

第4章 開発計画の検討

4.1 開発可能性

本件調査の開発計画を策定するにあたり、開発の可能性と開発方針を構想するために調査対象地域の開発ポテンシャルを明らかにしなければならない。調査対象地域は非常に制約の多い現状にあるが、飛躍的な発展をとげる可能性を有している。本調査対象地域の開発ポテンシャルを要約すれば、次のとおりである。

(1) 土地の開発可能性

調査対象地域の総面積は、141,700 haである。国内解析作業で実施された土地分級結果に従って、農業不適地の4,810 ha（全体の3.4%）、及び居住地の1,450 ha（全体の1%）は計画対象外とした。さらに、9,210ha（全体の6.5%）は、砂丘等の地理的条件から限界地と分類された。ただし、限界地は適切な灌漑計画上での対策を講ずれば利用可能との判断からこれを計画対象地域に取り入れ、最大計画対象面積は135,440 ha（全体の95.6%）である。

(2) 水利用可能性

本件計画の水源は灌漑に適したインダス川表流水であり、利用可能量は1991年3月に締結された水利権合意に従う。ただし、パキスタン側と調査団は、1973年のPC-IにおけるCRBCの60フィート揚水灌漑計画用水量と、水利権合意の10日単位の同計画向け利用可能量が一致しないことをまず確認した。さらに、本件計画の利用可能量としては、CRBCの60フィート揚水灌漑計画用水量であったカリフ期0.639 MAF（787.9百万 m^3 ）、ラビ期0.547 MAF（674.5百万 m^3 ）であり、それ以内であれば自由に灌漑計画を策定できることを合意した。

(3) 人的資源

調査対象地域は、灌漑及び生活用水供給のための水源開発等の遅れから、過疎の状況を呈している。現状における農業労働力不足は、事業実施上の制約の一つと捉えることができる。しかし、調査対象地域及びその周辺の高い失業率を見れば、現状の過疎傾向は本件計画の将来的な農業開発そのものに対する制約要因というよりは、むしろ今後の農業労働力導入の可能性と考えることができる。

(4) 農民の高い営農意欲

航空写真によれば、わずかな洪水流あるいは雨水を溜め込むために畔で囲われた圃場群が、調査対象地域全域にわたって隙間なく広がっている。現在の過疎状態の中でのこれらの建設および維持・管理に係わる農民の不断の努力がしのばれる。本件調査の農民インタビューでも、農民の本件計画実施に対する強い要望が聴かれた。割高となる揚水灌漑事業の水利費支払いについても、大方の予想に反して100%の被インタビュー農民が支払いに合意している。これらからも、農民の高い営農意欲が感じられる。

(5) 電力供給の可能性

既存のチャシュマ堰地点において、184 Mwの発電能力を有する水力発電所建設計画（チャシュマ水力発電計画事業）がすすめられてる。本件計画における揚水機の出力は22Mw程度であり、同発電所の能力からみれば十分余裕をもって供給できる。この水力発電所の発生電力が、予定どおり既存配電グリッドを経て本件計画揚水機場に供給されれば、電力供給面では全く問題がない。

4.2 開発に関する制約要因

調査対象地域およびその周辺の主な産業は、農業である。調査対象地域の農業は、限られた水量、厳しい自然条件、未成熟な農民組織、低い雇用機会と低所得などの様々な問題が複合的に影響して、限られた面積での生産性の低いものとなっている。これらの問題点は、本件計画の農業開発により克服されるべき対象であるが、それらの中でも何が根本的な開発の制約であるかを、さらに明らかにしなければならない。ここでは、前章で述べた各分野での調査結果に基づいて、各分野での開発に関する制約要因を述べる。

(1) 低い農業生産性

現状の水資源不足、限られた年間降雨量などから、調査対象地域の農業生産性は極めて低い水準にある。集約的農業に不可欠な改良品種、肥料、農薬等の投入も、干魃被害等の生産上の危険回避、農家の資金不足を主な要因として、調査対象地域では普及していない。既存の地下水灌漑地区940 haを除く居住農家は、集約的農業に関する知識と経験を持っていない。農家の主な農業収入は畜産から得ており、休閒地における放牧と飼料作物の給餌は、現金収入と自家消費の両面で重要な生産活動である。さらに牛とラクダは農耕と運搬に重要な役割を果たしている。調査対象地域の畜産に依存した農業現況を無視しては、集約的農業の導入による農業革新は実現出来な

いであろう。

(2) 既存水源の不足

調査対象地域の年平均降雨量は279 mm以下で、冬期には栽培すら困難な状況にある。さらに降雨は不十分かつ不安定で、年間を通じて不規則に分布するため、慣行的かつ粗放的な農業生産活動を余儀なくしている。灌漑用水供給は、近代農法の導入と生産性の向上に不可欠である。

(3) 水路灌漑の経験不足

河川からの一時的洪水を圃場に導き、土壌水分を蓄積する洪水灌漑（Rod Kohi）が、調査対象地域において普及している。一方、本件計画の水路灌漑方式は、灌漑用水管理計画、作付計画に従い、計画的かつ安定的な営農が要求され、技術的に洪水灌漑とは技術レベルが異なる。したがって地域農民は、水路灌漑の経験と知識を持っていないと言える。

(4) 無秩序な市場と不十分な市場・流通施設

D. I. カーン地区では、州政府によって市場が公的に制度化されておらず、卸売り市場が存在しない。そのため商人や仲介業者等が統制を受けないので、統制市場と比べて流通マージンが高めである。唯一、市場委員会が、農産物の市況に関する情報を収集し、広報している。

村落レベルの保管施設が質・量ともに不十分であり、生産者と市場、市場と消費者間を移動する際の農産物の損失も少なくない。また、D. I. カーン地区には野菜や果物用の冷凍倉庫が一ヶ所しかなく、野菜や果物用の加工施設はない。また、市場には駐車場などの施設はない。加えて、農産物の規格・品質管理、標準化等の不備や遅れが見受けられる。

また農家調査でも、村落と市場を結ぶ道路、市場と市場を結ぶ道路整備の遅れが明らかにされている。

(5) 不十分な雇用機会

調査対象地域では、農業以外の雇用を提供する産業は見当たらない。農業の不振による雇用機会の低迷が、地元住民の生活水準の低さ、開発行為に必要な資金調達を不可能なものにしている。

総収入と支出の差である余剰額は、特に零細、小規模世帯では500ルピー以下に限られている。農業生産費を多く必要とする灌漑農業の導入には、零細、小規模世帯に資金力が無い現状において、農業金融支援も不可欠である。

(6) 苛酷な自然条件

調査対象地域の自然条件は、夏期の高温、半乾燥に代表される。このような苛酷な自然条件とそれを全くカバーできないインフラ整備の遅れは、開発に対する大きな制約要因となっている。自然条件の劣悪さを完全に克服することは難しいとしても、開発事業を実施して社会・生産基盤を整備することにより、大きく緩和することは可能である。

(7) 灌漑システムの硬直性

現況灌漑システムの融通性の低さは、事業供用後の大きな制約要因となることが考えられる。問題点の一つは、供給側を重視した灌漑システムの施設面での問題点が挙げられる。いま一つは、良好な水管理を実施できる適切な組織（例えば灌漑事務所、水利者組合等）が欠如している。

隣接するチャシュマ右岸重力灌漑事業でも、適切な指導・実施機関がないために、供給主導型の灌漑を実施しており、幾つかの問題を抱えている（「3.4.1灌漑」参照）。灌漑システムの計画・設計においては、ある程度供給側の制約を念頭におかざるを得ないが、灌漑システムの運用の仕方によって、十分に水需要主導型灌漑の実施が可能となる。水供給と水需要との不整合は、さらに大きな問題に発展すれば、事業自体の制約要因となることがある。これらの水供給と水需要の不調和は、適切な施設計画、水管理体制の拡充によって解消することが出来る。

(8) 未発達な農民組織

地下水灌漑地区940 haを除くと、調査対象地域には灌漑施設、用水管理、水利費徴収のための水利組合は無い。農業協同組合の組織化は低調であり、世帯数で見れば5%以下の加入率である。関連104村には26の単位協同組合が登録されているが、活動は行なわれていない。協同組合の民主的組織化は、社会的因襲によって難しく、大半の組合が同族で構成されている。

水需要主導型の灌漑を実施するには、農民自身の水管理が不可欠である。このためにも、小水路、支線レベル単位で、農民組織が拡充されなければならない。長期的な施設の、財務的な裏付けのない一時しのぎの農民組織による運用では、事業の成功は覚束ない。また、もし適正な水配分がなされるのであれば、自ずと水使用量の徴収率も向上するであろう。

(9) 制度面の問題

既設のチャシュマ重力灌漑地区においても、末端灌漑地区の整備、用水管理、農業技術普及、農民組合の組織化、農業制度融資の拡大等の農業支援が十分でなく、所期の灌漑開発効果を上げていない。一方、調査対象地域では、灌漑開発を支援するための組織と支援活動がほとんど実行されていない。

チャシュマ重力灌漑地区の維持管理組織は、以下のとおり担当政府機関が幹線水路から末端圃場水路（Water Course）に至るまで、施設毎に分割管理している。

WAPDA（水利電力開発公団）／連邦政府の管轄：

- －幹線水路、二次（Distributary）水路とその付帯構造物の建設
- －幹線水路、二次水路とその付帯構造物の維持管理
- －幹線水路から二次水路への用水配分

州灌漑局／州政府の管轄：

- －三次（Minor/Sub-minor Canal）水路とその付帯構造物の建設
- －二次水路、三次水路とその付帯構造物の維持管理
- －二次水路から三次水路および圃場水路への用水配分
- －圃場水路毎の末端灌漑地区における受益農家間の用水配分の調整
- －水利費徴収のための作物生産に関する調査

圃場整備局（農業局）州政府の管轄：

- －末端灌漑地区の水利組合の組織化促進
- －圃場水路の改修と建設
- －圃場内の均平化の促進

チャシュマ重力灌漑地区では、三次水路、圃場水路網の不足、灌漑施設毎に区分された維持管理体制による用水管理上の障害、所期の計画灌漑用水量を超える作物（米など）の作付け割合の拡大、圃場レベルでの不適切な用水管理による用水の損失、農家の水利組合への参加低迷等、灌漑組織の維持管理上、解決すべき多くの課題を抱えている。チャシュマ右岸重力灌漑事業の実施にあたり、州レベルから県レベルに至る行政段階毎に、関連政府機関をメンバーとする調整委員会が設立されている。しかし同委員会においても、末端圃場レベルにおける上記の課題は、十分に認識されていない。上記の課題を解決するには、複数の機関が灌漑施設毎に分割管理する方式

は適切でなく、効果的対応が難しい。現状組織の再編成は、本件計画の効率的実施、適切な維持管理体制の形成、開発効果の早期発現のための方策の一つになると考えられる。

(10) 社会・経済上の制約

調査対象地域の人口密度は56人/km²、0.56人/haと推定される。さらに現状では、多く見積っても人口の半数のみが農業労働力として利用可能である。将来の灌漑開発には、労働力の追加または農業機械化の促進が必要である。

調査対象地域の農地は、地主世帯の間で不平等に所有されている。3 ha以下の零細、小規模地主は、全地主世帯数の74%を占めるが、その所有農地面積は全農地面積の9%に留まる。

不在地主は調査対象地域で広範にみられ、登録農地の17%を所有している。さらに登録農地の約33%が小作地として利用されている。小作人の社会的地位は一般に低く、負債、社会因襲により地主に依存した生活状態にある。

上記の諸問題点は、開発計画の中で、克服すべき制約として位置づけられる。図4.3.1には、これら制約要因と開発戦略、開発目標との関連を概略的に示している。

4.3 開発戦略

パキスタン国政府は、第8次5ヵ年計画の樹立にあたり、向こう15年にわたる長期社会・経済構想を策定している。この長期構想では、(a)過去の教訓にてらして、(b)民営化の促進、法制度の簡素化、及び民間経済の積極的な市場導入、(c)変動する諸環境・条件への即応、を指針としている。

この構想に基づいて、第8次5ヵ年計画では、国民の経済、社会福祉の向上を念頭において、国内外経済の大きな変動期にあたり、経済面における政府の果たす役割の修正を強調している。この考え方にしたがって、(a)マクロ経済の改善、(b)良好な統治の実現、(c)競争市場への参入、(d)民間資金の活用を基本方針に掲げている。これらは、さらに具体的な目標として、自給の達成、貧困の撲滅、雇用増進、環境保全、資源開発及びインフラ整備、地域開発促進、民間投資の助長、社会部門の整備を提唱している。

前述の調査対象地域の開発ポテンシャルを考慮して、地域の開発制約要因は、10項目の開発戦略に発展できる。さらにそれぞれの開発戦略は、以下の6項目の地域開発目標に集約される。

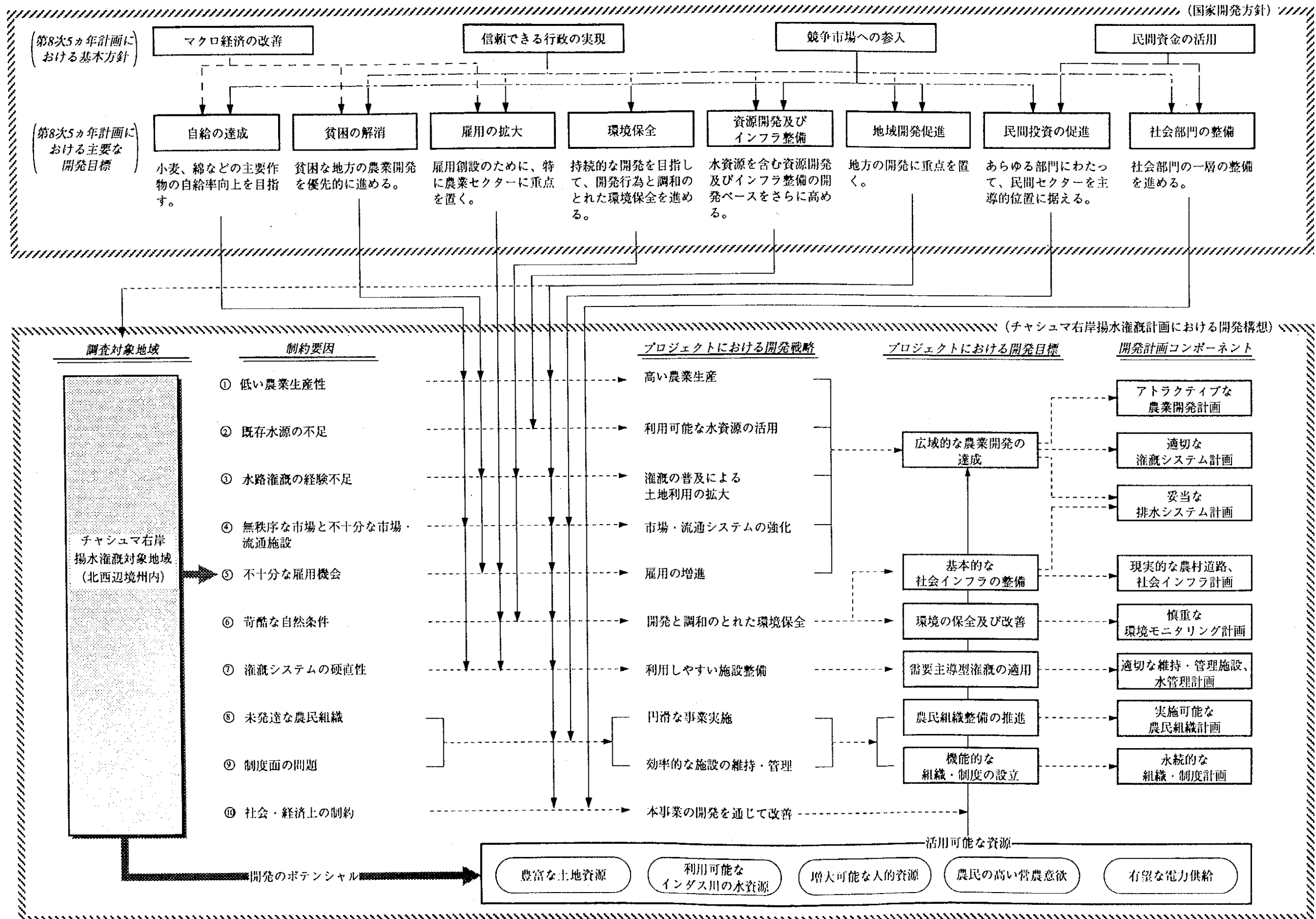


図 4.3.1 本件計画における開発の基本概念

- － 大規模な農業開発の達成
- － 基本的な社会インフラの整備
- － 環境の保全および改善
- － 水需要主導型灌漑の適用
- － 農民組織整備の推進
- － 機能的な組織・制度への改革

本件計画のこれらの開発戦略・開発目標は、第8次5ヵ年計画に現われているパキスタン国政府の国家開発目標にまさに合致したものである。図4.3.1は、本件計画の開発方針の決定プロセスと、その地域開発戦略と第8次5ヵ年計画に示されている国家開発目標との関連を、図示したものである。同図では、各開発目標を達成するための開発コンポーネントとして次の8項目も提案している。

- － アトラクティブな農業開発計画
- － 適切な灌漑システム計画
- － 妥当な排水システム計画
- － 現実的な農村道路、社会インフラ計画
- － 慎重な環境モニタリング計画
- － 適切な維持・管理施設、水管理計画
- － 実施可能な農民組織計画
- － 永続的な組織・制度計画

4.4 灌漑システムの最適規模と形式にかかわる検討

灌漑計画が本件計画の中心的コンポーネントであり、灌漑の成功が開発目標の達成につながる。ここでは、開発計画案の策定に先立ち、事業として最も妥当な灌漑対象面積規模、灌漑システム構成（方式）を決定する。

プロジェクトは、最大の事業効果が得られるような事業規模と、灌漑システム構成を採らなければならない。最大の事業効果の考え方には、便益に対する事業費の比率（内部収益率もこれと同種）の最大値をそれとするか、便益の最大値をそれとするかなどさまざまな議論がある。本件計画における最適案の判断は、その両方の観点から行なうものとする。

4.4.1 本検討における前提条件

灌漑の最適規模と最適方式（灌漑システム構成）を決定するための比較分析を行なうにあたって、いくつかの前提諸元が必要である。それらは、農業開発、灌漑計画上の計画諸元に当たるものである。実際のそれらの計画諸元は、本章で決定された計画規模と形式にしたがって第5章で開発計画として策定されるものである。ここでは、第5章で詳細に確定される各計画諸元をフィードバックして、本検討に適用したものである。

(1) 農業面の前提条件

単一の計画作付け体系を、計画対象地域に一様に適用する。計画作付け体系は、各季節別に次の作付け率を与えるものとする。

季節	作付け率	導入作物
夏季（カリフ期）	60%	綿、豆類、メイズ、飼料作物、サトウキビ等
冬季（ラビ期）	90%	小麦、油料作物、豆類、飼料作物、サトウキビ等
春季	(10%)	メイズ、ヒマワリ

この計画作付け体系においては、経済性及び環境面の配慮から稲作は除外しているとともに、新たに春季作としてメイズ、ヒマワリを導入している（5.2 農業開発計画 参照）。

(2) 灌漑計画上の前提条件

1) 灌漑方法

用水損失の軽減及び農民の適応度により、畝間灌漑または水平ボーダー灌漑を計画灌漑方法とする。

2) 灌漑効率

本件計画での総合灌漑効率は、通常の土壌で0.58（搬送効率:0.90×配水効率:0.86×適用効率:0.75）、砂丘地砂地で0.30（搬送効率:0.90×配水効率:0.86×適用効率:0.40）である。

3) 有効雨量

有効降雨量は、10日単位の土壌の水分容量と降雨発生時の水分量を考慮した水収支計算により

算出された。年平均有効降雨量は、239.2mm（カリフ期160.5mm、ラビ期78.7mm）でありこれは年間降雨量の86%にあたる。

4) 灌漑用水量

計画作付け体系にしたがって、蒸発散量、FAOによる作物係数、計画灌漑効率、有効降雨量を用い10日単位の灌漑用水量が算出された。単位用水量は、通常土、砂質土別に下表のとおりである。

期間	通常土	砂質土
カリフ期 1,000 ha当り	5.700 (0.583)	11.020 (1.127)
ラビ期 1,000 ha当り	5.010 (0.527)	9.684 (1.018)

()内の数字は、m³/s単位のピーク用水量

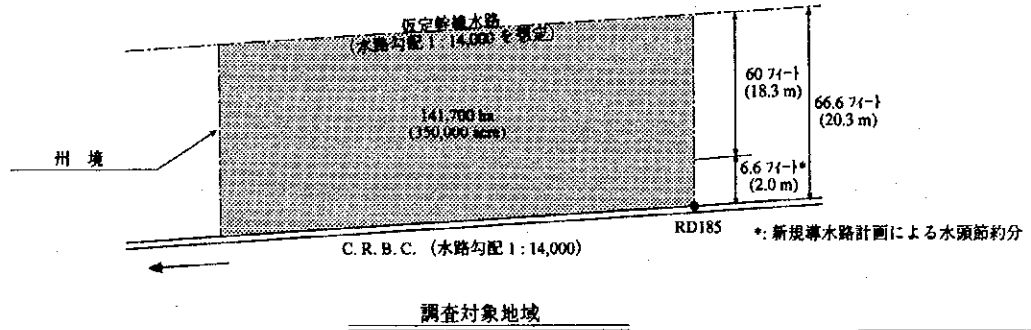
(3) 導水路システム

灌漑システムとは独立した比較検討により、計画取水工と計画揚水機場を結ぶ導水路は、既設のCRBC水路の右岸側に並行して新設されることとなった（総延長58.5km）。1/14,000の水路勾配を一様に採用していることや、全線コンクリート舗装水路を施すことによって、計画揚水機場地点における計画水位は現在のCRBCよりは約2.0m節約できる。ここでの、灌漑システムの規模と形式における比較検討では、この導水路新設による水頭獲得分を活用し、揚水揚程としてはその地点より考えるものとする。

4.4.2 最適灌漑システム形式

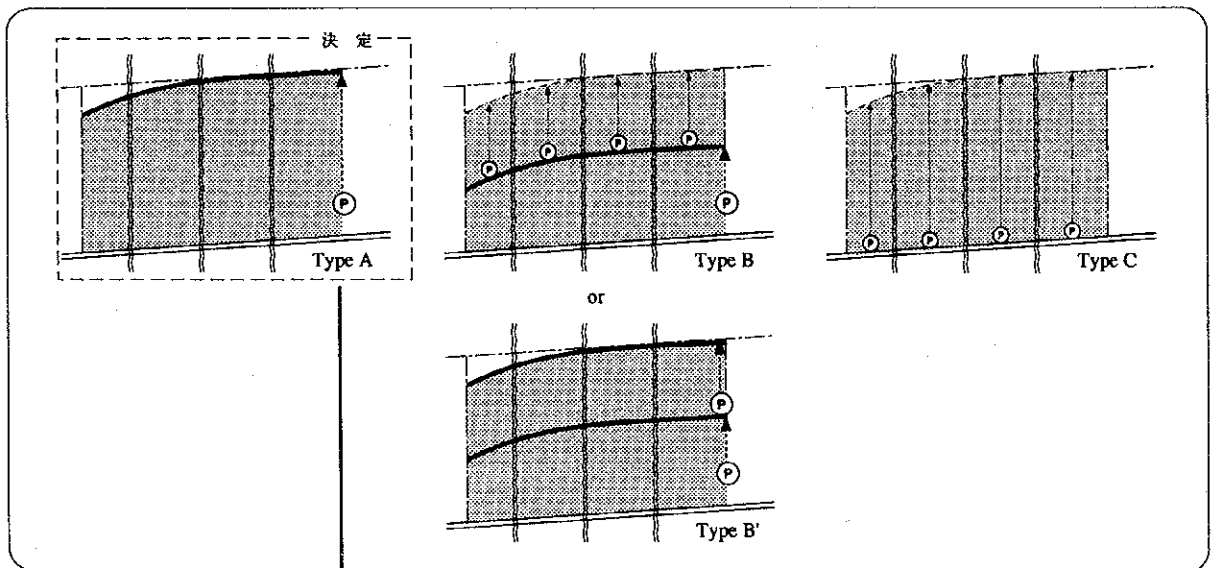
灌漑送水システムとしては、図4.4.1に示すようにタイプA、B、Cの3タイプが考えられる。タイプAは、最もオーソドックスなもので、受益地の北端で送水管路が最も短くなるような地形的好条件地点に揚水機場を設け、一挙に幹線水路まで揚水し、その後は重力にて灌漑するものである。

タイプCは、全灌漑対象地区を連続的に結ぶ大幹線水路は設けず、比較的規模の大きな河川（ザム）によって区切られる各灌漑ブロックごとに揚水ポンプによって灌漑するものである。各灌漑ブロックごとに独立した水管理が可能であることと、幹線水路が主なザムと交差するときに



凡 例	
(P)	: ポンプ場
—	: 幹線水路
	: 河川 (支川)
■	: 灌漑対象地域

最適灌漑システム形式の検討:



最適規模の検討:

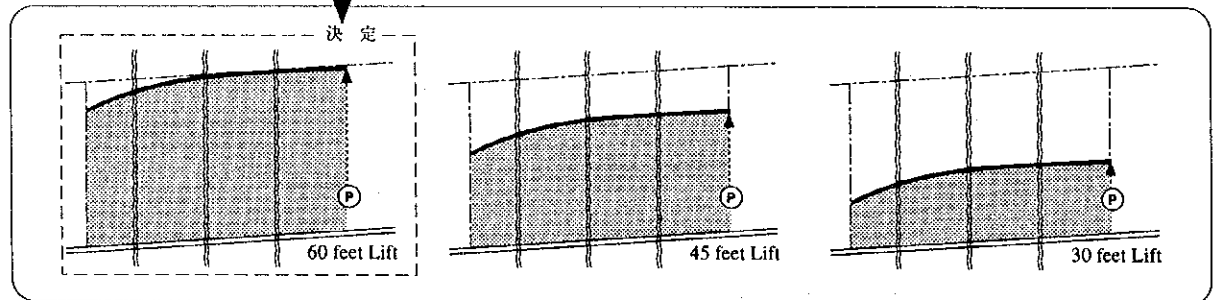


図 4.4.1 最適システム決定のための比較検討フロー

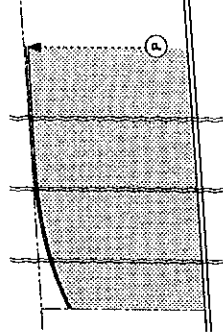
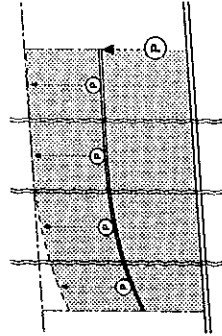
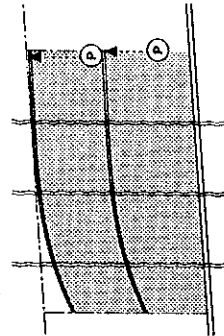
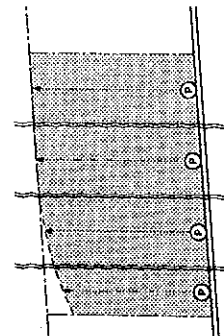
設ける大規模な排水施設を必要としない点に着目した案である。

タイプBは、タイプAとタイプCの折衷案である。これは、幹線水路で連結されて、一体的な水管理を必要とする地区をタイプAよりかなり縮小し、それより標高の高い地区は、タイプCのように1つのポンプに依存した独立ブロックとしたものである。タイプBの中間標高をはしる幹線水路下の受益地について考えれば、同地区をタイプA形式で灌漑するときには、一旦最高標高地点まで揚水した後、再び自然流下してきた灌漑水を利用するのに対し、タイプBでは中間標高地点までの揚水ですむため、ポンプ運転経費の軽減が期待できる（この灌漑システム形式は、タイプB'のように上段地区も一本の幹線水路で一体的に灌漑する案も考えられる。しかし、これはタイプBよりコスト高となるため、ここでの検討はタイプBで代表する）。さらに、タイプB案では、灌漑対象地区中間標高部を横断する幹線水路全体を一つの調整池として機能させ、各ポンプの負担を軽減することも可能となる。

表4.4.1は、それぞれのタイプ案の利点及び欠点をまとめたものである。

同表によれば、それぞれになんらかの特徴に応じた利点はある半面、それぞれに欠点も見られる。ここではさらに、積算工事費による経済性の比較を行なう。1994年ベース単価によって積算したものを以下に示す（タイプCは、既存のCRBC水路を利用して灌漑用水を送水することになる。CRBC水路容量に余裕がなく、同水路の全面改修となるが、これは現実的な計画といえないため、経済性の検討は行なわない）。

表4.4.1 灌漑システム形式の比較表

灌漑システム形式	特長		施設				幹線水路
	長所	問題点	ポンプ	ポンプ場	土木工事	概略ポンプ揚程	
<p>タイプA</p> 	<p>最も節水な揚水及び送水システム。</p>	<p>比較的高度な維持・管理が必要。</p>	<p>最大揚水量、最大揚程のポンプ。 (72 m³/s x 23.0 m x 21,600 kw)</p>	<p>導水管路 最大流量、最大揚程の導水管路 φ3200mm x 371 684m</p>	<p>静水池 放流施設 給水施設 機場 吐水池</p>	<p>概略ポンプ揚程 実揚程: 18.3m *ア* 回り損失: 1.5m パイプ損失: 1.2m その他: 2.0m 合計: 23.0m</p>	<p>最高標高地点に1本の幹線水路。</p>
<p>タイプB</p> 	<p>(上段地域) 各灌漑プロック管理で維持することが最も容易。 (下段地域) 低圧ポンプ揚水のため経済性が高い。</p>	<p>事業費は高く、やや複雑なシステム。</p>	<p>最大揚水量、中揚程の主ポンプ。平均2.8 m³/sの12ヶ所のポンプ。 各プースターポンプ機場への送水施設。</p>	<p>最大流量、中揚程の導水管路 φ3,200mm x 371 300m 12ヶ所のプースターパイプライン φ1,000 - 2,000mm 5,000 - 10,000m</p>	<p>主ポンプ場は上に同じ。 各プースターポンプ場に1~3t容量の調整池 プースターポンプ機場</p>	<p>(上段地域) 実揚程: 9.0m *ア* 回り損失: 1.7m 水ロス損失: 2.0m 合計: 12.7m (下段地域) 実揚程: 8.9m *ア* 回り損失: 1.0m パイプ損失: 2.0m その他: 12.9m 合計: 25.6m</p>	<p>中間標高地点に1本の幹線水路。</p>
<p>タイプB</p> 	<p>(上段地域) 最も節水な揚水及び送水システム。 (下段地域) 低圧ポンプ揚水のため経済性が高い。</p>	<p>2ヶ所のポンプ場、幹線水路を必要とすることから、事業費は高く複雑なシステム。</p>	<p>最大揚水量、中揚程の第1次ポンプ。 半分規模の揚水量、中揚程の第2次ポンプ。</p>	<p>最大流量、中揚程の導水管路 φ3,200mm x 371 300m 半分規模の流量、中揚程の導水管 φ3,700mm x 171 380m</p>	<p>Type Aに同じ。 及び: プースターポンプ機場 2次ポンプ機場 吐水池</p>	<p>(上段地域) 実揚程: 9.4m *ア* 回り損失: 1.0m パイプ損失: 2.0m その他: 13.4m (下段地域) Type Bに同じ。 合計: 12.9m 合計: 26.3m</p>	<p>最高地点及び中間標高地点に2本の幹線水路。</p>
<p>タイプC</p> 	<p>各灌漑プロック管理で維持することが最も容易。</p>	<p>灌漑用水は、CRBC水路を流下させる物理的に改修は不可能。</p>					

最適灌漑システム形式比較表

	タイプA	タイプB
(施設概要)		
揚水規模	60フィート揚水	60フィート揚水
灌漑対象面積	115,600 ha	115,600 ha
幹線水路	113 km	98 km
ポンプ場	1 ケ所 72 m ³ /s 21,600 kw	1 ケ所 72 m ³ /s 12,300 kw
プースターポンプ	— — —	12 ケ所 2.8 m ³ /s (平均) 600 kw (平均)
(概略設計工事費) (単位：千ルピー)		
I. 直接工事費		
準備工	262,012	254,144
導水路	2,347,416	2,347,416
揚水機場	1,602,844	2,461,455
幹線システム	2,168,582	1,870,651
支線システム	829,316	3,772,588
その他	3,176,626	3,176,626
小計	10,386,796	13,882,880
II. 間接工事費		
	1,661,887	2,221,261
III. 雑経費		
	1,038,680	1,388,288
合計	13,087,363	17,492,429
(年計費)		
維持・管理費	293,320	322,319
現在価値	15,995,572	20,688,157
コスト比*	1.0	1.29

注：1) 灌漑対象面積は純面積 (CCA) である。これは全体面積 (GCA) にサンプル地区の検討例から得た変換値0.92を乗じたものである。

2) 上記積算の単価は第6章で述べる結果を利用している。

3) “その他”は主に排水改良工事、圃場整備工事等である。

4) 間接工事費は、設計費、工事運営費等で、直接工事費の16%とする。

5) 雑経費は、直接工事費の10%とする。

6) 維持・管理費は、ポンプ運転経費、水路維持・管理費等である。

7) 事業の稼働ライフ期間は50年とする。

8) 現在価値は、割引率10%を仮定している。

*：“コスト比”は、(現在価値) ÷ (タイプAの現在価値)

以上の結果によりタイプAを本件計画の灌漑送水タイプとする。

4.4.3 最適規模の検討

灌漑システム形式は、タイプAが最適案とされた。しかし、灌漑対象範囲は、様々な規模が考えられる。この中では、60フィートの揚水（調査対象地域は、CRBCより最大60フィート揚水を想定した灌漑可能範囲）が最も灌漑面積が広いが、この場合が最も高い経済性を示すとは限らない。ここでは、それらの観点から最適な灌漑対象範囲（揚水規模）を検討する。

経済的に最適な灌漑範囲を推定するために、いくつかの揚水規模を考えて、それぞれの場合の単位灌漑面積当りの工事費を比較する。

検討する揚水規模としては、最大の60フィート、45フィート及び30フィートの3ケースとする。これらの3ケースの結果をまとめると次表のようになる。

最適規模決定のための比較表

	60フィート揚水	45フィート揚水	30フィート揚水
灌漑対象面積	115,600 ha	95,000 ha	68,500 ha
ポンプ			
揚水量	72 m ³ /s	60 m ³ /s	43 m ³ /s
出力	21,600 kw	13,550 kw	6,500 kw
幹線水路			
総延長	113 km	107 km	98 km
その他水路			
総延長	443 km	364 km	263 km
(概略設計工事費) (単位：千ルピー)			
I. 直接工事費			
準備工	262,012	215,321	155,258
導水路	2,347,416	2,122,015	1,530,085
揚水機場	1,602,844	1,295,405	893,456
幹線システム	2,168,582	1,891,818	1,350,266
支線システム	829,316	681,531	491,420
その他	3,176,626	2,610,549	1,882,343
小計	10,386,796	8,816,639	6,302,828
II. 間接工事費	1,661,887	1,410,662	1,008,453
III. 雑経費	1,038,680	881,664	630,283
合計	13,087,363	11,108,965	7,941,564
(年計費)			
維持・管理費	293,320	244,433	175,177
現在価値	15,995,572	13,532,469	9,678,409
コスト比*	138.0	142.4	141.3

*：“コスト比”は、(現在価値) ÷ (灌漑対象面積) で単位は千ルピー/ha

上表の結果より、最大限の揚水規模が経済的にも最適であることが明らかとなった。

4.4.4 最適な灌漑システムの形式と規模にかかわる結論

灌漑システムの最適規模と形式にかかわる検討によって、次のような結果を得た。

最適規模、形式の検討結果総括表

	GCA (ha)	CCA (ha)	コスト比*		
			タイプA	タイプB	タイプC
60フィート	134,600	115,600	1.00	1.29	-
45フィート	110,600	95,000	1.03	1.29以上	-
30フィート	79,800	68,500	1.02	1.29以上	-

*：コスト比は、(現在価値/灌漑対象面積) ÷ (タイプA, 60フィート揚水の現在価値/灌漑対象面積)

タイプCは、現実には実施不可能であるので検討から除外する。タイプBの45フィート揚水と30フィート揚水の比較案は工事費を積算していないが、タイプAの傾向からみて60フィート揚水案より経済的に不利であることは明かである。

このような検討の結果、調査対象地域内において最大規模の開発がより有利であることが明らかとなった。最適案は、タイプAの灌漑システム形式を採り、最大規模の60フィート揚水を採用する。

第5章 開発計画

5.1 開発対象地域

第4章の検討で明らかにされたように、灌漑計画の面から最適な灌漑形式は、揚程18.3m（60フィート）の揚水灌漑である。この場合の計画対象範囲面積（GCA）は、導水路を新設することによる水頭節約分（2.0m）によってカバーされる範囲も含めて、合計134,600haとなる。

さらに本件計画灌漑対象面積（CCA；灌漑対象純面積）は、下に示すように115,600haである。

計画対象地域	134,600ha	GCA
農業不適地	4,500ha	
居住地区	1,400ha	
将来居住地区*	3,000ha	
<u>小計</u>	<u>125,700ha</u>	GIA（灌漑対象範囲面積）
用水路・農道等つぶれ地面積	10,100ha	GIAの8%
<u>CCA</u>	<u>115,600ha</u>	

* これらは主に標高が高いために灌漑対象から除外された地区を活用

上表における用水路・農道等つぶれ地面積（灌漑対象範囲内の非農地）は、調査対象地域内のサンプル調査の結果、GIAの約8%が妥当であることから、同比率を適用した。本件計画では、灌漑開始後の土壌物理性の変化も念頭において、計画対象とした。115,600haのうち、108,640haが通常の灌漑適地であり、6,960haがこの限界地に分級される砂質土地である。

5.2 農業開発計画

5.2.1 土地利用計画

事業対象地区面積は、約134,600 haであり、そのうち101,800 haが農耕地である。事業を実施しない場合の将来土地利用では、可耕地は地下水灌漑農地、洪水灌漑農地、及び無灌漑農地から成り、その面積はそれぞれ1,000 ha、27,100 ha、及び73,700 haである。また26,900 haが放牧地等に利用される。事業を実施する場合は、水路灌漑施設完成後にこれらのうち115,600 haの土地が灌漑農地になる計画である。さらに住居・道路等の増加や灌漑排水施設等の建設による土地利用の変更面積はそれぞれ3,000 ha及び10,100 haである。

事業実施による土地利用別面積の増減は以下の通りである。

(単位：ha)

項目	事業を実施しない場合	事業を実施する場合	増減面積
農耕地			
- 灌漑農地	1,000	115,600	114,600
- 洪水灌漑農地	27,100	0	-27,100
- 非灌漑農地	73,700	0	-73,700
放牧地等	26,900	0	-26,900
非農耕地			
- 住居、道路等	1,400	4,400	3,000
- 農業不適地（ガリ、河床等）	4,500	4,500	0
灌漑排水施設、農道等		10,100	10,100
合計面積	134,600	134,600	0

5.2.2 将来の作付体系と作付率

(1) 導入作物の選定

将来の導入作物は、穀類（小麦、水稻、トウモロコシ）、豆類、換金作物（サトウキビ、綿、油料作物）、飼料作物、果樹、野菜類を選定対象とした。農家調査の結果ではこれらの作物は、既存灌漑地区を含めた計画対象地域内外で広範に栽培されており、農民は、夏期・冬期における栽培に関しての長い経験を持っている。果樹、野菜等の新作物の導入は、地域需要の範囲にとどめる。また、作物の選定にあたっては、気象条件、土壌の作物適性、収益性、市場性、労働量、用水量等を検討した。作物便益は、1994年3月の農家庭先価格で算定した。最終選定では、土壌の作物適性、市場性、生産収益、単位労働量当りの収益、単位用水量当りの収益について評価した。

作目名	土壌適性	市場性	生産収益 (Rs./ha)	労働収益 (Rs./人/日)	用水量収益 (Rs./m ³)	評価
夏期作物：						
トウモロコシ	B	C	9,200	230.0	1.37	B
水稲	C	A	3,500	58.3	0.24	C
豆類 (ムングビーン)	B	A	13,250	331.3	1.87	A
綿	C	B	12,500	227.3	1.14	B
飼料作物 (ミレット)	B	B	5,750	191.7	1.05	B
野菜類 (ナス)	B	B	21,220	303.1	3.08	B
冬期作物：						
小麦	A	A	8,550	213.8	1.16	A
豆類 (グラム)	B	A	14,010	350.3	2.42	A
油料作物 (マスタード)	B	A	13,230	264.6	2.50	A
飼料作物 (クローバー)	B	B	8,640	216.0	1.66	B
サトウキビ	C	A	12,700	158.8	0.60	B
果樹 (マンゴウ)	C	C	16,440	121.8	0.91	B
野菜 (カリフラワー)	B	B	38,150	448.8	8.12	B
春期作物：						
トウモロコシ (種子)	B	B	10,280	257.0	1.39	A
油料作物 (ヒマワリ)	B	A	12,630	315.8	2.11	A

表5.2.1を参照 注： 上表における評価基準は、A：問題なし、B：ほとんど問題なし、C：問題はあるが適用可能、D：適用不可能 である。

(2) 輪作栽培の導入

各季節や年毎に作目をかえる輪作栽培法は、収益性を上げる、土壌の肥沃度を高める、病害虫や雑草の被害を少なくする、土壌の生産性を高める、灌漑用水の効率を高める等の点から本計画に導入されることが重要である。

輪作栽培の導入にあたっては、計画地域内の土壌・気象条件、農産物の市場性、飼料作物の需要状況等の他に土壌、灌漑用水の最大限有効利用を考慮し、且つ最も収益性の高い輪作栽培として下記の3体系が本計画地域に最適なものと考えられる。

作付時期	体系 - I	体系 - II	体系 - III
1年目：			
冬作物	—	小麦／飼料作物	飼料作物
春作物	トウモロコシ／油料作物	—	サトウキビ（4月作付）
夏作物	飼料作物／休閑地	トウモロコシ／豆類	サトウキビ（9月作付）
2年目：			
冬作物	小麦／豆類	油料作物／豆類	サトウキビ（ラトーン）＊
春作物	トウモロコシ／油料作物	—	サトウキビ（ラトーン）＊
夏作物	休閑地／飼料作物	トウモロコシ／飼料作物	サトウキビ（ラトーン）＊
3年目：			
冬作物	小麦／豆類	小麦／飼料作物／油料作物	—
春作物	—	—	トウモロコシ／油料作物
夏作物	綿 花	トウモロコシ／豆類	休閑地

注）：ラトーン＊；株だし栽培

(3) 計画作付体系と作付率

導入作物の作付面積算定にあたっては、以下の点を考慮し決定した。

- 1) 穀類と換金作物は、人口増加と所得向上による需要の増大を考慮した。
- 2) 飼料作物は、各農家の家畜飼育頭数と飼料販売による農家収入の両面による増加を考慮した。
- 3) 野菜と果樹は、既存灌漑地区の栽培面積を考慮した。

さらに各作物の計画作付率は、WAPDAの計画面案とCRBC灌漑計画 ステージI、II、IIIの計画面案及び現況の作付率に基づき下記の3計画作付体系を比較検討して決定した。

- 1) 比較案-A：WAPDA PC-1（1973年）の作付体系（米2%,トウモロコシ10%,綿10%,小麦45%等）
- 2) 比較案-B：CRBCステージIII（1990年）の作付体系（米14%,トウモロコシ20%,綿12%,小麦50%等）
- 3) 比較案-C：JICA調査団の作付体系（図5.2.1参照；米0%,トウモロコシ20%,綿10%,小麦45%等）

(単位：%)

作目名	比較案-A	比較案-B	比較案-C
夏作物	60	62	60
冬作物	90	83	90
春作物	0	5	10
年作付率	150	150	160

将来の作付体系の決定に当たっては、下記に述べる各作付計画案の単位作物生産便益、単位灌漑用水量、最大灌漑可能面積を比較検討した。

作目名	比較案-A	比較案-B	比較案-C
単位作物便益 (M ² -/ha) :			
夏作物	6,480	5,700	6,890
冬作物	9,380	8,690	10,100
春作物	0	630	1,140
合 計	15,860	15,020	18,130
単位灌漑用水量 (m ³ /ha) :			
夏作物	6,030	6,190	5,420
冬作物	5,870	5,460	5,750
春作物	0	300	670
合 計	11,900	11,950	11,840
最大灌漑可能面積 (ha) :			
夏・春作物	130,600	121,400	129,300
冬作物	115,000	123,600	117,400
合 計	245,600	245,000	246,700

上記の結果から、比較案-C が作物便益と灌漑可能面積ともに最大であり、本計画の作付体系に最適であることが判明した。(図5.2.1を参照)

5.2.3 計画耕種法と農業資機材・必要労働量

耕耘作業は、トラクター牽引によるディスクプラウや犁を使用し、表土の耕起を行うと共に雑草・病虫害の駆除、前作物の処理等を行う。その後、ハローや均平板を使つての碎土、均平作業を行う。播種作業の前に灌漑を行い、最終仕上のためトラクター牽引によるテイラー又はローターベーターで耕耘し土塊の粉碎を行う。

化学肥料としては、一般的に普及している尿素、複合燐安、三重過燐酸、硫酸カリ等を使用する。堆肥は、各作期毎に散布する。作物の病虫害、除草、野生動物の被害を防ぐための農薬は、市場で数多く販売されており、被害状況に応じた使用を行う。除草については、作物の輪作栽培、機械作業、人力作業、除草剤の使用等で行うが、生産費を軽減するために輪作栽培の導入が推奨される。

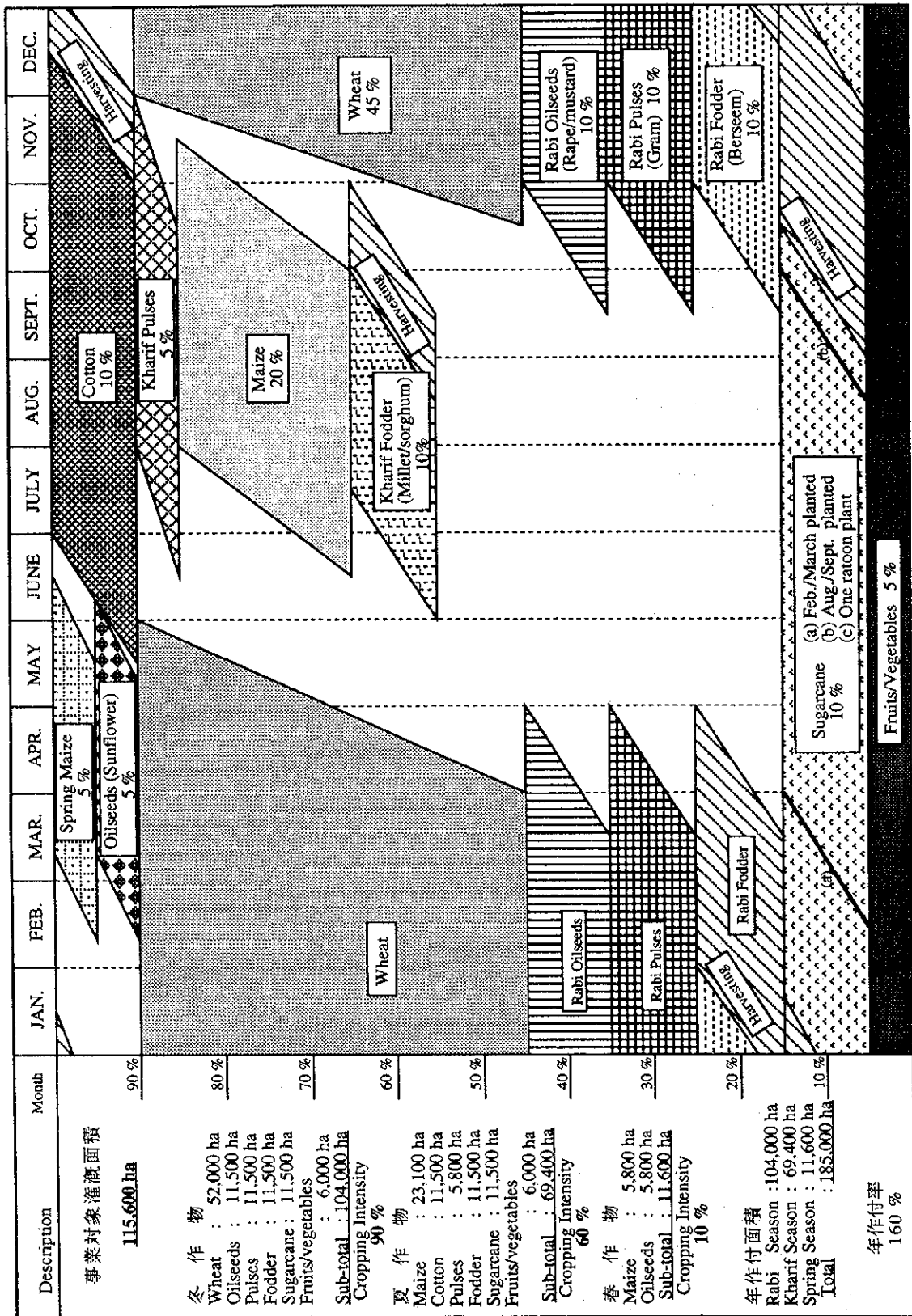


図 5.2.1 計画作付体系

水管理作業は、各作物により異なるが、一般作物と飼料作物については、湛水灌漑法で行う。野菜、果樹については、灌漑水の有効使用からみて畝間灌漑法で行う。また、灌漑効率を上げるため、圃場の均平化や水路、畝の清掃・管理作業が重要である。

小麦、油料作物、豆類は、完熟後に手作業にて収穫を行い、束ねた後に畜力やトラクターを使い運搬しヶ所に集める。脱穀は、十分に乾燥後、トラクターの動力駆動による脱穀機を使用する。綿は、完熟し十分にまるさやが開いた綿実から順次収穫する。15 - 20日の間隔において2-3回の収穫を人力作業にて行う。サトウキビは、刈り取り後に時間をかけずに砂糖工場へ持ち込む。トウモロコシは、収穫し農家の庭先にて乾燥後、コーンシェラーまたは、人力で脱皮・脱穀を行う。野菜と果樹は、収穫後すぐに箱詰し市場に出荷する。冬期飼料作物（クローバー類）は、11月初旬から12月初旬にかけて第一回目の刈り取りを行う。2回目以降の刈り取りは、30 - 35日の間隔で5月頃まで行う。飼料作物の自家用種子は、2月以降に収穫する。収穫後の飼料作物は、人力又は機械で裁断し生草として家畜に給餌する。

上記の改善耕種法に基づいた種子、肥料、農薬、機械・労働力については、作物毎に算定した。また、計画作付体系による本計画地区での単位必要最大労働量は、3.70人/日/haとなる。

