

バングラデシュ・インド  
ヒ素汚染対策  
プロジェクト形成調査結果資料  
(内部検討資料)

平成10年6月

JICA LIBRARY



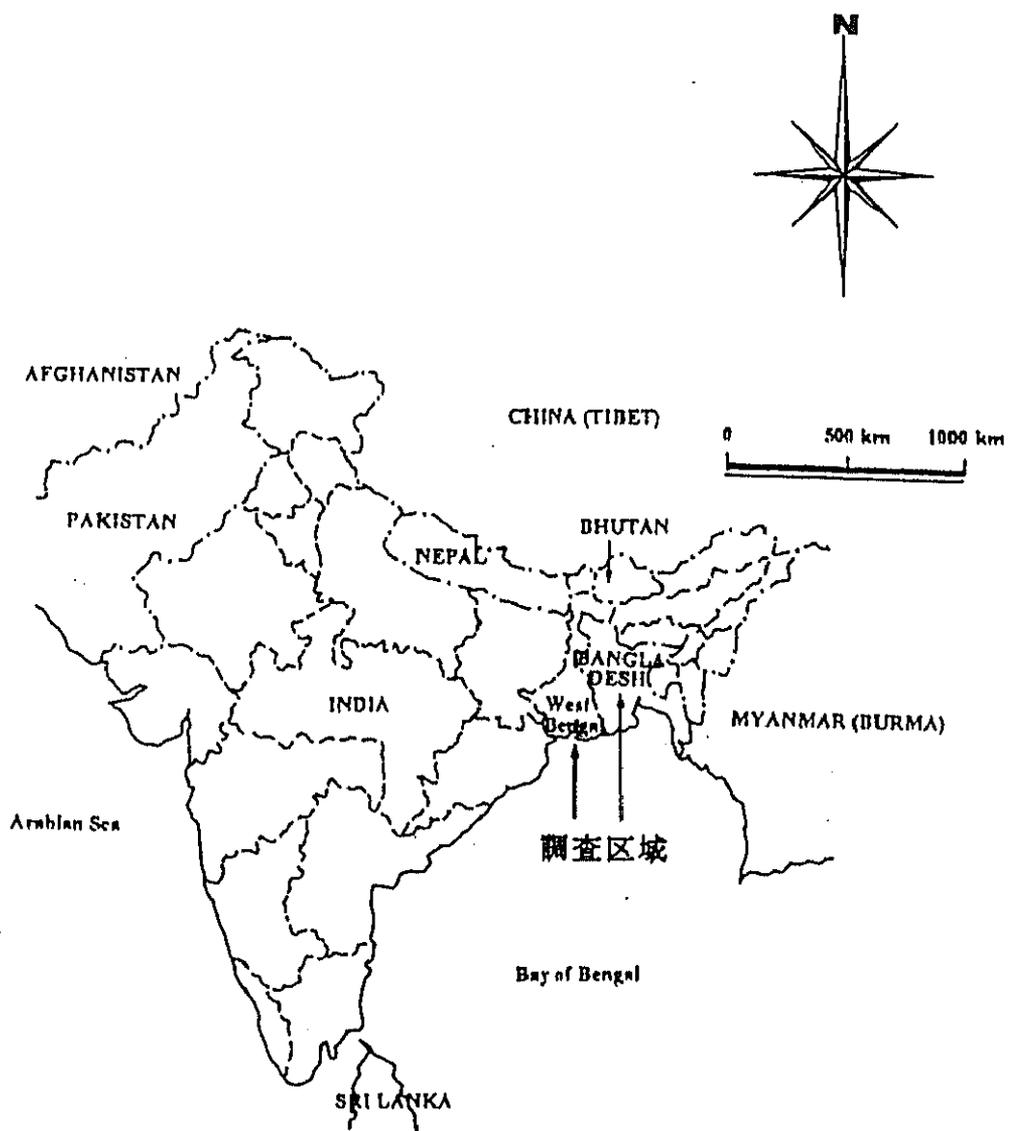
1179578(8)

基 礎 調 査 部

98-33

基二

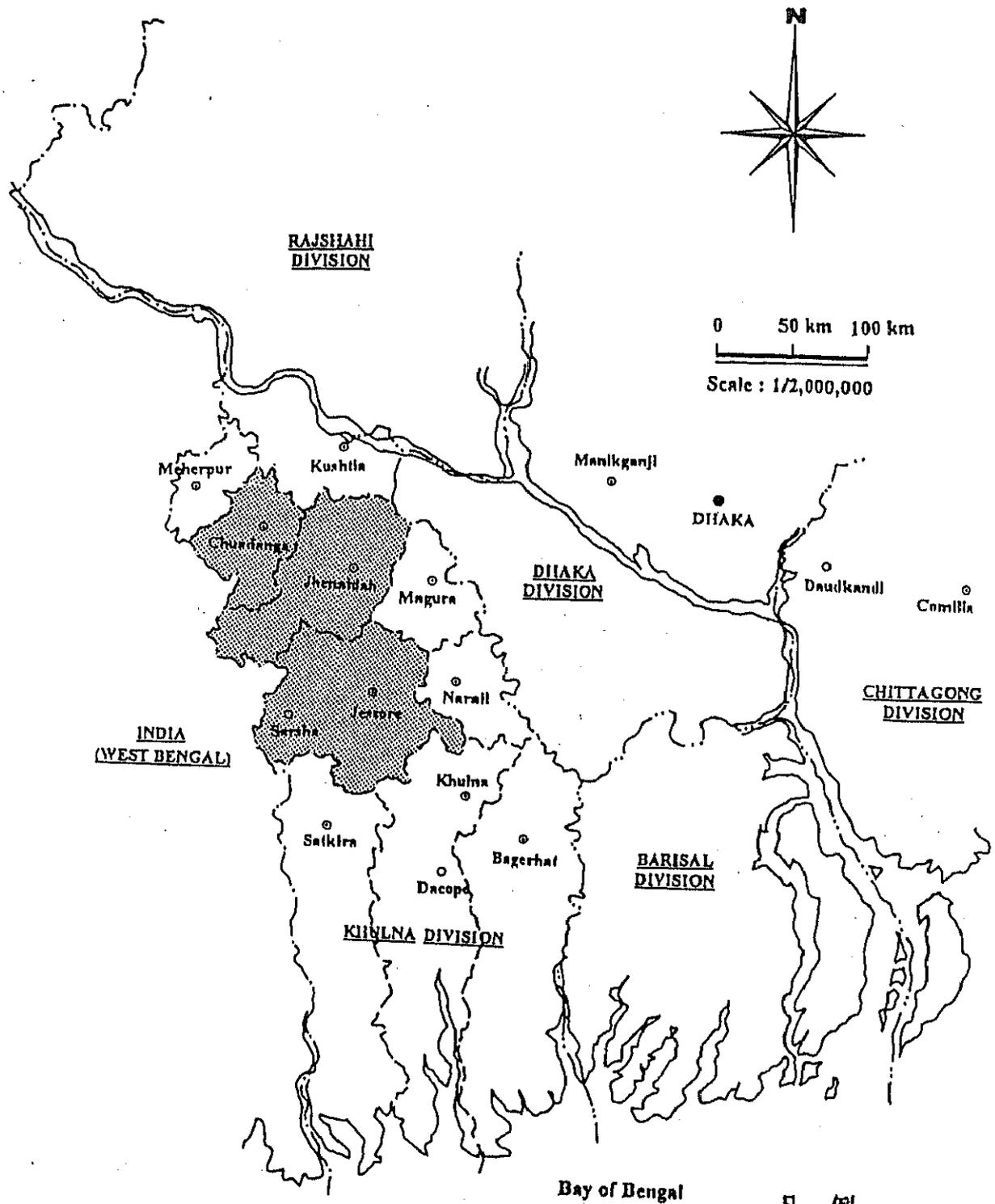
JR



調査区域位置図



1179578(8)



