットフォームは面積を広くとり Fig. 4.4.1 に示す構造とした。

FIG. 4.4.1 水場の平面図及び断面図



## 4.5 工事費の算定

ガーナ国は独立以来、慢性的なインフレに悩まされているが、1985年に入ってから物価、人件費の高騰は特に著しく、実施段階における工事費は大幅に違ってくる可能性がある。過去1年間の物価の上昇率は約2.3倍程度と推定され（Fig. 4・5・1 参照）、同じベースで物価が変動すると、1985年4月から1986年1月の間に約85%の工事費のアップが予想される。

さく井工事、及びその付帯工事に関しては、GWSC及び現地業者に発注するものとし、又、ポンプについてはガーナ国外で調達するものとして算定する。さく井工事、及びその付帯工事の費用は、GWSC及び現地業者の単価、見積り（1985年4～6月）を参考とし、これに85%の物価上昇を見込んで積算した。また、ポンプはインド製手押しポンプを採用した場合と、足踏みポンプを採用した場合について積算した。尚、足踏みポンプの場合スベアポンプ1台を加え、合計5台とした。

各項目毎の工事費は、Table 4・5・1に示す通りである。現地発注の工事費は、物価の上昇を見込んで合計3,613,000セデーとなるが、1985年6月現在の日本円に換算<sup>※</sup>すると、9211,000円となり、予備費を5%見込むと総工事費は、9,672,000円である。この他、ポンプ代、及びその他の資材費として、インド製手押しポンプの場合、2,075,000円、足踏みポンプの場合1,897,500円となる。

---

※ \$ 1 = ₤ 53

\$ 1 = ¥ 250

FIG. 4.5.1 ガーナにおける市場価格の変化 (1984~1985)

