

3. 調査対象地域の現況

3.1 自然・社会環境

3.1.1 位置・地形

パキスタンはインド亜大陸の西部に位置し、国土面積は約79.6万km²である。パンジャブ州は約19.9万km²で「パ」国総面積の約25%を占める。

調査対象地域は、パンジャブ州に位置する、(i) ローアジェルム地区、(ii) ローアチェナブ地区、(iii) 中央バリドアブ地区で、総面積(地理上)約27,250km²、総受益面積(Gross Command Area: GCA) 約24,450km²、純受益面積(Culturable Command Area: CCA) 約21,160km²で各地区別の内訳は、以下のとおりである。

各灌漑地区の受益面積

灌漑地区名	地理面積 (km ²)	総受益面積 (km ²)	純受益面積 (km ²)
ローアジェルム	7,190	6,630	6,140
ローアチェナブ	16,160	14,970	12,360
中央バリドアブ	3,900	2,850	2,660
合計	27,250	24,450	21,160

正確な位置は、北緯30°40′ -32°40′ の間、東経72°00′ -70°40′ の間にある。各地区はそれぞれインダス川の支流であるジェルム川、チェナブ川、ラヴィ川、サトレジ川に囲まれている。

いずれの地区も極めて平坦な地形で標高は140mから220mで、北から南に傾斜しており、勾配は1/3,000から1/3,600である。

3.1.2 気象・水文

年平均気温で見るとサルゴダは比較的低温で23.6℃であるがラホールは24.7℃と高い。月平均気温は1月で最も低温で13℃で、6月で最も高温で35℃であり、最高気温は50℃に達することがある。年間降水量はファイサラバードは平均318mmと少なく、ラホールは642mmと多い。平均相対湿度は地区により42%から56%である。年平均風速は3.2km/hr。日照時間は平均で年2,990時間である。気象は概ね周年耕作に適している。

本調査対象地区の用水はジェルム川及びチェナブ川より取水される。PIDはこれら河川流量と取水量を10日平均で発表している。1985/86年から1994/95年の10年間の平均値を表3.1.2-1に示した。

ジェルム川のラスル堰地点での流量は年間で117億トン(1985/86)から307億トン(1992/93)で、平均流量は276億トンである。チェナブ川のカンキ堰地点での流量は年間で218億トン(1993/94)から376億トン(1988/89)で、平均流量は281億トンである。また、チェナブ川のマララ堰地点での流量は年間で284億トン(1993/94)から404億トン(1988/89)で、平均流量は340億トンである。

ローアジェルム地区の用水はジェルム川のラスル堰で取水される。この地点での河川流量276億トンに対して取水量は37億トンで河川流量の13%に相当する。ローアチェナブ地区の用水はチェナブ川のカンキ

堰で取水される。この地点での河川流量281億トンに対して取水量は93億トンで33%に相当する。中央バリドアップ地区の用水は、やはりチェナブ川のマララ堰にて取水される。この地点での河川流量340億トンに対して取水量は18億トンで5%に相当する。10年間平均取水量は、設計流量の84%で年間約300日の灌漑日数に相当する。

3.1.3 地下水位上昇 (Waterlogging) と塩類集積 (Salinity)

(1) 地下水位

調査地区における地下水位は灌漑システム導入後次第に高くなった。1960年代初期には、地下水上昇と塩類集積を防止するための多大な努力が払われた。地下水位の上昇、塩類集積、排水不良を克服するために作られたのが SCARP (Salinity Control and Reclamation Program) である。調査地区においては 12 の SCARP が実施または進行中である。

下表は、各地区における、SCARP開始の1959年6月、実施30年後の1989年6月、それにJICA調査団による1996年6月の地下水位を示す。表中の数値は、中央バリドアップ地区、ローアチェナブ地区及びローアジェルム地区それぞれにおいて、各地下水位の面積が、全体の面積に占めるパーセンテージである。

	中央バリドアップ地区			ローアチェナブ地区			ローアジェルム地区		
	<5'	5'~10'	>10'	<5'	5'~10'	>10'	<5'	5'~10'	>10'
1959年6月*	6	16	78	6	30	64	9	66	25
1989年6月*	2	7	91	2	16	82	4	35	61
1996年6月**	0	11	89	1	17	82	5	43	52

* SMO/WAPDAによる

** JICA調査団による

モンスーンの開始に伴い、10月までに地下水位は上昇し年間最高となる。同様に1959年及び1989年10月の地下水位を以下に示す。これから、雨量の多い年には、地下水上昇の影響を受ける地区、すなわち5'未満の地区は平年より増加することがわかる。

	中央バリドアップ地区			ローアチェナブ地区			ローアジェルム地区		
	<5'	5'~10'	>10'	<5'	5'~10'	>10'	<5'	5'~10'	>10'
1959年10月*	10	24	65	6	23	71	24	33	44
1989年10月*	0	32	68	4	22	75	11	34	55
1995年10月*	1	12	87	2	20	78	10	29	61

* SMO/WAPDAによる。

上記データより、地下水上昇により最大の影響を受けた地区はローアジェルムCanal Circleであり、危険ゾーンである5'未満が1995年には10%と改善された。

地下水上昇の問題はパンジャブ州よりもシンド州で深刻である。パキスタン政府の第8次5ヶ年計画は、その主目的のひとつとして140万haの面積に及ぶ地下水上昇解消のために物理的なインフラ整備をあげて

いる。国家排水プログラム(National Drainage Programme)のもとでシンド州の左岸Outfall Drainの完成と右岸Outfall Drainの着手が計画されている。

1980年代、政府が管理しているSCARP管井は老朽化し維持管理費の支出が大きいため、民間への移管計画が行われているが実績は上がっていない。調査地区内の大部分のSCARP管井は稼働していない。近年の地下水位の低下に寄与しているのは主に農民の管井である。特にパンジャブ州では年率6%で私有の管井が増えており、現在、400,000のに達したといわれる。パンジャブの一部の地区では地下水の過剰低下の問題が起きている。

(2) 地下水の塩類集積

本調査地区を含め大部分のパンジャブ州の灌漑地区は塩分収支の観点からは閉鎖系に属し、塩分の排出が十分行われないので、地下水および土壌の塩分濃度は上昇する傾向にある。従来、地下水のTotal Dissolved Solids (TDS) が3000 ppm以上の場合には灌漑に不敵とされ、1500 - 3000 ppm は水路の水と混合して使用し、1500 ppm 以下はそのまま使っていた。しかし地下水の塩分濃度が低く管井が多い地区では、管井による地下水の反復利用により土壌に供給される塩分量が多いので、かえって危険であるといわれ、上記の基準を厳しめることがWAPDA から提案されている。そこで本調査では安全のため地下水のTDS が1000 ppm以上あるところを問題地区とすることとする。

調査地区の700点からサンプルを取って行った水質分析によれば、地下水のTDS値が1000 ppmより低い地域は、LJC、LCC 及びCBDC においてそれぞれ 60.2%、59.8%、48.5% である。

灌漑対象地域	面積 (km ²)	TDS (ppm)			
		< 1000	1000 - 1500	1500 - 3000	> 3000
ロ-アジーム地区	7,189	60.2 %	24.0 %	11.7 %	4.0 %
ロ-アヒナ地区	16,157	59.8 %	19.4 %	16.1 %	4.6 %
中央パルタ地区	3,901	48.5 %	22.3 %	24.0 %	5.2 %
合計	27247	58.3%	21.0%	16.1%	4.6%

調査団によって採取された水質調査サンプルを、2つの重要なパラメータである電気誘導度 (EC) とナトリウム吸着率 (SAR) を用いる USDA Handbook # 60 により分類した結果は以下のとおりである。

分類

C1 - S1 ロ-アジーム地区：5% ロ-アヒナ地区：- 中央パルタ地区：-

備考： 塩類及びナトリウム共に低く、ほとんど全ての土壌で灌漑可能。塩類集積が進行する可能性は低い。

C2 - S1 ロ-アジーム地区：19% ロ-アヒナ地区：16% 中央パルタ地区：14%

備考： 中程度の塩類及びナトリウムを含み、特別の方策なしに灌漑に利用可能。

C3 - S1 ロ-アジーム地区：31% ロ-アヒナ地区：36% 中央パルタ地区：19%

備考： 高い塩分を含み排水が限られた土壌では利用は不可。十分な排水システムを有しても塩分コントロールを要する。塩分に耐性をもつ植物を用いることが必要。

C3-S2 ロ-アジ'ェム地区：22% ロ-アチナ'地区：19% 中央バ'リ'77'地区：18%

備考： 中程度のナトリウムを含む。灌漑利用の場合には、ナトリウム害の恐れがあり注意が必要。

C3-S3 ロ-アジ'ェム地区：- ロ-アチナ'地区：6% 中央バ'リ'77'地区：8%

備考： 塩類及びナトリウム共に高く、ほとんどの土壌において有害レベルの交換可能ナトリウム発生の可能性がある。排水と高いリーチングが必要。排水不良の土壌には利用不可。

C4-S3 ロ-アジ'ェム地区：- ロ-アチナ'地区：5% 中央バ'リ'77'地区：-

備考： 塩類が非常に高く、ほとんどの土壌において有害レベルの交換可能ナトリウム発生の可能性がある。特別の管理、排水と高いリーチングが必要。

C4-S4 ロ-アジ'ェム地区：13% ロ-アチナ'地区：12% 中央バ'リ'77'地区：30%

備考： 塩類及びナトリウム共に非常に高く、農業用には不適。

C. 表流水

水路用水の水質は灌漑用として優良である。水路用水のTDSは90 ppm から 202 ppm. の間にあり、全てのサンプルにおいてSARは1以下である。これらは低塩類、低ナトリウム (C1-S1) に分類される。

河川水及び水路用水の浮遊物質はLCCIにおいて1214 ppm - 3041 ppm、LJCにおいて373 ppm - 1465 ppmと高い値を示している。雨期にはこの値は何倍にも大きくなる。表流水は、化学的には灌漑及び人間の使用に適するが、微生物による汚染が高いので飲料には不適である。排水はEC及びSAR共に高い値を示しC4-S4 に分類される。

3.1.4 土壌および土壌への塩類集積

調査地域の土壌はチェナブ川・ジェルム川・ラビ川・サトレジ川等によって運ばれた沖積土壌である。土壌は若く顕著な層序は未発達であり、現在も堆積と浸食過程が継続している。土性は排水性が良いシルト質壤土・壤土、物理性がよく肥沃な砂質壤土または粘質壤土が広く分布し、作物生産に適している。旧河川敷に不連続な帯状に分布する粗粒の壤質砂土・壤土がある。土壌のPHは7.2-9である。

土壌は、conductivity of saturated extract と交換可能ナトリウムの値により、非塩化-非ナトリウム化、非塩化-ナトリウム化、塩化-非ナトリウム化、塩化-ナトリウム化の4つに分類される。非塩化-非ナトリウム化土壌は優良である。非塩化-ナトリウム化土壌は硫酸塩の固定、微量栄養素の吸収、低い浸透性に問題がある。塩化-非ナトリウム化土壌は塩類過剰であり、もしそれが除去されれば生産性は向上する。塩化-ナトリウム化土壌は、過剰の可溶性の塩類がリーチングされれば非塩化-ナトリウム化土壌と類似したものになる。

プロジェクト地区の350ヶ所の土壌サンプルを用いIRIを通じてJICA調査団により実施された土壌調査の結果は、以下のとおりである。数値は各地区における各土壌の占めるパーセンテージを示す。

土壌分類	ローアジェルム地区	ローアチェナブ地区	中央バリドアブ地区
1. 非塩化-非ナトリウム化土壌(NS-NS)	27%	42%	62%
2. 非塩化-ナトリウム化(NS-S)	5%	24%	19%
3. 塩化-非ナトリウム化(S-NS)	0%	8%	19%
4. 塩化-ナトリウム化(S-S)	68%	26%	0%
合計	100%	100%	100%

パンジャブ州灌漑電力省の Land Reclamation Directorate は、毎年表流水の塩類集積調査を行っている。これらの調査は Patawaries の目視により行われている。1995年調査によれば、調査対象地区の中で塩害によって影響を受けている土地は全面積の13%であった。水路毎の値は、ローアジェルム地区で17.5%、ローアチェナブ地区で12.8%、中央バリドアブ地区で5.1%であった。郡別では、サルゴダ郡で27%、ローアゴジュラ郡で22%、キラナ郡とカンキ郡で17%、ブララ郡で15%、ハフィザバード郡で14%、ラソールで13%、ファイサラバードで10%である。ラホールとシャブールは、それぞれ3%、2%と最も低い値を示す。調査地区においては、ラホールとシャブールを除き一般に土壌の状態は悪く劣化の傾向がある。塩類集積土壌改良は、塩害の程度によってリーチングまたはリーチングと石膏併用法によって行なわれている。

3.1.5 行政区分及び人口

(1) 行政区分

パンジャブ州は、1994年7月現在、34県 (District)、ラホールの都市地区 (Metropolitan Corporation)、7市政地区 (Municipal Corporation)、73市 (Municipal Committee)、137町 (Town Committee)、2,481郡 (Union Council) から構成されている。調査対象地域は、全部で9県から成り、その内ローアチェナブ地域はサルゴダ県とジャング県の一部、ローアジェルム地域はファイサラバード県、トバククシン県、およびジャング県、シェフブラ県、ハフィザバード県、グジュランワラ県の一部にまたがる6県から成る。また、中央バリドアブ地域はラホール県とカスール県の一部の2県を範囲としている。

(2) 人口

人口センサスは1981年以後行なわれていない。1972年から1981年の人口増加傾向が継続するものと仮定すると、1996年時点の人口は調査対象地域の3地区全体で21.1百万人と推定される。この内、約52%の10,805千人が都市部に住み、残りの9,895千人 (48%) が農村部に住んでいる。各調査対象地域の人口は、ローアジェルム地区で3,241千人、ローアチェナブ地区で10,380千人、中央バリドアブ地区では7,496千人と推定される。1972-1981年における年平均人口増加率は全体では約2.31%、都市部で3.79%、農村部で1.32%と都市部が農村部を上回っている。これは農村部から都市部への人口流入があることを示唆している。

農家調査によると、調査対象地域の3地区全体での識字率は45%で、このうち女性の識字率は25.5%で

男性の61.0%に比べかなり低くなっている。

3.1.6 土地所有

農業経営規模をその経営面積によって零細規模経営（6.25acre未満）、小規模経営（6.25 - 12.50acre）、中規模経営（12.5 - 25.0acre）及び大規模経営（25.0以上acre）の4つのカテゴリーに分類される。この分類にしたがって、1990年農業センサスのデータを解析すると、調査対象地区の農家のほぼ8割が農地面積12.5acre未満の零細農家ないし小規模経営農家に分類されると推定される。また、同じデータを元に算出した調査対象地区の平均農地面積は9.0acreと推定される。

また、土地なし農家の存在が確認されているが、これに関する統計データはなく、また調査も行われていない。しかしながらCBDC地区の地方行政機関で得られたデータを基にすると、全農家戸数のおよそ50%が土地なし農民に分類されると考えられる。

3.1.7 健康および衛生

プロジェクト地区における健康および衛生状態は非常に悪い。調査対象地域において行ったサンプル調査によれば、50%以上の住民がしばしば病気になっていることがわかった。昨年、83%の世帯が流行性感冒または熱病にかかった。同様に、マラリアが51%、赤痢が47%、腸チフスが15%が主な病気である。しかし、政府の病院、施業所、Basic Health Unit、地域健康センター(Rural Health Center)などで治療が受けられるのは29%に過ぎない。また調査の結果、水関連の病気の発生率がある地域において高いことがわかった。これらの病気の発生は、飲料水や衛生状態の劣悪さや地下水上昇に関連がある。

3.2 農業

3.2.1 概要

調査対象地域の農業の現況分析には、今回実施した農家調査の結果を活用した。さらに、調査対象地域の農業に関する資料および情報を農業局の関連各部、農業研究所、経済研究所および大学等の関係諸機関での聴き取り調査および現地調査によって収集した。また、パキスタン国中央政府およびパンジャブ州政府の統計局などより政府刊行物および各種統計書等も参考にした。

調査対象地区の位置するパンジャブ州の総面積は20.63百万haで、その内12.1百万haおよそ59%が農耕地として利用されており、そのおよそ9割に当る10.7百万haが重力灌漑と地下水灌漑による灌漑可能地である。パンジャブ州の灌漑可能地はパキスタン国の灌漑可能地のおよそ75%を占め一大穀倉地帯を形成している。調査対象地区はこのほぼ中央に位置し、純受益面積（CCA）はおよそ2.1百万haである。

パキスタンの農業は自然条件および作付形態によっていくつかの地域に区分される。パンジャブ州は4つの地域に分類されるがこのなかで調査対象地域の大部分は中央混作地帯に位置している。

調査対象地域の農業は大きく2つの栽培時期、カーリフ（夏期作、4月ごろから10月ごろ）およびラビ（冬期作、10月ごろから4月ごろ）に分けられる。夏期作物としては、主に綿、米、サトウキビ、トウモロコシ等の換金作物と飼料作物が栽培され、冬期作としては自家消費用としての小麦と飼料作物が主に栽培されている。

3.2.2 土地利用および作付体系

調査対象地域の年間作付け面積は下表の通りである。

水路	灌漑可能地 (ha)	作付面積 (ha)	作付率 (%)
中央バリドアップ	265,628	327,734	123.4
ローアチェナブ	1,497,408	1,630,709	131.9
ローアジェルム	662,958	752,107	122.4
合計	2,116,154	2,710,550	128.1

表が示すとおり調査対象地区の灌漑可能地はおよそ2,116千haで、延べ作付け面積はおよそ2,710千haで、作付率はカーリフ期で約68%ラビ期で約62%の合わせて128%程度となっている。これは年間を通じて灌漑可能地の6～7割が作付されている事を示している。農民は一般に同じ土地を連作しており休閑地は非常に限られている。灌漑可能地の3～4割は利用されないまま放棄農地としてなっている。灌漑水の不足あるいは届かないことがその主な理由となっているが、塩害、浸水害によって耕作が不可能となった土地も含まれる。

調査対象地区の農業は灌漑に依存しているが、現在の灌漑必要水量は水路の設計水量を大幅に上回っている。1990年の農業センサスの結果からも重力灌漑にのみ頼っている面積は調査対象地区内の3割に満たないと推測され、約7割以上は重力灌漑と地下水の併用あるいは地下水灌漑のみの地区と推測される。また、灌漑水の供給源については地域間差も認められる。

調査対象地区の作付体系は、灌漑局のデータによれば、ラビ期には自家消費用の小麦の作付けが突出しており、次いで飼料作物の作付けも高い割合を示している。その他のラビ作物の作付けはごく限られている。カーリフの栽培作物は、混作地帯の特徴を良く示している。調査対象地域全体で見ると、米、綿、サトウキビ、メイズがほぼ同じ割合で作付けされている他、飼料作物も高い割合で作付されている。その他の作物、夏野菜、豆類等の作付けは非常に限られている。3地区を比較した場合に特に特徴的な事は、ローアジェルム地区の果樹の作付け率の高い事である。栽培作物に関する農家調査の結果も同様の傾向を示している。

3.2.3 耕種法及び単位収量と作物生産量

(1) 耕種法

調査対象地域の農業は灌漑農業を主体としている。耕起や播種作業は主に4輪の農業用トラクターに

よってなされている。保証種子の普及率も満足の行くレベルには達しておらず特に飼料作物で著しく低い。肥料の施用は広く普及しているものの、農家の資金不足もありその施用量は推奨施用量を下回っている。農薬は一部の作物において普及しているものの、肥料同様、農家の資金不足で利用は限られている。除草作業は手作業主で、刈り取られた雑草は飼料として利用されている。そのため除草剤の施用はほとんど行われていない。小麦以外の作物の収穫作業は主に人力作業でなされている。脱穀機の利用も小麦に限られている。主要作物の耕種の問題点は以下のとおり。

- 小麦： 米、綿の後作の作付け時期の遅れによる収量の低下
- 米： 栽植密度が著しく低く、肥料効率にも影響を与え収量の低下を招いている
(農民の栽培密度に対する認識の不足と田植え人夫の手抜き作業等による)
- 綿： リーフカールウイルス病 (CLCV) の蔓延
- サトウキビ： 成育初期の水管理

