

パキスタンイスラム共和国

インダス水系上流域灌漑水資源開発計画及び流域管理計画

インダス灌漑システム水管理技術向上計画

バラニ地域における灌漑農業農村開発計画

プロジェクトファイディング調査報告書

平成12年11月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会 (ADCA)

## まえがき

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会(ADCA)は農林水産省の補助事業として、平成 12 年 10 月 21 日から 11 月 3 日までの 14 日間にわたって、パキスタンイスラム共和国におけるインダス川水系の水資源開発の現状及び関連する灌漑システムの問題点とパンジヤブ州乾燥地帯の農業農村開発の可能性についてプロジェクトファイナディング調査を実施した。

パキスタンの農業は、GNP の 4 分の 1、労働人口の概ね 50%近くを占め、農産物及びその関連加工品の輸出総額に占める割合は 5 割である。近年の人口増加率は 2.5%前後で、増加する食糧需要を満たす農産物生産の確保が重要な政策課題であり、これらを確保するための農産物生産基盤の総合的な整備を推進している。

パキスタン政府、特に水電力省及び農業食糧省は、各種国際機関からの資金援助を得て 2020 年を目標とする全国排水事業（第 1 期）を展開中で、インダス地域の農地の排水条件を改良し、持続可能な灌漑農業環境を回復すると共に関連する新規水資源開発とインフラ整備、更には施設を更新・改良した地域に対する施設の維持管理を関連政府機関の組織改革を行い、農民組織を設立し移管することとしている。

インダス川流域の灌漑システムが抱える問題点は、(1) 既存ダムの堆砂問題とインダス水資源の有効利用及び水力発電による低廉な電力の供給の観点から新規ダム建設の早期実現、(2) 優先度の高い既存灌漑排水施設の改修整備と灌漑効率及び維持管理水準の向上による水資源の有効利用の実践、(3) 水電力開発公社、各州電力灌漑省の施設管理を中心とした組織改革と農業・食糧省との協調による灌漑排水施設の維持管理組織の設立と管理移管、(4) 上記の諸条件を満たし、国の長期的な食糧政策に立脚した時系列的な導入栽培作物とその生産性を考慮した包括的な水需要予測（表流水、地下水及び排水の再利用等）と適正規模の水資源開発計画の樹立が必要である。

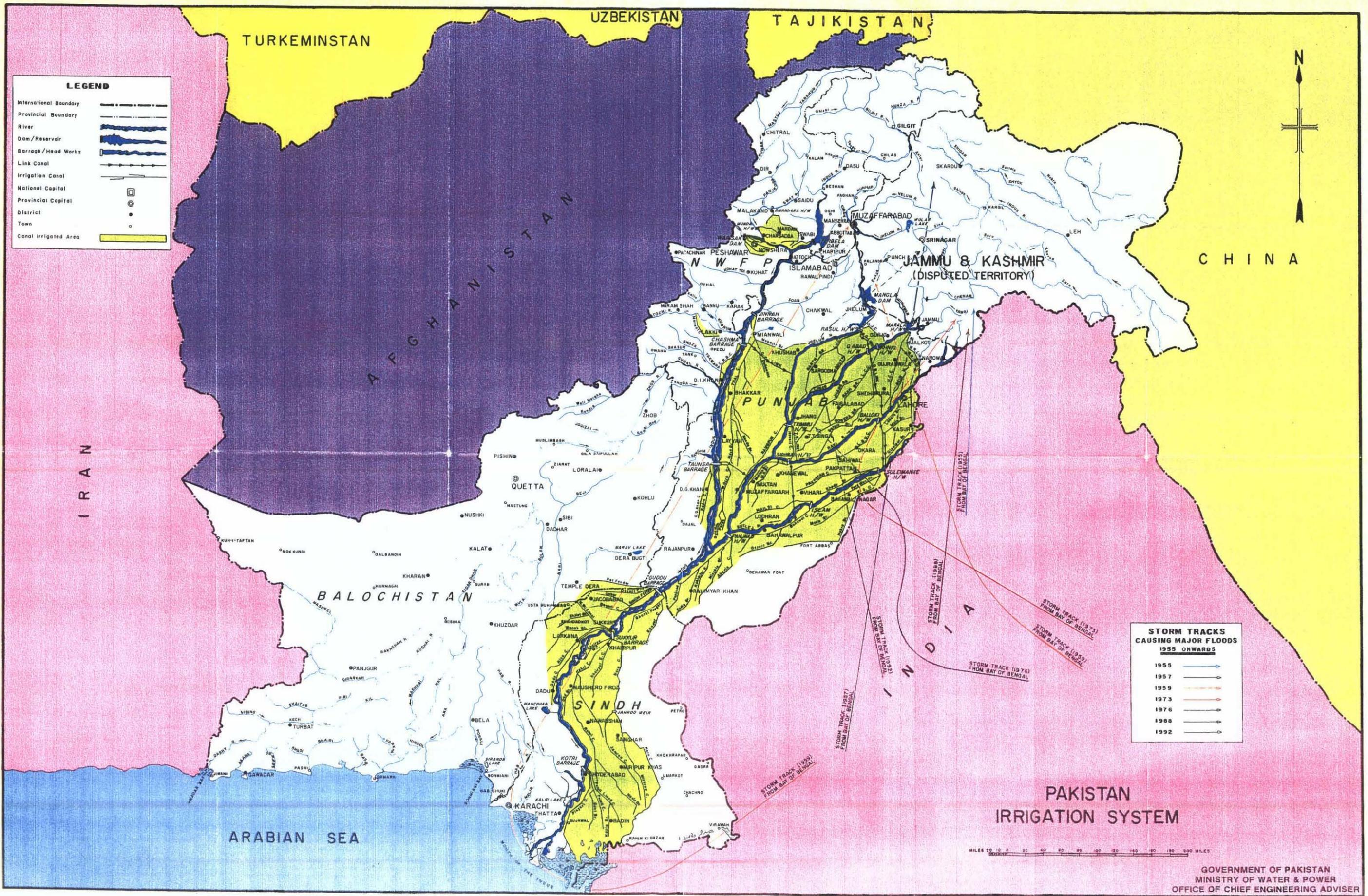
まだインダス灌漑システムの恩恵を受けない乾燥地帯の開発は、限られた水資源を有効に利用し、受益農民を中心とした参加型の事業展開を目指し、貯水ダム、地下水井戸等と灌漑施設の開発整備と合わせ、地域の農業農村開発に重点を置いたより総合的な政策提言が必要とされている。

このような状況のもと、パキスタン国は上記の課題を解決するためにより総合的な調査が必要であると認識しており、これらを検討するために国際金融機関と協調し、日本の高い技術力を駆使した調査と政策提言を期待している。このような観点から長期的に見て、

本調査案件が日本政府の協力案件として採択され、我が国と当該国の技術・経済協力として推進されることを期待している。

平成12年11月

ADCA 調査団長  
門 脇 達



**LEGEND**

- International Boundary
- Provincial Boundary
- River
- Dam/Reservoir
- Barrage/Head Works
- Link Canal
- Irrigation Canal
- National Capital
- Provincial Capital
- District
- Town
- Canal Irrigated Area



**STORM TRACKS CAUSING MAJOR FLOODS 1955 ONWARDS**

- 1955
- 1957
- 1959
- 1973
- 1976
- 1988
- 1992

**PAKISTAN IRRIGATION SYSTEM**



GOVERNMENT OF PAKISTAN  
 MINISTRY OF WATER & POWER  
 OFFICE OF CHIEF ENGINEERING ADVISER

# PROJECT LOCATION PLAN



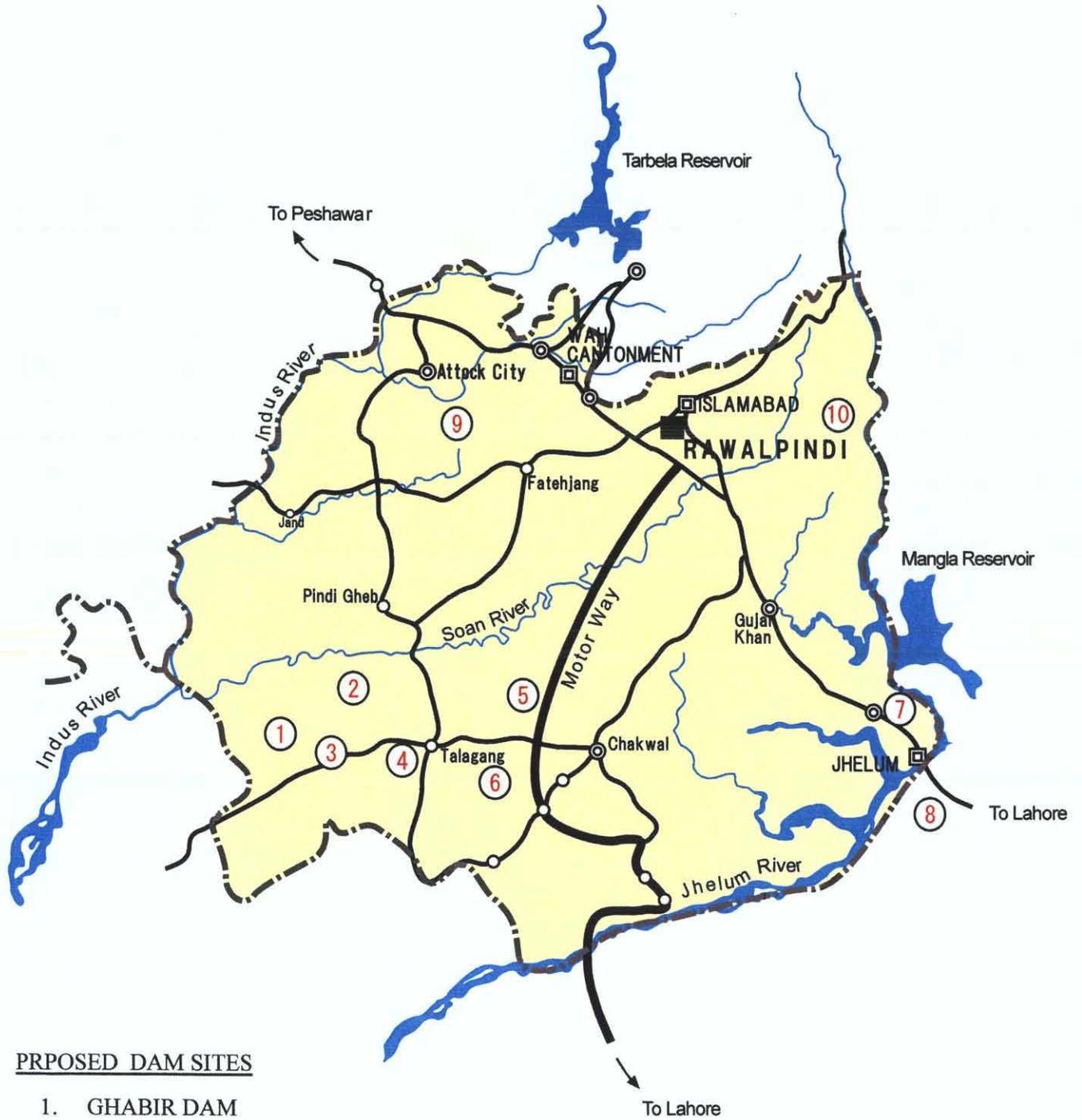
INDUS RIVER BASIN

# PROJECT LOCATION PLAN



PROJECT AREA(Potwar Plateau)

# Location Map Proposed Small Dams Umbrella Project in Potwar Plateau



**PROPOSED DAM SITES**

1. GHABIR DAM
2. MIAL DAM
3. DHOK KUM DAM
4. DHOK MINHAS DAM
5. MUNDAY DAM
6. DHARABI DAM
7. LEHRI DAM
8. PABI DAM( I , II , III, IV, V)
9. BHAGWAN DAM
10. CHIRAH DAM

## 報告書目次

まえがき

調査位置図

第1章調査の背景	1
1.1 国家開発計画と農業	1
1.2 水資源開発の現状	2
1.3 インダス灌漑システムの課題と維持管理の現状	4
1.4 天水農業地域の開発	5
第2章インダス川流域の水資源利用及び開発の現状	8
2.1 インダス川流域の水資源	8
2.2 インダス川流域の農業及び土地利用	9
2.3 インダス川流域の水収支	11
2.4 インダス川流域の水資源開発計画	15
2.5 インダス川の水資源管理の現状と改善対策	16
第3章インダス灌漑システムの現状と問題点	20
3.1 インダス灌漑システムの概要	20
3.2 灌漑排水施設の現状と問題点	20
3.3 全国排水計画事業の内容と進捗状況	23
3.4 既存施設の維持管理と組織改革	27
第4章バラニ地域における灌漑農業農村開発	29
4.1 ポトワール台地バラニエリアの現況	29
4.2 小規模ダム開発と問題点	29
4.3 小規模ダム開発のポテンシャル	30
4.4 バラニ地域農業開発の方向	31
第5章技術協力の必要性とその内容	32
5.1 インダス川水系の表流水の水資源開発と適正配分計画	32
5.2 インダス川灌漑システムの改善対策と施設の管理移管	34
5.3 ポトワール台地の灌漑農業開発	36
第6章現場写真	38

## 参考資料

- A.調査団員構成
- B.調査日程
- C.面談者リスト
- D.収集資料リスト
- E.英文概要

## 第1章 調査の背景

### 1.1 国家開発計画と農業

パキスタンの農業は、独立以来一貫して国家経済の主体であり、近年ではGNPの24.5%、労働力人口の46.7%(林業、水産業を含む)を占めるほか、農産物および関連加工品の輸出総額に占める割合も約5割を占めている。農業のGDP寄与率は、工業、サービス業の比率の増加とともに次第に低下しているが、依然パキスタンの産業は農産物の占める割合が高く、加えて、高い人口増加率を上回る農産成長率の確保など課題は多く、政府は引き続き農業・農村の開発を重点施策の一つと位置づけている。

第8次5ヵ年計画では、農業セクターを開発と成長の主力としている。農業セクターの最大目標は、食糧安保、自給達成、輸出余力の確保であり、人口増加率より高い成長率を達成することにある。この計画の達成には、社会サービスの改善、天然資源及び環境管理の改善とし、その手段として以下の政策目標を掲げている。なお第9次5ヵ年計画(1998/99～2003/04)は制定されておらず、第8次5ヵ年計画が踏襲されている。

- i) 公共および民間セクターの役割を再編し、公共セクターは民間セクターのほうがより効率的に実施できる業種から撤退する
- ii) 公共セクターが効率的かつ経済的にその役割を実行できるよう公共支出および制度を再構築する
- iii) キーとなる公共セクター機関の能力を新しい役割を果たせるよう充実させる

水セクターの政策目標は、作物生産を最大限増加させることにより、重農主義経済を高揚することである。この目標は、地表水供給量の増加、政府管井の民間への移管、最新技術の導入による管理の改善、地下水上昇/塩類集積/洪水の防御により達成されるとしている。

