

Bangladesh 人民共和国
 水資源開発庁

クリグラム南部灌漑排水計画調査

主報告書

平成5年3月

国際協力事業団

農調農

J R

93-7

JICA LIBRARY



1102844161

24650

バングラデシュ人民共和国

水資源開発庁

クリグラム南部灌漑排水計画調査

主報告書

平成5年3月

国際協力事業団



国際協力事業団

24650

序文

日本国政府は、バングラデシュ人民共和国政府の要請に基づき、同国のクリグラム南部灌漑排水計画にかかるフィージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成3年12月から平成5年1月までの間、3回にわたり、日本工営株式会社の山本裕司氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、バングラデシュ人民共和国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

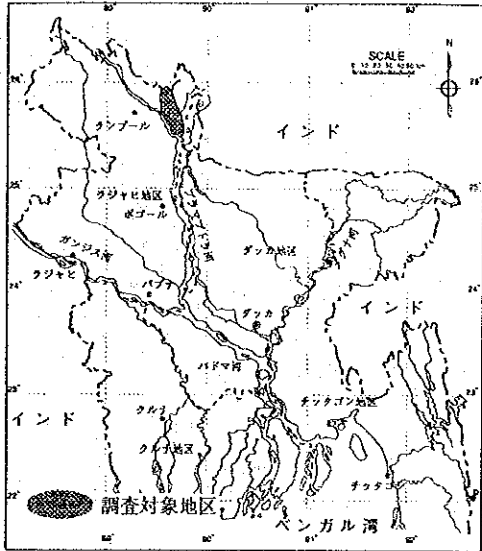
この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。


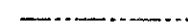
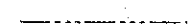


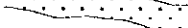
平成5年3月

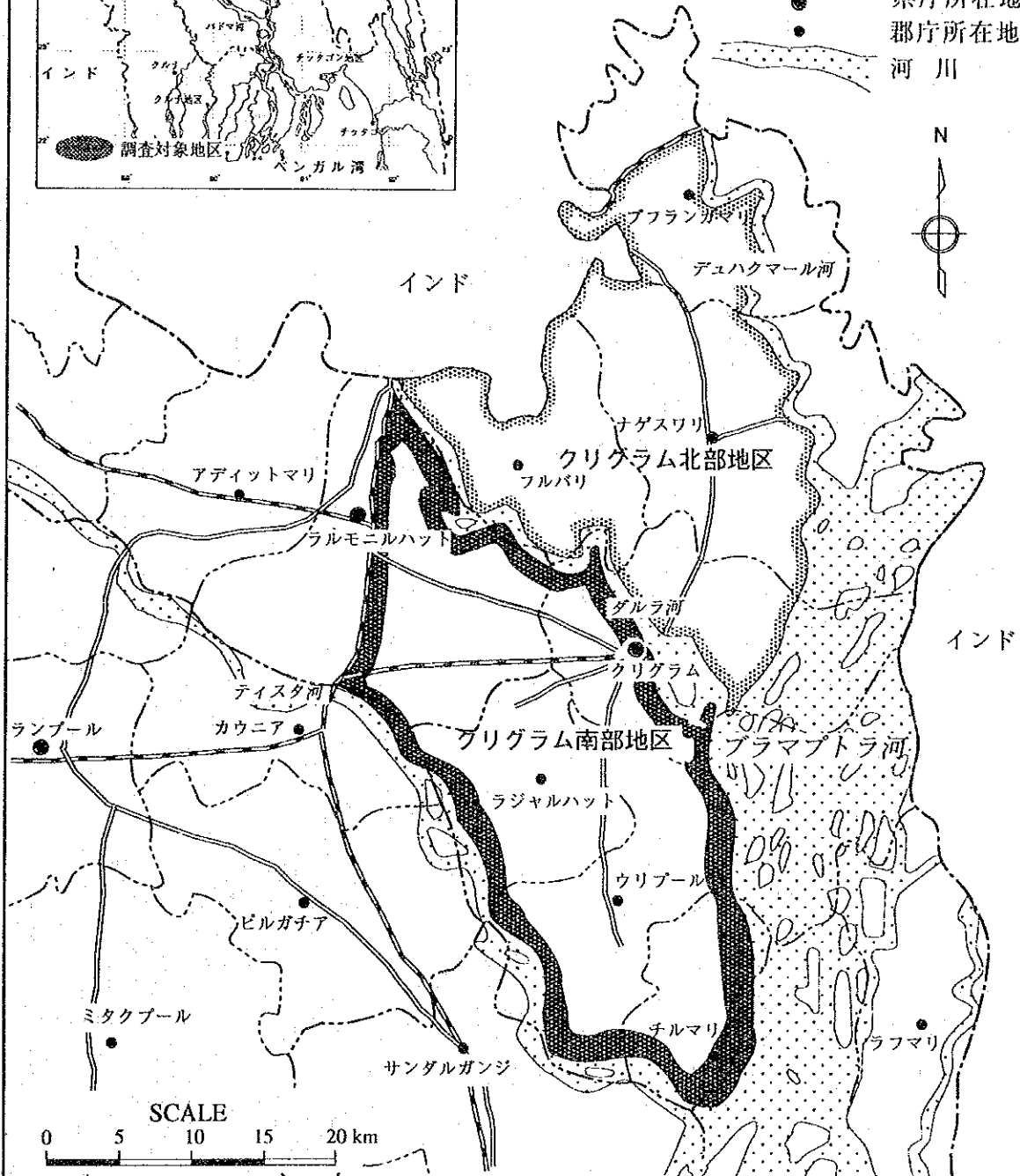
国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

調査対象地区位置図



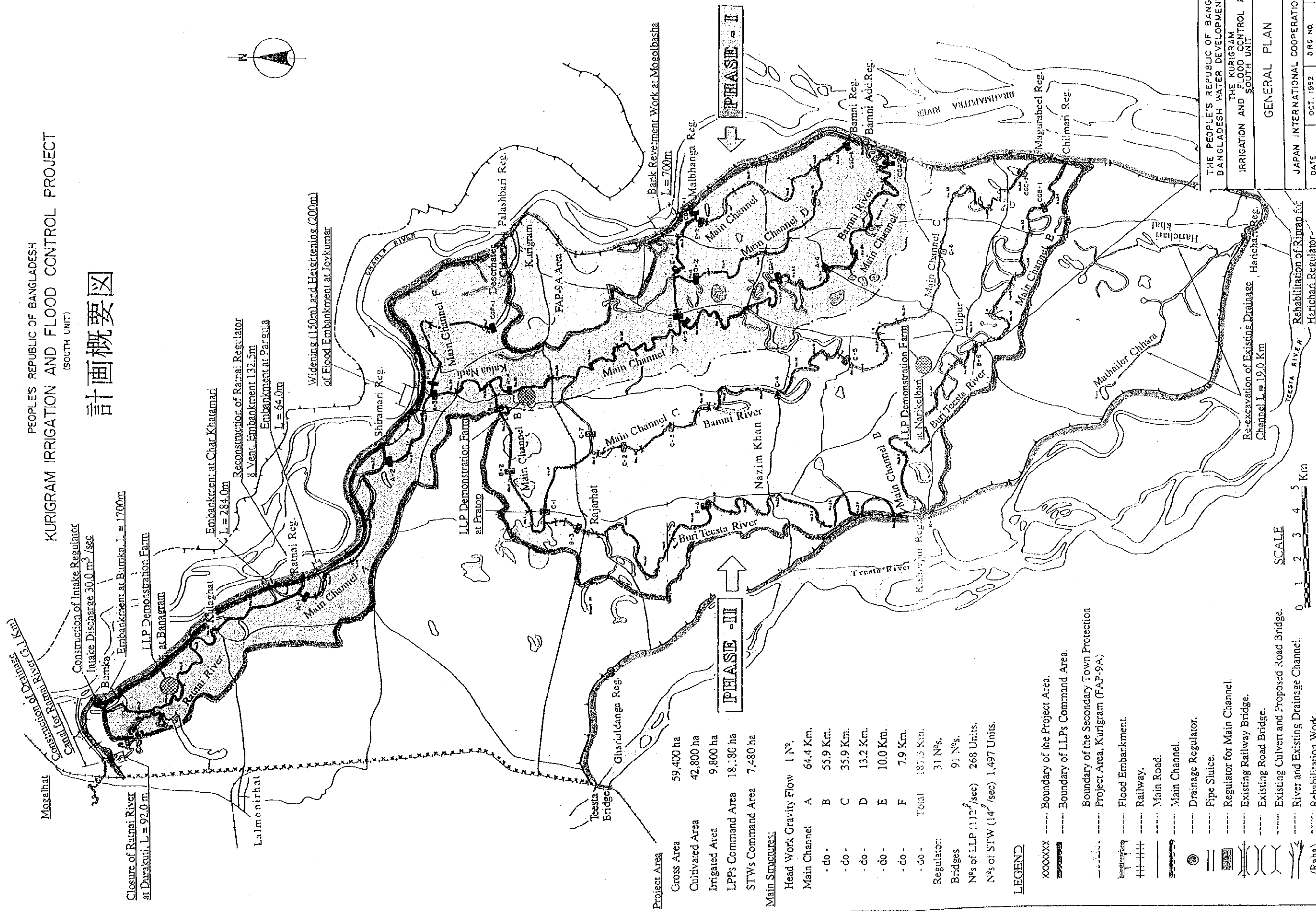
凡例

-  調査対象地区
-  国境
-  県境
-  郡境
-  鉄道
-  幹線道路
-  県庁所在地
-  郡庁所在地
-  河川



PEOPLES REPUBLIC OF BANGLADESH
KURIGRAM IRRIGATION AND FLOOD CONTROL PROJECT
(SOUTH UNIT)

計画概要図



Closure of Ramai River at Durakuti, L = 92.0 m

Construction of Intake Regulator Intake Discharge 30.0 m³/sec

Embankment at Bumka, L = 1700m

LLP Demonstration Farm at Banagram

Embankment at Char Khatamari L = 284.0m

Reconstruction of Rainai Regulator 8 Vent. Embankment 132.5m

Embankment at Pangula L = 64.0m

Widening (150m) and Heightening (200m) of Flood Embankment at Joykumar

Project Area

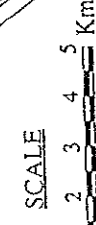
Gross Area	59,400 ha
Cultivated Area	42,800 ha
Irrigated Area	9,800 ha
LLPs Command Area	18,180 ha
STWs Command Area	7,480 ha

Main Structures:

Head Work Gravity Flow 1 N ^s	
Main Channel	A 64.4 Km.
- do -	B 55.9 Km.
- do -	C 35.9 Km.
- do -	D 13.2 Km.
- do -	E 10.0 Km.
- do -	F 7.9 Km.
- do -	Total 187.3 Km.
Regulator:	31 N ^s .
Bridges	91 N ^s .
N ^s of LLP (112 ^l /sec)	268 Units.
N ^s of STW (14 ^l /sec)	1,497 Units.

LEGEND

- XXXXXX --- Boundary of the Project Area.
- Boundary of LLPs Command Area.
- Boundary of the Secondary Town Protection Project Area, Kurigram (FAP-9A)
- ===== Flood Embankment.
- +++++ Railway.
- ===== Main Road.
- Main Channel.
- Drainage Regulator.
- || Pipe Sluice.
- Regulator for Main Channel.
- Existing Railway Bridge.
- Existing Road Bridge.
- Existing Culvert and Proposed Road Bridge.
- River and Existing Drainage Channel.
- (Raha) --- Rehabilitation Work.



THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH
BANGLADESH WATER DEVELOPMENT BOARD
THE KURIGRAM
IRRIGATION AND FLOOD CONTROL PROJECT
SOUTH UNIT

GENERAL PLAN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DATE: OCT. 1992

DRG. NO.

バングラデッシュ国の基礎データ

Land and People (1991)

Land Area	147,960 km ²
Population	107,992,940
Population density	730 persons/km ²
Nos. of household	20,174,490
Average household size	5.31
Literacy rate	24.82%
Annual population growth (1981 - 1991)	2.17%

<u>Macro-Economic Indicators</u>	1986	1987	1988	1989	1990
GDP at current price (Tk.billion)	466.2	539.2	597.1	659.6	747.7
Real GDP growth (%)	4.3	4.2	2.9	2.5	5.8
Consumer price inflation (%)	11.0	9.5	9.4	10.0	8.1
Population (million)	101.7	102.6	104.5	106.5	108.0
Rice production (million tons)	15.04	15.41	15.41	15.54	18.50
Jute production (million tons)	1.6	1.2	0.9	0.8	0.8
Export fob (US\$ million)	908	1,000	1,317	1,280	1,482
Import cif (US\$ million)	2,703	2,707	2,931	3,374	3,376
Current account (US\$ million)	-627	-238	-273	-1,100	-429
External debt (US\$ million)	7,202	8,977	9,499	9,926	—
Exchange rate (Tk per US\$)	30.41	30.95	31.73	32.27	34.57
(as of Jan.15, 1992 Tk.38.80 per US\$)					

Origin of GDP for 1989

Agriculture	37.2%
Manufacturing	8.4%
Construction	6.0%
Trade	8.3%
Transport & Communication	10.9%
Public Administration	4.4%
Banking and Insurance	2.0%
Other services	22.8%
GDP at market price	100.0%

Components of GDP for 1989

Private consumption	88.5%
Public consumption	9.5
Gross capital formation	12.2%
Stock building	1.0%
Export	8.1%
Import	-19.3%
GDP at market price	100.0%

Principal Export for 1989 (US\$ million)

Jute goods	288.3
Leather	140.2
Clothing	444.0
Fisheries products	163.0
Raw jute	87.5
Total including others	1,280.0

Principal Import for 1989 (US\$ million)

Machinery & equipment	569.3
Fuels	358.3
Foodstuffs	705.7
Chemicals	115.7
Wool, cotton & fabric	359.0
Total including others	3,374.0

Source: (1) 1991 Statistical Yearbook of Bangladesh, November 1991
 (2) Bangladesh, Country Report (No.4, 1991), EIU, October 1991
 (3) Preliminary Report Population Census 1991, July 1991

要 約

本調査の概要

01 本調査は以下のフェーズに分けて実施した。

- フェーズ-I : 調査対象地区の現況把握及び開発基本構想の確立
現地調査（平成3年12月－平成4年3月）
国内解析（平成4年6月－平成4年7月）
- フェーズ-II : 開発計画の立案
現地調査（平成4年7月－平成4年10月）
国内解析（平成4年10月－平成5年3月）

02 本調査の期間中に以下の報告書を作成した。

<u>報告書</u>	<u>提出年月</u>
インセプション・レポート	平成3年12月
プロGRESS・レポート NO.1	平成4年3月
インテリム・レポート	平成4年7月
プロGRESS・レポート NO.2	平成4年10月
ドラフト・ファイナル・レポート	平成5年1月
ファイナル・レポート	平成5年3月

03 本報告書は本調査の結果をとりまとめた最終報告書（ファイナル・レポート）であり、以下の3分冊で構成されている。

第1分冊	:	主報告書
第2分冊	:	付属書
第3分冊	:	図面集

計画の背景

04 位置

調査対象地区はバングラデシュの北西地域に属し、地区の北側はインドと国境を接している。地区はインド国境（北）・ダルラ川（北東）・ブラマプトラ川（西）・テスタ川（南西）及び鉄道（東）に囲まれ、総面積は59,400 haである。

05 本計画の目的

本計画は洪水対策・排水改善・灌漑開発を通じて、地区の農業生産を拡大することを目的としている。

06 本計画の歴史的背景

- (1) 本計画のF/Sは1969/71年にWAPDA (BWDBの前身) によって実施された。これに基づき、FCD部分については1973年に着工されて1984年迄に大部分が完成している。灌漑排水事業については、1975年及び1982年に見直しを行っているが、実施には至っていない。
- (2) クリグラム北部地区のF/Sは1989/90年にJICAによって実施されている。この調査に基づき、バングラデシュ政府は北部地区の詳細設計並びに実施に関する資金協力要請を行なった。しかし、1992年12月現在、詳細設計はまだ開始されていない。
- (3) 1991年初頭より「洪水対策計画 (FAP)」が開始された。このFAP調査のうち、FAP-2はクリグラム南部地区を含んだマスタープラン調査であるが、クリグラム南部地区の洪水対策事業は現状の農業生産量が少なすぎるために経済的な妥当性がないと結論付けている。またFAP-12/13ではクリグラム南部地区の既存洪水対策・排水改善事業の現状を調査しているが、現状では大規模な灌漑開発は経済的とは思われないので小規模な地下水灌漑を促進すべきであると報告している。
- (4) クリグラム南部地区の灌漑排水事業を対象としたF/S調査 (本調査) は1991年12月より北部地区に引き続きJICAによって実施された。本調査の実施に当たっては、とくにFAP調査との整合性が重視された。

調査対象地区の現状

- 07 クリグラム南部地区は、農業部門が地区総生産の82%を占める。地区は人口密度が高く ($1,245/\text{km}^2$)、農耕地の拡大が望めないため、農業は極めて零細であり、農家平均所得が年間370T¹程度と国平均と比較して極めて低い。
- 08 地区の農業所得を向上させるには、単位面積当りの農業所得を拡大する必要がある、そのためには、FCD/I事業 (特に灌漑開発) の整備が望まれている。
- 09 地区内の既存農地面積は42,800haである。地区内の地下水復元水量は200mm程度と考えられており、全域を灌漑するには復元水量が足りない。表流水もダラ川の利用可能水量 (濁水量の60%、約 $30\text{m}^3/\text{sec}$) が不足し、表流水のみでは全域を灌漑できない。従って、同地区の灌漑開発は、地下水及び表流水の複合利用によらざるを得ない。
- 10 既存洪水堤防は、維持管理上の問題はあるが、一部崩壊している箇所を改修すれば機能的には問題が少ない。排水は、低平地で雨期作に被害が出たり、季節的湛水のために近代的農法が取り入れられない状況にあるので、改善の余地が大きい。
- 11 灌漑は、小規模ポンプ地下水開発が急激に進んでいる (現在までに約30%)。しかし、地下水資源のみで全域を灌漑することは出来ない。また、農民の負担が大きい。表流水の開発が強く求められている。

12 調査対象地区の現状は以下のように要約できる。

クリグラム南部調査対象地区の概要

(1)	調査対象面積	:	70,000 ha	
	既存堤防内面積	:	59,400 ha	
	内、既存農耕地	:	42,800 ha	(総面積の72%)
	内、既存灌漑面積	:	9,800 ha	(既存農耕地の23%)
(2)	社会経済指標			
	地区内人口	:	739,000 人	(1991推計)
	世帯数	:	130,000 戸	(1991推計)
	内、農家数	:	102,000 戸	(総世帯数の78%)
	一農家当り農地面積	:	0.42 ha	
	地区内総生産額(1992推計)	:	18億5千万タカ	(48百万ドル)
	内、農業部門比率	:	農業(79%)、畜産(2%)、水産(1%)	
(3)	ダurlラ川の概要			
	流域面積	:	5,100 km ²	
	確率最大流量	:	4,200 m ³ /sec	(1/50確率)
	渇水流量	:	53 m ³ /sec	(1/10確率)
	取水可能水量	:	30 m ³ /sec	(渇水流量の60%)
(4)	地下水の賦存量			
	最低地下水位(現況)	:	3.6 m - 5.6 m	
	地下水位の季節変動幅	:	3.1 m - 5.1 m	
	復元地下水量	:	303 mm - 407 mm	
	利用可能地下水残存量	:	357 mm	
(5)	地区内農地の湛水状況			
	季節的湛水(0 - 30 cm)	:	16,600 ha	(39%)
	季節的湛水(30 - 90 cm)	:	22,000 ha	(51%)
	季節的湛水(90cm 以上)	:	4,200 ha	(10%)
	定常的湛水(180 cm以上)	:	-	(-)
	合計	:	42,800 ha	(100%)
(6)	農業現況			
	水稻作付面積(年間)	:	67,400 ha	(耕作面積の157%)
	水稻生産量(籾)	:	175,000 トン	(一人当り精米240kg/年)
	水稻収量(籾)	:	1.3 - 3.7 トン/ha	(平均2.5 トン/ha)
	現況作付け率	:	126% - 234%	(平均190%)
	ha当り純収入(1作当り)	:	Tk4,900 - Tk38,800	(平均Tk19,000/ha)
(7)	内水面漁業			
	養魚地面積	:	180 ha	(養魚池:1,670箇所)
	ha当り純収入	:	Tk6,200 - Tk18,300	(平均Tk16,000/ha)

