

ジンバブエ国
村落給水計画調査
主報告書

昭和58年8月

国際協力事業団

開調二

83-078

JICA LIBRARY



1029799[2]

ジンバブエ国
村落給水計画調査
主報告書

昭和58年8月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日	84. 8. 21
	534
	618
登録No.	13364
	SDS

序 文

日本国政府はジンバブエ共和国政府の要請に応え、同国のミッドランズおよびマシ
ンゴ両州にまたがる村落共有地の給水計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団
がこれを実施した。

当事業団は、株式会社三祐コンサルタンツの松本富士夫氏を団長とする調査団を昭
和57年12月から昭和58年3月までの間、ジンバブエ国に派遣した。

調査団は現地において、同国政府関係者と意見の交換を行うとともに、共有地の現
地調査を実施した。また調査団は帰国後、現地調査結果に基づき、国内作業を進め、
今般そのすべての作業を終了し、ここに調査報告書を提出の運びとなった。

本報告書がジンバブエ国における村落共有地の給水計画に寄与するとともに、二国
間の友好、親善に役立つならば、これに優る喜びはない。

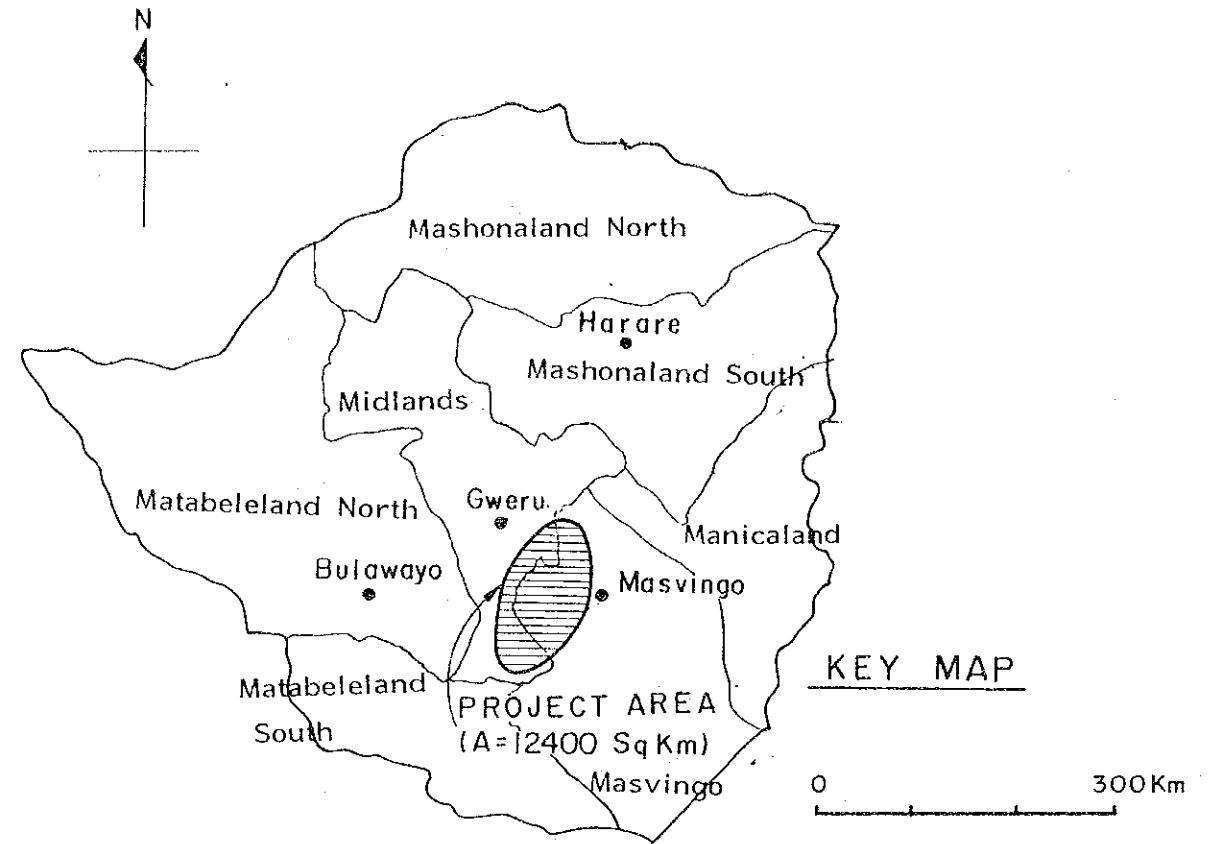
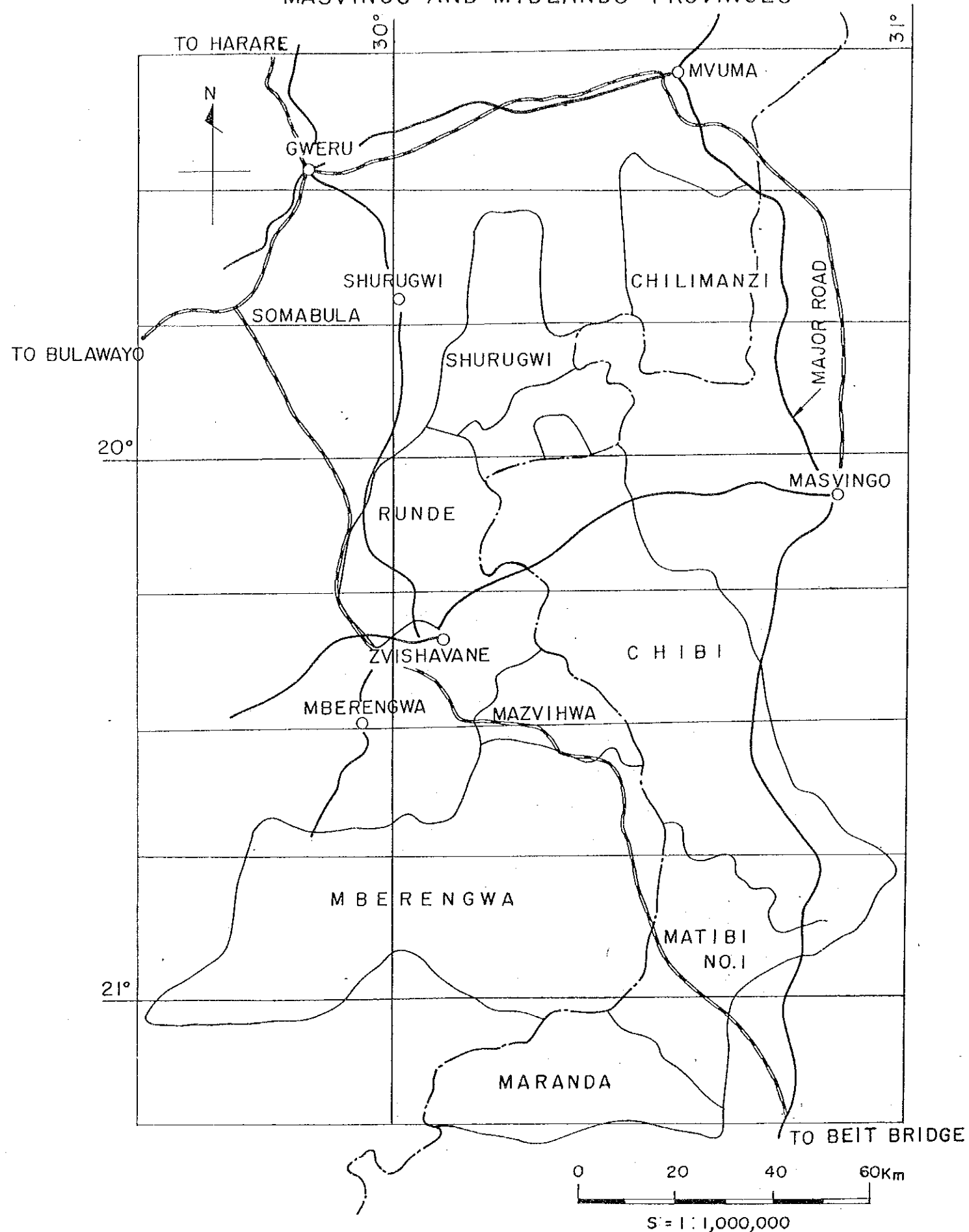
最後に、調査団に対し甚大な協力を惜まなかった関係各省、在ジンバブエ日本国大
使館、並びにジンバブエ共和国関係者に深甚なる謝意を表する次第である。

昭和58年8月

国際協力事業団

総裁 有田 圭輔

COMMUNAL LANDS IN PARTS OF
MASVINGO AND MIDLANDS PROVINCES



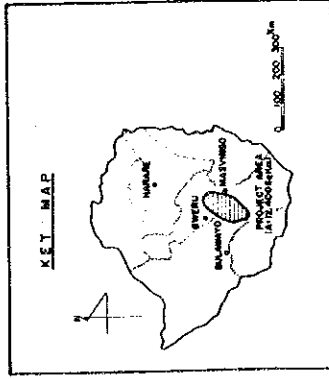
LIST OF COMMUNAL LANDS

MASVINGO PROVINCE

- | | |
|----------------|------------------|
| Nyaningwe D.C. | Chibi C.L. |
| Batanaï D.C. | Matibi No.1 C.L. |
| | Maranda C.L. |

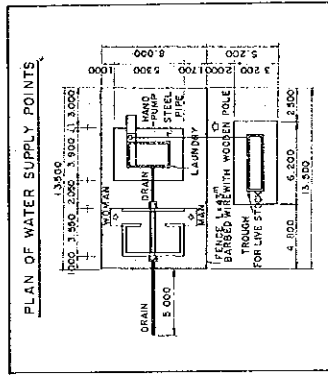
MIDLANDS PROVINCE

- | | |
|-----------------|-----------------|
| Shurugwi D.C. | Shurugwi C.L. |
| Zvishavane D.C. | Runde C.L. |
| | Mazvihwa C.L. |
| Takawira D.C. | Chilimanzi C.L. |
| Mberengwa D.C. | Mberengwa C.L. |

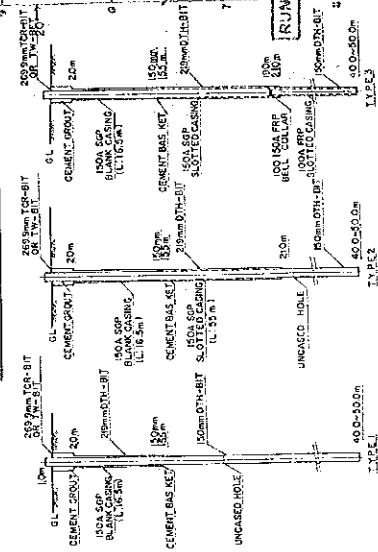


DRILLING PROGRAMME

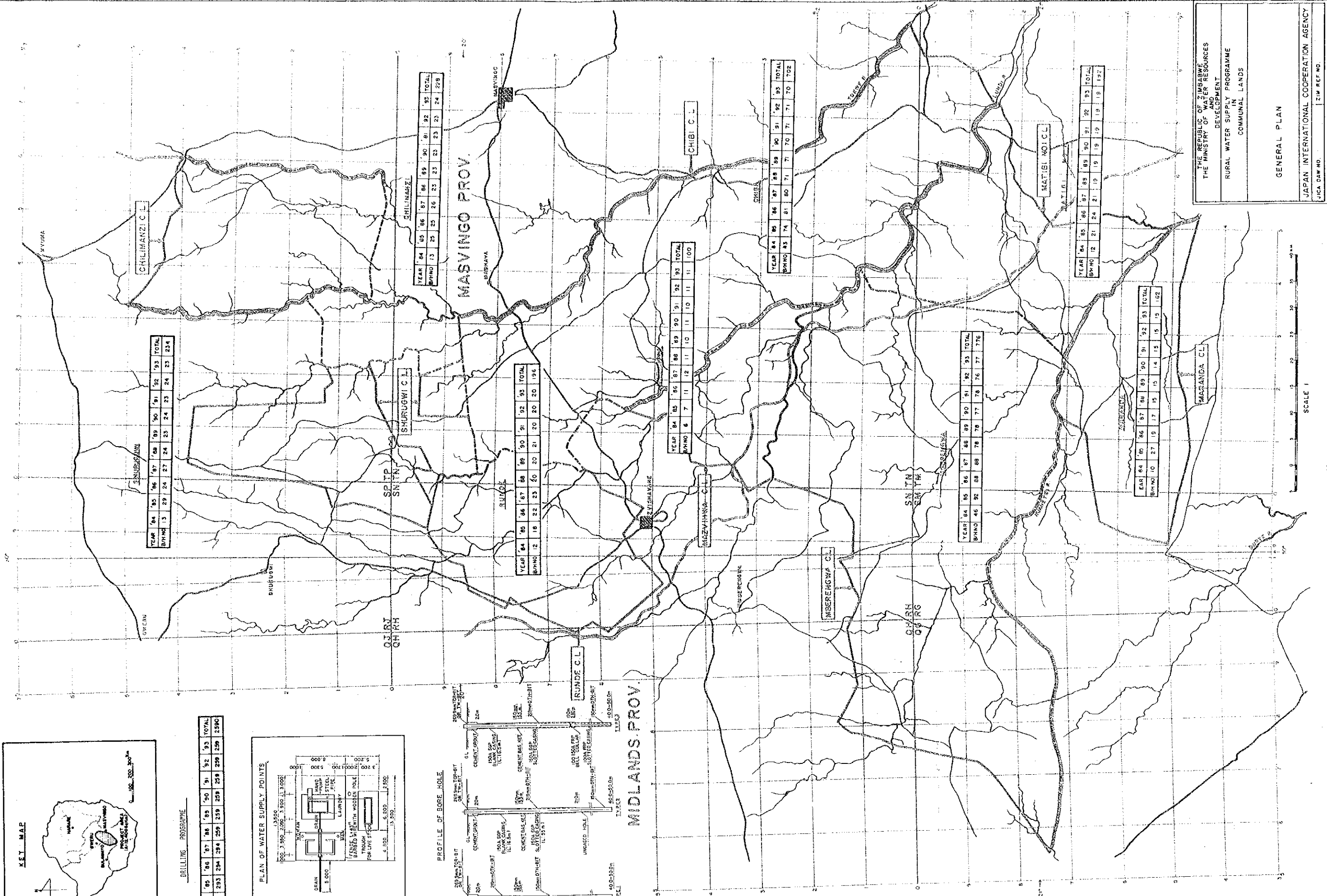
YEAR	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	TOTAL
BHNO	153	293	254	294	259	259	259	259	259	259	2390



PROFILE OF BORE HOLE



MIDLANDS PROV.



CHILMANZI C.L.

YEAR	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	TOTAL
BHNO	13	23	24	27	24	23	24	23	24	23	234

SHURUGWI C.L.

YEAR	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	TOTAL
BHNO	13	25	25	26	23	23	23	23	23	23	248

RUNDE C.L.

YEAR	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	TOTAL
BHNO	12	18	22	23	20	21	20	20	20	20	196

CHIBI C.L.

YEAR	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	TOTAL
BHNO	6	7	11	12	11	10	11	10	11	11	100

MBERENGWA C.L.

YEAR	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	TOTAL
BHNO	74	81	81	80	71	70	71	71	71	70	702

MATIEMI NO.1 C.L.

YEAR	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	TOTAL
BHNO	46	92	88	88	76	77	78	76	77	77	776

MAFANDA C.L.

YEAR	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	TOTAL
BHNO	10	27	19	17	15	15	14	15	15	15	162

CHILMANZI C.L.

YEAR	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	TOTAL
BHNO	12	21	24	21	19	19	19	19	19	19	192

THE REPUBLIC OF ZIMBABWE
THE MINISTRY OF WATER RESOURCES
AND DEVELOPMENT
RURAL WATER SUPPLY PROGRAMME
IN COMMUNAL LANDS

GENERAL PLAN

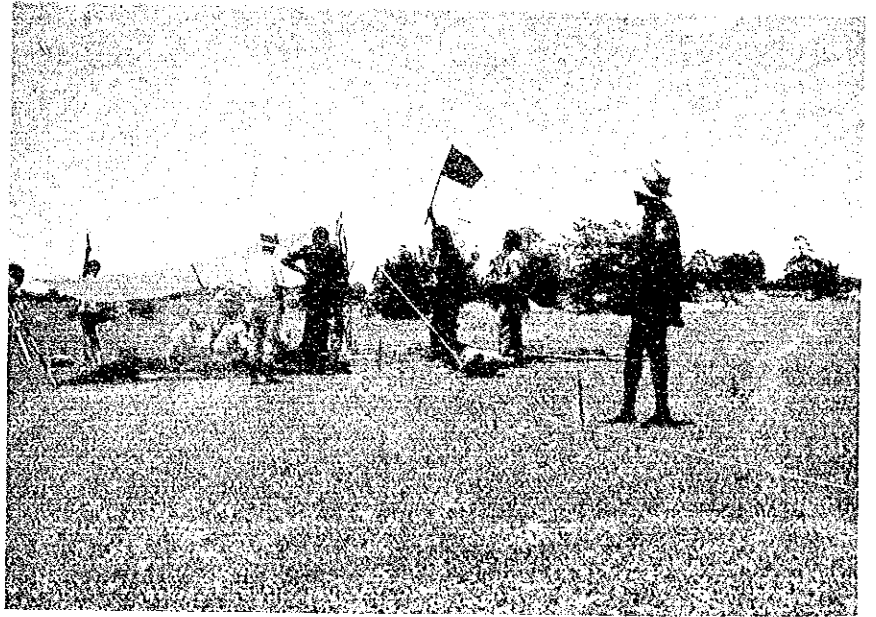
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
JICA SAN. NO. | ZIP REF. NO.