高い灌漑普及率に支えられ、パキスタンは60年代後半に始まる小麦の高収量品種(HYV)の導入による、いわゆる「緑の革命」を試みている。これを政策的に支えたのが化学肥料と灌漑用水への補助金政策と、生産者価格を支持しつつ補助金による消費者価格を抑制する価格政策であった。また、化学肥料企業の国有化あるいは流通公社の設立など、農業流通への国家関与が増大した。主に70年代に行われたこの政策は、国際価格を大きく下回る農産物価格を維持し、米や綿花などの輸出産品については、輸出の国家独占とあいまって多額の税収をもたらした反面、産業としての制度的非効率をもたらす結果となっ

た。

その後、1980年の世銀・IMFの構造調整融資の受け入れにより上記の政策は一変した。この構造調整プログラムのもと、政府は投入財・産出物価格を世界水準に近づけることとし、政府の支出を削減して、民間部門の役割を高めることとした。結果として多くの政策変更が行われ、農業、種子、機械、肥料等への補助金は次々に廃止され、水利部門に対する政府支出も大幅に削減された。このため、80年以降、農業の利潤率は低下し、農業部門は低成長を示すようになった。

パキスタンにおける農業・農村部門の物的インフラは、灌漑網の開発、維持、修復、農地・市場を結ぶ道路の建設などがその中心である。パキスタンのような乾燥地域においては、殊に灌漑用水は高収益を保証する重要なものである。高い灌漑面積率を支える巨大な灌漑施設を有しているが、用水は作物生産に必要とされる量の半分程度しか満たしていない。問題は、その供給の不安定性および配分上の事項に係るものであり、特に操作・維持管理が不適切なために、40%以上の用水が途中で失われるという灌漑効率の角低さである。

社会インフラに関しては、全国で5,000近くある村のうち、1993/94年時点で、約10分の1しか電化されていない。また、識字率は全国平均で37.8%(1995年)で農村部はその半分に近いと言われ、農業農村開発の大きな阻害要因となっている。

## 1.2 水資源開発の現状

### (1) 1991年の水配分協定

インダス川の水配分協定は、1991年3月ラホールで開催された関係4州の首相及び関係大臣の会合においてインダスの水資源は以下の条件のもとに配分利用されること合意した。その概要及び付帯条件は以下の通りである。

#### 1) 関係4州の現況水源に関する水配分は以下の通りとする。

関係州	夏期(MAF)	冬季(MAF)	合計(MAF)
パンジャブ	37.07	18.87	55.94
シンド	33.94	14.82	48.76
北西辺境州	5.28	3.50	8.78
パロチスタン	2.85	1.02	3.87
合計	77.34	37.01	114.35
	(95,438MCM)	(45,670MCM)	(141,108MCM)

注：シンド州の数値にはカラチ市街地の都市用水及び工業用水を含む。

- 2) 北西辺境州及びパロチスタン州の事業実施地域の用水は承認された既得水量を配分する。
- 3) 将来の新規ダム水源及び洪水の利用（余剰水）は、以下の配分比率とする。
 

－パンジャブ州	37%
－シンド州	37%
－北西辺境州	14%
－パロチスタン州	12%
計	100%
- 4) 承認されている主要都市の都市用水及び工業用水は優先的に配分する。
- 5) インダス川及びその他河川で経済的に妥当な新規農業開発に係るダム建設を行う。
- 6) コトリ堰下流の塩水遡上を軽減し河川環境を保全するための維持用水は、不確定要素が多いため追加検討が必要である。シンド州の意見では 10MAF としているが、1977 年から 1988 年までのコトリ堰下流の平均流下量は約 32MAF（夏期 30MAF、冬季 2MAF）と報告されている。
- 7) 合意された配分量の範囲内において各州が新規開発を行うことは自由である。
- 8) 灌漑面積 5,000 エーカー以下、標高 1,200 フィート以上の地域の小規模開発はこの協定に抵触しない。
- 9) パロチスタン州内のインダス川右岸流域の水源開発はこの協定に抵触しない。
- 10) この協定を透明性を持って実施するために、インダス川管理庁（IRSA: Indus River System Authority）を設置し、本部をラホールに置き、4 州の代表で構成する。（IRSA は既に設立され、2,000 年 10 月イスラマバードに本部を移転した）

具体的な水配分は以下の通りとする。

- －各灌漑システムごとの配分は 10 日単位で行う
- －1977-82 年の実績を参考にガイドラインとして配分案を作成し、基本協定の範囲内で各施設の期別配分量を決める
- －既存貯水池の運用は、各州の必要な灌漑用水を最優先させる
- －各州内に配分された水源を施設別、時期別に調整することは自由である
- －無効放流を少なくし、余剰水は他の州で利用可能とするが既得権とはしない

インダス川の灌漑システムの概要を図－1 に示した。

## (2) 河川流出

インダス川流域の河川流出は、その本川と支流域において植生、地形、降雨・降雪等の相違により異なるが、その大部分が夏期に集中し冬期のそれは 15-20%程度である。また

インドからの独立分離後、両国の水配分協定により主要な支流のうち Ravi 川及び Sutlej 川は原則としてインドが支配することとなり、夏期の洪水期を除いて多くの利水は期待できない状態である。インダス川最下流の Kotri 取水堰の下流への年平均放流量は約 32MAF(395 億 m<sup>3</sup>)で流域全体の流出量の約 23%に相当する。今後の新規開発はこれらの洪水流出を主体とする水量を河川環境を維持し、既存貯水池の堆砂傾向を勘案し適正規模のダム開発を行うことにより、有効活用が可能となる。

### (3) 貯水ダム

流域内の主要な貯水ダムは、本川に建設されている Tarbela ダム及び Chashma 堰と支流 Jhelum 川の Mangla Dam である。これらダム群の総有効貯水量は約 187 億 m<sup>3</sup>(15.1MAF)である。WAPDA が実測した Tarbela ダムの堆砂状況によると有効貯水量の約 20-25%に達し、貯水池水位が低水時の取水は堆積土砂の法面崩壊を起し取水、発電施設等に支障きたすおそれがあると指摘されている。Mangla ダムは建設以来地道な流域管理によって土砂流入が軽減されているとの報告がある。その他支流には貯水規模の比較的小さい中小の貯水ダムが建設されているが、何れも小規模な灌漑或いは都市用水として利用されている。

### (4) 地下水利用

灌漑用水としての流域内の地下水は、SCARP(Salinity Control and Reclamation Project)で建設された大型井戸と農民による小規模井戸によって新規開発地域、インダス川水源の受益を受けない地域及び表流水の供給が不完全な地域において利用されている。

NDP 事業のアプレーザルレポートによれば、排水不良地域での地下水は、塩分濃度の比較的低い (800 – 900ppm) FGW(Fresh Groundwater)地域と高い地域 (最高 4,000ppm) SGW(Saline Groundwater)に区分される。地下水排水を必要とされる 1,920 万エーカー (778 万 ha) の内 FGW の範疇に入る面積が約 56%、SGW のそれが 32.5%と推定されている。これらの内、FGW 地域の排水改良によって排除される水の一部は既に再利用されているが、エジプト国のナイルデルタ地域で再利用されている如く、SGW の一部を含め乾燥地帯での用水源として考えることは価値があるものと考えられる。

## 1.3 インダス灌漑システムの課題と維持管理の現状

インダス灌漑システムは、インド、パキスタン両国政府の水配分協定後限られた水資源を有効且つ可能な限り広範囲の農地に利用し農業生産を確保するため関連する灌漑施設の

整備を継続し世界に類を見ない巨大灌漑施設である。これらの施設は、Tarbela、Mangla 及び Chashma の 3 貯水池とインダス川、Jhelum 川及び Chenab 川の表流水を他の河川流域に導水する連絡導水路、表流水を取水する幾つかの取水堰及び各級灌漑用水路等から構成されている。年間河川流出量の約 10%程度しか貯留機能を持たないインダス灌漑システムは不安定な河川流出に水源の殆どを依存していること、比較的平坦で広大且、肥沃な灌漑可能地に必要な適正灌漑水量に比べて水資源量が過小であることから単位面積当たりの農業生産量は世界的な水準と比べて低位にありパンジャブ州はその傾向が顕著である。

既存の灌漑施設は建設以来必要に応じて整備改修され利用されているが、操作・維持管理技術、改修予算の不足、州政府と受益農民との維持管理に関する意志疎通等の諸問題を抱え施設が抱える機能上の問題、予算不足に起因する不完全な維持管理及び維持管理組織機能に関する問題等がある。更には灌漑による地下水の上昇（土壌水分の滞留）と塩分集積等の問題がインダス川周辺及び下流部の農地で発生している。このような諸問題を改善するため国際金融機関等の援助を受け全国レベルでの排水改善と維持管理技術の向上及び施設管理の地方分権化政策等総合的な事業を展開し、生産性の高い灌漑農業環境の回復を目指している。

#### 1.4 天水農業地域の開発

天水農業地域をパキスタンではバラニ・エリア（Barani Area）と呼ぶ。パンジャブ州は最大の農業州で、農地面積は 1,227 万 ha、うちバラニ・エリアは 363 万 ha でその多くが、州北部の Rawalpindi, Attock, Jhelum 及び Chakwal の 4 つの District のある Potowar 台地に集中する。

降雨量の極度に少ない乾燥・半乾燥地域の農業に灌漑は不可欠である。この乾燥の厳しい地域の農業には、井戸水、扇状地に見られるカナート(Qanat)や奔流灌漑(Flood Irrigation)等の伝統的な灌漑システムがあり、パキスタンではバロチスタン州やスレーマン山脈の山麓に多く見ることができる。

バラニ・エリアの存在は、適度の降雨があり冬小麦や飼料作物等、生存のための作物栽培が、寡雨でありながらも天水農業で可能なことにある。しかしながら、インダス河より標高の高い台地など、地形・地質条件に起因して水源に恵まれない台地状の地域では、伝統的あるいは近代的大規模な何れの灌漑システムの恩恵をも受けることなく、開発から取残されて貧困を余儀なくされてきた。

パンジャブ州政府は、1978 年、計画開発省(PDD)のもとに Agency for Barani Area

Development (ABAD)を設立し、IFAD と ADB の融資を受け、Barani Area Development Project(BADP:1981~90)と第 2 次の BADP(1990~98)を継続実施し、現在第 3 次の要請の準備を行っている。対象地域はパンジャブ州の Jhelum 川(合流して Chenab 川、インダス河に至る)以西と同州東北端の 3 Districts にまたがるバラニ・エリアの全域で、関係面積は 753 万 ha である。

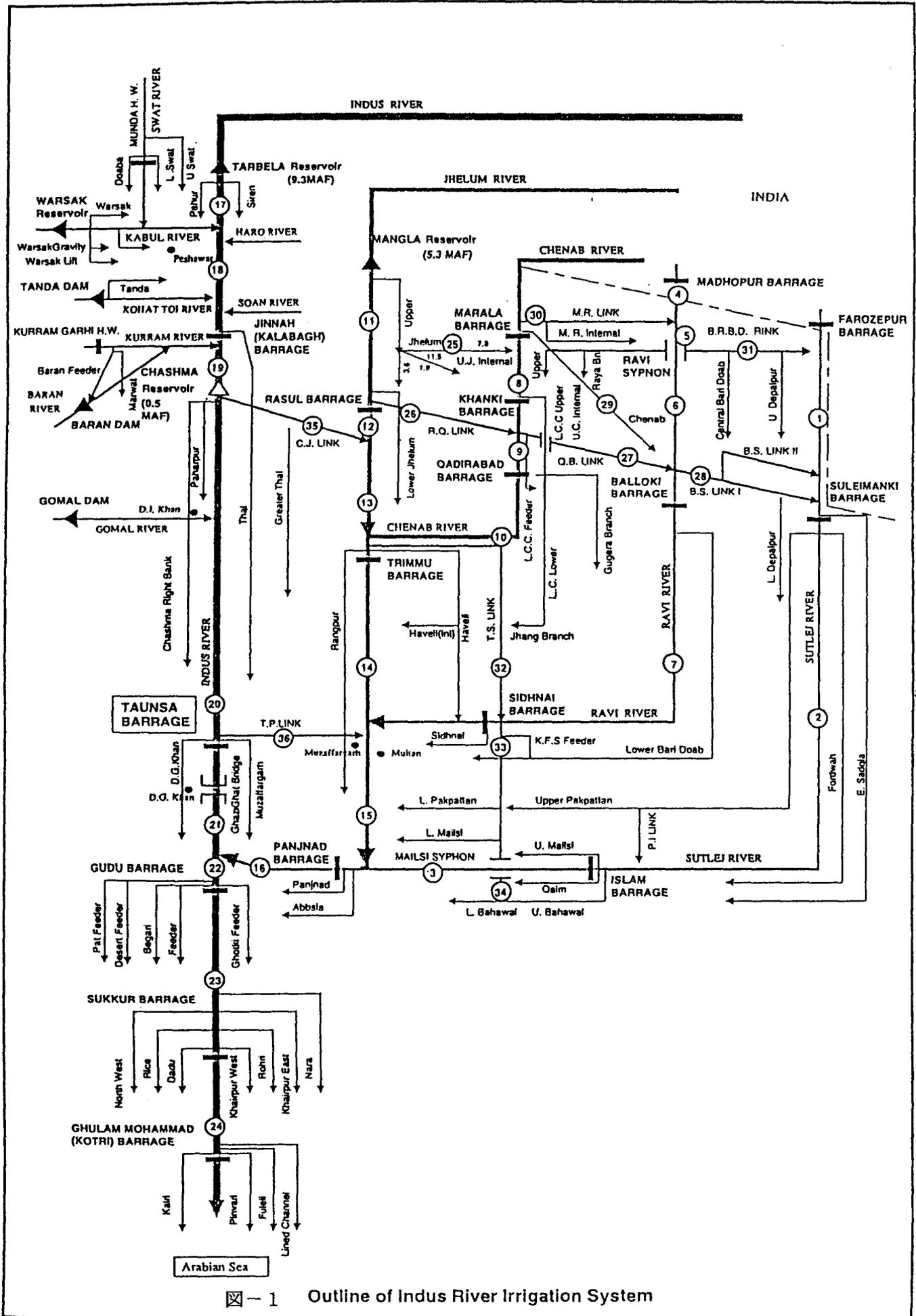
ポトワール台地もここに含まれるが、残りの地域との大きな差異は、Potwar 台地は降水量に比較的恵まれて、小規模ダム開発のポテンシャルが高いが、他は降水量が年間 200 ~400mm と少なく、灌漑は伝統的な井戸や奔流による灌漑が散見される程度である。第 2 次の BADP の概要は次のようである。

事業実施機関 : :Dep't of Agriculture, Dep't of Forestry, Dep't of Communication &Work, Dep't of Livestock&Dairy Development and Dep't of Public Health Engineering

事業内容 : \* 流域改善 (土壌・水保全, 牧草地・林地開発、ウォーター・ハーベスティング)  
\* 栽培および畜産 (耕種農業, 畜産)  
\* 農村インフラ (農道、村落給水)  
\* 農村金融  
\* 制度強化 (NGO によるコンサルティング・サービス, 研修、関係者の協調)

実施調整 : Agency for Barani Area Development (ABAD)