基本開発構想

13 基本戦略

クリグラム南部地区に於けるFCD/I事業の基本戦略は、水資源開発に関する国家政策及び現行のFAP調査との整合性を考慮して以下のとおりとした。

(1) 灌漑開発

補助灌漑によって乾季作の拡大と雨季作の安定を目的とする。灌漑開発は地下水と表流水との複合利用によるものとする。

(2) 排水改善対策

排水改善は、重力排水を原則とする。既存の排水路網は掘削・既存排水樋門の改修等で改善する。

(3) 洪水対策

洪水対策に関しては既存施設の改修・改良に重点を置く。河川堤防の侵食対策は灌漑用水の安定取水を確保するため必要な最低限に留める。

14 基本戦略

基本開発構想及び基本計画に対する地域住民の意向を聴取し、開発計画に反映させるために農家意向調査をフェーズII調査で実施した。その結果、上記の合意した基本戦略及び基本計画について地域住民の賛同が得られることが確認出来た。特にLLPを利用した表流水灌漑については大きな期待があること、また既存排水路の掘削及び排水樋門の改修についても歓迎されていることも判明した。

(単位：回答者数に対する%)

項目	零細規模 (<0.2ha)	小規模 (0.2-0.5ha)	中規模 (0.6-1.9ha)	大規模 (2.0-3.9ha)	極大規模 (4.0ha<)	合計	
LLP灌漑開発	61	93	84	79	81	64	68
排水改善	46	61	75	84	65	49	59
洪水堤防の改修	8	61	81	43	33	45	45

開発計画

15 灌漑開発計画

- (1) 作付け計画 : 現況190%の作付け率を224%とした。
- (2) 圃場用水量 : 8.83mm/day、適用効率(62%)
- (3) 灌漑効率 : 水路搬送効率(64%)
- (4) 灌漑用水量 : 14.29 mm (1.65 l/sec/ha)
- (5) 灌漑用水源 : 表流水、ダララ川の1/10確率濁水量の60% (30m³/sec)
地下水、復元地下水量の範囲内 (357 mm)
- (6) 灌漑面積 : 以下のとおり。

項目	北西部	中央部	南部	合計
(1) 地区内農地面積	10,300	26,300	6,200	42,800
(2) 既存灌漑面積	2,100	6,300	1,400	9,800
(3) FAP-9A計画面積(市街地)	0	1,300	0	1,300
(4) 既存非灌漑面積、(1) - (2) - (3)	8,200	18,800	4,800	31,700
(5) 計画灌漑面積	5,100	18,800	1,800	25,700
1) 表流水	0	18,200	0	18,200
2) 地下水	5,100	600	1,800	7,500
(6) 計画実施後の灌漑面積、(2) + (5)	7,200	25,100	3,200	35,500
(7) 計画実施後の非灌漑面積、(1) - (6)	3,100	1,200	3,000	7,300

16 排水改善計画

- (1) 排水区分 : 8区分
(2) 排水系統 : 8区分毎の独立排水 (ミニ・コンパートメンタリゼーション)
(3) 排水方式 : 重力排水を基本として、灌漑用LLPを排水目的に併用する。
(4) 排水計画 :

- 1) ラトナイ川の転流
2) ラトナイ排水樋門及びホリチャリ排水樋門の改修
3) 既存排水樋門 (4排水域) の排水容量の拡大 (樋門の増設)
(パリシュバリ・ホリチャリ・キシヨルプール・ガリアダンガ)
4) 既存排水路及び低湿地の掘削

17 洪水防御計画

- (1) 洪水堤防 : 既存洪水堤防の破壊箇所のみ
(2) 侵食対策 : モゴルバシャ・キシヨルプール・チルマリの3箇所
但し、勧告のみ (計画事業には含めない)

18 農村インフラ計画

- (1) 橋梁の付替 : 既存排水路の掘削に付随して付け替える
(2) 橋梁の新設 : 新規連結水路の建設に伴い必要な橋梁を新設する。

19 施設計画の概要

本計画で建設を予定している施設の概要は以下のとおりである。

施設計画の概要

灌漑計画

(1) 取水施設	:	最大取水量	30 m ³ /sec
		取水位	27.15 m
		洪水位	32.51 m
		ゲート敷高	25.45 m
		堤防天端標高	33.41 m
		ゲート規模	1.52m(W) x 1.83m(H)
		ゲート数	12 門
		導水路長	265 m
(2) 灌漑水路	:	始点水位	27.00m
		幹線水路 (6系統) 総延長	187.3 km
		レギュレーター	24箇所
		チェックゲイト	6箇所
(3) 低揚程ポンプ (LLP) 利用による末端開発	:	灌漑面積	18,200 ha
		末端支配面積	平均 70 ha/地区
		末端地区数	268地区
		地区当たりLLP容量	56 l/sec x 2 セット
		ポンプ機種	遠心ポンプ
		ポンプ口径	150 mm
		揚程	7 m
		動力	ディーゼル、12.5 HP x 2 セット
(4) 地下水開発 (STW)	:	灌漑面積	7,500 ha
		地下水開発方式	STW
		STW容量	21 l/sec
		ポンプ機種	遠心ポンプ
		揚程	7 m
		動力	ディーゼル、6 HP
		導入必要数	181箇所
(5) 展示農場	:	展示農場数	3 箇所、合計面積 260 ha

排水改善計画

(1) ラトナイ川の転流	:	水路長 / 設計流量	3.3 km / 88.6 m ³ /sec
(2) 排水樋門	:	一 改修	2 箇所
		一 樋門の増設	4 箇所
(3) 排水路の掘削	:	総延長	19 km

洪水防御計画

(1) 既存堤防決壊箇所の改修	:	決壊箇所 (6箇所) 改修総延長	1.09 km
(2) 既存堤防の補強	:	補強総延長	21.60 km

農村インフラ計画

改修	橋梁 (52箇所)
新設	橋梁 (30箇所)、カルバート (9箇所)

建設計画及び事業費

20 建設計画

本計画で建設を予定している施設は全てバングラデシュ国現地業者で建設する。工事は土工が主体であるので出来るだけ人力施工とする。工事期間は詳細設計と工事発注に要する2年を含めて10年とする。建設工事は2期に分けて行い、各期4年間で完工する。第1期工事は、ラトナイ川の転流・堤防の締め切り、取水工、用水路-A、D、E、Eを対象とし、北から南へと工区を移動する。第2期工事は、他の堤防、ハリチャイ樋門の改修、新設樋門、用水路-B、Cの建設を対象とする。LLP利用の末端開発は水路建設が完了した地区から随時着手し、灌漑耕作を開始させるものとする。

21 事業費

本計画の総事業費はTk.22億8,000万（74億円）である。このうち内貨分はTk.16億5,800万（73%）であり、外貨分はTk.6億2,200万（27%）である。

（単位：百万タカ）

項目	現地貨	外貨	合計
1. 直接工事費	728.7	339.3	1,068.0
1) 灌漑開発	581.9	247.5	829.4
a) 取水工	59.2	61.6	120.8
b) 用水路	273.6	51.9	325.5
c) LLP開発	217.3	65.1	282.4
d) STW開発	27.8	65.5	93.3
e) デモンストレーション・ファーム	4.0	3.5	7.5
2) 排水改良	38.2	24.0	62.2
3) 洪水防御	8.6	3.9	12.5
4) 農村インフラ整備	100.0	63.8	163.8
2. 間接費	173.4	69.4	242.8
1) 土地収用費	62.4	0.0	62.4
2) 管理費	26.1	21.6	47.7
3) コンサルタント費	60.9	47.8	108.7
4) 工事期間中維持管理費	24.0	0.0	24.0
3. 工事数量予備費	109.3	50.9	160.2
4. 価格予備費	646.5	162.2	808.7
合計	1,657.9	621.8	2,279.7

LLPとSTWによる末端開発は農民グループが独自の資金で行うことが推奨されている。したがって、上記のLLP/STW開発事業費は直接工事費とは区別し、LLP/STW開発のための農民融資資金として取扱うことも可能である。

組織及び運営計画

22 事業実施体制

BWDBは本事業の実施主管官庁として、以下の施設建設の責任を負う。

- (1) 洪水堤防、排水樋門の改修。
- (2) 表流水灌漑と域内排水改良用の既存排水路の拡幅。
- (3) 灌漑頭首工と灌漑幹線水路網の建設。
- (4) 展示農場の設立。

23 BRDB と LGED も実施官庁として BWDB との関係の下で以下の開発の責任を負う。

- (5) LLP 灌漑地区の開発 (BRDB/LGED)
- (6) 地下水灌漑開発 (BRDB/LGED)
- (7) 農村基盤施設の改善 (LGED)

BWDB はクリグラムにプロジェクト実施事務所 (PIO) を設立する。また各タナに受益者委員会を設立する。受益者委員会には各関係官庁の代表者・タナ行政委員会議長・ユニオン行政委員会委員・受益者代表・土地無しグループ代表・漁民代表それに NGO の代表者を含める。

24 維持管理体制

事業の完成後、施設の管理責任は BWDB の維持管理局の北西地域管理事務所支配下でクリグラムに新たに現地管理事務所 (Kurigram O&M Circle) を設立する。維持管理に関する BWDB と関係官庁との責任分担に関しては、事業の実施過程で明らかにする必要がある。

25 水管理体制

基幹灌漑施設の維持管理は BWDB が責任を持つが、末端施設は農家の水利組合が責任を持つことになる。灌漑用水の有効利用の観点から BWDB と各水利組合との水利用の調整が不可決となる。計画地区では各タナ事務所に「灌漑委員会」があり灌漑に関する調整を行っており、DAE/LGED/BRDB/BADC 等の官庁が参加しているが BWDB は参加していない。事業完成後は、BWDB 及び受益者委員会からもタナ毎の「灌漑委員会」に積極的に参加して維持管理体制・灌漑用水管理を協議することが望まれる。

事業評価

26 経済評価

本事業の経済評価は、FPCO が作成した「経済評価ガイドライン」に従って行なった。

その結果、本事業の内部収益率は28.5%と高く経済的な妥当性が確認できた。

項目	LLP灌漑	STW灌漑	総合
1. NPV (割引率12%)			
便益 (Tk百万)	1,521	651	2,172
費用 (Tk百万)	602	67	669
NPV (Tk百万)	919	584	1,503
2. EIRR	24.0	63.9	28.5
3. Benefit-cost ratio(B/C)	2.5	9.7	3.2

27 農家経済への影響

農家経済余剰を「事業を実施した場合」と「実施しなかった場合」のケースで計算した。その結果、本事業は全ての階層の農家に対し農家経済余剰を増大する効果があり、経営規模が小さいほど経済余剰の増大する比率が高い事が判明した。またLLPとSTWのケースでの比較を試みたが、LLPの方がより大きな経済余剰を生む事が判明した。

項目	零細規模 (<0.2ha)	小規模 (0.2-0.5ha)	中規模 (0.6-1.9ha)	大規模 (2.0-3.9ha)	極大規模 (4.0ha<)	合計
農家経済余剰の増加						
(1) 実施しない場合	250	3,770	13,890	35,540	73,610	4,910
(2) 実施した場合	1,340	8,970	26,210	63,960	122,040	10,790
(3) 増加余剰	1,090	5,200	12,320	28,420	48,430	5,880
LLPとSTWとの比較 (増加余剰)						
(1) LLP	1,150	5,690	13,680	31,500	54,060	6,480
(2) STW	940	4,010	9,020	20,930	34,770	4,420
(3) LLP/STW (比率)	1.2	1.4	1.5	1.5	1.6	1.5

28 社会経済的影響

本事業は上記に述べた直接的な事業効果の他に以下の社会経済的影響を与える。

- (1) 就労機会の増大
建設期間中：合計1.8百万人/日、建設完了後：年間12万人/日
- (2) 土地価格の上昇
- (3) 地区内交通網の改善

29 環境影響影響

本事業の実施によって生じる環境影響はFAP-16が作成した「環境影響評価ガイドライン」に基づいて実施した。その結果、高度のマイナス影響を与える事項は存在しないことが判明した。また、中程度のマイナス影響を与える事項は以下のとおりであるがこれらは事業の実施中又それ以後も監視していく必要がある。

- (1) 水路の沈砂
- (2) 自然植生の変化
- (3) 野生動物の生活圏の喪失
- (4) 魚類の生態系への影響
- (5) 水質の悪化
- (6) 洪水堤防等施設の崩壊の危険性（それによる影響）

勸告

- 30 本事業は内部収益率が28.5%と高く経済的にも技術的にも実施の妥当性が高い事業であることが判明した。従って、本事業はバングラデシュ政府が実施する案件として適格と考えられる。しかし、バングラデシュ国にはFAP調査で新たに提案されている事業を含めて数多くのFCD/I事業が存在するので、本事業の実施に関しては最終的な実施の決断をする前にこれらのFCD/I事業との比較においてその実施優先度を確認する必要があると思われる。
- 31 本事業の詳細設計には精度の良い地形図が不可欠であるが、現在入手可能な地形図は極めて古く詳細設計には利用できない。航空写真は最新のものがあるので航空写真図化が必要と思われる。なお、詳細設計の為に種々の追加調査が必要になるが、特に主要構造物地点でのボーリング及び土質試験が不可欠である。
- 32 モゴルバツシャ・チルマリ・キショルプールの3ヶ所で河川の侵食が深刻な状況になっている。しかし、侵食対策はBWDBと調査団との協議結果に基づいて本事業の中に入れないことになった。これは、これらの地点の侵食対策を緊急を要し本事業の実施まで遅らせるべきではない事情による。従って侵食対策はBWDBが独自に実施することになるが、調査団はこれらの地点での侵食対策について別途に検討しているのでその検討結果が役に立てば幸いである。
- 33 低揚程ポンプ（LLP）の設置は農民主導で実施されることになる。末端開発の成否はこの農民の組織化にあると言って過言ではない。政府は農民の組織化、LLP設置の為にクレジット制度の整備、設置及び維持管理に関する技術指導を徹底する必要がある。これらの政府指導はBRDBとLGEDがBWDBとの関係の下で実施すべきであろう。
- 34 LLP/STWを利用した末端開発は農民主導で実施されることになるが、これを成功裏に導くために「展示農場」を設立する必要がある。「展示農場」は、以下の目的をもつが、その実施及び維持管理にはBWDB/DAE/BRDBが当たるべきであろう。
 - (1) 末端開発に対する行政機関の組織的対応の確立
 - (2) 末端開発の計画・設計・実施
 - (3) 末端施設の維持管理及び灌漑用水管理技術の確立・普及
- 35 本事業の実施及び完成後の維持管理には幾つかの異なった政府機関の協力が不可欠である。これらの関係機関は異なった省庁に属しているために、協力関係を確かなものにするためには各省調整委員会の設立が不可決となる。即ち、BWDBが属する灌漑・水資源・洪水対策省、BRDB及びLGEDが属する地方自治・農村開発・共同組合省、

DAB属する農業省、DOF及びDOLが属する漁業・家畜省などである。これらの他に経済企画庁や大蔵省を委員会に含める必要がある。

バングラデシュ人民共和国
 水資源開発庁
 クリグラム南部灌漑排水計画
 主報告書

目次

序文		
調査対象地区位置図		
計画概要図		
バングラデシュ国基礎データ		
要約		
目次		
略語		
用語集		
度量単位		
		頁
第1章	序論	
1.1	はじめに	1
1.2	調査の目的と実施細則	2
1.3	フェーズIの調査内容	2
1.4	フェーズIIの調査内容	3
第2章	計画の背景	
2.1	計画の歴史	5
2.2	バングラデシュ国の経済状況の概要	6
2.3	第4次5ヶ年計画 1990～1995 (FFYP)	7
2.4	農業開発政策	7
2.5	水資源開発政策および国家水資源計画	8
2.6	洪水防御・排水計画 (FAP)	9
2.7	FCD/I 事業の組織・制度のフレームワーク	10
第3章	調査対象地域の現況	
3.1	位置	13
3.2	社会・経済	13
3.3	関連河川の概要	14
3.4	気象及び水文	14
3.5	水資源の賦存量	15
	3.5.1 表流水の利用可能量	15
	3.5.2 地下水の賦存量	16
3.6	地質および土質	17
3.7	土壌および土地資源	17
3.8	農業の現況	18
3.9	内水面漁業	21
3.10	農村社会基盤	22
3.11	既存の洪水防御・排水改良・灌漑施設の現況	22
	3.11.1 既存の洪水堤防および堤防護岸	22
	3.11.2 排水システムおよび洪水状況	23
	3.11.3 浅井戸および深井戸による小規模灌漑開発	23
3.12	既存の洪水防御・排水改良・灌漑施設の維持管理	24
第4章	過去の調査及び現行の関連調査の検討	
4.1	本調査に関連する過去の調査	25
	4.1.1 1969/71年のフィージビリティ・スタディ調査	25
	4.1.2 1975年のフィージビリティ・スタディ見直し調査	26
	4.1.3 1982年のフィージビリティ・スタディ見直し調査	27

4.1.4	クリグラム市街の河川侵食対策・洪水防御・排水改善事業	27
4.2	本調査に関連するFAPの調査	28
4.2.1	北西部地域計画 (FAP-2) 調査	29
4.2.2	地方都市洪水対策事業 (FAP-9A) 調査	30
4.2.3	既存FCD/I事業の農業計画レビュー (FAP-12) 調査	31
4.2.4	維持管理計画基準の作成 (FAP-13) 調査	32
4.2.5	土地収用及び入植計画基準の作成 (FAP-15) 調査	33
4.2.6	環境影響評価 (FAP-16) 調査	34
第5章	基本開発構想	
5.1	クリグラム南部地区の現況と問題点	36
5.2	既存FCD事業の現状と成果	37
5.3	基本開発構想	38
5.3.1	開発戦略	38
5.3.2	基本開発計画の選定	39
5.4	基本開発計画に対する地域住民の意向	40
5.5	開発計画の基本的事業構成	42
第6章	開発計画の策定	
6.1	灌漑開発計画	44
6.1.1	計画作付体系	44
6.1.2	灌漑用水量	45
6.1.3	表流水による灌漑面積	47
6.1.4	地下水による灌漑面積	47
6.1.5	灌漑総面積	50
6.1.6	灌漑施設計画	50
6.2	排水改善計画	52
6.2.1	現況排水状況評価	52
6.2.2	排水計画	54
6.2.3	排水施設計画	56
6.3	洪水防御計画	57
6.4	農業開発計画	57
6.4.1	土地利用計画	57
6.4.2	計画耕種法	58
6.4.3	期待収量と生産量	58
6.4.4	農業支援組織	59
6.5	内水面漁業の開発	59
6.5.1	漁業開発の可能性	59
6.5.2	漁業開発計画	59
第7章	施設計画	
7.1	灌漑施設計画	61
7.1.1	頭首工(取水施設)	61
7.1.2	用水路計画	61
7.1.3	低揚程ポンプ(LLP)末端灌漑計画	63
7.1.4	浅井戸(STW)開発計画	64
7.2	排水改善	65
7.2.1	ラトナイ川の転流	65
7.2.2	排水樋門改修	65
7.2.3	既存排水路の浚渫工事	66
7.3	洪水対策および河岸侵食対策	67
7.3.1	洪水堤防修復	67
7.3.2	堤防保護工	67
7.4	農村インフラ整備計画	68

