

### 3-2-3 地質

中央アフリカ国の地質は、国土の大半はコンゴ剛塊と称する先カンブリア紀の地層によって構成されている。調査対象地域の地質は、このうち先カンブリア紀前期の複合岩盤と末期の変成岩類が分布する。この他、一部の地域に新生代第三紀～第四紀の堆積物が分布する。

対象地域の地質は図3-2-7に示すとおりである。

#### (1) 先カンブリア紀前期の複合岩盤

複合岩盤は主にOMBELLA-MPOKO県のBOALI以西、中央～西部中央アフリカ面に分布している。

複合岩盤類は先カンブリア紀前期のミグマタイト、雲母片岩、片麻岩から構成されており、これらの岩石は比較的硬質である。この岩盤は、中央アフリカ国内で最古の岩盤に相当し、NE-SW方向の褶曲軸が卓越する複雑な地質構造を呈し、これに伴う断層面や節理等の不連続面が発達している。この不連続面は地下水の貯留に大きく関与し、不連続面が発達した地域では地下水産出量は比較的多い。

#### (2) 先カンブリア紀末期の変成岩類、珪岩

先カンブリア紀末期の変成岩は県の東部のUBANGUI平原が主な分布地域である。複合岩盤より地質年代が新しく、岩相の違いから上部、中部、下部の3層に区分される。上部層は砂岩、珪岩、苦灰岩、中部層は石灰岩、下部層は珪岩、片岩、雲母片岩によって構成されている。この岩盤は複合岩盤に比べて変成度が低いが、断層面や節理面等の不連続面が発達しており、複合岩盤と同様に不連続面が発達した地域での地下水産出量は多い。

#### (3) 第三紀、第四紀の河成堆積物

第三紀～第四紀の河成堆積物はUBANGUI川流域のUBANGUI平原の南西部に分布する。層相は未固結砂質土～砂質粘性土で、UBANGUI川下流に向かって層厚は大きくなる傾向にあり、下流域では層厚は50m以上に及ぶ。堆積物は先カンブリア紀の砂岩、珪岩、泥岩の上位に堆積しており、透水性が良好であるため滞水層として評価される。

#### (4) 沖積層

UBANGUI川支流河川の流域には沖積層が分布するが、その層相は粘性土を主体とする。

#### (4) 風化残留堆積物

風化残留堆積物は、ラテライト化した土壌を主体とし、一部粘性土層も挟んでおり、対象地域全域表層に分布する。また、中央アフリカ面の一部には硬質ラテライトが部分的に見られ、路盤材に利用されている。







### 3-3 水理地質状況

#### 3-3-1 水理地質の概要

##### 〔 滞水層の分布 〕

地下水は、地層の透水部分に賦存するものであるため、地下水の流動形態および涵養状況は地質構造によって支配されている。特に、対象地域のように先カンブリア紀の基盤岩が大半を占める地域では、基盤の形状と地層の堆積状況、岩相および岩盤中の透水性部の連続性について水理地質学的に十分に検討する必要がある。

しかし、対象地域に賦存する基盤岩類の地質構造は複雑であるため、詳細は把握されていない。深井戸建設工事にあたっては、電気探査等の調査を実施し岩盤中に存在する風化帯や裂か帯の規模や方向性を把握する必要がある。

一般に、中央アフリカにおける地下水と地質の関係は表3-3-1に示すとおりである。

調査対象地域における地質を同表に対比すると、①、②層は先カンブリア紀前期の複合岩盤、④、⑤層が先カンブリア紀末期の変成岩類、珪岩、⑧層が第三紀、第四紀の河成堆積物に相当する。滞水層として、①、②、④、⑤の各層の場合は、岩盤中の風化帯や裂か等の亀裂の多くに発達する部分に期待するものであるが、⑧層の関してはルーズな透水性地層が滞水層となっている。

対象地域の「水理地質図」は図3-3-1に示すとおりである。

##### 〔 取水可能量 〕

既存資料によると、①、②、④、⑤の各層が分布する地域の滞水層では、透水量係数Tが高い傾向にある。対象地域の代表的な亀裂が発達する片岩における貯留係数は、 $S = 10^{-3} \sim 10^{-6}$ を示し、地下水の取水層として利用可能であるとされている。

また、片岩等の非炭酸塩岩盤では空間的に広がりをもった亀裂面が発達しているケースが多く、最大揚水可能量は、 $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$ が記録されている。中央アフリカで掘削された非炭酸塩岩盤における900本の井戸工事では、全体の75%が成功している。石灰岩等の炭酸塩岩盤では井戸の実績が少なく明確ではないが、バンギ市周辺では井戸1本当たり揚水量が $Q = 39.6 \text{ m}^3/\text{h}$ が報告されている。

既存データから、対象地域の取水可能量について整理すると、中央アフリカ方面では岩盤裂か水を取水の対象とした場合、最大揚水可能量は、 $Q = 5.0 \text{ m}^3/\text{h}$ 、UBANGUI平原では $Q = 20.0 \text{ m}^3/\text{h}$ と考えられている。

また、⑧の砂を主体とする堆積層（第三紀～第四紀）からの揚水量は、一般に $10 \sim 100 \text{ m}^3/\text{h}$ とされており、裂か水に比べ地下水の賦存が豊富である。

表3-3-1 地質と地下水（中央アフリカ全土）

地質時代		地質層序		井戸関係				
				井戸タイプ	掘削深度 (m)	揚水量 (m <sup>3</sup> /h)	用途	
新生代	第四紀	沖積層	⑨	粘土質砂、粘土、砂、砂利	浅井戸	5~10	1~10	牧畜用水利
	第三紀		⑧	砂、粘土、砂岩	深井戸 浅井戸	50~150 10~30	10~100 1~5	かんがい 大都市飲料水 牧畜用水利
中生代		Carnot~Ouadda地域	⑦	砂岩、礫岩	深井戸	100~200	10~50	かんがい 都市水利
古生代		後造山運動	⑥	花崗岩	深井戸	40~80	0~5	村落水利 小規模かんがい
先カンブリア紀	末期	Bakouma Bougboujou } 地域 Bangui	⑤	砂岩、珪質砂岩、粘板岩、 片岩、砂岩層、粘土層	深井戸	40~100	0~20	村落水利 地方都市飲料水 小規模かんがい
			④	石灰岩、白雲岩	深井戸	50~200	0~200	かんがい 大都市飲料水
前紀	前期	塩基性貫入岩	③	粗粒玄武岩、玄武岩、 はんれい岩	深井戸 浅井戸	40~80 5~30	0~5 0~5	村落水利 小規模かんがい 牧畜用水利
			②	珪岩、雲母片岩、 緑色片岩、変成岩				
			①	花崗岩、ミグマタイト、 片麻岩、角閃岩、白粒岩				

出典：中央アフリカ国地下水計画 1987年

□：対象地域に分布する地質

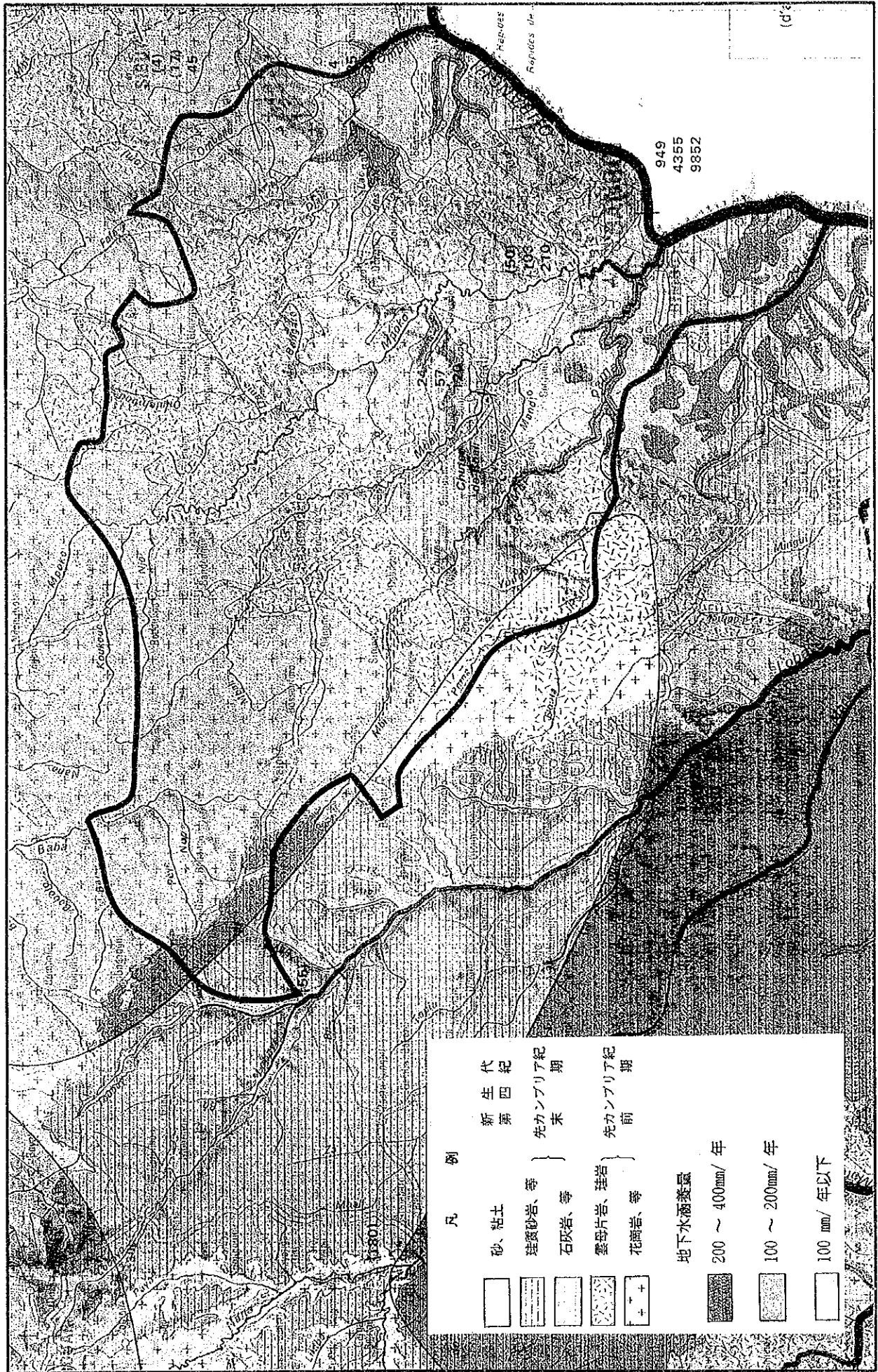


図3-3-1 対象地域の水理地質図 S:1/1,500,000

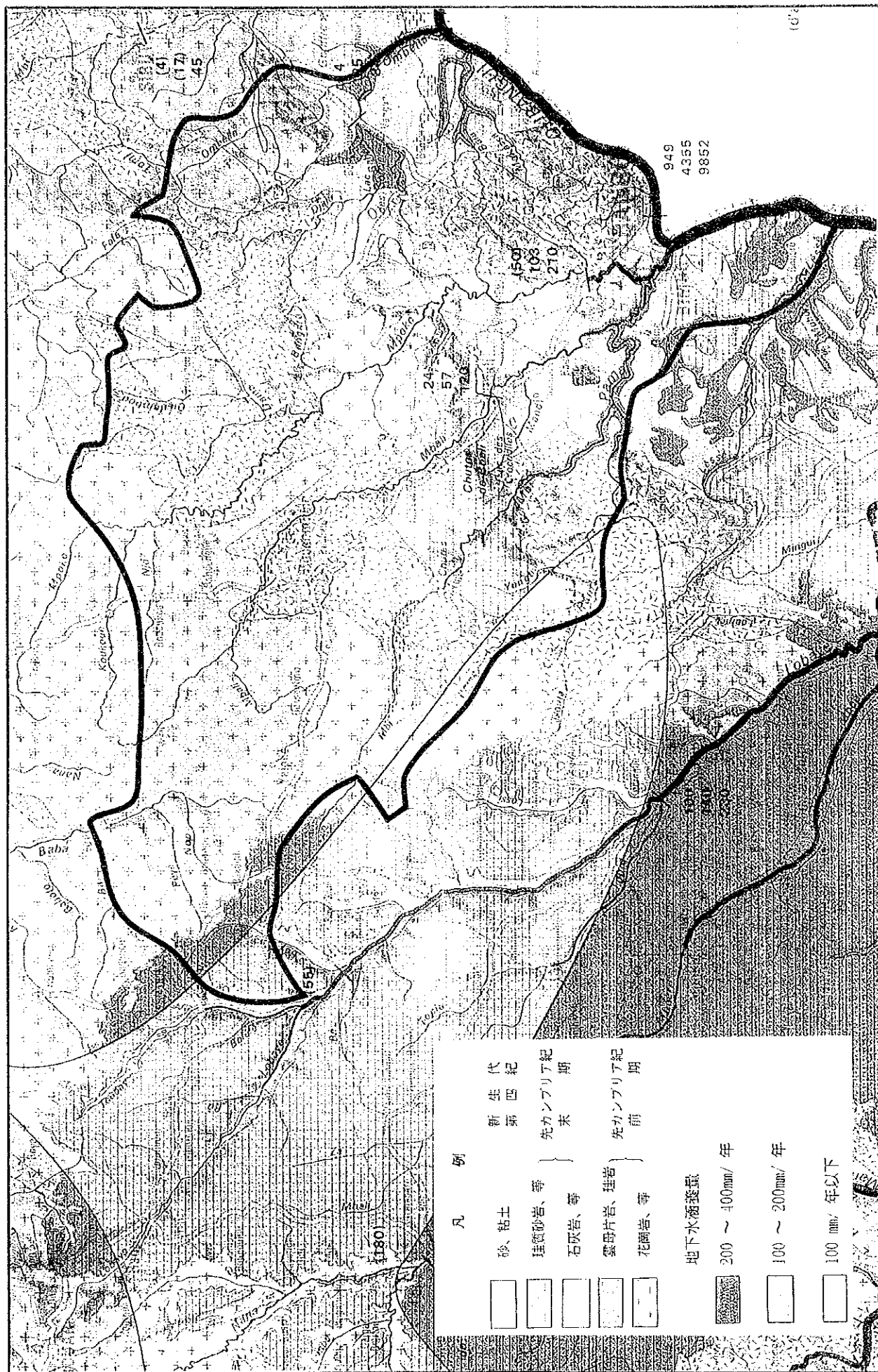


図3 3 1 対象地域の水理地質図 S:1/1,500,000





[ 地下水涵養量 ]

対象地域の大半を占める中央アフリカ面、UBANGUI平原における地下水涵養量は、年間100~200mm、UBANGUI川支流の河岸に局部的に分布する沖積低地では、年間200~400mmとされている（図3-3-1の水理地質図参照）。

この地下水涵養量は、年間雨量の7~30%に相当する量である。

[ 水位変動 ]

対象地域内には、BANGUI、BOSSEMBELE、BOALI、DAMARA、NDJO（BOSSEMBELEの北部）の5ヶ所に深井戸仕様の地下水位観測孔が設置されており、1989年以来定期観測が行われている（図3-3-2参照）。

各観測孔における地下水位の動きは、雨期に上昇し、乾期に低下するパターンで繰り返されており、降雨量が地下水位と密接に関係していることがわかる。ただし、雨量の少なかった1990年（BOSSEMBELE：1,100mm/年）の雨期に関しては、BOSSEMBELE、DAMARA、NDJOの県北部の各観測孔で、地下水位の上昇がほとんど認められず、逆に地下水位の降下傾向が続いており、水分の地下への浸透量が極めて少なかったことを示している。

