

パキスタン・イスラム共和国
バロチスタン州洪水流出水開発計画
予備調査報告書

平成15年11月

独立行政法人国際協力機構

無償三

J R

03-297

換算レート (2003年10月)

US\$ 1.00 = 111.95 円

US\$ 1.00 = Rs. 59.40 (1 円 = Rs. 0.5306)

US\$ = 米ドル

J¥ = 日本円

Rs. = パキスタン ルピー

序 文

日本国政府は、パキスタン・イスラム共和国政府の要請に基づき、同国の地下水涵養ダム計画の建設とそれに係る建設機材の供与に係る調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施することとなりました。

当機構は、本格調査に先立ち、平成 15 年 9 月 16 日から平成 15 年 10 月 30 日までの 45 日間にわたり国際協力機構 渡辺正行国際協力専門員を団長とする予備調査団を現地に派遣しました。

同調査団は、パキスタン・イスラム共和国政府関係者およびその他関連機関関係者との協議並びに現地調査を行い、要請背景・内容を確認することの他に、これまでパキスタン・イスラム共和国にて建設されてきた地下水涵養ダムの現況を再把握し、現地農村コミュニティにおいて持続的維持管理が可能か調査するとともに、地下水涵養ダムに限らず洪水流出水活用法を広く調査し、今後の調査の円滑かつ効果的な実施を図るための検討を行いました。

本報告書は、それらの調査実施に向け、参考資料として広く関係者に活用されることを願い、とりまとめたものです。

終わりに、本予備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 15 年 11 月

独立行政法人国際協力機構

理 事 吉 永 國 光



プロジェクト対象地域位置図

写 真



干魃で壊滅した果樹園



Spera Ragha DAD の取水設備



Leaky Dam 遠景



Toiwar Flood Irrigation Scheme (FIS) 取水堰の
全景



灌漑・電力局修理工場に設置されている門型オーバ
ーヘッドクレーン（吊上げ能力：8 ton）



井戸掘り用リグ機材による深井戸（Tube Well）掘
削作業。灌漑・電力局の監理下、工事請負業者が
実施している

略 語 集

略 語	英 語	日 本 語
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADPB	Area Development Programme Balochistan	
AMDA	AMDA	(日本の NGO のひとつ)
AZRC	Arid Zone Research Center	
BCIAP	Balochistan Community Irrigation and Agriculture Project	
BRSP	Balochistan Rural Support Programme	
BWR	Bureau of Water Resources	
CO	Community Organization	共同社会組織
DAD	Delay Action Dam	地下水涵養ダム
DERA	Drought Emergency Recovery Assistance	
DIMRC	Drought Impact Mitigation & Recovery Component	
EC	European Community	ヨーロッパ共同体
FAO	Food and Agriculture Organization	国連食糧農業機関
FIS	Flood Irrigation Scheme	
FO	Farmer Organization	
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GOB	Government of Balochistan Province	バロチスタン州政府
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development	国際復興開発銀行 (世界銀行)
IDA	International Development Association	国際開発協会 (第2世界銀行)
IPM	Integrated Pest Management	
IUCN	The World Conservation Union	
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
2KR	Grant Aid for Increase of Food Production (Kennedy Round 2)	食糧増産援助
MDGs	Millennium Development Goals	
NGO	Non-governmental Organization	民間援助団体
PC - 1	Performa Commission 1	事業実施計画書
PCRWR	Pakistan Council of Research in Water Resources	
PIDS	Participatory Integrated Development Society	
PSDP	Public Sector Development Programme	
SAP	Social Action Programme	
SPO	Strengthening Participatory Organization	

略 語	英 語	日 本 語
PINSTECH	Pakistan Institute of Nuclear Science and Technology	
UN	United Nations	国際連合
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNFPA	United Nations Fund for Population Activities	国連人口基金
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ国際開発庁
USBR	Bureau of Reclamation, Department of the Interior, U.S.A	米国内務省開拓局
WAPDA	Water and Power Development Authority	水資源公団
WB	World Bank	世界銀行
WFP	World Food Programme	世界食糧計画
WRPD&M Directorate	Water Resources Planning, Development and Monitoring Directorate	水資源・計画・モニタリング部

パロチスタン州 洪水流出水 開発計画 予備調査

目 次

序文	
プロジェクト対象地域位置図	
写真	
略語集	
	<u>頁</u>
1. 序論	1
1.1 要請の背景経緯	1
1.2 「パ」国要請機関	2
1.3 要請プロジェクトの内容 (要請内容)	2
1.3.1 地下水涵養ダムの建設	2
1.3.2 DAD 建設用機材の供与	2
1.4 予備調査の目的	2
1.5 予備調査団要員	3
1.6 主要訪問先	3
1.7 調査日程	4
2. 社会経済状況	6
2.1 行政組織と予算	6
2.1.1 行政組織	6
2.1.2 政府予算	7
2.2 援助国・国際機関の動向	8
2.2.1 国家レベルの援助動向	8
2.2.2 州レベルの援助動向	11
3. セクターの周辺状況	16
3.1 上位開発計画	16
3.1.1 国家開発計画	16
3.1.2 州開発計画	17
3.1.3 対象地域開発計画	19
3.2 水資源開発予算	21
3.3 農業開発予算	21
3.4 水資源・農業行政	22
4. プロジェクト対象地域の現況	24
4.1 地形地質・気象水文	24
4.1.1 地形地質	24

4.1.2	気象水文.....	25
4.2	水循環に係る水収支.....	27
4.3	地表水資源	27
4.4	地下水資源	28
4.4.1	地下水資源の評価 – WAPDA (1980) および ADB の報告書 (1996)	28
4.4.2	地下水資源の過剰消費.....	29
4.4.3	地下水変動パターン.....	30
4.5	カレーズ (Karez) の現況.....	33
4.6	社会条件調査	33
4.6.1	要請 5 地区の概要.....	32
4.6.2	水利権と下流への影響.....	35
4.6	土地所有形態	36
5.	洪水流出水利用の現況(地域特性などに応じた洪水流出水活用の現況).....	38
5.1	地下水涵養ダム (Delay Action Dam, DAD).....	38
5.2	地下水涵養のための洪水流出水分散 (Flood Dispersion Method)	38
5.2.1	洪水分流堰とコンターバンド (Contour Bund)	38
5.2.2	ジグザグ水路による涵養実証調査 (地下水涵養パイロット調査)	39
5.3	Leaky Dam.....	40
5.4	洪水利用灌漑 - 1 (コンクリート堰による取水)	41
5.5	洪水利用灌漑 - 2 (ガンダ Ganda による取水 – Lowland Sailaba System のひ とつ)	41
5.6	洪水利用灌漑 - 3 (Bandat による灌漑 – Highland Sailaba System)	42
5.7	その他 (Water Harvesting)	43
6.	地下水涵養ダム (Delay Action Dam, DAD) の現況.....	44
6.1	DAD の計画・設計・施工・維持管理・流域管理の現況.....	44
6.1.1	DAD の計画.....	44
6.1.2	DAD の設計.....	44
6.1.3	DAD の施工・品質管理.....	45
6.1.4	DAD の維持管理.....	45
6.1.5	DAD に係る流域管理.....	46
6.2	DAD の効果観測体制の現況.....	46
6.2.1	灌漑・電力局のこれまでの対応.....	46
6.2.2	最近の効果観測計画.....	47
6.2.3	観測担当機関 (WRPD&M Directorate)	47
6.3	DAD の地下水涵養効果に関わる諸機関の見解.....	51
6.3.1	灌漑・電力局の見解.....	51
6.3.2	PCRWR の見解.....	52
6.3.3	PINSTECH で実施した環境同位体を使用した調査結果 (2002)	53

6.3.4	ハルクロー社 (ADB-TA, 1996) の調査結果	53
6.3.5	調査団の見解まとめ	53
6.4	DAD の涵養効果に関わる技術的課題と予備的提案	54
6.4.1	即効性に関わる課題 - 不飽和層の存在	54
6.4.2	地下水涵養位置の課題 - 貯水池内か? ダム下流か?	55
6.4.3	貯水池のシルテーションの課題 - チェックダム、流域管理	55
6.4.4	下流放流設備の現況と課題	56
6.4.5	地下水涵養方法の課題	57
6.4.6	コンターバンド、Flood Dispersion System とのコンビネーション	60
6.5	既存 DAD の機能回復に関わる課題	60
6.5.1	シルト除去 (De-siltation) および流域管理	60
6.5.2	下流放流管の設置、涵養施設の整備、維持管理	60
6.6	DAD の維持管理の課題	61
6.7	DAD 涵養効果判定の課題 - 計画・設計改善と維持管理への反映	62
6.7.1	担当機関	62
6.7.2	観測施設・設備	63
6.7.3	効果判定解析技術	63
6.8	流域管理の課題 - 森林局、農民との連携	63
7.	灌漑用水利用形態の検討	65
7.1	灌漑用水利用形態の現況	65
7.2	洪水流出水 (地表流出水) の灌漑利用	65
7.2.1	小規模な仮設堰による洪水取水と河川沿い堤群圃場への給水 (Highland Sailaba)	65
7.2.2	大規模な仮設堰による洪水取水と両岸一帯の広大な平地への給水 (Ganda)	66
7.2.3	永久構造物の堰によるコントロールした水量の取水と扇状地の堤 群圃場への給水	67
7.2.4	永久構造物の貯水ダムからの取水と圃場での水路網による配水・給 水	67
7.2.5	洪水流出水 (地表流出水) 灌漑利用有効性のまとめ	68
7.3	地下水の灌漑利用	68
7.3.1	カレーズ・湧水からの取水と集落に隣接する圃場での配水・給水 (Karez/Spring)	69
7.3.2	管井 (Tube well) 等による取水と集落に隣接する圃場での水盤・ 畝間灌漑	69
7.3.3	管井 (Tube well) 等による取水と集落に隣接する圃場での節水灌漑	70
7.3.4	地下水灌漑利用有効性のまとめ	70
7.4	灌漑用水利用形態に関する営農的観点からの検討	70
7.4.1	ハイランドサイラバ (Highland Sailaba)	70

7.4.2	ローランドサイバラ (Lowland Sailaba)	71
7.4.3	コンクリート堰	71
7.4.4	カレーズ (Karez)・湧水 (Spring)	72
7.4.5	管井 (Tube well)	72
7.4.6	水資源の灌漑利用に関する営農的観点からのまとめ	74
7.5	水資源の灌漑利用形態のまとめ	74
8.	水需要の抑制の必要性	75
8.1	水管理に関わる法体制の現況	75
8.2	水管理に関わる州政府・関連機関とその課題	77
8.3	水需要抑制の促進施策	78
8.3.1	節水の課題	78
8.3.2	地下水資源の有限性に関わる広報、教育	78
9.	建設機材調達・運用・維持管理と建設工事实施の現況	79
9.1	過去の機材案件で調達された機材の現況	79
9.1.1	農地開発用機材	79
9.1.2	井戸掘り用リグ機材	80
9.2	建設機材の調達事情	80
9.3	建設機材の運用・維持管理組織・体制	80
9.3.1	農業・組合・食糧局 (Agriculture, Cooperatives and Food Department)	81
9.3.2	灌漑・電力局 (Irrigation and Power Department)	82
9.3.3	交通・建設局 (Communication and Works Department)	84
9.3.4	公衆衛生技術局 (Public Health Engineering Department)	84
9.4	建設工事に係る関連法規・基準	85
9.4.1	入札および契約条件	85
9.4.2	入札評価	86
9.4.3	技術標準仕様書	86
9.5	建設工事实施体制と工事請負業者	86
9.5.1	建設工事实施体制	86
9.5.2	工事請負業者	87
9.6	建設工事の施工条件	87
9.7	建設工事の積算条件	87
10.	案件実施検討上の課題	89
10.1	現状と課題のまとめ	89
10.2	開発可能な水資源量	90
10.2.1	地表水資源量	90
10.2.2	地下水資源量	91
10.3	利用可能な水資源量	91

10.3.1	地表流出水の利用可能量.....	91
10.3.2	地下水の利用可能量.....	91
10.4	建設対象施設の技術的完成度.....	92
10.5	建設対象施設の持続的維持管理の可能性.....	93
10.6	供与対象機材の用途と種類・台数.....	93
10.6.1	堤体盛土工事に対する要請機材.....	94
10.6.2	堤体盛土以外の工事に対する要請機材.....	95
10.6.3	要請機材検討結果.....	96
10.7	供与対象機材の持続的維持管理の可能性.....	97
10.8	利水裨益に係る社会的公平性.....	97
10.9	社会・経済への影響.....	97
11.	要請案件とその他の洪水流出水活用手法に係る協力実施の妥当性検討.....	98
11.1	DAD の建設.....	98
11.2	DAD 建設に必要な機材の供与.....	98
11.3	その他の洪水活用施設の建設.....	98

添付表

表 - 1	面談者リスト
表 - 2	現地調査工程表
表 - 3	雨量記録表（クエッタ市）
表 - 4	地下水賦存量（ADB – TA, 1997）
表 - 5	農業・組合・食糧局所有のブルドーザ配置状況
表 - 6	農業・組合・食糧局所有のクエッタ修理工場内の設備機械一覧
表 - 7	灌漑・電力局所有の井戸掘削用機材一覧
表 - 8	灌漑・電力局所有の建設用機材一覧
表 - 9	灌漑・電力局所有のクエッタ修理工場内の設備機械一覧
表 - 10	交通・建設局所有の建設用機材一覧
表 - 11	公衆衛生技術局所有の井戸掘削用機材一覧

添付図

図 - 1	バロチスタン州水文境界図
図 - 2	バロチスタン州気象特性
図 - 3	降雨非超過確率図
図 - 4	地下水位 – 降雨の記録図
図 - 5	農業・組合・食糧局 農業技術部組織図
図 - 6	灌漑・電力局 水資源計画・開発・モニタリング部組織図

添付資料 - 1 写真

添付資料 - 2 参考文献

(1)参考文献 Water Harvesting - Past and Future

(2)参考文献 Spate Irrigation in Balochistan

添付資料 - 3 コンセプト・ペーパー

(1)コンセプト・ペーパー#1 USAID

(2)コンセプト・ペーパー#2 IUCN

(3)コンセプト・ペーパー#4 UNDP

添付資料 - 4 質問票・回答

(1)質問票・回答 - 水文・地質／地下水開発計画

(2)質問票・回答 - 利水計画

(3)質問票・回答 - 建設機械計画

(4)質問票・回答 - 社会条件調査／住民参加調査

添付資料 - 5 現場踏査記録

水文・地質／地下水開発計画

添付資料 - 6 収集資料リスト

1. 序論

1.1 要請の背景経緯

パキスタン国 (Islamic Republic of Pakistan) (以下「パ」国) の総面積は 79 万 6,000 km² であり、平野部は全般的に亜熱帯気候に属し、年降水量 130 mm 以下の乾燥地帯が広く分布する。国内総生産 (GDP) は 2000 年では 616 億 2,300 万ドル¹で、その内農業セクターが 1/4 (26.3%)¹、就業人口の約半分 (48.4%)²を占めている。

その中でもバロチスタン州 (以下「バ」州) の人口は約 657 万人³で、近年人口増加率⁴が高い地域であるが、「パ」国全体の 4%に過ぎず過疎地域である。

また、農業セクターは州の GDP の 54%⁵を占め、直接雇用人口は 62%⁵に及んでいる。

「バ」州においては、生活・農業用水量の多くが地下水によって賄われている。特に、北部の 5 地区 (クエッタ、キラ・アブドゥラ、ピシン、マストゥング、カラット) では年間平均雨量が 151mm から 239mm⁶と少なく、生活・農業用水を全面的に地下水に依存している。しかし、人口増、果樹栽培の拡大等に伴い、1980 年代後半より、灌漑用水需要が地下水涵養量 (揚水可能量) を超過した状態が続いている。その上、最近異常な寡雨年が続き⁷、著しく地下水位が低下し、零細農民のコミュニティで使用する伝統的なカレーズ (手掘り式横穴地下水路) や井戸が枯渇する等、ほとんどの水源施設で水量が減少し、生活・農業・家畜用水が十分に供給出来なくなっている。

このため、州政府は 2001 年 5 月に「旱魃被災地救済事業計画」を策定し、既に種々の予算で一部事業に着手しているが、ドナーからの更なる支援を必要としている。

「パ」国に対しては、これまで地下水に関する 2 回の F/S 調査を行い、飲料水用井戸掘削機や農地開発用機材の供与も行っているが、「パ」国政府は、地下水位低下問題の解決手段の 1 つとして、開発調査「地下水涵養ダム開発計画、平成 9 年」の提案内容に基づき、特に北部の 5 地区 (クエッタ、キラ・アブドゥラ、ピシン、マストゥング、カラット) のうち、キラ・アブドゥラを除く 4 地区において、無償資金協力による 5 箇所の DAD の建設およびダム建設に必要な機材の調達を要請した。

¹ Pakistan Country Assistance Strategy FY03-05, June 24, 2002, World Bank 参照。

² PAKISTAN STATISTICAL YEAR BOOK, March 2002 参照。

³ Development Statistics of Balochistan 2000-01, October 2002 参照。1998 センサスに基づくデータが最新で 656 万 6,000 人。Agricultural Statistics Balochistan 2001-02 でも同数値を採用。

⁴ 1998 センサス時で年率 2.47%

⁵ 開発調査「地下水涵養ダム計画調査、平成 9 年 6 月」参照。

⁶ 年間平均雨量クエッタ 230 mm、キラ・アブドゥラ 227 mm、ピシン 239 mm、マストゥン 151 mm、カラット 191 mm、(開発調査「地下水涵養ダム計画調査、平成 9 年 6 月」参照)。

⁷ クエッタの 1996 年から 2001 年の平均年降水量 161 mm。特に、2000 年は 75 mm、2001 年は 86 mm (表-3 参照)。

1.2 「パ」国要請機関

本件プロジェクトの要請機関は、「パ」国「バ」州灌漑・電力局（Irrigation and Power Department）である。

1.3 要請プロジェクトの内容（要請内容）

1.3.1 地下水涵養ダムの建設

要請書に記載された地下水涵養ダム（Delay Action Dam, DAD）（以下 DAD）の建設計画は、下記のとおり⁸。

	(単位: 百万 Rs.)	
- Brewery DAD (クエッタ地区)		49.7
- Kad Kocha II DAD (マストゥング地区)		64.3
- Mangi DAD (カラット地区)		78.9
- Jigda DAD (ピシン地区)		91.7
- Dara DAD (クエッタ地区)		85.7
合計		370.3

換算レート: US\$ 1.00 = Rs. 40.00 = ¥ 115.00 (1996 年 12 月末時点、要請書記載)

US\$ 1.00 = Rs. 59.40 = ¥ 111.95 (2003 年 10 月 3 日時点、予備調査時点)

なお、予備調査時点で、Dara DAD は完工済、Brewery DAD は入札手続中であった。

1.3.2 DAD 建設用機材の供与

要請書に記載された機材は、上記 5 箇所の DAD 建設のためのものである。その種類と台数は、下記のとおり。

	(単位: 百万 Rs.)	
- ブルドーザ	10 台	118.3
- ホイールローダ	5 台	34.8
- 振動ローラ	10 台	36.9
- タンピングローラ	1 台	4.0
- ダンプトラック	20 台	102.0
- トラック	2 台	4.9
- トラッククレーン	1 台	2.9
- ピックアップ	3 台	3.0
- 空気圧縮機	3 台	1.5
- せん孔機械	5 台	0.8
- 給油車	10 台	40.8
- トラックトレーラ	2 台	25.2
- スペアパーツ	1 式	56.2
- 内陸輸送	1 式	4.7
合計		436.0

1.4 予備調査の目的

上述のとおり、要請は DAD の建設とそれに係る建設機材の供与であるが、DAD は堆砂対策が最大の技術的課題であること、農村社会の社会経済的状況を十分に考慮した維持管理体制・手法が必要であることから、本件予備調査「バロチスタン州洪水流出

⁸ 要請書に添付された” Government of Balochistan, Irrigation and Power Department, PC-I PROFORMA, The Irrigation Water Resources Development with Delay Action Dams, December 1997 (Office of the Chief Engineer Irrigation

水開発計画予備調査」を実施し、これまで「パ」国にて建設されてきた DAD の現況の再把握と、現地農村コミュニティにおいて持続的維持管理が可能か調査するとともに、DAD に限らず洪水流出水活用手法を広く調査した。

1.5 予備調査団要員

予備調査団の構成要員は以下のとおりである。

- | | | | |
|---|-------|-----------------|--------------------------------------|
| - | 渡辺 正行 | 総括 | 国際協力機構国際協力総合研修所
国際協力専門員（水資源開発、防災） |
| - | 上原 克則 | 計画管理 | 国際協力機構無償資金協力部監理課 |
| - | 野田 城照 | 利水計画 | 日本工営(株) 地方整備部 |
| - | 古賀 功次 | 建設機械計画 | 日本工営(株) 建設マネジメント部 |
| - | 高橋 信也 | 水文・地質 / 地下水開発計画 | 日本工営(株) 地圏技術部 |
| - | 新村 典史 | 社会条件調査 / 住民参加調査 | オーピーシー(株) 技術部 |

1.6 主要訪問先

上述の現地調査における主要訪問先は以下のとおりである。

連邦政府 (Federal Government)

- 財務・税務・経済・計画・開発・統計省 (Ministry of Finance, Revenue, Economic Affairs, Planning & Development and Statistics)
国家開発計画、対外援助受入れ等担当機関。
- 水資源・電力省 (Ministry of Water and Power)
水資源・電力開発計画等担当機関。灌漑開発は、水資源・電力省の担当分野のひとつであり、本件予備調査対象の DAD 事業を推進中のバロチスタン州灌漑・電力局の上部官庁。
- 食糧・農業・畜産省 (Ministry of Food, Agriculture and Livestock)
農業開発計画等担当機関。
- 科学・技術省 (Ministry of Science and Technology)
科学・技術開発等担当機関。本件予備調査対象の地下水資源調査・研究は、科学・技術省の担当分野のひとつである。同省傘下に「パキスタン水資源学術調査会議 (Pakistan Council of Research in Water Resources; PCRWR)」があり、DAD による地下水涵養についても調査・研究している。

「バ」州政府 (Balochistan Provincial Government)

- 計画・開発局 (Planning and Development Department)
州開発計画等担当機関。州政府各局による開発計画の調整・取り纏めを行う。
- 灌漑・電力局 (Irrigation and Power Department)
州灌漑・電力開発等担当機関。本件予備調査対象の DAD 事業は同局担当分野のひとつである。また、その他の洪水流出水利用のための水源施設開発も担当する。

Balochistan)”を参照。

- 農業・組合・食糧局 (Agriculture, Cooperatives and Food Department)
農業開発計画等担当機関。灌漑用水を利用する側の圃場開発と末端灌漑施設整備は、同省担当分野のひとつである。

国際機関

- 国連開発計画 (United Nations Development Programme, UNDP)
- 食糧農業機関 (Food and Agriculture Organization, FAO)
UNDP、FAO で、事業コンセプトと事業実施状況を確認した。

ドナー

- 世界銀行 (World Bank, WB)
- アジア開発銀行 (Asian Development Bank, ADB)
WB、ADB で、事業コンセプトと事業実施状況を確認した。

NGO

- The World Conservation Union (IUCN)
IUCN で、活動コンセプトと事業実施状況を確認した。
- Participatory Integrated Development Society (PIDS)
- AMDA
PIDS、AMDA で、活動コンセプトと事業実施状況を確認した。

日本国政府機関

- 在パキスタン日本国大使館
- 在クエッタ日本国名誉総領事館
- 国際協力機構パキスタン事務所 (Japan International Cooperation Agency Pakistan Office, JICA Pakistan Office)

上述の訪問先の他、多数の面談者のリストを表-1 に示す。

1.7 調査日程

本件予備調査は、平成 15 年 9 月上旬に国内準備業務を実施し、同 9 月 16 日から 10 月 30 日まで現地調査を実施した。さらに、帰国後、整理業務を実施し 11 月下旬までに実質的な作業を終了した。

各団員の現地調査の全体期間と、その内「バ」州での調査期間を以下に示す。

- 渡辺 正行 総括 9 月 16 日 ~ 9 月 28 日
(「バ」州 9 月 19 日 ~ 9 月 25 日)
- 上原 克則 計画管理 9 月 16 日 ~ 9 月 25 日
(「バ」州 9 月 19 日 ~ 9 月 22 日)
- 野田 ^{くにのぶ}城照 利水計画 9 月 16 日 ~ 10 月 30 日
(「バ」州 9 月 19 日 ~ 10 月 14 日、
10 月 17 日 ~ 10 月 25 日)

2. 社会経済状況

2.1 行政組織と予算

2.1.1 行政組織

(1) 「パ」国の行政組織

「パ」国の行政組織は、17の省（Ministry）から構成される。そのうち、本件プロジェクトに関係のあるものは、以下のとおりである。

- Ministry of Finance, Revenue, Economic Affairs, Planning & Development and Statistics
- Ministry of Water and Power
- Ministry of Science and Technology & Telecommunication
- Ministry of Food, Agriculture and Livestock
- Ministry of Environment & Urban Affairs
- Ministry of Health, Special Education & Social Welfare

本件予備調査では、Ministry of Finance, Revenue, Economic Affairs, Planning & Development and Statisticsによる国家開発計画（上位計画）を確認し、後述のとおり（3. セクターの周辺状況）、水資源・灌漑セクターの位置付けを確認した。

(2) 「バ」州の行政組織

「バ」州の行政組織は、19の局（Department）から構成される。そのうち、本件プロジェクトに関係のあるものは、以下のとおりである（野田- 質問票回答#1 参照）。

- Planning and Development Department
- Irrigation and Power Department
- Agriculture, Cooperatives and Food Department
- Livestock, Forest and Environment Department
- Public Health Engineering Department
- Population, Social Welfare and Women Development Department

「バ」州の全体開発計画は Planning and Development Department が担当し、水資源・灌漑セクターは Irrigation and Power Department が担当している。Agriculture, Cooperatives and Food Department は、圃場での灌漑用水利用の効率化を目指して、試験・研究とともに普及事業を担当している。他の3局は、流域保全に対する影響、飲料水としての地下水開発（井戸掘削）、水利用に係る農村社会条件等の点で、水資源・灌漑セクターに関与している。

2.1.2 政府予算

(1) 「パ」国の政府予算

2002-2003 会計年度の「パ」国の政府予算は、以下のとおりである。

(単位: 十億 Rs.)

項目	2002-2003 予算
歳入	692
税金(Tax)	546
非税金(Non-tax Revenue)	146
歳出	854
一般支出	297
利子(Interest)	281
国防費(Defence)	146
開発費(Development)	134
その他	-4
差額(歳入 - 歳出)	-162

出典: Annual Plan 2003-04, June 2003, Planning Commission

換算レート: US\$ 1.00 = Rs.59.40 = 111.95 (2003年10月3日)

国家財政は慢性的な財政難にあり、この経常赤字を支えているのが諸外国からの公的援助資金である。2002-2003 年度の財政赤字は 1,620 億ルピーであり、これは歳出全体 8,540 億ルピーの 19%となる。

開発予算は 1,340 億ルピーで、歳出全体の 16%を占めている。

国防費は 1,460 億ルピーで、歳出全体の 17%を占めている。なお、国防費は、2001 年から 4 年間は据え置く方針となっている。

(2) 「バ」州の政府予算

2002-2003 会計年度の「バ」州の政府予算は、以下のとおりである。

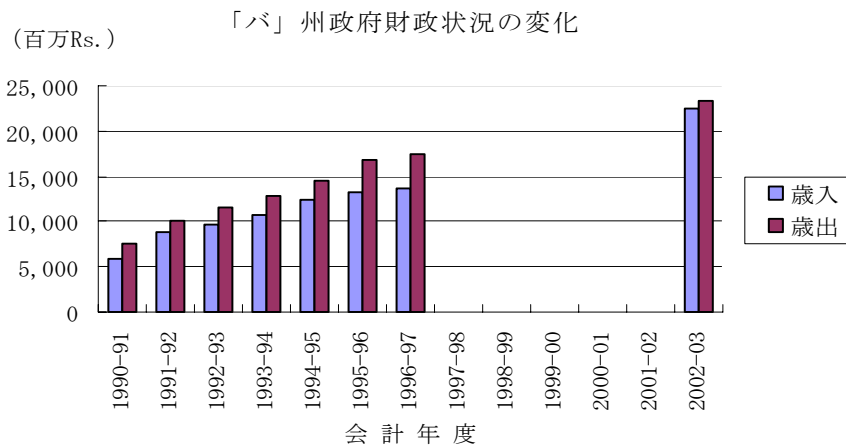
(単位: 百万 Rs.)

項目	2002-2003 予算
歳入	22,434
税金(Tax)	8,098
非税金(Non-tax Revenue)	14,336
歳出	23,402
一般管理費(General Administration)	1,307
警察・警備費(Police / Levies)	2,396
教育(Education)	1,096
灌漑事業費(Irrigation)	1,842
その他	16,761
差額(歳入 - 歳出)	-968

出典: White Paper Budget 2003-04, Government of Balochistan

「バ」州財政は、90 年代では歳入が歳出を大きく上回って赤字財政となっていたが¹、2002-2003 年度では歳出の 4%程度となり、徐々に健全化している。

¹ “9th Five Year Plan, 1998-99 to 2002-03, Province of Balochistan, Planning and Development Dept.”参照



注) 1996-97までは”9th Five Year Plan 1998-99 to 2002-03, Province of Balochistan”を参照、2002-03については”White Paper, Budget 2003-04, Government of Balochistan”を参照、1997-98 から 2001-02 までのデータは掲載されていない。

2.2 援助国・国際機関の動向

「パ」国における援助国・国際機関の動向については、収集資料の「Estimates of Foreign Assistance, 2003-2004, Government of Pakistan Finance Division Islamabad」から、以下の情報を得た。また、「パ」州における水資源・灌漑セクターについては、収集資料やインタビュー調査の回答からの情報も得た。

2.2.1 国家レベルの援助動向

「パ」国に対する援助動向に係る国家レベルの情報は、下記のとおりである。

(1) 外国援助の概要

2002-2003 会計年度の予算（実績）と 2003-2004 の予算（予想）は、下記のとおりである。

(単位: 百万Rs.)

	項目		2002-2003 予算 (実績)	2003-2004 予算 (予想)
A.	プロジェクト援助		44,931	43,946
		借款	40,219	41,236
		無償	4,712	2,710
B.	商品援助		59,196	61,062
		借款	45,478	51,930
		無償	13,718	9,132
C.	食糧援助		585	0
		借款	585	0
		無償	0	0
D.	その他援助		64,298	54,123
		借款	25,278	23,080
		無償	39,020	31,043
	合計		169,010	159,131
		借款	111,560	116,246
		無償	57,450	42,885

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

(2) プロジェクト援助の被援助機関別内訳

上記「A. プロジェクト援助」に係る 2002-2003 会計年度の予算 (実績) と 2003-2004 の予算 (予想) の内訳は、下記のとおりである。

(単位: 百万Rs.)

	項目		2002-2003 予算 (実績)	2003-2004 予算 (予想)
(a)	連邦政府		19,355	13,346
		借款	15,665	11,832
		無償	3,690	1,514
(b)	組織・団体		12,705	13,680
		借款	12,685	13,680
		無償	20	0
(c)	州政府		12,871	16,920
		借款	11,869	15,724
		無償	1,002	1,196
	プロジェクト援助の合計		44,931	43,946
		借款	40,219	41,236
		無償	4,712	2,710

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

(3) 連邦政府借款プロジェクトの内訳

上記「(a) 連邦政府」の「借款」プロジェクトに係る 2002-2003 会計年度の予算（実績）と 2003-2004 の予算（予想）の内訳は、下記のとおりである。

（単位：百万Rs.）

援助国・機関	プロジェクト数	2002-2003 予算（実績）	2003-2004 予算（予想）
日本	3	309	360
ADB	25	2,533	1,440
IBRD	1	100	30
IDA	15	3,810	1,468
International Fund for Agri. Develop.	6	212	328
中国	7	6,703	6,276
オーストラリア	3	1,088	800
その他	-	910	1,130
連邦政府借款プロジェクトの合計		15,665	11,832

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

日本からの連邦政府への借款プロジェクト援助は、2002-2003 実績で、全体の 2%程度である。

(4) 組織・団体借款プロジェクトの内訳

前記「(b) 組織・団体」の「借款」プロジェクトに係る 2002-2003 会計年度の予算（実績）と 2003-2004 の予算（予想）の内訳は、下記のとおりである。

（単位：百万Rs.）

援助国・機関	プロジェクト数	2002-2003 予算（実績）	2003-2004 予算（予想）
(i) 水資源・電力開発			
日本	2	4,311	3,072
ADB	2	769	2,195
IBRD	1	2,070	1,097
ドイツ	3	1,838	1,277
クウェート	2	593	1,397
アブダビ	3	150	2,000
その他	-	1,100	1,592
(ii) ハイウェイ			
日本	2	1,854	1,050
組織・団体借款プロジェクトの合計		12,685	13,680

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

日本からの組織・団体への借款プロジェクト援助は、2002-2003 実績で、全体の 50%程度である。

(5) 連邦政府無償資金協力プロジェクトの内訳

上記「(a) 連邦政府」の「無償」プロジェクトに係る 2002-2003 会計年度の予算（実績）と 2003-2004 の予算（予想）の内訳は、下記のとおりである。

(単位: 百万Rs.)

援助国・機関	プロジェクト 数	2002-2003 予算 (実績)	2003-2004 予算 (予想)
日本	9	155	446
中国	1	1,056	491
EC (European Community)	4	1,047	34
WFP (World Food Programme)	3	668	0
UNDP	15	302	169
USAID	3	118	146
UNFPA (UN Fund for Population Activities)	10	122	4
その他	-	222	224
連邦政府無償プロジェクトの合計		3,690	1,514

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

日本からの連邦政府への無償資金協力プロジェクト援助は、2002-2003 実績で全体の 4% 程度、2003-2004 予想で全体の 29%程度である。

2.2.2 州レベルの援助動向

(1) プロジェクト援助の州別内訳

上記「A. プロジェクト援助」「(c) 州政府」に係る 2002-2003 会計年度の予算 (実績) と 2003-2004 の予算 (予想) の内訳は、下記のとおりである。

(単位: 百万Rs.)

項目		2002-2003 予算 (実績)	2003-2004 予算 (予想)
(i) バンジャブ州		5,450	7,917
	借款	5,235	7,873
	無償	215	44
(ii) シンド州		1,597	2,431
	借款	1,587	2,420
	無償	10	11
(iii) 北西辺境州		4,446	5,379
	借款	3,834	4,624
	無償	612	755
(iv) バロチスタン州		1,378	1,193
	借款	1,213	807
	無償	165	386
プロジェクト援助 州政府の合計		12,871	16,920
	借款	11,869	15,724
	無償	1,002	1,196

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

「バ」州へのプロジェクト援助は、2002-2003 会計年度の実績で、全体の 10%程度である。

(2) 州政府借款プロジェクトの内訳

上記「(iv) バロチスタン州」の「借款」プロジェクトに係る 2002-2003 会計年度の予算（実績）と 2003-2004 の予算（予想）の内訳は、下記のとおりである。

(単位: 百万Rs.)

援助国・機関	プロジェクト数	2002-2003 予算（実績）	2003-2004 予算（予想）
日本	2	658	539
ADB	7	408	268
IDA	1	93	0
International Fund for Agri. Develop.	1	54	0
州政府借款プロジェクトの合計		1,213	807

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

日本からの州政府への借款プロジェクト援助は、2002-2003 実績で、全体の 55%程度である。その内訳は、下記のとおりである。

(単位: 百万Rs.)

プロジェクト	2002-2003 予算（実績）	2003-2004 予算（予想）
Basma Nag Road	208	0
Middle School Project	450	539
日本からの借款プロジェクトの合計	658	539

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

(3) 州政府無償プロジェクトの内訳

上記「(iv) バロチスタン州」の「無償」プロジェクトに係る 2002-2003 会計年度の予算（実績）と 2003-2004 の予算（予想）の内訳は、下記のとおりである。

(単位: 百万Rs.)

援助国・機関	プロジェクト数	2002-2003 予算（実績）	2003-2004 予算（予想）
日本	1	0.1	200
UNDP	2	112	131
ドイツ	1	11	0
WFP	1	5	4
IBRD	2	37	51
州政府無償プロジェクトの合計		165	386

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

日本からの州政府への無償プロジェクト援助は、2003-2004 予想で、全体の 50%程度とされている。その内訳は、下記のとおりである。

(単位: 百万Rs.)

