

費用が約50%を要している。特に生産費のうち、利水のための築堤費、農地のレベリング等に要する工作費が約19.8%を要しているのが特徴的である。

計画対象地域の家計収支も表5.9に示されており、平近年約7,900 Rs.の黒字家計である。この程度の黒字家計で、かつ粗収入の大半を農業外収入で得ていることを考慮すると、農業への拡大再生産への投資が、資本装備を含め、行い難い状況が現況である。

表5.9は計画対象地域の農家の平均年間支出を示すものであるが、食料品への支出の割合の高さがエンゲル係数の高さ、計画対象地域の生産農産物の特化による食糧自給率の低さを物語っていると思量される。

なお、計画対象地域の下流域地内にはチューブ・ウェルによる井戸灌漑農家が存在するので、追加的にその実態調査を行い、その25サンプル農家について年収及び年間運転・維持管理経費を集計、検証すると、平均年収206,000 Rs.、平均管理経費32,000 Rs.で、平均年間粗収入173,000 Rs.との結果を得た。この事実は本計画対象地域がいかにかにその利水条件によって、その生産性に差ができるかを示すものであろう。

## 5.4 灌漑組織

### 5.4.1 概要

計画対象地域における灌漑水源は、洪水流、地下水及びD. G. カーン水路であり、水資源利用形態によって、対象地域は次のように分類される。(図5.6, 表5.10参照)

(単位：ha)

洪水利用 地下水利用	洪水及び 地下水利用	灌漑水路	牧野及び 荒地	集落及び ナラ	合 計
11,886	1,462	850	3,591	1,556	19,345

#### 5. 4. 2 洪水灌漑地区

洪水灌漑地域は、計画対象地域の上流から中流にかけて広がっており、灌漑水源は全てヒルトレントの洪水流である。本地域には3つのヒルトレントがある。最も主要なものは、ビドールヒルトレントで、これはさらにプラ、チャブリ、及びスチャニの3つの主要な支線に分かれる。ザイナラ及びガラナナラの2つの小ヒルトレントが南西部から本地域へ流入し、プラ支線に合流する。(図5. 6参照)

各3支線(チャブリ支線には通称エスケープ支線と呼ばれている流路を含む)は主流をそれぞれ1/3ずつ取水する権利を有する。しかしながら、現状における地形等の条件から、取水量の割合は、チャブリ支線55%、スチャニ支線20%、プラ支線25%となっている。(表5. 11参照)

ワー(2次支線)及びワヒ(3次支線)は、各支線または直接本線から洪水流を灌漑農地へ取り入れる。ワー及びワヒは自然に形成された流路で、農民がこれらを維持管理している。分水のためにワーやワヒの流路にガンダ(築堤)が造成される。既存の主要なガンダは次のとおりである。

主要ガンダ設置状況

支線名	直接取水するガンダ	ワールから取水するガンダ	合計
チャブリ支線	17	13	30
スチャニ支線	23	14	37
ブラ支線	27	8	35
合計	67	35	102

ワールに設置された小規模なガンダは200以上に達する。ガンダは土で作られ、一般に下記のような状況をふまえた一時的な構造となっている。

- ガンダの築造位置は水利権によって決定されるが、上流のガンダが絶対的に優先権を有する。下流のガンダは、上流の状況や流路の変化に対して位置や規模を調整することが必要となる。
- ビドールヒルトレントのダラ下流4.5 kmの間は、河床勾配が大きく（約1/110）、大きな流速（約2.5 m/sec）が石積み構造物に被害を与える可能性が高い。
- 石積み構造物の築造に必要な石材や砂利は、ダラから4.5 km以上下流では得ることができない。
- 機能調整出来ない固定石積み構造物は、大きな洪水発生時には農地に洪水被害を及ぼす可能性がある。
- またそれはガンダ上流部のシルトの堆積を助長し、結局流路の変更をもたらすであろう。
- 適切な護岸護床工の設置を行わないと、石積みのガンダは河床やワールの築堤の洗掘の原因となり、また近傍の農地を流去する可能性がある。

土で作られたガンダの築堤は洪水発生ごとに破損または流去する可能性が高い。しかし、これは安価であり、取水を容易かつ安定して制御でき、農地への洪水被害も少なくすむため、レンガ、石積み、またはコンクリートの構造物より効果的な手段であると考えられている。

取水工については、ワーやワヒの土手を切り開いたり、塞いだりすることで簡単に対処されており、取水量を制御する施設は何も設けられていない。ワヒキングラニの1取水工のみが、取水調節のための角落としを持つレンガ作りとなっている。

#### 5. 4. 3 洪水及び地下水併用灌漑地域

この地域は、計画対象地域の下流部のD. G. カーン水路から西へ約1~6.5 kmの標高135 m~150 mの区域に位置している。個人所有のポンプ（口径4インチ、実揚程30~90 m、揚水能力毎分0.5~1 m<sup>3</sup>）が設置され、小規模な土水路で1カ所あたり約30~40haを灌漑している。一部の水路はレンガでライニングされている。このようなポンプは約60カ所にのぼっている。

これらのポンプ設置にはさまざまな理由がある。特にヒルトレントの下流部に位置する地域は、洪水流が到達する機会が少ない。スチャニ支線及びプラ支線は、1955年の洪水以来チョロタバチャドの付近で流路が変わってしまった。地下水は、D. G. カーン水路建設後、水路からの浸透水によって供給されているものである。

近年における干ばつ年の連続により、ポンプの数は増加しつつある。しかしながら、地下水位は西へ行くにしたがい低くなっており、ポンプ灌漑の可能性は限られている。このため、トレント流水が利用出来るときはいつでも取水できるように、ワーやワヒは常に十分な維持管理がなされている。

#### 5. 4. 4 D. G. カーン水路灌漑地域

D. G. カーン水路の西側に沿った標高125~135 mの区域は灌漑水路からのポンプアップにより灌漑されている。ポンプの諸元は口径6インチ、実揚程約10 m、平均揚水能力毎分1.5 m<sup>3</sup>である。平均的灌漑面積は約50haで、土水路またはレンガでライニングされた水路で導水されている。また分水施設も設けられ（一部には開閉ゲートを有するレンガ積みのものも見られる）、水管理が行われている。

このようなポンプは本地域内に16カ所ある。

#### 5. 4. 5 放牧地及び荒地

計画対象地域の北縁に放牧地及び荒地が分布している。ここは標高が高く、またD. G. カーン水路から離れているため、地下水位も低く、現在は時々家畜の放牧に利用されるのみで耕作には供されていない。

#### 5. 4. 6 用水系統及び可耕地

水路灌漑地域を除き、計画対象地域の現行の用水系統及び可耕地は、調査の結果平均年についてみると模式図（図5. 7）に示すとおりであった。各支線の可耕地の概略は次のとおりである。

		(単位：ha)
ビドール	ヒルトレント	10,256
	チャブリ支線	3,912
	スチャニ支線	3,682
	ブラ支線	2,662
ザイ	ナラ	320
ダラナ	ナラ	2,772
合	計	13,348

取水効率を100%とすると、約45%のトレント水が各支線から直接農地へ取り入れられており、残りの55%がワーヤワヒにより導水され、ガンダによって農地に取水されている。地域全体の灌漑効率は次の理由によりかなり低いものと推定される。

- 各支線への洪水流の分水量は分水地点の地形条件に支配されており、各支線の受益面積と整合していない。

一 ワーやワヒは自然に形成された流路であり、それらの多くの通水能力は、受益面積に対して十分とはいえない。取水効率を100%としても、15カ所のワーがその受益地域を灌漑するのに十分な能力を有していない。したがって取水能力を越える洪水流は支線を通じて下流へと流下してしまう。

現況について、1975年から1983年の9カ年間の水収支計算を行い、確率年毎の灌漑可能面積及び利用水量を算定すれば、次のとおりである（表5.12参照）。

確率年毎の現況灌漑可能面積及び利用水量

確率年	灌漑可能面積			利用水量 MCM
	カリフ期 ha	ラビ期 ha	合計 ha	
1/2年	3,672	206	3,878	69.80
1/5年	4,285	240	4,525	81.45
1/10年	4,610	258	4,868	87.62
1/25年	4,959	278	5,237	94.27

#### 5.4.7 水利権

トレント流水は、ビドールヒルトレントに対して登記されている水利権にしたがって、支線水路、ワー、ワヒ、各農家の農地へと分水されていく。この水利権登記は1917年の決定された法令に基づいて、1919年に Mr. W. R. Wilsonが定めたものである。各ヒルトレント支線と主要なワーに配分された水利権は下記のとおりである。

チャブリ支線 . . . . . ビドールヒルトレントの1/3  
 ガグ ワー . . . . . チャブリ支線の1/3  
 キングラニワラ ワー . . . . . チャブリ支線の1/4  
 スチャニ支線 . . . . . ビドールヒルトレントの1/3

ブラ支線 . . . . . ビドールヒルトレントの1/3  
シャクジャマルカーン ワヒ . . . . . ブラ支線の1/2

上記以外の用水の配分はサロパ・パイナ (Saropa-Paina) と呼ばれる権利設定の基本法則にしたがって定められる。これは、流路または水路の上流の土地に水利利用の優先権を与え、しかる後にこの法則を下流へ及ぼして行くものである。支線、ワー、ワヒと同じ法則に支配されており、上流が下流より先に取水する権利が保証されている。権利の登記のために、各農地にはカスラ (Khasra) という番号が付与されている。権利の登記者は、ワーが始まる地点のカスラ、及びそのワーで灌漑する圃場の数ならびに取水のためにガンダを築造するか、ワンダラ (導水堤) を築造するかを明らかにしなければならない。

1905年制定の小水路法の28条に基づき、1985年5月20日にパンジャブ州政府によって交付された通達No.III S-1114/1328-85にしたがって、D. G. カーン当局は下記の点を考慮して土地及び水利権の関係を新たに整理する作業を開始している。

- 1923年以來裁判の結果生じた水利権の変化
- 相続や売却の結果生じた所有者の変更や土地の分割
- 1962年にD. G. カーン灌漑水路が使用開始されて以来、以前はヒルトレントを利用してしたが、現在は水路から灌漑水を得ている多くの農地があること
- 上水道計画の実施によりもはや不必要となったヒルトレントからの飲料水の取水権を有する多くの農地

水利権書換えの検討が現在進められており、これは1992年末に完了することが期待されている。計画対象地域の14のモザのうち以下の5モザがD. G. カーン水路の建設に伴いすでに水利権が変更されている。

- ダガール チット
- チャプリバラ ガプリ
- チョラッタ シュマリ
- チョラッタ ジャヌビ
- チット サルカニ

現行の配水組織及び水利権を検討すると、灌漑開発計画を策定するためには、水利権に関し、下記の検討又は調整を行っておく必要がある。主要な項目の諸元を次に示す。

#### 各支線の利水状況

支線名	現行分水割合	現行農地面積割合	水利権	現行取水能力
チャプリ支線	55 %	38 %	33 %	40 %
スチャニ支線	20	36	33	22
ブラ支線	25	26	33	38

現行の分水割合及び取水能力は分水施設の建設及び取水路の改善によって水利権に合致するように変更しうるであろう。しかしながら、農地の分布は水利権に比例していないので、もし灌漑必要水量が一律であるとすれば、チャプリ及びスチャニ支線は水不足をきたし、一方ブラ支線は面積に比較し過剰な灌漑水を受取ることとなる。流水が一旦各支線に分水されれば、ブラ支線の過剰水はもはや他の支線へ戻すことは出来ない。ブラ支線は計画対象地域南部の他の支線より標高の低いところに位置しているからである。計画の策定に際しては、農地面積割合に合致するように水利権の変更を断行するか、現行水利権範囲内で計画するか選択しなければならない。



#### 5. 4. 8 排水組織

計画対象地域において農地に対する過剰な水量は、ワヒ、ワー等を通し、下流部ヒルトレント支線に排水される。D. G. カーン水路を越えて洪水流を流下させるサイホンが、本地域の北端と南端の2カ所に設置されている。D. G. カーン水路によって遮られた約17.3 kmの間は何の排水施設もない。現行の2つのサイホンの計画排水量は、北部60 cms、南部280 cmsである。そのうえD. G. カーン水路を越えた先には、排水路が設置されていない。25年確率の洪水について、現行の灌漑組織による水収支を見てみると、上流支線からの過剰洪水量は約1,300 cmsである。このため、洪水流は下流地域を浸水させることとなり、サイホンを越えた排水は水路灌漑地域へ溢流することとなるであろう。

#### 5. 4. 9 塩 害

D. G. カーン水路灌漑地域の下流部にはウォーターロギング及び塩水が問題となっている地域が見られる。しかしながら、現地調査の結果によれば、本地域内には塩分の問題は生じていないものとみられる。下流部の多くの井戸及び上流部のトレント水の水質分析の結果は下記のとおりであった。

	塩 分
表流水	500-1,500 ppm
地下水	1,500-2,000 ppm

表流水は乾期に測定したため、停滞しており塩分濃度が高い。地下水は灌漑可能限界内ではあるが、塩分濃度がかなり高い。

## 5.5 道路及びその他の社会資本

### 5.5.1 道路

計画対象地域内の現況の道路延長は約22.7 kmで、そのうち9.7 kmが舗装道路、13.0 kmが未舗装道路である。舗装道路は全幅7.3 m、有効幅員3 mである。本地域内を通過する道路として、村落道路橋（D. G. カーン水路のR. D. 19,700地点）からコチャワダニへの7 kmの路線が現在建設中である。またD. G. カーン水路に架かる農村道路橋も建設中である。

全ての道路はD. G. カーン高速道路局の管轄下にある。ただしD. G. カーン水路の橋梁は灌漑電力局が管理している。計画対象地域内において、全長25.7 kmの2路線の舗装道路が現在計画である。既設、建設中及び計画中の道路は全てD. G. カーン-D. I. カーン幹線道路及び、D. G. カーン-サキサールワール幹線道路と連絡している。（表5.13参照）

### 5.5.2 その他の社会資本

#### (1) 電力供給施設

計画対象地域の北部中流部から下流部に位置している7モザについては、WAPDAのコット・アドウ（Kot Adu）Kot Adu発電所からD. G. カーン近傍のGoodai Road Grid Stationを通じて11 kv送電線により電力が供給されている。本地域内の送電線の全延長は約25 kmであり、総供給電力は約1,300 KVAである。

計画対象地域の上流部では、サキサールワールのGrid Stationからモザベラへ全延長約60 kmの送電線により電力供給が計画されている。

## (2) 飲料水供給施設

D. G. カーンの公共保健技術局は、計画対象地域内に4カ所の飲料水供給事業を実施してきた。この受益地域（モザ）と受益人口は下記のとおりである。現在これ以外の供給計画はたてられていない。

既設飲料水供給事業

モザ	村落数	人口(人)	備考
ビドール	1	6,590	1981年完成
ベラ	38	8,000	建設中
パティザイ	7	2,590	建設中
ノールワー	18	4,500	1989年完成

### 5.6 ビドールヒルトレント流域の現況

#### 5.6.1 地形

本計画対象地域のヒルトレントの流域は877sq.kmで、ビドールヒルトレントと、グラナ及びザイの2つの小ヒルトレントの流域からなっている。流域の地形は、北から南に向かう褶曲活動により形成された山稜と溪谷により特徴づけられている。本流域の地形は図5.8に示す。

本流域の地形は、3つのゾーンに区分できる。まず西部ゾーンは、北から南に走る険しい山脈により形成され、標高2,000m以上の峰を有する。中央ゾーンは標高500~1,000mの平坦な盆地を形成している。また東部ゾーンは、標高250~600mのやや低い丘陵または凹凸の多い山地からなっている。

西部ゾーンは、暁新世及び先第三期の堅硬な基盤岩により形成されており、山

地の東縁は、単層地層面が斜面を作り、傾斜30~40度の急斜面を形成している。また山地の西側は10~20度の緩やかな斜面となっており、その中を深くV字谷が開析している。

中央ゾーンは、新第三紀~第四紀の地層によって構成されている。平坦な地形は、軟質岩の表層侵食及び西部ゾーンからの運搬堆積物により形成されたものである。ゾーンの南半部はほぼ主としてこの運搬堆積物である巨礫によって構成されている。現在なお続いている激しい侵食により、ゾーンの西部または西部山麓付近に非常に深いU字谷（深さ50~100m）が形成されている。中央ゾーンの表面の平均傾斜は、礫層区域では3度以下、その他の区域では6度以下となっている。

東部ゾーンの大部分は新第三紀の軟岩で構成され、相対的な硬軟の程度により選択侵食が著しい。

細粒構成物（固結粘土、頁岩、粘板岩）は容易に侵食され、一方砂岩・石灰岩は侵食されにくいので、凹凸の激しい地形が形成されている。地層の走向に沿って走る谷（Strike Valley）は、数m~1km前後の幅を持っている。

山稜の傾斜は、場所により5度から80度まで変化し、突起部の比高は10~100mである。地形の起伏を表す指標として、本流域につき、各1km<sup>2</sup>毎の起伏量のチェックを行ったが、西部ゾーンの平均起伏量は300m以上（傾斜20度以上）、中央ゾーンの礫層区域は60m以下（傾斜3度前後）、その他の区域は200m以下（傾斜度10度前後）となっており、また東部ゾーンでは300m以下（傾斜15度）となっている。傾斜度ごとの比高をみると、本流域は次のように区分される（図5.9参照）。

流域の傾斜度別面積

傾斜 (度)	面積 ( km <sup>2</sup> )	割合 ( % )	累計割合 ( % )
3度以下	124	14.2	14.2
3～6度	199	22.6	36.8
6～10	246	27.9	64.7
10～15	166	18.7	83.4
15～20	85	9.6	93.0
20～25	40	4.5	97.5
25～30	15	1.7	99.2
30度以上	6	0.8	100.0

本地域には、現在の地形が形成される以前からの5本の先行川がある。これらの先行川は、西部ゾーンの急峻山地を縫って流下し、峡谷部で比高400～900mの断崖を形成している。現地形の形成時またはそれ以後に形成された河川のうちで、西部ゾーンから発する河川は、中央ゾーンの西側で南北に走る砂岩層に遮られ、前記の先行川に合流している。本流域の北部を走る河川は、中央ゾーンの東部でビドールナラに流入し、南部を流れる河川は、東部ゾーンの西部でルンガンナラに流入する。各河川の河床勾配は次のとおりである。

西部ゾーン

東部山間部 1/3・・・1/4

西部山間部 1/10・・・1/20

中央ゾーン

東部 1/30・・・1/50

西部 1/20・・・1/40

東部ゾーン 1/70・・・1/100

5. 6. 2 地 質

本流域は、褶曲軸がほぼ南北方向に走るスレイマン褶曲帯に位置している（図 5. 10 参照）。

これらの地質構造の形成は、現在も続いている造山運動の圧密過程に由来するものであり、大部分、鮮新世～更新世のヒマラヤ造山活動の最も活発な時期に形成されたものである。

東部ゾーンの中央部をほぼ南北にフォートモンロ背斜が走っており、西部ゾーンの脊梁軸を北西-南東方向にジンダビル背斜が走っている。また中央ゾーンの東縁部を、ジンダビル背斜と平行してバガルチュール向斜が走っている。

時 代		地 層		
第四紀	完新世	耕土層 (Qcs)	不 整 合	
		沖積堆積層 (Qal)		
砂丘堆積層 (Qd)				
山麓礫層 (Qp)				
段丘礫層 (Qlg)				
氾濫原堆積層 (Qs)				
	更新世	タダ礫岩層 (Qdc)	シワリク層群	
第三紀	新第三紀	チョードワン層 (Nscd)		
		リトラ層 (Nsi)		
		ベホワ層 (Nsv)		
		中新世		不 整 合
		漸新世		チタルワタ層 (Nc)
	古第三紀	始新世	不 整 合	
		キルタール層 (Pk)		
		ガジジュ層 (Pg)		
		晩新世	不 整 合	
		ドウガン層 (PD)		
		ガドロ層 (PK)		
白亜紀	上部世	モロ層 (KM0)	不 整 合	
		バブ砂岩層 (KPb)		
		フォートムンロ層 (KFm)		

白亜紀の地層は、硬質な石灰岩・頁岩及び砂岩からなり、西部ゾーンの脊梁山地を形成している。

暁新世の地層は、硬質砂岩及び石灰岩で、白亜紀脊梁山地の両翼に分布する。

始新世の地層は、Gazij層が比較的堅硬な頁岩及び石灰岩からなり、Kirthar層が石灰岩及び軟質な頁岩からなる。中央平坦部の西端からスレイマン山地西側斜面、及び東部ゾーン山地の中央部に分布している。

中新世の地層は、砂岩・泥岩及び固結粘土からなり、中央ゾーンの西部山地及び東部ゾーンの周縁部に分布する。

鮮新世から更新世の粘土・泥岩・砂岩及び礫岩は、中央ゾーン及びジンダビル背斜の外縁部に堆積されている。中央ゾーンにおいては、0.5~10mの層厚を持つ段丘礫層が広く分布している。

暁新世以前の地層は、侵食に対して耐久力のある硬岩からなるが、始新世以降の地層は、砂岩と礫岩を除き著しく侵食されている。

### 5. 6. 3 土壌及び土地利用

計画対象地域はスレイマン山脈の一部で土壌が乏しく、岩や礫混じりの部分が多い。土壌は残積土あるいは崩落土が主で、基岩が風化したものである。流域内には数ha程度の小規模な耕地が散在しているが、それらの土壌はヒルトレント由来の沖積土壌である。

土壌調査の結果及び土壌分析データによれば、流域内の土壌特性は場所によってかなり異なる。しかし、これらの土壌は一般的には浅く、土性は壤質砂土ないしはシルト質壤土で礫が混じる。土壌pHは7.8から8.1で肥沃度は全般に低い。

流域内も過放牧や伐採、降雨が少ないなどのため、自然植生はまばらである。主な植生はジャンド (*Prosopis spicigera*)、キケリ (*Acacia nilotica*)、ベル (*Zyziphus spp.*)、フラッシュ (*Tamalix spp.*)、カリール (*Capparis aphylla*)、シワール (*Rhazya stricta*)、アク (*Calotropis spp.*)などである。

流域内の主要な土地利用は放牧であるが、放牧地のほかに数ha規模の農地も点在している。主要作物は小麦、バジュラ・ジョワールで、ほとんどが自給用である。

#### 5. 6. 4 社会経済

流域においては、ヒヤリング調査を実施し、その調査結果によれば、流域内の社会経済状況は次の通りである。

流域内の居住人口は表5. 14に示す通りであり、現況では23,500人前後と概定される。また、流域内は閉鎖的部族社会であるが、最近では国外（主として湾岸諸国とサウジアラビア）への出稼ぎとD. G. カーン都市部への流出が比較的少数ではあるが行われている。住宅戸数（世帯数と同一であるかは不明）は約3,500戸であり、一戸あたりの居住家族は平均6.7人である。

