

3-5 国際援助機関の動向

(1) 外国援助額

独立後のバングラデシュ国に対する援助が始まった1971年12月16日から1996年6月迄の対バングラデシュ外国援助は、コミットメント・ベースで、368億5,200万ドルに達しており、その内訳は借款が51%の198億8,100万ドル、贈与が46%の169億7,200万ドルとなっている。

1995年6月30日迄、このうち290億4,433万ドルが実行された。実行額で見ると、二国間ベースでは、日本の援助が最大で、42億3,660万ドル（シェア14.6%）、次いで米国30億8,270万ドル（10.6%）、カナダ17億1,710万ドル（5.9%）、ドイツ11億9,650万ドル（4.1%）、英国10億1,950万ドルとなっている。

また、国際機関では、IDAの援助が最大で50億7,650万ドル、全体の17.5%を占めている。国際機関（IDA、ADB、国連機関、UNICEF、イスラム開発銀行）及び主要援助国15か国を合わせた援助額は271億6,650万ドルで、全援助額の93.5%を占める。このほか中近東諸国、パキスタン、インドなど、発展途上国からも援助を受けており、これまで40数か国から援助を受けてきた。

外国援助は、ほぼ90%がIMFとサブライヤーズ・クレジットを除き、これら国際機関や外国政府の政府開発援助（ODA）資金で占められている。独立当初の援助は贈与が多かったが、その後、長期・低利（コンセショナル）の借款の比率が高まってきている。

これらの援助をタイプ別にみると、プロジェクト援助が145億6,890万ドル、商品援助が91億5,320万ドル、食糧援助が53億2,230万ドルとなっており、ローンがわずかにグラントを上回り、全体の51.2%、14億7,580万ドルとなっている。

(2) 運輸交通分野における関連する他のドナーの調査

次に示す⑧ Transport Sector Review（世界銀行、1991）以前の計画を個別にみていくと交通政策に関する一貫した姿は見いだしにくい。バングラデシュ国内の交通調査は、過去、大きなものでも以下のように17調査ある。

- ①メグナ・メグナグムチ橋 F/S（JICA/85年）
- ② Intermodal Transport Study（ADB/85年）
- ③ Road Improvement Project-I（ADB/87年）
- ④ Bangladesh Energy Planning Project（87年）
- ⑤ Bangladesh Inland Water Transport Master Plan（WB/89年）
- ⑥ ジャムナ橋 F/S（WB/89年）
- ⑦ Road Improvement Project Master Plan-2（ADB/91年）
- ⑧ Transport Sector Review（WB/91年）

- ⑨ Bangladesh Transport Sector Study (WB/91)
- ⑩ ঢাকা থেকে কুলাহাট পর্যন্ত রাস্তা সংস্কার প্রকল্পের প্রাথমিক গবেষণা প্রতিবেদন (সংস্কার ও পরিকল্পনা/95)
- ⑪ Mongla Port Area Development Project (ADB/96)
- ⑫ Chittagong Port Master Plan 2010 (Chittagong Port Authority/96) 以下 On-Going
- ⑬ Bangladesh Dhaka Eastern Bypass Study (WB/97)
- ⑭ Bangladesh Transport Sector Study (WB/97)
- ⑮ Bangladesh Port System Development Project Master Plan and Trade Facilitation (WB/97)
- ⑯ Bangladesh Port Upgrading Project (ADB/97)
- ⑰ Feasibility Studies and Design Consultants For The Third Road Improvement Project (ADB/97)

このうち、⑨ Bangladesh Transport Sector Study (WB/97) は、第5次5か年計画のベースになっている。

当該ルブシャ橋プロジェクトは東パキスタン時代の1962年頃から提案されており、クলাহাট～モンগ্লা港間アクセス鉄道建設のコストは275万タカ (1962)、内部収益率9.6%であったことが記録されている。

クলাহাট橋は1967/68年に旧ソビエト連邦のテクノ-エクスポートという会社により、調査が実施され、1986年に最終的な調査の見直しも含めたレポートが提出された。ただし、この調査は経済、財務的評価は含まれておらず、アクセス鉄道のフィージビリティ調査も含まれていなかった。

その後1992年にイタリアが調査を実施し、1997年には道路橋をバングラデシュの自国資金をもって建設する決定がなされ、設計・施工管理のローカルコンサルタントが選定されたものの、原資がなく中止された経緯がある。

(3) 運輸交通分野における関連する他のドナーの実施プロジェクト

1) 道路サブセクター (今までの道路に関連する他のドナーの実施プロジェクトを表3-12、13に示す。)

世界銀行、アジア開発銀行による交通セクターの調査、道路の修復・改善事業が実施されている。明確な地域のデマンドはないが、主に、世界銀行が西側地域、アジア開発銀行が東側地域を担当している。

過去最大級のプロジェクトとして、世界銀行、ADB、日本の支援によって、ジャムナ多目的橋プロジェクトが着工された (総コスト6億9,600万ドル)。同プロジェクトはガンジス北部と ঢাকা などの主要都市を結ぶ多目的橋の建設を行うものである。計画は1991年11月に発表されたが、融資が最終的に決定されたのは1994年3月であった。住民移転については問題解決のために、現地の NGO のブラックが調査を担当し、ジャムナ方式住民

移転補償が行われた。現在施工中で1998年6月に完工予定である。

(世界銀行)

- ・第二次道路復旧、維持管理プログラム1991年

(アジア開発銀行)

- ・下請けによる道路建設及び維持・管理における研修事業1988年
- ・道路建設マスタープラン準備1988年、1991年
- ・道路改修・改善1993年
- ・Jamuna Bridge Access Road Project (アジア開発銀行、日本)

バングラデシュ国政府は国家計画 (Road Master Plan) に基づき、首都のダッカから地方に広がる路線 (道路) について開発・改良計画を進めている。その多くは、ADB のローンによる。国道1号線の改良計画もその一つに位置づけられる。本計画に基づき、ADB は総延長281kmに及び路線改良のフィージビリティ調査を実施し、1991年から2年間をかけ、詳細設計を実施した。この結果は1996年10月にアブレイザルレポートとして作成されている。全区間を7区分し、うち4区分をADBにより、残り3区分をOECDの協力により改良計画が実施される予定である。ADB 担当区域については既に入札が実施されており、道路建設は1997年初めに着工、2000年12月に完了する予定である。

(日本)

- ・メグナ川橋梁1985年
- ・メグナ・グムティ橋建設1991年
- ・ジャムナ多目的橋
- ・Jamuna Bridge Access Road Project (有償資金協力と中小橋5橋の無償)
- ・バクシ橋1997年 (有償資金協力)

2) 鉄道サブセクター (今までの鉄道に関連する他のドナーの実施プロジェクトを表3-12、13に示す。)

アジア開発銀行、CIDA (カナダ) 及びサウディ・アラビア・ファンドによって同部門への援助が行われている。特に、アジア開発銀行は鉄道部門再建支援を積極的に行っている。現在、バングラデシュ鉄道の財務体質強化を目的とした鉄道復興プログラムが行われており、資金供与のコンディショナリティとして、赤字削減、無制限な補助金の廃止 (鉄道サービスのうち、商業的観点ではなく、社会的要請から提供せざるを得ないサービスについてはそのコストを政府負担として予算配分をする。この予算を毎年削減していくことで、無制限にバングラデシュ鉄道に支払われている補助金を削減しようとするもの)、余剰労働力の合理化、組織改革、合理的投資の採用が課せられている。

(アジア開発銀行)

- ・ 鉄道部門分析1990年鉄道部門制度整備1990年
- ・ バングラデシュ鉄道の組織改革1992年
- ・ 鉄道復興プログラム1992年、1994年
- ・ 第4次鉄道事業1994年
- ・ ジャムナ河鉄道リンクプロジェクト1997年

10月9日ジャムナ橋建設サイトで実施された世界銀行、ADB、OECD などによるマイル・ストーン会議において、ADBによるジャムナ橋に Dual Gauge 鉄道を建設する提案が承認され、99kmの新線と250kmの西側広軌区間における Dual Gauge 化のための m Gauge の建設が決定された。

新線はダッカ近郊の JYOIDEPUR までで東側の既存路線 Tongi ~ Bhairab ~ Akhaura 区間の Dual Gauge 化はドイツの援助が予定されている。当該プロジェクトが完成すればバングラデシュにより東西に分断されているインドのトランジット貨物の鉄道輸送が期待できるとの説明があった。さらに、ADB はバングラデシュの国内鉄道網に関しては、m Gauge が基本でありルブシヤ橋に関しても m Gauge を代替案に入れるべきであるとのコメントがあった。また、ADB によれば、ダッカ～チッタゴン間の Dual Gauge に関する計画はない。

また、ADB はルブシヤ橋を援助対象とは考えていないため、日本側のルブシヤ橋プロジェクトとは全く重複しないとの確認を得た。

3) 内陸水運及び港湾サブセクター

(世界銀行)

- ・ 第3次内陸水運プロジェクト1991年
- ・ 第3次内陸水運プロジェクト1997年

4) 空港、航空

(日本)

- ・ チッタゴン空港整備1993年

表3-12 他のドナーの道路サブセクターにおける実施プロジェクト

援助国・機関名	プロジェクト名	援助金額 (\$ Million)	実施 開始年	無償・借款
ADB	Khulna-Mongla Road	15.0	1977	借款
	Feeder Roads improvement	58.0	1985	借款
	Road improvement	137.5	1987	借款
	Flood Damage Restoration	40.0	1988	借款
	Second Flood Damage Restoration	80.0	1989	借款
	Cyclone Damaged Roads Reconstruction	28.8	1991	借款
	Road Overlay and Improvement	68.0	1993	借款
	Jamuna Bridge	200.0	1994	借款
	Jamuna Bridge Access Road	72.0		
	小計	699.3		
World Bank	Highway	25.0	1973	借款
	Second Highway	10.0	1979	借款
	First Highway Supplemental	6.0	1982	借款
	Road Rehabilitation and Maintenance	102.0	1987	借款
	Flood Damage Rehabilitation	25.0	1989	借款
	Second Road Rehabilitation and Maintenance	146.8	1994	借款
	Jamuna Bridge	200.0	1994	借款
	小計	514.8		
日本	Upazila Connecting Roads	4.4	1985	無償
	Construction of Meghna Bridge	56.0	1986	無償
	Construction of Meghna-Gumti Bridge	74.0	1991	無償
	Jamuna Bridge	200.0	1994	借款
	Jamuna Bridge Access Road (OECF)	60.0	1997	借款
	Jamuna Bridge Access Road (JICA)	10.0	1997	無償
	Baksey Bridge	85.0	1997	借款
	小計	489.4		
中華人民共和国	Buriganga Bridge	19.0	1986	無償・借款
	Shambhuganj Bridge	14.0	1989	無償・借款
	Mohananda Bridge	6.5	1991	無償・借款
	Korotoa Bridge			
	小計	39.5		
オランダ	Kharnapuli Bridge	25.8	1987	無償
イギリス	Bailey Bridges	25.0	1981	無償
	Gorai River Bridge	69.0	1986	無償
	Institutional Development	10.0	1994	無償
	Second Road Rehabilitation and Maintenance	8.8		無償
	Bridge Improvement and Maintenance Project	—		
Upgrading of Jessore-Benapole Road	—			
	小計	112.8		
デンマーク	Road Maintenance Equipment	3.5	1981	無償
	Supply of Road Rollers	2.5	1983	無償
	Dhaka-Aricha Road	30.0	1993	無償
	小計	36.0		
イタリア	Dinajpur-Panchagarh Road	25.0	1991	無償
	小計			
クウェート	Construction of Sylhet-Tamabil-Jaflong Road			
	合計	1942.6		

表3-13 他のドナーの鉄道サブセクターにおける実施プロジェクト
EXTERNAL ASSISTANCE TO THE RAILWAYS SUBSECTOR
1974-1997

Source	Project	Amount (\$ million Equivalent)	Year of Approval
ADB	Railway Project	23	1974
	Second Railway Project	46	1984
	Flood Damage Restoration (railway component)	18	1988
	Second Flood Damage Restoration (railway component)	32	1989
	Railway Recovery Program	80	1994
	Jamuna Bridge Railway Link Project	110	1997
	Total	309	
Canada	Various Assistance	29	1971-1977
	Rail I	44	1987
	Rail II	73	1984
	Total	146	
France	Supply of Three Relief Cranes	6.4	1991
	Track Equipment	1.4	1995
	Jamuna Bridge Railway Link Project	8.0	1997
	Total	15.8	
Germany	Supply of Railway Locomotives	—	1995
	Repair of Passenger Coaches	—	—
	Construction of Double Line Tongi~ Bhairab Bazar	—	1997
Norway	Supply of Telecommunications Equipment	28.4	1985
Spain	Jamuna Bridge Railway Link Project	11.4	1997
Saudi Arabia	Construction of Workshop in Saidpur	—	1991
OPEC	Jamuna Bridge Railway Link Project	15.0	1997
EDC	Jamuna Bridge Railway Link Project	7.0	1997
India	Modernisation and Expansion of Signalling System Mymensingh—Jamalpur Section		

第4章 ルプシャ橋にかかる運輸交通と橋梁計画

4-1 港湾・内陸水運の現状と課題

(1) モングラ港の現状

1) 取扱貨物量

バングラデシュ国には、チッタゴン港とモングラ港の2つが海港として機能しており、同国が取り扱う海上貿易貨物はこれら2港ですべて賄っている。両港で取り扱われる貨物量及びコンテナ貨物量はそれぞれ、表4-1、表4-2のとおりである。これによると同国が取り扱う海上貿易貨物の約80%をチッタゴン港が、約20%をモングラ港が賄っていることが分かる。さらに、コンテナに限定するとチッタゴン港が91%、モングラ港が6%となる。

表4-1 チッタゴン港及びモングラ港の取扱貨物量

(単位：千t)

	チッタゴン港			モングラ港		
	輸出	輸入	計	輸出	輸入	計
91/92	770	6,268	7,038	594	2,054	2,648
92/93	1,120	6,496	7,616	620	1,758	2,378
93/94	1,169	6,728	7,897	467	1,436	1,930
94/95	1,354	8,925	10,279	708	2,120	2,828
95/96	1,450	8,851	10,301	396	2,443	2,839
96/97	1,437	9,117	10,554	521	2,171	2,692

出典：Bangladesh Port System Development Project Master Plan and Trade Facilitation Study

表4-2 チッタゴン港及びモングラ港のコンテナ取扱貨物量

(単位：千t)

	チッタゴン港			モングラ港		
	輸出	輸入	計	輸出	輸入	計
91/92	403	679	1,082	79	6	85
92/93	534	844	1,378	72	8	80
93/94	622	1,005	1,627	86	16	102
94/95	773	1,341	2,114	92	19	111
95/96	881	1,456	2,337	91	56	147
96/97	953	1,722	2,675	105	56	161

出典：Bangladesh Port System Development Project Master Plan and Trade Facilitation Study

表4-3 チッタゴン港及びモングラ港のコンテナ取扱貨物量

(単位：千TEU)

	チッタゴン港			モングラ港		
	輸出	輸入	計	輸出	輸入	計
91/92	60	61	121	7	7	14
92/93	74	76	150	6	6	13
93/94	86	89	175	8	8	15
94/95	113	115	228	8	8	16
95/96	124	127	251	9	10	19
96/97	144	146	290	9	10	20

出典：Bangladesh Port System Development Project Master Plan and Trade Facilitation Study

モングラ港が取り扱う貨物の品目は、表4-4に示すとおりである。輸入貨物のうち約50%をセメントが占めているが、これはモングラ港の背後に立地する2つのセメント会社(モングラ・セメント、メグナ・セメント)の取り扱いによるものである。また、輸出貨物の約95%をジュート関連が占めているが、エビなどの水産冷凍品も年々増加している。

表4-4 モングラ港の品目別取扱貨物量

(単位：千t)

	1991 to 1992	1992 to 1993	1993 to 1994	1994 to 1995	1995 to 1996	1996 to 1997	Average Growth 1991/2-1996/97 (%p.a.)
Imports							
Foodgrain	460	292	245	498	594	253	-11
Cement	968	1,169	859	1,108	1,284	1,075	2
Fertiliser	391	168	91	349	173	376	-1
Coal	72	17	0	0	0	19	-23
Salt	115	6	194	27	0	21	-29
Sugar	0	0	0	6	0	0	
POL (in bulk)	0	0	0	0	0	0	
Others, Gen cargo	48	106	74	132	392	427	55
Iron materials	0	0	0	0	0	0	
Oil in drums, edible	0	0	0	0	0	0	
Clinker	0	0	0	0	0	312	
Others	48	106	74	132	392	427	
Total Imports	2,054	1,758	1,463	2,120	2,443	2,171	1
	2054	1758	1463	2120	2443	2171	
Exports							
Jute	255	264	183	247	168	305	4
Jute products	328	288	243	258	208	192	-10
Tea	0	0	0	0	0	0	
Leather Goods	0	0	0	0	0	0	
Garments	0	0	0	0	0	0	
Frozen goods	10	13	16	15	17	21	16
Naptha	0	0	0	0	0	0	
Fertiliser	0	50	22	185	0	0	
Ammonia	0	0	0	0	0	0	
Others, Gen cargo	1	5	3	3	3	3	25
Total exports	594	620	467	708	396	521	-3
Total (in - out)	2,648	2,378	1,930	2,828	2,839	2,692	0

出典：Bangladesh Port System Development Project Master Plan and Trade Facilitation Study

2) 施設

モングラ港はプサル (Pussur) 河河口部の左岸に位置しており、一般貨物埠頭として5バース (J5 ~ J9) が整備されている。また、港内海域には大型船を係留するための8つの泊地と16の錨地が設置されている。モングラ港の位置を図4-1に、施設概要を図4-2に示す。

一般貨物埠頭5バースは1970年に水深8mの岸壁として整備されたが、その後シルトが堆積したため、現在の岸壁水深は次のようになった。

バースNo	延長 (m)	水深 (m)
J 5	1 8 5	4.9
J 6	1 8 5	4.1
J 7	1 8 5	4.1
J 8	1 8 5	4.4
J 9	1 8 5	5.5

出所 : Bangladesh Port System Development Project Master Plan
and Trade Facilitation Study

同港には、ガントリークレーンは設置されていないが、岸壁背後に9つのジブ・クレーンが設置されている。また、エプロンの背後には貨物を収納するための上屋も設けられている。我々が視察に訪れたときは、エプロンに若干のコンテナが一段積で蔵置されていたが上屋の中は空であった。

3) 管理・運営

同港は、海運省 (Ministry of Shipping : MOS) の監督下にあるモングラ港湾公社 (Mongla Port Authority: MPA) が管理運営を行っている。MPAは1987年に旧チャルナ港から名称を変更されたもので、クルナ北西部のベナボールにあるインランド・コンテナ・デポ (IDP) の管理・運営も行っている。

