

バングラデシュ国
洪水予警報システム計画調査

最終報告書

要約

平成 15 年 12 月

(2003 年)

JICA LIBRARY



1174615[3]

独立行政法人国際協力機構

日本工営株式会社

社調二

JR

03-148

バングラデシュ国
洪水予警報システム計画調査

最終報告書

要約

平成 15 年 12 月
(2003 年)

独立行政法人国際協力機構
日本工営株式会社

最終報告書の構成

要 約

- Volume I** : **Executive Summary**
- Volume II** : **Main Report**
- Volume III** : **Supporting Report**
- Volume IV** : **Data Book**
- Annex I : Summary of the Result of Inventory Survey on Meteorological and Hydrological Observation System and Electric Communication System
 - Annex II : Summary of the Result of Survey on Evacuation Condition and Awareness of Flood Victims
 - Annex III : Results of Questionnaire Survey on Operation and Maintenance of River Structures
 - Annex IV : Documents Related to International River Issues
 - Annex V : Sketch Drawing of the Layout Plan of Proposed Telemetric Gauging Stations
 - Annex VI : Result of the Assessment of Flood Forecasting Analysis Model
 - Annex VII : Data of Radio Tests
 - Annex VIII : Radio Design Sheet of VHF Telemeter
 - Annex IX : Photographs

本報告書は、2003年5月現在の物価水準並びに外貨交換レートに基づき作成されている。採用した外貨交換レートは下記の通りである。

US\$1.00 = BDT58.10 = ¥116.28



1174615【3】

序文

日本国政府は、バングラデシュ人民共和国の要請に基づき、同国の洪水予警報システム計画にかかる開発調査を実施することを決定し、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14年11月から平成15年12月までの間、3回にわたり日本工営株式会社の佐藤秀樹氏を団長とした調査団を現地に派遣いたしました。

また、同期間において、国土交通省 九州地方整備局の増田暁範氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し、専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団はバングラデシュ国政府及び同国水資源省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。

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

平成15年12月

国際協力機構
理事 松岡 和久

平成 15 年 12 月

独立行政法人国際協力機構
理事 松岡和久殿

伝達状

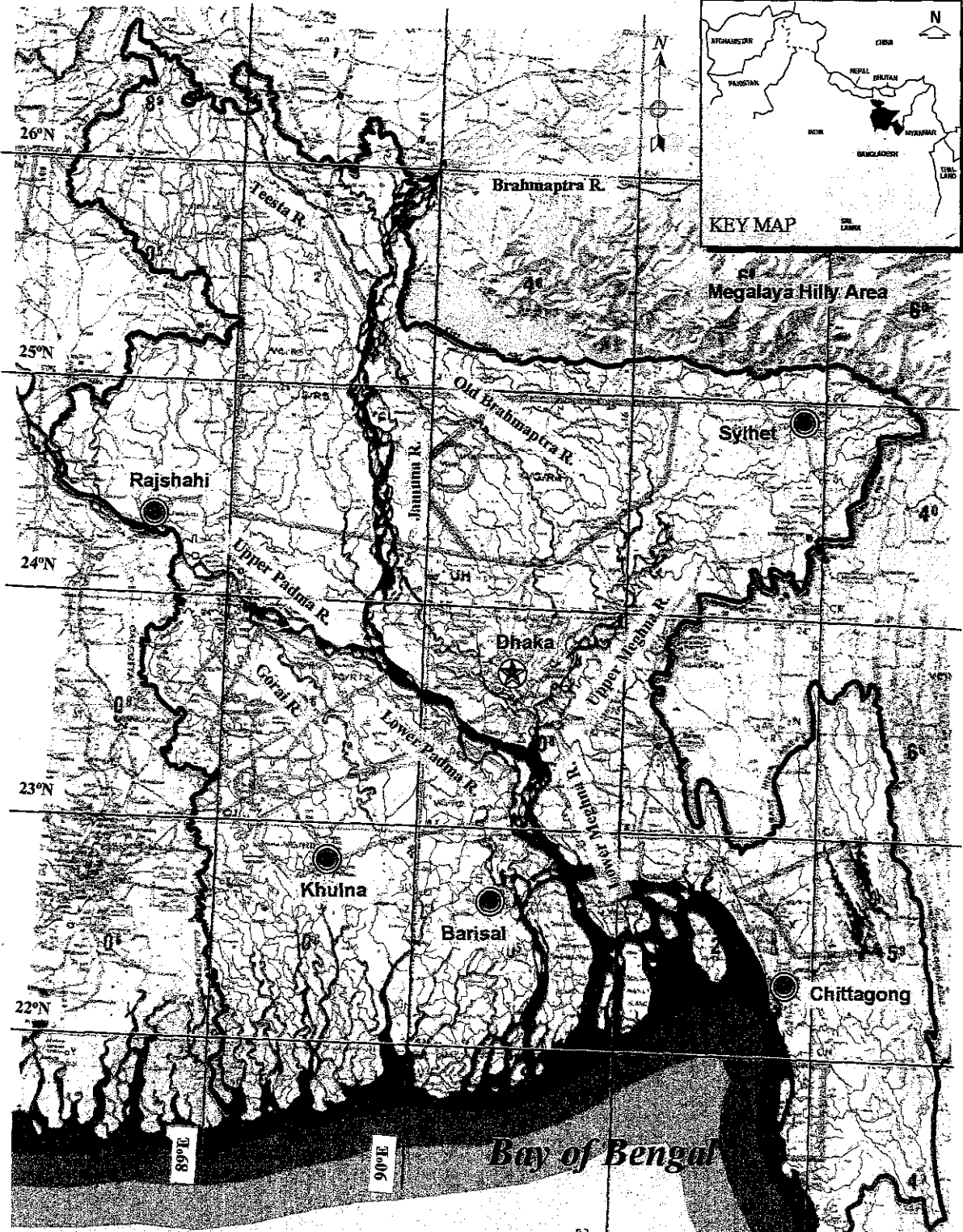
今般、バングラデシュ国洪水予警報システム計画調査を終了致しましたので、ここに最終報告書を提出し、ご報告申し上げます。

本調査では、バングラデシュ国における既存洪水予警報システム改善のための最適案の策定と、同最適案に対するフィージビリティ調査を行いました。本報告書は、これら最適改善案の策定とフィージビリティ調査の結果を記述しております。

本報告書が、本調査にて提案された事業実施の推進に役立ち、洪水被害の軽減、さらにはバングラデシュ国の社会経済の発展に寄与することを願うものであります。

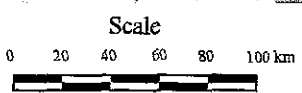
本報告書を提出するにあたり、全調査期間に亘り多大なご支援とご助言を賜った貴機構、貴機構バングラデシュ事務所、在バングラデシュ日本国大使館、ならびにバングラデシュ国政府水資源省および水資源開発局をはじめとする政府諸機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表すものであります。

