

3.1.4 人口構成

県庁より入手した内務省編纂ブツコ県地誌及び統計資料を基に、1982年の人口の年齢別構成と職業別構成をそれぞれ表3.5、表3.6に示す。

表 3・5 年齢別人口 (1982年)

	%	男性 (人)	%	女性 (人)	%	合計 (人)
15才以下	37.1	64,246	37.2	68,419	37.1	132,665
15~64才	58.9	101,733	58.9	108,687	58.9	210,420
65才以上	4.0	6,810	3.9	7,502	4.0	14,312
合計	100.0	172,789	100.0	184,608	100.0	357,397

表 3・6 職業別人口 (1982年)

	男性 (人)	女性 (人)	合計 (人)	%
国家公務員	1,502	539	2,041	0.6
地方公務員	393	53	446	0.1
会社員	767	62	829	0.2
畜産業従事者	14,634	3,855	18,489	5.1
農業従事者	71,655	86,115	157,770	44.2
製造業従事者	1,826	262	2,088	0.6
小売業従事者	587	19	606	0.2
生徒 (小学生)	27,705	28,010	55,715	15.6
生徒 (中学生)	605	838	988	0.3
学生 (特殊学校及び専門学校他)	72	14	86	0.02
無職	52,785	65,163	117,948	33.0
その他 (教師を含む)	192	117	309	0.08
合計	172,789	184,608	357,397	100.0

3.1.5 主要産業

(1) 農 業

キブンゴ県はルワンダ国内の他県と同様、農作物栽培が盛んな地域であり、主にバナナ、ピーナッツ、マニオク及び豆類を栽培している。これに加えて最近の傾向として、*キブンゴII、及び** B. G. Mプロジェクト等の農業プロジェクトの営農指導によるジャガイモ、さつまいも及び果樹栽培等が導入されつつある。この他にルワンダ国において最も重要な輸出生産物として先ず、コーヒーがあげられるが、1982年度における全国の総生産高25,082トンの内、本県で生産される量は28.5%相当の6,580トンに達し、コーヒー栽培で主要な役割を果たしている。

注

* キブンゴII プロジェクト：

本プロジェクトは農林畜産省の指導による農業プロジェクトで、ビレンガ・コミューン内に小規模なモデル農場を設け、育種、種子選別、果樹栽培等を実施している。

** B. G. Mプロジェクト：

1978年から10ヶ年間を実施期間とするこのプロジェクトは、現在前記農林畜産省の管轄により農村部を対象として農業・畜産業にかかる営農指導を行っている。

(2) 畜 産 業

北部地区のルカラ・コミューンが県内で最も畜産業の盛んな地区である。1982年度の県庁資料では、県全体の有効利用面積2,667km²の約3%に相当する80km²が畜産業で占められており、県全体では65,000頭の羊、山羊、7,500匹の家兎、5,800頭の豚と205,000羽の家禽等が飼育の主流を占める。その他、肉牛も飼育されている。

(3) 鉱 工 業

鉱業では、輸出生産物第3位の錫が北東部のカヨンザ・コミューン内のソミルワ鉱山会社により発掘されており、その他の地区ではタンクステンも産出する。また鉱業部門ではムゲセラ・コミューンのザザ町に製紙工場がある他、ル

トンデ・コミューンには精米工場がある。しかし、いずれもこれ等諸工場の規模は小さく、工業としては全く未発達の状態に止まっている。家内工業としては、わずかながら家具、なめし皮、建具、及び煉瓦等の製造業が見られる。

(4) 林 業

林業は県東部地区のサバンナ地帯での再植林事業が主としてウムガンダ組織により行われており、その事業面積はアカゲラ国立公園を含む周辺地区に104,000 ha、サバンナ地区に4,500ha、そしてその他地区に3,800haに及ぶ。

一方、1985年に入り、ルキラ・コミューン北部ナシヨ湖南端地区に世銀融資による炭焼技術移転の指導が行われている。

(5) 漁 業

キブンゴ県は、ルワンダ全土の中でザイール国境のキブ湖に接している西部地区について漁業の盛んな地域であり、アカゲラ国立公園内のイハマ湖ではチラピア漁が行われ、その水揚げはおよそ年間160トンに達する。その他ナシヨ湖、ムハジ湖、ムゲセラ湖、サケ湖及びパンガ湖等での漁獲は合わせて220トンにぼる。また数年前にはルスモ・コミューン内に養魚場も設けられ、重要な蛋白源を供給している。

(6) 商 業

ルワンダ全国に最大の流通を持っているトラフィプロ (TRAFIPRO-協同組合的色彩が強い卸し商) の支部がキブンゴ市、ルワマガナ町、カヨンザ、ザザ、ルワンテルにあり、次いでソクワコキ (SOQUAKOKI-ビール取扱い卸し商)、ファルマシー・ソコファキ (PHARMACIESOCOPHAKI、薬品取扱い卸商) 等がある。その他タンザニア国、ブルンディ国等との交易も行われているが、その取扱量は極めて少ない。

3.1.6 社会基盤施設

(1) 水 路 網

本県はルワンダ全土の中でも比較的水路網の発達した地域であり、ムハジ湖、ムゲセラ湖及びサケ湖等には、付近の住民がピログと呼んでいる丸木船が縦横に行き交っている。特にムゲセラ湖の場合には、小型フェリーがキブンゴ県と隣のキガリ県・ビクンビ間を結び、住民の足として、また物資の流通路として

ひんぱんに利用されている。

(2) 道路網

県内の中央部を南北に国道が通っており、その全長は首都キガリからクンザニア国境のルスモまでおよそ190kmである。またこの国道は本県における唯一の全天候舗装道路であり、国により管理されている。この道路以外にコミューン自体が管理している地方道もあり、これら道路は各セクター間の小道も結んでいるが、小雨期(10月~12月)、大雨期(3月~5月)には路面が荒れ、通行困難となる。これら道路の補修は公共事業・エネルギー省道路局が主体となって行っているが、現実には予算上の理由により補修事業は遅れがちである。従って簡単な補修ならば各コミューン毎でウムガンダ組織を利用し、手作業で維持管理を行っている。

県内の主要道路区間は下記の通りである。アスファルト道路を除く他の道路は土道でなおかつ、カーブや起伏が多く雨期の時には通行不可となりやすい。

— カヨンザ~カギツンバ： 23km
(キブンゴ~ビュンバ間まで)

雨期には滑りやすく、通行困難。

— キブンゴ~ルワマガナ： 46km
(ムゲセラ・コミューンのカレンボ経由)

雨期は滑りやすい。

— キブンゴ~ルワマガナ： 54km
(カヨンザ経由)

アスファルト舗装道路。カバロンド付近は霧が多く危険。

— キブンゴ~ルスモ(国境迄)： 62km
(キブンゴ~ビュンバ間まで)

アスファルト舗装道路

— キブンゴ~ルキラ~パンガバ(湖)： km
小道であるが、観光地域のため改修の必要あり。

— キブンゴ~ルキラ： 16km
一部未舗装道路

— カヨンザ～キブンゴ： 37km
アスファルト舗装道路

— カバロンド～ルウィングクワブ～キヨンザ (ホテル・アカゲラ)： 28km
雨期には特に滑りやすく、危険。

(3) 交通・流通網

本県の交通、流通網の主な特徴は、アカゲラ国立公園を有して居るため、乾期には観光客が多く訪れ、隣接諸国からの物流も頻繁になることである。こうした状況下において最も利用頻度の高い遠路は、前章(2)で示した主要道路区間にほぼ一致する。交通手段としては、運輸・通信省の管轄下にある公社・オナトラコム (ONATRACOM) のバス路線が県内を循環しており、住民の貴重な足となっている。

また他には乗合タクシーと称する民間人所有の小型トラック、ワゴン車等も走っており、近年ますますその数を増し、バス路線のない農村部住民にとって重要な交通機関となっている。

次に流通面ではルワンダ経済を支える二大幹線ルートがある。その一つはキガリ～ルワマガナ (ルトンデ・コミューン) ～カヨンザ (カヨンザ・コミューン) ～ガヒニ (ルカラ・コミューン) ～ムランビ (ビュンバ県) ～ウガンダ国ルートであり、もう一つは、キガリ～ルワマガナ～カヨンザ～キブンゴ (ビレンガ・コミューン) ～ルスモ (ルスモ・コミューン) ～タンザニアルートである。

最近、前者のルートは、ウガンダの政変によって事実上閉鎖され、後者のルートのみが利用されている。

3.1.7 郵便・通信

(1) 郵便

キブンゴ県には郵便局 (P. T. T) がキブンゴ市とルワマガナ町の二ヶ所に置かれている。郵便物はキガリからバスにより運ばれるが、定期的ではない。その郵便物の主要経路は次のとおり。

① キブンゴ ⇔ ルワマガナ ⇔ キガリ

② キブンゴ ⇔ ルスモ

なお、郵便・通指省は国内の郵便物運搬をより確実なものとするために、専用車両の確保を考慮中である。

(2) 通 信

キブongo県内の通信施設は、政府関係機関、金融機関、ソミルワ鉱山会社及びホテル・アカゲラ用に限られ、外はほとんど敷設されていない状況である。前記施設の交信も主として無線により行われているため、気象条件等の理由により、雨期にはその交信が不能になることもある。

3.1.8 電力・水道

本県の電力供給状況は配電線が普及していないため、極めて限られており、その主な供給先はキブongo、ルワマガナの両都市部内の官公庁、主要病院、教育施設、教会関係、ムハジ、コミュニンのサナトリウム、カヨンザ・コミュニンのソミルワ鉱山会社、ホテル・アカゲラ及びザザの製紙工場等であり、一般家庭への供給は極めて少ない。上水道施設は前記両都市の一部に敷設されている他、ザザ町に小規模な施設があるのみである。しかし、この施設も1984年7月頃からポンプの故障により稼働していない。(1984年12月)

農村部の電化計画・水道普及計画は、今のところ全くと言ってよいほどなく、近い将来に策定される見込みもない様である。

3.1.9 衛生施設と職員状況

県内の主な衛生施設状況を表3.7、従事職員数を表3.8に示す。

総人口約38万人余を抱える県としては、全く不足の状態であり、住民の大部分は、ほとんどその恩恵を受けることが出来ない。

表 3・7 キブongo県衛生施設

病 院	施設数： 4 ・キブongo ・ルワマガナ (公立) ・ガヒニ ・ルウインクワブ (私立)	備考：カヨンザ～キガラマ間のミゴンゴ、ギヒナ地区に病院設立を予定。
保 健 所	施設数： 7 ・ムカラング ・カバロンド ・ルコマ ・ルカラ 他3ヶ所	
無料診療所	施設数： 6 ・ニャンゲ ・ムテンデリ ・ルクンベリ ・ナシヨ 他2ヶ所	備考：大半の診療所は病院及び保健所に併設されている。
産 院		備考：病院、保健所に併設

表 3・8 衛生施設従事職員（公立）

従 事 職 員	職員数
医師助手	10
看護婦	3
準看護婦	3
助産婦	3
看護婦見習	7
実験助手	1
補助員	1
合 計	28人

3.1.10 環境衛生の状況

ルワンダ国の環境衛生状況は多くのアフリカ低所得国の状況そのものであり、同様の状態がそっくりそのままキブンゴ県にもあてはまると言えよう。特に、飲料水起因の疾病、すなわち腸チフス、腸炎、アメーバ赤痢、下痢、肝炎などが広く見られる。その他、アンケート調査の結果判明した点は、汚染された湖沼水を利用している住民の中に多くの寄生虫患者がおり、とりわけ幼児、児童の中にその患者例が見られた。1983年12月時点の世界銀行資料では、飲料水を含む水による疾病は、10万人当たり5千人（5%）に達する数値が示されている。このような状況は、大きな人口増加率（ルワンダ全土3.7%）にもかかわらず、衛生施設の不足、衛生教育浸透不足及び清浄な飲料水の絶対的不足等が一向改善されないためとみられている。

表3.9に公私立ベッド数、表3.10に患者数と病気の統計を示す。

表3・9 公私立ベッド数

(キブンゴ県と全国とのベッド数比較)

