

F A P - 20 : コンパートメント (排水地区の細分化) 構想パイロット・プロジェクト
(Compartmentalization Pilot Project)

バ機関 - F P C O, B W D B, L G E B & O T H E R S

ドナー: NETHRRLAND, GERMANY 調査期間: 01. 07. 91-20. 12. 95

この調査は、水管理を通じて集約度の高い農業、漁業、総合農村/都市開発を実施する際、安全度の高い環境条件を作り出し、それにより洪水氾濫原の住民の生活、生計状態の改善を図るということを目的としている。シラジガンジ、タンガイルのパイロット・プロジェクトは、コンパートメント構想の実用性、正当性を論証するものである。

その有利性、不利性についての統計的な評価を通じて、この概念は正当化される。経済、財政、社会的便益評価がなされ、F A P プロジェクトの適用できるシステムであるかどうかを検討される。

F A P - 21/22: 変動氾濫原管理・河道安定パイロットプロジェクト

(Bank Protection, River Training & APPM Pilot Project)

バ機関 - F P C O, B W D B & O T H E R S ドナー: GERNAMN, FRANCE

調査期間: 01. 12. 91- 04. 93

05. 93- 12. 97

F A P - 21 堤防保護 (Bank Protection) については、ジャムナ河の選定されたサイトでいろいろなデザイン、工法を変えた Bank Protection の実験を行い、その実験をモニターリングすることによって構造設計、建築材料、建築方法の改善を計るという調査である。F A P - 22 で河道調整 (River Training) と洪水氾濫原管理パイロット・プロジェクト (Active Flood Plain Management Pilot Project) は、堤防侵食をおさえること、河道の安定化をはかることをねらった主要河川の洪水氾濫原の開発と管理方法を検討する調査である。河道調整方法、設計、建設資材の査定については、ジャムナ河沿いに選定されたサイトで小規模の実験を予定している。サイト - Kammarjani と Bhadurabad, 実験施設 - RRI, Paridpur, Delft Hydraulic Laboratory。建設方法のガイドラインの策定、ローカル・コントラクターの評価をしたり、国内にある建設機械、建設材料の目録を作る予定。

F A P - 23: 耐洪水性強化パイロット・プロジェクト (Flood Proofing Pilot Project)

バ機関 - F P C O ドナー: U S A 調査期間: 11. 90-31. 12. 91

洪水防御が施されていない地区において、洪水の悪影響を軽減する方法を検討し、実験し、洪水に耐え得る方策を推奨する。6ヶ所で Rapid Rural Appraisal 調査が実施された。

F A P - 24: 河川測量計画(River Survey Programme)

バ機関-F P C O, BWDB, B I W T A ドナー: E E C 調査期間: 10. 06. 92-09. 06. 96
調査対象地域は、Brahmaputra/Jamuna, Ganges, Meghna and Padma, plus the main
disributaries of these rivers; the Old Brahmaputra, the Dhaleswari, the Gorai and
the Arial Khalである。目的は、主要河川の水文、形態、水位データの収集、補助調
査で得た新しいデータを基に河川体系に関する特別調査を行う、BWDB, B I W T Aの
スタッフにたいして河川調査の手法について技術移転をする、河川の水文、形態に関する
データの収集及び調査プログラムに関するバ国の制度の向上を計ることなどである。調査
船を2台購入する。

F A P - 25: 洪水モデル構想・管理プロジェクト(Flood Modelling/Management Project)

バ機関-F P C O, W A R P O ドナー: DENMARK, FRANCE, NETHRELAND, U K

調査期間: 01. 10. 90-31. 12. 93

DANIDAが実施しているSWSMP/MPOプログラムに対し、アドバイス、協力及び調
整をしながら調査を進める。この調査の目的は、関連あるモデル構想に対する数理面での
統一を計る、他のF A Pにたいして種々の洪水モデル構想を紹介する、他のF A Pの土木
工事の設計仕様を統一するため水文に関する基礎理念の調整をする、洪水管理に関するモ
デル構想を開発することである。

F A P - 26: 制度改善計画(Institutional Development Programme)

バ機関-F P C O ドナー: U N D P, FRANCE 調査期間: 03. - 06. 92

F A Pに関し制度上必要な条件を確立するプログラムで、既存の制度の評価、将来のF
A Pプロジェクトの計画、実施、管理段階で必要とされる制度の推奨及び現実化を計る。

2-2-6 FAPに対する批判と対応

1990年1月の第1回FAP会議から1993年5月の第3回会議が開催されてきたが、第3回の会議の席上、いままで常に灌漑水資源洪水対策省を牽引してきた世銀がその対応をにぶらせ1ドナーとして対応した。世銀は一時FAPから完全に手を引くのではないかとの噂も流れたが、少なくともこの1年はその予定はないとのことである。バングラデシュの担当大臣、大蔵大臣はバングラデシュの洪水対策は、最優先課題であり、毎年多くの被害が出ており一時も速い解決を必要としていると表明している。この批判は、世界的にも例の少ない大規模な洪水対策であり、その対応が多くの国・国際機関により運営されていること及び調査・設計・工事の実施により影響を受ける人々が広範囲であり、各々のプロジェクトがその地域毎の状況を考慮しつつ実施しているもののバ国の国情が先進国のような洪水対策を適用できない所にもあるように思える。すなわち、洪水が衛生環境の改善に役立つと考えられている状況（市街地は、洪水により洗い流され清潔になるとの考え方）や、洪水により漁業の営みが可能となること、また人口増加による影響で、堤外地に居住している人々の新たな居住先の問題（数百万人が居住しているとの資料もある）、築堤は排水を悪化させるとの考え方等があり、これらの問題の解決が求められている。

FAPの洪水対策は、当初の3大河川に築堤し河川を浚渫する“Flood Control”から“Comprehensive water management”（洪水の堤防内への侵入をある程度容認し水の利用を考える）、“Maximum good and Minimum adverse effect”と変化していて、堤防について言えば、新たな築堤建設は実施せず既存の堤防修復の方向にあり、排水については、大規模な排水路建設を避け、既存の河川を利用し、計画段階から、住民の参加を求めるなど柔軟な対応をしている。

2-3 森林

バングラデシュの森林は、近年急速な荒廃が進んでおり、土地管理上の名目森林面積と実際の森林被覆面積との大きな差になって現れている。森林は、政府統計資料では政府管轄林 (National Forest または Government Controlled Forest) と未区分国有林 (Unclassified State Forest、略称: USF) とがあり、前者は環境森林省森林局が管轄し、後者は大部分がチッタゴン丘陵の地方行政機関 (District)、一部が水資源開発庁 (Water Development Board) の管轄となっている。さらに政府管轄林は Reserved Forest と Protected Forest とからなり、その違いは前者では周辺住民の用益権が認められず、後者ではある程度認められていることにある。この他に農家の周辺に植えられた屋敷林、溜池、河川、道路などの堤防や沿線に植えられたものは Village Forest または Homestead Forest と呼ばれ農家に帰属するもので、ココヤシ、ビンロウジュ、マンゴー、ジャックフルーツ、タマリンド等の果樹や香辛料として利用されるものが多い。要約すると表 2-3-1 の通り。

表 2-3-1 森林区分、主な地域、樹種

森林区分	主な地域	樹種
政府管理林 (Government Controlled Forest)		
丘陵林 (Hill forest)	チッタゴン丘陵	チーク竹類
平地林 (Plain land forest)	モドナール台地	サワウサ
マングローブ林 (Tidal forest)	スダルバン、沿岸	スドリ
未区分国有林 (Unclassed State Forest)	チッタゴン丘陵	竹類、雑木
屋敷林 (村落林) (Homestead Forest/Village Forest)		果樹・薪用木

森林面積は、表 2-3-2 に示すように 1989 年には、名目上 24,600Km² となっているが、実際の被覆面積は、森林タイプ及び管理状況により樹冠被覆率がまちまちであり、1989 年アメリカ国際開発庁 (USAID) のデータによると資源調査の行われてない未区分国有林では 10%、屋敷林は 90%、政府管轄林は 61% であり、屋敷林を含めても名目上の面積の半分以下の 11,460Km² と推定できる。しかし 10,000Km² 程度と見る向きもあり、人口が 1911 年から 50 年間かかって倍増し、その後わずか 30 年間で再び倍増の 1 億 1,000 万に達したのに反比例するように森林はわずか 20 年間で半減したことになる。

森林タイプを以下に説明し、その分布状況を図 2-3-1 に示した。

(1) 丘陵林 (Hill forest)

Chittagong, Cox's Bazar, Rangamati, Bandarban, Khagrachari Hill Tracts, Sylhet, Moulvibazar, Habiganj district の丘陵林は、全体で 140 万 ha の広さを持ち内 67 万 ha が森林

局管轄林で、73万haは丘陵3県の管理下の未区分国有林（USF）である。森林局は1960年代のパキスタン時代に工業化を目指す国策に添い、「大規模産業造林（Large Scale Industrial Plantation）」と銘打ち価値の低い在来の常緑・半常緑林を皆伐し、チークを主体とした価値の高い広葉樹の植林を進め、10万ha以上の植林を完了した。しかし、その現状は、造林技術面、管理面での問題を抱え、この造林計画を単にプランテーションの名のもとに在来常緑・半常緑林の遺伝資源を失ったものと評する声もある。残りの地区も、丘陵の小数民族による移動焼き畑耕作が長年にわたって行われ、USFはほとんどが雑木林と化している。最近になって、NGOが中心になって植林の重要性を大衆に訴えたり、官民の関係者のための造林技術訓練が行われるようになり、WFP（世界食糧計画）の支援による地元住民の協力・参加を得た植林が展開されつつある。

（2）平地林(Plain land forest)

平地林は、一般にサラソウジュ林（Sal forest）として知られ、ダッカ北部のモドゥプール台地を中心とした Gazipur、Tangail、Mymensingh、Jamalpur 諸県、およびバリンド台地北部を中心としたDinajpur、Rangpur 両県にパッチ状に分布し、総面積12万haほどである。これらの地域での伐採は1972年以降禁止されているが、森林は減少しており、全体の半分は伐採され農業用に転用されている。Tangailの例では、1970年には8,100haに及んでいた林地が、20年後の現在1/20の405haに激減している。

（3）マングローブ林(Tidal forest)

「2-4 マングローブ」にて解説する。

（4）屋敷林（村落林）(Homestead Forest/Village Forest)

農村住民のほとんどは炊事用の燃料としての薪不足解消のため、また食料生産および屋根や壁の補強用資材を確保するために、家の周辺に各種有用樹種を植え育てている。政府統計の森林には含まれず、極めて小規模な裏庭の木であるが、個々の農民の保護により被覆率は植付け面積の90%に上ると言われ貴重な森林資源となっている。樹種は多種にわたるが、果実と材・薪兼用のものが多く、ココヤシ、サトウヤシ、ビンロウジュ等のヤシ類、マンゴー、ジャックフルーツ、レイシ等の果樹が代表的であり、アメリカネム、タイワンネム、ビルマネム、ギンネム、ハウオウボク、シッソー等のマメ科樹種や竹類はもっぱら薪・用材用として利用されている。表2-3-3、4に地域別の主要樹種とその用途を示す。

竹林は政府管轄林、屋敷林ともに生育しており"poorman's timber"として農村では重要な森林資源である。竹林は、密度の低い森林では樹冠下においても独立した株状に分布している。全国の屋敷林で栽培されている竹は8品種2,149万株に上ると推定されている。

以上解説のとおり、ほとんどの政府管轄林の林層は後退しており、スندگانバンにおけるマングローブ林の材積は1960年の2,030万 m^3 から1984年の1,320万 m^3 まで減少し、東部丘陵林においても1964年の2,380万 m^3 から1985年の1,980万 m^3 へと減少している。

東部丘陵地帯のもう一つの森林、未区分国有林（USF）では、少数民族による伐採、火付けの伝統的焼き畑移動耕作（Jhum）による森林破壊が深刻である。従来の焼き畑は、耕作後10～15年間の休耕により土壌養分の回復が見込めることから30年前までは、持続的自給自足システムであった。しかし、人口圧力により休耕期間が3年間程度に短縮され、生態系に取り返しの効かない影響を与えるに至った。焼き畑耕作の急速な拡大によりKassalong と Rankhiangの保護区は、1985年時点で 65,000haが破壊されており、焼き畑耕作は今後も丘陵林の存続にとって最大の脅威であり、速急の対策が求められている。

表 2 - 3 - 2 森林面積

Forest type	Forest land*	Forest land**	Tree cover**	Ratio of	Growing stock
	km ²	km ²	km ²	Tree cover***	(million m ³)
	A	B	C	D	E
Hill forests					
Chittagong Division		1,185.8	380.4		
Cox's Bazar Division		1,529.7	1,048.2		
Ctg. Hill Tracts N.		1,643.1	1,141.2		
Ctg. Hill Tracts S.		959.1	461.4		
Sylhet Division		748.7	299.5		
Total hill forests	6,700	6,066.4	3,330.7	55.00%	28.32
Plain land forests					
Central Region		1,003.6	348.0		
North-Western Region		137.6	20.2		
Total plain forest	1,200	1,141.2	368.2	32.00%	0.24
Tidal forest(other)					
Sundarbans forest	5,700	5,770.9	3,953.9		
Other natural forests	100	contained in hill forests			
Coastal afforestation	900	708.2	647.5		
Total tidal forests	6,700	6,479.1	4,601.4	71.00%	16.00
Total government controlled forests	14,600	13,686.7	8,300.3	61.00%	
Unclassed state forests	7,300		730.0	10.00%	negligible
Homestead forests	2,700		2,430.0	90.00%	54.70
All forests	24,600		11,460.3	47.00%	99.06

(出典)

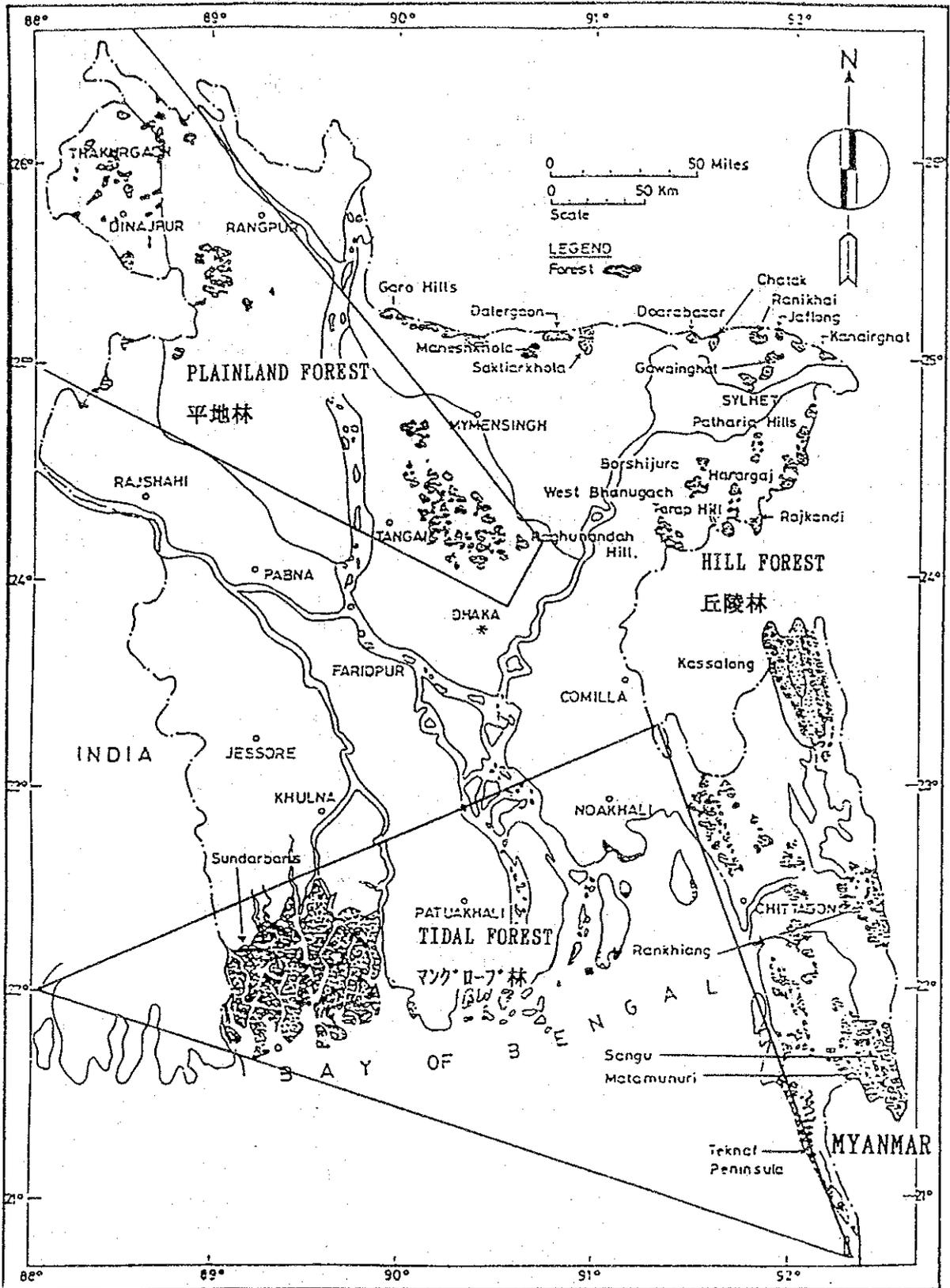
* 海外経済協力基金セクター調査報告書, 1990/Forest Management Practices in Bangladesh, 1989

**Bangladesh Social Forests Project Preparation Mission, 1985

**R. A Chowdhury: Forest Management Practices in Bangladesh, 1989

注: B, C列の一部とD列について他の文献よりデータを挿入し調整した。

図 2 - 3 - 1 森林分布図



(出典) Forest Master Plan ADB 1993

表 2 - 3 - 3 地域別の主要屋敷林樹種

Location	Major Speci	Scientific Name	Ave. Number per Household (和 名)	% Household contained	
Rajshahi (中西部、 年降雨量 1,300mm)	Palmyra palm	Borassus flabellifer	パミラヤシ	4.48	58
	Babla	Acacia nilotica	アカシアの仲	2.37	55
	Mango	Mangifera indica	マンゴー	0.70	45
	Date palm	Phoenix sylvestris	サウナツメヤシ	3.36	40
	Neem	Azadirachta indica	インドセンダ	0.50	33
	Bamboo	Bambusa spp.	竹類	0.67	32
Tangail (ダッカ北西、 年降雨量 1,800mm)	Mango	Mangifera indica	マンゴー	9.93	95
	Jackfruit	Artocarpus heterophyllus	ジャックフルーツ	5.56	90
	Bamboo	Bambusa spp.	竹類	2.65	89
	Betelnut	Areca catechu	ピンロウジュ	16.80	65
	Pitraj	Amoora rohituca	ハリソハラ	1.02	48
	Jiga	Odina woodier	?	2.05	43
	Coconut	Cocos nucifera	ココヤシ	0.96	40
	Lemon	Citrus limon	レモン	1.47	40
	Banana	Musa spp.	バナナ類	1.01	38
	Ishurdi (Rajshahi 東、年降 量 1,500m)	Mango	Mangifera indica	マンゴー	4.54
Jackfruit		Artocarpus heterophyllus	ジャックフルーツ	2.18	60
Date palm		Phoenix sylvestris	サウナツメヤシ	5.19	58
Coconut		Cocos nucifera	ココヤシ	5.25	53
Banana		Musa spp.	バナナ類	9.50	50
Black berry		Eugenia jambolana	ジャンボラン	1.28	48
Betelnut		Areca catechu	ピンロウジュ	0.90	38
Palmyra palm		Borassus flabellifer	パミラヤシ	0.78	32
Bamboo		Bambusa spp.	竹類	22.43	23
Jessore (Khulna南 年降雨量 1,800mm)		Coconut	Cocos nucifera	ココヤシ	5.12
	Mango	Mangifera indica	マンゴー	1.99	67
	Jackfruit	Artocarpus heterophyllus	ジャックフルーツ	3.35	67
	Banana	Musa spp.	バナナ類	3.43	65
	Date Palm	Phoenix sylvestris	サウナツメヤシ	2.73	37
	Bamboo	Bambusa spp.	竹類	2.52	37
Rangpur (北西部、 年降雨量 2,000mm)	Betelnut	Areca catechu	ピンロウジュ	3.98	35
	Jackfruit	Artocarpus heterophyllus	ジャックフルーツ	2.75	73
	Mango	Mangifera indica	マンゴー	3.25	72
	Bamboo	Bambusa spp.	竹類	0.05	60
	Betelnut	Areca catechu	ピンロウジュ	11.92	55
	Pitraj	Amoora rohituca	ハリソハラ	2.20	38
	Coconut	Cocos nucifera	ココヤシ	0.46	37
	Neem	Azadirachta indica	インドセンダン	6.00	35
Patuakhali (ベンガル湾 年降雨量 2,800mm)	Poa	?	?	0.85	34
	Betelnut	Areca catechu	ピンロウジュ	5.00	25
	Mango	Mangifera indica	マンゴー	1.65	15
	Banana	Musa spp.	バナナ類	1.30	13
	Coconut	Cocos nucifera	ココヤシ	0.42	7
Raintree	Samanea saman	アメリカネム	0.42	7	

* Average of 60 Households

(出典) Homestead Plantation and Agroforestry in Bangladesh BARI

表 2 - 3 - 4 屋敷林の品種別の主要用途

Species	Fruit	Tim-ber	Poles & rafts	Juice	Agril imple-ments	Fuel	Fodder & fencin	Trelli	Handi-crafts	Suppor to cree-pers	Others
Mango	***	**				**	*			*	
Jackfruit	***	***				*	*	*		*	
Coconut	***		**		*	**		*		*	
Betelnut	***		**			*		*	*	*	
Datepalm	*		**	***		*		*	*	*	
Palmyra palm	**		**	**		**					*
Blackberry	**	**			*				*		
Jujubee	***	*			*	*	*	*		**	
Guava	***					*	*			*	
Pomelo	***								*		
Lemon	***					*				*	
Custard App	**		*			**	*	*		*	
Bullocks heart	***					*		*		*	
Woodapple	***					**				*	
Hog plum	***					*		*		*	
Tamarind	*					**					
Papaya	***					*	*				
Banana	***					*	*	*		*	
Litchi	***		*			**		*		*	
Pomegranite	***					*					
Gab	*					*		*		*	
Fig	*					*		*		*	
Sajina	***					*	*	*		*	
Bamboo			***		**	**	*	***			
Babla		**	*		***	**	**	**		**	
Koroi		***	**			**					
Raintree		***	**			**					
Meghogoni		***				*					
Debdaru		*				*	*			*	
Sisso		***	*		*	**					
Segun		***			*	**					
Neem		***	***		**	**		*		*	
Ghoranim		**			*	*		*			
Pitraj						*		*		**	
Silk cotton						**	**	*			
Jiga			*			**				**	
Kadam						*	*				
Pituli						**	*				
Mandar	***					*	*				
Gamar						*					
Poa						*					
Krishnachura						*					*
Nishinda						*		**			

*** = Most important use, ** = Moderate importance, * = Minor importance

Others = Wind break, shade, manure, beauty, etc.