事業費 : 51.30 (外貨 20.90, 内貨 30.40) \$ Million



☒ - 1 Outline of Indus River Irrigation System

## 第2章 インダス川流域の水資源利用及び開発の現状

### 2.1 インダス川流域の水資源

インダス灌漑システムは、パキスタンイスラム共和国の農業生産の基幹を為すものでイギリスの植民地時代から逐次整備されてきた世界でも希にみる大規模な施設である。パキスタンの灌漑農業は国家経済のバックボーンであり、増加の一途をたどる人口の食糧供給の根幹を為すものである。パキスタン国の耕作面積 2,187 万 ha の内、灌漑面積は概ね 1,799 万 ha（表流水 769 万 ha、表流水・地下水併用 552 万 ha、地下水単独 478 万 ha）である。

インダス川の平均年間流出水量は概ね 1,730 億 m<sup>3</sup> (140MAF) で、その約 74% が水路施設による重力灌漑及び水力発電に使われている。一方河川の流出は年ごとに変化し不安定で年間流出の 84% が夏期に流出する。現在、インダス川流域には Tarbela、Mangla 及び Chashma の 3 大貯水池が建設され、全体の有効貯水量は約 187 億 m<sup>3</sup>(15.1MFA)でその貯水量の 77%が冬期の灌漑、残りは夏期の初期或いは終期に主として利用されている。一方インダス川最下流に建設されている Kotri 堰（インダス川に建設されている取水堰で最下流に位置している）下流の最近 12 カ年のアラビア海への流下量は概ね 395 億 m<sup>3</sup> (32MAF)で、これらの内 250 億 m<sup>3</sup> (20MAF)が将来の灌漑に利用可能であるとされている。しかしながら、Tarbela ダム下流及びインダス川支流域において大規模ダムの建設適地が見いだせないため概ね 185 億 m<sup>3</sup>(15MAF)とする案もある。

一方、インダス灌漑システム地域の地下水は、表流水の補給用水或いはインダス川沿の灌漑用水として個人或いは国により開発利用されており、その利用可能量は年間約 400 億 m<sup>3</sup> と推定されている。地下水灌漑に関わる灌漑受益は延べ約 1,000 万 ha で、その大半はパンジャブ州の利用となっている。

以上に述べたインダス川水系の水資源の現状から、持続可能な既存の灌漑農業の水不足は深刻で新規の表流水開発の必要性が叫ばれているが、1976 年のタルベラダム建設以来中断されている。加えて、近年上記 3 貯水池の有効貯水量が上流河川からの堆砂によって減少傾向にあり、灌漑農業内部に抱える諸問題（水の不均衡配分、耕作地土壌への塩分集積、低作付率等）と合わせゆゆしき問題となっている。開発可能な水資源を有するにも拘わらず、冬期の小麦の登熟期及び夏期作の綿花、水稻等の播種期の灌漑用水の表流水取水に関しパンジャブ及びシンド州間の水紛争は絶えない状況にある。

一方、夏期の異常な洪水は、農業湛水による作物被害のみならず、公共施設の破壊、畜

産等に多大な被害を及ぼしている。夏期洪水時期の洪水を可能な限り有効利用し、急増する電力の需要に対処するために火力発電よりも消費電力料金の低廉な水力発電の推進が叫ばれている。これらの水資源は、発電後下流域の灌漑用水に利用されるのみならず、洪水調節の効果も期待できる。

1991年、4州へのインダス川水源の配分協定が発効され、Kotri 堰下流域への河川維持用水を考慮した洪水期の灌漑用水利用として、既往の 114.35MAF に加え 20MAF(247 億 m<sup>3</sup>) を同上協定に基づく配分率 (パンジャブ 37%、シンド 37%、北西辺境 14%、及びバロチスタン 12%) で4州へ配分することとなっている。

パキスタン政府は 2020 年までの水資源開発目標として次の計画を 1995 年に設定し、目下事業を成功裏に運ぶための真剣な取り組みが行われている。その概要は概ね以下の通りである。

- 25 地区の既存施設の改善及び新規施設の建設により 340 万 ha の新規開発地域を含む 535 万 ha の地域へ灌漑用水を供給する。
- 上記の灌漑用水及び既存貯水ダムの堆砂問題に対応するため、インダス川の本流及び支流に kalabagh(6.1MAF)又は Basha(5.7MAF)、Munda(0.5MAF)ダム及び Bunji ダムを建設する計画である。その結果、洪水調節と合わせ 6400MW の水力発電を行い逼迫した需要に応えると共に火力発電に比べて低廉な電力を供給する計画を持っている。但し、Kalabagh ダム計画は、社会的、政治的、地域的の錯綜した問題があり、国家的なコンセンサスを得るに至っていない。

## 2.2 インダス川流域の農業及び土地利用

インダス川流域を含むパキスタン全土の 1999 年時点における土地利用の現状、灌漑水源別灌漑面積、主要作物別作付面積、主要作物の総生産量及び単位収量を以下に取りまとめた。特にインダス水系にその殆どを依存しているパンジャブ州は概ね水系全体の傾向として捉えることができる。

### (1) 土地利用

(単位：百万 ha)

土地利用区分	パンジャブ	シンド	北西辺境	バロチスタン	計
1.州政府所管総面積	20.63	14.09	10.17	34.72	79.61
2.土地利用面積 (3+4+5+6)	17.52	14.05	8.34	19.37	59.28
3.林 野	0.50	0.69	1.36	1.05	3.60
4.荒廃地、道路、宅地	3.01	6.25	3.92	11.34	24.52
5.耕作可能地	1.74	1.46	1.22	4.87	9.29

6.耕作地 (7+8)	12.27	5.65	1.84	2.11	21.87
7.休閑地	1.15	2.48	0.33	1.14	5.10
8.作付面積	11.12	3.17	1.51	0.97	16.77
9.二毛作面積	4.68	0.94	0.57	a.n.	6.19
10.全作付面積(8+9)	15.80	4.11	2.08	0.97	22.97
11.作付率	142(%)	130(%)	138(%)	100(%)	137(%)

出典：Agricultural Statistics of Pakistan, 1998 - 99

(2) 灌漑農地面積

(単位：百万 ha)

土地利用区分	パンジャブ	シンド	北西辺境	パロチスタン	計
1.水路（表流水）公共	3.88	2.53	0.39	0.42	7.22
2.水路（表流水）個人	-	-	0.39	0.08	0.47
3.地下水（深井戸）	2.53	0.13	0.09	0.25	3.00
4.地下水（浅井戸）	0.11	-	0.04	0.01	0.16
5.水路+深井戸	6.88	-	-	-	6.88
6.水路+浅井戸	0.09	-	-	-	0.09
7.その他	0.06	-	0.03	0.08	0.17
8.合計	13.55	2.66	0.94	0.84	17.99

出典：Agricultural Statistics of Pakistan, 1998 - 99

(3) 作物別作付面積

(単位：1,000 ha)

作物	作付面積	割合 (%)
食用穀物(Wheat, Rice, Sorghum, Maize, Millet & Barley)	12,598	55
換金作物(Sugarcane, Cotton, Tobacco, Sugar-Beet, & Jute)	4,140	18
豆類(Gram, Mung bean, Mash, Masoor, Mattar)	1,531	7
油脂種類(Rapeseed, Mustard, Sesamum, Groundnut, Castor seed)	656	3
野菜類	334	1
調味料類(Chillies, Onion, Garlic, Corriander, Turmeric & Ginger)	195	1
果樹類	646	3
その他	2,860	12
合計	22,960	100

出典：Agricultural Statistics of Pakistan, 1998 - 99

(4) 主要作物の生産量

作物及び区分	パンジャブ	シンド	北西辺境	バロチスタン	計
1.小麦					
－作付面積(1,000ha)	5,934.6	1,123.7	857.6	314.0	8,229.9
－生産量(1,000 ton)	13,212.0	2,675.1	1,221.8	748.7	17,857.6
－単位収量( ton/ha)	2.226	2.381	1.425	2.384	2.170
2.水稲					
－作付面積(1,000ha)	1,492.9	704.1	68.2	158.4	2,423.6
－生産量(1,000 ton)	2,176.0	1,930.3	133.6	433.9	4,673.8
－単位収量( ton/ha)	1.458	2.742	1.959	2.739	1.928
3.メイズ					
－作付面積(1,000ha)	413.9	10.5	534.4	3.4	962.2
－生産量(1,000 ton)	828.2	5.5	827.7	3.7	1,665.0
－単位収量( ton/ha)	2.001	0.524	1.549	1.088	1.730
4.砂糖キビ					
－作付面積(1,000ha)	780.3	270.8	103.3	0.7	1,155.1
－生産量(1,000 ton)	33,382.8	17,050.7	4,719.5	38.1	55,191.1
－単位収量( ton/ha)	42.8	63.0	45.7	54.4	47.8
5.綿花					
－作付面積(1,000ha)	2,282.8	630.2	0.4	9.4	2,922.8
－生産量(1,000 ton)	1,126.8	362.8	0.1	4.7	1,494.3
－単位収量( kg/ha)	494	576	298	496	512

出典：Agricultural Statistics of Pakistan, 1998 – 99

2.3 インダス河流域の水収支

(1) 灌漑用水供給の現状

インダス川の平均年間流出量は、140MAF (1,730 億 m<sup>3</sup>)でその内約 74%が取水堰及び水路を通じて灌漑に利用されている。流域内の主要な貯水ダムは、Tarbela、Mangla 及び Chashma の3ダムで、その総有効貯水量は 15.1MAF (187 億 m<sup>3</sup>)にすぎず、夏期の河川流出水の有効活用とこれら既存ダムの堆砂による貯水量の減少及びダム管理の安全確保の観点から、後述する新規ダム開発は緊急の課題とされている。

一方、パキスタンにおける灌漑農業は、土地資源の豊富さに比べて水資源が不足しており、灌漑用水の供給は可能な限り広範囲に適正灌漑水量以下であっても総生産量が確保されれば良いとの観点から行われている様に見受けられる。現在、パキスタン政府で採用している支線水路から末端水路への平均設計流量は、分水工地点で 2.84 cusec/1,000acre (約 0.2 lit/sec/ha) としている。この水量は1日当りの消費水量に換算すると約 1.7mm/day で

灌漑効率を考慮すると 1.0mm/day の実消費水量に相当する。この点に直接関連するとは断言できないが、通常畑作物の日あたり実消費水量は概ね 2 - 5mm/day とされており、主要作物の単位収量が灌漑農業地域の他の国と比較してかなり低位にあることは事実である。

流域内主要地点の年間平均降雨量及び灌漑必要量を比較すると以下の通りである。

(単位：mm)

地 域	平均降雨量			作物消費水量		
	夏期 (5-9月)	冬期 (10-4月)	計	夏期作	冬期作	計
1.Punjab						
-Jhelum	565	220	785	588	435	1,023
-Lahore	373	119	492	606	441	1,047
-Multan	110	75	185	691	510	1,201
-Attock	315	238	553	731	470	1,201
-Bahawalpur	116	71	187	730	596	1,326
-D.G.Khan	113	82	195	852	568	1,420
-Faisalabad	241	97	338	755	525	1,280
-2. Sindh						
-Hyderabad	152	70	222	661	634	1,295
-Jacobabad	67	70	137	797	605	1,402
-Karachi	183	74	257	611	608	1,219
-Sukkur	80	70	150	797	660	1,457
3.NWFP						
-Peshawar	195	370	565	567	357	924
-Abbottabad	733	478	1,211	713	459	1,172
-Mardan	280	300	580	730	467	1,197
4.balochistan						
-Quetta	50	184	234	699	413	1,112
-Sibi	75	83	158	755	612	1,367

注：作物消費水量＝蒸発散量 x0.7、出典：Agricultural Statistics of Pakistan 1998-99

これらの諸点から、パキスタン国における将来の食糧自給と節水灌漑型の作物・作付パターン、適正規模の灌漑必要水量（しおれ点ぎりぎりの水量）、灌漑排水インフラストラクチャーの整備と水管理技術の向上による灌漑効率の向上効果等をパラメーターとする灌漑水源の予測を行うための水収支が必要である。

一方、インダス川の水資源は、河川流出による表流水と地下水である。前者は既述のごとく年間平均総流出量が約 1,700 から 1,800 億 m<sup>3</sup> で既存貯水ダムの堆砂による有効貯水量の減少傾向の予測とアラビア海への無効放流量を考慮した新規利用可能量を推定し、新規開発可能な貯水ダムの貯水池運用計画によって利用可能量が推定される。地下水源については、主として淡水地域での既開発分を含む地下水開発可能量の推定し、降雨及び灌漑余剰水による貯留効果を勘案し表流水源の得られない地域に優先的に配分し、残水量を

補助水源的に表流水地域に供給する。

## (2) インダス水系水収支手法

パキスタン政府は、1982年インダス川流域の水資源の有効利用を図るため世銀、水電力開発庁及びコンサルタントと共同で総合的な水収支評価プログラム「IBM(Indus Basin Model)」を開発した。このモデルは、水資源量(ダム、河川流量、地下水等)のみならず地下水質、地下水位の他、作物条件、収益性、投資効果等の要素を含む灌漑農業を総合的に評価するシステムで、8,000に及ぶ情報を処理するものである。

1986年、Kalabagh Dam Projectにおいて既存のIBMのプログラムをより単純化しIBMR(IBM Revised)として利用した。1990年、水セクター投資計画策定(Water Sector Investment Planning Study)に際し、更に変更更新した。更に、1992年水配分協定の発効を受けてプログラムの一部を改善し今日にいたっている。

