

ウガンダ共和国
地方地下水開発計画基本設計調査
報告書

平成9年10月

JICA LIBRARY



J 1140805 [1]

国際協力事業団
株式会社 三祐コンサルタンツ

調無一

C.R(2)

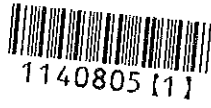
97-164

**ウガンダ共和国
地方地下水開発計画基本設計調査**

報 告 書

平成9年10月

**国際協力事業団
株式会社三祐コンサルタンツ**



1140805 [1]

序 文

日本国政府は、ウガンダ共和国政府の要請に基づき、同国の地方地下水開発計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年3月30日から5月28日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ウガンダ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地区における現地調査を実施いたしました。帰国後の国内作業の後、平成9年8月18日から8月28日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成9年10月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

伝 達 状

今般、ウガンダ共和国における地方地下水開発計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成9年3月19日より平成9年11月25日までの8ヶ月間にわたり実施いたしました。今回の調査に際しましては、ウガンダの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

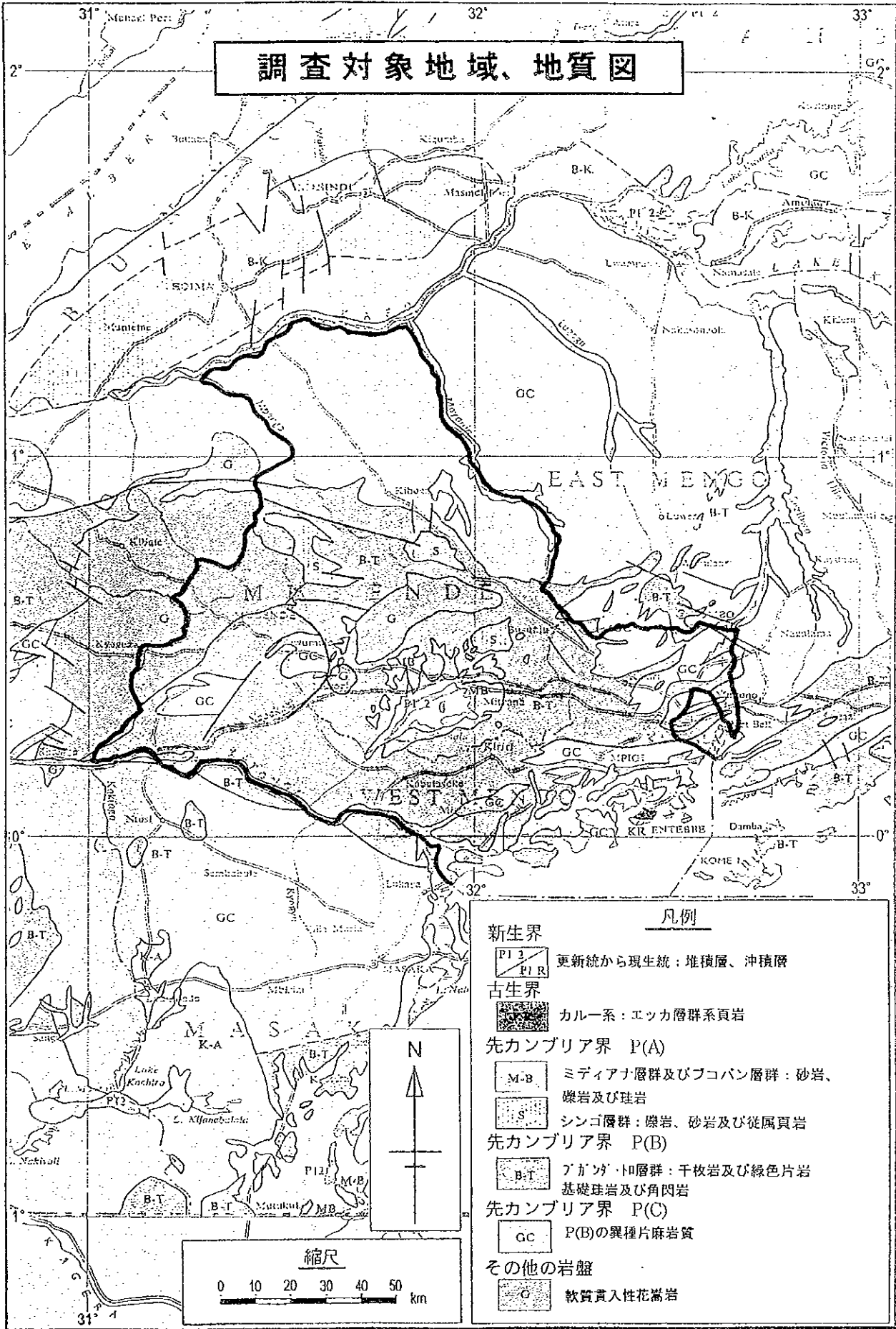
平成9年10月

株式会社 三祐コンサルタンツ

ウガンダ共和国地方地下水開発計画基本設計調査団

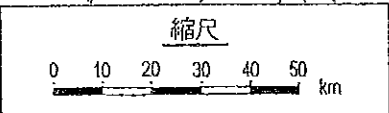
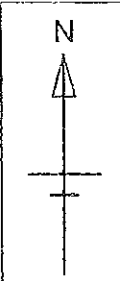
業務主任 寺村靖夫

調査対象地域、地質図

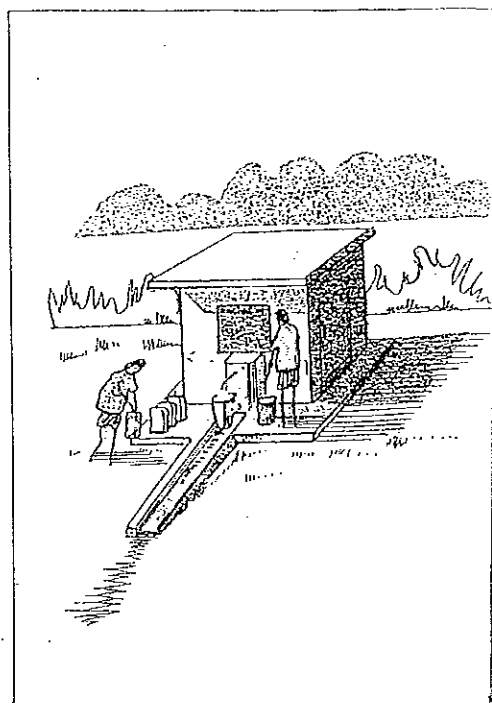


凡例

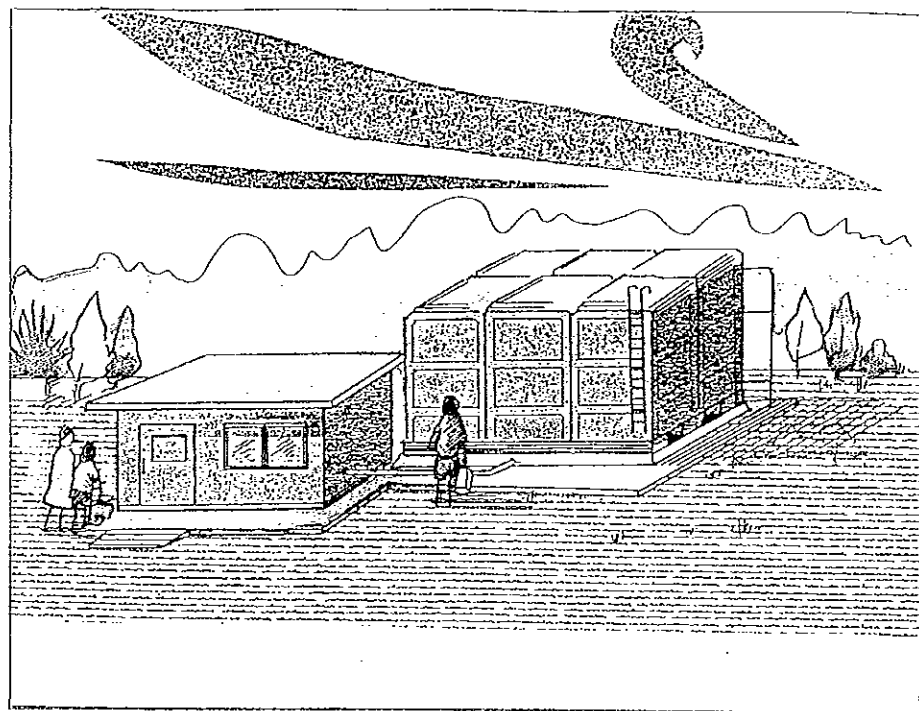
- 新生界**
- PI 3 更新統から現生統：堆積層、沖積層
 - PI R
- 古生界**
- カルー系：エッカ層群系頁岩
- 先カンブリア界 P(A)**
- M-B ミディアナ層群及びブコバン層群：砂岩、礫岩及び珪岩
 - S シンゴ層群：礫岩、砂岩及び従属頁岩
- 先カンブリア界 P(B)**
- B-T アガツ・ト層群：千枚岩及び緑色片岩、基礎珪岩及び角閃岩
- 先カンブリア界 P(C)**
- GC P(B)の異種片麻岩質
- その他の岩盤**
- G 軟質貫入性花崗岩