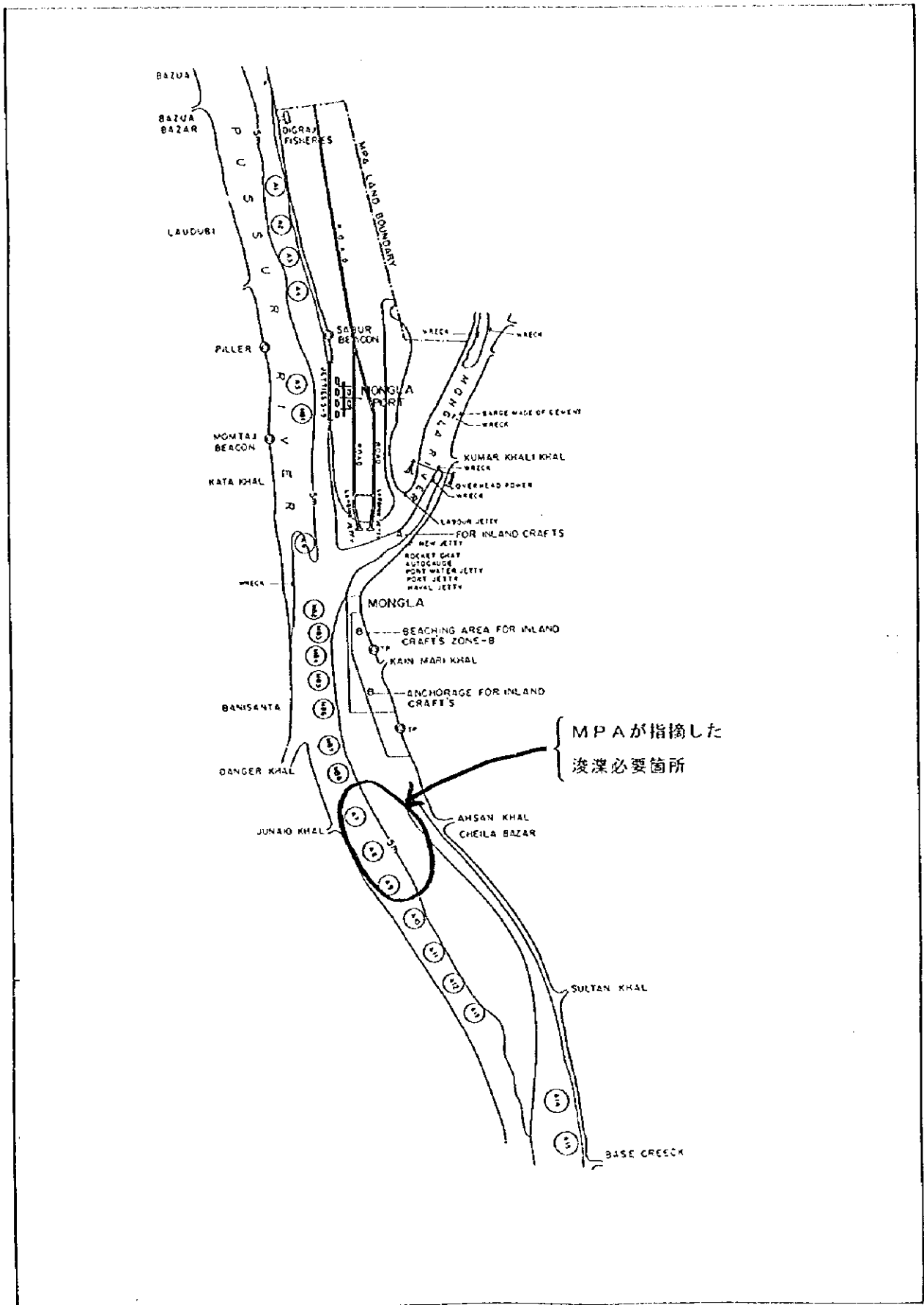


図1-1 モングラ港位置図

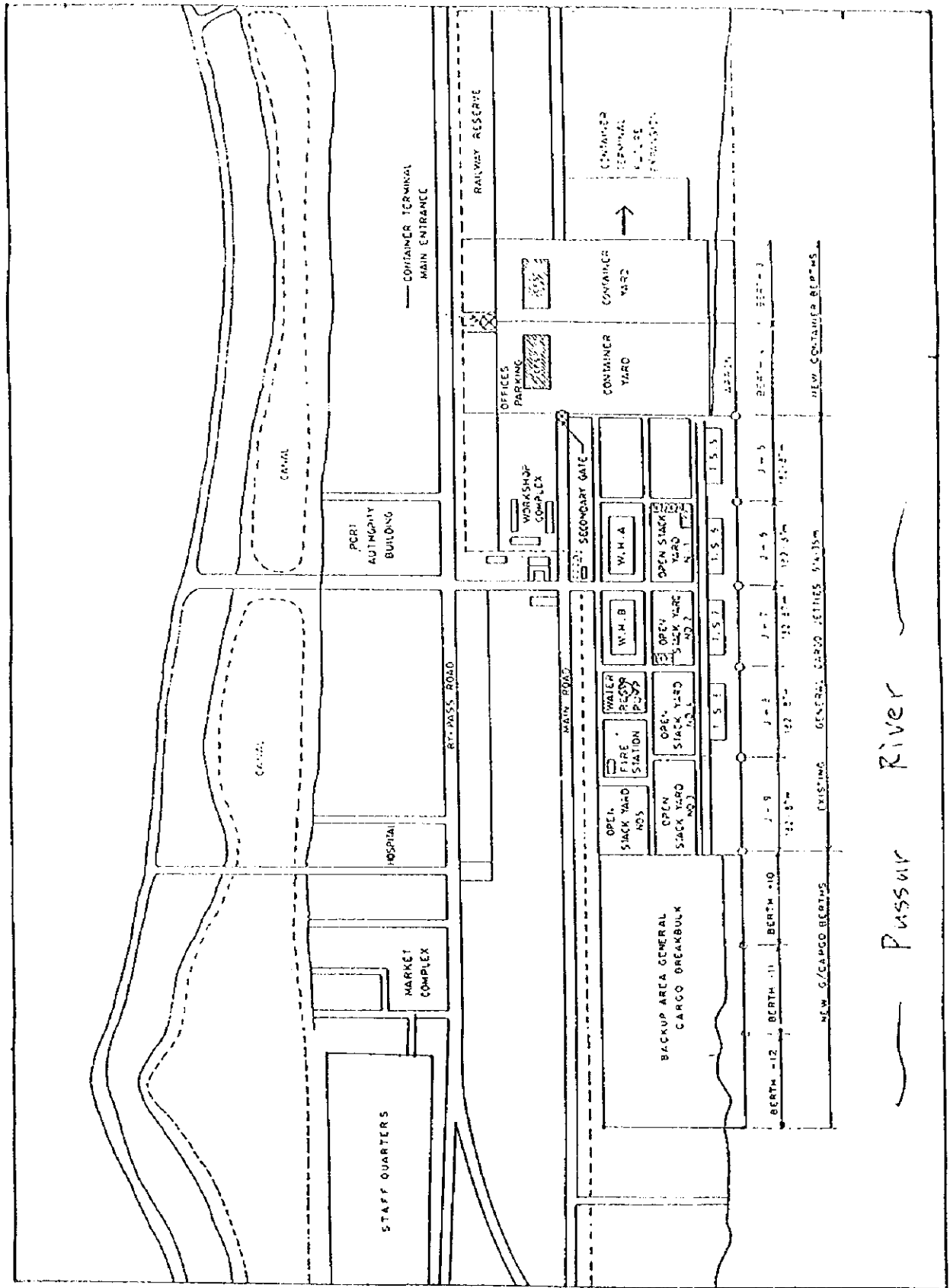


図4-2 モングラ港施設概況

(2) モングラ港におけるシルテーション問題

1) 過去の浚渫経緯

モングラ港は河川の洪水やサイクロンにより常時シルテーションの問題に悩まされている。MPA は自前の浚渫船を所持していないため、1990年まではバングラデシュ水運開発庁 (Bangladesh Water Development Board: BWDB) 及びバングラデシュ内陸水運庁 (Bangladesh Inland Water Transport Authority: BIWTA) が所有するポンプ浚渫船で港湾区域の浚渫 (約 151万 m³/年) を行ってきたが、浚渫船の規模が小さく十分な浚渫が行われなかったために必要な水深を確保することができなかった。そのため、1991/92年には国際入札を通して China Harbours Engineering Co. にブサール航路の浚渫を委託し 359万 m³/年の浚渫を行った結果、干潮時にも 7.5m の水深を確保することができるようになった。しかし、その後維持浚渫を行わなかったために再び航路が埋まってしまった。1994/95年と1995/96年にはチッタゴン港湾公社 (Chittagong Port Authority: CPA) が所有するドラグサクション船 “KHANAK” でブサール航路の浚渫を行ったが、これも浚渫船の規模が小さく十分な浚渫が行われなかった (平均 4,200 m³/週) ために必要な水深を確保することができなかった。

このシルテーション問題を解決することを目的として海運省 (MOS) は、1996年 6月 5日に浚渫と水理学の専門家を含めた委員会 (10名) を設置して検討を行い、水深 7.0m の船舶の航行を可能にするためには MPA が最低年間 160万 m³ の浚渫を行う必要があるとの提言を同年 8月に取りまとめた。しかし、その後さらに航路埋没が進んだため、最新 (1996年 10月) の航路状況における浚渫量の算定を MPA が独自に行ったところ、水深 7.5m の航行を確保するためには表 4-5 に示すように年間 190万 m³ の浚渫が必要であるとの結論を得た。

表 4-5 ブサール航路の必要年間浚渫量

Location	Area	Estimated volume of dredging (In million m ³)
North channel	2,000m × 200m	0.396
Sabour Beacon turning basin	1,200m × 100-200m	0.619
Jetty front	1,100m × 200m	0.386
Mongla Pussur Confluence	650m × 200m	0.107
Mongla Pussur Confluence Approach	750m × 100m	0.197
Shouthern Anchorage Area	1,850m × 100m	1.619
Shouthern Anchorage Passage Channel	1,050m × 200m	1.501
Total		4.858 (say 4.9)

出所 : Mongla Port Authority, Mongla Bagerhat

2) 現在のシルテーション状況と浚渫計画

今回我々がMPAからヒアリングした際には、船舶の航行障害となる砂州の位置は図4-1に示すとおりであり、水深7.5mを確保するためには年間900万ドル（年間300万 $\text{m}^3 \times 3$ ドル/ m^3 ）の浚渫コストが必要であるとのことであった。ADBレポート「PORTS UPGRAIDING PROJECT, 1998. 3」によれば年間190万 m^3 の浚渫が必要であり、浚渫コストは1,200から1,500万ドルであるとの報告がなされている。報告書には浚渫量の算出根拠が明示されていないため詳細は不明であるが、必要とされる年間190万 m^3 の浚渫量はMPAが1996年10月に算定した表4-5の結果を引用したものと推察される。

上記のようにモングラ港における浚渫量と浚渫コストについては、MPAのヒアリング結果とADBレポートの報告内容に違いが見られることから、両者の算出根拠を明確にして適正な浚渫量と浚渫コストを算出することが必要である。

3) 検討課題

MPAのヒアリング結果では、図4-1に示した砂州部分の浚渫を行えば必要水深7.5mを確保でき、アプローチ・チャンネルについては浚渫の必要はないとのことであった。しかし、その根拠が不明確であるため、アプローチ・チャンネルについてもシルトが堆積して、必要水深7.5mが確保されていない可能性がある。そのため、本格調査においては、船社からのヒアリングを通じて浚渫の必要な場所を特定したうえで、浚渫量と浚渫コストの概略を算定する必要がある。

また、MPAはこの浚渫コストを拠出するために、港湾使用料などの値上げを実施しなければならないおそれがある。モングラ港の港湾使用料の値上げは、カルカッタ・ハルディア港やチッタゴン港との競争に不利に働くため慎重に行わなければならない。そのため、浚渫コストと浚渫によって得られる便益との関係を整理したうえで、浚渫の必要性の有無について十分検討する必要がある。

(3) 他国の港を経由するネパール輸出入貨物の現状

1) バングラデシュとネパールとの二国間貿易

世界銀行が本年1月に取りまとめた「Bangladesh Port System Development Project Master plan and Trade Facilitation Study, Interim Report」によれば、ネパールとバングラデシュの二国間貿易は表4-6に示すとおりであり、バングラデシュの一方的な輸出超過となっている。輸出品目としては、鶏肉、紅茶、電気製品、金など様々なものがある。

このレポートでは、二国間貿易はSAARC内の地域間流動にすぎず、海港の港湾計画を考えるうえで重要ではないと判断しており、将来需要予測を行っていない。

表4-6 バングラデシュとネパールの二国間貿易

(単位：百万クカ)

年	輸 出 (バングラ→ネパール)	輸 入 (ネパール→バングラ)	貿 易 収 支
90/91	243.4	0.2	+ 243.2
91/92	1.4	0.1	+ 1.3
92/93	170.2	32.1	+ 138.1
93/91 (暫定値)	13.7	(データ無し)	+ 13.7

2) トランシップ輸送の現状と将来需要予測

同じく世界銀行のレポートによれば、他国の港を経由してネパールへトランシップ輸送されるコンテナ貨物の現状と将来需要予測は表4-7のとおりである。ここで、将来需要予測は以下の前提条件に基づいて行われている。

- ①1991/95年の全体のトランシップ貨物量は、インド・カルカッタ港を経由してネパールへ輸送された実際の取扱貨物量である。
- ②1996/97年以降の全体のトランシップ貨物量は、年10%の伸び率で推移したものとす。
- ③コンテナ取扱個数は14トンをも1 TEUに換算した値を用いる。
- ④バングラデシュを経由する貨物を、全体の15%あるいは5%と仮定して、それぞれの取扱貨物量を算出する。ただし、15%シェアのトランシップ貨物量については、500TEU単位で切り上げて算出する。

表4-7 ネパールの輸出入貨物のうち他国の港を経由するトランシップ貨物量

年	輸 出				輸 入			
	全体のトラン シップ貨物量		バングラデシュ経由の トランシップ貨物量		全体のトラン シップ貨物量		バングラデシュ経由の トランシップ貨物量	
	(t)	(TEU)	15%シェア (TEU)	5%シェア (TEU)	(t)	(TEU)	15%シェア (TEU)	5%シェア (TEU)
1991/95	74348	5311	1000以下	1000以下	210485	15035	1000以下	1000以下
1996/97	89961	6426	1000以下	1000以下	251687	18192	3000	1000以下
2001/02	144883	10349	1600	1000以下	410176	29298	4500	1170
2006/07	233336	16667	2500	1000以下	660592	47185	7500	2360
2011/12	375790	24442	4050	1400	1063890	75992	11500	3800
2016/17	605213	43230	6500	2500	1713406	122386	18500	6120

3) 検討課題

ルブシャ橋の建設計画にあたっては、ネパール〜クルナ〜モンガラ間の物流動向を正確に把握する必要がある。そのためには、①ネパール〜クルナ間の二国間貨物流動、②モンガラ港を経由するネパール輸出入貨物量についてのデータが不可欠である。しかし、世界銀行のレポートでは、二国間流動については貿易額の推移を述べているだけで、貨物流動に対する検討を行っていない。また、トランシップ貨物についてもバングラデシュが全体の15%あるいは5%を分担することの根拠が示されていないため、モンガラ港が実際にどれだけのトランシップ貨物を取り扱うかが不明確である。したがって、本格調査においては世界銀行レポートのレビューを行いつつ、上記二つのデータを算出して、ネパール〜クルナ〜モンガラ間の物流動向を把握する必要がある。

(4) ルブシャ川における内陸水運の現状

1) 内陸水運の管理・運営

航行水路の維持・管理、河川港及び航行施設の建設・維持・管理は海運省 (MOS) 監督下の内陸水運庁 (BIWTA) が行っている。BIWTA が維持管理している内陸水路は、雨季には表4-8に示すように約5,968km、乾期には約3,865kmが航行できる。これらの水路は通行可能喫水によって Class I (12ft・3.65m)、Class II (6ft・1.83m)、Class III (3ft・0.91m)、Class IV (3ft未満) に区別されている。

表4-8 内陸水運水路長

水路クラス	水路長 (km)	水深 (m)
Class I	683	3.60~3.90
Class II	1,000	2.10~2.40
Class III	1,905	1.50~1.80
Class IV	2,380	1.50以下
計	5,968	

2) モンガラ港取扱貨物の内陸水運輸送

バングラデシュ国では内陸水運が重要な役割を果たしている。表4-9に示すように、特にモンガラ港では取り扱う貨物の大部分を陸上ではなく内陸水運を利用して運んでいる。これは、シルテーション問題があるモンガラ港の一般貨物埠頭に大型船が寄港できないため、港内海域で小型船に積み替えて輸送していることが大きな原因である。

表4-9 チッタゴン港及びモングラ港輸入ドライ貨物における内陸輸送機関分担

	道路輸送	鉄道輸送	内陸水運	計
チッタゴン港	3,659,859 t	493,578 t	896,744 t	5,050,181 t
	72.47%	9.77%	17.76%	100.00%
モングラ港	27,582 t	—	209,259 t	2,120,121 t
	1.30%	—	98.70%	100.00%

3) ルーズベルトジェティーの現状

図4-3に示すとおりクルナ市内のルブシャ川右岸にルーズベルトジェティーは位置しており、その施設概要は図4-4のとおりである。昨年11月にプロ形調査団が訪問したときは、護岸整備が行われていないために浸食が起きていたが、今回我々が訪問したときはブロックによる護岸整備がなされていた。棧橋には1隻船が停泊していたが、荷役が行われているような状況ではなかった。ルブシャ橋をAルートに選定した場合、ルーズベルトジェティーを利用する船舶の最大船形が橋梁のナビゲーション・クリアランスに影響するために、本格調査においては船舶の利用状況などを調査する必要がある。

4) 検討課題

ルブシャ橋を鉄道併用橋とした場合、クルナ～モングラ間に鉄道を延伸することが考えられるが、その場合、モングラ港の取扱貨物の大半を内陸水運を利用しているということを十分に考慮しなければならない。本格調査において、モングラ港取扱貨物の需要予測を行うとき、内陸水運の機関分担についても調査する必要がある。

(5) チッタゴン港とモングラ港の機能分担

1) 世界銀行レポートによる両港の将来貨物量予測

世界銀行レポート「Bangladesh Port System Development Project Masterplan and Trade Facilitation Study, Interim Report」によるとチッタゴン港及びモングラ港の将来貨物量は表4-10のように予測されている。ここで、将来貨物量予測の前提条件は以下のとおりである。

- ①バングラデシュ全体の輸出入貨物はチッタゴン港とモングラ港の2港ですべて取り扱われるものとする。
- ②1991/92～1996/97年にバングラデシュ（チッタゴン港+モングラ港）が取り扱った品目ごとの貨物量の伸び率を算出し、将来的な社会・経済状況を考慮して2010/11年までの品目ごとの伸び率を予測する。
- ③1996/97年の品目ごとの貨物量に②で予測した伸び率をかけて、2010/11年までのバン

グラデシユ全体の品目ごとの貨物量を推計する。

④ジャムナ橋の開通、セメント工場・肥料工場的位置などを考慮し、バングラデシユ国全体で取り扱う貨物の内チッタゴン港が占めるシェアを求め、それを基に2010/11年までのチッタゴン港の品目ごとの貨物量を推計する。

⑤バングラデシユ国全体の貨物量からチッタゴン港の貨物量をマイナスした量をモングラ港の貨物量とする。

表4-10 チッタゴン港及びモングラ港の将来貨物量予測

(単位：千t)

	チッタゴン港			モングラ港		
	輸出	輸入	合計	輸出	輸入	合計
1996/1997	1,437	9,117	10,554	521	2,171	2,692
2000/2001	2,573	12,351	14,927	458	2,632	3,089
2005/2006	3,096	16,829	19,925	451	3,226	3,677
2010/2011	3,681	22,573	26,254	481	3,959	4,443
2016/2017	4,696	31,095	35,791	537	5,277	5,813

出所：Bangladesh Port System Development Project Master Plan and Trade Facilitation Study

2) 検討課題

モングラ港において上記に示された将来貨物量を扱うとすると、大型船を入港させるための浚渫が必要となる。チッタゴン港及びモングラ港の機能分担を検討する場合、浚渫コストを含めた港湾施設の整備費用と物流コストを最小にするように、両港の将来貨物量を分配することが望ましい。世界銀行レポートではこうした観点からの分析がなされておらず、また、ルプシャ橋建設の影響は全く考えられていない。さらに、カルカッタ・ハルディア港などの周辺諸国の港湾との機能分担に関する分析も行われていないため、本格調査においてはこれらを考慮した港湾整備費用と将来貨物量との関係について分析を行う必要がある。

特に、モングラ港から輸入(輸出)する貨物を、チッタゴン～モングラまでブッシャー・バージなどで内陸水運輸送した場合、モングラ港に大型船を寄港させなくてもよくなるため、その時のモングラ港の浚渫費用削減効果について分析を行う必要がある。この点については、ADBとの協議においても意見の一致をみたところである。

