

国際協力事業団  
ジンバブエ共和国  
土地・農業・水資源開発省

ジンバブエ共和国  
地方給水施設整備計画(フェーズⅢ)  
基本設計調査報告書

平成6年1月

(株)三祐コンサルタント

無調一  
CR(2)  
93-268

国際協力事業団  
ジンバブエ共和国  
土地・農業・水資源開発省  
ジンバブエ共和国地方給水施設整備計画(フェーズⅢ)基本設計調査報告書

平成6年1月

(株)三祐コンサル

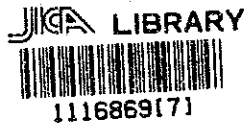
574  
618  
GRF



No.

国際協力事業団  
ジンバブエ共和国  
土地・農業・水資源開発省

ジンバブエ共和国  
地方給水施設整備計画(フェーズⅢ)  
基本設計調査報告書



平成6年1月

(株)三祐コンサルタンツ

無調一
CR(2)
93-268

国際協力事業団

27017

## 序 文

日本国政府は、ジンバブエ共和国政府の要請に基づき、同国の地方給水施設整備計画(フェーズⅢ)にかかる基本設計調査を行なうことを決定し、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5年8月22日より同年9月25日まで、外務省経済協力局無償資金協力課の西田寛氏を団長とし、(株)三祐コンサルタンツの団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ジンバブエ政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、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。

終わりに、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6年1月

国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介



## 伝 達 状

国際協力事業団  
総裁 柳谷 謙介 殿

今般、ジンバブエ共和国における地方給水施設整備計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成5年8月13日より平成6年1月28日までの5.5ヵ月間にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、ジンバブエ国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、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。

なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省、厚生省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、お礼を申し上げます。また、ジンバブエ国における現地調査期間中は、土地・農業・水資源開発省水利局、在ジンバブエ国日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成6年1月

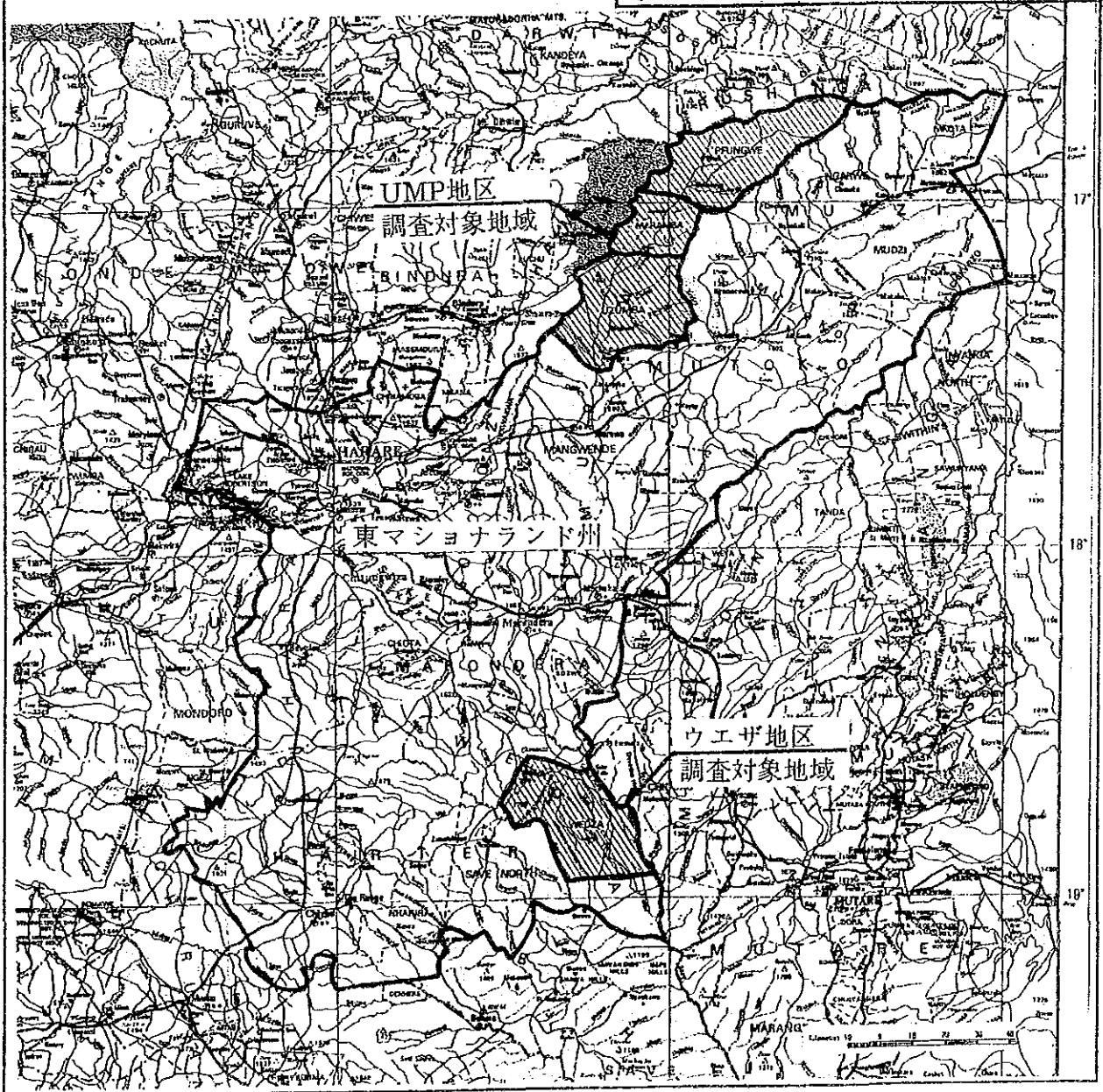
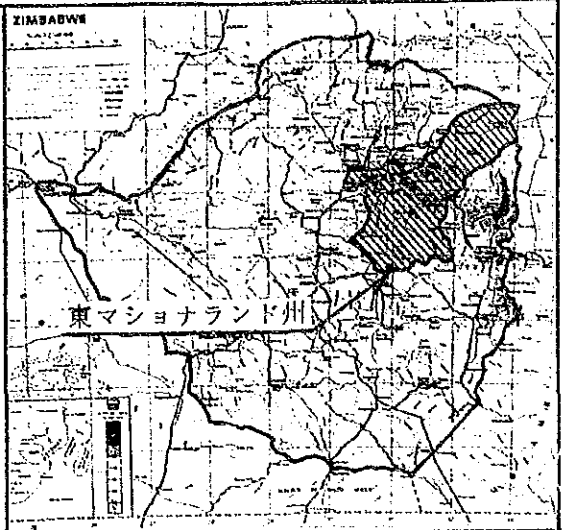
株式会社 三祐コンサルタンツ  
ジンバブエ共和国  
地方給水施設整備計画(フェーズⅢ)  
基本設計調査団  
業務主任 松 村 禎 郎



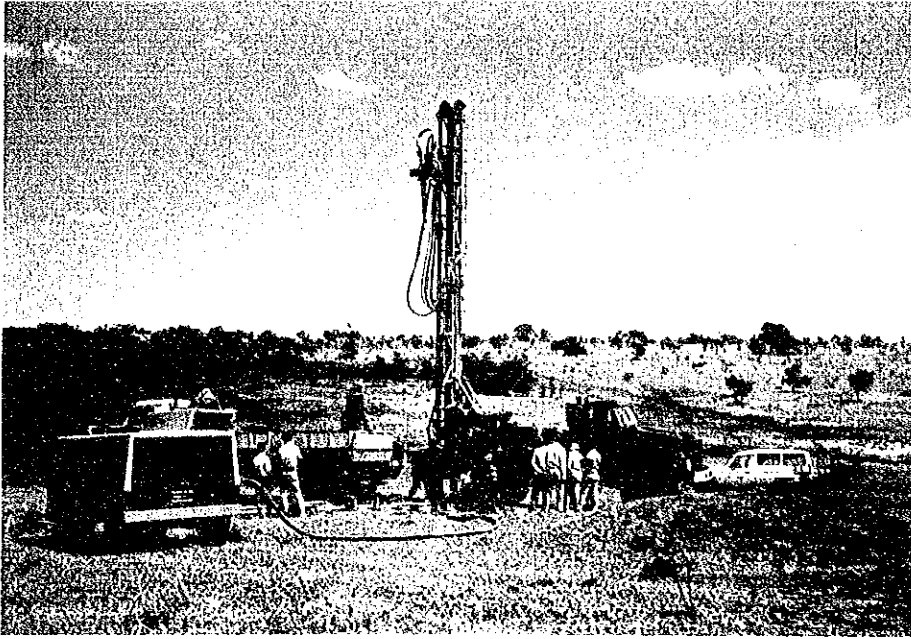


ジンバブエ共和国  
地方給水施設整備計画 PHASE III  
調査対象地域位置図

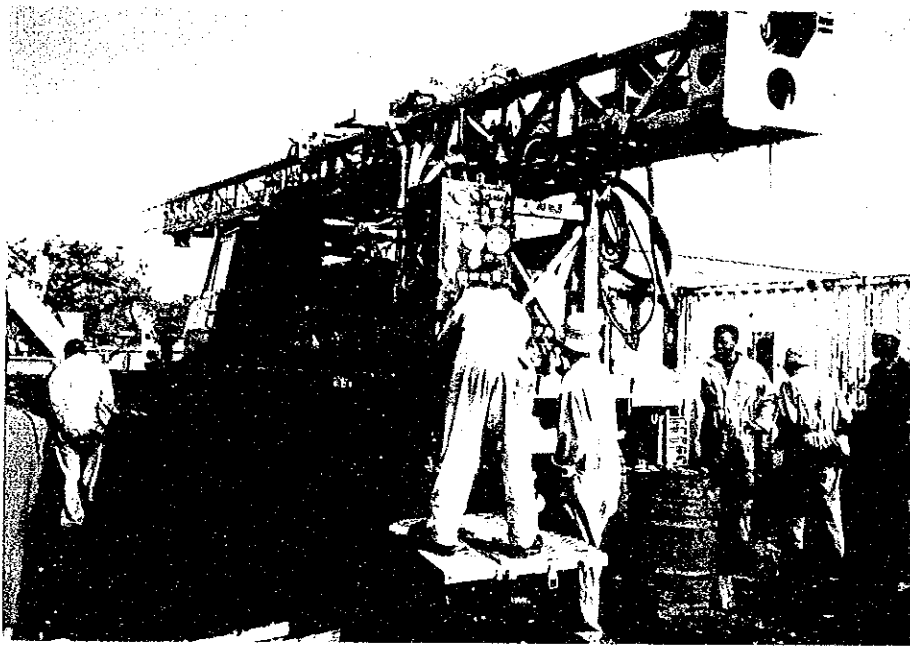
縮尺 1:2,000,000



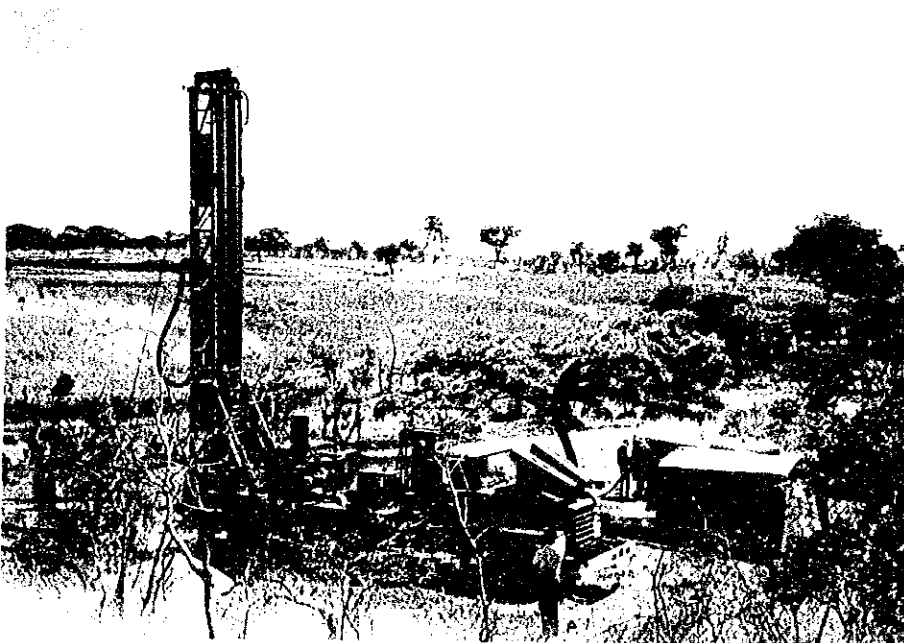




第1期計画供与機材  
(中型掘削機：ウエザ  
地区にて作業中)

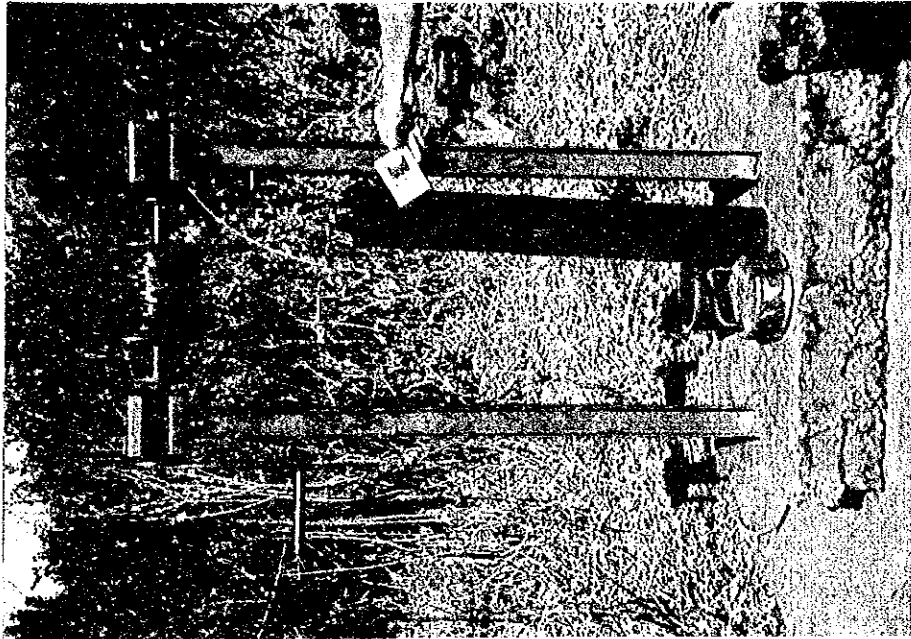


第1期計画供与機材  
(中型掘削機：ハラレ  
にて修理中)



第2期計画供与機材  
(大型掘削機：ゴクエ  
地区にて作業中)





ツルベ式浅井戸  
(手掘り掘削)



ポンプ付浅井戸  
(手掘り掘削、必要に応じて発破掘削にて掘下げ)



深井戸  
(機械掘削)



## 要 約

ジンバブエ共和国はアフリカ大陸南部に位置する内陸国であり、その国土面積は、391,000 km<sup>2</sup>、人口は、1,040万人(1992年センサス)である。ジンバブエ国は熱帯圏に位置するものの、国土の大半が高原であるため気候は温暖・快適であり、首都ハラレの年平均気温は25.3℃、降雨量は約800mmである。ジンバブエ国の人口の約70%に相当する人々は、農業部門に従事している。この農業部門には、大規模商業的農業、村落共有地における自家消費型農業、並びに再定住地での小規模商業的農業の3形態があるが、大多数は自家消費型農業に従事している。村落共有地の住民は生活用水源を河川、沼、浅井戸などの非衛生な水に依存しているため、地域住民の間で水因性の疾患が絶えない状況にある。

ジンバブエ政府は同国の村落給水事情の改善を図るため、「村落給水及び衛生に関するマスター・プラン」を1986年に策定している。このマスター・プランを受けて、ジンバブエ政府は「国家村落給水及び衛生プログラム(NRWSSP)」を策定した。このプログラムは、各郡(District)別の「村落給水及び衛生総合計画(IRWSSP)」として順次実施に移されている。ただし、同国の経済事情からIRWSSPの実施は外国の援助を前提とせざるを得ないのが現状であり、東マシヨナランド州内のUMP(ウズンバ、マランバ、プフングエの3村落共有地から構成される地区の名称)及びウエザ郡における深井戸建設につき我が国に無償資金協力を要請越したものである。

ジンバブエ国における村落給水計画に対する我が国の無償資金協力としては、下記の計画が実施済みである。

フェーズⅠ：実施年度、1983年度、E/N額8.0億円

計画地域、ミッドランズ州の5郡

計画内容、2セットの井戸掘削資機材の供与と81本の深井戸施設建設工事

フェーズⅡ：実施年度、1988年度、E/N額5.24億円

計画地域、ミッドランズ州の6郡

計画内容、1セットの大型井戸掘削資機材の供与と技術移転にかかる技術者派遣

本計画対象地域における村落給水事情は下表に示す通りであり、地域人口；156,300人の内で70%の人々は適切な水源施設を有していない状況にある。IRWSSP計画の目的はこれらの人々に適切な水源を確保することにある。

計画地域	人 口	深井戸数	浅井戸数	給水人口(率%)
UMP	86,302	42	33	15,500 (18)
ウェザ	69,981	128	0	32,000 (46)
合 計	156,283	170	33	47,500 (30)

注：1991年現在(人口は1992年センサスによる)

IRWSSP計画では、上記に示す村落給水事情を改善するために、計画地域において延べ432本の深井戸及び267本の浅井戸を新設する事となっている。計画の基本となる単位給水量は、マスタープラン方針に基づいて、深井戸においては1人当り日量30ℓ、浅井戸においては1人当り日量20ℓとし、また各井戸1本当たりの給水人口はそれぞれ250人、150人としている。今回、日本側が担当する計画はIRWSSP計画の内、400本の深井戸建設に必要な資機材調達と機材操作・管理についての技術移転を主たる目的として行う40本の深井戸建設工事である。

計画地域を構成する主要地質は、ジンバブエ国に広く分布、発達するプレカンブリア系の花崗岩類、変麻岩類であり、計画地域の水理地質特性は以下の通り概括する事ができる。

UMP地域：本地域の80%以上は、水理地質上地下水産水量が50m<sup>3</sup>/日以下に分類される地帯に属している。この地帯を構成する地質はプレカンブリア系の花崗岩類、変麻岩類、変成岩類であり、地下水開発の対象は岩盤風化帯が主となる。その他の地域はグリーンストーン及び灰色変麻岩類から構成され、産水量は100～250m<sup>3</sup>/日が期待できる地下水開発容量の大きい地域である。

既存井戸資料によると、地域全体の深井戸の内産水量が0.5m<sup>3</sup>/時以下のものが17%の割合で発生しており、また地域の地下水には塩分が含まれることがあり、水質の点でも問題がある地域である。

ウェザ地域：本地域の水理地質特性は、UMP地域と同質のものであり、地域の80%以上は地下水産水量が50m<sup>3</sup>/日以下に分類される花崗岩類あるいは変麻岩類から構成されている。その他の地域は地下水開発容量の大きいグリーンストーン及び灰色変麻岩類から構成されており、産水量は100～250m<sup>3</sup>/日が期待でき、水質上の問題も殆ど発生していない。

既存井戸資料によると、本地域の深井戸の産水量の頻度は0.5m<sup>3</sup>/時以下の井戸が26%あり、1.0m<sup>3</sup>/時以下ではこの割合は30%強となっている。

本計画の実施機関は「土地・農業・水資源開発省 (MLAWD)」の「水利局 (DWD)」である。水利局はかつて「エネルギー・水資源開発省」に属していたが、現在はMLAWDの所属となっている。



る。この移管は局組織全体の移管であり、水利局の組織・分担範囲に変更はない。水利局は年間平均1,000本の深井戸建設工事を実施しており、要員の絶対数には多少の不安が残るものの、物理探査班、井戸工事班、機材保守班等の組織も整備されており、井戸工事の実施体制に問題ないものと言える。

水利局は本計画達成のため、以下の業務を実施するものとする。

- 計画されている400本の深井戸サイトについて、予備候補地点を含めたプレサイティング作業を実施し、サイトを確定する。
- 日本側が技術移転の目的で実施するサイティング及び井戸建設工事に係る要員を確保し、要員に必要な費用を負担する。また、日本側建設の井戸工事について、揚水試験及び付帯施設建設工事を実施する。
- 本計画で供与される資機材を使用して、日本側担当分以外の井戸サイトに付きサイティング、井戸建設工事を実施する。このため、水利局は事業実施に必要な要員を確保するとともに、日本側が調達する以外の必要な資機材を調達する。

また、本計画達成のため日本側が分担する事業内容は以下の通りである。

- 400本(深度:30~70m)の深井戸建設に必要な以下の資機材を調達する。

(1)	車輛搭載型井戸掘削機(付属品、工具付)	2台
(2)	高圧コンプレッサー	2台
(3)	支援車両類	11台
(4)	物理探査機器	2式
(5)	井戸試験用機材・(孔内検層)	2式
(6)	通信機器	2式
(7)	移動式修理庫(機材・工具付き)	2式
(8)	水中ポンプ(発電機付き)	3台
(9)	井戸ケーシング	1式
(10)	発泡材・調泥剤	1式
(11)	上記機材スペアパーツ	1式
(12)	その他	1式

- ・ 上記資機材を使用して、技術移転を目的に 40 本(平均深度:50 m)の深井戸建設工事を実施する。ただし、井戸工事に含まれる揚水試験、付帯施設工事については、試験・工事に必要な資材及び燃料の供与とし、実工事は水利局で実施されるものとする。
- ・ 物理深査、井戸掘削及び機材の維持管理に係るジンバブエ側要員に対して井戸工事を通じての技術移転を実施する。
- ・ 工事に使用した機材を整備の上、ジンバブエ側に引き渡す。

