

No. 1

ジンバブエ共和国
ビンガ地区給水計画
基本設計調査報告書


ジンバブエ共和国

ビンガ地区給水計画

基本設計調査報告書

平成9年6月

JICA LIBRARY



J 1137545 (8)

国際協力事業団
株式会社 三祐コンサルタンツ

31
118
30

調無
CR(3)
97-120

ジンバブエ共和国
ビンガ地区給水計画
基本設計調査報告書

平成9年6月

国際協力事業団
株式会社 三祐コンサルタンツ



1137545 [8]

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、同国のビンガ地区給水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1月20日から2月24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、ジンバブエ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域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4月20日から5月1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9年6月

国際協力事業団
総裁 藤田 公 郎

伝達状

今般、ジンバブエ共和国におけるビンガ地区給水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1月より平成9年6月までの5カ月にわたり実施いたしてまいりました。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6月

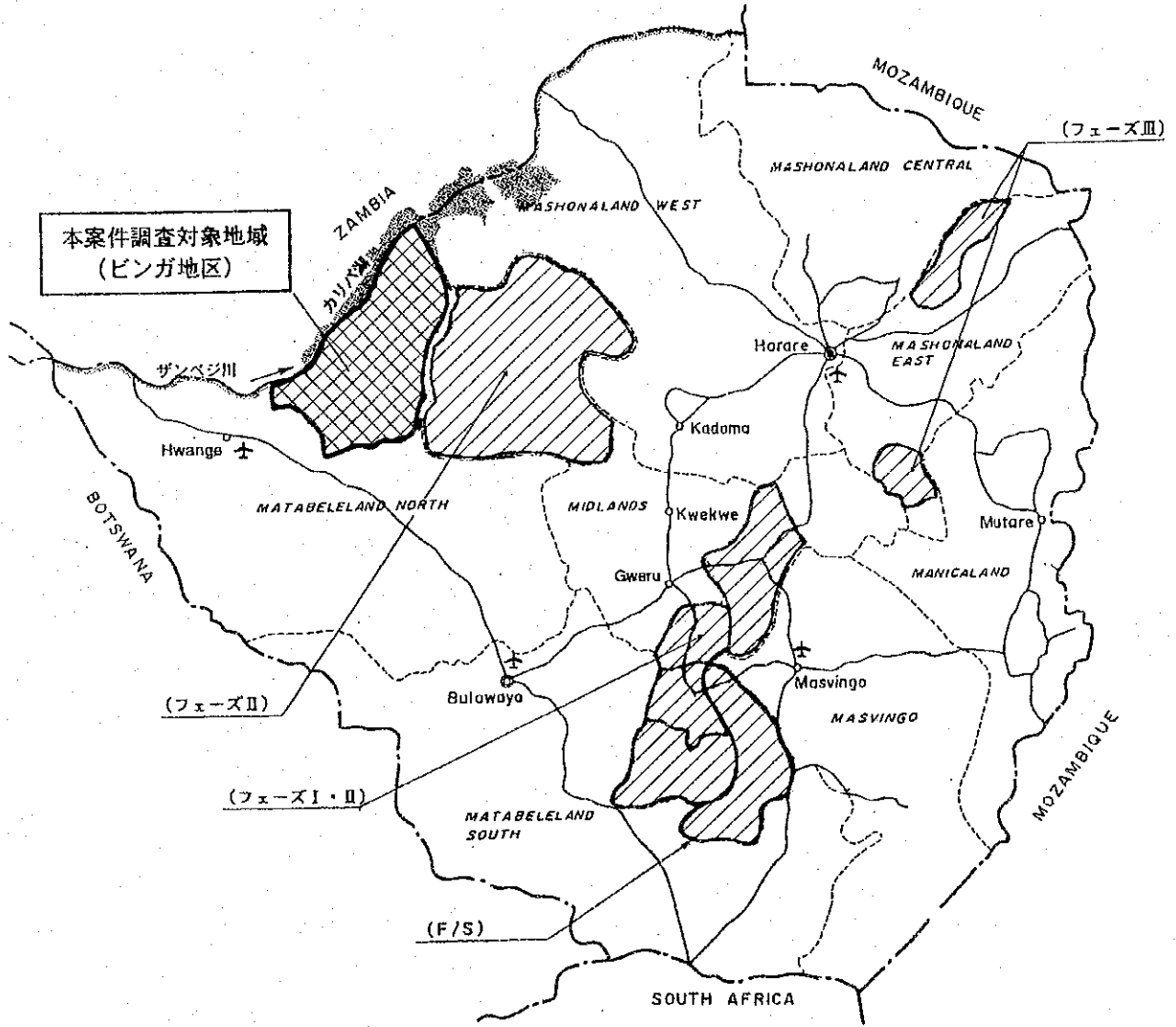
株式会社 三祐コンサルタンツ

ジンバブエ共和国

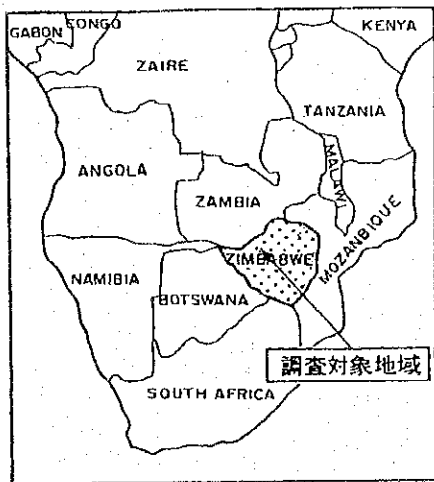
ビンガ地区給水計画基本設計調査団

業務主任 魚谷 信

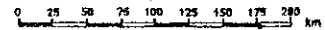
計画対象地区位置図



本案件調査対象地域
(ピンガ地区)



地方給水施設整備計画
F/S
フェーズⅠ
フェーズⅡ
フェーズⅢ





水汲みに行く少女達



フェーズⅢで建設した
深井戸施設
(UMP地区)



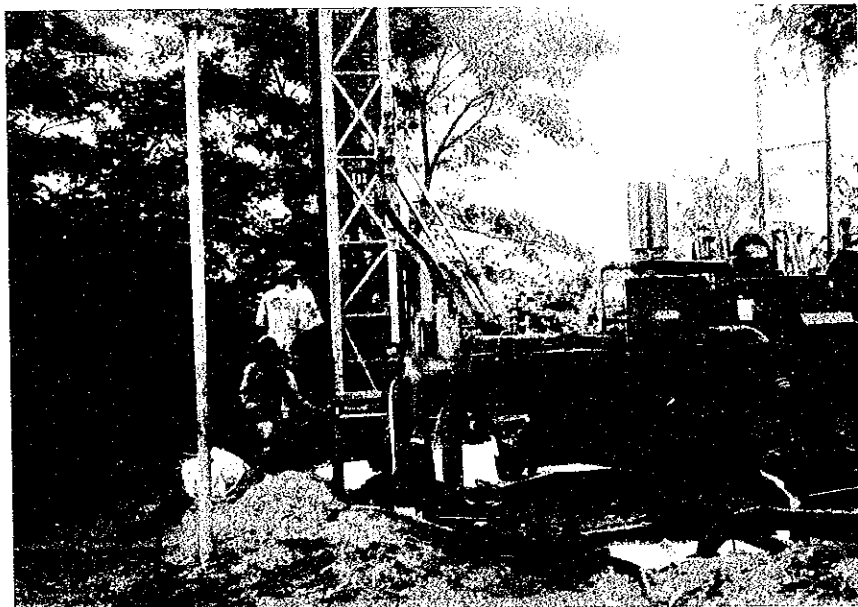
手掘井戸
(水は濁っている)



増水のため通行不能
となった道路



電気探査作業風景



フェーズⅡで調達した
掘削機
(ゴクエ地区で稼働中)

略語集

DDF	: District Development Fund (郡開発基金)
DTH	: Down-the-Hole Hammer (エア－ハンマー掘削)
DWR	: Department of Water Resources (水資源局)
E/N	: Exchange of Notes (交換公文)
GDP	: Gross Domestic Product (国内総生産)
GNP	: Gross National Product (国民総生産)
GOZ	: Government of Zimbabwe (ジンバブエ政府)
IRWSSP	: Integrated Rural Water Supply and Sanitation Project (総合地方給水衛生事業)
JICA	: Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
MLGRUD	: Ministry of Local Government, Rural and Urban Development (自治、地方・都市開発省)
MLWR	: Ministry of Lands and Water Resources (土地・水資源省)
MNAECC	: Ministry of National Affairs, Employment Creation and Cooperatives (内務・雇用・協同組合省)
NGO	: Non Governmental Organization (非政府組織)
NRWSSP	: National Rural Water Supply and Sanitation Programme (全国地方給水衛生計画)
RDC	: Rural District Council (郡委員会)
SCF	: Save the Children Fund (児童救済基金)
WPC	: Water Point Committee (水源管理委員会)

要約

ジンバブエ共和国（以下「ジ」国と称する）は、アフリカ南部に位置し、北はザンビア、西はボツワナ、南は南アフリカ、東はモザンビークに接する海港を持たない内陸国であり、東西約800km、南北約740km、国土面積は約39.1万km²、人口11,140千人（1995年）、一人当たりのGNP500米ドル（1994年）の国である。主要産業は農業であり、メイズ、葉たばこ等の栽培を主体とする。総人口の約70%が地方在住者であり、地方の開発は「ジ」国の重要な課題となっている。

このため「ジ」国政府は、地方の給水・衛生に関するマスタープランを1982～1986年に作成した。これを受けて、全国57郡を対象に全国地方給水・衛生計画（NRWSSP）を策定し、総合地方給水・衛生事業（IRWSSP）として1987年7月より、地方における安全な飲料水の供給に取り組んでいる。IRWSSPは、村落における単位給水量を1日1人当り浅井戸（150人/井戸）で20リットル、ボーリング井戸（250人/井戸）で30リットル確保することを目標としている。しかしながら、計画に携わる技術者および予算の不足が本計画遂行の妨げとなっている。

現在「ジ」国における地方の約35%は、適切な給水設備が整備されていないため、河川や浅井戸等の不衛生な水を利用せざるを得ず、このため赤痢、下痢、皮膚病等の水因性疾患が多発している。このような一地域である北マタベレランド州ビンガ地域では、近年の旱魃により干上がった浅井戸が55%と際だって多い地区であり、水因性疾患が多発している。また、飲料水を求めるために1km以上の距離を往復することを余儀なくされ、この作業が女性や子供に過重な労働となっている。

このような背景から、新規に深井戸を掘削し、安全な飲料水をこれら地方住民に供給し、水因性疾患を防止すると共に、飲料水を得るために費やしていた労働を軽減し、農業生産性を向上させ、子供の教育の充実を図り、社会状況を改善することが北マタベレランド州ビンガ地域における緊急課題となっている。

このため、1996年2月に「ジ」国政府は北マタベレランド州ビンガ地区における、150カ所の井戸施設建設計画を策定し、我が国に無償資金協力を要請した。同計画に係る要請内容は下記に示すとおりである。

「ジ」国側要請内容

- ・ 施設工事：技術移転を目的としたハンドポンプ付井戸施設40カ所の建設
- ・ 機材調達：掘削機材、車両、物理探査装置、井戸検層機器、ワークショップ機材、無線機等
- ・ 計画地域：北マタベレランド州ビンガ地区

この要請を受けて、日本国政府は国際協力事業団を通じて、1996年9月に事前調査団を派遣し、調査を実施した結果、安全な水源がなく、飲料水を得るために婦女子が過重な労働を強いられているとともに、不衛生な水により水因性疾患が多発していることが確認された。このため、本計画では緊急性を考慮して約120本の井戸掘削を行うこととした。この調査結果に基づいて日本国政府は当該計画に係る基本設計調査の実施を決定し国際協力事業団は現地調査団を1997年1月20日から同年2月24日までの36日間、概要説明調査団を同年4月20日から5月1日までの12日間、それぞれ現地に派遣した。

基本設計調査団は、「ジ」国政府関係者と計画の内容、要請内容及び実施方針等について、一連の協議を行った。これらの協議結果に基づいて、調査団は計画の基本設計に必要な電気探査、村落給水事情調査、資料収集、資料分析等の現地調査を実施した。

調査団は現地調査の内容を踏まえて、帰国後の国内作業において本計画の妥当性について検討するとともに、要請内容の検討、給水計画及び施工計画の策定、事業費の概算積算、維持管理計画の検討等の基本設計を行った。

本計画の骨子は、「ジ」国政府が要請した北マタベレランド州ピンガ地区における井戸のうち、基本設計調査の結果特に緊急度が高いと判断された124本のボーリング井戸施設建設に必要な資機材の調達及び技術移転を目的としたハンドポンプ付井戸施設30ヵ所の建設である。

本計画の実施機関は土地・水資源省水資源局のマタベレランド州事務所である。同事務所の鑿井班は4名の井戸工事主任および10名の鑿井工を有し、過去10年間で854本の井戸を建設している。これらの実績より、本計画の実施に際し十分な能力を有していると判断される。

建設後の井戸施設の維持管理に関しては、これまで郡開発基金の責任で実施していたが、「ジ」国政府は現在維持管理費の受益者負担を考慮した住民参加のもとでの維持管理システムの導入を計画している。この計画を促進するためには村民に対する啓蒙活動が不可欠なものである。このため、本計画では建設後の井戸施設が受益者によって持続的に維持管理されるよう啓蒙活動への協力を行う計画とする。

本計画で建設する施設および調達機材の数量、仕様は次表に示すとおりである。

施設・機材の内容一覧表

項目	仕様	計画数量
1. ハンドポンプ付井戸建設	平均深度 80m、事前に電気探査を行う	30 ヲ所
2. 機材		
鑿井機	能力 150m、ロータリー・DTH 併用型	1 式
エアーコンプレッサー	トレーラー搭載型、22.0m ³ /min	1 台
3t クレーン付トラック	8 トン車、4×4	2 台
トラクター	牽引能力 10 トン	1 台
ピック・アップ(キャブ付)	4×4、ディーゼル、1 トン車	2 台
ピック・アップ	4×4、ディーゼル、1 トン車	2 台
掘削用水タンク	トレーラー搭載型、5 m ³	1 台
井戸建設資材	ケーシング、泥水材料等	124 井分
ハンドポンプ	プッシュポンプ B タイプ	124 台
電気探査器	探査深度 200m	1 台
GPS	精度 200m、ポータブルタイプ	2 台
井戸検層機	測定深度 150m、比抵抗、自然電位	1 台
揚水試験機器	水中モータポンプ、発電機	1 式
水質試験用キット	簡易式分析キット、18 項目	1 式
pHメータ、電気伝導度計	携帯型	1 式
ワークショップ用機材	溶接機、車両修理工具、部品倉庫コンテナ	1 式
無線機	出力 100W	1 式
スペアパーツ	上記機材の 2 年分	1 式
3. 啓蒙活動		40 集落

本計画は井戸掘削機 1 セットを含む資機材の調達と技術移転のための 30 本の井戸建設を対象としており、2 期分けて実施する。第 1 期の工程は E/N より工事契約まで約 4.5 ヲ月、資機材調達及び建設工事に 12 ヲ月必要となり、全体工期は 16.5 ヲ月である。第 2 期の E/N は第 1 期の翌年に交換される。第 1 期業務と同様に工事契約まで約 4.5 ヲ月必要であり、建設工事及び資機材の整備引き渡しをもって完了となるが、これに必要な工期は 12 ヲ月で全体工期は 16.5 ヲ月である。なお、井戸建設工事は、雨季の 2.5 ヲ月を避けて計画した。各期の工事量は次表に示すとおりである。

