

III. 洪水予警報サービスの現状

バ国洪水予警報システムの歴史

13. 1972年の洪水予警報センター(FFWC)設立当時のリアルタイム観測地点は10地点であり、洪水予測は相関解析とマスキングム-クンジ法の洪水追跡モデルによるものであった。1992年に、FAP10のプロジェクトとしてDANIDAによりMIKE11を利用した水文・水理解析のアプローチが試みられた。2000年から2005年で実施するDANIDAの資金協力プロジェクト(CSFFWSP)調査では、洪水予測解析モデルの改良、改善、拡張が掲げられており、現在実施中である。

洪水予警報と既設テレメータ設備

- 14.1 バングラデシュ洪水予警報の構成概要を下記に示す。
- 常時水位・雨量観測網、及びその情報をダッカの洪水予警報センター(FFWC)へ送信するデータ通信網
 - 水理水文部門における洪水シミュレーションと洪水予測システム
 - FFWCから関係機関への洪水期における毎日の洪水情報の提供、洪水警報の発行

洪水予警報システムは大きく5つのサブシステム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、および5)住民避難システムから構成されている。これらの構成要素毎に現況把握、問題点の抽出を行い、考え得る対策案を検討した。

- 14.2 現在のテレメータシステムは自動観測所14箇所、中継施設5箇所とダッカにある中央制御事務所1箇所で構成されている。これらは、1985年と1996年に日本政府の資金協力を受けバングラデシュ政府により設置されたものである。しかし、下表に示すとおり、2003年9月現在、その大半が機能を停止しており全14箇所中5箇所のみ稼働している。

既存テレメータの稼働状況(2003年9月現在)

番号	地点名	機器導入年次	現況	備考
1	トンギ(ダッカ)	1996	修理中	
2	ミルプール(ダッカ)	1996	稼働中	
3	レカビハサル(ダッカ)	1996	稼働中	
4	ミルバラック(ダッカ)	1996	機器移設中	
5	ナヤルハット(ダッカ)	1996	稼働中	
6	ナヤンカソ(ダッカ)	1996	稼働中	
7	ジャトラプール	1996	稼働していない	水位観測所インレット破損
8	パンカ	1996	稼働していない	河道変動による埋没
9	シェルプール	1985	稼働していない	1996年に一部復旧
10	シャイスタカソ	1996	稼働していない	機器類はダライへ移設
11	ダライ	1985	修理中	機器類はシャイスタカソより移設
12	モヌ	1996	一部稼働中	通信障害あり。BWDBによる調査中。
13	カマルカソ	1985	稼働していない	1996年に一部復旧
14	サキカソ	1996	稼働していない	中継局とのコネクションなし

BWDBによると、稼働中の5箇所のテレメータに加え、停止中の4基のテレメータ装置を改修利用することが可能とのことであるが、次の観点から現洪水予警報システム(FFWS)の改善に効果があるかは疑問が残る。1) 機器装置が使用期限を迎えており老朽化している。2) 現テレメータシステムを現在の洪水予警報システム(FFWS)に組み込むためのインターフェイス装置を新たに構築するには多大な投資を要する。

従って、現在のテレメータ機器装置は人力観測所の補完観測に使用することとし、今回提案する予警報システムに組み込まない方針とした。

気象・水文観測システム

15.1 現在の状況:

- a) 水位計測所数 : 91 地点(人力観測)
- b) 雨量観測所数 : 56 地点(人力観測)
- c) 自動水位観測所数 : 13 地点(フロート式自記水位計)
- d) 自動雨量観測所数 : 6 地点(転倒ます式雨量計)
- e) 水位観測間隔(人力観測所) : 3 時間に 1 回(6:00~18:00)
- f) 雨量観測間隔 : 1 日に 1 回
- g) 自動観測所(水位、流量) : 1 時間に 1 回
- h) 2003 年 2 月時点で自動水位観測 13 箇所中 8 箇所が運用停止中
- i) 2003 年 2 月時点で自動雨量観測所 6 箇所中 4 箇所が運用停止中

15.2 問題点の抽出:

- a) 観測値の読み取り誤差
- b) 観測値の欠測と観測時刻の不一致(観測員の不足と観測地点へのアクセスの困難さによる)
- c) 雨量観測所付近のクリアランス不足(障害物の存在)
- d) 夜間水位観測の欠測
- e) 季節毎の水位上昇下降に伴うスタッフゲージの移動
- f) 自動観測設備の維持管理不足
- g) 河道濘筋の変動等による水位計の流出、洗掘

15.3 考え得る解決策:

- a) 水文観測の信頼性向上のために、自動計測設備の導入による定期的な観測網の確立
- b) 雨量観測所のクリアランス確保
- c) 既存河川構造物等を利用した水位計流出、洗掘対策
- d) 観測設備の維持管理体制の強化

データ送受信システム

16.1 現在の状況:

- a) 人力観測所の水文データを洪水予警報センター(FFWC)へ送信する手段として、HF 短波無線による音声通信を使用している。

- b) 現テレメータシステム 14 箇所の観測データが現洪水予警報解析システムで活用されていない。
- c) 現テレメータシステム 14 箇所中 5 箇所のみ、観測データを FFWC に送信している。

16.2 問題点の抽出:

- a) ノイズや誤操作による誤った情報の送信
- b) 予算、要員不足による脆弱な操作、管理体制
- c) BRTA や BTTB 公共通信回線使用時の偶発的な欠線

16.3 考え得る解決策:

- a) テレメータシステムの導入
- b) 人力水文観測所からのデジタルデータ通信
- c) 通信設備の操作・管理体制の強化
- d) 専用通信網の確立

解析システム

17.1 現在の状況:

- a) MIKE11 スーパーモデル 2001 による 1 次元(準 2 次元)水文水理計算
- b) 水文解析時間：20 分/回
- c) MIKE11-GIS による洪水氾濫図の作成
- d) 洪水氾濫図の作成時間：60 分(水文解析結果の入力時間を含む)
- e) 同時刻解析と予測シミュレーション(24, 48, 72 時間後)の実施
- f) モデル化した実河道数：272
- g) 仮想河道数：227
- h) 堰: 38, カルバート：15
- i) モデルに入力されている河川横断面数：約 1,100(水資源開発庁(BWDB)の調査による)
- j) 降雨流出モデルに適用する流域数: 114
- k) 降雨流出モデルに利用する雨量観測所データ数: 37
- l) モデルの実行に必要な境界条件(水位、流量)数: 52
- m) 52 箇所のうち実際の観測データを利用する箇所は 23 箇所。残り 29 箇所は近傍の観測データによる推定値を利用
- n) 水位予測地点数：54
- o) 予測精度の評価は毎年洪水期終了後に各予測地点毎に実施
- p) モデルはモンスーン洪水に対し比較的精度が高いが、フラッシュフラッドに対しての精度は低い。
- q) 水理モデル研究所(IWM)により解析モデルを更新、拡張中

17.2 問題点の抽出:

- a) 人為入力による入力ミスがみられる。
- b) 既設テレメータデータの入力インターフェイスがなく、効果的に活用されていない。
- c) フラッシュフラッドのような短期出水現象に対しても、1 日単位のシミ

- ュレーションが行われており適時性が乏しい。
- d) モデル境界条件地点の将来水位データの入力が必要であるが、洪水予警報センター(FFWC)職員の経験に基づく推定値が使用されている。
 - e) 地形データが古いため洪水氾濫図の精度が低い。
 - f) 上流国からの水文情報が限定されていることにより最大将来予測時間が72時間に限定されている。
 - g) シミュレーションモデルのセットアップとモデルの実行手順が複雑であり、職員スタッフ教育訓練が容易でない。
 - h) スーパーモデルの操作マニュアルが作成されていない(DHIにより発行されているオリジナルソフトのマニュアルしかない)。

17.3 考え得る解決策:

- a) 自動入力システムの開発
- b) 地形情報の更新
- c) シミュレーション回数を増やすことによるフラッシュフラッドへのモデル適応性の強化
- d) 上流他国の水文情報の継続的な入手とその情報によるリードタイムの増加、及び境界条件設定方法の確立
- e) モデル操作に関するスタッフの教育訓練と操作マニュアルの準備・更新

予警報伝達システム

18.1 現在の状況:

- a) 洪水警報は監視、シミュレーション結果をもとに洪水予警報センター(FFWC)から報じられる。
- b) モンスーン期(5月~10月)は、FFWCから洪水情報が毎日報じられる。
- c) 洪水情報、警報はFFWCから維持管理事務所、地方行政機関、報道機関、各種NGOや支援国へ、電話、ファクシミリ、E-mail等で送信される。
- d) 洪水に関する情報はFFWCのWebサイトからも提供される。
- e) 情報の内容は、観測降雨量、観測水位、予測水位(24時間、48時間)及び洪水氾濫図等である。
- f) 観測水位の単位は国家基準標高(m.PWD)である。また、危険水位(Danger Level:DL)との水位差も報じられる。
- g) FFWCの洪水警報は、公式的にDistrict(県)、Upazilla、Union(市町村)等の各災害管理委員会(Disaster Management Committee: DMC)により、地域住民に伝達される。

18.2 問題点の抽出:

- a) 洪水警報が地方の住民まで伝達されていない(UpazillaとUnion間のコミュニケーションに問題あり)。
- b) 予測時間に余裕がないため、地域住民の必要な洪水対応に対する十分な時間がない。
- c) 不明瞭な警報メッセージであり、洪水警報の内容が住民に理解されていない。

- d) 警報内容には河川構造物の安全性に関する情報が含まれていない。
- e) 洪水予警報センター(FFWC)から報じられる洪水警報は精度や信頼性が述べられていないため、受信者側で予測水位に対する精度と信頼性を把握することができない。

18.3 考え得る解決策:

- a) 洪水予警報センター(FFWC)から地方住民への信頼性の高い伝達経路の確立
- b) 洪水に関わる関連組織の責任の定義、明確化
- c) 予測時間の延長
- d) 警報情報内容の明確化(地方ハザードマップによる視覚化、危険水位の見直しなど)
- e) 主要河川構造物の現在及び将来の安全度の提示
- f) 予測地点の精度の明確化、公式な精度の設定

住民避難システム

19.1 現在の状況:

- a) 公式的に、水防活動は各地方の災害管理委員会(DMC)により支援されている。
- b) サイクロン対策は組織的に行われているようであるが、洪水に対する避難活動や水防活動のための組織的な機関がない。そのため、地域住民の経験と判断により行動が行われている。
- c) 地域住民の異常洪水時の主な避難先は高速道路や堤防、その他高層建築物上である。特定避難所は限定的である。

19.2 問題点の抽出:

- a) 洪水に対する避難活動、水防活動の機能的な組織がほとんどない。
- b) サイクロン避難シェルターは 1,195 箇所あるが、洪水避難シェルターは 95 箇所しかない。
- c) 家屋や資産の安全のため住民はなかなか避難したがない。
- d) 洪水避難時の移動手段がない。
- e) 避難所の生活環境が悪い。
- f) 地域住民の洪水活動と水防活動に関する知識が乏しい。
- g) 家畜の避難場所が不足している。
- h) 洪水被害を軽減するためのガイドラインがない。
- i) 河川構造物の被害を回避するためのガイドラインがない。