7.5	土地収用および作物栽培補償	69
第8章	事業実施計画および事業費積算	
8.1	事業実施計画	70
8.1.1	事業構成	70
8.1.2	工事量	70
8.1.3	工事工程計画	70
8.2	事業費積算	71
8.2.1	積算条件	71
8.2.2	事業費	72
8.2.3	維持管理費	73
8.2.4	資金需要計画	73
第9章	組織および運営	
9.1	事業実施と維持管理に関わる既存組織	74
9.1.1	水資源庁(BWDB)	74
9.1.2	バングラデシュ農村開発公社(BRDB)	74
9.1.3	地方自治技術局(LGED)	75
9.1.4	その他の支援機関	75
9.1.5	地方行政組織	76
9.2	事業の実施	76
9.2.1	実施組織	76
9.2.2	事業実施調整	77
9.2.3	受益者の計画への参画	77
9.2.4	非政府援助機関(NGO)	77
9.2.5	土地収用	78
9.3	施設の維持管理	78
9.3.1	維持管理上の問題	78
9.3.2	維持管理基本方針	78
第10章	事業評価	
10.1	経済評価	81
10.1.1	評価の前提条件	81
10.1.2	経済便益	81
10.1.3	経済事業費	82
10.1.4	経済評価	83
10.2	階層別の事業効果の評価	83
10.3	社会経済波及効果	85
10.3.1	雇用機会の増大	85
10.3.2	農地価の上昇	85
10.3.3	地方交通の改善	85
10.4	環境評価	85
第11章	勧告	
11.1	本事業の実施優先度	88
11.2	補足調査および詳細設計	88
11.3	土地収用	88
11.4	洪水防御および河川侵食対策	89
11.5	排水改良	89
11.6	末端開発	89
11.7	展示農場の設置	90
11.8	関係省庁間の調整委員会	90
11.9	内水面漁業の開発	90
11.10	地区中部の地下水	91
11.11	排水樋門の運営規約	91

付 表

		頁
1.2.1	調査関係者リスト	T-1
3.5.1	ダララ川の10日平均流量 (No.77)	T-2
3.10.1	既存農村社会基盤リスト	T-3
3.11.1	既存排水システム	T-4
4.1.1	過去のクリグラム南部FCD/I実施計画調査	T-5
6.1.1	灌漑用水量の算定	T-6
6.2.1	排水現況	T-7
6.2.2	排水改善計画 (1987年度基準)	T-8
6.4.1	計画地区の現況および将来の作物栽培面積	T-9
6.4.2	計画地区の現況および将来の作物生産量	T-10
7.1.1	幹線水路別用水調節水門	T-11
7.1.2	幹線水路の計画諸元	T-12
7.1.3	圃場水路の計画諸元	T-13
7.4.1	幹線水路別橋梁およびカルバートの数	T-14
7.5.1	土地収用および作物栽培補償	T-14
8.2.1	事業費内訳	T-15
10.1.1	作物生産経済便益	T-16
10.1.2	経済便益発生フロー	T-17
10.1.3	経済事業費発生フロー	T-18
10.2.1	経済評価のための事業費・便益フロー	T-19

付 図

		頁
1.2.1	調査工程	F-1
1.3.1	JICA 調査団要員計画 (フェーズ I & II)	F-2
3.4.1	気象水文観測所位置図	F-3
3.8.1	気象データ(ロンプール観測所 1961 - 1990)	F-4
3.8.2	現況作付け体系	F-5
3.10.1	調査地区における道路網	F-6
3.11.1	既存のFCD施設の位置図	F-7
6.1.1	計画作付け体系	F-8
6.1.2	計画灌漑系統図	F-9
7.1.1	灌漑用水路計画図	F-10
7.1.2	用水路および付帯構造物計画図	F-11
7.2.1	洪水防御・排水改善計画図	F-12
8.1.1	工事工程計画図	F-13
9.1.1	水資源庁(BWDB)組織図	F-14
9.1.2	水資源庁(BWDB)クリグラム地区事務所組織図	F-15
9.1.3	郡(Thana)事務所組織図	F-16
9.2.1	事業項目と実施組織	F-17
9.2.2	事業実施段階の実施組織図	F-18
9.3.1	事業項目と担当政府機関(維持管理段階)	F-19
9.3.2	事業の維持管理段階の実施組織図	F-20

付属資料

	頁
付属資料 - I	洪水防御・排水計画 (FAP) A- 1
付属資料 - II	資料収集リスト A- 7
付属資料 - III	クリグラム南部灌漑排水計画実施細則 (S/W)、1991年8月20日 ... A-15
付属資料 - IV	議事録 (実施細則 (S/W)、1991年8月20日) A-22
付属資料 - V	議事録 (インセプション・レポート、1991年12月19日) A-25
付属資料 - VI	議事録 (プロGRESS・レポート I、1992年3月10日) A-29
付属資料 - VII	議事録 (インテリム・レポート、1992年7月22日) A-33
付属資料 - VIII	議事録 (プロGRESS・レポート II、1992年10月10日) A-37
付属資料 - IX	議事録 (ドラフト・ファイナル・レポート、1993年1月20日) A-42

付属書 (Volume II Appendix)

Appendix - I	Topographic Survey
Appendix - II	Meteorology and Hydrology (incl. Water Quality Analysis)
Appendix - III	Geology and Soil Mechanics
Appendix - IV	Existing STW/DTW Schemes and Ground Water Potential
Appendix - V	Soil and Land Classification
Appendix - VI	Socio-Economic Baseline Survey
Appendix - VII	Public Consultation Survey
Appendix - VIII	Agriculture
Appendix - IX	Inland Fishery
Appendix - X	Erosion Protection
Appendix - XI	Irrigation and Drainage
Appendix - XII	Facility Planning and Preliminary Designs
Appendix - XIII	Cost Estimates and Implementation Schedule
Appendix - XIV	Project Justification
Appendix - XV	Environmental Impact Assessment (EIA)
Appendix - XVI	Organization and Management

図面集 (Volume III Drawings)

略 語

AED	Agro-Ecological Division
BADC	Bangladesh Agricultural Development Corporation
BBS	Bangladesh Bureau of Statistics
BKB	Bangladesh Krishi (agricultural) Bank
BRDB	Bangladesh Rural Development Board
BWDB	Bangladesh Water Development Board
CAD	Command Area Development
CIDA	Canadian International Development Agency
DAE	Department of Agricultural Extension
DOF	Department of Fisheries
DOL	Department of Livestock
DTW	Deep Tubewell (with positive displacement pump)
EE	Executive Engineer
EIRR	Economic Internal Rate of Return
GDP	Gross Domestic Product
GOB	Government of Bangladesh
FAP	Flood Action Plan
FAO	Food and Agriculture Organization
FFW	Food-For-Works
FPCO	Flood Plan Coordination Organization
FCD	Flood Control and Drainage
FCD/I	Flood control, Drainage and Irrigation
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development (world Bank)
IDA	International Development Association (World Bank)
IFAD	International Fund For Agricultural Development
HYV	High Yielding Variety
JICA	Japan International Cooperation Agency
LCS	Landless Contracting Society
LGED	Local Government Engineering Department (former LGEB)
LLP	Low Lift Pump
MPO	Master Plan Organization
NGO	Non-governmental Organization
NPV	Net Present Value
NPVR	Net Present Value Ratio
NWP	National Water Plan
O&M	Operation and Maintenance
PBC	Project Beneficiary Committee
PCC	Project Coordination Committee
PIE	Project Impact Evaluation
PIO	Project Implementation Office
STW	Shallow Tubewell (with suction pump)
S/W	Scope of Work
SCF	Standard Conversion Factor
SE	Superintending Engineer
UCCA	Upazila Central Cooperative Association
UNDP	United Nations Development Programme
UNO	Upazila Nirbahi Officer (principal staff officer of Upazila Parishad)
WARPO	Water Resources Planning Organization (formerly MPO)
WFP	World Food Programme
WHO	World Health Organization

用語集

Aman	Main monsoon season paddy crop (Aug./Sept. - Nov/Dec.)
Aus	Late dry season/early monsoon paddy crop (Mar./Apr. - July/Aug.)
Beel, Bil	Small lake, swamp or body of year-round standing water
Boro	Winter (dry) season paddy crop (Dec./Jan. - Apr.)
Bundh	Earthen embankment
Chhatak	290 - 350 grammes
Chain	100 feet
Cropping intensity	Ratio of acreage of crops cultivated in a year to the total acreage under cultivation
Crore	Ten million (10,000,000)
Ghog	Animal burrow in embankment
Ghee	Edible oil made from milk
Khal	Natural channel/minor river/tidal creek
Khalashis	"Cleaner" (actually guard) of regulator/sluiice
Khas	Government owned
Kharif	Summer (wet) season
Kutchā	Locally made, not manufactured; earthen (of roads, structures)
Lakh	Hundred thousand (100,000)
Maund	37.3 kg
Mauza	Revenue village (comprise several physical settlements)
Nala	Excavated canals
Parishad	Elected council of Upazila or Union
Rabi	Winter (dry) season
Thana	New Administrative unit between Union and Zila
Union	Administrative level below Upazila, typically 10 per Upazila
Upazila	Former Administrative unit between Union and Zila
Zila	District, main sub-regional administrative unit

度 量 衡

Length

mm	= millimeter	
cm	= centimeter	= 0.39 in.
m	= meter	= 1.09 yd.
km	= kilometer	= 0.62 ml.
in.	= inch	= 2.54 cm
ft.	= foot	= 30.48 cm
yd.	= yard	= 91.44 cm
ml.	= mile	= 1.61 km

Volume

lit.	= liter	
m ³	= cubic meter	= 1,000 lit.
MCM	= million m ³	
ft ³	= cubic feet	= 0.028 m ³
ac-in	= acre-inch	= 102.80 m ³
ac-ft	= acre-feet	= 1,234 m ³

Area

m ²	= square meter	= 10.76 ft ²
km ²	= square kilometer	= 100 ha
ha	= hectare	= 2.47 ac
ac	= acre	= 0.405 ha
ft ²	= square feet	= 0.09 m ²
mile ²	= square mile	= 2.59 km ²

Weight

kg	= kilogram	= 2.20 lb
ton	= ton	= 1,000 kg
lb	= pound	= 0.454 kg
md	= maund	= 37.32 kg
Ck.	= Chhatak	= 0.30 kg

Time

sec.	= second
min.	= minute
hr.	= hour
day	= 84,600 sec.
yr.	= year

Electric Measures

kW	= kilowatt	= 1,000 watt
MW	= Megawatt	= 1,000 kW
GW	= Gigawatt	= 1,000 MW
kV	= Kilovolt	= 1,000 volt

Other Measures

%	= percent
lakh	= ten thousand
crore	= 10 million
HP	= horse power = 0.746 kW
TPH	= ton per hour

Derived Measures

m ³ /sec	= 35.31 ft ³ /sec
ft ³ /sec	= 0.028 m ³ /sec
md/ac	= 92.23 kg/ha = 0.092 ton/ha
ton/ha	= 2.47 tons/acre = 10.84 md/ac
ton/acre	= 0.405 ton/ha = 4.39 md/ac

Currency

Tk	= Taka	(US\$1.0 = Tk38.8 = ¥125, as of February, 1992)
US\$	= US dollar	
¥	= Japanese Yen	

第1章 序論

1.1 はじめに

本報告書はクリグラム南部灌漑排水計画に関する最終報告書（案）である。本調査は1991年8月20日にバングラデシュ国政府の水資源開発庁（BWDB）と国際協力事業団（JICA）の間で締結された実施細則（S/W）に基づいて実施した。（付属資料-3参照）

本調査は以下のとおり、2つのフェーズに分けて実施した。

(1) フェーズ I : 開発基本構想の確立（1991年12月～1992年7月）

国内事前準備作業（1991年12月）

- 1) 既収集資料の整理・検討及び調査実施計画の策定
- 2) インセプション・レポートの作成

現地調査（1991年12月～1992年3月）

- 1) インセプション・レポートの説明および協議
- 2) 現場踏査及び資料の収集
- 3) 乾季における現地測量および調査
- 4) プロGRESS・レポート I の作成およびBWDB との協議

国内作業（1992年5月～1992年7月）

- 1) 現地調査結果の整理・解析及び開発基本構想の策定
- 2) フェーズ II 調査実施計画の策定
- 3) インテリム・レポートの作成

(2) フェーズ II : 開発計画の策定（1992年7月～1993年3月）

現地作業（1992年7月～1992年10月）

- 1) インテリムレポートの説明および協議補足資料の収集
- 2) 雨季における現地調査及び
- 3) プロGRESSレポート II の作成およびBWDB との協議

国内作業（1992年10月～1993年3月）

- 1) 現地調査結果の整理・解析及び開発計画の策定
- 2) ドラフト・ファイナル・レポートの作成
- 3) ドラフト・ファイナル・レポートの説明および協議（バングラデシュにて）
- 4) バングラデシュ国政府のコメントの検討および最終報告書の作成

本報告書は1991年12月から1993年3月の間に実施したフェーズ I 及びフェーズ II 調査にて得られた結果を取り纏めたものである。

1.2 調査の目的と実施細則

(1) 調査の目的

本調査は、クリグラム南部地区を対象として当該地区の農民の生活向上を目的とした灌漑排水計画および洪水防御計画を策定する。また、調査を通してバングラデシュ国の政府職員に技術の移転を行うことも本調査の目的の1つである。

(2) 調査対象地域

調査対象地域は、BWDB がクリグラム南部に建設した堤防の内側と計画地区に隣接している地域からなり、約70,000haである。(位置図参照)

(3) 作業計画

調査期間は1991年12月から1993年3月までの16ヶ月であり、調査業務の全体的な流れは図1.2.1に示したとおりである。調査はJICAより派遣された12名の専門家とBWDBから派遣されたカウンターパートで実施した。調査に参画した団員及び関係者のリストを表1.2.1に、またJICA調査団の要員実績を図1.3.1に示した。

(4) 報告書

調査団は調査期間中に以下の報告書を作成し、BWDB及びバングラデシュ国関係機関と協議した。

1) インセプション・レポート	1991年12月18日提出
2) プロGRESS・レポート	1992年3月3日提出
3) インテリム・レポート	1992年7月19日提出
4) プロGRESS・レポートNo.2	1992年10月3日提出
5) ドラフト・ファイナル・レポート	1992年12月15日提出
6) ファイナル・レポート	1993年3月提出 (本報告書)

1.3 フェーズ I の調査内容

フェーズ I 調査は1991年12月16日に開始し、1992年7月16日に完了した。フェーズ I の調査期間中、調査団は以下の調査業務に従事した。

- (1) 既存の堤防に沿っての現場踏査
- (2) プロジェクト関係資料およびレポートの収集 (Attachment-2参照)
- (3) 下記も含む測量および調査
 - 1) ダルラ川沿いの地形測量 (現地再委託調査)
 - 2) 主な構造物地点における地質調査 (現地再委託調査)
 - 3) 土壌および土地利用調査
 - 4) 水質調査 (現地再委託調査)
 - 5) 社会経済基盤条件調査
 - 6) 既存の小規模灌漑調査
 - 7) 内水面漁業調査
 - 8) 環境影響調査
- (4) 既存の洪水防御および排水施設の検討
- (5) 既存のF/S レポートおよび現在実施中のFAP調査の検討
- (6) 開発可能計画の選定と計画基準の決定
- (7) プログレス・レポート1の作成及びバングラデシュ国関係者との協議
- (8) 灌漑開発に関する開発計画案の比較検討 (代案-4, 6および9)
- (9) 開発基本構想の策定
- (10) インテリム・レポートの作成

1.4 フェーズ II の調査内容

フェーズ II 調査は1992年7月17日に開始した。フェーズ II の調査期間中、調査団は以下の調査業務に従事した。

- (1) インテリム・レポートに関するバングラデシュ国関係者との協議
- (2) 雨季の現地踏査及び補足資料の収集
- (3) 下記を含む測量および調査
 - 1) 主要構造物地点における平板測量及び水路路線測量 (現地再委託調査)
 - 2) 地下水賦存量調査
 - 3) 河川侵食調査
 - 4) 土壌・土地利用補完調査
 - 5) 農家経済調査 (現地再委託調査)
 - 6) 農家意向調査 (現地再委託調査)
 - 7) 既存地下水灌漑施設のインベントリー調査
 - 8) 内水面漁業補完調査
 - 9) 環境影響調査

10) プロGRESS・レポートNo.2の作成

(4) プロGRESS・レポートNo.2に関するバングラデシュ国関係者との協議

(5) 下記を含む開発計画の作成

- 1) 土地利用計画及び作付け計画
- 2) 営農計画
- 3) 内水面開発計画
- 4) 灌漑排水計画
- 5) 農業開発支援計画
- 6) 維持管理計画
- 7) 施設計画及び予備設計
- 8) 建設計画及び事業費の積算
- 9) 環境影響評価
- 10) 事業便益の算定
- 11) 事業評価

(6) ドラフト・ファイナル・レポートの作成

ドラフト・ファイナル・レポートは1992年12月にJICAバングラデシュ事務所を通じてBWDBに提出された。ドラフト・ファイナル・レポートの協議のため、調査団は1993年1月中旬にバングラデシュに派遣された。ファイナル・レポート（最終報告書）は、バングラデシュ国政府及びJICAからのコメント等を考慮して必要な加筆修正を加えて1993年3月に提出した。

第2章 計画の背景

2.1 計画の歴史

クリグラム洪水防御および灌漑計画（南部北部の両地区）は、東パキスタン時代の水資源開発庁（WAPDA：BWDBの前身）が、洪水防御、灌漑排水を通じて農業生産の増加を目的にパキスタン・テクノ・コンサルト社にフィージビリティ・スタディ調査を実施させたのが最初である。調査は1967年5月から1969年12月まで実施され、1969年12月のドラフト・ファイナル・レポートを経て、1971年10月WAPDAにファイナル・レポートが提出された。この報告書では、最も有望な計画として、クリグラム南部地区ではブムカ地区のポンプ場とダルラ取水堰が取り上げられた。

このフィージビリティ・スタディ調査に基づいて、バングラデシュ政府は資金援助を世界銀行に求めている。世銀調査団はF/Sレポート（1969/71）の検討を行い、建設資金が大きすぎることから、灌漑用水として表流水だけでなく地下水も活用することと、既存排水路を灌漑用水路として活用することの可能性を検討するよう提案した。

これを受けて、BWDBはF/Sレポート（1969/71）の見直しを行なうことになり、テクノ・コンサルト社に再調査を依頼した。同社は、地下水・農業・農業普及・経済解析等の追加調査を実施し、1975年1月に見直し報告書をBWDBに提出した。この報告書では灌漑開発の新しい基本構想として、クリグラム南部地区の北部は地下水灌漑で開発し、南部はオリジナル計画どおりダルラ取水堰による灌漑を行うこととしている。また、1969/71年の調査で提案している事業内容で異なっている点は、排水改良で1969/71年の調査が重力排水を提案しているのに対し、1975年の見直し調査ではポンプ排水を提案していることである。

1969/71年の最初の計画に基づいて、1973年7月から洪水防御および排水路関係の建設が開始され、1983/84年迄に約108kmの洪水堤防と11個の排水樋門が完成した。これらの建設は主としてバングラデシュ政府の資金で賄われたが、一部は世界食糧計画（FFW）及びCIDAの援助で行われた。

しかし、灌漑部門は建設されることなく今日に至っているが、一方で地下水利用の小規模灌漑が急速に広まりつつある。この結果、表流水で灌漑されるべき未灌漑面積が減少しつつある。

クリグラム南部地区の灌漑計画については、1982年にサウジ開発基金（SFD）の資金援

助を求めるために、BWDBが再度計画の見直しを行っている。この調査では、1975年に提案された灌漑計画の中の井戸灌漑に関して若干の修正を加え、ポンプ排水に変わって重力式排水樋門の導入を提案している。しかし、この調査は調査期間が4週間と短かく、技術的にも経済・財政・社会の側面でも環境影響評価の側面でも不十分な内容となっている。

1989年7月から1990年10月の間にJICAはクリグラム北部地区のフィージビリティ調査を実施した。バングラデシュ政府は日本政府に対しクリグラム北部地区の詳細設計及び実施に当たっての資金援助を要請しているが、現在に至るまで詳細設計に着手されていない。