5.2.4 目標作物収量と生産量

本事業を実施しない場合の将来の作物収量は、現状の作物栽培上で問題点となっている灌漑用水の不足、慣行耕種法、不十分な農業支援活動等が将来とも大きく改善されることが期待出来ないため、D. I. カーン郡の5ヵ年（1987/88 - 1992/93）の平均収量に基づき検討した結果、現況の平均収量と同じとした。

作物の単位収量は、本事業の実施により、揚水での灌漑用水が十分に供給されると共に改善耕種法が実施されることにより大幅な増加が予想される。本事業を実施した場合の目標作物単位収量は、D. I. カーン農業研究所の1991-92年に行われた各種試験結果とCRBC ステージIIIのフィージビリティースタディー報告書（1990年）の目標収量に基づき算定した。本事業を実施した場合と実施しない場合の作物の単位収量を下記に示した。

(単位：トン/ha)

作目名	事業を実施しない場合	事業を実施した場合	差 異
夏作物			
トウモロコシ	0.63	3.50	2.87
豆 類	0.52	2.00	1.48
綿	1.36	2.00	0.64
飼料作物	11.86	45.00	33.14
野菜類	2.80	10.00	7.20
冬作物			
小 麦	1.04	4.00	2.96
豆 類	0.60	2.50	1.90
油料作物	0.52	2.50	1.98
飼料作物	13.30	55.00	41.70
サトウキビ	35.55	70.00	34.45
(ラトーン)	-	40.00	-
果 樹	3.00	10.00	7.00
野菜類	5.50	15.00	9.50
春作物			
トウモロコシ	0.60	3.50	2.90
油料作物	0.80	2.50	1.70

注)：事業を実施しない場合の単位収量は、現況の灌漑地区、洪水灌漑地区、無灌漑地区の収量を加重平均した。

本事業を実施した場合の目標収量の達成には、受益農民に対し改善耕種法に基づいた技術指導や農業研究所、農業普及等による十分な支援活動が行われなければならない。また、本事業の実施後は、現況の作物生産が急速に増加すると予想されるが、施設の建設完了後の7年目に目標収量が達成されることとした。

本事業の実施による灌漑地区で増加が予想される主要作物の年間作付面積と作物生産量は、以下のとおりである。

作目名		事業を実施しない場合	事業を実施した場合	差 異
夏作物：				
ソルガム	作付面積 (ha)	2,440	0	-2,440
	生産量 (トン)	1,760	0	-1,760
ミレット	作付面積 (ha)	2,390	0	-2,390
	生産量 (トン)	1,810	0	-1,810
トウモロコシ	作付面積 (ha)	20	23,100	23,080
	生産量 (トン)	15	80,850	80,835
豆 類	作付面積 (ha)	10	5,800	5,790
	生産量 (トン)	5	11,600	11,595
綿	作付面積 (ha)	60	11,500	11,440
	生産量 (トン)	80	23,000	22,920
飼料作物	作付面積 (ha)	10	11,500	11,490
	生産量 (トン)	120	517,500	517,380
グアラ	作付面積 (ha)	210	0	-210
	生産量 (トン)	330	0	-330
野菜類	作付面積 (ha)	30	3,000	2,970
	生産量 (トン)	85	30,000	29,915
冬作物：				
小麦／大麦	作付面積 (ha)	8,500	52,000	43,500
	生産量 (トン)	8,870	208,000	199,130
豆 類	作付面積 (ha)	4,280	11,500	7,220
	生産量 (トン)	2,575	28,750	26,175
油料作物	作付面積 (ha)	2,400	11,500	9,100
	生産量 (トン)	1,240	28,750	27,510
飼料作物	作付面積 (ha)	60	11,500	11,440
	生産量 (トン)	800	632,500	631,700
サトウキビ	作付面積 (ha)	30	11,500	11,470
	生産量 (トン)	1,070	632,500	631,430
果 樹	作付面積 (ha)	15	3,000	2,985
	生産量 (トン)	50	30,000	29,950
野菜類	作付面積 (ha)	15	3,000	2,985
	生産量 (トン)	80	45,000	44,920
春作物：				
トウモロコシ	作付面積 (ha)	0	5,800	5,800
	生産量 (トン)	0	20,300	20,300
油料作物	作付面積 (ha)	0	5,800	5,800
	生産量 (トン)	0	14,500	14,500
年作付面積 (ha)	夏作物	5,200 5%	69,400 60%	64,200 55%
／作付率	冬作物	15,300 15%	104,000 90%	88,700 75%
	春作物	0	11,600 10%	11,600 10%
合 計		20,500 20%	185,000 160%	164,500 140%

注) ; 年作付面積は、夏作物にサトウキビの作付面積を加算した。表5.2.1, 5.2.2を参照

本事業の実施により生産が増加する農産物は、地区内で消費するほかに余剰分については地域外や北西辺境州内の食料・飼料等の不足地域へ搬出されるのみでなく全国的な市場への供給が行われる。この結果、地区内の農家の所得向上や周辺地域の食料不足が解消される。

5.2.5 市場・価格の将来動向

(1) 価格支持政策

パキスタン連邦政府は、生産者保護の立場から、主要な農産物について、最低買入価格（支持価格）政策を採っている。D. I. カーン地区では、小麦、サトウキビ、ヒマワリに対する価格支持政策が実情に即して機能している。

(2) 北西辺境州の食糧需給バランス動向

小麦およびその他の穀物に関して、現時点での北西辺境州における食糧需給バランスは、需要量の方が、約90万トン上回っている。油料作物では、需要量と供給量の差が一層広がる可能性がある。トウモロコシは、食用穀物としての需要量を越え、余剰分は不足する小麦の代替や配合飼料に回されると推定される。米や豆類は州内での不足が続く見込みである。砂糖も、サトウキビの生産が増え、かつ、それが精糖工場に出荷される率が高まる傾向にあるが、しばらくの間、州内では需要量の方が、供給量を上回る見込みである。野菜や果物の需給バランスは季節変動が大きく一定化しない傾向にある。

(3) 加工・保管施設の動向

D. I. カーン地区の小麦加工施設（製粉所）の処理能力は、現時点で約257,000トンの余力があり、本計画による増産分の約200,000トンを受入れることが可能である。一方、小麦の保管施設容量は現行の公的倉庫では不足するものと思われる。油料作物については、操業を休止していた年間約14,000トン（日産70トン×200日）の処理能力をもつ製油プラントがヒマワリを原料に操業を再開する予定なので、これにより本計画による増産分の14,500トンをほぼ賄える。マスタード（なたね）については、D. I. カーン地区の搾油施設や北西辺境州およびパンジャブ州の近隣地区の加工施設で処理される。チャシュマおよびフェクト精糖工場によれば、両工場は1994/95年より、処理能力を現行の3,000トン/日から6,000トン/日にするので、両者合計で処理能力が年間で90万トン増えることになり、本計画の増産分である69万トンは十分に処理可能である。実綿は、従来通り、パンジャブ州のバッカルやその他の地区の綿繰り工場で加工される。豆類の一部は同じくパンジャ

ブ州内で加工される。果物や野菜は基本的には、D.I. カーン地区や近隣地区あるいは他の州でそのまま消費されるが、将来的には地区内で加工される可能性もあろう。

(4) 市場性の動向

小麦は、地区内の製粉所に販売され、その後、D.I. カーン地区はもとより、北西辺境州の各地区および部族地域の市場で取引される。この流通経路は将来も維持され、市場性は高いと推定される。トウモロコシも穀物の自給ができない北西辺境州の各地区および山岳地域に流通し、食用穀物として、あるいは配合飼料の原料として利用されと考えられる。雑穀類や豆類は、D.I. カーン地区および近隣地区で取引されよう。油料作物であるマスタードは、従来通り、D.I. カーン地区、北西辺境州やパンジャブ州の近隣地区に出荷されよう。ヒマワリは地区内の製油所や搾油施設向けに地区内の市場で取引されたり、あるいはPASSCOに買い上げられることになろう。

サトウキビは、D.I. カーン地区およびその近接地区の2ヶ所の精糖工場で1994/95年から増産が予定されており、十分に市場性がある。綿は、D.I. カーン地区内の商人に買い上げられ、パンジャブ州の綿繰り工場に出荷されることになろう。飼料作物は現在、D.I. カーン地区内で不足しており、2003年には当地区内だけで家畜用に約140万トンの需要（畜産試験場の推定値）が見込まれるので、本計画で増産予定の約110万トンは、十分に市場性があると推定できる。果実や野菜の出荷量は季節変動が大きく、市場性は不明確であるが、D.I. カーン地区のみならず、北西辺境州を含めた各州にも出荷される。市場性の総括的な評価は、以下の表の通りで、小麦、米、豆類、油料作物、サトウキビの評価が高くなっている。

作物名	需給バランス		加工処理施設	市場の	総合評価
	価格政策 (1)	(NWFP) (2)	保存施設 (3)	将来性 (4)	
小麦	a	a	a	a	A
米	a	a	c	a	A
トウモロコシ	b	c	b	b	C
ミレット／ソルガム	b	b	b	b	B
豆類	a	a	c	b	A
油料作物	a	a	b	a	A
サトウキビ	a	b	a	a	A
綿	a	-	c	b	B
飼料作物	b	-	b	b	B
野菜	a	a	c	c	B
果樹	b	a	c	c	C

- (1) 政府の価格政策対象の農産物：a、対象外の農産物：b
(2) 州内の将来の食糧需給バランスが供給不足：a、ほぼ均衡：b、供給過剰：c
(3) 将来の施設量が充分：a、処理可能：b、不足あるいは地区外に依存：c
(4) 市場の将来性が良好：a、ほぼ良好：b、不良／不明：c
(5) 総合評価：平均して、2点より大きい：A、2点：B、2点未満：C（但し、a=3点、b=2点、c=1点、）

5.3 灌漑・排水計画

5.3.1 灌漑計画

(1) 灌漑方法

ステージI、II及びIIIのCRBC重力灌漑地区では、水平ボーダー灌漑が灌漑方法として採用されている。ボーダー灌漑は地表灌漑法の一つで、圃場内に平行に何本かの境界を設けて、それぞれ区切られた範囲ごとに湛水させて灌漑するものである。

水平ボーダー灌漑は、一般に低い浸透性を有する土壤に適する方法で、1 cm以下のインタークレート属の土壤で適用されている。節水の観点に立てば、それ以上の浸透性を有する土壤では、畝間灌漑など他の灌漑方法が適している。調査対象地域のインタークレート属は、土壤分類から見て、1.0～2.0 cmが卓越していると考えられることから、水平ボーダー灌漑あるいは畝間灌漑法の適用が推奨される。

洪水灌漑が普及している現状から見て、調査対象地域内の農民が地表灌漑法を適応するにあつての障害は認められない。従つて、本件計画では、地表灌漑法として最も一般的な畝間灌漑方法あるいは水平ボーダー灌漑法の採用が適当と考えられる。畝間灌漑方法であれば、現在の洪水利用の圃場形状を大きく変えることなく、また精密な均平化も必要としない。また、農業機械の

導入も比較的容易である。

灌漑対象地域の中で、砂質土地帯については、灌漑開始当初は浸透性が高いので、地表灌漑の適用にあたっては灌漑時間の管理、灌漑範囲の限定等のきめの細かい運用が必要である。

(2) 灌漑効率

本件計画においては、CRBC重力灌漑事業計画といくつかの点で条件が異なることから、それらを踏まえて灌漑効率を設定する。

幹線水路の送水効率は、IIMIやADBが行なったCRBC事業に対する実施後評価調査でも明らかにされているように、計画漏水量値が現実より大きめであることから、実際の観測値を参考に0.90を採用する。配水路の配水効率は、内容がほぼ同じと考えられる幹線水路送水効率を参考に、その見直し率（0.86から0.90）と同程度に見直すものとして0.86を採用する。圃場適応効率は、水平ボーダー灌漑法にかわって畝間灌漑方法が推奨されているものの、本件計画ではCRBC事業のような大規模な均平工事を考えないことから、CRBC事業計画と同様に0.75とする。この結果、本件計画での総合灌漑効率は、0.58（搬送効率:0.90×配水効率:0.86×適応効率:0.75）である。

砂質土壌での圃場適応効率は、土壌調査のインタークレート結果などを参考に0.40を採用する。この結果、砂質土壌での総合灌漑効率は、0.30（搬送効率:0.90×配水効率:0.86×適応効率:0.40）となる。

(3) 有効降雨量

実際の灌漑用水量は、作物生産に必要な要水量から、有効降雨量を差し引いたものである。有効降雨量は、降雨量に基づいて、土壌の保水性、水分量、降雨強度などの物理的要素を考慮して決定される。

本件調査の有効降雨量の算定には、土壌の水分容量と降雨発生時の水分量を考慮した水収支計算が行なわれている。その計算手順は、次に示すとおりである。

- 水分容量は、30 mmを基本値とする
- 初期水分量は、水分容量とする
- 当日の土壌水分量は、前日の残留土壌水分量から蒸発散量を差し引く
- 降雨が発生した日は、水分容量に充るまで有効降雨量として補給される
- 計算は日単位で行なう

この結果、年平均有効降雨量は、239.2mm（カリフ期160.5mm、ラビ期78.7mm）でありこれは年間降雨量の86%にあたる。

(4) 灌漑用水量

上記の灌漑用水諸元、有効降雨量および作付け体系に従って、灌漑用水量を算出する。
 用水量計算は、旬単位で行なう。用水量計算における、条件及び仮定は次に示すとおりである。

- 作物要水量の基礎となる蒸発散量は、本件調査のペンマン法による推定値を利用
- 作物係数は、FAO資料を参考
- 全ての畑作物は、作付け初期に50 mmの播種用水を与える
- 有効降雨量は、前述の値を作付けされている面積で考慮する
- 総合灌漑効率、前述のように通常土0.58、砂質土0.30を採用

本件計画の灌漑用水量は、表5.3.1、表5.3.2、及び表5.3.3に示すとおりであり、その総括表を下表に示す。

	CCA	総用水量		ピーク用水量
		カリフ	ラビ	
PC-1	110,500ha	787.9MCM	674.5MCM	66.17cum.s
砂質土以外	108,640ha	619.3MCM	544.3MCM	63.33cum.s
砂質土	6,960ha	76.7MCM	67.4MCM	7.84cum.s
小計	115,600ha	696.0MCM	611.7MCM	71.17cum.s
導水路での損失分		44.8MCM	44.5MCM	(74cum.s)*
合計		740.8MCM	656.2MCM	

* 計画取水堰での計画取水量最大値は、導水路部の損失も加えて74m³/sとなる。

(5) 灌漑送配水システム

本件計画における送配水システムは、下表の各コンポーネントからなる。

コンポーネント	主要施設	機能
取水	取水工	インダス川より所定の流量を効率よく正確に取水
導水	導水路	取水された用水をポンプ場まで導水
揚水	ポンプ場	導水された用水を幹線水路起点まで揚水
送水	幹線水路	用水を各分水点まで速やかに送水し、所定量を分水
配水	支線水路	幹線水路より分水された用水を各分水口に配分

各コンポーネントは、上記の主要施設及びその付帯構造物よりなる。本件計画では、作物水需要主導型の灌漑の導入を図るために適切な水管理が実施できるよう、新組織の設立、農民組織の構築など、ソフト面の整備を進める。一方、施設面においては、上記の各コンポーネントにおいて、水需要に円滑に対応できるよう工夫をする。

- 取水・導水システムは、チャシュマ右岸重力灌漑事業への用水供給と競合しないよう、独立したシステムとする。
- ポンプ計画においては、おこり得るあらゆる水需要量においても運転台数の変更によって経済的か揚水が可能となるよう、台数配分を工夫する。
- 幹線水路は、各支線水路からの水需要に円滑に対応できるよう、経済的な範囲で所定の流速（ $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 程度）を確保する。
- 配水システムにおいては、水供給と、緊急の水需要変動を調整するための調整池を設ける（調整池は、このバッファ機能の他、生活用水利用、水環境の創設などの多目的施設である）

灌漑計画における用水系統図は、図5.3.4に示すとおりである。また、各構造物の施設計画は、第6章に述べる。

(6) 圃場整備計画

支線水路に設けられた各分水口（Moguha）で分流された用水は、3次水路へ流入した後、パッ

カ・ナッカと呼ばれる取入口より各圃場へ流入する。各分水口のカバーする面積は、分水口の規模によって規定される。分水口の管理は農民が直接行うが、管理の容易性より $0.085\text{m}^3/\text{s}$ (3cfs)以下が適当とされており、本件計画ではその最大値 $0.085\text{m}^3/\text{s}$ を採用する。したがって、灌漑用水量計算によるピーク用水量 0.525 l/s (送水損失は含まない)より、分水口掛かりの面積は最大160haとする (これは、GCAでみれば $160/0.92$ より174haとなる)。

3次水路に流入後、用水はさらに小水路に分流される。小水路に配置された取入口 (パッカ・ナッカ)より各圃区に配水される。パキスタン国のローテーション灌漑の慣例より、各圃区は6の倍数の耕区数に分割される。本件計画では、 $174/24=7.25\text{ha}$ を標準の一耕区とする。

これらは、支線水路系と副支線水路系とで全体の形状が異なる。それぞれの標準圃場整備計画を図5.3.5に示す。

(7) 作物水需要主導型灌漑の導入

1) 定義

【水需要主導型灌漑】は、各受益者が何らの予告も許可も必要とせず自由に水利用を行うもので、導入作物にも制約はなく、水栓からの任意の供給に近いものである。

【半供給主導型灌漑】は、水利用の自由度に幾分の制約が加わったもので、同時に利水できる受益者数に限りのある場合がある。

【水供給主導型灌漑】は、供給者が灌漑施設の制約および配水スケジュールに従って、水供給を管理するものである。供給量は受益者の要望を受け入れる余地もあるが、最終的には供給者が決定する。

【作物水需要主導型灌漑】は、作物の水要求量に応じて生育に支障がないよう水供給がなされるものである。

作物の生育に応じた正確な水要求量が受益者側で把握できない場合や、水供給量に制約のある場合は、計画作物用水量に基づいた半供給主導型/作物水需要主導型灌漑の採用が望ましい。

2) 作物水需要主導型灌漑導入の必要性

本件調査の現地調査期間中に実施した農民意識調査では、各農民から本件計画実施に対する強い要望が聴かれた。特に全インタビュー対象農民が、彼らの必要な時期に水供給が受けられるのであれば、揚水コストを含んで割高であっても、水利費を支払うことに異論はないとしている。

事業を成功に導くためには受益農民の合意と自助努力が不可欠であるが、本件事業に対して農民の賛同を得るためには、今までの水供給主導型の水供給から脱却することが前提といえる。特に作物の水需要に応えられる水供給が、事業を成功させるための必要条件である。

3) 作物水需要主導型灌漑導入の方法

事業の経済性、水資源上の制約を考えれば、まったく自由に受益農民が水供給を受けられるのは稀なケースといえる。本件計画においても、例えば水利用可能量はインダス川水利権協議の範囲内との制約があるように、水利用上にいくつかの制限があり、受益者への水供給はこれを越えることはできない。この点からいえば、本件計画で導入する灌漑方法は、半需要主導であり作物水需要を重視した作物水需要主導型ということが出来る。受益者は、まったく自由勝手に水供給を受けられるというわけではないが、作物水需要の変動に応じた水供給の要望には十分応えられるものである。

作物水需要主導型灌漑を成功させるために必要なことは、施設および体制の整備とともに、農民が利水において従わなければならない水管理上のルールを明確にして、これを受益者に徹底させることであろう。

5.3.2 排水計画

(1) 排水計画の基本概念

本件計画における排水計画は、幹線水路に設けられる排水横断構造物には、所定（下流端のCRBC水路横断部での排水能力を越えない範囲）以上の洪水は流入させず、一旦、同構造物を通過して計画対象地域内に流入した洪水は、地区内の余水も含めて速やかにCRBC地点横断構造物を経て地区外に排除することとする。

幹線水路上の排水横断構造物の規模は、CRBCと一致させるよう40年確率程度と考える。これ以上の洪水については、短時間ではあるが地域上流側（幹線水路の上流側）に湛水することになる。

このような基本概念にしたがって、排水コンポーネントとして以下の4種を考える。

- 1) 洪水横断構造物： 幹線水路と各河川との交差点に設け、山側からの洪水を速やかに地区内の洪水路に導く。

- 2) 洪水路 (Flood carrier channel) : 現存の河川流路を踏襲するもので、地区内に流入、あるいは発生した洪水を速やかに、かつ確実にCRBCの排水横断構造物地点に流下させる。
- 3) 補助洪水路 : 上記の洪水路と同様の機能を持ち、既存水路にリンクするよう新規に設置する。
- 4) 集水路 : 圃場レベルで整備される排水路で、3次用水路の上流側に並行に設け、圃区内の余水を速やかに排除し、洪水路に導く。

(2) 排水構造物の施設規模

1) 排水横断構造物

排水横断構造物は、それぞれ交差する河川(ナラ)の40年確率値相当をもって、その施設規模とする。CRBCの基本計画から、計画地点をまたぐ2地点で基準流量が得られており、これを利用して当該地点の洪水量を推定する。本地域の洪水は流況も激しく、流下距離に応じて洪水波の低減が顕著である。本件計画では、流下距離に対する洪水波の低減を指数関数で近似して、上記の2点間に位置する計画横断構造物地点の流量を推定した。その結果は、表5.3.5に示すとおりである。

CRBC重力灌漑事業報告書にあるように、地区最大の河川であるゴマル・ザムの洪水到達時間は50時間以上とみられ、この場合には地区内からの流出ピークは全く重ならず地区内からの流出は考えなくてよい。しかし、中小河川からの流出に関しては到達時間も2~10時間程度であり、地区内からの流出ピークと重なって下流に到達することが考えられる。したがって、同表の洪水量計算では、ゴマル・ザム以外では、地区内洪水量を考慮している。

2) 洪水路及び補助洪水路

地区内の河川を流下する洪水は、不整形な河川形状等より流下途中で変形されて、幹線水路地点とCRBC地点とでは、ピーク流出値が必ずしも一致しない。これらの差には、洪水灌漑の実施も含めて地区内に一時的に湛水する影響も含まれている。この調整機能を念頭におけば、排水横断構造物の施設規模と一致させる必要はない。本件計画では、最も頻度の高い洪水を対象とし、2年確率値を施設規模とする。

2年確率値は、有効降雨強度で比較すれば40年確率値の35.2%に相当する。したがって、洪水

路の標準施設規模は、排水横断構造物の35.2%とする。

3) 集水路

集水路の施設規模は、地域内のウォーターロギングを防ぐ観点より、少なくとも灌漑用水余水は完全に排除できる規模とする。それは、3次用水路の施設規模と同一とする。

5.4 生活用水補給計画

計画対象地域内の生活用水供給は、現状ではほとんどが地下水に依存している。地域の地下水は、賦存量は豊富であるが、水質面で問題が多い。

本件計画では、基本的には既存のシステム及び公衆衛生局がすすめている整備計画を踏襲する。ただし、本件計画により水質の良好な灌漑水が計画灌漑システムを通じて配水されるようになるため、水路路線付近で補給的な生活用水への転用が必要な村落に対しては配水施設を設ける。

また、支線水路に付属して設けられる調整池周辺には、新しい村落の形成が予定されていることから、それらへの生活用水の供給施設も計画する。

5.5 農道整備計画

計画対象地域では、道路整備が遅れており、一般交通、物流面の大きな制約要因となっている。灌漑システムの整備が進み、農民生活・生産活動が活発になるにつれて、道路整備の必要性は益々高まる。現況道路密度は、約150 m/km²（パキスタン国全国平均値は、210 m/km²）に過ぎないことから、第8次国家開発5ヵ年計画の一般目標値でもある500 m/km²以上の道路整備を目標とする。

5.6 制度整備計画

5.6.1 組織／制度面の調査活動

本件調査において、州政府は、工事実施や維持・管理における組織／制度上の計画構想を充実させるために、フィージビリティ・スタディの一環として組織／制度面調査を実施することを日本国政府に要請してきた経緯がある。これをうけて本件調査は調査期間中途より、調査団に組織／制度の専門家を組み入れ、一専門分野として調査することになった。

現地調査期間における組織／制度調査は、3つのステップに分けて実施された。ステップ IIは事前準備作業と位置づけられ、組織／制度の現状及びその問題点を把握するための調査計画の作成、質問票等を準備した。同質問票は、本件計画の策定にあたり関連があると思われる開発関係

各機関及び連邦及び州政府諸機関に事前に送付され解答を得た。また、官僚首脳や研究機関の教授等の学識経験者とも会合を持ち、意見交換を行なった。同質問票の送付先、及び面会者は以下のとおりである。

1. パキスタン連邦政府、水利電力省
2. パキスタン連邦政府、機構・規範局
3. パキスタン連邦政府、制度局
4. パキスタン連邦政府、計画局
5. 世界銀行（コンサルタント）
6. アジア開発銀行（コンサルタント）
7. ラホール大学経営学部
8. 水利電力開発公団（WAPDA）
9. パンジャブ州政府、灌漑局
10. 国際灌漑管理研究所（IIMI）
11. 北西辺境州、灌漑局
12. 北西辺境州、農業局
13. 北西辺境州、計画・開発・環境局
14. パキスタン地方開発協会
15. 北西辺境州、財務局
16. 北西辺境州、総務局
17. 北西辺境州、次官
18. 北西辺境州、税務局理事
19. D. I. カーン、知事
21. D. I. カーン出身学識経験者
22. D. I. カーン農民会議議長
23. 水利専門国際コンサルタント
24. アジア開発銀行・イスラマバード事務所
25. 世界銀行・イスラマバード事務所