プロジェクト	2002-2003 予算（実績）	2003-2004 予算（予想）
Water Resources Development	0.1	200
日本からの無償プロジェクトの合計	0.1	200

出典: Estimates of Foreign Assistance 2003-2004, Finance Division

(4) ドナー・国際機関へのインタビュー結果

本件予備調査を通じて、ドナー・国際機関へインタビュー調査を実施した。その結果を以下に述べる。

ア. 世界銀行 (World Bank; WB)

WB は、2002 年 6 月に完了した Balochistan Community Irrigation and Agriculture Project (BCIAP) で、住民参加型の小規模灌漑システム開発を実施した。BCIAP は州灌漑・電力局の役割の一部を地域の農民に委譲するもので、伝統的な維持管理システムのカレーズ事業 (Malik Kareze) や地域農民組織である FO (Farmer Organization) から発展しパイロット事業として選択された 42 箇所の小規模灌漑システムを対象に実施されたものである。事業目標は以下のとおりである。

- ① 地域農民参加の自立開発による飲料用水の開発と供給
- ② 灌漑事業を実施する FO への支援
- ③ 共同出資システム
- ④ 地域開発における女性の参加
- ⑤ 効率的な利水事業による収穫と収入の向上
- ⑥ 各種のトレーニング支援

現在、州灌漑・電力局の中の一部局が Service Organization となって、その後の指導にあたっている。今後の水資源・灌漑プロジェクトの実施にあたっては、BCIAP で得られた下記事項を、参考にする必要がある (調査団見解)。

- 計画・設計・工事に対する住民参加の実例
- 住民資金負担の実例
- 住民維持管理の組織・体制・費用負担の実例

なお、現在は、2004 年までの Drought Emergency Recovery Assistance Programme (DERA) で、Karez 等の水源施設改修と水路の改修を実施中。

しかし、2004 年~2006 年の期間、バロチスタン州での WB による新規プロジェクトは予定されていない (野田 - 質問票回答#13 参照)。

イ. アジア開発銀行 (Asian Development Bank; ADB)

ADB は、現在、2004 年までの Drought Impact Mitigation & Recovery Component (DIMRC) で、DAD の建設、Karez、Tube well 等の水源施設改修と水路の改修を実施中である。

しかし、2004 年~2006 年の期間、バロチスタン州での水資源開発関係の ADB による新規プロジェクト実施は予定されていない。但し、2003 年 12 月に派遣が予定されている ADB Programming Mission で同セクターのプロジェクトが新たに挙げられる可能性がある (野田 - 質問票回答#14 参照)。

ウ. UNDP

UNDP は、現在、1998 年に開始した Area Development Programme Balochistan (ADPB)で、Community mobilization and capacity building、Improving agriculture and livestock productivity、Natural resources conservation、Creation of income generation opportunity 等に係る住民参加プロジェクトの実施と住民訓練を実施中で、これは 2003 年 12 月に完了の予定である。この中で、農村生活のシステムと灌漑施設の維持管理、市場や社会セクター環境の向上を図るとともに、地域活動の活性化のみならず、「バ」州各局との協力関係を強化して貧困層の自助努力のための支援活動を行っている。このためのトレーニング講師には大学教授や農政局員を採用し、熟練者に対してはトレーナー養成のための教育活動を行ってきた。今後は、2015 年目標の Millennium Development Goals (MDGs) of UNDP に沿って、貧困削減を中心とした事業を実施していく計画である。MDGs の内容は、以下のとおりである（野田 - 質問票回答#10、添付資料: Concept Paper #4 参照）。

- Eradicate extreme poverty and hunger
- Achieve universal primary education
- Promote gender equality and empower women
- Reduce child mortality
- Improve maternal health
- Combat HIV/AIDs, malaria and other diseases
- Ensure environmental sustainability
- Develop a global partnership for development

エ. FAO

FAO は過去にバロチスタン州森林局と協力して地域開発事業を実施した。この中で、ジェンダー問題、水衛生管理、鶏等の家畜経営、マイクロクレジット事業などのトレーニングを実施し、1997 年これらの維持運営を地域住民に継承して事業を完了した。FAO イスラマバード事務所では、近年の同州の地下水位低下を懸念しており、対策として以下の改善策を挙げている。

- ① 管井（Tube well）の使用を止めるか、規制を行う。
- ② 流域保全により植生を回復し、地下水位を上げる。
- ③ 果樹栽培に点滴灌漑を採用するなど農業施設を改善し節水を行う。

FAO は、今後、USAID と共に、同州にて持続的な農業生産と家畜飼育等をコンポーネントとするプロジェクトを実施予定である（添付資料: Concept Paper #1 参照）。

目的は、下記のとおりである。

- Strengthening Adaptive Research for Arid Land Agriculture with full community participation and pilot demonstration
- Management of scarce Water Resource through integrated and highly efficient

approach

- Efficient Range and Livestock Management with emphasis on marketing
- Enhance Crop Productivity on market and sustainable basis

オ. IUCN

IUCN は、1948 年に環境保護活動を推進する目的で設立された政府・非政府団体の連携組織であり、パキスタンの各州に支部を持つ。環境保全や自然生態系、防災などの研究を行い、技術情報の提供、教育・トレーニングなど実施している。また、天然資源管理や文化遺産保護などの活動を推進している。

今後、バロチスタン州にて、次のプロジェクトを実施予定である（添付資料: Concept Papers #2 & #3 参照）。

- DAD の効果測定調査
- 帯水層活性化パイロットプロジェクト

3. セクターの周辺状況

3.1 上位開発計画

国、州、プロジェクト対象地域¹の上位開発計画は以下のとおりである。

3.1.1 国家開発計画

「パ」国は現在、下記の中・長期国家開発計画に基づき目標達成に向けて活動中である。

- 2001-11 国家開発 10 カ年計画 (Ten Year Perspective Development Plan 2001-11)
- 2001-04 国家開発 3 カ年計画 (Three Year Development Programme 2001-04)

(1) 重点項目

これらの開発計画は、マクロ経済フレームワーク、公共セクター開発計画、セクター別開発戦略からなる。その重点は、次の2点に置かれている。

- 貧困削減 (Poverty alleviation)
- 人間開発 (Human development)

(2) 10 カ年計画の主要目的

「2001-11 国家開発 10 カ年計画」の主要目的は、下記のとおりである。

- 国内総生産 (GDP) 成長の加速、失業率の低減、貧困の削減
- 「パ」国自身が所有する資源を活用しての財政的成長
- 国内借入れを抑制するための収入・支出状況改善
- 輸出を通じて生じる企業貯蓄の多くを外国為替へ転換するような民間セクターの改変。一方、外国からの借入れも抑制する。
- 生産量・効率・品質を改善することによる競争力の改善
- 長期的・自立的な成長のための人的資源基礎の構築
- 持続的発展のための社会資本制度面の改善

上記の主要目的を達成するために設定された貧困削減と人間開発に関係する3つの量的・質的目標値は、以下のとおりである。

項目	ベンチマーク		
	2000-01	2003-04	2010-11
貧困率	30%	25%	15%
人間開発指数 (HDI)	第 135 位	第 120 位	第 90 位
GDP 成長率	2.6%	5.0%	6.3%

¹ プロジェクト対象地域は、地下水を主な水源として管井 (Tube well) による灌漑が行われており、「パ」州政府により DAD の建設が進められているクエッタ (Quetta)、ピシン (Pishin)、キラ・アブドゥラ (Killah Abdullah)、ゾブ (Zhob)、キラ・セフィラ (Killa Saifullah)、ロラライ (Loralai)、ズィアラット (Ziarat)、マストゥン (Mastung)、カラット (Kalat) の計9ディストリクトとする。

(3) 3 カ年計画の主要目的

「2001-04 国家開発 3 カ年計画」は、上述の「2001-11 国家開発 10 カ年計画」で設定された長期マクロ経済・セクター別開発戦略の堅実な実現のため策定された年次実行戦略である。3 カ年計画は、10 カ年計画の方向性を変えない範囲で、年次計画・年次予算によって政策的な変更が加えられるものである。

3.1.2 州開発計画

「バ」州は、社会・経済・自然条件が他の州と異なるので、州開発計画の重点も異なる。経済セクターの面では、果樹園芸・畜産・水産が、国内の他州と比べて重要な位置を占めている。鉱物資源も州にとって堅実な経済基盤を形成している。「バ」州は、人的資源開発に十分配慮した基盤改善とともに、これらのセクターの開発を通じて、「バ」国の経済成長の一部を担う計画である。

同州は現在、「第 9 次 5 カ年計画（1989-99～2002-03）」（「バ」州計画・開発局が策定）をもって、各セクター間の調整を図り、社会・経済的開発の方向性に係るコンセンサスを得ている。

(1) 「第 9 次 5 カ年計画（1989-99～2002-03）」の役割

同 5 カ年計画の役割は、以下のとおりである。

- 年次州公共セクター開発計画（Public Sector Development Programme, PSDP）に対する明確なガイドラインとしての役割を担い、州 PSDP における優先事項のフレームワークを提供している。また、このフレームワークは、連邦政府 PSDP の州政府への分担と政策問題の分野で、連邦政府との交渉におけるガイドラインとしての役割を果たす。
- 関心を持つ住民、NGO、並びに民間セクター企業に対して PSDP 情報を提供する。
- 「バ」州の更なる発展を支持する潜在的なドナー国と国際機関に PSDP 情報を提供する。
- また、州政府に対し、これらのドナー国と国際機関との共同事業に係るガイドラインを提供する。

(2) 「第 9 次 5 カ年計画（1989-99～2002-03）」の主要目的と戦略

「第 9 次 5 カ年計画（1989-99～2002-03）」の主要目的は、以下のとおりである。

- 「バ」州民の繁栄と進歩を達成し、州として可能な最高レベルの発展を達成すること。

同目的を達成するための戦略は、以下のとおりである。

- 入手可能な資源の最適利用
- 最適な政策手段の執行

- 財政上の抑制
- セクター間・地域間でバランスのとれた開発

(3) 目的達成のための施策

「バ」州は、同目的達成のため、以下の施策を実施するとしている。

- 良い統治（説明責任、透明性、情報提供、財政的抑制、地方分権、効率的で効果的な官僚制）の実現
- 人的資源の開発
- ジェンダーと開発を考える上での女性の重視（「バ」州女性の状況分析、女性の状況改善戦略策定、戦略実施上の制度的フレームワーク構築、他）
- 環境問題への対応（人口増加、過剰放牧、沿岸漁業環境の悪化、鉱業・発電・産業の悪影響、他）
- 開発の必須条件としての通信事情の改善
- 主要開発セクター（果樹園芸、作物栽培、畜産、水産、鉱業、商業）の設定と候補地（人口の存在、経済活動の中心、水資源の存在）の選定
- 政府と民間社会の協力（利益主導の民間セクター、NGO、地域社会参加）

(4) 「第9次5カ年計画（1989-99～2002-03）」の予算

「第9次5カ年計画」の予算については、以下に示すとおり、教育セクターに最も多くが割り当てられており、道路セクターがそれに次いでいる。本件予備調査に係る水資源開発セクターは、Rs.6,000百万が充当され、第3位を占めている。

項目	配分予算額 (Rs.百万)	小計に対する 割合	全体に対する 割合
I. 公共セクター開発計画 (PSDP)			
(1) 農業	2,500	9%	6%
(2) 畜産	1,000	4%	2%
(3) 道路	6,000	23%	15%
(4) 水資源	4,500	17%	11%
(5) 教育	2,000	8%	5%
(6) 保健	1,000	4%	2%
(7) その他	9,236	35%	22%
PSDP 小計	26,236	100%	63%
II. 社会事業計画 (SAP)			
(1) 生活用水	4,128	27%	10%
(2) 教育	8,340	55%	20%
(3) 保健	2,700	18%	7%
(4) その他	23	-	-
SAP 小計	15,191	100%	37%
合計	41,427	-	100%

なお、同5カ年計画では、本件予備調査の調査対象であるDADの持続的地下水涵養効果に疑問を投げかけ、適切なモニタリング・システムを整備して科学的な地下水涵養技術の開発をすることが、最優先課題だとしている。従って、同5カ年計画では、

州内における他の洪水流出水利用事業、常時河川からの通年取水による事業を、主要事業としてあげており、DADの建設事業はそこに含まれていない。

3.1.3 対象地域開発計画

本件予備調査のプロジェクト対象地域は、地下水灌漑による果樹・野菜の栽培地域である。上述の州開発計画の中で、予備調査のプロジェクト対象地域に関連するセクターは、下記のとおりである。

(1) 目的達成のための施策

ア. 開発対象セクター

州開発計画において設定した主要開発セクターの中から、本件プロジェクト対象地域に該当するものとして、下記の項目が挙げられる。

- 果樹園芸・作物栽培

下表が示すように、管井（Tube well）揚水による果樹・野菜灌漑が盛んな地域である。ディストリクト面積との比較で見ると、その集中度がよく理解出来る。果樹園芸・作物栽培セクター開発の適地と認められる（調査団見解）。

ディストリクト	面積 (km ²)	州内 割合	リンゴ (ton)	州内 割合	トマト (ton)	州内 割合	管井 (箇所)	州内 割合
Quetta	2,653	1%	21,049	7%	3,778	10%	1,157	5%
Pishin & K. Abdullah	11,112	3%	62,345	20%	2,988	8%	2,627	12%
Zhob	20,297	6%	47,208	15%	401	1%	260	1%
Killah Saifullah	6,831	2%	32,856	10%	5,351	15%	4,450	21%
Loralai	9,830	3%	37,963	12%	0	0%	1,600	8%
Ziarat	1,489	0.4%	27,154	9%	0	0%	33	0.2%
Mastung	5,896	2%	32,606	10%	2,658	7%	2,260	11%
Kalat	6,622	2%	27,609	9%	1,005	3%	1,311	6%
小計 9ディストリクト	64,730	19%	288,790	91%	16,181	45%	13,698	65%
その他17ディストリクト	282,460	81%	29,565	9%	19,899	55%	7,417	35%
州合計26ディストリクト	347,190	100%	318,355	100%	36,080	100%	21,115	100%

出典: Development Statistics of Balochistan 2000-01, October 2002

なお、他州との比較で関連データを整理すれば、下表のとおりとなる。

州	面積 (km ²)	国内 割合	リンゴ (ton)	国内 割合	トマト (ton)	国内 割合	管井灌漑 (千ha)	国内 割合
Punjab	206,000	26%	2,800	1%	60,800	23%	2,770	90%
Sindh	141,000	18%	200	0%	32,900	12%	20	1%
NWFP	102,000	13%	117,500	27%	140,000	52%	60	2%
Balochistan	347,000	44%	318,400	73%	36,100	13%	240	8%
合計	796,000	100%	438,900	100%	269,800	100%	3,090	100%

出典: Pakistan Statistical Year Book 2002, March 2002

この表から、バロチスタン州は、灌漑が必要な果樹・野菜、特に果樹栽培を、管井（Tube well）揚水により盛んに行っていることが分かる。なお、管井による灌漑面積を他州と比較すると少ない地下水資源を最大限利用しようとしているバロチスタン州の状況が分かる（調査団見解）。

- 商業

本件プロジェクト対象地域の中心地として州都クエッタが存在し、消費、物流等の中心地として、商業セクター開発の適地と認められる（調査団見解）。

イ. 開発候補地の要件

州開発計画において設定した開発候補地の要件については、本件プロジェクト対象地域に該当するものとして、次の項目が挙げられる（調査団見解）。

- 人口の存在

下表に示すように、Zhub ディストリクトを除き、各ディストリクトとも州平均値より高い人口密度を示す。また、9 ディストリクトの平均人口密度は州平均値の2倍以上と、州内での比較においては、より効率性の高い開発が可能な地域であることを示している。

ディストリクト	面積 (km ²)	州内 割合	人口 (人)	州内 割合	人口密度 (人/km ²)	州内順位
Quetta	2,653	1%	759,941	12%	286.4	1
Pishin	7,819	2%	367,183	6%	47.0	5
Killah Abdullah	3,293	1%	370,269	6%	112.4	3
Zhub	20,297	6%	275,142	4%	13.6	21
Killah Saifullah	6,831	2%	193,553	3%	28.3	11
Loralai	9,830	3%	297,555	5%	30.3	9
Ziarat	1,489	0.4%	33,340	1%	22.4	15
Mastung	5,896	2%	164,645	3%	27.9	12
Kalat	6,622	2%	237,834	4%	35.9	7
小計 9ディストリクト	64,730	19%	2,699,462	41%	41.7	-
その他17ディストリクト	282,460	81%	3,866,423	59%	13.7	-
州合計26ディストリクト	347,190	100%	6,565,885	100%	18.9	-

出典: Development Statistics of Balochistan 2000-01, October 2002

- 経済活動の中心

上述のとおり、経済活動の中心である州都クエッタを擁し、開発候補地としての要件を備えている。

- 水資源の存在

上述のとおり、州全体の18%の土地に、65%の管井（Tube well）が集中し、通年灌漑を可能としている。既存の施設が整備されていることから、開発候補地としての要件を備えていると言える。

しかし、近年の地下水の過剰揚水に鑑み、地下水資源開発と節水灌漑開発の双方に対する検討と効果的な開発対象の選定が必要とされる。

3.2 水資源開発予算

上述のとおり、「バ」州の経済セクターの面では、果樹園芸・畜産・水産が、国内の他州と比べて重要な位置を占めている。本件予備調査のプロジェクト対象地域は、果樹園芸・野菜栽培のための急速な管井（Tube well）開発が進み、現在、地下水の過剰揚水が問題となっている地域である。

「バ」州の「第9次5ヵ年計画（1989-99～2002-03）」（「バ」州計画・開発局が策定）で水資源開発に割り当てられた予算は、Rs.4,500百万であり、公共セクター開発計画（PSDP）予算の11%を占め、第2位に位置している。

同5ヵ年計画の水資源開発セクター主要事業は、以下のとおりである。

(1) 全水資源開発

- Bureau of Water Resources in Balochistan の設立

(2) 地表水資源開発

- Balochistan Community Irrigation and Agriculture Project (BCIAP, 1995-2000)
- Pat Feeder Minor Canal Cell (Nasirabad)の創設

(3) 排水改良

- National Drainage Programme (1996-2002)
- Kathoor Flood (I) Scheme Bolan

本件予備調査のプロジェクト対象地域における主要な事業は、DAD の建設事業であるが、前述のとおり同5ヵ年計画では、適切なモニタリング・システムを整備して科学的な地下水涵養技術の開発をすることが最優先課題だとして、州内における他の利水事業を主要事業としてあげており、DAD の建設事業はそこに含まれていない。

なお、灌漑・電力局は、より効果が高い改良型で DAD の建設事業を進めているが、第6章で述べるようにモニタリング・システムの整備は不十分なものであり、DAD による地下水涵養効果がほとんど検証されていない状況である。即ち、DAD 建設事業については、未だ実施の段階には至っていないと判断すべきである（調査団見解）。

3.3 農業開発予算

上述のとおり、果樹園芸・野菜栽培を中心とする農業は、本件予備調査のプロジェクト対象地域における主要な経済活動セクターである。

「バ」州の「第9次5ヵ年計画（1989-99～2002-03）」で農業開発に割り当てられた予算は、Rs.2,500百万であり、公共セクター開発計画（PSDP）予算の9%を占め、第3位に位置している。これは、灌漑用水利用に係る事業費も含むものである。

同5ヵ年計画の農業開発主要事業は、以下のとおりである。

(1) 農業普及

- Pat Feeder Command Area Development Projects
- On-Farm Water Management Project
- Sailaba Agriculture Development Project
- 節水灌漑システムの導入

(2) 農業試験・研究

- IPM (Integrated Pest Management) に重点を置いた作物病害虫試験・研究の強化・改善
- 試験・研究と普及との連携を強化した協同営農システムの調査・研究

(3) 農業工学

- 段階的な新規ブルドーザの追加調達と老朽機の更新
- 修理工場施設の改善
- ディストリクトの修理工場の技術水準改善
- 低収入農家へのブルドーザ作業の提供

プロジェクト対象地域は、果樹園芸・野菜栽培のための急速な管井 (Tube well) 開発による地下水の過剰揚水が問題となっている地域である。よって、同地域の重点項目は、節水灌漑システムの導入である。その重要性と緊急度は、同地域において、他の項目とは比較にならないほど高いものである (調査団見解)。

3.4 水資源・農業行政

「バ」州の全体開発計画は、引用した「第9次5ヵ年計画 (1989-99~2002-03)」のように、州の計画・開発局 (Planning and Development Department) が策定し、水資源に係る行政は灌漑・電力局 (Irrigation and Power Department) が、農業に係るそれは農業・組合・食糧局 (Agriculture, Cooperatives and Food Department) がそれぞれ担当している。

ただし、灌漑施設については、ダム、頭首工、ポンプ場等の水源施設と幹線・第2次水路施設は灌漑・電力局が、面積が 50~200 ha 程度の末端圃場内の施設 (On-farm facilities) は農業・組合・食糧局が、それぞれ担当している。

従って、灌漑開発計画の策定、灌漑事業の実施に当っては、両局の密接な協力・連携が必要とされる。しかし、現実には、両局の協力・連携はほとんど無いことが、本件予備調査を通じて判明した。

特に、本件プロジェクト対象地域は、持続的利用可能な地下水資源に対して、果樹・野菜栽培のための管井 (Tube well) による揚水が大幅な過剰となっている地域であり、灌漑・電力局が担当する水資源管理と農業・組合・食糧局が担当する水利用管理の連携が重要な課題となっている (調査団見解)。

(1) 州水管理委員会 (Provincial Water Board)

上述の問題に対して、「バ」州政府は、1978年に発令した「バロチスタン地下水水利権管理条例 (Balochistan Groundwater Rights Administration Ordinance)」に基づき、地下水州水管理委員会 (Provincial Water Board) を設置して、地下水資源の管理と管井 (Tube well) 開発の規制に当たっている。

同委員会のメンバーは、下記のとおりである。

- 委員長 : 灌漑・電力局長
- 委員 : 計画・開発局長
- 委員 : 税務委員
- 委員 : 州政府任命の民間人 2 名

(2) ディストリクト水管理委員会 (District Water Committee)

また、実際の管井 (Tube well) 建設申請を審査し許可を与えるのは、市レベルを含むディストリクト水管理委員会 (District Water Committee) である。

同委員会のメンバーは、以下のとおりである。

- 委員長 : 灌漑・電力局ディストリクト Executive Engineer
- 委員 : ディストリクト税務部長
- 委員 : 農業・組合・食料局ディストリクト局員
- 委員 : 州政府任命の民間人 1 名

4. プロジェクト対象地域の現況

4.1 地形地質・気象水文

4.1.1 地形地質

(1) 調査対象地域

今回調査対象地域となった5地区(District)を含む「パ」国「バ」州は、北緯24° 54′ から32° 04′、東経60° 56′ から70° 15′ に位置し、北部はアフガニスタン国および自国北西辺境州に接し、東部は自国パンジャブ州およびシンド州、南部はアラビア海、更に西部はイラン国に隣接している。州の面積は347,056 km²と広大であり、「パ」国のおおよそ43%を占めている。

調査対象地域の5地区(Qila Abdullah, Pishin, Quetta, Mastung, Kalat)は、「バ」州の中央部から北部に位置している。

(2) 地形地質情報の入手

地形地理情報は連邦政府機関のSurvey of Pakistan (Ministry of Defense) で入手可能である(たとえば1/50,000地形図)。ただし、一般に公開されている地図情報には重要施設の部分が空白となっている。詳細な情報の入手はカウンターパート機関を通じて行う必要がある。Survey of Pakistanのクエッタ市支局では、1/500,000~1/1,000,000の一般地勢図が入手出来る(高橋- 質問票回答#20 参照)。

地質情報はクエッタに本部がある連邦政府機関(Geological Survey of Pakistan)で入手可能となっている(高橋- 質問票回答#09 参照)。

(3) 地形

調査対象地域の5地区の標高は、クエッタ市1,702 m、ピシン市1,674 m at Shadizai、ムスツング市1,687 m、ロライ市1,446 mなどで代表されるように、山岳高地部に位置している。この地域には、Toba Kakar 山脈やCentral Brahui 山脈、Sulaiman 山脈、Kirthar 山脈、Kwaja Amran 山脈、Chagai Hills、Sunja Rai Range、Ras Koh、Siahan Rangeなどの山脈が連なり、主要な生活地域はこれら山脈の間の盆地状地域に位置している。

「バ」州の流域は3つの大流域区分(Indus River Basin, Arabian Sea Basin and Closed Basin)に分けられるが、それぞれの流域はさらに6、4、5の小流域区分に細分化されている(図- 1)。このうち調査対象地域5地区の多くは、Closed BasinのPishin Lora Basin(ピシン・ロラ流域)に含まれている。

(4) 地質

「バ」州北部山脈群の基盤をなす地質は、古生代石炭系~二畳系から中生代白亜系の石灰岩を主体とし、一部頁岩砂岩などを介在する地層からなっている。これらを覆って新第三系が分布している。北部の低地帯には基盤岩の谷地を埋積して更新統の粘

土シルト層が厚く堆積している。

一方、東北側には深い複合地向斜の厚いモラッセ堆積物¹が分布している。これらの急峻山地によって隔てられる低地には第四系の扇状地堆積物、河床堆積物、氾濫原堆積物などが分布している。

このような地質的背景を有する本調査対象地域の主要な地下水帯水層は第四系山麓扇状地堆積物である。この扇状地堆積物は透水性が良く良好な地下水涵養媒体かつ帯水層となり、不圧帯水層を形成している。扇状地の末端から下流側では、シルト粘土層と砂礫層が指交して分布し、砂礫層は被圧ないし半被圧帯水層を形成している。さらに下流側ではシルト粘土層の割合が高まって、最下流の谷底平野ではほぼ完全にシルト粘土層となり難透水層を形成している。

以上の帯水層・不透水層の分布形状を俯瞰すれば、扇状地の扇頂部から扇端部が涵養域~帯水層域となり、そこに賦存する地下水を谷底平野の難透水層が支えているような水理地質構造となっている。

なお、地下水資源が枯渇しつつある近年、クエッタ市の水需要を満たすべく、石灰岩に賦存する地下水の利用が始まりつつある。

4.1.2 気象水文

(1) 気象水文データの入手

気象データは、連邦政府防衛省に属する気象局（クエッタ市）で入手することが出来る²ほか、1994年以降のデータは灌漑・電力局の内の水資源・計画・モニタリング部（Water Resources Planning, Development and Monitoring Directorate, WRPD&M Directorate）（以下 WRPD&M Directorate）で入手出来る。それ以前のデータは、WRPD&MにCDとして保管されている。表-3に、JICA-F/Sでまとめた1891年~1995年の雨量データに加え、今回WRPD&Mから入手した最近の雨量データでアップデートしたものを示す。また、各地の気象傾向を示す資料として、UNDP-PAK/72/031で実施した「Report On Hydro-meteorology of Baluchistan, (July 1980)」があり、その引用図を（図-2）に示した。

(2) 降水量

調査対象地域が位置するピシン・ロラ流域では、冬季に多くの降水がもたらされる。特に、流域中央部から西部にかけてはその傾向が著しい(Qutta, Kalat, Chaman; 図-2)。一方、北東部 Loralai では夏季における降雨と冬季における降水が同等程度ある。ただし、年間を通しての降水量は下記のとおり著しく少ない。通常降水は短時間にもたらされ、かつ地域的・散発的である。

¹ 浅海から陸生層にいたる種々の環境で形成された厚い堆積物の岩相に対する記載的な用語。軟らかくて礫岩や砂岩などの粗粒な堆積物に富む（平凡社地学事典）

² 1観測地点の25年間の雨量情報の見積もりはRp.20,700（約4万円）であった（高橋・質問票回答#08参照）。

各地の降水量	
都市	July 1980 の資料による 各地の年平均降水量
Quetta	226 mm
Kalat	196 mm
Loralai	222 mm
(Chaman)	213 mm
(Sibi)	132 mm

地下水への涵養という観点では積雪の融解に伴う緩慢な河川流出が重要な役割を果たすものと考えられる。しかし積雪としてもたらされる降水の記録はない（降水量記録は降雨と降雪を分離していない）。ヒヤリングによれば、クエッタ市での積雪量は7～10 cm（3～4 インチ）程度である。非常に概略の換算をすれば、それは10～15 mmの降水量に相当する。

(3) 気温、蒸発

気温、蒸発量を含む気温データは下記のようにまとめられている。

クエッタにおける冬季の気温は平均3～5℃であり、氷点下に冷え込むこともある。一方、夏季の気温は27℃前後であり、30℃を大きく越える場合もある。

湿度は、雨量の多い冬季でも50%程度、雨量の少ない夏季では20～25%程度と低く、著しく乾燥している。この乾燥気候を反映して蒸発量は223 mm/月（2,700 mm/年）に達する。

気象データ (Quetta:1891-1995)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年
降雨(mm)	49.8	49.5	40.4	21.1	9.4	4.3	11.2	7.4	10	2.8	6.1	28.2	230.1
気温													
月最高(°C)	10.4	12.9	18.7	24.8	30.4	35.3	35.9	34.8	31.4	25.5	19.2	13.2	24.4
月平均(°C)	3.7	6.0	11.1	16.6	21.0	25.6	27.9	26.4	21.2	14.7	9.2	5.1	15.7
月最低(°C)	-3.4	-0.9	3.4	8.3	11.5	15.9	19.9	17.9	10.9	3.8	-0.9	-3.2	6.9
湿度(%)	50	50	43	35	27	21	26	24	22	24	29	43	33
パン蒸発(mm)	116	138	183	240	265	297	427	384	250	150	121	109	223

JICA-F/S(1997)

(4) 最近の旱魃の現況

プロジェクト対象地域では1998年の中頃から寡雨・干魃に見舞われている。州都クエッタ市での観測結果を用いて、ヘーゼン・プロットによって降水量の再現確率をもとめた。その結果は下記のとおりである（図-3参照）。

降雨の再現期間				
降雨年	年降水量 (mm)	年降水量 再現確率 (年)	3年移動平均で の再現確率 (年)	5年移動平均で の再現確率(年)
1998	192	2.8	20.9	180.0
1999	155	4.5	188.0	-
2000	66	62.7	62.7	-
2001	86	37.6	-	-
2002	170	3.5	-	-

単年度でみても 2000 年の降水量は、約 1/60 年の確率降水量であるだけでなく、3 年間および 5 年間の降水量の移動平均では、約 1/180 年の確率降水量であり、まれに見る早魃である事が分かる。

1998～2002 年にかけて発生した早魃では、自然環境の恵みを直接受けている遊牧民や貧困農民が大打撃を被った。この早魃により家畜は全体の 30%が減少し、10 万人の遊牧民が水と牧草を求め、新しい土地に移動したが、この移動によって問題が解決したわけではなく、更なる貧困と略奪、部族間の争いに拍車をかけたといわれている

4.2 水循環に係る水収支

開発調査「地下水涵養ダム計画調査、平成 9 年 6 月」によると、当地域の水収支は、流域条件を仮定し、下記のとおり推定されている。

降雨のほとんど (60～70%) が蒸発として失われている。他は河川流出 (5～10%) し、残りは地下水涵養 (20～35%) として地下貯留されるという推定 (計算) 結果となっている。

構成	冬季	夏季	年間
雨量	100%	100%	100%
河川流出	5～8%	10～15%	5～10%
蒸発	60～70%	80～90%	60～70%
地下水涵養	20～35%	0～5%	20～35%
JICA- F/S (1997)			

4.3 地表水資源

流出量の測定は、「バ」州内の一部の大河川で行われているに過ぎない。今回のプロジェクト対象地域は、DAD が建設出来るような小河川しかなく、また季節河川でもあり流出量は観測されていない。また、融解積雪からの緩慢な河川流出状況も観測・記録されていない。

Toiwar Flood Diversion Scheme (集水面積 1,913 km²) の建設にあたって観測雨量からコンピューターソフト (RUNOFF-2) により河川流出量が求められている (雨量データ以外は、仮定値)。また流出曲線 (50 年確率) もコンピューターソフト (HYDgraph) により求められている (高橋- 質問票回答#10 参照)。実際の河川流量は観測されていない。

本地域の河川はすべて季節河川となっており、恒常的な取水が出来ない地域である。地表流出水（洪水）の利用は、第5章で述べるハイランドサイラバ（Highland Sailaba）やローランドサイラバ（Lowland Sailaba）などの形で行われている。これは、洪水時のみの一時的な灌漑となるため、地下水帯水層に乏しい地域で利用されている灌漑方法と見ることが出来る（調査団見解）。

4.4 地下水資源

4.4.1 地下水資源の評価 – WAPDA（1980）および ADB の報告書（1996）

地下水資源の評価は、UNDP/WAPDA³が行っている（1976～1980）。この報告書の原本を入手できなかったため、どの程度の観測・実測データに基づいたものかは明らかではない。ただし、当時の WAPDA は連邦政府機関として「パ」州における水資源関連の観測を活発に行っていた（ヒアリング結果）ことから、この評価結果は信頼の置けるものと考えられる（調査団見解）。

「パ」州 地下水水収支(UNDP/WAPDA)					(単位：百万 m ³)
River Basin	Status	Available Water	Used Up Water	Balance Water	CivilDistrict
Hamun-e-Lora	Surplus	33.9	16.84	17.06	Chagai
Kachhi	Surplus	37.8	11.9	25.9	Sibi
Nari	Deficit	25.6	25.6	0	Loralai, Ziarat
Pishin Lora	Deficit	129.6	129.6	0	Quetta, Killa, Abdulla, Pishin, Kalat, Mastung
Porali	Surplus	149.1	74.6	74.5	Khuzdar, Lesbela
Hub	Surplus	119.4	59.6	59.8	Lesbela
Windar Nar	Surplus	10.9	5.2	5.7	-
Zhob	Surplus	111.7	102.4	9.3	Zhob, Qila Saifullay
Dasht	Surplus	45.5	8.9	36.6	Kech, Gwadar
Rakhashan	Surplus	24	4.4	19.6	Panjgur
Hamun-e-Mashkhel	Surplus	61	4.7	56.3	Kharan
Hingol	Surplus	265	132.7	132.3	
Gaj	Surplus	34	18	16	
Mula	Surplus	23	9	14	
		1070.5	603.44	467.06	

(After WAPDA 1983, Quoted by WRRRC, Quetta⁴, 2003)
 Available Water: Naturally Recharging water(note by the Study Team)
 Water Basin の位置 は添付図参照。

上記表の地下水水収支は、Available water＝地下水涵養量に対する使用量（Used Up Water）を示しているものと考えられる。すなわち、1980年の時点で既に本件調査対象

³ WAPDA: Water And Power Development Authority, Pakistan（連邦政府機関）

⁴ WRRRC, Quetta: Water Resources Research Center, Quetta.