(2) 単位収量と作物収量

調査対象地域における主要な作物の過去5年間の平均栽培面積、収量及び単位収量は以下のとおりである。

作物	作付面積 (1,000ha)	収量 (1,000ton)	単位収量 (t/ha)
小麦	1,681	3,589	2.13
米 (バスマティ)	557	618	1.11
綿*1	205	566	2.76
サトウキビ	338	13,693	40.53
トウモロコシ	153	220	1.43

*1: 単位bales

主食である小麦のパンジャブ州の生産量はパキスタン国のおよそ7割以上に達している。小麦につぐ米の生産量もパキスタン国の生産量の4割を上回っている。綿の生産は1991年にピークに達したが、1989年以降CLCVの被害が増大し1992年以降生産量、栽培面積とも下降傾向にある。サトウキビの生産量はパキスタン国の生産量の5割に達している。

調査対象地区のあるパンジャブ州はどのように名実ともにパキスタン国の一大穀倉地帯を形成しているものの、ほぼすべての主要作物の単位収量が低く、平均で見ると国際水準にも及ばないという重大な問題を抱えている。その原因は主に灌漑水の不足にあると考えられる。さらに塩害及び塩類集積化や肥料の投入量不足、また農民の農業技術のレベルの低さ等が、低い単位収量に拍車をかけていると判断される。今回の農家調査においても94%の農民が灌漑水の不足を単位収量が低い第一の原因としてあげており、塩害及び塩類集積化の影響がそれに次いでいた。

3.2.4 畜産

調査対象地区の畜産は特に零細、小規模農の貴重な現金収入源となっている。飼育の形態は、畜舎飼育または、畜舎飼育と放牧の併用が一般的である。

飼料は、カーリフ期には青刈のソルガムやトウモロコシ、ラビ期のクローバーやアルファルファが主で、配合飼料、濃厚飼料の利用は極めて少ない。年間で5、6月及び12、1月には飼料不足となりそのため圃場の雑草が貴重な飼料となっている。

サルゴダの飼料研究所の研究報告によると、TDNで26.4%、DPで40.5%が不足しており、調査対象地区を含めて家畜の健康状態は栄養不良にあると警告している。

3.2.5 農業支援体制

(1) 農業研究

調査対象地区のあるパンジャブ州の農業研究は、他の3州に比べて施設、内容において充実している。州内には50の研究所があり63ヶ所に支局が配備されている。ファイサラバードにあるアユブ農業研究所はその中心をなしている。研究成果は、一旦農業技術適応試験場にて各地の自然条件等を考慮しながら実用化・適応化された後に農民に普及される。

(2) 農業普及

パンジャブ州の農業普及はラホールにある農業普及・研究局長によって管理・統括されている。各郡には郡農業事務所が配備されており、その所長の元で普及員が普及活動を行っている。州の農業普及は1980年代に世銀によって導入された訓練と訪問方式(T&V)が採用されている。州内の普及活動は数字の上では充実したものであるが、今回の農家調査の結果では農民は農業普及活動の欠如を問題点として取り上げていた。農業普及所員に対す聞き込み調査からは、予算、特に通信交通費の大幅な不足によって普及員の機動力が非常に低いことまた、農民の側の問題点として低い識字率、農業技術に対する関心の低さと認識の無さが挙げられた。

(3) 種子供給

パンジャブ種子公社(PSC)は保証種子の生産、増殖、配付、処理、保存、流通を目的として1976年に農業局の元に設立された。優良種子/保証種子は作物の生産に及ぼす効果は20%に達するとも言われており、PSCの種子生産量の増加と対象作物の増加はパンジャブ州の農業生産に大きな影響を及ぼすと考えられる。PSCでは州内の需要の5割の種子生産の達成を目標に掲げている。

(4) 農村金融

制度、非制度金融として農民が利用できるものに、パキスタン農業開発銀行(ADBP)、商業銀行、信

用組合、商人、友人および親戚などが挙げられる。農家聴き取り調査によると、全体では友人や親戚に頼るケースが最も多く全体の約42%を占め、次いでパキスタン農業開発銀行が利用されており41%を占める。農家経営規模が小さくなるに連れ、非制度金融に頼る割合が高くなり、零細規模農家ではその割合が68%となっている。これは零細規模農家が季節的あるいは緊急に資金を必要とすることが多いのに対し制度金融はその手続きが複雑且つ時間を要することなどに起因すると推測される。

ADBPは、各県に約2~3カ所の支店を持ち、同時に移動融資職員(MCO)を配置し制度融資管理業務に当たっている。これらのMCOは1人あたり20~30カ村を担当している。にもかかわらず、農民の約半数以下しか制度金融を利用していない理由としては、前述の手續の複雑さに関する要因のほか、担当職員の性格によって融資手續が大きく左右され、融資の利用が容易になったり困難になったりすることが挙げられる。この他、制度金融に係わる阻害要因として、制度金融側の資金不足、一部有力者による組合信用の占有及び低い返済率などが挙げられる。

(5) 流通支援体制

流通支援に係わる主要な機関として主にパキスタン農業倉庫公社(PASSCO)と州政府の食糧省がある。これらの機関は主に小麦を対象とし、農産物の政府支持価格での購入と貯蔵、市場への供給および間接的な市場操作を目的としている。1989年から1993年にかけてのパキスタン農業倉庫公社および食糧省の小麦取扱量はパンジャブ州全体の生産量の約20%から30%を占めている。

農業投入資材の供給に関しては、パンジャブ種子公社(PSC)が、優良種子の生産、販売に係わっており、農業開発・供給公社(PAD&SC)が輸入肥料の供給に携わっている。農業等に関しては、現在民間業者の比重が大きくなってきている。

(6) 協同組合

1993年現在、パンジャブ州全体で農業、非農業を含めて約46,550組合が登録されており、これら全ての協同組合は州政府の協同組合省の管轄下にある。農業協同組合の内、約73%に相当する33,955組合が信用に関連する組合である。調査対象地域にかかる9県全体の組合数は約16,421組合で、9県全体の村落数が6,204カ村であることを考慮すると1カ村に2つ以上の組合が存在することが推測される。

一方、フェーズI調査中に行った農家聴き取り調査によれば、回答者のうち約99%が水利組合以外の農民組織には所属しておらず、残りの1%の農民がわずかに福祉関連の組合に属しているにすぎなかった。これらの事実から協同組合の組織率が低く、また、組合そのものが機能していないことが伺える。

協同組合がその登録数にも係わらず組織率が低く、適切に機能していない要因として以下の点が挙げられる。

1) 地元有力者による組合の名目上の設立および私物化、

- 2) 組合員及び組合のリーダーへの教育機会の欠如、
- 3) 組合内の貯蓄機能の欠如、それによっておこる資金の外部依存性、
- 4) 農村における社会的要因（宗教、政治、血縁等）に基づく階層分化。

3.2.6 農家経済

農家聞き取り調査結果による調査対象地域全体における平均的な農家経済収支は以下に示す通りである。

	(Rs)			
	零細	小規模	中規模	大規模
ローアジェルム				
経営規模 (ha)	(1.56)	(3.49)	(6.36)	(16.45)
1. 収入	51,900	73,200	119,900	325,100
農業収入*	33,200	50,600	100,700	218,500
農外収入	18,700	22,700	19,200	106,600
2. 支出	54,600	79,200	88,600	201,600
3. 純余剰額	-2,700	-6,000	31,300	123,500
ローアチェナブ				
経営規模 (ha)	(1.52)	(3.70)	(6.82)	(13.99)
1. 収入	98,700	115,900	155,300	298,000
農業収入*	30,700	80,500	130,000	255,800
農外収入	68,000	35,400	25,300	42,300
2. 支出	101,700	97,000	122,400	179,600
3. 純余剰額	-3,000	18,900	32,900	118,400
中央バリドアップ				
経営規模 (ha)	(1.48)	(3.47)	(6.36)	(16.01)
1. 収入	56,000	98,200	204,200	290,300
農業収入*	21,000	66,600	157,900	258,300
農外収入	35,000	31,700	46,300	32,000
2. 支出	43,700	60,400	78,900	157,500
3. 純余剰額	12,300	37,800	125,300	132,800

*: 農業収入は粗収入から生産費用を引いた額である。

上記の表から対象地域における農家経済面での特徴は下記のとおりに纏めることができる。

- (i) 収入の大部分は農業収入であるが、農家経営規模が小さくなるにつれ農外収入の比重が大きくなっている。特に零歳農家では農外収入への依存度が高い。
- (ii) 経営規模が小さくなるにつれ農業収入は低下し、零歳農家においては農家経営や生活条件を改善する資金はほとんどない。特にローアジェルム及びローアチェナブ地区では収支が赤字となっている。
- (iii) ローアチェナブ及び中央バリドアップ地区においては、農外収入の割合が高い。これは、これらの地区では近隣に大きな市街地もしくは工業地区が位置するため、農業以外の雇用機会がローアジェルム地区に比して多いことが指摘される。

作物収支は、野菜類が最も収益性が良くヘクタールあたりの収益が約36,200ルピーとなっており、つい

で果樹、サトウキビ、綿花、油料作物となっている。

3.2.7 流通及び価格

(1) 市場流通

農産物の主な販売先としては、村落内の市場およびビオバリと呼ばれる商人、地域市場、および政府買上所などがある。穀物及び豆類のは主に家庭内消費用に生産され、余剰分が村落内の市場あるいは商人に売られる。大農家については生産物を直接政府買上所に販売するケースもある。サトウキビは農民によって直接製糖工場へ運ばれるか、製糖工場の雇う運搬業者へ販売される。また、農民自身がグルと呼ばれる砂糖を精製し、家庭内消費に供するか、もしくは村落内、及び近隣の市場で販売している。LIC地区で顕著に見られる果樹については、その大部分が商人や民間会社と契約し、収穫前にエーカー単位で売られている。綿は商人を介してあるいは直接綿繰り工場へ販売される。

農家聴き取り調査によれば、約39%の農民が農産物を村落内において販売しており、次いで22%が近隣地域の市場で、18%が商人に販売している。一方政府買上所へ販売している農家は回答者の内1%未満となっている。米およびメイズの生産の約半分が、また飼料作物、豆類、油料種子、野菜等の大部分が村落内で販売されている。また果樹作物の86%、綿花の33%が商人に販売され、サトウキビについては82%が直接製糖工場へ売られている。

農業投入資材については、地域市場、村落内市場が主要な購入先となっており特に肥料の購入については97%の農家が頼っている。農家は直接近隣の市場へ外向き肥料を購入するが、マージンを支払ねばならないケースが大半で購入が容易ではない。また、農民からの聴取りによると表示内容量より少なかったり、石膏などが混入されている等の報告があった。種子の購入はローカルマーケットの他、45%を自家生産に頼っている。協同組合の利用率は低く、肥料、農薬ともに1%前後となっている。

(2) 農産物価格

1995年1月から1996年5月までのファイサラバード、ラホール、サルゴダにおける平均卸売価格は下表のとおりである。特に小麦、トウモロコシ等の価格変動幅は小さくなっている。また市場調査によると各作物における市場経費は穀類、豆類で約0.42ルピー/kg、野菜で0.48ルピー/kg、果樹で0.85ルピー、また綿で0.7ルピーであった。平均卸売価格よりこれらの市場価格を差し引くことによって財務的農家価格を推定した。

主要作物	(Rs/kg)	
	価格	
小麦	4.3	- 5.20
トウモロコシ	5.0	- 6.9
米 (バスマティ)	9.6	- 13.4
米 (IRRI-6)	6.1	- 8.4
綿	17.6	- 23.8
グラム	13.4	- 20.0
ムング	11.2	- 17.1
クマネギ	2.3	- 9.4

3.3 灌漑・排水

3.3.1 概要

本調査対象地区の灌漑の水源は、ジェルム川及びチェナブ川の河川流である。これら河川に取水工を設け幹線水路 (Main Canal) で各灌漑地区へ導水している。灌漑地区内では、地形、面積に応じて第2次幹線水路 (Branch & Feeder) で各小灌漑区 (Division) へ分水している。本調査の対象である支線水路 (Distributary & Minor) は、これら第2次幹線水路から末端水路 (Watercourse) へ配水するものである。支線水路は、土水路であり、用水は広大な農地へ十分行き渡っていない。その理由として、水資源自体に限りがあること、設計流量が少ないこと、分水工が変造されていること、水路の老朽化に伴う水路断面の変形、上流での盗水、浸透による損失等があげられる。こうした用水の不平等、不足を補う手段として管井により地下水を利用しているが、それでも不十分である。このように問題は多いが、とりわけ、高塩濃度の地下水へ浸透する水は再利用できないため、少ない水資源の浪費となるばかりでなく、地下水の上昇を招き、農地の湛水・塩害をもたらす結果となっている。本調査の一環として実施した、水路の浸透量調査、地下水調査、土壌調査結果はこれら問題解決の指針となる。

一方、雨水及び部分的過剰灌漑の地表流水の排水は古くから行なわれている。しかし、塩害の軽減を目的にした高塩濃度地下水の排水はSCARPIにより始められたが、全国的排水計画はまだ緒についたばかりである。

3.3.2 支線水路

第1次幹線水路及び第2次幹線水路から支線水路へは制御装置によって分水されるが、支線水路から末端水路へは取り入れ口の容量に応じて自動的に分水される。支線水路の配置は末端水路長が3km以下になるよう設計してある。これら水路系統は、19世紀後半に設計されたもので作物の用水量を勘案せず、度重なる飢餓対策として薄く広い用水の配分を考えており、単位用水量は0.2 lit/sec/ha (東南アジアでは1.0~2.0 lit/sec/ha) と極めて少ない。沖積土の土水路であるため、水路組織は非堆砂(泥)・非洗掘型の設計流速であり広く浅い水路断面を持っている。設計流量・設計水位が保たれていれば自動的に期待どおりの分水が行なわれる仕組みである。

この設計概念は水路の操作上極めて優れていると思われる。しかし、水路及びその付帯構造物は年々老朽化しており、流量的にも水理的にも当初の目的を満たしていない。流量的には、盗水、水路堤の破壊、取り入れ口の拡大、漏水等の理由により水路の下流では十分な水量が得られていない。水理的には、堆砂(泥)・洗堀、側面の破壊、雑草の繁茂により水路断面が不規則となり流量・流速ともに設計値を満たしていない。

支線水路の延長は、ローアジェルム地区で1,981km、ローアチェナブ地区で3,787km、中央バリドアブ地区で847km、調査対象地区全体で6,615kmである。第1次(Distributary)及び第2次(Minor)支線水路の内訳は次のとおりである。

支線水路数及び延長 (単位:km)

灌漑地区名	第1次支線		第2次支線		合計	
	路線数	延長	路線数	延長	路線数	延長
ローアジェルム	87	1,320	129	661	216	1,981
ローアチェナブ	178	2,681	221	1,106	399	3,787
中央バリドアブ	34	510	68	337	102	847
合 計	299	4,511	418	2,104	717	6,615

3.3.3 漏水調査

当地域における水路は上水路がほとんどで、支線水路をみても6,611kmの内ライニングされているのは814km、約12%に過ぎず、土質、地下水位からみてもかなりの浸透損失がみられるものと考えられ、その浸透量調査を行った。

本調査は、パンシャブ州灌漑電力省灌漑研究所に再委託した。漏水損失の測定法として、上・下流の流量測定による流量の差により水路の漏水量を測定する、流入・流出法によるものと、水路を築堤で仕切り湛水させた後、減水深を測定する湛水法による2方法で行った。測定水路及び漏水量は表3.3.3-1に、また測定水路の位置は図3.3.3-1に示すとおりである。平均漏水量は、ローアジェルム地区で6.77cfs/msf¹⁾、ローアチェナブ地区で5.66cfs/msf、中央バリドアブ地区で最も大きく8.48cfs/msfである。後述するように支線水路ランニングの優先順位はそれぞれの漏水率を勘案して決定した。

測定された漏水量(率)は、水路毎及び水路の状態に応じて大きく分散してはいるものの、流入・流出法による測定値と貯水法によるそれぞれの測定値分布幅(上下限值)はほぼ同様であることが判明した。こうしたかなり分散した測定値を各水路固有の代表値として使用することは場合によっては過大な漏水量を見込む恐れがある。

¹⁾ 単位：cfs/msfは水路浸透量の単位で百万平方フィート当たり立方フィート毎秒。

そこで、一連の測定値は各水路を代表するものでなく、計画地区内の選ばれた地点における測定値であり母集団としての地区全体を推定するサンプルと仮定し、測定値を一定の幅毎に度数として取り扱った。結果は図3.3.3-2に示すとおりで、以下のことが判明した。

- 1) 流入・流出法による測定値は漏水量の少ない方から多い方へ度数を減じつつも一様に分布している。
- 2) 貯水法による測定値は、測定値が少なく判定はできないが、ほぼ均等に分布していると思われる。
- 3) 平均値は両者とも、及び測定値全体の平均とも非常に近い値（順番に6.35、6.13及び6.32cfs/msf）となった。
- 4) 度数分布の中位値（メジアン）は約5cfs/msfとなった。
- 5) 新規コンクリートライニング水路の平均漏水量（率）は1.47cfs/msfとなった。

こうした結果から、工事対象水路の選定にあたっては、5cfs/msfを基準とし、各水路の漏水量及びライニング工事による防止量の算定にあたっては、新規ライニング工事直後の測定値平均及び上記平均漏水量（率）が地区全体を代表するものと判断してこれらの差から漏水防止量を算定した。漏水量及びその推定防止量は表3.3.3-2に示す。

3.3.4 管井・低塩分地下水地域、高塩分地下水地域

調査対象地区内では、不足する表流水を捕うため、管井による地下水灌漑が盛んに行われている。管井には、WAPDAにより実施されているSCARP(Salinity Control and Reclamation Project:塩害制御・再開発プロジェクト)の大型管井と、農民所有の管井戸がある。SCARP管井の平均吐出量は、約85 lit/sec、民間管井は、およそ28 lit/secである。それぞれの灌漑地区内における管井の設置数、年間揚水量の推定値を以下に示す。

灌漑地区と管井の設置数

灌漑地区	SCARP	民間所有	設置数合計	年間揚水量 (単位:百万トン)
ローアジェルム	2,300	10,300	12,600	3,400
ローアチェナブ	1,800	58,300	60,100	11,200
CBDC	400	11,800	12,200	2,300
合計	4,500	80,400	84,900	16,900

出典:1995 Statistical Handbook of Pakistan

1995、1996年の農業普及所のデータによれば、調査対象地区内では、地下水利用は、低塩分、高塩分地下水地域で利用度に大きな違いがあり、低塩分地下水地区では積極的な利用が行われているのに対し、高塩分地区では殆ど行われていない。この結果、3.3.7節で述べるように、低塩分地下水地区では、地下水位

が下がり、管井による地下水利用のポテンシャルが低下しつつある。また、高塩分地下水地域では、水路からの漏水が原因で、地下水位が上昇し、塩害、湛水の被害が拡大する要因となる。地下水の利用を考慮した、灌漑の形態は、1990年の農業センサスのデータによれば、表流水のみを用いるものが、灌漑面積割合で50%、表流水、地下水の併用が、30%、地下水のみの灌漑が、20%である。

3.3.5 不公平な水配分

調査対象地区内では、水配分が公平に行われていないという不満が農民の間で根強い。漏水調査のデータを用いて、調査地区内の支線水路に関して、水の配分が公平に行われているかどうか検討を行った。漏水調査の測点が上流、中流、下流のどの位置にあるか、相対位置を示すパラメータとして、測点の位置を当該の支線水路全長で除したもの($0.0 \leq x \leq 1.0$, この値が1.0に近づくほど、下流に位置することを意味する)をX軸に、Y軸には、水の配分の過不足を表すパラメータとして、実測流量と設計流量の比を取り、散布図としてプロットしたものが図3.3.5-1である。この結果、三地区の全てで、高い信頼度で負の相関が認められることから、下流側で、水配分がより少ない傾向があるといえる。農民の指摘するとおり、水の配分が不公平であると検証できた。

漏水調査時には支線水路測定区間の上、下流の流量観測と同時に測定区間内の末端水路上流端でも流量観測を行った。表3.3.5-1は支線水路から末端水路へ至る分水工の公認流量の合計とその直下流での実測値の合計を比較したものである。実測値と公認流量の比は14測定区間中2区間を除き12区間で100%を越えている。このように末端水路での取水量は設計流量を上回っているため支線水路の下流で水の配分が少なくなることがわかる。