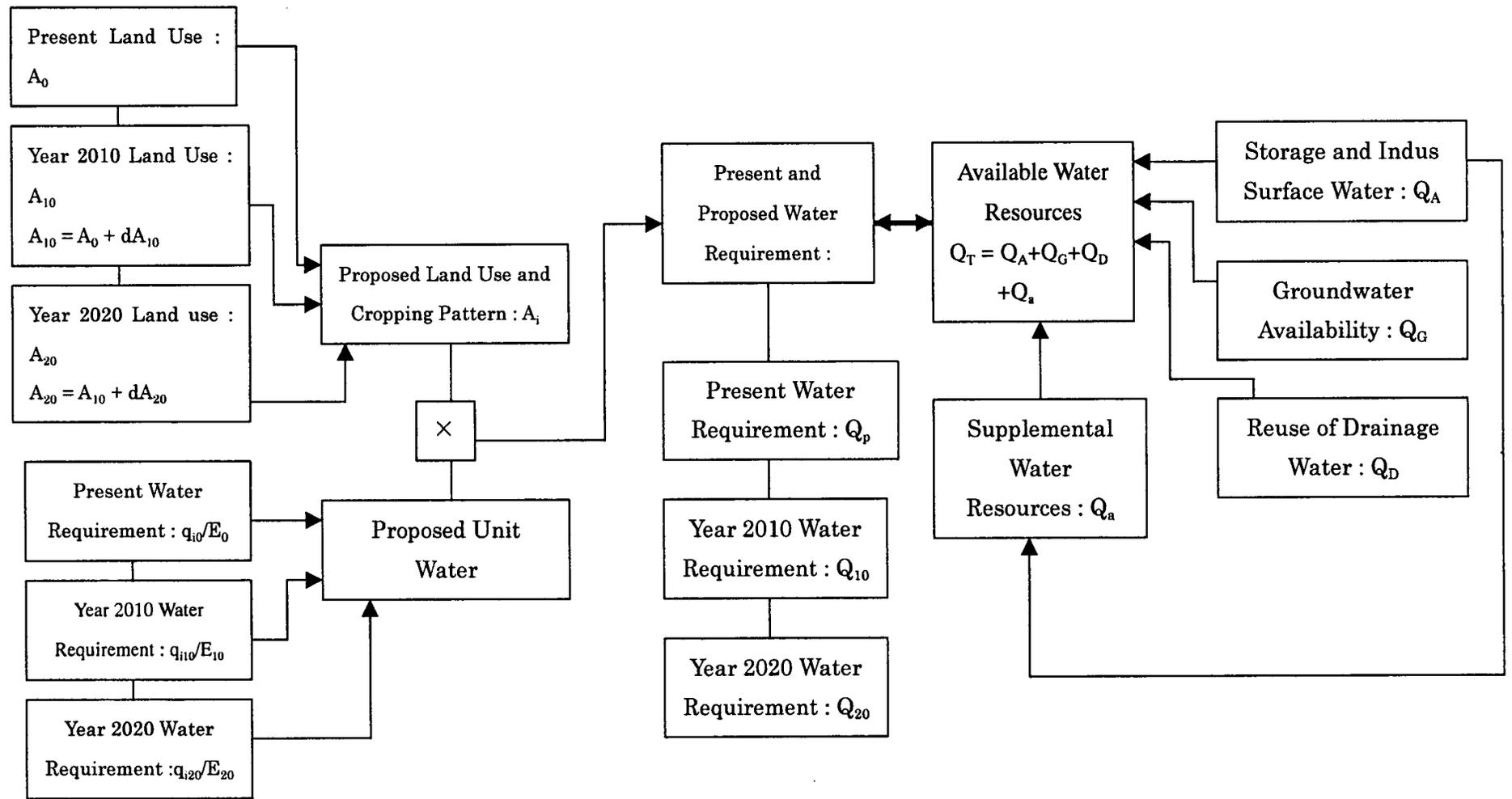
現在のIMBRモデルはおおよそ次の内容を評価できるプログラムである。

- System constraint identification
- Project identification
- Project evaluation
- Feasibility of the plans and projects
- Policy planning and formulation
- Pricing policies of the agricultural projects and inputs
- Water allocation policies
- Allocation of any resources

計算には地域を9個の農業ゾーンに区分し、農業(作物体系、作物生産資材、生産量等)、畜産(投入資機材、販売額等)、水(作物の水消費量、水利用効率、水路配水能力、貯水池、ポンプ等)、資源(労力、農業機械、地下水用機械、人口、表流水、降雨、蒸発量等)等のデータを挿入する。

従って、かなり複雑、且、経済分析を主眼としたシミュレーションであり、既述の水系全体の純技術的な水資源開発の方向性と適正規模の時系列的開発規模を検証するには、図-2に作成した水収支概念図に基づいて検証する必要がある。

図-2 水収支計算の考え方と流れ図



## 2.4 インダス川流域の水資源開発計画

インダス川流域の貯水ダムによる新規水資源開発は、その流域がカシミール地域を含むパキスタン内に限定され、ダムサイトはパキスタンの行政区域内でインダス本流及び上流部の支流と Jhelum 川及び Chenab 川に限定し、WAPDA を中心に調査が行われている。現時点での上記流域におけるダムサイトとその概要は下表の通りである。

河川流域	ダムサイト	調査の概要及びダムの仕様
1.インダス川本流	-Yugo	有効貯水量 5.6MAF、ダム高 540ft、堤長 2,500ft、地形測量中
	-Shardu	有効貯水量 15.4MAF、ダム高 755ft、概略調査完了 1984
	-Tungas	詳細不明、発電 625MW
	-Yulbo	詳細不明、発電 710MW (導水発電)
	-Bunji	詳細不明、発電 1,290MW (導水発電)
	-Rakhiot	詳細不明、発電 670MW (導水発電)
	-Basha	カナダ政府の援助で 1984 年に調査 ダム高 660ft、設計洪水量 682,000cusec 発電 3,400kw、有効貯水量：未詳
	-Dasu	詳細不明、発電 2,700MW (導水発電)
	-Patan	詳細不明、発電 1,170MW (導水発電)
	-Thakot	詳細不明、発電 2,420MW (導水発電)
	-Kalabagh	有効貯水量 6.1MAF、ダム高 260ft、堤長 4,375ft、発電 3,600MW 設計洪水量：2,000,000cusec
2.インダス支流 (上流)	-Kalam	有効貯水量 0.305MAF、ダム高 525ft、コンクリートダム、発電：110MW
	-Khazana	有効貯水量 3.0MAF、ダム高 380ft、発電：110MW
	-Kalangai	有効貯水量 3.5MAF、ダム高 475ft、発電：256MW
	-Munda	有効貯水量 0.67MAF、灌漑：15,000ac、発電：740MW
	-5 Off Channel Storage schemes	Garijala dam, Sanjwal-Akhori dams, Dhok Pathan dam, Dhok Abakki dam, Thal reservoir(dike length:75miles, dike height 47feet, live storage 2.1MAF =2,600MCM)
3.Jhelamu 支流	-Kohala	ダム高 120feet のコンクリートダムを建設し、約 16 マイルのトンネルで導水し 500MW の発電

	Raised Mangla Dam	既存のマングラダムは 1967 年に完成し、ダム堤標高 1234feet、堤長 11,000feet 堤高を最大 380feet とし貯水池水位を 48feet 嵩上げし貯水量を 3.6MAF 増加し有効貯水量を 8.9MAF(110 億 m <sup>3</sup> )とする計画
	Keran	ダム高 700feet のコンクリートアーチダム、貯水量 1.5MAF、発電 780KW

## 2.5 インダス川の水資源管理の現状と改善対策（テレメータリングシステム）

インダス川は、インダス本川、東部支流の Jhelum、Chenab、Ravi、Sutlej、Beas、北西支流の Kabul、Suwat、Haro 及び Soan 川からなる。

1960 年のインドとパキスタンとの水配分協定により、インダス本流と Jhelum、Chenab の支流はパキスタン、Ravi、Sutlej、Beas の 3 支川の大部分はインドが使用支配することとなった。このため、パキスタン政府は世界銀行等からの支援を受け、Tarbela ダム及び Mangla ダムと前記 3 河川からの水を連絡導水路により後記 3 河川地域へ用水を供給する事業を実施した。

主要な河川、堰、連絡導水路及び幹線用水路の概要を表-1 に示した。

パキスタン政府は、インダス川の水配分協定の適正且つ公正な配分管理を行うため、連邦政府の理事を事務局とし、各州の水電力省の事務次官を理事とするインダス川システム機構（IRSA : Indus River System Authority）を設立し 2000 年 10 月本部をラホールから首都のイスラマバードに移転した。2つの貯水池と連絡導水路の管理は、水電力開発庁（WAPDA）、各取水堰及び基幹用水路の管理は各州の灌漑電力省（PID）が行っている。灌漑に必要な表流水の配分管理は、チャシマ堰及びマンゴラ貯水池で行っている。各州の灌漑電力省は管内の必要水量を調節し、WAPDA の水源管理部は貯水池の貯水現況及び河川流入量等を勘案し、IRSA の承認を得て放流している。

しかしながら、各州の管理者はこれらの受け取った放流配分量に疑問を抱き、シンド州とパンジャブ州の関係で代表される各水系下流部の権利者から苦情が殺到しており、より透明性のある水配分を行うための施設の整備と技術の導入が不可欠であるとされている。このような状態を排除し、より透明性のある適正な水配分を行うため IRSA はインダス川の既存ダム、取水堰にリアルタイムのデータを収集処理する通信処理機構の構築を計画中である。

予測されるゲージング及びテレメータリングサイト（取水堰及び機関水路視点始点）は、  
図－3に示すとおりである。

上記の主要なシステムと必要な機能は次の通りである。

(1) 遠隔補助システム (Remote Sub-system)

- －施設（堰、水路始点）の上下流の水位の測定
- －ゲイト開度の測定
- －上記データの収集と流量変換等の加工処理
- －加工データの利用
- －適切な通信手段を通じての定期的な IRSA への報告システム

(2) 主コントロール補助システム (Master Control Sub-system)

- －通信端末及び収集資料のディスプレイソフトを含むコンピューターの設置
- －通信サーバー及びデータ加工を含む現場ネットワーク (LAN) の構築
- －河川、水路システム及び流量を示すディスプレイボードの設計

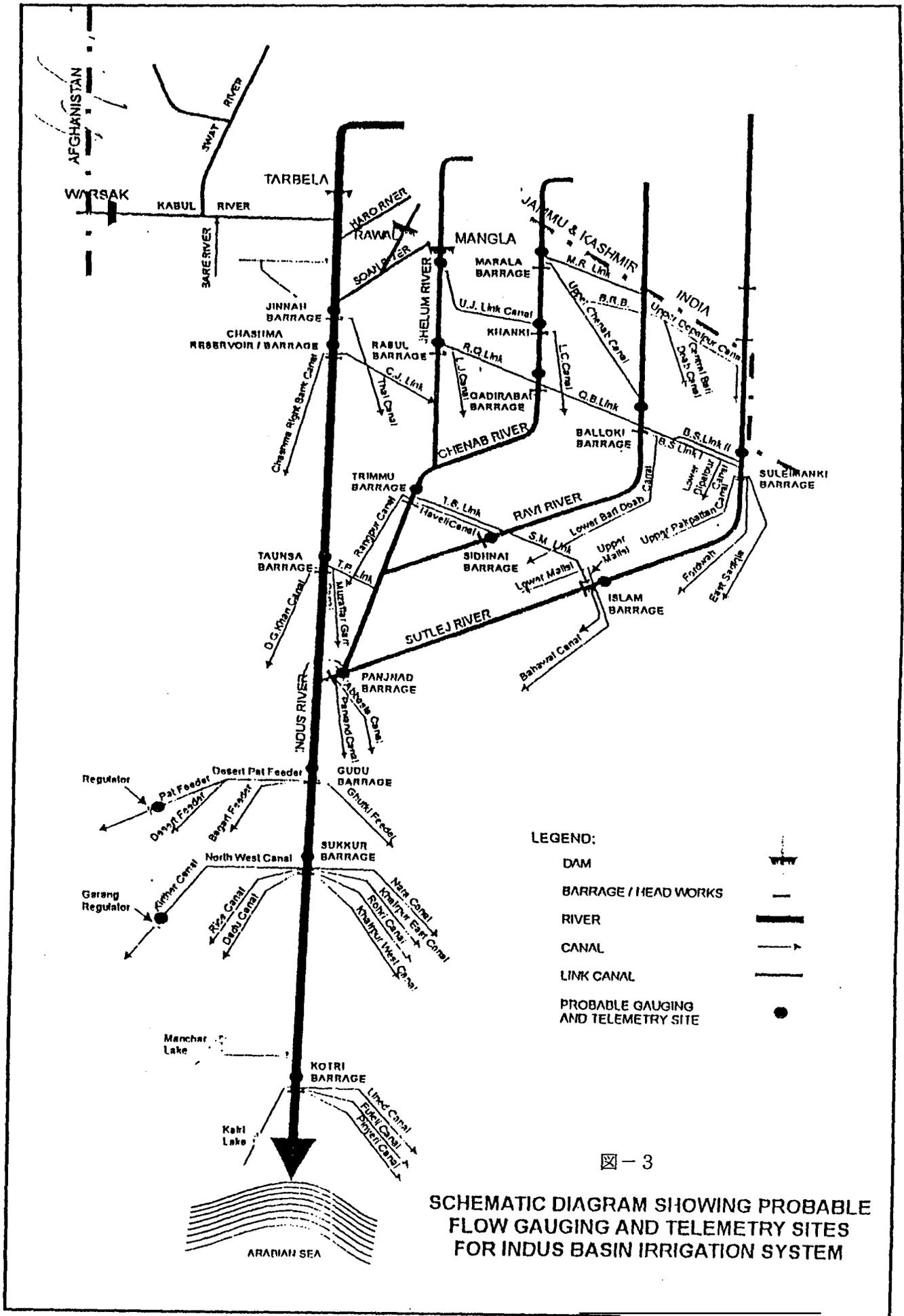
(3) データ通信システム (Data Communication Sub-system)

- －現況を踏まえたデータ送信システムの提言
- －現在 WAPDA の電力部門で使用中のマイクロウェブシステムの拡張
- －VSAT (Very Small Aperture Terminal) サテライト交信システムの検討

インダス川システム機構 (IRSA) は、これらのスタデーと実施のための PC-1 の作成  
を行うためのコンサルタントを選定中である。

表-1 INDUS BASIN IRRIGATION SYSTEM  
(Rivers, Barrages, Link Canals and Main Canals)

River	Barrage	Link Canal	Canal
Indus River	• Jinnah Barrage • Chashme Barrage/Reservoir • Taunsa Barrage	Chashma-Jhelum Link Taunsa-Punjnad link	Thal Canal CRBC DG Khan Canal Muzaffargarh Canal
	• Guddu Barrage		Ghotki Feeder Begari Feeder Desert Canal Desert Pat Feeder Pat Feeder Canal
	• Sukkur Barrage		Nara Canal Khairpur East Canal Rohri Canal Khairpur West Canal Northwest Canal Kirther Canal Rice Canal Dadu Canal
	Kotri Barrage		Line Canal Fuleli Canal Pinyeri Canal Kalri Canal
Jhelum River	• Mangla Reservoir	Upper Jhelum Canal Link	
	• Rasul Barrage	Resul Qadirabad Link	Lower Jhelum Canal
Chenab River	• Marala Barrage	Marala Ravi Link	Upper Chenab Canal BRBD Link (UCC)
	• Khanki Barrage		Lower Chenab Canal
	• Qadirabad Barrage	Qadirabad Balloki Link	LCC Feeder
	• Trimmu Barrage	Trimmu-Sidhnai Link	Haveli Canal Rangpur Canal
	• Punjnad Barrage		Punjnad Canal Abbasia Canal
Ravi River	• Balloki Barrage	Balloki-Suleimanki Link	Lower Bari Doab Canal
	• Sidhnai Barrage	Feeder Sidhnai-Mailsi- Bahawal Link	
Sutlej River	• Sulemanki Barrage		Upper Pakpattan Canal Fordwah Canal East Sadigia Canal
	• Islam Barrage		Upper Mailsi Upper Bahawal



## 第3章インダス灌漑システムの現状と問題点

### 3.1 インダス灌漑システムの概要

インダス灌漑システムは、パキスタン国の4州に跨る世界にも例を見ない巨大灌漑組織である。耕作可能な受益面積は約 1,400 万 ha で、16ヶ所の取水堰、主要な基幹水路 43 路線延長 6 万 km、約 10 万ヶ所の分水施設により灌漑用水を供給している。灌漑用水は、インダス川本流に建設された Tarbela ダム及び本川、支川からの流出水とパンジャブ州を流下する主要な支流である Jhelum、Chenab、Ravi、Sutlej 川の流出水及び Jhelum 川に建設された Mangla ダムによって供給されているほか、水路末端部の受益地及び冬作の一部に地下水を利用している。インダス灌漑システム内での灌漑方式は重力式灌漑が主体である。