地域を含む Pishin Lora River Basin での地下水利用水収支が「負 (deficit) ⁵」になっており、地下水涵養量を上回る地下水利用(揚水)が進んでいたことを示している。この状態は地下水盆に貯留されている地下水量が年々減少しつつあったことを示している。

さらにこの結果は、ADB の技術支援 (TA) で行ったハルクロー社の調査 (1996) でアップデートされている。要約を下表に示し、詳細を表- 4 に示す⁶。この報告書で行われた地下水の評価は、既存のデータ収集によってアップデートされたものであり、上記の UNDP/WAPDA レポートの精度を超えるものではなく、種々の仮定や解釈を含むものである事が明記されている。

これによっても、基本的な条件設定から結論は同じく、調査対象地域 (Pishin Lora) の地下水利用水収支は既に「赤字 (過剰揚水)」になっていることが示されている。すなわち、涵養量を上回る地下水揚水が行われており、地下水盆に貯留されている地下水量が年々減少していることを示している。このレポートでは、いずれ地下水は枯渇するだろうと警告を発している。

「バ」州 地下水水収支 (ADB-TA ハルクローの評価、1996)		
Basin/Sub Basin	Current Status	Development Potential
Zhob	Surplus	Limited
Qilla Saifulla	Small Surplus	Very Limited
Nari River	Surplus	Limited
Hamun e Lora	Surplus	Limited
Porali River	Surplus	Good
Kachhi Plain	Surplus	Very Limited
Pishin Lora	Deficit	None
Mangocher	Deficit	None
Mastung	Deficit	None
Pisin	Deficit	None
Quetta	Deficit	None

After 'Balochistan Groundwater Resources Reassessment(TA No 2125-Pak, 1996)

4.4.2 地下水資源の過剰消費

調査対象の 5 地区 (クエッタ、キラ・アブドゥラ、ピシン、マストゥング、カラット) を含む「ピシン・ロラ流域」では、地下水貯留能力の高い扇状地堆積物や山麓堆積物が分布している。

この地域では恒常河川がないため農民は古来カレーズ⁷や掘井戸 (Dug well) を建設し、この地層に貯留されている地下水を利用してきた。

⁵ 揚水量が涵養量を上回る状態。

⁶ 調査開始時に「バ」州から配布された 'Briefing Report' に、WAPDA とハルクローの地下水収支結果が引用されているが、タイプミスが多いので注意が必要。

⁷ カレーズ: 扇状地内に複数の垂直井戸で地下水を集めそれらを連結するトンネルで水を下流域に導き利用するもの; 他中東地域ではカナートとも呼ばれる

近年（1980年代）になって管井（Tube well）のようなボーリング井戸の掘削技術が普及し、かつ地方電化が進むにつれて、ポンプ揚水による地下水利用が急速に広がった。農村では均一電気料金や軽油に対する補助もあってポンプ地下水揚水で換金作物（果樹園）の作付けが急増し、クエッタ市などの都市部では人口の増加と相まって無秩序ともいえる程の井戸掘削が行われた。

特に、均一電気料金のため電気の「使い得」との意識が働き、ポンプの24時間運転や必要以上の灌漑用水の使用、水の無駄使いや垂れ流しなどが恒常的に行われている。

その結果、過剰揚水という状況に陥って地下水位が低下し、まず浅い地下水を利用するカレーズや掘井戸（Dug well）が枯渇し、管井（Tube well）も枯渇しつつあるという事象が生じている。

4.4.3 地下水変動パターン

(1) 季節変動

自記式地下水観測計の観測記録を入手してアップデートしたものを図-4に示した。地下水位は総じて冬季に上昇し、夏季に下降する季節変動を示し、あたかも雨量パターンと対応しているようにみえる。しかし、比較的深部にある地下水が河川流出のように直ちに降雨に反応することは考えにくい。

よって、この季節変動は、夏季（高蒸発散期）における揚水量増大と冬季（低蒸発散期）における揚水量減少に対応しているものと考えられる（調査団見解）。

(2) 長期変動

全体傾向として、地下水位は年々下降している。

特に観測井（QA-5）では、干魃が始まった1998年頃からの地下水低下が著しい。浅い地下水を利用するカレーズや掘井戸（Dug well）の水が年々枯渇しつつあることを考えれば、過剰揚水は地下水位の浅いQA-5で代表されるような浅層地下水の枯渇という深刻な影響を与えている。

図-4を詳細にみれば、QA-04とQA-08の地下水位変動が他と異なっている。

- QA-04の地下水が1989年後半から上昇し1994年後半から下降している理由として、DADによる涵養効果とその後のシルテーションの影響による涵養効果の現象によるもの説明されているが、しかし今回の調査の結果1989年頃に当地域で建設されたDADがないことが明らかになった。この地下水位変動は、他の諸要因⁸の影響と考えられる（調査団見解）。

⁸ QA-04は兵営農場の中に位置している。この農場の山側には、Nureeabadという居住地区あり、徐々に人口が増えてきている。この地区の井戸は1968年から1975年にかけて5基設けられたが、井戸枯れのため2000から2001年にかけて新たに5期設けられている。この居住地区から、絶えず排水が流出し季節河川のHabibi Dara (river)を流下していた。兵営農場では、早魃以前このHabibi Dara(river)から揚水して灌漑揚水としていた。QA-04の地下水変動パターンはこの農場の営農活動の影響も関与していたものと考えられる。

- QA-08 の地下水位は夏季に上昇しているおり、他の地下水位パターンを反転した形態を示している。これには、次の理由が考えられる；(i) 深度 10m 付近に賦存する地下水の揚水量はあまり多くはないと推定される、(ii) 一方、灌漑用水は被圧地下水を対象とする深井戸から揚水されていると推定される、(iii) 主に夏季に揚水される深い地下水が、灌漑地を通して QA-08 付近の浅い地下水位を涵養していると考えられる。なお、QA-8 は 1998 年中頃から地下水位が上昇し、その後の変動は小さい。その後現地を視察した担当者によれば QA-8 の近隣に池が造成されていたとの事である。QA-8 が、地表からの涵養に鋭敏に反応する状況となっている（調査団見解）。

(3) 地下水枯渇の要因－干魃の影響か

干魃による地下水位低下の影響は、特に浅井戸やカレーズに表れている。これらの水源は、降雨によって直接かつ短期間に涵養されるので、寡雨の影響が直接現れるからであると考えられる（調査団見解）。

一方、寡雨期間における管井（Tube well）の水位低下は、一部を除き通年の減少傾向が多少増加したに過ぎない（図-4）。「バ」州でのここ数年の水不足は、1998 年以來の干魃の影響である、と強調されている。しかし干魃が始まったとされる 1998 年以前でも地下水資源は減少しつつあり、一部の管井（Tube well）が枯渇し始めていたことは明らかである。また、WAPDA（1980）や ADB-TA（1996）の評価によっても、ピシン・ロラ流域の地下水水収支は長期的かつ継続的な過剰揚水状態にあることも明らかである。

この地域の地下水資源が、干魃以前においても需要にたいして余力を失いつつあったことを鑑みれば、地下水資源の不足は今回の干魃だけが原因ではないと理解すべきであろう。従って、干魃がトリガーとなって、顕在化したものに過ぎないと考えられる（調査団見解）。

(4) 人災という観点

揚水は人為的行為であり、その人為的行為が自然の持つ余力を奪った結果で水不足が顕在化したという上記の観点にたてば、「バ」州の特にピシン・ロラ流域が直面している干魃の被害は、それが過剰揚水という人為的行為によるという理由で、人災的側面⁹も有するものであると言える（調査団見解）。

(5) 地下水資源の持続的活用のための 2 つのアプローチ

ア. 徹底した節水、規制 - ADB-TA（1996）の提言

ADB-TA（1996 年）のレポートによれば、ピシン・ロラ流域で可能な限りの地下水涵養を実施したとしても現在の水利用状況（無駄な水利用状況）を放置す

⁹ 無秩序な地下水開発・利用が引き起こした人災、と捉らえらえることができる。

ればいずれ地下水は枯渇するであろう、と警告している。また同レポートでは、地下水涵養は地域的な地下水涵養には寄与するかも知れないが、経済的には有効ではないとし、地下水涵養の促進より節水の徹底実施が有効である、と結論づけている。

しかし、これまで節水に関する様々な提言がなされ、また試みられているが、根付いていないのが現況である。その状況を以下に示す。

- 法施行に係る問題点：水資源利用に関連しては三法規¹⁰が確認されている。しかし、部族ごとの慣習や慣例が優先されるため、地下水開発規制に対してはあまり機能していない。
- 節水灌漑（1）：点滴灌漑（drip irrigation, trickle irrigation）は、設備への初期投資が必要であるが補助金が50%しか付かない。また、維持管理においては補助金が付かない。更に、安い均一電気料金で好きなだけ水を利用出来る現在の水利用方法が遥かに安価で簡便である。このため、農民にとって導入のためのインセンティブがないので普及しない。
- 節水灌漑（2）：点滴灌漑は、州農業・組合・食糧局が普及に努めているが、極一部の農民を除き、実際の農業に適用して成功する技術水準に至っておらず、従来の水を豊富に使用する灌漑への執着が強い。
- 均一電気料金の是正：近年、従量制電気料金を導入しようとしたが関係農民（ポンプ所有者）の激しい反対にあって断念した。
- 電気料金不払い・違法接続是正：一部関係農民の間には電気料金の不払いや違法接続が絶えず、その是正処置に対して激しい反対がある。

特に電気料金の問題に関しては電気供給の質の低さ（激しい電圧変化や停電）に起因する WAPDA に対する不信も一因となっている。さらに、WAPDA は連邦政府機関でありその収入は「バ」州政府の収入に寄与しない事もあって、上記電気料金改訂や不払い・違法接続の是正に対して、州政府は積極的ではないと見られている（ADB-TA, 1996）。

節水は、地下水資源の持続的利用のための重要な課題であり早急にも実現しなければならない課題である。しかし、上述のような現況を考慮すれば、徹底節水、の実現にはなお相当の努力と時間を要するものと考ええる。

イ. 地下水涵養の促進

地下水資源の持続的かつ有効利用は、涵養量と利用量のバランスを保つことで成立する。即ち、(i) 一方では、節水の促進、(ii) 他方では、地下水涵養の促進、という両方面からのアプローチが必須である。

とくに、「バ」州のように利用側の制限が困難な場合は、当面の課題として地下水涵養量を増加させるという一方面からのアプローチだけでも施策を施す必要

¹⁰ (1)the Balochistan Groundwater Rights Administration Ordinance, 1978; (2) the Balochistan Canal and Drainage

があると考える。

4.5 カレーズ (Karez) の現況

カレーズ (Karez) は砂礫扇状地の比較的深い地下水に水源を求めた給水システムで、地下水の豊富な山麓付近、即ち、給水システムの最上流部に母井戸と呼ばれる豎坑が設置され、そこからいく本もの豎坑とそれらを繋ぐ暗渠 (地下水路) よりなり、自然流下により下流側に搬送されるものである。バロチスタン州では 19 世紀後半から 20 世紀にかけて、生活用水及び灌漑用水の供給として活用されてきた。

平均的なカレーズ (Karez) の流量は 50~150m³/時であるが、バロチスタン州では管井 (Tube well) による地下水灌漑が主流となってきたことや、カレーズ (Karez) の維持管理が煩雑なことからその利用が減ってきている。しかしながら、管井 (Tube well) の施設が整備されていない地区や経済面から管井 (Tube well) の建設ができず既存のカレーズ (Karez) に頼らざるを得ない地区では依然として重要な給水システムとされている。

バロチスタン州で前回発生した旱魃の後、2003 年 4 月から「Drought Emergency Relief Program Kungar Karez」が開始され、2003 年 10 月現在で「バ」州内の 16 ヶ所の既存カレーズ (Karez) において住民参加による改修工事が実施された。このプログラムは灌漑・電力局が改修工事の維持修理費 90%を負担し、住民が労働で 10%を負担するもので貧農対策という位置付けである。

4.6 社会条件調査

4.6.1 要請 5 地区の概要

社会条件の面から要請 5 地区の概要をまとめれば、下記のとおりである¹¹。全体共通の社会的特徴として、住民は主にパシュトン人とバロチ人、ブラヒ人の部族で構成され、大規模農家と小規模農家の格差が大きい。広大な農地に対して耕作率は少ないが、耕作地では換金農業が多く営まれるようになり、特に果樹栽培が増加している。また、こうした耕作地では管井 (Tube well) による地下水の過剰揚水が見られ、地下水位の低下が問題となっている。

(1) クエッタ地区の現状

① 部族構成：

パシュトン人が 50%で、他にはバロチ人が 30%、ブラヒ人が 20%である。

② 1 戸あたり所有農地面積：

平均所有農地面積は 10.0 ha で、そのうち耕作地は 4.3 ha である。

¹¹ 計画開発局「Balochistan District Datalist」より

30 ha 以上の大地主戸数は全体の 21%に過ぎないが、面積全体の 81%を占める。自作農が 97%であり農繁期には日雇労働者を雇用している。最近では機械化が促進され人力による作業が急激に減っている。

③ その他：

クエッタ市は、大気汚染、下水設備の未整備、ゴミ処理など深刻な問題を抱えている。特に、自動車とリキシャ（三輪タクシー）の増加による排気ガス（SO_x、NO_x）、石炭や天然ガス発電所、煉瓦工場などからの煤煙がクエッタ盆地に滞留し、市民の健康に弊害を及ぼしている。

(2) ピシン地区の現状

① 部族構成：

パシュトン人が大部分で、他には Kakar 人、Tareen 人、Syed 人および Achakzai 人が居住する。共通語はパシュトン語である。

② 1 戸あたり所有農地面積：

平均所有農地面積は 22.5 ha で、そのうち耕作地は 3.4 ha である。

耕作率が 15%と非常に低い。

自作農が 96%、小作農が 3%、自作兼小作農家が 1%となっている。

④ その他

ピシン地区は商業・運送業に従事している人が多い。

1980 年代前半から州北部に隣接するアフガニスタンから避難民の流入が始まり、難民が薪炭用として地区内の森林を乱伐したため森林資源が大きく損失した。

同地区には NGO 機関が多く存在し、支援活動が盛んである。

また、特にカノザイ地区は識字率が高く女性の社会進出が大きいいため、地域社会で重要な役割を果たしている。

(3) カラット地区の現状

① 部族構成：

ブラヒ人が 89%で、その他 Dehwar 人や Mengal 人、Hassani 人などが居住する。

② 1 戸あたり所有農地面積：

所有農地面積は、5 ha 未満が全体農家戸数の 45%、6～20 ha が 30%、21～50 ha が 20%で 50 ha 以上所有する農家派全体の 5%にしか過ぎない。自作農の所有農地面積が比較的小さいのが特徴である。

③ その他：

農家人口の 93%が農牧に従事し、大部分が 1 日 2 食の生活習慣を守っている。

(4) マストウン地区の現状

① 部族構成：

ブラヒ人が 85%で、族長サルダール或いは Nawab によって統率されている。

② 1戸あたり所有農地面積：

平均所有農地面積は 8.34 ha で、そのうち耕作地は 5.26 ha である。

③ その他：

マストウン地区に住むブラヒ人の婦女子は、他の地区に比べて農業や家畜の仕事に従事している割合が多い。

燃料用として灌木の過剰伐採、土壌劣化による砂漠化現象、傾斜地の土地浸食が進行している。

(5) キラアブドゥラ地区の現状

キラアブドゥラ地区はアフガニスタンと国境を接し、カンダハール市への主要交通路となり、2001年9月11日の米国内への無差別テロ事件後はアフガニスタン国からの難民流入が激増したが、最近は国境警備の取締りが強化され流入が制限されている。

農業は作付け期や収穫時期は、アフガニスタンからの難民の労働力と小作農民の契約による換金農業が営まれており、農業生産のうち 2/3 が果樹で占められ輸出されている。

4.6.2 水利権と下流への影響

水利権 (Barabar Takseem-e-Aab) については、本件プロジェクト対象地域では明文化され統一されたものが存在せず、それぞれの部族が水利権について規定しているという特色がある。主な部族がもつ水利権についての概念は下記のとおりである。

パシュトン人には、河川・水路に沿ったすべての土地には水利権があり、下流まで平等に水が配分されるという概念がある。一方バロチ人やブラヒ人には、取水する力を持つ者が取水出来て上流側の独占にも下流側は異議を唱えることは出来ないという概念がある (現地ヒアリング調査などによる)。

カレーズについては、パシュトン人には母井戸 (カレーズ最上流の堅坑) がある土地の地主にそのカレーズが所有され引水する権利が強いと考えられ、他者の土地へ配水する場合は使用料を求めることが出来るとの概念がある。一方バロチ人やブラヒ人には、カレーズは部族共有のものと考えられ、それが通過する土地も共有地として自分の土地を提供するとの概念がある。

しかし、管井 (Tube well) については、地下水の蛇口という概念が3部族に共通しており、自分の所有地に管井 (Tube well) を設置した者がその水権利を持つという共通

認識がある¹²。

4.7 土地所有形態

(1) 土地所有形態

「パ」国の農村地方においては、土地所有形態から自作農、自小作農及び小作農の3種類に分けられる。約90%の農家が1~2 ha層をピークとする10 ha以下の農家で、農地の47%を経営しており、自作農が54.7%、自小作農が19.4%、小作農が5.9%となっている。「パ」国では過去3回にわたって土地改革を経験しているが、家族、一族単位で見た農村における権力構造の基盤としての土地所有形態は基本的に変更されていない。

一方、本件プロジェクト対象地域の農民階層は土地所有形態から次のように分類されている。

- ① 大農 (Malik) : 部族集落の族長で世襲制により長子が受け継ぎ、広大な土地を所有する農民
- ② 自作農 (Zamindar) : 自分の土地を所有する農民
- ③ 自作兼小作農 : 自分の土地を所有し、土地が痩せ衰えたり、水源が涸渇した場合は他人の農地で労働提供を行い、現金収入を得ている農民
- ④ 小作農 (Shareholders : Ajaradar)
 - ・ 永久小作農 (Lathband Barzghar、世襲制) : 灌漑費用や税金を負担。小作労働で得た生産量の1/6は地主の所得となる。
 - ・ 随意小作農 (Tab-e-Marzi、Tenant 1) : 地主は諸経費を負担。小作労働で得た生産量の2/3~3/4は地主の所得となる。
 - ・ Crop Sharing System (Tenant 2) : 地主は土地を貸すだけで諸経費は小作農家が負担。小作労働で得た生産量の1/4~1/5は地主の所得となる。
 - ・ コントラクター (Contractor : Cash Tenancy、Tenant 3) : 小作農家は賃貸料を決め契約した土地を借りて耕作する。諸経費分担は1~5年契約で決める。
 - ・ 労働者 (Barzghar) : 農地内に家族用の住居が提供される。労働対価は賃金で支払われ、月1,500~3,000ルピーである。

以上をまとめれば、本件プロジェクト対象地域の土地所有形態は、次のような4つの特徴が見られる。

- ① 部族集落の族長 (Malic) : 広大な土地を所有
- ② 自作農 : 大規模ではないが、自分の土地を所有
- ③ 自作兼小作農 : 自分の土地を所有

¹² IUCN 「Balochistan Conservation Strategy」より

④ 小作農： 自分の土地を所有しない

(2) 土地所有の登記

土地所有の登記簿は各村落の登記所（Tehsil Office）にあり、土地売買は自由である。農村内部においては多様な土地所有形態が見られるが、地主層と零細小作農層や土地無し労働者層との間に土地や水配分をめぐる利害者対立が潜在的に存在している。

(3) 土地売買条件の決定

土地売買条件の決定は、地主・富農層に有利に進められ小作農・貧農層の声が無視される状況もある。条件に係る個々の契約内容は、土地の面積や肥沃度等の条件により多様であるため、指標を用いて客観的に把握することが困難である。

(4) 所有農地面積別農家戸数

パロチスタン州における各所有農地面積に対する農家戸数の関係については、下表に示すとおりである。大地主についてみれば、1戸当たり20ha以上を所有する農家は約25,000戸で全体の11%に過ぎないのに対して、所有農地面積では約160万haで全体の64%を占めている。なお、全農家平均の1戸当たり農地面積も11.5haと大きい。

所有農地面積に対する農家戸数

所有面積	0.4ha以下	0.4~1ha	1~2ha	2~3ha	3~5ha	5~10ha	10~20ha	20~60ha	60ha以上	合計
農家数(戸)	3,267	25,223	25,655	29,029	43,386	38,598	27,013	19,286	5,725	217,182
所有農地面積(ha)	524	16,498	36,497	65,538	169,130	271,864	351,124	546,402	1,050,481	2,508,058
割合	計 192,171 戸(89%) 911,175 ha (36%)							計 25,011 戸(11%) 1,596,883 ha (64%)		

5. 洪水流出水利用の現況（地域特性などによる洪水流出水活用方法の現況）

5.1 地下水涵養ダム（Delay Action Dam, DAD）

調査対象地域はいわゆるハイランド地域（標高 Quetta:1,700 m）と呼ばれ、冬季の気温は氷点下に下がることも多い。このため灌漑用水需要は夏季に集中している。

一方、調査対象地域での降雨時期は冬季に多い。Loralai 地方においては夏季の降雨が年降水量の約 1/2 であるものの、半乾燥地帯での少ない年間降雨量の有効利用という観点からすれば、水需要の少ない冬季の降雨を何らかの形で貯留（ダム湖への貯留、地下貯留など）して、夏季の換金作物の栽培に有効活用したいという欲求は当然の帰結のように思われる。また、当地では蒸発散量が極めて大きいことやダムサイトの地盤が砂礫質であり貯水ダム建設には不適であるという自然条件、更に古来よりカレーズなどにより地下水を利用してきたという背景を考えれば、DAD の選択もまた当然の帰結のように思われる（調査団見解）。

DAD の機能は下記のとおりである。

- ダムを建造して洪水流出水が無効流出することを阻止し、洪水流出水を貯水池に貯留する。
- 多くの DAD は、扇状地の扇頂部に構築されている。貯留した洪水流出水は自然に地下浸透して扇状地の砂礫層に地下水として涵養される。
- その結果、下流のカレーズや掘井戸（Dug well）、管井（Tube well）からの地下水産出量が増加・安定する。

DAD の建設は 1960 年代から始まったとされ、現在「バ」州では 150 基ほどの DAD があるとされる。今般の干魃を期に更に多くの DAD の計画が提案されている¹。また、NGO が建設した DAD や、コミュニティ独自で建設した DAD も存在することが今回の調査から明らかになっている。このように「バ」州では DAD への期待が大きい。

ただし、貯水地に堆積する土砂（シルテーション）が、涵養効果を阻害するとの意見も多く、効果に疑問を呈する関係者も多い。また、その涵養効果を実証するような客観的情報も乏しい。

5.2 地下水涵養のための洪水流出水分散（Flood Dispersion Method）

5.2.1 洪水分流堰とコンターバンド（Contour Bund）

この洪水利用方法に係る構造・機能は下記のとおりである。

- 扇状地の扇頂部において堰を建設し、流出する洪水を複数の流路に分流させる。

¹ 2003 年 9 月 13 日付地方紙 The Balochistan Times, Quetta によれば今後 2003-04 年に 248 基以上の DAD を建設する計画という。ただし、サイトが具体的に決まっている DAD はごく一部である。

- 扇状地には、等高線に添った堤（コンターバンド：蛇籠などで建造）を幾重にも構築し、分流させた洪水流出水のダイレクトな流出を妨げ、かつ洪水を扇状地全体に分散させる。
- このようにして、扇状地全体から地下水の涵養を計る。

現在「バ」州ではこのような手法は採用されていない。灌漑・電力局の次官（Secretary）並びに Chief Engineer の見解によれば、(i) 蒸発散量が著しく多いので、広大な面積からの涵養は好ましくない。(ii) 分流堰にコンクリート構造物を建造する必要があり、この工事費が高価である。(iii) 洪水毎にコンターバンドの修復が必要である。などの問題点があるとのことである。

ただし、「バ」州には、このような方式を経験した人材がおらず実績がない、というのが実情であろう。また、以下に述べる地下水涵養パイロット調査結果も、灌漑・電力局の分流堰・コンターバンド手法に対するネガティブな見解の背景にあるように考えられる（調査団見解）。

5.2.2 ジグザグ水路による涵養実証調査（地下水涵養パイロット調査）

世銀の支援で行われた Balochistan Minor Irrigation and Agricultural Development Project (BMIADP) のひとつのコンポーネントとして、地下水人工涵養パイロットプロジェクトが実施されている（現地踏査記録#32 参照）。

このプロジェクトでは、洪水流出水の一部を貯留池（72,000 m³）に留め、径 0.3 m のパイプから放流して下流側で地下水涵養を行うというものである（Offline system）。下流側には総延長約 5,200 m のジグザグ状水路（ジグザグ状の堤）を設け、パイプから放流した洪水流出水をこの水路を通すことによって浸透させようとする計画であった。

また、洪水流出水を貯留池に導く堰には土砂吐の機能を期待するスルースゲートが設けられ、シルテーションの問題を軽減しようとしている。

このプロジェクトの施設は 1997 年に完成したが、その後有効な観測活動がなされないまま、1990 年 11 月に最終レポートが提出されている。最終レポートには、「Preliminary Result」として、以下の結論が記述されている。

- 乾期の直後の降雨のほとんどは流域内で浸透し、地表流出水としては流出しない。地表流出水として流出するためには、地表がある程度湿潤する必要がある（API: antecedence precipitation index）。
- 洪水流出水の地下浸透速度は、2～3 m/月、5～6 m/月、6～8 m/4 ヶ月であり、年間では 20 m 程度であろう。

このプロジェクトでは貯留池が小規模であり、洪水流出水のほとんどが余水吐から下流に無効流出していたと考えられるなどの計画上の不備が考えられる。このような背景から「バ」州での支持が得られないまま、閉鎖されたものとみられる（調査団見解）。

なお、本プロジェクトについて、関係者のコメントや各種資料によると次のように結論付けられる。

「どんなサイズの DAD であれ、2-3 の DAD が涵養する面積は、周辺の果樹園の総面積に比較すれば、比較にならないほど狭いので、DAD が地下水の回復に与える影響はほとんどないことを示すことができよう。法規による規制が必要である²。」（関係者コメント）

また、関係資料によれば次のとおり評価されている。

- ジグザグ水路方式は、それへの投資を正当化できるほど効果的ではない。
- 現在入手可能な情報では、DAD の方がジグザグ水路よりも優れている。ただし、DAD にかかわる情報が限られているので、精査する必要がある。
- このようにジグザグ水路方式は劣っているので、続ける必要性に疑問がある。

以上の議論から、ジグザグ水路方式は投資に比して効果が出ないため現実的ではなく、続ける必要性に疑問があるので中断したものと考えられる（調査団見解）。

5.3 Leaky Dam

Pakistan Council of Research in Water Resources (PCRWR) では DAD に代わるものとして Leaky Dam を推薦している。このダムは蛇籠で構築される。発生した洪水は蛇籠ダムで一旦減勢されその後、蛇籠ダムの空隙を通して下流に放流される。シルトは蛇籠ダム上流に堆積しかつ洪水流出ピークが平滑化されて流出時間が延長されるため下流域での涵養が促進されると言うものである（現地踏査記録#11）。Leaky Dam は、オマーン国などでは、確立した技術と言われている。

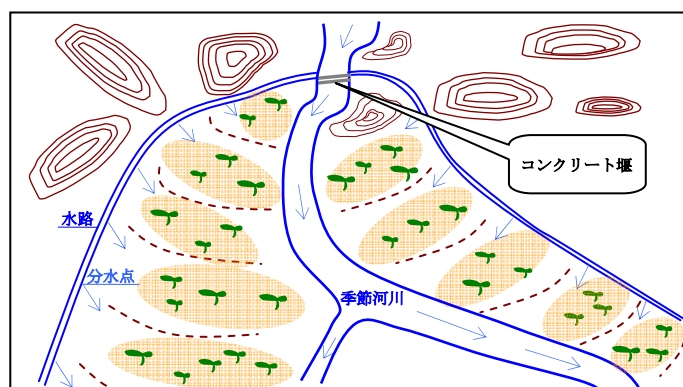
「バ」州では、まだ十分な支持を得ておらず、現地踏査で訪れたダムは唯一試験的に構築されたものである。この試験サイトでは、雨量観測や地下水の観測が実施されているが、調査団が行ったデータの予備的解析によれば、地下水観測孔の構造に疑問があることもあり（現地踏査記録#11 添付資料）、地下水涵養に積極的に寄与しているとは言い難い（調査団見解）。また、洪水の放流が堤体内部全域を通して行われるため、揚圧力や動水圧が蛇籠の粗石に直接作用する。このため大規模な洪水に対応出来るか否か疑問も多い（調査団見解）。PCRWR によればこのダムの設計は経験的に行ったことであり、外力と堤体との力学的な検討は行われていない。ダム設計技術や地下水観測技術についての基本的な知識に乏しいといわざるを得ない状態になっている。

なお、灌漑・電力局次官は、この Leaky Dam を DAD 上流に設置してチェックダム（砂防ダム）として利用したい意向である。

² 他の項で述べたように、法律での地下水利用規制は、社会条件上非常に困難なものになっている。

5.4 洪水利用灌漑 - 1 (コンクリート堰による取水)

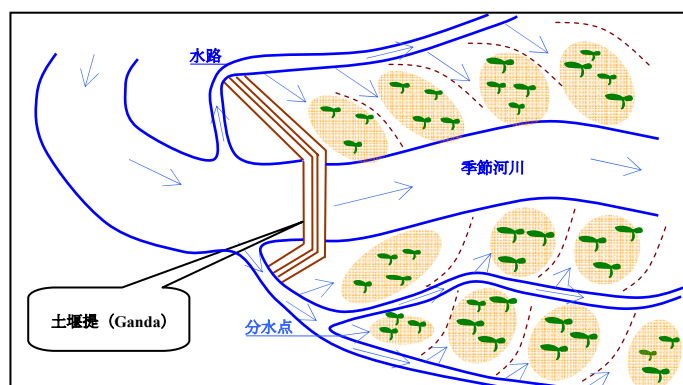
季節河川に恒久的な堰を築いて洪水流出水を堰上げ、両岸（或いは、左右岸のいずれか）にトレーニングウォールを設けてその洪水流出水を導き、灌漑に利用しようとするものである（現地踏査記録#9 Tora Khula Flood Irrigation Scheme および#10 Toiwar Flood Irrigation Scheme）。



今回、現地踏査を行った2地区では、堰は谷地形の部分に構築されているが、その下流には顕著な扇状地地形は見られない。また、カレーズなどの地下水を利用しているような既存の耕作地も観察されない。このため、この種の洪水流出水利用方法は、地下水資源が得られない（または乏しい）地域に利用される手法ということが言えよう（調査団見解）。

5.5 洪水利用灌漑 - 2 (ガンダ Ganda による取水-Lowland Sailaba System のひとつ)

この洪水利用方法は、土漠地帯を流下して来た比較的大規模な季節河川を、下流の広大な低平地の取水地点で、仮設の土堰堤（Ganda、英語では Temporary earth weir）を築いて締め切り、洪水流出があった場合はこの土堰堤で河川水を堰き止めて、河川水を両岸（或いは左右岸のいずれか）の広大な圃場をカバーする水路網に導き入れて灌漑を行う方法である。



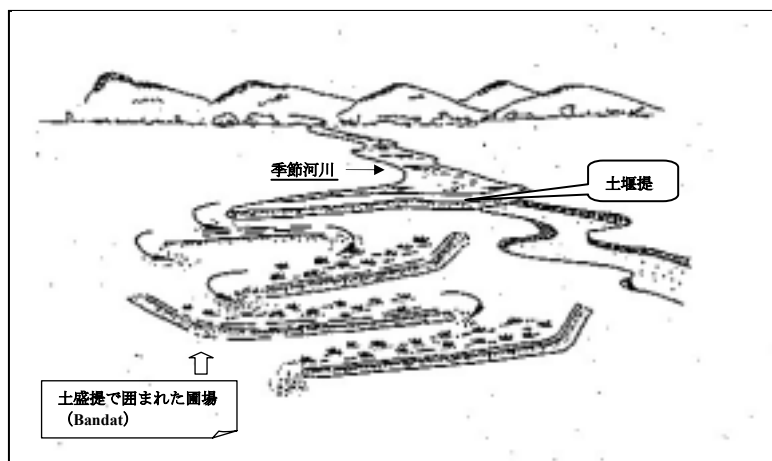
本川に築かれた土堰堤は、自然越流に任せて決壊させるかあるいは灌漑水が十分に行き亘った段階で人為的に決壊させるかして、洪水流出水利用の権利を順次下流域に譲り渡していく方法がとられている。水路網の各分岐点も仮設の盛土で締め切られ、水路上流から各ブロックが十分灌漑されるまで分水しながら順次下流のブロックに配水して行く。1回の洪水で、ひとつの水路網がカバーする圃場の全域に配水しきれない場合は、次の洪水を待つことになる（現地踏査記録#27 参照）。なお、こうした洪水流出水による灌漑は、作物を傷めるので、ひとつの土地に対して播種前の1回に限られる。

この土堰堤は、毎回の洪水ごとに修復して使用される。修復は、受益者の自主的参加で行われるほか、地元有力者の支援で行われ、州機関は関与しないとのことであった（ただし、受益者の負担が大きいことから、恒久的な構造物を建造して欲しいとの希望が絶えないとの事である）。

現地踏査で訪れたサイトは調査対象地域外であるシビ市近郊に位置し、標高が 132 m と低いため気温が高く（「パ」国内でもっとも気温が高い地域）、冬季と夏季2回の洪水流出水を利用した洪水灌漑が可能な地帯となっている。また、地下水資源はほとんど確認されていない地域でもある。

5.6 洪水利用灌漑 - 3 (Bandat による灌漑 - Highland Sailaba System)

この洪水利用方法は、地域内に大きな河川がなく小規模な季節河川がある場合に採用される手法と見られる（現地踏査記録#30）。即ち、小規模な季節河川に上記 Ganda のような河川を横断する仮設の堰堤を構築して取水するが、河川沿いの耕地には幅 50 m x 長 50 m 程度の小規模（高さ 1~2 m 程度）な土盛堤で囲まれた圃場（Bandat）を築き、洪水流出水を土砂とともにその中に導き入れる。ひとつの圃場が洪水流出水で満たされると、土堰堤の一部から越流し自然決壊して下流に隣接する圃場のなかに洪水流出水が次々流入していく。こうして、圃場内の耕土を湿潤させながら、次々に河川沿いの圃場一体を潤す。こうした洪水流出水による灌漑は、作物を傷めるので、播種前の1回に限られる。



現地踏査で訪れた地域 (Mastung) の山際で、扇状地状地形を呈する地域の一部では、地下水利用の果樹園も見られる。しかし、Bandat による灌漑はそのような扇状地から離れた谷底低地の部分に位置し、このような地域は地下水資源に乏しい地域であるということが出来る。

5.7 その他 (Water Harvesting)

乾燥地帯では、古来様々な Water Harvesting 方法が行われている。

「バ」州では Khushkaba System と呼ばれるものが利用されている。Khushkaba System は斜面に高さ 1 ~ 2 m の堤群で形成する圃場を設け降雨や斜面流下水を 1 次保留し土壌を湿潤させようとするものであり、Micro - catchment の 1 手法である。

その他の種々の Water Harvesting 方法については、参考資料を巻末に示した (Water Harvesting – Past and Future, Dieter Prinz, 1996)。

6. 地下水涵養ダム (Delay Action Dam, DAD) の現況

6.1 DAD の計画・設計・施工・維持管理・流域管理の現況

6.1.1 DAD の計画

(1) サイトの選定

自然条件からみたサイトの選定は地形条件からのみ行われる。そのほかの選定理由としては、下流の裨益村落が考慮されている。

(2) 事前の自然条件調査 - 地質調査など

ダムの地盤調査や水理地質条件の調査や考察は行われていない。測量調査のみが行われる。ただし近年、堤体材料の検討のための土質試験が行われている実績がある。

なお、クエッタ市での土質試験は、民間試験所が1箇所（高橋- 質問票回答#6）のほか Department of Communication and Works の試験室（高橋- 質問票回答#12）で実施可能であることが確認されている。

6.1.2 DAD の設計

(1) 設計基準

設計は過去の設計を踏襲しているほか、Design of Small Dam (USBR)が参考にされている。ドキュメントとしての設計基準は定められていない。近年、JICA が実施した F/S (1997) のガイドラインが参考にされつつあり、浸透効果維持のための下流放流設備の設置やダム勾配の見直し、下流ドレーン工の改良など、改善への努力が認められつつある。

現況設計の主な特徴は次のとおりである。

- ダム高は、世界大ダム会議 (ICOLD) で定める大ダムの適用を受けない、50 ft (15 m) 以下となっている。
- 上流面勾配が下流面勾配より緩い。
- 堤体内の浸潤線を一義的に 1:5 と仮定し、ダム高が高く浸潤線が下流法尻に現れる場合は、Berm と呼ばれる toe embankment を施して浸潤線が堤体内部に収まるようにしている。

(2) 設計管理・承認

実質的な計画は、担当地区の Sub-divisional Engineer や Executive Engineer によって行われている。承認は担当地区 Superintending Engineer を経由して、本局の Chief Engineer、および次官 (Secretary) が行うこととなっている。

ただし、従来の設計の見直しや改良については、実質的には担当の Executive Engineer クラスの裁量にかかっているのが現状である。設計管理や設計の改善を担当する部局はない。

6.1.3 DAD の施工・品質管理

(1) 施工実施者

施工は、厳格な入札手続きを経て選定された建設業者が実施する。建設用重機は建設業者が手配する。建設重機を灌漑局が保有する場合は、建設業者に有償で貸与する（結果的に建設費が安くなる）。

(2) 品質管理

少なくとも、調査団が訪問した DAD 建設現場には、土質試験や現場透水試験の設備は整っていない。

品質管理は土質試験によって適宜実施されているとの説明ではあったが、実質的には経験的判断に頼っているのが現状と見られる。品質管理実施の記録は見当たらない。

ただし、近年は、設計段階での土質試験（物理試験のみ）が行われている実績があり、改善への努力の兆しが認められる。

建設後の DAD を概査した結果、クエッタ市周辺では適切な品質管理がなされているように判断される（上流リップラップや下流面の仕上げが適切に行われている）。ただし、地方の一部の DAD では、適切な品質管理が行われたとは言い難いものも見受けられる。たとえば下記のとおりである。

- DAD 上下流面の法勾配が設計と異なる。
- 上流面のリップラップが適切に敷設されていない。
- 下流法尻が湿潤しておりドレーン工が適切に敷設されていないこと示す。
- 堤頂部に亀裂が見られる。

それぞれについて、理由の説明を受けたが、どのような理由であれ、本来、上記のような事象はあってはならないものである（調査団見解）。

6.1.4 DAD の維持管理

(1) プロジェクト予算による土砂撤去

シルテーションが著しい DAD では、土砂の撤去作業が行われている実績がある。ただし、相当な費用が必要なため、年次予算の中には含まれていない。土砂撤去は事業実施計画書（Performa Commission 1： PC-1）を提出して承認を受ける手続きを必要とするプロジェクト予算から捻出されている。

(2) 年次予算による維持管理

下流放流設備を有する DAD は、本来ならば取水設備や放流口の点検やシルト除去などの補修を行う必要があると考えられるが、適切に実施されているとは言い難い。

ただし、既存 DAD の土砂撤去後にはサイホン・パイプによる下流放流設備が取り付けられている例がある。このサイホン・パイプ は DAD 貯水池から堤頂部を越えて下

流側へダム表面に敷設されるため盗難や破壊行為を受けやすい。このため、湖水の放流後は、維持管理の一環として撤去される。

(3) 住民による維持管理

一部の DAD では、貯水池底に堆積した土砂（肥沃であると考えられている）を、農民が自主的に運搬しているケースもある。ただし、維持管理と言うよりは耕作地の肥沃土の確保が主目的となっている

6.1.5 DAD に係る流域管理

これまで、DAD の保全を目的とした流域管理はなされてきていない。

近年計画開発局の指示により、DAD 建設費の 1 % を流域管理に当てることとなったが、端緒についたばかりである。

最近の DAD 建設の事業実施計画書 (PC -1) には、建設費のなかに Detention bund (蛇籠式砂防堰堤) の建設を見込んでいるものもある (流域管理費とは別枠)。灌漑局次官は、植林や Leaky Dam (後述)、砂防堰堤などの流域保全を実施していきたい、と述べている。ただし、森林局との局レベルでの協力体制は今のところ考慮していないとの見解である。

森林局では独自プロジェクトとして流域管理を実施している。Hill side ditch¹, earthen bund², 灌木植生、放牧規制がおもな手法である。灌漑・電力局とのコーディネーションは無いと述べている。

流域保全事業は、年月を要するものであり、当面は上述のような問題の解決を急ぎ、将来的に国・州間、省庁・局間の連携を保ち統制のとれた事業として実施して行く必要がある (調査団見解)。

6.2 DAD の効果観測体制の現況

6.2.1 灌漑・電力局のこれまでの対応

これまで 150 基ほどの DAD が建設されてきているが、灌漑・電力局によって科学的・技術的情報に基づく観測は行われていない。観測は灌漑・電力局が実施することになっているが、効果の判断はもっぱら農民の証言によってなされている。中には DAD から 30 km も離れた農民から DAD 建設後 2~3 ヶ月で効果があったとの証言もある³ (現地踏査記録#*)。状況を的確に認識する技術力と観測を適正に実施する予算の不