ところで、本報告書で引用している現在の取扱貨物量は、世界銀行レポート「Bangladesh

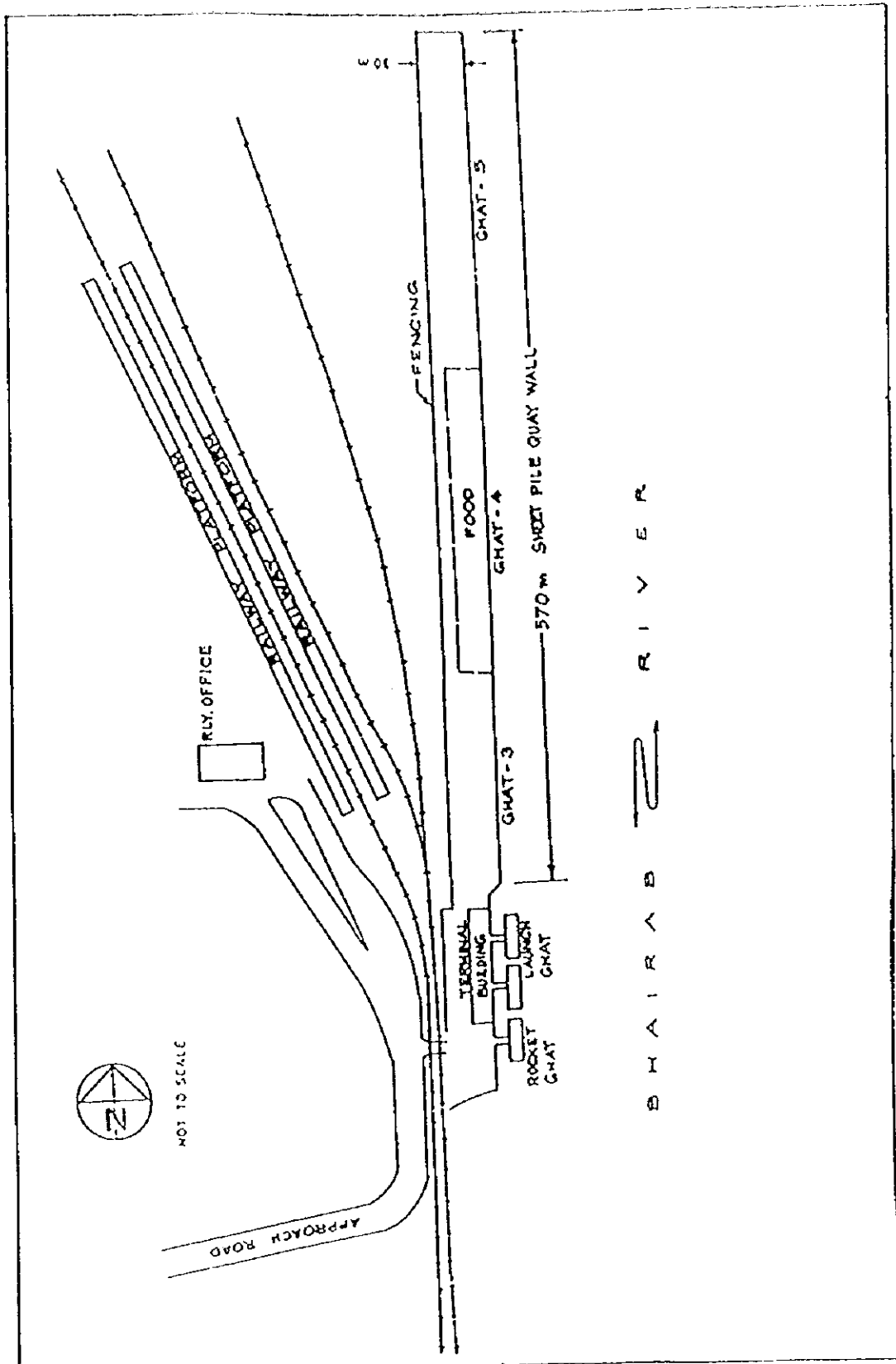


图4-3 Layout Plan of BIWTA Terminal at Khulna

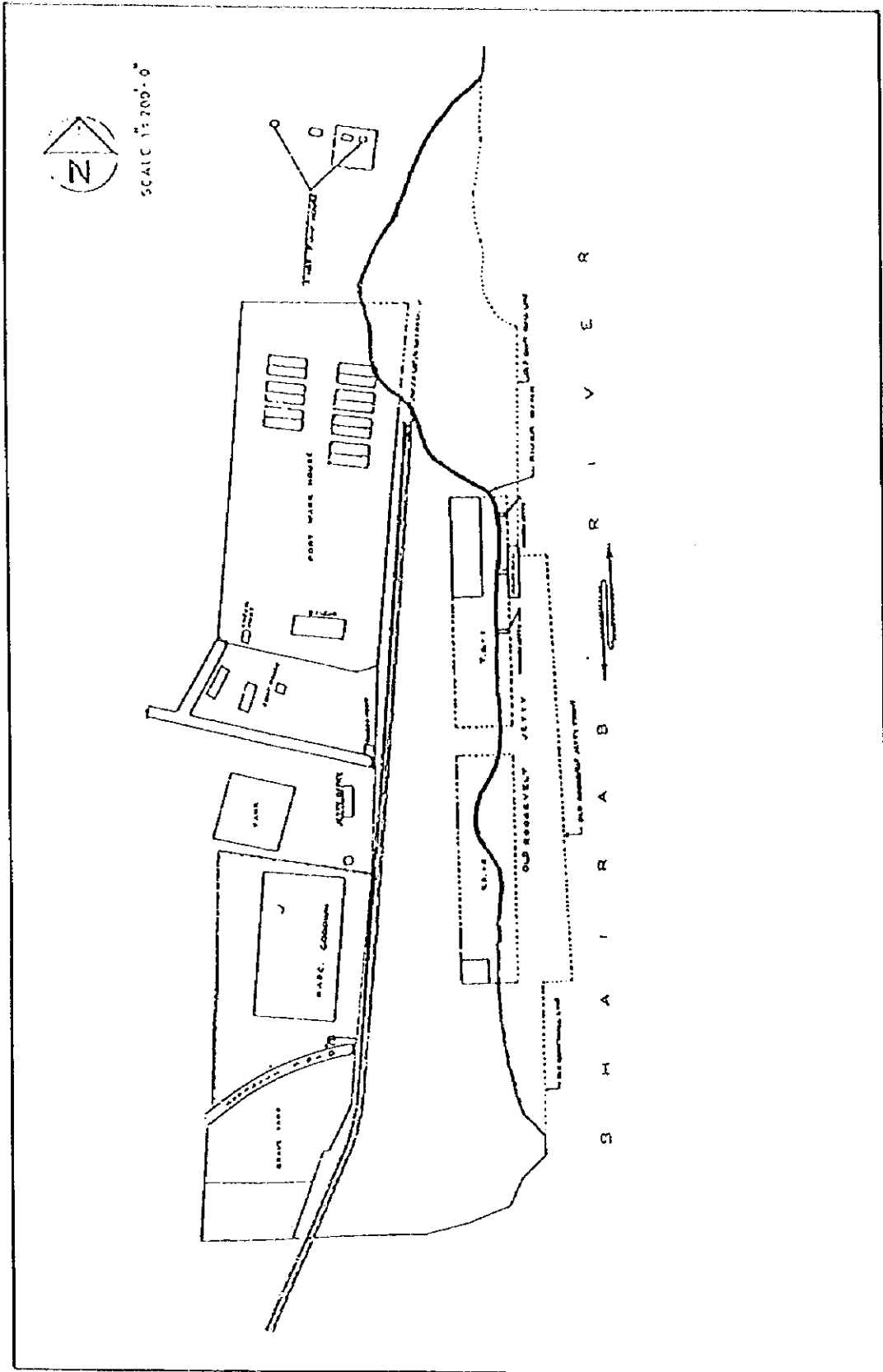


图4-1 Layout Plan of Roosevelt Jetty at Khulna

Port System Development Project Master Plan and Trade Facilitation Study」に記載されているものを用いた。この貨物量はMPAが発行しているパンフレット「Mongla Port」とほぼ同じ値であるが、このパンフレットには輸出入別の貨物量までの記載がないため、世界銀行はパンフレットの元データをMPAより入手して輸出入別取扱貨物量を記載したものと思われる。しかし、その元データがどのように集計されたものであるかが不明なため、本格調査においては貨物量データの算出根拠を明確に示す必要がある。さらに、本格調査において貨物の需要予測を行う場合も、客観的な説得力を持たせるために、そのデータの算出根拠を明確に示す必要がある。

4-2 道路の現状と課題

今回の事前調査において実施したクルナ市を中心としたバングラデシュ南西地方の道路整備状況及びルプシャ橋建設計画にかかわる道路の課題に関して、上空からの目視調査や現地踏査、さらには関係機関ヒアリングから把握できた事項について以下に記述する。

(1) 道路の現状

1) 概況

バングラデシュの首都ダッカの南西に位置するクルナは、ダッカ、チッタゴンに次ぐ第3の都市であり、ダッカから直線距離で約130kmに過ぎない。しかしクルナ市はパドマ川（ガンジス）やルプシャ川の大河対岸に位置し、かつこれら大河のデルタ地帯上にある。その地形条件の厳しさから道路は分断されフェリー渡河を余儀なくされており、道路補修も適宜行われていないため、道路整備状況は甚だしく遅れている。今回の現地調査においてもダッカから約50km北のジェソールまで飛行機で、その後車によりクルナ市内に移動したが、約半日の移動時間を要した。

またクルナの約15km南に位置するモングラはチッタゴンと並ぶ国内第2位の物流を扱う重要港であるが、河川港であるがゆえに流下土の堆積は避け難い状況である。このため水深確保が難しいという慢性的な問題を抱えており、貨物取扱量の伸び悩みの原因の一つとなっている。

なお、ダッカからモングラ港へは次の2ルートが陸上交通手段となっているが、詳細についてはプロ形報告書を参考とされたい。

①ダッカ～北西部回路を經由するルート

ダッカから北西地域に向かう国道5号を西進してジャムナ川とパドマ川の合流点に至り、国道7号をさらに西進した後、南下してジェソールを經由してクルナに至る。モングラ港へはルプシャ川をフェリーで渡河してさらに約15kmの行程となる。全延長は約320km

で直線距離の約2.4倍以上となるが、フェリー渡河が1か所のみで国道であるため、トラックやバスの大型車の通行が多い。

②国道8号と地方道を経由するルート

ダッカから国道8号を西進し、Takerhat まで南下する。ここから地方道を利用し、フェリーで Madhumati 川を渡河してクルナ～モングラ道路に達する。クルナ市街にはルブシャ川をフェリーで渡ることになるが、モングラ港へはルブシャ川を渡河しないでそのままクルナ～モングラ道路が利用できる。全延長は約190kmであるが、フェリー渡河が計6か所もあり、全延長の約半分が車線幅の狭い、線形の厳しい区間であるため、大型車両の通行は困難である。

ダッカ～クルナ間のこのような南西方向への道路整備の著しい遅れに対し、モングラ～クルナ道路やクルナ～ジェソール間の南北道路及びジェソール～ベナポール間の東西道路の状況はおおむね良好である。特に南北交通に関しては今年度工事発注予定のパクシ橋が完成した場合、インド国領内の通行保証の問題や物流規模が小さいという課題は残るものの、北部のネパール国、ブータン国との物流の活性化が期待されている。また東西交通については今年度供用予定のジャムナ橋の完成により隣国インドとの物流も活発になるものと思われ、バングラデシュ北西部の発展が今後有望視されている（バングラデシュ道路網図参照）。

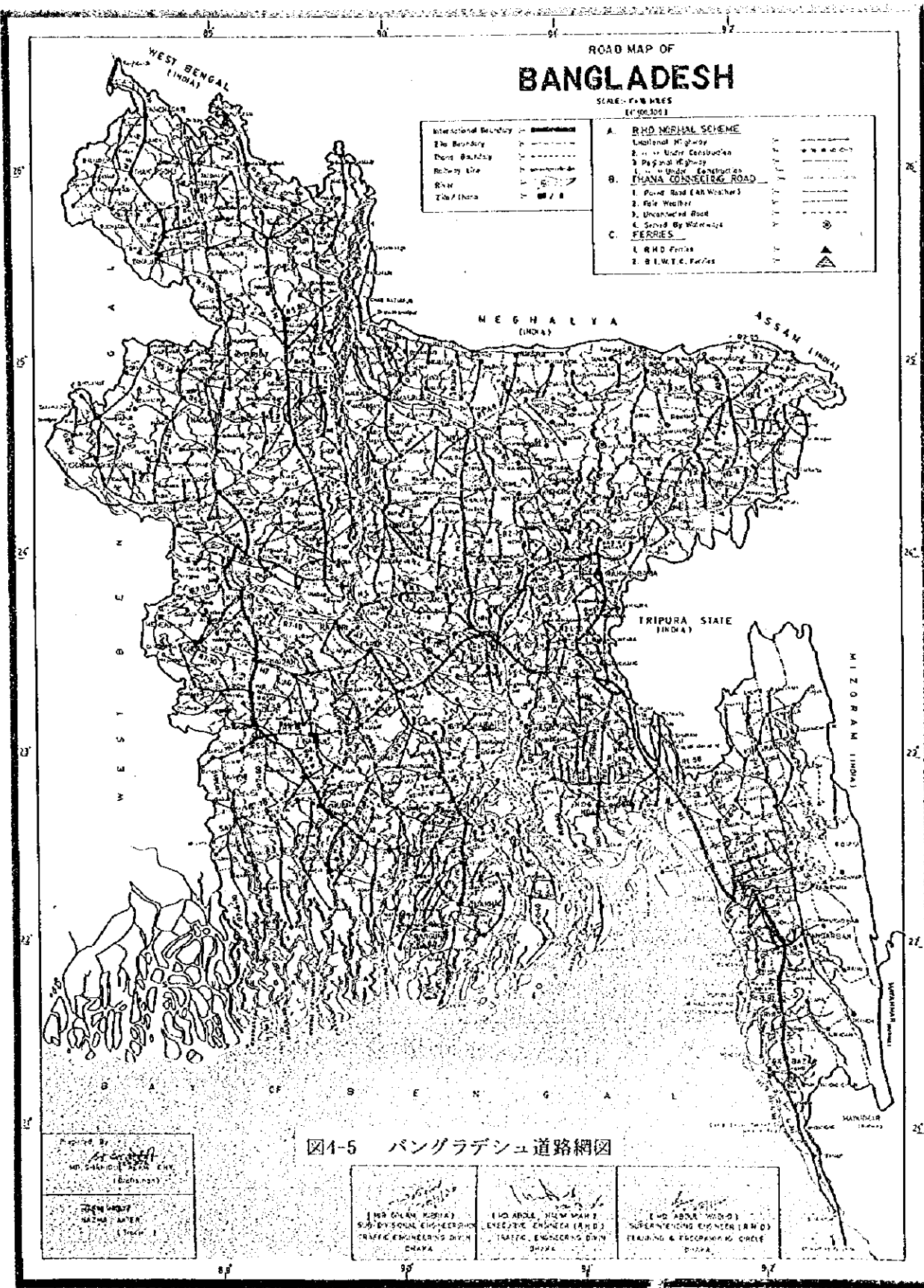
2) ジェソール～ベナポール間（アジア・ハイウェイの一部）1998/3/26 AM

インドとの国境の町であるベナポールへは車により現地踏査を行った。国境付近にはインドからの輸入品を受け取るべく空のトラックが列をなし輸入品の通関待ちをしている。また道路両側のモングラ港の管理する倉庫にも建設資材や機械類などの輸入品が多数貯蔵されていた。この間の道路は全幅約6mの舗装道路で一部ポットホールなどの損傷はあるもののオーバーレイがほぼ全線で実施されており管理状況は良好といえる。さらにトレーラなどの大型車の交差を容易にするため、路肩を1m広げる道路拡幅計画もあり、路傍樹木の伐採を進めているところである。

3) ジェソール～クルナ間 1998/3/26 PM

道路の舗装幅員は約6mであるが、この区間はモングラ港から北西部地域への道路輸送における重要幹線道路に位置づけられる。世界銀行の援助による補修路線区間でもあり、今回の我々調査団訪問の2週間前にオーバーレイ改良工事が完了し、非常に良好な状況であった。ただしこの間には鉄道踏切りが5、6か所もあって、周辺には商店や家屋が密集しているため、踏切部区間のみ道路補修が未着手の状況であった。これらが交通渋滞を引き起こす大きな原因となっている。

なお道路改良材料である路盤材（砕石・砂）、アスファルト合材は輸入に頼っているが、



ROAD MAP OF
BANGLADESH

SCALE: 1:500,000
(1"=50 Miles)

International Boundary	—	A. RHD NATIONAL SCHEME	—
State Boundary	- - - - -	1. National Highway	—
District Boundary	- · - · -	2. Under Construction	—
Railway Line	—+—+—+—	3. Proposed Road	—
River	—	4. Under Construction	—
Water Area	□ / □	B. TANKA CONNECTING ROAD	—
		1. Paved Road (All Weather)	—
		2. Pile Weather	—
		3. Unpaved Road	—
		4. Serviced by Waterway	—
		C. FERRIES	—
		1. RHD Ferries	—
		2. B.L.M.T.C. Ferries	—

図4-5 バングラデシュ道路網図

Prepared By
[Signature]
MR. SAHABUDDIN KHAN, ENY
(Bangladesh)

TRAFFIC ENGINEER
RAJIBUL KARIM
(Traffic)

MR. OLAN MURTAZA S.D. CIVIL ENGINEERING TRAFFIC ENGINEERING DIVN DHAKA	MR. ABOL KALAM KHAN S.D. CIVIL ENGINEERING TRAFFIC ENGINEERING DIVN DHAKA	MR. ABUL KALAM KHAN SUPERVISING ENGINEER (RHD) TRAINING & EDUCATION OFFICE DHAKA
---	--	---

一般道路の補修には路盤材としてとして焼き煉瓦を人力で砕き粗骨材として使用しているのが多く見受けられた。

4) クルナ市街地 1998/3/26-27

市内の幹線道路は中央分離帯を有した完全分離の片側2車線道路で路面状況はおおむね良好である。交差点部はロータリー方式で信号制御は行っておらず、自動車、ミニタク、リキシャが我先にと進入し交通渋滞を発生している。また当日は大雨の影響で市内は一面30から40cm滞水し、道路機能が麻痺した状況であった。ルプシャ川からの潮流の影響や排水機能の劣悪さもあると思われるが、本調査路線選定、概略設計に当たっては、必要用地面積や必要土工量とこれらが及ぼす周辺地域への影響を考慮しつつ盛土高さの検討を行う必要がある。

また路線選定に関しては、クルナ開発公社（KDA）は独自にクルナ市の西部を迂回するバイパス計画を現在再検討中であり、RHDの提案している Alignment-A に近いルートとなっている。さらに現地コンサルタントが衛星写真によるクルナゾーンの1/10,000地形図を作成中であり、4月には完成するとのことであった。本格調査時には有効に利用できるものと思われる。

5) 上空からの提案ルート調査 1998/3/27 AM

二班に分け小型飛行機により上空から調査を実施したが、写真撮影は認められなかった。既設道路端末のフェリー乗り場から発進し Alignment-B に沿って飛行、その後モングラ港を旋回しフェリー乗り場に戻るルートで路線近傍の開発状況、土地利用状況などの調査を行った。

市内中心部の開発状況は既設道路に沿って市街化が進んでおり、この間の道路拡幅改良には多大な費用と時間を要するものと考えられるため、輸出入用大型トレーラの通行できるバイパスは必要であると思われる。

これに対し、現在提案されている両A、B案とも北部の既設道路接続部に工場が点在し、その他家屋の密集する地区を一部通過するものの、全線にわたり水田などの農地が広く分布する区域を通過して。上空から見ると河川以外大きなコントロールポイントはなさそうである。ただし鉄道併設の場合は路線の縦断線形・平面線形上の制約が厳しくなるため、両案を詳細に比較検討する必要がある。

次にモングラ港までのルートを飛行したが、ほとんどがエビ養殖池が一面に多くわずかに道路と家屋周辺の樹木が線状に確認できるだけであった。

6) フェリー乗り場～モングラ港 1998/3/27 PM

この間はモングラ～クルナ道路と呼ばれ ADB の融資により建設された総幅員約10mの舗装道路で40フィートトレーラも交差可能で、両側路肩には一定間隔に非常駐車帯も設置

されている。また沿線のほとんどは木田、エビ養殖池で覆われているが、盛り土高さも十分確保されており本格調査時の道路設計の参考にできるであろう。残念ながら交通量は現在のところ少ない状況である。

(2) 道路計画の課題

1) 概要

今回のルブシャ橋の建設及びモンガラ港地区開発にかかる計画調査は、ADBにより1991年/95年にかけて実施されている。この報告書では路線選定に関して、2ルートと比較検討している。両案とも現在運航しているフェリー・ターミナル、船舶用ヤード、船ドックなどを考慮し、市街地を避けたルートで計画されている。この検討結果に基づき RHD も以下の2案を鉄道併設橋・往復4車線道路橋として提案している。

ルートの概要は次のとおりである。

・A案ルート；国道7号、8号の合流する Fulutala から Siromon へ南下し、クルナを西側に大きく迂回するバイパス道路でルブシャ川のフェリー・ターミナルより約3km下流の地点を橋梁で横架し、モンガラ道路に取り付くルート。

バイパス延長 約25km 橋長 約600m

・B案ルート；Siromonの上流側のCantonmentからルブシャ川を渡りクルナの東側を迂回しさらに河川を2か所で横架するバイパス道路で現在のフェリー・ターミナル上流東岸を通過し、モンガラ道路に取り付くルート。

バイパス延長 約18km 橋長 約750m (200m、250m、300m)

両案ルートともモンガラ地域から国内北西部への交通を同等にサービスできるが、A案は土工でクルナ市内に直結できるのに対し、B案では橋梁が必要となる。また、KDA によるクルナの将来開発は南西地域への延伸を基本計画としており、A案の場合この計画に直結できる。さらに費用・環境・土地利用面などを総合的に評価し、KDA はA案ルートに近いルートを推奨している。

その他 KDA 案に関して、ヒアリングの結果を以下に列記する。

- ①クルナ開発マスタープランで十分調査されている。
- ②提案ルートはA、B案の内側にあり、A案に近いルート選定となっている。
- ③ジェソールからモンガラ港までのバイパス機能を有し、交通量の多いクルナ市内を避けることができる。
- ④路線はほとんど農地・空き地を通過するため、ルブシャ橋の影響により発生する人、家、有効地損失の問題に対し、近隣への移設が可能である。
- ⑤橋梁建設予定地はルブシャ川フェリー乗り場に近いため、渡河する旅客には便益が大

きい。

⑥ KDA の計画は国の関係機関に明確にされている。

⑦ 提案ルート of 用地は一部買収にはいつている。

ただし、KDA は鉄道併設ではなく、道路のバイパスとしていつている。また建設手順としては、モンヅラ道路から Satkhira 道路までの南部を整備し、その後 Daulatpur の交通渋滞解消を目的としたバイパス延伸を考いつているようである。

2) 検討課題

現地調査・ヒアリングの結果から、道路計画を進めるにあたり以下の事項を念頭に検討を行わなければならない。

① 道路単独（二車線または四車線）の場合、鉄道併設の場合の建設費はもとより、農地や家屋などの撤去、再雇用などの社会的な影響や周辺環境への影響を配慮し、費用対効果の検討などを総合的に評価する必要がある。