19.3 考え得る解決策:

- a) 洪水対策、水防活動組織の設立(災害管理委員会(DMC)や各種 NGO の効果的な補助機関)
- b) 洪水避難シェルター(避難センター)の設置
- c) 洪水時における家屋、資産の安全性の確保
- d) 洪水時の移動手段の確保
- e) 避難場所の環境改善とその管理

- f) 洪水対策と水防活動に関する人々の知識の向上
- g) 家畜や農作物の避難場所確保
- h) 河川構造物に対する洪水被害対策ガイドラインの策定

組織・制度

20.1 5つのサブシステムに加え、洪水予警報システム(FFWS)に関わる組織・制度に対しても評価を行う。

20.2 現在の状況:

実施中のプロジェクト:洪水予警報システム(FFWS)に関連する現在実施中のプロジェクトを下記に示す。

- i) DANIDAの資金協力によるFFWS強化プロジェクト(CSFFWS)
- ii) 世界銀行の資金協力による水資源管理改善プロジェクト(Water Management Improvement Project: WMIP)
- iii) 国連開発計画(UNDP)により実施されている総合災害管理計画(Comprehensive Disaster Management Program: CDMP)

洪水予警報分野における支援国の活動:多くの国による支援活動が行われている。支援国の調整機関として地方評議組織(LCG)の水部門の委員会が設置されている。

他国との情報収集機関:JRCにより河川沿いの他国との情報収集のため互いの協力が図られている。

災害管理:災害管理救済省(MDMR)により下記機関と連携して災害管理活動が実施されている。

- 2つの代表機関 1) 災害管理局(DMB)、2) 救済・復興理事会
- 緊急対応センター(Emergency Operation Center: EOC)
- 地方行政機関
- 各種 NGO

また、災害管理救済省大臣を最高責任者とした省内災害管理委員会と首相を最高責任者とした国家災害管理評議会がある。

洪水時の地方行政の役割:地方行政機関は洪水時の警報伝達と避難活動の基本機関である。しかし、現状では、これらの機関の組織力が弱いため、必要なサービスを毎回確実に提供できない状況である。

洪水時のNGOの役割:NGOでも別途洪水対策活動を実施している団体がある。これらの活動の主なものとしては、過去の洪水時の活動や、洪水時の避難民の生活評価、最近では警報伝達、避難活動、洪水対策意識の形成等の活動がある。

情報管理、研究開発:国家水政策の提言を受けて水資源計画庁(WAPRO)内に国家水資源データベース(the National Water Resources Database: NWRD)が設立された。また、バングラデシュ工科大学(BUET)は河川・水資源分野の最先端の研究を行う機関(Institute of Water & Flood Management: IWFM)を持っている。

20.3 組織・制度の問題点の抽出

水資源開発省(BWDB)の組織力:

- BWDBの中央管理体制
- 水文局の中央管理体制と不十分な組織力
- 維持管理予算の不足
- 責任能力の低さ
- 不十分な管理システム

維持管理体制:

- 公式的な運用手順がない
- 予算配給の非適時性
- 水税収入の不足
- 重要役職の欠員
- バックアップ体制の非効率性

情報管理:

- 統合したデータ管理の欠落
- 地形情報の老朽化

技術開発:

- 職員の教育訓練不足
- 年功序列型の昇進制度
- 異動間隔の短さ
- やる気の欠落
- 総合職職員の不足

警報伝達と洪水対応:

- 地方行政組織の弱体化
- サイクロン対策プログラム(CPP)のような総合計画がない
- 河川構造物に対する警報と対策の不備

計画分野:

- 国家水管理計画(NWMP)における洪水予警報システム(FFWS)の特定の目標、実施方針がない
- 包括的災害管理計画(CDMP)における洪水予警報システム(FFWS)の定義が不十分である
- 水法がない

国際河川:

- インドからのデータの不足
- インドからのデータを直接適用していない
- 洪水に関する適正な条約がない

NGO:

- 洪水災害管理におけるNGOの関与が定義されていない。

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)

洪水予警報の必要性

- 21.1 洪水予警報の目的: 災害管理は政府の責任下であり、洪水予警報は被害を軽減するための必要不可欠な対策手段の一つである。特にバングラデシュにおいては、大・小スケールの構造的な対策に比べ非構造的な対策がより効果的で経済的であると判断されている。洪水予警報システムは下記の視点からサポーティング対策として極めて重要である。
- a. 人々の避難と防災活動
 - b. 河川構造物の運用操作
 - c. 交通システムの管理
 - d. 農作物の早期収穫
 - e. 社会経済活動
- 21.2 洪水予警報システムの対象範囲: 1998年の洪水解析結果によれば、その被害は国土の大部分に及んでおり、計画の対象エリアはバングラデシュ全域とした。
- 21.3 要求される精度: 24時間後の水位予測値と実測値の差(予測誤差)を以下の範囲内に抑えることを目標とする。
- 20cm (24時間後の水位変動量が1m以内であると予測された場合)
 - 水位変動量の20% (24時間後の水位変動量が1m以上であると予測された場合)
- 21.4 必要とされるリードタイム: 避難・水防活動等に資するために必要となるリードタイムは以下の通りと想定した。

必要なリードタイム

活動の種類	必要なリードタイム
必要最小限の所持品を携行しての避難	4時間
河川構造物等の被害防止活動(水防活動)	12時間
農作物の早刈り	4~5日間

構成要素毎の代替案検討

- 22.1 現況の問題点の分析結果に基づき、洪水予警報システムの構成要素ごとに代替案を設定する。これらを取りまとめ総合代替案を策定するが、総合代替案は大きく下記のように分類した。
- 人力観測、テレメータ観測、両者の併用
 - 中央管理型、地方管理型
- 22.2 水文観測システム: 改善案として下記の代替案を設定した。
- 1)案: 人力観測案。現在の人力観測局を現況通り運用する(データの通信システムのみ改良)。

- 2)案:テレメータ観測案。洪水予警報センター(FFWC)で利用する全観測局に対し、自動水位観測計、自動降雨量観測計を設置し、テレメータシステムを導入する(水位観測局 91 局、降雨観測局 56 局全てでテレメータ観測)。
- 3)案:併用案。現況観測局のうち、23 局に対し、自動水位観測、自動降雨量観測及びテレメータシステムを導入する(それ以外の観測局ではデータの通信システムのみ改良)。

上記 3)案の観測施設の位置と数は次の条件を考慮して決定した。

- バングラデシュ国における洪水の特徴
- 計測機器を設置する地域の開発状況
- 水文解析モデルに対する必要性
- 水文的に重要な地点

検討の結果決定した 3)案の 23 局のテレメータ観測局を下記に示す。(配置図は図-1 参照)

代替案 3)におけるテレメータ観測局

番号	観測所名	河川名	番号	観測所名	河川名
1	バンチャカー	カブア	13	チャトラカート	モヌ
2	ダリア	ティースタ	14	ハイラブハザール	アッパ-メグナ
3	ヌンカリ	アラマブトラ	15	クミラ	クムティ
4	クリガラム	ダーラ	16	ダッカ(ミルバラック)	アフリカンガ
5	シラジガンジ	ジャムナ	17	モングラ	バースール
6	ハンガ	アッパ-パドマ	18	ライエンダ	バレスワール
7	ナグアオン	ブホガイ	19	ハサルガチャ	ビシユカリ
8	トカルカプール	ソメスリ	20	ダスチ	テトウリア
9	ラウルカー	ジャトウカ	21	ダウラトガン	シャバズプール
10	サリカート	サリコワン	22	バンチャブクリア	ハルダ
11	カナカート	スルマ	23	チッタゴン(サダカート)	カルナブリ
12	アマルシット	クシヤ			

22.3 データ送受信システム: データ送受信システムの改善事項を下記に示す。

- 統一した管理、伝達体制の確立
- 共有資源の利用
- 伝達手段の拡大
- 通信網の信頼性の改善

これらの改善事項を踏まえ、下記のデータ伝達システム代替案を設定した。

- i) データ通信経路
 - 地方管理システム(Regional Office 計画)
 - 中央管理システム(Central Control 計画)
- ii) データ入手方法
 - 人力観測システム
 - テレメータシステム
- iii) 人力観測システムにおけるデータ通信手段
 - 移動電話通信
 - 無線通信

上記代替案の特徴と利点を抽出し、1) 観測所～地方事務所(若しくは中継所)、

2) 地方事務所(若しくは中継所)～洪水予警報センター(ダッカ)の2つの通信経路を検討した。

1) 観測所～事務所(中継所)間

a) VHF、b) バングラデシュ電信電話局(BTTB)の公共回線、c) 携帯電話、d) INMALSAT の4案を検討し、これらの案から最も信頼性が高く適した通信手段として評価された a) VHF 案を採用した。

2) 地方事務所(中継所)～洪水予警報センター(ダッカ)

a) デジタル HF、b) 水資源開発庁(BWDB)専用のマイクロウェーブ、c) VSAT、d) GRAMEEN 社の携帯電話網、e) バングラデシュ電信電話局(BTTB)の公衆回線、f) BTTB 回線のリースの6案を検討した。地方管理システムを採用した場合、同ルートにおける最も適した通信手段として a) デジタル HF を主手段として e) BTTB の公衆回線をバックアップに利用する案を選定した。一方、中央管理システムを採用する場合には、地方管理システムと同程度の予警報サービスの提供のために BWDB 専用のマイクロウェーブ回線の設置が最善であると考えた。ただし、維持管理の難易を考慮し地方管理システムの場合の最適手段である「デジタル HF+BTTB 公衆回線」も次善の手段として後述する総合代替案に含めることとした。

22.4 解析システム：これまでの検討結果から、現在活用可能なデータを使用する限りでは、MIKE11 によるシミュレーションと予測システム(スーパーモデル)はよく機能している。従って、解析システムは現在のシステムを利用し、改良を加えることを前提とし、代替案は提案しない方針とした。下記に、より機能的にシステムを活用するための提案を述べる。

- 解析実施間隔の高頻度化(特にフラッシュフラッド地域)
- スーパーモデルとリージョナルモデルの併用による詳細な洪水情報の提供
- バングラデシュ政府主導による詳細地形調査、1:50,000、1:250,000 地形図の更新
- 境界条件の将来値の精度を向上させるため、FFWC による上流他国の水文データ収集活動の継続
- フラッシュフラッド地域における国外の定量的な降雨量を推定するための方策の確立
- 現在の洪水予測結果が、予測精度、予測範囲、予測時間に限界があることを住民に明示

22.5 予警報伝達システム：現在の予警報伝達システムを改善するための要求事項を下記に示す。

- i) 現場組織レベルの連携;
 - 水資源開発庁(BWDB)の地方職員を District(県)の災害管理委員会(DMC)の一員とする
 - 水資源開発庁(BWDB)の地方職員により地方現場組織間のデータ伝達状況を監視する

- Union の災害管理委員会(DMC)への情報提供業務における Upazilla(市町村)の責任者への報酬/与罰制度の導入
 - 地方 NGO の取り込み
 - Union における無線と携帯電話の装備
 - “フィードバックシステム”(データ受信後の返答システム)の導入
 - ボランティアの教育訓練
- ii) 全河川構造物への洪水予警報の提供
- 水資源開発庁(BWDB)の維持管理(O&M)事業部への警報情報の提供
 - 主要河川構造物の運営・維持管理事務所に対する直接的な警報情報の提供
 - 水資源開発庁(BWDB)の District 事務所で警報情報を受信した後の現場事務所への情報提供
 - 全ての関連機関の現場事務所への警報情報の提供
 - 主要設備の現場事務所への警報情報の提供