3.3.6 末端水路

農業省は、1995年現在の末端水路数、水利組合の状況、ライニングによる整備率をまとめている。それによるとローアジェルム地区の末端水路2,946路線で水利組合数は717、整備率は24%である。同様にローアチェナブ地区ではそれぞれ6,336路線、1,305水利組合、20%整備率、中央バリドアップ地区では、1,905路線、404水利組合、21%整備率となっている。後述するように支線水路ライニングの優先順位は、それぞれの末端水路の水利組合の状況及び整備率を勘案して決定した。

3.3.7 水・塩分収支

(1) 灌漑用水量

サルゴダ、ファイサラバード、ラホールの気象データ(1986-1995)を用い、修正ペンマン法により、地区内の蒸発散量を算出し、これを基に代表的な作物の単位純用水量(mm)を推定した。結果を以下にまとめて示す。

単位純用水量 ローヴェル地区 (mm)

ローヴェル	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
小麦	3.4						15.0	40.3	57.8	87.7	79.1	27.8	311.1
とうもろこし					31.2	142.2	146.5	10.8					330.7
米			37.2	180.8	227.3	245.8	218.4	17.1					926.5
綿	7.7	68.7	72.0	105.0	180.6	160.8	95.3						689.9
さとうきび	118.1	216.6	238.8	129.3	132.9	112.0	107.6	37.0		16.8	21.2	54.9	1185.2

単位純用水量 ローヴェル地区 (mm)

ローヴェル	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
小麦	11.4						18.3	44.2	75.0	90.6	89.5	64.0	393.0
とうもろこし					4.2	69.3	171.2	173.8	12.3				430.8
米			37.9	231.8	274.0	277.6	248.1	18.7					1088.1
綿	11.7	72.1	79.2	164.1	230.6	191.2	116.6						865.5
さとうきび	145.5	236.0	255.4	190.4	179.6	138.5	130.2	42.1	4.0	15.6	28.6	92.0	1457.9

単位純用水量 中央パリット地区 (mm)

CBDC	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計
小麦	15.0						16.7	42.9	67.4	82.9	72.6	51.0	348.5
とうもろこし						126.0	166.7	12.0					304.7
米			34.8	162.0	158.6	231.0	241.1	18.5					846.0
綿	13.5	69.9	67.5	83.9	105.6	144.5	110.4						595.3
さとうきび	150.9	227.7	239.6	107.9	60.0	95.7	123.9	41.4	1.5	11.7	15.5	78.9	1154.7

(2) 表流水灌漑

上記の単位純用水量に対し灌漑地区の現行作付け体系、作付け面積を基に算出した灌漑地区別の純用水量と、表流水に灌漑効率:42%(搬送効率70%、圃場での適用効率60%)を乗じたもの(利用可能灌漑用水量)とを比較検討した結果を以下に示す。

利用可能灌漑用水量と純用水量の比較

灌漑地区	表流水供給量 (単位百万ト)	純用水量 (単位百万ト)	差異(不足量) (単位百万ト)
ローアジェルム	1,551	4,254	- 2,703
ローアチェナブ	3,880	10,030	- 6,150
中央バリドアブ	750	1,606	- 856

用水量に対し、ローアジェルム地区で36%、ローアチェナブ地区で39%、中央バリドアブ地区で47%の充足率であり、現状の水不足と、地下水灌漑の重要性と灌漑効率の向上の必要性が確認できた。

(3) 地下水灌漑

前項で、表流水が不足していることを示したが、ここでは、地下水を含めた灌漑について、検討する。地下水灌漑供給量の算出には灌漑効率50%を用いた。

地下水を含む利用可能水量と純用水量

灌漑地区	表流水供給量 (単位百万ト)	地下水灌漑供給量 (単位百万ト)	純用水量 (単位百万ト)	差異 (単位百万ト)
ローアジェルム	1,551	1,723	4,254	- 979
ローアチェナブ	3,880	5,602	10,030	- 558
中央バリドアブ	750	1,130	1,606	+ 275
合計	6,181	8,455	15,890	-1,262

ローアジェルム、ローアチェナブ地区においては、地下水を加えてもまだ、灌漑用水量を満たさないことがわかる。ただし、中央バリドアブ地区については、地下水灌漑の供給により用水量の約17%が余剰となった。中央バリドアブ地区は、他の灌漑地区に比較し年間の雨量が多く、比較的恵まれた条件にあるため、このような収支結果になったと考えられる。

(4) 地表・地下排水

未舗装水路からの絶え間ない漏水と、平坦な地形が排水不良の原因となり、調査対象地区では、塩害、湛水が深刻な問題となりつつある。全国排水計画の報告書によれば、パンジャブ州全体で、地表灌漑の必要な地域は1.1百万ha、地下灌漑の必要な地区は2.0百万haに達すると推定されている。水路のライニングで、地下水位が上昇することを防ぎ、更に、必要に応じて、地表・地下排水網を整備する事でこの問題に対処していくことが急務である。

(5) 地下水収支

地表水の収支については、(2)において述べ、不足が明らかとなったが、ここでは、灌漑地区を、塩害地区と非塩害地区に分割し、それぞれについて、地下水の収支計算を行い傾向を把握した。計算に用いた諸元は以下の表に示す通りである。

地下水収支計算諸条件

	非塩害地区	塩害地区
表流水塩分濃度	200ppm	200ppm
地下水塩分濃度	800ppm	3,000ppm
土壌抽出液塩分濃度	1,500ppm	4,000ppm
根群域土層厚	1.8m	1.8m
土壌水分係数	0.2	0.2
地下水分係数	0.25	0.25
地下水層厚	120m	90m
初期地下水位	3.6 m	1.8m

(出典: Irrigation Planning with Environmental Considerations, World Bank Technical Publication, No.166)

地下水収支計算の結果を以下の表に示す。

地下水収支

	ロ・アジェルム	ロ・アジェルム	ロ・アチェナブ	ロ・アチェナブ	CBDC	CBDC
	非塩害地区	塩害地区	非塩害地区	塩害地区	非塩害地区	塩害地区
地下水貯留量 (単位：百万ton)	-987	405	-5.635	777	-1.185	314
地下水位変化 (単位：m)	-0.2	0.1	-0.6	0.1	-0.6	0.2

非塩害地区では、地下水の管井戸による汲み上げが主な原因で、地下水位が下がる傾向にある。一方、塩害地区では、水路からの漏水が原因で、地下水位が上昇する傾向にある事が推察される。ここで、更に、同じ仮定の下、塩の動きを推定した結果を示す。

地下水、土壌中の塩の移動

	ロ・アジェルム	ロ・アジェルム	ロ・アチェナブ	ロ・アチェナブ	CBDC	CBDC
	非塩害地区	塩害地区	非塩害地区	塩害地区	非塩害地区	塩害地区
土壌への塩の移動 (単位：百万ton) (ton/ha)	1.1 2.5	0.5 1.7	5.3 5.5	1.7 2.6	0.9 4.8	0.2 1.0
地下水への塩の移動 (単位：百万ton)	-0.8	-0.8	-4.4	-1.2	-0.9	-0.2

非塩害地区では、地下水が一度汲み上げられ、これが、灌漑により、土中に塩分を残していくことにより、土中の塩の集積が進んでいく。塩害地区では、土壌中の水分が毛管現象と蒸発により、地下水中の塩

分を土壤中に蓄積させると考えられる。いづれに於いても、土壤中に塩が蓄積し、排水システムが不備な場合、長期的には、農業に影響を及ぼすことになる。

3.3.8 排水

塩害地域の排水は、一般に地表排水と地下排水を併用する。地下排水はさらに開水路・暗きよによるもの (horizontal sub-surface drainage) と、ポンプによるもの (vertical sub-surface drainage) がある。

ローアジェルム地区の地表排水は、その全面積7,190km²を対象に144路線、1,310km、ローアチェナブ地区も全面積16,160km²を対象に63路線、1,350kmであるが、中央バリドアップ地区は、その一部1,150km²を対象に19路線、230kmの排水路が掘削されている。

地下排水はもっぱらポンプ (vertical sub-surface drainage) によるものでSCARPIにより行なわれているが、開水路・暗きよ (horizontal sub-surface drainage) は実施されていない。ローアチェナブ地区では排水専用の管井戸が280本、ローアチェナブ地区では約1,800本の内20%が、中央バリドアップ地区では、約400本の内20%が排水用に設置されている。

調査対象地区の排水計画量は、世銀が中心となって進めている国家排水計画(NDP)との整合性を勘案して立案していく必要がある。排水は洪水時排水と常時排水に大別されるが、洪水時排水は、降雨強度、流域面積、地形勾配、土壌の性質など、さまざまな条件に影響されるが、共事業省の灌漑設計マニュアルに拠れば、単位排水量として、0.11~0.44 lit/sec/ha がパンジャブ州で採用された実績があり、これをガイドラインとして、各灌漑地区で計画を作成することとなろう。地下水の上昇を防ぐための常時排水量としては、今回の水収支計算から、年平均で、0.2 lit/sec/ha 程度と概算される。

3.3.9 支線水路ライニングの現状と問題点

(1) 計画地区内では、表3.3.9-1に示す通り、支線水路全長 (6,611km) の内12%、814kmがライニングされている。その種類は、コンクリートライニング(30%)、煉瓦ライニング(58%)及び水路内壁のみの煉瓦ライニング(12%)となっている。地区別ライニング比率は、ローアチェナブ地区で15%、ローアジェルム地区で5%及び中央バリドアップ地区で20%である。ローアチェナブ地区では骨材が近傍に得られることからコンクリートライニングの割合が高い。一部試験的に、ゴムやPVCを使用した被膜ライニングも施工されている。主なライニング事業は、1986年から1995年にかけて行なわれた灌漑システム改修計画(ISRP)、水管理計画(CWMP)及び年次改修計画(ADP)であり、その工事のほとんどは、資金を世銀、USAIDなどの援助にたよっている。ライニングが施工された水路の現況は、以下の通りである。

ローアチェナブ地区では、堆砂が著しく、不十分な維持管理と相まって、機能低下した水路が見られた。また他の地区でも維持管理は一般に不十分であった。堆砂は、他の地区では少なく、

ISRIPのデータも現況を肯定している。

- ・ 煉瓦及びコンクリート接合部が緩んである個所が多く見られた。また家畜の進入・横断や盗水などの人為的な水路断面の破壊が著しい個所が路線測量により地区全体で150地点、距離にして約3km指摘された。水路断面が非常に脆弱になっているところは100ヶ所を数えた。
- (2) ライニングの規格は、上記事業間で概ね共通であり、コンクリートライニングは厚さ3インチ、煉瓦ライニングは4.5インチであり、両者とも0.75インチのモルタル下地である。水路断面は、現況の土水路断面からほとんど縮小されていない。内壁勾配は、流量の少ない水路では、垂直または、1:0.5で、流量に応じて1:1.5までかわっている。NESPAKが指示した指針では、1:1が推奨されている。水深は1.5'から2'で、流量の変化には、底幅を拡張することで対応している。煉瓦ライニングでは、コンクリートに比べ、施工を考慮してより大きな底幅-水深比を採用している。流速はライニング水路としてはかなり遅く設定されており、推砂問題を改善しきれていない。
- (3) 付帯施設としては、施設インベントリ調査結果を纏めた表3.3.9-2に示すように、分土工、落差工、橋、階段、水路橋（フリユーム及び管路）、パイプカルバート及び余水吐がある。分土工は、以下の表に示す通り、APM(Adjustable Proportional Module)と呼ばれるオリフィス型分土工が最も多く、次いでフリユーム型分土工となっている。支線水路末端では、テイル・クラスターと呼ばれる複数のフリユーム型分土工による比例分水方式である。1,085個の分土工の内、完全な状態で機能を維持しているものはわずかに36個に過ぎず、725個はなんらかの修理を必要とし残り324個は分土工機能を発揮しておらず取り換えが必要であると判定された。

分土工タイプ	ローアジェルム地区	ローアチェナブ地区	中央バリドアップ地区	計画地区計
パイプ分土工	15	39	18	72
APM分土工	153	390	123	666
フリユーム	153	150	27	330
その他*1	7	7	3	17
合計	328	586	171	1,085

*1: Screchly型を含む

落差工はインクラインド型が主流であるが、形式を判断できないほど破損しているものも多い。測量された176個の内82個が修理または取り換えが必要と判定された。

橋は地区全体で433橋の内修理を必要とするものが244橋あり、取り換えが必要なものも150橋を数えた。鉄道橋は12橋ある。煉瓦製のものも見られたが、一般的なコンクリート・スラブ橋も多い。階段工は85個あり、内27個が修理を必要とし、22個が取り換えるの必要がある。

- (4) 煉瓦の製造は調査地区内で非常に一般的であり、供給量も多い。コンクリート骨材はサルゴダ付近で

産出しており、供給量は問題ないが、運送費により、ローアジェルム地区と他地区の間で価格に大きな違いがある。砂もその多くをチェナブ川から採取しており、中央バリドアップ地区では比較的高価格である。セメントは国産及び輸入で十分な量が出回っており、地区毎の価格差はすくない。一方被膜ライニング用のPVCやゴムシートなどは品質の問題もあり、輸入に頼らざるを得ない。価格は、しかしコンクリートや煉瓦に比べかなり高い。

(5) 水路用地が広く、その内に水路の仮回しが可能な場合には、ライニング工事はほとんど仮回し工法 (diversion) で施工されている。これは、一時的に、現況水路の横に仮水路を作って灌漑を継続し、その間に元の水路にライニングをおこなうものである。水路用地が十分でないか、または土質等の理由で水路敷として使用できない場合には、非灌漑期 (約1カ月) を利用して、現況水路をライニングする工法も一部で採られている。農民調査の結果によれば、これをライニング工事のために更に3週間程度延長してもよいとしている。工事は一般に建設業者に発注され請負工事形態で施工されているが、工事期間は1年から1年半、その単価は、一件当たり約、500万ルピーから1,000万ルピーで、工事速度は、平均で1週間当たり300m程度である。ライニング工事は、ほとんど人力で施工されており、鋼製型枠も使用されていない。

(6) 支線水路において今後解決すべき問題点は以下の通りである。

- 一 水路のライニングに関しては、水理的に有利な断面を採用し、流速を高め推砂を減少させるとともに、現状に則した適切な材料及び工法の選定を行なうこと。
- 一 農民組合等による水路及び施設の適切な維持管理が行なえる体制を整えること。

3.4 灌漑・排水システムの維持管理 (O&M)

3.4.1 灌漑O&Mの概要

灌漑システムのO&Mは19世紀末に設立されたパンジャブ州灌漑電力省が行っている。州の各省は政治家の大臣の下に事務次官がおり、次官補・次官代理および各部担当官が補佐する。パンジャブ州の灌漑システムのO&Mは以下の6地区に分割され、それぞれチーフエンジニアが管理している。(i) ラホール地区 (ii) ファイサルバード地区 (iii) サルゴダ地区 (iv) ムルタン地区 (v) バハワルプール地区 (vi) DGカーン地区。本調査地区は始めの3地区に属する。各地区事務所は5つのサークルがあり、そのうち3つは灌漑システムのO&M、2つは排水システムのO&Mを担当している。O&Mサークルは2・4の亜地区からなり、システムのO&Mおよび水利費の査定を行う現場担当官が配置されている。

(1) システムの管理

地区灌漑担当官は灌漑用水量を水路の容量を勘案しながら査定し、申し込書 (Indent) を水路電話を通じて少なくとも10日前までに頭首工区へ送る。申し込書は過去の取水記録に従って水路容量と要水量の

比で表示される。頭首工区は利用できる河川流量と下流の水利権を考慮し幹線水路と二次水路のロスを加え各地区からの申し込書の合計水量を取水できるよう頭首工のゲート操作を行う。

1991年の水利協定により各灌漑システムへの10日単位の放流量は決まっており、各頭首工に配置されているインダス川システム公団の代表が管理責任を負っている。河川水が不足する場合は季節水路（Non-Perennial Canal）への放流を減らし、それでも不足する時は、優先権を持っている通年水路（Perennial Canal）に不足を案分して放流する。

灌漑地区の中でも公平を期するため不足は全体に配布される。不足はしばしば起きないが、通常4、5、6月に起きる。この期間、貯水池は最低水位まで低下しており、インダス川の源流では未だ低温のため雪解けが始まらないので河川流量が少なく、ジェルム川・チェナブ川の流域ではモンスーン季節前で降雨は少ない。他方、インダス平野の気温は上昇し、既に作付けられている作物の要水量および作付け前灌漑用水量は高い。不足量の配分が必要になるのはこのクリティカルな時期である。タルベラおよびマングラ貯水池の運用は発電よりも灌漑にプライオリティを置いている。

(2) 水路システムの維持

頭首工から分水工（Mogha）までの水路システムの維持は州灌漑省が行っている。灌漑省は常勤の技師および技師補の外、熟練および非熟練スタッフを雇用し、頭首工のゲートおよびギアの維持、支線・二次・幹線水路の破堤の監視、分水工変造の監視、コントロール施設および堤防の付帯構造物の補修、雑草の除去、堤防および付帯道路の維持等を行っている。毎年の土砂除去等の主要な業務の中には請負業者が行うものもある。

これらに要する財源は州財務省が承認された基準（Yard Stick）通りに州の年次予算に計上することになっている。灌漑省の不満は基準通りの予算が一度も計上されたことがなく、累積した資金不足のため施設が悪化していることである。これはローアジェルム地区の数字からも裏付けられる。O&M予算は1984-1994年の10年間200-300%の物価上昇にも拘わらず額面上同額であるが、管理スタッフの給料と手当はインフレとともに3年毎に上昇している。O&M予算の凍結は人件費の支払いが優先するので、実際の維持費が年々減少するという結果を招いた。国家排水計画（NDP）によると1995年予算では75%が人件費に充てられ25%が施設維持費に充てられた。

他方、財務省はインフレに見合った水利費の増加がない限り、財務省としてはO&M予算を増額するわけにはいかないと主張している。結果として、Irrigation System Rehabilitation Project I & IIによって財政的支出があるもののシステムは恒常的に悪化の一途を辿っている。

3.4.2 水利費の査定と徴集

灌漑システムの主要な収入は農民から徴集される水利費（Abiana）である。灌漑省には多くの水利費査

定スタッフが水利費の査定をしている。例えば、ローアジェルム地区の場合支出の2/5 雇用人員の1/3 が水利費査定スタッフである。水利費は作物毎に政府が定められているので、水利費査定スタッフの役割は6ヵ月毎に各作物の作付け面積を測定することである。作付け面積はチェックおよびカウンターチェックにより正確に測定され、部分的または全面的不作に対して正確に水利費の払戻をすることになっている。

水利費は県徴集官に報告され歳入省 (Revenue Department) を通じて徴集される。ローアジェルム地区の1984 - 1994 年の水利費は殆ど変わっていない。最大は1986 - 87年のRs.79,441,176 であり、最小は1992 - 93 年のRs.69,664,629 である。小規模地主は殆ど100% 水利費を支払っているのに対し、大規模地主は低い査定または不払いのため毎年7 - 8% の歳入不足の原因となっている。不作の場合、灌漑省は水利費を1/4, 1/2 または全額免除する権限を持っている。しかし免除は頻繁に行われるわけではない。LCCの2地区の3年間の記録では、1993 - 94 年のブララ地区の棉の病害を除けば免除額は0.5% 以下である。

3.4.3 排水のO&M

調査地区には地表排水と地下排水の2種類がある。地表排水は大部分が自然河川またはその支流からなるが、若干の地表排水路は近年ファイサラバード地区の暗渠排水の施工に伴って建設された。地下排水の大半は政府および民間の管井による。政府の管井はSCARPで設置されたが、かなりの数は老朽化して放棄されている。政府の管井が灌漑に利用される場合は排水税が賦課され、灌漑の水利費と一緒に徴集される。

NDP-Iでは排水施設のリハビリも若干行われるが、主眼は管井の移管プログラムに置かれ、塩分濃度の高い深層地下水を汲み上げている大規模ポンプを農家に移管し、比較的塩分濃度の低い浅層地下水用のポンプに転換するよう誘導している。移管プログラムが成功すれば州政府が支出している管井のO&Mコストを節約できる。現在、大規模排水施設は州政府が維持しているが、PIDAに引き継がれることになる。将来、管理費は受益者から徴集されることになる。15 cusec までの圃場排水施設は農民組織に移管される。