流域内の交通は、ほとんどのモザに一日一往復、ピックアップ車での利用が可能であり、行き先はD. G. カーンあるいはサキサルワールである。ヒヤリング対象モザのうち3モザのみ徒歩以外の交通手段がないのが現状である。

現況における流域内の社会施設は表5. 15に示す通りであり、小学校28校、中学校3校、診療所1ヶ所、郵便ポスト1ヶ所に過ぎず、その他の社会公共施設は総てD. G. カーンあるいはサキサルワールの都市部に依存している状況である。

生活飲料水については24モザの約70%が天水（雨水）に依存しており、約25%が湧水（spring）利用で残り約5%が井戸あるいは公共簡易水道施設利用となっている。公共簡易水道施設は、1986～89年の間に主として河川伏流水をポンプアップし、共同栓にて利用するシステムで5系統をPHE D. G. カーンが施工し、供与したが、現況では1系統のみが稼働中で、流域内の3モザのみがこの施設を利用している。



将来地域住民が望む公共社会経済施設についての希望事項としては、以下の順位でその要望が示された。

1. 上水道用水の供給改善
2. 道路・交通事情の改善
3. 医療機関の設置
4. 学校施設の充実
5. 家畜用水の供給改善
6. 灌漑施設の改善
7. 放牧地域の拡大と改良
8. 土壌保全

以上、流域内の社会経済状況は未成熟な段階にあると判断される。

なお、インフラストラクチャーとしては道路及び簡易水道施設があり、その概要は次の通りである。

道路については表5. 16に現況諸元を示す。これらの道路は総て未舗装、無構造物の土道であり、よってその通行は天候に左右される。前述した通り、地域住民からその改良が望まれている所以である。

簡易水道施設は1986年より表5. 17に示す5系統の施設が本地域内に供与されたが、現況ではソーリー コーの施設のみ稼働しており、その他は稼働していない模様である。稼働していない原因は明らかでない。なお、電力については現況では無施設であり、計画も現時点ではたてられていない。

#### 5. 6. 5 農 業

ビドールヒルトレントの流域は、きわめて広大な山間地域であるが、全体として地形の凹凸が激しく、しかも植生の乏しい浸食を受け易い地質、土壌が大半を

占めているので、この地域の農業活動は非常に低密度であり、いわゆる過疎地域の農業として位置付けられる。作物生産はほとんどが自給用の小麦、ジョワールなどで、これらは流域内の山地を刻んでいる多数の谷間に沿って、比較的渓流水の得易いところや、残存水分が比較的豊富な箇所に造られた数ha程度の小圃地（中には数10 haに達する圃地もある。）において栽培されている。このような散在する小規模な耕地は流域全体で、おおむね2,000 ha程度と推定されるが、その年の降雨条件により大きく変動するものと想定される。表5. 18の農家調査結果をみても、可耕地に対する作付面積率の低さが目だっている。

ただし、局部的に通年流水が得られるところでは、可能な限り、これを活用して、場合によっては2毛作が行われており、また自力で石積みの堰堤等を築いて、流出してくる土砂を貯留してわずかでも耕地を拡大しているところもみられる。即ちこの地域の農民は、劣悪な環境条件の中に置かれながらも、農業生産の拡大になしうる最大限の努力を図っているのが認められる。

しかしながら、このような立地条件のもとでは、住民は下流のパチャド地域にもまして唯一の現金収入源である家畜の飼養に依存せざるを得ず、羊・山羊を中心にかなり大きな規模の飼育が行われている。流域内でも標高が700~1,100 m程度の山麓高原では、夏期にはより標高の高い山地部へ家畜を放牧し、冬期にはまた戻るといった形態の飼育を行っている。他方、より標高の低い400~700 m程度の地域では、地形が緩やかで、比較的定着しやすいこともあって、前記のような可耕地を拠点として、農耕と併せて畜産を行っているケースが多い。地域の家畜頭数は、正確な統計資料がないものの、現地踏査や、聴取結果から推定すると、牛約2,500頭、羊及び山羊約20,000頭程度と見積もられる。現在は、地域農民が流域内で飼育可能な範囲の頭数が存在しているものと考えられ、従って乏しい植生にもかかわらず、とくに飼料不足の問題がおきている様子はない。

流域内の若干の集落において実施した農家調査（表5. 18）によると表に見られるように、農地面積は比較的大きいが、実質的作付面積割合は非常に低い。カリフ期の作物はほとんどがジョワールであり、ラビ期には若干の小麦の作付が

見られる。一般にパチャド地域より生産性は低く、また羊や山羊の飼養頭数が大きいのが目立つ。

## 5.7 洪水被害

### 5.7.1 概要

ビドールヒルトレントの集水域は、ほとんど正方形に近い形をしている。主要な流路は急峻で、V字形の断面である。集水域の植生はきわめてまばらである。このことは、洪水流がダラ地点への洪水到達時間が4時間と短時間になる原因となっている。1975年～1984年の間の降雨記録によれば、その降雨分布は、5年確率の日雨量35.6 mm、流量にして1,100 cmsを越える日雨量は、2日以上続かないことを示している。このことは洪水継続時間が1～2日以内に集中して起こることを物語っている。

ビドールヒルトレントの本流は、ダラ地点通過後0.9 km下流でブラ支線、約3.5 km下流でチャブリ及びスチャニ支線の3支線に分岐する。各支線の分水量、即ち分水割合は、約55 %がチャブリ支線、22 %がスチャニ支線、25 %がブラ支線と推定される。

また支線から洪水灌漑地域への既設のワ-の理論的な最大取水能力は、チャブリ支線では385 cms (39 %)、スチャニ支線では205 cms (21 %)、ブラ支線では395 cms (40 %)と推算されている。これらの取水能力を越える洪水流は下流へ流下し、被害を発生させている。取水効率を100 %とすると、余剰洪水流量は、5年確率ではチャブリ支線で265 cms、スチャニ支線で45 cms (全洪水流量1,100 cmsに対し)、10年確率ではチャブリ支線で430 cms、スチャニ支線で85 cms (全洪水流量1,400 cmsに対し)、25年確率ではチャブリ支線で620 cms、スチャニ支線で135 cms、ブラ支線で55 cms (全洪水流量1,795 cmsに対し)となっている。(表5.11参照)

各支線の縦断面をみると、ダラ地点から3.3 kmと4.6 kmの間の流路は勾配が1/110と急で、これより下流では1/230から1/300となっている。各支線の洪水位の解析から、25年確率の場合には、洪水流はスチャニ支線及びチャブリ支線において、ダラ地点から下流2.9 km～4.2 kmの間（延長1.3 km）で、流路から近傍地域へ溢流するものと考えられる。それゆえ、支線近傍の農地への洪水被害はこれらの流路の区域に限定されるであろう。

余剰の洪水流（ピーク洪水流量の約20ないし40%）は下流に至り、末端排水路がないのでそこへ湛水する。支線の末端から流出してくる洪水流を分散させるために、地域住民により多くの防御堤（ガンダ）が築造されている。5年確率の規模を越える洪水は、下流地域に被害を及ぼしてきた。特にチャブリ支線の下流部の被害が大きい。灌漑電力局による既設及び計画中のガンダは下記のとおりである。

既設及び計画中の防御堤（ガンダ）

事業名	諸元	形式	設置（計画）年
Khok Kalan Gandah	H-2.3 m, W-5.3 m, L-313 m	蛇籠	1978-1979
Khoh Dumb Gandah	H-3.7 m, W-6.1 m, L-732 m	蛇籠	1978-1979
Khairih Wala Gandah	H-3.7 m, W-29.6 m, L-488 m	土堤	1978-1979
Jiwana Gandah	H-3.7 m, W-15.3 m, L-384 m	土堤	1988-
D.G.Khan Canal Dike	H-5.0 m, W-15.6 m, L-22 km	土堤	1955-1962

Khon Dumb ガンダ、Jiwanaガンダ及びD. G. カーン水路堤防については改修計画が樹てられている。

5. 7. 2 洪水被害

ビドールヒルトレントは、1955年の大洪水の後、計画対象地域の中流から下流部において、流路が変化した。この洪水以前には、本ヒルトレントはダラ地点の

直下流でチャプリ、スチャニ及びプラの三支線に分流していた。チャプリ支線はダラ下流約10 km地点でその流路を北東に変え、バステイチャプリバラの方へ流下し、プラ支線はダラの約11 km下流地点で分流され、1つは南東へ流下し、他の1つはスチャニ支線に合流している。1955年の洪水において、スチャニ支線はD. G. カーン市街地の北部へ流下し、市街地に大きな被害を与えた。

1955年の洪水発生が契機となり、灌漑電力局によって、スチャニ支線とプラ支線の合流点の下流約2 km地点に洪水防御のためのガンダが築造された。これにより、スチャニ支線の流路を南東、即ち、D. G. カーン市の南へ変えた。その後発生した洪水流がもたらす堆砂により、スチャニ支線とプラ支線は分離された。

D. G. カーン灌漑水路の建設にあわせて、ヒルトレントの排水のための水路横断構造物（サイフォン）が建設され、チャプリ支線、プラ支線に接続している。また、洪水防御の土堰堤が灌漑水路沿いに建設された。1975年の洪水時には、この洪水防御堤の西側地域が幅1.6 kmに渡って湛水した。また、横断構造物を流下した洪水流は、水路灌漑地域に氾濫し、道路、家屋、水路構造物及び農地に大きな被害をもたらした（図5、11参照）。

現況について、1975年から1989年にかけての洪水被害額をもとに、確率年毎の洪水被害額を算定すれば、次のとおりである（図5、12参照）。

確率年毎の現況洪水被害額

(単位：百万Rs.)

確率年	洪水被害額
1/2年	3.7
1/5年	11.5
1/10年	17.0
1/25年	25.0

洪水被害地区は、パチャド地域の下流域及びD. G. カーン水路の東側であるこ

とより、洪水被害の対象ピーク流量はビドールヒルトレント地点のピーク流量から、パチャド地域で使用する灌漑用水量を除いた流量である。現況のパチャド地域での取水施設能力は985 cmsであるが、管理状況から想定すれば洪水時取水能力は50 %程度である。従って、灌漑用水取水後の洪水ピーク流量は次のとおりとなる。

#### 洪水ピーク流量の変化

(単位：cms)

確率年	ダラ地点の洪水ピーク流量	灌漑用水取水後の洪水ピーク流量
1/2年	688	193
1/5年	1,109	614
1/10年	1,405	910
1/25年	1,795	1,300

## 第6章 事業計画

### 6.1 事業計画基本検討案の策定

#### 6.1.1 基本検討案

第4章に述べた開発戦略にしたがって、ビドールヒルトレント地区の事業計画を検討する。緊急に解決を要する課題はヒルトレント洪水流の洪水被害の低減と、洪水流を水源とする灌漑開発の計画であり、短期に完了する事業計画（第1フェーズ）を策定しなければならない。一方、流域からの土砂生産量及び洪水ピーク流出量の減少を目的とし、将来、貯水水源による計画灌漑事業（最終フェーズ）の立案を可能とするため、流域保全対策を含む中長期事業計画（第2フェーズ）を策定しなければならない。この場合、事業計画の経済評価（economic viability）の中でどこまでの投資が流域保全対策に対して可能であるかを検討することが重要である。

したがって、本章では次の3案を検討したうえで第2フェーズの事業計画を選定する。

ケース A：本地区の開発戦略を策定した4.1.2に述べた第1フェーズすなわち、短期的かつ応急的な事業を立案し、その経済効果が大きく、第2フェーズが実施可能であることを確認する。

ケース B：ケース A に加え、流域保全対策を実施する。流域保全対策によってカバーされる（植生回復が期待される）面積は大きいほど最終フェーズの計画立案には理想的であるが、大きな投資額及び長い実施期間が要求される。

従って、事業実施期間をケース A も含め5年及び10年間の2ケースについて検討する。すなわち、

ケース B-1：事業実施期間 5年間

ケース B-2：事業実施期間 10年間

(1) ケース A

実施期間を2年間とし、主要な事業項目は次のとおりとする。

i) 洪水分流堰 (Flood dispersion structure) の建設

洪水制御の主要な手段として、ダラ地点下流に洪水分流堰を建設し、洪水流を農地 (パチャド地区) へ導水し、同時に灌漑水源を確保する。

ii) 配水・取水施設の改修

洪水分流堰で分水された洪水が農地へ配水されずに、再び下流へ無効放流となって被害を発生させることを防止する。即ち、洪水流を可能なかぎり灌漑水源として利用することを目的として、現在の配水路及び取水施設の改修を行なう。

iii) 道路の建設

洪水分流堰建設に必要となる工事用道路を工事完了後、生活道路として利用できるよう整備する。工事用道路の路線はなるべく既設道路の利用を主に計画する。

(2) ケース B-1

事業実施期間を5年間とし、ケース Aの事業項目に追加して流域保全対策を実施する。実施期間が短いことから、流域保全対策は流域の条件の良好なところを選定して実施する。

(3) ケース B-2

ケース B-1と同様であるが、事業実施期間を10年間とし、流域保全策は全流域を対象とする。



## 6. 1. 2 水利権の取扱い

5. 4. 7で解析したように、事業計画策定に際し、水利権の取扱いを明確にする必要がある。ダラ地点下流で分岐して本地区を灌漑する（または洪水流を分流する）3本の主要支線水路（チャプリー支線、スチャニ支線、プラ支線）により灌漑される農地面積はそれぞれ38%、36%、26%と分布し、同一ではない。一方、登録された水利権は各支線とも同一であり、各1/3ずつである。面積の分布を変更することが地形上不可能であるため、理論的には不公平な水利権となっている。

1992年3月「プログレスレポート（II）」提出説明時のディスカッションミーティングで検討した結果、下記の理由により、水利権の変更は行なわないことを前提に事業計画を策定することに決定した。

- 水利権は歴史的背景を有し、その変更には時間がかかる。
- 水利権と各支線の面積分布には大差がない。
- 支線水路及び取水施設は改修後も正確な流量制御を行なえるような機能を有しない。

以上により、分流堰建設地点だけでなく、下流すべての取水、分水地点においては、登録された現況の水利権及び伝統的サロパバイナシステムに従って事業計画を策定する。

## 6. 2 洪水制御計画

本事業計画における洪水制御計画は次の2つのコンポーネントより構成される。

- (1) 洪水分流堰建設及び灌漑施設改修による洪水流の分散
- (2) 流域保全対策による洪水流況の変化

第1のコンポーネントは、灌漑計画と同一の意味を持ち、灌漑計画の各計画値にしたがった水収支計画をもとに計画する。

第2のコンポーネントは、流域保全対策により、流域に新たに植生を回復することによる洪水流況の変化を解析して計画する。

### 6. 2. 1 流域保全策による洪水制御効果

6. 4. 2 (4) に述べる流域保全対策により、植生が回復すると期待される面積の全流域面積に対する比は、各ケースそれぞれ次のとおりと算定される。

ケース B-1.....17 %

ケース B-2.....33 %

洪水解析によると、流域の植生の回復により、洪水の流況の変化は下表のとおりである。ただし、プラ支線水路に直接流入する支川ヒルトレント（ザイナラ及びダラナナラ）については、流域面積が小さいので、下表にはビドールヒルトレントのダラ地点の数値を示す（表 6. 1 参照）。

洪水流況の変化（ビドールヒルトレントダラ地点）

確率年	ダラ地点ピーク洪水量 (cms)				ダラ地点年間流出総量 (MCM)			
	現況	ケースA	ケースB-1	ケースB-2	現況	ケースA	ケースB-1	ケースB-2
年平均	-	-	-	-	122.79	122.79	115.26	110.68
1/2年	688	688	484	418	107.54	107.54	100.01	95.80
1/5年	1,109	1,109	789	665	149.97	149.97	141.30	136.12
1/10年	1,405	1,405	1,031	880	186.39	186.39	177.12	171.23
1/25年	1,795	1,795	1,306	1,103	242.18	242.18	232.53	225.58

注：ダラ地点流域面積770 km<sup>2</sup>

流域保全対策によるピーク流量の減少が著しい。一方、流域保全対策による流域の保水能力の向上により、年間総流出量は減少する。

## 6. 2. 2 灌漑計画による洪水制御効果

本地区の平均年の水収支計算模式図を図6. 1に示す。受益地区に流入する水源は、ビドール、ザイ、ダラナの3河川である。このうちザイ、ダラナの両河川は洪水期（カリフ期）には、水収支計算の結果すべての洪水量が灌漑に利用され、下流域には流下しない。したがって、洪水制御効果に関してはビドールヒルトレントについて述べる。

### (1) 洪水ピーク流量の減少

5. 7. 2で検討したとおり、現況における取水、分水施設能力は、取水構造だけでなく、管理不十分さも原因して非常に小さい。

ビドールヒルトレントが分流するチャブリ、スチャニ、及びブラ支線水路の全取水施設の能力は、理論的には985 cms、実際には約495 cmsと推定されている。

洪水分流堰をダム地点下流に建設し、各支線水路及び取水施設を改修することにより、取水能力は下表のように1,099 cmsまで改善される。これによる効果をビドールヒルトレントについてまとめると下表のとおりである。

ビドールヒルトレントの洪水量及び取水能力

(単位：cms)

確率年	ダラ地点ピーク洪水量				全取水能力		取水後、末端へ到達する洪水			
	現況	ケースA	ケースB-1	ケースB-2	現況	計画	現況	ケースA	ケースB-1	ケースB-2
1/2年	688	688	484	418	495	1099	193	0	0	0
1/5年	1109	1109	789	665	495	1099	614	0	0	0
1/10年	1405	1405	1031	880	495	1099	910	306	0	0
1/25年	1795	1795	1306	1103	495	1099	1300	696	207	4

## (2) 無効放流量の減少

洪水制御効果はピーク流量のカットだけでなく、農地へ取水配水されないまま下流に到達する無効放流量による湛水被害の減少としてもとらえられる。水収支計算による現況及び計画無効放流量は下表のとおりである。計画で発生する無効放流量はそのほとんどが、ラビ期作付が行なわれていないと仮定した場合のラビ期余剰水の数値である。

洪水流況の変化 (ビドールヒルトレントダラ地点)

確率年	年間流出量 (MCM)				年間無効放流量 (MCM)			
	現況	ケースA	ケースB-1	ケースB-2	現況	ケースA	ケースB-1	ケースB-2
年平均	122.79	122.79	115.26	110.68	63.48	35.87	33.20	30.43
1/2年	107.54	107.54	100.01	95.80	48.34	29.24	26.86	25.62
1/5年	149.97	149.97	141.30	136.12	80.89	37.13	34.16	32.56
1/10年	186.39	186.39	177.12	171.23	112.09	47.90	44.25	42.20
1/25年	242.18	242.18	232.53	225.58	162.22	78.01	71.63	66.58

## 6. 3 灌漑計画

### 6. 3. 1 計画諸元

図6. 2に用水系統図を示す。本図に示す灌漑受益面積は5. 4. 6に述べたとおり可耕地13,348 haである。灌漑計画諸元を下記のとおり設定する。

#### (1) 水利権

登録された水利権にしたがった取水を行なうこととする。5. 4. 7において検討した水利権内訳を再記すると次のとおりである。

チャブリ支線	ビドールヒルトレント流量の1/3
ガグワー	チャブリ支線の1/3
キングラニワラワー	チャブリ支線の1/4
スチャニ支線	ビドールヒルトレント流量の1/3
ブラ支線	ビドールヒルトレント流量の1/3
シャクジャマルカーンワヒ	ブラ支線の1/2

上記以外の取水は水利権のサロパバイナにしたがい、上流区優先取水とする。

## (2) 灌漑方法

灌漑方法は現在実施されている洪水灌漑方式と同じとする。即ち、河川から導水した洪水流を圃場に湛水浸透させ、圃場が湿潤状態になった後に植え付けを行う方法とする。

## (3) 灌漑効率

灌漑用水（洪水）はダラ地点から洪水分流堰を経て各支線水路に流入する。支線水路は、ほぼ自然河川の状態を保ち、用水は取水地点から土水路を経て圃場に取り入れられる。灌漑方法は水盤灌漑であることから、灌漑効率は搬送効率・水路効率のみを考慮する。

— 搬送効率 (Ec) .....ダラ地点から取水地点までの効率とし、 $E_c = 0.7$

とする（「FAO Technical Paper No. 24」参照）。

— 水路効率 (Eb) .....取水地点から圃場までの効率とし、 $E_b = 0.85$ とす

る（「FAO Technical Paper No. 24」参照）。

— 灌漑効率 (Ep) ..... $E_p = E_c \times E_b = 0.6$

## (4) 必要用水量

必要用水量は、現在行われている水盤灌漑の湛水深実績値をもとに決定する。現地調査の結果、カリフ期・ラビ期共に湛水深の平均値は0.9 mとなり、必要用水量はこの値を全体の可耕地に採用する。

(5) 作付期間

カリフ作物は5月から8月までの洪水流を取水し、1ヶ月間湛水させた後に作付を行なう。作付後収穫までの作付期間は5ヶ月とする。

ラビ作物は9月から11月までの洪水流を取水し、1ヶ月間湛水させた後に作付を行なう。作付後収穫までの作付期間は5ヶ月とする。

なお、12月から4月までの流出はラビ期の無効放流として扱う。

(6) 取水施設

取水施設の総数は116ヶ所あり、このうち使用されている施設は106ヶ所である。現況取水施設の能力合計は、ビドールヒルトレント985 cms、ザイナラ53 cms、ダラナナラ164 cmsである（表6. 2参照）。

計画では、これらの取水施設を利用し、能力不足となる施設については改修することとする。改修後の取水能力合計はビドールヒルトレント1,099 cms、ザイナラ56 cms及びダラナナラ164 cmsである。

6. 3. 2 灌漑面積及び利用水量

検討案3ケースについて、1975年から1983年の9ヵ年の水収支計算を行い、確率年毎の灌漑面積を算定した。

確率年毎の灌漑面積

(単位：ha)

項目	可耕地面積	灌漑面積		
		ケース A	ケース B-1	ケース B-2
年平均	13,348	6,495	6,011	5,890
1/2確率	13,348	5,848	5,358	5,152
1/5確率	13,348	8,427	7,848	7,601
1/10確率	13,348	10,343	9,732	9,470
1/25確率	13,348	12,338	11,838	11,706

各支線ごとに検討すると、3ケースとも25年確率ではカリフ期にブラ支線の全可耕地面積(2,662 ha)が灌漑されることになる(表6.3~6.5参照)。

ブラ支線の全可耕地面積が灌漑され得る最小確率年は、ケース A: 1/10.5年確率、ケース B-1: 1/12.5年確率、ケース B-2: 1/15年確率である。

年間の灌漑利用水量は下表のとおりである。下表中の年間流出量は、ビドールヒルトレント及びザイナラ、ダラナナラの合計値である。

#### 灌漑利用水量

(単位: MCM)