組織／制度に関するステップⅡの調査では、現地において上記の各機関を通しての資料収集、

打ち合わせ等の調査活動を行なった。

さらにステップⅢでは、本件事業の当事者である農民及び県レベル各部門を対象とした質問票を作成し、それぞれへ配付の後、ヒヤリングを行なった。農民の意見聴取は、本件計画の関連する12村のうちシャカン、ガライサハーン、ヤリクの3村を選定し、受益者、町村会議員及び議長らとの会合を開催した。多数の農民が出席した同会合においては、本件事業の目的、将来の経済効果、維持・管理費についての説明がなされた後、活発な討議が行なわれた。

また県レベル各部門へのヒヤリングでは、プロジェクトに関連するD. I. コーン県の23部局の代表者を召集して活発な意見交換を行ない、質問票も回収した。

5.6.2 制度面に関する現況調査結果

(1) 国内・国際関係機関専門家の見解

官僚首脳、学識経験者、政治家、世界銀行及びアジア銀行コンサルタントなど国内及び国際専門家25人にインタビューした結果、彼らの90%はプロジェクトの計画、実施、維持・管理を含めて全ての段階で農民・受益者が事業に関わる必要があると考えている。

1993年8月31日発行の世界銀行の最近の調査「灌漑と排水：問題点と選択」でも、農業組合の設立と灌漑開発計画の実施は不可分のものであり、それぞれの受益地区で農民が主体となった農民共同組合による運営を、国全体に拡げるよう提案している。しかしながら、現時点では個々の政府セクターにおいてそのような事業運営は根付いておらず、現在のままでは進展する可能性もないことから、一つの方法として公共部門と民間部門を必要に応じてリンクさせて機能させることが提案される。

様々の部門間における協調体制は、現在全く欠如している。また、現システムの縦割り構造のなかでは、部門間協調は非常に難しい。

本件事業に関して、州政府農業灌漑部門の約90%の担当者は、可能なかぎり短期間に事業を円滑に進め、維持・管理を効率よく行なっていくためには、所定の権限を持った独立機関を作ることが必要であると考えている。これを仮に「チャシュマ右岸開発公社」（これについては、本項末でその設立を提案）とよべば、そのような機関の設置については、大方が望んでいると認識できる。

(2) 県内の各部門担当者との討議結果

前述したように、組織／制度の問題点及びあるべき姿を討議するために、副知事を議長とする

全体会議を企画し、24の県部局（3.7.2項参照）担当者を召集して開催した。

州、県レベルの機関との会合および質問票の回答では、24局の内11局が灌漑事業に関連して連携作業を行う意志のないことが判明した。残り13局の内7局は本件事業に関してのみ連携・相互調整の意向を表明している。そして、5局はチャシュマ重力灌漑事業にも現実に連携作業を行っている。興味深いのは、農業研究機関と県政府および県開発局が、すでに本件事業に関しての調整をはじめていることである。

その場合の調整、連携作業の手段は、担当者間連絡が64%、代表者間の連絡11%で、委員会を介するものはわずか14%である。このことは調整委員会は、チャシュマ重力灌漑事業に関しては有効に機能していないことを示している。

この点に関しては、調整委員会を開いても解決策が得られず、実施に関するなんらの決定も行えないなど、調整委員会に対して満足していないという回答が69%を占めている。

本件事業を効果的かつ統合的に進める対策については、独立した新たな団体を作ることを1番目に挙げている回答が69%、2番目に挙げている回答が17%あった。現存する局の強化が第一とする回答はわずか17%で、調整活動の強化を1番に挙げている回答は14%にすぎなかった。

県レベルの各部局では、予定通りの本件事業の実施は現在の体制では不可能であると考えている。現在各部局は何の協議もなくバラバラに活動しており、事業の計画実施にあたっては他の部局と接触をするのはごくわずかである。さらに、県機関のほとんどがそれぞれの管轄する対象地域の開発に対し、具体的な計画や構想も持っていないことが明らかとなった。

さらに、本件事業の目指す作物水需要主導型灌漑の導入は、現在の体制では不可能である。本件事業の水利費は、州内の他の灌漑事業よりも高くするのは不可能、という意見もあった。もちろん現在の制度では難しい点もあるが、灌漑の管理を自立させるために維持管理費用の新しい基準を設け、灌漑水の水利費の合理化をすすめる必要がある。大方は、受益者は維持管理費全額を負担すべきで、それに応じた水利費が課せられるべきであるという見解を持っている。この目標を達成するためにも、各灌漑システムが独立して管理できる新しい組織が必要である。

(3) 農民関連事項

農民および連絡委員との会合を通じて次のような問題点が浮かび上がった。

1. 農民の大多数は、現在の公共機関のサービスに満足しておらず、彼らの村に関するかぎり、開発行為についてなんらの協力もないことを不満としている。

2. 予算の無駄使いに関する不満がある。
3. 農民は、各セクター毎で独自に活動する現在の方法より、それらを統合したシステムによる活動を強く望んでいる。
4. 農民は、自分達に関係する開発事業の計画樹立及び実施に参加することを強く望んでいる。
5. 灌漑局の担当者の中には、農民は現在より高い水利費を払わないのではないかという意見もあるが、農民のインタビューでは揚水事業では維持・管理費が高み、重力灌漑地区より水利費が高くなることに十分理解を示している。また、確実に水利用が可能となるならば、水利費負担の同意書に署名するつもりであることを述べている。
6. 農民は、農民組織の活動が支線水路単位で行なわれることに賛成しており、政府機関の指導の下で、維持・管理を行なっていくことが有利と考えている。
7. 農民は、水利費額を質問するとともに、事業の内容が不明なこともあって、水需要主導の水利用がいかなるものか分からないと述べている。
8. 農民及びカウンセル役員は、農民組織が政治的な観点から運用されないことを強く望んでいる。また、農民活動が経済的視野に基づいて行なわれるためには、ユニオン・カウンセルからも独立したものであることがよいと考えている。

農民組織の役員選出及び組織運営は、土地所有面積の大小に係わらず、すべての構成農民のコンセンサスに基づくべきである。また、同農民組織は、末端の三次水路あるいは四次水路単位で細分構成されるべきである。

5.6.3 新しい組織／制度の提案

(1) 構想

先に述べたような調査結果から、現在の組織／制度では、次に挙げる4つの点で本事業の要求するところに応えることができないことが明らかとなった。

- 1) 統合的方法で事業を計画期間以内に終わらせ、予定費用内で工事を完了すること
- 2) 水供給主導の現在の灌漑方法から、作物要水量に応じた水供給へ変更、実現すること
- 3) 農民、受益者を、農民組織を通じて事業の計画、事業実施、管理へ参加させること
- 4) 他の灌漑水路のような、維持・管理費用も賄えない低額な水利費ではなく、実際の維持・管理費用に基づいた水利費を設定、徴収すること

現在の組織／制度の改善、調整を繰り返しても、有効な効果はほとんど期待できない。最終的

に最も現実的、かつ効果的な組織の形態は、農民組織との深い連携に基づいて、事業の計画、開発、管理を実施する独立した新しい機構であり、本件計画ではそれらを州法規に則って新たに設立することを提案する。本件計画では、これを「チャシュマ右岸開発公社」と称する。

(2) チャシュマ右岸開発公社の概要

チャシュマ右岸開発公社は、州法規に基づいて合法的に設立される。D. I. カーンに本部を置き、次に挙げる各理事によって構成される理事会を中枢とする。

1. 議長
2. 灌漑担当理事
3. 農業担当理事
4. 社会経済開発担当理事
5. 農民代表アドバイザー
6. 財務アドバイザー

灌漑、農業、社会経済開発の各担当理事は、州および連邦政府の部局から5年の期限で招聘するボランティアの専門家である。組織内における賃金体系は、よりよい人材を獲得するためにも比較的高い水準に設定する。着任後、5年間は同職に留まることを原則とする。

公社の職員数は、必要最小限とする。事業実施期間中は、外注コンサルタントを積極的に活用し、当初予定の職員数で業務を遂行し、維持管理期間にはさらに必要に応じて職員数を減ずる。

公社は、州政府を通じて国際機関からの融資が直接受け入れられる体制をとる。事業実施の予算執行にあたっては、正確な建設スケジュールに基づいて、厳格な審査を経て行われるものとする。

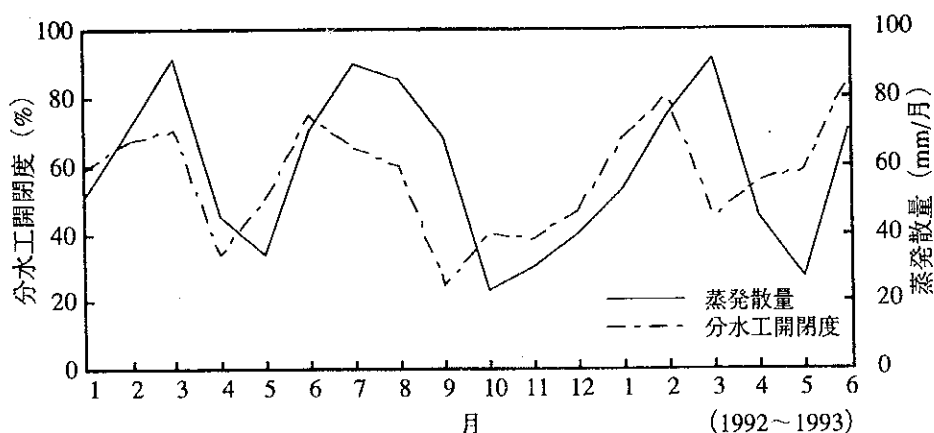
公社は、独自の規範に基づく独立事業主体とし、合法的な権限をもって、税金の取り扱い、土地収用などが円滑に行われる体制をとる。その組織構成案は、表5.6.1、図5.6.2に示すとおりである。

同公社はあくまでも本件揚水灌漑事業のための独立組織であるが、維持管理段階に移行後の将来においては、既存のチャシュマ右岸重力灌漑事業の維持管理も統一して行う余地を有する。

(3) 作物水需要主導型灌漑の必要性

現在のパキスタン国では、全ての既存灌漑システムは供給主導型となっている。また、灌漑当局も供給主導型灌漑には精通しているが、(作物)水需要に応じた灌漑についてはほとんど経験も知識もないのが実情である。パキスタン国政府の要請に基づいてIIMIが行った、チャシュマ右岸重力灌漑事業及び上流スワット灌漑事業の評価では、(作物)水需要主導型灌漑の導入においては農民自身による水管理が不可決と結論づけている。即ち、同IIMIレポートによれば「農民自身がどの程度、作物の水需要を把握しているかを分水工操作実態と実際の蒸発散値を比較して、分析・検討した結果、両者は下図のように多少の時間遅れを伴い非常に高い相関を示すことがわかった。このことは、農民が作物の水需要を十分把握していることを示し、農民自身で水管理を行えば、作物水需要主導型の灌漑が達成できると考えられる」としている。

チャシュマ右岸重力灌漑地区支線水路No.3
における分水工操作実態



これは、パキスタン国におけるほんの一例に過ぎないが、日本をはじめとするアジア諸国では、農民組織を通じて作物の水需要に応じた水管理を実際に行っており、農民組織を主体とした維持管理が最も適切であることを証明している。

このことから、チャシュマ右岸開発公社は支線水路及び副支線水路単位での農民組織の構築を最大の課題とする。公社は、農民組織が年間(あるいは半年単位)の作付計画の決定、用水量の推定なども含めて全て利水管理が実行できるよう、全面的に育成、支援する。

公社と農民組織との連携の要は、農業普及専門員(後述)であり、同職員には知識・経験の豊かな優れた人材を充てることとする。

農民の水管理は、幹線水路から支線水路への取水工のみは公社が統一的に管理する以外は、支

線掛かり灌漑地区内の全ての分土工操作等を行うものである。

水利費については、各支線取水工あたりで水使用量に応じて農民組織に課すものとする。この水利費は、水量単位で単価が設定されるもので、農民は、作物の水需要特性から水利費額の大小も考慮して導入作物を選定することとなる。

(4) 農民組織の構築

灌漑局等の政府機関による灌漑管理・実施体制での様々な弊害を除去するために、個々の利害関係を克服して、新たに農民組織を構築する。それには農民のさらなる自助努力が必要とされ、また自己管理による利益確保のための農民教育が不可欠である。OFWM（On-Farm Water Management：圃場水管理部）による組合組織化の失敗は、これが様々な面で非常に難しい事業であることを示唆している。OFWMのケースでは、農民には何らの委任権力も資源も与えられず、政府機関による管理体制と変わらないものであった。しかし本件計画の農民組織化においては、農民は所定のルールに従えば、自分たちの望むように水の供給を受けられ、配水施設の維持管理を行い、また小規模事業の実施に必要な資金となる水利費の徴収をすることができるものとする。一方、各関係機関の職員は農民に対する干渉は最小限にし、指導が必要なときにだけ助言するものとする。

本件計画では、UFA、DFA、農民組織代表委員の設立を提案する。また、その構成員、役員を選定のために、下記のガイドラインを示す。

1) 末端農民組織（Unit Farmers' Association: UFA）

副支線水路規模における、基礎となる農民組織である。所有農地の大小に係わりなく、全ての農民がUFAの構成員になり得る。また全構成員は平等に選挙権を持つことができ、UFA構成員の中から理事、会計係、利水調整役が、無記名投票により選ばれる。

2) 支線水路農民組織（Distributary Farmers' Association: DFA）

支線掛かり地区内の全ての末端農民組織の役員が、DFAの構成員になることができる。DFAもまた構成員のなかからDFA運営協議会の会長、会計係、利水調整役、流通調整役が選出される。

3) 農民組織代表 (Farmers' Representative on the Authority)

チャシュマ右岸開発公社の理事メンバーとなる農民組織代表は、各DFAの会長のなかから無記名投票にて選ばれる。代表者の資格は、以下のとおりである。

- i) 組織内において活動的な農民であること (不在農民であってはならない)。
- ii) 読み書きができ、教育を受けたものであること。農業技術あるいは灌漑技術のトレーニングを受けていることが望ましい。
- iii) 原則としては、DFAの会長とするが、必要に応じてDFAあるいはUFAの理事のなかから選出することを妨げない。
- iv) 他の公社職員と同様に、非政治的であること。縁者びいき、贈賄等が発覚したときはいかなる場合でも、その資格は失効する。その最終判断は、委員会の3分の1以上の合議に委ねられ、もし罷免された場合には選挙により新しい代表委員を選定する。

4) 農民組織代表の職務

農民組織代表は、少なくとも年間で所定の半分以上の会議に出席しなければならない。代表には、事務所、速記者、運転手付きの自動車が配置され、スケジュールに従い現地を視察し、農民と面談する。また半年に1回は各DFAの会合に参加し、農民問題に関する情報を得て、諸問題の解決に努力する。

5.7 土地保全計画

本調査対象地域における主な土壌保全の対象は、洪水流シートフローによる侵食及び堆砂、砂丘地における飛砂、及び灌漑実施による塩害・ウォーターロギングの発生の3項目が挙げられる。

(1) 堆砂及び侵食

山地からの流出土砂は、掃流土砂と浮遊土砂よりなる。調査対象地域に関係する最大の河川 (関係流域面積の88%を占める) であるゴマル・ザムのコト・ムルタザ地点 (調査対象地域から約100km上流) での流出土砂は、浮遊土砂の約900万 m³/年及び掃流土砂約100万 m³/年と推定される。ゴマルザムにおいて山地側から山麓平原まで達する土砂は、ほとんどがコト・ムルタザ周辺に堆積し、計画水路路線付近に到達するものは全体の数パーセント (2~3万 m³/年程度) にすぎず、計画水路周辺及び受益地内での影響はほとんどないものと判断される。他の主要河川につ

いても同様の傾向であり、土砂堆積の懸念は少ないと考えられる。

調査対象地域内では洪水時に随所のシートフローが見られ、侵食が発生している。本地域周辺において考えられる主な侵食防止法を機能・目的別に要約すれば以下のとおりである。

機能・目的別による主な侵食防止法

機能・目的	侵食防止法
A. 未耕地既存植生被覆改良	
(i) 集落組織を通じて	1. 土地区分けの効率化
	2. 草地協同管理
(ii) 森林保護・植林を通じて	3. 十分な既存林地管理
	4. 村落周辺緑地化
B. 耕地の肥沃化	5. 堆肥及び緑肥の施肥
	6. 刈り株及び刈り藁の保存
	7. 保有地の整理
C. モンスーン期裸地面積の縮小	8. 作付け種、特に輪作種の適切な選択
	9. 帯状作付け
	10. 裸地休耕面積の減少
D. 表層水貯留及び水浸透の促進	11. 急傾斜耕作の禁止
	12. 作物による被覆及びマルチ耕作
	13. 等高線栽培
	14. 等高線植林 or 植栽
	15. 段畑
E. 地盤深層まで水浸透促進	16. 心土耕
	17. トレンチ
	18. 畝立て
F. 流速減勢	
(i) 圃場内排水の制御によるもの	19. 草生排水溝
	20. 土塁の一部に石積み排水口の設置
	21. 排水促進用側溝を設けた等高線土塁
	22. 低木による生け垣&等高線生け垣列
(ii) 圃場外排水の制御によるもの	23. ガリープラグ&チェックダム
G. 自然流路からの余剰水の分流	24. 分流堤
	25. 分流溝
	26. 草生地利用のゆるやかな洪水溢流水拡散
	27. 小規模溜池
	28. 道路排水&崩壊地の修復
H. 溢流水の河道への回流	29. 流路に沿った多目的の小規模貯留用土塁
	30. 主要貯水池
I. 河川流路から流水の氾濫防止	31. 計画的な植生工による小ロッドコヒの流路開削
	32. 主流路の河川改修

これらは、オンファーム整備も一環として整備するとともに、内容によっては事業実施後の維持・管理の段階で農民各自が実施することが望まれる。

(2) 砂丘地における飛砂

調査対象地域の北部及び南部に分布する砂丘地では、季節によって飛砂が発生し砂丘地拡大の懸念がある。このような飛砂は農地保全および施設保全の立場から重要であり、具体的な防止策を講ずる必要がある。風食防止の方法として、次の3点を提案する。

1) 砂丘地の固定化

風により移動する砂を固定し風食を防止するためには、植生が最も効果的である。年を通して密生した植生カバーを造るために、僅かな水分しかない砂地でも成育可能な草本を計画的に植栽することが必要であり、この目的に添う有用なものとして Cane Grasses や Anjan Grass などが提案される。これらの植栽は下記のように非常に有用である。

- 休閑期に土地を植生のマットで覆い、表層のシートウォッシュや飛砂を最小にする。
- シートウォッシュ・飛砂によって既に表土が失われ、粘土や礫が表面に現われた所でも植栽によって流入土を捕獲し、堆積させ、作物栽培および収穫が可能となる。

2) 防風帯

D. I. カーン地区の風向は下記のように報告されている。

- 本地域の常時風 ----- 一般に E 方向主体
- 時々吹く強風 ----- N あるいは W 方向

調査対象地域の防風帯計画では、強風の吹く N 方向を主として考える。また E 方向からの常風で砂が常に移動している状態を抑えるために、従となる風向として E 方向を考える。

本件計画では、主として水路・ポンプ場などの重要構造物の保護に重点を置き、水路・ポンプ場周辺に防風帯を設置する。さらに、砂丘地灌漑地区の周辺にも同様な防風帯を設ける。

3) 乾燥地農業の実施

乾燥地に適した農業の実施にあたっては、水の流亡を極力少なくするために耕作地のテラス化に努めること、水分の吸収・保持が容易となるよう心土耕を実施すること、及び等高線沿いにバ

ンドや植栽を施すことが挙げられる。特に収穫後、土を掘り起こした状態で放置すると風食が著しく発生し易いため、最初のモンスーン降雨の発生まで耕起しない状態にし、更に地表面をマルチ被覆するのがよい。最も望ましい方法は作物などの植生による被覆であり、砂地における作物栽培として次のことが提案される。

- 牧草は刈り入れせずに緑肥として使用する事によって土中の養分・水分を保持する。緑肥を施肥することによって、植物繊維の生成促進、この繊維の腐植による有機物生成促進、及び水分の保持などの効果がある。
- juar, maize, bajraと言った大量の養分と水分を必要とするものは避け、ラビ期の作物を中心に作付けする。
- 牧草の刈り入れが不可避な場合は、ラビ期作物の中で葉の小さなもの（グラム、燕麦、大麦、小麦）の青刈りを行なう。
- カリフ期は、牧草に適し土壌の改良にも良いとされるGuaraなどの豆科植物を作付けする。
- 作物の播種床を作る際は、水分をできるだけ保持し、種をまく穴や畝はできるだけ深く安定させて、土をできるだけ細かく砕いた状態とする。種をまいた後は乾燥マルチで覆う。

(3) 受益地における塩害

本調査対象地域における水質試験及び土壌試験結果、下記のことが明らかとなった。

インダス川河川水	灌漑水として良質
地域内河川水	インダス川河川水に比較して水質は劣る。洪水期および渇水期での変動が大きく、渇水期には総塩分含有量が1,000ppm程度にまで増加する。
インダス川沿いの古期氾濫原地下水	比較的正常な範囲に属する
その他地区地下水	灌漑には全く適しない（総塩分含有量：3,000~6,000ppm）

灌漑による塩害の発生として、次の3過程が考えられる。

- 高濃度塩分含有地下水の上昇による耕作地表面の塩性化
- 灌漑水に含まれる塩類の残留、蓄積
- 排水不良に伴う土壌塩類濃度の増加

現地の状況を見ると、砂丘土地帯は良好な透水性のために、僅かな降雨でリーチングが起きやすく土壌塩分は下方に浸透し塩害の問題は深刻なものとはならないと思われる。一方、粘質な土地帯では、浸透性が著しく悪いため浅部に一時的に地下浸透水の停滞が起こり、これからの毛管水と地表面が繋がり一部の地表面に塩類の抽出が認められる。これら塩害の防止策としては、化学肥料の制限使用、排水の促進、飽和地下水位の上昇抑制が考えられる。施設計画では幹線水路及び支線水路にてコンクリートラインニングを実施する予定である。また排水促進についても、洪水の速やかな排除とともに、常時排水の促進をうながす末端排水路の整備を計画する。これらは、塩害に対して有効のみならず、ウォーターロギングに対する有効な対策と考えられる。

現状の塩害発生状況、および本件計画の灌漑用水水源が水質の良好なインダス川河川水であることから、事業実施後、計画対象地域内において急速に塩害が発生するとは考えられない。従って、上記の対策の他にさらに暗渠設置計画、揚水井戸による地下水位低下対策までを盛り込む必要はないと判断されるが、それらの推移を監視するモニタリング・システムの充実は重要である。

5.8 環境管理計画

本件計画における環境管理及びモニタリング計画に関しては、本計画の実施設計の段階で詳細に示されなければならない。従って、本件調査においては環境管理及び初期モニタリング計画案として提言を行うものとする。

(1) 環境管理

この事業における環境管理は次の3つの組織が長期的な管理責任を負う可能性が考えられる。

- 北西辺境州計画・環境・開発局環境課（最近環境課が再編成された。）
- 北西辺境州環境保全局
- WAPDA環境課（ラホール）

この中で、実質的な環境管理の活動を行っているのは、北西辺境州環境保全局とWAPDA環境課である。環境保全局は計画・環境・開発局の下部組織であり、現在のところ環境管理に関する処理能力には欠けるものの、現在、世界銀行の融資によって、局の技術者の増員及び向上、これに伴う事務所の新設、環境管理施設の充実、地方事務所の設置等が図られている。地方事務所の

設置については、D.I.カーン市が候補としてあがっている。一方、WAPDA環境課はWAPDAの実施している事業に関する環境調査、評価、管理等を手掛けているが、環境課の拠点がラホールであることから、長期の環境管理には諸々の支障があると考えられる。したがって、環境保全局が本件計画の環境管理を担当するのが最も妥当であるといえる。

(2) 環境モニタリング及び評価

本件計画における環境モニタリング及び評価の目的は、時間の経過による環境状況の変化及びそこから生じる環境影響を評価し、負の環境影響あるいは予期しなかった影響についてできるだけ早期に確認することである。

本件計画における実施設計の段階で決定される環境モニタリング及び評価の内容には、作業方針、作業方法、評価及び関連報告書作成手続き、及び重大なあるいは突発的な負の影響が考えられる場合の行動計画等の内容が示されることになる。

従って、本件調査においては、これらの概括案を策定し、環境モニタリングの方向性を示すことにする。

1) 作業方針

モニタリングは、本件調査における環境影響評価において検討された環境項目の全てについて行うことが最も望ましい。しかしながら、作業量、経費等についての制約がある場合には、むしろ最低限必要なモニタリング項目を選定したうえで実施した方がより効率的である場合も考えられる。これらのモニタリング項目の選定に当たっては、必ずしも本調査で実施された環境影響評価の評価結果にとらわれることはない。

2) 作業方法

重要な環境モニタリング項目は、地下水位、土壌塩類化、及び社会活動である。特に、社会活動におけるモニタリングについては、モニタリング評価が非常に難しい。本件計画の実実施設計時に策定される経済便益に関するモニタリングにかかる社会経済調査結果を十分に活用するとともに、必要に応じて社会経済の専門家への分析要請が必要になると思われる。

3) 評価及び報告書

モニタリングの評価および報告書の作成は、評価項目毎の年数回に亘るモニタリング作業の総

括として、最低年1回行うことが望ましい。

モニタリングの評価手順及び報告書作成について、特に重要となる点は、著しい負の環境影響が認識された場合の早期警告の手続きの取り扱いである。この手続きを取るためには、その著しい負の環境影響を認識した背景が定量的かつ信頼性のあるものでなければならない。従って、モニタリングにおけるデータの推移、解析結果、専門家の見識等がこの報告書にまとめられていることが重要である。