¹ 等高線にそって浅い溝をほり、シルトの流出を軽減すると共に、堆積した湿潤シルトに植生を施すことによって、保水効果を高めようとするもの。

² 小規模な洪水流出経路に土堰堤を築き、砂防堰堤の効果を期待するもの。また、堆積土砂-雨季には湿潤している-に植生を施して保水効果を高めようとするもの。

³ この証言は明らかに信頼性が低いものである。地質が透水性の砂礫層であれば涵養効果は分散するので 30 km 先での効果は判定出来ないほど小さい。地質が亀裂性岩盤であれば透水性が小さいので 2~3 ヶ月では効果は現れない。石灰岩や溶岩であれば 30 km 先でこのような現象が現れる可能性はあるがパイプフローなどの極めて特殊な条件が必要である。

足が原因と判断される（調査団見解）。

一方、Gatero DAD(現場踏査記録#15 参照)では農民がカレーズの水量を 2003 年 4 月から観測し始めている事が確認されている。ただし、観測期間がまだ充分ではない事もあって、DAD の涵養効果は確認出来ない。

6.2.2 最近の効果観測計画

ADB の資金援助で建設中の Dargai DAD（現場踏査記録#03 参照）では、水位観測孔を設置するための予算が確保されている。また、着工直前の Wali Dad DAD（現場踏査記録#19 参照）でも、水位観測孔を設置する計画となっている（ともに事業実施計画書（PC -1）で確認）。

灌漑・電力局では、水位観測設備は高価なので思うように設置出来ない、日本からの協力があれば是非モニタリングを行いたい、との意見を持っている。観測の必要性を認識していると理解出来るが、観測を適正に実施する技術力と予算の不足がモニタリング出来ない原因と判断される（調査団見解）。

ただし遠隔地については、地下水位観測設備の盗難防止や観測に関わる費用（特に車両の手配）捻出の困難さから、継続的地下水位観測は困難としている（灌漑・電力局次官談）。

6.2.3 観測担当機関（WRPD&M Directorate）

最近の DAD 建設に係わる事業実施計画書（PC -1）によれば、DAD の建設時に設置される地下水観測孔（Piezometer）での地下水観測は灌漑・電力局に属する WRPD&M Directorate が行うことになっている。ただし、この観測活動は WRPD&M Directorate の年次予算で行うような理解となっており、事業実施計画書では観測にかかわる予算の計上はしていない。

WRPD & M Directorate の概要は下記のとおりである。

(1) 設立の趣旨と経緯

WRPD&M Department は、連邦政府機関である水資源電力公社（Water and Power Development Authority : WAPDA, Pakistan）の業務のうち水資源関連業務を引き継いだ機関である。設立当時(1994 年)は Bureau of Water Resources (BWR) と呼ばれていた。

BWR（現在の WRPD&M Directorate）の機能は「バ」州の水資源の現状を科学的に観測・解析し、持続可能な水資源利用に資する目的で「バ」州の関係部署に情報を提供する機関である、と位置付けられている（Concept Clearance Paper October 1992）。

その後(1998 年)、WAPDA と灌漑・電力局に分散して属していた井戸掘削部門も BWR に移管され、2002 年に WRPD&M Directorate と改称されて現在に至っている。

(2) 組織と担当部局

この機関は、灌漑・電力局の一部局 (Directorate) となっているが、総局長 (Director General) の各付け (等級) は、灌漑・電力局次官と同レベルの人材が起用されることになっている。

組織は下図のようになっており、総局長の下部に地下水開発課 (Groundwater Development Sub-directorate) と計画観測課 (Planning & Monitoring Sub-directorate) が属している (詳細図は高橋- 質問票回答#11 参照)。

Water Resources Planning, Development and Monitoring Directorate					
組 織 図					
Director General					
Director (Planning & Monitoring Sub-directorate)			Director (Groundwater Development Sub-directorate)		
Deputy Director (Planning)	Deputy Director (Monitoring)	Deputy Director (WR Modeling)	Deputy Director (Workshop /Store)	Deputy Director (Drilling) 2 nos.	Deputy Director (Investigation)
Assistant Director (HM Planning) 2 nos.	Assistant Director (GW Monitoring) 2 nos.	Assistant Director (WR Modeling) 1 no.	Assistant Director (Workshop/ Store) 3 nos.	Assistant Director 15 nos.	Assistant Director (Investigation) 4 nos.
Assistant Director (GW Planning) 1 no.	Chemist /in charge of water Lab	Assistant Director (SW Modeling) 1 no.	試験室について ⁴ : - 計画観測局には試験室があり UNDP の支援で試験機器が贈与されている。ただし担当 Chemist が不在のため機能していない。 - 地下水開発局には WAPDA から引き継いだ試験室があるか、閉鎖されている。 資料室について : - WAPDA から引き継いだ資料室は地下水開発局で管理されている。		
	Assistant Director (HM Monitoring) 2 nos.	Assistant Director (Sediment Modeling) 1 no.			
HM: Hydro-meteorology; GW: Groundwater; SW: Surface Water; WR: Water Resources					

(3) 担当部署 Planning and Monitoring Sub-directorate の業務範囲

ア. 全体業務

WRPD&M Directorate は設立の趣旨の如く、「バ」州全体の地下水に係わる観測、データベース蓄積、データ解析、解釈その公表を担っている。地下水開発に係わる意思決定資料を作成する部署といえる。ただし、現在の観測活動は地下水事情の厳しいピシン・ロラ集水域を中心とした活動に限定されている。WRPD&M Directorate が現在観測している観測井戸は下記のとおりである。ただし一部枯渇した井戸などがあるため、下記表のすべてからデータ収集が出来て

⁴ 水質試験は、連邦政府機関である Pakistan Council of Science and Industry Research Center (PCSIRC) で実施可能である (高橋- 質問票回答#10)。そのほか農業・組合・食料局でも水質試験所があるとのことだが今回は未確認。

いる訳ではない。

Groundwater Monitoring Network in Five Hydrogeological Sub-basin of Pishin Lora Basin				
Sub-Basin	Number of AWLR	Piezometer Well	Open Well	Existing Network (Total)
Quetta North	11 (6)	1	12	21
Quetta South	0	0	3	3
Pishin	0	1	26	27
Mastung	3 (1)	1	18	22
Mangochar	1 (0)	1	1	3
Total Points	12 (7)	4	60	76

AWLR=Automatic Water Level Recorder; figures in () for AWLR are operational, others are either dry or malfunctioned.

さらに、最新の観測データは適切にアップデートされているとは言い難い。下記のように観測データは全てバロチスタン水道公社に引き渡され、担当部局でのデータの蓄積や解析は行われていない。また、観測年報の編纂は2000年以降中断されている。

イ. クエッタ市での業務の現況

バロチスタン水道公社 (B-WASA : Balochistan Water and Sanitation Authority) では、既存の地下水源が枯渇してきたので、新たな水源 (沖積層だけではなく石灰岩からの地下水を含む) を確保すべく、現在水理地質調査を実施している。この調査で、約 150 井戸の掘削を実施し地下水観測網を整えつつある。これに関連して WRPD&M Directorate では、クエッタでの自記水位計による観測データをそのまま B-WASA に送っている。

B-WASA では、これらのデータを使用して地下水開発可能性を評価しつつあり、同時にデータベースを構築しつつある。WRPD&M Directorate では、クエッタ市の観測体制はこの B-WASA のものを引き継ぐと述べている。一方 B-WASA では独自に観測を続けたいと述べている。

なお、最近クエッタにおける井戸台帳が WRPD&M Directorate の手で編纂され、2002年に報告書としてまとまっている。

ウ. DAD の効果観測業務にかかわる認識

DAD 建設のための事業実施計画書 (PC -1) には、WRPD&M Directorate が観測業務を実施するとされているが、観測に関わる予算は計上されていない (既述)。即ち、観測業務は WRPD&M Directorate の年次予算で賄うことになっているが、DAD 建設計画担当部署と WRPD&M Directorate の連携は不十分であり、事業実施計画書 (PC -1) で計画された内容が WRPD&M Directorate に適切に伝達されているとは言い難い。

(4) 担当部署 Planning and Monitoring Sub-directorate の課題（問題点）

ア. 観測網・観測機器

[気象水文部門]

WRPD&M Directorate の機能のうち、気象水文観測体制については、オランダの技術協力（1990～1997）により実施体制が固まっている。オランダの支援では、気象水文観測網の整備、データベースの整備（1901年以降のデータの電子化、CD化）、PC 供与、観測用車両供与、オランダ国での研修・教育（IHE での MS, Diploma）が行われた。その効果のひとつとして、気象水文部門では 1994 年以来年報が発刊されている。

[地下水部門]

WRPD&M Directorate では、気象水文部門に引き続き二次支援として地下水観測部門の強化支援を計画したが（1997）、いまだ実現していない。そのためもあって、地下水部門に関しての観測施設は旧 WAPDA から引き継いだものを利用するとどまり、新たな観測施設の設置はもとより従来の観測施設の修繕も適切に行われているとは言い難い。地下水位が低下して計測不能になった井戸の更新（井戸の新設など）は行われていない。なお、これらの観測施設は、WAPDA が計画したピシン・ロラ地下水盆の地下水観測網であり、DAD の効果を調査するという目的に特化した観測施設はいまだ設置されていない。

イ. 業務執行体制

自動水位観測設備のある観測井戸からのデータは適宜収集されている。ただし、観測井戸の鍵等の管理は担当者個人ベースとなっており、観測担当者不在時には観測井戸への立ち入りは困難となっている。

自動水位観測設備のない井戸の地下水位については適宜観測されているとの説明を受けたが、観測データは示されていない。

観測結果の蓄積や解析は、上述のように B-WASA に依存している状態となっている、データの蓄積や解析は、他の業務等で忙殺されている Deputy Director 個人が担当しており、現実問題として執行困難な状態になっている（調査団見解）。

ウ. 技術支援の要請

上記のように WRPD&M Directorate では、重要な任務である、ピシン・ロラ集水域での地下水観測解析業務、の執行体制も不十分であると言わざるをえない。このような現況を鑑みると、DAD 建設の事業実施計画書（PC -1）によって計画されている地下水観測を現況の WRPD&M Directorate が実行することはかなり困難を伴うものと考えられる（調査団見解）。

WRPD&M Directorate では、枯渇しつつあるピシン・ロラ集水域の地下水観測と

解析を実現するためには、WRPD&M Directorate の予算とスタッフィングの強化およびキャパシティービルディングが課題となっていることを認識しており、海外支援による地下水観測部門の強化支援を希望している。

これに加え、DAD の効果判定および効果促進のための技術支援が必要となっている（調査団見解）。

6.3 DAD の地下水涵養効果に関わる諸機関の見解

DAD の地下水涵養効果に係わる評価に関しては総じて否定的な見解が多い。その見解の多くは、下流域での涵養を目的とした下流放流設備を有しない、従来の DAD に対するものである。涵養効果に係わる評価は、下流放流設備を有しない従来の DAD と下流放流設備を有する最近の DAD に区別して行わなければならない

6.3.1 灌漑・電力局の見解

灌漑・電力局の公式見解（調査団との会議での次官の発言）では、すべての DAD は地下水涵養に寄与している、との見解である。

一方、新規 DAD には下流放流設備を必ず完備することになっていることや、下流放流設備を持たない従来の DAD にサイホン・パイプを設置して貯留水を放流している例があるという事実がある。調査団の推量では、灌漑・電力局では下流放流設備を有しない従来の DAD の機能に疑問を持っていることは明らかであり、改良の努力を行っているのが現状である、と考える。

なお、DAD 涵養効果を示す例として、クエッタ市内の兵営地区にある地下水位観測井戸 QA-04 が WRPD&M Directorate 作成資料として示されている。この資料では QA-04 の水位が 1989 年 12 月から上昇し、その理由として「Dam Construction」と記されている（グラフをアップデートしたものを高橋- 質問票回答#26 に添付）。今回の調査の結果、調査団はこの井戸観測データが DAD の涵養効果を積極的に示しているデータであるとは言い難いと結論付けた。その理由は、下記のとおりである。

地下水観測井戸 QA-04 の上流には下記の 4 基の DAD があるが、ダム完成時期が QA-04 の水位上昇時期(1989 年)と符合しない。即ち、Habibi Dara-I (1977 完成), Habibi Dara-II (1992 完成), Shagai I(1996 完成), Shagai II(1994 完成)。QA-04 は兵営地区農場の灌漑活動の影響を受けているものと推察される。

6.3.2 PCRWR⁵の見解

(1) Pechi DAD と Amach DAD

PCRWR では、Pechi DAD と Amach DAD について調査を行っている（1973 年、1987 年建設；下流放流設備なし）。解析は、洪水流入量（貯水高から算出）と蒸発散量（計算値）との関係で水収支を求めることによって行われている（1989 年、1992 年）。

結論は下記のとおりである。

- 貯水位の増加に伴いカレーズの水量も増加している傾向にあり、状況証拠としては、DAD の効果があるように見える。
- しかし、モニタリングしていないのでこの状況証拠を定量化することは出来ない。
- DAD の建設を正当化するには、シルテーションを如何に抑制するかが鍵となっている。（以上 1989 年の報告）
- 湖底は徐々にシルト・粘土が堆積し、最終的にはダム湖を「Evaporation pond」とならしめている。
- シルテーションのシーリング効果には疑問の余地がない。

一方、Proceeding of Regional Workshop on Artificial Groundwater Recharge; Quetta, Pakistan 10-14 1996 で Groundwater Recharge in the Quetta Valley and Surrounding Areas Prospective Techniques and their Potential for Mitigation of the Decline in Water Table Level (M Perkins and D R Birch) が、上記 PCRWR の報告（1992 年）を引用する形をとって、シルテーション後には DAD 貯水池の上部から涵養がなされている、と述べている。灌漑・電力局から調査団に配布された「Briefing Paper」にもこのレポートの記述が引用されている。しかし、オリジナルの報告書にはそのような記述はない。引用者の拡大解釈と考えられる。

(2) 既存 DAD の聞き取り調査結果（2002）

PCRWR では、139 基の DAD について目視調査や聞き取り調査を行い、報告書としてまとめている（2002）。この報告書には下流放流設備の有無については記されていない。結論は下記のとおりであるが、DAD の効果を実証的に論じているとは言い難い（調査団見解）。

- モニタリングしていないので、DAD が地下水涵養しているという証拠は見られない。涵養出来る地下水量は最大でも、現在揚水されている地下水のごく一部にしか過ぎないだろう。
- 実際にサイトで確認した 15 の DAD では、シルテーションが進み、貯水池の底をシールしている。
- 涵養井戸やオフライン涵養方法など、DAD にかわる他の方法を試みるべきである

⁵ PCRWR: Pakistan Council of Research in Water Resources, Ministry of Science and Technology

6.3.3 PINSTECH⁶で実施した環境同位体を使用した調査結果（2002）

PCRWR は、PINSTECH との共同調査で環境同位体を利用して、Pechi DAD（1973 年建設、下流放流設備無し）における地下水涵養効果に関する調査を実施している（1990 年から 1993 年）。記述は技術報告書にふさわしく淡々としており、論旨は実証的かつ明快である。結論は、下記のとおりである。

- Pechi DAD から近隣のカレーズに地下水が流出している可能性は少ない。
- カレーズから採取した地下水は、降雨からの直接涵養による可能性が高い。
- 即ち Pechi DAD（下流放流設備なし）は、カレーズ（浅い地下水）に対する涵養には寄与していない。

ただし、ボーリング井戸で揚水している深い地下水に関する調査は行われていない。

6.3.4 ハルクロー社（ADB-TA, 1996）の調査結果

前出のとおり、「バ」州はハルクロー社の ADB-TA 調査によって、「バ」州の地下水資源の賦存量を再評価している。この評価は既存資料の収集・見直しの形で行われ、新たな水理地質調査や地下水観測などは実施されていない。このハルクロー社の結論は下記のとおりである。

- ピシン・ロラ集水域で可能な限りの地下水涵養を実施しても、現況の水利用の状況（無駄な水利用状況）を放置すれば、いずれ地下水は枯渇するであろう。
- 地下水涵養は地域的な地下水涵養には寄与するかも知れないが、経済的には有効ではない。地下水涵養の促進より節水の徹底実施が有効である。
- 貯水池から地下水涵養させる機能の DAD は経済的実用性／実効性に疑問があり、かつ現実問題としてシルテーションを起こしやすいので、このような構造物は建設しないことが望ましい。
- ダム下流で地下水涵養をさせる DAD は「バ」州では知られていない（本調査団の調査によればこの記述は事実誤認⁷）が、この種の構造物はオマーン国などで利用されており、適切な設計・維持管理をすれば有効であろう。

6.3.5 調査団見解まとめ

上述の如く DAD の効果については否定的な見解が多いのが事実である。しかし、その多くは下流への放流設備を具備していない改良以前の DAD に対する見解であるといえる。このような DAD では、建設後数回の洪水は貯水池から涵養がなされている可能性が高いと考えられるが、その後はシルトの堆積によって涵養が阻害されているものと考えられる。いわゆる「Evaporation Pond」となっているものが多いと考えられ

⁶ Pakistan Institute of Nuclear Science and Technology, Islamabad

⁷ たとえば Shaghai DAD-II(1994 完成)などには放流パイプが敷設されている。

る。DAD がない場合には洪水流出によっていくらかでも地下水涵養がなされていた扇状地でも、このような場合は最悪のケースとして、洪水流出水のほとんどは貯水池からの蒸発によって失われてしまっていることも考えられよう。シルトが堆積した DAD は地下水涵養を阻害している。

一方、近年建設されてきている DAD のすべては、下流放流設備を備えており、現在建設中ないしは計画中の DAD もすべて下流放流設備を備えることになっている。(ただし、調査団の見解では涵養効果の促進や維持管理面で更なる改善を要する。)

PCRWR で推奨している Leaky Dam は、洪水を一旦せき止めて洪水流速を減勢し、これによってダム上流部でのシルテーションが促進される結果シルト分の下流への流出を減少させ、かつ洪水流出ピーク流量を平滑化し、下流域での地下水涵養を促進するというものである。この意味で、下流放流管を持つ DAD と同一の考え方ということが出来る。

調査団は、下流放流設備を備えた DAD の建設は、地下水涵養の促進という観点からみれば、有用であると考ええる。

ただし、以下 6.4 節から 6.8 節に述べるような様々な技術的課題がある。

6.4 DAD の涵養効果に関わる技術的課題と予備的提案

6.4.1 即効性に関わる課題 - 不飽和層の存在

一般に、地下水で満たされている飽和層に地下水が涵養される場合には、その近隣の地下水位は直ちに上昇する。またこの場合、帯水盆の地下水位上昇は圧力伝播に近い形で行われ、地下水そのものの流動量は少ない。従って地下水盆全体の地下水位は比較的早く上昇する⁸。

これに対して、地下水で満たされていない不飽和層での地下水の移動は、(i) 地下水そのものが移動する必要があることや、(ii) 不飽和層を湿潤させながら（涵養水の一部が不飽和層に奪われながら）移動する必要があることから、地下水位変動（上昇）という形で観測されるまでには相当の時間と涵養水量が必要となる。また、(iii) 涵養池の水が完全に地下浸透した後には池底が天日に晒されることとなり、池底土中からの蒸発が始まる。この蒸発の結果、土中には負の浸透圧が働き、既に浸透していた水分が上昇し始め、浸透水の一部は蒸発によって失われると考えられている。

世銀の資金で行われた地下水涵養パイロットプロジェクト⁹によれば、不飽和層における湿潤線の降下速度は、概ね 1.5 ~ 2.0 m/月ないし 20 m/年であり、その涵養効果は涵養池の水深が 120 cm 程度の時が最も効率がよい、と結論している。

⁸ 具体的には、水理地質構造や透水係数および地下水涵養量と地下水流出量の関係などのパラメーターで決定される。

⁹ Balochistan Minor Irrigation and Agricultural Development, Final Report (1990)

このパイロットプロジェクトの実施方法などにやや疑問点¹⁰はあるが、サイトは典型的な扇状地性堆積物の地域で行われているため、不飽和層における涵養水の降下速度に関わる上記結論は、当地域における大方の目安を示しているものと考えられる。

即ち、DAD 建設前の地下水位が深度 20 m 程度の地域では、DAD の効果発現まで約 1 年を要する、と考えられる。また、地下水位が低ければ低いほど、即効性に欠け、かつ涵養効果が少なくなる、とすることが出来る。

即効性を期待するためには、以下に述べる「涵養井戸」などで飽和層に直接涵養する技術が考えられるが、涵養井戸の最大の問題は目詰まりであり、注入する水は飲料水に匹敵する程度のシルト・フリーでなければならぬともいわれている。このため DAD の建設で即効性を期待するためには、地下水面の浅い地点で計画する必要がある。

DAD の建設に当っては、水理地質状況と効果発現時期の期待度に応じたサイトの選定や地下浸透施設の提案（ないしは、効果に対する理解）が必要である。

6.4.2 地下水涵養位置の課題 - 貯水池内か？ダム下流か？

既述のように大方の意見は貯水池内からの涵養を長期間期待することは出来ないというものである。湖底の堆積物はシルトよりさらに細粒で粘土と呼ぶにふさわしいものであり、このような層の貯水係数は著しく小さい（難透水である）ものと判断出来る。従って、調査団も貯水池内での長期間涵養は期待出来ないと判断する。このため、DAD 本体および貯水池は、(i) 洪水の減勢と(ii) 洪水の一時貯留という目的に絞り、涵養はあくまでもダム下流で行うような計画にすべきである。

6.4.3 貯水池のシルテーションの課題 - チェックダム、流域管理

涵養はダム下流で行うとしても、貯水池は洪水の一時貯留能力の確保という観点から、シルテーションを最小限におさえる必要がある。このため、流域保全を推進する必要がある。流域保全の項目としては下記のようなものが考えられる。

- Hill Side Trench
- Earthen Bund
- 植生
- 放牧抑制／禁止
- チェックダム・Leaky Dam の建設

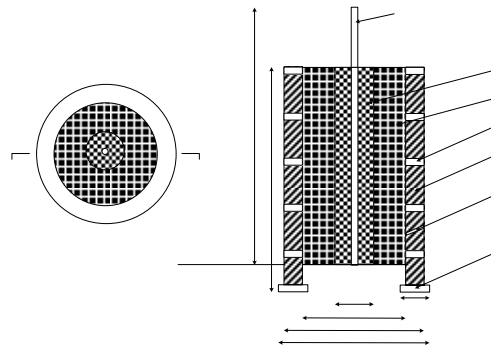
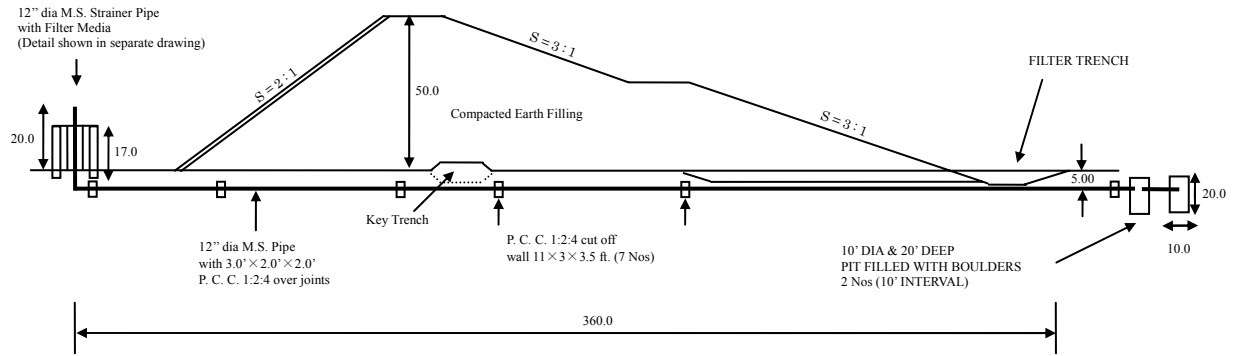
また、堆積土砂は肥沃であると信じられているので、農民による自主的除去運搬をエンカレッジする必要もあろう。

¹⁰ 浸透設備の上流に設けられた貯留池が小さいため、大半の洪水は余水吐を通して無効放流されたものと推定される。

6.4.4 下流放流設備の現況と課題

(1) 下流放流設備の現在の設計・考え方

最近の DAD に計画されるようになった放流設備は次のような構造となっている。



- **放流管**：10～12 インチの MS または PVC パイプ。堤体基礎地盤に敷設。いわゆる底樋。
- **インテイク**：放流管を 6 m ほど垂直立ち上げ、スリットをいれてストレーナーとする。インテイクの上部密閉。ただしシルトが堆積してインテイクパイプが埋没する場合に備えて、延長可能な構造になっている。
- **インテイク保護**：保護はパイプの周辺にフィルター材を施し粗石（蛇籠）にて周辺を保護。
- **底樋勾配**：現況河川勾配
- **アウトレット**：設計では、2 m x 2 m x 2 m 程度の涵養ピットを設けることになっている。実際はシルトが堆積しており、涵養ピットの存在は確認出来ないものが多い。また、ダム直下流にアウトレットが設けられている。しばしばアウトレット下流の河川敷標高が、アウトレットより高いケースが見られる。このため、アウトレット部に放流水が滞り、シルトが堆積し易い状況になっている。

(2) 設計／計画の課題

上記の現在用いられている設計に対して、下記のような改良が必要であると考えられる。

- **放流管径**：管内にシルトが堆積する場合を想定して、人力による清掃が可能な径とすべきである。最低径 60 cm。ただし、底樋に沿う漏水を防止するため、入念な埋め戻しとカットオフの施工が必要となる。
- **インテイク**：下流域での涵養量に見合うだけの放流量とする必要がある。ただし可能な限りメンテナンス・フリーとする必要があるため、バルブなどは取り付けない。現況程度の MS パイプか、放流管径と同じ材料を使用する場合は、スリット（ないしはパーフォレイト）の開口率を適切に調整する。シルテーションが進行した場合に備えて、延長可能な設備とする。
- **インテイク保護**：現在の設計で計画されているフィルターは、土粒子をフィルター表面で捕捉するためそれが蓄積して目詰まりの原因になると予想される。貯水池内での維持管理を最小限にするため、フィルター材は用いない。粗石（蛇籠）による保護のみで十分と考えられる。涵養前のシルト除去は、ダム下流に設けるセディメンテーション・ポンド／ピットで行う。
- **底樋勾配**：底樋内のシルテーションを防止する目的のため、可能な限りの急勾配とすべきであるが、下流アウトレットの位置の関係で、現況河床勾配程度とする。
- **アウトレット**：アウトレットの下流側は、底樋の標高より低くなるようにトレンチ掘削を施すべきである。トレンチの両斜面は、蛇籠等で保護すべきである。
- **洪水時への対処**：洪水時に余水吐から流出した洪水で、底樋アウトレットが冠水しないように、蛇籠等によって導水壁などをもうける必要がある。

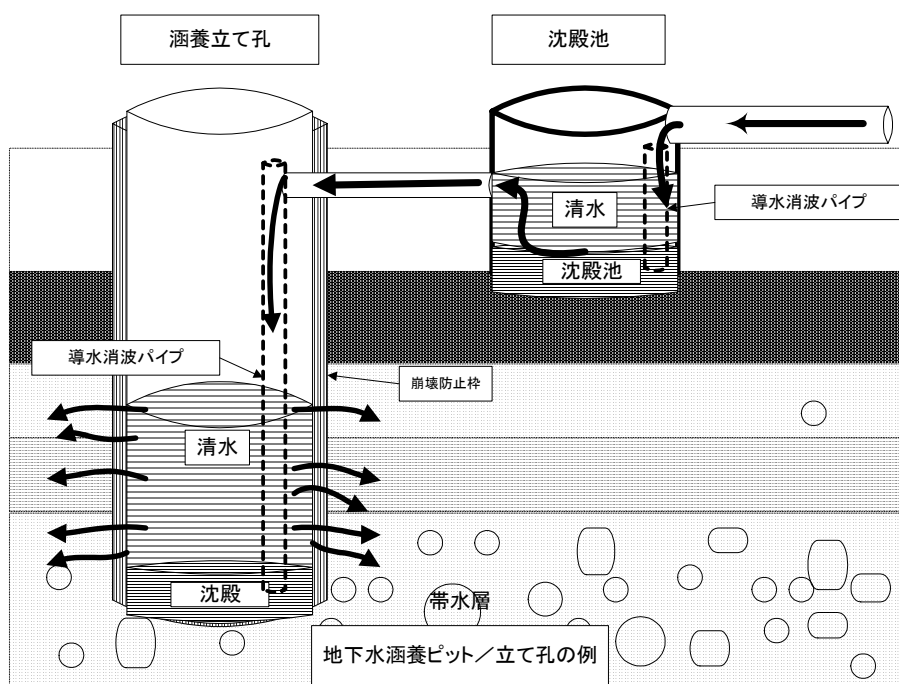
6.4.5 地下水涵養方法の課題

既述のように最近の DAD は下流放水施設を設けて下流での涵養を促進しようとしているが、下流域での涵養を積極的に実現させようとする施設の計画が不十分である。下流域で涵養させる施設として下記のようなものが考えられる。(i) 地下水涵養池、(ii) 地下水涵養ピット／シャフト、(iii) 地下水涵養井戸。

- **地下水涵養池**：水深 1～2 m、面積 5,000～8,000 m² 程度の池。河川水を引き込んで池全体から浸透させ、地下水涵養を計る。涵養池に沈殿するシルトは、住民の手によって除去する。

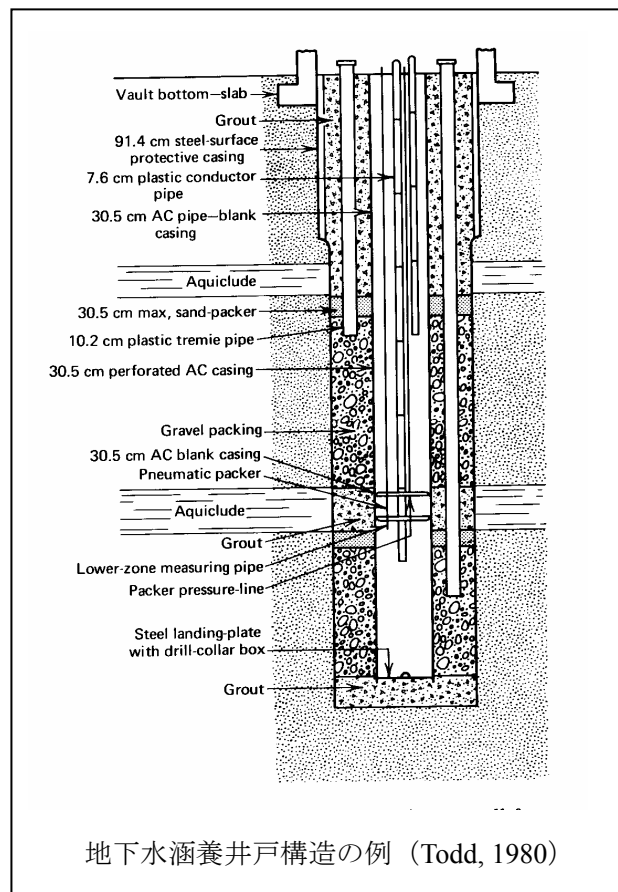


- 地下水涵養ピット／シャフト¹¹：立て孔（径 20 ～ 30cm 程度、大口径も可）を掘って地下水浸透ピット／シャフトとする。大方のシルトはピット／シャフトの底に沈殿するので、浸透はピット／シャフトの壁面を通して行われることを期待する。深度の深いピット／シャフトを設ければ、維持管理作業は最小限で済むものと考えられる。（危険防止のためピット／シャフトを径の大きい玉石で埋め戻すことも考えられるが、目詰まりが生じやすい）。



¹¹ 中東の乾燥地域では Hafayer と呼ばれる立て孔を季節河川底に設けている。川底が透水層の場合は地下水涵養ピットとなり、不透水層の場合は洪水流出水の貯留タンクとなっている。

- **地下水涵養井戸**: 通常の井戸を可能な限り地下水面に近い位置まで掘り下げ、揚水井戸と同様の仕上げをする。河川水を井戸に注ぎ込む（あるいは圧入する）。井戸の目詰まりを最小限にするため、シルト・フリーな水を注入する必要があるため、当該地域では不適切であると考えられる。地下水涵養の最大の課題は、目詰まり防止であると言えることが出来る。サウジアラビアなどでは、シルテーションだけではなく藻による目詰まりを防止するため、薬品を添加しているケースもある。本地域の社会的特性を考慮すれば、できる限りメンテナンス・フリーの施設を建設する必要がある。このため、地下水涵養方法としては、涵養ピット/シャフト→涵養池の優先順位となり、地下水涵養井戸は不適切であろうと判断される。なお、いずれの涵養方法の場合でも洪水流出水を涵養する前に、可能な限りシルト分の除去を行う必要がある。これは、涵養効果の維持と維持管理作業の軽減という観点から必須であると考ええる。



- **シルト沈殿施設**: 涵養池へのシルト分の流入を軽減させ、涵養池の維持管理を容易にするために、シルト沈殿施設が必要と考えられる。底樋から涵養池までの間に簡便な沈砂ピット/池を設ける必要がある。

6.4.6 コンターバンド、Flood Dispersion System とのコンビネーション

既存の DAD は、大ダム設計基準の適用を受けない安価なダムとするため、大ダムの範疇に入らないような高さ 50 フィート (15 m) に抑えられている。貯水池の容量は必要量の確保と言う観点からではなく、限られたダム高で貯留出来る容量となっている。このため、流域面に比較して貯水池が著しく小さい場合も見受けられる (ただし、最近の設計では再現期間 30 年の洪水を貯留出来る貯水池を計画している例もある)。また、シルテーションによって貯水池の容量が著しく減少していることもある。

このような場合、洪水流出量によっては相当量の洪水流出水が洪水吐から放出されているものと想定される。このような洪水は無効放流となっている。これを有効利用するため、余水吐の吐口に洪水分散施設を設けて洪水流出水を分散させ、かつ扇状地の上にコンターバンド/コンターリッジ (contour ridges) を設けることによって洪水流出水を減勢ないしは一次保留し、地下浸透に貢献させる方法が考えられる。

6.5 既存 DAD の機能回復に関わる課題

6.5.1 シルト除去 (De-siltation) および流域管理

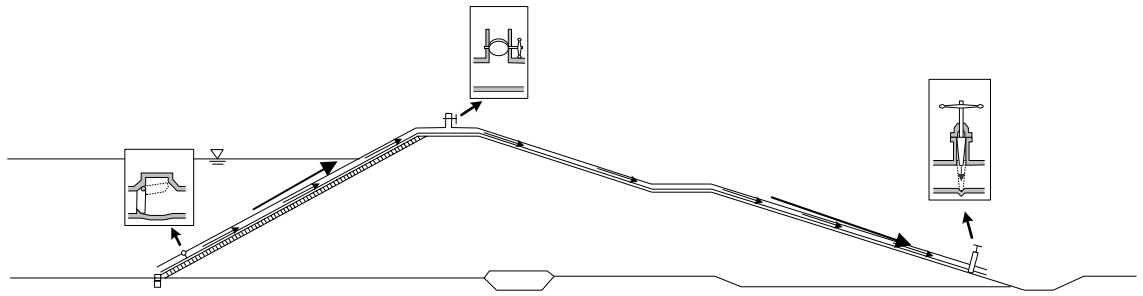
過去建設された下流放流設備を持たない多くの DAD はシルテーションによって涵養機能が著しく阻害されている。これらの DAD の機能回復も大きな課題と考える。

すでに「バ」州ではシルトの撤去・除去を開始している。この作業は多大な費用を要するため、プロジェクト予算として計画・計上されている。さらに、シルトの堆積軽減には流域管理が必要であり、シルト除去のための事業実施計画書 (PC -1) にも、流域管理に係わる予算を計上する必要がある。

6.5.2 下流放流管の設置、涵養施設の整備、維持管理

(1) 下流放流管の設置

既存の DAD は、下流放流管を敷設していない。このため、多大な費用を費やしてシルトを除去したとしても、短期間のうちに機能低下に陥る可能性がある。「バ」州灌漑・電力局では、これに対処するためにサイホン・パイプを敷設して、ダム下流での涵養を促進している。サイホン・パイプの敷設方式は下記のとおりである (高橋- 質問票回答#24)。



- 径 4 ～ 5 インチ程度のパイプを貯水池からダム天端を通過してダム本体下流に設置する。
- 貯水池側水面下には逆止弁 (A) をつけたパイプ、ダム下流側にはスルースバルブ (B) をつけたパイプを設置する。(A)
- ダム天端には逆 T 字の分岐を設け、バルブをつけて閉塞可能なものとする (C)。
- 下流側バルブ (B) を閉め、天端逆 T 字口(C)から満管になるまで水を注ぎ込みバルブを閉塞する。その後下流のスルースバルブ(B)を開けてサイホンとして貯留水を放出する。

ただし、サイホン・パイプは地表部に設置されるため盗難や破壊行為を受け易く、このため洪水期終了後には撤去しなければならないと言う手間を要している。堤頂部から下流にかけてのサイホン・パイプを堤体に埋め込むような工夫が必要である。

(2) 涵養施設の整備、維持管理

既存 DAD の機能回復に当っては、涵養設備の設置やその維持管理も必要である。上記新設 DAD に必要な施設と同様の施設が、涵養効果促進のために必要となる。

6.6 DAD の維持管理の課題

既述のように現況ではルーティンとしての維持管理はほとんどなされていないと言わざるを得ない。シルト除去はプロジェクト予算ベースで行われている。

今後、施設の計画・設計・施工が適切に実施された場合、その維持管理にあたっては下記のような形態を模索すべきと考える（調査団見解）。

- 沈砂ピットや涵養池のシルト除去は比較的簡便な作業なので、住民参加によって、各洪水期の直前に行うような、ルーティンとする。場合によっては、底樋の点検やインレットの清掃も灌漑・電力局の指導のもと、農民が行う¹²。