項目	年間流出量			灌漑利用水量		
	ケース A	ケース B-1	ケース B-2	ケース A	ケース B-1	ケース B-2
年平均	137.66	126.71	122.14	97.43	90.17	88.35
1/2確率	119.42	108.82	104.61	87.72	80.37	77.28
1/5確率	168.03	155.19	150.01	126.41	117.72	114.02
1/10確率	210.65	196.28	190.39	155.15	145.98	142.05
1/25確率	277.16	261.02	254.07	185.07	177.57	175.59

## 6.4. 流域保全計画

### 6.4.1 概要

ビドールヒルトレント流域の地表の約50%は新第三紀以降の軟質岩に覆われていることに加えて、過剰な伐採や過放牧のために森林や植生は衰退し、衛星写真によると、植生に覆われたところはわずかな部分に限られている。このため、土壌は流亡し続け生産性の低下を引き起こしている。

流域の農耕地は、限界的な気象及び地形条件のために面積が限られ、かつ山間に散在し、下流部農業地帯の発展の陰に隠れて、農業試験研究や普及改良の分野における対応の立ち遅れが目だっている。用水、電力、道路などの社会資本への投資も、この地域には未だ及んでいない。また地域農業は牧畜が主であるが、家畜飼養についての適切な教育も指導も受けずに、伝統的な家畜飼養に依存せざる

るを得ない状況にある。

流域からの流亡土壌はヒルトレント下流部に堆積し、その流路を変え、ひいてはバチャド地区の取水施設の耐用年数の短縮、維持管理費の増加という形で農家支出の増大を引き起こしている。

流域内では土壌中への一時貯溜や地下水の函養は少なく、地表水の流出は過大となる。これにより洪水の流出時間は短く、ピーク流量はより大きくなるため、利用可能水量が少なくなり、受益地域は減少する。第4章で述べたとおり、流域保全の第1の目的は、下流域への洪水を減少させ、無効流出をできるだけ少なくし流域内における土壌の蓄積・植生により被覆を促進することによって土砂流出防止を行い、流出の平坦化を計ることである。これらが実現された後に、将来、貯水ダムによる安定的、計画的な灌漑農業の立案を可能にすることである。

大規模な砂防ダム、階段畑造成、等高線耕地造成などの土木技術的な構造物による対策は、計画地点が限定されること、事業費が割高であることなどにより、膨大な助成がなければ、大半の農家や農村集落では手に余るものであり、この点から見て波及効果の低いことが推測される。一方、植生による対策は、投資額や維持管理費が小さく、また地域による特別の条件を要しないので、個々の農家や農村集落は、自主性を持ってこの保全対策を実施することができるため、構造物による対策よりも多くの利点を有している。本計画中で土壌保全策として提案を行なうのが、ベチベル草（学名 *Vetiveria Zizanioides*）及びサクラム草による対策である。これらの草は非常に広範囲の気候条件に適應し、また植栽帯を作るのに適した形態的特徴を有しており、サクラム草は流域に自生していることが確認されている。ただし、サクラム草は横方向への繁殖力が旺盛で、耕地に隣接した利用は適当ではないと言われているので、今後の検討が必要である。

本流域においては、下記を流域保全の基本対策と設定する。

1. 放牧地における全域的なベチベル草及びサクラム草による等高線植栽帯の造成。

この目的は、水と土壌を保全することにより、放牧地の生産性を増大させることにある。初期段階で、自然植生を改良するための飼料作物種子導入に対する助成が必要である。



2. 耕作可能地における全域的なベチベル草の等高線植栽帯の造成。

これは植栽帯背後から流出してくる土壌を蓄積して耕地を拡大することが目的である。このような地域は、既耕地の周辺で慎重に選定されねばならない。

3. 放牧地及び耕作可能地周辺における全域的な土塁の造成。

これは、表流水を貯溜すると同時に、上流からの流亡土壌を蓄積して耕地を保護拡大することが目的である。

4. 特定の地点における小規模な砂防ダム、石積築堤などの構造物による対策。

従来から農民によって造成されてきた構造物を改良し、造成農地や、既耕地の保護に適する場所を選定して行なう。

5. 流域内農業の助成

上記対策に加え、流域内の農業開発を促進する補助的な対策を実施する。即ち、湧水、表流水、天水等を利用した小規模な溜池、または家畜の水飲場の造成、牧草の種の供与等を行なう。

上記の対策を実施するにあたって重要な点は、まず第一に小規模な流域から始めること、第二に植生対策と構造物対策をうまく組み合わせることである。この対策の推進にあたっては最初にベチベル草またはサクラム草の植栽帯を作り上げることが重要である。本流域では、年平均雨量が310mmと少ないので、ベチベル草またはサクラム草の苗の移植は、集水のため等高線沿いに小規模なV字型の溝を掘り、まとまった降雨の後に行うものとする。

## 6. 4. 2 流域保全計画

### (1) 流域区分

本流域は、地質、地形、土地利用、植生及び流水の利用可能性により、図6.3に示す5つのゾーンに区分することができる。各ゾーンの特徴は表6.6に要約されている。ゾーンごとの特徴及び適応する対策の概要は次のようになる。

#### ゾーンⅠ

平均傾斜度15°以上の斜面が全域の55%を占め、全体的に急峻であるが、風化岩盤の亀裂には土壌の蓄積が見られる。家畜の放牧は夏期に限られるため、植生による被覆状態が比較的良好に保たれており、高さ3~4mの樹木が谷沿いに密生する箇所も見られる。

このゾーンでは、等高線沿いの土塁や砂防ダムのような構造物による対策は、地形が急峻なため建設費が高くなること、耐用年数も短いと想定されることから好ましくない。また、ベチベル草の利用も一部に限定される。このゾーンの高位標高部の流路や窪地に在来種の樹木や灌木を植栽することが推奨される。

#### ゾーンⅡ

西側はゾーンⅠに続く急峻な山地の山麓部であり、河川出口を中心とした扇状地~段丘礫原からなる。東側は2列の狭長な丘陵に挟まれて幅1~2kmの狭く細長い平坦地となっている。

主河川は両岸が50~100mの崖で、川幅は50~220mであり、農地はこれに沿って数haないし数10haで分布し、冬期は小麦、夏期はジョワール・バジュラが作付けされている。

支流谷の両岸は、平均傾斜約30度である。通年流水があり川幅が広いところでは、石積堤により河川の一部を囲って、作物が栽培されている。このゾーンの大部分の地表面勾配は緩く、一部は農地あるいは放牧地として利用されているが、全体的に植生は疎らである。

このゾーンの土壌及び水分保全対策として、傾斜の緩やかな放牧地に、ベチ

ベル草（サクラム草）の草生帯及び土塁を全域に設けること、河川兩岸の侵食が激しい急斜面には密にベチベル草（サクラム草）の草生帯を設けること、ガリーの拡大を防止するためガリープラグを設けることが推奨される。

### ゾーン III

地質構造上の向斜部にあたり、緩かな地層面を反映して地形の起伏は小さい。侵食されやすい赤褐色の固結粘土及び泥岩が、地表に露出している。耕作可能地は他の地域より広く、主河川は通年流水を有するが、谷が深く利用が困難である。このゾーンの南部では、東西約 3 km×南北約 8 km の範囲でウラニウムの露天掘りが行われている。

このゾーンの対策は耕地、及び放牧地を拡大するために、ベチベル草の草生帯及び土塁を設けること、小流域を有する支流河川の上流部にため池を築造し、流域にはベチベル草（サクラム草）の草生帯を設けること、ガリー発生地域にガリープラグを設けること、放牧地には家畜の水飲場を設置することが推奨される。

### ゾーン IV

洪水により運搬堆積された砂礫によって構成される扇状地平原となっている。地表のほとんどが大径の垂円礫で覆われており、表層部の侵食は少ないが、流出率は極めて高い。風化の進んだ基盤岩が露出しているところや、細粒分の多い礫層が分布するところには植生が見られる。礫原の周縁部ではガリー侵食が発達している。

このゾーンの対策は、牧草の生産力を増大させるため、平坦な礫原にはベチベル草（サクラム草）の草生帯及び土塁を設けること、ガリーの拡大を防止するためガリープラグを設けること、放牧地には家畜の水飲場を設置することである。

### ゾーン V

ジングピール背斜部に位置し、ほぼ中央部の北北東—南南西方向を軸として、地形・地質は対称である。全体的に軟質な岩盤によって構成され、砂岩や頁岩・

石灰岩など硬さの異なる層が互層しているため、層の走向に沿った様々な深さと幅の谷が形成されているが、ゾーン全体の地形の起伏は小さい。植生が根付かないほど侵食が早く、また、人口も他のゾーンに比較して少なく土地の利用度は低い。このゾーンの所々には農民によって築造されたガリー侵食防止土塁があり、この背後の堆砂を利用して農地が形成されている。

このゾーンにおける対策は、耕地と放牧地を拡大するため、土塁とベチベル草の植栽によって用水と土壤の確保を行う。放牧地には家畜の水飲場を設置することと、ガリーの拡大防止のためガリープラグを設けることが推奨される。

土地利用の高度化を考えると、対策の優先度は、ゾーンII、III、IV及びVの順位となる。しかしながら、土地の侵食が限界にまで達しているゾーンVの一部については、緊急対策が必要である。

これに対して、ゾーンIII、IVは平坦地が広く対策の可能面積を広くとれるものの、水の確保に障害がある。

## (2) 流域保全方法

### i) 構造物による方法

#### a 土 塁

土塁は斜面の凹地流路に集まる水と土壤を集め、土壤侵食の防止、表面水の流出の減少を図るものである。緩傾斜地凹地を選定し、堤高0.5～3m程の盛土を行ってせき止め、堆砂によって自然のテラスを形成させる。これによって作物の栽培が困難な礫地盤及び岩盤の地表を保有水分の高い土砂で覆い、農業を可能にするものである。

#### b ガリープラグ

ガリープラグは、平坦部のうち河川に面した周縁部で、後背地にガリーが発達している箇所に設置する。ガリーの拡大を防止し、流亡土砂の堆積を促進させるもので石積とする。ガリーの占める割合は現地観測により全体面積の28%である。ガリープラグの設置は1haにつき1箇所程度を計画す

る。

c 水飲場

放牧地には、家畜の水飲場が必要であるが、現状では極端に不足しており、ほとんどないに等しい。雨水、表流水あるいは湧水等を利用して、崩壊地、河川沿い、農地などを除いた土地に約4km<sup>2</sup>に1箇所割合で計画する。

d ため池の建設

利用可能な表流水が、洪水の時以外には得られないゾーンIIIには、住民の生活用水、家畜の飲み水、灌漑などを目的とした小規模な溜池を計画する。

貯水池は少なくとも毎年満水状態近くまで貯水出来る規模を計画する。

e 小規模チェックダム

下流への土砂流出の低減、河床の安定を目的として、流域面積数km<sup>2</sup>～10数km<sup>2</sup>を対象とする。チェックダムは土塁、草生帯、草地化等面的対策の機能が発現された後にその築造を計画する。

ii) 構造物によらない方法

a 草生帯

植栽を行って草生帯が作られると、土砂の流出がせき止められ自然のテラスができる。草生帯には広範囲な気候条件下で生育することができ、畑地での雑草にならず、いったんできあがれば特に維持管理を必要としないベチベル草を植栽する計画とする。

・等高線植栽

等高線沿いに植栽することによって、流出水を最小に抑え、侵食を防止することが可能である。また土砂の流出がせき止められることによって自然のテラスが発達する。

・ 構造物沿いの植栽

土塁や石垣など構造物沿いに植栽を施す事によって、崩壊等を防ぐと同時に構造物を保護強化し構造物自体の機能維持をはかる。

b 飼料植物の播種

土塁、あるいはベチベル草などの等高線植栽に堆砂した土砂及び貯留水を利用して、牧草・樹木の播種を行い、飼料作物の育成を促すと同時に雨滴侵食、表面侵食を減ずるものである。また、これらの種または苗を農民へ低価格で供与する。

c 輪番放牧の実施

現在の流域斜面に植生が乏しいのは、自然条件だけでなく、無秩序な放牧によることが多い。これを防ぐため、輪番放牧実施を農民に教育・宣伝を行なう必要がある。

(3) 流域保全対策の実施順序

上記の諸対策の実施は、まず斜面の整備からスタートし、流路の整備を後に行なう。植生を利用した対策は、効果の発揮まで時間がかかると予想され、早期に着手する必要がある。従って、以下のとおりの実施手順とする。

1. 流域斜面の整備

草地・農地の整備	：ベチベル草（サクラム草）植栽，樹木の植栽
周辺整備	：土塁，ガリーブラグ
その他の整備	：家畜の水飲場，飼料植物の播種，種苗の配布

2. 流路の整備

小規模チェックダム

### 3. その他の整備

#### 小規模ため池

#### (4) 流域保全対策による植生回復

基本検討案による5ヵ年、10ヵ年の事業実施期間に応じた流域保全対策は、下表に示す通りである。

流域保全対策

	ケース B-1 Zone II & III	ケース B-2 Zone II, III, IV and V
土塁 (基)	2,158	3,387
ガリープラグ (基)	1,980	3,600
家畜水飲場 (箇所)	15	62
貯水池 (箇所)	6	6
草生帯 (km)	1,955	2,750
播種 (km <sup>2</sup> )	121	247
全計画面積 (km <sup>2</sup> )	139	288
植生回復率 (%)	17	33

植生回復面積比率

	ケース B-1	ケース B-2
対策面積 (km <sup>2</sup> )	148	291
比率 (%)	17	33

注：全面積877 km<sup>2</sup>

対策面積には既存農地 (15 km<sup>2</sup>) を含む。

ケース B-1では、ゾーンII及びIIIのみが流域保全対策の対象となる。ここでは、草生帯、土塁による水土保持効果を主とし加えて、播種することにより、流域総面積の17%の植生が改善される。一方、ケース B-2では、ゾーンIを除

いた区域が流域保全対策の対象となり、ケース B-2と同様の方法によって流域総面積の33%の植生が改善される。

#### 6. 4. 3 流域保全対策による流域草地の拡大

上記の流域保全対策の実施に伴い、本流域の自然植生が改善され、家畜の飼料として利用可能な草の生産量が増大する。しかし、これは単に草生を自然のままに放置しておくのではなく、家畜の無秩序な進入を規制し、一定のローテーションにより、計画的に草生を助長するなどの対策を併せて行うことによって実現される。

現在の放牧形態は、ゾーンIの高位標高部では夏期のみ放牧、その他のゾーンでは通年放牧である。通年放牧地域には在来種のゴルカ(学名 *Lasiurus sindicus*)が点在する放牧地があるが、土壌水分が不足し生育条件が不適當である上に過放牧されているため、乾草生産量は150から350kg/haと極めて低い。本事業においては乾草生産量を増加するため、放牧地は2年間の採食禁止後、1年間解放する3年輪作制とし、新たにダーマン(学名 *Cenchrus ciliaris*)を導入し、ゴルカと併せて3~5kg/haの割合で播種する。これにより乾草生産量は4~6tons/haが見込まれる。

いま、ベチベル草の等高線栽培や、土塁の建設によって土壌及び水分の保全が促進された土地に飼料植物を播種することによる土地生産力の増加を、流域内で許容できる飼養可能家畜頭数の増加の点から検討する。

現況の各ゾーン別飼料植物の乾草生産量を見積もると21,000トンであり、本流域において、現在許容できる家畜頭数は6,400アニマルユニットである。水分と土壌の保全、播種を行って植生の改善を行い、3年に1度のローテーションによる放牧地利用を行った場合、乾草生産量は、ケース B-1の場合32,000トン、ケース B-2の場合49,000トンとなる。将来の飼養可能頭数は、それぞれ9,700及び15,000アニマルユニットとなり、現状に比べて約1.5倍及び約2.3倍に増加する。この家畜飼養可能頭数を羊及び山羊の頭数により推算すると、現況の約25,000頭が、計画ではケース B-1の場合43,600頭、ケース B-2の場合60,000頭とり、それぞれ18,600頭及び35,000頭の増加が可能である。



## 6. 5 農業開発計画

### 6. 5. 1 作物生産

#### (1) クロッピングパターン

本地域の農業生産の現況及び開発の可能性をふまえると、計画を樹立するにあたって第一に留意しなければならないことは、本地域では必要水量を計画的、かつ安定的に供給し得る恒久的な貯水施設を建設することが困難であり、当面は実施可能などのような計画においても、降雨量及び降雨分布の変動に伴う利用可能水量の年次変動を免れることが出来ないという現実である。したがって、計画後の農業生産量の年次変動は避けられないものしたうで、利用可能水量の増大に対応して、可能な限り作付面積を拡大するとともに、用水の効率的な利用を図ることを目標として生産計画を樹てる以外にはないものと考えられる。即ち各年次における作付計画は、基本的にはその年の降雨の結果によって決定せざるを得ないから、あらかじめ計画をたてておくことができない。また、作付後必要な時に必要な用水を利用できるとは限らない。このような状況に最も適した農法として伝統的な作付形態が成立していることを考慮すれば、計画において、現況の作物の種類及び相対的な作付割合を大幅に変更することは困難である。

したがって導入作物は、現況同様耐乾性の強いもの、たとえ子実が成熟しなかった場合でも茎葉等の利用が可能であるようなものが望ましく、結局基本的には現行の作付形態に準ずることとなる。ただし利水施設の改善によって、ラビ期の水利用効率が若干高まるものと推定されるので、ラビ期の作付率が相対的にやや上昇するものとした。

なお、今一つ留意しなければならないのは、現行の上流取水絶対優先の水利権設定を変更することが困難なことである。したがって計画においても上流優先の水利用を前提にしなければならないので、これによっても計画の自由度

(特に下流部の)は制限されることとなる。このため、下流部のポンプ灌漑地域においては、少なくとも現行どおりのポンプ利用は存続されていくものと考えられる必要がある。

このような利水条件にもとずいて、本地域のヒルトレントにおける平均的な計画クロッピングパターンを定めたが、これを主要確率年次について事業を実施しなかった場合と比較して示すと、次表のとおりとなる。このうちケース A の確率年次25年の場合の計画クロッピングパターンを図で示すと、図6.4のとおりである。

なお、現況作付作物(表5.6)中のカリフ期及びラビ期の「その他作物」は飼料作物が多いと見られるので、飼料作物で代表させた。

計画作付体系

ケース A		(単位: ha)									
確率年		ジョウモク	バジユラ	カリフ期 飼料作物	小計	小麦	グラム	オリーブ 飼料作物	ラビ期 飼料作物	小計	計
1/2年	With (a)	4,257	626	125	5,009	570	196	72	1	839	5,848
	Without(b)	3,122	459	92	3,672	140	48	18	0	206	3,878
	(a)-(b)	1,135	167	33	1,337	430	148	54	1	633	1,970
1/5年	With (a)	6,136	902	180	7,219	821	283	104	1	1,209	8,428
	Without(b)	3,642	536	107	4,285	163	56	21	0	240	4,525
	(a)-(b)	2,494	366	73	2,934	658	227	83	1	968	3,902
1/10年	With (a)	7,531	1,107	221	8,860	1,007	347	128	1	1,483	10,343
	Without(b)	3,918	576	115	4,610	175	60	22	0	258	4,868
	(a)-(b)	3,613	531	106	4,250	832	287	106	1	1,225	5,475
1/25年	With (a)	8,906	1,310	262	10,477	1,263	435	160	2	1,861	12,338
	Without(b)	4,216	620	124	4,959	188	65	24	0	278	5,237
	(a)-(b)	4,690	690	138	5,518	1,075	370	136	2	1,583	7,101

即ち、作物の種類、及び作付割合は、ラビ期作物の相対的な割合が少し高まる他はあまり変化しないが、利用可能水量が増加するにつれて全体の作付面積が大幅に増大することとなり、これによる増産効果は非常に大きなものとなる。なお、ポンプ灌漑については、直接本事業の関与するところではないので、お

そらく現況どおりで推移するものと考えられるが、ここでは計画対象から除外した。

しかしながら、流域保全対策の実施により流域の環境が改善されれば、将来は計画灌漑が可能となるような施設の設置が期待でき、その時点では、本地域の肥沃な土壌を有効に活用することができるので、水路灌漑地域に劣らない営農を展開することが可能となるであろう。本計画では、6. 3. 2で示したように3ケースについて検討したが、流域保全対策の実施によって年間流出量が減少するので、計画灌漑面積は若干減少することとなる。

## (2) 単位面積あたり収量 (単収)

必ずしも確実な用水利用が実現しないとは言え、地域全体として利用水量が大幅に増大し、作付面積が拡大するとともに、きめ細かい水管理が行われ、また後述する農業支援組織の整備や農民組織の確立がなされれば、地域における農業活動が活発となり、それが農民の作物生産意欲にも反映して、各作物の単収をある程度増大させることが期待できる。前記のような条件では、計画的な施肥を行うのはまだ困難であるが、播種量の増大、栽培管理労力の増大等は期待できるので、ある程度の単収の増加を見込むことができるものと考えられる。単収上昇の程度は既存資料や灌漑地区の現状等を参考に、確率年次の増加に対応して1%ずつ伸びるものとし、主要確率年における平均単収を次表のとおりとした。

確率年	ジャワラ	パシユ	刈り期 飼料作物	小麦	グラム	オランダ	ラビ期 飼料作物
現況	1,000	900	9,000	1,200	890	770	7,000
1/2年	1,020	920	9,180	1,220	910	790	7,140
1/5年	1,050	950	9,460	1,260	940	790	7,360
1/10年	1,110	990	9,940	1,330	980	810	7,730
1/25年	1,280	1150	11,540	1,540	1,140	870	8,980

### (3) 作物増加生産量

上記(1)、(2)から、主要確率年における作物別の増加生産量を算定した結果は次表のとおりである。

ケース A 確率年		増加生産量						
		シ'ヨ'ル'カ	ハ'ジ'ユ'ラ	カ'リ'期 飼料作物	小麦	ク'ラ'ム	オ'イ'ム'ト'	ラ'ビ'期 飼料作物
1/2年	With (a)	4,343	576	1,150	695	179	57	6
	Without(b)	3,122	413	826	167	43	14	1
	(a)-(b)	1,221	163	324	528	136	43	5
1/5年	With (a)	6,443	857	1,707	1,034	266	82	9
	Without(b)	3,642	482	964	195	50	16	2
	(a)-(b)	2,801	375	743	839	216	66	7
1/10年	With (a)	8,359	1,096	2,202	1,339	340	103	11
	Without(b)	3,918	519	1,037	210	54	17	2
	(a)-(b)	4,441	577	1,165	1,129	286	86	9
1/25年	With (a)	11,399	1,506	3,023	1,946	496	139	17
	Without(b)	4,216	558	1,116	226	58	18	2
	(a)-(b)	7,183	948	1,907	1,720	438	121	15