期別工事数量

項目	対象数量	1 期	2 期
資機材調達	1 式	1 式	-
啓蒙活動	40 集落	25 集落	15 集落
井戸施設	電気探査	30 ヲ所	18 ヲ所
建設	井戸建設工事	30 ヲ所	5 ヲ所
			12 ヲ所
			25 ヲ所

また、本計画に要する概算事業費総額は約 846 百万円（日本側負担分 723 百万円：第 1 期 560 百万円、第 2 期 163 百万円、「ジ」国負担分：123 百万円）と見積もられる。

本計画は安全な水源の存在しない地域にボーリング井戸を建設し飲料水の供給を行う計画であり、具体的には次に示す効果が期待できる。

- ・ ボーリング井戸建設により、給水率が 31.7% から 61.5% に向上する。
- ・ ボーリング井戸建設により、対象地区住民 84,000 人のうち 31,000 人に対し給水を行うことができる。
- ・ 不衛生な飲料水に起因する水因性疾病の発生率（1,000 人当たり 100 人）を減少させることができる。
- ・ 1km 以上離れた水源からの水の運搬に費やしている女性及び子供の労力を農業生産や教育等、他の生産活動に廻すことができる。
- ・ 本計画完成後、調達された井戸掘削機を活用することによって、深井戸建設が促進される。
- ・ 啓蒙活動によって、村落の衛生教育がなされ、住民の衛生意識が向上し、併せて施設の維持管理を行う水源管理委員会が各対象村落に設立される。
- ・ 水源管理委員会によって、井戸施設の維持管理が自主的、かつ継続的に行われるようになる。

上記の裨益効果から、本計画を日本の無償資金協力事業として実施することは妥当と判断される。

なお、本計画が実施される場合、「ジ」国政府への提言は以下に示すとおりである。

- (1) 水源管理委員会設置のための啓蒙活動は、本計画で建設予定である 124 集落のうち 40 集落については無償資金協力で実施し、残り 84 集落については郡開発基金（DDF）および郡委員会（RDC）で実施する計画であり、このための人員確保、予算措置を行うことが重要である。
- (2) 既存井戸について水源管理委員会は活動が不活発であり、料金徴収を行っていないため、これら既存井戸の水源管理委員会活性化に対する啓蒙活動を行うための人員確保、予算措置を確実に行うことが重要である。
- (3) 水源管理委員会設置後も、定期的な啓蒙活動を実施する必要があるため、そのための人員確保、予算措置を確実に行うことが重要である。

目次

序文
伝達状
位置図/写真
略語集
要約

第1章 要請の背景.....	1
第2章 プロジェクトの周辺状況	2
2-1 当該セクターの開発計画	2
2-1-1 上位計画	2
2-1-2 財政事情	2
2-2 他の援助国、国際機関等の計画.....	3
2-3 我が国の援助実施状況	3
2-4 プロジェクト・サイトの状況	4
2-4-1 自然条件	4
2-4-2 社会基盤整備状況	19
2-4-3 既存施設・機材の現状.....	19
2-5 環境への影響.....	22
第3章 プロジェクトの内容.....	23
3-1 プロジェクトの目的.....	23
3-2 プロジェクトの基本構想.....	23
3-2-1 ボーリング井戸建設工事	23
3-2-2 資機材調達	26
3-2-3 啓蒙活動	26
3-3 基本設計.....	27
3-3-1 設計方針	27
3-3-2 基本計画	29
3-4 プロジェクト実施体制.....	41
3-4-1 組織	41
3-4-2 予算	41
3-4-3 要員・技術レベル	45

第4章 事業計画	46
4-1 施工計画.....	46
4-1-1 施工方針	46
4-1-2 施工上の留意事項	48
4-1-3 施工区分	48
4-1-4 工事工程計画	49
4-1-5 施工監理計画	50
4-1-6 資機材調達計画	51
4-1-7 実施工程	51
4-1-8 相手国側負担事項	53
4-2 概算事業費	54
4-2-1 概算事業費	54
4-2-2 維持管理計画	55
第5章 プロジェクトの評価と提言	60
5-1 妥当性にかかる実証・検証及び裨益効果	60
5-2 技術協力・他ドナーとの連携	60
5-3 課題.....	61
資料	
1. 調査団員氏名、所属	A-1
2. 調査日程	A-2
3. 相手国関係者リスト.....	A-5
4. 当該国の社会・経済事情.....	A-6
5. その他のデータ	A-8
6. 参考資料リスト	A-26

第1章 要請の背景

ジンバブエ共和国（以下「ジ」国と称する）は、アフリカ南部に位置し、北はザンビア、西はボツワナ、南は南アフリカ、東はモザンビークに接する海港を持たない内陸国であり、東西約800km、南北約740km、国土面積は約39.1万km²、人口11,140千人（1995年）、一人当たりのGNP500米ドル（1994年）の国である。主要産業は農業であり、メイズ、葉たばこ等の栽培を主体とする。総人口の約70%が地方在住者であり、地方の開発は「ジ」国の重要な課題となっている。「ジ」国政府は、地方の給水衛生に関するマスタープランを1982～1986年に作成し、1987年からは全国地方給水・衛生計画（NRWSSP）を実施し、地方における安全な飲料水の供給に取り組んでいる。しかしながら、計画に携わる技術者および予算の不足が本計画遂行の妨げとなっている。

現在「ジ」国における地方の約35%は、適切な給水設備が整備されていないため、河川や浅井戸等の不衛生な水を利用せざるを得ず、このため赤痢、下痢、皮膚病等の水因性疾患が多発している。このような一地域である北マタベレランド州ピンガ地域では近年の旱魃により干上がった浅井戸が55%と際だって多い地区であり、水因性疾患が多発している。また、飲料水を求めるために1km以上の距離を往復することを余儀なくされ、この作業が女性や子供に過重な労働となっている。

このような背景から、新規に深井戸を掘削し、安全な飲料水をこれら地方住民に供給し、水因性疾患を防止すると共に、飲料水を得るために費やしていた労働を軽減し、農業生産性を向上させ、子供の教育の充実を図り、社会状況を改善することが北マタベレランド州ピンガ地域における緊急課題となっている。

このため、1996年2月に「ジ」国政府は北マタベレランド州ピンガ地区における、150カ所の井戸施設建設計画を策定し、我が国に無償資金協力を要請した。同計画に係る要請内容は下記に示すとおりである。

「ジ」国側要請内容

- ・ 施設工事：技術移転を目的としたハンドポンプ付井戸施設40カ所の建設
- ・ 機材調達：掘削機材、車両、物理探査装置、井戸検層機器、ワークショップ機材、無線機等
- ・ 計画地域：北マタベレランド州ピンガ地区

この要請を受けて、日本国政府は国際協力事業団を通じて、1996年9月に事前調査団を派遣し、調査を実施した結果、安全な水源がなく、飲料水を得るために婦女子が過重な労働を強いられているとともに、不衛生な水により水因性疾患が多発していることが確認された。このため、本計画では緊急性を考慮してピンガ地区における約120本の井戸掘削を行うこととした。

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

「ジ」国政府は、1991年に経済改革と法律・制度改革を柱とした「第二次国家開発5ヵ年計画（1991-1995）」を策定した。計画では、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を置いている。特に水部門では、村落における貧困一掃のためには、水資源開発が非常に重要であるとするとともに、地下水開発に関しては、グレート・ダイク、ローベルト、ザンベジ盆地地域が開発優先地域とされている。本計画対象地域のビンガ地区は、ザンベジ盆地地域の一部である。

また「ジ」国政府は、地方の給水・衛生に関するマスタープランを1982-1986年に作成し、これを受けて、全国57郡を対象に全国地方給水・衛生計画（NRWSSP）を策定し、総合地方給水・衛生事業（IRWSSP）として1987年7月より実施している。現在までにIRWSSPは43郡で実施されており、その内13郡はすでに完了している。

総合地方給水・衛生事業は、村落における単位給水量を1日1人当り浅井戸（150人/井戸）で20リットル、ボーリング井戸（250人/井戸）で30リットル確保することを目標としている。

本計画は、このIRWSSPの一環を為すものであり、次期IRWSSP対象地区の中でも最も優先度の高いものの一つとして位置付けられている。

2-1-2 財政事情

「ジ」国のGDPは1986年が7,408百万Z\$（4,357.6百万US\$）、1994年が39,775百万Z\$（5,432.0百万US\$）であり、実質経済成長率（1986～1994年）は平均2.4%である。この間の物価上昇率は、年平均27.6%（1990～1995年）を示している。また、1989年より「ジ」国の貿易収支は赤字となっている。「ジ」国政府は、1982～1984年の世界不況と旱魃の影響で停滞した経済を再建するために、1989年以降従来の統制型経済を自由化する政策を実施した。1991年に入り、「ジ」国政府は自由主義経済への移行を体系化した「第二次国家開発5ヵ年計画（1991～1995年）」を世銀の協力で策定した。この計画では、1995年までに経済成長率年率5%の達成を目指していたが、1991～1992年に南部アフリカ一体を襲った未曾有の旱魃のため農業生産が落ち込み、経済に大きな打撃を与えた。

水資源局（DWR）及びDWR マタベレランド州事務所の過去3年間の予算は、表3-4-1に示

すとおりであり、国家予算に占める割合は0.5～0.6%である。予算の伸び率は6～8%となっているが、大半は人件費の増加分で占められており、近年の井戸掘削計画の予算は横ばいもしくは減少傾向を示している。

IRWSSPの予算に関しては、計画開始に際しその都度予算が編成されているが、その大部分を外国からの援助に依存しているのが現状である。

なお、「ジ」国の社会・経済事情は、最新データの出典、出典年月を含め、巻末の資料4に示した。

2-2 他の援助国、国際機関等の計画

本件の当該分野である総合地方給水・衛生事業（IRWSSP）に関し、デンマーク、ノルウェー、イギリス、ユニセフ等、NGOを含めて19機関が援助を実施している。各ドナーの援助実施に際しては、関係各省庁の代表により組織される国家推進委員会（NAC）が援助内容・対象地域等の調整を図り、重複を避け効率的な援助受け入れ体制を確保している。本計画に関しても、ビンガ郡に対する他ドナーによるボーリング井戸建設計画は存在しないことを確認した。ただし、手掘井戸については、1985年から英国のNGOのSave the Children Fund (SCF)が400本以上の手掘井戸建設を実施している。このSCFの手掘井戸建設計画は、本年の15カ所の施設建設で全て完了し、来年以降については手掘井戸建設計画がないことを確認した。

ビンガ郡が属する北マタベレランド州における各ドナーのIRWSSPに関連する援助実施状況を、表2-1に示す。

表2-1 北マタベレランド州 IRWSSP 援助実施状況

	対象郡名	援助機関名	進捗状況
1	NKAYI	オランダ	92-93 終了
2	HWANGE	デンマーク	進行中
3	TSHOLOTSHO	オランダ	94-95 終了
4	BINGA	SCF (手掘井戸)	97 終了予定
5	BUBI/UMGUZU	アイルランド	進行中
6	LUPANE	イギリス	97-98 実施予定

2-3 我が国の援助実施状況

我が国が「ジ」国に対して実施した地下水開発分野における援助は、表2-2に示すとおりである。

表 2-2 我が国の地下水開発分野における援助実施内容

案件名	協力年度	金額	概要
地方給水施設整備計画 フェーズⅠ	1983年	8.0億円	・計画対象地区はミッドランド州の5郡 ・井戸掘削機材の調達(2式) ・井戸建設工事81カ所
地方給水施設整備計画 フェーズⅡ	1988年	5.2億円	・計画対象地区はミッドランド州の6郡 ・井戸掘削機材の調達(1式) ・技術者派遣
地方給水施設整備計画 フェーズⅢ	1994年	9.4億円	・計画対象地区は東マシヨナランド州の2郡 ・井戸掘削機材の調達(2式) ・井戸建設工事40カ所

2-4 プロジェクト・サイトの状況

2-4-1 自然条件

(1) 気象

1) 気温

年平均気温は、標高1,200m以上の高原に位置するハラレで摂氏17.9度、北部国境地域で標高500mのザンベジ低地に位置するカリバで24.3度、南部国境で標高450mのリンポポ川低地に位置するベイトブリッジで23.1度を示す。年平均気温分布は標高に強く依存する。9月から2月が暑期で、5月から8月が涼期であり、気温の年較差は7~10度程度である。ピングガ地区の1971年~1995年までの25年間の年平均気温は約25.0度である。

2) 降雨量

年降水量は、東部国境の山岳地帯で1,000~1,200mm、国土の中央・北部の高原地帯とザンベジ川低地で700~1,000mm、リンポポ・サベ川低地で300~400mmを示し、年平均気温と同様に標高に強く規制された分布を示す。雨期は11月から翌年3月までで、この間に降る雨は年間降水量の90%を占める。5月から9月は厳しい乾期で、月降水量は概ね10mm以下である。ピングガ地区における1971年~1995年までの25年間の年平均降雨量は約700mm程度であり、「ジ」国の中でもとりわけ降雨量の少ない地域にあげられる。特に、89年~95年の6年間の平均降雨量は約440mmと少なく、とりわけ1994年~1995年の1年間の降雨量は、わずか158mmであった。

表 2-3 ビンガ地区月別降雨量 (単位: mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
降雨量	182.2	187.0	86.5	30.9	3.6	0.7	1.0	0.4	0.9	13.3	54.5	156.7	717.7

出典: ジンバブエ気象局資料 (1971年～1996年の平均)

3) 蒸発量

年間蒸発量 (ペンマン式で算出) は 1,800～2,200mm であるが、ザンベジ川やリンポポ川流域の低地で大きく、国土東半分の高原・山岳地帯で小さい傾向にある。

4) 気候区分

以上の特徴に植生を加味してケッペンの気候区分を行うと、国土の東北部の高原が夏期降雨型温帯気候、リンポポ・サベ川流域が砂漠気候、これ以外の地域がステップ気候に区分される。ビンガ地区の気候は、ステップ気候に分類される。(図 2-1 参照)

(2) 河川・水系

「ジ」国の河川は図 2-2 に示すように、ザンベジ川水系、サベ川水系、リンポポ川水系、およびナタ川水系の 4つの水系に区分される。この内、ザンベジ川水系とサベ川水系およびリンポポ川水系は、いずれもモザンビークを経てインド洋に流出する。ナタ (Nata) 川水系は、西部国境の砂漠地帯に極狭く分布し、ボツワナのカラハリ砂漠で消失する。

ザンベジ川水系は、国土全体を南西から北東に横断する標高 1,200m～1,500m のハイ・ベルトと呼ばれる山岳地帯の北側斜面に発達する。「ジ」国の北半分を占める集水域は、700～1,000mm と「ジ」国でも降水量が比較的多い地域で、マゾエ (Mazoe) 川本流は、「ジ」国以外にもアンゴラやザンビアからも多くの河川が流入し、その流量は、「ジ」国内最下流で 880 億 m³/年に達する。