4) 行動計画

前述したように、最も重要な行動計画は、早期警告システムの適用である。早期警告システムは、突発的あるいは急速な著しい負の環境影響を定期的実施されるモニタリングのデータよりできるだけ早く予知し、負の影響の程度及び範囲を可能な限り抑制するための行動計画である。この行動計画の実施に際しては、モニタリングの実施技術者あるいは責任者がその負の影響の重大性を認識し早期警告の手続きを履行できること、及び迅速に他機関あるいは組織の協力を得ることが重要となる。そのためには、モニタリング技術者の知識・能力の養成と共に他機関あるいは組織の早期警告システムに関する理解が不可欠となる。

第6章 事業内容及び事業費

6.1 事業内容

6.1.1 導水施設

導水施設は取水工及び導水路よりなり、インダス川より取水した最大74 m³/sの灌漑用水をポンプ場まで導水するものである。

(1) 取水工

取水工は、種々の条件を考慮した結果、チャシュマ取水堰右岸No. 1制水工より200 m程左の地点に新設することとする。同地点の1.5 km左側では、現在WAPDAによって低落差発電所が建設されている。発電事業側との交渉を通じて、本件取水工を同発電所導水路上に設ける合同取水案も考えられるが、その場合には別途の建設資金調達、設計・施工の見直し等も必要であり、その調整には長期間が見込まれるため、本件調査では、次善策として単独取水案とした。

取水工の設計諸元は以下の通りである。

設計流量	74 m ³ /s
計画取水位	WL 195.68 m (642 ft) (チャシュマ貯水池のNWLと同水位 図6.1.1参照)
計画高水位	HWL 197.82 m (649 ft)
側壁天端標高	BL 199.40 m (低落差発電所計画に同じ)
取水ゲート敷高	BL 192.06 m
取水ゲート	ラジアルゲート (4.8 m×6.0 m×4門)

一方、取水工に付帯して、チャシュマ貯水池の右岸導流堤上流端より取水工入口までの約700 m区間は、円滑に導水するため浚渫を行う。この浚渫土砂は、計画発電所と取水工間の埋立に利用する。

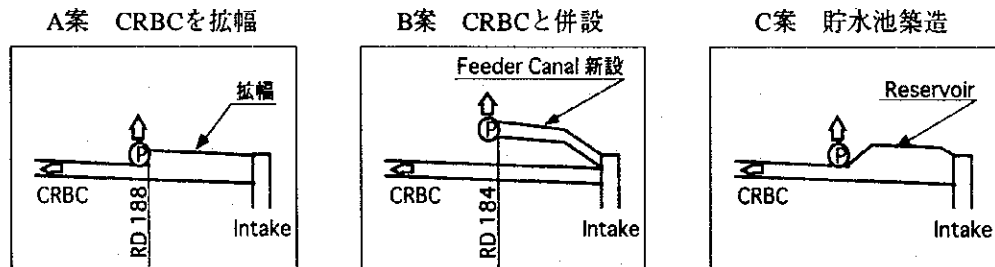
取水工は鉄筋コンクリート構造とし、その構造は入口部、ゲート部、取付水路部、フリユーム部よりなる。その下流側は、チャシュマ右岸堤を横断するボックスカルバートとする。取水工は総長約70 m、幅員はゲート部にて21 m、フリユーム部にて16.5 mとする。

ゲートの形式は諸検討の結果、操作台が低く、軽量かつ駆動力が少ないラジアンゲートとし、その規模は幅4.8m、高さ6.0m、計4門とする。操作方式は施設の保守管理を容易にするため、電

動・現場操作とし、ポンプ場からの遠隔操作は行わないこととするが、連絡用に無線電話を設ける（実際のゲート運用は、WAPDAが実施する）。

(2) 導水路

導水路の形式については、次の3比較案を検討した。



上記の3比較案について施工性、経済性の観点から検討した結果、B案が最適案と判断され、これを採用する。この案によれば、導水路の路線は取水工より既設CRBCの右側をほぼこれに平行してポンプ場に至り、総延長約58.5kmとなる。路線は地形および既存施設等を考慮して選定し、その屈曲部の半径は原則として500m、1,000m、もしくは2,000mとする。

導水路のコンクリートライニング採用に関しては、構造面及び管理面から詳細な検討を行った。コンクリートライニングの長所は、摩擦損失水頭・浸透損失量の減少、雑草防止、保守・管理費の軽減等であるが、その一方では、工事費は増大し、入念な施工管理が必要となる。これらの要因に加えて、工事規模、施工の方法・機材の組合せ、現場条件、現場技術者・作業員の能力等を総合的に勘案し、かつ経済的な設計断面を検討した結果、ライニングの厚さは8cmとし、簡易な褶動型枠（Slip-Form-Screed）による施工法を採用する。

導水路の断面決定では、切土・盛土をバランスさせ土工量の最小化を図る。設計条件は以下のとおりである（標準断面は、図6.1.2参照）。

コンクリートライニング厚	8cm
流量公式	マニング式
マニング式の粗度係数	$n = 0.016$
水路縦断勾配	1/14,000
設計流量	74 m ³ /s
設計流速	1.0 m/s

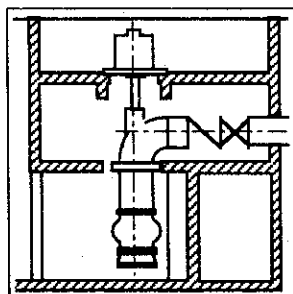
また、導水路に付帯する施設としては、横断排水工（水路橋タイプ11カ所、暗渠タイプ1カ所）、排泥工兼用放流工1カ所、橋梁29カ所である。排泥工から排水される水は、CRBCの横断排水工を経て、インダス川に戻されるため、インダス川水利権には影響を及ぼさない。但し、必要最大送水を行う時期は、水路内流速は最も速く、シルトの沈砂はほとんどないため、排泥用水を送水する余裕は設けていない。

6.1.2 揚水機場

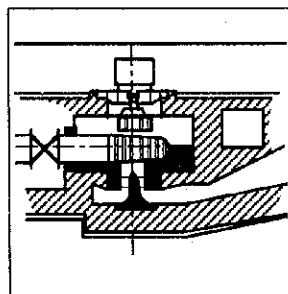
揚水機場は送水管路長が短く、沈砂池および土砂吐工の用地が確保でき、かつ放流水路長が短くなる位置として、CRBC/RD 184付近の丘陵地麓を選定した。揚水機場の設計条件は以下のとおりである。

設計揚水量	最大 72 m ³ /s、最小 20 m ³ /s、 最多頻度流量 30~50 m ³ /s
実揚程	18.3 m（吸水位 190.70 m、吐水位 209.00m）

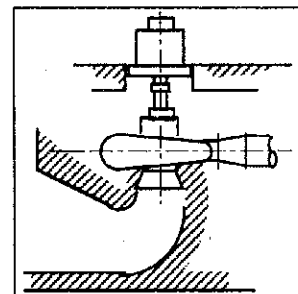
採用するポンプの形式は、1台当たり容量が6m³/sおよび10m³/s（比較案では4~15m³/s）の範囲であり、全揚程が22~23m程度であることより、ポンプ効率、吸い込み性能、保守管理面で有利な縦軸斜流ポンプとする。この形式はさらに渦巻タイプおよび非渦巻タイプ、吸込形状でもかさ形およびバンド形の選択枝が考えられる。これらを比較検討した結果、縦軸渦巻型（かさ形）斜流ポンプを採用する。



A. 縦軸斜流



B. 縦軸渦巻型（かさ形）



C. 縦軸渦巻型（バンド形）

表6.1.1 ポンプ台数分割一覧表

検討ケース	ポンプ1台当り揚水量	台 数	ポンプ1台当り揚水量	台 数
	(m ³ /s)		(m ³ /s)	
I-1	14.40	5	-	-
I-2	12.00	6	-	-
I-3	9.00	8	-	-
I-4	6.00	12	-	-
II-1	15.00	4	6.00	2
II-2	12.00	5	6.00	2
II-3a	10.00	6	6.00	2
II-3b	10.00	6	4.00	3
II-3c	10.00	5	5.50	4

ポンプの台数分割は、建設費および運転保守管理費にも大きく影響するため、総合的な観点から比較するよう、5～12台の等分割4案と主ポンプ4～6台、補助ポンプ2～4台の組合せ5案の計9案について経済比較を行った（表6.1.1参照、ANNEX G, G.3.3.2項参考）。これは、建設費、および各調整池の利用率を10%、50%、100%の3ケースについて運転保守管理費を概算し、それらを実質現在価値に換算して比較検討を行ったものである。その結果、最も経済的な組合せは；

主ポンプ 10m³/s × 6台（口径 ø2,000mm、電動機 3,000kw）

補助ポンプ 6m³/s × 2台（口径 ø1,650mm、電動機 1,800kw）

となり、これを本件計画最終ポンプ配分案とする。

ポンプ場より幹線水路始点までの約700mの区間は、送水管路とする。管種としては、口径が大であること、摩擦損失水頭が少ないこと等より、地下埋設鋼管管路とする。管路形式については、管内流速を3.5m/s、3.0m/s、2.5m/sの3案、列数を1～3の3ケースの全9ケースの組合せにつき建設費および運転保守管理費を概算し、実質現在価値に換算して比較検討を行った。その結果、いずれの案とも経済性において遜色のないことが明らかとなった。したがって、それ以外の施工性や事業実施スケジュールとの整合性の面から判断して、3列案を最終案とする。3列案では第1期工事に1列だけを施工すれば、初期工事の資金需要も少なく最も現実的である。また、管内流速については、3列案の中でもっとも経済的な3.0m/s案とする。これらのことから、送水管路は管径3,200mm 鋼管の3列配置とする。

導水路には、その始点ではインダス川から浮遊土砂、その流下途中では流入土砂の混入が避けられない。ポンプやタービンの運転に支障を及ぼす混入土砂の粒径は、一般に0.5mm以上といわ

れ0.2～0.3mm以下は問題ないとされている。このことから、沈砂池は粒径0.3mm程度までの土砂を沈砂できるようにその規模および形状は、以下のとおりとする。

沈砂池	幅37.5m × 長100m × 深7m × 2列、 ゲート 4.8m × 4.0m × 4連
-----	--

ポンプ場地点の基礎地盤は、ポンプ場基礎面の地表下8～10mにてN値20～30の均一な細砂であり、地震時の支持力低下を考えれば地盤支持力は不十分である。したがって、ポンプ場基礎にはポンプ場建屋荷重を支持するために、現場打コンクリート杭φ800mを用いる。

この他のポンプ関連施設は以下のとおりである。

ポンプ建屋	幅76.0m × 長32.5m 鉄筋コンクリート構造
変電施設	容量 30MVA
吸水槽	幅13.0m × 長76.0m
吐水槽	幅24.0m × 長25.0m
余水・排泥放水路	底幅9.0m × 深4.6m × 長4.0km (コンクリートライニング2km)
排泥カルバート	幅1.2m × 高1.5m × 2連コンクリートボックス 長90mおよび190m

ポンプ運転面については、特に揚水需要の少ない時期のポンプ運転は特定のポンプに稼働が集中しないように、順次にローテーション運転を行う。この時期には、機械類の保守も十分に行い、フル稼働時期の故障を極力防止する。また、沈砂池の排砂管理も十分に行うものとする。

6.1.3 幹線水路

幹線水路の始点は、地表標高がポンプ吐水位（計画始点水位FSL209.00）より幾分低く、かつ送水管路長の短くなる、RD185の北西2kmの地点（N876631.11, E3020135.00）を選定した。

幹線水路の流量は区間により異なるが、流速は流水中の浮遊土砂が沈砂しない程度の流速を全区間にわたって確保する。ポンプ場沈砂池において、完全に排除されない粒径0.3mm以下の土砂を、水需要が最も低い条件下でも浮遊させるためには、設計流量に対する流速が1.0m/sあれば十分であることが検討によって明らかとなった。したがって、水路の断面および縦断勾配は、全区

間にて一律に1.0m/sを越えない程度の速い流速となるように選定し、計画水位(FSL)を決定する。適用流量公式は、導水路の場合と同様にマンニング式とする。

幹線水路路線は、計画水位が地表標高よりも幾分高くなるように4インチ:1マイル(1/15,840)縮尺の地形図(1958-1961版)に基づいて選定した。曲線設置は、地形の許す限り大きい半径を適用し、最小でも水面幅の10倍以上としている。

水路のコンクリートライニングは、導水路での検討成果を同様に適用し、ライニング厚8cmの3面張りとする。水路側面勾配は1:1.5とし、底幅と水深との比はCRBCと同様の2.95~3.5を用いる。ライニング上端と水路法肩との間は、石張りとし洗堀および土砂の流入を防止する。また、ライニングの浮き上がりを防止するために、水路底両側に2本の縦ドレーンを設置し、4m間隔にて底版および法面高さ0.4mの位置にウィープホールを配置する。水路の標準断面は、設計流量の規模に応じてセクション1~5の5断面とする。対応する区間の設計諸元および断面諸元は、表6.1.2、および図6.1.3に示すとおりである。

幹線水路の総延長は、113.25kmとなる。その中途には、必要に応じて水位調節工(Cross Regulator)、横断排水工、緊急放流工、分水工(Head Regulator)、橋梁など種々の付帯構造物を設置する。これらの他に、安定した分水のため、水位変動が0.6m以内となるような位置に合計18個所の水位調節工を設置する。

横断排水工は、洪水流を安全に通過させるよう、幹線水路が主要排水路およびナラを横断する位置に設置する。その形式には、水路の上方および下方を流下させる2方式(それぞれ、Culvert Super Passage、Nullah Culvert)があり、設置箇所数は前者は9カ所、後者は10カ所である。これらの横断排水工の設置に伴い、上流側河川水位が上昇することとなるが、その防御のために幹線水路右岸側には洪水堤防を計画する。また、幹線水路内の不測の水位上昇から水路の安全を守るために、緊急放流工を設置する。

分水工は、幹線水路より各灌漑区域へ分水する取水ゲート工であり合計25区域にたいして24箇所必要となる。さらに、交通の便宜のための橋梁を、その重要度に応じて4タイプ、計21箇所設置する。

6.1.4 分岐幹線水路

分岐幹線水路は、幹線水路より分岐して灌漑用水をその灌漑対象地区へ配水する水路である。その路線選定に先立って、現況の河川配置、CRBC排水横断構造物位置、末端圃場計画等より全灌漑対象地域を25の灌漑区域に分割した。各灌漑区域の諸元は表6.1.3に示すとおりである。

水路の水利設計にはマニング式を用い、コンクリートライニングとしての粗度係数0.016を採用する。また、設計流量は、幹線水路と同様に浮遊土砂の沈澱を防止するため、1.0m/s程度の速い流速とした。水路側面の勾配は1:1.5、水路底幅と設計水深の比はCRBCと同じ1.3とする。ライニングコンクリートは、5cm厚とする。

水路断面の選定は、流速が1.0m/sに最も近く、且つこれを超えない断面および水路縦断勾配を選定する。また、水路全線の左岸堤防には、幅員4.5mの管理用道路を設ける。

分岐幹線水路の付帯構造物は、村道橋兼用落差工、道路横断カルバート、支線取水工、余水吐兼用放流工、分線取水工、村道橋、水路橋、サイホン、末端放流工等がある。道路横断カルバートは、分岐幹線または支線が現況および計画道路と交差する個所に、支線取水工は支線始点にて支線と幹線側両方にゲートを設置する方式とする。余水吐兼用放流工は、支線取水工の上流側に、分線取水工は各圃場ブロックに1対1に対応して設置し、村道橋は分岐幹線および支線の橋のない区間が5km以上となる場合に設置する。水路橋またはサイホンは、分岐幹線もしくは支線がナラと交差する場合に設け、末端放流工は分岐幹線および支線の最末端に設けるものとする。

6.1.5 灌漑地区内整備計画

灌漑対象地域は、25地区独立した分岐幹線掛かりの灌漑区域よりなり計画対象面積は134,600ha（CCAでは115,600ha）と広大である。幹線水路沿いで部分的に地表標高が水路のFSLよりも高い場所は、重力灌漑は不可能であるが、吸水槽（Sump Well）を設けて分岐幹線より給水すればポンプにより灌漑が可能となることから、2次揚水灌漑地区（Sump Well Area）として灌漑区域内に取り込む。この揚水灌漑地区は全体で3,970ha（CCAでは3,660ha）となり、全灌漑対象地域の約3%に相当する。

これらの各灌漑地区については、全体を代表するような典型的な2灌漑地区を詳細に検討し、その成果を活用して各灌漑・排水施設およびその関連付帯施設を計画した。

代表灌漑地区としては、幹線水路路線、地形条件、周辺河川条件、CRBCとの位置条件、灌漑区域の規模および排水条件等を総合的に考慮した結果、比較的面積の大きな灌漑地区として第6分岐幹線掛かり、小面積地区として第18分岐幹線掛かりの灌漑地区を選定した。

2代表灌漑地区での水路路線は、4インチ1マイル（1/15,840）地形図に基づき、地形の許す限り各灌漑地区の中央に選定した。ただし、分岐幹線から等高線方向における圃場末端までの距離が約3kmを超えるような場合は、支線用水路を設けることとした。

分岐幹線の路線は、幹線水路分水地点を始点として灌漑地区のできるだけ中央を等高線と直角

に走るることとなるため地形勾配が水路勾配よりも急になり、いくつかの落差工が必要となる。落差工は、落差を標準1.00mとし、FSLが地表標高から1.0mを超える位置に選定する。また、農民の耕作の便宜のため農道橋と兼用した。

支線取水工には、分水誤操作から水路を守るために必ず余水吐兼用放流路を設ける。分水取水工は、分岐幹線もしくは支線より直接取水するためのもので、農民による操作が容易な最大水量として85 l/s (3.0cfs) 以下の条件にて設置する。分岐幹線および支線の末端には、必ず末端放流工を設け、過剰水・不用水を排水システムに放流できるようにする。

支線水路の路線選定および設計方法は、分岐幹線と全く同様である。代表として選定された両灌漑地区の計画施設の内容は、表6.1.4に示すとおりである。

表6.1.4 分岐幹線水路概要表

項目		D-6	D-18
1. 計画対象範囲 (GCA)	(ha)	11,470	3,010
2. 灌漑対象範囲 (GIA)	(ha)	11,030	2,790
3. 灌漑対象面積 (CCA)	(ha)	10,150	2,560
4. 流量	(m ³ /s)	5.33	1.34
5. 構造物			
a. 分岐幹線延長	(km)	10,707	7,680
b. 支線延長	(km)	20.85	-
c. 取水工箇所数	(nos.)	3	-
d. 分水工	(nos.)	37	18
e. 落差工及び橋梁			
タイプ - I	(nos.)	3	-
タイプ - II	(nos.)	4	-
タイプ - III	(nos.)	2	5
f. 余水吐	(nos.)	3	-
g. カルバート橋	(nos.)	3	1
h. 村落橋	(nos.)	1	-
i. 末端放流工	(nos.)	4	1

6.1.6 調整池

各分岐幹線の始点付近には、送水余水の調整のために調整池を設ける。これにより、圃場からの給水要請に対し迅速かつ確実な配水対応が可能となり、効果的な水配分および管理ロスの最小化が期待できる。また、調整池付近の土地は、管理事務所、農民の集会所倉庫等の多目的な利用に適するとともに、新しい水環境の創設によるレクリエーション面での活用も考えられる。

各調整池の規模は、以下の条件に基づき1日分流量をもって有効貯水量を決定する。

- 1) 灌漑計画は7日ローテーション（圃場給水は6日灌漑、1日休み）であるため、この差の1日分用水量の貯留が必要である。
- 2) 取水工、ポンプ、ゲートなどの設備が故障した場合、これに対処するのに少なくとも1日は必要である。
- 3) 農民によるゲート等の誤操作に対処するには、少なくとも1日は必要である。
- 4) 幹線水路の始点から終点までの113kmを流下するには1.3日程かかる。

調整池は、有効水深を3.0m、無効水深を0.5m、フリーボードを1.0mとし、護岸は石張りとする。各調整池の諸元は、表6.1.5に示すとおりである。

6.1.7 排水施設

計画排水施設は、洪水路、補助洪水路、集排水路、および表流水ドレーンからなる。洪水路の改修は、事業施設の洪水被害発生を防ぐために極めて重要であるが、配水能力の確保とともに、河川流路の線形矯正も念頭におく。

幹線水路とCRBCとに挟まれる本計画対象地域を、洪水が安全に通過するためには全体的にみれば現在のナラの流下能力では不十分である。そのため全河道を40年確率洪水に耐えるよう改修するものとする。多くの場合は、河道断面の整形および堤防の新規建設である。具体的な改修諸元は、以下のとおりである。

河道勾配	地表勾配とほぼ同じ 1:1,000
河道側面勾配	切土、盛土ともに 1:1.5
粗度係数	切土面 $n=0.03$ 、自然河床 $n=0.035$
河道掘削深	3.0m
新設堤防	盛土高約1.5m~2.0m、バーム幅6m

幹線水路を横断する20本の洪水路を含めて、河道改修の延長は計322kmにのぼり、殆どの河川およびワジが改修対象となっている。これらの配置模式図を図6.1.4に示す。

個々の灌漑地区は、洪水路により分割されているが、その内部に対し灌漑圃場からの排水を受ける表流水ドレーン、これを受ける集排水路、さらにこれを受け外部へ排水する補助洪水路など

の施設を計画する。

この他、灌漑農業の継続的实施により将来の地下水水位上昇を把握するため、4kmメッシュに合計120本の観測井を設け、CRBC地区と同様に継続して監視することとする。

6.1.8 水路管理及び施設管理用通信連絡施設

本件計画の灌漑用水施設は、取水工から導水路、ポンプ場を経て幹線水路末端まで、総延長約170kmと長く、広大な地域にわたっている。これらの管理・運営のために、全施設の管理および取水・配水管理を行う中央管理所、取水工・ポンプ場等主要施設の他、25本の分岐幹線への分水管理所を設ける。これらの施設の運営管理のためには、現地の諸条件に則した適切な通信連絡施設が必要である。通信連絡施設としては、次の3種類が一般的である。

1) 有線（メタリックケーブル）電話による方法

導水路および幹線水路に沿ってケーブルを敷設し、各施設間を結ぶ最も単純な方法である。ケーブルには電柱を立てての空中架設と地下埋設の方法があるが、いずれも約20km毎に信号増幅装置を必要とし、長い敷設延長のため膨大な工事費となる。もしWAPDAによる送電線が導水路や幹線水路沿いに設置されれば、それに電話線を添架することにより施設費と維持管理費の節減が可能であるが、そうでない場合は施設の保安および点検維持管理上の問題がある。特にこの地方は落雷が多いのでその被害も予想される。

2) 無線電話による方法

中央管理所をキーステーションにし、各施設に固定局を設ける他、中継局1~2ヶ所が必要である。施設費は有線方式より安いのが、定期的な点検は機器の交換が求められ、専任の専門技術者を配置する必要がある。事業の初期に、この施設を導入すれば建設期間中の通信連絡にも便利である。数台の車両に移動局の施設を用意すればさらに一層便利である。

3) 光ファイバーケーブルによる方法

落雷の影響は全く受けず、工事はメタリックケーブルの埋設方法とほぼ同じであるが、送信延長が100km位であれば信号増幅施設は不用である。ケーブルや末端の変換器などの機材は高価であり、ケーブルおよび機器の接続には特殊技術が必要である。将来、各施設間でデータ通信を行う場合には、この光ファイバーケーブル方式が最も有利と考えられる。

以上の3方式を検討した結果、現状から判断して本事業の場合、建設期間中からその後の運営管理の全期間を通じて活用できる無線電話方式が最も適当であると判断される。

無線局のシステムとしては；

- i) チャシュマ右岸開発公社（後述）事務所に5チャンネル程度を有する本局を設置し、
- ii) チャシュマ取水工に2チャンネル、
- iii) ポンプ場に2チャンネル、
- iv) 各支線水路の水利組合（25ヶ所）に2チャンネルとコールサインを有する支局を設置する。

本局には、全支局に同内容の指令を同時に行うチャンネルと ii)、iii)の支局または、コールサイン呼び出しによる iv)の特定（指定）水利組合と単独に交信が可能なチャンネルを持つ無線機が設置される。

各支局の持つ2チャンネルのうち、1チャンネルは共通チャンネルであり、本局からの指令を同時に受信することができる。別の1チャンネルは、本局との単独交信用チャンネルとする。

水管理および施設管理の混乱と、本局指令に基づかない各地区間の行動を防止するため、各局同士の交信はできないシステムとし、すべての情報、行動は本局を通して管理されることとする。

6.1.9 生活用水補給計画

幹線水路に沿った分岐幹線始点周辺の比較的標高の高い地区は、農民の居住用として確保することとする。分岐幹線始点付近に建設される調整池および分岐幹線付近は、水利用の必要性より農民生活の中心の場になることが予想される。また、この理由の他に、調整池の水はその水位が低い時期には一部周辺には自然流下にて灌漑水を送れないこと、さらに局所的な地形条件によっては分岐幹線の水でも自然流下で灌漑できない土地がどうしても発生すること、などから農用地以外に活用する余地があるためである。

ここに居住することとなる農民に対し、生活用水の安定的補給施設として飲料水用の浅井戸を適所に計画する。さらに、生活用水として調整池もしくは分・支線水路より給水する水場（給水槽）も建設する。

6.1.10 農道システム

現況の道路網および現在実施中の流通促進農道整備事業により建設される道路に加えて、本事業においては幹線水路、分岐幹線水路および支線水路沿いに維持管理用道路が建設され、これらも一般交通に利用されることになる。管理用道路は、水路左岸堤を兼用するが、管理用専用とするのではなく農道としても農民に開放することとする。兼用農道として本件計画により建設、共用される道路は以下のとおりである。