放牧

電気探査

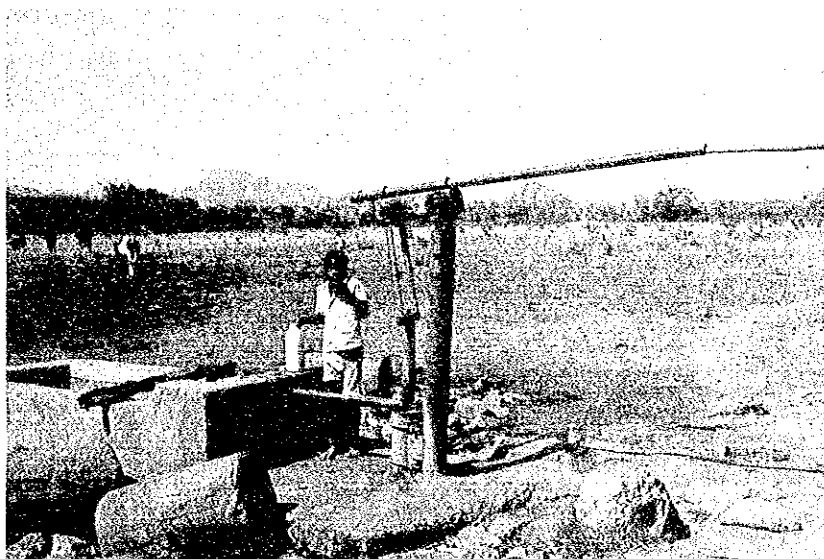


放牧

サービスセンター



村落共有地内の集落



手押しポンプ

乾いた河床における
壺掘り採水



手押しポンプの
ハンドル共同作業



井戸端の共同洗濯台

15ℓバケツで
生活用水を運ぶ女性



目次

序文

計画一般図

目次

事業の概要・結論および勧告

	頁
第1章 まえがき	1-1
第2章 事業の背景	
2-1 ジンバブエ共和国概説	2-1
2-2 国家経済	2-1
2-2-1 国内総生産、国民一人当り国内総生産および人口	2-2
2-2-2 主要産業	2-3
2-3 地下水開発と外国援助	2-4
2-3-1 地下水開発	2-4
2-3-2 外国援助	2-5
第3章 計画地区の現況	
3-1 立地状況	3-1
3-1-1 位置および道路並びに鉄道網	3-1
3-1-2 人口および生活状況	3-3
3-2 自然状況	3-6
3-2-1 地形・地質	3-6
3-2-2 河川	3-12
3-2-3 気象および水文	3-14

	<u>頁</u>
3-2-4 水理地質	3-21
3-2-5 水質	3-92
3-3 現況農業	3-112
3-3-1 作物生産	3-112
3-3-2 家畜生産	3-112
3-3-3 農家経済	3-118
3-4 村落給水の現況	3-119
3-4-1 概要	3-119
3-4-2 水源および使用状況	3-119
3-4-3 深井戸建設	3-126
3-4-4 村落給水計画への国際援助	3-127

第4章 開発計画

4-1 計画の目的と構成	4-1
4-1-1 目的および必要性	4-1
4-1-2 事業の構成	4-1
4-2 計画の策定	4-3
4-2-1 基本構想	4-3
4-2-2 計画最適案の選択	4-3
4-2-3 村落給水計画	4-9
4-2-4 給水計画の優先順位	4-11
4-2-5 地域別給水計画	4-11
4-2-6 給水量と水質基準	4-16
4-3 施設計画	4-21
4-3-1 深井戸	4-21
4-3-2 揚水装置	4-29
4-3-3 付帯給水設備	4-32

	<u>頁</u>
4-4 予備設計と事業費	4-34
4-4-1 予備設計	4-34
4-4-2 事業費	4-37
第5章 実施工程並びに維持管理	
5-1 実施機関	5-1
5-2 実施工程	5-3
5-3 維持管理計画	5-5
5-3-1 組織	5-5
5-3-2 維持管理	5-5
5-4 コンサルタント・サービス	5-6
第6章 事業評価	
6-1 概要	6-1
6-2 財務分析	6-1
6-3 社会的波及効果	6-1

図表目録

その1 表

		頁
表1-1-1	村落共有地	1-1
表2-2-1	産業別GDP	2-2
表2-2-2	国内総生産および人口	2-3
表2-2-3	国際貿易収支	2-4
表2-3-1	ジンバブエ国水資源開発関係外国援助状況	2-5
表3-1-1	計画地区内人口および世帯数(1982年人口統計)	3-4
表3-1-2	計画地区内社会施設一覧表	3-5
表3-2-1	地質層序表	3-8
表3-2-2	計画地区内平均降水量	3-17
表3-2-3	ジンバブエ国平均降水量	3-18
表3-2-4	計画地区内表流水流量	3-19
表3-2-5	地質別深井戸記録	3-25
表3-2-6	地質調査地点一覧表(2葉)	3-35
表3-2-7	電気探査の使用機材表	3-37
表3-2-8	電気探査によって想定される井戸掘削深度	3-38
表3-2-9	揚水試験井位置一覧表	3-90
表3-2-10	揚水試験結果一覧表	3-91
表3-2-11	水源別調査地点数	3-92
表3-2-12	共有地別水質分布	3-95
表3-2-13	水質分析結果一覧表(13葉)	3-96
表3-3-1	規模別農業生産額	3-112
表3-3-2	計画地区内農業生産高(1981年度)	3-113
表3-3-3	計画地区内とうもろこし生産量	3-114
表3-3-4	国内牛飼育数	3-115
表3-3-5	計画地区内家畜数一覧表	3-116

表3-4-1	水源別推定人口	3-122
表3-4-2	地形図による地区別家屋数および人口密度	3-123
表3-4-3	水源および使用密度	3-124
表3-4-4	ミッドランズ州年間深井戸施工数	3-126
表3-4-5	マシngo州年間深井戸施工数	3-126
表3-4-6	A D B 予備計画地点、ミッドランズ州	3-128
表3-4-7	A D B 予備計画地点の事業費見積り、ミッドランズ州	3-129
表3-4-8	A D B 予備計画地点、マシngo州	3-129
表3-4-9	A D B 予備計画地点の事業費見積り、マシngo州	3-129
表4-2-1	人口試算と深井戸数の代替案	4-6
表4-2-2	各代替案建設費比較表	4-7
表4-2-3	計画深井戸本数(1993年まで)	4-9
表4-2-4	利用水源別社会施設数一覧表	4-10
表4-2-5	実施工程計画(目標年)	4-12
表4-2-6	実施工程計画(初期3ヵ年)	4-13
表4-2-7	開発途上国における給水形態別家庭用一人一日平均給水量	4-16
表4-2-8	WHOの水質基準値(味覚に関する項目)	4-19
表4-2-9	WHOの水質基準値(健康に関する項目)	4-20
表4-3-1	掘削機およびドリルの分類	4-21
表4-3-2	掘削流体による分類	4-22
表4-3-3	工法別掘削費の比較表	4-24
表4-3-4	掘削径とケーシング径	4-26
表4-3-5	ケーシング材質と規格	4-26
表4-3-6	取水井の分類	4-27
表4-3-7	ケーシング挿入深度別分類表	4-28
表4-3-8	計画井ケーシング深度別百分率	4-28
表4-3-9	掘削用主要機材	4-29
表4-3-10	手押しポンプの比較表	4-30
表4-3-11	手押しポンプ年間総経費比較表	4-31

		<u>頁</u>
表4-4-1	深井戸の仕様	4-34
表4-4-2	総事業費	4-37
表4-4-3	総事業費内訳表	4-39
表6-2-1	借入れ償還計画(2葉)	6-3

図表目録

その2 図

		頁
図2-3-1	給水計画実施ダイヤグラム	2-7
図3-1-1	計画地区概要図	3-2
図3-2-1	計画地区地形図	3-7
図3-2-2	計画地区地質図(2葉)	3-9
図3-2-3	計画地水系図	3-13
図3-2-4	10年確率表流水流量	3-20
図3-2-5	既設深井戸位置図(2葉)	3-23
図3-2-6	深井戸記録(3葉)	3-26
図3-2-7	深井戸深度および水位	3-29
図3-2-8	深井戸揚水量	3-30
図3-2-9	調査位置図(JICA)(2葉)	3-33
図3-2-10	Wennerの4極法による電極配置図	3-37
図3-2-11	地質調査結果(49葉)	3-39
図3-2-12	水質表示ダイヤグラム(2葉)	3-109
図3-2-13	水質分析結果一覧図	3-111
図3-3-1	穀物生産高図	3-117
図3-4-1	社会状況図	3-120
図4-2-1	井戸本数と計画年次	4-4
図4-2-2	削井リグ運用計画比較案	4-8
図4-2-3	削井計画達成予定図	4-14
図4-2-4	深井戸掛り人口推移図	4-15
図4-4-1	深井戸設計図	4-35
図4-4-2	付帯給水設備計画図	4-36

図5-1-1	組織図	5-2
図5-2-1	事業実施工程表	5-4
図5-4-1	コンサルタント人員工程表	5-7

略語表

ADB	: アフリカ開発銀行
WHO	: 世界保健機関
JICA	: 国際協力事業団
UNICEF	: 国連児童基金
LWF	: ルーテル世界連盟
MWR&D	: 水資源開発省
MLGTP	: 地方自治および都市計画省
MOF	: 大蔵省
MOH	: 保健省
EPD	: 経済開発計画局
DPP	: 構造改善局
DDF	: 地方開発基金
AGRITEX	: 農業普及サービス局
PWE	: 地方水資源局長
CL	: 村落共有地
DC	: 地方協議会
DA	: 地方行政官
B/H	: 深井戸
G/P	: グロスポイント
S/C	: サービスセンター
B/C	: ビジネスセンター
H/C	: 病院・クリニック

単位及び注釈

MEASURES AND GLOSSARIES

MEASURES

Length

mm	millimeter(s)
cm	centimeter(s)
m	meter(s)
km	kilometer(s)

Area

sq.cm or cm^2	square centimeter(s)
sq.m or m^2	square meter(s)
sq.km or km^2	square kilometer(s)
ha	hectare(s)

Volume

l or lit	liter(s)
cu.m or m^3	cubic meter(s)
MCM or 10^6m^3	million cubic meter(s)
barrel	31.5 gallons(U.S.) = 36 gallons(U.K.)
gallon	4.546 liters(U.K.) = 3.785 liters(U.S.)

Weight

g	gramme(s)
kg	kilogramme(s)
ton or m.t.	metric tonne(s)

Others

kw	kilowatt(s)
MW	megawatt(s)
%	percent
°C	degree centigrade
mg/l	milligramme(s) per liter
lcd	liter(s) per capita per day

事業の概要、結論および勧告

A 事業の概要

A. 1. 村落給水計画調査地区は、8地区の村落共有地からなり、これらは6つの地方自治局の行政下におかれている。住民の生活用水およびかんがい用水に関する国家政策並びに開発、管理などは水資源開発省が担当している。この8地区の村落共有地に対する給水計画とその管理は、マシングおよびミッドランズ両州の水資源開発省の地方局が担当している。

A. 2. 位置および気候

事業地区は、南緯19度25分から21度15分、東経29度28分から30度58分に位置し、ジンバブエ国首都ハラレから南へ約400kmのマシング州の西部、並びにミッドランズ州の東南部を占めている。この地方の気候は、一般的にこの国の他地方と比べてもそんなに厳しくない。気象庁の資料によると、年平均降雨量は、650mm、気温19.2℃である。

A. 3. 地形、地質、道路および鉄道

事業地区は、約12,400km²の広さでMvumeとMwenziziの幹線道路沿いの西側にある。その大部分は、標高500mから1,400mの高原であり、北部から南部に向かって低くなっている。地質は、先カンブリア系を主体とし、片岩類、片麻岩類、花コウ岩類よりなっている。この事業地区内の交通機関はバス、自動車、鉄道などであり、バスルートは地区周辺の各都市と幹線および支線道路により連結されている。幹線道路のMasvingo市からMwenzizi村は、南アフリカ共和国の国道につながっている。一方、国有鉄道はZvishavaneからMwenzizi経由で幹線道路同様、南アフリカ共和国につながっている。また、これらの交通機関は東部モザンビーク国にもつながって、外国との輸出入ルートとして重要な役割を果たしている。

A. 4. 人口および家族数

事業地区は国内の共有地面積162,000km²の約7.7%に当たっている。1982年の国勢調査から本事業地区は、人口501,000を有しており、これは全国村落共有地人口440万人の11%に相当するものである。人口密度は40.4人/Km²で、全国村落共有地平均密度27.0人/Km²より13.4人多い。また、世帯数は86,442で、平均家族数は5.8人/世帯、その密度は7.0家族/Km²である。

これらの住民は自然の降雨がもたらす昔ながらの天水農業と、家畜の放牧により生計を立てている。農地面積は僅か16%で、その他は自然の雑木林である。

A. 5. 社会条件

住民はレンガを積重ねた円筒型の壁に茅で屋根を作った昔ながらのアフリカ式建物に広域的に居住している。これらは電気水道の施設がなく、都会の近代的な生活状況との相違は非常に大きい。一般住民の日常は、この地区の行政上、商業上の役割を果たすサービスセンター並びにビジネスセンターなどの集落などを通じて生活をしている。サービスセンター並びにビジネスセンターなどは、電気、水道、電話の施設がある所もある。また、病院、学校もあり、小学校は広く分散しているが、給水井戸がないのが問題となっている。

A. 6. 農業

事業地区の農業面積は、約20万haと1982年に発表された。農業形態は適切な水源およびかんがい施設がなく、自然がもたらす平均年間降雨量650mmによる昔ながらの耕作法によっている。作物の種類は、とうもろこし、油種作物、麻などである。家畜放牧の中で、牛放牧による生産は彼らの生計費収入の中で重要な役割を果たしている。

A. 7. 水資源

事業地区内の住民約501,000人は、生活用水と家畜用水のために河川、沼、浅井戸（10m以下の深さと直径1.5m）と深井戸の水を使用している。これらの水源の中で深井戸（深度平均43m、直径150mm）を除く他の大部分は、昭和57年～58年の夏期調査時には干上っていた。井戸からの水吸上は手押ポンプを深井戸に、つるべ方式を浅井戸に使用している。

A. 8. 水利用の形態

現況の水利用形態は、深井戸および主要河川並びに小川、沼、浅井戸など三つのグループに分けられる。深井戸は現在、内戦後の処理および新設などを含めて利用可能のものが367本ある。これらの井戸を使用している人口は全体の30.6%であり、1本当りの使用人数は420人である。他は、11.9%が主要河川、57.5%が小川、沼、浅井戸などに含まれるものである。このような現況を踏まえて、住民の生活用水を現在の無

処理の河川水に代って深井戸による地下水開発を進めなければならない。

A. 9. 単位消費水量

1日当り7.8l/人の消費量は、現況の婦女子の日常水運搬の調査実績から算定される。すなわち、平均的に15l用のバケツを1家族（平均5.8人）に対し、三回運んでいる。もし、二回にすると5.2l/人/日となるが、これらはいずれも現地調査の結果に基づくものである。一方、手押ポンプの揚水能力は15l/分をベースに1日6時間運転（2時間×3回）、稼働効率70%などにより約4.0m³/日が可能である。

A. 10. 旱魃救済

ジンバブエはかつてない2年続きの水不足の厳しい状況下にある。従って、農作物の生産不足は住民の死活問題となり、彼らの土地離れが生じている。加えて、雑木林の枯死、家畜の飲料用水並びに牧草不足による死亡など非常に厳しい旱魃の被害を被っている。全国の約25,000本の深井戸の内、約10,000本が国内の村落共有地にあるが、なおその数は不足している。

A. 11. 国際援助

水資源開発省は、1982年の旱魃状況を踏まえて、全国でおよそ4,000本の深井戸が1984年末までに必要であることを発表した。水資源開発に関わる国際援助は、多くの国および国際機関から無償供与並びに資金援助を受けている現状にあり、20台内外の削井機が1983年末までにとどく予定である。さらにキューバ、オーストラリア、フィンランド、ブルガリア、ルーマニア、ノルウェー、北朝鮮、カナダ、ユーゴスラビア、WHOなどと目下援助案件について協議中である。

B プロジェクトの概要

B. 1. 目的と事業の範囲

村落共有地の人口の69.4%に当たる住民は、河川水、沼など無処理の水を直接飲んでいる。この事業の目的は、これらの住民のためにまず深井戸による適切な生活用水を供給するとともに、婦女子による頭に載せた水バケツの運搬距離を少なくし重労働から開放することである。このようなことにより、衛生面の改善を行い、健康な生活を保障をするとともに、旱魃年には家畜の飲料水を最小限度保障するものである。従って、事業の範囲は上記の目的を受けて、直径150mmの深井戸を建設し、手押ポンプによる水の吸上げ

を行う。加えてこの手押ポンプの付帯設備として、洗濯場、水浴場、家畜の水呑場などを建設する。

B. 2. 事業構成

村落給水計画に関する事業目的および範囲に従った事業の構成は以下のとおりである。

* 下記項目に対するエンジニアリング・サービス

電気探査、実施設計、土木工事および資機材調達に関する入札書の作成、入札並びに事業実施のための施工監理。

* 深井戸削孔、ケーシングおよびスクリーンの挿入、手動ポンプ設置および水浴、洗濯、家畜用水呑場施設の建設からなる土木工事。

* 建設資機材の調達

B. 3. 人口増加率

人口増加率については1982年11月時点での水資源開発省の提示に基づき3.6%である。この増加率に応じて計画地域内の人口は、1982年8月の人口センサスに示されている、約50.1万人から1983年以後の20年後の2003年末には約110万人に達することとなる。一方、牛の頭数は1983年2月における農業普及サービス局によると1983年時点で約46万2千と推定されている。1981年ジンバブエ国農業経済報告書の牛群数の増加率が極くわずかであることから、本事業計画では牛数増加を見込まない。