② RHD 提案の 2 案のほか、調査団から提案したクルナ付近の鉄道駅のコンテナヤード建設と既設鉄道改修案の検討では、バイパスからの支線計画をアクセス道路として比較検討に加える必要がある。

③ 交通量調査は、将来交通量を予測するうえで基本となるため、クルナ地域の物流・旅客の動きを的確に把握する必要がある。幸い KDA がクルナ市内の OD 調査（図 4-6 Map of Khulna City）を実施しているとのことであり、本格調査ではジェソールまで含めたクルナ周辺の幹線道路における調査を実施し、両調査結果を有効に活用すべきである。

④ 道路概略設計で必要となる地形図は、一般に国内の場合 1/2,500~1/5,000 の縮尺のものが使用されている。この縮尺の場合、航空写真測量を行い図化する必要があり、図面完成までは約 1 年を要してしまう。このため本格調査では KDA の行いつている 1/10,000 地形図を活用することとすべきである。またフィージビリティ調査への未契約期間の空白時間を最小にするため、最適案に沿った路線測量をフェーズ 2 で即実施できる準備をしておくことも重要である。

⑤ コストに大きく影響する輸入建設用資材の調査、現地発生材の有効利用の可能性などを的確に把握する必要がある。また盛り土材はサイドボロー方式で計画道路側方を掘削することになるが、跡地は沼地となつてしまつて利用されていないケースがほとんどであるため、水田利用・養殖池などの有効利用も提案すべきである。

なおジャムナ橋建設では、盛り土材はジャムナ川より浚渫採取し、土地のロスを最小限に抑いつている。今回のルプシャ橋本格調査でも検討すべきである。

⑥ 橋梁建設完成までには工事開始から 3、4 年は必要であるが、現在でもフェリー乗り

場周辺は人、リキシャ、車が無秩序にフェリーに押し寄せ、混雑している状況である。このため、橋梁完成までの短期的な混雑緩和対策を検討することも重要である。対策案としては乗り場における旅客、車の完全分離の検討、またブッシャーバージを使用した人専用船の供与なども一つの案として検討対象にあげられる。

4-3 鉄道輸送の現状と課題

(1) バングラデシュ鉄道の概要

バングラデシュの鉄道は植民地時代にチッタゴン港及びカルカッタ港への一次製品の搬出を主要目的に建設された2つの鉄道をベースに運営している。この2つの鉄道は国土の中央を流れるジャムナ川を境に西半分がインドの幹線と同じ広軌（軌間1,676mm）、東半分が東南アジアと同じメーター軌（軌間1,000mm）であり、現在も軌間の異なる2つの軌道が併存し円滑な国内輸送を妨げる要因となっている。

鉄道の総延長は、1996年現在2,706km（広軌884km、メーター軌1,822km）であり、カルカッタを起点として建設された広軌鉄道は、1917年のインドの分割によりカルカッタとの連絡を断たれ、国土の西半分において主に南北方向の輸送を行っている。一方、チッタゴンを起点とするメーター軌鉄道は、国土の東半分をカバーするとともに、一部は北西部へも及んでいる。

バングラデシュ鉄道の経営は低運賃に加え輸送シェアを道路に奪われ恒常的な赤字状態にある。現在、ADBの支援を受けて「鉄道復興プログラム」が実施されている。プログラムの主な内容は、赤字路線の廃止、余剰人員の削減、無賃乗車の抑制などとなっている。

(2) 調査対象地区の状況

本件ルブシャ橋の建設と鉄道輸送の有機的な結合を検討するにあたり、インド東部、ネパール及びブータンそして北部のジャムナ橋を經由シグッカ及びバングラデシュ東部への物流が想定されることからジェソールを中心とした西のベナホール、南のクルナ及びルブシャイーストの状況について視察した。

現在、ベナホール～ジェソール間は休止路線であり鉄道輸送は行われていない。ベナホールのインランド・コンテナ・デポはインドから輸入される物資を中心に取り扱っており、すべてトラックによりバングラデシュ国内に運ばれている。関係者によると自己資金による当該鉄道区間の改修計画が検討されているとの情報を入手したが、今後の動向を見守る必要がある。クルナ～ジェソール～ハーディング橋間はADBによる改良事業の対象路線であったことからバラスト散布を含む軌道整備状況はおおむね良好であったが、資金不足により部分的に完了していないとのことであった。他方、ルブシャ川を渡ったルブシャイースト～バガーハットはADBによる廃止勧告路線であり、現在休止線となっており今後の活用の目処はないと思われる。

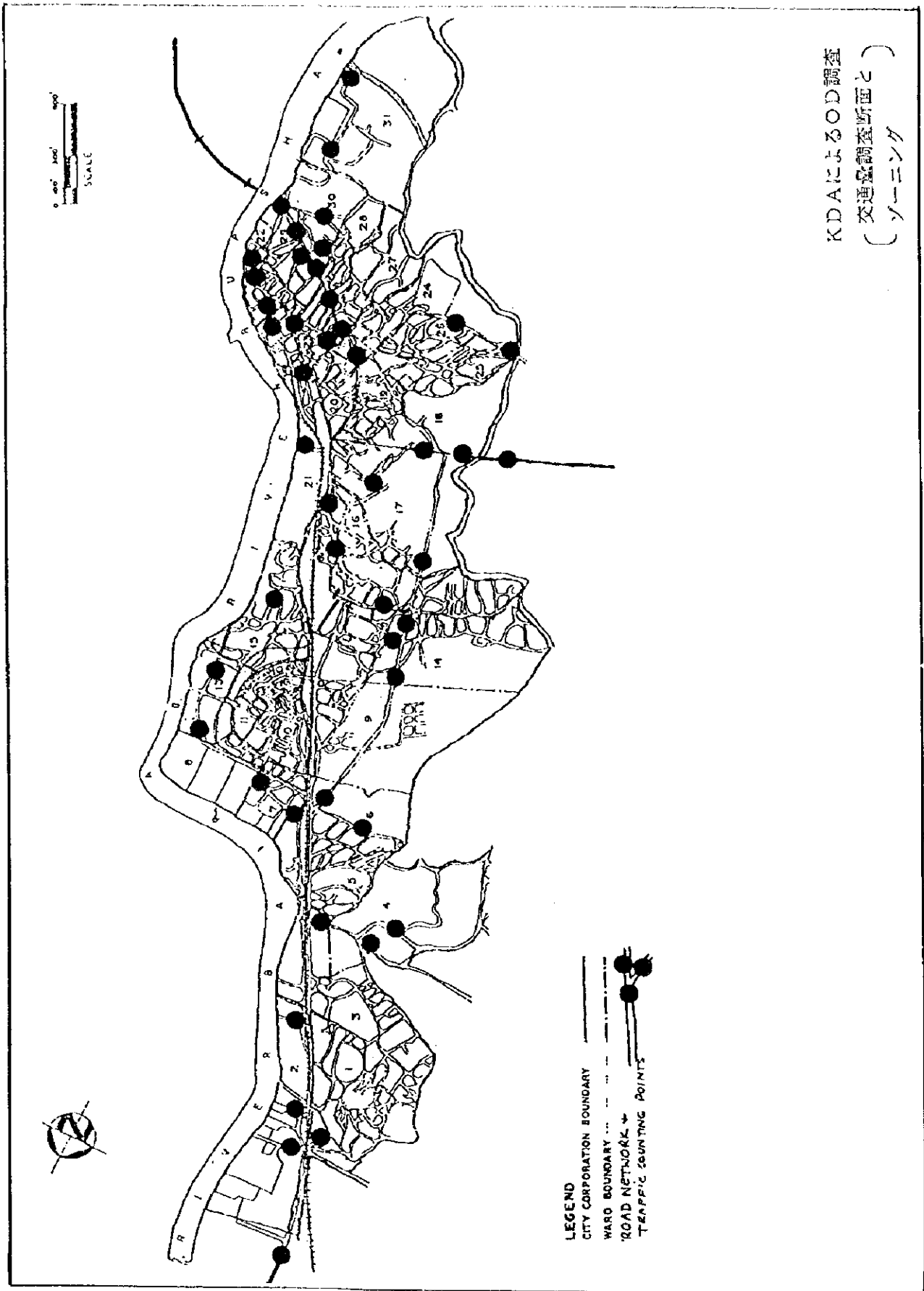


図4-6 Map of Khulna City Corporation Khulna

(3) ルブシャ鉄道・道路併用橋の課題

ルブシャ橋はモングラ港とクルナ市を結ぶルート上の橋梁であり、鉄道輸送の視点からみれば北のジェソールに連絡し、そこからさらにサブ・リージョナル・エリアに結合されることによりその機能が発揮される。現在、物流の発生地点としてのモングラ港は鉄道輸送に供する十分な貨物量はなく、今後のモングラ港の整備による増加物流を慎重に検討する必要がある。また、ネパール国など近隣諸国間の増加物流を視野に入れた場合でも必ずしも鉄道輸送に見合う量が発生するかは疑問の余地も大きく詳細な需要予測を行う必要がある。

バングラデシュ側が要請する鉄道道路併用橋とした場合、道路橋に比べ橋梁本体の建設費の増加はもとより、縦断勾配の制約からアプローチ区間の用地取得面積の増加、住民移転などの影響範囲拡大に伴うトータルコストの増加は明白である。さらにクルナ～モングラまでの約40kmに及ぶ鉄道延伸が前提となることから現在、ADBの「鉄道復興プログラム」を推進しているバングラデシュ鉄道の新たな負担となるとは避けられない。したがって、既存鉄道路線の有効活用を念頭に置き施設改善事業をすすめ輸送力を向上させ、道路、内陸水運との機関分担による有機的な結合について検討する必要があると考える。

4-4 橋梁計画の現状と課題

(1) 架橋地点の現況

1) 架橋の位置

クルナ市はダッカの北西約130kmに位置し、人口約400万人、ルブシャ川の屈曲部に広がった街である。ルブシャ川の西側が本来の街区で、現在も主に西へと発展しつつある。

土地は海拔約5mであるが、河川は潮位と連動しており、かつこの地点はガンジス川の支流の末端であり、河川の洪水とともにサイクロンによる高潮の影響を大きく受ける地域である。この地域の河川も、国内の他の河川と同様に、常に上流からのシルテーションで細砂、シルトの堆積、浸食、洗掘及びこれらの結果としての河床の移動を繰り返しているものと思われる。

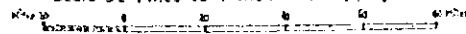
架橋地点はAルートの場合、現道のフェリーガットを基準にしてルブシャ川下流側約2、3km、川幅約550から600m、水深10m程度と見受けられる。西岸は小さな造船所などが直近にあり、家屋の移転などの問題が生じる可能性がある。東岸は、家屋は見受けられない。

BANGLADESH

SHOWING RAILWAYS

1992

Scale 32 Miles to 1 Inch or 1: 2,027,520.



Bangladesh Railway Broad gauge: single line; double line	—————
" " Metre gauge (double line)	—————
" " Metre gauge (single line)	—————
" " Temporarily closed	—————
Foreign Railway Broad gauge: single line; double line	—————
" " Metre gauge	—————
Rivers; International Boundary	—————

The quality of some of railway stations has been taken from the data supplied by the railway authorities. The actual boundaries of Bangladesh have been shown in accordance with the best information at present available. They have not been fully surveyed or delineated and their alignment on this map is not necessarily authoritative.

Published under the authority of Ch. H. Haque, Secretary General of Bangladesh.

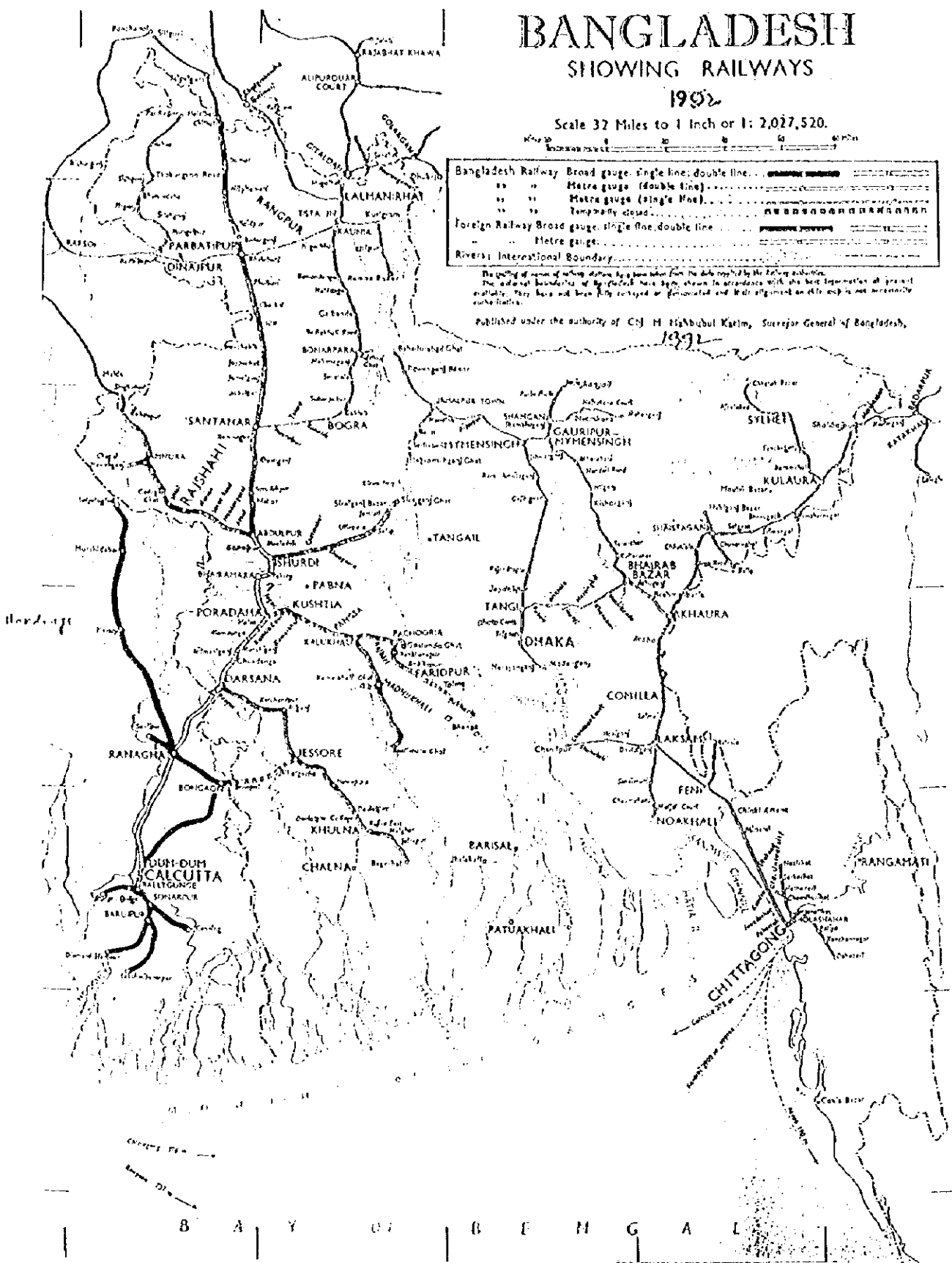


図4-7 バングラデシの国鉄道網図 1992



写真-1 Aルート架橋予定地点を望む

Bルートの場合、3つの川を横断することとなる。モングラ港から北上した場合、そのまま、ルプシャ川に沿って北上を続けるルートである。この場合、南から、アセロバキ川、川幅約250から300m、アタイ川、川幅約300m程度、フェリーガットよりおおむね15km上流のバイラブ川、川幅約200mの3地点を渡河することとなる。空からの目視であるが、アセロバキ川付近は水田、アタイ川付近は林または森林、バイラブ川付近は宅地化が進んでいる（別添図4-9及び写真-1～5参照）。

2) 地形及び地質概況

クルナ市一帯は、ガンジス川、ジャムナ川の溢水地域にあたり、北から南に向けての一面平坦なデルタである。この付近は、シルト質細砂が覆っており、架橋地点付近の地質構成をルプシャ川の例で示すと、地表から10m程度まで粘土質シルトで非常に軟弱、以下はシルト質細砂の安定層にシルト質粘土、ピート混じり粘土などの弱層が互層となっている。N値の高い中程度の粗砂または細砂にたどり着くのは40mから50mのポイントであり、基礎の支持層が非常に深く地盤としては良いとは言えない。

3) 河床変動と洗掘・浸食

Bangladeshでは河床変動と洗掘・浸食の問題は橋の位置、長さを決める大きな要素である。

図4-9からの読み取り及びジャムナ川の現地視察の結果から、河岸は粘土質であると思われる、比較的安定しているようであるが、上流川のルーズベルトジェティー付近では洪水時に若干の浸食を受け、調査時点では護岸の補修中であった。

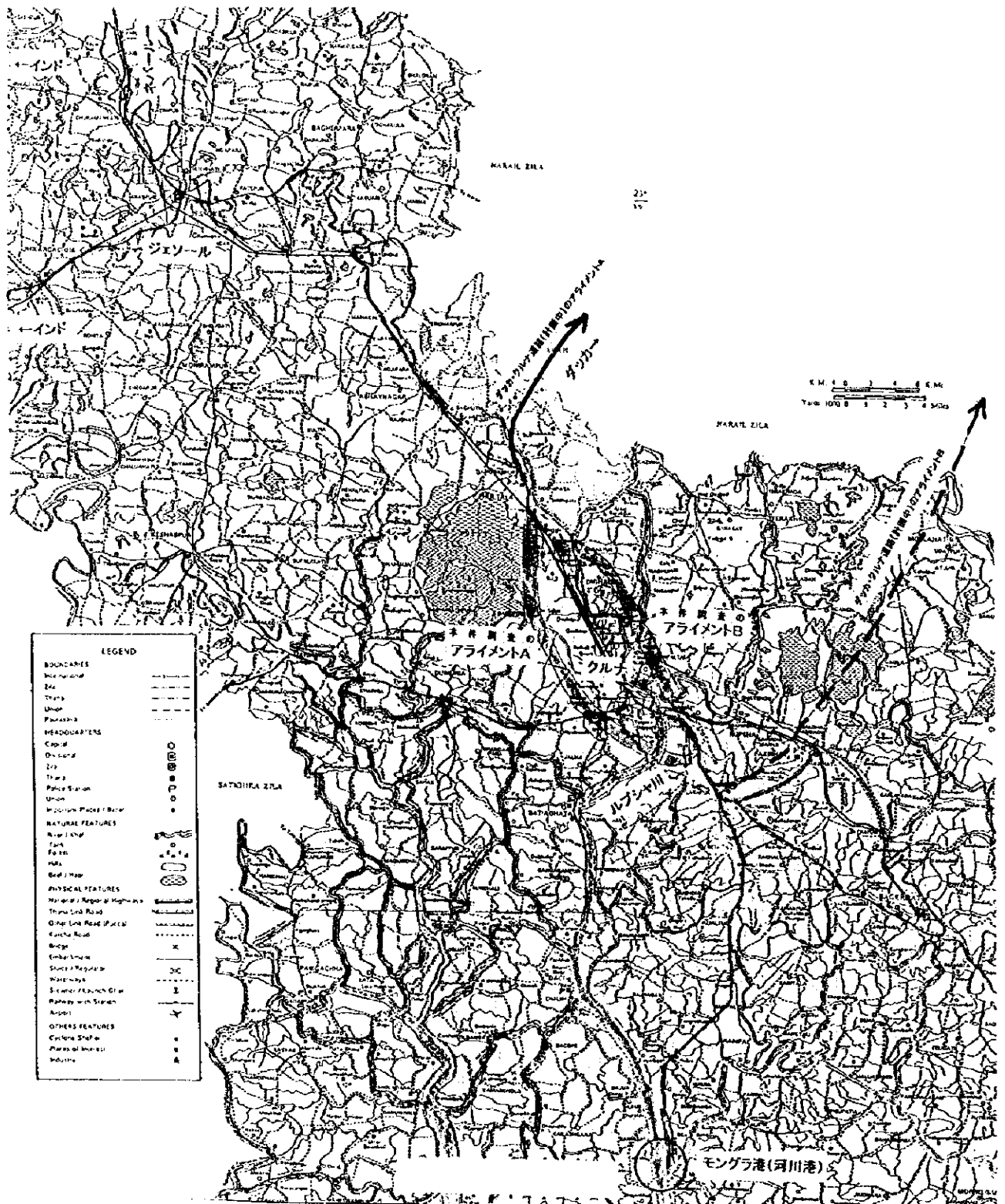


図4-8 調査範囲図



写真-2 ルーズベルトジェティの補修状況

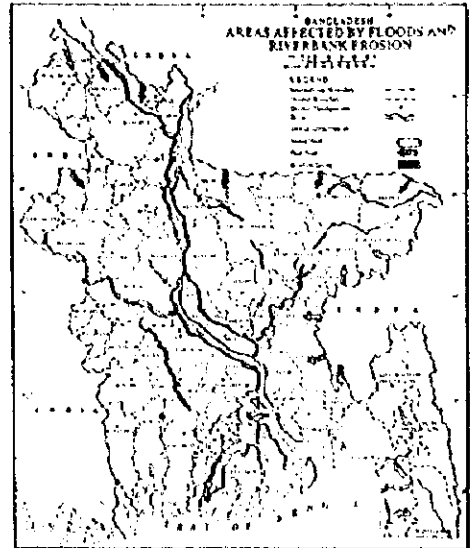


図4-9 洪水影響地域図

なお、1994年から1996年のデータによると、海水の H.W.L.は最大3.2m程度、L.W.L.は最小-0.8m程度であり、ルブシャ川の H.W.L.、L.W.L.はそれぞれ8月の3.2m程度、1月の-0.4m程度である。年間降水量は1,500~1,900mmである（別添写真-6参照）。