水路名	維持管理兼用農道延長 (km)
幹線水路 (砂利舗装)	113.3
分岐幹線水路 (砂利舗装)	275.6
支線水路 (砂利舗装)	167.0
計	555.9

これに伴い、この兼用農道と村落を結ぶ新規の農道がさらに必要となり、その諸元および延長は下表とおりである。これにより本事業地区の道路密度は702m/km²となる。

新設農道	形式	砂利舗装
	幅員	有効3.0m 全幅4.5m
	総延長	32.5km

6.2 事業費

事業費の積算に際しては、各内訳費用を輸入財貨・サービスに相応する外貨分と内国生産財貨・サービスに相応する内貨分とに分離し、事業評価および資金計画の立案に資することとした。

6.2.1 建設工事費

建設工事費は事業施設の建設に係わる費用であり、いわゆる初期投資に該当する。その構成は(1)直接工事費、(2)間接工事費、(3)予備費、(4)価格変動予備費および、(5)金利・財務費よりなる。(1)直接工事費はいわゆる建設工事費であり、(2)間接工事費はコンサルタント雇用費および工事そのものの管理運営費である。

(1)直接工事費は取水工、導水路、ポンプ場、幹線水路、分岐幹線水路、調整池、河川・洪水

路改修、産業道路、末端施設、取水井(Sump Well)・生活用水補給施設等の建設工事費よりなり、その総額は約10,120百万ルピーとなった。

(2) 間接工事費は(1)直接工事費に対し、コンサルタント雇用費として10%を、事務所・O&M用機器購入費を含めた管理運営費として6%を計16%と見込んだ。(3)予備費は外貨分、内貨分ともに(1)に対して一律10%とし、(4)価格変動予備費は(1)+(2)+(3)に対して外貨分は29% (年4.5% 7年間)、内貨分は37% (年5.5% 7年間)とした。また、(5)金利・財務費は(1)に対して3% (年1%平均5年間)を見込んだ。

この結果、建設事業費の総額は17,166百万ルピーとなり、外貨分10,377百万ルピー(60%)、内貨分6,789百万ルピー(40%)となった。費用内訳を表6.2.1に示す。

6.2.2 施設更新費

事業運営期間内において、更新を必要とする施設は、ポンプ機器類(最大耐用年数25年)、取水工、導水路、幹線水路、支線水路及び調整池等のゲート類(最大耐用年数25年)である。また、維持・管理用の車両、事務機器、管理用機材等も所定期限(最大耐用年数10~25年)で更新しなければならない。これらの更新費用は、下表のとおりである。

施設更新費 (千ルピー)			
項目	内価	外価	合計
(一般項目)			
ポンプ類	170,000	910,000	1,080,000
灌漑施設類	49,500	21,000	70,500
その他	16,760	67,040	83,800
(農民組合項目)			
灌漑施設類	24,500	10,500	35,000
その他	4,190	16,760	20,950
総 合 計	264,950	1,025,300	1,290,250

表 6.2.1 建設工事費

Project Cost Component	Working Volume	unit	Foreign Currency (1,000 Rs.)	Local Currency (1,000 Rs.)	Total Cost (1,000 Rs.)
I. Direct Construction Cost					
a) Land Acquisition, Compensation & Preliminary			<u>35,604.8</u>	<u>226,407.2</u>	<u>262,012.0</u>
Land Acquisition	3,200.0	ha	0.0	97,850.0	97,850.0
Compensation(House)	130	nos	0.0	75,000.0	75,000.0
Preliminary(Construction Camp)		L.S.	35,604.8	53,557.2	89,162.0
b) Feeder Canal			<u>1,479,685.8</u>	<u>808,072.7</u>	<u>2,287,758.4</u>
Earthwork	58.6	km	1,080,540.4	281,637.3	1,362,177.7
Structure	241	nos	399,145.3	526,435.4	925,580.7
c) Pump Station	1	sta.	<u>1,193,602.8</u>	<u>395,015.2</u>	<u>1,588,618.0</u>
Pump Equipment		set	909,964.7	162,494.9	1,072,459.5
Other Works*1		set	283,638.1	232,520.3	516,158.5
d) Main Canal			<u>1,084,801.2</u>	<u>1,044,497.6</u>	<u>2,129,298.8</u>
Earthwork	113.3	km	453,934.3	219,631.6	673,565.9
Structure	463	nos	630,866.9	824,866.0	1,455,732.9
e) Distributory Canals			<u>413,238.5</u>	<u>402,778.4</u>	<u>816,016.8</u>
Earthwork	442.6	km	272,449.2	179,933.3	452,382.5
Structure	1,093	nos	140,789.3	222,845.1	363,634.4
f) Regulation Pond	25	nos	330,307.0	265,176.4	595,483.5
h) River Treatment & Drainage Canals	579.5	km	1,247,968.5	273,147.7	1,521,116.2
i) Commercial Roads	32.5	km	11,014.5	7,045.6	18,060.1
j) On-farm Development Cost	115,600.0	ha	346,915.6	292,202.0	639,117.6
k) Sump Well & Domestic Water Supply		nos	10,915.6	9,244.5	20,160.2
l) Other and Miscellaneous Works		L.S.	97,104.0	145,656.0	242,760.0
Sub-total			<u>6,251,158.3</u>	<u>3,869,243.3</u>	<u>10,120,401.6</u>
II. Indirect Construction Cost					
a) Consultancy Service Cost(10% to D.Cost)		L.S.	625,115.8	386,924.3	1,012,040.2
b) Implementation Cost(6% to D.Cost)		L.S.	<u>375,069.5</u>	<u>232,154.6</u>	<u>607,224.1</u>
- Procurement of Office and O&M Equipment			208,500.0		208,500.0
- Administration Cost			166,569.5	232,154.6	398,724.1
Sub-total			<u>1,000,185.3</u>	<u>619,078.9</u>	<u>1,619,264.3</u>
III. Physical Contingency	10%		<u>625,115.8</u>	<u>386,924.3</u>	<u>1,012,040.2</u>
Total Base Construction Cost			7,876,459.4	4,875,246.6	12,751,706.0
IV. Price Contingency*2	29% F.C. 37% L.C.		<u>2,281,201.8</u>	<u>1,779,755.1</u>	<u>4,060,956.9</u>
V. Interest and Service Charge			<u>218,907.1</u>	<u>134,183.2</u>	<u>353,090.3</u>
a) Interest During Construction Period (No interest for GOP is proposed)					
b) Bank Service Charge(1 %)	3%		218,907.1	134,183.2	353,090.3
GRAND TOTAL COST			10,376,568.4	6,789,184.9	17,165,753.3

Note; *1: Construction cost of the substation is counted within the Other Works.

However counteraction work of transmission line is not considered because installation of transmission line for the Project should be done by the GOP in consideration of nationwide facilitating plan of national grid of electricity supply.

*2:with annual escalating of 4.5% for F.C. and 5.5 % for L.C.

6.2.3 事業運営管理費

事業運営管理費は事業施設の建設が一部もしくは全部終了した後に、施設およびその機能を適正かつ継続的に保守・運営・管理するための費用であり、事業の目的を達成するためのいわゆる維持管理費である。

本件事業のフル稼働時の年間維持・管理費は、下表のように293.3百万ルピーと算出される。

年間維持・管理費（千ルピー）			
項目	内価	外価	合計
(事務所関連)			
職員給与等	59,130	-	59,130
事務所経費	700	700	1,400
ポンプ運転経費*	18,800	169,200	188,000
その他	17,440	4,360	21,800
(農民組合関連)			
人件費**	[23,760]	-	[23,760]
事務経費	650	650	1,300
その他	17,350	4,340	21,690
総 合 計	114,070	179,250	293,320

*: 電気代は、1.45ルピー/kwhを採用している。

**： 人件費は、農民自身の維持・管理活動に関する換算額であり、上記合計値には含まれていない。

第7章 事業実施計画

7.1 事業実施工程計画

本件事業は、工事量の規模、可能施工能力、及び組織・制度の整備工程を勘案して、詳細設計も含めた実工事期間を7年間とする。事業実施は、基本的には取水工、導水路、ポンプ場、幹線水路、灌漑整備の順序で工事を進め、その内容、工事量から、2つのフェーズに分割する。

フェーズ I 事業は、4年間の工事期間で、取水施設、導水路の全て、ポンプ場の約1/3の建設（上屋等の全施設の建設と、全台数の1/3）、1本の送水管路（3本のうちの1本）、第6支線水路まで（灌漑面積；27,210ha）の幹線水路を含む全ての施設を整備する。

フェーズ II 事業は、3年間の工事期間で、ポンプの残り2/3の設置、残り2本の送水管路、第7支線水路から末端までの（灌漑面積；88,390ha）の幹線水路を含む全ての施設を整備する。それらの工事概要は、図7.1.1に示すとおりである。

事業実施の工程計画は、図7.1.2に示すように、7年間の工事期間の中に、それぞれのフェーズの実設計、建設工事が、1年半のオーバーラップをもって順次実施される計画とする。事業実施準備として、工事開始年の1年前までに事業実施の組織／制度を確立する（これはチャシマ右岸開発公社〔CRBDA〕の設立等であり、そのためにはその時点よりさらに1年前以上より設立準備を進める）。工事開始前年には、資金調達のすべての手続きを完了させておく必要がある。事業に関連する用地確保は、工事開始年からはじめ、5年半の期間にはすべてを完了する計画とする。

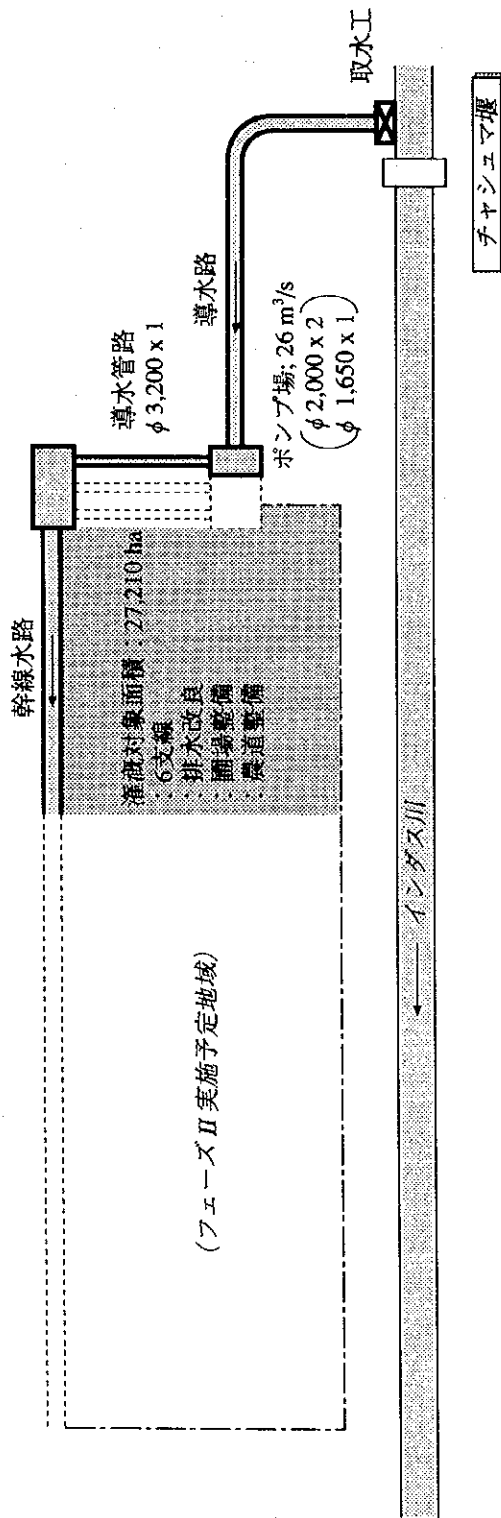
2つの事業フェーズの各事業費は、フェーズ I が8,841.9百万ルピー、フェーズ II が8,323.8百万ルピーである（表7.1.1）。また、この事業実施工程にしたがって、年度別に配分された年度別事業費は、表7.1.2に示すとおりである。

7.2 新規制度／組織整備の方法

(1) 州議会による法案の作成と承認

本件計画の承認後、直ちに、WAPDA、タール開発公団と同列の位置づけで、CRBDAを設立するための法案の作成を行う。この中では、公社議長、構成員の選出方法、財政の規模と機能、開発・運営両段階の管理責任などのすべての機構内容が明示がされなければならない。

フェーズI:



フェーズII:

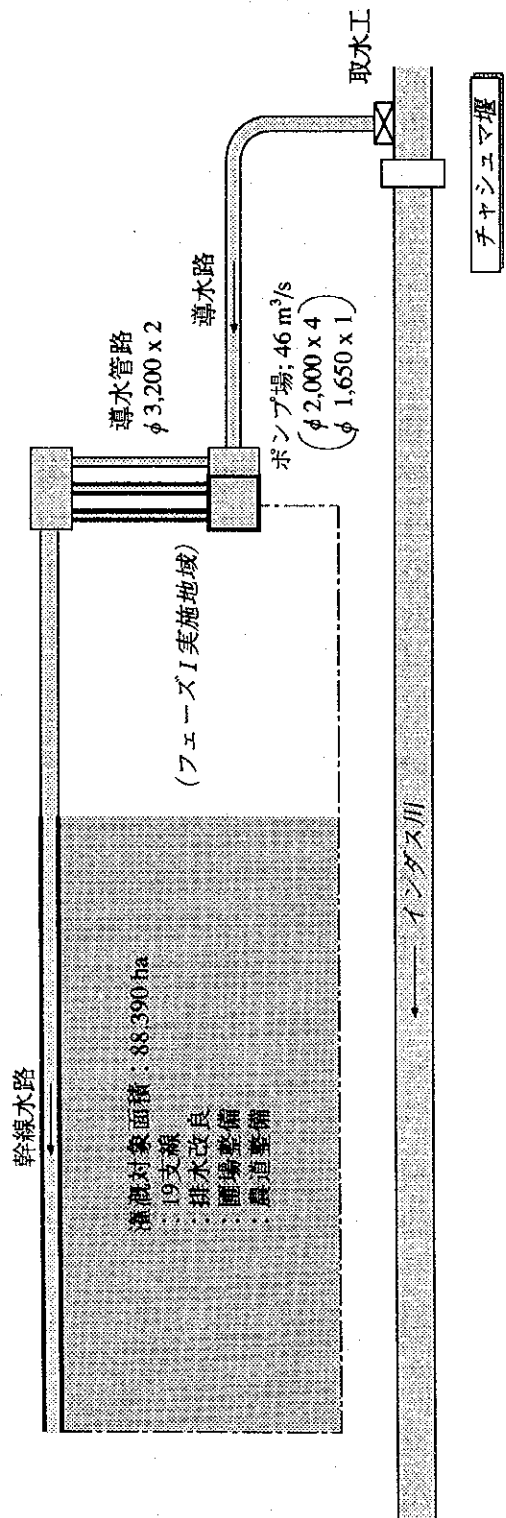


図7.1.1 各事業フェーズの工事概要

図7.1.2 事業実施工程計画

事業実施年次	1年次	2年次	3年次	4年次	5年次	6年次	7年次
事業実施準備							
1. 事業実施組織設立							
2. 資金調達		フェーズI					
3. 用地取得		フェーズII					
フェーズI (27,210 ha)	詳細設計			工事実施 (フェーズI)			
1. 取水工							
2. 導水路工							
3. ポンプ場 (I)							
4. 幹・支線水路 (D-1～D-6)							
5. 排水改良 (I)							
6. 圃場整備及び農道整備 (I)							
7. その他							
8. 農民組織構築	準備作業						
フェーズII (88,390 ha)				詳細設計		工事実施 (フェーズII)	
1. ポンプ場 (II)							
2. 幹・支線水路 (D-7～D-25)							
3. 排水改良 (II)							
4. 圃場整備及び農道整備 (II)							
5. その他							
6. 農民組織構築				準備作業			

注：「その他」は、維持・管理事務所建設、維持・管理施設整備などである。

(2) 公社の中核組織

上記の法案承認後、直ちに事業詳細設計の実施、農民組合の組織化、事業実施スケジュールの確定などのために、公社の中核組織を設立する。中核組織の構成は以下のようである：

- 1) 議長
- 2) 灌漑、農業及び社会経済開発の担当理事
- 3) 設計、計画の主任技師と4人の上級技師
- 4) 導入作物研究と種子改良、インフラ整備のための部長職者
- 5) 土地収用担当者
- 6) 経理担当部長職者
- 7) 農業普及責任者と5人の農業普及専門員

設立の初期準備が整った段階で、公社は徐々に規模を拡大し、最初の5人の農業普及専門員の配置に続き、残り20人の同専門家を採用する。さらに、事業予算の借款が承認された後には、財務専門家を配置する。

(3) 既存部局からの業務移管の工程

現在の組織から新たな公社へ速やかに移行するために、公社に引き継がれるべき全ての21部局(3.7.2項参照)の機能、業務、資産、責任が公社設立後直ちに公社に移管されるべきである。しかしこれは不可能と思われるので、整合性の取れた公社の機能整備と、県部局の余剰人員を問題なく削減するためにも、合理的な手段で段階的な移管が推奨される。移管の順序としては、開発にかかわる業務を担当している既存部局は、間接的に管理面を担当する部局よりも早期に移管を進める。開発に係わる部局の例としては、農業研究、普及関係部局で、移管の対象は人材の他、事務所、住宅、実験圃場の全てとする。その他の間接部局、すなわち、野生生物、水産資源、テラ地域開発機関、地方開発、果実野菜開発委員会、農業開発機構、土壌保全等の部局は、公社がある程度整った後に移管する。灌漑、圃場水管理、畜産酪農、協同組合、森林、公共衛生、工業、人口/福祉、その他の部局は、さらに次の段階で必要に応じて移管していくものとし、中核組織設立後1年以内に、県の開発機能の大部分を移行することとする。

公社の設立後、公社は直ちに計画対象地域内(場合によっては、チャシユマ右岸重力灌漑事業

ステージⅠ、Ⅱ地区内でも)において、農民の共同体作りに寄与するために農民組織結成のための普及活動を開始する。

公社設立後、チャシユマ右岸重力灌漑地区の維持・管理も公社で担当できる条件が整えばWAPDAはステージⅠ、Ⅱ地区のすべての支線取水工の管理を公社へ移管していくことも可能である(ただし、そのための公社職員増は必要)。長期的に見れば、各支線の取水工の管理はすべて公社がおこなうのが適当であり、インダス川取水工のみ、水利権量に基づいて必要な場合は、他州と調整をとりつつ、WAPDAの担当とする。

- (4) 水資源の最適利用を図るため、現在では灌漑部局を通して県当局によって運営されている、ロッド・コヒ・システム、も公社に移管されるべきであろう。そうすれば通年灌漑システムに従って既存の水利権が放棄され、新しい灌漑システムの活用と並行して、不安定ではあるがこの水資源も有効利用が図れるとともに、揚水幹線水路の境界を越えての開発が容易となる。公社は、ロッド・コヒ洪水の灌漑利用を担当するのみでなく、洪水調節の検討と実施も行う。
- (5) 支線用水路地区整備に係わる特別プロジェクトの実施

公社の設立準備と並行して、支線掛かり地区の整備推進モデルとして、実際にチャシユマ重力灌漑地区の一支線を選定して(支線番号5が適当と考えられる)、整備モデル事業の実施を提案する。さらには、重力灌漑水路の配水組織(Disty 5)の改良のために特別プロジェクト部門を設立すべきである。このモデル事業実施は、新しい維持・管理に関する実行可能性を試すのみにとどまらず、本件計画及び重力灌漑事業に大いに活用されることとなる。

7.3 維持・管理計画

7.3.1 維持・管理組織

制度面上の問題点としても指摘されているように、現在の維持・管理体制は、多くの組織が連携なく係わっており、良好に機能しているとは言えない。この弊害を解消するために、本件計画では、新たにチャシユマ右岸開発公社(CRBDA)を設立することが提案されており、維持・管理の実施も同公社を中心に運営することとする。

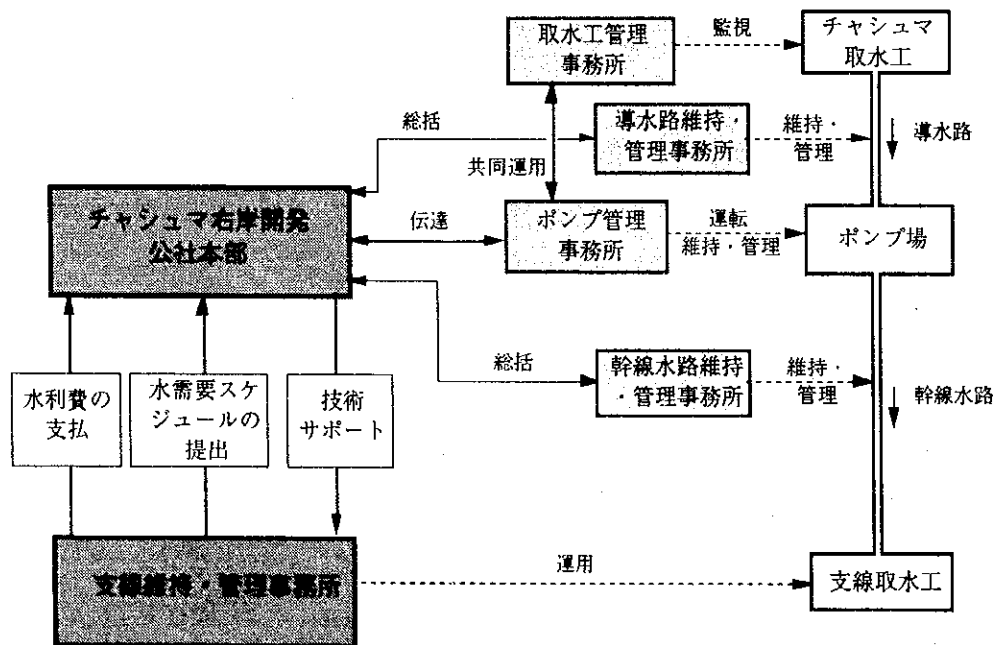
本件計画の維持・管理の方針は、以下のとおりである。

- CRBDA本部は、事業実施後、維持・管理業務を対象を移して一部の組織変更を伴って再編

される。維持・管理段階では、同本部が中心となり、技術的なサポートも含めて全ての維持・管理を統括する。

- 一 各支線水路掛かり地区内の全ての維持・管理は、支線維持・管理事務所（DOMO）が管理する。DOMOは、CRBDAの支局であり運営に必要な最低限の職員が配置されているが、実際の維持・管理作業は支線農民組合（DFA）を通じて各農民が担当する。
- 一 CRBDA本部とDOMO事務所は、密接な連携のもとで、作物水需要主導型灌漑の実現を目標に、維持・管理作業に当たる。
- 一 CRBDA本部下には、ポンプの運転・管理を行う「ポンプ管理事務所」、インダス川チャシュマ地点の取水工の運転を監視（実際の管理は、制度上WAPDAが行う）する「取水工管理事務所」、導水路の維持・管理を行う「導水路維持・管理事務所」、及び幹線水路の運用を担当する「幹線水路維持・管理事務所」の各事務所がおかれ、所定の作業を実施する。

各事務所の配置位置図は、図7.3.1に示すとおりである。これらの各組織は、以下に示すような相互関連をもって、運営される。



7.3.2 灌漑施設の維持・管理

(1) 作物の水需要主導型灌漑のための維持・管理

作物水需要主導型灌漑を実施するためには、以下の条件整備を進めなければならない：

- － 現実的な計画作付け体系の策定
- － 作付け体系に基づいた正確な水配分スケジュールの策定
- － 組織的でよく訓練された水管理
- － 運営組織間の良好なコミュニケーション
- － 必要時に行われる正確な流量観測
- － 合理的な水利費額の設定および公正な徴収
- － 適切な技術指導

基本的な制度面の整備計画は 5.6 で述べているが、上記の諸作業は提案されている事業実施組織と関連づけて計画される。

【水配分スケジュール】は、各DFAで支線ごとに作成された計画作付け体系に基づいて、事業全体のバランスを取りつつ策定される。CRBDAが事業対象地域全体の用水量の推定を行い、水供給プランを作成する。まず、年間スケジュールが作成された後、CRBDAは月別あるいは週別に行われるDOMOからの水需要の変更に応じて、実施スケジュールを調整していく。

【水管理】は、幹線水路の取水工の管理以外のすべてはCRBDAの指導の下でDFAが実施する。各事務所は必要に応じて十分なコミュニケーションが図れるよう連絡設備が備えられる。

【流量観測】は、必要な機器類を設置あるいは配置し、所定の要員によって定期的に行う。

【水利費】は、各DFAを通じてCRBDAが徴収する。徴収された水利費は、直接、維持・管理の費用に充てられる。水利費額は、受益者に節水の観念が認識されやすいよう、水量に応じたものとする。

【技術指導】は、CRBDAより、直接には各DFAに配属される農業普及指導員を中心に行われる。

(2) 維持・管理計画

水配分スケジュールの策定：

水配分スケジュールは、各受益者の作付け希望に基づくものでなければならない。水文年(4月～3月)の開始する1ヵ月前までにDFAは、自己の分岐幹線受益内の各農家作付け計画をまとめて、同受益内の総合作付け体系および用水量を策定し、CRBDAに提出する。

CRBDAは、全体の作付け体系、水需要量、インダス川からの取水可能量および各施設の通水可能量を比較してその妥当性をチェックする。妥当でない場合は、各DFAに修正を求める。年間の全体作付け体系が決定したら、CRBDAは年度内の詳細な水配分スケジュールを作成する。水配分スケジュールに基づいて水供給がなされるが、DFAは常にCRBDAに対して水需要の変更を要請できる。