22.6 避難システム：現況の避難システムに対する要求事項を下記に示す。

- i) 避難活動
- 避難活動の責任部門は Union の災害管理委員会(DMC)とすべきである。
 - 避難活動におけるボランティアを教育訓練すべきである
 - Upazilla の災害管理委員会(DMC)は避難センターや交通手段を準備すべきである。
 - Upazilla の災害管理委員会(DMC)は避難後の家屋の安全警備を行うべきである。
- ii) その他非構造的対応
- 災害管理局(DMB)は対策管理ガイドラインを準備すべきである。
 - District(県)の災害管理委員会(DMC)は農業や漁業を含めた洪水警報を実施すべきである。
 - District(県)の災害管理委員会(DMC)は農業振興局(DAE)や漁業組合のような関連機関と密接に活動する必要がある。
 - Union(市町村)の災害管理委員会(DMC)が人々に情報を提供し、その後の行動を監視すべきである。
- iii) 河川構造物に関する対応
- 水資源開発庁(BWDB)を含む全ての関連機関は、対策管理ガイドラインを用意すべきである。
 - 各機関の運営・維持・管理事務所は、洪水警報を考慮した河川構造物の運用方法を規定すべきである。
 - 各機関の現地事務所はガイドラインに規定された適切な方法で対応すべきである。
 - District(県)の関連事務所は現場事務所による運転操作を監理すべきである。

組織・制度面の代替案

23. 洪水予警報を理想的な形で運用していくには、現在の組織・制度では大きな支障がある。これまでに整理してきた構成要素毎の代替案に加え、組織・制度に対して下記3案を代替案として立案した。
- i)案 : 現在の組織構成を維持した組織改善
 - ii)案 : 水資源開発庁(BWDB)水文局の地方事務所の設立
 - iii)案 : 水資源開発庁(BWDB)の地方事務所の設立

総合代替案比較と最適フレームワークプランの選定

- 24.1 代替案の設定: 洪水予警報の構成要素毎に検討した代替案と組織制度の代替案の結果をもとに、バングラデシュ国における洪水予警報システムの総合代替案を設定した。

代替案 1 中央管理システム(現状に同じ)

- 1-1 案: 全人力観測システム
- 1-2 案: 全テレメータシステム
- 1-3 案: 人力観測とテレメータシステムの併用

代替案 2 地方管理システム(水資源開発庁(BWDB)の地方局またはBWDB 水文事業部の地方事業部の設立)

- 2-1 案: 全人力観測システム
- 2-2 案: 全テレメータシステム
- 2-3 案: 人力観測とテレメータシステムの併用

地方と中央を結ぶ通信経路については、地方管理システムの場合(代替案 2)には、「デジタル HF+BTTB 公衆回線」を選定したが、中央管理システム(代替案 1)には、同様に敏速で信頼性のあるシステムを構築するために「マイクロウェーブ」を選定した。しかし、「マイクロウェーブ」は維持管理費用等に問題があるため、中央管理システムの代替案 1'として「デジタル HF+BTTB 公衆回線」を使用する案もあわせて検討することとした。

- 24.2 組織計画: 現在の洪水予警報システムに対し、高性能な設備、機械を導入する効果は小さい。現在の洪水予警報システムにおける最大の問題点である警報情報が地域住民まで行き届かない、という現状を解決するため組織体制案の改善案を提案する。

- 1) 地方管理型の体制: 水文局の地方事務所の設立
- 2) 水文サービスの効率的な運用: 水文局の下部組織として洪水水文サークル(Flood Hydrology Circle)を位置づける。このサークルの下にデータ通信部門、データ収集部門、予測部門の3部門を設ける。

- 24.3 総合代替案の比較検討: 各代替案について 1) 技術面、2) 組織面、3) 経済面の観点から評価を行った。下記の 4 つの指標は将来的に考え得る洪水予警報システムの達成すべき目標値であり、各代替案についてこれらの基準の下、同

等の条件で検討を実施している。

将来的に洪水予警報システムが達成すべき指標

項目	目標値
1. 信頼度	MTBF (Mean Time between Failure) 99 %以上
2. 精度	誤差 20 %以下 (例えば実際の水位変動量が 100 cm であれば、予測された水位変動量は 80 ~ 120 cm である)又は 20cm 以内
3. 適時性	避難：4 時間、構造物の保護：12 時間、作物の収穫：4 日以上
4. 公共性	地域住民に伝達される情報が明瞭で理解しやすいものである。 全ての情報は政府の責任によるものである。

[技術的検討]

上記の目標値を達成するための各代替案の内容を下表に示す。

代替案 1 (中央管理システム)

	1-1 案	1-2 案	1-3 案
		テレメータ観測局=0 人力観測局=全箇所	テレメータ観測局=全箇所 人力観測局=0
信頼性	(人力観測局) ・ 観測員の 2 重化 ・ 夜間観測のための待機所 ・ 携帯電話による自動入力システム	(テレメータ観測局) ・ 強固な構造物	(テレメータ観測局) ・ 強固な構造物 (人力観測局) ・ 観測員の 2 重化 ・ 夜間観測のための待機所 ・ 携帯電話による自動入力システム
適時性	(人力観測局) ・ 毎時観測 ・ 地方職員による適時の警報と活動 ・ 中央局と地方局、Union、その他の関連機関とのホットライン ・ 中央局における地方対応要員の充実	—	(人力観測局) ・ 毎時観測
公共性	・ 洪水対策活動と地方局職員による地方状況、地方情報の収集		

代替案 2 (地方管理システム)

	2-1 案	2-2 案	2-3 案
		テレメータ観測局=0 人力観測局=全箇所	テレメータ観測局=全箇所 人力観測局=0
信頼性	(人力観測局) ・ 観測員の 2 重化 ・ 夜間観測のための待機所 ・ 携帯電話による自動入力システム	(テレメータ観測局) ・ 強固な構造物	(テレメータ観測局) ・ 強固な構造物 (人力観測局) ・ 観測員の 2 重化 ・ 夜間観測のための待機所 ・ 携帯電話による自動入力システム
精度	(人力観測局) ・ データ 2 重チェックシステム ・ 誤入力のチェックプログラム		(人力観測局) ・ データ 2 重チェックシステム ・ 誤入力のチェックプログラム
適時性	(人力観測局) ・ 毎時観測		(人力観測局) ・ 毎時観測

[組織面での検討]

Union(市町村)等の避難活動の実施機関や NGO のような補助機関との協調活動が必要である。さらに、提供情報を効果的に利用するため、地域レベルの災害管理委員会(DMC)に参画することが重要である。

- 中央管理システムでは、地方の災害管理委員会（DMC）への参加・迅速な活動が容易でない
- 地方管理システムでは、地方の災害管理委員会（DMC）への参加が可能であり、迅速で適切な対策、行動も可能である

[コスト検討]

上記で検討した各代替案に対し事業費と年間維持管理費を算定した。算定結果を下表に示す。

事業費と年間維持管理費（代替案1および2）

(単位: 百万タカ)

	代替案1 (中央管理システム)			代替案2 (地方管理システム)		
	A1-1	A1-2	A1-3	A2-1	A2-2	A2-3
事業費	1,156	2,339	1,495	785	1,968	1,130
年間維持管理費 (減価償却費除く)	85.2	85.1	81.1	70.7	68.8	65.6
年間維持管理費 (減価償却費含む)	225.6	364.4	262.1	166.1	303.1	202.4

上述した代替案に加え、代替案1'として地方事務所～中央事務所間の通信手段として「デジタルHF+BTTB 公衆回線」を採用した（マイクロウェーブを使用しない）ケースについてもコストを算定し、比較検討に資することとした。算定結果は下表のとおりである。

代替案1'にかかる事業費と年間維持管理費

(単位: 百万タカ)

	代替案1' (中央管理システム： マイクロウェーブなし)		
	A1'-1	A1'-2	A1'-3
事業費	686	1,871	1,026
年間維持管理費 (減価償却費除く)	67.3	67.2	63.1
年間維持管理費 (減価償却費含む)	150.7	289.7	187.2

一方、100年確率規模以下の洪水被害額(121.6億タカ/年)を下に、下記の仮定のもと年間妥当投資額(pertinent annual investment cost: PAIC)を算定した。

- 洪水予警報システムが完全に機能し、予警報情報の伝達と対応システムが万全であれば、年間洪水被害の5-10%(6億810万から12億1610万タカ相当)が回避可能である(被害軽減額)。
- 被害軽減額のうち、10%がシステムによる軽減分と仮定すると、年間妥当投資額は61百万円～122百万タカとなる(残り90%は水防活動などによるものと想定)。

年間維持管理費(減価償却費を除く)と年間妥当投資額を比較すると、代替案として立案した9案の全てが経済的に妥当であるといえる。

24.4 最適フレームワーク計画の選定: 代替案の中から、下記に示す組織の機能面、経済性から“2-3案) 地方管理システム+人力観測テレメータ観測併用案”を

最適なフレームワーク計画として選定した。理由は以下のとおりである。

[組織機能面]

洪水情報は裨益者の末端まで届けられるべきものであり、地方管理システム案を提案した。地方管理システムとは水資源開発庁(BWDB)の水文局における地方事業部を設立するものであり、それによって地方の災害管理委員会に参加し、地域の災害管理活動の一角を担うことができる。

[システムとしての信頼度]

地方管理システムでは中央管理システムに比べ、中央～地方間の通信にかかる重要度が低い。中央管理システムでは各地域の特性・状況に応じて行われるべき緊急活動に関わる発令をも中央事務所が担う必要がある。中央管理システムで地方管理システムと同等の効果を発揮させるためには、マイクロウェーブ回線の設置が必要となろう。

[経済性]

組織機能面でのコスト比較(地方管理×中央管理)

代替案1は事業費・維持管理費とも代替案2に比べ低いがその差はわずかである。さらに、代替案1のコストは他の案に比べ非常に高コストである。すなわち、地方管理と中央管理とで同等の効果を発揮させる場合、地方管理システムを採用した方がより安価であるといえる。

データ収集・伝送面でのコスト比較

事業費面では全て人力による観測方式が最も経済的である。しかし、これまで述べてきたように洪水予警報システムを効果的に機能させるには、運用管理が極めて重要な要素である。従って、年間維持管理費が最小である併用案を提案した。

維持管理計画

25. 維持管理体制の設定

(組織計画)

提案した洪水予警報システムの組織は、ダッカの中央 FFWC 局と 5 つの地方 FFWC 局で構成される。現在及び改善後の FFWC 関連の職務を表-1 に整理した。

(要員計画)

水資源開発庁(BWDB)の要員は組織が十分に機能するよう再構成する必要がある。特に地方 FFWC 局においては、地方の災害管理活動委員会(DMC)の一員として積極的に活動していく必要がある。また、新体制の下、洪水予警報システムにおける予測解析精度を向上し、かつ迅速、適切な判断を行い、それらを効果的に発信していかなければならない。改善後の要員計画を表-2 に整理した。