本計画の実施に必要な総事業費は 1,220 百万円と見積られる。この内訳は、日本側分担分が 947 百万円、ジンバブエ側分担工事費が 273 百万円 (13.8 百万ジンバブエ・ドル) である。

本計画は全体を 2 期に分割し、第 1 期が資機材の調達・輸送、第 2 期が建設工事である。

本計画で完成した深井戸施設の維持管理は、ジンバブエ政府管轄から住民管理に移管される予定である。住民管理計画は政府機関の指導・監督の下、各深井戸ごとに受益者代表で構成される住民委員会を設置し、委員会で選任されたポンプ管理人を配置して実施する計画である。この移管計画はジンバブエにおける政府機関の指導力と住民側でも独自に洗濯場・家畜用給水場の新設などの井戸施設の改善を実施している実績を考えるならば順調に実施されていくものと思われる。

本計画の直接便益としては、まず第一に延べ 100,000 人の人々に安全な飲料水が確保される事が挙げられるが、更に、供与される機材を用いてジンバブエ側で独自に IRWSSP 計画を進めていく事になり、はるかに多くの人々を将来的に村落給水計画の受益者に取り込んでいく事となる。

本計画で調達される機材は、操作技術上過去に供与した機材と同種のものであり、水利局の要員の技術力には基本的に問題ないものと言える。更に、本計画で実施する技術移転により水利局要員の人材が増強される事となる。

本計画の目的、効果及びジンバブエ側実施機関である水利局の実施体制、要員の技術水準等から考えて、本計画を日本の無償資金協力として実施する事は適切、妥当であると判断される。

ジンバブエ共和国地方給水施設整備計画  
基本設計調査(Phase-3)報告書

目次

序文  
伝達状  
計画地域位置図  
写真  
要約  
目次

	頁
第1章 緒論 .....	1
第2章 計画の背景 .....	2
2-1 ジンバブエ国の概況 .....	2
2-2 村落給水計画の概況 .....	3
2-3 関連計画の概要 .....	6
2-4 要請の経緯と内容 .....	7
2-5 計画地域の村落給水計画と国際協力 .....	8
2-6 過去の協力内容と供与機材の現状 .....	12
第3章 計画地域の概要 .....	13
3-1 位置、自然条件及び社会経済事情 .....	13
3-1-1 位置及び社会経済事情 .....	13
3-1-2 気象水文 .....	14
3-1-3 社会環境 .....	18
3-2 地形及び地質 .....	19
3-3 1990/91年における旱魃の実態と影響 .....	21
3-4 水理地質 .....	26
3-4-1 概要 .....	26
3-4-2 水理地質 .....	29
3-5 既存井戸資料と帯水層 .....	31
3-6 既存井戸水質試験 .....	36
第4章 計画の内容 .....	37
4-1 計画の目的 .....	37

4-2	要請内容の検討	39
4-2-1	計画の妥当性、必要性の検討	39
4-2-2	実施・運営計画の検討	40
4-2-3	類似計画及び国際機関等の援助計画との関係	41
4-2-4	計画の構成要素の検討	41
4-2-5	要請施設、機材内容の検討	41
4-2-6	技術協力の必要性の検討	42
4-2-7	協力実施の基本方針	42
4-3	計画の概要	44
4-3-1	実施機関及び運営体制	44
4-3-2	事業計画	48
4-3-3	施設、機材の概要	50
4-3-4	維持・管理計画	53
4-3-5	建設工事と技術移転	55
第5章	基本設計	56
5-1	設計方針	56
5-2	設計条件の検討	58
5-2-1	計画対象地域	58
5-2-2	計画給水量及び受益人口	59
5-2-3	計画井戸諸元の検討	59
5-2-4	サイト選定	60
5-3	施設の基本計画	61
5-3-1	深井戸の設計	61
5-3-2	給水施設の設計	61
5-4	資機材の基本計画	64
5-5	施工計画	67
5-5-1	施工方針	67
5-5-2	施工上の留意事項	69
5-5-3	施工監理計画	69
5-5-4	資機材調達及び井戸工事計画	70
5-5-5	工程計画	71
5-6	概算事業費	75
第6章	事業の効果と結論	77
6-1	事業評価	77
6-2	結論と提言	78

添付資料:

1. 調査団氏名
2. 面談者リスト
3. 参考資料リスト
4. 討議議事録
5. 現地調査工程表
6. 現地調査資料
  - (1) 現地調査井戸一覧表
  - (2) 簡易水質試験結果
7. 当該国データ
  - (1) 「ジ」国のGDP,GNP及び「ジ」国産業別生産高
  - (2) 「ジ」国経済再建計画所要外資
  - (3) 世銀資金の水開発部門予算配分表
8. フェーズⅡ機材スペアパーツ・リスト

## LIST OF ABBREVIATIONS

Agritex	Department of Agricultural Technical Extension (MLAWD)
DANIDA	Danish International Development Agency
DDF	District Development Fund (MLGRUD)
DWD	Department of Water Development (MLAWD)
EC	European Communities
GTZ	German Technical Cooperation Agency
GOZ	Government of Zimbabwe
IRWSSP	Integrated Rural Water Supply and Sanitation Project
JICA	Japan International Cooperation Agency
KFW	German Development Bank
MOHCW	Ministry of Health and Child Well-Fare
MLAWD	Ministry of Lands, Agriculture and Water Development
MLGRUD	Ministry of Local Government, Rural and Urban Development
MOF	Ministry of Finance
NAC	National Action Committee for Rural Water Supply and Sanitation
NCU	National Coordination Unit for Rural Water Supply and Sanitation
NEPC	National Economic Planning Committee
NGO	None Governmental Organization
NORAD	Norwegian Agency for Development Cooperation
NRWSSP	National Rural Water Supply and Sanitation Programme
ODA	Overseas Development Agency (Great Britain)
SIDA	Swedish International Development Authority
Unicef	United Nations International Childre's Emergency Fund

## 第1章 緒 論

ジンバブエ共和国(以下「ジ」国と称する)における給水事情は、大都市においては安全な飲料水が供給されているものの、村落共有地 (Communal Land) 内では水道普及率は数%以下と極めて低く、多数の住民は天水、河川、湖沼水等の不衛生な水を生活用水としている。

この様な状況を改善する為、「ジ」国政府は1980年の国際連合決議による「国際飲料水及び衛生に関する10ヵ年計画」に基づき、1982年より「村落給水及び衛生に関するマスタープラン」の作成に着手し、1986年にこれを完了している。このマスタープランを受けて、「ジ」国政府はハンドポンプ付き浅井戸・深井戸を水源とする「国家村落給水及び衛生プログラム (NRWSSP)」を策定し、全国規模で同プログラム達成のための計画に着手した。この計画の基本となる単位給水量は、マスタープラン方針に基づいて、深井戸においては1人当たり日量30ℓ、浅井戸においては1人当たり日量20ℓとして、給水人口はそれぞれ250人、150人としている。

「ジ」国政府は上記プログラムの目標達成の一環として、1992年日本国政府に同国東マシヨナランド州のUMP郡及びウェザ郡について日本国政府に対し無償資金協力を要請した。

日本国政府は「ジ」国の要請内容を検討した結果、本計画に係る基本設計調査の実施を決定した。この決定を受けて、国際協力事業団(以下「JICA」と称する)は1993年8月22日から9月25日までの期間、外務省経済協力局無償資金協力課の西田寛氏を団長とする基本設計調査団を「ジ」国に派遣した。

調査団は「ジ」国側実施機関である土地・農業・水資源開発省水利局(以下「DWD」と称する)関係者と計画内容について協議を重ね、現地調査及び計画の情報、資料の収集を行なった。DWDと調査団との協議結果は、議事録としてまとめられ、1993年9月1日双方の代表者が署名し交換した。

調査団の構成、現地調査の行程、訪問先及び面接者、協議議事録、参考資料リストなどは、付属資料として巻末に添付した。

この報告書は、調査団が帰国後、国内作業において、現地調査結果を基にして本計画の妥当性を検討の上、給水施設の基本設計、資機材の選定、概算事業費の積算など、本計画を実施するための最適案についてとりまとめたものである。

## 第2章 計画の背景

### 2-1 ジンバブエ国の概況

#### (1) 一般国情

アフリカ南部に位置する「ジ」国は南緯約20度、東経約30度にあつて、その国土面積は390,757 km<sup>2</sup>、人口は1,040万人(1992年センサス)であり、海港を持たない内陸国である。国土の大半は海拔500 m以上を有し、首都のハラレを始め、ブラワヨ、ムタレ等の主要都市は中央高原に位置している。

気温は熱帯圏に位置するものの、高原であるため温暖で快適であり、ハラレの年平均気温は25.3℃、降雨量は約800 mmである。

「ジ」国は他のアフリカ諸国より遅れ1980年に独立した。周辺諸国の歩みを教訓として、植民地時代に築かれた経済基盤を旧宗主国を中心とする先進諸国の協力の下に活用し、アフリカ諸国にあつては比較的堅実な経済基盤を有している。「ジ」国の人口は、1982年のセンサスによれば761万人であり、1992年センサスまでの人口増加率は3.13%を示している。

#### (2) 経済・財政・産業

「ジ」国の総人口の約70%に相当する人々は、農業部門に従事している。この農業部門には、大規模商業的農業、村落共有地における自家消費型農業、並びに再定住地域での小規模商業的農業の3形態があるが、大多数は自家消費型農業に従事している。

「ジ」国のGDP及び産業別生産高は添付資料-7.(1)に示す通りであり、工業、農林業、鉱業部門の比重が高く、それぞれ総額の26%、13%、8%を占めている。1988年のGDPは10,925百万Z\$であり、1980年換算での一人当たりGDPは529Z\$ (850U\$)を有している。

#### (3) 援助動向

「ジ」国は経済的自立をめざして、経済再建計画(1991~95)を策定した。この再建計画による対外援助期待額は添付資料-7.(2)に示す通りであり、年平均690百万U\$となっている。この額は



同国自国資金手当て額の27%に達する巨額であり、独自の経済再建計画が極めて難しい事を示している。

## 2-2 村落給水計画の概況

「ジ」国政府は1980年の国連決議を受けて、1982年同国においてこれを着手する事を決定した。本計画のマスタープラン策定はNORADの援助を受け、NORAD側コンサルタントとの契約が1983年7月に締結された。マスタープランは1985年2～5月にドラフトレポートが完了し、その後1986年ファイナルレポートが提出された。本プランに示されている給水計画の概要を述べると以下の通りである。

### (1) 計画プログラム

2005年を完了年として、それまでに576ヵ所の水道施設と約36,000本の深井戸・浅井戸(注1)を建設する事を目標とする。これによる受益者は水道施設で約36,000人、井戸による点水源施設で約860万人とされている。

### (2) 点水源のメンテナンス

プラン策定当時(現在も含めて)、完成井戸施設の維持・管理は自治省所属の郡開発基金(District Development Fund; DDF)が直接担当していたが、これを次のように改革する事が提言されている。この提言は実施に移される予定であるが、目下のところ準備中の段階である。

- ・ 村落レベルに責任者と訓練されたポンプ担当員を配置する。
- ・ Ward(大字に相当する)レベルで、ポンプ保守要員の給料を負担する。保守要員は最大50台のポンプを担当するとともに、上記村落の担当員の指導・監督に当たる。
- ・ 各郡のDDFは郡レベルで、ポンプの使用実態、保守状況を追跡調査するとともに、不備が発見された場合には、必要な補佐を行なう。

### (3) 達成予定

1985～1990年を短期計画、1985～1995年を中期計画、1985～2005年を長期計画とする。各期間の点水源建設目標は、短期計画で6,900本(内、東マシヨナランド州で900本)、中期計画で

15,500本(同州で1,800本)、長期計画の20年間でもって延べ36,000本(同州で4,000本)の深井戸・浅井戸を建設する事としている。

#### (4) 単位給水量

計画の単位給水量は以下の通りである。

- ・ 個別水栓 : 60 lit/日/人
- ・ 共同水栓 : 25あるいは40 lit/日/人(運搬距離300mを境とする)
- ・ 深井戸 : 30 lit/日/人、1本当たり250人
- ・ 浅井戸 : 20 lit/日/人、1本当たり150人

#### (注1:井戸の定義)

井戸は浅井戸及び深井戸に区分される。この区分方法(定義)には下記に示す方法があるが、通常呼称される場合は、この区分は明確に確立されておらず、各ケース毎にあいまいに使われている場合が多いと言える。

##### 1. 井戸深度による

慣習的に用いられる場合が多いが、「浅い」、「深い」に個人差・地域差もあり学術・技術分野で用いられる事はない。

##### 2. 施工方法による

- ・ 浅井戸 : 人力(井戸職人)により掘削された井戸を称する。人力で施工される所から、井戸口径は1.0~1.5m、井戸深度は5.0~10.0m(最大20m程度)の井戸が多い。
- ・ 深井戸 : 井戸掘削機械で削孔された井戸を称する。井戸口径は10~30cm、井戸深度は30m以上(工場用深井戸では300m以上となる場合も多い)の井戸が多い。

##### 3. 水理地質(帯水層)条件による

- ・ 浅井戸 : 浅層帯水層(自由地下水)から取水する井戸を称する。通常、浅層帯水層は30m以内にあり、井戸深度も30m未満のものが多く、人力で施工される場合が多い。

- ・ 深井戸： 深層帯水層(被圧地下水)から取水する井戸を称する。通常、深層帯水層は30 m以深にあり、井戸深度も30 m以上のものが多く、機械削孔される場合が多い。

本報告書で用いている井戸の定義は施工方法による区分である。「ジ」国では、浅井戸の内で産水量の多い井戸(時には、発破で岩盤を掘削し、水量を確保する)にはハンドポンプを設置し、産水量の少ない井戸にはツルベを取り付けている。「ジ」国政府の村落給水計画では、ツルベ式浅井戸 (Shallow Well)を1単位(50人に給水できる事を前提とする)として、ポンプ付浅井戸 (Deep Well)は3単位、深井戸 (Borehole)は5単位として、村落給水事情を評価している。

## 2-3 関連計画の概要

### (1) 国家開発計画

「ジ」国は現在下記の3点を基本方針とする「第二次国家開発5ヵ年計画(1991～1995)」を実施中である。

- ・ 貯蓄を増強し、投資を計る、
- ・ 貿易の拡大を計る、
- ・ 市場経済の育成を計る。

上記の目的を達成するため、計画期間内の投資配分は以下の通り計画されている。この配分をみると、運輸・通信、農業、水・エネルギー等社会基盤整備に大きな比重が置かれている事が判明する。

#### 産業別公共投資計画(1991/92～1995/96)

部 門	予算 (91/92) (100万 Z\$)	5ヵ年計画 (100万 Z\$)	配分比 (%)
1. 農 業	427	2,702	22.1
2. 鉱 業	10	100	0.8
3. 工 業	10	265	2.2
4. 水・エネルギー	405	2,355	19.2
5. 運輸・通信	634	3,294	26.9
6. 住宅・都市開発	368	1,333	10.8
7. 教 育	100	790	6.4
8. 保 険	48	418	3.4
9. 行政サービス	90	265	2.2
10. 国 防	178	378	3.1
11. その他	182	352	2.9
合 計	2,452	12,252	100.0

### (2) 計画地域の開発計画

計画地域を含む東マシヨナランド州の開発方針は、州の経済基盤の実情を考へて、村落共有地の農業、中小都市における工業及び鉱業開発に重点が置かれている。

## 2-4 要請の経緯と内容

### (1) 要請の経緯・背景

「ジ」国の人口1,040万人の内約半数は村落共有地 (Communal Land) に住んでいるが、これら住民は生活用水源を河川、沼、浅井戸等の非衛生な水に依存しているため、地域住民の間で水因性の腸炎及び種々の下痢性疾患が絶えない状況にある。

右状況に対応するため、「ジ」国政府は既に述べた「村落給水と衛生に関するマスタープラン」を策定し、本セクターの改善を図ってきている。これを受けて、日本国政府は昭和58年(1983)及び63(1988)年に「地方給水施設整備計画」に係る無償資金協力を実施(フェーズⅠ:E/N額8.00億円、フェーズⅡ:E/N額5.24億円)済みである。これら無償資金協力の内容については2-6節に示す通りである。その後、1991～92年に南部アフリカ一体に未曾有の旱魃が襲い、全国で「ポンプ付浅井戸 (Deep Well)」の44%、「深井戸」の20%が枯渇/水量低下したと報告された。1992年には世銀を含む各国援助機関が緊急援助を開始し、給水分野においても多くの施設建設が計画されている。

「ジ」国は上記した状況を踏まえて、水量不足が深刻な東マシヨナランド州のウェザ/UWP地域における400本の深井戸掘削計画を策定し、我が国に無償資金協力を要請越したものである。

### (2) 要請の内容

「ジ」国側の当初要請内容は400本の深井戸掘削にあたっての下記資機材の調達及びサイト選定、削井、機材保守等に係る技術者派遣(3名×6ヵ月)からなっていた。この当初要請は基本設計調査団が現地調査で打ち合せ・討議を行なった結果一部が修正された。最終的な要請内容は表4-3-2及び添付資料「討議議事録」に示す通りである。

(1)	削井機及び付属品	2式
(2)	高圧コンプレッサー	2台
(3)	クレーン付きトラック	4台
(4)	トローリー	2台
(5)	ピックアップ	2台
(6)	ステーションワゴン	2台
(7)	井戸試験用機器	2式
(8)	無線通信機器	2式

(9)	井戸建設材料	400式
(10)	ハンドポンプ	250台
(11)	ディーゼルエンジン付きポンプ	4台
(12)	上記機材のスベアパーツ等	1式

## 2-5 計画地域の村落給水計画と国際協力

計画地域であるウェザ及びUMP地域での村落給水に係る最近実施された/されている計画には下記の3計画がある。

- ・ 「ジ」国政府による旱魃救済計画
- ・ 世銀資金(ローン)による緊急旱魃救済・回復計画
- ・ 村落給水及び衛生計画(IRWSSP)

以下各計画の概要と第3国援助機関の活動について示す。

### (1) 「ジ」国政府による旱魃救済計画

世銀資金計画、IRWSSP計画のつなぎとして、主として「ジ」国政府資金により実施された給水計画である。ユニセフ等が資金援助したとの情報もあるが、詳細は不明である。緊急性が優先されたため種々の資金が動員されたようであるが、主体は「ジ」国政府資金である。本計画は全国規模で実施されたが、本計画地域においてはUMP地区で9本、ウェザ地区で11本の深井戸が建設された。

### (2) 世銀資金による緊急旱魃救済・回復計画

本計画による深井戸掘削は1993年9月に入り着手された。掘削計画数は各州150本、全国で1,200本である。

計画地域ではUMP地域に15本、ウェザ地域に20本が予定されている。1,200本の深井戸建設に係る予算は下記の通りであり、1本当たりU\$ 8,330 (Z\$ 54,000.-)となる。

・ サイトイング、施工管理に	U\$2,000,000.-
・ 掘削工事に	U\$8,000,000.-

なお、井戸掘削材料・機材の部品調達、深井戸建設工事、探査機材調達等水関連部門に振り分けられた総額はU\$ 31,600,000.-であり、内訳は、添付資料-7(3)に示す通りである。本内訳書のNO.19はフェーズI計画で供与した機材(主として削井機)のスペアパーツ、掘削工具類の調達に充てたものであり、日本商社が受注している。

### (3) 村落給水及び衛生計画 (IRWSSP)

IRWSSP計画はNRWSSPプログラムを実施する為の実施計画であり、1987年7月にNORADの援助で開始された。、計画目標はツルベ式浅井戸の給水人口50人を1単位とする浅井戸単位を設定し、ポンプ付浅井戸は3単位、深井戸は5単位(即ち1本の深井戸で250人の給水)として1単位当り給水人口を50人に改善する事である。計画達成期間は4~5カ年を目標に、現在全国57郡(District)の内5郡で完了、27の郡で展開中である。本計画には種々の援助機関が参画しているが、要約すると以下に示す通りであり、その他EC、英国も参加を検討中との事である。なお、各援助機関の担当地区は郡レベルで区別されており、本計画と競合する地区は存在しない。

NORAD	; 6州、延べ9郡で実施中
Dutch	; 7州、延べ8郡で実施中
DANIDA	; 3州、延べ3郡で実施中
JICA	; 1州、延べ2郡で検討中(要請計画)
KFW	; 1州、延べ2郡で実施中
GOZ	; 1州、1郡で実施中
NGO及びGOZの協力	; 2州、延べ2郡で実施中

### (4) 計画地域における進捗状況

上記計画の計画地域における建設実績/予定は次頁に示す通りである。IRWSSPの総建設深井戸数はUMP地域で309本、ウェザ地域で123本の延べ432本であるが、93年8月末時点の実績は同頁下段に示す通りであり、ウェザ地域は今年度分がほぼ完了となっている。ウェザに配置の作井機はUMP地域に廻る予定であり、同地域も年内に完了となる見込みである。

表に示すように、計画地域におけるIRWSSPは「ジ」国での緊急計画として、「ジ」国側で独自に着手されている。これらの工事に必要な資機材は「ジ」国手持ち分で賅われているが、これら資機材の調達に困窮しているのが現実である。すなわち、ウェザ地域はほぼ予定の工程で事業が進展しているが、この最大の理由としては、動員している機材(フェーズI調達機材)がほぼ順

表 2-5-1 計画地域村落給水事情と給水計画概要

既存水源施設数と建設予定数

UMP 地区:

	1991年 既存数	「ジ」国 緊急計画	合 計	建設予定数		総 計
				世銀資金	IRWSSP	
深井戸	42	9	51	15	309	375
ポンプ付浅井戸	33	0	33	0	182	215
ツルベ式浅井戸	99	0	99	0	0	99

ウェザ地区:

	1991年 既存数	「ジ」国 緊急計画	合 計	建設予定数		総 計
				世銀資金	IRWSSP	
深井戸	128	11	139	20	123	282
ポンプ付浅井戸	0	0	0	0	85	85
ツルベ式浅井戸	143	0	143	0	0	143

村落給水計画 (IRWSSP) 概要

UMP 地区: 施工実績は 93 年 8 月末現在

	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	合 計	達成率(%)
深井戸							
(当初計画数)	(40)	(60)	(69)	(70)	(70)	(309)	
施工実績数(予算)	21	2 (60)	-	-	-	23	7.4
ポンプ付浅井戸							
(当初計画数)	(25)	(35)	(41)	(41)	(40)	(182)	
施工実績数	11	-	-	-	-	11	6.0

ウェザ地区: 施工実績は 93 年 8 月末現在

	92/93	93/94	94/95	95/96	合 計	達成率(%)
深井戸						
(当初計画数)	(30)	(31)	(31)	(31)	(123)	
施工実績数	30	30 (31)	-	-	60	48.8
ポンプ付浅井戸						
(当初計画数)	(15)	(20)	(25)	(25)	( 85)	
施工実績数	13	0	-	-	13	15.3



調に稼働していることがあげられる。一方、UMP地域に動員している機材の稼働実績が不良であり、大幅な工程の遅れをきたし、ウェザ地域の完了を待っている状態である。

ケーシング、ハンドポンプなどについては、本計画分の400本分が要請されているが、現在は上記した27郡で展開中の資材を時間差を利用して流用している状態であり、これらの流用が中断されれば、本年度分のUMP地域の工事が予定通り完工できるか、否かが問題となる。

また、削井機についても、2-6節に示すように老朽化が目立ってきており、現地調査時には1台は修理中であり、更新が望まれる時期となっている。

## 2-6 過去の協力内容と供与機材の現状

### (1) 協力内容

2-4節「要請の経緯と内容」に示すように、我が国は「ジ」国の村落給水計画に関し、以下に示す協力を実施している。これら案件は成功裏に完了し、供与した機材及び完成井戸施設は現在も順調に稼働している。

表 2-6-1 過去の日本の無償資金協力

フェーズ I:	1983年、E/N 額 8.0 億円、 計画地域、ミッドランズ州の 5 郡 計画内容、2 セットの掘削機器、支援機材の供与と 81 本の深井戸施設建設工事
フェーズ II:	1988年、E/N 額 5.24 億円 計画地域、ミッドランズ州の 6 郡 計画内容、1 セットの大型掘削機器、支援機材の供与 上記機材を用いての深井戸建設工事 (30 本/年で平均 深度 250 m) は「ジ」側が実施中

### (2) 供与機材の現状

過去に供与した機材の現状を確認する為に、現地検調査を行った。各機材の現状は下記の通りであり、いづれの機材も水利局により良好に維持・管理されていることが確認された。

#### (i) フェーズ I 供与機材:

供与後 10 年を経過するが現在も使用されており、稼働状況も良好との事である。ウェザ地区で稼働中の機材を確認したが、油漏れ等老朽化の影響は避けがたいものの順調に作動している事を確認した。他の 1 台は修理中であったが、直ぐに現場に復帰するとの事であった。経過年数を考慮するならば、良好に保守されているものと判断できる。

#### (ii) フェーズ II 供与機材:

供与後 5 年経過の大型削井機が中心である。フェーズ II の計画地域内であるミッドランズ州ゴクエ郡で順調に稼働していることを確認した。削井機の延べ走行距離は 7,800 km、延べ掘削作業時間数は 6,600 時間余りに達していた。この作業の施工実績は年間 30 本前後、平均井戸深度 250 m とのことである。

## 第3章 計画地域の概要

計画対象地域は UMP郡とウェザ郡の2郡の村落共有地区からなる2地区であり、行政的には両郡とも東マシヨナランド州に属している。しかし、両者はそれぞれ州の北端と南端に離れて位置し、社会経済事情、地形、地質条件は多少異なる。各計画地域は巻頭「位置図」及び図 3-3-1、3-3-2「現地調査井戸地点位置図」に示す通りである。以下に計画地域の概要を地区別に述べる。

### 3-1 位置、自然条件及び社会経済事情

#### 3-1-1 位置及び社会経済事情

##### (1) UMP地区

UMP 郡とは地区南部のUZUMBA Communal Land (UZUMBA C.L.)、中部のMARAMBA C.L.及び北部のPFUNGWE C.L.の3共有地名の頭文字を連ねた呼称であり、3者でUMP/ZVATAIDA 郡を構成している。

地理的に当地区は首都ハラレの北東130km(郡都 ムタワタワ：MUTAWATAWA、MARAMBA C.L.)に位置し、南緯16° 40'~17° 25'、東経31° 40'~32° 35'の範囲にあり、郡都までは首都ハラレから車で約3時間程の行程となる。ハラレから郡都の間は舗装道路であるが、PFUNGWE C.L.では幹線道路といえども未舗装道路がつづき、郡都から地区の最北部までは、車でさらに2時間を要する。

1992年の人口センサスによると人口は86,302人、戸数は17,507戸であり、人口密度は32人/km<sup>2</sup>である。

主要産業は農業や放牧であるが、地区の大部分は丘陵地であり農耕可能地は全体の35%程度である。気候はハラレ近郊などに比べ暑く、小雨であり、またその農耕の殆どを天水に依存するため生産性は著しく不安定であり、収量はその年の雨量に大きな影響を受ける。最近の農業統計では旱魃年と平作年の収量の間には10倍以上の開きが認められる。

このように、経済的にはこれらの気候条件、農耕の形態から不安定かつ貧しい地区であり、また社会基盤の整備も行政的な遠隔地であることから、他地区と比べかなり立ち後れている。

## (2) ウェザ地区

ウェザ郡は首都ハラレの南東140 km(郡都ウェザ)に位置し、南緯18° 35' ~ 18° 55'、東経31° 30' ~ 32° 00'の範囲にあり、郡都までは首都ハラレから車で約2時間程の行程である。ハラレから郡都の間、また地区の幹線道路は比較的良好に整備され、郡都から地区の南端域までさらに1時間程の行程となる。

ウェザ郡の北部と南部域は、平坦地が広がり大規模な農地または放牧地として利用されている。これらの地域は現在移住の対象地区となり、農家の移住が計画的に実施されている。計画対象地域はこれらの移住対象地区を除く村落共有地である。

1992年の人口センサスによると人口は69,981人、戸数は14,579戸であり、人口密度は64人/km<sup>2</sup>である。

主要産業は農業であり、農耕可能地は全体の約40%であるが、実際に耕作されている農地はその半分の200 km<sup>2</sup>弱である。しかしながら、地区の営農形態はUMP地区と同様に天水に大きく依存することから早魃年には極端な減収となり、1992年の早魃ではトウモロコシの収量は平年作の1割強に過ぎなかった。

ウェザ地区はUMP地区に比べると社会基盤の整備もある程度は進み、簡易水道施設や灌漑施設なども主要村落などで認められる。

### 3-1-2 気象水文

「ジ」国の雨量分布は図3-1-1に示すとおりであり、首都のハラレから南東部モザンビーク国境山地にかけては年間降雨量は800 mm以上の地帯である。計画地域の年間雨量は600 mm ~ 800 mmの範囲にあるが、UMP地区の北部のPFUNGWE C.L.では小雨となり、600 mm以下の値も観測される。計画地域の雨量観測所および河川流量観測所の位置は図3-1-1に併記するとおりであり、これら観測所の観測記録は図3-1-2に示す通りである。各地区別の雨量及び河川流量の観測結果の概要は以下に述べる通りである。

a) UMP地区

観測記録はUMP地区に隣接するMUREWA雨量観測所及びSINGESI川流量観測所(NYADIRE川の支流)の記録であるが、これによると、雨量の平均は890 mm、地表流出の平均は170 mmであり、雨量の約19%が河川に流出する。

計画地域の中心地は観測所から約100 km北方にあり、地域の平均雨量は700 mm前後になるものと推定される。特に、地域北部では雨量は600 mm以下に減少し、植性も半乾燥地帯のものとなる。

b) ウェザ地区

ウェザ地区の年間雨量およびSABI川の年間流量はそれぞれ平均790 mm、140 mmであり、雨量の約17%が河川に流出する。UMP地区に比較すると雨量は多少恵まれており、植性も豊かになっている。

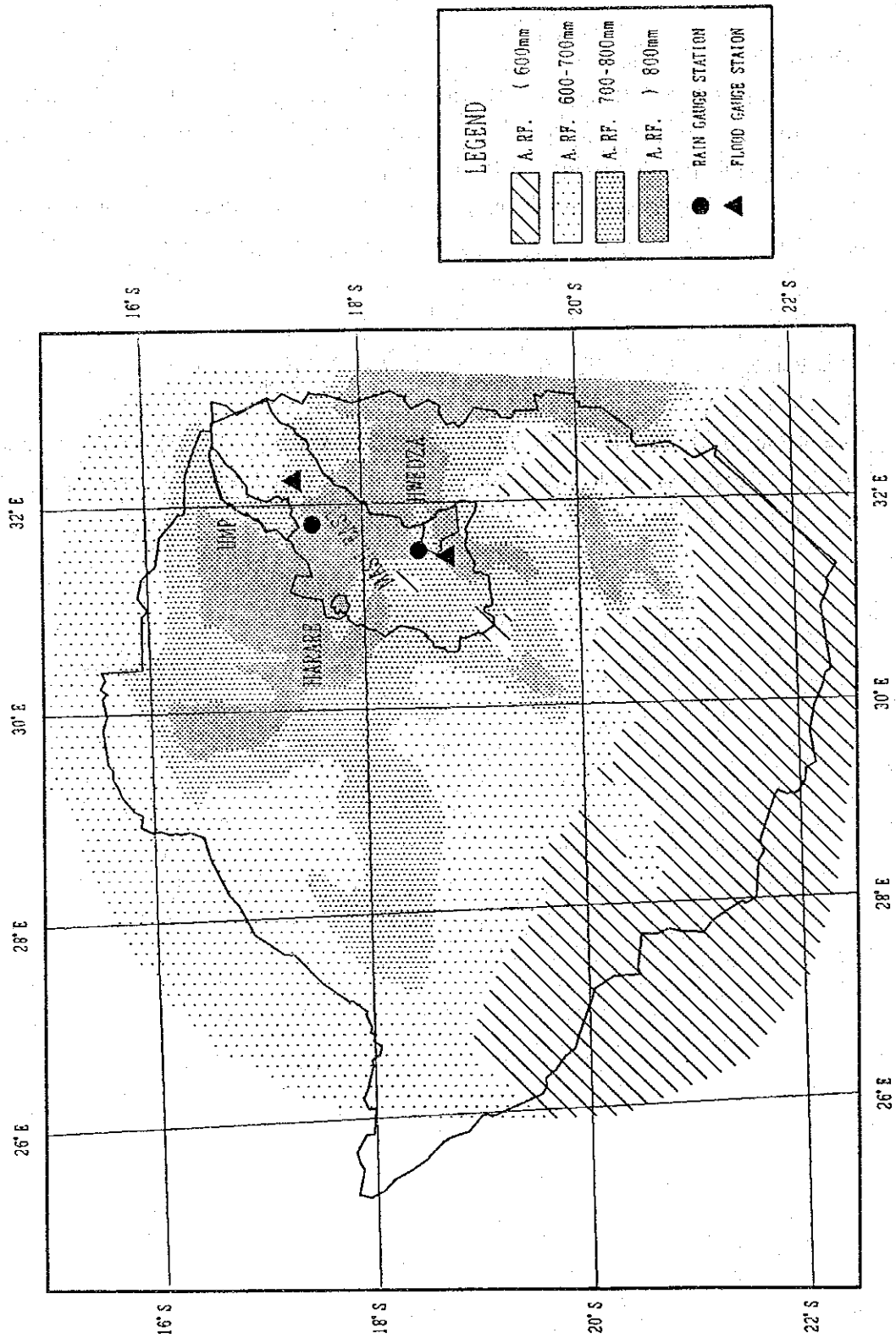


図3-1-1 ジンバブエ国年雨量分布図

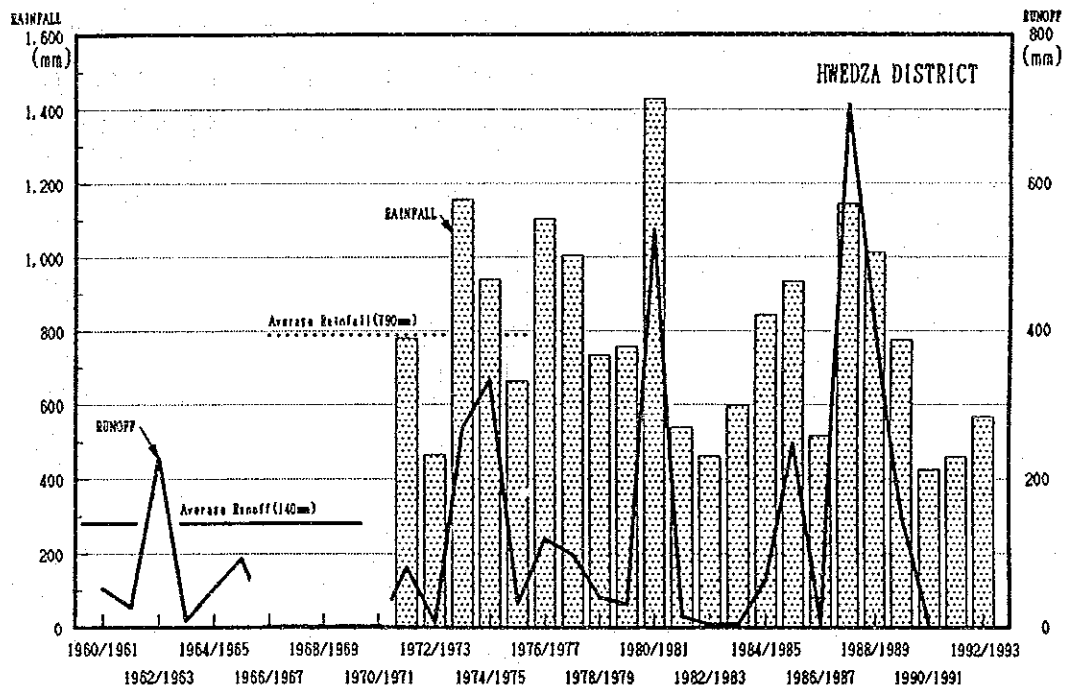
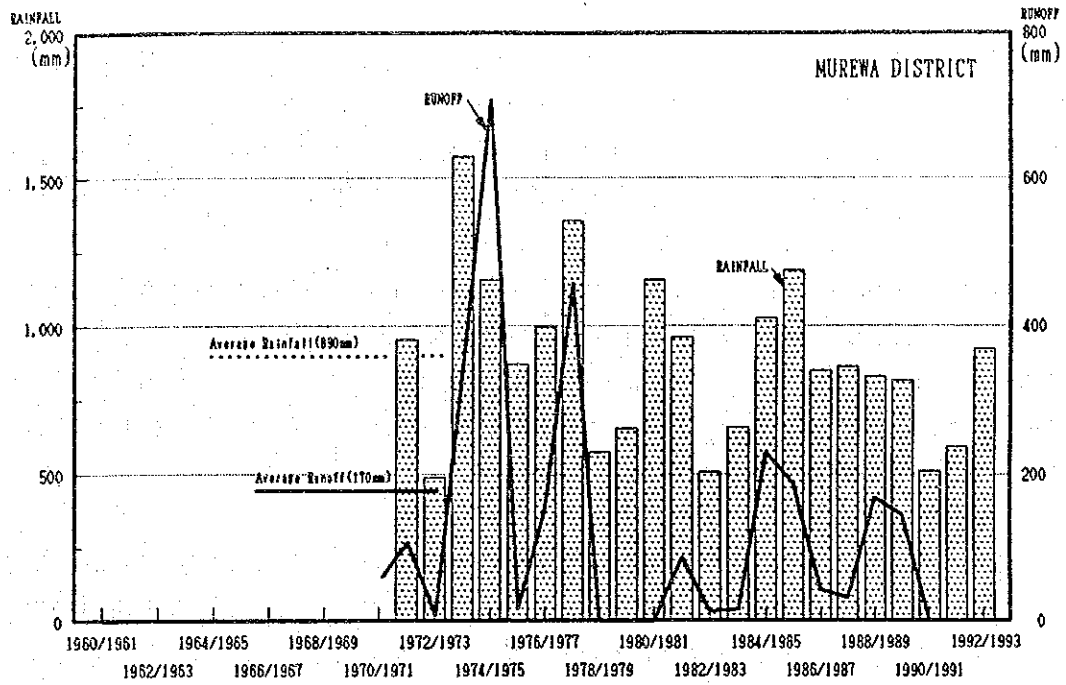


図3-1-2 計画地域内の雨量および河川流量データ

### 3-1-3 社会環境

UMP地区は、東マシヨナランド州と中部マシヨナランド州との境界にあり、最近になって両州から行政上の再編成が行われた地区でもあり、社会基盤の整備はかなり遅れている。特に、遠隔地のPFUNGWE C.L.ではこれらの社会環境整備は緒に付いたばかりといえる。道路の整備は現在も実施中であるが、舗装道路は郡都ムタワタワまでであり、以遠は礫道路が続き、道路密度も極めて低くなる。郡都にも電話設備はなく、郡事務所と州事務所との連絡は無線が用いられている。水道施設は郡都のムタワタワ、UZUMBA C.L.の中心地(Manyika)に地下水を水源とした小規模の簡易水道施設が存在する程度のものであるが、現在ムタワタワには「ジ」国政府によって、ダム貯水池を水源とする水道施設(供給能力30m<sup>3</sup>/時)が建設中である。村落給水計画に係る点水源の整備も十分でなく地区全体で42本の深井戸、33本のポンプ付浅井戸(1991年時点)が建設されたのみであり、村落給水率は20%弱と推定される。

一方、ウェザ地区もUMP地区と同様に社会基盤の整備は未だ十分とは言えないが、幹線舗装道路が地区を南北に縦貫し現在もこの幹線の整備を実施中である。ただし、この幹線道路以外は殆どが礫道路となっているが、道路網はUMP地区に比較すると良好である。電話設備はこの幹線道路沿いに配線されており、州都との電話連絡が可能である。

深井戸を水源とする小規模の簡易水道施設が郡都周辺や主要集落の数カ所で認められ、UMP地区より社会基盤は整備されていると言える。また、村落給水計画に係る点水源の整備は地区全体で128本の深井戸(1991年時点)が現在建設されており、村落給水率は50%弱と推定される。



### 3-2 地形及び地質

#### a) UMP 地区

UMP 地区はMAZOE川とNYADIRE川に挟まれた細長い地区であり、その範囲は北東～南西方向に110km、北西～南東方向に30kmである。地区の標高は南東部では高く1,200mであるが、北東に向かい低くなり、最北西端では標高500m前後となる。この大きな標高差とともに気候も変化し、同時に植生や地理景観も大きく変わる。特に北西部の低標高部では灌木はまばらとなり、バオバブなどを混在する植物相 (OPEN WOODLAND) が特徴的となる。これらは、小雨のサバンナ地帯に特徴的とされ、地区の貧弱な地下水資源を暗に示しているともいえる。

地区の地形的特徴は地区の地質分布に関係し、①南部(花崗岩)地区、②中央部(結晶片岩)地区、③北部(片麻岩)地区の3地形区に区分できる。各々の地形的な特徴は表3-2-1に示す通りである。

表 3-2-1 UMP地区の主要地質と地形的特徴

地形区分	地区	主要地質	地形的特徴
① 南部地区	UZUMBA C.L. 及び MARAMBA C.L. の南部	花崗岩	頂部が平坦なドーム状の花崗岩丘陵と丘陵に挟まれた平坦地が特徴的。本地区の代表的な花崗岩丘陵としてはHUMAYASIKANA (標高1334m)があり、周囲低地との比高は200m程度を示す。
② 中央部地区	UZUMBA C.L. の北部～ MARAMBA C.L.	結晶片岩	UMP地区で最も急峻な山地～丘陵地形を呈する。頂部が鋭角な、かつ急な山腹斜面をもつ丘陵が特徴的。 UMP地区の最高峰であるMAKURUAN-OPAMAENZA (標高1,400m)もこの地区にはいる。 丘陵と周辺との比高は200～400m程度である。
③ 北部地区	MARAMBA C.L. の北部～ PFUNGWE C.L.	片麻岩	他の2地区に比べ地形は緩やかとなる。開析は進み、スケールの小さな起伏が繰り返し続く。起伏量も100m程度となる。

地区の主要河川は、前述したように南縁を走るMAZOE川と北縁のNYADIRE川であるが、NYADIRE川の流域は小さく乾期には涸れ川となる。MAZOE川は年間を通じて流水は認められるが、その支川や本流の一部で涸れ川となる。また、河川の流路に対する

地質構造上の支配が明らかに認められ、特に南部(花崗岩)地区で断層や粗粒玄武岩の貫入による直線状の構造谷が観察される。

b) ウェザ地区

ウェザ地区はその西側をSAVE川、また東側をRUZAWI川に境された地区であり、上流の郡都(ウェザ)では標高1,400 m、また地区の最下流部で標高900 mとなる。標高の変化に伴う植物相の変化および地形景観の変化はUMP地区ほど明瞭でなく、地区の最南部でバオバブ相が僅かに混在する程度である。地形的な特徴はUMP地区と同様に地質分布に応じ大きく異なり、花崗岩、結晶片岩の分布域で総じて急峻、また片麻岩の分布域で緩やかな地形景観を示す。表3-2-2に、地区の地形的特徴を、便宜的に、①北部地区(上流地区)、②中央部地区(中流地区)、③南部地区(下流地区)に区分し記述する。

