

バングラデシュ国
国土測地基準点網整備計画調査
事前調査報告書

平成 4 年 2 月

国際協力事業団

バングラデシュ国国土測地基準点網整備計画調査事前調査報告書

平成四年二月

四

101
61
SF
LIBRARY

社調一
JR
92-050

国際協力事業団

27932

JICA LIBRARY



1120274(4)

序 文

日本国政府は、バングラデシュ国政府の要請に基づき、同国の国土測地基準点網整備計画に係る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することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成2年7月30日より8月15日までの17日間にわたり建設省国土地理院企画部研究企画官・石原正男氏を団長とする事前調査団（予備）を、平成3年10月29日から12月8日までの41日間にわたり建設省国土地理院測地部計画課長・木村幸吉氏を団長とする事前調査団（S/W協議）を、それぞれ現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともにバングラデシュ国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

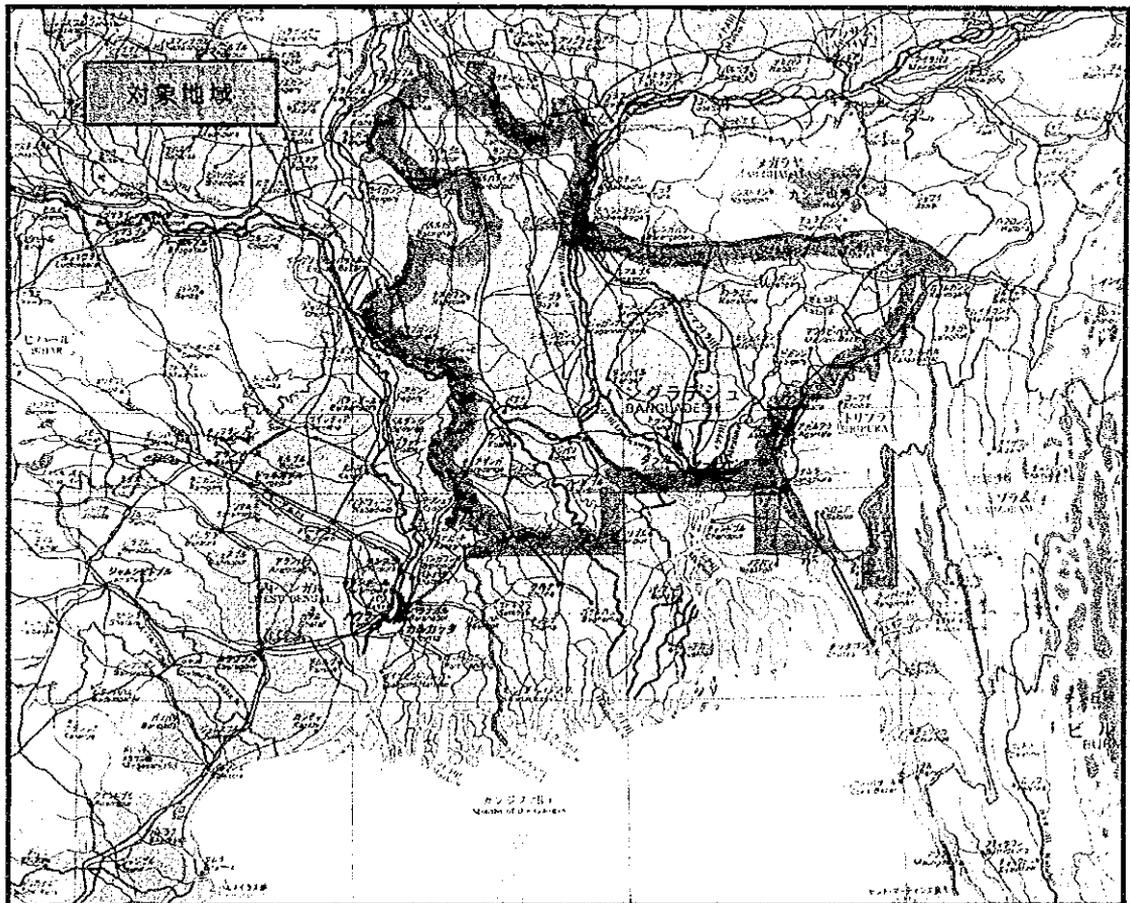
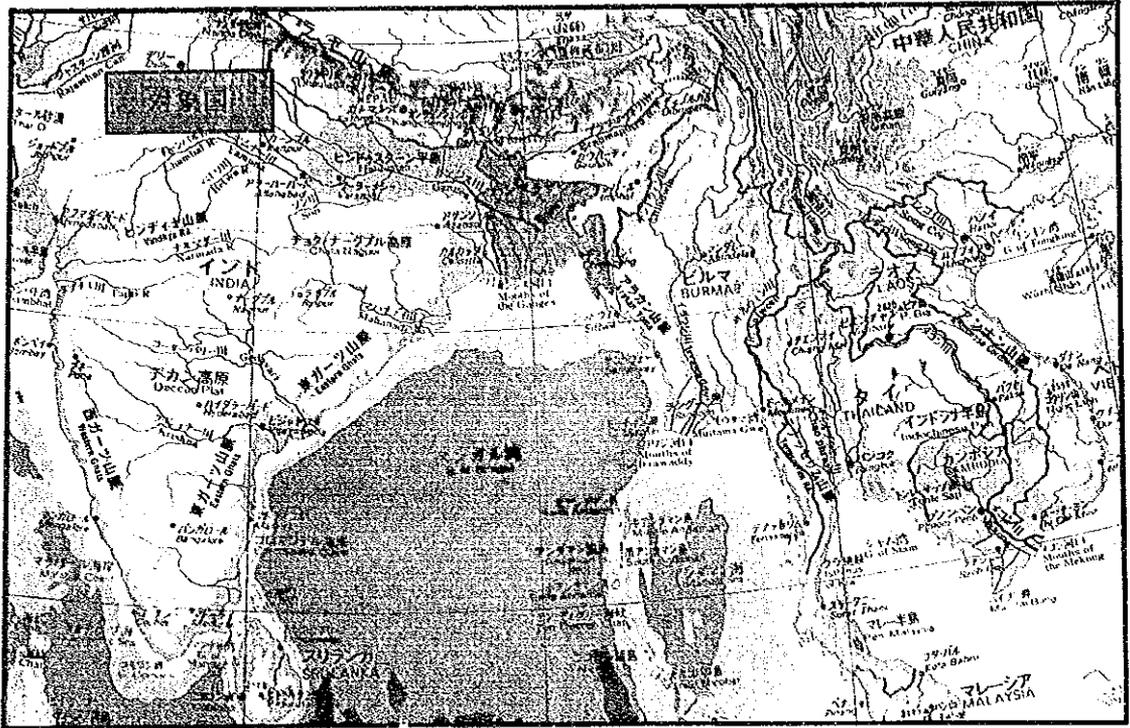
本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終わりに、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。

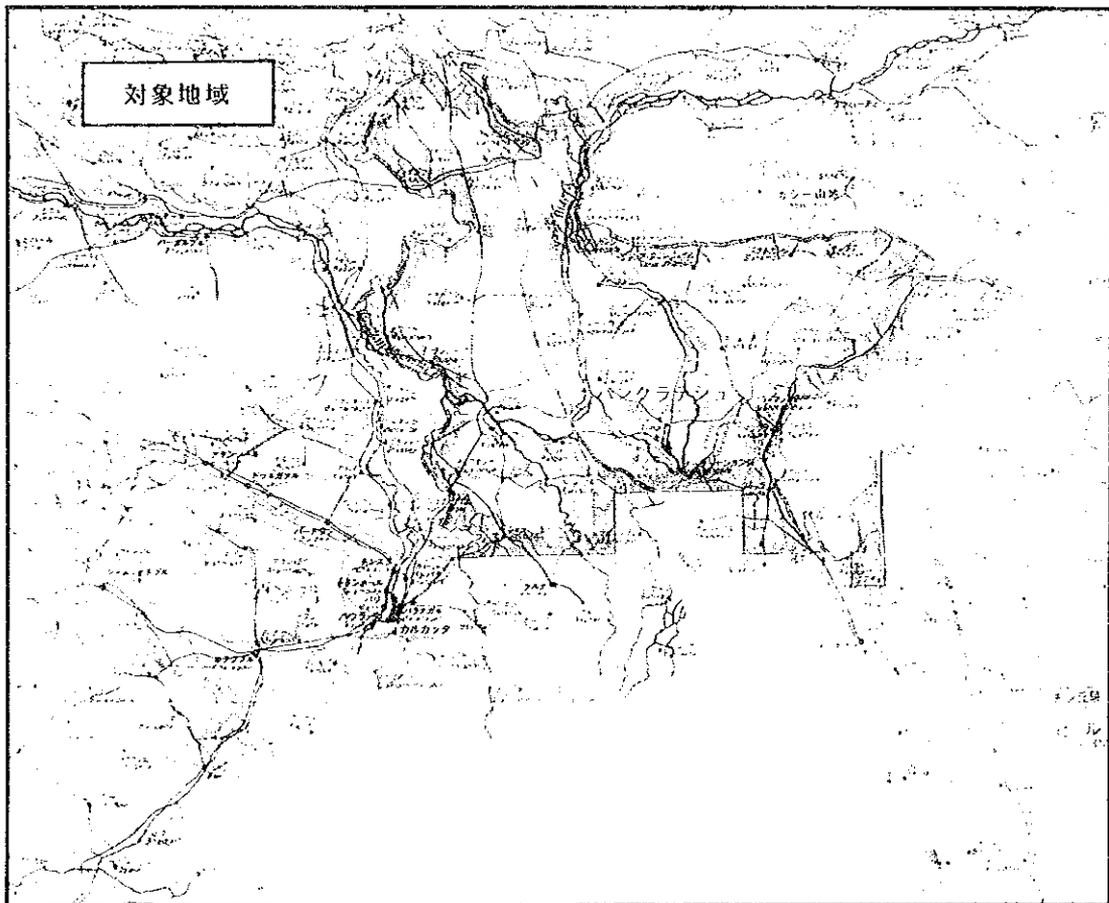
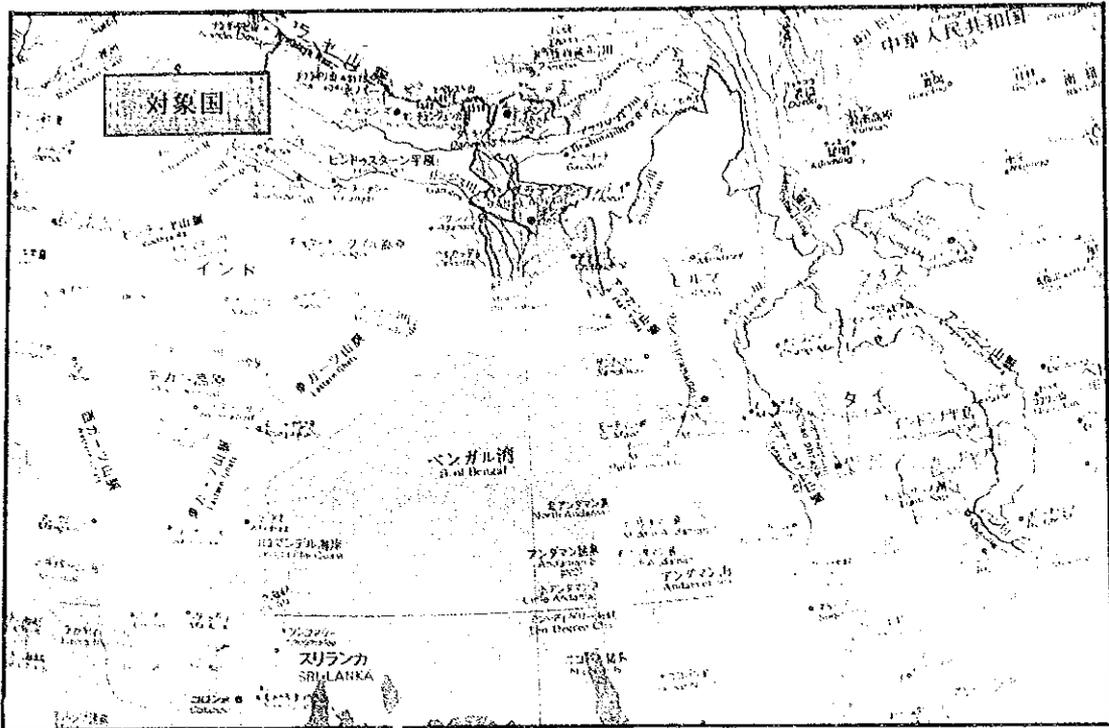
平成4年2月

国 際 協 力 事 業 団
理 事 玉 光 弘 明

調査対象地域位置図

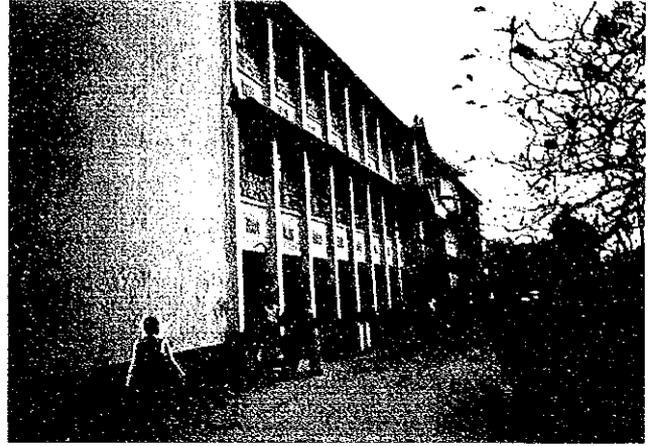


調査対象地域位置図

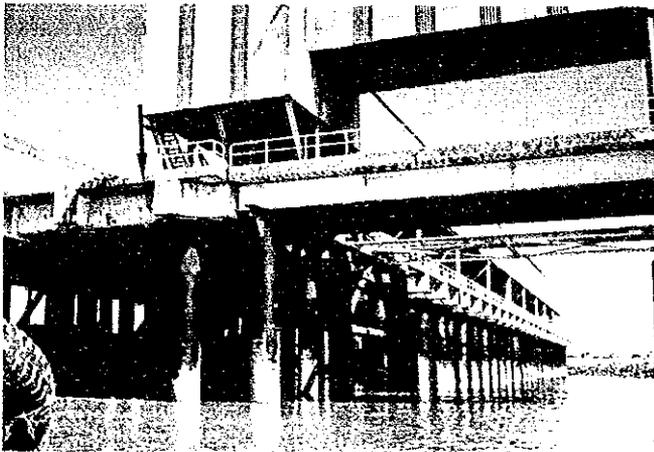




▲ S/W 署名
木村団長、カリム局長



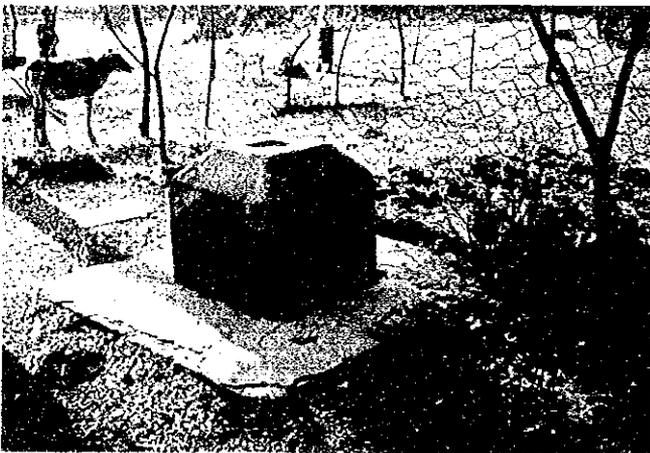
▲ SOBの建物



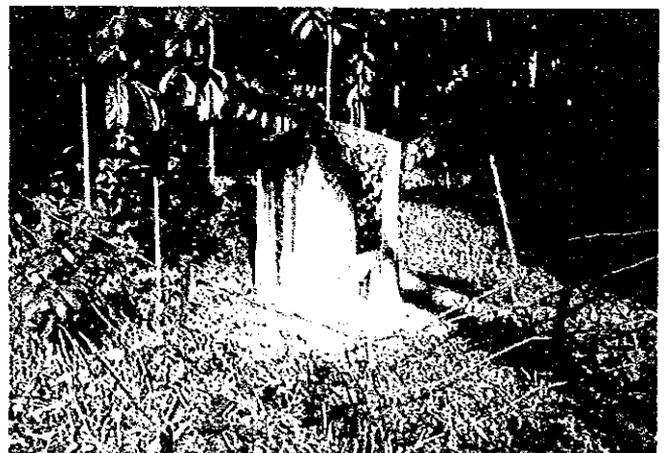
▲ 験潮場予定地
Kornofuli River 矢印の位置に検潮所を設置する



▲ Survey of India時代の
レンガ造りの高測標



▲ 一等基準点



▲ 一等水準点



▲ 1988年のジャムナ河の洪水時の水位



▲ シレット付近の水準路線



▲ バングラデシュの一般的な田園風景



▲ 旅客機より見たダッカ市近郊の風景



▲ ダッカ市郊外の様子



▲ KURIGRAMのフェリー乗り場

目 次

序 文

調査対象地域図

写 真

第1章 序 論	1
1-1 要請の背景	1
1-2 要請の概要	1
1-3 事前調査団の目的と対処方針	2
1-4 調査団の構成	6
1-5 事前調査団の調査日程	7
第2章 協議の概要	13
2-1 コンタクト・ミッション協議の経緯	13
2-2 コンタクト・ミッション協議の結果	21
2-3 コンタクト・ミッション後に残された課題	22
2-4 S/Wミッション協議の経緯	24
2-5 S/Wミッション協議の結果	25
第3章 バングラデシュ国の測量事情	28
3-1 測量及び地図作成関係機関	28
3-2 基準点測量整備状況	31
3-3 洪水防御計画に伴う基準点測量	36
第4章 測地基準点整備計画地域の概況	42
4-1 地形と地質	42
4-2 気 象	52
4-3 植 生	56
4-4 土地利用	56
4-5 交通・宿泊施設等	63
4-6 治 安	65
4-7 工事施工能力	65

第5章 測量計画	71
5-1 測量の基準	71
5-2 一等基準点網	73
5-3 一等水準点網	73
5-4 永久標識	73
5-5 験潮	77
5-6 観測方式	78
5-7 成果等	80
5-8 工程、編成、スケジュール	81
第6章 本格調査のための提言	86

附属資料

1. S/W協議結果表	95
2. Scope of Work (S/W)	99
3. S/Wミッションのミニッツ	109
4. コンタクト・ミッションのミニッツ	118
5. 要請書	123
6. SOB対応者リスト	128
7. コンタクト・ミッションの現地調査の結果	130
8. S/Wミッションの現地調査の結果	134
9. 標石調査一覧表	143
10. 諸物価調査一覧表	152
11. 収集資料一覧表	155
12. バングラデシュ国の概要	156
13. 地図・空中写真の整備状況	167

第 1 章 序 論

1-1 要請の背景

バングラデシュ国の測地基準点は、19世紀の初めSurvey of India（インド測量局）によって設置された。基準点測量は三角鎖によって行われたため、点の配置が一様でなく、特に北東部、北西部に大きな空白部を残しており、南西部にも若干空白部が見られる。また、基準点設置以来メンテナンスが不十分であり、自然的及び人為的な変動等を受けて、一部の点が亡失し、現存するものも精度が非常に低下している。

水準点については、より一層の自然的、人為的な影響を受けており、基準点に比べてより多くの亡失と精度の低下が見られる。

1971年の独立によって、測地原点及び水準原点は、すべてインド国内に取り残され、バングラデシュの測地基準点網は、独自の原点を持たないまま現在に至っている。

以上のような理由で、バングラデシュ国では地形図作成や各種工事に多大の支障をきたしており、Survey of Bangladesh（測量局：SOBと表記）では、新たな測地体系の整備を最大かつ緊急の課題としている。

本調査は、この測地体系の整備のため、測地原点・水準原点及び平均海水面の決定、ならびに基準点及び水準点を設置し、測地基準点網の構築を行う。

また、本調査は第3次国家5カ年計画（1985年7月～1990年6月）に基づく各種開発プロジェクトの基礎をなす重要なものであり、特に世銀とドナー諸国が実施しつつある洪水対策アクション・プラン（Flood Action Plan）に関する各国のリポート及び世銀主催のドナー・専門家会議においても、その早急な整備が提案されている。

以上の背景により、バングラデシュ国政府は国土測地基準点網整備計画（Strengthening the Capability for Survey of Bangladesh in Geodesy）につき、我が国に対し1988年12月に調査を要請してきたものである。

なお、1990年1月のダッカ援助国会議の項目別会議（地形図作成）の席上、我が国は、本件を他のアクションプラン・プロジェクトとは切り離し、二国間ベースで協力を実施する用意がある旨発言し、世銀、他のドナー諸国、バングラデシュ国政府の了解を得ている。

1-2 要請の概要

バングラデシュ国からの要請の概要は次のとおりである。

1. 調査件名

“Strengthening the Capability of Survey of Bangladesh in Geodesy”

（バングラデシュ国国土測地基準点網整備計画）

2. 要請の目的

(1) 国家測地基準点網の拡張

- (2) 永久標識の埋標
- (3) 都市開発、農業開発、洪水制御計画、森林開発、オポジラ（日本の郡に相当する行政単位）の灌漑及び排水計画等に必要な1/5,000地形図の整備
- (4) SOBの老朽化した技術の向上を図る

3. 要請の具体的内容

- (1) 一等基準点（160点）の設置と埋標
- (2) 水準原点の設置と平均海面の決定
- (3) 天文測量による測地原点の設置
- (4) 高精度水準測量
- (5) 平均海面とジオイドとの高さの決定
- (6) GPSによって求められた測地基準点の高さを補正するための重力測量
- (7) 1/5,000地形図の作成（1オポジラ当たり40km²を25オポジラについて行う。）

1-3 事前調査団の目的と対処方針

1. コンタクト・ミッションの目的と対処方針

バングラデシュ国から要請された内容について調査、確認を行うとともに、本調査の骨格を決定するための各種調査等を行う。また、現地踏査を行い、測量の概略設計を作成することを目的としている。

この目的を達成するために、次のような方針で対処する。

- (1) 本調査の位置づけ、実施形態と対応組織を調査する
 - ① 本調査の有効性の確認
 - ② 実施形態としては、できるだけ二国間協力となるように対応する
 - ③ カウンターパート機関の確認
 - ④ 国家機関の組織とSOBの位置づけ
- (2) 要請内容の確認
 - ① 「一等基準点（160点）の設置と埋標」については、次のように対応する
 - a) 既存の基準点の保存状況及び測量成果の所在を確認する
 - b) 160点の設置が適正かどうかの調査を行う
 - c) フィンランドの協力で設置された基準点の状況を調査する。また、これらの基準点と本調査で設置される基準点との整合の必要性等を調査する
 - ② 「平均海面の決定と水準原点の設置」については、次のように対応する
 - a) 平均海面決定の必要性について十分に調査する
 - b) 必要な場合は、験潮場設置の場所等について調査する
 - c) 水準原点の設置については、必要性の根拠について十分調査する
 - d) 設置の必要性が確認された場合は、設置場所、規格等についてバングラデシュ側の

意向を確認する

③ 「天文測量による測地原点の決定」については、次のように対応する

a) バングラデシュ国内には、既に測地原点が存在するという情報があるので、この点をまず確認する

b) 原点が存在しない場合は、設置理由について十分に聴取する

その根拠が薄弱な場合はもちろん、理由がある場合でも、できるだけ既存の成果に基づいて新設基準点の成果を算出する方向で、バングラデシュ側の了解を取り付ける。

→ 天文測量による原点設置は行わない方針

④ 「高精度水準測量」

a) バングラデシュ国の要請する路線、水準点の点間距離及び総延長距離等について確認する

b) バングラデシュ国では洪水対策等、治水が最も重要であること、フィンランドが協力事業で実施している二級水準測量の標高の基準となること等を考慮して、一等水準測量の精度で実施することを提案する

⑤ 「平均海面とジオイドとの高さの決定」については、我が国でも研究中のテーマであって、今回の調査には含めない方向で合意を引き出す

⑥ 「GPS観測によって求められた測地基準点標高を補正するための重力測量」については、⑤と同様に対処する

⑦ 「1/5,000地形図の作成」については、本調査の主目的にそぐわないので、実施しない方針で臨むことにする

(3) 本格調査の実施に関する事項の調査

① 作業用交通手段の確認、今回特にヘリコプター、4WD、スピードボート等の使用が予測されるので、できるだけ詳細に調査する

② 測量法、作業基準の有無の確認

③ 既存の地形図、空中写真等地形情報の入手と国外持ち出しについての可能性調査。

④ 作業用資材の現地調達、特に埋標用資材が大量に必要となるので重点的に調査する。

⑤ 気象情報の入手

⑥ 最新の経済指標の入手

(4) バングラデシュ側の便宜供与、特に次の項目について、できるだけ約束を取り付ける

① カウンターパート等の提供

② 特殊機材（ヘリコプター、4WD、無線機、GPS受信機、P.C. ...etc）の持ち込みについての許可申請等

③ 通関・免税・免責

④ セキュリティの確保

⑤ 緊急時の医療等

- ⑥ 調査団に対する事務所、宿泊施設の貸与または斡旋
- (5) 現地調査については、次のとおり実施する
 - ① 験潮場候補地の踏査（チッタゴン、テクナフ周辺）
 - ② 主要幹線ダッカ～チッタゴン間（水準路線候補）の踏査
 - ③ 対象地域の地形、植生等の空中査察
 - ④ 関連資料の収集

2. S/Wミッションの目的と対処方針

コンタクト・ミッションの協議、調査の内容等の情報を十分に検討した結果を受けて、本格調査の構築に必要な詳細調査を行い、協力範囲の絞り込みを行うとともに、測量基本設計のための現地踏査を実施する。さらに、我が国の協力の可能性を踏まえ、実施調査のためのS/W協議と署名を行うことを目的としている。具体的な対処方針は次のとおりである。