また、1年間の水位変動量のついて見ると、最も水位変動の激しいバンギ市で4m、他の観測孔では概ね1.5m~2.0mの範囲である。

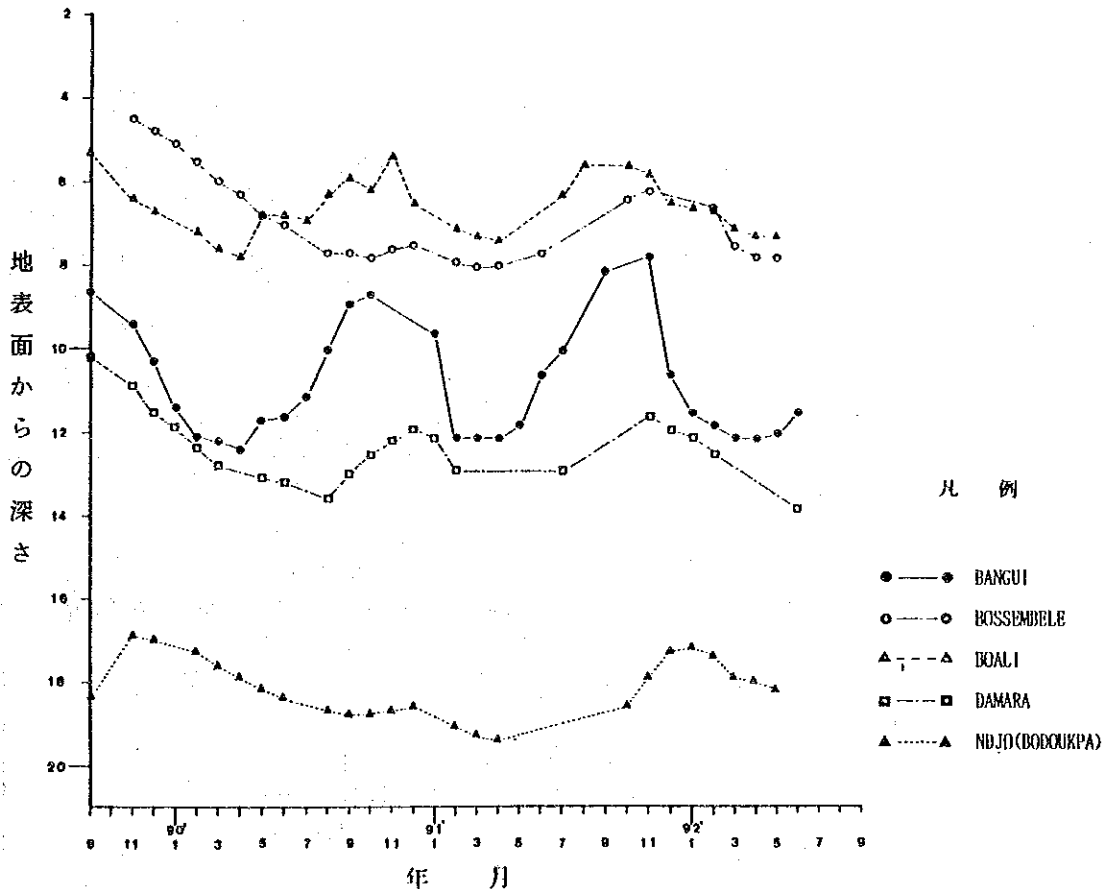


図3-3-2 地下水水位変動

### 3-3-2 地下水の賦存状況（電気探査結果）

電気探査は対象地域の深井戸建設候補地の水理地質構造を把握する目的で実施した。探査地点は対象地域全域の水理地質構造を把握することを考慮し、52村落を選定した。なお、探査地点の位置および内訳は、図3-3-3と表3-3-3に示したとおりである。

表3-3-3 探査地点の内訳

郡	測点数	測点番号
BIMBO	20	G1~10、G40~47、G50~51
DAMARA	10	G18~27
BOGANGOLO	3	G28、G48~49
BOALI	5	G11~14、G52
BOSSEMBELE	14	G15~17、G29~39
計	52	

#### (1) 測定方法および使用計器

電気探査はWenner法により、測定深度100mまでの垂直探査を実施した。地表面の接触抵抗が高いため、重合方式の機種を使用しS/N比の向上に努めた。

解析はWennerの標準曲線およびHummelの補助曲線を利用して行った。使用計器の仕様は下記のとおりである。

表3-3-4 電気探査測定器の主な仕様

機種	仕様
McOHM (日本製品)	出力電圧 : 400Vp-p 出力電流 : 1, 2.5, 10, 20, 50, 100, 200mA (定電流) 測定電位 : ±0.6V ±6V 入力インピーダンス : 1MΩ 分解能力 : 20μV スタック回数 : 1, 4, 16, 64 電源 : DC 12V データメモリ付

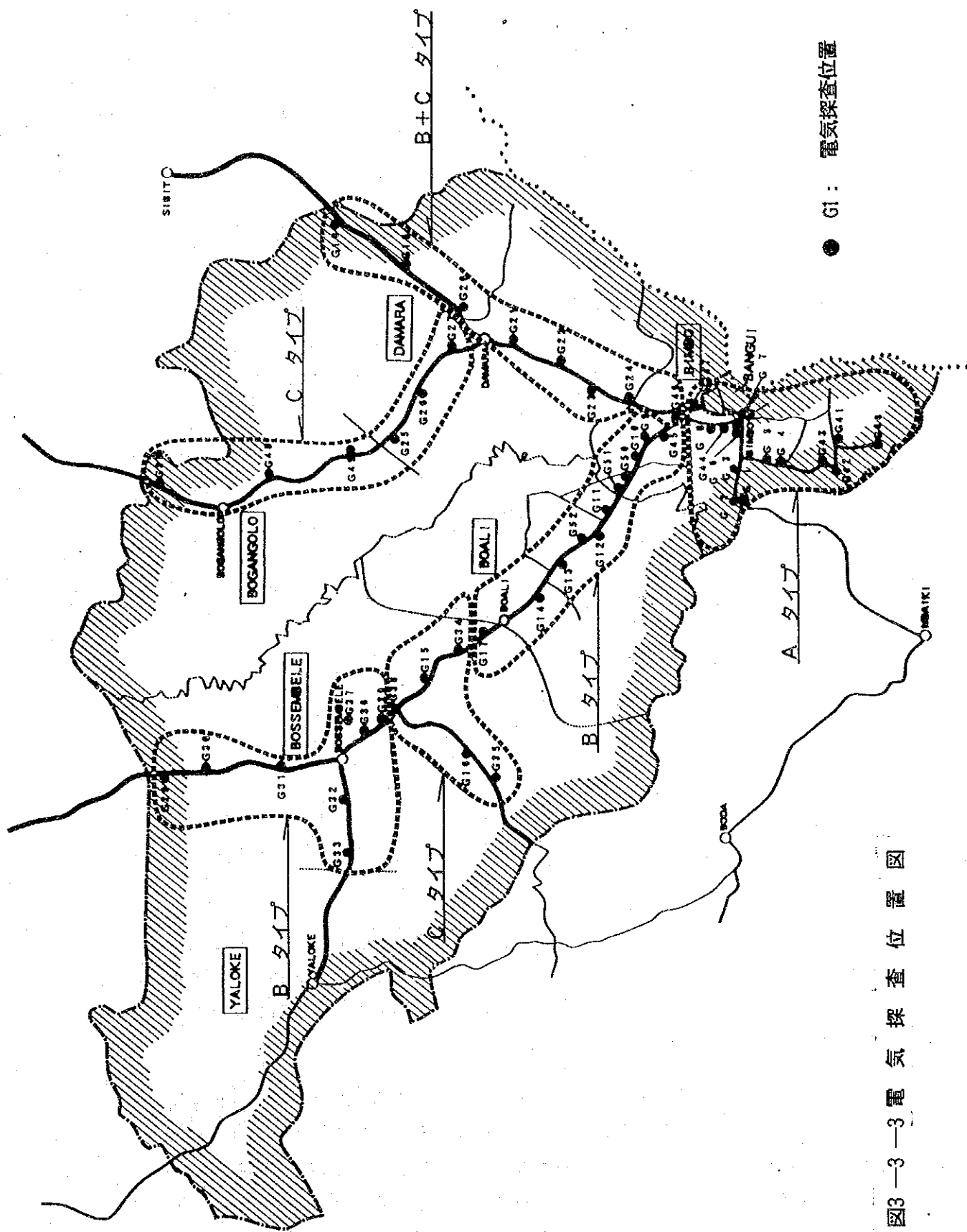


図3—3—3 電気調査位置図

S : 1/1,500,000

(2) 電気探査の結果

各地点における電気探査の解析結果は図3-3-4比抵抗断面図に整理したとおりである。比抵抗断面図には既存井戸の柱状図を併記した。また、電気探査を実施した村落リスト、位置、 $\rho - a$ 曲線は、資料編に整理した。

地層は比抵抗値により大まかに2~3層構造として解析される。地表を第1層とし、以下第2層、第3層とすると、地質構成は3タイプに区分される(表3-3-5参照)。

表3-3-5 比抵抗値による地質構成区分

単位:  $\Omega - m$

層区分 タイプ	第1層	第2層	第3層
Aタイプ	90~1,000	100~ 500	600~2,500
Bタイプ	100~3,000	250~ 1,000	1,000~5,000
Cタイプ	250~2,000 (一部 3,000)	2,000~10,000	—

[ Aタイプ ]

Aタイプの地質構成となる区域は、BIMBO部の南西部、即ち第三紀~第四紀の河成堆積物の分布する地域である。

第1層の比抵抗値は、90~1,000 $\Omega - m$ の範囲でバラツキがあるが、表層部の土壌化したラテライトや砂質土、粘性土が該当し、乾燥している場合は極めて高い比抵抗値を示している。本層の層厚は、一般的に3m未満である。

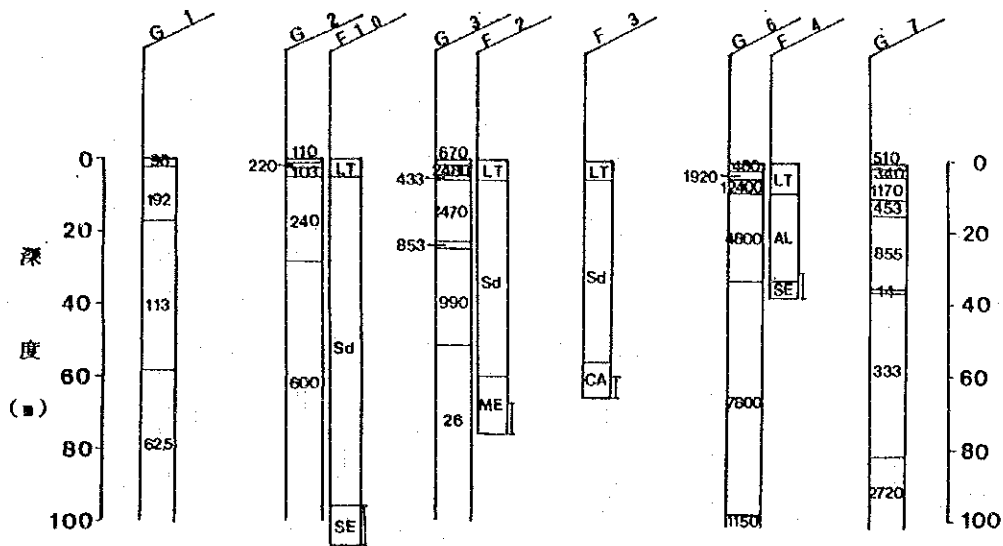
第2層は、地下水の滞水層と考えられ、その比抵抗値から判断して砂質土か砂岩系統が主体となると考えられるが、一部で21~26 $\Omega - m$ の地層を挟んでいる場合があり、粘性土分の優勢な地層も含まれている。本層の層厚は、地域的にバラツキがあるが、最大層厚は100m以上に達する。

第3層は、基盤岩層が該当し、当地区においては先カンブリア紀末期の珪質岩や石灰岩等が分布すると考えられる。本層の分布は起伏に富んでおり、深さ100m以上でも第3層を確認できないところもあった。一方、バンギ市やUBANGUI川沿い、即ち地質構成がAタイプを示す地域の東側(G-6、G-8等)において所々で上部の第2層が欠除し、浅所から第3層が分布し、後述のCタイプの地質構成を示す

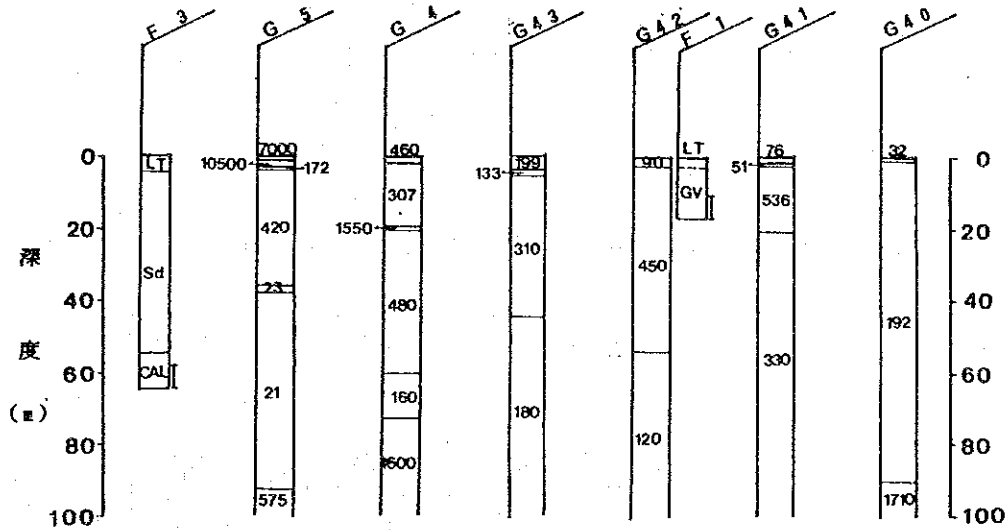
図3-3-4 (1)

比抵抗断面図

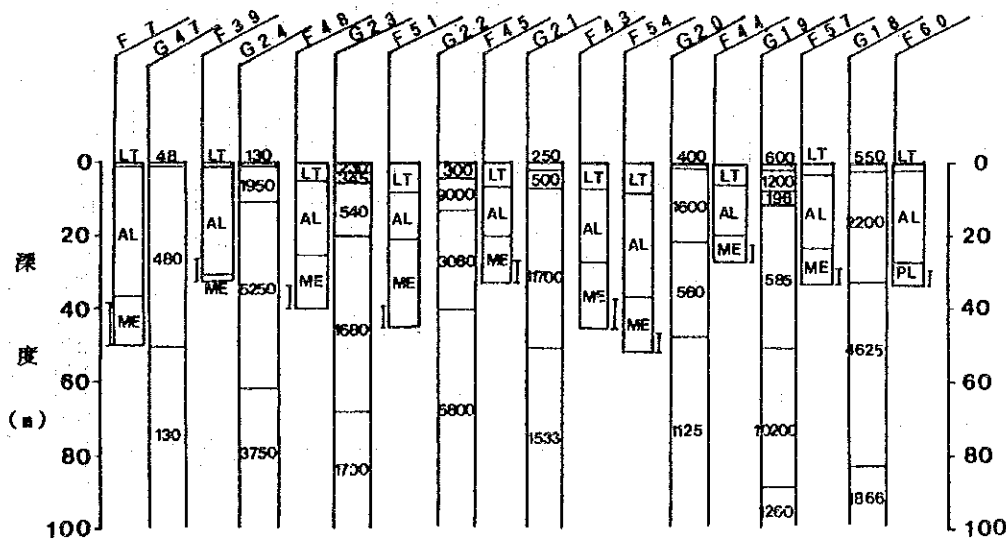
BINBO郡西部(UBANGUI平原) — a 断面—



BINBO郡南西部(UBANGUI平原) — b 断面—



BINBO郡北部-DAMARA郡南部~東部 (中央アフリカ面) — c 断面—



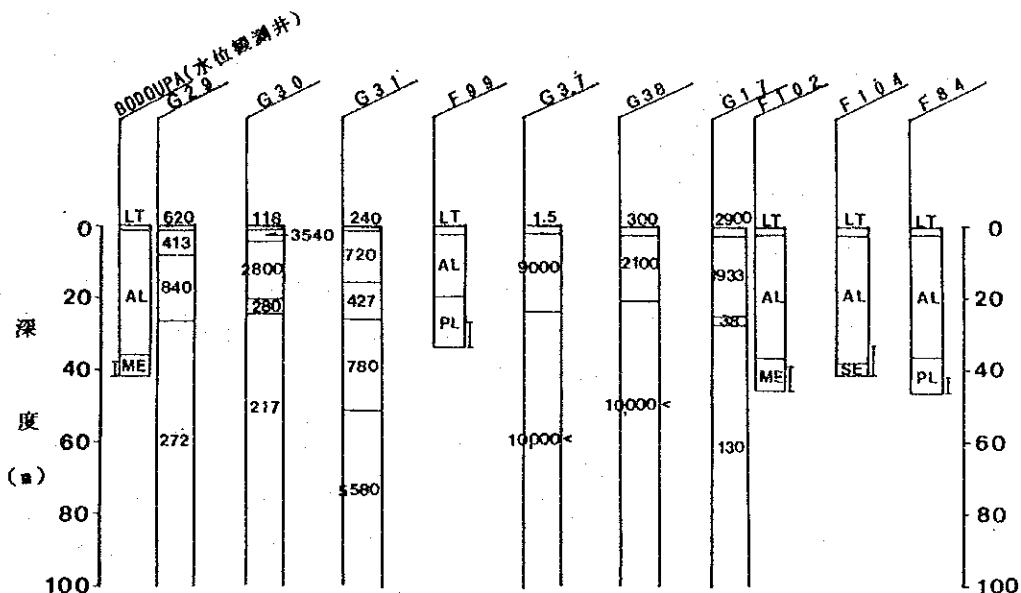
凡例

記号	地層
LT	ラテライト
GV	砂粘
Sd	砂
AL	風化土
SE	堆積成
PL	深成岩
ME	変成岩
CA	石灰岩



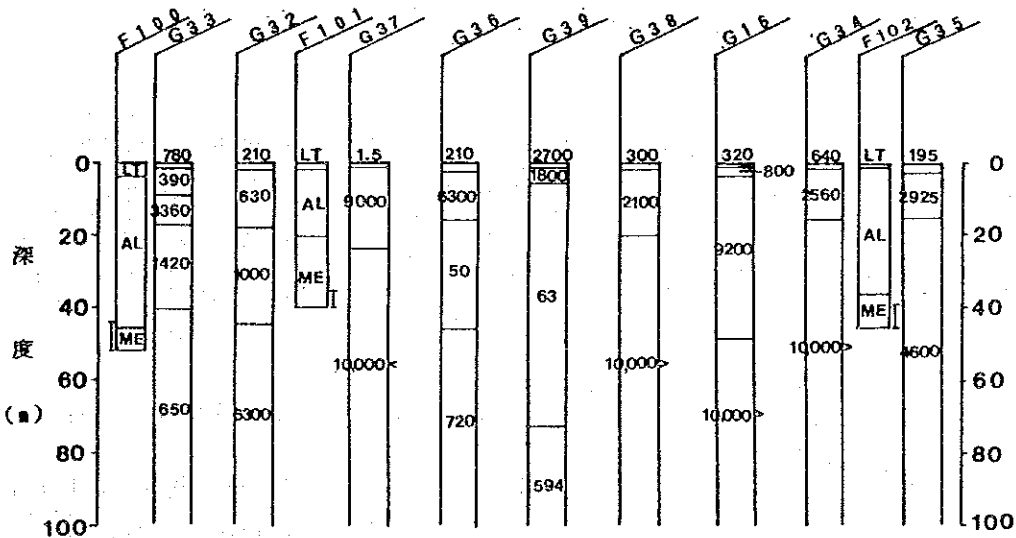
BOSSEMELLE郡北部～東部 (中央アフリカ面)

f 断面



BOSSEMELLE郡西部～南部 (中央アフリカ面)

g 断面



凡 例

記号	地 層
LT	ラテライト
GV	砂 礫
Sd	粘 土、砂
AL	風 化、岩
SE	堆 積、岩
PL	深 成、岩
ME	変 成、岩
CA	石 灰、岩



ところが認められる。本層は、珪質岩系統の岩盤の場合、裂かにおいてわずかな地下水が期待できる程度であるが、石灰岩層が分布する場合は、前述（3-3-1項参照）のとおり、多くの地下水が得られる可能性が高い。