### 3.2 灌漑排水施設の現状と問題点

#### 3.2.1 灌漑施設

各州レベルで管理されている灌漑施設は、取水堰、連絡導水路(Link)、幹線水路(Main)、2次幹線(Branch)、支線水路(Distributary)、小用水路(Minor)等で農民レベルの管理する圃場水路 (Water Course) の分水点まで多岐にわたっている。150年の歴史を誇るインダス灌漑システムは、それぞれの施設においてその老朽化がひどく部分改修が行われているが、急増している灌漑用水量の需要を満たし適正な水管理を行うための施設改修には多額の投資が必要である。以下に主要灌漑施設の問題点をインダス川灌漑システムの主要部分を占めるパンジャブ州の既存の検討報告書等から要約する。

#### (1) 取水堰

パンジャブ州内の取水堰は、流下する 5 河川に 14ヶ所建設され、河川流水及び貯水池の水を取水すると共に、幹線用水路及び連絡導水路に用水を供給している。殆どの取水堰は河床砂礫の上に建設されたフローティングタイプである。建設当初としては、最高の技術水準を駆使して設計されたと思われるが、河川幅が 500m から 3km にも及ぶため経済性の観点から堰体下部及び上下流エプロン下の浸透路長を多く取れないため取水時の堰上下流の水位差に制限を加えた“極限設計”としている。このことは渇水時における一時貯留及び堰上げ高さに制限があるため極めて微妙な管理が要求されている。

各堰のゲートは、その老朽化が進み人力操作とも相まって早急に改修整備すべき堰が多

い。ゲート扉体及び支承部の部分改修、開閉装置の電動化、関連土木構造物の改修（特に上下流部のエプロン、護床工の改修補強と河川流況に対応した河川改修と用水路への土砂流入の軽減）等が含まれる。

現在、特に問題視されている渇水時の適正且つ透明性のある取水、分水及び下流への放流管理を行うためにも、適正規模の必要な堰及び付帯構造物の改修が不可欠である。

## （２）基幹用水路

基幹用水路は、幹線水路及び２次用水路で代表され、連絡導水路を含めたこれらの水路は、その大部分が水路幅 30m から 100m、流量最大 500m<sup>3</sup>/sec にも及ぶ大水路であり、基本的に水路組織は、非堆砂、非洗掘型の設計流速であり、広く浅い水路断面である。当該地域の河川水による灌漑は原則として重力灌漑方式であり、比較的平坦な地域を流下しているためこれらの水路からの漏水は一部の地域を除いて土質的にもさほど問題ないものと考えられる。基幹水路からの分水は、調整堰、水理的に安定した構造物を介して分水されており余り多くの問題はないと思われる。

## （３）支線水路

支線水路の定義は定かでないが２次幹線用水路からほ場水路へ配水する水路で、パンジャブ北部地域の平均では１支線の平均灌漑受益面積は約 3,000ha であるが単位用水量が極めて少ないため約 0.60 cum./sec 程度の水路で、水路密度は約 3.1m/ha である。水路は沖積土の土水路が殆どでライニングされた水路は 12%程度である。支線水路への分水は、オリフィスタイプ、ゲートタイプ等で操作されているが適正な配分とするためには何らかの改修が必要である。

水路の浸透損失を把握する試みとして通水状態で一定区間の流入流出量を測定しその収支バランスから水路の浸透量を測定する方法と水路を一定区間築堤で締め切り湛水させた後減水深を測定する方法で検討した結果、水路を何らかの方法でライニングした場合約 10%の節水が可能であるとの JICA が実施した調査報告書がある。このことは、逼迫する水需要に対応する対策の一方策として、また灌漑用水の均等配分を適正に行うためにライニングと合わせた付帯施設の改修・整備は極めて意義が深いものであることを示している。

## （４）圃場水路の整備

圃場水路は支線水路に設けた分水施設から灌漑用水を灌漑農地へ配水する水路で、国際

金融機関からの借り入れにより農業省の所管で整備が進められ、合わせてこれらの維持管理を行う農民組織(WUA)の設立・育成指導も行ってきた。これらの水路は、関係農民により何らかの方法で建設管理されているが、地域により灌漑用水の均等配分にほど遠い施設の現状からその整備の必要性が叫ばれている。パンジャブ州の北部地域の例では概ね 20-25%程度の整備率である。一般的な灌漑方法は、水稻の湛水をはじめ畑作の畝間或いは氾濫灌漑が主流であり、より高い灌漑効率を維持し、作付率の高揚を図るためにも可能な限りにおいて末端水路の整備は不可欠であり、受益農民による適正規模の維持管理組織の構築とその管理はパキスタン政府が試行している組織改革の基盤をなすものである。

### (5) 地下水灌漑

インダス灌漑システム地域の地下水利用は、灌漑水路網の下流部で表流水の得難い地域及び新規開発地で補助水源として利用されている。開発された井戸は、WAPDA が施工した SCARP(Salinity Control and Reclamation Project)による大形井戸（平均揚水量 85lit/sec）と主として農民レベルの管理による井戸（平均揚水量 30lit/sec）に区分され前者は約 8,000 ヶ所、後者は 100,000 ヶ所以上にのぼるものと推定される。地下水の維持管理コストは、重力灌漑に比べてかなり割高となることから、今後の各級水路の改修整備と維持管理の合理化により創出された余剰水による作付率の高揚を図り、地下水は可能な限り渇水時の補助水源とすることが望ましい。

### 3.2.2 排水施設

より効果的な排水システムの整備は、持続的で土壤水分の滞留、塩分集積等を排除・軽減し、正常な作物栽培環境に適した灌漑農業を行ううえで不可欠である。インダス灌漑地域の地下水脈は、ほぼ均等に平均地下 30m にある。インダス川流域は非常に平坦で、透水性に富んだ土壌、半乾燥地気候で蒸発量が極めて高い地域である。このような条件下では、排水施設を持たない灌漑施設は、地下水位の上昇と塩分集積は極めて一般的である。

1960 年以降約 40 年間わたりパキスタン政府は、SCARP を通じて概ね以下の排水改良事業を実施してきた。

種 別	規 模
排水受益面積 (ha)	5,170,000
オープン排水路 (km)	15,500
地下水排水(FGW)(No.)	12,700
地下水排水(SGW)(No.)	2,350
地下水排水(SCW)(No.)	380
暗渠排水(ha)	224,000

注：FGW：Fresh Groundwater, SGW：Saline Groundwater  
SCW：Scavenger Tubewells

世銀の調査によれば、パキスタン全耕地面積の 37.6%は排水不良地で、14%は何らかの塩分集積が露見している。又インダス流域の地下水位は、近年（1981）3m よりも浅い層が 45%を占めるようになったとの報告がある。

このような観点から排水改良が必要な地域は約 794 万 ha でその内、現在施工中の地域は 237 万 ha、改善を要する地域 90 万 ha、新規開発地域 450 万 ha と推定されている。これらの問題点を解消すべくパキスタン政府は、世銀等の資金援助を受けてインダス左岸のシンド州に広がる LBOD(Left Bank Outfall Drain)事業、同右岸のパロチスタン及びシンド州に跨る RBOD 事業が継続実施されている。これらの事業と灌漑事業の一部を含むより総合的な全国排水事業（NDP: National Drainage Project）が世銀、アジア開発銀行、日本国際協力銀行等の協調融資によって、1998 年より開始されている。

### 3.3 全国排水計画事業の内容と進捗状況

全国排水計画（NDP）は 1995 から 2020 年までの 25 年間で第 1 パッケージとし、インダス灌漑システム地域内の塩水排除対策、そしてそれらの塩水を適切にインダス流域からアラビア海に排除する方法を検討し、パキスタンの灌漑農業を適正な環境に戻すことを目的としている。これらの目的を達成するために適正な自然環境の保持及び組織面の改革を含む政策の提言、水セクターに関する組織の強化、政策の転換、灌漑排水に関する技術基盤の強化及び灌漑排水施設の改修整備を行うこととしている。具体的な NDP-1 の内容は概ね以下の通りである。

#### （1）セクター計画及び研究部門

以下に示す調査、研究は既にその殆どの分野で関係機関及びコンサルタントにより実施されている。

#### -Policy Study Components :

- a. Efficacy of Past Drainage Investments
- b. National Salinity Survey
- c. Preparation of the Ninth Five Year Plan
- d. National Water Policy
- e. Water Rights

- f. Gypsum Pricing, Marketing and Distribution
- g. Promoting Private Investment in Drainage
- h. Exploitation and Regulation of FGW(Fresh Groundwater)
- i. Irrigation and Drainage Atlas of Pakistan
- j. Long Term Financing Options for Irrigation and Drainage
- k. Revenue Options and Prospects for WAPDA's Water Wing
- l. Revenue Options for PIDAs, AWBs and FOs
- Research Components
  - a.Design and Management of Evaporation Ponds
  - b.Use of Brackish Water Effluent for Agriculture and Forestry
  - c.Root Zone Salinity Management Using Fractional Skimming Wells with Pressurized Irrigation
  - d.Maintenance of Surface Drains
  - e.Development of Design Criteria for Surface Drainage System
  - f. Collaborative(Community) Pilot Tile Drainage
  - g.Institutional Framework for Improved Sustainability and Productivity of Irrigated Agriculture in Pakistan
  - h. Impact of Pipe Drainage Systems on Land and Water
  - i. Hydraulic and Water Quality Monitoring and Modeling of Chenab, Jhelum and Indus Rivers
  - j. Networking System at Country and Global Level
  - k. Protection of Drainage Water Quality from Pollution by Municipal Effluent

## (2) 組織改革部門

パキスタンの灌漑農業における主要な課題は一部の分野を除いて大筋で施設の建設を終わり、施設の更新及び維持管理におかれている。その一環として灌漑排水セクターに関わる組織の抜本的な改革を行い従来からの中央主導から受益者中心の施設管理に移行することを基本政策としている。以下にその大綱を世銀のアプレーザルレポートから要約する。

### i)水電力開発庁(WAPDA)

- WAPDA のより戦略的且つ広範な業務内容、特に水セクターの業務内容の改革を支援する。特に各河川流域レベルでの表流水及び地下水に関する総合開発プラン、管理規則、土地水質と環境変化の監視、関連各州に跨る灌漑排水施設の計画、建設及び維持管理
- 従来から実施している建設部門の業務を州政府、農民組織又は民間セクターへの移管を

図りより調整機能を持った知的水資源機構に脱皮する。

- 新組織機能の強化拡充はこの分野の重点事項の一つである。具体的には、環境面の管理、財務管理、情報公開、契約及び供給行政、計画立案等の運用に関する特別な介入。
- 各種の水管理に関する訓練計画の立案と参画及び協力業務の立案等。

## ii) 州灌漑電力省 (PIDs)

- 現況の州灌漑電力省 (PIDs) を自立的な州灌漑排水庁 (PIDAs) に改変
- 選定された各州の灌漑サークル単位からパイロット的に自立し且つ独立採算的な AWBs(地域水委員会)の設立と実務的な業務運営の試行
- 選定された AWB 内において FO (末端農民組織 (WUA) の連合体) の設立指導
- 組織改革の成果は、州政府の地方分権化への指導課程とその成果、州政府及びコンサルタンツの対応能力、関係農民の意志及び協力の度合、改革を遂行するための州政府の意志等を確認することによって評価される。
- 1997年1月に施行された PIDA Act は、基本的に問題ないが、試行期間中に各州レベルにおいて若干の修正が必要と思われる。

## (3) 施設投資部門

インダス河川流域内の灌漑排水施設の新設改修事業の内容は、基幹排水施設の新設・改修、末端排水施設、灌漑システムの整備と近代化である。私企業への契約ベースでの維持管理業務は原則として活動可能な FOs(支線レベルでの農民組織)の設立を啓蒙する PIDAs/AWBs の活動状況に応じて実施する。同時に FOs の投資に対する意志の確認も必要とされる。これらの事業実施と合わせ、農民との対話、教育、女性の参加、NGOs 及び地域社会との協調等一般社会の参加を求める。施設整備事業の内容は概ね以下の通りである。

Project components	Punjab	Sindh	NWFP	Balochistan
On-going drainage		LBOD funded by IDA/ADB		RBOD funded by Government
New irrigation and drainage	-DG Khan -Kafur Dheri surface drain	-lasbela drainage		
Construction, rehabilitation improvement of surface drain	5 drain circles	2 drain circles	7 projects	4 projects
Modernization of irrigation Canal	-Lower Jhelum	-Nara	-Upper Swat -Chashima Right Bank	-Pat Feeder

O&M performance contract	-East Khairpur	-Drainage-IV -LBOD	-Chashima R.Bank -Mardan SCARP	
Rehabilitation of Saline GW tubewells	-Entire area	-Entire area		
Transitioning of Fresh GW Tubewells		-4 sub-project area	Entire area	
Improvement of watercourses	Entire area	Entire area	Entire area	Entire area
Rehabilitation/transitioning of on-farm drain to Fos	Entire province	Entire province	Entire province	Entire province

#### (4) NDP 予算と資金

これらの事業に必要な予算と資金源は以下の通りである。

事業項目	細目	事業費 (US\$百万)
I.事業別		
A.セクター計画・研究	A.1 セクター計画	3.9
	A.2 研究部門	13.8
	小計	23.1
B.組織改革	B.1 WAPDA 関連	28.3
	B.2 PID 関連	23.8
	小計	52.1
C.施設の新設・改修	C.1 基幹排水施設	403.6
	C.2 末端排水施設	83.1
	C.3 基幹灌漑施設	85.3
	C.4 維持管理支援	65.4
	小計	637.4
D.業務支援費		16.4
E.ベースコスト計		729.0
F.物価予備費		56.0
G.合計		785.0
II.資金別内訳		
A.国及び州政府*		227.9( 29.0%)
B.Fos による受益者		32.1( 4.1%)
C.ADB		140.0( 17.9%)
D.JBIC(OECF)		100.0( 12.7%)
E.IDA(WB)		285.0( 36.3%)
合計		785.0(100.0%)
外貨分		218.3( 27.8%)
内貨分		566.7( 72.2%)

注：\*国、州政府資金には建設期間中の建設利子を含む。

### 3.4 既存施設の維持管理と組織改革

パキスタン政府は、前項で述べた全国排水事業の第1期事業の一環として関係4州の灌漑電力省を独立採算的な組織（PIDA：Provincial Irrigation and Drainage Authority）に改革、再編する計画で、現在各州にパイロット地区を設定し試行中である。

PIDA 組織の下に各灌漑地区又は数個の灌漑地区を単位として、地域水委員会（AWB：Area Water Board）を設立する。又農民組織として AWB の下に支線水路を単位とした農民組織（FO：Farmers' Organization）を、更に各 FO の下に水利用組織（WUA：Water Users Association）を各圃場水路毎に設立する。

これらの組織は将来、現在受益者から徴収している水利費の一部をこれらの運用費用にあて、農民主導による灌漑排水施設の維持管理を行うことになる。パンジャブ州のパイロット地区の進捗状況を以下に要約する。