- (1) 本格調査期間は、1992年5月から95年3月までとする
- (2) 本格調査内容
 - ① 基準点設置計画
 - 一等基準点の設置数は最大145点とする。埋標のスペックは27点をAクラス、他はBクラスとする。また、埋標工事はJICAが現地業者に再委託する
 - ② 水準路線と水準点設置計画
 - 水準路線の総延長は概ね2,200～2,500kmとする。ベンチマーク数は、将来の水準点の活用計画・調査予算等を考慮して、約10km間隔で大体200点程度とする。また、埋標工事はJICAが現地業者に再委託する
 - ③ 験潮場の設置
 - a) 設置場所は、チッタゴンかテクナフのいずれかに決定する
 - b) 建設工事はJICAがローカルコンサルタントに再委託する
 - c) 験潮は観測開始後、JICA調査団により約1カ月程度の技術移転をSOBに施し、以後はSOB自身で観測する。全体観測期間は約3カ年とする
- (3) 実施体制
 - a) カウンターパートの配置
 - 各種作業の各班ごとに1名ずつのカウンターパートの同行をSOBに要請する
 - b) 調査団事務所
 - SOBが事務所を提供することが不可能なので、事情やむなくJICA負担により、ダッカ市内に開設する方向で対処する
- (4) 調査用機材
 - ① SOBが確保した輸入関税（CDST）予算と、本格調査団が日本から持ち込む車輛、スピードボート及び験潮儀についての数量・スペック・金額について調整する必要がある。この点について十分SOBと協議し、S/W署名以前に最終計画を固める

② 車輛等贈与

車輛等の持ち帰りを要しない資機材の贈与時期は、SOBのCDST予算支出と登録手続きに基づき機材輸入直後となる（バングラデシュの国内法によって、CDSTの支出は調査初年度になり、同時期にSOBの名義登録を行うことになる。）

以上のことをSOBと十分打ち合わせる

③ 車輛等管理保管

SOBに管理場所を提供させることが困難であり、JICA負担で管理保管場所を確保する必要がある。なお、調査期間中はSOB名義の車輛等であっても、調査用機材であることの主旨に則り、バングラデシュ側には同車輛等の本格調査以外の使用を一切認めない

(5) SOBの便宜供与

- ① 調査団の無線機の使用について、その許可取り付けを迅速に行う
- ② 地形図等国内作業に必要な情報の国外持ち出し許可の取り付け
- ③ 埋標に係る土地及び験潮場設置のための土地収用または借用
- ④ 埋標した標識の維持管理につき最善策を検討協議する

(6) 現地調査を次のとおり行う

- ① 験潮場設置場所を確定する
- ② 現地踏査は、A、B 2班を組成して対象地域全域について行う
 - a) 既存基準点の確認
 - b) 新設基準点の概略選点
 - c) 既存水準点の確認
 - d) 新設水準路線の選定
 - e) 渡河水準の概略選定
- ③ 対象地域全域の地形、土地条件、植生、溢水等の空中査察を行う

(7) 本調査に必要な資料の収集を行う

1-4 調査団の構成

1. コンタクト・ミッションの編成と現地調査期間

団長（総括）	石原 正男	建設省国土地理院企画部研究企画官 調査期間：平成2年7月30日～8月10日
団員（測量計画）	谷岡 誠一	建設省国土地理院地理調査部地理第二課長 調査期間：平成2年7月30日～8月15日
団員（測量積算）	山田 明	建設省国土地理院測地部測地第三課水準第二係長 調査期間：平成2年7月30日～8月15日
団員（調査企画）	奥邨 彰一	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第一課 調査期間：平成2年7月30日～8月10日
団員（基準点測量）	増田 實	（社）日本測量協会技術センター技術第一部長 調査期間：平成2年7月30日～8月15日

2. S/Wミッションの編成と現地調査期間

団長（総括）	木村 幸吉	建設省国土地理院測地部計画課長 調査期間：平成3年11月25日～12月8日
団員（測量計画）	谷岡 誠一	建設省国土地理院地図管理部地図資料課長 調査期間：平成3年10月29日～11月9日
団員（測量積算）	佐々木與四夫	建設省国土地理院測地部技術専門員 調査期間：平成3年10月29日～12月8日
団員（測量積算）	丸山 一司	建設省国土地理院測地部測地第二課主任 調査期間：平成3年10月29日～12月8日
団員（調査企画）	松本 明博	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第一課 調査期間：平成3年11月25日～12月8日
団員（基準点測量）	増田 實	（社）日本測量協会技術センター技術第一部長 調査期間：平成3年10月29日～12月8日
団員（水準測量）	山田 正明	（社）日本測量協会技術センター技術第二部課長 調査期間：平成3年10月29日～12月8日

1-5 事前調査団の調査日程

1. コンタクト・ミッションの日程及び調査内容は、表1-5-1のとおりである。

表1-5-1 コンタクト・ミッション調査日程表

月 日	曜	会議、調査等行程	会議出席者、調査内容、その他
7.30	月	新東京国際空港(成田)発TG641→バンコク国際空港着	石原団長、谷岡、山田、奥邨、増田団員
7.31	火	バンコク国際空港発TG321→ダッカ国際空港着 JICA事務所表敬訪問及び打合せ	所長、斉藤所員、成瀬所員
8.1	水	日本大使館表敬訪問 各関係機関訪問及び協議打合せ	井口大使、馬場一等書記官 ERD (External Resources Division, Ministry of Finance) SOB (Survey of Bangladesh, Ministry of Defence) IWTA (Inland Water Transport Authority) FPCO (Flood Plan Coordination)
8.2	木	測量標の視察	8/2~3はBD (Bangladesh) の公休日のため、協議は4日以降に行うこととなった Gulshan Point (Main Point) Dhaka 基準水準点 Dhaka 原方位点 Tongi
8.3	金	資料収集及び整理	
8.4	土	SOBにてM/Mについて協議	
8.5	日	SOBにてM/Mについて協議	M/M DRAFT (1) 作成
8.6	月	SOBにてM/Mについて協議 団内協議	M/M DRAFT (1) 修正
8.7	火	SOBの施設見学及びM/Mについて協議	
8.8	水	2班に分かれ行動 第1班 ・SOBにてM/M署名 ・日本大使館にM/Mの報告 ・JICA事務所にM/Mの報告 ・FPCOにSOBとの協議結果について説明 第2班 作業予定地区の空中査察	石原団長、奥邨、増田団員 日本側、石原団長 バングラデシュ側、 MR.M.MAHBUBUL KARIM 藤田一等書記官 所長 M/MのCOPYを渡して概略説明を行う 谷岡、山田団員 SOB側から Mr.A.K.M.Shamsul Alamが同行

月 日	曜	会議、調査等行程	会議出席者、調査内容、その他
8. 9	木	ダッカ国際空港発 TG322 → バンコク経由 → 新東京国際空港 (成田) 着 (10日) 現地踏査 Dhaka → Chittagong	石原団長、奥邨団員 谷岡、山田、増田団員 SOB 側、Mr. Noor Muhammad Mia 同行 ① 験潮場適性地調査 ② 水準路線調査 ③ 道路調査
8.10	金	現地踏査 Chittagong → Cox's bazar	①、②、③の調査
8.11	土	現地踏査 Cox's bazar → Teknaf → Chittagong	①、②、③の調査
8.12	日	現地踏査終了 Chittagong → Dhaka	既存基準点、水準点、Finmap の設 置した GPS 点の調査
8.13	月	日本大使館、JICA 事務所、SOB に現地調査の 報告と帰国の挨拶	
8.14	火	ダッカ国際空港発 TG322 → バンコク国際空 港着	谷岡、山田、増田団員
8.15	水	バンコク国際空港発 TG640 → 新東京国際空 港 (成田) 着	

2. S/Wミッションの日程及び調査内容は、表1-5-2のとおりである。

表1-5-2 S/Wミッション調査日程表

月 日	曜	会議、調査等行程	会議出席者、調査内容、その他
10. 29	火	新東京国際空港(成田)発TG641→バンコク 経由BG075 →ダッカ国際空港着	谷岡副団長、佐々木、丸山、増田、 山田団員
10. 30	水	日本大使館表敬訪問 JICA事務所表敬訪問及び打合せ SURVEY OF BANGLADESH (SOB) 表敬訪問	馬場一等書記官、 今津所長、成瀬所員、山川所員 Director Mr.A.K.M.Shamsul Alam Officer In Charge, Geodesy Mr.Noor Muhammad Mia Technical Assistant (Geodesy) Mr.A.N Wahid
10. 31	木	SOBにて現地踏査協議	JICA 成瀬、山川
11. 1	金	JICA事務所にて現地踏査協議及び資料収集	
11. 2	土	渡河水準点現地踏査 (JAMUNA RIVER)	BHUANPURよりカントリーボートにて現地踏査 SOB側Mr.A.N.Wahid、Mr.Nayon 同行 JICA 山川所員同行
11. 3	日	渡河水準点現地踏査 (PADMA RIVER)	ARICHAよりカントリーボートにて現地踏査 SOB側Mr.A.N.Wahid、Mr.Nayon 同行 JICA 山川所員同行
11. 4	月	SOBにてS/W及び現地踏査協議	
11. 5	火	SOBにてS/W及び現地踏査協議	
11. 6	水	SOBにてS/W及び現地踏査協議	
11 7	木	SOBにてS/W及び現地踏査協議 団内協議、現地踏査準備	調査事項確認
11. 8	金	バンコク経由にて日本に帰国 A、B 2 Teamに分かれ現地踏査作業を開始	谷岡副団長 A Team (佐々木、増田団員、 MR. Raziuddin) B Team (丸山、山田団員、 Mr.A.N.Wahid) ・ 験潮場設置場所の現地調査 (A Team) ・ 基準点等の現地調査(A,B Team) ・ 水準路線の現地調査(A,B Team)

月 日	曜	A Team 調査行程、調査内容	B Team 調査行程、調査内容
11. 8	金	Dhaka → Comilla 三角点(既設点) 3479、3899 確認 (新設点) 3533 選点	Dhaka → Bogra 三角点(既設点) 2795、1857、1911 1830 確認
11. 9	土	Comilla around 三角点(既設点) 3926、3953 確認 水準点(既設点) 3908 確認	Bogra around 三角点(既設点) 1387、1325 確認 (新設点) 380、1234 選点
11.10	日	Comilla → Cittagong 三角点(新設点) 3972、3980 選点	Bogra → Dinajpur 三角点(既設点) 1522、388 確認 (新設点) 1612、1217 選点
11.11	月	Chittagong around 新設験潮場候補地調査 Chittagong 東部沿岸、CUFL	Dinajpur around 三角点(既設点) 1055、117、 1144 確認 (新設点) 1009 選点
11.12	火	Rangamati around 三角点(新設点) 選点 チャッタゴンヒルトラクトの治安状況の調査	Dinajpur → Rangpur 三角点(既設点) 231 確認 (新設点) 1180、1190、1504 選点
11.13	水	Chittagong → Comilla 新設験潮場候補地調査 CUFLの棧橋を候補にする	Rangpur around 三角点(既設点) 288 確認 三角点(新設点) 1649、1558 選点
11.14	木	Comilla → Sylhet 三角点(既設点) 3891 確認 渡河水準点(Bhairab) 調査 300m	Rangpur around 三角点(既設点) 1668、350、1585 確認
11.15	金	Sylhet around 三角点(既設点) 2507、2454 確認 三角点(新設点) 343 選点 渡河水準点(Sunamganj) 調査 300m	Rangpur → Rajshahi 三角点(既設点) 1759、1776、1803 確認
11.16	土	Sylhet around 三角点(既設点) 4317 確認 三角点(新設点) 4352 選点	Rajshahi around 三角点(既設点) 1298、333、1369 確認
11.17	日	Sylhet → Dhaka 283km 渡河水準点(Sylhet) 調査 300m 渡河水準点(Meghna River) 調査 2,000m	Rajshahi around 三角点(既設点) 430 亡失 三角点(既設点) 1279、1333 確認 三角点(新設点) 430 選点

月 日	曜	A Team 調査行程、調査内容	B Team 調査行程、調査内容
11.18	月	Dhaka around 三角点 (既設点) 303、2200 確認 三角点 (新設点) 1812 選点	Rajshahi → Dhaka 三角点 (既設点) 355、1821、3327 確認 三角点 (新設点) 430 選点
11.19	火	SOBにて現地踏査報告及び後半の現地 踏査について協議 団内協議	SOBにて現地踏査報告及び後半の 現地踏査について協議 団内協議
11.20	水	A Team (丸山、増田団員) にメンバー 交代 Dhakaにて資料収集	B Team (佐々木、山田団員) にメ ンバー交代 Dhaka → Chittagong 新設験潮場候補地調査、SOB側か ら Mr.A.K.M.Shamsul Alam、 Mr.Noor Muhammad Mia の2名同行
11.21	木	Dhaka → Jamalpur 三角点 (既設点) 2110、481、2073 確認	Chittagong → Dhaka 新設験潮場候補地調査 CUFLの棧橋を候補にする 設置場所の最終決断は団長が後日 決定する
11.22	金	Jamalpur around 三角点 (既設点) 1722 確認 三角点 (新設点) 1713、2064 選点	Dhaka → Faridpur 三角点 (既設点) 242 確認 三角点 (新設点) 2813 選点
11.23	土	Jamalpur → Kishoreganj 三角点 (既設点) 2027 確認 三角点 (新設点) 2037 選点	Faridpur → Kushtia 三角点 (既設点) 2903、280 確認 三角点 (新設点) 2759 選点
11.24	日	Kishoreganj around 三角点 (新設点) 2291、2281、2227、 2272 選点	Kushtia around 三角点 (新設点) 1468、2561、2597 選点
11.25	月	Kishoreganj ストライキのため調査不能	Kushtia → Jessore 三角点 (既設点) 2694 確認 三角点 (新設点) 2624、2615 選点
11.26	火	Kishoreganj ditto	Jessore around 三角点 (既設点) 199、2661 確認
11.27	水	Kishoreganj → Dhaka 三角点 (新設点) 2300、2308、2317 3442 選点	Jessore → Dhaka 移動

月 日	曜	会議、調査等行程	会議出席者、調査内容、その他
11. 25	月	新東京国際空港（成田）発 →バンコク着	木村団長、松本団員
11. 26	火	バンコク発 → グッカ着	木村団長、松本団員
11. 27	水	日本大使館表敬訪問 JICA 事務所表敬訪問及び打合せ SURVEY OF BANGLADESH (SOB) 表敬訪問	木村団長、松本団員
11. 28	木	SOBにて現地踏査報告及びS/W協議 団内会議	Col.Md.Mahbubul Karim Mr.A.K.M.Shamsul Alam Mr.Noor Muhammad Mia Mr.A.N Wahid
11. 29	金	Dhaka → Chittagong 空路 新設験潮場候補地現地踏査	木村団長、佐々木、松本、山田団員 SOB側から Mr.A.K.M.Shamsul Alam、 Mr.Noor Muhammad Mia の2名同行 CUFLの棧橋に決定する (CUFL: Under Bangladesh Chemical Industries Corporation)
11. 30	土	Chittagong → Dhaka 陸路 移動	
12. 1	日	SOBにて現地踏査報告及びS/W、M/M協議	
12. 2	月	SOBにてS/W、M/M協議	
12. 3	火	作業予定地区の空中査察	SOB側から Mr.Noor Muhammad Mia が同行
12. 4	水	SOBにてS/W、M/M協議	
12. 5	木	SOBにてS/W、M/M署名	日本側 木村団長 バングラデシュ側 Col.Md.Mahbubul Karim
		JICA 事務所にS/W、M/Mの報告 日本大使館にS/W、M/Mの報告	今津所長 大使
12. 6	金	グッカ国際空港発 TG322 →バンコク国際空 港着	木村団長、佐々木、丸山、松本、 増田、山田団員
12. 7	土	バンコク国際空港発 TG640 →	
12. 8	日	新東京国際空港（成田）着	

第 2 章 協 議 の 概 要

2-1 コンタクト・ミッション協議の経緯

協議の日程は表1-5-1に示した。また、協議の概要は次のとおりである。

1. SOBとの協議の経緯

今回の協議で主に議論の対象となった点は、新規にSOBから提出された要請内容（90.

8. 4 提出：表2-1-1参照）

表2-1-1 新規のSOBの要請書

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">a. Extension of the national geodetic control net works with values.b. Monumentation as per Survey of Bangladesh specifications.c. Determination of standard datum.d. Determination of Geoid and spheroid (Everest) difference.e. Determination of standard datum of levelling and mean sea level at two places.f. Establishment of high precision levelling Bench mark.g. Preparation of Isogonic lines chart for entire Bangladesh.h. Establishment of a Gravity station in Bangladesh.i. To train officers and staff in modern technique in handling and operation GPS receivers and also other allied instruments in Japan. |
|---|

作業地へのアクセス手段、フィンランドの技術協力によってIWTAが設置した沿岸部の基準点との接合について、バングラデシュ国政府の便宜供与等であった。具体的な討議の概要は次のとおりである。

(1) 基準点の設置点数（図-2. 2参照）

(SOB)

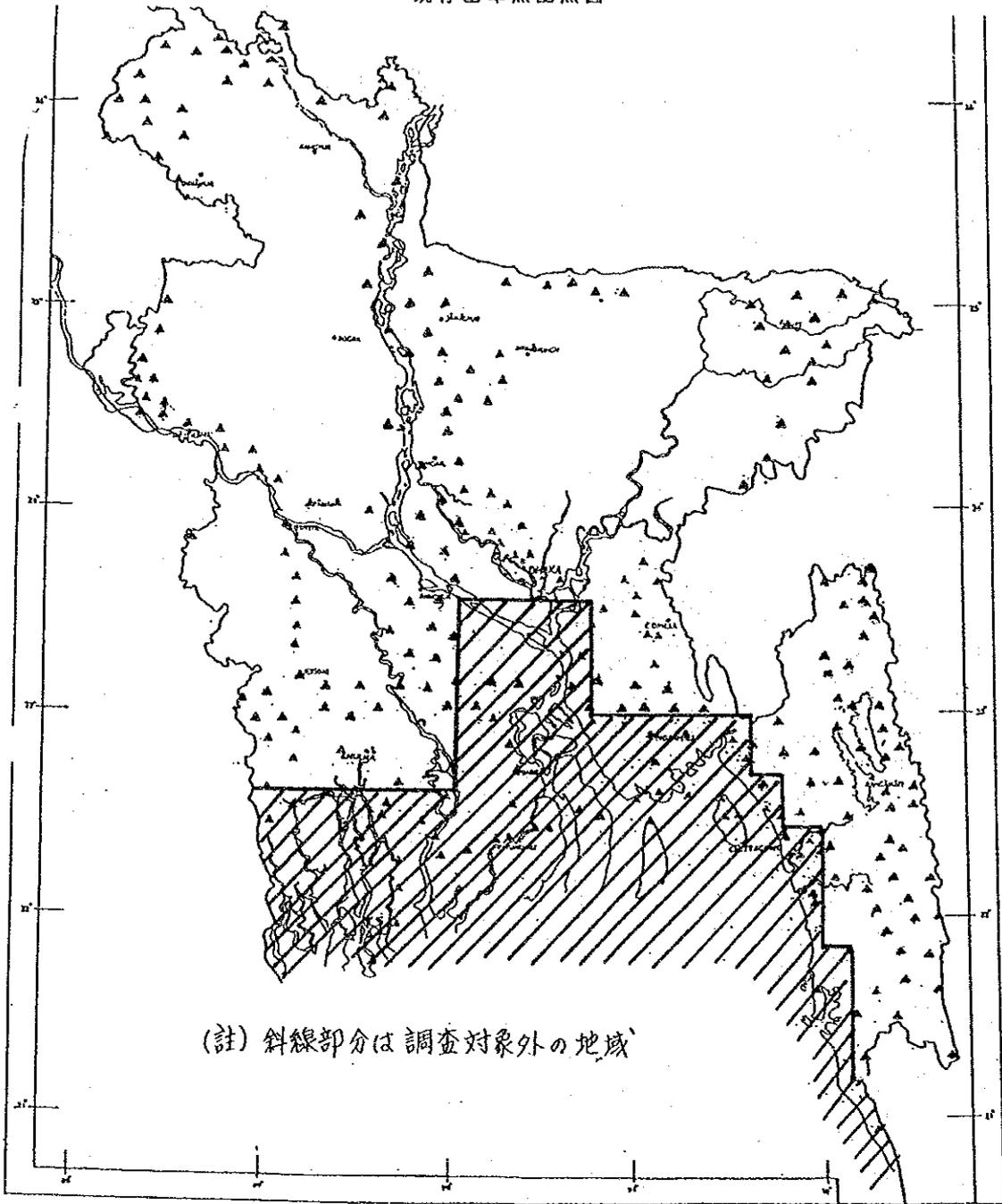
フィンランドが基準点設置を行ったCoast areaを除く地域に一等基準点27点、二等基準点293点の設置要請。その理由として、

- ① 現存している基準点は19世紀の半ばに設置されたもので精度的に不十分
- ② 基準点の分布が均一でなく、特に北東部、北西部に空白部がある

を挙げ、基準点の不備から、全国的な地形図の作成、各種開発プロジェクトの推進等に大きな悪影響を及ぼしていることを強調した。

図-2.1

既存基準点配点図



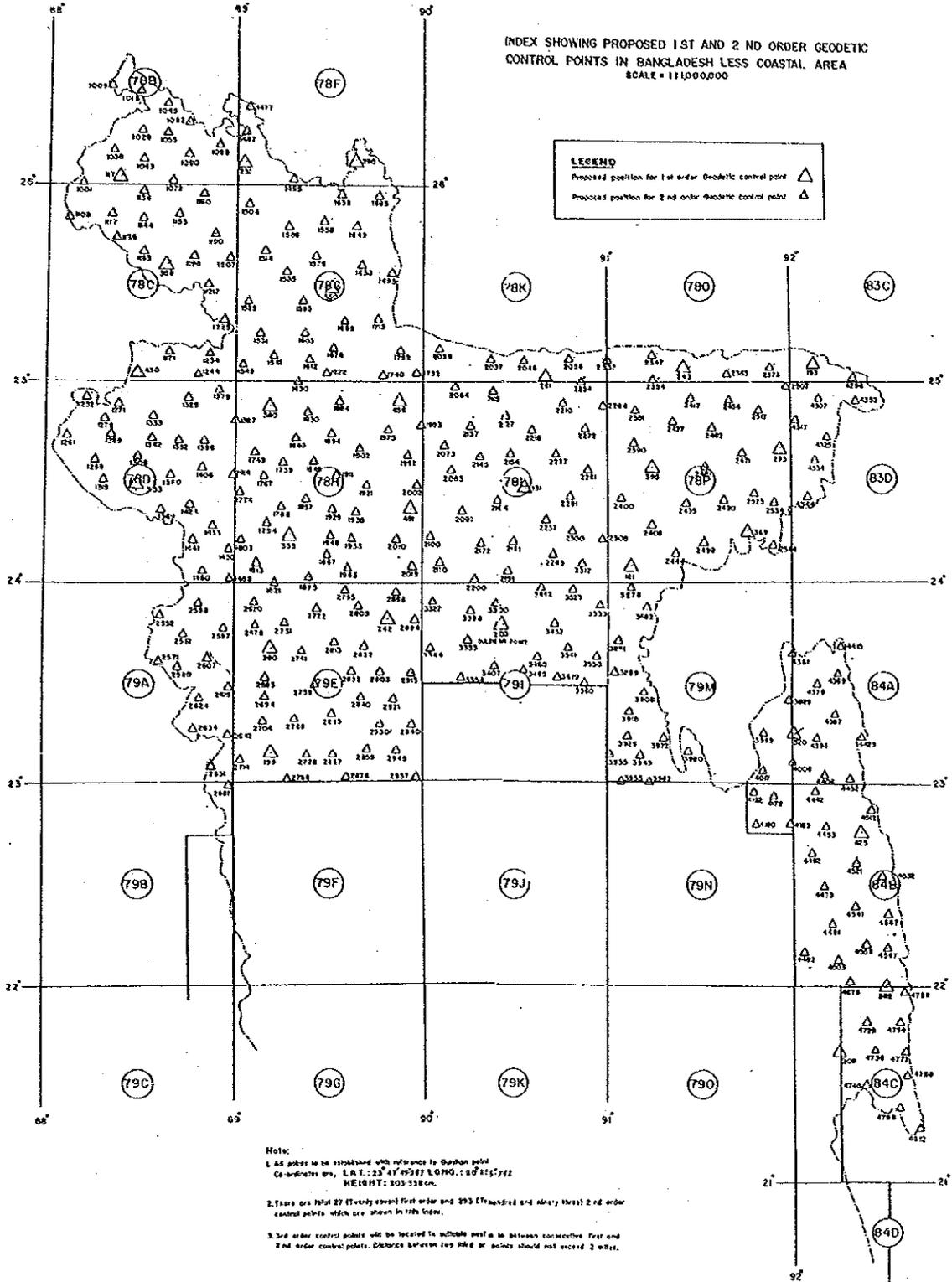
(註) 斜線部分は調査対象外の地域

LEGEND

- | | |
|---|---------|
| 1. Control stations fixed during British period..... | ▲ Red |
| 2. Control stations fixed during Pakistan period..... | ▲ Green |
| 3. Control stations fixed during Bangladesh period..... | ▲ Blue |

(many are missing)

基準点設置要望配点図



(調査団)

Budgetの制約ですべてはできないと回答し、30 km spanで140点の一等基準点を全国均一（IWTAの管轄を除く）に配置し、埋標については27点は一等、残りの113点は二等で行うことを提案した。

(SOB)

バングラデシュの地形が平坦であるため、点間距離が30kmでは高測標を建てても2点間の視通の確保が困難であり、conventionalな方法で実施する後続の測量に支障をきたすので、1st order 60km span、2nd order 15km spanで200点の設置を強く要請したいとの回答があった。

(調査団)

JICAのスペックが30km spanであること、この点間距離なら、conventionalな方法で後続の低次の測量に、与点として使用できることを説明し、かつ、予算の制約があることから応じられない、と回答。