BWDBは、このクリグラム北部地区に続いて、クリグラム南部地区のフィージビリティ調査をJICAに要請した。それに応えてJICAは1991年8月に事前調査団をバングラデシュ国に派遣し、BWDBとフィージビリティ調査のためのS/Wを締結した。南部地区の現地調査は1991年12月に開始され、1992年12月に終了した。

2.2 バングラデシュ国の経済状況の概要

バングラデシュ国は、147,960km²の国土面積に人口1億8百万人を有し、人口密度が730人/km²と世界でも最も人口密度の高い地域となっている。過去10年間の年人口増加率は2.17%である。バングラデシュは、西、北および東をインドに、南東部をミャンマーに接し、南方の海岸沿いはベンガル湾に面している。北東および南東部の丘陵を除くと国土のほとんどが平坦であり、多くの河川が広大なガンジス・ブラマプトラ三角州を形成しており、洪水による被害が後を断たない。特に7月から10月にかけてのモンスーン期には平均で2,500mm以上の降雨量がある。バングラデシュの1989/90年の国内総生産（GDP）は7,477億タカで、一人当たりのGDPに換算すると6,900タカ（US\$192）となり世界の最貧国の一つである。同国の経済の中で農業は、GDPの37%、総輸出額の44%及び総労働力の57%を占め、最も重要な産業である。

しかしながら、バングラデシュは度々の洪水により、国家開発計画の中断や計画の当初目標を達せられないことが少なくない。度重なる洪水による食糧や換金作物の損害により、予期しない食糧の輸入が余儀なくされ、経済全体に大きなダメージを与える結果にもなっている。それに加えて、鉱物・エネルギー資源が希少であることから、ほとんどの非農業部門の原材料は輸入に依存している。経済活動が活発でないことや貿易赤字等でバングラデシュの経済は停滞しており、外国の援助に頼らざるを得ない状況である。

2.3 第4次5ヶ年計画 1990~1995 (FFYP)

第4次5ヶ年計画 (FFYP) は、以下の国家開発目標を掲げ、1990~1995を事業期間として、1990年7月1日に始まっている。

- (1) 経済の加速的成長 (年成長率5.0%)
- (2) 貧困の軽減および雇用機会の創出
- (3) 自立性の増大

FFYPにかかる総費用は6,893億タカ (US\$179.5億) で、その内の60%にあたる4,193億タカが公共投資で、40%にあたる2,700億タカが民間投資である。中でも農業の開発および多様化は、国内の資源を最大化に利用し、国内の需要を高め外貨獲得に寄与するところから、最も重要な戦略の一つとされている。FFYP の主な開発戦略は以下のとおりである。

- (1) 社会経済的な国民階層別の経済政策と産業部門毎の個別政策を統合すること。
- (2) 産業部門毎の政策の中に周辺事業部門との調整機能を取り込むこと。
- (3) バングラデシュ経済に、経済効率の概念を取り込むこと。
- (4) 農村部門の経済成長のために必要な構造調整を図ること (農村貧困層および経済的に不利な人々を農村開発事業に参画させる)。
- (5) 開発計画において婦人の活用を図ること。
- (6) 人口増加を抑制すること。
- (7) 財政、金融制度および商業政策 (特に税制政策) を再編成すること。
- (8) 行政機構を再編成すること。

2.4 農業開発政策

FFYPでは農業・水資源開発及び農村開発に最優先順位を付けており、その予算は1,823億タカ (US\$473.5百万) と部門別では最も大きい額となっている。FFYPにおける農業部門の戦略は以下のとおりである。

- (1) 食糧自給自足の達成
- (2) 国内資源の有効利用による安定した農業の成長
- (3) 適正技術の推進及び米作に片寄った現在の農業生産構造の多様化
- (4) 農産物輸出拡大による外貨獲得
- (5) 貧困の軽減及び階層・地域間の所得格差の是正
- (6) 雇用機会の創出および土地無し農民、小規模農家、社会的に不利な人々への金融制度等の導入

2.5 水資源開発政策および国家水資源計画

FFYPにおける水資源部門の戦略は以下のとおりである。

- (1) 農業構造を改善するために灌漑面積を拡大する。
- (2) 洪水防業・排水改善事業に伴って灌漑事業を促進する。
- (3) 5ヵ年計画の作物生産目標を達成するために、灌漑技術を普及させる。
- (4) 洪水防御・海岸地域の塩害対策・排水改善・河川侵食対策を促進する。
- (5) 水資源の有効利用を図る。水資源開発に当たっては環境影響に配慮する。
- (6) 開発による便益が公正に分配できるように雇用機会の創出を図る。

計画期間中の開発目標は以下のとおりである。

(単位：1,000タカ)

計画	1990	1995	増加率 (%)
<u>地表水灌漑</u>			
重力水	212	500	135.8
LLP	783	1,088	39.0
伝統的方法	300	200	-66.7
<u>地下水灌漑</u>			
STW	1,251	2,200	75.9
DTW	500	700	40.0
HTW	54	54	0.0
<u>洪水防御/排水</u>	3,239	3,644	12.5

出典：The Forth Year Plan, Planning Commission, October 1990

FFYPにおける洪水防御および水資源開発の主な戦略は、以下のとおりである。

短期戦略

- (1) 既存施設の最大有効利用および灌漑地区の生産性の改善
- (2) 未完工プロジェクトの早期完成
- (3) 重力灌漑および小規模地下水灌漑の優先的実施
- (4) 計画実施への受益者の参画
- (5) 小規模灌漑部門の民営化
- (6) 灌漑条件下での適正営農技術の展示
- (7) STW/DTWによる灌漑が困難な地区での政府努力（援助）の奨励

長期戦略

- (1) 主要大河川の開発、大河川から中小河川への転流、大河川からの揚水等
- (2) 各流域毎の開発、特に表流水と地下水とのバランスの取れた複合開発
- (3) ティスタ取水堰のような長期事業の継続

バングラデシュ政府、世界銀行及びUNDPは1983年に国家水資源計画（NWPP）に着手

し、1991年5月に2018年までの同国における水資源開発計画を取り纏めた。計画の中には開発調査組織（MPO）の設立も含まれており、全国の関係資料の収集、水文実験／解析、進行中の開発計画の評価および長期水資源開発計画の策定を行うものである。現在MPOはFCD/I計画の策定に必要な資料および情報を持っており、他機関への技術援助を実施している。上記のFFYPの政策項目は、NWPPによるところが大きい。

2.6 洪水防御・排水計画（FAP）

1987年および1988年の洪水災害の後、バングラデシュ政府は洪水対策の検討を実施し、1989年6月に洪水防御・排水計画（FAP）を提案した。FAPは1989年7月にパリで開催された先進国（G-7）サミットにて支持され、現在灌漑・水資源開発・洪水防御省がこの計画の実施にあっている。実施官庁は、同省の出先官庁である洪水防御計画調整機構（FPCO）で、FAPに関する全ての事項の調整をBWDBと共に行っている。FAPは下記に示すとおり11の主要な調査及び15の補完調査から成る。（詳細は付属資料-1を参照）

主要項目			
FAP-1	:	ブラマプトラ川左岸改修	IDA
FAP-2	:	北西部地域調査	英国／日本
FAP-3	:	北部中央地域調査	EEC／フランス
FAP-4	:	南西部水管理調査	ADB／UNDP
FAP-5	:	南東地域調査	IDA／UNDP
FAP-6	:	北東地域調査	カナダ
FAP-7	:	サイクローン防御計画	EEC
FAP-8A	:	ダッカ防御計画	日本
FAP-8B	:	ダッカ総合防御計画	ADB／フィンランド
FAP-9A	:	地方都市洪水対策事業	ADB
FAP-9B	:	メグナ河右岸護岸計画	IDA
FAP-10	:	洪水予知および早期警報計画	UNDP／日本
FAP-11	:	災害準備計画	UNDP

補助調査			
FAP-12	:	既存FCD/I事業の農業計画レビュー	英国/日本
FAP-13	:	維持管理調査	英国/日本
FAP-14	:	洪水影響調査	アメリカ
FAP-15	:	土地収用および入植計画基準の作成	スウェーデン
FAP-16	:	環境影響評価調査	アメリカ
FAP-17	:	漁業調査およびパイロット計画	英国
FAP-18	:	地形図作成	スイス/フランス/フィンランド
FAP-19	:	地理情報システム (GIS)	アメリカ
FAP-20	:	区画パイロット計画	アメリカ
FAP-21/22	:	堤防護岸およびAFPMパイロット計画	ドイツ/フランス
FAP-23	:	洪水防御パイロット計画	アメリカ
FAP-24	:	河川測量計画	EEC
FAP-25	:	洪水モデルおよび管理計画	デンマーク/フランス/英国/NL
FAP-26	:	組織制度開発計画	UNDP/フランス
特別経済調査			世銀

BWDBは調査団にFAP調査の検討を依頼し、調査団は特にFAP調査との整合性およびガイドラインに留意し調査を行った。本調査に直接関係のあるFAP調査は以下のとおりである。

- (1) FAP-2 : 北西部地区調査 (クリグラム南部を含む34,600ha)
- (2) FAP-9A : 地方都市洪水対策事業 (クリグラム市街の防御も含む)
- (3) FAP-12 : 既存FCD/I事業の農業計画見直し (クリグラム南部FCD事業を含む)
- (4) FAP-13 : 維持管理調査 (クリグラム南部FCD事業を含む)
- (5) FAP-15 : 土地収用および入植計画基準の作成 (社会的影響)
- (6) FAP-16 : 環境影響評価調査 (FAP環境影響調査)

2.7 FCD/I事業の組織・制度のフレームワーク

FCD/I事業の主な実施官庁は、灌漑・水資源開発・洪水防御省の下部機関であるBWDBである。BWDBの事業の役割りは以下のとおりである。

- (1) 国内の全ての水資源開発
- (2) 主な中・小灌漑、排水および洪水防御事業の計画、設計および建設
- (3) 水資源開発事業の監視および評価を通して事業の効果および適切な実施

FCD/I事業は洪水防御、排水の改善および灌漑開発によって農業生産物の増収を計り、それによって農村部の収入および社会福祉の改善を計ろうとするものである。FCD/I事業に直接的に間接的に関わりがある機関は以下のとおりである。

灌漑・水資源開発・洪水防御省

- (1) 開発調査機構 (MPO)
 - (a) 水資源開発計画に関する技術資料の更新
 - (b) 他の関係機関への技術援助
- (2) 洪水防御調整機構 (FCPO)
 - (a) 全てのFAP事項の調整
 - (b) FAP新案件に対する第1実施官庁としての機能

地方自治、農村開発および共同組合省

- (3) 地方自治技術局 (LGED)
 - (a) タナレベルでの灌漑計画の実施
 - (b) フィーダー道路および農村道路の建設
 - (c) 上記灌漑、道路事業の維持管理
 - (d) 郡庁と政府の橋渡し
- (4) バングラデシュ農村開発公社 (BRDB)
 - (a) 灌漑機器に対する金融業務
 - (b) 灌漑農業の改善に関する灌漑グループの編成

農業省

- (5) バングラデシュ農業開発公社 (BADC)
 - (a) 地下水灌漑の推進
 - (b) 圃場レベルでの維持管理支援
- (6) 農業普及庁 (DAE)
 - (a) 農業普及活動
 - (b) 普及員の組織と訓練

通信省

- (7) 道路局 (RHD)
 - (a) 地方道路、高速道路の計画、設計および建設
 - (b) 道路および付帯構造物の改善、改修および維持管理

漁業・畜産省

- (8) 漁業省
 - (a) 漁業資源の開発
 - (b) 漁業資源に関するFCD/I計画への参画
- (9) 畜産局
 - (a) 技術支援
 - (b) 畜産資源開発の訓練

民間援助団体（NGO）の活動

バングラデシュ国内には1,100以上のNGOが活動しており、1990年にNGOの活動を支援する目的で大統領府直轄のNGO局が設立された。灌漑・農業及び農村開発におけるNGOの活動は、種々のアプローチで農民を自立させるといった側面で高く評価されている。

第3章 調査対象地域の現況

3.1 位置

調査対象地域はバングラデシュ北西部のインド国境に面した地域で、北緯25度30分～26度10分、東経89度27分～47分に位置する。北をインド国境、西をラルモニルハットに通ずる鉄道、南西をテイスタ川そして北東をダルラ川を境にしている。境界で囲まれた調査対象地域の面積は70,000 haで、行政上はクリグラム、ラジャールハット、ウリプール、チリマリおよびラルモニルハットの五つのタナで構成している。70,000 haのうち堤防内側の地域は59,400 haである。首都ダッカからは約250 kmの距離にあり、クリグラムの市街地は調査対象地域の商業中心地となっている。

3.2 社会・経済

堤防内側の地域の人口は1992年で739,300人、人口密度は km^2 あたり1,245人と全国平均よりもかなり高い。世帯数は130,500戸、一戸あたりの家族人数は5.7人で全国平均の5.3人よりもわずかに多い。

全世帯数の78%にあたる101,800戸が農業収入に依存しており、堤防内側の面積の72%にあたる42,800 haが耕地である。平均農家規模は0.42 haで全国平均の0.81 haほぼ半分である。調査対象地域の特徴は、零細規模（0.2 ha以下の耕作規模）の農家が世帯数の59%を占めていることである。0.2 ha～1.0 haの耕作規模の農家は37%を占め、両者を合わせて96%が1.0ha以下の農民である。土地の所有には大きな片寄があり、中規模から大規模農家が21%であるにもかかわらず77%の土地を所有している。

労働力は農業労働者がほとんどで就業率はかなり低い。年間就業日数は200日～250日程度である。土地無し農民または零細農家が農業労働者の大部分を占め、労賃は地域によって一日15タカ～30タカの範囲にある。作物の売却が総収入の79%を占め、主な収入源となっている。その他の収入源としては農外収入18%、畜産2%、漁業1%となっている。年間の一人あたりの収入が2,500タカ（US\$64）また一世帯あたりの収入が14,400タカ（US\$371）と全国平均を大幅に下回っており、調査対象地域は非常に貧しい地域である。

3.3 関連河川の概要

調査対象地域はブラマプトラ川、ティスタ川およびダルラ川に境界を接している。ブラマプトラ川はバングラディッシュの3大河川の一つで、インド国境はるかかなたのヒマラヤ東部山麓に源を発し、調査対象地域付近でダルラ川およびティスタ川に合流している。

ダルラ川はブータン南西部とインドに源流を持ち、インド領を通過してラルモニルハットでバングラディッシュ領に入る。

ティスタ川はインド領ダーズリン付近のヒマラヤ山麓に源流を発し、インド領内を流下しニルファマリでバングラディッシュ領にはいる。バングラディッシュ領内におけるダルラ川およびティスタ川の河状、流況は以下のとおりである。

項目	ダルラ川	ティスタ川
全集水面積	: 5,100 km ²	12,500 km ²
河川延長	: 55 km	125 km
平均河床勾配	: 1/4,500~1/6,500	1/1,000~1/5,300
乾季における河川幅	: 300 m~500 m	500 m (カウニア)
水深	: 5 m	5 m
既存堤防高	: 2 m~3 m	2 m~4 m
河川流下容量	: 2,000~6,000 m ³ /sec	3,000~10,000 m ³ /sec

3.4 気象および水文

調査対象地域に関連した気象観測所、雨量観測所および水位観測所を図 3.4.1 に示した。観測所の記録はほとんどが1960年から1990年までの30年間である。

ロンプールの観測記録によれば気温は最高24℃~34℃、最低10℃~26℃、平均17℃~29℃の範囲にある。湿度は年間を通して高く71%~87%の間で変動する。一日の日照時間は雨季で4.1~5.5時間、それ以外の時期では6.5時間~8.5時間である。風速は雨季に1.2m/sec~1.8m/secであるがほかの時期は比較的低い。最大蒸発量は2.3mm~6.0mmで年間平均4.1mmとなっている。

調査対象地域に関連する雨量観測所は8ヶ所あるが、解析には下記の5ヶ所の観測所の記録を使用した。確率雨量は以下に示すとおりである。

(単位:mm/年)

観測所	確 率 (年)						
	2	5	10	20	25	50	100
チルマリ	2,200	2,756	3,123	3,476	3,587	3,932	4,275
カウニア	2,363	3,000	3,421	3,827	3,954	4,350	4,743
クリグラム	2,284	2,706	2,986	3,254	3,389	3,601	3,862
ラルモニルハット	2,476	3,046	3,423	3,786	3,900	4,254	4,605
ウリプール	2,226	2,619	2,879	3,129	3,208	3,452	3,694

クリグラムにおける1973年から1990年までの観測記録とBWDBの観測資料をもとにダラ川の確率流量を以下のとおり推定した。

(単位:m³/sec)

	確 率 (年)								
	2	3	5	10	20	25	50	100	200
最大	2,050	-	2,890	3,440	3,970	4,130	4,630	5,160	5,780
最小	60	54	49	44	40	-	36	34	-
355日	67	64	55	50	45	-	41	38	-

3.5 水資源の賦存量

3.5.1 表流水の利用可能量

調査対象地域に散在しているピールやカールと呼ばれる小規模な湖沼は既存の灌漑にとって重要な水源となっているが、量的に小さいため乾季の灌漑に利用するには限界がある。大規模灌漑開発には新規の水源地を開発する必要がある。ブラマプトラ川には豊富な水資源が賦存しているが、地理的・地形的な制約からその利用には膨大なコストを必要とし、本計画には利用できない。

ティスタ川にも豊富な水資源が賦存しているが、インド領内で灌漑に利用していることに加え、バングラディッシュ領内では315,000 haを対象とするティスタ灌漑計画が実施中である。さらにティスタ川右岸に展開する農地はティスタ川から灌漑することが想定されている。これらのバングラディッシュ北西部の長期的な水資源開発を視点にとれば、ティスタ川の水資源を温存し、本計画では利用しないこととする。

ダラ川のクリグラムにおける1973年から1990年までの10日平均流量を表3.5.1に示すが、10年確率の渇水量計算から灌漑利用可能量を49m³/secとした。一方、表流水の開発を

総合的に考慮したNational Water Planによれば、漁業や舟運を維持するために必要な河川維持流量を渇水流量の40%とし残り60%を灌漑開発に配分することを勧告している。この勧告にしたがい、本計画では10年確率の渇水流量の60%にあたる30m³/秒をダルラ川から灌漑開発に利用可能な量とした。

3.5.2 地下水の賦存量

調査対象地域の帯水層は表層の不透水層、遷移層および主帯水層に分類できる。不透水層は層厚0~6mで粘土とシルトからなる。遷移層は層厚9~15mでおもに極細粒砂~細粒砂からなるがときおりシルト層を含み、地下水のポテンシャルは低い。主帯水層は礫層を含む一連の粗粒砂からなり、地表下約12~18m付近から遷移層の下に出現し40m以上の層厚を持つ。この帯水層は土層の性格からスクリーンを使用した井戸による地下水開発に適している。

BWDBは毎週定期的に井戸の水位を観測している。これによれば、地下水位は4月に地表下2.7~6.5mに低下し、7月から9月まで最高水位を保つ。季節変動は2.1~5.7mである。

National Water Planではタナ別に地下水賦存量を推定し、涵養量、帯水層の有効貯水量、井戸技術、水理特性のシミュレーションにより適正な開発規模を設定している。これによれば調査地域での有効涵養量は210MCM（水深353mm相当）である。地下水低下の許容量を浅井戸（STW）で7mまた深井戸（DTW）で20mとして各タナの地下水利用可能量を推定すると以下のとおりとなる。

タナ	面積 (km ²)	利用可能 涵養量 (MCM)	開発可能量			
			浅井戸STW (0.5 cusec)		深井戸DTW (2.0 cusec)	
			水量 (MCM)	水深 (mm)	水量 (MCM)	水深 (mm)
ラルモニルハット	120.7	49.85	47.44	393	49.85	413
ラジャールハット	147.5	66.38	49.86	338	66.38	450
クリグラム	71.1	24.03	13.69	191	24.03	338
ウリプール	217.3	81.49	79.75	367	81.49	375
チルマリ	37.4	14.03	9.39	251	14.03	375
合計/平均	594.0	235.78	183.74	(337)	235.78	(397)