	人 口 (1984年)	公 立	私 立	合 計	ベッド数/人口 ベッド1台当り の患者数
全 国	5,670,000人	4,834台	3,996台	8,830台	642人/台
キブンゴ県	383,000人	726台	198台	924台	414人/台

表3・10 患者数と病気

疾 病	キブンゴ県	全 国	キブンゴ県内患者数の 全国患者数に占める割合
・ 回帰熱	3,062人	5,092人	60.1 %
・ 赤 痢	358	8,995	4.0
・ 肝 炎	176	2,852	6.2
・ アメーバ赤痢	3,680	20,050	18.4
・ バチルス性赤痢	245	7,850	3.1
・ その他赤痢	4,557	45,005	10.1
腸チフス	139	983	14.1
流行性耳下腺炎	1,309	7,954	16.5
水 痘	1,108	12,487	8.9
麻 疹	2,413	20,001	12.1
百日せき	594	5,421	11.0
インフルエンザ	3,900	83,552	4.7
肺 炎	9,234	72,541	12.7
性 病	1,559	28,546	5.5
・ マラリヤ熱	48,379	329,406	14.7
合 計	80,713人	632,535人	

(注) “・”印は水に起因すると思われる疾病。

3.2 自然状況

3.2.1 地 勢

調査地域はルワンダ国の東部に位置するキブンゴ県全域（総面積約 4,100km²）のうちアカゲラ国立公園（1,039km²）及びキブンゴ、ルワマガナの両都市部を除く、総面積約 2,670km²の地域である。

キブンゴ県はその南東部に標高 1,900m に達する丘陵を有する高原地帯であり、平均標高は 1,300~1,500 m である。これらの丘陵を切刻して、比高 200 m 前後の深い谷が発達し、起伏に富んだ地形を呈している。

主要道路は一般に屋根筋を走っているが、谷へ下りる道は急勾配で狭い道が多い。

3.2.2 地 質

調査地域の地質は、主として片岩及び珪岩の互層から成る先カンブリア紀の変成岩類とこれら貫く花崗岩類で構成されている。地質構造は、調査地域の北西部~中部においては南北系もしくは、北北西-南南東系のトレンドを持つ複雑な褶曲構造によって特徴付けられ、複地向傾斜構造を成すと考えられている。調査地域の南東部では、北東-南西系のトレンドをもつ向斜褶曲を成している。調査地域のいたるところで断層が発達している。珪岩の分布域では節理が発達し、一般に透水性のよい層準を形成している。これに対して、片岩は粘土化の進んだものが多く、一般に透水性が悪い。

3.2.3 気 象

調査地域は、赤道地方に位置しておりながら標高が高いこともあって年間の平均気温が 18~19℃ であり、温暖で凌ぎやすい。

年間平均降雨量は約 970mm である（図-3-2 参照）。

降雨量により一年は次の 4 シーズンに分けられている。

小乾期 : 1月~2月

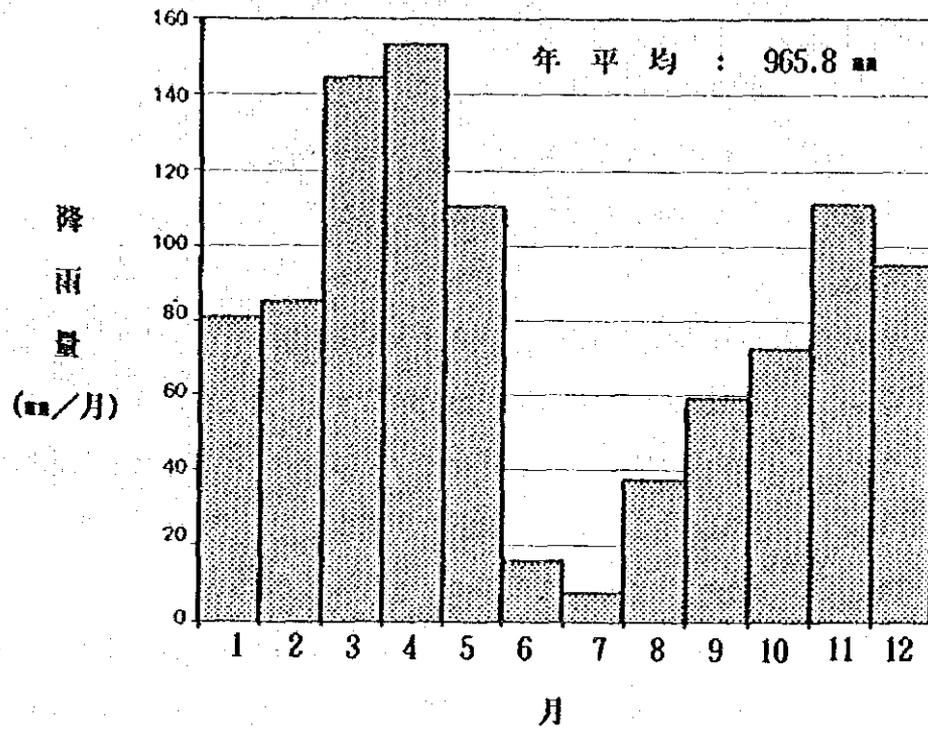
大雨期 : 3月~5月

大乾期 : 6月~9月

小雨期 : 10月~12月

図3・3 キブンゴ気象観測所における

月別降雨量記録図



キブンゴ気象観測所で記録された
平均月間降雨量

降雨量の詳細記録は、サポーターング、レポートに収録されている。

3.3 水使用の現状

調査対象地区の住民は現在主として次の二つの既存水源から生活用水を得ている。

- ・ 改良泉 — Protected Spring
- ・ 地表水 (湖沼・池・河川)

改良泉は、AIDR (Association Internationale de Developpement Rural — ベルギー系団体) によって近年盛んに開発され、比較的安全な清水を住民に供給している重要な水源である。しかし、その所在地が偏在している上、住民が通うに不便な地点に多く、住民による利用もこの面でおのずから制限されている。

キブンゴ県における改良泉の総数は273ヶ所であり、これによる生活用水需要の充足率はAIDRの報告書によると理論的に45.4%と推計されている。

一方地表水はこの地方の住民が長年に渡って伝統的に依存してきた水源であるが、近年いずれも汚染の度が甚だしく、質的に生活用水としては不適當であり、出来るだけ早く良質な水源と置き換えられるべきものと考えられる。

以上、いずれの水源にしてもパイプによる配水・給水施設は全く普及していないため、住民は急な坂道を歩行して水汲みに通わねばならず、平均的に1日3回、往復4~8kmの距離を2~4時間かけるのが普通となっている。

この国では水汲みは習慣的に婦女子の仕事とみなされており、彼等は少しでも水汲みの労力を軽減するために、例え汚染されていてもなるべく近くの水源を利用しようとする傾向が強い。

湖沼水を利用する場合でも、降りやすい岸辺で、家畜と同じ場所を使い水を汲む場合が多く、直接に汚染の影響を受けている状態である。簡単な木製の棧橋を取付け、岸辺から10mも離れて水を汲めば汚染の度はもっと少なくなると考えられるが、未だ、どこでも試みられている例はない。

また、水の運搬・貯蔵の容器には、有り合せのひょうたんとか、汚れた廃品のプラスチック缶が多く利用されているが、決して衛生的な状態と言えず水が汚染される場合も多いと考えられる。数少ない洗濯は水源のそばで行われるが、時には雨水に衣類をさらし洗濯に替えている例も見られる。

個人当たりの水消費量の実態については、信頼できる既存のデータはないが、調査団のモニタリング調査によると

- ・ 飲料, 調理用 5~8 l/人/日
- ・ 洗濯, 洗顔等 1~2 l/人/日

と推定される。

既存水源の人畜のし尿・廃水による汚染度の指標となる大腸菌検査の結果を次頁に添付する。

表 3・11 大腸菌テスト

コミュニティ	水源	テスト結果
ルキラ	改良泉	+ (1,000/100 ml)
ビレンガ	改良泉 水道	+ (700/100 ml) + (3,000/100 ml)
ルスモ	自然泉 改良泉	+ (7,000/100 ml) + (800/100 ml)
カヨンザ	沼	+ (5,200/100 ml)
キガラマ	改良泉	+ (7,000/100 ml)
サケ	雨水 湖 改良泉	- + (1,500/100 ml) -
ルトンデ	自然泉	+ (3,000/100 ml)
カバロンド	改良泉	-
ルカラ	改良泉 湖	+ (1,300/100 ml) + (4,000/100 ml)

3.4 建設事情

建設工事に対する環境は一般に良好と言えない。ルワンダ国内市場に流通している建設用資材は、その種類も量も極めて限られている。セメント、鉄筋、鋼製加工品はすべて輸入であり、品質が悪い上高価である。レンガ、骨材は国産品が得られ、比較的廉価に入手できる。プラスチック製のパイプ、その他の加工品は国内生産されているが、一社の独占でありストックは少なく、注文生産に時間を要する。

建設用機器材のリース市場は、乗用車を除きまだ未発達である。公共事業・エネルギー省土木局保有の土木機器類が場合により利用可能である。

現地の建設業者は技術力、資本金、実務経験共に不足で、簡単なレンガ造りの建築工事以外は信頼性はない。

さく井工事は、もともと今までこの国で地下水開発の例がないところから、この分野の経験を有する建設業者は皆無である。

労働力は、非熟練労働力に関しては、低廉豊富に得られるが、熟練、半熟練労働力に関しては、殆ど期待できない。

この国独特の勤労奉仕のシステムである“*ウムガンダ”を公共の建設工事に動員することは可能であるが、簡単な手作業による土木工事に限られ、しかも1人当たり週4時間以上の連続就労は不可能なので、實際上利用価値は少ないと思われる。

- * セリユール単位で、構成員全員が週1回、原則として土曜日、朝7:00から11:00までの4時間行う無料勤労奉仕である。詳しくは3.1.2「行政機構」を参照のこと。

第 4 章 地下水賦存狀況

第4章 地下水賦存状況

4・1 地下水利用の現状

調査対象地区で現在利用されている地下水は、自然湧泉のみである。調査地域内には、現在 273ヶ所の泉があり、合計 12,438.9 m³/日の湧水が得られている。1983年現在の人口を基に生活用水の需要量を計算すると 8,367.8m³/日（全湧出量の 67.3%に相当する）となるが、図 4・1 に示される通り、湧出量に地域的な偏りがあるために、泉から必要十分な生活用水を得ることのできる地区と、全く得ることの出来ない地区とが存在し、実質的には1983年現在で総需要量の45.4%しか満たされていない。残りの54.6%については極めて非衛生的な湖沼、河川の水を利用しているのが現状であり、量的にも質的にも不十分な状況に置かれている。1990年における泉の水による生活用水充足率は、41.6%（4,446m³/日）になるものと推定される。

表 4・1 に泉による水需要の充足率を示す。

4・2 地下水の分類

本地域の地下水賦存状況を水文地質学的な立場から、地下水を得るために必要な井戸のタイプによって分類すると、次の各項もしくはそれらの組合せになる。（図 4・2 参照）

(1) 浅井戸タイプ（深度 30m未満）

- a. 砂礫層（河川堆積物）を帯水層とする不圧地下水（記号：S₁）
- b. 砂礫層（河川堆積物）及び崖錐堆積物を帯水層とする不圧地下水（記号：S₂）

(2) 深井戸タイプ（深度 30m以上）

- a. 片岩を主とする片岩/珪岩互層中の被圧地下水（記号：D₁）

- b. 珪岩を主とする珪岩／片岩互層中の被圧地下水（記号：D₂）
- c. 花崗岩中に発達した風化帯もしくは節理中の被圧地下水（記号：D₃）

この分類基準に従って、調査地域全体の地下水賦存状況を検討した結果を図4・3に示す。図中でNと表示された地域は谷底部あるいは湖水面からの比高が150mを越えるか、あるいは地層の傾斜が急峻であるために手動ポンプによる地下水の捕捉が不可能と考えられる地域であり、全体計画から井戸さく井除外対象とし、雨水利用等代案を考えるべき地域であることを示している。