3.4.4 他省の役割

灌漑システムのO&Mは州灌漑省の専管であるが、水管理には他の省も密接な関連を持っている。農業省(普及、試験研究、農業技術、圃場水管理、土壌保全、畜産) 地方開発省、歳入省、協同組合省、食料省、森林省等である。この中で農業省の圃場水管理計画 (On-farm Water Management Project) は末端水路の改良を行ってきたので最も関連が深い。この計画は1976年にUSAIDにより導入され現在も続いている。農業省によれば、現在までにパキスタンの100,000の末端水路の中21,000を改良し、28%の水を節約し、作付け面積を13%増やし、灌漑強度を14.8%増やし、反収を17%増やしたという。末端水路改良事業はWUA (Water Users Association) の結成が要件で、水利用団体は事業費の25%を労力提供で負担する。負担は次第に増加し現在では50%になったが、これは事業の成功を裏付けるものである。WUAは1981

年の条例を根拠としているが、水利用団体は通常工事が終わると解散してしまう。理由は農民団体持続の必要条件である末端水路運営についての責任と権限を与えられていないからである。

圃場水管理計画の他の機能は土地均平である。これはかなりの補助金がつくため人気があるが、農民の自己投資の対象としては便益に比較して費用が高すぎる。特に食用作物を対象とした場合は割が合わない。

圃場水管理計画はCommand Water Management Projectにも含まれている。Command Water Management Projectでは支線水路の改良は灌漑省、末端水路の改良は農業省が分担する。二省の事業であるため調整官が任命されたが期待された成果は得られなかった。

各省間の調整は最も困難な問題である。緊密な垂直的階層システムによって各省のトップに権限が集中しており、業務は明確に定義され裁量の余地がなく、他省の業務に対する配慮や尊敬は少ない。もし支線水路レベルの農民団体が既存の法律法規に制約されない明確な権限と責任を持つならば他省の支持と参加を得るために大きな役割を果たすと思われる。

3.4.5 灌漑システム管理の阻害要因

調査団は、パキスタン政府の灌漑システム管理制度改革の根拠となっているO&Mシステムの阻害要因について農民からの聴き取りを行い、パンジャブ州灌漑省の見解を求めるとともに、現地調査においてその確認をおこなった。

A. 農民からの聞き取り

調査団が農民との集会において農民から聞き取った灌漑システム管理の阻害要因は重要性の順位で次の通りであった。

- (1) システムの水供給量は不足しており、人口増加に伴う食料需要を満たすのに必要な作付け率の増加に対応できていない。その原因は、彼等の父親や祖父の時代は同じ家族を養うのにより大きい土地があったが、農地は子供や孫に相続される過程で細分化し、現在では当初の1/10の面積になっていることから年2-3作の作付けが必要で、より多くの灌漑水が必要となっていることにある。
- (2) 当初、効率的かつ公平であった水配分はここ30-40年間に悪化し、水路の補修も堆砂の除去も遅れるようになった。結果として土地面積に比例して分配されていた水配分は不公平となり下流農家に損害を与えている。上流の大規模農家は政治的・経済的影響力を使ってシステムを妨害し規定配分量の3-4倍の取水を行っている。彼等は支線水路でパイプサイホンを使ったり、分木工を壊したり、敷を下げたり、水路の中に動物を入れ分木工の流量を増やしたり、水路の堤防を破壊したりしている。

水路担当官は25年前までは極めて専門家的に法制的権限を行使したが、現在は政治的影響力により力を失い公平な水配分の法的枠組みは壊れてしまった。農民によれば、過去10年間に度々水

泥棒の犯罪が犯されたにもかかわらず Canal and Drainage Act により処罰された者は一人もいない。法律は適用されるだけでなく、適用されていることが見えなければならない。

- (3) 農民は資金をプールしておいて当り前の水供給を受けるために規定額以上の支払いをしている。かかる間支払いは増加の傾向にある。
- (4) 水不足のため水路の水よりはるかに塩分濃度の高い地下水を管井により使用することが増えたが、塩類のリーチングをするだけの水がないので土壌の塩類集積が進んでいる。また、地下水のくみ上げは水路の水よりはるかに高い。
- (5) 支線水路のライニングは水の浸透損失よりもシステムの効率と公平な水配分のために必要である。

B. 阻害要因に関する灌漑省の見解

これら阻害要因に関する灌漑省の見解は以下の通りである。

- (1) 水路システムが劣化したのは政府の O&M 予算がないため維持の遅れが起きているためとしている。その要因は O&M 予算算定のための基準 (Yard Stick) が固定されておりインフレと歩調が合っていないこと、実際の予算は 1980 年代に改訂された基準にも達しておらず、ローアジェルム地区の O&M 予算は 1984 年以来変化していないことなどをあげている。

財務省はこれに対し水利費が 1980 年代の始めから改訂されていないのだから O&M の財源を確保できないとしている。その理由として、農民の農業収益は 1860 年代に比較して 20 倍になっているのに水利費は 2 倍になっているに過ぎないことから、実質的には水利費は 1860 年代の 1/5 - 1/6 に低下していることをあげている。

- (2) 灌漑省は省の法制、行政、業務の面で政治的影響がありシステム全体の悪化を招いていることを認めている。しかしながら灌漑省はかかる政治的影響をなくすことに自信を持っており、適切な O&M 予算の配分と水利費の増加によってかつての栄光を取り戻せると考えている。

灌漑省は人員過剰で特に下級スタッフが多い。業務の中で不必要な部分を整理し適切かつ管理可能な人員構成に縮小することは可能である。O&M 予算の 75% は人件費で占められている。(ローアジェルム地区の場合は 95%) かかる状態は許容限界に達している。ローアチェナブ地区の 3,501 人の内、技術者は 115 人または 3.3% に過ぎない。(ローアジェルム地区の場合 3.2%) 若干の事務職員と幹線水路担当スタッフ以外は二次および支線水路の O&M に従事している。支線水路スタッフの主要部分は水利費査定スタッフであり、現行の作物基準の水利費査定法を灌漑面積割の均等レートに改訂するという政策変更を行うことにより不要となる。この問題はパンジャブ州政府でも検討中であるが利害関係がからんで進展していない。

均等レートの採用は調査団と農民との集会でも議論したが、難しい問題はないと思われる。殆ど総

ての農民集会で均等レートは受け入れられた。ローアジェルムとローアチェナブ地区の水利費査定スタッフの person 費は Rs.45 百万および Rs.28 百万であり、これは水路の維持・補修費をはるかに上回っている。

3.4.6 灌漑管理に対する農民組織の現況

パンジャブでは支線水路レベルの農民組織は存在しない。Water Users Association (WUA) は1970年代の半ばからOFWM計画の中で各地に形成された。WUAは未熟練労働力の動員、土木工事への農民の醸出金の徴集、ライニングのための石工の雇用等を行ってきた。これらの工事がおわるとWUAは解散した。

WUAの管理構造はクローズドショップ制である。WUAにはその活動と会計を定期的に計画したりレビューしなければならないという規定はない。実際は総ての権限は小人数のコミッテイに委ねられている。公開議論と法制的権限がないのでWUAは無能力である。かくして参加は代表に置き換えられ、代表は政府機関と折衝し農民の名において物事を決定している。WUAが1970年代に最初に形成された時は灌漑農業のための農民の永久機関と考えられていたが、実際はそうはならなかったのである。

3.5 農民集会および制度改革

3.5.1 概要

フェーズII調査期間中、調査団は選定した12支線水路に関連する村落で農民集会を開いた。規模の大きな支線水路の場合は上中下流の3カ村、小さな支線水路の場合は上下流の2カ村が選ばれた。このようにして1996年11月に24の村で農民集会を開いた。1996年5-6月の7村を加えると31村となり、1,200-1,300人の農民代表と対話したことになる。この参加型調査は、直接農民と対話することにより、灌漑システムの現状と将来について農民の認識と展望を明らかにし、より公平で持続可能な水管理計画を作成することを目的とする。このアプローチは非常に強力かつ明確な農民の反応を引き出した。農民は支線水路の現行の水管理について非常に強い不満を表明し、農民と調査団との自由討議により問題の核心は急速に浮かび上がってきた。

3.5.2 選定した支線水路の上中下流における灌漑O&Mの現況

支線水路の上流に位置する村の農民からは、用水の不公平配分についての不平は聞かれなかったが、現在の作付け強度に対しては水は不十分であるという不満があり、そのため農民の中にはサイホンを使って不法取水している者がいることを認めた。支線水路の上流で地下水塩分濃度が低い地域では農民は管井を使って水路の供給を補足し、高い作付け強度を得ている。管井は水路の近くに位置しているので、この地下水は明らかに水路からの漏水である。支線水路の上流に位置する村の農民でも水路の中途閉鎖により規則的用水供給が中断されることについては不平を云っている。また下流の水利用者からは上流の水利用者は承認された割り当て水量以上を取水しているとの不平がもたらせられている。

中流域の農民は上流の農民が多くの水を盗用していると異口同音に不平を云っている。中流で水路から遠く地下水塩分濃度が高い地域では管井による灌漑水の増加は非常に少ない。

殆どの下流農民は極めて少量かつ不規則な水路からの供給を受けており、塩分濃度の高い地下水を管井で汲み上げて使わざるを得ない。この例外はムンギおよびキリワンワラ支線水路の末端で、10年以上も表流水の供給がないため農民は塩分濃度の低い地下水をポンプアップして利用している。一村あたり25馬力の管井が40あり、22 mの深さから水を汲み上げており、毎年の地下水位の低下は45 cm程度である。この地域ではラビ川の伏流水による地下水のリチャージがあると考えられるが、地下水位は確実に低下しており将来の利用は保障されない。

政府所有の管井は地下水位を低下させる目的で設置されたが、大部分は故障している。一ヶ所だけLJCで2台の管井が稼働中である。

3.5.3 水の売買

(1) 非公式な水の売買

水路の水を売買している事例はない。非公式な地下水のマーケットは地下水塩分濃度の低い地区に設立されている。管井で汲み上げられた用水の値段は一時間あたり50・80ルピーである。一エーカーの小麦を管井だけで栽培すると600・1000ルピーかかる。中下流で地下水塩分濃度が高い地域では地下水マーケットは金銭に関係のない親類間の互助的なものになっている。この地域の管井は通常ボアホールにトラクターの動力で運転されるポンプがついた簡単なものであり、水が必要な時にトラクターの所有者が時々利用する。

(2) 公式な水の売買

唯一の正式な水の売買は表流水の供給に対して名目的に賦課されるアビアナ (Abiana) または水利費である。農民は水供給は不規則になっても、水利費は年と共に定期的に増額されることを認めている。

3.5.4 水管理問題に関する農民の意識

参加型調査を実施することによって農民との接触が密になり、灌漑水の適切かつタイムリーな供給を直接または間接に妨げている権力についての農民の意識を理解することができた。農民は灌漑省および地方の有力な大農/政治家等を権力と捉えている。農民達はあからさまに苦情を口に、彼等にとって理想的状況にするにはどうしたらよいかについて考えを示した。

i) 灌漑省

農民達の怒りは系列の役所特に現状に対する直接の責任者である灌漑省に向いている。苦情は以下の通り広範に互っている。

— 数年に互って全く水の米ない分水工がある。

- 水管理官は上流域の農民が許可以上の水を使用しているのを黙認している。
- 水坩棒に対し全く刑罰が与えられていない。
- 一部の個人の不正に対し農民全体が罰金をとられている。
- 水管理官が灌漑施設をわざと変造し農民から罰金をとっている。
- 灌漑省の黙認なしでは刑事事件を正式に届け出できない。
- 量水標観測人に不正がある。
- 灌漑・排水施設の設計に欠陥がある。
- 支線水路からの供給が予告なしに止められる。
- 水配分スケジュールが無視されている。
- 水路の堆砂除去が行われていない。
- 水路堤防の破壊と水路底に堆積したシルトにより水路の通水能力が低下している。
- 本来管理者が行うべき破堤の修理を農民が行っている。
- 長年月に亘って水路からの供給がないにも拘わらず水利費を取られている。
- 不法に分水工を拡大したことに対し定期的に支払いが要求されている。
- 小農の苦情は相手にしてくれない。

ii) 力のある大農と政治家

力のある大農と政治家は役所と手を結び水管理の不公平さを助長している。農民は力のある大農と政治家について以下の点について非難している。

- 水牛等の動物を分水工の下流に立たせ分水量を増やしている。
- 勤務中の灌漑省の職員を脅迫している。
- 分水工を拡張した。
- サイホンを使って取水量を増やしている。
- 存在しない果樹園や養魚池を名目に水の割り当てを増やすよう役所を買収している。
- 国会議員が灌漑省の職員の任命や転勤に口だししている。
- 毎月一週間ずつ不法に他の支線水路を止めている。
- 他の農民の負担で非合法に新規分水工を作っている。
- 塩分土壌矯正用の補助金付のギブサムを小農から横流ししている。
- 分水工の下流を一時的に塞ぎ止めて夜間に水を盗んでいる。

iii) 水利費

大部分の農民は現行の水利費は高くないと考えており、政府がすぐにも水利費をあげようと

していることを知っている。10年以上も水路の水を貰っていないのに水利費を払わなければならないが農民の憤りは大きい、有力者は不法な水利用をしながら支払い額は少ない。

現行の低い水利費について農民達が憤然として反論したのは、分水工の取水量は従来と変わらないのに正規の水利費以外に10,000ルピーもの不法支払を要求されていることである。彼等が支払っている本当の水利費はこの額であると彼等は云っている。

分水工レベルで最も目につく官吏は水利費査定官（灌漑パトワリ）である。この官吏は灌漑ネットワークからの最低限の年間水利費を査定する義務を持っている。現在パトワリの本来の役割は機能していないと農民は考えている。例えば以前は不作・洪水・塩分集積・地下水上昇等による水利費の払戻しはパトワリが行った。この払戻しはカラバと呼ばれるが、調査団と対話した農民達は知らなかった。

iv) 農民の目的

農民との対話により彼等が得たいと思っている目的は明らかになった。農民が全会一致で必要としているものは以下の通りである。

- 支線水路（Distributaries and Minors）のライニングを完成し、自動車が通行できる水路堤を建設する。ライニングした断面は現在の低い流量でなく許可水量を流せるものとする。
- 供給水量をできれば現況の作付け強度に対応できるまでに増加する。
- 実際の流量を多くの制御地点で測定できるよう流量計を取り付ける。
- いたずらできないように分水工を鋼鉄でライニングする。
- 土地の営農状況に詳しい有能な不正をしない人にマネージをまかせる。
- 新規の分水工を増設する時は支線水路の頭で水の増加が確認されてからとする。
- 水牛によって支線水路・末端水路が損傷しないよう適切な措置を施す。
- 分水工は土地の実際の用水量に従って設計すべきである。特に水路末端では分水工の標高を正しくする。
- 有力者に対する不法な水供給をやめる。
- 毎年の落水期間以外は送水を止めない。
- 灌漑省に断わらなくても農民が警察へ訴えられるようにする。
- 許可水量どおりの水を確保する。
- 水棍棒または水関連の犯罪には重い罰金または制裁を課す。

3.5.5 管理改善代替案に対する農民の意識

農民の苦情と目的についての対話が終ってから、障害要因の現実的解決法と望ましいゴールへの到達法について対話が進められた。灌漑管理改善の代替案について農民に質問がなされた。農民は全く予備知識が与えられない状態から出発するので、彼等の最初の反応はあたかも他所事を話しているか、彼等の日常生活に無関係なことを議論している感じであった。水は外部の公共施設からサービスを受け、それに対して農民は支払いをしていると考えているようであった。しかしながら、時間をかけて説明するにつれて、問題解決のため次の三つの方法が浮かび上がってきて、一つ一つについて議論が進むという経過を辿った。

(1) 代替案－1 現行システムの改善

農民は水路のライニング・水路堤の適切な維持・正しい分水工の設置と設計等の物理的改善により問題は解決されると考えているようであった。関連する政府機関や有力者が犯している不正について農民はすべての政治勢力を取り除き、水管理官の任命や転勤は成績本位にすることを強く主張した。厳正で正直な人物が水配分と水路維持の責任者となり、不正があった場合は重いみせしめの懲罰を課すことを主張した。1971年の民主化以前の組織の独立性を復活すべきであるというのである。多くの農民は民主主義よりも独裁制時代のほうが良かったと云う。選挙によって選ばれた代表者が腐敗の根源になっているという意識が強い。

この案については農民の間に現体制の中には誰もそのような改革を自発的に実施する者はいないのではないかという異論が出た。

(2) 代替案－2 支線水路の契約管理

現在パキスタンで支配的な考え方は必要な財とサービスがあれば、これを請負契約で賄うという考え方（thekaと呼ばれている）である。集会に参加した農民も例外でなく請負契約を有効な代替案と考えた。彼等の考えは政府は定期的に入札を行い支線水路の管理を民間業者に委託すればよいというものである。請負業者は農民から水利費を徴集しその中から水税を政府に支払えばよい。この案を議論してすぐ解ったことは、請負業者は袖のしたで高い水利費を払う有力者の利益のみを考える中間商人になってしまうだろうということである。支線水路の契約管理という単純な考え方は実務的考え方をする農民によって否定され、このような方法では望ましい目的が得られないばかりか水配分の不公平が増大することが明らかとなった。

(3) 代替案－3 農民による管理

二つの代替案の欠陥が明らかになった後、農民による水管理という新しいアプローチに議論は移った。農民達は彼等が支線水路の管理を任せられたならば、水管理を適切に行えるという自信を表明した。彼等

は農民管理の最低の前提条件として以下の項目を強調した。

- 支線水路への分水量とその保障手段を合意する。
- 支線水路全線をライニングし堤防を強化する。
- 水管理コミッテイを結成し、警察の認可を得て違反者に罰金を課す権限を与える。
- コミッテイの選挙は農民のみにより行い、政治が関与しない。
- コミッテイの任期は最大2年とし、1年が望ましい。
- 有力者や大農によるコミッテイの独占は避けなければならない、これを法律で規定する。

3.5.6 制度改革および農民組織 — 農民との協同提案

議論は最終的に農民による支線水路管理の形式と機能に及んだ。末端水路および支線水路レベルのコミッテイの構成、責任・権限・特典・報酬、関係政府機関との関係、法的地位等の広範なテーマが議論された。結果として農民による水資源管理の暫定計画が合意されたが、農民は以下の留保条件を付けた。

- 中立者（JICA チームのような）による総括的トレーニングと技術援助が用意されること。
- 計画は法律によって公告され完全に法律の保護を受けられること。
- 農民のコミッテイは支線水路管理のための資金を持つこと。

(1) 農民組合の性格

コミッテイは二層構造となる。上部コミッテイは支線水路レベル、下部コミッテイは末端水路レベルの責任を持つ。

a) WUA (Water Users Association)

末端水路レベルには組合員の投票により選ばれた3人のメンバー（議長および2人のメンバー）からなるWUAを結成する。すべての組合員は所有反別に拘わりなく一票の投票権を持つ。コミッテイの任期は最大2年とする。

WUA は Corporate Law Authority (CLA) に登録され、末端水路の名前が入ったWUA の名前で銀行口座が開設される。口座はWUA の三人のメンバーの署名のある小切手により運用される。

b) FO (Farmers Organization)

FO はWUA の上部機関である。各WUA の議長は FO のメンバーとなり、それぞれ一票ずつを持つ FO の選挙人となる。投票は二回行われる。一回めは FO の議長を選び、二回めは財政役員・技術役員・4人の他の FO 役員を選ぶ。これら7名の役員は財政役員を含め少なくとも4名は支線水路の中流より下流の地域から選ぶこととする。FO も CLA に登録され、FO の名前で銀行口座が開かれる。三人の FO 役員のすべての署名がないと口座の運用はできないものとする。

c) FO の権限

FO 議長の権限は現在の PID の Divisional Canal Officer (DCO) と同等、技術役員は Sub-Divisional Canal Officer (SDCO) と同等とする。

選挙の有効期間は 2 年以内とし、一旦 FO の役員になった者はその後は役員になる資格を失うものとする。FO の事務の継続性を確保するため最初だけは半数の WUA メンバーの任期を 3 年とする。

d) 会計監査

WUA も FO も Office of the Auditor General, Pakistan Revenue または州または連邦政府機関による会計監査を受けなければならない。

e) 会議

FO の 7 人の役員は月一回会議を開かなければならない。FO の総会は 3 か月以内に開かれ、出席者には特別謝礼が支払われる。総会において FO 議長は収入支出明細を報告し、その後監査に回す。

