

国際協力事業団

パキスタン回教共和国

北西辺境州農業省

パキスタン回教共和国

北西辺境州地下水開発計画

基本設計調査報告書

平成7年3月



株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

7
8
RF
RARY



1129398 [2]

国際協力事業団

パキスタン回教共和国

北西辺境州農業省

パキスタン回教共和国

北西辺境州地下水開発計画

基本設計調査報告書

平成7年3月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

序 文

日本国政府は、パキスタン回教共和国政府の要請に基づき、同国の北西辺境州地下水開発計画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7年1月20日より2月2日まで国際協力事業団無償資金協力調査部基本設計調査第一課 木野本浩之を団長とし、パンフィックコンサルタンツインターナショナル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、パキスタン国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、帰国後の国内作業の後、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頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年3月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎 殿

今般、パキスタン回教共和国における北西辺境州地下水開発計画基本設計調査が終了しましたので、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より、弊社が、平成7年1月13日より平成7年3月28日までの2ヶ月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、パキスタン国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。

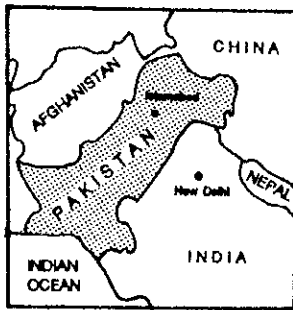
尚、同期間中、貴事業団を始め外務省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、御礼を申し上げます。また、パキスタン国における現地調査期間中には北西辺境州農業省農業工学局、JICAパキスタン事務所、在パキスタン日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、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。

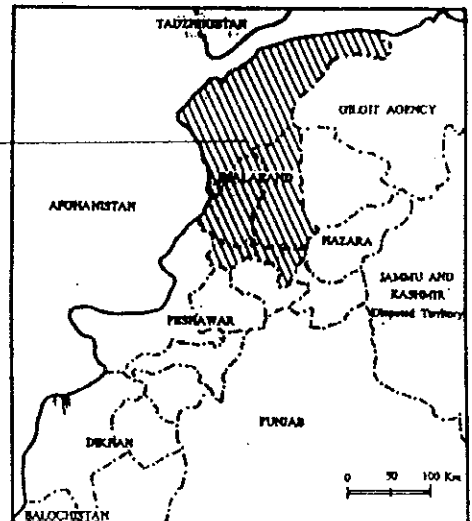
平成7年3月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
パキスタン回教共和国
北西辺境州地下水開発計画基本設計調査団
業務主任 本城 正行

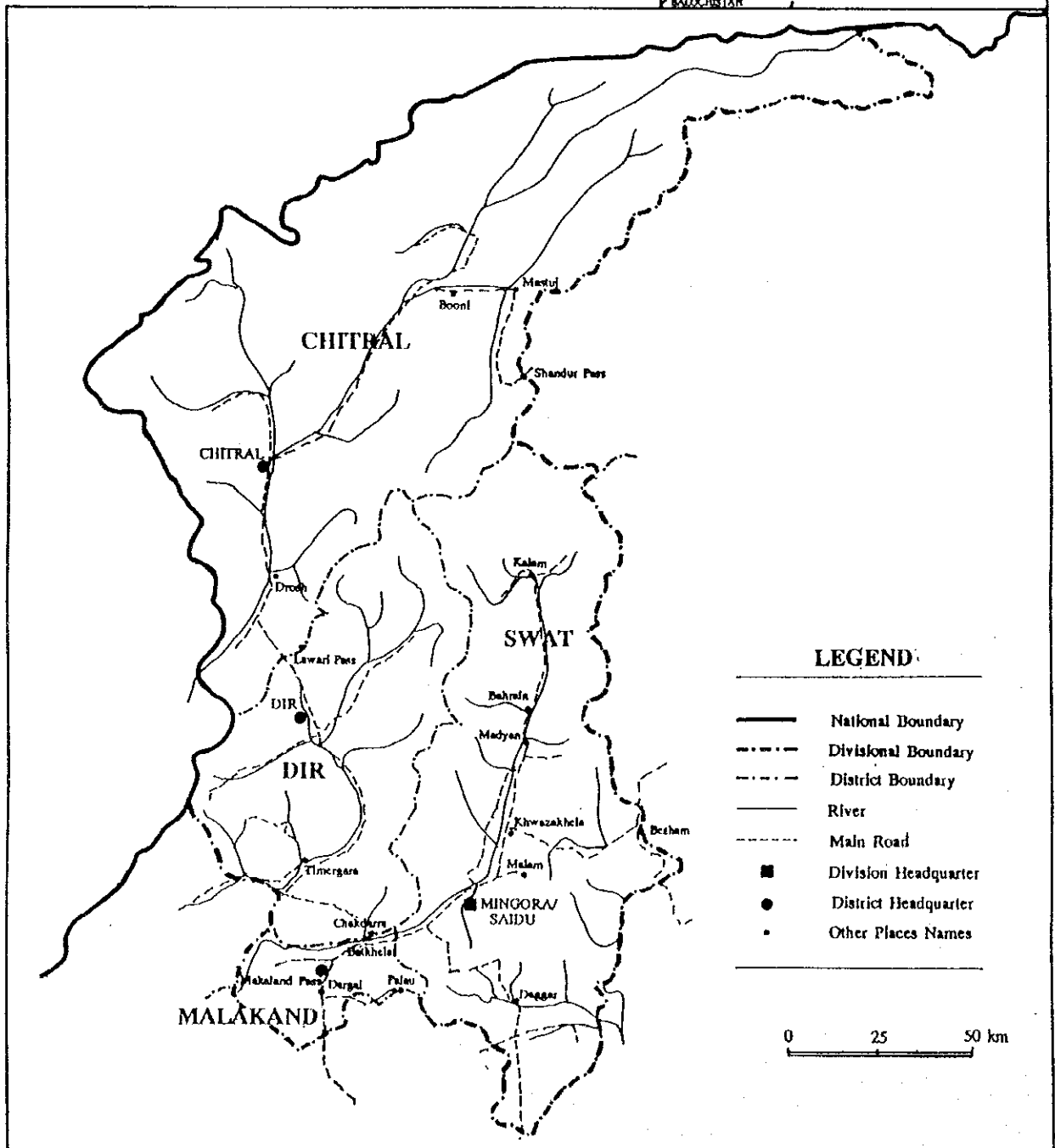
4. サイト位置図

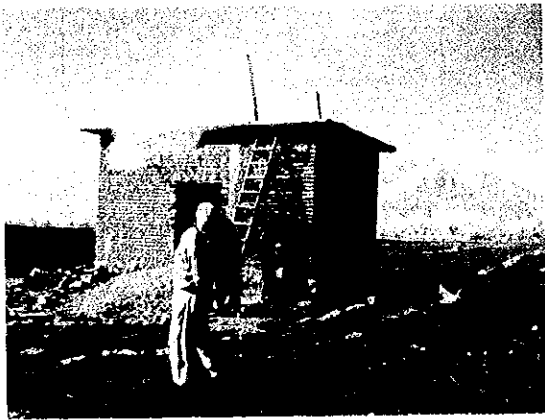


計画対象地区位置図

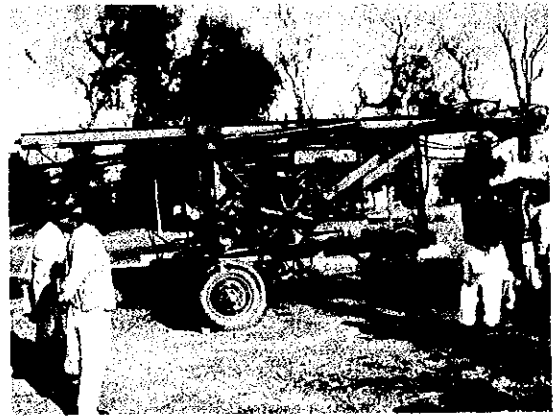


計画対象地区位置図





① 既存井の揚水・かんがい状況（ディール郡）



② 使用されなくなったイギリス製パーカッションリグ（マラカンド郡）



③ 旋盤作業状況（タルナブワークショップ）



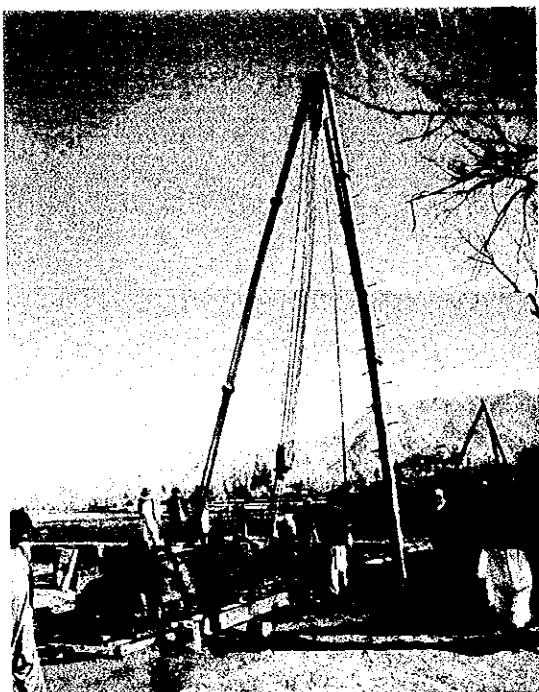
④ ケーストホール用掘削ツール（ディール郡）



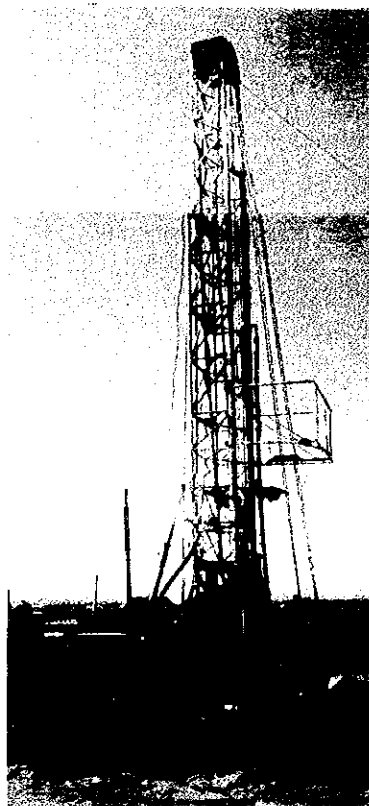
⑤ 鋳型および鋳造部品（タルナブワークショップ）



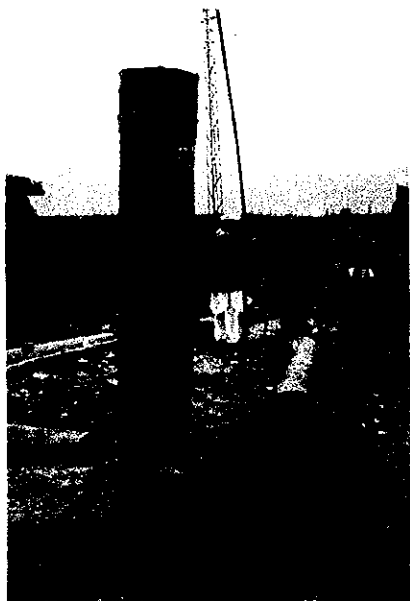
⑥ 市販されているプラススクリーン（8'、パキスタン製）（マラカンド郡）



⑦ ハンドプラント（パーカッション工法）
による井戸掘削（ディール郡）



⑧ ロータリーリグ（日本無償）稼働状況（ペシャワール郡）



⑨ ドライブパイプ（15"）挿入およびヘ
ビーデューチーフラットバルブベイラー
（スワット郡）



⑩ ハンドプラント標準構成（スワット郡）

要 約

要 約

パキスタン回教共和国は、南西アジアの北西部に位置し、国境は北部、北西部はアフガニスタン、西部はイラン、南部はアラビア海、東部、南東部はインドに接している。北部、北東部のギルギット地区、ジャム・カシミール地区（国境未確定地域）は中華人民共和国とも接している。国土面積は796,000km²で南北約1,600km、東西約1,000kmである。人口は125,213千人（1993年）であり、人口増加率は約3.1%（1985～90年の平均）である。

経済は、製造業部門の貢献により最近5年間の年平均経済成長率は5.1%を示している。しかしながら、主要産業は農業であるため、農産品の国際市況、天候に左右され易く、経済成長率の変動が大きくなっている。

パキスタン国においては農業がGDP寄与率で24%を占め同国における最重要分野となっている。また産業別就業者構成では農業就業者が全就業者の47.5%を占めており、増え続ける地方労働者にとって重要な雇用先となっている。

パキスタン国政府は、1955年より5ヶ年計画を策定しており、現在第8次5ヶ年計画（1993/94年～1997/98年）を実施中である。第8次5ヶ年計画では15年長期展望（案）を策定し、経済成長の促進と人口増加の抑制を通じ、国民の社会的・経済的福利を向上することを包括的な目標として定めている。中でも国家開発のためには農村開発が重要であるという認識に立ち、①既存農業生産施設の総合管理、②土地資源の有効活用、③水資源の有効活用等により、農業生産の増加率を人口増加率より高くし、食糧の安定供給、自給の達成、余剰農作物の輸出等を図ろうとしている。

本計画地区の位置する北西辺境州は農業が主産業であるにもかかわらず農業の基盤整備、特に灌漑施設の整備が遅れている。地形的に表流水灌漑が困難な地区が多く、さらに近年集約的な農業が盛んになってきたため、地下水灌漑に対する要望が高まっている。

州政府農業省は灌漑のための地下水開発を目的として井戸の掘削計画を策定し、1993～98年の5ヶ年計画においては州全体で1,000本の井戸建設を予定している。当事業は農民が井戸の整備を当局に申請し、資材および工事費を負担する事で、井戸掘削を行うものであるが、当計画の実施機関である北西辺境州農業省農業工学局は我が国の無償資金協力により調達したものを含め、各種の掘削機械を有しているものの掘削機械の老朽化（一部の機械は20～30年使用）のため、その能力は十分でなく、井戸掘削5ヶ年計画の目標を達成するためには同州農業省の掘削機械の更新お

よび能力向上の必要が生じている。この対策として州政府は同井戸掘削計画の実施のため掘削機の購入を予定している。しかしながら予算不足により、これらの調達が困難な状況にある。

同州の北西部に位置するマラカンド県は、マラカンド郡、チトラール郡、ディール郡、スワット郡およびブニール郡の5郡よりなり、同州の中でも農業に特化した地区である。しかしながら、当地区には約35万ヘクタールの農用地があるものの、実際、灌漑されている面積はその半分で残りは灌漑施設が整備されておらず、天水により耕作がなされている。

このような状況の下、パキスタン政府は、同州の中でも灌漑施設整備が遅れている、マラカンド県の地下水灌漑施設建設の体制強化のための井戸掘削機材整備計画を策定し、その実施に関し、我が国に無償資金協力を要請してきたものである。

この要請に対して、我が国は基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が1995年1月20日から2月2日まで基本設計調査団を派遣して現地調査を実施した。

本調査団はパキスタン国北西辺境州政府関係者との協議および現地調査を行い、要請内容の妥当性、必要性を確認した。

本調査団は、帰国後の国内解析作業において現地調査の結果を基に計画の妥当性を検証し、上位計画である5ヶ年井戸掘削計画の内容、州政府の予算状況、現有機材の数量および能力、調達掘削機械の能力、地質、社会基盤状況等を検討の上、機材整備に係る基本設計調査結果をとりまとめた。本計画の内容はマラカンド県5郡の灌漑事業の推進のための井戸掘削（年間25本）に必要な機材の調達であり、その機材内容は次表のとおりである。

番号	品 名	単位	要 請	調達数量
I.	井戸掘削用機材類 ケーブルパーカッション式トラック搭載型さく井機			
1.	さく井機	台	5	5
2.	標準アクセサリ類（250m掘削用）	式	5	5
3.	掘削用ツールス	本	5	5
4.	ケーシングツールス	式	5	5
5.	周辺機器	式	5	5
II.	支援車両			
1.	クレーン付トラック	台	5	3
2.	水タンク車	台	5	3
3.	ピックアップトラック	台	3	5
III.	揚水試験器	式	2	2
IV.	孔内検層器	式	2	1
V.	消耗品類	式	—	1
VI.	スペアパーツ	式	1	1

本計画の実施機関は北西辺境州農業省農業工学局である。農業工学局はE/N締結後、その負担において必要な要員を確保し、これらを運用して地下水開発事業を行い、機材の維持管理を行うものとする。

全体の工期は約1年で詳細設計・入札仕様の協議、入札に3ヶ月、調達・作製、運搬・設置に8ヶ月半、全体で11ヶ月半となる。全体の事業費は約791.1百万円でパキスタン側負担は無い（調達にかかる手続き費用は除く）。

これにより、本調達機械にてマラカンド県内で毎年25本程度の井戸掘削が可能になり、農業工学局の掘削能力は向上し、現状では困難であった、5ヶ年井戸掘削計画の達成が可能となる。それらの地区では灌漑用水の導入により、土地の生産性が高まり、農業生産が増大する。

以上の事から、本計画が日本政府の無償資金協力案件として実施される事は、十分な妥当性を有すると判断できる。また、本計画の運営・管理の面でも、パキスタン国北西辺境州側の実施体制に問題は無い。

5ヶ年井戸掘削計画の目標達成のためには本計画により調達する機械とあわせて、現有機材の活用が必要であるので、農業工学局は現有掘削機械の維持、故障中機械の修理を行ない、掘削工事の円滑な実施を図る必要がある。

