

## 第 6 章 環境調査

## 第6章 環境調査

### 1. 環境関係機関

環境関係の主な機関として、中央に環境省 (Ministry of Environment) と環境保護局 (EPA: Environment Protection Agency) があり、この下部機関としてパンジャブ、バローチスタン、スインド、北西辺境州の4州に州環境保護庁が置かれ、環境行政を行っているが、EIAのみを取り上げてこれを審査する機能は持っておらず、現在のところ国土開発に関わる全ての事業計画は環境省、水利電力省、計画開発省等、各関係省庁の代表65名で構成される審議会 (CDWP: Central Development of Working Party) にPC-1、PC-2等の事業計画やFS報告書を提出し、EIAも含む事業計画の審査を受けなくてはならないことになっている。尚、WAPDAにもラホールを拠点とするWAPDA環境課 (WEC: Wapda Environment Cell) があり、WAPDAの実施している事業に関わる環境調査、環境評価、管理等を手がけている。

もともとパキスタン国の環境行政機構は、環境保護を目的とした機関として1974年に、住宅・公共事業省内に環境・都市局が設置され、ここを中心として準備作業がすすめられ、1993年に制定された環境保全法に基づき設けられた、大統領を議長とする環境評議会及び環境保護局並びに州環境保護庁で構成され、環境に影響を及ぼす開発事業については環境影響評価報告書の提出を義務づけた。即ち環境に悪影響を及ぼすと予測される事業計画については、事業計画時に環境保護庁に事業概要、その事業から生じると考えられる環境への悪影響とその対策等を含む詳細な環境影響報告書を提出し、審査を受けることになっていた。ただしこれらの機関は十分に整備され、有効に機能していたとは言い難く、また現在は組織改正もされているようである。更に1996年刊行のパキスタン国行政府機構図には環境省は見当たらず、冒頭で述べた組織体制の実質的機能状態も、今回の調査では明確にされなかった。

### 2. 環境関連法及び規制

パキスタン国における主な環境関連法、規制、国際条約は次の通りである。

#### (1) 環境関連法及び規制

パキスタン環境保全法 (Pakistan Environmental Protection Ordinance)

森林法 (Forest Act)

野生鳥獣保護法 (Wild Birds and Animals Protection Act)

野生生物保護法 (Wildlife Protection Ordinance)

農薬法 (Agricultural Pesticide Ordinance)

自動車法 (Motor Vehicles Act)

薪炭・木炭規制法 (Firewood and Charcoal Restriction Act)

漁業規制( Fisheries Rules )

農業規制( Agricultural Pesticide Rules )

## (2) 国際条約

ラムサール条約( Convention on Wetlands of International Importance

Especially as Waterfowl Habitat ) 1971

世界遺産条約( Convention Concerning the Protection of the World Cultural

and Natural Heritage ) 1972

ワシントン条約( Convention of International Trade in Endangered Species of

Wild Faunas and Flora ) 1973

核禁止条約( Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons )

1963

生物化学兵器禁止条約( Convention on the Prohibition of the Development,

Production and Stockpiling of Bacteriological

and Toxin Weapons and Their Destruction ) 1972

## 3. 環境予備調査

パキスタン国におけるE I Aのガイドラインについては環境・都市局が1986年、アジア開発銀行の援助を受けて作成した農業・農村開発、インフラストラクチャー整備、鉱工業部門のものがあるが、ダム建設に関するガイドラインは無く、また公害や環境状況を把握・分析出来る技術者や専門家に不足し、ガイドラインの有効な活用も十分には為されていないと思われる。したがって今回の環境影響評価はJICAの「開発調査環境配慮ガイドライン」に拠るものとし、具体的には「XIV 農業」「XVI ダム建設」に示されるスクリーニング及びスコーピングリストを合成して用いるものとした。今回調査におけるスクリーニング、スコーピング結果を表6-1～表6-3に示す。

WAPDAによるPRE-FSでは環境上の問題は無いとしていたが、今調査において関係当局者との協議及び現地調査により引き出された環境影響上の問題点を以下に記す。

### (1) 水産業への影響

調査対象域におけるスワット川では、ます等の魚類が回遊し、不定期にせよ漁業が営まれており、ムンダ頭首工下流では季節的に魚市が開かれているとのことである。ここにダムが建設されると魚類の生息環境が大きく異なり、漁業権をめぐる紛争が生じる恐れがある。

### (2) 水域とその利用

新たに開発される灌漑地の営農、農業用水の配分、域外からの人口流入等によりコマンド・エリアの住民間に対立が起こる可能性がある。またダムの上流と下流で便益の偏りや所得格差の拡大が生じることによる住民間の軋轢が発生することもあり得る。

### (3) 住民移転

ダムサイトには5戸ほどの家畜番小屋が有り、最上流側の2戸には4～5人の家畜番が居着いている。この更に上流域の住人の在、不在は不明であり、住人の総数もWAPDA側は5人とも20人とも言い、正確な数は掴んでいない様である。移転についてWAPDAは、住人に理解があり問題ないとしているが慎重な対応が望まれる。

### (4) 史跡・文化遺産

ペシャワールはかつて、中央アジアからガンジス河中流域までの地域を支配したクシャーナ朝（1～3世紀）時代、ガンダーラ地方に置かれた首都として栄えた。クシャーナ朝は、カニシカ王（西暦130～170頃）のとき最盛期をむかえ、このとき栄えたギリシャ式仏教美術は、その栄えた地域の名をとってガンダーラ美術とよばれ、現在多くの文化遺産が発掘されている。当事業対象地域においてもこれらの文化遺産について関心を持って臨む必要がある。

### (5) 貴重種・固有動植物

北西辺境州の山岳地帯にはマウンテン・シープやユキヒョウが生息しているとのことである。本事業対象域の山岳にこれらの動物がいるかどうか調査の必要がある。

### (6) バンジ・コーラ川の土砂掃流

空からの観察では土砂崩壊によると考えられるバンジ・コーラ川の濁流が澄んだスワット川と合流して事業対象域へ流下している。ムンダ・ダムの貯水池設置によりこの濁水が流入貯水され、微細な粒子が長期間滞留することが考えられる。貯水池内における濁水状態の長期化は、貯水池やその下流域に関与する生活用水、魚類、水生生物等に重大な環境変化をもたらす恐れがある。

### (7) ムンダ頭首工付近上流川岸住民への影響

ムンダ頭首工付近の上流側川岸段丘では数は多くないにせよ、住民が乾地農業や山羊等の飼育により細々と生活している。ダム工事中の工事車両の通行や、事業完了後の周辺的生活環境の変化は、少なからず彼らの生活様式に影響を与えられと考えられる。

### (8) ムンダ頭首工下流の既得水利に与える影響

頭首工下流の両岸には既得水利権が存在する。新設ムンダ・ダムからの洪水放流、ムンダ頭首工からの常時放水について下流の水利を十分検討のうえ、その方式を決定する必要がある。

表6-1 スクリーニングリスト

環 境 項 目			評定	根 拠 等	
社	住民生活	1	地域内人口分布の変化	有	灌漑事業に伴う人口増
		2	住民移転	有	ダムサイトの家畜番小屋
		3	生活様式の変化	有	環境の変化に伴って生ず
		4	住民間の軋轢	不明	対象域の便益の偏り如何
		5	先住民・少数民族・遊牧民	不明	トライバル地域に注意
会	経済活動	6	農林業への影響	有	灌漑事業による営農変化
		7	水産業への影響	有	漁民への影響大
		8	2次産業（鉱業、鉱山資源を含む）	無	鉱床等は見当たらない
		9	3次産業（観光等を含む）	無	負の影響は見当たらない
		10	所得格差の拡大	不明	対象域の便益の偏り如何
環	コミュニケーション	11	地域分断（少数民族問題を含む）	無	特に考えられない
	交 通	12	陸上交通への影響	無	特に考えられない
		13	水上交通への影響	無	特に考えられない
	水域とその利用	14	水利権・漁業権・山林入会権等	有	法的権利、慣行等の有無
	境	保険・衛生	15	水域関連の疫病等の発生、伝播	無
16			農薬使用量の増加、残留毒性の蓄積	有	一般的将来予測
17			廃棄物・排泄物の増加	有	事業推進に伴う将来予測
18			工事中の衛生環境の悪化	有	事業に伴う一般的予想
史跡・文化遺産等	19	史跡・文化遺産の損傷、破壊	不明	ガンダラ美術品の埋没	
	20	貴重な景観の喪失、悪化	無	特に考えられない	

表6-1 スクリーニングリスト (つづき)

環 境 項 目				評定	根 拠 等	
自 然 環 境	地 圏	地 象	21	誘発地震等への影響	不明	湛水深大の場合可能性有り
			22	斜面崩壊	不明	地山の地質条件等による
		地 形	23	背水領域堆砂	有	パンジョーラ川掃流土砂
			24	下流河道への影響	有	ムンダ頭首工及び下への影響
		地 質	25	土壌浸食	無	負の影響は考えられない
			26	土壌塩類化	不明	可溶性塩類土壌の有無
			27	土壌汚染	無	廃鉱、有害鉱物等はない
	水 圏	水 象	28	流域変更	無	本ケースには該当しない
			29	地下水への影響	無	ほとんど影響しない
			30	流況変化	有	ダム放流との関連
		水 質	31	水温変化	有	ダムの低温放流の影響
			32	富栄養化	無	ほとんど影響しない
		底 質	33	汚水	有	パンジョーラ川掃流土砂
			34	底質組成変化	有	パンジョーラ川掃流土砂
境	生物圏	動植物	35	貴重種・固有動植物への影響	不明	ユキヒョウ等の生息
	気 圏	大 気	36	大気汚染	無	ほとんど影響しない
		悪 臭	37	排気ガス・悪臭物質の発生	有	工事用車両による発生
		騒音・振動	38	騒音・振動の発生	有	工事用車両による発生
総合評価：IEEあるいはEIAの実施が必要となる開発プロジェクトか				要	影響の考えられる項目有	

表6-2 スコーピングリスト

環境項目		評定	根拠
社	1 地域内人口分布の変化	B	ダム工事及び灌漑事業に伴う人口流入
	2 住民移転	C	ダムサイトの家畜番小屋に住人有り
	3 生活様式の変化	B	ダム建設による生活環境の変化に伴って生ず
	4 住民間の軋轢	C	事業対象域の便益の偏りにより生じること有り
	5 先住民・少数民族・遊牧民	C	トライバル地域に注意
	6 農林業への影響	B	灌漑事業に伴う営農変化が考えられる
会	7 水産業への影響	A	スワット川での漁業、ます等の回遊魚有り
	8 2次産業（鉱業、鉱山資源を含む）	D	鉱山資源鉱床等は見当たらない
	9 3次産業（観光等を含む）	D	負の影響は特に考えられない
	10 所得格差の拡大	C	対象域の便益の偏りにより生じる可能性有り
環	11 地域分断（少数民族問題を含む）	D	特に考えられない
	12 陸上交通への影響	D	特に考えられない
	13 水上交通への影響	D	特に考えられない
	14 水利権・漁業権・山林入会権等	B	法的権利、慣行として確立している場合が多い
境	15 水域関連の疫病等の発生、伝播	D	特に考えられない
	16 農薬使用量の増加、残留毒性の蓄積	B	一般的将来予測
	17 廃棄物・排泄物の増加	B	事業推進に伴う一般的将来予測
	18 工事中の衛生環境の悪化	B	事業に伴う一般的予想
	19 史跡・文化遺産の損傷、破壊	C	ガンダー美術品等の文化遺産埋没の可能性有り
	20 貴重な景観の喪失、悪化	D	特に考えられない
自	21 誘発地震等への影響	C	湛水深の大きい貯水池の場合に発生する可能性有り
	22 斜面崩壊	C	地山の風化等、地質条件による
	23 背水領域堆砂	B	パンジ・コーラ川の掃流土砂の影響が考えられる
	24 下流河道への影響	B	ムンダ頭首工及び下流への影響
	25 土壌浸食	D	特に考えられない
	26 土壌塩類化	C	可溶性塩類土壌の有無及び用、排水計画による
然	27 土壌汚染	D	影響する廃鉱、有害鉱物等はない
	28 流域変更	D	本ケースには該当しない
	29 地下水への影響	D	ほとんど影響しない
	30 流況変化	A	ダムの放流パターンとの関連
環	31 水温変化	B	深水取水の影響
	32 富栄養化	D	ほとんど影響しない
	33 汚水	B	パンジ・コーラ川の掃流土砂の影響が考えられる
	34 底質組成変化	B	パンジ・コーラ川の掃流土砂の影響が考えられる
境	35 貴重種・固有動植物への影響	C	マウンテン・シープ、ユキヒョウ等の生息
	36 大気汚染	D	ほとんど影響しない
	37 排気ガス・悪臭物質の発生	B	工事用車両等による発生が考えられる
	38 騒音・振動の発生	B	工事用車両等による発生が考えられる

(注) 評定の区分

A：重大なインパクトが見込まれる

B：多少のインパクトが見込まれる

C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする）

D：ほとんどインパクトは考えられないため、IEEあるいはEIAの対象としない

表6-3 総合評価

環 境 項 目	評定	今後の調査方針	備 考
水産業への影響	A	ムンダ頭首工～アマンダラ頭首工間における漁業実態調査及び生息魚類調査	
流況変化	A	ダム放流パターンの調査	
地域内人口分布の変化	B	事業対象地域の灌漑計画及び経済発展計画の調査	
生活様式の変化	B	ムンダ頭首工付近上流川岸住民の生活現況調査	
農林業への影響	B	事業対象地域の灌漑計画及び経済発展計画の調査	
農薬使用量の増加、残留毒性の蓄積	B	コマンド・エリアにおける営農計画、農産物作付け計画等の調査	
廃棄物・排泄物の増加	B	事業対象地域の経済発展計画の調査	
工事中の衛生環境の悪化	B	対象域の衛生環境の現況調査	
排水領域堆砂	B	パンジ・コーラ川土砂掃流状況現況調査	
下流河道への影響	B	ダム放流パターンの影響予測	
水温変化	B	影響予測	
汚水	B	パンジ・コーラ川土砂掃流状況現況調査	
底質組成変化	B	パンジ・コーラ川土砂掃流状況現況調査	
排気ガス・悪臭物質の発生	B	影響予測（工事中）	
騒音・振動の発生	B	影響予測（工事中）	
水利権・漁業権・山林入会権等	B	既得権益、慣行等の現状調査	
住民移転	C	ダムサイト家畜番小屋等住民の現況調査	
住民間の軋轢	C	事業対象地域の開発計画の調査	
先住民・少数民族・遊牧民	C	居住域の調査	
所得格差の拡大	C	事業対象地域の開発計画の調査	
史跡・文化遺産の損傷、破壊	C	発掘文化遺産の分布調査及び現地調査	
誘発地震等への影響	C	地質調査	
斜面崩壊	C	地山の風化状態等の観察及び土質調査	
土壌塩類化	C	塩類集積現況調査、灌漑計画の調査	
貴重種・固有動植物への影響	C	生息動植物の分布調査	

(注) 評定の区分

A：重大なインパクトが見込まれる

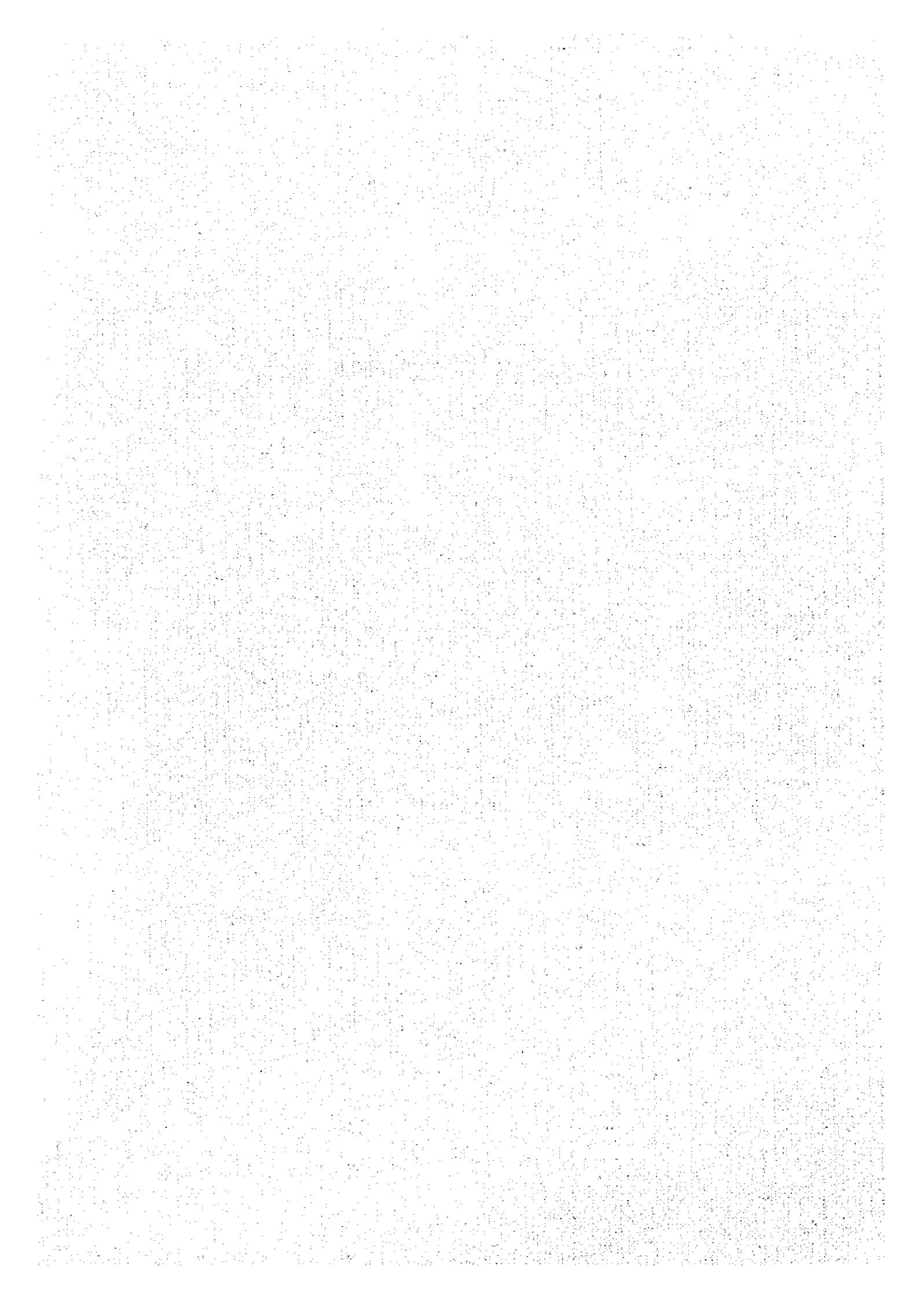
B：多少のインパクトが見込まれる

C：不明（検討をする必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分に考慮に入れておくものとする）

D：ほとんどインパクトは考えられないため、IEEあるいはEIAの対象としない



## 第 7 章 水文及び灌漑調査



## 第7章 水文及び灌漑調査

### 1. 水文概況

#### (1) 気象

ムンダダムの計画予定地はペシャワールから北48km (30マイル) にあるムンダ頭首工から更に4.8km (3マイル) 上流の北緯34°21' 東経71°32' に位置している。緯度ではアメリカのアトランタ、日本の大阪市等とほぼ同じ位置である。

