

3.3.8. 流通

適切な流通組織は、農業生産を増加し、消費者の需要にこたえるための必要条件である。流通組織の要素は、価格、調達、輸送、貯蔵、加工、生産物の等級化、品質制御、商品化等である。

能率的な流通組織の発展は、本計画の事業完成後、出来るだけ早期に計画生産を達成するための主要因の一つである。

1) 流通及び加工

a) 流通経路

イスラマバードの農村部における現在の農産物流通は、十分に組織化されたものではない。主な理由は、低位生産性や自給自足的農家経済に由来する余剰流通量の不足、道路の未整備、共同出荷の困難性、私的・公的流通施設の未整備である。農産物の流通は、通常、仲介人や集落に居住する代理人が取り扱っているため、流通経路が複雑になっている。

マスタープランによる調査結果によると、イスラマバード首都圏の農村部における主要農産物の代表的流通経路は、次の通りである。

作物	:	生産者—集落小売店主—ラウルピンディ市場
畜産物(乳)	:	生産者—都市部消費者
畜産物(肉)	:	生産者—都市部小売商—消費者 生産者—仲買人—屠殺場—市場 生産者—家畜 open market—屠殺場—市場
野菜	:	生産者—open market 及び卸売市場

イスラマバード首都圏の農村部における農産物の需給検討によると、小麦はほとんど農家の主食として消費され流通量は限られている。他方、とうもろこしや豆類の生産はかなりの余剰が推定されるので、重要な換金作物となっている。

UC Sohanや UC Taralai で生産された野菜は ICTのオープン市場や、SECTOR 1- 11 に新設された野菜・果物卸売市場へ出荷される。

野菜小売商への野菜の供給源の概要を知るために、若干の市場調査を調査団メンバーにより、1987年8月実施した。

イスラマバード首都圏の住居区にある主要なマーケット構内に野菜店を構えている数軒の小売店から野菜の供給先を聴取した。

ICT、居住区、主要マーケット内野菜小売店への供給先

野菜	A 店	B 店	C 店	D 店
マーケット	Aab'Paraマーケット	Raraマーケット	Jinnerマーケット	Covered. マーケット
トマト	スワート、NWFP	ペシャワール	小売店主が直接SECTOR	
ナス	ラホール	ラホール	1-11 ICTの野菜・果物	
キュウリ	ラワルピンディ	シャルコット	卸売市場へ仕入れる	
大根	不明	ガイオ・ワラ	行く	
ホーレン草	ラワルピンディ	不明		
ジャガイモ	シャルコット	ガイオ・ワラ		
玉ネギ	クエック	ガイオ・ワラ		
メロン	アフガニスタン	ガイオ・ワラ		

注： A店とB店は、野菜の生産地を、C店とD店は、仕入れ先を述べた。

以上の小売商は、野菜の損耗率についてははっきりした回答をしなかったが、B店主は常連のお客の消費量に見合うだけの適量の生鮮野菜を卸売市場で仕入れていると語った。調査結果によると、イスラマバード首都圏の Sector 1-11に設置されている野菜・果物卸売市場から約30km離れた Pind Begowal 集落のある野菜小売商は、早朝6時ごろ、野菜仕入れのため、卸売市場へ出掛ける。卸売市場から購入された野菜の損耗率は仕入れの一日目は殆ど無いが2日目には30~40%と回答した。

b) 流通施設

農産物の流通を近代化するために、市場委員会 (market committees) が各市場地域に設置されている。イスラマバード首都圏の流通は、パンジャブ州の農産物市場法によって規定された市場委員会のラワルピンディ及び市事務所によって管理されている。この委員会は、重量基準や計量器のような公正な取り引きの確保と、市場全体の発展や快適性を促進するよう要望されている。さらに、この委員会は、標準手数料を徴収する権限をもっている。市場は厳格な入札制度を堅守するよう義務づけられている。

イスラマバード首都圏における流通施設は次のとおりである。

都市部	小売マーケット	金曜、日曜、火曜マーケット
	冷凍貯蔵庫	SECTOR 1-11 の5貯蔵庫
	小売店	都市部における主要なマーケット
農村部	公共屠殺場	大家畜用は Sihala、小家畜用は2ヵ所
	公設市場	設置されていない
	小売店	中心集落の店

イスラマバードの3ヵ所の自由市場(open market)はCDAによって組織されている。これらの自由市場と同様なバサールは、国内の多くの市町で開催されている。これらのマーケットで、生産者は、仲買人を排除して直接生産物を市場へ出荷する有利性がある。

イスラマバード首都圏のSECTOR I-IIには、5ヵ所の冷凍貯蔵庫があり、1981年から1986年にかけて建設されている。これらの貯蔵庫は、腐りやすい果実や野菜を取り扱っており、貯蔵容量は2万クレート(crates, 1クレート=60×30×30cm)2ヵ所、5万クレート3ヵ所である。

貯蔵庫調査によると、現在の貯蔵物品は、りんご、オレンジ、バナナ、なし、桃、ライム、野菜、花等に限られている。調査した1ヵ所の貯蔵庫は、温度を摂氏3度に保ち、果実90%、野菜5%、花5%であった。りんごは、市場価値が高く、10月から翌年の8月までと長期間にわたって貯蔵されている。

c) 加工

農村部における主要な農産物加工施設は、小規模な製粉場と搾油工場である。事業計画地区内には、15ヵ所の製粉場がある。

UC Tarlaiのミルク・プラントを調査したが、現在休業中である。しかし、1986年までは、生鮮乳と長期保存乳を加工していた。

2) 農業生産資材

事業計画地区における農業生産資材の供給システムは、パンジャブ農業開発供給公社(PADSC)とパンジャブ種子公社(PSC)によって行われている。

PADSCは、種子、農薬、農業機械、農具、肥料のような農業生産資材を農家へ分配している。PSCは、小麦、綿、ジャガイモ、水稻の認定種子を供給している。

1984/85年PADSCは、82万9,100トン(成分)の肥料を販売した。そのうち、窒素肥料60万7,600トン(成分)、リン酸肥料20万4,600トン(成分)、加里肥料1万6,900トン(成分)である。このパンジャブ州で売られた総量のうち、わずか1万5,000トン(成分)がラワルピンディ区(Division)に配分された。ラワルピンディとイスラマバードの両郡は、わずか7,000トン(成分)にすぎなかった。

PADSCの統計によると、作物別の在来改良種子の配分は次のように報告されている。

作物別改良種子の配分
(パンジャブ州)

(単位: ton)

年 度	小 麦	とうもろこし	ひよこまめ
1974-75	11,309	336	187
1978-79	22,171	373	224
1979-80	37,547	672	224
1983-84	41,083	1,306	896

- 出典: 1. 1974/75 -1978/79
 パンジャブ農業開発供給公社、種子部、ラホール
 2. 1978/80 -1983/84
 i) パンジャブ種子公社、市場部、ラホール
 ii) パンジャブ農業開発供給公社、種子部、ラホール
 3. Punjab Development Statistics, 1985

PADSC の販売所は、Tarlai, Bharakao, Sihala, Rawat の各 UC に配置されており、事業計画地区内には2ヵ所ある。

PSC は、イスラマバード首都圏内に販売所を持っていないが、PADSC の販売所を通じて認定種子を供給している。以上の4ヵ所の販売所による供給能力を補足するために、PADSC の郡事務所は、自己の施設や私的請負業者を利用して季節移動販売所を設けている。

農業協同組合は、組合員への肥料分配に対して重要な役割を果たしている。組合役員は、各組合員から肥料の必要量を集計し、イスラマバード首都圏の協同組合局に報告する。その後、局は州協同組合銀行に肥料購入のローンを請求する。ローン承認後、公認伝票を入手した組合員は、PADSC の販売所で肥料を購入する。

1986年、NARCの報告によると、生産資材の供給量は、作物種子 259.1トン、野菜種子 1,254 packet, 肥料 4,210袋、農薬 513kg及び 197リットルであった。

1980年の農業センサスによると、ラウルピンディ郡における肥料と農薬の利用は、次表に示すように規模別・種類別に相異している。

ラワルピンディ郡における肥料と農薬の利用

(単位：各利用農家率)

区 分	肥料+堆肥	肥料のみ	堆肥のみ	農 薬
ラワルピンディ郡	27%	17%	38%	1%
1.0ha以下	7	7	53	2
1.0～2.5	21	15	45	1
2.5～5.0	27	22	34	1
5.0～7.5	33	21	32	1
7.5～12.5	38	21	30	0
12.5～25.0	44	13	33	0
25.0～50.0	48	11	29	0
50.0～150.0	43	22	20	0
150.0 ha以上	41	31	13	—

出典：Agricultural Census, 1980

ラワルピンディ郡で使用された諸肥料の量は、1980年の農業センサスによると次表のようである。

重要作物に使用されて肥料の量 (ラワルピンディ郡)

作 物	尿 素	DAP	硝 安	硝 安	過磷酸石灰	その他	計
小 麦	4,507	2,923	969	306	225	186	9,116
水 稻	14	26	—	2	—	—	42
さとうきび	30	10	—	—	—	—	40
綿	75	3	1	1	—	4	84
とうもろこし(穀粒)	1,528	463	311	202	113	10	2,627
タバコ	0	—	—	0	1	—	1
馬鈴薯	1	9	—	0	—	—	10
たまねぎ	4	—	—	—	—	—	4
果 樹	22	19	21	6	2	1	71

出典：1980, Agricultural Census of Punjab Province

3) 生産物及び生産資材の価格

パキスタンでは、供給の保証を通じて自給自足を達成するために、数年前に価格支持機構を取り入れた。政府によって調達と支持価格を管理されている作物は、小麦、米、綿、ひまわり、紅花、大豆である。もちろん、大部分の農産物の価格決定は、政府の干渉を受けていない。

次表は、過去5ヵ年間の卸売価格を示したものである。

卸 売 価 格

作物	市場	単位	1981	1982	1983	1984	1985	備考
小麦	ラワルピンディ	Rs/40kg	66.2	75.8	77.6	84.1	101.1	Maxi Pak
米	"	"	257.2	270.4	274.6	275.0	296.2	BASMATI
米	"	"	111.4	103.1	111.5	118.8	123.0	Irrir
とうもろこし	ラホール	"	81.1	100.7	90.5	95.3	96.9	
ひよこまめ	ラワルピンディ	"	240.1	265.0	210.2	182.2	199.9	Black
Mash	"	"	254.3	209.6	233.1	291.7	293.7	Whole
Mung	"	"	236.0	255.3	264.1	282.2	265.1	Whole
馬鈴薯	ラホール	"	97.9	59.2	66.9	89.7	73.8	Red
たまねぎ	"	"	93.9	66.0	120.1	93.3	55.9	

出典: Agricultural Statistics of Pakistan, 1985

肥料の価格は、輸入価格、関連補助政策、税等に従って、政府により決定されてきた。最新の肥料価格を次表に示す。

パンジャブにおける肥料種類別価格 (1983年6月11日から現在まで)

	1袋当り重量 (kg)	1袋当り価格 (ルピー)
<u>窒素肥料</u>		
燐安	50	59
硫安	40	60
尿素 (大袋)	50	128
<u>磷酸肥料</u>		
過磷酸	50	粉末 37
同上	50	粒状 40
TSP	50	95
<u>加里肥料</u>		
硫酸加里	50	40
<u>複合肥料</u>		
ニトロホスト	50	110
重燐安	50	133

出典: Punjab Agricultural Development & Supplies Corporation, Lahore,
Punjab Development Statistics, 1985, 44頁

ディーゼル深井戸の建設と、ブルドーザー／トラクターの賃借料は、補助を受けている。深井戸1本当り補助金は、バラニ地域では2万ルピーである。トラクターやブルドーザーの補助は、年によって相異している。

3.3.9. 農家経済状況

事業計画地区における農家調査及び農業調査によると、地区の農家の平均経営規模は1戸当り 1.7haで平年作付率は、106%となっている。前述のように地区内では、ソハン (sohan)を中心として一部の集落で野菜の周年栽培が行われているが、全体としては、ラビ期の小麦とカリフ期のとうもろこしを組合せた粗放的な穀類主体の農業が行われている。

農家の年間所得状況

項 目	平均経営規模農家	
1. 耕地面積	1.7	ha
2. 作付延面積		
-ラビ期	0.9	ha
-カリフ期	0.9	ha
計	1.8	ha
3. 粗生産額	7,710	ルピー
4. 生産費	4,180	ルピー
5. 農業純収入	3,530	ルピー
6. 農家所得 *	5,440	ルピー

注： *…… 家族の労働報酬を含む

地区内における年間1人当り生計費の下限が 1,200~1,400 ルピーを推定できるが、世帯員5~6人の平均的な農家の場合、世帯の生計費は 6,000~8,400 ルピーとなり本地区では、農業生産だけで生活を維持して行くことは困難と推定できる。これは、地区の多くの農家がミルクの生産販売を行い、補助的な収入を得ていることから理解できる。

事業地区の年平均所得水準

項 目	事業地区	パキスタン		
		全国 *	パキスタン の農村部 *	パンジャブ 州の農村部 *
1. 全産業の平均所得 (ルピー/戸)	(資料無し)	21,300	18,500	18,300
2. 自作農家の割合 (総農家数=100)	75	81.6	82.0	81.9
3. 自作農家の平均所得 (ルピー/戸)	5,440	20,900	20,700	23,600

出典： *…… "Household Income and Expenditure Survey, 1984-85"
Statistics Division, Govt of Pakistan.

第 4 章 事業計画

第4章 事業計画

4.1. 事業の目的とコンポーネント

4.1.1. 事業の目的

イスラマバード首都圏とパンジャブ州ラワルピンディ地区(Division)の3郡(District-ラワルピンディ、ジェラム、アドック)は、ポトワール高原の大部分を占め、パンジャブ・バラニ地域と呼ばれている。

パンジャブ・バラニ地域は、沖積地と異なり、切り裂かれた凹凸の起伏の激しいがり侵食された地形を有し、かなりの土地が耕作から放棄されてきた。この現象は、雨期の強い雨量による土壌侵食によってもたらされたもので、農業開発の上では土地保全が大きな問題となっている。また、この地帯には深い峡谷と溪流が数多く存在し、この峡谷の間に起伏の多い農地がある。このような高原の特徴が、灌漑農業への転換を制約してきた。

作物はラビー作(冬作)とカリフ作(夏作)に分けられ、前者では小麦、大麦、ヒヨコマメ、レンズマメ、菜種、マスタード等が、後者ではとうもろこし、ソルガム、ミレット、豆類、落花生等が主に作付されている。単位収量は、灌漑農業の場合の半分以下で、降雨の不確実性、特に播種期の農業用水が少なく、収益性の高い作物への転換が困難となっている。また、冬作と夏作間の青刈飼料作物が少なく、畜産振興の妨げとなっている。一般的に地力保全対策から10～30%の休閑地をもち、都市近郊ほどその割合が大きい。

都市の拡大に伴ない、地区の農業は、縮小・自給自足化して、若年男性の都市への流出を中心とした住民の農業離れが進み、農村には婦女子や未熟練男性のみが残っている状態になっている。これらが農業の生産性を低くしている要因となっている。現在の1人当たり所得は年間約1,000ルピー以下で、パキスタン国全国平均の3,600ルピー(1984-85)に比べてはるかに低い。このため、パキスタン国政府はクラング川の水資源開発及び水資源の有効活用により、農業生産の増大、雇用の増大、さらに地域住民の生活水準の向上を図ろうとしている。

4.1.2. 事業計画のコンポーネント

上述の事業目的を達成するための事業計画のコンポーネントは以下の項目から構成されている。

a) 水資源開発

現在、事業計画地区内の農作物栽培のほとんどは、天水に依存したもので、低水準で不安定な農業生産が、地区住民の生活を困窮させる結果となっている。事業計画地区内の唯一の灌漑水源は、ラワルダムの水源（現在ダム下流約 240haに灌漑）と井戸からポンプにより揚水される地下水である。これらいずれの水源もその規模は小さい。

このような状況下において、貯水池の建設によるクラング川の水資源開発は重要かつ緊急な課題である。

b) 灌漑システムの整備

現在、事業計画地区内には、整備された灌漑システムは見られない。このため、貯水池の水源を受益地区内送水するための灌漑システムを設置し、灌漑用水の配分並びに水管理計画の策定が必要である。灌漑水路組織の検討は、計画作付体系に基づく灌漑用水量、灌漑方法を考慮して行う。

c) 流通道路網の整備

灌漑システムの整備により地区内での農業投入産出財の流通量は飛躍的に高まるが、現在の粗な道路網では、これらの物流に大きな支障がある。本地区では、市場において鮮度を要求される野菜作を年間を通じて導入するため、さらに農家の手取収入を拡大・安定させるために、流通道路網の整備は不可欠である。

計画道路網は、主に灌漑用水路の維持管理用道路を延長あるいは連結して整備する。

d) 灌漑農業の導入

水資源の開発、灌漑水路組織の設置と対応させ、以下の項目からなる灌漑農業の導入を図る。

i) 最適な土地利用並びに作付体系を策定し、水資源並びに土地資源の有効利用を図る。

ii) 農業生産及び農家所得の増大を図るため、適切な栽培方法を確立する。

e) 農業支援事業の改善

畑地灌漑農業を推進し、農業生産活動を拡大するためには、次のような農業支援事業が重要かつ必要である。

i) 水利施設の維持管理並びに灌漑用水の配水及び管理を円滑に進めるための集落を単位とした水利組合の設立・支援

ii) 灌漑農業研究・普及システムの確立

4.2. 最適事業規模の検討

4.2.1. 水資源及び水利用計画

1) 現況の利用可能水源

クラング川上流灌漑開発計画における主水源はクラング川であり、補助水源としてクラング川支流の Gumrah kas 川、ソハンナラ川 (Sohan Nala) 等がある。

275.1 km²の流域面積を有するラワルダム地点におけるクラング川の流出解析は、前節 3.2.3. で述べられたようにハロー (Haro) 川流域のカンプール (Khanpur) 地点、ソーン (Soan) 川のチェラー (Cherah) 地点及びシル (Sil) 川のチャハン (Chahan) 地点の観測所の算定流量を基本にして推定した。ラワルダム地点の35年間(1952-1986)の月別流量は資料編表B-44に示す。

平均年流量及び渇水年の年流出量は下記のとおりである。

平均年流出量	:	103.0 MCM (*10)
5年確率渇水年の年流出量	:	78.7 MCM
10年確率渇水年の年流出量	:	69.7 MCM

2) クラング川の水利用計画

ラワルダムは、貯水池運用の初期の段階では約 1,400haの農地に灌漑用水を補給していたが、その後のラワルペンディ市の上水需要の急激な伸びに合わせて、SDO は CDA と PHED の要請によりダムの利用水量の大部分を上水に振り向けてきた。さらにそれらの機関は次表に示すような上水の拡張計画を持っている。

次表に示すように、ラワルダムによる上水需要量は現況では年間 42.0 MCM であり、上水供給の拡張計画の Stage I(*11) では年間 56.2 MCM、Stage II(*12) では年間 66.5 MCM の計画である。

注：*10: ラワルダムの水管理をしている SDOが実測したラワルダムからの放流量、洪水吐からの放流量、さらにラワルダム貯水容量から算出した、ラワルダム地点の年平均流出量(1963-1986年の24年間の平均)は 100.9 MCMとなっている。

*11: PHEDの上水供給拡張容量を 28.0 MGD とする段階

*12: PHEDの上水供給拡張容量を 34.0 MGD とする段階

ラワルダムの月別水需要量

(単位: MCM)

月	上水量供給量			灌漑用水量
	現況	将来計画		
		Stage I	Stage II	
Jan.	2.46	3.40	4.09	0.46
Feb.	2.61	3.61	4.34	0.41
Mar.	2.76	3.83	4.60	0.46
Apr.	3.07	4.25	5.11	0.44
May	3.53	4.89	5.88	0.46
Jun.	3.84	5.31	6.39	0.44
Jul.	3.22	4.46	5.37	0.36
Aug.	3.07	4.25	5.11	0.36
Sep.	3.22	4.46	5.37	0.44
Oct.	3.22	4.46	5.37	0.46
Nov.	3.07	4.25	5.11	0.44
Dec.	2.76	3.83	4.60	0.46
計	36.83	51.00	61.34	5.19

注: 計算の詳細は資料編表 F-2及び表 F-3に示す。

4.2.2. ラワルダムの水収支計算

クラング川の開発可能な水資源量を明らかにするため、ラワルダムからの上水供給量を現況のままとした場合及び将来の拡張計画を実施した場合について、ラワルダムへの流入量を以下の2ケースについて水収支の検討を行った。

ケース I : SDO の実測値から算出したラワルダム流入量による場合。水収支の検討期間は24年間 (1963~1986)。

ケース II : 本調査団がタンクモデル方式により算出したラワルダム流入量による場合。水収支の検討期間は35年間 (1952~1986)。

両ケースの検討の詳細は、資料編 F, Chapter I "Rawal Dam Reservoir Operation Study under Present Conditions (Without K-2 Dam)" に示す。表 4-1は両ケースの検討結果の概要を示す。検討結果から、以下のことが明らかである。

- ラワルダムの流入量は、前者で 100.9 MCM、後者で 103.0 MCMであり、大差は見られない。
- 現況のラワルダムからの無効放流量は約 50 MCM となる。このダムからの無効放流量についても大差はないが、用水の不足の面から見ると、SDO のデータによる前者の場合、Stage-I, Stage-II に用水不足が生ずる結果となっている。

これらの検討結果を踏まえ、ラワルダムの上流に K-2ダムを建設することによってクラング川の水資源の開発計画を策定するに当たっては、次に述べる理由からタンクモデル方式を適用して算出した流出量を採用するのが適当と考える。

- SDO の算出した流出量はラワルダム地点の値であり、K-2 ダム地点の流出量ではない。ラワルダム地点の流出量による比流量を K-2ダム地点に適用して算出することも可能であるが、K-2 ダム流域における平均降雨量が、ラワルダム地点の平均降雨量と比べ年平均で約300 mm多く、降雨分布が異なるため適切な方法と考えられない（資料編表B-39及び表B-40参照）。
- SDO の流出量計算データは、1963年から1986年までの24年間流出量である。しかし、この間の流域平均降雨を見ると1975年の前後では極端に大きく異なる（資料編図B-9 参照）。このため、K-2 ダムの貯水池及び計画受益地区の最適規模の検討を行うためには、より信頼度の高い長期の流出量データが必要である。

したがって、次の項で述べるクラング川の水資源開発計画の策定は、タンクモデル方式の適用による流出量に基づいて検討を行う方針とする。

4.2.3. K-1 及び K-2ダムによる水資源開発計画

本調査に先立って行われた「農村総合開発計画（マスタープラン）」によると、本事業の水資源としてクラング川の上流部にK-1 及び K-2の2ヵ所の貯水池を計画していた。すなわち、K-2 貯水池は主貯水池であり、K-1 貯水池は K-2貯水池からポンプにより供給される用水を一旦溜めて、自然流下により灌漑用水の供給を行う調整地として