目 次

序 文	
伝 達 状	
プロジェクト位置図	
要 約	
写 真	
目 次	
表一覧表	
図一覧表	
略語一覧表	

	ページ
第1章 要請の背景	
1. 要請の経緯	1- 1
2. 要請の概要・主要コンポネント	1- 2
第2章 調査の概要	
1. 調査団の派遣	2- 1
2. 調査の内容	2- 1
第3章 プロジェクトの周辺状況	
1. 当該国の社会・経済事情	3- 1
2. 当該セクターの開発計画	3- 1
2-1 国家開発計画	3- 1
2-2 地下水開発計画	3- 1
2-3 農業開発計画	3- 2
2-4 財政事情	3- 5
3. 他の援助国、国際機関等の計画	3- 7
4. 我が国の援助実施状況	3- 9
5. プロジェクトサイトの状況	3-10
5-1 位 置	3-10
5-2 自然条件	3-11
5-3 地下水開発の可能量	3-23
5-4 社会・経済事情	3-27
5-5 農業の現況	3-28
5-6 社会基盤整備状況	3-32

6. 地下水開発および灌漑事業の現況	3-34
6-1 地下水開発の現状	3-34
6-2 組織および運営体制	3-43
6-3 井戸開発費用	3-44
7. 現有掘削機械の状況	3-45
7-1 現有掘削関連機材リスト	3-45
7-2 維持管理状況	3-47
7-3 機材運営の問題点および改善点	3-48
第4章 プロジェクトの内容	
1. プロジェクトの基本構想	4- 1
1-1 協力の方針	4- 1
1-2 要請内容の検討結果	4- 1
2. プロジェクトの目的・対象	4- 6
2-1 プロジェクトの目的	4- 6
2-2 計画対象地域	4- 6
3. プロジェクトの実施体制	4- 8
3-1 組織・要員	4- 8
3-2 予 算	4- 9
3-3 維持管理体制	4- 9
4. プロジェクトの最適案に係る基本設計	4-12
4-1 設計方針	4-12
4-2 設計条件の検討	4-12
4-3 基本計画	4-20
5. 事業実施計画	4-30
5-1 事業実施体制	4-30
5-2 事業負担区分	4-31
5-3 機材調達計画	4-31
5-4 実施工程	4-32
5-5 調達資機材維持管理計画	4-32
5-6 調達機材・運営、維持管理費	4-36
6. 概算事業費	4-39
7. 技術協力・他ドナーとの連携	4-40
第5章 プロジェクトの評価と提言	
1. プロジェクトの効果	5- 1
2. 提 言	5- 2

〔資料編〕

1. 調査団の構成
2. 調査日程
3. 面会者一覧表
4. 協議議事録
5. 当該国のデータ

表 一 覧 表

表 3.2.1	93/94 年度実施中農業関連プロジェクトリスト (連邦政府レベル)
表 3.2.2	北西辺境州農業省農業工学局主要開発プログラム
表 3.2.3	連邦政府財政状況
表 3.2.4	北西辺境州政府財政状況
表 3.3.1	公共部門開発計画予算 (1993/94 年度)
表 3.4.1	各年度別供与機材リスト
表 3.5.1	調査地区地形地質区分
表 3.5.2	月別蒸発量
表 3.5.3	地下水および湧水の水質データ
表 3.5.4	灌漑用水水質基準
表 3.5.5	地下水開発可能量
表 3.5.6	メイズの消費水量計算
表 3.5.7	地下水により灌漑可能な面積
表 3.5.8	井戸試験結果
表 3.5.9	設置可能井戸本数
表 3.5.10	各郡別土地利用面積
表 3.5.11	各郡別人口
表 3.5.12	土地所有面積別農家数
表 3.5.13	作物別灌漑、非灌漑耕作面積 (92/93 年度)
表 3.5.14	灌漑方法別灌漑面積
表 3.6.1	第 6 次 5 ケ年計画以降の農業省井戸建設実績
表 3.6.2	井戸掘削実績
表 3.6.3	井戸建設の工事期間と建設費
表 3.6.4	既設井の諸元
表 3.6.5	掘削井戸別玉石層厚
表 3.6.6	井戸建設費用内訳
表 3.7.1	現有掘削機リスト
表 3.7.2	現有掘削機稼働先 (95 年 1 月時点)
表 3.7.3	現有支援車輛リスト
表 4.1.1	5 ケ年井戸掘削計画 (93~98) 本数
表 4.1.2	各郡別耕地面積および灌漑面積
表 4.1.3	主要作物単収比較 (1992/93 年度)
表 4.2.1	地下水開発の優先地区
表 4.4.1	口径別推定湧水量

表 4.4.2	掘削井の地層区分
表 4.4.3	標準掘削日数
表 4.4.4	掘削工法比較表
表 4.4.5	オープンホール、ケースドホール工法の比較表
表 4.5.1	機材配備計画

図 一 覧 表

図 3.5.1	地質図
図 3.5.2	平均気温
図 3.5.3	月別降雨量
図 3.5.4	等雨量曲線
図 3.5.5	バランドゥ川の流出状況
図 3.5.6	地下水開発可能性の高い水理地質区分の分布
図 3.5.7	水理地質図
図 3.5.8	対象となる地下水開発範囲の概念
図 3.6.1	地下水灌漑井戸建設の仕組み
図 4.2.1	地下水開発の優先地区
図 4.3.1	揚水施設維持管理関係
図 4.3.2	農業工学局組織図
図 4.4.2	標準井戸掘削工程
図 4.4.3	標準井戸構造
図 4.4.4	機材概要
図 4.5.1	作業工程表
図 4.5.2	ワークショップ組織図

略語および用語

1) 機 関

A D B P	農業開発銀行	Agricultural Development Bank of Pakistan
D A E	北西辺境州農業省農業工学局	Directorate, Agricultural Engineering, NWFP
E A D	経済協力局	Economic Affairs Division
F A C	北西辺境州農業省	Department of Food, Agriculture Livestock & Coperative, NWFP
F A O	国際食糧機講	Food and Agriculture Organization of the United Nations
F A T A	連邦民族自治管理区	Federary Administration Tribal Area
H D	北西辺境州公共衛生局	Health Department, NWFP
I D	北西辺境州灌漑局	Irrigation Department, NWFP
J I C A	国際協力事業団	Japan International Cooperation Agency
N W F P	北西辺境州	North West Frontier Province
P A T A	州民族自治管理区	Provincial Administration Tribal Area
P E & D	北西辺境州計画開発省	Planning Environment and Dvelopment Department, NWFP
W A P D A	水電力公社	Water and Pauer Development Authority, Peshawar

2) その他の用語

Barani	非灌漑地区	Rainfed Farming Area
G D P	国内総生産	Gross Domestic Product
G N P	国民総生産	Gross National Product
Kharif	夏期	Summer Season
Rabi	冬期	Winter Season

3) 度量の単位

mm	ミリメートル	millimeter
cm	センチメートル	centimeter
m	メートル	meter
km	キロメートル	kilometer
m ²	平方メートル	square meter

km ²	平方キロメートル	square kilometer
m ³	立方メートル	cubic meter
MCM	百万立方メートル	million cubic meter
Cusec	Cusec	cubic feet per second
ppm	ppm	part per million
pH	ppm	potential of hydrogen
Ec	電気伝導設	electric conductivity
g	グラム	gram
kg	キログラム	kilogram
t	トン	metric ton
El	標高	elevation above mean sea level
m	分	minute
ha	ヘクタール	hectar
hr.	hr.	hour
°C	度	degree centigrade
HP	馬力	horse power
O & M	維持管理	operation and maintenance
Rs	ルピー	Rupees (currency of Pakistan)
US\$	ドル	US Dollar

4) 変換係数

<u>Unit</u>	<u>Comparison</u>	<u>English Equivalent</u>
Unit of Length:		
Millimeter (mm)	0.001 meter	0.0394 inch
Centimeter (cm)	0.01 meter	0.3937 inch
Meter (m)		3.2800 foot
Kilometer (km)	1,000 meter	0.6213 mile
Unit of Area:		
Square centimeter (sq.cm)	0.0001 sq.m	0.155 square inch
Square meter (sq.m)		10.764 square feet
Hectare (ha)	10,000sq.m	2.471 acres
Square kilometer (sq.km)	1,000,000 sq.m	0.386 square mile
Unit of Volume:		
Cubic centimeter (cu.cm)		0.061 cubic inch
Liter (lit)	0.001 cu.m	1.0567 quarts (liquid)
Cubic meter (cu.m)	1,000 liters	35.3145 cubic feet
		0.811 x 10 ⁻³ acre foot

Unit of Weight:

Gram (g)		0.0353 ounce
Kilogram (kg)	1,000 grams	2.2046 pounds
Metric Ton (t)	1,000 kg	2,204.6 pound

Unit of Flow:

Liter per second (lit/sec)	0.0353 cusecs
Cubic meter per second (cu.m/sec)	35.310 cusecs

第1章 要請の背景

第1章 要請の背景

1. 要請の経緯

パキスタン国の産業の中で農業の占める割合はGDP寄与率で24%、就業者雇用では約48%となっており、同国における最重要分野となっている。同国政府は5ヶ年ごとに国家開発計画を策定し、現在、第8次国家開発5ヶ年計画（1993～98年）を実施中である。同計画においては国家開発のためには農村開発が重要であるという認識に立ち、開発の地方分散、農村地域の社会経済基盤整備を重点政策としている。同5ヶ年計画に基づき当計画の実施機関である北西辺境州農業省農業工学局は、灌漑のための地下水開発を目的として5ヶ年井戸掘削計画を策定し、現在その計画を実施中である。

本計画の対象地区である北西辺境州のマラカンド県は同州の北西部に位置し、マラカンド郡、チトラル郡、ディール郡、スワット郡およびブニール郡の5郡よりなり、同国の中でも農業に特化した地区で農業が主要産業となっている。当地区では小麦、とうもろこしが主要農産物となっており、近年はリンゴを主とする果樹栽培およびトマトを主とする野菜栽培が盛んになってきた。野菜および果樹栽培地区では集約的な農業が営まれており、農業生産施設、特に灌漑施設の整備が望まれているが、当地区は地形的な要因から灌漑施設が整備されておらず、天水により耕作がなされている。灌漑施設整備に対する要望は高いものの、表流水灌漑が困難であるため地下水灌漑が唯一の解決手段となっている。地区農業基盤整備は農業省および灌漑省により実施されており、農業省は農民からの要請に基づき農地の整備、井戸の掘削等の事業を実施している。灌漑井戸掘削実施機関である農業省農業工学局には常に多数の井戸掘削の要請が出されているが、そのうちの一部のみが実施されている状況である。

このような状況のもと、北西辺境州政府農業省は井戸の掘削計画を策定し、1993～98年の5ヶ年計画においては州全体で約1,000本の井戸建設を予定している。同州は我が国の無償資金協力を始めとし、種々の援助により掘削機械を有しているものの、掘削機械の老朽化（一部の機械は20～30年使用）のためその能力は十分ではなく、5ヶ年井戸掘削計画を達成するためには同州農業省の掘削機械掘削能力を向上させる必要が生じてきた。その第一段階として、同州の中でも灌漑施設整備状況が遅れている、マラカンド県の灌漑施設整備を強化する目的で、井戸掘削機材整備計画を策定し、我が国に対して1991年7月無償資金協力を要請してきた。

2. 要請の概要・主要コンポーネント

当事業の実施機関である州農業省農業工学局は地下水灌漑による灌漑施設の整備を目的として各5ヶ年ごとに5ヶ年計画を策定し、井戸掘削に伴う補助金および必要経費に対し予算の確保を行ない、井戸掘削事業を実施している。現在実施中の第8次5ヶ年計画（1993～98年）では、当計画対象地区内にて5ヶ年計画期間中に266本、年間最大64本の井戸掘削を計画している。しかしながらその掘削能力が十分でないため、その向上のために以下の機材の調達を計画し、我が国に対し無償資金協力を要請してきた。

- ・ パーカッションリグ : 5 台
- ・ スペアーパーツ : 一式

さらに、当調査実施中に上記の機材に加え、支援機材として以下の機材を追加要請してきた。

- ・ クレーントラック : 5 台
- ・ 給水トラック : 5 台
- ・ ピックアップトラック : 3 台
- ・ 揚水試験機材 : 2 台

第2章 調査の概要

第2章 調査の概要

1. 調査団の派遣

パキスタン国政府の要請に基づき、日本国政府は、基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が無償資金協力調査部基本設計調査第一課、木野本 浩之を団長とする基本計画調査団を平成7年1月20日から2月2日までパキスタン国に派遣した。調査団は北西辺境州政府関係者と協議を行い、その結果を協議議事録として取り交わした。

なお、調査団の団員構成、調査日程、協議議事録の写しおよびパキスタン国関係者リストを巻末に添付する。

2. 調査の内容

基本計画調査団は、パキスタン国政府関係機関との協議、プロジェクトサイト調査等を通して当該セクターの現状、当該地域の現状、計画の背景、内容、実施体制、維持管理体制等を把握するとともに、基本設計に必要な情報収集を実施した。

以上の調査結果を踏まえ、同調査団は、帰国後の国内解析、検討によって、本計画の妥当性およびその効果を明確化するとともに調達機材の最適規模および内容を検討し、基本設計、調達計画、事業費積算を行なった。

第3章 プロジェクトの周辺状況

第3章 プロジェクトの周辺状況

1. 当該国の社会・経済事情

パキスタン国の社会・経済事情は、資料編5に添付した当該国データに記す通りである。

2. 当該セクターの開発計画

2-1 国家開発計画

パキスタン国政府は、1955年より順次5ヶ年計画を策定しており、現在第8次5ヶ年計画（1993/94年～1997/98年）を実施中である。

第8次5ヶ年計画では15年長期展望（案）を策定し、経済成長の促進と人口増加の抑制を通じ、国民の社会的・経済的福利を向上することを包括的な目標として定めている。

農業部門では、①既存農業生産施設の総合管理、②土地資源の有効活用、③水資源の有効活用等により、農業生産の増加率を人口増加率より高くし、食糧の安定供給、自給の達成、余剰農作物の輸出等を図ろうとしている。

2-2 地下水開発計画

パキスタン国における地下水開発は、インダス川を中心に広大に展開される。地下水開発は灌漑に伴う地下水位の上昇による高塩濃度地域の減少を目的とした地下水位低下・用水確保のための開発と限られた地表水を補完するための水資源の確保を主目的とした開発に区分される。

前者の事業は、パンジャブ州、シンド州を中心としてインダス川周辺に広がる平原上の灌漑網による水位上昇に起因して拡大する塩害域の減少を狙った地下水位低下計画である“SCARP計画（Salinity Control and Reclamation Program）”の一環として1950年代から現代まで継続して実施されている。この事業の実施機関は1958年に創設された水利電力公社（WAPDA: Water and Power Development Authority）で、政府助成を伴う一般農民の自己資金による地下水開発が全国的に展開されている。この事業に関しては、1986年までに全国で20万本以上の井戸掘削の実績がある。

一方、水資源確保を主目的とした地下水開発は、地表水が不足する北西辺境州、バルチスタン州、シンド州乾燥地帯など広大な未開発地、低利用地を有効利用しようとする

もので、WAPDAの水理地質調査と連携した開発とした進められてきた。特に、第6次5ヶ年計画（1983～88年）以降、北西辺境州、パルチスタン州、シンド州乾燥地帯等の地下水開発の遅れている特定地域を重点開発地域とする特別開発計画（SDP：Special Develop Program）を策定し、未開地の開発を重要な項目として取り上げている。SDPの基本方針は、第7次5ヶ年計画（1988～93年）でも引き継がれ、受益者が自らの負担により自ら開発を推進する施策が、各部門で奨励されてきている。地下水開発については、農業（灌漑）のための地下水資源の利用と農村地域を中心とした生活用水確保が重要施策の一つとなっている。第7次5ヶ年計画では、農地灌漑のために民間施設として年間5,500本、各州灌漑局の管理下にある公共施設として年間220本の深井戸建設を予定している。また農村地域における飲料水供給の普及率を、地下水開発により40%から75%まで高めることを目標としている。

このような計画に対応して北西辺境州政府は、第7次5ヶ年計画および第8次5ヶ年計画の中で、農民主導で州全体でそれぞれ1,000本の地下水灌漑のための井戸施設を建設し、直接的な農業生産性の増大を図ることにより、農村部の生活水準の向上を図ろうとしている。本件は現在実施中の第8次5ヶ年計画（1,000本井戸掘削計画）の一環にあたり、本件の対象地区であるマラカンド県にて5ヶ年計画期間中に266本、年間最大64本の井戸を建設する計画である。本件は当調達掘削機械により、そのうちの25本（年間計画掘削本数）を掘削しようと計画している。

2-3 農業開発計画

農業政策の主点は、既存資源（土地、水、施設）の有効利用に置かれており、具体策として、

- 灌漑、農業生産施設の有効利用
- 水、土地管理技術の改善
- 土地改良
- 農業研究、普及体制の強化
- 病虫害改善
- 高収作物導入
- 農産加工業強化
- 天水地帯生産高の改善
- 女子労働者の参画

等を掲げている。国家レベルの計画としては、現在、表3.2.1に示すプロジェクトを実施中である。

表 3.2.1 93/94 生産実施中関連プロジェクトリスト (連邦政府レベル)

プロジェクト名	プロジェクト名
1. National Oilseed Development Project (IDA/IBRD) (App). 2. Pakistan Cotton Standard Institute ADB/UNDP (App). 3. Agri-Business Cell (USAID) (App). 4. Establishment of a Seed Potato Health Laboratory and Quality Control System at Sahiwal (DUTCH GRANT) (App). 5. Marketing Information System Improvement, Karachi (ADB) (App). 6. Quality Standards Improvement (ADB) (App). 7. Pakistan Cotton Research and Development Project, Karachi, Tandojam and Multan (ADB) (App). 8. Economic Policy and Analysis Project (USAID) Phase-II, Islamabad. Sub-total (Agri, Eco. & Statistics) 9. Construction of New Locust Outpost at Quetta (App). 10. Forestry Planning and Development Project, to Organize, Establish and Expand Energy Plantations Mainly on Private Lands (USAID) (App). 11. Development of Forestry Education at PFI, Peshawar - Const. of Hostels 12. Agriculture Research Project- II Federal Component PARC/NARC, Agricultural Universities of Faisalabad, Tandojam, Peshawar, AJK and Northern Areas (World Bank) (App). 13. Management of Agriculture Research and Technology Project (All provinces) (USAID) (App). 14. Influence of Environmental Stress on Reproductive Physiology of Selected Crops (All Provinces). (ODA/UK) (App). 15. Cooperative Programme for Research in Marketing and Seed Potato Production in Pakistan, Phase-III (PARC/NARC), Islamabad (Swiss Government). 16. Coordinated Research Project for Improvement of Sheep & Wool in Pakistan (All Provinces & AJK) (UNDP) (App). 17. Korangi Fisheries Harbour project Korangi Creek, Karachi (ADB) (App). 18. Fisheries Training Centre Karachi (ADB) (App). 19. Upgradation & Quality Control for Fish/Fishery Products, Karachi (UNDP) (App).	20. Strengthening of Fisheries Training Centre, Karachi (UNDP) (App). 21. Livestock Development Project of Pakistan (Federal Component), Islamabad (ADB) (App). 22. Gadoon Amazai Area Development Project Phase-II (USAID) (App). 23. Special Development Unit, Peshawar (UNFDAC) (App). 24. Dir Area Development Project (UNFDAC) (App). 25. National Fertilizer Development Centre Phase-III, Islamabad (FAO/Netherlands). 26. Faisalabad Silos. 27. Expansion & Improvement of Veterinary Hospitals (Bharakau & Rawat) Constructions of Buildings, Islamabad (App). 28. Agricultural Data Collection (ADC) Using Area Sampling Frame Concept (USAID) (App). 29. Transformation & Integration of Provincial Agriculture Network, NWFP Agriculture University, Peshawar (USAID) (App). 30. Bilateral Collaboration Between Agriculture University Faisalabad and Bangor (U. K.). 31. Establishment of Z. A. Bhutto Agriculture College, Dokri, Sindh. 32. Establishment of University College of Agriculture at Bahuddin Zakariya University, Multan. 33. Improvement of Facilities at University of Agriculture, Faisalabad. 34. Bilateral Link Between Sindh Agriculture University Tandojam and Bangor (UK) (App).