ダムの計画予定地においては年間平均降雨量が380mm (15インチ) 程度であるが、上流部の流域内には、380mm~1,250mm (15インチ~50インチ) の降雨があり、流域内平均降雨量は800mm (32インチ) と推測されている。

ペシャワールにおける気象は、ほぼ調査対象地域と同じであるが、これらのデータによれば、最高気温は6月の39℃ (102°F) 最低気温が1月の2℃ (63°F) となっている。

湿度は1月の72%が最大で、5月の42%が最小、そして年蒸散量は1,746mm (69インチ) と記録されている。

また、ペシャワールにおける気象観測所はPFI (Pakistan Forest Institute : パキスタン森林研究所) とPAF (Pakistan Air Force : パキスタン空軍) の2箇所があり、1966年から観測が続けられている。以下にPFIの資料をもとに作成されたペシャワールにおける気象状況を示す。

なお、気象観測所の位置等に関しては、次の(2)に記載する。

図 1-1

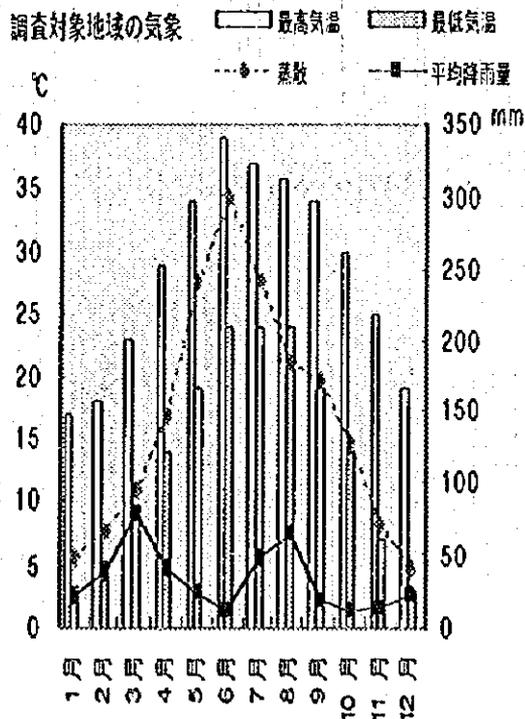


表 1-1

	気温 (°C)		湿度	蒸散	降雨量
	最高	最低	(%)	(mm)	(mm)
1月	17	2	72	48	24
2月	18	4	62	67	39
3月	23	9	63	95	79
4月	29	14	56	147	42
5月	34	19	42	243	25
6月	39	24	50	302	12
7月	37	24	67	243	49
8月	36	24	71	185	64
9月	34	19	63	173	20
10月	30	14	52	129	12
11月	25	7	59	72	14
12月	19	3	60	42	24
平均	28	14	60		
合計				1,746	404

出典: Pakistan Forest Institute Peshawar

(2) 水文及び気象観測所

スワット川及びカブール川流域には7カ所の流量観測所と13カ所の気象観測所がある(うち8カ所は降雨量のみ)。

ここでの資料は、今回の調査に大いに役立つものと考えられるところから、観測所のリストとこれらの資料に基づいて作成された観測所位置図及び等年雨量線図を以下に添付する。

表 1-2

流量観測所一覧表

No	観測所	位置		標高	実施機関	観測期間
		北緯	東経			
1	Swat River near Kalan	35° ~30'	72° ~35'	--	IRR(F)	1958--62
					SWHP	1961--
2	Swat River at Chakdara	34° ~38'	72° ~02'	--	IRR(F)	1911--
					SWHP	1960--
3	Swat River at Munda	34° ~20'	71° ~34'	--	IRR(F)	1959--
					PWD(F)	1927--58
4	Kabul River at Warsak	34° ~11'	71° ~24'	-	IRR(F)	1987--
					PWD(F)	1949--60
					SWHP	1961--71
5	Khyber River at Ali Masjid	34° ~01'	71° ~16'	--	IRR(F)	1970--
						1959--62
6	Bara River at Jhanisi Post	33° ~52'	71° ~24'	-	IRR(F)	1961--
					SWHP	DEC 1960
7	Kabul River at Nowshera	34° ~01'	71° ~58'	-	SWHP	--

出典: Inventory of stream gauging and climatological stations SWHP-WAPDA.

実施機関

IRR (F) Irrigation Department N.W.F.P

SWHP Surface Water Hydrology Project WAPDA

PWD (F) Public Works Department N.W.F.P

氣象觀測所一覽表

No	觀測所	位置		標高	流域	實施機關	觀測項目	觀測期間
		北緯	東經					
1	Abazai	34° ~23'	71° ~34'	--	Swat	IRR(F)	1	
2	Char Saddah	34° ~09'	71° ~45'	970	Swat	PRO(F)	1	
3	Utmanzai	34° ~10'	71° ~45'	942	Swat	IRR(F)	1	
4	Kulangi	34° ~39'	71° ~47'	2200		IRR(F)	1	
5	Amandara	34° ~37'	71° ~59'	2152	Swat	IRR(F)	1	
6	Chakdara	34° ~39'	72° ~02'	2220	Swat	PMS	1,4,5,7	1940--
7	Saidu Sharif	34° ~45'	72° ~22'	3200	Swat	SWHP	1,2,4,5,6,7	1962--
						PMS		1966--
8	Charbagh	34° ~45'	72° ~27'	3400	Swat	IRR(F)	1	
9	Kalako	35° ~03'	72° ~28'	--	Swat	IRR(F)	1	
10	Kalam	35° ~32'	72° ~35'	7500	Swat	SWHP	1,2,4,5,6	1962--
11	Malakand	34° ~34'	71° ~55'	3000	Kalpan	IRR(F)	1	1866--
12	Peshawar	34° ~00'	71° ~31'	1180	Kabul	FOR	1,2,4,5,6,7,	1866
							10,11,12,13	1966
13	Peshawar	34° ~01'	71° ~35'	1177	Bara	PMS	1,3,4,5,7,8,9	1966
	P.A.F							

出典：Inventory of stream gauging and climatological stations SWHP-WAPDA.

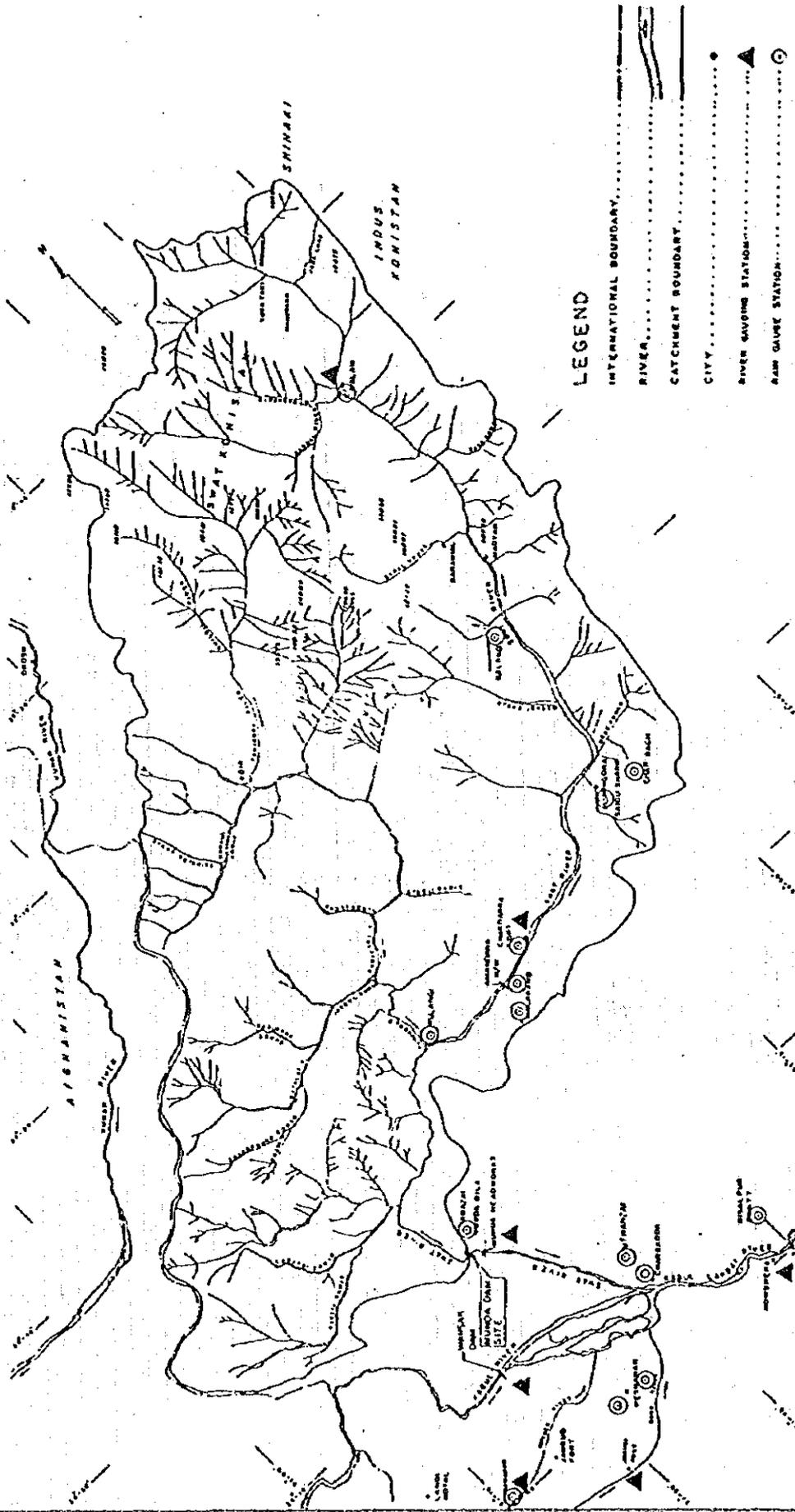
#### 觀測項目（機器）

1. 5 inch non-recording rain gauge
2. U.S. Weighing type Recording Rain Gauge
3. Casella Natural Siphon Recording Rain Gauge
4. Dry and Wet Bulb hermometers
5. Maximum-Minimum Thermometer
6. Evaporation Pan / Evaporation Balance
7. Anemometer
8. Pilot Baloon
9. Radiosonde
10. Sunshine instruments
11. Soil temperature recording instrument
12. Soil moisture recording instrument
13. Dew observation gauges and balance

#### 實施機關

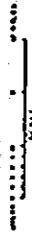
- IRR (F) Irrigation Department NWFP  
 SWHP Surface Water Hydrology Project WAPDA  
 PRO (F) Provincial Authorities NWFP  
 PMS Pakistan Meteorological service  
 FOR Pakistan Forest Institute Peshawar

凡例  
 ▲ 河川水位観測所  
 ○ 降雨量観測所



LEGEND

- INTERNATIONAL BOUNDARY.....
- RIVER.....
- CATCHMENT BOUNDARY.....
- CITY.....
- RIVER GAUGING STATION.....▲
- RAIN GAUGE STATION.....○



MUNDA DAM MULTIPURPOSE PROJECT  
 CATCHMENT AREA

FIG. 3

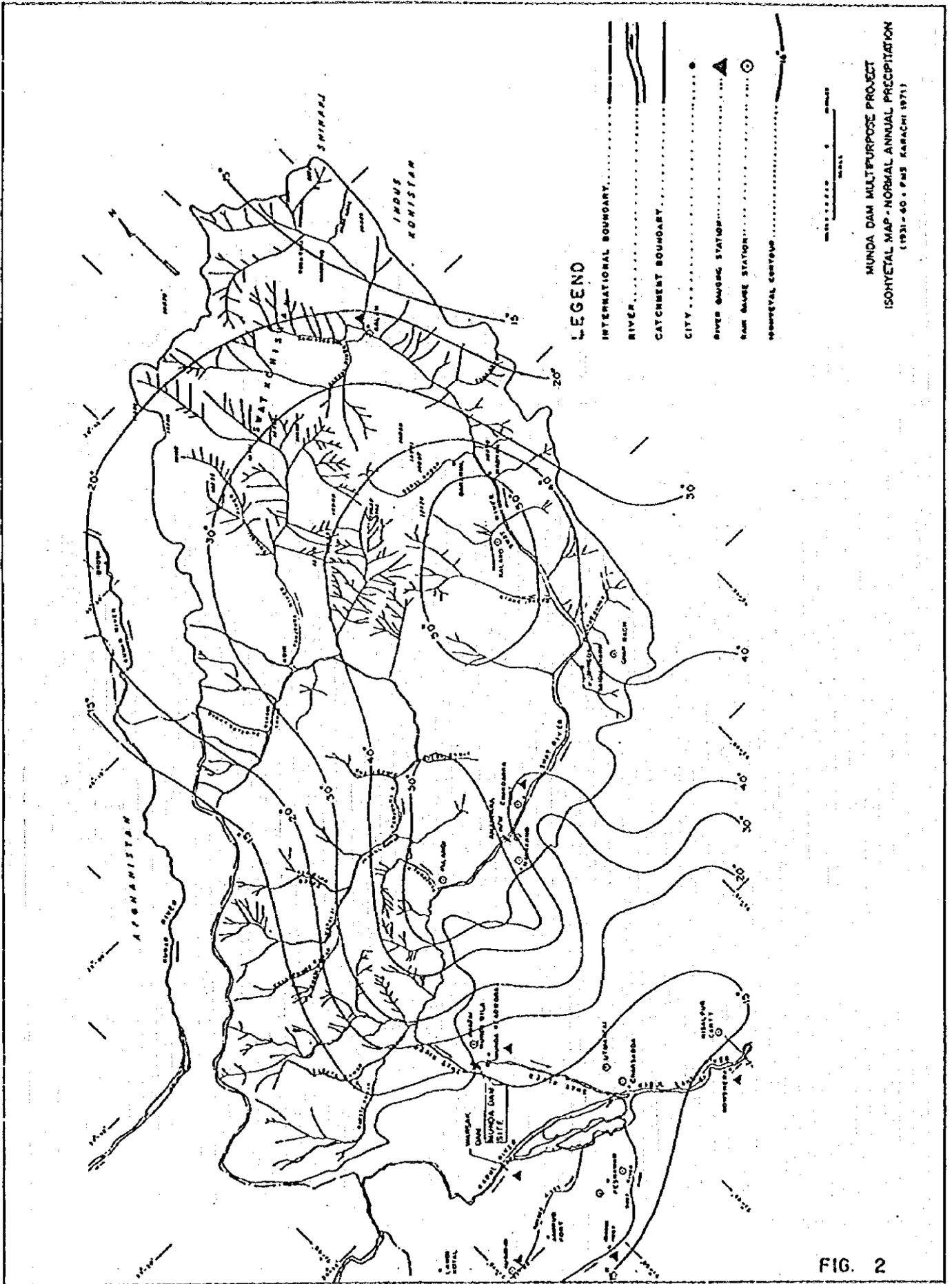


FIG. 2

(3) スワット川流域

1) 概況

スワット川は延長約300kmのカブール川支流であり、雪をいただくスワットコヒスタンの山々に源を発し、ムンダ頭首工の下流約32km (20マイル)、チャルサダ (charsadda) 付近でカブール川に合流する。流域面積は、ムンダ頭首工までが13,650km<sup>2</sup> (5,270平方マイル)、そしてカブール川合流地点までは13,800km<sup>2</sup> (5,330平方マイル) となっている。