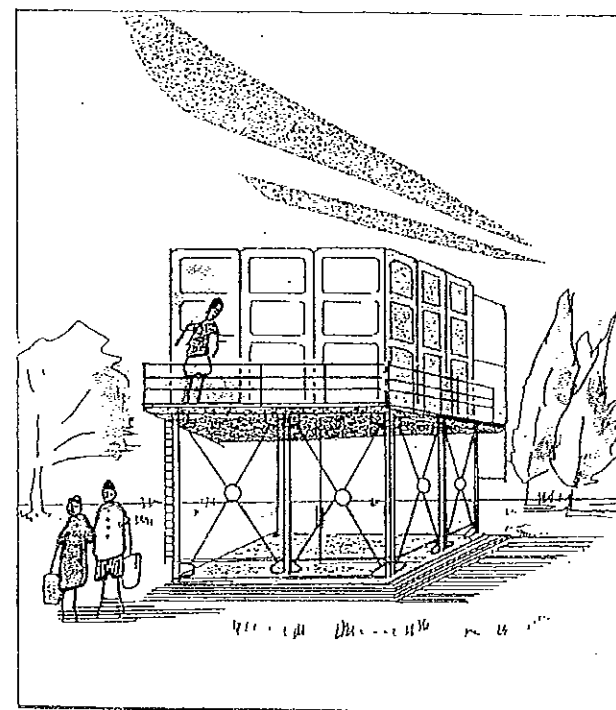
ギボガ町レベルーII 給水計画完成予想図



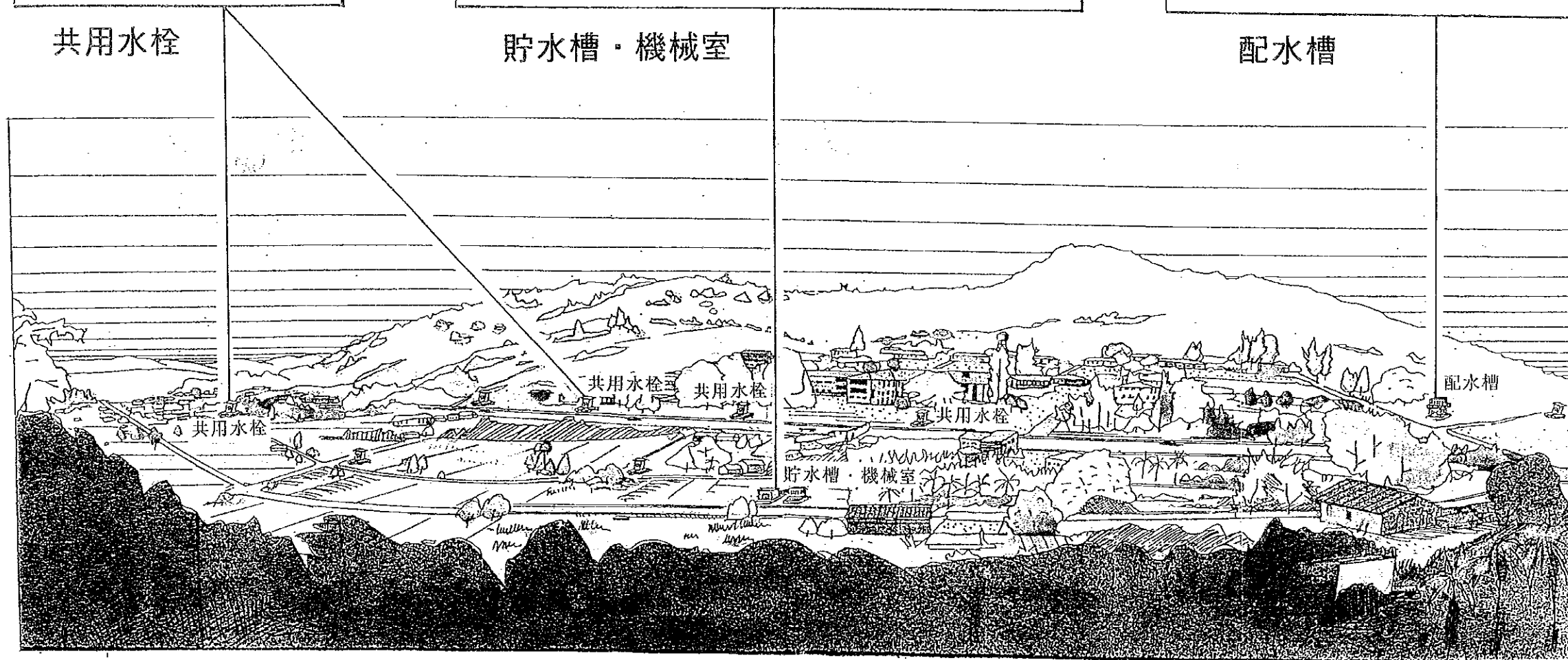
共用水栓



貯水槽・機械室



配水槽

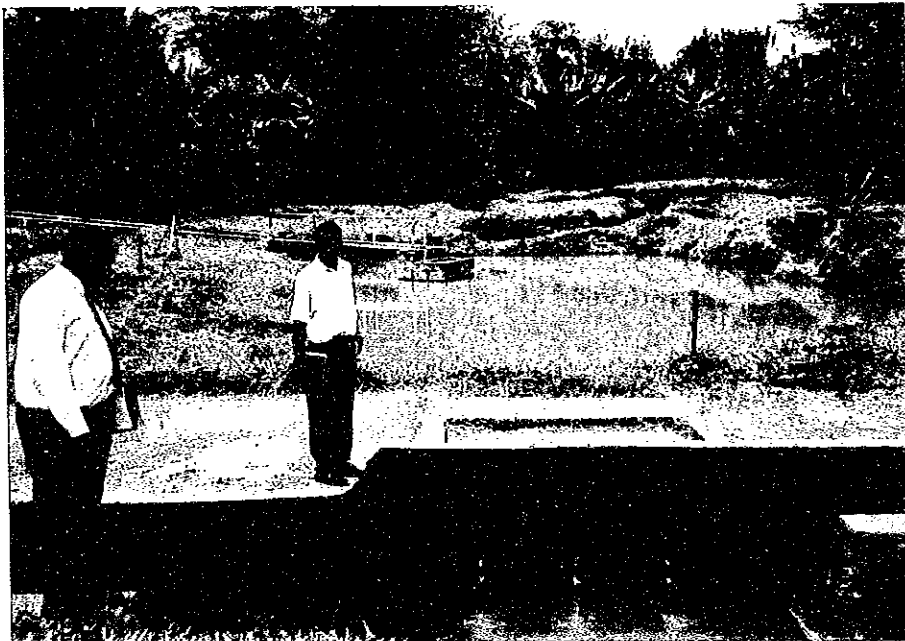


計画地区概略図



保護湧泉

泉を汚染防止のために砂礫で保護したもので、湧水量は30ℓ/分程度である。



溪谷ダム

泉や小河川を利用して、堰き止めて砂礫で濾過した溪谷ダム、上流の水に対して、パイプから出る水は澄んでいるが、細菌などの、含有量は減っていない。



深井戸

ポンプが壊れたり、位置の選定の不備などにより、施工後数年で水の出なくなった深井戸が多く見られる。



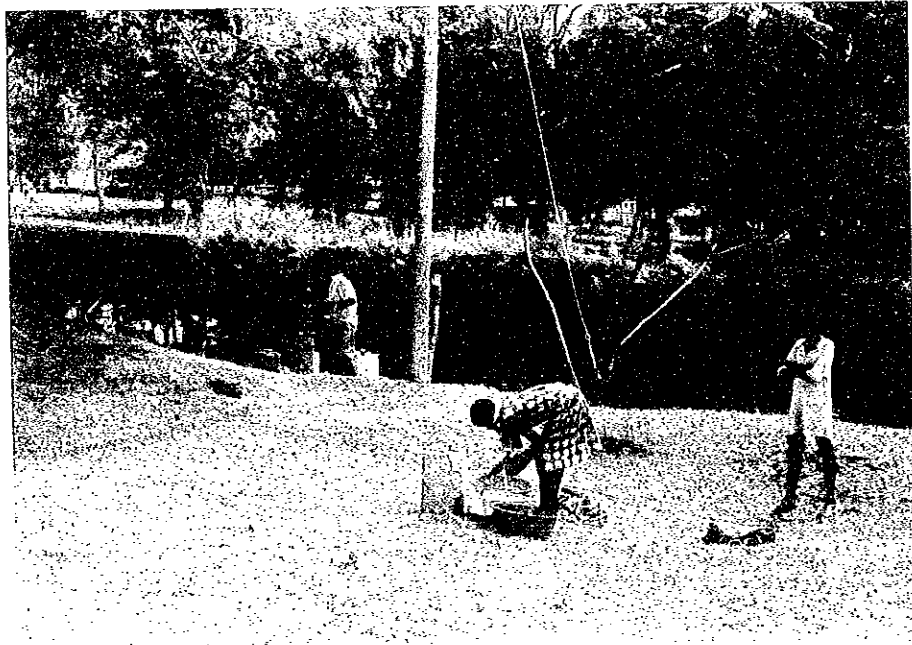
共用給水栓

共用給水栓は、バルブをひねると水が出るので住民から喜ばれている。ただし、維持管理が不行届きで、バルブ等が壊れたのがそのままとなっている。啓蒙活動によるWUCの教育が望まれる。