4) 地震

図4-10の地震区域図によればクルナは最下位のランクで、基準震度が0.01gとなっている。直近上位のランクは0.05gとなっているが、このランクの地帯に位置するジャムナ橋では、100年確率震度として0.25gを使っている。また、1950年まではマグニチュード8クラスの大地震が15年周期で起きていること、多くの断層が見つかったとの報告もあることから、耐震設計上の震度もジャムナ橋の例に応じた震度となることが予想される。

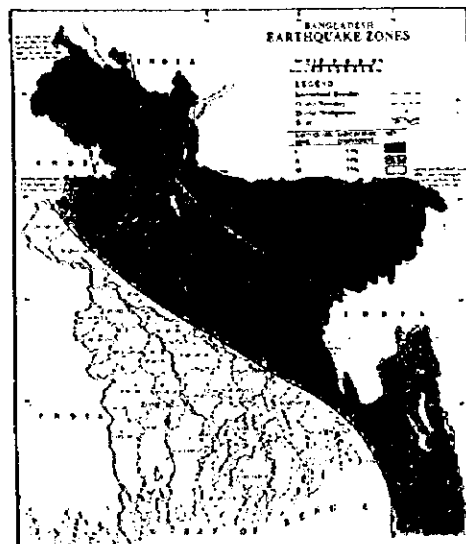


図4-10 地震区域図

5) 風

サイクロンの履歴調査によれば、1974年からの最大風速は時速160km（毎秒44m）であった。

6) 気温

1994年のクルナでのデータによれば、年平均気温は26.7度、年最高気温は34.7度、年最低気温は12.1度で、年平均気温からの偏差は約+8から-15度である。

年平均気温からの変化は比較的少ない。

(2) 計画上の調整

現在、RHD、バングラデシュ国鉄、KDAなどがそれぞれ、クルナ付近のアライメントを描いており、架橋地点に違いがあるが、今回のフェーズ1調査では、調整が必要となろう。

(3) 技術上の課題

1) 歩行者と車の分離

バングラデシュ国では歩行者と車、リキシャとの分離が進んでいない。ダッカは言うに及ばず、クルナでもかなりの混雑状態で、道路の交通容量を著しく低下させている。KDAのデータによれば現在、毎日5万5,000人がフェリーを利用しているとのことであるが、架橋への影響を考える場合、現在のフェリーガットからの距離がかなりあることから、歩行者の流れが全部橋に転換されるとは限らないものの、その通行密度が高い場合、何らかの手法による歩道の確保、あるいは区間限定巡回バスを運行するなどの手段をとらないと、車両の運行を阻害することとなる。ただし、現行のフェリーが存置され、もっぱら歩行者の交通の用に供される場合はこの限りでない（別添写真-3参照）。

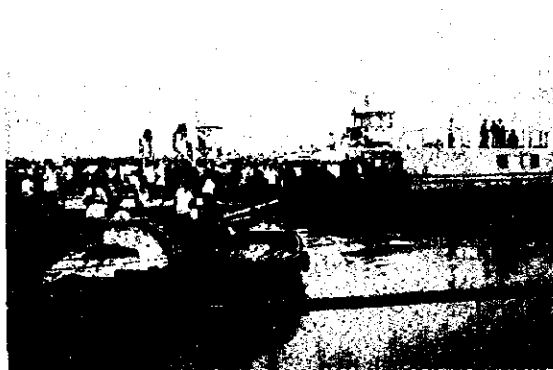


写真-3 フェリーガットでの人の状況

2) 構造上の選抜肢

①上部工

将来のメンテナンスを考えれば、上部工は極力コンクリートとすべきであろう。ただし、ジャムナでも当初計画では軽いスチールであったように、支持層としてリスクの考えられる地層に基礎を置き、橋を架ける場合には慎重な検討が必要である。さらに、バングラデシュの経済力を考えればジョイント、支承などの腐食・破損する付属物は極力減らすことが望ましい。ただし、耐震上の要請からゴム支承あるいは必要最小限の支承などは検討される余地がある。

また、過去、上部工の損傷例の多くが、排水不良を直接または間接の原因とする腐食などであり、雨期の雨量、湿度を考えると、支承に台座を設けるなどの排水対策を実施するのが望ましい。

橋梁形式の比較案の選定にあたっては、道路2車線、鉄道単線を基本要素として、ルート、道路及び鉄道のプライオリティーを決定し、下記に示すようなオプションを検討することが、調査工程の短縮の点で有利である。

基本比較案

- a. 2車線道路
- b. 4車線道路（段階施工も検討）
- c. 2車線道路+鉄道単線（同一路面または路面分離、段階施工も検討）
- d. 4車線道路+鉄道単線（同一路面または路面分離、段階施工も検討）

付加的検討案（歩行者の通行密度が非常に高い場合）

- a. 歩道拡幅案
- b. 歩道吊下げ案

②下部工

支持層の位置がおおむね G.L.-10m以下と想定され深いこと、水深は穏やかに変化しているがやはり10m程度は想定されることから、基礎としては鋼管杭またはプレキャストコンクリート杭、鋼管矢板基礎などが考えられる。この場合、基礎の洗掘、鋼管杭の発振などに十分注意が必要である。また、鋼管杭の場合、腐食に関しては通常、腐食代を見ることで対応するので、この量を適正に見積もる必要がある。

感潮帯（H.W.L.～ L.W.L.）はコンクリートで防護するなどの特段の注意が必要である。

なお、セメントについては、最近、安価な粗悪品が出回っているとの報道もあり、品質上の注意が必要である。

図4-11及び図4-12にジャムナ橋の当初設計例を示す。実際の施工では、落札者のプロ

ポータルにより、2主桁プレキャストコンクリート箱桁（セグメント方式）に変更された。なお、同時に固定部の鋼管杭の本数も4から3に減となった。

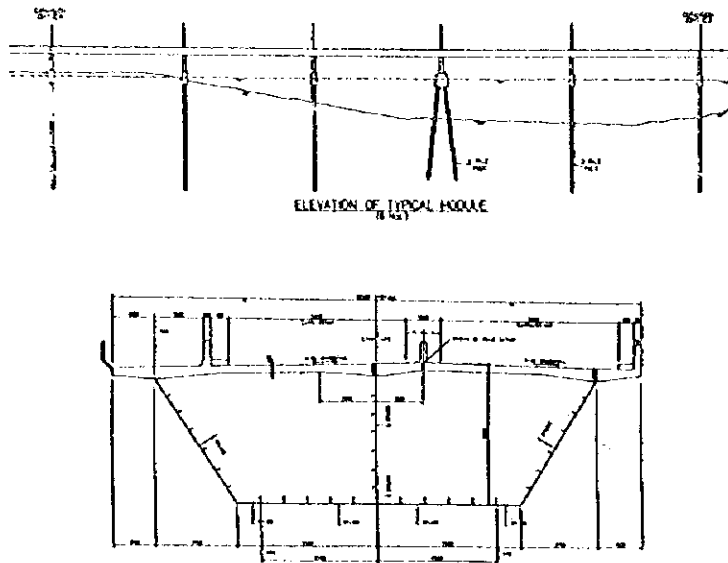


図4-11 上部工の例（ジャムナ橋当初案）

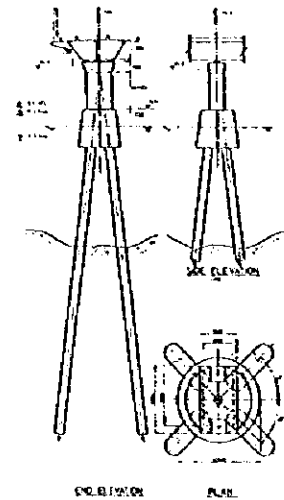


図4-12 下部工の例（同左）

注）この形式を本件に適用するという意味ではない。あくまでも設計事例である。なお、コンクリート橋の提案例がプロ形調査報告書に記載されているが、杭の種類、フーチングの位置、支承条件など検討すべき課題は多い。

3) 設計基準

①幾何構造

道路単独橋あるいは道鉄併用橋の路面分離橋の場合、特に縦断に関しては、工費の多少を大きく左右するため、標準的な2%ないし3%にこだわらず、適用区間を限定して、5%程度の特例値を用いることも検討する必要がある。

一方、ジャムナ橋では無理に幅員構成を変更（2車線分7.3→6.8m）して窮屈な幅員としているが、幹線であればあるほど、経済性の範囲内で、適正幅員は保持しないと、リキシャとの混合交通での混雑の増大、将来の交通リスクの原因となる。

②設計基準

a. 構造設計

ジャムナ川の例では BS5400（イギリス）を基本としたが、これについて、バングラデシュでの位置づけを確認し、必要に応じて継続すべきかについて検討する必要がある。

路面高については、100年確率洪水水位にプラス α して用いているが、これの確認が必要である。

b. 耐震設計

前述したように、フェーズ2調査での耐震設計には、適切な震度を用いて動的解析を取り入れるなどその信頼性に十分配慮しなければならない。

c. 洗掘・浸食対策工設計

洗掘・浸食はそれぞれの河川で特有の形態を有し、ほかの河川からルブシャ川特有の特性を類推するのは難しいのではないと思われる。それゆえ、その対策工を設計するにあたっては、過去の河床移動調査、洪水履歴・水位などのデータ収集が是非必要であり、これにより河川の特性を定めた後、対策工の設計が可能となる。

③航路限界と船舶衝突荷重

BIWTAによれば(表4-11)、ルブシャ川は1級河川、アセロバキ、アタイ、バイラブの各河川は3級である。一方、ジャムナ川の航路限界は2級河川と合致している。河川の規模、水運の規模などから航路限界について整合をとる必要がある。

また、同様にジャムナでは橋脚に水平荷重として加える船舶の衝突荷重は対象船舶500GT、衝突荷重5,000KNとしているので、これについても航行船舶の調査などから確認・修正が必要となる。

表4-11 航路限界

・基準値 (BIWTA 内陸水道局)

河川等級	鉛直高	水平長
1級	60ft (18.30m)	250ft (76.22m)
2級	40ft (12.20m)	250ft (76.22m)
3級	25ft (7.62m)	100ft (30.48m)

※ Class 3 : 季節により変更

④洗掘、浸食防止工

洗掘の程度、防護の方法は調査の推移を見るしかないが、護岸の浸食に関しては、程度に応じて、メグナ橋でのコンクリート張り、あるいはジャムナ橋でのメーソンリー、ジオテキスタイルなどの方法を選定し防護する必要がある。

⑤液状化対策など

基層が砂層であるため、地震時に液状化し、支持力が期待できない状態となる恐れがある。これについては、フェーズ1ではデータの収集に努め、フェーズ2の調査におい

て調査・試験を実施することが必要である。なおボート唇などを噛んでいるところがあるため、圧密沈下のデータについても検討を必要とする。

4-5 旅客輸送の現状と課題

(I) 現状

1) 管理運営

クルナの市街地はルブシャ川の右岸側（西側）に発展しており、工場、商業、行政など多くの職場が集中している。また主要交通機関である鉄道、幹線道路は河川に沿って右岸側に南北に展開している。これに対し、ルブシャ川左岸側には、対岸の市街地に職を持つ住民が多く住み日平均5、6万人がルブシャ川のフェリーを利用している。またトラックや乗用車などの車両も日平均数百台はルブシャ川を渡河している。フェリーの運営管理はRIHDが24時間体制で行っており、人は無料、車両は有料である。

2) 施設状況

施設としては、ルブシャ川の両岸にそれぞれ三つずつ棧橋が設置されており、3隻のフェリーを使って旅客及び自動車を輸送している。フェリーは1階建て構造であり、積載にあたっては旅客と自動車との分離は行われていない。フェリーの正確な輸送能力は不明であるが我々が視察した状況からすると、1回当たりの輸送能力として乗用車のみであれば10台程度/隻、旅客のみであれば70から80人程度/隻までが輸送可能であると思われる。

3) 付近の道路状況

フェリー乗り場付近の道路状況については、市街地側では分離車線がなくなり広場となっているが、幅員6m程度の取り付け道路が2か所の棧橋に直結されている。ここに多くの車両や人が雑然とフェリーの到着を待っている。また商店が両側に密集し、さらにリキシャがお客目当てに多数駐車している。同様に左岸側の道路状況も幅員6m程度の舗装道路が棧橋に直結しているが、護岸整備が十分でないのか棧橋取り付け部の縦断勾配がきつくと車両乗り降りに支障を来すおそれがある。一方これに取り付くモングラ〜クルナ道路の整備状況は良好である。また廃線が決定した鉄道駅周辺は典型的な駅前商店街が並び混雑に拍車をかけている。

4) 輸送状況

ルブシャ・フェリーを利用する旅客は1日当たり約5万5,000人であり、1日当たりの平均自動車交通量は表1-12に示すとおりである。

表I-12 ルプシャ・フェリーの1日当たりの平均自動車輸送量

Road No.-N7
 Link No.-356
 Location-600 km from south-East of Rupsa Ferry plat

Year	Heavy Truck	Medium Truck	Small Truck	Large Bus	Medium Bus	Micro Bus	Utility	Car	Auto Rickshaw	Motor Cycle	Bicycle	Cycle Rickshaw	Cart	Remarks
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1995-96	0	399	90	467	584	318	1	390	919	521	1,674	1,659	31	
1996-97	0	308	23	512	267	187	178	90	474	401	911	769	11	

(2) 課題と対応策の検討

橋梁建設により車両と旅客の通行は容易になるものと期待できるが、既設道路付近への橋梁建設は社会環境への影響や経済性から困難と思われるため、橋梁完成後も一般旅客はフェリーの利用を要望する可能性が強い。また橋梁完成までには、今後数年は必要となり、現状の混雑状況は解消できない。このためフェリー交通の将来の存続を念頭に置きつつ、短期的な渋滞解消を目的とした対応策を講じておく必要があると思われる。

現状を見る限りでは車両と旅客が混存状態であり、非効率運営に陥っているため、まず第一にフェリー乗り場における旅客・車の完全分離を行いスムーズな運航を行わせることが重要である。

このためには以下の対策も考慮すべきである。

- 1) フェリー乗り場待機場の拡幅改良を行い車両の交差を可能にする。
- 2) リキシャ乗り場を1か所に集約し、フェリー乗り場への道路はリキシャと自動車とを分離する。
- 3) 旅客専用乗降口などを設置し、フェリー乗り場出入口部の改良を行う。
- 4) 使用フェリー自身を、旅客・車両の分離できる構造のものに取り替える。あるいは現在運航しているフェリーを旅客または車両専用船とし、新たに船底の浅いプッシューバージなどを使用し、旅客または車両専用フェリーとする。

これらの対応策については ADB とも議論を交わし、特に4)のフェリーの構造について以下の選択肢について若干の検討を行った。

① 2階建てフェリーの運航

現在運航しているフェリーに代わって、1階部分に車両を格納し2階部分に旅客を乗せた形式のフェリーを運航させる。これは日本で運航している一般的なフェリーのスタイルであるが、ルプシャ・フェリーにおいては、利用するバスが屋根の上に多くの荷物

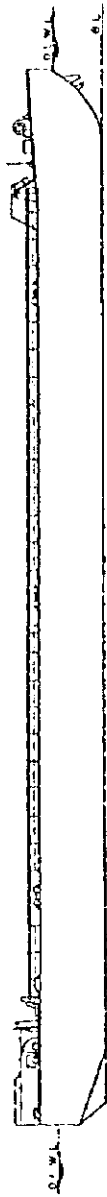
を積んでいるため、車両を格納する1階部分を高くせざるを得ない。そのため、フェリーを安定した構造にしようとする、横幅も大きくしなければならず、巨大なフェリーを運航させることになり現実的とは思われない。

②旅客または車両専用フェリーの導入

現在運航しているフェリーを旅客(車両)専用とし、新たに車両(旅客)専用フェリーを運航させることで旅客と車両の分離を図る。この方法であれば既存のフェリーの運航を妨げることなく、旅客と車両の分離が図られるため有効な選択肢の一つである。新たに導入するフェリーとしては、図4-13に示すようなブッシュャーページを利用することも考えられる。

これらの対策を講ずることで、旅客・車両の完全分離が可能となり、橋梁完成までの短期的な混雑解消は期待できる。また橋梁完成後廃止される予定のフェリー運航についても人の渡河モードは残るはずであり、RHD から分離された後も第三セクターなどの運営で継続すべきである。

バージ



押船(ブシヤー)

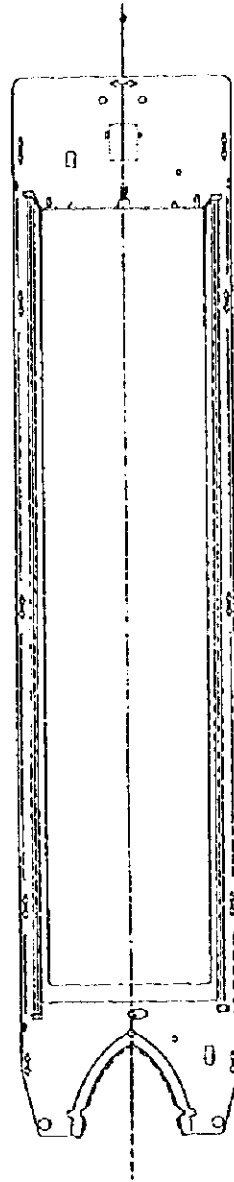
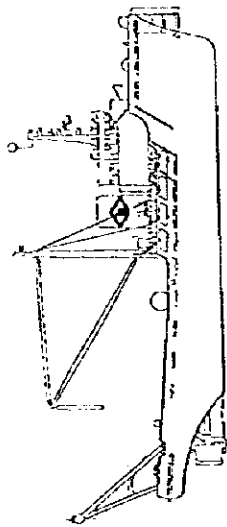


図4-13 ブシヤーバージのイメージ

第5章 自然条件調査結果

ベンガル人は自分たちの生活の舞台を「バングラデシュ（ベンガルの地）」と呼んできた。それは今日のバングラデシュ国全域とインドの西ベンガル州及び東北諸州の一部を含む広域にわたるものである。

5-1 自然環境概要

バングラデシュの国土は、14.4万平方キロメートル（北海道の約2倍）で、図5-1に示すように、地形的には丘陵、台地、平野からなるが、大部分は低平な新しい沖積平野が占めている。この国の農耕活動の舞台は、主として新しい沖積平野であるが、一部台地にも及んでいる。そこにはガンジス、ブラマプトラ、メグナなどの国際河川とその支流・分流縦横に流れ、一大水路網を形成している。

バングラデシュは、雨期（4～9月）と乾期（10～3月）をともなう熱帯モンスーン気候帯に属している。年降雨量は、西部地域の1,500mm以下からシレットや南チッタゴンの3,000mm以上にいたる大きな地域的偏差がある。別降雨量は、場所によって異なるが、大体7、8月が最高、12月から1月が最低の年間リズムを示している。

バングラデシュ国は、上記の三大国際河川の最下流域に位置し、自国の全流域面積に占める割合は、8%程度にしかすぎない。これらの河川のベンガル湾河口への年間総流出量は、1兆6,000億トンで、ミシシッピ河の2.7倍、日本の水賦存量の3.6倍にも相当する。したがって、この国のモンスーン雨期の常習的洪水は、自国のみならず領土外の上流域の季節的降雨量や生産活動の結果として水収支と深くかかわっている。

先述のような季節的降雨量、それと関連する局地的地表水及び洪水などを含む河川水量の変動は、土地の低平な地形とあいまって、この国の農耕の基本的水利環境を形成している。確かに土地は、低平な地形を呈しているが、居住や農耕との関係で詳細にみると、比高の差異によって幾つかの土地面に分類することができる。

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、トウモロコシ、サツマイモ、油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。

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、図5-2に示すように、森林は国土の15%を覆っているにすぎない。

バングラデシュの集落にみる居住地、溝、大・小の池、農道などは、脇の土を削り、土盛りで形成された、いわば自然条件を補完する人為的産物である。このことは、農耕地についても同様で、年間を通じて生産性の高い耕地面の維持・拡大に努力している。モンスーンの降雨と関連する地表水による局地的浸食・堆積に対応して、住民は集落及び農耕地の地表面の維持のために、毎年多くのコストを払っている。

バングラデシュ国の自然環境は、住民の一般的な生産活動に大きな影響を及ぼしており、バングラデシュの住民は、その環境の特性を長い間の経験を通じて深く理解し、これを巧みに利用してきた。