#### [ Bタイプ ]

Bタイプの地質構成となる区域は、主にUBANGUI平原の先カンブリア紀末期の堆積岩類の分布区域および中央アフリカ面でも先カンブリア紀前期の主にチャーノックイトが分布する区域が該当する。このタイプの地質構成の特徴は、岩盤の風化帯が20m以上の厚さで分布している。

第1層には主にラテライト質土壌が分布しており、一部沖積層も含まれる。比抵抗値は、乾燥している場合は1,000Ω-m以上の極めて高い値を示している。層厚は5~10mの範囲である場合が多い。

第2層は岩盤の風化帯で、亀裂が発達していたり、粘土化、砂状化、礫状化している部分が該当し、滞水層として期待できる。比抵抗値としては500Ω-m前後を示す場合が多いが、BOSSEMBELE近郊のG36、G39測点では、50~63Ω-mの層が40m以上の厚さで確認され、かなり粘土化が進んでいるところも含まれている。層厚は、一般には50m前後を有しているが、BIMBO郡の北部からBOALI郡にかけた地域やBOSSEMBELE郡の北部、西部においては風化帯の層厚は100m以上となっている。

第3層は未風化岩盤が該当し、局所的な破碎帯等の裂か帯以外には、地下水の賦存は期待できない。

#### [ Cタイプ ]

Cタイプの地質構成の特徴は、Bタイプのような風化帯が極めて薄く、表層に近い位置から未風化の岩盤が分布し、2層構造となっている。このような地質構成となる区域は、中央アフリカ面の先カンブリア紀前期の複合岩盤、特に雲母片岩が分布する地域に該当する。行政的には、BOGANGOLO郡やBOSSEMBELE郡の東部および南部がCタイプの地質構成を示している。

第1層には主にラテライト質土壌が該当し、その層厚は全般に5m未満である。

第2層は、2,000~10,000Ω-mの高い比抵抗値を示す地層よりなり、風化帯が挟まれている場合でもその層厚は極めて薄い。また、この比抵抗値から判断すると、地層の状態では亀裂の極めて少ない新鮮岩の分布が予想される。しかし、当地区の地質構造は、3-2-3項で記載したとおり、NS-SW方向の断層や節理等の不連続面が多数入っていることが考えられ、これ等の不連続面に沿って地下水の賦存が期待できる。

以上のような地質構成の場合、滞水層の分布を探し出すことに困難を伴うものであるが、電気探査の水平探査法等により綿密な調査を行えば、地下水の賦存状態が把握できる。

因に、Cタイプの地質構成の地域でも、本計画のフェーズIにおいて多くの深井戸が開発されている。

調査対象地域は、上記A、B、Cの3タイプの地質構成を示す区域に区分されるが、この他にBIMBO郡北部からDAMARA郡の東部にかけての地域は、これ等の3つのタイプに当てはまらない。即ち、地質的には先カンブリア紀の前期の地層と、末期の地層が分布しており、風化帯の厚さは極めて変化に富んでいるため、BタイプとCタイプの地質構成となる地点が混じり合った地域となっている。

以上、各地質構成タイプから、対象地域の水理地質条件を整理すると、表3-3-6に示すとおりである。

### (3) 滞水層の評価

滞水層の比抵抗値は、地下水の比抵抗値と密接な関係にあり、次の式で示される。

$$\rho = F \times \rho_w \dots\dots\dots \text{①式}$$

ここに、 $\rho$  : 地層の比抵抗値

$\rho_w$  : 地下水の比抵抗値

F : 地層係数、地層の間隙率に関係し、滞水層の場合は1.0~8.0が適当と考えられている。

既設深井戸の地下水比抵抗値 $\rho_w$ は電気伝導度から大半が $\rho_w = 50 \sim 200 \Omega \cdot m$ の範囲にあり、①式に代入すると、滞水層の比抵抗値 $\rho$ は $\rho = 50 \sim 1,600 \Omega \cdot m$ となる。

電気探査で滞水層と考えたAタイプの第2層（比抵抗値 $100 \sim 500 \Omega \cdot m$ ）、Bタイプの第2層（比抵抗値 $250 \sim 1,000 \Omega \cdot m$ ）は、地層係数の概念から考えた滞水層の比抵抗値の範囲に入る。ただし、調査対象地域の地下水の電気伝導度は $31 \sim 447 \mu S/cm$ と場所によってかなりの相違があり、この範囲の比抵抗値を示す地層を、地下水を滞水する可能性のある地層として考えておく必要がある。また、Cタイプの地質構成を示す地域においては、 $2,000 \Omega \cdot m$ 以上の高い岩盤でも裂か水が取水できるため、周辺岩盤の相対的な比抵抗値の変化から、滞水層の有無を決めることになる。

表3-3-6 対象地域の水理地質条件

※ タイプ	地 域		地 形	代 表 地 質	代表的な滞水層の条件	調 査 の 方 法
	行 政 区 分	比抵抗断面図				
A	BIMBO郡西部～南部	a、b断面図	UBANGUI平原南西部	第三紀～第四紀の河成堆積物 (砂質土、礫質土主体) 基盤は先カンブリア紀末期の 珪質岩、石灰岩	第三紀～第四紀の河成堆積物 (砂質土、礫質土) 深さ50～70m 比抵抗値 $\rho = 100 \sim 500 \Omega \cdot m$	基盤岩の起伏が大まい ため、電気探査を実施 する必要がある。
B	BIMBO郡北部 BOALI郡全域 BOSSEMBELE郡北部～西部	e断面図 f断面図のG81以北 g断面図のG39以西	UBANGUI平原北部	先カンブリア紀末期の 堆積岩類片岩類	砂状化、礫状化および亀裂の 発達した岩盤風化帯 深さ50m 比抵抗値 $\rho = 250 \sim 1,000 \Omega \cdot m$ 岩盤風化帯と未風化岩盤の境界 付近は有力な滞水層	風化帯の厚さが地域毎 に大きく異なるため、 電気探査を実施する 必要がある。
			中央アフリカ面	先カンブリア紀前期の複合基盤 (チャーンノッカイト等)		
C	BOGANGOLO郡全域 BOSSEMBELE郡南部および東部	d断面図 f断面図のG37以东 g断面図のG38以南	中央アフリカ面	先カンブリア紀前期の複合基盤 (ミグマタイト、雲母片岩)	未風化複合岩盤の裂か帯 深さ40～50m 高比抵抗層の中で相対的に 低い比抵抗値を示す部分。	滞水層の分布が局部的 な裂か帯に限定される ため、水平探査を含め た調査を入念に実施す る必要がある。
			UBANGUI平原	BタイプとCタイプと同じ		
B+C	BIMBO郡北部 DANARA郡南部～東部	c断面図	UBANGUI平原	BタイプとCタイプと同じ	BタイプとCタイプと同じ	Cタイプと同じ

※ 比抵抗値から区分した地質構成タイプを示す。

#### (4) 電気探査のまとめ

対象地域内で実施した電気探査の結果を整理すると次のようである。

- 1) 滞水層の比抵抗値は、Aタイプの地質構成の場合100~500 $\Omega$ -m、Bタイプの地質構成の場合250~1,000 $\Omega$ -m程度が目安となる。
- 2) 比抵抗値による地層構成のタイプの中でAタイプはUBANGUI平原、南西部が該当し、取水層は第三紀~第四紀河成堆積物の砂質土層または砂礫層が適当である。この河成堆積物は、層厚は変化に富んでいるが、50~100m程度になり、深井戸建設は深さ70m程度が適当である。
- 3) 比抵抗値による地層構成のタイプの中で対象地域の大半を占めるのはBタイプであり岩盤風化帯中の亀裂水が取水対象となる。既存井戸深度を考慮して深井戸深さは50mが適当である。
- 4) 比抵抗値による地層構成のタイプの中でCタイプは新鮮岩が浅く、岩盤に存在する破碎帯や亀裂群を水平電気探査によって入念に調査し、亀裂水を取水するように深井戸建設計画を立案する必要がある。井戸の深さとしては地下水の季節変動を考慮して40mを目標とする。

#### 3-3-3 既存井戸と地下水の状況

対象地域の既存井戸では、地質構成タイプに係わらず、目標揚水量を15 $\ell$ /min (= 0.9 $m^3$ /h) 以上としている。

地質構成がAタイプに該当するBIMBO郡南部に建設された既存井戸は、主に河成堆積物を取水しており、揚水量は5.0~40.0 $m^3$ /h (平均10 $m^3$ /h) である。この水量は、他のB、Cタイプの地域に建設された井戸の1.4~8.3倍の揚水量であり、Aタイプ地域の地下水賦存量が多いことを示している。また、Aタイプ地域の既存井戸は、深さ30~70mであり、他の地域より深い。

Bタイプ地域の既存井戸は、岩盤風化帯を主に取水層としており、揚水量は平均7.0 $m^3$ /hである。井戸の深さは30~50mであり、岩盤風化帯の厚さとほぼ同じである。

Cタイプ地域の既存井戸は、複合岩盤の裂か帯から主に取水している。揚水量は平均1.6 $m^3$ /h程度であり、深さは25~50mの範囲にある。

B+Cタイプ地域では、岩盤風化帯または複合岩盤の裂か帯から取水している。揚水量は、平均1.2 $m^3$ /h程度であり、深さは概ね40~50mの範囲にある。

以上の既存井戸から見た滞水層の特徴を整理すると、表3-3-7に示すとおりである。

表 3-3-7 既存井戸における滞水層の特徴

※ タイプ	地 域	地 形	井戸深度 (m)	取 水 層	平均揚水量 (m <sup>3</sup> /h)	備 考
A	BIMBO郡西部～南部	UBANGUI平原南西部	30～70	第三紀～第四紀の河成堆積物	10.0	BIMBO郡南部 井戸深さ70m
B	BIMBO郡北部 BOALI郡全域 BOSSEMBELE郡北部～西部	UBANGUI平原北部 中央アフリカ面	30～50	岩盤風化帯 (堆積岩、珪岩、片岩)	7.0	BIMBO郡北部 井戸深さ50m
C	BOGANGULO郡全域 BOSSEMBELE南部および東部	中央アフリカ面	30～50	未風化岩盤中の裂か	1.6	
B+C	BIMBO郡北部 DAMARA郡南部～東部	UBANGUI平原	40～50	岩盤風化帯および 未風化岩盤中の裂か	1.2	

※ 比抵抗値から区分した地質構成タイプを示す。

### 3-3-4 水 質

対象地域の村落住民が、生活用水として利用している水源の水質を把握する目的で深井戸、浅井戸（伝統井戸）、湧水、溜水および河川水から採取された39試料について、水質試験を実施した。採水地点および水源の内訳は、表3-3-8に示すとおりである。また、各試料の分析結果は、資料編に整理した。

表3-3-8 水質試験の水源別内訳

採水源 郡	深井戸	浅井戸	湧 水	溜 水	河川水	計
BIMBO	3	6	3	1	1	14
DAMARA	2	4	2	—	—	8
BOGANGOLO	—	3	—	—	—	3
BOALI	—	1	—	—	—	1
BOSSEMBELE	2	1	4 (2)	2	3	12 (2)
その他 (LOBAYE県)	1	—	—	—	—	1
計	8	15	9 (2)	3	4	39 (2)

注：（ ）内は整備湧水

試験項目別の特徴は、下記のとおりである。

#### 〔 色・濁り 〕

無色透明の水源が主体となるが、河川水や沖積面に設けられた浅井戸、湧水において、白濁または茶褐色の水が認められた。

#### 〔 水素イオン濃度 〕

全般に、Ph 5～6の範囲の値の弱酸性の水が大半を占めているが、BIMBO郡内の一部の深井戸ではPh 7前後の中性の水が認められた。

#### 〔 電気伝導度 〕

深井戸を除く水源は、大半が50 $\mu$ S/cm以下で、電解質成分が極めて少ない。一方、深井戸の場合は全般に100 $\mu$ S/cm以上（最大447 $\mu$ S/cm）で電解質成分に富んでいる。

〔 鉄 〕

鉄分は、大半が0.2ppm以下で問題にならないが、MPOKO川（支流を含む）の河筋（BIMBO郡～DAMARA郡）付近において水源種類に関係なく、0.5ppm前後のわずかに高い値を示すところが認められた。

〔 マンガン、亜鉛、銅 〕

これ等のイオンは、非検出または微量で問題にならない。

〔 塩素 〕

水源の種類に関係なく、5～35ppmの範囲で極めて含有量が少ない。

〔 アンモニア 〕

ほとんどの水源で非検出であるが、一部の河川水で0.5～0.7ppmの値が得られた。

〔 全硬度 〕

一部の深井戸で、100～350ppmの値が得られたが、大半の水試料は50ppm以下で微量である。

〔 一般細菌、大腸菌 〕

一般細菌、大腸菌に関しては、深井戸、整備湧水を除く全ての水源では、検査の結果顕著な反応があり、多くの菌を含む不衛生な水であることが判明した。一方、深井戸、整備湧水の場合は、非検出か検出されても微量であった。

以上の分析結果より、深井戸、整備湧水を除く全ての水源は、大腸菌、一般細菌によって汚染を強く受けており、生活用水として不相当であることが判明した。

なお、大腸菌および一般細菌が一部の深井戸でわずかに検出されたが、この原因として、ポンプの間違った使い方（例えば蛇口に容器を接触させる）や井戸周辺に家畜が集まり、汚染されたためと考えられる。このような問題は、村人に対する公衆衛生教育により、十分に解消できることである。

また、一部の地域で、鉄分がWHOの飲料水水質ガイドライン値（0.3ppm）をわずかに越える値で検出された。WHOのガイドライン値（1984年に公表）は、飲料水の安全性を保証する基準を各国が策定する際に利用する基礎資料となるもので、決して基準値ではない。鉄の場合に関しては、配水管の維持監理上の問題と味覚の面から0.3ppm程度の値が妥当としたもので、健康に影響する無機物質としては扱われておらず、各国の実情に基づき基準値を設定するのが良いとしている。

因に、WHOが1984年以前に設定していた水道水質の最大許容値は、鉄の場合1.0ppmとしており、対象地区の生活用水は概ねこの最大許容値の範囲に入る。しかし、対象地区の水源開発に際しては、鉄分の含有量について十分に留意しておくことが重要となる。

### 3-4 社会環境

#### 3-4-1 インフラストラクチャー状況

OMBELLA-MPOKO県は、中央アフリカ国の政治行政の中心であり、かつ社会経済活動の中心となっている首都バンギに隣接している関係上、社会基盤の整備に力が注がれてきた。この様な背景からOMBELLA-MPOKO県はインフラストラクチャーの状況が国内では比較的良好な地域に該当する。

OMBELLA-MPOKO県内の大半の村落は国道沿いにあり、その他の地域には主要な支線沿線を除いて、ほとんど集落はみられない。

県内のインフラストラクチャー状況は下記のとおりである。

- (1) 県内は首都を起点とする国道が放射状に広がっており、郡庁所在地にはガソリンスタンドも配置され、定期バス等の交通機関が発達している。
- (2) 県内の大半の村落には小学校が設置されており、教育を受けることができるようになっている。
- (3) 医療施設として、各郡庁所在地に診療センターが設置され、出先機関である無料診療所は1つの郡に3ヵ所程度配置されている。これらの医療施設は無料診療を基本とし、診療センターでは入院や簡単な手術を受けることもできる。医薬品も原則として無料であるが、現在、財政上の問題から在庫を切らしている状態が続いている。
- (4) 県内には電話回線および郵便局がなく、通信連絡体制整備の遅れが目立つ。
- (5) 主要な村落に公設市場が配置され、集積する地方生産物の流通に利用されている。
- (6) 電気はBOALIに発電所が設置されている関係上、BOALIからバンギ市に配電されており、県内ではBOALI周辺、およびBIMBO市付近の一部の住民しかその恩恵に浴していない。
- (7) 首都バンギに国営放送局（ラジオ、テレビ）があり、県内では全域が受信可能地域となっている。