[その後、この件に関する協議が長時間にわたって続いたが、基準点の点間距離と設置点数の2点で平行線をたどり、結論が出ないまま、次回のS/Wミッションで再度協議することになった。(pending)]

(2) 測地座標

(SOB)

測地座標はエベレストを用い、Gulshan Point 1点だけを固定して計算したい。

(調査団)

Gulshan Pointだけでなく現存している成果の良い基準点も取り込むべきだと主張した。

(SOB了解)

(3) 測地原点の設置

SOBは新たに測地原点の設置を要望したが、調査団はGulshan Pointを原点とすれば新設の必要のないことを説明した。(SOB了解)

(4) ジオイド高の決定 (エベレスト楕円体に基づいた)

調査団はこの項目については日本でも研究中であり、国家として統一した値が求まっていない。したがって、今回のプロジェクトには馴染まないことを説明し、調査項目から除外することを提案した。(SOB了解)

(5) 水準原点の設置と平均海水面の決定を2カ所で行う。

SOBは水準路線設置要望図(図-2, 3参照)を提案し、次の各項目について要請した。

① 水準原点の設置 (ダッカを希望)

② 水準測量は一等とし、精度は $4\text{ mm}\sqrt{s}$ とする

③ Standard B・Mは65点とし、SOBのスペックで埋標する

④ 長距離渡河水準2カ所 (Jamuna R.) の実施

⑤ 験潮場2カ所の設置 (Kuakata及びCox's Bazar or Chittagong)

これに対し調査団は、②、③、④について同意したが、①については、Standard B・Mのうち、安定した地盤に設置されたものを原点とすること。⑤については1カ所にすることを主張した。

この結果SOBは①、⑤について、一応調査団の考え方に同意した。

(6) 水準路線の設置距離数

SOBは水準路線設置要望図を提示し3,800kmを要求した。これに対し調査団はBadjetの関係もあり、最小必要限としたいと主張した。その結果2,200kmで合意した。

(7) 地磁気測量による等偏角図の作成

調査団は、日本の民間会社では地磁気測量を実施する能力がなく政府機関でも限られた人数で行っているだけである。本プロジェクトの中ではマンパワーの関係で実施できないことを説明した。ただし、専門家の派遣等、他の方法があることを示唆した。〔SOB了解〕

(8) SOB職員に対し、最新測量技術に関する研修を日本で実施すること

研修員の受入れについてSOBから強い要請があったが、我が国の技術協力では別のスキームに属し、本調査団には権限がないことを説明して、M/Mに記載し、この要請を関係機関に伝えることを約束した。〔SOB了解〕

(9) ヘリコプターに関して

調査団は、本調査の遂行のためにはヘリコプターの使用が非常に重要であることを説明し、ヘリコプターの日本からの持ち込みとバングラデシュ国内での使用に関して許可を取り付けるようSOBに要求した。

SOBはヘリコプターの持ち込み及び使用に関して許可を取るの是非常に難しい。たとえ許可が取れてもヘリポートはダッカ空港しか使えないだろうと回答した。

調査団は再度、ヘリコプターの重要性を述べ、次のS/WミッションまでにはSOBでこの問題をクリアしてもらおうよう要求した。なお、調査団がこの旨を強く要求したことをM/Mに記載することで、両者は合意した。

(10) フィンランドが技術協力で沿岸部に設置した基準点との結合について

調査団は成果の統一を図るため、フィンランドの設置した基準点 (GPS観測点) と今回の観測網とを結合すべきではないかとSOBに提案した。

SOBは、フィンランドの基準点は国家基準点の既設点に基づいて観測を行っている。本調査では既設点も含めて観測するので間接的には結合されることになる。SOBとしては直接結合させる必要はないと考えていると回答した。

この問題はバングラデシュ国内の問題であり、調査団はこれ以上深入りしないことにした。

(11) バングラデシュ政府の責務について問題のあった項目

① to exempt the members of the Survey Team from taxes, duties and other

charges on equipment, machinery and other materials brought into Bangladesh for the conduct of the project.

持ち込まれる機材の tax について、そのまま持ち帰れば tax はかからない。置いていくと 400% の tax がかかる。この tax は日本側が負担するのではなく、SOB が負担しなければならない。

この点問題があるので、今回はこの条項を M/M から除くことにした。

〔両者合意〕

今から 2 カ月以内に機材リストを SOB に送れば、SOB は tax の予算要求をするとのことである。

- ② to exempt the members of the Survey Team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emolument or allowance paid to the members of the Survey Team for the in services in connection with the implementation of the project.

これに関しては、他の authority 機関と相談する必要があるので、次のミッションまでに確認しておく。今回のミニッツには載せない。〔両者合意〕

2. 他の政府機関との打合せ及び協議の経緯

(1) ERD (External Resources Division, Ministry of Finance)

まず、調査団から本件“FAP (Flood Action Plan) No. 18 Topographic Mapping”の一環として、1988年に SOB から要求された“Strengthening the Capability for Survey of Bangladesh”を実施するものであること、及び当方が考えている本格調査の内容について説明した。

その後、ERD からの質問に答えて、本件では空中写真は撮影しないこと、地方踏査のために office が必要であること、人員・資機材の運搬のためにヘリコプターが必要で、SOB で提供できない場合 (ERD は SOB では提供困難と言っていた) には船で日本から持ち込む必要があること、カウンターパートの経費はローカルコストとなること、今回はコンタクト・ミッションであり、S/W は 11 月ごろ派遣される S/W ミッションが必要な現地踏査の終了後締結し、来年の秋に (雨期の後) プロジェクトを始める可能性の強いことを説明した。

これに対し ERD から、FAP No. 18 は緊急課題であり、本件も重要なプロジェクトであるので開始時期をもっと早く (early in the next year) してもらいたい旨要請があり、我が方としては早く始めたいとは思っているが、気候 (雨期) や日本の予算システム上の制約があることを回答した。

(2) IWTA (Inland Water Transport Authority, Ministry of Port, Shipping : IWTA)

調査団は来バの目的を説明したうえで、日本側はフィンランドが同種の調査を実施していることは知っており、相互に情報交換すべきであるとして、IWTA をカウンターパート機

関とするフィンランドの協力内容について質問した。それによると、

(調査プロジェクト名) :

Mapping for development of Bangladesh first phase in coast area

(内 容) : 1/10,000地形図(4色刷)の作成

(対象地域) : 沿岸域…全国の33%

・ GPS測量の実施…対象地域内の300点について実施し、そのうち260点を埋標

精度は 1st order 1/10万

2nd order 1/5万

3rd order 1/1万

・ 平均海水面の決定…新たに決定されると聞いており、実施しない。

・ 水準測量…既設点についてはSOBがデータを提供することになっており、別途不足分480kmの二級水準測量を行う。

精度は 1st order 4mm \sqrt{s} km

2nd order 8mm \sqrt{s} km

3rd order 15mm \sqrt{s} km

我が方から検潮の実施について質問すると、IWT Aでは12カ所に検潮所を設けて定期的に実施しており、計測データは有しているが、今回のフィンランドとの協力プロジェクトでは、データの分析による平均海水面の決定は行わないとの回答であった。

なお最後にIWT Aから我が方に対し協力は惜しまないので、必要なデータは出してもよいとの発言があった。

ただし、この席上フィンランドの協力の第IIフェーズで、我が方の対象地域と予想される沿岸域を除く他の国土についても(つまり全国土にわたり)、基準点測量を実施する計画があり、予算措置もするとの説明がIWT Aからあり、調査団としてはFPCOに確認することとなった。

(3) FPCO (Flood Plan Coordination Organization)

調査団からFPCOに対し、関係者による全体会議を開き日本の協力のデマケーションを明確にしてもらいたいと申し入れたところ、FAP No. 18のT/R final draft(今年9月のTechnical Committeeの承認のため準備中)作成のため、SOB、IWT Aを含む関係機関(世銀コーディネイタも含む)による会議を7月11日に開いており、今後更にT/R draft(調査団入手済み)を詰めていく中で、関係者会議によりドナー間のオーバーラップは調整していくとの回答であった。

また、現時点では各国のデマケーションは未定だが、フィンランドにはブラマプトラ河流域の地図作成を担当させるつもりであるという発言があった。

さらにFPCOからはFAPに報告して欲しい旨要請があり、調査団は了解した。

また、調査団は本件はSOBとの協力での他の案件とseparetelyに実施することをFPCOに確認した。

2-2 コンタクト・ミッション協議の結果

事前調査団（コンタクト・ミッション）がバングラデシュ政府とM/M協議の結果、合意に達した事項は次のとおりである。

1. 本案件のバングラデシュ国側のカウンターパート機関は、MINISTRY OF DEFENCE（国防省）に所属するTHE SURVEY OF BANGLADESH（SOB）であり、作業に関して必要なバングラデシュ政府機関との調整もSOBが行う。
2. 本調査は、FAP（Flood Action Plan）プロジェクトと切り離し、JICAとSOBの二国間協力プロジェクトとして、所管官庁間でS/Wに調印後に実施されること。また、本調査の件名を仮に“The Geodetic Survey Study in the People's Republic of Bangladesh”とすることとした。
3. 本調査の基本的なフレームワークは、次のとおりである。
 - (1) 調査は一等基準点網の設定、平均海水面の決定、精密水準測量によって構成される
 - (2) 一等基準点網の設定
 - ① 観測はGPS測量によって行い、精度は 10^{-5} 以上とする
 - ② 網平均計算はGulshan Pointのデータに基づき、他の既存点のデータを考慮して行う
 - ③ 埋標は、観測した全点について行う（埋標はSOBの規程に基づき一等基準点方式で27点、他の点は二等基準点方式で実施する）
 - ④ 調査範囲は、M/MのAppendix-2のとおりとする
 - (3) 平均海水面の決定
 - ① 験潮場は適地に一カ所建設する
 - ② 海面高は、験潮場において適切な方法によって観測を行う
 - (4) 精密水準測量
 - ① 一等水準測量を約2,200km実施する
 - ② 埋標は、基準水準点65点について行う（埋標はSOBの規程に基づいて実施する）
 - ③ 水準測量の精度は $4\text{ mm}\sqrt{s}$
 - (5) 上記の(2)、(3)、(4)については、S/W協議の後に最終的に合意される
4. バングラデシュ側は基準点測量が1991年の雨期明けに着手されるものと理解している
5. 基準点測量の点数について、バングラデシュ側は200点以上の設置を要求したが、調査団は約30kmの間隔で最大140点の設置を提案した。この件については、引き続きS/Wミッションで協議することとなった。
6. SOB職員に対するトレーニングは、調査を通して行う。
7. バングラデシュ側はSOBの責務を次のとおりとすることに同意した。

（ここに明示していない他の責務については、S/Wミッションの協議で議論することとした。）

 - (1) SOBは、フィールドワークの各分野の各パーティごとにカウンターパートを提供する

- (2) SOBは、必要な事務機器、什器、電話等を付帯した適切な事務室をダッカ市内に用意する
 - (3) フィールドワークに必要な個人所有地、立ち入り制限地域内への立ち入りの許可をSOBの責任で取り付ける
 - (4) トランシーバーを含む通信機材の使用許可の保証
 - (5) 本調査の遂行に必要な地形図及び空中写真をバングラデシュから日本へ持ち出すことの許可を保証すること
 - (6) 測量助手、運転手、人夫等の雇用及びコンクリート等資材入手についての協力
 - (7) 本格調査団の指導のもとに、SOBによって潮位観測を行う
 - (8) 本調査の遂行に必要な土地の取得はSOBが行う
 - (9) 必要とされる医療サービスの斡旋
 - (10) 本調査をスムーズに遂行するために、SOBは他の関係機関の協力に関し、次に示す必要な手配をしなければならない
 - ① 本調査の遂行に関し、日本からバングラデシュ国へ導入される資金等の送金に対し便宜を供与すること
 - ② 本調査に関して利用できる資料及び情報の提供
 - ③ 調査団員の身分証明書の発行
 - ④ 調査団員のバングラデシュ滞在期間中の安全を保証すること
8. 調査団は、本調査の遂行はヘリコプターなしでは非常に困難であることを表明するとともに、SOBに対しヘリコプターの使用許可の取得を強く要求した。

2-3 コンタクト・ミッション後に残された課題

今回の協議及び各種調査の結果、本プロジェクト遂行のためには次のような問題が存在することが明らかになった。

1. 基準点の設置点数

SOBは一等基準点(60 km span)、2等基準点(15 km span)合計200点の要請を行っているのに対し、調査団はすべての基準点を一等(30 km span: JICAの規程に基づいている。)とし、140点を提示したが合意に至っていない。

2. 験潮場

- (1) SOBは2カ所の要請を行ったが、日本側の説明でとりあえず1点ということで合意している。次回ミッションで2カ所の要請が復活する可能性があること
- (2) 今のところ、験潮場候補地として、チッタゴン、テクナフが考えられるが、平均海水面の決定には、どちらを選択すべきか。また、他の候補地を探す必要があるかの検討

(課題) 国内専門家とSOBの意見を十分聞いて対策案を作成する必要がある。

(1カ所で十分か、場所はどこが最善か。)

3. 車輛（4WD）の持ち込みについて

今回のプロジェクトの実施にあたっては、SOBからの聴取、空査及び4WD車による現地踏査の結果から判断して、アクセスの手段として10台を超える4WD車の日本からの持ち込みが必要不可欠と思われる（バングラデシュでは4WD車のレンタルは不可能）。

SOBから聴取したバングラデシュの税制では、車輛を持ち込んでも使用後持ち帰ればtaxはかからないが、SOBに贈与することになると400%のtaxがSOBに課せられる。SOBの現状では、これを負担する余裕はなく、また、バングラデシュ国内での廃車が認可されないということなので、使用済みの中古車を日本に持ち帰らざるを得ない状況となっている。万一持ち帰っても、この中古車の有効な処分方法が見当たらない等、4WD車の持ち込みについては、大変難しい問題が存在している。

（課題） SOBの税に対する予算措置、上部組織に働きかける等バングラデシュ側の一層の努力を要請するとともに、日本側としては、輸出業者から意見を聴取する等、何らかの有効な手段を見出す必要があろう。

4. ヘリコプターの使用

SOBは、

- (1) 持ち込みの許可を取るのが非常に困難であること
- (2) もし持ち込めても、ヘリポートとしてダッカ空港しか使用できない
- (3) この国では日常ヘリコプターを見ることが稀で、群衆が集まって非常に危険であること
- (4) 4WDで何処にでもアクセスできる

等を理由にヘリコプターの持ち込みにあまり積極的でないように思われる。今回の空査でセスナ機に乗り込むときに、機密保持の観点からカメラの持ち込みを禁止されたこと等から見て、自由（場所、時間等）にヘリコプターを運航することに一抹の不安がある。

（課題） 次回ミッションで、陸路のアクセスを十分調査する必要があるが、ヘリコプターを使用しないで本プロジェクトの遂行が可能か否かの検討が必要になろう。ヘリコプターの使用料は相当大きな金額となり、測量設計を大きく変える要素となるので、早急に結論を出す必要がある。

5. 調査用機材の供与とトレーニング

本件とはスキームの違う問題ではあるが、本プロジェクトで高精度の測地網（30 km span）、水準網（1st order、幹線）を構築したとしても、これらを地図作成、各種工事等に利用するためには、後続の低次の測量をSOB自身が実施する必要がある。

一方、今回の調査で、

- ① SOBの所有する測地測量用の機材が質・量とも非常に貧弱であること
- ② 測量技術者の層がかなり薄いこと

等が判明しており、SOBの測地測量の体制を早急に整備する必要があるものと思料される。また、このためには適宜、機材供与と、本件実施中のカウンターパートへの技術移転、長期専

門家派遣による技術指導及び日本におけるトレーニング等を通して、バングラデシュ測量技術者のレベルアップと層の拡大を図る必要がある。

SOBの測地測量体制の整備が、本プロジェクトの効果をより一層高めることになるものと思われ。

2-4 S/Wミッション協議の経緯

協議の日程は表1-5-2に示した。

1. 基準点測量

(1) 基準点の設置数

SOBは基準点の数として145点を要請してきたが、調査団は30kmスパンで配点すると、今回の面積より考えて140点になると説明。

SOBは140点で了解。

また調査団は、現地踏査によりチッタゴン丘陵地は治安不良のため調査エリアから除くことでSOBに提案し了解された。

(2) 埋 標

埋標は、既存点で使用可能な点（Aタイプ1点、Bタイプ32点）は利用するものとし、Aタイプ26点、Bタイプ81点で合意した。

2. 水準測量

(1) 水準路線の設置距離数

水準路線の設置距離数は、2,200kmとすることでSOBも了解した。

また、12月3日に実施した空査により北西部のモハンガン～シュナンガンにかけての約50kmは乾期に入ったこの時期においてもなお相当量の滞水があり、道路状態が不良であることがわかったため、SOBの資料等により検討した結果、調査団は、この区間を調査から除くことを提案した。

SOBは了解した。

(2) 埋 標

調査団は、水準点は10km間隔で置き、小規模の水準点をその中間（5km）に置いてはどうか。また、バングラデシュ国の今後の利用性、本件測量作業を容易にする等を勧告すると、設置することが必要ではないかと提案。

SOBは了解した。

これによりSOBの規程に基づく一等水準点約220点、及び小規模型の水準点約220点を設置することで合意した。

(3) 水準原点

水準原点の設置場所についてSOBは、ダッカ市はバングラデシュの真ん中にあり道路網が集中して保存に最適であるという理由から、ダッカ市に設置するよう強く要望。また、

SOBはダッカとチッタゴンの間をSOBが繰り返し観測をしチェックすることを提案。調査団は了解した。

SOBは、チッタゴンの験潮場に付属水準点を設置するよう要望した。

調査団は水準原点をダッカ市に設置し、験潮場付属水準点も設置することでSOBと合意した。

3. カウンターパートの配置

調査団は、本格調査団の測量班に必要な数を提示し、また、験潮場建設や埋標作業等の施工管理、潮位観測等に必要なカウンターパートを同行するように提案した。

SOBは、必要数同行することで了解。

4. 調査団事務所

調査団は本格調査団の調査事務所をSOBの負担で準備するように要請。

SOBは、SOB事務所内に適当なスペースを有する部屋はなく、財政上事務所は借り上げられないと回答。

連絡用の事務室をSOB負担でSOB事務所内に準備することで合意した。

2-5 S/Wミッション協議の結果

事前調査団がバングラデシュ国政府とS/W協議を行った結果、合意に達した事項は次のとおりである。

1. 一般事項

バングラデシュ国政府の要請に応じて、日本政府は、バングラデシュ国における測地測量調査を、日本国及びバングラデシュ国で施行中の関連法ならびに規程に基づいて実施することに決定した。

2. 本件調査の目的

調査の目的は次のとおりである。

- (1) 一等基準点網の設定
- (2) 一等水準網の設定
- (3) 平均海面の決定
- (4) 測地最新技術の移転

3. 調査の範囲

上記の目的を達成するために、調査は次の各項目を実施する。

(基準点測量の範囲をAppendix-1に、水準測量の範囲をAppendix-2に、技術的詳細事項はAppendix-3に示す。)

(1) 基準点網の設定

① 選点及び埋標

最大140点の基準点についての選点と、Aタイプ26点及びBタイプ81点の埋標を

行う。埋標の形式は Appendix - 3 に示す。A タイプ 1 点と B タイプ 3 2 点については、既存の標石を利用できる。

② 基準点測量

基準点網の測定は GPS システムによって行う。GPS によって観測されたデータの最終成果は、エベレスト座標系によって明示する。

③ 網平均計算

基準点の網平均計算は、Gulshan Point の値に基づき、他の既設点の値を考慮して行う。

(2) 水準網の設定

① 選点及び埋標

水準路線は約 2, 200km、埋標は 10 km 間隔で約 220 点とし、選点終了後に基準水準点の埋標を行う。基準水準点の形式は Appendix - 3 に示す。

水準測量の効果を高め、かつ観測作業を容易にするために 2 点の基準水準点の間に小規模水準点を設置する。小規模水準点の点数は、本格調査団が決定する。

② 水準測量

- a) 道路上の水準路線は、直接水準測量を行う
- b) 渡河水準は、俯仰ねじ法または経緯儀法の同時観測で行う

③ 網平均計算

基準水準点の網平均計算は、本調査で決定された平均海水面の値に基づいて行う。

(3) 平均海水面の決定

① 験潮場の建設

1 験潮場をチッタゴンに建設する。

② 海面高は、SOB 職員によって験潮場で観測される

③ 験潮データの解析

バングラデシュ国の平均海水面を決定するために、観測データの解析を行う。

4. 調査スケジュール

調査は、Appendix - 4 に示すテンタティブ・スケジュールに従って実施する。

5. 報告書と Appendix - 5 に記載したすべての観測成果と測定記録は、調査終了後に英文によって SOB に提供する。

6. バングラデシュ国政府の責務

(1) 調査を円滑に促進するために、バングラデシュ国政府は以下に示す必要な処置を講ずる。

- ① 日本側調査団の安全を保障すること
- ② 調査団員が、その責務を達成するために必要な期間、バングラデシュ国に入国、出国、滞在することについて許可を与え、また外国人登録手続きと領事証明手数料を免除すること

- ③ 調査団員に対して本調査遂行のために、バングラデシュ国に搬入または搬出される車輛・機器、その他の資材・物品に関する税、関税及びあらゆる手数料について免除すること
 - ④ 本調査遂行に関する調査団員の役務提供に対して支払われる給与、手当などに課する手数料及び収入税を免除すること
 - ⑤ 本調査の遂行に関し日本からバングラデシュ国へ導入される資金等の送金に対し、便宜を供与すること
 - ⑥ 本調査の遂行のために必要な私有地及び制限地域に立ち入る許可を保証すること
 - ⑦ 本調査事項に関係する地形図及び空中写真を含むすべての必要なデータ、文書等の資料をバングラデシュ国から日本へ持ち出すことの許可を保証すること
 - ⑧ 必要とされる医療サービスを提供すること。その経費は調査団員が負担する
- (2) バングラデシュ国政府は、本調査の遂行における調査団員の責務の遂行に関して、または原因となって生じた問題について、調査団員の故意または重大な過失による場合を除いて、責任を負わねばならない。
- (3) 本調査事項をスムーズに遂行するために、SOBは日本側調査団に対するカウンターパート機関としての機能を果たすとともに、他の政府機関及び非政府機関に対し、作業に関し必要な調整を行う。
- (4) SOBは次の事項について、関係機関と協力のうえ、SOBの経費負担により調査団に提供しなければならない。
- ① 本調査事項に関して利用できる資料及び情報
 - ② カウンターパート（SOB職員）
 - ③ 調査団員の資格証明書または身分証明書
- (5) トランシーバーを含む通信機材（割当周波数による日本語での交信）の使用許可の保証

7. JICAの責務

JICAは調査事項遂行のために、次の項目を実施する。

- (1) JICAの経費負担によって調査団をバングラデシュ国に派遣すること
- (2) 調査事業を通してバングラデシュ側カウンターパートに技術移転を行うこと

8. 協議

JICAとSOBは、調査事業または調査事業と関連して生ずるすべての問題に関して、相互に協議するものとする。

第3章 バングラデシュ国の測量事情

3-1 測量及び地図作成関係機関

a. 英領インド時代

バングラデシュにおける近代的測量（測地基準点を基礎とした地図作り）は英国の植民地時代から始まる。1757年ブラッシーの闘いにおける勝利後、英国はベンガル地方における支配権を確立し、順次インド全域に拡大していった。その初期の段階から、英国は、東インド会社を通じ支配権確立地の地図作成を始めている。1767年に初代Surveyor General of Bengalが任命され、組織的な地図作成が始まった。その後、支配地域の拡大につれ、幾多の変遷を経て、英領インドの測量機関は、測地測量局（Great Trigonometrical Survey of India）、地形測量局（Topographical Survey of India）、地籍測量局（Revenue Survey of India）の三者から構成され、それぞれが機能を分担するようになった。1878年にはこの三者が合併し、インド測量局（Survey of India = SOI）という強大な測量機関が出現した。以下、英領インド時代の測量成果はインド測量局の成果として記述する。インド測量局はインド独立後も引き続いて存在しているが、所管地域は現インド国内に限られ、その長官も英国人からインド人になっている。なお、現バングラデシュ地域にはインド測量局の出先機関があって、当初、バングラデシュの首都ダッカ東方約80kmのコミラに置かれていたが、後にダッカに移転している。

b. パキスタン時代

1947年、英国からの分離独立後、バングラデシュはパキスタンに属し、東パキスタンと呼ばれた。この時代の測量機関はパキスタン測量局（Survey of Pakistan = SOP）で、その機能はインド測量局をそのまま引き継いだものと思われる。ダッカには、その東パキスタン支所があり、ここが、東パキスタン（現バングラデシュ）地域の測量に関し、全面的な機能を有していたものと思われる。パキスタン時代は測地測量部門が6パーティ、地形測量部門が4パーティと測地測量部門が強力であった。

c. バングラデシュ時代

1971年のバングラデシュ独立後は、国防省（Ministry of Defence）所属のバングラデシュ測量局（Survey of Bangladesh = SOB）が設立され、パキスタン測量局東パキスタン支所の機能を継承した。測量成果も、ほぼそのまま引き継がれており、成果表（簿冊）等は未だパキスタン測量局時代の表紙のままになっている。

このほか、海図作成等を担当する水路部があり、港湾・海運・内陸水運省（Ministry of Port, Shipping and IWT）の下部機関であるバングラデシュ内陸水運庁（Bangladesh Inland Water Transport Authority = BIWTA）に所属している。また、水路測量の実務はその商業的部門を担当するバングラデシュ内陸水運公社（BIWTC）で行われているようである。地

籍測量については国土省 (Ministry of Land) が担当している。また、国防省にはSPARRSO (Space Research and Remotesensing Organization) が設立され、空中写真の撮影や衛星画像の取得、提供を行っている。

d. バングラデシュ測量局の組織、予算

(1) 組織

バングラデシュ測量局はSurveyor Generalを長官とし、それに直属する部門と、Surveyor General配下の2人のDirectorにより指揮されている部門からなる (図-3.1)。人員は常時雇いだけで約800人である。