B. 4. 最適案の比較検討

長期間にわたる人口増加を考えて、給水計画比較案は目標達成期間を3、5、7、10、15、20年間のそれぞれについて行っているが、検討の基本方針は以下のとおりである。すなわちWHO刊行の「ハンドポンプ」に提示されているとおり1孔当り250人の深井戸を設けることとし、1人当り日消費量は15lとして、削井機の機種・機数並びに経済比較を検討した。

その結果、10年計画案における年間259本の深井戸建設計画が最適となり、1993年末までに総計2,590本を建設するものである。

B. 5. 基準

1深井戸当り250人（一世帯平均5.8人として $250 \div 5.8人 = 43$ 世帯）として日消費水量は 4.0m^3 であるが、この内訳は(1)炊事用水 2.0m^3 ； $7.8\text{l}/人/日 \times 250人$ 、(2)洗濯用水 0.5m^3 ； $75\text{l}/世帯 \times 6$ 世帯（週当り6世帯が1日利用）および(3)水浴用水 1.5m^3 ； $250人/世帯 \times 6$ 世帯（週当り6世帯が1日利用）である。一方、乾期救済用に牛にまわせる水量は僅かに日量 2m^3 に限られる。村落給水計画の水質基準はWHOにより示されている許容水準に照らして妥当量が決められるが、特に健康に関し高濃度のフッ素および硝酸塩をチェックする必要がある。

B. 6. 予備設計

標準深井戸の使用は口径 150mm 、平均深度 45m である。いかなるタイプの井戸においても井戸内への水の流入を防ぐためセメントグラウトを実施する。深井戸の地質条件に応じてケーシングやスクリーンを挿入する。設備されるハンドポンプは最低限水深 40m においても毎分 $15\text{l}/分$ の揚水能力を有し、婦女子でも容易に操作できるものでなければならない。

水浴および洗濯場所を含む施設は家畜の侵入を防ぐ有刺鉄線で囲うものとする。家畜用の水呑場は囲いの外側に設ける。

B. 7. 建設方法

掘削工法としては技術的・経済的な検討結果よりDTH工法（The down the hole drilling）が本事業には適切である。DTH掘削機はDTH機能とともにロータリー削孔機能を有しており硬岩においても最低 100m の削井が可能である。また、ロータリー削孔は弱風化岩層においても有効である。

B. 8. 事業費

事業費は建設費、資機材調達費、一般管理費、コンサルタンツ費、予備費および物価上昇費からなり3段階に区分される。建設費は直接費、仮設費および一般管理費からなる。

直接費は昭和58年1月時点の価格に基づいた単価で積算したものである。

事業費

(単価; 1,000Z\$)

項目	計	ステージ I	ステージ II	ステージ III
(1)建設費	13,109	5,243	3,933	3,933
(2)資機材費	2,786	1,393	1,393	-
(3)維持管理費	1,069	126	363	580
(4)一般管理費	762	307	233	222
(5)コンサルタンツ費	2,497	1,019	759	719
(6)予備費	2,025	810	669	546
(7)物価上昇費	30,831	3,635	10,279	16,917
合計	53,079	12,533	17,629	22,917

B. 9. 実施工程

1993財政年度末までに建設される2,590本の深井戸は第1ステージ（1983～1987年:1,036井）、第2ステージ（1988～1990年:777井）、第3ステージ（1991～1993年:777井）の3ステージに区分される。各ステージの工程はローン要請、コンサルティングサービス、入札および建設に区分される。深井戸および施設の建設は契約ベースで実施されるが、本事業の外貨分の資機材は銀行ローンの財政援助による入札手続きを経て、ジンバブエ政府が調達するものである。

C. 結論

C. 1. 計画地区内にはジンバブエ国人口の6.6%に当たる約50.1万人の人々が住んでいるが、この人口は1982年から20年後の2000年末には約110万人に達する見込みである。

村落給水計画に関する検討は、この人口増加率を考慮した上で種々の比較検討の結果、最適案として以下に示す結論を得た。

C. 2. 村落給水計画における種々の比較検討により、1孔当り250人の使用で、15l/人/日の水量を給水するためには、1993年末までに8村落共有地内に2,590孔の公共深井戸を建設する必要がある。建設する深井戸は直径150m/m、平均深度約45mを有するもので、水浴、洗濯および家畜用水呑場施設を備え、手動ポンプを設置する。優先度に基づいて、1992年までに必要となる新設深井戸数は、以下に示すものである。

計画深井戸数

共有地名	人口	人口%	既設井	目標井戸数	計画井戸数
Chilimanzi	43,670	8.4	20	248	228
Shurugwi	43,230	8.3	10	245	235
Runde	38,760	7.5	26	222	196
Mazvihwa	18,470	3.6	6	106	100
Mberengwa	156,210	30.1	115	890	775
Chibi	142,670	27.5	111	813	702
Matibi No.1	41,280	8.0	45	237	192
Maranda	34,700	6.6	34	196	162
合計		518,990	100.0	367	2,957

C. 3. 1993年末までに所要数量の深井戸数を達成するため、実施工程を3ステージに分割する。深井戸建設に関する工程計画は以下に示すものである。

実 施 工 程

項目	第1ステージ	第2ステージ	第3ステージ	合計
(1)建設深井戸数	1,036	777	777	2,590
(2)建設期間	83~87 (会計年度)	88~90 (会計年度)	91~93 (会計年度)	83~93 (会計年度)
(3)建設費	12,533	17,629	22,917	53,079

注) 会計年度 : 7月~翌年6月

建設費単位 : ×1,000Z\$

D 勧告

D. 1. 本事業の村落給水計画は、10年計画により所定の目標を達成することにある。しかし、家畜への給水は、旱魃年における非常用としてしか使用できない。この理由は、人口密度40.4人/Km²、1日給水量15l/人/日、1井戸250人の使用として、一人当りの工事費は24Z\$となり、達成に10年を要する。一方、牛は、34.4頭/Km²と人口の85%に等しく、また単位使用水量は、20l/頭/日~40l/頭/日であり、人間計画給水量15l/人/日より多い。このようなことから、牛に対する十分な給水計画を深井戸ですべて賄うことは非常に高い投資となる。従って、牛を含めた家畜の給水計画は、その生産計画について、河川、沼などの地表水利用を総合的に検討した上で給水計画を確立しなければならない。特筆しなければならないこと

は、今の自然放牧の形態による家畜生産は常に天水による自然の牧草に頼っていることで、人為的な改良を加えた近代設備がないことに起因して、一度旱魃に合えば多くのダメージを受けることは当然である。本報告書では、家畜への対応は井戸およびポンプの給水能力から、して旱魃年に応急用にしか使用できない。従って、家畜用の給水については、今後の家畜生産の在り方について検討を加えて給水計画を樹立しなければならないことを勧告する。

D. 2. 本調査を通じて水質基準の適用は、WHOの諸数値をベースとして検討した。広域的に分散する集落並びに村落への給水計画は、その給水源が分散する集落に追従し、場所も広域的になるため水質も多様になることは必然的である。本地区の特徴は、降水量が北部から南部に向って少なくなっており、この傾向と同様、水質も南部地区に行くにつれ問題が多くなる。今回の調査では、マランダ地区のWHO基準の適合率は、15サンプルで0%、硝酸銀、フッ素については40%であった。従って、これらの状況から地区南部では地下水の水質をチェックの上、不良水は今後地表水、あるいは他の適当な水源へ切り換えることを勧告する。

D. 3. 本計画によって、村落給水に関わる公共施設が設けられていくが、これらは生活の基本である生命の水である。このため、公共的な施設ではあるが将来は使用人数、運転方法などそのルールを取り決めなければならない。さらに、施設の補修、部品の交換など管理面での経費が必要である。これらについては受益者負担と水利権など水利用上の近代化を図ることを提案する。水利用上の運営と管理について、特に項目を上げると以下のとおりである。

- * 受益者の範囲と使用ルール
- * 水利権
- * 運用と管理
- * 費用負担

D. 4. 上記の水利用近代化を図るとともに、以下に述べる基礎資料を整備し、水利用の現況、実態を常に正確に把握しておくことは極めて重要である。

- * 深井戸台帳
- * 給水施設（水道）台帳……………給水人口および給水量記録を含む。

第1章

まえがき

第1章 まえがき

ジンバブエ国政府は、ミッドランズ州およびマシング州内にある村落共有地における「村落給水計画」に関する技術協力を日本政府に要請した。これを受けた日本政府は、国際協力事業団を通じて、本計画調査に関するジンバブエ国の意図ならびに調査範囲を取り決めるため、事前調査団をジンバブエ国に派遣し、昭和57年10月29日これの同意(S/W)を得た。

次いで、日本政府は上記S/Wにより本調査団を現地(昭和57年12月～昭和58年3月)へ派遣した。調査の目的は上記共有地に対する村落給水計画の基本計画を策定する事である。給水計画は地下水利用による家庭用水及び家畜用水であり、かんがい用水は含んでいない。

調査地域はミッドランズ州およびマシング州の8村落共有地からなり、約12,400Km²の面積を有している。共有地名および行政上の地方評議会地域名は以下に示すものである。

表1-1-1 村落共有地

村落共有地	面積(Km ²)	地方評議会	州
Chilimanzi	1,030	Takawira	Midlands
Shurugwi	850	Shurugwi	Midlands
Runde	980	Zvishavane	Midlands
Mazvihwa	3,720	Zvishavane	Midlands
Chibi	3,210	Nyaningwe	Masvingo
Matibi No.1	1,080	Batanai	Masvingo
Maranda	1,000	Batanai	Masvingo
計	12,410		

調査期間は先に述べた昭和57年10月29日付けの合意に従ってジンバブエ国における現地調査並びに日本国における解析業務を含め、昭和57年12月から昭和58年7月までである。現地調査は昭和57年12月18日～昭和58年3月15日まで実施し、資料収集、電気探査及び村落給水計画の基本構想をとりまとめて、プログレスレポートを作成し、調査団はジンバブエ政府関係者と協議をし、同年3月11日、これの同意を得た。

次いで、同年5月9日～同年7月3日まで国内作業により、本給水計画にかかわるドラフトファイナルレポートを作成し、7月12日ジンバブエ政府関係者と協議をし、これの同意を得て、ここに最終報告書を取りまとめた。

本調査計画を担当した日本国政府関係者、調査団員並びにジンバブエ国カウンターパートの氏名は以下のとおりである。

1-1 日本区政府関係者および調査団員

日本大使館

<u>順位</u>	<u>氏名</u>	<u>在任地</u>
1. 参事官	辻田 康次	ハラレ
2. 一等書記官	宮田 健二	ハラレ

JICA関係者

1. 業務調整	木村 信雄	日本
2. ”	山田 好一	”
3. アドバイザー	小関 規	”

調査団員

<u>担当</u>	<u>氏名</u>	<u>従事期間</u>
1. 団長	松本 富士夫	S57.12.17～ S58. 3.16 S58. 5. 9～ S58. 8.12
2. 地下水	松村 禎郎	S57.12.17～ S58. 3.16 S58. 5. 9～ S58. 7. 2
3. 地質	中村 晴彦	S57.12.27～ S58. 3. 9 S58. 5. 9～ S58. 6.14
4. 電探 A	関根 倫雄	S57.12.17～ S58. 3.16 S58. 5. 9～ S58. 6.14
5. 電探 B	小島 昌男	S58. 1. 4～ S58. 3. 9
6. 給水計画	釜場 忠幸	S58. 1. 4～ S58. 3. 9 S58. 5. 9～ S58. 6.14
7. 社会・経済	牟田 一樹	S58. 1. 4～ S58. 3. 9 S58. 5. 9～ S58. 6. 4
8. 削井計画	芝宮 一郎	S58. 1. 4～ S58. 3. 9 S58. 5. 9～ S58. 6.14
9. 施工計画・積算	大坪 和雄	S58. 1. 4～ S58. 3. 9 S58. 5. 9～ S58. 7. 2

1 - 2 ジンバブエ関係者

Ministry of Water Resources and Development (MWR & D) in Harare

<u>Name</u>	<u>Position</u>
1. Mr. P.M. Grizic	Permanent Secretary, MWR & D
2. Mr. D.S. Dell	Deputy Secretary, MWR & D
3. Mr. A.S. Mpala	Management Operation Engineer, MWR & D
4. Ms. A. Dunets	Operation Engineer, MWR & D
5. Mr. Hindson	Senior Groundwater Research Officer MWR & D
6. Dr. P. Wurzel	Resources Officer, MWR & D
7. Mr. Johnston	Chief Hydrological Engineer, MWR & D

Midlands Province

1. Mr. H.S. Lemmer	Provincial Water Engineer, MWR & D
2. Mr. J.A. Hampton	Deputy Provincial Water Engineer, MWR & D
3. Mr. Vallare	Geophysical Surveyor, MWR & D
4. Dr. M. Shiva	Provincial Medical Officer, Ministry of Health (MOH)
5. Mr. W.N. Mabika	Physical Planning Officer, Department of Physical Planning (DDP), Ministry of Local Government and Town Planning (MLG & TP)
6. Mr. A. Sibanda	District Administrator (D.A.), Takawira District Council (D.C.)
7. Mr. G. Maguchu	District Accountant, Takawira D.C.
8. Mr. R. Mbetu	D.A., Shurugwi D.C.
9. Mr. S. Chakaipa	D.A., Zvishavane D.C.
10. Mr. Gougoh	District Officer, Zvishavane D.C.
11. Mr. G. Khosa	D.A., Mberengwa D.C.
12. Mr. R. Ferguson	Undersecretary, Development, MLG & TP
13. Mr. R. Vaughan-Evans	Provincial Agricultural Extension Officer

Masvingo Province

- | | |
|----------------------|---|
| 1. Mr. M.G. Lotter | Provincial Water Engineer, MWR & D |
| 2. Mr. D.S. Durham | Deputy Provincial Water Engineer, MWR & D |
| 3. Dr. Chaibva | Provincial Medical Officer, MOH |
| 4. Mr. A. Mlalazi | Provincial Planning Officer, MLG & TP |
| 5. Mr. S.M. Chikasha | D.A., Nyaningwe D.C. |
| 6. Mr. C. Shiringo | Senior Executive Officer, Nyaningwe D.C. |
| 7. Mr. K.T. Mugoni | D.A., Batanai D.C. |
| 8. Dr. Munjanganja | Undersecretary, Development, MLG & TP |
| 9. Mr. J. Maswaya | Provincial Agricultural Extension Officer |

第2章 事業の背景

第2章 事業の背景

2-1 ジンバブエ共和国概説

アフリカ南部に位置するジンバブエ共和国は南緯約20度、東経30度にあつて、その国土面積は391,000km²、人口は7,480,000（1981年）であり、周囲を4か国に囲まれた海港をもたない内陸国である。国土の大半は海拔300m以上で占められ、首都ハラレを始め、ブラワヨ、ムタレ等の主要都市は中央高原にある。気温は国土が緯度的に熱帯圏に位置するが、高原であるため温暖で快適であり、首都ハラレの年間を通じての平均気温は25.3℃、降水量は約800mmである。

同国は10年を超す長年月の内戦を経て、1980年4月に英国より独立を勝ちとつた。経済は1965年の一方的独立宣言以来多くの影響を受けた。内戦は順調な経済発展を妨げたばかりでなく村落生活に対し重大な損害を与え、インフラストラクチャーの広範囲な破壊を招いた。新独立政府はこれらを踏まえて国家再建、経済復興および国民各層間の二重経済構造改革(最も重要な点であるが)などの差し迫つた問題の解決に迫られている。

ジンバブエ国の総人口の約70%に相当する人々は、農業部門を収入源としている。この農業部門には三形態があり、白人所有の大規模商業的農業、黒人の村落共有地で営む自家消費型農業、並びに政府の再定住計画地区内の土地で行う小規模商業的農業である。国民の大多数はこの自家消費型農業に従事している。

これら村落共有地の住民は電気、水道施設のない土または煉瓦製の円筒の壁と、茅で屋根を葺いた昔のままのアフリカ式家屋に住んでいる。

2-2 国家経済

ジンバブエ国は10年以上続いた開放戦争のために多大なる被害を受けた。特に戦争の最後の数年間には国内のインフラストラクチャーが多く破壊され、農村社会生活に深刻な影響を与えた。戦争終結に続く独立宣言の後新政府は多くの問題に直面しているが、それらはすべて多大の支出を要するものばかりである。そこで「過渡的開発3年計画」（1981年7月から1984年6月まで）が草案され、難民救済、国土復興、土地への定着と農村農業開発、訓練・教育および国家経済開発等、最も差し迫つた問題の解決を図っている。

これらを踏まえてジンバブエ政府は国家再建のため国際援助を呼びかける会議を開催することを決定した。ZIMCORD「ジンバブエ復興開発会議」と呼ばれる会議がかくして1981年3月に開かれた。

所要資金総額37.39億Z\$が提示され、内21.66億Z\$を海外資金としている。会議の場で各国並びに国際期間により9.17億Z\$の保障がなされた。その他、1981年3月までにすでに3.65億Z\$の援助保障を受けており、こ

れで総合計は12.82億Z\$になる。

ジンバブエの経済はその構造に関してはかなり均衡のとれた多様性のあるものになっている。その中心となるものは農業、鉱業、製造業である。しかしながらこの国の経済ははっきりとした二重構造になっている。経済部門間や人種間で近代部門と貧民部門の2グループが存在しているものの、現在国が推進、制度化している教育や職業訓練プログラムにより、この二重構造は徐々に排除されつつある。

1981年の国内総生産（GDP）は41.47億Z\$（65.83億米ドル）で、国民一人当たり536Z\$（1,173Z\$）になる。収入の分配がまだ二重構造のために公平に行われていない状況なので、この国民一人当たり国内総生産は単なる参考と見做すべきである。GDPの主な構成要素は次のとおりであり、農業18%、鉱業5%、製造業26%、三次産業 45%となっている。各産業毎のGDPの内訳が1975、79、80、81年について以下に示すものである。

表2-2-1 産業別GDP

単位：百万Z\$

年度	1975		1979		1980		1981	
	額	%	額	%	額	%	額	%
農林業	323	16.9	316	12.1	462	13.9	738	17.8
鉱業・採石業	131	6.8	191	7.3	287	8.1	217	5.2
製造業	447	23.3	679	26.0	844	25.5	1,098	26.5
その他	1,015	53.0	1,422	54.6	1,743	52.5	2,094	50.5
合計	1,916	100.0	2,608	100.0	3,316	100.0	4,147	100.0

出典：Monthly Digest of Statistics, Nov. 1982, Zimbabwe

2-2-1 国内総生産、国民一人当たり国内総生産および人口

実質国内総生産および国民一人当たり実質国内総生産は、表2-2-2に示すごとく内戦末期にかなり落ち込んだが、戦争終結とともに快方に向いつつあることがわかる。正確な人口は1982年の人口センサスまで把握されておらず、その結果は調査期間内にはまとまっていなかった。Monthly Digest of Statistics, 1982年11月号によれば人口は1981年6月現在で、760万人と推定され、その増加率は国全体で過去10年間約3.3%であり、将来の増加率は3.0~3.6%と見込まれている。

表2-2-2は現在及び1969年価格のGDP及び1975~1981年の人口を以下に示すものである。

表2-2-2 国内総生産および人口

年度	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
GDP							
総生産(10 ⁶ Z\$)	1,916	2,077	2,087	2,236	2,608	3,316	4,147
一人当り(Z\$)	305	320	311	323	366	451	546
1965換算GDP							
総生産(10 ⁶ Z\$)	1,303	1,285	1,189	1,170	1,188	1,322	1,483
一人当り(Z\$)	207	198	177	169	167	180	195
人口(10 ⁵ 人)	6,280	6,490	6,700	6,920	7,130	7,360	7,600

出典：Monthly Digest of Statistics, Nov. 1982, Zimbabwe.