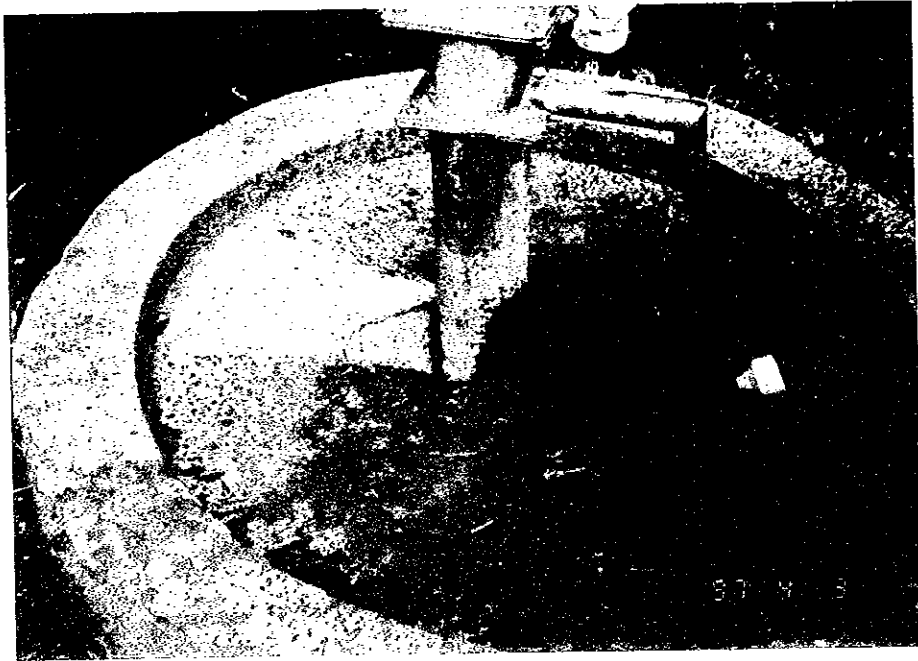
村の深井戸

水汲みの時間になると、列をなして水汲みの順番を待つ光景があちこちで見られる。



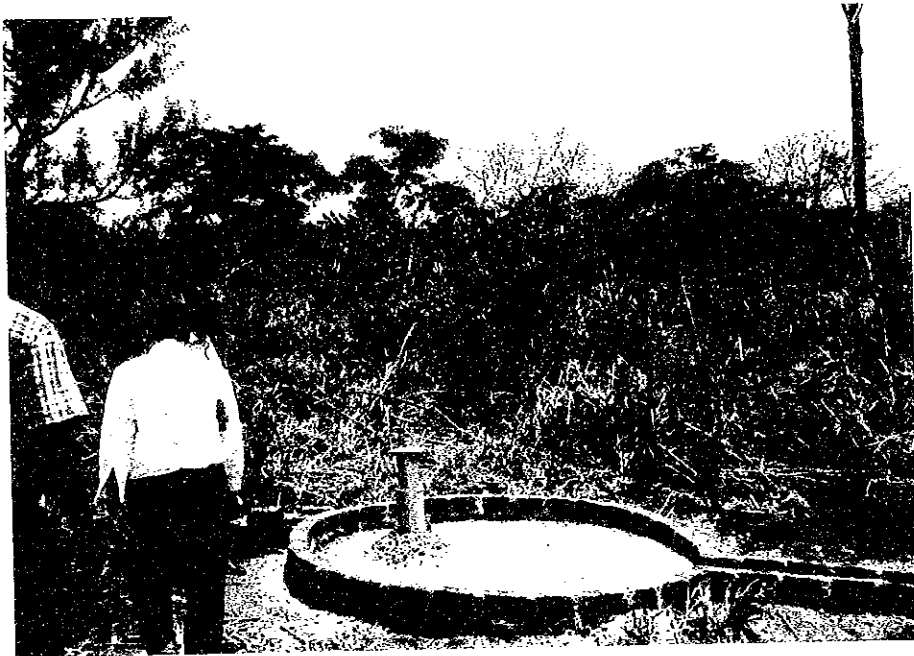
水源と洗濯

水源の近くには洗濯をする女性が集まって来る。



保護床版

施工が悪く、深井戸の保護床版が壊れて井戸内への汚水の進入原因となっている。



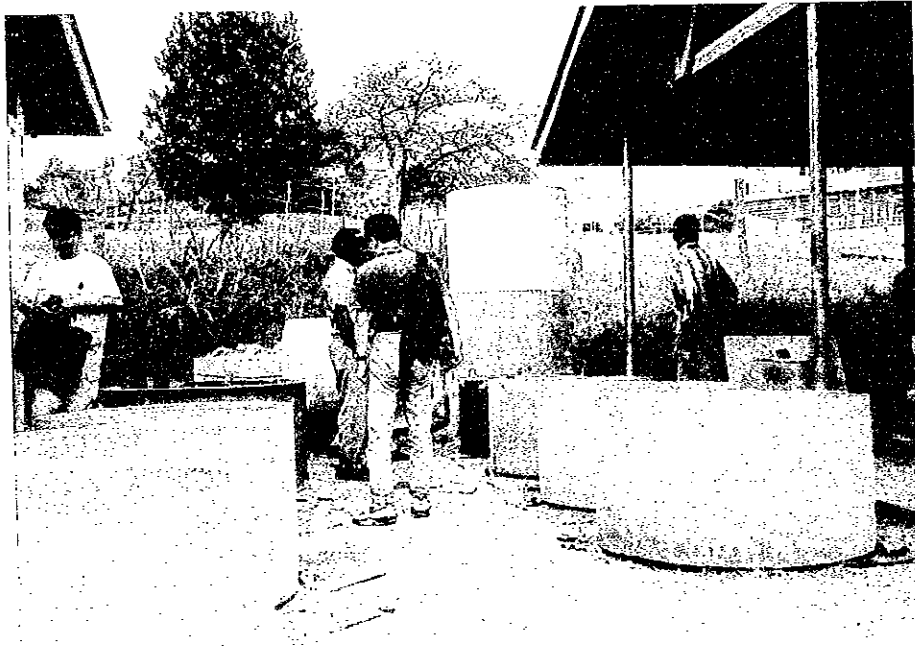
浅井戸

UNICEFによる施工途中の浅井戸



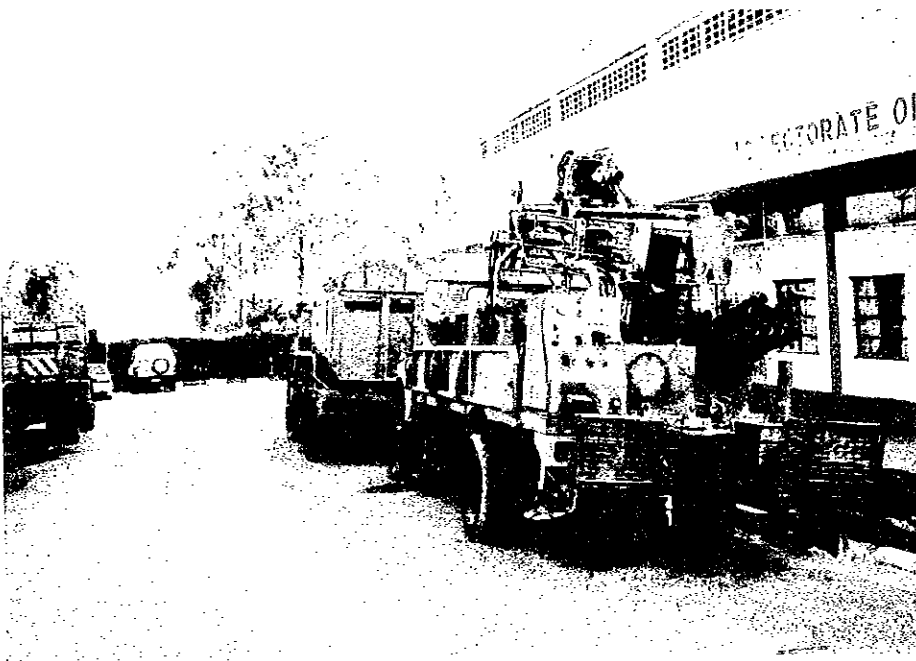
雨水集水タンク

雨水集水タンクも水源の一つ、水質は雑菌が多く、飲料水とするには煮沸する等の対策を徹底させる教育が必要である。



雨水集水タンクのプレハブ化

UNICEFのWES事業の一環として、県のWES担当課で進められている雨水集水用プレハブタンクのパーツ。



深井戸掘削機械

DWDには22台の使用可能な掘削機械（リグ）があるが、最も新しいもので7年を経過しており故障が多く、稼働率は悪い。



給水タンクとコンプレッサー

支援車輛である給水タンクやコンプレッサーは10年以上を経過し、殆どが使用不能の状態である。

ウガンダ共和国地方地下水開発計画基本設計調査
報告書

序文	
伝達文	
位置図	
完成予想図	
写真	
要約.....	1
第1章 要請の背景.....	1-1
第2章 プロジェクトの周辺状況.....	2-1
2-1 当該セクターの開発計画.....	2-1
2-1-1 上位計画.....	2-1
2-1-2 財政事情.....	2-1
2-2 他の援助国、国際機関等の計画.....	2-2
2-3 我が国の援助実施状況.....	2-3
2-4 プロジェクト・サイトの状況.....	2-3
2-4-1 自然条件.....	2-3
2-4-2 社会基盤整備状況.....	2-12
2-4-3 既存施設・機材の現状.....	2-14
2-5 環境への影響.....	2-19
第3章 プロジェクトの内容.....	3-1
3-1 プロジェクトの目的.....	3-1
3-2 プロジェクトの基本構想.....	3-1
3-2-1 給水施設.....	3-1
3-2-2 資機材供与.....	3-5
3-2-3 啓蒙活動.....	3-7
3-3 基本設計.....	3-8
3-3-1 設計方針.....	3-8
3-3-2 基本計画.....	3-16
3-4 プロジェクトの実施体制.....	3-32
3-4-1 組織.....	3-32

3-4-2	予算.....	3-32
3-4-3	要員・技術レベル.....	3-36
第4章	事業計画.....	4-1
4-1	施工計画.....	4-1
4-1-1	施工方針.....	4-1
4-1-2	施工上の留意事項.....	4-2
4-1-3	施工区分.....	4-3
4-1-4	施工監理計画.....	4-3
4-1-5	資機材調達計画.....	4-4
4-1-6	実施工程.....	4-4
4-1-7	ウガンダ国側負担事項.....	4-6
4-2	概算事業費.....	4-6
4-2-1	概算事業費.....	4-6
4-2-2	運営維持・管理計画.....	4-7
第5章	プロジェクトの評価と提言.....	5-1
5-1	妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果.....	5-1
5-2	技術協力・他ドナーとの連携.....	5-2
5-3	課題.....	5-2
[資料]		
1.	調査団員氏名.....	D-1
2.	調査日程.....	D-2
3.	相手国関係者リスト.....	D-4
4.	協議議事録.....	D-5
5.	当該国の社会・経済事情.....	D-6
6.	参考資料リスト.....	D-8

表

表 2-1	「ウ」国政府財政収支.....	2-2
表 2-2	計画地域の地質層序.....	2-5
表 2-3	月別降雨量の平均値.....	2-6
表 2-4	雨期にアクセスが困難となる村落数.....	2-14
表 2-5	地方人口及び給水状況(1994.6).....	2-14
表 2-6	計画地域の給水率.....	2-15
表 2-7	民間業者の掘削機保有状況.....	2-15
表 2-8	DWD の機械保有状況.....	2-16
表 2-9	「ウ」国内で活動している民間深井戸建設業者.....	2-17
表 3-1	要請給水施設数.....	3-1
表 3-2	計画変更施設内容.....	3-3
表 3-3	計画給水施設数.....	3-3
表 3-4	計画給水施設内訳.....	3-4
表 3-5	要請機材内容.....	3-5
表 3-6	調達機材内訳.....	3-6
表 3-7	計画井戸諸元.....	3-8
表 3-8	平均井戸深度及び成功率.....	3-9
表 3-9	DWDの水質基準.....	3-10
表 3-10	直営方式と下請方式の比較.....	3-23
表 3-11	供与機材一覧表.....	3-31
表 3-12	天然資源省予算.....	3-36
表 3-13	水資源開発局予算の推移.....	3-36

図

図 2-1	計画地域の地質図.....	2-4
図 2-2	降雨量分布図.....	2-7
図 3-1	深井戸標準断面図.....	3-17
図 3-2	深井戸ヘッドワーク標準設計図.....	3-20
図 3-3	キボガ町レベル-II 給水計画図.....	3-25
図 3-4	キボガ町レベル-II 給水計画模式図.....	3-26
図 3-5	貯水槽構造図.....	3-27
図 3-6	機械室構造図.....	3-28
図 3-7	配水槽構造図.....	3-29
図 3-8	共同水栓小屋構造図.....	3-30

図 3-9	天然資源省組織図	3-33
図 3-10	水資源開発局(DWD) 組織図.....	3-34
図 3-11	事業実施組織図.....	3-35
図 4-1	啓蒙・維持管理計画図.....	4-8
図 4-2	啓蒙活動工程計画表.....	4-11

巻末図表

表-1	パイロット村落における水質試験結果(F/S 1996).....	A-1
表-2	パイロット村落における水質試験結果(B/D 1997).....	A-2
表-3	簡易水質試験結果	A-3
表-4	ムピギ県村落調査一覧表(1/2)	A-4
表-5	ムピギ県村落調査一覧表(2/2)	A-5
表-6	ムベンデ県村落調査一覧表(1/2)	A-6
表-7	ムベンデ県村落調査一覧表(2/2)	A-7
表-8	キボガ県村落調査一覧表(1/2)	A-8
表-9	キボガ県村落調査一覧表(2/2)	A-9
表-10	電気探査数量一覧表 (ムピギ)	A-10
表-11	電気探査数量一覧表 (ムベンデ)	A-11
表-12	電気探査数量一覧表 (キボガ)	A-12
表-13	電気探査解析結果一覧表 (ムピギ)	A-13
表-14	電気探査解析結果一覧表 (ムベンデ)	A-14
表-15	電気探査解析結果一覧表 (キボガ)	A-15
表-16	電気探査結果による深井戸計画深度 (ムピギ)	A-16
表-17	電気探査結果による深井戸計画深度 (ムベンデ)	A-17
表-18	電気探査結果による深井戸計画深度 (キボガ)	A-18
図-1	深井戸位置図 (ムピギ)	A-19
図-2	深井戸位置図 (ムベンデ)	A-20
図-3	深井戸位置図 (キボガ)	A-21
図-4	電気探査解析結果図 (ムピギ)	A-22
図-5	電気探査解析結果図 (ムベンデ)	A-33
図-6	電気探査解析結果図 (キボガ)	A-43
図-7	電気探査解析結果図 (キボガ：レベル-II)	A-51

語彙・略語

BH	深井戸 (Borehole)
BMS	深井戸管理官 (Borehole Maintenance Supervisor)
BMU	深井戸管理事務所 (Borehole Maintenance Unit)
DANIDA	デンマーク国際開発事業団 (Danish International Development Agency)
DCDO	農村開発官 (District Community Development Officer)
DHI	保健衛生員 (District Health Inspector)
DMO	地方医務官 (District Medical Officer)
DWD	天然資源省・水資源開発局 (Directorate of Water Development, Ministry of Natural Resources)
DWO	地方給水官 (District Water Officer)
GDP	国内総生産 (Gross Domestic Product)
GNP	国民総生産 (Gross National Product)
GOJ	日本国政府 (Government of Japan)
GOU	ウガンダ国政府 (Government of the Republic of Uganda)
HP	ハンドポンプ (Handpump)
HPM	ハンドポンプ修理人 (Handpump Mechanic)
IMF	国際通貨基金 (International Monetary Fund)
JICA	国際協力事業団 (Japan International Cooperation Agency)
LC	地方自治体 (Local Council(former RC))
LLDC	後発開発途上国 (Least Among Less-Developed Country)
MFEP	財務及び経済企画省 (Ministry of Finance and Economic Planning)
MNR	天然資源省 (Ministry of Natural Resources)
MOH	保健省 (Ministry of Health)
MOLG	自治省 (Ministry of Local Government)
NGO	民間公益団体 (Non-Governmental Organization)
NRM	国民抵抗運動 (National Resistance Movement)
O&M	運営・維持管理 (Operation and Maintenance)
RUWASA	地方給水・衛生計画 (Rural Water and Sanitation, Eastern Uganda Project by DANIDA)
RWP	国家地方給水計画 (National Rural Water Supply Programme)

S/C	郡 (Sub-County)
SIDA	スウェーデン国際開発事業団 (Swedish International Development Authority)
UNICEF	国連児童基金 (United Nations Children's Emergency Fund)
US\$	U.S. ドル (U.S. Dollars)
Ush	ウガンダシリング (Uganda Shillings)
WAP	水行動計画 (Water Action Plan for Water Resources Development and Management)
WES	給水・環境・衛生計画 (Water and Environmental Sanitation, UNICEF)
WES	給水・環境・衛生計画 Water Supply and Environmental Sanitation
WID	開発による女性の役割 (Wommen in Development)
WUC	給水利用者組合 (Water User's Committee)

