社会開発調査部報告書

バングラデシュ人民共和国

ダッカ首都圏洪水防御・雨水排水計画調査

マスタープラン
（ 要 約 ）

JICA LIBRARY
1098686(7)
23956

平成３年11月

国 際 協 力 事 業 団

国際協力事業団
23956

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、同国のダッカ首都圏における洪水防御・雨水排水計画マスター・プランにかかる開発調査を行なうことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施致しました。

当事業団は、平成２年10月から平成３年８月までの間２回にわたり、株式会社パシフィック　コンサルタンツ　インターナショナル　田中　元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、ここに本マスター・プラン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。

おわりに、調査に御協力と御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３年１１月

国際協力事業団

総裁　柳谷　謙介

ダッカ首都圏洪水防御・雨水排水計画調査
伝　達　状

平成３年１１月

国際協力事業団
　総裁　柳谷　謙介　殿

バングラデシュ人民共和国ダッカ首都圏洪水防御・排水計画調査（マスタープラン）の最終報告書を提出いたします。本報告書は、平成２年10月１日、平成３年５月７日および平成３年９月20日の３回にわたる国際協力事業団と株式会社パシフィック　コンサルタンツ　インターナショナルの間で締結された契約に基づいて結成された調査団によって作成されました。

本報告書は、都市化（人口増加）が激しく、毎年のごとく洪水被害に悩まされているダッカ首都圏の現況と問題点を明らかにし、これに対処すべき現地に適合した洪水防御・雨水排水基本計画（マスタープラン）を策定するとともに、フィージビリティー調査の対象となる優先地域または優先プロジェクトの選定までの調査結果が述べられています。

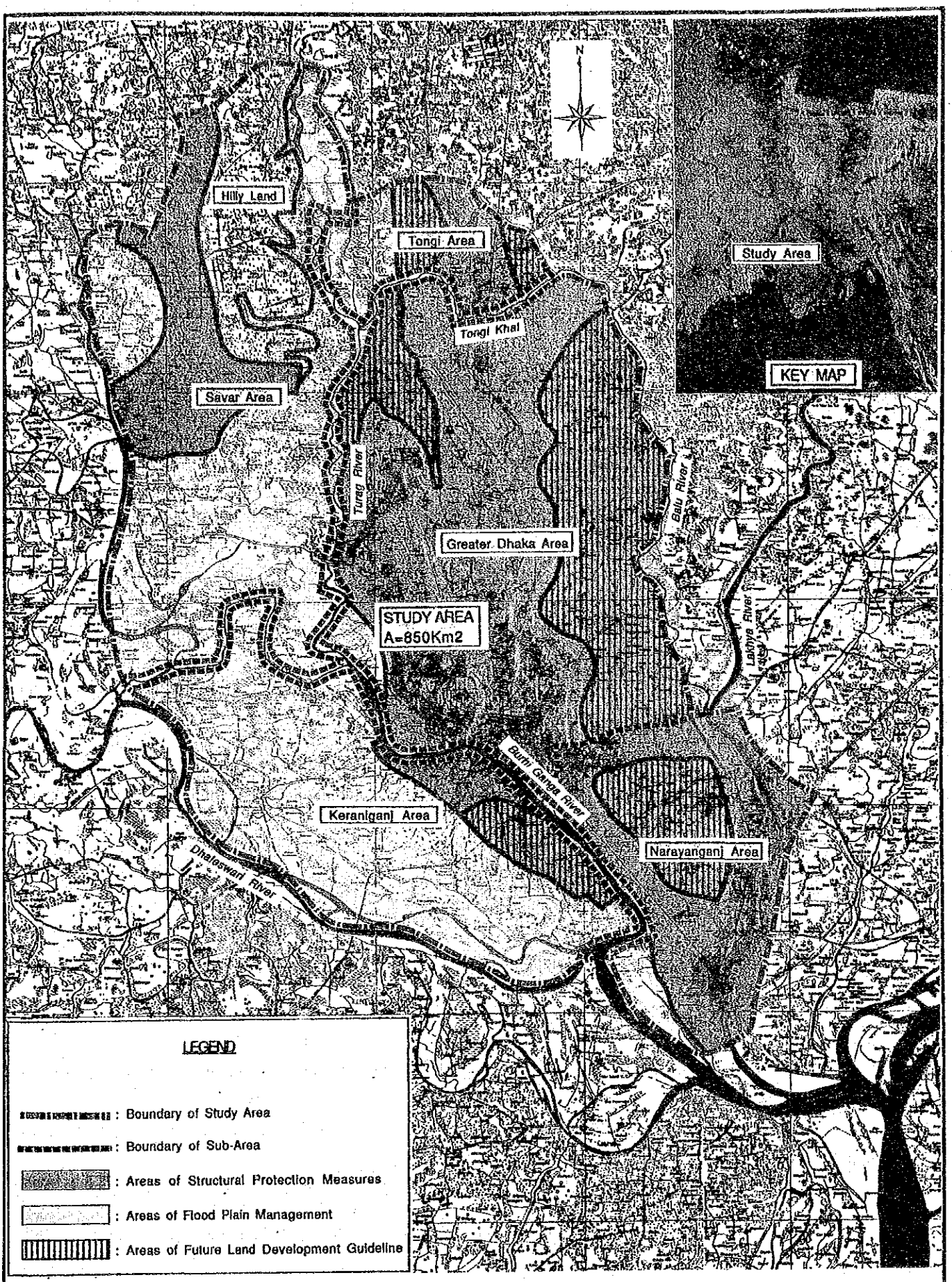
報告書は、要約、主報告書および付属報告書に分冊されております。要約は調査結果全体を簡潔にまとめ、主報告書には調査の背景、状況、洪水防御・雨水排水基本計画、Ｆ／Ｓ調査対象地域（優先プロジェクト）の選定ならびに提言を記述しております。付属報告書には計画の策定に用いた条件、方法論などの詳細を記述いたしました。さらに、資料集も合わせて作成いたしております。