2-2-2 主要産業

(1) 農業

1981年には農業生産はGDPの18%、総輸出額の48%を占めた。主要産物はとうもろこし、小麦、ソルガムであるが、輸産物としては、タバコ、とうもろこし、甘藷、綿花等があげられる。牧畜産業はアフリカ大陸では南アに次いで二番目の大きさを誇っている。現在、2年続きの大旱魃のため、作物、牧畜ともに深刻な被害を受けつつあり、1983年の収量、生産は大幅に縮小するものと予想される。

(2) 鉱業

ジンバブエは世界でも有数の鉱物資源輸出国である。鉱物資源に関連した主産物は40項目以上登録されている。鉱物資源生産物のうち、次の6品目で全体の85%を占めている。大きさの順に挙げると、金、石綿、ニッケル、銅、石炭およびクロームである。1981年度における鉱物資源生産量は、GDP比で5%、輸出額に占める割合は30%である。

(3) 製造業

製造業はかなり発達しており、多様化も進んでいる。その分野は、鉄、非金属、機械、繊維、食品加工、パルプ、木材、印刷等であり、1981年には出来高がGDPの26%、総輸出額の27%を示している。

2-2-3 国際貿易

1970年から1981年にかけて輸出は年率13.3%の割合で伸びている。特に1979年と1980年は顕著な成長を示しているが、1981年以来貿易収支は赤字に転じている。現況の全支出収支は1億Z\$内外で推移している。

表2-2-3 国際貿易収支

単位：100万Z\$

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
輸出	531.3	553.4	550.8	609.3	715.7	909.2	971.7
輸入	461.9	382.7	388.1	403.7	549.3	809.4	1,017.5
収支	69.4	170.7	162.7	205.6	166.4	99.8	-45.8

出典：Monthly Digest of Statistics, Nov. 1982 Zimbabwe.

2-3 地下水開発と外国援助

2-3-1 地下水開発

ジンバブエ全体が、現在2年続きの大旱魃に見舞われている。特に村落共有地は家庭用水、給水施設も十分でなく、かんがい施設は皆無に近いので被害がひどく、大部分の農民は今年の収穫が皆無か、またはほとんどないものと思われる。多くの村落共有地住民が既に旱魃救済を受けており、さらに同地区内の家畜も牧草と飲水の不足のため、多数が死亡している状況である。

水資源開発省の情報によると、現在全国で約2万5千の深井戸があり、内1万個が全国の村落共有地内にあるものと推定されている。1982年に水資源開発省がまとめた、深井戸必要数の最新査定報告書(Drilling Commitments, Shortage of Drilling Rigs, by Management Engineer Operations 水資源開発省)によると、1984年の終りまでに4,000井の新期深井戸が全国で必要とされている。一方、水資源開発省は22基のパーカッション型を主とした削井機を有し、内7基が新品である。さらに私企業が41基のパーカッションドリルと、3基のエアードリルを稼働させている。

水資源開発省によれば、一つの深井戸を掘るのに稼働と故障率も含めて平均で3週間と少々かかり、現在全国で月平均90井の新深井戸が誕生しているということである。水資源開発省が旧式のパーカッション型の掘削機を保有している理由は、その頑健さ、簡単さ、耐久性などのためであるが、これはとりもなおさず現在の水資源開発省の技術スタッフや修理、維持管理施設の能力範囲内ということである。

差し迫った深井戸建設の要求に対処するため、前述の査定報告書は通常の掘削機購入計画以外に4機の高

速掘削機を緊急に購入する必要があると述べている。これは現保有台数を増強するために最新型のパーカッションリグを購入する通常計画とは別である。

2-3-2 外国援助

幾つかの外国の援助および借款協定が現在協議中である。約20基の掘削機がこれらの結果1983年末までに到着する予定である。1982年末現在、水資源開発関係の国際援助のリストは以下に示すとおりである。

表2-3-1 ジンバブエ国水資源開発関係外国援助状況

昭和57年末現在
単位：ジンバブエ・ドル

国または機関	借款	無償援助	内容
オランダ	1,450,000		ボーリング機械6台他
スウェーデン		438,500	ボーリング機械5台
サウジ・アラビア	3,500,000		A D B / U S 援助の補充
クエート	7,645,000		ボーリング機械1台他
デンマーク			中規模ダム
フランス	2,150,000		内容未定
イギリス		670,000	ボーリング機械7台他
イタリア	1,450,000		ダムおよびかんがい事業
EEC		4,460,000	削井工事
A D B / A D F	9,225,000		給水施設
ルーテル世界連盟		126,840	浅井戸建設援助
UNICEF		400,000	ボーリング機械1台他

注1) A D B : African Development Bank

A D F : African Development Fund

2) 上記の他、下記の国及び機関が現在援助協議中である。

キューバ、オーストラリア、フィンランド、ブルガリア、ルーマニア、ノルウェー、北朝鮮
カナダ、ユーゴスラビア、WHO

2-8-3 実施状況

国際援助協力を含めて給水計画に対する実施方法は図2-3-1の実施計画ダイヤグラムに示すとおりである。

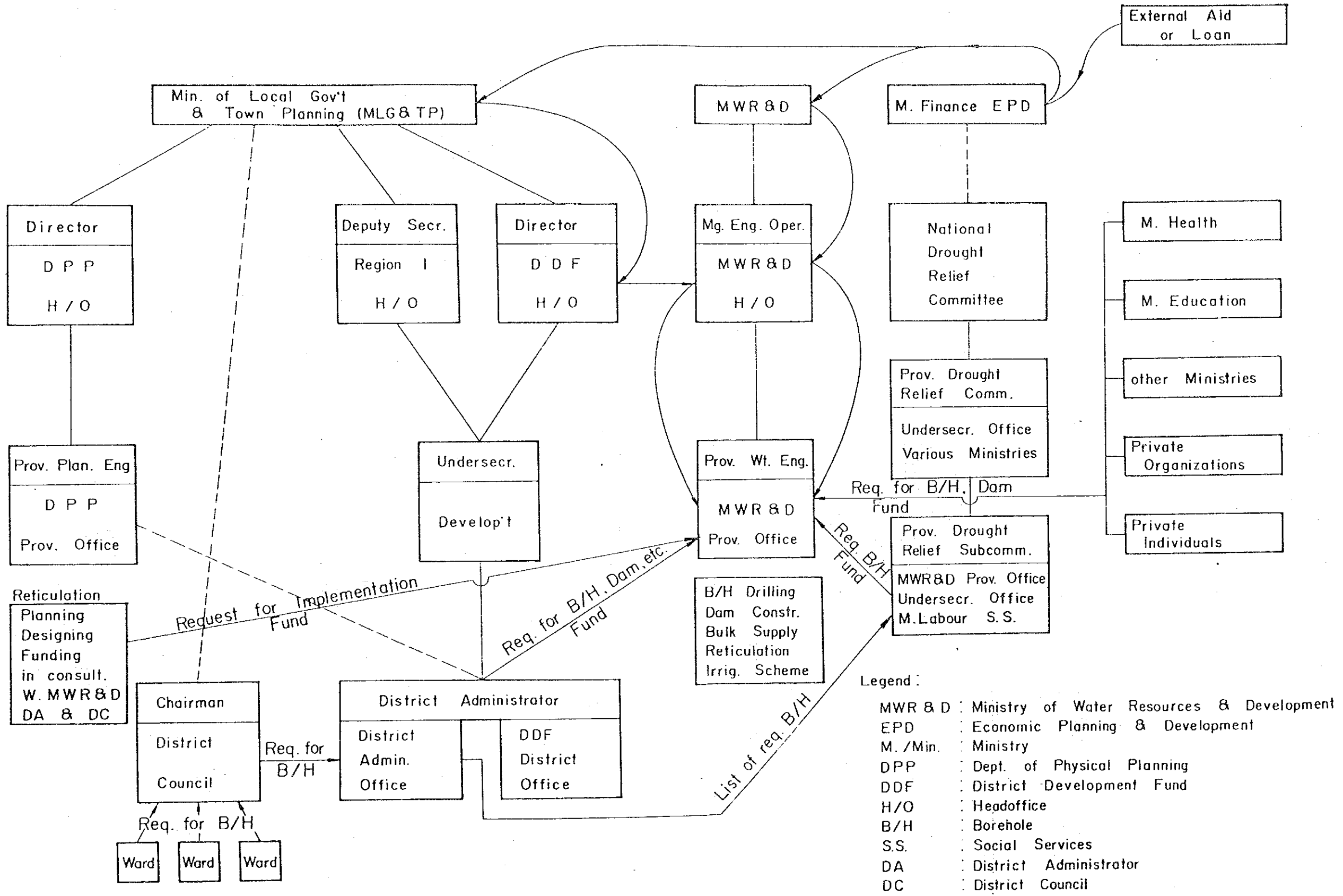
新規水源開発あるいは深井戸、ダム、水道給水等の保守には、水資源開発省が当たっている。水資源開発省は政府機関および各個人から給水施設の建設並びに修理等の要望を受付けている。必要経費は要求した機関から出される。現在、主として上記に関係している機関は、地方協議会であるが、協議会は共有地における最小の行政単位である区より選出された評議員より構成されている。地方協議会は地方行政官および地方開発基金支所に対し、深井戸新設の要求を同時に行う。行政官は州の開発次官と相談の上、深井戸と資金の割付けを行うとともに、給水事業の実施を州の水資源開発省局長に要請する。

現在深刻な旱魃に直面しており、国家救済委員会を設立して資金を投入している。州レベルにおいては州救済委員会および小委員会がある。前者は各省の代表より構成されており、旱魃状況の全般を処理している。後者は水資源開発省、次官事務所および社会労働局の代表よりなり、給水問題を取り扱っている。小委員会は地方行政官と相談の上、深井戸建設地点を選定する。その決定は州の水資源開発省局長に伝達される。旱魃救済の深井戸建設は最優先されている。

水源開発に関する外国の援助協力には二系統の実施方法がある。第一は、経済企画開発省に資金が登録されるものである。その資金は地方自治および都市計画省を経由して全国の開発計画に取入れられる。その後事業実施に当たり、所要資金は水資源開発省に渡される。他のルートは経済企画開発省から水資源開発省に直接資金が渡されるものである。

もし、外国援助が技術あるいは資材協力の場合は、水資源開発省は経済企画開発省を経て直接当事者となって事業を行うものである。

図2-3-1 給水計画実施ダイヤグラム



第3章 計画地区の現況

第3章 計画地区の現況

3-1 立地状況

3-1-1 位置および道路並びに鉄道網

(1) 位置

計画地区はジンバブエ国の南部に位置し、ミッドランズおよびマシング州の各一部を包含している。当地区は首都ハラレの南約400kmに位置し、緯度は南緯19度25分と21度15分の間、経度は東経29度30分と30度50分の間にある。対象地区の総面積は14,200km²に及ぶ広大な地域である。この地域は、MvumaとMweneziを結ぶ国道に沿って西側に広がっている。この地区は下表に示すように、6つの地方協議会(District Council)に属する8つの村落共有地からなっている。図3-1-1はこれらの村落共有地を示している。

計画地区村落共有地

<u>共有地名</u>	<u>地方協議会</u>	<u>州</u>
Chilimanzi	Takawira	Midlands
Shurugwi	Shurugwi	Midlands
Runde	Zvishavane	Midlands
Mazvihwa	Zvishavane	Midlands
Mberengwa	Mberengwa	Midlands
Chibi	Nyaningwe	Masvingo
Matibi No.1	Batanai	Masvingo
Maranda	Batanai	Masvingo

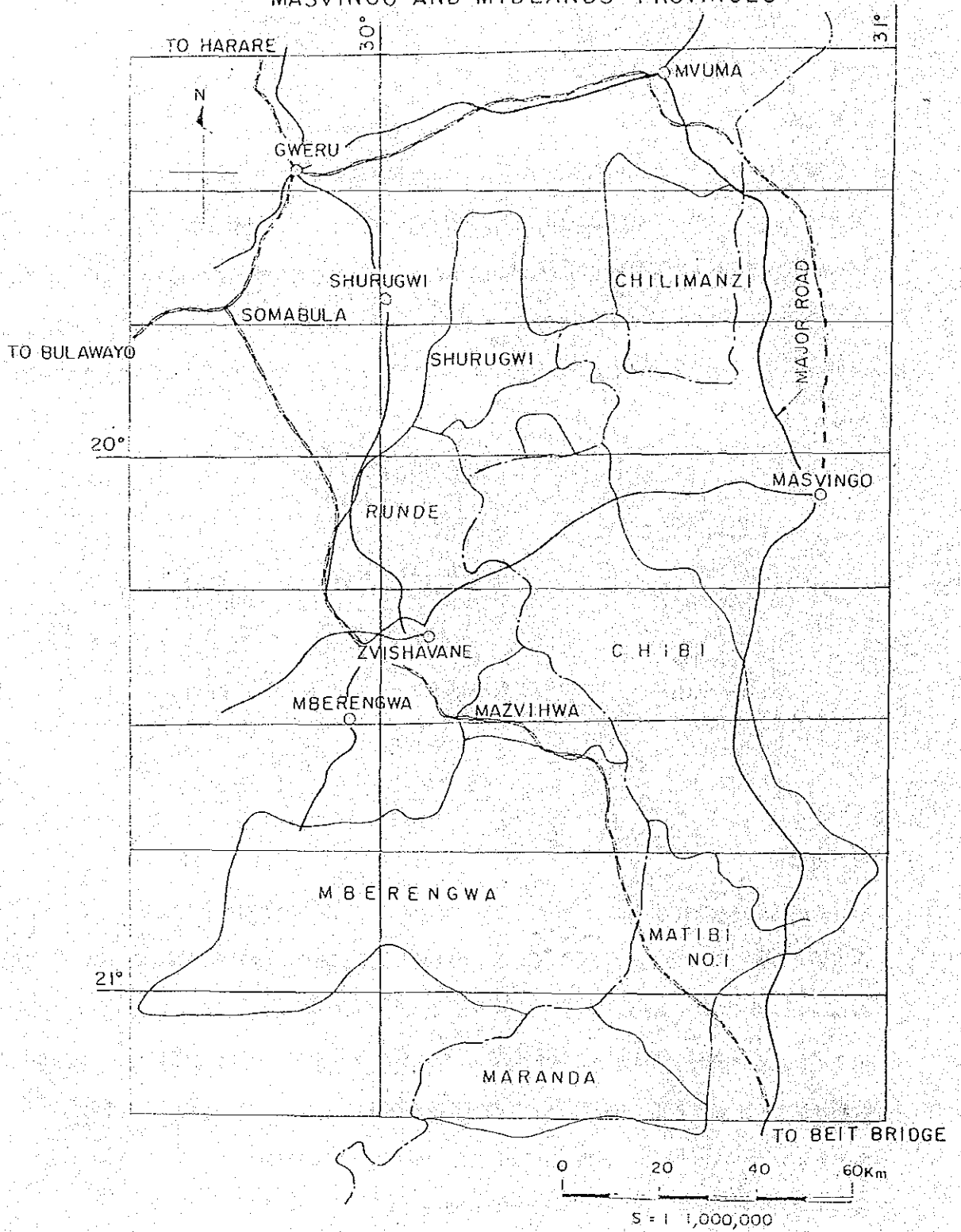
(2) 道路

計画地区を貫通または接触している国道が三路線ある。これらの道路は完全舗装されており、高速走行が可能である。第一はMasvingoとZvishavaneを結ぶ道路で、Chibi共有地を通過している。第二はGweruとZvishavane間の道路でRunde共有地を通過する。第三はMvumaからMasvingoを通りMweneziまで南下する国道である。この国道はChilimanzi共有地の南北の角を通り、Chibi共有地を通過している。この三路線が計画地区への主要アクセス道路となっている。計画地区内の村落と上記の国道を結ぶ道路は、主に二級道路である。これらの道路は、政府発行の25万分の1の地形図に細い実線で示してあるものである。普通、砂利道であるが、年間を通して車輛通行が可能である。