(法制度)

提案した洪水水文サークル(Flood Hydrology Circle: FHC)を地方災害管理委員会(Local DMC)の一翼を担う組織として発展させていくためには、その役割と責任範囲を明確に定義しておく必要がある。

V. 国際河川

洪水予測と洪水調整

- 26.1 バングラデシュ国で効果的な洪水予測と洪水調整を行うには、インド国との協調関係の強化が必要不可欠である。国際河川の視点から、特に重要な2点について下記に述べる。
- i) FFWC と IWM はインドから得られる洪水予警報の解析システムに入力する全てのデータ/情報を統合すべきである。また、それらのインドから得られる既存データの有効性と限界を示すシミュレーションを実施するとともに、インドやネパールに対して本当に必要となる追加データを分類しておくことを提言する。これらの活動は JRC との対話において推進していくべきである。
 - ii) インドの関連河川に設けられた堰の操作規則、操作記録を提示して貰うべきである。人工洪水による被害を回避する必要不可欠な手段として、国境間を越えた放流警報システムを確立するべきである。
- 26.2 政府レベルで必要な対話と意見交換を推進するために、“セカンドトラック(非公式レベル)”活動を支援すべきである。

GBM 河川の総合管理計画

27. 洪水管理とともに、水不足(干ばつ)・水質・堆砂・堤防浸食・そして近年特に要求の高い生態系や環境等の問題は流域全体を通して考えるべきものである。バングラデシュ国とインド国間の協議の主な議題は、ガンジス川における水の共有と水質、その他7つの中規模河川の水共有に関するものであるが、決定的な打開策が打ち出されない状況である。特に、バングラデシュ側が注目している点は現在検討中のガンジス堰や他の河川の類似のプロジェクトであり、これらの検討中のプロジェクトは、より詳細な可能性調査を必要としている。今後も、長期的で合理的な対応努力を続ける必要はあるが、技術力のある中立的で、政府レベルの立場にある第三者や非公式な領域での“セカンドトラック(非公式レベル)”活動を利用していくことが考えられる。GBM 河川(Ganges-Brahmaputra-Meghna)の総合的な管理を最終目標として、まず最初に必要となる段階は、GBM 河川における客観的な調査を実施し、水バランスを決定することである。

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

基本方針

28. 調査団は洪水予警報システムの全体計画として、代替案 2-3) ”地方管理システム+人力観測テレメータ観測併用案”を提案した。組織の再編成等の実施可能性については、バングラデシュ政府との協議を通して決定したものである。ここでは、選定した最適なプロジェクトに対し下記に示す実施手順でフィージビリティスタディを実施した。
- i) 洪水予警報システム設備のフィージビリティ設計
 - ii) 洪水避難システムのフィージビリティ設計
 - iii) 組織強化計画の立案
 - iv) プロジェクトの評価
 - v) 優先プロジェクト選定および実施計画策定

VII. フィージビリティ設計

フィージビリティ設計の対象案

29. 提案した最適計画を下記に示す。また、地域区分とともに水文観測所の配置図を図-2に、データ通信網とデータ転送の流れを図-3、図-4に示す。

管理システム

- a) 中央管理事務所
 - ダッカ
- b) 地方管理事務所
 - 北東地区<管理事務所：シレット(Sylhet)>
 - 北西地区<管理事務所：ロンプール(Rangpur)>
 - 南東地区<管理事務所：チッタゴン(Chittagong)>
 - 南西地区<管理事務所：ポリシャル(Barisal)>
 - 北部中央地区<管理事務所：ダッカ(Dhaka)>

人カーテレメータ併用観測システム

地区毎の水文観測設備数

地区	北東	北西	南東	南西	北部中央	合計
管理事務所	シレット	ロンプール	チッタゴン	ポリシャル	ダッカ	
水位計	18	22	9	17	25	91
人力観測	11	17	7	12	21	68
テレメータ	7	5	2	5	4	23
雨量計	14	15	11	15	13	68
人力観測	7	10	9	10	9	45
テレメータ	7	5	2	5	4	23
合計	32	37	20	32	38	159

気象・水文観測システム

- 30.1 調査団とカウンターパートで実施した現地踏査結果より、提案した23箇所のテレメータ観測所の詳細位置を決定した。
- 30.2 自動雨量観測所には転倒ます式雨量計を選定した。水位計は、観測地点の河川特性、操作運用面を考慮し、センシングポール(測定柱)式水位計、超音波式水位計を適用する計画とした。

データ送受信システム

- 31.1 提案したデータ送受信網の概要図を図-5示す。テレメータの通信方式はVHF通信とHF通信であり、維持管理に適した方式である。
- 31.2 観測システムのデータ送受信
[人力観測システム]
- デジタル通信網: 携帯電話通信とデジタルHF通信

- 管理事務所における自動記録器
[テレメータシステム]
- 観測所～地方管理事務所
→ 水資源開発庁(BWDB)の専用 VHF 通信網
- 地方管理事務所～中央管理事務所
→ 水資源開発庁(BWDB)の専用 HF 通信網

31.3 予警報伝達システムのデータ送受信

- [予警報伝達システム]
- 地方管理事務所～O&M 事務所、DC 事務所、Upazilla(市町村)事務所:
→ E-mail, ファックス, T&T 公共通信回線電話
- [観測データ直接伝達システム]
- テレメータ～O&M 事務所、Upazilla(市町村)事務所
→ VHF 通信網

解析システム

- 32.1 全国規模の洪水予測解析は、ダッカを中心とした MIKE11 による水文水理計算(スーパーモデル)を用いて実施する。
- 32.2 提案したテレメータ観測網をもとに、5つの地方管理事務所毎の地方洪水解析モデル(MIKE11)を導入する。地方洪水解析モデルはすでに開発済みのリージョナルモデルを改良したものとする。
- 32.3 現スーパーモデルは引き続きダッカで運用し日毎の解析を行う。入力データは現在の水文観測データと提案したテレメータデータを利用する。
- 32.4 テレメータデータから局所的な洪水の発生が予想された場合、スーパーモデルの結果とテレメータからの観測結果を用いてリージョナルモデルの解析を実施することにより、より高頻度で洪水情報を更新できる
- 32.5 洪水予測時間に余裕がない国境付近のフラッシュフラッド地域へは、テレメータの観測値を直接伝達することとする。

予警報伝達システム

- 33.1 国連開発計画(UNDP)と災害管理局(DMB)は、近い将来実施される総合的災害管理計画(CDMP)に予警報伝達の内容を取り込むことを強く推薦する。
- 33.2 フラッシュフラッド地域の Upazilla(市町村)の責任者に対して、特別な伝達網により実測水位と実測雨量データを提供することを提案する。
- 33.3 地域住民への洪水予警報伝達に関わる要求事項を以下に示す。
 - 迅速な予警報伝達のための FHC における E-mail、インターネット、自動ダイヤル FAX の設置
 - 特定地域の洪水氾濫図を準備する
 - 伝達される水位を比較するための村レベルへの水位計の導入
 - 危険水位の見直し

- 最新の地形図の準備
- リードタイムの延長
- 水資源開発庁(BWDB)の地方職員による予警報情報内容の説明
- District(県)・Upazilla(市町村)の災害管理委員会(DMC)間の予警報情報の伝達手段の改良
- Union(村)の災害管理委員会への NGO の参加
- 水資源開発庁(BWDB)職員による予警報伝達状況の監視,
- “フィードバックシステム”の導入
- ボランティアの教育訓練プログラムとして Flood Preparedness Program (FPP)の導入
- 水資源開発庁(BWDB)による定期的な維持管理の実施

33.4 河川構造物に対する洪水予警報に要求される事項を下記に示す。

- FHC から主要な河川・水資源関連の現場事務所への直接的な予警報の配布
- FHC による主要構造物への特別警報の準備
- 水資源開発庁(BWDB)の維持管理事務所(O&M zonal offices)による主要構造物と地方事務所への予警報の伝達
- 水資源開発庁(BWDB)の維持管理事務所(O&M zonal offices)による現場事務所への予警報の伝達
- 関連機関によるそれら機関の現場事務所への予警報の伝達

避難システム

34.1 提案する避難システムに関するプロジェクトは、1) 地方行政組織が担当する地域住民の避難システム、2) 水資源開発庁(BWDB)による河川構造物の洪水対策システムに区分した。

34.2 地域住民の避難活動に関連する事項

- DMB による避難マニュアルの準備
- DMB と NGO による住民意識の向上運動
- FHC による洪水避難訓練の実施
- Upazilla DMC による地域住民、家畜等の洪水避難シェルターの設置
- DMB による食料貯蔵庫の新設
- Upazilla DMC による避難活動の監視
- Upazilla DMC による洪水シェルターの備品リスト作成
- Union DMC への実質権限の委譲
- Flood Preparedness Program (FPP)のボランティアの教育訓練
- Union DMC による避難時輸送手段の確保
- Upazilla DMC による避難後の家屋の安全管理
- DMB による農業、漁業の洪水対策ガイドラインの準備
- District DMC による農業、漁業の対策情報の発行
- Union DMC による対策活動の監視

34.3 河川構造物の洪水対策に関する要求事項

- 全ての関連機関による対策管理ガイドラインの準備
- 各機関の維持管理事務所における対策指導書の発行
- 現場事務所の適切な洪水対策操作の実施
- 各機関の維持管理事務所の現場事務所による活動状況の監視

設計結果の総括

35. 提案したプロジェクトの総括図を図-6示す。また、図-7～12に1)中央管理事務所、2)地方管理事務所、3)中継施設、4)テレメータ観測所、5)人力観測所、6)直接予警報伝達網の設備配置概要図を示す。

VIII. 組織・制度計画

概要

- 36.1 これまでの調査結果より BWDB の地方事務所の設立が最善案と考えられる。しかしながら、バングラデシュ側と協議を重ねた結果、組織改革のための詳細調査を行わずに大規模な組織改革を実施することは困難であるという結論に達した。この見解のもと、調査団としては、水文局の地方事務所を提案するに至った。
- 36.2 洪水予警報システムにおける中央管理型と地方管理型の水文サービスの利点を比較すると、中央管理システムに対し地方管理システムが優れている。“地方管理”という考え方は、BWDB や世界銀行、その他支援国の意にも沿ったものである。

組織体制

37. 提案する水文局の中央事務所、地方事務所の組織体制を図-13 に示す。

新体制の規則

38. 水資源省 (MOWR) は早急に組織改革に関する調査を実施し、その調査結果を速やかに実行すべきである。そして、新組織の権限を明確にすべきである。

要員計画

- 39.1 改善後の洪水予警報システムの要員計画：FHC の最高責任者として Superintending Engineer (SE) を一名配置する。中央事務所の 3 部(Division)の部長として 3 名の Executive Engineer (XEN) を配置する。各地方 FHC の所長として、Executive Engineer (XEN) を 1 名配置する。その他これらの組織の職員として、管理職 45 名、技術職員 51 名、一般職員 47 名、観測要員 90 名を配置する(表-2 参照)。