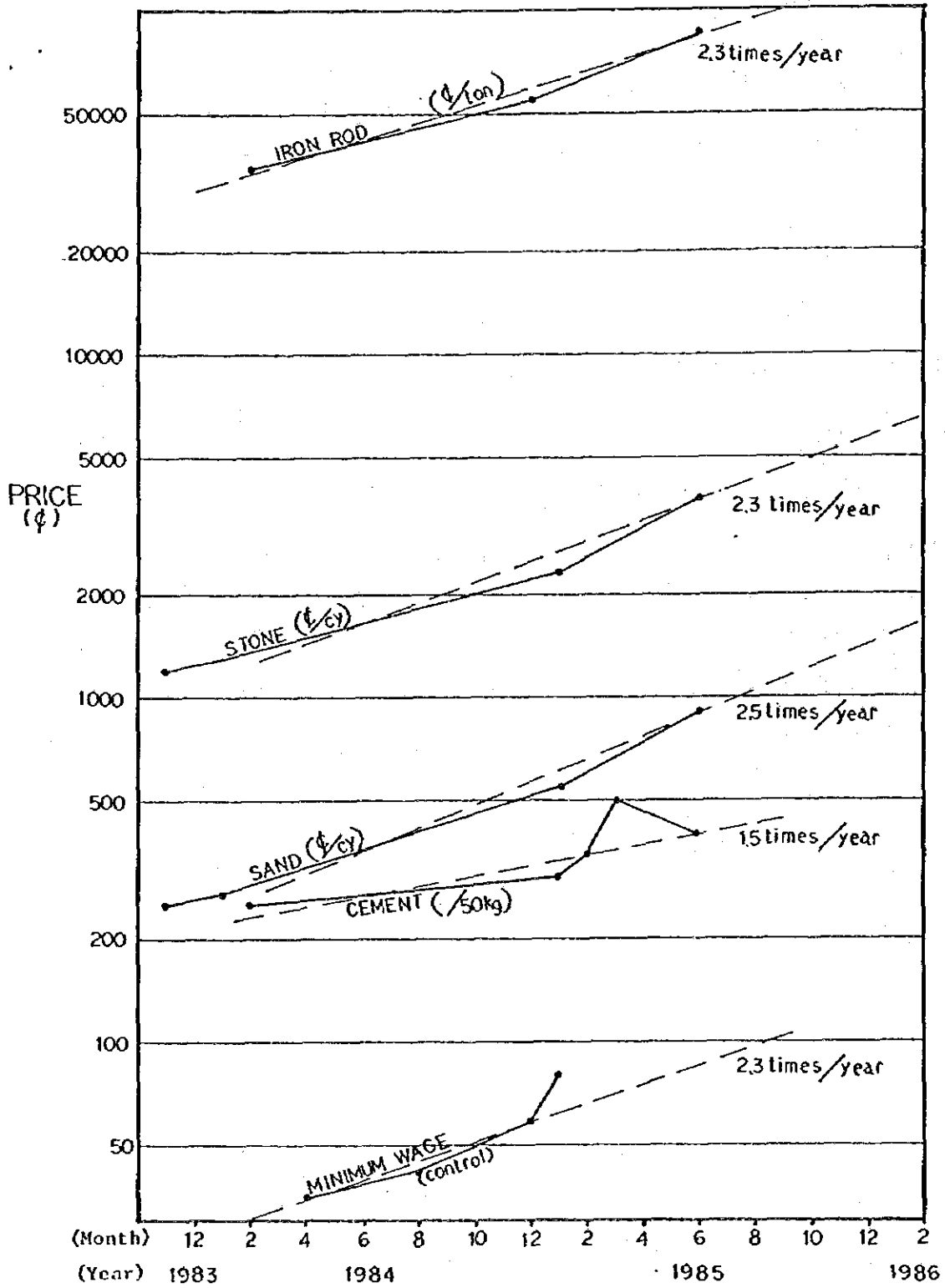


Table 4.5.1 工事費積算

Facility	Quantity	Unit Price	Local Currency ₤ (Apr.-Jun.1985)	Local Currency ₤ (Jan.1986)		Foreign Currency	
				Unit Price	Amount	US\$	Yen
Well Construction	3	₤ 473,200	1,419,600	875,000	2,625,000	-	-
Platform Construction	4	₤ 133,280	533,120	247,000	988,000	-	-
Hand Pump with Spare Parts (25%)	4	\$1,875	-	-	-	\$7,500	-
Food Pump with Spare Parts (25%)	5	¥339,500	-	-	-	-	¥1,697,500
Another Materials	1 L/S	¥200,000	-	-	-	-	¥ 200,000
Total		-	1,952,720	-	3,613,000	\$7,500 + (Approx. ¥ 2,075,000) and/or ¥ 1,897,500	

## 4.6 実施体制

ガーナ国における物価の変動は極めて流動的で、平価切下げの噂が物価高騰に拍車をかけ、インフレを見込んだ工事費でも予算の金額とは異なる可能性が高く、実施段階においては、ガーナ国の実情にあわせて工事費用の調整を行なうことが肝要である。同時に、さく井工事が6ヶ月以上の長期に渡るため、工事期間中の物価の上昇も問題となる。しかし、これはガーナ国の通貨であるセデー払いを前提とした時に生じるものであり、安定した外貨による支払いが可能な場合は、エスカレーション条項を見込む必要はないものと判断される。

尚、1985年7月5日付の新聞(People's Daily Graphic)によると、ガーナ国内において外貨口座を持つことが可能となると報道されている。又、調査期間中に実施された、平価の切下げとガソリン代の公定価格の変動は次の通りであり、平価切下げの比率よりも物価上昇比率の方が大きい。

	交換レート	ガソリン代
	1\$ = ɔ50	ɔ 85 / 1ガロン
4月 17日	1\$ = ɔ53 (6%切下げ)	ɔ 95 / 1ガロン (12%値上り)
8月 10日	1\$ = ɔ57 (7.5%切下げ)	ɔ 105 / 1ガロン (11%値上り)

以上のガーナにおける国内事情を鑑み、実施段階における発注体制について、Table 4.6.1において比較した。

Table 4.6.1 発注体制の比較

ケース	契約関係	支払い方法	問題点等
1	<p>JICA</p> <p>さく井工事 GWSC</p> <p>付帯工事 地元業者</p>	<p>ガーナ通貨による支払い</p>	<p>工事が長期に渡るため、契約金を一括して決めることは、トラブルが生じる可能性が多く、支払い条件としてインフレ条項を盛り込むか、あるいはさく井工事1井毎に契約金を決めることが必要。</p>
2	<p>JICA</p> <p>さく井工事 GWSC</p> <p>付帯工事 地元業者</p>	<p>外貨による支払い</p>	<p>受注者側が銀行に口座を持っている場合は可能。7月5日に外貨口座が持てることが新聞に報道されただけであるため、実施段階における受注者側の外貨口座の有無についてチェックする必要がある。この場合、クレジットとしては日本国からの銀行振り込みも可能となる。</p>
3	<p>JICA</p> <p>外貨支払い可能な業者</p> <p>さく井工事 GWSC</p> <p>付帯工事 地元業者</p>	<p>外貨による支払い</p>	<p>契約、支払い関係が最も容易と考えられるが、海外建設工事としては規模が小さく、かつ、請負業者に大ききリスクを負わせることになるため、この業務を受け入れられる業者があるかどうか問題となる。</p>