¹² 「バ」州シビ地方では、洪水利用のために河川を横断する大規模な土堰堤（Ganda と呼ばれる）を、洪水期ごとに農民の共同作業あるいは共同出資の事業として実施している。各地の慣習の違いもあろうが、DAD の維持管理もこの方式を導入出来る可能性がある。

- 大規模な資金を要する貯水池からのシルト除去は、プロジェクトベースで州政府が実施する。
- 維持管理の対象となっているシルトの流出を軽減するための流域保全対策に関しては、長期的な事業となるが、初期投資を州政府が行い、植生管理や放牧制限などは農民が行う¹³という協力体制が必要である。

農村地域で活動する既存の住民参加組織として、以下のような組織がある。

- ① 共同社会組織（Community Organization：CO）：
UNDP が農村地域の共同社会組織として 508 ヲ所に設置。
- ② （Farmer Organization：FO）：
灌漑・電力局が農村地域の農民組織として 42 ヲ所に設置。
- ③ PO：
NGO の SPO 機関（Strengthening Participatory Organization）がパートナー組織として 88 ヲ所に設置。

今後本件プロジェクト地域において事業が実施される場合には、持続性の観点から住民参加型の事業とすることが好ましい。その際、上記各組織の性格を十分に把握し、次のような観点にも注意を向けて実施することが必要である。

- ・ 裨益農民による水管理組合の運営管理、施設の維持管理
- ・ 補修工事、改修工事の農民負担（参加）
- ・ 水配分、水価算定に関わる裨益農民の参加等

6.7 DAD 涵養効果判定の課題 - 計画・設計改善と維持管理への反映

6.7.1 担当機関

既述のとおり地下水の観測担当機関は、灌漑・電力局の WRPD&M Directorate となっている。しかし、この機関の活動の現状を鑑みれば、DAD のための適正な観測を担当する能力は不十分と判断される。また、事業実施計画書（PC -1）で計画されている地下水位観測設備の設置位置などにかかわる計画の詳細が定められていない。灌漑・電力局の DAD 計画部門との連携が不足していると思われる。また、DAD の建設には事前の水理地質調査が不可欠となるが、調査部門との連携も課題となっている。

このため、DAD の建設計画部門（各 Executive Engineer）と WRPD&M Directorate と連携を確実なものとするような灌漑・電力局（次官）の明確な意思表示（指示）が必要である。

¹³ 2003 年 10 月 27 日付け地方紙 Balochistan Express によれば、「バ」州政府は農民にガスシリンダーとガストープを配布し、灌木伐採防止を呼びかけている。また集落密集地にはガス管を配管して、「バ」国内で入手出来る安価なガスの利用促進をはかり、流域管理の一助としている。

一方、連邦政府機関に属する PCRWR とその出先機関 WRRC-Quetta では、Leaky Dam を強く押し進めており独自にその研究を行っている。調査団の見解では最近の DAD の設計思想と Leaky Dam の考え方は類似してきており、双方を組み合わせることにより効果的な地下水涵養施設を建設することも可能と考えられる。PCRWR と WRPD&M Directorate との連携、さらには連邦政府と「バ」州政府の連携で地下水涵養にかかわる調査研究を推進する必要がある。

6.7.2 観測施設・設備

Hazar Ganji DAD の事業実施計画書 (PC -1) で見積もられている Piezometer 設置費は Rs.100,000 (約 200,000 円) である。詳細な計画は入手出来ないがこの予算による観測施設は、ごく簡便な一孔のボーリング観測孔と想定出来る。しかし、より詳しい調査には、複数の観測井戸が必要である。

一方、観測を継続的に行うためには観測に関わる手間と経費の軽減が不可避である。このため自動観測装置を設置することが望ましいと考えられる。クエッタ市内の自動観測装置では付近の住民を張り番として雇用し、盗難や破壊行為を監視しているので、クエッタ市近郊の DAD では同様の方式が採用出来る。

地方部や遠隔地では DAD そのものが人里から離れた地点に建設されるため上記のような手配は困難と思われる。現在クエッタ市以外の観測は、WRPD&M Directorate の雇用者が月 1 回のペースで、テープメジャーによる地下水観測を行っている。遠隔地では簡便なオープンウェル¹⁴や既存の掘りぬき井戸を利用して、農民の代表者による地下水観測が必要であろう。(農民による観測は、地下水資源の有限性認識を促す意味でも有用であると考ええる。)

6.7.3 効果判定解析技術

既に述べたように、地下水涵養効果が目に見える形で発現するまでには、水理地質状況によっては、比較的長い時間を要する可能性があるため、早急に判定を下せない場合もありうる。また、浅い地下水は降雨の影響を受けやすいため、DAD の効果と誤認する可能性もある。

このため、十分な観測体制のみならず、効果判定解析技術の向上が必要である。

6.8 流域管理の課題 - 森林局、農民との連携

DAD の利用可能期間をできるだけ長くするためには、流出土砂を最小限にとどめなければならない。近年 DAD の建設費の 1% を流域保全に当てることになったが、DAD にかかわる流域保全は、現在端緒についたばかりである。DAD にかかわる流域保全を実施した例はまだない。

¹⁴ ボーリング孔に、パーフォレイト加工した PVC パイプを挿入しただけの観測孔。坑口部は施錠可能な構造とし、破損行為などを防止する。

一方、森林局では、Drought Relief Programme の一環として Depleted Range Rehabilitation Project for Ragma State Forest, Quetta (UNDP 支援)などを実施して流域保全に取り組んでいる。森林局の流域保全では、住民参加を全面的に推し進め、灌木の植林や Micro-catchment の建設だけではなく、放牧の禁止もしくは制限で植生の回復に成功している。

灌漑・電力局次官の話では、灌木などの種を支援してもらえば、灌漑・電力局独自で実施すると述べているが、森林局の手法と経験を参考にすることが必要であるものと考えられる。とくに乾燥地帯では山羊などの放牧によって草木が根こそぎ食い荒らされるので、周辺住民の参加が不可欠である。

また、地下水涵養の問題は DAD にとどまらず、ピシン・ロラ盆地全体の地下水資源の枯渇と言う大きな問題を抱えているため、流域保全は「バ」州をあげて取り組むべき課題と考えられる。

7. 灌漑用水利用形態の検討

7.1 灌漑用水利用形態の現況

現在、プロジェクト対象地域で実施されているか、或いは検討の価値があると考えられる灌漑用水利用形態には、下記のものがある。

- ① 傾斜地に建設する堤群で形成する圃場で天水利用（Khushkaba）
- ② 小規模な仮設堰（土盛堰、空石積み堰）により季節河川の洪水を取水し、河川沿いの堤群で形成する圃場に給水（Highland Sailaba）
- ③ 大規模な仮設堰（土盛堰）により季節河川の洪水を取水し、水路網で両岸一帯の広大な平地に給水（Ganda、Lowland Sailaba の一種）
- ④ 永久構造物の堰により、季節河川の洪水時に、コントロールした水量を取水し、水路で扇状地の傾斜地に建設する堤群で形成する圃場まで導水・給水（Flood Irrigation Scheme、Lowland Sailaba の一種）
- ⑤ 永久構造物の貯水ダムにより、季節河川の洪水を貯水し、貯水池からコントロールした水量を取水して水路で圃場まで導水、圃場では水路網により配水・給水（貯水ダムと灌漑システムの組合せ）
- ⑥ カレーズ・湧水から地下水を取水し、水路で集落に隣接する圃場まで導水し配水・給水（Karez/Spring）
- ⑦ 管井（Tube well）等により、集落に隣接する圃場で地下水を取水・配水し、水盤・畝間等の灌漑法により給水
- ⑧ 管井（Tube well）等により、集落に隣接する圃場で地下水を取水・配水し、Trickle 等の節水灌漑法により給水

7.2 洪水流出水（地表流出水）の灌漑利用

洪水流出水（地表流出水）を灌漑に利用する形態は、上記の 8 種類のうち、②、③、④、⑤である。これらの灌漑利用上の特色を以下に述べる。

7.2.1 小規模な仮設堰による洪水取水と河川沿い堤群圃場への給水（Highland Sailaba）

この方法は、洪水を圃場へ導水・拡散し、十分に給水した後に小麦等の播種をして、それ以降は天水畑と同様の条件で栽培・収穫するものである。

播種の時期は 10～12 月、収穫時期は 5～6 月である¹。

(1) 洪水流出水による圃場灌漑可能回数（1 回）

この灌漑法の特徴は、適当な規模の洪水が来た時に、播種前に 1 回だけ圃場を十分に湿らせる。その後は、作物に被害を与えるので、洪水を再び圃場に導水出来ないことである。

¹ 「開発調査報告書、平成 9 年」

(2) 季節河川の集水面積に対する灌漑可能な圃場面積

この方法の一般的な規模を、例えば、集水面積が 10 km^2 程度の季節河川において、11 月のあるひとつの洪水時の降水量を当該地域洪水時に一般的とされる 20 mm と仮定し、流出率を 7% 、圃場の有効水分量を 62 mm とし計算すれば、灌漑可能面積 (Irrigable area) 20 ha 程度として表される。即ち、 10 km^2 の流域に 20 mm の雨が降れば、その流出量は 20 ha の圃場に 62 mm 給水出来る量となることを意味する。

(3) 洪水流出量のうち利用可能な水量の割合

また、仮に設定した当該洪水時の降雨量 20 mm は、当該作物の栽培期間 10 月 ~ 5 月の総降雨量 200 mm の 10% に過ぎないことに注目する必要がある。このことから、仮に設定した降雨量 20 mm による洪水流出量を対象として考えた場合、利用可能な水量の割合は 10% ということになる。

7.2.2 大規模な仮設堰による洪水取水と兩岸一帯の広大な平地への給水 (Lowland Sailaba)

この方法は、Ziarat、Loralai、Sibi の各ディストリクトを集水域とする Nari 川沿いに、Sibi 市下流 25 km 地点から 50 km 地点までの間 (Bolan ディストリクト) に存在する Erri、Haji Shaher、Took、Ghazi、Khokhar の 5 つの仮設堰 (Ganda と呼ばれる土盛堰) により洪水を取水し、水路網 (Lowland Sailaba の 1 種) で兩岸 1 帯の広大な平地に灌漑用水を給水する形態のもので、同地区で伝統的に受け継がれて来たものである。

最上流の Erri 地点における Nari 川の集水面積は、約 $25,000 \text{ km}^2$ である。また、5 つの仮設堰 (Ganda) による灌漑支配面積は、約 $25,000 \text{ ha}$ である。栽培作物と面積は、各年の洪水取水量に左右されるが、冬作の小麦・アブラナ (Rape seed) 類の $25,000 \text{ ha}$ 程度と、補足的な栽培である夏作のモロコシ (Sorghum) の $5,000 \text{ ha}$ 程度である²。

この方法は、上流から順に、各堰でそれぞれの支配面積に十分灌漑用水が行き互るまで取水し、その後、人為的に当該堰を取り壊し、下流の堰にその後の洪水を利用出来るようにするというものである。従って、5 つの仮設堰で、通常 5 回以上複数回の洪水流出水を利用出来るという点が特徴である。なお、大洪水の場合は、支配面積全体に水が行き互る前に、仮設堰 (Ganda) が自然の力 (洪水) で決壊してしまうこともあり、安定した取水は出来ない。

(1) 洪水流出水による圃場灌漑可能回数 (1 回)

この灌漑法の特徴は、洪水が来た時に、当該仮設堰が流水により決壊しない限りは、その支配面積全体に灌漑用水が行き互るまで複数回、洪水流出水を取水することである。

なお、水路網中の分岐点と各圃場への流入点に流量調節施設が無い場合、ある圃場を 1 回十分に湿らせて播種した後は、作物に被害を与えるので、洪水を再びその圃場に

² 「Agricultural Statistics Balochistan 2001-02」中の Kachhi 参照

導水することは出来ない。この点は、上述の Highland Sailaba と同様である。

(2) 洪水流出量のうち利用可能な水量の割合

集水面積が大きいことを勘案して、ここで仮に設定する当該洪水時の流域平均降雨量を 10mm とすれば、それは当該作物の栽培期間 10 月 ~ 5 月の総降雨量 200 mm の 5% に過ぎないものとなるが、それが当該地区 25,000 ha で同期間に利用可能な水量の総流出量に対する割合である。

7.2.3 永久構造物の堰によるコントロールした水量の取水と扇状地の堤群圃場への給水

この方法は、永久構造物の堰により、季節河川の洪水時に、コントロールした水量を取水し、水路で、扇状地の傾斜地に建設する堤群で形成する圃場まで導水・給水する Flood Irrigation Scheme (FIS) である。

プロジェクト対象地域内には、世銀が Balochistan Community Irrigation and Agriculture Project (BCIAP) で建設した下記の 2 つのスキームがある。

- Marufzai FIS : 946 ha
- Toiwar FIS : 2,145 ha

この方法の特徴は、取水地点から扇状地に点在するそれぞれの堤群圃場まで、水路で導水することである。Marufzai では 4.1 km、Toiwar では 8.3 km の幹線水路が建設された。また、導水された水は分水工地点で圃場に給水される。上述の Highland Sailaba システムとの相違点は、取水・導水される水量が、灌漑支配面積に応じてコントロールされる点である。

(1) 洪水流出水による圃場灌漑可能回数 (1 回)

この灌漑法の特徴は、洪水が来た時に、堰が永久構造物なので、その支配面積全体に灌漑用水が行き互るまで複数回、洪水流出水を取水出来ることである。

なお、水路上に分水工はあるが、圃場は Highland Sailaba と同様の堤群圃場のため、ある圃場を 1 回十分に湿らせて播種した後は、作物に被害を与えるので、洪水を再びその圃場に導水することは出来ない。この点は、上述の Highland Sailaba と同様である。

(2) 洪水流出量のうち利用可能な水量の割合

Lowland Sailaba の場合と同様、集水面積が大きいことを勘案して、ここで仮に設定する当該洪水時の流域平均降雨量 10mm は、当該作物の栽培期間 10 月 ~ 5 月の総降雨量 200 mm の 5% であり、これが同期間に利用可能な水量の総流出に対する割合である。

7.2.4 永久構造物の貯水ダムからの取水と圃場での水路網による配水・給水

この方法は、永久構造物の貯水ダムにより、季節河川の洪水を貯水し、圃場での必要に応じて、貯水池からコントロールした水量を取水して水路で圃場まで導水、圃場で

は水路網により配水・給水するものである（貯水ダムと灌漑システムの組合せ）。

上述の各洪水流出水利用形態と比べ、この方法が決定的に異なる点は、降雨により流出する洪水を一旦貯水し、圃場で水が必要な時に（雨がなく乾燥した時期に）、取水して利用出来ることである（通常、洪水流出時には、圃場でも降雨があり灌漑を必要としない）。即ち、降雨時期と取水時期をずらすことが出来る点が長所である。

また、貯水池に水がある限り、必要な時に、何回でも取水可能なことである。

ただ、乾燥地帯においては、貯水ダムの問題点として、貯水池水面からの蒸発損失の影響度を検討しておかなければならない。

(1) 灌漑可能回数（複数回）

圃場で水が必要な時に、即ち、旱魃による減収被害が生じる前に（圃場の土層の含水量が初期しおれ点に達する前に）、貯水池から取水して灌漑出来る。また、貯水池に水がある限り、必要な時に、何回でも灌漑出来る。

(2) 洪水流出量のうち利用可能な水量の割合

また、洪水流出量のうち利用可能な水量の割合は、上述の他の洪水流出水利用形態とは異なり、余水吐からの放流水がないものと仮定すれば、粗用水量と純用水量の差として定義される灌漑損失のみと考えられる。灌漑効率を当該地域で一般的とされる0.5と設定すれば、灌漑損失量は取水量（粗用水量）の0.5倍と計算され、洪水流出量に対する作物栽培に有効利用可能な水量の割合は50%となる。

他の利用形態では、有効利用可能な水量の割合が5%～10%であることを考えれば、貯水ダムによる方法は、水資源の有効利用の観点からは優れていると言える。

7.2.5 洪水流出水（地表流出水）灌漑利用有効性のまとめ

上述の洪水流出水（地表流出水）灌漑利用における有効性を、利用可能な水資源の観点からまとめれば以下のとおりである。

水源施設	灌漑回数	集水面積	1回雨量	灌漑効率	利用率
② Highland Sailaba	1回	小	20mm	-	10%
③ Ganda	1回	大	10mm	-	5%
④ Flood Irri. Scheme	1回	大	10mm	-	5%
⑤ 貯水ダム	複数回	-	-	50%	50%

注：水資源量を冬作物栽培期間10月～5月の総雨量200mmとした。

7.3 地下水の灌漑利用

地下水を灌漑に利用する形態は、上記の8種類のうち、⑥、⑦、⑧である。これらの灌漑利用上の特色を以下に述べる。

7.3.1 カレーズ・湧水からの取水と集落に隣接する圃場での配水・給水 (Karez/Spring)

この方法は、カレーズ・湧水から地下水を取水し、水路で集落に隣接する圃場まで導水し配水・給水するものである (Karez/Spring)。栽培作物は、果樹 (通年)、小麦 (冬作)、野菜 (夏作) 等である。

上述の各洪水流出水利用形態 ②、③、④と比べ、この方法が決定的に異なる点は、地下水が水源であることから、圃場で水が必要な時に取水して利用出来ることである。

(1) 灌漑可能回数 (複数回)

水位・水量が十分である限り、必要な時に、何回でも灌漑可能である。

(2) 灌漑水量のうち作物栽培に有効な水分量

前述の ⑤貯水ダムの場合と同様、末端圃場で必要な水量 (純用水量) を圃場で灌漑した場合には、その全量が作物栽培に有効な水分量とされる。

なお、水源での取水量 (粗用水量に相当) は、末端圃場までの水搬送損失、分水損失を含むものであり、計画値で、純用水量の 1.8 倍程度必要である。

(3) 水源流出量のうち利用可能な水量の割合

また、水源流出量のうち作物栽培に有効利用可能な水量の割合は、設定した灌漑効率 0.55 と同じことで、55%程度とされる。

7.3.2 管井 (Tube well) 等による取水と集落に隣接する圃場での水盤・畝間灌漑

この方法は、管井 (Tube well) 等により、集落に隣接する圃場で地下水を取水・配水し、水盤・畝間等の灌漑法により給水するものである。栽培作物は、果樹 (通年)、小麦 (冬作)、野菜 (夏作) 等である。

上述の Karez / Spring と同様、地下水が水源であることから、圃場で水が必要な時に揚水して利用出来る。

(1) 灌漑可能回数 (複数回)

水量が十分である限り、必要な時に、何回でも灌漑可能である。

(2) 灌漑水量のうち作物栽培に有効な水分量

末端圃場で必要な水量 (純用水量) を圃場で灌漑した場合には、その全量が作物栽培に有効な水分量とされる。

なお、水源での取水量 (粗用水量に相当) は、末端圃場までの水搬送損失、分水損失を含むものであり、計画値で、純用水量の 1.7 倍程度必要である。

(3) 水源流出量のうち利用可能な水量の割合

また、水源流出量のうち作物栽培に有効利用可能な水量の割合は、設定した灌漑効率 0.6 と同じことで、60%程度とされる。

7.3.3 管井 (Tube well) 等による取水と集落に隣接する圃場での節水灌漑

この方法は、管井 (Tube well) 等により、集落に隣接する圃場で地下水を取水・配水し、Trickle 等の節水灌漑法により給水するものである。栽培作物は、果樹 (通年)、小麦 (冬作)、野菜 (夏作) 等である。

地下水が水源であることから、圃場で水が必要な時に揚水して利用出来る。

(1) 灌漑可能回数 (複数回)

水位・水量が十分である限り、必要な時に、何回でも灌漑可能である。

(2) 灌漑水量のうち作物栽培に有効な水分量

末端圃場で必要な水量 (純用水量) を圃場で灌漑した場合には、その全量が作物栽培に有効な水分量とされる。

なお、水源での取水量 (粗用水量に相当) は、末端圃場までの分水損失を含むものであり、計画値で、純用水量の 1.1 倍程度必要である。

(3) 水源流出量のうち利用可能な水量の割合

また、水源流出量のうち作物栽培に有効利用可能な水量の割合は、設定した灌漑効率 0.9 と同じことで、90%程度とされる。

7.3.4 地下水灌漑利用有効性のまとめ

上述の地下水灌漑利用における有効性を、利用可能な水資源の観点からまとめれば以下のとおりである。

水源施設/灌漑方法	灌漑回数	集水面積	1回雨量	灌漑効率	利用率
⑥ カレーズ・湧水	複数回	-	-	55%	55%
⑦ 管井/通常灌漑	複数回	-	-	60%	60%
⑧ 管井/節水灌漑	複数回	-	-	90%	90%

7.4 灌漑用水利用形態に関する営農的観点からの検討

7.4.1 ハイランドサイラバ (Highland Sailaba)

ハイランドサイラバ (Highland Sailaba) による灌漑は、冬作の小麦栽培に対するものがほとんどである。これを営農的見地からみると、ヘクタール当りの売上高と必要経費との差である営農収入が Rs. 3,200 /ha と非常に低いことが分かる³。

- 農作物売上高 (Rs./ha)
- 営農必要経費 (Rs./ha)
 - ・ 圃場耕起・砕土
 - ・ 種子購入・播種
 - ・ 除草
 - ・ 農薬購入・散布

・ 肥料購入・散布	・ 収穫
・ 灌漑	・ 雑支出
- 農作物売上高	: Rs. 12,800 / ha
- 営農必要経費	: Rs. 9,600 / ha
- 営農収入	: Rs. 3,200 / ha

これは、プロジェクト対象地域の Highland Sailaba 農家 1 戸当りの耕地面積を 20 ha と仮定して、Rs. 64,000 / 農家 となる。

- ヘクタール当りの営農収入	: Rs. 3,200 / ha
- 一農家当りの耕地面積	: 20 ha
- 一農家当りの営農収入	: Rs. 64,000 / 農家

しかし、プロジェクト対象地域の平均的営農収入 Rs.168,000 / 農家⁴の 38% に過ぎない。

7.4.2 ローランドサイラバ (Lowland Sailaba)

Sibi 市下流 Bolan ディストリクトに存在するガンダ (Ganda) により取水する灌漑は、冬作の小麦類栽培と補足的な夏作のモロコシ (Sorghum) (栽培面積は耕地面積の 20% 程度) に対するものがほとんどである⁵。これら作物の栽培から得られるヘクタール当りの売上高と必要経費との差である営農収入は⁶、以下のとおりである。

- 小麦類栽培収入	: Rs. 3,200 / ha
- モロコシ (Sorghum) 栽培収入	: Rs. 7,500 / ha

ローランドサイラバ (Lowland Sailaba) 地域の一農家当りの耕地面積を 20 ha と仮定して、冬作の小麦類の栽培面積を 20 ha、夏作のモロコシ (Sorghum) 栽培は、取水可能量が限られているため、4 ha として計算すれば、一農家当りの営農収入は Rs. 94,000 / 農家 となる。

- 小麦類栽培収入 (20 ha)	: Rs. 64,000 / 農家
- モロコシ (Sorghum) 栽培収入 (4 ha)	: Rs. 30,000 / 農家
- 1 農家当りの営農収入	: Rs. 94,000 / 農家

しかし、プロジェクト対象地域の平均的営農収入 Rs.168,000 / 農家の 56% に過ぎない。

7.4.3 コンクリート堰

洪水流出水の取水を目的とするコンクリート堰の場合は、施設の運用・維持管理面 (作業量・費用面) で上述のハイランドサイラバ (Highland Sailaba)、ローランドサイラバ (Lowland Sailaba) と異なるが、作物栽培の観点からは同様と考えられる。

3 「開発調査報告書、平成 9 年」参照

4 「開発調査報告書、平成 9 年」参照

5 「Agricultural Statistics Balochistan 2001-02」中の Kachhi 参照

6 「開発調査報告書、平成 9 年」参照

夏作の栽培可能面積は、集水面積・流出量に応じて変わってくるが、集水面積が小さく夏季の流出量が期待出来ないサイトではハイランドサイラバ (Highland Sailaba) と同様と考えられ、集水面積が大きく夏季の流出量が期待出来るサイトではローランドサイラバ (Lowland Sailaba) と同様と考えられる。

即ち、1 農家当りの営農収入は Rs. 94,000 /農家 となり、プロジェクト対象地域の平均的農家収入 Rs.168,000 /農家の 56 % に止まる。

7.4.4 カレーズ (Karez) ・湧水 (Spring)

カレーズ (Karez) ・湧水 (Spring) より取水する灌漑の栽培作物は、果樹 (通年)、小麦 (冬作)、野菜 (夏作) 等である。

計算を簡単にするため、通年作の果樹をリンゴとし耕地面積の 60 %、冬作の小麦を耕地面積の 30 %、夏作の野菜をトマトとし耕地面積の 10 %と設定して、営農的見地から検討する。

これら作物の栽培から得られるヘクタール当りの売上高と必要経費との差である営農収入⁷は、以下のとおりである。

- リンゴ栽培収入	:	Rs. 126,200 / ha
- 小麦栽培収入	:	Rs. 3,200 / ha
- トマト栽培収入	:	Rs. 51,000 / ha

カレーズ (Karez) ・湧水 (Spring) から取水・灌漑する農家の 1 農家当りの耕地面積を 7 ha と仮定して、通年作のリンゴの栽培面積を 4 ha、冬作の小麦を 2 ha、夏作のトマトを 1 ha と設定し計算すれば、1 農家当りの営農収入は Rs. 562,200 /農家 となる。

- リンゴ栽培収入 (4 ha)	:	Rs. 504,800 /農家
- 小麦栽培収入 (2 ha)	:	Rs. 6,400 /農家
- トマト栽培収入 (1 ha)	:	Rs. 51,000 /農家
- 1 農家当りの営農収入	:	Rs. 562,200 /農家

これは、プロジェクト対象地域の平均的営農収入 Rs.168,000 /農家の 3.3 倍 になる。

7.4.5 管井 (Tube well)

(1) 水盤灌漑・畝間灌漑

管井 (Tube well) により揚水・取水する灌漑の栽培作物も、カレーズ (Karez) ・湧水 (Spring) と同様、果樹 (通年)、小麦 (冬作)、野菜 (夏作) 等である。

各作物の栽培面積の割合もカレーズ (Karez) ・湧水 (Spring) と同様、リンゴ 60 %、小麦 30 %、トマト 10 %として検討する。

ヘクタール当りの営農収入は、カレーズ (Karez) ・湧水 (Spring) と同様となる。

- リンゴ栽培収入	:	Rs. 126,200 / ha
-----------	---	------------------

- 小麦栽培収入 : Rs. 3,200 / ha
- トマト栽培収入 : Rs. 51,000 / ha

管井 (Tube well) により揚水し灌漑する農家の 1 農家当りの耕地面積は、カレーズ (Karez)・湧水 (Spring) の場合より大きく、平均 12 ha 程度とされる。従って、通年作のリンゴの栽培面積は 3 ha、冬作の小麦を 1.5 ha、夏作のトマトを 0.5 ha と設定し計算すれば、1 農家当りの営農収入は Rs. 973,900 / 農家 となる。

- リンゴ栽培収入 (7 ha) : Rs. 886,200 / 農家
- 小麦栽培収入 (3.5 ha) : Rs. 11,200 / 農家
- トマト栽培収入 (1.5 ha) : Rs. 76,500 / 農家
- 1 農家当りの営農収入 : Rs. 973,900 / 農家

これは、プロジェクト対象地域の平均的営農収入 Rs.168,000 / 農家の 5.8 倍 になる。

(2) 点滴灌漑

管井 (Tube well) 取水による点滴灌漑の場合は、用水量、施設の運用・維持管理面 (作業量・費用面) で、上述の管井 (Tube well) 水盤灌漑・畝間灌漑の場合と異なるが、作物栽培の観点からは同様と考えられる。

即ち、1 農家当りの耕地面積を水盤灌漑・畝間灌漑の場合と同様、12 ha とすれば、営農収入は Rs. 973,900 / 農家 となり、プロジェクト対象地域の平均的農家収入 Rs.168,000 / 農家の 5.8 倍 になる。

現在の平均的点滴灌漑スキームは、3 ha 程度⁸であるが、将来的には単位面積当りの用水量を小さくし、管井 (Tube well) 取水可能量で現在の水盤・畝間灌漑と同一面 (12 ha) を持続的に灌漑出来るようにすることを目指す議論においては、同一面積とした場合の同一農家収入 (Rs. 973,900 / 農家) をもとにして、用水量・維持管理費用等の他の要素で比較すべきものと考えられる。

⁷ 「開発調査報告書、平成9年」参照

⁸ 「Investigation on Water Saving Agriculture, May 2003, Expert: Hiroyasu OHNUMA」参照

7.4.6 水資源の灌漑利用に関する営農的観点からのまとめ

上述の水資源灌漑利用における営農的観点からの優劣をまとめれば、以下のとおりである。

水源施設/灌漑方法	灌漑回数	灌漑効率	営農収入/農家	平均に対する割合
地表水の利用				
② Highland Sailaba	1回	-	Rs.64,000	4割
③ Ganda	1回	-	Rs.94,000	6割
④ Flood Irri. Scheme	1回	-	Rs.94,000	6割
⑤ 貯水ダム/通常灌漑	複数回	50%	Rs.973,900	6倍
地下水の利用				
⑥ カレーズ・湧水/通常灌漑	複数回	55%	Rs.562,200	3倍
⑦ 管井/通常灌漑	複数回	60%	Rs.973,900	6倍
⑧ 管井/節水灌漑	複数回	90%	Rs.973,900	6倍

注：プロジェクト対象地域の平均的営農収入（売上高から必要経費を差し引いたもの）は Rs.168,000/農家⁹とした。貯水ダムについては、カレーズ・湧水と比べ水量に余裕があるので、管井と同様の営農収入とした。

7.5 水資源の灌漑利用形態のまとめ

上述の水資源の灌漑利用を、水資源の有効利用並びに営農的な観点からまとめれば、以下のとおりである。

水源施設/灌漑方法	灌漑回数	水資源の有効利用率	平均的営農収入に対する割合
地表水の利用			
② Highland Sailaba	1回	10%	4割
③ Ganda	1回	5%	6割
④ Flood Irri. Scheme	1回	5%	6割
⑤ 貯水ダム/通常灌漑	複数回	50%	6倍
地下水の利用			
⑥ カレーズ・湧水/通常灌漑	複数回	55%	3倍
⑦ 管井/通常灌漑	複数回	60%	6倍
⑧ 管井/節水灌漑	複数回	90%	6倍

注：プロジェクト対象地域の平均的営農収入（売上高から必要経費を差し引いたもの）は Rs.168,000/農家⁹とした。

貯水ダム（⑤）を除き、他の洪水流出水を利用する灌漑方法（②、③、④）は、水資源の有効利用の面からも、営農的な面からも劣るものであることが分かる。

⁹ 「開発調査報告書、平成9年」参照

8. 水需要の抑制の必要性

8.1 水管理に関わる法体制の現況

「バ」州では水管理にかかわる法律として、下記3法律が制定されている。

- ① 地下水利権管理法令 (The Balochistan Groundwater Rights Administration Ordinance, 1978) (高橋- 質問票回答#17 参照) ;
 - 地下水利用の規制および地下水利用権利の管理にかかわる法律。
 - すべての水源 (掘井戸 (Dug well)、ボーリング井戸、カレーズなど) の登録義務を規定。
 - 州の水委員会 (Provincial Water Board) は、地下水資源利用者に安全用水量 (Safe Yield)を知らしめ、地下水資源の開発と保全にかかわる政策を策定する。
- ② 灌漑排水条例 (The Balochistan Canal and Drainage Ordinance 1980) ;
 - 本法令前文によれば、‘州政府は、すべての河川や湖沼、地下水およびその他の水資源を、公民に利する目的で利用する権利を有する’と規定している。
 - 灌漑排水委員会 (Balochistan Irrigation and Drainage Authority) は、地下水利権管理法令 (1978) および灌漑排水条例 (1980) に基づき、貯水池開発・灌漑排水・洪水防御・流域保全に係る計画・設計・施工・維持管理について討議する。
- ③ The Balochistan Water Users’ Association Ordinance, 1981.
 - 本法令は、Water User Association の組織化、運営および振興を規定する法律である。

1978年3月21日に公布された地下水利権管理法令 (The Balochistan Groundwater Rights Administration Ordinance) によれば、州水管理委員会 (Provincial Water Board) と地区水委員会 (District Water Committee) が設置され、州水管理委員会は水資源管理を、地区水委員会は管井 (Tube well) 管理と取水規制を担当することとなっている。

州水管理委員会は灌漑・電力局長を委員長に、計画・開発局長、税務委員、州政府から任命された2名の民間人 (3年任期で再任あり) で構成され、地下水の保存と開発のための方針を定めて、法律と規制を制定する。

地区水管理委員会は灌漑幹部技師 (Executive Engineer) を委員長に、地区税務部長や地区農業・組合・食料局の職員、政府から任命された1名の民間人から構成され、申請された管井 (Tube well) を審査して許可証を発行する。また申請を却下出来、その場合却下から30日以内に地区調整委員に調停を申請出来る。地下水低下によって枯渇した井戸の所有者は、新しく深い井戸の再設は許可されている¹。

¹ 「パロチスタン地下水権官報 1978.3.22」より

また、ユネスコの報告書（Artificial Groundwater Recharge 1996年）では、これら水管理委員会に水理学者や水界地理学者、衛生学者、医療学者など含めることを提言している。

問題点については、以下のとおりである。

- この1978年の規定は25年後の現在でも同じであり、規制内容は強化されていない。
- 管井（Tube well）の増加や過剰揚水は、地下水位の低下をもたらし、以前の浅い地下水位時と比較して、①井戸掘削費の増大、②ポンプエンジンの大型化、③揚水率の低下、④電気料の増加など、受益者の負担が増すこととなる。
- 電気料が定額4,000ルピー/月なので過度の汲み上げを行なっている（現場踏査記録#34(3)参照）。なお、後述のように電気料金の改定には強い反対がある。

近年クエッタ市では、新規の井戸建設が許可されなくなっている模様だが、特に地方部では部族の伝統的な慣習が優先され、井戸建設に関しては野放しに近い状態と言われている。

一方、Qilla Saifulla (Zhub District)では、農民の合意により管井（Tube well）の建設が禁止されている（現地踏査記録#30参照）。ここでは近年の旱魃でもカレーズや掘井戸（Dug well）の地下水が枯渇していない。これが管井（Tube well）建設禁止による結果であるとは軽々には言えないが、一事例として注目されるべきものである。

種々の部族の伝統的な慣習が強く優先される「バ」州の特徴を鑑みれば、法整備の精緻化や強権の発動はネガティブな結果になる可能性が高いので、法整備もさることながら、地下水保全にかかわる知識普及や住民教育を強力に推し進めていくことが肝要と考えられる。

8.2 水管理に関わる州政府・関連機関とその課題

水管理にかかわる関連機関として、下記 14 機関をリストアップすることが出来る。

水管理に関わる州政府・関連機関
The Planning and Development Department, GOB 「バ」州のすべての資源の開発にかかる計画と調整。Additional Chief Secretary (Development)が局長
Deputy Commissioners 各県 (district) の法令および行政の責任機関。地下水開発許可付与責任機関。
The Irrigation and Power Department, GOB 灌漑にかかる地下水・地表水資源の開発、および洪水防御。電力に関しては電力供給許可付与に限る。削井機材を保有。
The Water Resources Planning, Development & Monitoring Directorate (WRPD&M) in I&P Dept, GOB 「バ」州の気象、地表・地下水資源の情報収集と解析。水循環モデルの開発と技術的アドヴァイス。WAPDA の機能を継承 (1994 年から)
The Public Health Engineering Department, GOB 水供給、衛生、固形廃棄物の責任機関。ただし Quetta 市を除く。削井機材を保有。
The Agriculture, Cooperative and Food Department, GOB 作付け指導、品種改良、農地改良等。On-Farm Management を実施。高効率灌漑方式のパイロット事業を実施。
The Quetta Arid Zone Research Institute in Department of Agriculture, C&F Dept. , GOB 連邦政府機関。天水灌漑の研究。流域管理、流域開発研究。
The Forestry Department, GOB 森林開発・保全、流域管理等。
The Environmental Protection Agency, GOB 環境関連法令の施行責任機関。IEA の承認機関。
Balochistan Development Authority, GOB 特殊開発事業の担当機関。
The Water Resources Research Center (WRRC), Quetta; under Pakistan Council of Research in Water Resources (PCRWR), Ministry of Science and Technology (a Federal body) 「バ」州の水不足問題の解決を目的とした研究を行う。Micro-Irrigation system、風車揚水の普及。DAD の涵養効果促進研究。Leaky Dam の研究など。連邦政府機関。
The Balochistan Water and Sanitation Authority (B-WASA : an Autonomy body) Quetta 市 (一部地域を除く) における水道、固形廃棄物の運営管理。
The Water and Power Development Authority (WAPDA) (a Federal body) 連邦政府機関。国家全体にわたる電力供給 (発電・配電) 機関。
Pakistan Council of Science and Industrial Research Center (a Federal body) 水質試験等を執り行う連邦政府所属の工業試験所。