いる。しかしながら、本調査の結果 K-2ダムの最低水位（設計堆砂位）は、標高 637m となり、K-2 ダムだけで、自然流下によって 6,600haの灌漑が可能となることが判明した。したがって、K-1 ダムを追加して水頭を確保する建設費及び維持管理上の有利性はなく、以下に示す貯水池規模の検討は、K-2 ダムのみを対象とする。

1) 代替案の検討

前節で述べたように、毎年ラワルダムからかなり多量の余剰水が無効放流されており、この水を水資源として開発することが可能である。ラワルダムの洪水吐から流下する余剰水を有効に利用するために、既設のラワルダムとK-2 ダムの運用方法について、以下に示す2案について比較検討を行った。

Plan I : ラワルダムに無効放流が生じている時のみ、クラング川の水をK-2 ダムを通して灌漑に利用する案、

Plan II : ラワルダムとK-2 ダムを連動させて運用し、クラング川の水をK-2 ダムを通して最大限灌漑に利用する案、

Plan I の場合は、ラワルダムに無効放流が生じている時に限って、クラング川の水を灌漑に利用するためにK-2 貯水池に貯留する計画である。したがって、この案ではラワルダムの上流にK-2 ダムを建設してもラワルダムの現況の操作運用に影響を与えない。K-2 貯水池に貯留された水は、取水施設及びそれに連結した灌漑水路網によりダム下流側の受益地まで送水される。

他方、Plan II はラワルダムとK-2 ダムを連動して運用し、クラング川の水を最大限有効に利用する案である。この案の場合の灌漑水路網は Plan I の場合と同様である。

Plan I 及び Plan II の模式図並びにその長所、短所を図 4-1 に示す。

以上に述べた主水源である K-2 ダムによる水源の他に、クラング川のKc-1及びKc-2 サイト、また Gumrakas 川のGc-2 サイトに建設可能である頭首工により、補助水源が期待出来る。これらの補助水源は、以下に示すように各サイトにおける自己流域からの基底流量であり、この水源の有効利用により、渇水年における灌漑面積の拡大が可能である。

頭首計画地点における基底流量

地 点	河川名	流域面積 (sq. km)	基底流量 (cu. m/sec)
Kc-1	クラング川	24.9	0.62
Kc-2	クラング川	18.0	0.22
Gc-2	Gumrakas	125.0	0.13
計			0.97

2) 水収支の検討

a) 水収支計算の前提条件

K-2 ダム地点の河川流量

K-2 ダムの流域面積は 137.0 km² であり、この地点の平均年及び渇水年における流出量は以下のとおりである。

平均年流出量 : 62.1 MCM
5年確率渇水年の年流出量 : 47.4 MCM
10年確率渇水年の年流出量 : 41.1 MCM

灌漑必要水量

将来の事業計画地区近傍の農産物の需給予測等から策定した計画作付体系に基づき作物消費水量を求め、これに有効雨量及び灌漑効率を加味して灌漑必要水量を求めた。灌漑対象の作付率は142%（作物栽培の作付率は168%）である。

年間灌漑必要水量

項目	平均年	5年確率渇水年	10年確率渇水年
1. 作物消費水量 (mm)	529.3	529.3	529.3
2. 有効雨量 (mm)	308.5	255.1	206.5
3. 灌漑必要水量 (mm)	368.0	457.0	538.0
4. " (MCM/1,000 ha)	3.68	4.57	5.38

注：計算の詳細は後述の4.7.2.に示す。

月別の灌漑必要量は下表のとおりである。

月別灌漑必要水量

(単位：MCM/1,000 ha)

月	2年確率	5年確率	10年確率	月	2年確率	5年確率	10年確率
1月	0.55	0.11	0.69	7月	0.19	0.11	0.20
2月	0.36	0.53	0.81	8月	0.04	0.13	0.12
3月	0.44	0.95	0.81	9月	0.03	0.09	0.05
4月	0.31	0.28	0.67	10月	0.09	0.35	0.26
5月	0.55	0.54	0.50	11月	0.31	0.50	0.50
6月	0.38	0.46	0.50	12月	0.43	0.52	0.27
				合計	3.68	4.57	5.38

K-2 ダム

K-2 ダムはラワルダムの上流約15kmの地点に建設の予定であり、貯水池の地形測量結果に基づいて作成された貯水位～貯水量曲線は図4-5の通りである。K-2ダムの最適な規模を決定するため、下表の代替案について比較検討した。

代替案	常時満水位 (標高)	総貯水量	有効貯水量
Case A	647.0 m	29.4 MCM	18.5 MCM
Case B	645.0	27.4	13.8
Case C	643.0	20.5	9.6

注：Case Aの貯水量は、地形による制限を考慮した最大値である。

b) 水収支計算

Plan I及び Plan IIにおける水収支計算はラワルダムより上水供給の拡張計画案、各作付率における灌漑必要水量及び K-2ダムの貯水容量との組合せた各々のケースについて行った。表 4-3から表 4-8はラワルダム及び K-2ダムの水収支計算へ比較検討結果を示す。

4.2.4. 最適事業規模の策定

以上に述べた各種比較検討結果、事業の最適規模として以下のように策定した。

- ラワルダムからの上水供給には、Stage I及び Stage IIにおいても需要量に不足の生じないことを前提としたため、K-2 ダム計画後においても需要量に不足は生じない。
- クラング川の水資源を有効に利用する観点から判断すると、ラワルダムと K-2ダムを連携させた運用(Plan II)が上水並びに灌漑への用水供給にとっても最良の案と考えられる。
- 上記のPlan IIの運用において、上水への供給が現況案並びに Stage Iの場合には、K-2ダム(ダム規模は、Case A)だけで、6,600 haの灌漑が可能である。このときの用水不足の発生頻度は、35年間で3回となり、その確率は約10年となる。
- 3回の用水不足はラビ作には生じず、カリフ作に発生する。したがって、計画作付率は142% (ラビ作100%、カリフ作42%であるが、35年間の平均作付率は141%ラビ作100%、カリフ作41%)となる。
- 以上に述べた水源の検討結果から見ると、K-2 ダムによる水資源開発によって水源は確保され、頭首工による補助の水源開発は必要ない。
- 上水拡張計画の Stage II案の場合には、K-2 ダムの貯水池規模が Case A(地形上最大規模案)の場合においても、35ヵ年中8回の用水不足が発生することになり(用水不足発生頻度は約4年確率に相当)、灌漑開発計画として適切な計画とは言えない。
- K-2 ダム貯水容量の最適規模の検討については、貯水容量を3ケース(Case A, B, C)想定し、ラワルダムと K-2ダムを連動させて運用する Plan IIの場合について水収支の比較検討を行った。次表はその検討結果を示す。

項 目	Case A	Case B	Case C
・ 総貯水容量 (MCM)	29.4	24.7	20.5
・ 灌漑可能面積 (ha) *	6,600	6,100	4,500
・ 平均年間灌漑水量 (MCM)	25.1	22.9	17.0
・ ダム建設コスト (10 ⁹ Rs) **	400	370	280
・ 水価 (Rs/cu. m) ***	1.54	1.56	1.59

- 注：* ……ラワルダムからの上水供給量を Stage I とし、計画満水年を約1/10年としたときの灌漑可能面積
 ** ……ダム建設コストには用地購入、補償費は含まれない。
 *** ……水価は次式により算出した。

$$\text{水価} = \frac{C \times (1 + 0.4 \times i \times P) \times (A + i) + O/M}{D}$$

- ここに、 C : 建設コスト
 i : 建設利息、7%
 P : 建設期間、4年を想定
 A : 償却率、1/80 = 0.0125
 O/M : 年間の維持管理費、C×0.5%
 D : 年間の灌漑取水量

- 水価からK-2 ダムの最適規模を検討すると、地形上最大の貯水容量(29.4 MCM)とした Case A が最適と考えられる。

以上述べた各種比較検討の結果、事業開発規模は次下のように要約される。

上水供給計画

- 将来拡張案 : 年需要量 51.0 MCM を要する Stage I 計画まで対応可能
 — ダム運用 : ラワルダムとK-2 ダムを連動させた運用

灌漑計画

- 計画灌漑面積 : 6,600 ha
 — K-2 ダムの規模 : 29.4MCM(Case A)
 — 用水路組織 : K-2 ダムからの重力灌漑システム

表 4-1. ラワルダムの水収支状況の計算結果

(unit: MCM)

Case I: Reservoir Operation by SDO Data

Item	Present	Stage-I	Stage-II
Q : Runoff (275.1 sq.km)	100.9	100.9	100.9
q ₁ : H. W Release (Domestic)	7.5	8.3	9.7
Q ₃ : Inflow	93.4	92.6	91.2
Qlk : Reservoir Loss	9.2	9.2	8.7
q ₃ : Left Canal (Irrigation)	35.4	46.6	51.1
q ₂ : Right Canal (Domestic)	48.9	36.8	31.4
Q ₄ : Spillage	0	1.3	5.8
Q ₅ : Shortage Water			

Case II: Reservoir Operation by Tank Model Method

Item	Present	Stage-I	Stage-II
Q : Runoff (275.1 sq.km)	103.0	103.0	103.0
q ₁ : H. W Release (Domestic)	7.5	8.4	10.2
Q ₃ : Inflow	95.5	94.6	92.8
Qlk : Reservoir Loss	9.2	9.1	8.9
R ₂ : Rainfall in Reservoir	7.3	7.3	7.3
q ₃ : Left Canal (Irrigation)	5.2	5.2	5.2
q ₂ : Right Canal (Domestic)	32.6	42.5	50.9
Q ₄ : Spillage	55.9	45.1	35.1
Q ₅ : Shortage Water	0	0	0

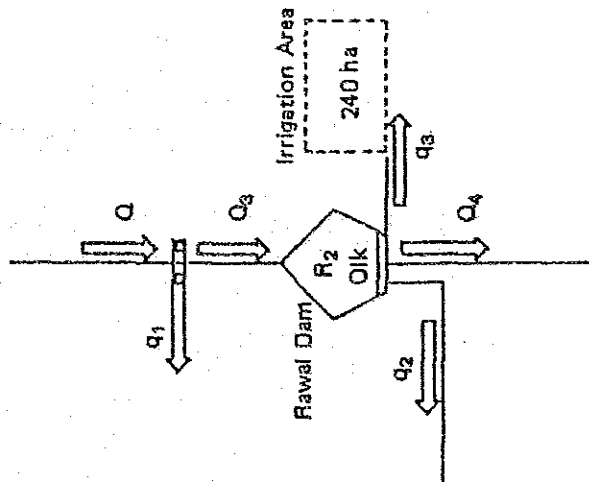


表 4-2. ラワルダムの水収支計算結果 - ケース2 - (1952-86)

Year	Inflow (MCM)	Present			Future Stage I			Future Stage II		
		Released Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (MCM)	Released Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (MCM)	Released Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (MCM)
1952	70.19 *	45.29 **	31.80	0	56.19 **	24.48	0	66.53 **	17.90	0
1953	75.43	45.29	24.66	0	56.19	13.54	0	66.53	3.17	0
1954	99.91	45.29	50.87	0	56.19	39.41	0	66.53	28.76	0
1955	110.12	45.29	58.60	0	56.19	47.96	0	66.53	38.37	0
1956	118.19	45.29	68.05	0	56.19	56.96	0	66.53	46.58	0
1957	98.01	45.29	48.97	0	56.19	36.20	0	66.53	24.06	0
1958	99.20	45.29	50.35	0	56.19	39.36	0	66.53	29.24	0
1959	129.44	45.29	85.29	0	56.19	75.52	0	66.53	66.37	0
1960	62.61	45.29	20.03	0	56.19	11.00	0	66.53	3.09	0
1961	108.46	45.29	54.86	0	56.19	43.48	0	66.53	32.44	0
1962	68.10	45.29	19.08	0	56.19	7.62	0	66.53	0.00	0
1963	107.20	45.29	62.15	0	56.19	52.45	0	66.53	40.56	0
1964	111.27	45.29	69.25	0	56.19	58.42	0	66.53	48.40	0
1965	88.84	45.29	45.89	0	56.19	35.96	0	66.53	26.66	0
1966	85.66	45.29	31.88	0	56.19	19.38	0	66.53	8.58	0
1967	105.45	45.29	54.00	0	56.19	41.19	0	66.53	28.52	0
1968	106.06	45.29	59.59	0	56.19	50.46	0	66.53	43.68	0
1969	57.92	45.29	12.99	0	56.19	1.86	0	66.53	0.00	0
1970	126.69	45.29	79.52	0	56.19	69.00	0	66.53	49.66	0
1971	93.62	45.29	52.03	0	56.19	42.46	0	66.53	33.22	0
1972	59.94	45.29	11.49	0	56.19	6.29	0	66.53	1.58	0
1973	100.79	45.29	50.20	0	56.19	33.43	0	66.53	18.09	0
1974	56.20	45.29	8.87	0	56.19	0.00	0	66.53	0.00	0
1975	98.63	45.29	51.18	0	56.19	38.76	0	66.53	19.10	0
1976	190.87	45.29	144.27	0	56.19	132.91	0	66.53	122.09	0
1977	137.26	45.29	87.78	0	56.19	75.95	0	66.53	64.86	0
1978	150.09	45.29	106.20	0	56.19	95.35	0	66.53	85.83	0
1979	99.99	45.29	55.39	0	56.19	46.32	0	66.53	37.58	0
1980	90.21	45.29	43.08	0	56.19	31.61	0	66.53	20.54	0
1981	126.70	45.29	84.64	0	56.19	74.07	0	66.53	64.16	0
1982	130.39	45.29	79.77	0	56.19	67.52	0	66.53	57.92	0
1983	122.15	45.29	83.64	0	56.19	73.55	0	66.53	62.74	0
1984	103.42	45.29	56.79	0	56.19	46.49	0	66.53	36.32	0
1985	93.44	45.29	40.52	0	56.19	26.86	0	66.53	15.23	0
1986	122.28	45.29	74.22	0	56.19	63.62	0	66.53	52.66	0
Average	102.99	45.29	55.94	0	56.19	45.13	0	66.53	35.08	0

*: Runoff discharge of Kurang River at Rawal Dam having the catchment area of 275.1 sq. km.

** : Total urban domestic water demand is included in the released discharge.

表 4-3. Plan I におけるラワルダム及び K-2ダムの水収支計算結果 -ケース3-

Item	Rawal Dam			K-2 Dam			
	Inflow* Discharge (MCM)	Spilled* Discharge (MCM)	Water*** Shortage (Times)	Covered by Dam (ha)	Covered by Head Works (ha)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (Times)
Dam Size: Case A							
Present	80	46	0	4,900	800	26	4
Future							
Stage I	80	36	0	3,800	800	22	4
Stage II	80	28	0	3,200	800	17	4
Dam Size: Case B							
Present	84	50	0	3,800	800	30	4
Future							
Stage I	83	39	0	2,900	800	25	4
Stage II	84	31	0	2,300	800	21	3
Dam Size: Case C							
Present	88	54	0	2,800	800	34	4
Future							
Stage I	87	43	0	1,900	800	29	4
Stage II	87	34	0	1,500	800	24	2

Note: * : Annual average discharge for 35 years (1952 - 1986)

** : Occurrence time of water shortage during 35 years

*** : Irrigation area covered by three head works depending upon baseflow of the Kurang River and Gumreh Kas.

表 4-4. Plan I におけるラワルダム及び K-2ダムの水収支計算結果(1952-86)

Year	Present Conditions										Future (Stage I) Conditions									
	Rawal Dam					K-2 Dam *					Rawal Dam					K-2 Dam *				
	Inflow Discharge (MCM)	Released Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (MCM)	Inflow Discharge (MCM)	Released Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (MCM)	Inflow Discharge (MCM)	Released Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (MCM)	Inflow Discharge (MCM)	Released Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (MCM)	Inflow Discharge (MCM)	Released Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (MCM)
1952	45.24**	32.63**	19.64	0	42.75	27.54	21.83	0	42.09**	42.49**	10.94	0	42.75**	27.54**	21.83	0	42.75**	27.54**	21.83	0
1953	35.86	32.63	0.00	0	43.87	32.77	8.14	0	32.91	42.49	0.00	0	43.87	32.77	8.14	0	43.87	32.77	8.14	0
1954	66.17	32.63	27.47	0	66.66	27.19	37.11	0	66.66	42.49	0.18	0	66.66	27.19	37.11	0	66.66	27.19	37.11	0
1955	76.71	32.63	39.20	0	79.97	27.01	50.30	8.45	74.01	42.49	26.94	0	79.97	27.01	50.30	8.45	79.97	27.01	50.30	8.45
1956	82.09	32.63	45.93	0	81.68	29.94	49.78	0	78.31	42.49	32.26	0	81.68	29.94	49.78	0	81.68	29.94	49.78	0
1957	75.70	32.63	35.97	0	67.57	15.56	49.46	0	71.76	42.49	19.51	0	67.57	15.56	49.46	0	67.57	15.56	49.46	0
1958	62.01	32.63	25.65	0	66.53	32.07	33.31	0.54	58.93	42.49	12.39	0	66.53	32.07	33.31	0.54	66.53	32.07	33.31	0.54
1959	106.70	32.63	75.40	0	79.13	18.43	60.58	0	102.66	42.49	62.99	0	79.13	18.43	60.58	0	79.13	18.43	60.58	0
1960	53.40	32.63	3.78	0	41.64	29.98	16.53	0	30.26	42.49	1.38	0	41.64	29.98	16.53	0	41.64	29.98	16.53	0
1961	75.76	32.63	34.54	0	69.18	21.81	40.69	0	71.94	42.49	12.16	0	69.18	21.81	40.69	0	69.18	21.81	40.69	0
1962	40.29	32.63	4.71	0	36.66	22.83	12.89	0	37.03	42.49	0.00	0	36.66	22.83	12.89	0	36.66	22.83	12.89	0
1963	77.16	32.63	44.36	0	52.73	25.87	26.67	0	73.79	42.49	23.47	0	52.73	25.87	26.67	0	52.73	25.87	26.67	0
1964	82.01	32.63	53.72	0	63.73	30.16	38.65	0	78.31	42.49	40.17	0	63.73	30.16	38.65	0	63.73	30.16	38.65	0
1965	61.29	32.48	30.22	0	59.66	19.60	36.31	0	57.51	42.49	17.37	0	59.66	19.60	36.31	0	59.66	19.60	36.31	0
1966	56.55	32.63	18.19	0	52.16	28.29	27.24	0	53.20	42.49	0.45	0	52.16	28.29	27.24	0	52.16	28.29	27.24	0
1967	73.93	32.63	34.53	0	65.57	23.68	38.27	0	70.29	42.49	18.51	0	65.57	23.68	38.27	0	65.57	23.68	38.27	0
1968	78.32	32.63	44.40	0	53.45	23.09	29.92	0	74.65	42.49	35.60	0	53.45	23.09	29.92	0	53.45	23.09	29.92	0
1969	27.27	32.63	0.00	0	34.16	27.69	7.66	0	23.81	42.49	0.00	0	34.16	27.69	7.66	0	34.16	27.69	7.66	0
1970	92.64	32.63	53.93	0	68.55	28.54	38.65	0	89.14	42.49	25.65	0	68.55	28.54	38.65	0	68.55	28.54	38.65	0
1971	60.57	32.63	30.98	0	48.83	31.83	19.98	0	56.76	42.49	18.68	0	48.83	31.83	19.98	0	48.83	31.83	19.98	0
1972	30.27	32.63	4.92	0	39.64	19.58	14.16	0	26.91	42.49	0.00	0	39.64	19.58	14.16	0	39.64	19.58	14.16	0
1973	72.22	32.63	25.17	0	63.67	26.77	39.31	0	68.30	42.49	3.02	0	63.67	26.77	39.31	0	63.67	26.77	39.31	0
1974	22.53	32.63	0.00	0	32.72	28.73	2.99	0	19.79	42.49	0.00	0	32.72	28.73	2.99	0	32.72	28.73	2.99	0
1975	66.67	32.63	19.83	0	61.87	29.48	34.01	0	62.65	42.49	0.00	0	61.87	29.48	34.01	0	61.87	29.48	34.01	0
1976	164.18	32.63	130.22	0	112.89	22.38	90.41	0	160.02	42.49	109.63	0	112.89	22.38	90.41	0	112.89	22.38	90.41	0
1977	100.32	32.63	64.05	0	87.01	27.08	54.27	0	96.34	42.49	49.03	0	87.01	27.08	54.27	0	87.01	27.08	54.27	0
1978	122.81	32.63	90.45	0	89.34	24.31	66.20	0	119.30	42.49	77.87	0	89.34	24.31	66.20	0	89.34	24.31	66.20	0
1979	71.90	32.63	40.91	0	57.99	22.00	34.11	0	67.76	42.49	28.96	0	57.99	22.00	34.11	0	57.99	22.00	34.11	0
1980	69.17	32.63	34.57	0	60.14	18.71	43.30	0	65.17	42.49	19.51	0	60.14	18.71	43.30	0	60.14	18.71	43.30	0
1981	107.29	32.63	76.46	0	63.65	19.97	48.45	0	103.05	42.49	62.87	0	63.65	19.97	48.45	0	63.65	19.97	48.45	0
1982	103.19	32.63	66.03	0	66.26	16.59	43.27	0	98.91	42.49	51.82	0	66.26	16.59	43.27	0	66.26	16.59	43.27	0
1983	101.94	32.63	75.20	0	58.11	22.06	42.09	0	97.71	42.49	60.31	0	58.11	22.06	42.09	0	58.11	22.06	42.09	0
1984	66.71	32.63	34.39	0	60.47	30.72	27.98	0	62.84	42.49	21.67	0	60.47	30.72	27.98	0	60.47	30.72	27.98	0
1985	58.82	32.63	17.43	0	55.79	25.86	25.08	2.67	55.75	42.49	0.83	0	55.79	25.86	25.08	2.67	55.79	25.86	25.08	2.67
1986	93.30	32.63	57.77	0	89.80	23.69	65.03	0	89.17	42.49	44.06	0	89.80	23.69	65.03	0	89.80	23.69	65.03	0
Average	73.17	32.63	38.77	0	62.11	25.08	36.42	0.33	69.53	42.49	25.38	0	62.11	25.08	36.42	0.33	62.11	25.08	36.42	0.33

Note: Irrigation Area is based on the following figures:
 K-2 Dam(ha) 4,900 Head Works(ha) 800 Total(ha) 5,700
 Present Conditions 4,900 800
 Stage I Conditions 3,800 800

*: Dam Size: Case A
 **: Urban domestic water diverted by head works located on the upstream of Rawal Dam is subtracted.