地区を流れる主要河川は、前述したように西側のSAVE川、東側のRUZAWI川及び中央部のMARE川であり、これらの河川は地区の地質構造と調和的に南～南東に流下する。SAVE川では断層に沿って20 km以上の直線的な構造谷が形成される。MARE川は源流を地区内にもつ小河川であり、乾期には涸れ川となる。他の2河川の流域は広く乾期の終わりに水量は少なくなるが、その本流では年間を通じて流水が認められる。

表3-2-2 ウェザ地区の主要地質と地形的特徴

地形区分	地 区	主要地質	地形的特徴
① 北部地区	標高1200 m 以上	結晶片岩及 び花崗岩	地区北西部に位置するウェザ山(1789 m)は結晶片岩からなり鋭角的な山頂と急峻な山腹が特徴的であり、比高は450-600 mを有する。花崗岩の分布域は頂部標高1,300 m程度の丘陵が特徴的であり、比高200～300 mを有している。
② 中央部地区	標高950m～ 1,200 m	花崗岩及び 片麻岩	片麻岩の分布域では地形は概して緩く、花崗岩地帯では急峻な地形となる。
③ 南部地区	標高950m 以下	片麻岩	他の2地区に比べ地形は穏やかとなる。解折は進み、平坦な地形が卓越する。

### 3-3 1990/91年における旱魃の実態と影響

#### (1) 雨量及び地表流出量

UMP地区南方数10kmに位置するムレワとウェザにおける1961～1991の30年間の雨量データ及び河川流量は図3-1-2に示す通りである。また、平均雨量と旱魃年の雨量との比較は表3-3-1に示す通りであり、兩年の降雨量は平年量の半分近くまで減少し、深刻な水不足状態となったと判断できる。

表 3-3-1 平均雨量と旱魃年雨量の比較表

観測所名	平均雨量(mm)	90/91年(mm)	91/92年(mm)
ムレワ(平年比)	890(100%)	492(55%)	616(69%)
ウェザ(平年比)	790(100%)	445(56%)	460(58%)

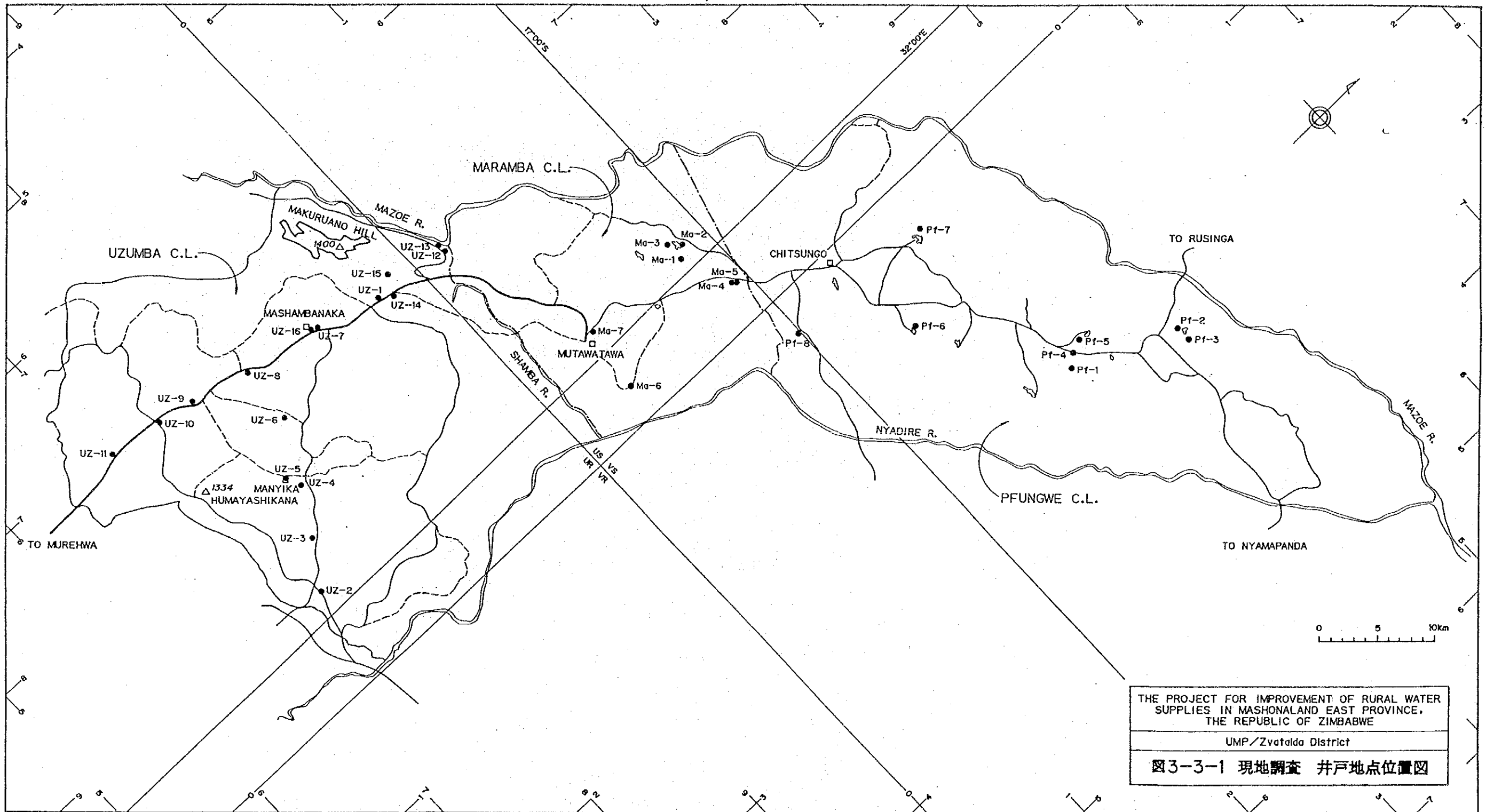
一方、地域流域の地表流出量は表3-3-2に示す通りであり、当該旱魃年の流出量はほぼ皆無に近い状態にまで減少した事が伺われる。

表 3-3-2 平均流出量と旱魃年流出量雨の比較表

観測所名	平均雨量(mm)	90/91年(mm)	91/92年(mm)
ムレワ(平年比)	170(100%)	2.8(1.6%)	記録なし
ウェザ(平年比)	140(100%)	0.1(0.1%)	記録なし

#### (2) 地下水源

地下水源への影響について、UMP地区で井戸を保守するDDF事務所担当者からの聞き取り調査と、UMP、ウェザ両地区内の各井戸施設の現地点検・利用者からの聞き取り調査を実施した。これらの結果をとりまとめると表3-3-3に示す通りであり、現地点検井戸の位置図は図3-3-1、3-3-2に示す通りである。なお、ウェザ地区の事務所では旱魃の影響調査の記録を採っていないとのことであった。





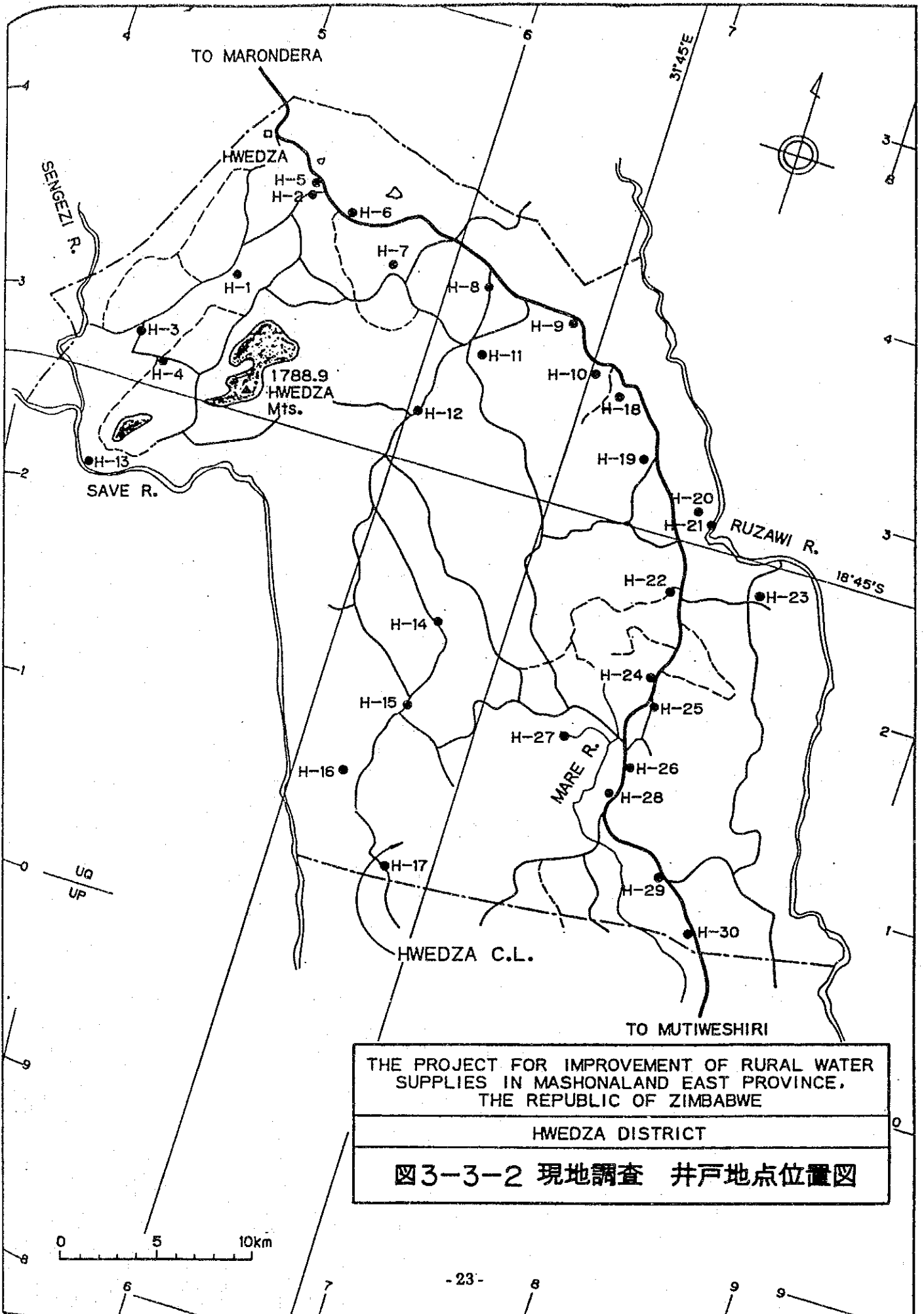




表 3-3-3 旱魃による地下水源への影響

UMP 地区DDF 資料 (1992 年 2 月 20 日調査):				
水資源種別	旱魃の影響			備 考
	無 (%)	有 (%)	枯渇 (%)	
深井戸 (調査数 68)	38 (56)	27 (40)	3 (4)	
ポンプ付浅井戸 (調査数 38)	4 (11)	34 (89)		
ダム及び堰 (調査数 38)	-	30 (79)	8 (21)	
現地調査結果資料:				
水資源種別	旱魃の影響			備 考
	無 (%)	有 (%)	枯渇 (%)	
深井戸: UMP (調査数 27)	20 (74)	6 (22)	1 (4)	
ウェザ (調査数 23)	16 (69)	2 (9)	5 (22)	
浅井戸 (調査数 10)	5 (50)	1 (10)	4 (40)	

表 3-3-4 旱魃の影響を受けたとされる深井戸一覧表

番号	旱魃の影響		水源諸元					備 考
	有り	枯渇	産出量	水 位	深 度	水 温	水 質	
			(m <sup>3</sup> /H)	(m)	(m)	(°C)	(μ-m)	
P- 8	△		3.85	?	65.0	25.7	-	
8'	△		3.85	?	60.0	-	-	
M- 7	△		0.86	?	51.0	25.8	310	シリンドーを下げる
U- 6	△		?	?	?	24.1	320	
U- 8	△		1.80	?	37.0	25.0	170	
U- 10	△		3.60	?	45.0	23.9	290	
H- 4	△		4.50	12.0	50.0	-	-	エンジンポンプ故障
H- 13	△	×	0.40	3.5	35.0	-	-	ポンプ故障
U- 3		×	0.80	?	55.0	23.9	600	
H- 1		×	1.19	18.0	38.0	24.4	590	
H- 5		×	?	?	?	23.8	110	
H- 6		×	0.29	50.0	60.0	24.4	90	
H- 17		×	0.50	13.0	45.0	23.5	280	
H- 19		×	0.86	13.0	42.0	24.5	74	



UMP地区のDDF事務所資料では深井戸の40%が旱魃の影響を受け、その内の4%が枯渇したとされており、今回現地調査の聞き取り結果でもかなり影響があったとの結論である。現地調査結果に基づいて、旱魃に影響されたとされる深井戸の諸元をまとめると、表3-3-4に示す通りである。これらの深井戸の諸元を見ると、いずれの井戸も元来の産出量が1 m<sup>3</sup>/時以下と少量の井戸である事が判明した。また、これら旱魃の影響を受けた深井戸の水質を見ると水温及び/或いは電気伝導度が浅層地下水的要素(冬期の水温が低く、伝導度が小さい)を含んでいる事も関係する事が判明した。

以上の事情を考えると、これらの深井戸は旱魃時に周辺浅井戸が枯渇したため深井戸の利用者が大幅に増大し、この結果、これらの産出量の小さい井戸の供給能力が不足して、住民の苦情がその原因を旱魃による水不足に求めた結果が大きいものと考えられる。ただし、ウェザ地区の小産出量の深井戸で浅層地下水の涵養に頼っている度合いの大きな井戸は実際枯渇状態に陥った可能性はあると考えられるが、その実態は言われる程大きいものではないと推測される。

### (3) 農産物

旱魃を挟む89/90~92/93年における計画地域内の主要農産物収穫量は下表に示す通りであり、この内92/93年収穫量は平年作に相当するとの事である。

本表より明らかなように、住民の主食であるトウモロコシの生産は91/92年の旱魃により壊滅的な打撃を受け平年作の10%程度となった。

計画地域における旱魃年の収穫量(\*)

	UMP				ウェザ			
	89/90	90/91	*91/92	92/93	89/90	90/91	*91/92	92/93
トウモロコシ (1)	32,942	42,961	4,732	57,057	17,053	15,089	2,601	22,134
落下性 (t)	600	960	189	563	1,730	620	106	480

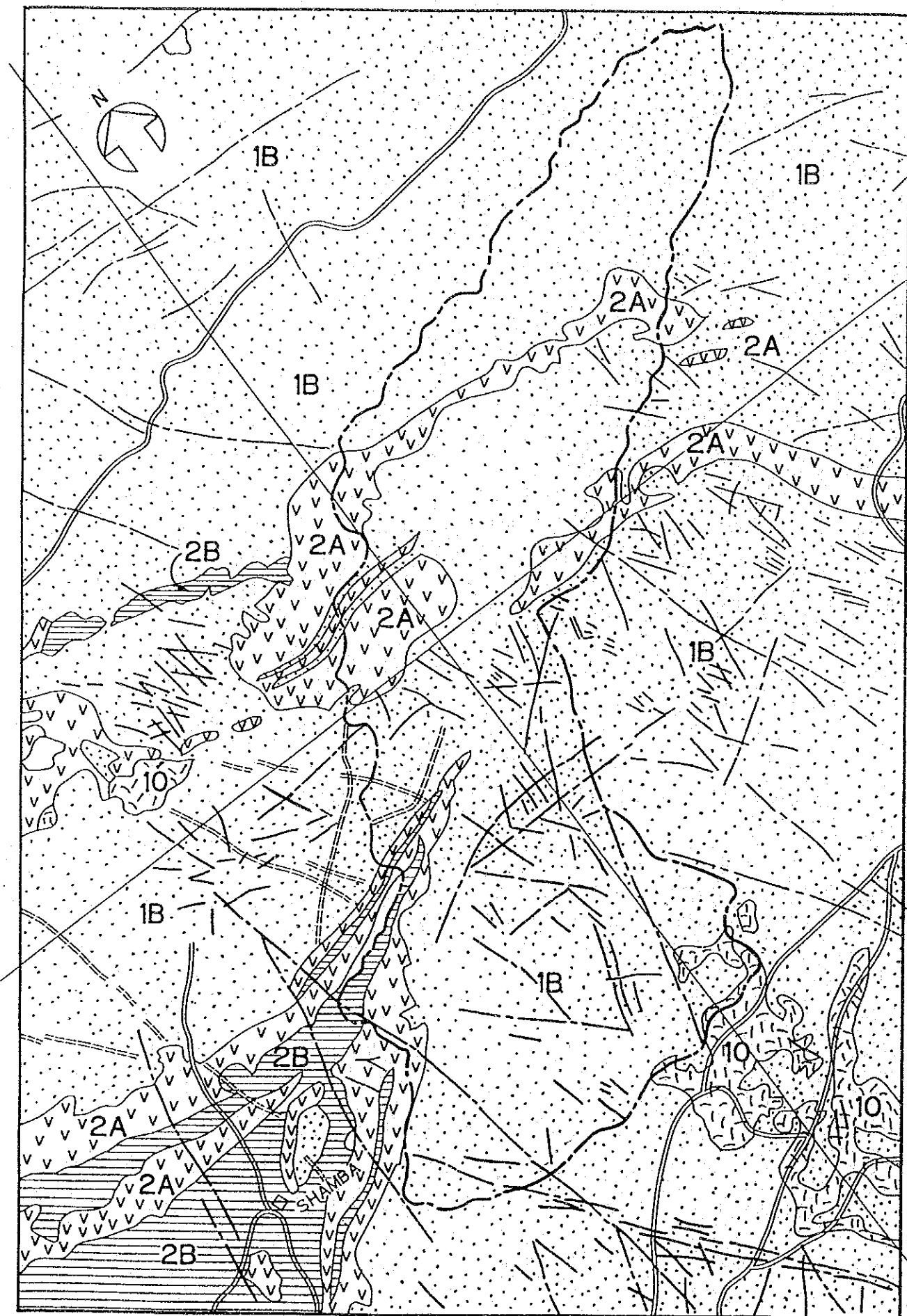
### 3-4 水理地質

#### 3-4-1 概要

図3-4-1及び3-4-2にUMP地区とウェザ地区の水理地質図を示す。図に示すように両地区の地質構成層は花崗岩、片麻岩、結晶片岩および粗粒玄武岩などからなる。各地区の地質層序の対比を試みると表3-4-1の通りとなる。

表3-4-1 地質構成および層序

地質区分	時代 Ma:(百万年)	水理地質 区分	構成地質	分布の範囲	
				UMP地区	ウェザ地区
A: マショナランド 粗粒玄武岩 新期貫入岩類	先カンブリア 後期	10	粗粒玄武岩類	全域	全域
B: ザンベジ 片麻岩類 (MARGINAL Gn.)	470-1830Ma	1B	ミグマタイト質 片麻岩, 長石片麻岩、 変成礫岩	PFUNGWE東 北	分布なし
C: グリーンストーン 灰色片麻岩類 (GREENSTONE-GREY Gn.)	830-2600Ma	2B 2A	結晶片岩、 塩基性岩 片麻岩 花崗閃緑岩	PFUNGWE南 MARAMBA~ UZUMBAの 北西	ウェザ山
D: 花崗岩類 (GRANITE)	830-2600 Ma	1B	花崗岩、 花崗閃緑岩	MARAMBA~ UZUMBAの 南東	中央部
E: ミグマタイト質 片麻岩 (MIGMATIC Gn.)	830-3200 Ma	1B	ミグマタイト、 トーナライト質片麻岩、 酸性片麻岩	PFUNGWE北	北部及び南 部



HYDROGEOLOGICAL LEGEND

HYDROGEOLOGICAL UNIT	GROUNDWATER DEVELOPMENT POTENTIAL CLASSIFICATION	LITHOLOGY	AVERAGE TRANSMITTING PROPERTIES	TYPE OF PERMEABILITY	AVERAGE DEPTH TO WATER TABLE (m)	AVERAGE SPECIFIC CAPACITY AND YIELD RANGE	
						m <sup>3</sup> /d/m	m <sup>3</sup> /d
2A		BULAWAYAN, MAINLY MAFIC METAVOLCANICS WITH SUBORDINATE METASEDIMENTS	MODERATE TO LOW	SECONDARY	10-20	10-100	100-250
2B		SHAMVAIAN, MAINLY ACID METAVOLCANICS AND METASEDIMENTS.	LOW	SECONDARY	<10	1-5	10-25
1B		PRE-CAMBRIAN, OLDER GNEISS (G) AND YOUNGER INTRUSIVE GRANITES (Y <sub>g</sub> ) OF THE CRATON, AND VARIOUS PARAGNEISSES OF THE ZAMBEZI (Z AND M <sub>m</sub> ) AND LIMPOPO (M <sub>b</sub> AND G <sub>n</sub> ) MOBILE BELTS, OF THE POST AFRICAN AND PLIOCENE SURFACES.	LOW	SECONDARY	<10	2-20	10-50
1A		PRE-CAMBRIAN, OLDER GNEISS (G) AND YOUNGER INTRUSIVE GRANITES (Y <sub>g</sub> ) OF THE AFRICAN SURFACE.	MODERATE TO LOW	SECONDARY	<10	30-50	50-100
10		MASHONALAND DOLERITE, DOLERITE SILLS AND DYKE.	MODERATE TO LOW	SECONDARY	<10	5-25	25-100
E		GREAT DYKE NORITE, GABBRO, SERPENTINE AND PYROXENITE ALKALI RING COMPLEXES	-	NO DATA AVAILABLE	-	-	-