ビンガ地域は、ザンベジ川水系に属するグワイ (Gwai) 川とセングワ (Sengwa) 川、および本流のザンベジ川とにより挟まれた地域に位置している。

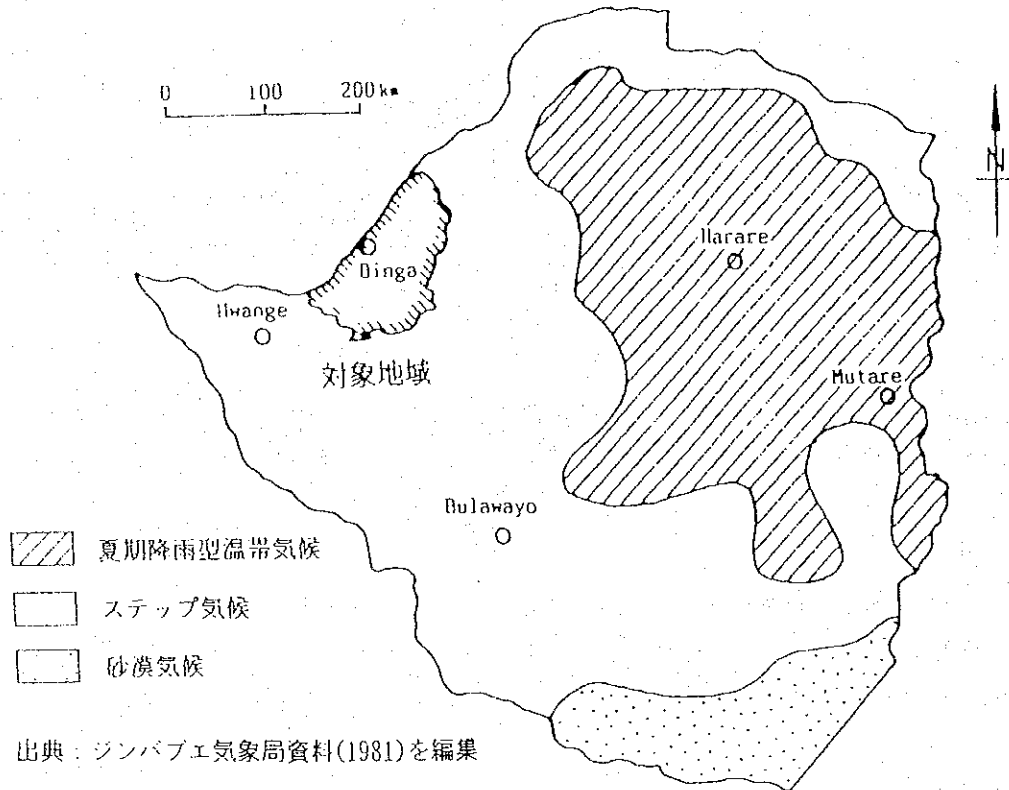


図 2-1 気候区分図

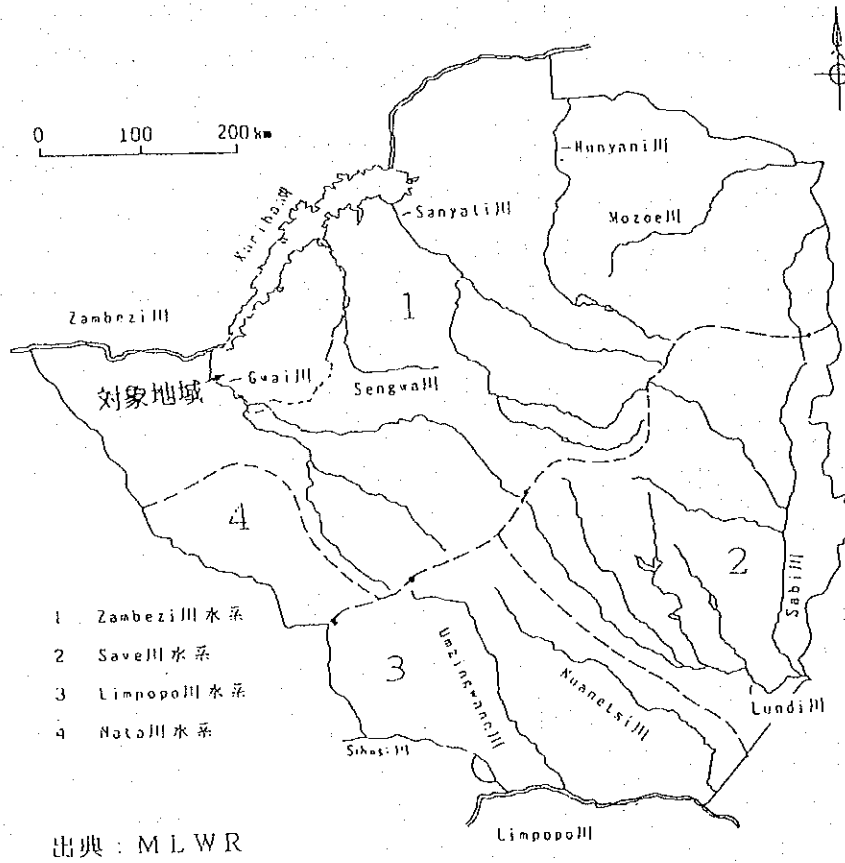
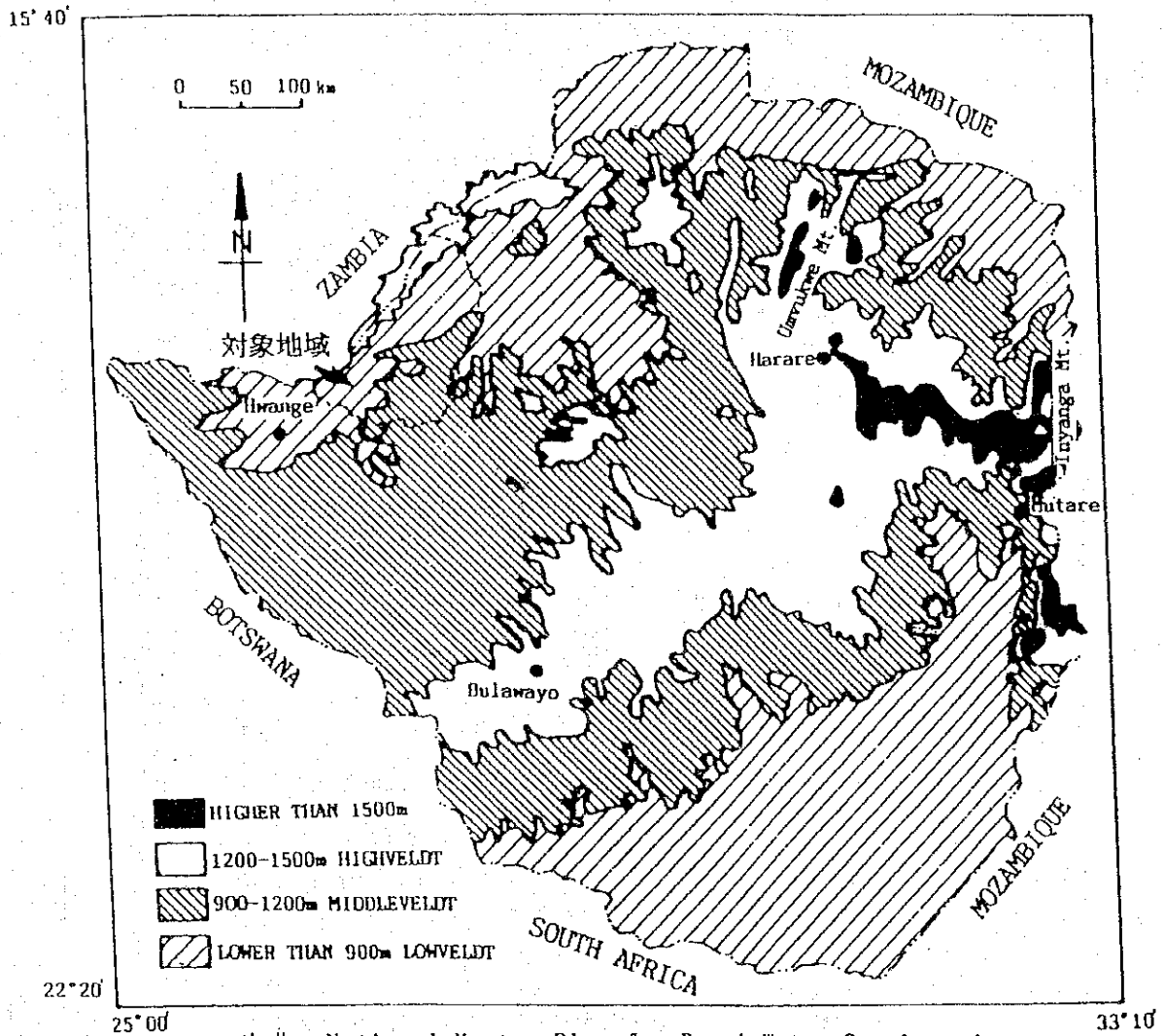


図 2-2 主要水系図

(3) 地形及び地質

「ジ」国は、南緯 15 度 35 分～22 度 30 分、東経 25 度 12 分～33 度 10 分に位置する内陸国である。国土の地形は、標高 1,200m～1,500m の高原からなるハイ・ベルト、その周辺の標高 900m～1,200m のミドル・ベルト、さらにその外側の標高 900m 以下のロー・ベルトに大別される。ピングア地区は、ザンベジ川右岸のロー・ベルトに位置している。

植生は高木樹林帯、灌木サバンナ帯、サバンナ帯の中の密生したブッシュ帯が特徴的である。計画地域の大部分はインフラの整備が進んでおらず、ピングア迄の舗装道路以外はラテライト道路で、雨季にはその多くが通行困難となる。



出典：National Master Plan for Rural Water Supply and Sanitation, Vol 2-2 Hydrogeology を編集

図 2-3 地形区分図

北西側のザンビア及び北側のモザンビークと「ジ」国との国境を成すザンベジ川は、顕著な凹地形をなすリフト・バレー(rift valley)を形成している。「ジ」国内のビクトリア・フォールからカボラ・バッサ湖間のリフト・バレーは、地形的に3つの盆地に大別されるが、カリバ・ダムより上流地域は、中央ザンベジ盆地(the Mid Zambezi Basin)と呼ばれ、ピングァ地区はこの盆地の右岸に位置する。(図2-3 地形区分図参照)

中央ザンベジ盆地には厚い堆積岩が分布するが、これらはカルー系の堆積岩、即ち、石炭紀後期から二畳紀後期の下部カルー層群、三畳紀からジュラ紀にかけての上部カルー層群からなる。中央ザンベジ盆地は、カルー層群を堆積する過程で沈降と隆起を繰り返して形成されたが、現在のザンベジ川を軸とするリフト・バレー、これに平行する北東～南西方向の断層群、約100m毎の比高差からなる4段の平坦面などの地形的特徴は、第三紀から現在に続く東アフリカ地溝帯運動と侵食によって形成されたものである。ピングァ地区には中央ザンベジ盆地に平行する南落ちの規模の大きな断層群が分布するが、主要な断層は先カンブリア系地層とカルー系堆積層を分かつツンダジ断層(Tundazi Fault)である。

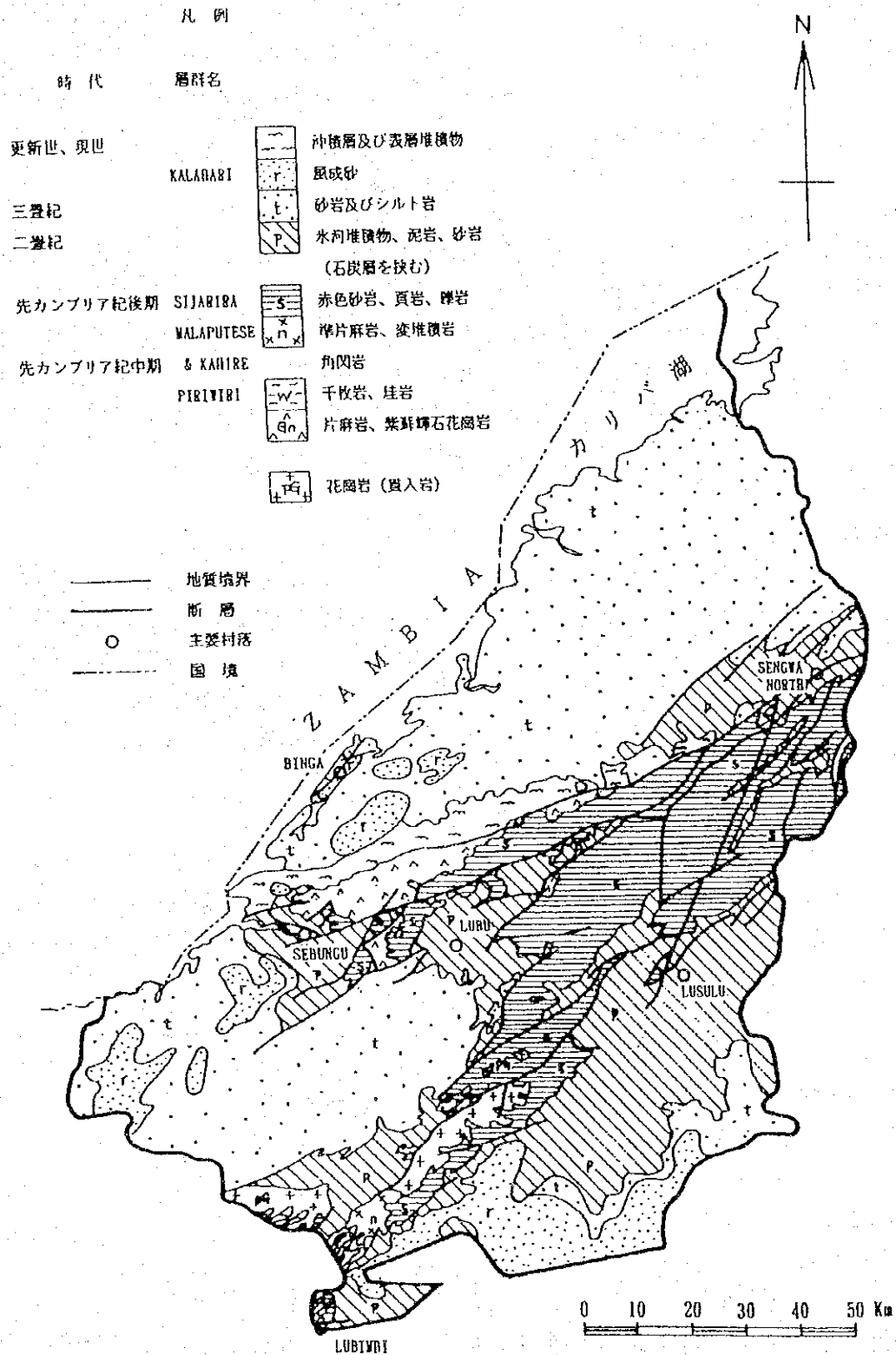
表2-4 ピンガ地区地質層序表

時代	層群名	地質	層厚 (m)
第四系～白亜系	沖積層 カラハリ層	砂、砂利、シルト、粘土 砂層	
ジュラ系	上部カルー層群	Batoka Basalt	50～80
三畳系	上部カルー層群	Forest Sandstone	600
		Pebbly Arkose	140
		Fine Red Marly Sandstone	70
		Ripple Marked Sandstone	1,200
二畳系～石炭系	下部カルー層群	Escarpment Grit	600
		Madumabisa Mudstone	500
		Upper Wankie Sandstone	30
		Coal Measure	70
		Lower Wankie Sandstone	60
		Dwyka Glaciogene	100
先カンブリア系	シジャリラ層群	泥岩、細粒砂岩	
先カンブリア系	基盤岩類	花崗岩、片麻岩	

表2-4および図2-4に示すように計画地域に分布する地質は、先カンブリア系、上部及び下部カルー層群、カラハリ砂層および沖積層である。これらの岩相・岩質は以下のとおりである。

i) 先カンブリア系 (基盤岩類)