### 6. 5. 2 畜 産

すでに述べたように、本地域の畜産は、不安定な作物生産からの収益を補完する意味合いが強いものであるが、この不安定な作物生産の場を最も有効に利用する方法でもある。即ち現行の栽培作物は飼料としての利用価値が高いものが多いので、作物残しとしての茎葉や刈株の利用はもとより、作物が成熟困難な場合における飼料への転換も可能である。このような状況は、事業実施後も基本的には変わらないが、灌漑への利用可能水量の増大に伴う作物作付面積の増加ならびに単位収量の増加によって、利用可能な飼料資源の量も当然増大することとなる。

いま本事業によって増産が期待される作物の茎葉及び飼料作物の量から、飼育増加が可能な家畜頭数を算定すると、25年確率では、牛に換算すれば約5,000頭、羊では約50,000頭となる。しかし生産の年次変動を考えるとこれだけの家畜を安定的に増加、維持することは困難なため、豊作年の飼料をできるだけ乾草等の形態で保存し、凶作年に備え、供給の平準化を図り、家畜飼養頭数の年次変動をできるだけ少なくすることに努めるべきである。なお、いずれにせよ家畜頭数が増加することは間違いのないため、家畜衛生関係のサービスの拡充と利用率の向上を図ることが緊要であろう。

### 6. 5. 3 耕種方法

本地域で行われている洪水灌漑では、毎年洪水流を圃場に導入貯溜することにより、耕土に相当量の養分が供給され、他方その後の生育段階では、追肥の肥効を十分発揮させ得るような圃場条件が期待できないことから、この灌漑方法のもとでは施肥が行われぬのが一般である。また、毎年の圃場内への湛水により、雑草の発生が抑えられるので、除草は比較的楽である。ただし、ポンプ灌漑地域では、このような洪水流のもたらす恩恵は減少し、一方圃場条件を計画的にコントロールしやすくなるので、その耕種法は水路灌漑地域に近づいており、一般に施肥が行われ、一部では農薬の使用も行われている。しかし、地下水の水質があまりよくないので、地下水利用の拡大は慎重に行わなければ将来塩害の発生が懸念される。

洪水灌漑地域では、事業実施後も上記のような耕種条件は基本的には変わらないと考えられる。しかしながら、灌漑施設が改良されて利用可能水量が増大し、耕作の頻度が増加すれば、農家の営農意欲も向上してくるので、営農全般の水準が上がってくる。そのため、播種量の増加や営農への投入労力の増加が期待できよう。肥料や農薬の使用は、利水条件に恵まれた年に局部的に行われる可能性があるが、まだ一般的ではないと思われる。しかし農業労働力については、すでに賃耕によるトラクターの利用がかなり一般化しつつあるため、栽培面積の拡大によって、一層助長されるであろう。出来る限り適期適作を推進するため、耕起整

地、及び播種はトラクター利用とすることが望ましいが、多くは賃耕によるものと思われることから、必要な時期に需要に応えられるだけの機械の拡充が、関係行政機関を中心に検討されなければならない。

#### 6. 5. 4 農業支援組織

##### (1) 現行組織の拡充強化

5. 3で述べたように、現在農業支援組織は組織自体はかなり整備されたものとなっており、基本的な変更が必要であるとは思われないが、人員及び装備は十分とは言えないようである。即ち改良普及部門の員数の増加、機動力の強化、エンジニアリング部門におけるブルドーザー等の装備の増強等が急務であると見られる。また、これらの支援サービスは、一般に水路灌漑地域とパチャド地域を特に明確に区別して行われてはおらず、ともすれば計画的かつ技術的に高度で多様な農業が行われている水路灌漑地域にシフトしがちである。したがって、現行組織の基本は変更せず、その拡充強化に努める傍ら、支援対象地域を分けて、それぞれの地域特性に最適な支援内容を定めて対処していくことが望ましいものと考えられる。即ち本地域については、ヒルトレント水利用灌漑農業の発展向上のために解決すべき課題を明らかにするとともに、短期及び長期的目標を設定して、これにしたがって支援を進めていくことが必要である。また支援の効果を高めるために、次項で述べる農民組織の整備拡充に十分な援助の手をさしのべて、しっかりした受け皿作りを進めるべきである。

##### (2) 流域保全管理組織

本地域の流況改善を図るためには、6. 2で述べた流域保全計画を実施することが必須である。しかし、流域保全対策は長期継続的に行われるもので、流域保全計画を実効あるものにするためには、畜産の振興を含め、本流域住民の流域保全に係わる諸活動を支援する行政組織を設置する必要があるものと思われる。即ち、主として植生の改良・保全及び畜産に係わる専門家からなる支援組織を現地に設置し、流域保全対策実施状況の継続的な把握、牧野改良や家畜

飼養に係わるきめ細かい住民指導等を行うことが不可欠である。この種の業務は、いわゆるレンジマネージメントとして従来森林局がその業務の一環として行っているが、少なくとも出先機関としては、独立した組織（ビドールの流域のみを対象とするものではなく、D. G. カーンヒルトレント全体を管轄する組織）が設置されることが望ましい。

#### 6. 5. 5 農民組織

現在農民組織としては、5. 3で述べたように、生産資材購入費用を融資するための農業協同組合があり、また5. 4で述べたように、ヒルトレント水を取水するためのガンダの築造のための労力（カマラ）を拠出するためのカマラ組織がある。しかし、前者は加入者数も限られ、農業協同組合本来の活動が十分行われているとは言えないし、後者もパチャド地域の農業の停滞的な状況の中で、必ずしも十分な機能を発揮しているとは言いがたい。

このため、本事業の実施に伴い発生する事業効果を最大限に活用して本地域の農業振興を図るためには、従来の農民組織を改革して、全ての農民が参加し、一致協力して活動できる場を整備することが必要である。この新たな組織は、次の条件を満たすものでなければならない。

- (1) 地域の現状をふまえ、実現の可能性が高いものであること
- (2) ヒルトレント灌漑農業の発展を活動の中心としたものであること
- (3) 農業支援組織との十分な連携が図れるものであること

(1) は、既存の組織の改廃と併せて検討されたものであること、組織がいたずらに総花的でないこと、参加することによるメリットが十分認識できること、運営経費があまり大きくないこと等が考慮されるべきことを意味している。(2) は、カマラ組織を再編拡充し、新規灌漑施設の維持管理、合理的な水利用の推進に関する業務をも含め、これらを本組織の中心的業務とすることを提案している。本地域の農業発展の最大のテーマが、ヒルトレント水をいかに効率的に利用するかにあるからである。また(3) は、行政における農業支援組織からの支援を効果的に受け入れて、これを十分活用するための体制を整え

るべきことを述べたものである。

この組織作りにあたっては、現行のユニオンカウンセル及びモザの区域を考慮して事務所  
所の配置等を行うものとする。また、組織の性格上可能な限りヒルトレント流水利用の全  
農家を参加させるよう努力する必要がある。なお、組合費については、ヒルトレント水の  
利用可能量を基礎に、組合員の各農家から徴収するのが望ましい。組織の概略について提  
案事例を示せば図6. 5のとおりである。

## 6. 6 土地利用計画

計画対象地域の土地利用計画は現況土地利用、土地分級及び以下の条件を勘案して  
作成した。

- 洪水を分散させることによって、洪水灌漑の受益地をできるだけ拡大する。
- 現在未耕地となっている土地は植生をできるだけ増やし、放牧や土壌侵食防止に  
役立たせる。

現在の洪水灌漑耕作は将来においても主要な耕作方法である。したがって、洪水灌  
漑地域は洪水を分散させる構造物の建設などによってできるだけ拡大させる。しかし、  
地形などの関係上からそれでもなお灌漑できない土地があり、そこでは放牧が主要な  
土地利用形態であると思われる。計画対象地域では現状でも放牧が行われているが適  
切に管理されたものではない。D.G.カーン地区森林局のレンジマネージメント事務所  
によればこの地域の生産性は潜在生産力の約10-20%にすぎない。土地の劣化を防止  
し、土地生産性を向上させるために、以下のような放牧地改善策の実施が必要である。  
これらの方法はパチャド地区及び流域内の両方に適用できる。



### (1) 小規模流域集水技術による改善

小規模流域システムは下図に示した様に表面流出水を貯留し、作物生産に有効利用しようとするものである。集水対象となる流域面積とそれを利用する耕作面積の比率は降水量、傾斜度、流失率などによって異なる。耕作地は畝によって10～1,000m<sup>2</sup>の小区画にさらに分割される。それぞれの小区画のもっとも低い部分は流出水を集めるために穴を掘削し、そこに樹木や牧草になるような灌木類を植える。

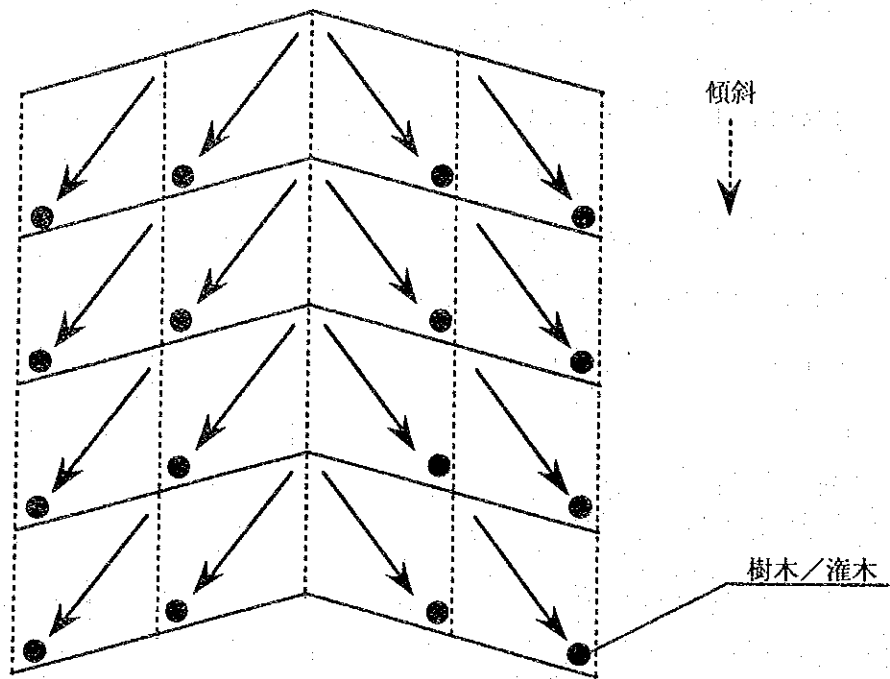
### (2) 移動式放牧

調査地域では自然植生がまばらであり、そのひとつの理由は過放牧である。このような地域で植生を回復させるためには、計画的な移動式放牧が有効な手段である。放牧させない休閑地は石積みの塀、刺のある木の枝、ワイヤーフェンスなどで囲うことにより植生回復の効果はさらに増す。警備員を配置すればさらに有効である。D.G.カーン地区ではこの休閑期間は最低2～3年必要であるものと思われる。何年間か休閑させたあとはその土地を放牧地として解放し、他の土地を休閑用に囲い込む。

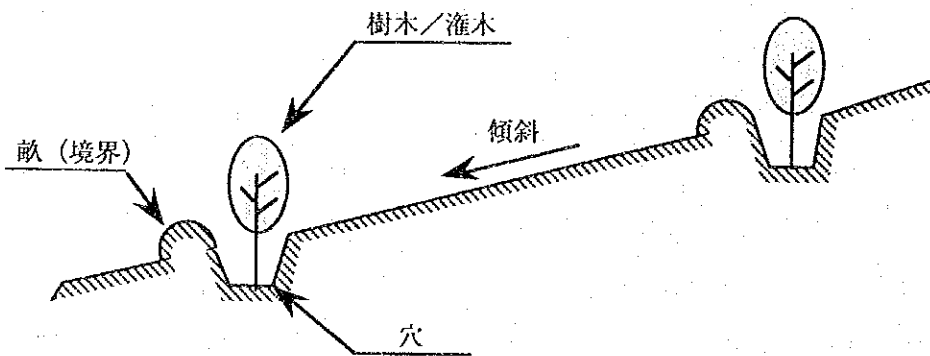
### (3) 人為的な草本類の播種

自然の力を利用した植生回復は低コストでできるが、時間のかかる作業である。人為的に草本類の種を播き、植生回復をはかるのはより積極的な方法である。D.G.カーン地区の森林局によれば、雨期の降雨が来る前にゴルカ (*Elionurus hirsutus*) 及びダーマン (*Cenchrus ciliaris*) を混ぜて播種することによって、良好な結果を得ている。この方法は上記(2)の囲い込みと組み合わせるとより有効である。

上記のような改善策のうちいくつかは森林局によってすでに試みられている。これらの方法は技術的な問題よりも社会的、政治的な問題の方が大きい。したがって、地域農民のプロジェクトへの理解と参加が非常に重要である。



小規模流域集水システムの配置図



小規模流域集水システムの断面図

## 6. 7 施設計画

### 6. 7. 1 分流堰

ビドールヒルトレントはダラより下流約0.9 km地点及び約4.2 km地点で自然の地形により分流し、灌漑に利用されている。現況の分水比はチャプリ：スチャニ：プラが25年確率（ $Q = 1,795 \text{ cms}$ ）で56：19：25、2年確率（ $Q = 690 \text{ cms}$ ）で58：25：17となっている。

現況の分水比では灌漑用水が安定しないこと及び洪水期に灌漑余剰水が生じることより、ヒルトレント下流部及びD. G. カーン水路灌漑地域に洪水被害が生じている。灌漑用水の安定比及び洪水防御の目的でヒルトレントの流量を水利権に合わせて三等分するため、分流堰を計画する（表6. 7参照）。

#### (1) 第1分流堰

第1分流堰はビドールヒルトレントから右岸のプラ支線に全体の1/3流量を分流する堰である。

##### i) 分流堰の位置

分流堰の位置は、次の理由によりダラから下流0.73 km地点に決定する。

- a) 所定の流量比率に分流するため、河道が比較的直線的で安定している地点であること。
- b) 分流堰の堰高を小さくするため、小洪水（2年確率  $Q = 690 \text{ cms}$ ）時に分流堰上流側に中州が生じない地点であること。
- c) 分流堰構造の安全性より十分な堰長（流速 $3.0 \text{ m/s}$ 以下にするため堰長 $300 \text{ m}$ 以上とする）が確保できる地点であること。
- d) 分流堰上下流の導流堤の規模（長さ及び高さ）の小さくなる地点であること。

ii) 分流堰の長さ

分流堰の長さは、短い場合断面が狭塞されて流速が大きくなり、構造物の安全性に問題を生じる。一方長すぎると堰上流側に堰頂以上に堆砂が生じ所定比率の分流が困難となる。

次の理由により分流堰の長さは $200\text{ m} + 100\text{ m} = 300\text{ m}$ と決定する。

- a) 練石積の許容流速 $3.0\text{ m/s}$ 以内となるよう、堰長 $300\text{ m}$ 以上とする（流速 $2.93\text{ m/s} \sim 2.98\text{ m/s}$ ）。
- b) 河道を形成する流量は1～2年に一度生じる流量であることより2年確率流量 $Q = 690\text{ cms}$ 時の洪水時水面幅 $350\text{ m}$ 以下として、堰頂以上に堆砂が生じないように計画する。

iii) 主要部標高

a) 堰頂標高

堰頂標高は、低すぎると堰頂以上に堆砂が生じる。一方、高すぎると堰高が大きくなり堰構造の安全性に問題を生じるため、堰の現況平均河床高 $EL. 215.60\text{ m}$ とする。

b) 下流エプロン標高

下流エプロン標高は下流河床の洗掘を防止するため、現況最低河床高と合わせて $EL. 214.80\text{ m}$ とする。

なお、堰高 $0.8\text{ m}$ と低い点及び洪水時玉石の流下が予想されるため、下流エプロンの安全性より、下流エプロン内には水クッションは設けず現況河床勾配とは合わせて $1/100$ の勾配を計画し、土砂及び玉石の流下をスムーズにする。

c) 護岸天端標高

護岸天端標高は計画洪水位に余裕高を加えて上流側 $HWL 217.60\text{ m} + 1.00\text{ m} = EL. 218.60\text{ m}$ 、及び下流側 $HWL 217.30 + 1.00\text{ m} = EL. 218.30$ とする。

iv) 下流エプロン及び護床工

a) 下流エプロン

下流エプロンは、洪水期玉石が流下するため、エプロンの耐摩耗を考慮して練石張とし、その長さはブライ公式より $L_a = 10.0$  m、厚さ0.6 mとする。

b) 護床工

護床工は玉石（平均径40 cm）を用い、その長さはブライ公式より下流側 $L_{RD} = 10.0$  m、上流側 $L_{RU} = 5.0$  mとする。

(2) 第2分流堰

第2分流堰は、第1分流堰の下流に計画されており、第1分流堰以後のピドールヒルトレントをチャブリ支線とスチャニ支線にそれぞれ全体の1/3流量ずつ分流する堰である。

i) 分流堰の位置

分流堰の位置は次の理由によりダラから下流4.31 km地点に決定する。

- a) 所定の流量比率に分流するため、河道が比較的直線的で安定している地点であること。
- b) 分流堰の堰高を小さくするため、小洪水（2年確率  $Q = 460$  cms）時に分流堰上流側に中州が生じない地点であること。
- c) 分流堰構造の安全性より十分な堰長（流速3.0 m/s以下にするため堰長240 m以上とする）が確保できる地点であること。
- d) 分流堰上下流の導流堤の規模（長さ及び高さ）の小さくなる地点であること。

ii) 分流堰の長さ

次の理由により分流堰の長さは $150\text{ m} + 150\text{ m} = 300\text{ m}$ と決定する。

- a) 練石積の許容流速 $3.0\text{ m/s}$ 以内となるよう、堰長 $240\text{ m}$ 以上とする（流速 $2.72\text{ m/s}$ ）。
- b) 河道を形成する流量は1～2年に一度生じる流量であることより2年確率流量 $Q = 430\text{ cms}$ 時の洪水時水面幅 $360\text{ m}$ 以下として、堰頂以上に堆砂が生じないように計画する。

iii) 主要部標高

a) 堰頂標高

堰の現況平均河床高EL.  $184.70\text{ m}$ とする。

b) 下流エプロン標高

下流エプロン標高は下流河床の洗掘を防止するため、現況最低河床高と合わせてEL.  $184.00\text{ m}$ とする。

なお、堰高 $0.7\text{ m}$ と低い点及び洪水時玉石の流下が予想されるため、下流エプロンの安全性より、下流エプロン内には水クッションは設けず、現況河床勾配とほぼ合わせて $1/250$ の勾配を計画し、土砂及び玉石の流下をスムーズにする。

c) 護岸天端標高

護岸天端標高は計画洪水位に余裕高を加えて上流側HWL  $186.20\text{ m} + 1.00\text{ m} = \text{EL. } 187.20\text{ m}$ 、及び下流左岸側HWL  $185.70\text{ m} + 1.00\text{ m} = \text{EL. } 186.70\text{ m}$ 、下流中央及び下流側HWL  $186.10\text{ m} + 1.00\text{ m} = \text{EL. } 187.10\text{ m}$ とする。

#### iv) 下流エプロン及び護床工

##### a) 下流エプロン

下流エプロンは、洪水時玉石が流下するため、エプロンの耐摩耗を考慮して練石張とし、その長さはブライ公式より $L_a = 10.0$  m、厚さ0.6 mとする。

##### b) 護床工

護床工は玉石を用いる場合、平均粒径40 cmが必要となるが、当現場には玉石が少ないので、布団箆を使用する。その長さはブライ公式より下流側 $L_{RD} = 10.0$  m、上流側 $L_{RU} = 5.0$  mとする。

### 6. 7. 2 配水施設

#### (1) 概 要

本事業計画における灌漑用の主水源はビドールヒルトレントの河川流量であり、ヒルトレント上流部の2ヶ所の分流堰により3支線に分流され、各支線より取水工により35本の分線及び67ヶ所の取水工に配水されている。

支線及び分線とも土水路というより自然河川に近い状態であり、洪水時の河岸、河床の洗掘及び堆砂が生じ、所要の流量を導水できないものが35分線の内15分線ある。

#### (2) 配水路の配置計画

本事業計画における配水路の配置計画は縮尺5万分の1の地形図と現地調査の結果に基づくものとする。既設支線及び分線配水路の延長はそれぞれ54.2 km及び70.0 kmである。

各支線の耕作面積及び水利権は以下のとおりである。

## 耕作面積及び水利権

支線名	現況農地面積		水利権 (%)	耕作面積 (ha)
	(ha)	(%)		
チャプリー支線	3,912	38	33	1,657
スチャニ支線	3,682	36	33	1,657
ブラ支線	2,662	26	33	1,641
計	10,256	100	100	4,955

注) 耕作面積は、ケース A (カリフ期) の1975～1983の平均値である。

現況水利権と耕地面積は一致していないが、水収支計算結果 (1975年～1983年) によると灌漑面積は耕地面積の42～62 %である。したがって、現況水利権は変更する必要はなく、各支線の連絡水路も不要である。

配水路の配置計画は現況どおりとする (図 6. 7 参照)。

### (3) 配水路断面

5. 4 灌漑システムで検討の結果及び表 6. 2 水路通水能力計算表によれば、現況断面が不足しているものは、23ヶ所の取水工 (内訳：水路15ヶ所、直接取水8ヶ所) である。

これらの取水工は所要の断面にする拡幅改良工事が必要であるが、直接取水工は堤防盛土の欠口部を拡幅するものとする。拡幅改良工事が必要な分線は、チャプリー支線：5分線、スチャニ支線：7分線及びブラ支線：3分線の15分線である。

各分線の計画断面は次の基本方針により表 6. 8 に示すとおりとする。

- 現況の水面幅と水深の比率を基本とする。
- 水路余裕高は、水深の約30 % (最小20 cm) とする。
- 土水路で計画するため、流速を約1.5 m/s以下とする。
- 水路法勾配は、水路法高1.3 m以下は1.5 : 1、それ以上は2.0 : 1として、法面の安定を計る。



### 6. 7. 3 流域保全施設

各ゾーンごとの流域保全施設を以下に示す。

#### (1) ゾーンⅠ

このゾーンは放牧が夏期のみに限られているため比較的植生が多いこと、急斜面が多く対策が困難なことから、当面对策はしない。

#### (2) ゾーンⅡ

傾斜が6°前後の礫原からなる西側斜面に高さ2m、長さ約40mの土塁を860箇所、傾斜が1°前後の第三紀層軟岩からなる東側斜面に高さ1m、長さ115mの土塁を98箇所に設置する。