単 位

mm	: ミリメートル
cm	: センチメートル
m	: メーター
km	: キロメートル
mm ²	: 平方ミリメートル
cm ²	: 平方センチメートル
m ²	: 平方メートル
km ²	: 平方キロメートル
l	: リッター
l/c/d	: 1人・1日当たり・リッター
mm ³	: 立法ミリメートル
cm ³	: 立法センチメートル
m ³	: 立法メートル
m ³ /hr	: 時間流出量
m ³ /hr/BH	: 1井戸当たり時間流出量
KW	: キロワット
V	: ボルト
KV	: キロボルト
KVA	: キロボルトアンペア
Hz	: サイクル
HP	: 馬力
US\$: US ドル
Ush	: ウガンダシリング

要 約

要 約

ウガンダ共和国は東アフリカの赤道直下に位置し、国土面積 236 千 km²、人口 1,912 万人(1994 年)の内陸国である。国土の大部分は平均海拔 1,220m の高地で、年間月平均気温は 25~27°C で、年間を通じて気温の較差は小さい。年間平均降雨量はヴィクトリア湖周辺では 1,200mm~1,500mm であるが北部では 600mm~1,000mm で、全国平均は 1,000mm 程度である。国土面積の 17% をヴィクトリア湖、エドワード湖、アルバート湖等の湖沼群や河川の水面が占めている。

国内総生産(GDP)の約 50% を占めるコーヒーを中心とする農業が主幹産業であるが、数年毎に襲来する干魃や農産市場の不安定性により安定した収入源とはなり得ず、財政収支は常に赤字基調で推移している。このため他国からの援助に強く依存しており、一人当たりの国民総生産(GNP)も 190 ドル(1994 年)と低く、後発開発途上国(LLDC)に分類されている。ウガンダ国内の給水率は都市部で 50%、地方部で 31% と全体的に低く、下痢、腸内寄生虫等の水因性疾患が蔓延しており、これに起因する死亡率、特に幼児の死亡率は高い。また、悪条件の給水事情下で女性や子供が水汲みに従事する時間は多大で、生産活動や教育機会の妨げになっている。

このような状況を改善すべく、2000 年までに地方住民の 75% が 20l/c/d の安全な水を 1.5km の範囲内で確保できることを目標とした復興開発計画を策定した。このプログラム的一端を担う形で、全国 45 県のうちの 35 県において国連児童基金(UINICEF)が環境衛生プログラムを展開しており、残りの東部 10 県においては同様の内容でデンマーク国債開発事業団(DANIDA)が地方給水・衛生計画(RUWASA)と称する環境衛生プログラムを展開している。しかしながら、いずれも財政的理由から目標を達成するには至っていない。

同国中西部に位置するムピギ、ムベンデ、キボガの 3 県は軟質な厚い表層に覆われている上に帯水層が比較的深く、従来の掘削技術では開発が困難であったために、給水率がそれぞれ 10%、26%、18% と全国でも低水準にあり、現行のプログラムだけでは抜本的な改善にはほど遠い状況にある。このような状況の下に、ウガンダ国の要請を受け、3 県 300 村落を対象にして、国際協力事業団(JICA)は 1995 年から 1996 年にかけて開発調査を実施し、対象村落を確認するとともに、地方給水国家プログラムの基準に従い、2005 年を目標年とした地方地下水開発計画をまとめた。この結果を踏まえ、同国は 276 村落(約 20 万人)に対し、446 本の深井戸建設を中心とした無償資金協力を要請越した。

ウガンダ政府の要請に応じて、日本政府は「ウガンダ国地方地下水開発計画」に係わる基本設計調査の実施を決定し、実施機関である JICA は、1997 年 3 月 30 日から 5 月 28

日まで現地に基本設計調査団を、また、同年8月18日から8月28日まで基本設計概要説明調査団を現地に派遣し、地方地下水開発に関する現地調査及び先方機関との協議を行った。

現地調査及びウガンダ側実施機関との協議を経て、施設の建設については安全な水を安定的に給水するという条件の下に、ムピギ、ムベンデ、キボガの3県、231村落(受益人口143千人)に対し、435本の深井戸の建設とキボガ町に1ヶ所のレベル-II給水施設*を建設する計画とした。保護湧泉、浅井戸、溜池については衛生的な安全性が確保できないことから計画の対象外とした。また、機材供与については、要請内容に掘削機械及び支援車輛の調達があったが、天然資源省・水資源開発局(DWD)の井戸掘削部門の民営化が進行していることからその供与は行わず、維持管理及び啓蒙活動用としてピックアップ4台、サービスリグ1台、ワークショップ用器具類1式及び水質試験用キット4式を供与する計画とした。要請内容と計画内容の比較を下表に示す。

* 水源施設からパイプにより配水し、集落内に設けた複数の共同水栓から給水するシステム (図3-4参照)

要請内容と計画内容の比較

項目	要請内容		計画内容	
	規模・内容	数量	規模・内容	数量
施設建設				
深井戸	ハンドポンプ付、平均80m	446本	ハンドポンプ付、平均90m	435本
保護湧泉	砂礫保護により濾過	187ヶ所		0ヶ所
浅井戸	ハンドポンプ付	61本		0本
レベル-II (簡易給水施設)	キボガ町、受益人口3,600人 共用栓10ヶ所	1ヶ所	キボガ町、受益人口3,600人 共用栓10ヶ所	1ヶ所
溜池		13ヶ所		0ヶ所
供与機材				
掘削機材	トラック搭載式標準型 (掘削能力300m)	2式		0式
支援車輛				
掘削器具		2台		0台
コンプレッサー	高圧型	2台		0台
カーゴトラック	3-ton クレーン付	2台		0台
タンク車	5,000 liter	2台		0台
ピックアップトラック	4WD、DWD本部用2台、県用3台	5台	4WD、DWD用1台、県啓蒙活動用3台	4台
ステーションワゴン	4WD、DWD用1台、BMU用1台	2台		0台
ワークショップ用器具類	BMU用	1式	BMU用	1式
サービスリグ	4WD、クレーン、コンプレッサー及び工具付、BMU用	1台	BMU用、吊り上げ能力1.5~2t程度	1台
水質試験用キット	県試験室用	3式	県及びキボガ町に配置	4式

なお、安全な飲料水を確保するために建設された深井戸その他の施設の建設後の維持管理について、住民の環境衛生及び給水施設の維持・管理に対する知識の啓蒙活動が地方地下水開発計画の成功の鍵となる。啓蒙活動については UNICEF が DWD と共同で水・環境・衛生計画(WES)プログラムを通じてこれまで実施してきており、知識と実施方法について熟知している。そのため、本計画では、

- ① 衛生教育、維持管理教育の指導者の教育のためのセミナー
- ② WUC の設立に対する指導
- ③ ポンプ補修のためのポンプ修理人の教育に対する補助

に対して支援する計画とした。

計画対象地区は、表層が軟弱で深いために従来の掘削方法では高い成功率をあげられず、井戸掘削本数が増えるために経済的でないと判断し、泥水工法を採り入れる計画とした。深井戸の平均掘削深はウガンダ国で実施されている他のプロジェクトやアフリカの他のプロジェクトに比較しても深く、平均 90m と予想される。井戸施工に当たっては、掘削成功率を 82% と設定した。キボガ町のレベル-II 給水施設については水源としての深井戸 4 ヶ所、共用水栓 10 ヶ所を計画し、2005 年の受益人口を 3,600 人として計画した。

深井戸工事の実施に当たっては、ウガンダ国内にある井戸建設業者所有の機械及び労働力を活用する計画とし、不足する機械及び建設に必要な機械部品等の消耗品についてはウガンダ国外から調達する計画とした。ウガンダ国内で調達可能なハンドポンプを含む建設用の資材についてはウガンダ国内での調達として計画した。ウガンダ国内にある井戸建設業者はまだ十分成長しておらず、本計画で採り入れている泥水工法については経験が不足しているので、日本からの派遣技術者が現地又は現地外で調達した機械を用いて、直営で工事を実施する特別な方式を採るものとする。

井戸位置は利用者の利便を考慮して選定し、必ず村の責任者或いは給水利用者組合(WUC)の同意を得ることが必要であり、深井戸は適切なケーシングの設計とポンプ材料の選定によって安全で、衛生的な深井戸を建設することができる。

本計画は 2 期に分けて実施し、I 期では供与機材の調達と 1 部の深井戸の建設 (ムピギ県 53 本) を実施する。II 期は 3 年に分けて深井戸の建設 (ムピギ県 105 本、キボガ県 118 本、ムベンデ県 159 本) とキボガ町のレベル-II 給水施設の建設を行う。本計画にかかる事業費は、3,566 百万円 (日本側負担分 3,193 百万円、ウガンダ側負担分 373 百万円、内 342 百万円は税金負担分) が見込まれる。建設に要する全体工期は 4 年で、実施設計 5 ヶ月、機材供与 8 ヶ月、施設建設は 4 年を必要とする。また、日本側負担は下表の通りである。

概算事業費

(単位：百万円)

内容	分担		ウガンダ国側		合計	備考
	日本側		I期	II期		
建設費	511.2 (14.3%)	2,397.9 (67.2%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	2,909.1 (81.6%)	
資機材費	56.6 (1.6%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	56.6 (1.6%)	
設計 監理費	実施設計費	31.5 (0.9%)	10.3 (0.3%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	41.8 (1.1%)
	施工監理費	39.2 (1.1%)	146.1 (4.1%)	7 (0.2%)	24 (0.7%)	185.3 (6.1%)
	小計	70.7 (2.0%)	156.4 (4.4%)	7 (0.2%)	24 (0.7%)	227.1 (7.2%)
予備費	0 (0.0%)	0 (0.0%)	85 (2.4%)	257 (7.2%)	342 (9.6%)	税金負担分
合計	638.5 (17.9%)	2,554.3 (71.6%)	92 (2.6%)	281 (7.9%)	3,566 (100%)	

為替交換レート：

1US\$ = 119 円

積算時点：平成9年6月

1US\$ = 1,185 Ush

1Ush = 0.1004 円

本計画の実施により受益人口 143,000 人が 20l/c/d の安全な水を最大 1.5km 以内の距離から安定的に確保でき、2005 年の対象 3 県の給水率が 1994 年の 16% から 24% に向上する。また、下痢、腸内寄生虫による水因性の疾患が減少すると共に、婦女子の水汲みによる労働が軽減されて余暇や教育機会が改善され、生活文化の向上が促進される。

本計画の実施に当たっては、今後の深井戸建設事業促進のために工事に当たる日本の建設業者は、ウガンダ国内の建設業者を十分活用し、育成していくことが、重要な課題である。建設後の施設の運用に当たっては、受益者である WUC が十分な機能を果たすよう啓蒙活動に努め利用者の衛生観念に対する意識の高揚をはかることは勿論、深井戸管理事務所(BMU)による定期的な施設点検も欠かすことの出来ない条件である。

第 1 章 要請の背景

第1章 要請の背景

ウガンダ共和国（以下「ウ」国と云う）は東アフリカの赤道直下に位置し、国土面積 236 千 km²、人口 1,912 万人(1994 年)の内陸国である。国土の大部分は平均海拔 1,220m の高地で、年間月平均気温は 25～27℃で、年間を通じて気温の較差は小さい。年間平均降雨量はヴィクトリア湖周辺では 1,200mm～1,500mm であるが北部では 600mm～1,000mm で、全国平均は 1,000mm 程度である。国土面積の 17%をヴィクトリア湖、エドワード湖、アルバート湖等の湖沼群や河川の水面が占めている。

「ウ」国では GDP の約 50%を占めるコーヒーを中心とする農業が主幹産業で、貴重な外貨獲得の手段となっている。しかしながら、数年毎に襲来する干魃や農産市場の不安定性により安定した収入源とはなり得ず、財政収支は常に赤字基調で推移している。このため他国からの援助に強く依存しており、自立発展的な経済事情ではない。一人当たりの GNP も 190 ドル(1994 年)と低く、LLDC に分類されている。