ツンダジ断層に沿って片麻岩が、南西部には花崗岩類が、何れも北東方向に狭長に分布する。



出典：Geological Map of ZIMBABWE (1:1,000,000)を編集

図 2-4 ビンガ地区地質概要図

ii) 先カンブリア系 (シジャリラ層群)

シジャリラ層群(Sijarira Group)と称し、泥岩～細粒砂岩からなる。ビンガ地区の南側に標高1,000m以上の高地を形成して分布し、その一部は国立公園となっている。この高地は、長さ約100km、幅約30kmで北東方向に延び、上位のカルー層群とは断層で接する。この地層の分布地域には計画対象村落は無い。

iii) 下部カルー層群

表2-4に示すように、下部カルー層群は6層に区分されている。これらの地層は、下位のシジャリラ層群を取り囲む形で分布し、火成岩及びシジャリラ層群と断層で接する。細粒岩が卓越する層群であるが、岩質から地下水開発の対象となる地層は、下部ワンキー砂岩層(Lower Wankie Sandstone Formation)及び上部ワンキー砂岩層(Upper Wankie Sandstone Formation)と判断される。ただし、資料が無いためこれらの分布は明らかではない。上部ワンキー層は、アルカリ性または塩水環境の堆積物である。

iv) 上部カルー層群

上部カルー層群は5層に区分されているが、リプルマーク板石層(Ripple Mark Fragstone)及びバトカ玄武岩層(Batoka Basalt Formation)を除く各層は砂岩、礫岩などの粗粒岩が卓越する。ビンガ地区の北西側にザンベジ川に沿って広い範囲で分布する他、南東部のゴクウェ地区との境界付近にも分布する。ただし、下部カルー層群と同様に資料が無いため、各層の分布は明らかではない。大半の計画村落は、上・下部カルー層群の分布域にある。

v) カラハリ砂層

西部のワンキー国立公園を中心に「ジ」国の広い範囲に未固結の砂層が分布する。カラハリ砂層と称される本層は通常、侵食面上に分布する。ビンガ地区の場合、標高600m及び900mの台地上に分布する。カラハリ砂層の分布域は、森林地帯として保護されている場合が多いが、ビンガ地区でもカビラ(Kavira)やムゾラ(Mzola)等の森林保護区となっている。

vi) 沖積層

現河川の流域に未固結の堆積物が小規模に分布する他、前述のツンダジ断層に沿って比較的規模の大きな未固結堆積物が分布する。

(4) 水理地質

1) 既存井戸資料

(a) マスタープラン報告書

DWRは「ジ」国の水理地質状況を10の水文地質区に区分し、各水文地質区の性状をマスタープラン報告書にとりまとめている。同報告書から計画地域に分布する地質単位について、岩質、地下水開発の可能性、産水量を抜粋し、表2-5にとりまとめた。これによれば、ビンガ地区で地下水開発の可能性の高い地質単位は、上部及び下部カルー層群の砂岩層であり、産水量は

100~300m³/日期待できるとしている。

表 2-5 ピンガ地区地下水開発の可能性

水理地質単元	岩質/帯水層	地下水開発の可能性	産水量
片麻岩・花崗岩	岩盤風化帯・亀裂	中～低	10～ 50 m ³ /日
シジャリラ層群	泥質岩	低	10～ 50 m ³ /日
上部カルー層群 バトカ玄武岩	玄武岩岩盤風化帯・亀裂	中	20～100 m ³ /日
フォレスト砂岩	細粒砂岩	高	50～300 m ³ /日
エスカープメント・グリッド	粗粒砂岩	高	100～300 m ³ /日
下部カルー層群 マデュマピサ泥岩層	泥岩	低	10～ 25 m ³ /日
上・下部ワンキー砂岩層	砂岩	高	100～300 m ³ /日
カラハリ砂層	砂	高	
沖積層	砂、礫、シルト、粘土	高	

(b) 既存井戸資料

郡開発基金（DDF）は全国井戸データベースを保有しており、ピンガ地区では 258 本の深井戸データが登録されている。しかしながら、このデータベースから把握できるものは掘削深度及びケーシング挿入深度の一部であり、地質、風化層厚さ、地下水位、産水量、水理常数、不成功井等についての記録はほとんどない。このため、水資源局（DWR）で収集した未整理の 84 本の井戸建設記録(1982～1992 年)、及び DDF で収集した早魃援助のための井戸建設 30 本(1993/4 年)の計 114 本について、比較的記録の明確な掘削深さ、ケーシング挿入深さ、産水量について整理し表 2-6 既存井戸資料一覧表に示した。

これによれば、ピンガ地区全体の平均井戸深度は 73.2 m、最大井戸深度は 150 m、平均ケーシング深度は 46.2 m、平均産水量は 3.17m³/時間である。地質別に見ると、上部カルー層群が井戸深度とケーシング深度が最も深く、風化深度の厚さを窺わせる。掘削深度の最も浅い地層は、片麻岩・花崗岩で平均 70.3m、ケーシング深さは平均 38.6m である。地下水位は、平均 20.2m、最大 83.0m で 40m を超えるものは全体の 10% 以下である。

図2-5 ピンガ地区水理地質図

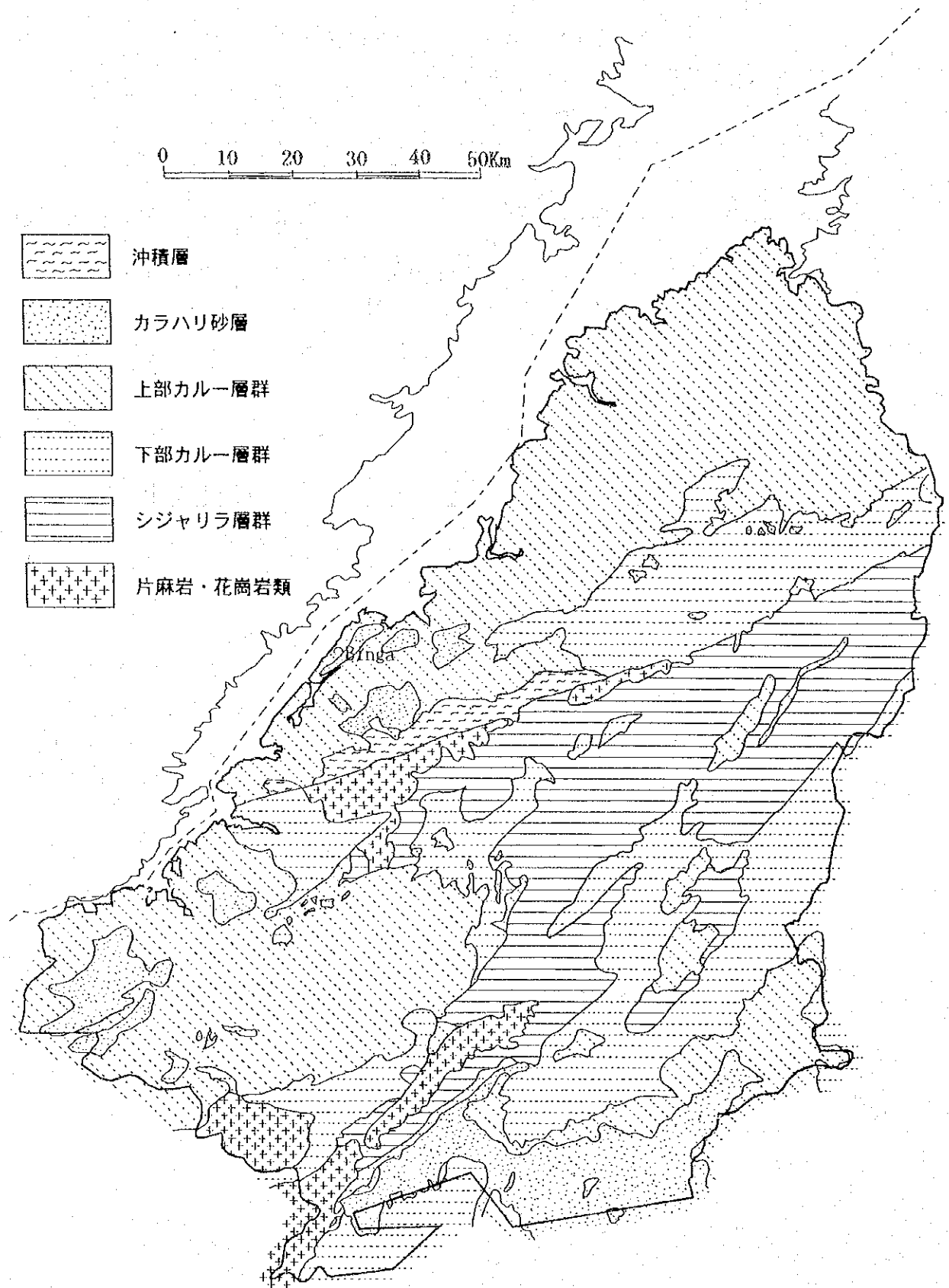


表 2-6 既存井戸資料一覧表

地質	井戸数	井戸深度(m)		ケーシング深度(m)		産水量(m ³ /hr)
		平均	最大	平均	最大	平均
下部カルー層群	55	75.3	105.0	48.5	102.0	3.99
上部カルー層群	49	82.4	150.0	51.5	125.0	3.08
片麻岩・花崗岩	10	70.3	95.0	38.6	85.0	2.43
計	114	73.2	150.0	46.2	125.0	3.17

2) 水質

ビンガ地区内には温泉、硫黄臭のある井戸、電気伝導度やアルカリ分の多い井戸が散見される。下部カルー層群の分布する北東部のナブセンガ区グテニ村やシナンセンゲエ区ムチェニ村の場合、深井戸、手掘井戸共に塩分が多く、村民は飲料水として使用していない。調査団が現地調査で確認した井戸の水質を表 2-7 に示したが、全体にややアルカリ性側にあること、電気伝導度が高いことが特徴的であるが、飲料水として不適と判断されるほどの値ではない。また、試飲の結果も塩分を感じるほどではない。しかしながら、グテニ村やムチェニ村の様に飲料水として適さない高塩分濃度や強い硫黄臭の水質もあるため、施工に当たっては地質構造、特に断層の分布や下部カルー層群、特にワンキー砂岩層の分布などに注意する必要がある。

表 2-7 水質試験結果表

区 番号	区	村	水源	pH	電気伝導度 (μ S/cm)	大腸菌	一般細菌	記事
11	Dobola	Mulindi	B/H	7.3	1,060	33	28	
11	Dobola	Twakachibona	B/H	7.0	920	78	8	
14	Lubanda	Chumba	B/H	6.7	1,000	0	300	
15	Sinansengwe	Siakabinga	B/H	7.6	1,020	-	-	
21	Sinampande	Chilamba	B/H	7.6	540	125	4	
21	Sinampande	Bulawayo Sch.	B/H	7.4	1,400	9	0	
21	Sinampande	Siachiraba-1	B/H	8.4	1,780	24	5	硫黄臭
21	Sinampande	Siachiraba-2	B/H	7.4	1,800	0	0	
1	Sianzyundou	Sianzyundou	D/W	6.5	670	73	0	濁度高
1	Sianzyundou	Siameja	D/W	6.7	300	87	12	濁度高
5	Muchesu	Macha	D/W	7.5	1,660	51	12	濁度高
5	Muchesu	Macha	D/W	7.2	150	35	300	濁度高
14	Lubanda	Chabumbulukwa	D/W	7.5	170	-	-	濁度高
17	Sikalenge	Musenapongo	D/W	7.0	330	300	0	濁度高
18	Manjolo	Manjolo	D/W	6.7	120	300	0	濁度高
21	Sinampande	Nagangala	D/W	7.3	1,300	300	110	濁度高

B/H : ボーリング井戸、D/W : 手掘井戸

3) 井戸成功率

1992年までのDWRが保有する深井戸資料84本、及び1993/94年の湧水援助30本、計114本から各地質と地区別の井戸成功率をまとめると表2-8に示すとおりである。表によれば、ピング地区全体の成功井は57.9%、地質別では上部カルー層群の北部地域で最も悪く30.4%、下部カルー層群で最も良く74.5%となっている。この値は、ピング地区に隣接するフェーズIIの対象地域であるゴクエ地区と比較すると妥当なものであることが判る。即ち、ゴクエ地区の地質はピング地区と同時代のカルー層群、花崗岩、片麻岩等からなり、成功率は表2-9に示すように70%である。この地区はピング地区より風化の程度が低いこと、成功率が堆積岩より良い火成岩が多いことからより高い成功率となっているが、これらを考慮しても成功率は70%を超えないと推定される。

表 2-8 ビンガ地区井戸成功率

地質	井戸本数			成功率 (%)
	全本数	成功井	不成功井	
下部カルー層群	55	41	14	74.5
上部カルー層群	49	20	29	40.8
片麻岩・花崗岩	10	5	5	50.0
計	114	66	48	57.9

表 2-9 ゴクエ地区の深井戸施工実績(71-λ II)

施工本数	成功本数	平均深度 (m)	最大深度 (m)	平均揚水量 (m ³ /hr)	平均ケーシング 深度(m)
50	35(70%)	114.2	251.0	9.7	37.9

4) 電気探査

(a) 探査概要

電気探査は、ビンガ地区に分布する各地質区分内における帯水層の特徴を把握することを目的として実施した。測定は既存井戸との比較測定を含め合計で41ヶ所において行った。各地質区分ごとの測点数は表2-10に示す。実際の測定にあたっては、日本人技士からなる1班と「ジ」国側カウンターパートからなる1班の計2班を編成し調査を実施した。

カウンターパートへの技術指導については、時間的制約から実際のフィールドでの測定についてのみとなったが、基礎的な物理探査技術は既に習得しており、「ジ」国の地下水に関する物理探査分野における技術力については十分に評価できるものであった。

今回の調査に用いた電気探査機器、測定方法等は次のとおりである。

探査機器：応用地質社製 McOHM2115
 Atlas Copco 社製 ABEM Terrameter 300
 探査方法：シュランベルジャー法
 探査深度：100m~250m
 測点数：41点

表 2-10 地質区分ごとの測点数

地質区分	測点数			計
	標高 600m 以下	600m～900m	900m 以上	
沖積層	3	1	0	4
カラハリ砂層	3	0	0	3
上部カルー層群	11	8	0	19
下部カルー層群	0	10	0	10
シジャリラ層群	0	0	1	1
花崗岩・片麻岩類	0	0	4	4
合計	17	19	5	41

(b) 測定結果及び解析結果

解析は、コンピュータを用いた1次元インバージョンによって行った。測定結果、解析結果及び測定位置図については巻末資料5に示す。また、以下における説明の便宜上、次のように比抵抗を区分する。