佐藤秀樹
バングラデシュ国洪水予警報システム計画調査団長

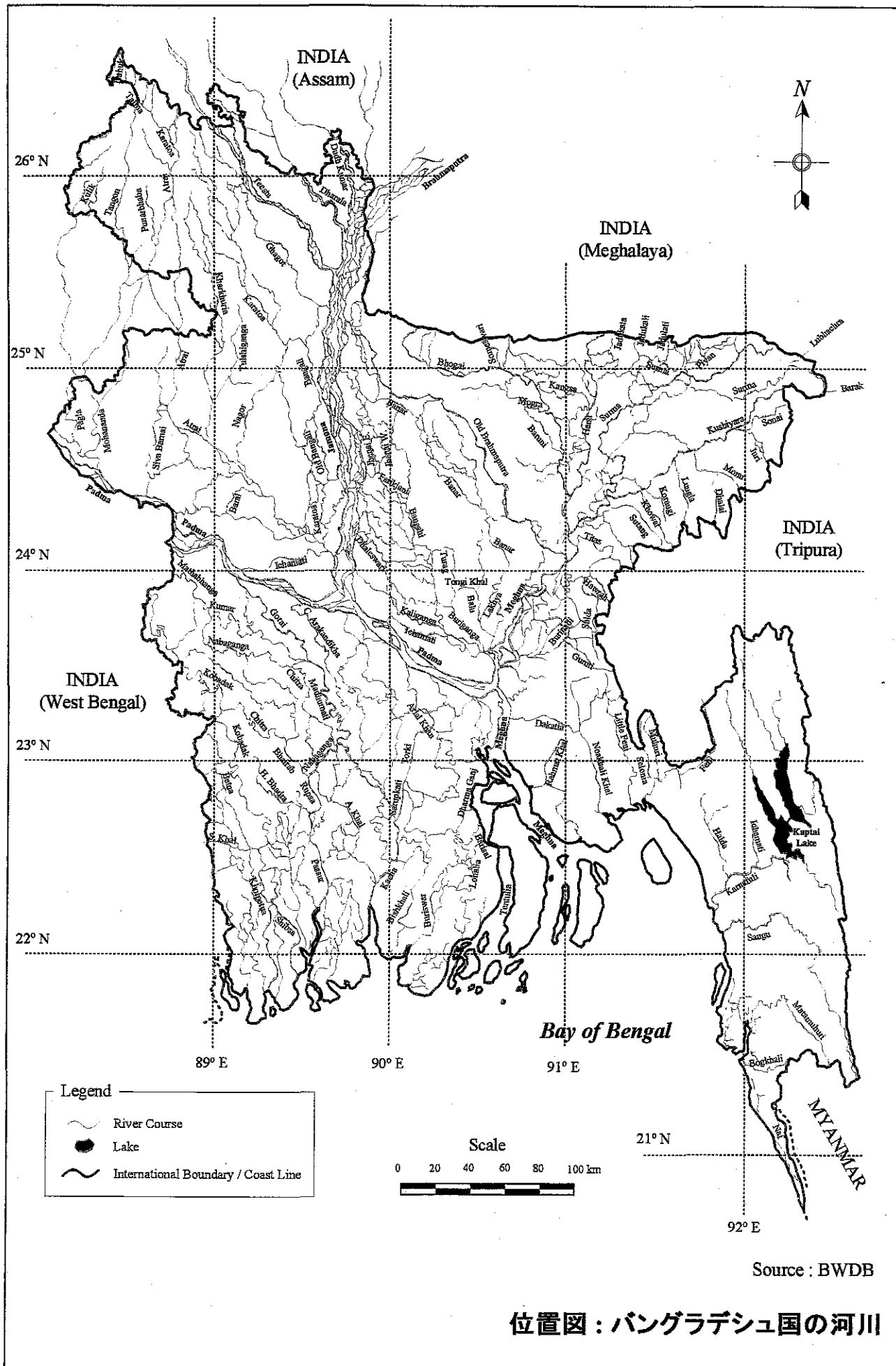


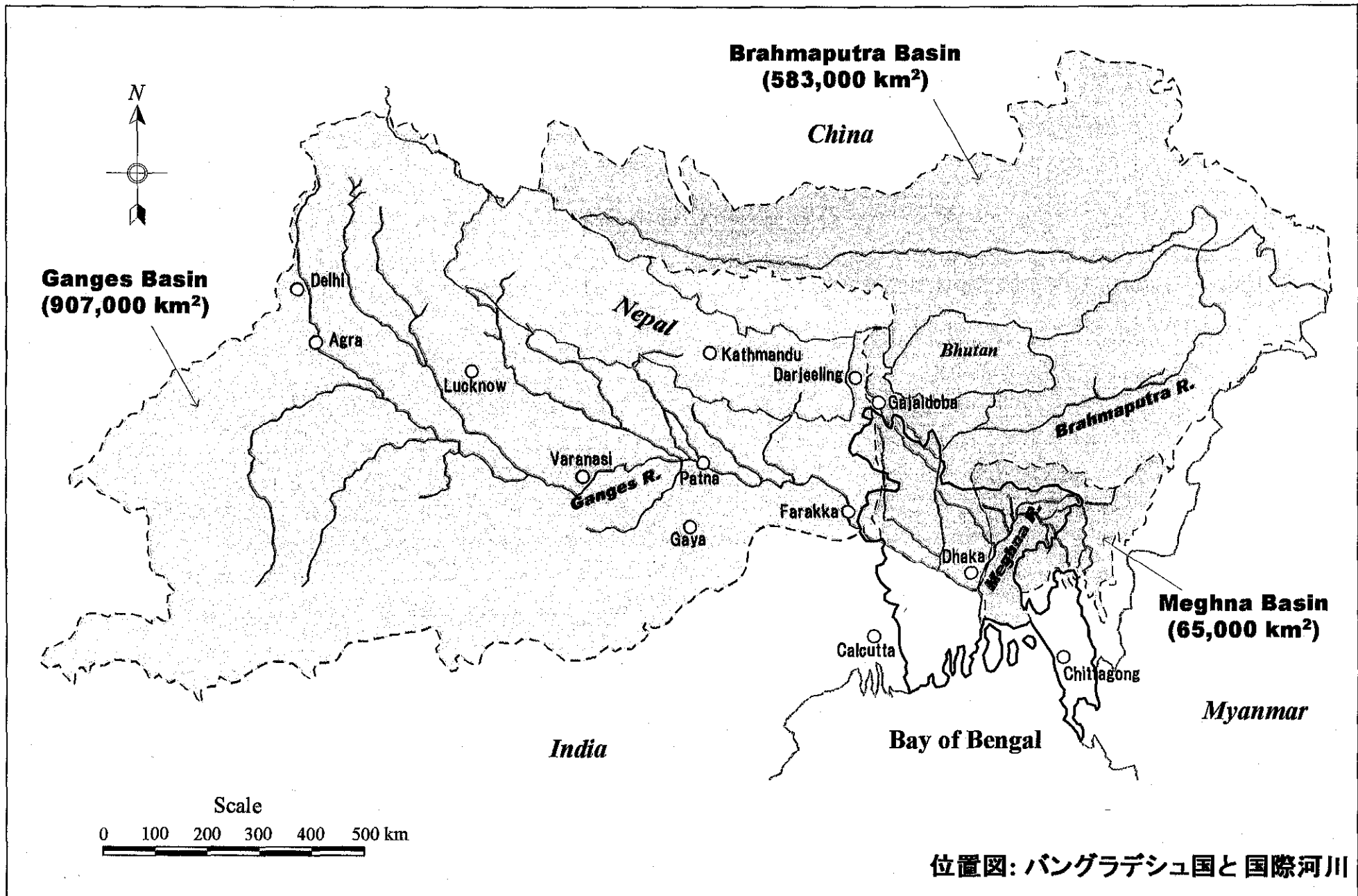
Legend

- National Capital (Dhaka)
- Division Capital
- River / Water
- International Boundary