4・3 地下水の物理探査

本調査においては、ELF-MT法（電磁法マッピング）とシュランベルジャー電気探査法の2種類の物理探査法を採用して調査対象地区の地下水の探査を行なった。

ELF-MT法は地磁気地電流法（Magnetotelluric Method）と呼ばれる探査法のうち、ELF帯（Extremely Low Frequency Band）の自然電磁波を利用する一手法であり、岩質と地下水に関連する見掛比抵抗（Apparent Resistivity）の水平分布を測定するものである。

シュランベルジャー電気探査法は、地上で測定された見掛比抵抗の垂直分布から各地層の厚さと深度を解析的に求める手法である。

測定が行なわれた場所は、表4・2及び図4・4に示されている。

表 4・2 物理探査測定点

地区名	ELF-MT法	シュランベルジャー法	
		電気探査	テストボーリング
1) カヨンザ	—	4	NO.1
2) カバロンド	—	3	NO.2
3) キガラマ	—	3	NO.5
4) サケ	16	2	NO.6
5) ルキラ I	12	2	
6) ビレンガ	14	1	NO.7
7) ルキラ II	—	1	NO.3
8) ルスモ	15	2	NO.4
9) ムハジ	35	3	
10) ムゲセラ	15	1	
11) ルワマガナ	—	1	

物理探査による地下水調査結果の結論を要約すると、下記の通りである。(なお、データの詳細については、サポーティング・レポートを参照されたい。)

1) カヨンザ地区

地下水の賦存が予想される深度は、地形の起伏が著しい当地区では、場所によって若干異なっているが、平均としては、深度約 5~20m 付近の湿潤層と深度約 30m 以深の飽和層の 2つに大別される。浅部の湿潤層は土壌粘土、もしくは薄い砂利層で構成されており、水量的には、ほとんど期待できないが、深部の飽和層は、珪岩中の裂隙に発達したものであり、優勢な帯水層であると考えられる。電探結果によれば、少なくとも100m付近まで連続している傾向がみられるので、より多くの水量を獲得するためには、可能な限り深い井戸を掘ることが望ましい。

2) カバロンド地区

2層の帯水層が存在し、1層目は深度20m未満の浅い位置にあり、2層目は30mより深いところにあると考えられる。最初の帯水層は、主として沖積層堆積物より成るが、土壌粘土層が厚いので、単に含水率が高いだけであって透水性は悪い可能性が高い。次の帯水層は裂隙の発達した珪岩で構成されていると考えられる。

この地区では、井戸の掘削深度は、40~50m以上とし深部の帯水層から取水することをねらうべきと考えられる。

3) キガラマ地区

二つの帯水層が存在すると考えられる。第一層は、20m未満の深度に、次層は、50m以上の深度に位置すると推定される。初層は、主として沖積層の砂・砂利および粘土層よりなり、二層目は、片岩が卓越した片岩-珪岩の互層であると考えられる。この地区の井戸掘削深度の目標は50~70m以上として、深部の帯水層からの取水を考えるべきである。

4) サケ地区

この地区の地質は、主として花崗岩から成るので、地下水開発に際しては、花崗岩中に発達した裂隙系、節理および風化帯の存在位置を明らかにする必要がある、一般にかなり難しい調査となる。電気探査のデータによると2層の低比抵抗帯が存在しており、浅部の低比抵抗帯は花崗岩の風化帯に対応し、深部の低比抵抗帯は帯水層に対応するものと考えられる。浅部の低比抵抗帯は40m未満の深さにあり、深部の低比抵抗帯は50~120m以上の相当深い位置に存在している。

人力ポンプを使用する場合には、被圧地下水の安定水位がポンプの最大揚程(約50m)よりも浅くなる必要があるから、当地区における井戸の掘削はできる限り、標高の低い場所を実施すべきであり、帯水層までの深度が100mを越えると推定されるような地点では、人力ポンプの使用をあきらめざるを得ないとする。

5) ルキラ I地区

本地区は井戸を設けるためには不利な地形を有する。即ち谷が深く、地下水の水位は一般に低いので、井戸を掘る場所としては丘陵の斜面か谷部を選ぶ外ないが、いづれも、接近する道路がなく、新たな道路造成も困難な工事となる。

今回の電気探査の結果からは地下水の存在は明確には確認できないが、その徴候はあり、恐らく谷部においては地下 20m以深に帯水層があるものと推定される。井戸を掘るとすれば、その目標深度は谷部において30~50m にすべきと考えられる。

6) ビレンガ地区

地下水は、谷部において深度 35m以深の位置に存在すると考えられるが、ルキラ地区と同様に谷が深く、地下水位も一般に浅いと考えられるので井戸の掘削場所は、できるだけ谷部を選ぶようにし、目標深度は、40~80m に置くことが望ましい。

7) ルキラ II地区

二層の帯水層が存在すると考えられる。第一層は深度 22m未満の位置に、第二層は30m ~100mの深部にあると推定される。しかしながら、第一層目の低比抵抗構造は地質状況から判断すると他の地区でもみられた通り、単に含水率の高さを示しているだけであって、透水性は悪いと考えられるので、井戸掘削に際しては深部の帯水層をターゲットとし、掘削深度を 50 ~80m に設定するのがよいと考えられる。

8) ルスモ地区

この地区においても 2層の低比抵抗帯が捕捉された。第一層は、深度約30m 未満のところ存在し、第二層は深度約140m以深とかなり深い所に位置している。場所によって、第一層の厚さが約 70mまで厚く発達していることも推定できるが、含水率の高い、厚い土壌層、崖錐堆積物を示している可能性が高く、必ずしも帯水層で

あるとは言い切れない。また、地層傾斜が 45° ～ 80° の急角度で西に傾いている地区であることから、水平的な拡がりをもった帯水層の存在は、期待できない。

9) ムハジ地区

本地区はサケ地区と同様に主として花崗岩の地層より形成されている。井戸を掘るとすれば、花崗岩の風化帯より深部をターゲットとする必要があり、少なくとも70m以上の掘削を要すると考えられる。

10) ムゲセラ地区

二箇所の低比抵抗層が観測されたが、最初の層は、風化した花崗岩の層と考えられ、二番目の層（深度70m以上）に地下水が存在する可能性がある。井戸の目標深度は、70m以上最大100mとすべきであろう。

4・4 テストボーリング

4・4・1 ボーリング地点の選定

地質・水文調査、電気探査等の調査結果から作成された井戸タイプの分類図（図4・2、図4・3に基づいて、それぞれのタイプを代表する典型的な地区を7ヶ所に選定し、テストボーリングを実施した。各ボーリング地点の位置は図4・4示されている。各地点の地質、水文地形上の特徴は表4・3の通りである。

表4・3 各テストボーリング地点の特徴

No.	掘削地点 (セクツール名)	基盤岩	被覆層	帯水層	地形・その他	分類
1	カヨンザ地区 (ルウィンクワブ)	珪岩・片岩互層 (片岩が卓越)	粘土/厚い砂礫 (軽石を含む)	珪岩 (被圧)	広い谷間 扇情地形発達	S ₂ + D ₁
2	カバロンド地区 (カバロンド)	珪岩・片岩互層 (珪岩が卓越)	粘土/厚い砂礫 (軽石を含む)	珪岩 (被圧)	狭い谷間 崖堆発達	D ₂
3	ルキラ地区 (ルレンゲ)	珪岩・片岩互層 (片岩が卓越)	粘土/厚い砂礫	珪岩 (被圧)	広い谷間 湿地	S ₁ + D ₁
4	ルスモ地区 (キギナ)	珪岩・片岩互層 (珪岩が卓越)	粘土/厚い砂礫	珪岩 (被圧)	狭い谷間 急傾斜地層	D ₁
5	キガラマ地区 (ガセツァ)	珪岩・片岩互層 (片岩が卓越)	粘土/厚い砂礫	珪岩 (被圧)	広い谷間 沖積層発達	S ₂ + D ₁
6	サケ地区 (ショリ)	花崗岩	粘土薄層	花崗岩/風化層 (被圧)	台地状 山腹	D ₃
7	ビレンガ地区 (ビレンガ)	珪岩・片岩互層 (珪岩が卓越)	粘土/薄い砂礫	珪岩 (被圧)	狭い谷間の 山腹	D ₂

表 4・4 テラストポータリング結果一覧表

No.	所在地	掘削深度 (m)	ストレーナ 深度 (m)	ポンプ設置 深度 (m)	静水位 (m)	湧水量 (m ³ /h)	記 事
1	カヨンザ地区 (ルウィンクアブ・セクタール)	48.85	36~42	25	9.40	15.0	足踏式ポンプ設置 (現在利用中) 電動ポンプによる揚水も可能 S ₁ ~ D ₁ タイプ
2	カバロンド地区 (カバロンド・セクタール)	43.50	30~42	40	19.50	2.0	足踏式ポンプ設置 (観測井として利用中) D ₂ タイプ
3	ルキラ地区 (ルレンダ・セクタール)	42.00	30~36	32.5	22.18	2.0	足踏式ポンプ設置 (観測井として利用中) S ₁ ~ D ₁ タイプ
4	ルスモ地区 (キギナ・セクタール)	46.00	-	-	-	湧水なし	D ₁ タイプ
5	キガラマ地区 (ガセツツア・セクタール)	54.85	45~51	25	11.41	12.0	足踏式ポンプ設置 (現在利用中) 電動ポンプによる揚水も可能 S ₂ ~ D ₁ タイプ
6	サケ地区 (ジョリ・セクタール)	58.00	-	-	-	湧水なし	花崗岩風化帯を貫通し、岩盤に達するも湧水なし
7	ビレンガ地区 (ビレンダ・セクタール)	58.00	34~52	40	33.8	2.4	足踏式ポンプ設置 (観測井として利用中) D ₂ タイプ

4.4.2 ボーリング結果

テストボーリングの結果を要約して、表4.4及び図4.5.1～図4.5.7に示した。5ヶ所の井戸のうち、特にカヨンザ地区 (No.1孔) とキガラマ地区 (No.5孔) の2つの井戸については、湧水量が豊富にあり、将来の井戸利用方法として電動ポンプによる揚水が望まれる。

帯水層の深度は、30～52mのところを位置しており、より深部において更に優勢な帯水層を捕捉できる可能性が大きいので、将来の井戸掘削深度は50～80m (平均60m程度) に設定することが妥当と考える。

「ボーリング工事に要する平均的な純工事日数を今回の工事实績から見積もると、次の通りである。

運 搬	2日
仮 設	2日
掘 削 (40m)	5日
検層・ストレーナー挿入	1日
孔内洗滌	2日 (min)
揚水試験	1日
撤 去	2日
合 計	15日

但し、ボーリング機械はロータリー式を使用し、道路状況の良い場所を想定している。孔内洗滌は、井戸掘りの場合できる限り長時間行う必要があり、この作業の良し悪しによって井戸数からの湧水量にも影響してくることから、全体工程策定にあたっては、上記の日数よりも更に数日間多く孔内洗滌に充てることが望ましい。

4.4.3 揚水試験

テストボーリングによって取水に成功した井戸5本のうち、特に湧水量が豊富で、電動ポンプによる揚水が可能な2ヶ所の井戸（カヨンザ地区No1孔とキガラマ地区No5孔）について揚水試験を実施した。試験方法は、一定量の水を水位が安定するまで連続的に揚水し、その間の水位変化を観測するヤコブの方法と揚水停止後の井戸内水位の回復状況を観測する回復法の2つの方法を採用した。

表4.5～表4.8は、その観測データをまとめたものである。

解析結果を下記に示すが、式の中に用いられている記号の意味はつき通りである。

Q : 揚水量 (m^3/sec)

r : 井戸半径 (m)

T : 透水量係数 (m^3/h)

K : 透水係数 (m/h)

S : 貯留係数

t : 観測時間

t' : 揚水停止後の経過時間 (sec)

t₀ : 作図から求められる基準時間 (sec)

ΔS : 水位低下量 (m)

(1) カヨンザ地区 (No1孔)