また、FHC の人力観測所の観測要員は観測値を計測するだけでなく、実測データ通信のための特殊なデータ入力操作を実行する必要がある、特殊技能を要する。

- 39.2 改変後の水文局の要員計画：前述したように組織改善調査により組織改善後の水文局の要員の詳細検討が必要であるが、概略検討によれば以下のような要員計画となる。中央水文局の最高責任者を Chief Engineer とする。その下の 4 部門すなわち 1) Flood Hydrology Circle、2) Groundwater Hydrology Circle、3) Surface Water Hydrology Circle、4) River Morphology & Research Circle にそれぞれ SE を 1 名、計 4 名配置する。また、地方 FHC 部門毎に 1 名の XEN を配置する。

IX. 積算

事業費

40. 下表に建設費の内訳を示す。建設費は総額 1,148 百万タカである。

建設費

(単位: 百万タカ)

項目	通貨区分		合計
	外貨	内貨	
A 直接工事費			
A-1 機器装置費	494.6	0.0	494.6
A-2 土木工事費	0.0	144.0	144.0
A-3 機器装置据付費	93.8	0.6	94.4
A-4 維持管理備品費	25.0	0.0	25.0
A-5 スペア機器装置費	98.9	0.0	98.9
A-6 輸送費	44.6	4.9	49.5
A-7 事務所機器費	0.0	18.4	18.4
小計	756.9	167.9	924.8
B 政府管理費	0.0	9.2	9.2
C 技術経費	129.5	9.2	138.7
D 教育訓練費	5.3	0.6	5.9
E 物理的予備費	46.7	4.4	51.1
F 物価上昇予備費	3.8	14.7	18.5
合計	942.2	206.0	1,148.2

運営維持管理費

41. 年間維持管理費の総括表を下表に示す。維持管理費は、1) 現況の洪水予警報システムの維持管理費、2) 現在の洪水予警報システムを効果的に運営するために必要と判断される維持管理費、3) 提案プロジェクトの年間維持管理費に分けて算定した。現況の維持管理費は適正な維持管理費に対して不足しており、適正な維持管理を行うにはそれに相当する追加費用が発生する。また、人件費については提案したプロジェクトにおいて要員削減を伴うため減少する。

年間維持管理費

(単位: 百万タカ/年)

項目	現状の維持管理費	現状の適正な維持管理費	提案プロジェクトの維持管理費
人件費	24.4	24.4	23.0
修理、管理費	1.7	10.5	27.1
その他経費	8.0	9.4	15.5
小計	34.1	44.3	65.6
減価償却費	0.0	26.3	136.8
合計	34.1	70.6	202.4

X. 事業評価

経済評価

42. 経済評価は事業の経済効果と事業実施までの事業費の支出をもとに経済的內部収益率(EIRR)、純現在価値(NPV)、費用便益比(B/C)を指標として評価を行った。NPV、B/Cの算定時には割引率として12%を適用した。洪水予警報システムの改善による事業効果は本調査で実施したヒアリング調査の結果に基づくものである。経済評価の結果を下表に示す。

経済評価結果

経済的內部収益率 (EIRR) (%)	26.4
純現在価値 (NPV) (百万タカ)	708
費用便益比 (B/C)	1.1

上記経済評価とEIRRの感度分析の結果、本事業は十分な経済的妥当性を有するものと判断される。

社会評価

43. 社会性の観点においても、本事業は社会的効果をもたらすものであり、負の効果はないものと考えられる。しかし、洪水予警報システムが最大限効果を発揮していくために必要となる条件は数多くある。例えば、1) 予警報伝達組織の確立、2) 警報/避難の認識を高めるための活動、3) 公衆安全、4) 食料の供給、5) 避難経路・手段の確保、6) 経済補助、7) 救済・救援活動などがある。

環境評価

44. 本調査の簡易調査の結果、本事業は環境に対し効果的な要素を含むものであり、特に負の要素はないものと判断される。

XI. 事業実施計画

概論

45. 提案した事業は、バングラデシュ国全土を対象に早急に実施すべきである。しかし、バングラデシュ国側よりパイロット事業実施の申し入れがあり、必要な資金と現況要員数を考慮に入れて考慮して検討を行った。また、洪水予警報システムの改善には機器装置を導入するだけでは効果的にシステムが機能しないため、パイロット事業実施と同時にその他関連する調査を先行あるいは平行して実行する必要がある(以下、優先調査業務と呼ぶ)。

パイロット事業方式の導入

- 46.1 他地区に比べ洪水被害を受け易い北東区域のシレット地区をパイロット事業の対象として選定した。また、全国展開する水文観測施設とテレメータシステムはパイロット事業で全て導入する計画とした。
- 46.2 パイロット事業のデータ伝達網と流れ図を図-14、15に、パイロット事業の内容を下記に示す。

[水文観測システム](全国を対象とする)

人力観測システム

- 変更なし(スタッフゲージの利用)

テレメータ観測システム

- 水位計：フロート測定柱式水位計、超音波水位計
- 雨量計：転倒ます式雨量計

[データ送受信システム]

人力観測所—管理事務所

- デジタルデータ通信(携帯電話またはデジタル HF)
- 自動記録システム(シレット地区、ダッカ中央局)

テレメータ観測局—管理事務所

- 観測所と地方管理事務所間：BWDB の VHF 通信網
- 地方管理事務所と中央管理事務所間：BWDB の HF 通信網

[解析システム]

シレット地方管理事務所

- シレット地方洪水解析モデルによる予測解析

中央管理事務所

- スーパーモデル(全国洪水解析モデル)による予測解析

[予警報伝達システム]

北東地域への予警報伝達

- e-mail, ファクシミリ, 電話(地方管理事務所→維持管理事務所、DC 事務所、Upazilla 事務所)

直接警報システム

→ VHF 通信網(テレメータ観測所→維持管理事務所、Upazilla office)

地方レベルの予警報伝達

→ ファクシミリ、電話、スピーカー、人力(Upazilla/Union→地域住民)

優先調査業務

47. パイロット事業と並行して下記の優先調査業務の実施が必要である。

- a. 洪水予警報システムの改善案に対する維持管理計画の策定
- b. 河川管理区分の明確化
- c. 予警報伝達システムと洪水避難システムの強化
- d. 組織調査
 - パイロット事業の地方組織計画
 - パイロット事業の監視
 - 組織再編の制度調査
- e. 河川管理情報の収集と危険水位の見直し
 - 河川構造物情報の収集
 - 運用操作マニュアルの準備
 - 数値標高モデルの準備(DEM)
 - 洪水ハザードマップの準備
 - 危険水位の見直し、統一化
 - 河川横断測量

パイロット事業費と維持管理費

48. パイロット事業の建設費と年間維持管理費を下表に示す。

建設費(単位: 百万 タカ)

項目	外貨	内貨	合計
A 直接工事費	523.7	130.9	654.6
B 政府管理費	0.0	6.5	6.5
C 技術経費	91.6	6.5	98.2
D 教育訓練費	3.6	0.4	4.0
E 物理的予備費	33.2	3.1	36.3
F 物価上昇予備費	2.6	11.5	14.1
合計	654.7	158.9	813.7

年間維持管理費(単位: 百万 タカ)

項目	費用
A. 人件費	20.6
B. 修理、管理費	17.3
C. その他	13.3
小計	51.2
D. 減価償却費	90.8
合計	142.0

事業実施工程

49. 実施工程表を表-3に示す。実施工程の内容は下記の通りである。

[パイロット事業]

- a. 資金調整期間: 2004
- b. 詳細設計、入札書類作成: 2005
- c. パイロット事業の入札、工事、施工監理: 2006
- d. ガイダンス期間: 2007～2008

[優先調査]

- a. 維持管理計画の策定: 2003
- b. 河川管理区分の明確化: 2003～2004
- c. 予警報伝達、洪水避難システムの強化: 2004～2005 中頃
- d. 組織調査: 2005～2008
- e. 河川管理情報の収集と危険水位の見直し: 2004～2006

事業実施機関

50.1 パイロット事業の実施機関は水資源開発庁(BWDB)の計画事業部(Planning)である。しかし、優先調査の実施においもその他部門、援助国の支援が必要である。先行調査の実施機関を下表に示す。

優先調査の実施機関

優先調査	実施機関	
	バングラデシュ国	国外
a. 維持管理計画の策定	BWDB	
b. 河川管理区分の明確化	MOWR	
c. 予警報伝達、洪水避難システムの強化	MOWR, MDMR	UNDP
d. 組織調査	BWDB	国際支援機関
e. 河川管理情報の収集と危険水位の見直し		
- 河川構造物情報の収集 - 運用操作マニュアルの策定 - 危険水位の見直し	BWDB	国際支援機関
- 数値標高モデル(DEM) - 洪水ハザードマップ	BWDB, Survey of Bangladesh, LGED	
- 河川横断測量	BWDB	

50.2 パイロット事業の実施に際し、計画局は維持管理局との協調が重要である。より効果的な協調体制を構築するため計画局、維持管理局の職員らからなる“タスクフォース”を組織すること提案する。これにより事業を推進していくことを推奨する。

XII. 結論・提言

結論・提言

- 51.1 本事業は、経済的实施可能性、社会性、環境面で高く評価される。しかしながら、本事業は複雑なシステムから構成されるものであり、それ故、年間の運用・維持管理活動を確実に整備した上、警報操作や維持管理を実施すべきである。
- 51.2 水資源開発庁に対し、導入するシステムを最大限効果的に利用するために下記事項を強く提言する。
- 維持管理活動に必要な予算を確保すること
 - 十分な経験と能力のある管理者と職員により構成された、システム運用の全体に亘る監理にふさわしい組織体制を構築すること
 - 総合的な河川管理を行うための事前要求として下記の必要事項を実施していくこと
 - 水法あるいは河川法の制定
 - 洪水予警報システムを含む河川台帳および河川構造物台帳の整備
- 51.3 本調査の結論として、適正な維持管理活動を実施することが条件であるが、可能な限り早い段階の本事業の実施を推薦する。
- 51.4 パイロット事業は下記に示す地方管理システムの観点から実施していくべきである。
- パイロット事業を基本として全体事業を推進する。
 - 第一次パイロット事業として、最も深刻な洪水被害が想定されるシレット地区を対象とする。
 - その他の地区はパイロット事業の運用結果を反映して実施する。
 - 第一次パイロット事業はシレット地区への管理システム導入と全国の洪水予警報システムの導入を含むものである。すなわち、
 - シレット地区洪水予警報センターの設立によるシレット地区の地方管理システムの導入
 - その他の地区への将来的な地方管理システムの導入
 - 今回のパイロット事業で全ての水文観測局、テレメータシステムを導入する。但し、残りの4地区における洪水予警報センター(FFWC)は設置しない。一時的に、シレット地区以外の地区に対する洪水予警報システムは中央管理事務所で実施。

事業実施の前提事項

52. 提案プロジェクトに対する維持管理計画がバ国政府より提出された (**Supporting Report** の **Attachment-4** として収録)。同維持管理計画に対する調査団のコメントは **Attachment-5(Supporting Report)** に収録した。

調査団としては、限られた時間で維持管理計画を作成し提出したバ国側の積極的な対応を大いに評価しているが、同計画にはまだ修正の余地がある。ま

た、同計画の内容からは、主として組織面における調査団とバ国側の意見相違は残念ながら解消されたとは言いがたい。

これを受けて、調査団としてはBWDB全体を視野に入れた組織強化調査を提案プロジェクトの開始前または提案プロジェクトの実施と並行して行うことを提言する。この組織調査のTOR(案)を **Attachment-1(Supporting Report)**として収録した。