1000	100	30	10	(Ω -m)
極高比抵抗	高比抵抗	中比抵抗	低比抵抗	極低比抵抗

各地層の比抵抗構造は以下のとおりである。

i) 沖積層

沖積層は、ピンガ地区のほぼ中央を南西から北東に発達している断層の北側に上部カルー層を覆うように分布している。沖積層は地表から最大 30m の深さまでであり、それ以深では低～極低比抵抗層の上部カルー層の風化帯が深部（深度 100m 以深）にまで続いており、帯水層は既存井との比較測定の結果から、低比抵抗部において形成されていると考えられる。この地域においては、不透水層と考えられる極低比抵抗層が発達しているため井戸掘削深度及びその水質等についても注意を要する地域である。

ii) カラハリ砂層

カラハリ砂層は、上部カルー層の堆積岩類を覆うように広く分布している。今回の調査では、主として標高 600m 以下の地域で多く見られた。電気探査によれば、カラハリ砂層は概ね地表から 4m の深さまでであり、それ以深では上部カルー層堆積岩類の風化帯と考えられる低比抵抗層、中～高比抵抗層がこの順序で分布している。この地域における帯水層は、深部の中～高比抵抗層（上部カルー層）において形成されているものと判断される。

iii) 上部カルー層群

上部カルー層の堆積岩類はピンガ地区において最も広く分布しており、特にその砂岩や礫岩等が優良な帯水層を形成していると考えられる。上部カルー層分布域においては、中～高比抵抗層が深度 50～100m において多く捕捉されており、これらの層が優良な帯水層を形成するものと考えられる。しかしながら、対象村落の存在する地域の地形によっては、地下水位が深くなっていることも考えられるため注意を要する。

iv) 下部カルー層群

二畳紀に形成された下部カルー層群の堆積岩類では、場所によっては石炭層を含んでおり注意が必要である。今回測定した中では、幸いにして石炭層らしきものは捕捉されておらず、石炭層の分布はきわめて局所的であるといえそうである。電気探査では、主に低～高比抵抗層を捕捉しているが、これらの中で特に中～高比抵抗層が帯水層を形成しているものと考えられる。また、場所によっては深度 30m くらいで片麻岩等と考えられる極高比抵抗層が捕捉されているところもあり、注意を要する。

v) シジャリラ層群

先カンブリア後期に形成された堆積岩類を示すと考えられる中比抵抗層は、今回の調査ではその層厚は薄く、深度 20m で花崗岩や片麻岩と考えられる高比抵抗層にとって代わられている。地下水は、高比抵抗層（花崗岩、片麻岩）とその上部の中比抵抗層（シジャリラ層群）との境界付近や高比抵抗層（花崗岩、片麻岩）中の亀裂等に胚胎していると考えられる。

vi) 花崗岩・片麻岩類

花崗岩・片麻岩類が分布しているのは、今回の調査対象地域内では極わずかである。電気探査によればおおむね 20～30m 程度の厚さの風化層と見られる中～高比抵抗層の存在が捕捉されているが、その層厚の薄さから、地下水は花崗岩、片麻岩中に発達する裂隙中により多く胚胎しているものと考えられる。

電気探査結果から得られる風化帯の深度及び計画井戸の深度は下表に示すとおりである。

表 2-11 電気探査解析結果による計画井戸深度

地質区分 (個数)	風化帯の平均深度(m)	風化帯の平均比抵抗(Ω -m)	計画井戸深度(m)	基盤岩の平均比抵抗(Ω -m)
上部カルー層群 (26*)	63.3	30	86.9	90
下部カルー層群 (10)	40.6	60	75.0	230
片麻岩・花崗岩 (4)	16.5	140	62.5	4,500

* : 沖積層、カラハリ砂層を含む

計画地域の水理地質性状は既に述べたとおりであり、上部カルー層群、下部カルー層群および片麻岩・花崗岩類に大別される。既存井戸資料に基づく既設井戸特性は表 2-6、2-8 に示すとおりであり、今回実施した電気探査に基づく井戸地質特性は表 2-11 に示すとおりである。井戸深度は下表に示すように、既存井戸資料と電気探査結果を比較するとほぼ同じ深度となっており、計画井戸本数より求めた全地層の平均井戸深度は 81.3m である。上・下部合わせたカルー層群が計画井戸本数の 95% 以上を占める事から、本計画の設計井戸深度は平均 80m とすることが妥当と判断される。

計画地域に広く分布し、多くの計画村落が位置する上部カルー層の井戸成功率が 40.8% と極めて低い。関係者からの聞き取り調査も合わせて考えると、低成功率の理由のひとつは施工方法にあるようである。即ち、上部カルー層群は風化層が厚く、少なくとも上部 50m は泥水掘削のような適切で、丁寧な施工が望まれる。しかしながら多くの井戸は、軟質な風化層の適切な掘削ができずに不成功となっているようである。成功率の向上のためには泥水掘削を主体とする適切な施工が必要である。

産水量は、平均 3.17m³/時間、最小の片麻岩・花崗岩で 2.43m³/時間であり、ハンドポンプによる給水に対しては十分な産水量である。

地下水位が記録されている井戸掘削記録の地下水位は、約 90% が深度 40m より浅い。最大 83.0m である。

水質は、高電気伝導度、硫黄臭、鉱泉、温泉、高アルカリ性などの水質を持つ井戸が点在する。これらの水質を持つ地下水の分布は、塩水環境に堆積した地層や地質構造によるとする説もあるがはっきりしていない。施工に当たっては十分注意する必要がある。

表 2-12 計画井戸深度一覧表

	上部カルー層群	下部カルー層群	片麻岩・花崗岩
既存資料結果	82.4 m	75.3 m	70.3 m
電気探査結果	86.9 m	75.0 m	62.5 m
平均	84.7 m	75.2 m	66.4 m
計画井戸本数	85 本	34 本	5 本

2-4-2 社会基盤整備状況

対象地域の道路事情は、州都ブラワヨからビンガまでの国道は舗装されているが、ビンガから対象村落及び対象村落間の道路は未舗装で橋も整備されていないため、雨季には大型トラックの通行に支障を来す箇所が多くみられる。また、電気、電話網はビンガの町を除いて全く敷設されていないため、本計画実施にあたっては、何らかの通信手段を確保する必要がある。

2-4-3 既存施設・機材の現状

(1) 既存井戸施設

過去のフェーズⅠ～Ⅲで建設された井戸施設の代表例について行った現地調査結果を下表に示す。施設建設後長期間経過しているにも係わらず概ね良好に維持されており、多数の住民に利用されていた。現在各施設の維持管理費は郡開発基金の予算で賄われており、受益者からの料金徴収は行っていない。ただし、「ジ」国政府の財政事情より郡開発基金の維持管理費は近年横ばいもしくは減少傾向にあり、今後井戸施設の維持管理費は受益者よりの料金徴収で賄う計画である。このためには、各施設の水源管理委員会及び村民に対する維持管理費を受益者負担にするための啓蒙活動は不可欠である。

表 2-13 既存井戸施設稼働状況

案件名	村落名	稼働状況	記事
地方給水施設整備計画 フェーズⅠ	Mbedzi Kraal	稼働中	建設後 13 年経過しているが良好に稼働 1 ヶ月前に故障、学校のため使用頻度が多 く年に数回故障発生
	Vudzi School	故障中	
フェーズⅡ	Rugora Scool	稼働中	被圧水のためポンプなし。水量豊富である 被圧水のためポンプなし。
	Mezambuka Vill.	稼働中	
フェーズⅢ	Chikuhwa Sch.	稼働中	建設後 1 年経過。良好に稼働中 建設後 1 年経過。現在まで故障なし。
	Chitimbe Vill.	稼働中	

(2) 既存機材の現状

1) 既調達掘削機材

フェーズⅠからフェーズⅢ迄に合計 5 台の掘削機材が「ジ」国に調達されている。これら機材の調達後の評価を行うために、稼働記録の分析及び稼働中の状況調査を実施した。結果は表 2-14 に示した。

表 2-14 既設掘削機材の現状

プロジェクト	掘削機番号	掘削機型式	製造年	能力 (m)	走行距離 (km)	年度別掘削本数及び掘削総深度							故障日数			
						1992	1993	1994	1995	1996	合計 (体数) (m)	不成功井戸	1994	1995	1996	平均 (日/年)
						(体数) (m)	(体数) (m)	(体数) (m)	(体数) (m)	(体数) (m)			(日)	(日)	(日)	
フェーズ I	WW81-038	TOP200	1984	150	33,686	57	62	47	42	24	232		76	73	131	93
	WW81-039	TOP200	1984	150	42,572	56	107	69	73	45	350		74	88	157	106
フェーズ II	WW81-062	TOP750	1989	300	13,438	31	11	1	5	9	57	7	62	57	42	
	WW81-069	TOP300	1995	200	5,426	2,640	1,196	69	371	444	4,720				38	
フェーズ III	WW81-070	TOP300	1995	200	6,021				35	82	117	46			38	
									1,453	4,357	5,810	2,469			19	
									1,655	2,038	3,693	1,528				

プロジェクト	掘削機番号	掘削機型式	製造年	稼働場所 (1997 2月)	稼働状況
フェーズ I	WW81-038	TOP 200	1984	Mashonaland Central Rushinga District	オランダ・プロジェクト(林務給水)で稼働中。油圧ポンプの故障を修理中。老朽化しているが維持修理がゆき届いている。油圧ポンプ及びヒーターの故障が多い。型式が古い為、スペアパーツの入手に苦労する。
	WW81-039	TOP 200	1984	Mashonaland East Marondera District	JICA ウェガ地区(フェーズ3)で稼働中。泥水ポンプ故障のため、孔壁が崩壊し掘削を中止していた。現在、パーツを取り寄せているが、時が経つ。老朽化が目立つが038機と同様に長く維持管理されている。
フェーズ II	WW81-062	TOP 750	1989	Midlands Gokwe District	ゴクウェ水道水源井の掘削等のリハビリに使用中。機械のコンディションは良好で、良く維持管理されている。油圧系統及びコンプレッサの故障が他の部位に比べて多く、ゴクウェ地区は泥水掘削が殆どであるため、ドリラーの技術力が高い。
	WW81-069	TOP 300	1995	Mashonaland East Uzumba District	UMP(フェーズ3)地区で待機中。UMP に対する井戸建設の今年度予算を既に消化しており、新たな予算が当てられるのを待っている状態。機械の状況は良好で予検アップサービスの為にワークショップに入っただけは、重大故障は発生していない。
フェーズ III	WW81-070	TOP 300	1995	Harare Workshop	ハラレのワークショップで予検アップサービス中。1週間後にUMP 地区へ移動の予定。069機と同様に機械の状態は良好。重大故障は発生していない。

この表で明らかなように、フェーズⅠ(1984年)で調達された掘削機の過去5年間の年平均掘削本数(不成功井を含む)は、既に13年経過しているにもかかわらず夫々46本、70本である。フェーズⅢ(1995年)で調達された掘削機は、過去2年間に夫々117本、78本の稼働実績を上げている。4機とも適切な維持管理がなされている。フェーズⅡ(1989年)では計画地区であるゴクエの地質に合わせて最大300m掘削可能な大型機を供与した。現在もゴクエ地区で稼働しているが、機械能力に合ったプロジェクトが少ないこともあり、過去5年間の稼働実績は57本、延べ4,720mと他の機械に比して少ない。本機も適切な維持管理がなされている。

2) マタベランド事務所所有機材

本計画を直接担当するDWRマタベランド州事務所が保有する掘削機及び車両類は表2-15に示すとおりである。現在パーカッション及びエアハンマー掘削機を14台保有するが、何れも1984年以前に調達されたもので老朽化がはなはだしいか、もしくは廃棄されている。車両類は、貨物トラックが2台、ワゴン車が1台、トラクター5台(13台保有するが8台は故障)が全勢力である。これらも老朽化が激しい上に数量が少ないこともあって、プラワヨとサイト間の移動、あるいはサイト間の距離が大きい場合は、民間運送会社へ運送を委託している。

表2-15 既存機材リスト(マタベランド州事務所)

製造メーカー	機種	製造年月日	仕様	状態
RUSTON	パーカッション式	1980年以前	8インチ用、100m	故障多い
RUSTON	パーカッション式	1980年以前	8インチ用、100m	故障中
RUSTON	パーカッション式	1980年以前	8インチ用、100m	故障中
PRINCELLO	パーカッション式	1980年以前	8インチ用、100m	故障中
ROSS	パーカッション式	1982年	8インチ用、100m	故障中
ROSS	パーカッション式	1982年	8インチ用、100m	稼働可能
ROSS	パーカッション式	1982年	8インチ用、100m	稼働可能
ROSS	パーカッション式	1982年	8インチ用、100m	稼働可能
ROSS	パーカッション式	1982年	8インチ用、100m	故障中
LWD	エアハンマー式	1984年	6インチ用、120m	故障多い
LWD	エアハンマー式	1984年	6インチ用、120m	故障中
LWD	エアハンマー式	1984年	6インチ用、120m	稼働可能
LWD	エアハンマー式	1984年	6インチ用、120m	稼働可能
LWD	エアハンマー式	1984年	6インチ用、120m	稼働可能

車両類

車種	仕様	製造メーカー	製造年	備考
トラック	10トン	Scania	1983年	故障多い
トラック	7トン	UD	1988年	故障多い
ワゴン	4x4	Toyota	1988年	故障多い
トラクター	4x4	Yugo, Ford etc.	1984年	掘削機牽引に 使用

2-5 環境への影響

井戸給水施設の水源が地下水であることから、地下水の過剰揚水による地下水位の低下、またはそれに伴う地盤の沈下等が懸念される。しかしながら、本井戸施設はハンドポンプによって飲料水を確保する計画であり、かつその揚水量も7.5 m³/日である。

従って、この汲み上げ量は降雨量によって十分に涵養される範囲にあるため、過剰揚水にはならず、地下水位低下現象も生じない。また対象となる地質も硬質な岩盤もしくはその風化帯であり、少ない揚水量と相まって、地盤沈下も発生しない。

以上のような状況から、本計画で完成した井戸施設が、住民の衛生環境を改善することがあっても、自然及び社会環境に対して悪影響を与えることは全く無いものと判断する。

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの目的

「ジ」国政府は、劣悪な状況にある村落部の給水事情を改善するために1987年「全国地方給水・衛生計画」を策定し、全国57郡を対象に総合地方給水・衛生事業をスタートさせた。同計画は、村落における単位給水量を1日1人当たり手掘井戸（150人／井戸）で20リットル、ボーリング井戸（250人／井戸）で30リットル確保することを目標としている。

適切な給水源を有しないビンガ地区住民は、不衛生な水を利用せざるを得ず、このため赤痢、下痢、皮膚病等の水因性疾患が多数発生している。また、生活用水を確保するための作業が婦女子の過重な労働となっており、住民の生産活動及び子供の教育の大きな障害となっている。このため、ビンガ地区は同計画の中で最優先地域として位置付けられており、同国政府は157本の井戸を掘削する計画を策定した。

本プロジェクトは、給水環境の改善を緊急に要するビンガ地区を対象として、同計画の実施に必要な井戸掘削用機材、井戸建設資材の調達及び井戸施設の建設を行うことにより、計画地区の住民へ清潔な飲料水を安定的に供給し、住民の衛生健康状態の改善を目的とするものである。

3-2 プロジェクトの基本構想

要請内容は、技術移転を目的とした井戸位置選定を含むボーリング井戸建設とこれらに必要な資機材調達とから構成されている。要請内容を検討した結果から得られた各要請項目の基本構想を以下に示す。

3-2-1 ボーリング井戸建設工事

(1) 計画井戸数

「ジ」国側要請のビンガ地区12区157集落について下記の選定条件を前提として検討した結果、124集落についてボーリング井戸、手掘井戸等の給水施設が全くなく、飲料水を得るため婦女子が過重な労働を強いられるとともに、不衛生な飲料水により赤痢、下痢、皮膚病等の水因性疾患が多数発生していることが確認された。