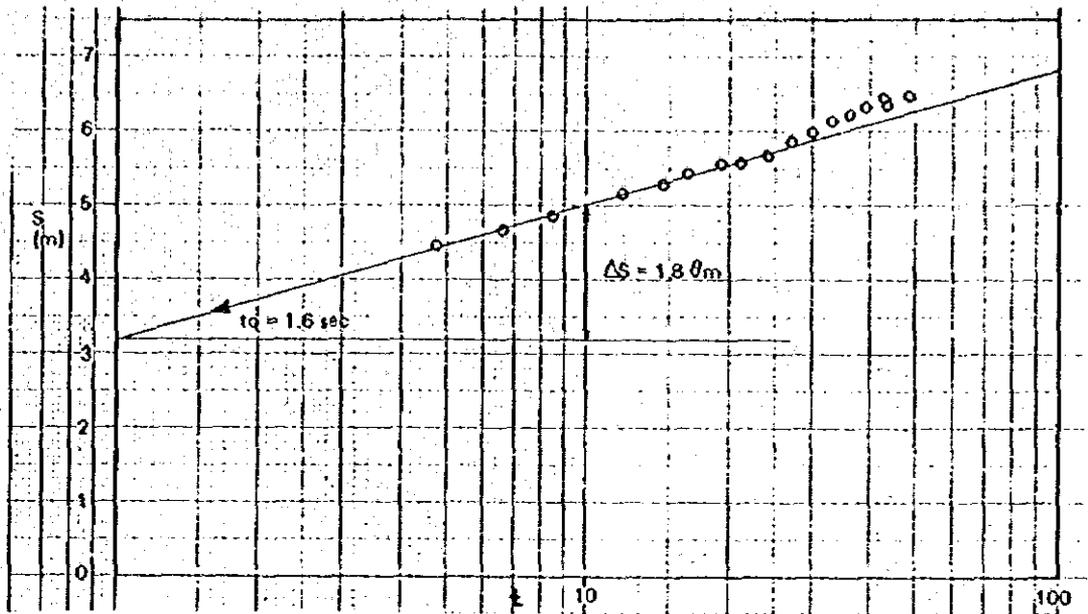
a. ヤコブの方法

$$Q = 9.1 \text{ m}^3/\text{h} = 2.53 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\Delta S = 1.80 \text{ m}$$

$$r = 0.10 \text{ m}$$

$$t_0 = 1.6 \text{ sec}$$



$$T = \frac{2.3 Q}{4 \pi \Delta S}$$

$$= \frac{2.3 \times 2.53 \times 10^{-3}}{4 \times 3.14 \times 1.8} = 2.57 \times 10^{-4} \text{ (m}^2\text{/sec)}$$

$$S = \frac{2.25 T t_0}{r^2}$$

$$= \frac{2.25 \times 2.57 \times 10^{-4} \times 1.6}{0.01} = 9.25 \times 10^{-2}$$

$$K = \frac{T}{\Delta h} = \frac{2.57 \times 10^{-4}}{5} = 5.14 \times 10^{-5} \text{ (m}^2\text{/sec)}$$

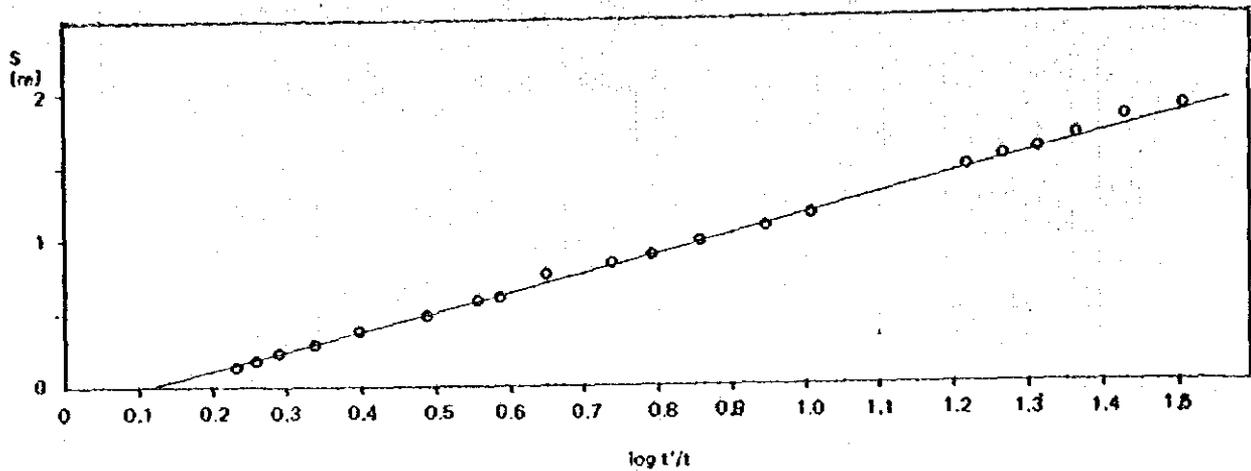
b. 回復法

$$T = \frac{0.189 Q}{S} \cdot \log \frac{t}{t'}$$

$$= \frac{0.189 \times 2.53 \times 10^{-3}}{1.47} \times 1.217$$

$$= 3.96 \times 10^{-4} \text{ (mf/sec)}$$

$$K = \frac{T}{\Delta h} = \frac{3.96 \times 10^{-4}}{5.0} = 7.92 \times 10^{-5} \text{ (m/sec)}$$



ここで得られた透水係数は、ヤコブの方法、回復法ともにほぼ同じオーダーの値を示している。一般にシルト質の砂あるいは、割れ目のある変成岩、砂岩等の透水係数とオーダーが同じであり、礫層にくらべるとやや送水性が悪い値を示している。

貯留係数の値は、被圧帯水層における値（0.005～0.00005）と比べるとかなり大きく、不圧帯水層における値（0.05～0.4）に対応していることから、この井戸で捕捉した帯水層は、不圧帯水層である可能性が高い。

(2) キガラマ地区 (No.5 孔)

a. ヤコブの方法

$$Q = 6.9 \text{ m}^3/\text{h} = 1.92 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\Delta S = 3.65 \text{ m}$$

$$r = 0.1 \text{ m}$$

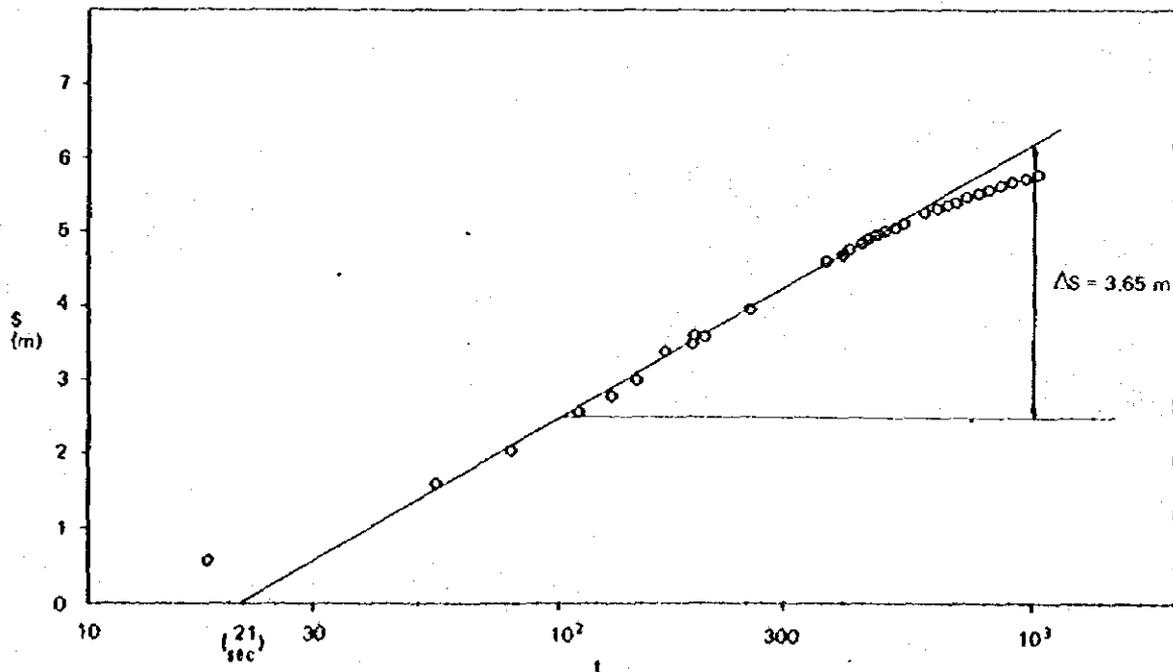
$$T = \frac{2.3 Q}{4 \pi \Delta S}$$

$$= \frac{2.3 \times 1.92 \times 10^{-3}}{4 \times 3.14 \times 3.65} = 9.63 \times 10^{-5} \text{ (m}^2/\text{sec)}$$

$$S = \frac{2.25 T t_0}{r^2}$$

$$= \frac{2.25 \times 9.63 \times 10^{-5} \times 21}{0.01} = 4.55 \times 10^{-1}$$

$$K = \frac{T}{\Delta h} = \frac{9.63 \times 10^{-5}}{5} = 1.93 \times 10^{-5} \text{ (m}^2/\text{sec)}$$



b. 回復法

$$Q = 6.9 \text{ m}^3/\text{h} = 1.92 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\begin{aligned} T &= \frac{0.189 Q}{S} \cdot \log \frac{t}{t'} \\ &= \frac{0.189 \times 1.92 \times 10^{-3}}{0.04} \times 0.449 \\ &= 4.07 \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{sec)} \end{aligned}$$

$$K = \frac{T}{\Delta h} = \frac{4.07}{5} \times 10^{-3} = 8.14 \times 10^{-4} \text{ (m/s)}$$

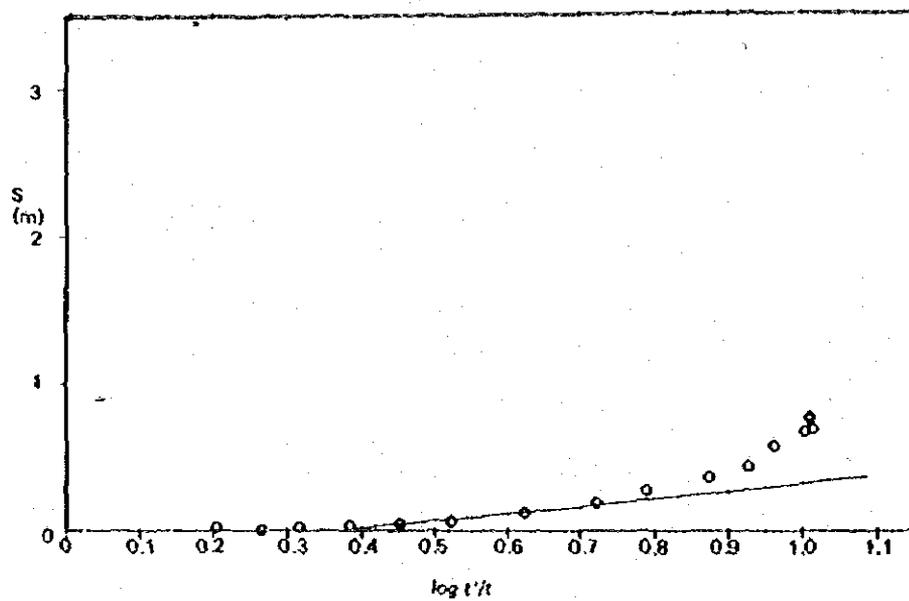


表 4・5 カヨンザ地区(№1 孔) テストボーリング揚水試験結果

観測時刻	経過時間 t (sec)	水 位 (m)	水位降下 s (m)	記 事
9 ^h 10' 00"	0	9.40	0	揚水開始 (揚水量 9.1 ^m /h)
18 00	480	13.89	4.49	
21 30	660	14.08	4.68	
24 30	840	14.28	4.88	
30 00	1,200	14.56	5.16	
34 00	1,440	14.70	5.30	
37 00	1,620	14.83	5.43	
42 00	1,920	14.98	5.58	
45 00	2,100	15.00	5.60	
50 00	2,400	15.09	5.69	
55 00	2,700	15.28	5.88	
10 ^h 00' 00"	3,000	15.38	5.98	
05 00	3,300	15.53	6.13	
10 00	3,600	15.62	6.22	
15 00	3,900	15.73	6.33	
22 00	4,320	15.74	6.34	
30 00	4,800	15.88	6.48	
45 00	5,700	15.75	6.35	
11 ^h 05' 00"	6,900	15.90	6.50	揚水停止
10 00	7,200	15.98	6.58	
15 00	7,500	15.24	5.84	
22 00	7,920	15.30	5.90	
30 00	8,400	15.41	6.01	
35 00	8,700	15.43	6.03	
40 00	9,000	15.38	5.98	
45 00	9,300	15.23	5.83	