### 3-4-2 道路事情

対象地域内の道路網は、国道、支線道路（地方道）に分類され、その概要は次のとおりである。また、県内の道路網は図3-4-1に示すとおりである。

#### (1) 国道

OMBELLA-MPOKO県内には国道1、2、3、4、6号があり、このうち国道1、2、6号は首都バンギを起点としている。

県内の国道2、3、6号は全線が幅員は5.5m以上確保され、アスファルト舗装されている。国道1号はバンギ～BOSSEMBELE間がアスファルト舗装されているが、BOSSEMBELEより北方は未舗装である。また、国道4号は県内の全線が未舗装である。各国道の未舗装区間は幅員は5.5m以上で、道路補修および整備がおこなわれているため、大型車の通行に支障はない。

しかし、国道の未舗装区間は道路維持のため、雨量規制により一定雨量以上になると通行止めとなる。

橋梁はほとんどコンクリート製であり、また、一部の架設橋はH鋼によって補強されているため、大型車の通行に問題はないと言える。

#### (2) 支線道路

支線道路は幅員が4m以上が確保されており、大型車輛の通行が可能である。

しかし、全ての支線道路は未舗装であり、雨期はラテライトにより路盤が改良されている場合通行が可能であるが、未改良区間では泥濘化し、車輛の通行が困難となる。特に、BINBO郡の支線道路が大型車の通行が不可能となる区間が多い。

また、河川を跨ぐ橋梁も全般に幅員4mで大型車の通行に支障のない構造になっている。しかし、破損した状態のまま放置された橋梁や幅員が2.7m程度しかなく、大型車の通行が困難な橋梁が一部認められる。橋梁の通行が不可能になった場合は、その沿道の村落住民は国道沿いに移住してしまい、廃道となってしまう例が多い。

その例として、BOSSEMBELE郡BOUDOUKPA～BOGANGOLOを結ぶ支線道路が挙げられる。

### 3-4-3 社会状況

対象地域は全体的に起伏が少ない平坦な地形であるが、ほとんどの村落が国道と主要な支線道路沿いに分布する。また、国道から離れた大半の地域が自然の状態のまま残されており、農場が数カ所点在する程度である。

OMBELLA-MPOKO県は6郡に分けられるが、バンギ市に隣接するBIMBO郡の場合、首都圏の拡大に伴い、人口の集中が目立ち、他の5郡よりも人口密度が高くなっている。



BIMBO郡の1カ村当たりの平均人口660人あるが、県内の他郡における1カ村の平均人口は220～270人であり、国内各県とほぼ同等のレベルである。

表 3 - 4 - 1 1カ村当たりの平均人口

郡	1カ村当たりの平均人口 (人)
BIMBO	660
DAMARA & BOGANGOLO	221
BOALI	227
BOSSEMBELE	262

(1988年国勢調査より)

村落の社会構造は図 3 - 4 - 2 に示すとおりであり、各郡には1～2の村落自治区委員会が設置されている。

県知事および郡長は中央政府から派遣されるが、村落自治区委員会のメンバーや村長は選挙によって選ばれる。このうち、村長は終身制が適用されている。

開発等の行政上の諸問題は県知事、郡長レベルで処理されるが、地域的な諸問題の処理は村落自治区委員会や村長レベルで行われる。

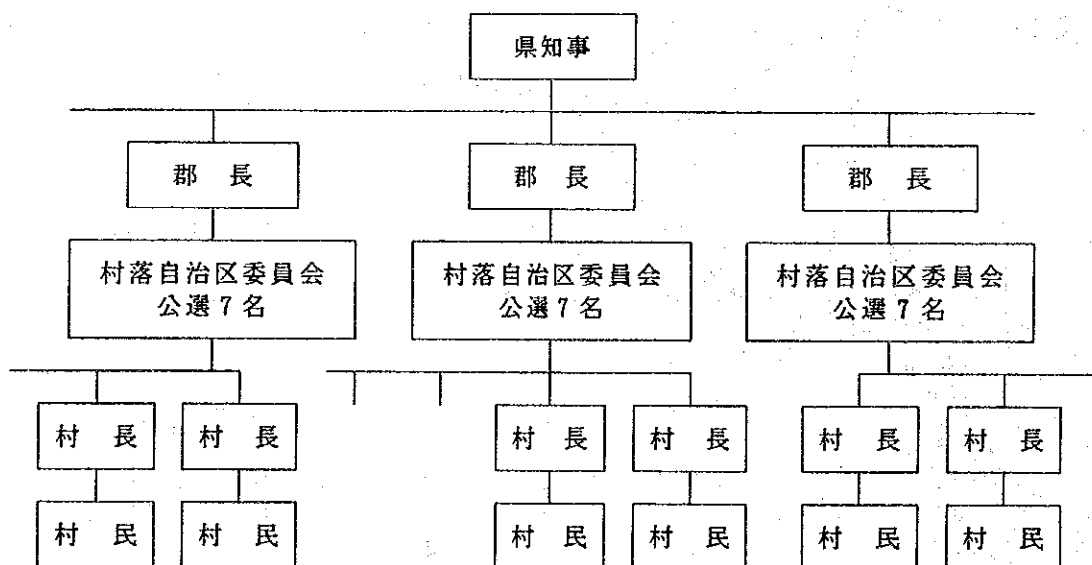


図 3 - 4 - 2 村落の社会構造

### 3-4-4 経済状況

対象地域であるOMBELLA-MPOKO県は、食糧の大量消費地である首都バンギに隣接しており、食糧供給地の役割を担っている。

県下の産業として農業が最も盛んで、数少ないが農場もあり、農作物の大量生産を行っている場合もあるが、大半を自給自足の小規模農業が占めている。農業生産物としては、国民の主食となっているカッサバ（イモ類）が主体である。カッサバ以外の農業生産物は、落花生やバナナ、柑橘類、マンゴ等の果実が栽培されている。余剰農産物はバンギの市場に出回り、貴重な現金収入となっている。

漁業としてはUBANGUI川に生息しているキャピテンと呼ばれる淡水魚が市場に出ているが、高級魚として扱われているため、一般国民の食卓のぼることは少ない。県下のUBANGUI川支流では淡水魚が獲られ、一部、村落住民の現金収入の対象となっている。

県下の畜産資源は主に牛、カブリ（山羊の1種）、山羊、鶏であり、伝統的な方法で放牧、飼育され、村落住民の重要な蛋白源となっている。また、一部はバンギの市場で村落住民の現金収入の対象となっている。

県下の鉱物資源としては県北西部（YALOKI周辺）で少量の砂金が採掘されるだけである。

3-4-5 既存給水施設および給水事情

(1) 既存給水施設

OMBELLA-MPOKO県の村落部における既存の給水施設としては、深井戸、手掘りの浅井戸、整備湧水等に分けられる。この他、給水施設のない住民は、未整備湧水、河川水や溜水等から生活用水を得ている。

〔計画対象地域の深井戸〕

計画対象地域における深井戸の分布は、表3-4-2および図3-4-3に示すとおりである。また、各井戸の諸元については、資料編の一覧表に整理した。

表3-4-2 既存深井戸の分布状況

郡	深井戸 (本数)			
	公共用井戸	私有井戸 (企業等)	地下水位 観測孔	計
BIMBO	13	19	1	33
DAMARA	29	1	1	31
BOGANGOLO	8	—	—	8
BOALI	27	—	—	27
BOSSEMBELE	8	—	2	10
計	85	20	4	109

計画対象地域の深井戸（平均深度50m程度）は計109井あり、私企業や地下水位観測孔を除く公共施設としての深井戸は85井である。1井当りの給水人口は250人と考えられているので、対象地域の1993年現在の推定人口158,313人に対する深井戸による給水普及率は13%にしかすぎない。

深井戸に設置されているポンプは、全てフランス製の足踏式が使われているが、一部の深井戸ではポンプが故障した状態のままのものも含まれており、実質的な稼働率は70%程度である。

これ等公共用深井戸の建設は、主に援助プロジェクトとして実施されたものであり、その内訳は下記のとおりである。

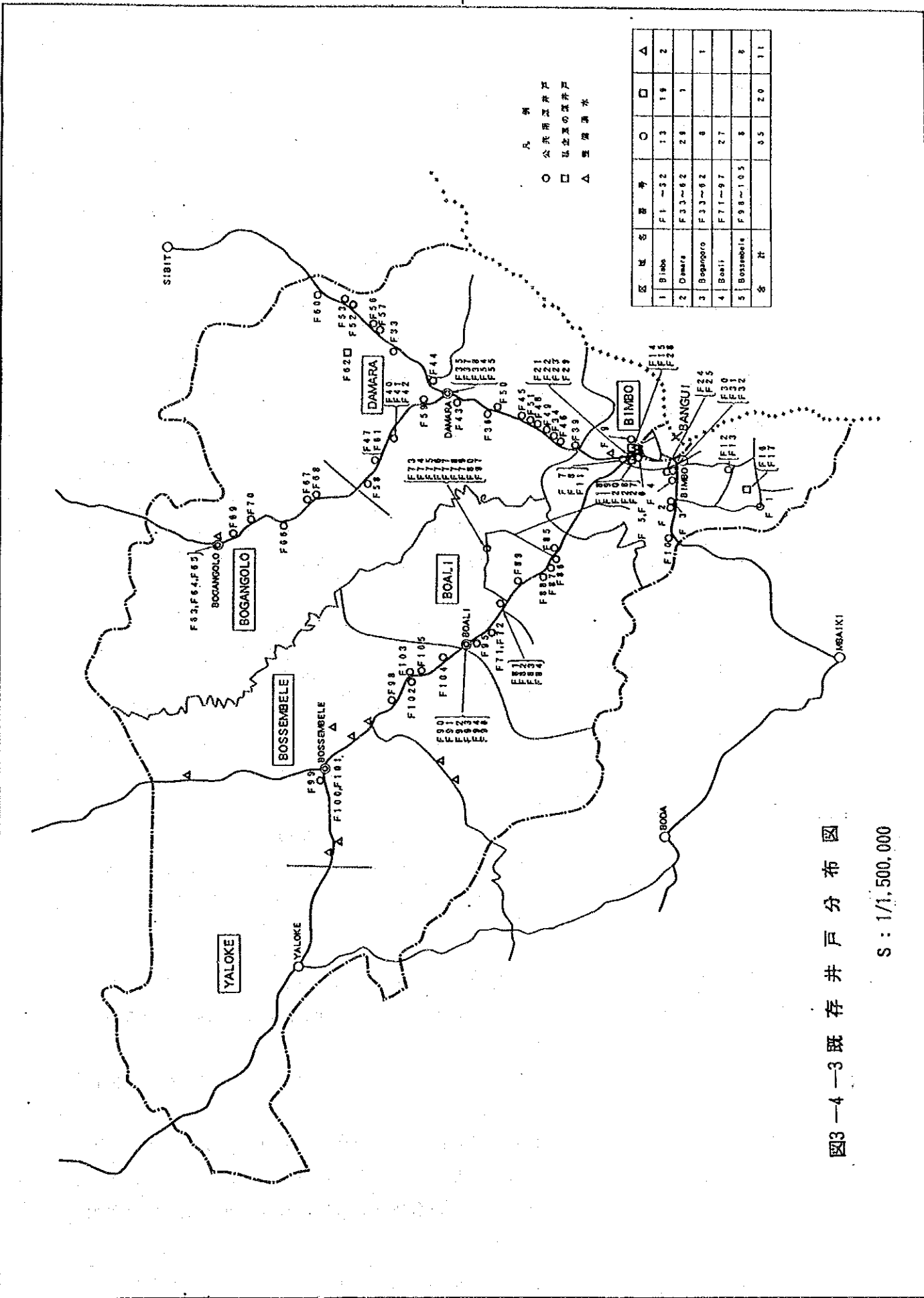


图3—4—3 既存井戸分布图

S : 1/1,500,000

・ 西部地下水開発計画（フェーズⅠ）の援助資機材 （日本援助）により開発した深井戸	66井
・ 農業開発公社で開発した深井戸	7井
・ U N I C E Fの援助プロジェクト	10井
・ 民間会社委託（宗教団体関係）	2井
計	85井

〔 手掘りの浅井戸 〕

自由面地下水位が比較的浅いBIMBO郡、DAMARA郡、BOALI郡等で手掘りの浅井戸の使われている例が多く、浅井戸は次の2種に区分される。

- ① 伝統型井戸（図3-4-4参照）
- ② F E D型井戸（図3-4-5参照）

① 伝統型井戸は、村人が人力で掘削した素掘りの井戸で、深さ7～10m程度が多い。汲み揚げ方式は、ロープとバケツを利用したもので、井戸内側の滞水砂層からの崩壊が起こり易いため、豊水期でもその水深は1m前後である。したがって、乾期には水位が下がり、水涸れするため、住民は遠方の河川水や溜水等に代替水源を求めざるを得ない。

② F E D型井戸は、コンクリート枠、コンクリート集水管で側壁が保護された井戸であるが、汲み揚げ方式は伝統型井戸と同じロープとバケツが使われている。この型の井戸は相対的に伝統型井戸よりも深くなるが、乾期における井戸の水涸れは避けられず、通年利用されていることはほとんどない。また、内部がコンクリート枠となっていることによる改修工事（掘り増し）が困難なことや、汚染が原因で利用されないまま放置されている井戸も認められた。

これ等、浅井戸の共通の問題は、乾期の水涸れ、密閉型の井戸になっていないことによる汲み揚げ器具からの汚染および浅層地下水を利用していることによる地表からの浸透水に起因とする汚染が挙げられる。

〔 整備湧水 〕

整備湧水の施設は、谷の源頭部で比較的まとまった湧水量が得られるところに設けられており、浅井戸に比べて施設数は極めて少ないが、BOSSEMBELE郡が主な分布地域である。

給水施設の工事は、国家プロジェクトとして一斉に実施されたものでなく、厚生省やF E Dが単発的に工事を行ってきた。

整備湧水施設の模式図は、図3-4-6に示すとおり、水源がコンクリートで密閉され、外部からの汚染を防止する面でおおいに効果を発揮しているが、自由面地下水が水源となっているため、浅井戸と同様、豊水期と涸水期における湧水量の格差が大