雪解け水は変化に富んだ溪谷を抜けた後、スワット県 (District) に入り、洪水域を広げ、県の中心地サイドゥにおいては、洪水灌漑や自然の分水を利用した水の取り入れが盛んに行われ農耕地が開けている。洪水域下流部のアマングラ頭首工を過ぎると、スワット川は再び溪谷に入り、ディールコヒスタン高地から流れるパンジコラ川と合流する。

パンジコラ川は、ムンダ頭首工までのスワット川全流出面積のうち約40%を占める。パンジコラ川と合流した後のスワット川は、本計画予定地 (ムンダダム) まで山間の狭い溪谷を通り、その後ムンダ頭首工に至る。

頭首工の下流では川幅を広げ、カブール川に合流する。そしてスワット川と合流したカブール川はさらに南東へ約60km流下し、インダス河本流となる (図1-5: 概略河川系統図参照)。

2) 上空からの調査メモ

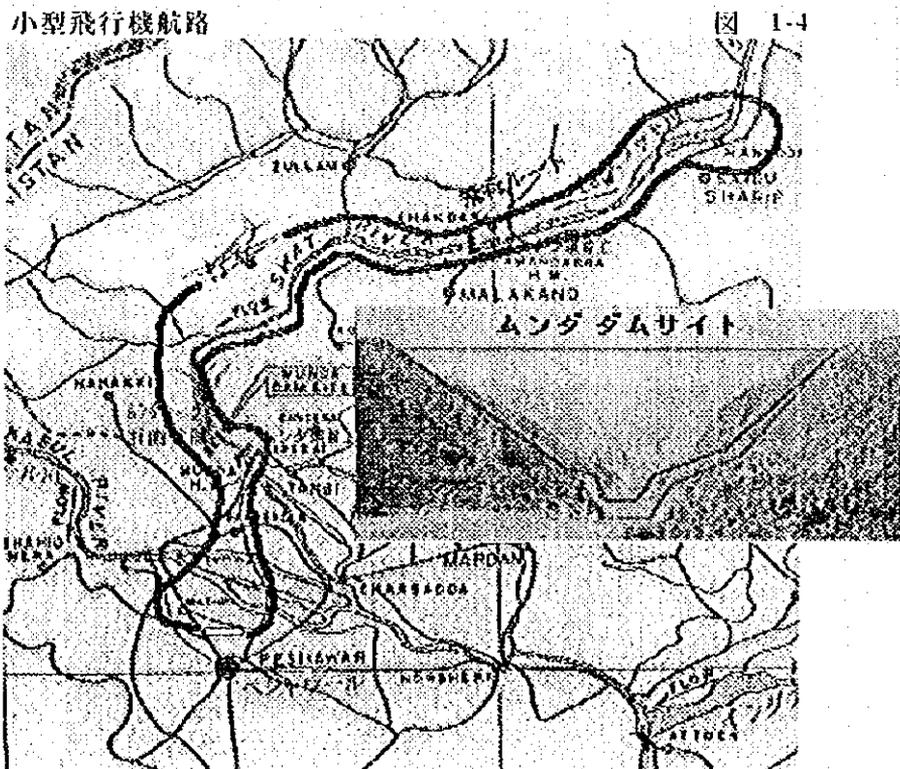
今回の現地調査では、暑さの残る10月1日に小型飛行機による流域調査をも行ったので、その観察メモを以下に記載する。

スワット上空からの観察メモ (1996年10月1日)

表 1-4

ペルシャワール北	眼下に見える小河川は涸れ上がっているが、用水路には水が流れており、農地を緑にしている。これはワルサクダムからの取水によるもので、ワルサクダムの建設以前に灌漑はなかった。なお、ワルサクダムの取水は右岸側のみとのことである。
カブール川上空	東側にスワット川合流点を認めることはできないが、西側のワルサクダムは、ぼんやりと白っぽくかすんでいる。氾濫域は広いが耕地に利用されている様子は認められない。水量は豊富。
ムンダ頭首工 (Munda H/W)	頭首工から下流が扇状地となり、洪水域を利用したり、簡易施設による灌漑が河川沿いに見られる。左岸側には改善されたばかりのLower Swat Canalが、右岸側には小規模のDoaba Canalが伸びている。河川から離れた農地にはCanalからの灌漑により砂糖きび等が植えられている。取水堰は8経間で延長165m (543ft)、貯水部の上流は川幅をせばめ、すぐに溪谷となる。
ムンダダム予定地	3日前に既に訪れているので、位置の確認はできたものの、あっという間に過ぎる。左右のコマンドエリアとなるべきところは、赤茶けた土ばくのようにも見え、農耕植生もほとんど見られない。人家も少ない。眼下の山々に表層はなく、地層の褶曲の様子が良く判る。

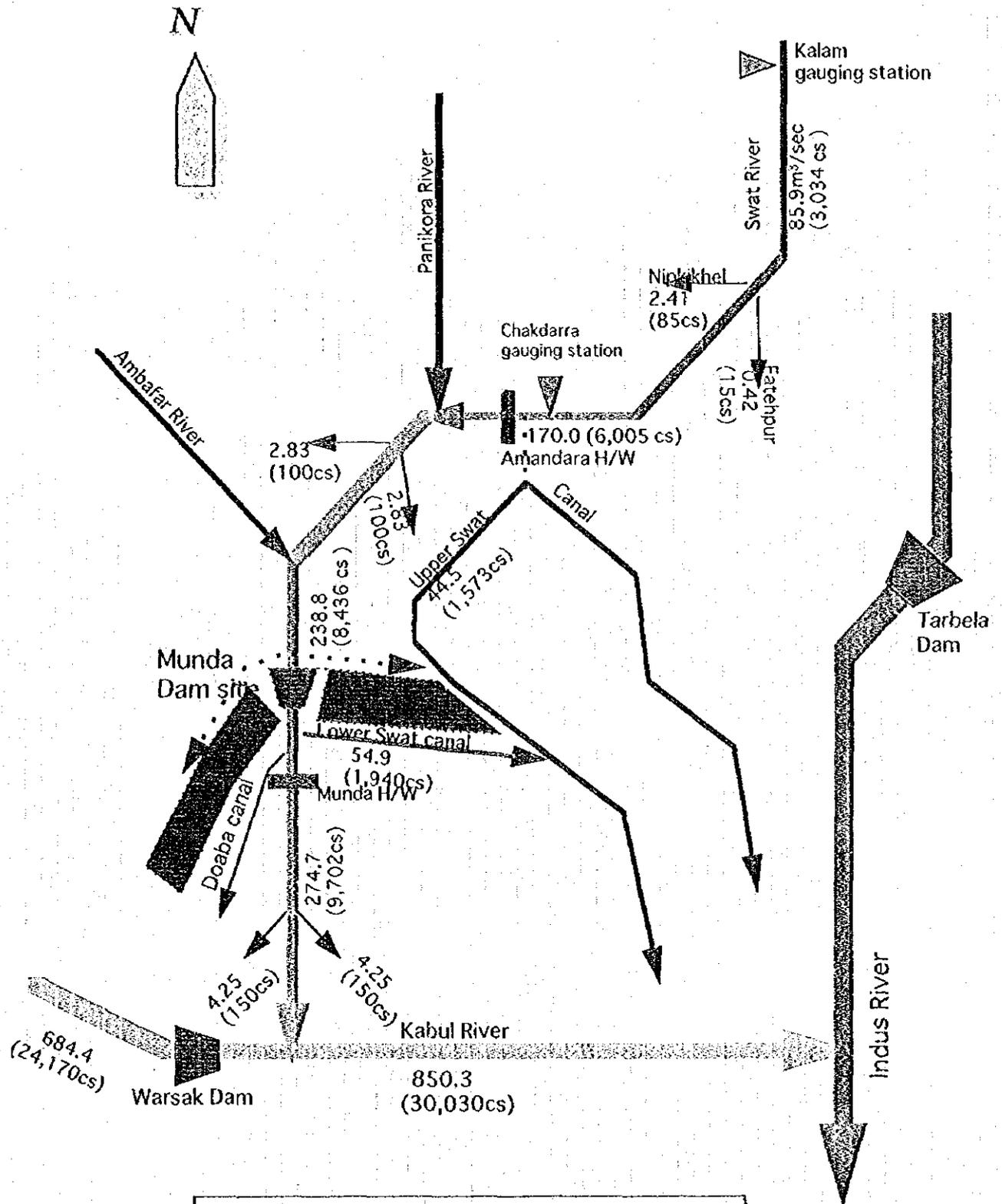
<p>アムバファル川 (Ambafar River)</p>	<p>位置を間違っていないければ、流水は認められない。高い山々が現れ、飛行機も高度2,000mを超える。山々の頂上に近い付近でテラスを利用した農耕地が認められる。最初のうちは地層が侵食されてテラス状になったものと思えたが、幾度か現れ、良く見ると耕地で、人家らしきものも認められる。この地帯には年間30”～50”の降雨があるとのことなので、天水によるメイズ等の栽培は可能なのであろう。インカ文明遺跡のイメージを抱かせる。</p>
<p>パンジコラ川 (Panjkora River)</p>	<p>パンジコラの流量はスワットと同じくらい多い。しかし、その色は全く異なる。パンジコラからの水は茶色に濁っているが、スワットは水色に澄んでいて、カラコラムからの雪解け水を思わせる。この様子を見たWAPDA幹部は、パンジコラにおける Watershed Management の重要性を認識した様子である。ダム貯水影響はこの近くまである筈であるが、影響域内での家屋等は、ダムサイト付近の物件を除いて見受けられない。</p>
<p>アマンダラ頭首工 (Amandara H/W)</p>	<p>氾濫域も広がり洪水灌漑に利用されている。スワット川は自然に幾つもの水路に分かれ水を運び耕地を広げている。アマンダラ取水堰から Upper Swat Canal に流れた水は、左岸の山裾に消える。ここからトンネルを通り、112,903haの灌漑を可能にしている。取水は左岸側のみ。</p>
<p>サイドゥ上空 (Saidu)</p>	<p>スワット県の中心地で空港もある。道路・橋梁等の整備も整っており、工事中の宅地造成地も認められる。スワット川は幾重にも細くなって広がり、農地に緑のベルトを作っているが、山裾から上に緑はなく、岩が露出している。右岸の谷には水の潤れた支流が谷の間に見えている。</p>





概略河川系統図  
(年平均現況流量)

図 1-5



凡例

→ : 河川  
(各々の色は調査時(Oct.'96)、目視観察による濁度を反映する)

→ : 既存灌漑用水路      ▽ : 既存ダム

⋯→ : 計画灌漑用水路      ▽ : 計画ダム

▬ : 計画堰門工      ▬ : 頭首工

注) 流量単位は m³/sec (cs), ( )内数字はcusecs



### 3) 利用可能水量

WAPDAによるプレF/Sレポートでは、ダム予定地の流量はムンダ頭首工の流量データをベースとして求められ、将来の灌漑利用用水を考慮した後の利用可能水量を推定している。これらの表はcusecs(立方フィート/sec)とAcre-feetで1961年～1990年迄の月別に推定されているので、これらの表を後の頁に添付する。またこれらの表をメートル法でまとめて以下に示す。

単位 上段 : m<sup>3</sup>/sec  
下段 : x 1000000m<sup>3</sup> 表 1-5

Year	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
1961	27.30	27.10	45.16	170.69	366.41	619.13	633.57	361.31	237.85	53.04	33.70	27.21	216.87
	73.11	65.56	120.97	442.42	981.37	1604.8	1696.9	967.72	616.51	142.05	87.34	72.88	6871.59
1965	26.79	49.95	80.30	350.24	532.48	869.44	797.24	403.19	115.10	45.11	22.00	25.82	276.48
	71.74	120.84	215.08	907.81	1426.2	2253.6	2135.3	1079.9	298.35	120.81	57.03	69.17	8755.71
1970	25.40	23.73	53.83	153.36	334.16	561.36	397.70	353.13	251.33	53.43	28.15	22.45	188.16
	68.03	57.40	144.17	397.50	894.99	1455.0	1065.2	945.80	651.44	143.11	72.95	60.14	5955.75
1975	19.65	23.90	81.72	259.01	502.50	694.48	647.76	612.02	188.44	46.98	32.62	31.91	261.75
	52.63	57.81	218.87	671.33	1345.9	1800.1	1734.9	1639.2	488.43	125.82	84.55	85.47	8304.97
1980	25.99	34.04	167.43	272.26	426.58	657.64	513.23	298.25	97.29	47.49	37.26	29.99	217.30
	69.62	82.34	448.44	705.68	1142.5	1704.6	1374.6	798.82	252.18	127.18	96.59	80.31	6882.87
1985	28.91	26.79	36.36	100.80	216.02	338.23	449.35	274.35	60.62	41.40	20.30	25.43	134.87
	77.43	64.80	97.38	261.28	578.58	876.69	1203.5	734.82	157.14	110.88	52.62	68.10	4283.23
1990	32.14	68.16	250.40	371.62	691.70	577.00	523.68	383.23	187.34	72.23	61.73	62.30	273.45
	86.08	164.88	670.65	963.22	1852.6	1495.5	1402.6	1026.4	485.57	193.47	160.0	166.85	8667.89
30年 平均	25.37	30.92	100.75	222.65	384.73	596.76	592.60	391.64	127.65	49.41	33.75	29.05	215.43
	67.95	74.80	269.84	577.09	1030.4	1546.8	1587.2	1048.9	330.86	132.34	87.49	77.81	6831.52

出典 : WAPDA Pre-Feasibility Report データより作成

図 1-6

利用可能水量(最大、最小及び平均)

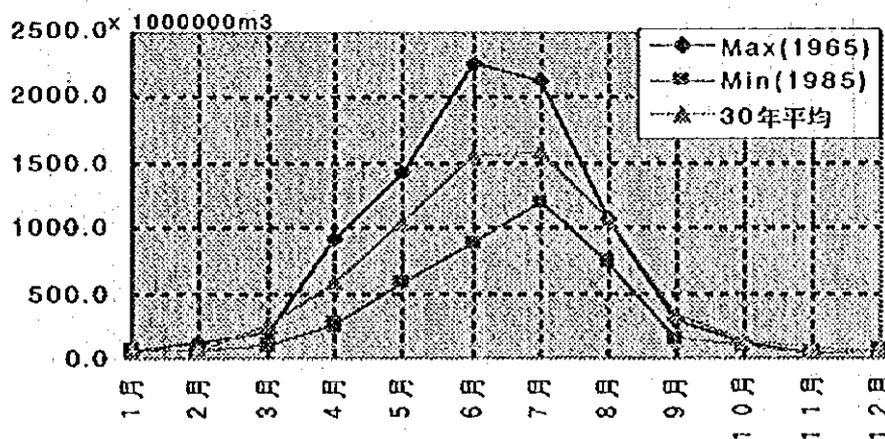


TABLE 28  
ESTIMATED RIVER FLOW AT MUNDA WITH FUTURE  
DIVERSION PATTERN AT AMANDARA & OTHER LOCATIONS

Year	Discharge (cusecs)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1961	946	957	1595	6028	12940	21865	22375	12760	8400	1873	1190	961
1962	841	838	1245	3529	6497	13076	17105	10771	3555	1334	1036	947
1963	750	656	3601	7762	15915	22135	19315	11502	3453	1320	1246	856
1964	988	1104	3074	7014	10611	17615	23565	15769	5782	1558	868	975
1965	946	1764	2836	12369	18905	30705	28155	14239	4065	1593	777	912
1966	806	1118	4451	10618	14385	27135	20845	14579	6649	1901	1113	842
1967	778	1223	3108	7099	10611	28155	27985	13525	5136	1719	1057	1122
1968	981	964	2819	6759	12192	29685	29345	17469	2722	1474	1155	1318
1969	988	1356	6372	8442	13484	25265	30705	20359	4779	2202	1530	968
1970	897	838	1901	5416	11801	19825	14045	12471	8876	1887	994	793
1971	679	677	1238	6334	13875	19825	15745	12607	2722	1131	798	667
1972	729	1013	3907	6708	15065	28325	23735	14579	5578	1600	1288	1080
1973	1065	1475	4570	9241	16935	27475	24075	20699	6989	1698	924	877
1974	827	1006	2717	5943	8384	16255	16595	9700	2029	1292	805	807
1975	694	844	2886	9147	17746	24526	22876	21614	6655	1659	1152	1127
1976	1143	1535	3251	10607	15680	20448	23590	16513	5485	1687	1040	867
1977	1081	988	1590	6686	10219	19820	21619	10169	3253	1902	1246	1008
1978	930	878	5350	8199	15763	23672	23689	15305	3213	1525	1374	957
1979	849	966	2580	9154	10532	19347	22142	12084	4641	1381	1076	882
1980	918	1202	5913	9615	15065	23225	18125	10533	3436	1677	1316	1059
1981	950	1189	5228	14563	20693	16884	21007	11039	2868	1502	1019	724
1982	787	818	2147	5220	9051	10415	10025	11604	1671	1441	2335	1290
1983	1071	1159	4855	6856	12711	15597	14444	15537	6294	1603	1174	1118
1984	694	842	1742	4506	11532	26665	15263	13550	5647	1371	1230	1088
1985	1012	946	1284	3560	7629	11945	15869	9689	2141	1462	717	898
1986	798	1161	4396	9407	14088	14653	22415	15781	2096	1412	988	1284
1987	696	860	5964	8540	11460	18603	21861	12257	4530	5587	1971	1149
1988	876	1069	5641	10329	16595	18465	25265	12692	2909	1334	847	835
1989	1027	867	1637	3121	13204	20270	17556	11987	3066	1660	1300	1188
1990	1135	2407	8843	13124	24128	20377	18494	13534	6616	2551	2180	2200
AVG:	896	1092	3558	7863	13587	21075	20928	13831	4508	1745	1192	1026

NOTE: Addition of Table 25 and Table 27 and deduction of 200 cusecs flow which is diverted through civil canals.