調査対象地域594km²の開発可能量を浅井戸（STW）では200MCM（水深337mm）、深井戸（DTW）では236MCM（水深397mm）となる。

3.6 地質および土質

調査対象地域は地勢的にみるとその大部分がテイスタ川の低位洪水氾濫原にあり、地質的にはテイスタ川、ブラマプトラ川およびダルラ川の流間あるいは蛇行体積物により形成された沖積層からなる。沖積層はシルト質の表層部、および細砂、細～中粒砂、中粒砂～粗粒砂の深層部からなる。

地震解析を1833年～1971年の138年間で調査対象地域から半径500 km以内で発生した92の地震記録に基づき行なった。この結果、構造物設計上の地震係数としては50年確率でバングラデシュの基準値と同じく $k=0.08$ という値が得られた。

標準貫入試験の結果および基本設計条件に基づき基礎地盤の長期許容支持力をポンプ場地点で 52.8 t/m^2 、取水堰地点で 12.9 t/m^2 およびラトナイ排水樋門で 9.6 t/m^2 とした。また、ハリチャリ排水樋門下流部におけるボーリングの結果、表層部の地盤は非常に緩い細砂からなり、そのN値も2～6と小さな値を示すに過ぎないことが判明した。この地盤状況から、排水樋門の補修に際しては洗堀あるいはパイピングを考慮してシート・パイル等による補強が望まれる。

盛土斜面の材料となる砂質土とシルト質土について、斜面勾配1:3および天場幅4.2 mまた計画安全率を常時 $F_s > 1.5$ および地震時 $F_s > 1.2$ と想定し、砂質材料では平面すべり法またシルト質材料ではヤンプの安定図表を用いて安定解析を行なった。その結果、盛土高さを8 m以内に計画すれば所定の計画安全率を満足することが確認された。

盛土材料となる表層土は均等係数がシルト質土で7.9また砂質土で3.4と小さく、全般的に粒度分布が悪いため、侵食抵抗の非常に乏しい材料として区分される。すべり破壊に対しては安全といえども、盛土の構築においては法面保護工が必要となろう。砂地盤部における液状化について砂質土の平均粒径とその均等係数、N値の分布状況および地震の影響度合いから検討した結果、危険性は小さいものと想定される。

3.7 土壌および土地資源

土地類型は洪水時の湛水深あるいは洪水水位を表現しており、BWDBで実施している調査ではMPOが設定している5種類の土地類型を使用している。すなわち高位部F0:湛水深が0 - 30 cm、準高位部F1:湛水深が30 - 90 cm、準低位部F2:湛水深が90 - 180 cm、低位部F3:

湛水深が180 - 360 cm、最低位部F4:湛水深が360 cm以上である。調査対象地域の土地類型は以下のとおりである。

	高位部 F0 0 - 30 cm	準高位部 F1 30 - 90 cm	準低位部/低位部 F2 & F3 > 90 cm	水面	調査対象地域 合計
面積	23,600 ha (40%)	28,600 ha (48%)	5,700 ha (10%)	1,500 ha (2%)	59,400 ha (100%)

堤防内側の調査対象地域59,400 haのうち水面を除く57,900 haを12土壌統に分類した。ピルガチャ土壌統は高位部 (F0) の4,000 ha (6.7%)を占め、排水が良好で土性は粗粒質である。ボナルバラ、チルマリ、ガンガチャおよびパラシュバリの4土壌統は高位部 (F0) および準高位部 (F1) の24,200 ha (40.7%)に広がっており、土性はシルト質壤土でやや細粒質である。アムガオン、ファラバリ、カウニア、ラスカラ、ウツタルガオン およびウリプールの6土壌統は準高位部 (F1) 、準低位部 (F2) および低位部 (F3) の28,200 ha (47.4%)に分布しており、排水条件が悪く、土性は細粒質である。差質およびシルト質沖積土壌は元の河川中洲で準高位部 (F1) 、準低位部 (F2)および低位部 (F3) の1,500 ha (2.5%) に分布しており、排水条件が悪く、土性は粗粒質である。

灌漑栽培に関する土地適性は斜面、土地類型、排水条件、透水性、土性、コンシステンシー、土壌pH等の要因によって決まり、作物によってこれらの要因の要求度が異なる。調査対象地域の土地適性を決定している要因はおもに湛水状況と土性である。本調査では10種類の作物について要求度を土壌統と土地類型の組み合わせで判定した。その結果、調査対象地域のほとんどの部分はイネの高収量品種や畑作に対し適性であった。

3.8 農業の現況

調査対象地域 59,400 haを土地利用の面から耕地、居住地・構造物（道路その他）及び水面（河川、湖沼、沼沢地）の三種類に分けると以下のとおりとなる。耕地はさらに粗面積と純面積にわかれる。

耕地		居住地・構造物	水面	合計
粗面積	純面積			
50,500	42,800	7,400	1,500	59,400
85%	72%	12%	3%	100%

調査対象地域の純耕地面積42,800 haを土地類型別に灌漑および天水の条件から分類すると以下のとおりである。

	F0	F1	F2 & F3	合計
天水耕地	13,100 ha (31%)	17,200 ha (40%)	2,700 ha (6%)	33,000 ha (77%)
灌漑耕地	3,500 ha (8%)	4,800 ha (11%)	1,500 ha (4%)	9,800 ha (23%)
合計面積	16,600 ha (39%)	22,000 ha (51%)	4,200 ha (10%)	42,800 ha (100%)

作期は雨季にあたるカリフ期（3月～9月）と乾季にあたるラビ期（10月～2月）に分れる。さらにカリフ期はカリフ前期（3月～5月）とカリフ本期（6月～9月）に細分できる。また、ラビ期は近年灌漑技術の導入に伴い、ラビ本期（10月～12月）とラビ後期（1月～2月）に細分される。ロンプールの気象観測所の10日平均データを図3.8.1に示す。

作付体系は実際には多種多様で、上記で述べた土地類型と灌漑条件により単純化し図3.8.2に示したが、概要を以下に示す。

土地類型	作物	作付率	面積 (ha)
F0:0-30 cm	灌漑条件：改良種ボロー改良種アソール [*] 作付/休耕	234%	3,500
	天水条件：改良種アソール/ジュート改良種アソール休耕/ボロー [*] 作付	202%	13,100
	平均/合計	208%	16,2600
F1:30-90 cm	灌漑条件：改良種ボロー改良種アソール休耕/ボロー [*] 作付	213%	4,800
	天水条件：改良種アソール/ジュート在来種アソール休耕/ボロー [*] 作付	182%	17,200
	平均/合計	189%	22,000
F2 & F3: >90 cm	灌漑条件：改良種/在来種ボロー在来種アソール/ジュート休耕-休耕	133%	1,500
	天水条件：ジュート/在来種アソール在来種ボロー在来種アソール休耕-休耕/ボロー [*] 作付	126%	2,700
	平均/合計	129%	4,200
平均/合計		190%	42,800

農作業は人手と畜力で行なわれる。イネとジュートの種子は自家増殖である。育苗期間は40日から50日前後にわたる。本田の準備には2頭一組の牛で約15 cmぐらい2～3回すき

起こす。ジュートもしくはアウス作の収穫後に改良品種アマンを作付ける場合、収穫直後数日为本田の準備を行ない田植えを終了する。堆肥を施用する場合は本田準備前に圃場に運びこみ第一回の耕起ですきこむ。化学肥料は改良品種に田植えや播種後に施肥されるが在来種ではほとんど使わない。薬剤散布により病虫害の防除を行なうこともある。除草は人手で行なわれる。ジュートの間引きは重要な作業である。また、ジュートは収穫後2～3週間水に付け腐らせたあと繊維を分離し乾燥する。

現況における調査対象地域の耕地面積、収量および生産量を下表に示した。

作物	作付面積 (ha)	単収 (ton/ha)	生産量 (tons)	作物	作付面積 (ha)	単収 (ton/ha)	生産量 (tons)
改良種ボロ	10,200	3.68	37,500	ジュート	4,400	1.48	6,500
在来種ボロ	1,000	1.84	1,800	サトウキビ	1,900	27.00	51,300
改良種アウス	19,500	2.40	46,800	小麦	3,600	2.03	7,300
在来種アウス	4,300	1.25	5,400	油糧作物	1,200	0.60	700
改良種アマン	26,300	2.77	72,900	豆類	1,000	0.74	700
在来種アマン	6,100	1.75	10,700	ジャガイモ	1,000	9.05	9,100
				香辛料	500	4.84	2,400
イネ合計	67,400	2.54	175,100	野菜	500	6.18	3,100

家畜は耕起作業の労働力であり、また厩肥として土壌養分を補給し家庭に炊事燃料を供給する。畜産からとれる牛乳、卵、肉は蛋白質源にも現金収入源にもなっている。さらに家畜は容易に換金できる重要な農家資本となっている。調査対象地域には約10万頭の牛と30万頭のヤギや羊がおり、作物残渣や放棄地の草を食べている。畜産の飼育頭数の拡大は飼料供給の面からあまり余地がない。

農業普及局 (DAE) の郡事務所がクリグラムにあり、ユニオンレベルまで普及活動を行っている。DAEはIFADと西ドイツの援助のもとにNGOのRDRS (Rangpur-Dinajpur Rural Service) と共同で「零細・小規模農家作物生産強化計画 (MSFSCIP)」を実施している。この計画はクリグラム郡の零細農家および小規模農家を対象に、グロスセンターの建設、農道、栽培試験、農家金融、普及強化、非営農活動の強化などからなり、1987年から1994年まで実施する予定である。

大規模灌漑事業はBWDBの管轄であるが調査対象地域ではまだ灌漑事業を開始していない。地下水を中心とした小規模灌漑事業はBADCを中心とした機関で行っており、民間部門も井戸の開発に貢献している。

調査対象地域には銀行が6行 (ソナリ、ジャナタ、アグラニ、プバリ、クリシイおよびグラミン) が営業している。土地無し農民の救済を目的に設立されたグラミン銀行は全タナに業務を拡大中であ

る。その他で重要な農民金融としては栽培資金や灌漑設備の資金を協同組合に融資するBRDB協同組合基金がある。

BARI (バングラディッシュ農業研究所) の支所がクリグラムにあり栽培試験を行っている。種子、肥料、農薬などの営農資機材はほとんどを民間業者が扱っている。クリグラムには畜産局の支所があるが、活動を開始したばかりである。

調査対象地域内には小規模の市場が数多くあり、需要と供給の関係で農産物の価格が決まる。収入の低い農家は収穫後すぐに生産物を売却して現金収入を得て借金の返済を行う。このため収穫直後は価格が低い。農民は自分で収穫物を市場へ運搬する。農道の整備が遅れているため商人や仲介業者はあまり村までは入っていない。全体として流通システムが十分に発達していないため、農民は生産物本来の価格で販売できていない。

3.9 内水面漁業

調査対象地域内の漁獲量は約560 tonで住民一人あたり1.4 kgにあたるが全国平均の2.2 kgにも達していない。

養魚池は2,600ヶ所で水面面積にして260 haにおよぶがその36%は遊休している。生産している養魚池は平均0.1 haであり70%が鯉の多品種養魚を営んでいる。養魚の生産は漁獲量の30%にあたる167 tonでおよそ900 kg/haであるが、通常の養魚池の3,300 kg/haと比較するとかなり生産性が低い。養魚の経営は粗収益Tk27,800/haおよび生産費Tk11,800/haであり純収益はTk16,000/ha程度である。このように生産性が低い理由としては(1)池の設計が不適切、(2)粗放的な技術、(3)最低限の管理、(4)良質な稚魚の不足、(5)池の所有権が散在、(6)財務的に資金が不足、(7)技術指導の不足、(8)干魃や洪水、病気の危険性、(9)流通施設の不足、が上げられる。

捕獲漁獲量は約2,000 haの水面から400 ton程度と推定される。このうち1,740 haは三つの主要河川で、残り260 haはその他の堤防内部にある水路、湖沼、洪水低湿地である。主要河川では216 kg/ha、その他の水面では84 kg/haで平均194 kg/haとなる。魚の種類も主要河川とその他の水面で大きく分けられる。

洪水防御・排水改良事業が捕獲漁業に及ぼす影響は、事業実施地域の漁獲量が実施されていない地域よりも低く、このため収入が4%から10%低くなっていることで表わされる。

また洪水防御・排水改良・灌漑事業が養殖漁業に及ぼす影響は改良技術の導入や定常的

な魚類の飼養を促進することが予想できるが、過去の事例でも未だ実証されていない。これまでの経験では稚魚などを放流したり配付するプログラムで事業を補完した場合のみ良い効果が期待できる。さらに加え逆効果として地下水灌漑を拡大した場合に養魚池からの漏水が増加し必要水位を下回ることが予想される。

3.10 農村社会基盤

現状の農村社会基盤については地方自治技術局 (LGED) が農村雇用セクタープログラム (Rural Employment Sector Programme) として調査しており、その概要を表 3.11.1 に示した。

調査対象地域の車両通行可能な道路は図 3.10.1 に示すとおりかなり整備されている。ティスタ橋からクリグラムへ通ずる道路が唯一の一級道路でこれはチルマリまで舗装されている。農村内を結ぶ域内道路は大部分が未舗装で、雨季の車両の通行は困難な状況である。域内道路には多数の橋や暗渠がある。侵食などの損傷を受けているものがあるが、補修や修理はほとんど行われておらず、乾季においても車両の通行を妨げている。既存の洪水防御/排水改良施設に関しては少なくとも 4ヶ所の橋を改修する必要がある。

郡庁所在地であるラルモニルハットとクリグラムでパイプ給水による上水道が設置されている。他の地域では手漕ぎポンプや足踏みポンプ、その他の方法により飲料水を供給している。このような地域では飲料水は無処理で供給されている。送電網は道路に沿って設置されており、すべてのタナに行き渡っている。

3.11 既存の洪水防御・排水改良・灌漑施設の現況

3.11.1 既存の洪水堤防および堤防護岸

洪水防御堤防については、50年確率の洪水水位に対応する 108 km の堤防が建設済みであるが、BWDB のクリグラム事務所が 1989 年に行なった調査によればほとんどの部分で余裕高が少ない。

堤防護岸工事についてはグローイン、クロスバーなどの水制工および堤防法面の保護工などの堤防護岸工事が 4ヶ所で建設されている。これらはクリグラム市街洪水対策事業、ジョイクマール護岸事業、モロルバシャ護岸事業、ピダナンガ護岸事業により実施されている。これらの施設の位置を図 3.11.1 に示した。

3.11.2 排水システムおよび洪水状況

調査対象地域には排水路として利用されている河川や水路があり、既存の11ヶ所の排水樋門につながり余剰水を排水している。これらの施設の位置を図 3.11.1 に、また表 3.11.1 に排水樋門と排水樋管の諸元を示した。また調査対象地域は八つの排水企画に分けることができる。

3.11.3 浅井戸および深井戸による小規模灌漑開発

調査対象地域の現況における小規模灌漑開発は以下の通りである。

タナ	浅井戸 設置数 (nos.)	浅井戸 灌漑面積 (ha/well)	深井戸 設置数 (nos.)	深井戸 運転数 (nos.)	深井戸 灌漑面積 (ha/well)
ラルモニルハット	523	3.6	45	25	18.9
ラジャールハット	850	4.0	64	55	21.6
クリグラム	339	4.2	30	16	16.6
ウリプール	969	4.1	128	120	19.4
チルマリ	139	4.2	40	20	15.7
合計/荷重平均	2,820	(4.0)	292	236	(19.4)

機械の故障、利用者間の調整、料金の未払いのためこれらの井戸が全て運転されているわけではない。1992年の状況では、実際の運転は1月から5月に1日あたり8~10時間となっている。深井戸の場合には年間平均521時間の運転で1日あたり最大18時間である。1台あたりの灌漑面積は浅井戸の場合に平均4.0 haで3.6 ha~4.2 haの範囲にある。深井戸の場合には支配面積は14 ha~50 haであるが、実際の灌漑には10 ha~38 haしか灌漑できておらず、平均で19.4 haとなっている。

現況の灌漑面積9,800 haのうち、47%にあたる4,600 haが深井戸により残り53%の5,200 haは浅井戸による。1992年では設置されている浅井戸のうち46%にあたる1,300基が運転しているものと推定される。運転していない浅井戸はエンジンが運搬や脱穀などほかの目的に使われたり、耐用年数を終えたもの、容量などの点で収益が見込めないもの、利用者の組織が整備されていないものなどである。

3.12 既存の洪水防御・排水改良・灌漑施設の維持管理

BWDBの維持管理局の下には北西地域を担当する事務所がクリグラムの西方100 kmのディナジプールにある。この事務所の所長の下にサイドプールとラルモニルハットに現場事務所があるが、クリグラム郡には維持管理の事務所は設置されていない。したがって、既存の施設は維持管理局に移管されておらず、調査対象地域の施設の維持管理については事業実施部門のクリグラム現場事務所が行なっている。

維持管理に関連する主な問題点は(1) BWDBによる組織的な支援に限界がある、(2) 予算が少なく維持管理に要する資金が不足している、(3) 公聴会等による住民への説明が不足している、(4) 橋梁や暗渠の倒壊しているために水路内の流下容量が不足している、(5) 洪水期に堤防などを監視するための人員や車両が不足している、(6) 維持管理要員の訓練に必要な施設の不足、が上げられる。

維持管理に上記の問題はあるが、既存の堤防や排水樋門は一応機能している。

第4章 過去の調査及び現行の関連調査の検討

4.1 本調査に関連する過去の調査

クリグラム南部灌漑排水計画に関連して以下の調査が過去に行われている。

- (1) 1969/71年に実施されたフィージビリティ・スタディ調査
- (2) 1975年に実施されたフィージビリティ・スタディの見直し調査
- (3) 1982年に実施されたフィージビリティ・スタディの見直し調査

これら過去の調査報告書は第1次調査で収集し、内容の吟味を行った。これらの調査で対象としている事業は、洪水防御、排水改善及び灌漑開発であるが、提案している事業の内容は表4.1.1に示したように異なる。

クリグラム南部地区では、上に述べた地区全体の洪水防御・排水改善・灌漑開発に関するフィージビリティ・スタディ調査と平行して、クリグラム市街（地区中央に位置し、ダルラ川右岸に近接する）の河川侵食対策・洪水防御・排水改善事業のフィージビリティ・スタディ調査が1970-1972年に行われている。

4.1.1 1969/71年のフィージビリティ・スタディ調査

本調査では、ダルラ川からの取水計画を基本とし、表流水だけで灌漑計画を検討している。地下水の利用は考慮していない。検討している灌漑計画は、以下の4案である。

代案-1：（開発面積：34,400 ha）

ダルラ川の上流にポンプ場を設置して、地区の北部のみを灌漑する計画である。地区内南部は灌漑しない計画となっている。

代案-2：（開発面積：51,200 ha）

ダルラ川の上流及び中流に各々1基ずつにポンプ場を設置して、地区の全域を灌漑する計画である。

代案-3：（開発面積：36,900 ha）

ダルラ川の中流に取水堰を建設し、重力方式で地区の南部を灌漑する計画である。地区の北部灌漑しない計画となっている。

代案-4：（開発面積：51,200 ha）

ダルラ川の上流にポンプ場を1基設置し、さらに中流に取水堰を建設して地区全体を

灌漑する計画である。

本調査では、代案-4（ポンプ場及び取水堰）による全域の灌漑計画が技術的にも経済的にも最も妥当であるとしている。この代案の内部収益率は11.7%と計算されており、若干低い値となっている。これは、期待できる便益の大きさと比較して、大きな構造物の建設に要する事業費が大きすぎる結果と言える。

4.1.2 1975年のフィージビリティ・スタディ見直し調査

1969/71年のフィージビリティ・スタディ調査結果に基づいて、バングラデシュ政府は事業の実施を決定し、1971年にその資金援助を世界銀行に求めている。世銀ミッションが現地に派遣され、調査報告書が検討されたが、灌漑開発に関して地下水の活用することと既存排水路（現況地区内河川）を灌漑用水路として活用することの可能性を再検討することを求めた。このため、灌漑開発計画は再度見直しをすることになった。この見直し調査は、1975年に完了している。見直し調査では、以下の3つの代案が検討されている。