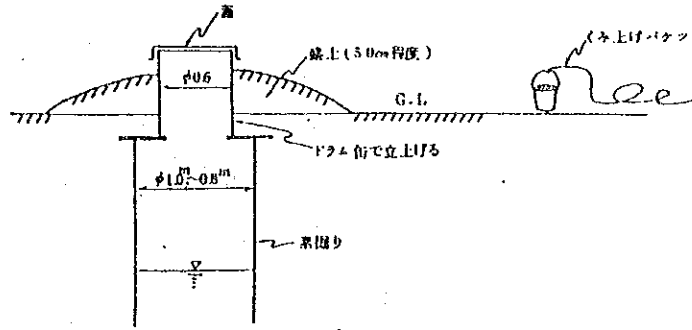


図3-4-4 伝統型浅井戸様式図

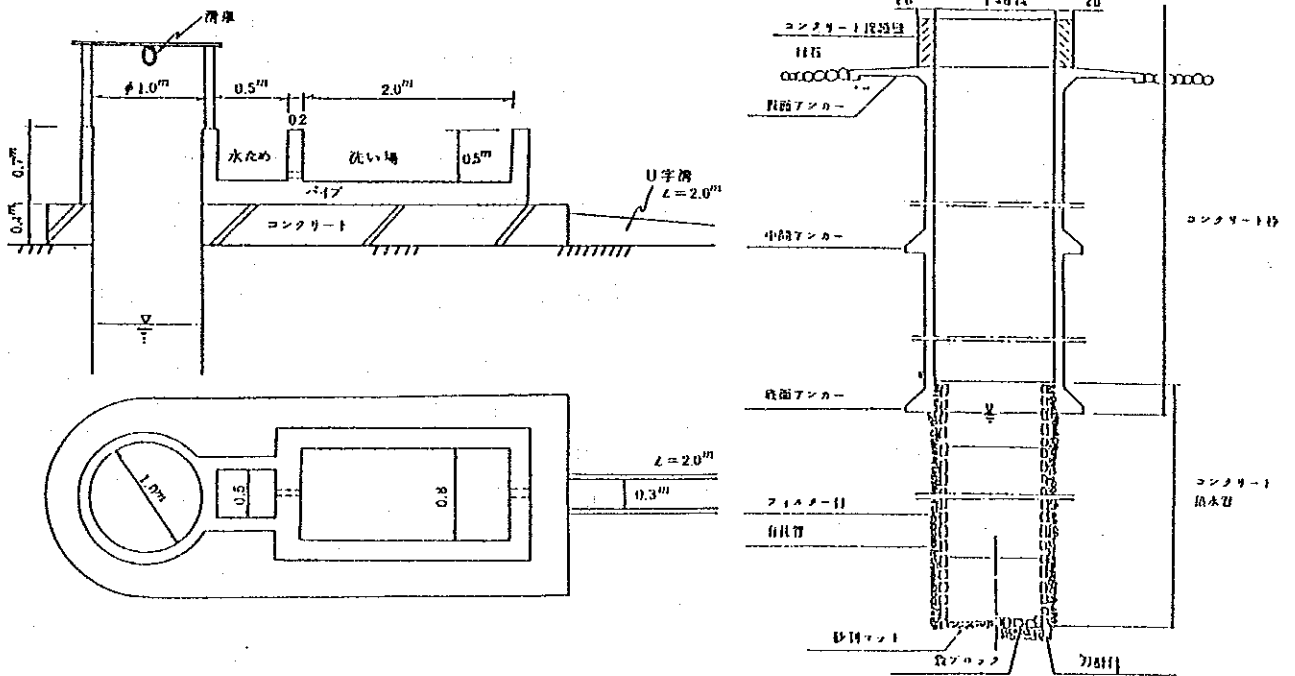


図3-4-5 近代型(FED型)浅井戸様式図



きく、乾期には湧水が完全に停止する場合もある。

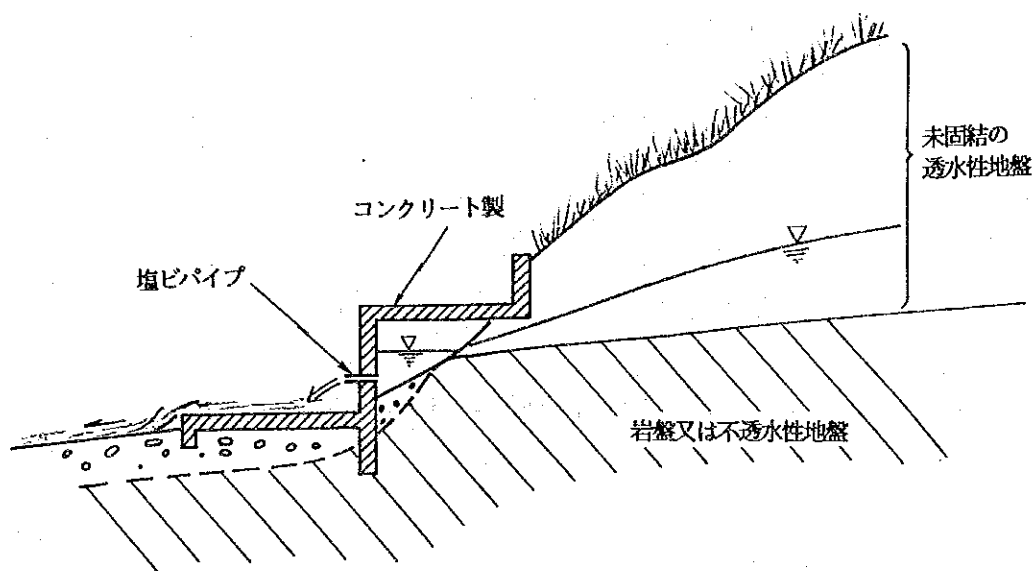


図 3-4-6 整備湧水模式断面図

調査対象地域内における整備湧水の分布状況は、下記のとおりである。また、整備湧水の分布位置に関しては、図 3-4-3 に併記した。

郡	整備湧水施設の数(ヶ所)
BIMBO	2
DAMARA	1
BOGANGOLO	0
BOALI	0
BOSSEMBELE	8
計	11

(2) 地下水開発に対する援助の動向

当地域において、今までに実施された地下水開発プロジェクトおよび計画中のものは、下記のとおりである。

1) 「西部地下水開発計画(フェーズI)」(1986~1992年)

OMBELLA-MPOKO、LOBAYEの両県に、日本から援助した資機材を使って、水利局が200本の深井戸建設工事を行った。調査対象地域であるYALOKO郡を除くOMBELLA-

MPOKO県には、66本の深井戸が完成している。

2) 「村落水利計画 (A D E C A F)」 (1991年)

アフリカ開発銀行 (B A D) の資金で、農業開発省がOMBELLA-MPOKO県を含む3県において40本の深井戸を開発するプロジェクトで、調査対象地域では7本の深井戸が建設された。

3) 「小規模無償プロジェクト」 (1993~1994年)

OMBELLA-MPOKO県のYALOKE市 (調査対象地域に隣接) に、日本の無償資金協力で水利局の直営工事により15本の深井戸を建設するプロジェクトで、1993年10月から開始され、1994年1月には完了を予定している。

4) 「中央アフリカ水部門開発計画 (C O 3)」 (1993~1997年)

OMBELLA-MPOKO、LOBAYEの両県に、F E N U の資金によりU N D P が4年間で350本の深井戸を建設する計画で、1994年2月頃から工事が開始される予定である。このC O 3 プロジェクトは、「西部地下水開発計画 (フェーズII)」と地域的に重複することになるが、水利局、U N D P、当調査団との3者協議により、C O 3 プロジェクトはLOBAYE県およびOMBELLA-MPOKO県のYALOKE郡を担当することになり、当プロジェクトと重複しない様に調整された。

5) その他のプロジェクト

その他、調査対象地域内には、U N I C E F 援助による深井戸が10ヶ所分布している。

(3) 給水事情

対象地域内の村落住民に対する生活用水の安定した給水源としては、深井戸と整備湧水があり、これ等の施設による給水普及率は20% (1991年) である。

公共の給水施設の恩恵に浴さない残りの住民は、手掘りの浅井戸、湧水 (沖積層からの湧水)、溜水、河川水等の不衛生な水を生活用水としている。同時に、浅井戸、湧水等は乾期になると涸れることが多く、遠方の水場から水を運搬しなければならない。この水運びの作業は、女性および子供の仕事になっており、その負担は極めて大きい。

生活用水の実態を把握するため、対象地域内の38の村落において主婦を対象にしたアンケート調査を実施した。同時に、今までに日本の援助で深井戸による給水施設が整備されているLOBAYE県、NANA MAMBERE県の9村落についても、建設前、建設後の状況について調査を行った。

アンケート調査の数量内訳は、表3-4-3に示すとおりである。

調査の結果については、表3-4-4に整理した。

表3-4-3 給水事情に関するアンケート調査の数量内訳

地 域	水源の種類	深井戸	浅井戸	湧 水	溜 水	河川水	計
		(件)	(件)	(件)	(件)	(件)	(件)
OMBELLA-MPOKO県	BIMBO郡	2	5	2	2	1	12
	DAMARA郡	4	3	2	—	—	9
	BOGANGOLO郡	—	1	—	—	—	1
	BOALI郡	—	1	—	—	—	1
	BOSSEMBELE郡	2	1	5(2)	2	3	13
	YALOKE郡	1	—	1	—	—	2
	計	9	11	10(2)	4	4	38
LOBAYE県		5	—	—	—	—	5
NANA MAMBERE県		4	—	—	—	—	4
計		18	11	10(2)	4	4	47

※ ( ) 整備湧水

1) 水汲みに要する時間

調査時期が雨期の豊水期に当り、水汲みに要する労働時間は、一般的に30分前後であった。しかし、深井戸以外の水源、即ち、手掘りの浅井戸、湧水、表流水を水源とする住民の場合、渇水期(12~4月)には地下水位が低下したり、表流水が涸れることにより、遠方にある他の水源に頼ることになるため、水汲みの労働時間が大幅に増えることになる。なお、フェーズIの深井戸建設工事の結果、着工前、平均1時間かかっていた水汲み労働時間が、完了後に半分以下に短縮された。

2) 生活用水量

計画対象地域の住民は、生活用水のうち、洗濯用水、水浴び用水は水量の豊富な河川水、溜水を使い、飲料水・料理用水は異なった水源から求めている例が多い。飲料水・料理用水の使用量に限定して見ると、深井戸施設のない住民の場合、4~5ℓ/日・人に集中し、量的な不満を持っている場合が多いが、これに対し深井戸施設がある住民の場合、平均6ℓ/日・人で、前者に比べ20~50%使用量が多くなり、大半の住民は量的に満足している。

一方、全生活用水量で見ると、浅井戸、深井戸等の限られた水源しか持たない村落の場合、使用量は10ℓ/日・人前後(Max 17.5ℓ/日・人)と極めて少ない結果

表3-4-4 主婦からの聞き込み調査結果

地域および水源の種類	水汲みに要する 労働時間 (時間/日)	生活用水量 (ℓ/日・人)								生活用水に 対する満足度				発生頻度の高い 水系疾病	備 考						
		全生活用水				飲用・料理用水				水量		水質									
		05 以下	06 10	11 15	16 20	1 5	6 10	11 15	16 20	1 5	6 10	11 15	16 20			満 足	不 満 足	満 足	不 満 足		
調査対象区域 (YALUKE郡含む)	浅井戸 (11件)	10 Av < 0.5	Av = 11.3				Av = 3.9				10	11	11	5	1			<p>・水汲みに要する時間は、概ね0.5時間前後であるが、乾期には浅井戸、湧水共溜れる例が多く、他の水源を求め多大な労力を必要とする。</p> <p>・生活用水のうち、洗濯、水浴び用水は、浅井戸、河川水を利用する住民を除き、飲料水、料理用水とは異なる他の水源を使っている例が多い。飲用、料理用水量は3~7ℓ/日・人の範囲で、河川水を利用している住民を除き概ね量的に不十分と考えている。</p> <p>・水質に関しては、一部の整備湧水を除き、全ての住民が不満を持っており、下痢、寄生虫等の水系疾病が多く発生する問題をかかえている。</p>			
	湧 水 (10件)	7 Av = 0.7	Av = 8.8				Av = 5.5				6	7	9	4	1						
	溜 水 (4件)	Av = 0.6					Av = 4.7				3	4	4	3	1						
	河 川 水 (4件)	Av = 0.4					Av = 3.9				4	4	4	3							
	上記水源の合計 (29件)	23 Av < 0.5	Av = 10.8				Av = 4.8				19	26	28	15	2	1					
調査対象区域 または 隣接地域	深井戸 (18件)	18 Av < 0.5	Av = 11.1				Av = 6.3				16	17	16	2	1	2	1	<p>◎深井戸の工事着工前と完成後を対比すると、</p> <p>・水汲みに要する時間は着工前平均約1時間かかっていたのが、完成後は半分以下に短縮された。</p> <p>・生活用水量のうち、飲用、料理用水は、深井戸完成後は着工前の150%以上の使用量となり、その効果が認められる。しかし、洗濯、水浴び用水は河川水等の別の水源を使っている例が多く、現状でも量的に不十分と判断される。</p>			
	OMBELLA-MPOKO県 LOBAYE県 NANA MAMBERE県 深井戸建設以前 に他の水源を 利用していた時 (18件)	Av = 0.9	Av = 7.8				Av = 4.0				16	12	15	3	3	3	1	<p>・水質面では、深井戸着工前何らかの水系疾病に関する問題を抱えていたが、完成後病気は極端に少なくなり、深井戸完成による効果が最も顕著に表れている。なお、完成後水質、水系疾病に問題のある深井戸が認められたが、管理上の問題および保健・衛生についての住民に誤解から、深井戸の水と河川水を混ぜて使っていたためである。</p>			
		05 以下	06 10	11 15	16 20	1 5	6 10	11 15	16 20	1 5	6 10	11 15	16 20	満 足	不 満 足	満 足	不 満 足	下 痢	寄 生 虫	皮 膚 病	妊 婦 如 い

※ Avは平均値

となった。

この理由として、

- ① 浅井戸の場合、水深が浅く、水位の回復が遅い（透水係数が小さい）事により1日当りの使用可能量に限界があるためと考えられる。
- ② 深井戸の場合、利用人数が多く、汲み揚げ時間に制約があるか、あるいは管理委員会による自主規制が考えられる。

### 3) 水 質

水系疾病に関する質問では、給水施設（深井戸、整備湧水）のある集落の場合、20件の調査のうち下痢症状の訴えがあったのはわずかに2件にすぎない。しかし、他の水源を生活用水とする場合は、全て下痢症および寄生虫による発病が頻発するとの回答を得られ、極めて不衛生な水を飲用していることを反映している。このような背景から、給水施設を持たない集落のほとんどの住民は水質に対する不満を持っていることが判明した。

因に、河川水を利用するある村落での聞き込みにおいて、「児童を対象にした検便を厚生省で行った結果、全児童から3～4種類の寄生虫が検出された」との情報を得た。

### 4) 生活用水に係わる現状と問題点

以上の調査結果より、給水施設のない住民は全般に水量・水質面での問題を抱えており、豊水期には浅井戸や河川水から容易に生活用水が得られていたが、渇水期には遠方の水場から水を運搬する労働を強いられていることが判明した。

一方、深井戸施設がある住民は清潔な水を、飲料水か料理用水にしか使わず、洗濯用水、水浴び用水は河川水等の不衛生な他の水源を利用している例が多い（18件中13件）。全生活用水量を井戸水に依存する場合は10ℓ/日・人程度である。しかし今後、深井戸施設が普及し、保健・衛生の観念が村人に浸透すると、必要生活用水量も増えて来ると予想され、中央アフリカ国の目標としている生活用水量20ℓ/日・人は妥当な値と判断される。

## 3-4-6 既存給水施設の管理状況

OMBELLA-MPOKO、LOBAYE、NANA MAMBEREの各県における既設深井戸の維持管理状況を把握するために、25本の深井戸について現地調査を実施した。

調査結果は下記のとおりである。

(1) 井戸ポンプの稼働状況

調査の対象となった井戸のポンプは全てフランス製足踏式ポンプが使われている(図3-4-7参照)。

各県における既設井戸ポンプの稼働状況は表3-4-5に示すとおりである。

表3-4-5 井戸ポンプの稼働状況(25台)

県別	稼働中	修理中	故障	備考
OMBELLA-MPOKO	67 %	0 %	33 %	本計画のフェーズ I
LOBAYE	63 %	0 %	37 %	本計画のフェーズ I
NANA-MAMBERE	60 %	40 %	0 %	北西部地下水開発計画
計	64 %	8 %	28 %	

注 UNDPが1993年実施した調査によると、OMBELLA-MPOKO、LOBAYE県の井戸稼働状況は、稼働中65%、故障35%である。

井戸ポンプの故障の原因は、ピストンリング、ピストン、パッキンの消耗部品の損耗によるものと、ボドルッシュ(ポンプの中のゴムホース)のひび割れである(図3-4-7参照)。この内、消耗部品の損耗に関しては、村人レベルで部品の交換を行えば、簡単に修理できる故障である。また、本計画のフェーズ I で使われたポンプのボドルッシュは、古いタイプのものであったためひび割れがみられたが、その後品質の改良が行われ、北西部地下水開発計画ではボドルッシュの故障は見られなくなった。

(2) 井戸管理組織

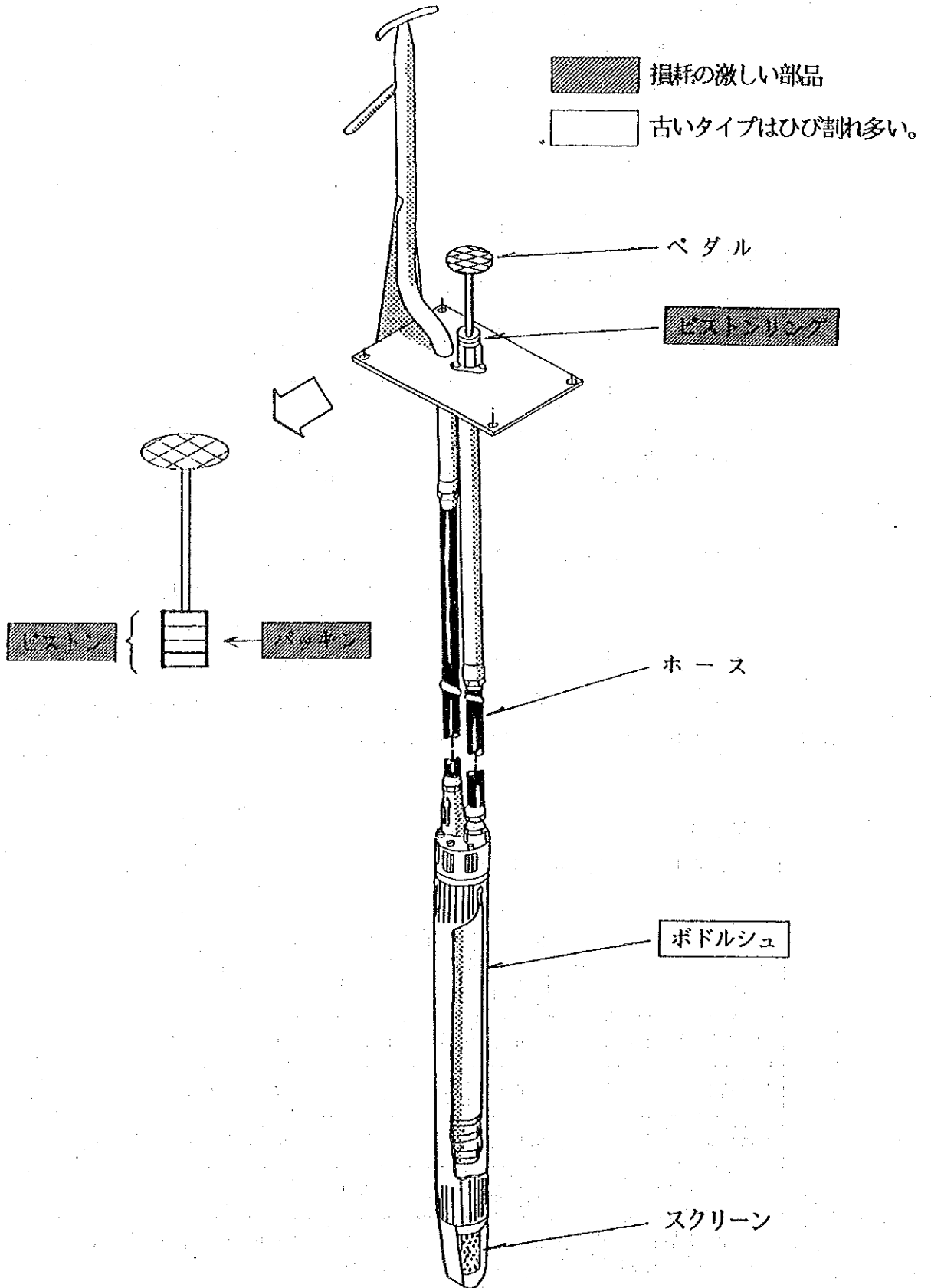
各県における井戸管理組織の現況は表3-4-6に示すとおりである。

表3-4-6 井戸管理組織の有無(25村落)