国の基本政策は、農用地面積の拡大がすでに限界に達していることから、単位面積当たりの収量を増加させることを目的とし、国の食糧自給体制を確立しようとしている。当国の農用地は2,200万ヘクタールあるものの、灌漑未整備地区は全体の1/4にあたり、さらに900万ヘクタールが灌漑施設の不備により荒廃地となっている。計画ではこれらの地区の開発を水資源開発を基本とした政策により推進しようとしている。しかし、同国の水資源（特に表流水）はほぼ利用されているため、その代替案として、まだ未開発である地下水の利用を図ることにより、農業基盤整備を進め、ひいては食糧の安定供給を図ろうとしている。

当計画の実施機関である農業省農業工学局は第8次5ヶ年計画で以下のプログラムを策定し、地方部の基盤整備を進めようとしている。当計画も農業工学局の主要プログラムの中に含まれており、関連プログラムとして1,000本井戸掘削に対する予算が年間6.8百万ルピー計上されている。

表3.2.2 北西辺境州農業省農業工学局主要開発プログラム

プログラム名	総予算(推定) (百万ルピー)	内 容	94/95予算 (百万ルピー)	備 考
マラカンド県土地改良	62	ブルドーザ購入	0.1	援 助 (未定)
ハザラ地区地下水開発	87	パーカッションリグ購入	0.1	州予算
コハット地区 パーカッションリグ購入	87	〃 (4台)	0.1	〃
マラカンド地区 パーカッションリグ購入	88	〃 (5台)	0.1	(当計画)
1,000井戸掘削計画補助	34	井戸掘削	6.8	州予算
農業機械化計画	86	農機購入	2.0	援 助
トラック購入	9	トラック購入 (9台)	9	州予算
土壌保全計画	77	ダム、テラス建設	0.5	援 助 (未定)
スベアパーツ購入	48	ブルドーザスベアパーツ購入	0.1	〃
〃	97	〃	1.0	〃
トラクター購入	9	トラクター購入	1.0	州予算
エアーコンプレッサー購入	22	コンプレッサー購入	4.5	〃

2-4 財政事情

(1) 国家財政

パキスタン国の国家財政は、慢性的な財政難にあり、開発コストも不足している状況にある。特に、近年財政赤字幅も拡大傾向にあり、1984/85年度以降は歳入によって経常支出も賄い切れておらず、事態は深刻なものとなっている。このような財政悪化の下で、国家財政に占める開発資金の割合は28%前後で一定しており、その開発資金の財源の中で海外援助の占める割合は、1993/94年度においては約44%となっている。このように開発コストについては、海外援助に頼らざるを得ない状態となっている。表3.2.3に1991～94年の国の財政状況を示す。

表3.2.3 連邦政府財政状況

(Rs 10億)

	1991-92	1992-93	1993-94	% change 1993-94 1992-93
純歳入	158.60	178.93	216.79	21.2
資本受入	(-)9.80	15.40	39.87	158.9
公社剰余金	14.34	—	—	—
その他	—	-1.6	3.00	87.5
外国債	46.98	52.90	60.00	13.4
総収入	<u>210.12</u>	<u>248.83</u>	<u>319.66</u>	<u>28.5</u>
経常支出	196.50	235.50	257.76	9.5
開発支出	86.09	75.90	74.76	-1.5
総支出	<u>282.59</u>	<u>311.40</u>	<u>332.52</u>	<u>6.8</u>
収 支	72.47	62.57	12.86	-79.5
外国銀行借入	72.47	62.57	12.86	

Source: Ministry of Finance

(2) 州財政

当計画の対象地区の位置する北西辺境州政府についてみると、支出は収入を大きく上回り、財政赤字となっている。表3.2.4に北西辺境州政府の財政状況を示す。当案件予算としては、井戸掘削にあてる農家への補助金が財務支出予算として計上されており、農業工学局の通常予算が経常支出中に計上されている。

表 3.2.4 北西辺境州政府財政状況

(Rs 百万ルピー)

	北西辺境州	
	1992-93	1993-94
収入		
州税	689	639
連邦政府からの補助	7,366	8,277
その他	7,025	7,714
総税収	15,080	16,630
税外収入	959	1,031
総収入	16,369	17,661
a) 経常支出	14,579	16,511
余剰金	1,460	1,150
b) 開発支出	5,772	5,113
i) 財務支出	2,968	1,143
ii) 資本支出	2,804	3,970
総支出 (a+b)	20,351	21,624

Source: Ministry of Finance (PF - Wing)

(3) 農業省農業工学局

94 / 95 年度の農業省農業工学局の予算は次の通りである。

通常予算 (94 / 95)

(ルピー)

・トラクター部門 (30 台) 維持管理費	2,433,000
・本 部	5,259,000
・井戸掘削部門	167,000
・トラクター部門 (50 台) 維持管理費	3,010,000
・ (12 台) 維持管理費	859,000
・マラカンドワークショップ予算	276,000
・ブルドーザ、トラクター修理部門	21,706,000

計

33,710,000

3. 他の援助国、国際機関等の計画

パキスタン国は、海外援助を積極的に導入しており、援助資金の導入は同国の経済にとって重要な役割を果たしている。

同国の公共部門開発庁によると、1993/94年度において総額の43.6%を海外援助に頼っている。表3.3.1に1993/94年度公共部門開発計画の予算を示す。

表3.3.1 公共部門開発計画予算 (1993/94年度)
(百万ルピー)

	自 国	海外援助	計
1. 連邦政府計画	16,287.5	13,470.1	29,757.6
2. 州政府への援助	17,243.0	6,200.0	23,443.0
3. 公益会社計画	9,160.2	12,939.8	22,100.0
小 計	42,690.7	32,609.9	75,300.6
そ の 他			-542.7
計			74,757.9

出典：Federal Government Public Sector Development Programme 1993-94 (Revised)

援助の中心となっているのは世銀主体のコンソーシアム（対パキスタン援助国会議：ベルギー、英国、カナダ、フランス、ドイツ、イタリア、日本、オランダ、ノルウェー、米国および国際機関）である。援助の形態は1990年度実績によると、DAC二国間援助：57.8%、国際機関：43.9%、アラブ諸国：1.7%となっており、二国間援助では日本が一番多く、次いでアメリカ、ドイツとなっている。

米国の援助はプロジェクト援助中心で、重点分野は農業の他、エネルギー、保健・医療、教育、地域開発である。ドイツの援助は借款が中心で、重点分野はエネルギー、電気通信、保健、教育である。世銀の融資は、エネルギー、農業部門が重点で、近年は貧困対策部門の融資が拡大している。アジア開発銀行の融資は、農業、エネルギーが大半を占め、次いで、金融、運輸通信となっている。

本計画対象地区内で実施されている農業セクターの国際機関による主要プロジェクトは以下のものである。

- ① PATA Project Integrated Agricultural Development
(PATA農業総合開発プロジェクト)

② Malakand Fruit & Vegetable Development Project
(マラカンド果樹、野菜開発プロジェクト)

③ Pak. Swiss Kalam Integrated Development Project
(パキスタン、スイス、カラム地区総合開発計画)

④ Dir Integrated Development Project
(ディール地区総合開発プロジェクト)

PATA農業総合開発プロジェクトは、多岐に亘っており、マラカンド地区における農業研究、普及、灌漑および女子労働者の参画による農業開発を目的としている。当プロジェクトは井戸建設も行なっており、手掘り井戸87本、深井戸18本を1993年迄に建設し、合計1,868ヘクタールの灌漑を行なっている。当プロジェクトはオランダ政府の援助により実施されている。

マラカンド果樹・野菜開発プロジェクトは、1988年よりスイス政府の援助で行なわれており、果樹・野菜生産技術の改善、技術移転、生産資材および農業融資システムの改善を目的としている。

パキスタン、スイス、カラム地区総合開発計画もスイス政府の援助で行なわれており、スワット川上流部における森林保全計画、農山村整備を行なっている。

これらの計画のうち本件との関連のあるプロジェクトはPATA農業総合開発プロジェクトであったが、現在井戸掘削については中止しており、当事業との競合はないものと判断される。

4. 我が国の援助実施状況

我が国はパキスタン国に対する主要援助国であり、近年二国間ODAの最大供与国となっている。地下水案件に関しては、我が国は1983年度から、パキスタン国政府の要請に基づき、地下水開発計画のための資機材供与を、無償資金協力により実施した。それぞれ、実施機関は異なるものの、供与範囲は全国4州を網羅し、さく井機総台数は49台に達する。各年度別供与機材数は以下の通りである。

表3.4.1 各年度別供与機材リスト

	年 度	計 画 名 所在地／実施機関	供与さく井機／台数	E/N 日付 E/N 金額
1	昭和58年度 (第1期)	地下水開発計画 (連邦管理民族 地区/FATA)	ロータリー式 (中型) 2台 パーカッション式 (大型) 7台	1984年3月28日 8億円
2	昭和59年度 (第2期)	地下水開発計画 (パロチスタン州/灌漑局)	ロータリー式 (大型) 8台	1984年4月9日 1333億円
		地下水開発計画 (イスラマバード 首都圏開発公社/ICTA)	ロータリー式 (大型) 1台	
3	昭和60年度 (第3期)	地下水開発計画 (北西辺境州/農業局)	ロータリー式 (大型) 4台	1985年12月26日 9.37億円
		地下水開発計画 (シンド州/農業局)	ロータリー式 (中型) 3台 パーカッション式 (大型) 2台	
4	昭和62年度 (第4期)	地下水開発計画 (パンジャブ州/農業局)	ロータリー式 (中型) 10台	1988年3月28日 22.73億円
		地下水開発計画 (パロチスタン州/WAPDA)	ロータリー式 (大型) 3台	
5	昭和63年度 (難民救済)	災害援助：アフガン難民救済 (パロチスタン州/公衆衛生局)	ロータリー式 (中型) 1台	1989年12月8日 238億円
6	平成元年度	地下水開発計画 (シンド州)	ロータリー式 (中型) 2台	1990年4月5日 550億円
7	平成2年度	地下水開発計画 (パロチスタン州/WAPDA)	ロータリー式 2台	1990年6月27日 5億円
8	平成3年度	地下水開発計画 (パロチスタン州/WAPDA)	ロータリー式 2台	1991年7月30日 597億円
9	平成5年度	全国乾燥地地下水開発計画 (パンジャブ州)	ロータリー式 2台	1993年6月14日 6.79億円
合 計			49台	7908億円

5. プロジェクトサイトの状況

5-1 位 置

調査地のマラカンド県は、インダス川の西に位置し、北西部でアフガニスタンと国境を接している（北緯 $34^{\circ}25'$ ～ 37° 、東経 $71^{\circ}25'$ ～ $72^{\circ}50'$ ）。行政的には、以下の5郡に区分され、総面積で $29,872\text{ km}^2$ の広さとなる。

- － マラカンド郡 （ 952 km^2 、標高 $600\sim2,500\text{ m}$ ）
- － スワット郡 （ $7,028\text{ km}^2$ 、標高 $700\sim6,000\text{ m}$ ）
- － ブニール郡 （ $1,760\text{ km}^2$ 、標高 $600\sim3,000\text{ m}$ ）
- － ディール郡 （ $5,282\text{ km}^2$ 、標高 $700\sim5,000\text{ m}$ ）
- － チトラール郡 （ $14,850\text{ km}^2$ 、標高 $1,000\sim6,500\text{ m}$ ）

主要交通施設は、道路で各郡都を通過するものはよく整備され、チトラール郡を除くいずれの郡間においても2～4時間程度の所要時間で移動することができる。チトラールとディールの郡境には、標高 $4,000\text{ m}$ 級の山岳地帯があり、冬季には降雪が見られる。また、道路状況も良好とは言えないので、チトラール郡との連絡は不自由となる点が多い。なお、スワット郡のサイドゥ・シャリフとチトラール郡のチトラールには空港があり、ペシャワールあるいはイスラマバードとの航空の便が確保されている。

5-2 自然条件

(1) 地形・地質

調査地のマラカンド県の地形は、傾斜の大きい主要河川間の山地（標高600～3,000m）、北西部の高起伏山地（標高2,000～6,000m）とこれを開析する河谷（南部では巾数100m～1,000m、北部では数100m以下）から構成されている。河川沿いに平坦地の分布する谷の勾配は急斜部で10/1,000～5/1,000、平均的に3/1,000程度である。

調査地の地形は、以下のように対局的に5区分することができる。

表3.5.1 調査地区地形地質区分

地形・地質の区分	地区	郡
A 広い沖積平地縁辺部	マラカンド南部	マラカンド
B 主要河川沿いの沖積平地	スワット川沿い	マラカンド、スワット
C 主要河川沿い平地に向かう扇状地	スワット川支流沿い インダス川支流沿い	スワット、ディール、ブニール
D 山間地の小低平地、盆状地	中～北部の中河川沿い	スワット、ディール、チトラール
E 山地、丘陵地	上記以外の広範に亘る調査地	全郡

地形の区分に対応し、調査地の地質は、図3.5.2地質図に示すように石灰岩、花こう岩類、片岩類など中世紀以前に生成した基岩類の露出する山地・丘陵地、小礫～大礫を主とする浅い沖積層からなる山間地の小低平地・盆状地、大礫・巨礫を含む厚い扇状地、堆積物からなる大河川へ沿う扇状地、厚い砂礫層からなる大河川沿いの沖積平地と割合細粒の厚い沖積層からなる広い沖積地縁辺部に区分することができる。