水供給は、基本的には10日単位で設定される。次の旬の数日前に、CRBDAは各DFAに対し水配分スケジュールの変更の有無を問い合わせる。それとは別に、DFAからの変更も可能であるが、その変更の実施は速やかに行われるものの、通水距離によっては1日以上が遅れが予想される。

水配分スケジュール決定に係わるフローは、図7.3.2に示すとおりである。

組織的でよく訓練された水管理：

ポンプ施設、幹線水路の各施設、(インダス川取水工はWAPDAが運営)、はCRBDAの職員によって運営される。各担当者には、CRBDAの訓練プログラムに基づいて、必要な教育と訓練を行う。

取水工以下の各分岐幹線施設(取水工を除く)は、DOMOが管理する。実際の維持・管理は農民が行うことになるため、CRBDAは、各DFAに対して管理マニュアルを準備したり、必要なセミナーを開催して農民の訓練にあたる。

運営組織間のコミュニケーション：

作付け予定の変更、水配分スケジュールの修正等の情報伝達は、円滑にかつ正確に行うため配備される無線連絡システムを利用する。これらの無線連絡システムによって、常時適正なコミュニケーションを図るものとする。

必要時に行われる正確な流量観測：

各通水量の観測は、必要な各点において所定のスケジュールで実施する。主には量水標による観測とし、観測員には必要な観測方法を修得させる。また、各量水標地点では、定期的に流速計

による流量観測を実施して、水位～流量関係を明確にしておく。

合理的な水利費額の設定および公正な徴収：

農民はあらゆる状況の変化、農地の特性などを勘案して導入作物を選定する。それが、灌漑システムとして無理のないものであれば、受け入れられなければならない。水利費は、これらの農民の選定した作物の如何を問わず、その消費水量に応じて課されるものとする。また、水利費額は、全体の維持・管理経費を賄えるよう設定する。水利費は、各DOMOの収集する水配分に関するデータに基づき、CRBDAがDFAを通じ各農家から徴収するものである。

適切な技術指導：

本件計画では、農民が維持・管理の主役となる。この場合、DFAがその統制を司る。CRBDAは、それらがよく機能するよう全面的に協力する。この場合、CRBDAの農業普及員(各DFAを担当)がその直接の指導者となる。同農業普及員は、農業に関する深い知識を有し、灌漑技術についても十分な能力を有する者で、農民組織に係わるあらゆる問題について協力・指導が可能な人材を配する。各分岐幹線は、規模においてかなり大きな差がある(最大のものは分木工が90、最少のものは8となっている)。農業普及員の経験の度合いによってその配属の分岐幹線地区を決定する。

その他、灌漑施設の修理、専門的な灌漑技術分野等については、CRBDA常勤の技術者が必要に応じて技術指導にあたる。

7.3.3 排水施設の維持・管理

排水面に関しては、顕著な維持・管理作業はない。幹線水路における排水横断構造物の必要時の土砂浚渫、洪水路堤防の補修、及び洪水発生時の応急的対処などがその作業となる。本件事業に直接係わる作業内容については、CRBDA本部内の社会・経済開発部が公社の維持・管理予算の範囲で担当する。地域全体に係わる排水改修工事等は、D.I.カーン公共事業局に委ねる。

7.3.4 道路及びその他の維持・管理

導水路、幹線水路管理道路はCRBDAの各管理事務所が、支線水路管理道路は管理事務所の指導のもとで農民組合が、水路の維持・管理の一貫として維持・管理を行う。計画対象地域内の農道は、D.I.カーン公共事業局、地方開発局が維持・管理を行い、CRBDA本部内の社会・経済開

発部はこれに協力する。主要国道については、幹線国道局及び公共事業局がすべてを管理する。

生活用水供給については、D.I.カーン公共衛生局の計画、事業推進を基本とし、計画対象地域内における生活用水供給整備の不足、遅れについて、CRBDA本部内の社会・経済開発部が公社予算の範囲で担当する。

7.4 事業のモニタリング・評価

事業のモニタリング・評価は、施工完了後の実際の管理がどのように進められるかについて理解し、そこで生じる種々の問題の処理能力の向上を目的としている。

チャシュマ右岸揚水灌漑事業の第1期工事のモニタリング・評価計画では、次に挙げる項目で事業の影響評価を行う。

- 1) 新しい制度および農業組織の活動について
- 2) 農業生産物および農家の収入について、そして、これらをどのように分配するか（配水組織間、所有農地面積、男女間）
- 3) 事業実施によって生じる利益、あるいは損害
- 4) 新しい社会経済構造を作るにあたっての達成目標
- 5) 水利費の徴収
- 6) 作物需要型農業の定着
- 7) 砂地の表面灌漑の調整
- 8) 地下水の深さ、排水処理、水質、土壌の塩害による直接的な影響の評価
- 9) 環境変化の評価

1)、2)、3)、4)、5) のような社会経済的な影響は、NWFPの計画・環境・開発局（PE & D）がCRBDAおよびコンサルタントの協力を得て作成した、制度調査・社会経済調査・環境調査の基準に従って調査・評価を行うこととし、6)、7)、8)のようにデータ収集を継続して行う調査はCRBDAの職員が行うこととする。こうして得られた調査結果の分析・評価は、CRBDA事務所で定期的に行われる。また、8)、9)のような環境への評価は、本文 5.8 で述べられている環境管理計画の基準に従ってモニタリングが行われる。

事業の及ぼす影響のモニタリング・評価は次のように行われる。

事業のモニタリングおよび評価概要

影響	関連組織	管理計画の見直し	特記事項
1) 制度面	PE&D	10年ごと	
2) 農業生産物、農業収入	PE&D	10年ごと	
3) 利益、損害	PE&D	10年ごと	
4) 社会経済	PE&D	10年ごと	
5) 水利費の徴収	PE&D	5年ごと	
6) 作物需要型灌漑	CRBDA	5年ごと	継続的調査
7) 砂地灌漑	CRBDA	最初の5年間は毎年	
8) 物理的影響	CRBDA	4半期ごと	
	EPA	1年ごと	
9) 環境変化	EPA	1年ごと	
10) 全体評価	PE&D	10年ごと	CRBDAと協力

第8章 事業評価

8.1 経済評価

8.1.1 評価の前提条件

経済評価は、パキスタン国のガイドラインにしたがい、以下の様な前提条件に基づいて行った。

- (1) 本事業の経済耐用年数は50年間とした。
- (2) 対象品目及び事業費は、1994年3月時点の現地価パキスタンルピー (Rs.) で表示する。
- (3) 1993年7月から1994年3月までの平均為替レート (US\$1.0 = Rs. 30.0 = ¥107.1) を適用した。
- (4) 内貨費用 (輸送費、搬入出費、加工費、等) の経済価格は、市場価格に標準変換係数 (SCF) 0.9を乗じて算定した。
- (5) 経済価格・費用の算定は、租税、補助金、利子等の移転費用を除いて算定した。
- (6) 貿易財である肥料、農産物 (小麦、トウモロコシ、サトウキビ、綿花、綿実、ヒマワリ) は、世界銀行の2005年予測価格 (1994年価格) に基づき算定した。その他非貿易財は、財務価格を経済価格とした。
- (7) 未熟練労働者の経済価格賃金は、労働変換係数0.88を財務価格に乗じて算定した。
- (8) 経済価格事業費は、各項目を内外貨区分し、内貨分の移転費用、未熟練労働部分を考慮した項目別の建設変換係数を求め、財務価格にそれらに乗じて求めた。維持管理費用、更新費用についても同様の方法で算定した。

8.1.2 経済便益

計画地区の未開発な社会・経済基盤、劣悪な居住環境に対する本事業の広範囲な開発効果に鑑み、直接便益として作物生産便益とともに以下の6項目の経済便益を算定した。

- (1) 作物生産便益
- (2) 輸送費節減便益
- (3) 洪水灌漑の河川水利権の上流域への転用による開発便益
- (4) 灌漑用水利用に伴う生活用水の水源開発便益
- (5) 農村定住性の改善による夏期の移住費節減便益
- (6) 生活環境改善便益

(1) 作物生産便益

作物生産便益は、計画地区内の非灌漑農地、洪水灌漑農地、未耕地の灌漑化、耕種法の改善と生産性の向上によってもたらされる。計画地区の作物純生産額は、「事業を実施する場合 (W)」と「事業を実施しない場合 (WO)」の純生産額の差 (生産純増額) とし、現況および計画作付体系、作付率、単位面積当たり作物生産額に基づき、以下の通り算定される。(表8.1.1参照)

項目	作付面積 (ha)	作物純生産額		
		総額 (千t [°] -)	作付面積当たり (t [°] -/ha)	計画面積当たり (t [°] -/ha)
1. 事業を実施しない場合 (WO)	20,470	86,540	4,228	749
2. 事業を実施する場合 (W)	170,500	2,592,619	15,206	22,428
3. (W)-(WO)	150,030	2,506,080	10,978	21,679

作物生産便益は、建設実施後徐々に増大し、7年目に目標水準に達するものと仮定した。

(2) その他の経済便益

輸送費節減便益は、計画地区と農村道の開発が進んでいる重力式灌漑地区において、農産物、農業資材、生活消費物資等の輸送手段とその費用を比較し、輸送節減費用を求め、計画地区内で将来生産される農産物、必要となる投入資材等について推算した。

計画対象地域内には、河川水を利用した洪水灌漑地区が27,100haあり、その内10,700haで通常年に栽培が行われている。洪水灌漑には厳格な水利規定があり、上流域が一度灌漑された後は、河川の堰を切り下流域へ河川水を流す取り決めとなっており、さらに同一水路受益地区内においても、同様の規定が実行されている。したがって、本事業の実施に伴い河川水利権は上流域に転用されることとなる。これに伴う便益として、計画地区内の洪水灌漑地区の作物純生産額の約60%を算定した。

計画地区の上水供給施設は開発途上にあり、90m以下の浅井戸の場合、塩分濃度が高く水質に問題があり、純受益人口は約25%に限られていると想定される。上水供給施設が不備な重力式灌漑地区では、灌漑用水の生活用水としての利用が一般化しており、計画地区において事業が実施された場合、同様の効果が期待できる。したがって、灌漑用水の利用による生活用水の水源開発効果として、開発が必要とされる深井戸の建設費、維持管理費等の代替開発費用を算定し、便益とした。

計画地区で実施した農家調査結果に基づくと、約18%の農家世帯が高温、乾燥期である3月～6月を中心に、水不足と飼料不足のため、他地域への移住を余儀なくされている。移住に伴う追加経費（移住費用、家畜用飼料の差額分）は、事業実施によって出費が不要となり、これを便益として算定した。

計画地区の事業実施に伴う生活環境改善効果として、計画地区、重力式灌漑地区の内、先進開発地区（ステージⅠ地区）、新開発地区（ステージⅡ地区）において、生活環境指標（上水供給、道路、医療、教育、通信の5項目に対する住民評価/5段階）と宅地の現況地価について調査した結果、生活環境指標と宅地地価に有意な相関が見られた。これをもとに、重力灌漑地区の新開発地区と本計画地区の平均環境指標に対する宅地地価の差額を、生活環境改善効果として算定した。上記5項目の経済便益は以下のとおりまとめられる。

		(千ルピー)															
項目	内容	経済便益															
輸送費節減便益	輸送距離 : 6km トン当り節減費用: 92ルピー/6km (経済費用: 82.8ルピー/6km) 農産物: 2,303千トン, 生産用品: 14千トン, 農業投入材: 143千トン	224,154															
河川水利権転用便益	作付面積 : 10,700ha 作物生産額: 43,729,000ルピー-	26,237															
生活用水の水源開発便益	井戸を新設する場合に必要な深井戸数 (66ヶ所) 開発経費 39,600 年間維持管理費 2,640 年間利用料金 5,264 計 (千ルピー/財務) 47,504	42,754															
夏期移住経費節減便益	地区内の移住世帯割合: 18% 移住経費 生活費 5,213 農業経費 5,789 計 (千ルピー/財務) 11,002	9,902															
生活環境改善便益		44,000															
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>地区</th> <th>生産環境指標 (平均)</th> <th>宅地地価* (千ルピー/ha)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計画地区</td> <td style="text-align: center;">6.3</td> <td style="text-align: center;">371</td> </tr> <tr> <td>重力灌漑地区</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td> ステージⅡ地区</td> <td style="text-align: center;">6.6</td> <td style="text-align: center;">382</td> </tr> <tr> <td> ステージⅠ地区</td> <td style="text-align: center;">14.2</td> <td style="text-align: center;">1,932</td> </tr> </tbody> </table>	地区	生産環境指標 (平均)	宅地地価* (千ルピー/ha)	計画地区	6.3	371	重力灌漑地区			ステージⅡ地区	6.6	382	ステージⅠ地区	14.2	1,932	
地区	生産環境指標 (平均)	宅地地価* (千ルピー/ha)															
計画地区	6.3	371															
重力灌漑地区																	
ステージⅡ地区	6.6	382															
ステージⅠ地区	14.2	1,932															
		*相関式に基づく															

8.1.3 経済事業費、年間維持管理費、更新費

事業費、年間維持管理費、更新費からなる経済費用は、財務費用に経済評価の前提条件に基づき、項目別に求めた建設変換率を乗じて、以下のとおり算定した（表8.1.2参照）。

項目	財務費用 (千円 ⁻)	経済費用 (千円 ⁻)
I. 事業費	12,751,706	11,727,250
(1) 建設費	10,120,402	9,292,282
(2) エンジニアリング・一般管理費	1,619,264	1,498,831
(3) 予備費	1,012,040	936,137
II. 年間維持管理費	317,080	266,664
III. 更新費用		
(1) ポンプ	1,080,000	1,042,200
(2) ゲート類	105,500	91,363
(3) その他	4,655	4,474

8.1.4 経済評価

本事業の経済評価は、経済内部収益率（EIRR）、割引率10%で求めた便益・費用差（NPV）、便益費用比率（B/C）について、以下のとおり算定された（表8.1.3参照）。

項目	作物生産	輸送費節減 +(A)	水利権移転 +(B)	生活用水源 +(C)	移住経費節減 +(D)	全ての便益 (生活環境改善含む)
	=(A)	=(B)	=(C)	=(D)		
1. EIRR	13.6	14.7	14.8	15.0	15.1	15.3
2. NPV (百万円 ⁻)						
便益	12,505	13,624	13,755	13,969	14,018	14,238
費用	9,066	9,066	9,066	9,066	9,066	9,066
3. B/C	1.38	1.50	1.52	1.54	1.55	1.57

将来の経済条件の変化に対する、本事業の感度分析を以下の通り行った。

項目	作物生産	輸送費節減	水利権移転	生活用水源	移住経費節減	全ての便益 (生活環境改善含む)
	=(A)	+(A) =(B)	+(B) =(C)	+(C) =(D)	+(D)	
1. 建設費の20%増加	11.8	12.7	12.8	13.0	13.1	13.2
2. 便益の20%減少	11.0	12.0	12.1	12.3	12.3	12.5
3. 便益発生の2年遅れ	11.2	12.0	12.0	12.2	12.2	12.4
4. ケース1と2	9.5	10.3	10.4	10.6	10.6	10.8
5. ケース1と3	9.8	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9
6. ケース2と3	9.2	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3
7. ケース1,2,3	7.9	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0

8.2 財務評価

本事業の財務評価は、事業を実施する場合としない場合の農家経営収支分析を基に、事業実施後の農家純余剰額と水利費、施設更新費との比較を通じて行った。農家経営収支分析は、輪作栽培の3体系について、小規模（2.3ha）、中規模（4.7ha）、大規模（18.9ha）の経営規模別に行った。

水利費は基幹施設、末端施設を含む年間維持管理費を補填する様、消費用水量に応じて各作物別に算定した。施設更新費は、ポンプ機器を除くゲート、その他機材費用を25年償還（利率10%）で算定した。事業を実施する場合における各作付体系の年間平均農家純余剰額、水利費と更新費の支払余力は以下のとおり求められた。

(単位：円)

項目	小規模 (2.31ha)	中規模 (4.70ha)	大規模 (18.89ha)	平均 (12.94ha)
1. 輪作体系Ⅰ (トウモロコシ - 飼料 - 小麦 - トウモロコシ - 小麦 - 綿)				
a) 農家純余剰額	15,680	39,550	208,040	138,390
b) 水利費	4,750	9,670	38,870	26,620
c) 更新費	1,370	2,780	11,170	7,650
(b+c)の(a)に対する割合(%)	(39%)	(31%)	(24%)	(25%)
2. 輪作体系Ⅱ (小麦 - トウモロコシ - 油料作物 - トウモロコシ - 小麦 - トウモロ)				
a) 農家純余剰額	24,580	57,650	280,810	188,240
b) 水利費	5,250	10,670	42,890	29,380
c) 更新費	1,510	3,070	12,320	8,440
(b+c)の(a)に対する割合(%)	(28%)	(24%)	(20%)	(20%)
3. 輪作体系Ⅲ (飼料 - サトウキビ - サトウキビ - トウモロコシ)				
a) 農家純余剰額	11,600	31,230	174,620	115,500
b) 水利費	8,040	16,360	65,740	45,030
c) 更新費	2,310	4,700	18,890	12,940
(b+c)の(a)に対する割合(%)	(89%)	(67%)	(48%)	(50%)

* 農家規模は、農家調査結果に基づく

上記結果から各経営規模における作物輪作体系、水利費、更新費に関して以下の事項が明らかとなった。

- (1) 小規模農家に対しては、輪作体系Ⅱが最も経済的であり、水利費、更新費の支払額は、農家純余剰額の3割に留まる。
- (2) 中規模農家には、輪作体系Ⅱとともに、Ⅰが経済的であり、水利費、更新費の支払額は、農家純余剰額の3割内外に留まる。
- (3) サトウキビを中心とした輪作体系Ⅲは、大規模農家においても経済的とは言えない(水利費、更新費の支払額は余剰額の約5割となる)。これはサトウキビ栽培消費用水量に対する収益性が低いためである。計画地区内におけるサトウキビ栽培は、大規模企業経営による生産費の削減を通じて、初めて実施可能と言える。
- (4) 農家レベルにおいて作付を選定する場合は、圃場用水路、支線水路の受益地区単位、各農民間の灌漑用水配分の公平化とともに、上記分析結果に従い、農家経営規模に応じた輪作体系

の選定を行う必要がある。

8.3 社会経済波及効果

(1) 雇用機会の創出

本件事業の実施に伴い、社会経済活動の各方面で雇用機会の創出が期待できる。本事業による作物生産面積の拡大、生産性の向上により、年間737万人・日（年間300日就労として24,600人）の農業労働力の追加投入が行われる。本事業の建設工事により、建設期間7年間に総計860万人・日（年間123万人・日）の雇用が発生する。さらに農産物の増産により、域内の農産加工業、流通業が振興され、これによる雇用増大が期待される。

(2) 地域交通の改善

本事業の直接便益として、計画地区内の輸送費節減便益を算定したが、計画地区外（灌漑受益地区西部の非灌漑地区、洪水灌漑地区）に対しても、D. I. カーン市や他県の市場へのアクセスの改善、さらに計画地区外において、本事業の幹線水路沿いの道路に結合する農村道整備促進効果が期待できる。

(3) 所得格差の緩和

計画対象地域内には、農家規模に応じた所得格差がみられる。これらの所得格差是正の方策の一つとして、本件計画では、作物水需要主導型灌漑を導入し、各農民が自身の経営的判断で連作体系を自由に選択できるよう提案している。農家規模によって差別を受けない農民組合の合理的な水管理のもとで、各農民は営農上の創意工夫によって農家規模に応じた所得の向上が期待でき、全体として所得格差の是正がすすむものと考えられる。

(4) 農地地価、宅地地価の上昇

事業実施に伴い、農地地価、宅地地価の急激な上昇が予想される。地価上昇は、大規模農家に対しては、農地の担保価値を高め、農業融資に対する負債能力を向上するが、小規模農家には、農地取得の困難化等の負の効果を与える。したがって、小規模零細農、小作農による農地取得を促す農地改革方策（特に不在地主を対象とする）、小作関係の改善（定額小作関係の定着）、農外周年雇用の創設等、救済措置が必要である。また、二次水路受益地区単位に組織する農民組合は、小作農、小規模零細農の組合員としての地位、権利を保証し、組合運営に当たっては、彼ら

を除外することのないよう、特別の支援方策が必要である。

8.4 水利費設定に関する検討

「8.2 財務評価」では、維持・管理費及び施設更新費のすべてを水利費として受益者で賄う場合を想定して検討している。それらの負担分を差し引いた平均残余農家純余剰額は、現況の2千㍊-から、60～150千㍊-に増大し、農家経済状況は飛躍的に向上することが明らかとなった。

しかし、負担額そのものはかなり高額で、農産物価格の変動も考慮すれば、農家規模によってはかなり農家経営を圧迫することが考えられる。水利費の設定にあたっては、この点に配慮して、政府からの補助、優遇措置を検討する必要がある。

下表は、いくつかの補助の形態を想定して、その場合の水利費額を検討したものである。

- 原案 : 「8.2 財務評価」で分析しているように、維持・管理費及び施設更新費のすべてを水利費として受益者で賄う場合
- ケース1 : 維持管理費の中で、農民自身の維持管理作業分を除外したもの
- ケース2 : ケース1から、さらに施設更新費を除外したもの
- ケース3 : ケース2から、さらに事務所人件費を除外したもの
- ケース4 : ケース3から、さらにポンプ運転経費を半額にしたもの

(単位：㍊-)

項目	原案	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
(輪作体系I)					
農家純余剰額	138,390	138,390	138,390	138,390	138,390
維持管理費	26,620	24,630	24,630	19,660	11,770
更新費	7,650	7,650	0	0	0
負担費率	24.8%	23.3%	17.8%	14.2%	8.5%
(輪作体系II)					
農家純余剰額	188,240	188,240	188,240	188,240	188,240
維持管理費	29,380	27,180	29,380	21,700	9,590
更新費	8,440	8,440	0	0	0
負担費率	20.1%	18.9%	15.6%	11.5%	5.1%
(輪作体系III)					
農家純余剰額	115,500	115,500	115,500	115,500	115,500
維持管理費	45,030	41,660	45,030	33,260	19,910
更新費	12,940	12,940	0	0	0
負担費率	50.2%	47.3%	39.0%	28.8%	17.2%
水利費額 (ℓ ² -/1,000m ³)	594.9	560.3	427.5	341.3	204.3

注：上記の数値は、平均農家規模のもの

上記の検討の結果、仮に施設更新費、事務所経費が補助されれば、水利費額は全額を負担する場合に比べて、57%となる。また、さらに電気料金を半額（現況一般料金の1.45ℓ²-/kwhから0.72ℓ²-/kwhに変更）に設定すれば、水利費額は34%となる。

最終的な水利費額は、これらの検討結果を参考に、国及び州政府の財政事情を考慮して設定されるべきである。

第9章 勧告

9.1 事業実施にかかわる勧告

チャシュマ右岸揚水灌漑計画事業の実施については、特別な技術的な問題点はなく、経済的にも15.3%の高い内部経済収益率（EIRR）を示し、顕著な社会的便益も期待できることから、その事業実施が妥当と判断される。したがって、本件計画事業が早期に実施に移されることを勧告する。本件計画の事業効果を要約すれば、以下のとおりである。

- － 本件事業の実施によって、約20万トンの小麦、約115万トンの飼料作物、約4万トンの油料作物、約4万トンの豆類などが新たに増産される。これによって、北西辺境州の食糧受給バランスは大きく改善される。また、国家的にみてもその増産効果は大きい。
- － 本件事業によって新たに灌漑される面積は、115,600ha（現在の北西辺境州内既存灌漑面積の約15%に相当）と広大であり、対象地域の振興、労働力の吸収に大きく寄与する。
- － 本件事業の実施に伴い、建設工事期間にわたって、年間123万人・日の新規雇用が発生する。この雇用の創設は、地域の活性化推進に大きく寄与する。
- － 本件事業の実施によって、生産基盤の整備とともに、地域交通の改善、生活用水供給の改善、農民組織の整備に伴う農民社会関係の向上など、様々な社会的効果が期待できる。
- － 本件事業の実施により、半乾燥の未灌漑地域は、安定した農耕地に変貌する。植生も大きく改善されるとともに、新たな水環境も創設され、地域の自然環境は著しく好ましいものとなる。

9.2 実施準備にかかわる勧告

1) チャシュマ右岸開発公社の設立

本件事業の実施、及び維持・管理の実施組織として、新しくチャシュマ右岸開発公社の設立を勧告する。本報告書の設立提案にそって、早期に法的措置を含む設立準備に着手することが望まれる。

2) 農民組織の設立準備

公社の設立作業と並行して、農民組合の設立準備開始を勧告する。対象農民に組合設立の啓蒙活動を開始するとともに、既存のチャシユマ重力灌漑地区の一支線地区を選定して、農民の組織化と農民組合による維持・管理をすすめる。これらの農民組合形成の研究を通じて、効果的な野民組合設立指導方法を確立し、本件事業への活用を提案する（本件調査では、これをDDPプログラム[ANNEX F, Attachment F4参照]として提案している）。

3) 事業実施予算の確保

事業実施に先立ち、事業予算の確保が必要である。各事業フェーズごとに、円滑な融資手続きの実行、及び必要な内価の準備が望まれる。

4) 電源供給源の確保

ポンプ運転に必要な、安定した電源の確保を勧告する。計画対象地域周辺で現在進行中の発電事業より、優先的に本件事業に配電されるよう、必要な調整・手続きが強く望まれる。

5) 他事業との調整

北西辺境州政府は、現在、本件計画対象地域において洪水防御と洪水灌漑の促進を目的とした「D.I. カーン県ロード・コヒ開発計画」の実施をすすめている。本件事業の実施により、計画対象地域内の洪水灌漑システムは消滅するので、同開発計画は大きな見直しが必要となる。