本調査中で得た知見によれば下記のとおりとなる。

- 州として、地下水保全 (節水と涵養促進) に係わる明確な意志が希薄である。
- 各関係機関の調整・連携が薄い。

特に各関係機関の連携については、本件に特に関係が深いと考えられる灌漑・電力局と農業・組合・食糧局、森林局の 3 局の緊密な連携が見られないことが特徴である。このような状況を鑑み ADB-TA 報告書 (1996) では「Integrated Valley Planning and Development Organization」なる組織を立ち上げて、有効な水資源利用の促進ないしは地下水利用の制限を行うことを提案している。

しかし、(i) 各レベルにおける地下水保全の意識が希薄であることや、(ii) 現行制度が十分に機能していないこと、(iii) 地方部での部族への規制が事実上出来ないこと、などを考慮すれば、新たな法規の制定や機関の設立においては相当の権限を集中しない限り、実効性のあるものとはならない恐れがあろう（調査団見解）。

現実的な方策は、現在各部局の調整役を担う計画・開発局（The Planning and Development Department, GOB）より、州としての地下水保全にかかわる方針を打ち出し、各関連機関の調整を図るべきものと考えられる。

8.3 水需要の抑制促進施策

8.3.1 節水の課題

近年均一電気料金の是正や電気料金の適切な徴収を実施しようとしたが、実施に際してはしばしば暴力的な反対に遭遇して成功しなかったことは前述したとおりである。今後もこのような方策による節水の促進は、困難なものと考えられる。

一方、農業・組合・食糧局や PCRWR などが実施・普及しようとしている節水灌漑（点滴灌漑）によれば、現況の水利用を半減出来るとされている。節水灌漑導入にかかわるインセンティブを導入することにより、現行の水利用形態を変化させる必要がある。

8.3.2 地下水資源の有限性に関わる広報、教育

住民・農民の多くは、現在の水不足は一過性のものであり、いずれまた地下水は回復する、と意識している。

このような認識を改めるために、徹底した広報や住民教育が必要である。対象は部族有力者などだけではなく一般農民やまた学校教育としても取り入れるべきである。

9. 建設機材調達・運用・維持管理と建設工事実施の現況

9.1 過去の機材案件で調達された機材の現況

日本国政府による過去の機材案件で調達された機材は、農業・組合・食糧局(Agriculture, Cooperative and Food Department)へ供与された農地開発用機材および水資源公団(WAPDA)へ供与された井戸掘り用リグ機材である。これら機材の現況について以下に述べる。

9.1.1 農地開発用機材

農業・組合・食糧局は、日本国政府による過去3回の食糧増産援助(2KR)並びに一般無償資金協力を受けて多くの農地開発用のブルドーザと補助機材を調達した実績を有する。加えて、英国および中国政府の援助によりブルドーザを調達した実績もある。所有する機材は、同局農業技術部によって運用・維持管理されており、農地開発を計画する農民に対し補助金による有利な条件で貸与されている。

所有する機材の内、農地開発の主力機材であるブルドーザの調達実績と現在の稼働状態をまとめると下表のとおりである。この表から、調達台数の合計340台の内、現在稼働可能なブルドーザは修理中も含めて315台であることがわかる。表-4にブルドーザ315台の各地区への配置状況を示す。ブルドーザの標準使用年数約11年(建設機械損料算定表)を基準値とすれば、315台の内228台が既に基準値を超えており、134台に至っては基準値の2倍近く稼働させている。

No.	調達年次	資金源	調達台数	稼働状況		
				稼働中	修理中	廃棄処分
1	1979/80	英国無償供与	40	8	18	14
2	1982/83	日本国 2KR	117	16	92	9
3	1987/88	日本国 2KR	86	8	76	2
4	1990/91	日本国 2KR	10	7	3	0
5	1993/94	日本国一般無償	80	70	10	0
6	-	自国資金	6	6	0	0
7	-	中国	1	0	1	0
合計			340	115	200	25

また、同局の農業技術部(Agricultural Engineering)が所有するブルドーザ以外の機材は、農業用トラクター13台、刈取り機械26台、輸送用車輛12台、燃料輸送車36台、ダンプトラック6台、移動式修理車11台、ジープ7台、ピックアップ35台であり、全て稼働可能な状態にある。

9.1.2 井戸掘り用リグ機材

水資源公団（WAPDA）は、1996年に日本国政府の一般無償資金協力を受けて5台の井戸掘り用リグ機材（ロータリー式4台、パーカッション式1台）を調達した実績を有する。なお、1998年に同公団の井戸掘削用機材部門と地下水モニタリング部門は灌漑・電力局へ移管され、これに伴い供与された井戸掘り用リグ機材は、現在、灌漑・電力局の水資源計画・開発・モニタリング部（Water Resources Planning, Development and Monitoring Directorate）で運営・維持管理されている。

同部が所有する井戸掘削用機材は、一般無償資金協力によって供与された5台の井戸掘り用リグ機材を含めて、井戸掘り用リグ機材33台（ロータリー式31台、パーカッション式2台）、トラッククレーン11台である。各機材の稼働状況は、全ての機材が稼働可能な状態にある。表-5に各機材の調達年次、製造元、稼働状況を示す。

9.2 建設機材の調達事情

州政府各部署がこれまでに調達してきた建設機械の調達先は、日本、英国、中国、フランス、米国、ドイツ等である。この内、日本からの調達機材が大部分を占めている。また、工事請負会社が所有する建設機材は、多くは日本製の建設機材であり、主に中古品をシンガポール等から調達している。

一方、工事請負業者は、不足する建設機材について、工事を管轄する政府部局所有の建設機材をリース契約して調達するか、あるいは民間リース会社から調達している。なお、政府部局が所有する建設機材は、稼働可能な機種並びに台数に制限があるため、実際には多くの建設機材を民間のリース会社から調達している（「パ」国内では、民間の建設機械リース市場が発達している）。

従って、DAD 建設工事を請負う建設業者は、同建設工期が約1年と短いことも考慮すると、民間リース会社から建設機材を調達する方法が現実的であり、我が国無償資金協力で建設機材を調達することが民業圧迫につながることもなる。（調査団見解）。

9.3 建設機材の運用・維持管理組織・体制

州政府機関の中で、建設機材を所有し、運用・維持管理を実施している主な機関は、下記4つの州政府局である。

- 1) 農業・組合・食糧局（Agriculture, Cooperatives and Food Department）
- 2) 灌漑・電力局（Irrigation and Power Department）
- 3) 交通・建設局（Communication and Works Department）
- 4) 公衆衛生技術局（Public Health Engineering Department）

各州政府局の現況について以下に述べる。

9.3.1 農業・組合・食糧局 (Agriculture, Cooperatives and Food Department)

同局は、「バ」州 26 地区を対象に農地開発事業を実施している。従って、所有する農地開発用ブルドーザは、表-5 のとおり 26 地区にそれぞれ配分され、各地区事務所の管理下で運用・維持管理されている。機材の運用・維持管理を担当する同局農業技術部は、州内の主要都市 6 箇所（クエッタ、ローラライ、シビ、ナシラバッド、クズダール、トゥルバット）に修理工場を所有しており、これらを核に各地区事務所を網羅する維持管理体制を敷いている。

技術要員の教育訓練は、1994 年に設置された農業機械技術訓練所で実施されており、ブルドーザの運転・整備を担当する技術者を育成しており、毎年 2 コース（1 コース 30 名の訓練生）計 60 名の技術者養成を行っている。同訓練所は農業技術部の管理下にあり、職員 17 名、年間予算 1.7 百万ルピーで運営されている。

農業技術部の組織図を図-5 に示す。また、農業技術部の職員構成を以下に示す。

農業技術部の職員構成	
職 種	人 数 (名)
部長	1
管理技師	2
農業技師	9
農業技師補	55
修理工場管理者	4
技術訓練所管理者	1
訓練指導員	3
機械工	90
電気工	42
旋盤工	19
溶接工	15
車輛運転手	121
ブルドーザ運転手	367
その他作業員、事務員	1,223
合 計	1,952

農業技術部の年次運営予算は、本年度下記のとおり約 2.97 億ルピー計上されている。また、別途本年度の開発予算として、ブルドーザのスペアパーツ調達のために 0.25 億ルピーが州政府より割り当てられている。

農業技術部の年次運営予算	
細 目	金 額 (ルピー)
職員給与	139,683,000
燃料費	115,600,000
機材維持管理費	33,100,000
その他施設維持費	8,572,000
合 計	296,955,000

農業技術部は、現在ブルドーザ賃貸料金を下記のとおり設定し、農民に対して補助レートで貸出しを行っている。

- 1) 農業目的の作業の場合 : 300 ルピー/時間 (年間 200 時間まで)
- 2) 農業目的の作業で政府特別資金による場合 : 480 ルピー/時間
(貧農がこの適用を受け、上記 480 ルピー/時間の内 400 ルピー/時間を政府資金で負担する。従って、農家の負担は 80 ルピー/時間のみ。)
- 3) 農業以外の目的の作業の場合 : 1,500 ルピー/時間

本件予備調査ではクエッタにある修理工場を視察した。同修理工場は 1957 年に設立、工場内の設備機械は主に米国による援助で供与されたものである。設備機械の種類および台数を表-6 に示す。同修理工場では主にブルドーザのオーバーホール (大修理) から部品の製作まで実施しており、作業に必要な設備機械は十分に具備されている。なお、全ての設備機械は既に 46 年経過しており更新の時期にあるが、維持管理が良く現在でも使用可能な状態にある。

以上のとおり、同局農業技術部は、機材の運用・維持管理を実施している機関の中で、職員数、管理体制、年間予算規模、維持管理施設、所有機材台数の全ての面で最も大きな機関であり、保有する維持管理施設の現況、保有する技術者数、全地区を網羅する維持管理体制、現有ブルドーザの稼働状況 (現有ブルドーザの 70 % 以上は標準使用年数を超えて稼働中) から判断して、維持管理能力は非常に高い (調査団見解)。

一方、農業技術部は、現在、他局が所有する機材を含めた全ての機材を一括管理する、独立した組織の設立構想を持っているが、2002 年 7 月 15 日に開催された検討会議 (計画・開発局が議長) 以後、審議は中断している。当該構想については、実現の可能性は非常に低いと判断される (調査団見解)。

9.3.2 灌漑・電力局 (Irrigation and Power Department)

灌漑・電力局では、同局水資源計画・開発・モニタリング部が機材の運用・維持管理を担当している。所有する機材は、DAD 建設用機材と井戸掘削用機材であり、工事請負業者へ貸出されている。機材の維持管理は、水資源計画・開発・モニタリング部が所有するクエッタの修理工場および各地区事務所の管理下で実施されている。なお、工事請負業者へ貸出し期間中の機材は、工事請負業者の責任で日常の点検・修理作業が実施される。

水資源計画・開発・モニタリング部が所有する機材については、井戸掘削用機材を表-7 に、建設用機材を表-8 にそれぞれ示すとおりである。井戸掘削用機材は、9.1.2 節「井戸掘り用リグ機材」で述べたとおり全ての機材が稼働可能な状態にある。また、建設用機材は、ほとんどが既に標準使用年数を超えているが、まだ多くの機材が稼働可能な状態にある。

水資源計画・開発・モニタリング部の組織図を図-6に示す。また、水資源計画・開発・モニタリング部の職員構成を以下に示す。

水資源計画・開発・モニタリング部の職員構成	
職 種	人 数(名)
部長	1
部長代理	2
課長	7
課長補佐	19
技師	22
コンピュータープログラマー	1
化学者	1
修理工場の職員	128
合 計	181

水資源計画・開発・モニタリング部の本年度の開発予算は、ブルドーザのスペアパーツ調達のために1,000万ルピーが州政府より割り当てられている。

水資源計画・開発・モニタリング部は、現在、所有するブルドーザおよび井戸掘り用リグ機材について、下記レートでの工事請負業者への貸出しを行っている。

(1) ブルドーザ賃貸料金

- 燃料となる軽油、潤滑油を含まない場合 : 870ルピー/時間
- 燃料となる軽油、潤滑油を含む場合 : 1,320ルピー/時間

(2) 井戸掘り用リグ機材賃貸料金 : 168ルピー/深さ1フィート

(維持管理費および注入機による循環用オイル供給費用を含む)

本件予備調査ではクエッタにある修理工場を視察した。同修理工場は1986年に設立、工場内の設備機械は米国の援助で供与されたものである。設備の種類および台数を表-9に示す。設備規模は、農業組合食糧局農業技術部所有のクエッタ修理工場と比べて小さいが、通常の作業に必要な設備機械は具備されており、全て使用可能な状態にある。

各地区に配分されている機材は、地区事務所の Executive Engineer の管理下で維持管理されており、通常の点検・修理作業は近くの民間修理工場へ委託し実施されている。また、工事請負業者へ貸出し期間中は、工事請負業者の責任で維持管理されている。従って、同修理工場では、オーバーホール（大修理）等が必要な機材のみをクエッタまで搬送し、修理作業を実施している。

以上のとおり、同部水資源計画・開発・モニタリング部は、所有する維持管理用施設としては大修理を担当するクエッタの修理工場のみであるが、通常の点検・修理等は民間修理工場へ委託する体制で実施されており、所有する機材の現況から判断しても、維持管理能力は高い（調査団見解）。

9.3.3 交通・建設局 (Communication and Works Department)

交通・建設局は、道路および公共の建造物工事を担当しており、クエッタに修理工場 1 箇所と主に道路工事用機材を所有している。所有する機材は表- 10 のとおりであり、工事請負業者へ貸出されている。所有する道路工事用機材は、ほとんどが既に標準使用年数を超えているが、まだ多くの機材が稼働可能な状態にある。

機材の運用・維持管理は、同局の電気/機械部門が担当しており、クエッタの修理工場および各地区事務所で実施されている。なお、工事請負業者へ貸出し期間中の機材は、工事請負業者の責任で日常の点検・修理作業が実施される。

各機材の工事請負業者への賃貸価格は、機械のタイプ別に設定されている。参考までに主要な機材の賃貸レート（燃料代は含まず）を以下に示す。

1) ブルドーザ (D-7 Caterpillar)	:	200,000 ルピー/月
2) モータグレーダ (145 HP Komatsu)	:	155,000 ルピー/月
3) 振動ローラ	:	85,000 ルピー/月
4) ダンプトラック	:	75,000 ルピー/月
5) 砕石プラント	:	350,000 ルピー/月
6) アスファルトプラント	:	1,140,000 ルピー/月

本件予備調査ではクエッタにある修理工場を視察した。同修理工場内の設備機械は、既に償却年数を越えた古い機械が多く、部品の製作等の精密加工作業は困難と判断された。なお、モービルクレーン等オーバーホール作業に必要な設備は具備されている。

各地区に配分されている機材は、灌漑・電力局の建設用機材の場合と同様、各地区事務所の Executive Engineer の管理下で維持管理されており、通常の点検・修理作業は民間修理工場へ委託し実施されている。従って、同修理工場ではオーバーホール作業のみ実施されており、現在の工場内の設備で十分作業可能である。

以上のとおり、同局は、灌漑・電力局と同様、所有する修理工場と民間修理工場の作業分担体制で機材の維持管理を実施しており、所有する機材の現況から判断しても、維持管理能力は高い（調査団見解）。

9.3.4 公衆衛生技術局 (Public Health Engineering Department)

公衆衛生技術局は、地方給水計画に基づいて飲料水を目的とする井戸を設置するため、直営方式で井戸掘削工事を実施している。なお、灌漑と飲料水の両方を目的とする井戸の設置は灌漑・電力局の担当となり、工事請負業者への発注方式で井戸掘削工事が実施される。

公衆衛生技術局が所有する井戸掘り用リグ機材および補助機材を表- 11 に示す。同局は、4 台の井戸掘り用リグ機材（1985 年モデル：3 台、1987 年モデル：1 台）を所有しており、全て稼働可能な状態にある。

機材の運用・維持管理は、同局の電気/機械部門が担当しており、通常の点検・修理作業は民間修理工場へ委託し実施されている。なお、同局は修理工場を所有していない。なお、同局は、所有する機材を使用し直営方式で工事を実施していることから、少ない機材を大切に維持管理しており、所有する機材の現況から判断しても、維持管理能力は高い（調査団見解）。

9.4 建設工事に係る関連法規・基準

9.4.1 入札および契約条件

灌漑・電力局が実施する建設工事は、全て工事請負業者への発注方式で実施されている。なお、同建設工事に応札する工事請負業者は、灌漑発電局の審査を経て下記カテゴリー一別（応札可能な事業の予算規模別）に登録されていることが条件となる。

- 1) カテゴリーA : 事業予算 100～10 百万ルピー
- 2) カテゴリーB : 事業予算 10～2.5 百万ルピー
- 3) カテゴリーC : 事業予算 2.5～0.1 百万ルピー

なお、応札業者の事前資格審査（Pre-qualification: PQ）は実施されていない。

本件予備調査では、州政府資金事業および ADB 融資による事業の 2 種類の入札図書を手入した。各入札図書の主な特徴は、下記のとおりである。

(1) 州政府資金事業

- ア. 工事予定価格が明記される
- イ. 数量明細書（Bill of Quantities）に予定価格の各単価が明記される
- ウ. 応札業者は応札価格（合計額）のみを記す
- エ. 技術仕様書は添付されない

(2) ADB 融資による事業

- ア. 工事予定価格が明記される
- イ. 数量明細書（Bill of Quantities）に予定価格の各単価が明記される
- ウ. 応札業者は数量明細書に各応札単価を記すと共に合計額も記す
- エ. 簡単な技術仕様書（Technical Provision）が添付される

入札書に含まれている契約条件（Condition of Contract）は、国際契約約款である FIDIC と比べて、契約条項が少なく完成度が低いように思われる。しかしながら、当建設工事のように、比較的工事金額が小さく、工期が短く、また工事内容もさほど複雑でない条件下では、同契約条件の内容でも十分に運用可能である（調査団見解）。

9.4.2 入札評価

入札公示から入札評価までの一連の作業は、Executive Engineer の責任下で実施される。また、最終的な業者選定の承認は、事業費の予算規模別に以下のとおり権限が委任されている。

- | | | |
|-----------------------------|---|-----------------------|
| 1) Executive Engineer | : | 事業予算 0.2 百万ルピー以下 |
| 2) Superintending Engineer | : | 事業予算 0.2 ~ 1.0 百万ルピー |
| 3) Chief Engineer | : | 事業予算 1.0 ~ 10.0 百万ルピー |
| 4) Bid Evaluation Committee | : | 事業予算 10.0 百万ルピー以上 |

9.4.3 技術標準仕様書

現在、州政府各局で使用している技術標準仕様書は、Part I: Specifications for Construction Materials および Part II: Specification for Execution of Works の 2 部構成になっており、1986 年、West Pakistan Standing Rates Committee によって発行されている。同仕様書は、州政府各局において契約ベースで実施する全ての土木工事を対象としており、全局で共通に使用出来る内容となっている。同仕様書の各項目の内容は、施工方法、品質管理、数量算定方法、工事単価設定条件等を網羅しており、完成度は高いと判断される（調査団見解）。

West Pakistan Standing Rates Committee は、同技術仕様書および事業実施計画書 (PC-1) の建設工事見積もり時に使用する工事積算基準書の検討委員会である。メンバーは、下記のとおり各州政府の代表者で構成されており、1964 年以来同技術仕様書類の内容検討並びに改定作業を実施している。

- 1) Additional Secretary to Government, West Pakistan, Finance Department: Chairman
- 2) A Representative of Irrigation and Power Department of the Provincial Government
- 3) A Representative of West Pakistan Water and Power Development Authority
- 4) A Representative of the Communication and Works Department
- 5) A Representative of the Public Health Engineering Department
- 6) A Representative of the Pakistan Western Railways
- 7) A Representative of the West Pakistan Agricultural Development Corporation

9.5 建設工事実施体制と工事請負業者

9.5.1 建設工事実施体制

建設工事の施工監理は、灌漑・電力局の各地区事務所に配属されている Sub-divisional Officer が担当する。同 Officer は、上記技術標準仕様書を用いて工事請負業者を直接指導し、施工方法、品質管理の実質的な責任を担っている。従って、建設工事は、発注者と工事請負業者との高い信頼関係に基づいて実施されていると推測される。即ち、発注者と工事請負業者の関係は、契約書をベースとした 2 者構造の実施体制ではあるが、工事の品質管理については明確な責任分担が成されていないと推測される（調査

団見解)。

一方、一般無償工事案件の場合、工事契約書として国際契約約款 (FIDIC) が基準となる。従って、政府担当官並びに現地の工事請負業者が国際契約約款と付帯する工事仕様書の内容を理解するには、多くの労力を要するものと判断される (調査団見解)。

9.5.2 工事請負業者

本件予備調査では、DAD 建設工事において豊富な実績をもつ工事請負業者、「HAJI MUSA JAN」へのインタビューを行いおよび同建設会社の説明書を入手した。

同建設業者は、Pakistan Engineering Council によって政府登録されている業者であり、クエッタに本社事務所を置いている。在籍する政府登録した技術者 (Professional Engineer) は、土木技師 3 名、機械技師 2 名、電気技師 2 名、鉱山技師 1 名の計 8 名、事務所員は 4 名、労務者は建設機械のオペレータを含めて計 270 名である。所有する建設機械は、リース契約している機械も含めて約 60 台である。

インタビューは、施工監理を担当する灌漑・電力局の Sub-divisional Officer の仲介で実施された。同 Officer の見解では、同建設業者の施工実績を高く評価しており、お互いの信頼関係も高い (調査団見解)。

9.6 建設工事の施工条件

DAD の建設工事は、現在、上述のとおり灌漑・電力局が所有する技術標準仕様書に基づき施工されている。本格調査実施における施工条件として留意すべき主な点を以下に示す (調査団見解)。

- 1) 調査対象地域の降雨量は年間を通じて著しく少ないため、降雨による施工の制約は少ない。しかしながら、冬季および夏季モンスーンの時期に降雨が短時間にもたらされるため、半川締切りによる仮排水路を確保する。
- 2) 堤体の盛土材は、ダムサイトの上下流付近に堆積する河床材および洪水吐建設のための掘削土を用いる。なお、現場の気象条件から同盛土材の自然含水比は常に低く、乾燥状態にあると推定されるため、盛土の締固め作業時には、十分に散水を行い、最適な含水比調整に留意する。
- 3) 盛土材の粒度分布にも留意し、パイピングや沈下に対し十分な強度を持たせるよう技術仕様書に従って十分に締固めを行い、適切な材料試験を実施する。

9.7 建設工事の積算条件

事業実施計画書 (PC-1) の建設工事見積書は、現在、「バ」州政府が発行している最新の工事積算基準書 (Composite Schedule of Rates 1998) で設定している各工事単価を用いて作成されている。また、同基準書の各工事単価項目は、9.4.3 節「技術標準仕様書」で述べた技術標準仕様書の各工事仕様内容と一致した内容になっている。

なお、同基準書で設定された工事単価は、1998年時の建設機械の賃貸価格、資材価格および労賃に基づき算定された工事単価であるため、現時点の工事単価として適用するには、各市場単価を調査し工事単価を見直す必要がある（調査団見解）。本件予備調査時に調べた結果では、資材価格および労賃は、5年前と比べて1.5～2.0倍近く上昇している。なお、建設機械の賃貸価格は過去5年間変動していない。

主要な資材価格および労賃の市場価格の推移を下表に示す。

主要な資材価格および労賃の市場価格の推移		
項目	1998年3月時の市場価格（ルピー）	2003年10月時の市場価格（ルピー）
軽油	9.4 /liter	21 /liter
セメント	4,000 /ton	4,900 /ton
鉄筋	20,500 /ton	31,000 /ton
未熟練工労賃	100 /日	150 /日
熟練石積工労賃	250 /日	500 /日

本格調査実施における積算条件として留意すべき主な点を以下に示す（調査団見解）。

- 1) DAD 建設に必要な資機材並びに労務者は、全て「パ」国内にて調達可能である。従って、本格調査実施時には、資材価格、労賃並びに建設機械の賃貸価格の各市場価格を調査し、工事単価を算定する。
- 2) 堤体の盛土材は、ダムサイトの上下流付近に堆積する河床材および洪水吐掘削からの掘削土を用いる計画となる。従って、堤体の盛土工事単価は、土取場からの運搬土量および洪水吐掘削材からの流用土量に基づく運土計画を作成し、工事単価を算定する。
- 3) また、洪水吐やダム上流面の法面保護材として使用する石材は、近傍の採石地から運搬する計画となる。従って、石積工事単価は、採石地からの運搬計画に基づいた工事単価を算定する。

10. 案件実施検討上の課題

10.1 現状と課題のまとめ

洪水流出水利用の現状と課題を以下に要約する。

- 洪水流出水利用形態
 - ・ 一般に地下水帯水層がある地域では、1960年代から下流放流設備を持たない従来型のDADが建設されて来たが、それらの地下水涵養効果は低下している。そこで、近年は、下流放流設備を付帯する改良型DADが建設され始め、地下水涵養効果を持続させる試みが進められている。
 - ・ 地下水帯水層に乏しい地域では、Ganda や Bandat によって洪水灌漑が行われている。
 - ・ コンターバンド／リッジによる地下水涵養は行われていない。
- DADの涵養効果測定
 - ・ 従来型・改良型ともにDADの地下水涵養効果を科学的技術的に立証する情報は得られていない。
 - ・ ただし、6.2.2節「最近の効果観測計画」で記述のとおり、改良型DADの効果を観測しようとする機運が高まりつつある。
- DADの涵養効果
 - ・ 従来型DADについては、その運用初期段階（数回の洪水まで）では、洪水流出水が涵養されていたと考えられるが、シルト堆積後の洪水流出水涵養は著しく阻害され、さらに、本来涵養に回るはずの洪水流出水も貯留されるのみで、蒸発によって失われている可能性もあり、本来自然が有していた地下水涵養効果を阻害しているDADもあると考えられる。
 - ・ 改良型DADはすべて下流放流設備を有する構造となっている。このようなDADでは涵養効果を期待することが出来るが、効果の立証と涵養方法の一層の改良が必要である。
- DAD計画・設計・施工の妥当性
 - ・ 従来型・改良型ともに、建設費を抑えるため、DADの堤高さはハイダムの適用を受けない15 m (50 ft) 以下となっているが、それでも適切な設計や施工管理が行われていないものも見受けられる。なお、現在行われているDADの計画・設計・施工が、近代的なダム工学の基準に照らして主に堤体等施設の安全面からみて妥当なものかどうか、権威筋による客観的な判断は為されていない。今後検討を要する課題である。
 - ・ 事前の地質調査は行われていない。

- 地下水資源
 - ・ 管井（Tube well）による灌漑用水取水等、地下水涵養量に比べて使用量が大幅に超過しているため、地下水資源は枯渇しつつある。

- DAD 建設の動向と問題点
 - ・ 需要側の制限（節水）と供給維持ないし増加（地下水涵養）が必要である。
 - ・ 節水についてはこれまで種々の試みが行われてきたが、いまだ奏功していない。電力料金定額制を使用量制に変更する等一層の努力が必要である。
 - ・ その一方で、改良型 DAD については地下水涵養効果持続性が依然として明らかでなく涵養効果の立証が求められると共に、涵養効果の持続性を保持するための計画・設計・施工等の一層の改善をもって地下水涵養の効率・効果の向上を図る必要がある。
 - ・ 現状では DAD に依然として上述のような問題があるにも拘らず、「バ」州では、今後も積極的に DAD の建設を進めようとしている。また、DAD 建設に対する農民の期待も高い。

10.2 開発可能な水資源量

10.2.1 地表水資源量

地表水資源量については、4.3 節「地表水資源」にて既述のとおり、プロジェクト対象地域（DAD 対象地域）¹では、流量観測が全く行われていないことから、雨量から推定する以外はないが、それも、現時点では、世銀による Balochistan Community Irrigation and Agriculture Project（BCIAP）の一環として建設された Toiwar Flood Irrigation Scheme のために計算されたデータしかない。従って、対象地域全体の地表水資源量については、現在、把握出来ない。

流域毎に、流域面積・流域平均幅・形状係数・河川密度等により、降雨量と流出量の関係が異なるので、各流域の計算をする必要がある。

また、流量観測データが無いことから、ある程度の精度で流出量を推定するためには、流量観測から始めなければならない。対象地域の河川が全て季節河川であることから、通常の流量観測所のそれとは異なる観測方法・体制が必要である。

なお、各 DAD 地点のピーク流量については、設計洪水量として求められているが、これは総流出量データではない。

即ち、現段階では、ごく概算で推定するしかない。

10.2.2 地下水資源量

地下水資源量については、4.4 節「地下水資源」にて既述のとおり、ADB の技術支援

(TA) で行ったハルクロー社の調査 (1996) がある。これは、地域全体で揚水している地下水量を表すものではなく、現在の地下水利用状況に対して更に増加使用出来る量 (プラス)、並びに過剰揚水量 (マイナス) を示すものである。

調査対象地域に関連するデータとしては、Pishin Lora 流域の Quetta サブ流域でマイナス 25,700,000 m³/年、Mastung サブ流域でマイナス 8,800,000 m³/年、Mangochar サブ流域でマイナス 13,200,000 m³/年、Pishin サブ流域でマイナス 49,500,000 m³/年、合計マイナス 97,200,000 m³/年となっている。また、Nari 流域の Loralai サブ流域でマイナス 10,300,000 m³/年となっている。

詳細は表 - 4 に示されているが、これによっても調査対象地域の地下水水収支は既に過剰揚水になっている。

即ち、地下水使用量を減らすか、さらなる地下水涵養をする必要があるということを示している。

10.3 利用可能な水資源量

10.3.1 地表流出水の利用可能量

地表流出水の利用可能量については、7.2 節「洪水流出水 (地表流出水) の灌漑利用」にて既述のとおり、降雨量と表面流出率から概算で流出量を求め、更に、灌漑用水の利用形態から利用可能率を求めることによって推定することになる。

7.2 節で算定したとおり、地表流出水の作物栽培 (代表例として冬作小麦) に直接利用可能な割合は、対象期間 (10 月 ~ 5 月) の降雨量に対する率で表して、Highland Sailaba の場合 10 %、Sibi 市南部の Lowland Sailaba の場合 5 %、Toiwar コンクリート堰による場合 5 %、Bund Khushdil Khan (貯水ダム) の場合 50 %となる。

即ち、洪水流出水の利用に関しては、堰による取水方式は効率が悪く、貯水ダムの方が湖水面蒸発を差し引いても効率が良いと言える。その理由は、灌漑が必要な時期に水が利用出来るかどうかということである。

10.3.2 地下水の利用可能量

一方、地下水の利用可能量については、7.3 節「地下水の灌漑利用」にて既述のとおり、水源が圃場に近接するので、灌漑方法から灌漑効率を求めて推定することになる。

7.3 節で算定したとおり、地下水の作物栽培に直接利用可能な割合は取水量に対する率で表して、カレーズ・湧水の場合 55%、管井 (Tube well) 畝間水盤灌漑の場合 60%、管井 (Tube well) 点滴灌漑の場合 90%となる。

即ち、点滴灌漑普及の必要性が高いことを示している。

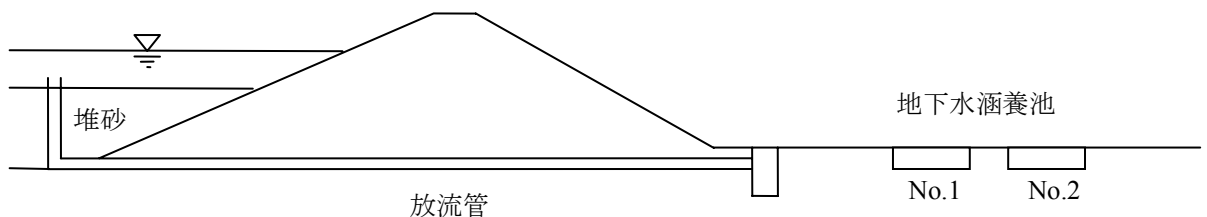
¹ 「開発調査、平成 9 年」参照

さて、こうした水資源量に係る不確定要素から、何れにせよ精度の高い地域の水資源開発計画・利用計画は困難であるが、もし、この問題がクリアされたとして、本件協力実施検討上の課題として検討しなければならない事項には、以下に述べるように、(i) 各施設の技術的完成度、(ii) 各施設の持続的維持管理の可能性、(iii) 供与対象機材の用途と種類・台数、(iv) 供与対象機材の持続的維持管理の可能性、(v) 利水裨益に係る社会的公平性、(vi) 社会・経済への影響、といったものがある。

10.4 建設対象施設の技術的完成度

本件予備調査で建設を検討すべき対象としては、地下水涵養施設と水源施設（貯水・取水・揚水施設等）とし、水利用施設は除外して考えるものとする。

懸案の DAD については、最近の設計では下流への放流管と地下水涵養池を取り入れており、地下水涵養のための施設として有望なものと推定されるが、地下水涵養効果（特に地下水流の経路と受益地）検証等の点で不十分であり、6章「地下水涵養ダム（Delay Action Dam, DAD）の現況」で述べたように現時点の計画設計レベルでは、技術的に完成した構造物とは認め難い。



なお、地下水涵養施設としての洪水拡散堤群についても、更に調査・研究の必要があるものである。

他の洪水流出水利用施設のうち、伝統的に引継がれて来た手法は完成された技術に基づくものとは言い難いが、それぞれの施設の利用目的に照らせば、それなりに今まで存続して来た理由は理解出来るものである。ただ、7.2節「洪水流出水（地表流出水）の灌漑利用」にて既述のとおり、初回灌漑後は天水栽培となるため営農的な見地からは効率の悪いもので、これから普及して行くべきものとは認め難い。

なお、地下水対象のカレーズは、通年灌漑が可能で営農的な見地からは望ましい施設であるが、土木構造的に仮設構造物に近く、維持管理作業のため人が地下水路内に入る時の安全性は確保されていない。こうした点で近代的な設計基準を満たす水準には達しておらず何らかの構造的改良が必要で、完成された技術に基づくものとは言い難い。

即ち、無償資金協力で馴染み易い技術的に完成したものとしては、地表流出水対象の

貯水ダムと、地下水対象の湧水施設・管井（Tube well）が挙げられる。

しかし、DAD については、地下水涵養施設としての期待が高いことから、効果が検証された上で、事業実施を検討すべきである。

10.5 建設対象施設の持続的維持管理の可能性

本件予備調査で検討対象である地下水涵養施設と水源施設（貯水・取水・揚水施設等）のうち、DAD については、堆砂対策等の問題があり、現時点の施設レベルでは持続的維持管理の可能性ありとは認め難い。

10.6 供与対象機材の用途と種類・台数

供与検討対象機材は、1.3.2 節「DAD 建設用機材の供与」に記載した要請機材である。同要請機材を使用目的別に分類すると下記のとおりである。

使用目的別要請機材	
使用目的	機 種
堤体基礎掘削および土取場での掘削押土	ブルドーザ
掘削土および盛土材の積込み	ホイールローダ
掘削土および盛土材の運搬	ダンプトラック
盛土材の敷均し	ブルドーザ
盛土材の締固め	振動ローラ タンピングローラ
発破作業用の削孔	せん孔機械 空気圧縮機
建設資機材の運搬	トラック トラッククレーン ピックアップ トラックトレーラ
給油支援	給油車

要請機材は、5つのDAD建設のために要請されたものであり、各DADのダムタイプは、重力式コンクリートダム1つ（Brewary）、フィルダム4つ（Kad Kocha II、Mangi、Jigda、Dara）である。なお、要請機材の用途は、上記使用目的別の機種から判断して、主に4つのフィルダム建設に必要な機材と推測される。

10.6.1 堤体盛土工事に対する要請機材

従って、要請機材の機種・台数の妥当性検討では、4つのフィルダムを対象とし、主要工種である堤体盛土工事で必要となる機材の機種・台数について下記のとおり検討

した。なお、各フィルダムの堤体盛土工事の工期は、要請書に記載された実施スケジュールに基づく。

(1) 機種

盛土材の採取、積込み、運搬、敷均しおよび締固めに用いる施工機械の機種・規格の組合せは、日当り取扱い土量および現場条件等により選定される。当ケースでは、4つのフィルダムの日当り盛土量は、築堤量および工期から概算して平均1,300~2,600 m³と大きいですが、ダム規模および一般道路の通行等を考慮すると、運搬車両として10 ton ダンプトラックが選定される。従って、各作業で使用する施工機械の機種・規格の組合せは下記のとおり選定される。

堤体盛土工事における施工機械の組合せ	
使用目的	機種・規格
土取場での掘削押土	21 ton ブルドーザ
盛土材の積込み	2.1 m ³ ホイールローダ
盛土材の運搬	10 ton ダンプトラック
盛土材の敷均し	21 ton ブルドーザ
盛土材の締固め	8 ton 振動ローラ

(2) 台数

各フィルダムの堤体盛土工事は同時並行で実施される。従って、上記施工機械の必要台数は、各施工機械の日当り作業能力および各フィルダムの日当り平均盛土量から下記のとおり算出出来る。算出結果から、21 ton ブルドーザは掘削押土および敷均し用合計で30台、2.1 m³ホイールローダは19台、10 ton ダンプトラックは33台、8 ton 振動ローラは7台必要となる。

堤体盛土工事における施工機械の台数				
ダム名	Kad Kocha II	Mangi	Jigda	Dara
築堤盛土量 (m ³)	152,000	171,000	114,000	297,000
工期 (月)	3	3	4	6
月当り盛土量 (m ³ /月)	50,667	57,000	28,500	49,500
日当り盛土量 (m ³ /日)	2,300	2,600	1,300	2,300
掘削押土ブルドーザ作業能力 (m ³ /日)	490	490	490	490
ホイールローダ作業能力 (m ³ /日)	480	480	480	480
ダンプトラック作業能力 (運搬距離 : 200m) (m ³ /日)	270	270	270	270
敷均しブルドーザ作業能力 (m ³ /日)	970	970	970	970
振動ローラ作業能力 (m ³ /日)	1,370	1,370	1,370	1,370
掘削押土ブルドーザ必要台数 (台)	5	6	3	5
ホイールローダ必要台数 (台)	5	6	3	5
ダンプトラック必要台数 (台)	9	10	5	9
敷均しブルドーザ必要台数 (台)	3	3	2	3
振動ローラ必要台数 (台)	2	2	1	2