位置図: バングラデシュ国





バングラデシュ人民共和国
洪水予警報システム計画調査
調査概要

1. バングラデシュ国の現況

バングラデシュ国	位置： 国土面積： 主要国際河川：	南アジア北東部 147,000 km ² ガンジス川/パドマ川(907,000 km ²), ブラマプ トラ川/ジャムナ川(583,000 km ²), メグナ川 (63,000 km ²)
社会経済	人口： GDP： 一人当り GDP：	1 億 2,140 万人(2001) 2 兆 4,500 億タカ(2000/01) 20,182 タカ(2000/01)
水文気象	年平均雨量： 洪水の種類：	1,200 mm(西部), 5,000 mm 以上(北東部) モンスーン洪水, フラッシュ・フラッド, 高潮, 平地部の排水不良
洪水被害	浸水面積(死者数)： 年平均被害額：	89,970 km ² (2,379 人): 1988 年モンスーン洪水 100,250 km ² (918 人): 1998 年モンスーン洪水 122 億タカ
電気通信	普及率：	固定電話 0.39 台/100 世帯 携帯電話 0.40 台/100 世帯
組織・制度	水分野の関連機関： 水分野の法律・規則：	i) 国家水資源評議会(NWRC) ii) 水資源省 (MOWR) a) 水資源開発庁(BWDB) b) ジョイントリバーコミッティ(JRC) c) 水資源計画局(WARPO) d) 河川研究所(RRI) e) バングラデシュハオール・湿地開発庁 (BHWDB) f) 水理モデル研究所(IWM) g) 環境 GIS センター(CEGIS) i) 国家水政策(NWP) ii) 国家水管理計画(NWMP) iii) 国家水資源法(Water Code:策定中)
洪水予警報システ ムの現況	設立年： 水文観測システム：	1972 年 人力水位観測所：91 箇所

人力雨量観測所数：56箇所

[既存テレメータシステム]

- a) 全 14 箇所(1985 年, 1996 年設置)
- b) 5 箇所稼動中(2003 年 9 月時点)
- c) 洪水予警報システムと連結されていない

データ送受信システム： HF 無線(SSB)を利用した音声通信
解析システム： 水理水文計算ソフトウェア (MIKE11) による (スーパーモデル)
予警報伝達システム： 洪水予警報センター (FFWC) による予警報情報の発信
住民避難システム： 地方の災害管理委員会の指導・活動
実施中の関連プロジェクト：
i) 洪水予警報システム強化プロジェクト (DANIDA)
ii) 水管理改良プロジェクト (WB)
iii) 総合的災害管理プログラム(UNDP), 他

2. 洪水予警報システム計画調査の概要

調査期間：2002年11月～2003年12月

調査の範囲：

- 1) 洪水予警報システムの改善案の策定
- 2) 選定した最適計画案に対するフィージビリティスタディ
- 3) 技術移転

基本手順：

- 1) 洪水予警報システムの現況把握と問題点の抽出
- 2) 代替案検討調査にもとづく洪水予警報システムの改善案の策定
- 3) 最適計画案の選定
- 4) 最適計画案に対するフィージビリティスタディ

3. 洪水予警報システムのフレームワークプラン (全体計画)

提案された最適案 (洪水予警報システムの全体計画):

管理システム

- 1) 中央管理事務所(ダッカ)
- 2) 5箇所の地方管理事務所
 - a) 北東地区(シレット：Sylhet)
 - b) 北西地区(ロンプール：Rangpur)
 - c) 南東地区(チッタゴン：Chittagong)
 - d) 南西地区(ボリシャル：Barisal)
 - e) 北部中央地区(ダッカ：Dhaka)

人力観測-テレメータ併用観測システム

- 1) 水位観測所
 - a) 人力観測所：68 (北東: 11, 北西: 17, 南東: 7, 南西: 12, 北部中央: 21)
 - b) テレメータ：23 (北東: 7, 北西: 5, 南東: 2, 南西: 5, 北部中央: 4)
- 2) 雨量観測所
 - a) 人力観測所：45 (北東: 7, 北西: 10, 南東: 9, 南西: 10, 北部中央: 4)
 - b) テレメータ：23 (北東: 7, 北西: 5, 南東: 2, 南西: 5, 北部中央: 4)

事業費

建設費：11億4,820万タカ

年間維持管理費：6,560万タカ (減価償却費含まず)

事業評価

- 1) 経済評価：経済的内部収益率; 26.4%, 費用便益比; 1.1 (割引率 12%を適用)
- 2) 社会・環境評価：社会的安定効果大, ネガティブな影響無し

4. 実施計画 (パイロット事業)

パイロット事業の概要：

管理システム

- 1) 中央管理事務所 (ダッカ)
- 2) 地方管理事務所：北東地区 (シレット：Sylhet)

人力観測-テレメータ併用観測システム

- 1) 水位観測所
 - a) 人力観測所：68 (北東: 11, 他地区: 57)
 - b) テレメータ：23 (北東: 7, 他地区: 16)
- 2) 雨量観測所
 - a) 人力観測所：45 (北東: 7, 他地区: 38)
 - b) テレメータ：23 (北東: 7, 他地区: 16)

事業費

建設費：8億1,370万タカ

年間維持管理費：5,120万タカ (減価償却費含まず)

事業実施計画

実施機関: BWDB

実施期間: 2004年1月～2008年12月 (予算措置, 設計, および建設完了後の運営維持ガイダンス期間含む)

5. 実施すべき優先調査業務

優先調査業務の項目

- 1) 洪水予警報システム改善案に対する維持管理計画策定
- 2) 河川管理体制の明確化
- 3) 予警報伝達システムと洪水避難システムの強化
- 4) 組織改革案策定
- 5) 河川管理情報の収集と危険水位の見直し

バングラデシュ人民共和国
洪水予警報システム計画調査

最終報告書

要約

目次

最終報告書の構成

序文

伝達状

位置図

調査概要

目次

略語

単位

ページ

第1部 総論

I.	序	1
	調査の背景と典拠	1
	調査の目的、対象地域	2
	調査スケジュールと内容	2
	最終報告書	2
II.	バングラデシュ国の現況	3
	国土・地勢	3
	社会経済現況	3
	自然災害	4
	気象・水文	4
	河川および洪水対策の現況	4
	洪水被害	6
	電気通信（テレコミュニケーション）	6
	組織・制度	7
III.	洪水予警報サービスの現状	9
	バ国洪水予警報システムの歴史	9
	洪水予警報と既設テレメータ設備	9
	気象・水文観測システム	10
	データ送受信システム	10