表 4・6 カヨンザ地区(No.1孔)テストボーリング回復試験結果

観測時刻	経過時間 t (sec)	経過時間 t' (sec)	水位 (m)	$\log \frac{t}{t'}$	水位降下 s (m)	記 事
11 ^h 45' 00"	9,300	0	15.23	—	5.83	揚水停止 (揚水開始時間) 9 ^h 10' 00"
45 30	9,330	30	12.64	2.493	3.24	
46 00	9,360	60	12.20	2.193	2.80	
46 30	9,390	90	12.00	2.018	2.60	
47 00	9,420	120	11.80	1.895	2.40	
48 00	9,480	180	11.43	1.722	2.03	
48 30	9,510	210	11.46	1.656	2.06	
49 00	9,540	240	11.38	1.599	1.98	
49 30	9,570	270	11.32	1.550	1.92	
50 00	9,600	300	11.26	1.505	1.86	
51 00	9,660	360	11.16	1.429	1.76	
52 00	9,720	420	11.07	1.364	1.69	
53 00	9,780	480	10.99	1.309	1.59	
54 00	9,840	540	10.93	1.261	1.53	
55 00	9,900	600	10.87	1.217	1.47	
12 ^h 00' 00"	10,200	900	10.65	1.054	1.25	
05 00	10,500	1,200	10.48	0.942	1.08	
10 00	10,800	1,500	10.36	0.857	0.96	
15 00	11,100	1,800	10.28	0.790	0.88	
20 00	11,400	2,100	10.22	0.735	0.82	
30 00	12,000	2,700	10.17	0.648	0.77	
40 00	12,600	3,300	10.00	0.582	0.60	
45 00	12,900	3,600	9.97	0.554	0.57	
13 ^h 00' 00"	13,800	4,500	9.89	0.487	0.49	
30 00	15,600	6,300	9.77	0.394	0.37	
14 ^h 00' 00"	17,400	8,100	9.69	0.332	0.29	
30 00	19,200	9,900	9.63	0.288	0.23	
15 ^h 00' 00"	21,000	11,700	9.58	0.254	0.18	
30 00	22,800	13,500	9.55	0.228	0.15	

表 4・7 キガラマ地区(№5 孔) テストボーリング揚水試験

観測時刻	経過時間 t (sec)	水 位 (m)	水位降下 s (m)	記 事
9 ^h 24' 00"	0	11.41	0	揚水開始 (揚水量 6.9m ³ /h)
24 18	18	12.00	0.59	
24 55	55	13.00	1.59	
25 20	80	13.50	2.09	
25 50	110	14.00	2.59	
26 10	130	14.20	2.79	
26 26	146	14.40	2.99	
26 50	170	14.70	3.29	
27 15	195	14.90	3.49	
27 25	205	15.00	3.59	
28 15	255	15.34	3.93	
30 10	370	16.00	4.59	
30 39	399	16.10	4.69	
30 50	410	16.15	4.74	
31 00	420	16.20	4.79	
31 20	440	16.25	4.84	
31 36	456	16.30	4.89	
31 42	462	16.35	4.94	
32 10	490	16.40	4.99	
32 28	508	16.45	5.04	
32 50	530	16.50	5.09	
33 55	595	16.65	5.24	
34 28	628	16.70	5.29	
35 00	660	16.75	5.34	
35 30	690	16.80	5.39	
36 05	725	16.85	5.44	
36 45	765	16.90	5.49	
37 25	805	16.95	5.54	
38 17	857	17.00	5.59	
39 00	900	17.05	5.64	
40 00	960	17.11	5.70	
41 00	1,020	17.14	5.73	
45 00	1,260	17.34	5.93	
50 00	1,560	17.46	6.05	
55 00	1,860	17.53	6.12	
10 ^h 00' 00"	2,160	17.58	6.17	
10 10 00	2,760	17.63	6.22	
10 20 00	3,360	17.80	6.39	
11 ^h 30' 00"	7,560	17.85	6.44	

表 4・8 キガラマ地区(底 5 孔) テストボーリング水位回復試験

観測時刻	経過時間 t (sec)	経過時間 t' (sec)	水位 (m)	$\log \frac{t}{t'}$	水位降下 s (m)	記 事
11 ^h 30' 20"	7,562	0	17.82	—	6.41	揚水停止
31 18	7,620	58	17.50	2.119	6.09	(揚水開始時間) 9 ^h 24' 18"
31 25	7,627	65	16.50	2.069	5.09	
31 40	7,642	80	16.00	1.980	4.59	
31 55	7,657	95	15.60	1.906	4.19	
32 20	7,682	120	15.20	1.806	3.79	
32 30	7,692	130	15.08	1.772	3.67	
32 55	7,717	155	14.77	1.697	3.36	
33 15	7,737	175	14.50	1.646	3.09	
33 22	7,744	182	14.40	1.629	2.99	
33 45	7,767	205	14.11	1.578	2.70	
34 00	7,782	220	14.08	1.549	2.67	
34 10	7,792	230	14.00	1.530	2.59	
34 20	7,802	240	13.90	1.512	2.49	
34 33	7,815	253	13.80	1.490	2.39	
34 48	7,830	268	13.70	1.466	2.29	
35 00	7,842	280	13.60	1.447	2.19	
35 18	7,860	298	13.50	1.421	2.09	
35 30	7,872	310	13.40	1.405	1.99	
35 50	7,892	330	13.30	1.379	1.89	
36 10	7,912	350	13.20	1.354	1.79	
36 30	7,932	370	13.10	1.331	1.69	
37 00	7,962	400	13.00	1.299	1.59	
37 30	7,992	430	12.90	1.269	1.49	
37 57	8,019	457	12.80	1.244	1.39	
38 24	8,046	484	12.70	1.221	1.29	
39 00	8,082	520	12.60	1.192	1.19	
39 50	8,132	570	12.50	1.154	1.09	
40 38	8,180	618	12.40	1.122	0.99	
41 30	8,232	670	12.30	1.089	0.89	
42 42	8,304	742	12.20	1.049	0.79	
44 08	8,390	828	12.10	1.006	0.69	
45 55	8,497	935	12.00	0.958	0.59	
47 30	8,592	1,030	11.85	0.921	0.44	
50 00	8,742	1,180	11.77	0.870	0.36	
55 00	9,042	1,480	11.67	0.786	0.26	
12 ^h 00' 00"	9,342	1,780	11.60	0.720	0.19	
10 00	9,942	2,380	11.53	0.621	0.12	
40 00	11,742	4,180	11.45	0.449	0.04	
13 ^h 00' 00"	12,942	5,380	11.43	0.381	0.02	
30 00	14,742	7,180	11.42	0.312	0.01	
14 ^h 00' 00"	16,542	8,980	11.41	0.265	0.00	
15 ^h 00' 00"	20,162	12,600	11.41	0.204	0.00	

ここで得られた透水係数は砂岩もしくは割れ目のある変成岩類の透水係数と同じオーダーの値であり、礫層の値と比べると一桁小さい値を示している。貯留係数はカヨンザ地区 (No.1 孔) の場合と同様に不圧を代表する値を示している。

表 4・9 試掘井水質検査結果

水 源 項 目	ニヤンコーラ 試 掘 井 No.1 ⑩	カバロンド 試 掘 井 No.2 ⑪	ル キ ラ 試 掘 井 No.3 ⑫	キガラム 試 掘 井 No.4 ⑬	ビレンガ 試 掘 井 No. ⑭
解 析 日	23, 8 1985	23, 8 1985	25, 9 1985	12, 9 1985	25,10 1985
NO ₂ -N	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
NO ₃ -N	0	0	0	0	0
NH ₄ -N	0	0	0	0	0
Cl	75	90	75	85	75
Cr ⁶⁺	0	0	0	0	0
Cu	0	0	0	0	0.5
Fe ⁺	0	0.2	0.2	0	0.2
Zn	0	0	0.5	0	0
pH	7.0pH	6.5pH	6.0pH	6.0pH	7.5pH
COD	0	0	0	0	0
CaCO ₃	125	150	50	45	50
大 腸 菌	-	-	-	-	-
雑 菌	-	-	-	-	-
温 度	0°	0°	0°	0°	0°
水 温	17℃	18℃	21℃	22℃	20℃

表4・10(その1) 河川・湖沼水質検査結果

水 源	川	川	川	沼	川
項 目	Nyakora River ①	Kodilidimba River Ruga zi I ②	Sendaya Ri ver Rugazi I ③	Rwinkwavu Pond ④	Kadilidimba River Nkon do West ⑤
解 析 日	23, 8.1985	26, 8.1985	26, 8.1985	24, 9.1985	10, 9.1985
NO ₂ -N	0 ppm	0 ppm	0.05ppm	0 ppm	0 ppm
NO ₃ -N	0	0	2.0	0	0
NH ₄ -N	0.8	0	0.5	0	0
Cl	115	140	100	130	150
Cr ⁶⁺	0	0	0	0	0
Cu	0	0	0	0	0
Fe ⁺	0	1.0	0.5	0	0
Zn	0	0	0	0	0
pH	8.0pH	7.0pH	7.0pH	7.0pH	7.5pH
COD	>20	>20	>20	20	5
CaCO ₃	255	150	50	140	150
大 腸 菌	++	++	++	++	++
雑 菌	++	++	++	++	++
温 度	>10°	>10°	>10°	>10°	5°
水 温	20℃	16℃	17℃	20℃	20℃

表 4・10 (その2) 河川・湖沼水質検査結果

水 源	川	川	泉	泉	簡易水道 (沼)
項目	Kabilizi Riv er Rurenge ⑥	Ruvuvu Riv er Gasetza ⑦	"KANO" Kayonza ⑧	"KANO" RUITONDE NGUNGU ⑨	Roblic Foc et near SO MIRWA Hosp ital ⑩
解 析 日	7. 9.1985	24. 9.1985	26. 8.1985	24. 9.1985	24. 9.1985
NO ₂ -N	0 ppm	0 ppm	0.05ppm	0 ppm	0 ppm
NO ₃ -N	0	0	0	0	0
NH ₄ -N	0.4	0	0	0	1.0
Cl	50	110	80	140	135
Cr ⁶⁺	0	0	0	0	0
Cu	0.5	0	0	0	0
Fe ³⁺	10.0	0.2	0	0	0
Zn	0.5	0	0	0	0.5
pH	7.0pH	8.0pH	6.0pH	5.5pH	8.5pH
COD	>20	>20	15	5	10
CaCO ₃	105	110	150	100	130
大 腸 菌	++	++	-	-	++
雑 菌	++	++	+	+	++
温 度	>10°	>10°	0°	0°	>10°
水 温	19℃	20℃	16℃	17℃	20℃

4.4.4 水 質

テストボーリングによって得られた地下水とその周辺の川、沼、泉の水の水質試験結果を表4.9に示す。この表からもわかる通り、新たに作られた井戸の水質は、良質であり、直接飲んでも全く問題はない。これに対して、住民が現在利用している川、沼の水は大腸菌、雑菌に汚染されているばかりでなく、有機物や泥で混濁しており、悪臭もひどい。