ORGANIZATION OF SURVEY OF BANGLADESH

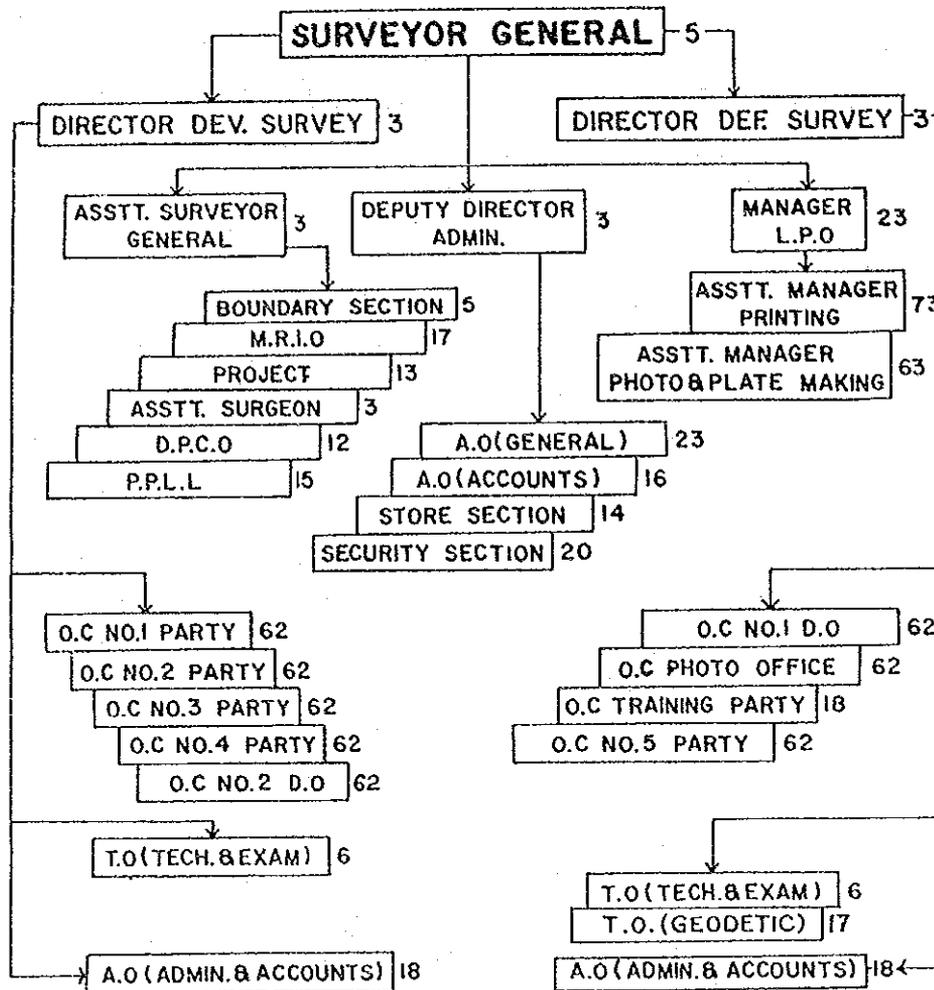


図-3. 1 バングラデシュ測量局の組織

バングラデシュ測量局資料による。

長官 (Surveyor General) には、総務、企画、印刷関係の部門が直属している。印刷関係の部門には、印刷課と写真製版課がある。長官の配下にある2人の部長 (Director) はそれぞれ国土防衛地図部 (Defence Survey Division) と国土開発地図部 (Development Survey Division) を管理している。

国土防衛地図部は、主として中小縮尺の地図作成を担当しており、製図第一課、写真測量課、野外測量第五課及び基準点測量、教育、管理部門から構成されている。製図第一課は小縮尺図の編集、製図、写真測量課は1/25,000地形図の図化、スクライプ、野外測量第五課は1/50,000地形図の修正改測を担当している。

国土開発地図部は、主として大縮尺の地図作成を担当しており、野外測量第一課、同第二課、同第三課、同第四課、製図第二課及び教育、管理部門から構成されている。野外測量課は我が国には見られない組織であるが、三、四級の基準点測量及び平板測量を行う組織である。

なお、測量技術者の訓練は、独立以前は西パキスタンの訓練センターで、主として大学の数学科の卒業生を2年間トレーニングする建前となっていたが、現在はその道が閉ざされており、技術者の訓練が大きな課題となっている。

(2) 予算

年間約tk. 50, 000, 000 (= 2億2千万円、ただし、バングラデシュの物価を勘案すれば、同国内で調達できるものについては、この20倍くらいの価値があるものと思われる) の予算をもっている。

(3) 保有する測量機材

基準点測量関係

ウイルド T-3	2台
テルロメーター CA-1000	1セット
ウイルド N-3 精密水準儀	2台
ケルン 精密水準儀	2台

写真測量関係

ウイルド A-7	1台
ウイルド A-8	1台
ウイルド B-8	4台

ただし、修理部品の購入費がないので、稼働できるのは半数である。

平板測量関係

平 板	十分量
セオドライト (1" 直読式)	5台
水準儀	10台

地図編集及び製版、印刷関係

スクライブ器具	若干
SEG-V 修正機/拡大	1台
Map Graph for Enlargement/reduction	1台
コンタクトプリンター	1台
大型製版カメラ	2台 (うち1台はガラス乾板使用)
手動オフセット印刷機	4台 (1台が稼働中)

3-2 基準点測量整備状況

インド測量局、パキスタン測量局及びバングラデシュ測量局による基準点整備の経緯は次のとおりである。なお、インドを中心にバングラデシュも含めインド周辺のかつての英国領諸国は、すべて測地測量の基準となる準拠楕円体として、エベレスト楕円体 (Everest Spheroid) を用いている (図-3.2)。その諸元は表-3.1のとおりである。

表-3.1 エベレスト楕円体の測地原子等

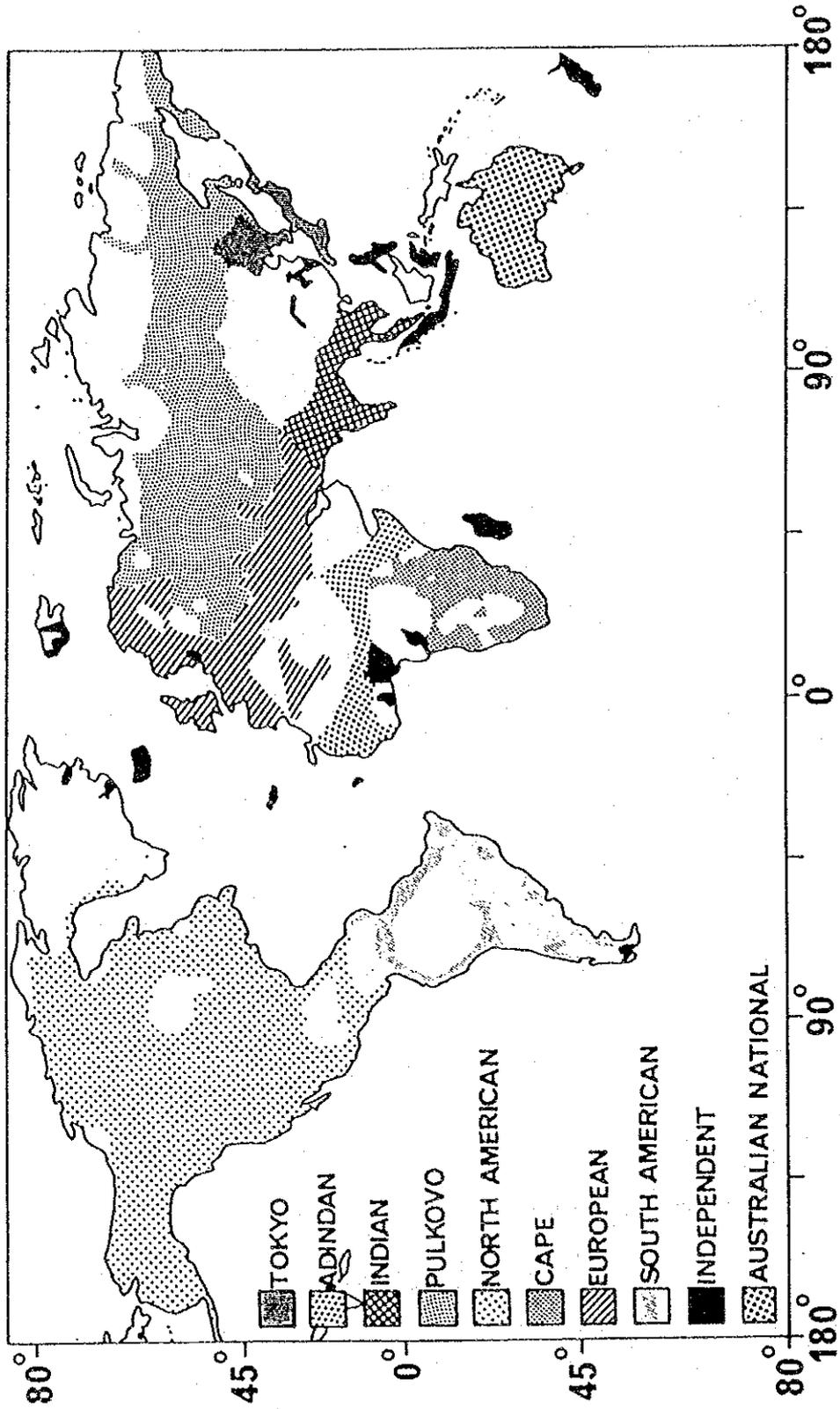
楕円体 諸元	ベッセル楕円体	国際楕円体 (ヘイフォード)	エベレスト楕円体
長半径 (a)	6,377,397.2m	6,378,388m	6,377,276.3m
短半径 (b)	6,356,079.0m	6,356,912m	6,356,075.4m
扁平率 $\frac{a-b}{a} = e$	$\frac{1}{299.15281}$	$\frac{1}{297.000}$	$\frac{1}{300.8017}$

三角点の整備について以下に記す。

a. 英国領時代

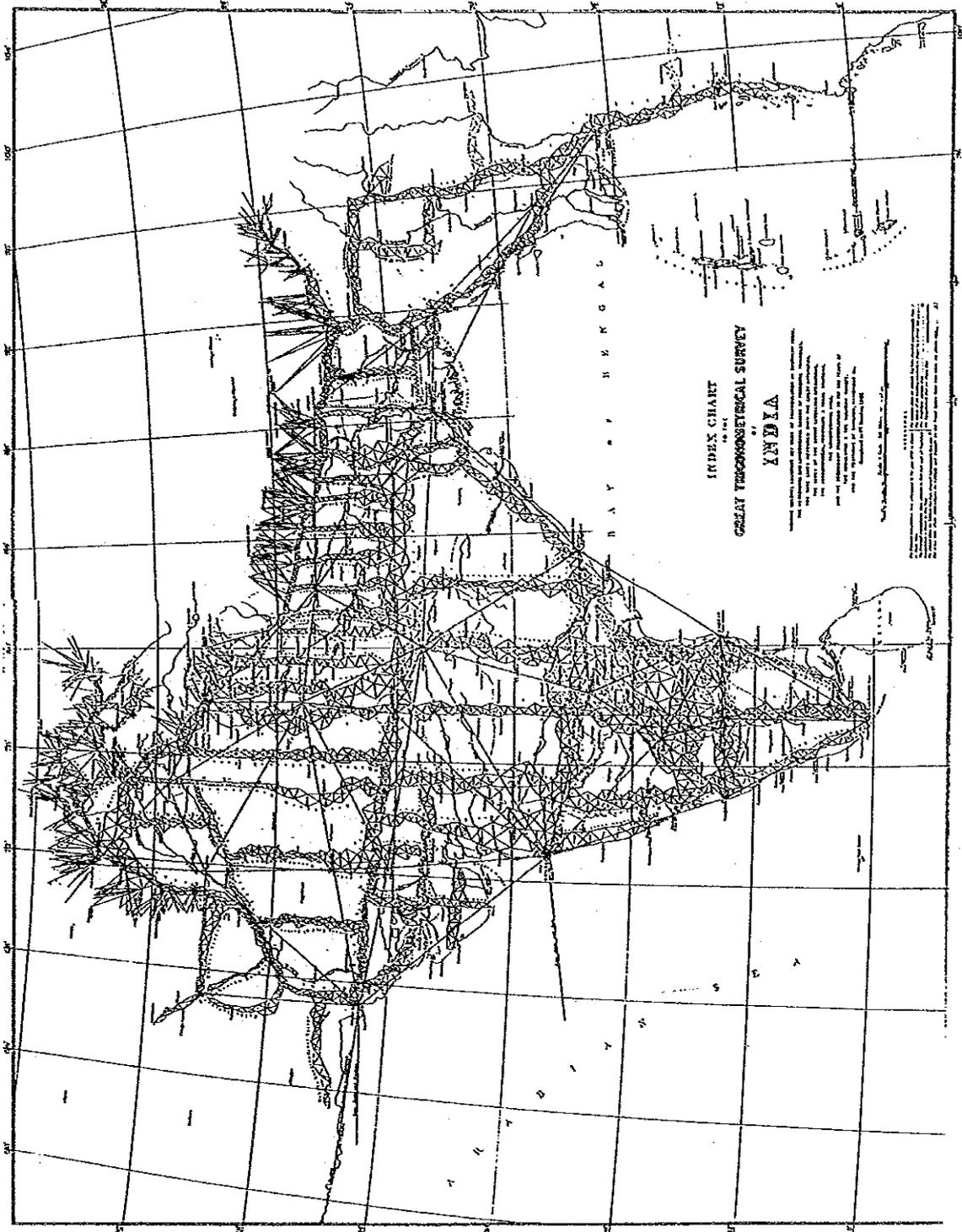
基準点測量は、初期はトラバー方式の路線測量によっていたが、1802年に英国から36インチセオドライトを取り寄せ、マドラス付近から三角測量が着手された。基線場もマドラス付近に設けられ、最初の三角鎖は東から西にインド半島を横断した。およそ1890年代の終わりまでに図-3.3に示すような三角鎖がバングラデシュを含む英国領インド全域に設置された。その原点は、インド亜大陸の中心にあるカリアンプールに置かれている。その後電信法により主要点で経緯度の天文測量が行われ、これをラプラス点として再調整計算が行われた。その結果、従来の測量成果は、実用上は十分な精度をもっていると考えられている。

図-3. 2 実用的に用いられている測地座標系の分布



Vanicek, P. and Krakiwsky, E. J. (1982)による。

図-3.3 インド測量局が設置した三角鎖



1. 鎖状の折線が三角鎖を示す。
2. 大きな三角形は電信法による経緯度測定点を示す。
3. Survey of India(1901)による。

この英国領時代には、現バングラデシュ領内に約300点の三角点が設置された。バングラデシュ国内を通る三角鎖には、次の6系統がある。

- (1) インドのカルカッタから北上し、ガンジス河畔のラッシャヒを経てルヒア（バングラデシュ北西隅）に至り、インドからの別の三角鎖に連絡するもの
- (2) ルヒアから東に向かい、ドゥブりに至るもの
- (3) ドゥブリからブラマプトラ河に沿って南下し、ガンジス河合流点を経てパチャパラゴートに至るもの
- (4) シレットから鉄道沿いに南下して、フェニ、チッタゴンを経て海岸沿いにミャンマーに至るもの
- (5) チッタゴンから東に分かれて、ランガマティを経てミャンマーに入るもの
- (6) カルカッタから東に向かい、パチャパラゴートを経てフェニに至るもの

これらの三角鎖は1868年から1874年にかけて設置されたもので、約125年を経過している。この間再測は全く行われていない。主として当時の資材輸送上の理由から、可航河川及び一部鉄道沿いに設置されている。各三角点相互の距離は15kmから25kmである。地形が平坦なため、この点間距離ではトラバー測量等において与点方向（ゼロ方向）の観測が行えず、天測によることもあるということである。

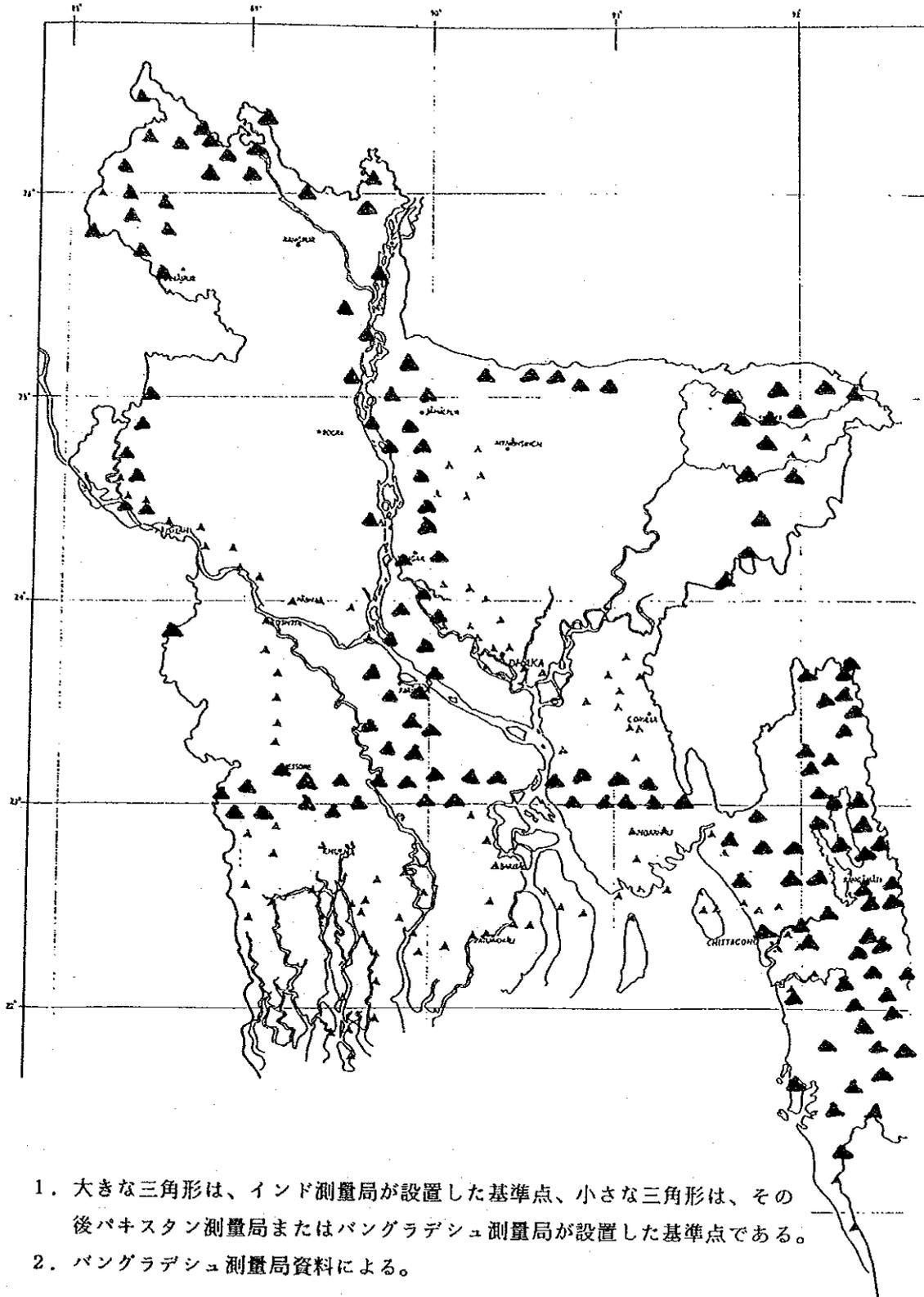
b. パキスタン時代

英国領時代に設置された三角鎖を補足する形で約30点の三角点が新設された。

c. バングラデシュ時代

約20点の三角点が新たに設置され、図-4.4に示すような配置になった。現在は、要請があれば不定期に三角点の設置を行っているが、国土のほぼ全域が平坦であるので、新設点及びその周囲の観測点に時間と労力を要する高測標を建設しなければならず、測地測量に関する組織が弱体であることと相まって、三角点の新設は遅々としたものとなっている。

図-3. 4 バングラデシュ国における既存一等基準点



水準測量の経緯について以下に記す。

a. 英国領時代

図-3.5に示すような一等水準路線が1909年までに設置されている。水準測量の基準はインド亜大陸の周辺に設置された9カ所の驗潮場の海水面の平均的な値が採用されており、特定の地点の平均海面が基準になっているわけではない。1910年ごろまでは現バングラデシュ領内では水準測量は行われていない。その後、この地域の一等水準測量は1920年ごろに行われ、その路線はほとんどが鉄道沿いに設置されている。主な路線は次のとおりである。

- (1) カルカッタ～ダルサナ～ポラダハ～アブドゥール～パルバチプール～ハルディバリ
- (2) カルカッタ～クルナ～ダルサナ
- (3) アブドゥール～ラッサヒ～イングリッシュバザール
- (4) ディナプール～パルバチプール～ドゥブリ
- (5) ポラダハ～ダッカ～アカウラ
- (6) ダッカ～マイメンシン
- (7) カリガンジ～シレット
- (8) カリガンジ～アカウラ～チッタゴン～コックスバザール

b. パキスタン時代

パキスタン時代には若干の水準路線の拡充が図られたようであるが、詳しいことは不明である。

c. バングラデシュ時代

その後、更に水準路線の拡充が図られたが、これも詳しいことは不明である。現在は、改測が主体のようであるが、年間約450kmの水準測量を実施している。

これらの水準測量成果は、インド測量局の成果を基準にしており、バングラデシュにとって重要なベンガル湾奥の海水面との関係が不明であることが大きな問題である。

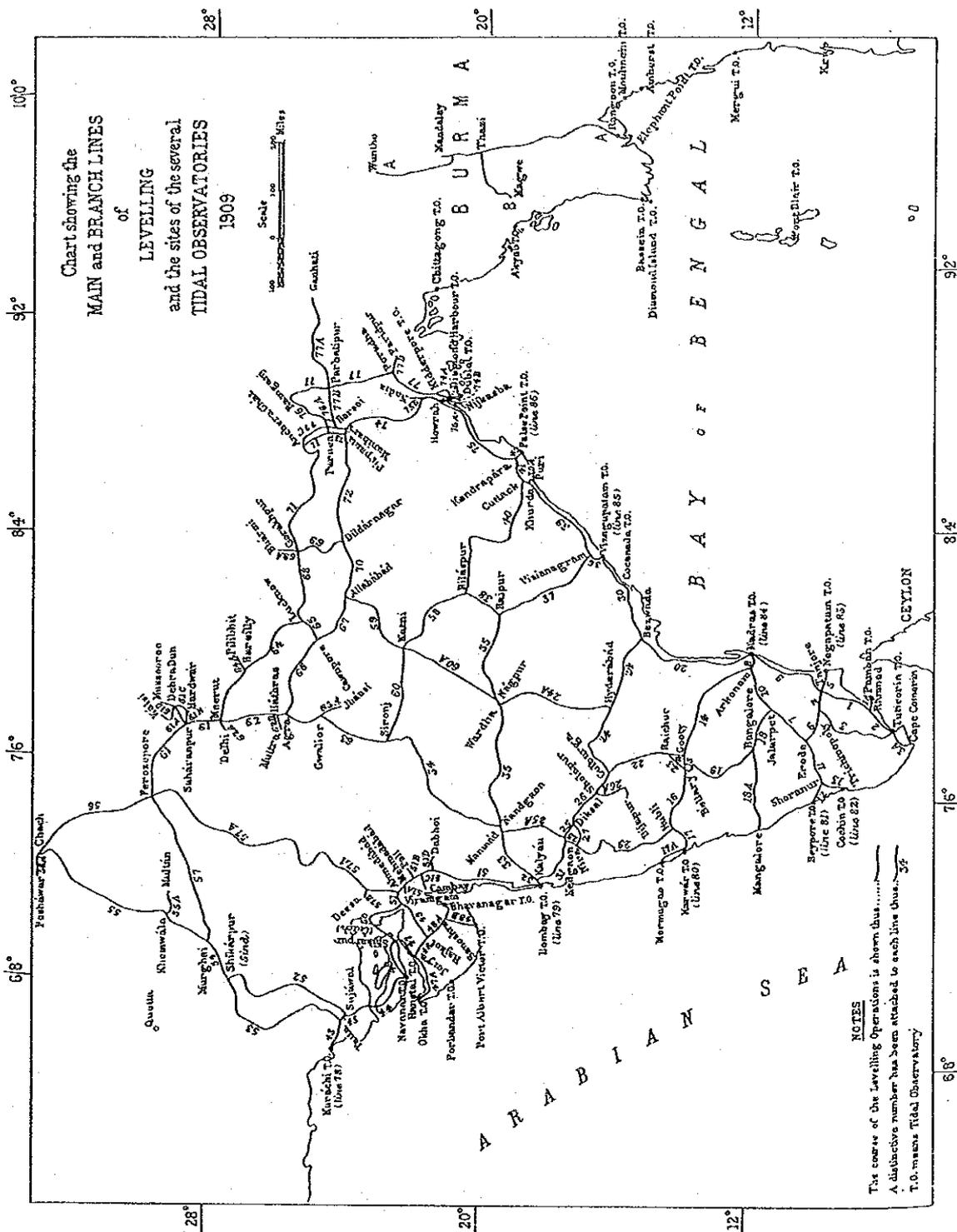
なお、以上の測地作業はすべて乾期（11月から4月）に限られるとのことである。

また、測量成果は、後述する1/25万地図の図郭単位に簿冊としてまとめられ、それぞれの地域を担当する測量班により管理されている。

3-3 洪水防御計画に伴う基準点測量

バングラデシュでは、洪水・高潮がしばしば発生し、深刻な被害を生じている。特に1988年には国土の7割が水没し、全人口の3分の1以上に相当する約4千万人が家を失うという、今世紀最大といわれる洪水が発生した。このような情勢の中で、1989年7月16日、パリで開催されていたG7サミットでフランス、日本、米国、UNDPの発案により、バングラデシュの水害を軽減するための調査が進められることになった。世界銀行はこれを受けて、総合的かつ長期的な洪水軽減プログラムの第一弾としてフラッドアクションプランを作成し、1989年11月ロンドンで開催された関係国会議で、概ね了承を得た。また、1991年にはサイクロンによる高潮が発生し、深刻な被