県別	管理組織有り	管理組織無し	備考
OMBELLA-MPOKO	50 %	50 %	本計画のフェーズ I
LOBAYE	50 %	50 %	本計画のフェーズ I
NANA-MAMBERE	100 %	0	北西部地下水開発計画
計	60 %	40 %	

注 UNDPが1993年実施した調査によると、OMBELLA-MPOKO、LOBAYE県の井戸管理組織の有無は、有61%、無39%である。

図3-4-7 足踏ポンプ構造図



本計画のフェーズⅠがスタートした時点では、井戸管理に関する啓蒙活動を十分行っていないため、50%程度しか組織が活動していない結果が得られた。一方、北西部地下水開発計画では、工事着手時に水利局のプロジェクト担当者が積極的に啓蒙活動を行った結果、全ての深井戸で村落深井戸管理委員会があり、活動していることが判明した。

#### 3-4-7 水系疾病

中央アフリカ国およびOMBELLA-MPOKO県における1988~1991年（1989年は未集計）の間の水系疾病の患者数は表3-4-7に示したとおりである。

OMBELLA-MPOKO県における水系疾病患者数の推移を見ると、本計画のフェーズⅠの工事が開始された1988年の患者総数が29,836人で、県人口180,857人（1988年12月の国勢調査の集計）の約17%を占めていたが、1991年では24,616人（県人口の約14%）と徐々に減少し、特に最も罹患率の高い下痢症や寄生虫症でその低下傾向が顕著である。

アンケート調査では、手掘りの浅井戸、湧水（沖積層からの湧水）、溜水、河川水といった不衛生な水を生活用水としている村落住民は例外なく、下痢や寄生虫病を患っている結果が出ている。表3-4-7に示した統計は、診療センターによる集計であるが面積の割りに数が少ないのは、診療所から離れた地域の住民は交通手段の問題から通院できる人の数が少ないため、この統計資料よりも実際の患者数は大きく上廻ると理解しておくのが適当である。

診療所における聞き込み調査の結果では表3-4-7の他に寄生虫病としては回虫、線虫、酢桿線虫等による疾病が多いようである。

これらの水系疾病の患者を減らすには、住民への衛生教育を徹底させるのはもちろんであるが、本計画フェーズⅠの実施による患者数の減少傾向から見ても明らかなように、深井戸による清浄な地下水を安定供給することが必要である。



表 3 - 4 - 7 中央アフリカ国およびOMBELLA-MPOKO県における水系疾病の状況

病 気 名	地 域	1988年度	1990年度	1991年度
腸チフス&パラチフス	全 国	—	198	211
	OMBELLA-MPOKO	95	6	13
アメーバ症	全 国	—	15,407	10,787
	OMBELLA-MPOKO	289	1,075	384
下痢症	全 国	—	100,716	58,526
	OMBELLA-MPOKO	9,946	6,057	5,269
肝 炎	全 国	—	2,886	1,907
	OMBELLA-MPOKO	277	268	346
トラコーマ	全 国	—	106	203
	OMBELLA-MPOKO	73	52	24
マラリア	全 国	—	174,436	125,038
	OMBELLA-MPOKO	10,114	8,292	9,181
皮膚疾患 (糸状菌症)	全 国	—	14,807	8,692
	OMBELLA-MPOKO	314	1,283	766
腸内ビルハルツ住血吸虫病	全 国	—	24,634	16,902
	OMBELLA-MPOKO	785	1,881	1,086
膀胱内ビルハルツ住血吸虫病	全 国	—	3,601	1,984
	OMBELLA-MPOKO	73	260	374
フィラリア症	全 国	—	11,523	10,678
	OMBELLA-MPOKO	753	759	911
十二指腸虫病	全 国	—	59,868	44,015
	OMBELLA-MPOKO	2,737	3,052	2,810
寄生虫症	全 国	—	84,323	54,839
	OMBELLA-MPOKO	4,380	3,857	3,452
合 計	全 国	—	492,505	333,782
	OMBELLA-MPOKO	29,836	26,842	24,616

厚生省資料

### 3-5 給水行政組織

OMBELLA-MPOKO県内には、水利局の出先機関はないが、既存の深井戸には村落深井戸管理委員会を組織し、村人自身が自主的に運営維持管理を行う運動を展開中であり、水利局としては技術的に側面援助を行う体制がとられている（2-2-2(3)項、3-4-6項に詳述）。



## 第4章 計画の内容



## 第4章 計画の内容

### 4-1 計画の目的

中央アフリカ国政府は、「国家投資3ヵ年計画（1992～1994年）」の重要課題として、農村地帯の住民に対する生活用水の量的な確保、水運搬労働時間の低減、農村人口の都市への流出抑制、水系疾病防止対策を目標とする地方における生活用水の開発を挙げている。具体的な目標としては、現在の地方における給水普及率18%（1991年）を、2000年までに50%までに高めることとしている。しかし、財政事情等から、国家開発計画全体の立ち遅れが目立ち、地下水開発についても同国が独自で計画を実施することは困難な状態にある。

上記目標を達成するためには、生活用水に対する緊急度が特に高いOMBELLA-MPOKOとLOBAYEの両県において新たに690本の深井戸を必要とするが、同国政府では現段階において590本の深井戸開発を策定している。その内訳は、本計画の240本とUNDPの350本である。このうち、OMBELLA-MPOKO県における240本の深井戸建設工事、工事に必要な資機材の調達および技術協力を我が国の無償資金協力によって実施しようとするのが本計画の目的である。

### 4-2 要請内容の検討

#### 4-2-1 計画の妥当性・必要性の検討

(1) 「国家投資3ヵ年計画（1992～1994年）」の水部門における開発目標は、2,000水源地の整備をあげており、水資源開発の重点地域として計画対象地域のOMBELLA-MPOKO県が含まれている。また、この国家計画（水部門）を補足するために開かれた水・衛生国家委員会のセミナー（1992年）において、2000年の地方における給水普及率の具体的な目標を50%と提言している。中央アフリカ国では、国際機関や先進国の援助によって、この目標達成に向けて水資源の開発を推進している。

計画対象地域における240本の深井戸開発計画も、この上位計画の一翼を担うものであり、我が国からの援助は国家計画を推進するうえで重要な役割を演じることになる。

(2) 同時に、当計画は我が国の無償資金協力として実施した「西部地下水開発計画（フェーズI）」の継続プロジェクトに該当し、当計画の実施は中断した当初計画を完了させることにもなる。

(3) OMBELLA-MPOKO県は、肥沃な土地であり、食糧の大量消費地である首都バンギに隣

接した立地条件から、農業の振興を重点政策とする中央アフリカ国にとって重要な地域となる。また、県内には、国道1号、2号、3号、4号、6号の幹線道路が通っているが、国道の舗装工事等、特にインフラストラクチャーの整備に力が注がれており、中央アフリカ国にとって開発のプライオリティが最も高い地域の一つに該当する。しかし、地方の住民が生活するうえで、基盤整備が急がれる給水施設の普及は特に立ち遅れが目立ち、給水普及率が約20%（1991年）と低いのが現状である。従って、当プロジェクトで240本の深井戸建設工事を実施することにより、裨益人口が84,000人になり、2000年の目標給水普及率の50%に近づけることが可能となる。即ち、計画対象地域における地下水開発は裨益効果が極めて高いと同時に、緊急性を要するプロジェクトと判断される。

- (4) 計画対象地域の住民の大多数は、生活用水を不衛生な浅井戸、湧水（沖積層からの湧水）、溜水、河川水に依存しているが、これらの水源は乾期になると多くは涸れてしまい、遠方の水場からの水運びを余儀なくされ、その労力は住民の大きな負担となっている。地下水開発による衛生的で安定した生活用水の確保は、旱魃や乾期の水不足問題の解消および不衛生な飲料水に起因する水系疾病の大幅な減少が期待され、保健衛生環境の改善、農民の生活の安定と向上、村落への人口の定着化、非生産的水運搬労働からの開放等に大きく貢献するだけでなく、深井戸を中心とした村落共同体の社会経済開発の促進に寄与する。即ち、本計画は、我が国の無償資金協力の主旨よりみて妥当性があると判断される。

#### 4-2-2 実施運営計画の検討

本計画の実施機関は、エネルギー・鉱山・水利省が総括責任者であり、プロジェクト実施の監督は、水利局が担当する。また、深井戸完成後の施設は、村落の住民自身で維持管理が行われる計画である。

水利局は、これまで我が国からの経済援助を本計画のフェーズIおよび北西部地下水開発計画において経験し、無償資金協力のシステムを十分に理解しており、本計画を遂行するうえで支障のない組織とスタッフを備えている。本計画に係わる要員としては、表2-2-2に示すとおり、水利局に属する職員60名のうち調査・企画・資料部および各プロジェクト部を主体とする約1/3の技術職員が考えられ、このなかには、日本から供与された掘削機に対するOn the job Trainingを目的としたドリラー等も含まれる。

プロジェクト実施運営（On the job Trainingも含む）のための予算は、外国援助プロジェクトの場合、開発予算として、中央アフリカ国独自の予算が計上されることになっている。水利局の開発予算の推移を表2-2-1に示したが、本計画のフェーズIや北西部地下水開発計画が実施されていた1992年度までは開発予算として59,000,000～

75,000,000FCFAが計上されていた。しかし、1993年度は国家財政上の問題に加え、大型プロジェクトがなかったため、開発予算は大きく減少している。基本的に開発予算額は、その年のプロジェクト（援助）内容によって左右されることを意味している。従って、フェーズIの予算実績を考慮すると、本計画においても実施段階における中央アフリカ国側の予算措置は問題ないものと判断される。

深井戸完成後の維持管理体制は、村落レベルでの自主的なメンテナンスを目標としており、村人自身で対処できない大きな故障に対しては、水利局の職員が技術的な対応を行う予定になっている。

深井戸毎に組織された管理委員会が、深井戸建設時に水利局からの技術指導を受け、自分達で消耗品の部品交換に必要な資金の積立てを行い、部品の購入と修理を行う体制をとることが予定されているため、日常の維持管理活動に対し、水利局が予算措置を講ずる必要はない。しかし、村人達だけで処理できない大きな修理（例えばボドルツシュの交換等）を行う場合は、水利局職員の現地における指導が必要となる。このための日数として、計画対象地域内で1年間に0.5ヶ月（約30ヶ所）程度と考えると、経費としては、

人件費（バレー、運転手）	(80,000+50,000) FCFA/月 × 1/2月 = 65,000 FCFA
車輛費、燃料費 等	15,000 FCFA × 10 回 = 150,000 FCFA
	計 = 215,000 FCFA

程度計上しておくことが望ましく、1990年以前の水利局の運営予算（55,000,000～69,000,000FCFA）からみても、十分に支出可能な範囲と判断される。

#### 4-2-3 類似計画の検討

計画対象地域を含むOMBELLA-MPOKOとLOBAYE県における地下水開発分野の外国援助は、当計画の外にUNDPのCO3プロジェクトが計画されている。この2県は、「国家投資3ヵ年計画（1992～1994年）」において地下水開発の重点地区に挙げられており、2000年における給水普及率50%の目標を達成するためには、2県（MBAIKI、BODA、BIMBOの都市は除く）に約840ヶ所の給水施設が必要となる。一方、両県の既存給水施設数153ヶ所（YALOKE郡、LOBAYE県は1991年の水利局資料によるもので、実質的には200ヶ所程度になるものと推定される）、本計画の深井戸240ヶ所、CO3プロジェクトの深井戸350ヶ所を加算しても743ヶ所にしかすぎず、まだまだ不十分な数量である。しかし、CO3プロジェクトに加え、本計画を実施することは両県の給水普及率を大幅にアップし、地方住民の生活環境改善に大きく貢献することになる。

また、CO3プロジェクトと本計画は、水利局における三者協議により、担当する区域割が行われ、本計画と重複しないよう調整されており、問題はない。



#### 4-2-4 計画の構成要素の検討

##### (1) 対象受益者

計画対象地域における現在の生活用水の受益者は、全人口の約20%にしかすぎないが、要請の240本の深井戸を新設することにより、本計画による受益者は約60,000人となり、2000年の推定人口188,000人に対する給水普及率を45%まで高めることができ、2000年の農村地帯における給水普及率の目標を50%にするという国家計画の目標に近づけることができる。

##### (2) 目標給水量

現地の聞き込み調査によると、生活用水は、① 飲料水・料理用水、② 洗濯用水・水浴び用水を異なった水源で利用する傾向がある。①の飲料水・料理用水の使用量に限定して見ると、1日1人当り6ℓ/日・人程度で、住民は量的に満足している。①に加え、②の洗濯用水・水浴び用水を1ヶ所の水源から得る場合は、中央アフリカ国で設定している目標値20ℓ/日・人が妥当な生活用水量と判断される。

また、対象地区全体の水収支で見ると、地下水涵養量として少なく見積もっても1年間に $2.5 \times 10^9 \text{m}^3$ /年が期待できる(3-3項参照)。一方、目標給水量20ℓ/日・人、1井当りの給水人口250人とした時の336ヶ所(内訳:既存の深井戸85ヶ所、整備湧水11ヶ所、本計画の深井戸240ヶ所)の水源から汲み揚げられる地下水量は $6.13 \times 10^9 \text{m}^3$ /年と計算される。

以上のとおり、地下水涵養量が地下水の使用水量を大幅に上廻っており、将来の人口増加、給水量原単位増加による地下水需要量の増加に対しても十分に余裕がある。

##### (3) 深井戸1本当りの給水人口

井戸1本当りの給水人口250人、1日1人当り20ℓの給水量とすると、1井当り $5.0 \text{m}^3$ /日の揚水量を必要とする。一方、中央アフリカ国における地方の一般的なポンプ稼働期間は午前4時間、昼間1時間、夕方2時間の計7時間であり、ポンプの揚水量を15ℓ/minとすると1日当りの揚水可能量は $6.3 \text{m}^3$ /日と計算され、中央アフリカ国で設定している深井戸1井当りの標準給水人口は妥当な値である。

また、人口250人以上の集落について検討すると、深井戸は日の出から日没まで利用されており、井戸の利用可能時間は12時間程度と見込むことができる。この時の最大揚水可能量は $10.8 \text{m}^3$ /日と計算されるので、深井戸1本に対する利用人口が500人( $10 \text{m}^3$ /日)以上の場合でも、全住民に必要な生活用水を供給することができる。

##### (4) 目標深井戸建設本数

計画対象地域における2000年の推定人口は188,000人となり、目標給水人口250人/本の給水施設として単純計算すると、必要給水施設は752ヶ所で、既存の給水施

設96ヶ所を除くと新設必要深井戸本数は656本となる。しかし、対象地区内の村落数は418あり、そのうち人口100人未満の小集落やアクセス道路に問題のある集落が多く含まれている。これ等の全村落を給水の対象とするのが望ましいが、給水施設の普及が遅れている現段階では、水利局でリストアップした集落から当面は人口の分布およびアクセス道路の条件に重点を置いた計画とするのが適当と判断される。

以上の観点から、井戸の配置をアクセスが可能で概ね人口100人以上（1993年推定）の集落を対象とし、大集落においては前記(3)の検討結果に基づき約300人に1本の深井戸が割り当てられるようにすると、計画対象地域における必要な深井戸本数は164村落に約240本となる。

(5) 深井戸工事の優先順位

計画対象地域は、行政的に5郡に分けられているが、給水普及率の低いBIMBO郡、BOSSEMBELE郡を先行して深井戸建設工事を行う。

表4-2-1 計画対象地域の給水普及率（1992年）

郡	人口 (1993年推定)	既存給水施設数 ※1 (ヶ所)	給水普及率 ※2 (%)
BIMBO (BIMBO市を除く)	78,266	13	4
DAMARA & BOGANGOLO	32,115	39	30
BOALI	22,546	27	30
BOSSEMBELE	40,491	16	10

※1：深井戸+整備湧水

※2：既存給水施設×250人/郡の人口

(6) 水理地質条件と計画井戸の平均掘進長

計画対象地域は、年間1,200~1,500mm程度の雨量があり、裂カ水の賦存が期待できる基盤岩中の断裂系や風化帯が拡がり、また、新生代の透水性堆積物が分布するため、全般的に地下水開発にとって有利な条件を備えている。しかし、一部の地域で浅所（深度15~20m）より高比抵抗を示す硬質岩盤（亀裂の少ない岩盤）が分布する場合もあり、井戸位置の最終決定に当たっては事前に電気探査を実施し、地質構造を詳細に把握し、地下水開発に有利な地点を選定することが重要となる。

ここでは、今回の現地調査、即ち電気探査結果、地形地質的特徴および既存深井戸データを整理し、新設井戸の暫定的な井戸深さを設定すると、最大掘進長70m、平均掘進長約50mとなる。