地区内の各拠点であるサービスセンター、ビジネスセンター、学校、病院等を結んでいる道路は、さらに一ランク低い道路であり、これらは先の地形図には細い点線で示されている。これらの道路の状態は決

图 3-1-1 津南地区简图

COMMUNAL LANDS IN PARTS OF
MASVINGO AND MIDLANDS PROVINCES



して十分なものではなく、通常通行にも困難が伴い、雨期の通行には(特に洪水の後等)短期間交通不能になる可能性があるが、この期間でも四輪駆動車の通行は可能である。計画地区内での道路網の特徴として、南北系道路の密度に比較して東西系道路の少ないことである。

(3) 鉄道網

ジンバブエ国の鉄道はすべて国有であり、効率の良いサービスを提供している。国内の主要都市を結んでおり、周辺の四か国すなわちザンビア、モザンビーク、ボツワナおよび南アフリカ共和国などに連結されている。積荷の主なものは、工業原料および農作物であり、輸出入の主要輸送手段が鉄道となっている。

計画地区に関与する鉄道路線はGweru-Zvishavane-Rutengaを結ぶ路線で、さらに南アフリカ共和国との国境の町バイトブリッジまで伸びている。この路線は、Runde、Mazvihwa、Mberengwaの東側、およびMatibi No.1の各村落共有地を通っているが、この路線の輸送物資はBuhwa山周辺で産出される鉄石である。このルートは南アフリカ共和国と連結しているが、乗客は乗せていない。

3-1-2 人口および生活状況

(1) 村落共有地および地方協議会

計画地区は8村落共有地よりなるが、それらの共有地は地方協議会(District Council)を介して地方自治および都市計画省の管轄下に置かれている。計画地区の村落共有地における水資源開発および給水計画の調整、管理に関することは水資源開発省の出先機関であるミッドランズ州およびマシング州がその任に当たっている。

(2) 人口および世帯

計画地区内の村落共有地面積は、ジンバブエ国内の共有地延べ162,000Km²の内約7.7%を占めている。一方1982年に実施された人口統計調査(センサス)によれば計画地区内の人口は約50.1万人であり、全共有地人口440万人の11%に当たっている。計画地区内の平均人口密度は40.4人/Km²であり、全国の共有地における人口密度27.0人/Km²を13.4人上回っている。計画地区内の世帯数は86,442世帯あり、世帯密度は7.0世帯/Km²である。

計画地区内に住む人々は伝統的手法に頼る小規模の天水農業および肉牛飼育に従事している。耕地面積

は約16%であるが、耕地は広大な平原内の天然の草木に覆われた地域内に分布している。

住民は茅ぶき屋根のレンガ造りの円筒形の小屋で生活しており、計画地区内の共有地にはそのような小屋が点在している。小屋には電気および水道施設はなく、最低限の生活用品を備えているにすぎない。生活水準は上昇過程にあるというものの、彼らの生活条件は都市住民と比較すれば大きな隔りがある。

表3-1-1 計画地区内人口および世帯数 (1982年人口統計)

共有地名	人口	世帯数	面積 (Km ²)	人口密度 (人/Km ²)	世帯密度 (世帯/Km ²)	世帯当り人数
Chilimanzi	42,144	7,855	1,030	40.9	7.63	5.37
Shurugwi	41,717	7,131	850	49.1	8.39	5.85
Runde	37,399	6,214	980	38.2	6.34	6.02
Mazvihwa	17,817	3,064	550	32.4	5.57	5.81
Mberengwa	150,777	24,471	3,720	40.5	6.58	6.16
Chibi	137,707	23,795	3,210	42.9	7.41	5.79
Matibi No.1	39,837	7,670	1,080	36.9	7.10	5.19
Maranda	33,490	6,242	1,000	33.5	6.24	5.37
合計	500,888	86,442	12,420	平均 40.3	平均 6.96	平均 5.79

(3) 村落共有地内の地域社会中心施設

地区住民の意思の疎通および公的所用は地区内に分散しているサービスセンター或はビジネスセンターで行われる。サービスセンターは共有地内住民の社会活動の中核を担う施設であり、その内で地方協議会事務所が置かれたサービスセンターは特にディストリクト・サービスセンターと称されている。サービスセンターは商業および物流の基地であると共に行政機能を有する中心地を形成する、あるいは形成しようとするものである。他方ビジネスセンターは周辺住民の日常生活の便に供するセンターであり、サービスセンターに比べると規模は小さいものの数の上でははるかに優っている。

地区内の中心施設および学校数は表3-1-2に示すとおりである。計画地区全体平均でみるとサービスおよびビジネスセンターは人口2,300人当り1カ所、学校は1,600人当り1カ所の割合で建設されている。

表3-1-2 計画地区内社会施設一覧表

共有地名	社会中心施設			学校		病院
	サービス センター①	ビジネス センター②	人口 ①+②	学校数	人口 学校数	
Chilimanazi	6	6	3,500	33	1,300	2
Shurugwi	7	14	2,000	26	1,600	6
Runde	4	6	3,700	27	1,400	1
Mazvihwa	3	2	3,600	6	3,000	0
Mberengwa	15	55	2,150	89	1,700	15
Chibi	7	51	2,400	77	1,800	5
Matibi No.1	5	17	1,800	24	1,650	2
Maranda	2	16	1,900	32	1,050	6
合計	49	167	平均 2,300	314	平均 1,600	37

注) サービスセンター数; 統計局資料

ビジネスセンター、学校、病院数; 地方協議会の資料

3-2 自然状況

3-2-1 地形・地質

(1) 地形

地域の大部分は標高1,400mから1,500mに位置し、全般に南に向かって緩やかに傾斜している。最高点は、Mberengwa共有地に位置する標高1,627mの Mt.Buhwa である。地形は花コウ岩類、片麻岩類、グラニュライト（白粒岩）或は片岩類等の主要な岩石タイプの影響を大きく受けている。四地域に分布する花コウ岩類は樹木が良く繁茂した bornhardt,dwala 或は castle koppie を形成する。bornhardt および dwala は表層部の剝理によって形成された滑らかな急斜面を有している。他方 castle koppie はその裾を粗石で覆われた花コウ岩類の大岩塊を形成している。

古期片麻岩地域は主として低高度の dwala や砂質の草原からなる。Chibi 花コウ岩の南部に位置する片岩帯は細長い樹木の繁茂した丘陵を形成している。この丘陵は地区内で最高の山陵を形成し北東方向に延びている。丘陵の主峰をなすブーフ山（Mt.Buhwa,E.L.1,627m）は縞上のアイアンストーンおよびジャスピライトからなり比高800mを有している。グラニュライトや片麻岩からなる南部は小規模な dwala や castle koppie を形成し比較的起伏に富んだ地形と砂質の草原からなっている。地区の地形は図3-2-1に示すとおりである。

(2) 地質

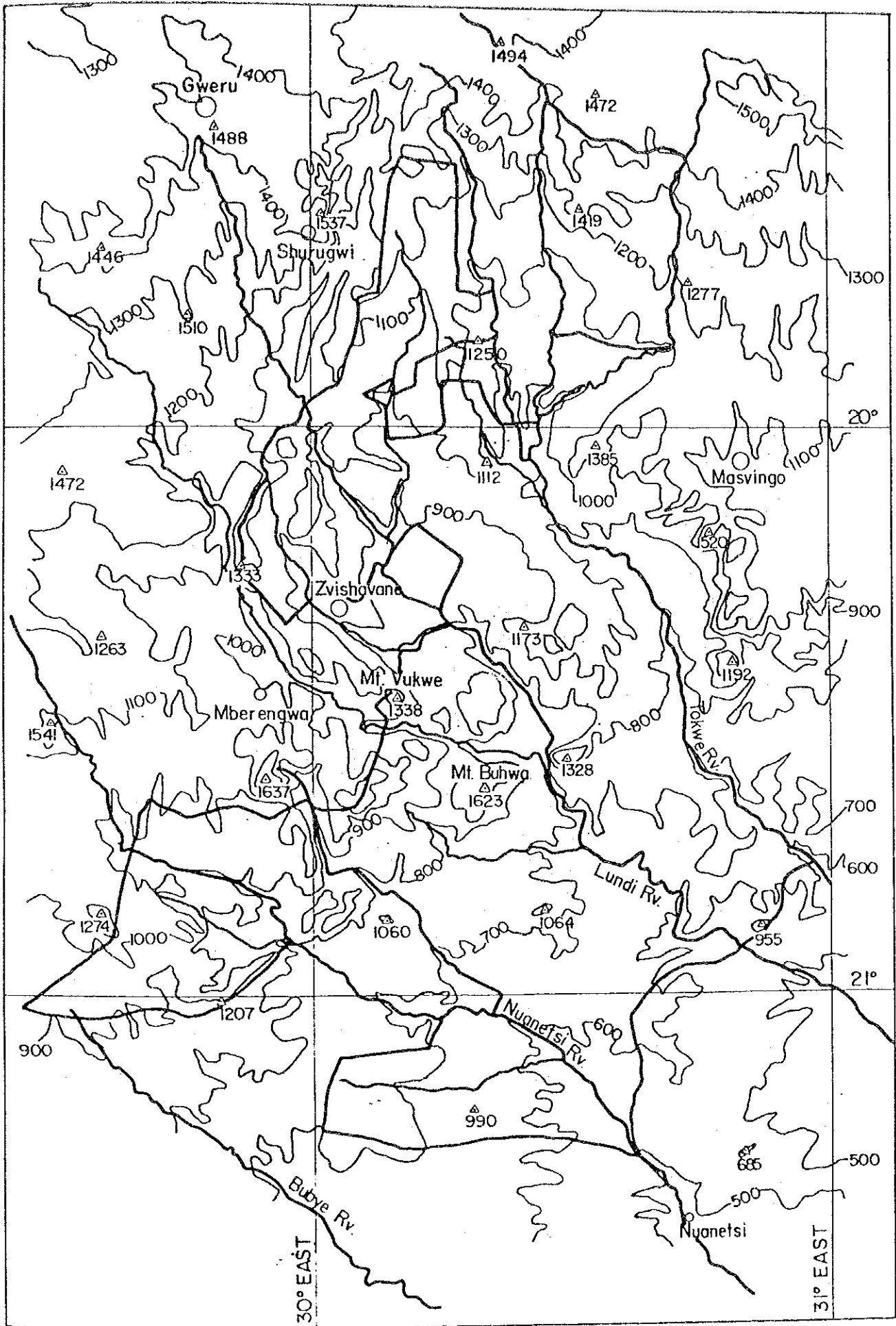
地域の地質は先カンブリア紀の岩石、様々の地代の貫入岩石、第四紀の堆積物よりなる。地質層序表は表3-2-1に示してある。また、地質概要図および地質平面図は図3-2-2に示すとおりである。

i) 基底片岩類 (Basement Schist Complex)

基底片岩類は Sebakwian グループ、Bulawayan グループ、Beitbridge グループからなる。Sebakwian グループは調査地の北東に小規模に分布し、片岩、蚊紋岩、珪岩、石灰岩、千枚岩、グリーンストーンよりなり、北向きの一般走向を有する。Beitbride グループは地域の南部に分布し、準片麻岩よりなる。この2グループは限られた狭い範囲に分布するのみである。ブーフ山に代表される Bulawayan グループは、地域の中心部に位置し、南西方向に延びる細長い山脈級の丘陵を形成している。このグループは超苦鉄質岩、グリーンストーンおよび堆積岩類よりなる。堆積岩類は珪岩、縞状アイアンストーン、石灰石および千枚岩からなり、超苦鉄質岩類の挟み層となっている。

图3-2-1

計畫地区地形图



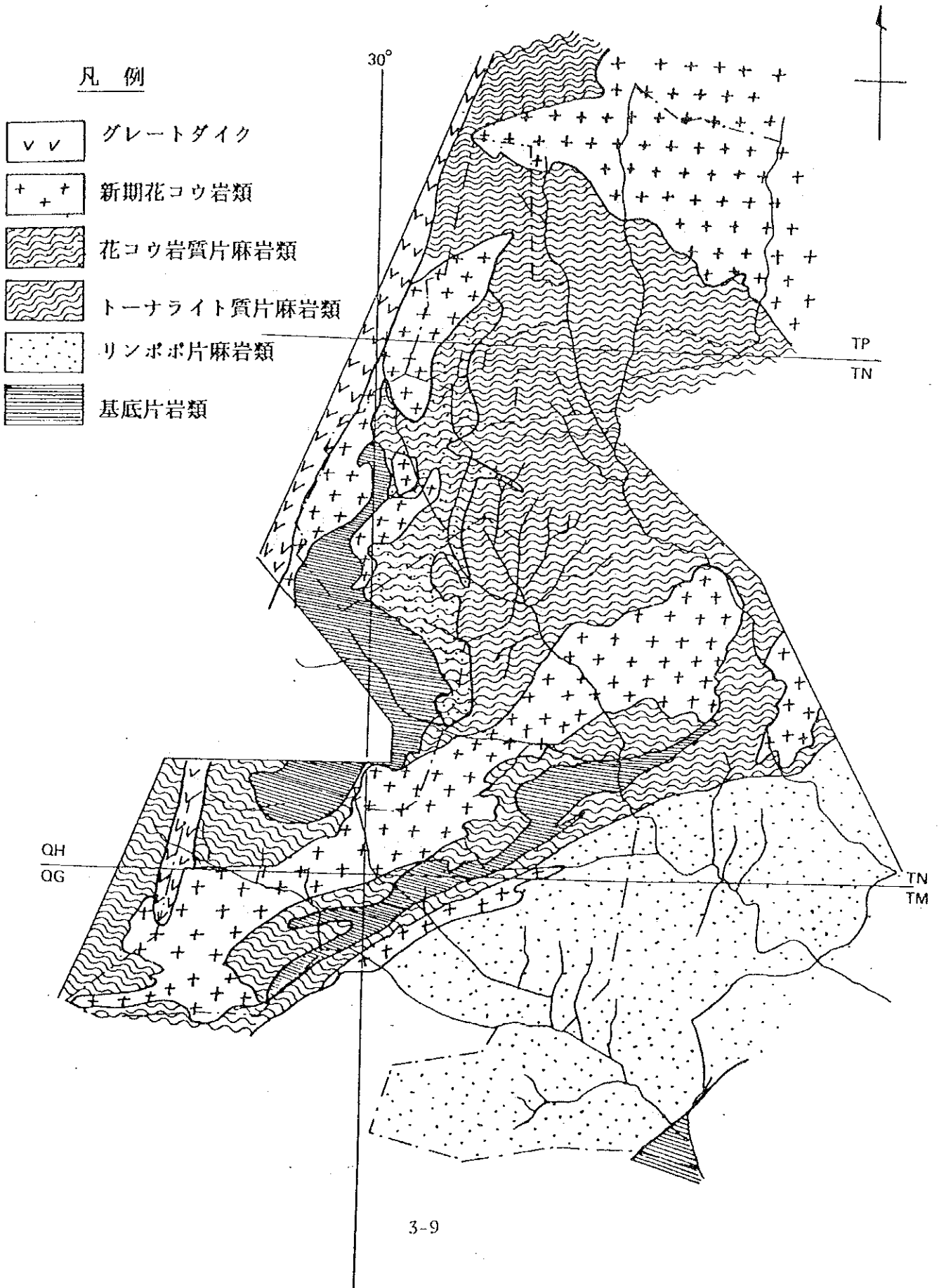
0 20 40 60 Km
3-7 1 : 1,000,000

表 3-2-1 地質層序表

Age	Formation	Rock facies	Remarks		
Recent	Alluvial deposit	Soil	thick, deep red clay		
Various Ages	Quartz vein	Quartz			
	Dolerite dyke	Dolerite Metadolerite	ENE, SE trend		
Pre - Cambrian	Intrusive Igneous Rocks	Great Dyke	Quartz Gabbro, Serpentinite, Pyroxenite	distributed in a small area.	
		Younger Granite	Porphyritic Granite	Porphyritic Granite	coarse grained, has ENE trend body.
			Chibi Granite	Adamellite Potash Granite	coarse to medium grained has many fault NW & NNE trend
			Shabani Granite	Massive leucocratic Granite	medium grained, generally massive.
			Umvuma Granite	Granodioritic Granite	fine grained, massive.
		Mashaba Serpentine	Serpentine		
		Older Gneiss Complex	Banded, foliated, Granitic Gneiss Tonalitic Gneiss	with many dykes and sheets. has fault & quartz vein trend N, NNW.	
	Limpopo Mobil Belt	Granulitic Gneiss, Granulite, Metaquartzite, Serpentine	NE trend. south dipping, many tightly folded boudin, with remnants of Schists.		
	Basement Schist Complex	Beitbridge Group	Para Gneiss	exposed in a small area	
		Bulawayan Group	Schists, Limestone, Banded Ironstone, Greenstone, Serpentine	has SN trend, forms long ridge, interbedded between mafic & sediment	
		Sebakwian Group	Schists, Serpentine, Banded Ironstone, Quartzite, Limestone.	N trend exposed in a small area.	