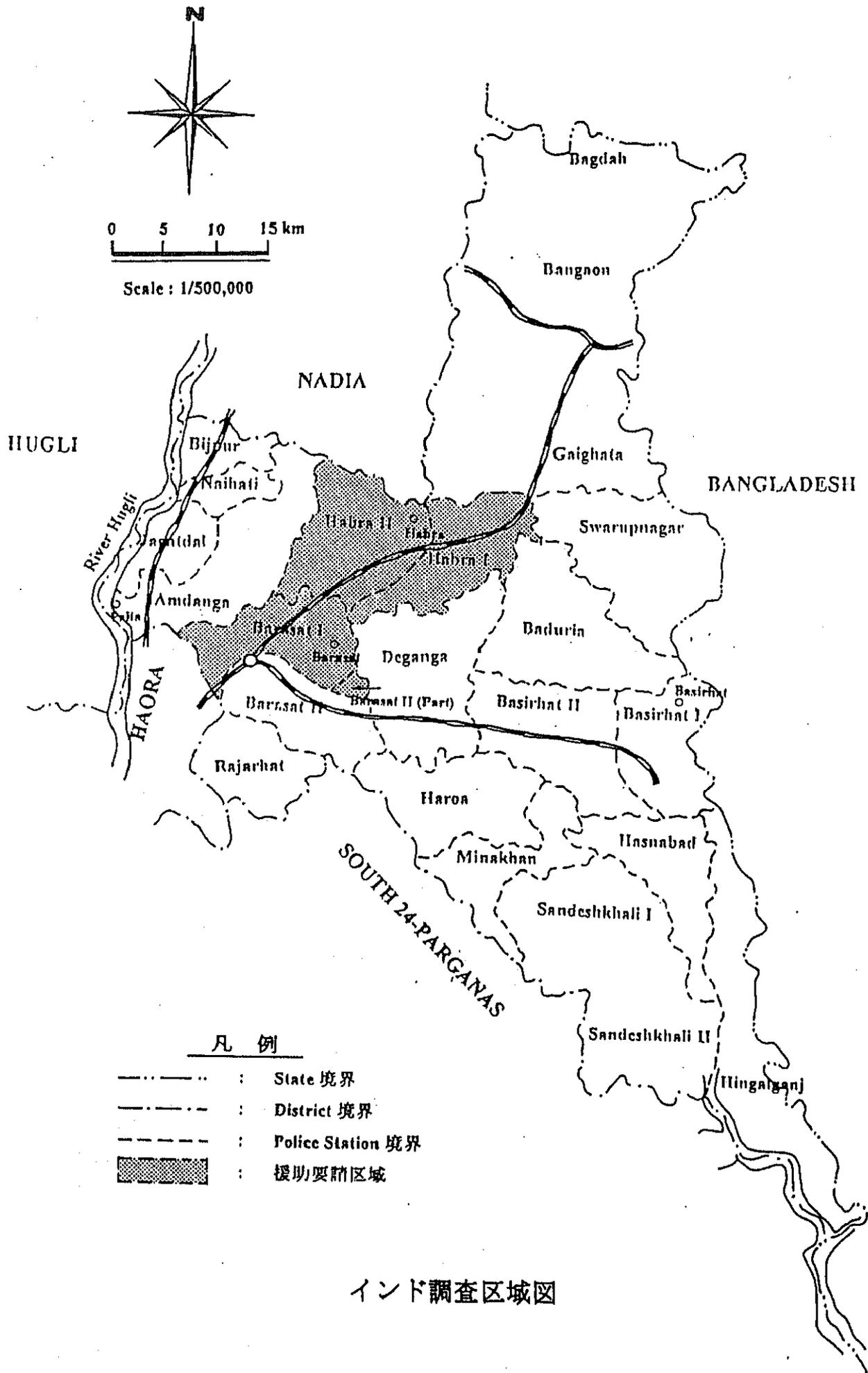
INDIA  
(WEST BENGAL)

Bay of Bengal

凡例

- · — · — : 国境界
- · — · — : Division 境界
- · — · — : Thana 境界
- : Bangladesh 首都
- : District
- : Thana
- ▨ : 調査区域

バングラデシュ調査区域図



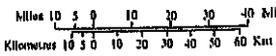
0 5 10 15 km  
Scale : 1/500,000

凡例

- : State 境界
- : District 境界
- : Police Station 境界
- ▨ : 援助要請区域

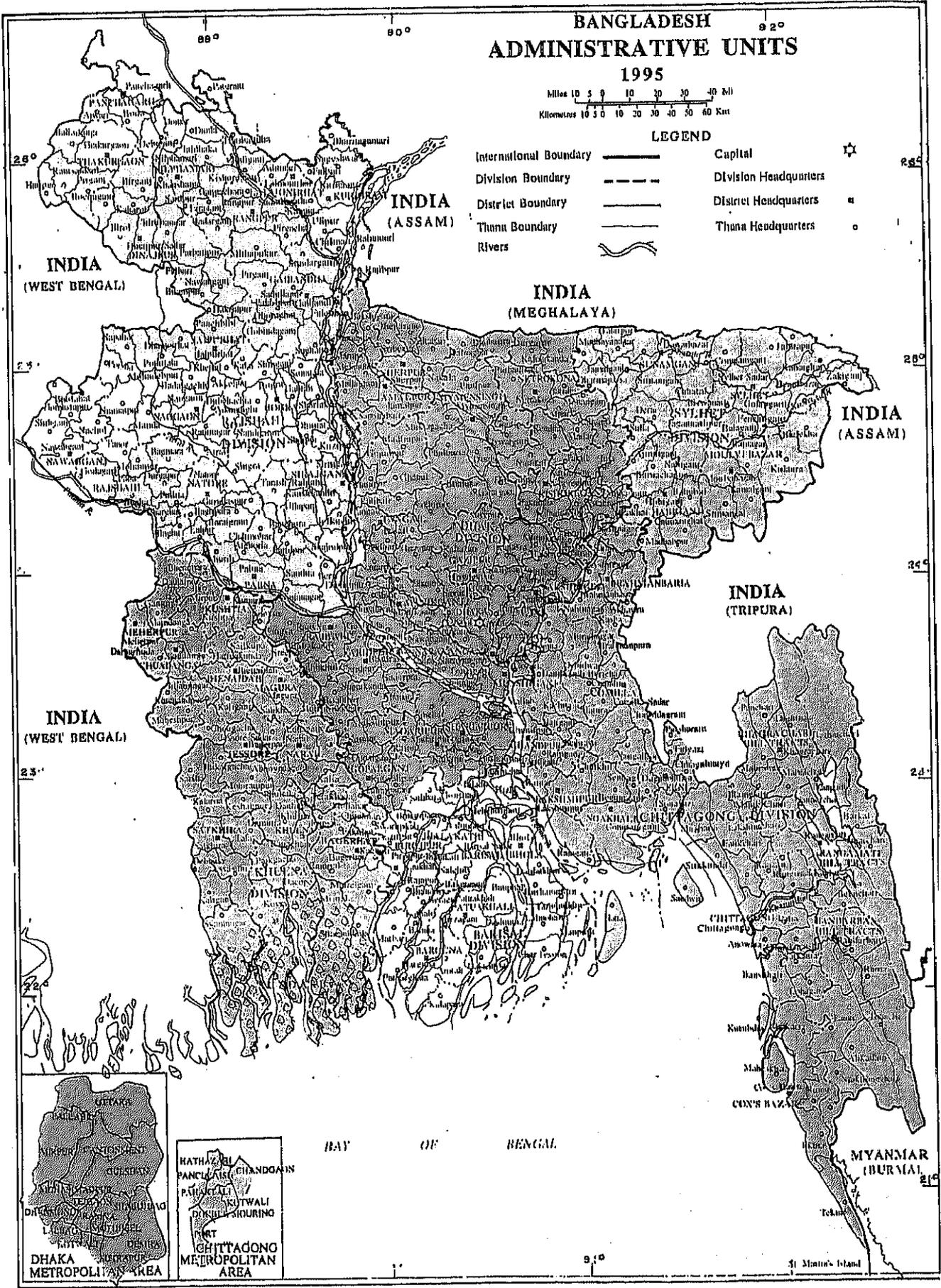
インド調査区域図

# BANGLADESH ADMINISTRATIVE UNITS 1995



## LEGEND

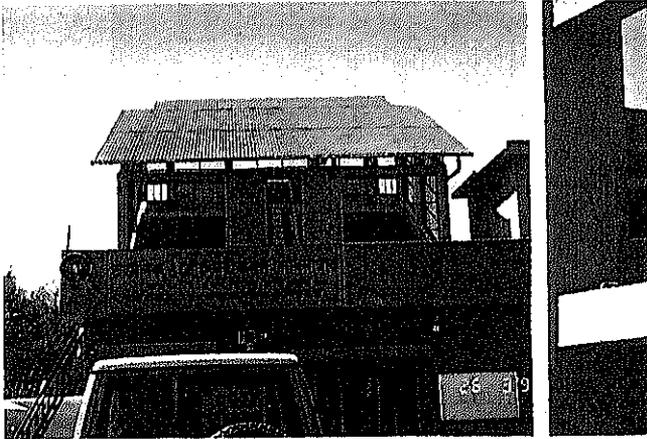
- |                        |           |                       |   |
|------------------------|-----------|-----------------------|---|
| International Boundary | —————     | Capital               | ☆ |
| Division Boundary      | - - - - - | Division Headquarters | ⊙ |
| District Boundary      | —————     | District Headquarters | ⊙ |
| Thana Boundary         | —————     | Thana Headquarters    | ⊙ |
| Rivers                 | ~~~~~     |                       |   |