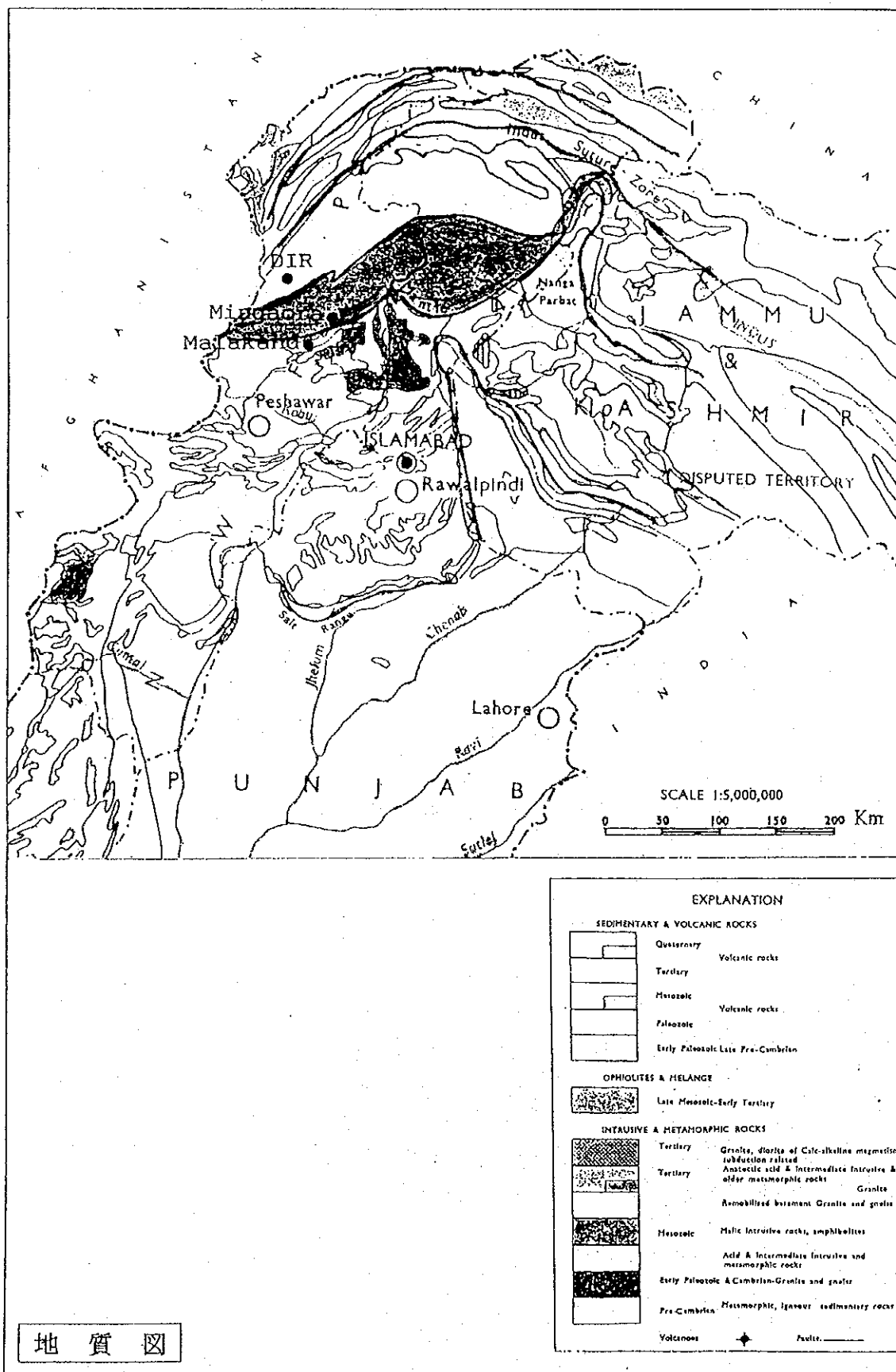


圖 3.5.1 地質圖

(2) 気象・水文

気象・水文の概要は以下のとおりである。

1) 気 温

気温は、南北の地域差が大きくマラカンド郡、ブニール郡等南部で、夏季の平均が $26^{\circ}\text{C} \sim 29^{\circ}\text{C}$ （6月～9月）、冬季の平均が $6^{\circ}\text{C} \sim 8^{\circ}\text{C}$ （12月～1月）、ディール郡、スワット郡でそれぞれ $27^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$ 、 $1^{\circ}\text{C} \sim 8^{\circ}\text{C}$ となっている。チトラール郡では、12月、1月に積雪があり、 0°C 以下になることも多い。スワット郡およびブニール郡の平均的な気温の下図のとおりである。

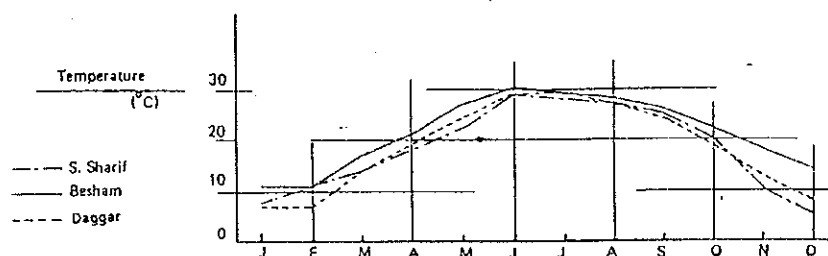


図 3.5.2 平均気温

2) 降雨量

降雨は、全体として3月～4月、7月～8月に多くなる傾向にあり、この時期にはそれぞれ $100 \sim 160 \text{ mm/月}$ の雨量になる。その他の月は、 $100 \sim 50 \text{ mm/月}$ 以下であり、特に、6月、10月および11月には降雨が少なく、 30 mm/月 以下となる地区が多い。一般的には、2月～4月の降雨量が年降雨量の25%を占め、6月～9月には50%程度にも達する。流域の年間降雨量は $600 \sim 1,000 \text{ mm}$ で、北西部～西部へ減少する傾向がある。

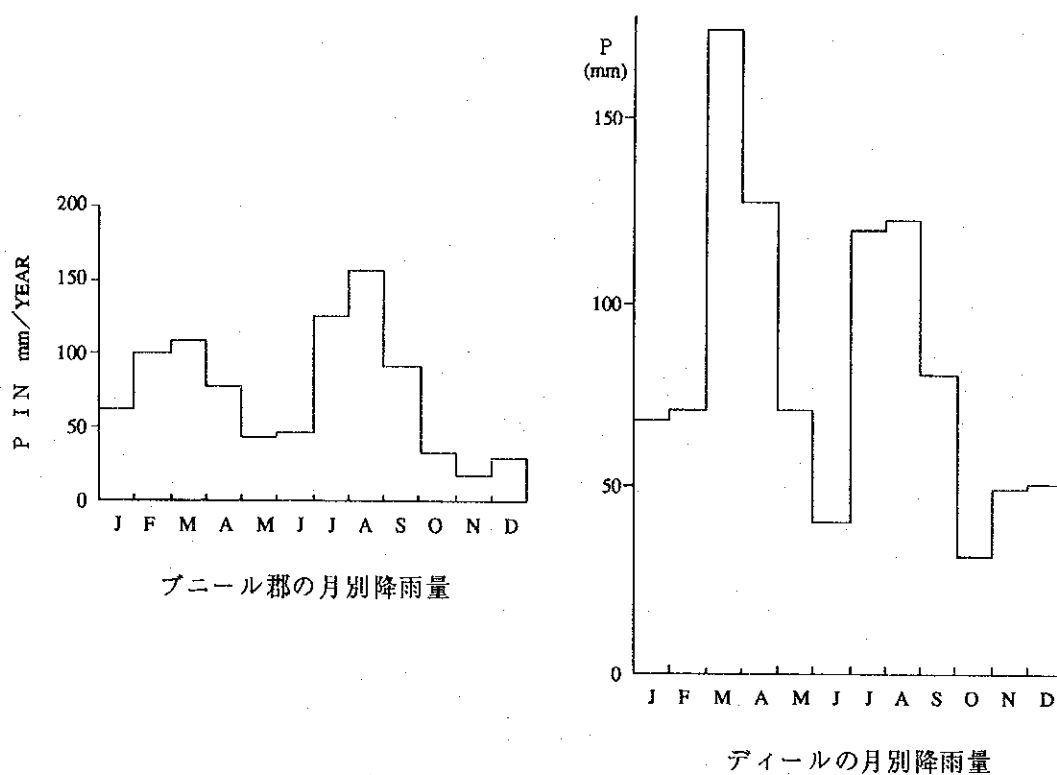


図 3.5.3 月別降雨量

3) 蒸発数量

年間蒸発量は、標高によって違いがあり、標高 700～1,500 m では 2,000 mm～1,500 mm ポテンシャルがあると言われている。ブニール郡のダガールにおける水面蒸発のデータは、下表の上段に示されるとおりで、係数 (0.7) を乗じたものが下段の数値である。4 月～9 月は 80 mm / 月以上、特に、6 月、7 月は 130 mm / 月程度の値となっている。

表 3.5.2 月別蒸発量

(mm / 月)												
観測所	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
ダガール (1971-82)	29.4	37.0	68.9	115.2	171.5	189.2	189.2	145.7	120.7	91.1	50.4	30.4
0.7	20.6	25.9	48.2	80.6	120.1	132.4	132.4	102.0	84.5	63.8	35.3	21.3

4) 流 出

河川の流出は降雨の多い7月、8月に流量が増加し全体として降雨量に対応している。スワット川、バランドゥ川を中心に最も大きな流出が見られるのは8月で、最小の5月、6月の5倍以上の流出となる。支流では、表面流出のために一定以上の降雨量が必要で、7月～9月において30日程度しか地表水として流下することがないと言われている。したがって、多くの降雨は伏流する形で支流沿いの扇状地堆積物中を移動していると考えられる。バランドゥ川の流域面積と最低流量から、基底流出量は、 $0.5 \sim 0.3 \text{ mm/日}$ 程度と考えられ、大河川では乾季でもこれに見合う流出が認められる。

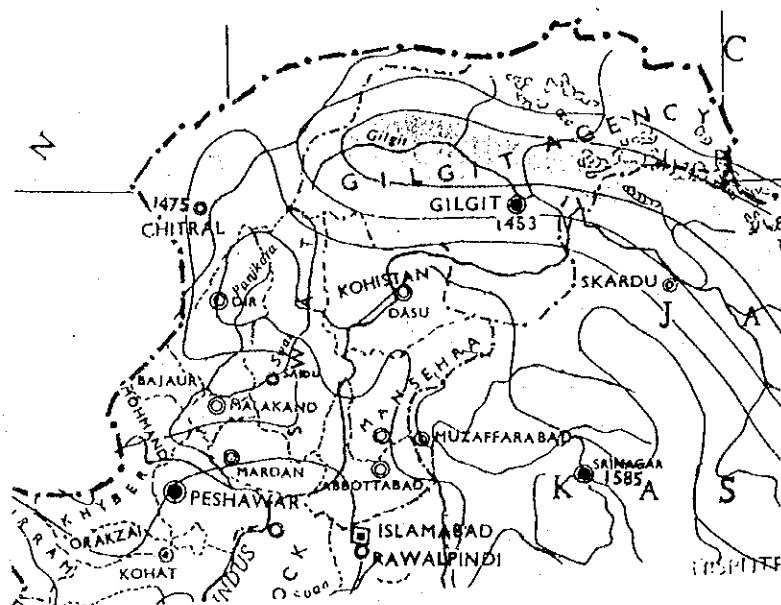


図3.5.4 等雨量曲線

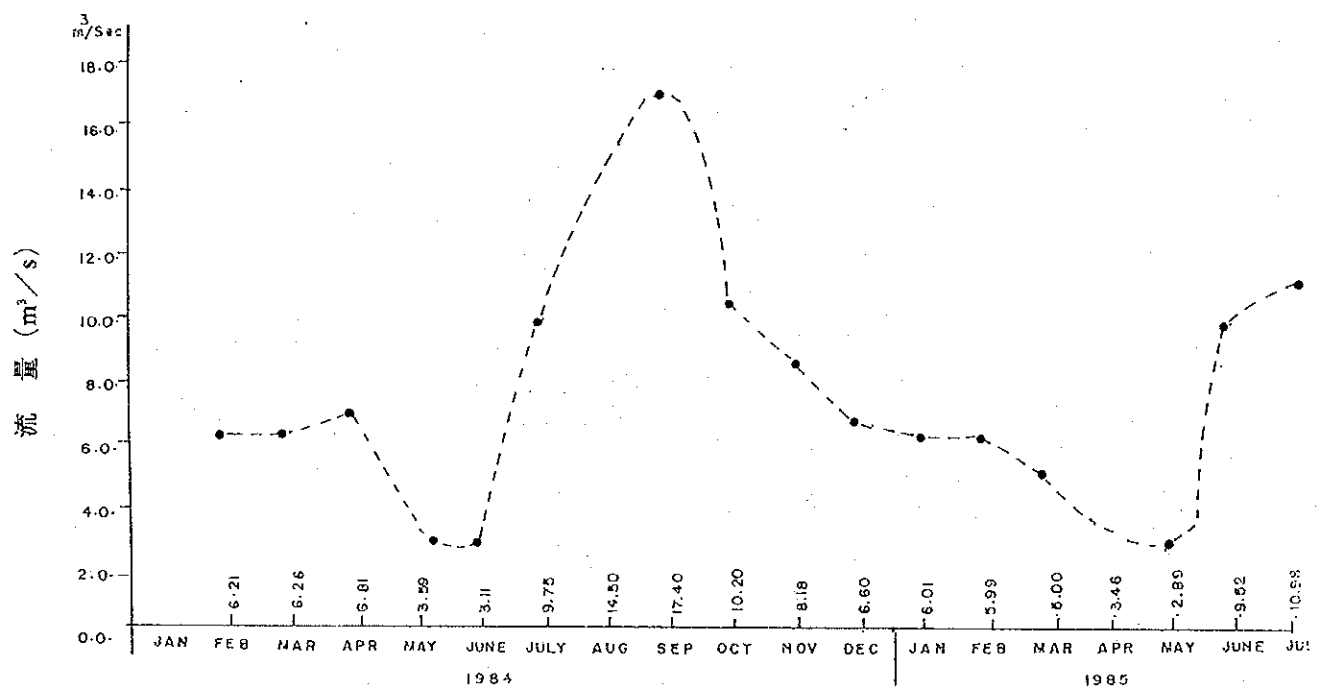


図3.5.5 バランドゥ川の流出状況

(3) 水理地質・水質

1) 概 要

地形・地質区分は、調査地の水理地質区分にも適用される。各区分の水理地質的な特徴は以下のとおりと考えられる。

水理地質区分

A 区分：広い沖積平地・縁辺部（マラカンド南部）

地下水位は深く、細粒堆積物を主とするので調査地の他の沖積地に比較して、透水性はやや低い。全体として南～南東に流下する不圧水と考えられる。大きな沖積地の一部にあたるので、全体の賦存量は少ない。

B 区分：主要河川沿いの沖積平地（スワット川沿い）

地表水と連続する不圧水で、高い透水性をもち短い期間で地域外へ流下していると考えられる。地下水位は浅く地表水の流量に敏感に反応する。

C区分：主要河川沿いに向かう扇状地（スワット川、インダス河支流沿い）
流域の降雨が枯河川を中心に伏流した不圧水で数年のオーダーで大河川沿いへ流下している。大～巨礫を介在する堆積物のために透水性はかなり高い。水位は、伏流水の流路などにもよるが、基盤の形状に平行的であり、一般的に中流域、下流域で深くなっている。

D区分：山間地の小低平地、盆状地（中河川沿い）
基盤の形状により範囲が限られ、不圧地下水が賦存する。また、帯水層がうすく、揚水可能量が小さくなる可能性がある。堆積物の粒径により透水性は多様に変化する。

E区分：山地・丘陵地
基本的には、地表水の浸透量が少ない不透水域と考えてよい。ただし、大きな破碎帯、亀裂沿いに被圧地下水の賦存する可能性がある。

各区分の空間分布は、地形図、水理地質図を参考にして図3.5.6のように整理することができる。

2) 対象となる水理地質区分の特徴

本計画で対象とする地下水開発の主な範囲は、地表水導入が困難な地区で図3.5.6に示すように、C区分：主要河川沿いに向かう扇状地（スワット川、インダス河支流沿い）とD区分：山間地の小低平地、盆状地（中河川沿い）が主要な範囲となる。またマラカンド郡南西部に限られるがA区分：広い沖積平地・縁辺部も開発対象となる。

既存資料・データから類推されるこれら3区分の水理地質的な特徴は、各区分ごとに次のように要約される。

A区分：広い沖積平地・縁辺部（マラカンド南部）
（砂、粘土～礫の互層、沖積層は、100m～150m厚）
地下水位：20～30m以深
帯水層：100m以浅の有効的な帯水層の厚さ15～30m
透水量係数： $10^3 \text{ m}^2/\text{day}$ 以上

C区分：主要河川沿いに向かう扇状地（スワット川、インダス河支流沿い）
（大小の礫を多量に含む扇状地堆積物、層厚は50～150m）
地下水位：20～40m以深

帯水層 : 40~50 m
 透水量係数 : $10^3 \text{ m}^2/\text{day}$ 以上

D区分: ディール郡北部、チトラール郡など山間地の低地
 (礫層・砂層・シルト、互層、層厚は100 m以下)