TABLE 29  
ESTIMATED WATER AVAILABILITY AT MUNDA WITH FUTURE  
DIVERSION PATTERN AT AMANDARA & OTHER LOCATIONS

Year	Runoff in Acre-ft												Annual
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	
1962	51702	46560	76557	210011	399491	778087	1051761	662305	211513	82026	61653	58208	3669873
1963	46107	36452	221419	461895	978589	1317161	1187650	707253	205444	81165	74149	52613	5369898
1964	60741	61333	189015	417385	652454	1048181	1448977	969625	344031	95799	51656	59930	5399127
1965	58158	97966	174381	736035	1156291	1827101	1731209	875547	241861	97951	46241	56056	7098797
1966	49550	62110	273685	631841	884512	1614668	1281728	896453	395622	116890	66235	51752	6325046
1967	47828	67942	191106	422443	652454	1675363	1720756	831644	305591	105699	62903	68969	6152698
1968	60310	53558	173335	402212	749668	1766406	1804380	1074155	161946	90634	68734	81021	6486358
1969	60741	75306	391804	502359	829111	1503394	1888004	1251857	284347	135398	91021	59500	7072841
1970	55145	46560	116889	322296	725626	1179687	863606	766836	528139	116029	59154	48739	4826706
1971	41759	37618	76126	376922	853153	1179687	968136	775198	161946	69543	47491	40992	4628571
1972	44815	56279	240235	399177	926324	1685479	1459430	896453	331892	98382	76648	66386	6281500
1973	65475	81915	281002	549903	1041308	1634900	1480336	1272763	415853	104407	54988	53904	7036755
1974	50841	55890	167064	353656	515520	967254	1020402	596451	120717	79443	47907	49600	4024744
1975	42666	46872	177479	544290	1091170	1459436	1406600	1329022	396033	102003	68528	69325	6733424
1976	70256	85239	199888	631191	964117	1216761	1450538	1015379	326410	103749	61874	53331	6178734
1977	66456	54884	97746	397851	628326	1179371	1329320	625289	193594	116928	74147	61975	4825888
1978	57155	48789	328978	487908	969237	1408591	1456611	941076	191212	93751	81764	58847	6123920
1979	52193	54747	158629	544718	647616	1151270	1361470	743054	276172	84945	64159	54233	5193208
1980	56437	66776	363581	572158	926324	1382004	1114479	647671	204432	103116	78314	65095	5580387
1981	58410	66038	321452	866578	1272402	1004688	1291692	678754	170648	92364	60634	44506	5928167
1982	48374	45426	132004	310605	556524	619719	616418	713500	99415	88623	138968	79293	3448868
1983	65858	64391	298530	407949	781575	928123	888147	955365	374552	98596	69876	68737	5001699
1984	42666	46748	107141	268131	709059	1586727	938516	833194	335995	84313	73191	66874	5092555
1985	62220	52550	79937	211856	469123	710811	975787	595759	127387	89888	42674	55189	3472181
1986	49090	64499	270274	559781	866238	871920	1378260	970368	124705	86818	58805	78940	5379698
1987	42814	47774	366689	508162	704653	1106974	1344204	753652	269564	343544	117261	70629	5675919
1988	53854	59389	346856	614645	1020402	1098760	1553507	780425	173073	82026	50406	51322	5884664
1989	63141	48156	100680	185722	811924	1206153	1079482	737092	182461	102072	77363	73019	4667266
1990	69787	133681	543761	780915	1483613	1212523	1137196	832191	393700	156887	129731	135264	7009248
AVG:	55090	60621	218777	467910	835416	1254076	1286814	850431	268269	107272	70910	63111	5538696

NOTE: Converted to Acre-ft units from Table 28

#### 4) 洪水調査

WAPDAによるプレF/Sレポートによれば、ムンダ頭首工における洪水位観測はこれまでの観測記録から設計洪水位を求めるには適さないことが判明しており、このため最大洪水位はスワット川各支流の流域ハイドログラフと推定最大降雨量及び雪解け水を考慮して求められている。

ダム最大の貯水位が標高518m (1700 ft)のケースで、左右2ヵ所のスピルウェイを考慮してゲート操作を行なった場合、ダム位置での流出量等は以下のように想定されている。

洪水時流入／流出

表 1-8

洪水確率	流入 m <sup>3</sup> /sec	流出ピーク m <sup>3</sup> /sec	最大高水位 m
100年	5,974.7	2,435.2	563.0
200年	7,192.3	3,086.4	569.4
最大	18,801.8	12,204.2	575.1

出典：WAPDA Pre-Feasibility Report 1992

また同レポートには洪水域の図が添付され、プランニメーターにより、洪水面積約5,585ha (13,800acres)と測定されている。本格調査の際には現場における過去の洪水の聞き込みによる検証と将来洪水位のレビューが必要であり、ゲート操作を考慮した洪水時の検討がひつようである。

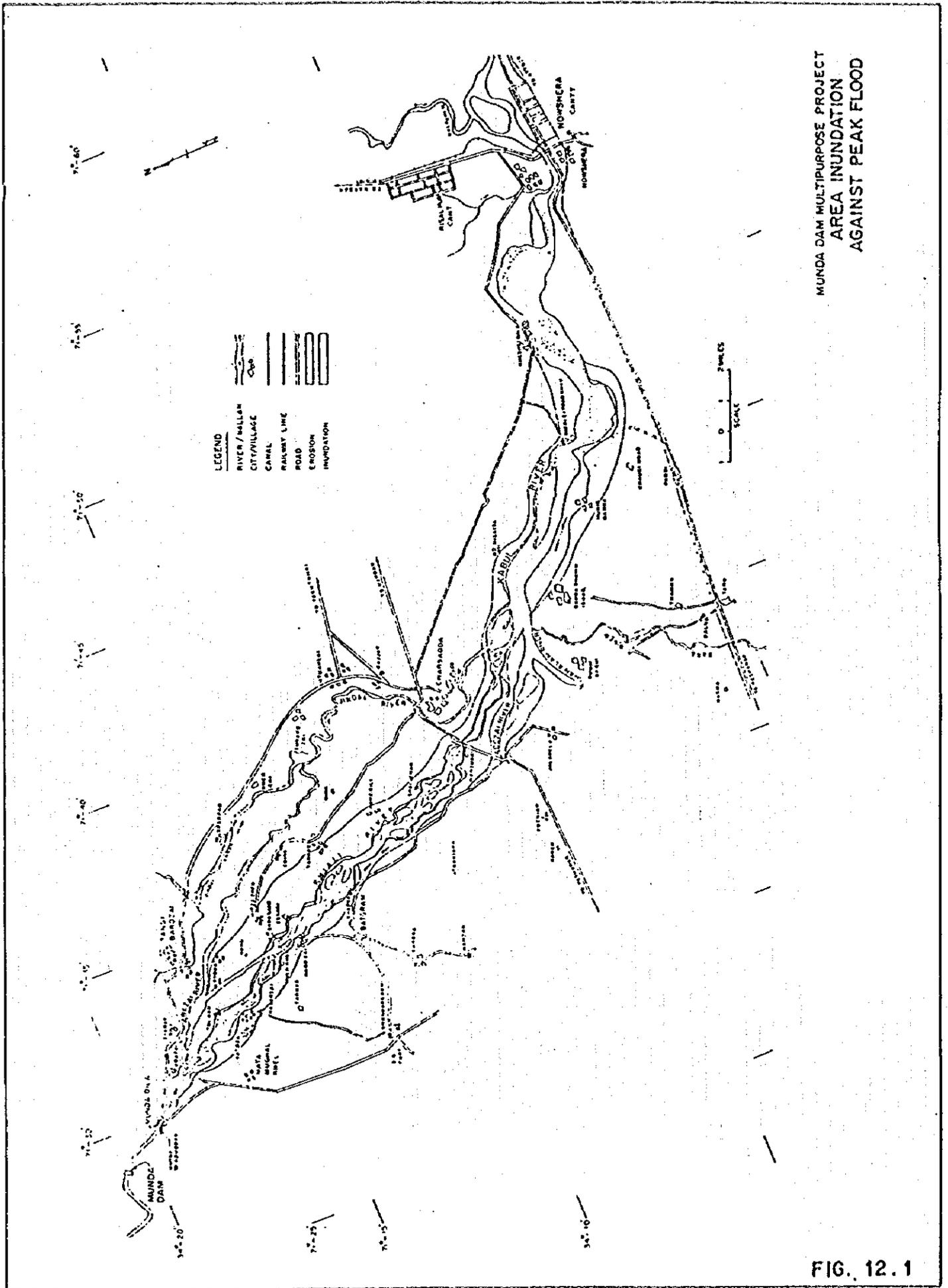


FIG. 12.1

## 2. 灌漑現況

### (1) 歴史的背景

パキスタンにおける灌漑の起源は古く、古代のモヘンジョダロ遺跡で知られるように、ハラッパでは紀元前4000～3000年頃に、川の水を引いたり井戸に水を汲み上げたりしていたことが認められている。インダス河流域においては、14～15世紀頃には既に洪水時の氾濫水を農地に引き込む洪水灌漑が実施されていた。

河川に取り入れ堰や取水施設等のいわゆる頭首工を設け、水路網を敷設した近代的灌漑システムが導入されたのは、英国統治下の19世紀半ばからである。

その後、当地域の灌漑農業は急速な進歩と普及を遂げ、20世紀前半までにはパキスタン各地で大規模灌漑開発が進められた。この頃、インドとの水利権抗争やそれに伴う国内での水の分配の問題も生じたものの、各河川間を連絡するリンクカナルの整備により、パキスタンの灌漑システムは世界最大の統合灌漑ネットワークとなり、現在は139,600km<sup>2</sup> (34.5百万エーカー) に水を供給し、19の主要堰と12のリンクカナル、そして43の独立した灌漑区域を持ち、主要用水路の延長は58,500kmにも達している。

### (2) インダス河水利権

インダス河水系は、源流をインドに発する東部のストレジ、ベアス、ラビ川等とパキスタンに源流を持つ西部のチャナブ、ジェラム、カブール、スワット川等の各支流からなる。英国統治下の19世紀半ばからは、河川に頭首工を設けた近代的な灌漑システムが開発され、この地域の灌漑農業が普及した。しかしながら、1948年インドとパキスタンの分離独立に伴い、インドがパキスタンに流下する各水路を遮断したため、パキスタンでは各河川間を連絡するリンクカナルと大規模取水堰等の施設開発を余儀なくされ、1970年代にようやくこれらを完了した。

一方、その後、パキスタン国内でも4州におけるインダス河及びその支流の水配分が論じられ、長い話し合いの末、1991年に“Indus Waters Accord” (インダス河水利権合意) が取り決められた。

この合意書は、北西辺境州及びバルチスタン州における実施中プロジェクトの計画公示水量を認めながら、1977年～1982年の実測流量とこれらの10日間利水実績を、計画策定及び利水計画の基礎として用い、以下のような内容となっている。

州名	カリフ期	ラビ期	合計	豊水時/将来配分
パンジャブ	37.07	18.87	55.94	37%
シンド*	33.94	14.82	48.76	37%
北西辺境 (a)既存水路	3.48	2.30	5.78	12%
(b)水路**	1.80	1.20	3.00	(a)+(b)
バルチスタン	2.85	1.02	3.87	14%
合計	77.34	37.01	114.35	100%
	+1.80	+1.20	+3.00	

\* : カラチ首都圏の生活及び産業用水を含む

\*\* : 未観測水路利用水

(3) パキスタンの農業

パキスタンにおける農業は、表2-2産業部門別GDPの推移からもわかるように、全体の24.4%を占める国の基幹産業となっている。また、産業別就業人口も国民の約50%が農業に従事しており、近年、製造や商業部門に伸びが見られるとはいうものの、全体に占める割合では、依然農業がパキスタンの主要産業となっている。

産業部門別GDPの推移

表 2-2  
(単位：百万ルピー、%)

	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93
農業	105,917 (26.2)	109,127 (25.8)	114,542 (25.7)	125,668 (26.2)	120,783 (24.4)
製造業	70,300 (17.4)	74,324 (17.6)	78,969 (17.7)	85,489 (17.8)	90,300 (18.3)
鉱業	2,071 (0.5)	2,269 (0.5)	2,504 (0.6)	2,580 (0.5)	2,639 (0.5)
建設業	16,937 (4.2)	17,466 (4.1)	18,462 (4.1)	19,566 (4.1)	20,764 (4.2)
電気、ガス	12,125 (3.0)	13,896 (3.3)	15,424 (3.5)	16,869 (3.5)	18,557 (3.8)
商業	67,305 (16.7)	69,655 (16.5)	73,380 (16.5)	78,914 (16.4)	81,235 (16.4)
運輸、倉庫、通信	37,716 (9.3)	40,184 (9.5)	42,719 (9.6)	46,407 (9.7)	50,357 (10.2)
金融	9,743 (2.4)	9,793 (2.3)	9,913 (2.2)	10,323 (2.1)	10,890 (2.2)
住宅	21,928 (5.4)	23,086 (5.5)	24,305 (5.4)	25,588 (5.3)	26,939 (5.4)
行政、国防	29,852 (7.4)	30,667 (7.3)	31,679 (7.1)	32,495 (6.8)	33,603 (6.8)
その他サービス	30,054 (7.4)	32,017 (7.6)	34,108 (7.6)	36,335 (7.6)	38,708 (7.8)
GDP合計	403,948 (100.0)	422,484 (100.0)	446,005 (100.0)	480,234 (100.0)	494,775 (100.0)
為替レート(₹→₹)	19.215	21,445	22,423	24,844	25,639
一人当りGNP (ルピー)	6,644	7,220	8,194	9,295	10,218
(ドル)	345.8	336.7	365.4	374.1	398.5

出典：Government of Pakistan, *Economic Survey 1992-93*

産業別就業者構成の推移

表 2-3  
(単位：%)

	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93
農業	51.15	51.15	51.15	51.15	47.45
工業	12.84	12.84	12.84	12.84	12.38
建設業	6.38	6.38	6.38	6.38	6.62
電気、ガス、水道	0.59	0.59	0.59	0.59	0.83
商業	11.93	11.93	11.93	11.93	13.24
運輸	4.89	4.89	4.89	4.89	5.24
その他	12.22	12.22	12.22	12.22	15.22
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

出典：Government of Pakistan, *Economic Survey 1992-93*

主要農産物としては、夏（カリフ）作物として、綿花、米、サトウキビ、メイズと、冬（ラビ）作物として、小麦、ヒヨコマメ等が挙げられ、夏作物が生産高の約65%を占めている。

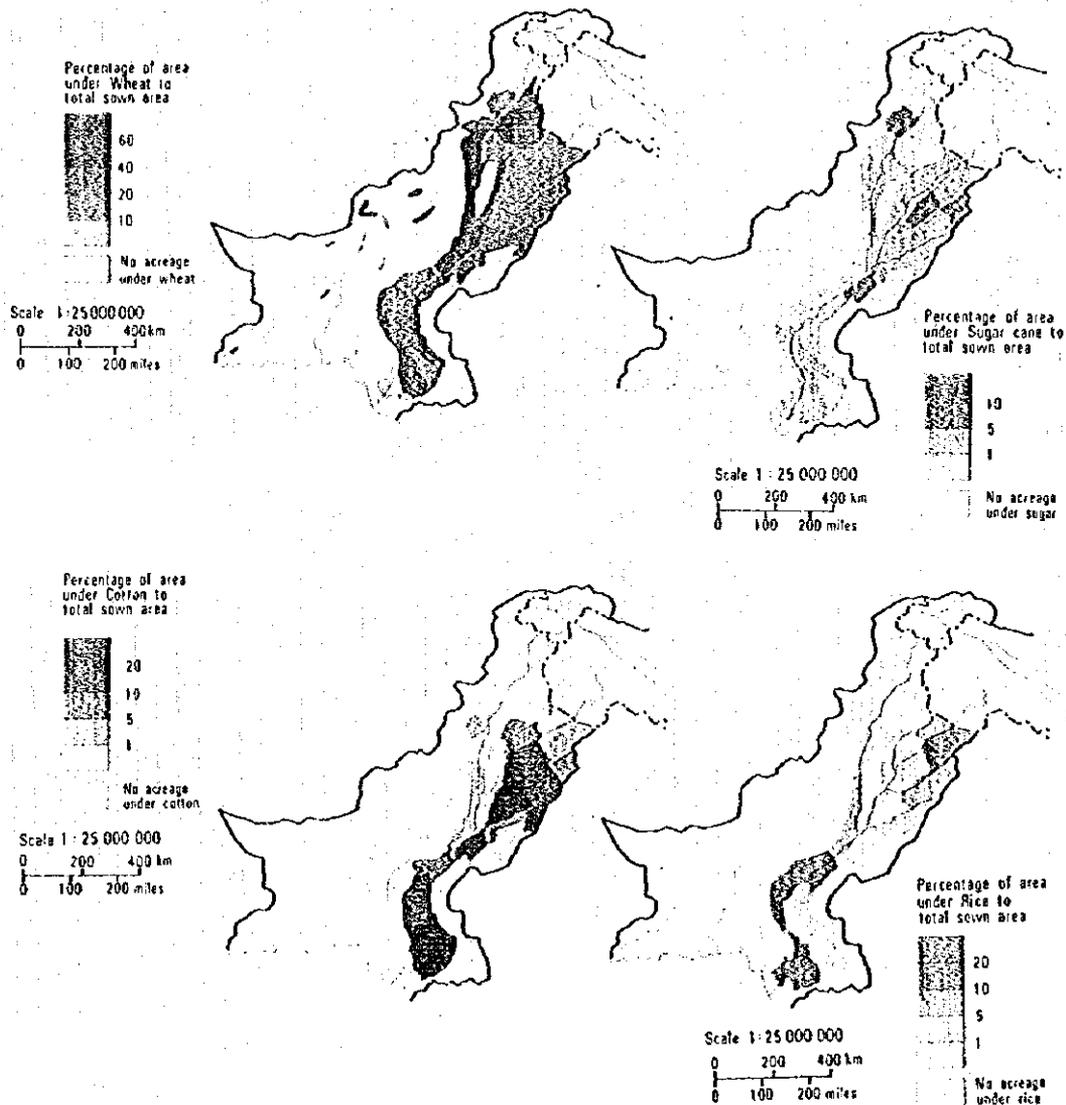
しかしながら、生産高は天候の不順や洪水等に影響され、特に92/93年度には大雨と洪水があり、綿花、米、サトウキビ等が被害を被っている。