衛生上極めて劣悪な水であるにもかかわらず、これまでこの水に変わる水源が自然の泉以外になかったことにも問題がある。

一刻も早く、衛生的な井戸水への転換を図る必要がある。

表 4・1 水需要の既存湧泉による充足率

コミュニティ：ビレンガ

セク ツ ー ル	湧 泉 の 数		日 産 (m^3 /日)	1 9 8 3		
	使 用 中	使 用 不 能		人 口	需 要 (m^3 /日)	
						充 足 率 (%)
1. BARE	4	0	361.2	1,897	42.7	507.5
2. BIRENGA	4	0	90.7	2,087	47.0	115.8
3. GAHARA	2	0	35.4	5,436	122.3	17.4
4. GAHULIRE	4	0	114.0	2,765	62.2	110.0
5. GASHONGORA	2	0	60.5	4,193	94.3	38.5
6. KIBAYA	3	0	261.8	2,967	66.8	235.1
7. KIBARA	0	0	0	3,406	76.6	0
8. KIBIMBA	4	0	392.3	2,947	66.3	355.0
9. KIBUNGO	1	0	30.2	2,998	67.5	26.8
10. MATONGO	1	0	17.3	4,396	98.9	10.5
11. NDAMIRA	3	0	109.7	2,349	52.9	124.4
12. SAKARA	7	0	232.4	3,866	87.0	160.3
合 計	35	0	1,705.5	39,307	884.4	57.8

コミュニティ：カバロンド

セクター	湧泉の数		日産 (m ³ /日)	1983		充足率(%)
	使用中	使用不能		人口	需要(m ³ /日)	
1. BISENGA	0	0	0	2,014	47.3	0
2. CYINZOVU	2	0	166.8	2,418	54.4	184.0
3. KABARONDO	2	0	63.9	2,101	47.3	81.1
4. MURAMA	2	0	70.0	1,461	32.9	127.7
5. NKAMBA	3	0	147.7	2,955	66.5	133.3
6. RUBIRA	2	0	51.0	2,296	51.7	59.2
7. RUKIRA	0	0	0	1,963	44.2	0
8. RUNDA	0	0	0	2,908	65.4	0
9. RURAMIRA	2	0	63.1	2,866	64.5	58.7
10. RUSERA	1	1	163.3	1,875	42.2	232.2
11. RUYONZA	2	0	122.7	2,238	50.4	146.1
12. SHYANDA	0	0	0	2,346	52.8	0
合計	16	1	848.5	27,531	619.4	56.7

コミュニティ：カヨンザ

セクター	湧泉の数		日産 (m ³ /日)	1983		
	使用中	使用不能		人口	需要 (m ³ /日)	
					充足率 (%)	
1. GASOGI	0	0	0	2,738	61.6	0
2. KAYONZA	0	0	0	3,247	73.1	0
3. MUBURABUTORO	2	0	65.7	1,982	44.6	88.4
4. MUSUMBANURAMA	1	0	26.8	2,454	55.2	29.1
5. NYAMIRAMA	2	0	39.7	3,524	79.3	30.0
6. RUTARE	2	1	105.4	2,410	54.2	116.7
7. RWINKWAVU	0	0	0	4,784	107.6	0
8. SHYOGO	1	0	12.1	2,621	59.0	12.3
合計	8	1	249.7	27,760	534.6	26.3

コミュニティ：キガラマ

セク ツ ー ル	湧 泉 の 数		日 産 (m^3 /日)	1983		充 足 率 (%)
	使 用 中	使 用 不 能		人 口	需 要 (m^3 /日)	
	1. FUKWE	2	1	7.8	3,744	84.2
2. GASETSA	4	0	59.6	2,436	54.8	65.3
3. GASHANDA	2	2	47.5	3,622	59.0	48.3
4. KABARE I	4	1	278.2	2,473	55.6	300.2
5. KABARE II	3	0	190.1	4,156	93.5	122.0
6. KABERANGWE	2	0	75.2	3,366	75.7	59.6
7. KANSANA	8	0	547.8	3,462	77.9	421.9
8. REMERA	3	0	96.8	2,327	52.4	110.8
9. RUBONA	0	0	0	5,389	121.3	0
10. RURENGE	2	1	90.7	2,168	48.8	111.5
11. VUYWE	2	1	59.6	3,454	77.7	46.0
合 計	32	6	1,453.3	35,597	800.9	59.7

コミュニティ：ムゲセラ

セク ツ ー ル	湧 泉 の 数		日 産 (m^3 /日)	1983		充足率 (%)
	使用 中	使用不能		人 口	需 要 (m^3 /日)	
	1. CYIZIHIZA	3	0	62.2	2,919	65.7
2. GATARE	0	0	0	3,015	67.8	0
3. KAGASHI	0	0	0	3,537	79.6	0
4. KAREMBO	3	0	143.4	2,092	47.1	182.7
5. KIBARE	9	0	206.5	3,444	77.5	159.9
6. KIBILIZI I	8	0	418.2	3,061	68.9	364.2
7. KIBILIZI II	2	0	34.6	2,082	46.8	44.4
8. KIRAMBO	5	0	279.1	2,454	55.2	303.4
9. KUKABUYE	6	0	197.9	3,427	77.1	154.0
10. MATONGO	3	0	37.2	2,583	58.1	38.4
11. NGARA	9	1	645.4	2,895	65.1	594.8
12. NYANGE	0	0	0	2,085	46.9	0
13. SANGAZA	0	0	0	2,839	63.9	0
14. SHYWA	6	0	318.8	2,691	60.5	316.2
15. ZAZA	7	1	378.4	2,385	53.7	422.8
合 計	35	0	1,705.5	39,307	884.4	57.8

コミュニティ：ムハジ

セクツール	湧泉の数		日産 (m^3 /日)	1983		
	使用中	使用不能		人口	需要 (m^3 /日)	
						充足率 (%)
1. GATI	1	0	4.3	3,286	73.9	3.5
2. GISHALI	2	0	13.0	3,910	88.0	8.9
3. KABARE	0	0	0	3,025	68.1	0
4. KITAZIGURWA	0	1	0	2,359	53.1	0
5. MUKARANGE	0	0	0	2,219	49.9	0
6. MUNYIGINVA	2	0	27.6	2,577	58.0	28.6
7. MURAMBI	1	0	17.3	3,129	70.4	14.7
8. NKOMANGWE	0	0	0	2,271	51.1	0
9. NYAGATOVU	1	0	15.6	2,700	60.8	15.4
10. NYARUBUYE	0	0	0	2,810	63.2	0
11. NYARUGALI	0	0	0	2,399	54.0	0
12. RUHANDA	1	0	19.0	2,814	63.3	18.0
合計	8	1	96.8	33,499	753.7	7.7

コミュニティ：ルカラ

セクター	湧泉の数		日産 (m ³ /日)	1983		充足率 (%)
	使用中	使用不能		人口	需要 (m ³ /日)	
	1. GAHINI	0	0	0	5,111	115.0
2. KAWANGIRE	0	0	0	3,492	78.6	0
3. KIYENZI	0	0	0	3,355	75.5	0
4. NYAKABUNGO	2	0	47.5	2,668	59.9	47.6
5. NYAWERA	1	0	14.7	3,809	85.7	10.3
6. RUKARA	1	0	14.7	6,049	186.1	6.5
7. RWIMISHINYA	0	0	0	4,609	103.7	0
8. RYAMANYONI	2	0	72.6	2,454	55.2	78.9
合計	6	0	149.5	31,542	709.7	12.6

コミュニティ：ルキラ

セクター	湧泉の数		日産 (m^3 /日)	1983		充足率 (%)
	使用中	使用不能		人口	需要 (m^3 /日)	
	1. GASHIRU	0	0	0	3,245	73.0
2. GITUKU	3	0	381.9	3,057	68.8	333.1
3. GITWE	1	0	19.0	3,552	79.9	14.3
4. MUBAGO	1	0	65.7	3,466	78.0	50.5
5. MURAMA	1	0	65.7	3,134	70.5	55.9
6. MUSHIKIRI	0	0	0	2,997	67.4	0
7. NUTRARUKA	0	0	0	2,997	67.4	0
8. RUGARAMA	3	0	381.9	2,171	48.8	469.5
9. RURAMA	1	0	51.8	3,151	70.9	43.8
10. RURENCE	0	0	0	3,261	73.4	0
合計	10	0	804.4	30,344	682.7	35.0

コミュニティ：ルズモ

セクター	湧泉の数		日産 (m^3 /日)	1983		充足率(%)
	使用中	使用不能		人口	需要 (m^3 /日)	
	1. GATORE	0	0	0	6,088	137.0
2. GISENYI	0	0	0	2,346	52.8	0
3. KANKOBWA	3	0	64.8	4,225	95.1	40.9
4. KIGARAMA	2	0	65.7	5,711	128.5	30.7
5. KIGINA	7	0	158.1	5,296	119.2	79.6
6. KIREHE	2	0	190.1	4,792	107.8	105.8
7. MUSAZA	6	0	358.6	6,509	146.5	146.9
8. NYABITARE	4	0	101.1	3,177	71.8	84.8
9. NYAMUGALI	0	0	0	3,614	81.3	0
10. NYARUBUYE	6	0	193.5	5,214	117.3	99.0
合計	30	0	1,131.9	46,972	1,056.9	57.2

コミュニティ： ルトンド

セクター	湧泉の数		日産 (m^3 /日)	1983		
	使用中	使用不能		人口	需要 (m^3 /日)	
					充足率 (%)	
1. KADUHA	5	0	578.0	3,262	73.4	472.5
2. KIGABIRO	2	0	74.3	3,417	76.9	58.0
3. NKUNGU	2	0	67.4	2,866	64.5	62.7
4. NSINDA	1	1	13.0	2,731	61.4	12.7
5. NYARUSANGE	6	0	196.1	3,161	71.1	165.5
6. RUTONDE	6	1	202.2	3,273	73.6	164.8
7. RWERU	4	1	115.8	3,235	72.8	95.4
8. RWINKUBO	4	1	146.9	3,022	68.0	129.6
9. SOVU	4	1	367.2	2,759	62.1	354.8
合計	34	5	1,760.9	27,726	623.8	81.3

コミュニティ：サケ

セクター	湧泉の数		日産 (m^3 /日)	1983		
	使用中	使用不能		人口	需要 (m^3 /日)	
					充足率 (%)	
1. GITUZA	0	0	0	2,830	63.7	0
2. MABUGA I	0	0	0	2,228	50.1	0
3. MABUGA II	0	0	0	2,295	51.6	0
4. MBUYE	0	0	0	3,031	68.2	0
5. MURWA	4	0	470.9	3,541	79.7	0
6. NGOMA	0	0	0	2,228	50.1	564.0
7. NSHILI I	3	0	187.5	2,641	59.4	189.4
8. NSHILI II	3	0	267.8	2,263	50.9	315.7
9. RUBAGO	0	0	0	3,315	74.6	0
10. RUKUMBELI	0	0	0	3,320	74.7	0
11. RUYEMA I	2	0	49.2	1,731	38.9	75.9
12. RUYEMA II	5	0	525.3	1,604	36.1	873.1
13. SHOLI	0	0	0	3,091	69.5	0
合計	17	0	1,516.7	34,118	767.7	29.5
総合計	257	16	12,438.9	371,90	8,367.8	45.4