地下水位 : 20~100 m
 帯水層 : 30~50 m以下
 透水量係数 : $10^3 \text{ m}^2/\text{day}$ 前後

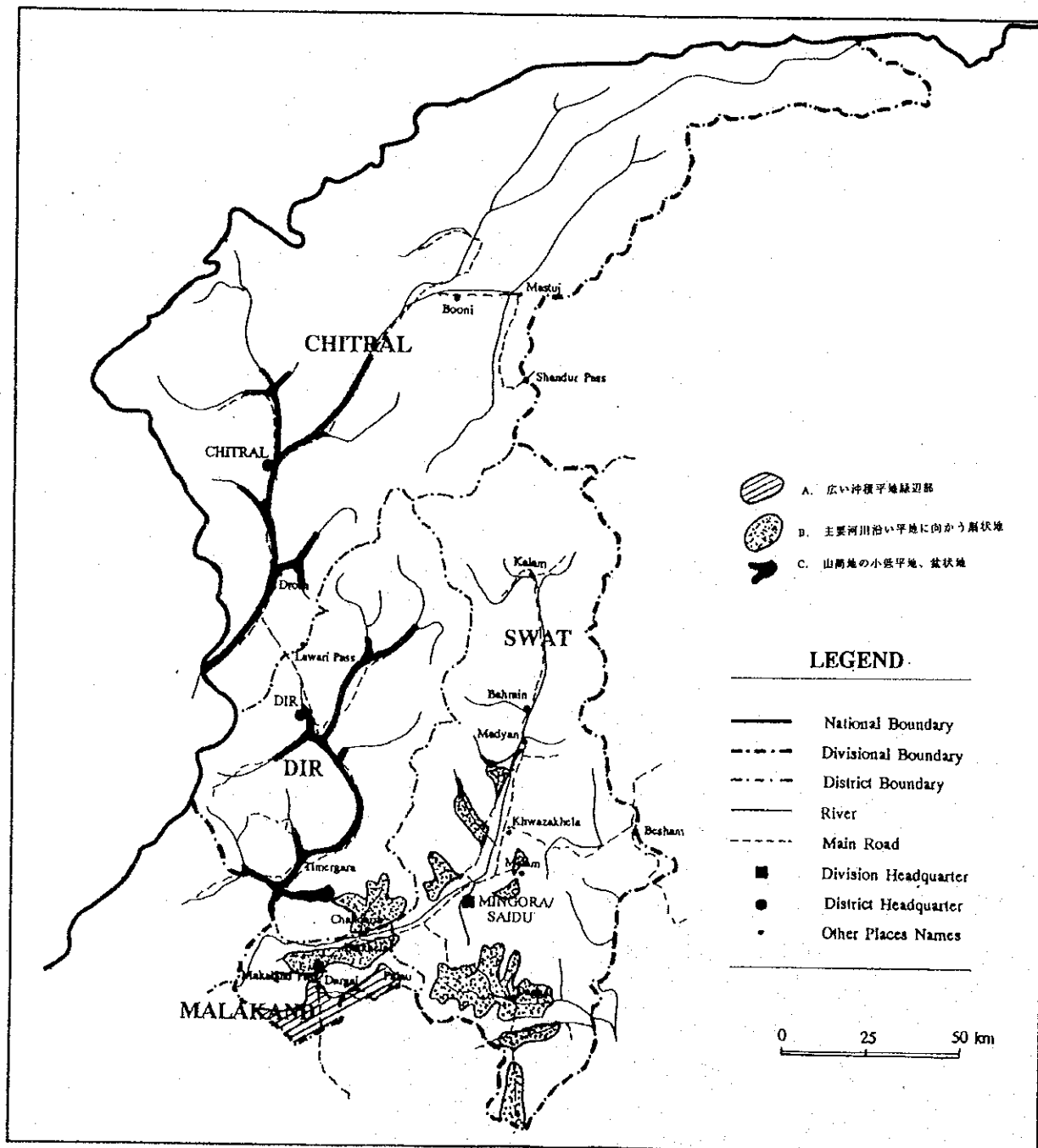


図 3.5.6 地下水開発可能性の高い水理地質区分の分布

帯水層 : 40 ~ 50 m
 透水量係数 : $10^3 \text{ m}^2/\text{day}$ 以上

D区分: ディール郡北部、チトラール郡など山間地の低地
 (礫層、砂層・シルト、互層、層厚は100 m以下)

地下水位 : 20 ~ 100 m
 帯水層 : 30 ~ 50 m以下
 透水量係数 : $10^1 \text{ m}^2/\text{day}$ 前後

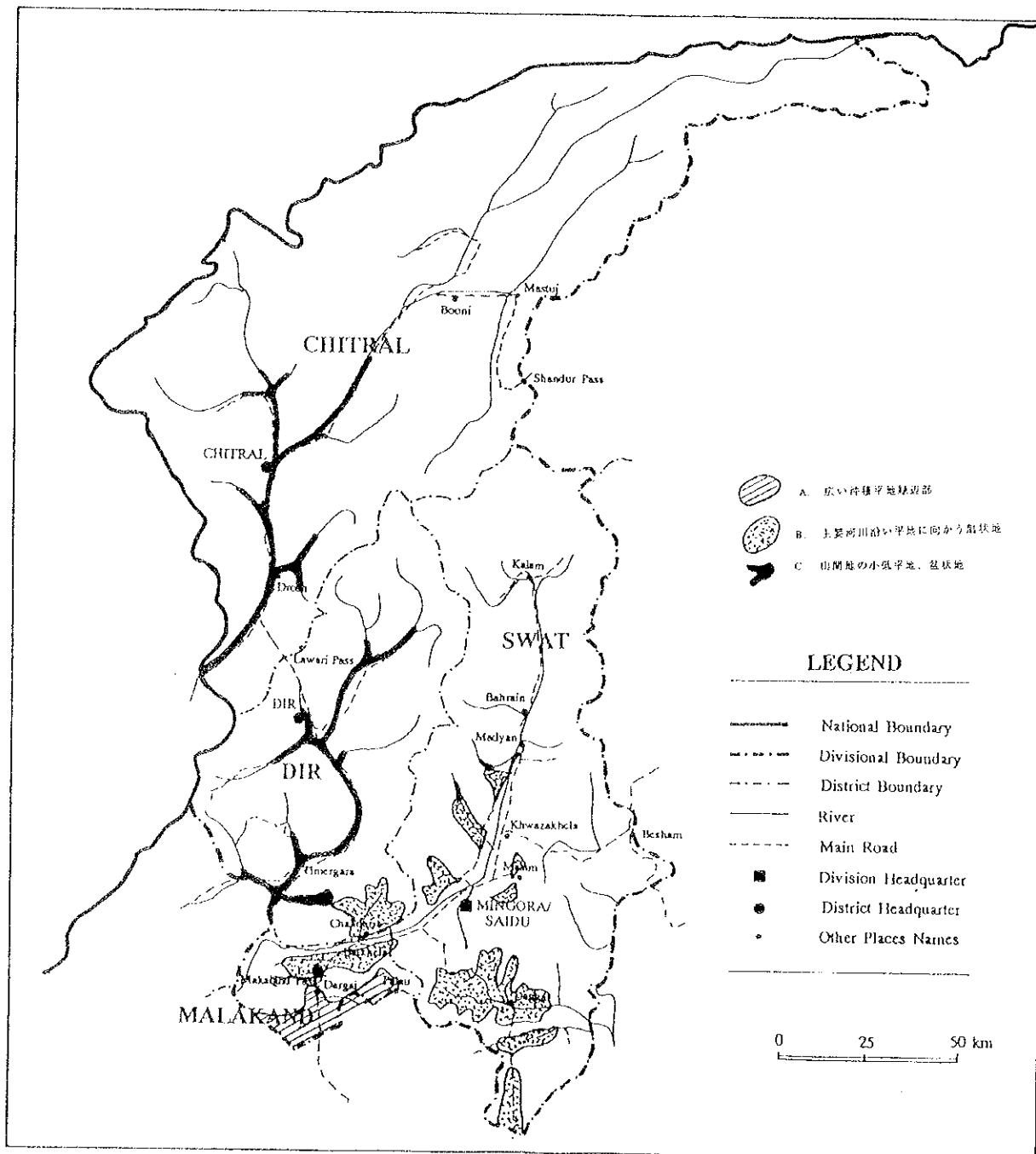


図3.5.6 地下水開発可能性の高い水理地質区分の分布

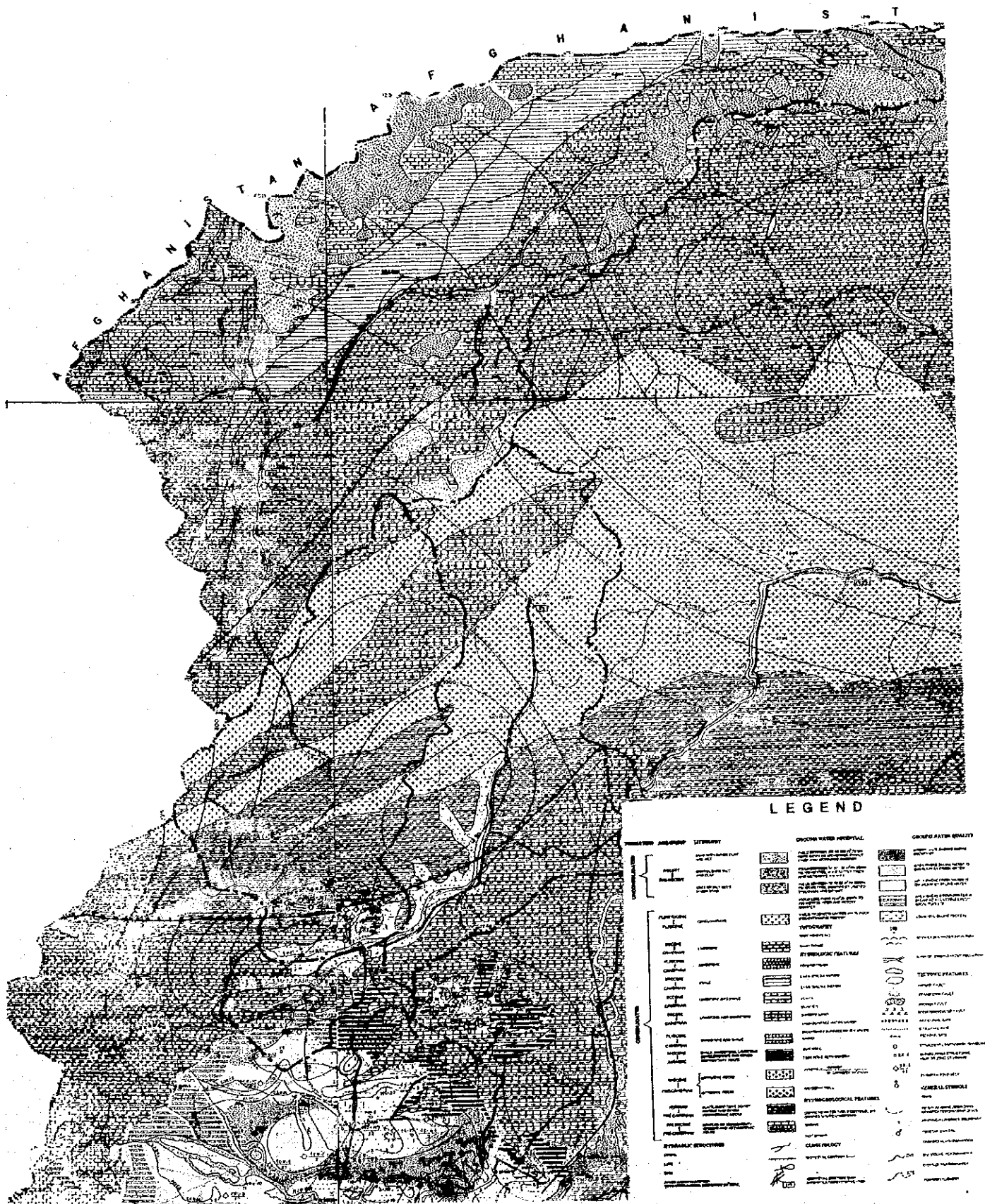


图3.5.7 水理地质图

3) 地下水の水質

WAPDAの水質調査結果を整理すると次表のとおりとなる。調査地域の地下水は、電気伝導度が300～600 us/cmと降水に比較して高い値を示す。Caの濃度も40～120 mg/lが一般的で石灰岩の多い地質であることに加え、滞留時間が短くない地下水である可能性が高い。特に、チューブウェルのCa濃度は、オープンウェルのそれに対して高くなる傾向があり、より深い地下水ほど塩類濃度が高く、より長い帯水層中での滞留が想定される。

水質的には年に2回の雨季を含んで700～1,000 mm程度の年降雨量があること、また、次表のようなEC=750 us/cm以下であり灌漑用水対象とする地下水は畑地灌漑用水として、特に問題のない水準にあると考えられる。

表3.5.3 地下水および湧水の水質データ

	EC (μ s/cm)	pH
深井戸	400	7.3
	370	7.6
	680	7.5
	350	7.2
	200	7.1
浅井戸	250	7.8
	250	7.7
	370	7.9
	310	7.9
	320	7.9
	440	7.8
	300	7.8
	320	7.9
	420	7.4
	460	7.9
	270	8.1
	380	7.7
	500	7.6
	530	7.8
	310	7.9
	640	7.6
	290	7.9
	400	—
	360	—
	700	—
	350	—
	200	—
湧水	500	7.4

WAPDA:Hydrogeological Survey Report in Talash(1988)

表 3.5.4 灌漑用水水質基準

灌漑用水としての問題	問題の基準値		
	問題なし	少々問題あり	問題あり
塩分 (affects crop water availability)			
電気電磁波 (millimhos/cm)	< 0.75	0.75-3.0	> 3.0
弱水性 (affects infiltration rate into the soil)			
ECw (millimhos/cm)	> 0.5	0.5-0.2	< 0.2
adj. SAR ^{a, b}			
montmorillonite (2:1 crystal lattice)	< 6	6-9 ^c	> 9
illite-vermiculite (2:1 crystal lattice)	< 8	8-16 ^c	> 16
kaolinite-sesquioxides (1:1 crystal lattice)	< 16	16-2 ^c	> 24
特定鉱物 (affects sensitive crops)			
sodium ^{d, e} (adj. SAR)	< 3	3-9	> 9
chloride ^{d, e} (meq/l)	< 4	4-10	> 10
boron (mg/l)	< 0.75	0.75-2.0	> 2.0
その他 (affects susceptible crops)			
NO ₃ -N (or) NH ₄ -N (mg/l)	< 5	5-30	> 30
HCO ₃ (meq/l) (overhead sprinkling)	< 1.5	1.5-8.5	> 8.5
pH	(normal range 6.5-8.4)		

Source: FAO (1976)

5-3 地下水開発の可能性

(1) 地下水収支からの検討

水電力公社（WAPDA）の調査報告によるバランドゥー川流域の水収支に関する検討結果を参考とすると、以下のように流域内の降雨量の約6%が地下水涵養に配分され、その3%程度が現在の地下水開発量だと推定されている。涵養量の全量を開発することは不可能であるが、基本的には地下水への流入分として相当分を帯水層の分布する地区内で利用することが可能と考えられる。ここでは、生活用水への利用分を考慮して、涵養量の70%を利用可能として、地下水収支上の開発可能性を検討する。

$$\begin{array}{lcl}
 \text{年降雨量 (100\%)} & & \text{流出および蒸発量 (94\%)} \\
 384 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年} & \rightarrow & 361.4 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年} \\
 \downarrow \text{涵養量 (6\%)} & & \\
 22.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年} & \rightarrow & \begin{array}{ll} \text{基本流量} & 22.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年} \\ \text{井戸揚水量} & 0.6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{年} \end{array}
 \end{array}$$

(出典：WAPDA, Hydrogeological Survey Report)

したがって、平均年間降雨量を750mmとすると、総量として各郡で開発可能な地下水量は下表のとおりとなる。

表3.5.5 地下水開発可能性

	面積 (km ²)	降雨総量 (10 ⁶ m ³)	涵養量 (10 ⁶ m ³)	地下水灌漑 開発可能性 (10 ⁶ m ³)
マラカンド郡	952	714	43	32
スワット郡	7,028	5,271	316	237
ブニール郡	1,760	1,320	79	59
ディール郡	5,282	3,962	238	179
チトラール郡	14,850	11,138	668	501
計	29,872	22,405	1,344	1,008

(2) 作物消費水量

最も代表的なメイズで作物消費水量を検討する。7月に植付、11月に収穫するものとする。以下の計算のように作物消費水量 (ETc) は最大5.5 (mm/day) となる。

表 3.5.6 メイズの消費水量計算

	成育日数	ETo (mm/d)	作物係数 (Kc)	ETo	ETo/10日	有効雨量/10日	有効雨量/10日	作物必要水	用水量/10日 (mm)
7	10	6.7	0.30	2.01	20.1	43.3	34.6	-	-
	20	6.7	0.35	2.35	23.5	43.3	34.6	-	-
	30	5.7	0.45	2.57	25.7	43.3	34.6	-	-
8	40	5.7	0.65	3.71	31.7	46.0	36.8	-	-
	50	5.7	0.90	5.13	51.3	46.0	36.8	14.5	18.1
	60	5.0	1.05	5.25	52.5	46.0	36.8	15.7	19.6
9	70	5.0	1.10	5.50	55.0	20.0	16.0	39.0	48.8
	80	5.0	1.10	5.50	55.0	20.0	16.0	39.0	48.8
	90	3.8	1.05	3.99	39.9	20.0	16.0	39.0	48.8
10	100	3.8	0.95	3.61	36.1	16.3	13.0	23.1	28.9
	110	3.8	0.80	3.04	30.4	16.3	13.0	17.4	21.8
	120	2.4	0.65	1.56	15.6	16.3	13.0	2.6	3.2
11	130	2.4	0.55	1.32	13.2	7.3	5.8	7.4	9.3
Total								197.7	247.3

1作当たりの作物用水量は250mm (≒ 2,500m³) となる。

(3) 灌漑可能面積

1ヘクタール当たりの1作の必要水量を2,500m³/作とすると、地下水により灌漑可能な各郡の面積は次表のようになり、非灌漑地の50～100%程度を地下水灌漑によりカバーすることができ、地下水賦存量より判定するとブニール郡を除き全農地の灌漑を実施しても問題ないと判断される。ブニール郡に関しては全農地の54%までは灌漑可能と考えられる。

表 3.5.7 地下水により灌漑可能な面積

	ヘクタール当たり 必要水量 (m^3)	灌漑可能量 (10^6m^3)	灌漑可能面積 (ha)	非灌漑地面積	非灌漑地 に対する割合 (%)
マラカンド郡	2,500	32	12,800	11,304	100
スワット郡	2,500	237	94,800	71,200	100
ブニール郡	2,500	59	23,600	43,874	54
ディール郡	2,500	179	71,600	31,088	100
チトラール郡	2,500	501	204,000	1,603	100
計			403,800	169,069	

(4) 井戸能力からの検討

既存井の井戸試験データ (WAPDA) を参考にして、井戸能力を検討する。
調査対象地内のアディンザイ地区、タラシ地区、ダガール地区の井戸試験データは、次表のように要約される。