代案-1：（開発面積：49,800 ha）

地下水の利用によって、全域を灌漑する計画である。しかし、灌漑条件下での作付け率は地下水の賦存量が限定されているために比較的低くなっている。

代案-2：（開発面積：49,800 ha）

地区北部（20,500 ha）を地下水による小規模灌漑で、南部（29,300 ha）をダルラ川に取水堰を建設して重力方式で灌漑する計画である。

代案-3：（開発面積：49,800 ha）

ダルラ川の上流にポンプ場を1基設置して地区北部（24,600 ha）を灌漑し、地区南部（25,200 ha）は地下水による小規模灌漑で開発する計画である。

この見直し調査では、上記の代案の検討の結果、代案-2（小規模地下水灌漑及びダルラ川取水堰）が最も技術的にも経済的にも妥当な案であると結論付けている。1969/71年の調査で提案している事業内容で異なっている点は、排水改良で1969/71年の調査が、重力排水を提案しているのに対し、1975年の見直し調査ではポンプ排水を提案していることである。世銀ミッションに指摘された既存排水路を用水路として活用する案は、本調査では妥当性を否定している。内部収益率は、38.9%と計算されている。これは、1969/71年の調査結果（11.7%）と比較して大幅に大きい数値である。これは、地区北部を小規模地下水灌漑方式に

したことにより事業費が小さくなったことと、便益側で作物収量と作付け率を増加させていることに起因する。

4.1.3 1982年のフィージビリティ・スタディ見直し調査

クリグラム南部の灌漑開発を進めるために、BWDBは必要な建設資金をサウジ開発基金からの融資で賄う事として1982年に融資申請のための見直し調査を実施した。この見直し調査では、上記の調査で提示された代案以外に新しい提案はなされていない。1975年の見直し調査で提案された代案-2（小規模地下水灌漑及びダルラ川取水堰）を基本として、地下水と表流水との灌漑面積比率に関して若干の変更をしているに過ぎない。また、事業費と便益は大幅に修正しており、内部収益率は56.21%と計算している。

4.1.4 クリグラム市街の河川侵食対策・洪水防御・排水改善事業

クリグラム市街を洪水・河川侵食から守るために、1970-72年に対策事業のフィージビリティ・スタディ調査が実施された。この調査では、ダルラ川の洪水を7,100m³/sec（確率1/100）と想定して、次の二つの計画を提示している。

提案-1： 堤防の安定と河道の改良

本提案は、ダルラ川の左右両岸の堤防と河川改修を通じて河道の安定化を図る事を意図しており、護岸に関しては侵食が激しい箇所では沈埋エプロンと共に法面保護工を、その他の箇所では植栽や擁柵による保護工を施す事としている。具体的な事業内容は以下のとおりである。

(1) ダルラ川右岸河川改修

2箇所での堤防法面の保護工	5,240 m
植栽や擁柵による保護工	7,310 m

(2) ダルラ川左岸河川改修

2箇所での堤防法面の保護工	3,720 m
植栽や擁柵による保護工	8,840 m

提案-2： ダルラ川右岸の護岸

本提案では、ダルラ川右岸のみを対象とし、侵食が激しい箇所での水制工・護岸・洪水

堤防等でクリグラム市街を守る計画としている。ダルラ川左岸については何ら提案していない。これにより、ダルラ川がクリグラム市街付近で右岸寄りに流れることを規制して、左岸寄りに流れるように意図していることになる。具体的な事業内容は以下のとおりである。

- (1) ダルラ川右岸クリグラム市街上流部
 - 水制工NO.1 195 m T字型 (先端長150 m)
 - 水制工NO.2 275 m T字型 (先端長205 m)
 - バリシャバリ地区での堤防法面保護工

- (2) ダルラ川右岸クリグラム市街下流部
 - クリシュナプール地区水制工 195 m T字型 (先端長150 m)
 - クリシュナプール地区での堤防法面保護工

各提案の事業費は、提案-1で5,650万タカから9,560万タカと見積られており、提案-2では2,360万タカから2,840万タカと見積られている。便益/費用比率は、提案-1では4.10から6.94と計算されており、提案-2では2.40から2.89と計算されている。BWDBはこの調査に基づいて事業を実施することを決定し、自国予算で提案-1と提案-2を組み合わせ事業を開始している。1990/1991会計年度末で、事業の進捗は62%とされており、支出総額は1億6,650万タカになっている。

4.2 本調査に関連するFAPの調査

クリグラム南部灌漑排水計画に関連するFAP調査は以下のとおりである。調査団はこれらFAP調査で提示される開発基準や政策以下の調査が過去に行われている。

- (1) FAP-2 : 北西部地域計画
- (2) FAP-9A : 地方都市洪水対策事業
- (3) FAP-12 : 既存FCD/I事業の農業計画レビュー
- (4) FAP-13 : 維持管理計画基準の作成
- (5) FAP-15 : 土地収用及び入植計画基準の作成
- (6) FAP-16 : 環境評価基準の作成

4.2.1 北西部地域計画 (FAP-2) 調査

(1) 本調査の目的

- 1) 北西部地域 (34,600 km²) に於ける洪水対策・排水改善に関する開発代案を評価し最も適切な対策を提示する。
- 2) 北西部地域を対象とした洪水対策・排水改善に関するマスタープランを策定する。
- 3) 最優先プロジェクトのフィージビリティ・スタディ調査を実施する。

(2) クリグラム南部地区に関する事項

FAP-2の調査対象地域にクリグラム南部地区が含まれている。インテリム・レポートで、FAP-2はクリグラム南部地区に関して以下に示す洪水対策・排水改善を提案をしている。

1) 既存洪水堤防の嵩上げ・強化	108 km
2) 水制工の追加付設	8,050 m
3) 既存排水樋門の改修	2箇所
4) 既存排水路の改修	45.5 km
5) 排水路の新設	3.5 km

クリグラム南部地区に関する洪水対策・排水改善計画の主要な経済指標は以下のとおりである。

1) 栽培面積	65,430 ha
2) 総事業費	18億7,800万タカ
3) ha 当たり事業費	28,702タカ
4) 年間維持管理費	1億1,000万タカ
5) (便益－費用) / 費用比	-0.82(1988)、-0.68(1989)

上記の経済指標は、北西部地域の開発計画の中で最も低い数値となっている。

FAP-2はクリグラム南部地区に関する洪水対策・排水改善事業は経済的な妥当性がないとしている。

4.2.2 地方都市洪水対策事業 (FAP-9A) 調査

(1) 本調査の目的

FAP-9A調査は、侵食・浸水の被害がある中規模の地方都市の洪水対策・排水改善を目的とした調査である。調査には、特に優先度の高い6つの地方都市を選び、そのフィージビリティ・スタディ調査を実施することになっている。6つの優先地方都市にクリグラムが含まれている。他の優先地方都市は、クルナ、パンチャック、モウルビバザール、ハビガンジ、ディナスプールである。

(2) クリグラム市街の洪水対策・排水改善事業の概要

本調査では、以下の対策事業を提案している。

洪水対策として

- | | |
|--------------|------|
| 1) 既存洪水堤防の改修 | 2 km |
| 2) 排水樋門の追加付設 | 2箇所 |

河川侵食対策として

- | | |
|-------------|------|
| 3) 既存水制工の改修 | 2箇所 |
| 4) 水制工の新設 | 2箇所 |
| 5) 堤防法面の保護工 | 4 km |

排水改善として

- | | |
|-----------------|---------|
| 6) 既存排水路の改修 | 15.2 km |
| 7) 排水路の新設 (幹線) | 21.3 km |
| 8) 排水路の新設 (支線) | 10.0 km |
| 9) クロス・カルバートの付設 | 30箇所 |

(3) 事業費概算及び事業評価

事業費は、1992年1月現在の価格で以下のように見積られている。

1) 洪水対策	661万タカ
2) 河川侵食対策	1億1,429万タカ
3) 排水改善	4,307万タカ
合計	1億6,397万タカ

また、維持管理費は、年間177万タカと推定されている。内部収益率は14.4%と計算されており、技術的・経済的な妥当性があるとされている。

4.2.3 既存FCD/I事業の農業計画レビュー (FAP-12) 調査

(1) 本調査の目的

- 1) 既存のFCD/I事業の農業・経済・社会・環境に関する影響を評価する。
- 2) 既存のFCD/I事業の運営に関する問題点を明らかにして、事業の計画・設計・維持管理についての改善勧告を行う。
- 3) FAP関連事業の計画・設計・施工・維持管理に関する指針・基準を提示する。

(2) クリグラム南部地区に関する事項

クリグラム南部地区FCD事業は、FAP-12調査の詳細事業評価の対象となっている5事業のうちの一つである。FAP-12は、クリグラム南部地区に対し多面的なコメントや勧告を最終報告書で報告している。以下は、FAP-12がクリグラム南部地区に関して最終報告書で記述している概要である。

- 1) 既存の洪水堤防は、洪水や侵食に対して度々改修を要する状況にある。特に地区南部では、洪水堤防をセットバックする必要が出てきている。排水路は雨季中の降雨を排出する流下能力が不足している。また、地区内の一部では、自然排水路が洪水堤防で塞がれており、地区の湛水被害を起こしているケースもある。ダルラ川の侵食対策事業は継続して行われている一方で、建設された構造物が侵食被害を受けている。地区内の南部・西部の低平地での河川侵食対策は費用が掛かり過ぎるために経済的に効率的とは言えない。
- 2) キショルプール排水樋門（テイスタ川側）とサンヨシル・カール排水路口（ダルラ川側）で堤防が極めて弱い箇所がある。これらについては緊急的な処置が必要であろう。
- 3) 本地区での大規模灌漑開発は経済的な妥当性がない。近年急速に小規模浅井戸灌漑が普及している状況から、大規模灌漑計画は地下水灌漑に掛かる経費との比較において再検討されるべきであろう。大規模灌漑が実施される場合は、環境への影響は大きくなるので慎重な環境評価が重要になってくる。

- 4) 既存の洪水堤防には、洪水や雨によって亀裂を生じている箇所や人為的な開口部（排水不良の低平地で住民が人為的に堤防をカットしている箇所）があるが、これらは長い期間そのまま放置されている。また、洪水堤防の約2/3に土地無し住民が不法に居住し、堤防の維持管理を難しくしている。一般にBWDBと地域住民の間には、堤防の維持管理に関して対立が生じている。既存の排水路は土砂が沈積し、浚渫が必要な状況になっている。
- 5) 内水面漁業に関しては、官民一体となった努力により発展させるべきである。

4.2.4 維持管理計画基準の作成（FAP-13）調査

（1）本調査の目的

- 1) 既存のFCD/I事業の維持管理状況及び問題点を明らかにする。
- 2) 既存のFCD/I事業及び今後実施されるであろうFCD/I事業の維持管理の問題を解決する方法・手段・対策を明らかにする。
- 3) FCD/I事業の維持管理に関して地域にある資源の活用また地域住民の参加を促進する方法・手段・対策を勧告する。

（2）クリグラム南部地区に関する事項

クリグラム南部地区FCD事業は、FAP-13調査（第1期）の詳細事業評価の対象となっている5事業のうちの一つである。FAP-13は、クリグラム南部地区に対し多面的なコメントや勧告を最終報告書で報告している。以下は、FAP-13がクリグラム南部地区に関して最終報告書で記述している概要である。

- 1) 既存の洪水堤防は、数多くの箇所で侵食を受け、洪水や雨によって生じた亀裂や人為的な崩壊部分が長い期間そのまま放置されている。日常的な維持管理がなされていない。地区内の低平部では排水不良のために周辺住民が人為的に堤防を壊して内水の排除を試みることがある。
- 2) ラトナイ川と既存洪水堤防との交差する箇所で堤防が開いたままになっている。ラトナイ川をダルラ川に転流し、堤防を塞ぐ必要がある。
- 3) BWDBの現地事務所にある地形図は古いもので、現状の位置関係が分からない。

いほどである。最新の地図を配布する必要がある。

- 4) 排水樋門は比較的良好に管理されている。特に堤防に亀裂や人為的破壊がない地域では問題がない。本地区での基本的問題は、既存施設に地区内の余剰水量を排出する能力がないことである。各排水樋門の管理者は、特に指示や訓練を受けていなくても、微妙に操作を行っている。既存施設の維持管理に関して管理委員会等はない。
- 5) 排水系統及び洪水の状況を把握して、これらを地図に落とし排水問題を再検討する必要がある。これにより排水問題解決の優先度を決定すべきであろう。
- 6) 1991年現在、79名の職員が管理業務に従事している。年間の維持管理費は420万タカである(66タカ/ha)。79名の職員のうち、技術系の職員は15名に過ぎず、日常の維持管理業務を実施するには不足している状況にある。維持管理に必要な物理的な供給(修理材料・機械部品・水門部品等)を十分にすることで、日常の維持管理業務はもっと小さい組織体制で実施可能と思われる。
- 7) 既存堤防の不法住居問題は、居住者に堤防の維持管理を肩代わりさせることで解決されるであろうし、BWDB事務所の維持管理業務が少なくなる事にもなる。
- 8) 開発計画を実施する際には、必ず公聴会を開催し、住民の声を聞くべきである。また、施設の運営には出来るだけ地域の諸団体に関与させるように工夫すべきであろう。

4.2.5 土地収用及び入植計画基準の作成 (FAP-15) 調査

(1) 本調査の目的

- 1) 既存FCD/I事業の用地収用の手続き及び用地補償の方法を評価する。
- 2) 土地収用によって農地を失った農民の入植について可能性のある手段を提示する。
- 3) 土地収用を出来る限り少なくし、入植農民の生活を出来る限り豊かにする方向で土地収用・入植に関する指針・基準を作成する。

(2) 土地収用に関する指摘事項

FAP-15が指摘している土地収用に関する一般的な事項は以下のとおりである。

- 1) 土地収用による経済的損失は全ての階層にわたっているが、当然のことながら貧困層で最も大きな影響がでている。
- 2) 土地収用によって土地を失う零細・貧困農家のみを対象として入植・救済計画を立てることは間違いである。土地を失わなくとも、洪水堤防の建設によって堤防の外側に居住することになる農民は洪水の危険に晒される訳で、これらの人々も考慮されるべきであろう。
- 3) 用地補償額の算定方式は、種々の問題（汚職・遅れ・係争等）を引き起こしている。用地補償の算定については、もっと理論的な裏付けを持つように設定されるべきで、この点は政策の鍵となるであろう。
- 4) 用地補償は土地を失った零細・貧困農家が主たる対象となっているが、その他の多くの農家が影響を受けて補償の対象となっていない。用地収用の過程において、影響を受ける村落に対して、多面的な援助を考慮すべきであろう。

4.2.6 環境影響評価（FAP-16）調査

(1) 本調査の目的

- 1) 既存FCD/I事業の環境影響を評価し、FAP関連調査で使用する環境影響評価に関する指針・基準を作成する。
- 2) 環境影響評価技術に関してバングラデシュ政府関係者を訓練する必要性を評価・判断する、更に環境影響評価技術の普及のためセミナー／ワークショップを開催する。

(2) 環境影響評価に関する指摘事項

FAP-16は1991年5月に開始されたが、1992年5月に「環境影響評価ガイドライン」及び「環境影響評価マニュアル」を提出している。この「環境影響評価ガイドライン」によれば、洪水防御・排水改善事業に関連して以下のような環境影響を指摘している。

- 1) 洪水対策事業に関する主たる環境影響は、洪水発生時の自然循環パターンを排除することから生じる。洪水氾濫原は、洪水により土壌水分を保持され沖積堆積物が運ばれることから一般的に生産性が高い土地である。洪水の排除は、洪水発生時の自然循環パターンに従って営まれている洪水氾濫原の農業や河川漁業の生産、野生動物や家畜の数に影響を与える。
- 2) 河川の洪水堤防の建設は、他方で河川の反対側で洪水堤防がない場合は洪水被害を大きくする可能性がある。
- 3) 洪水被害が小さい地域では、排水河川を改修することで河川の流下能力及び流速を増加させられるので、結果として洪水対策として有効な場合がある。
- 4) 低平地では遊水池を人工的に建設することが有効である場合も多い。特に市街地近郊では周辺河川へ流入する前に遊水地が設置されていることがあるが、市街地での洪水位の低下に有効であることが多い。
- 5) 洪水対策事業は洪水の危険を完全に排除するのではなく洪水被害を軽減するだけであるのが常識ではあるが、洪水対策事業が実施されると完全に守られているという間違った考えを地域住民に植えつけることがある。洪水防御に対する危険度は広報されるべきである。こうした誤解は特別に大きい洪水が来た場合や洪水施設が壊れた場合に壊滅的な被害を生じせしめる事に繋がる。
- 6) 洪水対策事業は、プラス及びマイナス両面の種々の社会・厚生・安全面での環境影響を生じせしめる。中でも大きい影響は、洪水対策事業で影響を受ける関係者の中での利害配分の問題である。事業が実施されない前では、洪水の自然循環パターンの中で農業・漁業を営んでいた農民・漁民は事業の実施によって確実に影響を受けることになる。一方、洪水対策事業はこれら農民・漁民とは異なる地区の生活者を洪水から守る事業であることが多い。こうしたマイナスの影響を受ける農民・漁民の生活は補償されていない事が多い。

第5章 基本開発構想

5.1 クリグラム南部地区の現況と問題点

クリグラム南部地区は、バングラデシュ国の中でも最も貧しいとされる地区の一つである。1992年における同地区の一人当たりの年間所得は2,500タカ（64US\$相当）であり、一世帯当たりでは14,400タカ（371US\$相当）に過ぎない。これは国平均と比較すると半分程度に相当し、同地区が極めて貧しいことの指標となっている。クリグラム南部地区の総所得は、18億5,000万タカ（4,800万US\$相当）である。所得の79%は作物生産が占めており、その他では商業が18%、畜産が2%、内水面漁業が1%となっている。このことから、クリグラム南部地区の経済は圧倒的に農業に依存した構造になっていることが分かる。従って、農業生産の拡大が、クリグラム南部地区の経済・社会開発の鍵を握ることになる。

クリグラム南部地区は、人口が多い地域である。地区の総面積は59,400 haであるが、人口は1992年の人口統計で約74万人と推定されている。人口密度は1,245人/km²である。総世帯数は約13万であり、そのうち農業で生計を立てている農業世帯数は約78%の約10万と推定できる。地区の総面積の59,400 haのうち、農地はその72%の42,800 haである。クリグラム南部地区は、農地面積に対して農家数が多いために零細農家が多い。平均経営規模は0.42 haで、これは国の平均規模0.81 haと比較して小さい。農地以外の面積が28%あるが、これらは町、村落、道路、沼、河川等であり、農地の拡大の余地は極めて少ない。従って、農業生産の拡大は、現在ある農地面積の範囲内で、単位面積当たりの収量を増加させるか、又は年間当たりの作付け率を向上させるしか道がないことになる。

現在の年間作付け率は平均で190%である。年3作行っている地区は面積比で11%に過ぎず、年2作の地区は69%、年1作の地区は20%である。作付け率の向上を阻害する要因は、雨季の洪水被害（低平地の排水不良を含む）と乾季の灌漑施設の欠如である。現状での作付け率は、洪水の程度と灌漑施設の有無に左右されており、場所によって126%から234%までの変化がある。従って、排水改良と灌漑開発によって、作付け率は向上させらる。

作物収量に関しても改善しうる大きな余地がある。クリグラム南部地区は肥沃な沖積平

野に位置しており、年間作付けが可能な気象条件にも恵まれている。農民は極めて勤勉であり向上心がある。更に灌漑開発に利用可能な水資源にも恵まれている。クリグラム南部地区の代表的作物は米であるが、地区内のha当たりの収量は、灌漑施設の有無及び使用品種によって、1.25tons/ha から3.68tons/haまで大きな格差が見られる。ローカル品種は、洪水常習地域または排水不良地で雨季作（アウス又はアマン作）に使用されているが、一般に収量が低い。これら雨季に湛水する地域では、草丈の低い高収量品種が栽培できないからである。即ち、排水改良が高収量品種に切り替えさせる鍵となり、雨季作の収量増大に寄与することになる。一方、乾季は灌漑することによって乾季作（ボロ作）の収量増大が見込める。