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

- 53.1 水法、河川法は河川管理の必須事項である。それらは、水資源開発・洪水調整・水質管理・河川環境管理などの河川や流域管理、水利用に関わる全ての分野を範囲とするものである。また、洪水調整における最上位の規定として、水法の中で下記の事項を明確に述べておくべきである。
- 河川区分の明確化、及び中央、地方河川管理の行政責任
 - 河川区域とその土地所有者
 - 河川区域の利用
 - その他関連事項
- 53.2 洪水予警報センター(FFWC)は速やかに下記の活動を実施すべきである。
- 連続観測局での地点間データ交換を通じてインドから伝達される全てのデータと情報を収集すること。
 - インドからのデータと情報を統合し、洪水予警報システムの予測解析モデルに利用すること。データは、IMD-BMD 間における情報、地点間交換データ、ウェブサイトの雨量データ、その他関連情報がある。
 - インドから得られる限りのデータを利用してシミュレーションを実施し、その有効性と限界を決定する。そして、その結果をバングラデシュ JRC に提供し、インド側との更なる調整を図る。
- さらに、インドの関連河川に設けられた堰の操作規則、操作記録を入手すべきであり、人工洪水を回避する必要不可欠な手段として、国境間を越えた放流警報システムを確立するべきである。
- 53.3 政府レベルにおける協議、調整が続行される中、非政府レベルにおいて、バングラデシュとインド、ネパール間の信用と理解を確立していく必要がある。特に洪水管理に着目して”セカンドトラック”による歩み寄り等によりその目的に向かって手助けをしていくべきである。
- 53.4 総合的な国際河川管理の観点から、その初めの一步は、GBM 河川の水バランスを決定するための客観的な調査を実施することである。同時に、全ての共有な河川や事業で、自由で広範に関連情報を共有していくことを推進すべきである。
- 53.5 しばらくの間、水資源開発庁(BWDB)は国際河川管理を目指した活動の一環として、国内の河川管理システムを強化していく必要がある。特に首尾一貫して主要河川における水位、流量、流入土砂、地下水、水質、塩分濃度を監視、解析、報告していくことが重要である。

- 53.6 洪水被害に関するデータは、洪水予警報システムによる利益を評価するために必要不可欠な基本データである。しかし、BWDBにおいて洪水被害調査に関する包括的かつ継続的なデータを所有していない状況である。それらを把握するには下記の事項を実施することを推薦する。
- a. 洪水被害情報の統合
 - b. 洪水被害情報システムの設置
 - c. データベースの準備
 - d. 洪水被害調査要員の確保
- 53.7 河川構造物の維持管理のために管理台帳は必須である。それ故、全ての河川構造物と洪水予警報システムに対し下記の項目を含む管理台帳を早急に準備することを強く推薦する。
- a. 事業の特徴
 - b. 運用操作及び維持管理記録
 - c. 被害・補修記録
 - d. 緊急対策活動
 - e. 大規模な修復活動
- また、管理台帳は毎年、過去一年間の活動を反映して更新すべきである。

付 表

表-1 洪水予警報システム改善案の業務内容

Task of FFWS	Operation		Maintenance	
	Item	Division in charge	Item	Division in charge
Observation	Gauge Reading	Regional FH	Discharge measurement	Surface Water (Region)
			Measurement of the cross section	River Morphology (Region)
			Restoration of gauging structure Set staff gauge and measure the level Automatic gauge maintenance Telemeter system maintenance	Regional FH
			Correction of gauging tool (Discharge) Making gauging tool (Staff gauge, Rainfall gauge)	Instrumentation Division
Transmitting	HF Transceiver Operation	Central FHC Regional FH	HF Transceiver Maintenance	Central FHC Regional FH
Analysis	Collect the observed data Analysis Supervise Edit	Central FHC Regional FH	Store the Posted data	Processing Division
			Store the cross section data	
			Store the discharge data	
			Modification of analysing model	Central FHC
			Modification of Hazard map	Regional FH
			System Hardware Maintenance	
Dissemination	Send Fax and E-mail	Central FHC Regional FH		
Response	Help in the evacuation	Regional FH		

Hatched: Task of Improved Organization or New Organization

Not Hatched: Task of Surface Water(Region) and River Morphology (Region) (the same task as existing.)

表-2 予警報システム改善案の要員配置

Division	Operation Task	Maintenance Task	Manager				Technical Staff	Support Staff	Gauge Reader
			SE	XEN	SDE	AE			
Regional FH	(Data Collection Division)	(Data Collection Division)		1x5	1x5	1x5	3x5	8x5	85
	Gauge Reading and Sending by mobile (or HF Tranciever)	Restoration of gauging structure Set staff gauge and measure the level							(Manual) 5
									(Telmeter)
	(Data Transmission Division)	(Data Transmission Division)			1x5	1x5	3x5		
		Automatic gauge Maintenance							
		Telemeter system Maintenance							
		HF Tranciever Maintenance							
		FFWS Hardware Maintenance							
		Mobile sets Manage							
	(Forecasting Division)	(Forecasting Division)			1x5	1x5	3x5		
	Set boundary condition	Validation of analysing model							
	Run the Regional Model (Making Regional BULLETIN)	Computer System Maintenance							
	Edit the BULLETIN	FFWS Software Maintenance							
	Confirm dissemination of Fax, E-mail Communicate with local O&M staff								
Central FHC	(Data Collection Division)	(Data Collection Division)	1	1				7	
	(Data Transmission Division)	(Data Transmission Division)		1	1	1	3		
		HF Tranciever Maintenance							
		FFWS Hardware Maintenance							
	(Forecasting Division)	(Forecasting Division)		1	1	1	3		
	Set boundary condition	Validation of analysing model							
	Run the Super Model (Making Country BULLETIN and Hazard Map)	Modification of Hazard map Compyuter System Maintenance							
	Edit the BULLETIN	FFWS Software Maintenance							
	Confirm dissemination of Fax, E-mail, and WebSite-Upload								
Total			1	8	17	17	51	47	90
Grand Total									231

表-3 実施計画工程表

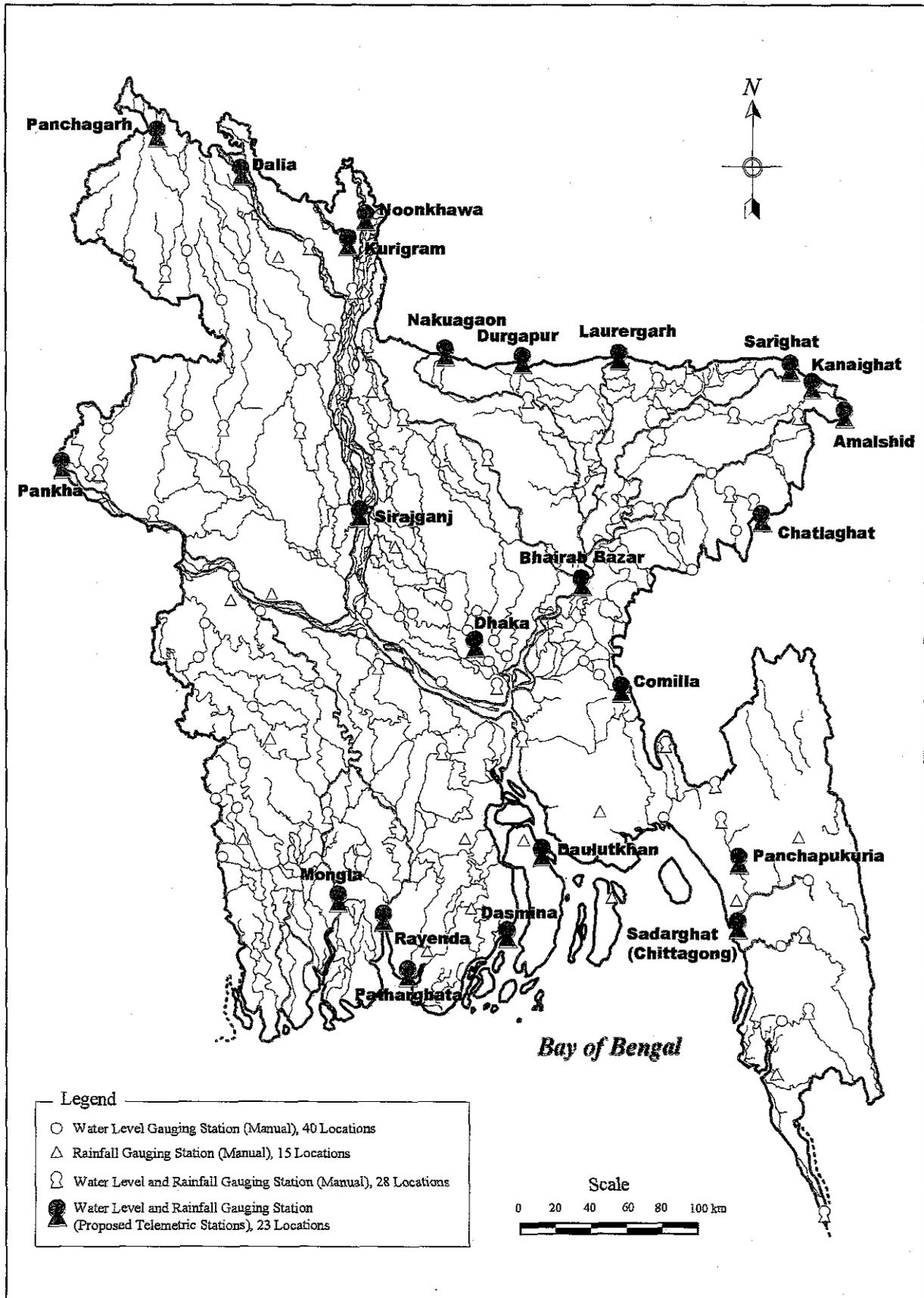
Pilot Project

Work Item	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Local	Foreign
Completion of F/S	■						BWDB	
Financial Arrangement		■						
Design			■				BWDB	Foreign Assistance
Implementation and supervising of Pilot Project				■			BWDB	Foreign Assistance
Guidance Period					■	■	BWDB	Foreign Assistance

Priority Study

Work Item	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Local	Foreign
1) Formulation of O&M Plan	■						BWDB	
2) Clarification of River management								
National Water Code	■	■					MOWR	
3) Strengthen of dissemination and evacuation (Response)								
FFWS is to be included in NWMP		■	■				MOWR and MDMR	UNDP
FFWS is to be included in CDMP		■	■				MOWR and MDMR	UNDP
4) Institutional study								
Institutional study			■	■	■	■	BWDB	Foreign Assistance
Regional organization plan for pilot project			■	■			BWDB	Foreign Assistance
Operating and Monitoring of Pilot project					■	■	BWDB	Foreign Assistance
5) Collecting the information on river management and review of danger level								
Collecting the information of river structures		■	■	■			BWDB	Foreign Assistance
Preparation of Operation manual		■	■	■			BWDB	Foreign Assistance
Preparation of DEM			■	■			BWDB, Survey of Bangladesh, and LGED	
Preparation of Flood Hazard map			■	■			BWDB	
Review / Identification of danger level			■	■	■		BWDB	Foreign Assistance
Survey the river cross-sections			■	■	■		BWDB	