表 3.5.8 井戸試験結果

	揚水量 (ℓ / sec)	水位降下 (m)	透水係数 (m ² / day)
A 主要河川に向かう扇状地 区 (ADINZAI地区)	35	4.8	4.5×10 ³
分	28	8.0	8.0×10 ²
	21	16.9	5.0×10 ²
	(DAGGAR地区)	21	12.8
D 中河川沿いの低平地・盆地 区 (TALASH地区)	12	12.7	1.5×10 ²
分	35	3.2	2.8×10 ³
	35	3.7	3.0×10 ³
	7	10.3	2.5×10 ²

主要河川に向かう扇状地では、 $20 \sim 35 \ell/\text{sec}$ の揚水で、概ね $5 \sim 15 \text{m}$ の水位降下が認められる。透水量係数は、 $5.0 \times 10^2 \sim 5.0 \times 10^3 \text{m}^2/\text{日}$ で、最大量として1日に $500 \text{m}^2 \sim 5,000 \text{m}^2$ の揚水が可能と考えられる。また、連続揚水により安定水位が得られる揚水量として、 $30 \ell/\text{sec}$ の揚水を $8 \sim 10$ 時間/日行なうとすれば、 $1,000 \text{m}^3/\text{日}$ 程度の揚水が可能と考えられる。したがって、 $25 \text{m}^3/\text{日} \cdot \text{ヘクタール}$ の灌漑を行なう場合、1本の井戸当たり次のように40ヘクタール程度を灌漑可能面積と考えることができる。

$$1,000 \text{m}^3/\text{日} \div 25 \text{m}^3/\text{日} \cdot \text{ヘクタール} = 40 \text{ヘクタール}$$

なお、前に述べた地下水収支からの開発可能量と、1本当たりの生産量（1,000 m³/日で、100日/年稼働）から、各郡ごとに次のように設置可能井戸本数を概算することができる。

表 3.5.9 設置可能井戸本数

郡	開発可能量（10 ⁶ m ³ ）	設置可能井戸数	必要井戸数
マラカンド郡	32	320	238
スワット郡	237	2,370	1,780
ブニール郡	59	590	1,096
ディール郡	179	1,790	777
チトラール郡	501	5,010	40
			3,931

5-4 社会・経済事情

(1) 土地資源

調査対象地区であるマラカンド県の全体面積は29,872km²で、そのうち3,455km²が耕作地で全面積の約12%を占め、森林面積は4,282km²となっている。しかしながらマラカンド県、特にチトラール郡は大半が山岳地帯で、耕作に適した平坦地および傾斜地は農用地として利用しており、農用地面積の拡大は事実上不可能である。各郡別土地利用面積を表3.5.10に示す。

表3.5.10 各郡別土地利用面積

	全面積 (km ²)	耕作地 (km ²)	森 林 (km ²)	その他 (km ²)
チトラール郡	14,850	181	416	14,253
ディール郡	5,282	859	1,716	2,707
スワット郡	6,945	1,406	1,689	3,850
ブニール郡	1,843	552	415	876
マラカンド郡	952	457	46	449
計	29,872	3,455	4,282	22,135

(2) 人 口

1981年度の人口センサスによると、当計画対象地区の人口は246万人で、現在推定412万人が居住している。各郡別人口は以下のとおりである。

表3.5.11 各郡別人口

	1981年	1993年(推定値)		
		全	都 市	地 方
チトラール郡	209	315	—	315
ディール郡	767	1,351	—	1,351
スワット郡	967	1,579	201	1,378
ブニール郡	266	448	—	448
マラカンド郡	258	423	—	423
計	2,467	4,116	201	3,915

産業別構成では、当マラカンド県にはこれと言った産業がないため、大半（75%）が農業に従事しており、次いで商業、建設業となっている。各産業別従事者割合は次のとおりである。

農 業	: 75.2 %	運輸部門	: 2.4 %
鉱 業	: 0.4 %	銀 行	: 0.3 %
工 業	: 1.0 %	厚生部門	: 8.5 %
公共サービス	: 2.6 %	そ の 他	: 2.9 %
商 業	: 5.3 %		

（3）土地所有制度

当対象地区の所有面積別農家戸数は表3.5.12に示すとおりである。マラカンド県では約26万戸の農家があり、半分以上は2.5ヘクタール以下の農家で2.5ヘクタール以上の農家の占める割合は1.6%である。

表3.5.12 土地所有面積別農家数

	北西辺境州	マラカンド県	チトラール郡	ディール郡	スワット郡	ブニール郡	マラカンド郡
0 ~ 1.0	175,339	46,964 (17.9%)	13,543	11,270	18,903	2,637	611
1.0 ~ 2.5	351,809	94,630 (36.1%)	6,246	29,192	34,843	11,382	2,967
2.5 ~ 5.0	131,721	62,352 (23.8%)	6,524	21,019	22,201	9,877	2,661
5.0 ~ 7.5	101,659	26,749 (10.2%)	2,101	10,607	8,601	4,155	1,285
7.5 ~ 12.5	59,267	17,988 (6.9%)	1,164	7,722	5,427	2,650	1,025
12.5 ~ 25.0	25,280	9,404 (3.6%)	802	4,485	2,258	1,360	499
25.0 ~ 50.0	9,275	3,137 (1.2%)	251	1,743	540	467	136
50.0 ~ 150.0	211,678	1,113 (0.4%)	162	569	141	219	32
150.0 ~	1,103	124	13	40	9	56	6
Sub Total	1,067,131	262,461 (100.0%)	30,806	86,647	92,923	32,803	9,222
Government	44	10		10			
Total	1,067,175	262,471 ² (100.0%)	30,806	86,657	92,923	32,803	9,222

5-5 農業の現況

（1）農業生産

当調査地域で実施されている主な農業生産はとうもろこしと小麦で、近年はリンゴ等の果樹およびトマト等の野菜栽培が盛んになってきている。特に果樹は

この傾向が著しく、マラカンド県で約 1 万ヘクタールの果樹が栽培されている。
北西辺境州政府も果樹栽培に重点を置いており、マラカンド県ではスイス政府
の技術援助による、果樹試験普及プロジェクトが実施中である。

表 3.5.13 に当調査地域の各作物別耕作面積を示す。

表3.5.13 (1) 作物別灌漑、非灌漑耕作面積 (92/93年度)

(単位:ヘクタール)

		北西辺境州	マラカンド県	チトラール郡	ディール郡	スワット郡	ブニール郡	マラカンド郡
とうもろこし	灌 漑	243,402	45,719	6,273	9,461	20,200	4,347	5,438
	非 灌 漑	284,402	129,221	-	5,195	86,347	37,643	36
	計	527,804	174,940	6,273	14,656	106,547	41,990	5,474
米	灌 漑	62,056	35,102	2,680	15,856	9,323	357	6,886
	非 灌 漑	75	-	-	-	-	-	-
	計	62,131	35,102	2,680	15,856	9,323	357	6,886
大 豆	灌 漑	1,319	641	-	11	605	5	19
	非 灌 漑	1,984	242	-	22	210	10	-
	計	3,303	883	-	33	815	15	19
ヒエマメ	灌 漑	3,429	190	77	-	43	19	51
	非 灌 漑	5,172	2,492	49	1,397	398	648	-
	計	8,601	2,682	126	1,397	441	667	51
マッシュ	灌 漑	547	264	212	-	-	19	33
	非 灌 漑	2,556	1,960	69	1,383	-	508	-
	計	3,103	2,224	281	1,383	-	527	33
砂糖キビ	灌 漑	98,972	5,635	-	71	16	628	4,920
	非 灌 漑	904	84	-	-	10	74	-
	計	99,876	5,719	-	71	26	702	4,920
小 麦	灌 漑	328,845	55,469	8,574	17,290	16,867	3,228	9,510
	非 灌 漑	520,761	139,811	9,510	22,433	59,710	41,103	16,565
	計	849,606	195,280	18,084	39,723	76,577	44,331	26,075
大 麦	灌 漑	12,782	4,989	4,605	78	212	79	15
	非 灌 漑	46,526	14,204	-	7,452	2,189	1,021	3,542
	計	59,308	19,193	4,605	7,530	2,401	1,100	3,557
アブナラ	灌 漑	2,562	224	-	7	78	37	102
	非 灌 漑	34,502	12,341	-	6,756	2,073	814	2,698
	計	37,064	12,565	-	6,763	2,151	851	2,800
マタール	灌 漑	2,249	1,070	68	27	930	2	43
	非 灌 漑	799	43	-	-	32	11	-
	計	3,048	1,113	68	27	962	13	43
じゃがいも	灌 漑	7,200	2,419	344	1,508	515	10	42
	非 灌 漑	1,469	393	-	-	393	-	-
	計	8,669	2,812	344	1,508	908	10	42
たまねぎ	灌 漑	6,344	3,832	12	400	3,139	54	227
	非 灌 漑	255	254	-	-	246	8	-
	計	6,599	4,086	12	400	3,385	62	227

表3.5.13 (2) 作物別灌漑・非灌漑耕作面積(92/93年度)

(単位:ヘクタール)

		北西辺境州	マラカンド県	チトラール郡	ディール郡	スワット郡	ブニール郡	マラカンド郡
カリフ期 野 菜	レ デ ィ ー フィンガー	1,550	338	59	127	82	4	66
	テ イ ン ダ	713	140	51	33	40	2	14
	ナ ス	783	226	30	40	110	4	42
	カ ボ チ ャ	431	104	28	26	37	2	11
	ト マ ト	5,790	2,552	98	136	2,070	-	248
	そ の 他	15,886	210	26	5	73	13	93
	計	25,153	3,570	292	367	2,412	25	474
カリフ期 果 樹	アブリコット	1,544	734	37	102	540	8	47
	リ ン ゴ	7,797	2,546	163	143	2,215	5	20
	ナ シ	2,275	552	16	126	397	1	12
	ブ ラ ム	3,267	692	-	129	460	8	95
	ク ル ミ	1,710	1,449	115	313	1,021	-	-
	ア ー モ ン ド	332	142	5	72	65	-	-
	カ キ	1,031	490	3	65	330	5	87
	そ の 他	15,878	4,103	264	390	3,240	14	195
	計	22,218	6,876	387	969	5,116	27	377
ラビ期 野 菜	チューリップ	2,085	528	32	168	240	5	83
	ホウレン草	1,197	377	8	22	270	10	67
	ト マ ト	2,786	1,268	15	23	422	-	808
	に ん に く	1,614	238	16	5	160	6	51
	小 か ぶ	744	310	20	81	150	11	48
	他	2,302	282	126	11	116	11	18
	計	10,728	3,003	217	310	1,358	43	1,075
ラビ期 果 樹	かんきつ類	3,911	1,789	1	504	790	60	434
	そ の 他	3,016	240	-	71	55	2	112
	計	6,927	2,029	1	575	845	62	546

(2) 灌漑農業の現況

当調査対象地域では主に私設水路による灌漑が主で、次にリフトポンプおよび井戸形式による灌漑が行なわれている。これらの水路および灌漑施設では農家が個別に灌漑を行っており、州政府による管理はなされていない。灌漑方式は大半が畝間灌漑で、スプリンクラー等の利用はほとんど見当たらない。一般的に井戸灌漑の場合、1井戸で10～40ヘクタールの灌漑を行なっている。当調査地域の灌漑実施割合は他の地域に比べ低く、特にスワット、ブニール地域で低くなっている。そのため井戸掘削に対する需要が非常に高く、農業省農業工学局を通して井戸掘削を行なうにはかなり待たなければならない状況にある。当調査地域で行なわれている灌漑方法別灌漑面積は以下のとおりである。

表3.5.14 灌漑方法別灌漑面積

(ヘクタール)

	マラカンド県	チャトラール郡	ディール郡	スワット郡	ブニール郡	マラカンド郡
公共水路	20,585	309	2,670	1,550	2,350	13,706
私設水路	110,533	16,220	49,141	31,220	-	13,952
タンク	22	-	-	-	-	-
深井戸	3,719	-	1,963	379	1,050	327
浅井戸	12,829	-	190	9,150	1,110	2,379
リフトポンプ	21,359	-	180	17,000	1,400	2,779
その他	17,338	-	631	10,105	5,639	1,233
計	186,385	16,529	54,797	69,404	11,279	34,376

(出典：農業統計NWFP)

5-6 社会基盤整備状況

(1) 道 路

当調査対象地域内には以下の幹線道路が通過しており、舗装も完備している。

- スワット川沿いのマラカンド峠よりカラムまで続く縦断道路（1級州道）スワット地区を縦貫する道路であり、郡内で最も重要な道路である。同地区のスワット川上流部分（バーレインからカラム間）では、外国の援助（US AID）により改良工事が行なわれている。また、スワット川の下流では、対岸（マッタ・カバル）にも舗装道路が整備されている。

現時点で、パーカッション工法を支えている機械は、パワーウインチおよびハンドプラントと現地で呼ばれている工法で、機械構成はウインチ、三叉およびドリリングツールスからなる単純なものである。内燃機関を動力とするウインチを使用する機械がパワーウインチで、動力を人力に頼るのがハンドプラントと呼ばれている。

州全体の井戸掘削はパワーウインチ：25台、ハンドプラント：18台で施工されているが、その能力は地質状況、井戸口径により、大きく左右されている。一般に井戸口径10"仕上げで、パワーウインチの最大掘削深度が250ft、ハンドプラントが120ftである。工事期間は（最大掘削時）パワーウインチで2～4ヶ月または、それ以上を要し、ハンドプラントでは約1年もかかっている。これらの制約からそれぞれのパーカッション機械が掘削できる地域は、浅い井戸を対象とした地区に限定されているのが現状である。現在マラカンド県に1台配備されているロータリーリグはマラカンド峠以南の平野部を掘削対象としているが、同峠以北の扇状地（本来パーカッション工法が最適）においてもパワーウインチの能力以上の掘削深度井戸について、種々の掘削障害を伴ないながらも、農家の要望に応え、掘削作業を実施している現状にある。

（3）井戸建設工事の実態

農業工学局の1993～94年における工事实績の一部を表3.6.3のように整理し、1日当たりの掘進速度、1m当たりの工事費を算定した。表によると1日当たりの掘進速度は、1.4m程度となり、実態として平均60m深程度の井戸を42日程度で掘削していることになる。これは、年間労働日数を250日、移動・補修を20日、降雨による作業不可日数を25日（年労働日数の10%）とすると、平均で4.9本/年の井戸建設効率となる。また、m当たりの工事費（主に農民が負担する分）は4千ルピーで、1本当たり244千円となる。

6. 地下水開発および灌漑事業の現況

6-1 地下水開発の現状

(1) 北西辺境州の地下水開発の現状

北西辺境州における地下水開発は、ペシャワール周辺の住宅開発に関連する公社および純民間によるものを除いて、基本的に次の機関によって実施されている。

① 農業局農業工学局

本件の実施機関で、農民の要請に基づいて農民の土地に農民に灌漑用の井戸建設を行なうもの。建設工事の全部、施設費の一部に助成がある。

② 公共衛生局 (HD)

農村部を中心とした地域の生活用水確保を目的とした井戸建設で、対象地のマラカンド県を含め最も本数の多い井戸施設建設を実施している。

③ 灌漑局 (ID)

灌漑用の公共地下水源施設としての建設が進められてきたが、現在ではわずかな調査のための地下水開発や補完的な地下水開発が主で、これらの施設も基本的に農民に移管されるような体制をとっている。

④ 水電力公社 (WAPDA)

1988年までに完了した水理地質調査の成果をより詳細にするための調査が主流となっている。また、これらの調査も上記3機関からの委託という形態で実施されることが多く、調査としての施設建設が終了した後は、委託先への施設移管が行なわれるような体系となっている。委託元は、公共衛生局が多く、農業工学局では、特に技術的に問題の多い地点について調査を含めた委託を行なっている。

(1) 農業省の工事实態

ー 井戸建設の実績

北西辺境州政府農業省農業工学局による井戸建設事業は、ペシャワール周辺を最初の対象地区として1960年から始まり、1970年までに1,163本、1971～80年に2,024本の工事实績を持っている。第6次5ヶ年計画以降は、5年間に1,000本の井戸建設につき助成を行なうという事業が開始され、現在まで継続している。その工事实績は表3.6.1に示す通りである。マラカンド県における井戸建設は、1980年からマラカンド郡、スワット郡、ディール郡を中心に進められてきている。

表3.6.1 第6次5ヶ年計画以降の農業省井戸建設実績

		北西辺境州	マラカンド県	マラカンド郡	スワット郡	ディール郡
第6次	1984	137	26	21	4	1
	1985	175	32	22	6	4
	1986	159	30	19	5	6
	1987	175	36	26	4	6
	1988	130	38	20	10	8
第7次	1989	100	20	7	7	6
	1990	205	38	22	8	8
	1991	296	54	24	17	13
	1992	200	46	26	12	8
	1993	205	40	18	13	9
第8次	1994	91	26	8	12	6

マラカンド県については年間に20～50本程度となっているが、これらの実績により、州全体では5年間に1,000本の井戸建設を目標とする農業省の計画はほぼ達成されてきた。なお、建設された井戸は、13年程度の期間を経過すると井戸のストレーナーのきめが荒い事に起因し目詰まり等により機能を消失するものが多くなり、25年ではほぼ100%が使用不可能となる。平均的には、農業省が設定しているように15年程度が井戸施設の耐用期間と考えられる。

表3.6.2は、1983～88年の掘削実績データと1993～94年のマラカンド県の掘削実績の一部のまとめを特に掘削数量などについて整理したものである。

表3.6.2 井戸掘削実績

	北西辺境州			マラカンド県		
	本数 (本)	掘削長 (m)	m/本	本数 (本)	掘削長 (m)	m/本
1983	129	5,883	46	21	1,567	77
1984	143	5,530	37	24	587	24
1985	151	6,845	45	37	1,035	28
1986	136	7,159	53	30	1,581	53
1987	126	7,242	57	36	805	22
1988	139	7,395	53	14	685	49
1993～1994	—	—	—	20	1,175	59