本報告書を提出するにあたり、多大なご支援を賜わった貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在バングラデシュ日本大使館の諸賢ならびにバングラデシュ政府諸機関の関係各位に対し、心から感謝の意を表するとともに、本調査の成果がダッカ首都圏の社会開発、経済発展および福祉向上の一助となることを希望する次第であります。

尚、本調査に引き続き平成３年９月から優先地域（優先プロジェクト）のＦ／Ｓ調査を開始していることを申し添えます。

ダッカ首都圏洪水防御
・雨水排水計画調査団

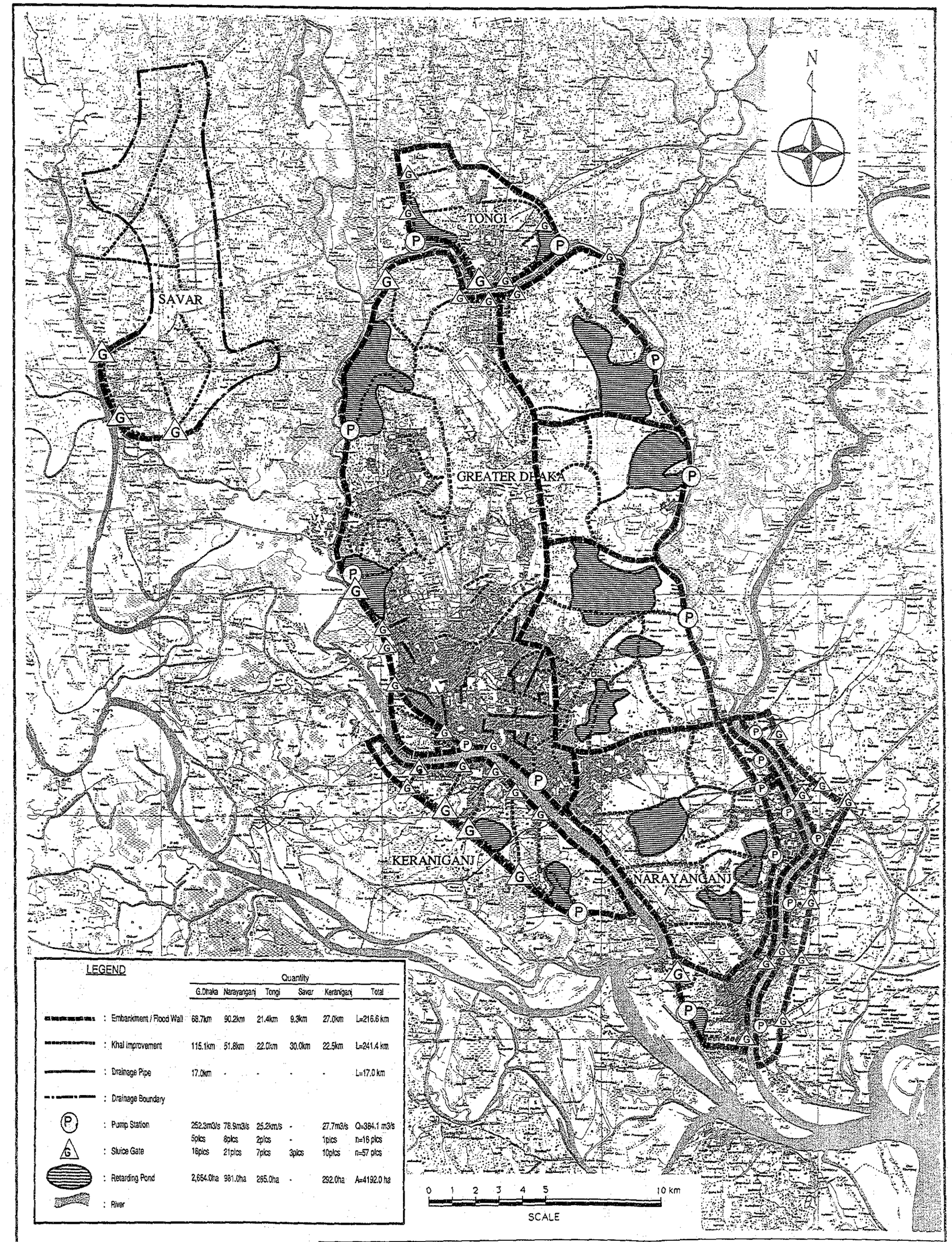
団長　田中　　元



調 査 対 象 地 域 図

GREATER DHAKA PROTECTION PROJECT (STUDY IN DHAKA METROLOLITAN AREA) OF BANGLADESH FLOOD ACTION PLAN NO.8A IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

JICA



LEGEND

		Quantity					
		G.Dhaka	Narayanganj	Tongi	Savar	Keraniganj	Total
	: Embankment / Flood Wall	68.7km	90.2km	21.4km	9.3km	27.0km	L=216.6 km
	: Khal improvement	115.1km	51.8km	22.0km	30.0km	22.5km	L=241.4 km
	: Drainage Pipe	17.0km	-	-	-	-	L=17.0 km
	: Drainage Boundary						
P	: Pump Station	252.3m3/s 5pics	78.9m3/s 8pics	25.2km/s 2pics	- -	27.7m3/s 1pics	Q=384.1 m3/s n=16 pics
G	: Sluice Gate	16pics	21pics	7pics	3pics	10pics	n=57 pics
	: Retarding Pond	2,654.0ha	981.0ha	265.0ha	-	292.0ha	A=4192.0 ha
	: River						

洪水防御・雨水排水基本計画図

GREATER DHAKA PROTECTION PROJECT (STUDY IN DHAKA METROPOLITAN AREA) OF BANGLADESH FLOOD ACTION PLAN NO.8A IN THE PEOPLE'S REPUBLIC OF BANGLADESH