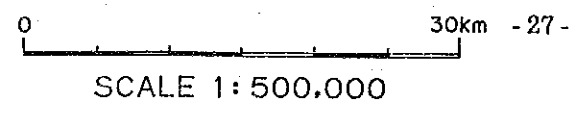
TOPOGRAPHICAL SYMBOLS

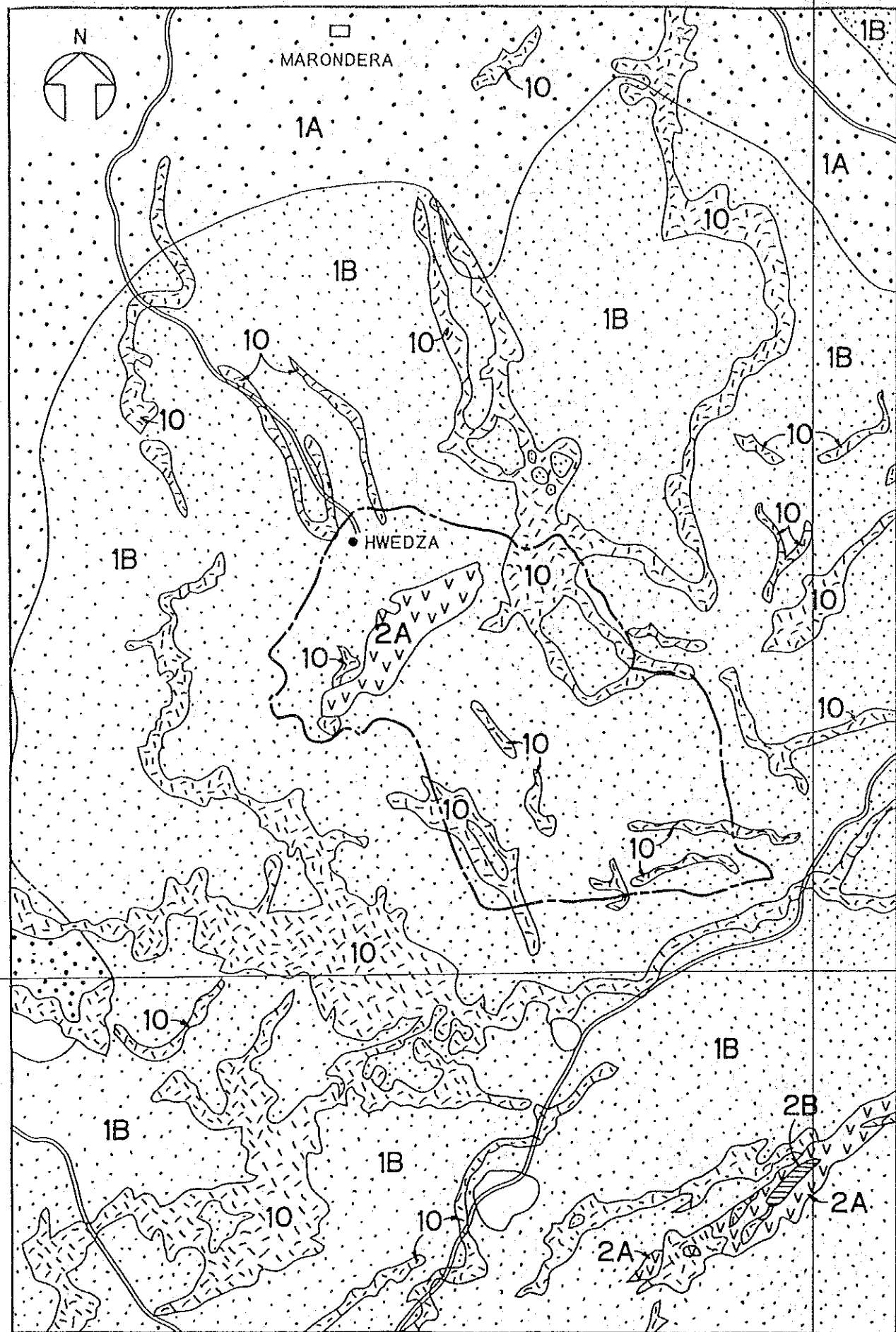
- DISTRICT/ COMMUNAL L. BOUNDARY
- CITY/TOWN
- ROAD

GEOLOGICAL SYMBOLS

- UNIT BOUNDARY
- PHOTOLINER (FAULT, FRACTURE, DYKE)
- DYKE

図3-4-1 UMP地区水理地質図 (マスタープラン報告書より転載)





32° EAST

HYDROGEOLOGICAL LEGEND

HYDROGEOLOGICAL UNIT	GROUNDWATER DEVELOPMENT POTENTIAL CLASSIFICATION	LITHOLOGY	AVERAGE TRANSMITTING PROPERTIES	TYPE OF PERMEABILITY	AVERAGE DEPTH TO WATER TABLE (m)	AVERAGE SPECIFIC CAPACITY AND YIELD RANGE	
						m <sup>3</sup> /d/m	m <sup>3</sup> /d
2A		BULAWAYAN, MAINLY MAFIC METAVOLCANICS WITH SUBORDINATE METASEDIMENTS	MODERATE TO LOW	SECONDARY	10-20	10-100	100-250
2B		SHAMVAIAN, MAINLY ACID METAVOLCANICS AND METASEDIMENTS.	LOW	SECONDARY	<10	1-5	10-25
1B		PRE-CAMBRIAN, OLDER GNEISS (G1) AND YOUNGER INTRUSIVE GRANITES (Yg) OF THE CRATON, AND VARIOUS PARAGNEISSES OF THE ZAMBEZI (Z AND Mm) AND LIMPOPO (Mb AND Gm) MOBILE BELTS, OF THE POST AFRICAN AND PIOCENE SURFACES.	LOW	SECONDARY	<10	2-20	10-50
1A		PRE-CAMBRIAN, OLDER GNEISS (G) AND YOUNGER INTRUSIVE GRANITES (Yg) OF THE AFRICAN SURFACE.	MODERATE TO LOW	SECONDARY	<10	30-50	50-100
10		MASHONALAND DOLERITE, DOLERITE SILLS AND DYKE.	MODERATE TO LOW	SECONDARY	<10	5-25	25-100
-		GREAT DYKE NORITE, GABBRO, SERPENTINE AND PYROXENITE ALKALI RING COMPLEXES	-	NO DATA AVAILABLE	-	-	-

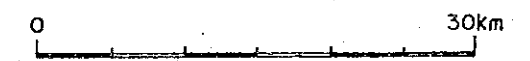
TOPOGRAPHICAL SYMBOLS

- DISTRICT/ COMMUNAL L. BOUNDARY
- CITY/TOWN
- ROAD

GEOLOGICAL SYMBOLS

- UNIT BOUNDARY
- PHOTOLINER (FAULT, FRACTURE, DYKE)
- DYKE

図 3-4-2 ウェザ地区水理地質図 (マスタープラン報告書より転載)



SCALE 1:500,000



#### a) UMP 地区

本地区は、地質構造的には一連のジンバブエ剛塊(先カンブリア層下部～上部)の縁辺部にあたり、PFUNGWE C.L.の北端で断層を境してザンベジ変動帯の変成岩類(先カンブリア層上部)に接する。一方、PFUNGWE C.L.南部からUZUMBA C.L.にかけては一連のジンバブエ剛塊のメンバーが帯状に連なる。一般にPFUNGWE C.L.では片麻岩～ミグマタイト質岩(表3-4-1のB、E区分に相当)、MARAMBA C.L.ではグリーンストーン～片麻岩(C、E区分)、UZUMBA C.L.では花崗岩(D区分)が分布する。また、粗粒玄武岩類は周辺地域の最上位層にあたり、地区全域に岩脈状に分布する。

#### b) ウェザ地区

地区北部のウェザ山を形成する結晶片岩類は塩基性グリーンストーン、蛇紋岩、堆積片岩等からなり、この結晶片岩類は片麻岩類や花崗岩類に併入され、上部をシート上に覆われる。これらの接触関係から結晶片岩類が最も古く、本地区内での基盤とみなされている。一方、片麻岩類には塩基性片麻岩と酸性片麻岩類の2種類があり、塩基性片麻岩類は別名ウェザ片麻岩と呼ばれ、ウェザ山の北部に分布する。酸性片麻岩は地区の中央部～南部に多く認められる。花崗岩はこの片麻岩の上部を覆い分布することが一般的であり、地区の中央部に分布する。また、粗粒玄武岩類はさらにこの花崗岩に貫入する南北性の岩脈として認められる。

### 3-4-2 水理地質

前述のように計画地域内には多様な地層が分布するが、水理地質学的な性質はほぼ似通ったものである。(図3-4-1,3-4-2参照)。マスタープラン報告書「水理地質編」の水理地質区分に従い、計画地域の水理地質に関する情報を整理すると表3-4-2の通りである。

#### a) UMP地区

UMP地区の80%以上は産水量 $50\text{m}^3/\text{d}$ 以下の水理地質区分に入り、地下水は風化帯にあり、岩盤のキレツにあることは稀であるとされている。また風化帯も薄く岩盤が地表付近に露出する地区でもある。水質は、一部で塩水が認められ、地下水開発にかなりの困難が予想される地区である。

b) ウェザ地区

地質構成はUMP地区と同様であり、地区の80%以上は産出量50m<sup>3</sup>/日以下の水理地質区分に入る。地下水は深度40~50mの風化帯から産出するが、場所によっては風化帯が薄く、低産出量の井戸もかなりの割合で認められる。

表 3-4-2 計画地域の水理地質区分

地質区分	水理地質区分	分布 (%)	透水性	帯水層種別	水位 (m)	産水量 (m <sup>3</sup> /d)
<UMP地区>						
A: マシヨナランド 粗粒玄武岩類 新期貫入岩類	10	5	低~中	風化帯・キレツ	< 10	25~10
B: ザンベジ 片麻岩類	1B	35	低い	風化帯・キレツ	< 10	10~50
C: グリーンストーン 灰色片麻岩類 (ブラワヨ統、 塩基性岩類)	2A	10	低~中	風化帯・キレツ	10~20	100~250
C: グリーンストーン 灰色片麻岩類 (シャンベ統、酸性岩類)	2B	5	低い	風化帯・キレツ	< 10	10~25
D: 花崗岩類	1B	25	低い	風化帯・キレツ	< 10	10~50
E: ミグマタイト質 片麻岩	1B	20	低い	風化帯・キレツ	< 10	10~50
<ウェザ地区>						
A: マシヨナランド 粗粒玄武岩類 新期貫入岩類	10	5	低~中	風化帯・キレツ	< 10	25~100
C: グリーンストーン 灰色片麻岩類 (ブラワヨ統、 塩基性岩類)	2A	10	低~中	風化帯・キレツ	10~20	100~250
D: 花崗岩類	1B	25	低い	風化帯・キレツ	< 10	10~50
E: ミグマタイト質 片麻岩	1B	60	低い	風化帯・キレツ	< 10	10~50

### 3-5 既存井戸資料と帯水層

計画地区内の帯水層の性質について既存井戸資料から検討を行う。既存深井戸の産出量と井戸深度の頻度分布図を図3-5-1及び図3-5-2に、また産出量-深度の関係を図3-5-3に示す。これらの図から以下に示す事項が指摘される。

- ・ 産出量が $0.5\text{ m}^3/\text{時}$ 以下の深井戸がUMP地区で17%(24孔中4孔)、ウェザ地区で26%(78孔中20孔)を占めており、産出量が $1.0\text{ m}^3/\text{時}$ 以下についてみれば、両地区ともほぼ1/3に達している。  
なお、収集資料によると計画地域での深井戸掘削の井戸成功率はUMP地区で69%、ウェザ地区で82%となっており、地下水開発が開発可能性が高い地域から着手されることが一般的であることを考えるならば、今後の地下水開発はかなりの困難を伴う地区であるといえる。
- ・ 深井戸の平均深度はUMP地区で47m、ウェザ地区で46mであり、図3-5-3から、両者とも井戸深度は35~60mの範囲にほぼ収まっている。
- ・ 産出量が $5.0\text{ m}^3/\text{時}$ 以上となる高産出量の井戸は井戸深度35~50mの井戸に限定されており、計画地域の深井戸の最大深度は80mである。

上記の事実は、マスタープラン報告書「水理地質編」に記載される計画地域の水理地質区分の通り、大半の深井戸が岩盤の風化帯を主要な帯水層としてる事を裏付けるものである。しかし、一方で産出量 $2.0\text{ m}^3/\text{時}$ ( $50\text{ m}^3/\text{日}$ )以上となる深井戸も少なからずあり、中には $10.0\text{ m}^3/\text{時}$ ( $240\text{ m}^3/\text{日}$ )を越える高生産井も認められる。これらの大きな産出量は前述の風化帯のみからの湧出とは考えにくく、より深部の基盤中のキレツや断裂に由来すると考えるのが妥当である。すなわち、計画地域内には、①風化帯、②岩盤キレツに由来する2種類の帯水層があり、これら帯水層の組合せが各々の井戸の産出能力や構造に反映されている。

これら2種類の帯水層の組合せは、後述の深井戸の水質(水温、電気伝導度)にも反映され、地域地下水の水質は表流水に近いもの(水温が気温に大きく左右され、伝導度は極めて低い)から深層地下水に近いもの(年間の水温がほぼ一定で、伝導度はかなり高くなる)まで、その組合せ状態により種々存在する事となる。

以上述べた既存井戸資料に基づく計画地域の帯水層の性質をとりまとめると、表3-5-1に示す通りである。

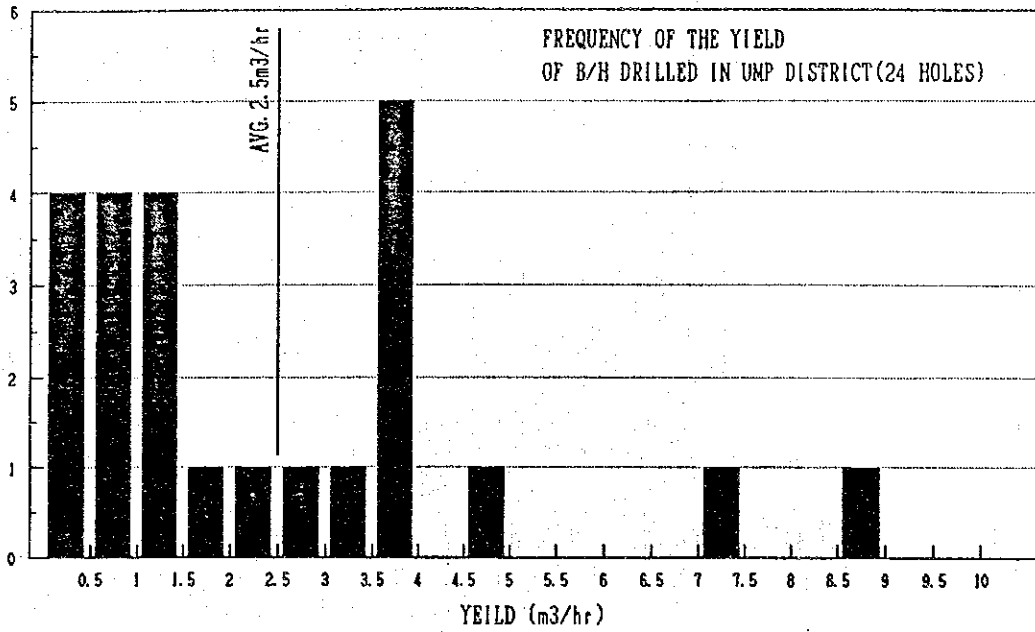


表 3-5-1 計画地域帯水層の性質

帯水層の種類	UMP地区		ウエザ地区	
	上部風化帯	風化帯/岩盤キレツ	上部風化帯	風化帯/岩盤キレツ
井戸の種別	浅井戸	深井戸	浅井戸	深井戸
地下水位深度範囲(m)		-	-	1-40以上
地下水位平均深度(m)		-	-	11
帯水層の深度範囲(m)	4-20	25-80	4-20	20-75
井戸の平均深度 (m)	11	47	11	46
産出量の範囲(m <sup>3</sup> /hr)	-	0.1-9	0.1-3.6	0.1-18
産出量の平均(m <sup>3</sup> /hr)	-	2.5	0.5	3.5

FREQUENCY (N)

(UMP地区)



FREQUENCY (N)

(ウイザ地区)

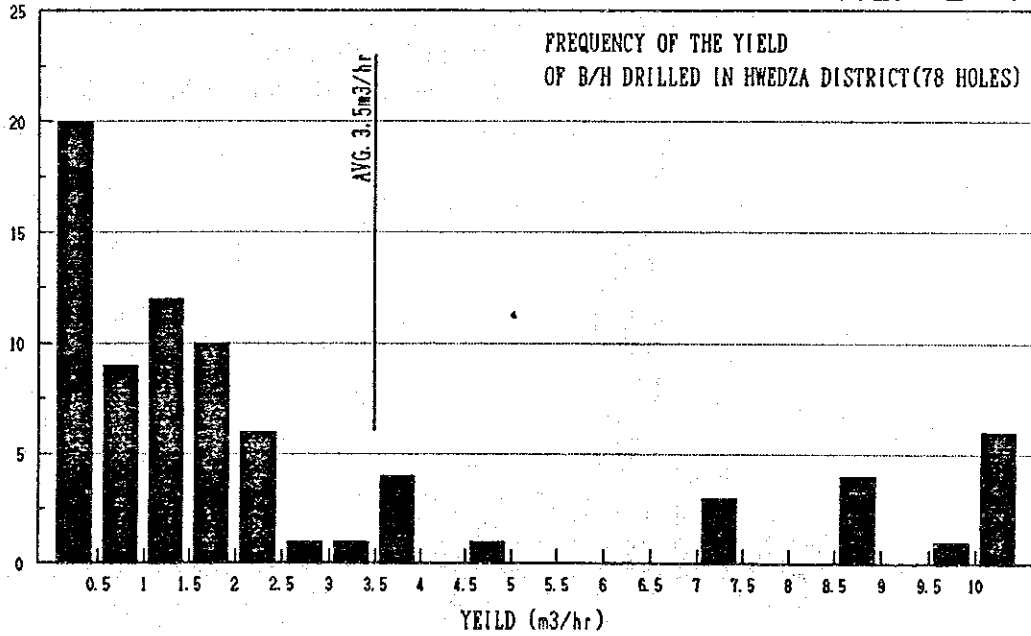


図3-5-1 計画地域内既存深井戸の産出量頻度分布図

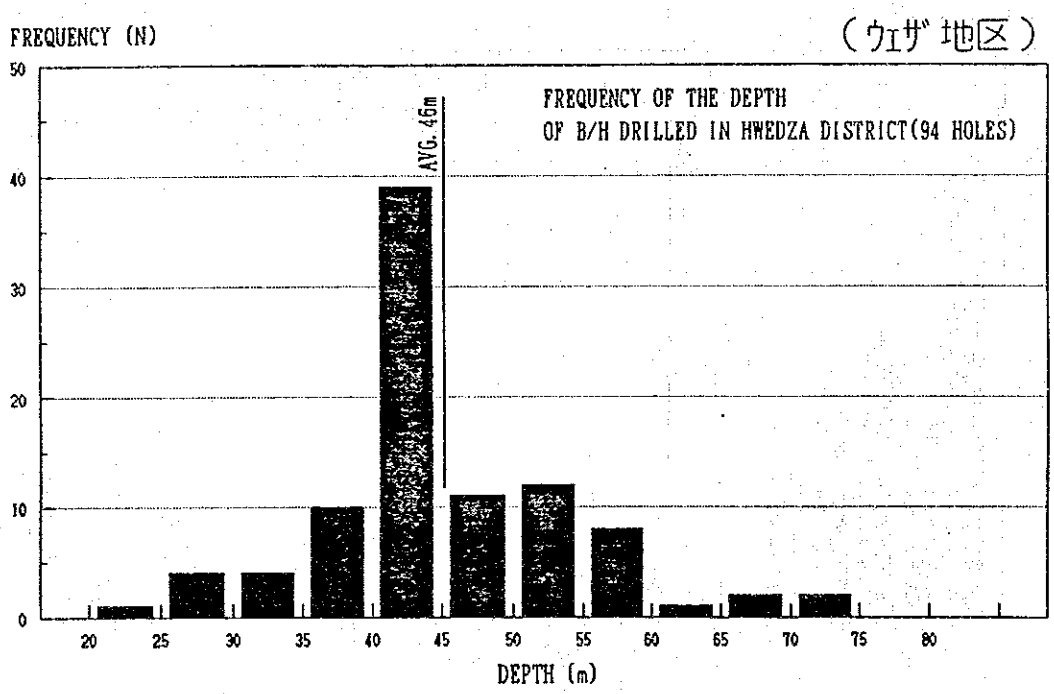
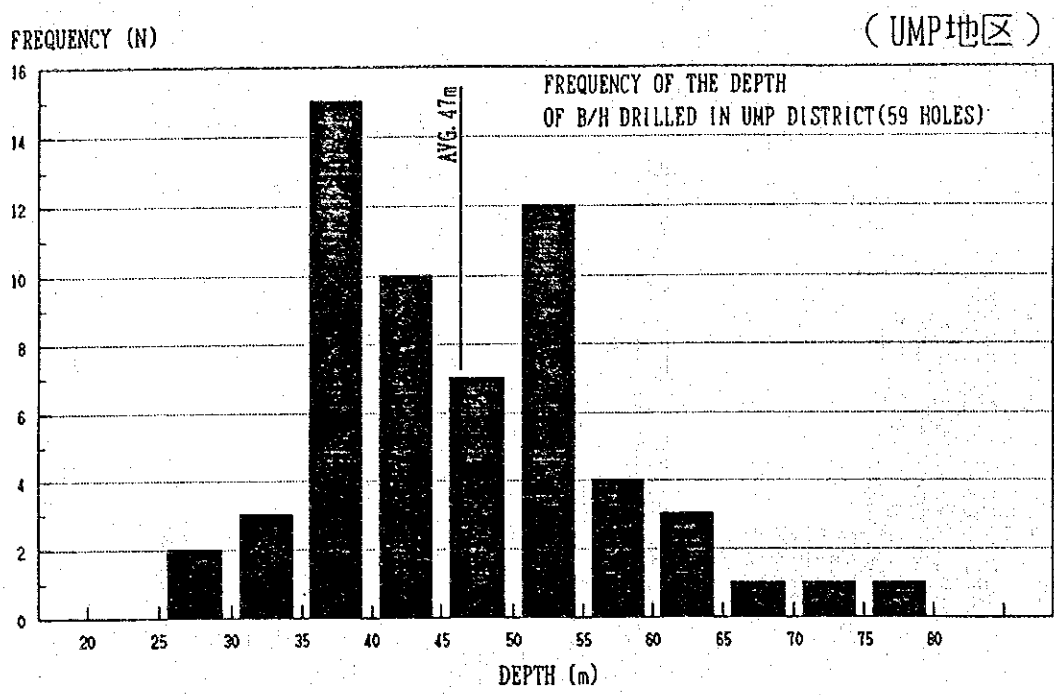