掘削能力は年々上昇し、1986年以降は北西辺境州全体で7,000m以上の工事能力があることになる。一本当たりの井戸深も北西辺境州全体では年々深くなる傾向が認められる。ただし、マラカンド県についてみると、年によるバラツキが大きく、1本当たりの平均深度も30～80mと年による変化が大きい傾向にある。

工事実施状況

北西辺境州農業省農業工学局が掘削する深井戸は、ケーブルツールパーカッションドリリング（ケースドホール）工法とダイレクトマッドロータリードリリングの2工法が採用されている。

ロータリードリリング工法は、我が国の無償資金協力で導入されたロータリーリグ4台と、FATA州から譲り受けた中古のリグ1台の計5台で施工されている。これらの機械は同州の中部から南部にかけての比較的玉石層の少ない沖積層～第3紀層を対象とし、しかも現地パーカッション機械では掘削が難しい井戸深度250ft以上の地区で用いられることが多い。パーカッションリグ工法のなかでも、機動性および掘削能力ともに優れているパーカッションリグは現在では1台も稼働していない。過去使用されていたパーカッションリグは、全て1960年代に導入された機械で、既に耐用年数を経過し、近年次々に廃棄された。

現時点で、パーカッション工法を支えている機械は、パワーウインチ、ハンドプラントと現地で呼ばれている工法で、機械構成はウインチ、三又およびドリリングツールズからなる単純なものである。内燃機関を動力とするウインチを使用する機械がパワーウインチで、動力を人力に頼るのがハンドプラントと呼ばれている。

州全体の井戸掘削はパワーウインチ：25台、ハンドプラント：18台で施工されているが、その能力は地質状況、井戸口径により、大きく左右されている。一般に井戸口径10"仕上げで、パワーウインチの最大掘削深度が250ft、ハンドプラントが120ftである。工事期間は（最大掘削時）パワーウインチで2～4ヶ月または、それ以上を要し、ハンドプラントでは約1年もかかっている。これらの制約からそれぞれのパーカッション機械が掘削できる地域は、浅い井戸を対象とした地区に限定されているのが現状である。現在マラカンド県に1台配備されているロータリーリグはマラカンド峠以南の平野部を掘削対象としているが、同峠以北の扇状地（本来パーカッション工法が最適）においてもパワーウインチの能力以上の掘削深度井戸について、種々の掘削障害を伴ないながらも、農家の要望に応え、掘削作業を実施している現状にある。

（3）井戸建設工事の実態

農業工学局の1993～94年における工事实績の一部を表3.6.3のように整理し、1日当たりの掘進速度、1m当たりの工事費を算定した。表によると1日当たりの掘進速度は、1.4m程度となり、実態として平均60m深程度の井戸を42日程度で掘削していることになる。これは、年間労働日数を250日、移動・補修を20日、降雨による作業不可日数を25日（年労働日数の10%）とすると、平均で4.9本/年の井戸建設効率となる。また、m当たりの工事費（主に農民が負担する分）は4千ルピーで、1本当たり244千円となる。

表 3.6.3 井戸建設の工事期間と建設費

井戸深度 (m)	掘削期間 (days)	掘削費用 * (1,000 Rs)
56	40	240
98	86	350
91	65	340
57	60	325
56	48	340
44	54	280
34	39	210
91	52	350
57	40	200
51	88	180
61	27	230
57	36	300
49	25	340
36		250
63	15	220
41	20	100
57	43	170
51	22	150
76	64	170
49	23	130
1,175m	847日	4,875千/m
1.39m/日		

Note: * Government expence is not incleded

掘削日数は、250日/年の作業日数を想定して算定した。

(4) 掘削能率と作業日数

1) 農業工学局の考え方と現状

井戸既建設の実績から、その能力は4.2本／年程度のものである。掘削能率としては前述のように2m／日程度となる。しかし、この能率はパワーウィンチなど能力の小さな機材も含んだ値で、ヒアリングによれば農業工学局では60～100m深の井戸建設を対象に、パーカッション式掘削機、ロータリー式掘削機につき、標準作業日数を以下の様に設定している。

ー パーカッション工法（既所有の機材による）

・移動・運搬・準備	2日
・掘削作業	27日
・ドライブケーシング引き抜き	3日
・ケーシング挿入・グラベルバック	1日
・揚水試験他	5日
・ポンプ資機材搬入・準備	1日
・基礎工	1日
・ポンプ設置作業	4日
・撤去・移動	2日
	47日

ー ロータリー工法

・移動・運搬・準備	5日
・掘削作業	16日
・ケーシング挿入、グラベルバック	1日
・揚水試験	5日
・ポンプ資機材搬入・準備	1日
・基礎工	4日
・ポンプ設置作業	2日
・撤去・移動	4日
	38日

パーカッション工法では1本あたり47日、ロータリー工法では38日が標準必要日数としている。なお、標準作業日数から把握される掘進速度はパーカッションで3m／日、ロータリーで5m／日程度となる。

(5) 井戸構造

既設の井戸は、井戸設置の基本条件である1cusec（1.7m³／min.）の揚水が可能であることを唯一の条件として決定されている（ただし、0.5cusecの能

力がある場合は、成功井として補助対象となり、0.5 cuses以下の場合は、農民の全負担により井戸施設として完成されることが多い）。

農業工学局の既設井およびWAPDA 調査報告の資料について前に述べた水理地質区分別に、井戸深、地下水位、ストレーナー長、口径を整理すると次表のとおりとなる。

表 3.6.4 既設井の諸元

	井戸深 (m)	地下水位 (m)	スクリーン長 (m)	径 (inch)
① 広い沖積平地縁辺部 (農業省データ)	97	25		
	91	54		
	91	27		
	57	27		
	61	31		
	57	27		
	49	27		
	62	21		
	57	25		
	51	22		
	76	43		
	49	23		
	平均	67	29	—
② 主要河川に向かう扇状地 (農業省データ)	56	31	—	—
	57	26	—	—
	56	34	—	—
	44	31	—	—
	34	16	—	—
	51	30	—	—
	36	27	—	—
	41	16	—	—
	(ADINZAI地区)			
	62	—	19.5	10
	66	—	18.3	8
	64	—	24.4	8
	(DAGGAR VALLEY)			
	113	37	12.2	10
	84	5	29.6	10
	84	16	35.4	10
	129	30	—	—
	100	24	—	—
	102	36	—	—
	91	58	—	—
	100	25	—	—
	130	30	—	—
	平均	75	28	23.2
				—
③ 中河川沿いの低平地・盆状地 (TALASH地区)	75	27	24.0	8
	66	35	18.3	8
	90	59	15.9	8
	65	49	18.3	8
	144	55	—	—
	平均	88	45	19.1
				—

広い沖積平地縁辺と主河川に向かう扇状地上の井戸は、70m深程度（50～100m深）で、地下水位は、30m程度（15～40m）と考えられる。一方中河川沿いの低平地の井戸は90m深程度（65～150m深）、地下水位は45m（36～60m）程度と考えられる。ストレーナーは一般に帯水層の部分に設置されるが、実績としては15～35m（平均で20m程度）の設置長が確認された。口径は、8～10インチで、農業省からのヒアリング調査によれば10インチの例が多いようである。

（6）標準地質構成

タラシ地区、アディンザイ地区において、WAPDAにより掘削された井戸の地下地質の状況を整理すると、次の表のようになり掘削が困難な玉石層の割合は43%と見積られる。

表 3.6.5 掘削井戸玉石層厚

井戸深 (m)	玉石層の厚さ (m)	玉石層の割合 (%)
113	20	18
84	37	44
84	57	68
129	88	68
175	42	24
90	17	19
100	72	72
91	87	96
100	16	16
80	25	31
130	49	38
1,176	510	43.4

玉石層以外の地質は、全般に砂礫層で一部に粘性土を介在する。

6-2 組織および運営体制

農業工学局が実施する井戸掘削事業は、農民（数人の協同の場合もある）独自の資金的裏付けに基づく、農業工学局への井戸掘削申請により事業が開始される。あくまでもこの事業は農民が主体で、関係政府諸機関は連携をとりながら農民を資金的、技術的に援助する形となっている。資金面では、農業開発銀行（ADBP）が農民への融資に責任を負い、北西辺境州政府が補助金を交付する。技術面では、北西辺境州政府の下部組織である農業工学局が、地下水調査、井戸建設および建設後の維持管理の指導にあたっている。農民は、融資金の返済、井戸建設に伴う資材の調達（井戸スクリーン、ケーシング、ポンプ、発電機等）、井戸完成後の一切の維持管理に責任を負うものである。また、井戸完成後の圃場内への導水については、灌漑局が技術的指導を行っている。

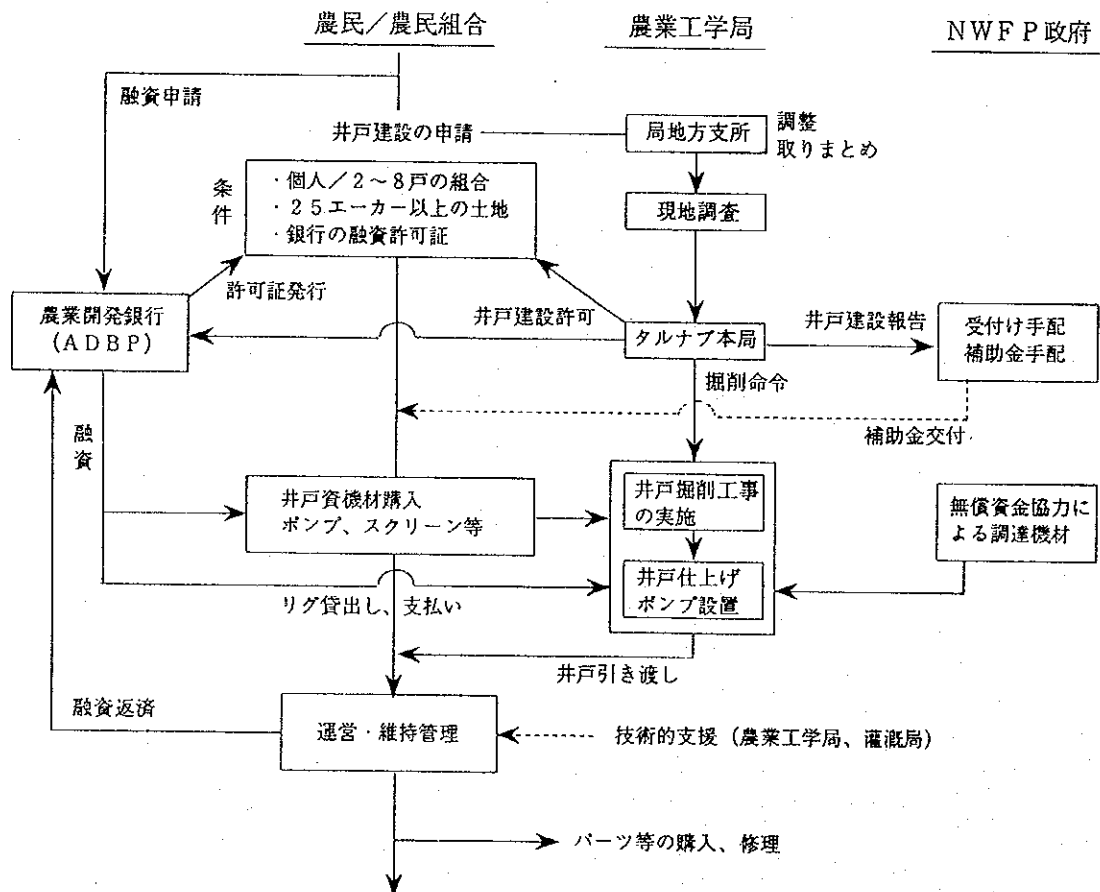


図 3.6.1 地下水灌漑井戸建設の仕組み

井戸建設の申請は、小農、大農に関係なく25エーカー以上（小農が数軒協同で25エーカー確保すれば可）の農地と銀行の融資許可証があれば、誰でも申請することが

可能である。井戸建設の申請の審査は農業工学局で行なわれる。決定は、1) 水理地質条件、2) 現在の機械配備計画、3) 申請順、4) その年度の計画掘削本数等を総合的に判断し決定しているようである。その年度において許可されなかった申請は、次年度において他より優先されている。

6-3 井戸建設費用

井戸の建設費用は政府からの補助金15%を除く85%が農家により支払われている。農業工学局は、1フィート当たりにつき以下の基準に基づいて農家より掘削費用を徴収している。

・ パーカッションリグ	69ルピー／フィート
・ ロータリーリグ	186ルピー／フィート
・ ロータリーリグ (旧式)	91ルピー／フィート
・ パワーウインチ	69ルピー／フィート
・ ハンドプラント	13～50ルピー／フィート

井戸の建設費用は灌漑が過去に実施されたことのなく地表水導入が困難であるバラニ地区（非灌漑地区）とその他の地区とでは異なり、以下の通りとなっている。

表3.6.6 井戸建設費用内訳

		バラニ地区	その他
井戸標準		90m深口径12.5インチ	60m深口径12.5インチ
掘削工法		ロータリー	パーカッションその他
工事費	掘削費	55,800	13,800
	掘削予備費	37.5	23.5
	機械償却費	100	100
	移動費	10,000	—
	パイプ代	34,000	25,600
	ストレーナー代	59,800	33,120
	井戸上部工	560	560
	労賃	24,000	24,000
	フィルダー材	5,000	2,500
	井戸清掃費	6,500	6,500
	ポンプ場 (小屋)	34,000	34,000
	ポンプ設置代	28,000	28,000
	ポンプ設置	2,000	1,500
	スイッチ代	5,500	7,000
	電気設置	5,000	5,000
	スターター	2,500	—
計		269,797.5 (269,797)	187,203.5 (187,000)

農家への補助金は上記建設費用の15%で、バラニ地区においてロータリーリグにより90mの井戸を掘削した場合、井戸建設費は270,000ルピーで、補助金は40,000ルピーとなる。

農業工学局は農家より掘削費、掘削予備量、機械償却費、移動費を徴収しており、標準的な井戸の場合地下水位の深いバラニ地区で約66千ルピーを支払っている。

標準的な井戸建設費用の掘削工事費、その他工事費（材料、労賃、電気設備）の内訳、補助金と農家支払い額の関係は以下のとおりである。

井戸建設工事費別内訳

工事負担額

補助金 15%	農家支払い額 85%
------------	---------------

工事費による分類

掘削工事費 24%	その他工事費 76%
--------------	---------------

支払い先分類

農業工学局 24%	その他 76%
--------------	------------

7. 現有掘削機械の状況

7-1 現有掘削関連機材リスト

農業省農業工学局で所有する掘削機材はその運転形態より4種類に分けられ、1) トラック搭載型ロータリーリグ (Rotary Rig)、2) パーカッションリグ (Percussion Rig)、3) ウインチと三又によるパーカッション掘削機 (Power Winch)、4) 人力と三又によるロータリー掘削機 (Hand Planet) である。

表3.7.1 現有掘削機リスト

機材名	台数	稼働状況	備考
ロータリーリブ	5	運転中	内、日本の無償によるもの4台
	3	運転不能	
パーカッションリブ	0	運転中	
	4	運転不能	
パワーウインチ	25	運転中	修理中の機械も含む
	0	運転不能	
ハンドプラント	18	運転中	
	3	運転不可	

総計で58組の掘削機材が現在までに稼働していたが、そのうち現在稼働可能な機械は48台のみである。その稼働可能な機械の現在の稼働先を県別にまとめると下表のようになる。

表3.7.2 現有掘削機稼働先（95年1月時点）

県名(郡)	機材名	台数	備考
ベシャワール	ロータリーリグ	1	日本無償資金協力
	パワーウインチ	4	
	ハンドプラント	4	
マルダン	ロータリーリグ	1	
	パワーウインチ	2	
	ハンドプラント	1	
コハット	パワーウインチ	1	
カラック	パワーウインチ	1	
	ハンドプラント	1	
DI.カーン	ロータリーリグ	1	日本無償資金協力
	パワーウインチ	9	
バヌー	パワーウインチ	5	
	ハンドプラント	4	
ハリプルー	ロータリーリグ	1	日本無償資金協力
アボッタバッド	ハンドプラント	4	
マラカンド	ロータリーリグ	1	日本無償資金協力
	パワーウインチ	1	
スワット	パワーウインチ	2	
ディール	パワーウインチ	2	
	ハンドプラント	2	
計		48	

※網かけ部分が対象地区

その他に配備されている支援車輛は表 3.7.3 に示される通りである。

表 3.7.3 現有支援車輛リスト

区 分	タ イ プ	台 数	備 考
トラック	6～10t 平ボディ	56 (3)	
〃	給水タンク車	4 (1)	ロータリー掘削機に各 1 台
移動用車両	小型 4 輪駆動車	11 (3)	
〃	中型 4 輪駆動車	5 (1)	

※ () 内数値は対象地区

7-2 維持管理状況

現在農業省農業工学局で使用している建設機材、井戸掘削機材において主要な機材の修理あるいは現地で対応できないものは、タルナブ・ワークショップ（ベシャワール郡）と D I カーンワークショップ（D I カーン郡）の 2 大ワークショップで修理され、これらを除く細かい修理、部品等の交換は、地方支所付属のワークショップあるいは現場で直接行なわれている。これら 2 大ワークショップの日常作業の中で特筆される事項は、