草生帯は西側斜面に水平距離19m毎に延長1,210km、東側斜面に水平距離119m 毎に延長1,325kmを植栽する。

さらにガリーの発生している部分に980箇所のガリープラグをする。

#### (3) ゾーンⅢ

比較的水平な地層面をもつ軟質な鮮新世の地層及び段丘および扇状地礫層から構成される地域のうち、地形勾配が緩い36km<sup>2</sup>の範囲に1,200個の土塁を設置し、水平間隔57m毎に延長630kmの草生帯を植栽する。

ガリーの発生している部分に1,008箇所のガリープラグを設置する。

家畜の水飲場として、通年流水のある主河川沿いを除いた60km<sup>2</sup>に総数15個を設ける。生活用水及び灌漑などに利用するため池を6カ所計画する。

#### (4) ゾーンⅣ

このゾーンの大部分を占める緩やかな礫原29km<sup>2</sup>に総数237個の土塁を築造する。また、水平間隔114m毎に延長252kmの草生帯を植栽する。

ガリーの発生している部分に812箇所のガリープラグを設け、通年流水のある主河川周辺を除いた50km<sup>2</sup>に12個の家畜の水飲場を設置する。

#### (5) ゾーンV

比較的平坦であるが侵食の早い $31\text{km}^2$ に対し、1,033個の土塁の築堤と、延長543kmの草生帯を水平間隔57mに植栽する。

ガリー発生部に868箇所のガリープラグを設置し、主河川周辺を除いた $250\text{km}^2$ を対象に家畜の水飲場62個を造成する。

上記の諸対策に加えて、植生を促進し放牧を可能とするための播種を、ゾーンIIでは $60\text{km}^2$ 、ゾーンIIIでは $61\text{km}^2$ 、ゾーンIVでは $43\text{km}^2$ 、ゾーンVでは $25\text{km}^2$ を予定する。また、流域内の道路は、土塁工事に伴うブルドーザーの移動時に礫を排除してつくられるため、別工事としない。

なお、事業の実施対象範囲を基本検討案ごとに図6.6に示す。

#### 6.7.4 道路

計画対象地域には、既設道路が22.7 km、建設中及び計画中の道路が31.7 kmあり、全体的には道路網としては十分なものと思われる。

したがって、本計画では道路としてダラ地点に建設する分水堰の工事用道路のみを計画し、工事完了後生活道路として利用する。

工事用道路としては、既設のジャメワラ (Jamewala) ~コチャワダニ~ダラ地点の道路 (V1 Road) と、V1 Roadとビドールヒルトレントのエスケープを結ぶ道路 (V2 Road) の2路線を計画する。

V1 Roadは改修道路、V2 Roadは新設道路とし、共に全幅7.3 m、有効幅員3.0 mの舗装道路とする。

舗装仕様については次のとおりとする。

##### i) V1 Road (L = 13 km)

##### a. ジャメワラ~コチャワダニ間 (L = 2 km)

この路線は上流の村へ至る重要な道路となっているが、現在未舗装であ

り、天候不良の場合、通行困難となっている。従って、この路線はアスファルト舗装とする。

b. コチャワダニ～ダラ地点 (L = 11 km)

事業完了後は、ダラ地点の分流堰の維持管理及び碎石の搬出に利用するのみで、利用頻度が少ないことから、砂利舗装とする。

ii) V2 Road (L = 1.2 km)

事業完了後は、分流堰の維持管理に利用するのみであることから、砂利舗装とする。

計画道路

道路名	延長 (km)	全幅 (m)	有効幅員 (m)	舗装	備考
V1 Road (ジャメワラ～コチャワダニ)	2.0	7.3	3.0	アスファルト	改修
V1 Road (コチャワダニ～ダラ地点)	11.0	7.3	3.0	砂利	改修
V2 Road (V1 Road～エスケープ)	1.2	7.3	3.0	砂利	新設
合計	14.2				

道路位置及び計画断面を図 6. 7 及び図 6. 8 に示す。

6. 7. 5 施工計画

(1) 分流堰

分流堰の工事は河川内工事となるので、雨期の6月～9月を避けて10月より翌年5月までの8ヶ月間を施工期間とする。施工期間中は日雨量10 mm以上の降雨は予想されないので、仮締切工や水替工は不要となる。

堰1ヶ所あたりの土工事は掘削土量23,000～29,000 m<sup>3</sup>となるので、床掘部は0.6 m<sup>3</sup>バックホウ、水叩部は11 tブルドーザーの機械施工とする。埋戻土量は

4,000~9,900 m<sup>3</sup>と少量であるので人力施工、盛土量は32,000~71,000 m<sup>3</sup>となるので11 tブルドーザーの機械施工とする。所要工程は16ヶ月となる。

## (2) 配水施設

配水施設として自然小河川の拡幅工事である。改良水路は15支線総延長28.97 kmであり、工種は土工事である。総掘削土量141,000 m<sup>3</sup>、総盛土量72,000 m<sup>3</sup>と多量であるので、機械施工とし、掘削は0.6 m<sup>3</sup>バックホウ、盛土は11 tブルドーザーにて施工するものとした。所要工程は1年間とする。

## (3) 道 路

道路工事は幅員7.3 m、延長14.2 kmである。路体盛土は11 tブルドーザーにて周辺土にて盛土を行う。砂利舗装及び上・下層路盤は11 tブルドーザーでまき出しを行い、15~25 tタイヤローラにて締固めを行うものとする。アスファルト舗装は2.4~3.6 m級アスファルトフィニッシャにて施工するものとした。所要工程は路体盛土に1年間、舗装工事に1年間の合計2年間とする。

## (4) 流域保全

### i) 土塁工事

土塁工事は周辺土を11 tブルドーザーにて集積盛土する。余水吐の掘削は砂礫層で人力施工は困難であるので0.6 m<sup>3</sup>バックホウにて行い、埋戻しは人力施工とする。所要工程は0.5ヶ月間となる。

### ii) ベチベル草植栽

苗床は灌漑の容易な場所を選定し、人力にて植え付けを行い、4ヶ月間苗の栽培を行う。苗の準備（取り入れ、株分け）は人力にて行い、苗の運搬は運搬道路が確保できないため、3 tクローラダンプにて行うものとする。植え付けは人力にて溝の掘削を行い20 cm間隔に行うものとする。

iii) ガリープラグ

ガリープラグ工事は盛土量 (2.5 m<sup>3</sup>/ヶ所) ・石積量 (6.3 m<sup>3</sup>/ヶ所) ともに少量であるのですべて人力施工とする。

iv) 貯水池

貯水池工事は盛土量 (3,000 m<sup>3</sup>/ヶ所) ・余水吐水路掘削量 (3,500 m<sup>3</sup>/ヶ所) ともに多量であるので11 tブルドーザーにて行うものとする。

v) 家畜水飲場

掘削平面的に広く浅いものであるので11 tブルドーザーの押土掘削とする。

vi) 工程計画

流域保全工事は人力施工が主体となる。労務者が本工事に従事可能人数300人程度である点より、工程は次のように計画する。

基本検討案	工期	対象ゾーン
ケース B-1	5年	ゾーンII、III
ケース B-2	10年	ゾーンII、III、IV、V

## 6. 8 事業費

### 6. 8. 1 事業積算方法

#### (1) 建設工事基本単価

建設工事費の積算に用いる工事費単価及び資材単価は、1992年2月時点で実施中の建設工事を中心に調査を行った。資料収集先はパンジャブ州政府灌漑電力局D. G. カーン事務所及び請負工事業者である。

パンジャブ州政府は工事費単価及び資材単価を合成した複合単価 (Composite Schedule of Rates) を1979年に発表し、2年毎に補正率にて修正

している。本事業費積算の基準となる価格データは上記複合単価資料を基本とし、複合単価に取り扱われていない工種については別途収集資料より積算するものとする。

工事費積算に用いられる基本単価とこれらの内外貨内訳を表6.9に示す。

## (2) 積算条件

工事費積算に用いる基本条件は、下記の3項目である。

- (a) 工事単価は、労務費、資材費、建設機械費（リース）、仮設費及び間接費（直接工事費の30%）の5項目よりなる。
- (b) 工事予備費は、建設工事費及び関連事業費の10%とする。
- (c) 物価上昇に対する予備費は建設工事費の外貨分に対して2%、内貨分に対して8%を計上する。

## 6.8.2 事業費

### (1) 工 種

全体事業費を構成する各工種は次のとおりである。

- 分流堰工事 : 第1分流堰（堰長329 m、堰高0.8 m、堤防1.23 km）  
第2分流堰（堰長325 m、堰高0.7 m、堤防3.00 km）  
分流堤（延長2.29 km、盛土高1.9 m）
- 配水施設 : チャプリ支線（5支線延長9.94 km）  
スチャニ支線（7支線延長11.88 km）  
ブラ支線（3支線延長7.15 km）

一道路 : 既設改良 (幅員7.3 m、延長13.0 km)  
 新設 (幅員7.3 m、延長1.2 km)

一流域保全 : 土塁 (2,527個)  
 ベチベル草 (延長2,724 km)  
 ガリープラグ (高さ1.5 m、長さ 5 m、3,600個)  
 貯水池 (高さ5.0 m、長さ115 m、 6個)  
 家畜水飲場 (12 m x 12 m x 3 m、62個)

(2) 全体事業費

工種別に集計された全体工事費は次の通りである (表6. 10～6. 12参照)。

全体工事費

	ケースA ('000 Rs)	ケースB-1 ('000 Rs)	ケースB-2 ('000 Rs)
外貨分	33,631	52,464	65,723
内貨分	72,969	169,636	247,477
合 計	106,600	222,100	313,200





## 第7章 事業実施及び施設維持管理計画

### 7.1 事業実施計画

#### 7.1.1 実施工程

建設工事の開始は、詳細設計、入札、融資手続き等を考慮し、実施調査完了時から4年後とする。パチャド地区における主要施設の建設は、1997年の初めから1998年の終わりまでの2カ年で行うこととする。

また流域保全対策は、ケース B-2の場合は1997年から10カ年の間に、ケース B-1の場合は1997年から5カ年の間に実施するものとする。

事業の実施工程は図7.1、建設工事の工程は図7.2に示すとおりである。

#### 7.1.2 実施組織

事業実施機関は、ケース Aの場合はパンジャブ州の灌漑電力局が実施するものとする。同局は、本事業の実施について十分な能力と経験を有している。同局は、主要施設の実施設計についてはコンサルタントに委託し、建設工事は有能な請負業者を選定してこれに発注するものとし、また施設の維持管理のために受益地区の農民組合を指導する。

ケース B-2またはB-1の場合には、これに加えて流域保全対策の担当機関として森林局が加わるものとする。

本事業実施に際し、通常の建設工事の監理に加え、以下の諸点を実施することが要求される。

##### (1) 輪番放牧

ベチベル草等高線植栽工事及び土塁工事により、草地が造成される地区において、農民が輪番放牧を実施するよう指導・教育する。

(2) 牧草の選定

流域内に自生しているローカル種の牧草に加え、改良種の導入を計画する。

(3) 営農指導

流域内の既存農地及び新たに造成される農地における、飼料作物だけでなく、穀類、キャッシュクroppあるいは果樹等の栽培に対する営農指導を行なうこと。

(4) 啓蒙活動

本事業の流域保全対策の項目はすべて農民自身が実施可能で容易な技術である。従って、パイロット地区を選定し、展示圃場等を含む啓蒙活動を行なうこと。

(5) モニタリングの実施

7. 2. 3で述べているように、パチャド地区内及び流域内について、それぞれモニタリングを実施すること。

なお、流域保全対策の実施は、主要な事業内容が流域保全のためのベチベル草等の植栽帯の造成及び放牧地の計画的な草生改良など地域農民の事業への参画が必須であるため、地域農民との密接な協力関係を維持するために、スタッフが流域内に常時駐在できるように配慮するものとする。

以上の事業実施機関が本事業を実施するに当たっては、機関内に図7. 3に示す新組織を計画し、必要な人員を配置するものとする。

なおまた、灌漑電力局には農地開発理事会や森林部門が設置されているので、これらの組織を、本事業の流域保全対策や土壌保全対策の実施のために効果的に活用するものとする。

## 7. 2 施設維持管理計画

### 7. 2. 1 維持管理手法

#### (1) パチャド地区内施設

本事業において建設される構造物は、本来、農民自身が以前より築造、維持してきた堰あるいは取水工を、石積の構造とし、洪水では容易に破壊されないよう計画したものである。従って、いずれも単純な構造を有するものであり、その管理に特別の手法を必要とするものではないが、もっとも注意すべき点は、分流施設等の上下流における堆砂や洗掘の発生であり、これによる施設の機能低下を最小限に抑えるように、可能な限り初期の段階でこれらの除去あるいは埋戻しを行うことに努める必要がある。これはブルドーザーの利用と受益者の出役により対処しなければならない。

#### (2) 流域内施設

土塁の築造及びガリープラグ工事は、今まで地域農民が自分達で実施してきた技術であり、これらの維持管理は受益の地域住民により行なわれるべきである。ただし、ベチベル草は植生帯として機能するまで、約2年必要と考えられ、この間はプロジェクトコストの中で、補植を実施すべきである。草生帯が造成された後は維持管理費は必要としない。また、小規模溜池及び家畜水飲み場については堆積する土砂の除去が非常に重要であり、この対策は家畜及び地域住民の労力によることとする。

## 7. 2. 2 維持管理組織

### (1) パチャド地区内組織

6. 5. 5で述べたように本地域については、ヒルトレント灌漑農業推進のための農民組織を整備する計画であり、この組織は、本事業で建設される灌漑施設を含めた全灌漑施設の維持管理を行うことを目的としている。本地域のヒルトレント水利用による灌漑は歴史的な水利慣行であるカマラユニオンと呼ばれる組織により水管理及び施設の維持管理が実施されてきた背景を有している。この制度は現在も機能しており、本事業により造成改良される施設の維持管理も、これを基本として維持管理されるべきである。また、この制度を基本とすべく水利権の変更は行なっていない。ただし、慣行として行なわれてきた制度について今後は具体的な維持管理規則の制定、維持管理責任者の明確化、維持管理費や補修作業への出役の負担割合の明確化等を行う必要がある。

### (2) 流域内の組織

流域は部族地域 (Tribal Area) と称されるごとく、各々の集落を中心とした部族ごとの行政単位となっており、下流のパチャド地域とこの点で異なっている。従って流域内における維持管理組織は集落を1単位とした部族ごとの組織とし、D. G. カーンディストリクトのポリティガルオフィサーの協力を得て管理すべきである。

## 7. 2. 3 モニタリング

### (1) パチャド地区内

本地域における水管理及び施設の維持管理を適切に行うためには、本事業の実施により、各時期においてヒルトレントの洪水流が、計画における所定の分水割合に従って取水されているか否かを常時把握する必要がある。しかしなが

ら、本地域の現状からみて、自動計器等による観測はまだ時期尚早と思われるので、主要地点において、水位流量等を洪水発生時に的確に把握しうるように、人的な観測体制を整備し、その都度記録にとどめるべきである。

## (2) 流域内

流域内のモニタリングは、今後のプロジェクトにその効果あるいは欠点をフィードバックするために特に重要である。このためには事業実施前からモニタリング項目・地点・モニタリングの組織を準備しなければならない。

主なモニタリング項目は次のとおりである。

- － 雨量
- － 土砂生産量（定期的な測量及び土壌調査）
- － ベチベル草の生育状況
- － 導入飼料の生育状況
- － 輪番放牧の実施状況及び効果
- － 植生回復効果

## 7. 2. 4 維持管理費

事業の維持管理費は下記の項目から構成される。

### (1) 分流堰、分流堤の補修費

エプロン、護床工及び護岸工の補修

### (2) 配水路の維持管理費

水路断面等の確保

### (3) 道路の維持管理費

舗装の補修

### (4) 流域保全の維持管理費

小規模ため池及び家畜水飲み場の堆積土砂の除去

なお、維持管理事務所は灌漑電力局の地方事務所が行うものとする。したがって、維持管理事務所における事務費は計上しない。流域保全工事のうち土塁工事及びガリプラグ工事は補修を行わないものとする。

維持管理費用は次表に示す通りである（表7.1参照）。

年間維持管理費

(単位：Rs/年)

	ケースA	ケースB-1	ケースB-2
1. 分流堰、分流堤	779,900	779,900	779,900
2. 配水路	531,100	531,100	531,100
3. 道路	370,900	370,900	370,900
小計	1,681,900	1,681,900	1,681,900
4. 流域保全	0	223,400	223,400
計	1,681,900	1,905,300	1,905,300

## 第8章 事業評価

### 8.1 事業評価の方針

本計画事業の評価はwith and withoutの原則、即ち「当該プロジェクトが実施された場合に起こると想定される国民経済的変化情況」(with)を「当該プロジェクトが実施されない場合の国民経済的状況」(without)と比較し、その二情況間の差異をもってプロジェクト実施により惹起される純効果として取扱い事業の妥当性を判断する分析作業である。

具体的には上記純効果のうち、貨幣タームで計量可能なもの(直接便益)について費用便益分析(Cost Benefit Analysis)を割引現金フロー法(Discounted キャッシュフロー Method)により行ない、プロジェクトの内部収益率(I.R.R)、純便益額(Net Benefit Value)及び費用便益比率(Cost Benefit Ratio)を算定してプロジェクトの妥当性を判断するものである。また、予測される純効果のうち、計量不可能か困難なもの(間接便益)については、定性的な分析を行ない、プロジェクトの妥当性判断の補足事項として取り扱うこととする。

費用便益分析を行なう場合、パキスタン国の現況の経済事情及びプロジェクトの投入、産出物を勘案し、本調査においては市場価格(market Price)と計算価格(Accounting Price)の2つのキャッシュフローに基づき分析を行ない、それぞれの分析結果を得て総合評価を行なうこととする。また、本計画事業には検討案としてパチャド地域(洪水灌漑地域)のみの開発計画案(ケースA)と、流域の保全対策を含めた開発計画案(ケースB)とを比較し、それぞれについて分析を行ないその優位性を検証することとする。キャッシュフロー作成においては費用(out flow)、便益(in flow)とも移転所得項目(税金、利子、補助金etc)を除外し、かつプロジェクトライフ期間の価格変動(インフレ率)は考慮しないものとした。

プロジェクトライフについては計画施設の特性に基づき、便益誘発後25年間とした(よって、計画施設の建設事業開始を初年度とし、27年間のキャッシュフローにより分

析作業を行なうこととした)。同時に計画施設の特性を考慮し、残存価値 (salvage value) がプロジェクトライフ後にも残るものとし、その残存額を27年目にin flowとして計上することとする。なお、本事業はその実施により、毎年安定的な灌漑水量を計画的に供給しうるものではないため、事業効果の算定にあたっては、確率年次ごとの農業便益と洪水被害防止効果をそれぞれ推定して、これより事業効果発生期間の年平均効果を算定するものとする。

## 8. 2 事業便益

### 8. 2. 1 洪水被害防止効果

本地域におけるヒルトレントの洪水流により、近年下流の水路灌漑地域、及び地区内下流部 (D. Gカーン灌漑水路より西側) の被った被害額は、5. 7. 2に記したとおりである。パチャド地域における事業の実施により、これらの相当量が解消されるものと見込まれ、さらに流域保全対策が完全に実施されれば、最終的にはこれらの被害はすべて解消されることとなろう。6. 2. 2に示した事業実施後の各ケースの洪水ピーク流量と現況洪水ピーク流量に対する被害実績額から各ケースについて確率年ごと及び年平均被害防止額を算定すると次のとおりである (表8. 1及び図8. 1参照)。

計画確率洪水被害額及び軽減額

(単位：百万Rs)

確率年	現況確率 洪水被害額	計画確率洪水被害額			軽減額		
		ケース A	ケース B-1	ケース B-2	ケース A	ケース B-1	ケース B-2
1/2年	3.7	0	0	0	3.7	3.7	3.7
1/5年	11.5	0	0	0	11.5	11.5	11.5
1/10年	17.0	6.0	0	0	11.0	17.0	17.0
1/25年	25.0	13.0	4.0	0	12.0	21.0	25.0



ケース	ケース A	ケース B-1	ケース B-2
被害防止額（百万ルピー）	4.58	5.33	5.45

## 8. 2. 2 農業便益

前述の農業計画の実現に伴って発生する便益は、利用可能水量の増大による作付面積の増大と単位収量の向上によってもたらされる作物生産量の増大である。

これは事業を実施した場合としなかった場合の差として求められる。

まず作付面積の増大については、6. 3に述べた灌漑計画にしたがって、確率年次ごとの灌漑可能面積に見合った作付が行われるものとした。なお事業を実施しなかった場合には、現況施設により確率年ごとに灌漑可能な面積の範囲に作付が行われるものとした。この場合、カリフ期とラビ期の作付比率は、現況、計画とも水収支の解析で算出の対象となった各年次の平均とした。この作付比率は、末端水路等の整備により、計画では、ラビ期が相対的に若干大きくなる。また、各期別内の作付割合は、6. 5. 1 (1) で述べた現況の作付比率とみなし、これは計画後も変わらないものとした。

この場合において、灌漑用水の増大に伴う単位収量の増大は6. 5. 1 (2) にも示したように、確率年ごとに用水量の増大に対応して1%ずつ上昇するものとした。また、ジョワール、バジュラ及び小麦については収穫後、これらの茎葉を飼料として利用するものとし、既存資料から、その収量をジョワール及びバジュラでは穀物収量の4倍、小麦では1.5倍と見積った。なお生産資材については、農家調査、普及所の聞き取り等をもとに、種子量、栽培労働力（トラクター及び人力）は、単位収量の増大に対応して若干増大するものとした（表8. 2参照）。

以上から現況、計画別にhaあたり増加便益を算定し、これに各確率年の灌漑面積を乗じて総増加便益を算定した結果を整理すると次のとおりである（表8. 3参照）。

純増加便益

確率年	純収益 (000Rs)			年平均農業便益 (million Rs)
	Without Project (a)	With Project (b)	(b)-(a)	
ケース A				
2	16,004	24,250	8,246	
5	18,674	35,895	17,221	
10	20,090	46,407	26,317	
25	21,612	63,279	41,667	
平均				9.94
ケース B-1				
2	16,004	22,191	6,187	
5	18,674	33,385	14,711	
10	20,090	43,607	23,517	
25	21,612	60,643	39,031	
平均				8.43
ケース B-2				
2	16,004	21,285	5,281	
5	18,674	32,249	13,575	
10	20,090	42,318	22,228	
25	21,612	59,819	38,207	
平均				7.71

8. 2. 3 その他の便益

(1) 流域保全対策による便益

流域対策が実施された場合には、植生の改善によって家畜飼養頭数の増大が見込まれ、これは山羊及び羊（各50%）に換算すると6. 4. 3に記したようにケース B-1の場合は約18,600頭、ケース B-2の場合は約35,000頭が新たに飼育可能となる。これらの家畜は、次のようなプロダクションモデルを形成することにより、肥育・販売されるものとし、その便益をそれぞれのケースについて見積った。