FCD/I事業は、このようにクリグラム南部地区での農業生産を拡大するための基本的であり、不可欠な事業である。FCD/I事業と共に、農業研究・普及活動・農業資材の供給・農業金融・農村開発・農村環境整備等の事業も同時平行的に実施する必要がある。FCD/I事業は、これらの事業の成果を確実にする基礎を築く基幹事業とも言える。

5.2 既存FCD事業の現状と成果

1969/71年にフィージビリティ・スタディ調査が実施され、これに基づいて洪水防御及び排水改善事業（FCD）が1973-1984にかけて実施され、施設の大部分は完成している。灌漑計画については、1975年及び1982年に見直しが行われたが、実施には至っていない。クリグラム南部地区で実施されたFCD事業の概要は以下のとおりである。

(1) 洪水堤防の建設	:	108 km
(2) 排水樋門の建設	:	11箇所
(3) パイプ・カルバート	:	5箇所
(4) 既存排水路の改修	:	極めて限定された範囲で実施
(5) 地下水井戸灌漑 (STW/DTW)	:	約9,800ha

洪水堤防は、クリグラム南部地区を囲む3つの河川からの洪水を防ぐ目的で建設され総延長108 kmある。これによりクリグラム南部地区の全域59,400 haが概ね洪水から守られている事になる。しかし、実際は建設工事が粗末であったり、建設後の維持管理に問題があるために十分には初期の目的を果たしてはいない。洪水堤防には数多くの亀裂があったり、人為的に破壊されている箇所もある。これらの亀裂は改修されずに放置されており、これら亀

裂から流入する洪水が農業生産に大きな被害をもたらしている。クリグラム南部地区は毎年のように洪水被害を受けている地区であり、洪水堤防の修復は急務であると言える。

クリグラム南部地区の排水改善のために、排水樋門の建設及び既存排水路の改修が実施されているが、排水樋門の幾つかは近年の洪水により被害を受けて機能しなくなっている。また、排水路の多くは、度重なる湛水のために土砂が沈積して、本来の流下能力を失っている。堤防内の余剰水量（地区内降雨）は地区内低平地に集まり湛水被害を引き起こすが、下流低平地に居住する住民が人為的に洪水堤防を切り、地区内に停滯する水を排出することがある。地区内排水路の改修は過去の報告書にも述べられているように必要かつ緊急を要する。

灌漑開発に関しては、ポンプ場と取水堰を建設してクリグラム南部地区の全域を灌漑する計画が検討されてきたが、予算措置が困難なことと国の水資源開発政策が変更になったことにより実現されていない。一方、地区内では、多種多様な小規模灌漑が進められてきた。代表的な小規模灌漑方式は、浅井戸灌漑（STW）である。バングラデシュ政府は（農業省）、民間主導で小規模浅井戸灌漑開発を進めるべく、ポンプ機器の輸入関税の引き下げ、補助金制度及び購入資金の融資制度等の誘導政策をとっている。しかし、地下水の賦存量は全域を灌漑するほどにはないため、ダルラ川の表流水の開発が必要となっている。但し、表流水の開発に当たっては、出来る限り低コストで出来るように考慮されるべきであろう。

5.3 基本開発構想

5.3.1 開発戦略

クリグラム南部地区に於けるFCD/I事業の基本戦略は、水資源開発に関する国家政策及び現行のFAP調査との整合性を考慮して以下のとおりとした。この基本戦略は1992年3月に提出したプログレス・レポートNo.1に述べ、BWDBとの協議を通じて互いに合意している（付属資料-6参照）。

(1) 洪水対策

洪水対策に関しては、既存施設の改修・改良に重点を置く。河川堤防の侵食対策は灌漑用水の安定取水を確保するため必要な最低限に留める。

(2) 排水改善対策

排水改善は、重力排水を原則とする。既存の排水路網は浚渫等で改善する。低平地の排水改善は、経済的な妥当性に問題があるので、内水面漁業の振興計画との調整をした上で検討する。

(3) 灌漑開発

灌漑は、乾季作の拡大と雨季作の安定（補助灌漑によって）を目的とする。灌漑開発は地下水と表流水との複合利用によるものとする。開発に当たっては、地下水の開発を促進し、灌漑用水の不足を表流水で補完するものとする。

(4) FCD/I事業に関する一般事項

- 1) 地域の就労機会の増大及び事業の経済性を踏まえ、土木工事は出来るかぎり人力施工とする。
- 2) 地域住民による維持管理を考慮して、施設は出来るかぎり簡単な操作で維持管理が出来るものとする。
- 3) 周辺環境及び関連事業セクターに悪影響がでないように計画立案する。
- 4) 実施に当たっては、社会的な抗争・緊張を生じせしめないように、特に土地収容に関する影響を最小限に抑える計画とする。
- 5) 事業の効果が十分に発現するよう、関連省庁との関係を明確にする。

5.3.2 基本開発計画の選定

上記の基本開発構想に基づき、実施可能性のある計画を挙げ、それらを比較することによりクリグラム南部地区に最も適した開発計画を選定する作業を行なった。この比較検討については付属書-XIに詳細を述べた。なお、比較検討についてはインテリム・レポートに記載し、その方法及び結果についてBWDBと合意している（付属資料-7参照）。以下は合意した比較検討の結果である。

(1) 洪水対策に関する代案

洪水対策については代案はない。既存洪水堤防（108 km）の崩壊部分の改修及び灌漑用水の取水地点での護岸対策に限定する。

(2) 排水改善に関する代案

以下の2案が代案として考えられるが、比較検討の結果として代案-2を選定する。

代案-1： 全域を対象とした重力排水による排水改善

代案-2： 重力排水を原則とするが、一部低平地に関しては輪中内輪中を建設しポンプ排水を一部考慮する。

(3) 灌漑開発に関する代案

以下の9案が代案として考えられるが、比較検討の結果として代案-9を選定する。

代案	地区北部	地区南部
代案-1	ポンプ	取水堰
代案-2	ポンプ	ポンプ
代案-3	ポンプ	地下水灌漑
代案-4	地下水灌漑	取水堰
代案-5	地下水灌漑	地下水灌漑
代案-6	地下水灌漑	ポンプ
代案-7	地下水灌漑	自然取水（低揚程ポンプ併用）
代案-8	自然取水（低揚程ポンプ併用）	自然取水（低揚程ポンプ併用）
代案-9	自然取水（低揚程ポンプ併用）	地下水灌漑

代案-9：地区北部から中央部を自然取水施設で灌漑する。この案では既存排水路を出来る限り用水路として活用する。又、排水路からは低揚程ポンプを用いる。残りの地区は地下水灌漑を考える。

5.4 基本開発計画に対する地域住民の意向

基本開発構想及び基本計画に対する地域住民の意向を聴取し、開発計画に反映させるために農家意向調査をフェーズ II 調査で実施した。調査はアンケートによる意向調査（765戸）の他タナ・ユニオン毎に公聴会を開催して上記基本計画について協議した。

その結果、上記の合意した基本戦略及び基本計画について地域住民の賛同が得られることが確認出来た。特にLLP（低揚程ポンプ）を利用した表流水灌漑については大きな期待があることが判明した。既存排水路の掘削及び排水樋門の改修についても歓迎されていることも判明した。既存堤防の改修については全体としては評価されてはいるが、土地無し農民はこの階層の人口の約10%が堤防に居住していることから、既存堤防の改修に対して否定的な判断をしている。

(単位：回答者数に対する%)

回答者数	土地無し	小規模	中規模	大規模	超大規模	その他	合計
LLP灌漑開発	61	93	84	79	81	64	68
排水改善	46	61	75	84	65	49	59
洪水堤防の改修	8	61	81	43	33	45	45

公聴会の中で提出された意見は付属書Ⅶに詳細に述べたが、それらは以下のように要約できる。

(1) 既存洪水堤防・排水施設に関する意見

- 1) 既存排水路及び湿地の掘削が必要
- 2) 排水路の増設(各地区の排水必要量に応じた)
- 3) 各排水路を結ぶ連結水路の建設
- 4) 必要に応じて運転できる排水ポンプの設置
- 5) 排水樋門の増設及び既存排水樋門の水門数の増加
- 6) 既存洪水堤防及び排水樋門の定期的な補修
- 7) 洪水堤防が崩壊した場合のBWDBによる緊急改修
- 8) 洪水堤防の維持管理の地方自治(ユニオン)への移管
- 9) 既存施設の維持管理に関するBWDBと地方自治体との委員会の設立

(2) 基本開発計画に関する意見

洪水対策計画

- 1) 既存洪水堤防の嵩あげよりも崩壊箇所の改修が重要である。
- 2) 崩壊箇所の改修に際して、砂質土を使うべきではない。
- 3) 河川改修は必要である。
- 4) 洪水堤防の植栽は維持管理作業の障害になる。

排水改善計画

- 1) 既存排水路の掘削は大変評価できる。水路掘削に関しては、現状では水路が耕作に利用されていることから、問題を未然に防ぐ意味で地方自治体を活用する必要がある。
- 2) 排水路を結ぶ連結水路の建設は、排水改善に大いに期待できる。
- 3) 既存洪水堤防の改修と共に排水樋門の改修・増設することは極めて評価できる。
- 4) チルマリ・ラトナイの排水樋門の改修・水門の増設は必要である。

灌漑開発計画

- 1) 表流水による灌漑開発(LLP利用)は以下の理由で極めて歓迎できる。
 - 表流水は地下水と比較して鉄分が少ない
 - 地下水灌漑と比較して運転経費がやすい。
 - 地下水灌漑では乾季に地下水位が下がり揚水量が極端に低下することがある。

- 2) LLPのスベアパーツの供給が問題となろう。スベアパーツの購入についてもクレジットを考える必要がある。
- 3) ダララ川から取水すると下流で堆砂がおき、定期的な浚渫が必要になるのではないか。
- 4) 緊急的な用水需要に答えるために地区内に貯水池を設置する必要がある。
- 5) 各灌漑区で独立した水利組合を設立すべきであろう。BWDBとDAEが組合設立に関して指導に当たり、地方自治体（ユニオン）と共同して水利組合設立に責任を持つべきである。
- 6) BWDBと他の政府関係機関との協力関係は極めて重要である。但し、中央政府での調整がないと現地での調整は困難である。
- 7) BWDB/DAE/DOF/BRDB/LGEDからなる調整委員会設立が必要と思われる。受益者委員会はBRDBの指導で設立可能と考える。
- 8) 展示農場は絶対に必要である。展示農場で関係機関の役割等について実際に進める過程で検討していくべきである。

(3) 事業完成後の維持管理費の徴収に関する意見

- 1) 地域の住民は極めて貧しいので、維持管理に関して無償の役務提供は困難である。
- 2) 灌漑事業に対しては、「水代」を受益者から徴収することは可能と思われる。この「水代」を集めて維持管理費を賄うように考えて欲しい。

5.5 開発計画の基本的事業構成

基本開発構想及び地域住民の意向を踏まえて、本計画の基本的な構成事業を以下のよう
に定めた。

(1) 洪水対策事業

- 1) 既存堤防の崩壊箇所の改修

(2) 排水改善事業

- 1) 排水路網の整備（既存排水路及び沼沢地の掘削、連結水路の新設）
- 2) ラトナイ川の転流及びラトナイ排水樋門の建設
- 3) ホリチャリ排水樋門の改修
- 4) 既存排水樋門の排水能力の増加（水門数の増加）
- 5) 地区内の遊水地機能の増加（沼沢地の掘削）

(3) 灌漑開発事業

- 1) 灌漑取水施設の建設（自然取水施設）
- 2) 灌漑水路の建設（出来る限り既存排水路の利用する）
- 3) LLP利用の末端施設の整備
- 4) 地下水灌漑施設の整備
- 5) 展示農場の建設・運営

(4) 農村インフラ整備事業

- 1) 灌漑用水路・排水路の掘削・建設に伴う橋梁の付け替え・新設

(5) その他

- 1) 維持管理に関する組織の強化
- 2) 水利組合の設立
- 3) 灌漑条件下での乾季稲作（ボロ作の普及）及び内水面漁業の普及

第6章 開発計画の策定

6.1 灌漑開発計画

6.1.1 計画作付体系

計画作付体系は表流水と地下水を利用した灌漑面積の拡大により、(1) 現況の作付率、とくにラビ期の作付率の向上、(2) 改良品種の導入による単位収量の増加、(3) 農業生産の安定、を考慮して策定した。作物の選定にあつたては以下の点を考慮した。

- (1) 対象地域の土壌条件や気象条件ならびに現況作付体系
- (2) 第4次五ヶ年計画の農業開発政策にある 1) 食料自給の達成、2) 国民の栄養状態改善を踏まえた作物多様化、3) 適地適作に基づく作物転換
- (3) 地域住民の生活に必要な材料の供給
- (4) 調査対象地域で各機関が実施している農業普及事業の成果を十二分に活かす

イネを基幹作物として最大限に改良品種を配置した。アマン作には改良品種 (HYV) を洪水の影響のない土地類型 F0 の基幹作物とし、豊富な有効雨量を利用する。アウス作には早生種の改良品種 (HYV) をアマン作の後に配置しイネの作付率を向上させた。ボロ作では乾季に改良品種 (HYV) を土地類型 F2とF3 に導入したが、12月下旬から1月上旬まで気温が10℃以下に下がるため、移植を1月下旬以降とした。

ジュートは市場価格が低く農家の収入に占める割合は少ないが、地域の生活のなかで家屋の材料や薪として重要な役割を果たしている。そのためジュートを雨期 (カリフ期) に天水条件で栽培することとした。冬の乾季にはイネの裏作として畑作を集中的に入れた。畑作の主な作物はコムギ、油糧作物、豆類、ジャガイモ、香辛料、野菜などで、アマン作の後に作付しボロ作またはアウス作の前に収穫する。これらを組み合わせると事業実施後は作付率が224%に増加する。概要は以下の通りであるが計画作付体系を図 6.1.1 に示した。

土地類型	作付様式
F0	3作 改良品種アウス/ジュートー改良品種アマンーラビ作
	2作 改良品種ボロー改良品種アマンまたは改良種アウスーラビ作
F1	2作 改良品種アウス/ジュートーラビ作または在来品種アマンーラビ作
F2 & F3	2作 改良品種ボローラビ作

6.1.2 灌漑用水量

(1) 潜在作物蒸発散量 (ET_0)

潜在作物蒸発散量 (ET_0) はFAOの推奨している修正ペンマン法によりロンプール気象観測所の気象データを使用して算定した。以下に算定した月平均作物蒸発散量とNational Water PlanのMPOが推奨しているロンプールの ET_0 を比較したものである。両者の相異はごくわずかで、灌漑用水量の算定には今回ペンマン法によって推定した ET_0 を使用する。

月	ペンマン法による ET_0 (mm)	MPO推奨値 ET_0 (mm)	相 異 (mm)
1月	2.53	2.32	0.21
2月	3.48	3.32	0.16
3月	5.08	4.36	0.72
4月	5.71	5.65	0.06
5月	5.18	5.43	-0.25
6月	4.76	4.44	0.32
7月	4.23	4.32	-0.09
8月	4.53	4.16	0.37
9月	3.98	4.10	-0.12
10月	3.89	3.55	0.34
11月	3.26	2.95	0.31
12月	2.46	2.35	0.11
年間 ET_0	1494	1428	66

(2) 作物係数

作物係数は作物ごとに現地で測定して求めるべきである。作物消費水量の推定には、10日ごとの作物係数をMPOの推奨値をもとに以下に示す四つの生育ステージ別に平均して使用した。有効雨量は5年確率渇水年の年間雨量データを使用してFAOの経験式で算定した。

作物名	生育初期	植物生育期	生殖生育期	生育晩期
アウス期改良品種イネ	1.10	1.10	1.03	0.85
アマン期改良品種イネ	1.10	1.10	1.08	0.90
ボロ期改良品種イネ	1.10	1.12	1.27	1.06
アマン期在来品種イネ	1.10	1.10	1.10	0.95
ボロ期在来品種イネ	1.10	1.16	1.27	0.98
改良品種小麦	0.59	1.05	1.10	0.69
ジャヤガイモ	0.58	1.12	1.13	0.92
豆類	0.64	1.07	1.11	0.86
マスタード	0.56	1.14	1.14	0.92
野菜	0.55	1.00	1.00	0.98

(3) 作物消費水量および圃場用水量

有効雨量はFAOが推奨している経験式に基づいて算出した。すなわち、最近20年間のうちで4番目の干魃年の雨量記録を上記の式に適用し、灌漑計画に必要な干魃確率を考慮した。年間降雨量のうち68%は作物の生育に有効であるが、ほとんどが雨季に集中している。また、冬の乾季では有効雨量は無視できるほど少ない。ラビ作すなわち冬の乾季に栽培する畑作の圃場用水量は作物消費水量から有効雨量を差し引いて算出した。

水稲の圃場用水量は作物消費水量から有効雨量を収支したものにさらに以下の浸透量、代かき用水量、苗代用水量を差し引いて算定した。

- i) 苗代面積 : 移植面積の10%
- ii) 代かき用水量 : 180 mm
- iii) 代かき期間 : 20日
- iv) 浸透量 : 3.0 mm

年間を通した各作物の圃場用水量は水稲で1,014 mm(ボロ作)~331 mm(アウス作)の範囲である。一方、ラビ作の畑作物では324 mm(ジャヤガイモ)から237 mm(マスタード)の範囲となった。

水稲の圃場用水量のピークは代かき時に発生し、冬の乾季の最大14.7 mm (ボロ作) から雨季の最小9.9mm (アマン作) である。畑作のラビ作のピークは4.6 mm(豆類)から3.3 mm(ジャヤガイモ)の範囲となった。

(4) 作付率で調整した圃場用水量

各作物の期別圃場用水量は計画作付暦の作付率を加重して算定した。表6.2.1に各作物の圃場用水量をまとめた。算定にあたっては次の式を適用した。

$$IRc = Lg \times Ac \times IRo$$

ここで、IRc : 個別の作物の圃場用水量

Lg : 土地類型の面積 (%)

Ac : 作物の作付面積 (%)

IRo : 作物の10日ごとの圃場用水量 (mm/day)

ピーク用水量は3月中旬に5.67 mmとなる。これはボロ作の代かき時期、ラビ作の生長期、蒸発散量の高い時期および有効雨量が少ない時期が重なっていることが原因である。

(5) 圃場灌漑用水量と取水用水量

灌漑方法として水稲では湛水またラビ期の畑作では畦間灌漑を考慮し適用効率として0.62を用いて圃場灌漑用水量を算定した。表6.2.1に示すとおり計画作付体系では9.14 mm/dayが圃場灌漑用水量のピークとして3月中旬に現われる。

配分効率は圃場レベルの水路効率と搬送効率の積で得られる。配分効率を0.64として単位取水用水量を算定した。表6.2.1に示すとおり、本計画のピーク単位取水用水量は3月中旬に14.29 mm/日または1.65 lit/sec/haとなった。作付率224%の作付体系全体では年間2,206 mmとなる。

6.1.3 表流水による灌漑面積

表流水による灌漑可能面積は、ダララ川からの取水可能水量30 m³/secとピーク単位取水用水量である3月中旬の1.65 lit/sec/haから18,180 haとした。