(出典) Homestead Plantation and Agroforestry in Bangladesh BARI

2-4 マングローブ林

Bangladesh のマングローブ林は、ベンガル湾に沿って東南端の Teknaf、Jinjiradwip (別名 St. Martin's Island(300ha))、Naaf 河岸、コックスバザールの北西沿岸に広がる Chakaria Sundarban (7,500ha)、そして西南端に Sundarban (577,000ha) にまで広がっている。

農地や養殖池への転用にためマングローブ林がかつてない大規模伐採され、その結果サイクロンによる災害は未曾有のものとなり、水産資源は急速に減少しはじめた。これらの原因が解明されるに従い、マングローブ林の環境に対する役割、機能、重要性は今日益々増大している。以下にその機能・役割を要約した。

表 2-4-1 マングローブ林の機能・役割

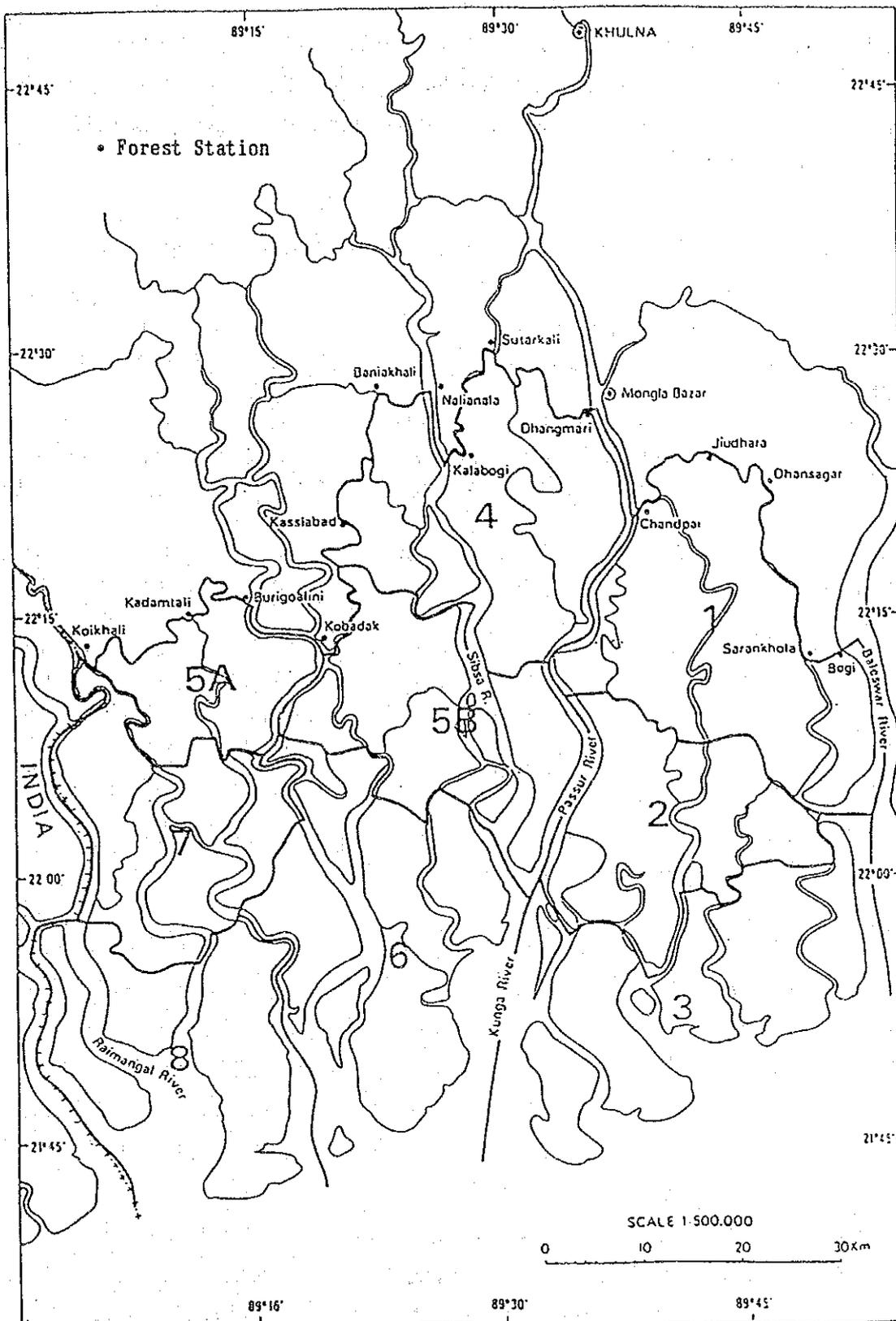
防災機能	; 対サイクロン、高潮、沿岸保護
環境維持機能	; 外航水路の維持、護岸、流出土壌堆積の制御、 レクリエーション空間の提供
資源涵養源	; 浅海生態系の保護 (E.P. 類の幼生、稚魚生育の場の役割) 燃料、用材・パルプ原料・薪・屋根材、食料 (魚介類、 蜂蜜、蜜蠟、動物を含む)
生物多様性保全	; 野生動植物保護区 (遺伝資源の保護)

2-4-1 スンダルバン

スンダルバンは、Bangladesh 国内の森林 (樹冠被覆面積) の 35% を占めるだけでなく、その規模は世界最大級として著名であるが、スンダルバンは元タインド側を含め 80 万 ha におよぶ広大なものであった。しかもイギリスの植民地時代、独立、Pakistan からの分離独立という 120 年以上もの長期に渡り慎重な管理と節度ある伐採で、森林の基本的構成と種の多様性をあまり失うことなく持続的に利用されてきたというユニークなものである。

その管理は 1875 年に保全林の指定を受けて以来、森林局により現在に至るまで続いている。全域は、8 区 (block) に大分され、さらに 55 の小区画 (compartment) に細分され、陸側境界の河川沿いに 16 の管理出張所 (Revenue Station/Forest Station) があり、資源の管理・モニタリング、不法伐採等の取締を行っている (図 2-4-1)。

図2-4-1 スンダルバンの区分



TEXT MAP 5 Samolina blocks

(出典) Some Relevant Information about Sundarbans M.A.Islam 1992

域内は、各種森林資源、漁業資源に恵まれており、木材や薪の切り出し、エビや魚介類の捕獲、蜂蜜の収集が行われている。毎年約30万人もの人々がスンドルバンに入域し経済活動に従事するとともに、関連して50~60万人がこれらの資源に依存して生活している。最近5年間(1987~91年)の林産品、水産品の採取量の変化を表2-4-2に示したが、どの産品もカニ、稚エビ以外は横ばいか減少傾向にあり、特にエビの水揚げ高の減少は著しく、養殖用の稚エビの乱獲の影響が懸念される。

表2-4-2 スンドルバンの林・水産品産出量(1987/88~91/92年)

(単位: t)

No.	Name of Item	和名	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91	1991/92
[林産物]							
1	Goran	コヒルギ	69,335.5	60,693.6	59,823.6	59,909.7	41,198.5
2	Golpatta	ニッパヤシ	78,940.5	68,241.2	66,964.7	72,392.1	74,368.0
3	Hantal	フェニクス属	7,874.3	8,367.0	7,227.2	6,770.0	8,860.0
[虫]							
4	Honey	蜂蜜	223.0	99.3	146.4	211.0	159.2
5	Hony wax	蜜蠟	55.7	24.9	36.5	52.7	43.5
[水産物]							
6	Oyster	カキ	3,611.5	3,652.4	2,863.8	2,453.9	2,952.5
7	White fish/Hilsha*	魚類	5,394.6	4,648.3	4,480.2	4,192.4	3,904.0
8	Big & Small Shrimp	エビ	802.8	649.9	554.2	506.1	493.7
9	Crabs	カニ	15.3	11.6	36.4	119.4	273.8
10	Bagda Shrimp	稚エビ**	1410	3043	7034	7269	11032

(出典) Some Relevant Information about Sundarbans, M. A. Islamより抜粋編集

(注) * Dry fishを含む、**単位; 1,000尾

スンドルバンの森林資源として経済的に最も重要な樹種であるスンドリのサイクロン被害や先枯れ(Top dying)の多発などもあるが、1983~84年にイギリスのODA(海外開発庁)の協力によりスンドルバンのインベントリー調査団は、木材生長量の過剰見積による過剰伐採が蓄積量の減少を招いているとし、生長量の推定基準の大幅な見直しと利用量の修正(一部樹種の伐採休止、伐採制限樹径の引き上げ)等を提言したが、新しい施業計画の策定には至らなかった。しかし、スンドリの伐期を従来の2倍の40年間に修正したり、1990年以降は緊急措置として損傷木を除くスンドリの伐採を停止している(図2-4-2)。

しかし、スンドルバンを取り囲む環境自体も変化しており、1970年代始めインドがガンジス川のバングラデシュとの国境よりわずか15Km上流にファラッカ堰堤を構築し、乾期に取水したためバングラデシュ国内への流入量が激減、ガンジス水系に依存する西南部地域では塩

水が流入し、農業、漁業のみならず周辺住民の生活に大きな影響を与えた。スンドルバンでも従来、陸水（淡水）の流入する塩分濃度の低い北東部地域においても濃度の高い汽水が流入し、生態系への影響が危惧されている。逆に水路変更により汽水の流入が止り陸生樹種の混入が認められる地区もあり、森林局によりアメリカネム (*Samanea saman*)、タイワンネム (*Albizia procera*) 等のマメ科樹種の導入適性試験が実施されている。

なお、スンドルバン地域には、ベンガルトラをはじめ貴重な野生生物が多種多数生息しており、保護区も設定されているが今後の森林計画には保護の具体的な施策も求められるところである。保護対象野生生物を巻末資料に示した。

2-4-2 チャカリア・スンドルバン

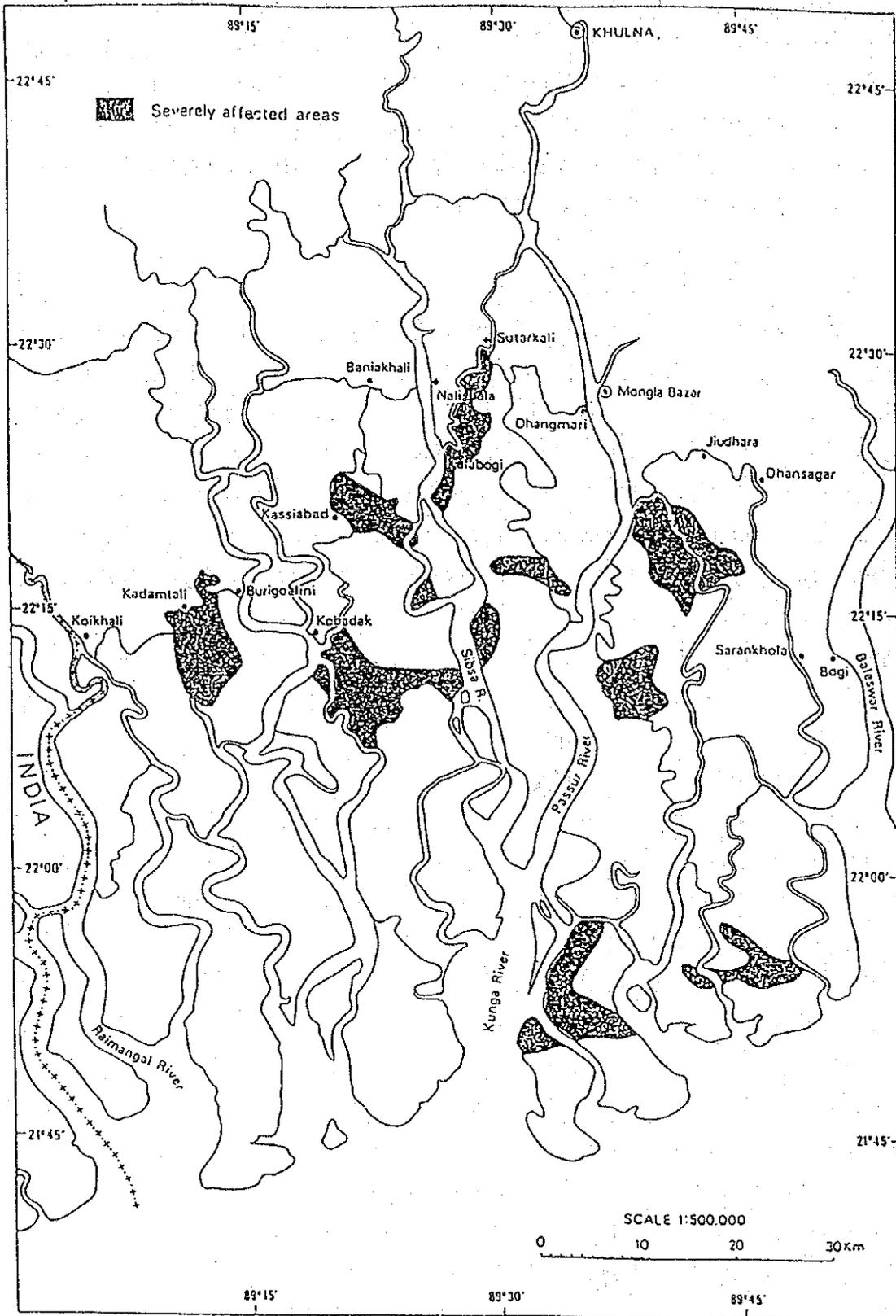
チッタゴンとコックス・バザールの間の低い丘陵と沖合いの島に囲まれた面積7,500haにおよぶマングローブ林であった。樹種構成はスンドルバンと異なり、スンドリは少なくヒルギ類優占の標準的な構成で、1985年以降エビ養殖池への転換が一挙に進み、現在では天然林はほとんど残っていない。しかし、1991年4月下旬のサイクロンによる高潮は、養殖池だけでなく従来被害を受けることがなかった内陸側の集落をも襲い、多くの犠牲者を出した。現在は *Acanthus ilicifolius*, *Aegialitis rotundifolia*, *Avicennia alba* (ヒルギダマシ) 等が Mohasikali 島の内海側に植林されはじめ、1993年8月には日本のオイスカ (NGO) による植林も行われた。一方、サイクロンにより被災した住民に対して、IFAD (国際農業開発基金) が森林局とタイアップして、ココヤシ、ビンロウジュ、果樹等の苗木を農家に配布した。

2-4-3 沿岸人工マングローブ林

ベンガル湾中央部と東部の沿岸、および沖合いの島々を含む一帯は、河川により運ばれる土砂の堆積による新しい土地 (char) の形成や逆に水流による浸食が激しいところであり、サイクロン被害を直接被る地域である。このためバングラデシュ政府は1961~65年にサイクロンに対する防災のために沿岸線に高さ 4.5m の堤防とこれを補強するための植林を実施したが、災害を免れられなかった反省から1966年よりマングローブによる防潮林づくりを開始した。この沿岸植林は、1970年の災害時陸地側だけでなく沖合いで形成される堆積地においても有効であることが証明され、本格的に植林が進められるようになった。

この成果を評価して世界銀行は、第1次森林計画の融資 (1980~85年) を開始し、融資以前も含めたべ11万haが植林されたと報告されている。しかし世銀融資による 8.5万haはモニタリングにより確認されているが、堤防周辺が安定してきた地域では養殖池、塩田、農地などの開発のために伐採されており、現存量は不明である。第2次森林計画 (1986~92年) の中でもマングローブ植林は実施されているが第1次に比べ小規模なものとなっている。

図 2-4-2 スンドリの先枯れ多発地域の分布



TEXT MAP 10 Sundri top-dying
 (出典) Some Relevant Information about Sundarbans M.A.Islam 1992

2-5 農業

バングラデシュの農業は、土地の高低、気象条件、土壌条件等の自然条件から多種多様な作付けパターンが特徴的で、かつ世界に例を見ない高い人口密度、零細な土地所有等の社会的条件から、稲作がその中心である。GDPから見ると農林、畜産、水産を含めた農業全体で、1990/91年は38%を占め、この内の79%が農業（作物生産）によるものである。

主要作物の作付け状況は、表2-5-1に示すように1990/91年の純作付け面積は、817万haで、のべ作付け面積1,345万haに対し利用率（作付け率）は165%に達している。のべ作付けの78%に当たる1,044万haを水稲が占め、主要換金作物であるジュートは、4.3%の58万haに過ぎず、圧倒的多数を占める零細農民は持てる土地すべてを稲作にあてている状況である。

この水稲一辺倒の作付けパターンは過去40年来変化していないが、その内容は大きく変化している。つまりバングラデシュの水稲作は、アウス(Aus)、アマン(Aman)、ボロ(Boro)に分類でき、季節による農地の冠水レベル、日長時間に適應したもので、アウス、アマンには直播型や移植型がある他、洪水害の危険分散のため混作をとる作型もあり、地域によるバリエーションに富んでいる。

冠水レベル毎の純作付け面積を表2-5-2に示した。土地面積、純作付け面積とも他のデータとかなり食い違うが、高地(Highland)、平地高部(Medium Highland)の割合はどちらも1/3強と見られる。水稲の作型別の品種、栽培期間等を表2-5-3に、作型の組合せ分布状況図を図2-5-1にそれぞれ示した。

表2-5-1 主要作物の作付け面積と収量

作物名	1984/85				1990/91			
	面積 (1,000ha)	比率 (%)	生産量 (1,000t)	単位収量 (kg/ha)	面積 (1,000ha)	比率 (%)	生産量 (1,000t)	単位収量 (kg/ha)
水稲	10,222	77.7	14,391	1,408	10,435	77.6	17,852	1,711
アウス	2,938	22.3	n.a	n.a	2,111	15.7	2,328	1,103
アマン	5,710	43.4	n.a	n.a	5,776	43.0	9,167	1,587
ボロ	1,574	12.0	n.a	n.a	2,548	19.0	6,357	2,495
小麦	676	5.1	1,441	2,132	599	4.5	1,004	1,676
穀類小計	10,898	82.9			11,034	82.1		
マメ類	510	3.9	549	1,076	728	5.4	523	718
油糧種子	599	4.6	476	795	569	4.2	448	787
ジュート	676	5.1	913	1,351	584	4.3	947	1,622
サトウキビ	162	1.2	6,769	41,784	191	1.4	7,682	40,220
イモ類	174	1.3	n.a	n.a	172	1.3	n.a	n.a
その他	134	1.0	n.a	n.a	167	1.2	n.a	n.a
合計	13,152	100.0			13,445	99.9		
耕地面積	8,640				8,170			
利用率(%)	152.2				164.6			

(出典) Statistical pocket book of Bangladesh 1990, 1992

Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh 1992

1)野菜, 2)果物

表 2-5-2 土地の冠水レベル

単位：1,000ha

	面積 (1,000ha)	純作付け面積 % (1,000ha)	冠水の深さ・期間 %
1. Highland	4,200	30.0	3,040 34.5 冠水しない
2. Medium Highland	4,567	32.6	3,150 35.8 90cm以下、短期間
3. Medium Lowland	1,771	12.6	1,430 16.3 90cm～180cm
4. Lowland	1,102	7.9	1,100 12.5 180cm～300cm
5. Very Lowland	193	1.4	80 0.9 300cm以上(7～9月)
6. Settlements, Waterbodies etc.	2,178	15.5	-
合計	14,011	100.0	8,800 100.0

(出典) Bangladesh Factsheet 1 Land, POUSH

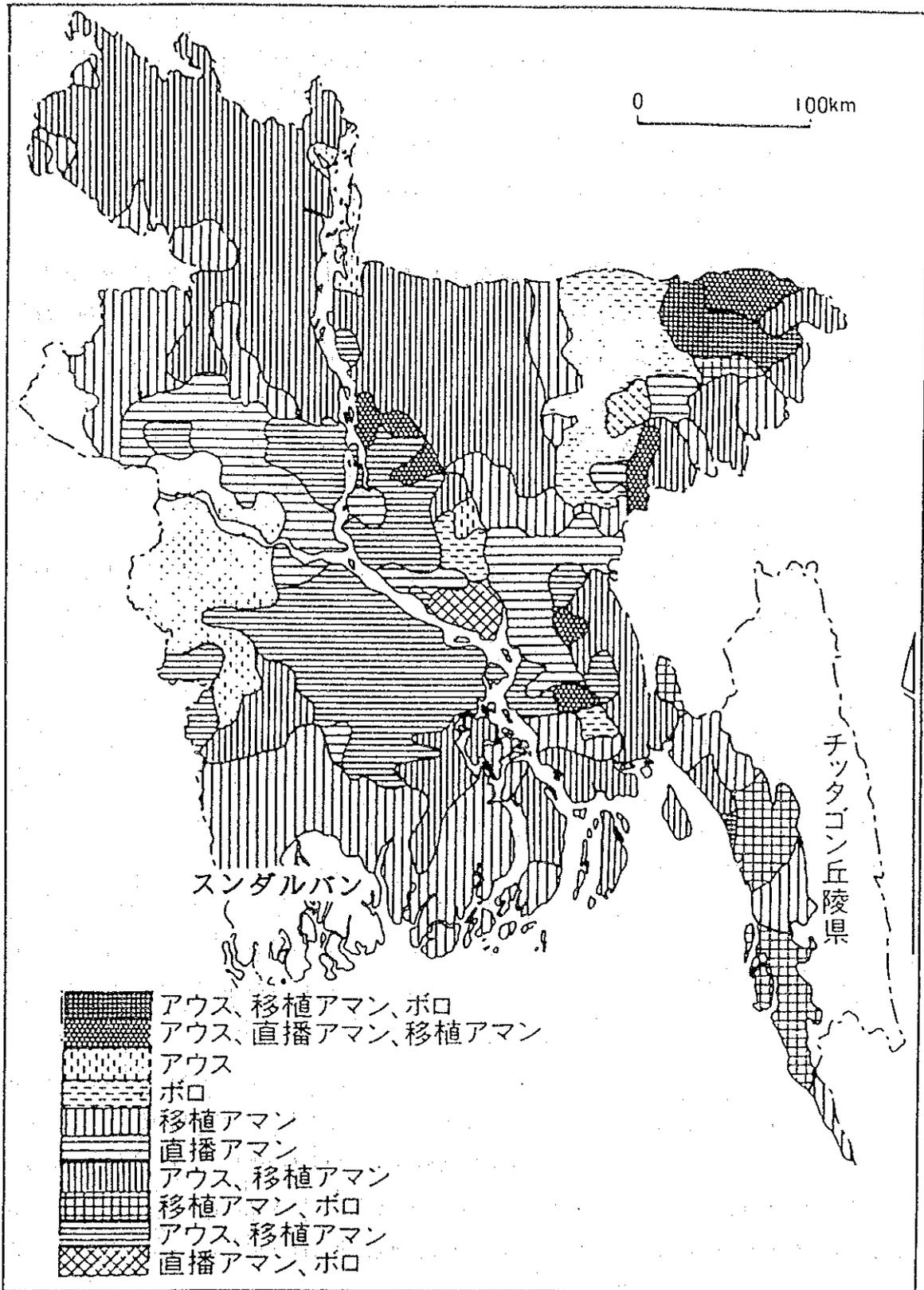
表 2-5-3 水稻の作型

作 型	品種/系統	栽培期間 (播種/移植から収穫)	栽培適地バ
アウス	在来	小雨期始め～雨期末 (3～8, 9月)	平地高部
移植アウス	BR2	小雨期始め～雨期 (3～7月)	平地高部
アマン	長稈、浮稲	雨期開始～乾期前半 (4～11)	平地低部
移植アマン	在来、BR4	雨期～乾期前半 (6～11, 12月)	平地
ポロ	BR1	乾期～小雨期 (12～4, 5月)	低地の灌漑栽培

大洪水が発生すると雨期作のアマンが被害を受け、これを補うため低地での乾期作ポロの作付けが増大する。乾期は季節が安定し灌漑施設の水管理も容易で、高収量品種 (HYV) の能力が十分に発揮される。逆にアウスの生産は天候に左右されやすく、品質も劣り自家消費の作付けが中心となる。また、ポロの収穫期とアウスの作付け期が重なる等の理由から1980/81年にはポロの2.6倍の作付け面積であったアウスが、1990/91年にはついにポロにその位置を譲ることになった。バングラデシュでは、稲は単に穀物としてだけでなく、燃料や建築資材としての藁も極めて重要で、冠水被害回避のためにも藁収量の高い長稈品種や浮稲が好まれ、IR (国際稲研究所育成) 系の短稈の高収量品種は普及しなかった。また、作期により品種に求められる性質も異なり、雨期のアマンでは耐冠水性、感光性、逆にアウス、ポロでは感光性のない品種が育成されている。

水稻の作型を収量から比較するとアウス、アマン、ポロの順に高収量となり、1990/91年統計では、それぞれ籾重量1,103, 1,587, 2,495Kg/haとなり、加重平均では1,711Kg/ha、作付け率から年間のヘクタール当たり収量は2.9トン (精米1.8トン相当) になる。

図2-5-1 水稻の作型分布図



(出典) ジョソツ 南アジアの国土と経済 バングラデシュ 二宮書店

バングラデシュでは、イネ (*Oryza sativa*) と同属の野生イネが 4種類確認されている。*O. fatua* は浮稲の野生種とも考えられており、ベンガル地域低地が栽培稲の原産とする説もあるが、森永 (1968) はダーズリン・シッキム・ヒマラヤ地域が原産で原モンゴル系人類が東南アジアに栽培稲をもたらした説を唱えている。実際稲の作型や品種による変異は多く、10,000品種に上るとも言われている。うち5,000品種はバングラデシュ稲研究所 (BRRI) 等の試験研究機関で遺伝資源として保存され、育種にも利用されている。

* *Oryza fatua*, *O. minuta*, *O. officinalis*, *O. coarctata*

図 2-5-2 にダッカ北方の Mymensingh 県における一年半にわたる作付けカレンダーを示した。わずかな標高差による雨期の冠水レベルを巧みに利用した稲作を主体とした作付けパターンが出来ており、その時期の水位や天候に合わせて調整され繰り返されている。