(2) 水供給契約

関連政府機関は支線水路の始点で相互に合意した流量を確保することを目的に作成された抑制と均衡を内容とする契約書に縛られる。この契約は 2 年毎に関連政府機関と FO のコミッテイの間で取り決められる。

(3) 水利費

現在、水利費は供給水量でなく栽培されている作物の種類、作付面積、作況に基づいて賦課されており、一方灌漑水は栽培作物に関係なく農民が所有する土地面積割で供給されている。従って、水利費は供給水量に無関係という矛盾した状況となっている。この点は農民が非常に憤慨しているところであり、彼等は水利費は供給水量によって支払われることを望んでいる。もし、水利費が所有面積割となるならば、水利費の査定も徴集もはるかに容易になり、従来水利費の査定に要していた費用は不必要となり、農民自身で水利費を査定し徴集することができるようになる。水利費はシーズン毎に変える必要はないし、土地所有が変わらない限り一定である。支線水路の移管後は、O/M 経費を CCA で割り面積割りの水利費を徴取すればよいことになる。

(4) 財政計画

支線水路および末端水路の維持管理には資金が必要であり、加えて農民から選ばれた役員に給与または日当を支払わねばならない。現在、灌漑省は支線水路の維持管理に責任を持ち、多くの職員を抱えている

がその給与も灌漑省が支払っている。農民はこれらの経費が水利費で賄われているのを知っている。

新提案の財政計画によれば、水利費は維持修理費と支線水路を担当していた灌漑省の職員に支払われていた給与を除いた額を関連する政府機関に支払われる。支線水路の経費と親水路の将来の経費との関係を明らかにする必要がある。節約額は農民組織の役員により運用され、支線水路および役員給与のための資金の一部となる。

WUAの議長は水利費の2%を彼等自身の給与として支払い、3%をWUAの口座に入れる。この5%は現在 Numbardar の手数料として支払われているが、農民組織ができると必要なくなる。残りの95%はFOに支払われ、FOは職員給与および支線水路の維持管理に要する一定の額を差し引いたのち灌漑省/PIDAへ支払う。

4. 計画の基本概念

4.1 支線水路改修計画の目的

パキスタン政府の水セクターに対する基本政策は、第8次5ヶ年計画・Water Sector Investment Planning Study (1990)・Sector Development Policy Letter (1995)、Pakistani Irrigation and Drainage: Issues and Options (1994)等に示されているように、環境に適合した持続可能な灌漑農業を再建し、一人当たり所得を増加し、貧困を軽減することである。

この基本政策に沿って、本パンジャブ州支線水路改修計画の目的を以下のとおりとする。

- (i) 支線水路のライニングによる浸透量の抑制により、作物生産の増大・所得の向上・貧困軽減を図り、併せて地下水上昇・土壌への塩分集積の軽減を図る。
- (ii) 灌漑システムの持続可能なO&M組織を構築するため受益者参加の水管理システムを開発する。
- (iii) 支線水路のライニングと付帯構造物の改善により、不公平な水配分の是正、水管理の合理化を図る。

この目的を達成するための手段として以下のプロジェクトが形成された。

- (i) パンジャブ州の代表的灌漑システムであるローアジェルム地区、ローアチェナブ地区、中央バリドアップ地区に属する支線水路の中から優先地区として12の支線水路を選定し540 kmの支線水路のライニング工事および分水工を含む大部分の付帯構造物の再構築工事を実施する。
- (ii) パキスタン国の政策である全国灌漑排水O&Mシステムの制度改革の線に沿って、選定された各支線水路にO&Mのための農民組織を設立する。

全国灌漑排水O&Mシステムの制度改革は各州の条例案ではパイロットプロジェクトとして実施することが規定されているが、上記(i)のハードウェアプロジェクトは(ii)のソフトウェアが不可欠であるので両者はパイロットプロジェクトの2つのコンポーネントとなる。

4.2 プロジェクトの必要性

パキスタン政府の経済政策の基本は、食料自給の向上および農業関連産業の振興のため、人口の増加率以上の農業生産の成長を確保することである。農業生産の最大のインプットは水であるので、将来、ますます深刻になる水資源の不足に対処するため、今後とも水資源の開発を継続することが必要である。

政府は、水資源開発の手段として1960-70年代に実施したような大規模なダム開発よりも、支線水路および末端水路のライニング、既設インフラのリハビリと改良、灌漑システムの水管理の改善、等により灌漑効率の改善を通じて水供給を増加し、併せて、地下水上昇と土壌の塩類集積を防ぎ、灌漑農業の拡大と持続、農業生産の増大を実現しようとしている。本プロジェクトは、支線水路のライニングによる水供給の増大、水管理の合理化、地下水上昇と土壌の塩類集積の防御等を目的としており、政府の政策・戦略

に合致するものである。

水路のライニングについては、過去に幹線水路・連絡水路等で実施された以外に、OFWM プロジェクトの中で末端水路についてはかなり実施されている。しかし、ライニングの歴史はかなり古いにも拘わらず、ライニングの工法については定説がなく、経済評価方法についても確立されていない。従って、水路ライニングは、いまだに実験段階にあるといえる。今回のJICA 調査は、調査範囲が広範で、調査項目が多く総合的なことから、パンジャブ州政府は、水路ライニングの懸案問題を解決する絶好の機会として捕えており、本プロジェクトの計画実施運用段階を通じ、十分なベンチマーク調査とモニターリングを実施し、ライニングの工法、経済評価に回答を出したいと考えている。かかる意味で、本プロジェクトはパイロットプロジェクト的性格が強い。

150年におよぶ開発の歴史を持つインダス川灌漑システムは、近年、政府予算の不足等により物理的にも制度的にも維持管理が困難になっている。このため、パキスタン政府は、Irrigation System Rehabilitation Project (ISRP) Command Water Management Project (CWMP) 等を実施し、施設のリハビリを図ってきたが、灌漑排水の O&M 制度に関しては National Drainage Program (NDP) を発足させ、その中で受益者参加を基本理念とする抜本的制度改革を実施する計画である。本計画もこの基本理念の上に立って、農民組織による支線水路の維持管理をパイロット計画で実施することとし、組織・設立・財務・施設移管・水管理等について計画を作成する。

4.3 プロジェクトの機能と便益

本計画は支線水路のライニング（ハードウェア）とO&M制度の改革（ソフトウェア）という2本の柱から成る。

水路のライニングの機能は基本的には浸透抑制、水路堤の強化、流速の増加、付帯構造物の機能強化、環境改善、維持管理の改善等が考えられる。それぞれの機能によってさまざまな便益がもたらされるが、水路のライニングによって期待される便益の内、数量化が可能な便益として、1) 節約された灌漑用水の適用による収量の増加 2) 表流水利用可能量増加によって不必要となる管井戸の運転費用 3) 維持管理システムの合理化による維持管理費の節減が挙げられる。これ以外の便益は、不公平水配分の是正を含めて、数量化不可能または便益を控え目に見積もる等の理由により経済評価の対象としない。

O&M制度の改革による直接的便益としては若干の維持管理費の節減が計量化できるが、これはパキスタンの灌漑排水システムの持続のための基本要件であり、このプロジェクト全体の機能を保障するための必要条件でもあることから、制度改革の成功に伴うインパクトと便益は測り知れない。

プロジェクトの機能と便益について以下に述べる。

(a) 浸透抑制機能による便益

i) 浸透量の評価

3.3.3 節に述べたとおりIRIによる浸透量調査により判明したことは、流入流出法と湛水法により浸透量に大きな差がないこと、60ヶの浸透量データは1 cfs/msf から13 cfs/msf の間に分布すること、その度数分布は図3.3.3-2に示すとおり1-2 cfs/msf の度数が最大で右肩下がりの直線で表わされること、土水路の平均浸透量は6.32 cfs/msf、コンクリート水路の浸透量は1.47 cfs/msf となること等が判明した。

従来、支線水路の浸透量の評価はプロジェクトによって異なり、測定法と測定誤差に議論が集中していた。しかしながら、今回の調査で60ヶの測定値とその分布をみると、水路の浸透量の問題は、測定法と測定誤差の問題ではなく、水路区間毎の固有の浸透量を母集団とする分布曲線に還元できると考える。優先地区の選定基準の一つは浸透量が大きいことであるが、観測した測定値を当該水路の全長に適用すると過大評価をする可能性が高い。何故ならば、同一支線水路の中でも区間により浸透量は異なるからで、むしろ上記した分布曲線のような分布を示すと考えた方がよい。

従って、現況の土水路の潤辺面積を A_p とし設計コンクリート水路の潤辺面積を A_d とすれば、節約水量は $6.32 \times A_p - 1.47 \times A_d$ により計算できる。このようにして計算したライニングによる節約水量は控え目に見積もって12支線水路合計で認可水量の10.7%、または5.64 m³/sec、または年間163百万トンである。

ii) SGW 地区・FGW 地区における便益

調査対象地区をTDS 1,000 ppm を基準として、高塩分濃度地下水地区 (SGW) と低塩分濃度地下水地区 (FGW) に分類し、SGW 地区を通過する支線水路を優先地区として選定した。これはSGW 地区での浸透水は管井による再利用が不可能で、水資源的な損失になるのに対し、FGW 地区での浸透水は管井による利用が可能で水資源的な損失とならないからである。

SGW 地区

ライニングの浸透抑制機能によるSGW 地区の便益は、用水の増加に伴う作物生産量の増加から評価する。農民のインタビュー調査で明らかのように、水分ストレス状態での作物栽培で、利用可能水量が増加した場合、農民は面積増よりも面積あたり用水量を増加し単収を増やした方が有利であることを知っている。追加用水の施用とストレス状態にある作物の単収増加の関係を表わすイールドリスポンスファクターがFAO等の試験研究で確立されているので、これを利用して増加生産量を評価できる。

FGW 地区

これに対し、現在、調査対象地区の52%の地区では水路水と管井を併用し、20%の地区では管井のみにより灌漑され、水路のみの灌漑地区は28%に過ぎない。管井の水源は水路の浸透水と河川の伏流水と考えられる。農民の管井の総数は80,400なので19haに1ヶ所の密度となる。農民の管井はFGW地区でのみ稼働していると考えられるが、その密度と地下水位の低下傾向からみて、地下水利用の安全限界近くまたは若干超過して利用していると推測される。いずれにせよ、FGW地区での浸透水はすでに十分再利用されており、ライニングの浸透抑制機能による水資源的便益は考えられず、単に管井のO&Mコストと資本還元した水価のみが便益となる。

iii) 地下水上昇と塩類集積の抑制

SGW地区ではFGW地区のように管井による地下水の再利用が行われないので、地下水上昇と塩類集積が起りうる。ライニングの浸透抑制機能によるSGW地区の便益は、浸透抑制量に見合った排水量の減少である。しかしながら、優先地区の調査では、現在、LJC地区で2ヶ所の排水用SCARPポンプが稼働しているのみで殆どのポンプは休止しており、NDPの具体的計画もできていないことから、安全を見て本計画ではこの項目に関する便益は見積もらないこととする。

(b) 水路堤の強化

現在、水牛等の水浴および水路横断、流水による洗掘、不法取水による人為的破壊等により水路堤が不規則な形状を示し、漏水、不公平水配分の原因となっている。計画では、水路ライニング・家畜の水浴場の設置・家畜の横断ヶ所に橋梁の架設等によりこれらの欠点を除き、水路の機能を正常化する。便益は維持管理の節減効果として評価される。

(c) 流速の増加

パキスタンの灌漑水路は土水路なので、当初からシルトの堆積と水路堤の浸食を防ぐことが基本的設計思想となっており、このため浅くて幅の広い水路が一般的である。しかしライニング水路となると浸食の心配がなくなるので、流速が大きく幅の狭い水深の深い水理的により有利な断面を採用でき、ライニングの費用も安くなりシルトの堆積も少なくなる。従って土水路と異なった考え方によりライニング水路を設計することにより建設費用および維持費用が軽減され経済的有利性が得られる。

(d) 付帯構造物の機能強化

ライニングの実施に伴い付帯構造物の再設計が行われる。特に分水工 (Mogha) は公平な水配分を実現するためのキイとなる構造物である。分水工は Open Flume, Adjustable Proportional Module 等のゲートのない自動比例分水装置が採用されているが、多くの分水工は人為的に変造され当初設計の敷高および寸法が変わっている。PID の調査によるとキリアンワラ支線水路では140ヶ所の分水工のうち31ヶ所が人為的に変造されていた。プロジェクトの中で分水工の更新と改良が行われ、より公平な水配分が復活し、農民の不満は解消することが期待される。公平な水配分は、これを最大の目的とするプロジェクトもあることから分かるように、社会的公正という観点から非常に重要である。しかしながら、経済評価の観点からは、公平な水配分とは上下流の水配分と生産場所が変わっただけでトータルな農業生産量は変わらないならば、公平な水配分による経済的効果はないと考えられる。本プロジェクトではライニングのこの機能による経済効果は見込まない。

(e) 環境改善

自然環境、社会環境、公害等に及ぼすプロジェクト影響について初期環境調査を行う。調査は項目の重要性と影響の大きさについて評価を行った。このプロジェクトにとって重要な項目は、公平な水配分、制度改革、農民の収入増加、地下水位と水位上昇、地下水水質、飲料水水質等である。これらの項目について本格的環境評価を必要とする項目はないと考えられるが、プロジェクトの中でモニターリングを行うとともに必要な影響軽減措置を講じる。

(f) 維持管理の改善

ライニングにより水路堤の破損・シルトの堆積が少なくなること、分水工等の改善により管理が容易となること等により維持管理費が軽減する。この機能による便益は計量可能であり経済効果に見込む。

5. プロジェクト

5.1 優先地区の選定

5.1.1 概要

調査対象地域は、バンジャブ州に位置する、(i) ローアジェルム地区、(ii) ローアチェナブ地区、(iii) 中央バリドアップ地区で、総面積(地理上)は約27,250km²、総受益面積 (Gross command Area: GCA)は約24,450km²、純受益面積 (Calturable Command Area: CCA)は約21,160km²で各地区別の内訳は、次のとおりである。

灌漑地区名	地理面積 (km ²)	総受益面積 (km ²)	純受益面積 (km ²)
ローアジェルム	7,190	6,630	6,140
ローアチェナブ	16,160	14,970	12,360
中央バリドアップ	3,900	2,850	2,660
合 計	27,250	24,450	21,160

支線水路数及び延長は (i) ローアジェルム地区で216路線、1,981km、(ii) ローアチェナム地区で399路線、3,787km、(iii) 中央バリドアップ地区で102路線、847km、で合計717路線、6,615kmである。第1次支線水路と第2次支線水路別の内訳は次のとおりである。(詳しくは表5.1.1-1参照)

灌漑地区名	第1次支線		第2次支線		合計	
	水路数	水路延長(km)	水路数	水路延長(km)	水路数	水路延長(km)
ローアジェルム	87	1,320	129	661	216	1,981
ローアチェナブ	178	2,681	221	1,106	399	3,787
中央バリドアップ	34	510	68	337	102	847
合 計	299	4,511	418	2,104	717	6,615

5.1.2 選定基準

インテリムステージでは、水路ライニングの優先順位を決定したが、その基本方針は次のとおりである。

- (1) 湛水地区・高塩分濃度地下水地区、すなわち塩害を引き起こすと考えられる1,000ppm以上の地下水地区を対象とすること。
- (2) 水路漏水量が5cfs/msf以上であること(試算によれば5cfs/msf以下の漏水量では経済的に妥当でない)。
- (3) 農民の参加意識、自主性、遵法精神の判定は、現在の末端水路の水利組合の状況を選定の基準とする。また、末端水路のライニング済みの支線水路が対象となる。
- (4) 支線水路を1つの系(System)としてとらえること。第1次支線が塩害地区(延長の30%以上)にある第2支線は同様の扱いをする。

5.1.3 フェーズ-I 現地作業

漏水調査対象水路選定の第1段階としては、全水路を地下水塩濃度が1,000ppm以上の高塩度の地区を通過する、いわゆる塩害地区 (Saline) と、1,000ppm以下の地下水地区の非塩害地区 (Fresh) とに分類した。当時、組織的に地下水塩濃度を測定したものとしてWAPDAが1971年に実施したものをを用いた。

一方、漏水調査対象水路は60ヶ所 (Inflow-Outflow Method 50ヶ所、Ponding Method 10ヶ所)と限定されているので、PIDの水路改修計画優先順位リストを参照し優先度の順位は(1)老朽化の著しいもの、(2)塩害地区に位置するもの、を考慮した。

上記2つの情報を基に漏水調査水路を選定したが、以下の基準を作成した。

- (1) 高塩濃度地下水地区を通過する水路比率が高いもの。但し集中し過ぎないように全体的に配分した。
- (2) 長い支線水路については漏水量比較のため上・下流2ヶ所を選んだ。
- (3) 第2次支線水路についても漏水量比較のため1/4程度 (14点) を選定した。
- (4) コンクリートライニング、煉瓦ライニング、岩掘削の代表的なもの (7点) を選定した。
- (5) 高塩分濃度地下水地区において漏水量調査を行わない水路についても (大半は比較的短い)、漏水量が推定できるよう最大3~4水路間隔でバランスよく測定水路を決定した。

このように、漏水量を測定しない水路についても、フェーズ-I 現地作業で再委託した地下水塩濃度の分布に変化がある可能性を考慮し、ある程度漏水量が推定できるよう漏水量測定水路の選定を行った。選定水路及び測定結果は表3.3.3-1に示すとおりである。

5.1.4 第2次選定

上記、5.1.3選定基準の(1)はフェーズ-I 現地作業で再委託した地下水水質調査に基づき、塩濃度の等高線を作図し水路の選別を行い、(2)は同じくフェーズ-I 現地作業で再委託した漏水率に基づいて選定し、(3)は灌漑省及び農業省から収集した分水工、及び末端水路に関する資料 (イ、Outlet Register: 分水工の種類、サイズ、公認流量、及びロ、末端水路: 受益面積、ライニングの有無、水利組合の有無) に基づいて選定した。

これらの基準により消去するとローアジェルム地区で25路線、210km、ローアチェナブ地区で39路線、471km、中央バリドゥブ地区で2路線、51kmになる。したがって、支線水路66路線、延長732kmである。アジ銀はローアチェナブ地区の中で、ディジコット支線水路系及びケウラ支線水路系のライニングをWater Conservation Projectで既に取り上げており、本計画と重複しているため、最終的にはこれら2支線水路系を除いた。したがって、インテリムレポートでは本計画のF/Sの対象範囲を暫定的に支線水路51路線、延長553km (既ライニング長を除く)、面積 (CCA) 176,856haとした。

5.1.5 フェーズ-I現地作業

プログレスレポートIIにも記したが、地下水水質調査結果は座標のズレの修正と追加調査に基づき、若干修正する必要が生じたこと(特に中央バリドアップ地区)、及び農民の意向調査により、再び選定水路の調整が必要となった。各3地区の代表者を集めてファイナルにしたものを表5.1.5-1に示した(Disty:12路線、395 km、Minor:33路線、145 km、総延長、540 km、CCA:241,111 ha)。地下水の水質及びライニング優先水路は図5.1.5-1に示したとおりである。

優先地区及び優先水路			
支線水路系	受益面積 (ha)	水路延長 (km)	ライニング予定延長 (km)
1. ローアジェルム地区			
ピンディ	2,285	6.86	6.86
フジャン	25,236	80.13	78.18
キラナ*	50,765	138.08	96.49
合 計	78,286	225.07	181.53
2. ローアチェナブ地区			
サランワラ	6,627	25.04	24.74
ナスラナ	34,677	81.42	75.77
ゴジラ	7,540	17.77	15.52
ムンギ	19,161	41.29	37.31
ジャニワラ/ハムザ	6,513	18.58	18.51
ビルマハール	18,242	82.13	82.13
キリアンワラ*	27,798	57.17	36.98
合 計	120,558	323.40	291.03
3. 中央バリドアップ地区			
タマン*	25,877	64.54	33.87
チナ	16,390	33.27	33.08
合 計	42,267	97.81	66.95
総 計	241,111	646.28	539.51

* 各支線系の全純受益面積(既ライニング水路及び本プロジェクトにてライニングを行わない水路による受益面積も含む)