1994 年における「ウ」国の給水率は都市部で 50%、地方部で 31%と全体的に低く、下痢、腸内寄生虫等の水因性疾患が蔓延しており、これに起因する死亡率が高くなっている。この傾向は幼児ほど顕著となっている。また、地方部においては悪条件の給水事情下で女性や子供が水汲みに従事する時間は多大で、生産活動や教育機会の妨げになっている。

このような状況を改善すべく、「ウ」国は復興開発計画において地方給水の改善を掲げ、1991 年地方給水国家プログラムを策定した。同プログラムは、2000 年までに地方住民の 75%が 20l/人・日の安全な水を 1.5km の範囲内で確保できることを目標としている。既に、このプログラムの一端を担う形で、全国 45 県のうちの 35 県において UNICEF が環境衛生プログラム(WES-UNICEF)を展開しており、衛生知識の啓蒙活動とトイレや給水施設の建設及び普及活動を実施している。また、残りの東部 10 県においては同様の内容でデンマーク国際開発庁（以下 DANIDA と云う）が RUWASA と称する環境衛生プログラムを展開している。しかしながら、いずれも財政的理由から目標を達成するには至っていない。

同国中西部に位置するムピギ、ムベンデ、キボガの 3 県は軟質な厚い表層に覆われている上に帯水層が比較的深く、従来の掘削技術では開発が困難であったために、給水率がそれぞれ 10%、26%、18%と全国でも低水準にあり、現行のプログラムだけでは抜本的な改善にはほど遠い状況にある。

これを受け、上記3県300村落を対象にして、JICAは1995年から1996年にかけて開発調査を実施した。同調査では、対象村落を確認するとともに、「ウ」国が策定した地方給水国家プログラムの基準に従い、2005年を目標年とした地方地下水開発計画をまとめた。「ウ」国はこの結果を踏まえ、同国でも給水率の低いムピギ、ムベンデ、キボガの3県276村落（約20万人）に対し、446本の深井戸建設を中心とした無償資金協力を要請越したものである。

第2章 プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2-1 当該セクターの開発計画

2-1-1 上位計画

「ウ」国政府は、国家復興開発計画(1993/94年～1995/96年)で、経済の再建と発展、国内赤字財政の改善、インフレーションの鎮静、対外収支の是正等を柱とし、復興計画の下で、加速的経済発展と国民の社会福祉の持続的改善を目標としている。同計画の社会部門においては、貧困の緩和と健康の増進、人的資源の育成を重点課題としている。また、村落給水は政府の優先すべき課題であると認識し、安全で十分な水が年間を通じて全ての家庭で容易に利用出来るよう継続的な給水事業を遂行することにより、婦女子による水の運搬時間の浪費を他の生産的な活動に転化する事を目標としている。

国レベルの関連事業としては、「水行動計画(Water Action Plan for Water Resources Development and Management:以下WAPと云う)」及び「国家地方給水計画(Rural Water Supply Program:以下RWPと云う)」がある。WAPは、1992年のリオデジャネイロ宣言(地球環境サミット)に基づき策定されたもので、水資源の開発と管理に係る原則と方針を示したものである。一方、RWPは天然資源省水資源開発局(Directorate of Water Development:以下DWDと云う)が1991年に策定したもので、2000年までの地方給水及び環境衛生改善の計画及び事業実施にかかる全般的枠組みを示したものである。

2-1-2 財政事情

「ウ」国の財政収支は常に赤字基調で、赤字幅は1970年代には通常の場合でも財政収入の60%程度で運営されてきており、歳出の抑制策は採られないまま銀行借入れを拡大して、財政規模は年率30%比率で拡大してきた。しかしながら再三に亘る国際通貨基金(IMF)の指導により赤字幅の削減につとめている。その結果、歳入は外国からの無償援助に頼りながらも赤字幅は1992/93年度には28%、1995/96年度には11%と減少してきた。また、無償援助の歳入に対する割合も1991/92年度には約50%から1995/96年には約30%にまで低下してきた。

表2-1は1994/95及び1995/96年の「ウ」国政府の財政収支を示したものである。

表 2-1 「ウ」国政府財政収支

(単位：10 億 Ush)

項 目	1994/95 実績	1995/96		
		予算	実績	実績構成比 (%)
歳入合計	785.07	883.08	914.49	100.0
歳 入	531.19	625.75	646.04	70.7
無償援助	253.88	257.33	268.45	29.3
歳出合計	916.62	1,009.05	1,013.58	110.8
經常経費	501.26	570.25	563.96	61.6
開発経費	404.01	426.80	446.82	48.9
貸 出	11.35	12.00	2.80	0.3
赤字 (不足額)	-131.55	-125.97	-99.09	-10.8
除：無償援助	-385.43	-383.30	-367.54	-40.2
資金調達				
外 国	125.02	189.05	114.68	12.5
国 内	211.72	214.55	218.60	23.9
銀 行	-86.70	-21.50	-103.92	-11.4
ノンバンク	8.70	-12.50	-46.22	-5.1
GDP に対する比率(%)				
歳 入	10.9		11.7	
歳 出	18.9		18.4	

出典：Background to the Budget 1996-1997, The Republic of Uganda

2-2 他の援助国、国際機関等の計画

ウガンダ国における主な地方給水事業は DANIDA による地方給水・衛生計画(Rural Water and Sanitation Eastern Uganda Project：以下 RUWASA と云う) 及び UNICEF の飲料水・衛生環境計画(Water and Environmental Sanitation：以下 WES と云う) である。RUWASA 計画は DANIDA の技術的、経済的支援によって東部ウガンダの 10 県に対して飲料水、衛生施設及び衛生教育を実施するもので、第 I 期が 1991～1995 年の 5 年間で、総事業費は約 360Ush (約 42 億円)、年間約 6 億円～10 億円が投資された。第 II 期は 1996 年～2000 年の 5 年間で、年平均 10 億円の予算が見込まれており、2000 年を目標に給水施設の普及率を 29%、衛生トイレの普及率を 25%に上げる計画である。

一方、UNICEF の WES 計画は DANIDA 関係地区である東部 10 県を除く 35 県を対象にスウェーデン国際開発事業団(SIDA)の資金援助と民間公益団体(NGO)の協力を得て給水・環境・衛生関連事業である。事業は、第 I 期が 1990～1995 年の 6 年間で、総事業費

は約 1,092Ush (約 124 億円)、年間約 20 億円が投資された。第Ⅱ期は 1995 年～2000 年の 6 年間で、年平均 27 億円の予算が見込まれている。

2-3 我が国の援助実施状況

我が国の「ウ」国への援助は、1992 年までの実績で、有償 10.08 億円、無償 122.48 億円、技術協力 17.04 億円となっている。有償については 1966 年の経済開発借款のみであるが、無償は 1970 年代の後半から 1980 年代の後半までは債務救済と食料援助が主であったが、88 年以降は道路整備、文化センター、学校設備等多彩な援助が行われている。

給水開発計画については、1995 年～1996 年に JICA がムピギ、ムベンデ、キボガの 3 県 300 村落を対象として、対象地域の水資源の評価と対象村落における給水開発計画の策定のための開発調査を実施した。その結果、対象村落人口 225 千人(2005 年推定)に安定的な給水を行うためには深井戸(446 ヶ所)、浅井戸(61 ヶ所)、保護湧泉(187 ヶ所) 及び共用水栓(1 ヶ所)等の施設の建設が必要であると結論付けた。

2-4 プロジェクト・サイトの状況

2-4-1 自然条件

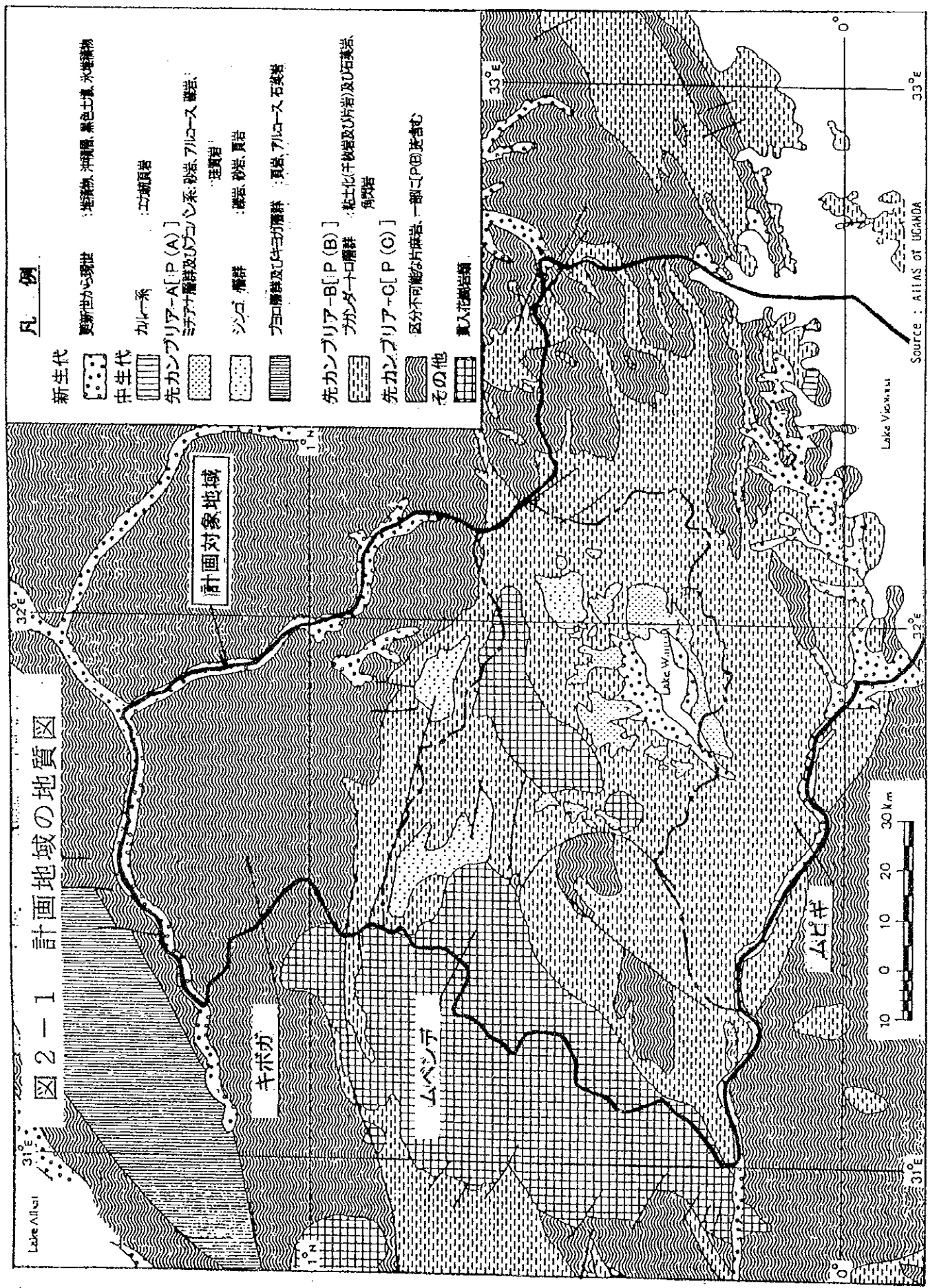
(1) 地形・地質

計画地域は、「ウ」国の中央部よりほぼ南西よりに位置し、南はヴィクトリア湖に面している。標高は 700～1,800m で、平坦な丘陵、緩やかに起伏する広大な高原、パピルス
の繁茂する湿地帯に代表される地形からなっている。

計画地域の主要河川であるマヤンジャ(Mayanja)、カトンガ(Katonga)、カフ(Kafu)河は、計画地域の外縁を流れている。これらの主要河川は、その支流を含めて平坦な河床と湿地帯から形成されている。一般的に河川の形態と地質構造の間には、堆積岩の場合は特に関係は見られないが、片麻岩や花崗岩の場合には直線的な溪谷など地質構造に規制された水系を示すことが多い。