5-2 地図情報

(1) 測量及び地図作成関係機関

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）はイギリスの植民地時代から始まる。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、イギリス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。

1947年、イギリスからの分離独立後、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。

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。

このほか、海図作成などを担当する水路部があり、Ministry of Shipping 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、国道省には 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。

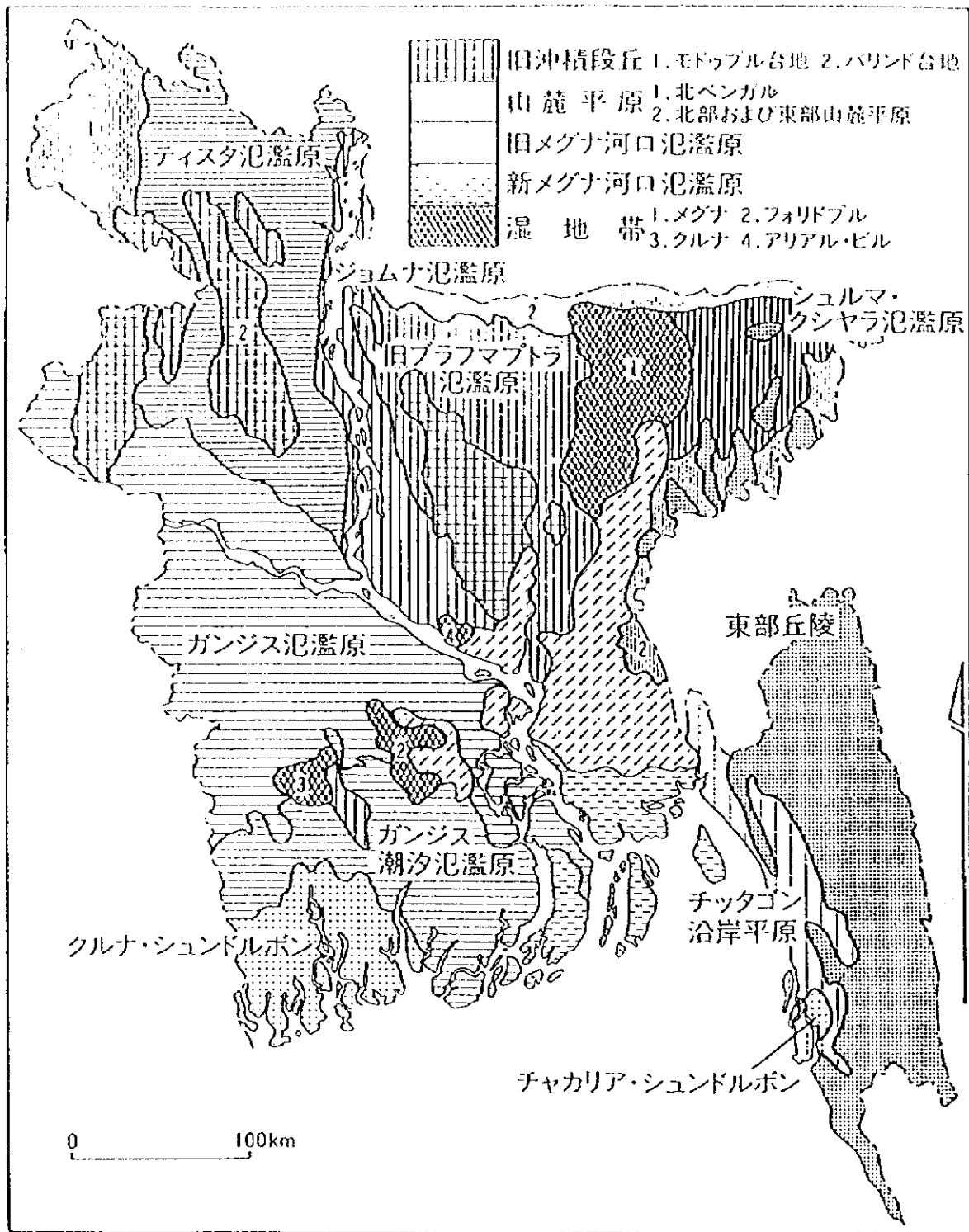


図5-1 バングラデシュの地形

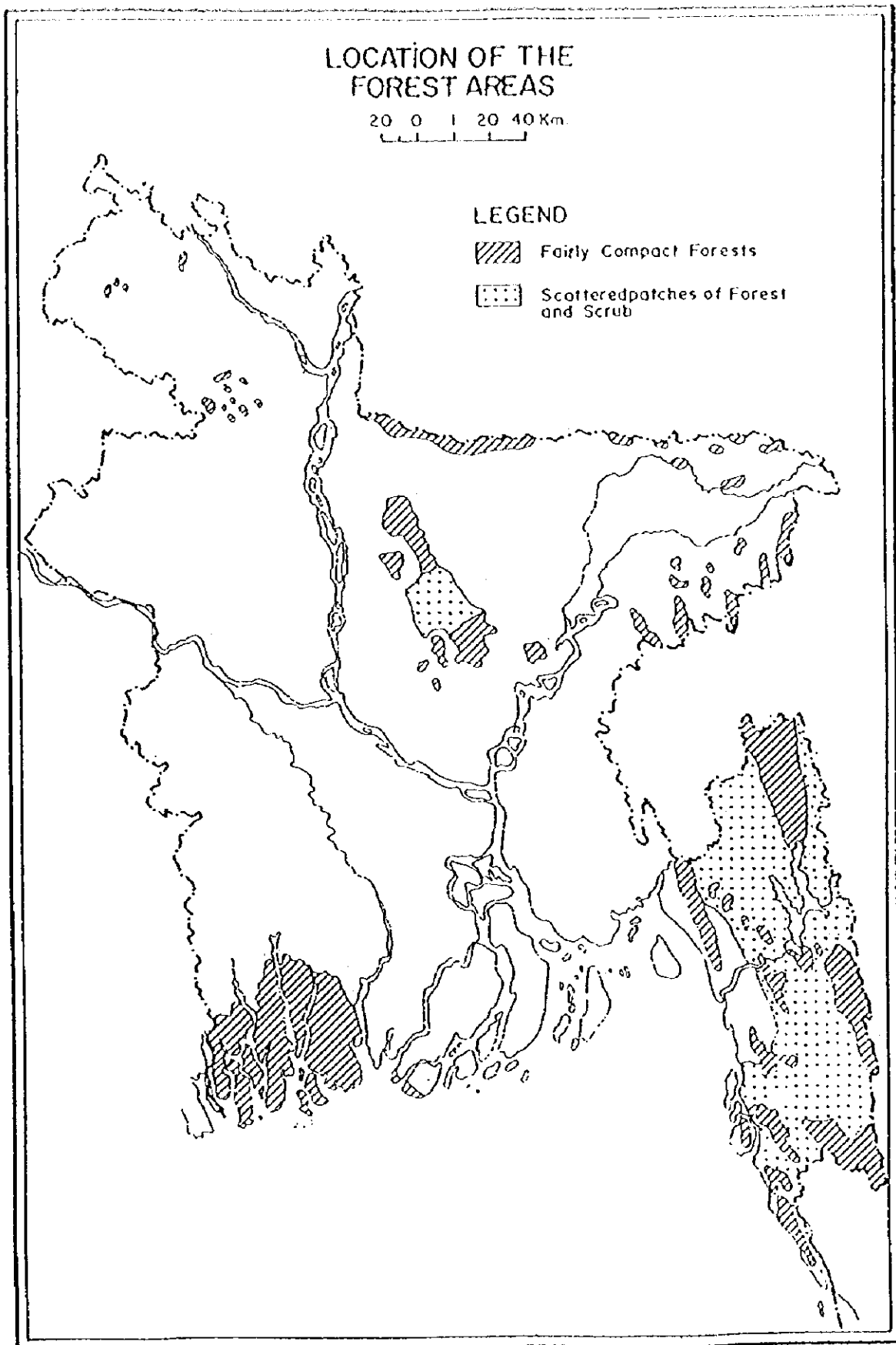
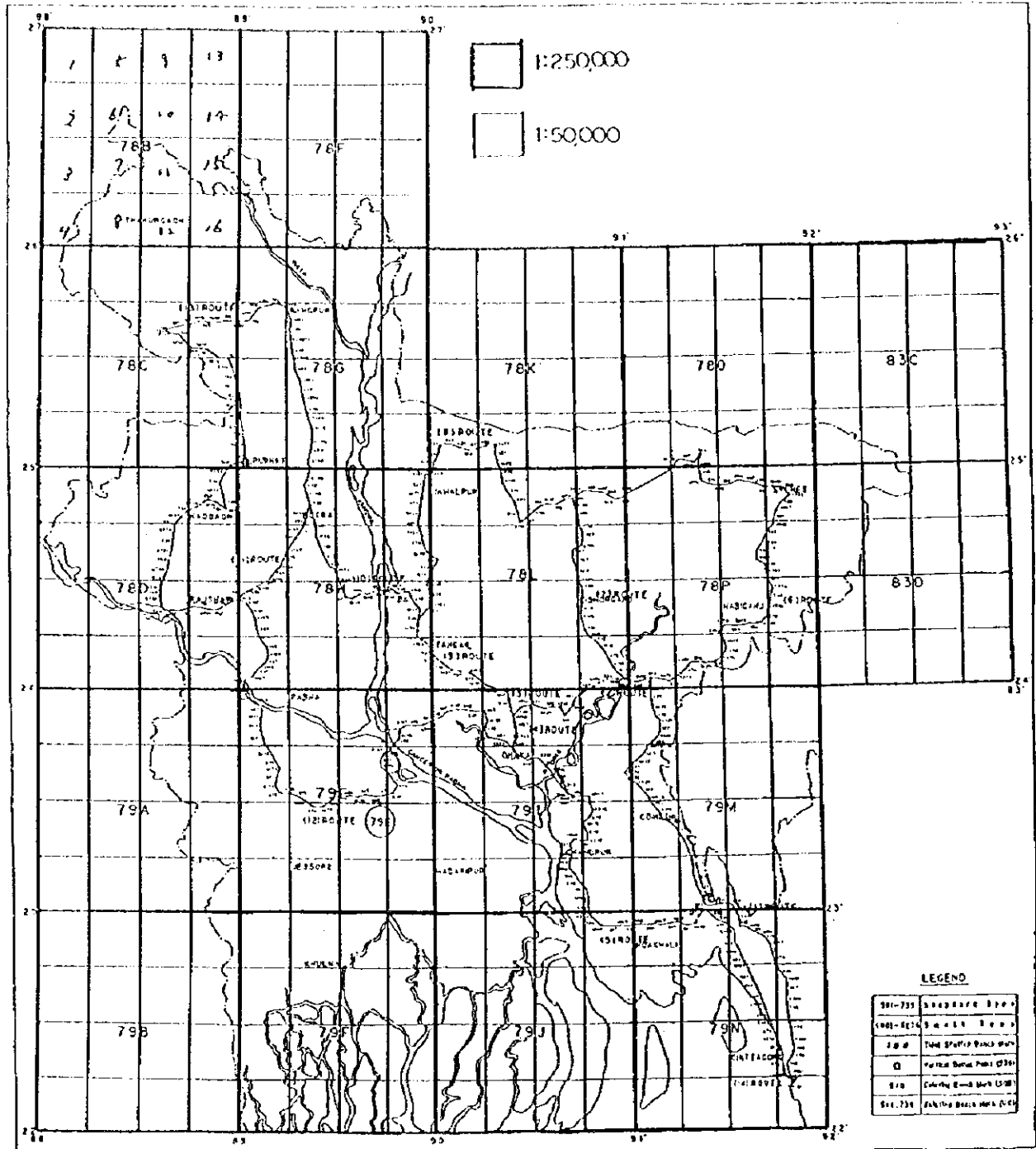


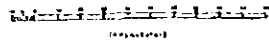
図5-2 バングラデシュの森林

ROUTE MAP
1ST ORDER LEVELLING
BANGLADESH



Prepared by : Japan International
Cooperation Agency
(JICA)

Scale 1 : 1,000,000



For : Survey of Bangladesh

March 1995

図5-3 1 : 50,000地形図インデックス



SCALE 1:110000

KHULNA DEVELOPMENT AUTHORITY KHULNA MASTER PLAN PROJECT AQUA - SHELTECH CONSORTIUM DEMARCATION OF AREAS BY KDA OF DIFFERENT TYPE OF SURVEYS ACCORDING TO TOR	
1. Boundary line of Demarcation Town of 5000 acres for updating Topo Survey 1" = 66'-0" Scale	
2. Boundary line of demarcation of 5000 acres for updating Topo Survey in 1" = 330'-0" Scale	
3. Boundary line of demarcation of 10,000 acres of fresh Topo Survey in 1" = 66'-0" Scale	

Signature _____

Date _____

Seal _____

SYMBOLS:	
1. Boundary of Khulna Master Plan 1951	
2. Boundary of KCC 1994	
3. Boundary of Master Plan proposed by KDA	
4. Index Sheet number of 1" = 330'-0" Scale Map	
5. Index Sheet number of 1" = 66'-0" Scale Map	
6. Mouza Boundary	
7. Rivers and Khals	

図5-4 KDAが作成中の地形図スケール別インデックス

INDEX MAP
 KHULNA MASTER PLAN
 BUILT UP AREA

1 : 796

1 : 960



図5-5 KDAが作成中の1 : 960地形図のインデックス

5-3 地形と地質/土質

(1) 地形と地質

地形的には丘陵、台地、平野からなるが、図5-6コンター図に示すように、大部分は低平な新しい沖積平野が占めており最北の一番高い標高でも270mである。同図によれば調査対象地域の標高は5mである。

バングラデシュ国は、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。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。

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。

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。

これらの地層の地表での分布についてみると、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図5-1に示すよう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、当該プロジェクト地域を含む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。

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、地盤の悪い平野にもある。このような、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。

また、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錘なども相対的に地盤が良い。

(2) 土質

バングラデシュ国の全面積の90%以上は、国を縦断してベンガル湾に注ぐ大河川系によってもたらされた沖積土からなる低地帯である。図5-7にバングラデシュの土壤図と表5-1にクルナ地域の土質分類を示す。

バングラデシュのその他の低地帯はガンジス、ブラマプトラ、メグナ河川系の独壇場であり、活発なデルタ形成段階にある。デルタでは、河川は自らが作り出した小高い沖積河床に沿って流れ、流路にじかに接する最も高い部分が自然堤防となる。堤防から最も低い土地つまり後背低湿地にかけては緩い傾斜がみられる。洪水の水位が最も高くなった時河川は堤防を越える。流量は主水路との距離に反比例して落ちるため、それとともに浮遊物の運搬能力も、砂、シルト、粘土の順に急速に低下する。したがって、最も粗粒な物質がまず堆積されるため、自然堤防は後背湿地帯に比べより粗い母材によって形成される。デルタ平原において、河川の後背低湿地は通例、粘土と微粒シルトから、自然堤防は砂と粗粒シルトからなる。

デルタ平原の全体は、後背低湿地とその外枠の自然堤防という組み合わせの繰り返しからなっている。デルタの河川は沖積河床を流れるが、頻繁に流路を変え、しだいにデルタを形成していく。ある特定地域の地表面の細部は部分的には過去の河川活動の結果でもある(図5-8参照)同様に、地下面の沖積層は河川流路の変更のために地表面のそれとは異なることもある。河川の活発な沖積河床は表面は砂質であっても、後背低湿地の泥土や粘土面の下には、かつての沖積河床の存在を示す砂層がみられる。

河川活動に加えて、潮汐作用もまた、デルタの沿海部の地層形成の要因として重視である。デルタの各部分の特徴を見分けるのに、時間という要素は重要である。活動の活発なところでは水路は断えず変化しているが、活動力旺盛な洪水の影響がはるか以前に絶えたところでは、過去の流路や自然堤防は泥土の流出で見分けがつきにくくなっている。

デルタを形成した河川が、もはや恒常的な溢水をもたらさなく地域としては、クシュティアとジェソール両県の「モリバンド・デルタ」(死滅しつつあるデルタ)地帯がある。この名の由来は、ガンジス川の過去の支流の蛇行跡が古い自然堤防をもとに判別でき、雨期には、後背低湿地に周辺の小河川が流れ込むにもかかわらず、ガンジス川自体による溢水が見られなくなったことによる。古い水路のほとんどはホテイアオイの群生によって流路がつまるか、あるいはシルトが堆積している。

上記以外の低地帯は、活発な氾濫原で、後背低湿地をはじめとする低湿地、本来のデルタないし塩水限界に接した潮汐デルタ及び海岸部の砂質地形などからなっている。

ファリドプール、クルナの両県にまたがる、面積1,800km²の泥炭土の低湿地は、他の低湿地と同様に、大規模な構造運動の結果形成されたと推測される。この運動は、バリンド台地とモドゥブル台地の更新世段丘の傾動、メグナ湿地帯の陥没、及びクルナ県デルタ沖合の「底

なしの水路「Swatch of no Ground」と呼ばれる海谷の陥没と関連している。

活発な氾濫原では堆積物が運ばれて、たえず流路や砂州が変形されるのが特徴であるが、潮汐デルタ地帯では堆積がより恒久的な性格をもつところに特徴がある。大きな支流では潮汐デルタでも流路や砂州の変化が生じるが、通常は海面より深く粘土層まで河床が流れ込んでいるために河道は安定している。デルタ全体は、本来潮汐デルタの性格をある程度もつものであるが、常に塩水化してるとはかぎらない。

潮汐氾濫原で、農業に害を及ぼすのは塩分化である。雨期には、直接の降雨によって耕地には十分な淡水が供給される。しかし乾期には、陸地側からの水流が減少し、潮汐流は塩水を内陸まで浸入させる。「モリバント・デルタ」南部の西寄りの地域がこの点で最も被害を受ける。この地域の水路はガンジス川からの水をほとんど供給されないためである。さらに、インドによりガンジス河に Farakka Dam が建設されて以来プロジェクト地域は図5-9に示すとおりダム建設の影響を受けておりモンガラ港のシルテーションの一因でもある。

クルナ県全域における深刻な塩分化の被害対策が、ガンジス=コバダック計画の長期的目的のひとつでもある。クルナ県南のマングローブ保護林であるスングルバン地域はマングローブと沼沢密林、そしてトラやアクシスシカ (chital) と沼沢ワニの棲家であり、この国の中でも最も人手の加わることの少ない低地森林地帯である。

この地域が未開発のまま残されたのは決して歴史の偶然ではない。酸性硫酸塩土壌は排水改良が加えられると有害になるから、スングルバンの開拓は農業上問題であり、かつ高価につくと指摘されている。