5.1.6 まとめ

水路選定にあたっては、次表に示すように、まずフェーズ-I現地作業で再委託した地下水水質調査に基づき、塩濃度の等高線を作図し水路の選別を行った。塩害地区の水路については、同じくフェーズ-I現地作業で再委託した漏水率に基づいて選定した。前述の5.1.4及び5.1.5で述べたように最終的に12第1次支線、及び33第2次支線を選定したが、契約上の制約により60ヶ所(第1次支線水路39本)の漏水調査結果に基づいたものであること、また、末端水路のライニング作業の進捗を考慮すれば、全支線(第2次支線を含む)は、漏水調査実施結果及び実施の必要性により次のように要約される。(詳しくは表5.1.6-1参照)

塩害・非塩害区分及び漏水調査結果と実施必要水路

塩害・非塩害区分及び 実施済/未実施による分類	LJC		LCC		CBDC		合計	
	水路数	延長 (km)	水路数	延長 (km)	水路数	延長 (km)	水路数	延長 (km)
A.全路線数及び延長	216	1,981	399	3,787	102	847	717	6,615
B.非塩害地区 (Fresh)	89	852	186	1,779	36	250	311	2,882
C.塩害地区 (Saline)	127	1,129	213	2,008	66	547	406	3,734
1.漏水調査済み	43	421	60	679	15	189	188	1,288
(1)今ステージで選定*1	20	201	24	324	9	132	53	656
(2)次期ステージで選定*2	13	129	1	19	6	57	20	205
(3)他プロジェクト(ADB)	-	-	17	153	-	-	17	153
(4)ライニング効果が少ない*3	10	91	18	183	-	-	28	274
2.漏水調査が必要	84	707	153	1,330	51	409	288	2,446

*1,2: Scfs/msf以上、第2次支線水路の一部及び既ライニング部分を除くためライニング対象水路は45路線、539.51kmになる。

*3: Scfs/msf以下

5.2 灌漑開発計画—支線水路ライニング計画

5.2.1 概要

本事業の開発計画は以下の点に留意して立てられた。すなわち、(1)既存の支線水路施設、付帯構造物、水配分に関する現状を評価し、且つ漏水量を測定することによって、公平な水配分及び節水のためにライニングによる整備及び構造物改善計画を策定すること。(2)塩害の現状、地下水の塩濃度、水位等を分析することによって、地下水位及び塩害抑制のためのライニング工法を策定すること。(3)制度改革に伴う支線水路を水利組合に移管するパイロット事業として水管理システム、維持管理方法を策定することである。これら施設及び制度の改善により土地利用、作付体系、営農を含む農業開発計画を策定し、また、本事業による環境評価を行ない管理計画を立てた。

5.2.2 灌漑計画/水管理計画

(1) 灌漑計画

塩害と湛水被害が深刻化する中で持続可能な農業を実施するためには、水管理技術の向上が、今後、重要な課題である。調査対象地区内では、1970年代の後半から、灌漑水の有効利用と生産性の向上を目的に、On-Farm Water Management(OFWM) Project が、世銀をはじめとする国際機関の援助の下に盛んに行われ、農民の参加による末端水路の部分ライニング、圃場の均平化プログラムとともに、水管理技術の農民への普及が進められている。現在の灌漑法は、畑地は主に越流灌漑が、野菜、作条作物には、畝間灌漑が行われている。稲作は湛水灌漑によっている。水管理は伝統的にワラバンディと呼ばれる一週間サイクルの輪番灌漑が行われている。水管理効率、灌漑効率は上述したライニング及び圃場整備により向上しているが、散水灌漑、点滴灌漑とそれに伴うパイプライン化は皆無である。

5.3節で述べるように土地利用、作物体系の現状を大きく変える事は考えられないので、支線水路のライニングによる節水、及び、水管理の農民組織への移管後の灌漑法はOFWM Projectの延長線上での向上を図るものとする。従って、灌漑法の画期的変革は考えられないが、土地改良、生産性の向上を目的に塩のリーチングを考慮し、OFWM及びNDPIに合わせて灌漑を実施することによりその効果を大きく発現させる事が期待できる。

(2) 水管理計画

3.3.7で述べたように、調査対象地区内全体の利用可能水量は、地下水をあわせても、必要灌漑用水量に充たない。インダス河流域の灌漑システムが、英国植民地時代に設定された75%の作付け率に対応して設計されており、現状の130%を越える作付け率に対して表流水による用水量は慢性的に不足している。灌漑効率の向上は達成しなければならない最重要課題であるが、将来、新たな水源が確保されない限り、根本的な解決は期待できない。必要用水量の時期的、量的変動に対し、ゲート操作で通水量を制御し、水の最適利用をめざす水管理の概念を適用可能とするには、ライニングはもとより、作付け面積の大幅な縮小、これに伴う作付け体系の変更を実施が必要となり、農民の土地所有の問題などを考慮すると、現実的には不可能と判断せざるを得ない。このため調査対象地区内の支線水路以下の分水は、従来から行われている自動分水を今後も継続し、農民所有の管井による補給灌漑を期待しつつ、表流水の利用を極力効率的に行うことが唯一の方法であると考えられる。従って、現状で望める最善の水管理は、支線水路以下の分水が、計画どおり行われるように、水路設計諸元を正確に維持していくことであり、以下に示す項目を実行するための、要員配置、設備導入を各農民組織(Farmers Organization)ごとに適正な規模で遅滞無く実施していくことが重要である。

具体的には、以下に示す要領で、支線水路単位で管理を行っていく事を提案する。

水管理人員構成

管理責任者(1名)の下、巡視員(8-10kmの支線水路を巡視する)を水路の長さに応じて配置し、各巡視員の下に水位記録担当者(1名)、及び補助作業員(2名)を以て構成する。

水管理作業項目

1) 幹線水路からの分水管理

公認流量と過去10年間の平均流量のどちらか大きいものを支線水路の基本分水量として、分水契約、監視を行う(技術部門責任者)。

2) 支線水路に係わる定常管理項目

- 支線水路始点での、水位読みとり、記録 (水位記録担当者)。
- 水位-流量曲線の作成(管理責任者)。

- 取水工の状況を点検し、分水量に影響があれば改善する(管理責任者)。
- 通水断面、堰堤、管理用道路の、維持、保全のための巡視を行う。土水路に対しては、特に、滞砂、
- 除草に留意する、また非合法的な取水の取り締まり。(巡視員)。
- 家畜の進入による破損の監視(巡視員)。
- 村落を通過する水路に於いては、特に、家畜による堰堤の損傷、ごみの投棄など、水路の水理学的な機能を阻害する状況が発生するため、維持管理に平行して、啓蒙活動を徹底して行う。
- ゲート等の可動部分を持つ構造物への潤滑油補給(補助作業員)

3) 非常時管理業務

以下の様な事態に於いては、特別の維持管理対策が必要となるため、事態の程度により、技術部門内で動員して対応するか、もしくは専門の業者を選定して、遅滞無く対応させる。

- 設計水位から ± 3 cm以上の水位の増減、
- 水路余裕高が15cm以下となった場合、
- 滞砂等で、取水工地点の水位が上昇し、過剰分水となった時、
- 水路通水断面の設計諸元との乖離が大きくなった時、
- 水路の堰堤が損傷し、決壊の恐れがある場合。

4) 管井による地下水利用実態把握

農民所有の管井による地下水補給灌漑は、組織の直接管理下には置かれたいと考えられるが、その重要性は非常に大きく、支線水路単位で、以下の基本調査を行い水管理データを蓄積することが必要である。

- 位置、設置数、揚水量、灌漑面積、支配地区、稼働率、地下水塩分濃度。
- 以上のデータを基に地下水灌漑も含めた、灌漑系統図の作成。

5.2.3 設計流量

本調査対象地区の公認流量 (Authorized Discharge) は、PIDの経験に基づいた灌漑分水法 (Irrigation Branch Method) と呼ばれる方式で決定されたもので、水路の設計流量は、作付率を夏作35%、冬作40%で年間75%という条件で決定されている。平均設計流量は、支線水路から末端水路への分水工地点で 2.84cusecs/1,000acres (0.2Q/ha) である。

一方、用水量を修正ベンマン法で推定したところ、ピーク時で上記取水工地点で約4倍である。仮に作付率をもとの条件の75%にしても2倍以上になる。したがって、不足分を地下水で少しでも補給しているのが現状であり、作物は慢性的な水分不足状態で栽培されている。

このような用水不足の対策としての抜本的な水資源開発計画は樹立されていないが、夏期の洪水の調節及

び既存の貯水池の水管理の合理化により近い将来、現設計流量の10%程度の増加は可能であろう。事実、最近では、各支線の日流量実測値はピーク時で設計流量の5~8%増になっている。

コンクリートライニング水路の設計流量の決定にあたっては、このような諸条件を勘案の上、次の順序で行った。

- (1) 末端水路への分水工での最新の分水工登記簿 (Outlet Register) による純灌漑面積 (CCA) とそれに基づく公認流量を設計流量決定の基本値とする。
- (2) 公認流量 (基本値) の10%増を水路末端から上流端まで加算する。
- (3) 現在の土水路設計に用いた流量損失 (Qab) を、下記の公式*1で計算し、基本値に加えて設計流量を求める。

$$Q_{ab}=0.0133 \times L \times Q^{0.5625}$$

ここに、L:水路の区間距離 (1,000feet)

Q:水路の区間流量 (cusec)

*1: 出典; Design Guidelines for Irrigation Channels, Design Directorate Publication No.3.

ライニングにより節水された水量 (及び水質) は、受益者の便益とする。

水路の余裕高はUSBRRの設計基準に基づいて決定した。設計水深が61cm (2feet)以上では余裕高を30cmとし、それ以下の場合は15cmとした。この余裕高を含めると結果的に公認流量の50%増を通水できる。また、盛土部の余裕高は全線を通じて15cmとした。

5.2.4 設計基準

(1) ライニング工法及び材料の予備審査

一般的なライニング材料としては、粘土、岩石等の土質材料、アスファルト等瀝青材料、煉瓦またはタイル、コンクリート、土木シート等の遮水被膜、遮水性添加剤及びそれらの組み合わせがある。工法としては、おおまかに、硬質表面タイプ (アスファルト、煉瓦及びコンクリート材料)、被膜利用タイプ (遮水被膜と他の材料の組み合わせ) 及び土質材料タイプに分類される。遮水被膜材料としては、ゴム系、ポリエチレン系、ポリビニール系及びポリプロピレン系等の各材料がここ2、30年間に水路ライニング材として使用されてきている。

上記各種のライニング工法及び材料の中で、下記に述べる計画地区の現況、材料の耐久性及び維持管理等を考慮して、1) 改良型煉瓦ライニング、2) コンクリートライニング及び3) 表面防護被膜ライニング (厚手のシート) を選択し、経済、環境その他を考慮した総合判断を行うこととした。

現地エンジニアとの技術会議では、施工実績が多く、一定の評価を受けているコンクリートライニングか、材料の入手が楽で維持管理の点でより簡易な煉瓦ライニングといった従来タイプのライニングに賛同があった。一方ライニング工事の経済的妥当性に対し疑問の声もあった。

地下水の塩分濃度が高い地区では、高い遮水能力を持つ被膜ライニングは有効と考えられるが、薄いシートでは、植物根や細菌類の被害を避けられない。また表面をなんらかの方法で防護しなければ、家畜や盗難といった人為的被害が懸念される。

地形が一般に平坦であり、水路縦断勾配が十分にとれないので、堆砂をできるだけ押さえるために、摩擦係数の低い材料を使用する必要がある。土質材料は不適と判断した。耐久性の点からは、アスファルト材料や煉瓦は不適であるが、煉瓦ライニングは、さまざまな耐久性改善の検討がなされてきており、改良の余地がある。

上記3種のライニング工法について、費用・便益の試算を行った結果、煉瓦及びコンクリートライニングでは、対象水路の漏水量によっては、経済的に妥当となる場合もあるが、被膜ライニングを全体に使用した場合には、現在の価格ではかなり難しいと考えられる。煉瓦については、長期的遮水性を保つために定期的な改修を必要とするが、その費用は条件により大きく変化すると考えられる。コンクリートライニングは、煉瓦より若干高価格であるが、耐久性は高く、特にローアジェルム地区では、骨材が安価であり、価格的にも有利である。本計画では従って基本的にコンクリートライニングを提案する。

(2) 設計基準

1) 調査・検討：

- フェーズI現地再依頼調査により実施された土質試験結果によれば、中央バリドアップ地区及びローアチェナブ地区は、砂混じりシルト土壌が多く、ローアジェルム地区では、より粘土分の多いシルト土壌となっており盛土の場合でも、法面勾配1:1程度が可能であると判断できる。
- コンクリートの遮水性はライニング材料の性質として重要である。遮水性を高める方法には、1) AE剤、減水剤及び防水剤等混和材添加、2) コンクリートの配合（骨材、水セメント比）の改良及び3) 施工監理による品質改良がある。検討の結果、本計画には、具体的対策として、1) AE剤混入により混入空気量及び水セメント比を減少させること、2) 富配合（1:2:4）の採用によりコンクリート自身の透水係数を減少させること、3) 鋼製スライド型枠の採用と骨材最大寸法を低めに設定することにより低水セメント比コンクリートの使用を可能にすること、及び4) 厳密な施工管理により均一で混入空気量の少ないコンクリートとし、十分な養生により初期乾燥を避け表面ひび割れを防止することを考慮することとした。
- ライニング断面の経済比較を実施し、設計指針に取り入れた。B/D比の異なるいくつかの水路断面を想定し、現況の断面にそれらを適用した場合の、工事費用の比較により、判明したことは、1) コンクリート工事量は基本的にB/D比に比例して増加するので最小費用断面と水理的最も有利断面（B/D比約0.8）は一致すること、2) その反面、土工量は現況断面の状況及び設計

流量により結果は分散しており、むしろある程度浅くて広い断面 (B/D比大) で最小となる場合もあること、そして結果的に3) コンクリートの単価が土工事のそれに比べ大幅に高いため、費用比較の点でも、水理的最有利断面がもっとも経済的断面であることである。しかし一方では、大流量の区間では、水理的最有利断面は、ひじょうに深い断面となるので、本計画では、一般に水理的最有利断面を採用するものの、水路底面の揚圧、住民・家畜の安全性及び工事の容易さを考慮して、既存ライニング水路の最大水深 (5フィート、1.5m) を越えないこととした。

- 2) ライニング設計基準：ライニング設計基準は基本的に、1) 比例分水及びシルトの分配、2) 最有利断面の採用と最大許容水深の設定、3) 撤廃可能な落差工の廃止と、適切な水頭配分による一様な流速特に末端での最低許容流速 (約0.5m/sec) の確保、4) 適切な余裕ライニング高の設定、及び5) 適切な法面勾配を持つ台形断面のコンクリートライニングといった要素からなる。比例分水及びシルトの分配については、付帯施設計画を最有利断面の採用と最大許容水深の設定については、上記調査・検討の該当項目を参照のこと。水路断面の形状寸法は、以上の点を考慮し、以下の様に決定した。また灌漑電力省のコメントに従い、推砂抑制の為水路内法面と底面を円弧でつなぐこととした。

水理設計	：	マニング公式を用いる、粗度係数 $n=0.016$
法面勾配	：	原則として1:1 (水深が4フィートを越える場合 1:1.25)
余裕高	：	ライニング部分で1フィート (0.3m) (水深2フィート以上) または0.5フィート (0.15m) (水深2フィート未満) 土工部分は、捨て土により更に0.5フィート (0.15m)
底幅/水深比	：	流量と許容水深により0.8から4.5、最小底幅は1.5フィート (0.46m)
許容流速	：	最大毎秒4フィート (1.2m/sec)、最小毎秒1.5フィート (0.46m/sec)
ライニング基準	：	モルタル下地1インチ (2.5cm)、コンクリート厚3インチ (7.5cm)

- 3) 付帯施設計画：計画水路付帯施設を表5.2.4-1に示す。

- 一 各Distributary水路システムは農民組合によって独自に管理されることになるが、そのためには農民組合によって幹線水路から適切な分水管理 (流量測定) できる施設が必要である。この目的のため、現在幹線水路からの分木工に水門がついていない水路 (ムンギ、ジャニワラ/ハムザ、ビルマハル、キリアンラ、タマン及びチナ) に水門を設置し、全てのDistributary水路に自記流量計の取り付けを提案する。
- 一 分木工の機能としては、末端水路の水位から影響をうけることなく、ある程度の水位変動に対応して比例分水及びシルトの分配を行なうことがもとめられている。現時点で多数採用されているAdjustable Proportional Module (APM) 分木工は、シルトがその全面に溜まり易く、フリュ

ーム型分土工は人為的破壊に弱いことが他のプロジェクトでの実施例から指摘されている¹⁾。本計画では、以下の表に示す通り水管理計画(CWMP)等で採用されシルトの比例分配についても実績のあるAdjustable Orifice Semi-Module(AOSM)を主に採用する。AOSMの取り付け方による比例分水比較結果を図5.2.4-1に示すが、図中のタイプCを採用する。しかしAOSMはその機能を保証するために比較的大きい作動水位差（分水位と末端水路水位との差）を必要とするので、これが十分に取れない下流域では末端分土工を含めてフリューム型分土工を採用する。一部の比較的分水量の少ない分土工でフリューム型分土工が必要とする作動水位差も無い場合には、パイプ分土工とした。

分土工タイプ	ローアジェルム地区	ローアチェナブ地区	中央バリドアブ地区	計画地区計
AOSM分土工	225	487	125	837
フリューム分土工	75	62	16	153
パイプ分土工	10	19	19	48
合計	310	568	160	1,038

- 一 橋については、既存の橋梁の修理・流用を原則とするが、人道用橋梁（Footpath Bridge）は全て車両や家畜の通行可能な村道用橋梁（VR Bridge）に取り換える。また家畜や農業機械の水路横断を最低限にするため、村道用橋梁を増設することを提案する。結果として、現在車両通行可能な橋梁は、229個（老朽橋を除く、2.53km毎）であるのに対し、442個（1.31km毎）となり地域交通も大きく改善されることとなる。
- 一 同じく水路断面の保護を目的として、水牛用遊水池（Buffalo Wallow）267個を各橋梁に最も近い末端水路始点に設置する。水汲み場（Washing Step）、落差工及び余水吐は現況の如何を問わず取り換えとなる。
- 一 水路橋（フリューム及び管路）、パイプカルバート、鉄道橋等は現況のまま使用する。

5.2.5 支線水路ライニング計画

- (1) 施工計画：本計画では通年施工可能な点及び最も品質管理が簡単な点を評価し特に水路堤の土工事を十分な施工管理のもとに実施するため原則として余裕地に仮廻し水路を設け、現況水路に通年でライニング施工を行うこととする。現地調査で得られた気象データによれば、降雨による工事中断は年間を通じてほとんどないと判断される。品質管理については、厳密な含水比管理による転圧・築堤を行ない、長期に渡る耐久性を確保するとともに、鋼製スライド型枠の使用やコンクリートの材質管理を厳しく行なうことにより遮水性を確保し表面ひび割れを防止することに重点を置く施工管理を行なう。水路ライニング工事及び完成断面を図5.2.5-1に示す。

¹⁾ SWABI SCARP Working Paper 37を参照。

- (2) 工事数量：工事数量は、フェーズII現地調査時の現地再委託調査により実施された水路路線測量結果及び設計指針に基づいて行なわれた概略設計作業で決定された。水路路線測量は、標高基線測量、横断測量（600m間隔）及び付帯施設調査の各作業が541.27kmで実施され（水路総延長583.42km中測量契約時553.23km）、設計延長は、539.51kmとなった。補償面積は全体で138haで、水路横断図に基づいて計算された水路1m当たりの平均工事量は、水路断面切土が4.15m³、盛り土が8.69m³で、ライニングコンクリート量は0.5m³となった。水路用地内の状態により、土工量は水路毎にかなり差がでたので、詳細設計時には、より精密な測量作業を実施することが望ましい。土工、ライニング工及び水路敷地外での補償面積を表5.2.5-1に示す。
- (3) 施工方法：土工事は、水路用地現況に応じ、300mから500mの仮廻し工事を行なった後、図5.2.5-1に示す様に、まずブルドーザーとバックホーの組み合わせにより水路原断面から水路底で0.2mの表土（シルト）剥ぎと側面で水深に応じて1mまたは2mの掘削を行なう。仮廻し工事は基本的に、近傍からの土取りで実施する。次に完成断面内側に水深に応じた0.5mまたは1mの締め固めのための余盛りを加えた断面までの盛り土を行なうが、不足土量は上下流用地内及び近傍の土取り場（主に塩害による放棄地）から平均500mの運土を計画した。盛り立ては、含水量を調整しながらブルドーザーによる蒔きだしとローラーによる転圧で行なわれるれ、余盛り分の掘削はバックホーまたは人力で行なう。
- ライニング工事は、まず人力による表面仕上げの後モルタルによる下地調整を行なう。次に鋼製スライド型枠とバイブレーターを用いて、水セメント比の小さいコンクリートを一様に打設し、人力で表面仕上げを行なう。表面ひび割れ防止のために、養生の間充分に水分を補給できるようにする。