計画地域の南方、ムベンデ県とムピギ県の境界付近にワマラ湖として知られる大陥没帯が見られる。このワマラ湖では漁業が営まれている。計画地域の南半の河川は直接ヴ

図2-1 計画地域の地質図



凡例

- 新生代
 - 更新世から現世 : 堆積物、沖積層、黒色土壌、水成堆積物
- 中生代
 - カレドニア系 : エカブ頁岩
- 先カンブリア-A [P (A)]
 - ミリアナ層群及びバコン系 : 砂岩、アルゴース 礫岩、泥質岩
- シンゴ 層群 : 礫岩、砂岩、頁岩
- プロコ層群及びバゴ層群 : 頁岩、アルゴース 石灰岩
- 先カンブリア-B [P (B)]
 - フカンダーナ層群 : 粘土化(千枚岩及び片岩)及び石英岩、角閃岩
- 先カンブリア-C [P (C)]
 - 区分不可能な片麻岩、一部に[P (B)] 並者む
- その他
 - 真入花崗岩類

Source : ATLAS OF UGANDA

ィクトリア湖へ流入するか、もしくはワマラ湖又はカトンガ河を經由してヴィクトリア湖へ流入する。北半のヴィクトリア・ナイル流域に分布する河川はカフ河へ流入する。

計画地域の地質層序を表 2-2 に、地質図を図 2-1 に示してある。計画地域に分布する主な地質は、堆積岩からなるミティアナ累層(Mityana Series)、シンゴ累層(Singo Series)、ブガンダ・トロ層群(Buganda-Toro System)、片麻岩複合体(Gneiss Complex)、貫入花崗岩類(Intrusive Granites)である。

ミティアナ及びシンゴ累層は、ほぼ似通った岩相・岩質を示すので、以後一括してミティアナ累層として扱うこととする。ミティアナ累層は、頁岩、砂岩、礫岩等からなる堆積岩で、結晶質の砂岩が卓越する。この累層は一般に塊状で堅硬な岩盤からなり、断層の付近ではしばしば湧水が観測される。ムベンデ県のワマラ湖周辺に広く分布し、ワマラ湖へ向かって5~10度の緩い勾配で傾斜している。また、分布地域は比較的急峻な地形を形成している。この累層に掘削された深井戸は、他の地層と比較して高い産水量を有している。

表 2-2 計画地域の地質層序

地質時代	地層区分	層序
更新世から現世		堆積物、黒色土壌、沖積層、氷堆積物
中生代	カルー系	頁岩
先カンブリア上部	ミチアナ層群 及びブコバン系	砂岩、礫岩、珪質岩
	シンゴ層群	砂岩、礫岩、頁岩
	ブヨロ層群 及びキヨガ層群	頁岩、石英岩
	ブガンダートロ層群	千枚岩、片岩、石英岩、角閃岩
先カンブリア	片麻岩複合体	片麻岩
	貫入花崗岩類	花崗岩

出典： 開発調査報告書 (JICA, 1996)

ブガンダ・トロ層群は、計画地域で最も広い範囲に分布する。片岩、千枚岩、頁岩、砂岩、礫岩、石英岩脈からなり、片岩、頁岩等の細粒岩が卓越し、砂岩、礫岩等の粗粒岩の薄層がこれに互層する。岩盤は軟質で亀裂に乏しく、表層部の強風化が進んでいる。ムベンデ県の一部地域では強風化層の厚さが100m近くに達するところもある。本層群と下部の片麻岩層の境界にしばしば石英脈が貫入している。本層群の厚さは、ムピギ県

の南西部で 900m に達するとの報告がある(The Geology of Southern Mengo, Geological Survey of Uganda, 1959)。本層は西部から東部へ向かってその厚さを減ずる。地層の透水性が低いために、産水量は低く、また、井戸深度が深い。

片麻岩複合体は、花崗岩組織を持つ細粒～粗粒の片麻岩、石英長石巨粒花崗岩の脈を持つ花崗片麻岩からなる。ムピギ県の西部及び東部の一部、キボガ県の中中部から北部に広く分布する。強風化層は一般に薄く 20m 内外である他、岩盤は極めて堅硬で、塊状を呈する。しかしながら、岩脈やや断層及びその周辺では大規模な破碎帯が見られる。破碎帯等のリニアメント付近で掘削された井戸は通常良好な産水量が得られる。

貫入花崗岩は、ムベンデ県の東部及び中部の一部に分布する。花崗岩類は一般に粗粒であるが、一部では細粒から中粒の岩相も見られる。岩盤は塊状で堅硬で、亀裂に乏しいのが特徴的である。産水量は一般に低い。

(2) 気象

計画地域の月別降雨量の平均値を表 2-3 に、降雨分布図を図 2-2 に示している。

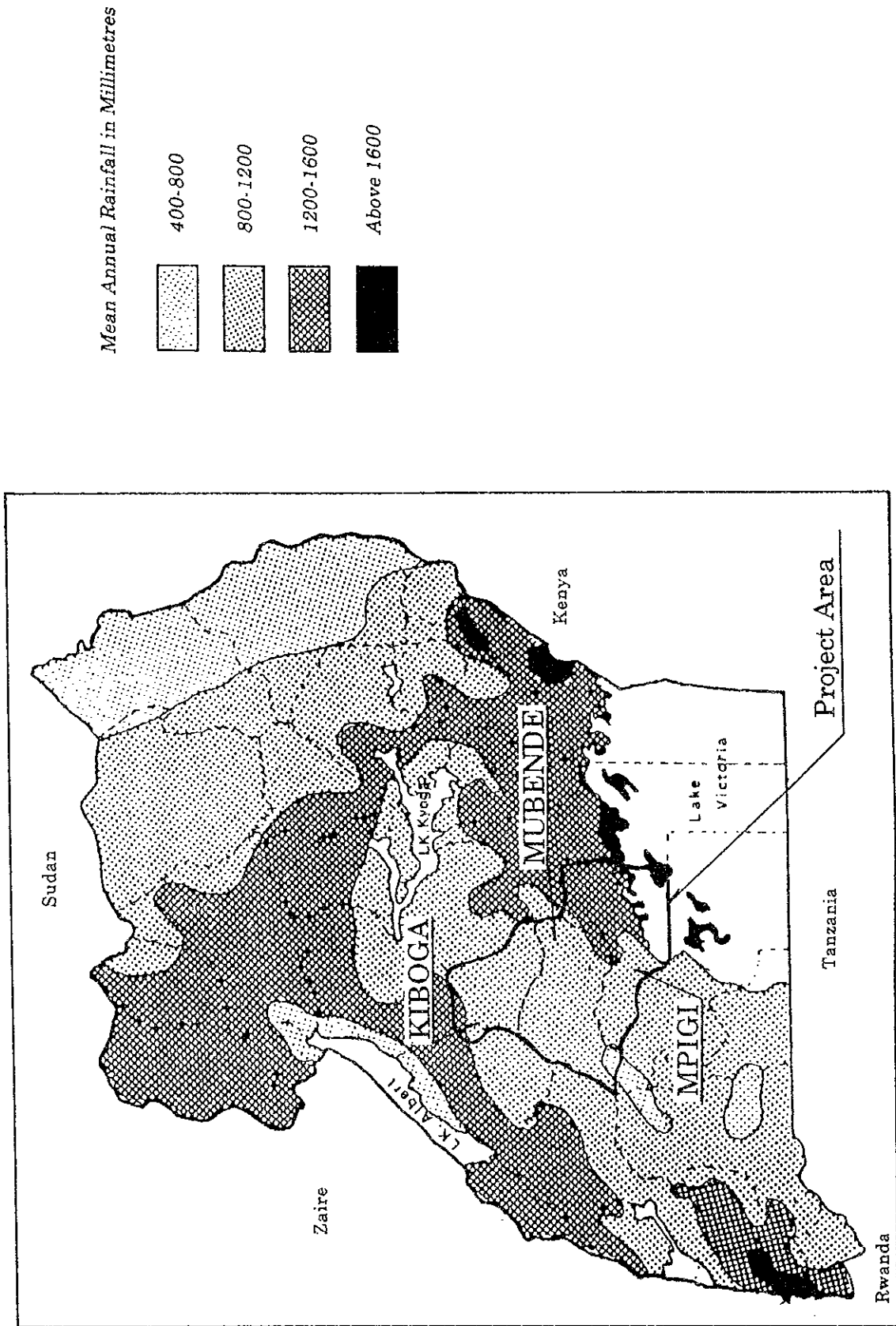
計画地域の南東、ヴィクトリア湖沿岸のエンテベ（ムピギ県）の月平均降雨量は、2 月が最小で 54.8mm、5 月が最大で 289.3mm、年平均降雨量は 1,556mm である。降雨は年間を通じて観測されるが、降雨パターンを見るとピークは 3 月～5 月と 10 月～11 月にある。年間の降雨日数は 160～170 日である。

表 2-3 月別降雨量の平均値

月	降雨量 (mm)				備 考
	Kiboga (1958-1977)	Mubende (1983-1995)	Mamulonge (1978-1990)	Entebbe (1985-1995)	
1	32.3	20.5	65.7	79.6	
2	55.8	37.1	47.8	54.8	
3	107.2	145.1	114.1	203.2	
4	157.7	138.8	125.6	250.2	雨期
5	157.2	89.1	125.0	289.3	雨期
6	64.0	31.2	57.6	89.4	
7	79.4	60.1	54.6	71.2	
8	103.4	89.9	80.0	84.7	
9	117.0	113.0	98.2	78.5	
10	159.1	193.3	124.7	106.0	雨期
11	145.8	162.7	129.8	156.6	雨期
12	44.2	80.1	69.9	119.1	
合計	1197.8	1166.0	971.8	1556.1	4ヶ月間

出典： 開発調査報告書 (JICA, 1996)

图 2-2 降雨量分布图



Source: Uganda Secondary School Alias, Macmillan Publishers Ltd., 1989

キボガ及びムベンデにおける降雨は、ほぼ似通ったパターンを示している。キボガの年平均降雨量は1,200mm、ムベンデの降雨量は1,170mmである。降雨のピークはエンテベと同様に3月～5月と10月～11月であるが、降雨日数はエンテベより少なく年間90～110日である。

計画地域内の未舗装道路は、降雨の影響によって車輛の通行が困難になる地点が各所に存在する。このような期間は、4月～5月と10月～11月の年間4ヶ月間であり、この期間は作業効率が落ちるものとして作業工程を計画する必要がある。

計画地域の平均最低及び最大気温の差は小さい。月平均最大気温はエンテベで25.0～26.8℃、ムベンデで26.2～28.6℃である。月平均最低気温は6月～7月に見られ、エンテベで16.1～17.9℃、ムベンデで14.7～15.7℃となる。また、気温の日平均較差はエンテベで7℃、ムベンデで11℃である。

(3) 水質

水質調査は、既存深井戸及び保護湧泉を対象に水温、pH、電気伝導度、総鉄、一般細菌、大腸菌について22地点を、また、開発調査で施工されたパイロット村落における深井戸5地点については、DWDの室内試験を実施した。これらの試験結果は巻末資料表-1及び表-2に示してある。

開発調査及び現地調査における水質試験結果から計画地域の地下水汚染の原因と対策を取りまとめると以下の通りである。

- ・ 全溶存物質(1221mg/l)及び炭酸カルシウム(797.94mg/l)は、キボガ県のKalokola村(Bukomelro群)だけが基準値を越えている。同地点では電気伝導度も2440 μ S/cmと比較的高く、また、味も塩分を感じられていることから塩類の混入が考えられる。片麻岩複合体分布域では地層の鉱化作用が原因であることが多い。味覚の問題はあるが、観測地では人体への悪影響は無いと思える。
- ・ pHは全体に酸性であることが多く、主にミティアナ層群の分布域で基準値を越えている。主として地質の影響によるもので、外部からの汚染では無いものと思われる。
- ・ 塩素は、キボガ県のBukomelro町周辺2ヶ所(309mg/l,507mg/l)で基準値を越えている。これはし尿や下水の混入の可能性を示すもので、井戸の構造上の欠陥や破損が原因で地表水が混入したものと考えられる。
- ・ フッ素はキボガ県のNtwetwe村で2.3mg/l(基準値2.0mg/l)が観測されている。これは排水の混入よりは地質に原因があると思われる。混入量が微量であることから