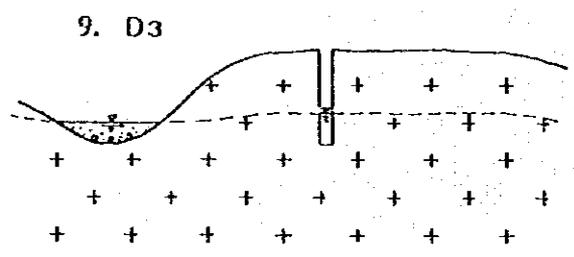
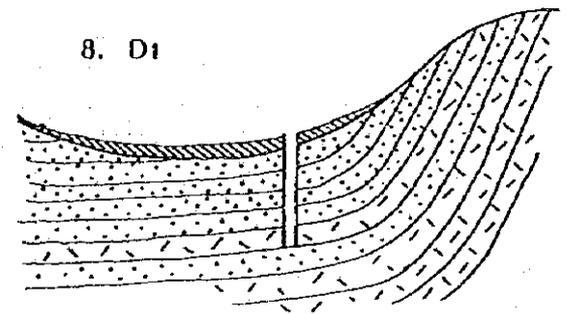
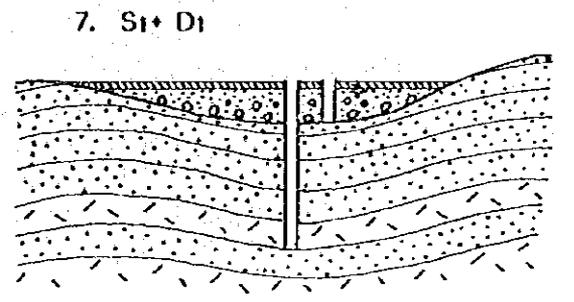
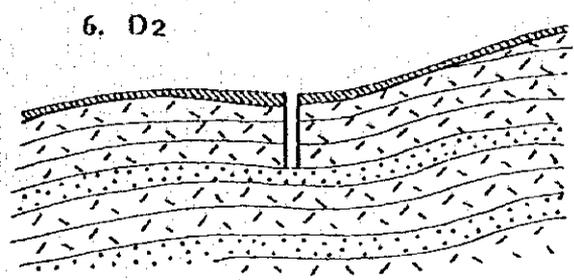
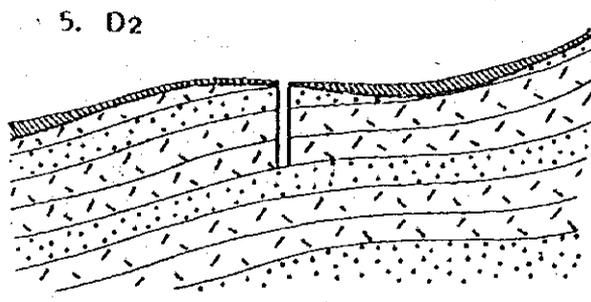
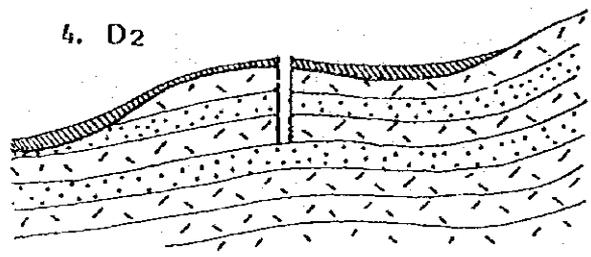
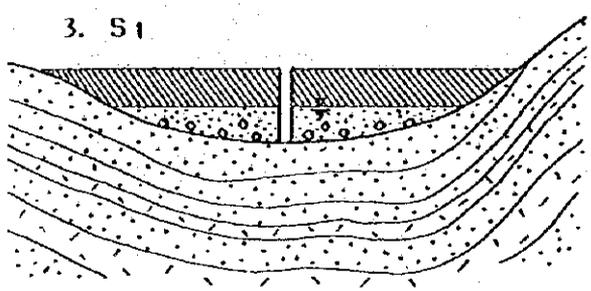
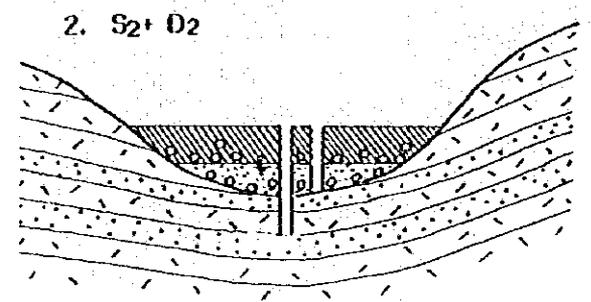
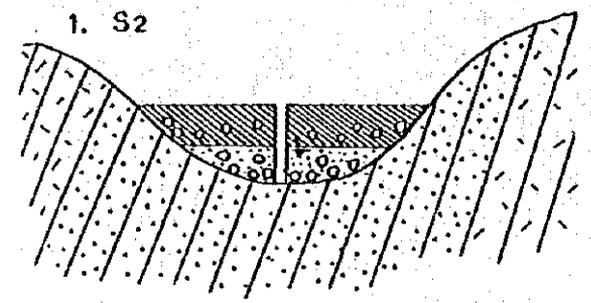


図 4・2 井戸のタイプ

Schematic geological sections presumed at each site of the test boring

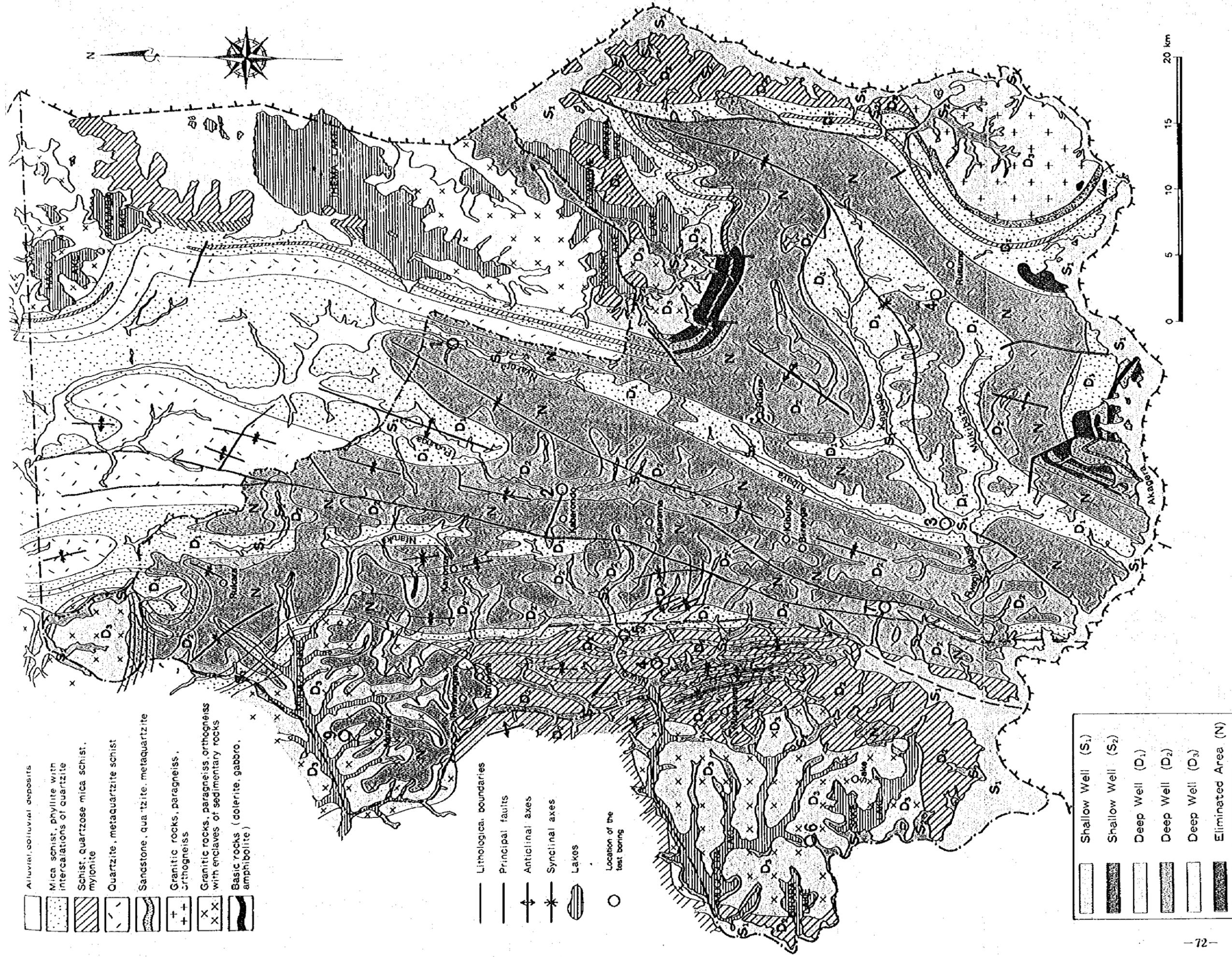


図4・3 井戸タイプの分類図

第5章 生活用水供給計画

第5章 生活用水供給計画

5.1 計画の方向付け

全体計画の作成に当たっては、先に事前調査の結論として示された基本方針を十分に尊重しつつ、本調査で得られたより詳細なデータを活用して、調査対象地区の現実に最も適合すると思われる具体的方針を採択した。

その基調となる考え方は、ルワンダ共和国の当面している、財政上、技術上、人材上の制約を考慮して、最小費用によって最大効果を上げることとをねらいとすると共に、完全、恒久的な理想案に走るのではなく、規模は小さくとも、より実現が容易で速効性を有し、この国のこれから始まるべき全国的水資源開発の一環としても、十分にバランスの取れた現実案をまとめようとするところにある。

5.1.1 水 源

地下水を主たる水源とする。自然湧水の利用は、過去、A. I. D. Rによってほぼ経済的に開発可能な箇所はすべて開発されつくし、今や限界に達している。一方地表水は、その現在の汚染度から考えて、多額の費用を要する浄水工程を経なければ、安全な生活用水として供し得ない。

現在、この国で、未だ未開発の状態にあり、比較的低い投資額で開発され得る水源は、他のアフリカ諸国に比して極めて豊富に存在すると見られる地下水であると考えられる。

5.1.2 揚水施設

当面、動力ポンプによる揚水法を避け、原則として人力ポンプによる揚水とする。

調査対象地区には、現在人口集中地点が極めて少なく、人家の大部分は比較的均等な密度で丘の頂部や中腹に散在している。電化の普及はまだ遠い将来のことであり、もし今の段階でディーゼル発電による動力ポンプ揚水設備などをまとめて導入すれば、たちまち運転維持費の転嫁先と、日常的な保守管理に不可欠な底辺技術不在の問題に突き当たることは明らかである。この点を十分に考え、この際安価で、運転費、維持管理費をほとんど要しない人力式ポンプを出来るだけ多数普及することが、差し当たって最も実情に合った適切な方策であると考えられる。この点に関しては、事前調査時から両国関係者の見解も一致している。

5.1.3 取水労力の軽減—取水歩行距離の短縮

“取水の現状”において前述した如く、村落住民は過重な日々の取水労力を少しでも軽くするために、遠くの良質安全な水源よりも、近くの汚染水源を選ぶ傾向を有する。

従って、水源は良質の小容量の水源を多数、出来るだけ人口分布に合わせて散在させることが望ましい。全体計画は調査区の現実にてらし、最も小さな単位給水区として“セリュール”を選び、1セリュールの中に可能な限り、1ヶの井戸を設置し、利用者の歩行距離が最大1～2km（片道）内におさまる様な方向で進められた。

5.1.4 地下水に恵まれない地域に対する対策

前述した如く、本調査は、地下水開発による生活用水供給を主目的としているが、調査地域の中には、地下水に恵まれない地域も多く存在する。かかる地域に対する恒久・安全な対策については、また、独立した別個の調査を必要とするが、とりあえず、本調査では、中間的対策の一つとして、雨水利用を検討すると同時に、恒久的な対策の方向を探り、提案として報告する。

5.2 基本計画

5.2.1 計画の目的

本計画はキブンゴ県約 4,100km²（但しキブンゴ、ルワマガナの両都市部、アカゲラ国立公園を除く）を対象地域とし、ここに居住する住民に主として地下水開発により、安全良質な生活用水を供給することを目的としている。

5.2.2 計画設計基準

計画は下記の基準に基づいて作成されている。

(1) 計画年次

ルワンダ共和国が現在国家開発計画として進めている全国飲料水設備拡充計画の目標と同じ、1990年を計画年次として採用する。これは先に行われた事前調査の際に両国間で合意された年次でもある。

(2) 給水区

1) 井戸による給水区

井戸揚水ポンプの標準的能力、相応する給水人口規模、実際の人口分布状

態等の諸点を総合的に考察するとき、先ず対象地区全域を網羅出来る様な理想的な給水区の配置は“セリユール”を単位給水区に近いものとみなして、これをベースに区別けをするのが最も適切であると考えられる。更にこれに地下水賦存状況、既存水源（改良泉）の容量等を加味して実際に井戸によって給水可能な単位給水区の理想的な配置を決めると、給水区の総数は総計489ヶ所に達する。（理想案）