5.3 農業改善計画

5.3.1 概要

(1) 現況農業の問題点

調査対象地区は先に述べたとおりパキスタン国の一大穀倉地帯の中心に位置している。当該地区の農業は現在数々の問題に直面しているが、その中で最も重要な問題は、下記の要因による低単収とそれに伴う低生産性があげられる。

- 灌漑水の不足
- 農民の農業生産技術の欠如と非効果的な農業普及
- 農民の資金不足と公的融資資金の不足
- 塩類集積化と地下水位上昇の進行

(2) 農業生産性改善基本方針

計画地区の農業改善のためには、作物の単位面積当収量の向上を実現し農業生産性の向上・改善を目指す事が最も重要であると考え。そのために、灌漑水の効率的利用、適正な農業技術の普及と農業経営資金の融資支援の拡大を図り、飼料作物を含む主要作物の単位収量の向上を目指す。

5.3.2 土地利用及び作付体系

計画対象地区の純灌漑面積は、241,111haである。本改修事業実施後もこの面積に変化はない。計画対象地区で栽培されている作物はアグロ・エコロジカル・ゾーンに適応しており、作付体系の特性は地域産業に寄与し、地域経済を反映していると判断される。また、主要作物も農民がカーフ、ラビの両作期を通じ長年に渡って栽培し続け、経験を積んでいる。この現状に鑑み、新規の作物の導入を行わない事とした。表5.3.2-1は計画対象地域の作期ごとの作付面積を示している。作付率は年間およそ133%となっているがサトウキビや果樹は通年栽培であるので実際の作付はこれより高くなり地区によってはラビ期で9割に達するところもある。したがって、これ以上作付け面積を増加させることは行わず、改修事業後には、灌漑水の不足等の原因で放棄されていた土地が利用可能となるので休閑地を組み入れた輪作体系を導入した作付体系とし地力の疲弊を防ぎ、肥沃土の向上を図ることとする。

5.3.3 耕種法及び農業投入資機材

農業生産改善基本方針に基づいた耕種法の改善計画は以下の通りである。

- 作物の成育ステージを考慮した灌漑水の有効利用

作物はその成育ステージにおいて多くの水分を必要とする時期がある。その時期に水不足によって受けたストレスは作物の成育に大きな悪影響を及ぼし、結果として収量に甚大な被害を及ぼすこととなる。改修事業によって増加が見込まれる灌漑水のより有効に利用するために、できるだけ作物の成育ステージを考慮して灌漑することが望まれる。

- 適切な肥培管理技術の普及

水管理に次いで、農民の農業技術の向上を図るには、収量に大きな影響を及ぼす肥培管理技術、すなわち適量の肥料の適切な時期に施用（分施）することによって肥効を高める技術を普及することが望ましい。計画地区の土壌は肥沃土が低いので肥培管理の改善は作物増産に大きな効果を及ぼすことが期待される。また、土壌有機物含量も低いことから堆肥の施用も土壌の肥沃土の向上と物理性の改善に効果的である。

・ 主要作物の栽培管理上の改善策

- 小麦： 米、綿の早稲品種の導入による作付け時期の改善
米： 適性栽植密度の徹底
綿： ホホワイトフライ駆除の徹底によるリーフカールウイルス病 (CLCV) の予防の
実施と耐性品種の利用
サトウキビ： 成育初期の水管理の徹底
飼料作物： 奨励品種の導入

小麦・米、小麦・綿の作付け体系では、現在、小麦の作付けの遅れが問題となっているが、水路改修後には灌漑が可能となる土地が見込まれることから、休閑地と組み合わせることによって米作地帯、綿花地帯での小麦作付け時期の遅延の回避/改善が可能となる。なお、地力の増強と、飼料作物の増産を目的として、休閑作物として耐乾性の強いマメ科牧草を栽培することを推奨する。

・ 塩類集積化と地下水位上昇の改善・回避

計画の実施により塩害地区を流れる水路からの水の漏出が軽減されることによって塩害地区の地下水位が下がり塩害地区における浸水害の軽減が期待される。また漏出軽減によって節約された灌漑水の一部をリーチング用水として利用、あるいは塩類が集積した土地の改良に利用することにより、安定且つ持続的農業が可能となる。

5.3.4 期待収量

計画の実施後に期待される漏出軽減効果によって節約された灌漑水が、農地に供給されることによって水分ストレスを受けている作物の収量の増加と、それに伴う生産量の増加が見込まれる。本計画の実施に伴う期待収量の推定に関しては、灌漑水の供給量の増加に作物ごとのイールドレスポンスファクター (Ky)を用いて算定した。各作物の期待単位収量及び収量は以下の通り要約される。

作物	イールドレスポンス ファクター*	現況単位収量 (計画地区) (t/ha)	期待単位収量 (計画地区SGW平均) (t/ha)	期待収量 (計画地区) (1,000t/year)
小麦	1.00	2.26	2.50	243
米 (バスマティ)	1.20	1.18	1.33	12
綿	0.85	1.42	1.55	20
サトウキビ	1.20	40.98	46.26	1,222
トウモロコシ	0.90	1.43	1.57	51
飼料作物 (カリーフ)	0.90	12.84	14.08	526
飼料作物 (ラビ)	0.70	30.71	33.02	570
油用作物	0.90	1.04	1.14	16
豆	1.00	0.51	0.56	3
野菜	1.10	20.03	22.39	55
柑橘	0.95	9.69	10.68	115

*出典：Privatization of SCARP Tubewells, EAN Project, USAID, FAO, 1977

5.3.5 農業支援計画

- 各農業支援制度の効率的運用と相互の統合

農業研究、農業普及等農業支援体制の一層の融合、統合を図り、効果的な農業技術の普及を実現することが望まれる。調査対象地区内には、アユブ農業研究所、モナ土地改良試験研究所等があり活発な活動を行っているが、普及機関との連携が希薄でそれらの成果が農民レベルに行き渡っているとは言い難い状況にある。また、研究機関もPID下の土地改良局、DOA下の土壌及び壤肥沃度研究所、塩類土壌研究所等が類似の研究を行っておりまた、飼料作物もDOAとLDDの両方で試験研究を行っているがものの相互の連絡がなく合理的な活動を行っているとは言い難い。そこで研究機関及び普及機関からなる農業研究及び技術普及協議会（仮称）を組織し相互の連携と補助を確立し緊密化を図り試験研究の合理化効率化と農業普及の向上を図ることが望ましい。

- 農業普及の効率化

限られた予算内でより効率的な普及活動を実現するために、今にも増してラジオ放送等マスメディアを利用しての普及活動を充実させるとともに、村落ごとに有線放送や、スピーカーを利用しての普及活動の導入も効果的であろう。

- 農業金融の情報流通促進

制度金融の利用方法、必要手続を農業普及の機会に併せて行い、制度金融利用に関する情報の透明化を行う。農民側が制度金融についてより知識を持つことにより、融資側の一方的な不正を受け入れられないような環境をつくることによって現状の改善を図ることが第一段階として有効

であろう。また、本事業のもとに組織される水利組合を通じて制度金融にアクセスすることによって非制度金融への依存からの脱却を図ることが望ましい。

・ 農民組織に関する知識普及

協同組合等が十分機能していない現状に鑑み、一般の農民が農民組織についての基本理念や具体的な運営方法について教育を受ける必要がある。前述の農業技術普及に加え、ソフト的な知識の普及の機会を設けることによって農民組織及び水利組合の活性化、持続化につなげることが可能となるであろう。

5.3.6 作物増産便益

本計画では、水路ライニングに伴う灌漑用水の増加により作物の収量が増加するが、収量増加による経済的便益を見込めるのは地下水の塩分濃度が 1,000 ppm 以上の SGW 地域のみと仮定した。地下水の塩分濃度が 1,000 ppm 未満の FGW 地域では、管井が普及し、地下水位が低下傾向にあることから分るように地下水はほぼ極限にまで利用されている。従って、FGW 地域では地表水と地下水の全体の利用量は水路ライニングにより変化しないので、作物生産量も増加しないと考えられる。

本計画では、前述のとおり作付面積、作物、作付率は変化せず、単位収量のみがイールドレスポンスファクター (Ky) に従って増加するものとした。これは控えめな便益の評価を与えるとかがえられる。パンジャブ州では、数多くの農業試験研究所により広範なテーマについて試験研究を行っており、営農技術の普及活動にも今後一層努力する計画である。従って、本事業の実施による水管理の改善と相俟って将来はより高い単位収量と農民の自主的判断により有利な作物の導入が予想され、本事業の経済的有利性もさらに向上することが期待される。

5.4 O & M 計画

5.4.1 O & M 制度改革の基本概念

現在、パキスタン政府、州政府、国際融資機関は、NDP-I の実施に伴い 4 州の灌漑省を独立採算的な Provincial Irrigation and Drainage Authority (PIDA) に改革・再編する計画について議論している。PIDA の下には同じく独立採算的な Area Water Board (AWB) を各灌漑地区または数個の灌漑地区毎に設置する。さらに Farmers' Organization (FO) を支線水路毎に設置する計画で、このためパイロットプロジェクトを先行させる計画である。これらの組織は 3-7 年後には独立した経営を行わなければならない。

このようなトップ・ボトム方式の制度改革が特別委員会で検討されているが、これは調査団の基本的考え方にも合致するので、調査団は本支線水路改修調査計画の中で FO の設立を含むパイロットプロジェクトをボトム・トップ方式で実施することを勧告したい。パイロットプロジェクトでは FO の設立、役員の見学および職員の雇用、非営利団体として会社法による登録、適切なチェックおよびバランス機能を持

つ機構、法的財政的権限委任のための法的要件、灌漑省から FO への施設の移管等が中心的課題となる。灌漑省が PIDA または AWB へ改組されるには若干の時間を要すると思われるが、このボトム・トップ方式は灌漑省の改組に無関係に実施できる。しかし FO の組織化と支線水路のライニングは補完的關係にある。この二つの試みは共にパイロットプロジェクトでテストされるので、支線水路のライニングというハードウェアが制度改革というソフトウェアの誘因となるように同じプロジェクトで一緒に実施する必要がある。

5.4.2 農民組織に関する提案

農民組織は末端水路レベルの Water Users Association (WUA) と支線水路レベルの Farmers Organization (FO) の二つのレベルで形成される。12 の優先地区の農民集会で農民から個々の WUA でなく村単位の WUA の代表が FO のメンバーとなるほうがよいという示唆があった。これは特に支線水路が非常に長く分水工の数も多い農民の意見であった。12 のうち 7 つの支線水路は 70 以上の分水工すなわち WUA を持ち以下のとおり FO グループメンバーに分けられる。

支線水路	延長 (km)	CCA (エーカー)	分水工数	グループメンバー
フジャン	80.1	62,359	112	19
キラナ	107.13	89,754	188	32
ナスラナ	81.42	85,686	175	32
ムンギ	41.29	47,347	97	26
ビールマハール	82.13	46,196	103	21
キリアンワラ	52.71	51,938	114	23
チナ	33.27	40,498	88	20

分水工の数が大きく延長が長く交通手段が貧弱なので農民が FO の会議に出席するのが困難で経費がかかる。また多人数の会議では納得のいく重要な決議ができず、特定の仕事をやるよりも社交的集会になってしまう。これら 7 支線水路の分水工はグループ化され、それぞれのグループが 3 か所から 7 か所の分水工からなり 1-3 か村を代表し、3-7 か所の WUA が一人のグループリーダーを FO に送り出すことになる。

この取り決めににより会議が容易になり、FO の質は向上し動き易くなる。7 支線水路の組織図を図 5.4.2-1 に示す。これは村をベースとしたグループ化の予備的計画であり、FO のメンバー数は 19~32 に減らしてある。グループ化は最終的に農民によって彼等の自由意思によって決定される。

(1) WUA

末端水路は通常 20・100 戸の農家に水を供給する。末端水路に関する農民組織は WUA と呼ばれるが全部の農民がメンバーとなる。支線水路のライニングには WUA の結成が必要条件となる。メンバーとなる農民は土地所有農家と借地農家に限られ、シェアークロッパーは資格がない。土地所有農家は自分の名前で土地が歳入記録に記載されている農家と定義する。死亡した農民の土地の所有が未だ移転していない場合は家族の一人だけを農民とみなす。WUA の総てのメンバーは所有する土地の大きさに関係なく一票

を持つ。

WUA の管理委員会の選挙

WUA のメンバーは 2 年の任期を持つ管理委員会の議長、事務長、三人の委員を選挙する。事務長は最初の期は任期 1 年とし、委員の任期が重なって事務の中断がないようにする。議長、事務長、三人の委員は交代することとし、同一人は 100 % の農民が投票しないかぎり再選されない。

WUA の義務、責任、権限

- i) 議長、事務長、三人の委員を選挙する。
- ii) 末端水路および末端排水路をメンテナンスする。
- iii) Canal and Drainage Act の原則に従って輪番灌漑のやり方 (Warabandi) を多数決で決める。
- iv) 予め同意された水代を面積制で農民から徴集し、支線水路の農民組織 (FO) に必要額を支払い残りは末端水路の緊急修理のために保留する。
- v) 資金は事務長が保管し、帳簿は何時でも農民がチェックできるようにしておく。
- vi) WUA の議長の権限は従来 of 村の Numberdar と同等とする。
- vii) 水代は土地面積に応じて均等に賦課されるので事務長は土地台帳を持っていないとならぬ、水代は一年に二回 6 月と 12 月に徴集される。
- viii) 水代を支払わなかった場合、水泥棒を犯した場合、WUA は多数決により罰を決定する。
- ix) 如何なる支出も管理委員会の決定によるが、次の総会で承認を求めなければならない。
- x) 資金の運用については総会に出席した農民の 1/2 以上の賛成を得なければならない。総会は 33 % の農民の出席で成立する。

(2) FO

- i) 支線水路レベルの農民組織を FO と呼ぶ。WUA の議長が FO のメンバーとなる。従って FO は WUA の連合会である。これによって FO は政治に巻き込まれることから逃れられるし、すべての末端水路に同等の代表権を与えられる。FO のメンバーは互選により管理委員会の議長・技術役員・財務役員と 4 名の他のメンバーを選ぶ。7 人の管理委員会のメンバーの中少なくとも 4 名は支線水路の下流半分から選ばなければならない。総てのメンバーの任期は 2 年または WUA の任期のいずれか短い方となる。FO は 3 人のメンバーからなる自警委員会を設置し管理委員会の仕事を監視し、総会に報告する。自警委員会のメンバーは管理委員会の会議に出席するが投票権はない。
- ii) 議長・技術役員・財務役員は有給であり、4 名の他のメンバーは会議の時の日当と交通費が支給される。給与等は FO の総会が被支給者不在の下で決定する。

iii) FO の責任と権限

- a) 管轄する支線水路 (Distributaries and Minors) 排水路および構造物の運営・管理・改良。
- b) PID またはその継承者から灌漑用水を支線水路の始点で受取りメンバーまたは他の利用者に供給する。このためFO は末端水路および支線水路レベルで水代についての農民の見解を徴し、その後 PID と交渉して水代を決める。灌漑水の供給および排水の処理のため PID に支払われる金額は給付されるサービスに見合ったものでなければならない。PID との契約では、PID は認可水量または過去 10 年間の取水実績を考慮して予め決められたスケジュールで水供給を行うという条件がつけられる。契約では供給水量が減少した場合、例えば 5 % の減少は 2 倍の 10 % の水代の減額になることを明確に規定する。支線水路の始点には量水標を設置し、量水簿に毎日の総取水量を記録する。量水は毎日決まった時間に PID および FO の代表者により行われ、量水簿への記入およびサインが行われる。
- c) 流出する排水の管理を末端排水路および集水路を通じて排水システムの節点まで行う。
- d) 各種権限または業務を実施するのに必要なコンサルタント・アドバイザー等を雇用する。
- e) 灌漑・排水にかかわる水代およびその他の賦課金を徴集し PID に支払う。
- f) FO の議長は、水の不法使用者、分土工の変造、堤防の破壊、サイホンを使用しての不法取水、動物を水路に入れての水路破壊および過剰取水、水代および賦課金の不払い等の処罰に関し現在の地区水路管理官と同じ法的権限を有する。

iv) FO の法人格

FO は法人格を有し、動産および不動産を所有または処分することができ、訴訟を起こすまたは訴えられることができる。土地・構造物・建物を含む灌漑省の財産は全部 FO に移管される。FO は灌漑省の同意がなければ処分できない財産以外の如何なる移管された財産も所有・購入・処分できる。

v) 紛争の解決

FO と灌漑省/PIDA の紛争または農民間の紛争を解決するために、3 つの灌漑地区それぞれに法律に基づいて水コミッショナーが任命されなければならない。水コミッショナーは地方裁判所の判事かゾーンの農業局長で、その決定は最終的で紛争当事者の双方を束縛する。

5.4.3 プロジェクト提案の論理

プロジェクト提案の論理は以下の通り要約される。

- FO は支線水路の O&M と水代の徴集を行う。従ってこの二つが FO の職掌・職員・構成・財政の基本となる。

- FOは現存しないので、プロジェクトがFOの創設および支線水路の移管に至る組織化のプロセスに介入する必要がある。
- 設計および施工段階に対する技術協力が必要である。何故ならば灌漑省も農民自身もその立場にないからである。
プロジェクト設計の概念的基礎は3つの重要なプロセスすなわちO&M、組織化、技術協力で決定される。これに関連して2つのプロセスが政府の仕事として追加される。州政府の政策決定とシステムの移管である。これらの5つのプロセスの各々毎に何が行われるか、誰が行うのか、プロジェクトのどの段階で、どの資源を使うかといったことに関する一般的原型が記述される。
- O&Mプロセスの原型としてのベンチマークは灌漑省の標準操作手順で、農民参加の新管理システムに適するよう改訂されされたものである。
- FOの原型としての職員と資金需要のベンチマークは支線水路のO&Mについての灌漑省の職員と財政のパターンである。管理についてのベンチマークは選挙された二層構造の地方組織が自身の人と資金の管理を行うというものである。
- 技術援助の原型としてのベンチマークはFOとWUAの組織化と設立のため外国人リーダーの下にパキスタンの民間の人材を登用して行う技術援助である。

キイとなるプロセス

- i) 州政府の行政決定行為は法律と制度の変更が重要である。これには計画・実施段階でのプロジェクトの承認も含まれる。
- ii) フィージビリティ調査時の技術援助は一般的原型の作成とそれに対する政府の承認から成る。フィージビリティ調査は1997年5月に終る。詳細な地域的原型は基本設計時に作成される。
- iii) プロジェクト実施時の技術援助は農民による原型の受け入れに焦点を当てながら激しいやり取りが行われるFOの設立前後の二つの段階に分けられる。プロジェクト地域内で最初のやり取りが行われた後技術援助チームはFOの設立手続きを決め、技術援助チームのサービス開始後12ヶ月以内にFOが機能的で合法的な存在として設立されるよう援助する。新しいFOの設立後の組織発展のすべての段階において、支線水路の移管、O&M手続きのテストおよび改善のため援助が行われる。
- iv) FOの組織発展はWUAの形成、FOの設立と事務所の開設から始まり、職員の雇用・トレーニング・関係記録と書類の移管・標準操作手続きのテストおよび改善を含むが、プロジェクトの全期間を通じて技術援助の下に推進される。

- v) システム移管のプロセスはプロジェクトのなかで政府が果たす二番目の責任である。FO はシステムの適当な部分が段階的に移管されるよう特に手段が講じてある。特に建物・車両・記録・書類・初年度の運転資金・支線水路そのもの等の政府からFO への移管についてである。
- vi) O&M のプロセスは支線水路の改良が終りFO に移管された後に始まる。これには水の取得・水配分のモニターリング・通常の維持・特別維持・水代の査定・水代の徴集・会計・職責等がよく知られた機能が含まれる。これらの機能に関する標準的な運営手続きは移管後の技術援助の中でテストされ改善される。