- (1) 各部品は部品毎に管理用カードが作られているため、在庫の管理が全ての部品について行なわれている。
- (2) 部品の在庫切れの場合、ワークショップで加工あるいは鋳造が可能なものについては、旋盤・炉等で製作・加工し使用している。
- (3) 現在当地で主要な井戸掘削機械となっているパワーウインチは、廃棄されたブルドーザーのエンジンと中古ウインチから組み立て生産されている。
- (4) 1960 年代に導入されたパーカッションリグは、約 30 年間に亘りここで修理され使われている。

等が上げられ、限られた条件の中で最大限の維持管理および運営がなされていると判断できる。また廃棄機材の修理不可能の主な理由は、故障部品の品切れ、現地製作不可能な部品の不足、および耐用年数の経過である。廃棄された機材も、部品供給用機材として十分に活用されている。

7-3 機材運営の問題点および改善点

現在農業省農業工学局は地方の維持管理機能を高めるべく、未だワークショップが併設されていない地方支所に対し、重点的な補強を行なっている。本計画対象地区においては、スワット郡の支所を対象に、今年度ワークショップを建設中であり、すでに人的配置は完了している。計画対象5郡ではマラカンド、ディール、スワットの3郡で付属のワークショップが完備されている。本庁と支所そして現場との連絡、部品の補給、および出張修理は、全て車輛に頼らなければならない。マラカンド県での全ての車輛の内訳は、トラック3台（6t積載車）、小型4輪駆動車3台、中型4輪駆動車1台のみであり、その地域の広さと道路のアクセス状況からみると不十分である。また現在のワークショップ等の設備および組織、要員の技術力共に将来の維持管理には問題ないと判断される。しかし、より高度な維持管理体制を確立していくために、次のような提言を行なう。

- (1) 井戸掘削優先度の高いブニール郡にも、支所付属のワークショップを設置する。
- (2) 井戸掘削支援車両のうち、特に連絡、部品運搬、修理要員の移動等使用用途の高いピックアップトラックを配備する必要がある。

第4章 プロジェクトの内容

第4章 プロジェクトの内容

1. プロジェクトの基本構想

1-1 協力の方針

本計画の実施については本案件が上位計画である5ヶ年計画に沿ったものであり、その必要性および妥当性が確認され、さらに実施機関の維持管理能力を検討した結果、現実性、相手国の実施能力が確認されたこと等から、日本の無償資金協力で実施する事が妥当であると判断された。本案件では北西辺境州5ヶ年井戸掘削計画のうちマラカンド県を対象とし地下水灌漑事業を推進するために、年間25本の井戸を掘削するに必要な機材を供与することにより5ヶ年計画を支援する事とした。よって、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、基本設計を実施する事とする。ただし、計画の内容については、要請の一部を変更する事が適当である事は、主要機材の数量および機種を選定に述べる通りである。

1-2 要請内容の検討結果

(1) 要請内容

本計画の要請内容は、パーカッション5台およびスペアパーツ：一式の機材調達である。対象地区は北西辺境州マラカンド県であり、目的は井戸掘削による灌漑施設の整備である。当計画は現在、州政府が実施している5ヶ年計画（1,000本井戸掘削計画）の一環であり、州政府は当5ヶ年計画年度内に対象地区にて266本の井戸を掘削する予定である。

要請機材としては以下のものが提示された。

- | | |
|----------------------|------|
| ① パーカッション式トラック搭載型掘削機 | : 5台 |
| ② クレーン付きトラック | : 5台 |
| ③ 給水タンクトラック | : 5台 |
| ④ ピックアップトラック | : 3台 |
| ⑤ 揚水試験用機材 | : 2式 |
| ⑥ スペアパーツ | : 1式 |

(2) 5ヶ年計画の内容

北西辺境州第8次5ヶ年計画は当要請の背景になっており、対象地区マラカンド県にて266本の井戸掘削を計画している。表4.1.1に第8次5ヶ年計画による掘削計画を示す。

表4.1.1 5ヶ年井戸掘削計画（1993～98年）本数

	93/94	94/95	96/96	96/97	97/98	計
マラカンド郡	8	12	16	16	16	16
スワット郡	9	12	16	16	16	69
ブニール郡	3	12	16	16	16	63
ディール郡	6	12	16	16	16	66
チトラール郡	-	-	-	-	-	-
マラカンド県全体	26	48	64	64	64	266
その他	65	131	186	186	166	734
州全体	91	179	250	250	230	1,000

(3) 上位計画との整合性

第8次5ヶ年計画では、既存農業生産施設の総合管理、土地資源および水資源の有効活用により、食糧の安定供給、自給の達成、余剰農産物の輸出等を図ろうとしている。特に、灌漑未整備地区での施設整備による効果を期待している。当計画は井戸掘削を通じて地下水による灌漑を行ない、灌漑地区の生産を上げようというものであることから、国家第8次5ヶ年に整合するものであり、同時に北西辺境州農業省農業工学局の実施している5ヶ年1,000本井戸掘削計画の一環である。

(4) 5ヶ年計画の妥当性および意義

灌漑の必要性

当計画の対象地区には約345千ヘクタールの農用地があるものの、実際に灌漑されている面積は全体の約半分である。特に、ブニール、スワット地区の灌漑施設整備は遅れている。これは地形的要因で表流水灌漑が困難なためで、大半の地区が山間部の傾斜地に位置していることに起因する。

各郡別の灌漑面積は表4.1.2に示すとおりである。

表 4.1.2 各郡別耕地面積および灌漑面積

	耕地面積 (ヘクタール)	灌漑面積 (ヘクタール)	灌漑不足面積 (ヘクタール)	灌漑不足割合 (%)
マラカンド郡	45,680	34,376	11,304	24.7
スワット郡	140,604	69,404	71,200	50.6
ブニール郡	55,153	11,279	43,874	79.5
ディール郡	85,885	54,797	31,088	36.2
チトラール郡	18,132	16,529	1,603	8.8
マラカンド県全体	345,454	186,385	169,069	48.9
北西辺境州	1,907,590	849,506	1,058,084	55.5
パキスタン全土	21,020,000	16,640,000	4,380,000	20.8

耕作はラビ期（2～4月）またはカリフ期（7～9月）に行なわれているが、1年の大半で消費水量が降雨量を超えており、灌漑が必要と判断される。水量の不足は、カリフ期において顕著である。地区的にはスワット、ブニール地区が灌漑開発の最重点地区であると判断される。

灌漑地区、非灌漑地区の単収を比較すると、主要作物である野菜の効果は高く、2倍以上の収量が得られている。表 4.1.3 に主要作物単収を示す。

表 4.1.3 主要作物単収比較（1992/93年度）

	灌漑地区 (A) (t/ヘクタール)	非灌漑地区 (B) (t/ヘクタール)	(A/B)
とうもろこし	1.9	1.1	1.72
米	1.8	1.1	1.64
小麦	1.9	1.0	1.90
にんにく	9.9	5.0	1.98
じゃがいも	7.2	1.5	4.80
玉ねぎ	13.7	6.3	2.17

また近年は果樹栽培が盛んになっているため、灌漑施設の整備が要望されている。

農家経営から判断した井戸掘削事業の妥当性

井戸掘削事業の妥当性を農家経営の面から判断すると以下のとおりとなる。妥当性の判断は価格の一番安いというもちろし、小麦を栽培した場合について検討した。

条件として用いた項目は

	(純工費)	(補助費)	(農家支払)
経 費：	井戸建設費（80m井戸深）：	$27,000 - 40,000 = 230,000$	
	ポンプ維持経費（1作25,000m ³ 揚水、30m揚程）		
	ガソリン代	： 約1,000Rs/作×40ha=	40,000Rs/作
	水利人夫	： 月1,100×2人×3ヶ月=	6,600Rs/作
	小 計		46,600Rs/作
	年間2作として		$46,600 \times 2 \text{ 作} = 93,200 \text{ Rs/年}$
便 益：	とうもろこし	0.8t/ha増	価格：3.4Rs/Kg
	小 麦	0.9t/ha増	価格：3.6Rs/Kg
	年間便益額		
	とうもろこし	： 0.8t/ha×40ha×3.4Rs/Kg=	108,800Rs
	小 麦	： 0.9t/ha×40ha×3.6Rs/Kg=	129,600Rs
	小 計		<u>238,400Rs</u>

（注：ha当たりの営農経費は灌漑、非灌漑で同一とした。）

上記をもとにIRRを算定すると井戸1本にて40ha灌漑した場合のIRRは63%となり、面積が半分に減少（20ha）した場合でも9%、集約的な野菜、果樹栽培をした場合は便益費用効率はさらに高くなる事は確実である。便益、費用の面から灌漑の効率を判断すると井戸掘削は農家にとって投資効果の高い事業である。

現有機械による掘削能力

北西辺境州の所有する稼働可能な現有機械は以下のとおりである。

・ ロータリーリグ	5 台
・ パワーウィンチ	25 台
・ ハンドプラント	18 台
計	48 台

各機械の掘削能力は、その実績より各々ロータリーリグ：5本／年、パワーウィンチ：4本／年、ハンドプラント1本／年と推定すると、1年当たりの掘削能力は143本となり、年間250本掘削計画にはほど遠いことになる。この対策として州政府は1,000本井戸掘削計画の目標達成のため、当5ヶ年計画年度中にマラカンド地区の他にも、ハザラ地区、コハット地区等にて掘削機の購入を予定しているが、州財政はあまり豊かでなく、予算処置が困難な状況にある。これらのことを考慮すると、5ヶ年計画の目標達成のために、当地下水開発計画により掘削機械を調達することは、北西辺境州政府にとって重要な意義を持つと判断される。

計画の対象地区であるマラカンド県について見ると、現有機械による掘削能力は、

使用可能掘削機

- ・ パワーウィンチ : 5台
- ・ ハンドプラント : 2台
- ・ ロータリーリグ : 1台 (ただし、マラカンド県以外でも活動あり)

年間掘削能力

- ・ パワーウィンチ : $5 \text{ 台} \times 4 \text{ 本/年/台} = 20 \text{ 本/年}$
 - ・ ハンドプラント : $2 \text{ 台} \times 1 \text{ 本/年/台} = 2 \text{ 本/年}$
 - ・ ロータリーリグ : $1 \text{ 台} \times 4 \text{ 本/年/台} = 4 \text{ 本/年}$
- 計 26本／年

この本数は1993/94年度の期間に実施した井戸掘削本数と一致する。しかしながら、5ヶ年計画では1994/95年度に48本(22本増)、1995/96～1997/98に64本(38本増)となり、現有機械で掘削を実施した場合、この計画の達成は困難となる。州政府の計画では、当計画調達機材にて、25本の掘削を計画しており、当計画実施後においても18本の不足本数が生じる。これはパワーウィンチ4.5台に相当する。

5ヶ年1,000本井戸掘削計画達成のためには、当計画実施に加え現況の掘削能力を約25%高める必要がある。現況の掘削能力は年4本と推定されており、これを5本に高めることは工期の面より可能であることより、計画は現況掘削能力を高め、当計画を実施することにより可能となると判断される。第7次計画時においては、現有機械により年40本の井戸掘削がなされたことを前提とすると、当計画実施後の年間64本井戸掘削計画は妥当であると判断される。

実施機関能力および農家の要望

1,000本の井戸掘削計画の中では、井戸掘削農家への補助金予算として毎年6.8百万ルピーが計上されており、制度上は体制が整っていると言える。しかしながら、大半の機械は20～30年前に海外援助により調達されたため、その老朽化は著しく、最新の機械でも1985年に我が国の無償資金協力により供与されたものである。30年間バーカッションリグが使い続けられたという実績から判断すると、維持管理能力は十分にあるものと判断される。

また農家から年間多数の申請書が出されており、井戸を得るためには長い間待たなければならないという現況から判断すると、その要望は非常に高いものと考えられる。

このような面から5ヶ年計画の妥当性を判断すると、予算が許せば1,000本を上回る井戸掘削が必要とされるのであろうが、現状では州政府の予算が1,000本井戸掘削計画に対応した予算であること、州の財務状況ではこれ以上の予算処置は難しいこと等より、1,000本井戸掘削計画は財務的には現実に対応した計画であると判断される。しかしながら、現有機材の全掘削能力がこれに対応していないため、現在5ヶ年1,000本井戸掘削計画を達成するための年間250本掘削計画は困難な状況になる。当調達機材により年間25本掘削された場合、5ヶ年計画達成に大きく貢献することとなる。

2. プロジェクトの目的・対象

2-1 プロジェクトの目的

掘削計画対象地区であるマラカンド県は、農業が主要産業の地位を占めているにもかかわらず、灌漑施設整備の遅れた地区である。特に、スワット郡、ブニール郡の灌漑面積割合は小さい。これらの地区では近年、野菜、果樹栽培を中心とした集約的農業が進められており、農家の灌漑施設の整備への要望が非常に高い地区である。現在、州政府は井戸掘削事業を推進中であるが、現有掘削機材の老朽化により、計画の遂行が困難になっている。この現状を打開し、事業実施を促進することを目的に、本計画によって灌漑施設の遅れているマラカンド県において井戸掘削事業を推進するための機材を調達し、灌漑用水の供給を行なうことを目的とする。

2-2 計画対象地域

計画対象地区は、以下の北西辺境州マラカンド県の各郡の農用地である。

- ・ スワット郡
- ・ マラカンド郡
- ・ プニール郡
- ・ ディール郡
- ・ チトラール郡

農業工学局においては、地下水開発の優先地区として次の場所があげられている。

表 4.2.1 地下水開発の優先地区

District	Teshil/Sub-Teshil	Location
Malakand A.	Sam. Rarizai (Heroshah/Dargai/Palain/Sher Khana)	● Dargai Area
Swatf	Matla/Kabal/Barikol	● Nikpilhel Area
Buner	Daggar Chamla/Amazai	● Dagger Valley ● Chamla Valley ● Chingalai Basinf ● Totali Valley
Dir	Khudukhel Timergara	● Talash Valley ● Adinzai Valley Jandool Area
Chitral	Jandool Chitral	Chitral Area

1) ● は農業工学局で特に開発優先度が高いとされる地区

これらの地区は、地下水開発のポテンシャルが高く優先した開発を行なう地区として水理地質的には極めて妥当性がある。また、非灌漑耕地がより多く残されているスワット郡、プニール郡に重点的な配慮がなされており、灌漑計画上也妥当性が高いと判断される。

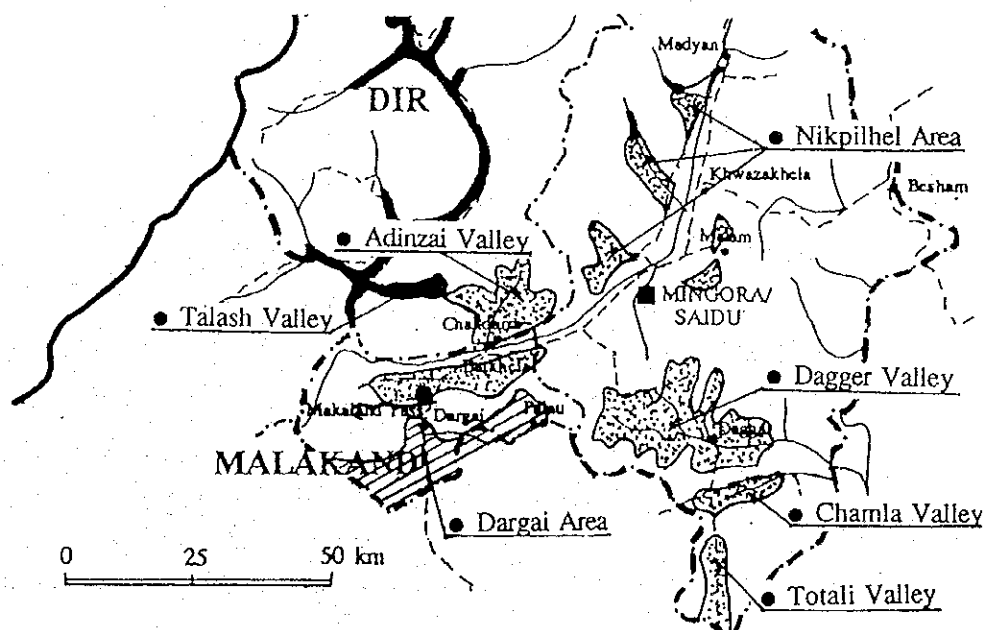


図 4.4.1 地下水開発の優先地区

3. プロジェクトの実施体制

3-1 組織・要員

本計画はパキスタン国および北西辺境州の現行体制に従い、井戸掘削機械の維持管理、井戸建設および以降の技術協力を農業工学局が担当し、掘削後の井戸の維持管理・運営については各農家が責任を担うことになる。農業工学局の組織は図4.3.1に示すとおりである。

農業工学局およびマラカンド県の人員は下記のとおりである。

	農業工学局全体 (マラカンドも含まれている)	マラカンド県
管理職	79名	16名
削井工、助手	119	6
車両運転手	66	3
ブルドーザー、トラクター 運転手、助手	517	67
技術系 (ワークショップ関係)	186	15
事務系	143	9
その他	262	31
計	1,372名	147名

実務を担当する地方組織の業務内容は以下の通りである。

(1) 井戸建設部門

実際のさく井工事は農業工学局マラカンド支局が担当することになる。さく井班の編成は、1班あたりさく井工1名および助手1名の計2名が農業工学局より派遣され、残りの作業員は井戸掘削農家が負担している。新たに5台の掘削機械が導入されれば、最低10名の要員が必要となってくる。現在同支局に所属するさく井工および助手は16名で、このうちハンドブランドに関する4名が新たに導入される機械に移行する予定である。不足人員は公募により採用し訓練していく予定である。なお、公募人員は10名を予定しており、すでに予算的措置はとられている。不足6人に対し、10人の採用を予定している理由は、現在井戸掘削の作業は交代制で行なわれているが、将来の二交代制を目指してのことである。