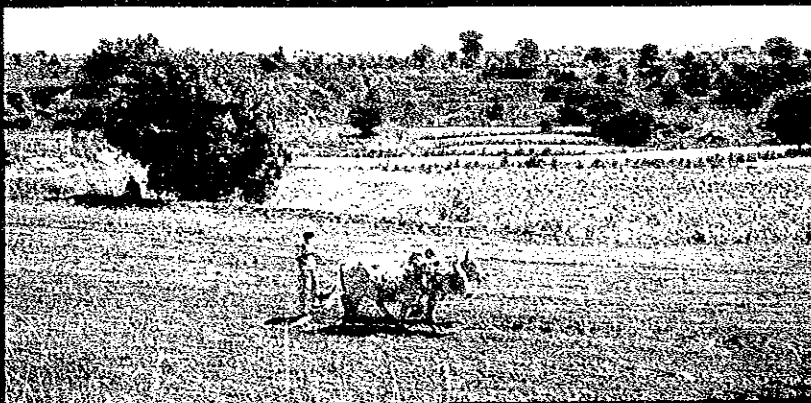


パキスタン国

クラング川上流かんがい開発計画実施調査

報告書要約



昭和 63 年 6 月

国際協力事業団

農計技

SC

88-29

ARY

JICA LIBRARY



1067488[5]

1804/

パキスタン国

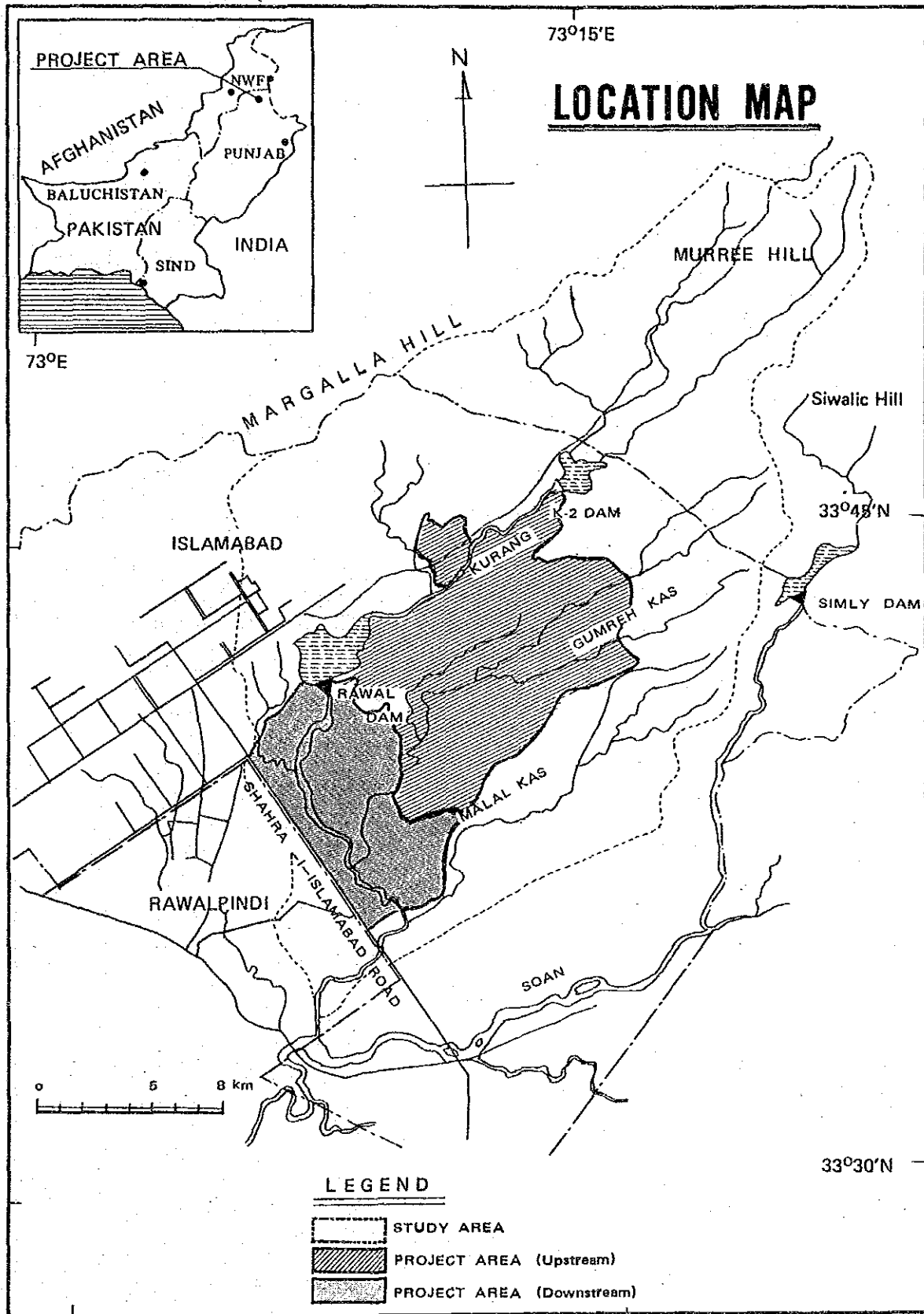
クラング川上流かんがい開発計画実施調査

報告書要約

昭和 63 年 6 月

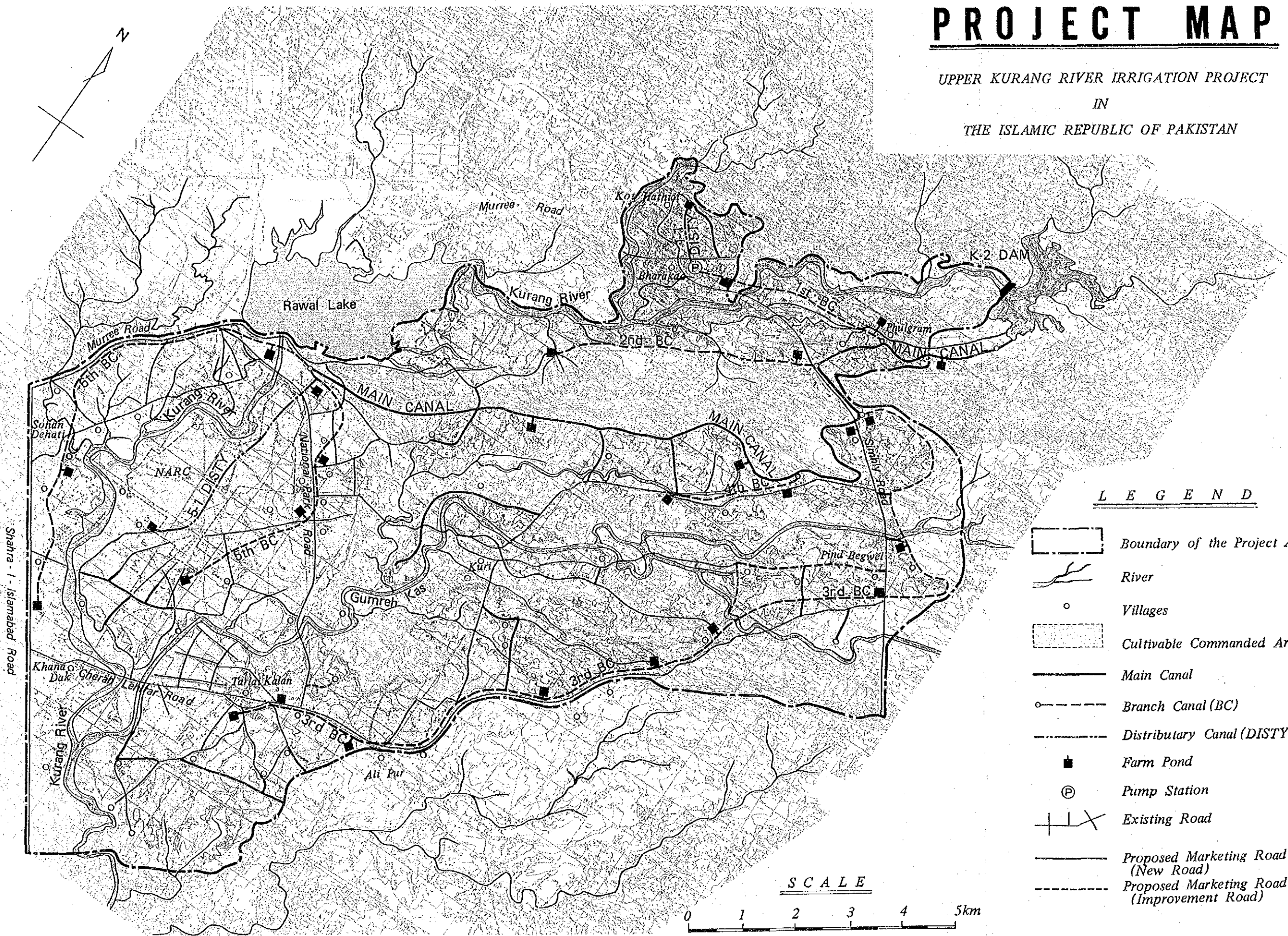
国際協力事業団








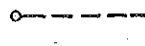



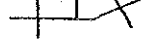
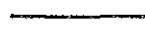
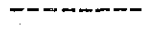


PROJECT MAP

UPPER KURANG RIVER IRRIGATION PROJECT
IN
THE ISLAMIC REPUBLIC OF PAKISTAN



LEGEND

-  Boundary of the Project Area
-  River
-  Villages
-  Cultivable Commanded Area
-  Main Canal
-  Branch Canal (BC)
-  Distributary Canal (DISTY)
-  Farm Pond
-  Pump Station
-  Existing Road
-  Proposed Marketing Road (New Road)
-  Proposed Marketing Road (Improvement Road)

SCALE



本事業の概要

1. Project Area

Location	:	Islamabad Capital Territory
No. of Union Council	:	6 Union Councils (Bharakao, Phulgran, Kuri, Kirpa, Tarlai, Sohan)
Population	:	58,500 persons (1981)
Major River	:	Kurang River and Gumreh Kas

2. Cultivable Commanded

Kharif Season Cropping Area	:	6,600 ha (100%)
Rabi Season Cropping Area	:	2,772 ha (42%)
Total	:	9,372 ha (142%)

3. Water Resources

	<u>Rawal Damsite</u>	<u>K-2 Damsite</u>
Catchment Area	: 275.1 sq.km	137.0 sq.km
Annual Runoff Discharge	: 103.0 MCM	62.1 MCM
Dry Year, 1/5 Probability	: 78.7 MCM	47.4 MCM
Dry Year, 1/10 Probability	: 69.7 MCM	41.1 MCM

4. Reservoir Operation

Without Project			
Runoff Discharge	:	103.0 MCM	-
Water Demand	:	45.3 MCM	-
Spillage	:	55.9 MCM	-
With Project			
Reservoir Operation	:	Combined reservoir operation of Rawal and K-2 Dams	
Inflow/Runoff Discharge:		73.4 MCM	62.1 MCM
Water Demand	:	50.4 MCM	25.1 MCM
		(Domestic Supply (Irrigation) Stage I)	
Spillage	:	25.4 MCM	36.5 MCM

5. Reservoir Dimension

Reservoir Area	:	300 ha (Max. EL.649.8 m)
Retention Water Level	:	647.0 m
Min. Water Level	:	643.0 m
Gross Storage Capacity	:	29.4 MCM
Live Storage Capacity	:	18.5 MCM
Dead Storage Capacity	:	10.9 MCM

6. Project Facility

K-2 Dam		Main Dam	Saddle Dam
Dam Type	:	Zoned	Modified Homogeneous
Dam Height	:	53.0 m	12.0 m
Dam Volume	:	$1,870 \times 10^3$ cu.m	190×10^3 cu.m
Spillway Capacity	:	1,840 cu.m/sec	-
Diversion Flood	:	690 cu.m/sec	-
Irrigation Canal			
Max. Canal Capacity	:	4.0 cu.m/sec	
Canal Length	:	130.0 km	
Canal type	:	Concrete Flume	
On-Farm Development			
Road	:	6,600 ha	
Agricultural Supporting Facilities	:	18.6 km	
	:	Building, Machinery and Others	

7. Project Cost

Foreign Portion	:	Rs. $667,500 \times 10^3$
Local Portion	:	Rs. $662,900 \times 10^3$
Total	:	Rs. $1,330,400 \times 10^3$

8. Project Evaluation

Internal Rate of Return	:	13.0%
-------------------------	---	-------

目 次

ページ

位置図

計画一般図

本事業の概要

目 次	i
表の目録	iii
図の目録	iii
略語及び用語	iv

1. 事業の背景

1.1. パラニ地域における農業	1
1.2. 事業の背景並びに目的	2

2. 事業地区の現況

2.1. 位置及び地勢	4
2.2. 行政及び人口	4
2.3. 気象・水文	6
2.4. 土地利用及び土壌	8
2.5. 農業の現況	11
2.6. 水資源	15
2.7. 社会基盤施設	17

3. 事業計画

3.1. 事業の目的並びにコンポーネント	18
3.2. 土地利用計画	19
3.3. 水源計画	19
3.4. 貯水池計画	22
3.5. 灌漑・排水計画	24
3.6. 農業生産計画	28
3.7. 農業支援計画	31
3.8. 集落整備計画	33

4. 施設計画

4.1. K-2 ダム	35
4.2. 灌漑用水路	39
4.3. 末端施設	42
4.4. 流通道路	42
4.5. 事業費	42

5.	事業実施並びに維持管理計画	
5.1.	事業実施計画	44
5.2.	施設の維持管理計画	44
6.	事業の評価	
6.1.	事業の費用と便益	48
6.2.	事業の経済及び財務指標	50
7.	勸告	
7.1.	事業実施に対する勸告	52
7.2.	実施設計及び工事実施に対する勸告	52
7.3.	事業完了後の事業効果促進に対する勸告	53

表の目録

表- 1	ラワルダム及びシムリーダムの諸元一覧表	16
表- 2	作物の計画生産量	30
表- 3	K-2 ダム諸元一覧表	38
表- 4	事業費	43

図の目録

図- 1	計画地区の行政区分と人口	5
図- 2	計画地区周辺の一般気象状況	7
図- 3	土地分級図	10
図- 4	NARC とイスラマバードにおける農業普及組織の現況	14
図- 5	営農類型別農業振興区分	20
図- 6	現況におけるラワルダム水源配分状況	23
図- 7	計画におけるラワルダム及び K-2ダム水源配分	23
図- 8	平均年及び渇水年における月別灌漑用水量	26
図- 9	計画用水系統図	27
図-10	計画作付体系	29
図-11	計画地区における農業支援体制	32
図-12	集落整備計画構想	34
図-13	K-2 ダム計画一般図	37
図-14	水路計画一般図	41
図-15	事業実施工程表	45
図-16	建設工事の工程表	45
図-17	クラング川上流灌漑開発維持管理事務所の組織計画図	46
図-18	水利組合の組織計画図	46
図-19	水利組合設立計画の模式図	47
図-20	事業実施による社会・経済環境改善の流れ	49