付 図

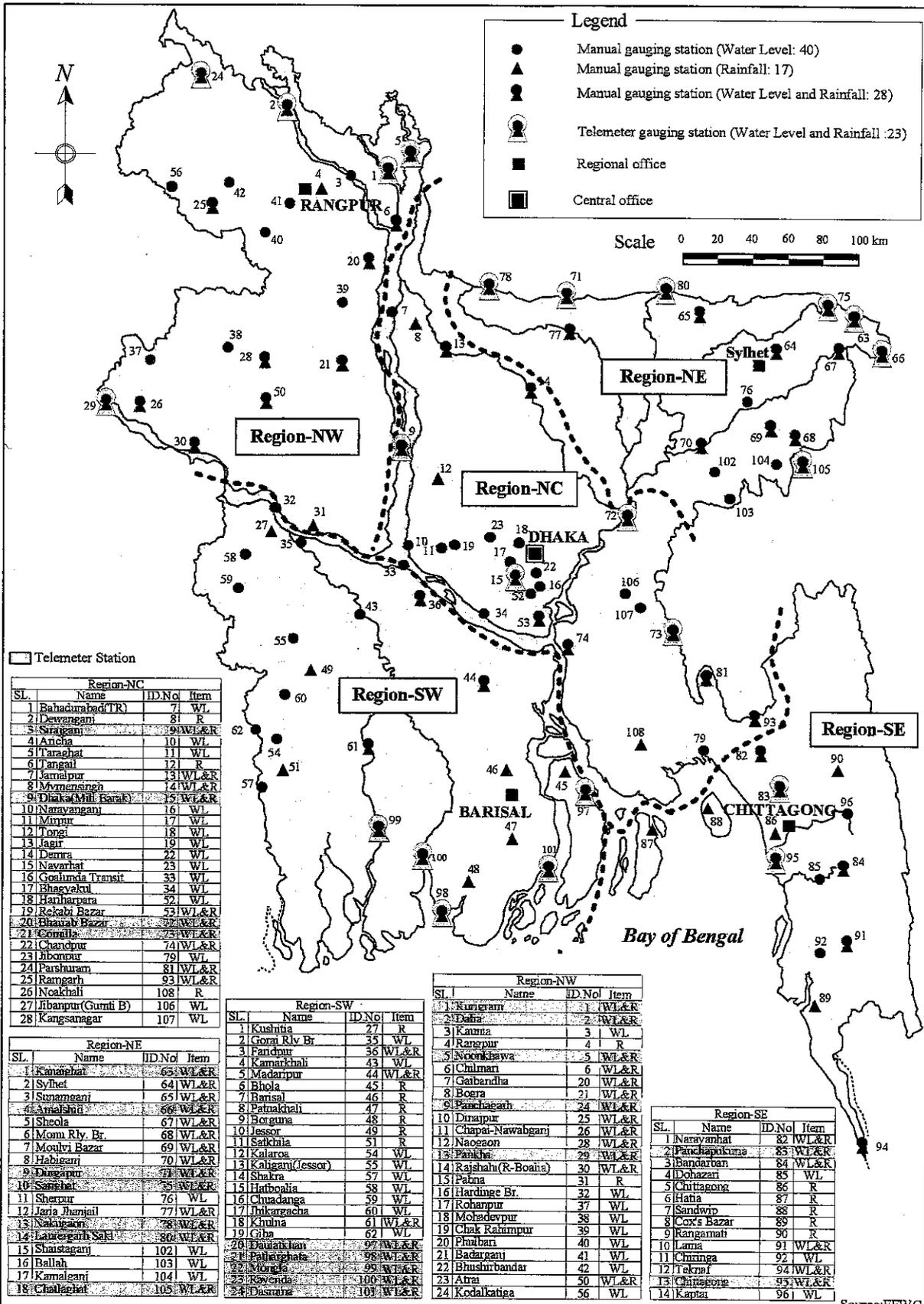


バングラデシュ人民共和国
洪水予警報システム計画調査

独立行政法人国際協力機構

図-1

洪水予警報システム改善案の水文観測網



Telemeter Station

Region-NC			
Sl.	Name	ID.No.	Item
1	Bahadurabad(TR)	71	WL
2	Dewanganj	81	R
3	Sarajani	90	WL&R
4	Ancha	10	WL
5	Taraphat	11	WL
6	Tangail	12	R
7	Lamailpur	13	WL&R
8	Mymensingh	14	WL&R
9	Dhaka(Mul. Bazar)	15	WL&R
10	Narayanganj	16	WL
11	Mirpur	17	WL
12	Tongi	18	WL
13	Jagir	19	WL
14	Demra	22	WL
15	Navarhat	23	WL
16	Gosaimda Transit	33	WL
17	Bhagvaku	34	WL
18	Hariharpura	52	WL
19	Rokabi Bazar	53	WL&R
20	Bharat Bazar	54	WL&R
21	Gomila	55	WL&R
22	Chandpur	74	WL&R
23	Ibbanpur	79	WL
24	Parshuram	81	WL&R
25	Ramgarh	93	WL&R
26	Noakhali	108	R
27	Ibbanpur(Gamti B)	106	WL
28	Kangsanganr	107	WL

Region-SW			
Sl.	Name	ID.No.	Item
1	Kushitia	27	R
2	Gora Rlv Br	35	WL
3	Pandpur	36	WL&R
4	Kamarkhali	43	WL
5	Madarpur	44	WL&R
6	Bhola	45	R
7	Barisal	46	R
8	Patmakhali	47	R
9	Songuna	48	R
10	Jessor	49	R
11	Selkhaia	51	R
12	Kalarca	54	WL
13	Kaliganj(Jessor)	55	WL
14	Shakra	57	WL
15	Hatbolia	58	WL
16	Chudanga	59	WL
17	Hikargacha	60	WL
18	Khulna	61	WL&R
19	Giba	62	WL
20	Daulatkhian	97	WL&R
21	Pallaughata	98	WL&R
22	Mongla	99	WL&R
23	Kovenda	100	WL&R
24	Dasmira	103	WL&R

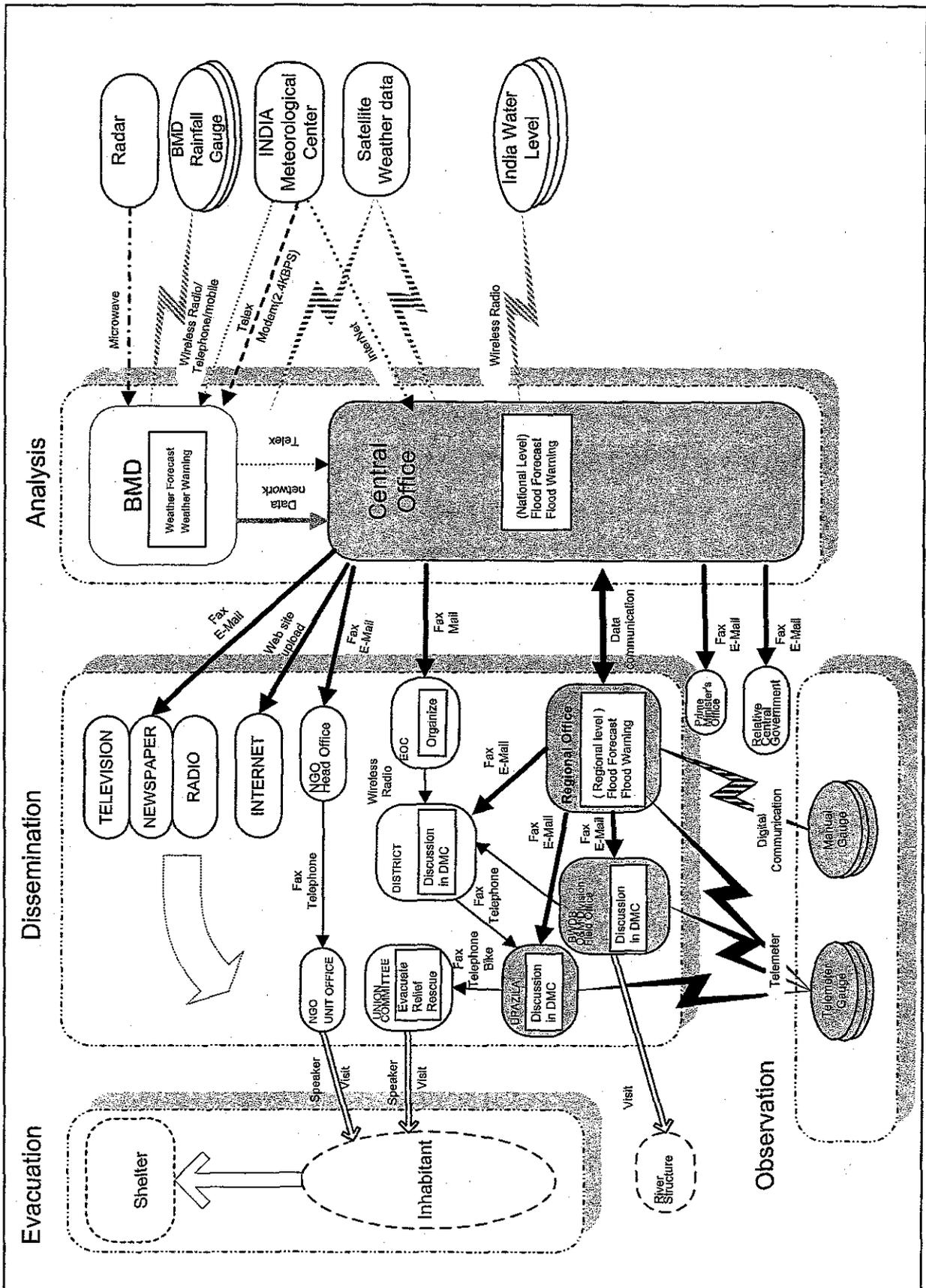
Region-NW			
Sl.	Name	ID.No.	Item
1	Kumanganj	31	WL&R
2	Dakka	32	WL&R
3	Kanata	33	WL&R
4	Rangpur	34	WL
5	Sironkhasa	35	WL&R
6	Chulman	36	WL&R
7	Gaibandha	20	WL&R
8	Boera	21	WL&R
9	Panchagarh	24	WL&R
10	Dinajpur	25	WL&R
11	Chapai-Nawabganj	26	WL&R
12	Naogaon	28	WL&R
13	Panchk	29	WL&R
14	Rajshahi(R-Boaina)	30	WL&R
15	Patna	31	R
16	Hardinge Br.	32	WL
17	Rohanpur	37	WL
18	Mohadevpur	38	WL
22	Bhushinbandar	42	WL
20	Phulbari	40	WL
21	Badarganj	41	WL
23	Atra	50	WL&R
24	Kodalkatiga	56	WL

Region-SE			
Sl.	Name	ID.No.	Item
1	Narayanhai	82	WL&R
2	Panchapukura	85	WL&R
3	Bandarban	84	WL&R
4	Dohazari	85	WL
5	Chittagong	86	R
6	Hatia	87	R
7	Sandwip	88	R
8	Cox's Bazar	89	R
9	Rangamati	90	R
10	Lama	91	WL&R
11	Chiranga	92	WL
12	Teknaf	94	WL&R
13	Chittagong	95	WL&R
14	Kaptai	96	WL