JICA

目　　次

序　　文
伝　達　状
調査対象地域図
施設計画図

ページ

1．概　　要 …… 1
　1.1　調査の背景 …… 1
　1.2　基本計画の方針 …… 2

2．調査地域と洪水 …… 2

3．水理シミュレーション …… 4

4．土地利用と都市計画 …… 5
　4.1　土地利用 …… 5
　4.2　首都圏の人口予測 …… 5
　4.3　都市開発の規制と管理 …… 7

5．生活環境 …… 7
　5.1　上　　水 …… 7
　5.2　下水とし尿処理 …… 8
　5.3　固形廃棄物処理 …… 8
　5.4　表流水の水質 …… 9

6．洪水防御および雨水排水の既存施設 …… 9
　6.1　洪水防御施設 …… 9
　6.2　雨水排水施設 …… 11

7．洪水防御および雨水排水改良計画 …… 11
　7.1　概　　要 …… 11
　7.2　洪水防御計画 …… 12
　7.3　雨水排水改良計画 …… 13
　7.4　無施設の対策 …… 14
　　7.4.1　洪水予報と警報システム …… 14
　　7.4.2　洪水避難組織 …… 14
　　7.4.3　将来都市地域の開発規制 …… 15

ページ

7.5 事 業 費 …… 15
7.6 事業実施計画 …… 16
7.7 事業の環境インパクト …… 16
7.8 事業評価 …… 16

8．結論と勧告 …… 17
8.1 F／Sの優先地域 …… 17
8.2 そ の 他 …… 19

表 目 次

ページ

表 S. 1　排水区域別提案施設一覧表 …… 21
表 S. 2　幹線排水路の計画排水流量 (1)－(2) …… 22
表 S. 3　排水区域別ポンプ及び調整池の必要容量一覧表 …… 24
表 S. 4　地域別事業費一覧表 …… 25
表 S. 5　段階的事業実施計画プログラム …… 26
表 S. 6　プロジェクトの総合評価一覧表 …… 27

図 目 次

図 S. 1　通年洪水による氾濫域図 …… 28
図 S. 2　1987年洪水による氾濫域図 …… 29
図 S. 3　1988年洪水による氾濫域図 …… 30
図 S. 4　人口流入及び都市開発可能地域図 …… 31
図 S. 5　計画年2010年の都市開発地域図 …… 32
図 S. 6　調査地域の将来人口予測 …… 33
図 S. 7　大ダッカ圏の現況洪水防御施設と既存計画 …… 34
図 S. 8　大ダッカ圏の洪水防御・雨水排水施設計画図 …… 35
図 S. 9　ナラヤンガンジ、ケラニガンジ地区の洪水防御・雨水排水施設計画図 …… 36
図 S.10　トンギ、サバール地区の洪水防御・雨水排水施設計画図 …… 37
図 S.11　雨水排水区域分割図 …… 38
図 S.12　洪水避難道路網と避難場所 (1)－(2) …… 39
図 S.13　将来の低地区開発のガイドライン（最低盛土高） …… 41

要　　約

1．概　　要

この報告書は、ダッカ首都圏洪水防御・雨水排水計画調査のフェーズⅡ（基本計画の策定）についてとりまとめたものである。この調査は、調査地域の現況を明らかにし、現地に適合した基本計画の策定とＦ／Ｓ調査の対象となる優先プロジェクトの選定を目的としている。報告書は三部構成で、主報告書は調査結果の概略を示し、補助報告書（Ａ～Ｋ）に詳細を、さらに資料書（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ）に基礎資料を示した。

1.1　調査の背景

1987年及び1988年に、バングラデシュ国は記録上最大規模の洪水被害を受けた。洪水後、「バ」国政府機関、諸外国ならびに国際機関によって調査が実施され、多くの実施計画が提案された。世銀は各々の調査を調整し、洪水防御・雨水排水対策の長期的総合計画の初期段階調査として、26の対策計画からなる Flood Action Plan (FAP) をとりまとめた。

ＦＡＰは、1989年12月のロンドン会議に提案され、その実施について会議の参加機関及び参加国に了承された。このロンドン会議のフォローアップとして、1990年１月に開催されたダッカ会議において日本国政府及びアジア開発銀行（ＡＤＢ）は、ダッカ首都圏洪水防御・雨水排水対策計画（ＦＡＰ８）の実施に合意した。

日本国政府は、バングラデシュ国政府の要請に基づき、ダッカ首都圏洪水防御・雨水排水計画調査を技術協力の一環として実施することに決定した。ＡＤＢはダッカ市総合洪水対策調査に資金援助を決定した。調査は技術協力の公式実施機関である国際協力事業団（ＪＩＣＡ）が、ＦＰＣＯ（Flood Plan Coordination Organization）及び「バ」国政府の他の関係機関と協力して実施することとなった。

この調査は、1991年１月から1991年７月の間にフェーズⅡ（基本計画調査）として実施したものである。

1.2 基本計画の方針

この基本計画は調査地域の安全・安定及び開発ポテンシャルを向上させるため、洪水防御及び雨水排水改良対策を策定する。これらの目標を達成するために下記を包括する。

(1) 洪水防御・雨水排水対策及び警戒避難対策による洪水危険地域住民の防護
(2) 調査地域の開発ポテンシャルの高揚
(3) Ｆ／Ｓを実施する優先地域の評価

ダッカ首都圏の洪水防御・雨水排水基本計画は、調査地域の現況評価をもとに策定した。提案の基本計画は技術上実施可能であり、また、経済・社会・環境上の効果も充分に期待できよう。ただし、ナラヤンガンジ東及びサバールの経済効率は低い。

事業評価によると大ダッカ、ＤＮＤ及びナラヤンガンジ西側地区が最も緊急度が高く重要である。

大ダッカの西部はＡＤＢが緊急投資プログラムの一環としてすでに実施を約束しているので、ＪＩＣＡは大ダッカ東側地区、ＤＮＤ及びナラヤンガンジ西部地区を優先地域としてＦ／Ｓの実施を提案する。

2．調査地域と洪水

調査地域（850 ㎢）は北緯23° 34′ から23° 59′ 、東経90° 13′ から90° 33′ の範囲で、大ダッカ、トンギ、サバール、ケラニガンジ及びナラヤンガンジ地区からなる。地形は、ガンジス、ブラーマプトラ川及びメグナ川の沖積地に位置し、標高は 2.0～13.0mと低く、沖積台地と低平地とから構成されている。低平地は毎年モンスーン季の５～６ヶ月は 2.0～5.0 m水没する。