(3) タンピングローラ

上記以外の施工機械では、盛土材の締固め用としてタンピングローラ 1 台が要請されている。同機材は、岩石や固結粘性土を破碎、また間隙水を消散させる場合の締固め作業支援機材であるため、仕様は 21 ton クラス、台数は 1 台で十分であると判断される。

10.6.2 堤体盛土以外の工事に対する要請機材

一方、フィルダムの堤体盛土工事用機材の他に、発破作業用の削孔機材、給油支援機材および建設資機材運搬用の機材の要請がなされている。

(1) 削孔機材

削孔機材については、要請書に仕様が明記されていないため、ここでは海外の発破作業で多く使用されている機種・規格を選定する。必要台数は、硬岩掘削が必要な Brewery DAD、中硬岩掘削が必要な Jigda DAD および Dara DAD の 3 つダムサイトに各 1 台ずつ、合計各 3 台とする。

(2) 給油支援機材

給油支援機材についても、要請書に仕様が明記されていないため、ここでは汎用機種・規格を選定する。必要台数は、5 つのダムサイトに各 2 台ずつ、合計 10 台とする。

(3) 建設資機材運搬用機材

建設資機材運搬用の機材については、要請書の仕様に間違いあるいは不十分な点もあるため、ここでは現場条件に適した機種・規格を選定する。必要台数は、5つのダムサイトに各1台ずつ、合計各5台とする。

10.6.3 要請機材検討結果

以上、要請機材の機種、仕様および台数の妥当性について検討した結果を以下に示す。なお、本検討結果は、予備調査段階での検討結果であり、基本設計調査で詳細な検討を要する。

要請機材の妥当性検討結果		
機種	仕様	台数、尚()内は要請台数
ブルドーザ	21 ton クラス	30 (10)
ホイールローダ	2.1 m3 クラス	19 (5)
振動ローラ	8 ton クラス	7 (10)
タンピングローラ	21 ton クラス	1 (1)
ダンプトラック	10 ton クラス、6 x 4	33 (20)
トラック	4 ton クラス、4 x 4	5 (2)
トラッククレーン	2.9 ton クレーン積載型、4 ton 積シャシ	5 (1)
ピックアップ	W キャブ、4 x 4	5 (3)
空気圧縮機	吐出量 19 m3/min	3 (3)
せん孔機械	クローラドリル空気式 180 kg 級	3 (5)
給油車	タンク容量 8,000 litre	10 (10)
トラックトレーラ	最大積載量 20 ton、6 x 4	5 (5)

現在、DAD の建設は、工事請負業者への発注方式で実施されている。また、工事請負業者は、自社所有の機材、民間リース会社あるいは灌漑・電力局からの貸与機材を使用して工事を実施している。従って、本要請機材は、上記結果から 5 箇所の DAD 建設のために必要な機材および台数の一部である。

一方、灌漑・電力局の組織・体制、要員を考慮した場合、実際にはこれらの機材は、工事請負業者に貸与される可能性が非常に高い。即ち、用途は、DAD 建設業者への貸与を想定すべきものである。そうした場合、当該機材を供与する必要性が高いとは認め難い。更に、無償資金協力によって調達された機械が民間リース会社の経営を圧迫する可能性もある。

10.7 供与対象機材の持続的維持管理の可能性

9章「建設機材調達・運用・維持管理と建設工事実施の現況」で既述のとおり、農業・組合・食料局を始め、灌漑・電力局も、対象機材の維持管をする技術力、組織・体制を備えていると認められる。即ち、供与対象機材に対する持続的維持管理の可能性は高いと言える。

10.8 利水裨益に係る社会的公平性

新規水源施設として、農民にとって利用価値が高いものは、地表流出水に対する貯水ダム、地下水に対するカレーズ・湧水、管井（Tube well）である。これらのうち対象地域では、管井（Tube well）の利用が80%以上を占めている。

地下水開発計画が実施された後、農業生産性の改善が期待されるが、裨益農民の土地所有形態の問題が発生する。土地所有形態については、4.7節「土地所有形態」で既述したとおりである。近年の地下水位の低下を勘案すると、より深い管井（Tube well）を掘削する余力をもたない自作農が、同節で述べた自作兼小作農や小作農に転換せざるを得ない状況となることが懸念される。公平な利水裨益を実現する開発計画の策定が重要である。

10.9 社会・経済への影響

本件予備調査対象のプロジェクトの社会・経済に及ぼす影響を考える場合、水資源の増加に係る定量的な把握が欠かせない。

既述のとおり、現在（i）水資源の定量的把握が困難なこと、（ii）地下水源はすでに過剰使用の状態であることを考慮した場合、DAD等によって地下水を涵養したとしても、現状の農業生産を維持するのが精一杯ということになると予想される。

農業生産の増加を通じて地域住民の生活水準の向上に結びつけるためには、利水分野での節水灌漑等の普及による灌漑面積の増加による農業生産の増加がより現実的なアプローチと考えられる。

1 1. 要請案件の妥当性検討

11.1 DAD の建設

10.2 節「開発可能な水資源量」、10.4 節「建設対象施設の技術的完成度」、10.5 節「建設対象施設の持続的維持管理の可能性」、10.8 節「利水裨益に係る社会的公平性」、10.9 節「社会・経済への影響」で述べた協力実施検討上の課題を考慮すれば、現時点で無条件のまま、要請された DAD 建設を実施に移すことの妥当性は認め難い。

しかし、10.4 節「建設対象施設の技術的完成」で述べたように、DAD は地下水涵養施設としての期待が高いことから、効果が検証された上で事業実施を検討すべきものと考えられる。

11.2 DAD の建設に必要な機材の供与

要請された DAD 建設の妥当性は認め難いことから、10.5 節「建設対象施設の持続的維持管理の可能性」で述べたように管理能力有りとしても、現時点での計画設計等技術レベルでは DAD 建設自体の妥当性が認め難いことから、そのための機材供与の妥当性も認め難い。

また、10.6 節「供与対象機材の用途と種類・台数」で述べたように、供与機材が工事請負業者への貸与機材となり、更にそれが民間リース会社等の民業圧迫につながる可能性が高い点にも留意する必要がある。

即ち、無償資金協力事業としての供与機材の妥当性も認め難い。

11.3 その他の洪水活用施設の建設

その他の洪水流出水活用施設の建設については、10.3 節「利用可能な水資源量」で述べたように、他の洪水流出水利用施設は水資源の利用可能率が低いとともに、適時灌漑が出来ないことから農業生産性も低くなり、その妥当性は認め難い。

添付表

- 表 - 1 面談者リスト
- 表 - 2 現地調査工程表
- 表 - 3 雨量記録表（クエッタ市）
- 表 - 4 地下水賦存量（ADB – TA, 1997）
- 表 - 5 農業・組合・食糧局所有のブルドーザ配置状況
- 表 - 6 農業・組合・食糧局所有のクエッタ修理工場内の設備機械一覧
- 表 - 7 灌漑・電力局所有の井戸掘削用機材一覧
- 表 - 8 灌漑・電力局所有の建設用機材一覧
- 表 - 9 灌漑・電力局所有のクエッタ修理工場内の設備機械一覧
- 表 - 10 交通・建設局所有の建設用機材一覧
- 表 - 11 公衆衛生技術局所有の井戸掘削用機材一覧

表-1 面談者リスト
(バロチスタン州 洪水流出水開発計画 予備調査)

氏名	職位	所属
連邦政府 (Federal Government)		
財務・税務・経済・計画・開発・統計省 (Ministry of Finance, Revenue, Economic Affairs, Planning & Development and Statistics)		
Mr. M. Ashrah Khan	Joint Secretary	Economic Affairs Division
水資源・電力省 (Ministry of Water and Power)		
Mr. Riaz Ahmad Khan	Additional Secretary	Ministry of Water and Power
連邦洪水対策委員会 (Federal Flood Commission, FFC)		
Mr. I. B. Sheikh	Acting Chairman	FFC, Islamabad
水資源学術調査研究所 (Water Resources Research Institute, WRRI)		
Dr. Zahid Hussain	Director	WRRI, Islamabad
食糧・農業・畜産省 (Ministry of Food, Agriculture and Livestock)		
Mr. Abdul Karim Chaudhary	Director General	Federal Water Management Cell
パキスタン農業学術調査会議 (Pakistan Agricultural Research Council, PARC)		
Mr. Mohammad Afzal	Chief Scientific Officer	PARC, Islamabad
科学技術省 (Ministry of Science and Technology)		
パキスタン水資源学術調査会議 (Pakistan Council of Research in Water Resources, PCRWR)		
Dr. Muhammad Akram Kahlowan	Chairman	PCRWR, Islamabad
Dr. Muhammad Ashraf	Director	PCRWR, Islamabad
Dr. Jalal-ud-Din Qureshi	Deputy Director	Water Resources Research Center, Quetta
Mr. Abdul Jabbar Khan	Assistant Deputy Director	Water Resources Research Center, Quetta
パキスタン気象局 (Department of Meteorological Services, Quetta, GoP)		
Mr. Zia-ud-Din Khan,	Director,	Geophysical Centre,
Mr. Saifullah Shami,	Deputy Director	do
Mr. Zahid Rahi,	Seismologist	do
Mr. M. Anees Siddiqui,	Meteorologist	Atmospheric Physics Section
パキスタン測量局 (Survey of Pakistan, Ministry of Defence)		
not revealed	Director	
パキスタン地質調査所 (Geological Survey, Pakistan (GSP), Ministry of Petroleum and Natural Resources)		
Dr. Muhammad Ishaq Ghaznavi	Director (Planning and Information)	
Mr. Mehtab Ur Rahman	Geophysicist	
Mr. Muhammad Iqbalsh	Hydrogeologist	
科学技術研究センターパキスタン評議会 Pakistan Council of Science and Industry Research Center (PCSIRC)		
Dr. Kameen Khan	Director	
バロチスタン州政府 (Balochistan Provincial Government)		

表-1 面談者リスト
(バロチスタン州 洪水流出水開発計画 予備調査)

氏名	職位	所属
計画・開発局 (Planning and Development Department)		
Mr. Nadir Ali	Additional Chief Secretary	Planning and Development Department
Mr. Muhammad Azam	Chief Engineer	
Mr. Nadeem John	Private Secretary Officer	
灌漑・電力局 (Irrigation and Power Department)		
Mr. Munawar Khan Mandokhail	Secretary	Irrigation and Power Department
Mr. Aji Mohammad Raza	Chief Engineer (South)	Irrigation and Power Department
Mr. Albab Mohammad Yusuf	Director General	Water Resources Planning, Development and Monitoring Directorate
Mr. Nadir Ali	Deputy Director	Water Resources Planning, Development and Monitoring Directorate
Mr. Mumtaz Khan	Chief Engineer (North)	Irrigation and Power Department
Mr. Noor Ahmed Baloch	Super-intending Engineer	Irrigation Circle Kalat
Mr. Mohammed Ibrahim Rind	Super-intending Engineer	Irrigation Circle Patfeeder Canal
Mr. Habib-ullah Khan	Super-intending Engineer	Irrigation Circle Loralai
Mr. Usman Babai	Super-intending Engineer	Irrigation Circle Quetta
Mr. Iftikhan Ahmed Mir	Executive Engineer (Technical)	Office of Chief Engineer (North)
Mr. Abdul Wahab	Sub-divisional Officer	Office of Chief Engineer (North)
Mr. Muhammad Aslam Shahwani	Community Agriculture Advisor	Office of Chief Engineer (North)
Mr. Khawaja Saleem	Civil Secretary	Office of Chief Engineer (North)
Mr. Abdle Jabbar	Super Intending Engineer	Office of Chief Engineer (North)
Mr. Saleem Anwar	Maintenance Engineer	Office of Chief Engineer (North)
Mr. Ahsan Hidayat Khan	Executive Engineer	Irrigation Division Quetta
Mr. Qutab Khan	Sub-divisional Officer	Irrigation Sub-division Quetta
Mr. Zia-ul-Haq	Junior Engineer	Irrigation Sub-division Quetta
Mr. Saleem Khal	BCIA Project Officer	Irrigation Division Quetta
Mr. Sher Zaman	Executive Engineer	Irrigation Division Pishin
Mr. Abdul Karim Khan	Assistant Engineer	Irrigation Division Pishin
Mr. Abdul Zahir Khan	Junior Engineer	Irrigation Sub-division Pishin
Mr. Barkattullah Khan	Sub-divisional Officer	Irrigation Sub-division Pishin
Mr. Jan Mohammad	Sub-divisional Officer	Irrigation Sub-division Pishin
Mr. Ilyas	Executive Engineer	Irrigation Division Zhob
Mr. Sher Afghan Khan	Assistant Engineer	Irrigation Division Zhob
Mr. Slat Khan	Executive Engineer	Irrigation Division Loralai

表-1 面談者リスト
(バロチスタン州 洪水流出水開発計画 予備調査)

氏名	職位	所属
Mr. Bashir Tareen	Sub-divisional Officer	Irrigation Sub-division Loralai
Mr. Anwarul Haq	Executive Engineer	Irrigation Division Mastung
Mr. Mohammad Haneef	Junior Engineer	Irrigation Sub-division Mastung
Mr. Shah Syed	Executive Engineer	?
Mr. Sayed Abaid Ullah	Executive Engineer	Irrigation Division Khuzdar
Mr. Irshad Jamali	Sub-divisional Officer	Irrigation Sub-division Khuzdar
Mr. Hamid	Executive Engineer	Irrigation Division Sibi
Mr. Muhammad Yagub Khan	Sub-divisional Officer	Irrigation Sub-division Sibi
Mr. Nizamuddin	Irrigation Engineer	Irrigation Sub-division Dhadar
農業・組合・食糧局 (Agriculture, Cooperative and Food Department)		
Mr. Abdul Salam Baloch	Secretary	Agriculture, Cooperative and Food Department
Dr. Abdul Hameed Bajoi	Director General	Directorate General of Agriculture
Mr. Muhammad Achakzai	Director General	Directorate General of Agriculture
Mr. Inam-ul-Haq	Assistant Director	Directorate of Agriculture Extension
Mr. Muhammad Ishaq Baloch	Director	Directorate of On-farm Water Management / Trickle Irrigation
Mr. Mamsoor Ahmed Bajwa	Assistant Director	Directorate of On-farm Water Management / Trickle Irrigation
Mr. Muhammad Riaz Khan Kasi	Assistant Engineer	Trickle Irrigation Scheme / Agriculture Model Farm Sariab
Mr. Abdullah Baloch	Director	Directorate of Agriculture Economics and Marketing
Mr. Syed Saadat Hussain Naqvi	Director	Directorate of Agricultural Engineering
Mr. Jamil Rind	Deputy Director	Directorate of Agricultural Engineering
Mr. Abdul Razaque Langove	Super-intending Engineer	Directorate of Agricultural Engineering
森林局 (Forest Department)		
Mr. K. M. Siddiq Akbar	Secretary of Forest Department	
Dr. Mohamud Saleem	Chief Conservator of Forest	Forest and Wildlife Department
Mr. Syed Ali Imran	Deputy Conservator	Forest and Wildlife Department
Mr. Manzoor Ahmad	Conservator	Forest and Wildlife Department
Mr. Abdul Raziq	Conservator of Forest, Juniper Eco-system and National Park	

表-1 面談者リスト
(バロチスタン州 洪水流出水開発計画 予備調査)

氏名	職位	所属
交通・建設局 (Communication and Works Department)		
Mr. Asmalullah Kahar	Additional Secretary	Communication and Works Department
Mr. Qazi Amanullah	Chief Engineer	Communication and Works Department
Mr. Noor Ahmed	Executive Engineer	E/M Workshop Division Quetta
Mr. Arbab Abdul Qudus	Sub-divisional Officer	E/M Workshop Division Quetta
Mr. Roji Khan	Chief Engineer,	
Mr. Maq Bool	Executive Engineer	
公衆衛生技術局 (Public Health Engineering Department)		
Mr. Thaikh Nawax Ahmed	Executive Engineer	Public Health Engineering Department
バロチスタン水道公社 (B-WASA : Balochistan Water And Sanitation Authority)		
Mr. ISHTIAQ	Senior Hydro geologist.	
社会福祉事務所 (Social Welfare Office)		
Mr. Aslam Khan	Social Welfare Officer	Social Welfare Office
州環境保護庁 (Balochistan Environmental Protection Agency)		
Mr. Muhammad Ali Batur	Reserch Assistant	EPA, Quetta
バロチスタン州議会 (Balochistan Assembly)		
Mr. Abdle Karim	Quarterer Officer	Balochistan Assembly
バロチスタンアカデミー (Balochistan Academy)		
Mr. Abdul Qadir shahwani	General Secretary	Balochistan Academy
国際機関		
国際連合 (United Nations, UN)		
Capt. (R) Javed Khan	UN Provincial Facilitator	UN, Quetta
Mr. Salman Asif	GIS Specialist	UN, Quetta
Ms. Fakhra Ramzan	Communication Officer	UN, Quetta
国連開発計画 (United Nations Development Programme, UNDP)		
Ms. Lena M. Lindberg	Deputy Resident Representative / Director Development Division	UNDP, Islamabad
Mr. Mohammad Zafar Iqbal	Assistant Resident Representative	UNDP, Islamabad
Dr. Rashid Javaid	Programme Coordinator, Area Development Programme Balochistan	UNDP, Quetta

表-1 面談者リスト
(バロチスタン州 洪水流出水開発計画 予備調査)

氏名	職位	所属
Mr. Aijaz	Irrigation officer	UNDP, Quetta
食糧農業機関 (Food and Agriculture Organization, FAO)		
Mr. Adel M. Aboul Naga	Representative	FAO, Islamabad
Mr. Syed Mohammad Ali	Assistant FAO Representative	FAO, Islamabad
世界食料計画(United Nations World Food Programme)		
Mr.Imran Karim Virk	Administrative Assistant	WFP
難民高等弁務官 (United Nations High Commissioner for Refugees)		
Mr.Balurbalochi	Welfare Officer	UNHCR, Quetta
Mr. Yousif Ahmed Adam	Senior Programme Officer	
ドナー		
世界銀行 (World Bank, WB)		
(国際復興開発銀行、International Bank for Reconstruction and Development, IBRD)		
Mr. Abdul Salam	Chief of Library	WB, Islamabad
アジア開発銀行 (Asian Development Bank, ADB)		
Mr. Raza M. Farrukh	Project Implementation Officer	ADB, Islamabad
NGO		
The World Conservation Union (IUCN)		
Dr. Abdul Majeed	Head Water Programme, Balochistan Programme	IUCN, Quetta
Dr.Sarfray Ahmad	Senior Scientific Officer	AZRC
Mr.Miroo Khan	Project Officer	Afghan Refugee NGO
Mr.Akram Kasi	Coordinator	WESS
Mr.Baber Shah Khan	Chief Executive	PIDS
Mr.Zafar Zeeshan	Regional Director	SPO
Mr.Shahida Jaffery	Project Officer	BRSP
Abdul Jalil	Regional Officer	TVO
民間企業		
Techno-Consult International under WASA project		

表-1 面談者リスト
(バロチスタン州 洪水流出水開発計画 予備調査)

氏名	職位	所属
- Dr. Muhammad Bashir Lakhani, Team Leader, Investigation Phase – Technical Support Team	Team Leader	Investigation Phase – Technical Support Team
- Mr. Muhammad Jahazeb Maik, GIS-expert, Investigation Phase – Technical Support Team	GIS-expert	do
- Mr. Anwer Jhah Khan, GIS Specialist / Cartographer, Ministry of Petroleum and Natural Resources, Geological	GIS Specialist / Cartographer,	Ministry of Petroleum and Natural Resources, Geological Survey of Pakistan, Quetta
SAMPAK INTERNATIONAL (PVT) LTD, Quetta		
Mr. Rizwan Nensey	Resident Engineer	
Mr. Tahim Hahadani	Assistant Material Engineer	
Palim Asim	Material Engineer	
Haji Musa Jan (建設会社)		
Mr. Haji Musa Jan	社長	Contractor in Quetta
日本国政府機関		
在パキスタン日本国大使館		
北田 裕道 氏	一等書記官	在パキスタン日本国大使館
小林 輝夫 氏	二等書記官	在パキスタン日本国大使館
在クエッタ日本国名誉総領事館		
Mr. Syed Nadeem Shah	Honorary Consul-General of Japan	Honorary Consulate-General of Japan
Mr. Imran Baqi	Staff Officer	Honorary Consulate-General of Japan
国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency, JICA)		
山浦 信幸 氏	所長	JICA パキスタン事務所
高橋 亮 氏	所員	JICA パキスタン事務所
清水 正幸 氏	JICA専門家	Office of Chief Engineering Adviser (CEA) and Chairman of Federal Flood Commission (FFC), Ministry of Water and Power

表 - 3 雨量記録表 (クエッタ市)

Mean Monthly Rain Fall													(mm)			
YEAR	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Annual Rainfall	3 Years Average	5 years Average	
1891	00.1	100.2	15.0	20.0	17.5	0.0	0.0	2.5	15.0	0.0	2.5	5.0	257.9	265.4	289.5	
1892	17.5	22.5	15.0	0.0	0.0	15.0	0.0	25.0	0.0	0.0	2.5	07.6	185.3	326.2	283.0	
1893	95.2	107.6	17.5	37.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	353.1	333.0	293.5	
1894	100.2	145.2	80.1	40.1	0.0	0.0	27.5	0.0	0.0	0.0	0.0	47.6	440.7	262.1	256.4	
1895	37.6	5.0	30.0	10.0	0.0	20.0	0.0	22.5	0.0	17.5	15.0	47.6	205.3	224.5	203.3	
1896	47.6	40.1	35.1	57.6	0.0	7.5	0.0	35.1	0.0	0.0	0.0	30.0	237.9	210.3	236.4	
1897	67.6	40.1	35.1	57.6	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0	237.9	193.6	214.6	
1898	2.5	35.1	90.1	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	162.6	237.9	187.3	
1899	0.0	50.1	52.6	2.5	45.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	12.5	15.0	180.3	224.5	213.3	
1900	50.1	65.1	15.0	40.1	27.5	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	42.6	105.2	370.6	197.9	220.4	
1901	52.6	2.5	27.5	5.0	30.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	122.7	171.5	221.9	
1902	2.5	0.0	12.5	15.0	2.5	12.5	2.5	0.0	0.0	25.0	15.0	12.5	100.2	202.8	246.4	
1903	25.0	30.0	132.7	67.6	25.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	293.0	295.5	271.9	
1904	110.2	15.0	62.6	2.5	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	0.0	10.0	2.5	215.3	200.0	243.9	
1905	125.2	87.6	62.6	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	30.1	30.1	378.1	203.6	235.5	
1906	17.5	97.7	110.2	5.0	2.5	2.5	0.0	7.5	0.0	0.0	10.0	2.5	255.4	200.7	189.8	
1907	0.0	65.1	55.1	47.6	0.0	17.5	0.0	27.5	0.0	0.0	0.0	5.0	217.6	182.6	200.6	
1908	40.1	0.0	30.0	22.5	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.1	152.7	158.6	200.3	
1909	(-)	72.6	27.5	32.6	5.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	35.1	175.3	211.2	225.4	
1910	42.6	10.0	30.0	20.0	5.0	0.0	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	32.6	147.7	237.9	260.9	
1911	132.7	17.5	70.1	12.5	2.5	0.0	0.0	12.5	0.0	15.0	32.6	15.0	310.5	267.9	253.4	
1912	117.7	7.5	10.0	55.1	5.0	0.0	12.5	10.0	0.0	0.0	0.0	37.6	255.4	262.1	230.9	
1913	17.5	92.6	67.6	2.5	0.0	2.5	5.0	0.0	0.0	5.0	22.5	22.5	237.9	233.7	225.9	
1914	42.6	82.6	30.0	25.0	15.0	12.5	20.0	0.0	0.0	47.6	47.6	30.0	353.1	225.1	224.9	
1915	10.0	12.5	35.1	50.1	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	110.2	179.5	165.3	
1916	65.1	37.6	7.5	50.1	17.5	0.0	0.0	32.6	0.0	0.0	0.0	2.5	212.8	220.4	188.3	
1917	52.6	2.5	50.1	2.5	10.0	0.0	0.0	62.6	10.0	0.0	0.0	25.0	215.3	201.2	176.3	
1918	2.5	45.1	105.2	10.0	0.0	0.0	2.5	2.5	2.5	(-)	2.5	60.1	232.9	171.1	158.6	
1919	20.0	27.5	15.0	20.0	22.5	0.0	25.0	2.5	0.0	0.0	0.0	22.5	155.2	144.4	150.2	
1920	22.5	27.5	40.1	20.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	(-)	0.0	5.0	125.3	135.2	173.3	
1921	15.0	5.0	0.0	17.5	0.0	0.0	0.0	20.0	0.0	7.5	7.5	80.1	152.7	156.9	166.0	
1922	32.6	32.6	35.1	2.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	(-)	0.0	22.5	127.7	156.1	194.0	
1923	65.1	42.6	30.0	15.0	5.0	0.0	0.0	20.0	0.0	10.0	0.0	2.5	190.3	187.8	196.3	
1924	50.1	60.1	17.5	72.6	17.5	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	50.1	270.4	218.7	201.6	
1925	10.0	10.0	25.0	0.0	17.5	2.5	10.0	12.5	0.0	10.0	2.5	2.5	102.7	173.6	188.8	
1926	45.1	45.1	77.6	17.5	40.1	0.0	5.0	2.5	17.5	0.0	0.0	32.6	263.0	215.3	215.3	
1927	17.5	50.1	15.0	2.5	0.0	0.0	22.5	0.0	0.0	0.0	0.0	27.5	195.2	185.1	215.3	
1928	37.6	55.1	72.6	5.0	(-)	0.0	5.0	(-)	0.0	0.0	30.0	22.5	227.9	219.5	216.6	
1929	20.0	77.6	0.0	7.5	(-)	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	70.1	195.3	230.5	220.8	
1930	67.6	20.0	12.5	55.1	0.0	12.5	55.1	0.0	0.0	5.0	2.5	5.0	235.4	220.4	226.4	
1931	55.1	125.2	47.6	25.0	12.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5	272.0	224.5	227.9	
1932	10.0	15.0	30.0	7.5	10.0	0.0	52.6	17.5	0.0	0.0	0.0	10.0	152.7	207.8	223.4	
1933	40.1	37.6	32.6	27.5	25.0	0.0	62.6	15.0	0.0	2.5	7.5	24.9	247.9	237.4	248.9	
1934	20.0	2.5	27.5	7.5	5.0	67.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	92.6	222.0	255.4	250.9	
1935	40.1	102.7	15.0	67.6	12.5	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	5.0	242.9	257.9	276.9	
1936	50.1	85.1	17.5	5.0	30.0	2.5	(-)	0.0	0.0	0.0	0.0	110.2	300.5	262.9	277.4	
1937	37.6	87.6	37.6	12.5	10.0	0.0	40.1	0.0	0.0	0.0	2.5	2.5	230.4	260.4	243.9	
1938	127.7	32.6	30.0	27.5	0.0	(-)	20.0	2.5	0.0	0.0	7.5	10.0	257.9	265.5	246.9	
1939	40.1	152.7	92.6	17.5	12.5	15.0	0.0	0.0	(-)	0.0	22.5	35.1	353.1	243.7	236.9	
1940	90.1	67.6	45.1	12.5	5.0	7.5	2.5	0.0	2.5	0.0	2.5	10.0	245.4	207.8	233.9	
1941	42.6	7.5	25.0	27.5	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.0	132.7	195.3	224.4	
1942	102.7	50.1	17.5	(-)	0.0	2.5	20.0	(-)	0.0	2.5	0.0	50.1	245.4	263.0	213.3	
1943	102.7	7.5	45.1	17.5	17.5	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	207.8	254.6	227.9	
1944	87.6	100.2	52.6	12.5	25.0	0.0	12.5	15.0	0.0	0.0	10.0	22.5	300.0	227.9		
1945	57.6	7.5	7.5	20.0	2.5	0.0	77.6	0.0	0.0	0.0	17.5	27.5	217.8			
1946	30.0	17.5	32.6	0.0	0.0	5.0	0.0	50.1	0.0	2.5	0.0	20.0	157.8			
1947																
1948																
1949																
1950																
1951																
1952																
1953																
1954																
1955																
1956																
1957																
1958																
1959																
1960																
1961	19.1	36.3	11.2	73.2	2.0	4.8	10.9	1.3	0.0	0.0	8.6	33.5	201.3	171.4	191.0	
1962	0.5	7.8	74.9	59.7	5.3	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	7.9	101.5	163.9	179.4	
1963	0.0	36.0	23.1	41.0	35.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	8.4	151.4	190.0	196.0	
1964	05.9	11.7	38.1	20.2	0.3	0.6	7.4	0.0	0.0	0.0	0.6	7.1	170.7	194.7	210.9	
1965	49.0	15.0	17.3	110.2	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	25.4	30.4	266.5	216.6	302.7	
1966	1.8	52.6	10.2	36.9	0.0	0.0	25.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	130.0	203.1	195.1	
1967	7.1	82.6	63.2	36.1	9.5	0.0	3.9	2.5	0.0	0.0	4.3	44.7	244.5	202.7	169.7	
1968	67.0	77.2	11.9	16.3	0.6	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	42.9	226.0	180.7	171.7	
1969	16.5	22.1	6.1	34.5	10.0	0.0	23.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13.7	137.9	126.1	160.1	
1970	94.0	15.2	33.5	2.0	0.0	0.0	1.5	15.5	7.8	0.0	0.0	0.0	15.7	178.4	185.6	182.6
1971	7.4	21.6	16.0	0.0	1.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.7	63.2	174.7	193.4	
1972	07.6	22.4	52.3	44.7	2.5	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40.9	254.3	224.2	235.0	
1973	82.6	18.0	9.7	0.0	1.3	0.0	30.1	0.0	0.0	0.0	0.0	56.9	207.6	216.8	243.7	
1974	69.6	120.3	0.0	2.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9	218.6	239.0	265.6	
1975	70.2	45.2	40.0	7.1	0.0	0.0	7.3	26.0	1.0	0.0	0.6	10.6	234.3	266.7	293.3	
1976	31.2	74.4	136.0	24.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	274.2	205.1	295.0	
1977	91.5	80.0	0.0	10.4	10.0	12.2	40.1	14.0	0.0	0.0	25.2	0.0	293.6	320.0	310.5	
1978	60.0	50.3	18.2	16.5	0.0	0.0	121.8	1.1	0.0	0.0	23.1	10.5	317.5	303.7	441.7	
1979	70.0	80.2	112.3	7.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.1	348.9	313.7	504.0	
1980	69.9	30.0	95.5	2.7	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	24.4	13.1	3.6	244.6	514.0	463.7	
1981	111.9	105.1	63.5	0.0	17.0	0.0	2.0	0.0	0.							

表 - 4 地下水賦存量 (ADB - TA, 1997)

Summary of Groudwater Availability(ADB-TA 1997)

Basin	Sub-Basin	Available Groundwater		note
		M.c.m/yr	cusec	
Hamun-e-Lora	West	14.8	16.6	1
	East	2.2	2.5	2
	Total	17.0	19.1	
Kechhi	Sibi-Dhadar	29.0	32.3	3
	Kachhi Plain	8.9	10	4
	Total	37.9	42.3	
Nari	Lorarai	Deficit(-10.3)	(-11.6)	5
	Duki	nil-5.4(?)	Nil - 6(?)	6
	Gumbaz	4.5 - 9.0	5 10.1	7
	Total	overdrawn/nil	overdrawn/nil	
Pishin Lora	Quetta	Deficit(-25.7)	(-28.8)	8
	Mastung	Deficit(-8.8)	(-9.8)	9
	Mangochar	Deficit(-13.2)	(-14.7)	9
	Pishin	Deficit(-49.5)	(-55.5)	9
	Total	overdrawn	overdrawn	
Porali	Bela	48.1	54	
	Wad	23.0	25.7	
	Ornach	4.5	5	
	Phat Jhal	4.4	4.9	
	Total	80.0	89.6	10
Hab	Saruna	19.5	21.8	
	Dureji	40.3	45.1	
	Total	59.8	66.9	11
Winder Nai	Winder Nai	2.2	2.46	11
Winder Nai	Muslim-Bagh	nil	Nil	12
	Q. Saifullah(W)	nil - 14.7	nil - 16.5	13
	Q. Saifullah(W)	10(?)	11.1 (?)	14
	Zhob	nil- 10(?)	nil - 11.1 (?)	15

Notes:

- 1 Total unutilised groundwater estimated as 29.6 Mm³/yr (W) and 4.3 Mm³/yr. 'Available' groundwater taken as 50% of unutilised groundwater to allow for reduction of total resource by poor quality.
- 2 E. Basin tentative estimate only
- 3 Unutilised surpluses in Nari, Bolan, Chakkar Fans. No reduction for groundwater quality considerations as direct recharge from main rivers.
- 4 Tentative estimate, WAPDA sources only. More maybe available.
- 5 Loralai already in deficit. Prompt action needed as little groundwater storage.
- 6 Duki - up to 5.4 Mm³/yr available, but not considered as withdrawal would effect downstream baseflow users. Minor development for potable supplies may be considered.
- 7 Gumbaz - total unutilised groundwater approx 18Mm³/yr. Initial development on basis of 25-50% of unutilised groundwater to enable monitoring of effects on baseflow in Beji river and influence on downstream users.
- 8 See Appendix J for evaluation of demand/supply scenarios utilising groundwater from storage (groundwater mining)
- 9 Other sub-basins of Pishin-Lora basin all seriously in overdraft. Additional monitoring evaluation needed. Policy with respect to controlled groundwater mining needs development.
- 10 Porali, Hab and Winder Nai basins considered separately.

All Porali basin sub-basins may have constraints due to groundwater quality hence groundwater availability is 50% of unutilised groundwater from each sub-basin, except for Wad, where perhaps 66% may be available. (These reduced figures given here).
- 11 Groundwater quality constraints as described above, 20% unutilised groundwater given.
- 12 Assumes all groundwater sub-basin output used in downstream Qilla Saifullah.
- 13 Q. Saifullah sub-basin split into W and E ends. W end current surplus although coincident with removal from storage. ADB project wells will use most of 14.7 Mm³/yr surplus when in production.
- 14 Groundwater available only by reduction of baseflow leaving from sub-basin - which is used by surface water irrigation schemes downstream. Initial 25% of baseflow amount may be available for use in Q. Saifullah E basin, although impact on downstream baseflow must be monitored.
- 15 Total inputs unknown. Tentative estimate only, hence no overall basin total given.