主要農産物の作付面積／生産量及び単位収量の推移

表 2-4

			88/89	89/90	90/91	91/92	92/93
小麦	作付面積	千ha	7,730	7,845	7,911	7,878	8,225
	生産量	千t	14,419	14,316	14,565	15,684	16,394
綿花	作付面積	千ha	2,619	2,599	2,662	2,835	2,806
	生産量	千t	1,426	1,456	1,637	2,181	1,586
米	作付面積	千ha	2,042	2,107	2,113	2,097	1,934
	生産量	千t	3,200	3,220	3,261	3,243	3,083
サトウキビ	作付面積	千ha	877	854	884	896	853
	生産量	千t	36,916	35,494	35,989	38,865	36,509
トウモロコシ	作付面積	千ha	866	863	845	848	834
	生産量	千t	1,204	1,179	1,185	1,203	1,179
ヒヨコマメ	作付面積	千ha	979	1,035	1,092	1,097	1,046
	生産量	千t	456	562	531	513	440

出典：Government of Pakistan, *Economic Survey 1992-93*

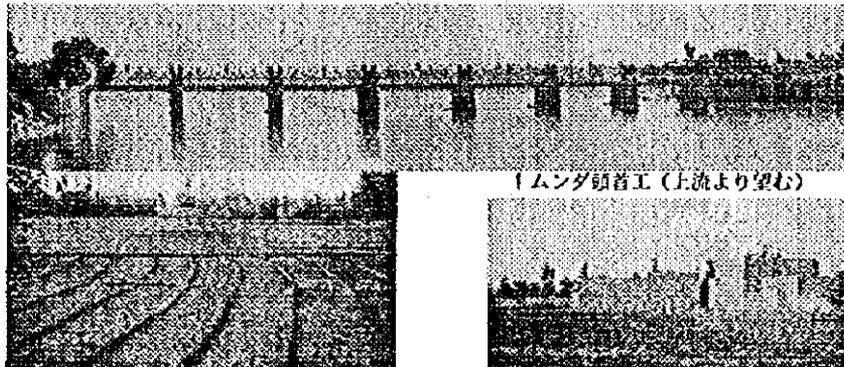


各州別主要農産物の生産量の推移

表 2-5

農産物	州	88,89	89,90	90,91	91,92	92,93	93,94	94,95
小麦	計(x1000 ton)	14,419.2	14,315.5	14,565.0	15,684.2	16,156.5	15,213.0	17,002.4
	Punjab	10,517.0	10,518.2	10,513.8	11,492.3	11,742.0	11,218.0	12,713.0
	Sindh	2,360.6	2,130.9	2,274.5	2,365.4	2,418.0	2,116.6	2,319.1
	NWFP	1,003.7	1,102.1	1,148.4	1,163.4	1,183.0	1,134.3	1,180.2
	Balochistan	537.9	564.3	628.3	663.1	813.5	744.1	790.1
綿花	計(x1000 ton)	2,852.4	2,911.8	3,275.1	4,361.8	3,079.8	2,735.3	2,957.8
	Punjab	1,426.2	1,455.9	1,637.6	2,180.9	1,540.0	1,367.7	1,479.3
	Sindh	1,237.4	1,267.9	1,446.0	1,941.9	1,401.0	1,109.5	1,260.4
	NWFP	188.5	187.7	191.3	238.7	138.7	258.0	218.1
	Balochistan	0.3	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1
米	計(x1000 ton)	3,200.2	3,220.1	3,260.8	3,243.1	3,116.1	3,994.7	3,446.5
	Punjab	1,367.3	1,482.2	1,422.3	1,342.2	1,403.9	1,588.2	1,684.0
	Sindh	1,435.9	1,340.0	1,433.4	1,487.5	1,272.8	1,954.9	1,406.7
	NWFP	117.8	114.6	118.0	123.0	111.9	118.4	118.2
	Balochistan	279.2	283.3	287.1	290.4	327.5	333.2	237.6
サトウキビ	計(x1000 ton)	36,975.7	35,493.6	35,988.7	38,864.9	38,058.9	44,427.0	47,168.4
	Punjab	19,493.7	18,682.9	19,633.4	20,026.8	20,044.8	24,510.8	28,268.0
	Sindh	13,110.5	12,360.0	11,815.6	14,240.5	13,556.8	15,421.0	14,310.3
	NWFP	4,349.0	4,427.3	4,516.1	4,568.9	4,428.4	4,470.1	4,562.2
	Balochistan	22.5	23.4	23.6	28.7	28.9	25.1	27.9
トウモロコシ	計(x1000 ton)	1,204.1	1,179.3	1,184.5	1,203.1	1,183.6	1,213.0	1,318.1
	Punjab	455.3	455.0	425.0	415.3	401.9	437.4	460.5
	Sindh	9.7	9.6	9.6	8.7	6.0	5.6	6.4
	NWFP	735.1	710.5	745.7	774.9	771.4	767.1	846.7
	Balochistan	4.0	4.2	4.2	4.2	4.3	2.9	4.5
ヒヨコマ	計(x1000 ton)	456.0	561.9	531.0	512.8	347.3	410.7	558.5
	Punjab	294.1	396.7	403.0	390.9	227.0	286.4	425.4
	Sindh	68.1	68.2	67.2	65.7	66.0	66.0	69.3
	NWFP	78.9	81.8	45.2	40.1	40.6	44.3	48.9
	Balochistan	14.9	15.2	15.6	16.1	13.7	14.0	14.9

出典： Agricultural Statistics of Pakistan 1994-95 より作成



ムンダ頭首工 (上流より望む)

菜園風景 (ベシャワール郊外)

#### (4) パキスタンの農業行政

行政上、連邦政府は4州にて構成される。

憲法上は連邦政府に一定の権限があり、他は州政府に委ねられているものの、実際には両者の承認を取りつけるといった連邦政府と州政府の合同責任の形式が取られている。

連邦政府には28の省庁 (Ministry/Division) が組織され (一部は局のみ)、農業に関連する主な連邦政府は、食糧農業省 (Ministry of Food and Agriculture) と水利電力省 (Ministry of Water and Power) の2省庁である。

食糧農業省は、生産、肥料、農業、市場、普及、及び農民組織等を司り、水利に関する水資源開発や灌漑事業に関しては水利電力省の管轄となっている。

事業の実施については、小規模開発で州の灌漑局によって実施される場合を除き、ほとんどの事業はWAPDA (水利電力開発公社) を通じて行われており、工事終了後にWAPDAは、電力施設以外の頭首工、用水路等の灌漑施設を州政府の灌漑局に移管し、その運営と維持管理は州政府により行われる。ただし、各河川間を結ぶリンクカナルやメインカナルで幾つかの州に跨る場合には、WAPDAが直接維持管理を行っている。

一方、州政府には州大臣 (Provincial Minister) の下に20程度の部局 (Department) があり、ここには、灌漑局、農業局、森林局、公共事業局等があり、農業の運営、開発、普及のための実施機関が設けられている。

今回のムンダダム予定地下流にある、ムンダ頭首工及びロワースワットカナル (Lower Swat Canal) も州の灌漑局が維持管理を行っており、水門の開閉から水利用料金の徴収まで州が行っている。

#### (5) 調査対象地域の灌漑施設

スワット川の主要灌漑施設としては、アッパースワットカナル (USC: Upper Swat Canal) とロワースワットカナル (LSC: Lower Swat Canal) の2大システムが挙げられ、この2つのシステムにより、マラカンドを頂点としたカプール川左岸の扇状地が灌漑され、その広さは約188,500ha (466,000エーカー) をカバーしている。

USCは、アマンダラ頭首工にて取水口を設け、トンネルを抜けた後途中、水力発電所を介して東西に分岐するが、東側はインダス河に近いSwabi (スワビ) 付近にまで延びている。

一方、LSCは、ムンダ頭首工から取水し、USCの南側に水を供給してMardan (マルダン) 付近まで続いている。各々のコマンドエリアは、USC: 112,900ha (279,000エーカー)、LSC: 73,650ha (182,000エーカー) となっている。2大主要灌漑施設の他にも、伝統的な灌漑施設等は存在するがその規模は小さい。これらを上流から挙げ、各々の現在取水量と将来の予定取水量を次の表に示す。

スワット川における灌漑取水量

表 2-6

No.	灌漑施設	取水量 $m^3/sec$ (cusec)		
		現 在	将 来	増 加
1	Nipkikhel	2.4 (85)	4.2 (150)	1.8 (65)
2	Fatehpur	0.45 (15)	1.4 (50)	1.0 (35)
3	Badwan Knaif	0.57 (20)	0.57 (20)	0 (0)
4	USC	51.0 (1,800)	85.0 (3,000)	34.0 (1,200)
5	Local Farmers	5.7 (200)	5.7 (200)	0 (0)
▽	ダム予定地			
6	LSC*	26.6 (940)	54.9 (1,940)	28.3 (1,000)
7	Local User	8.5 (300)	8.5 (300)	0 (0)
	合 計	95.2 (3,360)	160.3 (5,660)	65.1 (2,300)

出典：WAPDA Pre-Feasibility Report データより作成

\*：すでに改修され将来取水量可能

これらの灌漑施設の中で、ムンダダムによる直接影響を受けるのはダムの下流に位置するNo. 6、7であり、特にLSCとの調整は必要となる。

当地での主要作物は、麦、米、メイズ、サトウキビ等であり、これらのクロッピングパターンは世銀等のレポートでも紹介され、土地利用率 (Cropping Intensity) は175%とパキスタンでも最高のレベルとなっている。しかしながら、灌漑水の不足や、塩・アルカリ等の被害により生産性は低くなっている。

このような問題はパキスタン全土にも見られるところから、政府はSCARP (Salinity Control and Reclamation Projects: 塩類害対策土地改良事業) のスキームを設け、取り組んでいる。SCARPは、灌漑の普及と並行して生じる排水問題としても捉えられ、そのスキームの多くはWAPDAが実施機関となっている。

このようなLSCの問題についても早くから取り上げられ、適切な排水、さらには新規灌漑地への水供給にも応えられるよう、1982年から“Mardan SCARP”が実施され、総額約3,900百万ルピー (約100億円) を費やし、1992年6月に完了した。主なコンポーネントとしては、①排水施設の設置、②排水施設の改良、③LSCの改善、④Farm Water Management等が挙げられる。このスキームの中では、ムンダ頭首工の改修、新たな取水口の設置等も実施され、取水量も $26.6m^3/sec$  (940cusecs) から $54.9m^3/sec$  (1,940cusecs) へと上昇した。

なお、USCの改修は“Swagi SCARP”の中に組み込まれ、“Mardan SCARP”同様、取水容量を $51.0m^3/sec$  (1,800cusecs) から $85.0m^3/sec$  (3,000cusecs) に拡張する予定であるが、まだ実施には至っていない。

### 3. 灌漑の将来計画

#### (1) これまでの計画調査

スワット川流域の灌漑計画調査は、WAPDAにより1969年からプレフィージビリティスタディ（プレF/S）レベルで行われており、インダス渓谷部における可能耕作地というマクロ的な計画調査が行われていた。

既存灌漑システムであるアップースワットカナル（USC：Upper Swat Canal）やロウースワットカナル（LSC：Lower Swat Canal）の改修計画は、SCARP（塩類害対策土地改良事業）のスキームの中で既に実施されており、前項の表2-6「スワット川における灌漑取水量」からも判るように、将来の取水量はこれまでの約70%近く増加した $160.3\text{m}^3/\text{sec}$ （ $2,300\text{cusecs}$ ）となっている。

とりわけムンダダム直下のムンダ頭首工から取水しているLSCにおいては、倍以上の将来取水を計画して改修が完了したところであり、他事業との水配分の調整やコンセンサスがどの程度検討されたのか、懸念されるところである。

#### (2) 灌漑対象面積（Command Area）

ムンダダムの設置による灌漑対象面積（Command Area）は、WAPDAの実施したプレフィージビリティスタディレポートによると、 $11,890\text{ha}$ （ $29,380$ エーカー）となっている。

この面積は、土地利用調査やNWFPの農業統計に基づいて分析の上求められたもので、全プロジェクト面積 $13,200\text{ha}$ （ $32,644$ エーカー）のうちの灌漑対象純面積（CCA：Cultivable Command Area）とされている。

灌漑対象面積 $11,890\text{ha}$ のうち89%は過去に耕作されたことがあった土地であり、43%については何らかの収穫がある土地であるが、これまでの天候の不順等により、農民の耕作意欲は殺がれ、本プロジェクトを考えなくして当地の改善は望めないといわれている。

このような現状にある灌漑対象面積は、右岸側 $3,680\text{ha}$ 、左岸側 $8,210\text{ha}$ 、合計 $11,890\text{ha}$ となっているが、ダムの規模からすると小規模な灌漑であり、灌漑による経済便益も全体便益の5%にすぎない。

ちなみにアップースワットカナルによる灌漑対象面積は $112,903\text{ha}$ （ $279,000$ エーカー）、ロウースワットカナルによる灌漑対象面積は $73,650\text{ha}$ （ $182,000$ エーカー）である。