図 3-2-2 計画地区地質概要図

縮尺 1:100万



ii) リンポポ変動帯 (Limpopo Mobile Belt)

リンポポ変動帯はグラニュライト質片麻岩よりなり、南部地域に幅広く分布している。この広い地域は主として南落ちで密褶曲した流動的な変形を示す断片、ブーデン構造を示す断片および基底片岩類の分断された残片よりなる。片岩類の残片は葉層構造或はレンズ構造を示し現状では主として苦鉄質、超苦鉄質そしてグラニュライト質となっている。この変動帯は全域にわたり北東の一般走向を示している。

iii) 古期片麻岩類 (Older Geniss Complex)

古期片麻岩類と新期花コウ岩類は地域の大部分を占めて分布している。これらの岩石は風化して淡色の砂質土を生じると共に、dwala や bornhardt 或は castle koppie として知られる高いドームやバランシングロックのような特異な景観の誕生にかかわっている。

古期片麻岩類は北から南の全般にわたり、地域に広く分布しており、トーナライト質片麻岩帯と花コウ岩質片麻岩帯に区分される。

トーナライト質片麻岩は一般的に中粒から粗粒であり、縞状で亀裂の多いものとマッジブなものとなる。この岩石の分布域は数多くの岩脈と岩床によって特徴づけられる。これらの貫入岩脈、岩床と片麻岩の接触部は地下水の水源として重要である。

花コウ岩質片麻岩は平らであるかまたはやや波打った砂質の草原に被覆されており、一般的に細粒で、亀裂の多い縞状の岩石よりなる。この岩帯は北北西および北北東方向の破碎帯と石英脈を多く伴っている。

iv) 新期花コウ岩 (Younger Granite)

新期花コウ岩は四つの地域に分かれて分布しており、斑状花コウ岩、Chibi花コウ岩、Shabani花コウ岩、Umbuma花コウ岩を形成している。斑状花コウ岩は Limpopo 変動帯の北端に沿って分布している。この岩体は東北東方向に連続しており、大きな特徴のある滑らかな側面を持つ丘陵を形成している。この岩石は一般に粗粒である。

Chibi花コウ岩は北東の走向で地域の中心部に位置しており、大岩体を有している。この岩体は粗粒から中粒の優白質岩であり、所々粗い風化面を有する斑状岩となっている。この花コウ岩は二種の断層系を有している。北西走向の断層は花コウ岩を地形的に適度の丘陵に分割している。他の断層系は多くの開口亀裂を有しており、また所々割れ目やレンズを填充する石英脈を有し、北北東の走向を有している。

Shabani 花コウ岩は地域の北西部に位置し、マッジブで優白色の中粒岩である。この花コウ岩は露頭に

おいては通常平坦から丸味を呈する地表を形成するが、地表にはしばしば円形の大岩塊を伴う事がある。この岩石は亀裂の発達に乏しく、一般にマッジブである。

Umbuna 花コウ岩の地域の北方に分布している。一般にマッジブで亀裂の発達に乏しく全般的に細粒であるが、たまに中粒～粗粒のものも存在する。

V) グレートダイク (Great Dyke)

グレートダイクは、グレートダイクと東部ダイクよりなる。

グレートダイクは Runde共有地と Mberngwa共有地に小規模に分布し、石英、斑れい岩、蚊紋岩、輝岩よりなる。

東部ダイクは北方から南方に不連続に分布する。観察できる露頭は低く、岩塊に富んでいるが、峰は形成していない。岩石は中粒で茶灰色の石英斑れい岩である。このダイクと他の岩盤との接触部は地下水の水源として重要である。

vi) 粗粒玄武岩岩脈 (Dolerite Dyke)

主としてトーナライト質片麻岩の分布地域には多くの粗粒玄武岩、準粗粒玄武岩が東西方向に分布している。これらの岩脈は細粒で、部分的にガラス質であるが、玄武岩質から斑晶質、時には多孔質のものさえある。

3-2-2 河川

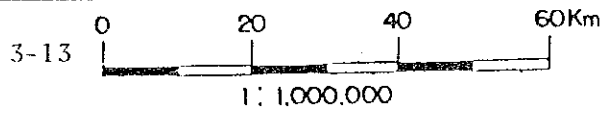
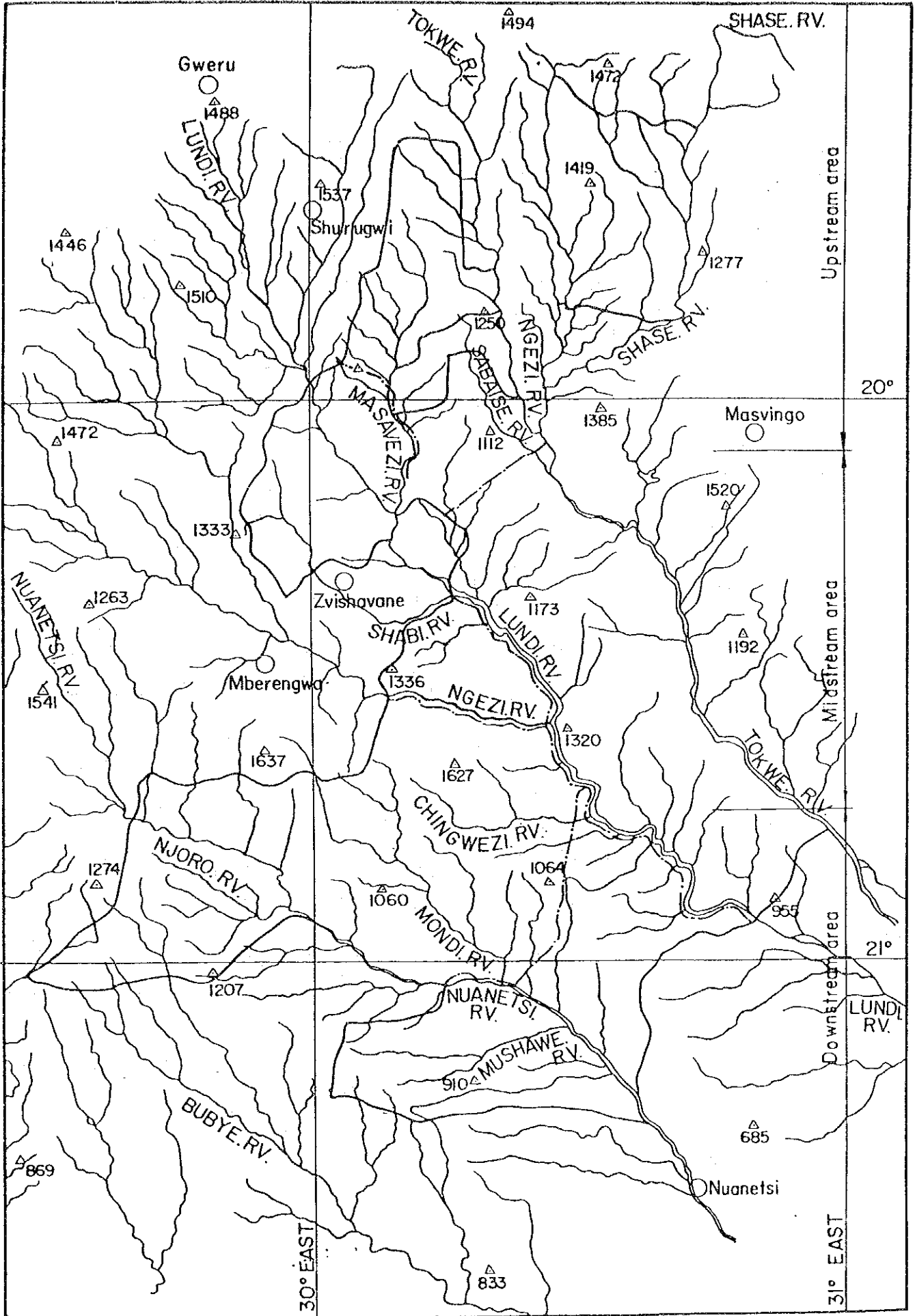
調査地域の主要な河川は図3-2-3に示されるとおり、Tokwe、Lundi、Nuanetsi河である。これらは相互にほぼ平行して、北西から南東へ地域を横断して流下する。

Tokwe河は Shurugwi共有地の北方境界近くの標高1,480m付近に発し、標高600mの Chibi共有地の南端を流下する。地域内の河床勾配は約4.9/1,000を示し延長は約183Kmである。

Lundi河は Gweloで発し、調査地域へおおよそ標高1,040mで入り、Matibi No.1共有地の標高540m付近の南方境界を流下する。地域内の河床勾配は約2.9/1,000、長さはほぼ175Kmである。

Nuanetsi河は標高960m付近で調査地域内へ入り、Mberengwa共有地の標高520m付近の南方境界を流下する。地域内の河床勾配はおおよそ3.2/1,000、長さは約138Kmである。

水系の大部分は断層、褶曲、プーディング構造、傾斜、走向などの地質構造に強く支配されている。



3-2-3 気象および水文

(1) 気象概要

ジンバブエ国の気候帯はモンスーン気候帯の南部あるいは貿易風気候帯の北部に位置し、内陸熱帯収れん帯 (The Inter-Tropical Convergence Zone ; I.T.C.Z.) の一部に属している。気象年は便宜上7月1日より6月30日をサイクルとしており、以下に示す四季節に大別される。季節変化に大きな影響を与えるものは「Guti」と称される低気圧の消長である。Guti は3月にピークに達し5月には急速に衰え、その後7月から1月にかけて徐々に発達するものである。

- i) Cool Season : 5月中旬から8月、年間を通じ最低気温が発生する。南東の貿易風が吹き湿度は少く降雨も僅かである。
- ii) Hot Season : 9月から11月中旬、高温低湿強風が特徴である。時々海上からCold snapと呼ばれる冷気が入りこみ冷気が二三日続くことがある。
- iii) Main Rain Season : 11月中旬から3月中旬、天候が不順で晴天と雨天が交互に3日程度続く。雷雨および夕立は大部分が午後が発生する。
- iv) Post-Rainy Season : 3月中旬から5月中旬、雨季から Cool Season に移行する中間の季節で天気は良く南東の微風が吹く。

(2) 地域の気象

地域はジンバブエ国のほぼ中央南部に位置しており、気候条件はジンバブエ国の平均値に近いものといえる。地域における気象条件を各項目別にみると以下に示すとおりである。なお、以下に示すデータは特に明示しない限り下記文献による。

文献 : Climate Handbook of Zimbabwe Apr. 1981
Department of Meteorological Services

i) 降雨

調査地区内およびその周辺の降雨量は表3-2-2に示すとおりであり、地区平均年間降水量は約650mmである。降雨量の変動係数(平均値に対する標準偏差)は32~41%の範囲にあり平均値は35%となっている。この変動係数は日本における15~20%内外に比較すると約2倍となり、年間変動幅が大きいことを示している。なお、ジンバブエ国の平均降水量および調査地区の大半をカバーする Lundi 流域 (Station 1~5および7を含む) 並びに地区の南端をカバーする Limpopo 流域 (Station 6および8を含む) の年間降水量は表3-2-3に示すとおりである。本表より地区南方に位置する Limpopo 流域の降水量は Lundi

流域に比較して約30%少ないことが判明する。また本地区降雨量はジンバブエ国の平均値にはほぼ等しいこともわかる。

ii) 気温

マシゴ市の最高月平均気温は1月の21.5℃を最低に10月の29.5℃がピークとなる。一方、最低月平均気温は7月の5.4℃を最低に1月の17.2℃が最高となっている。また、年間平均気温は19.2℃を示している。

iii) 相対湿度

マシゴ市における午前8時の湿度は10月に55%、2月～3月に80%、年平均71%を示す。但し、日中午後2時における湿度は全般に低く、9月に26%、2月に55%、年平均41%を示している。

iv) 蒸発量

マシゴ市北方 Makoholi (東経30度47分、南緯19度50分) 地点における年平均蒸発量は約1,900mm/mに達し、最高は10月の240mm/m、最低は6月の100mm/m程度となっている (American Water Bureau Class A-pan法による)。

v) 風速

マシゴ市における月平均風速 (24時間平均値) は10月の7.4ノット (3.3m/sec) が最大であり、年平均では5.7ノット (2.6m/sec) を示している。

vi) 日照時間

マシゴ市における日照時間は12月の6.7時間から9月の9.1時間の範囲にあり、年平均では7.9時間を示している。

(3) 水文

調査地区の平均降雨量は表3-2-4に示すとおりであり、地区北方で多く、南方で少ないパターンを示している。ジンバブエ国内の表流水ポテンシャルは流量観測資料に基づいて各流域各地帯別に研究されている。この資料に基づいて本調査地域の表流水流量を示すと表3-2-4および図3-2-4に示すとおりであり、開発可能表流水は水深換算で平年時47mm/m、10年確率渇水時21mm/mの微量に止まっている。

調査地区の地下水の滋養源は降雨によるものとして間違いないと判断できるが、本地区の地下水はその殆んどが岩盤内に包蔵される裂カ水である。このような裂カ水の水収支機構は極めて複雑であり、しかも地下水変動に関するデータが皆無の現状で、本地区地下水の水文性状を云々することは不可能である。

要約し、詳細な説明

今回プロジェクトで計画される地下水開発量は大きめに見積っても 876×10^4 m³/年である（既存井戸を含めた井戸総数約4,000、1井戸当り揚水量4~6 m³/日）。この年間開発量は地域面積当りの水深に換算すると、僅かに0.7 mに相当する微量なものであり、地下水収支の上で問題となるものではない。本地区地下水開発を進める上での最大の問題点は地下水を貯留するに適した有効な空隙を有する帯水層を探し出すことである。

表 3-2-2 計画地区内平均降水量(%)

No.	Month												Total	cv (%)		
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6				
1	0.7	1.1	4.8	27.0	95.2	162.9	159.7	117.2	79.5	27.5	6.9	7.2	689.7	41 - 71	30	33
2	5.4	4.4	10.8	30.8	111.1	203.3	223.7	220.8	150.2	45.3	14.9	11.6	1,032.3	06 - 71	65	32
3	2.2	1.9	6.1	20.1	69.4	117.8	126.0	102.6	75.8	23.5	8.6	5.8	559.8	21 - 71	50	34
4	1.9	4.5	7.6	24.6	93.6	136.1	146.2	142.4	66.0	28.8	8.9	13.5	674.1	51 - 71	20	-
5	1.5	1.8	5.7	14.6	69.5	125.2	126.3	107.7	67.2	20.1	7.1	6.4	553.1	16 - 71	55	35
6	2.7	2.6	7.9	23.3	68.6	95.9	137.2	105.2	76.0	29.3	6.3	10.2	565.2	41 - 71	30	32
7	6.1	4.1	10.5	20.0	71.4	140.6	142.7	99.9	65.4	23.3	10.1	12.6	606.7	46 - 71	25	-
8	3.9	2.5	10.7	18.9	54.4	85.4	110.5	93.9	73.1	21.5	7.3	6.7	488.8	21 - 71	50	41
Mean	3.1	2.9	8.0	22.4	79.2	133.4	146.5	123.7	81.7	27.4	8.8	9.3	646.4	-	-	-

Station Index

No.	Name	Grid Ref.	Name of C.L. (Related to)	No.	Name	Grid Ref.	Name of C.L. (Related to)
1	St. Joseph	TP 5218	Chilimanzi	5	Chibi	TN 4053	Chibi
2	Selukwe	SP 8723	(Shurugwi)	6	Masase Mission	QG 7778	Mberengwa
3	Shabani	SN 9452	(Runde)	7	Neshuro	TN 5583	Matibi No.1
4	Masingo M	TN 2411	(Mazvihwa)	8	Mtendelende	TN 1941	Maranda

Note : cv(%), Coefficient of variability of annual rainfall (the standard deviation to mean annual rainfall).

Source : Rainfall Handbook Supplement No.8 "Mean Rainfall in Rhodesia" Oct. 1977.

表3-2-3 ジンバブエ国平均降水量(%)

<u>Location</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>Total</u>
Zimbabwe ^{1/}	N.R.	N.R.	N.R.	23.4	80.8	146.1	168.4	137.9	93.0	25.7	N.R.	N.R.	675.3
Rundi Catchment ^{2/}	N.R.	N.R.	N.R.	24.1	89.4	153.4	150.9	139.1	61.0	29.7	N.R.	N.R.	647.6
Rimopo Catchment ^{2/}	N.R.	N.R.	N.R.	20.8	66.8	99.6	100.3	86.9	41.4	25.7	N.R.	N.R.	441.5

Note : 1/ Period of Mean = 70 years of 1901 - 1971

2/ Period of Mean = 20 years of 1951 - 1971

N.R.; No Record because it is considered a value is negligible small.

Source : Rainfall Report Season 1980/81; Department of Meteorological Services.

表 3-2-4

計面地区内表流水流量

Location	Area (km ²)	M.A.R. ^{1/}		Potential 10% Yield			% to M.A.R.	Zone Location
		mm ^{1/}	10 ³ m ³	m ³ /sec	mm	10 ³ m ³		
Chilimanzi	1,030	95.5	98,370	1.74	53.1	54,740	55.6	E; T3, T4
Shurugwi	850	78.3	66,560	0.93	34.4	29,210	43.9	E; T2,5, L4,5
Runde	980	46.7	45,770	0.65	20.9	20,520	44.8	E; L3,4, N3
Mazvihwa	550	38.0	20,900	0.34	19.2	10,610	50.5	E; L2,3, N1
Nberengwa	3,720	28.9	107,500	1.64	13.9	51,710	48.1	*2/
Chibi	3,210	63.4	203,500	2.10	20.7	66,330	32.6	E; T1 3,5, L2 4
Matibi No.1	1,080	27.5	29,700	0.43	12.6	13,640	45.8	B; N2, E; L2
Maranda	1,000	16.7	16,700	0.37	11.5	11,600	69.5	B; B2, B3, N2
<u>Total</u>	<u>12,420</u>	<u>47.4^{3/}</u> (Mean)	<u>589,000</u>	<u>8.20</u>	<u>20.8^{3/}</u> (Mean)	<u>258,360</u>	<u>43.9^{3/}</u> (Mean)	

Note : 1/ M.A.R.; Mean Annual Runoff.