表 4-5. Plan II におけるラワルダム及び K-2ダムの水収支計算結果 -ケース I-

Item	Rawal Dam			K-2 Dam				
	Inflow- Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (Times)	Inflow Discharge (MCM)	Covered by Dam (ha)	Covered by Head Works (ha)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (Times)
Dam Size: Case A								
Present	68	33	0	62	6,600	-	31	4
Future								
Stage I	68	24	0	62	5,600	800	35	3
Stage II	77	25	0	62	3,400	800	45	0
Dam Size: Case B								
Present	75	40	0	62	5,100	800	38	4
Future								
Stage I	71	27	0	62	5,100	800	38	4
Stage II	79	27	0	62	3,000	800	47	0
Dam Size: Case C								
Present	81	47	0	62	3,700	800	44	4
Future								
Stage I	78	33	0	62	3,700	800	44	4
Stage II	81	29	0	62	2,600	800	49	0

Note: * : Annual average discharge for 35 years (1952 - 1986)

** : Occurrence time of water shortage during 35 years

*** : Irrigation area covered by three head works depending upon baseflow of the Kurang River and Gumreh Kas.

表 4-6. Plan II におけるラワルダム及び K-2ダムの水収支計算結果 - ケース 2 -

Item	Rawal Dam			K-2 Dam				
	Inflow Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (Times)	Inflow Discharge (MCM)	Covered by Dam (ha)	Irrigation Area Covered by Head Works (ha)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (Times)
Dam Size: Case A								
Present	70	36	0	62	6,600	-	34	4
Future								
Stage I	68	24	0	62	6,200	400	35	3
Stage II	77	25	0	62	3,700	800	45	0
Dam Size: Case B								
Present	75	40	0	62	5,600	800	38	4
Future								
Stage I	71	27	0	62	5,600	800	38	4
Stage II	79	27	0	62	3,200	800	47	0
Dam Size: Case C								
Present	81	47	0	62	4,100	800	44	4
Future								
Stage I	77	33	0	62	4,100	800	44	4
Stage II	81	29	0	62	2,800	800	49	0

Note: * : Annual average discharge for 35 years (1952 - 1986)

** : Occurrence time of water shortage during 35 years

*** : Irrigation area covered by three head works depending upon baseflow of the Kurang River and Gumreh Kas.

表 4-7. Plan II におけるラワルダム及び K-2ダムの水収支計算結果 -ケース 3-

Item	Rawal Dam				K-2 Dam			
	Inflow* Discharge (MCM)	Spilled** Discharge (MCM)	Water*** Shortage (Times)	Inflow Discharge (MCM)	Covered by Dam (ha)	Covered by Head Works (ha)	Spilled Discharge (MCM)	Water Shortage (Times)
Dam Size: Case A								
Present	73	39	0	62	6,600	-	36	3
Future								
Stage I	70	25	0	62	6,600	-	36	3
Stage II	78	25	0	62	4,000	800	46	0
Dam Size: Case B								
Present	76	41	0	62	6,100	500	39	4
Future								
Stage I	72	28	0	62	6,100	500	39	4
Stage II	80	27	0	62	3,500	800	48	0
Dam Size: Case C								
Present	81	47	0	62	4,500	800	45	4
Future								
Stage I	78	34	0	62	4,500	800	45	4
Stage II	82	29	0	62	3,000	800	50	1

Note: *: Annual average discharge for 35 years (1952 - 1986)

** : Occurrence time of water shortage during 35 years

*** : Irrigation area covered by three head works depending upon baseflow of the Kurang River and Gumreh Kas.

表 4-8. Plan II におけるラワルダム及び K-2ダムの水収支計算結果(1952-86)

Year	Present Conditions						Future (Stage I) Conditions								
	Rawal Dam			K-2 Dam *			Rawal Dam			K-2 Dam **					
	Inflow Dis-charge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Short- age (MCM)	Inflow Dis- charge (MCM)	Released Discharge for Irri- gation (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Short- age (MCM)	Inflow Dis- charge (MCM)	Released Discharge (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Short- age (MCM)	Inflow Dis- charge (MCM)	Released Discharge for Irri- gation (MCM)	Spilled Discharge (MCM)	Water Short- age (MCM)
1952	52.51**	32.63**	0	26.17	20.45	12.69	0	51.60**	42.49**	17.53	0	20.76**	15.86**	10.41	0
1953	49.72	32.63	0	24.55	19.65	3.00	4.70	52.50	42.49	4.07	0	14.91	16.61	0.00	2.25
1954	73.09	32.63	0	48.09	20.19	25.47	0	69.95	42.49	23.37	0	38.88	15.66	17.37	0
1955	86.68	32.63	0	53.00	19.05	33.69	7.28	83.42	42.49	34.29	0	48.23	17.98	29.40	2.44
1956	90.54	32.63	0	62.28	22.23	38.83	0	91.82	42.49	44.30	0	50.91	17.24	33.07	0
1957	76.87	32.63	0	49.56	11.55	32.63	0	75.55	42.49	28.49	0	39.08	8.96	25.14	0
1958	69.52	32.63	0	47.73	24.21	22.25	0	71.12	42.49	24.66	0	40.12	18.77	20.09	0
1959	112.31	32.63	0	65.23	13.68	52.30	0	110.90	42.49	70.07	0	61.14	10.61	51.11	0
1960	40.06	32.63	0	22.59	22.26	4.25	0	42.45	42.49	3.37	0	13.69	17.26	1.81	0
1961	82.12	32.63	0	50.75	16.19	28.59	0	80.84	42.49	29.89	0	41.75	12.56	22.64	0
1962	49.17	32.63	0	14.73	16.95	0.00	0	52.57	42.49	5.25	0	7.23	13.14	0.00	0
1963	80.43	32.63	0	37.83	19.20	15.25	0	77.70	42.49	36.54	0	31.57	14.89	10.34	0
1964	90.92	32.63	0	49.78	22.39	33.63	0	88.90	42.49	49.65	0	45.25	17.36	31.29	0
1965	67.04	32.63	0	45.44	14.55	27.84	0	66.51	42.49	26.87	0	35.15	11.28	21.32	0
1966	61.37	32.63	0	33.43	18.04	13.35	0	61.65	42.49	9.69	0	21.58	13.99	6.03	0
1967	79.23	32.63	0	46.84	17.58	24.83	0	79.41	42.49	29.96	0	39.32	13.63	21.81	0
1968	84.27	32.63	0	40.39	17.14	22.82	0	86.46	42.49	42.95	0	51.64	13.29	20.58	0
1969	36.78	32.63	0	17.05	20.56	0.12	0	42.00	42.49	0.36	0	7.56	15.94	0.00	0
1970	98.78	32.63	0	54.18	21.19	30.48	0	91.57	42.49	47.34	0	46.98	16.43	20.29	2
1971	68.21	32.63	0	33.61	23.65	12.40	0	68.67	42.49	30.56	0	26.86	18.33	10.40	0
1972	47.26	32.63	0	13.21	14.53	4.74	0	45.16	42.49	2.71	0	7.99	11.27	1.69	0
1973	68.19	32.63	0	45.37	19.87	16.99	0	69.65	42.49	18.58	0	31.02	15.41	8.40	0
1974	39.87	32.63	0	12.12	21.33	0.00	0	45.08	42.49	0.80	0	2.88	16.54	0.00	0
1975	70.04	32.63	0	39.95	16.09	15.56	5.79	72.04	42.49	27.09	0	28.70	5.44	10.59	11.53
1976	169.66	32.63	0	98.00	16.62	80.99	0	169.03	42.49	125.08	0	87.93	12.89	74.62	0
1977	108.55	32.63	0	67.61	20.10	43.10	0	109.50	42.49	62.34	0	57.94	15.59	38.69	0
1978	127.79	32.63	0	75.86	18.05	57.78	0	127.83	42.49	86.75	0	67.93	14.00	54.15	0
1979	79.60	32.63	0	44.89	16.34	28.71	0	78.99	42.49	38.03	0	38.34	12.67	25.86	0
1980	72.95	32.63	0	43.49	13.89	30.44	0	71.00	42.49	26.51	0	31.82	10.77	21.14	0
1981	110.48	32.63	0	52.64	14.83	40.62	0	109.08	42.49	70.01	0	49.08	11.50	39.98	0
1982	108.20	32.63	0	51.34	12.51	33.35	0	109.52	42.49	60.62	0	40.06	9.55	27.70	0
1983	106.68	32.63	0	47.18	16.38	35.90	0	103.54	42.49	68.44	0	42.62	12.70	32.51	0
1984	76.50	32.63	0	45.53	22.80	22.82	0	77.22	42.49	33.90	0	42.27	17.69	24.59	0
1985	67.80	32.63	0	29.30	16.05	19.23	5.12	64.80	42.49	12.86	0	29.31	15.62	8.66	0.80
1986	99.49	32.63	0	70.39	17.59	51.81	0	99.12	42.49	54.01	0	59.90	13.64	45.26	0
Average	80.08	32.63	0	44.90	18.21	26.19	0.65	79.92	42.49	35.63	0	36.53	14.14	21.91	0.49

Note: Irrigation Area is based on the following figures:

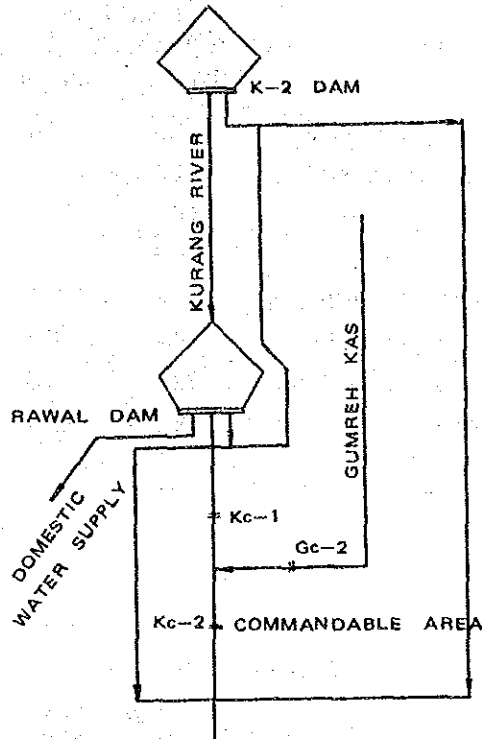
Items	K-2 Dam(ha)	Head Works(ha)	Total(ha)
Present Conditions	6,600	0	6,600
Stage I Conditions	6,600	0	6,600

*: Dam Size: Case A

** : Urban domestic water diverted by head works located on the upstream of Rawal Dam is subtracted.

図 4-1. Plan I 及び Plan II の長所・短所

PLAN I



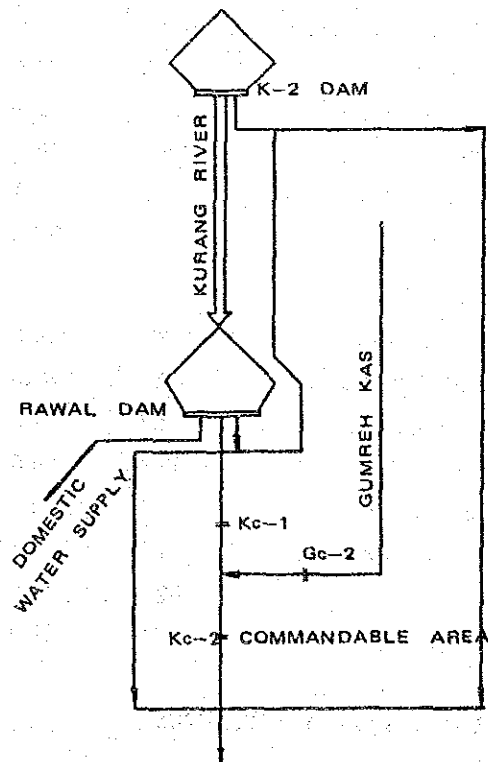
Merit

- No change of present Rawal reservoir behavior

Demerit

- No effective utilization of water resources with spilled discharge from Rawal Dam
- Restriction for expansion of water supply capacity for irrigation and domestic water supply
- No expectation of functional reservoir operation because of independent reservoir operation

PLAN II



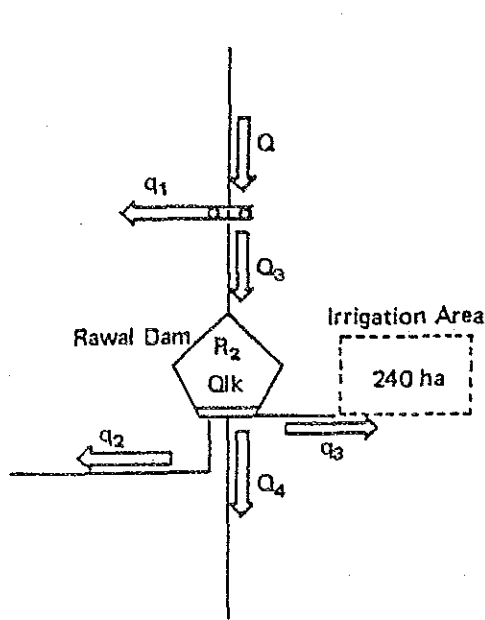
Merit

- More effective utilization of water resources in the Kurang River basin
- Expansion of water supply capacity for irrigation and domestic water supplies
- Functional reservoir operation with the combination of two reservoirs

Demerit

- A little lowering of Rawal reservoir water level in the dry months

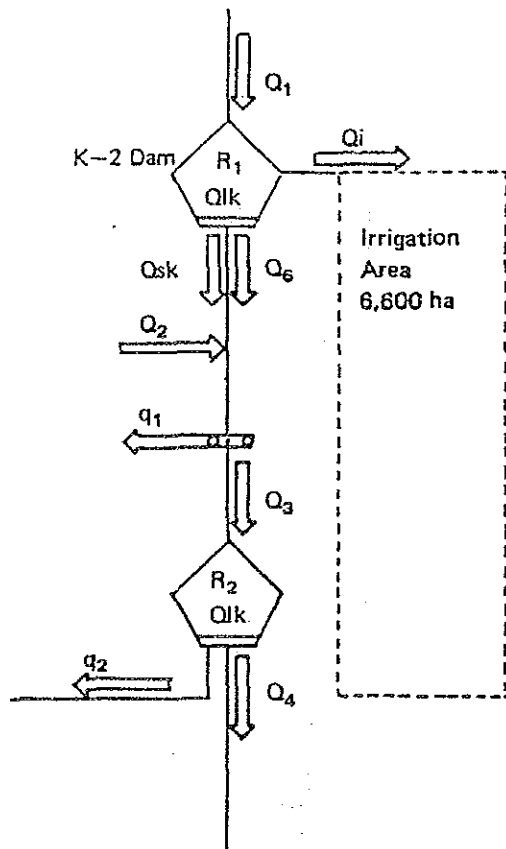
表 4-9. ラワルダムの水源配分状況の検討結果



(unit: MCM)

	Rawal Dam Water Demand	
	Present	Stage I
Q : Runoff (275.1 sq.km)	103.0	103.0
q ₁ : H.W Release (Domestic)	7.5	8.4
Q ₃ : Inflow	95.5	94.6
Qlk : Reservoir Loss	9.2	9.1
R ₂ : Rainfall in Reservoir	7.3	7.3
q ₃ : Left Canal (Irrigation)	5.2	5.2
q ₂ : Right Canal (Domestic)	32.6	42.5
Q ₄ : Spillage	55.9	45.1

表 4-10. ラワルダム及び K-2ダムの水源配分計画



	Rawal Dam Water Demand	
	Present	Stage I
K-2 Dam Operation		
Q ₁ : Inflow (137.0 sq.km)	62.1 *	62.1
Qlk : Reservoir Loss	3.0	2.9
R ₁ : Rainfall in Reservoir	2.4	2.4
Q _i : Irrigation Demand	25.1	25.1
Q ₆ : Release for Rawal Dam	0.0	0.3
Qsk : Spillage	36.4	36.2
Rawal Dam Operation		
Q ₆ + Qsk : Total Release	36.4	36.5
Q ₂ : Runoff (138.1 sq.km)	40.9 *	40.9
q ₁ : H. W Release (Domestic)	4.1	7.9
Q ₃ : Inflow	73.4	69.5
Qlk : Reservoir Loss	9.1	8.9
R ₂ : Rainfall in Reservoir	7.3	7.3
q ₂ : Right Canal	32.6	42.5
Q ₄ : Spillage	38.8	25.4

*: Total runoff at Rawal Dam is estimated at 103.0 MCM

4.3. 計画受益地区の選定

本事業における受益地区は、クラング川及びグムラカス川兩岸にひらけた地区であり、現在これらの大部分の耕地は灌漑用水を天水に依存している。なお、一部の地区は地形上の制約や資金、または労働力の不足のため荒地として放置されている。

計画受益地区は、K-2 ダムから重力灌漑が可能な地区とし、地形、土壌条件及び土壌保全の観点からみた現在の土地状況等を考慮し、縮尺約2万 1,100分の1地形図をもとに現地調査を行い選定した。

計画地区の面積算定は、上記の地形図を利用し、プランニメーターで求積した。全体の計画面積は1万2,900 haであり、このうち受益の灌漑地区は、以下に示すように全体で6,600 haである。受益地区は地形上から、上流・下流地区に区分でき、それぞれの面積は3,790 ha及び2,810 haである。

計画地区内の灌漑受益地区

(単位：ha)

項 目	上流地区	下流地区	計
灌漑受益地区	3,790	2,810	6,600
荒地	2,440	940	3,380
山及び丘陵地	1,340	210	1,550
河川、道路、集落等	730	640	1,370
計	8,300	4,600	12,900

4.4. 土地利用計画

4.4.1. 土地利用計画の基本方針

本事業計画地区は、バラニ地域として農業生産上不利な気象条件下にあり、また都市近郊地区として労働力の流出や所得格差などの様々な問題を抱えている。一方、隣接するイスラマバード首都圏及びラワルピンディ市における生鮮農畜産物の需要は高く、本地区は、特に野菜、果物そしてミルクの供給地の1つとして重要な位置を占めている。

そこで、本灌漑農業地区における土地利用計画は、次のような基本方針の基に策定する。

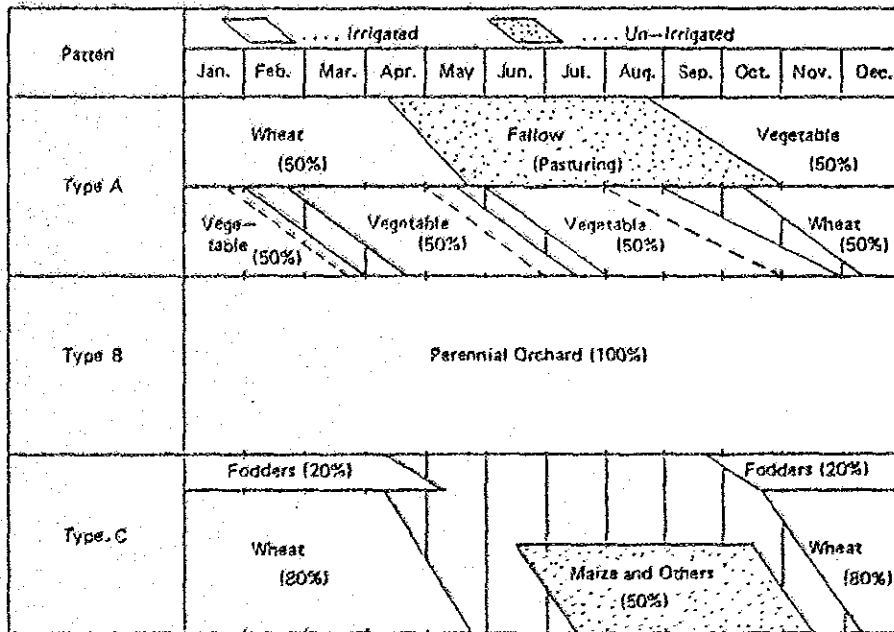
- 不安定で低水準の農業所得の改善のために、限られた水資源を多くの農家が利用できるように、灌漑対象地を重力灌漑の可能な限り広く取り込む。
- 灌漑対象地における土壌及び傾斜区分、現在の土地利用状況そして作物の栽培条件から、地区内における作物の奨励区分を行う。
- 灌漑の対象とならない荒地は、採草放牧地として利用することにより牧畜を奨励し、一方で土壌の侵食防止を図る。

4.4.2. 土地利用計画

現在地区内では、ラビ作の小麦及びカリフ作のとうもろこしと豆類を中心とした作物栽培が行われている。地区内農家の現在の営農類型と将来希望、労働力の保有状況そして地区と隣接するイスラマバード及びラワルピンディ市における野菜、果物、ミルクに関する高い需要を考慮して地区農家の計画営農類型を野菜と穀類（タイプA）、果樹と家畜（タイプB）、穀類と家畜（タイプC）の3タイプについて設定した。

本地区は、山や荒地の散在する傾斜地の上流部と山の少ない緩傾斜地の下流部とに大きく分けられる。灌漑農業に関する標本農家の調査によると、上流部と下流部では導入作物について異なった意向が見られる。すなわち山がちな上流部ではタイプCを、平坦な下流部ではタイプAとCを中心とした作物を導入する意向がある。

営農類型別計画作付体系



導入作物に関する農家の意向

	面積	地形	導入作物体系 (%)		
			タイプA	タイプB	タイプC
上流部	50%	傾斜地	15~35	5~15	80~50
下流部	50%	緩傾斜地	50~70	1~5	49~25

出典: "Farm Survey" 1987, JICA Survey Team

地区内を土壌、地形及び気象条件から、3営農類型の適性区分を行うと、6,600 haの耕地は、タイプAが3,300ha (50%)、タイプBが700ha (10%)、タイプCが2,600ha (40%)となる。3営農類型別に区分された地帯を将来的に固定して考えることは困難であるが、作物栽培の適性と経済性も併せて考慮すると、営農類型別にそれぞれ重点振興地帯とするのが適切である(図4-2及び4-3参照)。

しかしながら、営農類型のタイプAは野菜を中心としており、穀類と畜産を組み合わせたタイプCに比べ高収入を期待できるため、地区内集落間と農家間の所得均衡を図る上から、可能な限りすべての受益集落の周辺で野菜作の振興を行うこととする。したがって、集落から離れた農地の利用は、A、B、C3タイプの営農類型の適性区分に沿ったものとする。