流域内畜産生産量(ケース B-2)

	当初頭数	出生頭数	損失頭数	売却頭数	繰越頭数
羊	17,500	7,875	2,730	5,145	17,500
山羊	17,500	17,535	5,722	11,813	17,500
合計	35,000	25,410	8,452	16,958	35,000
	(100%)	(73%)	(24%)	(48%)	(100%)

すなわち、ケース B-2の場合  $16,958 \text{頭} \times 400 \text{ Rs.} \times 0.7$  (収益率) =  $4,748,000 \text{ Rs}$ の年収益が見積られる。また、ケース B-1の場合は  $18,600 \text{頭}$ について同様に  $48\%$ 相当数が販売できるものとするれば、 $8,928 \text{頭} \times 400 \text{ Rs.} \times 0.7$  (収益率) =  $2,500,000 \text{ Rs}$ の年収益を見積ることができる。

なお、便益の計算上、家畜頭数を流域の植生改良によって目標に到達させるまでは、改良草地の利用によって新たに増加する分は、できるだけ販売せず、頭数増加に務めるものとし、家畜の販売収益をケース B-1では事業開始後9年目から、ケース B-2では11年目からそれぞれ便益に見込むこととした。

この他流域対策が実施された場合には、ベチベル草の植栽帯の形成等により、流出土砂が堆積して小規模な農地が新たに形成されることが期待される。ただし、これはかなりの時間を要し、また地域の地形も複雑なので、これを定量的に把握することは困難である。無数の小規模団地を合計すれば、オーダー的には数十年間で数百ha程度かと思われるが、これらは便益計算には含めないこととした。

(2) その他便益

本計画事業が実施されることによる社会経済の変化に伴って波及効果として計画対象地域にもたらされる諸便益も見逃すことはできない。

しかしながら、これら諸便益(間接便益)は貨幣タームで計量することは不可能であり、計量的な評価の対象とはなり得ないので、それら波及効果については、定性的判断として説明するに止めるものとする。

- 1) パチャド地区の農民については洪水被害と通減と農産物の増収に伴って、生活の安全性と安定性が增大することとなり、地域住民の定着化が進み、生活水準の向上が期待される。
- 2) 長期的視点に立てば貯蓄性向の高まりも期待され、農業の資本装備も行なわれ、機械化、多角化をも促進することとなろう。
- 3) 流域内の住民における生活様式が改善され、生活水準の向上が期待される。それに伴い流域内の保全がさらに促進されることが期待される。
- 4) パキスタン国におけるパチャド地域のモデル的開発、保全事業としての本事業の諸効果が他地域への開発、保全技術のトランスファーとなる効果も期待される。

以上の各便益を各ケースごとに整理すると、次のとおりとなる。なお、増加農業便益の計算は表 8. 4 及び表 8. 5 に示す。

(単位：百万Rs)

	洪水被害防止額	増加農業便益	流域植生改良便益	合計
ケース A	4.58	9.94	-	14.52
ケース B-1	5.33	8.43	2.50	16.26
ケース B-2	5.45	7.71	4.75	17.91

### 8. 3 市場価格における経済評価

#### 8. 3. 1 市場価格におけるキャッシュフローの作成

6. 6の事業費用及び7. 2の維持管理費用と前節で整理累計された便益額及び表8. 6に示す残存価格（総て市場価格による）を用い本事業における費用（cost）と便益額（benefit）のキャッシュフローを検討案別に作成すると表8. 7のとおりである。

#### 8. 3. 2 事業評価

市場価値による事業評価は、内部収益率（I.R.R.）、純便益額（N.B.V.）及び費用便益比率（B/C）によって行うこととするが、純便益額と費用便益比率を求めるには、本事業において適用する計算利率（Accounting Rate of Interest）（正式には社会的割引率）を設定しなければならない。

国民経済的には、この計算率はパキスタン国が本事業にその資本を使用することにより他部門において失われる資本の収益性、すなわち資本の実質機会費用を示すものでなければならない。

現実には、特に資本市場が組織化され整備されていない状況下では、適正な計算利率を先見的に決定することは不可能に近いが、パキスタン国の資本市場における近時の長期利率の平均が約9.5%であることと、国際的援助機関、特にODM（英国海外開発庁）のガイドラインが示す8.0～10.0%を勘案し、本調査において9.0%を計算利率とし、採用することとした。

前節で作成した市場価格によるキャッシュフローを検討案ごとに費用便益分析を行った結果、それぞれ下記の分析結果を得た。

ケース A	：	内部収益率	；	14.23%
		純便益額	；	36.34百万Rs.
		費用便益比率	；	1.43

ケース B-1 : 内部収益率 ; 8.18%  
純便益額 ; -9.35百万Rs.  
費用便益比率 ; 0.93

ケース B-2 : 内部収益率 ; 7.23%  
純便益額 ; -22.00百万Rs.  
費用便益比率 ; 0.86

上記分析結果より資本の機会費用の観点からは、ケース Aが最も優位であり、次いでケース B-1、ケース B-2の順位であるが、ケース B-1とケース B-2との間には大きな差はないと判断される。分析結果数値については、キャッシュフローが市場価格に因っているので本結果のみでは論ずることはできず、次節の計算価格による分析結果により判断すべきである。

### 8. 3. 3 財務評価

本事業の実施により、計画対象地域の農家の所得がどのように向上するかについては、事業が計画灌漑を可能とするものではないため、パチャド地区の平均的な経営規模の農家が、農業便益を算定したときと同様の比率で作付及び生産量を延ばすことができるものとして、ケース Aの確率年の5年および10年の場合について分析してみると下表のとおりとなる。

## 農家所得の改善

項 目	単位	事業を実施しない場合		事業を実施した場合	
		5年	10年	5年	10年
1) 耕地面積	ha	3.6	3.6	3.6	3.6
2) 作付率	%	34	36	63	77
3) 農業粗収入	Rs.	6,244	6,727	12,085	15,653
4) 農業純収入	Rs.	5,036	5,418	9,680	12,517
5) 農業所得	Rs.	5,658	6,088	10,893	14,085

表に見られるように、平均的な農家一戸あたりの所得は、事業の実施により確率年5年から10年の場合ではほぼ倍増することが解る。ただし農業経営が降雨状況に左右される点は依然として変わらないので、将来における本格的な計画灌漑の実現が待たれる。

### 8. 4 計算価格による経済評価

経済評価の最終的な目的は、計画されるプロジェクトが当該国経済全体の資源配分の効率の改善に対して、どの程度の貢献をするかを検討することである。それが投入・産出物の財をそれらの機会費用に基いて評価することの理由である。

この場合、機会費用の大きさを国際市場価格の価格水準に基いて表示することが必要となる。この理由は経済的には国内市場価格に比して国際市場価格の方が財やサービスの機会費用をより正確に反映していると考えられるからである。

更にその根拠は国際市場価格、すなわち国境価格は次の三つの性格を併せもっている点で有用であるからである。

第一に現に存在する価格であるので客観性を有し、第二に関税、補助金、国内諸税の影響を受けないという点で国内市場価格に比してゆがみの程度が小さく、第三に、輸入および輸出と云う文字どおり当該財の代替的利用機会を反映

した価格でもあるからである。

上述理由により本調査の事業価格においても投入物（Cost）、産出物（Benefit）について前説で分析対象となった市場価格を国境価格に変換した計算価格により評価する必要がある。

一般に投入物および産出物は貿易財、非貿易財および労働に分解することが可能であり、それぞれについて当該国に通用可能な変換係数（Conversion Factor: CF）を求め、市場価格に乗ずることにより計算価格を求めるのが一般的である。

#### 8. 4. 1 変換係数の設定

一般的に計算価格を算定する場合、必要となる変換係数、即ち当該国の National Parameter (NP) は、割引率 (Accounting Rate of Interest)、標準変換係数 (Standard Conversion Factor)、セクター別変換係数、投資および消費プレミアムであるが、本調査の場合、地域 (D.G.カーン地域) 事情および資料的制約等を考慮し、投資および消費プレミアムについては評価案件として取扱わぬこととした。各項目の変換係数は下記のとおりである。

割引率 (ARI)	0.09
標準変換係数 (SCF)	0.80
セクター別変換係数	
直接工事費	ケースA      0.72
	ケースB-1      0.75
	ケース B-2      0.76
資材費用	0.80 (各ケース共通)
機械費用	0.60 (各ケース共通)
エンジニアリングコスト	0.90 (各ケース共通)
予備費用	0.80 (各ケース共通)
諸経費	0.80 (各ケース共通)



維持管理費	0.69
便益に関する変換係数	
洪水被害軽減額	0.80
小麦の生産額	1.18
小麦以外の農畜産額	0.80
農業労務賃金	0.50
種子	0.80
輸送（トラック）	0.79

#### 8. 4. 2 計算価格による事業費用

##### (1) 建設工事費の計算価格

検討案別建設工事費（ただしエスカレーション価格は除く）の市場価格を直接工事費、資材費、建設機械費、予備費、エンジニアリング費、その他経費に分け、かつ、税金（売上税）を控除した価格をもとに変換係数を用いて建設工事費の計算価格を検討案別に算定すると表8. 8のとおりである。

##### 建設工事費価格

ケース A	52.12百万Rs
ケース B-1	98.87百万Rs
ケース B-2	126.78百万Rs

上記建設工事費は、検討案別に表8. 9のようにそれぞれにおいて年度別に費用として投資されることとなる。

## (2) 維持管理費の計算価格

維持管理費の変換係数は0.69であるので、次のとおり算定される。

### 維持管理費の計算価格

ケース A……………1.16百万Rs

ケース B-1……………1.32百万Rs

ケース B-2……………1.32百万Rs

(ただし、いずれの場合にも配水路についての維持管理費は、事業開始後2年目より必要となる。)

## 8. 4. 3 計算価格による便益

前節において設定された諸変換率を適用し、市場価格による便益(8. 3参照)を計算価格に変換すると以下のとおりである。

### (1) 洪水被害軽減便益

#### 平均洪水被害軽減便益

ケース A……………4.58百万Rs. × 0.8 (CF) = 3.66百万Rs.

ケース B-1……………5.33百万Rs. × 0.8 (CF) = 4.26百万Rs.

ケース B-2……………5.45百万Rs. × 0.8 (CF) = 4.36百万Rs.

なお、ケース Bの場合は流域内の計画整備事業が段階的に実施されているため、便益の発現も段階的になり、ケース B-2の場合には11年目、ケース B-1の場合には6年目に上記便益の全額が発現することとなる。

(2) 農業における増産、振興便益

i) 農業生産物の増産便益

農産物の増産便益と計算価格に変換するためには第6章で推計された便益積算過程において、生産物の単価と生産量を計算価格に変換し、便益を再積算することとなる。

a. 農産物の計算価格による単価

計画対象地域における作物別単価 (Rs/kg) の計算価格 ( $A_p$ ) は表 8. 10 のとおりと算定される。

b. 単位面積 (ha) 当たり作物別生産費

計画対象地域の単位面積当たりの作物別生産費を現況と確率年灌漑水量別に計算価格に変換した過程及び結果は表 8. 11 のとおりである。

c. 検討案別、確率年別農業増産便益の計算価格

計画対象地域の検討案別、確率年別農業増産便益の計画価格算定結果は下表のとおりである。

ケース別農業増加便益

(単位: 1,000 Rs)

ケース	確率年	2	5	10	25
ケース A	with (a)	21,854	32,406	41,916	57,556
	Without (b)	14,034	16,372	17,605	18,947
	(a)-(b)	7,820	16,034	24,311	38,609
ケース B-1	with (a)	20,048	30,213	39,485	55,278
	Without (b)	14,034	16,372	17,605	18,947
	(a)-(b)	6,014	13,841	21,880	36,331
ケース B-2	with (a)	19,318	29,318	38,503	54,772
	Without (b)	14,034	16,372	17,605	18,947
	(a)-(b)	5,284	12,946	20,898	35,825

d. 検討案別年平均便益額の計算価格

確率年別便益を確率分布計算により年平均便益額を推計すると下記のとおりである。

年平均農産物増産便益 (Ap)

ケース A.....9.42百万Rs.

ケース B-1.....8.04百万Rs.

ケース B-2.....7.18百万Rs.

e. 流域内における畜産増産便益の計算価格

流域内の畜産増産便益の計算価格は下記のとおり算定される。

ケース B-1.....年間便益額： $2.50 \times 0.8 = 2.00$ 百万Rs.

ただし、計画実施後8年間は育成期間とし、便益は9年目より発現する。

ケース B-2.....年間便益額： $4.75 \times 0.8 = 3.80$ 百万Rs.

ただし、計画実施後10年間は育成期間とし、便益は11年目より発現する。

8. 4. 4 計算価格によるキャッシュフローの作成

計算価格により算定された事業費用、維持管理費及び便益を用い、本事業における計算価格によるキャッシュフローを検討案別に作成すると表8. 12のとおりである。

なお、計画施設の残存価値は市場価格に標準変換係数 (0.8) を乗じ、キャッシュフローの27年目に便益として計上した。

#### 残存価値の計算価格

ケース A..... $15.42 \times 0.8 = 12.34$ 百万Rs.

ケース B-1..... $60.15 \times 0.8 = 48.12$ 百万Rs.

ケース B-2..... $83.21 \times 0.8 = 66.57$ 百万Rs.

#### 8. 4. 5 経済評価

計算価格による費用・便益のキャッシュフローを検討案ごとに内部収益率 (E.I.R.R) 及び割引率9 %で割り引いた現在価値に基づく純便益額 (N.P.V)、費用便益比率 (B/C) を費用便益分析により求めた結果、以下の計算値を得た (表8. 12及び表8. 13参照)。

ケース A	内部収益率 (E.I.R.R)	: 19.89 %
	純便益額 (NPV)	: 52.93百万Rs.
	費用便益比率 (B/C)	: 1.94
ケース B-1	内部収益率 (E.I.R.R)	: 11.80 %
	純便益額 (NPV)	: 22.19百万Rs.
	費用便益比率 (B/C)	: 1.23
ケース B-2	内部収益率 (E.I.R.R)	: 10.43 %
	純便益額 (NPV)	: 12.37百万Rs.
	費用便益比率 (B/C)	: 1.11

分析結果より、ケース Aは勿論のこと、ケース Bもパキスタン国においては国民経済的視点より本計画事業は実施妥当と判断される。

分析数値的には、ケース Aが最も優位であるが、計画対象地域全体に対する直接・間接裨益効果はケース Bの方が優位であり、同列には論じられず、国の政策的判断が必要である。

また、ケース B-1、ケース B-2の比較についても数値的にはB-1が優位であるが、

その差は大きいとはいえず、効果の及ぼす地域面積の広さからケース B-2案が優位であることより、その判断もまた政策的判断を要することとなる。

#### 8. 4. 6 感度分析

計画価格による費用便益分析の結果値に基づき、費用、便益のそれぞれに内在する不確定要素を勘案し、以下のケースについて感度分析を行なった。

##### (1) 費用についての不確定要素に基づく感度分析

市場価格による費用を計算価格に変換する際、売上税（12.5%）を移転項目として一率控除したが、費用のうち建設工事費中に売上税の非対象となる費用も存在することも考慮し、建設工事費の計算価格が5%上昇した場合の分析を行なった結果、下記の値を得た。ただし、ケース Aの場合は純便益額と費用便益比率のみとした。

ケース A	純便益額	: 50.60百万Rs. (割引率9%)
	費用便益比率	: 1.86 (割引率9%)
ケース B-1	内部収益率	: 11.18%
	純便益額	: 17.99百万Rs. (割引率9%)
	費用便益比率	: 1.18 (割引率9%)
ケース B-2	内部収益率	: 9.84%
	純便益額	: 7.52百万Rs. (割引率9%)
	費用便益比率	: 1.07 (割引率9%)

上記分析数値では、いずれのケースでも、妥当性を大きく損なうものではないと判断される。

(2) 便益についての不確定要素に基づく感度分析

便益において最も不確定要素を内在するのは、農産物の増産便益であろう。よって、農産物の増産便益を5%減じた場合と、10%減じた場合の分析を行った結果、下記値を得た。ただし、ケース Aにおいては純便益額と費用比率のみとした。

i) 農産物の増産便益を5%減じた場合

ケース A 純便益額 : 47.52百万Rs. (割引率9%)  
費用便益比率 : 1.84 (割引率9%)

ケース B-1 内部収益率 : 11.37 %  
純便益額 : 16.58百万Rs. (割引率9%)  
費用便益比率 : 1.18 (割引率9%)

ケース B-2 内部収益率 : 10.05 %  
純便益額 : 6.68百万Rs. (割引率9%)  
費用便益比率 : 1.06 (割引率9%)

ii) 農産物の増産便益を10%減じた場合

ケース A 純便益額 : 42.11百万Rs. (割引率9%)  
費用便益比率 : 1.75 (割引率9%)

ケース B-1 内部収益率 : 10.94 %  
純便益額 : 10.97百万Rs. (割引率9%)  
費用便益比率 : 1.12 (割引率9%)

ケース B-2 内部収益率 : 9.67 %  
純便益額 : 0.98百万Rs. (割引率9%)  
費用便益比率 : 1.01 (割引率9%)

上記の分析値において、農産物の増収便益が10%減収した場合にはケース B-2において純便益額が若干厳しい数値となるものの、計画事業の妥当性を大きく損なうものではないと判断される。

感度分析よりケース Aの場合は全く問題なく、計画事業の実行が妥当であると判断される。ケース BについてのB-1、B-2の選択についても決定的な差は認められず、その妥当性は損なわれないと判断される。

## 8.5 総合評価

費用便益分析の分析数値に加えるに、計算不能な間接便益（8.2.3 その他便益参照）をも勘案すると、本計画事業の実施は妥当と判断される。

しかしながら、ケース Aを選択するか、ケース Bを選択するかについては、単に費用便益値の大小において論じられるものではなく、地域全体の農畜産業の振興と、それに基づく民生安定効果、さらに地域全体の自然保全の確実化において、ケース Bの方が優れていると判断される。

ケース Bに於て、B-1を選択するか、B-2を選択するかについては、裨益効果の面的な広がりや大きさ、裨益人口の多さ、並びに長期的視点に立てば、流域全体の整備によってこそ保全の確実化が実現されることより、B-2が望ましいと判断される。

## 8.6 環境評価

本事業の環境影響評価は社会環境および自然環境の変化の面から行う。

### (1) 社会環境

本事業の対象地域のうち、流域は部族民地域となっており、独特の慣習、既存制度を有している。このため、流域保全対策の実施に伴う、現在の自然環境に依存した住民の生活様式と伝統的なシステムの急激な変化を緩和する努力が要求される。洪水灌



漑地域においては冬季に移動してくる遊牧民の居住地への影響が予想される。さらに、開発によって発生する流域と洪水漑地域における便益が、土地無し農民、小作農、零細規模農家にも公平に配分されるように、既存制度、慣習を考慮して緩やかな制度の変換を進めるよう十分な配慮がなされる必要がある。

本地域では史跡、文化遺産の存在が確認されていないため、これらの有無は不明である。また、流域保全対策の実施によって地域住民が親しんできた荒涼たる景観は緑の牧野へと変化することになる。流域の一部ではウラン鉱の採掘がなされているため、この範囲では流域保全対策は実施されない。

## (2) 自然環境

本地域においては動植物に希少種、あるいは絶滅の危機にさらされた種はみられず、開発が生態系に及ぼす影響は少ない。洪水漑地域においては、土壤水分環境の変化が予測され、現在は点在するのみの草本類の増加、繁殖が見込まれる。しかし、土壤侵食、土壤の塩類化、土壤肥沃度の低下、土地利用形態の変化などには影響しないものと予想される。一方、流域においては、広範囲にわたり積極的に植物の生育環境を改善し、在来種の増加に加えて外来種を導入するため、植生は大きく変化する。これにより、現在全域にわたって行われている無秩序な放牧によって荒廃した土地は植生を回復し、過度の地表面流出と土壤侵食は著しく減少する。さらに計画的な放牧が導入され、将来は保全された土壤を基盤とした小規模な農地が増加し土地利用形態の改善が計られる。

本事業のうち流域保全はその目的が洪水と土砂の流出の改善にあり、これらに及ぼす影響は極めて大きい。現在は大流量の洪水が短時間に流出するため、そのコントロールが困難であるが、流域保全対策により洪水ピーク流量は減少し、流出が長期化するため流出してくる洪水の利用が容易になることが期待される。さらに、流域内では地下水の涵養機能が向上し、湧水量、表流水永年流出の量及び箇所が増加が期待される。洪水漑地域においては地下水の涵養機構や、地下水位の変化は予想されないが、流域においては表層土壤の侵食の減少、植生の繁茂による有機物含有量の増加が地下水の涵養機構に影響し、流出河川の流況の平準化を促進することになる。

土壤侵食は流域保全対策により少なくなるため、下流域への流出土砂量は減少し、

分水堰など構造物の土砂堆積による機能低下は防がれる。しかし、一方では土砂補給が減少するため河床低下を起こすことも予想される。水質、水温に関しては本事業による影響はないものと予想される。

## 第9章 結論及び提言

### 9.1 結論

#### 9.1.1 開発の必要性

ヒルトレント農業地域及びその流域において、農業開発が必要であることは以下の点から強調される。

- パチャド地区における水資源は唯一、ヒルトレント洪水流である。洪水流は制御されないまま下流の水路灌漑地域及び都市部に被害を与えている。
- 洪水流を水源とする洪水灌漑農業は伝統的営農であるが、計画的、安定的な営農が不可能である。
- パチャド地区における洪水分散堰を含む灌漑施設の設置及び流域の農地開発及び計画的牧畜を通じての植生回復により、洪水流及びこれに伴う土砂流出の制御が技術的、経済的に可能である。
- 本地区におけるヒルトレント農業地域の開発手法の確立は、パキスタンの他のヒルトレント地域の開発も進める貴重なパイロット事業である。
- ヒルトレント地域における開発は、水路灌漑地域との地域格差の是正につながる。
- 農業生産性の向上は、国及び州の貴重な施策目標である。

### 9. 1. 2 事業検討案の評価

3案の経済評価の結果を整理すると次のとおりであり、3案ともすべて、技術的、経済的に実施可能な事業であると評価する。

ケース	事業内容	事業実施期間	事業費 ('000 Rs)	EIRR
ケース A	パチャド地区における 洪水分散堰及び 灌漑施設整備	2年	106,600	19.89 %
ケース B-1	ケース A + 流域保全対策	5年	222,100	11.80 %
ケース B-2	ケース A + 流域保全対策	10年	313,200	10.43 %

ケース A : 事業実施期間が短く、洪水制御の便益により最大の経済効果が得られるが、4. 1に検討したとおり、事業効果に永続性がない。本ケースはいわば応急対策的事業と考えられる。