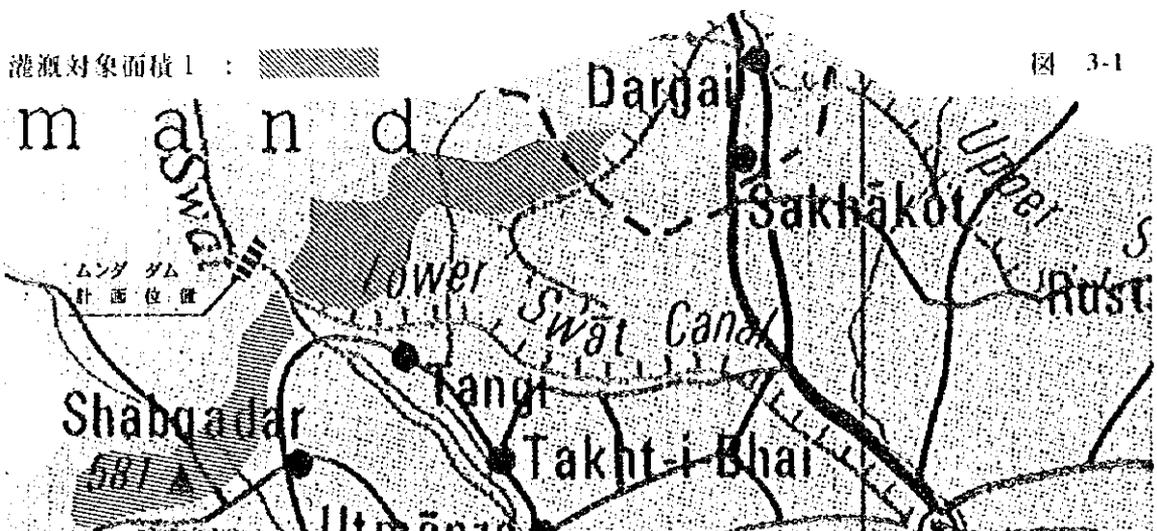


図 3-1

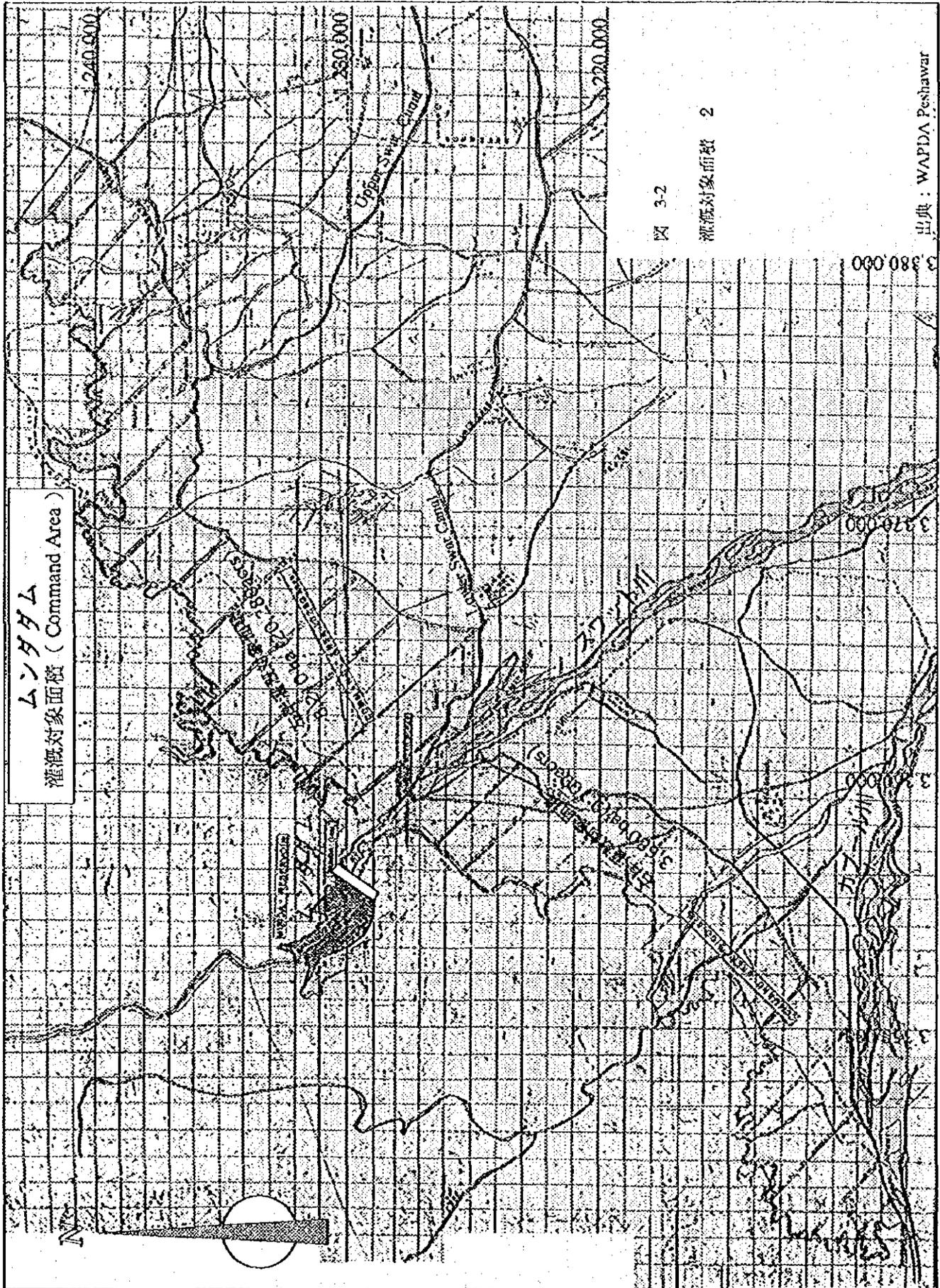


図 3-2

灌漑対象面積 2

出典：WAPDA Peshawar

(3) 灌漑対象面積の要水量

WAPDAによるプレフィージビリティスタディによれば、灌漑対象域の土地利用率は、計画から5年後に180%迄の上昇を見込み、このための作物として、夏作物に、メイズ、サトウキビ、飼料、野菜、果樹などを、冬作物としては、麦、豆、飼料などが挙げられている。夏（カリフ）、冬（ラビ）には各々90%の土地利用率が考えられており、これらの作物及び作付パターン等は、世界銀行のアプライザルレポートが基本となっている。

プレフィージビリティスタディレポートでは、これらの作物ごとに要水量を求め、用水の圃場効率75%、導水路効率85%、水路効率85%、各々を考慮して各月の要水量を算出している。その一部を次の表にて示す。

計画要水量／有効降雨量

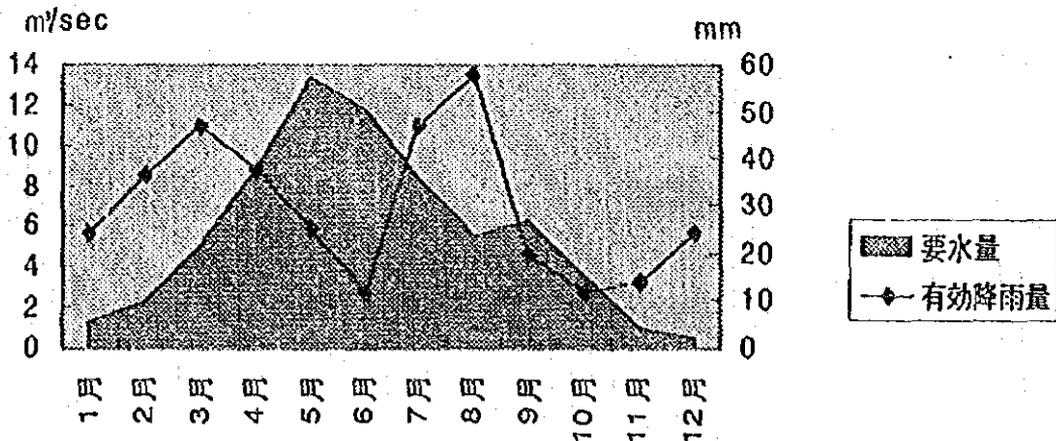
表 3-1

	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間合計／平均*
	計画要水量	m <sup>3</sup> x1000000	1.86	3.13	7.31	12.7	19.5	16.5	12.4	7.98	8.78	5.14	1.35	0.7
acre feet x 1000		1.51	2.54	5.93	10.3	15.8	13.4	10.1	6.47	7.12	4.17	1.09	0.57	78.9
計画要水量	m <sup>3</sup> /sec	1.27	2.41	5.04	9.03	13.4	11.8	8.55	5.52	6.26	3.54	0.96	0.48	5.69*
	cusecs	45	85	178	319	474	417	302	195	221	125	34	17	201*
有効降雨量	mm	24	37	47	38	25	12	47	58	20	12	14	24	358

出典：WAPDA Pre-Feasibility Report 1992

図 3-3

要水量と有効降雨量



(4) 既存灌漑施設との関連

ムンダダムからの取水により灌漑される面積は11,890ha、これに必要な取水量はロスを考慮しても年平均5.7m<sup>3</sup>/sec (202cusecs) であり、既設の灌漑システムに大きな影響があるとは考えられない。しかしながら、ムンダダム直下のムンダ頭首工から取水するロワースワットカナルに対しては、ここの将来取水量である54.9m<sup>3</sup>/sec (1,940cusecs) を常時放流可能なのか、十分検討する必要がある。

プレフィージビリティスタディレポートでは、既存灌漑システムの最適な栽培条件を想定して、現状の灌漑面積112,900ha (USC)、73,650ha (LSC) の土地利用率を各々138% (USC)、171% (LSC) として水の需要を分析した場合、USCにては、夏期(5月)に最大34%の水不足となり、LCCでは冬期(1月)に最大73%もの水不足に至るとの結果が出ている。

この分析は、作物にとっての好条件のもとで、供給側の容量は州の灌漑局が保有する給水記録をベースとして算出されており、給水記録が正しくないのではとの疑いも持たれているが、プレフィージビリティスタディでは、今後、詳細な調査が必要であるとコメントされているだけである。

本格調査の際には、発電を含めた全体枠の中での水収支を詳細に調査する必要がある。

表 3-2

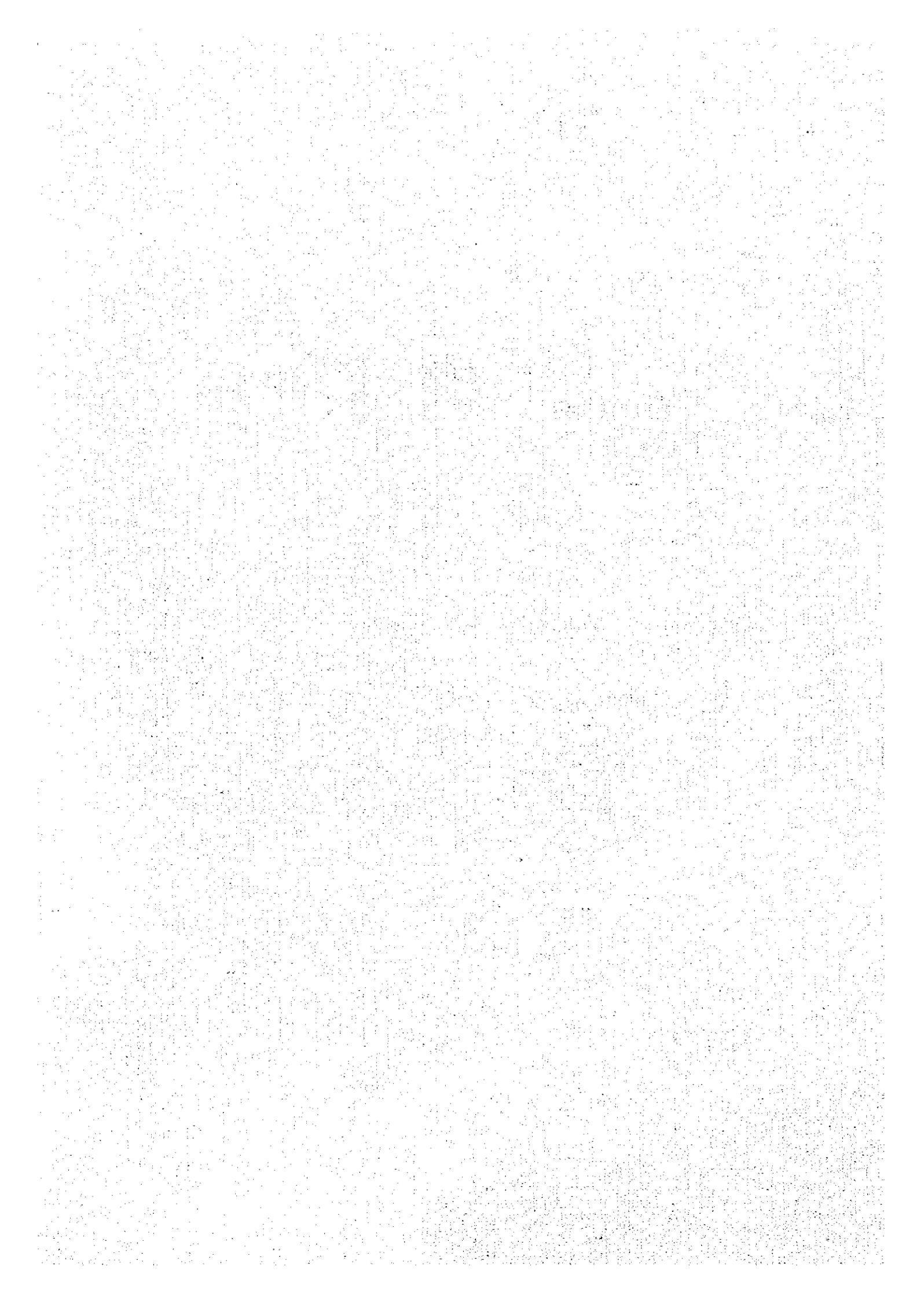
既設灌漑の用水量と供給水量 (アッパースワットカナル/ロワースワットカナル)

月	アッパースワットカナル CCA : 112,903ha 土地利用率138%			ロワースワットカナル CCA : 73,650ha 土地利用率171%		
	要水量 m <sup>3</sup> /sec	供給水量 m <sup>3</sup> /sec	不足率 %	要水量 m <sup>3</sup> /sec	供給水量 m <sup>3</sup> /sec	不足率 %
夏(カリフ)						
4月	56.2	46.2	18	50.5	23.7	53
5月	84.8	54.8	34	76.3	26.1	66
6月	70.1	52.1	26	67.3	27.4	59
7月	50.4	51.4	-	51.2	24.4	48
8月	46.1	51.5	-	31	21.7	30
9月	58.7	48.6	17	37.2	25.6	31
冬(ラビ)						
10月	33.7	48.5	-	21.6	24.7	-
11月	5.6	40.4	-	6.7	21.1	-
12月	2.8	37	-	3.2	19.6	-
1月	8.6	33.3	-	8	2.2	73
2月	15.4	31.7	-	14.6	13.5	8
3月	31.9	38	-	30.5	16.8	45
年間	38.7	44.5	-	33.2	20.6	-

出典 : WAPDA Pre-Feasibility Report 1992



## 第 8 章 本格調査の方針



## 第8章 本格調査の方針

### 1. 調査工程

インセプション・レポートの提出よりファイナル・レポートの提出までの全工程を24ヶ月とし、これを(1)予備調査段階、(2)詳細現地調査段階、(3)FS設計段階、の3段階に分ける。

#### (1) 予備調査段階

現地調査工事の計画を立案する目的で、予備的な計画の最適化並びに代替案の策定を行う。当初の1.5ヶ月間の現地における作業を含めて、この段階全体で5ヶ月間を予定しており、その最終時点で、現地調査工事計画を提案するプロGRESS・レポートNo.1を作成する。

#### (2) 詳細現地調査段階

地形・地質・水文・環境を中心に、予備調査段階で策定された現地調査計画に基づき、詳細現地調査を実施する。主たる調査工事は8.5ヶ月で終了するが、先方が実施する予定の地上測量並びに原石山を中心としたボーリング工事は、12ヶ月を予定しており、更に先方の実施する水文調査は、河川流量観測を含めて調査の全期間これを継続する。7.5ヶ月の主たる調査工事の成果が得られた時点で、これらを纏めたプロGRESS・レポートNo.2を作成する。

#### (3) FS設計段階

詳細現地調査の主たる結果が得られた後、これを基礎に、計画の全体を明らかにするため、レイアウト、設計、施工計画、環境影響評価、積算、経済財務評価を実施するが、ドラフト・ファイナル・レポートを作成するまでの期間を、7.5ヶ月とする。

この間、レイアウトが策定される2.5ヶ月目に、この内容をインクワリム・レポートにまとめ、JICA並びに先方の基本的了解を得て、その詳細な計画策定に入るものとする。ドラフト・ファイナル・レポート提出後、先方のコメントを考慮したうえ、3ヶ月後にファイナル・レポートを提出する予定である。

### 2. 調査方法

各段階における調査すべき事項について、先方と合意しようとしたSWの内容に沿って、その詳細を述べると、次の通りである。

本調査の目的は、先方の提案した「ムンダ多目的ダム計画」に対し、最適な開発計画を策定し、この開発計画に対する技術的、経済財務的、更に環境問題に対する配慮の観点から、計画実現の可能性について論ずるものである。その調査の過程は以下の通り。

#### (1) 予備調査段階

主として、次の段階の詳細現地調査を行うための計画を立案するために、予備的な計画代替案の策定とその検討を行うもので、次の項目に亘る。

##### 1) データー収集及び解析

事前調査団が収集した資料の他、更に関連資料の収集に当たり、これらを解析してそれらの相互の関連を明らかにしたうえ、以降の検討に入る準備を行う。

##### 2) 現地踏査

地形、地質、水文、農業灌漑、環境、社会経済等の観点から、現地踏査を実施する。特に、地質に関しては、ダムサイトを中心とした詳細な地質踏査が、次の段階の詳細現地調査工事の基礎となるので重要である。また、現地調査工事を実施するに際してのアクセスや安全の問題についても、基本的な情報を得る必要がある。

##### 3) 電力関係調査

パキスタン全系を対象として、電力需要の伸びの予測、最大ピークの必要量、需要の形態、等に基づいて、将来最低20年程度の需要予測を、先方の計画に照らして検討する。

更に、想定された需要の伸びに対して、現在計画中の電源開発計画及び送電網建設計画を把握し、全系の中における本計画の位置付けを行う。

##### 4) 水利灌漑調査

スワット川全体の、灌漑を主とした水利需要と供給の関係を把握する必要がある。これには下流のムンダ頭首工に関連して、下流の灌漑計画も把握する必要がある。

スワット川並びに関連する下流の灌漑を初めとする水利需要について、将来の農業開発の計画、必要灌漑用水の想定、その使用の年別月別時間別等、使用のパターンを解析把握する必要がある。

将来にわたる農業開発計画を基礎に、それに必要な灌漑用水供給量を策定し、これらを取水地点の構造物の特性に応じて取水計画を策定する。

## 5) 洪水調節関係調査

本計画の目的の一つである洪水調節に関連して必要な調査を行う。

過去における下流への洪水被害の調査を実施する。更に、確率洪水手法に基づいて被害の確率を解析し、被害額の期待値を求めて、洪水調節の便益算出の基礎資料を得る必要がある。

## 6) 計画の予備的最適化

既にプレFSで提案されている計画に関する提案をレビューし、適切な計画の代替案を抽出する。これらについて予備的な最適化の検討を実施して、現地調査の対象となるべき代替案を選定する。このとき重要な点は、ダムサイト、ダムの形式、ダムの高さ、等が重要な要素である。

## 7) 詳細現地調査計画

選定された検討の対象となるべき代替案について、地形、地質、水文、環境、等の面から詳細な現地調査計画を、仕様を含んで、策定提案する。

### (2) 詳細現地調査

前の段階で確立された現地調査計画に基づき、必要な手続きを行い、合意されたSWの内容に沿って先方と協力して、地形、地質、水文、環境に関する現地調査を実施する。

この詳細については、先方との合意の内容も含めて、次節にて詳述する。

### (3) FS設計段階

主たる現地調査結果に基づいて、FSを目的とした計画の設計を、次の項目に亘って行う。

#### 1) レイアウト設計及び最適化

提案されたダムに関する代替案について、貯水池の運用シミュレーションを実施し、これから得られる発電、灌漑、洪水調節のアウトプットを策定する。このときの対象の代替案には、ダムサイト、ダムの高さ、更にはダムの形式も含まれる。