表 - 5 農業・組合・食糧局所有のブルドーザ配置状況

No.	District	Caterpillar D6D 140 HP U.K. 1979-80	Caterpillar D6D 140 HP Japan 1982-83	Caterpillar D5H 120 HP Japan 1987-88	Caterpillar D6D 140 HP Japan 1990-91	Caterpillar D6D 140 HP Japan 1993-94	Komatsu D65E	TD Chinese	Total
1	Quetta	1	3	2	1	1	-	-	8
2	Pishin	2	7	5	1	3	-	-	18
3	Killa Abdullah	-	3	4	-	2	-	-	9
4	Chaghai	3	4	4	-	2	-	-	13
5	Loralai	-	3	4	1	4	-	-	12
6	Barkhan	-	2	3	-	2	-	-	7
7	Musa Kheil	-	-	2	2	2	-	-	6
8	Zhob	-	6	3	-	2	-	-	11
9	Killa Saifullah	3	3	3	-	2	-	-	11
10	Sibi	1	5	2	-	4	-	-	12
11	Ziarat	1	2	3	2	2	-	-	10
12	Kohlu	-	6	2	-	3	-	-	11
13	Dera Bugti	-	5	2	-	2	-	-	9
14	Nasirabad	-	-	3	1	3	1	-	8
15	Jaffarabad	-	-	5	-	2	3	-	10
16	Jhal Magsi	-	1	-	-	6	2	-	9
17	Bolan	1	5	4	-	3	-	-	13
18	Mastung	2	6	-	-	1	-	-	9
19	Kalat	2	3	3	-	6	-	-	14
20	Khuzdar	4	4	6	1	8	-	-	23
21	Awaran	1	4	2	-	1	-	-	8
22	Kharan	1	6	3	-	3	-	-	13
23	Lasbela	-	6	6	-	2	-	1	15
24	Turbat	1	13	4	1	8	-	-	27
25	Gawadar	1	5	4	-	3	-	-	13
26	Panjgur	2	6	5	-	3	-	-	16
Total		26	108	84	10	80	6	1	315

表 - 6 農業・組合・食糧局所有のクエッタ修理工場内の設備機械一覧

No.	Name of Equipment	Q'ty	Condition	Remarks
1	Lathe Machine 10' CL-305	1	Workable	Poor condition
2	Lathe Machine 8' BE-165	1	Workable	Poor condition
3	Lathe Machine 6'	1	Workable	Poor condition
4	Lathe Machine 4/2'	1	Workable	Poor condition
5	Lathe Machine 3'	1	Workable	Poor condition
6	Grinder Machine	1	Workable	Poor condition
7	Shelter Machine	1	Workable	Poor condition
8	Milling Machine	1	Workable	Poor condition
9	Skipper Machine	1	Workable	Poor condition
10	H-Saw Machine	1	Workable	Poor condition
11	Drill Machine Heavy	1	Workable	Poor condition
12	Drill Machine Light	1	Workable	Poor condition
13	H-Saw Machine Light	1	Workable	Poor condition
14	Tuzret Lathe Machine	1	Workable	Poor condition
15	Tuzret Lathe Machine	1	Workable	Poor condition
16	Lathe Machine 4'	1	Workable	Poor condition
17	Grinder Machine	1	Workable	Poor condition
18	Drill Machine	1	Workable	Poor condition
19	Valve Grinder	1	Workable	Poor condition
20	C/Rod Polishing Machine	1	Workable	Poor condition
21	Main Boring Machine	1	Workable	Poor condition
22	Line Boring Cylinder Machine	1	Workable	Poor condition
23	Cylinder Boring Machine	1	Workable	Poor condition
24	Cylinder Polishing Machine	1	Workable	Poor condition
25	Cutter Grinder Machine	1	Workable	Poor condition
26	Cutter Grinder Machine	1	Workable	Poor condition
27	Press Machine	1	Workable	Poor condition
28	Grinder Machine Shaft	1	Workable	Poor condition
29	C/Red Boring Machine	1	Workable	Poor condition
30	Head Facing Demand Machine	1	Workable	Poor condition
31	Grinder Machine	1	Workable	Poor condition
32	Fuel Injection Pump Machine	1	Workable	Poor condition
33	Nozzle Grinding Machine	1	Workable	Poor condition
34	Auto Mizer Tester	1	Workable	Poor condition
35	Auto Mizer Tester	1	Workable	Poor condition
36	Fuel Injection Pump Machine	1	Workable	Poor condition

表 - 7 灌漑・電力局所有の井戸掘削用機材一覧

No.	Name of Machinery	Make	Model	Condition	Location
Drilling Rigs					
1	FD-1	French	1995	Good	Killa Abdullah
2	FD-2	French	1995	Good	Mastung
3	FD-3	French	1995	Good	Pishin
4	FD-4	French	1995	Good	Quetta
5	FD-5	French	1995	Good	Quetta
6	FD-6	French	1995	Good	Quetta
7	FD-7	French	1995	Good	Mastung
8	FD-8	French	1995	Good	Killa Saifullah
9	FD-9	French	1995	Good	Khuzdar
10	FD-10	French	1995	Good	Mastung
11	TSR-1	Japan	1996	Good	Quetta
12	TSR-2	Japan	1996	Good	Quetta
13	TSR-3	Japan	1996	Good	Pishin
14	TSR-4	Japan	1996	Good	Quetta
15	TSR-5	Japan	1991	Good	Quetta
16	TSR-6	Japan	1991	Good	Sibi
17	TSR-7	Japan	1985	Good	Mastung
18	TSR-8	Japan	1985	Good	Quetta
19	TSR-9	Japan	1985	Good	Quetta
20	TSR-10	Japan	1985	Good	Kalat
21	TSR-11	Japan	1980	Good	Quetta
22	SSR-1	Japan	1989	Good	Killa Abdullah
23	SSR-2	Japan	1989	Good	Kalat
24	SSR-3	Japan	1991	Good	Mastung
25	SSR-4	Japan	1991	Good	Kalat
26	SSR-5	Japan	1991	Good	Kalat
27	GD-2	Canada	1978	Good	Quetta
28	GD-3	Canada	1978	Good	Quetta
29	H.Eng	England	1982	Good	Pishin
30	Koken	Japan	1990	Good	Kharan
31	Mobile	Japan	1992	Good	Quetta
32	Percussion: 1st	Japan	1996	Good	Kalat
33	Percussion: 2nd	Japan	1978	Good	Quetta
Cargo Crane					
1	QAJ-9372	-	1995	Good	Kanak
2	QAJ-9374	-	1995	Good	Chaman
3	QA-4981	-	1980	Fair.	Quetta
4	QAE-2371	-	1985	Good	Quetta
5	QAJ-9375	-	1985	Good	Quetta
6	QAJ-9376	-	1995	Good	Kalat
7	QAE-2376	-	1985	Good	Quetta
8	QAJ-3810	-	1985	Good	Quetta
9	QAJ-3910	-	1985	Good	Quetta
10	Renault	-	1985	Good	Pishin
11	Cargo No.7	-	1980	Good	Kalat

表 - 8 灌漑・電力局所有の建設用機材一覧

No.	Name of Machinery	Total Number of Machine	Year of Purchase	Number of Operational Condition	Number of Non-Operational Condition	Remarks
1	Bulldozer, Caterpillar D6D	22	1984-85	20	2	
2	Bulldozer, Caterpillar D7G	2	-	2	0	
3	Bulldozer, Caterpillar D4H	2	-	1	1	Beyond economical Repir
4	Bulldozer, J-1 case	3	1986	2	1	Beyond economical Repir
5	Bulldozer, Fiat 14-C	14	1978	2	12	Beyond economical Repir
6	Excavator	8	1983-84	8	0	
7	Dump truck	5	1984-86	4	1	Beyond economical Repir
8	Front end loader	4	1986	4	0	
9	Water tanker	3	1984-86	3	0	
10	Compactor	1	1984	1	0	
11	Crane	2	1986	2	0	
12	Drage line	5	1985-86	4	1	
13	Grader	4	-	4	0	
14	Transporter	4	1985-86	4	0	
15	Lubrication truck	2	1986	2	0	
16	Scraper	2	1986	0	2	
17	Trucks International	2	1986	2	0	
18	Tractor	9	1983	7	2	
19	Smooth roller	3	1986	3	0	
20	Lifter	1	1993	1	0	

表 - 9 灌漑・電力局所有のクエッタ修理工場内の設備機械一覧

No.	Name of Equipment	Q'ty	Condition	Remarks
1	Lathe Machine 16'	1	Workable	-
2	Lathe Machine 4'	2	Workable	-
3	Radial Drill Machine	1	Non-workable	-
4	Milling Machine	1	Non-workable	-
5	Surface Grinder	1	Non-workable	-
6	Tool Grinder	1	Workable	-
7	Grinding Machine	1	Workable	-
8	Hydraulic Track Pin Press	1	Workable	-
9	Drill Machine	1	Workable	-
10	Hydraulic Press	1	Workable	-
11	Crank Rebuild Machine	1	Non-workable	-
12	Hacksaw Machine	1	Workable	-
13	Break Service Machine	1	Workable	-
14	Head Shop	1	Workable	-
15	Valve Grinding Machine	1	Workable	-
16	Cylinder Boring Machine	1	Workable	-
17	Electric Welding Plant	1	Workable	-
18	Spot Welder	1	Workable	-
19	Gas Welding Plant	1	Workable	-
20	Mobile Welding Plant	1	Out of order	-
21	Compressor	3	Workable	-
22	Hose Cutting Machine	1	Workable	-
23	Nipple Press Machine	1	Workable	-
24	Washing Unit	2	Workable	-
25	Spray Washing Machine	1	Workable	-
26	Calibration Machine	1	Workable	-
27	Injector Tester	1	Workable	-
28	Nozzle Tester	2	Workable	-
29	Electric Test Bench	1	Non-workable	-
30	Battery Charger	2	Workable	-
31	Tyre Rim Remover	1	Workable	-
32	Lifting Jacks	1	Workable	-
33	Water Pump	1	Workable	-

表 - 10 交通・建設局所有の建設用機材一覧

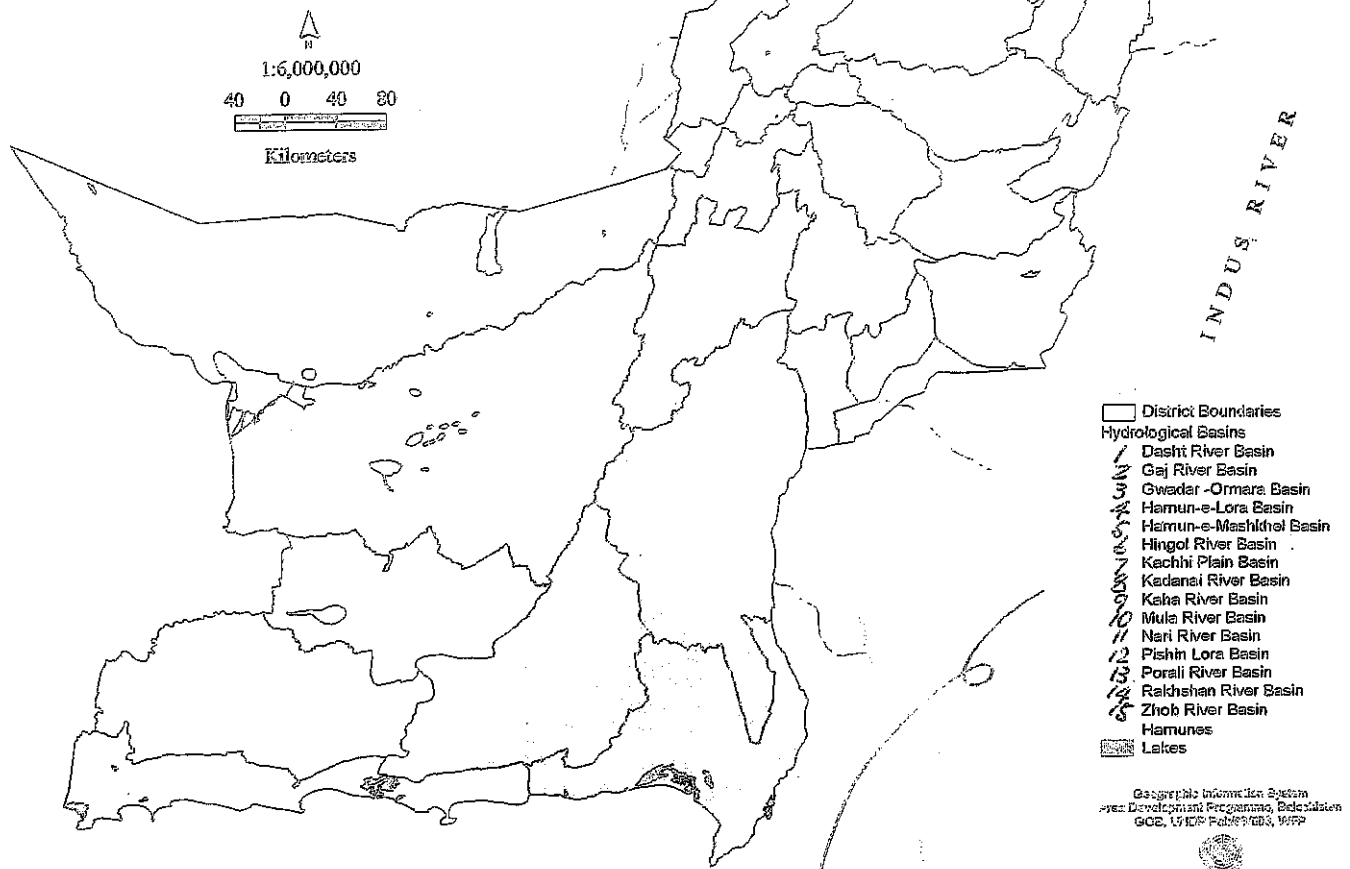
No.	Name of Machinery	Origin	Total Number of Machine	Year of Purchase	Number of Working Condition	Number of Repairable Condition	Number of Un-serviceable Condition
1	Bulldozer, Caterpillar D6D	Japan	19	1983	4	15	-
2	Bulldozer, Caterpillar D7G	Japan	5	1978	-	5	-
3	Bulldozer, Fiat 14C	Italy	9	1977	-	8	1
4	Bulldozer, Stalovawola TD20G	Poland	30	1990	8	22	-
5	Bulldozer, Case 1450B	U.S.A	3	1988	1	2	-
6	Bulldozer, Caterpillar D8L	Brazil	1	1988	-	1	-
7	Bulldozer, Caterpillar D8K	England	2	-	1	1	-
8	Bulldozer, Komatsu D80A	Japan	1	1983	-	1	-
9	Motor Grader, Komatsu GD500R	Japan	76	1983	26	40	10
10	Motor Grader, Komatsu GD605A	Japan	20	1983	8	11	1
11	Motor Grader, Mitsubishi LG2H	Japan	11	1980	1	6	4
12	Motor Grader, Champion	Canada	4	1995	4	-	-
13	Font-End-Loader, Case W30B	U.S.A	4	1990	3	1	-
14	Font-End-Loader, Stalovawola	Poland	5	1990	2	3	-
15	Font-End-Loader, Zettlemyer ZL601	Germany	1	1991	-	1	-
16	Font-End-Loader, Zettlemyer ZL1001	Germany	1	1991	1	-	-
17	Font-End-Loader, International 515	Japan	4	1980	1	3	-
18	Font-End-Loader, Chinese	China	2	1991	1	1	-
19	Font-End-Loader, Hanomag 22D	Germany	2	1991	1	1	-
20	Font-End-Loader, Terex 72-51B	England	2	1975	-	2	-
21	Mobile Crane, Lorian	U.S.A	1	1991	1	-	-
22	Mobile Crane, Chinese	China	2	1991	2	-	-
23	Mobile Crane, Polish	Poland	1	1990	1	-	-
24	Mobile Crane, Crane Kar Budda	U.S.A	1	-	1	-	-
25	Excavator, F.M.R	-	2	1997	2	-	-
26	Smooth Road Roller, Road Marshall	England	30	1973	7	13	10
27	Smooth Road Roller, Kawasaki KMRH12D	Japan	27	1983	22	5	-
28	Smooth Road Roller, Ittefaq	Pakistan	26	1983	5	9	12
29	Smooth Road Roller, Shezore	Pakistan	3	1971	2	-	1
30	Smooth Road Roller, Two wheel tendem	China	3	1991	2	1	-
31	Smooth Road Roller, Fedroma	Poland	4	1964	-	1	3
32	Smooth Road Roller, Static Shinghai	China	9	-	6	3	-
33	Toe Type Smooth Roller, Pedestrain	Sweden	3	-	3	-	-
34	Toe Type Smooth Roller, Dynapack LG40	U.S.A	2	1990	2	-	-
35	Toe Type Smooth Roller, Ground Rounder	U.S.A	2	1990	2	-	-
36	Toe Type Smooth Roller, Sheep Foot	U.S.A	2	1988	2	-	-
37	Vibratory Road Roller, Amman DTV72	Swiss	21	1972	5	11	5
38	Vibratory Road Roller, Chinese YZ10D	China	16	1991	8	8	-
39	Vibratory Road Roller, Ingersole Rand	U.S.A	6	1994	5	1	-
40	Vibratory Road Roller, Bedfore(Plate Type)	England	3	1994	3	-	-
41	Vibratory Road Roller, Ingersole Rand	U.S.A	3	1989	2	1	-
42	Pneumatic Roller, Kawasaki	Japan	4	1983	1	3	-
43	Pneumatic Roller, Sakai TS150	Japan	2	1983	1	1	-
44	Pneumatic Roller, Chinese YL16	China	3	1991	1	2	-
45	Asphalt Plant, Tanaka	Japan	1	1978	1	-	-
46	Asphalt Plant, Chinese	China	2	1991	2	-	-
47	Stone Crushing Plant, Amman	Swiss	5	1975	1	4	-
48	Chip Spreader, Phoenix MKIV	England	3	1984	1	2	-
49	Paver Finisher, Mitsubishi	Japan	2	1980	2	-	-
50	Paver Finisher, Chinese LT-6-4	China	3	1991	-	3	-
51	Bitumen Distributer, Chinese	China	3	1991	1	2	-
52	Bitumen Distributer, Sanko	Japan	1	1998	1	-	-
53	Lowbed Transporter, Mitsubishi	Japan	10	1983	5	5	-
54	Lowbed Transporter, Mac	U.S.A	2	1979	1	1	-
55	Dump Truck, International D466	U.S.A	11	1988	4	6	1
56	Dump Truck, Nissan	Japan	1	-	1	-	-
57	Dump Truck, Hong Yong	China	15	1991	7	8	-
58	Dump Truck, Jelcz	Poland	5	1990	1	2	2
59	Dump Truck, Saviem	France	6	1978	-	4	2
60	Dump Truck, Bedford	England	11	1981	4	5	2
61	Dump Truck, Hino KB113	Japan	6	1984	5	1	-
62	Dump Truck, Hino KR	Japan	6	-	-	5	1
63	Water Bowzer, International	U.S.A	2	1988	-	2	-
64	Water Bowzer, Jelcz	Poland	10	1990	3	7	-
65	Water Bowzer, Chinese	China	3	1991	1	2	-
66	Water Bowzer, Hino	Japan	4	1981	-	3	1
67	Water Bowzer, Isuzu	Japan	5	1976	-	5	-
68	Water Bowzer, Bedford	England	5	1983	1	3	1
69	Water Bowzer, Ford	England	6	1976	1	2	3
70	Mobile Workshop, Mitsubishi	Japan	11	1983	7	4	-
71	Bus, Hino	Japan	1	1995	1	-	-
72	Farm Tractor, Massy Ferguson MF240	Pakistan	17	1985	1	13	3
73	Farm Tractor, Belarus	U.S.S.R	23	1987	7	14	2
74	Farm Tractor, Belarus (old) MTZ	U.S.S.R	14	-	2	7	5

表 - 11 公衆衛生技術局所有の井戸掘削用機材一覧

No.	Name of Machinery	Total Number of Machine	Year of Purchase	Present Condition
1	Rig, Tone Rig 1	1	1987	Major/Minor Repair
2	Compressor, Atlas Compoe	1	1987	Major/Minor Repair
3	Welding Plant, W/Plant 1	1	1987	Major/Minor Repair
4	Cargo Crane, QAF-4886	1	1993	Major/Minor Repair
5	Truck, QAF-4892	1	1993	Major/Minor Repair
6	Water Tanker, QAE-3562	1	1988	Major/Minor Repair
7	Rig, Tone Rig-2nd	1	1987	Major/Minor Repair
8	Compressor, Sullair	1	1994	Major/Minor Repair
9	Welding Plant, W/Plant 1	1	1994	Major/Minor Repair
10	Cargo Crane, QAE-3566	1	1988	Major/Minor Repair
11	Water Tanker, QAE-3564	1	1988	Major/Minor Repair
12	Rig, Tone Rig-3rd	1	2000	Major/Minor Repair
13	Compressor, Atlas Compoe	1	2000	Major/Minor Repair
14	Welding Plant, W/Plant 3rd	1	2000	Major/Minor Repair
15	Crane No.ist, Cargo Ist	1	1987	Major/Minor Repair
16	Truck, QAF-4840	1	1994	Major/Minor Repair
17	Water Tanker, QAF-3903	1	2000	Major/Minor Repair
18	Rig, Tone Rig 4th	1	1987	Major/Minor Repair
19	Compressor, Anger Solrend	1	1994	Major/Minor Repair
20	Welding Plant, W/Plant 4th	1	1994	Major/Minor Repair
21	Cargo Crane 2nd, Hino	1	1987	Major/Minor Repair
22	Water Tanker, Hino QAF-4926	1	1994	Major/Minor Repair
23	Compressor, Anger Solrend	1	1994	Major/Minor Repair
24	Maunted Truck, Hino QAF-4896	1	1994	Stand by
25	Truck, QAE-547	1	1988	Major/Minor Repair

添付図

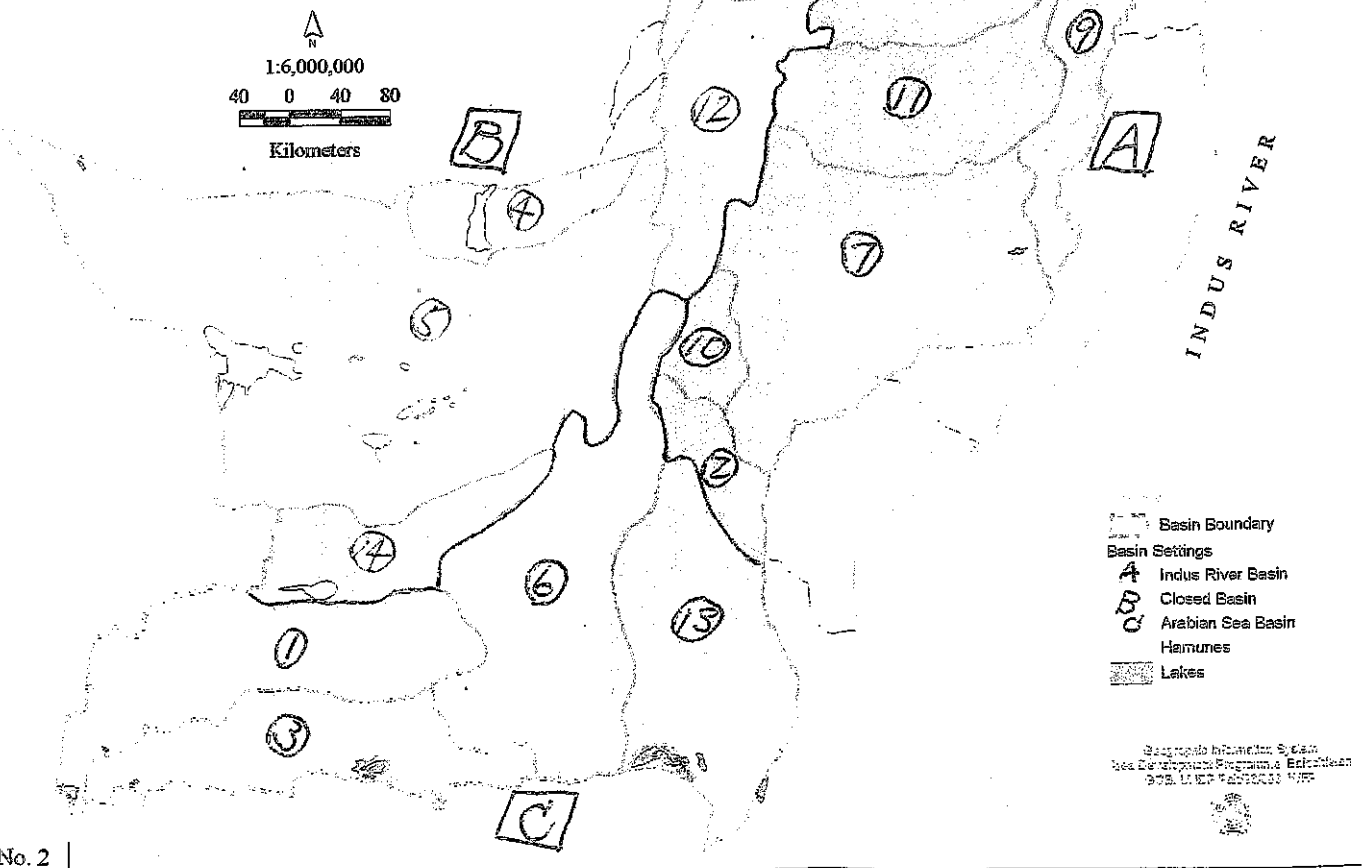
- 図 - 1 バロチスタン州水文境界図
- 図 - 2 バロチスタン州気象特性
- 図 - 3 降雨非超過確率図
- 図 - 4 地下水位 - 降雨の記録図
- 図 - 5 農業・組合・食糧局 農業技術部組織図
- 図 - 6 灌漑・電力局 水資源計画・開発・モニタリング部組織図



Map No. 1

Hydrological Basin Boundaries &

Drainage Settings



Map No. 2

図 - 1 バロチスタン州水文境界図

FIG. 2

MEAN MONTHLY RAINFALL AND TEMPERATURE

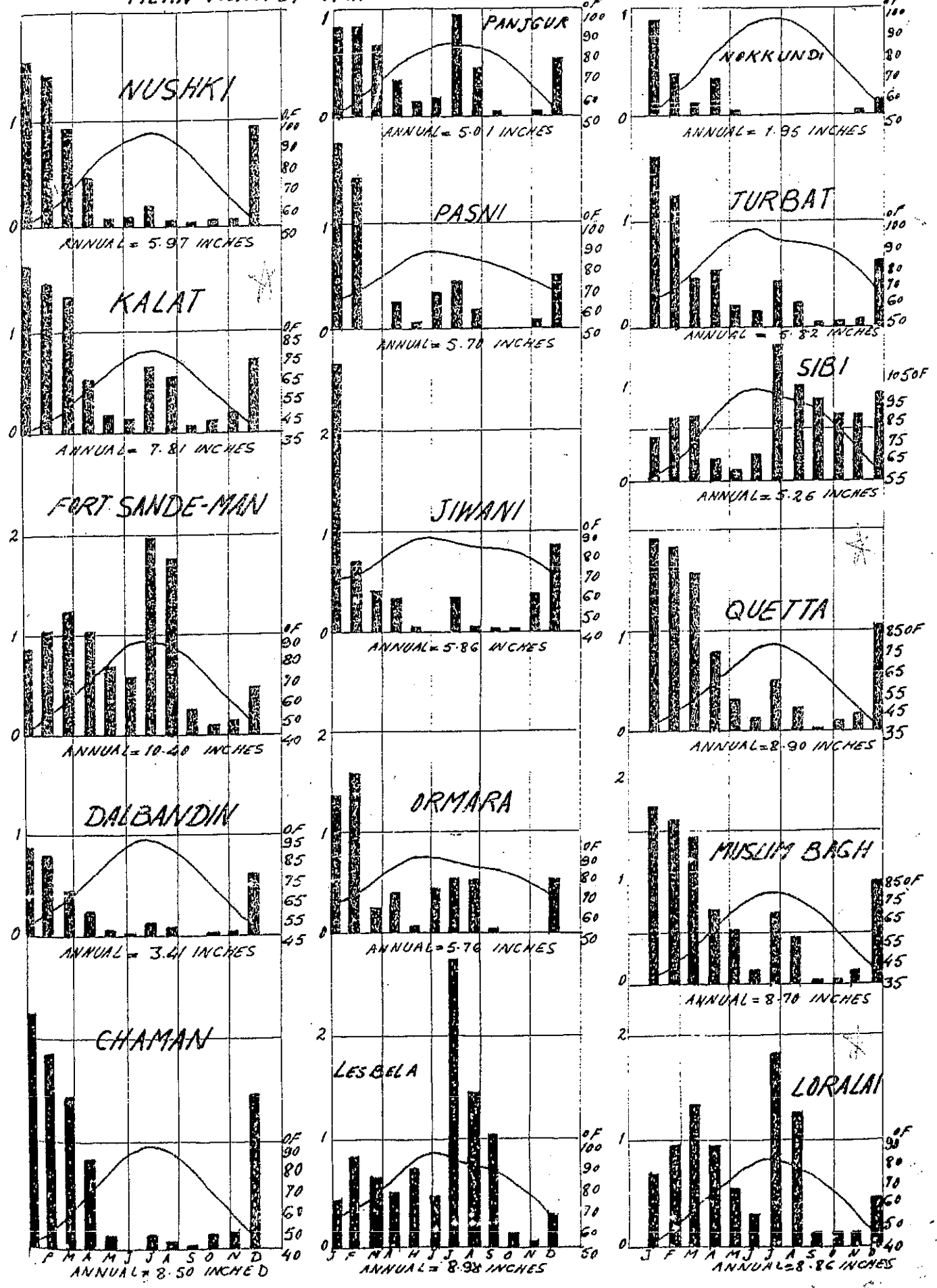


図 - 2 パロチスタン州気象特性

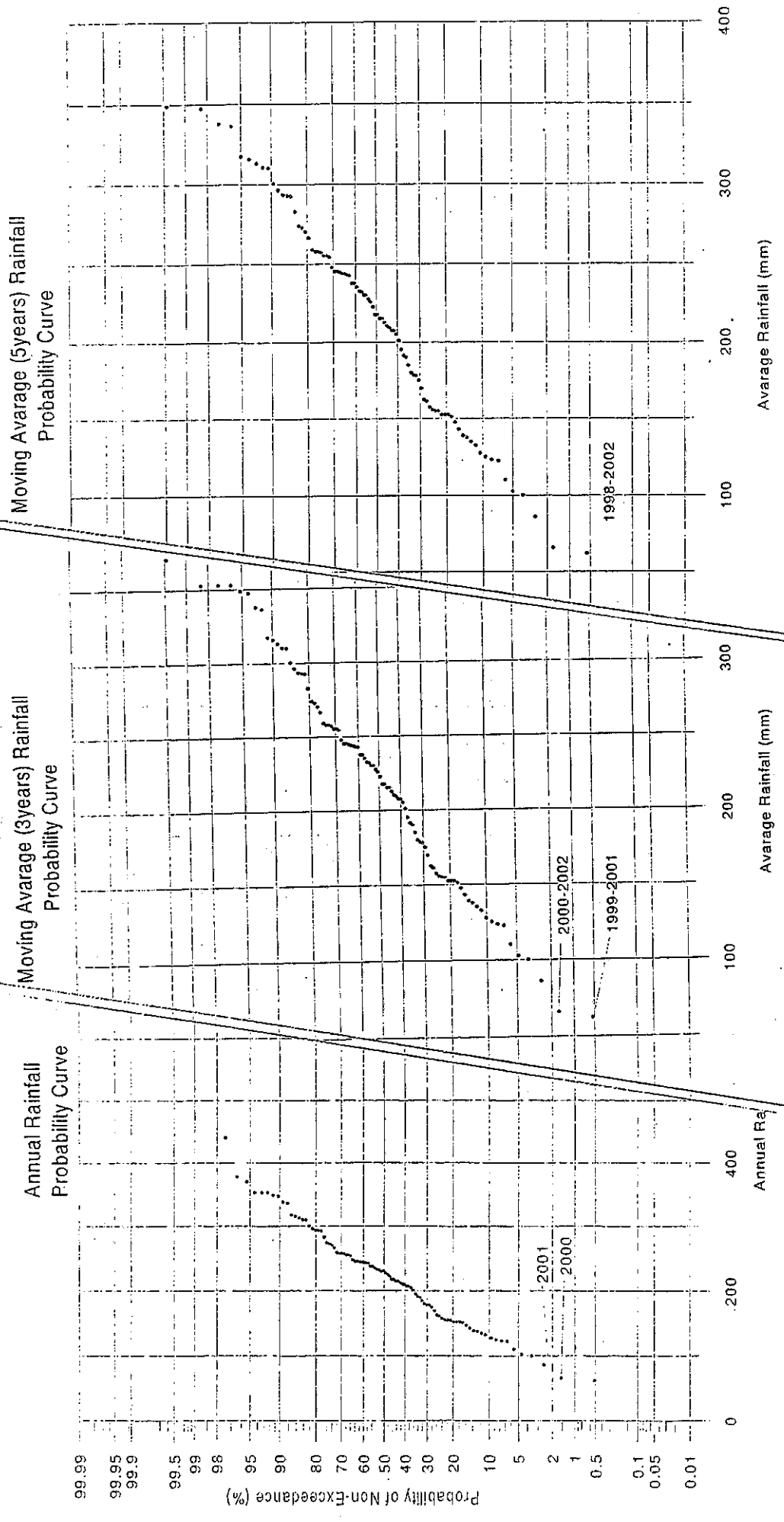


图 - 3 降雨非超過確率図

GWL, Rainfall (Quetta Basin)

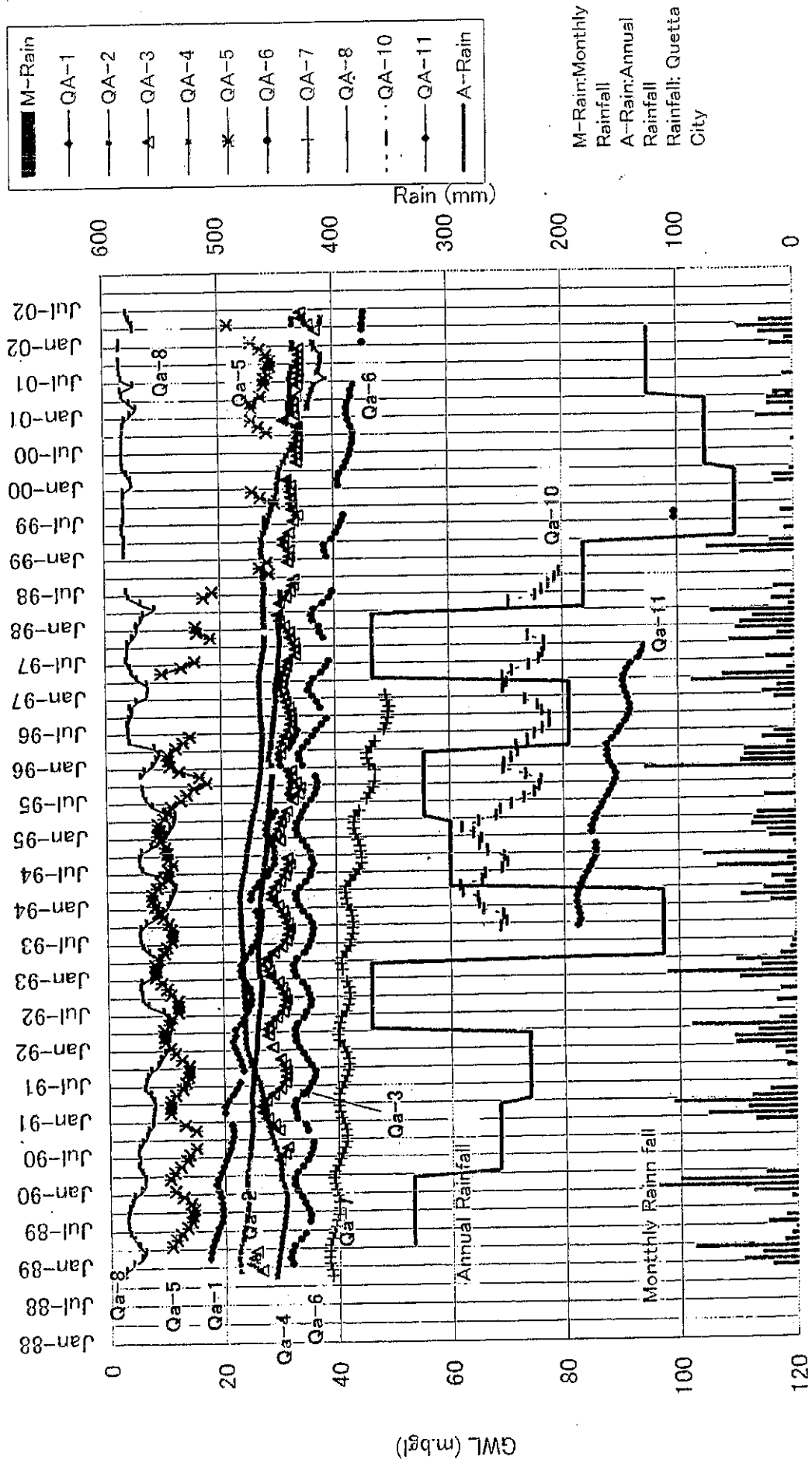


図 - 4 地下水位 - 降雨の記録図

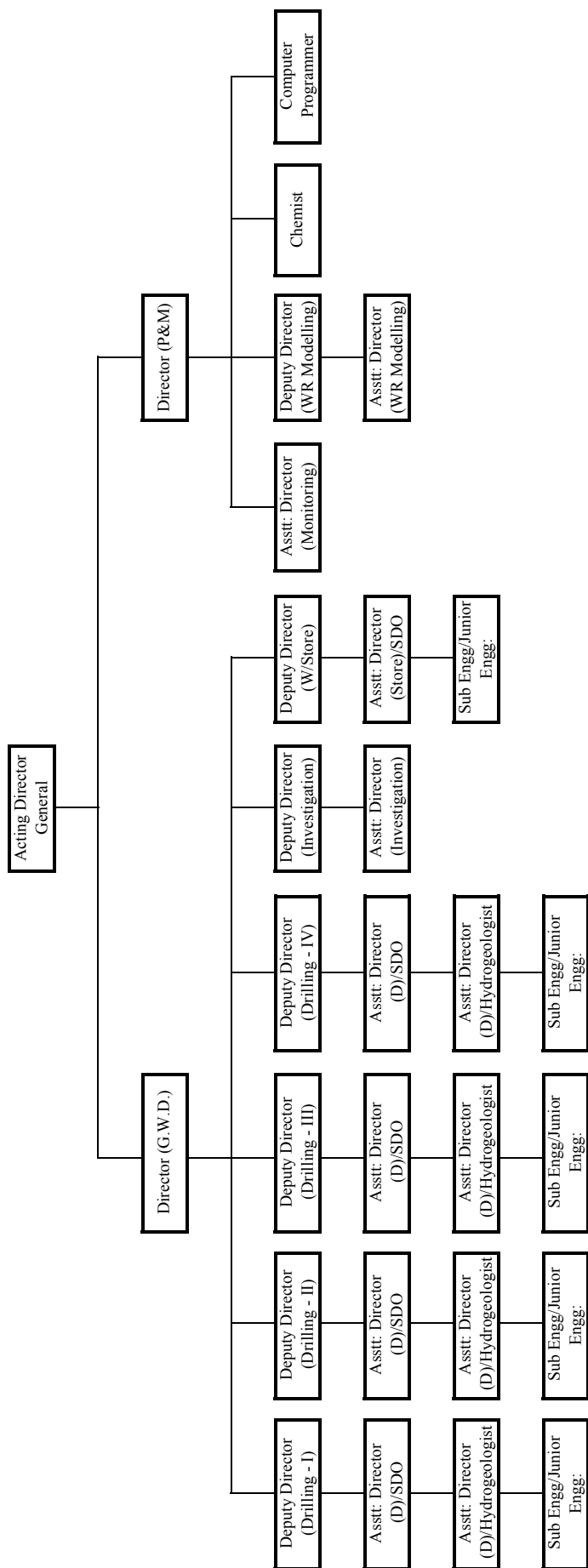


図 - 6 灌漑・電力局 水資源計画・開発・モニタリング部組織図