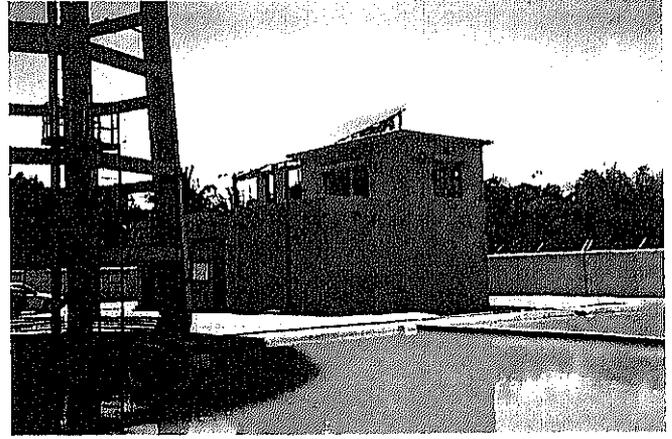
9.0°

St Martin's Island

Manikganj ヒ素除去装置 : Netherlands-Bangladesh Development Cooperation Program の一環である 18 District Towns Project の内で最初に運転を開始した施設(1998年3月24日)で、3,000 m<sup>3</sup>/日容量。



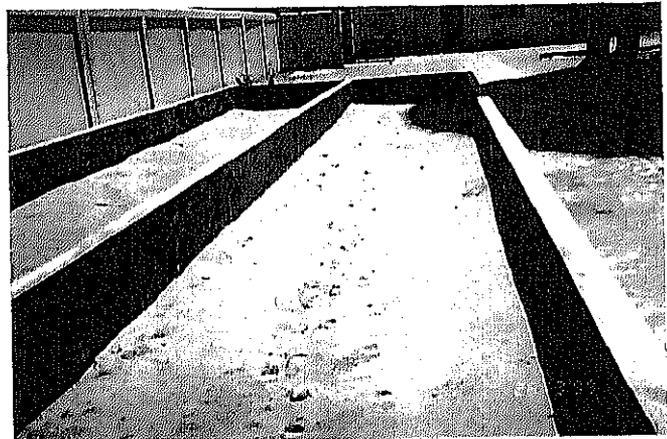
瀑布式エアレーション施設



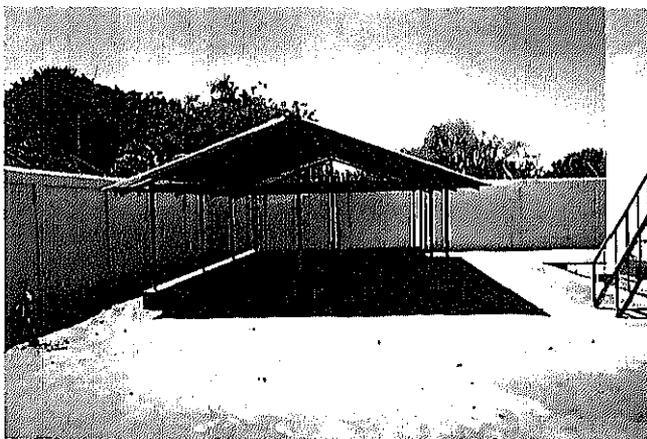
同施設と濾過池。手前は汚泥沈殿池



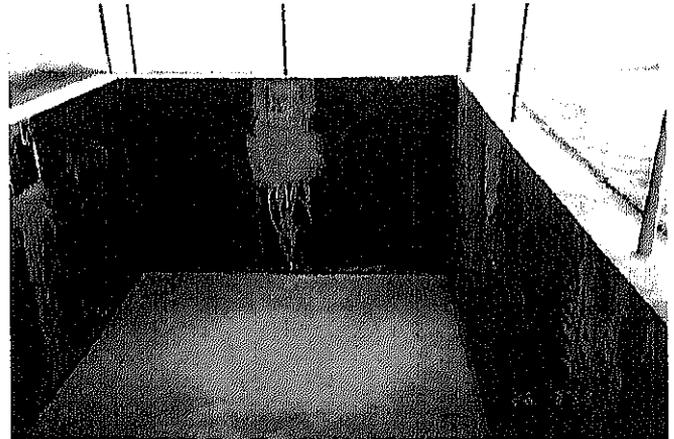
瀑布内部



汚泥乾燥床



乾燥汚泥貯留槽

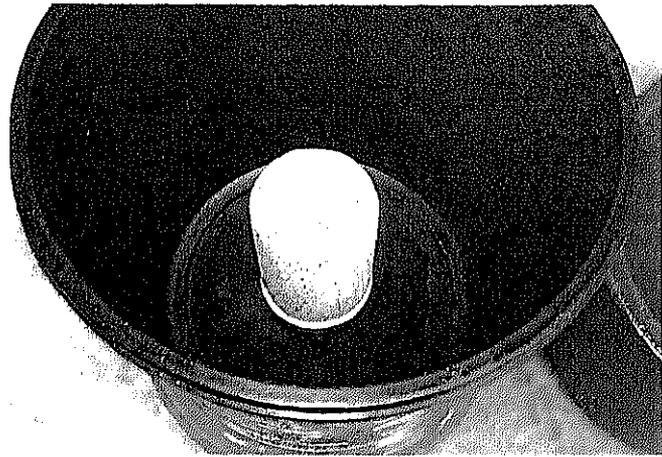


同貯留槽内部

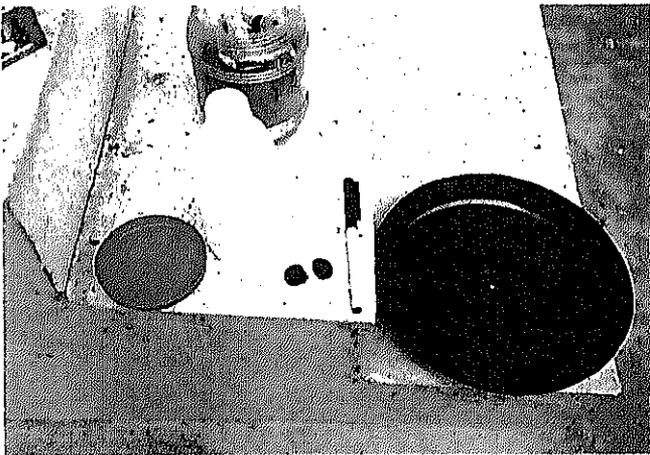
簡易濾過器



インド製ろそくフィルター



茶焼き濾過器



凝集剤（丸薬状球形）



バングラデシュ製濾過器（分解状態）

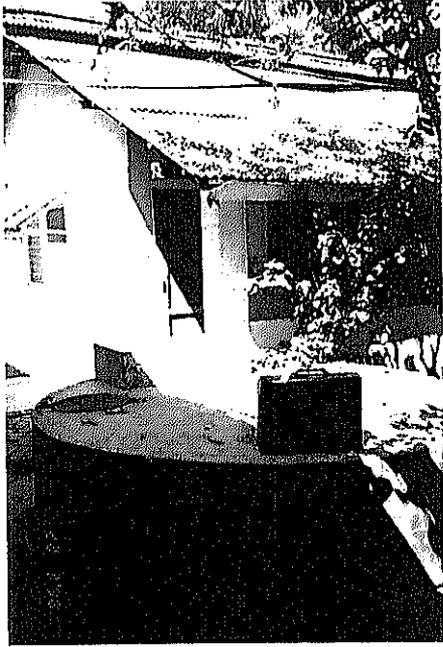


NIPSONのドクターによる性能試験

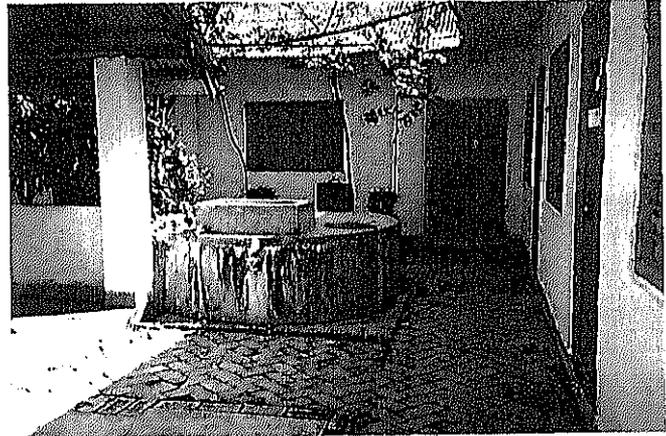


同濾過器外観

Khulna District の Dacope Thana における雨水利用施設



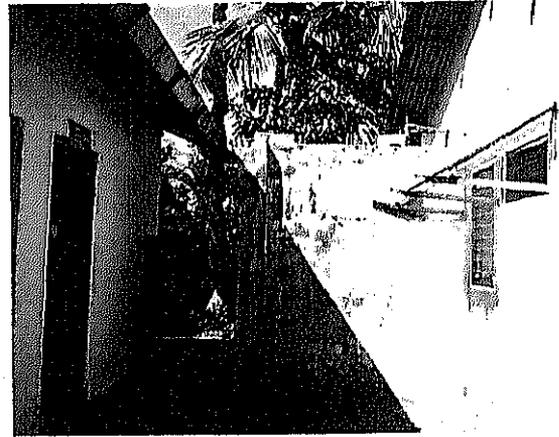
集水用屋根と樋



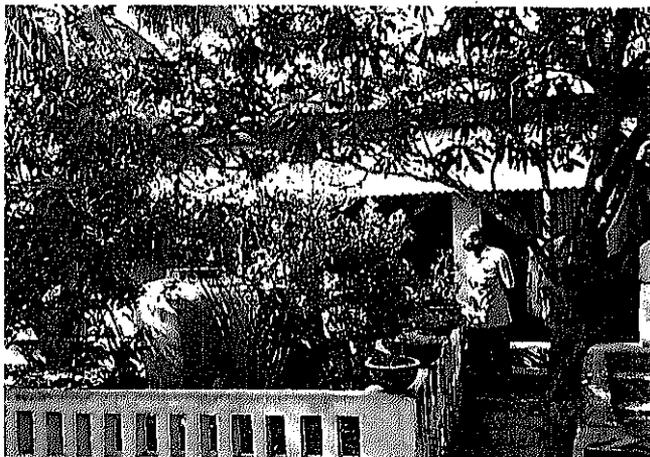
半地下式雨水貯留槽と上部の濾過器



濾過器の詳細



地上式雨水貯留槽



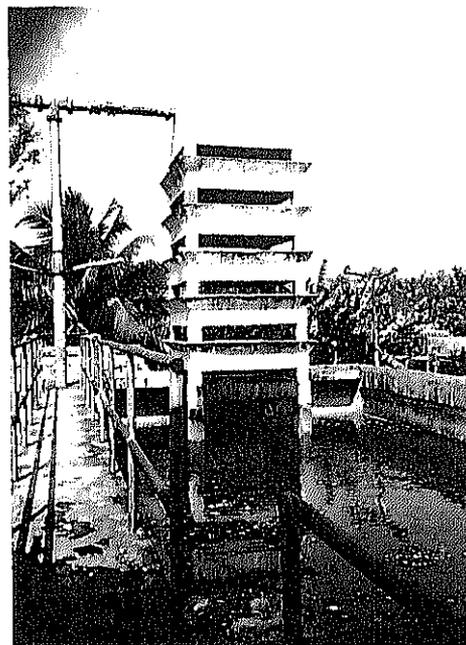
雨水貯留用瓶



同用濾過器



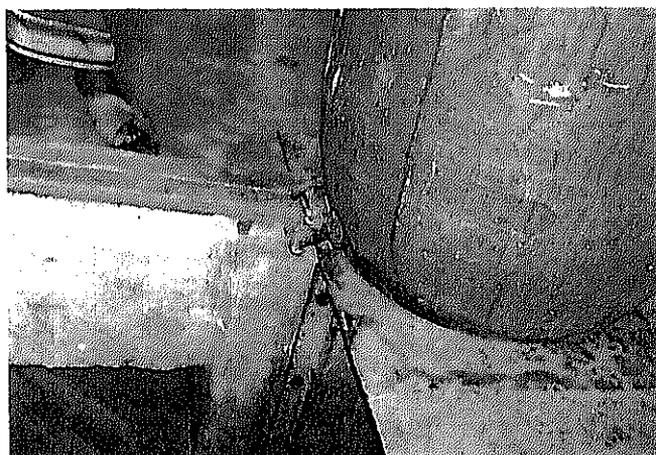
瀑布式エアレーションと施設及び発電棟



エアレーション施設と沈殿池



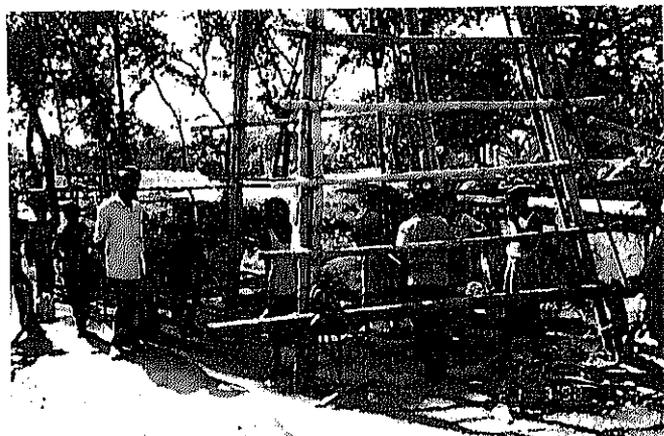
井戸の人力開削とサンプル採取



滅菌液貯留瓶と注入コック



ジェット水送水用人力ポンプと送水ホース



井戸開削用櫓

## 略 語 表

18DTP	18 District Town Project	18地方都市プロジェクト
AAN	Asia Arsenic Network	アジア砒素ネットワーク
AAS	Atomic Absorption Spectrophotometry	原子吸光スペクトロフォトメータ
AER	Agroecological Region	農業生態区
AIPH	All India Institute of Hygiene and Public Health	全インド公衆衛生研究所
ARP	Arsenic Removal Plant	ヒ素除去施設
BADC	Bangladesh Agricultural Development Corporation	バングラデシュ農業開発公社
BAEC	Bangladesh Atomic Energy Commission	バングラデシュ原子力委員会
BARD	Bangladesh Academy for Rural Development	バングラデシュ地方開発アカデミー
BARI	Bangladesh Agricultural Research Institute	バングラデシュ農業研究所
BBS	Bangladesh Bureau of Statistics	バングラデシュ統計局
BCSIR	Bangladesh Council of Scientific & Industrial Research	バングラデシュ科学産業研究会議
BGS	British Geological Survey	英国地質調査所
BHC	British High Commission	英国大使館
BKB	Bangladesh Krishi Bank	バングラデシュ農民銀行
BMD	Bangladesh Meteorological Department	バングラデシュ気象庁
BRAC	Bangladesh Rehabilitation Assistance Committee	ブラック (NGO)
BRDB	Bangladesh Rural Development Board	バングラデシュ地方開発局
BUET	Bangladesh University of Engineering & Technology	バングラデシュ工科大学
BWDB	Bangladesh Water Development Board	バングラデシュ水資源開発局
CIDA	Canadian International Development Agency	カナダ国際開発事業団