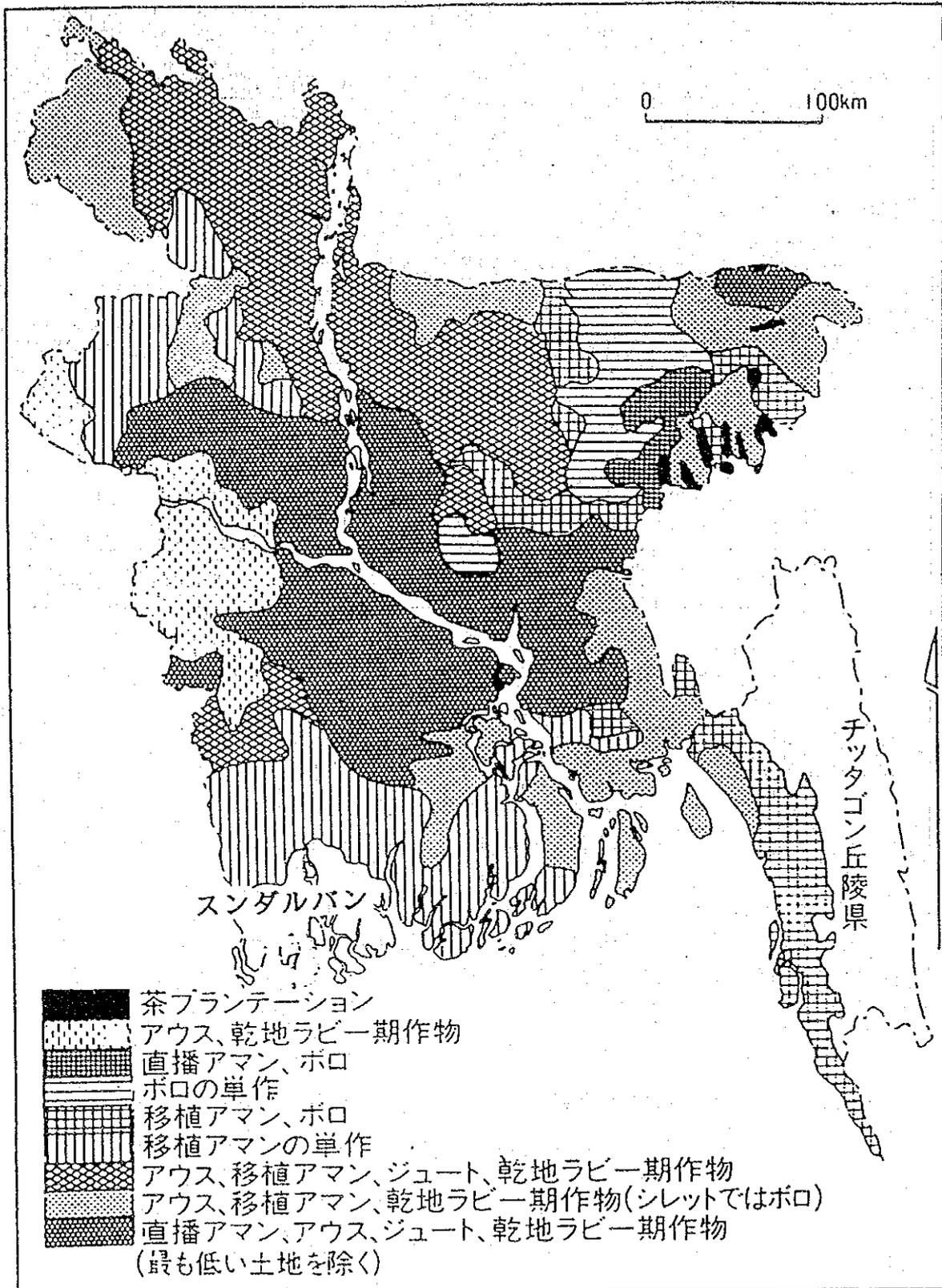
水稻以外の換金作物としてジュートがあり、輸出農産品としても重要である。しかし、1985年に国際市況の高騰を反映し 100万haの作付け面積を記録した以外は、1980年代より現在まで50万ha台で低迷している。収量は1970年後半の1.3t/haから90年には1.6t/haへと向上している。91/92年は、58.8万haで98.4万tの生産量 (推定) であった。

プランテーションとしては、1870年代にイギリス人によって始められた茶園がある。現在でも4.7万haのうち93%はSylhet県の卓状地における栽培である。低地茶として年間 4~4.6万t生産され半分以上がパキスタン等へ輸出されている。

その他の作物は、10月から4月の乾期に栽培される乾地ラビー期作物 (Rabi Crops) で、小麦、油糧種子 (カラシナ、ナタネ、落花生)、豆類 (ガラス豆、レンズ豆、ヒヨコ豆等)、タバコ、トウガラシ、ジャガイモ、サトウキビ (乾期に植付け・収穫) 等であり、伝統的に灌漑無しに栽培されてきた。特にガンジス川沿いのRajshahi、Pabna、Paridpur諸県では、自然堤防の肥沃な土壌を利用した、乾地ラビー期作物とアウスやジュートを組み合わせた栽培が盛んである。小麦は、1947/48年の3.4万haから80年頃まで収益性の高い作物として栽培面積を増大させ1979/80年には43.3万ha、82.3万tに達し、稲以外の主要穀類としての地位を確立した。1984/85年には67.6万ha、144万tを記録したが、最近は100万t台に留まっている。主要作物の組合せ栽培区分を図 2-5-3 に示した。

バングラデシュは稲、ジュートを始め、綿、サトウキビ、茶、マンゴー、バナナ、ライム、レイシ、マメ、ナス、ヒユ、サトイモ、ヤマイモ等の農作物が各地の自然条件、作型に適應して在来品種も多く存在したが、近年の人口増加からの食料増産のニーズにより高収量品種への転換により途絶えたり、野生化して生育していた種は、農地造成により一挙に絶滅するなど遺伝資源の多様性は失われつつある。政府機関による作物遺伝資源の収集保護は表 2-5-4 に示すとおりである。

図2-5-3 主要作物の組合せ栽培区分



(出典) ジョソツ 南アジアの国土と経済 バングラデシュ 二宮書店

表2-5-4 バングラデシュにおける作物遺伝資源

試験研究機関名	保有系統数	作物名	保存施設条件	報告年
バングラデシュ 農業研究所 (BARI)	2,929 [5,000]	稲、ジュート、 茶、サトウキビ を除く作物*	-18℃～ 10℃	1989
バ森林研究所 (BFRI)	1,098	製材用樹木、竹	圃場保存	1990
バジュート研究所 (BJRI)	3,685 [5,697]	ジュート、ケナフ ローゼル	14℃～ 20℃	1988
バ稲研究所 (BRRI)	約5,000 [5,000]	稲	0℃～ 5℃	1989
バ茶研究所 (BTRI)	256	茶	圃場保存	1990
バサトウキビ研究所 (SRTI)	[746]	サトウキビ	n.a	n.a

(出典) MOEF, IUCN; Towards Sustainable Development The National Conservation Strategy of Bangladesh []は、農業省資料による。* BARI, BJRIは不一致

ポロ稲の灌漑には、伝統的な手動によるさまざまな方法が古くから行われていた。中でも丸木船のような長い桶を粘土の重りで操作するドンやドンガが重要で、ざるを使い両側にロープを付け二人で振り動かして汲み上げるものも広く使用されてきた。

しかし、近年灌漑方法は近代的方法に変わりつつある。すなわち、1978/79年には、148万haの灌漑面積のうち46%の68万haが伝統的方法により、次いで低揚程ポンプの39%の57.7万haであったが、1990/91年には、全体面積は294万haと倍増し、伝統的方法は43万haに減り割合も15%へと低下した。表2-5-5に比較表が示すように、深・浅の内訳は不詳であるが管井戸による灌漑面積の増加は、16.3万haから167.6万haへと10倍に急増し、全灌漑面積の56%を担うまでになった。

図2-5-4に1975/76年の県別の灌漑面積とその方法別割合を示した。面積、割合とも上述の状況から現状とかなりかけ離れているが、地域による灌漑方法適性を示す類型として示した。つまり、十分な地下帯水層や貯水層がありデルタ沖積層の砂岩・礫岩が分布する北西部、中部を中心とした地域に深管井戸 (Deep Tube-well) や浅管井戸 (Shallow Tube-well) が設置され、微粒状の粘土質土壌の分布する低湿地 (Beel) などでは井戸灌漑に不適であり普及しえない。また、沿岸側デルタでも粘土質が多くなり、地下帯水の塩分濃度も増して不適である。このため、乾期中でも十分な表面水源がある低湿地あるいは河川沿いのメグナ湿地帯やグッカ南部の地域では、低揚程ポンプが広く利用される。

一方、用水路による灌漑は、堰堤基礎となる岩盤の欠如、重力送水を困難にする平坦なデルタ地形などから、バングラデシュ国内では小規模なものに留まっており、1950年代にガンジス河西岸の Kushtia 県にガンジス・コバダック計画が着手されたが、技術的問題に加えインド側のファラカ堰堤建設等による水量の低下もあり、困難を極めている。

表 2-5-5 灌漑方法と面積

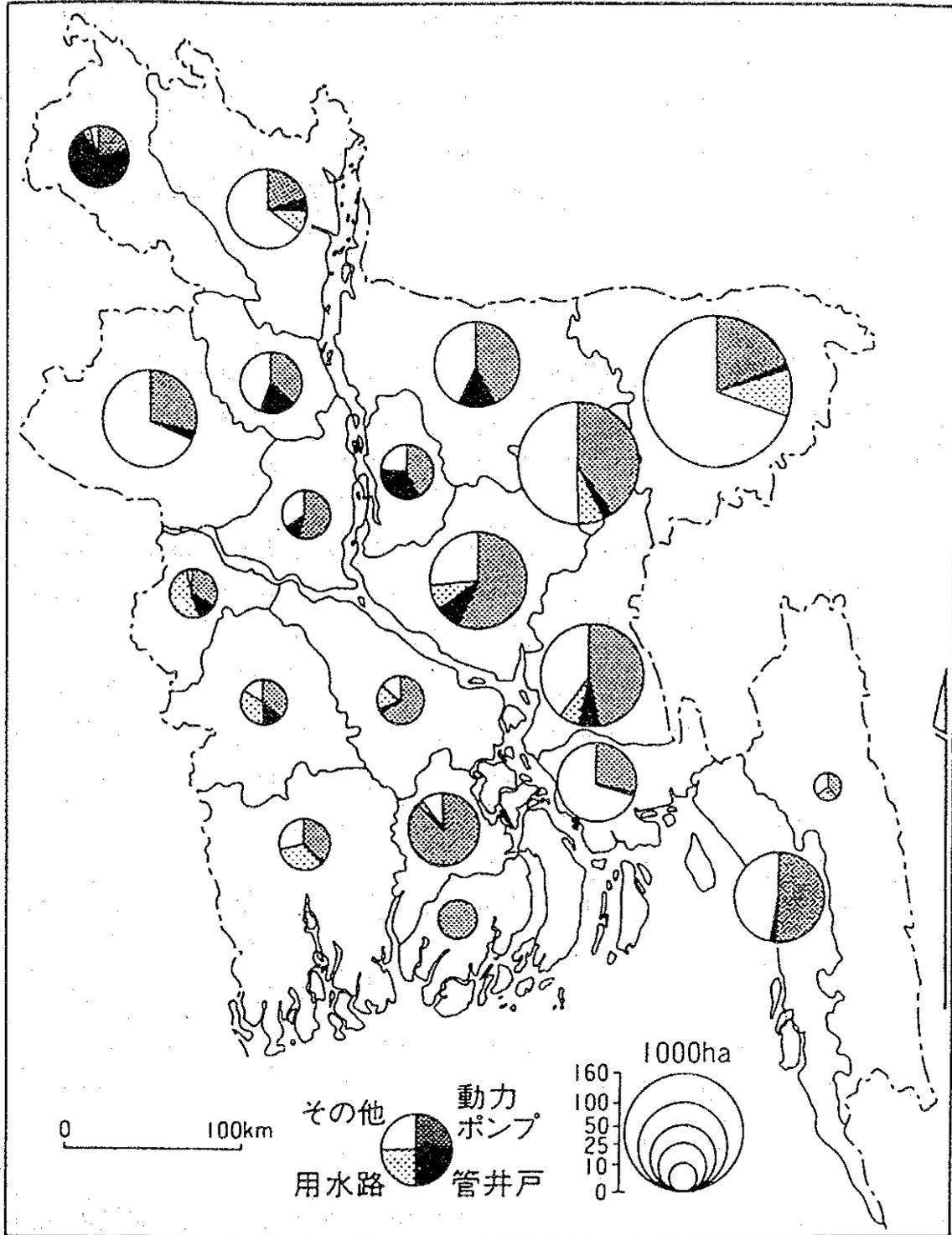
Irrigation Method	1978/79		1986/87		1990/91	
	(1000ha)	(%)	(1000ha)	Unit	(1000ha)	Unit
		1)	2)	3)	2)	3)
A. Modern:						
Tubewells	163	11	982		1,676	
Deep Tube-well	n. a	n. a	n. a	18,744	n. a	22,510
Shallow Tube-well	n. a	n. a	n. a	n. a	n. a	270,329
Power-pump	577	39	660	n. a	657	51,670
Cannals	59	4	155		176	
B. Traditional:						
Doons, Swing Baskets & Others	681	46	402	-	427	-
Total	1,480	100	2,199		2,936	

(出典) 1) ジャソフ 南アジアの国土と経済 バングラデシュ 二宮書店

2) Statistical pocket book of Bangladesh 1992

3) Yearbook of Agricultural Statistics of Bangladesh 1992

図2-5-4 県別灌漑面積 (1975/76年)



(出典) ジョソソ 南アジアの国土と経済 バングラデシュ 二宮書店

2-6 水産業

Bangladesh は世界でも有数の豊富な水産資源を誇り、内水面の各種河川、湖沼から沿岸、河口、ベンガル湾の外洋に渡り600種を超える魚種を数えることができる。

GDP に対する貢献は1983/84年以来3%台前半を維持しており、1991/92年は3.3%の297億タカを達成し、外貨獲得の面からはエビの輸出により1990/91年までの過去4年間総輸出額の8~11%の50億タカをもたらし、農業ではジュート関連製品に次ぐ重要産品となっている。雇用の面からみると、農村人口の70%が一時的に漁業に携わり、170万人が商業漁業に従事し、500万人の生計を賄っている。

Bangladesh では米食中心の食事の中で80%のタンパク質を水産物に依存しており、1962年の国民1人当たり1日の魚類タンパク質摂取量は33gであったが、1980年には22gへと低下し、必要量の1/3しか摂取されてなく国民の健康が憂慮される。

Bangladesh の水産業（漁業）は、自然的条件から雨期は内水面漁業が中心となり、乾期は海水面漁業が盛んになる。即ち、雨期には大量の降雨、三大河川の上流域からの増水に加え、南西モンスーンの卓越風によりベンガル湾の平均潮位は80cm程上昇し、平野部の半分が冠水する。このため河川、湖沼、水田、湿地の一带は内水面魚類にとって格好の繁殖場となる。水温、水質、栄養分、溶存酸素量等の繁殖・成長条件は良好で、魚類の成長は極めて早く生産力は著しく高い。漁業局によれば、インド、中国の391Kg/km²、411Kg/km²に対し、Bangladesh では、10倍の4,076Kg/km²の生産能力を持っている。

一方、乾期には北東モンスーンの晴天日が続き、潮位低下により新しい島（Char）が出現する。漁村は内陸部にあるため、漁民はこれらの小島に移動し、漁期（11~3月）だけの小屋を仮設し漁業に従事する。漁民の多くは土地所有に恵まれない非常に貧しいヒンズー教徒であるが、近年は土地無しのイスラム教徒が従事することも多くなっている。流通面では、魚問屋、魚買取り船主の多くはイスラム教徒の商人や漁村の有力者であり、前近代的な制度で日雇い漁夫を雇用している。

漁場別漁獲状況は、表2-6-1に示すように1990/91年の推定値で内水面漁業が総漁獲高の73%を占めて、今後も年率7%の漁獲増とその内75%を内水面漁業に依存するという高い目標値が設定されている。これを魚種別に見てみると表2-6-2に示すとおりBangladesh を代表する魚種として第1位に挙げられる Hilsha（英名：River Shad）は、内水面漁獲量の52%（総漁獲量の38%）に貢献し、最も重要な魚種となっている。

内水面、海面に生息する魚類の種類は以下のとおり。

淡水魚類： 55属200種～260種

うちコイ類 19属 57種 (うち外国種 5種*)

ナマズ類 30属55種 (うち 2種が淡水-海水移動)

海水魚類： 133～138科475種 (うち 65種が一般食用魚として扱われている)

甲殻類： エビ類 (海水；ウシエビ[Bagda]等 10種)

(淡水；オニテナガエビ[Golda, Chingri]等)

カニ類 (マングローブ・クラブ等)

* 外国より導入された魚種は表2-6-3に示した。

表2-6-1 漁場別漁獲高

Type of Fisheries	Fish Production					
	1983/84	1988/89	1990/91*	1991/92*	1992/93*	1994/95**
(単位：t)						
INLAND WATER						
INLAND CAPTURE(Openwater)						
River & Estuaries	215,549	187,556	186,200	191,600	201,000	246,000
Sundarban	-	-	6,651	7,000	7,567	-
Depression(Beels&Hao	51,373	47,019	47,923	49,427	52,393	67,600
Kaptai Lake	4,057	3,439	4,392	4,750	5,150	7,500
Flood Land	200,616	186,126	197,637	204,555	214,782	237,500
Sub-total	471,595	424,140	442,803	457,332	480,892	558,600
INLAND CULTURE(Closewater)						
Ponds	107,944	155,012	190,957	220,335	249,713	308,400
Ox-bow Lake(Baors)	862	1,321	1,544	2,100	2,744	5,500
Shrimp Farm	8,219	27,172	28,431	37,000	45,478	46,650
Sub-total	117,025	183,505	220,932	259,435	297,935	360,550
Total Inland	588,620	607,645	663,735	716,767	778,827	919,150
MARINE FISHERIES						
Industrial	14,500	10,353	8,760	12,308	12,800	15,600
Artisanal	150,382	222,928	232,778	236,882	242,988	255,300
Total Marine	164,882	233,281	241,538	249,190	255,788	270,900
Country Total	753,502	840,926	905,273	965,957	1,034,615	1,190,050

(出典) 漁業・畜産省漁業局資料より合成

(注) :* 推定値、** 目標値

表 2-6-2 漁種別漁獲高

(単位: t)

Type of Fisheries	Fish Production				
	1986/87	1987/88	1988/89	1989/90	1990/91
INLAND: (Total)	597	610	608	613	654
1 Hilsha	312	319	318	321	342
2 Rohu & other carp family	70	72	72	72	77
3 Boal, Pangas & Ahir	58	59	59	59	64
4 Prawn (Chingri)	20	20	20	20	22
5 Koi, Magur, Shinghi	25	26	25	26	27
6 Others	112	114	114	115	122
MARINE:	218	227	233	235	239
Total	815	837	841	848	893

(出典) Statistical pocket book of Bangladesh 1992

内水面漁業は、1983年頃より栄養面や雇用の重要性にも拘らず、洪水防御、農地造成、道路建設等のための堤防建設が原因で、衰退を始めていると言われている。(但し表2-6-1、2ではこの傾向は全く読み取れない)、特に洪水防御プロジェクトが漁業資源枯渇を促進していると抗議する声もある。河川堤防は、洪水がもたらす魚類の内陸氾濫原の湖沼への流入を阻止するだけでなく、移動性の魚類や淡水エビ等の回遊を妨害すると言う。図2-6-1にその概念図を示した。また、低揚程ポンプによる表層水の灌漑・排水も魚群の減少に少なからず影響を与えるとし、1ha分の洪水氾濫原の減少は、年間37~55Kgの漁獲ロスに相当すると推定している。

この経済的損出は、海面漁業や養殖業(特に輸出用エビ)の急速な成長により相殺されているが、冒頭で述べたように全国の貧困層にとって河川や湖沼における零細な漁獲が重要なタンパク質源となっていることから深刻な問題でもある。

しかし内水面での漁獲高への影響因子は、単に堤防建設のみではなく、乱獲、農薬害、工場排水、産業廃棄物なども関連している。例えば、湖沼使用权(漁業権)は、土地省によるセリで獲得できるが、漁業権を獲得した業者はシーズン中に湖沼の魚類を根こそぎ漁獲してしまうため、外部から稚魚を持込まない限り、たちまち魚類は消滅してしまうことになる。単に稚魚を放流してもエサとなる小エビ類の導入なしに、養殖も不可能である。

さらに農薬の使用も、水質に直接影響を与えるものであり、魚毒性のものは使用できない。特にFish Farming(水田漁業)においては農薬を使用せずに、病虫害の発生を抑える必要がある。

表 2 - 6 - 3 バングラデシュへ導入された外国魚種

Transplantation of Some Exotic Fishes into Bangladesh

NoName of the Species	Common Name	Natural habitat	Source	Year of Introd.	Purpose	Remarks
1 Tilapia mossambica	Tilapia	Africa	Thailand	1954	Insect control Experiment cultur	Well established in pond
2 Tilapia nilotica	Nilotica	Africa	Thailand	1974	-do-	-do-
3 Hypophthalmichthys molitrix	Silver Ca	China	Hongkong	1969	Experiment cultur	Propagated and established in ponds
4 Ctenopharyngodon idella	Grass Car	China	Hongkong	1966	Weed control and Experiment culture	-do-
5 Aristichthys nobilis	Bighead	China	Nepal	1981	Experiment cultur	-do-
6 Mylopharyngodon piceus	Black Car	China	China	1983	-do-	Under observation in ponds of Aquaculture Experiment Station, Mymensingh and Raipur Fish Hatchery
7 Trichogaster pectoralis	Gourami	Thailand	Singapor	1952	Insect control Experiment culture	Did not survive
8 Carassius auratus	Gold fish	Europe Asia	Pakistan	1953	Aquarium decorati	Used for decoration of aquarium & cement tanks.
9 Cyprinus carpio var. communis	Scale car Common ca	Temperate Asia, Europe	Not know	1960	Experiment cultur	Established in ponds/ tanks of Comilla, Noakhali, Jessore.
**C. carpio var. specularis	Mirror ca	-do-	Nepal	1979	-do-	Under study in ponds of Raipur Hatchery and Aquaculture Experiment Station, Mymensingh.
**Puntius gonionotus	Swar punt	Thailand	Thailand	1977 1986	Culture	To obtain increased fish biomass production.
**Clarias gariepinus	Cat fish	Africa	Thailand	1989	-do-	-do-
**Pangasius sutchi	Large	South-eas	Thailand	1989	-do-	-do-

(出典) Toward Sustainable Development; The National Conservation Strategy of Bangladesh MOEF, IUCN

図 2 - 6 - 1 河川堤防の内水面漁業への影響図式

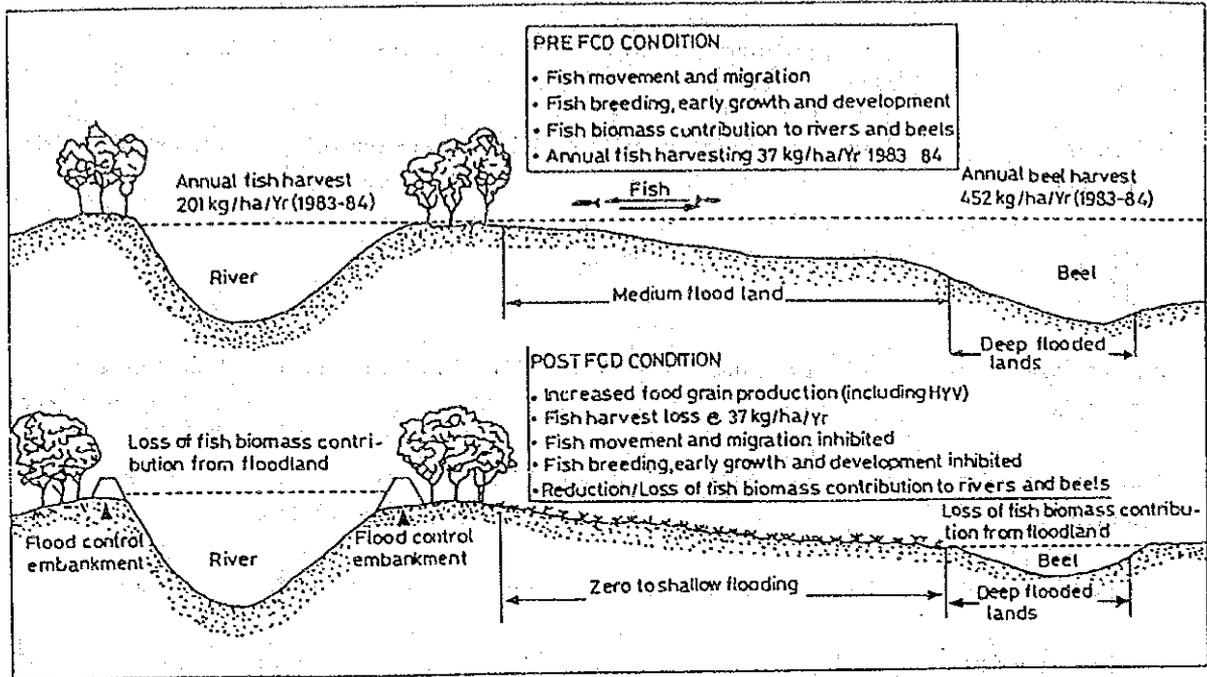


Fig. 2: A schematic representation of the impact of flood land removal on fisheries through Flood Control and Drainage Projects in Bangladesh. From Ali, M.Y. 1989. Environment, Conservation and Fishery Resources in Bangladesh: In Inland Fisheries Management in Bangladesh -Eds. M. Agurro, S. Huq, A.K.A. Rahman and M.Ahmad, Department of Fisheries, Bangladesh, BCAS, Dhaka, ICLARM, Manila.