図-3.5 インド測量局が設置した水準路線網



Burrard, G. (1910)による。

表-3. 2 フラッドアクションプランの項目

ACTION PLAN

PLAN COMPONENTS

1. Brahmaputra Right Bank Strengthening
2. Brahmaputra Right Bank
 - NW Regional Drainage Study
 - NW Diversion Drain
 - NW Interceptor Drain
3. Brahmaputra Left Bank
 - NC Regional Flood Control / Drainage Study
 - BL Embankment (N)
 - BL Compartment (N)
4. Ganges Right Bank
 - SW Regional Study
 - Gorai Intake & GR Embankment
 - SW & SC Drainage Improvement
5. Meghna Left Bank
 - SE Regional Study
 - Gumti & SE Drainage
6. North East Region
 - NE Regional Study
 - Rehabilitation Project
7. Cyclone Protection Project
8. Dhaka Town Protection
9. Other Towns Protection
10. Flood Forecasting & Early Warning
11. Flood Preparedness

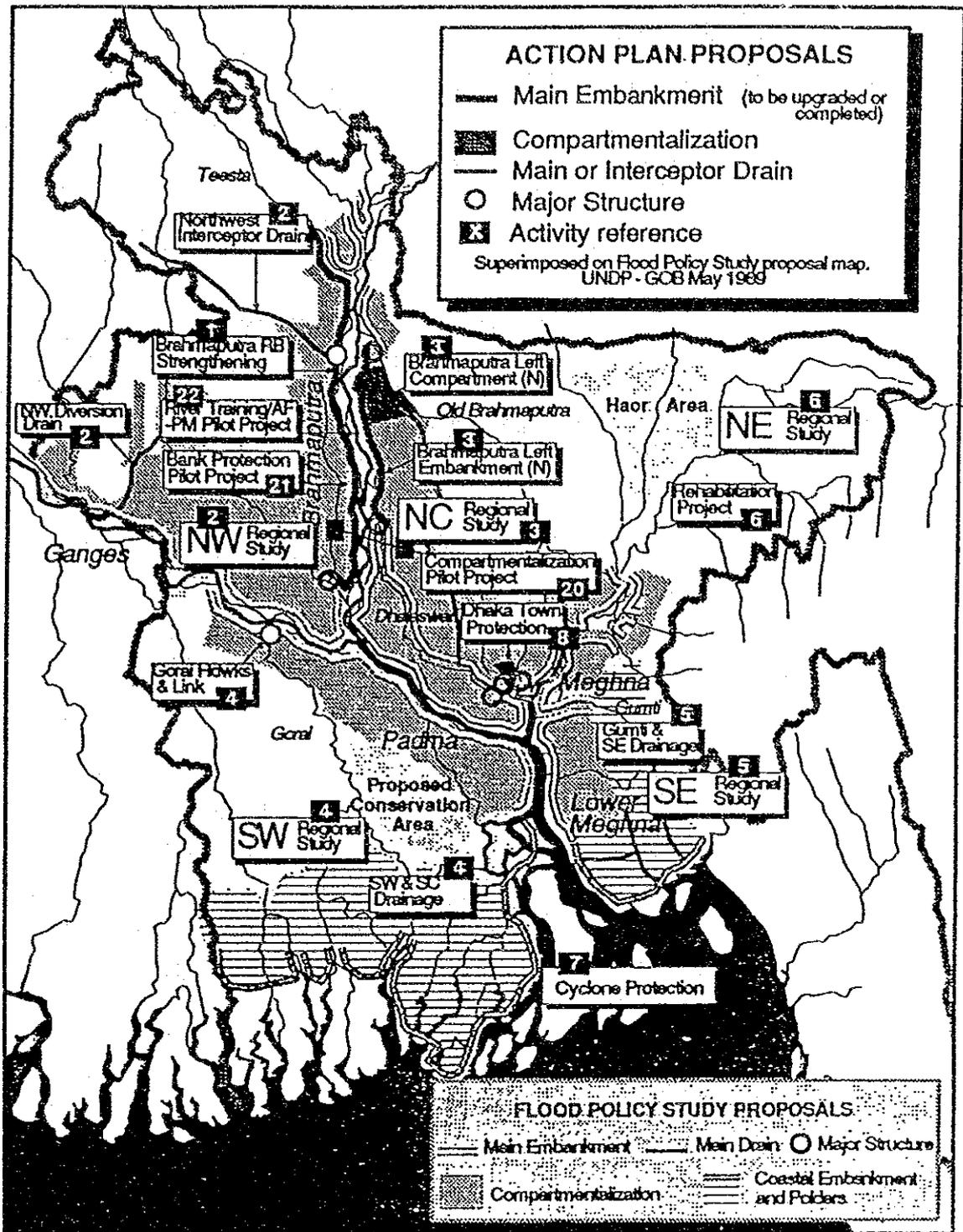
SUPPORTING ACTIVITIES

12. FCD/I Agricultural Study
13. Operation & Maintenance Study
14. Socio-Economics Study 1 : Active Floodplain
15. Socio-Economics Study 2 : Land Acquisition
16. Environment Study
17. Fisheries Study and Pilot Project
18. Topographic Mapping
19. Geographic Information System
20. Compartmentalization Pilot Project
21. Bank Protection Pilot Project
22. River Training / AFPM Pilot Project
23. Flood Proofing Pilot Project
24. River Survey Program
25. Flood Modelling / Management
26. Institutional Development Program

World Bank(1989)による。

図-3.6 フラッドアクションプランの概要

LOCATION OF ACTION PLAN ACTIVITIES



World Bank(1989)による。

害が生じていることが確認されており、洪水対策の緊急性を再認識させている。

フラッドアクションプランには、11の洪水対策事業と15の支援事業が計画され、1990年から実行されることとされている。洪水対策事業の主体はブラマプトラ、ガンジス、メグナのいわゆる三大河川の堤防建設と海岸防潮堤の建設である(表-3.2、図-3.6)。これらの設計、施工にあたっては、正確な測地基準点が必要となるが、既に述べたように、バングラデシュではこれらが古く、維持管理がなされていないうえ、その分布が不均質であるという問題点がある。また支援事業に関しては、No. 18 地形図作成 (Topographic Mapping)、No. 19 地理情報システム構築 (Geographic Information System)、No. 24 河川調査 (River Survey Program)、これら3事業の成果を取り入れて行うとされているNo. 25 洪水モデルの作成及び洪水管理 (Flood Modelling/Management) などが測地基準点の整備を特に必要としている。

フラッドアクションプランの各項目のうちでは、地形図作成事業が特別具体的に記述されている。

主として1960年代に作成された地形図が、その後の国土開発事業の実施や河川等の自然変化によって利用価値が減少していることから、地形図作成事業では、以下の事業を実施すべきだとしている。それによれば、①河川及びその周辺地域の1/1万空中写真の撮影、写真図の提供(毎年14万ドル)、②その写真からプロジェクト実施地域で1/2,000地形図の作成(ha当り50~70ドル)、③国土全域における1/25万及び1/50万衛星画像地図の作成(チッタゴン地域を除き60万ドル)、④地図作成及び水位観測所の座標値点検のためGPSと水準測量による主要水準点の新設及び点検(経費未定)、⑤土地利用調査、作物被害可能性分析、地形分析、海岸及び河川変化の把握、塩水化の分析のため毎年衛星画像図を作成(毎年30万ドル)、⑥1/5万空中写真の撮影と1/25,000で、1mまたはそれ以下の間隔の等高線をもつ地形図作成(1千万ドル)が提案されている。

このうち一部は既に一部の地域で実行に移されている。

このほかには、例えば地理情報システム構築事業があり、それでは、SPARRSOから提供される衛星画像及びレーダー画像、MPO (Master Plan Organization) やその他の治水、利水計画で用いられる水文学的データ、統計局から提供される人口データ、農業振興局から提供される作付け面積及びその他の農業的データ、BARC、BIDSから提供される営農や社会経済的データを格納した総合的地域データベースを構築すべきだとし、その経費は150万ドルと見積もられている。

今回の測地基準点整備計画調査は、このフラッドアクションプランと密接に関係し、その基礎となるものである。しかしながら、その他の各種事業とも関係し、より長期的、恒久的事業であることから、フラッドアクションプランとは切り離し、その枠組みの外で実施されるものと位置づけられている。

第3章 参考文献

Bomford, G. (1939) The Readjustment of the Indian Triangulation. Survey of India Professional Paper No.28

- Burrard, G. (1910) Levelling of Precision in India. Account of the Operations of the Great Trigonometrical Survey of India Vol. 19
- Heaney, G. F. (1968) Rennell and the Surveyors of India. Geographical Journal 134 318 - 327
- Survey of India (1893) Electro - Telegraphic Longitude Operations Executed During the Years 1885 - 86, 1887 - 88, 1889 - 90 and the Revised Results of Arcs Contained in Volumes 9 and 10 also the Simultaneous Reduction and the Final results of the Whole of the Operations. (Account of the Operations of the Great Trigonometrical Survey of India Vol. 15)
- Survey of India (1901) Electro - Telegraphic Longitude Operations Executed During the Years 1894 - 95 - 96. (Account of the Operations of the Great Trigonometrical Survey of India Vol.17)
- Vanicek, P. and Krakiwsky, E. J. (1982) Geodesy : the Concepts. North - Holland Publishing Company
- World Bank (1989) Bangladesh Action Plan for Flood Control.

第4章 測地基準点整備計画地域の概況

4-1 地形と地質

バングラデシュは、インド亜大陸が属するインドプレートがその北方及び東方のユーラシアプレートにもぐり込む地域に位置している(図-4.1)。このため、バングラデシュ地域は低密度の地殻が厚く集積しており、基盤表面はユーラシアプレート側で北から南に、ユーラシアプレートにもぐり込むインドプレート側で南から北に傾き下がっている(図-4.2)。

基盤上に集積している地層は、深層ボーリング資料によれば下部からプレカンブリア紀、古世代、中世代、新世代の順に堆積している。その厚さは南部の海岸付近で約18kmと最も厚く、北部及び東部の国境付近では約10kmとやや薄くなる。北西に向かってはヒンジラインを境に急に厚さを減じ北西の国境付近では200m程度になる(図-4.3)。これらの事実から、バングラデシュ地域は比較的大きな鉛直線偏差があることが予想され、天文測量による経緯度の測定には適さない地域であるといえよう。

これらの地層は、北及び東から収束するユーラシアプレートに挟まれるためか、大部分の地域では北東から南西方向の軸に沿った褶曲構造が発達している。しかし、ミャンマーとの国境に近い東部では、その地域でのユーラシアプレートとの境界の方向である南北方向の構造が発達している(図-4.4)。

これらの地層の地表での分布について見ると、新世代第三紀より古い、いわゆる固結した地層(狭い意味での基盤)は、北東部の国境地帯、東南部などごく一部にみられ、その地域では地盤は良好である。

その他の大部分の地域では非固結の第四紀層が分布しているが、そのうち北西部から中央部にかけての一部に洪積層からなる台地があり、そこでは地盤はやや良好である。その他は沖積層からなる平野で、地盤は悪い。特に、ガンジス河より南部は、平野のうちでも特に地盤が低平かつ軟弱な三角州になっている(図-4.5、4.6)。

このような地盤の良否は、測量標の配置計画に際して、配慮すべき要件となり、測地原点や基準水準標など重要な測量標は、できるだけ地盤の良い地域に配置すべきである。しかしながら、多くの測量標は後続の測量作業の都合などから、このような大きな単位での設置場所の移動は難しく、地盤の悪い地域の中から比較的安定して測量標を設置できる場所を選定する必要がある。

一般に、河川の洪水時に砂質物質が河川流路沿いに堆積してできた自然堤防のように、地盤が相対的に良好な部分が、地盤の悪い平野部にもある。このような、微地形は、地表下数メートルの表層物質の性質と対応するといわれており、自然堤防は、木造家屋程度の荷重に関しては十分な支持地盤になるとされている。

バングラデシュの平野では、自然堤防がよく発達しており、次の8種に分類されている。その典型的な形態と大まかな分布は図-4.7、4.8に示すとおりである。

図-4.1 バングラデシュ周辺の地質構造

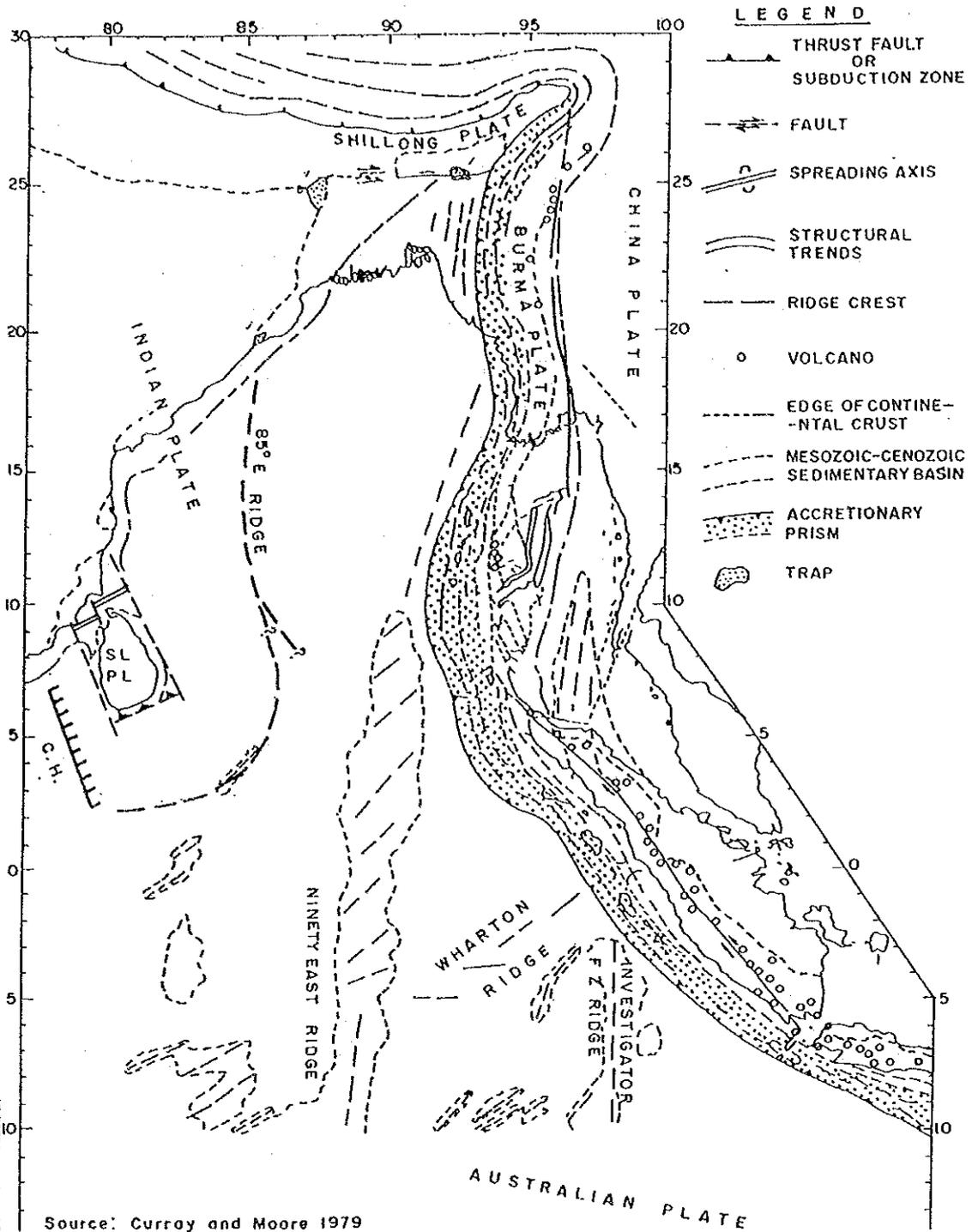
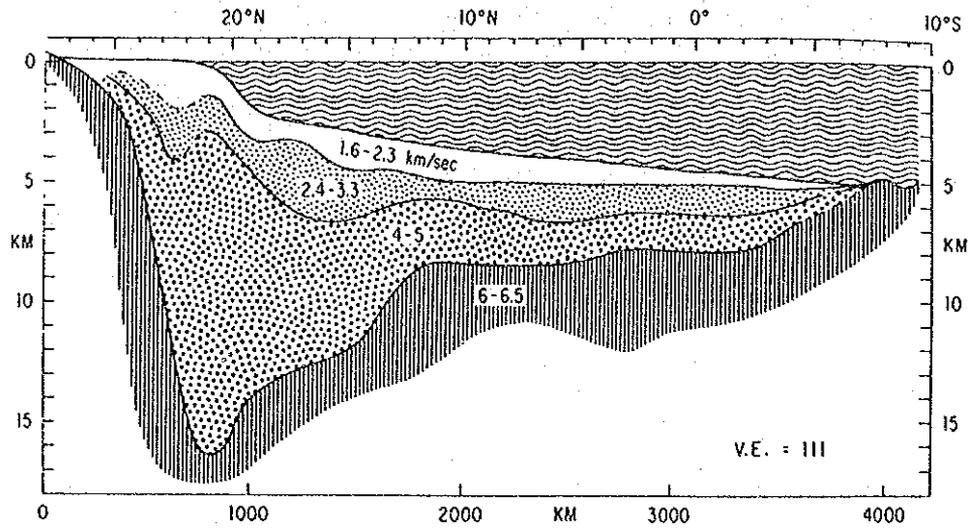
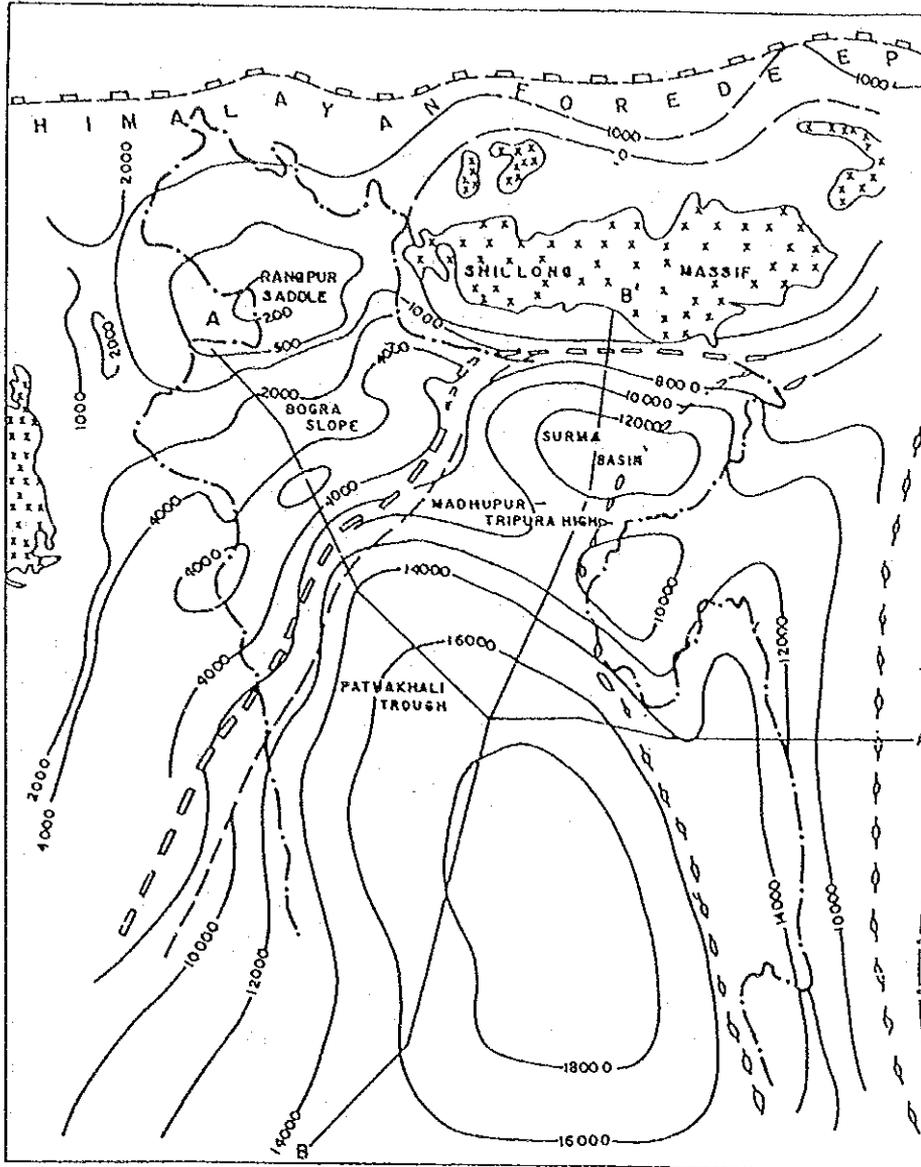


図-4.2 南北方向地殻断面図



Shepard (1973) による。

図-4.3 堆積物の厚さ



LEGEND

- Sediment thickness, meters
- Igneous & Metamorphic rock
- Line of Section.
- Tectonic Boundary
- Hinge Line
- Himalayan Thrust Belt.

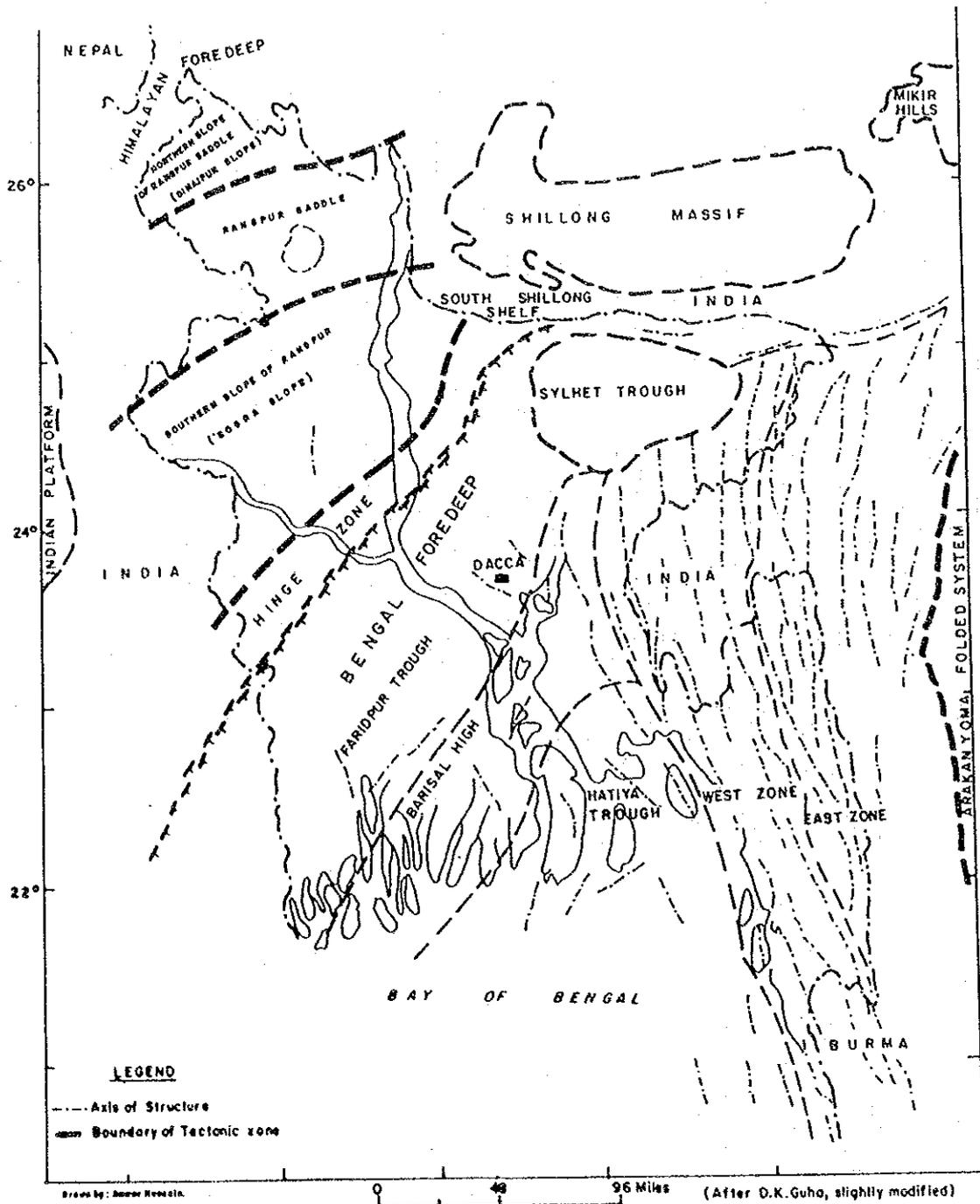
40 0 40 80
Km. Km.