DAE	Department of Agricultural Extension	農業普及局
DANIDA	Danish International Development Agency	デンマーク国際開発事業団
DCH	Dhaka Community Hospital	ダッカ協同病院
DfID	Department for International Development	英国国際開発省
DGHS	Directorate General of Health Services	保健局
DoE	Department of Environment	環境局
DPHE	Department of Public Health Engineering	公衆衛生工学局
DTW	Deep tubewell	深い管井戸

DU	Dhaka University	ダッカ大学
DWASA	Dhaka Water Supply & Sewerage Authority	ダッカ上下水道公社
EC	Electrolytic Conductivity	電気伝導度
EGIS	Environmental Geographical Information System	環境地理情報システム
ERD	Economic Relations Division	経済協力局
FAO	Food and Agricultural Organization	国連食糧農業機関
GARNET	Global Applied Research Network	地球規模応用研究ネットワーク
GoB	Government of Bangladesh	バングラデシュ政府
GSB	Geological Survey of Bangladesh	バングラデシュ地質調査所
HTW	Hand tubewell	手押しポンプ付き管井戸
ICDDR, B	International Center for Diarrhoeal Disease Research, Bangladesh	バングラデシュ国際下痢研究所
IRP	Iron Removal Plant	鉄分除去施設
JU	Jahangirnagar University	ジャハンギナガル大学
KSS	Krishak Samabaya Samity (Farmers' Cooperative Society)	農民組合
LGD	Local Government Division	地方自治局
LLP	Low lift pump	低揚程ポンプ
MLGRD&C	Ministry of Local Government, Rural Development & Cooperatives	地方自治・農業開発・協力省
MoEF	Ministry of Environment and Forest	環境森林省
MoHFW	Ministry of Health & Family Welfare	保健・家族福祉省
NAMIC	National Arsenic Mitigation Information Center	全国ヒ素汚染緩和情報センター
NEERI	National Environmental Engineering Research Institute, India	インド国立環境工学研究所
NIPSOM	National institute of Preventive and Social Medicine	国立予防社会医学研究所
PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理ユニット
PWD	Public Works Department	公共事業局
REB	Rural Electrification Board	地方電化局
RGAG	Research Group for Applied Geology	応用地質研究会
RU	Rajshahi University	ラジシャヒ大学
RWSG-SA	Regional Water and Sanitation Group – South Asia	南アジア水供給衛生グループ
SOES	School of Environmental Studies, Jadavpur University	ジャダプール大学環境学部(インド)
STW	Shallow tubewell	浅い管井戸
SWMC	Surface Water Modeling Center	地表水モデリングセンター
TAPP	Technical Assistance Project Proposal	技術協力プロジェクトプロポーザル

UGC	University Grants Commission	大学助成委員会
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNICEF	United Nations Children's Fund	国連児童基金
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
USGS	United States Geological Survey	米国地質調査所
WB	World Bank	世界銀行
WHO	World Health Organization	世界保健機構