图 4-2. 農業生産振興区分

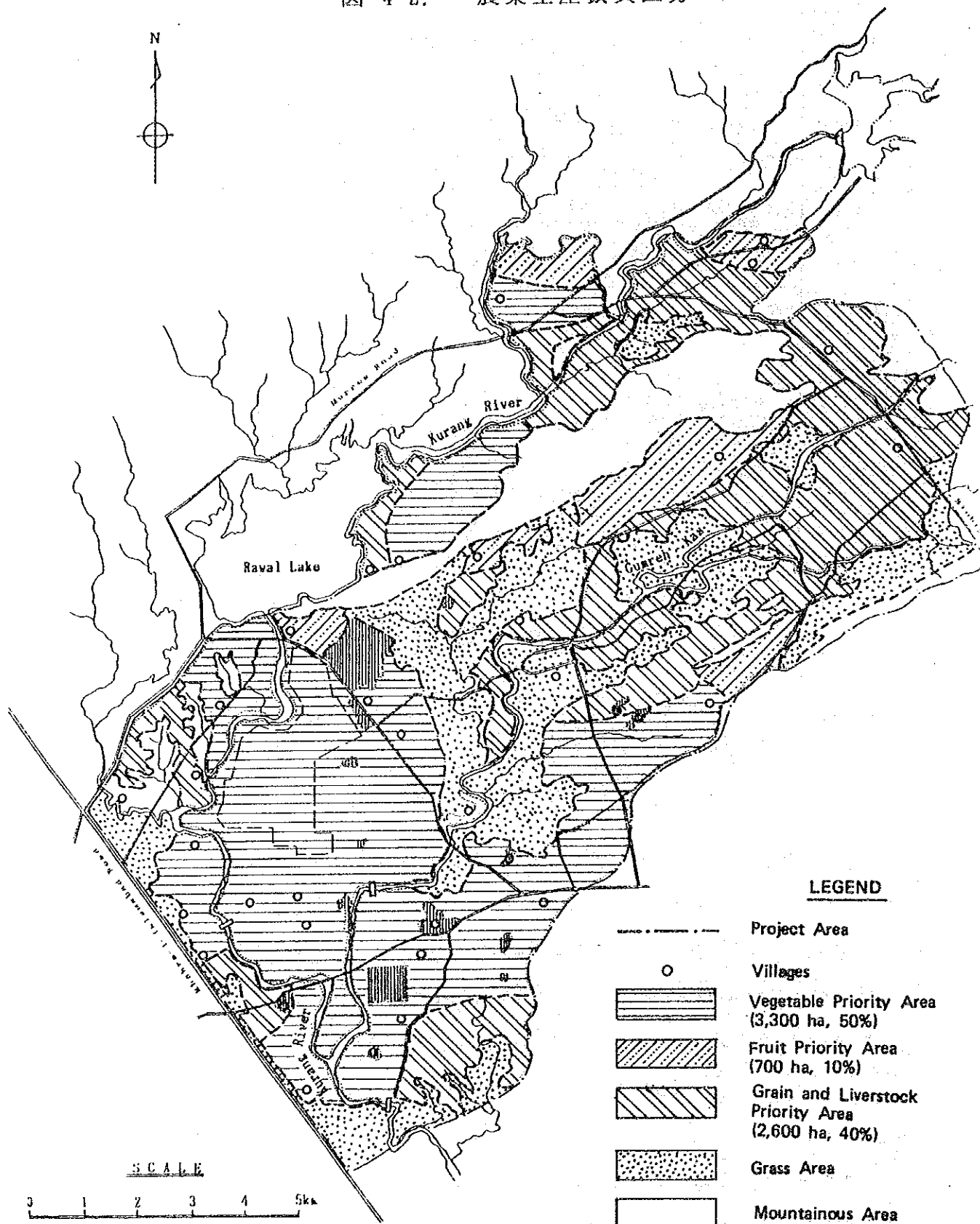
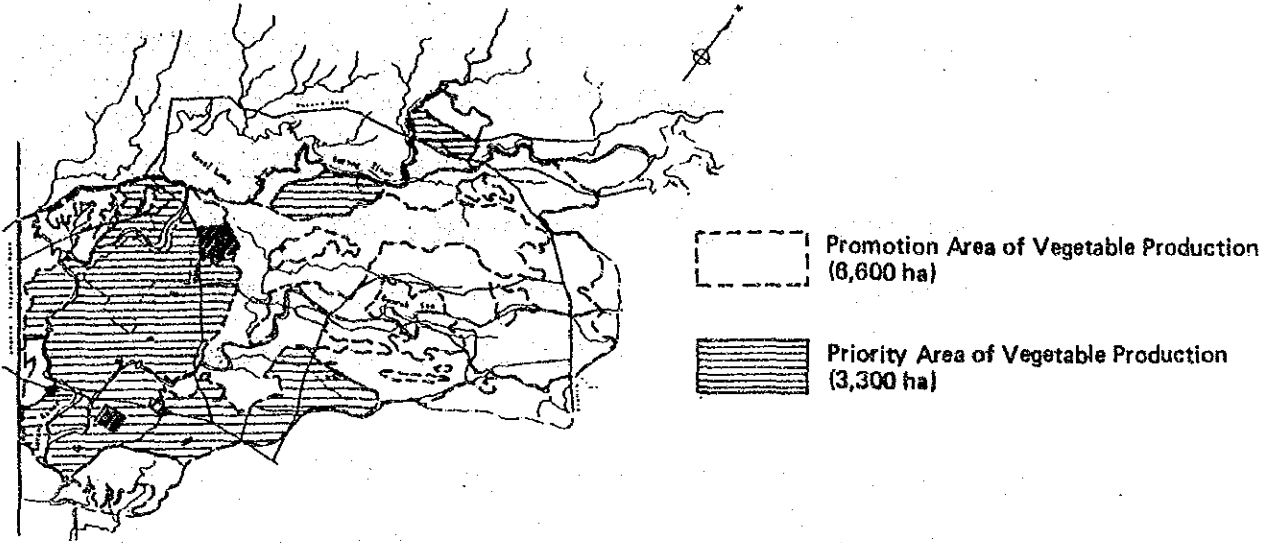
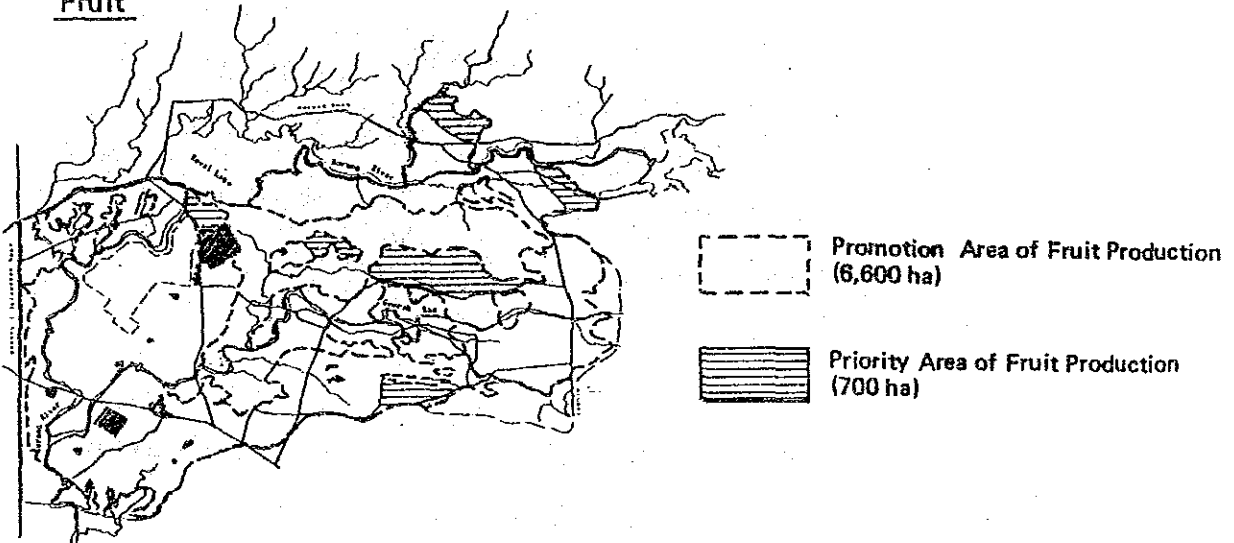


图 4-3. 農業振興地区

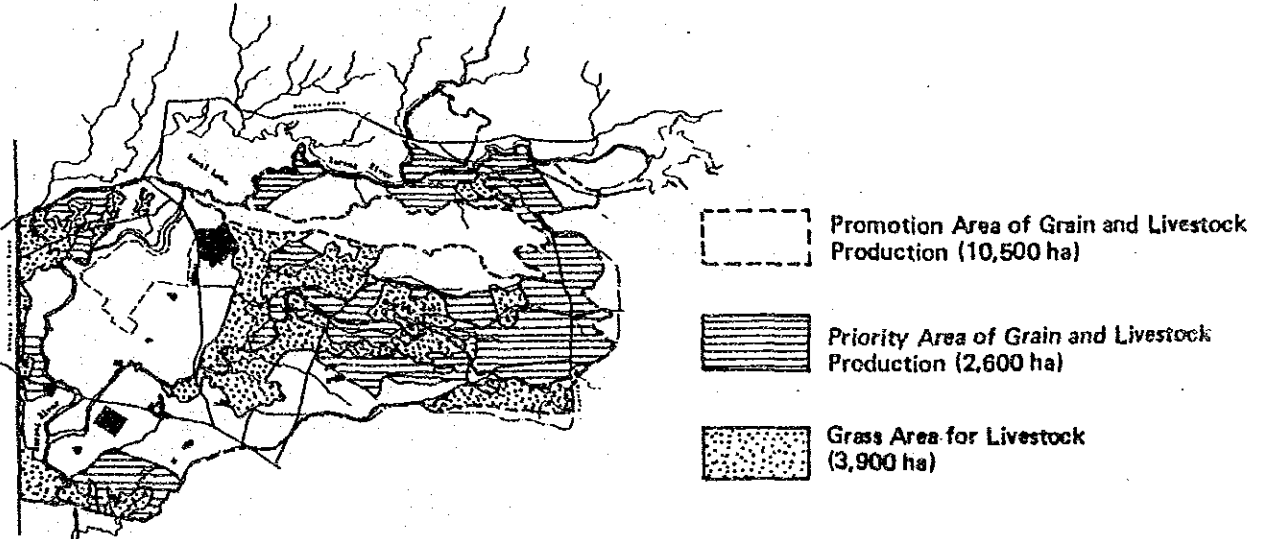
Vegetable



Fruit



Grain and Livestock



4.5. 水源計画

4.5.1. ラワルダム地点の余剰水

4.2. “最適事業規模の検討”の項で述べたように、クラング川上流灌漑開発計画の水資源は、クラング川とその支流の流量である。

1952年から1986年までの35年間のクラング川の流出解析結果によると、クラング川のラワルダム地点（流域面積 275.1km²）の平均年流出量は、103.0 MCM であり、その54%に相当する約 55.9 MCM の流量が、ラワルダムの余水吐から無効に放流されている。

したがって、上流に K-2ダムを建設することによって、この無効放流量を有効に利用できる。

次表は、ラワルダムサイトにおける現況河川流量を示す。

ラワルダムサイトにおける河川流量

項 目	河川流量
流域面積 (sq. km)	275.1
平均年流出量 (MCM)	103.0
確率年流出量 (MCM)	
1/5 年確率	78.7
1/10 年確率	69.7
平均無効放流量	55.9

4.5.2. K-2 ダム地点の利用可能水源

クラング川の K-2ダム地点（流域面積 137.1km²）の平均年流出量は、下表に示すように 62.1 MCM であり、ラワルダム地点流出量の約60%である。

K-2 ダムサイトにおける河川流量

項 目	河川流量
流域面積 (sq. km)	137.0
平均年流出量 (MCM)	62.1
確率年流出量 (MCM)	
1/5 年確率	47.4
1/10 年確率	41.1

4.6. 貯水池運用計画

4.6.1. ダム及び貯水池の主要諸元

1) ラワルダム

貯水容量 58.6 MCM (常時満水位標高534.4 m)をもつラワルダムは、1962年に WAPDA により建設され、今日ラワルピンディ市への上水並びにクラング川左岸の一部の地区への灌漑用水供給の水源として重要な機能を果たしている。しかしながら、建設以来の年々の堆砂により貯水池容量は減少し、図 4-4に示されるように、1977年(建設後15年目)における貯水池容量は 48.7 MCM となっている。

このラワルダム地点における利用可能水源量の検討、貯水池の貯水容量そして貯水位の期別変化を検討するため、以下に示すような条件で 1952 年から 1986 年までの35年間について貯水池の水収支の検討を行った。ダム及び貯水池の主要諸元は以下のとおりである。

貯水池諸元 (図 4-4参照)	
貯水容量(Net)	: 47.0 MCM (48.7-1.7 MCMC)
常時満水位	: 534.4 m
最低水位	: 520.9 m
水需要量	
現況	: 36.7 MCM/年
拡張計画 I (Stage I)	: 51.0 MCM/年
" II (Stage II)	: 61.1 MCM/年
貯水池からの損失水量	: 水面からの蒸発量 + 浸透ロス

2) K-2 ダム

K-2 ダムは、クラング川の水資源の有効利用を図るため、ラワルダムの上流約15kmの地点に建設の計画である。

K-2 ダムの水収支計算は、K-2 ダムの最適容量、計画灌漑可能面積及びラワルダムからラワルピンディ市への上水供給拡張計画の妥当な規模等を明らかにするため、以下に示す種々の条件を組み合わせたケースについて行った。

— K-2 ダム及びラワルダムの操作運用計画

Plan I と Plan II

詳細は、4.6.2.「貯水池運用計算の手順」で述べる。

- 灌漑必要水量
 - Case 1 : 作付率 166%
 - Case 2 : 作付率 154%
 - Case 3 : 作付率 142%

- K-2 ダム容量		<u>総貯水容量</u>	<u>有効貯水容量</u>
○ Case A :		29.4 MCM	18.5 MCM
○ Case B :		24.7 MCM	13.8 MCM
○ Case C :		20.5 MCM	9.6 MCM

注: K-2 ダムの H-V, H-A 曲線を図 4-5 に示す。

- 灌漑システム : 図 4-9 参照
- 貯水池からの損失水量 : 水面からの蒸発散量 + 浸透ロス

4.6 2. 貯水池運用計算の手順

1) 貯水池運用代替案

受益地区 6,600ha の灌漑用水源の検討を行うためには、ラワルピンディ市の上水の水源となっているラワルダムの運用と合わせて検討する必要がある。したがって、K-2 ダムの貯水池運用計画の検討は、以下に述べる 2 案について行う。

Plan I : ラワルダムと K-2 ダムを連動運用しない案

ラワルダムに無効放流が生じている時のみ、K-2 ダム地点での流出量を貯水池に貯留し、6,600 ha の灌漑に放流する計画である。このため、ラワルダムからの上水への放流計画には影響を与えない。しかしながら、K-2 ダムの利用可能水源はラワルダムが満水となる雨期のみしか得られず、水資源の有効利用を図る上では最適な運用計画とは言えない。

Plan II : ラワルダムと K-2 ダムを連動運用する案

ラワルダムと K-2 ダムを連結して運用し、クラング川の水源を K-2 ダムに貯留して灌漑の目的のために最大限有効に利用する計画である。この案の場合、ラワルダムの上流に位置する K-2 ダムに出来る限り河川流量を貯留する。ラワルダムの必要水量は K-2 ダムより下流のラワルダムの自己

流域からの流出量で対応し、水源の補給が必要な時には K-2ダムから補給する。このことから、この案はクラング川の水資源の有効利用を図る観点から適切な運用計画と言えよう。

2) 貯水池運用計算方法及び手順

Plan I 及び Plan II の各ケースにおける貯水池運用計算の方法及び手順を以下に示す。

a) Plan I

ラワルダム

流入量：ラワルダムへの流入量は、K-2ダムからの無効放流量と K-2ダム下流のラワルダム自己流域からの流出量の合計から、ラワルピンディへの上水の頭首工取水量を差し引いた流量に相当する。

放流量：ラワルダム右岸取水口から取水されるラワルピンディへの上水の供給量と、ラワルダム洪水吐からの無効放流量の和に相当する。

水収支：ダムの有効貯水量と上述の流入量を加え、貯水池内の損失水量を差し引いた値を利用可能水量とし、この値から上水への供給量を差し引いて、水需要量の不足量また洪水吐からの無効放流量を算定する。ここで、貯水池内の損失水量はダムからの浸透損失と湖面損失を考慮した。浸透損失は各時期の有効貯水量の2%、湖面損失は湖水面積に対して計器蒸発量の70%から降水量を差し引いた値を乗じた値とした。

K-2 ダム

流入量：ラワルダムの全流域(CA = 275.1 km²)からの河川流出量と上水への供給量により水収支の検討をし、ラワルダムからの無効放流量を算出する。この無効放流量の範囲内で K-2ダムで、K-2ダムへの流入量を貯留する。貯留量以上の流入量は洪水吐から無効放流される。

放流量：K-2ダムからの放流は、取水口からの灌漑用水の放流量と上述の洪水吐からの無効放流量に相当する。

水収支：ダムの有効貯水量と取水可能時の河川流入量からダムの損失水量を差し引いた値を有効利用量とし、この値から灌漑放流量を差し引いて、水需要

量の不足量及び無効放流量を算定する。ここで、ダムからの損失水量はラワルダムと同様とした。

b) Plan II

ラワルダム

流入量：ラワルダムへの流入量は、K-2 ダムからの上水用の放流量、無効放流量、さらに K-2ダム下流のラワルダム自己流域からの流出量の合計からラワルピンディへの上水の頭首工取水量を差し引いた流量に相当する。

放流量：Plan I に同じ

水収支：Plan I に同じ

K-2 ダム

流入量：K-2 ダムの流域 (CA=137.0sq. km) からの流出量、

放流量：K-2 ダムから灌漑用水の放流量、クラング川へのラワルダム補給量及び K-2 ダムからの無効放流量の合計に相当する。この内、灌漑用水の放流量とラワルダムへの補給量の関係では、ラワルダムへの補給を優先放流させる。

水収支：K-2 ダムより下流のラワルダムの自己流域からの流出量のみで、ラワルダムを運用させた時のラワルダムの水需要量の不足量を算定し、この量を K-2ダムから河川へ放流しラワルダムへ補給する。一方、ラワルダムの利用可能水量は、ダムの有効貯水量とダムへの流入量の和から損失水量 (損失水量はPlan I と同じ) を差し引いた値に相当する。以上に述べた K-2ダムの利用可能水量からラワルダムへの補給量と灌漑用水の放流量を差し引き、水需要量の不足量及びダムからの無効放流量を算定する。

4.6.3. 貯水池の運用計画

1) ラワルダムの運用計画

ラワルダム貯水池の運用計画は、上述の諸元に基づいて、35年間の水収支の検討を行った。検討結果を表 4-4及び表 4-8に示す。以下に Plan II の概要を示す。

ラワルダムの水収支解析結果 (K-2ダム計画後)

項 目		水 需 要 量		
		現 況	将来拡張計画	
			Stage I	Stage II
年平均流入量	(MCM) *	103.0 (73.2)	103.0 (69.5)	103.0 (77.7)
年平均放流量	(MCM) **	37.8 (32.6)	47.7 (42.5)	56.1 (50.9)
年平均無効放流量	(MCM)	38.8	25.4	25.3
水不足が生じた回数 (年)		0	0	0

注: * … () 内の数値は、K-2ダムの河川放流量とラワルダム上流の区間流入量から、ラワルダム上流で上水の給水に取水した水量を差し引いた流入量である。

** … () 内の数値は現況の灌漑への放流量を除いたラワルダムの実際の放流量を示す。

上記の表に見られるように、ラワルダムは K-2ダムからの補給を得て、上水の将来の拡張計画、Stage I (年平均需要量 42.5MCM) 及び Stage II (年平均需要量 50.9MCM) に対応出来るが、灌漑計画の立場から見ると、Stage II の場合 K-2ダムは灌漑用の貯水池としての機能を果たさず、適切とは言えない。これはラワルダムの上梓の需要が過度に大きいからである。

2) K-2ダムの運用計画

K-2ダムの貯水池の運用計画についても、上述の各項の条件に基づいて、ダムの水収支計算を行った。計算結果を表 4-4及び表 4-8に示す。検討結果から、K-2ダムの最適規模、計画灌漑可能面積及び上水供給拡張計画の規模は、以下のように計画される。

- ダム運用計画 : Plan II
- K-2ダム容量 : Case A (総貯水容量 29.4 MCM)
- 灌漑計画
 - ・ 計画灌漑面積 : 6,600 ha (計画確率年: 1/10)
 - ・ 計画作付率 : 142 %
 - ・ 平均作付率 : 141 %
- ラワルダムからの上水供給拡張計画 : Stage I
- 灌漑用水組織 : K-2ダムからの重力灌漑

図 4-6及び図 4-7は、上記のPlan IIの貯水池運用計画案におけるラワルダム及び K-2ダムにおける水収支計算結果を図示したものである。

4.6.4. 貯水池の運用規定

ラワルダム及び K-2ダムの貯水池運用規定は以下のように提案する。

1) ラワルダム

- ラワルダムの流入量は、K-2ダムの河川放流量と K-2ダムより下流域（流域面積 138.1km²）の流出量から上水の頭首工必要水量(Kurang head work, Shahdara head work 及び Nurpur Head Work)を取水した残水とする。
- ラワルダムからの放流量は、ラワルピンディ市街地へ上水供給量の 42.5 MCM（上水の将来拡張計画 Stage I に相当）のみを対象とし、現在ラワルダム左岸水路で NARC の農場、CDA の苗床及び一部個人農場へ灌漑している灌漑用水量 5.2 MCM は、K-2ダム掛りの計画用水路網で供給する。
- ラワルダムの貯水池標高は、計画高水位である 534.4m から計画低水位の 520.9 m の間で運用されるが、計画低水位の 520.9m を下廻ると予想されるときは、上水の必要水量を確保するため、K-2ダムからクラング川への放流を要求する。

2) K-2 ダム

- K-2ダムへの流入量は、K-2ダムの自己流域 137.0 sq. km からの河川流量である。
- K-2ダムからの放流量は、計画灌漑面積 6,600ha の灌漑用水量の放流が主目的であるが、ラワルダム管理事務所からの放流要請に従った放流も行い、ラワルダムへの補給水としても利用する。ラワルダムへの補給と灌漑用水補給では前者を優先させる。
- K-2ダムの貯水池の水位標高の運用範囲は、計画高水位 647.0m と計画低水位 637.0 m である。35年間の K-2ダム貯水池の水収支計算結果に基づき、K-2ダムの運用計画は以下の基準による計画とする。
- ラビ作の作付がスタートする 9月下旬は、雨期の末期に相当するため、K-2ダムの貯水池水位は一般に満水の状態にあり、ラビ作の灌漑は計画作付面積 6,600 ha に対して可能である。したがって、K-2ダムの貯水池水位にかかわらず、ラビ作は 100% 作付する。
- 一方、作付時期が K-2ダムの低水位と重なるカリフ作の灌漑については、カリフ作の始まる約 1 ヶ月前の 1月下旬の K-2ダム貯水池を基準としてカリフ作の作付面積を決定する。すなわち、貯水池水位標高が 645.0m を越えている場合は、カリフ作の作付は計画作付面積である 2,772ha（計画灌漑面積 6,600 ha の 42% に相当する）の作付が可能である。しかし、貯水池水位標高が 645.0 m を下廻っているときは、水収支計算結果、カリフ作の作付面積は以下に示す作付面積に準ずるよう規制する。

K-2 ダム貯水池水位標高	カリフ作作付面積
645.0 m 以上	2,772 ha (42%)
645.0 m - 644.0 m	1,000 ha (15%)
644.0 m 以下	0