- ・既存の給水施設の有無
- ・人口250人以上の集落
- ・サイトへのアクセスビリティ
- ・位置の確認できた集落

- ・水因性疾患の有無

なお、当初要請の157集落のうち現地調査結果より、本計画から除くこととした33集落の内訳は以下の通りである。

- ・既存の井戸施設があったため : 14集落
- ・アクセスビリティが劣悪なため : 2集落
- ・集落の位置が確認できなかったため : 17集落

本プロジェクトは、前述の理由から緊急に井戸建設の必要性が確認されたピンガ地区124集落に対して飲料水の問題を解決するために、総合地方給水・衛生事業に基づいて124本の新規井戸建設を行う計画とする。各区別の計画井戸施設数及び地質別計画井戸本数は表3-2-1、2にそれぞれ示す。

表 3-2-1 各区別計画井戸施設数量

区番号	区名	村落数	人口	必要井戸数*	既存井戸数	計画井戸施設	日本側実施分
1	SIANZYUNDU	6	9,262	28	13	15	
5	MUCHESU	3	4,514	10	2	8	8
9	SINAMAGONDE	8	13,751	50	28	7	
11	DOBOLA	4	9,926	31	18	13	
13	TINDE	3	4,576	16	9	7	
14	SABA-LUBANDA	6	7,006	22	4	16	
15	SINANSENGWE	5	3,940	13	7	4	
16	SINAKOMA	5	5,039	12	7	5	5
17	SIKALENGWE	5	6,381	15	2	13	13
18	MANJOLO	5	4,550	18	4	5	4
19	CHUNGA	6	8,301	24	3	21	
21	SINAMAPANDE	6	6,951	20	10	10	
合 計		62	84,192	259	107	124	30

* : 1994年の井戸インベントリー調査のボーリング井戸必要数

表 3-2-2 地質別計画井戸本数

区番号	区名	下部カルー層群	上部カルー層群	片麻岩・花崗岩	計画井戸施設
1	SIANZYUNDU		15		15
5	MUCHESU	8			8
9	SINAMAGONDE	6	1		7
11	DOBOLA	6	7		13
13	TINDE		2	5	7
14	SABA-LUBANDA		16		16
15	SINANSENGWE	4			4
16	SINAKOMA		5		5
17	SIKALENGWE		13		13
18	MANJOLO		5		5
19	CHUNGA		21		21
21	SINAMAPANDE	10			10
合計		34	85	5	124

(2) 技術協力の必要性

計画実施機関である水資源局(DWR)スタッフは井戸掘削技術、電気探査、機材保守について基本的なノウハウを有しているが、計画実施機関のDWR マタベレランド州事務所の鑿井班は、エアハンマー掘削の実績は有しているが泥水掘削の経験がないことが判明した。本プロジェクト対象地区は水理地質的にエアハンマーによる掘削が困難な堆積岩の軟弱層が主体であり、泥水掘削は不可欠と判断され、このため、泥水掘削が可能な機材を調達するものである。また、ボーリングサイト選定に係わる電気探査については、測定データ解析作業についての十分な技術力がないと判断され、対象地区は地質構造が複雑なため現状の技術力ではサイト選定が困難であると判断される。このため、井戸掘削作業、サイト選定について技術移転が必要と判断される。以上の点を踏まえて、井戸掘削、電気探査について技術移転を計るためのオン・ザ・ジョブトレーニングを実施する必要がある。

先方の要請は技術移転を目的とした約 40 本の井戸建設の協力であったが、先方は掘削技術等の基本的なノウハウを有しているため 30 本の井戸建設協力を行うことで十分に技術移転可能と判断する。また、井戸掘削計画地点のほとんどがカルー層群であるため、日本側実施の掘削地域は施工性を考慮して、ベースキャンプを設営するピンガ近傍のムチェス、シナコマ、シカレンゲ、マンジョロの4区とした。

(3) 先方の井戸建設計画

日本側で実施する建設箇所を除いた残りの井戸本数について、「ジ」国側は年間 25 本の井戸建設を4年間で実施する計画とする。

3-2-2 資機材調達

資機材の内容、構成及び数量は「ジ」国の要請を踏まえ、124本のボーリング井戸建設に必要な資機材の調達を行う計画とする。

鑿井機1台が要請されているが、本計画を担当するDWRマタベレランド州事務所が保有する9台のパーカッション式鑿井機と5台のエア－ハンマー鑿井機は、いずれも1984年以前に調達されたもので老朽化が激しいか、もしくは廃棄されている。さらに、ピング地区は地質を考慮すると泥水掘削およびエア－ハンマー掘削の両方が必要な地域である。州事務所保有の鑿井機は泥水掘削が不可能なため、泥水掘削およびエア－ハンマー掘削の両者を兼備した鑿井機を州事務所に配備することは、本計画を円滑に進めるために必要である。また、支援車両類に関しては、施工計画より必要最小限の台数とする。

ハンドポンプは性能、スペアパーツ入手の難易度を考慮して決定する。

ケーシングは、掘削深度が100m以下の井戸はPVCケーシングを、100mを超える井戸は座屈が懸念されるので鋼管ケーシングを使用する。既存井戸114本のうち約1/3に当たる井戸が100～150mであり、100mを超える井戸は全体の1/3程度と考えられる。

ワークショップ用機材は、州事務所が保有する機材と重複の無いように適切な内容の機材を選定する。また、現ワークショップの器具類を管理するスペースが手狭なため、貨物用コンテナを部品庫代わりとする案を検討する。

電気探査器、揚水試験機器、GPS、無線機等に関しては、本計画に必要最小限の数量を調達する方針とする。

本計画で調達する機材のスペアパーツとして、通常稼働による2年分に相当する品目および数量を設定し調達を行う計画とする。

3-2-3 啓蒙活動

先方より要請のあった村民に対する啓蒙活動は、「ジ」国政府が現在計画している井戸の村落自主管理方式を促進するために不可欠なものである。現地調査では、ハンドポンプ故障後半年以上経過している施設も見られる等、現在の維持管理体制が十分に機能していないことが判明した。このため、本計画では建設後の井戸施設が受益者によって持続的に維持管理されるよう、「ジ」国の実施する啓蒙活動への協力を行う計画とする。

本計画では井戸掘削技術移転を目的に30本の井戸建設を行う方針であるが、先方で継続して井戸掘削が実施されるよう40集落に対する啓蒙活動を計画する。

協力する啓蒙活動の内容は以下のとおりとする。

- ・ 村民に対する保健・衛生教育
- ・ 各集落における水源管理委員会の組織化及び講習
- ・ 集落長及び郡委員会議員に対するセミナー
- ・ ポンプ修理人に対する教育

また、啓蒙活動を実施する場合、現地住民の理解を深めるには現地語を駆使する必要がある。「ジ」国には啓蒙活動を行う現地コンサルタントはないため、NGO が同活動を実施しているのが現状である。このため、本計画では啓蒙活動に対して豊富な経験と現地の部族語に堪能な要員を要する NGO を活用することを提案する。ビンガ地区においては、英国の Save the Children Fund (SCF) が十年來手掘井戸建設を行っており、啓蒙活動に関しても経験を有している。SCF 側も本プロジェクトの実施に際し、啓蒙活動への協力を行うことについては賛意を示している。

3-3 基本設計

3-3-1 設計方針

本計画の設計方針は、「ジ」国の特殊条件、計画地区の諸条件と共に、本計画が日本国政府の無償資金協力を前提とすることを念頭において、下記の基本方針に基づいて行うものとする。

① 自然条件に対する方針

本計画で予定されているボーリング井戸建設工事は、過酷な自然条件、多様な岩相を持つ水理地質条件及び不十分なインフラ整備と生活環境等のもとでの野外作業が主となる。この野外作業は、天候によって作業能率が大きく左右される。特に重量のある掘削機や大型貨物トラックは、雨季の12月初旬から3月下旬まではサイトへのアクセスが難しくなる。このため特に道路事情の悪くなる1月初旬から3月中旬までの2.5ヶ月間を作業休止期間とする。また、本計画地区の地層は砂岩、玄武岩、花崗岩等、硬軟様々な岩相を持つため井戸掘削は泥水掘削工法、エアーハンマー掘削工法を併用する必要がある。

② 社会条件に対する方針

本計画地域の給水事情及び保健衛生環境は、「ジ」国の他の地域と比較して特に遅れており、より多くの住民に、より多くの安全な飲料水を供給することが緊急の課題となっている。本計画ではこのために、井戸等の給水施設の無い集落を対象にボーリング井戸を建設することとする。また、給水施設の利用者は、事実上、婦女子が主体となるので、「ジ」国の標準の施設デザインを基本にして彼らの利用操作が容易な施設形式とする。

③ 建設事情に関する方針

「ジ」国では週休2日制が実施されているが、現業部門では土曜日の作業を行うことは特殊なことではなく、通常実施されることが多い。本計画でも土曜日は作業を行う計画とする。計画地域のインフラ整備は、「ジ」国の他の地域に比して特に遅れている。さらにマラリアの多発地域でもある。このような事情を十分に考慮して現地キャンプは、技術者及び作業員の健康に留意した施設とする。

④ 現地資機材の活用に対する方針

現地資機材についてはハンドポンプが国内生産されている他、セメント、鉄筋、工具、ケーシング、砂利等の資材も現地調達が可能である。このため、資材は品質、仕様等に問題の無い限り現地で調達を図るものとする。

⑤ 実施機関の維持管理能力に対する方針

本計画実施に際しては郡開発基金（DDF）及び郡委員会（RDC）の責任において井戸建設前に水源管理委員会をそれぞれの村落に組織し、建設後の維持管理もDDFとRDCが責任を負うことになっている。しかしながら、DDF及びRDCの啓蒙活動費及び人員が慢性的に不足している。このため、先方より啓蒙活動に関して日本側へ協力要請がなされている。本計画での協力の可能性について検討を行うこととする。

⑥ 施設、機材の範囲、グレード設定に対する方針

ハンドポンプ付井戸施設は、「ジ」国村落給水施設の基準となっているDDFの標準設計に従うものとする。

掘削機1セット及び貨物トラック、ピックアップ、トラクター等の支援車両が要請されている。掘削機については、フェーズⅠ～フェーズⅢで日本から調達された5台の機材が良好であることから先方は日本製を強く要望しているが、第三国製についても性能、価格、アフターサービス等を十分把握、検討した上で調達の可能性を検討することとする。支援車両、物理探査用機材、ワークショップ用資機材などの要請数量及び内容は、本計画実施に必要な最低限のものと判断される。これらの調達先については、先方より現在使用中で使い慣れているものという要望があり、これに沿って検討することとする。調達された機材が、本計画のみではなく将来の「ジ」国村落給水事業にとって有効かつ効果的に利用可能な機材を選定することとする。特に物理探査用機材については、先方に対する技術移転を考慮して機材を選定することとする。

⑦ 工期に対する方針

本計画では、掘削機1セットを含む資機材の調達と技術移転のための30本の井戸建設を対象としており、2年間の工期が必要である。従って、本計画では期分けを前提と

した全体計画を策定する。この場合、第1期工事では機材調達と建設工事の一部、第2期工事では建設工事を主体とする。

3-3-2 基本計画

(1) 全体計画の確立

i) 給水基準及び給水人口

ボーリング井戸による単位給水量は、全国地方給水・衛生計画 (NRWSSP) により 30 ℓ/人/日と設定されており、本計画はこれに基づいて実施する。1井戸当たりの人数は 250人、1井戸当たり1日必要水量は $30 \text{ ℓ} \times 250 \text{ 人} = 7,500 \text{ ℓ/日} (7.5\text{m}^3/\text{日})$ である。したがって、井戸成功基準は計画給水量より 12.5 ℓ/分 (10時間稼働で $7.5\text{m}^3/\text{日}$) とする。

ii) 水源能力

本計画地区の深井戸の産水量は、平均 $3.17\text{m}^3/\text{時間}$ 、最も少ない片麻岩・花崗岩で $2.43\text{m}^3/\text{時間}$ である。一方、ハンドポンプの能力は、最大 $1.2\text{m}^3/\text{時間}$ ($20 \text{ ℓ/分} \times 60 \text{ 分}$) であり、また、ハンドポンプの運転時間を8時間とした場合の1日当たりの揚水可能量は、平均で 25.4m^3 、片麻岩・花崗岩で 19.4m^3 である。したがって、いずれの地質においても十分な水源能力を有する。

iii) 深井戸成功率

本計画地域の既存ボーリング井戸資料による井戸成功率は表3-3-1に示すように、地質によって40.8~74.5%とかなりの差があり、平均で57.9%である。また本計画の地質別井戸掘削本数 (表3-2-2参照) は、成功率の最も低い上部カルー層群が124本中85本と多数を占めている。しかしながら、泥水掘削の採用および電気探査の実施により成功率を向上させることは可能と判断される。この事は、隣接するほぼ似たような地質条件であるゴクエ地区の成功率が70%であることから裏付けされる。よって、本計画地域の深井戸成功率は一律に70%とする。

表 3-3-1 水理地質総括表

地質	既存井戸資料							
	全本数	成功井戸	不成功井戸	井戸成功率 (%)	平均深度 (m)	最大深度 (m)	産水量 (m^3/hr)	地下水位 (m)
下部カルー層群	55	41	14	74.5	75.2	105.0	3.99	Av. 20.2
上部カルー層群	49	20	29	40.8	82.4	150.0	3.08	Max.83.0
片麻岩・花崗岩	10	5	5	50.0	70.3	95.0	2.43	
計	114	66	48	57.9	73.2	150.0	3.17	

iv) ボーリング井戸計画深度

2-4-1(4) 水理地質の項で述べたように、既存井戸資料及び電気探査の解析結果から本計画地域における各地層の平均井戸深度は 81.3m である。本計画の計画井戸サイトのほとんどが、カルー層群中にあることを考慮すると、一律に平均深度 80m とするのが適切であると判断される。最大掘削深度は既存井戸の最大深度が 150m であり、実施機関（水資源局マタベラランド州事務所）がこの深度までの経験を有すること、150m 以上になると掘削機をより大型のものとする必要があり不経済になることから 150m とする。

(2) 施設・資機材計画

i) ボーリング井戸施設計画

計画集落のほとんどが上部の約 50m が軟質で下部が硬質な堆積岩を主体とする上・下部カルー層群の分布域にある。このため、上部は泥水掘削、下部はエアハンマー掘削が必要となる。井戸の仕上げ口径（ケーシングおよびスクリーン口径）は、挿入するハンドポンプ・シリンダーの直径から決定される。「ジ」国で一般的に使用されているハンドポンプの直径は 75mm である。従って、ケーシングの内径は最小 100mm となり、掘削最小口径は 150mm となる。上部 50m までは、泥水掘削が必要な崩壊性の地層と考えられるので、ワークケーシングを挿入する必要がある。この場合、150mm の掘削ビットが通過可能なワークケーシング（内径 176mm）を考慮すると、上部は 216mm の掘削口径が必要となる。前述した井戸構造をまとめると下記のとおりである。

- 深 度：平均 80m、最大 150m
- 掘削口径：上部(50m)216mm、下部(30m)152mm
- 井戸口径：内径 100mm

井戸施設は、清浄かつ長期的に安定した飲料水が得られる構造とする。即ち、井戸は全層ケーシング及びスクリーンで保護し、その周囲に 1 インチの砂利巻きを施す。井戸上部から汚染された地表水が井戸内に進入しないように、地表下 6m はセメントグラウトを施す。井戸の標準構造図は、図 3-3-1 に示す。

ボーリング井戸の付帯施設の標準計画図は図 3-3-2~6 に示す。清掃及び維持管理を容易にすると共に地表水の井戸内への侵入を防ぐためにコンクリート・スラブ、排水路を建設する。井戸周辺に洗濯場及び家畜の水飲み場を設けると共に、井戸周辺はフェンスで囲む。また、家畜の水飲み場への水運搬を考慮して 20m の送水ホースを用意する。