## 目 次

調査対象位置図

写真

略語表

### I 調査団派遣の概要

1. 調査の背景・経緯 .....	1
1-1 バングラデシュ .....	1
1-2 インド .....	1
2. 調査の目的 .....	1
3. 調査団構成 .....	2
4. 調査行程 .....	2

### II バングラデシュ国における調査

1. 地下水ヒ素汚染問題の概要 .....	6
1-1 ヒ素問題の経緯 .....	6
1-2 ヒ素汚染の現在の状況 .....	6
1-3 地下水利用 .....	6
1-4 汚染の原因 .....	7
1-5 ヒ素中毒による症状 .....	7
2. 調査結果の概要 .....	7
2-1 政府関係機関のヒ素汚染問題への取り組みの現状と問題点 .....	7
2-1-1 地方自治・農村開発・協同組合省 (MLGRDC) および公衆衛生工学局 (DPHE) .....	7
2-1-2 保健・家族福祉省 (MHFW)、予防社会医学研究所 (NIPSOM) および保健局 (DGHS) .....	11
2-2 国家ヒ素対策委員会の機能と活動状況 .....	12
2-2-1 機能と構成 .....	12
2-2-2 活動状況 .....	14
2-3 主要ドナー国・機関の援助動向 .....	16
2-3-1 世銀 .....	16

2-3-2	UNICEF.....	17
2-3-3	WHO.....	17
2-3-4	英国 DfID.....	18
2-3-5	USAID.....	18
2-3-6	オランダ.....	19
2-4	NGOの活動状況.....	19
2-4-1	BRAC.....	19
2-4-2	アジアヒ素ネットワーク (AAN) .....	20
3.	現地調査結果の概要.....	20
3-1	チュアダンガ地区.....	20
3-2	ジェナイダ地区.....	22
3-3	マニクガンジュ地区の施設の概要.....	23
3-4	ジェソール地区の施設の概要.....	25
3-5	メヘルプール地区の施設の概要.....	26
4.	援助ニーズと我が国協力の可能性・方向性.....	28
4-1	調査結果要約.....	28
4-2	今後検討すべき協力案.....	29
4-2-1	ヒ素汚染に係る協力の総合調整 (専門家派遣) .....	29
4-2-2	ヒ素分析能力の向上.....	31
4-2-3	安全な水源の確保 (開発調査) .....	32
4-2-4	安全な水供給のための深井戸の掘削.....	33
4-2-5	既存の無償資金協力案件 (飲料水給水施設建設計画; チュアダンガ) のフォローアップ .....	34
4-2-6	NGO活動の支援.....	34
4-2-7	村落レベルからのヒ素対策・啓蒙活動 (青年海外協力隊員のグループ派遣) .....	34
4-2-8	「バ」側技術者の水質検査技術等の向上 (研修員受入) .....	34
4-2-9	見返り資金の活用.....	34
4-3	検討にあたっての留意事項.....	35

### Ⅲ インド国における調査

1. ヒ素汚染問題の概要.....	36
2. 協議結果の概要.....	36
2-1 大蔵省経済局.....	36
2-2 地方雇用省及び西ベンガル州政府関係機関（於 ニューデリー）.....	36
2-3 世銀.....	37
2-4 UNICEF（於 ニューデリー）.....	37
2-5 公衆衛生工学局（PHED（於 カルカッタ））.....	38
2-6 ジャダプール大学.....	39
2-7 UNICEF（於 カルカッタ）.....	39
3. 現地調査結果の概要.....	40
3-1 カルカッタ市浄水施設に隣接する要請案件浄水施設予定視察.....	40
3-2 カルカッタ市浄水施設（Palta 浄水場）視察.....	40
3-3 ノース 24 バルガナス地区.....	41
4. 援助ニーズと我が国協力の可能性.....	43
4-1 「西ベンガル州ヒ素水対策計画」に係る調査結果（無償資金協力）.....	43
4-2 その他の協力.....	44

#### 付属資料

1. 質問書.....	(1)
2. 主要面談者リスト.....	(28)
3. 収集資料リスト.....	(32)

## 1 調査団派遣の概要

### 1. 調査の背景・経緯

バングラデシュ南西部からインド東部（西ベンガル州）にわたる地域では、ヒ素を含む地下水の飲用により、住民に深刻な健康被害がもたらされている。バングラデシュでは、1億2,000万人の人口のうち約5,000万人が汚染地域に住んでおり、潜在的な患者数は膨大な数となるほか、ヒ素中毒の危険に曝されている。一方、インド政府は、ヒ素汚染水による健康被害を受けた住民は440万人に上ると推計している。地下水中へのヒ素発現メカニズムは明らかではないが、ヒ素を含む地下水は、インド・西ベンガル州全域から「バ」国の西側半分までに分布するとも言われている（アジア砒素ネットワーク（AAN）等による推定）。

#### 1-1 バングラデシュ

バングラデシュでは、飲料水の約95%が地下水を水源とした井戸より供給されているが、1993年に初めてヒ素が検出され、引き続き1995年以降後も多くの浅・深井戸において、高濃度のヒ素が確認されていることから、保健衛生上重大な問題となっている。一方、我が国が、昭和59年度（1984）の無償資金協力で建設した飲料水供給施設（チュアンドンガ市）のうち1ヶ所からWHO基準値（0.01mg/l）を超えるヒ素が検出され一部稼働停止している。

「バ」政府内部では、現在、国家ヒ素対策委員会が組織され、包括的な対策を検討しているところであるが、予算・人員等の制約及び専門的知識の不足等により、有効な実施計画が策定されるまでに至っていない。

こうした状況の下、本件の対策として様々なアプローチが必要であり、また、そのためには多額の費用と年月が必要とされる事等に鑑み、「バ」側・ドナー間の本件対策のためのプロジェクトの重複及びコスト超過等を避けるべく、世銀により援助協調の調整が行われている。

#### 1-2 インド

インドでは、西ベンガル州でヒ素汚染による健康被害が報告されている。このうち北部24地域においては、住民の12%、約89万人が被害を受けているが未だ対策が講じられてないことから、ヒ素汚染のないバギラティ川の水を水源とする飲料水供給計画が策定され、同事業に係る施設建設に関する無償資金協力（約55億円）が我が国に要請された。

### 2. 調査の目的

バングラデシュ及びインドにおいて深刻な問題となっている地下水ヒ素汚染について、両国

政府の取り組み・現状・問題点・今後の課題等を把握すると共に、他ドナー、国際機関等の動向を踏まえつつ、両国におけるヒ素汚染対策に資する今後の我が国の協力の可能性・方向性を検討し、ニーズの高い協力案件を発掘・形成する。

### 3. 調査団構成

- |               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| (1) 総括        | 松田 教男<br>JICA 無償資金協力調査部調査審査課長 |
| (2) 上水道計画／副総括 | 岩堀 春男<br>JICA 国際協力専門員         |
| (3) 無償資金協力    | 伊藤 和久<br>外務省経済協力局無償資金協力課課長補佐  |
| (4) NGO 協力    | 川原 一之<br>アジア砒素ネットワーク          |
| (5) 協力企画      | 渋谷 孝雄<br>JICA 基礎調査部基礎調査 2 課   |
| (6) 地下水開発     | 柴崎 直明<br>国際航業株式会社             |
| (7) 上水道施設     | 町田 博<br>株式会社日水コン              |

### 4. 調査行程

- |           |       |   |
|-----------|-------|---|
| 3月 9日 (月) | 10:00 | 成田発 (松田、伊藤、川原、渋谷、柴崎、町田) (NH925)   |
|           | 19:00 | デリー着 (NH925)  |
| 3月10日 (火) | 10:00 | JICA インド事務所打ち合わせ  |
|           | 12:00 | Ministry of Finance 表敬・協議   |
|           | 15:00 | Rajiv Gandhi National Drinking Water Mission, Ministry of Rural Areas and Employment 及び西ベンガル州政府関係者との協議      |
| 3月11日 (水) | 10:00 | Rajiv Gandhi National Drinking Water Mission, Ministry of Rural Areas and Employment 及び西ベンガル州政府関係者との協議 (継続) |
|           | 15:00 | ドイツ大使館との協議  |
|           | 16:00 | 世銀との協議  |
|           | 16:30 | UNICEF との協議   |
| 3月12日 (木) | 09:30 | 大使館報告 (JICA 同席・報告を兼ねる)  |