図 4-4. ラワルダムの貯水位・貯水容量曲線

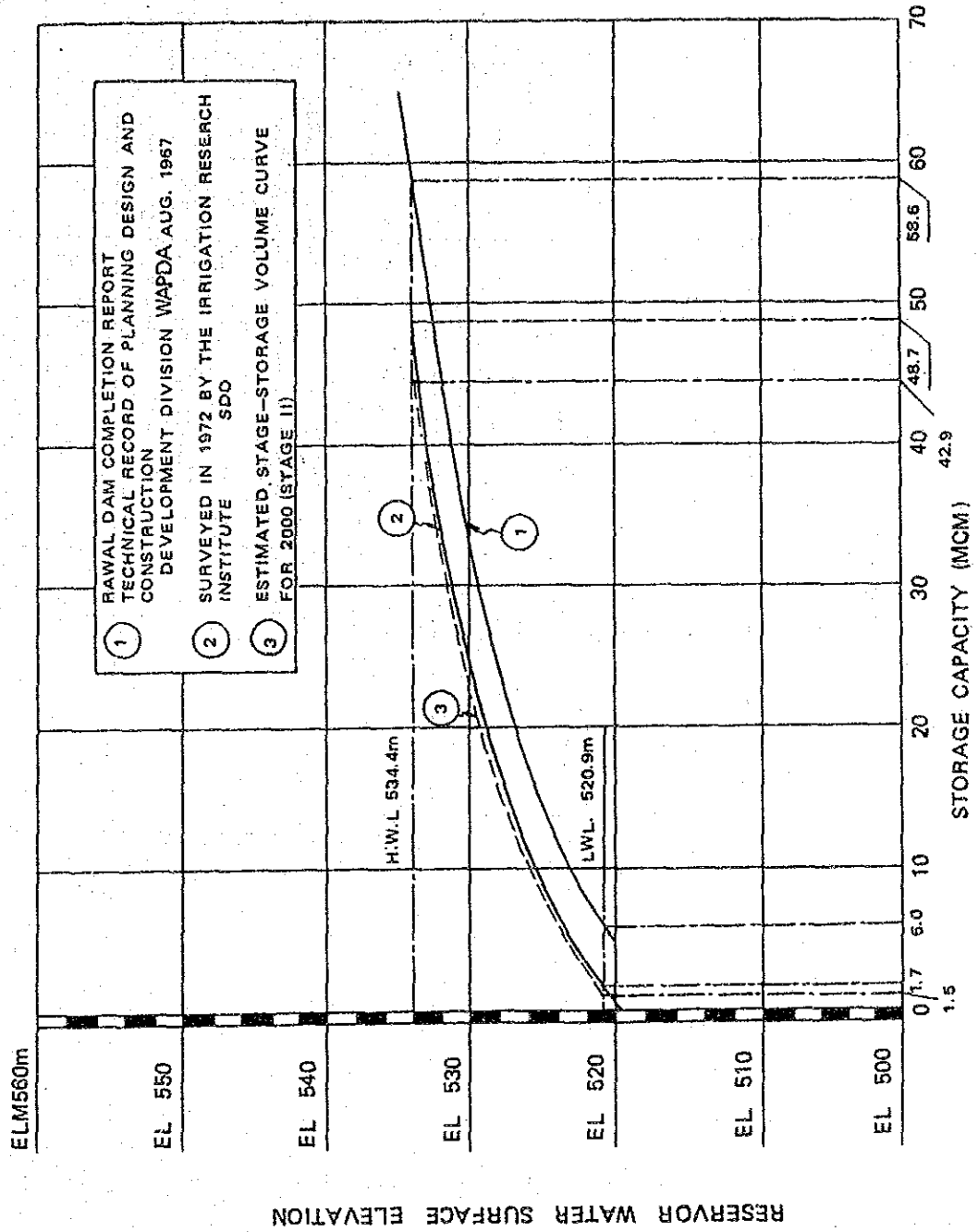


図 4-5. K-2 ダムの貯水位・貯水容量・貯水面積曲線

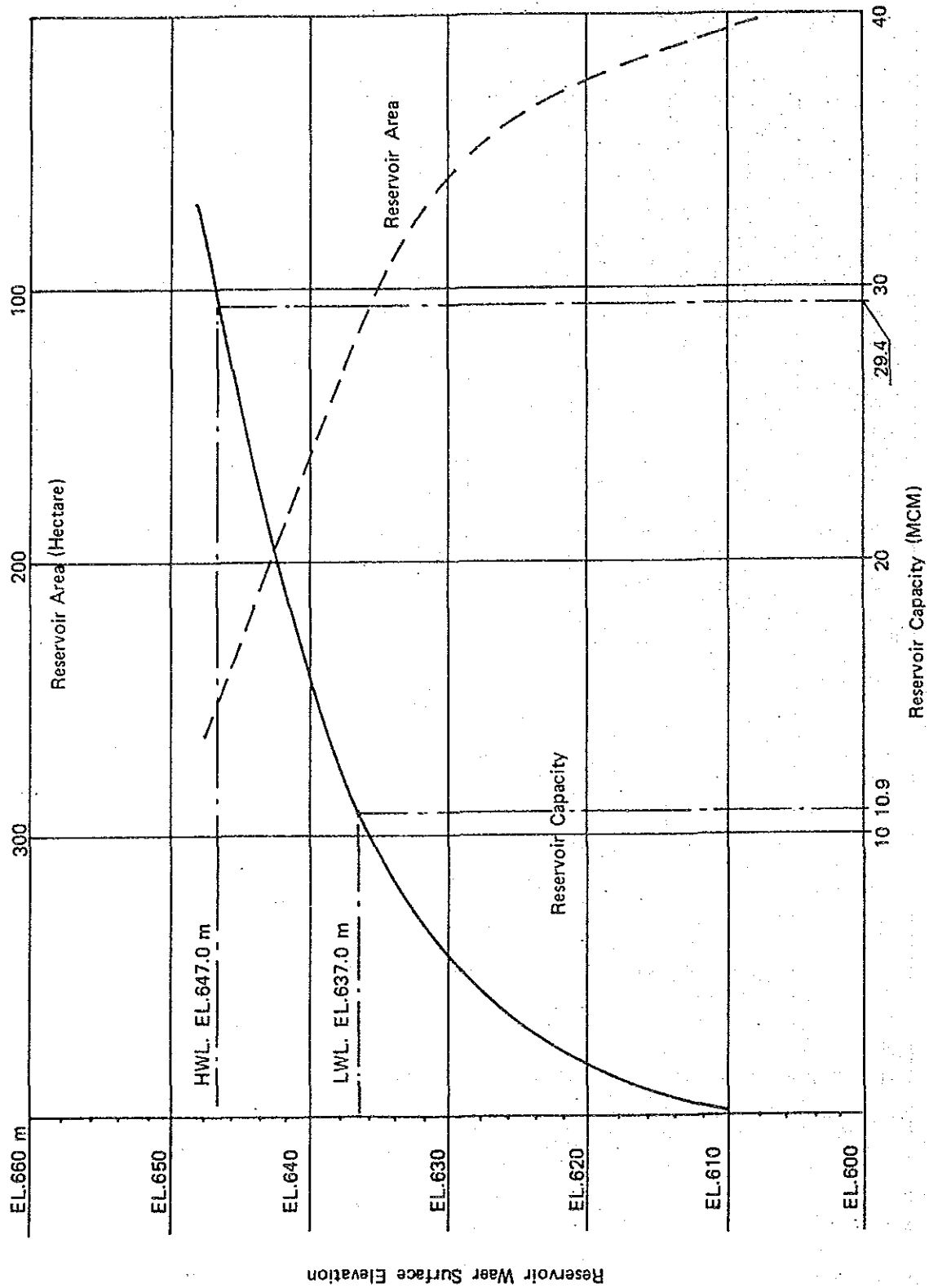


図 4-6. 計画におけるラウルダムの水収支計算結果

(Stage I, Plan II, K-2 Dam Size : Case A, Irrigation Area : 6,600 ha, Irrigation Demand : Case 3)

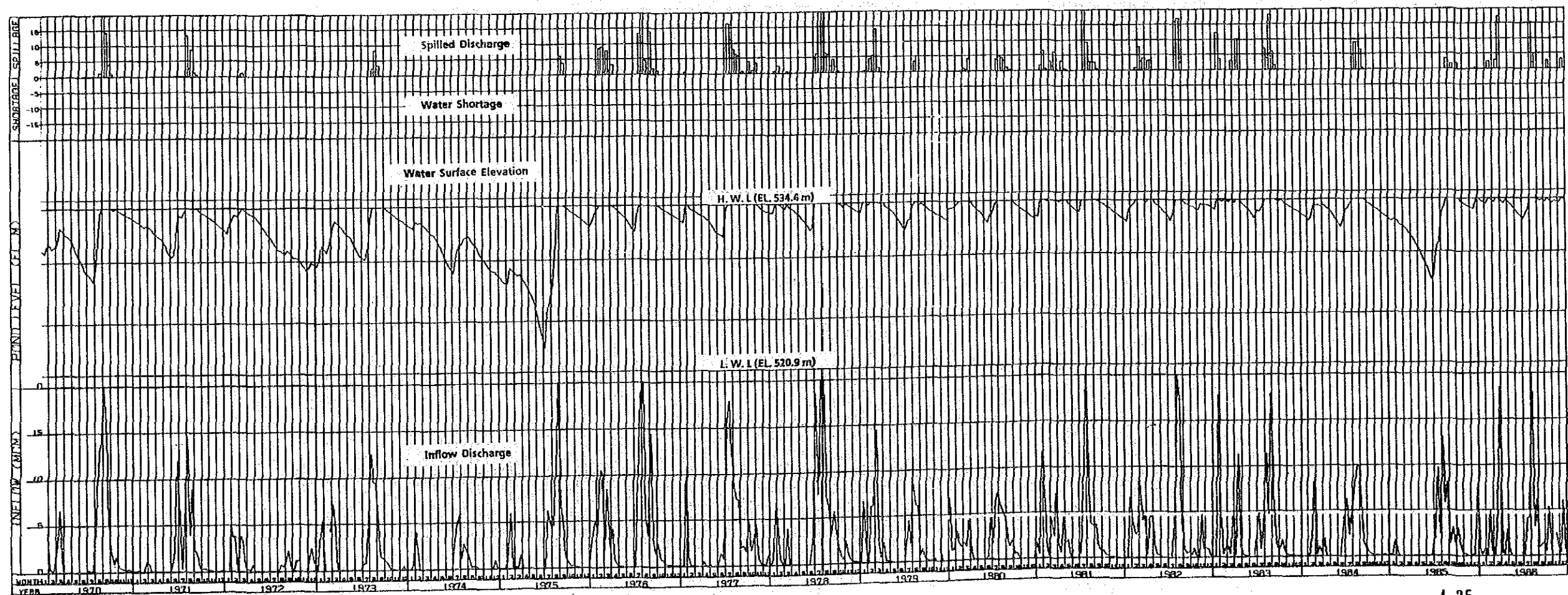
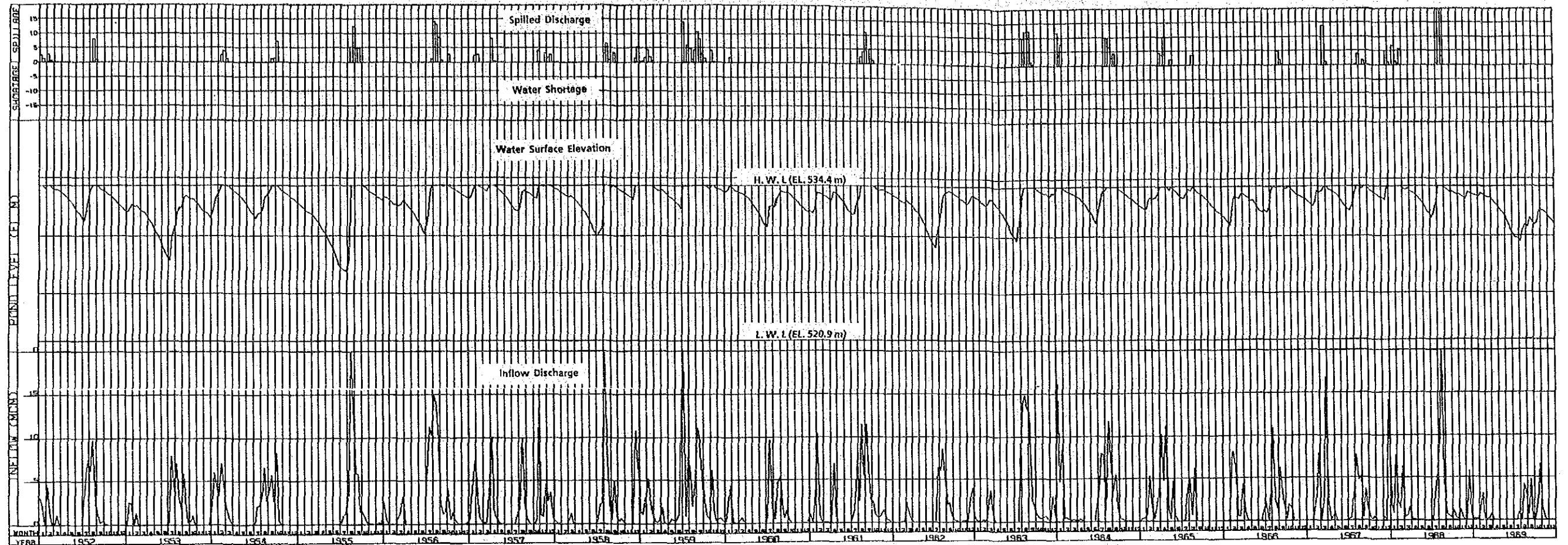
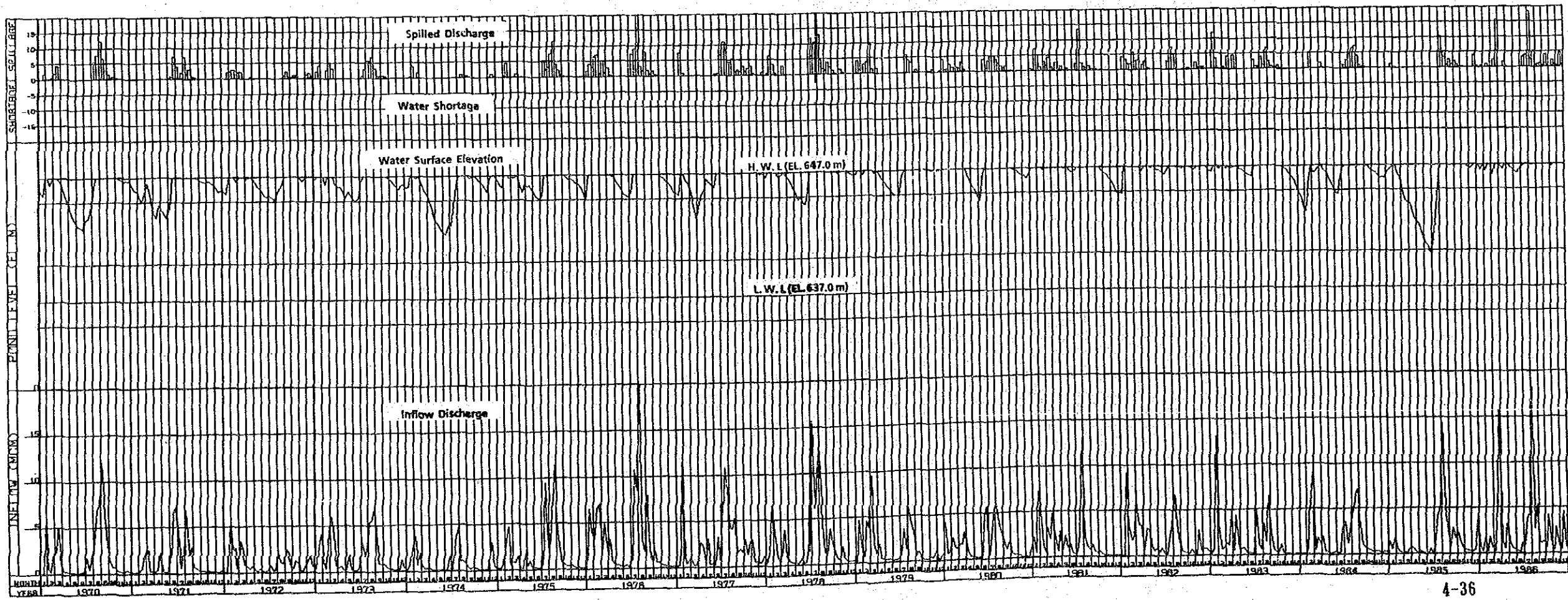
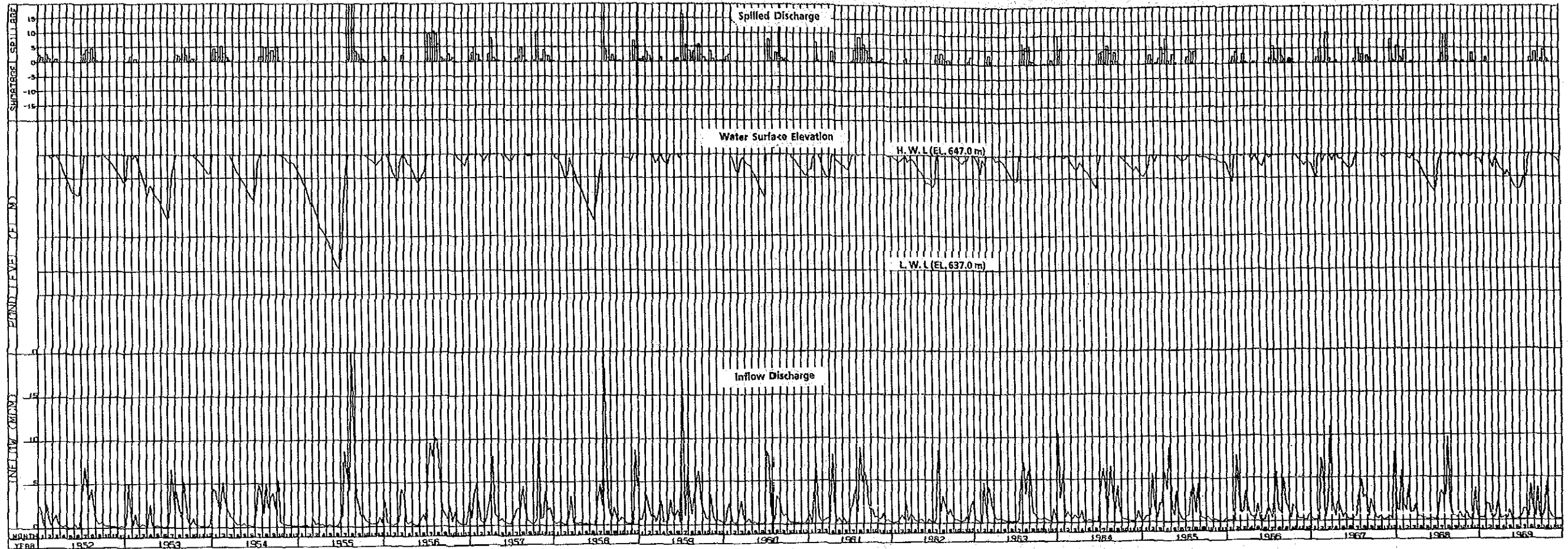


図 4-7. 計画における K-2 ダムの水収支計算結果

(Stage I, Plan II, K-2 Dam Size : Case A, Irrigation Area : 6,600 ha, Irrigation Demand : Case 3)



4.7. 灌漑排水計画

4.7.1. 受益面積と計画作付率

土地利用計画の項で示したように、受益地区 6,600haは、土壌、地形、農業気象条件から野菜、果樹、穀類及び畜産の各重点振興地帯に区分される。これらの重点振興地帯における3タイプの作付体系の適性面積及び導入作物の選定に関する農家の意向調査結果から、3ケースの作付代替案を計算した。すなわち、ケース1（作付率 166%）は上限値で、これ以上の作付は困難なもの、ケース3（作付率 142%）は下限値で、現在の農業状況と農家の意向からも達成の可能性が大のもの、ケース2（作付率 154%）はケース1と3の中間値である。

灌漑用水量の算定は、上記3ケースの作付代替案について行った。計算の結果、水源量の制限から作付率 142%（非灌漑作物を含めると 168%）のケース3が最適と判断された。

作付率の代替案

農業重点振興地帯	面積割合	作付体系別面積割合					
		ケース1			ケース3		
		A	B	C	A	B	C
a. 地帯別作付割合							
— 野菜	100	85	5	10	60	2	38
— 果樹	100	40	55	5	20	40	40
— 穀類+畜産	100	50	5	45	25	2	73
b. 計画灌漑面積に占める割合 (6,600 ha=100)							
— 野菜	50	42	3	5	30	1	19
— 果樹	10	4	5	1	2	4	4
— 穀類+畜産	40	20	2	18	10	1	29
計	<u>100</u>	<u>66</u>	<u>10</u>	<u>24</u>	<u>42</u>	<u>6</u>	<u>52</u>
c. 作付率							
— 体系別作付率		200	100	100	200	100	100
— ケース別作付率		132	10	24	84	6	52
— ケース別延作付率		166			142		

4.7.2. 灌漑必要水量の算定

1) 作物消費水量

a) 蒸発散量の算定

作物消費水量の基礎となる蒸発散量(ET₀)の算定は、計画地区の近くにある Chaklalaの観測所による気象資料を用い、ペンマン法により算定した。以下に計算結果を示す。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
ET ₀	1.8	2.5	3.7	5.5	7.4	8.4	6.7	5.7	5.0	3.8	2.4	1.6	4.5

b) 作物消費水量の算定

作物消費水量(ET)は、上述の蒸発散量に計画作物体系の生育に合わせた作物係数(K_c)を乗じて算定した。以下にこの算定結果を示す。

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
冬作 小麦	42	70	98	61	5	-	-	-	-	3	17	26	322
〃 飼料	47	77	100	60	0	-	-	-	5	36	36	33	394
〃 野菜	48	37	12	-	-	-	-	3	25	48	53	44	270
通年 果樹	48	68	96	141	189	213	171	144	129	96	60	42	1,397
夏作 野菜 (I)	-	2	31	110	141	61	-	-	-	-	-	-	345
〃 (II)	-	-	-	-	-	44	108	110	69	19	-	-	350

注: 小麦、飼料作物について、収穫直前の10日間は灌漑を行わない。

作物係数(K_c)については、以下に示す資料があるが、主としてパンジャブ州・灌漑及び電力部発行の「Irrigation Requirement of Crop」の数値を採用し、FAO発行の「Technical Paper NO.24」により部分的な修正を加えた。次表は、計算に用いた作物係数を示す。

作物係数 (Kc)

作物成長率(%)		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
冬作	小麦	0.43	0.54	0.66	0.83	0.90	0.97	1.03	0.97	0.49	0.25
	飼料	0.40	0.48	0.57	0.70	0.82	0.99	1.05	0.98	0.75	0.55
	野菜	0.39	0.50	0.63	0.78	0.92	1.00	1.05	0.95	0.85	0.75
通年	果樹	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.90	0.90	0.85
夏作	野菜	0.39	0.50	0.63	0.78	0.92	1.00	1.05	0.95	0.85	0.75