SCALE

Master Plan Organization(1987)による。

SOURCE: Mirkhamidov F. M. & Mannon M. A (1986)

図-4.4 地質構造



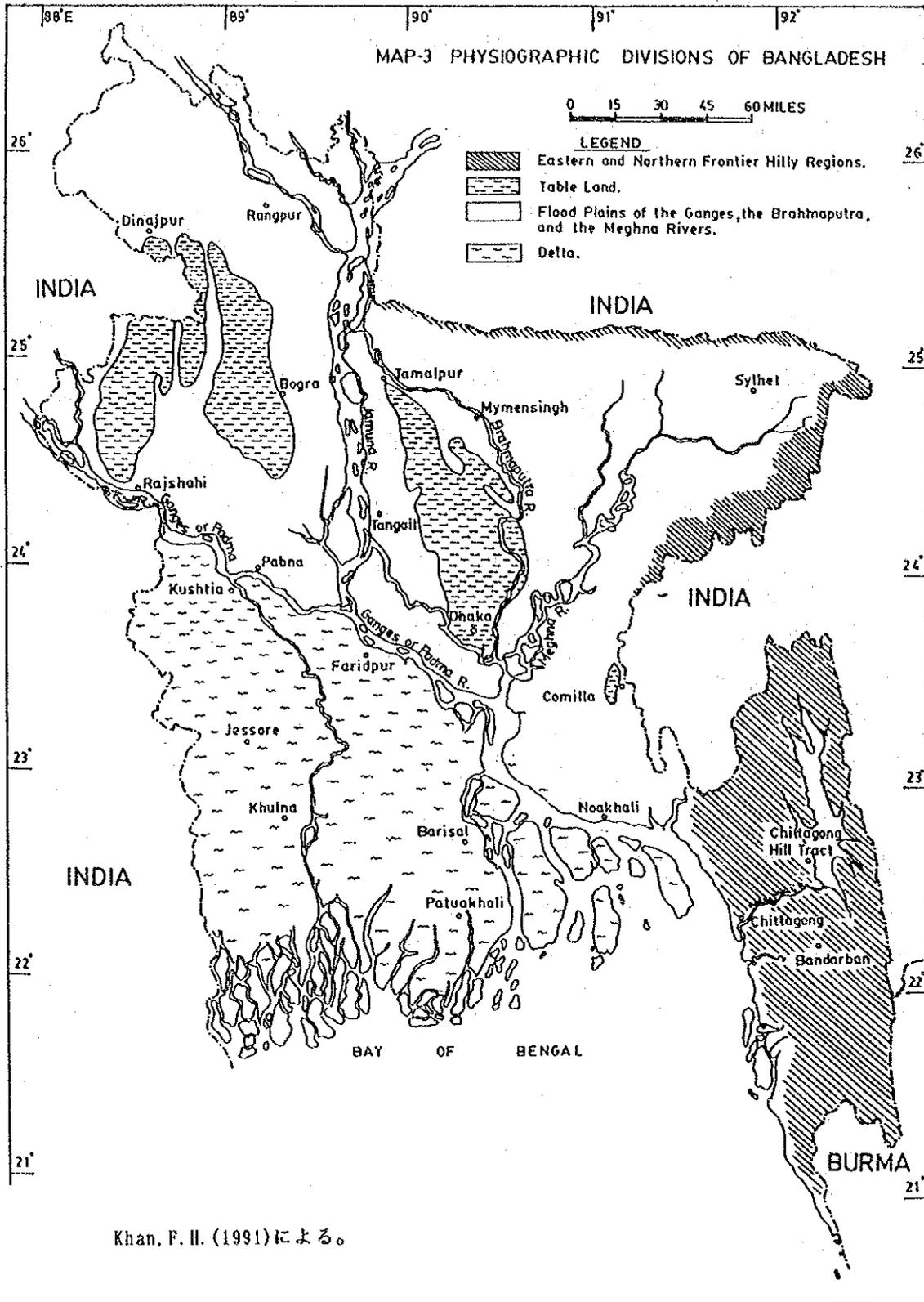
Ministry of Petroleum and Mineral Resources(1980)による。

図-4.5 標高



University of Dacca(1981)による。

图-4.6 地形地域区分



a. 幅広く大規模に発達するが不明瞭なもの

幅20km以上、長さ100~150kmで、周囲の後背湿地より2~3m高い。茶味がかった明るい灰色の砂質シルトからなる。その表面に幅500mから1kmの湖や河川が多数分布する。三角州地帯の北西部、ガンジス河及びその分流部に発達する。

b. 幅広くかつ明瞭なもの

幅3~5km、長さ50~60kmで、周囲より2~3m高く、その境界はaより明瞭である。茶味がかった明るい灰色の砂質シルトからなる。三角州の中央部、前記aの延長部に分布する。

c. 幅狭く連続的に分布し、蛇行するもの

幅500m~2.5km、周囲との比高1.5~2.5mで、茶味がかった明るい灰色の砂質シルトからなる。シレット地域及び三角州西北部のa、bの間に分布する。

d. 幅狭く連続的に分布し、樹枝状のもの

幅500m~1km、周囲との比高1~2.5mで、明るい灰色の砂質シルトからなる。いずれも池沼地帯であるが、シレット中央地域及び三角州中央部、ラッシャヒ周辺の台地南部に分布する。

e. 幅狭く連続的に分布し、不規則なもの

幅150~500mで、ベンガル湾に面したサンダルバン地域に分布する。

f. 不連続に分布し、弧状のもの

幅500m程度、長さ5~8km、周囲の後背低地との比高1.5~3mで、古ブラマプトラ河及びメグナ河に沿った地域に分布する。自然堤防の間にしばしば三日月湖が見られる。

g. 不連続に分布し、斑点状のもの

幅1km以下、長さ3km以下、周囲の後背低地との比高1.5~3mで、ガンジス河との合流点より上流のブラマプトラ河に沿って分布する。

h. 不連続に分布し、河道砂州上に発達するもの

ガンジス河及びブラマプトラ河に沿った地域は周囲より1mから3m低くなっているが、そこに発達する砂州の上に位置する。現在しばしば発生している洪水流により形成されつつあるものと思われる。砂州は灰色の中砂からなるが、その上に乗る自然堤防は、茶味がかった明るい灰色のシルトまたは砂質シルトからなる。

これらの自然堤防は、hを除き、測量標の支持地盤としての強度を備えていること、周囲よりやや高く洪水時にも水没する可能性が少ないことから、平野部における測量標の設置場所として利用価値が高い。分布図等に示されたその分布特性からわかるように、ほとんどの地域で、計画地点から1km以内の移動により、測量標を自然堤防上に設置することができよう。

自然堤防以外にも平野の周辺部に位置する扇状地、丘陵地の麓に位置する崖錐等も相対的に地盤が良い。

バングラデシュでは、国土が平坦であること、堤防が発達していないことなどから、河道の変遷が著しい。たとえば、国土の中央部を南下するブラマプトラ河は、かつてはダッカ東方で

図-4.7 バングラデシュの自然堤防の形態

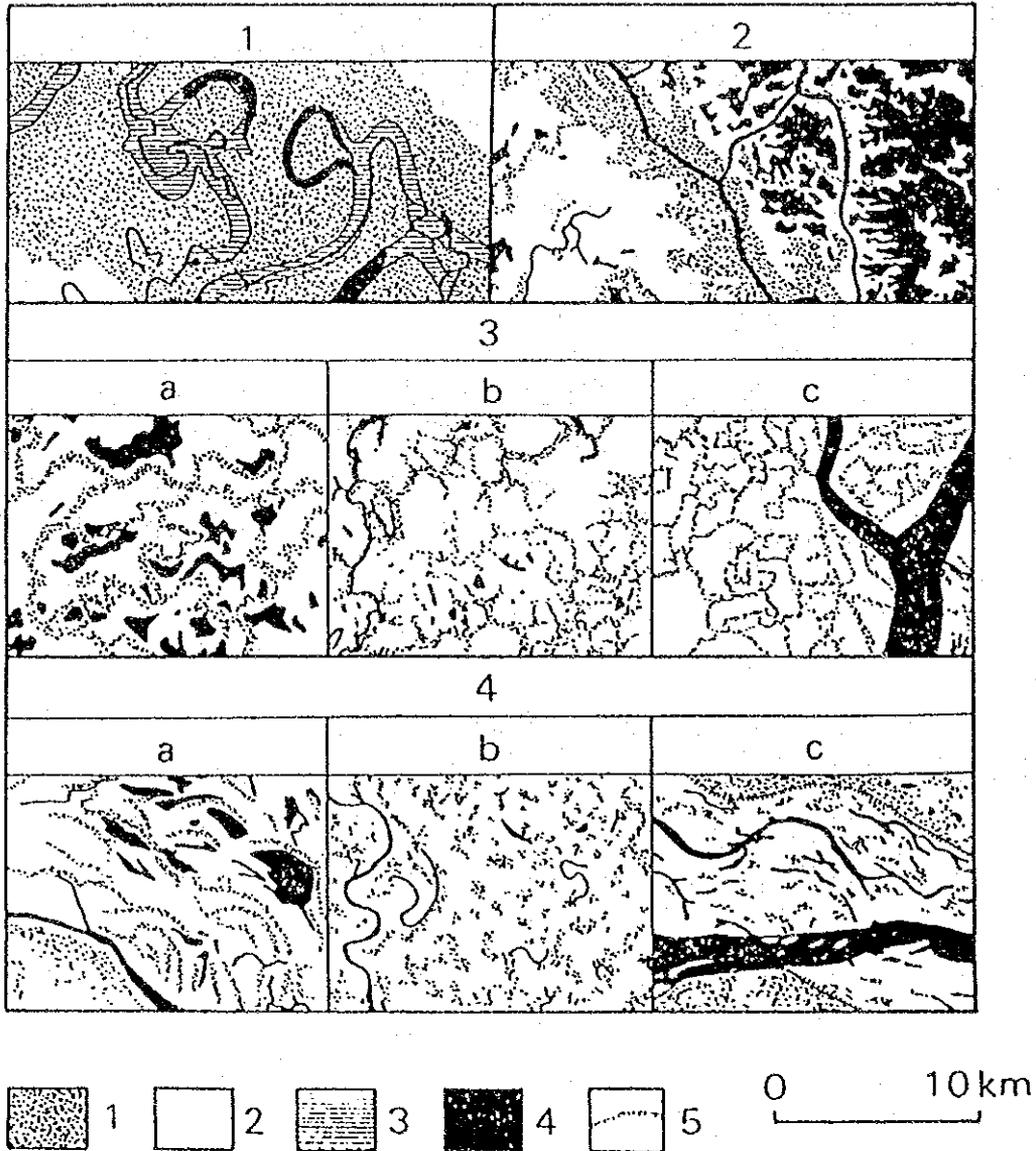


Figure 2. Typical natural levees in the Bengal Lowland.

1. Broad and obscure natural levees 2. Broad and distinct natural levees 3. Narrow and continuous natural levees (a) Natural levees extending in a meandering pattern (b) Natural levees extending in a dendritic pattern (c) Natural levees extending in an irregular pattern 4. Discontinuous natural levees (a) Natural levees distributing in an arc-shaped pattern (b) Natural levees distributing in a mottled pattern (c) Natural levees on the present and former channel bars. Locations of each figure are shown in Figure 8.

1. Natural levees 2. Back swamps 3. Former river channels 4. Water surfaces 5. Small cliffs

Umitsu, M. (1985)による。

図-4. 8 自然堤防の分布

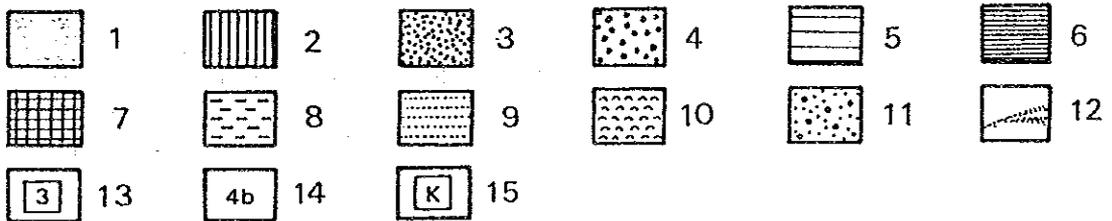
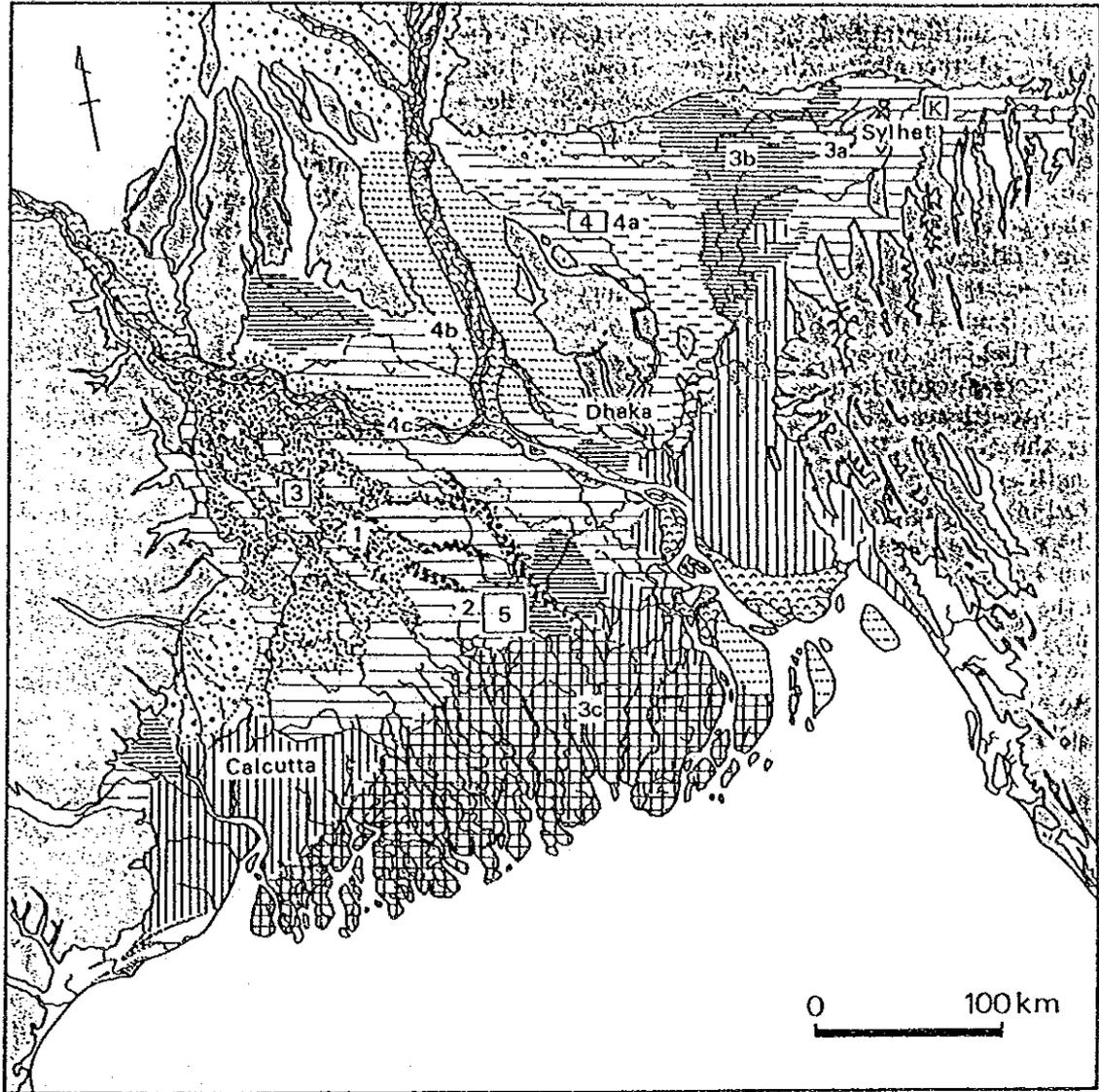


Figure 8. Distributions of the various types of natural levees.

1. Mountains, hills and Pleistocene terraces 2. Older alluvial surfaces 3. Broad and obscure natural levees 4. Broad and distinct natural levees 5. Continuously meandering natural levees 6. Dendritic extending natural levees 7. Natural levees extending in an irregular pattern 8. Arc-shaped natural levees 9. Natural levees distributed in a mottled pattern 10. Natural levees on the channel bars 11. Alluvial fans 12. Beach ridges 13. Locations of Figures 3-6 14. Locations of maps in Figure 2 15. Location of Kanailgat

Umitsu, M. (1985)による。

メグナ河と合流していた(図-4.9)。また現在の流路の移動した後も、河岸侵蝕、小規模な河道変化、中州の形成、消滅を繰り返している(図-4.10)。その中ではアリチャ、シラジガンジの2カ所が比較的安定しているが、これは相対的に堅固な地層がその部分に存在しているからだとされている。未だ実現していないが、ブラマプトラ河架橋計画調査ではシラジガンジが河道の安定性から架橋地点に選ばれている。水準測量における渡河水準測量地点としてはこのような安定している地点が、河岸の堅固さ、測量標の安定性などから望ましいものと思われる。

4-2 気象

バングラデシュの気候は、高温多雨そして多湿であるという特徴がある。ヒマラヤ山脈の影響で、同緯度の地域に比較して気温が高く、湿潤熱帯気候の地域としては、世界で最も北にある。

気温は、3月から5月が最も高く、6月に雨期の到来とともにやや下がり、7月から9月はほぼ同じ気温が続く。10月から12月にかけては徐々に下がり、1月に最も低くなる。2月には徐々に上昇する(表-4.1)。

降水は、西方に発生する低気圧、夏の始めの雷、南西から吹くモンスーンによってもたらされる(表-4.2)。降水が多い季節には湿度が極めて高くなり、測量作業の環境は悪化する。

季節は、夏、雨季(Rainy season)、秋、露季(Dewy season)、冬、春の6季に分けられている。

夏は、4月から5月で、最も気温が高くなり、最高気温は南部の海岸地域で30℃以上、北西部では36℃程度に達する。また、熱く乾いた西風が吹き、測量作業上注意を要する雷が頻繁に発生する。

雨期は6月から9月までで、ほとんど毎日降水があり、最高気温の平均は31℃程度になる。河川の増水、氾濫等もあって野外での測量作業はほとんど不可能である。

秋及び露季は10月から11月初めで、降水は少なくなり、気温は徐々に下がる。このころから野外での測量が可能になる。

冬は11月から2月で、降水はほとんどなく、最高気温が25℃前後、最低気温が10℃度と過ごしやすい季節になる。多くの草花の開花期にあたる。野外での測量作業には最も適した季節である。

春は2月から3月で、気温が徐々に上昇する。

バングラデシュでは、河川の増水による洪水とサイクロンによってもたらされる高潮の2種類の自然災害が深刻である。

洪水は、インド中央平原から流入するガンジズ河、チベットからインド北東部を経て流入するブラマプトラ河、バングラデシュ北東部から発するメグナ河の3大河川を中心に発生する。これらの河川では6月から流量が急激に増加し(図-4.11)、水位も数メートル上昇する(図-4.12)。その結果、しばしば国土の相当部分が水没するという災害が発生する(図-4.13)。国外から流入

図-4.9 河川の変遷

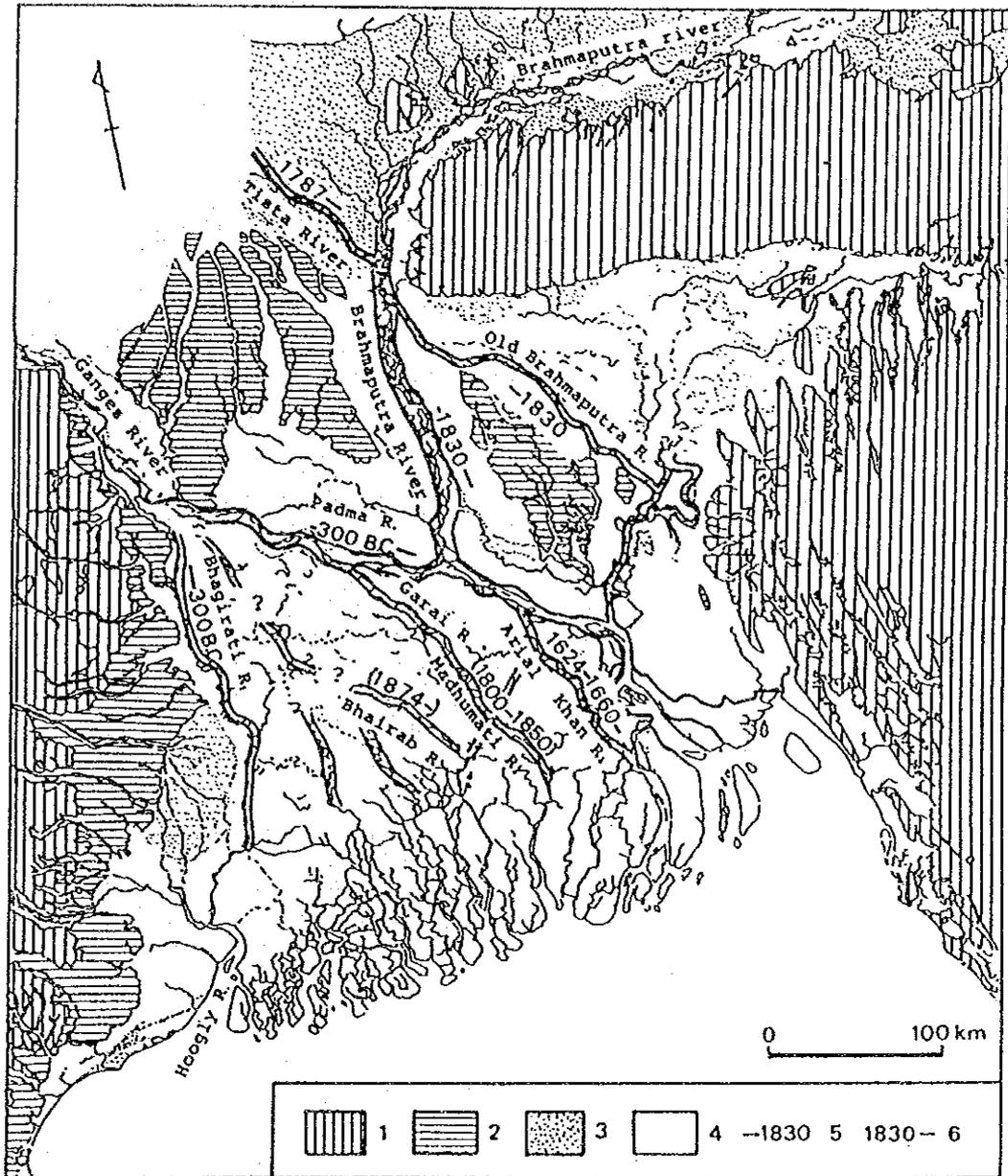
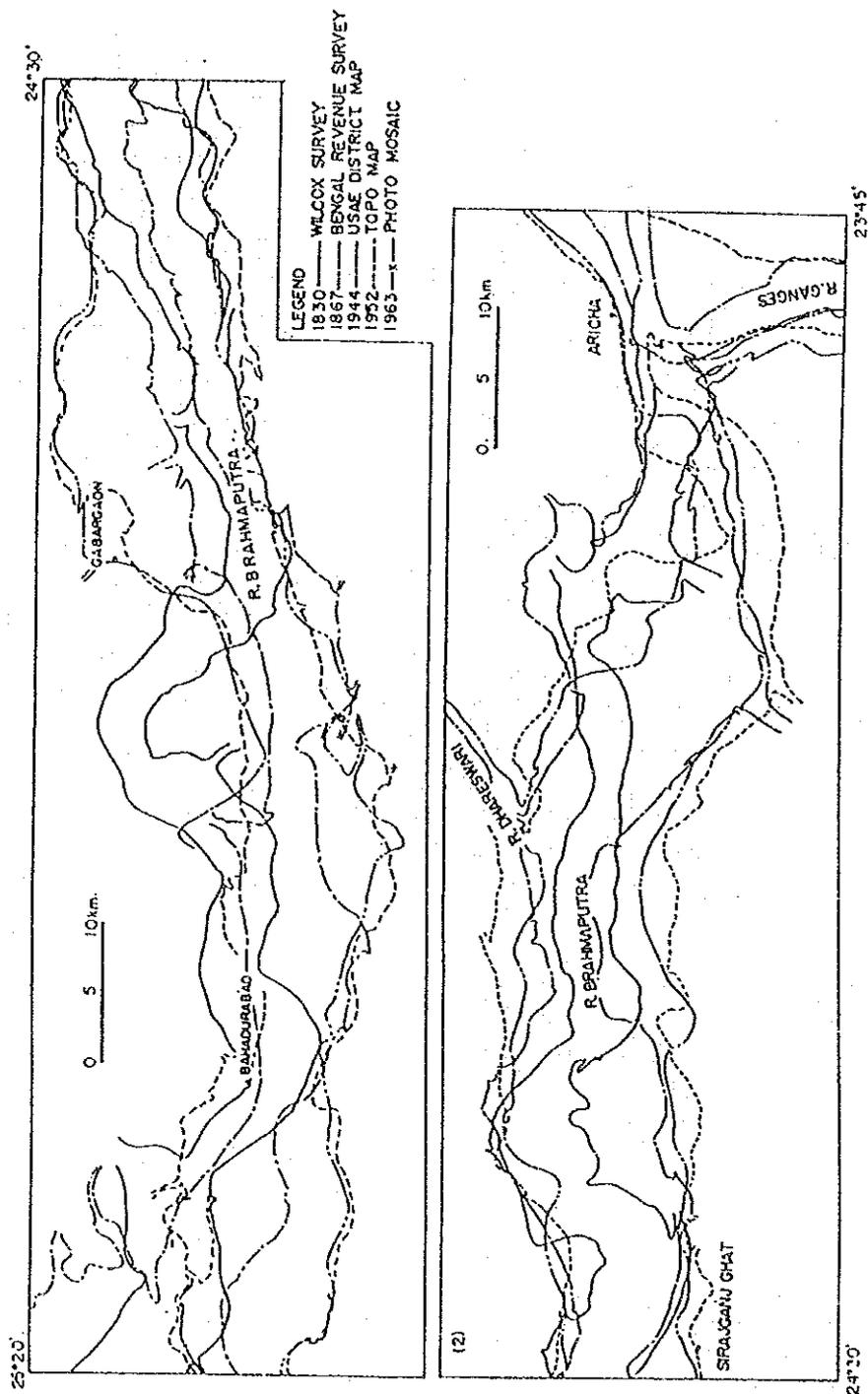


Figure 7. River shiftings in the Bengal Lowland.