#### 4.7 実施計画スケジュール

当プロジェクトは昭和60年の予算で実施されることになっており、政府間の口上書交換期間をみて、開始を12月として計画した。実施スケジュールは、GWSCのさく井能力や能率、さらに、工事が5月、6月の雨期にかかることも考慮して、Table 4・7・1の通り計画した。また施工に際しては、さく井地点の確認、業者との打合せ、工事の基本的事項の指示等の業務の他、さく井工事中の技術的な判断が重要となり、工事開始時3人、施工中は常時2人のスーパーバイザーを派遣するよう計画した。

Table 4・7・1 実施計画工程表

	1985 Dec.	1986							
		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.
Well Construction (1) (2) (3)									
Platform Construction (Test well) (1) (2) (3)									
Engineering Supervision *									
		3 persons		2 persons					

\* Table 4・6・1でケース3を選択する場合は着工時(15ヶ月)と竣工時(1ヶ月)に各2名、常時は1名必要。



#### 4.8 維持管理計画

GWSCの地方給水システムに対する基本方針では、施設の受益者である地域住民が、施設の運用、保守等に自主的に参加するよう教育し、ポンプの保持を住民の手に任せることができるよう企画している。このGWSCの基本方針にのっとり、Fete地区の新規水源に対しては、衛生面での住民1人1人の意識向上を図ることも含めた生活改善のための組織をつくり、原則として、この住民組織によって維持管理を行なう。尚、この時のGWSCの役割は、住民に対する教育及び指導を行なう。



## 第5章 プロジェクト実施に関する提言

### (1) Fete 地区の水源

ギニア湾に面した海岸地帯の地下水は、一般的に塩分濃度が高いことで知られており、Fete 地区の地下水もこの範にもれず水質が悪い。特に塩化物は 1,400mg/l と極めて高く、WHO の 制限値 600mg/l を大幅に超えており、同時に井戸からの継続的な地下水の汲み揚げにより塩 水化の危険性にさらされることになり、飲料水水源としては望ましいものではない。

従って、Fete 地区に新しい水源を設ける場合もあくまでも暫定的なものであり、住民の永 久的な生活環境の向上を図るためには、パイプラインの早期着工によって良質で安定した量 の水を一日も早く供給することが必要である。

### (2) 維持管理

ガーナ国内に散在する手押しポンプ付き井戸は、維持管理が充分に行なわれていないと同時 に、部品の不足も相まって故障したまま放置されている例が多い。このような事態を生じさせ ないためには、維持管理の重要性を住民が理解し、自主的な管理体制を確立させることが前 提となる。即ち、公的機関（GWSC）が正しい施設の利用法、日常の定期的な検査、簡単な 補修に必要な技術等について住民に対し教育指導し、この理解のうえにたって両者が有機的 に結びつくことが重要である。

### (3) 衛生教育

安全水の供給は下痢症対策の一つの重要な条件であるが、これだけでは目的が達せられるも のでなく、保健、衛生に関する住民 1 人 1 人の基礎的な知識の普及と実践が必要である。

#### (4) 実施体制

現在、ガーナにおける物価の高騰は極めて激しく、平価の切下げが実施されても、それ以上に物価が上昇する現況にある。従って、インフレを見込んだ積算金額が、そのまま実施段階で通用するかが問題であり、実施段階における発注金額の調整が必要と判断される。同時に、さく井工事が受注者側の施工能力に左右されるため長期に及び、その間の物価上昇も見込んでおくか、1井毎の発注金額の調整を行なう必要がある。この様に、ガーナ国通貨による精算を行なう場合、不確定要素が多くなり、発注体制としては、比較的安定した外貨による精算が可能な体制（Table 4・6・1 ケース2又はケース3）で行なわれることが望ましい。