略語及び用語

1) 機 関

ABAD	Agency for Barani Areas Development
ADBP	Agricultural Development Bank of Pakistan
BARD	Barani Agricultural Research and Development Project
CDA	Capital Development Authority
EAD	Economic Affairs Division
ICTA	Islamabad Capital Territory Administration
IDWP	Islamabad Development Working Party
JICA	Japan International Cooperation Agency
LGRD	Local Government and Rural Development, ICTA
MFAC	Ministry of Food, Agriculture & Cooperative
NARC	National Agricultural Research Center
NCRD	National Center for Rural Development
PADSC	Punjab Agricultural Development and Supplies Corporation
PARC	Pakistan Agricultural Research Council
PSC	Punjab Seed Corporation
PERI	Punjab Economic Research Institute
PHED	Public Health Engineering Department
RACC	Rural Area Coordinating Committee
RMC	Regional Meteorological Center
SDO	Small Dams Organization
UC	Union Council
WAPDA	Water and Power Development Authority

2) その他の用語

ASTM	American Society for Testing and Materials
Barani	Rainfed Farming Area
CCA	Cultivable Commanded Area
ICT	Islamabad Capital Territory
IRDP	Integrated Rural Development Programme
Katcha	Unmetalled or unpaved canal
Kharif	Summer season

Markaz	Integrated rural development center
Master Plan	Master Plan for Integrated Rural Development Project
MIRAD	Model Integrated Rural Area Development
Pacca	Paved canal by stone masonry
Panchayat	Elected local body at grassroots level
Project Area	Area of 12,900 ha located on both banks of the Kurang River and Gumreh Kas River
Rabi	Winter season
RHC	Rural Health Center
Sarpanch	Head of the Panchayat
Study Area	Total catchment area of the Kurang River, 580 sq.km
Study Team	JICA Study Team assigned to the Feasibility Study

3) 度量の単位

mm	millimeter
cm	centimeter
m	meter
km	kilometer
sq.cm	square centimeter
sq.m	square meter
sq.km	square kilometer
MSM	million square meter
l, lit.	liter
cu.m	cubic meter
MCM	million cubic meter
gal	gallon
A.F	acre feet
lit/sec	liter per second
m/sec	meter per second
cusec	cubic feet per second
MGD	million gallon per day
ppm	part per million
ms/cm	million siemens per centimeter
pH	potential of hydrogen
EC	electric conductivity
g	gram
kg	kilogram
ton, m.t.	metric ton

EL	elevation above mean sea level
MSL	mean sea level
FWL	full water level
HWL	high water level
LWL	low water level
TRAM	total readily available moisture
sec.	second
min.	minute
hr.	hour
min.	minimum
max.	maximum
%	percent
No.	number
°C	degree centigrade
°F	degree fahrenheit
Cl	chlorine
HP	horse power
ET	evapotranspiration
N	nitrogen
P	phosphate
K	potassium
O & M	operation and maintenance
KWh	Kilowatt hour
EIRR	economic internal rate of return
B/C	benefit cost ratio
FY	fiscal year
Rs	Rupees (currency of Pakistan)
US\$	US Dollar

4) 變換係數

<u>Unit</u>	<u>Comparison</u>	<u>English Equivalent</u>
Unit of Length:		
Millimeter (mm)	0.001 meter	0.0394 inch
Centimeter (cm)	0.01 meter	0.3937 inch
Meter (m)		3.2800 foot
Kilometer (km)	1,000 meter	0.6213 mile
Unit of Area:		
Square centimeter (sq.cm)	0.0001 sq.m	0.155 square inch
Square meter (sq.m)		10.764 square feet
Hectare (ha)	10,000 sq.m	2.471 acres
Square kilometer (sq.km)	1,000,000 sq.m	0.386 square mile
Unit of Volume:		
Cubic centimeter (cu.cm)		0.061 cubic inch
Liter (lit)	0.001 cu.m	1.0567 quarts (liquid)
Cubic meter (cu.m)	1,000 liters	35.3145 cubic feet
		0.811 x 10 ⁻³ acre foot

Unit of Weight:

Gram (g)		0.0353 ounce
Kilogram (kg)	1,000 grams	2.2046 pounds
Metric Ton (mt)	1,000 kg	2,204.6 pounds

Unit of Flow:

Liter per second (lit/sec)		0.0353 cusecs
Cubic meter per second (cu.m/sec)		35.310 cusecs

1. 事業の背景

1. 事業の背景

1.1. バラニ地域における農業

パンジャブ・バラニ地域の概況

パキスタンでは、天水耕作地をバラニ(Barani)と呼んでいる。バラニ地域は、パンジャブ(Punjab)州の北部及び西部を中心に分布している。関係する1都8郡(District)の総面積は約8万6000km²で、これはパキスタン全国の11%、パンジャブ州の41% (本地区のあるイスラマバード首都圏を含む) を占める。

パンジャブ州は、シンド(Sind)州とともにパキスタン国の商工業の中心地である。しかしながら、バラニ地域では、工場の立地件数は他の地域に比べて少なく、農業が産業の中心となっている。

本事業計画地区を含むパンジャブ・バラニ地域の耕地利用率は57%、作物作付率は、耕地面積ベースで97%で、パンジャブ州の他の地域に比べ約20%低い値となっており、天水耕作地域としての特徴を示している。

バラニ地域における耕地利用

(単位: 000 ha, %)

項 目	イスラマバード及び パンジャブ州		パキスタン全国
	バラニ地域	その他の地域	
1. 総面積 (報告の無かった地区除く)	7,003	10,074	56,710
2. 耕地 (休耕地を含む)	3,960	7,648	20,280
3. 作物作付延面積	3,843	9,733	20,130
4. 耕地利用率	57	76	36
5. 作物作付率 (耕地の合計=100)	97	127	99

天水に依存するバラニ地域では作付作物は限定され、作付率、収穫率ともに他地域に比べて低い水準にあり、営農上厳しい状況下におかれている。

農業政策

1986年のパキスタン国の国内総生産(GDP) に占める農業部門の割合は 25.5 %で、全産業中依然として最も大きな割合となっている。しかしながら、GDP は過去10年間 (1977-86 年) に 80 %の伸びを示したが、農業部門は 46 %の伸びにとどまっており、他方、

農業就業者が全就業人口に占める割合は 55 %前後で変化していない。この事は、農業と他産業、農村と都市の所得格差が依然として拡大傾向にあることを示している。

バラニ地域における農業生産の低迷状況と、第 6 次 5 ヶ年計画に示されるバラニ地域の開発—貧困の解消と導入作物の多様化—都市における多様化した作物需要への対応という観点から、本事業計画は重要な意味を持っている。

1.2. 事業の背景並びに目的

事業の背景

パキスタン国は、国家開発の 5 ヶ年計画を策定し、その計画に基づき開発諸政策を推進している。現行の第 6 次 5 ヶ年計画（1983年 7 月～1988年 6 月）では、全人口の 72 %を占める農村部が同国の経済発展の基幹をなすとの認識から、農村部開発の推進を国家開発計画の大きな柱として掲げている。

このような背景から、パキスタン国政府はイスラマバード (Islamabad) 首都圏農村部の開発のため、「農村総合開発計画 (マスタープラン)」の策定を意図し、そのための調査協力を日本国政府に要請した。この要請を受けて、国際協力事業団は昭和 60 年から昭和 61 年にわたり同調査を実施した。

本調査の対象である「クラング川上流灌漑開発計画」は、上記の調査・検討の結果策定された「農村総合開発計画」のなかで、高い開発優先順位をつけられていた開発計画であり、その内容は、イスラマバード首都圏農村部の天水依存農業地区に対し、クラング (Kurang) 川の水資源開発及び水資源の有効活用により新規に灌漑を実施しようとするものである。

本調査に関するパキスタン国政府から日本国政府への協力の要請は、昭和 61 年 5 月になされ、この要請を受けて、日本国政府は国際協力事業団を通じて、昭和 62 年 2 月に事前調査団を派遣し、調査実施のための実施細則 (S/W) の取り決めを行った。

調査は次の二期に分けて実施した。

第一次調査、解析業務

現地調査業務 : 昭和62年7月下旬～昭和62年10月上旬
国内解析業務 : 昭和62年10月中旬～昭和62年11月下旬

第二次調査、解析業務

現地調査業務 : 昭和62年12月上旬～昭和63年1月中旬
国内解析業務 : 昭和63年1月中旬～昭和63年2月中旬

最終報告書（草案）のパキスタン国政府への提出は昭和63年3月に行い、調査団並びにパキスタン国政府関係者との十分な協議結果に基づいて、昭和63年6月最終報告書を提出した。

最終報告書は、パキスタン国政府関係者の協力のもとに作成され、またパキスタン国政府関係者、作業監理委員会及び調査団で討議された各種事項についても報告書に反映させた。

調査の目的

本調査の目的は次のように要約される。

- クラング川の水資源開発及び水資源の有効活用により、イスラマバード首都圏農村部の天水農業地区における灌漑開発計画を策定し、その技術的、経済的妥当性を検討・評価すること。
- 灌漑農業の導入により、農業生産の向上、雇用の増大、地域住民の生活水準の安定を図るための農業開発計画を策定するとともに、施設の維持管理及び円滑な水管理を実施するための農民組織の設立並びにサポーター・サービスを含む農業支援計画を策定すること。
- 以上の調査・検討を通じてパキスタン国側カウンターパートへの技術移転を行うこと。

2. 事業地区の現況

2. 事業地区の現況

2.1. 位置及び地勢

調査地域であるイスラマバード首都圏農村部は、パキスタン北部のポトワール高原地帯にあり、人口約80万のラワルピンディ(Rawalpindi)市に隣接している。北東部の境界はマリー丘陵(Murree Hill)であり、北部及び北西部の境界はマルガラ丘陵(Margalla Hill)である。東はシワリック丘陵(Siwalic Hill)に面し、西から南にかけてはシャハラ・イスラマバード(Shahra-I-Islamabad)道路が境界となっている。

調査地域であるクラング川流域はソーン(Soan)川との合流点において580km²の面積を有し、計画対象地区の両岸には7,300haの耕地がひらけている。地域の地形は北西から南東方向に緩傾斜しており、雨期の降雨によるガリ侵食が進行し、土壌保全上の大きな問題となっている。

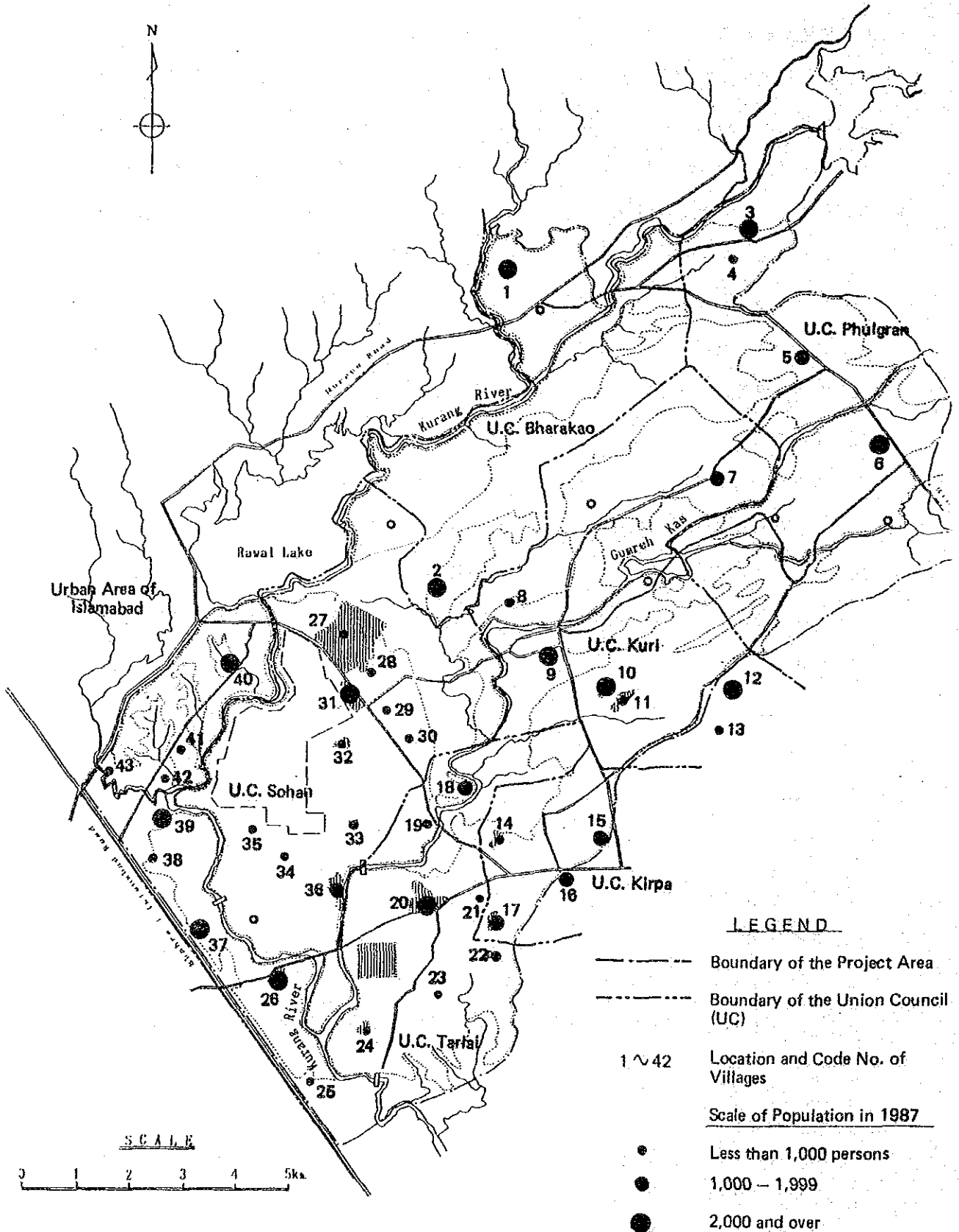
調査地域には多くの河川が北部あるいは北東部から、南部あるいは南西部に向けて流下し、それらはすべて本調査地域の南を流れるソーン川へ注いでいる。これらの河川は、丘陵地域あるいは山間部を流下しており、流量は雨季と乾季、また豊水年と渇水年で著しい変動を示している。このため、農村地帯で河川水を直接利用することは非常に困難な状況にある。

2.2. 行政及び人口

イスラマバード首都圏の農村部における行政は、133の集落と、11のユニオン・カウンシル(Union Council:以下UC)に分れる。本事業計画地区に関係しているのは6UCと43集落である。

事業計画地区の43集落の人口は、1981年に5万8,000人、1987年では7万9,000人、さらに、1987年における本地区の総世帯数は1万2,900戸(戸当たり6.1人)と推定された。