- 出典：1、Ministry of Food, Agriculture & Cooperative 発行 "On-farm Water Management Field Manual"
 2、パンジャブ州, Irrigation and Power Department 発行 "Irrigation Requirement of Crop in the Punjab"
 3、FAO 発行, "Technical Paper NO.24"

2) 灌漑必要水量の算定

灌漑必要水量は、上述の作物消費水量に有効雨量及び灌漑効率を加味して算定する。

有効雨量及び灌漑効率の基準は以下に示すとおりである。

a) 有効雨量

灌漑の TRAM 値 35 mm を上限として、日降雨量、作物日消費水量により日単位の水収支計算を行い、降雨量に対する有効雨量を算定した。以下に算定結果を示す。

作物別有効雨量

作物	確 率 年			
	1 / 2 (mm)	1 / 5 (mm)	1 / 10 (mm)	
冬 作	小麦	231	189	149
	飼料	278	192	137
	野菜	185	167	145
通 年	果樹	750	623	507
夏 作	野菜 (I)	200	174	133
	野菜 (II)	347	303	287

b) 灌漑効率

灌漑効率は、地形及び灌漑方法を考慮して次のように決定した。

- 搬送効率 (Ec) 0.90
- 水路効率 (Eb) 0.90
- 適用効率 (Ea) 0.75

灌漑効率 $E = 0.9 \times 0.9 \times 0.75 = 0.60$

c) 灌漑必要水量

以上に述べた算出方法により、表4-11に示すように35年間(1952-1986)の灌漑必要

水量を旬単位で算定した。次表は、この算定結果に基づいて求めた2分の1、5分の1及び10分の1確率年の灌漑必要水量を示す。計算結果にみられるように1,000 ha当たりの灌漑必要水量は計画作付体系ケース3(灌漑対象の作付率 142%)において、以下のように算定される。

灌漑必要水量	灌漑必要水量		
	(単位：MCM)		
	確 率 年		
	1 / 2	1 / 5	1 / 10
1,000 ha当り	3.68	4.57	5.38
6,600 ha当り	24.30	30.16	35.47

図 4-8は、2分の1及び10分の1確率年の渇水年の灌漑必要水量の月別変化を示す。

4.7.3. 用水配水計画

1) 計画用水組織

計画灌漑面積 6,600haの用水組織は、水源及び地形等から既設のラワルダム上流地区(3,790 ha)と下流地区(2,810ha)に大別される。上流地区は丘陵地であり、下流地区は平坦地である。また、これらの組織は更に派線用水組織によりいくつかの用水組織に分割される。用水系統図を図 4-9 に示す。

2) 用水路計画設計流量

1,000 ha当たりの用水路設計流量は、最大消費水量に相当する $0.60\text{cu}\cdot\text{m}/\text{sec}/1,000\text{ha}$ (*13)である。したがって、計画受益面積 6,600haに対する設計流量は $3.96\text{cu}\cdot\text{m}/\text{sec}$ である。

3) 作物の灌漑方法

a) インテークレート測定

本事業計画の灌漑方法を検討するため、計画地区内の5地点でインテークレートを測

注：*13 … 表E-12より最大消費水量は $0.616\text{cu}\cdot\text{m}/\text{sec}/1,000\text{ha}$ であるが、期間が10日以下と短期間であることを考慮して、 $0.600\text{cu}\cdot\text{m}/\text{sec}/1,000\text{ha}$ を本計画では採用する。なお、 $0.616\text{cu}\cdot\text{m}/\text{sec}/1,000\text{ha}$ の場合は水路の free-board内で流下させる計画とする。

定した。 インテークレート試験の結果、ベーシック・インテークレートは次のとおりとなった。

インテークレート測定結果		
測定位置	ベーシック	備考
	インテークレート (mm/hr)	
1. Dhok Hayat (NO. 1)	5.8	乾燥状態
2. Khanna Dak (NO. 4)	23.7	"
3. Banigala (NO. 5)	7.0	湿潤状態
4. Balagh (NO. 7)	62.1	"
5. Shahpur (NO. 10)	39.6	乾燥状態

測定位置及びインテークレート試験結果を資料編図E-2 ~E-7 に示す。

b) 作物の灌漑方法

ベーシック・インテークレートは 5.8 mm/hr から 62.1 mm/hr の範囲であり、また、本計画地区がパンジャブ州北部のパラニ地域に位置しており、現在天水により耕作が行われていることを考慮して、灌漑方法はうね間灌漑とした。

c) かん水量並びに間断日数

インテークレート測定と同地点で標本土壌を採取し、比重、空けき率、圃場容水量、しおれ点等の土壤の物理的性質の分析を行った。 資料編表 E-21 に分析結果を示す。 分析結果をもとに、各土層の有効水分、全容易有効水分(TRAM)の算定を行った。 資料編表E-22~E-26に各地点についての計算を示す。

各地点の TRAM

Location	TRAM (mm)
NO. 1 Dhok Hayat	18.4
NO. 4 Khanna Dak	39.6
NO. 5 Banigala	42.4
NO. 7 Balagh	24.8
NO. 10 Shahpur	33.0
平均	35.0

上記のように TRAM の平均値が 35 mmであること、NO. 10 地点(Shahpur) を代表とする土壤が受益地区の約 80 %を占めることを考慮して、本灌漑計画の TRAM は 35 mm と決定した。

各作物の灌漑間断日数は、TRAM 35mm 及び最大日消費水量より次のとおり算出される。

作物別灌漑間断日数

作物	TRAM (mm)	最大日消費水量 (mm/day)	灌漑
			間断日数 (day)
冬作 小麦	35	3.6	9
“ 飼料	35	4.1	8
“ 野菜	35	2.9	12
通年 果樹	35	7.1	4
夏作 野菜	35	7.8	4

上記の表に見られるように、灌漑間断日数は作物により異なるが、本計画では水管理及び労働性を考慮して間断日数を7日とする。

4.7.4. 排水計画

1) 排水計画の概要

事業計画地区内には、排水施設としての水路がないため、強雨時には表土の流亡やがり侵食が見られる。これより、排水計画の基本方針としては土壌侵食防止を目的に考える。したがって、排水路は末端圃場内の谷沿いに設置する計画とし、配置等の詳細については添付図面 NO.0-1001~NO.0-1002 に示す。

2) 単位排水量

a) 計画降雨

計画降雨の解析に用いる降雨は、Chaklala観測所の降雨記録を用い、日最大の5分の1及び10分の1の確率降雨はそれぞれ以下のように算定される。

日最大確率降雨		(単位: mm)
	1/5	1/10
日最大確率降雨	128.0	150.3

本計画の計画降雨は、5分の1確率降雨128.0 mm/日を採用する。

b) 計画単位排水量

計画単位排水量は5分の1確率降雨を用い、その計画単位排水量を14.8 ℓ/sec/ha と決定した。

表 4-11. 計画灌漑必要水量 -ケ- ス 3-

CROPPING PATTERN	WHEAT		FODDERS		VEGET(R)		VEGET(K1)		VEGET(K2)		ANNUAL	
	ORCHARD	IRRIGATION EFFICIENCY	=0.626	=0.104	=0.210	PULSES(K)	=0.210	(NOV)	(DEC)	(UNIT...MCM/1000HA)		
CROPPING INTENSITY = 168.0%	(MAR)	(APR)	(MAY)	(JUN)	(JUL)	(AUG)	(SEP)	(OCT)	(NOV)	(DEC)	ANNUAL	
1952	0.076	0.198	0.447	0.914	0.610	0.201	0.109	0.076	0.200	0.293	0.498	4.173
1953	0.004	0.367	1.233	0.720	0.535	0.555	0.177	0.085	0.165	0.176	0.498	4.967
1954	0.060	0.013	0.723	0.939	0.608	0.469	0.173	0.074	0.124	0.142	0.441	4.118
1955	0.686	0.808	0.815	0.673	0.497	0.501	0.201	0.122	0.048	0.256	0.498	5.375
1956	0.273	0.972	0.378	0.719	0.708	0.160	0.034	0.008	0.274	0.144	0.418	4.536
1957	0.024	0.224	0.509	0.103	0.401	0.285	0.416	0.086	0.195	0.056	0.042	2.359
1958	0.343	0.908	0.561	0.885	0.668	0.556	0.087	0.107	0.157	0.209	0.270	4.939
1959	0.039	0.032	0.835	0.526	0.416	0.403	0.162	0.077	0.066	0.127	0.077	2.791
1960	0.002	0.862	0.361	0.609	0.665	0.525	0.135	0.088	0.126	0.192	0.498	4.544
1961	0.116	0.299	1.062	0.301	0.625	0.374	0.139	0.072	0.006	0.106	0.065	3.302
1962	0.229	0.360	0.515	0.608	0.565	0.323	0.141	0.039	0.042	0.281	0.275	3.457
1963	0.518	1.050	0.379	0.422	0.441	0.461	0.215	0.012	0.024	0.256	0.051	3.917
1964	0.115	0.949	0.527	0.283	0.538	0.461	0.107	0.126	0.262	0.352	0.498	4.567
1965	0.354	0.098	0.501	0.033	0.307	0.371	0.259	0.127	0.262	0.316	0.113	2.966
1966	0.548	0.363	0.440	0.311	0.551	0.377	0.187	0.043	0.035	0.094	0.306	3.679
1967	0.395	0.504	0.540	0.573	0.514	0.504	0.100	0.010	0.142	0.088	0.193	3.588
1968	0.188	0.078	0.686	0.646	0.653	0.436	0.147	0.040	0.299	0.177	0.074	3.502
1969	0.597	0.134	0.764	0.754	0.499	0.475	0.209	0.075	0.093	0.096	0.125	4.196
1970	0.494	0.415	0.615	0.936	0.681	0.354	0.156	0.023	0.021	0.179	0.237	4.325
1971	0.554	0.758	0.997	0.623	0.524	0.085	0.251	0.064	0.098	0.267	0.191	4.823
1972	0.112	0.234	0.412	0.262	0.561	0.363	0.374	0.162	0.090	0.112	0.252	2.966
1973	0.270	0.653	0.723	0.584	0.569	0.250	0.065	0.033	0.034	0.115	0.482	4.055
1974	0.338	0.254	0.928	0.851	0.581	0.202	0.117	0.121	0.151	0.207	0.435	4.353
1975	0.694	0.178	0.423	0.897	0.470	0.378	0.101	0.048	0.056	0.363	0.333	4.467
1976	0.292	0.065	0.364	0.303	0.686	0.375	0.087	0.030	0.038	0.119	0.435	3.392
1977	0.238	0.750	1.449	0.270	0.482	0.234	0.028	0.041	0.159	0.101	0.119	4.105
1978	0.387	0.341	0.680	0.734	0.578	0.362	0.020	0.032	0.142	0.185	0.083	3.682
1979	0.028	0.567	0.462	0.504	0.534	0.350	0.297	0.030	0.166	0.140	0.173	3.331
1980	0.007	0.039	0.172	0.627	0.621	0.307	0.073	0.146	0.050	0.165	0.354	2.834
1981	0.078	0.203	0.187	0.404	0.437	0.375	0.072	0.012	0.075	0.201	0.405	3.025
1982	0.101	0.049	0.129	0.497	0.526	0.404	0.396	0.046	0.187	0.133	0.172	2.513
1983	0.486	0.293	0.437	0.186	0.551	0.084	0.050	0.078	0.030	0.028	0.339	3.342
1984	0.804	0.576	0.746	0.408	0.642	0.310	0.056	0.041	0.042	0.318	0.428	4.654
1985	0.014	0.674	0.997	0.859	0.521	0.533	0.095	0.050	0.170	0.086	0.212	4.322
1986	0.410	0.398	0.584	0.685	0.496	0.308	0.178	0.053	0.150	0.086	0.224	3.590
MEAN	0.282	0.407	0.629	0.561	0.545	0.368	0.156	0.065	0.110	0.176	0.282	3.850

図 4-8. 平均年及び渇水年における月別灌漑必要水量

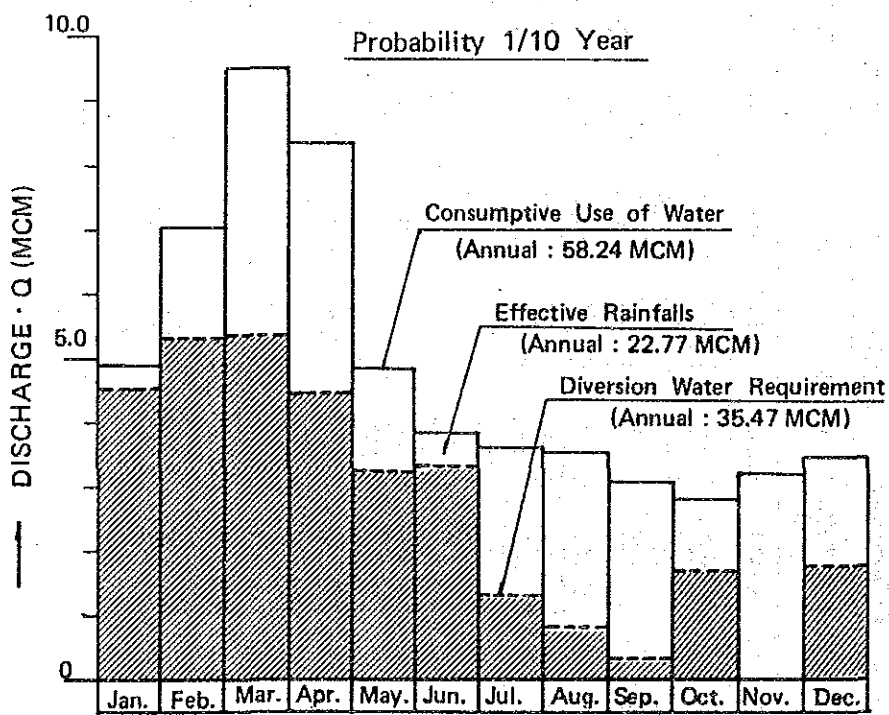
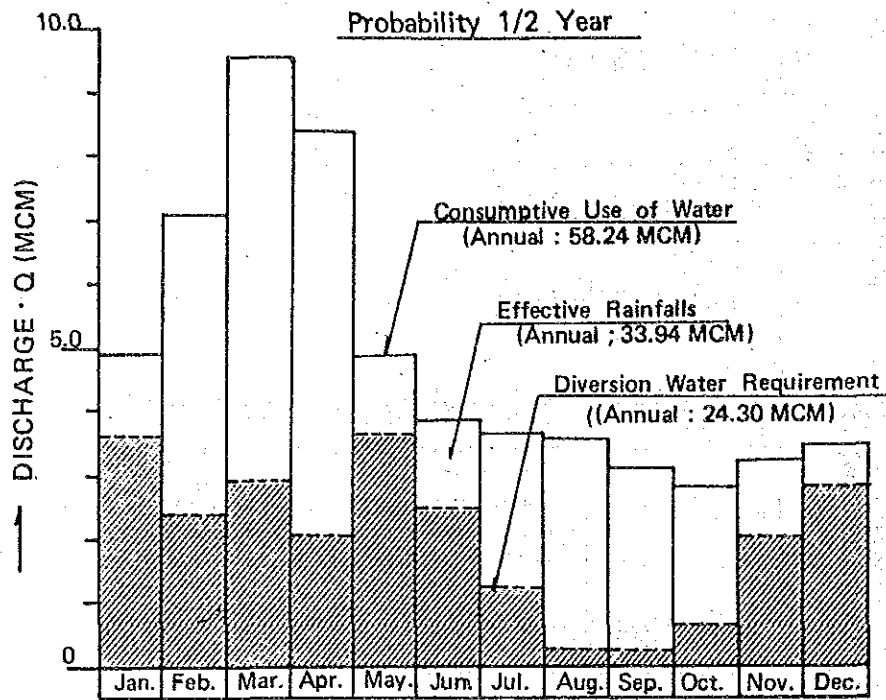
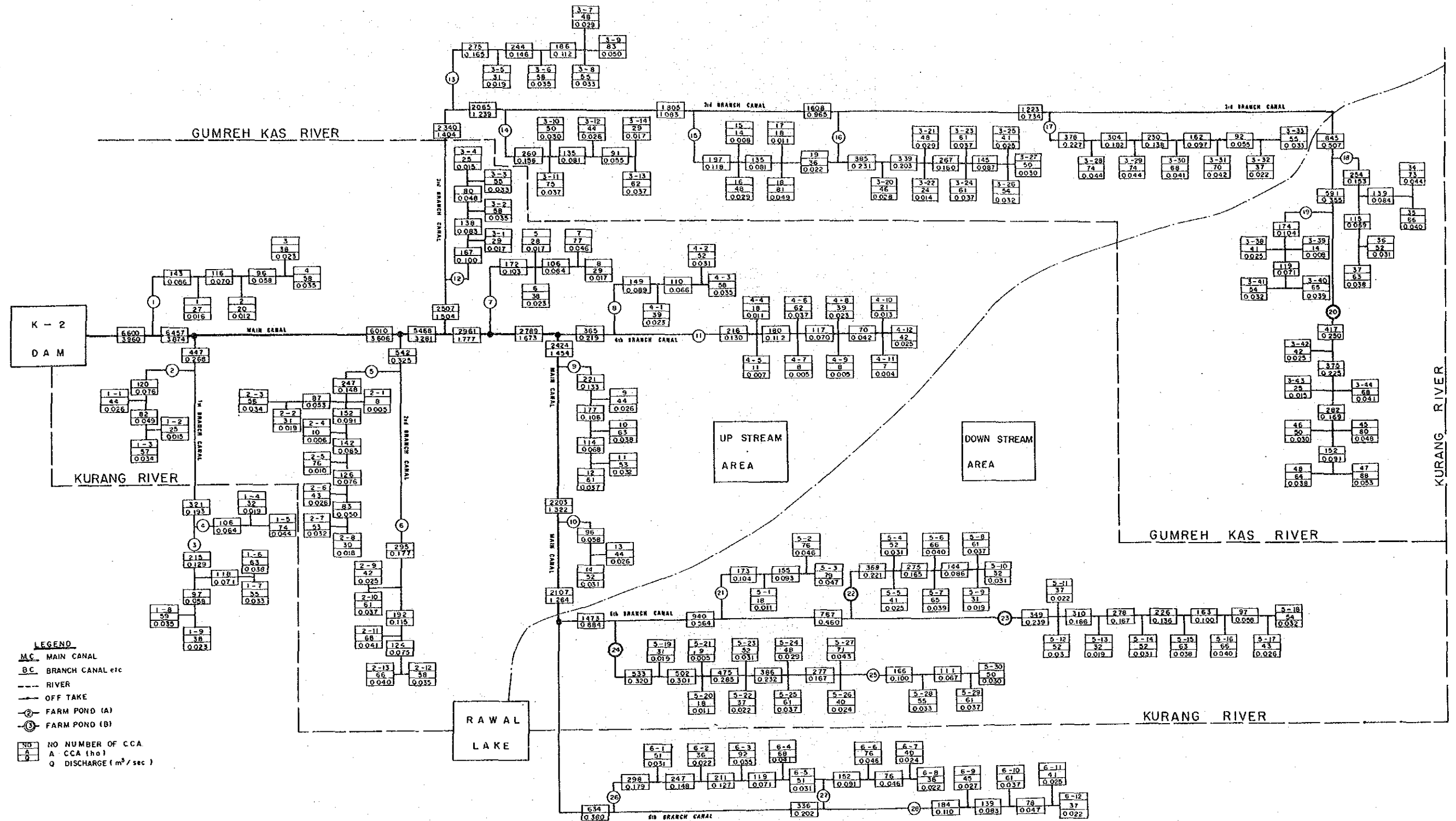


图 4-9. 計画用水系統図



4.8. 小水力発電計画

K-2 ダムには灌漑用及び河川放流用の2つの放流設備があり、この放流設備を使用した小水力発電が可能である。ただし、河川放流設備を使用した発電計画は、下記の理由により経済的に成り立たないので、この検討から除外する。

- 一 普通年における河川放流設備からの放流は、8月と9月の2カ月にほぼ限られている。このため、発電設備の稼働率は非常に低いものとなる。
- 一 年間放流量は年により大きく変動する。このため、水車は稼働期間の大部分において低い効率で稼働することになる。

1) 灌漑用放流設備を使用した発電計画

a) 発電計画代表年

1952年から1986年の35年間の水収支計算結果によると、灌漑用放流設備からの年間放流量の平均値は 25.1 MCM である。この平均年間放流量に近い年は下記のとおりである。

年	年間放流量
1963	25.9 MCM
1966	24.3 "
1978	24.3 "
1985	25.9 "

上記の4カ年のうち、1966年の流況が平均流況に最も近いので、この年を発電計画代表年とする（資料編図H-1 参照）。

b) 最大使用水量

最大使用水量は1966年の流況曲線において80日流量に相当する1.4 m³/sとする。

c) 取水位

35年間の平均水位標高は 645.7mであり、この値を取水位とする。

d) 放水位

放水位は灌漑幹線水路始点の水位標高 637.0mとする。

e) 水車の選定

水車は低水頭の小水力発電において一般に採用されているS型チューブラとする

（資料編図H-2 参照）。

f) 総合効率

総合効率 (水車効率 x 発電機効率) は75%とする。

g) 最大出力

最大出力 P (KW) は次式により算定される。

$$P = 9.8 \times Q_{\max} \times H_e \times \eta = 9.8 \times 1.4 \times 8.7 \times 0.75 \\ = 89.5 \approx 90 \text{ KW}$$

ここに、

$$Q_{\max} : \text{最大使用水量} = 1.4 \text{ m}^3/\text{s} \\ H_e : \text{有効落差} = \text{EL. 645.7} - \text{EL. 637.0} = 8.7 \text{ m} \\ \eta : \text{総合効率} = 75 \%$$

当灌漑用放流設備を使用した発電計画の施設の概要は、図4-10に示すとおりである。

2) 年間発電々力量

365日稼働したときの発電々力量である年間可能発電々力量は、計画代表年1966年における計算では34万5,000KWHであり、設備の維持管理のための発電停止を考慮しその95%にあたる33万KWHを年間発電々力量とする (資料編表 H-1 参照)。

単 価

i) 概算工事費

項 目	数 量	金 額 ('000 ルピー)
- 水車・発電機関係	1 式	7,000
- 土木工事	1 式	400
- 建築工事	1 式	200
合 計		7,600

ii) 年間経費

$$\text{年間経費} = C \times \text{CRF} + O/M \\ = C \times i \cdot (1+i)^{**n} / ((1+i)^{**n} - 1) + O/M \\ = 650,000 \text{ Rs}$$