解析システム	11
予警報伝達システム	12
住民避難システム	13
組織・制度	14

第2部 洪水予警報システムの検討

IV. 洪水予警報システムのフレームワークプラン(全体計画)	16
洪水予警報の必要性	16
構成要素毎の代替案検討	16
組織・制度面の代替案	20
総合代替案比較と最適フレームワークプランの選定	20
維持管理計画	23
V. 国際河川	25
洪水予測と洪水調整	25
GBM 河川の総合管理計画	25

第3部 フィージビリティスタディ

VI. フィージビリティスタディの基本方針	26
基本方針	26
VII. フィージビリティ設計	27
フィージビリティ設計の対象案	27
気象・水文観測システム	27
データ送受信システム	27
解析システム	28
予警報伝達システム	28
避難システム	29
設計結果の総括	30
VIII. 組織・制度計画	31
概要	31
組織体制	31
新体制の規則	31
要員計画	31
IX. 積算	32
事業費	32
運営・維持管理費	32

X.	事業評価	33
	経済評価	33
	社会評価	33
	環境評価	33
XI.	事業実施計画	34
	概論	34
	パイロット事業方式の導入	34
	優先調査業務	35
	パイロット事業費と維持管理費	35
	事業実施工程	36
	事業実施機関	36
XII.	結論・提言	37
	結論・提言	37
	事業実施の前提事項	37
	より効果的な洪水予警報サービス提供のために実施すべき事項	38

表目次

	ページ
表-1 洪水予警報システム改善案の業務内容	T1
表-2 予警報システム改善案の要員配置	T2
表-3 実施計画工程表	T3

図目次

	ページ
図-1 洪水予警報システム改善案の水文観測網	F1
図-2 地区区分と水文観測所	F2
図-3 提案プロジェクトのデータ通信網	F3
図-4 提案プロジェクトのデータ送受信フロー図	F4
図-5 提案プロジェクトのデータ送受信設備配置概要図	F5
図-6 提案プロジェクトの主要事項の総括	F6
図-7 中央管理事務所の設備構成図	F7
図-8 地方管理事務所の設備構成図	F8
図-9 データ中継施設の設備構成図	F9
図-10 テレメータ観測局の設備構成図	F10
図-11 人力観測局の設備構成図	F11
図-12 地点間直接予警報伝達局の設備概要図	F12
図-13 提案プロジェクトの Hydrology 事業部の組織構成	F13
図-14 パイロット事業のデータ送受信設備配置図	F14
図-15 パイロット事業のデータ送受信フロー図	F15

略 語

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler	音波ドップラープロファイラー（流速測定装置）
ADG	Additional Director General	アディショナルディレクタージェネラル（水資源開発庁の役職）
ADPC	Asian Disaster Preparedness Center	アジア災害準備センター
AE	Absolute Error	絶対誤差
ARGS	Automatic Rainfall Gauging Station	自記雨量観測所
ASCE	American Society of Civil Engineers	米国土木学会
AWLGS	Automatic Water Level Gauging Station	自記水位観測所
BADC	Bangladesh Agricultural Development Agency	バングラデシュ農業振興局
BBS	Bangladesh Bureau of Statistics	バングラデシュ統計局
BIWTC	Bangladesh Inland Water Transport Corporation	バングラデシュ陸水交通公社
BM	Bench Mark	基準点
BMD	Bangladesh Meteorological Department, Ministry of Defense	バングラデシュ気象局、バングラデシュ防衛省
BR	Bangladesh Railway	バングラデシュ鉄道
BRAC	Bangladesh Rural Advancement Committee	バングラデシュ地方発展（NGO）
BRTA	Bangladesh Rural Telecom Authority	バングラデシュ地方電話局
BTRC	Bangladesh Telecommunications Regulatory Commission	バングラデシュ電気通信規制委員会
BTTB	Bangladesh Telegraph and Telephone Board	バングラデシュ電信電話局
BUET	Bangladesh University of Engineering and Technology	バングラデシュ工科大学
BUP	Bangladesh Unnayan Parishad (Bangladesh Development Council), NGO	バングラデシュウナヤン・パリシャド（バングラディッシュディッシュ開発協議会：NGO）
BWDB	Bangladesh Water Development Board	バングラデシュ水資源開発庁
C&I	Construction and Instrumentation Division, BWDB	施設・設備管理課（水資源開発庁）
CDMP	Comprehensive Disaster Management Program	総合的災害管理プログラム
CE	Chief Engineer	チーフエンジニア（水資源開発庁の役職）
CEGIS	Center for Environmental and Geographic Information Services	環境 GIS センター
CFAB	Climate Forecast Applications in Bangladesh	バングラデシュ国における気候予測アプリケーション（プロジェクト名）
CIDA	Canada International Development Agency	カナダ国際開発機構
CPI	Consumer Price Index	消費者物価指数
CPP	Cyclone Preparedness program	サイクロン対策プログラム
CPR	Center for Policy Research, NGO in India	政策研究センター（インド国の NGO）
CSFFWS	Consolidation and Strengthening of Flood Forecasting and Warning Services	洪水予警報サービス強化プロジェクト
DANIDA	Danish International Development Agency	デンマーク国際開発協力局

DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DFID	Department for International Development, UK	英国国際開発協力局
DG	Director General	ダイレクタージェネラル（水資源開発庁の役職）
DHI	Danish Hydraulic Institute	デンマーク水理研究所（デンマーク）
DL	Danger Level	危険水位
DMB	Disaster Management Bureau	災害管理局
DMC	Disaster Management Committee	災害管理委員会
DMIC	Disaster Management Information Center	災害管理情報センター
DOE	Department of Environment	環境局
DOF	Department of Fisheries	漁業局
DRR	Directorate of Relief and Rehabilitation	救援・復興理事会
ECA	Environment Conservation Act	環境保全法
ECR	Environment Conservation Rules	環境保全則
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EOC	Emergency Operation Center	緊急対応センター
ERD	Economic Relations Division	経済関係局（財務省）
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連食料農業機関
FAP	Flood Action Plan	全国洪水対策計画
FFMI	Flash Flood Magnitude Index	フラッシュフラッド指標
FFWC	Flood Forecasting and Warning Center, BWDB	洪水予警報センター（水資源開発庁）
FFWS	Flood Forecasting and Warning System (Service)	洪水予警報システム（サービス）
FFYP	Fifth Five Year Plan	第5次5カ年計画
FHC	Flood Hydrology Circle (proposed)	洪水水文サークル（本調査で提案された組織）
FPP	Flood Proofing Project	洪水適応対策事業
GBM	Ganges-Brahmaputra-Meghna (Basins or Rivers)	ガンジス・ブラマプトラ・メグナ（流域または河川）
GDA	Ganges Dependent Area	ガンジス川水系依存地域
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
GK	Ganges Kobadak (project)	ガンジスコバダック（かんがいプロジェクト名）
GMS	Geostational Meteorological Satellite	静止気象衛星
GNP	Gross National Product	国民総生産
GOB	Government of Bangladesh	バングラデシュ国政府
GOJ	Government of Japan	日本国政府
GP	Grameen Phone (Mobile Phone Service Company)	グラミン社（携帯電話サービス会社）
GPS	Global Positioning System	全球測位システム
GWHC	Ground Water Hydrology Circle, BWDB	地下水・水文サークル（水資源開発庁）
GWPB	Ground Water Processing Branch, BWDB	地下水調査データ処理支部（水資源開発庁）
HF	High Frequency	高周波
ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札
IDA	International Development Association	国際開発協会
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査