ケース B-1 : 事業実施期間が5年間と短期であるため、流域保全対策の効果が不十分である。すなわち、植生回復率17%、これによるピーク洪水量の減少率は28~30%、土砂流出量は現況1,100 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/年に対し、700 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/年と推定される。1/25年確率洪水に対し、制御が不完全であり、200 cmsあまりの洪水余剰が下流へ到達する。さらに、流域保全対策の主要なコンポーネントであるベチベル草またはサクラム草による等高線植栽、輪番放牧等による効果を流域住民に教育・啓蒙する期間が不十分と判断される。

ケース B-2 : 経済効果は、事業実施の判断をする限界値にあるが、流域保全対策の効果は大きな値となる。すなわち、植生回復率33%、これによるピーク洪水量の減少率は38~40%、土砂流出量は500 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/年と推定される。これにより、ケース A による対策の効果の永続性が保証される。

ケース B-2 による流域保全効果を基礎として改めて、貯水ダムによる農業その他の開発が可能になり、洪水による不安定な営農から計画灌漑による安定した農業開発事業の実施を可能にする。

## 9. 2 提 言

### 9. 2. 1 事業実施に対する勧告

- (1) 調査団は、ケース B-2 案が早期に実施に移されることを勧告する。

本プロジェクトは、ヒルトレント洪水制御を緊急の課題とするが、地域の実質的發展は、パチャド地域の洪水に頼る不安定な営農を計画灌漑農業に転換することであり、そのためには流域の荒廃を抑制し、植生を回復する以外にない。

流域保全対策として、本プロジェクトはベチベル草またはサクラム草による等高線植栽を最も有効な手段として採用している。ベチベル草の植栽と同時に、輪番放牧の実施が主要なコンポーネントである。従って、地域住民に対するベチベル草植栽、輪番放牧、牧草種子の導入等密接な教育及び住民の協力が必要である。

- (2) これらの流域保全技術は農民自身が容易に実施できるものであり、実施することによって得られる農地の造成、土壌及び水分の保全及び家畜頭数の増加等は流域住民にとっても望ましいものである。従って、本事業実施に際し、流域住民の積極的参加を促す啓蒙教育活動に重点を置くよう勧告する。
- (3) ベチベル草は世銀、ICRISAT等でその耐候性及び流域保全効果が研究、確認された手段であるが、流域に自生するサクラム草も類似の特性を有していると考えられ、サクラム草を含むローカル種の草木の導入の可能性について

検討することを勧告する。

- (4) 本プロジェクトは、大規模または多数の貯水ダム、砂防ダム等を開発手段としない。むしろ、植生の回復を促進して緑化をはかり、土壌流亡を阻止することを目的としており、景観の改善、将来における果樹の導入等も可能である。これら環境保全の点からも、他のヒルトレント地域開発のパイロットとなるべき点からも、積極的に推進すべきプロジェクトである。

#### 9. 2. 2 実施設計及び工事実施に対する勧告

実施設計に際し以下の基礎調査及び資料収集が必要である。

- － 流域内主要河川の表流水及び伏流水などの利用可能水量を調査すること
- － 流域内に自生する植生種の確認調査を行うこと
- － 流域保全対策の実施範囲の決定にあたり、流域内の土地利用形態および農業と牧畜の実態調査を行うこと
- － 流域内の社会経済調査を補足すること

# 付 表





TABLE 2.1 GROSS NATIONAL PRODUCTS

	(Unit: million Rs.)		
	1980/81	1985/86	1989/90
Agriculture	76,399	128,801	196,071
Mining and quarrying	1,053	3,281	5,389
Manufacturing	37,446	75,881	132,296
Construction	11,586	19,052	32,052
Electricity and gas	5,928	10,639	21,935
Transport, storage and communications	23,927	41,196	60,915
Wholesale and retail trade	37,330	72,742	128,976
Banking and insurance	5,549	14,855	21,615
Ownership of dwellings	11,237	23,462	34,126
Public administration and defence	19,257	42,053	69,115
Other services	18,119	34,357	56,859
GDP (factor cost)	247,831	466,319	759,349
Indirect taxes	35,562	58,205	115,825
Subsidies	5,197	9,992	12,722
GDP (market price)	278,196	514,532	32,262
Net factor income from abroad	22,692	41,359	791,611
GNP (factor cost)	270,523	507,678	894,714
GNP (market price)	300,888	555,891	1,048,872
Population (in million)	83.84	97.67	110.36
Per capita income (factor cost, in Rs)	3,227	5,198	7,173
Per capita income (market price, in Rs)	3,589	5,692	8,107

Source: Economic Survey, 1990/91.

TABLE 2.2 SELECTED AGRICULTURAL STATISTICS BY PROVINCE (area in acres) (1/2)

	Pakistan	Punjab	Sind	NWFP	Baluchistan
<b>Number &amp; area of agricultural holdings</b>					
• Agricultural holdings, total	6,059,330	4,066,893	1,037,964	698,147	256,326
• Livestock holdings	1,989,709	1,522,373	243,235	170,235	53,866
• Farms	4,069,621	2,544,520	794,729	527,912	202,460
• Farm area	47,218,215	29,975,097	9,217,998	4,107,178	3,917,942
• Cultivated area	39,248,626	26,341,383	7,822,624	2,625,216	2,459,403
• Net area sown	37,105,339	25,379,703	7,531,229	2,408,116	1,786,291
• Farm area uncultivated	7,969,587	3,633,713	1,395,374	1,481,961	1,458,539
<b>Farm tenure</b>					
• Owner farms	2,226,787	1,384,801	322,879	360,550	158,557
• Owner-cum-tenant farms	789,162	618,089	85,377	72,015	13,681
• Tenant farms	1,053,506	541,543	386,447	95,315	30,201
• Owner farms area	24,533,378	14,883,036	4,350,012	2,388,131	2,912,199
• Owner-cum-tenant farms area	12,395,879	9,333,894	1,528,359	1,102,905	430,721
• Tenant farms area	10,165,428	5,680,960	3,328,266	607,549	548,653
<b>Average size of farms</b>					
• All farms	11.60	11.80	11.60	7.80	19.20
• Owner farms	11.00	10.70	13.50	6.60	18.40
• Owner-cum-tenant farms	15.70	15.10	17.90	15.30	31.50
• Tenant farms	9.60	10.50	8.60	6.40	18.20
<b>Intensities</b>					
• Average land use intensity (%)	89.00	93.00	86.00	79.00	68.00
• Average cropping intensity (%)	122.00	124.00	130.00	121.00	78.00
<b>Irrigation</b>					
Cultivated area actually irrigated by:					
• Any source	28,301,482	19,938,405	6,245,097	1,262,786	855,194
• Canals only	13,646,182	6,840,054	5,644,589	722,883	438,656
• Canals & other sources*	9,834,759	9,359,735	425,628	49,396	n.a.
• Tubewells only	3,370,884	3,036,961	127,978	105,221	100,724
• Wells only	398,788	342,019	8,180	27,623	20,966
• Karezes only	121,568	0	0	0	121,568
• Unspecified sources	929,302	359,592	38,729	357,667	173,314
• Area provided with irrigation facilities but not irrigated**	923,792	573,992	241,513	108,287	n.a.
• Sailaba	1,355,239	440,417	86,943	11,865	816,014
• Barani	8,668,151	5,388,608	1,249,082	1,242,270	788,191
<b>Cropping</b>					
• Cropped area, total	47,769,150	32,556,042	10,131,838	3,166,446	1,914,824
• Irrigated	37,241,926	26,513,602	8,053,826	1,715,472	959,026
• Unirrigated	10,527,224	6,042,440	2,078,012	1,450,974	955,798
• Kharif crops area, total	21,022,292	13,338,947	5,794,605	1,205,215	683,525
• Irrigated	17,412,656	11,770,777	4,601,225	725,157	315,497
• Unirrigated	3,609,636	1,568,170	1,193,380	480,058	368,028
• Rabi crops area, total	26,166,122	18,802,430	4,230,812	1,940,027	1,192,853
• Irrigated	19,255,877	14,333,102	3,346,315	969,726	606,734
• Unirrigated	6,910,245	4,469,328	884,497	970,301	586,119
• Orchard area, total	580,784	414,688	106,435	21,225	38,436
• Irrigated	573,443	409,740	106,307	20,598	36,798

TABLE 2.2 SELECTED AGRICULTURAL STATISTICS BY PROVINCE (area in acres) (2/2)

	Pakistan	Punjab	Sind	NWFP	Baluchistan
• Unirrigated	7,341	4,948	128	627	1,638
Crop acreages					
• Wheat	17,938,235	12,906,484	2,714,977	1,368,335	948,439
• Cotton	5,733,749	4,071,778	1,654,014	7,957	n.a.
• Sugarcane	1,612,056	1,153,487	280,511	177,273	785
• Paddy	5,526,291	3,093,411	2,240,737	48,839	143,304
• Maize	1,344,213	550,916	20,189	761,876	11,232
• Oilseeds	1,213,717	665,639	359,502	79,345	109,231
• Pulses	3,619,305	2,679,795	658,212	259,534	21,764
• Fruits	580,784	414,688	106,435	21,225	38,436
• Fodders	6,724,714	5,660,641	878,841	151,710	33,522
• Vegetables	689,359	326,099	184,281	71,367	107,612
• Other crops	2,786,727	1,033,104	1,034,139	218,985	500,499
Plant protection measures					
• Farms reporting use of ground spray	180,164	96,253	50,088	15,507	18,316
• Area sprayed	1,160,158	772,053	339,222	48,883	n.a.
Use of fertilizers & manures of farms					
• Farms reporting use of both fertilizers & manures	1,243,883	911,210	89,675	225,888	17,110
• Farms reporting use of fertilizers only	1,612,918	1,021,271	494,411	86,687	10,549
• Farms reporting use of manures only	346,037	209,651	11,645	99,339	25,402
Agricultural labor					
• Households reporting permanently hired labor	198,423	159,143	21,069	14,086	4,125
• Number of permanent hired labor	386,752	301,023	52,901	23,617	9,211
• Family workers 10 years or above, total	16,465,251	11,100,391	3,071,302	1,713,741	579,817
• Male	9,447,358	6,216,525	1,760,363	1,054,185	416,285
• Female	7,017,893	4,883,866	1,310,939	659,556	163,532
Use of tractors & tubewells					
• Farms reporting use of tractors	1,455,275	1,018,950	226,733	209,592	n.a.
• Farms reporting use of tubewell water	1,319,680	1,239,049	53,090	27,541	n.a.
Livestock					
• Total number of work animals	6,608,906	4,255,346	1,401,243	536,908	415,409
• Average number of work animals per farm	1.60	1.70	1.80	1.00	2.10
• Number of cattle	14,465,774	9,253,650	2,967,090	1,597,994	647,040
• Number of buffaloes	10,967,688	8,686,920	1,668,554	589,175	23,039
• Number of sheep	11,311,018	6,309,134	1,182,327	662,394	3,157,163
• Number of camels	695,636	357,571	118,917	47,878	171,270
• Number of horses	294,553	220,666	45,610	14,571	13,706
• Number of mules	33,623	27,062	1,884	3,998	679
• Number of donkeys	1,859,467	1,171,763	306,711	201,922	179,071
• Number of poultry birds	30,464,495	17,030,979	6,227,474	5,516,304	1,689,738

Source: Pakistan Census of Agriculture, 1980, Volume III.

Note: \* In the case of Baluchistan, included in unspecified sources. \*\* In the case of Baluchistan, included in Sailaba/Barani area.

TABLE 2.3 AREA, PRODUCTION AND YIELD OF IMPORTANT CROPS, THE PUNJAB (1/2)

	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
WHEAT					
Total area ('000 ha)	5,343	5,574	5,344	5,589	5,668
• Irrigated	4,494	4,714	4,669	4,805	4,908
• Un-irrigated	849	860	675	784	760
Production ('000 tons)	10,432	9,200	9,204	10,517	10,518
• Irrigated	9,486	8,362	8,762	9,741	9,678
• Un-irrigated	946	838	442	776	840
Yield (kgs/ha)	1,952	1,651	1,722	1,882	1,856
• Irrigated	2,111	1,774	1,877	2,027	1,972
• Un-irrigated	1,114	974	655	990	1,105
COTTON (LINT)					
Total area ('000 ha)	1,745	1,863	1,936	2,054	2,036
• Irrigated	1,734	1,858	1,930	2,045	2,027
• Un-irrigated	11	5	6	9	9
Production ('000 bales)	5,701	6,451	7,255	7,275	7,454
Yield (kgs/ha)	556	589	638	603	623
RICE					
Total area ('000 ha)	1,113	1,175	1,085	1,187	1,282
Production (cleaned, '000 tons)	1,478	1,535	1,352	1,367	1,482
Yield (kgs/ha)	1,328	1,306	1,246	1,152	1,156
GRAM					
Total area ('000 ha)	821	860	642	763	816
• Irrigated	78	78	71	72	70
• Un-irrigated	743	782	571	691	746
Production ('000 tons)	440	430	246	294	397
• Irrigated	59	57	50	54	62
• Un-irrigated	381	373	196	240	335
Yield (kgs/ha)	536	500	383	385	487
• Irrigated	756	731	704	750	886
• Un-irrigated	513	477	343	347	449
SUGARCANE					
Total area ('000 ha)	511	487	535	530	501
• Irrigated	505	482	531	525	497
• Un-irrigated	6	5	4	5	4
Production ('000 tons)	16,755	18,478	19,406	19,494	18,683
• Irrigated	16,663	18,383	19,327	19,416	18,612
• Un-irrigated	92	95	79	78	71
Yield (tons/ha)	32.79	37.94	36.27	36.78	37.29
• Irrigated	33.00	38.14	36.40	36.98	37.45
• Un-irrigated	15.33	19.00	19.75	15.60	17.75
MAIZE					
Total area ('000 ha)	339	346	337	346	345
• Irrigated	285	291	282	288	287
• Un-irrigated	54	55	55	58	58
Production ('000 tons)	415	453	405	455	455
• Irrigated	373	408	390	412	408
• Un-irrigated	42	45	15	43	47

TABLE 2.3 AREA, PRODUCTION AND YIELD OF IMPORTANT CROPS, THE PUNJAB (2/2)

	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90
Yield (kgs/ha)	1,224	1,309	1,202	1,315	1,319
• Irrigated	1,309	1,402	1,383	1,431	1,422
• Un-irrigated	778	818	273	741	810
			BAJRA		
Total area ('000 ha)	282	266	255	303	296
• Irrigated	136	134	129	145	148
• Un-irrigated	146	132	126	158	148
Production ('000 tons)	154	149	117	126	127
• Irrigated	93	95	92	96	101
• Un-irrigated	61	54	25	30	26
Yield (kgs/ha)	546	560	459	416	429
• Irrigated	684	709	713	662	682
• Un-irrigated	418	409	198	190	176
			JOWAR		
Total area ('000 ha)	211	237	184	254	239
• Irrigated	96	124	97	103	99
• Un-irrigated	115	113	87	151	140
Production ('000 tons)	120	135	95	129	128
• Irrigated	66	85	66	73	72
• Un-irrigated	54	50	29	56	56
Yield (kgs/ha)	569	570	516	508	536
• Irrigated	688	685	680	709	727
• Un-irrigated	470	442	333	371	400

Source: 1990 Statistical Pocket Book of the Punjab.

TABLE 3.1 AREA DIVIDED BY HEIGHT

Hill Torrent	Total Area	Catchment Area							(Unit: km <sup>2</sup> )
		Pachad		Catchment Area					
		Lower than 500 m	500 m to 1,000 m	1,000 m to 1,500 m	1,500 m to 2,000 m	More than 2,000 m			
KAURA	564	114 (20%)	44 (8%)	268 (48%)	56 (10%)	51 (9%)	31 (5%)		
VEHOWA	2,851	131 (5%)	70 (2%)	491 (17%)	976 (34%)	1,011 (35%)	172 (6%)		
SANGHAR	4,962	82 (2%)	175 (4%)	1,085 (22%)	2,802 (56%)	762 (15%)	56 (1%)		
SORILUND	659	139 (21%)	108 (16%)	361 (55%)	29 (4%)	17 (3%)	5 (1%)		
VIDORE	966	196 (20%)	104 (11%)	394 (41%)	116 (12%)	151 (16%)	5 (1%)		
SAKI SARWAR	317	157 (50%)	98 (31%)	62 (20%)	-	-	-		
MITHAWAN	915	235 (26%)	208 (23%)	236 (26%)	129 (14%)	107 (12%)	-		
KAHA	5,849	363 (6%)	69 (1%)	2,190 (37%)	2,781 (48%)	446 (8%)	-		
CHACHAR	1,032	232 (22%)	139 (13%)	576 (56%)	85 (8%)	-	-		
PITOK	376	136 (36%)	92 (24%)	148 (39%)	-	-	-		
SORI SHUMALI	390	60 (15%)	60 (15%)	269 (69%)	1 (0%)	-	-		
ZANGI	443	43 (10%)	294 (66%)	96 (22%)	10 (2%)	-	-		
SORI JANUBI	1,744	64 (4%)	687 (39%)	986 (57%)	7 (0%)	-	-		
Total	21,068	1,952 (9%)	2,148 (10%)	7,162 (34%)	6,992 (33%)	2,545 (12%)	269 (1%)		

TABLE 3.2 CLIMATOLOGICAL DATA OF THE STUDY AREA

1. Climatological Data at the Plain Area

		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
<b>Temperature(°C)</b>														
Mean	(1)	12.3	14.7	20.4	28.3	32.1	34.6	33.3	32.7	30.0	25.8	19.7	14.6	24.9
Mean Max.	(1)	20.1	22.0	28.1	36.4	39.9	40.8	37.9	37.4	35.8	33.7	28.6	23.0	32.0
Mean Min.	(1)	4.5	7.3	12.7	20.1	24.2	28.4	28.6	28.0	24.1	17.8	10.8	6.1	17.8
Ext. Max.	(1)	24.0	29.0	37.8	48.3	47.8	46.1	43.3	42.8	40.0	38.9	36.0	28.0	48.3
Ext. Min.	(1)	-1.1	0.0	4.0	11.0	13.3	21.1	21.1	22.2	16.7	11.1	4.4	0.0	-1.1
<b>Relative Humidity(%)</b>														
Mean	(2)	70.4	63.7	61.0	48.8	41.2	46.2	62.7	66.3	64.4	61.6	71.1	75.2	61.1
Mean Max.	(2)	84.9	79.2	75.6	63.1	53.2	57.0	72.7	76.3	77.1	77.4	85.8	88.1	74.2
Mean Min.	(2)	41.4	36.4	35.3	26.9	23.9	29.0	46.9	50.1	44.7	38.2	46.3	49.8	39.1
<b>Dew Point(°C)</b>														
Mean	(2)	4.4	5.8	10.5	13.4	21.2	20.0	24.1	24.2	21.2	15.5	11.0	6.7	14.9
<b>Evaporation(mm)</b>														
Mean - Pan	(1)	80.4	99.3	168.6	258.3	325.0	348.6	296.1	268.2	220.7	169.6	111.2	82.7	2,428.7
<b>Sunshine Duration (hrs/day)</b>														
Mean	(2)	7.1	7.3	7.6	9.2	9.4	8.6	8.0	9.1	9.1	8.3	8.0	6.9	8.2
<b>Wind(km/h)</b>														
Prevailing Wind	(3)	N	NNE	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NW	N	N	N	-
Mean Wind Speed	(2)	1.2	1.9	2.3	2.4	2.6	3.3	3.1	2.8	2.3	1.3	1.0	1.0	2.1
<b>Rainfall(mm)</b>														
Mean	(2)	7.7	9.7	18.7	12.5	10.5	16.1	71.0	31.5	14.6	1.6	2.5	1.9	198.3

2. Climatological Data at the Hilly Region

		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
<b>Temperature(°C)</b>														
Mean	(4)	11.0	11.7	17.2	23.7	28.6	31.2	29.3	28.4	26.9	23.3	17.3	12.6	21.8
Mean Max.	(4)	16.2	17.5	23.5	30.1	35.1	37.9	35.3	34.5	33.5	29.9	24.2	18.9	28.1
Mean Min.	(4)	4.0	5.7	11.3	17.2	22.2	24.5	23.8	23.1	20.2	15.4	10.4	5.6	15.3
<b>Relative Humidity(%)</b>														
Mean	(4)	44.5	45.7	44.0	39.4	34.4	39.4	60.1	63.8	53.3	38.7	39.7	46.0	45.8
Mean Max.	(4)	52.1	52.0	52.4	46.8	41.2	48.6	71.4	76.5	66.6	46.7	46.1	53.3	54.5
Mean Min.	(4)	32.6	33.3	30.8	28.9	25.7	28.8	46.2	47.1	35.6	26.9	29.9	34.7	33.4
<b>Dew Point(°C)</b>														
Mean	(4)	-3.7	-2.5	2.4	6.0	8.3	12.9	18.7	18.6	13.7	6.0	0.9	-1.7	6.7
<b>Wind(km/h)</b>														
Mean Wind Speed	(4)	5.9	5.9	5.1	5.6	7.0	5.8	5.2	5.1	4.7	5.2	5.5	5.3	5.5
<b>Rainfall(mm)</b>														
Mean	(4)	11.4	22.1	29.7	30.0	18.1	31.4	105.1	92.2	49.5	6.0	4.9	5.5	405.9

Note (1): Muzaffargarh Station, operated by SURFACE WATER HYDROLOGY, WAPDA

Latitude: 30° 04' Longitude: 71° 12' Elevation of Station Above MSL: 116 m  
Data period: 1970 - 1975, 1977, 1979 - 1980, 9years

(2): Multan Station, operated by METEOROLOGICAL DEPARTMENT

Latitude: 30° 10' Longitude: 71° 25' Elevation of Station Above MSL: 123 m  
Data period: 1971 - 1988, 18years (Relative Humidity, Dew Point, Wind Speed)  
1969 - 1988, 20years (Rainfall)  
1984 - 1991, 8years (Sunshine Duration)

(3): D.G.Khan Station, operated by AGRICULTURAL DEPARTMENT

Latitude: 30° 04' Longitude: 70° 38' Elevation of Station Above MSL: 122 m  
Data period: July 1987 - Aug. 1991, 5years

(4): Barkhan Station, operated by METEOROLOGICAL DEPARTMENT

Latitude: 29° 54' Longitude: 69° 32' Elevation of Station Above MSL: 1113 m  
Data period: 1971 - 1988, 18years (Temperature, Relative Humidity, Dew Point)  
1971 - 1976, 6years (Wind Speed)  
1969 - 1988, 20years (Rainfall)