特に問題はないと考えるが、フッ素を長期に過剰に引用すると乳幼児の骨の発育や歯に悪影響を及ぼすことから今後の継続的な水質の観測が必要である。

- ・ 硝酸性窒素はムベンデ県で2ヶ所(35.2mg/l, 30.8mg/l)、キボガ県で1ヶ所(26.4mg/l)が基準値を超えている。これはアンモニア性窒素の酸化物であり、し尿、下水等の有機性汚濁が原因と考えられる。計画地域は亜硝酸性窒素系による汚染が広く観測されているが、これも同じ原因と考えられる。高濃度の硝酸性窒素は乳児に悪影響を及ぼすので、今後も継続的な水質の観測が必要である。
- ・ 濁度、総鉄、亜硝酸性窒素及び大腸菌類については汚染の割合が高く対象地域内の一部では井戸が放棄されていることから、計画の実施に際し対策が必要である。
- ・ 濁度の原因は、井戸孔壁の崩壊に対する保護工の不備や、裸孔(無ケーシング)での仕上げ等、井戸の構造に欠陥があるものと思われる。最近のDWDの井戸仕様では、この点については十分に対処している。本計画では井戸の構造設計及び十分な施工監理によって対処する方針である。
- ・ 総鉄については、開発調査時の井戸施工状況及びパイロット井戸の水質に対する追跡調査結果から、二つの原因が把握された。その一つは地表付近に分布するラテライトから析出した鉄分が直接井戸内に浸透するケースで、グラウチングによるシーリングで対処する。他の一つは旧来の井戸資材が鉄製であることから、腐食によって鉄分が混入することが考えられる。これについては耐腐食性の井戸資材を用いることで対処する方針である。

鉄分の汚染範囲の特定については、ムピギ県の基盤岩類の分布範囲が基準値以内にあることが確認されたが、これについては水理地質的に明瞭な根拠は認められず、サンプルの井戸が、ムピギ町やワキノ町、カサンガティ町等の主要な町に位置し、井戸の施工が比較的最近であり、井戸資材の腐食が進んでいないためと思われる。対象地域の地下水は、鉄分を腐食しやすいことが開発調査でも指摘されており、耐腐食性の井戸資材を対象地域全域に適用するのが望ましいと判断する。

- ・ 亜硝酸性窒素は、アンモニア性窒素の酸化によって生じることが多く(硝酸性窒素の還元の場合もある)、し尿、下水等の有機性汚濁を受けたものと考えられる。試験結果では許容基準をわずかに越える程度であり、井戸内への汚水の混入が原因と考えられることから、地表付近の適切なグラウチングの施工によって対処できるものと思われる。
- ・ 大腸菌類による汚染も、亜硝酸性窒素や汚濁の問題と同様に、地表からの汚染水の混入が原因であり、グラウチング等のシーリングや井戸建設時の施工監理によって井戸の構造及び施工を適切なものにすることで対処する方針である。

計画地域の地下水の汚染は、主に地表からの汚染水の混入が原因であるといえる。

これに対する対策は、住民の衛生観念の向上と衛生施設の充実、適切な井戸位置の選定、地表からの汚水の進入を防ぐ適切な井戸構造の適用及び十分な施工監理による確実な井戸仕上げの実施である。

(4) 物理探査

物理探査は1要請村落につき1ヶ所を原則とし、空中写真等の既存資料から要請村落の水理地質状況を把握し、また、村落の密度、類型化等から判断して調査地点を選定した。その結果、全要請村落234村落のうち、ムピギ県37ヶ所、ムベンデ県35ヶ所、キボガ県25ヶ所及びキボガ町のレベル-II給水施設*に対する11ヶ所、延べ108ヶ所について電気探査を実施した。

* 水源施設からパイプにより配水し、集落内に設けた複数の共同水栓から給水するシステム(図3-4参照)

探査方法は、垂直探査地点選定のために、調査対象地点の水理地質を考慮した測線を設定し、水平探査を行って得られた測定値のプロファイル図から比抵抗の変化点(特にリニアメントの可能性のある地点)を抽出し、その変化点で垂直電気探査を実施した。探査は下記の仕様に基づいて実施した。また、各地点の調査結果は巻末資料表-13、14、15及び図-4、5、6に示してある。

① 水平電磁探査

実施ヶ所： 垂直電気探査予定地点

探査深度： 30～40m程度

探査機器： カナダ GEONICS 製 EM16

測定周波数： 英 GBR 局 16kHz

② 水平電気探査

実施ヶ所： 垂直電気探査予定地点

探査深度： 40m程度(ウエンナー法)

探査機器： 応用地質製 Mc-OHM、フランス BRGM 製 SYSCAL

③ 垂直電気探査

実施ヶ所： 垂直電気探査予定地点

探査深度： 100～210m(シュランベルジャー法)

探査機器： 応用地質製 Mc-OHM、フランス BRGM 製 SYSCAL

解析方法： コンピューターによる構造解析

以下に調査結果を考察し、計画地域の深井戸の適否を判定する。また、電気探査結果から得られた井戸深度を巻末資料表-16、17、18に示している。

- 全ての要請村落において、それぞれの水理地質条件から判断し深井戸の開発が可能である。
- 要請地区においては、深井戸の掘削地点について水理地質条件を考慮した適切な探査が必要不可欠である。対象地域の複雑な水理地質条件では、今回の現地調査で実施したような物理探査を主とした一連の調査を行うことにより、初めて深井戸開発が可能であり、妥当な井戸成功率が達成される。
- 要請村落のうち、ムベンデ県の Kassanda T/C については 6 本の井戸が要請されているが、水理地質条件から 6 本の立地は困難であり、5 本が妥当であると判断した。
- 現地における物理探査の結果、キボガ町におけるレベル-II 給水施設の水源としての井戸掘削地点は、開発調査時点の計画を変更する必要があるが、同地区においてはレベル-II 給水施設の実施可能なポテンシャルを有していることが確認された。

(5) 水理地質

計画地域の主な水理地質単元は、ミティアナ累層、ブガンダ・トロ層群、片麻岩複合体、貫入花崗岩類で、その性状は下記の通りである。

(a) ミティアナ累層

ミティアナ累層は、ワマラ湖の周辺に分布する珪質な砂岩及び礫岩が卓越する地層である。この累層の分布域では多くの深井戸が掘削されており、平均産水量 $2.2\text{m}^3/\text{hr}$ と他の地層に比して高い値を記録している。リニアメント沿いに多くの湧泉が分布する他、産水量の多い井戸はこれらのリニアメントの周辺に分布する。しかしながら、亀裂や破碎帯に胚胎する帯水槽は不連続な場合が多い。平均井戸深度は 80.2m 、井戸成功率は 75% である。

(b) ブガンダ・トロ層群

ブガンダ・トロ層群は、片岩や千枚岩等の細粒岩が卓越する地層で、透水性が悪いために平均産水量は $1.3\text{m}^3/\text{hr}$ と低く、また、平均井戸深度は 91.7m と水理地質単元の中で最も深い。

本層群での井戸成功率はムピギ県で 73% 、キボガ県で 80% であるが、最も広範囲に分布するムベンデ県では 62% と低く、また、平均井戸深度は 95m と深い。井戸成功率を向上させるためには孔内検層データをサイティングにフィードバックする等して、本層群でのサイティング方法を早期に確立する必要がある。

本層群の強風化層は $30\sim 50\text{m}$ と厚く、泥水掘削をしない従来の方法ではこの軟質層内の帯水槽からの取水が不可能である。このために泥水掘削を採用し、孔内検層による帯水槽の確認と適切なケーシング・デザインによる軟質層からの取水が必要である。

本層は、西部で厚く、東部へ向かって薄くなる傾向があり、層厚が薄くなると共に井戸成功率が向上し、産水量が多くなる。

(c) 片麻岩複合体

片麻岩複合体は、航空写真及び物理探査によって検出される岩盤亀裂が高い確率で帯水層となっているという意味から他の地層に比べて物理探査結果に信用がおける。しかしながら、キボガ県の北に広がる広大な平坦面のリニアメントの検出は極めて難しい。このため、物理探査の測点を密に設定して岩盤亀裂の検出に努める必要がある。

このような条件を反映して産水量は3県の平均で2.0m³/hrであるにも拘わらず、キボガ県のみの場合には1.0m³/hrと低い。ムピギ県の東部では高い産水量が期待できる。

(d) 貫入花崗岩類

貫入花崗岩類は、主にムベンデ県の西方に分布する。岩盤の風化層が浅いこと、岩盤が塊状で堅硬なこと等から亀裂が少なく、高い産水量はあまり期待できない。平均産水量は1.3m³/hr、平均掘削深度は70.1mである。

(6) レベルII 給水施設

キボガ町のレベルII 給水施設(簡易給水施設)は、片麻岩複合体を帯水層とする深井戸を水源として計画されている。基本設計調査では、平均2.5m³/hr/BH程度の揚水量を得られることを前提として、開発調査における計画地点を踏まえて4ヶ所の深井戸建設地点を選定した。物理探査結果は巻末資料表-15及び図-7に示すとおりである。調査結果から得られた井戸建設予定地点は、空中写真判読で抽出されたリニアメントと良く一致し、水理地質条件からレベルII 給水施設の水源としてのポテンシャルは十分あるものといえる。キボガ町では、空中写真判読で得られた北西から南東方向に伸びるリニアメントの周辺が井戸開発の可能性が高いものと思われる。なお、計画の実施については、地上の条件の変化、井戸の成功率などを考慮すると、再度井戸建設地点の選定調査を実施する必要がある。

2-4-2 社会基盤整備状況

(1) 社会基盤整備状況

ムピギ県

県東部のカンパラ周辺部及び中央部は道路網が良く発達している。これらの道路網のうち主要道路はアスファルト舗装されているが、村落部の道路は一般に無舗装である。

要請村落へのアクセスはこれらの道路網より進入可能である。ただし、一部の村落では雨期の降雨時の掘削機の進入が不可能となる。

宿泊施設（ホテル）はブワマ及びムピギにある。ムピギ県の東部地区はカンパラから車で1時間以内の距離にある。西部地区については2時間以上を要するので、ムピギ町を基地とするのが適当と思われる。

主要な町とカンパラ間の電話事情は良好であるが、まだ一般的ではない。

主要な町或いは幹線道路沿いの村落の電化は進んでいるが、幹線道路からは離れた村落部では電化は進んでいない。

ムベンデ県

主要道路であるカンパラ～ムベンデ道路が県の中央部を東西に縦走している。舗装道路はこの主要道路とムベンデ、ミティアナ等の主要都市の市内に限られている。村落部の道路は無舗装である。なお、本地域は雨期の降雨形態が断続的であることから、雨期においても一部の地区を除いて車輛の進入に支障はない。

宿泊施設（ホテル）はミティアナ及びムベンデにあるが、ミティアナの施設は必ずしも良好とは云えない。県西部の基地としてはムベンデが適当であり、施設も比較的良好である。

ムベンデ及びミティアナからの電話事情は比較的良好であるが、村落部の通信事情は良好とは云えない。

電気事情はムピギ同様主要都市以外は良好とは云えない、

キボガ県

キボガ県内においては、幹線道路である唯一の国道（カンパラ～ホイマ）が県の中央部を南東から北西へ向けて縦断している。この道路はラテライト舗装されているが、雨期の降雨後は路面が洗われる等道路状況は良いとは云えない。対象村落は幹線道路沿いに集中しているが、幹線道路からのアクセスは無舗装で、幹線道路の北側の低位部では雨期の降雨時には冠水のため進入が困難となる。南側の山岳地では、急斜面や露岩のため路面状態は良好とは云えないが、雨期の進入も可能である。

宿泊施設（ホテル）は、キボガに簡易ホテルはあるが、長期の滞在に適するような施設ではない。しかしながら、カンパラから比較的遠いので、キボガ地域内の建設工事中は何らかの宿泊施設を考慮する必要がある。