IFCDR	Institute of Flood Control and Drainage Research, BUET, now renamed as Institute of Flood and Water Management (IFWM)	洪水制御・排水研究所（現、洪水・水管理研究所）
IFWM	Institute of Flood and Water Management, BUET, formerly known as IFCDR	洪水・水管理研究所
IIDS	Institute for Integrated Development Studies, NGO in Nepal	統合開発研究機関(ネパール国の NGO)
ILA	International Law Association	国際法学会
IMD	India Meteorological Department	インド国気象庁
IMDMCC	Inter-Ministerial Disaster Management Co-ordination Committee	省庁間災害対策管理委員会
IT	Information Technology	情報技術
ITCZ	Inter-tropical Convergence Zone	熱帯収束帯
IWM	Institute of Water Modeling, formerly known as Surface Water Modeling Center (SWMC)	水モデル研究所（旧地表水モデリングセンター）
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構（旧国際協力事業団）
JOCV	Japan Overseas Cooperation Volunteers	青年海外協力隊
JRC	Joint Rivers Commission	共同河川委員会
JRC	Japan Radio Co., Ltd.	日本無線株式会社
LDAP	Local Disaster Action Plan	地方災害行動計画
LGD	Local Government Division, MOLGRDC	地方行政組織（地方行政・地域開発振興省）
LGED	Local Government Engineering Department	地方行政技術局
MAE	Mean Absolute Error	平均絶対誤差
MIS	Management Information System	経営情報システム
MODMR	Ministry of Disaster Management and Relief	災害管理救済省
MOE	Ministry of Education	教育省
MOEF	Ministry of Environment and Forest	環境森林省
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOLGRDC	Ministry of Local Government, Rural Development and Cooperatives	地方行政・地域開発振興省
MOU, MoU	Memo of Understandings	覚書
MOWR	Ministry of Water Resources	水資源省
MPO	Master Plan Organization	マスタープラン機構
MPT	Ministry of Posts and Telecommunications	郵便通信省
MTBF	Mean Time between Failures	平均故障時間間隔
NDC	National Disaster Council	国家災害委員会
NEC	National Economic Council	国家経済委員会
NEP	National Environmental Policy	国家環境政策
NGO	Non-governmental Organization	非政府組織
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration, USA	米国海洋大気庁
NPO	Non Profit Organization	非営利組織
NWDA	National Water Development Agency	国家水開発機関
NWMP	National Water Management Plan	国家水管理計画

NWP	National Water Policy	国家水政策
NWRC	National Water Resources Council	国家水資源委員会
NWRD	National Water Resources Database	国家水資源データベース
O&M	Operation and Maintenance	運営、維持管理
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PC	Planning Commission, Ministry of Planning	計画委員会 (計画省)
PCM	Project Cycle Management	プロジェクト・サイクル・マネジメント
PDB	Power Development Board	電力開発庁
PFFC	Processing and Flood Forecasting Circle, BWDB	データ処理・洪水予測サークル (水資源開発庁)
PWD	Public Work Department or Public Works Datum (Water Level)	公共事業整備局、若しくは公事業データ
R&H	Roads and Highways Department	道路・高速道路庁
RMPB	River Morphology Processing Branch, BWDB	河川形態データ処理支部(水資源開発庁)
RMRC	River Morphology and Research Circle, BWDB	河川形態調査サークル (水資源開発庁)
RRI	River Research Institute	河川研究所
SAARC	South Asia Association for Regional Cooperation	南アジア地域協力連合
SDE	Sub Divisional Engineer	サブディビジョナルエンジニア (水資源開発庁の役職)
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同時デジタル階層
SE	Superintending Engineer	スーパーインテンディングエンジニア (水資源開発庁の役職)
SM	Supermodel	スーパーモデル (洪水予警報センターの洪水解析モデルの名称)
SPARRSO	Space Research & Remote Sensing Organization	宇宙研究・リモートセンシング局
SW	Scope of Work	実施細則
SWHC	Surface Water Hydrology Circle, BWDB	地表水水文サークル (水資源開発庁)
SWMC	Surface Water Modeling Center, now renamed as Institute of Water Modeling (IWM)	地表水モデリングセンター (現、水モデル研究所)
SWPB	Surface Water Processing Branch, BWDB	地表水データ処理支部(水資源開発庁)
TBM	Temporally Bench Mark	仮基準点
TDS	Total Dissolved Solids	全溶存固形物量
TOF, ToF	Time of Forecast	予測開始時刻
TOR, ToR	Terms of Reference	委託条件書
UNCHS	United Nations Center for Human Settlement (Habitat)	国連人間居住センター
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNO	Upa-Zilla Nirbahi (Executive) Officer	ウパジラ・ニルバヒ事務所 (バングラデシュ国の市町村レベルの本庁)
UPS	Uninterrupted Power Supply	無停電電源装置
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
USD	United States Dollar	米ドル
UZ	Upa-Zilla	ウパジラ (バングラデシュ国の市町村レベルの自治体)
VHF	Very High Frequency	超短波
VSAT	Very Small Aperture Terminal	超小型通信衛星地球局

WARPO	Water Resources Planning Organization	水資源計画局
WB	World Bank	世界銀行
WL	Water Level	水位
WMA	Water Management Association	水管理協会
WMIP	Water Management Improvement Project	水管理強化プロジェクト
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関
WSIP	Water Sector Improvement Project	水セクター強化プロジェクト
XEN	Executive Engineer	エグゼクティブエンジニア（水資源開発 庁の役職）

単位

面積

cm ²	=	平方センチメートル
m ²	=	平方メートル
km ²	=	平方キロメートル
ha	=	ヘクタール (10,000 m ²)

長さ

mm	=	ミリメートル
cm	=	センチメートル
m	=	メートル
km	=	キロメートル

通貨

US\$	=	米ドル
JPY	=	日本円
Tk.	=	バングラデシュタカ

エネルギー

kVA	=	キロボルトアンペア
kW	=	キロワット

経済指標

EIRR	=	経済的内部収益率
FIRR	=	財務的内部収益率
NPV	=	純現在価値
B/C	=	費用便益比

体積

cm ³	=	立方センチメートル
m ³	=	立方メートル
m ³ /day	=	立方メートル毎日
m ³ /h	=	立方メートル毎時
m ³ /min	=	立方メートル毎分
m ³ /sec	=	立方メートル毎秒
(cumec)		
ft ³ /sec	=	立方フィート毎秒
(cusec)		
l or lit	=	リットル(1,000 cm ³)
lpcd	=	リットル/(人・日)
MCM	=	百万立方メートル

重量

g	=	グラム
mg	=	ミリグラム (1/1,000 g)
mg/l	=	1リットル当りミリグラム
μg/l	=	1リットル当りマイクログラム
kg	=	キログラム(1,000 g)
kg/cm ²	=	1平方センチメートル当りキログラム
t	=	トン (1,000 kg)