図-1 計画地区の行政区分と人口



計画地区内の人口と世帯数、1987年 -推定値-

U. C.	計画地区 の集落数	人 口 (人)	世帯数 (戸)
Rural Area			
Bharakao	2	12,300	2,000
Phulgran	4	11,500	1,900
Kuri	7	11,600	2,000
Kirpa	4	5,200	900
Tarlai	9	16,500	2,600
Sohan	13	17,700	2,800
Urban Area	4	4,200	700
計	43	79,000	12,900

2.3. 気象・水文

気 象

調査地域は標高 500～2,500 m の範囲に広がり、このうち事業計画地区は標高 500～600 m の範囲に位置している。バラニ地域に属するこれらの地域の気象状況の特色は、以下のように要約される (図2 参照)。

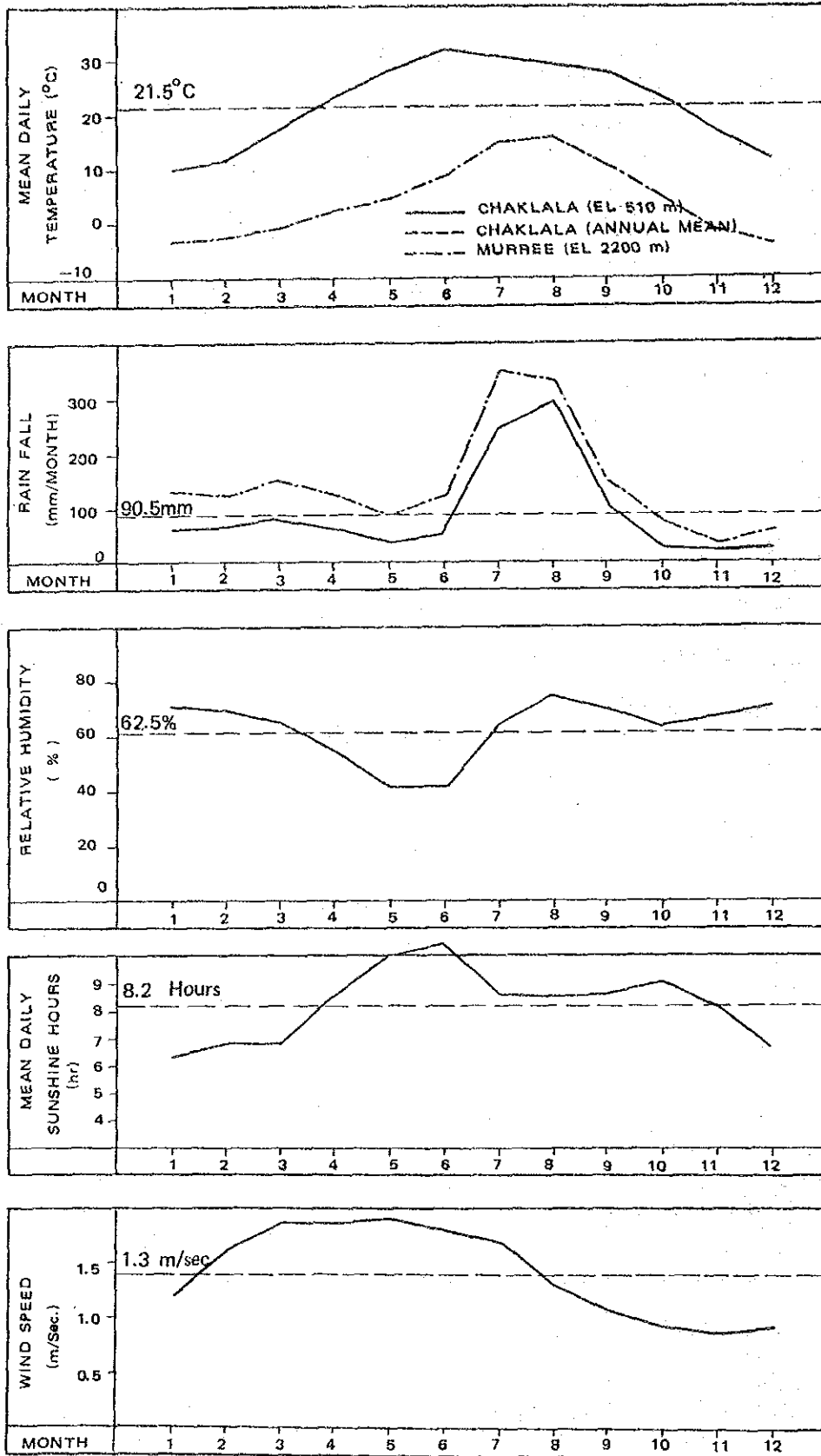
- 降雨量は Chaklala (標高 510m) で年平均約 1,090mm、山地部の Murree (標高 2,200 m) で 1,750mm と標高の差異により降雨量の差が大きい。Chaklala と Murree の確率年降雨量は以下のとおりである。

確率降雨量 (1952～1986)

確 率	年降雨量 (mm)	
	Chaklala	Murree
1/2	1,039	1,722
1/5	864	1,516
1/10	792	1,421

- 季節別には7月～9月の雨季に降雨が集中し、Chaklalaでは年降雨量の約60%を占める。雨季の雨は短時間集中型であり、一日中降り続くことは少ない。
- 気温は Chaklala で年平均 21.5℃であり、月別には6月が 31.6℃と最も高く、1月が10℃と最も低くなる。第1次現地調査期間中の7月下旬から8月上旬には首都イスラマバードにおいて、日中45℃近い気温を連日記録した。一方、冬期にはMurreeで12月から2月の月平均気温がマイナスとなり降雪が見られる。
- 湿度は年平均 62.5%であり、月別には8月が 74.7%と最も高く、5月、6月が約40%と最も低い。
- 日照時間は年平均 8.2時間であり、夏期の5月、6月が約10時間と最も長く、12

図-2 計画地区周辺の一般気象状況



月から3月の期間は約7時間と短い。

- 一 風速は年平均 1.3m/secであり、10月から12月が約 0.9m/secと最も小さく、最大の5月でも 1.8m/secである。

水 文

調査対象地域の主要河川は、クラング川とその支流であるグムラカス及びマラルカスの三つの河川である。この内、計画地区に関係する河川はクラング川とグムラカスの両河川である。クラング川の中流部にはラワルダムが建設されており、ラワルピンディ市への上水の水源となっている。

クラング及びグムラカス両河川の流量の実測値は SDOが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池容量の変化から算出した日単位のラワルダム流入量以外にはない（平均流出量 100.9 MCM）。しかし、i) この流入量を用いて計画水源である K-2ダム地点の流出量を算定することが困難であること、また、ii) 信頼度の高い長期の流量記録が必要であること等の理由から、本計画に関連するラワルダム地点及び K-2ダム地点の河川流量の算定は、調査対象地域周辺のハロー川、ソーン川及びシル川の実測記録から構築したタンクモデルにより算定した。

次表は、ラワルダム及び K-2ダム地点における流出量算定結果を示す。

ラワルダム及び K-2ダム地点の年間流出量

項 目	ラワルダム地点*	K-2 ダム地点	計
流域面積 (km ²)	138.1	137.0	275.1
流域平均降雨 (mm)	1,267.0	1,556.0	1,414.0
平均年流出量(1952-1986) (MCM)	40.9	62.1	103.0
平均流出率 (%)	23.4	29.1	26.5

注：* ……K-2 ダムの流域を除いた流域に対する値である。

2.4. 土地利用及び土壌

土地利用

事業計画地区内の現況の土地利用状況把握のため、2万1,100分の1の地形図をもとに現地調査を行った。調査結果によると、K-2ダムから重力灌漑可能な耕地面積は、

7,300 haである。

事業計画地区内の現況土地利用

地 目	面 積 (ha)	割 合 (%)
耕 地	7,300	56.6
荒 地	3,400	26.4
林 地	1,600	12.4
道路、河川、集落等	600	4.6
計	12,900	100.0

土 壤

事業計画地区の土壤は、石灰質の風積堆積物に由来する土壤統群が大部分で耕地面積の約80%を占めている。土壤統別の面積及び割合は以下のとおりである。

土 壤 分 類

土 壤	面積	パーセント
沖積堆積物に由来する中粒質土壤①	750ha	10 %
“ 細粒質土壤②	200	3
風積堆積物に由来する中粒質土壤④	5,800	80
残積土壤（複合土壤）⑤	450	6
侵食地の中粒質土壤（無砂礫地）⑦	100	1
合 計	7,300	100.0

地区内の土壤の特性は以下のように要約される。

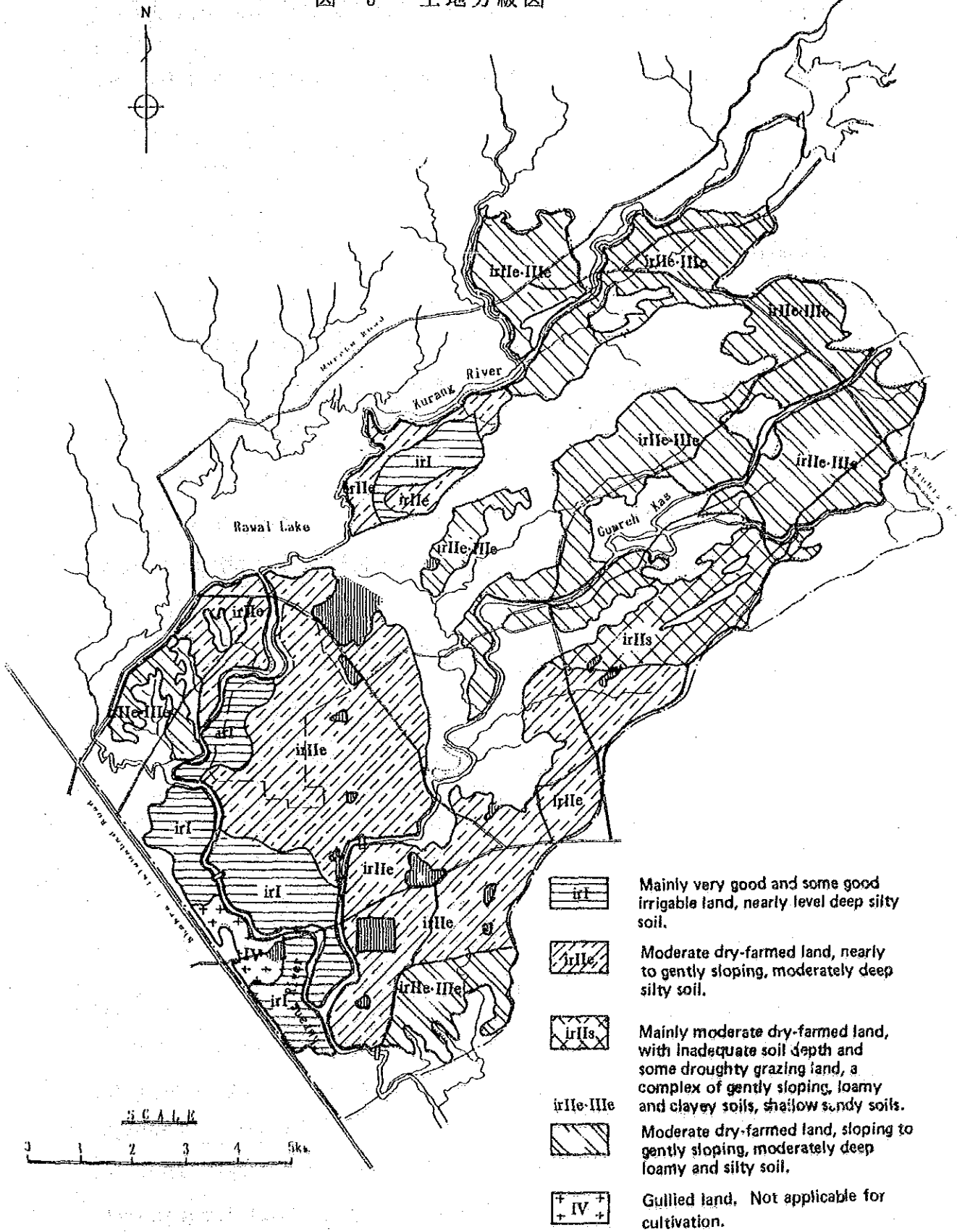
- 一 表土は、中粒ないし細粒質からなり、礫は比較的少ない。
- 一 下層土は大部分の所が中粒質で、深さ1mまではほとんど変化がない。一部礫が混入する地帯がある。また、沖積層地帯では砂層が深層に発現している。
- 一 土壤は、やや密で鋤床層ができやすいが、PHは7.0前後で弱アルカリ性を示す。ECは0.3 ms(25℃)以下で作物栄養分は窒素、磷酸が少ないが、加里等が多い。有機質は少ないが、野菜栽培に不適な要因は少ない。





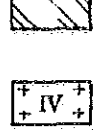
土地分級

土地分級は、土壤の特性、気象条件、地形並びに水管理及び農作業の難易度などから判断して、農業生産の適性度の高い方から以下のように区分される。

- I 級地 : 平坦地並びにはほぼ平坦地で、野菜栽培に適している土地である。
- II 級地 : 緩傾斜地で砂礫を含むが、南斜面で風当りの少ない土地で果樹栽培に適する。

图-3 土地分級圖



-  **irI** Mainly very good and some good irrigable land, nearly level deep silty soil.
-  **irIIe** Moderate dry-farmed land, nearly to gently sloping, moderately deep silty soil.
-  **irIIIs** Mainly moderate dry-farmed land, with inadequate soil depth and some droughty grazing land, a complex of gently sloping, loamy and clayey soils, shallow sandy soils.
-  **irIIe-IIIe** Moderate dry-farmed land, sloping to gently sloping, moderately deep loamy and silty soil.
-  **+IV+** Gullied land. Not applicable for cultivation.