ここに、

$$C : \text{建設工事費} \\ \text{CRF} : \text{資本還元率} \\ i : \text{利子率 } 7 \% \\ n : \text{施設の耐用年数 } 30 \text{ 年} \\ O/M : \text{維持管理費} = C \times 0.5 \%$$

iii) 発電単価

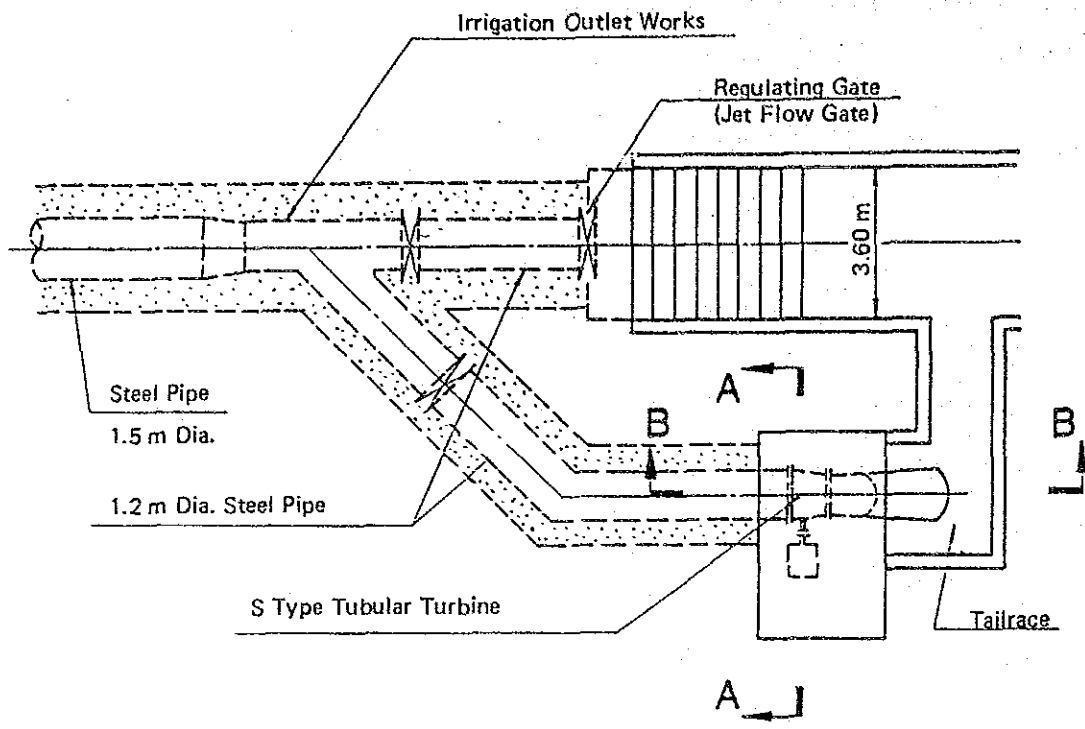
$$\text{発電単価} = \text{年間経費} / \text{年間発電々力量} \\ = 650,000 / 330,000 = 1.97 \text{ ルピー/KWH}$$

3) 発電計画の採否

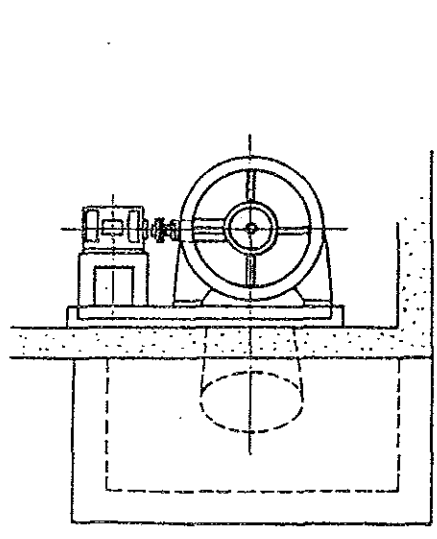
現行の電気料金は下記のとおりである。

電 気 料 金	
使 用 量	電 気 料 金
1 - 50 KWH	0.39 ルピー/KWH
51 - 150 "	0.46 "
151 - 300 "	0.58 "
301 - 600 "	0.64 "
600 KWH 以上	0.89 "

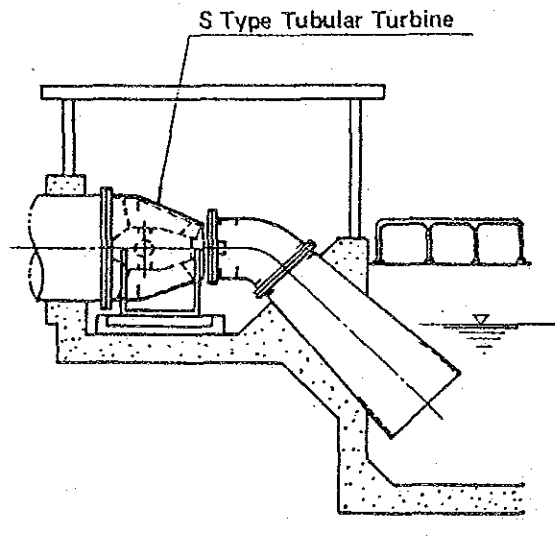
以上の検討から明らかなように、当小水力発電計画は、現行の電気料金に較べて発電単価が高く経済的に成り立たないので、当事業計画においては小水力発電は行わないこととする。



PLAN



SECTION A-A



SECTION B-B

图 4-10. 小水力发电计划一般图

4.9. 農業生産計画

4.9.1. 生産計画

1) 計画導入作物

土地利用計画で述べたように、野菜、果樹そして穀類及び飼料作物を基幹とした営農が本事業計画地区で展開されることになる。

導入作物の選定にあっては、次の4項目を基礎にした。

- i) 灌漑の適応性の高い作物で、需要が高くさらに収益性が高いもの
- ii) 野菜は、初期段階では栽培容易なものを導入するが、栽培技術が向上するのにしたがって高度な技術を要するものにしていく。
- iii) 果樹は、果皮が薄く、果肉が軟らかく遠距離の輸送に適さないもので、比較的栽培容易なものを選択する。
- iv) 飼料作物は乳牛の飼料用に重点をおくが、一方、地力維持も併せて考慮する。

上記の選定基礎項目によって、本地区では次のような作物が導入の対象として考えられる。

穀物及び飼料作物

ラビ作 : 小麦、イタリアン・ライグラス、エンバク、ウィーピング・ラブグラス、ペルシアン・クローバー、エジプシアン・クローバー、ナクネ、飼料カブ

カリフ作 : トウモロコシ、ソルガム、大豆、緑豆、落花生、アルファルファ、カウピー、ヒマワリ

園芸作物 -野菜- (*14)

ラビ作 : 根菜類 ダイコン、カブ、二十日ダイコン、ニンジン、ビート
葉菜類 キャベツ、ハクサイ、ホーレンソウ、パセリー、
(レタス、セロリー)
花菜類 カリフラワー、ブロッコリー
豆 類 エンドウ

カリフ作 : 根菜類 ニンジン、ダイコン、カブ、二十日ダイコン
葉菜類 キャベツ、ホーレンソウ、パセリー
花菜類 カリフラワー
果菜類 (トマト、ナス、ピーマン、キュウリ、スイカ、メロン、
イチゴ)、ユウガオ、カボチャ、ニガウリ、ヘチマ、
オクラ
豆 類 インゲン、ササゲ、ヒヨコマメ

園芸作物 -果樹-

: モモ、ビワ、アンズ、スモモ、ネクタリン、カキ、サクランボ、
レモン

注：*14…()内の作物は高度の栽培技術を要するもの

野菜の作物の選択については、他産地の導入作物の模倣でなく、市場動向を勘案して立地条件に適した作物・作型を選択もしくは創出していく必要がある。

2) 計画作付体系

畑地灌漑栽培は、多肥、密植で生産性を向上させることができるが、堆厩肥の施用が少ないと、著しく地力が消耗される。また、単一作物を作り続けると連作障害が発生する。そこで、地力増強と連作障害回避のための作付体系を策定した(図 4-11 参照)。

作付体系は、基幹作物を野菜、果樹、穀類、飼料としてA、B、C、Dの4タイプにそれぞれ分類した。

灌漑地区 (6,600 ha)

- | | |
|---------------------------|--|
| Aタイプ ……
(2,800ha, 42%) | 土地分級でI等地に属する地帯で、野菜を周年栽培し、その後、小麦または飼料作物を栽培し、収穫後は休閑するか、または青刈飼料を栽培し、牛等を放牧し、土壤の肥沃化を図った後、再び野菜を周年栽培する。
また、大消費地に隣接した灌漑地区という本地区の特徴を生かし、さらに農家収入を拡大するため、カリフ期の野菜作は、はざ境期をねらったものとする。 |
| Bタイプ ……
(400ha, 6%) | 土地分級でII等地に属する南傾面で風当りの少ない地帯で、主として果樹(貯蔵、輸送困難なものを選定する)を栽培し、牧草を下草に草生栽培する。 |
| Cタイプ ……
(3,400ha, 52%) | 土地分級でIII等地に属する地帯で、ラビ作に小麦80%、飼料作物20%を灌漑栽培し、カリフ作にはとうもろこし25%、豆類25%を作付し、無灌漑栽培する。 |

非灌漑地区 (3,900 ha)

- | | |
|---------|--|
| Dタイプ …… | 土地分級ではIV等地に属する荒地で、この荒地の土壤保全のために、冬・夏型牧草を混播して、草生栽培を行い、周年採草ができるようにする。 |
|---------|--|

3) 作物の水管理

作物の水管理は、計画間断日数に従って適性かん水量を供給することが基本であるが、野菜栽培の場合は、生育期別に次のようなきめ細な水分管理が必要である。

- 播種期 : 発芽揃となるまでは、少量頻繁灌漑とする。(毎日5mm程度)
- 定植期 : 植付前後に多量のかん水を速やかに行い、圃場容水量(土壤が保持し得る最大水分量(Field Capacity)の状態になるようにする。

- 一 生育初期（栄養生長期、花芽分化期）：
活着後は1回のかん水量を減らし、乾燥状態に維持管理し、根群域の拡大と生育調節（過繁茂防止）を行う。
- 一 生育中期（生殖生長又は肥大生長期）：
圃場容水量となるまで十分にかん水し、水分不足とならないように注意する。しおれの状態になると、生理障害が発生する（トマト、ピーマンの尻腐れ果、セロリー等の芯腐れ）。
- 一 生育後期（成熟、収穫期）：
かん水を中止するか、水量を減らして、組織細胞の硬化や糖度を高め、品質を向上させる。

このような、野菜作を導入した場合の水管理は、作物の種類や生育時期によって、かん水量や間断日数が異なるため、常時利用可能なファームポンドを圃場の近くに確保しておく必要がある。また、将来スプリンクラーや点滴灌漑で灌漑効率を向上させ、鉢育苗や施設園芸が導入されるようになると、毎朝かん水量を多く必要とする時間帯があるため、容量の十分な灌漑施設が必要となる。

4) 栽培方法及び生産資材

本事業計画は、畑地灌漑農業を展開して行くことによって、零細規模農家の農業生産性及び農家所得を向上させ、地区の社会経済環境の改善を図るものである。しかし、先に農業生産の現況の項で述べたようにいくつかの問題点がある。

計画各作物の栽培法並びに生産資材用量についての詳細は、資料編Gに示してあるが、その栽培法の改善点及び対策の概要は次の通りである。

小麦

優良新品種の導入、深耕して根群域の拡大を図る。条播(15 cm)として適性栽植密度とする。施肥法は、基肥に窒素2分の1、加里2分の1、磷酸全量を施し、追肥(補肥)に窒素と加里それぞれ残りの半分を施用し、増収を図る。

野菜

優良新品種の導入、うね立て(高うね)栽培とし、土壤水分を好適水分域内に維持管理する。直播するものは適期に条播または点播とし、間引を行い、適性栽植密度とする。育苗するものも適性栽植密度で健全苗を育成し、適正栽植密度で定植

する。中耕除草、敷わら、芽かき、誘引、整枝等の管理作業は適確に行う。施肥は、基肥に堆厩肥 10 ~ 25 ton/ha投入し、化学肥料は目標収量を生産するのに要する成分量から天然供給量を差引いて吸収率で除した量とする。 磷酸は全量を基肥に施し、窒素と加里は、基肥 2分の1、追肥 2分の1とする。 農薬及び除草剤の使用は最少限にとどめ、輪作、有機物施用、その他の肥培耕種管理、抵抗性品種、台木の利用等生態的防除を行う。

果 樹

優良穂木を耐病性の強い台木に接木し、植付時にはヘクタール当り 330本位栽培し、生育に応じて間伐して行き適正植付本数とする。 年1回場所を替えて深耕し、有機物と化学肥料を施用する。 施肥量は樹齢に応じて増加して行くが、ももの場合は樹齢15年園では、窒素 100kg/ha、磷酸 60 kg、加里 0~50kg/ha を施用する。

防虫害防除は袋掛けや誘蛾紙などを使用し、農薬の使用は必要最少限にとどめる。 剪定、受粉、摘房、摘果、袋掛け、葉散などの管理作業は的確に行う。 排水不良地では必ず暗渠排水を施行する。

飼料作物

青刈作物類と牧草類とがあるが、いずれも優良品種を導入する。 青刈作物は条播とし間引きをして、適正栽植密度にする。 牧草類は散播とするが、苗立ちが均等になるように播く。 肥料は播種前にヘクタール当り窒素100 kg、磷酸100 kgを全層施肥する。 再生させるものは、刈取直後に窒素50kg、磷酸 50 kg程度追肥する。 また、標準的な管理状態で最高収量時の60~70%以上の収量が得られなくなった場合は、反転すき込み耕起し更新する。

管理作業の機械化

- 耕起、碎土、整地、畦立、葉散等の管理作業は、トラクター、スピードスプレヤーを用いて行う。
- 播種、定植、施肥、中耕・除草、収穫・運搬などの管理作業は人力及び畜力によって行うが、将来テラー型トラクターを導入して省力化を図る。
- その他間引、芽かき、誘引、整枝、剪定などは機械化は難しい。

機械化は、畜力を補う形態の最小限度の部分的機械化にとどめる。

5) 計画生産量

灌漑効果に関するデータは、PARCの取りまとめ資料にも記載されていない。
 そこで、単純灌漑効果は120~130%と推定し、これに新品種の導入、施肥、深耕、栽培管理技術の向上などの効果を段階的に加えて、10~15年後の生産量を推定すると、ha当りの収量は、ラビ作の小麦3.5~5.0トン、飼料作物65~85トン、ラビ作の野菜12~25トン、カリフ作の野菜20トン前後、果樹15~20トンとなった。無灌漑栽培の作物も地力増強、栽培技術の向上などにより、とうもろこし2.0~2.5トン、飼料作物50~60トンとなると推定した。

作物の計画生産量

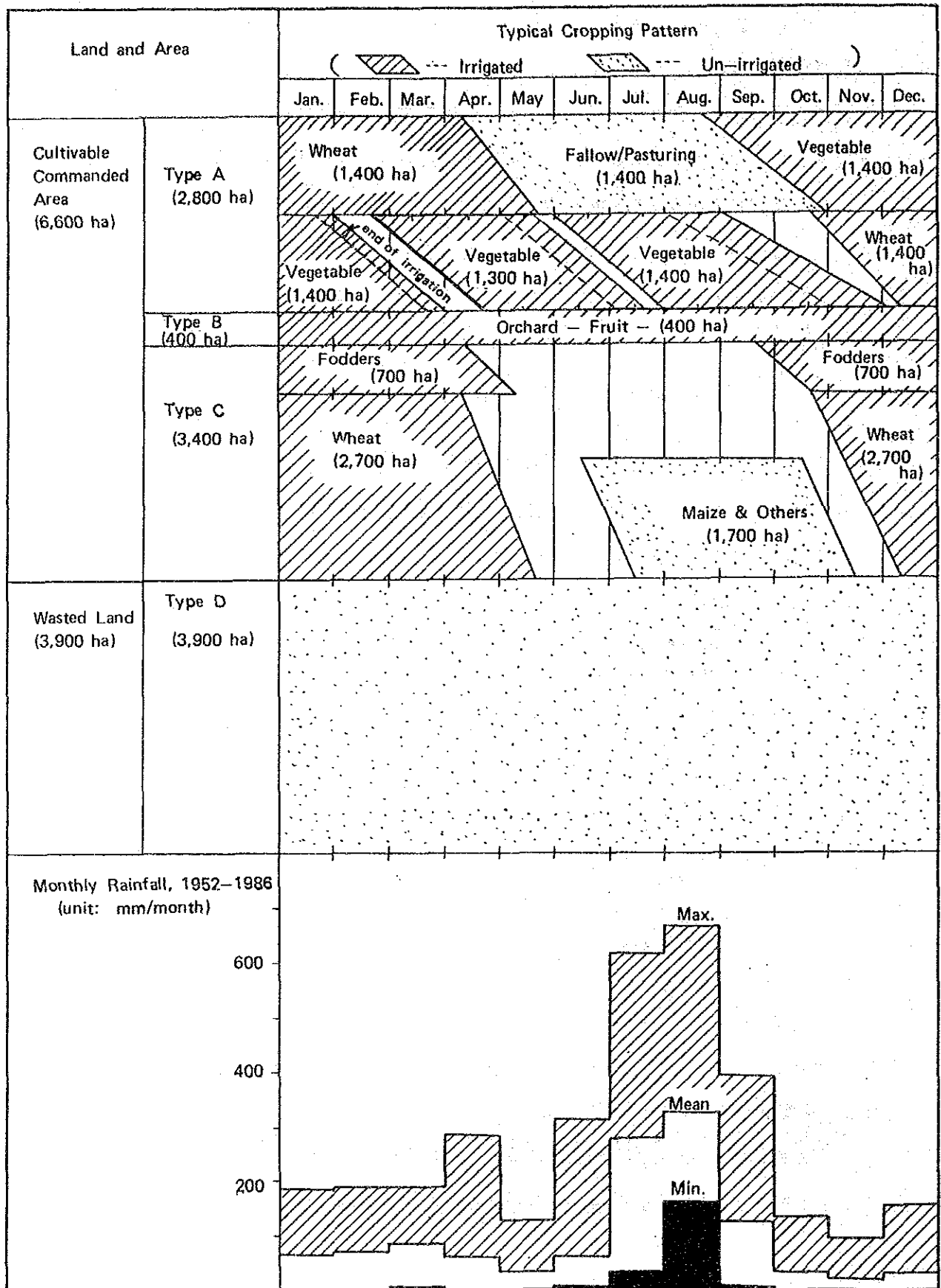
作物	作付面積 (ha)	平均収量 (tons/ha)	生産量 (tons)
1. ラビ作			
-小麦	4,100	5.0	20,500
-青刈飼料	700	85.0	59,500
-野菜			
○葉菜類(キャベツ)	500	25.0	12,500
○根菜類(大根)	500	20.0	10,000
○豆類(えんどう)	400	12.0	4,800
2. カリフ作			
-野菜			
○果菜類(トマト)	1,300	20.0	26,000
○" (キュウリ)	1,000	15.0	15,000
○花菜類(カリフラワー)	400	20.0	8,000
-果樹(もも)	400	20.0	8,000
-とうもろこし*	850	2.5	2,130
-青刈飼料*	850	60.0	51,000**
計	11,000	(作付率=167%)	
計(灌漑作物のみ)	9,300	(作付率=141%)	

注：*……非灌漑作物 **……35年間の平均作付率

4.9.2. 畜産計画

本事業事業の実施により、受益地区で生産される青刈飼料は、ラビ作では6万トン、カリフ作では5万1,000トンとなるが、麦稈の1万5,000トンと野菜の残渣の2万トン

图 4-11. 計画作付体系



も飼料として利用すると、可消化養分総量(TDN) 2万3,000 トン、可消化粗蛋白質(CDP) で3,000 トンの生産が見込まれる。また、TDN 換算値による乳牛飼養可能頭数は、1万3,700 頭となる。これは現況の成牛換算の飼養頭数の1.8倍である。さらに、現況の各家畜飼養割合を用いて計画飼養頭数を計算すると、乳牛 5,200頭、水牛 4,500 頭となる。飼料作物の増産及び年間を通じた安定確保は、泌乳牛1頭当りの搾乳量が乳牛で4kg、水牛では6kgまで増加させることが可能である。泌乳牛割合を乳牛で75%、水牛で80%とすると、乳牛 3,900頭、水牛 3,600頭になると見込まれる。年間乳量生産量は1万1,300 トンとなり、イスラマバード及びラワルピンディ市の増加する牛乳の需要に応ずることができる。

飼料作物の計画生産

(単位:1,000 トン)

作 期	生 産 量		養 分 量	
	生草量	乾物量	TDN	DCP
ーラビ期	59.5	13.2	8.5	1.3
ーカリフ期	51.0	11.0	7.3	1.0
(小 計)	(110.5)	(24.2)	(15.8)	(2.3)
小麦稈	15.0 *	13.4	5.9	0.5
野菜残滓	20.0	2.0	1.3	0.3
計	145.0	39.6	23.0	3.1

注: *は風乾重

乳 生 産 量

家 畜	計画飼養頭数 (頭)	泌乳牛 (頭)	乳 量 (kg)	年間乳生産量 (ton)
牛	5,200	3,900	4	4,758
水 牛	4,500	3,600	6	6,588
山 羊	6,000			
羊	4,800			

注: 乳生産日数は 305日, 1日2回搾乳

4.9.3. 営農計画

畑地の灌漑用水確保により、i) 生産性の向上安定化、ii) 生産費の節減と省力化、iii) 良質な生産物の収穫が実現できる。また、経営の集約化、土地利用の高度化、販

売の組織化を通じて産地形成に結びつく総合的な対策が可能となる。

本事業計画の実施にあたっては、水を媒介とした畑地農業（用水営農）について、担い手である関係農家が直接参加できる計画でなければならない。

本事業計画では、土壌、地形、立地、気象等の条件と市場の需要、供給労働力、農家の意向などを勘案して、適地・適作となるように3つの営農類型を選択した。

- 野菜+穀類・飼料+酪農
- 果樹+“・”+“
- 穀類・飼料+野菜+“

営農類型の選択にあっては、以下のことを参考にして、集落単位で協議して決定する必要がある。

i) 野菜作を基幹とする営農類型

- 平坦・緩傾斜地で、土壌の保水性、透水性のよい地帯で、栽培や水管理が便利な地帯が適する。適地は主としてラワルダム下流部の平坦地に多い。この地帯の農家は井戸水による野菜の灌漑栽培の経験を持っている。
- また、畑地灌漑栽培では、当然地力消耗が著しくなるので、酪農を導入した複合経営で、堆厩肥の生産や休閑期に家畜を繋牧して糞尿による地力増強を図ることが重要である。
- さらに、単品目多量生産を行うと、連作障害が発生しやすくなるので、計画作付体系に示したような輪作体系で、障害発生を回避することが大切である。