2/ B; B3, N2, N3, UZ1, UZ2 & E; N1, L2.

3/ Total Volume/Total Area.

Source : An assessment of the Surface Water Resources of Rhodesia, Nov. 1972.

LEGEND

ZONE CLASSIFICATION	10% YIELD	20	40	60mm
ZONE - A	CATCHMENT			
T3	UPPER TOKWE	48	48	
T4	NGESI	48	48	
T3	SHASHE	31.5	31.5	58.1
T1	LOWER TOKWE	48	48	
L4	LUNDI	24.0	24.0	
L3	LUNDI	46.5	46.5	
L2	LUNDI	10.0	10.0	
N3	UPPER INGESI	24.0	24.0	
N1	LOWER INGESI	24.0	24.0	
N3	UPPER NUAETSU	24.0	24.0	
N2	MID NUAETSU	12.5	12.5	
B3	UPPER BURYE	3.4	3.4	
B2	MID BURYE	3.4	3.4	
U2	MID UMZINWANE	7.8	7.8	
U2	LOWER UMZINWANE	3.4	3.4	

NOTE: mm/micrometre

GAUGE STATION

- ★ SURFACE RUN-OFF
- RAINFALL
- ▲ EVAPORATION (BY A-PAN METHOD)

SOURCE:

- 1 RAINFALL HANDBOOK SUPPLEMENT NO. 4, MEAN RAINFALL IN RHODESIA, OCT. 1971
- 2 AN ASSESSMENT OF SURFACE WATER RESOURCES OF RHODESIA, NOV. 1972
- 3 CLIMATE HANDBOOK OF ZIMBABWE APR. 1981

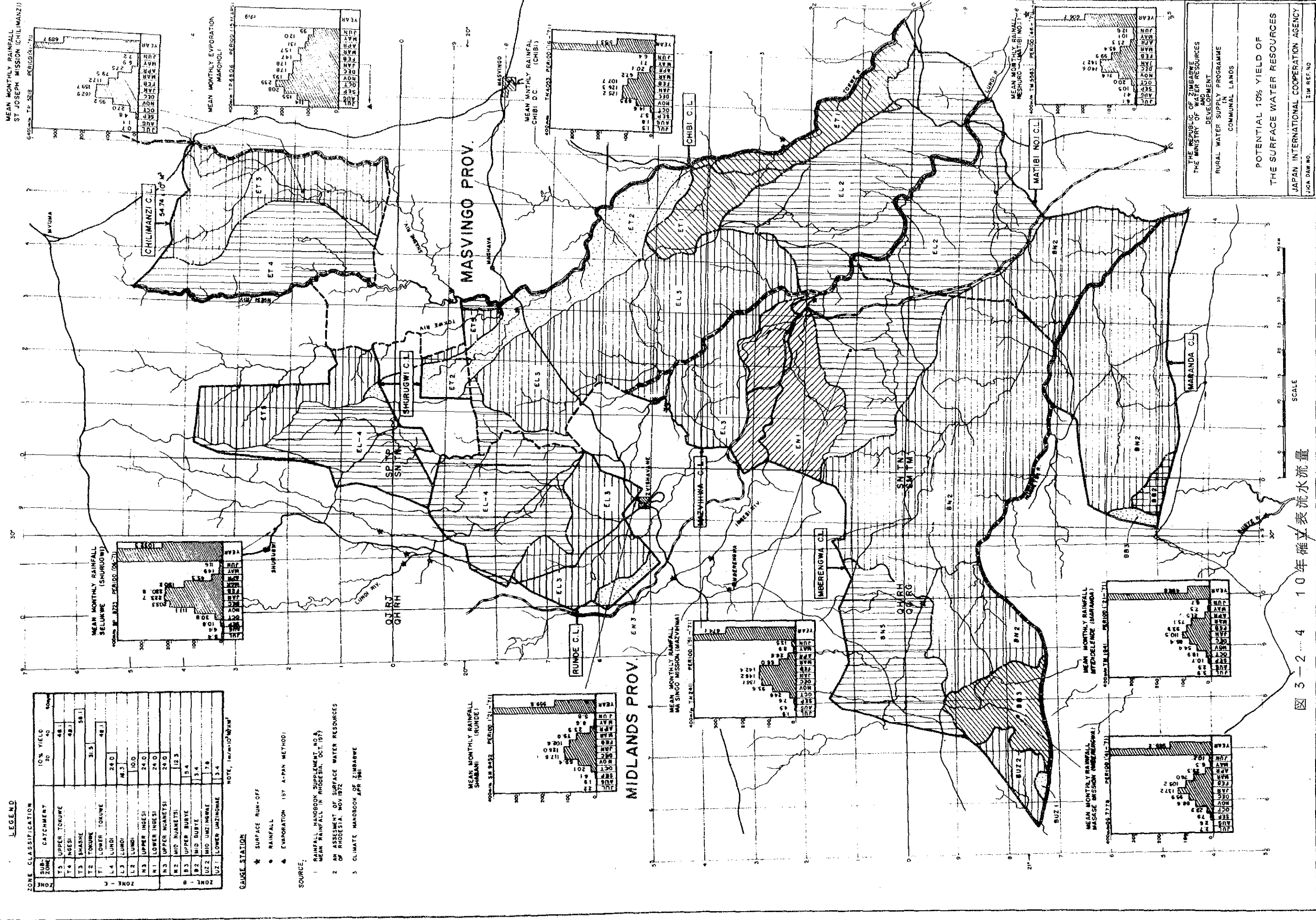


图 3-2-4 10年確立表流水流量

THE REPUBLIC OF ZIMBABWE
THE MINISTRY OF WATER RESOURCES
RURAL WATER SUPPLY PROGRAMME
COMMUNAL LANDS

POTENTIAL 10% YIELD OF
THE SURFACE WATER RESOURCES

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
JICA DRAW NO. ZIM REF. NO.

3-2-4 水理地質

(1) 既存資料の収集整理

水資源開発省のミッドランズおよびマシゴン両事務所にて収集した地域内の電気探査および深井戸掘削に関する資料は約350井戸分である。このうち深井戸掘削の記録は計287カ所分であり、31井の空井戸を含んでいる。これら287カ所の深井戸の位置は図3-2-5に示されている。地層毎に区分した深井戸掘削に関する記録は表3-2-5にまとめられている。また地層おのおのの項目については図3-2-6に示してある。

i) 深井戸深度

水資源開発省により、掘削された深井戸の分布には特徴がみられ、深井戸が密に掘削されている地域とそうでない地域とがある。例えば密に分布している地域としてはChilimanzi共有地の南部、Chibi共有地の北部および南部、Matibi No.1共有地の中部およびMberengwa共有地の東部等があげられる。一方現在まで深井戸がほとんど掘削されていない地域はChilimanzi共有地の北部、Runde共有地の北部、Chibi共有地の中部およびMberengwa共有地の西部等である。これら深井戸の開発があまり進んでいない地域は、主として3-2-1項で記載されている地層のうちの新期花コウ岩層の分布地域にあっている。

深井戸の深度および水位は図3-2-7で示される。水資源開発省が実施した電気探査による井戸掘削予定深度の最大値の平均は52mである。地層別にみると新期花コウ岩層および古期片麻岩層ではこの値が50m以浅と浅く、グレートダイク、リンボポ変動帯層および基底片岩類では50m以深となっている。実際に掘削された深井戸の深度はこの電気探査の結果とよく対応しており、すべての地層のうち古期片麻岩層の一部を構成している縞状片麻岩層中に掘削された深井戸の平均深度が最も浅く、36.4mである。一方基底片岩類の分布する地域に掘られた井戸深度の平均値は46.3mと最も深い。

現在プロジェクト対象地域内に掘削された深井戸の平均深度は42.8mであり、最も深い井戸で76m、最も浅い井戸で21mである。これらの深井戸には平均して計約20mの長さのスチールケーシングおよびスリット加工したスチールケーシングが挿入されている。ケーシング挿入長はかなりの幅をもっており、数mで終わってしまうものから最大50m深まで挿入している深井戸までである。記録されている深井戸の自然水位（揚水試験前の地表から地下水面までの距離）の平均値は12.6mである。地層別にみると新期花コウ岩層および古期片麻岩層中の自然水位は他に比べて若干浅くなっている。しかしながら、全体的にみると、自然水位は数mから40m付近までバラツキがあり、地域的な特徴はみいだせない。なお、掘削中に最

初に地下水が出現した深度の平均値は約16mである。

ii)揚水量

深井戸掘削後に実施された深井戸の揚水試験時の揚水量に関し、地層は以下の2つのグループに区別される。揚水量の少ないグループに入れられる地層は新期花コウ岩層、縞状片麻岩層およびリンボポ変動帯層などであり、これらの地層中に掘削された深井戸の平均揚水量は約3.5m³/時である。一方、プレートダイク、トーナライト質片麻岩類層等は、揚水量の比較的多いグループに属し、平均して約5.6m³/時の揚水量を得ている。なお、揚水量の最も多い深井戸は18.6m³/時であり、これはトーナライト質片麻岩層に掘削されたものである。なお、事業計画地域における深井戸揚水量を図3-2-8に示す。

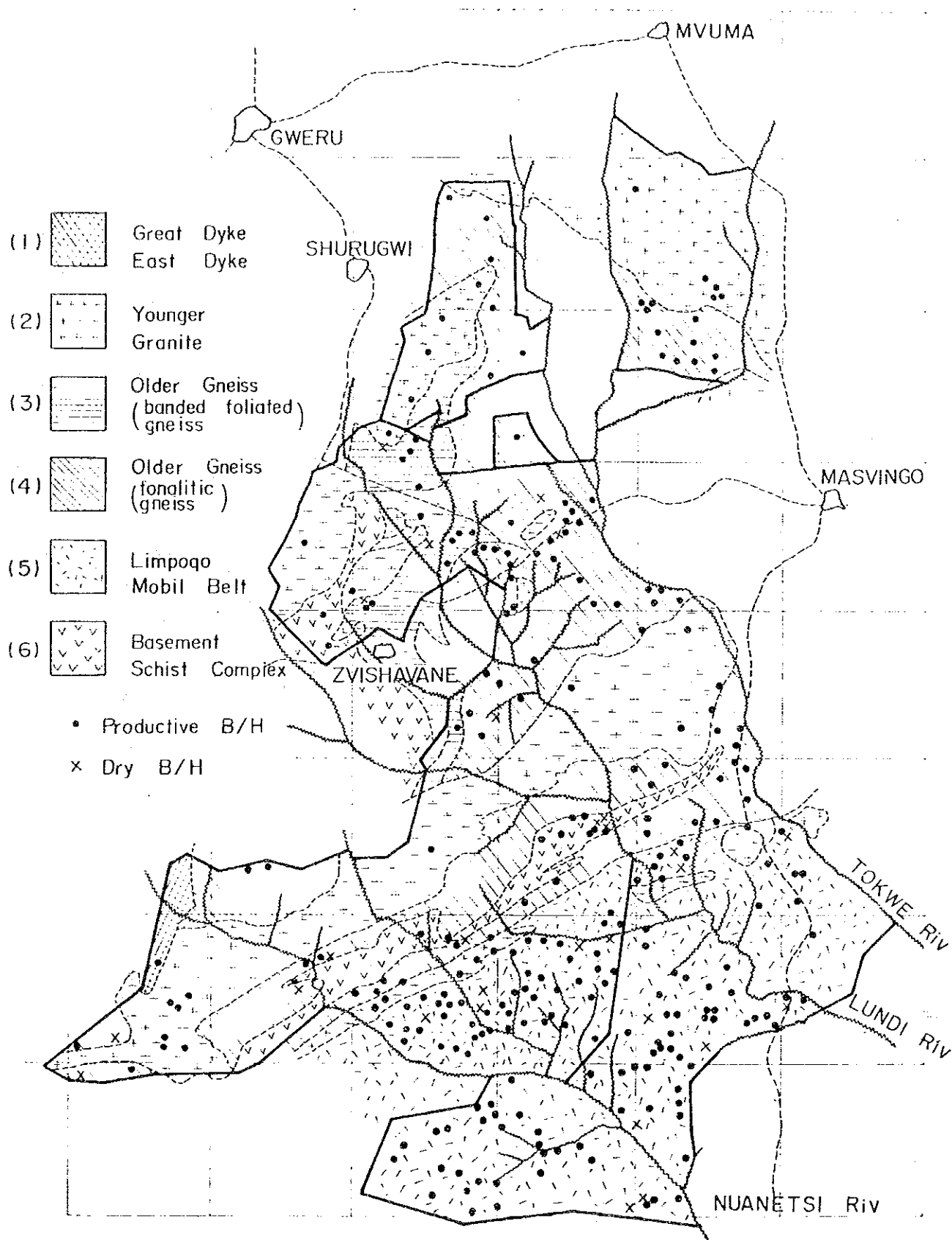
水資源開発省の記録で「水無し」と記載されているもの以外の深井戸の揚水試験時の揚水量の平均は、4.52m³/時である。なお、記録上での空井戸の確率は約11%である。井戸の湧出量を比較するための一つの指標となる比湧出量(単位:m³/時/m)は揚水量とはほぼ同様な傾向を示しており、揚水量の多い地層は比湧出量も多い。プロジェクト地域における比湧出量の平均値は約0.192m³/時/mであり、この値は1m³/時の揚水をするためには少なくとも約5mの水位降下を必要とすることを示している。さらに、当該地における深井戸の平均揚水量5.6m³/時を得るためには、約29mの水位降下を生じさせなければならないことになる。

iii)深井戸建設

深井戸1井当たり完成させるに必要な日数は5時間の揚水試験を含めて平均19日間である。新期花コウ岩層中の深井戸掘削は他の地層の場合よりも日数がかかっており、平均約24日間を要している。一方、他の地層の場合には16日~20日で完成している。また、掘削スピードをみると、全体の平均は2.67m/日であるが、新期花コウ岩層では2.04m/日と全部の地層の中で最も遅く、最も速いのは基底片麻岩類層の場合で、1日に約3.26m掘進している。