(7) 地下水開発チーム数

- 1) 要請に沿ったロータリー・エアハンマー併用型の掘削機を使用した場合の対象地区での井戸工事（移動、掘削50m、ケーシング挿入まで）は北西部地下水開発等の実施例から判断して1週間で1本程度掘削することが可能と推定されるので、平均掘進能率は10m/日とする。
- 2) 計画対象地区のさく井工事は、下記の作業実績および文献資料等を参考にして、成功率80%を採用する。
  - ① OMBELLA-MPOKO県における井戸工事の成功率は67%（水・衛生国家委員会編：中央アフリカ国村落部における飲料水供給と衛生報告書（1992））
  - ② 先カンブリア紀の非石灰岩地帯における井戸工事の成功率は75%（水利局/UNDP編：村落水利技術支援プロジェクト報告書（1990））
  - ③ 本計画のフェーズIにおける作業実績では成功率は88%
  - ④ 北西部地下水開発計画における作業実績では成功率が70%
- 3) 作業期間は乾期（11～3月）の5ヶ月間が最も適しているが、対象村落の大半が比較的道路条件の良い国道沿いに位置するので、雨期でも国道沿いの工事が可能であることを考慮し、1年間の実働時間を12ヶ月とする。
- 4) 上記の設定条件を基に、地下水開発チーム2チームよる工事期間について検討する。

総掘進長： $50\text{m} \times 240\text{本} \times 1.2 = 14,400\text{m}$

必要掘進日数： $14,400\text{m} \div 10\text{m/日} \div 2\text{台} = 720\text{日} \approx 2\text{年}$

この他にも、工事の準備や機械の整備期間も考慮する必要がある。

- 5) 以上の検討の結果、完全装備の地下水開発チームを編成すれば、2ヶ月間の工事準備期間と2年間の工事期間（掘削、揚水試験、水場工事）で計画を達成できると判断される。

(8) 目標年次

中央アフリカ国では、2000年における農村地帯の給水普及率を50%を目標としている。当プロジェクトの開始年次を1994年とした場合、資機材の調達期間を考慮して、作業期間は4年に跨るが、目標年次内に完了させることができる。

(9) 資機材

深井戸建設に際しては、掘削機を始めとする資機材が必要となる。フェーズIで先に供与した掘削機（2台）は、現在では老朽化が激しく故障がちのうえ、工事開始予定時の1995年には供与後9年で老朽化し、使用限界に達するため、当計画の工事に使

用することは期待できない。また、「北西部地下水開発計画」で日本から供与された掘削機（1台）に関しては、UNDPの前記CO3プロジェクトにおいて1997年まで重要な戦力として活用される予定になっている。

供与された掘削機は以上のような状況にあり、2年間で240本の深井戸建設工事を行うためには、要請どおり日本から新たに供与する2台の掘削機で工事を行うのが妥当であると判断される。

また、水利局では、表2-3-1△22項の調査を、1994年度にBADの援助により実施する予定であり、今回供与される資機材は、本計画の終了後、この調査結果を受けて策定される地下水開発計画に投入される見込みである。

#### (10) ポンプ

フェーズIで供与したフランス製ポンプは、村人レベルの修理が可能で、このポンプの採用は中央アフリカ国政府で推進している村人レベルで深井戸を維持管理する運動に寄与するものである。また、フランス製足踏式ポンプの代理店が中央アフリカ国内にあり、スペアパーツの補給体制も整っている。

以上の理由により、フランス製足踏式ポンプを採用する。

### 4-2-5 要請施設・資機材の検討

#### (1) 要請施設

当プロジェクトにおける中央アフリカ国側の要請施設は、深井戸とその付帯構造物よりなる給水施設であるが、計画対象地域内では一部の整備湧水以外、水処理を必要としない清潔な表流水が得られていないため、深層の地下水を水源とする深井戸による給水施設が建設コスト、維持管理面等より判断し最適と考えられる。

##### 1) 深井戸

井戸の形状のうち、深さについては4-2-4項での検討したとおり地質条件に沿って設定するのが適当である。井戸の仕上がり孔径については、ポンプ下部構造（足踏式ポンプのホドリューシュの径）、井戸管理上の問題（井戸孔内の清掃作業）を考慮すると、最低100mm以上を確保する必要があり、中央アフリカ国政府の要請どおり孔径115mmが又はそれ以上の孔径が適当であると考えられる。

##### 2) 付帯構造物

受水用エプロン、排水路等を備えつけた設備が付帯構造物となる。これ等の配置については、中央アフリカ国の標準仕様に沿って計画すれば問題はないが、井戸周辺の排水条件の悪い場合では、表層に溜まった水に動物等のふん尿が混り、地下水を汚染する原因となるため、排水路の延長を配慮したり、井戸周辺に動物侵入防止の柵等の対策を講ずることが必要と判断される。

## (2) 要請資機材

中央アフリカ国側の資機材に関する要請内容は、掘削用機材 2 組および深井戸工事 240 本分の井戸資材（ケーシング等）、設備用機材（ポンプ）よりなる。

4-2-4 項で検討したとおり、供与済掘削用機材のうち比較的新しい北西部地下水開発で供与した掘削機を当プロジェクトに使用すると、UNDP の CO3 プロジェクトに支障をきたす事、また、新しく掘削用機材を 2 組供与（技術協力を伴う）することは、中央アフリカ国政府自体の工事能力の強化充実に貢献する事等より、掘削用機材 2 組の供与は必要と判断される。

資機材の要請内容に対し、今までに実施された日本からの援助案件の実績を参考に本計画の施工条件等を考慮し、機材の組合せや機種を選定を行う事が必要である。

なお、工事のコスト低減を図るため、ベントナイトに替わる輸送コストの安い泥水剤の採用等も第 5 章において考慮する。

### 4-2-6 技術協力の必要性検討

水利局の技術者は、JICA 専門家による指導のもとに、本計画のフェーズ I の深井戸建設工事の実績を積んでおり、一通りの技術をマスターし、レベルアップが図られてきたが、多様な地質条件に対する掘削技術、事故処理、メンテナンス等の面で実務経験は充分とは言えない。これ等の問題を解決し、本計画後供与された資機材を有効活用していくためには、水利局の多くの技術者が本計画に参加し、技術力を向上させていくことが必要と判断する。

### 4-2-7 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討によりその成果、実現性、実施体制等が確認されたことで、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

### 4-3 計画の概要

#### 4-3-1 実施機関と運営体制

本計画の実施機関は、エネルギー・鉱山・水利省の水利局である。水利局の組織は、図2-2-2に示すとおりであり、首部のバンギに事務所がある。

運営体制は、水・衛生国家委員会が国家計画の基本方針を策定し、水利局が、計画、調査、施行までの実務を行う体制になっている。また、プロジェクトの実施は水利局の各プロジェクト部が担当することになり、日本からの協力が完了し、今後この計画を継続させていくためには、次のような地下水開発チームを2チーム編成し、要員を確保しておくことが必要である。

表4-3-1 地下水開発チームの人員構成

職 種 \ 区 分	調 査 班 (1班)	掘 削 班 (1班)	揚 水 試 験 班 (1班)
現 場 監 督 水 理 地 質 技 師	1	1	1
掘 削 技 師	0	2	0
技 術 員	2	2	2
運 転 手	1	6	4
作 業 員	2	3	2
計	6	14	9

#### 4-3-2 事業計画

事業計画は、下記のような内容から構成されている。

- (1) 対象地域は、OMBELLA-MPOKO県のBIMBO市を除くBIMBO郡、DAMARA郡、BOGANGOLO郡、BOALI郡、BOSSEMBELE郡に跨がる約25,000km<sup>2</sup>の区域とする。
- (2) 給水施設は清浄かつ量的にも安定した飲料水を得るための設備であり、安定した水質と水量が確保できる深井戸とする。
- (3) 目標とする給水条件は、1日1人当たりの給水量20ℓ、深井戸1本当たりの給水人口250人を基準とする。

- (4) 基盤岩の風化帯および裂か中に賦存されている質量共に良好な地下水が水源である。
- (5) 乾期においても水涸れしない滞水層中にストレーナーを設置する。
- (6) 揚水方式は、維持管理が容易で、経済性に富む人力式ポンプを設置する。
- (7) 付帯構造物は、衛生面および機能性を考慮し、井戸口元をコンクリートでまき、受水用エプロン、排水路を備えた設備とする。
- (8) 人為的な二次水質汚染を防止する目的で、住民に対して公衆衛生面での指導、教育を行う。
- (9) 深井戸建設本数は240本とし、対象区域内の村落別の人口分布および既存の深井戸施設の分布等を考慮して配置する。
- (10) 深井戸給水施設による普及率を現在（1991年）の20%から工事完了時には約45%まで高め、本計画による受益者人口を約60,000人とする。
- (11) 深井戸建設工事は、1年目工事準備、2年目120本、3年目120本の3ヵ年計画で実施する。
- (12) 施工順序は、給水普及率の最も低いBIMBO郡とBOSSEMBELE郡から始める。

以上の事業計画を実施するために必要な供与資機材は、水利局保有の深井戸建設用機材を考慮し、リストアップすると表4-3-2に示すとおりである。

#### 4-3-3 深井戸配置計画

深井戸建設地点は、次の基本方針に基づき選定する。

- (1) 計画対象地域から国営水道公社（SNE）の管轄となるBIMBO市は除外する。
- (2) 深井戸の建設地点、本数は、村落の人口（1993年推定）、既存給水施設数（深井戸、整備湧水）、水理地質条件、水質およびアクセス道路の条件を考慮し、決定する。
- (3) 中央アフリカ国の目標である250人に1本の深井戸を配置することを基本とするが、一部においては下記の理由から、最低300人に1井の割合で給水施設を配置する場合もある。
  - ・ 村落における一般的なポンプの稼働時間は、午前4時間、昼1時間、夕方2時間の計7時間程度と推定される。ポンプ揚水量を15ℓ/minとすると、1日当りの揚水可能量は6.3m<sup>3</sup>/日となり、1日1人当りの生活用水量20ℓ/日・人で1ヶ

表 4 - 3 - 2 供与資機材計画一覧表

番号	資機材名称・仕様	要 請	「中7」国産供	プロジェクト必要数	供与資機材計画
1	ボーリング機械・トラック・付属品付き				
1-1	トラック搭載型掘削機(4×4・槽・ポンプ他)	2 台	—	2 台	2 台
1-2	ボーリング機械用標準付属品	2 式	—	2 式	2 式
1-3	ボーリング用治工具類	2 式	—	2 式	2 式
1-4	泥水循環用治工具類	2 式	—	2 式	2 式
1-5	各種治工具類	2 式	—	2 式	2 式
2	トラックと連絡車				
2-1	クレーン付トラック(4×4、7tクラス、クレーン能力7t)	1 台	1 台	2 台	1 台
2-2	クレーン付トラック(4×4、7tクラス、クレーン能力3t)	0 台	0 台	1 台	1 台
2-3	平荷台付トラック(4×4、7tクラス)	1 台	1 台	1 台	0 台
2-4	砂利運搬用ダンプトラック(4×4、7tクラス)	1 台	—	1 台	1 台
2-5	燃料運搬用トラック(4×4、7tクラス、7m³)	1 台	—	0 台	0 台
2-6	水運搬用トラック(4×4、7tクラス、7m³)	2 台	—	2 台	2 台
2-7	ステーションワゴン車(ディーゼルエンジン、4×4)	2 台	—	(3)台	3 台
2-8	ピックアップ車(ディーゼルエンジン、4×4)	6 台	—	6 台	6 台
3	エアコンプレッサーと電気器具(220V対応)				
3-1	トラック据付高圧コンプレッサー (4×4、ホッピング孔底ボウハンマー打ち用 17.5kg/cm²×21m³/min) ※ 予備のコンプレッサー用オイル 1,000ℓ含む	1 基	1 基	2 基	1 基
3-2	ポータブルコンプレッサー(9kg/cm²以上×3.5m³/min)	1 基	—	(2)基	2 基
3-3	ディーゼル発電機	1 基	—	(2)基	2 基
3-4	アーク溶接器	1 基	1 基	2 基	1 基
4	ポンプおよび工具				
4-1	足踏ポンプ	260 基	—	260 基	260 基
4-2	足踏ポンプの工具	20 箱	—	20 箱	20 箱
5	ケーシングおよびスクリーン				
5-1	ケーシングパイプ(FRP φ115mm、4mネジ接合)	13,800 m	—	12,100 m	12,100 m
5-2	スクリーンパイプ(FRP φ115mm、ネジ接合)	1,440 m	—	(2,300)m	(2,300)m
5-3	ボトムプラグ	260 本	—	260 本	260 本
6	計測機器(220V対応)				
6-1	多段電動水中ポンプ(大流量、小流量)	2 台	—	2 台	2 台
6-2	地下水位測定器(測定深度 100m)	1 台	—	(2)台	1 台
6-3	電気探査器(探査深度 Max. 300m)	1 台	1 台	2 台	1 台
6-4	エアリフト装置	1 式	1 式	2 式	1 式
6-5	水量測定器	1 台	—	(2)台	2 台
6-6	電気検層器	1 基	1 基	2 基	1 基
6-7	水質分析器	1 基	—	(2)基	2 基
7	水中サンドポンプ(河川採水用)	1 基	—	1 基	1 基
8	工事用水タンク	2 基	—	2 基	2 基
9	パイプ切断機(Max.径8")	1 基	—	1 基	1 基
10	ピックハンマー(ブレーカーφ25mmクラス、整地用)および治具	1 式	—	1 式	1 式
11	無線通信設備(基地局・移動局)	1 式	1 式	2 式	1 式
12	調泥剤(泥水ロータリー用)	1 式	—	1 式	1 式
13	発泡剤(エアパーカッション用)	4 ト	—	4 ト	4 ト
14	キャンプ用設備(簡易宿舎設備、牽引式)	1 式	—	1 式	1 式
15	修理用車輛(4t)	1 台	—	1 台	1 台
16	スペアパーツ	1 式	—	1 式	1 式



所の深井戸から300人程度（必要水量 6.0m<sup>3</sup>/日）の住民に生活用水量を供給することができる。

- (4) ただし、郡庁所在地等、人口の多い集落または集落群は、下記の考え方から、1地区の給水施設の上限値を12ヶ所とし、1水源当りの人口は(3)に記した条件に制約されない。
- 1) 水利局は、大集落に対し簡易給水システムの構想（具体的方式は決まっていない）を持っているが、これ等の集落も本計画において深井戸建設の対象とし、可能な場合は将来の簡易給水システム開発の水源として利用する。
  - 2) 地下水の賦存が期待できる裂か帯の分布は局部的なものであり、限られた地域に多数の深井戸を設けることは、水理地質上井戸配置の選定に困難を伴うことが考えられる。
  - 3) 対象地区の場合、大規模集落は10～12の小集落の集合体にしか過ぎず、小集落は500～600人の人口で幹線道路に沿って分散し、且つ離れている。また、大規模集落には種々の職種の住民がおり、深井戸ポンプの運転時間も日の出から日没迄の12時間が考えられ、稼働率は高くなっている。従って、500～600人の住民に1ヶ所の深井戸でも、全住民に必要な生活用水は確保できるため、大規模集落における深井戸本数としては最大12ヶ所（既存深井戸も含む）とする。
- (5) 小集落が散在する地域においても、地理的な配慮（渇水時の代替水源として）をして決定する。

上記の考え方に沿って、村落人口と給水施設数の基本方針を設定すると、表4-3-3に示すとおりである。

表4-3-3 村落人口と給水施設数

村落人口(1993年推定) (人)	給水施設数 (ヶ所)
101 ~ 300	1
301 ~ 550	2
551 ~ 850	3
851 ~ 1,150	4
1,151 ~ 1,450	5
1,451 ~ 1,750	6
1,751 ~ 2,050	7
2,051 ~ 2,500	8
2,501 ~ 3,000	9
3,001 ~ 3,500	10
3,501 ~ 4,000	11
4,001 以上	12

前記基本方針に沿って選定した各郡毎の深井戸建設数量および位置は、表4-3-4、図4-3-1に示すとおりである。また、深井戸建設地点の村落名については、資料編に整理した。

表4-3-4 郡毎の計画深井戸建設数

郡	人口(人) (1993年推定)	計画完了後の給水施設計 (ヶ所)	既存給水施設		計画新設深井戸数 (本)	期別	
			深井戸 (本)	整備湧水 (ヶ所)		2期	3期
BIMBO	*1 78,266	121	13	2	106	56	50
DAMARA	27,017	63	29	1	33	0	33
BOGANGOLO		18	8	0	10	0	10
BOALI	18,967	37	27	0	10	0	10
BOSSEMBELE	34,063	97	8	8	81	64	17
計	158,313	336	85	11	240	120	120

\*1: BIMBO市の人口は除く。

\*2: 1期目は工事準備のみ(工事用機材の整備、バンギ常設基地の設営)。

#### 4-3-4 維持管理計画

本計画の維持管理体制は、給水施設としての深井戸と深井戸建設の資機材のメンテナンスに分けられる。維持管理体制は、プロジェクトの完了後に必要な支援体制であり、プロジェクトの成否の鍵を握っている。

##### (1) 給水施設の維持管理計画

給水施設としての深井戸は、清潔な地下水を住民に安定供給できるように常時点検整備・保守管理を行い、保健衛生を配慮した環境づくりを行うことが必要である。

現在、水利局の指導のもと、深井戸所有の村落および新設される井戸の村落においては村落深井戸管理委員会(5名)を設立させ、村落レベルで大切な水源としての深井戸を維持管理する方式の普及に努めており、この方式を本計画にも運用していく方針である。