水系はガンジス、ブラーマプトラ・ジャムナ川の支川または分流のダレスワリ川、バンシ川、トラグ川、ブリガンガ川、ラキア川とそれらの支川からなる。気候は熱帯モンスーン型でモンスーン（雨季）、ポスト・モンスーン（乾季）及びプレ・モンスーン（移行季）の３シーズンからなる。年平均降水量は 2,000mmで90%は５月から10月のモンスーンに降る。

調査地域の洪水は、ブリガンガ川のミルバラック地点の水位観測が開始された1945年以降の記録によると、1954、1955、1958、1970、1974、1980、1987、1988年に発生している。通常年、1987及び1988年の洪水範囲を調査し、それぞれを図 S.1, S.2, S.3 に示す。1987年の洪水は中規模、1988年の洪水は最大規模で、評価によると頻度はそれぞれ1/10、1/70である。1988年洪水は調査地域の各地点で最高水位を記録している。ミルバラック、デムラ、サバールの1974年洪水、1987年洪水、1988年洪水の最高水位と1/10、1/50、1/100 の確率水位を下の表に示す。

観測所	既往洪水			確率洪水		
	1974	1987	1988	1/10	1/50	1/100
ミルバラック	6.57	6.60	7.54	6.65	7.40	7.72
デムラ	6.58	6.46	7.10	6.53	7.09	7.32
サバール	7.80	8.30	9.68	8.14	9.00	9.36

注) Datum: PWD (m)

上記における1987年洪水及び1988年洪水の確率評価の結果再現期間は、下表のとおりである。

観測所	1987年洪水	1988年洪水
ミルバラック	1/10	1/70
デムラ	1/8	1/50
サバール	1/15	1/200

通常年、1987年洪水及び1988年洪水の氾濫範囲を推定すると下記のとおりである。

洪水	氾濫区域
通常年	39,737 ha (調査地域の48%)
1987年洪水	49,202 ha (調査地域の59.5%)
1988年洪水	62,046 ha (調査地域の75.0%)

調査地域の1990年の人口は 6,534,316人と推定されており、1987年（また1988年）規模の洪水による影響人口を推定し下表に示す。

地域名	1987年洪水規模洪水	1988年洪水規模洪水
ダッカ	1,459,061	2,432,305
ナラヤンガンジ	277,144	484,934
ケラニガンジ	430,943	441,788
サバール	182,597	261,427
トンギ	53,310	131,002
調査地域全体	2,403,055	3,751,456

また、調査地域全体の1990年影響資産の推定値を要約して以下に示す。

資　　産	1987年洪水規模洪水	1988年洪水規模洪水
家　屋　数	414,304	642,939
店　舗　数	12,051	20,683
工　場　数	2,316	4,595
公共機関施設数	10,507	19,834

3．水理シミュレーション

洪水防御計画の策定にあたり、事業の水理上のインパクトを評価するため、計画を実施する場合（with）と計画を実施しない場合（without）との水位変動を知ることが必要である。水理シミュレーションは河川水理のソフトウェア MIKE-11を使用した。このソフトは降雨流出モデル、河道流出モデル等からなる。さらにこのソフトは堤防、堰、排水機場等の河川構造物も組み入れることができる。

バングラデシュ政府は、同国水資源の効果的制御・利用は国の経済・社会開発には肝要との認識に立ち、1986年以来、表流水モデル化プログラム（ＳＷＳＭＰ）を推進している。ＳＷＳＭＰの目的は以下のとおりである。

(1) 全国を対象にした表流水モデルの開発（General Model）
(2) 各地域を対象にした東南地域モデル、南西地域モデル、北西地域モデル等のモデルの開発（Regional Model）

これらのモデルは開発中であり、General Model とSouth East Modelは最終段階にあり、ダッカを対象にした Flood Forecasting Model、およびダッカを含む北部中央地域を対象にしたNorth Central Regional Modelは開発中である。

調査地域の水理シミュレーションは1988年洪水について実施した。シミュレーションではダッカ（ＢＭＤ）の日雨量データを使用し、境界流量はナヤルハット（Sta.14.5）及びデムラ（Sta.179）についてはＢＷＤＢ（バングラデシュ水資源開発局）の水位流量曲線を用い推算し、他の境界流量はシミュレーションを検証しながら試行錯誤で推定した。シミュレーションモデルは、調査地域のすべての水位観測所の洪水位データで検証した。

水理シミュレーションの結果によると、"with"／"without"条件による顕著な水位変動は認められず、事業実施による水位はカラガチア、ミルバラク及びサバールではまったく変化はない。しかし、ミルプールで１cm、デムラで３cm、そしてトンギでは６cm上昇を示している。

4．土地利用と都市計画

現況の土地利用、2010年までの人口の増加及び分布の予測は、洪水防御対象地域決定の基礎とした。

4.1 土地利用

現況の土地利用の特徴は、混合型が卓越しており、非居住地区の割合が低く、極貧のスラム及び不法占拠者が分散し、特に市の内部及びスラムや不法占拠地区は狭い地域に人口の 1/3が居住しており、その結果、高い人口密度を示している。これらの特徴は増加する人口圧力、代替のない制約された土地利用、外向に拡大開発を可能にするような交通網の不足等に起因する集約的な土地利用を反映している。

4.2 首都圏の人口予測

この予測は、1981年から2010年の間に、人口流入及び都市開発が予想される地域を対象にしたものである。この地域及び近い将来開発が進むと予測される範囲は図 S.4に示す。継続的な高い人口増加の予測結果を下記に示す。

1981年	3.98百万人
1990年	6.32百万人
2000年	9.86百万人
2010年	13.48百万人

人口分布は1981年統計によるが、下記の影響を考慮した。

- 富裕者・貧困者間の不公平な都市地域の土地の配分
  70%を占める貧困者は都市地域の土地の20%しか利用していない。計画的に開発された地域には比較的富裕な者が住み、貧困者は狭い無計画地域に集中している。
- 1981年から1990年の間の人口増加は59%、それに対し住宅地の増加は20%なので、結果的に高密度となる。都市化の進行と新規開発地域の不足を反映して、人口密度は上昇し続ける。
- 職住接近の必要性もまた人口密度を高めている。都市に近く、比較的洪水の危険のない地域は開発が急速に進み、この両要素が開発のパターンを決定している。仮に大量輸送システムがあればより標高の高い、より遠方の地域の開発が可能になるのだが。