(出典) 漁業局資料

2-7 野生生物

バングラデシュ東部丘陵地帯は、シナ・ヒマラヤ植物区系 (Sino-Himalayan Region) とマレーシア植物区系の交差する地域として、多くの常緑・半常緑樹種や野生生物を育んできた。しかし、近年の丘陵地における焼き畑耕作、違法伐採の増加、ダム建設による土地の水没化、さらに商業造林のための既存林の皆伐などにより、多くの固有樹種が消滅し、同時に野生動物もその生活の場を奪われ、時にはその毛皮や皮革、肉あるいは薬材を得るために狩猟の対象となっている。

一方、西部沿岸に広がるスングルバンは、2-4で解説したように、120年にわたる計画的資源利用により、マングローブ林を維持管理してきたが、生長量を上回る伐採量により森林の後退が指摘されるようになり、計画の見直し監視体制の強化が求められている。

また、国土のほとんどを占めている氾濫平原では、雨期には広大な低湿地が出現し、各種湿地植物、硬骨魚類、エビ・カニ等の甲殻類、カエル等の両生類、ワニ・トカゲ・カメ等の爬虫類、カワウソ、ネズミ等の哺乳類、そして特に鳥類に餌場・繁殖場を提供してきた。

今後洪水対策としての堤防建設で、河川水の溢流が制限されるために内水面漁業への影響のみならず、水生動植物の生態系への影響を考慮した計画実施が求められている。

環境関係機関やNGOが独自に個々の野生動物について、調査・発表しているものもあるが、未だ本格的調査は行われておらず、ましてや植物については、一部の有用植物についてのみ知られているにすぎなかった。最近になって稲、ジュート等経済作物の他に製材用樹種やラタン、竹類の品種・系統が収集されチッタゴンにあるバングラデシュ森林研究所 (BFRI) にて植林用の在来樹種の苗木生産も行われるようになった (表2-5-4)。

現在バングラデシュで確認されている野生動物の種数を、表2-7-1に示した。USAIDでは、哺乳類を125種、鳥類を750種としている。

表2-7-1 野生動物の種数

Class(綱)	Order(目)	Families(科)	Genera(属)	Species(種)
哺乳類	9	31	74	119
鳥類	20	60	261	578*
爬虫類	2	19	66	124
両生類	1	4	9	19

(出典) MOEF, IUCN; Towards Sustainable Development

The National Conservation Strategy of Bangladesh

* 渡り鳥199種を含む

また、IUCN（国際自然保護連盟）により17種が絶滅（Extinct）と発表され、129種が絶滅危惧種（Endangere）また種（Vulnerable）としてレッド・データブックに記載されている。環境森林省では、巻末資料に示すように哺乳類25種、鳥類26種、爬虫類23種、両生類2種の76種が絶滅危惧種または危急種として指定されている。絶滅種とされる動物は、情報源により異なるが、代表的なものとしてサイ3種、野生水牛があり、ガビアル等、鳥類ではペリカン、ハゲタカ類等、代表的な種類は以下のとおり。ヒマラヤカモシカ、インドクジャク、インドニシキベビについては、絶滅、危惧種の両説がある。

和名	学名	(英名)
インドサイ	Rhinocerus unicornis	(Greater one horned Rhinoceros)
ジャワサイ	R. sondaicus	(Lesser one horned Rhinoceros)
スマトラサイ	Didermocerus sumatrensis	(Asian two horned Rhinoceros)
スイギュウ	Bubalus bulalis	(Water Buffalo)
バラシンガジカ	Cervus duvauceli	(Swamp Deer)
ガビアル	Gavialis gangeticus	(Gavial)
ペリカン	Pelecanus onocrotalus	(Pelican)

絶滅が危惧される代表的哺乳類は、ベンガルトラ、アジアゾウ、ヒョウ等である。

ベンガルトラは、現在スンドルバン地域に550頭生息していると推測されており、主にアシシジカを捕食するが、最近5年間（1987～91年）で、蜂蜜採取、材の切出し、エビ取りに入域した人をのべ223人襲い、203人が犠牲になっている。漁民たちはこれを運命と受けとめ、親族が犠牲になってもスンドルバンを離れることなく同じ生活を営んでいる。アジアゾウ、ヒョウは、チャッタゴン丘陵北東のインドとの国境辺りに生息地域に限定されている。その他、ガウル(学名: *Bos gaurus*、英名: Gaur)、インドセンザンコウ(学名: *Manis crassicaudata*、英名: Pangolin)等を危惧種に含めているものもある。

1973年に野生生物保護令が発効され、各種保護区がスンドルバン、チャッタゴン丘陵地帯を中心に設置された。現在12カ所であるが、新たに20カ所（多くは湿原）の指定が提案されている。保護区の種類別総面積を以下に示す。全保護区のリストは表2-7-2、位置は図2-7-1に示した。

保護区（1973年—野生生物保護区設）

国立公園(National Park)	4カ所	15,239ha
野生生物保護区域(Wildlife Sanctuary)	7カ所	83,369ha
狩猟禁止区域(Game Reserve)	1カ所	11,615ha
野生生物保護予定区域(Proposed Wildlife Sanctuary)	20カ所	
総面積（予定区域除く）		110,223ha

表 2 - 7 - 2 バングラデシュの野生生物保護区 (提案を含む)

List of Notified and Proposed Protected Areas in Bangladesh

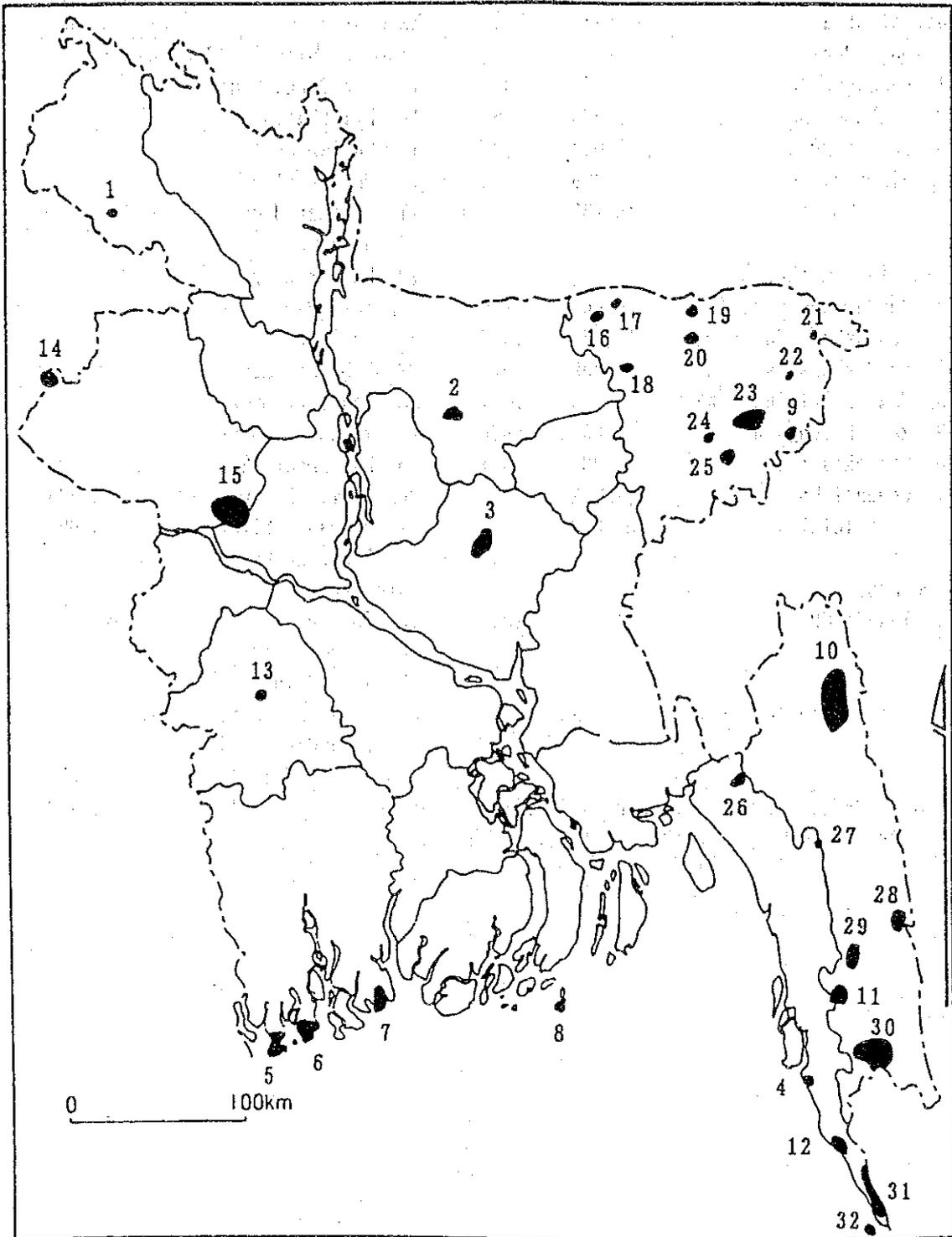
Name of Area	Area (ha)	Year	Name of Area	Area (ha)
National Parks			Proposed Wildlife Sanctuaries	
1. Ramsagar NP	52	1974	13. Ata Danga Baor	
2. Madhupur NP	8,436	1987	14. Bil Bhatia	
3. Bhawal NP	5,022	1987	15. Chalan Beel	
4. Himchari NP	1,729	1980	16. Meda Beel	
Total	15,239		17. Tanguar Haor	
Wildlife Sanctuaries			18. Aila Beel	
5. Sundarbans West WS	9,069	1977	19. Dakhar Haor	
6. Sundarbans South WS	17,878	1977	20. Kuri Beel	
7. Sundarbans East WS	5,439	1977	21. Krali Beel	
8. Char Kukri-Mukri WS	40	1981	22. Dubriar Haor	
9. Rema Kalenga WS	1,095	1981	23. Hakaluki Haor	
10. Pablakhali WS	42,087	1981	24. Kawadighi Haor	
11. Chunati WS	7,761	1986	25. Hail Haor WS	(1,427)
Total	83,369		26. Hazarikhil WS	(2,093)
Game Reserves			27. Rampahar-Sitaphar	(3,026)
12. Teknaf GR	11,615	1981	28. Bogakine Lake (Rinkheong)	
			29. Chimbuk	
			30. Sangu-Matamuhari	
			31. Naaf River	
			32. Jinjiradwip(St Martin's Island) and Jinjira Reefs	
			Total	(7,356)

Note: List compiled by Haroun Er Rashid

(出典) BANGLADESH: Environment and National Resource Assessment, USAID Sept. 1990

図 2 - 7 - 1 に各地区の保護区の位置を示した。

図2-7-1 野生生物・保護区の分布



また、対国外ではバングラデシュは各種自然保護に関する条約に加盟している。

CITES* (通称; ワシントン条約) - 1982年加盟

世界遺産条約 - 1983年加盟

ラムサール条約** - 1992年加盟 (スندگانバンを登録)

IUCN (国際自然保護連合) - 1973年加盟

* Convention of International Trade in Endangered Species
of Wild Flora and Fauna

(絶滅の恐れのある野生動植物の種の国際取引に関する条約)

** Convention on Wetlands of International Importance, especially as
Waterfowl Habitat (Ramsar Convention)

(特に水鳥の生息地としての国際的に重要な湿地に関する条約)

森林資源

チッタゴン丘陵地方の森林は、年々焼き畑移動耕作や過剰伐採などにより荒廃が進んでおり、雨期には深刻な土壌流出を引き起こし、野生生物の生息も脅かしている。

丘陵森林には、優占種を含め数百種の樹種が分類されるが商業的重要樹種はわずかであり、伐採跡地に選ばれた在来樹種や外国樹種が植林され、これにより生物学的多様性が失われ極相での樹冠を覆っていた固有の在来種が消えつつある。しかしながら、現状では比較的体制の整っているとされる野生生物保護林(地名; Pablakhali, Chaunati)、国立公園(地名; Himchari)や狩猟区(地名; Teknaf)でさえ実際に保護できる人員、予算が確保されていない。

全国、チッタゴン丘陵林および屋敷林で生育する植物の種数は、以下の通り。

被子植物	約 5, 000 種
チッタゴン	(うち 2, 259 種の生育が確認されている)
屋敷林	149 種
マメ科樹種	68 種、130 種 (野生・栽培)
竹 18 種、ラタン 8 種、ラン 29 種、	薬用植物 500 種
	(うち 27 種が危急種)

その他、バングラデシュの最南端にある Jinjiradwip (St. Martin 島) では、唯一のサンゴが生育しているが、近年みやげもの用品として乱獲され、保存状態は悪化している。

2-8 エネルギー

バングラデシュにおけるエネルギー資源としては、天然ガス、石油、石炭、泥炭、水力、畜力、バイオマス燃料などが挙げられるが、持続的開発を進めるための賦存資源調査や長期計画が実施されていない。

(1) 天然ガス

再生不可能なエネルギー資源の中で唯一商業的に利用されているのは、天然ガスだけである。東北部のSylhetで1955年に発見されて以来、周辺一帯から表2-8-1に示すように17ヵ所の産地が開発され、1990年10月現在の推定埋蔵量は約3500億 m^3 となっている。バングラデシュ政府はこの30年来石油代替として天然ガスの利用を進め、1973~87年の間に商業用燃料中の比率は30.7%から61.4%に大幅に伸びた。

表2-8-1 天然ガス産地とその埋蔵量および品位

Gas Reserves, Production and Discounted Reserves

Gas Fields	Year of Discovery	Recoverable Reserves [In Trillion (10^{12}) Cubic Feet]	Cumulative Production	Total Discounted Reserves
Sylhet	1955	0.680	0.141	0.539
Chatak	1959	0.200	0.020	0.180
Rashidpur	1960	1.060	-	1.060
Titas	1962	2.977	0.585	2.392
Habigonj	1962	2.120	0.212	1.908
Kailashtilla	1962	0.600	0.024	0.576
Bakhrabad	1968	2.780	0.085	2.695
Semutang	1969	0.231	-	0.231
Kutubdia	1977	0.775	-	0.775
Begumgonj	1980	0.131	-	0.131
Feni	1981	0.363	-	0.363
Beani Bazar	1982	0.243	-	0.243
Kasnta	1982	0.129	0.017	0.112
Fenchuganj	1988	0.350	-	0.350 *
Total (億 m^3)		12.639 3,579	1.084 307	11.555 3,272

(出典) GOB(1989)

Conversion Factor: 1 cubic foot = 0.028317 cubic metre
+Offshore, *Position as on June, 1988

(2) 石炭

石炭鉱床はJamalgonj(Bogra)、Barapukuria(Dinajpur)、Khakaspir(Rangpur)の3ヵ所にあり、Jamalgonjでは地下640mから1,050mにかけ7層の石炭層が堆積しており、その埋蔵量

は10億5,400万tといわれる。Barapukuriaでは地下150~250mに2億8,500万tと推定され、第4次5ヵ年計画での採掘が予定されている。Khakaspirも同様に4億tの埋蔵量と言われるが、詳細調査が必要である。北西の町ジャマイプルでは1億2,500万t埋蔵されているとの報告もある。

(3) 泥炭

全国で6億t(水分20%)の埋蔵量と推定され、うち1億2,500万tがFaridpurの116Km²に分布、一方Khulnaの39Km²にも800万tが堆積している。しかし、一説には、総埋蔵量6,126万tとも言われる。ある農村地帯では、炊事あるいは小規模な家内工業用などの燃料としても利用されており、民間企業での泥炭燃料を使用した事業の可能性も高い。

(4) 石油

Haripur(Sylhet)にて160万tの原油が発見され、僅かではあるが国内の石油需要に対応している。

(5) 電力

発電は、天然ガス、火力、水力により行われるが既述したように、天然ガスによる発電が進められており、1981年の66%は、88年に86.5%に達した。

(6) バイオマス

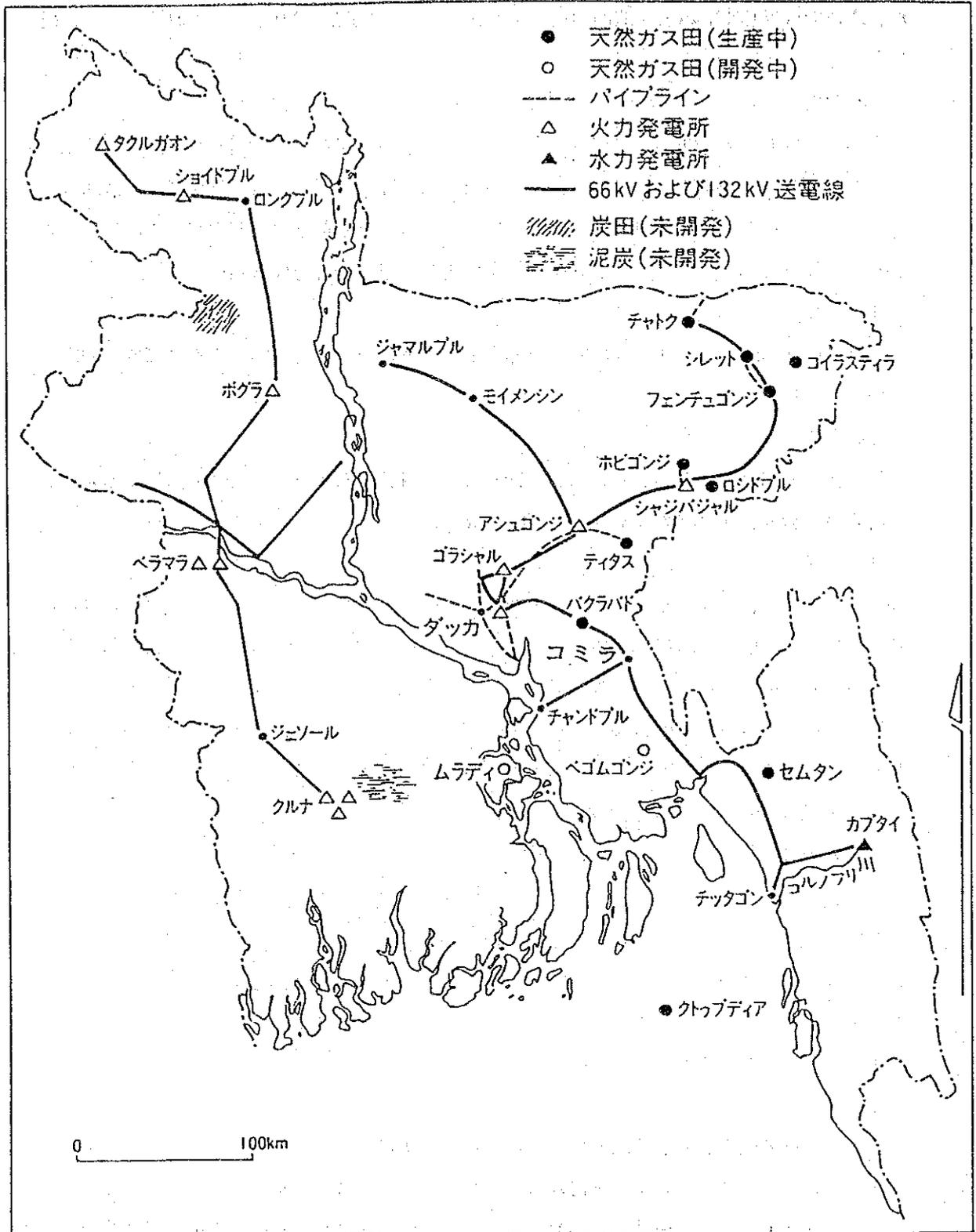
バイオマスは、バングラデシュでは主要な燃料の一つで木々、作物、家畜などから得られる。特に、林地以外の農村部で生育する木々の多くは薪として、牛ふんの35%も乾期の貴重な燃料として利用されている。政府管轄林での不法伐採、屋敷林の乱伐、木材業用の原材料の不足などが燃料不足を引き起こしたと言われる。また、データにはないが作物の残さもかなりの部分が燃料として役だっている。木材資源の需要と供給のギャップは拡大を続け2000年には不足分は600万m³に達すると見られる。

現在の製材、薪の需要に対し、政府管轄林はそれぞれ26%、10%を供給し、屋敷林は同じく残りの74%、90%を賄っている。また、国民1人当たりの製材、薪の年間消費量は、それぞれ0.01m³、0.07m³であり、薪については近隣のインド、ミャンマーがそれぞれ0.2m³、0.62m³と比較しても極めて低い。現在の状況が続くと0.02m³にまで減少するのも間もないと言われている。この不足を補うために農業生産物の残さと牛糞が使用され、それぞれ燃料に占める割合は60%、20%に上っている。

(7) 堅石

デルタの国の成り立ちから国内には、ほとんど石がない。このため道路建設にも石が入手できないところではレンガを三重に敷き砕いたレンガにアスファルトをかけるという方法をとる。雨期に国外から河川によりバングラデシュ国内に運ばれた石は、貴重な道路建築資材として船積みされ全国へ運ばれるという。国内では、Modhyapara(Dinajpur)に深さ100mの堅石があり、唯一の採石場となっている。

図2-8-1 エネルギー資源の分布



(出典) ジョソソ 南アジアの国土と経済 バングラデシュ 二宮書店

3-1 上水

ダッカ首都圏は、ダッカ市を含め、1市、5 Pourashavasにより構成されている。すなわち、Dhaka City, Narayanganji, Keraniganji, Savar, Tongi, Gazipur の5のPourashavasにより構成されている。これらの区域内で、給水管による上水給水設備が設置されている所は、Dhaka City Corporation Area (DCC Area), Narayanganj, Gazipur Pourashava の3地域である。バングラデシュでは、上水の給水に携わっている機関は、都市部は各市役所等及びDepartment of Public Health and Engineering(DPHE)が、また、バングラデシュ全土に渡り都市近郊あるいは農村部もDPHEがその責任を負っている。

3-1-1 ダッカの上水

(1) 上水道の歴史

ダッカの近代的上水道は、1874年に当時イギリスの統治下のもと、Chandighat 水処理施設の建設にその起源がある。この事業は、Chandighat の水処理施設と配水管施設の建設であった。稼働は、1878年5月である。これ以前は、飲料水としての主な水源は、hand dugwells と言われていた井戸からのものであった。飲料水は、“Bahishtis” とよばれる賃金労働者により動物の皮でできた即席の容器に水を入れ、配られた。給水範囲は、当時、Nowabgonj, Victoria Park, Gandaria, Armanitola, M. M Basak Road, とChandighatであり、これらの地域は、Buriganga 川の北側沿いでその面積は、おおよそ、1,500haであった。また、浄水場の処理能力は、日量13.5MLD (13,500m³/日)であった。当時の給水は、道路上の給水栓を通しての給水であり、直接家庭への給水は、限られたエリート階級の家庭に実施されていた。1947年におけるインドからの分離後、ダッカは、東パキスタンの州都となると同時に、インドや、地方からの人口流入が起これ、この年人口は、1893年の人口、84,000人から320,000人に膨れ上がり又、給水量も、急激な増加が始まった。その後、1964年2月にDWASA (Dhaka Water Supply and Sewerage Authority)が1963年の法令の下にダッカ市の給水を引き継いだ。当時の人口は、約750,000人で、その給水量は約72.7MLD (72,700m³/日)であった。