Source:FFWC

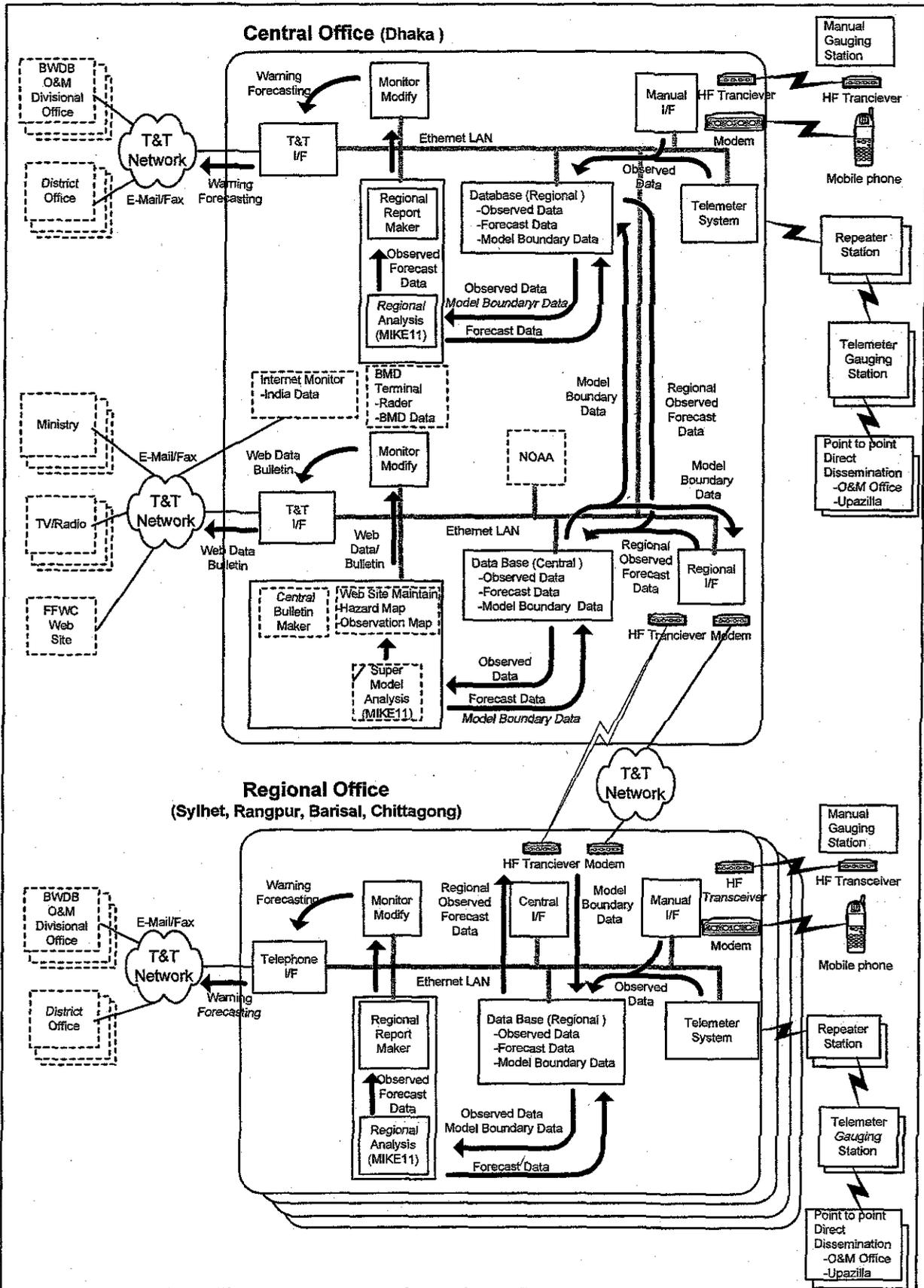
বাংলাদেশ人民共和国
 洪水予警報システム計画調査
 独立行政法人国際協力機構

図-2
 地区区分と水文観測所



বাংলাদেশ人民共和国
 洪水予警報システム計画調査
 独立行政法人国際協力機構

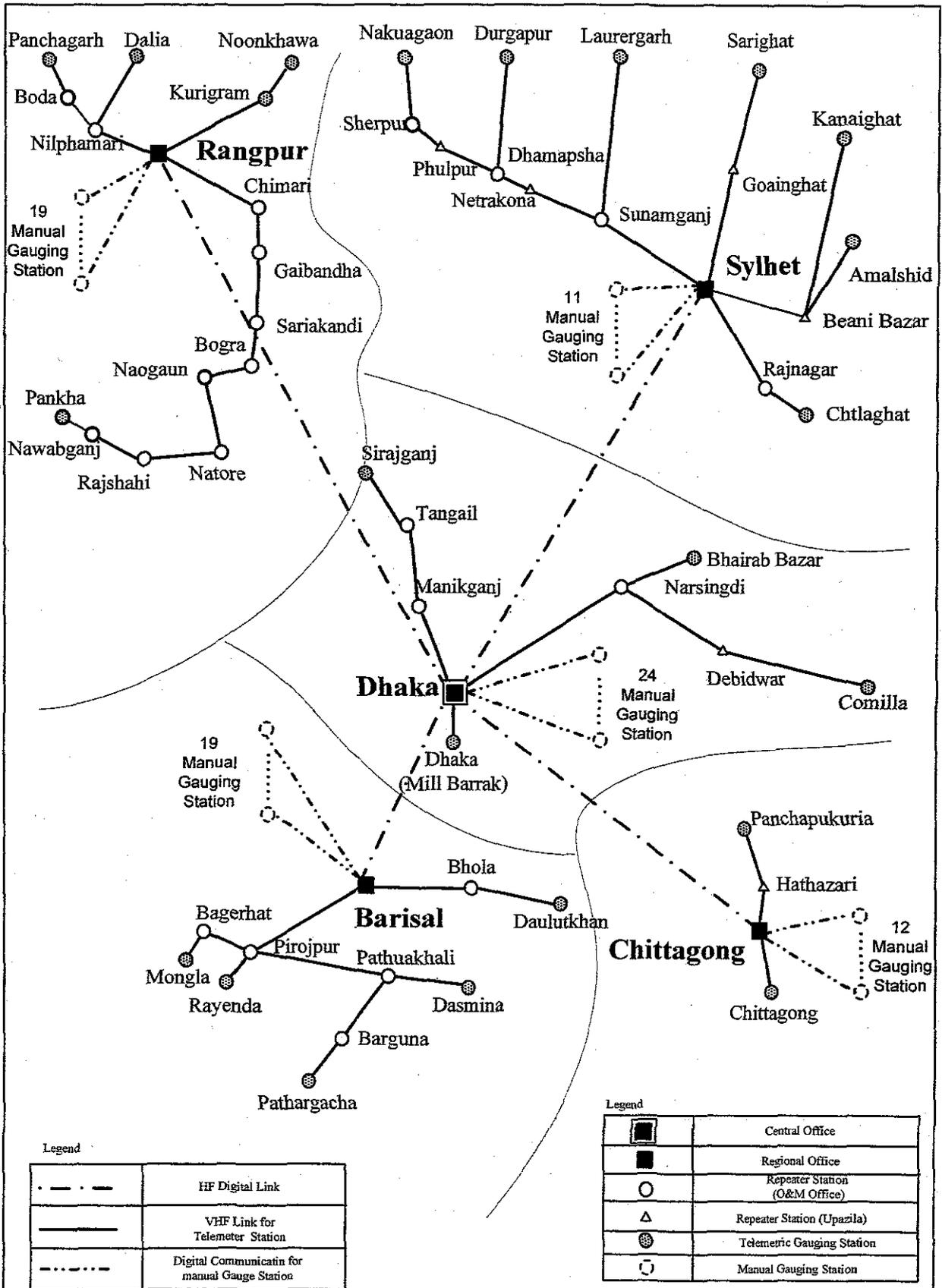
図-3
 提案プロジェクトのデータ通信網



Bangladesh People's Republic
 Flood Forecasting System Project Survey

Independent Administrative Institution International Cooperation Agency

図-4
 提案プロジェクトのデータ送受信
 フロー図



Legend

---	HF Digital Link
—	VHF Link for Telemeter Station
- - - -	Digital Communication for manual Gauge Station

Legend

■	Central Office
■	Regional Office
○	Repeater Station (O&M Office)
△	Repeater Station (Upazila)
⊙	Telemetric Gauging Station
○	Manual Gauging Station

বাংলাদেশ人民共和国
 洪水予警報システム計画調査
 独立行政法人国際協力機構

図-5
 提案プロジェクトのデータ送受信設備配置概要図

Project Features

(1) Observation System

Manual Observation System

No change

Telemeter System

Water level observation: sonar type sensor / sensing pole type sensor

Rainfall observation: tipping bucket type

(2) Data Transmission System

Manual Observation System

Digital transmission system:

- mobile communication system (HF data transmission system)

Automatic recording system in computer in control station

Telemeter System

From Gauging station to Regional station:

- BWDB VHF Link

From Regional station to Central control station:

- BWDB HF Link

(3) Analysis System

All the data, manual observation and telemeter, are to be used

Regional Control System

- Forecasting with Regional model

- Monitoring with telemeter observed data

Central Control System

- Forecasting with Nationwide model (Supermodel)

(4) Warning Dissemination System

Warning Message Dissemination (Forecasted)

From Regional control station to O&M office, DC office, Upazilla office:

- E-mail, Fax, Telephone with T&T public line

Point to Point Direct Data Dissemination (Telemeter only)

From Telemeter Gauging Station to O&M office, Upazilla office:

- VHF Link

Warning Dissemination in Local Level

From Upazilla/Union to Inhabitant / Shelter:

- Fax, Telephone, Bike, Speaker & visit.

Main Components

Place	Main Item	Item	Number
Central Office (Dhaka)	Equipment	Database Server (central)	1
		Super Model Analysis System	1
		Database Server (regional)	1
		Regional Analysis System	1
		Monitor Computer	2
	Office	(Existing FFWC)	
	Others	Vehicle	4
		Speed Boat	1
Regional Office	Equipment	Database Server (regional)	1x4
		Regional Analysis System	1x4
		Monitor Computer	1x4
	Office	New Office	1x4
	Others	Vehicle	3x4
		Speed Boat	1x4
Repeater Station (O&M office)	Equipment	Repeater Equipment	21
		Monitoring equipment	9
	Space	(Existing O&M office)	
Repeater Station (not O&M office)	Equipment	Repeater Equipment	6
	Space	New House	6
Telemeter Gauging Station	Equipment	Telemeter equipment	23
		Sonar type sensor	7
		Sensing pole type sensor	16
	Space	New House	23
Manual Gauging Station	Equipment	Mobile Phone	42
		Digital HF system	43
	Space	(Existing Wireless station)	
Point to Point Direct Dissemination	Equipment	Monitoring equipment	32
	Space	(Existing Upazilla office)	

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

独立行政法人国際協力機構

図-6

提案プロジェクトの主要事項の総括