	13:45	テリー発 (BA145)
	16:30	ダッカ着
3月13日 (金)	(12:15)	岩堀副団長ダッカ着 (TG321) (3月12日成田発)
	15:00	JICA バングラデシュ事務所打ち合わせ
3月14日 (土)	10:30	BRACとの協議
3月15日 (日)	09:30	大使館表敬・打ち合わせ
	11:30	ERD 表敬
	12:30	BHC/DIID 協議
	14:30	NIPSOM 協議
3月16日 (月)	09:00	DPHE 協議
	10:30	世銀協議
	12:30	UNICEF 協議
	14:30	WHO 協議
	16:00	LGRDC 表敬・協議
	17:00	保健省次官表敬
3月17日 (火)	09:00	USAID 協議
	10:00	オランダ大使館協議
	11:30	DGHS 協議
	14:30	EGIS 協議
	15:30	ドイツ大使館協議
	16:30	カナダ大使館協議
3月18日 (水)	09:30	ダッカ発 (岩堀、伊藤、川原、渋谷、柴崎、町田) (BG461)
	10:05	ジェソール着、チュアダンガに移動
	12:30	DPHE チュアダンガ事務所協議、チュアダンガ市内給水施設 状況踏査
	19:30	ジェソール着
	(13:25)	松田団長ダッカ発 (TG322) (3月19日成田着, JL718)
3月19日 (木)	08:00	ジェソール発、チュアダンガに移動
	10:00	DPHE チュアダンガ事務所協議、チュアダンガ近郊 Nagdaha 村における井戸等の状況踏査、チュアダンガ市内給水状況調 査
	14:00	ジェナイダに移動
	15:00	DPHE ジェナイダ事務所協議
	19:00	ジェソール着
3月20日 (金)	09:45	ジェソール発(BG462)
	10:20	ダッカ着

	午後	団内打ち合わせ
3月21日(土)		現地中間報告資料作成 (13:25 伊藤団員ダッカ発 (TG322) (3月22日成田着, JL718) )
3月22日(日)		現地中間報告資料作成 (当初予定されていたADB、NGO フォーラム、第2回世銀との協議はそれぞれ先方の都合により中止となった。)
	15:30	大使館報告
3月23日(月)	10:00	JICA 事務所報告
	13:25	官団員(岩堀、洪澤)ダッカ発(TG322) (3月24日成田着, JL718)
		(コンサル団員は引き続き追加調査)
	午前	BWDBにてヒ素汚染調査技術について打ち合わせ
	午後	DPHEにて追加資料収集
3月24日(火)	午前	BWDBにてRajshahi大学関係者と合同打ち合わせ
	午後	JICA事務所にて現地調査工程確認
3月25日(水)	午前	DfID 調査チーム訪問
	午後	DPHEにて追加資料収集、資料整理
3月26日(木)		DPHE Manikganj 訪問、ヒ素除去施設(ARP)視察
3月27日(金)	午前	ダッカからジェソールに移動(BG461) DPHE Jessore Office 訪問
	午後	Samta 村視察、DPHE Sarsa Thana Office 訪問
3月28日(土)	午前	DPHE Khulna Office 訪問
	午後	DPHE Khulna 分析室視察 Khulna district の Dacop タナ訪問、雨水利用施設とPSF見学
3月29日(日)	午前	DPHE Chuadanga Office 訪問、追加資料収集
	午後	DPHE Meherpur Office 訪問、建設中のARP視察 Meherpur PWSS 訪問
3月30日(月)	午前	ジェソールからダッカに移動(BG462)
	午後	JICA事務所にて打ち合わせ、資料整理
3月31日(火)		DPHEにて開催された「Measurement and Mitigation Strategies for Arsenic in Drinking Water at Field Level」に参加
4月1日(水)	午前	ダッカ大学地質学科訪問 DPHEにて追加資料収集
	午後	JICA事務所にてJOCV乳原さんと協力隊汚染井戸について聞き取り

4月 2日 (木)	午前	資料整理
	午後	NIPSOM の Dept. of Occupational & Environmental Health 訪問、 JICA 事務所にて所長報告
4月 3日 (金)		Comila district の Daudgandhi thana にある協力隊汚染井戸を NIPSOM のドクターらと調査
4月 4日 (土)		調査結果・資料整理
4月 5日 (日)	午前	ダッカからカルカッタに移動 (BG091)
	午後	JICA インド事務所田中次長と打ち合わせ
4月 6日 (月)	午前	カルカッタ市浄水施設 (Palta 浄水場) 視察 隣接する要請案件浄水施設予定地視察 Joypur 村 (ヒ素患者のいる村) 訪問
	午後	PHED Barasat Division Office 訪問 Habra 市のヒ素中毒により家族を亡くした家を訪問 Kalyangarh 市の Ashoknagar にある地下水取水施設視察
4月 7日 (火)	午前	PHED Barasat Division Office のヒ素分析室視察 Basirhat ブロックの Kachua 村訪問、ヒ素患者および対策井戸 視察
	午後	Deganga 村訪問、対策井戸視察 PHED 事務所訪問、Mr. M. K. Nag 氏 (Superintendent Engineer) 等と協議
4月 8日 (水)	午後	Jadavpur 大学訪問、Dr. D. Chakraborti 氏と意見交換
4月 9日 (木)		North 24 Parganas 案件要請資料解析
4月 10日 (金)		地質・地下水資料解析
4月 11日 (土)		追加質問表作成
4月 12日 (日)		資料整理
4月 13日 (月)	09:00	UNICEF カルカッタ事務所訪問
	10:00	カルカッタ総領事館訪問
	11:00	PHED Chief Engineer Office 訪問 Mr. A. Roy 氏らと協議
4月 14日 (火)	08:45	カルカッタからデリーへ移動 (9W902)
	午後	JICA インド事務所清水職員に報告
4月 15日 (水)	09:00	WHO 訪問
	11:00	大使館報告
4月 16日 (木)	10:00	インド大蔵省訪問、バスカル氏に調査結果報告
	19:45	デリー発 (JL472)
4月 17日 (金)	06:55	成田着

## II バングラデシュ国における調査

### 1. 地下水ヒ素汚染問題の概要

#### 1-1 ヒ素問題の経緯

最近まで、バングラデシュでは地下水のヒ素汚染についてほとんど知られていなかった。しかし、隣接するインド・西ベンガル州では1980年代中頃からヒ素問題が明らかになってきた。バングラデシュで最初にヒ素に汚染された地下水が見つかったのは1993年である。それ以降、ガンジスデルタのインドとの国境地帯で地下水のヒ素汚染が報告されるようになった。国立予防社会医学研究所（NIPSOM）は1994年にはじめてのヒ素中毒患者をナワブガンジ県のバロゴリアで確認した。

#### 1-2 ヒ素汚染の現在の状況

NIPSOMは全国64県のうち44県から地下水ヒ素汚染を発見した。ヒ素中毒患者は26県57タナの133村から発見された。発見された患者数から見た汚染の激しい地域は、ナワブガンジ、クシュティア、メヘルプール、ジェソール、ファリドプール、バゲルハット、ノアカリである。UNICEFとDPHEは、1998年3月現在で公共用管井戸のサンプル19,094個をインド製のフィールドキットにより分析した。その結果、3,796個のサンプルからバングラデシュの最大許容値である0.05mg/l以上のヒ素が検出された。1998年1月時点で、ヒ素障害リスク人口を考慮した汚染のひどい地域は、ナワブガンジ、クシュティア、メヘルプール、ジェナイダおよびジェソールである。ダッカ協同病院（DCH）とジャダプール大学環境学部（SOES）は、60県の管井戸から採取した8,065個のサンプルを分析した。

その結果、41県から0.05mg/l以上のヒ素に汚染された地下水が見つかった。これら41県の総面積は89,186km<sup>2</sup>、総人口は7,690万人に達する。

#### 1-3 地下水利用

バングラデシュ国民の約95%が地下水を飲料用や調理用に使用している。井戸本数の実態は不明であるが、一説には500万本の井戸があり、このうち約400万本が個人所有の浅い管井戸であると推定されている。公衆衛生工学局（DPHE）の1997年7月時点での資料によると、DPHEが掘削した手押しポンプ付き浅井戸は850,260本、タラポンプ付きの浅井戸は113,067本、手押しポンプ付きの深井戸は66,581本、リング井戸が3,446本ある。

地下水はかんがい用にも使われている。バングラデシュによるかんがいの方法は、1970年代前半までの伝統的な方法から、1970年代前半～1980年代前半にかけての表流水を利用した低揚程ポンプによる方法をへて、1980年代後半からの管井戸を主流とした方法に移り変わってきた。浅井戸、深井戸とも1980年代後半から数多く掘削されていることから、かんがい用地下水利用量は年々増加していると推定される。

#### 1-4 汚染の原因

ヒ素汚染の原因としては、これまでに電柱の防腐剤や農薬などのいくつかの説があったが、いずれもその後の調査・研究により否定されている。現在、ほぼ間違いないとされているヒ素汚染の起源は地質にあり、なんらかの地球科学的过程によりヒ素が地下水中に溶け込んでいる、というものである。ジャダプール大学環境学部の研究者は、黄鉄鉱酸化説を主張している。一方、日本の応用地質研究会 (RGAG) やイギリス地質調査所、ダッカ大学の研究者らは、還元環境下での発現説を考えている。RGAG や BWDB (Bangladesh Water Development Board) の研究では、高濃度のヒ素を含む地下水は還元環境を示すことを確認した。ヒ素汚染の詳細なメカニズムについては、現在 RGAG や DfID のプロジェクトで調査されている。地下水へのヒ素の溶出については、かんがい用地下水の多量揚水による地下水位の低下も関与しているものと考えられる。