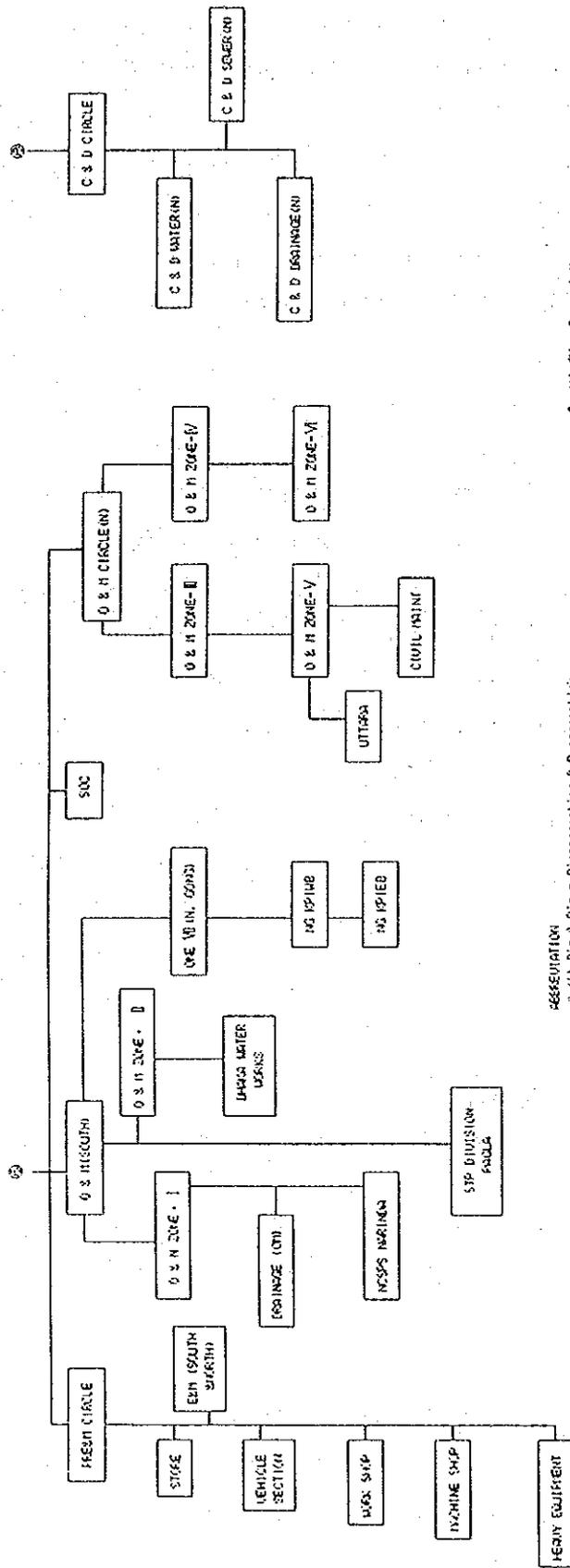
この時から、DWASAは、配管施設を使用した給水に責任を持つこととなり、さらに、1991年3月からは、Narayanganj 市の給水にも責任を持つこととなり現在に至っている。

(2) 上水道の実施機関

上述したような責任体制がDWASAにはあるが、その組織図は、図3-1-1に示す通りである。

DWASAは、Chairman以下、3,336人のスタッフにより運営されている。Chairmanの下には、Member Administration (574人)、Member Finance (654人)、Member Engineering (2,031人)、それと、Secretary (45人) の4部門があり、その

図 3 - 1 - 1 Dhaka WASA (Dhaka Water Supply and Sewerage Authority) 組織図



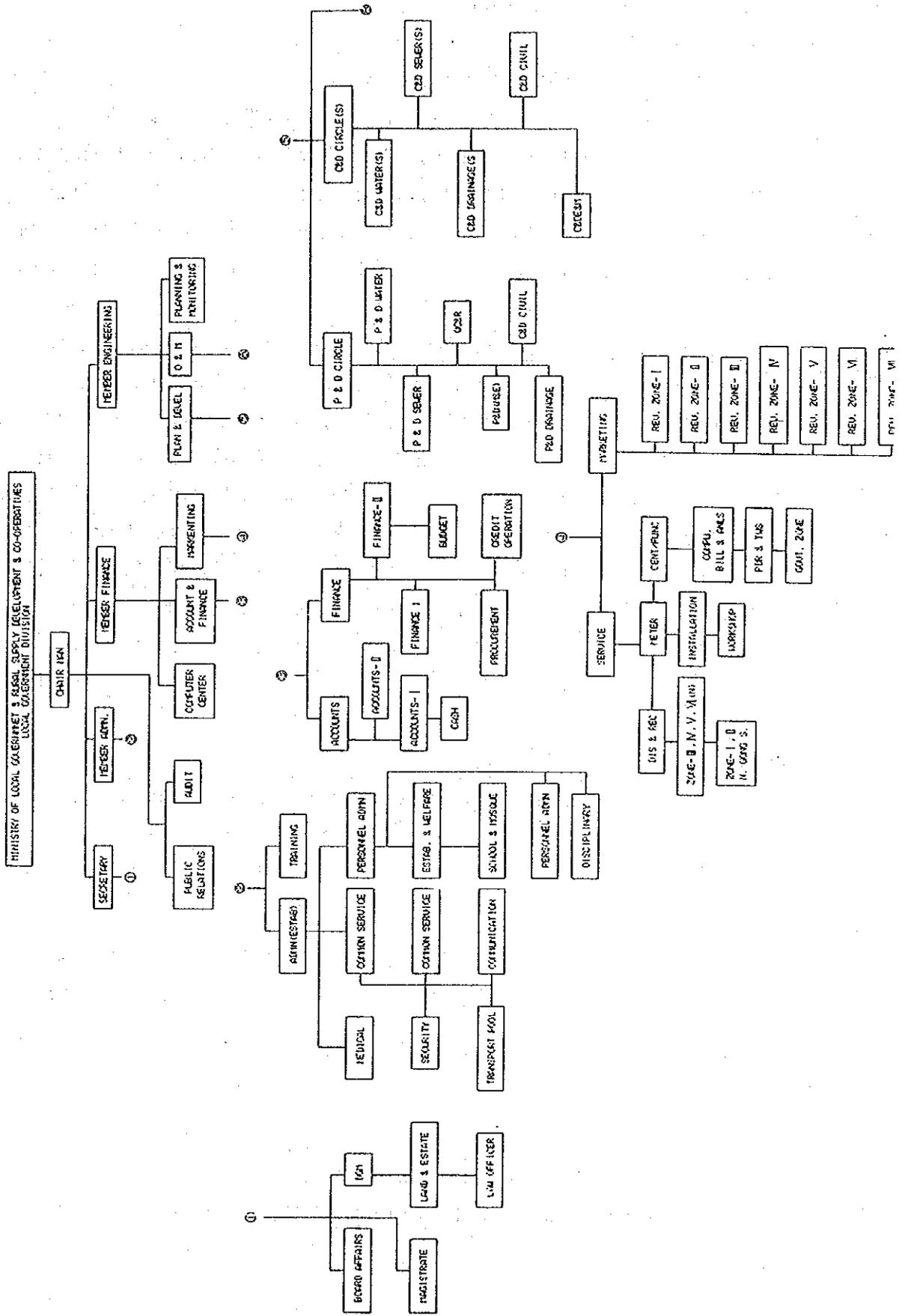
ABBREVIATION

- A. (1) D/S & R/O = Disconnection & Reconnoitment
 (2) CENT-FUNC = Central Function
 (3) Comm. Bill. = Computer Billing Analysis
 (4) PER & MS = Public Demand Recovery and Tubewells
 (5) O & M = Operation & Maintenance
 (6) P & D = Planning & Design
 (7) C & D = Construction & Development
 (8) RSE & M = Resources, Plants, Equipment, and Maintenance
 (9) H & E = Mechanical & Electrical
 (10) Q.C.R. = Quality Control, Research
 (11) C & D & M = Construction and Development, Electrical and Mechanical
 (12) STP = Sewerage Treatment Plant
 (13) NSPS = Nanda Central Sewerage Pumping Station
 (14) S.O.C. = Sanitation Control
 (15) NP/EP = Nepal/Keypoint Installation West Bank
 (16) NP/EP = Nepal/Keypoint Installation East Bank
 (17) N = North
 (18) S = South
- B. (1) GI = General Inspector
 (2) GM = Deputy General Manager
 (3) AGM = Assistant General Manager
 (4) SAE = Sub-Assistant Engineer
 (5) UAM = Upper Division Assistant
 (6) PLM = Pipe Line Mistry
 (7) P.O. = Assistant Pipe Line Mistry
 (8) P.O. = Pump Operation
 (9) T.P.ASST = Treatment Plant Assistant
 (10) PLI = Pipe Line Inspector
 (11) RMD = Rod Machine Driver
- C. (1) CE = CHIEF ENGINEER
 (2) SE = SUPER INTENDING ENGINEER
 (3) SEN = EXECUTIVE ENGINEER
 (4) SIA-SE = SUB DIVISIONAL ENGINEER-ASST
 (5) SIA-SE = SUB DIVISIONAL ENGINEER
 (6) IVAT = INSTRUMENTING ENGINEER

LIST OF EMPLOYEES			
Sl. No.	Post	Emploies	Revision
1.	Chairman	1	1
2.	Member	3	3
3.	Secretary	1	1
4.	Officer	3	3
5.	Officer/S.E.	9	9
6.	Officer/Secy/EN	48	48
7.	Officer	1	1
8.	Officer	114	107
9.	Officer	114	249
10.	Officer	173	166
11.	Officer	300	191
12.	Officer	1524	1506
13.	Officer	879	811
14.	Officer	2721	2672
15.	Officer		2226

3 - 1 - 1 Dhaka WASA (Dhaka Water Supply and Sewerage Authority) 組織図 (Continued)

ORGANIZATION CHART OF DHAKA WATER SUPPLY AND SEWERAGE AUTHORITY (CONT'D)



他Chairman直属のスタッフにより運営されている。

(3) 水源の水質と水量

現在使用されている水源は、地下水と表流水である。

表流水は、Briganga川から取水し、Chandnighat浄水場で処理し、配水されている。その量は、約23MLD (million liter/day) で給水量全体 (約662MLD) の3%程度とその寄与率は、小さい。表流水以外の水源は、全て地下水を水源としている。Briganga Riverの水質は、環境局 (Department of Environment) の定点観測所の資料 (Water Quality of Selected Rivers in Bangladesh for 1990-1991 and Pollution Trend Since 1984) によると以下の通りである。

「バ」国内には現在、環境局直轄管理の38のMonitoring Stationsがあり、最も汚れの進んでいる河川は、Briganga RiverのHazaribag 地点と乾季のBalu Riverである。Briganga RiverのHazaribag 地点では、1991年の資料によると、溶存酸素は、2mg/l (5月) であり、また、付近には、皮なめし工場が多く稼働していて、BOD負荷量、1日15トンがBriganga川に流入していると想定されている。さらにこれらの皮なめし工場からは、CODで1,100mg/lの工場排水と皮のなめし過程で使用されているクロムが11.5mg/lで排水されている。ちなみに、「バ」国における排水基準は、CODで200mg/l、クロムで0.5mg/lとなっている。また、1992年のChandnighat 地点における水質検査結果は環境局によると表3-1-1に示すとおりである。

表3-1-1 各河川の水質

Average Value, Milligrams per Liter				
Location	Item	Concentration	Proposed standard in Bangladesh	
			River Water	Drinking Water
Briganga River at Chandnighat, and near aluminium factory 1992	Chromium	0.005	0.05	0.05
	Lead	0.012	0.05	0.05
	Mercury	0.01	0.001	0.001

(出典) WATER QUALITY OF SELECTED RIVERS IN BANGLADESH

FOR 1990-91 AND POLLUTION

TREND SINCE 1984

BY Md. Reazuddin, Lopa Khan, S. M. A. Mobin

Department of Environment September, 1992

さらに、1991年の乾季（1月～2月）と雨季（7月～8月）のJICAによる測定結果とそのサンプリング地点を表3-1-2及び図3-1-2に示す。

表流水のこれらの結果からは、一時的かつ局所的な水質の悪化は、見られるものの、河川全域での水質汚濁は見られない。これは、河川の自浄作用が大きいためと考えられるが、水質の将来変動を考慮すれば、皮なめし工場群からの排水は今後ともBriganga Riverに影響を与え続けることは明白でありまた、ChandnighatのWater Treatment Plantの取水口もあるので、工場の移転を含めて、何らかの対応が必要である。

一方、給水量の97%は、地下水に依存しておりまた、DWASAの上水道拡張計画の水源地は主に地下水を中心に考えていて、表流水を水源とする給水計画の調査もあるが、この調査は、IDA(International Development Association)の補助により、Lakya Riverを水源とするDemra Water Treatment Plantの詳細設計であるが、この計画は、プロジェクトコストが大き過ぎるとの理由から、棚上げされてしまった。その意味からも地下水の水質、水量は、重要な位置を占めている。

1991年2月に行われたIDAの補助によるDhaka Region Groundwater and Subsidence Model studyは、ダッカ地域の地下水の汲み上げ増加に伴う滞水層上のシルト粘土層の圧縮沈下や、圧密沈下の結果による地盤及び地下水面の沈下を予測するためのモデルを開発したものであるが、このときの調査によると、ダッカにおける民間業者による地下水利用は、1990年では114MLD (Million Liter/Day)で、DWASAと民間の合計地下水利用水量は、1990年で630MLDまでに至っていると推定している。

このIDA Studyでは、ダッカの都市区域内における都市化の発達に伴う地下水の汲み上げ増加による地下水頭面の顕著な降下を認めている。特に、都市化の激しいMotejheel（ダッカ市南部）では、1987年～1990年の期間に、地下水頭面で、1m/年以上の降下があったことが報告されている。

しかしながら、特に顕著な地盤沈下は観測されておらず、1964年～1990年の間に1～3cm沈下が観測されたとのことであり、ダッカの地質構造的性質から地盤沈下に対してはそれほど心配がないようであるが、近年の急速な地下水水頭の低下は、地盤沈下が観測されないとしても、地下水の過剰開発と解釈すべきであるとしている。

バングラデシュの平坦性を考慮すると、地下水位の低下は、結果として水質の塩分濃度の上昇につながるため、地下水の利用について適確な管理が必要である。図3-1-3に乾季における1966年～1986年の21年間のダッカ周辺の地下水位変動を示す。この図によると、21年間に12mの地下水位低下があったことが理解される。

地下水の好ましい揚水量は、今後の地下水開発に対しては、DWASA-ⅢのFeasibility Studyに示されているように、450ℓ/min/meterが、地下水面の降下から安全な揚水量である。

表 3-1-2 JICAによる水質分析結果

Dry Season Water Quality Sampling Results of JICA (Jan.-Feb.1991)

No.	Location		pH	EC (Umho/cm)	TDS (mg/l)	SS (mg/l)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Org-N (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	FC (No./100ml)
	Description	No.										
1	Painar Khal Merangang		8.9	492	246	100	0.9	198	381	1.1	0.5	1.8×10 ⁴
2*	Chandighat WASA Intake		7.1	431	215	69	3.6	8.8	64	0.7	1.3	1.2×10 ⁴
3	Banma Lake		8.8	284	130	58	3.2	3.7	83	0.8	1.1	1.2×10 ⁴
4	Dhansondi Lake		6.9	632	316	68	9.3	2.9	21	1.5	12.5	3.2×10 ⁴
5	Nambaganj Khal		7.0	719	358	310	2.5	232	799	1.1	11.9	3.6×10 ⁴
6	Bayer Bazar Khal		7.2	775	388	175	4.0	199	420	1.0	8.1	4.4×10 ⁴
7	Nasaberg Lake		7.1	121	61	14	6.3	1.9	5.0	0.9	1.8	4.3×10 ⁴
8	Asin Bazar Begunbari Khal		7.7	388	184	98	8.3	2.4	28	0.4	0.6	9.0×10 ⁴
9	Savar Bank Town Kasatali River		7.3	473	237	22	7.8	2.8	42	1.4	0.9	9.0×10 ⁴
10	Savar Bazar Banshi River		7.7	424	213	132	8.0	5.0	31	0.4	0.6	5.0×10 ⁴
11	Majukhan Railway Bridge Hyderabad Khal		7.6	244	120	388	7.9	4.0	6.9	0.4	0.9	1.3×10 ⁴
12*	Balu River near Tongi paper mill		7.0	338	169	108	3.4	0.4	353	0.7	1.1	3.2×10 ⁴
13	Uttara Lake		6.9	159	79	228	7.6	7.0	69	0.5	0.8	4.0×10 ⁴
14	Gulshan Lake		7.0	221	110	118	3.2	4.8	76	0.4	1.2	5.1×10 ⁴
15	Rampura bridge Begunbari Khal		6.6	754	404	230	0	400	1334	0.8	21.8	8.4×10 ⁴
16	Kamalapur Segunbagicha Khal		6.7	831	415	1580	0	348	882	1.4	23.5	8.0×10 ⁴
17	Sanilia Bazar DND Khal		7.2	391	562	110.0	3.8	76	275	1.8	5.3	3.2×10 ⁴
18*	Narayanganj terminal-Lakya river		7.4	303	147	12	10.6	1.5	6.9	0.3	2.6	4.5×10 ⁴
19	Daobhog pond Narayanganj		7.2	1262	631	202	2.4	280	570	1.7	50.5	1.2×10 ⁴
20	Chogagar bridge Lakya khal		7.2	457	228	62	10.8	0.9	6.5	0.6	1.3	5.0×10 ⁴
21	Sutrapur bridge Dholai khal		6.6	1117	582	372	0	220	812	1.6	41.0	3.0×10 ⁴

Note: For locations Ref. Fig. 3-1-4
*Also monitoring stations of DOE

Rainy Season Water Quality Sampling Results of JICA (Jan.-Feb.1991)

No.	Location		pH	EC (Umho/cm)	TDS (mg/l)	SS (mg/l)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	Org-N (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	FC (No./100ml)
	Description	No.										
1	Painar Khal Merangang		7.3	124	62	56	6.0	2.2	120	0.7	0.4	9.1×10 ⁴
2*	Chandighat WASA Intake		6.9	140	72	85	5.2	2.5	16	0.6	0.8	1.8×10 ⁴
3	Banma Lake		7.1	181	65	15	5.3	1.5	46	1.0	1.0	1.0×10 ⁴
4	Dhansondi Lake		6.9	260	111	42	7.2	1.9	10	0.3	0.9	1.0×10 ⁴
5	Nambaganj Khal		7.2	130	65	94	5.5	13	104	0.4	0.8	3.0×10 ⁴
6	Bayer Bazar Khal		7.0	602	291	80	0.4	20	150	0.2	6.6	4.5×10 ⁴
7	Nasaberg Lake		7.0	140	72	17	5.9	0.4	4.0	0.5	1.1	1.5×10 ⁴
8	Asin Bazar Begunbari Khal		6.9	120	61	16	3.4	1.0	3.0	0.5	1.3	4.0×10 ⁴
9	Savar Bank Town Kasatali River		6.8	110	59	48	6.2	1.0	24	0.4	0.8	1.8×10 ⁴
10	Savar Bazar Banshi River		7.0	110	56	157	5.8	3.4	12	0.4	0.9	7.0×10 ⁴
11	Majukhan Railway Bridge Hyderabad Khal		7.1	89	41	43	5.0	1.1	4.0	0.5	0.4	3.0×10 ⁴
12*	Balu River near Tongi paper mill		7.9	107	54	43	6.2	4.6	22	1.2	0.4	2.9×10 ⁴
13	Uttara Lake		7.0	129	65	17	8.8	5.6	11	0.8	0.4	1.0×10 ⁴
14	Gulshan Lake		7.0	129	83	78	8.6	1.2	18	0.6	0.5	1.5×10 ⁴
15	Rampura bridge Begunbari Khal		7.6	384	192	22	7.2	27	156	1.5	6.3	1.5×10 ⁴
16	Kamalapur Segunbagicha Khal		6.7	601	299	192	0	33	178	1.5	16.0	5.9×10 ⁴
17	Sanilia Bazar DND Khal		7.2	230	130	65	5.7	24	64	0.5	0.2	8.0×10 ⁴
18*	Narayanganj terminal-Lakya river		7.0	130	59	36	5.7	0.4	7.0	0.8	0.2	2.5×10 ⁴
19	Daobhog pond Narayanganj		7.9	640	328	49	3.5	5.0	96	0.8	10.3	7.0×10 ⁴
20	Chogagar bridge Lakya khal		6.8	110	56	22	3.9	1.0	3.0	0.3	0.3	3.0×10 ⁴
21	Sutrapur bridge Dholai khal		7.4	727	364	105	0	25	108	0.7	17.8	2.0×10 ⁴

Note: For locations Ref. Fig. 3-1-4
*Also monitoring stations of DOE

(4) 現状の上水道施設とその能力

上述した様に、Chandnighat の浄水場は、1878年から稼働しており、ダッカ市の発展とともに井戸の設置数を増加しながら取水を賄い、その配水管渠を拡張して来た。現状のダッカ市の上水道施設を表3-1-3に示す。

表3-1-3. ダッカ市の上水道施設

		備考
人口	7,000,000 (1)	
計画給水量	1,260 MLD	
1人1日計画給水量	180 L (2)	
実給水量	662 MLD	
実給水人口	3,680,000	
給水人口からの給水率	約 53 % (3)	
DEBP WBLL数	166ヶ	
水処理施設	1ヶ所	Chandnighat処理場
Over Head Tank	30ヶ	設置数は、33ヶ、内3ヶ非稼働
管伏設距離	1,244 Km	
顧客契約者数	121,421 契約	
Stand Pipe数	1,209ヶ所	
給水面積	275 Km ²	

※ (1) 人口は、計画給水人口である。

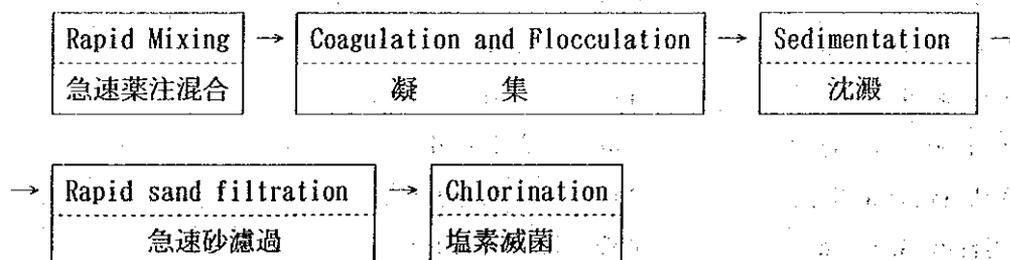
(2) DWA S A資料により逆算 1,260 MLD/7 Mill.