Ⅲ級地 : 緩傾斜地で水管理や農作業が困難な地帯であるが、栽培適性が比較的高い。

Ⅳ級地 : 土壌侵食により荒地となっているが、一部牧草地として利用可能である。

図-3は、事業計画の土地分級図を示す。

2.5. 農業の現況

農家数及び土地所有

1978年における事業計画地区に関係する43集落の全体農家数は、約5,200戸と推定された。地区の総世帯数が1万2,900戸のため、農家率は平均約40%となる。

1980年パキスタン農業センサスによると、バラニ地域のラウルピンディ、アトック、ジェルムの3郡における平均経営規模は、それぞれ2.5 ha、4.9 ha、4.6 haである。これらの規模と比較して、受益地区内の耕作者平均経営規模は1.7haとやや小さい。

イスラマバード首都圏農村部における所有規模別農家数は、次表に示すように小土地所有者が多いことが明らかである。

首都圏における土地所有形態 (1984年)

土地所有の規模 (ha)	所有者数		所有面積	
	(人)	(%)	(ha)	(%)
0.4 未満	37,323	(65.0)	7,780	(13.8)
0.4 ~2.0	15,674	(27.3)	20,380	(36.3)
2.0 ~4.8	2,933	(5.1)	10,100	(18.0)
4.8 ~10	1,053	(1.8)	7,900	(14.1)
10 ~20	344	(0.6)	4,360	(7.8)
20 以上	135	(0.2)	5,600	(10.0)
計	57,462	(100)	56,120	(100)

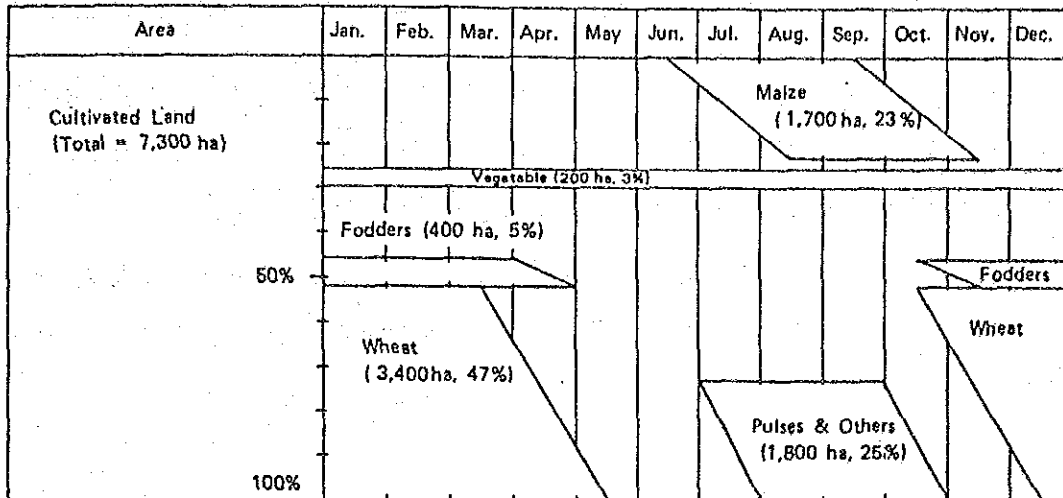
上表から明らかなように、所有規模2.0ha以下の土地所有者は、全土地所有者の92%を占める。また、首都圏農村部では自作農が全体の75%を占めている。

農業生産

事業計画地区の現在の主な作物は、小麦でラビ(Rabi)期に作付面積の約85%に作付られている。残りの15%は飼料作物と野菜が栽培されている。カリフ(Kharif)期にはとうもろこし、豆類等が作付られている。作付面積及び作付体系ともに年間の変動が少な

く、個々の圃場での作付様式の変動は認められるものの、地区全体としてはほぼ一定の作付が行われている。

作物の現況作付体系



しかしながら、作物の単位当り収穫量は、全作物とも低水準にある。

地区の現況作物生産

作物	作付面積 (ha)	平均単収 (tons/ha)	総生産量 (tons)
1. ラビ作			
-小麦	3,400	1.7	5,610
-飼料作物	400	70.0	28,000
-野菜 (キャベツ)	200	13.0	2,600
(小計)	(4,000)		
2. カリフ作			
-とうもろこし	1,700	2.0	3,400
-豆類	1,800	0.8	1,440
-野菜 (きゅうり)	200	15.0	3,000
(小計)	(3,700)		
合計	7,700		

畜産

事業計画地区内を上流部集落と下流部集落とに分けて、各家畜の飼料頭数をみると、上流部は集落数、耕地面積、農家戸数も多く、家畜の飼養割合が高い。しかし、家禽だけは下流部に多く飼育されている。

地区内の家畜飼養頭羽数

	農家数	(単位:頭、羽)				
		牛	水牛	ヤギ	羊	家禽
上流部	2,635	1,930	1,810	2,790	2,400	42,900
下流部	1,960	800	750	690	600	175,300
計	4,595	2,730	2,560	3,480	3,000	218,200

さらに本地区では、牛乳の生産が多数の零細規模の飼育により行われており、本地区における1日当たり平均牛乳生産量は、約7,000ℓ(3~4万人分)と推定される。パキスタン全国における最近5年間(1982~87)の牛乳の需要の伸びは、年率5%と高く、都市における需要はこれを上回っているものと考えられる。しかしながら、天水農業地帯の1つである本地区では、カリフ期と異なり、ラビ期には飼料作物の作付及び採草放牧地が限定されるため、農家にとって飼料の入手は非常に困難なものとなっている。

農業普及事業

イスラマバード首都圏における農業普及事業は、現在、国立農業試験場(National Agricultural Research Center : NARC)の技術移転ユニット(Technology Transfer Unit : TTU)を通じて実施されている。NARCのTTUは農業普及、家畜及び酪農開発、土壌保全、そして漁業の各部から構成されている(図-4参照)。

本地区を含むICTの現在の農業普及事業の問題点は、主に次のように要約できる。

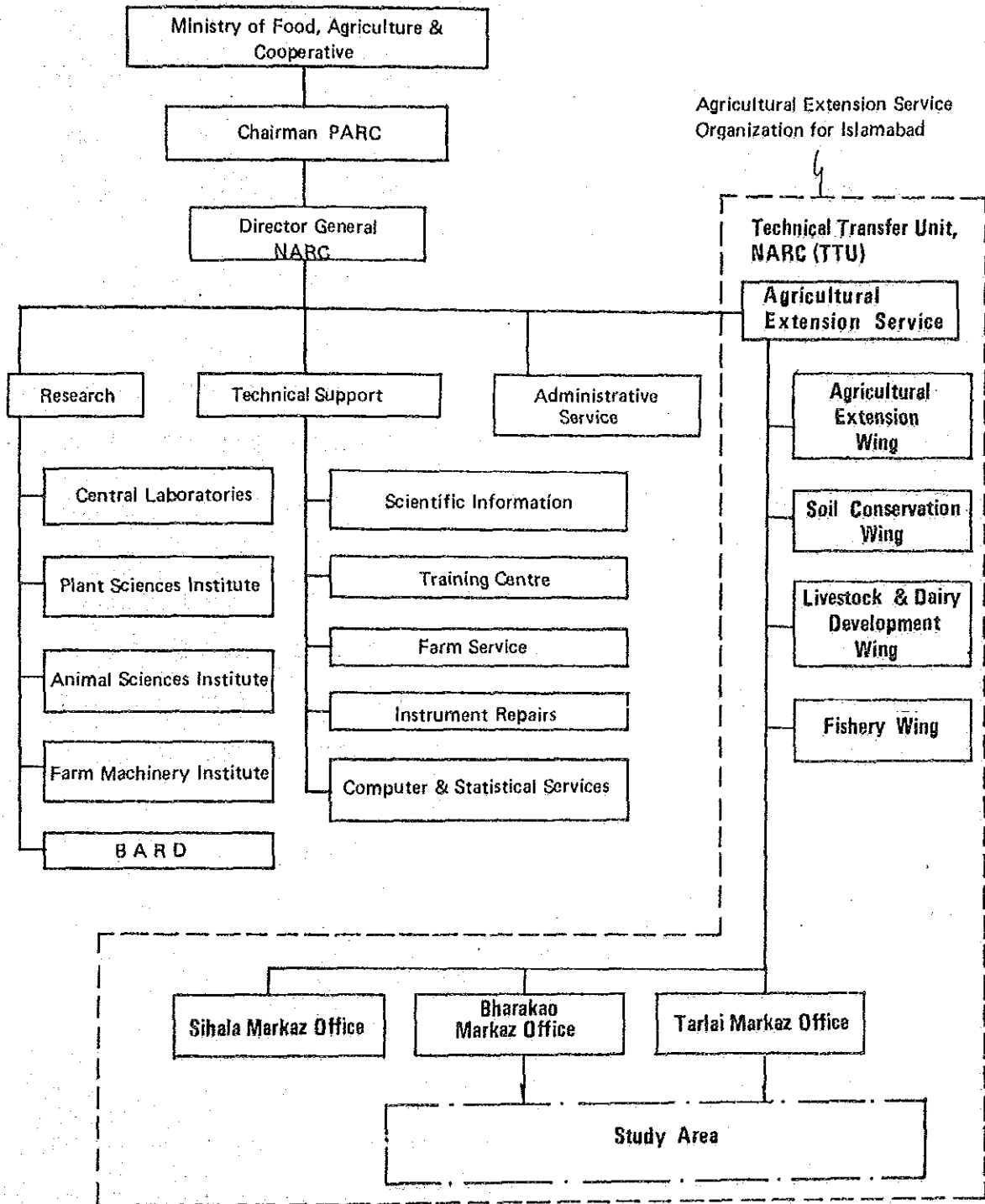
- 研究と普及組織の間の連携が十分でなく、研究の成果としての改良された技術が農家に届くまでの制度的調整が十分でない。
- 普及員が、最新の技術について、知識を新たにする適切な内部訓練施設を持っていない。
- 普及員の管理範囲及び担当分野が広すぎる。

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、農家の平均経営規模は1戸当たり1.7haで、平年作付率は106%となっている。地区内では、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。

地区内における年間1人当たり生計費の下限は1,200~1,400ルピーと推定され、世帯

図-4 NARC とイスラマバードにおける農業普及組織の現況



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 ルピーが必要となり本地区では、農業生産だけで生活を維持して行くことは困難と推定される。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 (Rs/戸) (資料無し)		21,300	18,500	18,300
2. 自作農家の割合	75	81.6	82.0	81.9
3. 自作農家の平均所得 (Rs/戸)	5,440	20,900	20,700	23,600

2.6. 水資源

クラング川上流灌漑計画事業の水源は、クラング川の河川流量である。前述のように、クラング川中流部にはラウルダムが建設されており（主要諸元は表-1参照）、1962年よりラウルペンディ市への上水の給水を目的として、SDO (Small Dams Organization) によってその配水管理が実施されている。

1952年から1986年まで35年間の日単位の河川流量（タンクモデルを適用して算出）と、上水並びに灌漑の水需要量に基づくラウルダム水収支計算検討結果によると、下表に示すように、年平均約 56 MCM の水が、雨期にラウルダムの洪水吐から無効放流されている。この水量が将来、上流に貯水ダムを建設することにより、開発可能と考えられる。

ラウルダム地点の水資源量

項 目	河川流量
流域面積 (km ²)	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 (MCM)	55.9

以上に述べた主水源であるクラング川の水源の他に、クラング川の Kc-1 及び Kc-2 サイト、またグムラカス川の Gc-2 サイトに建設可能な頭首工地点が有り、補助水源が期待できる。この補助水源は、以下に示すように各地点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。

表-1 ラワルダム及びシムリーダムの諸元一覧表

<u>Items</u>	<u>Unit</u>	<u>Rawal Dam</u>	<u>Simly Dam</u>
<u>River</u>		Kurang	Soan
<u>Catchment Area</u>	(sq.km)	275.1	152.8
"	(sq.miles)	106	59
<u>Reservoir</u>			
Maximum Water Level	(ft)	1,761	2,320
Retention Water Level	(ft)	1,752	2,295
Minimum Water Level	(ft)	1,708	2,233
Gross Storage Capacity	(MCM)	58.6	35.5
"	(acre-ft)	47,500	28,750
Live Storage	(MCM)	53.0	24.7
"	(acre-ft)	43,000	20,000
Dead Storage	(MCM)	5.6	18.5
"	(Acre-ft)	4,500	15,000
<u>Main Dam</u>			
Type of Dam		Gravity*	Rockfill
Top of Dam	(ft)	1,763.5	2,330
Dam Height	(ft)	133.5	263
Length of Dam	(ft)	700	1,010
Top Width	(ft)	14	30
U/S Slope of Dam		1:0.04	1:3.00-2.25
D/S Slope of Dam		1:0.675	1:1.75-1.5
Design Acceleration Force		0.1	0.19
Freeboard above Maximum WL	(ft)	2.5	10
<u>Spillway</u> **			
Type		Gate-Controlled	Uncontrolled
Capacity	(m ³ /s)	2,320	1,280
"	(cusec)	82,000	45,000
Crest Elevation	(ft)	1,742	2,300
Design Head	(ft)	19	20
Length of Crest	(ft)	240	110
Max. Probable Flood	(m ³ /s)	3,400	2,570
"	(cusec)	120,000	90,689
<u>Construction</u>			
Commenced	Year	1959	1972
Completed	Year	1962	1982

Note:

*... Rawal Dam has a saddle dam of rolled earth embankment.

** . Simly Dam has a fuse plug spillway of 400 feet long and 12 feet high.

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	グムラカス	125.0	0.13
計			0.97

2.7. 社会基盤施設

家庭用水供給

家庭用水供給施設は井戸と泉である。市街地の集落を除く36集落の井戸と泉の数は、それぞれ 353と 29 である。井戸及び泉の普及率は、一施設（井戸と泉と合せて）当たり 152 人である。

農村電化

受益地区の電化は、イスラマバードの農村部の中でも進んでいる。事業計画地区内の現在の電化状況は、次のようである。

完全電化集落数	;	69%
不完全電化集落数	;	22%
未電化集落数	;	9%

道 路

本事業計画地区は、イスラマバード首都圏にあることから、幹線道路の整備状況は良い。しかしながら、圃場段階や集落と幹線道路との連絡道路の不足から、農業投入資材や生産物の運搬そして人の往来などに大きな支障が生じている。地区内の道路状況は次のとおりである。

道路整備状況

道 路	延 長 (km)
幹線道路（5路線）	12.5
その他の道路	30.9
合 計	43.4

3. 事業計画

3. 事業計画

3.1. 事業の目的並びにコンポーネント

事業の目的

事業計画地区は、パンジャブ・バラニ地域と呼ばれる半乾半湿の気象区分に属し、地形は起伏が大きく、降雨によるガリ侵食を受け、かなりの土地が耕作から放棄されてきた。また、地区内には深い峡谷と溪流が数多く存在している。このような特徴が、灌漑農業への転換を制約してきた。

作物はラビ作（冬作）とカリフ作（夏作）に分けられ、前者では小麦、大麦、ヒヨコ豆、レンズ豆が、後者ではとうもろこし、ソルガム、ミレット、落花生等が主に作付されている。作物の単位収量は、降雨の不確実性、特に播種期の用水が確保されないため、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。

都市の拡大に伴い、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。このことが農業生産性を低くしている要因となっている。現在の1人当たり農業所得は年間約1,000ルピー以下でパキスタン国全体の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って、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。

事業のコンポーネント

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。

- 水資源の開発 : K-2 ダムの建設によって、クラング川の余剰水源の有効利用を図る。
- 灌漑システムの整備 : 灌漑用水を計画地区内に送水するための灌漑水路システムを建設する。

- 一 流通道路網の整備 : 農業生産物並びに生産投入産出財の搬入・搬出のための道路網を整備する。
- 一 灌漑農業の導入 : 畑地灌漑を目的として、土地利用及び作付体系の策定並びに栽培方法を確立し、農業生産並びに農家所得の増大を図る。
- 一 農業支援事業の改善 : 灌漑農業を推進し、農業生産活動を拡大するための水利組合の設立・促進並びに灌漑農業研究・普及システムの確立を図る。

3.2. 土地利用計画

事業計画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）、果樹と畜産（タイプB）、穀類と畜産（タイプC）の3タイプについて設定した。