キボガからカンパラへの通信事情は悪い。

電化は、幹線道路沿いの一部の地区及びキボガ町を除いては遅れている。

(2) アクセス状況

巻末資料表-4～表-9 に示す村落調査結果から、雨期にアクセスが困難となる村落の割合は表 2-4 の通りである。

表 2-4 雨期にアクセスが困難となる村落数

県 名	調査村落数	アクセスが困難な村	
		村落数	割合 (%)
ムピギ	59	6	10
ムベンデ	55	8	15
キボガ	30	12	40
合 計	144	26	20

その結果、降雨の影響により掘削機等の車輛による井戸建設地点へのアクセスが困難となる村落は、全体の約 20%程度であることが確認された。なお、降雨の影響を受ける期間は、雨期の 4～5 月及び 10～11 月の延べ 4 ヶ月間であり、この期間は作業効率が低下することが予想される。作業効率の低下は工程に盛り込むこととする。

2-4-3 既存施設・機材の現状

(1) 給水施設の現状

対象 3 県の給水事情は表 2-5 の通りとなっている。

表 2-5 地方人口及び給水状況(1994.6)

地 区	地方人口	水 源 数					給水人 口	(%)
		泉	深井戸	浅井戸	G.F.S	その他		
ムピギ	859,648	256	106	33	0	0	83,240	10
ムベンデ	512,370	426	171	10	1	0	131,240	26
キボガ	137,239	60	38	0	1	0	24,120	18
合 計	1,509,257	742	315	43	2	0	238,600	16

出典：Statistical Abstract 1996

注) G.F.S：自然流下方式

上表 2-5 に示す通り、対象 3 県の現況の給水率は全国平均 31%に比べ、かなり低い。また、水源のなかでも安全な水を供給できる深井戸は全体の 29%弱にすぎない。

対象3県は湿地が多く、上記の給水率でカバーされない住民は湿地の水や溜水、雨水等を利用している。

安全な水の取得の困難さ、低レベルの生活環境及び衛生知識、公共衛生状況の不備がマラリア、下痢、腸内寄生虫等への罹病の原因となっている。中でも乳幼児の罹病率50%、死亡率12.2%と高い水準にある。本計画が実施されれば、深井戸435本、レベルII給水施設1ヶ所が建設され、対象3県の2005年の給水率は表2-6の通り24%となるが、現況の全国平均にはさらに及ばない。

表 2-6 計画地域の給水率

年	人口 (人)		給水施設数 (ヶ所)	給水率 (%)
	地方人口	受益者数		
1994	1,509,257	238,600	1,102	16
2005	1,826,200	429,900	1,542	24

注) 2005年の人口は人口増加率から推定

(2) 建設業者及び関連資機材の現状

(a) 「ウ」国における掘削機の保有状況

「ウ」国における掘削機はDWD保有のもの、及び民間業者保有のものに大別される。DWD所有のものは、修理を必要としながらも稼働出来るものが22台で、そのうち4台は「ウ」国の有力業者DRILLCONにリースされている。一方民間会社の所有状況は表2-7の通りである。

表 2-7 民間業者の掘削機保有状況

社 名	台数
Drillcon Ltd.	2台
Water Well Development Service Ltd.	1台

(b) DWDの機材保有状況

DWDの機材保有状況は表2-8の通りである。

表 2-8 DWD の機械保有状況

名 称	仕 様	台数	摘 要
掘削リグ	パーカッション型	3	エンジンなど大修理必要のもの7台
掘削リグ	ロータリー型	19	使用可能なもの13台、うち4台は Dorilleon 社へリース中、2台は NGO が使用中
給水車	5,000l	0	
カーゴトラック		3	DWD本部
ピックアップ Truck		18	DWD本部4台、その他ワークショップ、県支所等に配置
4WD ステーションワゴン		8	DWD本部3台、DANIDA 及び WES 事業現場に配置 (DANIDA 及び UNICEF より供与)
セダン		1	DWD 局長用
サービスリグ		9	DWD 本部及びワークショップ (非常に古く、大修理をしなければ利用不可)
コンプレッサー		11	事業地区に配置、(要修理の機械6台)
ウエルダー		3	事業地区に配置
水質試験器具		1	エンテベ試験室
発電機		3	ワークショップ、事業地区に配置

(c) 資材調達現状

「ウ」国においては 80 年代より国家独自の開発、及び UNICEF、DANIDA 等の援助により深井戸の建設が進められてきた。事業の推進に応じ、深井戸建設に必要な資機材の「ウ」国内での生産或いは取引も行われるようになり、現在では「ウ」国内において下記の通り、必要な資機材の調達は容易である。

- ・ ハンドポンプ：U-2 及び U-3 型ポンプ、Indian Mark-II 及び Mark-III をモデルとして国産している
- ・ PVC ケーシングパイプ、PVC スクリーンパイプ：フランス、ドイツ、インド製の製品が代理店により輸入されており、「ウ」国内市場で調達可能である。
- ・ シール材、ボトム材その他：「ウ」国内市場で調達可能。
- ・ セメント：「ウ」国内に HIMA と名乗る一社があるが少量しか生産しておらず、品質も粗悪であり、一般にはケニヤ、タンザニア産が輸入されており、「ウ」国内市場にて調達可能である。
- ・ コンクリート用骨材、木材：全て国内産の調達が可能である。
- ・ 鉄筋：ケニヤ、タンザニア等から輸入されているが、少量ならば国内で調達可能

(d) 現地深井戸掘削業者の実状調査

主として「ウ」国内で深井戸建設業に活動している民間業者は表 2-9 の通りである。

表 2-9 「ウ」国内で活動している民間深井戸建設業者

社名	Drillcon Ltd.	Water Well Development Service Ltd.
本社の所在地	Kampala	Kampala
代表者	Bent Hansen	Peter Bateman
国籍	Denmark	U.K
資本金	717,377US\$	-
保有機械		
掘削機	2	1
サービスリグ		
コンプレッサー	2	1
試験用ポンプ	6	1
発電機	1	1
重車輛	5	2
軽車輛	6	2

上記業者のうち特に Drillcon 社は単に施工のみならず、調査部門も持っている。また、ポンプ製造の Victoria 社と提携し、フランスの Sovema 社の PVC パイプ、ステンレスパイプの代理店もしており、現在 DWD から 4 台のリグをリースで借り受けて作業中で、「ウ」国内で深井戸建設の有力な業者として育ちつつある。

(e) ワークショップ

掘削機器及び付属機器の基地及びワークショップとして或いは資機材の保管基地として DWD は現在、DWD 本部、Jinja、Mbarara、Soroti にワークショップを所有しているが、これらのワークショップは民営化政策に基づき売却、倉庫部門のみ存続等の再編成を計画中である。

DWD 本部のワークショップは小型の車輛程度の修理施設を保有するにすぎず、車輛用の工具及び部品等は殆ど在庫がない。倉庫には DWD が独自で調達した深井戸用及びその他の給水施設用の資機材が保管されて、管理担当者が常駐しているが、資機材の整理は行き届いておらず、雑然としている。また、DWD 本部に隣接する敷地に UNICEF によって倉庫が設置されている。これらの倉庫には UNICEF が供与したカンパラ周辺の WES 事業用の資機材が保管されている。

Jinja ワークショップは DANIDA によって RUWASA 事業用に建設されたもので、ワークショップはエンジン修理、電気系統修理室等を備えているが、工具類は貧弱である。また機械工も、電気工も配置されておらず、重機の補修は民間で実施されている。部品類は DANIDA によって供与されたものが保管されており、コンピューター管理されている。深井戸用の資機材の管理はコンテナを利用した倉庫に整然と整理され、事務所のコンピューターによって管理されている。DWD としては民営化政策に沿って、リグ及び支援機器は売却し、資機材倉庫部門のみを残し、東部 8 県の RUWASA 事業用の資機材保管の基地とする計画である。

Mbarara ワークショップは UNICEF によって WES 事業用として 1987 年に建設された。およそ 10,000m² の敷地に重機械類用のワークショップと広い倉庫が建設されたが、政府の民営化政策に基づき売却が決定され、機械類は既に現地或いは本部へ移動された。倉庫には深井戸用のケイシングパイプ等の資機材が保管されているが、隣接の事務所は無人と化し、管理は行き届いていない。

Soroti ワークショップは、Mbarara 同様 WES 事業の一環で建設されたもので、北部及び中部各県の給水計画の基地となっている。北部には民間の機械整備施設が無いので、DWD が維持管理用として今後も利用する計画である。

(3) 維持管理及び啓蒙活動

(a) 給水施設の維持管理

給水施設の利用者は施設毎に給水利用者組合(Water User's Committee:WUC)を組織することが義務付けられている。この組合は、委員長(Chairperson)、総務(Secretary)、世話役(Caretaker、施設の管理、施設周りの清掃、組合費の徴収を担当)で構成される。組合は、サブカウンティ(副郡)の指導で独自に運営される。組合費は年間一世帯当たり 6,000 シリング程度が徴収され、施設の管理費に充てられている。

(b) ハンドポンプの修理

ハンドポンプの修理は WUC とハンドポンプ修理人(Handpump Mechanic:HPM)との委託契約によって行われている。HPM は副郡(LC-3)が専任修理人を 1 名選定し、一定の訓練を行って、工具及び自転車を支給する。WUC と HPM との契約は、3ヶ月毎の定期点検(1回毎に手間賃 2,000 シリング+部品代)と 12ヶ月毎の総点検(1回毎に手間賃 7,500 シリング+部品代)程度となっている。

(c) 啓蒙活動

地方政府機関は副郡(LC-3)及び地区(LC-2)の開発関連委員会及び担当指導者を通して、給水施設利用者に対する「衛生教育」、「改良された衛生施設利用の必要性」「利

用者自身による給水施設の維持管理及びその費用の負担（水利用者組合の組織）の必要性」等の啓蒙・教育を行っている。

中央政府（ドナー機関）は地方機関の担当者グループ(Trainers) の指導への協力を行っている。この指導は、「指導者への指導(Training Of Trainer:TOT) と呼ばれている。TOT は、衛生教育及び維持管理について種々な教材を用い、各グループ(LC-3 及び LC-2 レベル)に対して 2～3 日かけて実施される。TOT は、現地語で行われるため、RUWASA や他のプロジェクトでは、TOT 専門のエキスパート（現地人、衛生教育及び維持管理専門 2 名編成）を雇用して実施している。

2-5 環境への影響

(1) 環境影響評価

計画地区に給水施設を建設することによって、既存の浅井戸及び深井戸に対する下記のようなネガティブな影響が考えられる。

- ・ 浅井戸に近接して建設した深井戸による揚水のために浅井戸の水位低下及び揚水量の減少を招く。
- ・ ミティアナ（ムベンデ県）及びキボガ（キボガ県）市内には、複数の既存深井戸があり、開発調査時の水位観測によれば井戸相互の揚水による干渉のために水位が建設時に比較して大幅に低下している。そのため、市内に新規に複数の井戸を建設する場合、これらの揚水により既存の深井戸の水位及び産水量がさらに低下する恐れがある。

(2) 既存井戸への影響の回避

前項の環境影響評価で指摘された既存施設への影響を回避するために、新規施設建設の計画に当たっては下記の点を考慮する。

- ・ 計画地域には約 70 本の浅井戸が分布するが、井戸深度から考えてその集水範囲は半径 20m 以内である。このため、新規井戸と既設井戸の間隔は深井戸の揚水による影響半径プラス 20m 以上とする。また、深井戸の上部 30m の孔壁とケーシングの間隔は表層の地下水に影響を与えないようにセメント・グラウトするか、粘土を完全に充填してシールする。
- ・ ミティアナ市の給水施設は、他の機関が実施することとなったため、本計画ではその影響について考察しない。また、キボガ町の給水は多数のハンドポンプ施設

を町内に設置することを止めて、既存の深井戸に影響を与えない河川沿いに複数の深井戸を設置して、レベル-II 給水施設により町内へ給水することとなる。そのため、既存施設への影響は回避できる。