－パイロット地域に選ばれた地域は、Khanki 取水堰から導水される LCC(Lower Chenab Canal)の東部地域と西部地域の一部を含む約 753,000ha の灌漑地域である。

－基幹水路5条、延長 446km、支線数 112 条(FO)、末端水路数 3884 ヶ所（WUA）

－AWB の構成メンバー

\* 州政府委員：

委員長：ファイサラバッド LCC SE(Superintending Engineer)

委員：ファイサラバッド排水担当 SE

委員：水路担当 EE(Executive Engineer)

委員：PIDA 代表

委員：農業省代表普及担当

委員：PIDA 推薦の専門家

委員：ファイサラバッド管区代表（副官区長クラス）

\* 農民委員：8 名を選任済

－委員会の構成・任務等

\* AWB の会長は選挙により農民側から選ぶ。

\* 任期は3年

\* SE(Chief Executive)は会長の管理指示に基づいて活動する。

－委員会の責任

- \* 開発及び維持管理業務の管理
- \* 開発事業の認可と事業進捗の管理
- \* 2次3次水路（支線水路）等での輪番灌漑の認可
- \* 輪番灌漑の実施
- \* 盗水の管理
- \* 予算収支のチェック
- \* 農民組織設立の支援、助言
- \* 同上組織の活動内容チェック
- WUA の設立状況（2000 年目標）
  - \* WUA の設立：30（内9 地区完了）
  - \* WUA の執行部選出（会長1 名、副会長1 名、会計1 名、書記等）：9 地区完了

このパイロット事業は2004年までの7年間で所期の目的を達成すべく努力中であるが、州政府の組織改革を含めた全体の計画の完了には多大の年数と多くの試行錯誤を経る必要がある。更には、州政府の灌漑電力省と農業省の緊密な協力協調関係がない限りその前途と成果は多くを期待できないだろう。

## 第4章 バラニ地域における灌漑農業農村開発計画

### 4.1 ポトワール台地バラニ・エリアの現況

ポトワール台地は行政上、Rawalpindi Division に所属し、Rawalpindi, Attock, Jhelum および Chakwal の4つの District から構成されている。地域の中央には、近年、南北に高速道路が整備され、首都イスラマバードは域内であり、州都ラホールには車で3時間の位置にある。台地は南北約130km 東西180km の四角形で、北部の標高700mから南部の300mへとなだらかな傾斜の台地である。また、平均気温は6～7月に高く30～32℃で12～2月は10～12℃と低い。総面積は約220万haで、うち90.8万haが農耕地で、86.5万haが天水農地で残りの4.3万haが各種の灌漑農地である。年作付率は天水農地で110%、灌漑農地で140%である。年平均降水量は700～1,100mmで北に多く南に少なくなっている。作物は小麦を筆頭にソルガム、ミレット、馬草およびメイズが主な作物である。灌漑農地の作物は主に換金作物で、野菜、果樹、タバコなどである。

各種バラニ作物の平均単収は低い。たとえば小麦は全国平均の2.1t/haに対し0.9t/haと少なく、天水農業であるが故に変動が大きく不安定である。農家の土地所有の規模は平均3.8haで約70%の農家が自作農である。農耕には主に蓄力が用いられ、トラクターによる貸耕も行われている。小規模ダム、ため池等の限られた湖水であるが、最近の淡水魚の需要の急増に伴って内水面漁業が急速に伸びている。また、まぐさ栽培の他に牧草地もあり、水牛、羊、山羊の飼育が盛んである。ポトワール台地の灌漑農業の歴史は浅く、今後の用水の効率利用と施設の維持管理が重要であるが、諸条件に恵まれてか現時点では、塩類集積やウオーター・ロッキングの問題は見うけられない。

### 4.2 小規模ダム開発と問題点

パンジャブ州政府は古くから、ポトワール台地バラニ・エリアの灌漑農業開発の重要性に着目し、1960年代の初頭に、小規模ダム建設事業を開始した。1973年には州政府の灌漑電力省のもと、小規模ダム機構(Small Dam Organization : SOD)を設立して組織強化を行った。SODはポトワール台地灌漑農業開発の促進を図るため、1986年にADBの融資を受けて10地区の小規模ダム事業を開始し、1995年に完了した。この建設事業の概要は以下のようである。

#### <建設事業の内容>

新規10地区(灌漑面積:5,490ha)の建設:ダムおよび水路網の整備、ランド・レベリング

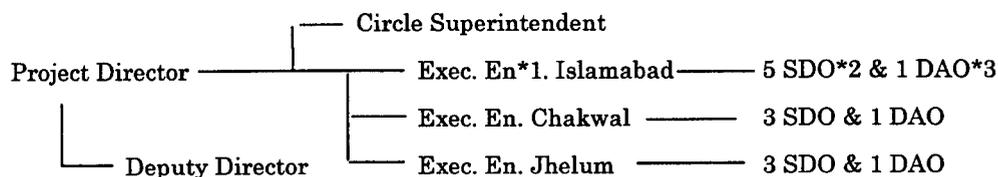
既存 9 地区(灌漑面積：5,140 ha)の改修： 圃場水路整備、ランド・レベリング  
 関連事業：農業普及、内水面漁業、制度強化、研修等  
 事業費(1985 年時点予算)：48.82(外貨 13.78, 外貨 35.04) \$ Million

この新規 10 地区を含めてこれまでに、31 地区の小規模ダム事業が実施されている。しかしながら、初期の事業はダム建設が先行し、縦割り行政の弊害から、農業局との協調や農民参加が不足して、圃場水路 (water course) の整備やランド・レベリング作業が欠落し、効果の発現が大きく遅延する地区が多くある。また地質調査の不足からか、1998 年にはコンクリート重力ダム(Dhok Tahlian Dam)の基礎滑動による倒壊事故の発生があった。これらの事態から、SDO が 1986 年時点で整備した、事業実施に係る各種計画設計のガイドラインやマニュアルの見直し改訂や農民参加の一層の強化が必要とされるに至っている。

#### <小規模ダム建設機構(SDO)の概要>

設立：パンジャブ州灌漑電力省のもと 1973 年、イスラマバードに設立

組織：管理職 21 名，一般職員 670 名，計 691 名



\*1: Executive Engineer \*2: Sub-Divisional Officer

\*3: Divisional Accounts Officer

事業費(1999/2000)：管理費、人件費、ダム等 O&M 費 33.95 Million Rs  
 工事費 10.00 Million Rs.

調整組織：Provincial Steering Committee (PDD, I&PD, AD, Fishery D)  
 Project Coordination Committee (SDO, BADP, Divisionl Fishery Office)

#### 4.3 小規模ダム開発のポテンシャル

Potwar 台地はパンジャブ州の北端にあり、年降水量は 700~1,100 mm と適度にあり、河川の流出量も既存のダム農業の実績から問題は無いものと思慮される。地域内には州道路局の所管により、ソアン(Soan)川を中心に数カ所で流量観測が行われているとのことである。台地の地質は主に砂岩や頁岩で沖積土に覆われており、台地の侵食谷がダムの池敷きとなる。SOD の予備調査等によれば、66 カ所のダム・サイトが目録され、さらに多くのポテンシャル・サイトが在るとされている。これまでの小規模ダム開発事業の成果から、Potwar 台地には小規模ダム開発のポテンシャルは十分にあると思慮することができる。

SDO は現在、PC- II PROFORMA for Feasibility Study on the Development of Small Dams Umbrella Project- II in Potowal Plateau (Oct. 2000) を作成し、その事業化につきドナーを求めている。そのポテンシャル・ダム の概要は次のようである。

	Name of Dam	District	Catchment Area in km <sup>2</sup>	Arable Land in ha *1
1	Ghabir Dam	Chakwal	403.00	6,500
2	Mial Dam	Chakwal	57.00	1,000
3	Dhok Hum Dam	Chakwal	154.00	1,200
4	Dhok Minhas Dam	Chakwal	97.00	2,400
5	Munday Dam	Chakwal	41.00	1,100
6	Dharabi Dam	Chakwal	114.00	2,000
7	Leheri Dam	Jhelum	24.42	1,200
8	Pabi Dam I, II, III, IV & V	Jhelum	22.45	400
9	Baghawan Dam	Attock	61.00	810
10	Chirah Dam	Rawalpindi	237.00	Nil

\*1：重力灌漑が可能な農耕地であり、ダムの有効貯水量、作目、灌漑作付率によって灌漑受益面積は大きく減少する。

#### 4.4 バラニ地域農業開発の方向

農業セクターにおける投資はこれまで、大規模灌漑事業に偏重し、バラニ・エリアの天水農業は軽視されてきたきらいがあった。その後、国家計画において、バラニ・エリアにおける土地、水資源、家畜、人的資源の効率利用は、国家の農業生産に多大に貢献するとの認識がなされ、併せてこれら資源の開発は、灌漑手段の均等賦与により地域農民の所得と生活条件の向上に寄与するものと評価されている。

この計画によれば、バラニ・エリア開発のプログラムとして、①最適農法と最新生産技術の導入、②畜産の改良と放牧地の管理、および③小規模ダム開発促進を含む表流水開発による灌漑事業を掲げている。ポトワール台地の気候は比較的温暖であり、これまでの小麦等の穀類に加え、灌漑事業の導入によって野菜や果樹など換金作物の栽培が可能となる。加えて、大消費地へのアクセスに恵まれている。

## 第5章 技術協力の必要性和その内容

### 5.1 インダス川水系の水資源開発と適正配分計画

#### (1) 背景

パキスタン国の灌漑農業開発は、インドからの独立前後から世界銀行を中心とする国際金融機関からの手厚い援助を受け継続実施してきた長い歴史がある。1998年から開始された全国排水計画の実施を含むインダス川流域の灌漑排水システムの整備、改修は現在抱える問題点を整理し、全体として最も投資効果のある事業及びコンポーネントについて同時並行的に事業の過程において監視と評価を加え全国排水計画(NDP)として遂行されている。

食糧自給を前提としたパキスタンの灌漑農業を良好な環境に持続するため受益農地の抱える排水の諸問題を解消し、適正水準の灌漑用水供給を拡大することが不可欠である。これらを実現するため、現在総合的な全国灌漑排水計画を実施中である。

インダス川流域の水資源開発は、WAPDA を中心として洪水による表流水の有効利用を図ること、既存主要貯水池の堆砂問題に対処すること等を目的としてインダス川本流及びその支流において新規貯水ダムの建設計画を作成中である。現在最も有益と考えられる Kalabagh ダムは、関係各州の利害関係が異なり、経済的、社会的、政治的な問題が錯綜し事業実施に至っていない。これらに対応するため、連邦政府はインダス川上流の Basha ダム、 Bunji ダム等開発可能性の高いダムについて調査を開始するとの意向が伝えられている。

NDP のプログラムの中では、政策立案型のセクター計画、灌漑排水技術の試験研究、維持管理に関連する組織改革及びインフラストラクチャーの整備事業が含まれるが、水資源開発分野においてもこれらの中に既に組み入れられている。

しかしながら、インダス川流域の新規水資源開発計画の樹立は、既存主要貯水池である Tarbela ダム及び Mangla ダムの堆砂による貯水量の減少と、貯水池の低水位時の堆積土砂の崩壊による発電施設等への影響、より安定した洪水流出の利用等に対処すること及び同時に得られる水力発電の便益等を総合的に配慮した、新規水資源開発計画の早期樹立が叫ばれている。上記に加えて、Mangla ダム上流の Jhelum 川流域での流域管理の経験効果を評価し、インダス川全体での流域管理の技術手法の展開、更には新規水資源開発に呼応した適正な水源施設管理の通信技術の構築と水配分の合理化計画の策定が必要とされている。

## (2) 調査計画の概要

前項で述べたインダス流域の水資源に拘わる問題点を解決するために以下のような調査と高度な技術を必要とする総合的な水資源開発マスタープランの策定が強く求められている。

### 1) 調査対象地域

インダス川流域の水資源の利用に拘わるパンジャブ、シンド、バロチスタン及び北西辺境州の河川流域

### 2) 調査の目的

この調査の目的は、インダス川流域の現状における水資源の開発状況（表流水及び地下水）、その利水可能量を評価し、中長期的な水需要量（灌漑・工業・都市用水等）を予測し、バランスの取れた水資源開発の提案とこれらの適正な運用・管理計画を策定することにある。

### 3) 主要な調査項目

調査の目的を達成するため、以下の調査・検討を行う。

- a. ランドサット画像等を利用したインダス流域全体の地形、植生及び土地利用現況
- b. 既開発の水資源量（地表水及び地下水）及び利用可能量の評価
- c. インダス川流域内の灌漑農業の現状分析と問題点の整理
- d. 将来の適応可能な作物パターンと土地利用、適正灌漑必要水量の算定
- e. 灌漑用水、都市用水及び工業用水等の水需要予測（現在、2010年、2020年）
- f. 目標年次別水収支と必要な新規水資源開発の試算
- g. 新規貯水ダム計画の概定と地下水利用区分の設定
- h. インダス川流域管理計画の策定
- i. インダス川流域水源施設（主として貯水池及び取水堰）のテレメーター施設を含む運用計画
- j. 優先事業を含む事業実施計画

### (3) 調査期間

- －第1段階：現状分析（約12ヶ月）
- －第2段階：調査・分析・検討及び実施計画（約12ヶ月）

### (4) 総合所見

インダス川の水資源開発は、山積する諸問題と Kalabagh ダムの早期事業実施を行うため連邦政府、水電力開発庁を中心に国民のコンセンサスを得るための努力を払って来たが現時点でこれらの計画の実現性は極めて薄い。このような情勢からパキスタン政府は、早期に新規ダム開発計画の策定と、これらの計画に付随して緊急に策定すべき適正な流域管理計画、長期的な水需要予測及び水源施設の情報管理システムを装備した管理システムの構築を柱とする我が国の技術協力を強く望んでいる。

## 5.2 インダス川灌漑システムの改善対策と施設の管理移管

### (1) 背景

灌漑排水施設の新設改修は、投資効果の高い施設及び地域についてNDP事業の中で2020年を完成年度として事業を実施中である。既存の各種灌漑排水施設の改修を必要とする内容は各種報告書で指摘されているとおり以下の様に要約できるが、現在の連邦政府並びに州政府の財政状況、徴収された水利費の配分方法、農業普及の現状と必要な改修整備の事業量があまりにも莫大であることから、適時にそれらの整備を行うことは極めて困難であると思われる。

- －適正な維持管理に必要な灌漑排水施設の整備とその優先度の把握
- －適正な必要灌漑水量の算定と水配分・管理の適正化
- －灌漑排水施設の維持管理組織機構の改革
- －効果的な維持管理と農民教育を行うため州レベルでの灌漑省と農業省の連携強化

### (2) 調査計画の概要

前項で述べたインダス灌漑排水システムの総合的な維持管理を円滑に行い、政府が試行している組織改革の実効性を高め、より迅速に目的を達成するための豊富な経験と実績をゆうする日本の技術協力が切望されている。

## 1) 対象地域

インダス川灌漑排水システムに関連するパンジャブ、シンド、バロチスタン及び北西辺境州の受益地域

## 2) 調査の目的

この調査の目的は、インダス川灌漑排水システムの円滑な維持管理を行うために必要な、施設の改善対策、適正な灌漑水量の把握と配分計画、政府が進める組織改革の側面的な支援対策を確立することである。