(1) 1981－1990年

この時期は人口増加が土地の開発をかなり上まわり、人口増加分の大半は既存市街地域に入らねばならなかった。236,000人の富裕者が新規開発地域に居住したと推定した。
貧困層の増加は 164万人あり、新しい土地はほとんどないので既存の市街地域に住みついている。自然増の62.5万人はこれらの地域に分布し、人口密度を高める結果となっている。増加人口全体の30%（70.9万人）はスラムや不法占拠地域に、残りの貧困層の30.4万人は1981－90年の間に都市周縁の無計画地域に住みついている。

(2) 1990－2000年

既存の開発計画と現在の傾向が継続するものと推定すると、増加人口の分布はすでに述べた要素が基本となる。富裕層と貧困層及び新規開発地域と既存開発地域に区分する。比較的富裕層（30%）の増加人口は 106万人と推定されるが、提案されている富裕者の新規開発地域は1981－90年の３倍もあり、人口圧力はより少なく、自然増19.6万人の半分が現在の高級地域に残る。残りの86.6万人は主な新規開発地域に居住することとなる。
他の 250万人の貧困層はダッカに住みつくことになるだろう。大半は既存の市街地域及び無計画地域に住みつき人口密度を高める。自然増の91.6万人はすべて現在の貧困層地域に住みつき、人口密度はさらに上昇するものと推定される。増加人口の30%（106.2 万人）は全市に分散、スラム及び不法占拠地域に居住することになる。残りの50.1万人は都市周縁の８ヶ所の主な無計画地域に住みつくことになる。

(3) 2000－2010年

より効率的な土地収用及び都市整備によって、かなりの地域が全階層に使用可能になると推定する。これが人口の高密度化の圧力を下げ、予測増加人口３６２万人以上の居住を可能にする。高収入階層の41.6万人は現在の高級住宅地域に居住し、貧困階層はどこにでも入りこむと推定すると自然増の半分62万人が既存地域に残る。
都市周縁部分の開発地域のうち、最も開発可能性の高い７ヶ所は 258万人に対し 161万人の収容能力がある。したがって、97万人の他の新市街地が必要となる。トンギージョイデプールとケラニガンジは２つの可能地域である。

よりよい地域の決定は、今後実施される交通計画及び首都圏計画調査の結果を待つことになる。ジンジラの洪水防御の必要性が優先性を持つ可能性がある。洪水防御のための堤防計画は33万人の居住を可能にし、残りはトンギージョイデプールに居住することになる。図 S.5は洪水防御対策を実施する場合の2010年の都市地域を示している。図 S.6は1981から2010年の間の都市の成長を要約してある。

4.3 都市開発の規制と管理

洪水防御施設の土地取得を確実にするためには、都市開発のよりよいコントロールと土地を取得する手段が必要である。現在の方法は遅く、断片的で、非効率的であり、洪水防御対策の実施の妥当性を損なう恐れがある。

一貫した土地収用手続きや法律改正は、政府が効果的な土地収用及びサービスに見合う開発コストを回収するのに必要である。きたるべき首都圏開発計画は合法的な土地区分の基礎を作成すべきであり、1985年のＰＰＤＣＯ（Draft）は土地利用規制の改善に資するだろう。

PPDCO : Physical Planning Development Control Ordinance

５．生活環境

人間の都市環境に関する重要で直接的な環境は上水、下水、衛生、廃棄物処理である。市内のスラムや不法占拠者の居住は基本的に居住空間を含め、すべて基本的な衛生施設を欠いた、低い生活環境を示している。従って、生活環境として上水、下水、衛生設備、廃棄物処理施設について現況調査を実施した。表流水の水質は人間の生活環境の第１の指標として、既存資料及び調査サンプルをもとに評価した。

5.1 上　水

地下水が飲料水の主な水資源である。ダッカ市上水・下水道局（ＤＷＡＳＡ）の給水地域はダッカ及びナラヤンガンジの市街地域に限定されている。ダッカの給水能力は 530ＭＬＤで、その97％は地下水である。給水人口は 320万人と推定される。事業実施中のＷＡＳＡⅢは追加の地下水開発によるサービス水準の向上を目的としている。しかし、古い給水地域では広範囲の漏水が報告されている。

ナラヤンガンジの給水システムは、家庭接続配管の未完成により十分に運用されていない。このシステムは表流水を基本にしており、給水能力は64ＭＬＤで、1989年ＪＩＣＡ無償協力による拡張・リハビリ計画の完成により、市内人口の94%に給水可能である。給水地域以外は地下水が飲料水の水源となっている。

都市以外の地域、準都市及び農村地域の飲料水及び衛生サービスは公衆衛生技術局（ＤＰＨＥ）の責任となっている。ＤＰＨＥはユニセフの援助で飲料水サービスの向上のための井戸掘削計画を実施中である。

ＤＰＨＥ： Department of Public Health Engineering

5.2 下水とし尿処理

サービス地域はダッカ市（ＤＣＣ）地域の約33%である。他の住民は安定池方式が下水処理方式として利用されている。ＤＷＡＳＡは、ＪＩＣＡ、世銀及びＡＤＢの援助によりサービスエリアの拡大、収集処理システムについて種々の改善計画を実施している。個別処理やし尿処理施設の設置は市政区域については市の責任だが、他の地域はＤＰＨＥの責任である。

衛生的便所でのサービスレベルは掘込式が一般的だが、市街区域の４%程度である。このサービスレベルを上げるため、ＤＰＨＥはユニセフの援助で低コストの衛生的便所として浸透桝付水洗便所の建設を進めている。