図 3-2-5 既設深井戸位置図

Fig B/H Location Drilled by MWR&D



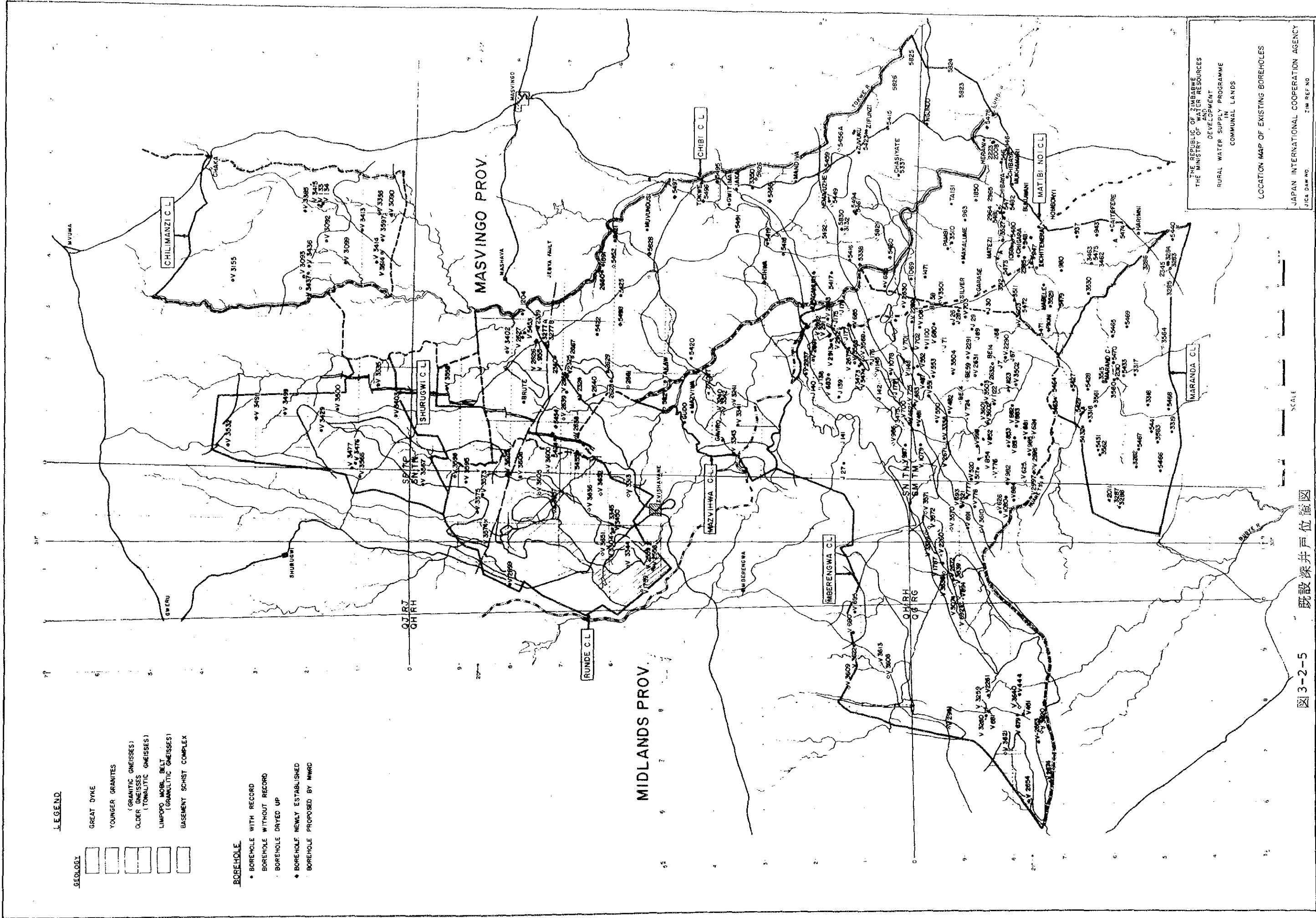


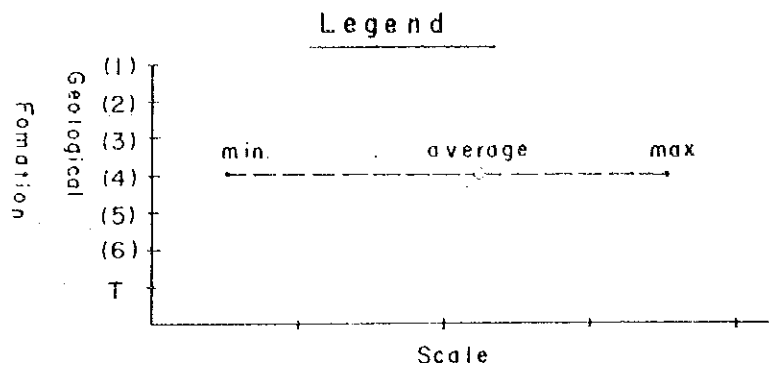
図 3-2-5 既設深井戸位置図

表 3-2-5 地質別深井戶記錄

Contents		(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)
Geological Formation		Drilled B/H. No.	Dry B/H. No.	Recom Depth by G/P (m)	Drilled B/H Depth (m)	Casing Length (m)	Static Water Level (m)	Water First Found (m)	Yield by Pump Test (m ³ /hr)	Specific Yield (m ³ /hr/m)	Drilling Period (days)	Drilling Speed (m/day)
(1)	Great Dyke	3	0 (0%)	3	3	2	3	2	3	3	1	1
				66	42	36.8	1.2	2	9.9	0.120	—	—
				40	39	28	21.3	24	1.8	0.325	—	—
				52.0	41.0	32.4	14.5	13.0	5.55	0.270	(13)	(3)
(2)	Younger Granites	34	3 (9%)	21	33	17	23	17	31	16	17	17
				60	60	27	1.5	6	16.2	0.810	37	4.70
				30	28	6	23	24	0.3	0.014	10	0.97
				47.9	43.5	18.5	10.1	14.5	3.72	0.192	23.6	2.04
(3)	Older Gneiss (banded foliated gneiss)	10	3 (30%)	10	10	7	8	7	8	6	6	6
				65	45	33	1.7	6	7.7	0.397	19	3.40
				15	21	12	26	27	0.6	0.067	10	1.62
				44.0	36.4	24.9	11.7	18.1	3.48	0.169	15.2	2.48
(4)	Older Gneiss (tonalitic gneiss)	83	10 (12%)	43	81	46	59	44	73	45	38	36
				70	70	39.5	2	6	18.6	0.844	52	7.43
				35	25	3	42.7	43	0.46	0.017	9	0.66
				49.4	42.9	20.1	12.3	15.9	5.73	0.232	16.6	2.73
(5)	Limpopo Mobil Belt	137	13 (9%)	57	134	62	94	62	122	74	12	11
				80	76	50	37	4.5	15.9	0.984	43	8.00
				30	24	6.4	0	37	0.22	0.003	7	1.08
				55.4	42.6	17.6	13.1	15.6	3.85	0.155	19.4	2.85
(6)	Basement Schist Complex	20	2 (10%)	13	18	12	15	12	18	12	12	12
				75	67	48	2.2	3	13.5	0.631	23	4.45
				45	30	7	34	38	0.7	0.056	10	2.00
				58.0	46.3	28.1	14.1	18.2	5.81	0.264	15.4	3.26
Total		287	31 (11%)	147	279	146	202	144	255	156	86	83
				80	76	50	0	2	18.6	0.984	52	8.00
				15	21	3	42.7	43	0.22	0.003	7	0.66
				52.0	42.8	19.9	12.6	15.9	4.54	0.192	18.1	2.67

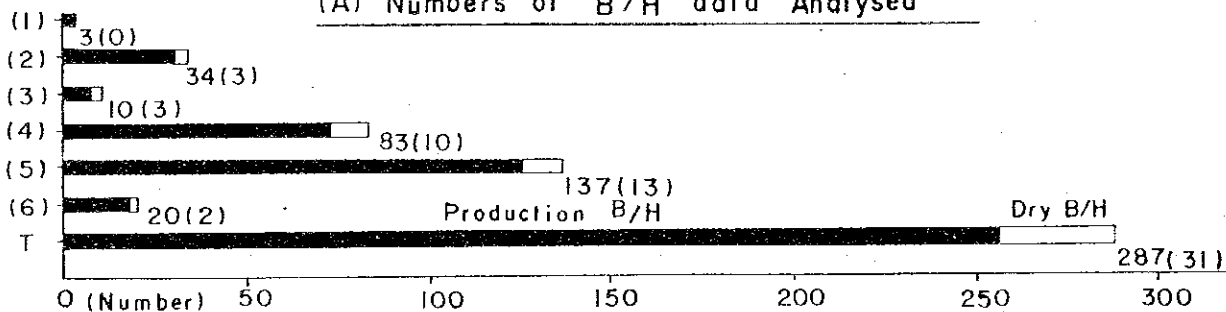
Note, S/NO.: Sample NO.

Characteristics of B/H Drilled by MWR{D

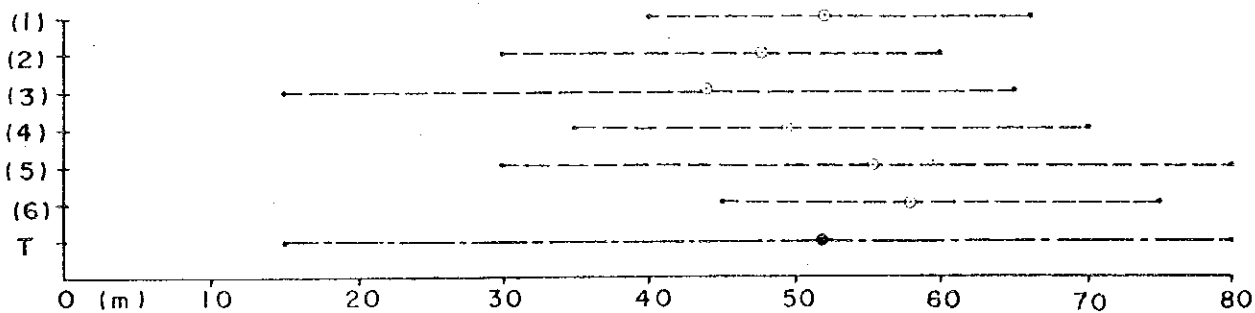


- (1) : Great Dyke Formation including East Dyke
- (2) : Younger Granites Formation
- (3) : Older Gneiss , (Banded Foliated Gneiss) Formation
- (4) : Older Gneiss (Tonalitic Gneiss) Formation
- (5) : Limpopo Mobil Belt Formation
- (6) : Basement Schist Complex Formation
- T : Total

(A) Numbers of B/H data Analysed

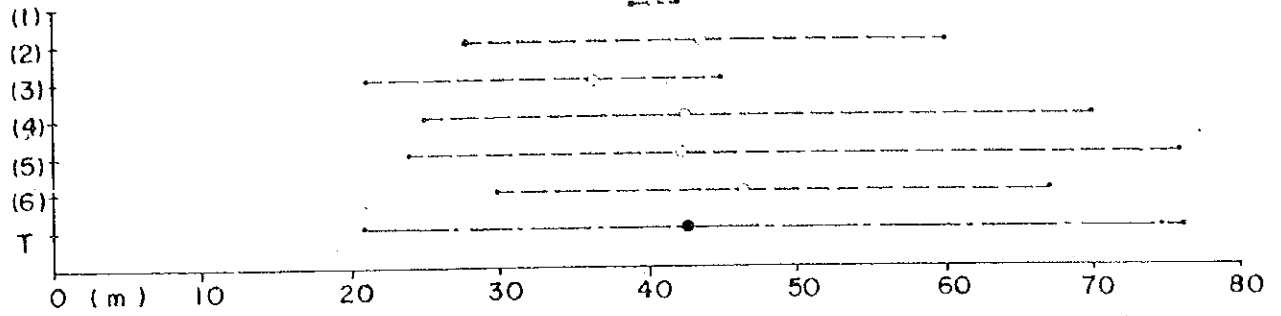


(C) Recommended Depth of B/H by G/P

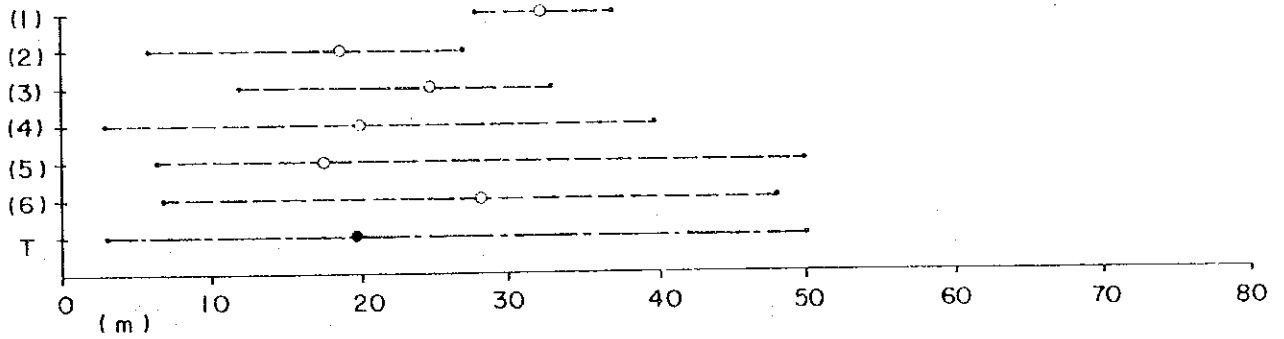


Characteristics of B/H Drilled by MWR ζ D

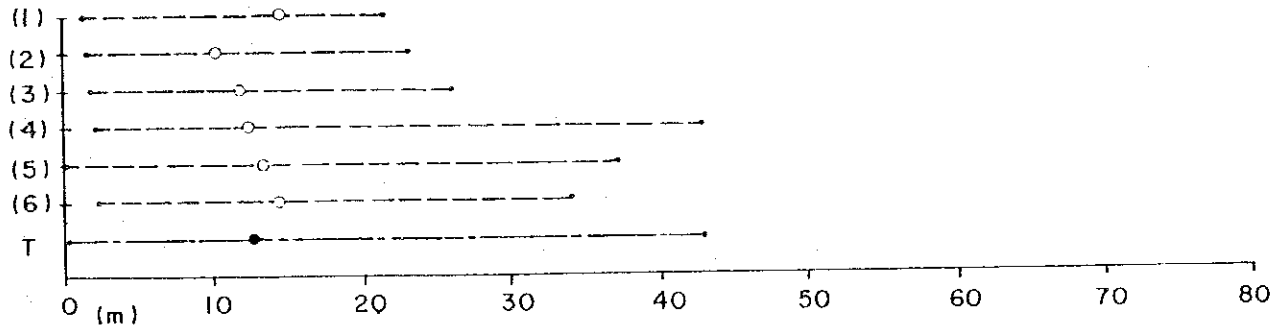
(D) Depth of B/H Drilled.



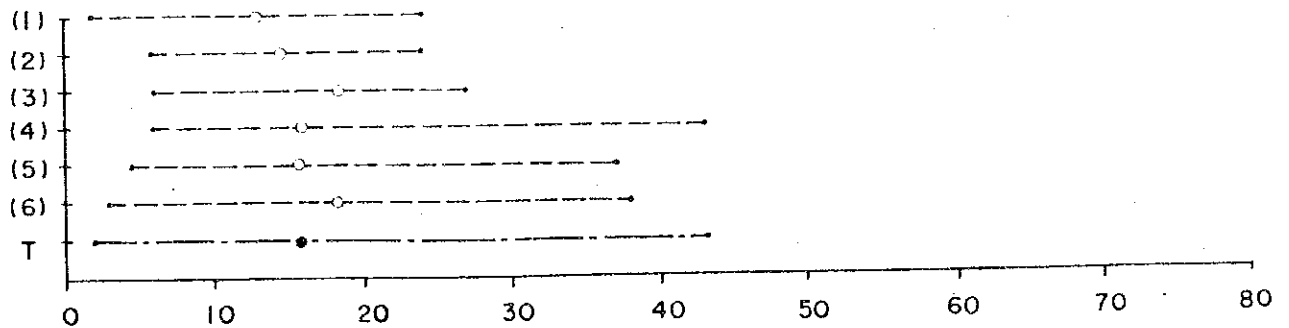
(E) Casing Length



(F) Static Water Level

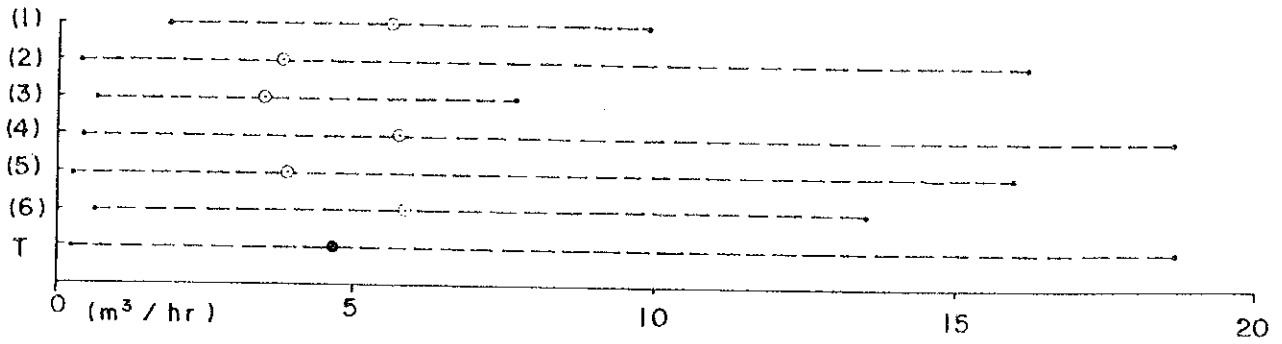


(G) Depth of Water First Encountered

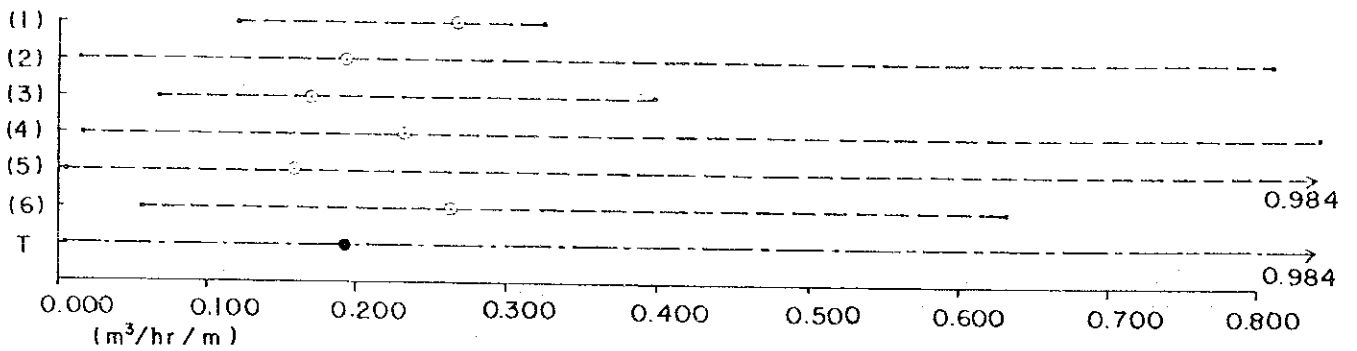


Characteristics of B/H Drilled by MWR(D)

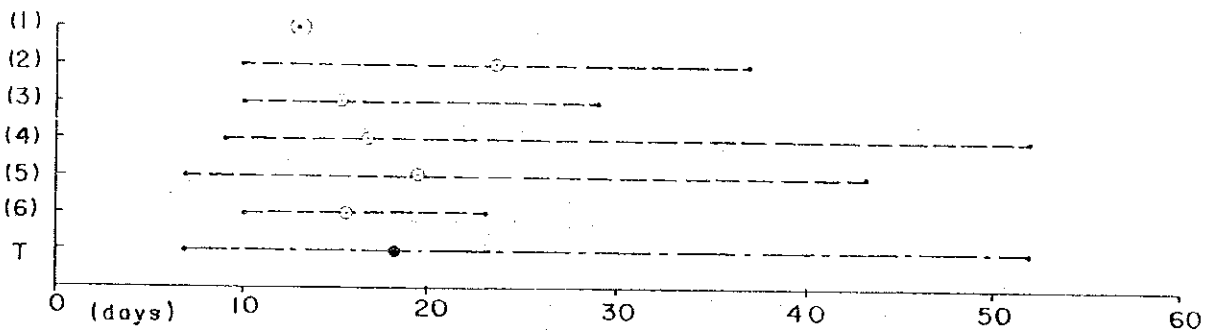
(H) Yield by Pumping Test



(I) Specific Yield



(J) Drilling Time per B/H



(K) Drilling Speed