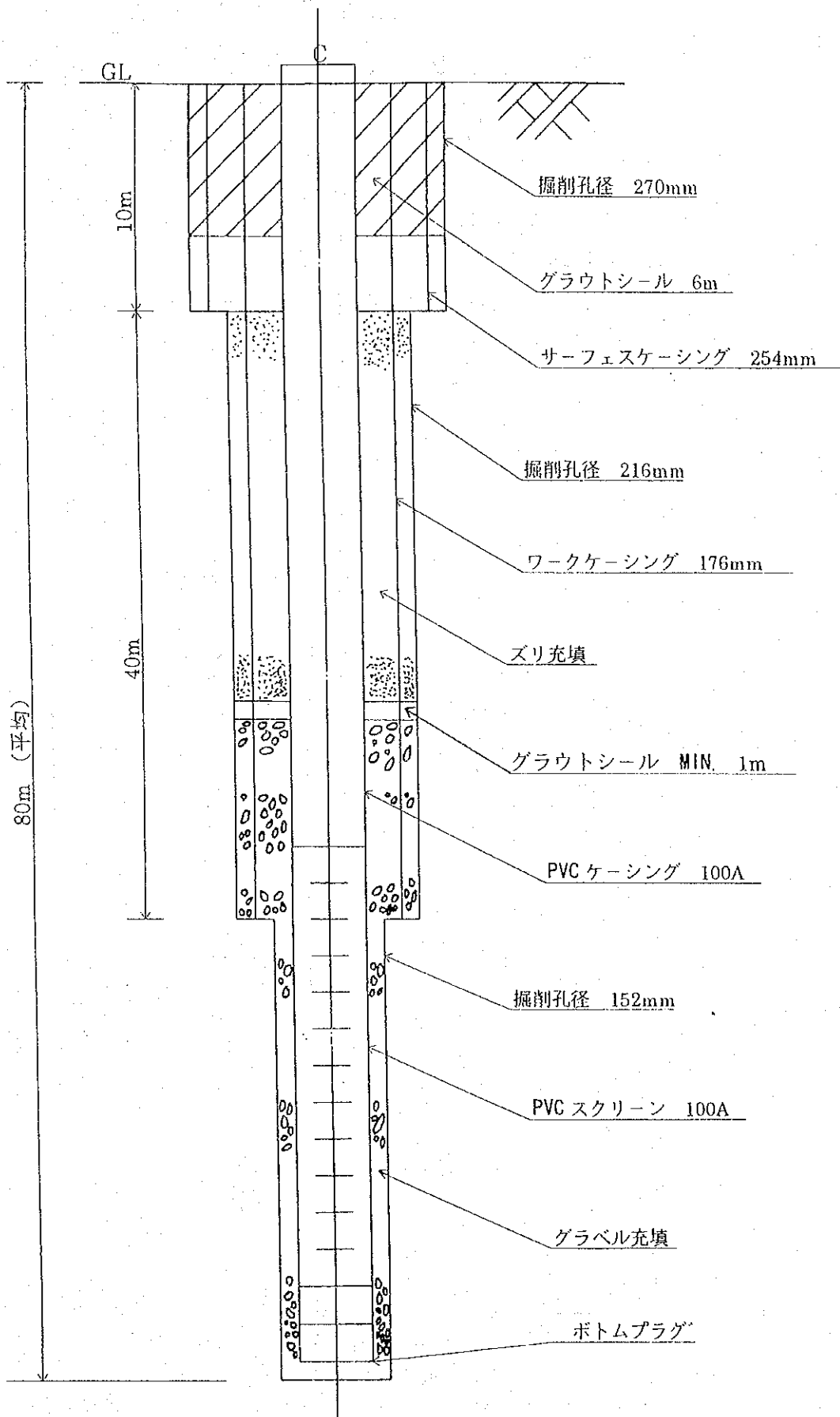
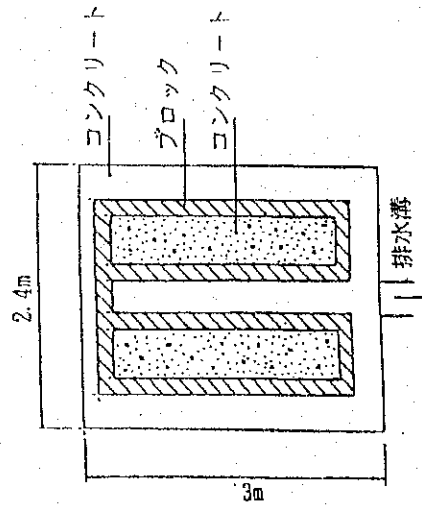
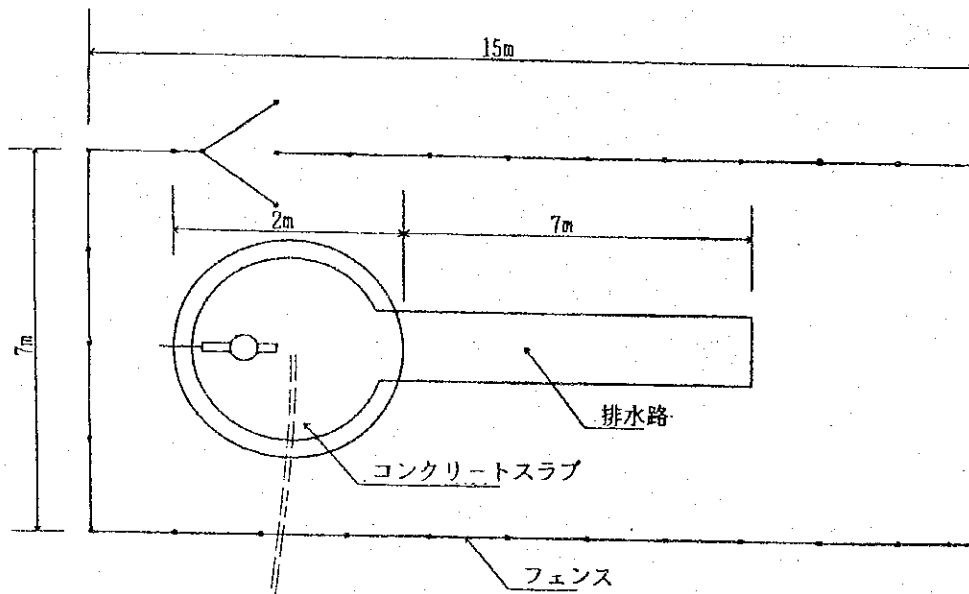


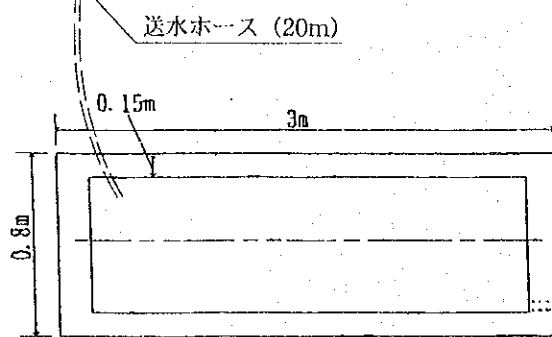
図3-3-1 井戸構造図



洗濯場



井戸付帯施設



家畜水飲場

図3-3-2 付帯施設計画図

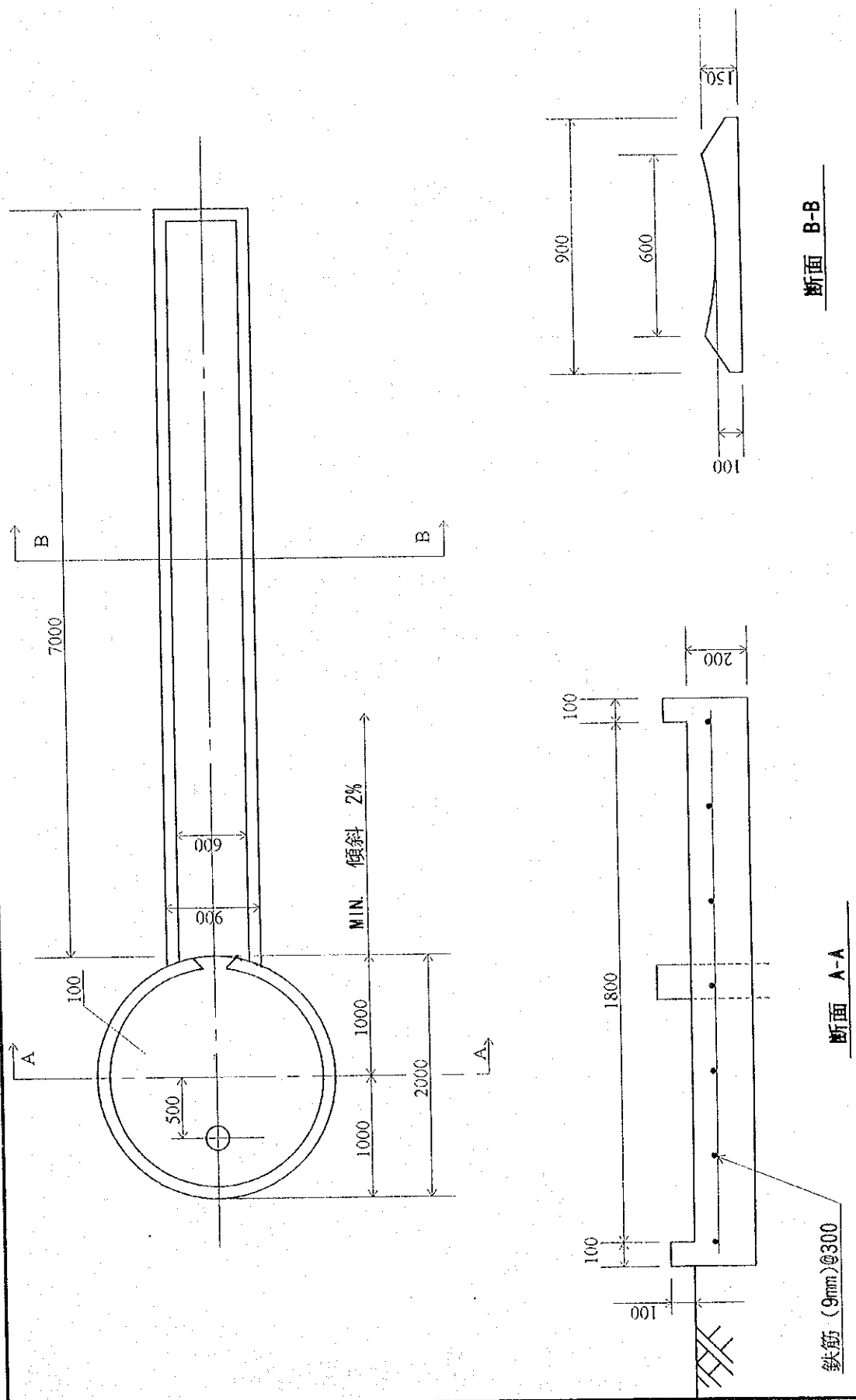
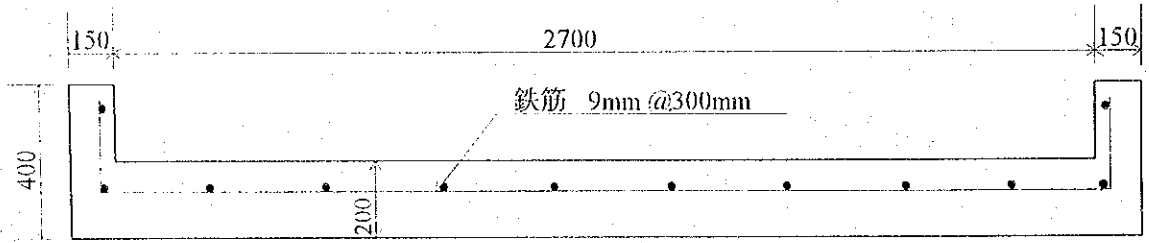
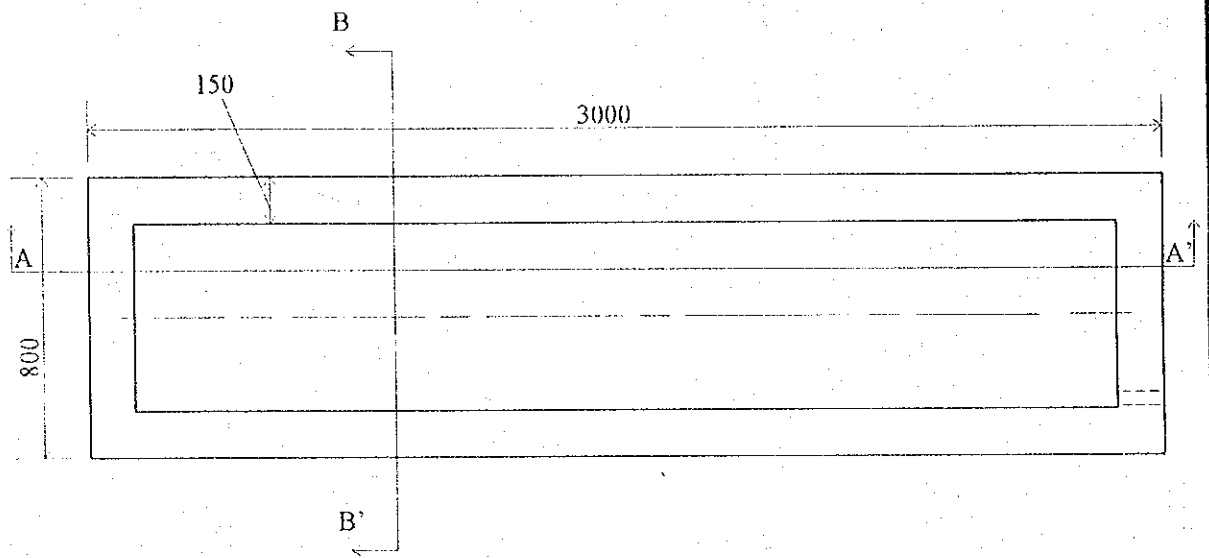
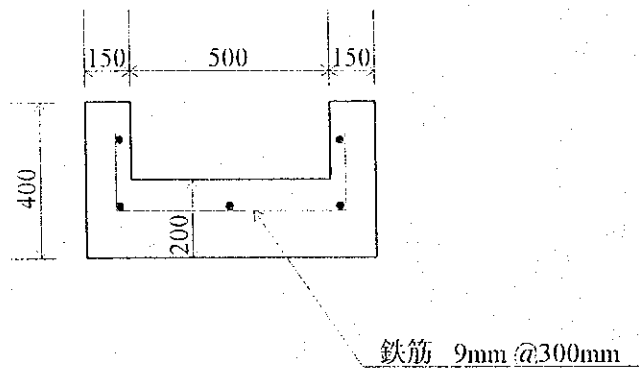


図3-3-3 付帯施設構造図



断面 A-A'



断面 B-B'