ダム及び発電に関する主要構造物、灌漑水路、ムング頭首工の改造計画（もし必要なれば）に関して、その構造物諸元の最適化を行う。

発電諸元の最適化、開発時期、開発方法等を最適化するため、パキスタン全系に亘る電源並びに送電線建設計画との整合性を検討する。このために簡易な系統シミュレーションが必要となるものと想定している。

## 2) FS設計

選定された最適のレイアウト案に基づき、FSレベルの技術的な設計を行うが、この中には関連するムンダ頭首工の改造計画（必要な場合）、灌漑用水路、関連送電線、等が含まれる。

これらの設計に基づいて、FSレベルの設計図を準備する。

各構造物の工事に必要な数量計算を行い、BQ (Bill of Quantities) を準備する。

## 3) 施工法及び工事工程

設定された構造物に対して、その施工法を策定する。これには重要な仮設備、例えば、主たる工事用道路、工事用電力、原石山関係、材料関係、等が含まれる。更に、流域面積が広大であることから、仮排水路計画が重要である。

これらの策定された施工法に基づいて、全体の工事工程表を準備する。

## 4) 環境影響評価

環境影響調査に基づいて影響評価を行う。特にこの中には、水没住民の補償移住計画、既得水利権への配慮、下流の漁業権、社会経済的な影響、重要な遺跡、発電放流が与える下流への影響、等が考えられる。

影響評価に基づいてその影響緩和に関する方策を提案し、これに必要な工事費用を積算し、全体の建設工事費の策定に繁榮させることが重要である。

## 5) 計画予算積算

全体の工事費を、BQ並びに施工法を参考としながら積算を行う。このとき、技術的な予備費の見積もりも含むものとする。経済情勢によって変わる予備費は、この段階では含まない。

積算された全体の工事費は、内貨、外貨の区別、年ごとの支出計画も含むものとする。

## 6) 経済財務評価

BC手法並びにIRR手法の両方で計画の経済性を評価する。このとき、セクター別の便益を考慮する必要がある。

主としてセクター別のコスト・アロケーションを基本に、それぞれのセクターの財務分析を行い、計画全体の財務的評価を、IRR手法を中心に、実施する。

#### 7) 勧告

FS以降の問題について、調査団としてのリコメンデーションを策定する。その主体は、DD段階における技術的な必要追加調査及び検討が中心となる。

### 3. 調査工事

第2段階の現地調査工事については、先方との分担の取り決め、先方調査に必要な当方の供与材、等の問題が絡む。更に、調査工事の内容については、最終的に第1段階が終了した時点で確定されることとなる。これらの条件を考慮して、特に記述が必要な事項について述べる。

#### 1) 地形測量

先方は、地上測量でもって貯水池内の図化を行っているが、範囲も狭く取り扱っているダイメンジョン系も異なるので、新たに当方の手で航空写真撮影及び図化を実施することとしている。範囲は、貯水池全体を含んで取り付け道路や原石山計画も策定できる必要があり、更にムンダ頭首工の改造も視野に入れた範囲とする。しかしながら、広範囲となる灌漑水路や農業開発については、既存の5万分の1地形図を利用することとしたい。なお、航空写真撮影並びに図化については、先方の制度上、政府機関である Survey of Pakistan のみにその作業が許されているので、見積もり等厳正を保つ必要がある。

地上測量は、ダム及び重要構造物を含む範囲に限定する。この作業は先方WAPDAが実施することになっていて、必要な機材はJICAが供与する。

#### 2) 地質調査

詳細地質踏査は当方で実施する。第1段階で得られた資料を基に、特にダムサイト近辺並びに原石山を中心に、当方の地質技術者を中心に行い、地質図を作成する。

弾性波探査は、ダム軸中心付近、原石山を中心に、地質踏査、ボーリング調査を補完する意味で実施する。先方WAPDAが実施することとなっているが、機材供与もさることながら、当方技術者による指導が必要と考えている。

透水テストを含むボーリング調査は、基本的には当方で現地再委託によって実施するが、原石山の調査はWAPDAが、JICAの機材供与を受けて、行うこととなっている。原石山の調査が第3段階に相当する期日にずれ込んだとしても、第3段階の調査に大きく影響を与えないものと判断している。なお、対象地域は、ダムサイトを中心に発電所等の重要構造物を考えている。

テストピットは、ダム材料のうち遮水部分に使う材料の採取場を対象に考えているが、すべて先方WAPDAによって実施されることとなっている。

ダム試掘横坑は、兩岸それぞれ3本程度を考えており、当方によって現地再委託により実施する。

コアサンプルの物理試験は、当方が現地再委託で行うこととなっている。

自身に関する資料の収集解析は、当方技術者によって行う。

### 3) 水文調査

貯水池上下流にそれぞれ1カ所、合計2カ所の水位雨量気象観測所を新設することとなっており、JICAの機材供与のもと、先方が実施する。調査期間の初期段階で設置する必要がある。

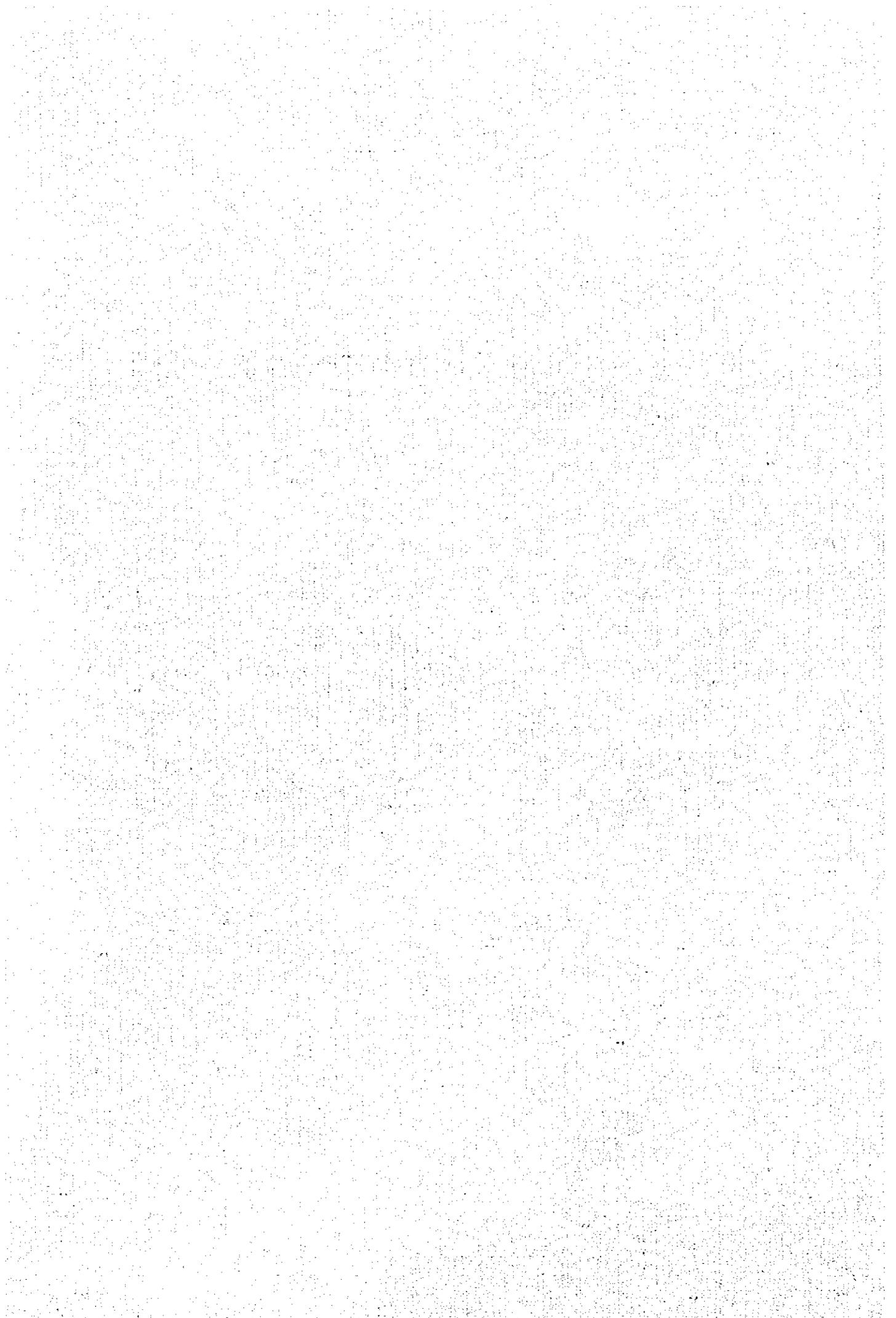
観測はすべて先方WAPDAが全期間を通じて実施する。

得られたデータの解析は当方で実施する。

### 4) 環境調査

補償に関する調査は先方が実施し、一般環境、生態、社会経済、文化遺跡等は、当方で実施する。

## 第9章 本格調査に当たっての留意事項



## 第9章 本格調査に当たっての留意事項

### 1. 基本事項

(1) 本計画は、上下流の灌漑用水の既得権並びに将来の農業開発計画と密接に関連しており、これらとの整合性を保つことが、計画推進の重要な条件である。歴史的な水問題を十分に把握したうえ、関連機関と密接な連携を保ちながら、詳細且つ厳密な灌漑の解析の上に立った調査が必要である。特に上流から灌漑によってダイバートしている水が、計画に大きな影響を与える。

(2) 計画地点直下流のムンダ頭首工の機能に注目する必要がある。発電放流はこの頭首工の取水方式に大きな関係並びに制約を持っており、ムンダ頭首工の嵩上げ改造の可能性を、調査の早い段階で検討する必要がある。これは、発電放流の逆調整の可能性も考えたうえである。

(3) この貯水池は、流域面積並びに流入量に比べて容量が小さい。その結果、かなりの溢水と使用流量の変動があるはずで、池運用計画の策定に当たって注意が必要である。しかし上流はスワット平野にかかり、これ以上の容量確保は困難と考えている。

(4) この近辺は制限地区であり、安全に関して先方機関との密接な連携が必要である。現地を訪れる際は、常に関係機関に連絡のうえ、そのエスコートが必要となっている。また、周辺には、国境と近いことから、種々の禁止区域が設定されており、現場活動の他地図等の資料の持ち出しについても、先方機関と密接な連絡を保ったうえ、慎重な行動が望まれる。

(5) 先方は、Panel of Experts の設置を強く要求している。先方と JICA の間では、この具体的な実施方法について十分協議が行われていないが、世界レベルのパネルに耐え得るコンサルタントの人数が必要である。

(6) 先方は、ダム崩壊時のハイドログラフの検討を要求したが、JICA はこれに同意していない。

### 2. 発電設備

(1) 常時確保水量とピーク流量の関係から、発電規模の設定が一つの重要な問題である。先方は 600MW を提案しているが、逆調整池の可能性も含めて、改めて発電所の負荷率、即ち最大使用水量の設定を、きめ細かく検討する必要がある。

(2) 洪水調節容量について、先方は 3 億トンを提案している。流域面積から見て効果的な洪水調節が可能かどうか、問題である。更に、灌漑セクターとの厳しい関係から見て、灌漑容量を設定する必要があるかも知れない、この点留意して検討すべきである。

(3) 貯水池の背水端はスワット平原にかかり、背水及び背砂の影響が大きい。従って、通常の洪水時背水計算は勿論のこと、堆積土砂の形状に関する検討が欠かせない。

(4) ダムは、貯水容量を出来るだけ確保するためと発電の効用を得るために、可能限度一杯の180mの高さが提案されている。この高さは世界的にも記録的な高さであり、技術的には、ダムタイプの選定や調査工事の内容に慎重な配慮が必要である。

(5) 流域面積が大きく洪水量が大いなので、仮排水路計画が一つの計画上の焦点となる。コンクリートダムの可能性は小さいが、検討すべき事項であり、また河川切り替えの手順等慎重にまた詳細に、この段階から検討しておく必要がある。

### 3. 地形・地質調査

#### (1) 地形測量および航空測量および図化

WAPDAではダム計画地域について 1/2,000縮尺、またSwat川流域の湛水地域に沿って1/5,000縮尺の実測地形図が作られている。しかし、いずれも河床部付近とその両岸100~300m部分に限られ、その上 feetコンターであり、精度は余り良くないと考えられるため、今後の計画調査用として使用するには適さないであろう。

また、計画地域はいわゆるRestricted Area内にあるため、所定の注文書に必要な地図の番号を記入し計画の政府実施機関であるWAPDAを通してSurvey of Pakistanに注文すれば、既刊の1/50,000および1/250,000地形図を入手することはできる。しかし、これらはかなり古く、また精度も高くないため実用的とはいえない。

Pakistanにおける航空写真の撮影はSurvey of Pakistanのみが許された機関であり、Pakistan政府の要請によってのみ撮影が可能である。従って、計画地域の航空写真の撮影は計画の直接実施機関であるWAPDAが関係当局への必要手続きを取付けた上、Survey of Pakistanに依頼しなければならないため、再委託はWAPDAが代理する形式となることが考えられる。

尚、航空写真測量および図化については、Survey of Pakistanには十分な設備、機材器が揃っておりまた、熟練した技術者が多く、計画地域に関する依頼に充分に対応できるとも判断される。

計画地域の実測地形図作成および航空写真測量についての留意点は次の通りである。

- ア. 計画地域については、1/1,000 縮尺でメートルスケールによる実測測量とすること。
- イ. 測量範囲はダム軸部および付帯設備の設計に必要な充分な範囲とし、且つ接線部まで完全にカバーされ、必要に応じて拡大または縮図して使用できる精度のものとする。
- ウ. 実測図作成後の地質図、断面図等の作成のために現地の測点を確認できるよう保存する。
- エ. 航空写真の撮影は、山の高さによる制限もあるが、1/10,000の地形図を作るに充分な高度で撮影する。
- オ. 航空写真の撮影は、湛水地域に沿って幅約5m、延長約80Kmの範囲とする。
- カ. 航空写真測量は 1/5,000~1/10,000縮尺で、全てをメートルスケールとすること。
- キ. 航空写真図化は湛水地域を完全にカバーする他に、取り付け道路、一部送電設備等の計画に必要な範囲の他に、湛水地域周辺の地滑り、崩壊の情報等に対処できる範囲であることが望ましい。

## 4 環境調査

### (1) 環境行政機構

パキスタン国においては州政府の発言力が極めて大きい。今回の調査では同国の環境行政機関の機能構成が明確には把握出来なかったこともあり、環境行政機関の現状、中央政府と州政府間の環境行政の機能分担、WAPDA環境課との関わり、EIAに関するEPAとCDWPとの関連等についての調査を必要とする。

### (2) 現地調査

環境影響評価の実施に当たっては、「第6章 表6-3 総合評価」に示す項目について調査を行う必要がある。とりわけムンダ・ダム建設に伴うダム下流住民に与える影響は極めて大きく、慎重な調査が望まれる。

尚、EIA実施のための現地実地調査、資料収集等は主として現地のコンサルタントに再委託し、日本側コンサルタントの手でEIAを遂行するものとする。

### (3) 誘発地震への影響

ダムの湛水により、地殻にかかる荷重の増加、浸透水の増加による地殻内部圧力の増加によって、地殻の破砕が起り、地震が発生する可能性がある。しかし、誘発地震のマグニチュードは、元来その地域で起り得る天然の地震レベルを超えるものではないと云われている。また、水体の荷重により岩石の破壊が抑制される状態になり、地震活動が沈静化する場合もあると云われている。

誘発地震は断層が多く、地震の起り易い地域に発生するケースが多いが、従来誘発地震により顕著な被害が起こった例は報告されていない。ただし今回計画されているダムの高さは約180メートルもあり、この様に湛水深の大きい大貯水池の場合には誘発地震の発生する可能性があり、地質調査や地震記録の収集解析等による検討を要する。

### (4) 貯水池域の緑化

ダムサイト及び貯水池域は岩が露出しており、その風化したところに乾地性低木樹が疎らに自生している。貯水池周辺の斜面に風化岩が露出していると、斜面が湛水の結果、含水量の増加により安定性が失われ滑落したり、貯水池面が急激に低下した際、斜面地山がその内部に残存する間隙圧のため滑落することがある。そのほか、堤体工事、道路工事等に伴って人工的な斜面が形成され、それらが崩壊する場合もある。これらを防止し、また貯水池周辺の景観向上のため、緑化を進めることが望ましい。緑化については森林省が灌漑地の植栽事業を手がけており、情報収集が可能と思われる。

## 5. 水文及び灌漑調査

### (1) 水文調査

7. 水文調査に関しては、WAPDAがその分野で多くの専門家を擁しており、又調査に必要な技術レベルにも達している事から、ゲージの取付、観測および流量測定はWAPDAが実施する事となっている。WAPDAのこれまでの経験と実績からすれば、こういった基本的調査に関して問題はないはずである。しかしながら区分化された組織と希薄な相互関連性の細分組織の中では、現地の組織を十分に把握した上で機器選定と観測法の適切なアドバイスが必要である。例えば、実際に観測する人は水文の知識がある人なのかとか、自動記録計器の場合のフォローアップ体制等も把握する必要がある。
8. 時として、日本での最新の流量計等が現場サイドではなじみの薄い型式の場合もある事から、日本からの計器を使用する場合には利用者側の条件を十分把握した上で選定する必要がある。水文資料は調査の要となる基礎的、基本的データとなるところから適切な時期に適切なアドバイスを与える必要がある。
9. パキスタンにおけるエンジニアの多くはメートル法よりもむしろヤード、フィート単位に慣れているため、メートル単位の数値に実感を持たない事もあり、普通はすぐ発見される単純な誤りも見逃されるケースも予想されるところから、観測のチェックシステムを構築する事も良策と考えられる。
10. WAPDAのプレF/Sレポートによれば灌漑の要水量を確保した上でリリースパターンを定め、発電を行なう事になっているものの、既設灌漑システムの用水収支においては、ムンダ頭首工から取水しているLSCにおいて1月～9月までの9ヶ月間に8～73%の範囲で水不足が発生する。一方、発電においては12月、1月と4月～8月迄は最大発電の可能な期間となっている。これらのことから、プレF/Sレポートにおいては、各セクション毎の調査は一定のレベルで実施されていると考えられるが、全体を統合した水収支あるいは貯水/放水計画に関しては、検討の余地があると推察される。このようなことからプレF/Sレポートの求めている既設灌漑システムの水不足に関する調査のみならず、スワット川全体を考慮した水利用計画を明確にする必要がある。