6.1.4 地下水による灌漑面積

(1) 汲み上げ方法の選択

地下水の開発には手漕ぎ井戸、深井戸、浅井戸など様々な方法が適用できる。実際にはこれらの方法は農民の選択に委ねられるが、灌漑可能面積の検討に際しては浅井戸を適用す

る。計画では種々の方法を展示するべく展示農場を計画し、それぞれの方法を使用する上で適切な技術を農民に展示するものとする。

(2) 地下水に灌漑を依存する面積

地下水による灌漑面積を推定するにあたり、調査対象地域42,800 haを地区北部(10,340 ha)、地区中部(26,290 ha)および地区南部(4,740 ha)に分けて検討した。42,800 haのうち地下水によって灌漑する余地がある面積は、下表に示すとおり、既存の灌漑面積9,800 ha、表流水により灌漑される面積18,180 ha、FAP-9Aでカバーされる面積1,290 haを差し引くと残り13,530 haとなる。

(単位：ha)

項目/地区	計画地区区分			
	地区北部	地区中部	地区南部	合計
(1) 農地	10,340	26,290	6,170	42,800
(2) 既存灌漑面積				
1) 深井戸灌漑	660	3,000	910	4,570
2) 浅井戸灌漑	1,460	3,250	520	5,230
3) 合計	2,120	6,250	1,430	9,800
(3) 天水農地 (1) - (2)	8,220	20,040	4,740	33,000
(4) 表流水灌漑面積	0	18,180	0	18,180
(5) FAP-9A 計画面積	0	1,290	0	1,290
(6) 地下水灌漑開発面積 (3) - (4) - (5)	8,220	570	4,740	13,530

(3) 浅井戸による灌漑面積の推定のための前提条件

浅井戸による灌漑開発にあたっては以下の条件を適用した。

- 1) 設置するポンプ型式は標準型14.16 lit/sec容量の遠心ポンプとする。
- 2) 灌漑期間は乾期の1月2日～5月1日(120日間)とし、総作物消費水量は457mm、ピークは3月の5.67mm/日とする。(表6.1.1参照)
- 3) ポンプ運転時間は現行にあわせて10時間/日とし、灌漑効率を適用効率を62%、搬送効率を90%とした。
- 4) ポンプ給水需要量は上記条件により2.823 lit/sec/haとなる。
- 5) 浅井戸1本当たりの灌漑面積はポンプ容量/ポンプ給水需要量により5.0 ha/本 (= 14.16/2.823) と算出される。
- 6) 許容井戸間隔はBADCの基準に従い深井戸：760 m(2,500 ft)；浅井戸：244 m(800 ft)とする。従って、深井戸は58ha(760 m x 760 m)あたりに1本、浅井戸は6ha(244 m x 244 m)あたりに1本の設置となる。

(4) 浅井戸による灌漑面積

浅井戸による灌漑面積は前提条件に従い下表のように地区中部の570 haを含み総計7,940 haと算定される。

項目/地区	計画地区区分			合計
	地区北部	地区中部	地区南部	
(1) 既存地下水灌漑				
1) 深井戸 (本)	34	155	47	236
2) 浅井戸 (本)	365	813	130	1,308
(2) 許容井戸間隔				
1) 深井戸 (ha)	58	58	58	(58)
2) 浅井戸 (ha)	6	6	6	(6)
(3) 既存井戸集水面積 (1) x (2)				
1) 深井戸 (ha)	1,970	8,990	2,730	13,690
2) 浅井戸 (ha)	2,190	4,880	780	7,850
3) 合計 (ha)	4,160	13,870	3,510	21,540
(4) 総圃場面積 (ha)	10,340	26,290	6,170	42,800
(5) 新規浅井戸集水面積 (ha)	6,180	12,420	2,660	21,260
(4) - (3)				
(6) 計画浅井戸数 (5)/(2) (本)	1,030	114*	444	1,588
(7) 単位浅井戸灌漑面積 (ha)	5	5	5	(5)
(8) 浅井戸灌漑面積 (6) x (7) (ha)	5,150	570	2,220	7,940

* : 地区中部の地下水灌漑面積は570 haに限定されているため570 ha分の浅井戸数を含めた。

(4) 計画地下水開発の必要性

地下水安全吸水量を確保するためポンプ吸水容量は浅井戸用利用可能量以下に設定する。地下水開発可能性を考慮して浅井戸による灌漑面積は下表に示すように地区南部を除き灌漑可能面積より小さく設定している。

項目/地区	計画地区区分			合計
	地区北部	地区中部	地区南部	
(1) 地下水灌漑面積 (ha)	8,220	570	4,740	13,530
(2) 深井戸開発可能面積 (ha)	6,180	12,420	2,660	21,260
(3) 利用可能地下水 (mm)	407	343	303	(357)
(4) 消費水量 (mm)	457	457	457	(457)
(5) 灌漑可能総面積* (ha)	5,500	9,320	1,760	16,580
(2) x (3)/(4)				
(6) 灌漑可能面積 (ha)	5,150	570	2,220	7,940
(7) 面積差 (5) - (6) (ha)	370	8,750	-460	8,640
(8) 計画灌漑面積 (ha)	5,150	570	1,760	7,480
(5)か(6)の小さい方				

* : 灌漑可能総面積(ha) = 浅井戸開発可能面積(ha) x 利用可能地下水量(mm) / 消費水量

地区南部では浅井戸による灌漑可能総面積は1,760 haであり、灌漑可能面積2,220 haより小さい。これは地下水資源が限られているため井戸間隔244 m(800 ft)を確保出来ないことによる。このため地区南部の計画灌漑面積は灌漑可能総面積1,760 haとなり、また浅井戸全体の計画灌漑面積は7,480 haとなる。

6.1.5 灌漑総面積

本計画の実施により現在の浅井戸および深井戸灌漑の9,800 haに、表流水による計画灌漑面積18,180 haおよび浅井戸による計画灌漑面積7,480 haを加えて総灌漑面積は35,460 haとなる。以下にその内訳を示す。

開発方式	計画地区区分			合計 (ha)
	地区北部	地区中部	地区南部	
(1) 現況				
1) 浅井戸灌漑	1,460	3,250	520	5,230
2) 深井戸灌漑	660	3,000	910	4,570
合計	2,120	6,250	1,430	9,800
(2) 事業実施後				
a) 地下水灌漑 (浅井戸)	5,150	570	1,760	7,480
b) 表流水灌漑	0	18,180	0	18,180
合計	5,150	18,750	1,760	25,660
総計画灌漑面積	7,270	25,000	3,190	35,460
天水圃場面積	3,070	1,290	2,980	7,340
総圃場面積	10,340	26,290	6,170	42,800

6.1.6 灌漑施設計画

(1) 用水路計画

(a) 用水路計画

中部地区の水路計画は表流水灌漑水路と地下水灌漑水路の合成されたものとなる。表流水灌漑水路は既存の排水路をもとに計画し、利用可能水資源量を最大限利用できるようにするため不規則な広がりとなる。表流水灌漑で灌漑不可能な地区は地下水灌漑を行う事とする。図6.1.2に計画水路系統図を示す。地区北部及び地区南部はもっぱら地下水灌漑によるものとする。このため水路系統図は作成されて

いない。

(b) 表流水灌漑システム

取水工

ダルラ川に計画取水量30 m³/sの自然取水タイプの取水工を計画する。安定的取水を確保するため取水工位置はクリグラム地区南部最北端のブンカ村近くの洗堀の軽い地点とする。干拓堤防の前面に約270 mの取水路を掘削する。水路断面保護のため水路はコンクリートブロック舗装とし、水路前面に河床保護工を設ける。取水量を調節するため堤防地点に取水門を設置する。

幹線水路および関連構造物

幹線水路は既存排水路および湿地に沿って計画する。ダルラ川の低水期に灌漑面積を拡大するためこれらの既存水路及び排水路を人力により掘り下げ台形に再成型し、容量を大きくする。

調節施設および水路横断構造物等の水路関連構造物を設置する。主要な調節施設はチェックゲートと水位調節水門である。チェックゲートは灌漑期に水位を維持する機能を持ち、水位調節水門は年間を通して用水路の流量を調節するものとする。

水路横断構造物としては新規橋梁の設置および既存橋梁の付替である。用水路の断面計画に従って既存水路は拡幅再成型が必要なためほとんどの既存橋梁は付替ることとなる。

低揚程ポンプ (LLP) 末端灌漑開発

用水を灌漑地区へ送水するため幹線水路および二次水路に多数の低揚程ポンプを設置するものとする。従って、灌漑用水はポンプから延びる圃場用水路から圃場へ供給されることとなる。灌漑面積を拡張するため圃場用水路は可能な限り（少なくとも1 km）延長する必要がある。これに伴いポンプ容量も引き上げる必要がある。平均的灌漑面積および現地調達可能なポンプ型式を考慮して各地点に150 mm口径、50 lit/sec容量のエンジン駆動型ポンプを2台設置することとする。水路の搬送損失を抑えるため圃場用水路はレンガ舗装とする。

(c) 地下水供給施設

地下水は浅井戸により供給されるものとする。BADC認定の基準およびBWDBが推奨する経験式は第6.1.4節に示す通りである。その概要を以下に示す。

ポンプ	送水量	運転時間	ポンプ間隔	支配面積	灌漑面積
浅井戸	14.16 l/sec	10.0 hrs	244 m	6.0 ha	5.0 ha

地下水はポンプにより揚水され圃場用水路で圃場へ供給する。浅井戸に設置されるポンプ型式は縦軸の斜流または遠心型の低揚程ポンプである。また圃場用水路は送水損失を抑えるためレンガ舗装とし、末端面積1 haまで建設し、それ以降は田越し灌漑を行うものとする。浅井戸灌漑施設は関係機関の支援のもと農民が自発的に建設するものとする。

(2) 計画灌漑方法

作付け体系は稲および畑作物を計画する。稲作は通常の水田での湛水灌漑を行い、畑作物は畦間灌漑を行うものとする。冬季乾期の灌漑水供給は用水を効果的に利用するため稲作畑作共に一週間のローテーションを行うものとする。

6.2 排水改善計画

6.2.1 現況排水状況評価

(1) 排水域および現況排水状態

調査対象地区59,400 haは洪水防御堤防で周囲を囲まれており地理的、地形的、排水路網、及び排水放流口の条件の違いにより8つの区画に分割される。それぞれの地区は道路、鉄道あるいは自然堤防により区分けされる。しかし、排水路が制御施設無しに繋がっているため、個々の地区の排水は完全に分割される訳ではない。

排水改善計画の観点から8つの排水区画はそれぞれ独立した「輪中内輪中」を形成しているものと仮定する。「輪中内輪中」の概念に基づき、各排水区画内の流水は区画別に外の河川に排水するものとし、隣接する区画へは放流しないものとする。

(2) 現況排水状況評価

調査対象地区内の現況排水状況を評価するため以下に示す排水計算を行った。

-
- (i) 計算対象期間 : 1983 - 1990 (8年間) のモンスーン期間 (5月 - 10月)
- (ii) 計算単位 : 1日
- (iii) 雨量データ : 近隣5雨量観測所のデータ:ラルモニルハット、チルマリ、カウニア、ウリプール、およびクリグラム
- (iv) 雨量損失 : 地表および水面からの蒸発、農地および緑地からの蒸発散、水田、水路および湿地からの浸透、そして水田および河川湖沼での湛水
- (v) 地区外水位データ : ダルラ川沿いのクリグラムおよびタルクシムルバリ観測所のデータ、テイスタ河沿いのカウニア観測所のデータ、およびブラマプトラ河沿いのチルマリおよびノンカワ観測所のデータ
- (vi) 浸水面積および体積グラフ:4インチ:1マイル縮尺地形図をもとに1フィート標高毎に作成
- (vii) 計算使用連続式:
$$[(Q_i(t-1) + Q_i(t)) / 2 - (Q_o(t-1) + Q_o(t)) / 2] * t = S$$
、および
$$S = V_t - V_{t-1}$$

ただし
- | | | |
|----------------|---|---|
| t | : | 計算単位時間 (一日) |
| Q_i | : | 流入流量 (m^3/sec) |
| Q_o | : | 流出量 = $C * A * N * 2g \sqrt{(W_{i1} - W_{o1})}$ |
| C | : | 流出係数 |
| A | : | ゲート面積 ($1.52 m^2$) |
| N | : | ゲート数 |
| S | : | 貯水量 |
| V_t, V_{t-1} | : | 浸水量 |
| W_{i1} | : | 地区内水位 |
| W_{o1} | : | 地区外水位 |
-

現況の排水状況を知るため上記条件のもとに排水計算を行った。計算の結果近年8年のうち1987年のモンスーン期の排水状況がもっとも劣悪であることが明らかとなった。表6.2.1に各地区ごとの年別計算結果を示す。下表に1987年の計算結果を示す。

排水区画	降水量 (6ヶ月) (mm)	区画外水位 (m)	浸水面積 (ha)	浸水水深 (m)	浸水期間 (日)
(1) ラトナイ	2,543	30.37	1,774 (26.5%)	4.02	69
(2) パラシバリ	1,708	27.45	1,461 (58.4%)	3.38	68
(3) マルバンガ	1,708	25.75	3,107 (24.1%)	3.51	48
(4) バムニ	1,601	25.26	4,101 (55.9%)	2.39	44
(5) チルマリ	1,601	24.80	4,579 (56.6%)	3.09	62
(6) ガリアルダンガ	2,402	29.58	1,530 (76.9%)	2.94	111
(7) キシヨルプール	2,402	27.96	4,388 (51.6%)	2.56	63
(8) ハリチャリ	1,797	25.07	6,339 (77.7%)	2.84	89

上表に示すように浸水率と期間に関してハリチャリ地区およびガリアルダンガ地区が最もひどい状況であり、ラトナイ地区およびマルバンガ地区は浸水率に関しては比較的いい条件である。

6.2.2 排水計画

(1) 基本方針

排水改善方法として単一排水システムおよび区画別排水システムの2方式が考えられる。単一システムにおいては計画区画内の全ての排水路は調整施設なしに結ばれ、全余剰水は排水路を通して最も低い地域にあつめられる。この地域の住民は大幅な土地利用形態の変更を強いられることとなる。このシステムは低地部の住民の犠牲なしには実施不可能であり、住民の間で深刻な社会問題を引き起こすこととなる。

地域的な犠牲を強いることなしに公平な排水改善を行なうため、原則として任意の排水区画で起こる余剰水はその区画で排水することとする。この基本方針に基づき排水改善については区画別排水システムいわゆる「輪中内輪中」の考え方を取り入れることとする。

(2) 排水方法

排水方法としてはポンプ排水および重力排水がある。モンスーン期におけるダララ川およびティスタ河の水位変動と区画内の地形条件を比較すると、各区画の排水口位置に新たに排水樋門を建設したとしても大幅な排水状況の改善は期待できな

いことがわかる。従って、経済的に成り立てば対象地区の排水改善のためにはポンプ排水の導入が不可欠であろう。

一方、ポンプ排水は大幅な排水状態の改善が見込めるが、施設建設費用および維持管理費用が非常に高い上、便益は作物被害の軽減のみと低いため経済的に成り立たない。たとえ地区住民が排水状況の根本的改善を強く望んでいるとしても、現在の時点ではポンプ排水の導入は現実的でないだろう。

先に述べたように重力による排水はポンプ排水ほど効果的ではない。重力排水方法のもとで、洪水時の地区内余剰水を貯留することによりできるだけ浸水面積、水深、期間を軽減するために湿地および既存水路の開削を試みることにする。しかしながら、貯留体積増加量は排水すべき余剰水に比べてわずかな量でしかない。この方法は低費用で済むが技術的観点からは魅力的とはいえない。

現況条件下での排水計算から判断すると、チルマリ、バムニ、マルバンガおよびラトナイの4区画の比排水量はおおむね $1 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{ha}$ と妥当な量である。一方、残りの4区画パラシバリ、ホリチャリ、キショルプール、ガリアルダンガの比流量は非常に少量である。したがって、後者4区画の排水条件は排水樋門の容量および区画内の貯流量を増加することにより改善できるであろう。

(3) 排水計算

現況条件下での排水計算の結果によると最近8年の内、1987年の状況が最悪である。洪水発生頻度を考慮して排水計画策定のための計算は1987年のモンスーン期（5月－10月）の水文条件をもとに行った。

計算の第一段階として、まず、他の条件を現況のものとして上記で選ばれたパラシバリ、ホリチャリ、キショルプール、ガリアルダンガの4排水樋門の通水容量を改善して計算を行った。以下に追加した排水樋門の内訳を示す。

排水樋門	既存ゲート数	増加率 (%)	改善後ゲート数
パラシバリ	2	100	4
ホリチャリ	12	66	20
キショルプール	12	100	24
ガリアルダンガ	2	100	4

更に既存排水路、湿地を掘削することにより区画内貯留容量を増加させた条件で

水位と浸水面積体積の関係を修正し、計算を行った。

表6.4.2に排水条件改善後の8区画別計算結果を示す。ANNEX-XIに詳細を述べている。下表はその抜粋である。

排水区画	減少浸水面積 (ha)	減少浸水深 (cm)	減少浸水期間 (日)
ラトナイ	3	1	4
パラシバリ	76	4	4
マルバンガ	0	0	2
バムニ	21	1	1
チルマリ	8	0	0
ガリアルダンガ	284	26	27
キショルプール	554	24	3
ホリチャリ	102	7	8

上表に示すようにラトナイ、マルバンガ、チルマリの各区画の排水状況はほとんど改善がみられない。浸水深および浸水期間に関する限りにおいては全地区とも特筆すべき改善効果は得られなかった。しかし、浸水面積に関してはパラシバリ、ガリアルダンガ、バムニ、チルマリの各区画において大幅な改善効果が得られた。

(4) 排水改善方法

区画外水文条件および区画内が低標高であるという条件から、解析の結果巨大ポンプによる排水方法以外では排水状況を改善する効果的方法はないことが明らかとなった。

上述した排水計算に照らし事業の経済性を考慮すると本調査対象地区排水改善の方法として次の2方法が妥当であると考えられる。

- (i) 排水樋門4地点の通水容量増加、および
- (ii) 水路拡幅による全区画の区画内貯留容量増加

6.2.3 排水施設計画

上述のように現在の水路および湿地は灌漑・排水の2目的のために開削、成型を行う。全ての灌漑用水路は排水路としての機能を併せ持つものとする。加えて、既存の湿地は貯留容量を増加させるため土砂掘削をおこなうものとする。すべての水路は8ヶ所の排水樋門に

つながるものとし、これら排水樋門は改善建て替え改修を行う。ラトナイ、ホリチャリ、キシヨルプール、ガリアルダンガの排水樋門は通水容量を改善するものとする。

更に既存堤防を横断して地区内に流入し、北部地区で頻繁に氾濫を起こしているラトナイ川は新規に分水路を掘り堤防沿いにダルラ川へ直接流入させる。また、現在の堤防切断部は閉鎖する。

6.3 洪水防御計画

クリグラム南部の洪水防御計画は108 kmの既存堤防を建設したことにより実質的に完成している。堤防は河川によって侵食されまた家庭菜園として利用する住民により崩壊されている。さらに、堤防は緊急の排水を必要とする地域住民によって壊されている。このような状況を考慮すると洪水防御は以下の構造物の改修に限定できる。

- (1) 放置されている侵食箇所の閉鎖
- (2) 堤防の侵食箇所および薄くなっている箇所の成型と盛土

6.4 農業開発計画

6.4.1 土地利用計画

調査対象地域の既存農地42,800 haのうち現在灌漑されているのは9,800 haで、残りの33,000 haは天水に依存している。本計画の実施後にはこの天水農地のうち25,700 haが表流水と地下水によって新たに灌漑されることになる。利用可能な水量に限界があるため、残りの7,300 haは事業には含まれない。9,800 haの既存灌漑農地については本計画のもとで現状の灌漑施設の運営・維持管理を改良するものとして計画に含めた。したがって、本計画では以下のとおり35,500 haを計画対象地域とした。

	計 画	現 況	差 異
1. 調査対象地域内の農地	42,800 ha	42,800 ha	-
2. 灌漑面積	35,500 ha	9,800 ha	21,800 ha
既存灌漑面積	9,800 ha	9,800 ha	-
LLPによる表流水かかり	18,200 ha	0 ha	18,200 ha
新規浅井戸かかり	7,500 ha	0 ha	7,500 ha
3. 天水による面積	7,300 ha	33,000 ha	-21,800 ha