図3-5-2 計画地域内既存深井戸の深度頻度分布図



### 3-6 既存井戸水質試験

計画地域内の既存井戸について、旱魃の影響調査とともに簡易水質試験を実施した。試験項目と試験方法は下記の通りであり、試験実施井戸は図 3-3-1、3-3-2 に示す通りである。

- ・ 水温、pH、Ec : 携帯型 pH メーター及び伝導度計
- ・ 大腸菌、一般細菌 : 試験紙

試験結果は添付資料 -6, (2) に示す通りであるが、要約すると以下の通りである。

- ツルベ式浅井戸 : 本来的に不衛生な水が多いと言える。浅層地下水を対象とするため、地下水の汚染も問題であるが、最大の欠点は「水汲み」の際に不潔な手からツルベを通しての汚染が避けがたい事にある。
- ポンプ付浅井戸 : 「手掘り井戸」である事には上記と変わらないが、岩盤内まで掘り下げているケースが多く、水質も深層地下水的性質を帯び、水質的にもかなり衛生的な水源である。
- 深井戸 : 大腸菌が検出された深井戸がほぼ 25% あるが、10ヶ以上の斑点を検出した深井戸は 47 井戸中 1 井戸であった。検出されたものについては、採水時に手から汚染された可能性も否定出来ない事を考えると概ね衛生的な水質状態が確保されているものと判断できる。

## 第4章 計画の内容

### 4-1 計画の目的

#### (1) 基本設計調査の目的

「ジ」国は、劣悪な状況にある村落部の給水事情を改善する為、1986年「村落給水及び衛生計画」に係るマスタープランを策定した。既に述べたように、「ジ」国は、このマスタープラン実現に向けて、1987年、IRWSSP計画をスタートさせた。

本基本設計調査は「ジ」国政府から要請されたUMP郡及びウェザ郡のIRWSSP計画について、日本の無償資金協力としての計画の妥当性を検討の上、給水施設の基本設計、資機材の選定、概算事業費の積算など、日本側が担当する計画実施のための最適案についてとりまとめるものである。

#### (2) 計画の目的

「ジ」国村落給水計画の目的は、現在適切な給水施設を持たない村落住民に安全な飲料水を供給し、生活の安定と生活水準の向上を計り、ひいては国家経済発展の基礎とするものである。

村落住民の給水事業の改善は、不衛生な水を利用する事により発生する疫病の抑制及び、水汲みに費やされる多大の労働力の軽減等を目指すものであり、緊急な国家政策の一つであり、IRWSSP計画は現在全国57郡中の27郡で実施中である。

日本側計画の協力範囲は、これら「ジ」国村落給水及び衛生計画(IRWSSP)の内、計画の主体となる40本の深井戸建設に必要な資機材で、「ジ」側での調達困難と判断される資機材の調達と40本の深井戸建設を通じての技術移転である。要請されている計画の概要は以下のとおりである。

##### a) 計画対象地域

計画対象地域は東マシヨナランド州の下記の村落共有地(C.L.)である。

##### 計画対象地域

- (1) UZUMBA C.L. ; ZVATAIDA District
- (2) MARAMBA C.L. ; 同上

- (3) PFUNGWE C.L. ; 同上  
 (4) HWEDZA C.L. ; HWEDZA District

注: UZUMBA, MARAMBA, PFUNGWE C. Ls. は三者をまとめて UMP/ZVATAIDA District (UMP) と称される。

b) 村落給水及び衛生計画(IRWSSP)

計画目標 : 計画地域の村落給水事情は下表のとおりであるが、全ての村落住民に安全・清潔な生活用水を確保することを目的に水源を開発する。計画給水量は浅井戸で 20 lit/人/日、深井戸で 30 lit/人/日とし、井戸種別による供水能力を算定して、下記の浅井戸単位を導入の上、1浅井戸単位当り給水人口50人の割合で水源数を確保することとする。ただし、水源の安定性及び水質の点から、新設水源の主力を深井戸建設に置いている。

浅井戸単位 : ツルベ式浅井戸 1単位 (1井戸当り50人)  
 ポンプ付浅井戸 3単位 (1井戸当り150人)  
 深井戸 5単位 (1井戸当り250人)

表 4-1-1 計画地域の村落給水事情(1991年現在)

計画地域	人口	深井戸数	浅井戸数	給水人口(率%)
UMP	86,302	42 (210)	33 (99)	15,500 (18)
ウェザ	69,981	128 (640)	0 (0)	32,000 (46)
合計	156,283	170 (850)	33 (99)	47,500 (30)

注: 人口は1992年センサスによる

井戸数( )内数値は浅井戸単位数を示す

上記の目的を達成するために必要な水源数量は表 4-1-2 に示す通りである。

表 4-1-2 計画地域の村落給水計画数量表

計画地域	深井戸数	浅井戸数	井戸改修数
UMP	309	182	208
ウェザ	123	85	48
合計	432	267	256

## 4-2 要請内容の検討

### 4-2-1 計画の妥当性、必要性の検討

本計画は「ジ」国政府作成の村落給水及び衛生計画 (IRWSSP) の内、上記計画地域に係る深井戸建設(延べ400本)を対象とするものである。

本計画地域の IRWSSP は既に述べたように「ジ」国側によって、一部が着手されている。ただし、計画地域で使用中の機材は老朽化により更新が待たれており、他の計画地域用の資材の流用にも限界があり、本計画用の新規資機材の調達が緊急命題となっているものと判断される。

本計画の直接的な裨益効果は、1)計画地域の村落住民に対する給水事情が改善される事、2)不衛生な飲料水に起因する疾病が抑制される事、3)水の運搬に費やす労力を他の生産活動に転用できる事にあるが、これらの効果が住民の生活基盤の改善並びに生産活動の向上に与える影響は多大のものがある事は過去の同種計画の実施結果から実証済みであると言える。本計画における裨益人口は延べ10万人と見込まれるが、この人口は計画地域の村落人口156千人の約70%に相当する多数であり、計画地域全体の住民に波及する効果も大きなものがあると評価される。

計画地域の水理地質状況は第4節に述べたとおりであり、本地域の地下水開発の可能性は高いものとは言い難いが、地域住民の家屋が広大な地域に分散している条件から判断して、配管方式による給水は、初期投資額、維持管理費の面で現実的な計画とは言えず、給水源は点水源(深井戸或いは浅井戸)に限られるものと言える。また、水源の種別は、過去の旱魃時に少なからざる浅井戸が枯渇した事実、浅井戸の水質に問題が多いことを考えるならば、水質及び水量の安定性から深井戸を主体とすべきと判断される。この点から判定して、深井戸を主体とする「ジ」国政策は妥当なものと判断される。

計画の実施及び運営体制については4-3-1節に述べるが、計画実施機関である「水利局」の深井戸建設に係る運営・管理能力及びその実績に問題はなく、また完工施設の維持・管理体制も順調に機能しており、この点での不安もないものと判断される。

以上の点より判断して、本計画の実施は無償資金協力の主旨・目的に合致するものと言える。



#### 4-2-2 実施・運営計画の検討

本計画の深井戸工事の主体は水利局側で実施される事となる。水利局は過去平均して年間1,000本内外の深井戸を建設しており、要員の技術力、管理能力には問題は認められない。また、「ジ」国政府は同種計画を全国規模で実施しており、その進捗状況も順調に推移しており、基本的な問題はないものと言える。ただし、全国規模で同種計画が同時進行しているため井戸掘削、機材保守、及びサイティングに熟練した技能者が量的に不足気味であり、これら技能者に対する実地訓練を施す事が望まれるところである。

本計画を含む「ジ」国の村落給水計画の運営体制については4-3-1節に詳述するとおりである。計画実施の予算は大蔵省を含む国家推進委員会(NAC)で決定・承認され計画実施に移される事となるが、本計画地域の年度別予算は表4-2-1に示す通りである。この内、深井戸建設にかかる1993年度予算の単価内訳は「物理探査」にZ\$1,000.-(¥18,000.-)、「井戸建設工事：ポンプ及びケーシング代を除く」にZ\$25,000.-(¥450,000.-)である。

村落給水計画は、過去の旱魃時期には緊急旱魃対策のため、一時中断されたが、現在は順調に展開中であり、既に5郡では完了されており今後も重要な国家計画として推進されていくものと判断できる。

表 4-2-1 計画地域予算配分額

(単位:千Z\$)

項 目	UMP 地区		ウェザ地区	
	1992	1993	1992	1993
深井戸建設 (本数)	805 (40)	1,725 (60)	626 (30)	894 (30)
浅井戸建設	139 (25)	277 (35)	99 (15)	188 (20)
井戸改修工事	272 (185)	389 (208)	255 (35)	365 (48)
住民教育	27	39	11	15
車両維持費	152	217	156	223
その他	145	205	176	252
小 計	1,540	2,852	1,323	1,937
予備費	154	285	132	194
物価上昇分	169	470	146	319
合 計	1,863	3,607	1,601	2,450

出典: PLAN OF OPERATION FOR NATIONAL RURAL WATER SUPPLY AND SANITATION PROGRAMME, JULY 1993-JUNE 1994, FIRST DRAFT (1992年度予算は建設工事数量からの推定値である)

### 4-2-3 類似計画及び国際機関等の援助計画との関係

上記については、2-5節「計画地域の村落給水計画実施状況」に述べた通りであり、全国規模でIRWSSP計画は進行中である。各計画の資金源はそれぞれ対外援助を前提とするケースが大半であるが、計画地域は郡レベルで統制されており、本計画と競合関係にある計画は存在しない。

### 4-2-4 計画の構成要素の検討

本計画は下記の要素より構成されている。

- 1) 事前調査 : プレサイティングと称される調査であり、井戸地点の選定、維持・管理等について、受益者との協議を主とする調査活動である。
- 2) 井戸位置選定 : 物理探査により井戸掘削地点を確定し、受益者の合意を得るまでの活動である。
- 3) 井戸工事 : 井戸掘削・ポンプ挿入等の工事を実施する。
- 4) 維持管理 : 現在の所、完成井戸の維持管理は政府が実施しているが、今後は受益者に移管する予定である。

上記の要素の内、問題となるのは、井戸位置選定である。計画地域を構成する地質は地下水開発に適した地質とは言えない塊状岩盤が広く分布している。物理探査の結果、井戸適地が村落の近辺に認められない場合には深井戸計画を放棄し、浅井戸に変更せざるを得ない事もあるうし、選定された位置によっては受益者の同意が得られない場合もあるものと思われる。一般に地下水開発は容易な地点から実施される傾向があり、開発の進展とともに困難な地域が残される場合が多く、今後この点に充分配慮して物理探査の精度向上に努める他、浅井戸への転換を図る等、柔軟に計画に対処する必要があるものと考えられる。

### 4-2-5 要請施設、機材内容の検討

要請施設は村落給水用のハンドポンプ付き深井戸施設(井戸口径100～150mm、井戸深度30～80m)であるが、この施設は「ジ」国で今までに建設されてきたものである。これらの深井戸建設には、「ジ」国の水理地質条件から考えて、過去(フェーズI)に供与した機材と同等規格のロータリー・エアーハンマー(DTH)併用の車両搭載型掘削機が必要となる。また、井戸掘削にはDTH掘削用の高圧コンプレッサー、掘削工具運搬用のツール・トラック等の掘削支援機器が必要となる。要請機材は上記深井戸建設用の掘削機、支援車両等であり、機材の規格・仕様は水理地質条

件が今回計画地域と同一の花崗岩類、変麻岩類から構成されるフェーズⅠ計画地域用に供与した資機材と同等のものである。ただし、これら資機材の内容、構成及び数量は「ジ」の要請を踏まえ、施工計画、投資効果、我が国無償資金協力の主旨を検討の上、最適案を選定し、決定することとする。

また、現地調査時に先方政府側より追加要請があった「フェーズⅡ 機材用のスペアパーツ」については、現地調査の結果、当該機材が計画地域であるゴクエ郡において、年間30本(平均深度250m)前後の施工実績を上げており、現在もゴクエ郡において適正に使用されている事が確認された。これらの現地調査結果及び全国で展開中のIRWSSP計画においても「外貨分」をNORAD等外国援助に頼らざるを得ない「ジ」国の経済事情を考慮して、先方要請内容は妥当と判断し、これらスペアパーツの調達を本計画に取込むこととする。

#### 4-2-6 技術協力の必要性の検討

技術協力については計画実施機関である水利局スタッフの井戸掘削技術、機材保守の両面について基本的なノウハウを有しているものと言え、特に必要ないものと判断される。但し、4-3-1「計画実施機関」の項に示すように、実工事を担当するマシヨナランド州事務所には延べ14班の井戸掘削チームが配属されているが、本計画で必要とされる新型の掘削機器の操作に習熟しているチーム数は6~7チームであり、半数強のチームは旧型のケーブル式パーカッション掘削機の経験のみである。このため、新規に最新型掘削機を供与する場合には、本掘削機による井戸掘削作業及び機械操作等についてのノウハウを移転するための現地訓練が必要と判断される。また、本計画地域は水理地質的に地下水開発に困難をとまなう地域であり、サイティングには高度の技術が必要な地域である。このため物理探査についても、より効率的で精度の高い探査を行うため、電磁波探査を含む新規探査技術についての訓練を実施する必要があると判断される。以上の点を踏まえて、井戸掘削、物理探査について、新規機材の操作・保守・運用について技術移転を計るためのOn-the-Jobトレーニングを実施する必要がある。

#### 4-2-7 協力実施の基本方針

本計画の実施については、以上の検討結果によりその効果、実現性、相手国の実施能力等が確認されたこと、本計画の効果が我が国の無償資金協力の主旨に合致すること等から、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、基本設計を行なう事とする。

議事録で確認された「ジ」側要請資機材の項目と数量は表 4-3-2 に示す通りであるが、国内解析で検討の結果要請内容と協力内容に差異が生じている点は以下のとおりである。

- 1) 4-ton クレーン付トラック : クレーン容量はトラック積載量を確保するため、3-ton に変更する。3-ton クレーンはフェーズ I 計画で調達したものであり、この容量で不足ないことが打合せ結果で確認された。
- 2) ハンドポンプ : ハンドポンプは、「ジ」国で製造しており、「ジ」国内貨で調達できることから、「ジ」国分担とする。
- 3) ケーシング種別 : 井戸工事分担に応じて、日本側施工分には「塩ビ・ケーシング」を、「ジ」側施工分には「ジ」国で標準仕様とされ、広く普及している「鋼管ケーシング」を調達する。
- 4) スペアパーツ : 日本側無償資金協力の通例にならって、スペアパーツは標準運転で1.5～2.0ヵ年分(本体価格の10～15%)を目処に調達する。
- 5) フェーズ II 用スペアパーツ : 今回現地調査において、「ジ」側から追加要請された項目であるが、今回計画にこれを含めることとする。

また、当初要請にあった技術者派遣に係る協力は、40本の深井戸建設工事を通じてのO.J.T.に要請内容が変更された。深井戸工事については、その目的からみて、深井戸掘削、物理探査及び機材の維持・管理についてのO.J.T.を目的に実施するもとし、O.J.T.の必要がない工種、即ち、揚水試験及び付帯施設建設工事については、資材の供給を除き実工事は水利局側で実施するものとする。

## 4-3 計画の概要

### 4-3-1 実施機関及び運営体制

#### (1) 計画実施機関

本計画の実施機関は「ジ」国政府土地・農業・水資源開発省(MLAWD)の水利局(DWD)である。水利局はかつてエネルギー・水資源開発省(MEWRD)に所属していたが、最近の行政機構改革によりMLAWDに移管されたものである。MLAWD及び水利局の組織図は図4-3-1に示す通りであり、職員数は600名余を有している。地下水開発は本省の地下水課の指導・監督のもと実作業は各州事務所の担当で実施している。水利局は全国に5ヵ所の州事務所を有しており、本計画地域のある東マシヨナランド州は西・中央マシヨナランド州とともにマシヨナランド州事務所の管轄となっている。各州事務所に配属されている水担当局長(Provincial Water Engineer)は表流水開発、地下水開発、給水計画等、州内で実施する水関係計画の総括責任者である。

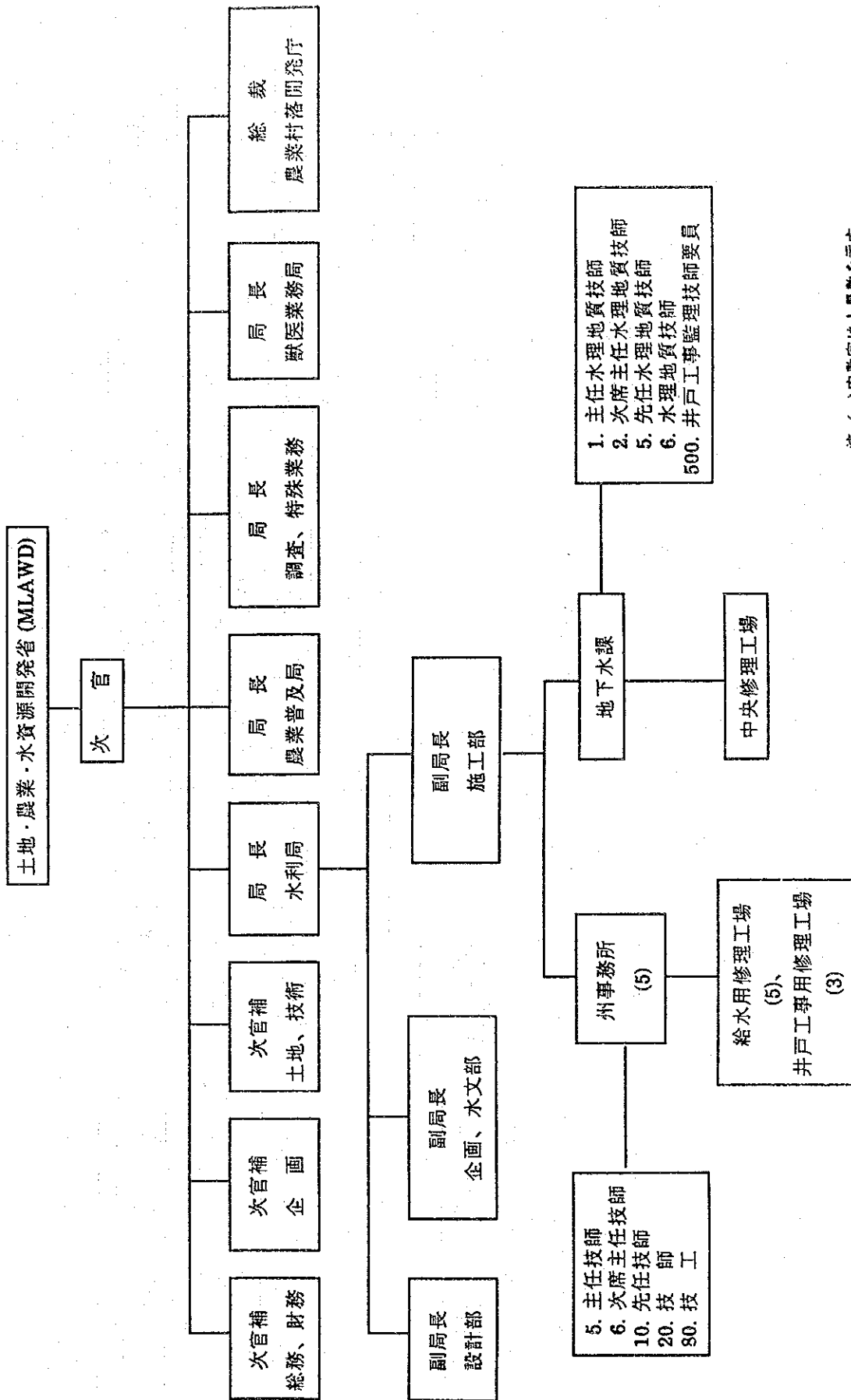
マシヨナランド州事務所の組織図は図4-3-2に示す通りであり、前任(Senior)水理地質技師のもと14班の井戸掘削チームと掘削機材修理工場を有している。