5.4.4 州政府の役割

(1) 政策決定行為

プロジェクトを支援するために必要な政策決定行為は法律の整備とプロジェクトの承認の二つである。

法律整備

- i) WUA と FO の設立を可能にする段階的法律整備
- ii) Canal and Drainage Act 1973 による WUA と FO に対する特定の権限の委譲 (特に 20 条と 68 条)
- iii) 分水工より下流での農民による水の売買を可能にする法律改訂

プロジェクト承認

- i) ドラフトファイナルレポートの説明協議が行われた時 (1997 年 5 月)
- ii) WUA と FO に関する条例ができた時
- iii) FO と政府の間にシステム移管協約 (案) ができた時
- iv) 総ての前提条件が満足され支線水路が政府からFO へ移管される時

(2) システム移管

システム移管の第一段階はシステム移管協定案の作成である。その後一連の移管業務が政府と FO の間で行われる。FO 結成直後から支線水路の移管まで 18 - 24 ヶ月かかる。システム移管には次の 4 要素がある。

- i) 建物と車両
現在灌漑省が支線水路の O&M に使っている建物と車両を移管する。前提条件は、合法的に選挙されたFO の事務局が移管の引受人となるということである。
- ii) 記録
灌漑の記録、土地および歳入の記録、エンジニアリングおよび設計関係の書類である。前

提条件は、パキスタンコンサルタントによるFO スタッフのトレーニングの完了、FO スタッフの灌漑省および歳入省への短期勤務によるトレーニングである。

iii) 初年度の FO 運営に対する政府のグラント

最初の年 FO はまだ支線水路の移管を受けていないが、水代の徴集機関としてテストされる。前提条件は、FO 事務局の選挙を通じて FO が合法的に設立されることである。グラントは一年間のブリッジ資金として与えられる。グラントの額は水代に等しい。

iv) 支線水路

初年度の水代および O&M 費用の徴集が引き金となって支線水路の移管が実現する。この画期的出来事によりシステムの移管は終了し、FO による O&M が始まる。同時に実施段階での技術協力が始まり、メンテナンス・資金投下・責務の標準的手続きに対するテストと改良が行われる。

5.4.5 O&M サイクルおよびスタッフ

毎年繰り返される O&M はルーティン化された業務である。O&M は灌漑水が支線水路に供給された瞬間に始まり、水供給者が利用者から水代を回収した時に終わる。O&M サイクルには通常のメンテナンス業務と年間の会計業務が含まれる。FO は次のような常備スタッフおよび臨時雇用が必要である。

i) 技術部門

- 技術役員、1名、農民により選挙され技術部門を統括する。
- 技術監督員、1名、通常の水管理に責任を持つ。
- 水路パトロール員、8-10 km に一人、通常 O&M 担当。
- ゲージリーダー、1名、流量測定に責任。
- ベルダー、2名、ゲージリーダーの補助。

ii) 歳入・会計・総務部門

- 歳入役員、1名、農民により選挙され歳入・会計・総務部門を統括する。
- 歳入監督員/会計士、1名、毎日の歳入会計・業務に責任を持つ。
- 会計検査および法人法関連業務のため公認会計士を雇用。
- 特別メンテナンスの技術的監査のため短期間 O&M コンサルタントを雇用。
- 特別メンテナンスのため請負業者を雇用。
- 水代徴集は WUA に依頼。

灌漑省によって標準化された O&M 業務は以下の通りである。

- 水取得

- 水配分モニター
- 通常メンテナンス
- 特別メンテナンス (2-3年毎)
- 水代査定
- 水代徴集
- 会計

i) 水取得

認可水量または過去10年の取水実績を考慮して灌漑省またはその後継者と交渉して決められた取水スケジュールに従って用水を取得し、取水状況をモニターする。FOと灌漑省は毎年水供給契約を締結する。FOは年間の供給水量が契約水量より5%以上少ない時は比例して支払いを減額する。灌漑省は水に余裕があるときはFOの要求により合意された条件で追加供給することもできる。

FOと灌漑省の水供給契約はFOとWUAの水供給契約に反映される。

水取得の責任者は技術役員であり、技術的責任は技術監督員が負う。水取得のステップは以下の通りである。

- a. 年間水供給契約案の作成 (技術監督員)
- b. 年間水供給契約を灌漑省と締結
- c. 上記に従って年間水供給契約をWUAと締結

ii) 水配分モニター

支線水路の総ての分水工が計画通り取水しているかどうかモニターする。責任者は技術役員であり、技術的責任は技術監督員が負う。水配分モニターのステップは次の通り。

- a. 支線水路 (Distributaries and Minors) の始点において量水標を読み、巡回している灌漑省のゲージリーダーと一緒に量水簿に記録しサインする。(ゲージリーダー)
- b. 量水標地点の流量観測を行い水位流量曲線を作成する。(技術監督員)
- c. 決められたパラメーターについて分水工の寸法と標高をチェックする。(技術監督員)
- d. マイナー水路 (Minors) の分水量をチェックし計画通り調整する。(技術監督員)
- e. 漏水、溢流、不法取水をチェックする。(水路パトロール員)
- f. 個々の分水工の取水量をHゲージにより毎日モニターする。(水路パトロール員)
- g. 月に2回、個々の分水工の取水量をHゲージによりモニターする。(技術監督員)

iii) 通常メンテナンス

支線水路の流れが妨害されないよう通常メンテナンスを行う。通常メンテナンスの責任者は技術役

員であり、技術的責任は技術監督員が負う。通常メンテナンスは以下のステップを踏んで行われる。

- a. 支線水路の堤防を毎日パトロールする。(水路パトロール員)
 - b. 水路浮遊物の除去。(水路パトロール員)
 - c. 橋梁、落差工、水位調節工から障害物、植生、塵芥を除去する。(水路パトロール員/ベルダー)
 - d. 雨避けの修理、雑草と樹木の除去。(水路パトロール員)
 - e. 堤防からの漏水のチェックと鼠穴の補修。(水路パトロール員)
 - f. 堤防からの溢水のチェックと余裕高の確保。(水路パトロール員)
 - g. 水路浸食箇所および牛の横断箇所でのキラプッシング(木杭打ち)の実施。(水路パトロール員)
 - h. サービス道路のメンテナンス。(水路パトロール員)
 - i. 水位調節工ゲートおよびギアに潤滑油を注す。(ベルダー)
- iv) 特別メンテナンス

支線水路の設計パラメーターを維持し回復するため特別メンテナンスが必要となる。特別メンテナンスの責任者は技術役員であり、技術的責任は技術監督員が負う。

特別メンテナンスが必要になるのは以下の時である。

- a. 同じ流量に対し水位が ± 0.1 フット以上変化した時。
- b. 余裕高が 0.5 フィート以下に減少した時。
- c. 堆砂により水位が上昇し上流の分水工で過剰取水が起こった時。
- d. 水路断面の寸法が設計値と大きく食い違った時。
- e. サービス道路が悪化した時。

もし仕事量が多くない場合は技術監督員の監督の下に水路パトロール員が仕事を行う。そうでない場合は入札を行って請負業者により仕事を行う。入札業務は技術監督員の責任で行う。外部のコンサルタントが費用のチェック、入札書類記述の信ぴょう性の認証等にかかわることもある。主要なステップは以下の通りである。

費用見積りの準備

- a. 設計状況について検査し報告する。(技術監督員)
- b. 特別メンテナンスの命令。(技術役員)
- c. 水路の水理調査を実施し、1,000 フィート毎に横断を測量し、縦断図を作成する。(技術監督員)

- d. 現況横断図と縦断図を描く。(技術監督員)
- e. 土工事、堆砂除去、小段切土、キラブッシング等の数量計算。(技術監督員)
- f. 数量明細書作成。(技術監督員)
- g. 承認単価による工事費積算。(技術監督員)
- h. 事業の正当性、必要性、設計基準、仕様書、工事量、費用を含む事業計画書を作成。(技術監督員)
- i. 仕事量と費用見積りのチェック。(コンサルタント)
- j. 管理委員会に事業計画書承認申請。(技術役員)

入札

- a. 計算チェックの後承認。(管理委員会)
- b. 承認された請負業者へ入札案内。(議長/技術役員)
- c. 入札書の評価。(議長/技術役員)
- d. 発注。(管理委員会)

工事監理

- a. 完成または部分完成した工事を計量し計量簿に記入。(技術監督員)
- b. 技術監督員が記入した計量簿が許容誤差以内かどうかを野外でチェックする。(コンサルタント)
- c. 請負業者に請求書作成を命令。(技術役員)
- d. 承認単価を挿入。(会計士)
- e. 利用可能資金の確認。(会計士)
- f. 請負業者の請求書作成。(会計士)
- g. 請求書の正確さを証明するためサインし、支払いを許可する。(技術監督員)
- h. 請負業者への支払い。(会計士)
- v) 水代査定

水代はFOの総ての経費を賄えるように決める。水代には年間水供給契約に従って灌漑省に支払う金額も含まれる。水代は既に農民から歓迎されているように面積割均等レートで査定される。FOの総務責任者は歳入役員であり、技術的責任は歳入監督員が負う。水代の査定は次の手順で行う。

- a. 地台帳の作成(WUA)
- b. 土地台帳と歳入記録との突き合わせ(歳入監督員)
- c. 食い違いがあった場合WUAミーティングで訂正(歳入監督員)

- d. 払戻金の討議および決定（歳入役員）
- e. 均等割で決めたWUAへの請求額の検討（歳入監督員）
- f. 払戻金およびその他の支払い額の算定（歳入監督員）
- g. WUAへの請求額の決定（歳入役員）

vi) 水代徴集

FOはWUAから水代を徴集する。徴集はWUAが行うが、ことため徴集額の一定割合をWUAに支払うという契約を結ぶ。WUAは査定した水代を農民から徴集しFOに預ける。FOはWUAと締結した年間水供給契約の中で水代を査定し、その徴集は全面的にWUAの責任としている。WUAはメンバーの一人を指名し個々の農家から決められた条件で水代を徴集する。この件についてのFOの責任者は歳入役員である。水代の徴集は次の手順で行う。

- a. WUAへ請求額を送付する。（歳入監督員）
- b. 水代の徴集（WUA）
- c. 水代徴集額のFOへの報告および預託。（WUA）
- d. WUAの請求書と受取額から未払い者を確認する。（歳入監督員）
- e. 未払い者に対しWUAの罰則を決定する。（FO事務所）
- f. 未払い者に対する罰則の実施。（FO事務所）

vii) 会計事務

FOは透明で監査された会計を維持する。これについての責任者はFOの議長である。日々の責任は会計士が取る。公認会計士が毎年の会計検査および法人法にかかわる事項の処理のため雇われる。主要な業務内容は以下の通りである。

- a. 会計検査員の選定。（FO事務所）
- b. 年予算の作成。（会計士および技術監督員）
- c. 年予算の承認。（FO事務所）
- d. 月支出書の作成。（会計士）
- e. FO事務所の解り易い場所に月支出書を備えておく。（会計士）
- f. 毎月の給与の支払い。（会計士）
- g. ベルターへの支払い。（会計士）
- h. 請負業者への支払い。（会計士）
- i. 年の会計検査および法人法関連業務の処理。（会計検査員）
- j. 会計検査書をWUAに配布。（FO議長）

5.4.6 制度改革に必要な技術支援

i) 技術支援チーム

FOの組織化に責任を持つ技術支援チームは次のような長期専門家（各5年）からなる。長期専門家の一人または別の長期専門家がチームリーダーとなる。

a. 社会学者

- FO形成前に地域特性を反映した詳細なプロトタイプをテストするための連絡調整とフィードバックシステムを用意する。
- FOの役員選挙および支線水路移管の間の連絡調整を担当する。
- 支線水路移管後の標準的FO運用手続きの一部として情報伝達、責任分担手続きを改良する。
- 上記業務を行うためパキスタンの情報伝達機関を雇用し監督する。

b. 管理専門家

- 最初の農民との対話が終わった後、地域特性を反映した詳細なFOのプロトタイプを作成する。
- システム移管契約案を作成し政府の承認を得る。
- FOの保管人を選出し、彼等が行うFOの選挙を支援する。
- FOの役員が行うスタッフの雇用とトレーニングを支援する。
- 情報専門家を通じFOの業務が農民および職員に受認されているかどうかを調べ、必要ならば設計変更を行う。
- 財政・会計以外のFOのすべての活動の方針・手続き・業務分担・情報技術等を含む組織開発戦略を実行する。

c. 財政管理専門家

- FOの役員が最初の年のFOの運営のため補助金の支出を政府とネゴするのを支援する。
- FOの役員が歳入および会計職員を雇用しトレーニングするのを支援する。
- FOの歳入スタッフが州政府歳入省から土地歳入記録をFOに移管するのを支援する。
- 財政方針・手続き・業務分担・情報技術を含むFOの財務・会計管理システムを導入する。

d. 灌漑O&M専門家

- FOの役員が技術スタッフを雇用しトレーニングするのを支援する。
- 技術スタッフがPIDから建物を移管するのを支援する。

- 技術スタッフがPIDから灌漑記録および技術的書類・設計書に移管するのを支援する。
 - FOが支線水路の移管を受ける前に標準的農民の反応を見てを分析しマニュアルを作成する。
 - 支線水路の移管を受けた後にO&M手続きを設計し、テストし、改善する。
- e. 村落組織化専門家（各支線水路毎）
- WUAとFOの目的と組織の設計を農民に説明する。
 - 農民の反応を記録し分析する。
 - 社会学者が情報戦略を作成するのを支援する。
 - FOの手続きマニュアルの要点を農民に説明する。
 - WUAのメンバーリストを作成し、登録を支援する。

この外、法律家または法律事務所が法案作成のため必要である。

上記専門家はチームリーダー以外はすべてパキスタン人でよい。

ii) 技術支援の手順

- a. 技術支援チームの結成。
- b. 農民との最初の折衝およびその反応の分析。
- c. 農民の反応を見て管理手続きを最終的に決める。管理手続きは選挙、WUAとFOの登録、職員のトレーニング、実施細則および契約等の手続きを含む。
- d. 農民の反応を見て財政管理手続きを最終的に決める。これには水代の査定・徴集、初年度の資金を政府から引き出すための手続き等を含む。
- e. 農民の反応を見て灌漑O&Mの方法と手続きを最終的に決める。
- f. FOの設立。これには農民への手続きの説明、FO受託者の選定とサポート、選挙の実施、政府から補助金の取得、FO事務所の開設、職員の雇用とトレーニング、システム移管および水供給に関する契約書案の作成等をふくむ。
- g. 農民によるシステム受領状況を調査し、WUA管理・灌漑O&M・水代の査定と徴集・農民との連絡・責任分担等に関するFOの標準的運用手続きの改善を支援する。

5.5 環境への配慮

5.5.1 初期環境調査 (Initial Environmental Examination - IEE)

影響を及ぼすと考えられる19項目を考慮して、プロジェクト地区において環境影響評価が必要であるか否かを調べる初期環境調査 (IEE) を行った。その結果、大きな環境への影響がないことから環境影響評価は必要ないと判断された。初期環境調査の要約は表5.5.1-1の通りである。調査対象地域において選定

された水路に関するいくつかの指標についてさらに調査を行った。これら指標について生じた問題点について、以下に述べる。

(1) 土地取得

水路用地の中で不法侵入や不法耕作がされているものについては、PIDが然るべき通告をした後、取得する。PIDはこのための補償は不要であるとしている。水路のライニング完了後その土地を返還されないため不法耕作者は耕作で得ていた収入を失うことになる。

仮回し水路のための土地は取得する必要がある。水路用地の幅が不十分である場合には土地所有者から取得し、ライニング終了後に返還する。この土地取得交渉には、損失する作物をもとに行い、土地は以前とほぼ同じ状態で返還する。

(2) 公平な水利権の回復

プロジェクトでは、現在末端付近で起きている水不足をなくすべく、水の再配分を行うこととなっている。ライニングによる漏水減少から生じる余剰水、新規の水路設計、それに新しい水管理制度を組み合わせることにより、公平な水配分が期待できる。

(3) 制度の改善

既存の O&M 制度は、植民地時代に作られたものであり、その後ほとんど変更されず、変化する政治・経済・社会的要請に適合していない。新しい制度は参加型管理である。制度変更は、旧来の制度により利益を得ている人達との間に軋轢を生じることが予想されるが、新制度は環境的・社会的便益が大きい。

(4) 農民の収入及び生活水準

プロジェクトによる大きな影響は、農家収入の向上である。可処分所得の増大は農民の生活水準を向上させる。

(5) 水路沿い植林の撤去

水路沿いの植林は、工事の実施に伴い少なくとも片側については撤去される。これは環境へ負の影響を与える。12 の選定された支線水路沿いには現在 73,646 本の樹木があり、その価値は約 360 百万ルピーと見積もられる。環境への影響の緩和策として、プロジェクトの終了後にすべてを再植林する。

制度改革により農民組織が形成された際には、農民組織にこの樹木は移管される。また樹木の撤去には首席大臣の許可取得が必要である。

(6) 健康及び衛生

プロジェクト地区における健康及び衛生状態は劣悪である。トイレや下水の設置割合は大変低い。水路のライニングは衛生状態の改善に寄与するのではないが、家畜が水路に入ることを防止することで水質汚染防止となる。工事期間には排水を良好にすることが必要である。

(7) 飲料水供給

調査団は選定した12の支線水路の受益地区内で、30点のサンプルを取り飲料水の水質調査を行った。これは今後の環境モニタリングのベンチマークとなる。30点のサンプルを分析した結果、飲料水として辛うじて合格したのは4サンプルであった。

地下水の塩分濃度が高い地区では、十分な淡水供給を受けることができない。そのような地区では水路際の管井や手押しポンプを使っているが、水路の漏水なので水質は良好ではない。

公共保健省は水路際に管井を設置し地下水を汲み上げる形式の多くの小規模水供給計画を建設した。現在キラナ支線水路に32箇所、フジャン支線水路に3箇所ナスラナ支線水路に17箇所ある。このほか約190の手押しポンプが水路敷地内にある。水路のライニングに伴い、漏水は減少するが、必要な量を満たすだけは確保されると考えられる。懸念されるのは、漏水減少に伴って塩水が淡水地区へ入り込むことである。

緩和策として、工事期間中は影響を受ける人々へ飲料水を供給することが必要である。工事終了後モニタリングを行い、適切な飲料水が得られない場合は対策を講じる必要がある。

(8) 家畜による障害

家畜が水路内に侵入することにより破堤や水質汚染が生じている。緩和策として水路を横切る橋の数を増加し、水牛の水浴場を設けることが必要である。場所については詳細設計の時に農民組織と協議をして決める。

(9) 地下水位

水路のライニングにより漏水が減少し、また管井での用水汲上げは、地下水位低下に寄与する。場所によっては年間45cmも地下水位が低下している。ライニング計画は地下水位に関しては+に働くが、モニタリングが必要である。

(10) 地下水水質

調査地区の42%では1000ppm以上の地下水水質を持っている。塩分濃度の低い地区においては、大量な地下水が使われており、地下水位が下降している。ライニングによる漏水減少や管井での用水汲上げにより淡水地区への塩水侵入を引き起こす恐れがある。このため地下水水質のモニタリングを行う必要がある。

(11) 水量

本支線水路改修計画による節約水量は認可水量の10.7%、または5.64 m³/sec、または年間163百万トン(通水期間11ヶ月)となり農業生産の増大に寄与する。これはプロジェクトの最大の目的であり、大きな+のインパクトを受益地に与える。したがって、節約水量のモニタリングは非常に重要である。

(12) 塩分収支

塩分収支の検討によると、土壌への塩類集積は地下水の塩分濃度が低い地域では年間 4.7トン/ha、地下水の塩分濃度が高い地域では年間 3.1トン/haと推定される。これに対し地下水の塩分総量は低下すると推定される。

地下水の塩分濃度が高い地域での水路ライニングは+の影響を与える。すでに集積している塩分は適切な排水とリーチングなしには取り除けない。水路ライニングは地下水位を低下させ、塩類集積を減少させる。ライニングにより塩分を除去することはできないが、これ以上の悪化は防げる。