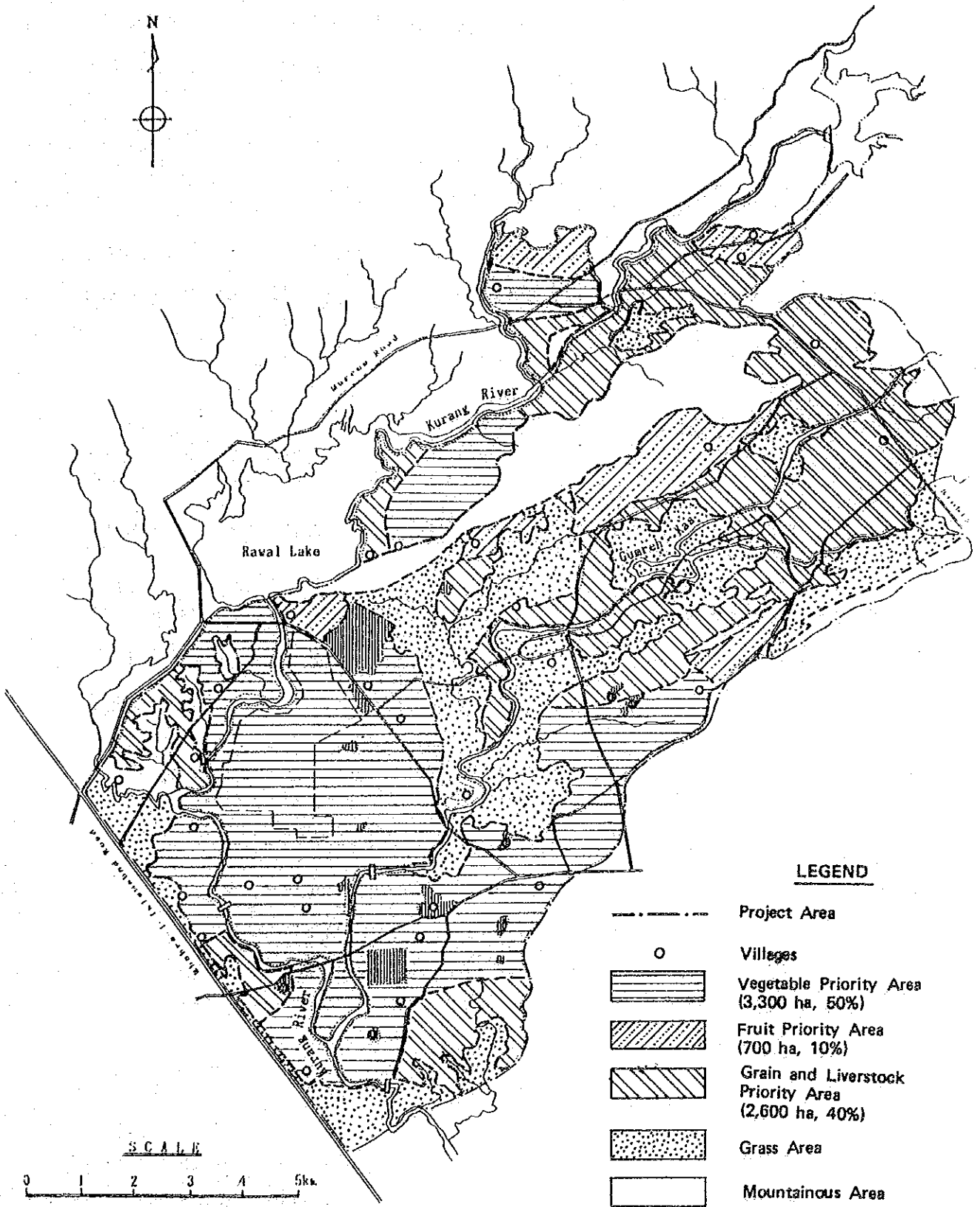
地区内を土壌、地形及び気象条件から、3営農類型の適性区分を行うと、6,600 haの耕地は、タイプAが3,300ha（50%）、タイプBが700ha（10%）、タイプCが2,600ha（40%）となる。3営農類型別に区分された地帯を将来的に固定して考えることは困難であるが、作物栽培の適性と経済性も併せて考慮すると、営農類型別にそれぞれ重点振興地帯とするのが適切である（図-5参照）。

しかしながら、野菜作を中心とした営農類型タイプAは、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、地区内の集落間そして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。

3.3. 水源計画

クラング川のK-2ダム地点（流域面積137.0km²）の年平均流出量は、下表に示すように62.1MCMであり、ラワルダム地点の年平均流出量の約60%に相当する。

图-5 营农类型别农业振兴区分



K-2 ダム地点における河川流量

項 目	河川流量
流域面積 (km ²)	137.0
年平均流出量 (MCM)	62.1
確率年間流出量 (MCM) 5年確率	47.4
10年確率	41.1

本事業計画におけるの受益地区の水源計画は、以下の項目に示す諸条件を組合せた各種の案について比較検討を行い、事業の最適規模を選定し、計画灌漑面積 6,600ha に対する水源計画を策定した。

ダムの運用方法

- 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 ダムに貯留し、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、クラング川の水を最大限灌漑に利用する案

作付体系及び作付率

- 作付体系 : Type A : 野菜 (50%)
Type B : 果樹+畜産 (10%)
Type C : 穀物+畜産 (40%)
- 作付率 : Case 1 : 166 % (ラビ作 100%, カリフ作 66 %)
Case 2 : 154 % (ラビ作 100%, カリフ作 54 %)
Case 3 : 142 % (ラビ作 100%, カリフ作 42 %)

水需要量

		上水 (MCM)	灌漑 (MCM)
- 現 況 (事業実施前)			
・ラワルダム	Present Conditions	36.8	5.2
	Stage-I Conditions	51.0	5.2
	Stage-II Conditions	61.3	5.2
- 事業実施後			
・ラワルダム	Present Conditions	36.8	-
	Stage-I Conditions	51.0	-
	Stage-II Conditions	61.3	-
・K-2 ダム		-	25.4

K-2 ダムの規模

Case A	: 総貯水池容量	29.4 MCM
Case B	: "	24.7 MCM
Case C	: "	20.5 MCM

以上に述べた各項目の組み合わせによる技術的・経済的観点からの比較検討結果、事業計画の最適規模は次のように策定した。

ラワルダムによる上水供給計画：

- 水需要 : 年需要量 51.0 MCM を要する拡張計画案 (Stage-I)
- ダムの運用 : ラワルダムと K-2ダムを連動させて運用 (Plan II)

K-2 ダムによる灌漑計画

- K-2 ダムの規模 : 総貯水容量 29.4 MCM (Case A)
- 計画灌漑面積 : 6,600 ha
- 作付率 : 142 %
- 用水路組織 : K-2 ダムからの重力灌漑システム

図-6及び図-7は、事業実施計画前後のラワルダム及び K-2ダムの水収支計算結果から得られた水源配分計画を示す。

3.4. 貯水池計画

K-2 ダムのダム及び貯水池諸元は、3.3. “水資源計画” の検討結果から以下のように要約される。

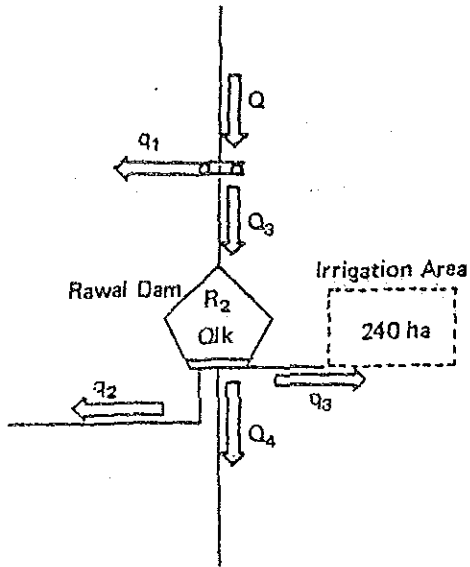
- 設計洪水位 : EL. 649.8 m
- 常時満水位 : EL. 647.0 m
- 最低水位 : EL. 637.0 m

ラワルダムと K-2ダムの連動した貯水池運用規定は以下のように提案する。

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ダムから下流域（流域面積 138.1 km²）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) 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 ダムによる計画水路網で供給する。
- ラワルダムの貯水位は、計画高水位標高 534.4m から計画低水位標高 520.9m の間で運用されるが、計画低水位標高 520.9m を下廻ると予想される場合は、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。

図-6 現況におけるラワルダム水源配分状況

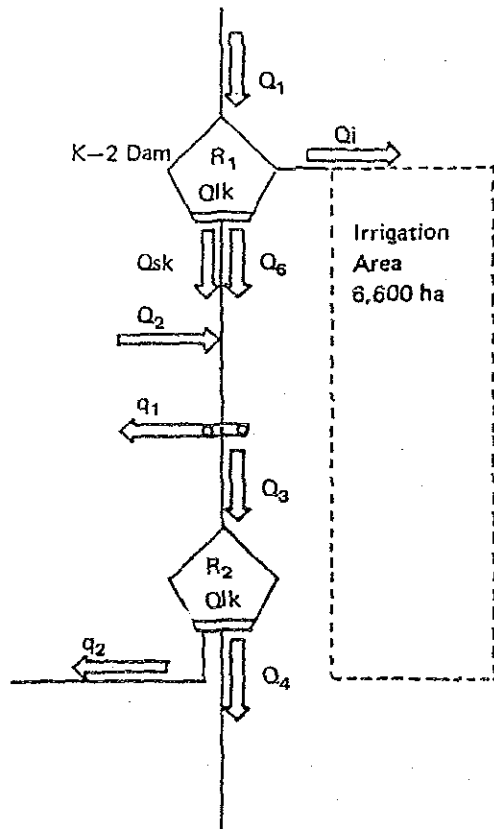


(unit: MCM)

Rawal Dam Water Demand

	Present	Stage I
Q : Runoff (276.1 sq.km)	103.0	103.0
q ₁ : H.W Release (Domestic)	7.5	8.4
Q ₃ : Inflow	96.5	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

図-7 計画におけるラワルダム及び K-2ダム水源配分



Rawal Dam Water Demand

	Present	Stage I
<u>K-2 Dam Operation</u>		
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
<u>Rawal Dam Operation</u>		
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

K-2 ダム

- K-2 ダムへの流入量は、K-2 ダムの自己流域 137.0km²からの河川流量である。
- K-2 ダムからの放流は、計画灌漑面積 6,600haの灌漑用水量の補給が主目的であるが、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う。すなわち、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 ダムの貯水池標高の運用範囲は、計画高水位 647.0mと計画低水位 637.0mである。35年間の K-2ダム貯水池の水収支計算結果にもとづいて、K-2 ダムの運用計画は以下の規準による計画とする。
- ラビ期の作付が始まる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 6,600ha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、カリフ作のスタートする約1ヵ月前の1月下旬の K-2ダム貯水位を基準として、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、カリフ作の計画作付面積である 2,772ha（計画灌漑面積 6,600haの42%に相当する）の作付が可能である。しかし、貯水池水位が EL.645.0 mを下回っているときは、カリフ作の作付面積は次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

3.5. 灌漑・排水計画

計画受益地区の選定

計画の受益地区は、縮尺約 2万1,100分の1の地形図をもとに、現地調査を行い、地形、標高、土壌条件、土地分級等を考慮して、計画面積 1万2,900 haのうち灌漑可能地区 6,600haを選定した。この受益地区 6,600haは、地形上、上流及び下流地区に区分される。次表は、計画面積 1万2,900 haの地目面積を示す。

計画地区内の灌漑受益地区

項 目	上流地区	下流地区	計
灌漑受益面積	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

灌漑用水量

計画の受益地区 6,600haに対する灌漑用水量は、土地利用及び作付体系計画を考慮し、以下の基準をもとに算定した。

- 蒸発散量 (ETo) : Chaklalaの観測所による気象資料を用い、ペンマン法により算出
- 作物消費水量 (ET) : 蒸発散量に計画作付体系の生育に合わせた作物係数を乗じて算出
- 有効雨量 : TRAM値35mmを上限として、日雨量と日消費水量から水収支計算を行い算出
- 灌漑効率 : 全体灌漑効率 0.60

図-8は、平均年（確率 1/2年）と渇水年（確率年1/10年）における計画灌漑面積 6,600ha、計画作付率 142%のときの月別灌漑用水量を示す。

用水配水計画

上・下流に区分された受益地区への用水の配水は、図-9に示す用水組織により計画する。受益地区 6,600haに対する最大設計流量は 3.96 cu.m/secである（設計単位用水量は $q=0.60 \text{ l/sec/ha}$ である）。

畑作物の灌漑方法

計画畑作物に対するかん水量、灌漑間断日数等の灌漑方法の検討のため、土壌水分特性とインタークレート調査を実施した。その結果、全容易有効水分(TRAM)は 35mm、灌漑間断日数は7日と決定した。

排水計画

受益地区内には、排水施設はなく、降雨による表土の流亡、侵食がみられ、土壤保全上問題となっている。このため、排水計画の基本方針としては、土壤侵食防止を主眼とし、末端圃場内（標準40～50ha）の谷側に末端排水路の設置を計画する。排水路の単位排水量は、確率1/5年に相当する $q=14.8 \text{ l/sec/ha}$ と決定した。