(3) 3,680千人/7,000千人として計算

(1993年8月DWA S A資料による)

水処理設備：

Chandnighat Water Treatment Plantの処理工程は以下のとおりである。



給水量：表流水依存分 = 23 MLD (全体の3%)

地下水依存分 = 639 MLD (全体の97%)

尚、上水の水質基準は、WHOの基準を採用している。

配水設備：

配水は、Over Head Tanks を通して実施されているが、ほとんどの配水区域では、給水のピーク時でなくとも、Tankを満たすだけの水圧がなく、満足できる状態で作動していない。表3-1-4にダッカに設置されているOver Head Tankを示す。

表3-1-4 Over Head Tank In Dhaka W A S A

Location	Capacity(m ³)	Type of Structure	Remarks
Old Town(ダッカ市南部)			
Water Works	910	R. C. Tank	
Armanitola	365	Steel Tank	Non Serviceable
Victoria Park	545	Brick Masonary	
Islampur	910	Steel Tank	Non Serviceable
Gandaria	365	Brick Masonary	
Railway Station (Fulbaria)	910	R. C. Tank	
Hazaribagh	910	- ditto -	
Bonogram	910	- ditto -	
Hatkhola	910	- ditto -	
New Town(ダッカ市北部)			
Motijheel(B. Bank)	445	R. C. Tank	Not in service
Bijoy Nagar	455	- ditto -	
Kakrail	455	- ditto -	
Bakshi Bazar	455	- ditto -	
Azimpur	455	- ditto -	
B. D. R	455	- ditto -	
Mohakhali	135	- ditto -	
T. B. Hospital	90	- ditto -	
Gulshan	680	Brick Masonary	
Dhanmondi No. I	455	R. C. Tank	
Dhanmondi No. II	455	- ditto -	
Mohammadpur No. I	455	R. C. Tank	
Mohammadpur No. II	455	- ditto -	
Mirpur Sec. No. I	455	- ditto -	
Mirpur Sec. No. II	455	- ditto -	
Mirpur Sec. No. VI	680	- ditto -	
Mirpur Sec. No. X	680	- ditto -	

Location	Capacity(m ³)	Type of Structure	Remarks
New Town(ダッカ市北部)			
Mirpur Sec. No. X II	680	- ditto -	
Pallabi	455	- ditto -	
Tejgaon No. I	455	- ditto -	
Tejgaon No. II	455	- ditto -	
Lalmatia	4,550	Steel Tank	
Gulshan	4,550	Steel Tank	
Fakirapool	4,550	Steel Tank	
Total	29,770		

これらのTank類と地下水位とは、300mm～450mmの管径の主管にて結合されていて、圧力低下と漏水を防ぐために、個々の契約者とは、300mm以下の管径を接続している。全ての契約者（一般世帯、商業、産業契約者）とは、彼らの希望により契約を実施している。1993年8月現在、契約者数は、121,421である。1990年の資料では、水道メーター付きの契約者は、64%でメーターの付いていない契約者は36%であった。

DWASAの管理している給水パイプの内、管径が150mm～300mmのものは、古くからの現地生産によるアスベストパイプであり、最近のパイプ材質は、マイルドスチールであるため、旧管との接合が難しく、送水圧力の低圧や、漏水等の原因となり、維持管理を悪化させている。

一般に、各世帯への給水方法は、井戸又は浄水場から配管により各家庭に設置されている地下の貯水槽へ配水され、その貯水槽から各家庭に設置されている高架水槽へポンプアップされ給水される。このシステムで、DWASAの責任範囲は、地下貯水槽前の配管までであり、地下貯水槽以後は、各契約者の責任範囲となっている。

DWASAの設置した高架タンクや各家庭が設置している地下貯溜槽および高架槽とを、井戸、あるいは浄水場とを連結し給水を行っているが、これらの槽の定期的清掃管理は、実施されていないことも、上水水質を悪化させている。図3-1-4にダッカとNarayan-ganjiの配管図をまた、図3-1-5にダッカの上水施設配置図を示す。

図3-1-4 上水配管図 (ダッカ及びNarayanganj)

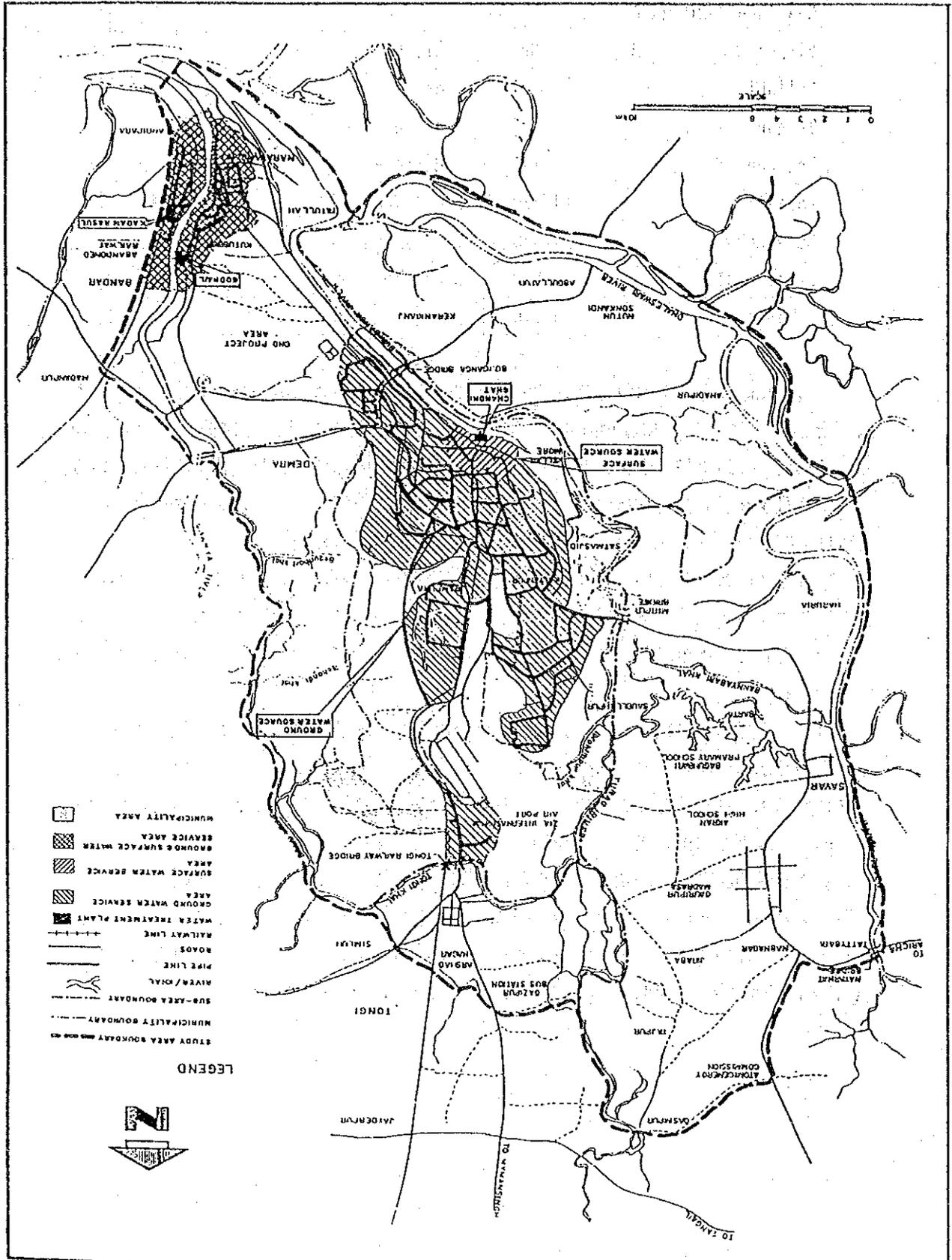
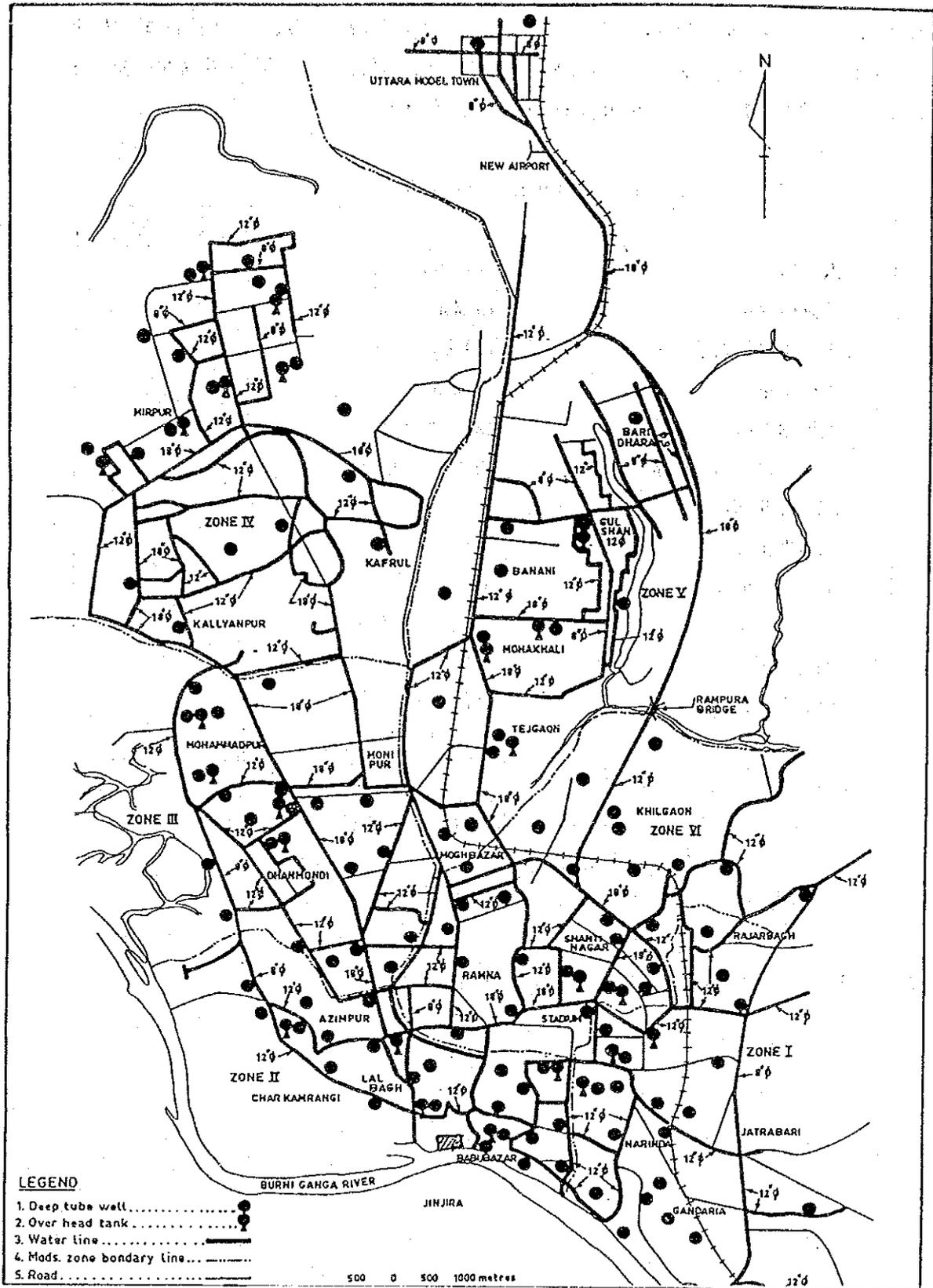


図3-1-5 ダッカの上水設備配置図



3-1-2 Narayanganj市の上水

Narayanganj 市の上水は、近年 J I C A の援助による水処理設備の建設が実施された。Narayanganj 市は、Sitalakhya川を挟んで東西に発達した市であり、市の西側の給水は十分であるが、東側の給水が不十分なため、新規の水源と既設管、小径管の修復が必要とされている。表 3-1-5 に Narayanganj 市の上水設備を示す。

表 3-1-5 Narayanganj 市の上水施設

		備 考
人 口	415,000 (1)	
計画給水量	75 MLD	
1人1日計画給水量	180 L (2)	
実給水量	23 MLD	
実給水人口	128,000 MLD	
給水人口からの給水率	約 31 % (3)	
DEBP WELL数	9ヶ	
水処理施設	2ヶ所	
Over Head Tank	9ヶ	
管敷設距離	19 Km (本管)	
顧客契約者数	4,931 契約	
Stand Pipe数	430ヶ所	
給水面積	69 km ²	

※ (1) 人口は計画給水人口

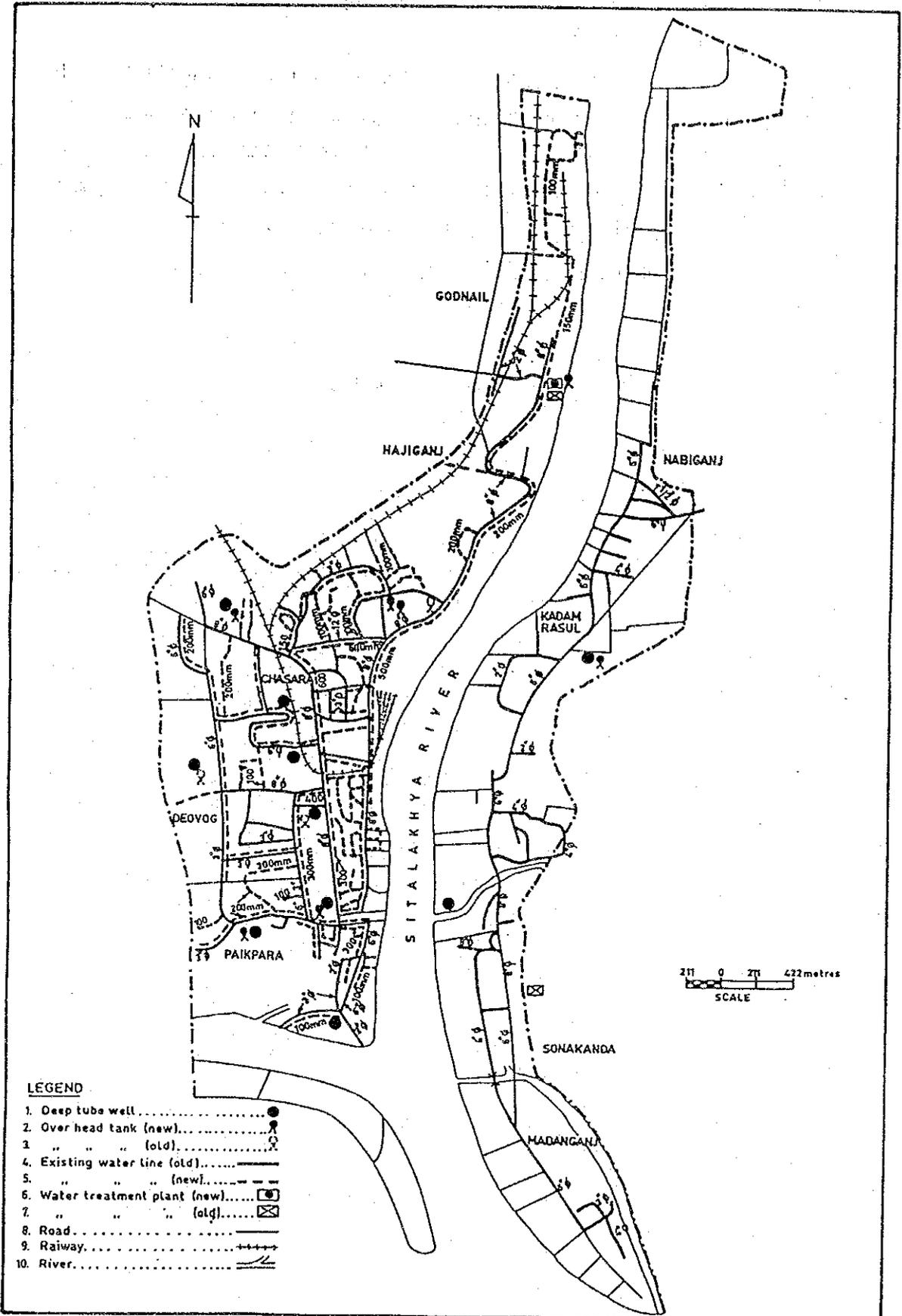
(2) D W A S A 資料により逆算 75 MLD/0.415 Mill.

(3) 128千人/415千人として計算

(出典) 1993年8月 D W A S A 資料による

図 3-1-6 に Narayanganj 市の上水施設図を示す。

図3-1-6 Narayananj市の上水施設配管



3-1-3 Gazipur Pourashavaの上水

1947年から1971年まで、GazipurはEast Bengal連隊の司令部であり、1960年代当初の口火を切った上水給水計画がこの地区であった。

1981年にDPHEが、この計画を引き継ぎ、“12 District Towns Project”として、上水施設の拡張と改善をスタートさせた。現在は、Gazipur Pourashavaの上水給水課がその施設の運転・維持管理の責務を負っている。DPHEは、技術的援助をPourashavaに行っている。都市部の給水システムの拡張を目的としたバングラデシュとオランダとの開発協力プログラムにより、新設の井戸、ポンプ、ポンプ小屋が建設されることとなっている。

図3-1-7に現状のGazipur Pourashavaの上水施設配置を示す。また、表3-1-6にその施設を示す。

表3-1-6 Gazipurの上水施設⁽¹⁾

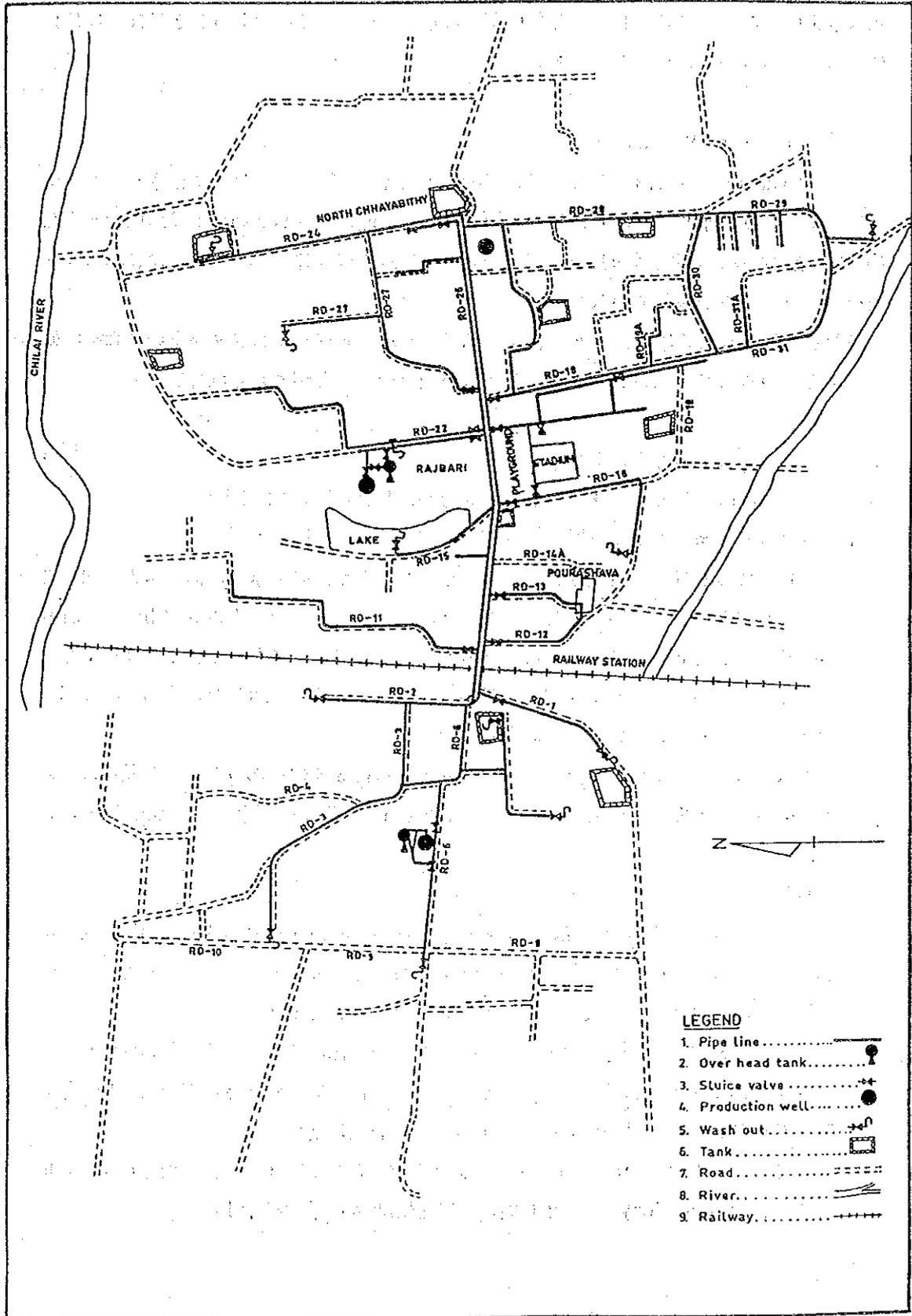
		備考
人口中心部	24,000	
周辺部	45,000	
計	69,000	
計画給水量	2.8 MLD	(4.8 MLD, DPHEレポートによる ⁽²⁾)
実給水量	2.5 MLD	(0.58 MLD, DPHEレポートによる ⁽²⁾)
給水率	30%	
給水井戸数	37	
Public Stand数	48ヶ所	
顧客契約者数	1,167契約	

(1)Gazipur Pourashava : Water Supply, An Achievement.

(2)Gazipur District Town's Water Supply System at Present

A Report Prepared by S D E and D P H E, dated July 1992.

図3-1-7. Gazipur Pourashavaの上水施設配管



3-1-4 Savar Pourashavaの上水

Savar Pourashavaは、約27Km²であり、人口は57,900人である。このPourashavaには上水給水設備はなく、DPHEによる井戸が主な水源となっている。DPHEとUNICEFによる井戸増設のプロジェクトがある。

3-1-5 Tongi Pourashavaの上水

Pourashava面積は約32Km²で人口は119,760人であるが、Tongiには上水給水システムはない。主な上水道水源は、DPHEの井戸である。Tongi Pourashavaは工業地域であるため、私企業の井戸により実質的な給水が行われている。正確な井戸数と給水量は、Pourashava及びDPHEとも把握していない。

DPHEが現在このPourashavaに給水システムを導入すべくプロジェクトの企画を準備中である。DWASAは、この企画が終了次第引き継ぐことが考えられている。

3-1-6 その他の都市の上水

(1) Department of Public Health Engineering(DPHE)による上水

1) DPHEの歴史と業務分担

1947年にDPHEが設立されてから、地方及び都市部の上水及び衛生施設に関してDPHEがその責任を果たしてきたが、1963年にダッカとチッタゴン都市圏に Water Supply and Sewerage Authority (WASA) が設立されてからは、この2都市を除く他都市及びバングラデシュ国内の地方部全域における、上水及び衛生施設の計画・設計・建設がDPHEの責任範囲となった。

上水設備については、DPHEが供給する設備は3種類がありこれら3種類の設備は、配管によるHome connection、Street Hydrant、及び地下水によるHand Tubewellである。

2) DPHEの組織図

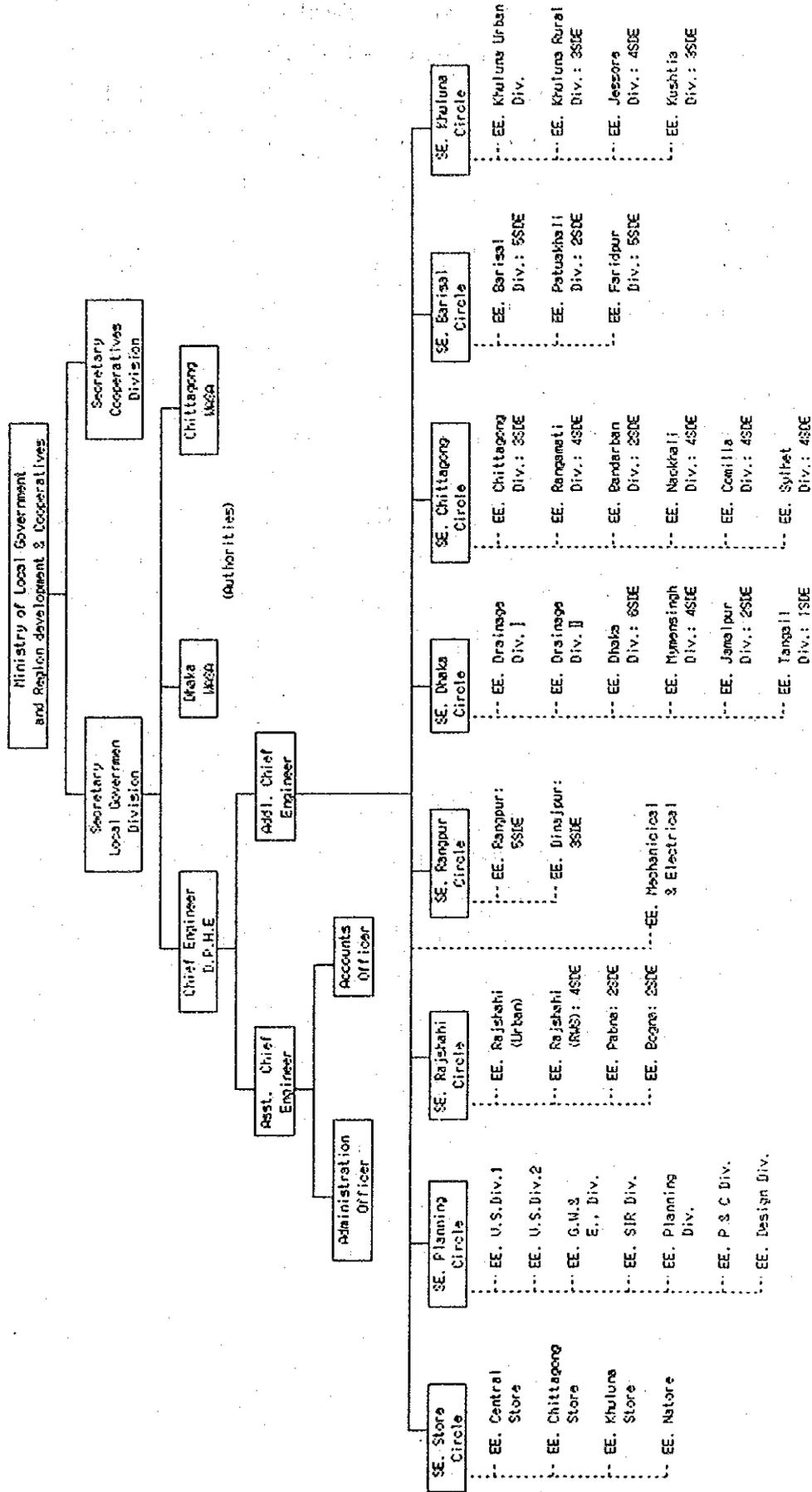
DPHEは、WASA同様、Ministry of Local Government & Regional Development & Cooperative に所属しており、その組織図は、図3-1-8に示す通りである。