ＤＣＣ： Dhaka City Cooperation

5.3 固形廃棄物処理

廃棄物処理サービス地域は、３市政区域に限定され、それぞれが市の責任となっている。農村地域の固形廃棄物はまだ問題になっていないが、準市地域では問題になっているところもある。しかし、上水の供給と衛生状態の改善が優先度が高いだろう。

現在の廃棄物管理に関し最も緊急なのは、これは３都市に共通している処理に関するものである。廃棄物は低地盤地域の埋立材料と考えられており、環境及び公衆衛生上の悪い影響については見すごされ、多くの場所に運ばれ捨てられている。

世銀による環境改善プロジェクトのもとに、ダッカ・デムラ道路沿いのマシアイルの25haが将来の衛生的埋立地域として提案されている。この世銀の援助により単なるゴミ捨場にかわり衛生的埋立が開始されることが期待される。

5.4 表流水の水質

表流水の水質は人間関連活動に起因する汚染の最高の指標である。環境局（ＤＯＥ）はモニター観測所を全国で20ヶ所設けている。このうち、５ヶ所の表流水モニター観測所が調査地域にある。これらの観測所はブリガンガ川に３ヶ所、バル川またはトンギカールに１ヶ所そしてラキア川に１ヶ所である。

ＤＯＥの観測地点が調査地域に少ないのを考慮して、ＪＩＣＡ調査団は1991年１月～２月（乾季）及び７月～８月（雨季）にそれぞれ21ヶ所の水質調査を実施した。採水ヶ所は、ダッカ及びナラヤンガンジの都市化地域に重点をおき、調査地域内の河川、排水路（カール）、湖や池を選定した。

乾季の水質の評価結果は以下のとおりである。すべての河川の検体は比較的汚染されていない（ＢＯＤは10mg／ℓ 以下）、それに反しカールは汚染されている（ＢＯＤは 200～400 mg／ℓ ）。５河川の水質、３排水路（アミンバザールのベグンバリカール、トンギのハイデレバッド及びナラヤンガンジのラキアカール）の水質は上水源を含め、水利用に適している。

高度に市街化している地域の３主要カール：ベグンバリカール、セグンバアギチァ及びドライカールの水質は下水なみで、水利用の対象とはならない。湖や池は多少汚染されているものの、河川とカールの中間的な水質を示している。

６．洪水防御および雨水排水の既存施設

6.1 洪水防御施設

主な既存の洪水防御施設は、1988年の洪水後に建設されている。バングラデシュ国政府は、1988年洪水後ただちにフェーズＩ事業としてダッカ市及びＤＮＤ地域を囲む緊急洪水対策計画を策定した。フェーズＩの事業は一部分を除き実施されており、主な完成施設は図 S.7及び以下に示す。

(1) トンギ鉄道橋からケラールモアに至るトラグ川及びブリガンガ川の左岸堤防29.2kmとゲート６ヶ所
(2) ブリガンガ川左岸の友好橋からミトフォート病院に至る洪水壁4.31km
(3) トンギからジャトラバリに至るダッカ市街地の東側沿いの仮設的な堤防兼用道路19.8km
(4) ジア国際空港を囲む堤防 10.53km
(5) ＤＮＤ事業地域を囲む洪水壁 29.40km

しかしフェーズＩのうち、下記の工事はまだ実施されていない。

(1) ブリガンガ川左岸のケラールモアからミトフォート病院にかけての洪水壁１．6km
(2) ＤＮＤ地域南側の鉄道築堤の嵩上げ

「バ」国政府は大ダッカ全体 263㎢を守るため、フェーズⅡを策定した。この計画は、トンギカール右岸のトンギ鉄道橋からバル川右岸のデムラに至る堤防29km、排水機場５ヶ所からなる。このうち排水機場２ヶ所はＪＩＣＡ及び世銀により実施中である。既存洪水対策施設の評価は以下のとおりである。

(1) トンギからケラールモアの堤防

堤防の天端標高は、昨年秋の概略調査では一部を除き充分だった。しかし、今年度実施した詳細測量結果によると多くの地点で天端は計画高以下の値を示している。多分軟弱な基礎と不十分な突き固めに起因すると推察される。概ね 1.5m～ 3.0mとかなりの沈下を起こしているところがあり、既設堤防の集中的な手直しが不可欠である。沈下区間は約17kmである。さらに、堤防法面は滑り、侵食の手直しが必要である。

(2) ブリガンガ川及びＤＮＤの洪水壁

洪水壁は車両等の衝撃に対しては不十分である。ＤＮＤを囲む洪水壁は永久構造物とは考えられず、トラグ川及びブリガンガ川沿いの洪水壁は基礎部分の補強が必要である。

(3) ダッカ市東側の堤防兼用道路

道路標高は1988年洪水位に対してぎりぎりなので、暫定的な洪水対策施設として評価する。

6.2 雨水排水施設

既存の排水施設は排水管、カール及び排水機場とからなる。

(1) ダッカ市の中心部（約60㎢）は、管路延長 110kmからなる排水システムがある。この排水管の密度は推定 2.4km／㎢である。
(2) 総延長 437kmにおよぶカールシステムが存在する。
(3) 排水機場２ヶ所：オールドダッカ地区のナリンダポンプ場及びＤＮＤ地区のデムラポンプ場

機　　場	排水面積（㎢）	排水容量（㎥/s）
ナリンダ	4.23	9.6
デムラ	57.0	14.52

7．洪水防御および雨水排水改良計画

7.1 概　　要

洪水及び雨水排水問題の軽減をはかるためには、洪水防御及び雨水排水改良計画は次の諸点について配慮する必要がある。

(1) １００年頻度または1988年洪水規模に対し、既存の市街地及び2010年の予想市街地域を守る適切な対策施設。

調査地域の新市街地は既成市街地周辺の低平地に拡大している。市街地域は1990年の 200㎢から2010年には 366㎢に拡大すると予想される。対策施設は将来の市街区域も含めた 453㎢について、洪水問題の軽減を目的としている。