調査団はこの理想的な配置に対して現地踏査を含む慎重な検討を加えた結果、主として、井戸掘削上の実際から、

- ・ 長い進入路の造成が必要とされる地域
- ・ 帯水層が深く、人力ポンプの揚程の限界を超えそうな地域
- ・ 地下水を掘り当てる確度の低い花崗岩地帯

は、全体として“実施不可能”と判断し、除外した。

この結果、効率的な開発が期待できる実施案として給水区186ヶ所による配置を採用した。

2) 雨水貯留設備による給水区

“4.1.4”において述べた如く、本調査では地下水に恵まれない地域に対する暫定的対策として、天水利用—雨水貯留設備—を検討した。理想案としては、136ヶ所の設備を設けることにより、前節で述べた井戸による給水可能な給水区の総数489ヶ所と相まって、計画対象地区をほぼ完全にカバーすることが出来る。しかし、雨水貯留設備の場合は、後述する如く、広い集水面積が要求され、既存の建物の屋根を利用することによってかなりの経済性を保ち得るが、キブongo県の場合利用し得る程度に大きな建物は一部の数少ない公共建物を除いて全く見られず、新設の集水面を建設することは、膨大な投資を必要とする。

従って、前節「井戸による給水区」の後段において述べたと同様の理由により、現実的な案として既存医療施設の建物を利用できる場合に限定し、12ヶ所に止めざるを得なかった。

(3) 実施案としての給水区の詳細

表5-1にコミューン当たり給水区の総括一覧表を掲げる。

井戸による単位給水区は一本の井戸の廻り、約1~2km範囲におよそ100家族(500人)の給水人口が分布する状態を考えれば、そのおよその概念が把握できるであろう。

表5.2に、実施案として考えている186ヶの井戸に基づく給水計画の詳細を示し、図5.1にその分布を図示する。ここでは全給水区が水理地質的観点から区分された12のゾーンに大区分され、示されている。

(4) 給水人口・給水面積

1984年においてキブンゴ県の人口は統計382,915人であることは3.1.3に述べた。この内約5%、2万人足らずの人口が、キブンゴ、ルワマガナの両都市部において上水道を利用しているに過ぎない。

また45.5%、約17万人の人口は、とりあえず、A. I. D. Rによって開発された改良泉を利用し得ると見做されている。従って残り49.6%、約19万人が汚染された地表水にたよらざるを得ない人口であり、本計画の対象となる。

(1)、(2)、(3)に述べた給水区の配置(実施案)から計算すると、この計画によってカバーされる人口、面積は、巨視的には、

- ・ 給水人口 67,600人(全人口の約18%)
- ・ 給水面積 750km²(全給水面積の約30%)

となる。

この給水区によって、前述した汚染地表水を使用している人口19万人の内、約35%に良質な井戸水利用の途が開かれることとなる。

計画年次1990年におけるキブンゴ県の人口は、1978年より1983年の人口増加率をベースに推計すると約475,000人に達する。

表5.3に推計結果をセクター毎に示す。

また、本章の末尾に各ゾーンの概要を添付する。

(5) 公共施設及び家畜用水

対象地区内の公共社会施設は、3.1.9に示される小数の衛生施設及び学校、教会、役場であり、給水人口を基準にした計画給水量の中にその給水負荷もすでに含まれていると見なすことができる。ただ、井戸の所在を決定する際には、できるだけ公共施設の近傍に優先度を置くことが望ましいと思われる。家畜は

飲料水を専ら地表水に依存し、現在十分な量を得ている。従って新設の飲料水源は人間専用としてよく、その方が衛生的にもむしろ望ましいと考えられる。

(6) 計画一人一日最大給水量

先に、“水使用の現状”で述べた様に対象地区における水の個人消費量の実態は、10ℓ/日前後の低いもので、これでは衛生的な日常生活を送るに到底足りないことは明らかである。一方、1978年7月に世界銀行とWHOがこの国で行った生活用水供給分野の調査の結果、共同水栓を利用する都市部住民の1990年における平均消費量として22.5ℓ/日/人を勧告している。本計画では当面、ルワンダ国農村部の現実にも合った値として、15ℓ/日/人を採用する。

(7) 水の総需要量

1990年度で総計10,688m³/日と推定される。この内、既存の改良泉で供給可能な分を除いた正味6,244.8m³/日が本計画によって最低供給されるべき水量となる。

付表“セクツール当たりの給水計画”にセクツール毎の需要量を記載する。

(8) 単位給水区における既存給水源の評価

新給水区の選定及び給水負荷の計画等に当たり、現在、住民によって多く利用されている地表水は、その水質の面から生活用水として不適當と考え除外した。

近年に開発された改良泉については、季節変動を考慮して公表されている湧水量の60%が給水に寄与できると見なし、給水区の水需要量からこれを差し引いた値を新水源の負荷と考えた。

なお、計算上、改良泉の湧水量が給水区の水需要量を満たして十分である場合でも、現実に改良泉の位置が住民の接近に不便であることを考慮し、可能な限り便利な場所に1ヶの新設井戸を設置することを目標としている。

付表のセクツール当たりの給水計画を見れば、既存改良泉による水の供給率がセクツールによっては100%を大きく超えているところもあるが、その数字を表面的にのみ評価するわけには行かない。なぜならば、各改良泉の水は、その周辺の住民にのみ用立てられ、余剰があっても捨てられるのみで、他の給

水区の住民の役に立つことは無いからである。従って、表中で“コミューン小計”“キブング県合計”の供給率を計算するに当たっては、100%を超える供給率を有する泉の供給率は100%としてしか計算に入れていない。

5.3 全体計画の概要

5.3.1 全体計画の要目

前述の“計画の方向付け”、“計画設計基準”に従い作成された生活用水供給全体計画の要目と全体計画実施に必要なサービスを列挙すれば、下記のとおりである。

- (1) 地下水源の開発として前述の計画給水区に対応し、186ヶの深井戸（管井戸）を設置する。詳細は報告書末尾に添付された“セクツール当たりの給水計画”を参照されたい。
- (2) 上記の井戸に見合うポンプの供給と据付、即ち186ヶの深井戸用ポンプ（内1個は電動ポンプ）
- (3) 上記の井戸を地表の汚染から守るための諸施設、排水路、フェンス、プラットフォーム等の設計建設。
- (4) 地下水が存在しないか、またはその開発が非常に困難な場所に対して応急的に雨水貯留設備12ヶを設計建設する。分布については報告書末尾の付表“セクツール当たりの給水計画”を参照のこと。
- (5) さく井機及び補助機器の修理用ワークショップの計画。
- (6) 地下水開発のための電気探査、詳細設計、現地建設工事管理等を含むコンサルタントサービスの提供。
- (7) 電気探査、さく井工事、さく井機械の維持管理についてのルワンダ人スタッフの現場トレーニング

5.3.2 給水施設の検討

本プロジェクトに適用可能な地下水利用の給水施設としては、次の4種の型の施設を挙げることが出来る。

- ① 浅井戸
- ② 人力ポンプ付管井戸

③ 電動ポンプ付管井戸

④ 改良泉

前述した“計画の方向付け”に沿いながら、以下、個別にその特長と短所を検討して、本プロジェクトに採択する当否を論じる。

(1) 浅井戸

プロジェクト対象地区に現在少数存在する井戸のすべては、手掘りの浅井戸で、専ら家畜に飲料水を供給している。

手掘りの浅井戸では、帯水層に達することが難しいために、浅井戸はすべて湖沼や川の近傍に掘られるが、表流水の汚染を直接こうむる結果となる。従って浅井戸の水質は、きわめて悪く人間の飲料には適さない。更に、浅井戸は地表水に接近して設けられるため、人家から遠くはなれ取り水に不便な場合が多い。この様な欠点を考慮して本プロジェクトでは浅井戸は採用しない。

(2) 人力ポンプ付き管井戸

この型の井戸は機械掘りされ、地表からの汚染は井戸ケーシングによって完全に防止されている。

取り付けられる人力ポンプは一般に面倒な運転や保守を要せず、投資コスト維持費は共に小さく交換部品も安価である。従って、本プロジェクトの主体をなす施設として採用するに充分と考えられる。標準的な人力ポンプで1000ℓ/時の吐出量、50mの揚水能力までは、可能であろう。

この揚水能力を以てすれば、井戸を谷底に限定してしまう必要はなく、その設置場所をかなり広い範囲で選択でき、人家により近い所に設置でき、従って、取水距離を大巾に短縮することができる。

(3) 動力ポンプ付管井戸

前述の人力ポンプの揚程は、50m以下におさえられている。

従って、揚水位が50m以上になれば、電動かエンジン駆動の動力ポンプを使用する外ない。

確かに、動力ポンプ付の管井戸は付帯する排水管網を含めて、世界の農村地帯ではすでに一般化した存在ではあるが、その採用には適用地域の実態を充分に考慮した上でないといけない。

本キブゴ県においては、人口の集中化がまだ著しくなく大部分の住居は丘陵の頂部や中腹部に比較的均一にまばらに散在している。このような分布状態の地域に対しては電化は進まないし、動力ポンプによる集中配水方式の普及は、非常に効率が悪く、現実的とは言えない。

エンジン駆動方式の動力ポンプを使用する場合には、これに伴って必要となる。燃料油消費による運転費と比較的高度な維持管理技術が要求される。現状ではプロジェクト対象地区の農村には、これに相応する技術基盤に全く欠けるし、日常の運転費を住民の家計からまかなおうとすれば、過大な負担となることは明らかである。

以上の点を考慮して動力ポンプ付き管井戸は本プロジェクトでは主施設として取り上げない。

しかし、対象調査区に含まれるカヨンザコミュニティに一ヶ所のみ、人口集中度、既設配電線からみてこの方式を使用するに適した所があるので、試験的にここ一ヶ所のみ本施設を採用することを計画している。

(4) 改良泉

現在、全体の約半数に近い農村地区の住民は、改良泉に生活用水を依存していると言われる。しかし、前述した如く、泉の開発はほぼ限界に達しており、これ以上の開発は、更に取水に不便な位置に求めなければならず、実際的ではない。長期的にみても泉の役割は新しく開発される井戸に漸次、移行して行くのが実情であろう。

本プロジェクトでは改良泉は取り上げない。

5.4 施設標準計画

5.4.1 深井戸

電気探査によってあらかじめ決められた地点でボーリング機械を使用し、能率よく井戸を掘削する。掘削後、ケーシングを挿入して、地表からの汚染を防止すると共に、孔壁をサポートする。ケーシング材料としては、防食性と取扱い易さを重視してプラスチック製品を採用する。ケーシング末端のストレーナーは井戸やポンプの寿命に大きく影響する重要な部分であるから、本調査中のテストボーリングから得られたデータを利用してある程度の標準設計、標準加工を行い、最

終的には実際にさく井中に得られるデータを見て必要な現場設計変更、現場加工を行う。

井戸ケーシング挿入前に揚水試験が行われるが、このテスト結果に基づき、生産井としての適否が判定される。判定の基準として、以下の条件を使用するものとする。

(1) 湧水量

人力（手押し、足踏）ポンプを使用する場合……………1,000 ℓ/時以上

電動ポンプを使用する場合 …………… 10,000 ℓ/時以上

Nyankora及びKabarondo, Rukira 地区で掘削されたテスト井戸における水使用状況の実態調査の結果、ピーク時における最大水使用量は約600 ℓ/時であり、これ以上の揚水はポンプ性能の限界を越えるため不可能であった。

図5.2に“井戸標準図”を示す。

5.4.2 揚水ポンプ

調査用として、設置された試験井に取付けた足踏み式ポンプの使用状態の観察から得られた結論として、ポンプ選定に当たっては、下記の条件につき、慎重な検討をする必要がある。

(1) 操作労力

試験用に使用した足踏式のポンプは、足踏みベタルの操作に相当の力を要し、しかも1人が片足で操作出来るだけで、複数人間が力を併せて操作できないため、事実上、婦人子供には操作が困難であり問題となった。

ポンプの選定にあたっては、“てこ”を利用した手押し式を採用するのが望ましい。

(2) 堅牢、耐久性

ポンプは価格を問題にするよりも、先ず耐久性に勝れ、消耗部分は少なくとも、2ヶ月前後は交換無しで使用できるものが望ましい。

選定にあたっては、連続耐久試験の成績を必ず参照し、十分な使用実績のあるものを選択する必要がある。