#### (2) 運営体制

「ジ」国における村落給水計画は、マスタープランの実現に向けて、1987年国家推進委員会(National Action Committee: NAC)を設置し、全国すべての55地区で「国家村落給水と衛生プログラム(National Rural Water Supply and Sanitation programme: NRWSSP)」を策定し、「村落給水と衛生総合計画(Integrated Rural Water Supply and Sanitation Project: IRWSSP)」を1987年7月からスタートさせた。この総合計画はMLGRUDの主導のもと表4-3-1に示す「ジ」国政府関係機関を動員して実施中である。これら関係機関の内、本計画である深井戸建設に関する機関の役割・分担について示すと以下の通りである。

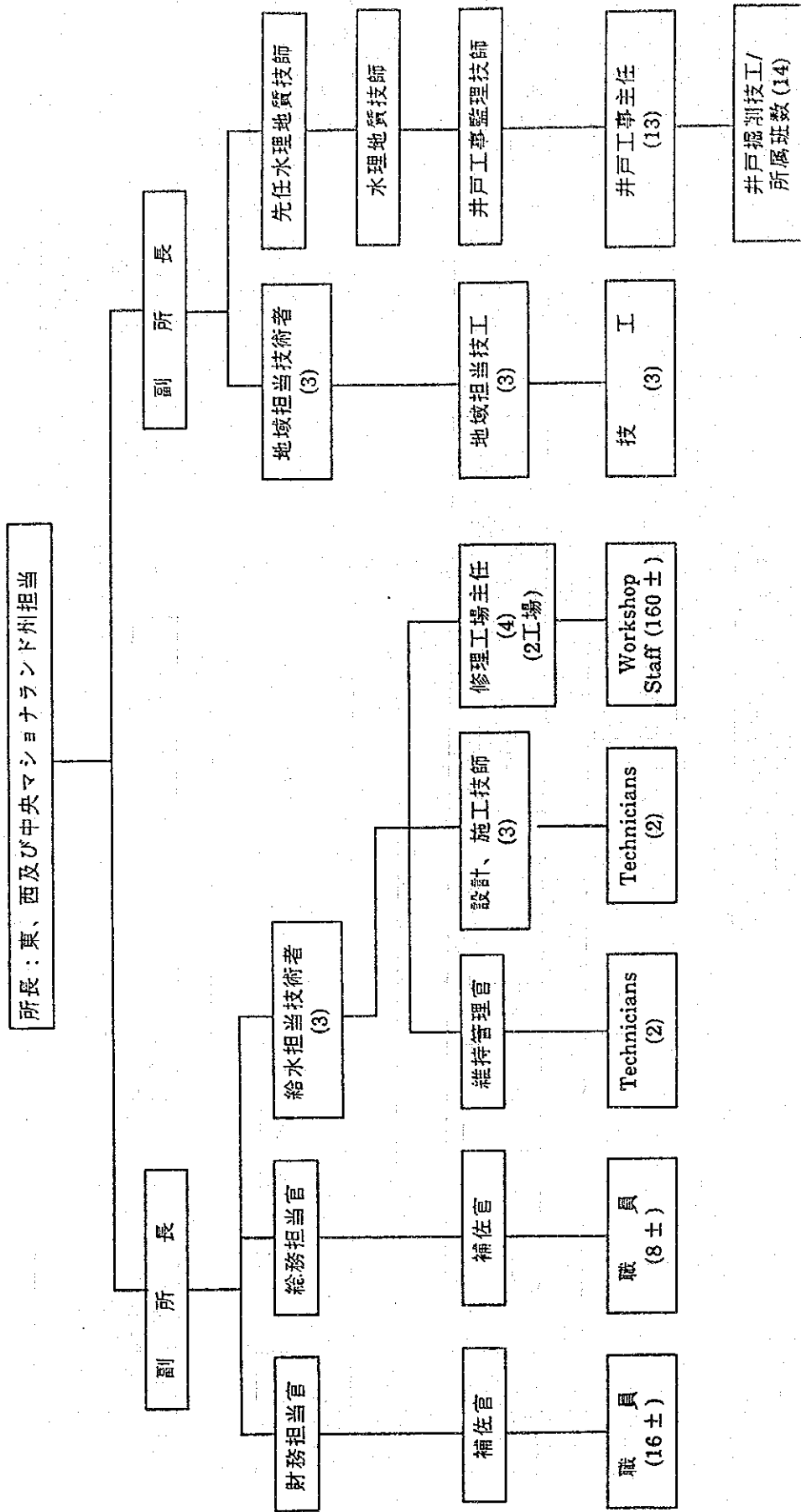
- ・ 計画策定 : 水源新設計画はMLGRUDの郡事務所、州事務所を経て、NACの認可、NEPCの最終承認を受けて実施に移される事となる。
- ・ 深井戸建設 : 深井戸建設は原則として、MLAWDの水利局が実施しているが、近年DDFもこれに参画すべく準備中である。
- ・ 深井戸維持管理 : 現在DDFが直営で実施しているが、今後管理の主体を住民に移管すべく準備中である。

図 4-3-1 土地・農業・水資源開発省組織図



注:( )内数字は人員数を示す。

図4-3-2 マシヨナランド州事務所組織図



注：( ) 内数字は人員数を示す。

表 4-3-1 「ジ」国政府関連機関と役割分担

出典： PLAN OF OPERATION FOR NRWSSP  
(FIRST DRAFT, JUNE 1993)

MLGRUD	:	(自治・村落・都市開発省) 計画策定、モニタリング、調整及び報告
DDF	:	(郡開発基金) 浅井戸設置、深井戸掘削、付帯施設の修理・建設、維持・管理、 水道給水及び訓練
MLAWD	:	(土地・農業・水資源開発省) 水理地質調査、深井戸掘削及び水道計画
MOHCW	:	(保健・児童福祉省) 衛生(トイレ)、浅井戸建設、泉源保護、保健・衛生及び訓練
MINAECC	:	(内務・雇用・協同組合省) 地域住民の動員・参加、成果品の監視及び訓練
Agritex	:	(農業技術普及局) 土地利用計画
MOF	:	(大蔵省) 各援助機関の調整、資金管理及び計画監査
NEPC	:	(国家経済企画委員会) 計画審査及び評価



## 4-3-2 事業計画

### (1) 事業の構成

「ジ」国側事業は「全国村落給水及び衛生計画」の一環として実施されるものであり、計画地域には延べ432本の深井戸と267本の浅井戸建設をおこなうものであり、本計画はこの内400本の深井戸建設工事に必要な資機材の調達とO.J.T.実施のための40本の深井戸施設工事の二本柱より構成される。これらの深井戸建設は、日本側分担の40本を除き、本計画の実施機関である「ジ」国水利局側で実施されることとなる。本計画地域の目標が達成された後、本計画で調達された機材はフェーズⅠ調達機材ともども、他の郡で実施される「全国村落給水及び衛生計画」に含まれる深井戸建設に従事していくこととなる。

### (2) 事業計画

本計画の骨子は以下に示す通りである。

- i) 本計画は「ジ」国村落給水計画(IRWSSP)の一環となるものであり、UMP及びウエザ郡に延べ432本の深井戸を建設するものである。「ジ」国計画における深井戸成功率は全国一律に80%としているが、本計画地域は地下水開発が困難な地域であり、特にUMP郡の深井戸開発では70%の成功率を達成することが困難となると思われる。
- ii) 深井戸にはハンドポンプ及びエプロン等の付帯施設を設置する。深井戸口径は、日本側が担当する塩ビ管仕上げ深井戸はハンドポンプ挿入に必要な径として100mmとする。また、水利局が担当する深井戸は「ジ」国での標準タイプとして普及している鋼管仕上げ(ケーシング下部は裸孔となる)深井戸とし、この口径は裸孔部の崩壊に対処するためのリハビリを考慮して再掘削が可能となる口径150mmとする。
- iii) 本計画は下記の日本国無償資金協力を前提としている。
  - ・ 深井戸建設に必要な削井機、関連車両等の機材及び井戸建設用資材の調達。
  - ・ 技術移転を計るための40本相当の深井戸建設工事。

表 4-3-2 施設及び資機材の概要

項目	内容	計画数量	要請数量
井戸建設	ハンドポンプ付深井戸施設	40本	40本
資機材	車両搭載型井戸掘削機	2台	2台
	上記付属品及び工具類	2式	2式
	コンプレッサー	2台	2台
	4tクレーン付きトラック(4×4)	-台	4台
	3tクレーン付きトラック(4×4)	4台	-台
	牽引車両	1台	1台
	ピックアップ	4台	4台
	ステーションワゴン	2台	2台
	物理探査機材	2式	2式
	井戸試験用機材(孔内検層)	2式	2式
	通信機器	2式	2式
	掘削作業支援機材	2式	2式
	移動式修理庫(機材・工具付き)	2式	2式
	ハンドポンプ	(40)*1	400台
	水中ポンプ(発電機付き)	3台	3台
	上記機材スペアパーツ	1式	3年分
	塩ビ製ケーシング・スクリーン	40本分	100本分
	鋼管ケーシング	360本分	300本分
	発泡材・調泥剤	1式	1式
	フェーズⅡ機材用スペアパーツ	1式	1式

注: \*1は井戸建設工事に計上

### 4-3-3 施設、機材の概要

「ジ」国側の要請と本計画で建設する施設及び調達する資機材の概要は表 4-3-2 に示す通りである。

要請にあったハンドポンプの供与は同製品が「ジ」国製品であり内貨で調達できる事から、日本側協力の40本の深井戸施設用を除き「ジ」国側負担とした。

施設及び機材の概要は以下の通りであり、具体的な仕様・数量は第5章基本設計において示す事とする。

#### (1) 井戸施設の概要

井戸の深度は基盤岩地域で30～80m、平均50.0mとして計画する。井戸口径は塩ビ管仕上げ孔は100mm、鋼管仕上げ孔は150mmとする。又、地表水の浸透による汚染を防止するため最低6mのグラウトシーリングを行う事とする。

#### (2) 付帯施設の概要

井戸の上部は汚水浸透を防止するため、厚さ20cmのコンクリートスラブを設け、余水は排水溝により井戸敷外部に導く事とする。

#### (3) 資機材の概要

井戸掘削に必要な資機材の概要は以下に示す通りである。

##### 1) 掘削機

本計画で使用する掘削機は、計画地域の地質から判断して、硬軟様々な地層に対応が可能で掘削能率の高い回転式(ロータリー)及び衝撃式(エアーパーカッション)の両者を兼備した機種が必要であり、機種は前回(フェーズI)供与した掘削機と同等クラスのものを採用する。掘削機の台数は以下に示す「ジ」側計画達成目標から判断して、要請台数どおりの2台が必要である。

計画地域における深井戸建設の進捗状況は表 2-5-1 に示す通りであり、93 年 8 月末時点での完工数は 53 本 (432 本に対し、達成率 12.3%) である。残余の 379 本を計画達成期間内 (ウエザ郡は 2 年後、UMP 郡は 3 年後、平均 2.5 年後) に完成するために必要な掘削機台数は以下のとおり算出される。

必要建設深井戸数 :  $432 - 53 = 379$  本

年間建設深井戸数 : 70 ~ 75 本 (成功率を 70% として、年間掘削本数は 100 ~ 107 本)

計画達成予定期間 : 2.5 年

所要掘削機台数 :  $379 \div (70 \sim 75) \div 2.5 \text{ 年} = (5.4 \sim 5.1) \div 2.5 = 2.2 \sim 2.0 = 2$  台

## 2) エアコンプレッサー

DTH 掘削に必要なコンプレッサーは掘削機に 1 台ずつ配備する。

## 3) 支援車両類

本計画の現場作業は、掘削班 (2)、試験班 (1)、付帯施設建設班 (1)、物理探査班 (1) 及び工事管理班 の計 6 グループに別れて行なわれる。これらの作業班が使用する車両類にはカーゴトラック、資機材運搬車、ピックアップ、ステーションワゴンが含まれる。また、故障車両の修理は水利局ハラレ修理工場で実施する事となるが、このため故障車両をハラレまで牽引する車両を準備する必要がある。

支援車両類の仕様は 5-4 節「資機材の基本計画」で述べる通りである。

## 4) 物理探査装置

井戸掘削地点のサイティングのため以下に示す物理探査機器が必要である。

### (a) 簡易電磁波探査装置

井戸地点周辺の地質性状を概括的に把握し、電気探査地点を選定するために使用する。これにより、電気探査地点を絞りこむ事ができ、調査期間を効率的に利用できる。

(b) 電気探査装置

帯水層確認のための調査に使用する。探査深度は100 m以上とする。

5) 井戸試験用機材

井戸掘削後ケーシングを挿入する事となるが、帯水層深度の確認とケーシング深度を決定するために孔内検層機器が必要である。

6) 通信システム

ベースキャンプ、州事務所(ハラレ)と工事サイトの連絡を確保し、作業の円滑な進行と安全の確保を計るために通信システムを導入する必要がある。

7) 移動式修理庫

修理工場は首都のハラレであり、軽微な修理は現地で実施する事が必要となる。このため、移動式の修理庫を現場に準備する事とする。

8) ハンドポンプ

ハンドポンプは水利局設計の「ジ」国製のプッシュポンプを設置するものとするが、「ジ」国側で建設する井戸については「ジ」国側で負担するものとする。このタイプのハンドポンプはフェーズI実施以前から水利局で採用されているポンプであり、住民の使用実績が豊富であり、維持管理の面でも手慣れたポンプである。

9) 水中ポンプ

完成井戸は井戸の能力を確認するための井戸試験(揚水試験)を実施する事となるが、このための機材が必要である。また、水中ポンプは揚水試験用と別に工事期間中の工事用水及びサイトキャンプでの生活用水を確保するためにも必要であり、延べ3台を用意する事とする。

#### 10) ケーシングパイプ

ケーシングパイプは鋼製及び塩化ビニール (PVC) 製 (塩ビ製) が要請されている。これらの特徴として以下の点があげられる。1) 塩ビ製は全孔ケーシングとなり、将来的に安全・確実な井戸を建設できるが、保管中に変形する弱点を有する。一方、2) 鋼製は上部風化帯を保護するものの、帯水層部分は裸孔仕上げとなり、将来崩落する危険性を有するが、「ジ」国では経済性の面から標準仕様として採用されており、崩落の際は井戸清掃で対処してきている。以上、1) 及び2) の点を考えて、本計画に用いるケーシングは、「ジ」国側で建設する井戸については「ジ」国で一般的に使用されている鋼製ケーシングパイプを、日本側で建設する井戸については塩ビケーシングを採用する事とする。

#### 11) 発泡剤・調泥剤

予想される掘削地質は硬質基盤岩類が主となるが、破碎帯等の軟弱層に対する備えも必要である。基盤岩類の掘削に当たっては発泡剤を、軟弱層の掘削には調泥剤を用いる事となる。

#### 12) フェーズⅡ機材用スベアパーツ

現地調査時に、先方政府側より要請があった「フェーズⅡ機材用のスベアパーツ」については、現地調査結果の検討結果より判定して、今回計画に含めて調達することとする。

### 4-3-4 維持・管理計画

日本側無償資金協力が完了後の維持管理の対象は以下の2点である。

- ・ 完成井戸施設の維持管理
- ・ 供与された機材の保守及び維持管理

#### (1) 完成井戸施設の維持管理

完成井戸施設の維持管理は現在「ジ」国政府 (DDF) の負担で実施されているが、DDF は近々に専任のポンプ管理人を養成し、図 4-3-3 に示すように管理体制を維持管理にかかる費用負担を含め

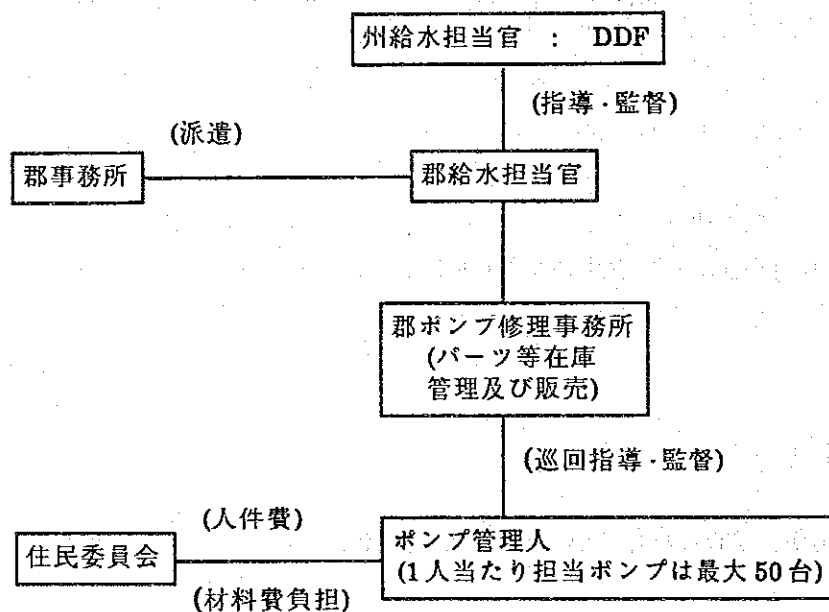
て住民委員会の管理に移管する予定である。この体制移管は「ジ」国全国規模で実施される事となるが、「ジ」国側の努力により順調に移管されていくものと考えられる。

1992年度のDDFが計画地域で負担した維持管理費用は、延べ325本の深井戸に対し年間Z\$ 116,300.- (約260万円)であり、1井戸当り内訳は以下に示す通りである。この費用を住民負担とすれば、1井戸当り利用人口を250人として1人当り年額30円強(1家族約200円)の負担となる。この額は住民の現金収入が限られているとはいえ、住民が充分負担できる金額と思われる。

維持管理費用(1井戸当り):

施設維持(パーツ交換)費 : 3,000円/年  
 管理人人件費 : 5,000円/年

図4-3-3 住民管理による維持管理体制



## (2) 調達機材の維持管理

調達機材の維持管理は水利局本局或いは機材が配属された州事務所の責任で行なわれることとなる。機材の維持管理を有効に行なうため、水利局には図 4-3-1 組織図に示す本省直属の中央修理工場及び州事務所の修理工場が設置されている。水利局の機材の維持管理能力は10年余前に供与されたフェーズ I 機材が、機材の老朽化は避けがたいものの現在も順調に使用されている事実からみて問題ないものと判断できる。機材のスベアパーツの調達は「ジ」国の外貨事情が潤沢でないため、必ずしも容易なものとは言い難いが、2-5 節に述べたように、世銀ローンをフェーズ I 機材のスベアパーツ購入に充当していることからみて、外国援助に頼る部分が多いと思われるものの今後とも調達していけるものと判断される。

### 4-3-5 建設工事と技術移転

2-4 節「要請の経緯と内容」に示すように、我が国は「ジ」国の村落給水計画に関し、2 度にわたり実施済みである。

先方要員に対する技術移転は過去の両計画にも含まれており、これらの成果を踏まえて、今回計画にも技術移転に係る要員派遣(3名×各6ヵ月)が当初要請に含まれていた。現地調査における先方政府との要請内容確認においても、本件の要請には先方の強い意向が示された。また、過去に供与した3台の削井機器は現在も「ジ」国側要員により、適正に管理・運営されていることが確認されたことから、今回調達する機材の管理・運営に係る技術移転を図ることとする。具体的な技術移転はこれに必要な期間が6ヵ月と通常の機材試運転期間に比較すると長期となるため、技術移転に必要な期間に応じた実工事を実施し、この工事を通じての O.J.T. により実施するものとする。





## 第5章 基本設計

### 5-1 設計方針

本計画に対する基本設計は、地域社会の基盤整備が遅れている事、雨期には計画井戸地点へのアクセスに困難を来す事、及び先カンブリア系の硬質岩盤及びその風化帯が掘削対象となること等を考慮し、かつ我が国の無償資金協力の枠組みに対応する事とし、以下の基本方針をもって設計を行う事とする。

#### (1) 自然条件に対する方針

井戸掘削工事は天候、特に雨期(12～3月)の降雨によりその能率が大幅に左右される。これは降雨により道路のアクセスビリティが阻害されるため、雨期の作業については、作業能率の低下に配慮する事とする。

#### (2) 社会条件に対する方針

計画地域である村落共有地(Communal Land)は、かつて植民地時代は部族委託地(Tribal Trust Land)と称された地域であり、部族の長(酋長)を中心に統治されていた地域である。共有地は土地利用権が各家毎に代々認められているが、土地そのものは部族の共有となっている。地域の住民の殆どは自家消費型の小規模な農・牧畜業を営んでおり、現金収入は家畜(主として牛)の売却で得ている。地域住民の連帯感は比較的強く維持されており、住民は新規水源の開発を長い間渴望しているものである。計画推進を阻害するような社会条件は特に認められない。

#### (3) 建設事情に対する方針

他のアフリカ諸国と比較して、「ジ」国における建設事情に特に異なるものはない。週休2日制についても、現業部門では土曜日の作業を行う事は特殊な事ではなく、通常実施される事が多い。但し、土曜日の作業については150%の割増賃金が支払われる事となる。

土木作業従事者の作業水準は、補助員を含めて職種・職階に応じて、それ相当のレベルを有するものと言えるが、臨時雇用する普通作業員は単純作業ができる程度のレベルであると思われる。本計画の井戸工事は工期短縮を計るため、週6日稼働として対処する事とする。また、本工事はO.J.T.を目的とするものであり、水利局派遣技能者が工事に参画する事を前提とする。