1. Mountains and Hills 2. Pleistocene terraces 3. Alluvial fans 4. Flood plains and delta 5. Before the year 6. After the year

Umitsu, M. (1985)による。

図-4.10 プラマプトラ河の河岸の変化



大矢雅彦 (1979) による。

表-4. 1 最高気温、最低気温の月別平均値

1971 - 81 Average

	Jan.		Feb.		Mar.		Apr.		May.		Jun.	
	Max.	Min.										
1. Chittagong	26.4	13.3	28.7	14.9	32.1	18.8	32.4	22.3	33.1	23.1	33.1	23.4
2. Cox's Bazar	26.9	10.9	28.6	14.9	31.6	18.7	32.4	22.6	32.6	27.7	31.7	24.2
3. Rangamati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Maijdi Court	26.2	12.5	29.4	14.2	32.5	18.5	33.4	22.0	33.3	22.9	33.6	25.2
5. Comilla	26.1	10.7	29.5	14.8	33.6	17.9	33.8	22.2	33.6	23.2	32.2	23.8
6. Srimangal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Dhaka	25.8	11.0	29.7	13.4	34.1	17.9	35.4	21.9	33.7	22.9	32.6	24.5
8. Narayanganj	27.8	13.2	29.7	18.7	33.4	18.8	35.5	22.1	35.2	24.1	33.2	25.2
9. Mymensingh	26.3	9.9	30.0	11.1	34.7	14.2	35.3	20.9	33.8	20.6	34.3	23.3
10. Rangpur	28.2	9.3	29.8	10.7	33.9	13.8	36.7	15.8	36.3	16.6	35.1	18.7
11. Dinajpur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12. Faridpur	25.2	11.1	29.0	12.1	34.4	17.3	36.0	21.7	34.8	23.2	33.3	23.9
13. Jessore	26.6	10.0	29.9	11.7	34.7	17.0	37.7	22.4	36.3	23.5	34.7	24.6
14. Khulna	27.2	11.9	30.2	14.3	35.2	18.9	30.1	22.3	35.6	24.1	32.1	23.9
15. Barisal	26.3	10.9	29.4	12.3	33.6	17.3	34.6	22.1	29.9	23.3	33.4	24.3
16. Sylhet	25.5	11.3	28.3	12.8	31.8	16.8	32.1	20.2	32.1	17.3	31.6	23.6

1971 - 80 Average

	July		Aug.		Sept.		Oct.		Nov.		Dec.	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
1. Chittagong	31.4	23.7	31.6	24.3	32.3	24.2	32.2	23.5	30.1	19.7	27.4	14.1
2. Cox's Bazar	29.9	24.5	30.7	23.9	30.2	24.3	31.6	23.4	30.2	20.1	27.6	14.8
3. Rangamati	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. Maijdee Court	30.6	24.8	-	23.4	31.9	25.3	31.1	23.5	30.3	17.8	28.9	12.9
5. Comilla	31.4	25.1	31.9	24.7	31.2	24.2	31.8	22.9	29.9	18.2	26.9	11.8
6. Srimangal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. Dhaka	31.7	25.4	31.8	24.6	32.3	25.1	31.7	23.3	30.2	17.7	26.7	12.0
8. Narayanganj	31.7	25.4	31.8	25.7	32.8	26.1	33.2	24.6	31.5	19.9	29.4	14.5
9. Mymensingh	33.4	24.0	32.8	23.9	33.2	24.0	33.4	22.4	30.7	17.4	28.0	11.3
10. Rangpur	34.3	20.3	35.0	20.3	34.1	19.1	32.9	17.0	31.7	13.3	29.1	10.6
11. Dinajpur	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12. Faridpur	32.1	24.1	33.1	24.4	32.7	24.6	31.7	23.3	29.7	18.8	26.4	15.1
13. Jessore	32.2	25.1	32.5	24.7	32.4	24.9	32.7	23.1	30.5	17.1	27.2	10.9
14. Khulna	32.8	25.1	32.0	24.6	33.2	25.2	33.1	23.6	31.1	19.7	27.2	13.5
15. Barisal	31.1	25.3	31.6	25.3	32.3	24.7	32.1	23.3	30.1	18.5	26.6	12.2
16. Sylhet	31.7	24.0	36.6	24.4	37.2	24.0	31.4	21.7	29.7	17.9	27.1	12.4

Source : Agricultural Yearbook of Bangladesh, 1982 ; Statistical Pocketbook of Bangladesh, 1980, B.B.S.

Rashid, H. E. (1991)による。

表-4.2 月別降水量

Monthly rainfall medians (in mm)

	Dry season					Chota Barsat		Rainy season						
	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Dinajpur	0	0	3	51	3	51	165	279	330	279	279	76	0	0
Jessore	0	0	0	13	23	102	152	279	279	241	203	76	0	0
Dacca	3	0	3	28	36	142	229	279	304	304	229	102	3	0
Sylhet	8	0	0	20	64	254	292	762	610	635	508	229	8	0
Cox's Bazar	51	0	0	5	3	102	241	711	889	762	381	178	51	0

Johnson, B. L. C.(1975) による。

する2つの河川では、その制御が自由にならないことも問題を大きくしている。

サイクロンはベンガル湾に発生し、北上してバングラデシュ地域に達する、台風と同じ、発達した熱帯低気圧である(図-4.14)。沿岸部ではどこでもこれに襲われる危険性がある。季節的には5月及び10月が多い(図-4.15)。これにより沿岸部では相当範囲にわたり高潮災害が発生することがある(図-4.13)。

4-3 植生

熱帯気候と肥沃な土壌によりバングラデシュは、自然のまま放置すれば、国土の大部分が森林になっているはずである。しかしながらバングラデシュは人口稠密であり、国土の大半が耕作に適した平地であることから、国土はよく開発されている。このため、森林は国土の15%を覆っているにすぎない。森林地帯以外では植生が測量作業の障害になることは少ないものと思われる。

主な森林地帯は3カ所ある(図-4.16)。一つは、南西部の海岸地帯で、スندگانと呼ばれる地帯である。ここにはさまざまな種類のマングローブからなる森林が発達しており、これは防潮林の役割を果たしているため、政府により保護されている。第二は、南東部の丘陵地帯で、チッタゴンヒルトラクトと呼ばれる地帯である。ここには比較的広い範囲にわたり、多種多様な種類の常緑広葉樹林が発達している。マホガニー、竹などいくつかの樹種は木材資源となっている。第三は、中央やや北寄りの、マドフプールと呼ばれる地帯で、落葉性の樹林が発達している。

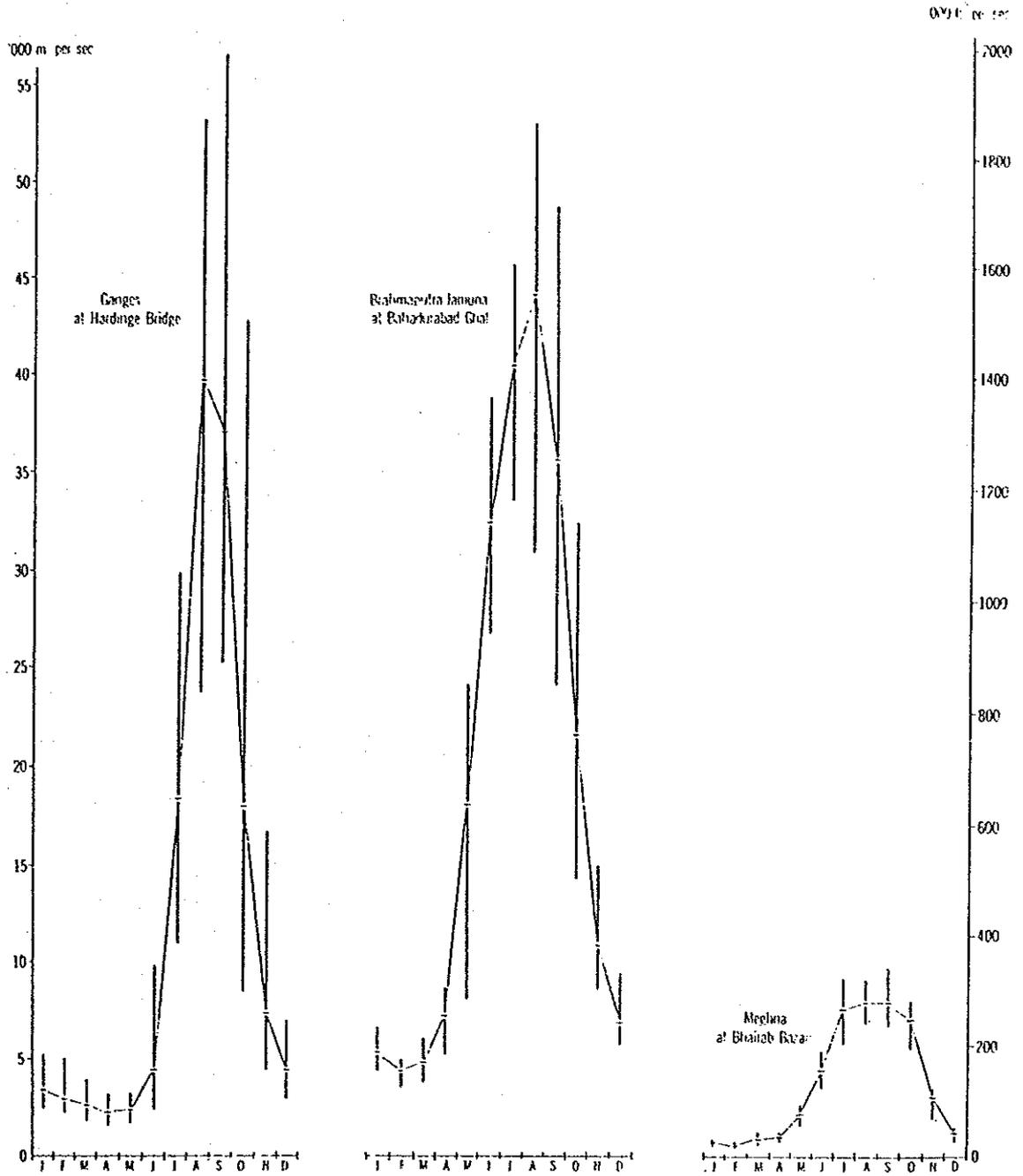
このほか、国土全域にわたり、集落の中やその周辺にさまざまな樹林が見られる。集落は、測量標の設置場所としても好適な自然堤防上に位置していることが多いので、その樹林は場所によっては、測量実施上の障害となる可能性がある。このため、伐木、観測機器のリフトアップ等の対策をあらかじめ見込んでおく必要がある。

4-4 土地利用

バングラデシュでは国土の60%が農耕地になっている。耕地は、次のような3タイプの季節的利用が一般的である。

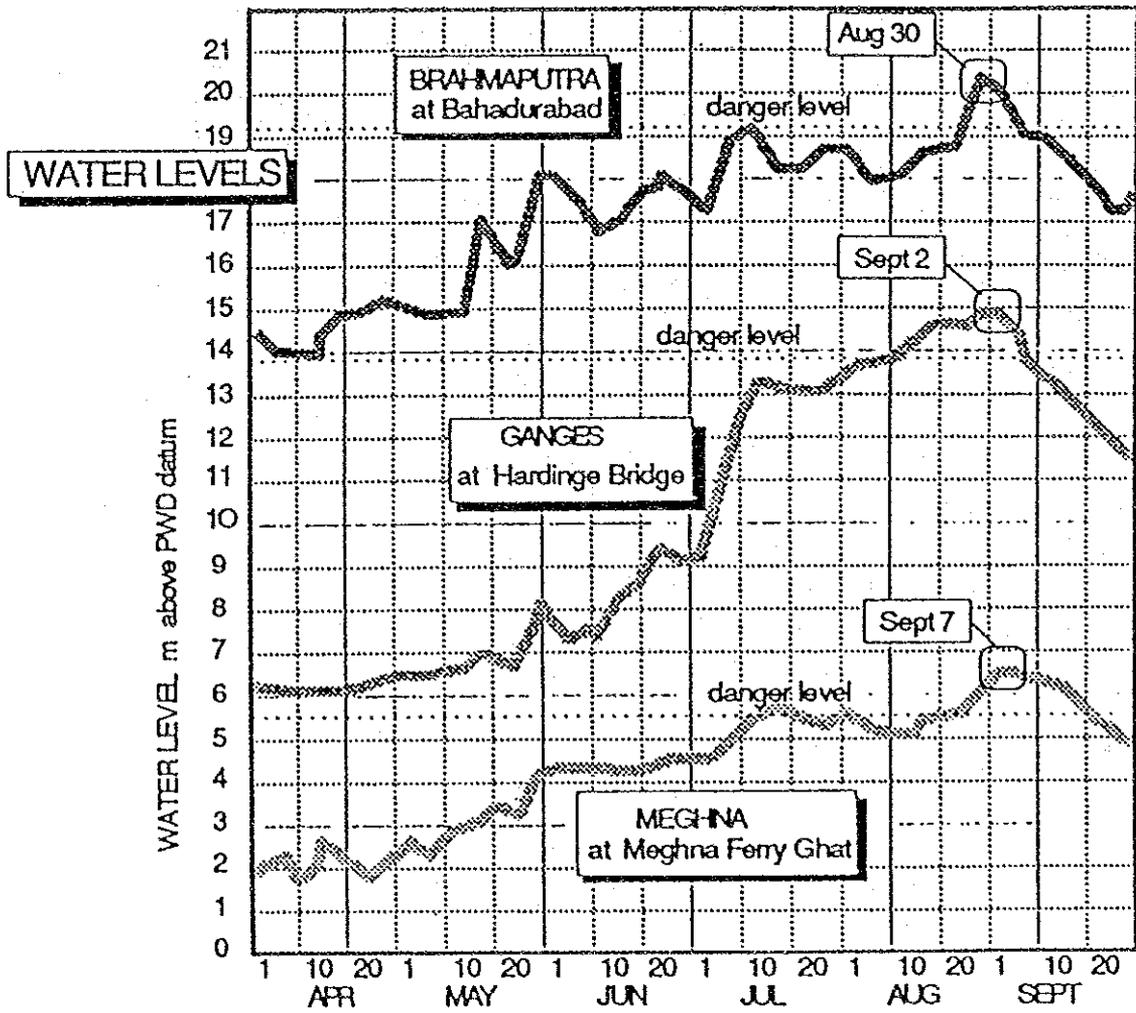
第一は、10月末から3~4月まで、ボロ米、豆類、野菜、サトウモロコシ、サツマイモ、油

図-4.11 河川流量の季節変化



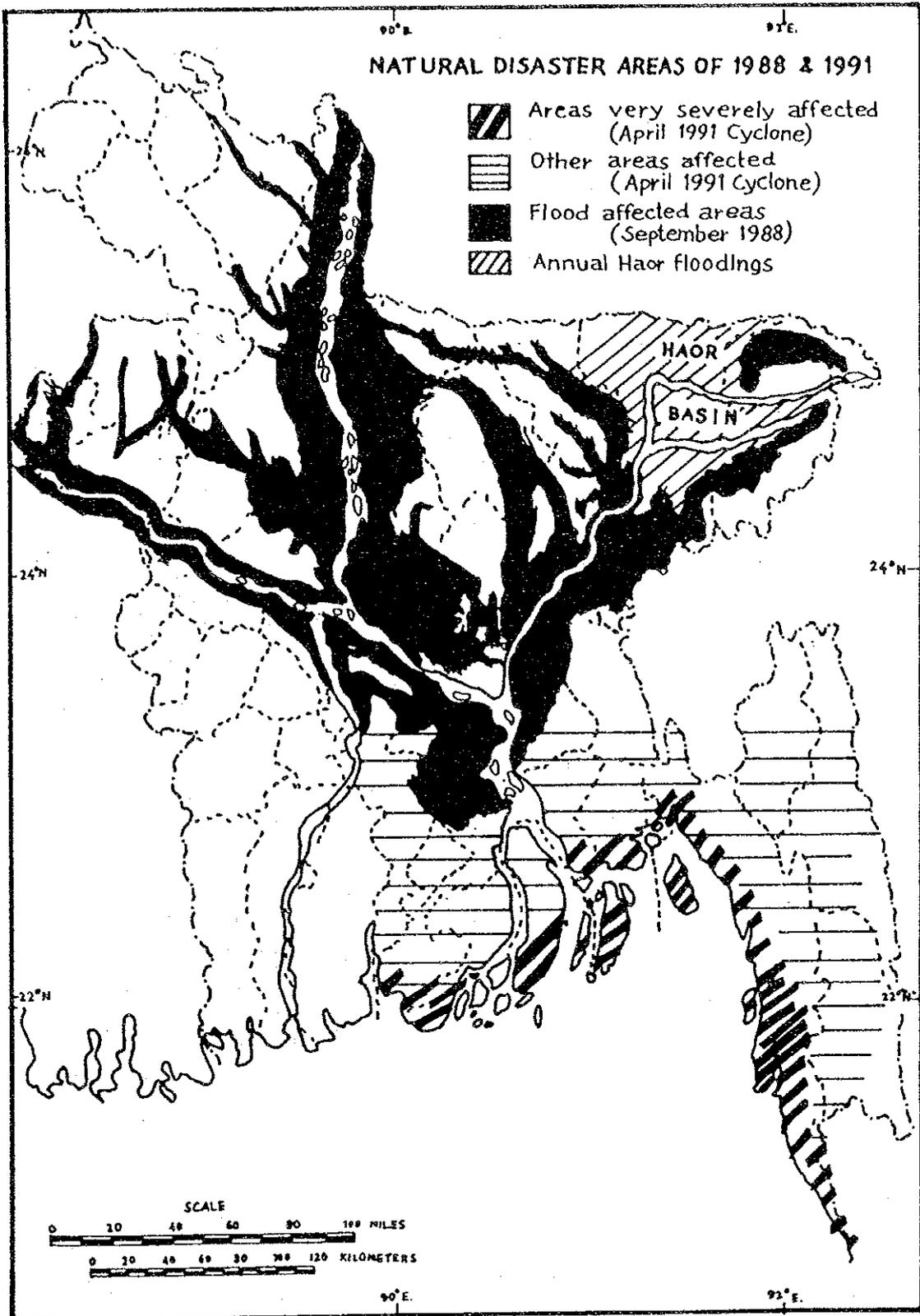
Johnson, B. L. C. (1975)による。

図-4.12 河川水位の変化



World Bank(1989)による。

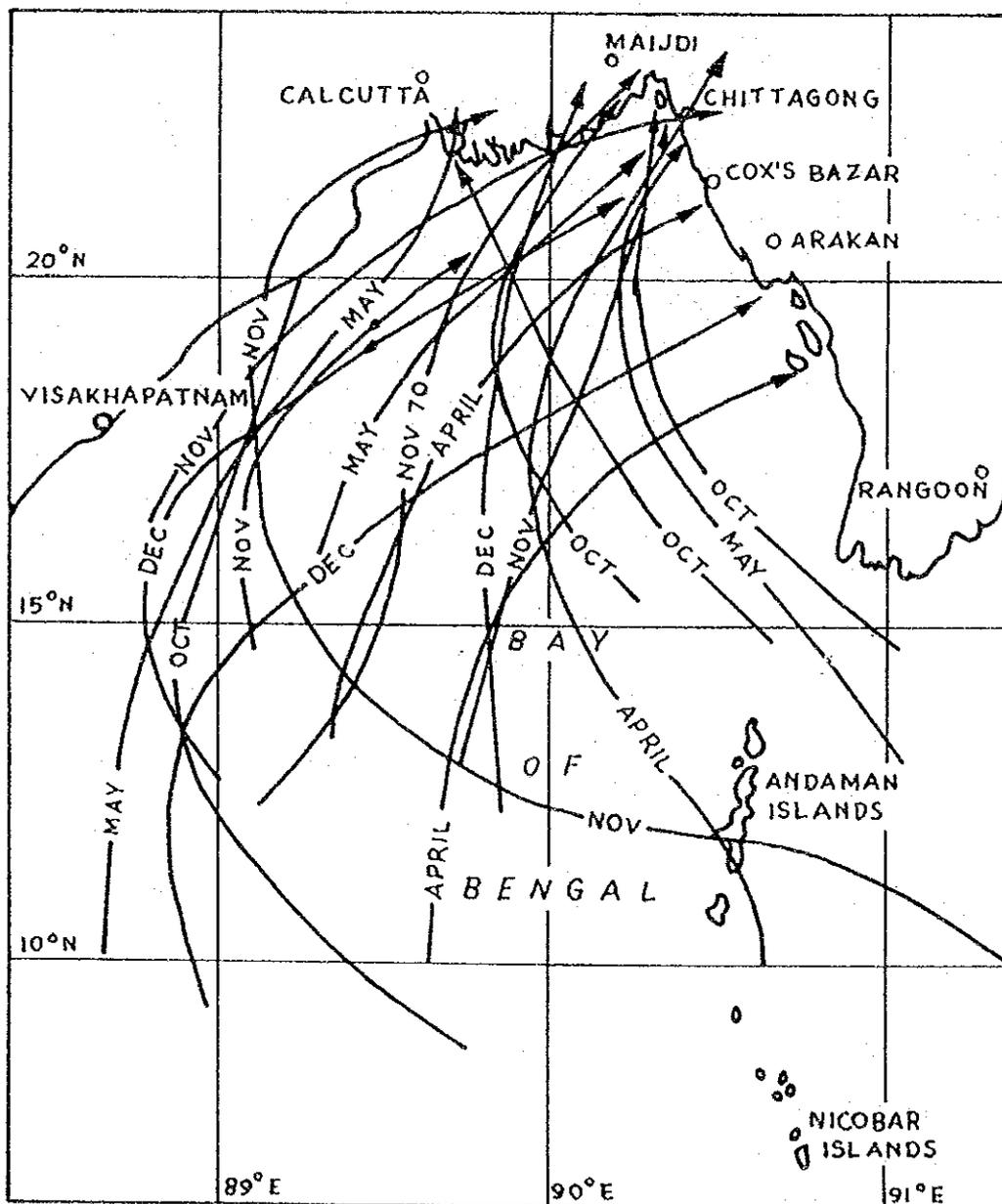
図-4.13 最近の洪水と高潮



Rashid, H. E. (1991)による。

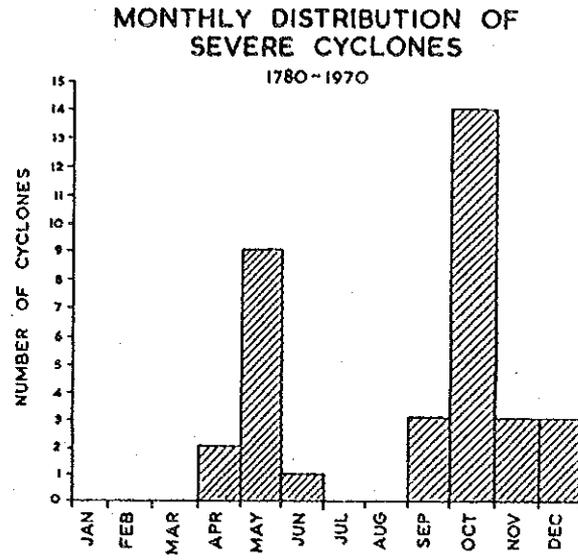
図-4.14 サイクロンの経路

CYCLONIC STORM TRACTS
IN THE
BAY OF BENGAL
1960-1990



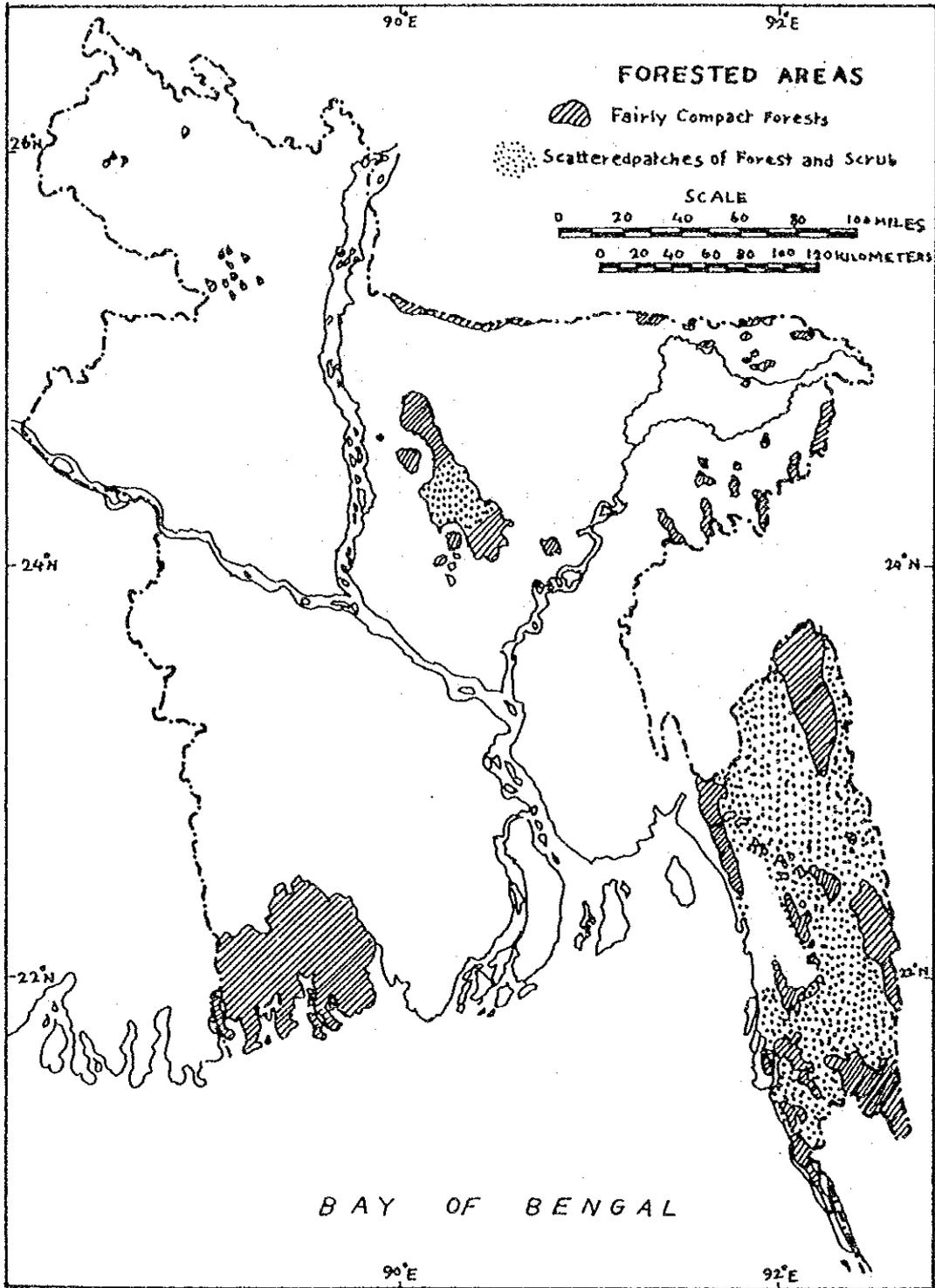
Rashid, H. E. (1991)による。

図-4.15 災害をもたらしたサイクロンの襲来期



University of Dacca(1981)による。

図-4.16 森林の分布



Rashid, H. E. (1991)による。

種を植えるものである。

第二は、3月末から9～10月まで、アウス米、ジュートを植えるものである。

第三は、前記の期間中のモンスーン期にアマン米を植えるものである。

4-5 交通・宿泊施設等

a. 道路事情

バングラデシュでは、道路の改良は第二次世界大戦後始まった。1947年に462kmだった舗装道路は、1960年1,600km、1970年3,857km、1988-89年7,217kmと急速に拡大している。