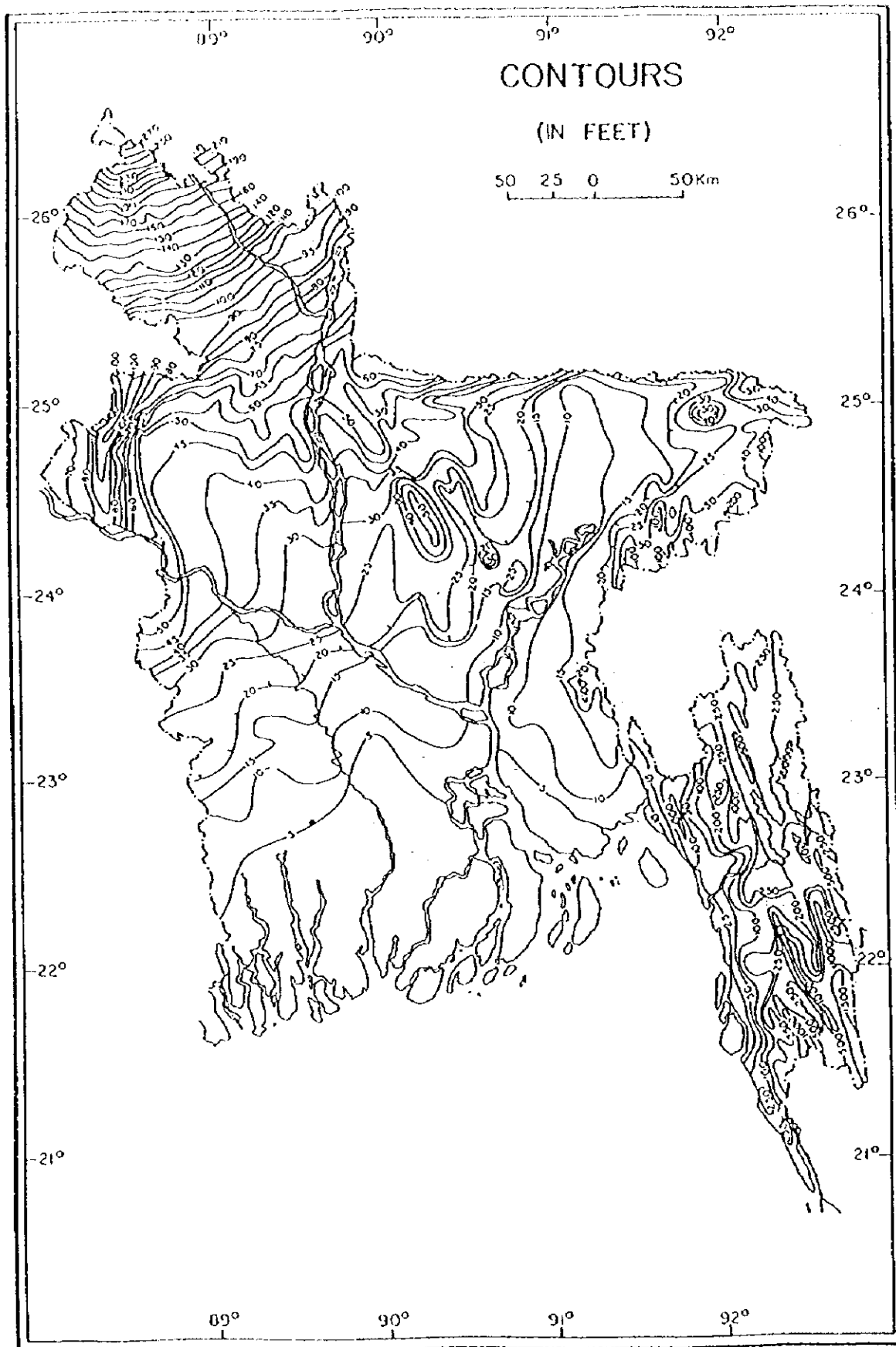
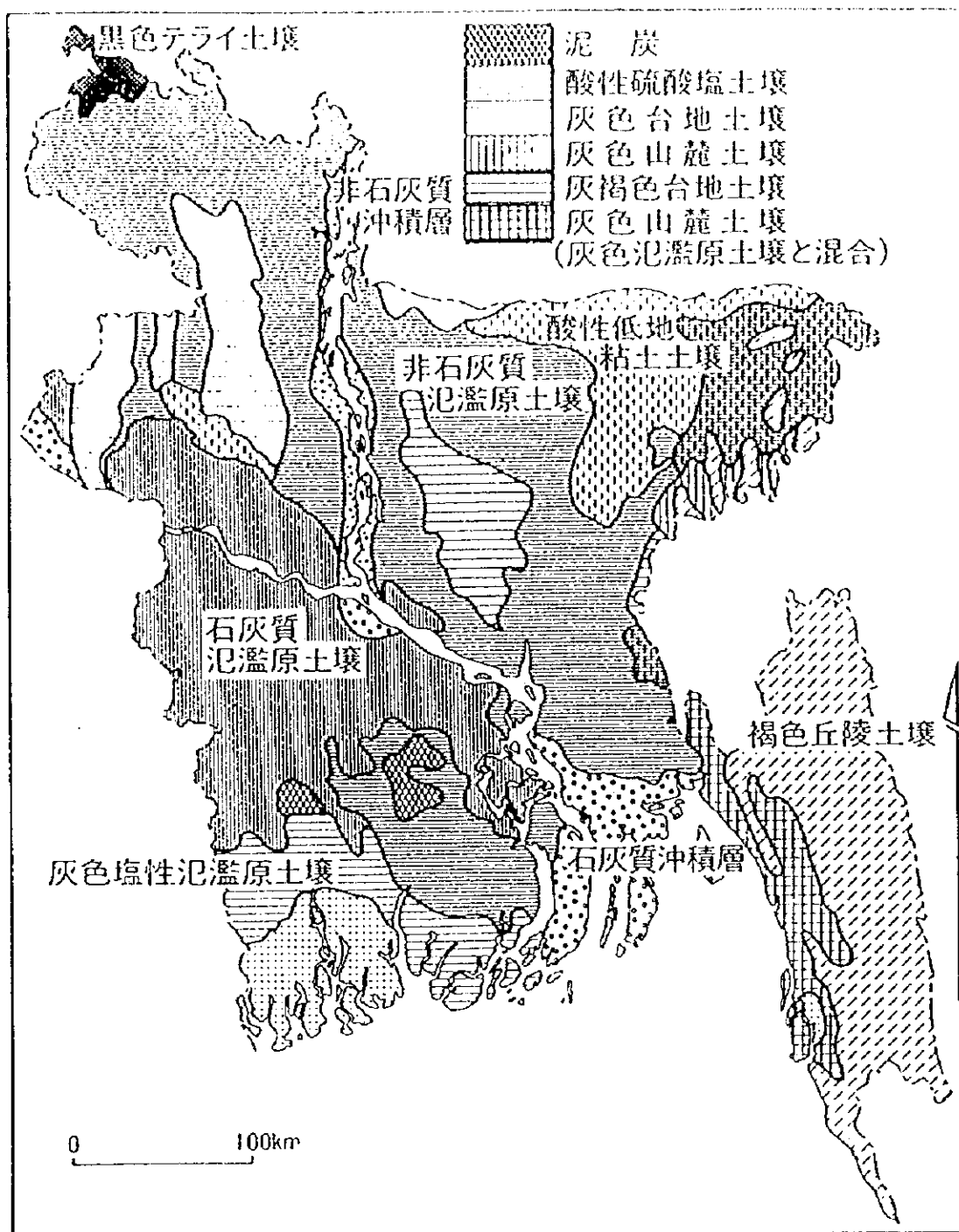


図5-6 バングラデシュのコンター図



バングラデシュの土壌

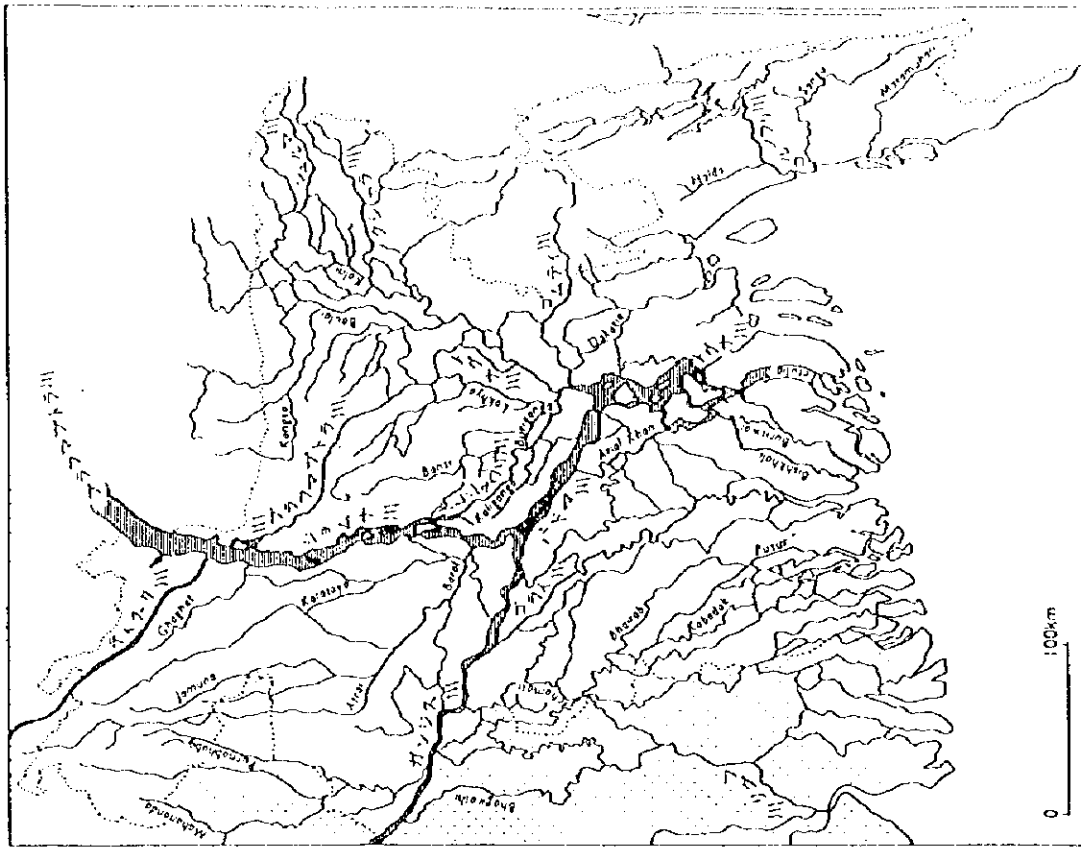
(Brammer を簡略化したもの)

図5-7 バングラデシュの土壌図

表5-1 クルナ地域の土質分類

Characteristics of general soil types

General Soil Type	Division / Zila of important occurrence	Characteristics
FLOOD PLAIN SOILS		
Peat	Khulna: Bagerhat, Jessore, Khulna, Narail.	Highly organic dark coloured soils developed under submerged conditions mainly in the Gopalganj-Khulna basin areas and locally in Hakaluki Haor and other smaller waterlogged beels and valleys. If drained and allowed to dry out peat shrinks irreversibly, thus causing cracking and subsidence of the ground surface.
Calcareous Grey Floodplain Soil	Khulna: Bagerhat, Khulna, Narail, Satkhira.	Structured, grey silt loams to silty clays, calcareous from the surface or at shallow depths, developed from Ganges alluvium. They become saline in the dry season in the coastal tidal areas.
Non-calcareous Dark Grey Floodplain Soils	Khulna: Bagerhat, Chuadanga, Jessore, Jhenaidah, Khulna, Kushtia, Magura, Meherpur, Narail, Satkhira.	Structured dark grey loams soils on old flood plain ridges and clay in basins. Slightly acid to some what alkaline in reaction. The basin clays have heavy consistence.
Calcareous Dark Grey Flood plain Soils	Khulna: Bagerhat, Chuadanga, Jhenaidah, Kushtia, Magura, Meherpur, Narail, Satkhira. Barisal: Barisal, Jhalokati, Pirojpur.	Structured dark grey silty clay loams to heavy clays occurring in basins and on low ridges of the old Ganges river floodplain and locally in the Ganges tidal floodplain and old Meghna estuarine flood plain. Soils are calcareous within of 1.2 m below the surface. Clays are highly cracking when dry, drought prone and have heavy consistence. They become saline in the dry season in the Tidal floodplain.
Calcareous Brown Floodplain Soils	Khulna: Bagerhat, Chuadanga, Jhenaidah, Kushtia, Magura, Meherpur, Narail, Satkhira.	Calcareous, brown silt loams to light silty clays, occurring in the Ganges river floodplain and locally in the young and old Meghna estuarine floodplains. Locally they are leached of limo up to a depth of 1 m from the surface.
Non-calcareous Brown Floodplain Soils	Khulna: Chuadanga, Jhenaidah, Jessore, Satkhira.	Non-calcareous brown sandy loams to clay loams occurring in the old Himalayan piedmont plain, Tista and old Brahmaputra floodplains and locally in the old Ganges river floodplain. Soils are slightly to strongly acid in reaction.



バングラデシュの河川

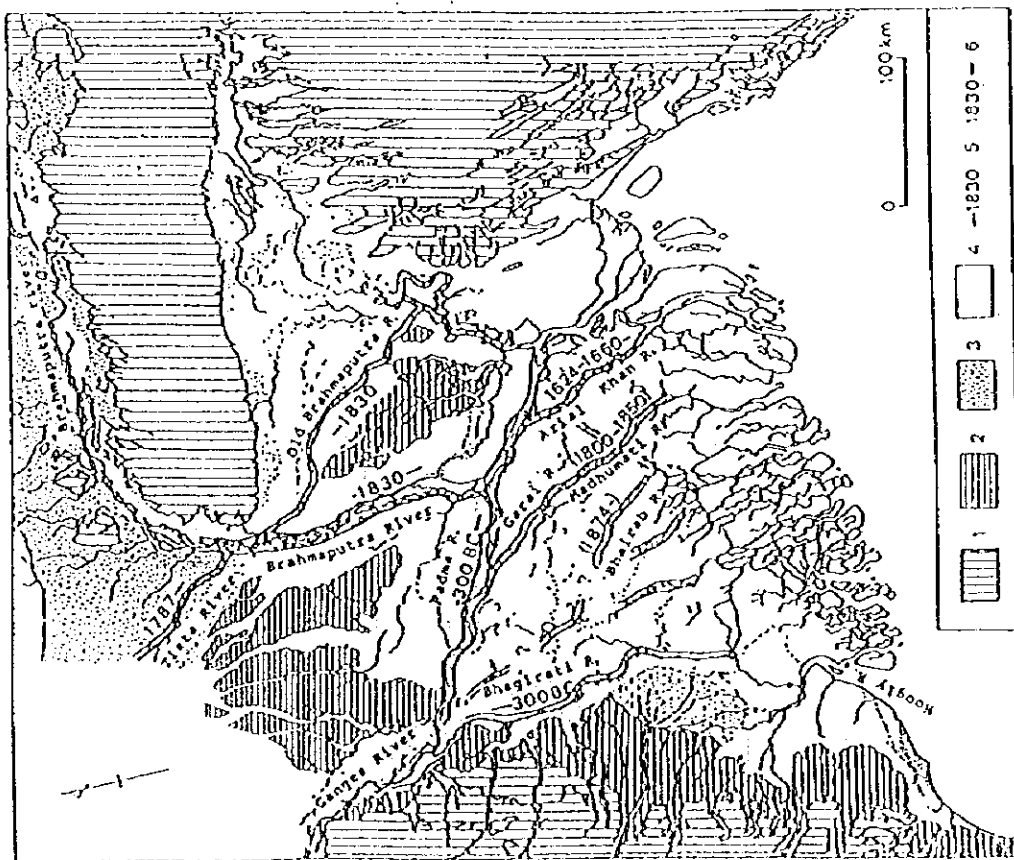


Figure 7. River shifting in the Bengal Lowland.

1. Mountains and Hills 2. Pleistocene terraces 3. Alluvial fans 4. Flood plains and delta 5. Before the year 1830 6. After the year 1830-6

Umitsu, M. (1985) による。

図5-8 バングラデシュにおける過去の河川活動と現在の河川

5-4 気象

バングラデシュ国の気候は、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、湿润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。

降水は、西方に発生する低気圧、夏の初めの雷、南西から吹くモンスーンによってもたらされる。降水が多い季節には湿度が極めて高くなり、環境は悪化する。表5-2に1986から1995年の10年間のクルナにおける年間降水量の推移と表5-3に1995年のクルナ市における月間降水量の変化を示す。

季節は、夏、雨期 (Rainy season)、秋、露期 (Dewy season)、冬、春の6期に分けられている。夏は、4、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、雷が頻繁に発生する。

雨期は6から9月までで、ほとんど毎日降雨があり、最高気温の平均は31℃程度になる。河川の増水、氾濫などもあって野外での作業はほとんど不可能である。

秋及び露期は10、11月初めで、降水は少なくなり、気温は徐々に下がる。冬は11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℃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。春は2、3月で、気温が徐々に上昇する。

3月とその後の2か月に降るわずかの雨は、主にベンガルで「北西風」として知られる雷を伴ったスコールによるものであるが、この風は必ずしも北西から吹くとは限らない。

風に関しては、バングラデシュでは微風か無風が一般的であるが、時として被害の大きな強風が発生する。サイクロンよりは頻繁に発生するが、農民にとってはより被害が少ないのは、3、4月にかけての「北西風」(nor-westers)である。時として竜巻の形をとる局地的な強風は、ベンガルの粗末な構造の家屋に大きな被害を与える。

バングラデシュの西部の諸県では雹は、ちょうどこの時期熟しつつある小麦やマンゴーの実、そして絹産業が頼りとする桑の葉に被害を与える。その他の季節にも、雹を伴う嵐が発生することもある。特に主作のアマン稲が稔る時期では深刻で、収量を落とし、刈入れの手間を増やす。特に記録に残る激しい雹は、家畜までも殺したことが知られている。

5-5 水文

バングラデシュ国はガンジス、ブラマプトラ、メグナなどの国際河川とその支流・分流が縦横に流れ、一大水路網を形成している。また、バングラデシュ国の全面積の90%以上は、国を縦断してベンガル湾に注ぐ大河川系によってもたらされた沖積土からなる低地帯である。

バングラデシュは、上記三大国際河川の最下流域に位置し、自国の全流域面積に占める割合は、8%程度にしかすぎない。これらの河川のベンガル湾河口への年間総流出量は、1兆6,000億トンで、ミシシッピ河の2.7倍、日本の水賦存量の3.6倍にも相当する。したがって、この国のモンスーン雨期の常習的洪水は、自国のみならず領土外の上流域の季節的降雨量や生産活動の結果としての水収支と深くかかわっている。

歴史的には、1787年にティスタ川が突然ブラマプトラ川に合流したことが今日ジャムナ川の名で知られるような南北の水路をとる結果をもたらしたとみられる。図5-8に歴史的な河川流況の変化と現在の主要河川を示す。

一方、潮汐運動はパドマ川ではガンジス川とブラマプトラ（ジャムナ）川の合流点から30km上流の範囲内で観察され、メグナ水系の場合は、メグナ湿地帯の中心部にまでも達している。しかし地形上の影響はガンジス潮汐氾濫原で目立つだけである。ここでは河流と潮汐の交互の作用で、川の流れが特徴のある細長い六角形の形をしている。主流は南北を走る長軸を形づくっており、東西に走る短い流路で互いにつながれている。海に近い場合堆積物の粒子はごく細かく、河床は粘土層に埋もれているために深く安定している。

この種の河川の例としては、河口から80kmの地点まで外洋貨物船が溯れるブシュル（ルブシャ）川（クルナ市の南）があげられる。この川は上流からの淡水が少ない時でも、潮が川底を浚うことによって水深を維持することができるといわれている。潮汐運動は、さらに微粒の堆積物を均等に分散する作用をもつため、河川作用のみがみられる場合に比べて、自然堤防と後背湿地の高度差を減少させる。

表5-4にルブシャ河とその上流のパハイラプ川の総延長を示し、表5-5にルブシャ河の Chalna、Khulna、Mongla における1991/92～1994/95における潮位差を示す。また、図5-10に潮位の影響範囲を示す。

バングラデシュ国の水文に関しては、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ス河、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、水位も数メートル上昇する。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。国外から流入する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。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。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。

(1) サイクロン

沿岸地域ではほぼ毎年サイクロンの大被害を受ける。ラッパ状の潮汐河口上流の平坦なデルタ地域が人口稠密であるため、犠牲者数は極めて大きくなることもある。1970年11月には、50万人を超える人命が一つのサイクロンによって奪われたと推計されている。

ベンガル湾におけるサイクロンは、主に4、5月と10、11月の二つの時期に襲来する。サイクロンは南シナ海など東の海洋に発生した低気圧が、ベンガル湾に進むにしたがって熱帯性低気圧として発達したものである。インド半島部を横断してアラビア海域に被害を及ぼすものがあるが、多くはベンガル湾内で西寄りから北寄りに進路を変える。

したがってインドのアーンドラ・プラデーシュ州やオリッサ州の沿岸部では、南東の方向から頻繁にサイクロンの襲来を受けることになる。バングラデシュにまで達するサイクロンはさらに大きく方向を変えたもので、メグナ河口では南南西から、またチッタゴン沿岸では南西から上陸する。エネルギー源である海洋から離れたサイクロンは、上陸すると間もなく消滅するのが常である。

熱帯におけるサイクロンの特徴は、勢力範囲では温帯の低気圧より小さいものの、極めて気圧の低い中心の周囲を時計まわりと逆方向（北半球の場合）に猛烈な風が渦巻いていることにある。サイクロンの強風はすさまじく、風速160km/時を超えることも珍しくない。

1960年以降襲来した大サイクロンのうち、風速が193km以上を記録したものは5個を数えている。人々の記憶のなかで最大のものであった1970年11月12日のサイクロンでは、風速は241km/時に達したと推計されている。太平洋上のサイクロンではこれよりかなり速い風速が記録された例もあるので、この70年のサイクロンの推計風速値は妥当なものと考えてよい。

表5-6にクルナ地域を襲ったサイクロンをリストアップした。それによると1988年には最大風速196km/時がクルナにおいて観測されている。

人々の大半が、竹と木を骨組みとし、編み壁に草やパームやしの葉でふいた屋根といった住居に住んでいるバングラデシュの場合、風速がそれほど大きくないサイクロンでも多くの家屋をなぎ倒してしまう。しかしバングラデシュのサイクロンで風以上に怖いのは強風に伴う高潮である。1970年11月には9 mの高潮が記録された。

(2) 河川と洪水

多くの国においては洪水は、その他の自然災害同様、時として人々が関わざるをえない災害であると考えられている。しかしバングラデシュでは、洪水は季節の推移のひとつまにすぎない。デルタはそれ自体洪水がなければ形成されず、またデルタ土壌養分の主要部分を占める溶解・浮遊状態の養分も洪水が運んで来るものである。人々は、災害が頻発する地域であるにもかかわらず、デルタが災害の代償として与える糧を求めてデルタに移住する。バン

グラデシユの伝統農業は、モンスーンの豪雨及びモンスーン降雨と河川の溢流の二者が引き起こす洪水という二つの条件の、年間変化に適応したものである。

国外から流入する水量と国内の降雨量の合計を耕作に利用可能な水量と比較すると、バングラデシユは水の過剰な国である。国外からの流入は、国内降雨量の4倍強もあるのである。