## 3) 主要な調査項目

調査の目的を達成するために、パキスタン政府の協力並びに現地コンサルタンツへの委託業務を通じて以下の調査検討を行う。

- a. 灌漑システムが巨大であるため、統一の取れた均一・適正な管理計画の策定
- b. 個々の取水堰の老朽化に伴う管理・操作上の困難性・危険性の除去と河状の安定対策
- c. 水配分の透明性・客観性の保持の必要性
- d. 基幹・末端灌漑排水路及び付帯施設の適正管理に必要なレベルへの改修・整備
- e. 各施設の取水地点、ほ場水路始点での適正な灌漑必要水量の把握と実証試験の実施
- f. 灌漑施設の整備水準に準じた適正な水供給方法と配分方法等水管理手法の確立
- g. PIDA Act に基づく維持管理組織改革に対する NDP への側面的支援、特に灌漑部門と農業部門の連携・協調に関する提言
- h. 収益性を考慮した適正灌漑用水量の実証と耐塩性作物の品種改良試験計画の策定

### (3) 調査期間

- －第1段階：現状分析（含再委託）（約12ヶ月）
- －第2段階：調査・分析・検討（約12ヶ月）

### (4) 総合所見

インダス川の灌漑排水システムは、広大且、多様な問題を包含しており、これらの相互に関連する諸問題を包括的に検討し、適正な施設整備水準に必要な投資計画と受益者参加

によるより適切な施設の維持管理を行うための関係組織改革及び PIDA 政策の遂行を促進する提言が求められている。これらの業務のうち、現状把握と問題点の把握には多大の時間を要するため、各州毎に現地コンサルタンツを雇用し再委託業務により効率的に実施することが望ましい。現地調査結果を踏まえて問題点を整理分析すると共に、必要な施設整備計画、施設管理に関する各級レベルの果たすべき業務内容の提言と組織改革を支援すべき時系列的な行動計画等を含めたマスタープラン策定が必要でこれらに関する我が国の技術協力を必要としている。

### 5.3 ポトワール台地の灌漑農業開発

ポトワール台地の農業農村開発についてはこれまで、小規模ダム機構（SDO）とバラニ・エリア開発機構（ABAD）により、州政府調整のもと両事業が実施されてきた。両事業とも究極の目的は同一であり、また各種コンポーネントの重複もなく有意義な事業と思慮することができる。ABAD によるバラニ・エリア開発事業（BADP）は、パンジャブ州のバラニ・エリア 753 万 ha を対象に、薄く広く天水農業の振興を図るものである。他方、SDO による小規模ダム事業は、ポトワール台地の恵まれた水文条件を活かして灌漑農業の振興を図るものである。

そこで、第 4 章、4.4 のバラニ地域農業開発の方向に即し、ポトワール台地の特性を活かす、小規模ダム開発事業との組合せによる、農業農村開発の振興を図るために、次のような開発調査が望まれる。

#### 調査目的

##### <中期目的>

- \* バラニ・エリア灌漑農業開発促進のための政策支援
- \* 関連機関調整（アンブレラ）機能の強化

##### <短期目的>

- \* バラニ・エリア小規模ダム灌漑農業農村開発の事業化
- \* 小規模ダム灌漑事業（全国レベル）の調査設計に係る技術の最適化

案件名：ポトワール台地小規模ダム・アンブレラ事業計画調査

計画の構成：

#### 1) ポトワール台地農業農村開発マスタープラン

- \* 農業農村開発に係る各種資源・事業の評価、開発阻害要因の把握  
（小規模ダム事業のレビューと問題点の把握、ポテンシャル地区のイ

ンベントリーを含む)

- \* 台地農業農村の開発方向策定
- \* 台地灌漑農業農村開発マスタープランの策定

2) 優先小規模ダム整備 (10 地区程度) のモデル計画

- \* 地形図 1/5000
- \* ボーリング, 透水試験, 土壌調査等
- \* 灌漑農業農村開発フィジビリティ・スタディー  
(水源開発, 灌漑農業開発, 流域保全・放牧地管理、農村インフラ、農民組織)

3) 関連各種計画設計のガイドライン、マニュアル整備/見直し

- \* 小規模ダム優先地区選定基準
- \* 農民参加型灌漑農業農村開発に係る調査計画ガイドライン
- \* ダム、水路(Water Course を含む)、ランド・レベリング等の設計マニュアル

4) 事業実施機構の強化

農業農村開発アンブレラ組織強化策の提言

調査工程

区分	工程
マスタープラン	—————
モデル計画 (優先地区の F/S)	————— ▲
マニュアル ガイドライン	—————

▲ : 優先地区の選定

## 第6章現場写真集



水資源電力省 Federal Flood Commission の Chairman を表敬/協議



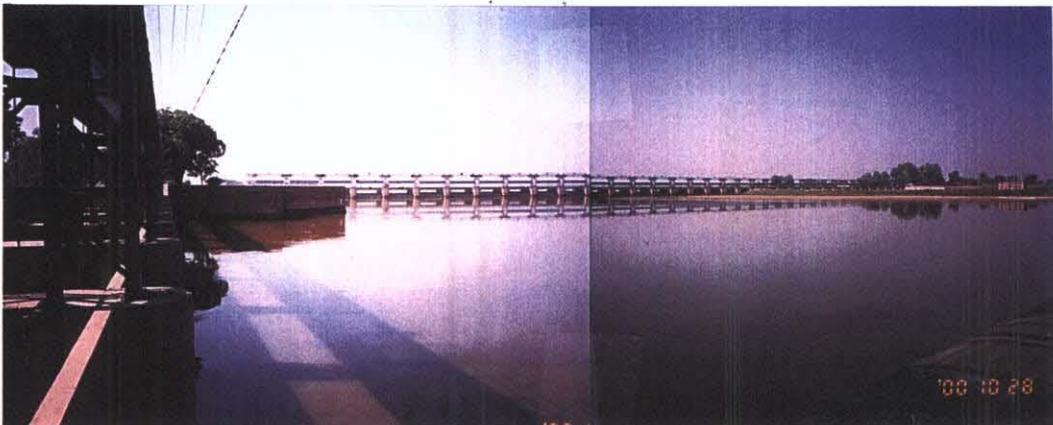
パンジャブ州灌漑電力局の Secretary を表敬/打合せ



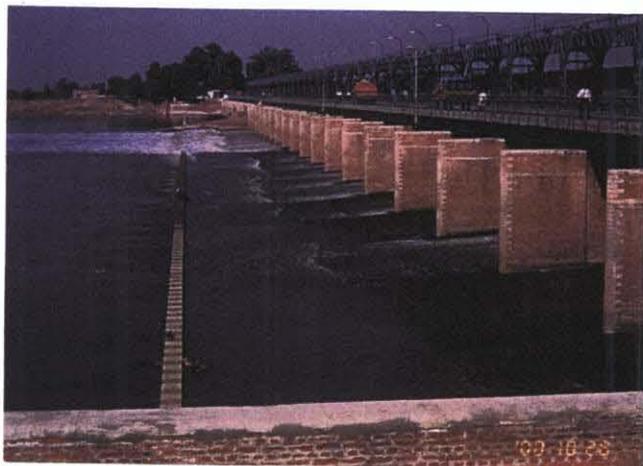
Lower Chenab Canal SE 事務所建物



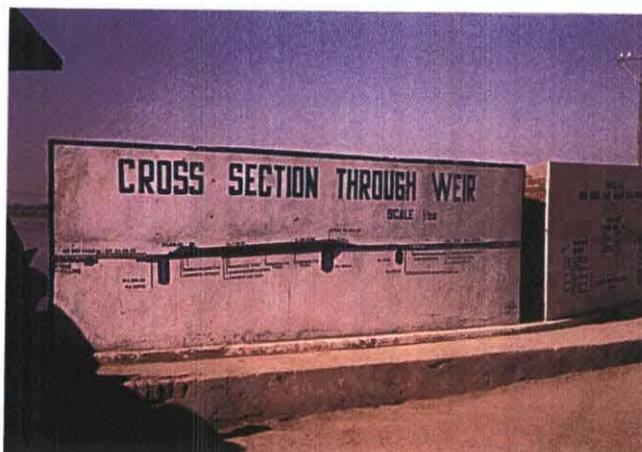
Lower Chenab Canal の Superintending Engineer(SE)と打合せ



Balloki Barrage の上流全景。比較的管理も良く問題が少ない。



Balloki Barrage 下流の流況。護床工も良好である。



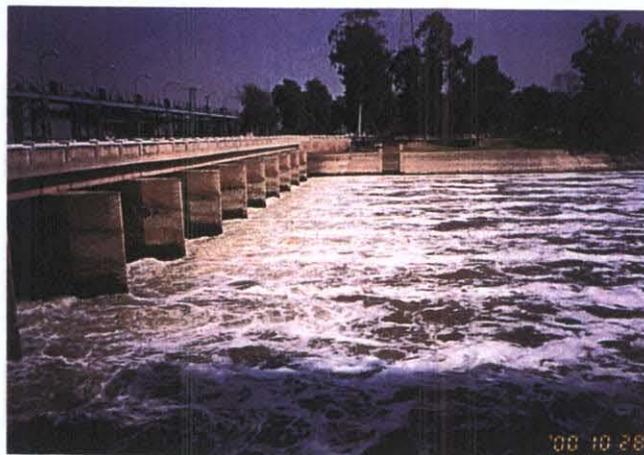
Balloki Barrage の横断面図



Lower Bari Dhab Canal の始点調整堰（上流側）



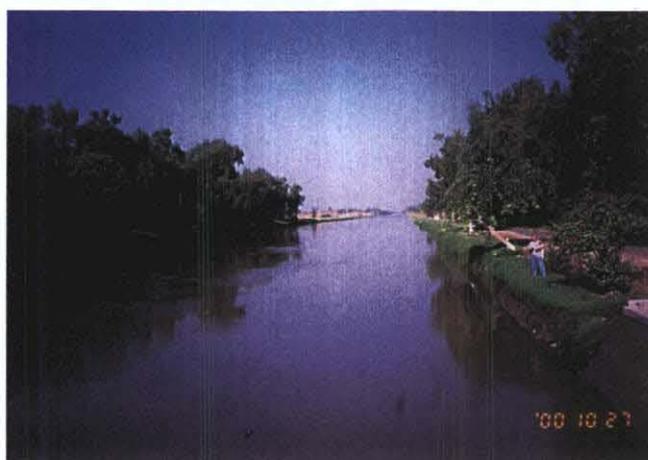
Balloki - Suleimanki Link Canal の始点調整堰（上流側）



Balloki - Suleimanki Link Canal 始点調整堰の直下流で、白い泡はラホール市の下水汚染によるもの



Balloki Barrage を始点とする Lower Bari Dhab Main Canal の状況(休水中)



Lower Chenab Canal の幹線水路



幹線水路から2次水路へのユニークな分水施設



Lower Bari Dhab Canal の2次幹線水路の堆砂状況



パイロット AWB 内の2次水路始点で WUA 組織の設立地域



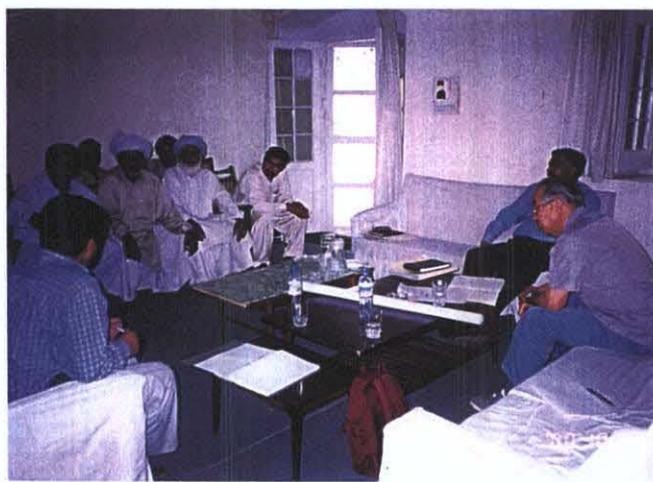
2次水路の堆砂状況と圃場水路への分水施設。



圃場水路への分水施設と圃場水路の状況。分水施設に水量調節ゲートは無い。



Faisalabad 灌漑区の一般図の写真。右上の白色部分と下のグレイ部分かパイロットAWB 設立地域



PIDA, Pilot Area Water Board の農民委員インタビュー



Small Dams Organization 事務所



Small Dams Organization 所長表敬/打合せ



バラニ・エリアの展望 (ラワールピンディ近 郊)



基盤滑動により倒壊した Dhok Tahlian Dam



Mirwal Dam と貯水池



Mirwal Dam の受益地



Mirwal Dam の受益農家(左から2人目)で、  
灌漑農業によって収益は飛躍的増加と報告



左の農家による自主ランド・レベリング



ポトワール台地最大の河川ソワン川



ソワン川支流の小河川(小規模ダムの水源)



Gabhir Dam 候補地（侵食谷が池敷となる）



Gabhir Dam 候補地を下流から望む



Gabhir Dam 候補地の下流



Gabhir Dam 候補 の受益予定地

参考資料

A.調査団員構成

門脇 達：株式会社三祐コンサルタンツ技術顧問

木村克彦：日本技研株式会社相談役

M.Qasim Saeed：日本技研株式会社現地事務所社員

B.調査日程

日程	月日	曜日	調査予定	滞 在
1	10/21	土	－日本出発,(NRT-BKK,TG641:1100-1530) (NGO-BKK,TG645:1030-1430) －BKK 出発(BKK-ISB,PK897:0925-1215)	バンコック
2	10/22	日 (休)	－午後0時30分イスラマバード着 －夕方、大使館渡辺書記官及びFFC 清水専門家と調査日程打合	イスラマバード
3	10/23	月	－午前連邦政府水電力省技術顧問室 FFC 総裁その他関係者と以下の点について協議 * 調査の目的、内容、日程調整 * 水資源開発及び灌漑農業改善に関する協議 (全員)	イスラマバード
4	10/24	火	－午前、小規模ダム建設事務所 (SDO) 所長を表敬、調査日程及び一般協議 －午後、アジア開発銀行(ADB)松波氏を表敬、同銀行の資金援助動向について協議 －ラホールへ移動 (全員)	イスラマバード 及びラホール
5	10/25	水	－午前、パンジャブ州灌漑局長他を表敬、現況の灌漑排水施設の問題点について聞き取り及び現地調査日程等協議 －午後、WAPDA(水電力開発公社)計画部長を表敬、インダス川水資源の現状と新規開発計画について聞き取り (全員)	ラホール
6	10/26	木	－午前、国策会社 NESPAK 社を訪問、現在実施中の水資源関連の調査内容について聞き取り －必要な収集資料の整理と関係機関への資料提供依頼 (全員)	ラホール
7	10/27	金	－パンジャブ州内のファイサラバードで展開中の PIDA 関連 Area Water Board (ARW)のパイロット地区調査 (全員)	ラホール及びファイサラバード