### (2) 灌漑調査

7. 計画地域には既に、アッパースワットカナル (USC: Upper Swat Canal) とロワースワットカナル (LSC: Lower Swat Canal) の2大灌漑システムが整備されておりムンダダムによる灌漑対象面積 (Command Area) は11,890haと小規模になっている。しかしながら灌漑対象区域はスワット川左右岸の河川軸とほぼ直角に長く伸びているため、終点迄重力

で流すためには、かなり高い位置で用水路を作る必要がある。とりわけ左岸側の水路終点はUSCよりも北、つまり、高い標高になる予定となっている。用水路の位置等を再度検討する必要がある。

4. 灌漑のための取水は左右岸からのトンネル約6.5kmが考えられており、メイン用水路48kmと分水施設のほかに126カ所の水道橋、70カ所の流路交叉カルバート、そして62カ所のカルバートが必要と見積もられている。これらのコストがプレF/Sレポートでは明確にされていないが、11,890haの灌漑のためには構造物が多いとも考えられる。このことは用水路の高い水位を保つために山腹にルートを取っているためと考えられるが経済的にも正当な用水路ルートか否か、検討する必要がある。又他案、例えばUSCから計画区域への灌漑案と比較してみる等、他システムをも考慮した長期的観点から灌漑対象地をレビューする必要がある。
5. 灌漑対象地の土地保有について、プレF/Sレポートでは1980年の農業センサスをベースとして、報告しているが、現在の土地利用率43%として、半数以上の住民はもう住んでいない事も考えられる。現状の確認を行ない、保有者不在の場合にはその場合の処理、入植等についても考えておく必要がある。

## 6. 現地再委託調査

### (1) 航空写真及び図化

パキスタンにおける航空写真の撮影はSurvey of Pakistan のみが許された機関であり、パキスタン政府の要請によりのみ、航空撮影が実施可能である。今回の場合も、対象地域の航空撮影はWAPDA を通じてSurvey of Pakistan に依頼しなければならず、スタディチームが直接Survey of Pakistan に再委託することはできない。プロジェクトの直接実施機関であるWAPDAが関係当局への必要手続きを取付けた上、Survey of Pakistan に依頼する事となるため、再委託はWAPDAを代理あるいは仲介する形式となることが予想される。

撮影のための機材等はSurvey of Pakistan に全て揃っており、カメラ等を外部から持ち込む必要等はない。

今回の撮影区域を河川中心から左右2.5km（峠までの概ねの距離）と貯水全域+20km、つまり幅員5.0km x 延長80.0km を考慮した場合の撮影面積は400km<sup>2</sup>となる。

航空写真撮影に要する期間は、天候、雲の状態により異なるが、待ち時間を考慮して約1週間とのことであった。

400km<sup>2</sup> を考えた場合の費用は資料によると以下のように見積もることが出来る。

項目	内訳	単価 (円)	数量	金額 (円)	備考
空中写真撮影	動員、準備	500,000	1 式	500,000	
	1:30,000	3,000	400 km <sup>2</sup>	1,200,000	1000Rs/km <sup>2</sup>
地上測量	動員・準備	500,000	1 式	500,000	
	対空標識設置	25,000	40 点	1,000,000	
	標定点測量GPS	100,000	40 点	4,000,000	
	3級水準測量	30,000	180 km	5,400,000	
	簡易水準測量	20,000	100 km	2,000,000	
	現地調査	10,000	400 km <sup>2</sup>	4,000,000	
空中三角測量		10,000	40 行	400,000	
図化費	1:10,000地形図	20,000	400 km <sup>2</sup>	8,000,000	
編集費	1:10,000地形図	10,000	400 km <sup>2</sup>	4,000,000	
製図費	1:10,000地形図	20,000	400 km <sup>2</sup>	8,000,000	
合計				39,000,000	

撮影及び図化の経費は合計約 3900 万円となる。

尚、撮影写真及び作成地図の国外持ち出しについては、WAPDAが写真、地図についての利用許可を関係当局からオーソライズされる事であり、Survey of Pakistan の規制が存在するわけではない。WAPDAが関係当局への必要手続きを取付ける事となる。

## (2). 地質調査

計画地域についてWAPDAでは1964～1965年更に1990～1991年に合計10孔、掘削深度合計2,970feetに及ぶ試錐と試錐孔での透水試験、試錐コアについての岩石試験、地表地質調査(1/2,000)を実施してダム建設の可能性について検討している。しかし調査等の内容は必ずしも充分とは言えず、今後更に次の調査及び試験等を実施する事が望ましい。

地質調査についての留意事項は次の通りである。

- ア. ダム計画地域および周辺地域について、新しく作成された地形図を使用し、岩盤状態、風化状態、断層亀裂の確認、更に周辺地域の地滑り又は崩壊危険箇所等の詳細について改めて地表地質調査を実施する。
- イ. ダム計画地域について計画別(例えばダム軸候補地点、洪水トンネル、発電所等の各地点に計画的に配置された試錐の実施。
- ウ. コア試料採集率を高める為の試錐技術の指導。
- エ. 自記記録装置付きルジオン試験装置による正確な試験の実施と解析。
- オ. 正確な試錐コア試料観察、特に岩盤状態・岩盤分類。
- カ. 正確な試錐コア試料についての正確な岩石試験の実施。

## (3). 弾性波探査

- ア. ダム軸候補地点、洪水トンネル計画地点における試錐を併用した弾性波探査の実施。
- イ. 材料採集計画地点における試錐を併用した弾性波探査の実施。

## (4). 調査横坑掘削

- ア. ダム軸候補地点の両岸における調査横坑の掘削。
- イ. 坑内における地質・岩盤状態に関する詳細な観察及び現位置試験の実施。

## (5). 材料山調査

- ア. 材料山について、可能採掘量を計算できるに十分な地表調査及び試錐を併用した弾性波探査の実施。
- イ. 一定の規格に従った試験材料採集用のピットの掘削と資料の採集および室内試験の実施。

(6). 試験横坑掘削 (\*WAPDA による見積り)

試験横坑はダム軸予定地の岩盤状態を調べ、その強度及び切り取り岩盤の範囲を決める資料する為に少なくとも、兩岸の山腹部に各2箇所、計4箇所の試験横坑を掘削することが望ましい。

試験横坑の本数及び深度 1箇所当り：50m、計4箇所、延掘削深度：200 m

掘削孔の大きさ及び掘削費 5 ft × 6 ft、掘削費：78,540円/m 合計 15,708,000円

(7). ボーリング掘削 (\*WAPDA による見積り)

ア. 機材運搬費	全機材 (現地機材集合箇所まで)	500,000円
イ. 機材運搬費 (斜面移動費)	1 set, 100ft high @ 70,000円 延距離 1,000ft	700,000円
ウ. 架設費	1 set/箇所 @ 17,500 計 5箇所	87,500円
エ. 掘削費 (NX・ダイヤ使用) 平均m当	@ 10,500 計 1,000m	10,500,000円
		合計 11,787,500円

(8). ルジオン試験 (\*WAPDA による見積り)

合計 4,900,000円

24,500円/回 × 200 (5.00m ピッチ)

(9). 室内試験 (\*WAPDA による見積り)

ア. 試料成形費	@ 700円		
イ. 比重	@ 1,500円		
ウ. 間隙比	@ 1,500円		
エ. 透水比	@ 5,250円		
オ. 一軸圧縮強度	@ 1,750円		
カ. 引張強度	@ 1,750円		
キ. P・S波速度	@ 7,000円		
計	19,450円	計 20 箇	389,000円

## (10) 環境調査

・次の項目について現地再委託調査を行うことが考えられる。

### ア. スワット川の漁業実態

漁民数（専業、半農半漁）、魚の種類及び漁獲量、魚市（規模、オープン回数）、漁業権等

### イ. スワット川利用計画（灌漑地開発計画）

土地所有/利用形態、営農計画、用水配分計画、利水権、パンジ・コーラ川濁水原因調査 既灌漑地の塩分集積等

### ウ. 史跡・文化遺産

既往の出土品分布調査、現地ヒアリング等

### エ. 貴重種・固有動植物

ダムサイト及び貯水池域に生息する貴重種・固有動植物等の有無

### オ. 川岸住民の生活実態

ムンダ頭首工付近の上流側及びムンダ頭首工下流側河岸段丘住民の数、生活実態、水利権等の調査

### ・ローカルコンサルタントの能力等

ペシャワールにある B. A. K. Consulting Engineers は土木総合コンサルタントで、これまで測量調査からダム、発電、水文、農業灌漑、トンネル、橋梁、都市計画等、多彩な分野での計画、設計、F・Sの実績があり、この中で環境分野も手がけた経験を有するとの事で、かなりの環境影響調査能力が期待出来る。尚、ペシャワールには工科大学（N. W. F. P., University of Engineering & Technology Peshawar）があるが、環境関係を専門とする学科は無く、現地委託調査は期待できないと思われる。

## 環境に関わる現地再委託調査

現地コンサルタントに再委託調査を依頼する場合の労務単価 (per day 参考値) は次の通り。

### 1. Engineer

- Principal Engineer Rs. 5,000/-
- Senior Engineer Rs. 4,000/-
- Junior Engineer Rs. 1,500/-

### 2. Specialist

- Sociologist Rs. 5,000/-
- Veterinary man Rs. 4,000/-
- Biologist/Forest man Rs. 4,000/-
- Archeologist Rs. 4,000/-
- Assistant Archeologist Rs. 1,500/-

### 3. Others

- Surveyor Rs. 2,000/-
- Fishing Expert Rs. 1,000/-
  
- Revenue Officer Rs. 500/-
- Tribal Guard Rs. 300/-
- Helper Rs. 200/-
  
- Vehicle Rs. 2,500/-



# BAK CONSULTING ENGINEERS

PRELIMINARY INVESTIGATIONS, PLANNING, FEASIBILITY, DESIGN, DOCUMENTATION,  
PROJECT SUPERVISION, OPERATION MANAGEMENT

WATER RESOURCE MANAGEMENT,  
HYDROPOWER, DAMS, IRRIGATION,  
HYDRAULIC STRUCTURES & HYDROLOGY,  
TUNNELS, HIGHWAY AND BRIDGES.

A-73/E, ABDARA ROAD,  
UNIVERSITY TOWN  
PESHAWAR,  
TEL: 43862  
FAX: 0321 - 840807

Oriented Consultant Co. Ltd.,  
Consulting Engineers,  
6th Floor Chiktetsu Building,  
1-16-14, Shibuya, Shibuya-Ku,  
Tokyo, 150, Japan.  
Fax (03) 3408-0961.

REF BAK/1439/96

DATE 27 - 10 - 96

**Subject: FEASIBILITY STUDY ON THE DEVELOPMENT OF MUNDA DAM  
MULTIPURPOSE PROJECT IN N.W.F.P. BY JICA.**

Reference your fax Dated: 23.10.96 on the subject:-

We estimate to collect the information, enumerated in your fax under reference in a period of two months (60 days). Experts in their respective fields and helping hands with the required man days are enumerated below:-

<u>Fishing at Swat</u>		
1.	Fishery expert @ 1000 per day for 30 days	= 30,000/-
	2 helpers for 200/- per day for 30 days	= 12,000/-
		-----
		= 42,000/-
2.	<u>Use of Swat River</u>	
	i. One senior Engineer @ 4000/- per day for 60 days	= 240,000/-
	ii. One junior Engineer @ 1500/- per day for 60 days	= 90,000/-
	iii. Two Revenue Officers (Patwaris) @ 500 per day for 60 days	= 60,000/-
	iv. Surveyor @ 2000 per day for 60 days	= 120,000/-
	v. 5 Helpers @ 200 per day for 60 days	= 60,000/-
		-----
		570,000/-
3.	<u>CULTURAL ASSETS</u>	
	i. One Archeologist @ 4000 per day for 30 days	= 120,000/-
	ii. One Assistant Archeologist @ 1500 per day for 30 days	= 45,000/-
	iii. 5 Helpers @ 200 per day for 30 days	= 30,000/-
		-----
		195,000/-

4.	<u>Species of Valuable Animals and Plants</u>		
	i. One veterinary man @ 4000 per day for 30 days	=	120,000/-
	ii. One Biologist/Forest man @ 4000 per day for 30 days	=	120,000/-
			.....
			240,000/-
5.	<u>Living conditions at the lower reaches of Munda Dam</u>		
	Sociologist @ 5000 per day for 60 days	=	300,000/-
6.	<u>Security</u>		
	20 Tribal guards (to be provided by the political agent) @ 300 per day for 60 days	=	360,000/-
7.	<u>Transport</u>		
	5 Vehicles @ 2500 per day for 60 days	=	750,000/-
		=	=====
	Total:	=	24,57,000/-
	Sundries	=	1,28,000/-
		=	=====
	Total:	=	25,85,000/-
	Consultants Fees	=	3,90,000/-
		=	=====
	Grand Total	=	29,75,000/-
		=	=====

The unit price of person; (per day) is given as under:

1. Principal Engineer	Rs. 5,000/-
2. Senior Engineer	Rs. 4,000/-
3. Junior Engineer	Rs. 1,500/-
4. Surveyor	Rs. 2,000/-
5. Specialist for Environmental	Rs. 5,000/-

Kindly feel free to ask questions and clarifications if required further.

Assuring you of our co-operation and assistance.

Yours Sincerely,

*B.A.K. Consulting Engineers.*  
B.A.K. Consulting Engineers.  
Peshawar.

## 7. サイトへのアクセス

(1) ダムサイト下流の既設ムンダ頭首工の位置までは、ベシヤワールより30分の至近距離にあり、一般的にはFS期間は、ベシヤワールの一般ホテルを根拠として調査可能と思われる。しかし、地質踏査、調査工事監理等から現地付近に宿舎が必要となった場合は、近辺が制限地区に近いため、先方との密接な連絡のもとに計画する必要がある。

(2) ムンダ頭首工よりダムサイトに至る部分は極めて悪路で、4輪駆動車が不可欠である。特に雨期の運行に当たっては注意が必要である。ダム下流3kmは現在車が行かず、徒歩によるアクセスとなる。先方は現在P.C.I.I.でその改良予算の要求をしているが、調査の初期にあつては徒歩によるアクセスを前提に計画を立てておく必要がある。

## 8. 宿舎情報

ダムサイトに最も近くかつ近代的設備のある都市は北西辺境州の州都ペシャワールである。ここには、カウンターパートの支部がある他、調査団が長期滞在可能なホテルが存在する。

代表的なホテルは、PEARL CONTINENTAL HOTEL である。

## 9. 調査作業事務所

調査団の現地事務作業のための事務所はペシャワール市内に確保される予定である。

また、調査工事の際にダムサイトに作業小屋が用意される予定である。

## 10. 治安状況

パキスタン全域については、1997年2月上旬の総選挙によりナリズ・シャリフ元首相が返り咲いたが、選挙期間中、選挙後も大きな混乱は発生していない。しかしながら、パンジャブ、シンド州でシーア派とスニー派の過激派同士の衝突・テロが発生しており、イスラマバードでもシーア派モスク等は襲撃を恐れて警備を嚴重にしている。

以下に、1997年2月現在の主な地域の治安状況及び安全対策（日本国外務省及びJICAによる）を記す。

カラチ市では、1996年12月上旬に市街地で爆弾事件が発生した。同市の中央区及びその周辺では、従来モハジール民族運動（MQM）による反政府テロ及びデモが多発しており、治安取り締まりがゆるめばテロの再燃の可能性がある。そのため同地域の観光旅行は自粛すべきとされ、注意喚起が必要である。

尚、注意喚起とは治安情勢が通常以上に注意を要する状況の場合で、現地滞在中の行動に充分注意を払い、緊急連絡体制を整備して、きめ細かい安全対策を講じることである。

ラホール市及び近郊では、スニー派とシーア派抗争が相次いでおり、1997年1月18日にラホール市内でスニー派過激派28名が爆弾テロで殺害される事件発生するなど、爆弾テロが多発している。そのため、注意喚起が必要で、業務目的及び業務目的外共に事業団の安全管理課との協議が必要である。

北西辺境州の北部山岳地帯では、イスラム原理主義部族が反政府活動を展開しており、注意喚起が必要である。北西辺境州の西部地域にある調査対象地域の治安は比較的良いが、その大半が自治権を認められた部族地域にあることには留意すべきである。一般に、同地域内での外国人を伴う調査においては、該当部族の自治組織の警備隊（兵士数名）を同行させる習慣となっている。

予備調査団が、確認した限りにおいては調査対象地域において特筆すべき重大な安全問題は存在しない。