図-8 平均年及び渇水年における月別灌漑用水量

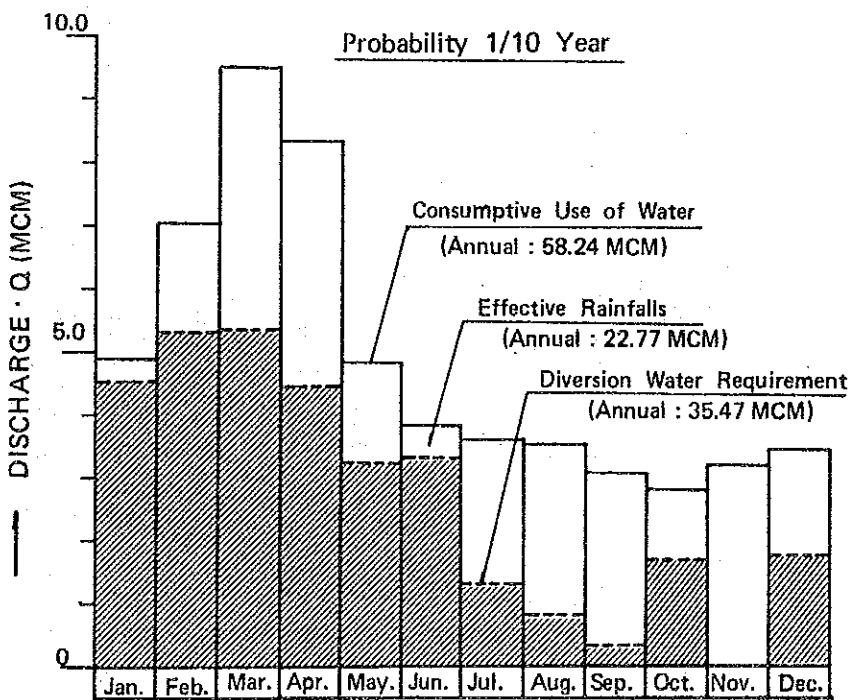
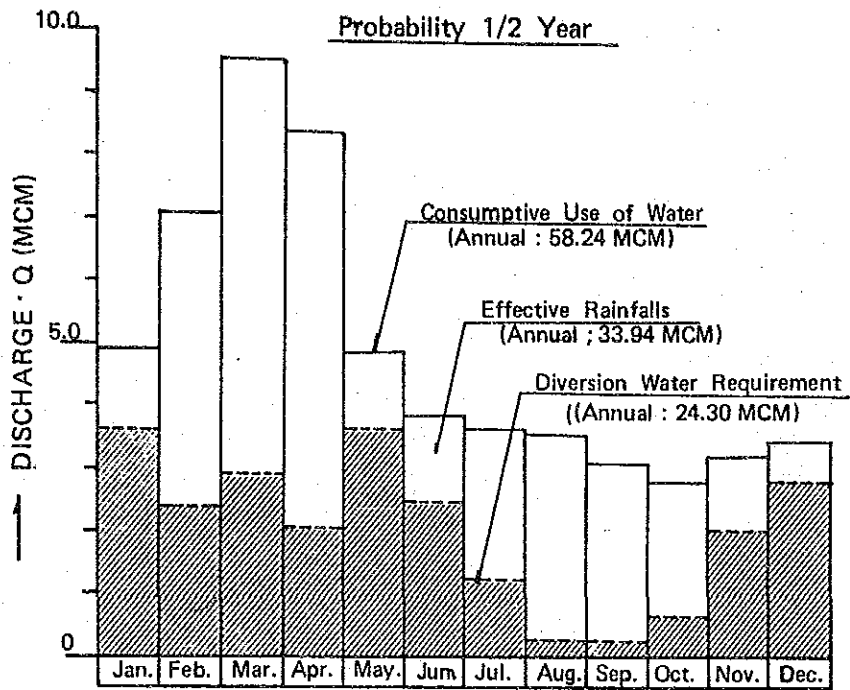
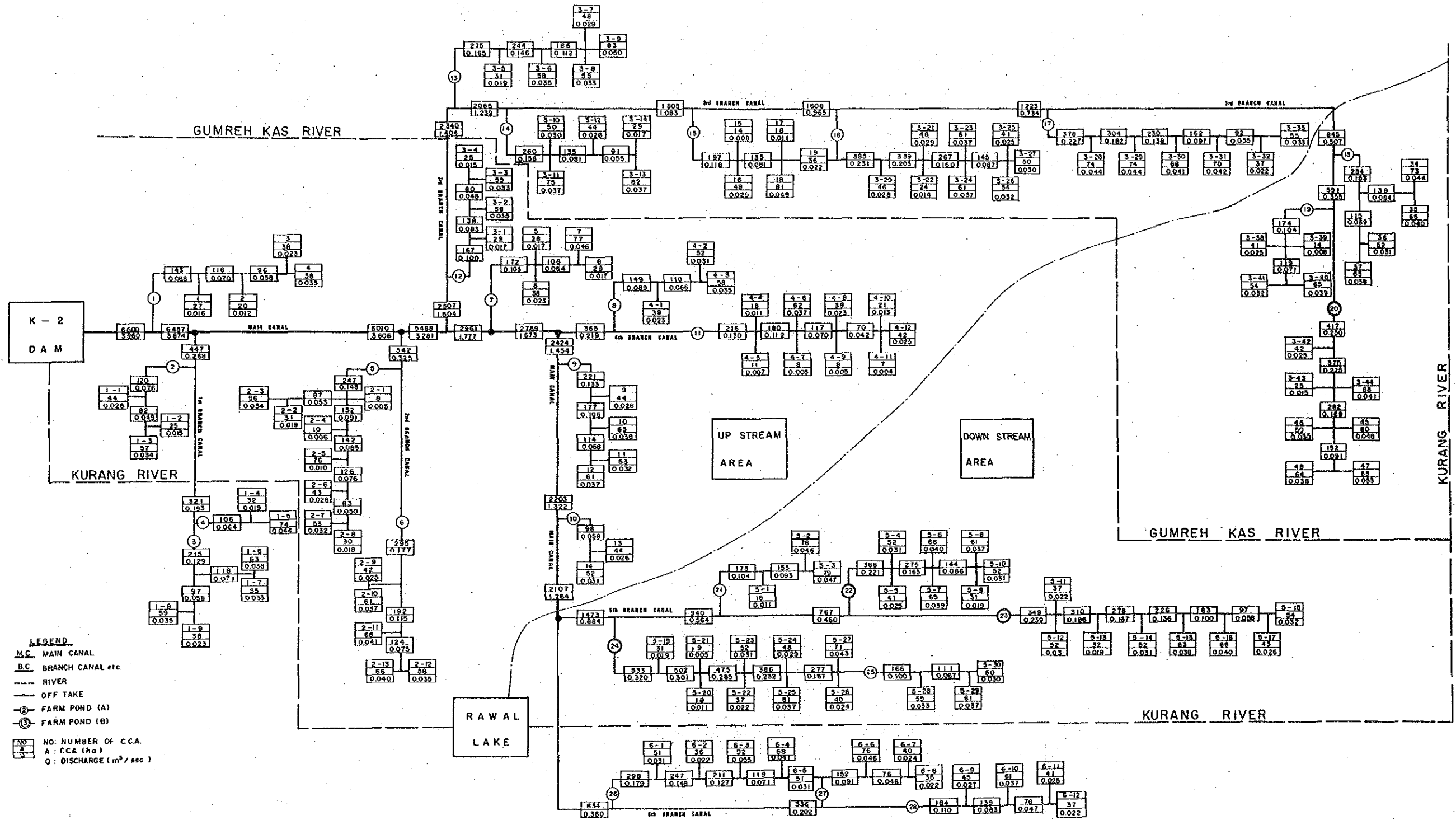


图-9 計画用水系統図



3.6. 農業生産計画

計画導入作物

計画導入作物の選定は、次の事項を基礎にした。

- i) 灌漑の適応性の高い作物で、需要と収益性が高いもの。
- ii) 野菜は、初期段階では栽培の容易なものを導入するが、栽培技術が向上するにしたがって高度な技術を要するものを導入する。
- 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、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、ベルシアン・クローバー、エジプシアン・クローバー、ナタネ、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-

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

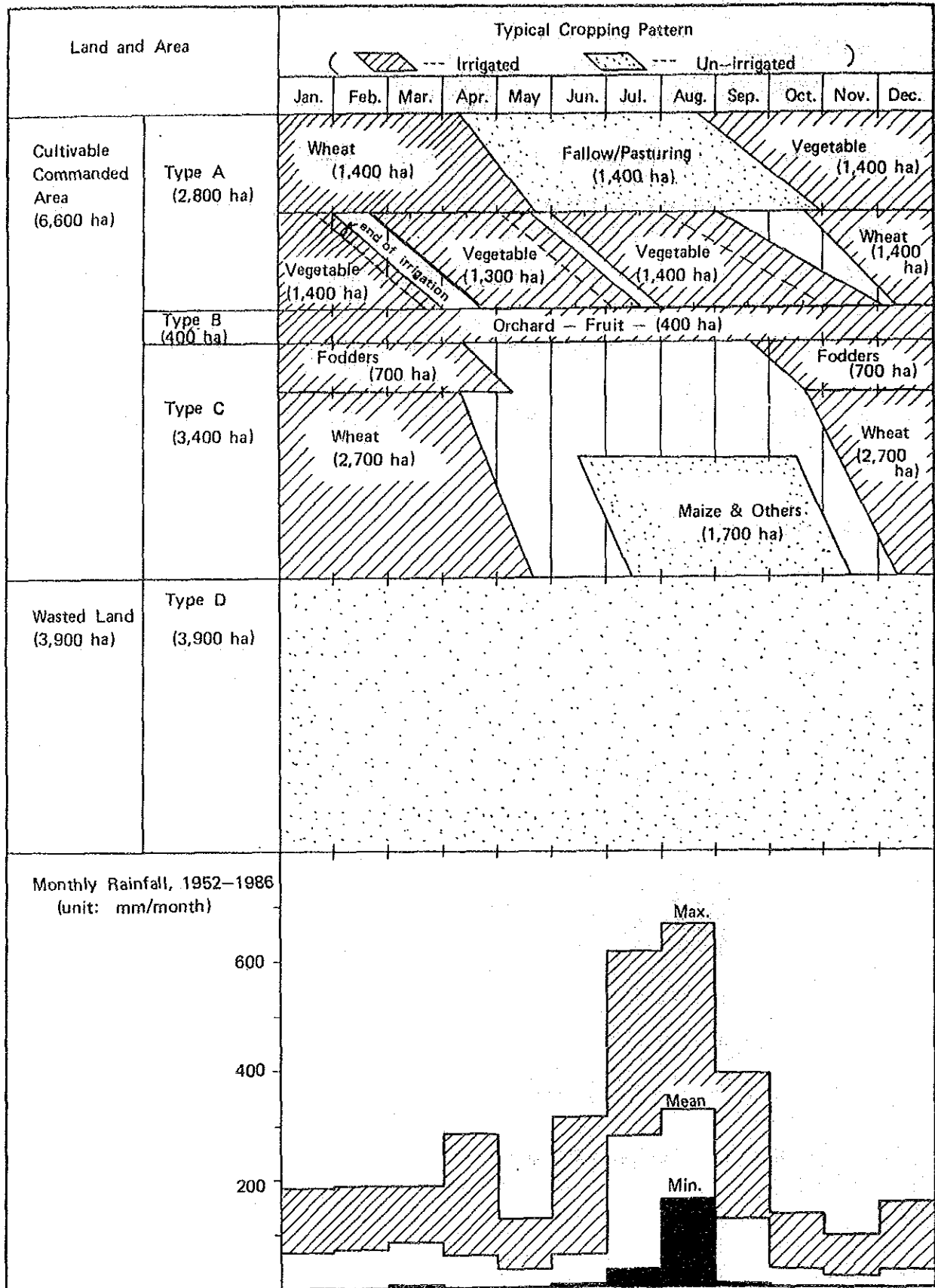
カリフ作：根菜類 ニンジン、ダイコン、カブ、二十日ダイコン
葉菜類 キャベツ、ホーレンソウ、パセリー
花菜類 カリフラワー
果菜類 トマト、ナス、ピーマン、キュウリ、ユウガオ、カボチャ、ニガウリ、ヘチマ、スイカ、メロン、オクラ、イチゴ
豆類 インゲン、ササゲ、ヒヨコマメ

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

図-10 は、計画作付体系を示す。

図-10 計画作付体系



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、よりきめ細な水管理が必要である。

すなわち、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発生するため、容量の十分な灌漑施設が必要となる。

計画生産量

灌漑のみによる効果は 120～130 %と推定し、さらに新品種の導入、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した。

表- 2 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	500	25.0	12,500
○根菜類	500	20.0	10,000
○豆類	400	12.0	4,800
2. カリフ作			
-野菜			
○果菜類	1,300	20.0	26,000
○ "	1,000	15.0	15,000
○花菜類	400	20.0	8,000
-果樹	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	(= 141%) **	

注 : * …… 非灌漑作物 ** …… 35年間の平均作付率

畜産計画

本事業の実施により、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2万トン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倍に相当する。

営農計画

工事完了後、野菜を中心とした農業生産は、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
— 輪作小品目栽培(一部施設栽培)
— 資本生産性を高める |

3.7. 農業支援計画

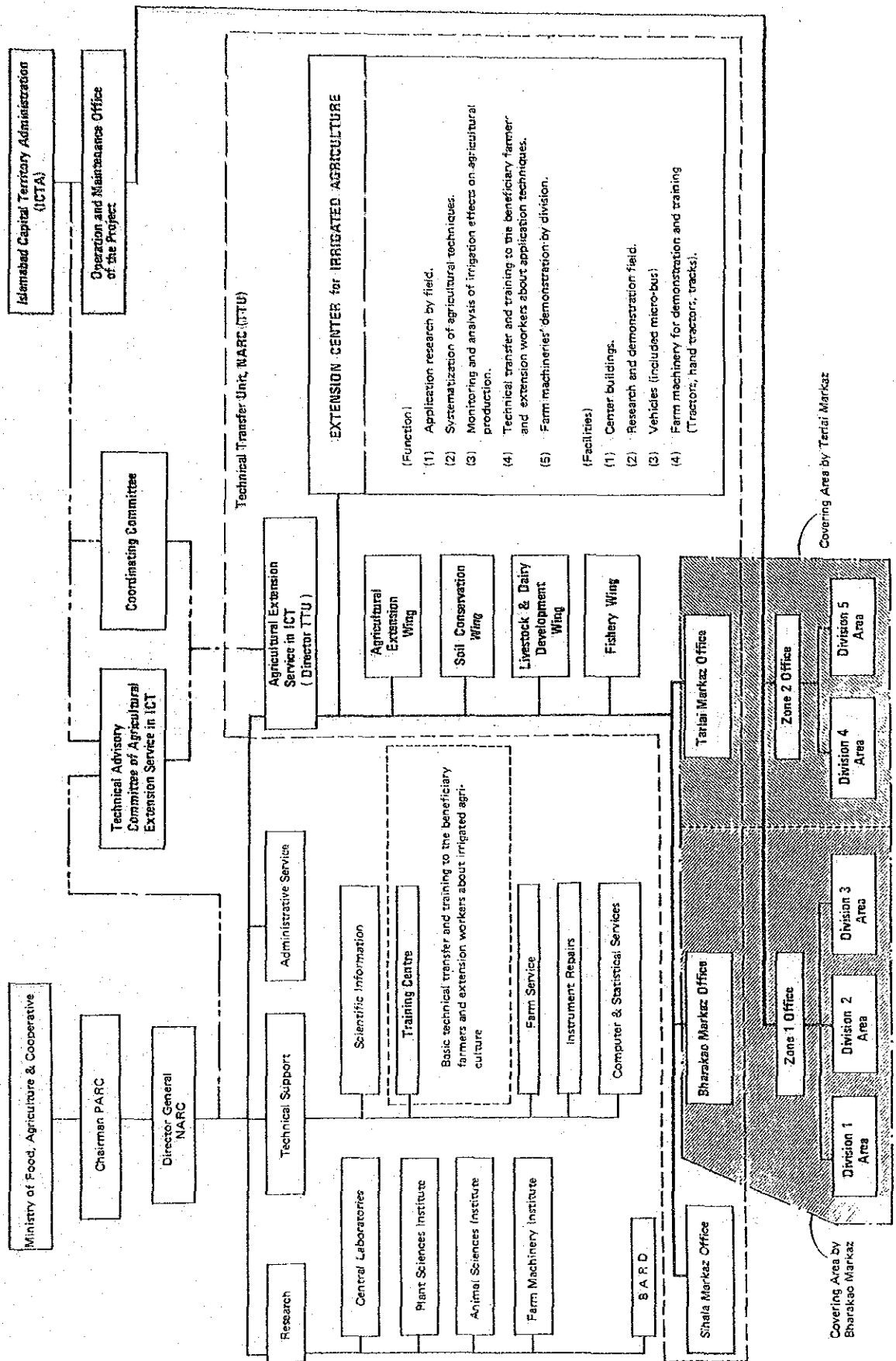
農業普及計画

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、受益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。

i) 灌漑農業の応用研究及び研修

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-11参照)。

図-11 計画地区における農業支援体制



- 灌漑農業技術の基礎研修
- 灌漑農業技術の応用研究
- 普及センターの応用研究の体系化
- 応用技術の研修
- 応用研究の展示

ii) 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、TTU は各部及び Markaz の普及所を通じ、農業普及活動を実施する必要がある。