(2) 目標2010年の市街地域に適合した雨水排水改良計画を策定する。

(3) 市街地域外の住民を防御するため、無施設対策計画（ソフトな対策）を策定する。

都市郊外に散在している多数の小規模な農村が洪水時に浸水し孤立する。1988年洪水では、これら農村被害人口は 530,000人と推定されている。

7.2 洪水防御計画

代表的水位観測地点における計画洪水位は下記のとおり設定した。

観　測　点	1988年洪水	100年洪水	計画水位
ミルバラク（ブリガンガ川）	7.54	7.72	7.80
ハリハルパラ（ブリガンガ川）	7.17	7.10	7.20
ミルプール（トラグ川）	8.39	8.53	8.60
トンギ（トンギカール）	7.96	8.30	8.60
デムラ（バル川）	7.10	7.32	7.40
カラガチア（ダレスワリ川）	5.97	6.40	6.40
サバール（バンシ川）	9.68	9.36	9.70

計画余裕高は下記のように設定した。

堤　防　　：　1.20m
コンクリート洪水壁　：　0.60m

調査地域では、堤防が最も洪水防御対策に適した方策で、浚渫による河道改修は洪水位を下げるためには効果的ではない。なぜならば、他の河川の背水の影響が強く、また高い土砂濃度から推定して計画河床の維持が困難と推定されるからである。市街地域に対する対策案は、技術・経済及び社会的観点から検討した。

カムランギィチャは委員会の提案に含まれていなかったが、インテリム・レポート（1991年３月）に対するコメントにより基本計画に加えた。ここは大ダッカの一部分と考えられる。この地域は1987年、1988年洪水で浸水しており、現在の人口は35,000人以上と推定されている。

計画した施設と現況施設の改修作業については、表 S.1及び図 S.8からS.10に示す。

7.3 雨水排水改良計画

各排水区に適用した外水位に関する計画洪水位（２年確率）は下記に示す。

地　　区	計画洪水位（PWD m）
(1) 大ダッカ	
ブリガンガ川左岸地区	5.80－6.45
トラグ川左岸地区	6.45
バル川右岸地区	5.90
(2) トンギ	6.45
(3) サバール	7.20
(4) ナラヤンガンジ	5.45－5.80
(5) ケラニガンジ	5.45－5.80

ポンプ施設は 100年確率の外水位に対しても十分排水能力があるように設計する。

ポンプ施設及び調整池の計画には、５年確率の２日連続降雨を計画降雨として適用し、カールや幹線排水路の計画には５年確率の降雨強度を適用した。調査地域は下記の12排水区に区分し（図S.11参照）、各々の排水区に対して雨水排水改良計画を策定した。

（大ダッカ西地区）

(1) ＤＡ　：　ブリガンガ川左岸　　A＝ 34.33㎢
(2) ＤＢ　：　トラグ川左岸　　A＝ 60.84㎢

（大ダッカ東地区）

(3) ＤＣ１：　バル川右岸地区の北部地区　　A＝ 45.86㎢
(4) ＤＣ２：　バル川右岸地区の中央地区　　A＝ 30.65㎢
(5) ＤＣ３：　バル川右岸地区の南部地区　　A＝ 90.74㎢

（トンギ地区）

(6) ＴＡ　：　トンギ西地区　　A＝ 13.24㎢
(7) ＴＢ　：　トンギ東地区　　A＝ 11.06㎢

（サバール地区）

(8) Ｓ　：　サバールの調査地区全域　　A＝ 56.52㎢

（ナラヤンガンジ地区）

(9) ＮＡ　：　ＤＮＤ事業区域　　A＝ 56.97㎢
(10) ＮＢ　：　ナラヤンガンジ西側地区　　A＝ 18.63㎢
(11) ＮＣ　：　ナラヤンガンジ東側地区　　A＝ 12.80㎢

（ケラニガンジ地区）

(12) K　：　ケラニガンジ調査地域全域　　A＝ 24.72㎢

カール及び各排水区の幹線排水路の計画排水量を要約し、表S.2(1)，(2) に示す。必要なポンプ容量及び調整池容量は表 S.3に示す。現況の地形、排水網、将来予想市街地域について調査し、各排水区に対して策定した最適な雨水排水改良計画を要約し、表 S.1及び図 S.8、 S.9、S.10に示す。

7.4 無施設の対策

洪水常襲地域の農村集落を洪水から防御するためには、洪水予警報及び避難組織設立は不可欠である。また、低平地の適正な土地開発を進めるためには、洪水氾濫原管理のガイドラインの設定が不可欠である。

7.4.1 洪水予報と警報システム

洪水予報及び警報は、ＢＷＤＢの“洪水予報・警報センター”がＭＰＯ、SPARRSO及び他の諸機関と協力して実施している。

既存の洪水予警報システムはガンジス川、ブラマプトラ川、ブリガンガ川及びラキア川沿いのわずかな水位モニター観測所に依存している。既存のシステムは、下記の補強が必要である。

(1) 観測網の強化
(2) 主要モニター観測所と洪水予報・警報センター間の通信システムの確立
(3) 地域的予報のための地域モデルの向上
(4) 洪水警報システムの改良
(5) 洪水警報及び予報スタッフの研修
(6) 洪水対策計画の適切な実施のための洪水危険区域地図の公表

7.4.2 洪水避難組織

洪水安全地帯から離れている氾濫原に位置する多数の農村集落の安全確保のためには、洪水警報と避難施設が必要である。必要な対策は下記のとおりである。

(1) 洪水氾濫地域の避難開始危険水位にもとづく警報システムの改良
(2) 避難道路網と避難場所の建設

避難道路は現況の道路網を基本にし、避難場所は通常は学校や地域センター等の公共施設として建設することを提案する。

提案された避難道路網と避難場所は図S.12(1), (2)に示す。

7.4.3 将来都市地域の開発規制

洪水対策及び排水改良のためには、政府は十分な幹線排水路敷及び調整池敷を確保すること、並びに堤防で保護する将来都市地域の盛土・開発については、適正な指針の準備が必要である。提案の最低盛土高及び開発高は図S.13に示す。