また、ダッカのブリガンガ(1989.3)、ダッカ～チッタゴン間のメグナ河(1990.5)等大規模な橋の完成により、所要時間が2～3時間ずつ短縮されており、道路交通事情は徐々に向上している。

バングラデシュにおける主要道路は図-4.17のとおりである。これらの道路網は、次の5大道路により結びつけられている。

1. テクナフ～コックスバザール～チッタゴン～コミラ～ダッカ～アリチャ(580km)
2. コミラ～ブラーマンバリア～モールピバザール～シレット～スナンガンジ(357km)
3. ナガルバリ～ボグラ～ランプール～ディナプール～テルリア(302km)
4. クルナ～ジェソーレ～クシュティア～イシャルディ～ナトーレ～ラッシャヒ～ナワガンジ(336km)
5. バリサル～フェリドプール～ゴールンド～ジェナイダ～チャダンガ～メヘールプール(298km)

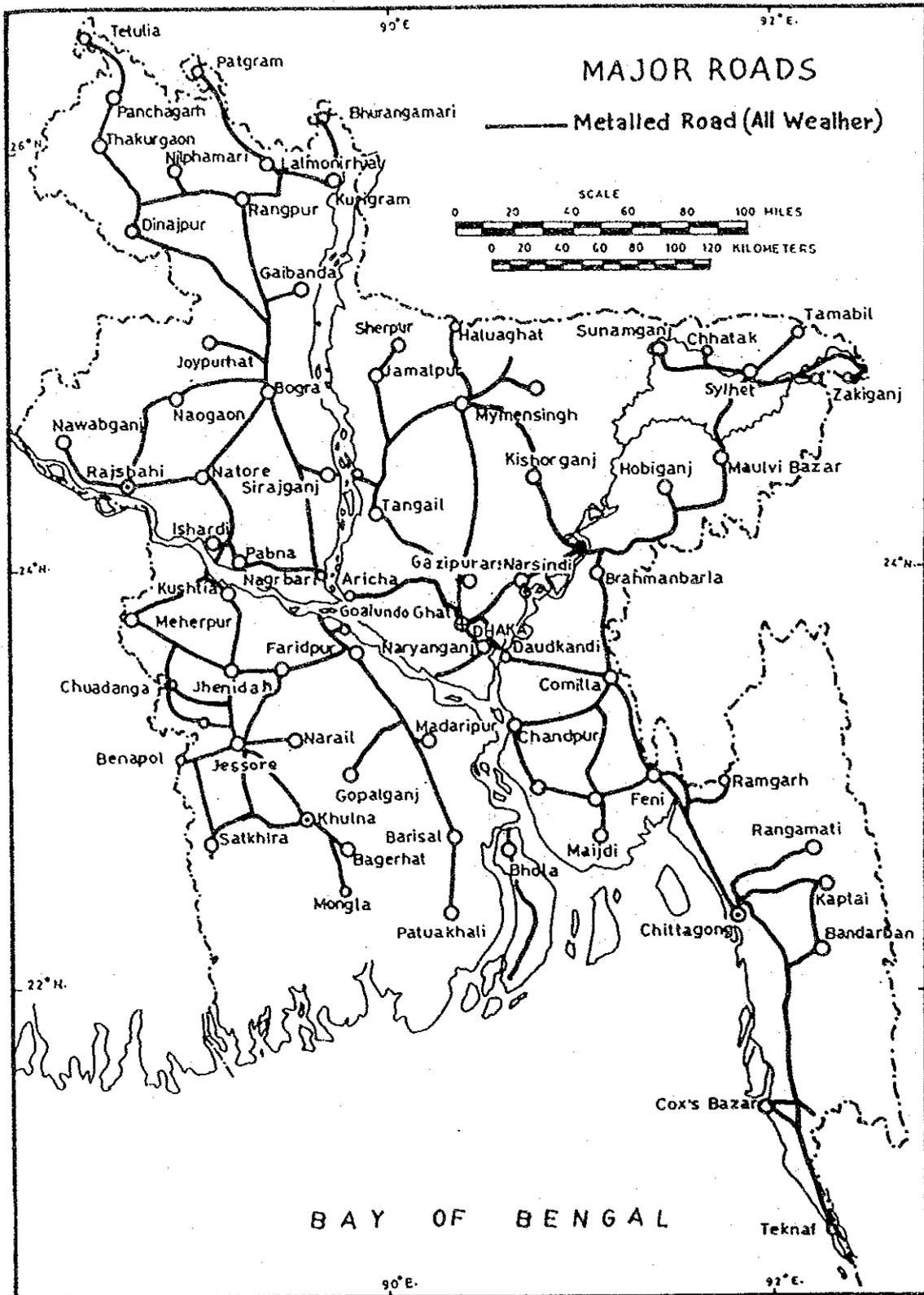
今日ではほとんどの大きな市は舗装道路により結ばれている。大部分の舗装道路は、市内、市外を問わず、幅2.5mの部分だけ舗装されている。市街地ではその両側の路肩の部分は、数センチメートルしかないこともあるし、数メートルあることもあるが、主要道路では、一般に両側に2.5mずつ路肩が確保されている。

このほかに、舗装されていないが約40,000kmの主要道路と約53,000kmの普通道路があり、そのうち2,835kmは国道になっている。定期バスは、ごく僅かの主要道路を除いて非舗装道路には運行されていない。非舗装道路は、乾期には埃がひどく、雨期にはぬかるみがひどい。

舗装、非舗装を問わず、主要道路には並木が整備されている。マンゴーやパンの木、バンヤン、インド菩提樹などが一定間隔に植えられている。

なお、舗装は煉瓦を土台にし、その上をアスファルトで薄く覆った程度のもが多い。このため、雨期に地盤がゆるんで所々穴があくなど相当程度に傷むが、その補修は十分にはなされていない。また、道路の状態に比較すれば、自動車は異常に高速で通行しており、交通事故が多い。このため測量作業の実施にあたっては、道路の通行に十分注意するとともに、水準測量等では事故防止のための特別の体制をとる必要がある。

图-4.17 主要道路



Rashid, H. E. (1991)による。

b. 鉄道事情

鉄道は、ブラマプトラ河～ガンジス河で完全に分断され、国の東西をつなぐ鉄道線はない（図-4.18）。また東側の鉄道と西側の鉄道では軌道の間隔が異なっている。上記河の岸には鉄道の終点があるが、河川の流路が毎年変わるので、終点の位置も毎年変わり、恒久的な駅は建設されていない。

c. 舟運事情

国土の南半分には、主要河川が細かく分流した三角州（デルタ）地帯が広がっており、分流河川を利用した舟運網がよく発達している。また、主要河川に沿っては北部の国境付近まで舟運が通じている（図-4.19）。

測量地点のいくつかは舟運によらなければ到達できないものがあると思われる。河川の上は、雷の危険性が極めて高く、測量作業で舟を利用する場合は、気象条件に十分注意するとともに、避難が容易な高速度の舟を利用する必要がある。

d. 航空事情

首都ダッカと主要地方都市には、定期航空路が開設されており、利用できる。また、比較的安い料金で小型機をチャーターすることができる。ただし、事前に飛行計画を申請しておく必要がある（図-4.20）。

e. 宿泊事情

主要都市にはホテル等の宿泊施設がある。また一部の都市には政府観光局の宿泊施設があり、比較的安価で宿泊できる。大半の測量地域は、それらの宿泊施設から自動車等により1～2時間程度で到達できる範囲にある。

f. 食料事情

主要都市では、ホテル等の食堂、中華料理屋があり、そこで一応満足でき、衛生的な食事をとることができる。それ以外では、自炊するか、ビスケット、果物等を運ぶ必要がある。自炊の材料は、雨期以外は入手が容易である。

4-6 治安

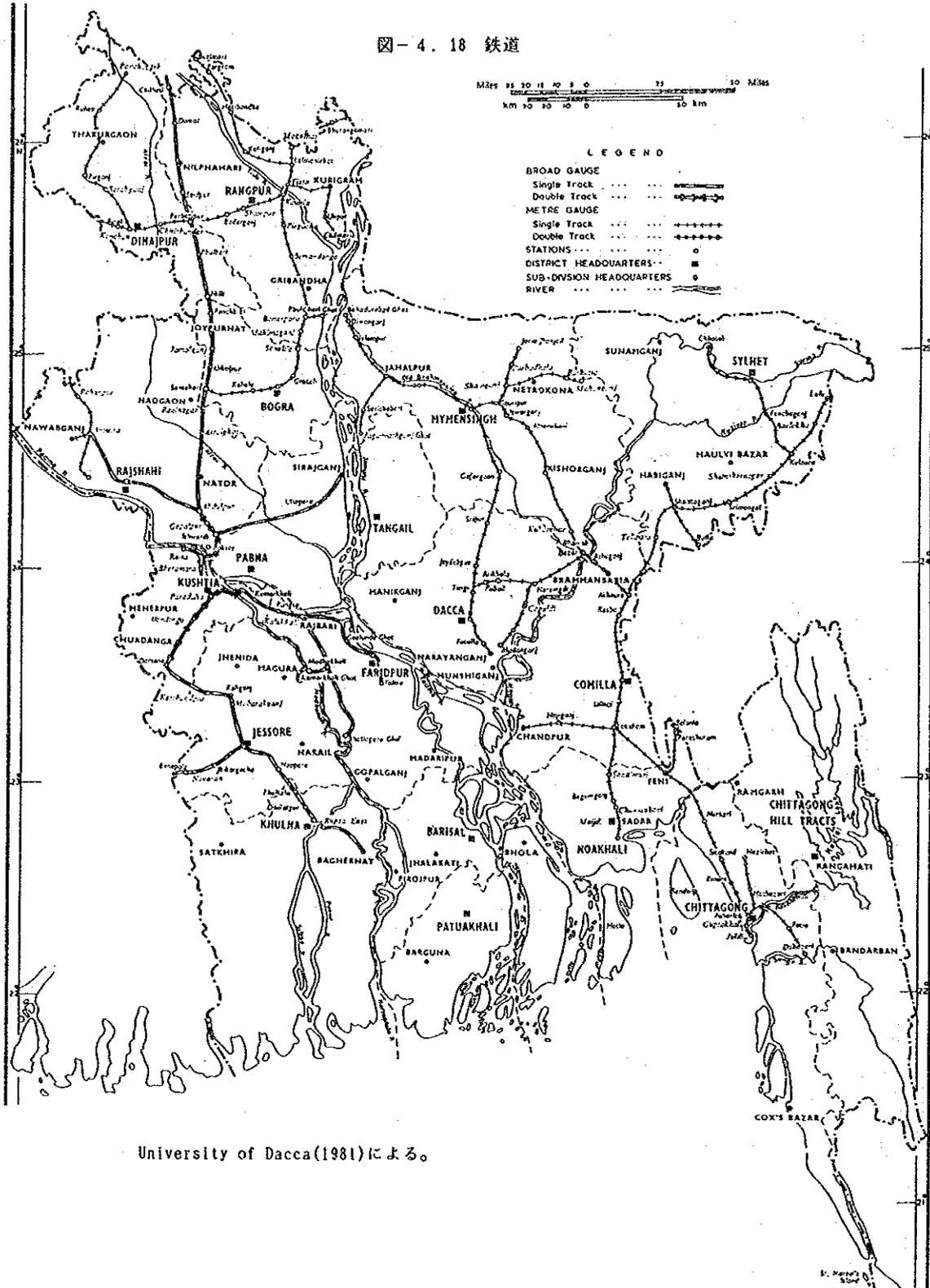
概ね良好であるが、失業者が多く、それらが作業現場を取り巻くことが多い。野外での測量作業では、その群衆整理に何らかの対策が必要であろう。夜間は人気のない道路で野盗が出ることもあるといわれている。野外での測量作業は適当な時間に終了し、明るいうちに宿泊所に帰投する必要がある。

また、チャッタゴン東方の丘陵地帯は、反政府ゲリラ活動の拠点になっており、外国人の入域は避けるのが無難である。

4-7 工事施工能力

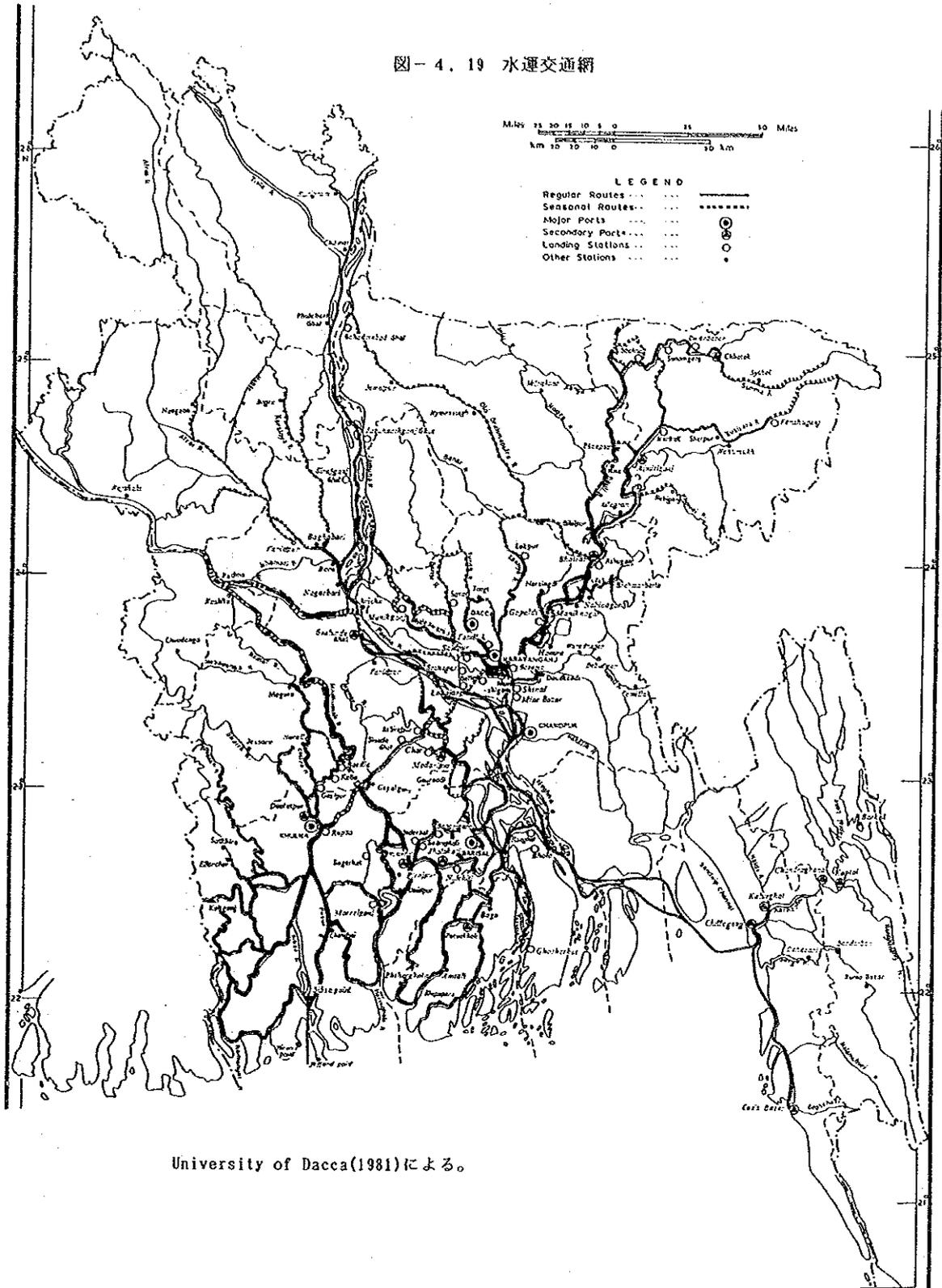
バングラデシュには、ダッカに地元の建設会社があり、その社員には一等基準点測量の助手程度

図-4.18 鉄道



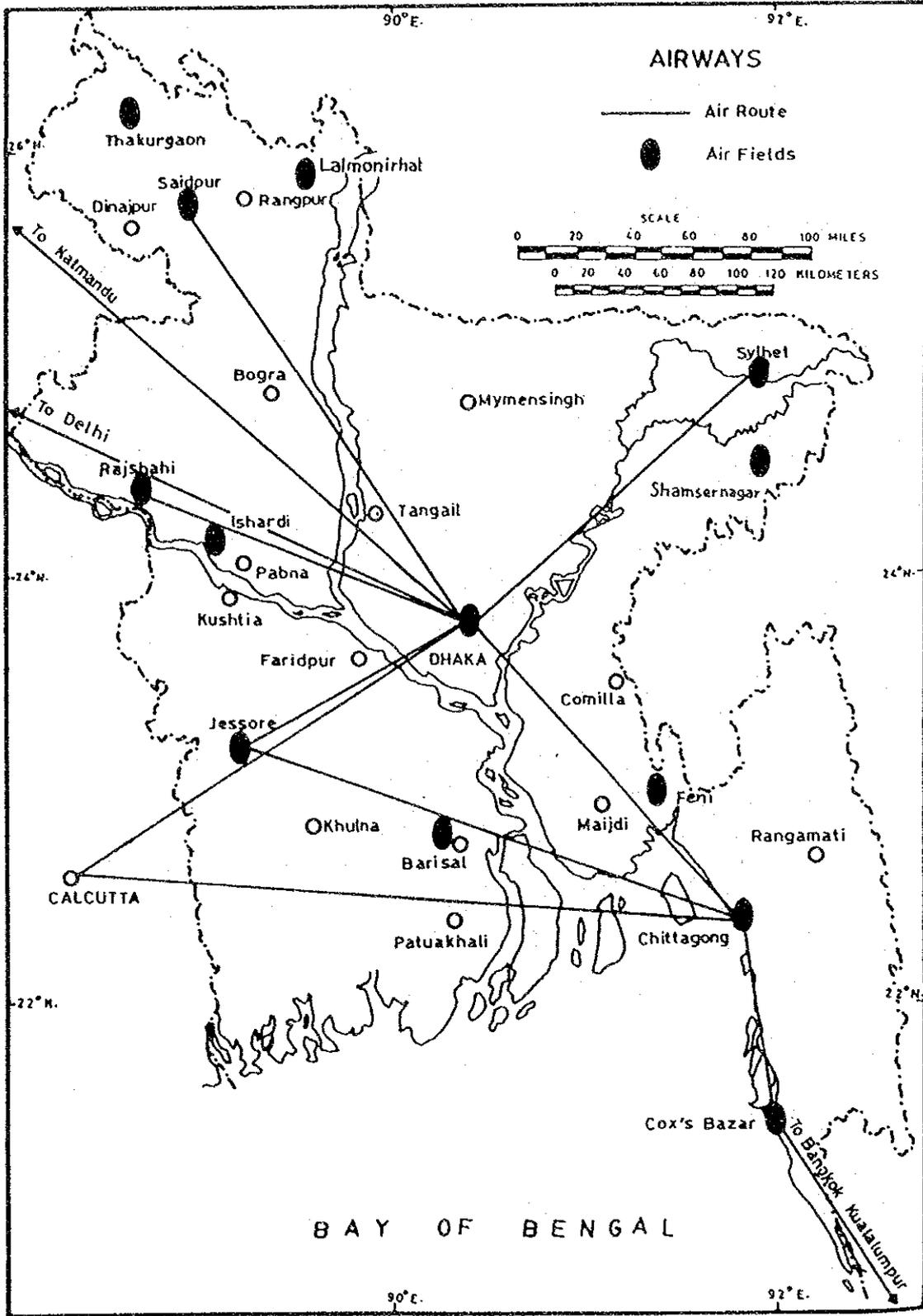
University of Dacca(1981)による。

図-4.19 水運交通網



University of Dacca(1981)による。

図-4.20 航空路



Rashid, H. E. (1991)による。

の技術をもっているものが相当数いる。所属会社と契約して、これらの会社の社員を測量助手として雇用することが可能である。

また、測量標の設置についても、上記の会社にその施工を任せられる。それらの会社から確認したところによれば、ダッカの会社で、バングラデシュ全国について、測量標設置工事を行うことが可能であるとのことである。

水中工事を伴う験潮場の建設については、日本の大手建設会社数社のバングラデシュ事務所があり、そこは建設工事を請け負う能力を有することを、事情聴取及び現地調査により確認した。

第4章 参考文献

- Bagchi,K.(1944) The Ganges Delta.
- Bangladesh Geological Society (1975) Third Annual Conference Issue.
- Johnson,B.L.C.(1975) Bangladesh. Harper and Row Publishers Inc.104p
- Khan,F.H.(1991) Geology of Bangladesh. The University Press Limited 207p
- Master Plan Organization (1987) Geology of Bangladesh. Ministry of Irrigation, Water Development and Flood Control Technical Report No.4
- Ministry of Petroleum and Mineral Resources (1980) Petroleum and Mineral Resources of Bangladesh
- Morgan,J.P.,McIntire,W.G.(1959) Quaternary Geology of the Bengal Basin, East Pakistan and India. Bulletin of the Geological society of America 70 319 - 342
- 大矢雅彦 (1964) ガンジス河流域平野の地形と洪水 測量 14 - 9 12 - 18
- 大矢雅彦 (1977) ブラマプトラ-ジャムナ、ガンジス平野地形分類図について 地図15 - 1 26 - 32
- 大矢雅彦 (1979) ブラマプトラ-ジャムナ川架橋地点選定に関する応用地形学的研究 地理学評論 52 407 - 425
- 大矢雅彦 (1979) 河川の開発と平野 大明堂
- Rashid,H.E.(1991) Geography of Bangladesh Second Revised Edition. University Press Ltd.529p
- Shepard (1973) Submarine Geology - Third Edition -. Harper and Row 517p
- Umitsu,M.(1985) Regional Characteristics of the Landforms in the Bengal Basin. Institute for the Study of Languages and Cultures of Asia and Africa (1985) Studies in Socio - Cultural Change in Rural Villages in Bangladesh No.1 1 - 44
- Umitsu,M.(1985) Natural Levees and Landform Evolutions in the Bengal Lowland. Geographical Review of Japan 58B 149 - 164

海津正倫 (1989) バングラデシュの自然環境と水害 地理 34-3 56-63

University of Dacca (1981) Bangladesh in Maps 77p

World Bank (1989) Bangladesh Action Plan for Flood Control.

第5章 測量計画

バングラデシュ国国土測地基準点網整備計画は、同国とのS/W締結の結果、主に北緯23度以北の国土(約9万km²、国土の約70%)に同国の測量の根幹となる三角点約140点と水準点約440点を設置し、水平位置と標高を決定するもので、平成4年度から同6年度までの3年間で実施する計画である。

同国の測地基準点網は、Survey of India(インド測量局)によって設置され、基準点測量は三角鎖により行われた。このため三角点の配置が一様でなく空白域がある。また、基準点の維持管理が不十分であり、一部の三角点は亡失し、現存する三角点の精度不足が確認されている。

水準点については、一層の自然的、人為的な影響を受けており、三角点に比べ、より多くの亡失と精度の低下が見られる。

また、1971年の独立により、経緯度原点及び水準原点はインド国内に取り残され、同国独自の原点を保持していない。

このため、同国では地形図作成や各種工事の測量に多大の支障をきたしており、新たな測地体系の整備が緊急の課題となっている。

本調査では、これら測地体系の整備を行うため、平均海水面の決定をし、水準原点、経緯度原点、ならびに三角点及び水準点の設置をし、同国の測地基準点網の整備を行うものである。

本調査のように、新規に潮位観測を行い水準点を設置し、一国の測地基準点網を構築するような大規模な国際協力は初めての試みである。

本調査の各年度の概略作業工程は、表-5.1「作業工程表」のとおりで、各工程の測量計画の概要は次のとおりである。

5-1 測量の基準

同国の三角点網は19世紀の初めインド測量局により設置され、「エベレスト楕円体」(長半径6,377,276m、扁平率1/300,800)を採用し、インド国内の原点を基準とし、独自の原点を保持していない。

本調査では、現在までの歴史的経緯が明確であるダッカ市内にある一等三角点(通称 Gulshan Point)を補修し、同国の経緯度原点とすることとした。

また、水準点網も同じ経緯で水準原点を保持していない。このため本調査では、同国ベンガル湾で潮位観測を行い平均海水面を求め、ダッカ市内に水準原点を建設し、標高を決定することとしている。

現在、同国内に存在する既設点の数は、密度、精度の不足から、他の一般測量や地図作成の用途には対応できないのが現状である。本調査では、ほぼ均一な密度で高精度の基準点を配置することにより、他のプロジェクトの測量や地図作成に貢献できる基準点網の構築を行うものである。