時間

s	=	秒
min.	=	分
h	=	時間

その他

per/km ²	=	1平方キロメートル当りの人数
rpm	=	1分当りの回転数
Hz	=	ヘルツ
MHz	=	メガヘルツ
B (b)	=	バイト
KB (kb)	=	キロバイト
dB	=	デシベル
MSL	=	平均海水面
Lakh	=	100,000
Crore	=	10,000,000

第1部 総論

I. 序

調査の背景と典拠

- 1.1 バングラデシュ国は、パドマ川(ガンジス川)、ジャムナ川(ブラマプトラ川)、メグナ川の三大国際河川により形成されるデルタ地帯に位置している。人々の生活は河川と密接な関係にあり、洪水に適応した生活様式が確立されている。しかしながら、毎年モンスーン期になると河川の氾濫や堤防の浸食、河川構造物の被災等が依然として多くの地域で発生する。近年の例では、1988年、1998年のモンスーン期に約2/3の国土が冠水し、甚大な被害が報告されている。
- 1.2 バングラデシュ国の洪水は、深刻かつ甚大な被害をもたらす。さらに、土地利用計画の効果的な運用が限定されることにより、経済的な成長が制約され、人口増加に対応できないなどの各種の問題を引き起こしている。1988年の洪水の直後、これらの問題を解決することを目的として、世界銀行(World Bank: WB)主導によりフラッドアクションプラン(FAP)が緊急的に立案され、いくつかの提案が実施された。現在、FAPはバングラデシュ国政府において国家水管理計画(National Water Management Plan: NWMP)として継続され、同計画は現在政府承認手続き段階に到達している。
- 1.3 バングラデシュ国の洪水予警報サービス(Flood Forecasting and Warning Services: FFWS)分野においては、デンマーク国際開発協力局 DANIDA(Danish International Development Agency)の技術的、経済的支援によって予測解析システムが開発され、継続的にその改良が実施されている。しかし、洪水予測解析に利用する水文データは、人力計測、人力入力、SSB無線による音声通信とした人力を介したものであり、データの信頼性、正確性、適時性に問題がある。バングラデシュ政府は迅速で精度の高い洪水予測解析には既存のテレメータネットワークの改良・拡張が重要と認識している。
- 1.4 このような状況の中、2001年にバングラデシュ国政府は日本国政府に対し、洪水予警報サービスにおける通信伝達網の設備改良と拡張に関するフィージビリティスタディ「テレメータ整備計画調査」の実施を正式に要請した。これに対し日本政府側は、データ通信網だけではなく洪水予警報システム全体を網羅した調査を実施することとし、両政府間合意のもと調査名は「洪水予警報システム計画調査」に変更となった。2002年7月11日ダッカにおいて、バングラデシュ国側の財務省(Ministry of Finance: MOF)、水資源省(Ministry of Water Resources: MOWR)、水資源開発局(Bangladesh Water Development Board: BWDB)と国際協力事業団(現、国際協力機構(JICA))間で協議し、本件に関する実施細則(Scope of Works: S/W)内容について合意し、署名を行った。同時に、S/Wの協議内容確認事項として協議議事録(Minutes of Meetings: M/M)が作成され、署名が行われた。本調査はこれらのS/W及びM/Mの内容に基づき実施された。

- 1.5 調査の遂行にあたり、国際協力事業団はコンサルタントからなる調査団を組織し、調査はBWDB職員よりなるカウンターパートの協力を得て実施された。また、国土交通省、外務省の職員より構成される作業監理委員会が設置された。一方、バングラデシュ政府側は水資源大臣を議長とする関連機関の職員からなる運営委員会(Steering Committee)を設立した。

調査の目的、対象地域

2.1 調査の目的

調査の目的は下記の通りである。

- i) バングラデシュ国における洪水予警報システムの向上を目指し、特にデータ収集・データ通信の改善についてフィージビリティスタディ(F/S)を実施する。
 - ii) 本調査の実施を通じ、バングラデシュ国側カウンターパート(C/P)に技術移転を行う。
- 2.2 調査の対象はバングラデシュ国全域である。調査において、洪水予警報システムは、5つのサブシステム、すなわち、1)観測システム、2)データ送受信システム、3)解析システム、4)予警報・伝達システム、5)住民避難システム、から構成されると考えた。既存の洪水予警報システムを改善するため、下記の業務を実施した。
- i) 洪水予警報システムの現状把握と問題点の抽出
 - ii) 代替案比較検討による洪水予警報システム改善に係る最適案の選定
 - iii) 選定した最適案に対するフィージビリティ調査

調査スケジュールと内容

- 3.1 調査は、1)基本調査、2)フィージビリティ調査の二段階に分けて実施し、2002年11月に開始した。基本調査では、主に現地踏査、代替案検討、最適案の選定を行い、洪水予警報システムに対する最適フレームワーク計画を策定した。フィージビリティ調査では、提案した最適フレームワーク計画に対して現地踏査、通信試験等による詳細な調査を実施した。調査は2003年12月に終了した。
- 3.2 技術移転は日常の調査業務におけるオン・ザ・ジョブ・トレーニングとともに、カウンターパートらの出席するジョイントミーティング、技術移転セミナー等を通じて実施された。

最終報告書

4. 最終報告書は現地調査、基本調査(フレームワーク計画策定)、フィージビリティ調査により得られた全ての結果、成果を記述するものである。

II. バングラデシュ国の現況

国土・地勢

5. バングラデシュ国は南アジア北東部に位置し、国土総面積は約 147,000km²である。その国境はインド、ミャンマーに接し、南方にはベンガル湾が位置する。国土の 80%がデルタの沖積土で形成された洪水氾濫域となっている。

社会経済現況

- 6.1 行政区分: バングラデシュ国は 6 Division (地方州) に区分される。各 Division は 64 の District (県) からなり、さらにその下の行政組織として Upazilla や Thana とよばれる地方自治体がある。
- 6.2 人口: 2001 年におけるバングラデシュ国の人口は 121.4 百万人であり、最近 11 年間の年間平均増加率は 1.49% である。District 単位ではダッカ(人口 8.6 百万人)が最も人口密度が高く 5,858 人/km² である。また、調査団の予測結果によれば、全人口は 2010 年に 143.9 百万人、2020 年に 162.5 百万人に増加するものと推定される。
- 6.3 GDP: 2000/01 期におけるバングラデシュ国の GDP は 2 兆 4,500 億タカであり、国民一人当たりの GDP は 20,182 タカである。また、調査団の将来 GDP 予測結果によれば、中程度の経済成長を見込んだ場合、2020 年には GDP は総計 6 兆 1,020 億タカ(年間平均成長率 5.5%)、国民一人当たりの GDP は 31,401 タカ(年間平均成長率 3.0%)になるものと推定される。
- 6.4 政府の経済状況: 2001/02 期におけるバングラデシュ国政府の総歳入額は 4,230 億タカであり、同期間の総歳出は 3,560 億タカであった。総歳入は一般歳入(revenue receipt)と開発歳入(development receipt revenue)からなる。2001/02 期において前者は総計の 64%を占める。総歳出は一般歳出(revenue expenditure)と開発歳出(development expenditure)があり、前者は総計の 62%を占めている(2001/02 期)。
- 6.5 開発歳出: 2001/02 期におけるバングラデシュ政府の開発歳出額は 1,360 億タカであった。最も急激に歳出が増加している分野は教育訓練分野で、その増加率は年間 43.4% である。総開発歳出額に占める割合で見ると、交通運輸分野が最大で 19.7%を占めている。治水・水資源分野については最近 10 年で年平均 3.1%の減少傾向にある。
- 6.6 海外経済資金協力: 1991/92 から 2000/01 にかけての海外からの支援額は 19 億米ドルから 21 億米ドルに僅かに増加している。2000/01 期において、無償資金協力の割合は 45.7%、ローンの割合は 54.3%であった。資金協力額の償還額は 2000/01 で 14 億米ドルであった。日本は ADB、IDA、USA、UK と並びバングラデシュ国への最大の援助国となっている。
- 6.7 社会経済政策: 1980 年より国家 5 カ年計画が策定されており、現在まで継続的に実施されている。しかしながら、第 5 次 5 カ年計画(1995-2000)の後の長