#### 1-5 ヒ素中毒による症状

ヒ素は人体に対して急性中毒および慢性中毒をもたらす。慢性ヒ素中毒による症状はヒ素の摂取量にもよるが6ヶ月から2年程度で現れる。無機ヒ素化合物の慢性的な摂取により皮膚傷害が発生する。ヒ素に汚染された水を長期にわたり飲用すると、手のひらや足の裏にヒ素角化症という特徴的な症状が現れる。現在までのところ、慢性ヒ素中毒症に対する特別な治療方法はない。最善の方法は、汚染された水の飲用をやめ、ヒ素を含まない安全な水を飲むことであるとされている。軽微な症状は、栄養状態の改善やビタミン A、C、E の摂取により改善する。

## 2. 調査結果の概要

### 2-1 政府関係機関のヒ素汚染問題への取り組みの現状と問題点

#### 2-1-1 地方自治・農村開発・協同組合省 (MLGRDC) および公衆衛生工学局 (DPHE)

MLGRDC の中には、地方自治技術局 (LGED) と DPHE が組織されている。DPHE は、ダッカとチッタゴンを除く他の都市およびバングラデシュ国内地方部全域における、上下水道および衛生施設の計画・設計・建設を担当している。バングラデシュでは国民の95%以上が地下水を飲料用に使っていることから、DPHE が地下水ヒ素問題についての主たる担当機関となっている。

DPHE は現在、いくつかの国および国際機関と共同してヒ素問題に取り組んでいる。その概要は以下のとおりである。

- ① UNICEF と共同してインド製のフィールドキットを使った井戸水のヒ素調査を実施中であり、1998年3月までに19,000本の井戸を調査した。
- ② 地方部の4箇所 (クルナ、ラジシャヒ、コミラ、マイメンシン) にヒ素分析装置 (スペクトロフォトメータ) を設置し、フィールドキットで0.05 mg/l 以上のヒ素濃度が検出された井戸水、および都市部 (ボルシャヴァ) の水源井戸のヒ素濃度を測定している。

- ③ ヒ素汚染の激しい地域において、まだヒ素により汚染されていないとされる深い帯水層から飲料水を得るための深井戸（Deep Tube Well）を試験的に掘削している。
- ④ オランダの援助による「18 District Towns Water Supply, Sanitation & Drainage Project」(18DTP) では、ヒ素対策としてヒ素除去施設（ARP）を設置している。  
これは、エアレーションにより地下水を酸化させてヒ素を鉄分とともに共沈させる（それでも不十分であれば薬品を入れる）方法である。マニクガンジでは3月下旬にARPの運用が始まった。シャトキラでも同様の施設がほぼ完成している。  
また、メヘルプールでは現在ARPを建設中である。
- ⑤ DfIDとはヒ素汚染のメカニズムについて調査を開始したところであり、現在第1期調査（6ヶ月間）としてDPHEの既存資料分析や汚染地帯250タナにおける新たなヒ素濃度測定をおこなっている。
- ⑥ DPHEは世界銀行のArsenic Mitigation-Water Supply Projectのカウンターパートであり、プロジェクトはDPHE内に設立されるProject Management Unit（PMU）により運営される。

DPHEのヒ素問題への取り組みの問題点は、以下のように要約される。

- ① DPHEのキャパシティーの問題  
DPHEの運営能力や実施能力は不十分であるとの見方が多く、世銀のPMUもDPHE内に設立されるものの、その運営は独立したものとなる。
- ② 使用しているフィールドキットの問題  
UNICEFの援助によるインド製フィールドキットを使用しているが、その精度や扱いやすさに問題がある。また、フィールドキットによる測定は各井戸1回しか実施されておらず、継続的なモニタリング体制はできていない。
- ③ 深井戸掘削についての問題  
当面の安全な水の確保として深井戸を試験的に掘削しているが、深層地下水のヒ素濃度について十分な調査が実施されていない。また、掘削技術や井戸構造の問題により、浅層の汚染された地下水が混入しているのではないかと指摘もある。  
DPHEは最近、ジェソール県のシャルシャ郡でヒ素対策用の深井戸を20本掘削しているが、浅層の汚染地下水が深層に混入しないような対策をとっていない。
- ④ ARPのスラッジ処理等についての問題  
オランダの援助によるヒ素除去施設では、ヒ素を含むスラッジの問題を解決しておらず、当面コンクリート製の貯蔵施設に貯えておくことになっている。オランダ人技術者の話では、スラッジを埋め立てに使うとか煉瓦を作る際に粘土にまぜてしまうとかの案を考えているようだが、安全性に問題がある。なお、ARPを運用すると、運用前に比べて水道料金が4倍程度高くなり、利用者に大きな負担がかかる。

⑤ ヒ素分析施設の問題

DPHEは地方部の4箇所にはヒ素分析装置（スペクトロフォトメータ）を設置して、ヒ素濃度を測定しているが、分析処理能力は最大で1箇所あたり1日30サンプル、DPHEクルナ分析室での聞き取りによると、実際には停電やガス発生装置の不足により1日12サンプル程度しか処理できない。また、ヒ素分析室の人員（分析技術者やサンプルコレクター等）も不足している。

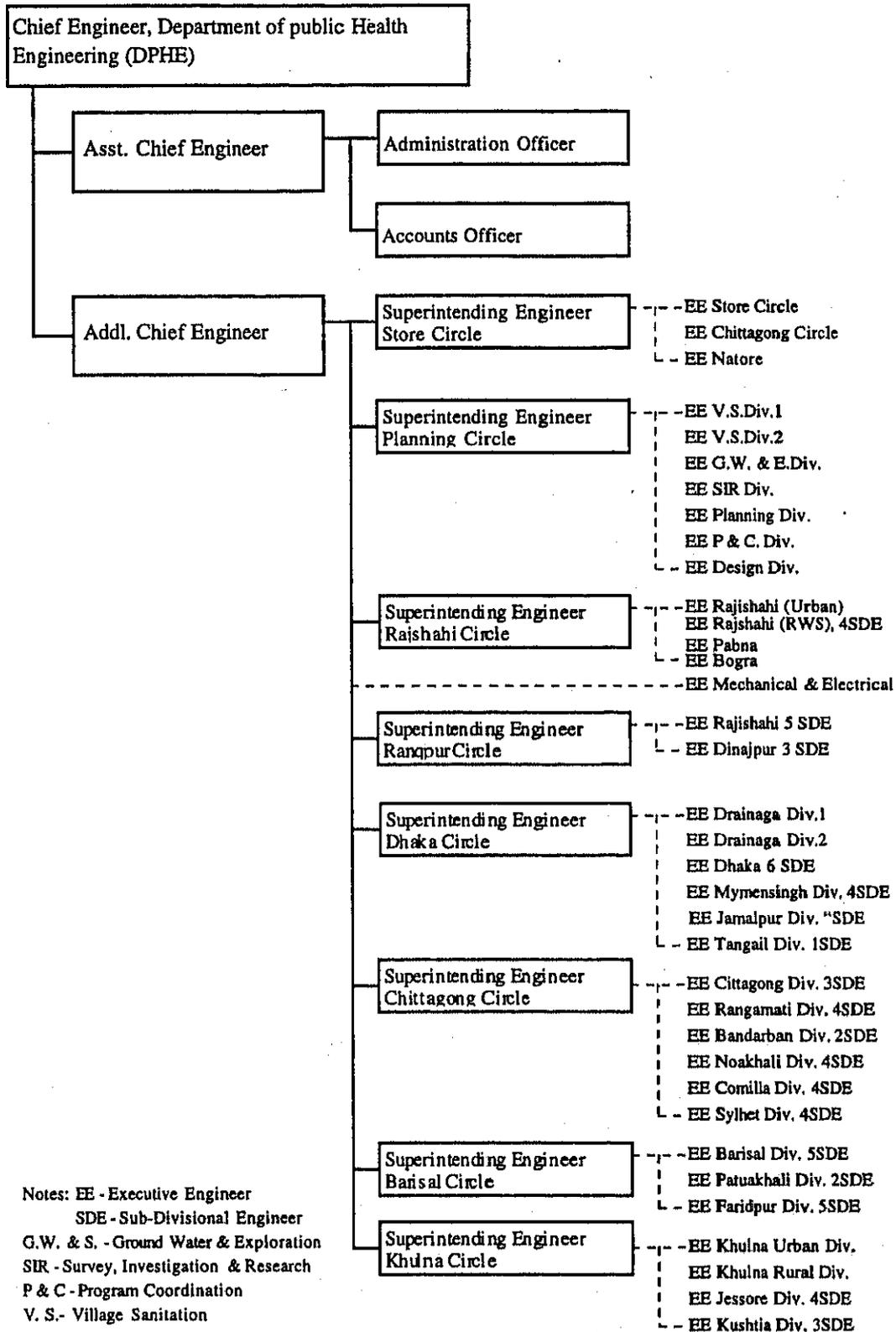


図-1 DPHE の組織図

(出典) 国別環境情報整備報告書、JICA、平成6年

## 2-1-2 保健・家族福祉省 (MHFW)、予防社会医学研究所 (NIPSOM) および保健局 (DGHS)

MHFWの中には保健局と家族計画局 (DFP) があり、このうち保健局がヒ素問題について医療面で取り組んでいる。NIPSOMはMHFWに属する研究機関で、ヒ素中毒患者の診断や汚染井戸の調査、住民への啓蒙活動等をおこなっている。なお、国家ヒ素対策委員会の議長は保健・家族福祉省 (MHFW) 大臣が務めている。