都合の悪いことに、国内の降雨は、国外からの流入によって川の水位も高くなる約半年の間に集中している。概していえば、雨期の水量過多に対する制御と適応、及び乾期の乏しい水資源の管理と有効利用の2点が問題なのである。

7、8月にかけては、洪水がピーク時でない場合でも、一面の水である。例えば、7月の降雨は平均で1日13mmもあり、降雨だけでも平坦な低地の広い地域が水没する。

主要河川の水増しの影響で支流の小河川が逆流状態にあるため、降雨による表面水は排水されないことが多い。大洪水となるのは、地域的な降雨の蓄積による洪水に加えて、バングラデシユ国外の集水域の水を集めた主要河川が堤防を越えて氾濫する場合である。

ガンジス川、ブラマプトラ川、ジャムナ川及びメグナ川の水増しの年間変化は、4河川とも急激な水増しの増加後最大量に達し、その後緩やかな減少を続け、プレ・モンスーン期に最少量を記録するというほぼ同様の年間変化を示しているが、河川による相違もかなり認められる。

図5-11及び図5-12は、洪水の状況を示すものである。洪水の心配のない地域は、国土の（丘陵部を含めて）半分にも満たない。国土の3分の1は毎年冠水し、さらにこのうち3分の1程度の地域ではその深さは1m以上にも達する。

洪水の状況図5-11と図5-12とを、図5-6のコンター図を比較すると、ガンジス潮汐氾濫原は、深い冠水の心配はないものの、河川の川底が高いため地域的な降雨が排水されず、その結果発生する浅い冠水が広い地域にわたって見られる。またこの計画対象地域は頻度は高くないものの破壊的な高潮の被害を受けることもある。

表5-2 1986～1995年の10年間に於けるクルナ市の年間降水量

(in millimetre)

Name of Station	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Khulna	2410	1923	1780	1418	1923	1751	1224	1951	1150	1961

source : 1996 Statistical Yearbook of Bangladesh

表5-3 1995年のクルナ市に於ける月間降水量の変化

Name of station	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Khulna	08	101	31	18	182	300	356	427	278	80	162	00

source : 1996 Statistical Yearbook of Bangladesh

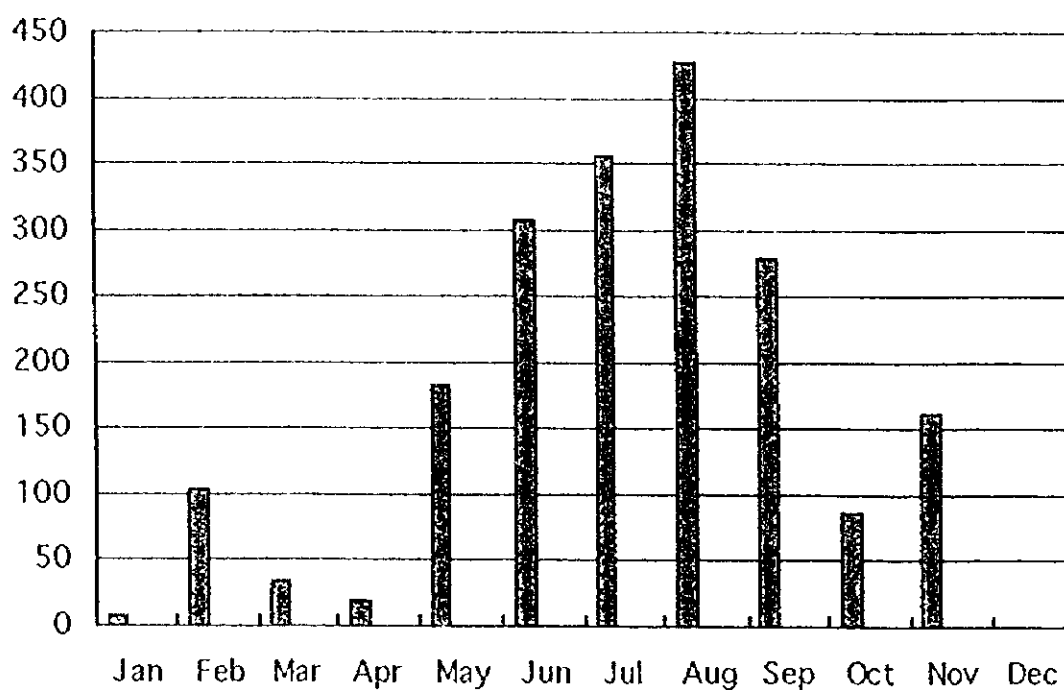


表5-4 ルプシャ河と上流のバハイラブ川の総延長

Main rivers according to length

Name of the rivers	Km	Area covered
Bhairab	559	Jessore (81) Khulna (18)
Rupsa - Passur	141	Khulna (88)

source: B.W.D.B., BBS.

: 1996 Statistical Yearbook of Bangladesh

表5-5 ルプシャ河のChalna, Khulna, Monglaにおける1991/92~1991/95における潮位差
Tide variation (tidal range) at selected river stations

(In metre)

River	Station	Tidal range							
		1991-92		1992-93		1993-94		1994-95	
		Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Passur	Chalna	3.14	1.26	-	-	3.91	1.43	4.12	1.54
Passur	Khulna	3.15	0.72	3.10	0.72	3.25	0.63	3.17	1.30
Passur	Mongla	-	-	-	nil	2.90	1.40	3.95	1.60

source: B.W.D.B., BBS.

: 1996 Statistical Yearbook of Bangladesh

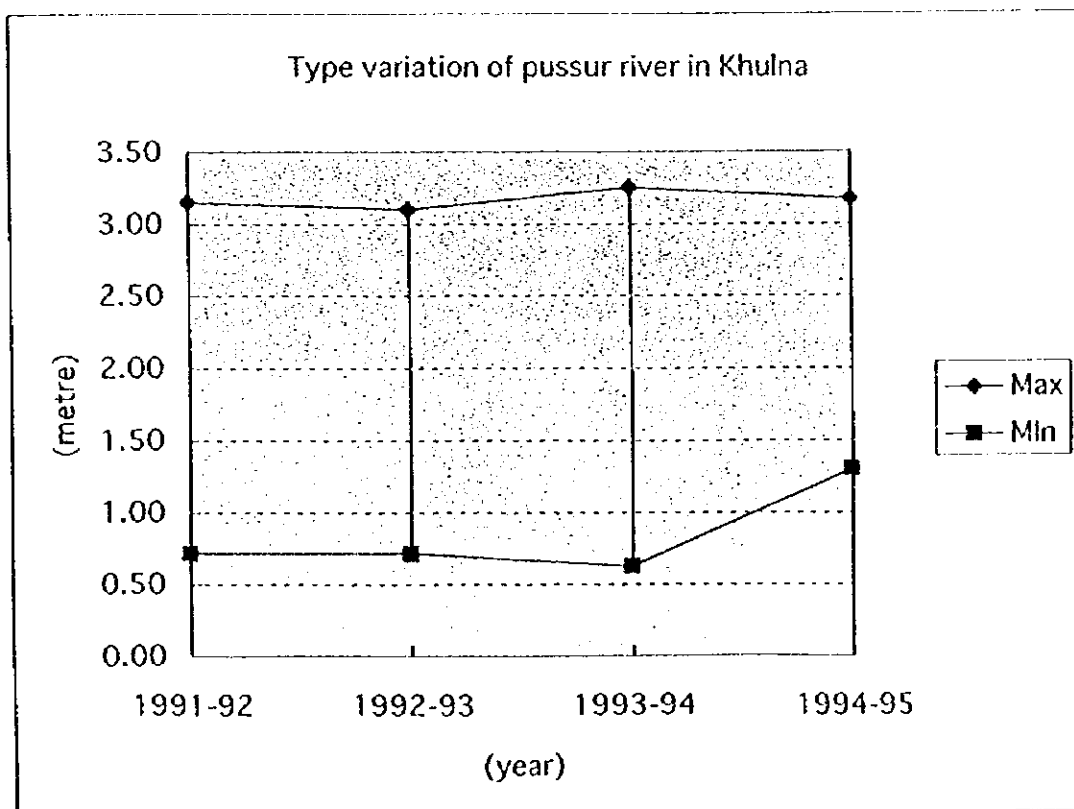


表5-6 クルナ地域を襲ったサイクロン・リスト

Year of occurrence	Month and date of occurrence	Affected area	Nature of the phenomena	Approximate loss/damage	
1985	October	Sundarban	Cyclone accompanied	Bagerhat sub-division affected.	
1901	November	Western Sundarbans	Cyclonic and storm waves	Damage report not available.	
1917	May	Sundarbans	Cyclonic and storm waves	Damage report not available.	
1960	May 25-29	Sundarbans coast	Cyclonic storm.	Damage report not available.	
1967	October 11	Khulna and Sundarbans coast	Cyclonic storm.	Damage report not available.	
1969	October 11	Khulna coast	Cyclonic storm.	Damage report not available.	
1970	October 23	Khulna, Patuakhali	Severe cyclonic storm with storm surge.	No heavy damage report received.	
1974	August 13-15	Khulna coast	Severe cyclonic storm 50 mph		
1977	May 9-12	Khulna, Noakhali, Patuakhali, Barisal, Chittagong and offshore islands	Cyclonic storm 70 m.p.h.		
1978	September 30 to October 3	Khulna and Sundarban Coastal	Cyclonic storm 46 m.p.h. (40 kts)		
1988	Nov. 29	Khulna coast near river Raimangal	Severe cyclonic storm with core wind speed 160 km. per hour storm surge 14.5 ft. at Mongla Point	people killed	5708
				Deer killed	15000
				Royal Bengal Tiger killed	09
				Cattle heads	65000
				Crops damaged : Tk. 9410 million.	

source : 1996 Statistical Yearbook of Bangladesh

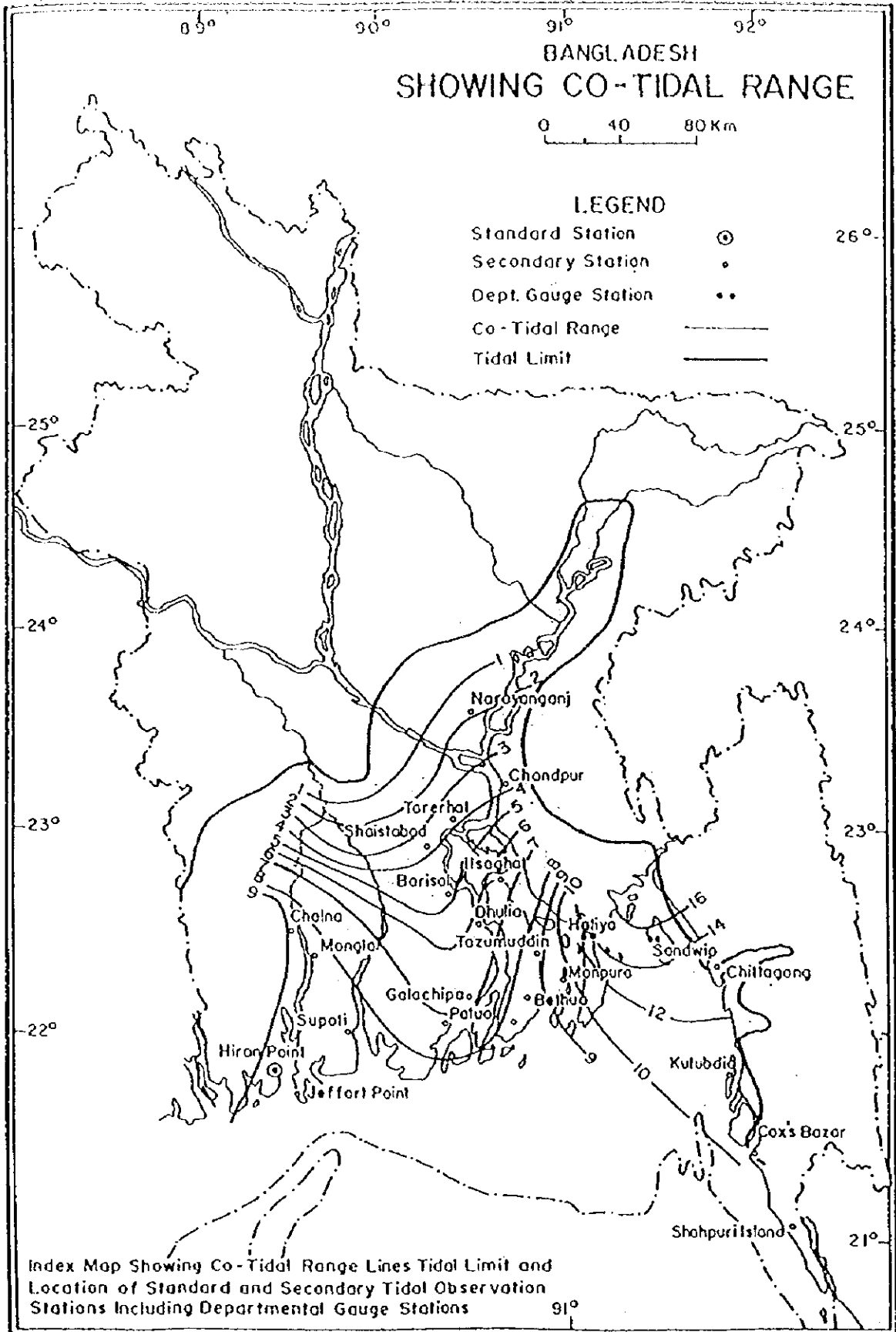
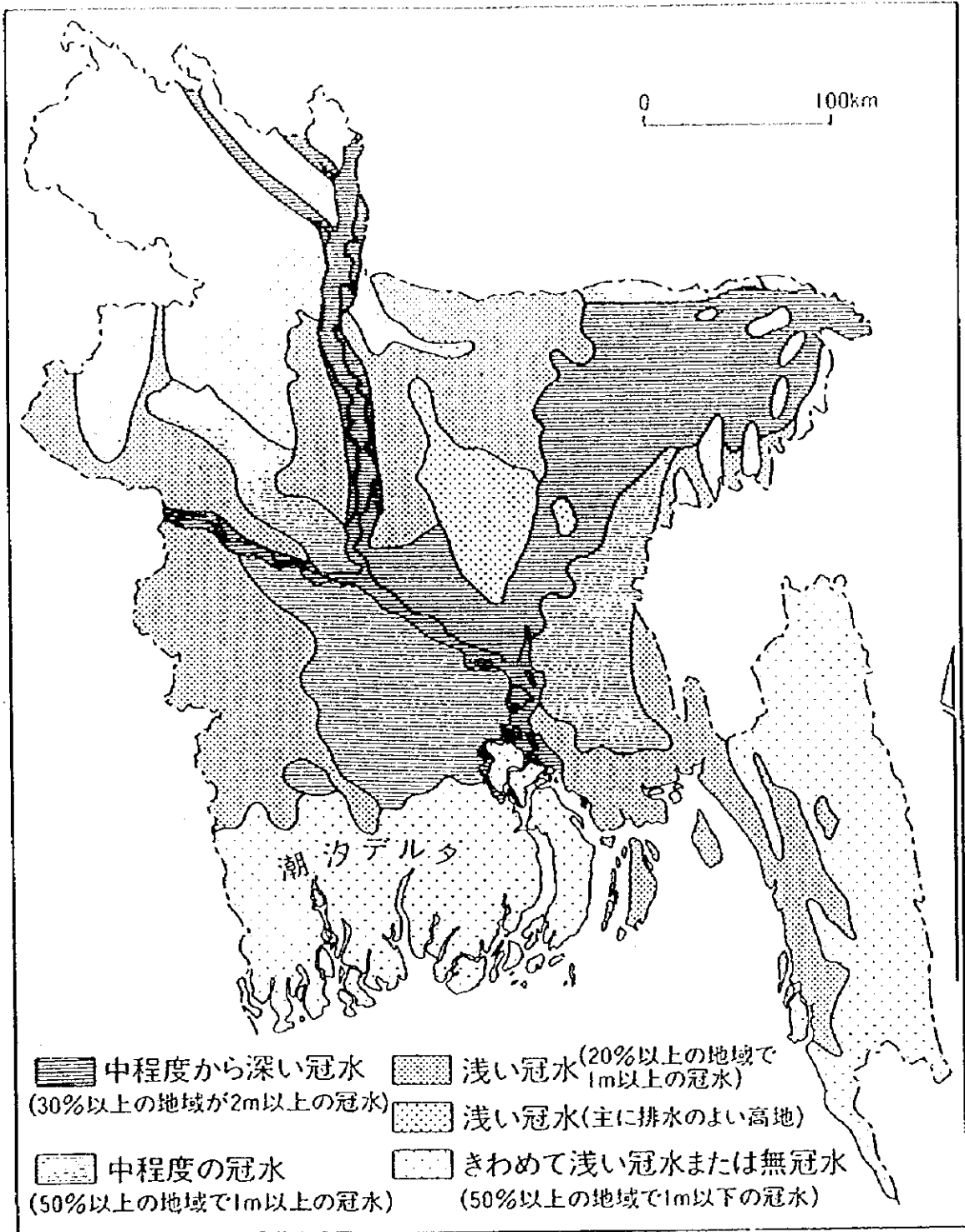


図5-10 バングラデシュにおける潮位の影響範囲



洪水の相対的な程度を理解するために、一定の水深以上の冠水を見る地域の割合を図示した。

図5-11 バングラデシユの洪水状況

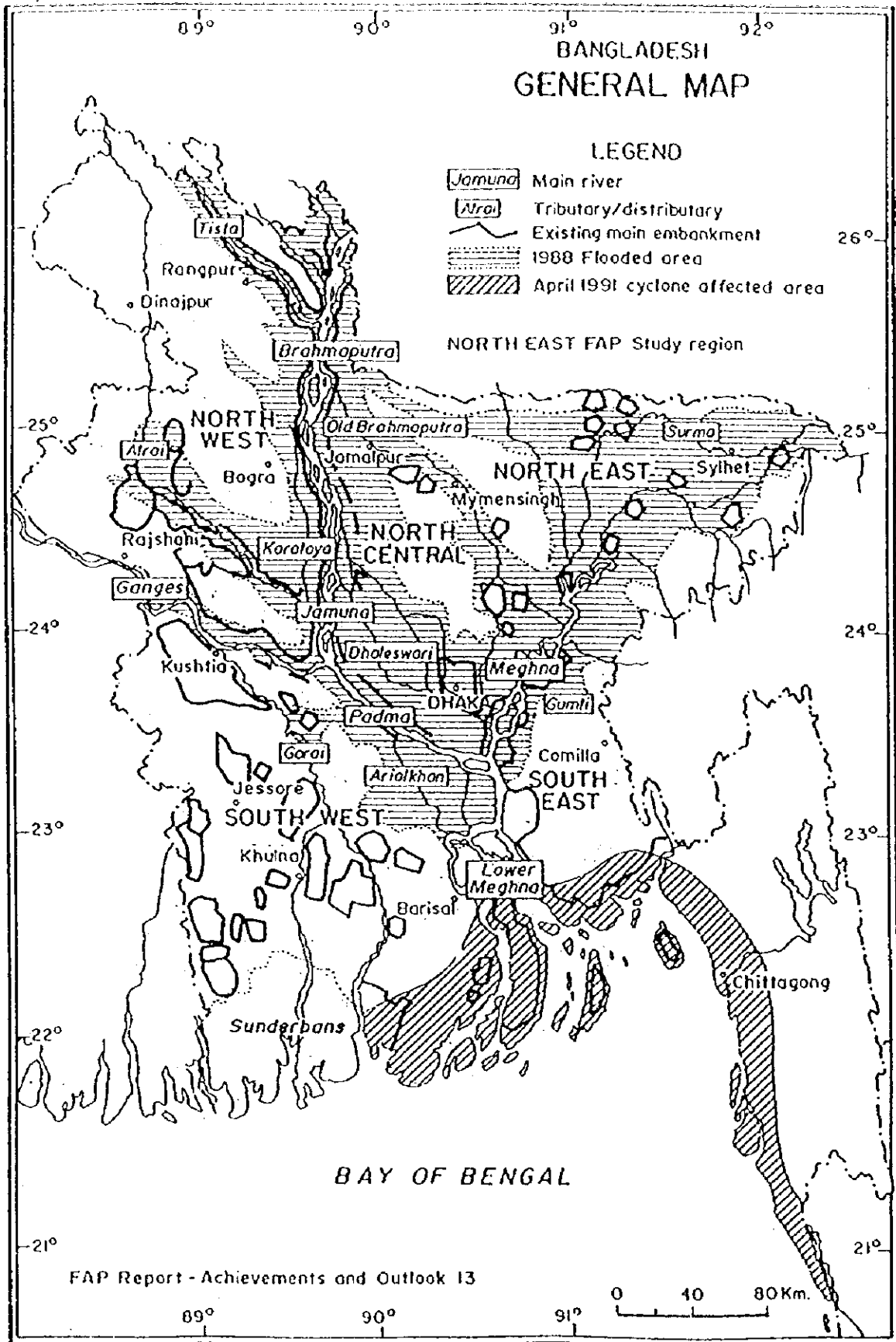


図5-12 バングラデシュの洪水と各地の堤防