3) DPHEによる上水設備の地方都市における過去と現状

1986年のSector Studyによると、1981年までで、都市部人口の約半分の600万人が、大都市であるダッカ、チッタゴンとKhuluna に居住していたとされており、1985年以降、都市部人口は、地方からの人口流入のため急激に増加した。

表3-1-7にSector Study (バングラデシュ政府及びオランダ政府とによる合同調査) による1985年時点での2000年までの都市部人口予測を示す。

図 3-1-8 DPHE の組織図



Notes:

- CE - Chief Engineer
- SE - Superintending Engineer
- EE - Executive Engineer
- SDE - Sub-Divisional Engineer
- L.G. - Local Government
- R.D. - Rural Development
- G.M. & E. - Ground Water & Exploration
- SIR - Survey, Investigation & Research
- P & C - Program Coordination
- U.S. - Village Sanitation

表3-1-7 Urban Population in Bangladesh

Urban centers	Population 1985~2000(in million)			
	1985	1990	1995	2000
Dhaka	5.3	7.5	9.9	13.2
Chittagong	1.9	3.1	4.1	5.5
District Towns	6.3	8.1	10.7	14.3
Thana centres	4.5	6.3	8.3	11.0
Total in urban centre	18.0	25.0	33.0	44.0
Rural Area	82.0	88.0	96.0	103.0
Grand Total	100.0	113.0	129.0	147.0

(出典) Sector Study, water supply & sanitation, 1986

従って、全人口のおおよそ22%~26%の人口が都市部に居住することとなる。現在、ダッカ、チッタゴンを含め、64の地方都市に配管による上水が実施されているが、上述したように2市を除く62市を対象にしたDPHEの主な上水設備は、以下の3種類である。

- 1) Home Connection
- 2) Street Hydrant
- 3) Hand Tubewell

1985年までの調査結果によると、上記3種類の設備による人口のカバー率は、house connection、street hydrant、hand tubewellは、それぞれ、10%、6%、17%であり、1986年では、全体を通しての平均値は、33%であった。

1985年時点と1992年6月時点での利用可能上水設備の比較を表3-1-8に示す。また、上記3種類の設備の給水比率を表3-1-9に示す。

表 3 - 1 - 8 District townsにおける利用可能上水設備の経年比較

設 備 名	1985年	1992年 6 月
Pipe Line	1, 142Km	1, 846Km
House Connection	46, 632	90, 710
Storage Reservoir	26, 471m ³	約51, 800~77, 700m ³
Public Stand Post	3, 722ヶ所	4, 192ヶ所
Production well	267ヶ所	319ヶ所
Treatment Plant	20ヶ所	
Total Production of Water	15, 430m ³ /日(1)	約262, 000m ³ /日(2)

(1) : Pipeによる給水

(2) : 全給水量

表 3 - 1 - 9 3種類の上水設備における経年比較

上水設備名	1985年	1992年 6 月
By House Connection	10%	15%
By Stand Post	6%	4%
By Hand Tubewell	17%	27%
平 均	33%('86年)	46%

従って、1992年においても、54%のDistrict Townsの人々は、民間の上水設備や、池、運河、河川等を上水源として使用していると報告されている。

表 3 - 1 - 10に1992年における各District Townsの上水設備を示す。

また、表 3 - 1 - 11に1992年におけるDistrict Townsの給水率等を示す。

(2) Rajshahiの上水

1) 上水道の歴史

Rajshahi市の上水施設は、1937年の英国統治時代に最初に建設された。この施設は、2本の深井戸(Tube Well)、13Kmの配水管(鑄鉄管、径 50~150mm)、80ヶ所の給水栓(それぞれ2 m³の貯水槽付き)であった。これらの施設により、およそ200haの区域に給水を行っていた。その後、井戸水の硬度が比較的高い(平均420mg/ℓ CaCO³)ため、硬度除去施設が設置された。この施設は現在は使用されていないが、配水管や給水栓の一部は現在も使用されている。

東パキスタン時代の1963年から、DPHEにより拡張工事が1981年まで実施され、さらに同年から1986年まで拡張工事がオランダ政府の資金援助により実施された。現在の施設は基本的にこの施設が使用されている。

表3-1-10 各District Townsの上水設備

S1 No	Towns	Nos. of running product.	Pipe line (Km)	Overhead Tank (Nos)	Treat-ment plant	House conne-tion	Stand post (Nos)	Govt. running hand T. W. (Nos)
1	Khagrachari	5	20	2	1	443	14	166
2	Faridpur	6	40	2	1	2,370	110	450
3	Tangail	4	21	1	1	1,958	18	496
4	Madaripur	4	23	2	-	880	52	370
5	Shariatpur	1	2	-	-	22	4	174
6	Gopalganj	2	20	1	1	641	20	317
7	Chandpur	5	31	3	3	2,313	318	150
8	Cox's Bazar	5	20	1	-	461	5	149
9	Rangamati	2	34	1	2	1,443	15	143
10	Kurigram	2	23	2	2	708	23	600
11	Gazipur	3	13	2	-	1,120	38	311
12	Noakhali	5	19	1	1	1,920	9	525
13	Jamalpur	6	15	2	-	1,393	50	1,400
14	Munshigonj	4	15	1	-	1,054	59	108
15	Bogra	21	85	5	-	2,278	68	158
16	Chapai Nawabgonj	4	12	1	-	990	44	1,009
17	Nilphamari	1	5	-	62	5	179	
18	Noagoan	4	10	-	-	1,108	9	560
19	Perojpur	-	18	-	1	1,600	35	250
20	Gaibandah	3	24	2	2	1,119	16	175
21	Pabna	4	35	2	-	2,664	30	269
22	Lalmonirhat	2	7	-	-	123	5	184
23	Rajshahi	14	74	5	-	5,548	365	1,272
24	Chuadanga	4	22	3	-	1,512	10	310
25	Magura	2	9	-	-	545	8	147
26	Borguna	1	5	-	-	-	5	5
27	Bhola	5	15	-	-	758	14	143
28	Moulavivazar	3	10	1	-	582	6	79
29	Natore	3	14	1	-	706	20	228
30	Narail	2	6	-	-	295	4	274
31	Barisal	17	125	8	-	5,756	525	200
32	Netrokona	2	8	-	-	532	40	315

Sl No	Towns	Nos. of running product.	Pipe line (Km)	Overhead Tank (Nos)	Treat-ment plant	House conne-tion	Stand post (Nos)	Govt. running hand T. W. (Nos)
33	Rajbari	3	21	1	-	432	39	460
34	Rangpur	5	58	2	1	1,802	17	578
35	Comilla	14	90	7	-	3,244	225	95
36	Meherpur	2	9	-	-	506	18	180
37	Kishoregonj	6	23	2	-	1,417	88	496
38	Satkhira	2	13	1	-	491	12	395
39	Kushtia	6	18	2	-	2,386	36	706
40	Jhenidah	3	25	3	-	1,198	15	600
41	Norshingdi	13	42	5	-	1,285	10	250
42	Ponchagar	-	-	-	-	-	-	398
43	Bagerhat	-	17	1	1	1,040	60	173
44	Manikgonj	2	8	-	-	439	2	467
45	Sunamgonj	-	30	2	1	1,417	9	110
46	Bandarban	5	11	-	-	561	37	58
47	B. Baria	4	19	1	-	1,466	20	690
48	Thakurgoan	2	12	-	-	325	18	170
49	Khulna	35	162	4	1	4,326	400	1,140
50	Sherpur	2	6	-	-	217	19	481
51	Feni	4	27	3	-	873	18	119
52	Joypurhat	2	7	-	-	100	2	358
53	Sylhet	9	34	3	1	3,152	52	325
54	Mymensingh	7	72	7	-	2,964	2,834	300
55	Patuakhali	5	28	-	-	1,358	75	70
56	Segajgonj	3	19	2	1	726	10	600
57	Jhalakati	2	9	-	-	720	20	79
58	Dinajpur	5	35	3	-	1,165	33	310
59	Hobigonj	5	14	1	1	643	20	176
60	Jessore	16	105	6	3	3,342	121	442
61	Laxmipur	1	2	-	-	5	4	304
62	Narayangonj	10	150	9	2	4,980	585	1,300
	Total	319	1,846	114	21	90,710	4,192	22,944

表3-1-11各District Townsの給水率等(1992年)

Sl No.	Towns	Popula- tion (1992)	Daily water demand Mil. gal	Daily water supply Mil. gal	% of dema- nd supp- ly	% population coverages				
						House conne- ction	Stand- post	HTW	Total Coverage by other services	
1	Khagrachari	42,000	0.84	0.19	23	14	3	30	47	53
2	Faridpur	102,274	2.45	0.79	32	30	11	33	74	26
3	Tangail	152,203	3.04	0.90	30	17	1	24	42	58
4	Madaripur	74,000	1.48	0.37	25	15	7	38	60	40
5	Shariatpur	47,982	0.96	0.09	9	1	1	27	29	71
6	Gopalganj	71,672	1.43	0.23	16	12	3	34	49	51
7	Chandpur	140,000	2.83	0.74	26	21	22	8	51	43
8	Cox's Bazar	39,571	0.79	0.45	60	15	1	28	44	56
9	Rangamati	100,000	2.00	1.04	52	19	2	11	32	68
10	Kurigram	69,000	1.38	0.48	35	13	3	65	81	19
11	Gazipur	71,113	1.42	0.27	19	20	5	33	58	42
12	Noakhali	124,750	2.50	0.45	18	20	1	32	53	47
13	Jamalpur	140,000	2.80	0.93	33	13	4	75	92	8
14	Munshigonj	55,000	1.10	0.36	33	25	11	15	51	49
15	Bogra	116,791	2.34	1.89	81	25	6	10	41	59
16	Nawabgonj	186,040	3.72	0.36	50	7	2	41	50	50
17	Nilphamari	48,625	0.97	0.09	9	2	1	28	31	69
18	Noagoan	100,407	2.01	0.36	20	14	1	42	57	43
19	Perojpur	99,900	2.00	0.31	16	21	4	19	44	66
20	Gaibandah	46,713	0.93	0.51	55	31	3	28	62	38
21	Pabna	155,126	3.10	1.26	41	22	2	13	37	63
22	Lalmonirhat	83,200	1.66	0.18	11	2	1	17	20	80
23	Rajshahi	508,000	10.16	2.00	20	14	7	19	40	60
24	Chuadanga	76,400	1.53	1.02	67	26	1	30	57	43
25	Magura	41,870	0.84	0.26	31	17	2	26	45	55
26	Borguna	50,000	1.00	0.04	4	6	1	1	8	92
27	Bhola	108,000	2.16	0.45	21	9	1	10	20	80
28	Moulavivazar	40,000	0.80	0.27	34	19	2	15	36	64

Sl No	Towns	Popula- tion (1992)	Daily water demand Mil. gal	Daily water supply Mil. gal	% of dema- nd supp- ly	% population coverages				
						House conne- ction	Stand post	RTW	Total	Coverage by other services
29	Natore	51,551	1.03	0.27	26	18	4	33	57	43
30	Narail	54,535	1.09	0.17	16	7	1	38	46	54
31	Barisal	300,000	6.00	3.90	65	25	18	5	48	52
32	Netrokona	73,275	1.47	0.40	27	9	5	33	47	53
33	Rajbari	59,500	1.19	0.27	23	9	6	58	73	27
34	Rangpur	256,000	5.12	1.34	26	9	1	17	27	73
35	Comilla	210,690	4.21	3.21	76	20	11	3	34	66
36	Meherpur	45,000	0.90	0.19	21	15	4	30	49	51
37	Kishoregonh	100,000	2.00	0.85	43	18	9	37	64	36
38	Satkhira	89,070	1.78	0.18	10	7	1	33	41	59
39	Kushtia	165,380	3.30	0.94	28	19	3	32	54	46
40	Jhenidah	76,595	1.53	0.40	26	20	2	59	71	29
41	Norshingdi	150,000	3.00	1.17	39	11	1	13	25	75
42	Panchagar	44,800	0.90	-	0	0	-	67	67	33
43	Bagerhat	125,000	2.50	0.42	17	11	5	10	26	74
44	Manikgonj	70,000	1.40	0.20	14	8	1	50	59	41
45	Sunamgonj	50,234	1.00	0.33	33	37	2	16	55	45
46	Bandarban	40,000	0.80	0.26	33	18	9	11	38	62
47	B. Baria	105,000	2.11	0.42	20	18	2	49	69	31
48	Thakurgoan	45,289	0.91	0.18	20	9	3	28	40	60
49	Khulna	1,200,000	24.00	9.37	39	10	3	7	20	80
50	Sherpur	71,959	1.44	0.14	10	4	3	50	57	43
51	Feni	88,155	1.76	0.66	38	13	3	10	26	74
52	Joypurhat	65,936	1.32	0.12	9	2	1	41	44	56
53	Sylhet	50,000	10.00	1.86	19	9	1	5	14	86
54	Mymensingh	189,593	3.79	2.60	67	20	15	12	47	53
55	Patuakhali	75,000	1.50	0.41	27	24	10	7	41	51
56	Sirajgonj	149,789	3.00	0.40	13	6	1	30	37	63
57	Jhalakati	60,000	1.20	0.21	18	16	3	10	29	71

Sl No.	Towns	Popula- tion (1992)	Daily water demand Mil. gal	Daily water supply Mil. gal	% of dema- nd supp ly	% population coverages				
						House conne- ction	Stand post	HTW	Total	Coverage by other services
58	Dinajpur	125,600	2.50	0.68	27	12	3	19	34	66
59	Hobigonj	50,000	1.00	0.45	45	17	4	26	47	53
60	Jessore	230,000	4.60	2.26	49	19	5	14	38	62
61	Laxmipur	58,425	1.17	0.09	8	1	1	39	41	51
62	Narayangonj	650,000	12.00	7.00	58	10	9	15	34	66
District Townの平均値		8,517,413	165.12	57.64	34	15	4	27	46	54

2) Rajshahiの上水施設

表3-1-12に1992年のRajshahiの上水施設を示す。

この施設以外に、大学、大規模工場等は、独自の深井戸を所有している。

Rajshahiの行政区域は30区ありDPHEの使用によると、この内、上水施設を利用できる区は、18区であり、この区域内人口は、291,529人である。これは、市の総人口529,797の55%になり一人一日給水量は、これらの数値から31ℓ/日となる。しかし、18区内の全ての居住者が施設を利用できる訳でもなく、また、18区以外の居住者の中にも他の上水施設を使用している者もいる。

各戸給水の戸数や手押しポンプの個数、あるいは市民の洗濯、水浴等から、市民の大多数は使用目的により様々な水源を使い分けていることが理解できる。また、市民の半数近くが全く上水施設の恩恵を受けていないことも明らかである。

上水施設の維持管理はRajshahi市(Rajshahi City Corporation)が行っており、51名の職員がいる。給水は時間給水であり、井戸ポンプの運転は1日3回、午前7時、午後1時、4時に一斉に開始され、毎回約2時間運転される。各戸給水を受ける家庭の多くは屋根に貯水槽を備えており、ポンプが運転されている間、あるいは、高架水槽に水がある間は、貯水槽に水を貯水することができる。共同栓も同様な制約を受ける。

表3-1-12 Rajshahiの上水施設

1. 生産井(Production Well)	24 (5本廃止、19本使用中)
2. 給水配管(Pipe line、径75-300mm)	約 70 Km
3. 高架水槽(Over Head Tank)	5基 (Capa. 680m ³ 、高さ30m、 3基使用停止、2基使用中)
4. 給水施設 契約数 (各戸給水)	5,449
地域共同栓 (Community Taps)	45
公共共同栓(Public Taps)	380
5. 給水量	500 m ³ /日
6. 一人一日給水量	31 ℓ/日
7. その他 手押しポンプ	1,189
Star Pumps	166
Doupekals	99

3-1-7 上水分野における実施中および実施予定のプロジェクト

DPHEは、92/93年度から94/95年度の3ヶ年の事業を計画しており、事業計画内容は、実施中の継続事業11件、新規事業7件、技術協力案件が継続6件、新規6件である。総事業費は、101.2億TK.であり、内貨37.7億TK.(37%)、外貨63.5億TK.(63%)である。資金源としては、国際援助機関や2国間援助を期待しており、UNICEF、アメリカ、オランダ、デンマーク、日本、OPEC、世界銀行、アジア開発銀行となっている。

Dhaka WASAは、以下に示す4つの上水道整備計画により施設の建設等を進めている

- Dhaka City Emergency Water Supply Project
- Crash Programme DTW's
- DWASA Project - 30 DTW's
- Construction of Water and Sewerage Facilities under Dhaka Urban Infrastructure Improvement Project

2000年までに予定されているプロジェクトは、表3-1-13のとおりである。

表3-1-13 上水分野の2000年までの予定プロジェクト

Programme Component	Investment Period	Estimated Cost (Taka Million)
1. Priority Commission of Crash Programme DTW's	1992-1993	11.55
2. 30 DTW's under UEP(Dhaka WASA)	1992-1995	313.04
3. Other Surface Water Treatment Plans and Transmission/Distribution Strengthening	1993-1995	485.22
4. Priority Primary Distribution System in Dhaka	1992-1995	743.42
5. Priority Strengthening & LDC in Dhaka-Stage I	1992-1995	154.00
6. Priority Strengthening & LDC in Dhaka-Stage II	1996-2000	385.00
7. Mirpur Infrastructure Improvement (Water & Sewerage)	1991-1994	103.00
8. 12-District Towns Water supply and sanitation project. (Dutch Aided)	1983-1995	658.5
9. 18-District Towns Water, sanitation and drainage project. (Dutch Aided)	1978-1995	700.0
10. Lakhpur, Choumahani water supply and sanitation project. (Danida Aided)	1987-1996	94.35
11. Interim water supply project Khulna Towns.	1993-1995	52.3
12. 2nd water supply & sanitation project (TAPP) (ADB Aided)	1992-1993	
13. Water supply project for Tongi Pourashava.	1993-1995	50.5
14. Water supply project for Parbatipur Pourashava	1993-1994	8.7
15. Rehabilitation & Extention of water supply system at Bandarban Town.	1993-1995	42.4

※ DTW : Deep Tube Well, LDC : Leakage Detection Control
 (出典) 1. 1~7 : Dhaka City Emergency Water Supply Project.
 Interim Report.
 2. 8~15 : Water Supply Status in Bangladesh. DPHE

上記プロジェクトの内1~7は、Dhaka WASAが事業主体であり、また8~15は、DPHEが事業主体である。

3-2 下水

バングラデシュにおける上水、下水等の衛生施設は、ダッカとチッタゴンについては、上下水道公団 (Water Supply Sewerage Authority : W A S A) が、他都市は、市または Pourashava が、また、都市部近郊や農村部については公衆衛生工務局 (Department of Public Health and Engineering : D P H E) がその責務を追っている。

下水道施設が設置されている都市は、バ国内では唯一 Dhaka City Corporation 区域内の 1 部である。下水道施設が設置されていない地域は、すべて On-site 処理に頼っているのが現状である。

3-2-1 ダッカの下水

(1) 下水道施設の歴史

1870年にダッカ管理局法 (Dhaka conservancy Act, Act VII of 1870) が通過し、1878年ごろ、時の政府が1879年1月1日からダッカ市委員会 (Dhaka Commissioners of Dhaka Municipality) が個人や公衆のトイレの維持管理サービスを実施するための管理局を設置した時から始まる。1879年にこのサービスが開始された。1899年にし尿を市中心部から5マイルの所にある埋立地へ運搬できるようにトラムを使用した輸送システムが始まった。この計画は経費的に効果的でなく、間もなく諦められた。1924年に入って、市中央部に2~3ヶ所のし尿投棄場が整備され、そこから下水管を通してラグーンに行く収集し尿投棄システム ("Dumping depot" system of collection) が導入された。この下水道システムは都市部における現在の下水道システムの先駆的なものであった。

スワミバッグ (Swamibag) 終末処理場は、市南部にあるナリンダ (Narinda) ポンプ場とともに1972年に建設された。ダッカ W A S A は、1964年にダッカ市から下水道システムを引き引き継いだ。当時の施設は、以下の通りである。

6 ポンプ場

69Kmの管渠

Swamibag最終処理場

3,445の契約下水道利用者と無数の無契約下水道利用者

収集し尿投棄場はこの当時は、ダッカ市の管理であったが、70年代初頭にダッカ W A S A に引き渡され現在に至っている。

(2) 下水道の事業主体

上述したように、ダッカ、チッタゴンについては、W A S A が、またその他地域については、D P H E がその責任を負っていて、ダッカ W A S A 及び D P H E の組織体制を、図3-1-1と図3-1-10に示す。

(3) 下水道施設設置区域

現存している分流式下水道管渠はダッカ市の33%をカバーしているが、下水道区域内の全ての居住者が施設を利用しているのではなく、利用していない居住者は、下水道施設のない区域同様、on-site 処理に頼っている。従って、下水道区域であっても下水道を利用している区域と、その他区域に分類することができる。

1) 下水道区域

Briganga川にその放流先を求めているパグラ終末処理場 (Pagla stabilization pond treatment plant) の位置を図3-2-1に示す。また本管の管径、中継ポンプ場、等の施設配置図を図3-2-2に示す。

2) 下水管渠網

ダッカ市の地形が平坦であるため、下水管渠網には、ポンプ場が設置されており、その数は、15ヶ所であり表3-2-1にその詳細を示す。

表3-2-1 ダッカWASAの下水ポンプ場

Location	No. of Pumps	Discharge(m ³)	Head(m)	Power(Kw)
Asad Gate	3	5.7	7.5	11.25
Azimpur	2	3.8	9.0	18.75
Faridabad	2	3.8	12.0	18.75 ⁽¹⁾
Bashaboo	5	28.4	12.0	86.25
Magh Bazar	2	3.8	9.0	18.75 ⁽²⁾
Medical Colleege	3	3.8	7.5	11.25
Narinda (Old)	4	64.4	12.0	244
Narinda (New)	7	106.0	17.0	394
Nawabgonj	2	3.8	9.0	22.5 ⁽¹⁾
New Market	4	11.4	7.5	22.5
P & T	2	9.5	12.0	30
Swamibag	5	28.4	12.0	86.25
Hazaribag	4	11.4	7.5	22.5 ⁽³⁾
Tejgaon	5	24.6	12.0	82.5
Pagla (Outfall)	7	106.0	10.5	244

(1) Being replaced by submersible pumps 2× 7.5 Kw

(2) Being replaced by submersible pumps 2× 15 Kw

(3) Being replaced by submersible pumps 2× 15 Kw and 2× 30 Kw.