TABLE 3.3 HILL TORRENT-WISE LAND USE DATA

Hill Torrent	Pachad area		Subtotal (1)	Canal irrigated area (proposed)			Total area (1)+(2)
	Cultivable area	Uncultivable area		Cultivable area	Uncultivable area	Subtotal (2)	
Kaura	11,170	220	11,390	6,140	1,940	8,080	19,470
Vehowa	12,300	800	13,100	13,930	6,390	20,320	33,420
Sanghar	6,680	1,560	8,240	19,090	5,020	24,110	32,350
Sori Lund	12,320	1,540	13,860	3,340	-	3,340	17,200
Vidore	14,198	5,152	19,350	-	-	0	19,350
Sakhi Sarwar	4,190	11,500	15,690	-	-	0	15,690
Mithawan	11,010	12,460	23,470	-	-	0	23,470
Chachar	17,100	6,120	23,220	-	-	0	23,220
Pitok	12,730	900	13,630	24,460	-	24,460	38,090
Sori Shumali	5,970	30	6,000	16,980	-	16,980	22,980
Zangi	1,390	2,910	4,300	7,690	4,430	12,120	16,420
Sori Janubi	3,070	3,470	6,540	13,110	170	13,280	19,820
Total	112,128	46,662	158,790	104,740	17,950	122,690	281,480

TABLE 3.4 HILL TORRENT-WISE LAND CLASSIFICATION (PACHAD AREA)

Hill torrent	Land classification					Total
	1	2	3	4	5	
Kaura	0	8,070	3,100	0	220	11,390
Vehowa	6,360	3,640	2,300	0	800	13,100
Sanghar	6,680	0	0	420	1,140	8,240
Sori Lund	0	12,320	0	930	610	13,860
Vidore	5,250	7,180	1,770	3,590	1,560	19,350
Sakhi Sarwar	0	850	3,340	10,140	1,360	15,690
Mithawan	0	6,870	4,140	10,710	1,750	23,470
Chachar	0	0	17,100	3,740	2,380	23,220
Pitok	0	0	12,730	900	0	13,630
Sori Shumali	0	0	5,970	0	30	6,000
Zangi	0	0	1,390	2,600	310	4,300
Sori Janubi	0	0	3,070	2,620	850	6,540



TABLE 3.5 PRESENT CROPPING PATTERN IN PACHAD AREA

Hill Torrent [CCA]	(Unit: ha, %)								
	Jowar	Bajra	Others	S-total	Weart	Gram	Oilseed	S-total	Total
KAURA [17,310] *	1,619 (9.4)	560 (3.2)	177 (1.0)	2,356 (13.6)	742 (4.3)	298 (1.7)	710 (4.1)	1,750 (10.1)	4,106 (23.7)
VEHOWA [26,230]	2,721 (10.4)	548 (2.1)	591 (2.3)	3,860 (14.7)	4,430 (16.9)	798 (3.0)	1,440 (5.5)	6,668 (25.4)	10,528 (40.1)
SANGHAR [25,770]	4,791 (18.6)	1,176 (4.6)	480 (1.9)	6,447 (25.0)	2,001 (7.8)	1,086 (4.2)	886 (3.4)	3,973 (15.4)	10,420 (40.4)
SORI LUND [15,660]	1,188 (7.6)	573 (3.7)	65 (0.4)	1,826 (11.7)	104 (0.7)	242 (1.5)	5 (0.0)	351 (2.2)	2,177 (13.9)
VIDORE** [13,348]	2,124 (15.9)	313 (2.3)	61 (0.5)	2,498 (18.7)	453 (3.4)	156 (1.2)	58 (0.4)	667 (5.0)	3,165 (23.7)
SAKHI SARWAR [4,190]	47 (1.1)	68 (1.6)	0 (0.0)	115 (2.7)	3 (0.1)	18 (0.4)	3 (0.1)	24 (0.6)	139 (3.3)
MITHAWAN [11,010]	1,074 (9.8)	240 (2.2)	0 (0.0)	1,314 (11.9)	142 (1.3)	274 (2.5)	0 (0.0)	416 (3.8)	1,730 (15.7)
CHACHAR [17,100]	1,515 (8.9)	73 (0.4)	60 (0.4)	1,648 (9.6)	0 (0.0)	24 (0.1)	103 (0.6)	127 (0.7)	1,775 (10.4)
PITOK [0]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SORI SHUMALI [0]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZANGI [9,080]	434 (4.8)	27 (0.3)	30 (0.3)	491 (5.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	38 (0.4)	38 (0.4)	529 (5.8)
SORI JANUBI [16,180]	398 (2.5)	25 (0.2)	27 (0.2)	450 (2.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	35 (0.2)	35 (0.2)	485 (3.0)
TOTAL [152,460]	15,911 (10.4) ***	3,603 (2.4)	1,491 (1.0)	21,005 (13.8)	7,875 (5.2)	2,896 (1.9)	3,278 (2.2)	14,049 (9.2)	35,054 (23.0)

\* [ ] : Cultivable Area

\*\* : cropped Area irrigated by tubewell is excluded.

\*\*\* ( ) : Cropping Intensity (%) = TOTAL/[CCA]\*100

Source : Based on data from Revenue Office and field survey

TABLE 3.6 RESULTS OF FARM SURVEY (1/2)

## (1) HOUSEHOLD AND FARM SIZE

Hill Torrent	Household Members			Farm Size (ha) *			
	Total	Male	Female	Total	Net Sown	Fallow	C.Waste
Kaura	11	6	5	96	34	16	47
Vehowa	9	5	4	51	32	8	19
Sanghar	13	6	7	30	12	10	16
Sori Lund	12	6	6	30	11	4	15
Vidore	13	7	6	16	8	0	8
Sakhi Sarwar	10	6	4	37	9	0	29
Chachar	19	9	10	24	9	1	15
Zangi	10	5	5	15	6	0	9
Sori Janubi	9	5	4	22	7	0	15
Total	106	55	51	321	128	39	173
Average	12	6	6	36	14	4	19

\*: Cultivable Waste

## (2) FARM CONDITIONS

Hill Torrent	Farm Plots			Distance to Farm	
	No.	Size(acre)		(km)	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Kaura	14	3	26	1	4
Vehowa	10	9	56	0	9
Sanghar	8	3	11	1	5
Sori Lund	5	4	18	2	6
Vidore	5	2	8	0.4	2
Sakhi Sarwar	5	1	4	0	4
Chachar	4	6	24	0.4	3
Zangi	5	4	11	3	8
Sori Janubi	5	5	17	3	6
Total	61	37	175	10.8	47
Average	7	4	19	1	5

## (3) CROPPING INTENSITY (%)

Hill Torrent	Total	(Unit: %)						
		Jowar	Bajra	Wheat	Gram	Oilseed	Cotton	Others
Kaura	36	9	3	14	6	2		
Vehowa	52	9	2	23	6	6	4	
Sanghar	36	19	2	1	3	2		
Sori Lund	34	13	4	13	3	5		
Vidore	44	36	1	3		2		
Sakhi Sarwar	23	14	2	5		1		1
Chachar	34	22				12		
Zangi	39	39						
Sori Janubi	33	33						
Total	331	194	14	59	18	30	4	1
Average	37	22	2	7	2	3	0	0

TABLE 3.6 RESULTS OF FARM SURVEY (2/2)

## (4) CROP YIELD

Hill Torrent	(Unit: kg/ha)					
	Jowar	Bajra	Wheat	Gram	Oilseeds	Cotton
Kaura	744	672	858	563	500	
Vehowa	1,236	625	1,756	917	788	500
Sanghar	813		1,186	868	595	
Sori Lund	1,178	1,117	1,644	1,050	975	
Vidore	1,167	1,117	900		940	
Sakhi Sarwar	913	950	950		867	
Chachar	836				863	
Zangi	481	100				
Sori Janubi	650					
Total	8,018	4,581	7,294	3,398	5,528	500
Average	891	764	1,216	850	790	500

## (5) LIVESTOCK

Hill Torrent	(Unit: head)							
	Cattle	Buffaloes	Sheep	Goats	Horses	Donkeys (Mules)	Camels	Poultry
Kaura	6	2	4	6	0.4	0.1	1	6
Vehowa	5	3	4	7	0.1	0.0	0.2	9
Sanghar	6	3	8	7		1	0.2	12
Sori Lund	9	1	25	8	0.4	0.3	1	14
Vidore	6	0.3	1	9	0.1	0.4	0.1	42
Sakhi Sarwar	8	0	18	10	0	0.3	0.4	18
Chachar	13	1	39	18	0.4	2	3	12
Zangi	8	0	11	13	0	1	0.4	10
Sori Janubi	9		39	7	1	2	3	8
Total	70	10.3	149	85	2.4	7.1	9.3	131
Average	8	1	17	9	0	1	1	15

## (6) FARM INPUTS

Hill Torrent	(Unit: kg/ha)						
	Seeds					Fertilizers *	
	Jowar	Bajra	Wheat	Gram	Oilseed	N	P
Kaura	38	18	91	59	8	165	125
Vehowa	48	18	102	81	11	100	62
Sanghar	28	15	92	62	7	165	125
Sori Lund	32	15	97	74	8		
Vidore	31	22	100		6		
Sakhi Sarwar	21	6	31		2		
Chachar	26				9		
Zangi	22	10					
Sori Janubi	18						
Total	264	104	513	276	51		
Average	29	15	86	69	7		

\*: Fertilizers are only used for wheat

TABLE 3.7 LIVESTOCK OF PACHAD AREA

(Unit: head)

	D. G. Khan District	Taunsa Tehsil	D. G. Khan Tehsil	Rajanpur District	Jampur Tehsil	Rajanpur Tehsil*	Total
Buffalo	105,083	11,207	93,876	67,159	30,795	36,364	172,242 (29,000)
Cattle	237,830	109,370	128,460	111,062	39,410	71,652	348,892 (160,000)
Sheep	454,772	238,611	216,161	265,203	98,587	166,616	719,975 (350,000)
Goats	339,713	163,750	175,963	176,542	37,145	139,397	516,255 (260,000)
Camels	20,680	14,369	6,311	8,514	2,599	5,915	29,194 (16,000)
Horses	4,283	1,082	3,201	5,218	1,899	3,319	9,501 (3,000)
Mules	139	29	110	90	31	59	229 (100)
Donkey	24,491	10,035	14,456	12,953	4,717	8,236	37,444 (16,000)
Poultry	434,356	108,403	325,953	278,614	139,489	139,125	712,970 (250,000)

\* Figures for Rojhan Tehsil is included in those for Rajampur Tehsil.

( ): Estimated livestock population in the Study Area

Source: Livestock & Dairy Development

TABLE 3.8 LENGTH OF ROADS (DISTRICT: RAJANPUR) (2/2)  
(MAINTAINED BY HIGHWAY DEPTT:)

NO.	NAME OF ROAD	(Unit: km)		
		FROM km	TO km	TOTAL LENGTH
1	D.G.KAHN - MITHAN KOT ROAD	32.20	129.77	97.57
2	RAJANPUR - KASHMORE ROAD	0.00	103.80	103.80
3	JANPUR - DAJAL ROAD	9.66	22.53	12.87
4	FAZILPUR - HAJIPUR ROAD	0.00	14.49	14.49
5	RAJANPUR - AQILPUR ROAD	0.00	8.05	8.05
6	KOTLA ISAN - SHIKARPUR ROAD	0.00	5.23	5.23
7	DAJAL - CANAL REST HOUSE	0.00	2.21	2.21
8	KOT JONU - KOT TAHIR ROAD	0.00	4.02	4.02
9	MITHAN KOT - WANG ROAD	0.00	4.83	4.83
10	MUHAMMADPUR - RAKH BAGH WALA ROAD	0.00	6.44	6.44
11	MIRANPUR LINK ROAD	0.00	9.65	9.65
12	UMAR KOT LINK ROAD	0.00	8.05	8.05
13	JAMPUR - KOTLA MUGHLAN ROAD	0.00	10.86	10.86
14	JAMPUR - DARKHAST MINAR ROAD	0.00	9.66	9.66
15	BADLI LINK ROAD	0.00	4.83	4.83
16	FAZILPUR MEHREWALA KOTLA SHER MOHAMMAD	0.00	12.88	12.88
17	DAJAL HAJIPUR VIA TIBBI SOLGI ROAD	0.00	8.05	8.05
18	MOHAMMAD - DAJAL VIA TIBBI SOLGI ROAD	0.00	3.22	3.22
19	SHAHWALI - SHAHWALI RAILWAY STATION	0.00	3.22	3.22
20	AQILPUR - BET SAMTRA	0.00	4.83	4.83
21	DAJAL CANAL TO HARRAND ROAD	0.00	19.32	19.32
22	RAJANPUR KASHMORE ROAD TO RAJHAN MARKAZ	0.00	3.22	3.22
TOTAL LENGTH OF ROADS IN THE DIST. ON				357.30

TABLE 3.8 LENGTH OF ROADS (DISTRICT: DERA GHAZI KHAN) (1/2)  
(MAINTAINED BY HIGHWAY DEPTT:)

(Unit: km)				
NO.	NAME OF ROAD	FROM km	TO km	TOTAL LENGTH
1	D.G.KAHN - RAMAK ROAD	0.00	151.30	151.30
2	MUZAFFAR GARH - BEWATA ROAD	33.80	151.60	117.80
3	DAUWALI - VEHOWA ROAD	0.00	19.00	19.00
4	KATHGARH - VEHOWA ROAD	0.00	25.00	25.00
5	LITRI JANUBI - KATHGARH ROAD	0.00	11.70	11.70
6	KOT QAISRANI - DODAK ROAD	0.00	33.80	33.80
7	KOT QAISRANI - MANGROTHA ROAD	0.00	13.70	13.70
8	CHOWKIWALA - BARTH ROAD	0.00	27.50	27.50
9	CEMENT FACTORY ROAD	0.00	24.50	24.50
10	YARU - DRAHMA ROAD	0.00	17.50	17.50
11	D.G.KHAN - YARU ROAD	0.00	8.00	8.00
12	D.G.KHAN - VIDOR ROAD	0.00	9.70	9.70
13	D.G.KHAN - SAMINA ROAD	0.00	9.00	9.00
14	BASTI MUHAMMAD KHAN - MUBARAK WALA ROAD	0.00	19.80	19.80
15	DARAWALA - MAHTAM ROAD	0.00	9.80	9.80
16	KOT CHHUTA - JHOK UTRA ROAD	0.00	8.50	8.50
17	JHOK UTRA - MAHTAM ROAD	0.00	6.80	6.80
18	JHOK UTRA - JHAKAR IMAM ROAD	0.00	6.50	6.50
19	NOTUK MAHMID - SHERU ROAD	0.00	7.20	7.20
20	MANKA CANAL ROAD	0.00	15.00	15.00
21	ISHAMWALA - BASTI KHOSA ROAD	0.00	29.80	29.80
22	BATIL ROAD	0.00	5.60	5.60
23	SHAH SADRUDDIN - YARU ROAD	0.00	15.30	15.30
24	KHARAH - HINGLUM ROAD	0.00	22.70	22.70
25	MANGROTHA - FAZILA KACH ROAD	4.20	27.00	22.80
26	CHOTI - BASTI JUGIANI ROAD	0.00	19.30	19.30
TOTAL LENGTH OF ROADS IN THE DIST. ON				657.60

TABLE 3.9 COST OF FLOOD DAMAGES FOR EACH MAJOR HILL TORRENTS

(Unit: Million R.s.)

Name of Hill Torrent	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	Total
1. Kaura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Vehowa	1.85	-	4.00	12.00	-	2.00	-	2.34	-	-	-	0.30	1.33	0.97	0.12	1.11	0.30	26.32
3. Sanghar	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	3.06	4.91	1.71	0.18	4.65	0.02	14.61
4. Sori Lund	-	-	10.65	2.24	-	-	-	-	-	-	-	0.30	-	1.18	-	0.49	0.50	15.36
5. Vidore	-	-	10.25	2.85	-	-	-	-	-	-	-	0.30	0.50	6.24	-	1.53	0.20	21.87
6. Sakhi Sarwar	-	-	-	6.61	-	-	-	-	-	-	-	-	0.45	0.66	-	0.20	0.20	8.12
7. Mithawan	-	-	(38.38)	(26.91)	-	(66.88)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(132.17)
8. Chachar	-	-	-	-	-	1.14	3.00	-	-	-	0.80	22.69	0.50	23.53	-	0.80	18.57	71.03
9. Pitok	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	-	0.30	-	0.30	0.30	1.10
10. Sori Shumali	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.94	-	11.92	-	0.10	0.20	27.16
11. Zangi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.35	-	22.87	-	0.20	3.98	53.40
12. Sori Janubi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.85	-	11.05	-	-	-	19.90
Total *	1.85	-	24.90	23.70	-	3.14	3.00	2.34	-	-	0.88	76.99	7.69	80.43	0.30	9.38	24.27	258.87

\* Excluding Mithawan

TABLE 5.1 POPULATION STATISTICS IN THE STUDY AREA

Name of Moza	Unit : persons		
	Both Sexes	Male	Female
1. Bela	4,963	2,504	2,459
2. Dalana	1,800	942	858
3. Wahi Kingrani	478	248	230
4. Kochha Wadani	713	357	356
5. Vidore	4,365	2,317	2,048
6. Noor Wah	1,479	757	722
7. Dagat Chit	2,575	1,302	1,273
8. Chhabri Bala Gharbi	4,192	2,183	2,009
9. Choratta Pachadh Shumali	1,925	995	930
10. Choratta Pachadh Janubi	1,708	931	777
11. Gadai Ghabri	10,202	5,369	4,833
12. Chit Sarkani	3,023	1,387	1,636
13. Dalana Khas	870	466	404
14. Rakh Bela	652	359	293
Total	38,945	20,117	18,828
Share (%)	(100)	(51.7)	(48.3)

Source : 1981 District Census Report of D.G.Khan

TABLE 5.2 ESTIMATED POPULATION IN THE STUDY AREA (1981/1991)

	Unit : persons		
	Population of Moza	Share of the Study Area	Population in the Study Area
1. Bela	4,963	100	4,963
2. Dalana	1,800	100	1,800
3. Wahi Kingrani	478	100	478
4. Kochha Wadani	713	42	300
5. Vidore	4,365	100	4,365
6. Noor Wah	1,479	100	1,479
7. Dagat Chit	2,575	33	850
8. Chhabri Bala Gharbi	4,192	18	755
9. Choratta Pachadh Shumali	1,925	65	1,250
10. Choratta Pachadh Janubi	1,708	60	1,025
11. Gadai Ghabri	10,202	36	3,670
12. Chit Sarkani	3,023	11	333
13. Dalana Khas	870	62	540
14. Rakh Bela	652	100	652
Estimated Population 1981 in the Study Area 1991			22,460
			32,500 (*1)
Estimated Population of Canal Irrigated Area 1991			23,900 (*2)

\*1 :  $(1981) \times (1 + 0.0377)_{10}$

\*2 : 56,400 - 32,500

Source : JICA Study Team



TABLE 5.3 MAJOR INDUSTRIES IN TEHSIL D.G.KHAN

Name of Firm	Annual Capacity
<b>A) Textile Industries</b>	
1. Ghazi Textile Mills	
2. Rahim Bakhish Textile Ltd.	12,480-Spdl
3. Al-Hamd Textile Mills Ltd.	12,400-Spdl
4. Arain Textile Mills Ltd.	15,360-Spdl
5. Suleman Textile Mills Ltd.	14,400-Spdl
6. Arain Mills Ltd.	17,280-Spdl
7. Yahya Textile Mills Ltd.	17,280-Spdl
<b>B) Flour Mills Industries</b>	
1. Ghazi Flour Mills	50 M-tons
2. Nasuha Flour Mills	100 M-tons
3. Atta Ullah Flour Mills	100 M-tons
<b>C) Auto Mobile Industries</b>	
1. Al-Ghazi Tractor Co.	15,000 Units
<b>D) Cement Plant Industries</b>	
1. D.G.Khan Cement Co.	
<b>E) Oil Mills Industries</b>	
1. Sardar Oil Mills	20 M-tons
<b>F) Food Industries</b>	
1. Bombino Food Industries	
2. Lungar Sulemani Industries	54 M-Packets
<b>G) Plastic Industries</b>	
1. Plastiman Ltd.	

Source : Assistant Director of Industries, D.G.Khan

TABLE 5.4 NUMBER OF HOUSEHOLDS AND TENURE CLASSIFICATION OF FARMERS

	NAME OF MOZA	CULTIVABLE AREA	HOUSE CULTIVABLE		OWNER	OWNER	TENANT
			HOLD	AREA PER HOUSEHOLD	%	CUM- TENANT %	%
1	BELA *	1,101	560	2.0	52	16	32
2	DALANA PATIZAI	588	142	4.1	45	38	17
3	WAHI KINGRANI	144	62	2.3	59	14	27
4	KOCHHA WADANI	204	63	3.2	59	27	14
5	VIDORE	2,729	674	4.0	53	26	21
6	NORWAR	2,599	412	6.3	49	17	34
7	DAGAR CHIT	672	133	5.1	45	30	25
8	CHABRI BALA GHARBI	588	108	5.4	37	20	43
9	CHORATTA PACHADH SHUMALI	1,944	479	4.1	45	27	28
10	CHORATTA PACHADH JANUBI	384	106	3.6	95	3	2
11	GADAI GHARBI	1,280	548	2.3	49	19	32
12	CHIT SARKANI	152	62	2.5	48	19	33
13	DALANA KHAS KHAS	1,813	620	3.5	50	25	25
TOTAL		14,198*	3,969	3.6	54	21	25

\* MOZA RAKH BELA is included.

\*\* 850 ha of Canal Irrigated Area is included.

TABLE 5.5 SUMMARY OF FARM SURVEY IN THE STUDY AREA

	Minimum	Maximum	Average
<b>1. Farm size (ha)</b>			
Total	2	40	12.7
Net sown area	1	25	5.6
Cultivable waste	1	20	7.2
<b>2. Farm Plots</b>			
Number of farms	2	15	5
Plot size (ha)	0.25	11.2	2.6-8.6
Distance to farm (km)	0	5	0.3-2.0
<b>3. Cropping intensity (%)</b>			
Total	17	75	41
Jowar	0	75	32
Bajra	0	10	1
Wheat	0	33	4
Gram	0	17	2
Oilseeds	0	12	2
<b>4. Seeding rate (kg/ha)</b>			
Jowar	20	33	27
Bajra	20	30	24
Wheat	100	100	100
Gram	20	50	25
Oilseeds	6	8	6
<b>5. Crop yield (kg/ha)</b>			
Jowar	1,000	1,600	1,359
Bajra	1,000	1,300	1,163
Wheat	700	1,800	1,278
Gram	1,400	1,600	1,560
Oilseeds	900	1,600	1,013
<b>6. Livestock</b>			
Cattle	0	12	5.5
Buffaloes	0	3	0.4
Sheep	0	35	4.4
Goats	0	40	10.4
Horses	0	2	0.4
Donkeys	0	2	0.3
Camels	0	4	2
Poultry	0	90	19.5

Source: JICA STUDT TEAM