#### (4) 現地業者、資材の活用方針

現地には、地質調査を行うコンサルタント及び井戸建設業者が存在しており、水利局でも必要に応じて外注している。2-5節に述べた世銀資金による深井戸建設計画(各州に150本の深井戸を建設する)の国際入札では全国8州の内、2州を中国が、その他の6州分を「ジ」国業者が落札している。しかしながら、本計画では水利局の直轄工事を前提とした機材調達計画が主たるものであり、水利局スタッフへの技術移転も重要な位置を占めているため、技術移転を図ることを目的に実施する井戸建設工事に係る一連の作業は日本側業者で実施する事とする。

現地で入手可能な資材は積極的に活用する事とする。セメント、砂利等の他、ハンドポンプが現地調達資材となる。これら現地調達の難易についていえば、「ジ」国の市場には何ら問題ないものと言える。

#### (5) 実施機関の維持管理に対する方針

維持管理計画については、4-3-4項に示すところであるが、要約すると以下のとおりである。

実施機関である水利局は井戸施設工事を担当するが、完成施設の維持管理は自治省内の郡開発基金(District Development Fund: DDF)で実施されている。今後は受益者による維持管理が実施される事となるが、この場合においてもDDFの指導・監督のもとで行なわれる事となっている。

また、機材の維持管理については水利局の責任で行なわれるが、過去に供与した機材の維持管理の実績からみても十分これに対処できるものと判断される。

以上、完成施設及び供与機材とも維持管理は「ジ」国側に任せて問題ないものと判断される事から、設計上特に考慮する必要がないものと言える。

#### (6) 施設、機材の範囲、レベルに対する方針

井戸施設については受益者が使い慣れている施設を採用する事とし、具体的には「ジ」国で採用されている規模、タイプを踏襲する事とする。既存井戸施設の内容について、過去に問題は発生しておらず、利用者の満足度も高いものと判断される。

機材の規模については計画達成のために最低限必要なものとする。ただし、掘削機については井戸掘削工事には不測の事故(孔壁の崩落により、ドリルパイプが引上げ困難となる事故が最も懸

念される)に遭遇することを予測して、事故回復に必要な能力を有することを前提に機種を選定する。

又、移動修理庫用機材・工具は現場で軽微な修理を行う上で必須のものについて準備する事とする。その他必要となるものについては業者持込み機材とする。

## (7) 工期に対する方針

建設工期は日本の無償資金協力の枠組みから、単年度で施工完了となるものとする。40本の井戸建設には空井戸分の掘削工期を含め、約8ヵ月が必要と算定されるが、掘削機の製造・輸送に8~9ヵ月が必要であり、資機材調達から工事を通じての技術移転完了までの全体計画は期分けを行い対処する事とする。井戸工事を通じての技術移転を図るには最低6ヵ月は必要と考えられるが、所要の工期があれば、技術移転もほぼその目的を達することができるものと判断される。

## 5-2 設計条件の検討

### 5-2-1 計画対象地域

本計画の対象地域は巻頭計画位置図に示すUMP及びウェザ郡である。計画地域の井戸工事は2-5節(4)項に述べたように、現在「ジ」国側で実施中である。日本側が担当する井戸工事は計画の工程が大幅に遅れており、計画井戸本数も多いUMP地区で実施する事を前提とする。

以下深井戸建設用の資機材調達計画及び建設工程計画等を示すが、これらの対象地区は前者については計画地域全体を、後者についてはUMP地区を対象とする。計画地域の自然状況、水理地質条件等は既に述べた通りであるが、工事計画上留意すべき点としては以下の事項が指摘される。

- (1) UMP地区はウェザ地区に比較して、道路、通信、宿泊施設等の社会基盤整備が遅れている。
- (2) プフングエ(PFUNGWE)共有地は乾燥地域であり、地下水開発上問題の多い地区である。また、低地にかかるため気温も高くマラリア汚染地域である等生活条件も最も厳しい所であり、これら条件を配慮した計画を策定する。

(3) UMP地区は水理地質的に以下の4層に区分される(図3-4-1参照)が、地域の大半は地下水開発の可能性が小さい花崗岩及び変麻岩類から構成されている。

- i) 花崗岩及び変麻岩類
- ii) 塩基性変成岩類(ブラワヨ統)
- iii) 酸性変成岩類(シャンベ統)
- iv) 粗粒玄武岩類

### 5-2-2 計画給水量及び受益人口

「ジ」国の村落給水計画では、ハンドポンプ付深井戸による1人当り給水量は30ℓ/日、1井戸当たり給水人口を250人としている。この計画給水量及び給水人口はこの種の計画で採用される妥当な数値であり、これを踏襲する事とする。

本計画による受益人口は上記基準から計算すると400本×250人/本=100,000人と算定される。この受益人口は計画地域人口(1992年:156,300人)の64%に相当している。

### 5-2-3 計画井戸諸元の検討

#### (1) 井戸口径

井戸口径は、「ジ」国側施工分の鋼管ケーシング孔は150mm、日本側施工分の塩ビケーシング孔は100mmとする。

#### (2) 計画井戸深度

計画井戸の深度は、既存井戸の平均深度( $l = 47.0\text{m}$ )をもとに、これをラウンドして50.0mとする。具体的な井戸の位置及び深度は実施時に行われる電気探査等の調査結果により決定される。

#### (3) 深井戸成功率

UMP地区における過去の実績成功率はIRWSSP計画で23本中の16本(成功率70%)、「ジ」国政府旱魃救済計画で13本中の9本(成功率69%)である。ただし、これらの成功井戸には0.5

m<sup>3</sup>/時以下の低産出量井戸も含まれており、地下水開発は順次困難地域に移行していくという事実を考慮する必要があるものと言えるが、本計画での設計深井戸成功率はこれらの実績を踏まえて70%とする。

#### 5-2-4 サイト選定

深井戸掘削の成功、不成功を左右する大きな要因としてサイト選定の重要性が上げられる。サイトの選定手段としては電気探査或いは、E-M(電磁波探査)等の物理探査が主体となるが、この他その地域特有の植性、岩相、微地形等の地域特性も重要な情報となる事が多く、その地域における経験も重要な要因である。水利局にはサイト選定に従事する物理探査専門家、水理地質専門家が本省及び州事務所に配属されている。本計画におけるサイト選定は主として地域特性を熟知している水利局の探査班の補佐のもと、日本人技術者がこれを実施するものとする。

サイト選定方法として以下に示すものを計画する。

##### (1) 空中写真判読；

「ジ」国公刊の空中写真を用い、地下水関連地形、水系及び線状構造等の抽出を行い、水理地質予察図を作成し、井戸掘削予定地点周辺の地下水賦存条件の検討を行なう。

##### (2) E-M探査；

簡易E-M探査機器を用い、井戸地点の面的探査(比抵抗探査)を行なう。予定地点周辺の比抵抗分布を把握し、下記電気探査地点の絞り込みを行なう。

##### (3) 電気探査；

E-M探査で選定された候補地点に比抵抗探査を行なう。探査は風化帯厚さの判定と岩盤キレツの検出を目的として、数種の電極配列及び探査手法(ウェンナー配列、シュランベルジャー配列、ダイポール・ダイポール、複数の探査側線測定等)を行い、効果的な探査手法の樹立に努める事とする。

## 5-3 施設の基本計画

### 5-3-1 深井戸の設計

深井戸は産出量及び水質の安全性を確保すると共に、地表からの汚染を防止するために、深度30m以上を確保し、最低6.0mの表層グラウトシールを実施する事とする。

深井戸は「ジ」国側で実施する鋼管仕上げ井戸(深井戸タイプA)と日本側で実施する塩ビ管仕上げ井戸(深井戸タイプB)の2種類のタイプを計画する。各タイプの深井戸の標準設計図は図5-3-1に示す通りである。

### 5-3-2 付帯施設の設計

「ジ」国では深井戸付帯施設が標準化されており、本計画においてもこれを踏襲する事とする。この付帯施設の規模・タイプはアフリカ諸国で一般的に採用されている施設と同質のものであり、「ジ」国での実績からみても妥当なものと言える。

施設の設計図は図5-3-2に示す通りである。

BOREHOLE DESIGN ALTERNATIVE A (深井タイプA)

BOREHOLE DESIGN ALTERNATIVE B (深井タイプB)

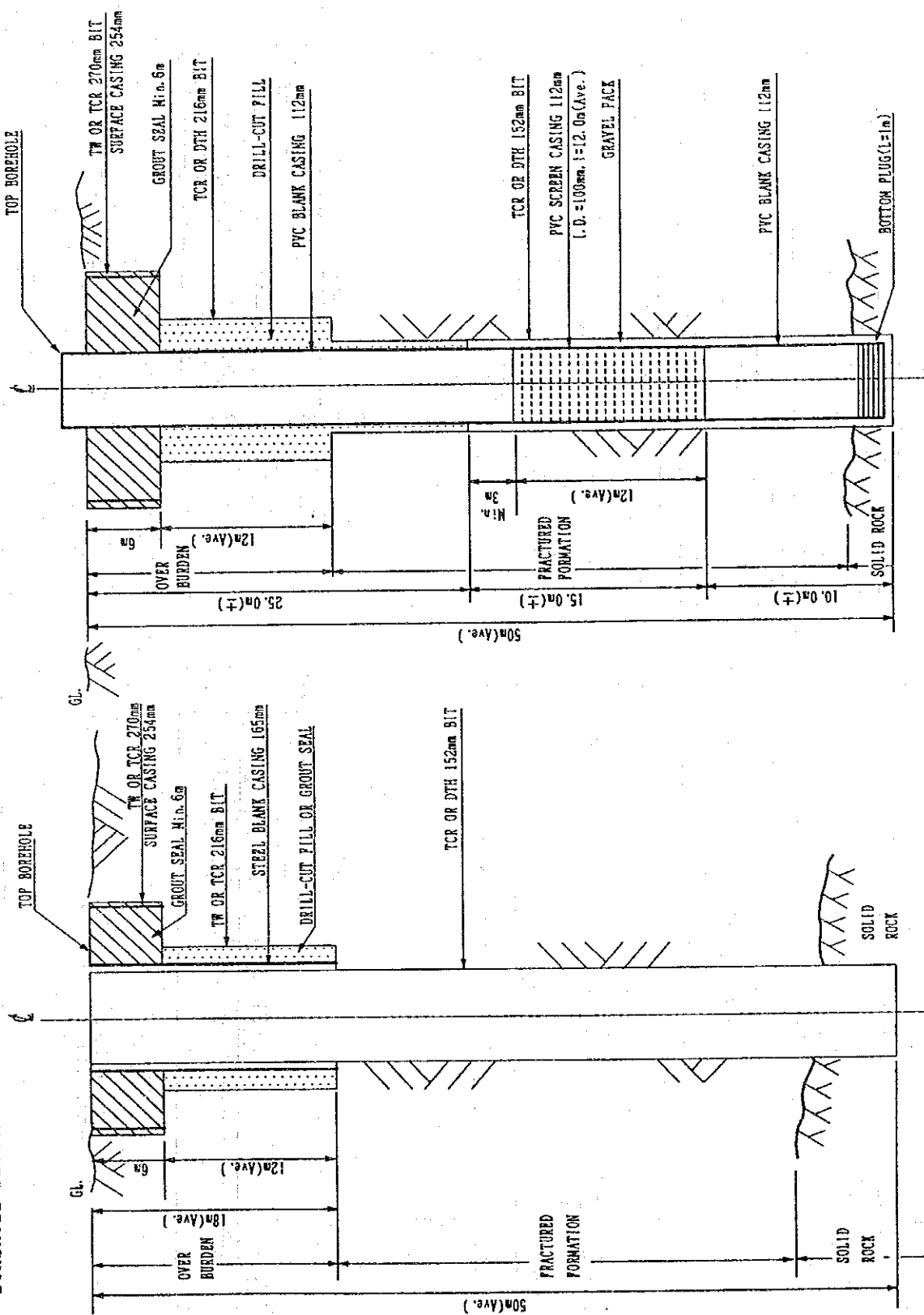
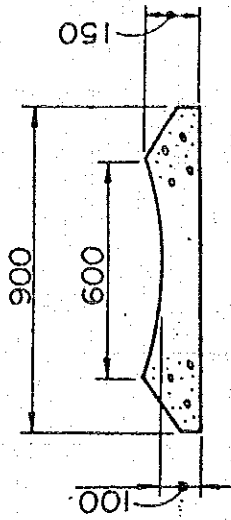
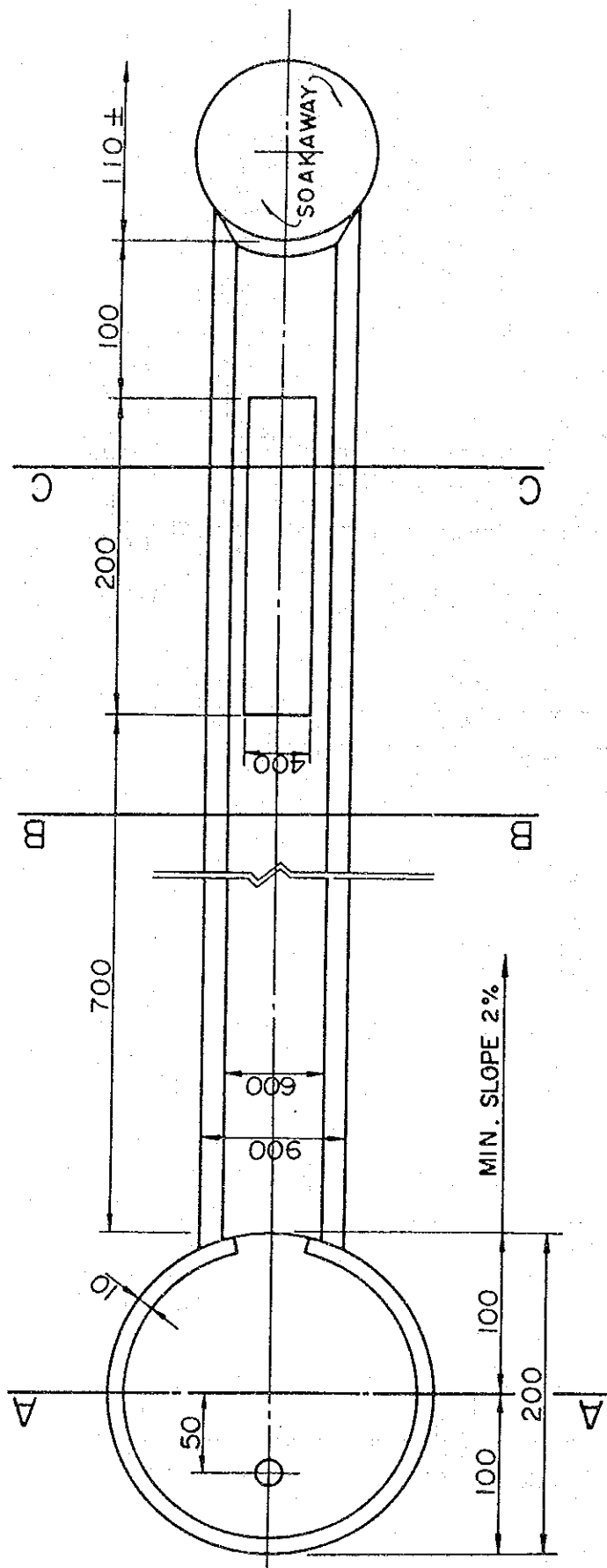
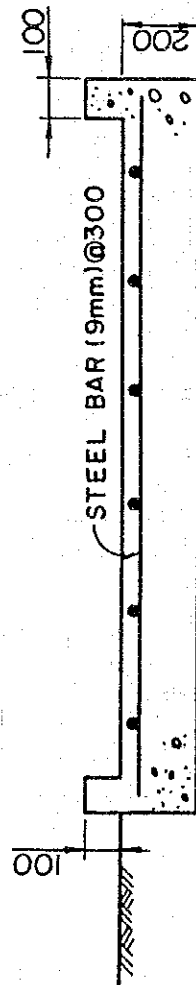


図5-3-1 標準井戸タイプ計画図(縮尺なし)





SECTION B-B S = 1:20



SECTION A-A S = 1:20

图 5-3-2 付带施設概要図

## 5-4 資機材の基本計画

調達する資機材の概要は4-3-3節に延べた通りである。ここでは、選定された機材の仕様、数量について示す。なお、資機材の調達先を列挙すると次の通りである。

- ・ 第三国調達品 : 鋼管ケーシング及び場合によっては高圧コンプレッサー
- ・ 「ジ」国調達品 : ハンドポンプ
- ・ 日本国調達品 : 上記以外の資機材

### (1) 掘削機

2式

掘削機械の仕様は以下に示す通りである。

- (a) トップドライブ型ロータリー及びエアーパーカッション(DTH)工法併用型。  
給圧力 6,000kg、掘削能力は117mmドリルパイプで100m以上。  
泥水ポンプ容量 600 ℓ/min 以上。
- (b) 標準付属品及び掘削ツール
- (c) 掘削機搭載トラック、右ハンドル  
ディーゼルエンジン、160HP、オフロード型

### (2) エアコンプレッサー(日本製或いは第三国製)

2台

DTH掘削に必要なコンプレッサーは掘削機に1台ずつ配備する。

- (a) 高圧コンプレッサー 18.0 kg/cm<sup>2</sup> × 19.0 m<sup>3</sup>/min 以上

### (3) 支援車両類

本計画の現場作業は、掘削班(2班)、試験班(1班)、付帯施設建設班(1班)、工事管理班(1班)及び物理探査班(1班)の計6班に別れて行われる。これらの作業班が使用する車両類の種類、台数、用途等は以下の表に示す通りである。



- |                |    |
|----------------|----|
| ii) 作業用コンテナ    | 2棟 |
| iii) 修理用機械・工具類 | 2式 |

(8) ハンドポンプ (40台)

日本側工事分に「ジ」国製ハンドポンプを計上する。

(9) 水中ポンプ

- |                         |    |
|-------------------------|----|
| 水中モーターポンプ(100mm用、1.5KW) | 3台 |
| 発電機(20PS, 50Hz, 390V)   | 3台 |
| 孔内水位測定器(100m)           | 3台 |

その他、水質検査のため以下の器具を準備する事とする。

- |           |    |
|-----------|----|
| 携帯型 pH 計  | 3台 |
| 携帯型電気伝導度計 | 3台 |

(10) 鋼管ケーシング(第三国製品) 1式

「ジ」国工事分井戸用資材(360本分)として鋼管ケーシングを調達する。

(11) 調泥剤、発泡剤

下記の調泥剤、発泡剤を調達する。

- |      |          |
|------|----------|
| 発泡剤  | 1,000 kg |
| CMC  | 260 kg   |
| レスター | 3,000 kg |

(12) スペアパーツ 1式

調達機材のスペアパーツ2ヵ年分(本体価格の10~15%)を調達する。また、フェーズⅡで調達した掘削機について添付資料-8に示すパーツを調達する事とする。

## 5-5 施工計画

### 5-5-1 施工方針

本計画の深井戸建設工事を日本の無償資金協力を前提として実施した場合、「ジ」国水利局及び日本側コンサルタントの総合監理のもと、日本側契約業者が実施する。

井戸建設工事は新規機材導入に伴う運転操作等の技術移転を目的として実施するものであり、日本側業者の施工担当分は以下に示す内容を主とする。

井戸工事は計画地域 (UMP 及びウエザ郡) の内 UMP 郡で実施する事とし、下記の数量が予定される。

表 5-5-1 深井戸建設工事数量表

郡名	計 画 本 数	計 画 削孔数	掘削延長(m)	ケーシング/ スクリーン長 (m)
UMP	40	57	3,190	1,500/500
ウエザ	-	-	-	- / -
計	40	57	3,190	1,500/500

注：掘削延長は成功井戸深度を 50m、空井戸深度を 70m として計上

上記の建設工事は以下に示す7つの工種に区分する事ができる。なお、( )は担当分担を示す。

#### (1) プロジェクト管理

- ・ 関連行政機関との連絡、調整 : (水利局、コンサルタント)
- ・ 建設工事の工程管理及び調整 : (コンサルタント、建設業者)
- ・ 資機材、スペアパーツの管理 : (建設業者)
- ・ 工事記録、調査・試験記録の整理 : (建設業者)
- ・ その他プロジェクトの全般的な管理 : (水利局、コンサルタント)

#### (2) 工事管理

- ・ 工事工程、要員の管理・調整 : (建設業者)

- ・ 建設資材の供給、管理 : (建設業者)
- ・ ベースキャンプ/サイトキャンプの運営、管理 : (建設業者)

### (3) サイト選定

- ・ 井戸地点のプレサイティング : (水利局、コンサルタント)
- ・ 物理探査、サイトへのアクセス道路の選定 : (建設業者)
- ・ 物理探査に係る技術移転 : (建設業者)
- ・ 深井戸掘削地点の決定 : (水利局、コンサルタント)

### (4) 掘削工事

- ・ 資機材の搬入、搬出 : (建設業者)
- ・ 掘削工事、孔内検層 : (建設業者)
- ・ ケーシング(塩ビ管)挿入、井戸洗浄等の実施 : (建設業者)
- ・ 水質(pH及び塩分)チェック : (建設業者)
- ・ 工事に係る技術移転 : (建設業者)

### (5) 揚水試験

- ・ 井戸能力確認のための揚水試験の実施 : (水利局)

### (6) 付帯施設工事

- ・ ハンドポンプ調達 : (建設業者)
- ・ ハンドポンプの据付け : (水利局)
- ・ 土台等の施設材料調達 : (建設業者)
- ・ 土台等の施設建設工事の実施 : (水利局)

### (7) 維持管理

- ・ 掘削機、車両等の日常管理 : (建設業者)
- ・ 機材の保守・管理に係る技術移転 : (建設業者)
- ・ 完成給水施設の管理 : (「ジ」国側)