7.5 事業費

各事業計画の事業費は表 S.4に示す。総事業費は1991年3月価で 61,208 百万TK（約 2,330億円）である。

（単位：百万TK）

項　　目	外　貨	内　貨	計
I. 施設対策			
1. 直接費			
－ 建設費	15,487.4	13,344.6	28,831.0
2. 間接費			
－ 用地補償費	－	19,875.4	19,875.4
－ 事務費	－	865.0	865.0
－ 技術料	1,548.7	1,334.4	2,883.1
3. 予備費	3,872.0	3,335.9	7,207.9
計	20,908.1	38,754.3	59,662.4
II. 無施設対策			
1. 直接費			
－ 建設費	439.5	598.5	1,038.0
2. 間接費			
－ 用地補償費	－	113.1	113.1
－ 事務費	－	31.2	31.2
－ 技術料	44.0	59.8	103.8
3. 予備費	110.0	149.6	259.6
計	593.5	952.2	1,545.7
合　計	21,501.6	39,706.5	61,208.1

注) US$ 1.00＝TK 36 ＝ ¥ 137

7.6 事業実施計画

事業実施計画は下記の基本方針にもとづいて計画した。

(1) 事業の目的と期間を考慮し、３期で実施する。
(2) 事業の目標年2010年までに実施する。
(3) 都市化のトレンドと早期便益を考慮する。
(4) 適切な年事業費の規模を考慮する。
(5) ＡＤＢが1991年７月に緊急投資事業計画にとりあげた大ダッカ西部の建設工事を考慮する。

提案された実施計画は表 S.5に示す。

7.7 事業の環境インパクト

事業実施にともなう環境インパクトは直接・間接及び短期・長期のものがある。短期のインパクトは施設の建設工事にともなうものであり、予想されるマイナスのインパクトがあればその対策を工事計画で考慮する。

長期のインパクトは、土地利用の変化及び都市化にともなうものである。重要なインパクトは汚染と基本的供給施設の需要を含んでいる。しかしながら、マイナスの環境インパクトは顕著ではないだろう。

7.8 事業評価

事業の経済評価は費用とその便益を基礎にしている。主要な便益は、家屋・店舗・工場等の資産に対する洪水の直接被害の軽減、洪水時の経済活動損失の軽減、及び農作物に対する直接被害の軽減である。道路・橋梁等の公共施設、電力・ガス・上水・通信及び交通に対する直接被害の軽減も含む。

洪水防御により、水に起因する病気の減少、農地の作付率の向上、都市化の拡大及び経済活動の増加にともなう雇用機会の上昇が期待できる。洪水防御及び雨水排水改善対策は、都市用水の供給、道路網、医療サービスと同様に公共施設の基本的なものである。

プロジェクトライフは30年と推定、資本の機会費用はＦＡＰの経済評価指針により12%と推定する。

事業評価は、経済・社会・環境上の効率をもとに実施する。経済評価の結果によると、ナラヤンガンジ東部及びサバール以外の地域は、洪水防御及び雨水排水改善対策は、経済効率からみて実施可能である。

トンギ及びケラニガンジ地区のＥＩＲＲはそれぞれ11.8%、10.0%で高い割引率12%に較べると経済効率は限界に近い。しかし提案の事業は地域全てに強いインパクトを持ち、社会及び環境上良いインパクトが期待される。

1990年及び2010年に想定される社会及び環境上のインパクト、ならびに地域の優先順位は表 S.6及び以下に示す。

調査地域の優先地域評価の結果は以下の通りである。

第１優先地域 ：

- 大ダッカ西部（A＝ 95.1 Km²）
- 大ダッカ東部（A＝167.3 Km²）
- ナラヤンガンジＤＮＤ（A＝ 56.8 Km²）
- ナラヤンガンジ西部 （A＝ 18.6 Km²）

第２優先地域 ：

- トンギ （A＝ 24.3 Km²）
- ケラニガンジ（A＝ 24.3 Km²）

第３優先地域 ：

- ナラヤンガンジ東部（A＝ 12.8 Km²）
- サバール （A＝ 50.5 Km²）

８．結論と勧告

8.1 Ｆ／Ｓの優先地域

(1) 提案した洪水防御・雨水排水改善対策は技術ならびに経済・社会・環境上も実施可能である。しかし経済効率上は、トンギとケラニガンジは限界に近いが、ナラヤンガンジ東部とサバールは低い。

調査地域は、低平な地形と悪い水文条件により、外水及び内水被害の常襲地帯で、洪水・排水対策の施設及び無施設対策の早期実施が必要である。

事業評価の結果によると、大ダッカ、ナラヤンガンジＤＮＤ及びナラヤンガンジ西部の３地区が最も高い優先性を示している。

(2) ＡＤＢの事前調査団の勧告（1991年７月）によると、大ダッカ西部（図S.11のＤＡおよびＤＢ）で提案している対策案の多くの工事が第１期の緊急投資計画にとりあげられている。大ダッカ西部のＦ／ＳはＡＤＢ（ＦＡＰ　８Ｂ）が実施することとなった。他の高い優先性のうち、大ダッカ東部とＤＮＤ及びナラヤンガンジ西部は最も緊急に実施が必要な地域であり、早期実施のためには、それらの地域はさらに詳細な評価が必要である。
大ダッカ東部、ＤＮＤ及びナラヤンガンジ西部を第３フェーズのＦ／Ｓ対象地域に選定し、以下に説明する。

（大ダッカ東部）

- 大ダッカ東部の洪水防御及び雨水排水改善計画は、「バ」国政府の大ダッカ洪水対策委員会提案の第２フェーズとして承認されている。

- 目標年2010年の人口及び土地利用計画によれば、大ダッカの人口は1990年の 440万人から2010年 860万人に増加が予想されている。大ダッカの洪水防御と雨水排水改善は、人口増加に対し最も緊急な対策の１つである。

- 基本計画の評価の結果は、この計画が技術的に実施可能であると同時に、社会・経済及び環境上も効果的であることを示している。

- ダッカ市の中心部（排水面積44㎢）は、東側のバル川に排水している。仮にダッカ市の西部が洪水から守られるなら、東部もまた守ることが必要である。

（ＤＮＤ地区）

- ＤＮＤかんがい事業区域は都市化が進行しており、RAJUKが都市開発計画を進めている。