既存深井戸に対する管理状況調査の結果は、「北西部地下水開発計画」によって建設された深井戸に関してみると、ほぼ村落レベルでの深井戸維持管理組織があり、ピストンリング、ピストンパッキンの交換等軽微な故障については概ね管理組織の中で

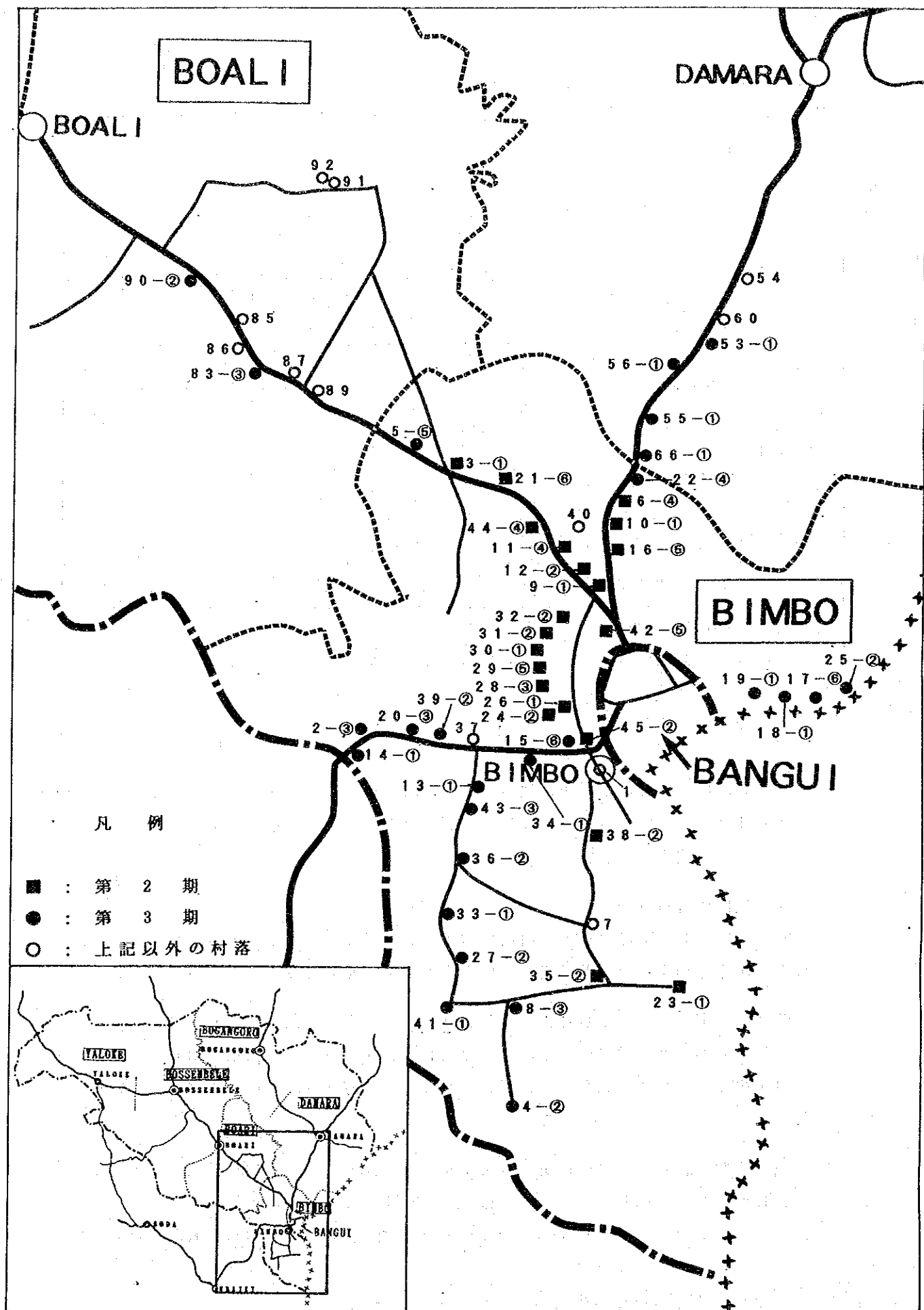


図4-3-1 (1) 深井戸建設位置図 S = 1/500,000

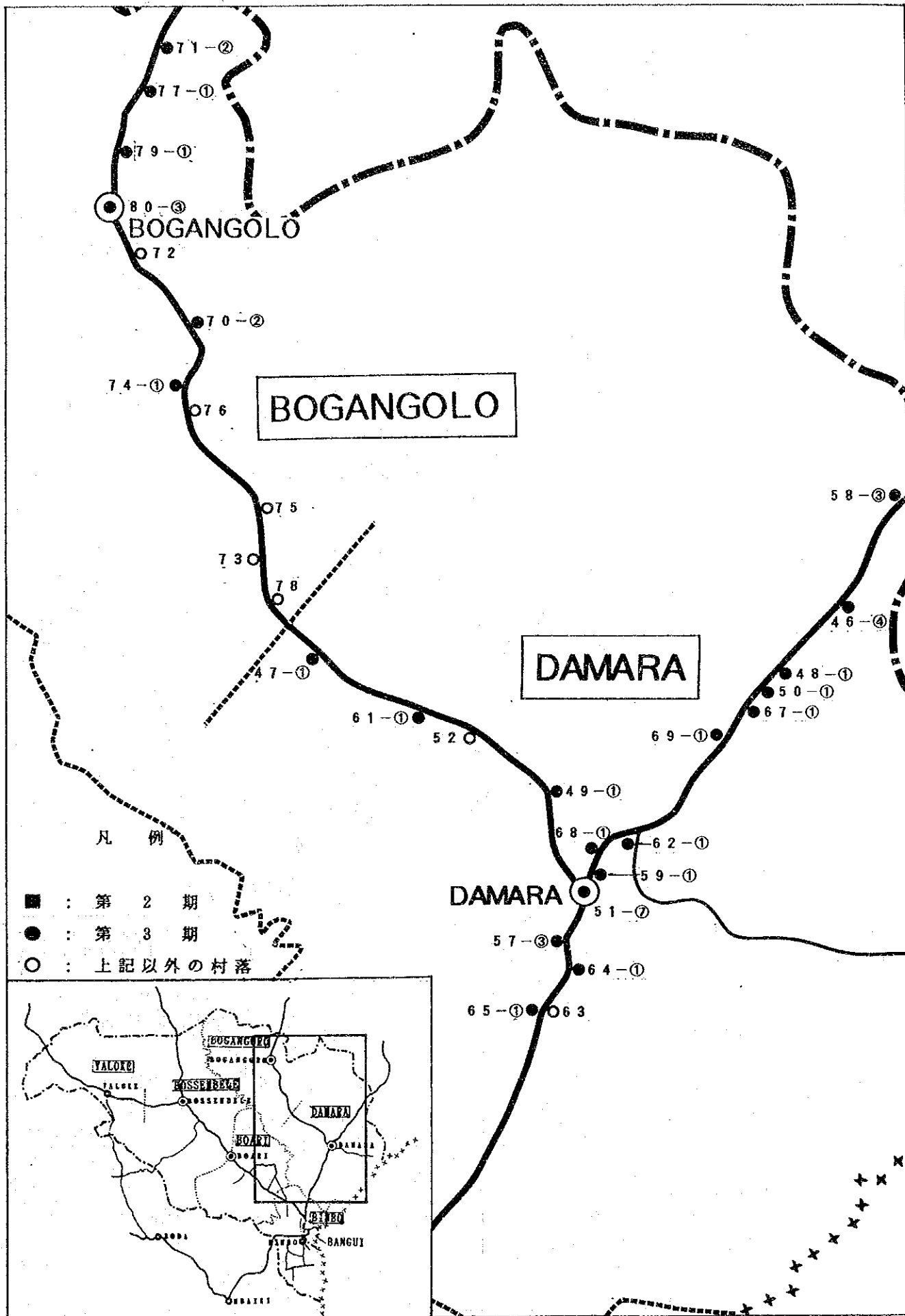


図4-3-1 (2) 深井戸建設位置図 S = 1/500,000

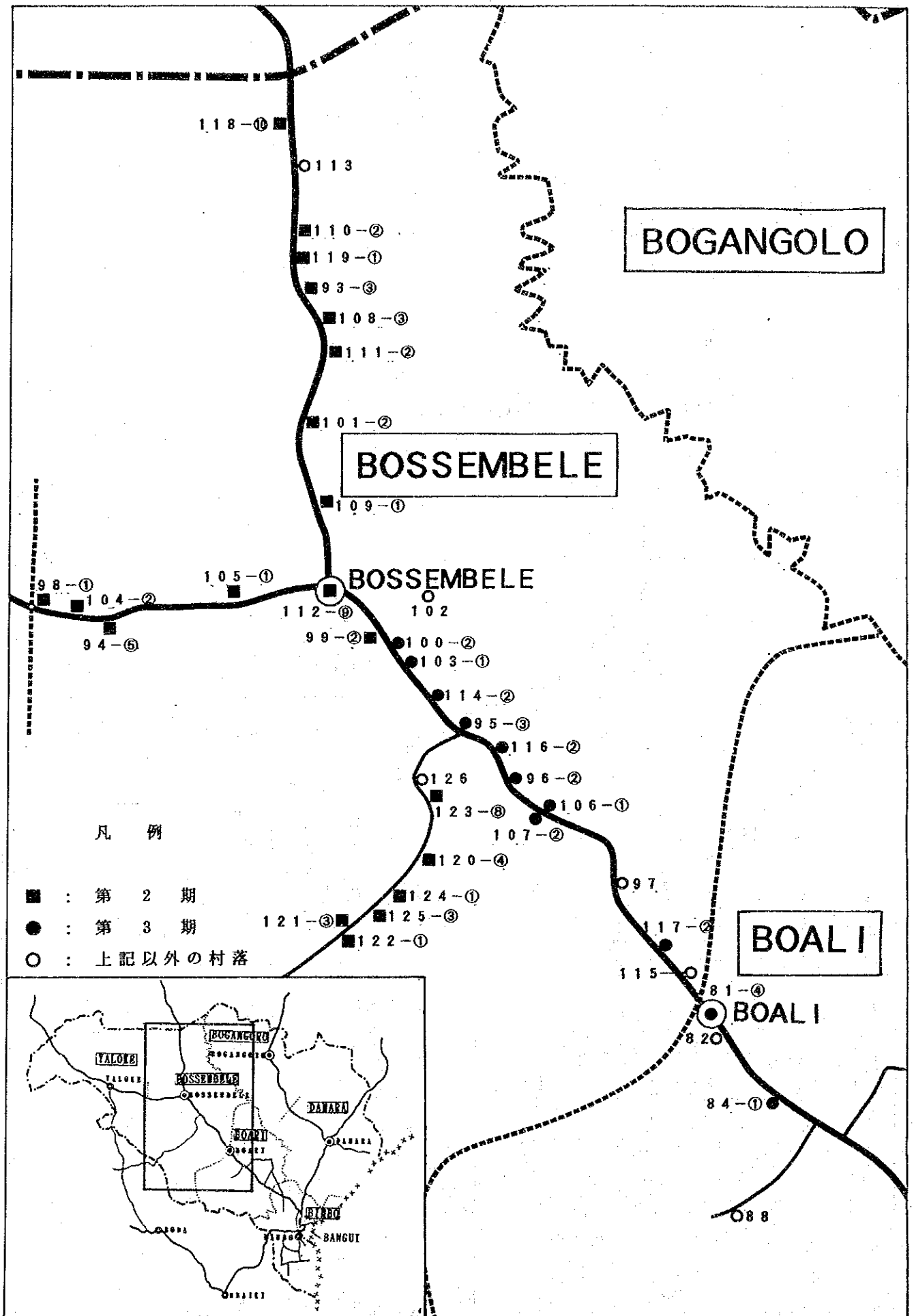


図4-3-1(3) 深井戸建設位置図

S = 1/500,000

修理の行われていることが確認された。また、これ等の交換部品についても供与資機材の中にスペアパーツとして含まれており、同じ型式のポンプの代理店が中央アフリカ国内にあるため、交換部品の供給体制に問題はない。しかし、フェーズⅠ、特に1990年以前に完成した深井戸については管理組織のない場合が多く、ポンプ故障中の井戸が認められ、その成果は充分にあがっていない。この原因としては、村人への啓蒙活動に対する水利局のスタッフ不足や、予算（出張費、燃料費）不足等が考えられる。フェーズⅡを遂行するうえで、井戸の維持管理の啓蒙活動方式の再確認または見直しを行い、十分に管理組織が機能できるようにして、工事を開始することが肝要となる。

この様な現状を考慮して、水利局としては、深井戸完成後、村落レベルで対処できない故障時のみ現地へ出向き、指導を行うこととし、深井戸工事に際しては以下の手順で、管理委員会の組織づくり、啓蒙活動、村人の工事への参加等を実施することが前提となる。なお、本計画のフェーズⅠで深井戸工事が行われた村落に対しても、本計画の実施時に再教育を行うことが必要となる。

- 1) CNEAは、水と衛生問題に関する国レベルでの啓蒙活動に対する政策決定、指導徹底にあたる。
- 2) 深井戸の維持監理は、各村落の自主運営（村落深井戸維持委員会）とするが、水利局がその側面的支援にあたる。
- 3) 深井戸工事着手前に水利局プロジェクト啓蒙班が主体となって村落深井戸管理委員会を組織する。その際、CNEAを構成する他の省庁の関連部局の啓蒙担当者との協力を密にする。
- 4) 井戸建設時に住民を参加させ、自分達の井戸であること村人自ら認識し、井戸に対する愛着心を植付けるようにする。
- 5) 深井戸給水施設の技術的なトラブルに対応するため、修理担当者に対しては水利局が井戸建設時および建設後、維持管理技術に関する研修指導を実施する。
- 6) 住民の公衆衛生意識を向上するため、計画対象地域において厚生省の衛生啓蒙担当官による衛生教育を実施する。
- 7) 清潔な地下水が安定供給できるよう、村落深井戸管理委員会の各担当者は責任を持って対応し、その後の動向について地方自治体レベルで監視する。

また、深井戸完成後、水利局の職員が出向くような事態が生じた時の経費は、4-2-2項で検討したとおりであり、水利局の運営費の中から支出可能な範囲と判断される。

## (2) 資機材の維持管理

水利局は、過去2回（1986、1990年）の我が国の無償資金協力による地下水開発プロジェクトを通し、供与資機材の維持管理に対する組織・修理工場・保管倉庫を所有するに到った。この2回のプロジェクトの実績からみてもJICA専門家の指導のもと、機械類や車輛等の修理能力、資材や部品類の保管能力について問題はなく、当計画を遂行するにあたり支障のない維持管理体制を備えていると判断される。

深井戸建設工事の主体となる供与掘削機は、消耗品の補給体制作りと点検整備を十分に行えば7～10年程度の耐用年数があり、当計画終了後も深井戸建設工事に運用が可能である。

供与資機材は、機械類のメンテナンスと修理に必要な機械工具・スペアパーツ・支援車を選定しているが、数量的には深井戸建設工事240本分の資材とスペアパーツを計上しているので、資機材の維持管理体制について、下記に示すような提言を行うものとする。

- 1) 中央アフリカ国の技術者は、日本製の新規供与資機材についてある程度の予備知識を有するが、まだ十分な経験を積んでいないので、技術援助の一環として請負業者が技術移転を行い、修理・保管能力の向上を図る。
- 2) 機械類や車輛を効果的に運用するためには、定期的に点検整備すると共に、機能以上の運転操作や取扱いをせぬように十分注意する。
- 3) 資材とスペアパーツは、保管倉庫に品目ごとに整理して収納し、野積状態は禁止する。使用状況・消耗度・問題点等のデータを整理しておき、その後の補給体制の基礎データとする。

## 4-4 技術協力

日本の援助による過去2回の地下水開発プロジェクトにおいて、今までに日本から3台の掘削機が供与され、同時に、1987年4月以来現在迄ボーリング技術指導に係わる専門家が派遣されており、水利局のドリラーは供与機械の操作・掘削方法について一通りの技術研修を受け、本計画のフェーズIの工事においても直営工事として200本の深井戸を完成させた実績を積んでいる。また、現在、彼らは日本からの小規模無償プロジェクト等において活躍中である。しかし、下記の点で実務経験が不十分であり、掘削技術に関する研修を強く望んでいる。

### (1) 多様な地質条件に対する掘削技術

エアロータリー式、エアパーカッション式による掘削の経験を積んでいるが、不適切な掘削方法を採用したり、機械に能力以上の負担をかけたりするために、掘進中の事故の原因となっている。この様な問題を解消し、掘削機を有効に活用していくため

には、多様な地質条件に対する掘削技術を身に付けると同時に、地質条件に応じて適切な掘削方法を判断できる能力が必要である。

(2) 掘削中の事故に対する処理

今までの実務経験では、掘削作業中の大きな事故にほとんど遭遇しなかったが、掘削機のコンディション、地盤条件および誤操作等、種々の原因で事故が発生するものである。この様な事故に対する処理方法について指導を受ける必要がある。

(3) 掘削機に対するメンテナンス

ある程度の掘削機のメカニズムを理解し、簡単な故障に対して修理できる技術をマスターしているが、さらに高いレベルで修理機材を使いこなせることが必要である。

本プロジェクトの実施により、新しい掘削機が導入される計画であるため、研修経験者の再研修だけでなく、未経験者の研修も必要不可欠である。

本プロジェクトの工事におけるOn the job Trainingによって、上記の問題はある程度解決することができると考えられる。