期開発計画は未だ策定されていない状況である。なお、バングラデシュ政府は現在第6次計画を策定中である。

自然災害

7. バングラデシュ国は多種の自然災害被害を受ける地域である。主な自然災害としてサイクロン、洪水、干ばつ、地震、堤防浸食、竜巻などがある。

気象・水文

- 8.1 気候：バングラデシュ国は亜熱帯モンスーン気候帯に位置し、年間の気候は冬期(11月～2月)、夏期(3月～5月)、モンスーン期(6月～9月)、ポストモンスーン期(10月～11月)に区分される。年平均気温は19℃～29℃である。年間平均雨量は西部で1,200mm、北東部では年間5,000mm以上となっている。サイクロンはほぼ毎年来襲し、その時期はモンスーン前後の時期(5、6月及び10、11月)に集中する。
- 8.2 水文：バングラデシュ国はパドマ川(907,000 km²)、ジャムナ川(583,000 km²)、メグナ川(65,000 km²)の3大河川の合流点に位置し、国内を流れる河川流量の90%以上が国外からの流入量である。試算結果によれば、パドマ川の流域面積はジャムナ川の1.5倍であるが、パドマ川の年間の総流出量(344×10⁹m³)はジャムナ川(679×10⁹m³)の約50%である。
- 8.3 洪水の特徴：バングラデシュ国の洪水の特徴は、一般に次のように分類される。1) モンスーン洪水、2) フラッシュフラッド、3) 平地部の排水不良・湛水、3) サイクロンによる高潮
- 8.4 水文観測網：バングラデシュ気象局(BMD)と水資源開発庁(BWDB)が主に水文気象観測を担当している。BMDは全国35の地上観測局と測定半径400kmのレーダーを4基所有している。BWDBによる観測項目は、地表水、地下水、河川形態観測等がある。

河川および洪水対策の現況

- 9.1 河川：水資源開発庁(BWDB)によればバングラデシュ国の河川の総数は本川・支川を含めおよそ290である。定義は明確ではないがパドマ川、ジャムナ川、メグナ川、カルナフリ川はこの国における4大河川と呼ばれている。
- 9.2 河川動態調査：水資源開発庁(BWDB)では、河川横断測量を、1) 主要3大河川において毎年、2) その他主要4河川において隔年、3) 中小37河川において3年毎、の頻度で実施している。主要河川は横断方向に年間数km以上移動する場合もあり、河床は年間30m以上洗掘されることもある。
- 9.3 フラッドアクションプラン(FAP)：1988年の大洪水の後、世界銀行主導のもとFAPとして洪水対策の留意点・重要ポイントといえる11原則と15の細則がまとめられている。これらの調査は全て完了しているが、実際に実施されたものは僅かにすぎない。

- 9.4 洪水調整: 調査団は洪水被害を”[洪水被害]=[洪水危険度]×[洪水に対する脆弱性]“と定義した。すなわち、被害の最小化を図るということは、構造的手段により洪水危険度を最小化することとともに、洪水時の避難活動などのように非構造的な手段で洪水に対する脆弱性を強化することである。洪水対策においては、このような構造的、非構造的手段を効果的に連携すべきであり、洪水予警報システムはその最も本質的な連携手段の一つである。
- 9.5 ヒアリング調査: 水資源開発庁(BWDB)所管の河川構造物の運用管理状況を把握することを目的として、BWDBのO&M部門(運営・維持管理部門)を対象にヒアリング調査を実施した。ヒアリングの概要は下記の通りである。
- a) 60箇所地方O&M事務所への質問事項の配布
 - b) 回答数: 22事務所
 - c) 回答の主な内容:
 - 洪水警報は時々受信することもあるが、定常的に受信している訳ではない。
 - 年毎にBWDB本部より受け取る運用指針を除いて、緊急時の操作運用マニュアルがない。
 - 洪水予警報は大多数の事務所で必要なものと考えられている。
 - 洪水予警報システムへの期待度は非常に大きい。
 - 河川構造物維持管理費が極めて高い。
 - 河川構造物の台帳がない。
- 9.6 河川構造物、洪水調整の現況と将来:
- a) 水資源開発庁(BWDB)では1959-2002年の間に625の計画、設計プロジェクトを実施している。
 - b) バングラデシュ政府は1990年代にフラッドアクションプラン(FAP)を策定し、1999年に国家水政策(National Water Policy: NWP)、2001年に国家水管理計画(National Water Management Plan: NWMP)を策定している。
 - c) バングラデシュ政府は、全国規模の河川管理を推進しているところであり、その一環として、ガンジス川(パドマ川)、ジャムナ川、メグナ川にそれぞれに大規模な堰を建設するプロジェクトが検討されている。このうちガンジス川に設置される堰については、NWMPにおいてプレ・フィージビリティ調査が実施されている。ガンジス堰プロジェクトはガンジス開発地域(GDA)における多目的な水資源の開発を検討するものであるが、調査の結果、建設費用が大きく経済的内部収益率(EIRR)が4%と評価されており、より詳細な調査が必要な状況である。
- 9.7 インド領内の河川構造物: インド領には多くの河川構造物があり、それらによるバングラデシュ国内の水文環境への影響が懸念されている。比較的大規模な構造物としてはガンジス川主流、国境の40km上流に位置するファラッカ堰や、ティスタ川に位置するゴジャルドバ堰がある。このような大型河川構造物には放流警報システムを設置することが望まれる。

洪水被害

- 10.1 洪水履歴：洪水履歴によれば、1954年以降 30,000km²を超える氾濫が 19 回発生している。このうち、死者数の最も多かった洪水は 1988 年洪水であり、死者数は 2,379 人であった。また、洪水被害額は 1998 年洪水が過去最大であり、概算被害額は約 1,600 億タカであった。但し、この被害額についてはバングラデシュ側で算定されたものであり死傷者と家屋被害額は考慮されていない。また、貨幣価値換算された毎年の洪水被害の統計は存在しない。
- 10.2 実際の洪水被害：調査団は、死傷者、家屋被害を含む 1998 年の洪水の実被害額の推定を実施した。その結果、総被害額は 1,560 億タカ（2002 年時点の価値）である。
- 10.3 年平均洪水被害額：1998 年洪水を 50 年確率規模の洪水と仮定し、年平均洪水被害額を約 122 億タカと算出した。