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を図るために、受益者である農民によって組織される水利組合の設立は不可欠である。

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(LGRD)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。

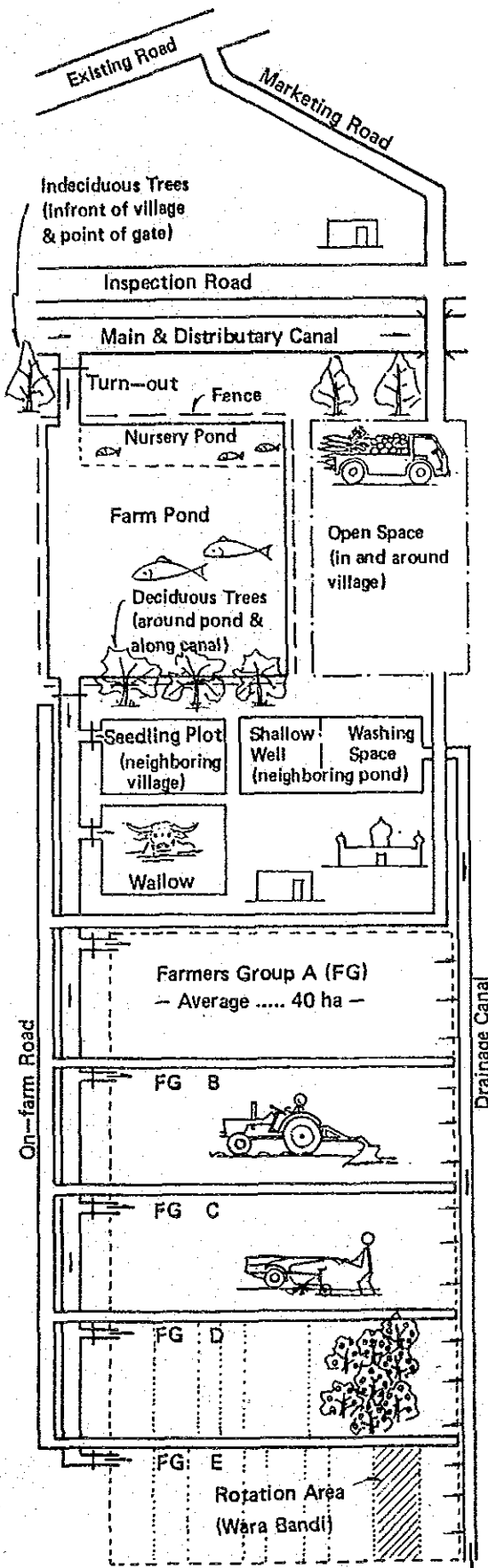
- 受益集落、総戸数、農家数の確認、
- 水利組合の組織化プログラムの検討及び作成、
- ICTAの管轄内において適用可能な水利組合法規の手続、
- 受益農家が負担する末端施設整備の工事費の補助制度（補助率、償還条件等）の準備、
- 本事業計画の内容、事業効果そして事業実施の必要性を受益者への浸透、
- 水利組合の組織化を指導するICTA職員の教育
- 農業協同組合の機能を備えた水利組合組織の可能性の検討

3.8. 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。均衡のとれた地域の発展を図るために、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-12 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、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。

图-12 集落整備計画構想



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.

4. 施設計画

4. 施設計画

本事業計画における主な施設は下記のとおりである。

- K-2 ダム
- 灌漑用水路
- 末端施設
- 流通道路

安全で経済的な構造物を設計するために、実施設計時において、追加の地形測量、基礎及び各種の建設材料の調査が必要である。

4.1. K-2 ダム

K-2 ダムの建設予定地は、イスラマバード首都圏の北東端に位置し、既設のラワルダムからクラング川に沿って約15km上流の地点である。ダムサイトに最も近い村はドハラ(Dohara)である。K-2 貯水池は図-13 に示すように、クラング川を横断して建設されるメインダムと左岸鞍部に建設される副ダムから成る。当ダムは、有効貯水量 18.5 MC M (15,000 acre-feet)を有する貯留ダムであり、貯留の目的は 6,600haの受益地区への灌漑水の供給である。ただし、渇水年においてラワルダムに水不足が生じたとき、K-2 貯水池において貯水量に余裕がある場合は、下流の必要水量に見合った量をクラング川に放流する計画である。

メインダムのダムサイトの左岸袖部と右岸袖部とでは、かなり異なった地形を呈している。左岸袖部は砂岩と泥岩の互層であり、差別侵食を受け、また地層が高角度に傾斜しているため、谷と嶺の交錯する波状の地形となっている。右岸袖部は中腹に1～2段のテラスを有する台地状丘陵であり、頂上は平坦地となっている。河床幅は40～50mである。

ダムサイト及び貯水敷の基盤を構成する地質は、新第三紀中新世マリー果層の硬質な砂岩及び比較的軟質な泥岩であり、一部に偽礫岩層及び葉理の発達した砂岩が存在する。ボーリングコアの一軸圧縮試験による砂岩及び泥岩の圧縮強度は次とおりである。

砂岩： 50 ～ 1,100 kgf/cm²
泥岩： 20 ～ 80 kgf/cm²

泥岩部は表層付近を除き、ルジオン値は3以下で非常に高い水密性を有しているが、砂岩層、特に泥岩層との境界部は、比較的高い透水性を示している。基盤の被覆層は段丘堆積物、残積土及び河床堆積物である。

ダムタイプの比較検討を行った結果、本ダムサイトにおいては、重力ダムはフィルダムに比べて経済的に優る処がなく、また基礎岩盤は堤高 50 ~60mの重力ダムの基礎としては適当ではないと推定されるため、K-2 ダムのタイプはフィルダムとした。

堤高 53 mのメインダムは、ダムサイト周辺の土取場及び洪水吐や堤体の掘削より入手できる材料の性質を考慮して、ゾーン型のアースダムとした。他方、堤高 12 mの副ダムは均一型のアースダムとした。築堤量は合計約 210万 m^3 である。ダムサイト周辺にはフィルター・ゾーン及び護床工(riprap)の敷砂に適した材料は存在しないため、これらは請負業者が調達するものとする。その他の材料は、不透水性材料用の土取場と洪水吐、堤体等の掘削材によって賄う計画である。

当ダム計画においては、次に示すような灌漑用放流設備と河川放流設備が必要である。

- 灌漑用放流設備 …………… 灌漑用放流設備は副ダム下に設置し、K-2 貯水池の貯留水を自然流下により幹線水路に放流する。この設備の計画最大放流量は $Q=3.96 m^3/sec$ である。
- 河川放流設備 …………… 渇水年においてラワルダムに水不足が生じた場合は、K-2 貯水池の貯留水を下流の必要水量に応じて放流する計画である。この設備の計画最大放流量は $Q=2.04 m^3/sec$ である。

この外、当ダムには設計洪水量 $Q_d = 1,840 m^3/sec$ を流下させるための洪水吐及びダムの建設工事中に生じる洪水を転流するために設計対象流量 $Q = 690 m^3/sec$ の仮排水路トンネルが必要である。

K-2ダムの概要は表-2に示すとおりである。

図-13 K-2 ダム計画一般図



表- 3 K-2 ダム諸元一覽表

<u>Location</u>	North-East Corner of ICT	
<u>River</u>	Kurang River	
<u>Catchment Area</u>	137.0 sq.km :	52.9 sq.mi
<u>Reservoir</u>		
Maximum Water Level	649.8 m :	2,131.9 ft
Retention Water Level	647.0 m :	2,122.7 ft
Minimum Water Level	637.0 m :	2,089.9 ft
Gross Storage Capacity	29.4 MCM :	23,830 acre-ft
Live Storage Capacity	18.5 MCM :	15,000 acre-ft
Dead Storage Capacity	10.9 MCM :	8,840 acre-ft
<u>Dam</u>	<u>Main Dam</u>	<u>Saddle Dam</u>
Type of Earth Dam	Zoned	Modified Homogeneous
Top of Dam (m)	652.8	652.8
Dam Height (m)	53.0	12.0
Length of Dam (m)	490.0	750.0
Top Width (m)	9.0	9.0
U/S Slope of Dam	1:3.0	1:3.0
D/S Slope of Dam	1:2.5	1:2.5
Volume of Dam (m ³)	1,870,000	190,000
<u>Spillway</u>		
Type	Uncontrolled (Ungated)	
Capacity	1,840 m ³ /s :	66,100 cusec
Crest Elevation	647.0 m :	2,122.7 ft
Design Head	2.8 m :	9.2 ft
Length of Crest	189.4 m :	621.4 ft
<u>Diversion Tunnel</u>		
Diversion Flood	690 m ³ /s :	24,800 cusec
Diameter	9.0 m :	29.5 ft
Length	435.0 m :	1,430.0 ft
<u>Outlet Works</u>	<u>Irrigation Outlet</u>	<u>River Outlet</u>
Functional Purpose	Irrigation	Supplemental water supply to Rawal Lake
Design Capacity (m ³ /s)	3.96	2.04
Type of Structure	Concrete Encased Pressure Pipe Conduit	Tunnel with Steel Liner Pipe
Diameter (m)	1.50 - 1.20	1.00 - 0.80

4.2. 灌漑用水路

本事業計画の受益地区は、地形的にラウルグムの上流地区と下流地区に区別される。上流地区は、部分的に侵食された地区を含む比較的起伏に富んだ地区であり、下流地区は平坦地である。

本事業計画地区の上流地区には、クラング川、 Gumラカス川右支流及びGumラカス川が北東から南西方向に延長約10km～15kmの長さで、ほぼ並行して流下しており、これらの河川の両岸を下表に示すように5分割し、それぞれの地区の高位部に灌漑用水路を配置した。

上流地区の水路配置

地 区	水路名
クラング川右岸	第1支線水路
” 左岸	第2支線水路
Gumラカス川右支流右岸	幹線水路
” 左岸	第4支線水路
Gumラカス川左岸	第3支線水路

他方、下流地区は、地形及び上流地区の水路配置との関係から、下記の3地区に分割した。

下流地区の水路配置

地 区	水 路 名
クラング川右岸	第6支線水路
クラング川左岸、Gumラカス川右岸	幹線水路、第5支線水路
Gumラカス川左岸	第3支線水路

これらの幹線水路 (Main Canal) 及び支線水路 (Branch Canal) に加えて、必要に応じて分線水路 (Distriburary Canal) 及び派線水路 (Minor Canal) を配置し、末端約40～50haの圃場への分土工まで灌漑用水路を配置する計画とした。灌漑用水路の総延長は約130 kmである。なお、バラカウ (Bharakao) のマルガラ丘陵 (Margalla Hill) の麓の畑地への給水は、地形的要因により、第1支線水路の末端に設置される揚水機場により行う計画とした。

野菜、果樹、穀類及び飼料作物を基幹作物とする畑作物の灌漑栽培を導入するためには、送水システムは次の設計条件を満たしたものでなくてはならない。

- 灌漑水の補給は日中の 12 時間内に行う。
- 水管理が容易に行えるようにファームポンドを設置する。

上記の条件を満足する最良の送水システムを実現するため、ファームポンドを分線水路及び派線水路の始点部に設置することとし、その貯水容量は各ファームポンドが支配する灌漑地区の日当り灌漑水量の最大値の 50 %か、またはそれ以上の計画とした。このため、ファームポンドの上流に位置する幹線及び支線水路は24時間通水が可能である。

当事業計画においては、規模の比較的小さい派線水路は無ライニング水路とし、幹線、支線及び分線水路はコンクリートフルームの計画とした。

灌漑用水路の計画図は図-14、概要は次表に示すとおりである。

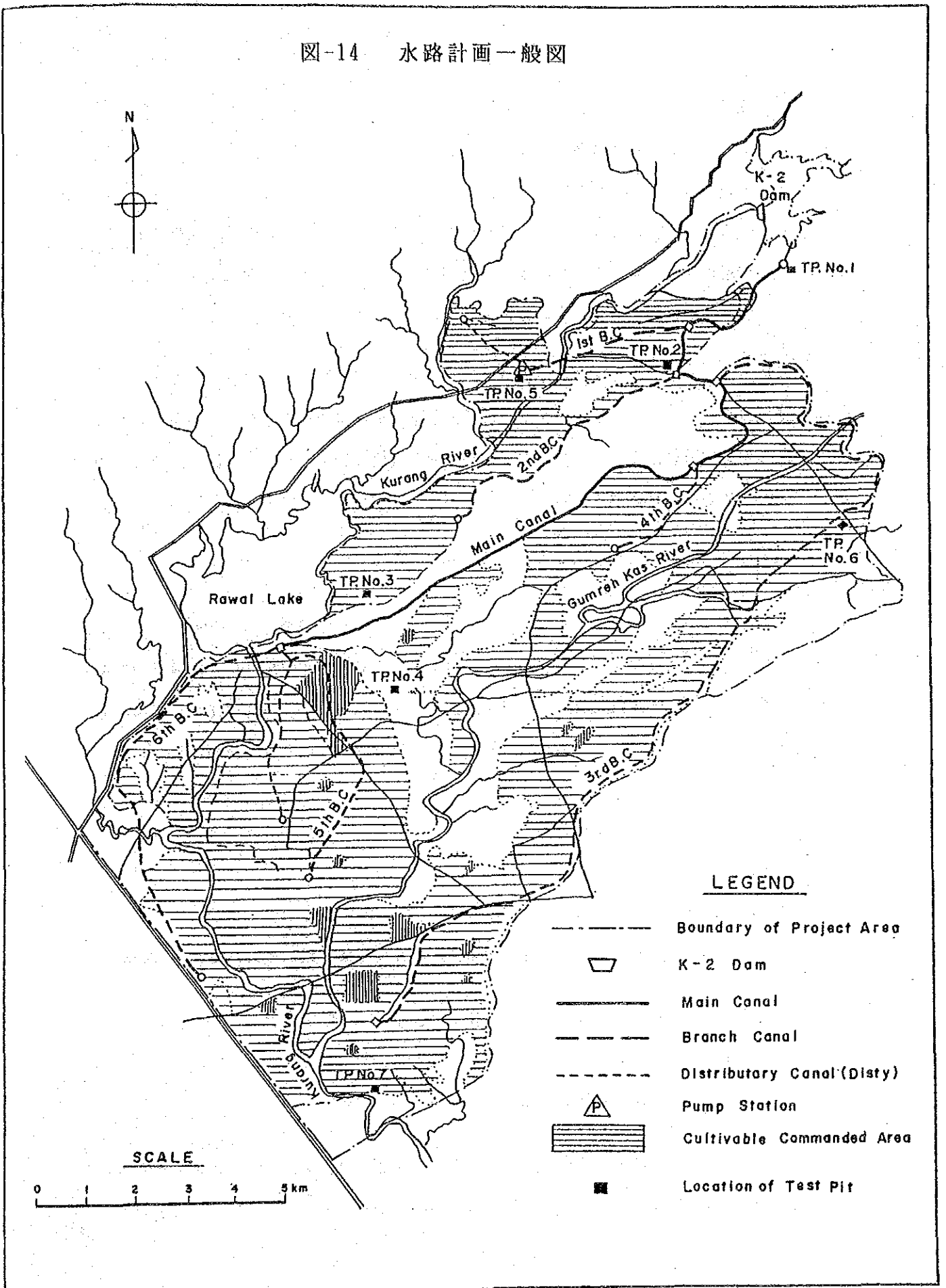
水路の延長

水路	設計流量 (cu. m)	延長 (m)
- 幹線	4.0 ~ 1.5	17,710
- 支線		
第1支線	0.3	3,590
第2支線	0.5 ~ 0.3	4,900
第3支線	1.5 ~ 0.5	17,900
第4支線	0.3 ~ 0.5	1,900
第5支線	1.0 ~ 0.3	6,000
第6支線	0.5 ~ 0.15	7,900
小計		42,190
- 分線		4,830
- 派線		65,320
合計		130,050