野菜 → 野菜 → 小麦 → 休閑 → 野菜

ii) 果樹園を基幹とする営農類型

- 北側に山林が位置し寒風がさえぎられている南斜面の傾斜地が最適である。
- 他の地帯でも防風林などの対策を立てれば栽培可能である。しかし、産地形成を図るためには、集団化が必要である。導入果物は都市近郊の有利性を生かしたものを選択する。例えば、ビワ、イチジク、モモなどのように需要も高く長距離の運搬に適さないものを導入するようにする。また、果樹は生産収入を上げるようになるまでに、年月を要するので、樹下に野菜など換金性の高い作物を栽培するか、牧草を栽培し畜産の振興をはかる。
- また、初期収量を上げるために、植付当初は密植して、樹木の繁茂程度に応じて間伐していくようにする。

iii) 穀類及び飼料作物を基幹とする酪農

- 現在牛の飼養頭数が多い丘陵地帯で展開する。灌漑栽培で穀類及び飼料作

物の増産をはかる。一方、この地帯にはガリ侵食を受けた荒地が多い。この荒地に牧草（冬・夏型牧草の混播）を播種して、採草地あるいは、放牧地として利用して飼料源を増加安定させることにより、飼養頭数の増加と牛1頭当りの乳量増加をはかって行く。また、現在行われている放牧や繋牧の飼育方法を牛舎飼育か、牧柵飼育法として糞尿を収集して、堆厩肥の生産をして、野菜生産農家との連繫を図るようにする。つまり、堆厩肥と野菜等の作物残渣の交換などを行う。

- 以上のように、用水管農を計画したが、この計画の目的は、有限な水を有効かつ効率的に関係地域へ平等に配分し、地域農業の発展を図ることである。
- それには、畑地の区画整備、農道の整備、輸送道路など生活を含めた総合的な開発、つまり新しい村づくりの一貫として位置づけることが大切である。
- また、それぞれの営農形態で、生産・流通部門の組織化を図り、生産形成をめざすが、天水農業から灌漑農業へ移行して行く過程にはいくつかの段階を経なければならない。特に初期の段階では、かん水技術、作物・作型の選択、栽培管理技術については、普及所、農業試験場などの指導機関の果たす割合が大きく、また展示圃場のもつ普及的役割が極めて大きい。

工事完了後、野菜を中心とした地区の農業生産は次のような営農目標に沿って進めてゆく必要がある。

営農の段階別目標

- | | |
|-------------------|---|
| 第1段階
(1～5年目) | - 灌漑栽培技術の導入
- 露地野菜多品目栽培
- 土地生産性を高める |
| 第2段階
(6～10年目) | - 灌漑栽培技術の改善
- 露地野菜少品目栽培
- 労働生産性を高める |
| 第3段階
(11～15年目) | - 輪作体系に基づく栽培技術の確立
- 輪作少品目栽培（一部施設栽培）
- 資本生産性を高める |

4.10. 農業支援計画

4.10.1. 農業普及計画

1) 概要

現在、イスラマバード首都圏における農業普及事業は、NARCの技術移転ユニット (TTU) で実施されている。イスラマバード首都圏では、天水農業地区がほとんどであり、本事業計画で目標達成をできるか否かは、灌漑農業の普及体制に左右される。すなわち、事業計画地区における灌漑農業の応用研究及び研修、そして応用研究の成果を農民に普及する活動が事業の目標便益を達成する成否を握っていると言える。

2) 灌漑農業の応用研究及び研修

事業計画地区内において、灌漑農業技術を定着させるために、TTU の中に灌漑農業普及センターを設置し、農業普及事業をより整備充実させる必要がある。

灌漑農業普及センターを中心とした農業技術の応用研究と研修体制は以下のとおり要約される (図 4-12 参照)。なお、応用研究と研修のために、普及センターは 1,600 m² の建物スペース (本館 1,000 m²、圃場研究棟 600 m²) を必要とする。

a) 灌漑農業技術の基礎研修

研修の対象は農民とその後継者を対象とし、NARCの既設の研修センターで行う。

b) 灌漑農業技術の応用研究

研究は、普及センター専属の 8 名の専門家により実施するものとする。

専門家の研究分野：	1. 野菜	2 (人)
	2. 果樹	1
	3. 穀類	1
	4. 飼料作物と畜産	1
	5. 土壌肥料	1
	6. 農業土木	1
	7. 農場経営	1
	計	8

主な研究内容：

- 灌漑栽培適応品種の選抜
- 灌漑基準
- 作物別施肥基準
- 作物別栽培指針 (含飼料作物)
- 輪作体系の確立
- 農場の収入と支出

c) 普及センターの応用研究の体系化

普及センターの専門家、TTU の各部そして Markaz の普及員の合同研究により、農家の圃場ですぐに応用できるものとする。

d) 応用技術の研修

普及センターで研究した成果を普及員、農民とその後継者に、普及センターの専門家が、センター内の講義室と試験圃場で研修を行う。

e) 応用研究の展示

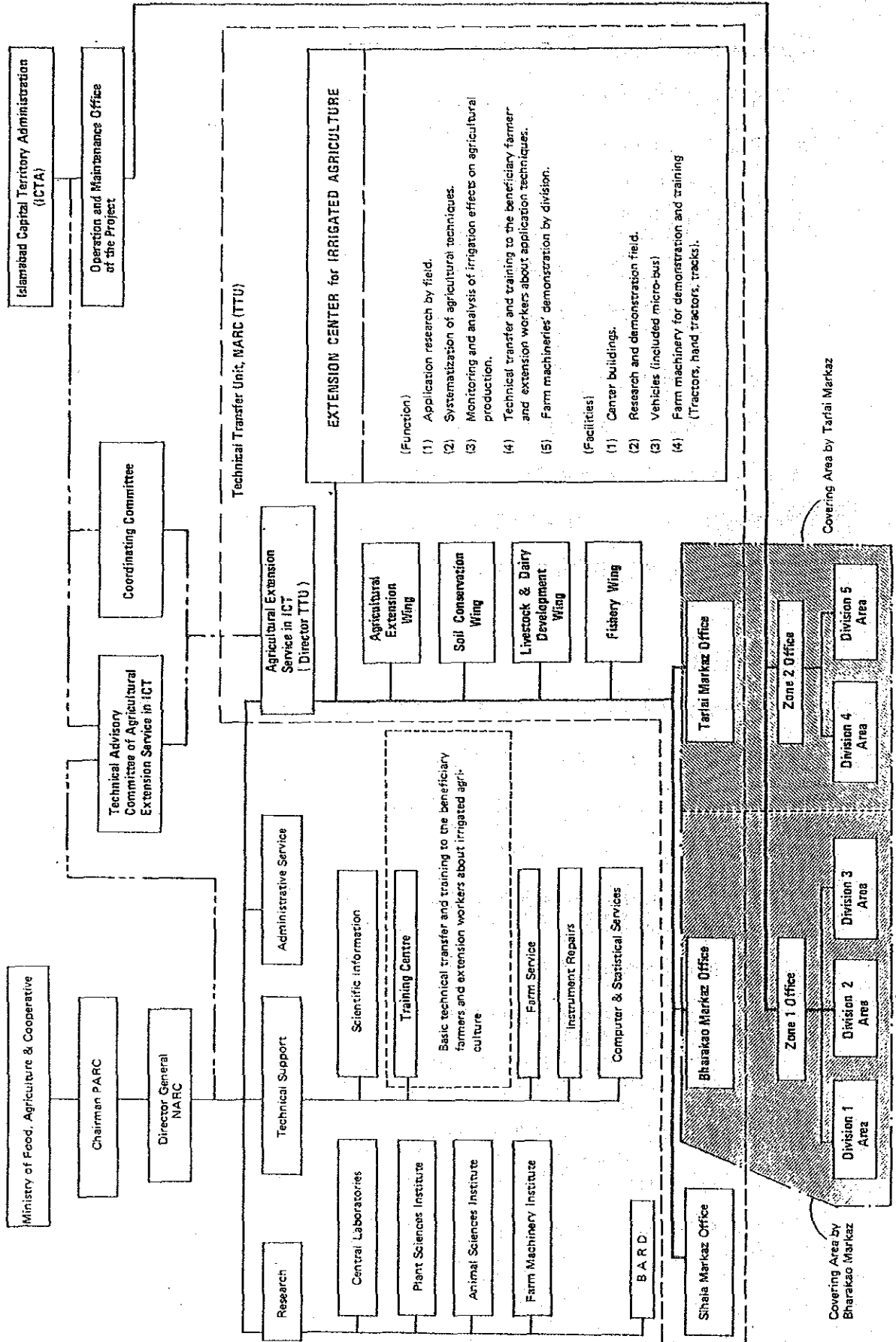
バラニ農業（無灌漑粗放農業）を灌漑農業（近代的集約農業）に転換するために、普及センターの専門家と普及員がモデル農場で農民を指導し、技術水準を高める。モデル農場は5ヵ所の Division Officeの近くに設けることにするが、水源が近くにある、灌漑農業に意欲的で指導的役割を果たせる農家を数戸選定する。

3) 普及活動

灌漑用水の補給によって、農業の生産性を向上させ、計画目標を達成するためには、灌漑農業普及センターで確立された応用技術を農民へ移転しなくてはならない。このため、農業普及活動は、TTU の各部及び Markaz の普及所を通じ、以下に述べるような事項に重点を置いて実施する必要がある。

- 農民への適切かつ組織的な農業指導を行うために、少なくとも野菜、果樹作物、畜産、土壌肥料、農業経営、病虫害の専門普及員をそれぞれ1人ずつ配置する。
- 指導は次の項目を含む。
 - i) 圃場における灌漑技術（灌漑及び排水方法）
 - ii) 作物別灌漑基準（水管理法、1の回かん水量、間断日数）
 - iii) 作物別優良品種の特性（灌漑栽培適応性の高いもの）
 - iv) 各作物の灌漑栽培法（栽植様式、播種及び育苗法、仕立法、作物保護方法、作付体系）
 - v) 施肥法（土壌診断、施用時期と量）
 - vi) 家畜の飼養法と保護法（飼料給与法、人工受精、病気の診断治療）
 - vii) 農場経営（経営診断、農業簿記、市場統計、出荷、販売組織化）
- 受益集落における講習会、研究会を通じた指導、助言

図 4-12. 計画地区における農業普及組織計画



4.10.2. 水利組合の組織化計画

灌漑事業を実施する場合、用水の圃場における均等配分のために、受益者である農民によって組織された水利組合の設立は不可欠である。水利組合の組織は、分土工を最小単位とする農民グループを統合した、村単位の Water Management Group がベースとなっている。5つの Division 別に組織化された水利組合は、さらに水利組合連合として統括し、基幹的な灌漑施設を維持管理する維持管理事務所とともに、本地区における水の有効利用を図る。

1) 水利組合の目的及び業務

目的 : 灌漑用水の圃場における適期公正配分

業務 :
- 灌漑希望面積のとりまとめ
- 配水計画
- 末端灌漑施設の操作、保守点検、補修
- 灌漑実績のとりまとめ
- 水利費の徴収

組織 :
- 理事長 …… 1 人
- 事務局長 …… 1 人
- 専任職員 …… 5 人 (庶務・会計、管理補修、営農、配水等)

2) 水利組合の組織化の手順

- i. 灌漑事業地区農民の事業実施に関する同意確認
- ii. 組合員名簿の作成
- iii. 組合結成
- iv. 組合役員選挙及び職員採用
- v. 組合同規約整備
- vi. WMGとFGの区分と灌漑台帳作成 (WMG…Water Management Group, FG…Farmers' Group)

水利組合の規約や運営方法の詳細は、近傍の事例を十分に考慮して、検討整理する必要がある。

3) 水利組合の組織化支援

活動的な水利組合の組織化を促進するために、ICTAは地方自治及び農村開発部(LGR

D)を中心とし、工事着手前に以下のような準備をする必要がある。

- 受益集落、総戸数、農家数の確認、
- 水利組合の組織化プログラムの検討及び作成、
- ICTAの管轄内において適用可能な水利組合法規の手続、
- 受益農家が負担する末端施設整備の工事費の補助制度 (補助率、償還条件等)

- の準備、
- 本事業計画の内容、事業効果そして事業実施の必要性を受益者への浸透、
 - 水利組合の組織化を指導するICTA職員の教育
 - 農業協同組合の機能を備えた水利組合組織の可能性の検討

4.11. 農産物の加工流通と農業協同組合

1) 農民が農業協同組合を結成する意味

一般に、農産物の生産者は多数であり、また零細であるので、小数の仲買人や小売人との多量に出回る農産物あるいは、生産資材の取引は、農家に不利な条件で終ることが多い。売手と買手との基本的な関係は1人対1人であるが、このような多数の農家と少数の仲買人、小売人という関係は、片寄った所得の分配を助長することになる。

一方、生産物の出荷あるいは生産資材の購入が、個別の農家単位ではなく、複数戸で協同組織としてまとまったものであれば、買手と売手の力の均衡がとれて、より妥当な価格で取引される。複数の農家を協同組合として、組織化する意味はここにある。

2) 農家協同組合の機能を備えた水利組合

本事業計画の実施に伴って設立される水利組合に農業協同組合の機能を持たせることは、農家の農産物の販売と生産資材の購入、そして農民組織を早期・着実に組織化することにとって非常に意義のあることである。

しかしながら、農産物の販売と生産資材の購入に関する不利益な問題を、各農民が十分認識し、協同して問題解決を図ろうとする機運の高まりなしには、農業協同組合の設立は不可能である。天水耕作地の個々の農家が、本灌漑事業の効果を十分に認識するまでには多くの年数を要するが、これは、販売と購入に関する諸問題の対策を農家の共通の課題として認識するまでに同じく多くの年数が掛ることを意味する。

そこで、灌漑用水の供給開始後、共同利用施設と機械（トラックと集荷場）の運用による青果物の共同出荷の斡旋、そして、農業生産資材の購入斡旋を農業協同組合としての当面の事業とするのが適切と考えられる（図 4-13 参照）。なお、将来的に追加する事業のうち最も優先度の高い事業は、青果物の固定的集荷施設と集乳施設の設置、生産者組織の育成、青果物の共同販売である。

図 4-13 水利組合の段階的発展方向

事業区分	工事期間中の事業	灌漑用水の供給開始後 当面の事業	将来的な追加事業 (アンダーラインの事業 は優先度の高いもの)
1. 組合組織	<ul style="list-style-type: none"> - 灌漑事業実施の同意、確認 (ICTA による)。 - 組合員 (灌漑施設の受益者) 名簿作成 - 組合結成 - 組合役員選挙及び組合従業者採用 - 組合同規約整備 		<ul style="list-style-type: none"> - 組合従業者採用
2. 共同利用施設・ 機械の運営事業	<ul style="list-style-type: none"> - WMGとFGの区分と灌漑台帳作成 - 末端灌漑施設工事の立合い - 末端灌漑施設の維持管理の試験的運用 - トラクター、耕耘機、トラックの共同利用 (農業支援事業の実証用機械として事業費に含まれている) 	<ul style="list-style-type: none"> - 灌漑施設の維持管理 - トラクター、耕耘機、トラックの共同利用 (耕耘から集出荷まで) - 青果物集出荷 (仮設) の村別設置 	<ul style="list-style-type: none"> - 精麦施設 - 農作業の受委託 - 共同育苗施設 - 青果物集荷施設 (固定拡充) - 青果物選果施設 - 青果物貯蔵施設 - 青果物冷蔵施設 - 畜産物集荷施設 - 集乳施設 - 畜産物冷蔵施設 - 牛乳乳製品加工施設 - 農機具サービスステーション - 給油施設
3. 営農指導/ 普及事業			<ul style="list-style-type: none"> - 生産者組織の育成 (灌漑農業普及センター、普及事務所との連携による。) - 農業後継者の育成 - 農産物生産費調査分析 - 広報 (作物価格情報他)
4. 販売事業		<ul style="list-style-type: none"> - 青果物の共同出荷の斡旋 (組合のトラック利用) 	<ul style="list-style-type: none"> - 青果物の共同販売 - 畜産物の共同販売 - 牛乳乳製品の共同販売
5. 購買事業		<ul style="list-style-type: none"> - 肥料購入の斡旋 - 農薬購入の斡旋 - 種子購入の斡旋 - 農機具購入の斡旋 	<ul style="list-style-type: none"> - 肥料の共同購入 - 農薬の共同購入 - 種子の共同購入 - 飼料の共同購入 - 農機具の共同購入 - 生活資材の共同購入
6. 金融事業			<ul style="list-style-type: none"> - 共同利用施設・機械購入のための資金借入れ - 農家の営農資金貸出し - 貯金

4.12. 末端施設計画

4.12.1. 末端施設計画の方針

末端地区は2万1,100分の1の地形図を利用し、現地調査結果・地形・河川状況・土地利用状況等を考慮して、各分水工（outlet）の位置を決め、末端地区の規模を決定した。

末端地区決定の基本方針は次のとおりとする。

- 地区の灌漑面積は、標準40～50haとする。
- 地区境界は原則的に集落、行政区分に準拠するものとする。

検討の結果、事業計画地区内の末端地区数は上流地区81地区、下流地区55地区、計136地区とした。

末端地区の平均面積

項 目	単 位	上流地区	下流地区	計
地区数	カ所	81	55	136
全灌漑面積	ha	3,790	2,810	6,600
平均地区灌漑面積	ha/カ所	46.8	51.1	48.5

4.12.2. 末端地区内の用・排水及び農道計画

1) 用排水施設

分水工以下の末端地区内の用水路として小用水路（Water course）が設けられる。この小用水路から各農家別の圃場へ取水口（Nucca）を通じて用水が給水される。小用水路の設計単位用水量は $q_i = 1.08 \text{ l/sec/ha} (*15)$ である。したがって、小用水量の設計流量は次式によって示される。

$$Q = q_i \cdot A$$

ここに； q_i ; 単位用水量、 1.08 l/sec/ha
 A ; 灌漑面積（ha）

注：*15… $q_i = 0.6 \text{ l/sec/ha} \times 0.9 \times 24/12 = 1.08 \text{ l/sec/ha}$

末端地区内の排水路として、小排水路 (farm drain) を設ける。小排水路は圃場内の雨水の排除、さらに流水による侵食を防止するために末端地区内の谷沿いに設ける。小排水路の設計流量は $q_d = 14.8 \ell / \text{sec} / \text{ha} (*16)$ とする。

2) 農道

生産資機材の搬入、搬出、さらに農産物の搬出のため末端地区内に農道を設ける。農道の幅員は農業機械の幅員及び用排水施設の維持管理を実施するため、全幅 4.05 m (有効幅員 3.05 m) とする。

4.13. 集落整備計画

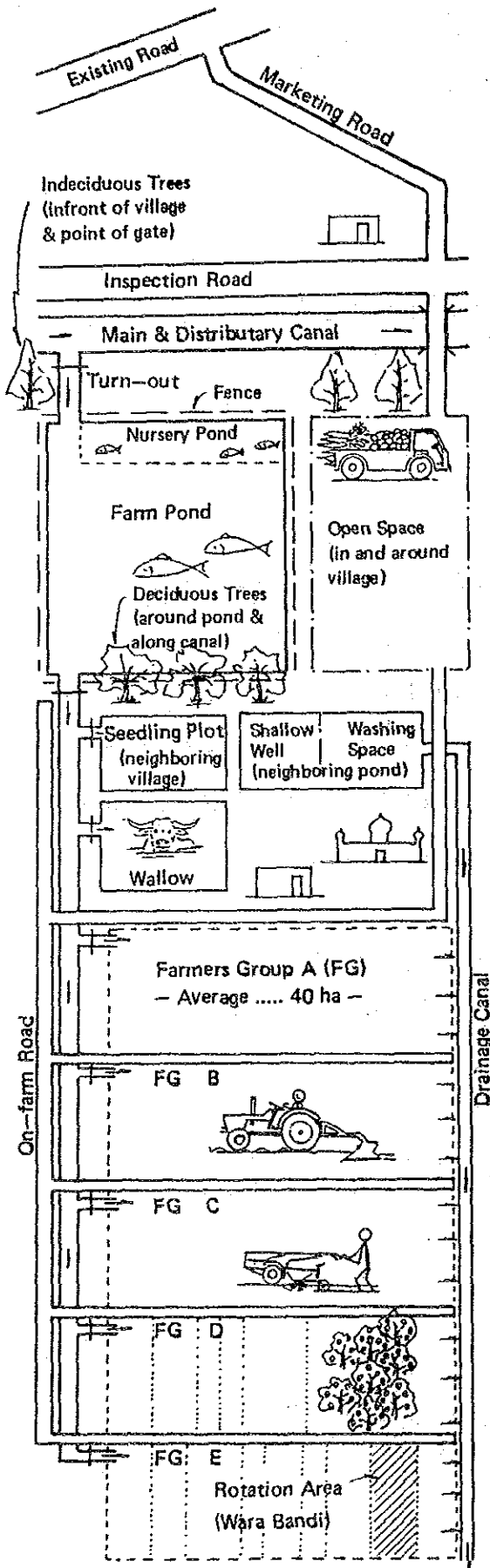
本調査地域では、都市部と農村部、集落間、集落内で、地理的立地条件の相異から、所得と生活環境水準の格差が大きな社会問題となっている。地域の均衡の取れた発展のために、農村部においても生産基盤と生活環境基盤の整備が必要である。

図4-13は、地区における水を通じた集落整備構想を示したもので、将来的に段階的に充実する必要がある。本事業計画では、このうち最も基礎的な生産基盤である灌漑施設と流通道路の整備をすることにより、より多くの農家が灌漑農業を通じて、より快適な生活の機会を得ることを目指すものである。

すなわち、水源の確保灌漑システムの整備、水を通じた農家の組織化、そして農家に対する灌漑農業及び経営に関する技術的支援によって、圃場における作物の生産水準は飛躍的に向上する。さらに流通道路網の整備は、鮮度が高く、荷傷みの少ない生産物の消費地への供給を可能にするとともに、農家の所得水準も改善する。一方、整備された流通道路網は、地区農民のみならず、地区住民全体の社会及び経済環境も改善する。

注：*16… $q_d = 128 \text{ mm} \times 10^{-3} \times 1.0 \text{ ha} \times 10^4 \times 10^3 / 86,400 = 14.8 \ell / \text{sec} / \text{ha}$

図 4-14. 用水をベースとした集落整備構想



FARM POND

- Keeping water with night storage for timely irrigation to crops especially vegetables.
- Growing and harvesting fish.

SHALLOW WELLS & WASHING SPACE

- Supplying drinking and domestic water for all villagers.
- Supplying washing water for vegetable.

SEEDLING PLOT

- Supplying vegetable seedlings for on time transplanting.

ANIMAL WALLO

- Bathing space for buffalos and other large animals.

MULTIPURPOSE OPEN SPACE

- Collection and shipment farm products in cooperation.
- Assembly and communication space.
- Sport and game space.

TRUCKS (Owned by WMG)

- Transportation of farm inputs and products and construction materials for improvement of on-farm works, and communication between town and village.

TRACTORS OR POWER TILLERS (Owned by WMG)

- Cultivation of farm land in keeping proposed cropping pattern on time and effective water use.

OFFICE OF WATER MANAGEMENT GROUP

- Operation and maintenance of the irrigation and drainage canals covering by the territory of water management group.
- Requesting the fund for procurement and operation of agricultural service equipment to banks through the Federation of Water Users' Association.
- Negotiation with dealers to lower the price of farming equipment and input materials as well as to keep the reasonable price of products.