9.3 実施設計、工事実施にかかわる勧告

1) 計画対象地域内の地形図の作成

実施設計の開始に先立ち、計画対象地域全体にわたる縮尺1/5,000の地形図作成が必要である。

2) 用地図、資料の整備

計画対象地域内の全ての土地所有関係資料を整理、統合し、円滑な用地交渉、圃場整備実施に備える。

3) 用地買収、補償の実施

実施設計作業と並行して、速やかな用地取得を実施する。計画対象地域内は、事業実施後、相

当な地価上昇が予想される。これらの地価高騰、用地交渉の難化に対処するために、早期における用地取得が望まれる。

4) インダス川取水規定の確立

インダス川取水は、インダス川利水委員会（Indus River System Authority）によって審査、決定される。インダス川取水に関する協議を速やかに開始するとともに、実際の取水工操作を担当することになる水利電力開発公団（WAPDA）と、その運営方法について調整する。

5) 電源供給工事の実施

工事開始に先立ち、パキスタン側による、ポンプ場付属変電所予定地区までの送電工事の早期実施が望まれる。

9.4 工事完了後の事業効果発生促進にかかわる勧告

1) 事業のモニタリング・評価の実施

事業実施後、所定の時期に本報告書で提案している本件事業のモニタリング・評価を実施することを勧告する。これらの評価結果に基づいて、維持・管理体制、方法を改善していくシステム作りも重要である。

2) 塩害等モニタリング・システムの整備

計画された調査井ネット・ワークによる地下水位観測を継続実施し、異常な水位上昇が認められた場合には、必要に応じた対策（応急排水工事の実施、暗渠排水工事の施工等）が取れるような組織整備が必要である。

3) 作物水需要主導型灌漑の導入状況の調査

本件計画で導入が計画されている作物水需要主導型灌漑の実施状況について、施設面及び組織運営面から定期的に評価調査を実施することを提案する。同評価調査を通じて、明らかとなった問題はその対策を検討し、その後の灌漑運営に反映させる。また、それらの成果は、他のプロジェクトに普及するよう、広報につとめることが望まれる。

4) 連作体系の選定

各支線地区内の作物の選定にあたっては、農家経営規模も配慮した輪作体系を念頭におきつつ、行うことを勧告する。

5) 維持・管理費用等に対する優遇措置

維持・管理費用及び施設更新費をすべて受益者で賄うとすれば、選択する輪作体系によってはかなりの農民負担となる。施設更新費用、事務所人件費用に対する政府補助、及び現在よりも安い電気料金の設定などの優遇措置が望まれる。

付表

表 3.3.1 調査対象地域の現況作物作付面積、作付率、収量、生産量

Crops	地下水灌漑地区			78,600 ha			無灌漑地区			全調査地域		
	Sown Area (ha)	Unit Yield (t/ha)	Production (tons)	Sown Area (ha)	Unit Yield (t/ha)	Production (tons)	Sown Area (ha)	Unit Yield (t/ha)	Production (tons)	Sown Area (ha)	Unit Yield (t/ha)	Production (tons)
A. 夏作物												
Sorghum (Jowar)	10	0.79	8	1,310	0.74	969	1,210	0.70	847	2,530	0.72	1,824
Millet (Bajra)	5	0.78	4	1,010	0.77	778	1,455	0.75	1,091	2,470	0.76	1,873
Maize	10	0.63	6				10	0.63	6			6
Pulses (Mung beans)	5	0.52	3				5	0.52	3			3
Sugarcane	30	35.55	1,067				30	35.55	1,067			1,067
Cotton	45	1.54	69	15	1.00	15				60	1.41	84
Fodder	10	11.86	119				10	11.86	119			119
Guara	10	1.90	19	75	1.63	122	145	1.50	218	230	1.56	359
Vegetables, Fruits, others	5	2.40	12	20	3.00	60				25	2.88	72
Total Sown Area	130			2,430			2,810			5,370		
	0.1%			2.3%			2.6%			5.0%		
B. 冬作物												
Wheat	600	2.02	1,212	4,660	0.97	4,520	3,280	0.95	3,116	8,540	1.04	8,848
Barley	10	0.90	9	240	0.76	182	150	0.75	113	400	0.76	304
Pulses (Gram)	160	0.64	102	1,970	0.60	1,182	2,290	0.60	1,374	4,420	0.60	2,658
Oilseeds / Lentil	10	0.54	5	1,380	0.53	731	1,190	0.50	595	2,580	0.52	1,332
Fodder	60	13.30	798				60	13.30	798			798
Vegetables, Fruits, others	10	4.20	42	20	4.20	84				30	4.20	126
Total Sown Area	850	(880)*		8,270			6,910			16,030	(16,040)*	
	0.8%	0.8%		7.8%			6.5%			15.1%		
Annual Sown Area	980	(1,010)*	0.9%	10,700	10.0%		9,720	9.1%		21,400	(21,410)*	20.1%

Source : Revenue Office D. I. Khan, August 1993.

Note : *); including 30 ha of sugarcane area

表 3.8.1 事業調整委員会設立の根拠と目的

Name of Committee	Basis of Establishment	Aims/Objectives	Frequency of Meeting
<p>1. Project Supervision and Coordination Committee (PSCC) Chaired by Secretary, Ministry of Water and Power. (Comprise ranking executives of Ministry of Food, Agriculture and Cooperatives, NWFP, WAPDA and other concern agencies)</p>	<p>Agreed upon in the memorandum of understanding, signed by: 1. Authorized Representatives of Asian development Bank 2. Authorized Representatives of WAPDA 3. Authorized Representatives of Govt. of NWFP</p>	<p>1. To ensure the provision of all necessary inputs for the project and project related activities 2. To take up problems that have not been solved by the Project Coordination Committee</p>	<p>Meet as required but not less frequently than quarterly</p>
<p>2. Project Coordination Committee (PCC) Chaired by Additional Chief Secretary NWFP, (Members, ranking executives of concerned Provincial Agencies, Project Director CRBIP, Commissioner D.I.Khan)</p>	<p>-do-</p>	<p>1. To ensure that the activities of various provincial agencies related to Agriculture development are properly coordinated 2. That these activities are carried out complementary to the implementation of the Drainage component 3. To take up problems not solved by PMC</p>	<p>-do-</p>
<p>3. Project Management Committee (PMC) Chaired by Commissioner D.I.Khan Members: 1. Chairman District Council D.I.Khan 2. Deputy Commissioner D.I.Khan 3. Executive Engineer Irrigation D.I.Khan 4. Project Director On Farm Water Management, D.I.Khan 5. Director Agriculture(Extension) D.I.Khan 6. Director Agriculture Research D.I.Khan 7. Deputy Registrar Cooperative Societies D.I.Khan 8. Regional Manager Agriculture Development Bank of Pakistan</p>	<p>PC. I of the project decision of PCC meeting held on 7/4/1985 in civil secretariat Peshawar</p>	<p>1. To coordinate the implementation of the project component 2. To monitor the progress of physical works as well as expenditure related to these works 3. To report the progress of implementation of various project component and expenditure, on them to see, PCC, CRBC, NWFP, P&D Department on quarterly basis or earlier if directed by PCC, NWFP on the existing progress report forms or on such forms as may be devised later on to meet requirement of ADB 4. To help PCC, NWFP in monitoring and evaluation of the project when ever required. 5. Any other function assigned by PCC, NWFP</p>	<p>-do-</p>
<p>4. District Project Coordination Committee (DPCC) Chaired by Deputy Commissioner, D.I.Khan Members: 1. Project Director On Farm Water Management D.I.Khan 2. Executive Engineer Irrigation D.I.Khan 3. Deputy Director Agriculture(Extension) D.I.Khan 4. Director Agriculture Research D.I.Khan 5. Agriculture Engineer D.I.khan 6. Deputy Registrar Cooperative Societies D.I.Khan 7. Manager Agriculture Development Bank of Pakistan</p>	<p>Agreed upon in the memorandum of understanding, signed by; 1. Authorized Representative ADB 2. Authorized Representative WAPDA 3. Authorized Representative Govt. of NWFP</p>	<p>1. To coordinate project related activities with in the project area 2. To identify and eliminate problems relating to Paharpur project implementations 3. To report progress to the project steering committee at Federal level and in the event a problem exists which cannot be resolved by the project coordination committee the same shall be submitted to the project steering committee for final decision</p>	<p>-do-</p>

表 5.2.1 各作物の単位面積当りの収益性

Items	Gross Return		Production Cost (Rs.)	Net Return (Rs.)	Score	Labor Requirement		Water Requirement		Score
	(Rs.)	(Rs.)				Amount (man-day)	Profit (Rs./man-day)	Amount (m ³)	Profit (Rs./m ³)	
夏作物										
Maize	15,120	5,920	9,200	III	40	230.0	III	6,700	1.37	III
Paddy	11,340	7,840	3,500	IV	60	58.3	V	14,300	0.24	V
Pulses (Mung Bean)	19,150	5,900	13,250	II	40	331.3	II	7,100	1.87	III
Cotton	19,850	7,350	12,500	II	55	227.3	III	11,000	1.14	III
Fodder (Millet)	9,000	3,250	5,750	III	30	191.7	IV	5,500	1.05	III
Vegetables (Eggplant)	31,700	10,480	21,220	I	70	303.1	II	6,900	3.08	I
冬作物										
Wheat	16,200	7,650	8,550	III	40	213.8	III	7,400	1.16	III
Pulses (Gram)	20,040	6,030	14,010	II	40	350.3	II	5,800	2.42	II
Oilseeds (Rape/ Mustard)	19,000	5,770	13,230	II	50	264.6	III	5,300	2.50	II
Fodder (Berseem)	13,750	5,110	8,640	III	40	216.0	III	5,200	1.66	III
Sugarcane	24,500	11,800	12,700	III	80	158.8	IV	21,200	0.60	IV
Fruits (Mango)	21,580	5,140	16,440	II	135	121.8	III	18,100	0.91	III
Vegetables (Cauliflower)	50,400	12,250	38,150	I	85	448.8	I	4,700	8.12	I
春作物										
Maize (seed)	16,200	5,920	10,280	II	40	257.0	III	7,400	1.39	III
Oilseeds (Sunflower)	17,500	4,870	12,630	II	40	315.8	II	6,000	2.11	II

Note : C.I. ; Cropping Intensity

表 5.2.2 事業実施後における作物生産量の増減

Crops	事業を実施しない場合 101,800 ha			事業を実施した場合 115,600 ha			増減		13,800 ha
	Sown Area (ha)	Unit Yield (t/ha)	Production (tons)	Sown Area (ha)	Unit Yield (t/ha)	Production (tons)	Sown Area (ha)	Unit Yield (t/ha)	Production (tons)
A. 夏作物									
Sorghum	2,440	0.72	1,760				-2,440		-1,760
Millet	2,390	0.76	1,810				-2,390		-1,810
Maize	20	0.63	15	23,100	3.5	80,850	23,080	2.87	80,835
Pulses	10	0.52	5	5,800	2.0	11,600	5,790	1.48	11,595
Cotton	60	1.36	80	11,500	2.0	23,000	11,440	0.64	22,920
Fodder	10	11.86	120	11,500	45.0	517,500	11,490	33.14	517,380
Guara	210	1.56	330				-210		-330
Vegetables, others	30	2.80	85	3,000	10.0	30,000	2,970	7.20	29,915
Total Sown Area	5,170			54,900			49,730		
	** (5,200)	5%		** (69,400)	60%		** (64,200)	55%	
B. 冬作物									
Wheat / Barely	8,500	1.04	8,870	52,000	4.0	208,000	43,500	2.96	199,130
Pulses	4,280	0.60	2,575	11,500	2.5	28,750	7,220	1.90	26,175
Oilseeds	2,400	0.52	1,240	11,500	2.5	28,750	9,100	1.98	27,510
Fodder	60	13.30	800	11,500	55.0	632,500	11,440	41.70	631,700
Sugarcane	30	35.55	1,070	11,500	55.0 *	632,500	11,470	19.45	631,430
Fruits	15	3.00	50	3,000	10.0	30,000	2,985	7.00	29,950
Vegetables, others	15	5.50	80	3,000	15.0	45,000	2,985	9.50	44,920
Total Sown Area	15,300			104,000			88,700		
		15%			90%			75%	
C. 春作物									
Maize				5,800	3.5	20,300	5,800	3.50	20,300
Oilseeds				5,800	2.5	14,500	5,800	2.50	14,500
Total Sown Area				11,600			11,600		
					10%			10%	
年作付面積 ／作付率	20,470 *(20,500)	20%		170,500 **(185,000)	160%		150,030 **(164,500)	140%	

Note : (*) ; including 30 ha of sugarcane area, (**) ; including 11,500 ha of sugarcane area and 3,000ha of fruits area
Target unit yield of sugarcane is average of 2 years included ratoon.
(%) ; Cropping Intensity

表5.3.1 作物用水量 (1/4)

Crop No. 1 (Cotton 10%)

Month 10 Days	(Unit: mm/day)																									
	May			Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.			Dec.				
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
						0.35	0.37	0.44	0.59	0.78	0.94	1.08	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.10	1.05	0.94	0.83	0.72			
					0.35	0.37	0.44	0.59	0.78	0.94	1.08	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.10	1.05	0.94	0.83	0.72			
			0.35	0.37	0.44	0.59	0.78	0.94	1.08	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.10	1.05	0.94	0.83	0.72				
	0.35	0.37	0.44	0.59	0.78	0.94	1.08	1.11	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.12	1.10	1.05	0.94	0.83	0.72						
	0.35	0.36	0.39	0.44	0.51	0.58	0.70	0.82	0.94	1.03	1.08	1.11	1.12	1.11	1.08	1.03	0.96	0.93	0.89	0.83	0.78	0.72				
Area %	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.67	0.50	0.33	0.17				
ET (mm)	6.75	6.75	7.10	7.10	7.10	6.50	6.50	6.50	5.83	5.83	5.83	4.89	4.89	4.89	3.66	3.66	3.66	2.48	2.48	2.48	2.48	1.57	1.57			
Req. (1)	0.39	0.81	1.37	2.07	2.99	3.76	4.55	5.35	5.46	5.98	6.31	5.44	5.45	5.40	3.93	3.76	3.51	1.91	1.46	1.03	0.41	0.19				
Soaking	0.83	0.83	0.76	0.83	0.83	0.83																				
Eff. rain	0.57	0.63	0.42	0.26	0.55	0.51	1.37	1.47	1.74	1.80	1.25	1.26	0.81	0.50	0.25	0.05	0.21	0.27	0.05	0.12	0.05	0.18	0.24			
Req. (2)	0.03	0.06	0.11	0.19	0.24	0.33	0.24	0.31	0.36	0.37	0.47	0.50	0.46	0.50	0.52	0.39	0.35	0.32	0.19	0.13	0.10	0.02	0.00			

632mm

Crop No. 2 (Pulses 5%)

Month 10 Days	(Unit: mm/day)																
	Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.	
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
						0.35	0.37	0.48	0.66	0.87	1.05	1.09	1.10	1.10	1.10	1.06	0.85
					0.35	0.37	0.48	0.66	0.87	1.05	1.09	1.10	1.10	1.10	1.06	0.85	
			0.35	0.37	0.48	0.66	0.87	1.05	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10	1.06	0.85		
	0.35	0.37	0.48	0.66	0.87	1.05	1.09	1.10	1.10	1.10	1.06	0.85					
	0.35	0.36	0.40	0.47	0.55	0.63	0.75	0.88	0.98	1.05	1.08	1.05	1.04	1.03	1.00	0.96	0.85
Area %	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.67	0.50	0.33
ET (mm)	7.10	7.10	6.50	6.50	6.50	5.83	5.83	5.83	4.89	4.89	4.89	3.66	3.66	3.66	2.48	2.48	2.48
Req. (1)	0.41	0.85	1.30	2.01	2.96	3.67	4.39	5.10	4.78	5.14	5.30	3.84	3.18	2.51	1.24	0.79	0.35
Soaking	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.76											
Eff. rain	0.26	0.55	0.51	1.37	1.47	1.74	1.80	1.25	1.26	0.81	0.50	0.25	0.05	0.21	0.27	0.05	0.12
Req. (2)	0.03	0.03	0.06	0.04	0.07	0.10	0.09	0.16	0.19	0.20	0.23	0.25	0.19	0.15	0.11	0.06	0.03

205mm

Crop No. 3 (Maize 20%)

Month 10 Days	(Unit: mm/day)															
	Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.
	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
						0.35	0.37	0.52	0.74	0.95	1.07	1.10	1.10	1.10	1.08	0.85
					0.35	0.37	0.52	0.74	0.95	1.07	1.10	1.10	1.10	1.08	0.85	
			0.35	0.37	0.52	0.74	0.95	1.07	1.10	1.10	1.10	1.10	1.08	0.85		
	0.35	0.37	0.52	0.74	0.95	1.07	1.10	1.10	1.10	1.08	0.85					
	0.35	0.36	0.41	0.50	0.59	0.67	0.79	0.91	1.01	1.07	1.05	1.05	1.03	1.01	0.97	0.85
Area %	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.67	0.50	0.33	0.17
ET (mm)	7.10	7.10	6.50	6.50	6.50	5.83	5.83	5.83	4.89	4.89	4.89	3.66	3.66	3.66	2.48	2.48
Req. (1)	0.41	0.85	1.34	2.14	3.17	3.89	4.62	5.32	4.94	5.22	5.13	3.19	2.52	1.85	0.80	0.35
Soaking	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.76										
Eff. rain	0.26	0.55	0.51	1.37	1.47	1.74	1.80	1.25	1.26	0.81	0.50	0.25	0.05	0.21	0.27	0.05
Req. (2)	0.11	0.14	0.23	0.16	0.30	0.44	0.42	0.67	0.81	0.83	0.94	0.98	0.63	0.46	0.32	0.15

390mm

Crop No. 4 (Kharif Fodder 10%)

Month 10 Days	(Unit: mm/day)													
	Jun.			Jul.			Aug.			Sep.			Oct.	
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
						0.79	0.96	0.95	0.95	0.95	0.77	0.00	0.00	0.00
					0.79	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.77	0.00	0.00	0.00
			0.79	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.77	0.00	0.00	0.00	
		0.79	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.77	0.00	0.00	0.00		
	0.79	0.96	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.77	0.00	0.00	0.00			
	0.79	0.88	0.90	0.91	0.92	0.93	0.92	0.91	0.91	0.89	0.86	0.77	0.00	0.00
Area %	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.00	0.83	0.67	0.50	0.33	0.17	0.00	0.00
ET (mm)	7.10	7.10	7.10	6.50	6.50	5.83	5.83	5.83	4.89	4.89	4.89	3.66	3.66	3.66
Req. (1)	0.93	2.07	3.20	3.95	4.98	6.01	5.37	4.42	3.54	2.18	1.40	0.63	0.00	0.00
Soaking	0.76	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83								
Eff. rain	0.42	0.26	0.55	0.51	1.37	1.47	1.74	1.80	1.25	1.26	0.81	0.50	0.25	0.05
Req. (2)	0.03	0.15	0.24	0.35	0.34	0.43	0.43	0.36	0.32	0.23	0.14	0.09	0.04	0.00

321mm

表5.3.1 作物用水量 (2/4)

Crop No. 5 (Sugarcane 10 %)

(Unit : mm/day)																		
Month	Jan.			Feb.			Mar.			Apr.			May			Jun.		
10 Days	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0.72	0.72	0.72	0.70	0.66	0.62	0.58	0.57	0.58	0.58	0.59	0.66	0.73	0.79	0.86	0.92	0.98	1.04
Area %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ET (mm)	1.92	1.92	1.92	2.52	2.52	2.52	3.69	3.69	3.69	5.31	5.31	5.31	6.75	6.75	6.75	7.10	7.10	7.10
Req. (1)	1.38	1.38	1.38	1.76	1.66	1.56	2.14	2.10	2.14	3.08	3.13	3.50	4.93	5.33	5.81	6.53	6.96	7.38
Eff. rain	0.21	0.27	0.20	0.52	0.41	0.83	0.71	0.76	1.25	1.22	0.94	0.87	0.51	0.57	0.63	0.42	0.26	0.55
Req. (2)	0.00	0.11	0.12	0.09	0.14	0.08	0.09	0.14	0.09	0.21	0.23	0.30	0.44	0.47	0.54	0.63	0.64	0.69

Month	Jul.			Aug.			Sep.			Oct.			Nov.			Dec.		
10 Days	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	1.07	1.10	1.13	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15	1.14	1.09	1.04	0.99	0.94	0.88	0.83	0.83	0.77
Area %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ET (mm)	6.50	6.50	6.50	5.83	5.83	5.83	4.89	4.89	4.89	3.66	3.66	3.66	2.48	2.48	2.48	1.57	1.57	1.57
Req. (1)	6.96	7.15	7.35	6.70	6.70	6.70	5.62	5.62	5.62	4.21	4.17	3.99	2.58	2.46	2.33	1.38	1.30	1.21
Eff. rain	1.37	1.47	1.74	1.80	1.25	1.26	0.81	0.50	0.25	0.05	0.21	0.27	0.05	0.12	0.05	0.18	0.24	0.43
Req. (2)	0.56	0.57	0.56	0.49	0.55	0.54	0.48	0.51	0.54	0.42	0.40	0.37	0.25	0.23	0.23	0.12	0.11	0.08

1,229mm

Crop No. 6 (Fruits/Vegetable 5 %)

(Unit : mm/day)																		
Month	Jan.			Feb.			Mar.			Apr.			May			Jun.		
10 Days	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Area %	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ET (mm)	1.92	1.92	1.92	2.52	2.52	2.52	3.69	3.69	3.69	5.31	5.31	5.31	6.75	6.75	6.75	7.10	7.10	7.10
Req. (1)	1.44	1.44	1.44	1.89	1.89	1.89	2.77	2.77	2.77	3.98	3.98	3.98	5.06	5.06	5.06	5.33	5.33	5.33
Eff. rain	1.25	0.27	0.20	0.52	0.41	0.83	0.71	0.76	1.25	1.22	0.94	0.87	0.51	0.57	0.63	0.42	0.26	0.55
Req. (2)	0.00	0.06	0.06	0.05	0.07	0.05	0.06	0.10	0.08	0.08	0.15	0.16	0.17	0.22	0.22	0.23	0.25	0.24

954mm

Crop No. 7 (Wheat 45 %)

(Unit : mm/day)																								
Month	Oct.			Nov.			Dec.			Jan.			Feb.			Mar.			Apr.			May		
10 Days	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
							0.35	0.41	0.57	0.79	0.99	1.07	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.07	1.00	0.79
						0.35	0.41	0.57	0.79	0.99	1.07	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.07	1.00	0.79	0.56	0.32	0.00
					0.35	0.41	0.57	0.79	0.99	1.07	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.07	1.00	0.79	0.56	0.32	0.00	0.00	0.00
			0.35	0.41	0.57	0.79	0.99	1.07	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.07	1.00	0.79	0.56	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.35	0.41	0.57	0.79	0.99	1.07	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.07	1.00	0.79	0.56	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.35	0.38	0.44	0.53	0.62	0.70	0.82	0.94	1.03	1.08	1.10	1.10	1.08	1.03	0.94	0.81	0.75	0.67	0.56	0.44	0.32	0.00	0.00	0.00
Area %	0.17	0.33	0.50	0.67	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.67	0.50	0.33	0.67	0.00	0.00
ET (mm)	3.66	3.66	2.48	2.48	2.48	1.57	1.57	1.57	1.92	1.92	1.92	1.92	2.52	2.52	2.52	3.69	3.69	3.69	5.31	5.31	5.31	6.75	6.75	6.75
Req. (1)	0.21	0.46	0.55	0.88	1.29	1.09	1.29	1.47	1.97	2.07	2.10	2.76	2.72	2.59	3.46	2.98	2.31	2.37	1.49	0.78	1.44	0.00	0.00	0.00
Soaking	0.83	0.83	0.76	0.83	0.83	0.83																		
Eff. rain	0.05	0.21	0.27	0.05	0.12	0.05	0.18	0.24	0.43	0.27	0.20	0.52	0.41	0.83	0.71	0.76	1.25	1.22	0.94	0.87	0.51	0.57	0.63	0.00
Req. (2)	0.35	0.38	0.43	0.60	0.72	0.93	0.41	0.47	0.47	0.76	0.84	0.71	1.06	0.85	0.84	1.21	0.78	0.49	0.64	0.28	0.12	0.00	0.00	0.00

297mm

表5.3.1 作物用水量 (4/4)

Crop No. 12 (Spring Maize 5%)

		(Unit: mm/day)												
Month	Feb.			Mar.			Apr.			May			Jun.	
10 Days	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
				0.36	0.45	0.74	1.01	1.10	1.10	1.10	1.10	0.98	0.57	
				0.36	0.45	0.74	1.01	1.10	1.10	1.10	0.98	0.57		
			0.36	0.45	0.74	1.01	1.10	1.10	1.10	0.98	0.57			
	0.36	0.41	0.52	0.64	0.83	0.99	1.08	1.07	0.94	0.88	0.78	0.57		
Area %	0.25	0.50	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.50	0.25		
ET (mm)	2.52	2.52	3.69	3.69	3.69	5.31	5.31	5.31	6.75	6.75	6.75	7.10		
Req. (1)	0.23	0.51	1.43	2.36	3.04	5.24	5.72	5.68	6.33	4.47	2.62	1.01		
Soaking	1.25	1.25	1.56	1.25										
Eff. rain	0.41	0.83	0.71	0.76	1.25	1.22	0.94	0.87	0.51	0.57	0.63	0.42	0.26	
Req. (2)	0.04	0.03	0.07	0.10	0.06	0.09	0.22	0.24	0.26	0.29	0.19	0.11	0.04	

347mm