(図3-2-2には、13ヶ所のポンプ場が示されているが、Narinda (old, new) は1ヶ所として、またPagla (out fall) はこの図上では表示されていない。)

(出典) Master Plan for Greater Dhaka Protection Project of Bangladesh
Flood Action Plan No. 8A Supporting Report I, J I C A Nov. 1991

图 3-2-1 Pagla 終末处理場位置图

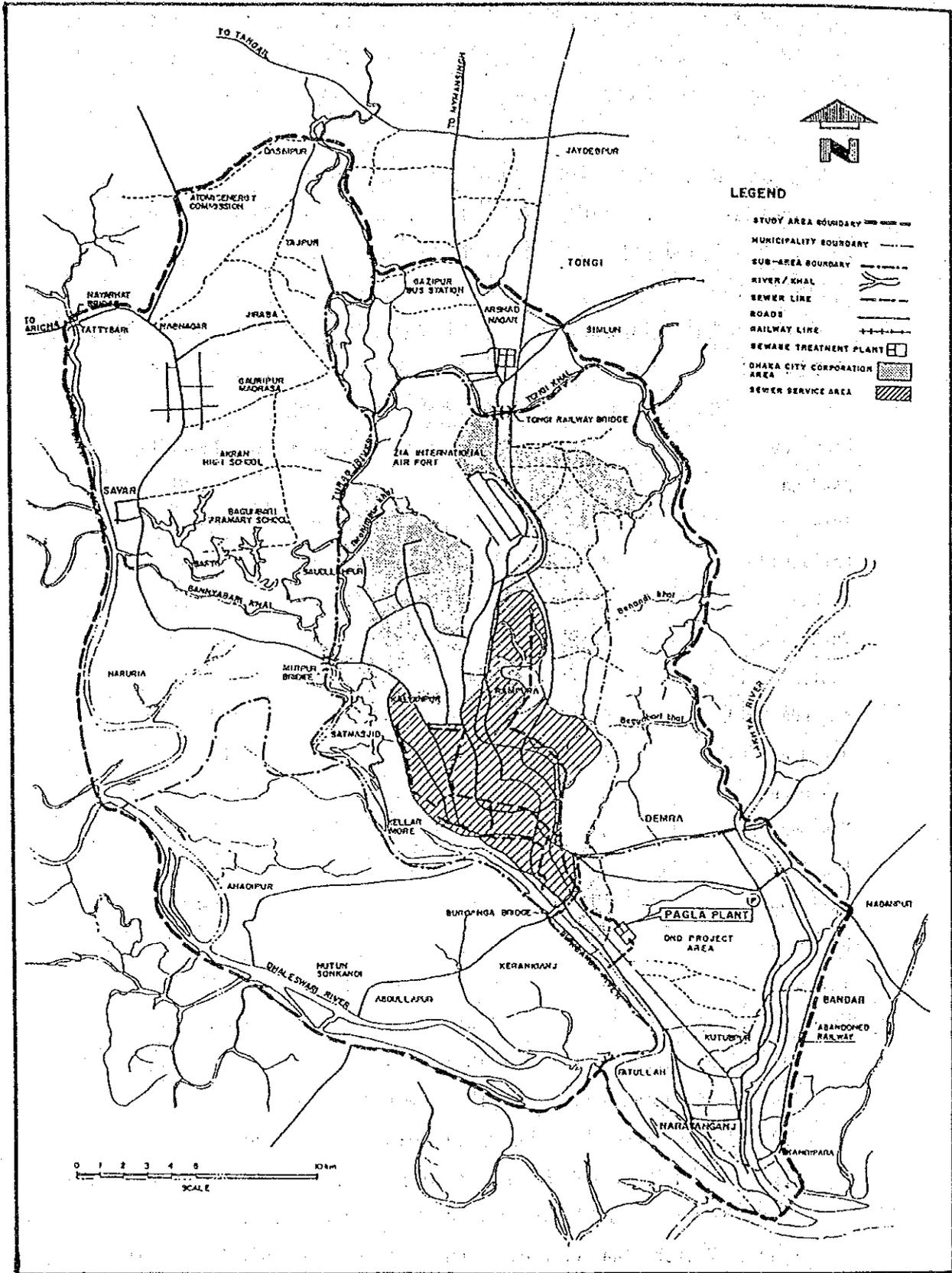
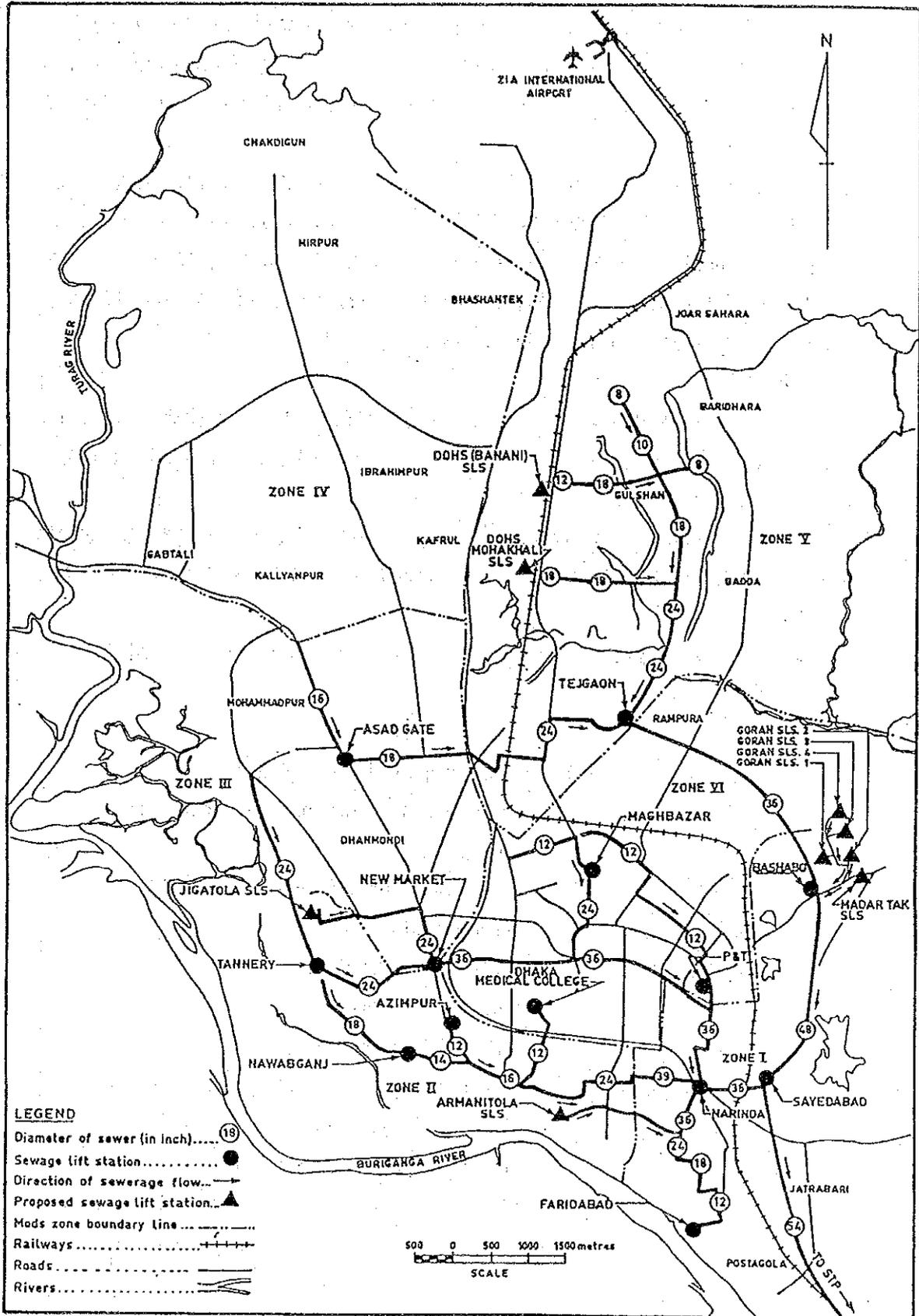


図3-2-2 ダッカ市の下水道施設配置図



ダッカ市の中心部の下水本管の管径は、225mmから980mmであり、また、他の地域は200mmから1,360mmである。全体のシステムの中で、特にold ダッカでは、下水管渠と人孔との不法な接合による流入下水で、管の稼働が難しい状態である。1990年には、440kmの下水管渠と37,522の家屋からの下水道管との接合があった。現状の下水管渠は、33%のダッカ市面積をカバーしているが、家屋のとの接合は50%以下となっており、他はon-site処理に頼っている。

1 接続当たりの下水の利用人口は、25人であり、下水道人口は、約100万人である。JICAによる下水道の修復と建設の基本計画 (The basic design study for sewerage construction and rehabilitation)では、1人1日下水量は、101ℓ/日としている。また、処理場への流入水質は、BOD₅で200mg/ℓを採用している。従って、1人1日当たりの負荷量は、20.2g/日である。

3) 下水の処理

Pagla における酸化池システムは、1980年から稼働している。酸化池は、その単純且つ、低コストの稼働及び維持により、極めて良くバングラデシュの豊富な日射量の熱帯気候に適合している。

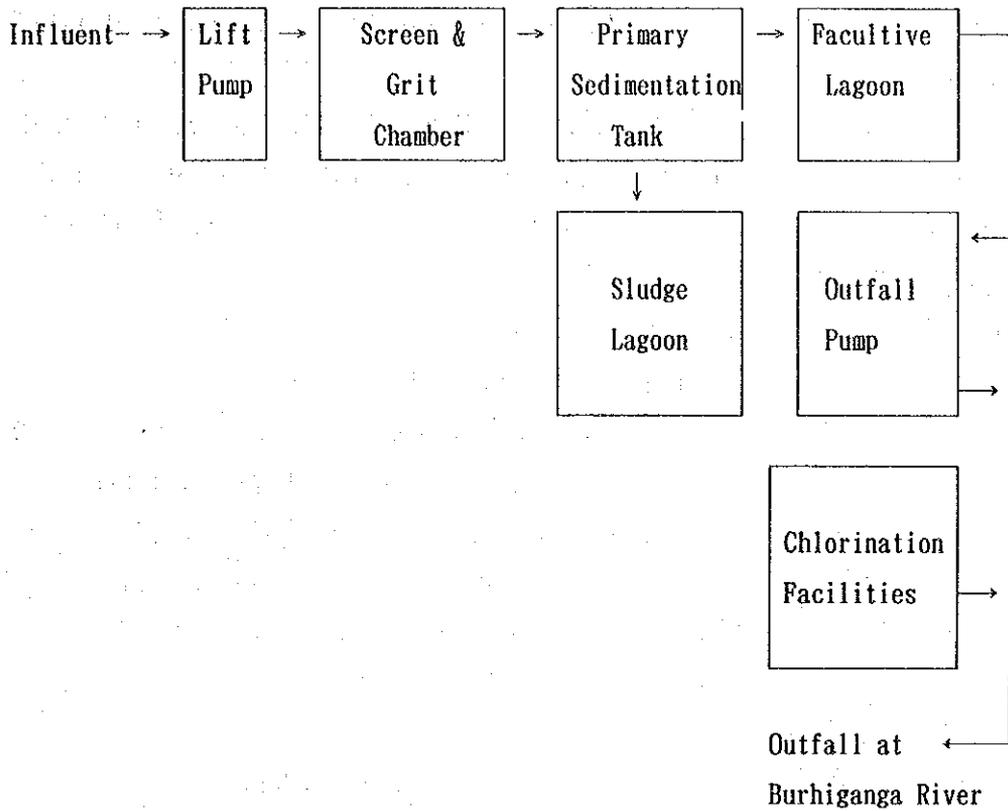
3ヶ所の酸化池のある35haの処理システムは、必要に応じ稼働可能である。どの処理池でも独立に水抜きが可能であり、又、処理することなくバイパスすることも可能である。

表3-2-2にPagla終末処理場の諸元を示す。また、処理プロセスを図3-2-3に示す。

表3-2-2 Pagla終末処理場の諸元

下水処理方式	Primary Sedimentation Tank + Faculative Lagoon
汚泥処理	Digestion + Drying in the sun light
処理水放流先	Burhiganga川
設計処理量	日平均 96,000m ³ /日 日最大 120,000m ³ /日 時間最大120,000m ³ /日
設計流入水質	BOD : 200mg/ℓ SS : 200mg/ℓ
設計放流水質	BOD : 50mg/ℓ SS : 60mg/ℓ
除去率	BOD : 75% SS : 70%

図3-2-3 Pagla終末処理場の処理プロセス



(出典) Urgent Sewerage Construction & Rehabilitation for Dhaka City
Nippon Jogesuido Sekkei Co., Ltd.

4) 実施中の下水改善計画

現在、3つの改善計画がDWASAにより進められている。

ア. IDA補助による緊急拡張事業 (WASA-III)

(Urgent Expansion Project (UEP) or WASA-III under IDA finance)

イ. JICAによる下水システムの修復計画

(Rehabilitation Programme of Sewer System by JICA)

ウ. ADBの補助によるダッカ都市部社会基盤開発事業でのMirpurの下水道の修復及び建設事業

(Sewer construction and rehabilitation project in Mirpur under Dhaka Urban Infrastructure Development Project with ADB finance.)

各プロジェクトの概要は以下の通りである。

ア. 緊急拡張事業 (Urgent Expansion Project)

DWASAは下水管渠の修復を含めた管渠網の拡張工事に着手している。

当初の目的は、48Kmの新設下水管渠の建設と 8,000ヶ所の下水道接合であった。この工事によりMohakali, Goran-Madertek, ZigatolaとRahamatganj 地区が恩恵を受ける。

この計画は、75Kmの管渠と15のポンプ場の建設に現在は変更された。ポンプ場はMohakhali DOHS, Banani DOHS, Armanitola, Zigatola, Madertek, とBashaboo Goran (4 Nos.)である。ポンプ容量は、15-50 ℓ/secである。これらの建設工事は、1991年に完工した。

イ. J I C Aによる下水システムの修復事業

(Rehabilitation Programme of Sewer System by J I C A)

J I C A補助による下水道修復、建設計画により、D W A S AはPagla の終末処理場の拡張と既存のポンプ場修復を実施している。Asad Gate, TejgaonとNarindaを除く全てのポンプ場が予備の発電機を含む電気機械システムの刷新をしている。Pagla 終末処理場の場合、ラグーンの前段に凝集沈澱を設けることと酸化池を追加することによりその処理能力と高めることとしている。設計条件に従って供給される処理施設とフローダイアグラムは、表3-2-3に示すとおりである。

表3-2-3 J I C Aによる下水システム修復計画

Facilities	Design Criteria	
Grit Chamber (10×3.3×2m)	Surface loading rate	3,600 m ³ /m ² /d
	Detention time	60 sec
	Avelage velocity	0.30m/sec
Primary sedimentation Tank, 4 Nos. (dia 33×4.65 m)	Surface loading rate	35 m ³ /m ² /d
	Detention time	2.0 hr
	Weir loading rate	300 m ³ /m/d
Facultative Lagoon (6 Nos. 475,024m ²)	Influent BOD	120 mg/ℓ
	Ambient temperature	21 °C
	Pond Depth	2.0 m
Chlorination	Chlorine dosage rate	3.0 mg/ℓ (max)
Sludge lagoon (192×42×2.6 m)	Volumetric loading rate	50 kg/m ³ /year
	Digesting time	90 days
	Content of volatile solids	60 %
	Reduction rate of volatile solid	35 %
	Moisture content of dried sludge	80 %

ウ、ADBの補助によるダッカ都市部社会基盤開発事業でのMirpurの下水道の修復及び建設事業

(Sewer construction and rehabilitation project in Mirpur under Dhaka Urban Infrastructure Development Project with ADB finance)

ADB補助による労働省の住宅開発事業の中に、DWASAによる給水、下水に関する事業がある。その内容は、5ポンプ場を含む123Kmの新設下水道建設と下水道修復である。

この事業は、2018年までにMirpurの人々への十分な下水施設を供給する事業である。1991年1月にコンサルタント業務が開始された。

5) 改善策

不法下水管渠の接合と下水接合のサービスレベルの向上と拡張を実施中のプロジェクトに加えて行うべきである。

(4) 衛生地域 (衛生トイレ設置地域)

衛生地域は将来及び現状の下水道区域を含めて存在している。ダッカ首都圏は、Greater Dhaka, Narayanganj Area, Keraniganj Area, Savar Area, Tongi Area, 及び、Gazipur Areaにより構成されているが、ダッカの下水道区域を含め全ての地域が衛生地域となっている。

市の条令 (The Municipal Ordinance)は、市区域内の衛生について市の責任であると規定しており、その経費は管理税 (Conservancy taxes)から賄われている。上述したように衛生環境に対する責任は、ダッカ市内はDWASAの責任範囲であり、またそれ以外はDPHE (Department of Public Health and Engineering)の責任範囲である。

1) 都市部の衛生

上述した全ての市部で、各種のトイレ、浄化槽、公共トイレが使用されている。バングラデシュ国内のどの市役所でも浄化槽の汚泥処理の管理された事業や衛生的投棄は実施されていない。ダッカ市も、ポケットトイレや浄化槽から汚泥の引き抜きサービスは実施していない。各家屋では、自費 (約500-1,000タカ) により清掃人に依頼し、清掃している。ある程度安定した浄化槽汚泥は、一般的に同一場所に穴を掘り投棄している。一方、トイレからの汚泥は排水路に投棄されるが、ともに人糞の処理方法としては非衛生的なものである。

ほとんどの衛生処理 (トイレの利用区域) 区域では、一般的に家庭雑排水は近くの排水口、排水路に放流され、水質汚濁の主因の一つであるが、少なくとも公衆衛生の観点から人糞の投棄と比較すれば、この問題はまだ、深刻な脅威であると考えする必要はない。

2) ダッカ市区域

ダッカ市内の登録されている132,000世帯の内、約37,500世帯が下水システムと接合している。下水道システムと接合していない多くの人々は、人糞処理をon-site 処理に依存している。ダッカ市内におけるon-siteの衛生施設の設置数は明確ではないが、多くの恒久構造物を所有している世帯は下水道システムと接合していると同時に、浄化槽も所有している。多くの準恒久構造物または、仮設住宅の世帯はsingle pitトイレ、twin pitトイレ、または仮設トイレを設置している。

ダッカ市による世帯データによると、市内での下水施設と接合している世帯を除いた世帯は数種類のトイレを使用していると見られる。約42,000世帯に浄化槽が、9,000世帯にbucketトイレが、20,000世帯にpit トイレが、22,000世帯に仮設トイレが設置されていると見積もられている。また、市内には、座席数が58の15の公衆トイレが分散して設置されており、45の男子用小便器及び15の洗濯場、浴室が設置されている。

住民登録者以外に、ダッカのスラム街には約100万人が居住しており、これらのスラム街の土地所有者は政府である。

彼らは、ごみ処理・処分の衛生的なシステムがなく、仮設トイレやオープントイレの使用、または屋外で排泄行為を行っている。このような面は、公衆衛生に大きな影響がある。

ダッカ市は、IDAの補助による環境改善事業でバケットトイレからtwin pitsトイレへの交換を取り上げた。

また、ダッカの軍所有地 (Cantonment Area)では、ほとんどが浄化層による衛生施設が設置されている。

(5) ダッカ市の産業排水

DWASAには、産業廃水と下水管渠の接合については何らの資料もない。産業排水からの悪影響は、以下の2点が考えられる。

1) 処理設備に与える影響及び汚泥からの影響。

産業排水は、下水処理工程の微生物に対し悪影響を与えBOD除去能力を低下させる。ダッカの西側、Briganga川堤防沿いにHazaribag なめし革工場群がある。ここからの産業廃棄物は、液体状、固体状の両方があるが固形廃棄物の安全な処分が1つの課題となっている。工場からの赤い排水が雨水排水路を流下して川沿いのラグーンに流入している。この排水を直接分析した訳ではないが、万オーダーのBODである排水と思える。このラグーンは、Briganga川堤防構築の結果、内水処理に対応するためポンプ排水機場を設置したものの、維持管理者や運転費の支払い元が明確にならないためできたラグーンである。

現地を案内した環境森林省環境局の担当者によると、Hazaribag の革なめし工場群を周辺の環境改善のため移転させたいが、工場経営者側にその意志がない上に経済力及び政治力もあり、今のところ、実現不可能であるとのことである。また、このなめし革工程には重金属の六価クロムが必要であり、これらの工場からは無処理の工場排水が流されているとのことであった。実際に工場付近を視察したところ、ある工場からはそれらしき青緑色の工場排水がこのラグーンに流出していた。産業廃水は、法的にはDWA S Aの下水管渠に接合されることは許されていないが、しかしダッカ市の下部機関であるRADUK (Dhaka Improvement Trust) の報告書にはその可能性が読み取れる。

また、この報告書によるとこれらのなめし革工場からの排水は多量の塩分を含んでおり、この塩分によりダッカの主な上水の水源となっている地下水を汚染する可能性が高いと説明している。図3-2-4に1989年11月のHazaribag 周辺の地下水電気伝導度分布図を又、図3-2-5に地下水塩素濃度分布図を示す。この分布図はDWA S Aの給水井を利用して調査された。

産業排水に含まれている重金属等は、下水処理汚泥の中に含まれ濃縮された後に肥料等に使用されると健康に対する影響があると同時に、濃縮汚泥が放流先河川に与える影響として、飲料水や魚等への食物連鎖の発生が考えられると同報告書に述べられている。

図3-2-4 Hazaribag 周辺の地下水電気伝導分布図

Map of Electrolytic Conductivity of Groundwater : November 1989

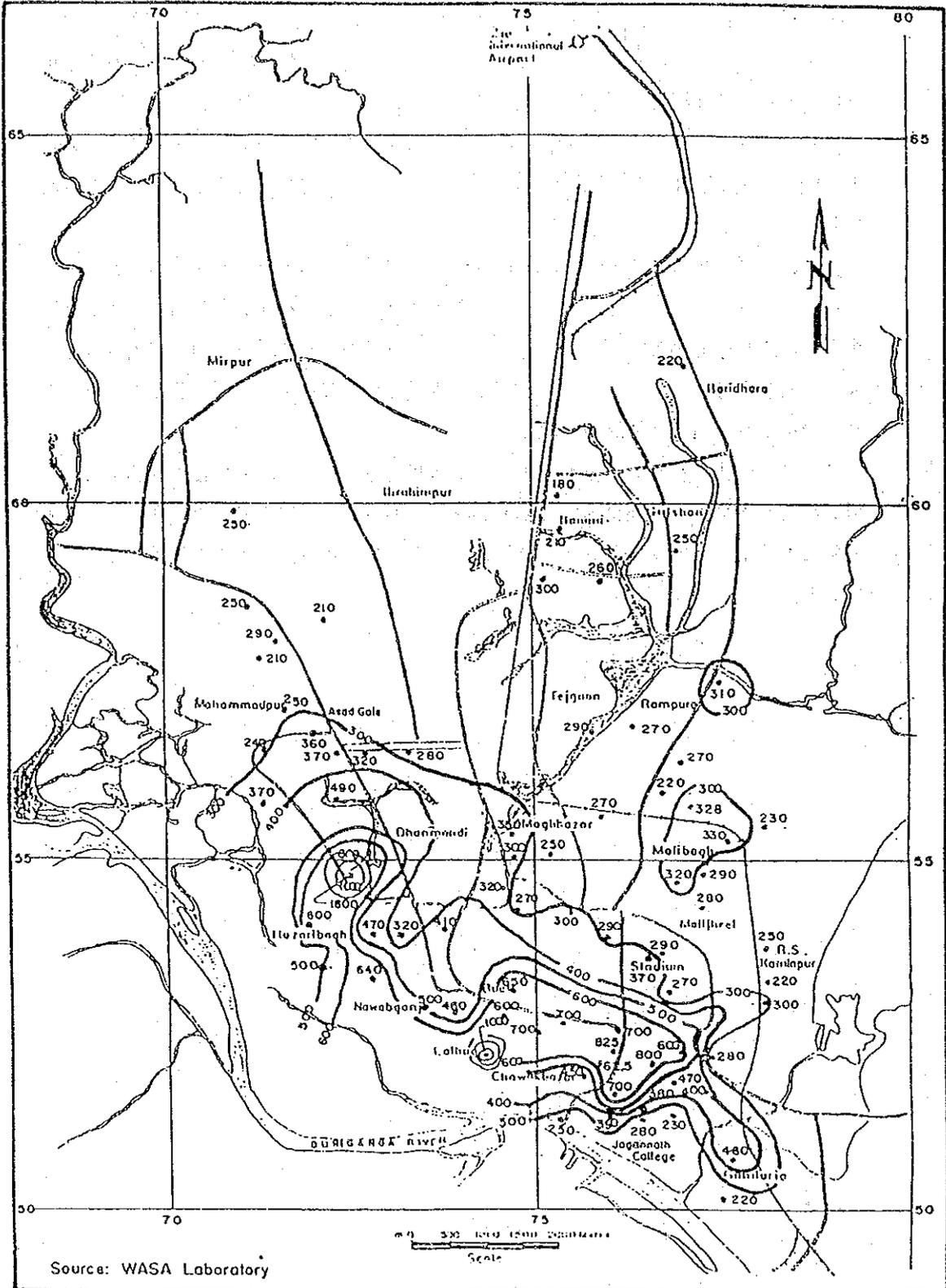


図3-2-5 Hazaribag 周辺の地下水塩素濃度分布図

Map of Chloride in Groundwater : November 1989