電気通信(テレコミュニケーション)

- 11.1 電気通信網：2001 年現在、バングラデシュにおける固定電話、移動電話、テレビの普及率はそれぞれ推定 0.39 台、0.40 台、1.5 台/100 世帯である。全体的に電気通信設備の設置密度は不足しているが、その中で移動電話の増加率はかなり高い状況にある。
- 11.2 有線通信網：バングラデシュ国における全国の電話網はバングラデシュ電信電話局（BTTB）の管轄下にあり、そのうちの一部をバングラデシュ地方電話会社（BRTA）等のいくつかの民間会社が管理している。BTTB 基幹回線（主要都市間の大東回線）は通信能力が急速に増強されつつあるが、末端利用者へのサービスレベルは遅々として改善されていない。BRTA 回線については、特に地方においてサービスを徐々に拡張しているところであり、現在独自の専用回線網を運用中である。
- 11.3 無線通信網：Grameen Phone 社は、バングラデシュ国内の移動電話サービス会社のうち、一番広いサービスエリアを持つ会社である。近年、移動電話サービス網を設置するための初期投資額が小さいことから、携帯通信サービスエリアは急速に広がっている。
- 11.4 衛星通信網：VSAT や INMALSAT システムがある。VSAT は地球規模の衛星回線網を利用したもので、バングラデシュ国内では SQUARE 社により独占運用されている。INMALSAT は海外通信設備用に開発されたものであり、携帯通信設備と同様に幅広く利用されている。
- 11.5 省庁間通信網 (ホットライン)：バングラデシュ国内には固定した省庁間の通信網(ホットライン)がない。特に洪水やサイクロンのような緊急時においては、省庁間内部の通信網の設置は必要不可欠である。防災の観点から通信網に含まれるべき省庁として、BWDB、DMB、BMD、SPARRSO、CEGIS 等が考えられる。

- 11.6 固定電話網における将来計画：固定電話の加入待ち世帯数が近年増加している。これに対処するため、バングラデシュ電信電話局(BTTB)は現在次の対応を実施中である。1) 新規デジタル電信交換器の設置、2) 主回線自動交換器の設置・拡張、3) アナログ通信回線からデジタル通信回線への設備の更新
- 11.7 移動電話サービスにおける将来計画：移動電話網は固定電話網に比べ急速に普及していくことが予想される。さらに、バングラデシュ国では、近い将来、第2世代移動電話システムによる広範囲の通信網が実現する可能性がある。
- 11.8 IT分野における開発計画：社会経済発展の不可欠な推進要素の鍵として、バングラデシュ政府はIT政策を打ち出している。その政策は次のようなものである。1) 民間における広範囲通信網設置の許可、2) バングラデシュ電信電話局(BTTB)による全国参加型の母体の開発、3) インターネットプロバイダー会社の国内、及び国際的な接続交換器の設置、4) 全てのアナログ電話交換器からデジタル電話交換器への更新。

組織・制度

- 12.1 政府機関：バングラデシュは議員内閣制で運営され、最高権威者は首相である。中央行政機関は38省からなる。洪水予警報システムを担当している洪水予警報センター(FFWC)は水資源省(MOWR)の管轄下にある。
- 12.2 地方行政機関：全ての地方行政機関(LGD)は地方行政省(MLGRD)の管轄下にある。全国は6 Division(地方/州)に区分けされ、Divisionの最高責任者はDivisional Commissionerである。各DivisionはDistricts/Zilla(県)に区分され、その最高責任者はDeputy Commissionerである。各Districtの下にUpazilla/Thana(sub-District)がある。現在、自治体の総数はDistricts/Zillaが64、Upazilla/Thanaが507となっている。
- 12.3 河川・治水に関連する機関：河川・治水に関連する機関は下記の通りである。
- i) 国際水資源委員会 (National Water Resources Council : NWRC)
 - ii) 水資源省 (Ministry of Water Resources : MOWR)
 - a) 水資源開発庁 (Bangladesh Water Development Board : BWDB)
 - b) ジョイントリバーコミッション (Joint Rivers Commission : JRC)
 - c) 水資源計画庁 (Water Resources Planning Organization : WARPO)
 - d) 河川研究所 (River Research Institute : RRI)
 - e) バングラデシュハオール・湿地開発庁 (Bangladesh Haor and Wetland Development Board : BHWDB)
 - f) 水モデル研究所 (Institute of Water Modeling : IWM)
 - g) 環境GISセンター (Center for Environment and GIS : CEGIS)
- 12.4 河川に関する法・規制：バングラデシュ国における河川に関する主要な法・規制として1) 国家水政策(NWP)、2) 国家水管理計画(NWMP)、3) 準備中の国家水法(National Water Code)がある。NWPは1999年に水資源省(MOWR)によって公表され、国家5ヵ年計画の目標を達成するための、水分野での政策を掲げている。NWMPは、中央政府の最終承認を待つ段階であり、水資源計画

庁(WARPO)によって定められる水管理の基本計画を掲げている。国家水法についても現在 WARPO によって準備が進められているところである。

12.5 水資源開発庁<Bangladesh Water Development Board (BWDB)> :

- i) 組織の沿革: 水資源開発庁(BWDB)は1959年に設立され、1972年に組織改革、1998年に再度組織改革が行われた。数年前までは、約18,000人の職員が在職していたが、1998年組織改革により、全職員数は8,860人に設定され、2001年6月現在、総職員は10,069人である。
- ii) 組織構造: 水資源開発庁(BWDB)の方針、計画、運営を決定する最高評議会は13人の評議員で構成される。BWDBの最高責任者は総局長であり、総局長の下に副総局長が5人いて、各々業務(administration)、財務(finance)、計画(planning)、実施及び維持管理(O&M-1,O&M-2)を担当している。計画担当の副総局長の下には計画局長、水文局長、設計局長がいる。データ処理洪水予測サークル(PFFC)部は水文局の管轄下にある。PFFCの下部組織として洪水予警報センター(FFWC)を含む6つの課がある。
- iii) 教育訓練活動: 水文サービスに従事する職員全員が、新入時にBWDBの中央研修センターで基本研修を受けることになっている。その後、要請に応じ短期研修が実施されている。しかし、現在、継続的で、進歩的な教育訓練はなされていない状況である。
- iv) 予算: BWDBの予算は一般予算と開発予算に区分される。開発予算は新規プロジェクトの実施予算となる。一般予算はBWDBの運営・維持・管理予算であり、開発プロジェクト以外の運営維持管理や、ローンの返済予算を含む。2000/01年BWDBの総予算は約113億タカであり、その内訳は一般予算:14億タカ、開発予算:99億タカである。

12.6 洪水予警報センター<Flood Forecasting and Warning Center (FFWC)> : 洪水予警報センター(FFWC)は1972年にBWDBの一部門として設立された。主な業務内容は、1) 水文データ収集、2) 洪水予測モデルの運用、3) 洪水警報の発行、4) 洪水時の“洪水情報センター”の運用、である。