8	10/28	土	<ul style="list-style-type: none"> <li>-パンジャブ州内のファイサラバード管内バロキー取水堰、灌漑基幹施設、二次水路の施設機能及び維持管理状況調査（全員）</li> </ul>	ラホール
9	10/29	日 (休)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-休日</li> <li>-午後、清水専門家への調査結果報告（門脇、木村）</li> </ul>	イスラマバード
10	10/30	月	<ul style="list-style-type: none"> <li>-IRSA 表敬、連邦担当理事より活動内容、組織等について協議及び資料収集（門脇）</li> <li>-JBIC（日本国際協力銀行）を表敬、全国排水計画の進捗状況等について聞取（門脇、カシム）</li> <li>-小規模ダム現地調査（木村）</li> </ul>	イスラマバード及びラワルピディ管区
11	10/31	火	<ul style="list-style-type: none"> <li>-パンジャブ州及び NESPAK, WAPDA 等での資料収集（門脇、カシム）</li> <li>-小規模ダム現地調査（木村）</li> </ul>	ラホール及びラワルピンディ管区
12	11/1	水	<ul style="list-style-type: none"> <li>-小規模ダム現地調査（木村、カシム）</li> <li>-資料整理及び IBRD 及び関係機関での資料収集（門脇）</li> </ul>	ラワルピンディ管区及びイスラマバード
13	11/2	木	<ul style="list-style-type: none"> <li>-大使館、JICA 事務所へ調査結果の報告</li> <li>-連邦政府農業食料省坂本専門家表敬、全国作物・農業普及状況について聞き取り</li> <li>-PK852 (ISO-NRT, 2235-1240+1)にて移動（門脇、木村）</li> </ul>	機中泊
14	11/3	金	*PK852 便、成田着 1240 で帰国	

## C. 面談者リスト

### 1. パキスタン政府

#### (1) Federal Government :

- i) Mr.Riaz Ahmed Khan : Chief Engineer Adviser/ Chairman Federal Flood Commission, Ministry of Water and Power(FFC)
- ii) Mr.Asjad Imtiaz Ali : Chief Engineer Construction, Ministry of Water and Power (FFC)
- iii) Mr.Illahi B. Shaikh : Secretary of ICID(Pakistan), Engg. Adviser(C) (FFC)
- iv) Mr. Nasar Ali Rajput : Member (Federal) of IRSA (Indus River System Authority)

#### (2) Punjab Government :

- i) Mr.Javid Majeed : Secretary, Irrigation and Power Department (PID)
- ii) Mr.Ch. Mazar Ali : Adviser to Secretary, (PID)
- iii) Mr.Usman Akram : Additional Secretary, (PID)
- iv) Mr. Israr Ul Haq : Director Floods, (PID)
- v) Mr.Sh. Abdul Ali : Deputy Secretatry (Development), (PIDP)
- vi) Mr.Dil Pazir: Consultants for Drainage, (PID/PIDA)
- vii) Mr. Ch.Anwar Ali : Director Regulation, (PID)
- viii) Mr.Tahir Ahmad Malik : Chief Engineer Research (PID)
- ix) Mr.Mushtaq Ahmad Gill : Director General Agriculture
- x) Mr. Ch. Muhammad Hussain : Superintending Engineer, LLC(West) Circle, Faisalabad, (PID)
- xi) Mr.Asghar Hameed : Executive Engineer, LLC Circle, Faisalabad,(PID)
- xii) Mr.Riaz Rasheed : Executive Enginner, Balloki Head Works, (PID)
- xiii) Mr.Rai Yamin :Executive Engineer, BS Link, (PID)
- xiv) Mr.Rashid Minhas : Assistant Executive Engineer, Balloki HW, (PID)
- xv) Mr.Iftikhar Ahmed Bhutta, Project Director,SDO(Small Dam Organization)
- xvi) Mr. Bashir Ahmad Raja: Deputy Director
- xvii) Mr. Abid Alla-ud-din Qureshi: Executive Engineer

#### (3) WAPDA (Water and Power Development Authority)

- i) Mr.Talib Hussain : General Director, Planning, Water Wing, WAPDA
- ii) Mr.Muhammad Bilal Kasimi, Deputy Director, Planning, WAPDA

#### (4) NESPAK ( National Engineering Services Pakistan(pvt) Limited

- i) Mr.Abdul Rauf : General Manager, Water & Agriculture Division

ii)Mr.M.Ashfaq Qureshi : General Manager, WAD

iii)Mr.Nasir-Ud-Din : Chief Engineer,WAD

v) Mr.Bashir Ahmad Sial : Chief engineer, WAD

## 2. 国際機関

(1)ADB : 松波勝治 : Senior Project Implementation Officer

(2)IBRD : Usman Qamar : Senior Irrigation Specialist

(3)JBIC : 市口知英 : 国際協力銀行イスラマバード駐在員事務所

## 3. 日本国関係

(1) 日本国大使館 : 渡辺史郎一等書記官

(2) JICA パキスタン事務所 : 中原正孝所長、石井次長、竹内担当

(3) JICA 専門家 : 清水真幸 (水・電力省)、坂本晴彦 (農業食料省)

## D. 収集資料リスト

番号	書類名	購入・コピー
1	Eigth Five Year Plan (1993-98)	購入
2	Mid-Plan Review of Eighth Five Year Plan(1993-98)	購入
3	Economic Survey (1999-2000)	購入
4	Agricultural Statistics of Pakistan (1998-99)	コピー
5	9 <sup>th</sup> Five Year Plan (1998-2003) Water Sector Recommendation for Flood Control	コピー
6	The National Water Resources Development Programme	コピー
7	Lower Indus Right Bank Irrigation & Drainage Stage-1 Project Sind IPD/NESPAK	コピー
8	Telecommunication & SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) System for the LCC(Lower Chenab Canal) East AWB (Area Water Board) Punjab IPD	コピー
9	Work Programme and Budget for the Study Re-Activation of IBMR(Indus Basin Model Revised) under NDP,WAPDA	コピー
10	National Drainage Programme Project (Staff Appraisal Report) IBRD	コピー
11	National Drainage Programme Project (Preogress Report Septmber 2000) JBIC/ADB/WB	コピー
12	National Drainage Programme Project (Progress Report No.6 for Sector Policy Studies Project)	コピー
13	Irrigation System of Punjab-Its Setting, Constraint & Recent Initiatives( Prepapred by Usman Akram,Additonal Secretary(Technical) Punjab)	コピー
14	Resume on Pilot AWB for LCC East Command, Fisalabad	コピー
15	Apportionment of the Waters fo the Indus River System between the Provinces16/3/1991 (WAPDA)	コピー

16	Known Surface Storage Sites in Pakistan (WAPDA) October, 2000	コピー
17	Integrated Valley-Development Programme( FFC)	コピー
18	Brief on Kalabagh Dam Project (WAPDA) June 1998	コピー
19	Field Visit Report by Dr.Shimizu (JICA Expert)	コピー
20	(1) Index Plan of LCC (West/East) Fisarabad Irrigation Zone (2) Index Plan of Dera Ghazi Khan Irrigation Zone (3) Index Plan of Sargodha Irrigation Zone (4) Index Plan of Multan Irrigation Zone (5) INDEX Plan of Bahawalpur Irrigation Zone (6) Index Plan of Lahore Irrigation Zone	コピー
21	PC-II Proforma for Feasibility Study on the Development of Small Dams Project -II in Potowar Plateau, Small Dams Organization, Punjab IPD (2000)	コピー
22	Appraisal of the Small Dams Project in Pakistan, ADB (1985)	コピー
23	Water Resources Development in Potpwar Plateau Feasibility of Dams (A Pre-Feasibility Investigations Small Dams Organization	コピー
24	Screening Survey of Potential Small Dams Umbrella Project Phase-II	コピー
25	Concept Clearance Paper Small Dams Umbrella Project Phase-II, Small Dams Organization	コピー
26	Project Completion Report on the Second Barani Area Development Project (Loan 1012- Pak[Sf] ) in Pakistan, ADB (2000)	コピー
27	Information Regarding Cropped Area (Karif & Rabi)-Major Canals , Punjab I&PD	コピー
28	National Drainage Program Sector Policies Project (Package -1) Monthly Report Nr. 06 , ACE-Halcrow JV-Consultants (2000)	コピー
29	Staff Appraisal Report Pakistan National Drainage Program Project	コピー
30	Lower Indus Righth Bank Irrigation & Drainage (RBOD) Stage -1 Project	コピー
31	Proposal for Preparation of PC-I for Gauging and Telemetry for Indus River Irrigation System, NESpak, Aug 2000	コピー
32	PC-I for Command Area Development and Dam Safety Works on Various Small Dams, SOD	コピー
33	Brief Report for Regional Study for Water Resources Development Potential for Metropolitan Area of Islamabad and Rawalpindi, Capital Development Authority, Nov. 1987	コピー
34	PC-II Proforma for Proposal of 3rd Barani Area Development Project, Agency for Barani Area Development Project (ABAD)	コピー
35	Brief Report on Area Water Board Activities at Faisalabad, SE LCC East Faisalabad	コピー

Summary Report of Project Findings

Prepared by ADCASurvey Team  
December, 2000

**1. Study Team : ADCA (Agricultural Development Consultants Association)**

**Member : Satoshi Kadowaki (Sanyu Consultants Inc.)**

**Member : Katsuhiko Kimura (Nippon Giken Consultants Inc.)**

**Member : Qasim Saeed (Nippon Giken Consultants Inc.)**

**2. Survey Period :**

**23<sup>rd</sup> October 2000 to 3<sup>rd</sup> November 2000**

**3. Subjects of the Survey :**

**(1) Irrigation Water Resources Development and Watershed Management**

**in the Upstream Area of Indus River**

**(2) Operation and Maintenance of Indus Irrigation System**

**(3) Irrigated Agriculture Development in Potwar Plateau**

**4. Major Organization Visited :**

**(1) Federal Government :**

- **Federal Flood Commission (FFC)**
- **Indus River System Authority (IRSA)**
- **Water and Power Development Authority (WAPDA)**

**(2) Punjab Provincial Government :**

- **Irrigation and Power Department**
- **Small Dam Organization**
- **Fisarabad Irrigation Circle**
- **Balloki Barrage Superintending Office**

### **(3) Other Organizations**

- World Bank, Pakistan Office
- Asian Development Bank, Pakistan Office
- Japan Bank of International Cooperation, Pakistan Office
- Embassy of Japan
- JICA, Pakistan Office
- NESPAK

## **5. Major Findings**

First of all, ADCA survey team would like to express sincere thanks for all officials concerned kindly cooperation extended to us during field survey and series of discussion in Pakistan. Followings are the summarized findings of the survey and discussions.

### **(1) Irrigation Water Resources Development and Watershed Management in the Upstream Area of Indus River**

Irrigated agriculture of the Indus River System (IRS) has a long history since Indus Civilization. Since water treaty has been issued, the Government of Pakistan has been made efforts improving and modernizing irrigation and drainage systems in the basin.

National Drainage Program (NDP), which covers several project components with long term implementation up to 2020, was initiated in 1997. Main frames of the program are drainage and irrigation infrastructures improvement/development, capacity building of institutional reform on operation/maintenance, and sector development study on the water sector in the Indus River basin. Major objectives of the scheme are to mitigate drainage problems involved in the fertile land in order to keep well environment under irrigated agriculture and food self-sufficiency, and to provide optimum irrigation water through integrated operation and maintenance technology.

Comprehensive master plan study on the water resources development in

the Indus River shall urgently be commenced, because decreasing trend of live storage capacity of existing Tarbela and Mangla reservoirs, effective utilization of excess run off water during flooding season and expanding electricity supply by means hydro-power. According to the key expression by Punjab government, generally, irrigation system in the basin has been designed as a gravity flow, run of the river system to support subsistence agriculture at low cropping intensities of 50 to 75 %. The system design envisaged to serve large area and benefit maximum rural population, and to ensure equitable distribution of canal supplies with minimum human interference.

In parallel with the above study, master plan study on the promotion of watershed management in the river basin shall be undertaken referring past experiences in the Jhelum river basin, and appropriate water distribution plan equipped with tele-communication system shall also urgently be established to provide irrigation water transparently based on real time information and irrigation schedules.

The draft TOR for this requirement is per attached as annex for reference.

## **(2) Operation and Maintenance of Indus irrigation System**

Improvement and new construction of drainage and irrigation facilities in the Indus Irrigation System are being implemented from high priority and feasible sub-projects under the NDP. Major policies of the schemes are to accelerate completion of on-going drainage and irrigation project, to mitigate water logging and saline concentration from the area of progressive establishment of farmers organization for O&M, and to reform governmental organization for federal and provincial level on the irrigation and drainage sector, and to promote/execute PIDA Acts as functionable level.

Major constraints in this sector can be summarized as follows ;

- to consolidate irrigation and drainage infrastructures for securing better water management and system maintenance and to provide its prioritization

- to provide appropriate volume of irrigation water based on the suitable technology and estimation of optimum crop water requirement
- to enhance/ reform organization of WAPDA and provincial PIDs for implementation of new projects and operation/maintenance
- to cooperate concerning agencies, especially PIDs and Agricultural Departments under provincial government and beneficiaries for better O&M and to provide guidance to the farmers on OM technologies

In order to clarify the above mentioned issues, the following study shall be carried out collaboration with local consultants.

- to formulate standardized and/or systemized water management method in entire Indus irrigation systems
- to improve/mitigate difficulties of operation for respective existing barrages and river training for stable water diversion
- to keep transparency and objectivity of water distribution
- to improve/consolidate irrigation and drainage infrastructures for better water management
- to study/experiment optimum water supply at off-take point of barrage up to water courses
- to cooperate acceleration of PIDA Acts activities, especially linkage between PIDs, ADs and beneficiaries
- to experiment crop variety improvement research for permissible saline water reuse of irrigation

### **(3) Irrigated Agriculture Development in Potwar Plateau**

Agriculture and rural development in the Potwar plateau has been implementing by the ABAD (Agency of Barani Area Development) under the Punjab Provincial Government. Subject area extends about 7.53 million hectares where annual rainfall is rather frequent than semi-arid zone. SDO (Small Dam Organization) under the Punjab Provincial Government has been executed construction of multi-purpose small dams (irrigation water, livestock and inland fisheries etc.) in Potwar Plateau. Subject area

located in the northern part of Punjab extends about 2.20 million hectares where annual rainfall is rather requent than semi-arid zone.

In order to develop more efficiently and comprehensively, integrated agricultural and rural development master plan shall be formulated with medium and long term plans to reach final goal successfully. The study components will be involved as follows ;

(a) Master Plan Study on Potwar Plateau

- to identify constraints and issues for development of agriculture and rural area
- to formulate development policies in the subject area
- to prepare master plan and implementation schedules

(b) Model planning of prioritized small dams

- to prepare topographic maps
- to investigate dam site foundation i.e. core borings, permeability test and soil mechanics
- to prepare feasibility study including water resources, irrigated agriculture, watershed management, pasture land management, rural infrastructures and farmers organization

(c) Standardization of project planning and design

- Selection criteria of prioritized small dam sites
- Guideline of planning of irrigated agriculture and rural development with initiation of rural population
- Design manuals on the dam, canal and land leveling