図3-3-4 家畜水飲み場構造図

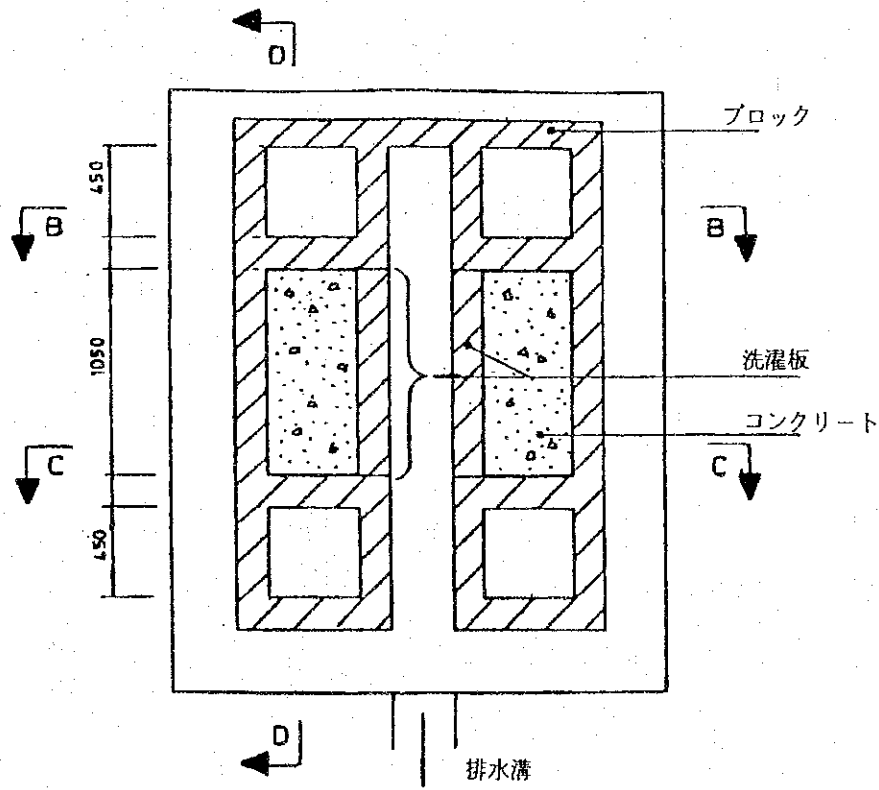
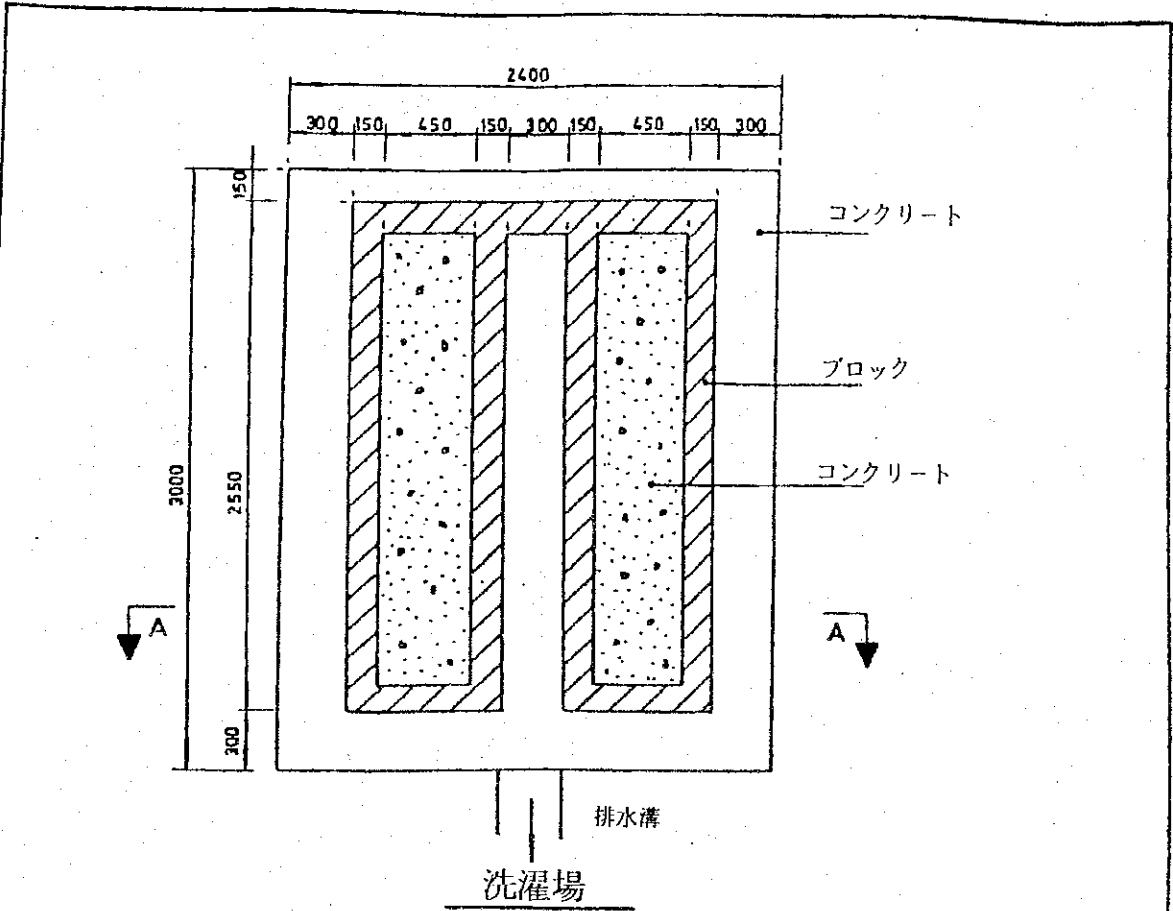
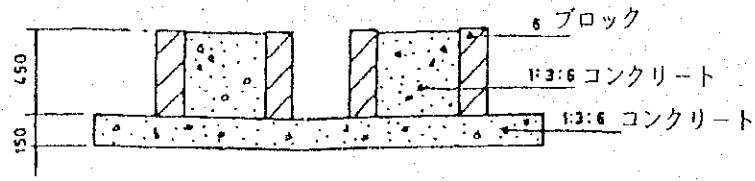
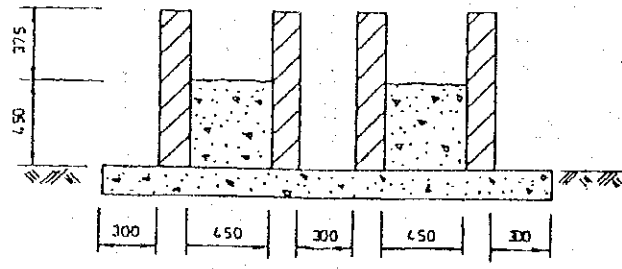


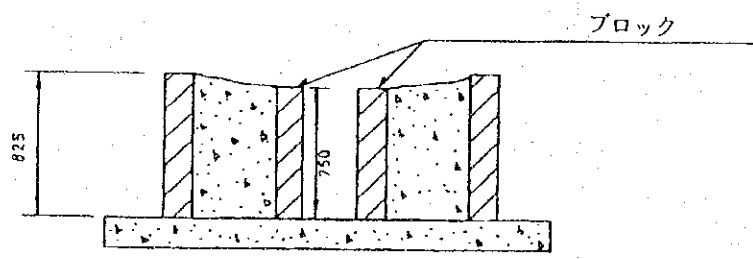
図3-3-5 洗濯場構造図



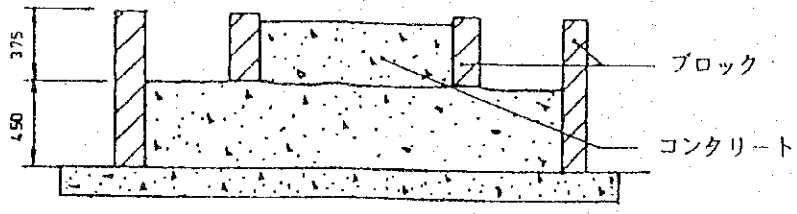
断面 A-A



断面 B-B



断面 C-C



断面 D-D

図3-3-6 洗濯場断面図

ii) 資機材計画

本計画で調達する主要調達機材の仕様及び数量の詳細を以下に述べる。

(1) 鑿井機

本計画実施機関の DWR マタベレランド州事務所には、「3-2-2 資機材調達」で述べたように泥水掘削が可能な鑿井機がないため、本計画において1式調達する。

ビンガ地区の地質を考慮すると、ロータリー及びエアハンマー(DTH)工法併用型鑿井機が必要である。またDTH工法には計画掘削最大深度150mを考慮すると117mmのドリルパイプが必要である。鑿井機は機動性を考えてトラック搭載型とする。鑿井機の仕様は、以下に示すとおりである。

- (a) トップドライブ型ロータリー及びエアハンマー(DTH)工法併用型。
給圧力6,000kg、掘削能力は117mmドリルパイプで150m。
泥水ポンプ容量600リッター/min以上。
- (b) 標準付属品及び掘削ツールズ
- (c) 鑿井機搭載トラック：右ハンドル、ディーゼルエンジン、4輪駆動

(2) エアコンプレッサー

上記鑿井機に対応するDTH掘削に必要なため高圧コンプレッサーを1台調達する。

- (a) 高圧コンプレッサー；能力 $20.0\text{kgf/cm}^2 \times 22.0\text{m}^3/\text{min}$ 以上
- (b) トレーラー搭載型

(3) 支援車両類

現在マタベレランド州事務所の鑿井班は、貨物トラック2台、ステーションワゴン1台、トラクター5台を有しているが全て使用後7年以上経過しており、老朽化が著しい。また、DDF ビンガ支所は3年前に車両が壊れて以来予算不足のため新規調達ができず、井戸の維持管理に支障を来している。このため、本計画を実施するために最低限必要な車両の新規調達を行う。要請のあったピックアップ4台の内2台は人員輸送が主となるためキャノピ付とする。この他に、掘削用機具運搬、付帯施設建設資材運搬のために、3トンクレーン付トラック2台、泥水掘削に必要な水を運搬する掘削用水タンク及びコンプレッサー牽引のためにトラクター1台を調達する。調達する車両類の種類、台数、用途等は下表に示すとおりである。

表 3-3-2 支援車両数量表

車 種	台数	仕 様	用 途
3 ton クレーン付トラック	1台	8トン車、4×4	鑿井ツールズ運搬、井戸試験
3 ton クレーン付トラック	1台	8トン車、4×4	付帯施設建設資材・人員輸送
トラクター	1台	牽引能力 10トン	水タンク、コンプレッサー牽引
ピックアップ(キャブ付)	1台	4×4、1トン車	鑿井班人員輸送
ピックアップ(キャブ付)	1台	4×4、1トン車	サイト選定班人員輸送
ピックアップ	1台	4×4、1トン車	軽量資材運搬、鑿井班人員輸送
ピックアップ	1台	4×4、1トン車	啓蒙活動、維持管理用

(4) 掘削用水タンク

泥水掘削に必要な水を運搬するためにトレーラー搭載型の掘削用水タンク（5 m³）が1台必要である。

(5) 井戸建設資材

基本構想で述べたように、100mを超える井戸は全体の1/3程度と考えられる。このため、調達するケーシングの内1/3は強度を考慮すると鋼管とする必要がある。また、泥水掘削には泥水基本剤、DTH掘削には発泡剤が必要である。

(a) ケーシングパイプ：4インチ、124本分

PVCケーシング83本分、鋼管ケーシング41本分

(b) 泥水基本剤：13.1トン

(c) 発泡剤：2.5トン

(6) ハンドポンプ

既存井戸資料より、本計画地域の地下水位は平均20m、最大80mであるが、本計画では地下水位50m以浅のボーリング井戸を成功井戸としハンドポンプを据え付ける。「ジ」国で生産され広く採用されているブッシュポンプBタイプは揚程50m、揚水量20ℓ/分の能力を有しており、計画給水量12.5ℓ/分を十分賄える性能である。またスペアパーツ調達も容易であることから、本計画ではこのハンドポンプを124台調達する。

(7) 電気探査器

井戸のサイティングに必要な州事務所が所有する1台の既存の電気探査器は老朽化しており故障が多いため、本計画において新規に調達する。

・探査深度 200m、付属品1式

(8) GPS

サイト調査位置、掘削位置および既存井戸施設の位置確認のためGPSが必要で

あり2台調達する。

- ・精度200m以内、ポータブルタイプ

(9) 井戸検層機

井戸スクリーンの位置決定に不可欠な井戸検層機が州事務所にないため、本計画で新規に1台調達し井戸検層に関する技術移転を実施する。

- (a) 測定項目 : 比抵抗、自然電位、キャリパー、温度
- (b) 記録装置 : 自記
- (c) 測定深度 : 150m

(10) 揚水試験機器

井戸掘削後の揚水試験を実施する機器が不足しているため、下記の機器を調達する。

- (a) 水中モーターポンプ (100mm用、1.5KW)
- (b) 発電機 (20PS、50Hz、380V)
- (c) 孔内水位測定器 (100m)

(11) 水質試験セット

揚水試験完了後、井戸の水質を検査するために、現場測定用簡易式の水質試験セットを1式調達する。

- (a) 水質試験キット：簡易式、200検体

測定項目：濁度、色度、臭気、味覚、pH、過マンガン酸カリウム消費量、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、塩素、6価クロム、総鉄分、銅、亜鉛、総硬度、塩化物、一般細菌、大腸菌群

- (b) 携帯型 pH計：1台
- (c) 携帯型電気伝導度計：1台

(12) ワークショップ用機材

州事務所のワークショップの装備が不十分であるため修理用機械、工具類を調達する。また、機具類を管理するスペースが手狭なため、貨物用コンテナを部品庫として調達する。ピンガ地区と州事務所のあるブラワヨは450kmも離れており、軽微な修理は現地で実施することが必要となる。このため移動式の修理庫を現場に準備することとする。

- (a) 修理用機材：油圧機器修理工具、車両修理工具、溶接機、コンプレッサー、ハンドポンプ修理工具等
- (b) 部品倉庫：コンテナ2台
- (c) 移動式修理庫：トレーラー搭載コンテナ1台

(13) 無線機

ビンガ地区では電話網が発達していないため州事務所、ベースキャンプ及びサイトキャンプの連絡を確保し、作業の円滑な進行と安全の確保を計るために無線機を1式導入する。無線機はジンバブエ国の法規に基づき、現在州事務所が使用しているものと同程度の能力のものとする。

(a) 出力100W

(b) 周波数：5810KHZおよび3383KHZ

(14) スペアパーツ

上記機材のスペアパーツとして、通常稼働による2年分に相当する品目および数量を設定し調達を行う計画とする。

本計画で建設する施設および調達機材の数量、仕様をとりまとめると表3-3-3のとおりである。

表 3-3-3 施設・機材の内容一覧表

項目	仕様	計画数量
1. ハンドポンプ付井戸施設	平均深度80m、事前に電気探査を行う	30箇所
2. 機材		
鑿井機	能力150m、ロータリー・DTH併用型	1式
エアーコンプレッサー	トレーラー搭載型、22.0m ³ /min	1台
3tクレーン付トラック	8トン車、4×4	2台
トラクター	牽引能力10トン	1台
ピック・アップ(キャブ付)	4×4、ディーゼル、1トン車	2台
ピック・アップ	4×4、ディーゼル、1トン車	2台
掘削用水タンク	トレーラー搭載型、5m ³	1台
井戸建設資材	ケーシング、泥水材料等	124井分
ハンドポンプ	ブッシュポンプBタイプ	124台
電気探査器	探査深度200m	1台
GPS	精度200m、ポータブルタイプ	2台
井戸検層機	測定深度150m、比抵抗、自然電位	1台
揚水試験機器	水中モータポンプ、発電機	1式
水質試験用キット	簡易式分析キット、18項目	1式
pHメータ、電気伝導度計	携帯型	1式
ワークショップ用機材	溶接機、車両修理工具、部品倉庫コンテナ	1式
無線機	出力100W	1式
スペアパーツ	上記機材の2年分	1式
3. 啓蒙活動		40集落