水路構造物の数

構造物	幹線水路	支線水路	計
サイホン	10	13	23
暗渠	2	15	17
水路橋	-	1	1
落差工	43	63	106
分水工 (幹線-支線)	5	1	6
分水工 (幹・支線-ファームポンド)	4	24	28
放水工	1	3	4
ファームポンド	-	28	28

図-14 水路計画一般図



LEGEND

- Boundary of Project Area
- ▭ K-2 Dam
- Main Canal
- Branch Canal
- Distributary Canal (Disty)
- ▲ Pump Station
- ▨ Cultivable Commanded Area
- Location of Test Pit

SCALE

0 1 2 3 4 5 km

4.3. 末端施設

末端施設は下記の基本方針の基づいて計画した。

- 一 圃場用水路は、圃場の高位部に配置する。
- 一 排水路は、雨水及び流水による侵食を防止するため圃場の低位部に設置する。
- 一 圃場道路は、圃場からの距離が最大 100m程度となるように配置する。
- 一 区画整理及び圃場の均平化は行わない。

受益地区は地形的に起伏の多い上流地区と平坦な下流地区に区分されることから、末端施設計画をたてるための標本地区は、両地区から1ヵ所ずつ選定した。ha当たりの末端施設の建設費の見積額は、上流地区 9,500ルピー（約 550米ドル）、下流地区 7,000ルピー（約 400米ドル）である。

4.4. 流通道路

灌漑用水路沿に設置される管理用道路に加えて、集落間の連絡及び生産資機材や農産物の運搬のために、延長13.8 km の新設道路と4.8 kmの改修道路、合計18.6 km の流通道路を計画した。この道路は、全幅 6.10 m、有効幅員 3.05 mで砂利舗装とした。

4.5. 事業費

事業費の積算は、次の条件に基づいて行った。

- i) 建設工事は請負方式で行い、建設工事に必要な建設機械及び資材は請負業者が準備するものとする。
- ii) パキスタン・ルピーと米ドルの交換比率は、1ドル 17.3 ルピーとする。
- iii) 予備費は10%を計上する。
- iv) 年間の物価上昇率は外貨分 2.0%、内貨分 8.0%とする。

物価上昇を見込んだ事業費は表-3に示すように総額で 13 億 3,300万ルピーであり、外貨分は 6 億 6,700万ルピー、内貨分は 6 億 6,300万ルピーである。

表- 4 事業費

(unit: '000 Rupee)

Item	F/C	L/C	Total
1. Civil Works			
1.1. Pre-Engineering Works	7,300	0.0	7,300
1.2. Dam Works	277,200	128,700	405,900
1.3. Canal Works	82,700	66,300	149,000
1.4. Road Works	5,400	2,500	7,900
1.5. Project Facilities	1,400	4,300	5,700
Sub-Total	<u>374,000</u> (65%)	<u>201,800</u> (35%)	<u>575,800</u> (100%)
2. On-Farm Development	27,100	25,100	52,200
3. Agricultural Supporting Facilities	16,700	3,300	20,000
4. Land Acquisition and Compensation	3,400	110,500	113,900
5. O & M Equipment	12,300	500	12,800
6. Project Administration	4,200	5,300	9,500
7. Consulting Services	60,000	23,800	83,800
8. Total (1 - 7)	<u>497,700</u>	<u>370,300</u>	<u>868,000</u>
9. Contingency (10%)	49,800	37,000	86,800
10. Total (8 + 9)	<u>547,500</u> (57%)	<u>407,300</u> (43%)	<u>954,800</u> (100%)
11. Price Escalation	120,000	255,600	375,600
<u>Grand Total (10 + 11)</u>	<u>667,500</u> (50%)	<u>662,900</u> (50%)	<u>1,330,400</u> (100%)

5. 事業実施並びに維持管理計画

5. 事業実施並びに維持管理計画

5.1. 事業実施計画

事業実施機関は、ICTA、WAPDA、CDA、SDD、CDA、PHBD、NARC及びMFAC等の政府機関の共同体である。事業実施機関は、

- コンサルタントを採用して主要施設の実施設計を行い、
- 有能な請負業者を選定して建設工事を実施し、
- 水利組合を指導し、施設の維持管理を行う。

事業費の外貨分については国際融資機関からの財源措置とし、内貨分についてはパキスタン国政府が予算措置を行うものとする。

実施設計及び工事の施工に要する年数は、約7年半（融資手続き及び実施設計に3年半、建設工事に4年）である。

事業の実施工程は図-15，建設工事の工程は図-16に示すとおりである。

5.2. 施設の維持管理計画

事業によって建設される施設は大きく二つに分類される。一つはダム、幹、支線水路、分線及び派線水路等の基幹施設であり、一方は分水工(Turnout)によって灌漑される40~50ha内の末端施設である。

基幹施設の維持管理は、首都圏庁の監理のもとに設立クラング川上流灌漑開発維持管理事務所によって実施する(図-17参照)。

末端施設の維持管理は、受益農民によって分水工単位に組織される農民グループによって行われる(図-18参照)。計画地区内の農民グループは、図-19に示されるように水利組合連合(Federation of Water User's Association)として統合され、クラング川上流灌漑開発維持管理事務所の指導のもとに事業施設の維持管理を行う。

建設工事完了後の組織の運営並びに施設の維持管理のための年間維持管理費は、437万ルピーと見積られた。

図-15 事業実施工程表

Description	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
	4 8	4 9	4 9	4 9	4 9	4 9	4 9	4 9	4 9
1. Feasibility Study	██████████								
2. Detailed Design									
E/S Loan Procedure		██████████							
Consultant Recruitment			██████████						
Pra-Engineering			██████████	██████████					
Detailed Design Works			██████████	██████████					
3. Construction									
Construction Loan Procedure				██████████					
Consultant Recruitment					██████████				
Construction Tender					██████████				
Construction Works									
Dam Works						██████████	██████████	██████████	██████████
Canal Works						██████████	██████████	██████████	██████████
Road Works						██████████	██████████	██████████	██████████
On-Farm Works							██████████	██████████	██████████
Agrl. Supporting Facilities						██████████			
4. Land Acquisition and Compensation					██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
5. Project Administration					██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
6. Consulting Services			██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	██████████

図-16 建設工事の工程表

Description	1992				1993				1994				1995			
	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10
A. DAM WORKS																
1. Preparatory and Temporary Works	██████████				██████████				██████████				██████████			
2. Diversion Works	██████████				██████████				██████████				██████████			
3. Main Dam Works	██████████				██████████				██████████				██████████			
4. Saddle Dam Works	██████████				██████████				██████████				██████████			
5. Spillway Works	██████████				██████████				██████████				██████████			
6. Irrigation Outlet	██████████				██████████				██████████				██████████			
7. River Outlet	██████████				██████████				██████████				██████████			
B. CANAL WORKS																
1. Preparatory and Temporary Works	██████████				██████████				██████████				██████████			
2. Main Canal	██████████				██████████				██████████				██████████			
3. Branch Canal	██████████				██████████				██████████				██████████			
4. Distributory Canal	██████████				██████████				██████████				██████████			
5. Minor Canal	██████████				██████████				██████████				██████████			
6. Farm Ponds	██████████				██████████				██████████				██████████			
C. ROAD WORKS																
1. Newly Organized Roads	██████████				██████████				██████████				██████████			
2. Improvement of Existing Roads	██████████				██████████				██████████				██████████			
D. PROJECT FACILITIES																
E. ON-FARM WORKS																
F. AGRIL. SUPPORTING FACILITIES	██████████				██████████				██████████				██████████			
WEATHER	D.S... Dry Season		R.S... Rainy Season		D.S... Dry Season		R.S... Rainy Season		D.S... Dry Season		R.S... Rainy Season		D.S... Dry Season		R.S... Rainy Season	
			////	////			////	////			////	////			////	////

図-17 クラング川上流灌漑開発維持管理事務所の組織計画図

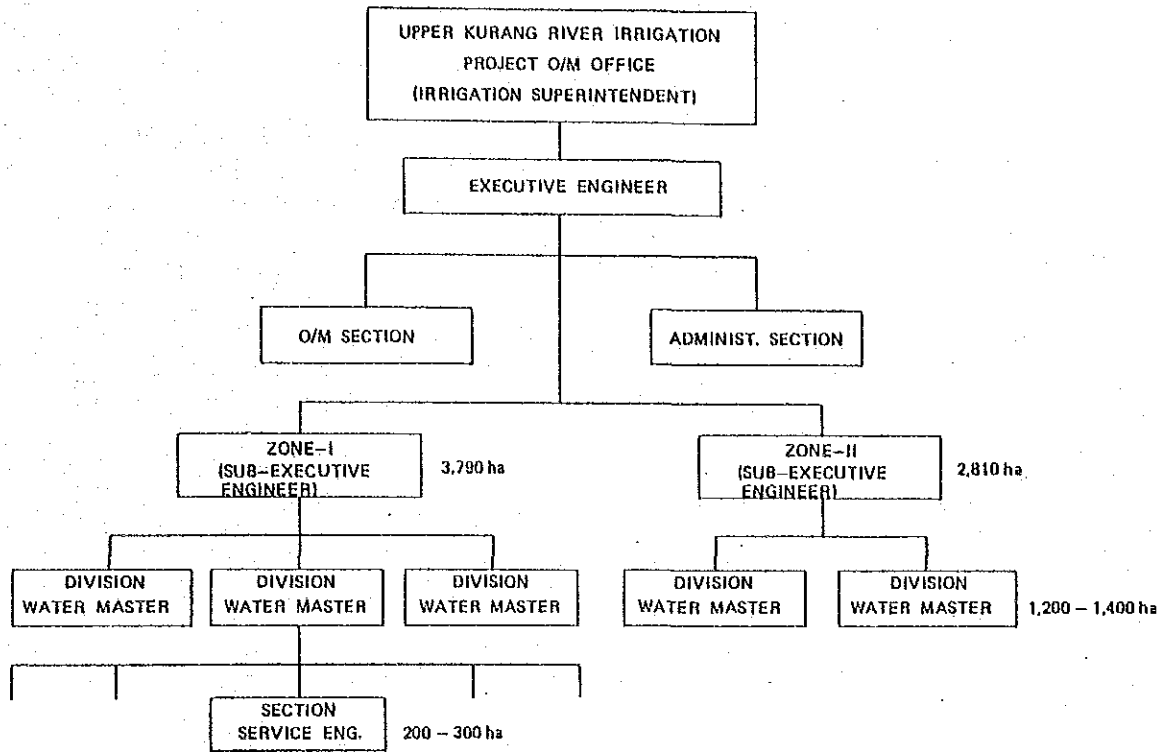


図-18 水利組合の組織計画図

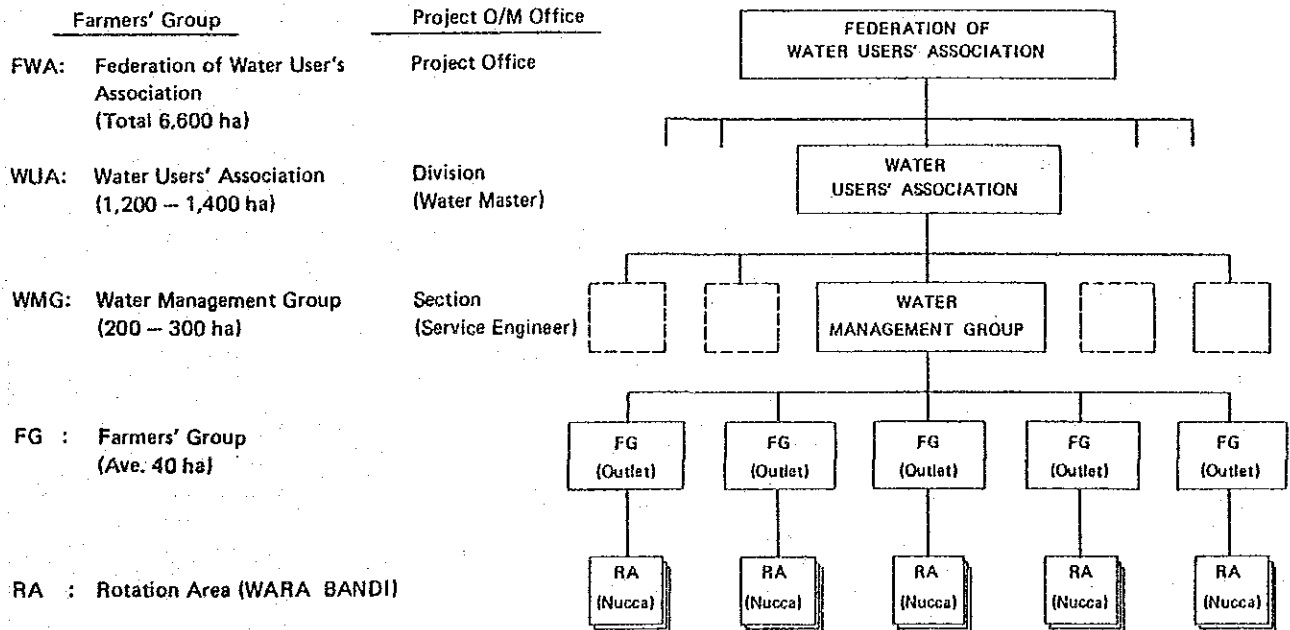


図-19 水利組合設立計画の模式図