これらの機関の現状の取り組みは、次のとおりである。

- ① NIPSOMは政府の医療関係機関として早くからヒ素問題に取り組みはじめ、ヒ素中毒患者の診断やフィールドキット (AANの改良型) によるヒ素汚染調査、簡易ヒ素除去用の粉末の配布等をおこなっている。
- ② UNDPの援助による200村の緊急実態調査をDCHに委託しておこなっており、この調査ではドイツ製のフィールドキット (MERCKキット) による井戸水のヒ素調査や、住民の診察・治療、ヒ素についての正しい知識の普及をおこなっている。フィールドキットによりヒ素が検出された井戸には、赤いペンキを、安全と判断された井戸には緑のペンキをポンプに塗り、危険な井戸は使用しないように住民に指導している。
- ③ DGHSでは、ヒ素中毒患者の診察をおこなうための医師の訓練や、クルナ医科大学にヒ素クリニックの設置をおこなった。

政府医療関係機関のヒ素問題への取り組みの問題点は、以下のように要約される。

### ① フィールドキットの問題

NIPSOMのフィールドキットはアジアヒ素ネットワーク (AAN) の改良型で、精度が良くて扱いやすく、コストも安いという利点があり、BRAC等現場で使用している関係者の評価も高い。

しかし、UNDPの援助による緊急200村調査では、インド製キット (測定限界0.05mg/l) よりも測定精度の悪いドイツ製のMERCKキット (測定限界0.1mg/l) が使用されている。

### ② 分析機器の問題

NIPSOMにはヒ素患者の爪や髪の毛、尿などに含まれるヒ素濃度や組織を分析できる装置がなく、患者の診断は肉眼による診察と患者の飲用水のヒ素濃度分析をフィールドキットにより測定しているだけである。

### ③ NIPSOM内の体制の問題

NIPSOM内では、これまで Department of Occupational & Environmental Health がヒ素問題に取り組んできたが、昨年からは Department of Health Education がヒ素対策担当となり、国家対策委員会に出席している。両部局間ではNIPSOMキットの普及や調査方針に相違がある。

### ④ 患者の診断についての問題

地方でヒ素中毒患者をきちんと診断できる医師が少ない。また、患者の継続的なモニターもなされていない。

⑤ 患者の治療についての問題

現在のところ、患者の抜本的な治療策がなく、ヒ素を含まない水を与えることが最善の策と言われている。しかし、別の水源の確保や汚染された水の浄化については、模索中である。また、ヒ素による発病のメカニズムが明確にならないと、ビタミン剤などを広く普及することができない。

⑥ 簡易ヒ素除去装置の問題

NIPSOMでは、以前インドのジャダプル大学が開発した簡易ヒ素除去装置（プラスチック製バケツを2つ組み合わせてフィルターをつけたもの）を普及しようとしたが、構造的な問題（水もれ）や処理能力等の問題があり、現在はケミカルバケツの普及をおこなっている。しかし、手間（12時間以上放置して上水だけを使う）や処理能力の問題のほか、ヒ素を含む沈殿物をどう安全に処分するかの問題がある。

## 2-2 国家ヒ素対策委員会の機能と活動状況

### 2-2-1 機能と構成

バングラデシュ政府として、拡大しつつあるヒ素汚染問題に取り組むために、国家ヒ素対策委員会（National Steering Committee）が設置された。この委員会の議長はMHFWの大臣が務めている。この委員会のメンバーは、議長を含めて各機関から20名選ばれている。1996年10月時点でのメンバーリストは、次のとおりである。

(1) Minister, Ministry of Health & Family Welfare	Chairman
(2) Cabinet Secretary, Cabinet Division	Member
(3) Secretary, Ministry of Health & Family Welfare	Member
(4) Secretary, Ministry of LGRD, Local Govt. Division	Member
(5) Secretary, Ministry of Water Resources	Member
(6) Secretary, Ministry of Env. & Forest	Member
(7) Secretary, Ministry of Education, Science & Technology, Science Division	Member
(8) Director General of Health Services	Member
(9) Director General of Environment	Member
(10) Director General of Geological Survey	Member
(11) Chairman, Atomic Energy Commission	Member
(12) Chairman, Bangladesh Water Development Board	Member
(13) Chief Engineer, DPHE	Member
(14) Director, NIPSOM	Member
(15) Director General, Agriculture Extension	Member
(16) Managing Director, Dhaka WASA (Water Supply and Sewerage Authority)	Member
(17) Country Representative, WHO	Member

- |      |   |                  |
|------|---|------------------|
| (18) | Chairman, Rural Electrification Board                               | Member           |
| (19) | Head, Dept. of Occupational & Environmental Health, NIPSOM          | Member           |
| (20) | Joint Secretary (Public Health) Ministry of Health & Family Welfare | Member-Secretary |

その後、1997年に(19)のNIPSOMからのメンバーが、Head, Dept. of Occupational & Environmental Health から Head, Dept. of Health Education に変更となった。この国家対策委員会は、関係機関のヒ素問題への取り組みを調整し、ヒ素問題に対する政策を決定することを目的としている。

この国家対策委員会の下には、1996年10月7日に、次の2つの委員会が組織された。

- (1) Arsenic Technical Committee (ATC) (ヒ素技術委員会)
- (2) Scientific & Research Committee (SRC) (科学・研究委員会)

ヒ素技術委員会の中には、さらに次の3つのテクニカル・ワーキンググループが作られた。

- (1) 健康被害：担当省=MHFW、責任機関=Dept. of Occupational & Environmental Health, NIPSOM
- (2) 水質分析・代替水供給：担当省=LGRD、責任機関=DPHE および関係する局
- (3) ヒ素汚染の起源説明と対策：責任機関=BWDB, GSB, Atomic Energy Commission, Dept. of Geology of Dhaka University

ヒ素技術委員会のメンバーは、1996年10月時点で、次のとおりである。

- |      |  |                  |
|------|--|------------------|
| (1)  | Director General of Health Services                        | Chairman         |
| (2)  | Additional Chief Engineer, DPHE                            | Member           |
| (3)  | Director General, Geological Survey of Bangladesh          | Member           |
| (4)  | Director, NIPSOM   | Member           |
| (5)  | Director Planning, DGHS                                    | Member           |
| (6)  | Director PHC&DC, DGHS                                      | Member           |
| (7)  | Director, IPH  | Member           |
| (8)  | Director (Admn.), Dept. of Environment                     | Member           |
| (9)  | Director, Ground Water Circle-2, BWDB                      | Member           |
| (10) | Head, Chemistry Division, Atomic Energy Commission         | Member           |
| (11) | Head, Dept. of Environmental Engineering, BUET             | Member           |
| (12) | Associate Professor, Dept. of Geology, Dhaka Univ.         | Member           |
| (13) | WHO, Sanitary Engineer                                     | Member           |
| (14) | Chief, WES, UNICEF   | Member           |
| (15) | Head, Dept. of Occupational & Environmental Health, NIPSOM | Member-Secretary |

また、科学・研究委員会のメンバーは、1996年10月時点で、次のとおりである。

- |  |                  |
|--|------------------|
| (1) Chairman, Atomic Energy Commission                         | Chairman         |
| (2) Director General of BWDB                                   | Member           |
| (3) Director General of Environment                            | Member           |
| (4) Director General of Geological Survey of Bangladesh        | Member           |
| (5) Chief Engineer, DPHE                                       | Member           |
| (6) Director, PHC&DC, DGHS                                     | Member           |
| (7) Head, Dept. of Occupational & Environmental Health, NIPSOM | Member-Secretary |

#### 2-2-2 活動状況

国家対策委員会は、1～2ヶ月に1回程度開かれており、情報交換と各分野の活動状況が議論されているようである。最近はNGOやジャーナリストの代表も委員会に参加しており、委員会での討議内容をなるべく公開するように進めているようである。また、MHFWの大臣がテレビ番組に出演してヒ素問題への関心を高める活動もしている。また、最近の委員会には世銀関係者を招き、世銀の計画しているプロジェクトの内容について議論したようである。

しかし、これまでの対策委員会は議論や情報交換に終始し、有効な実施計画が策定されるような状況になっていない。その理由として、予算や人員の制約のほか、専門的知識や技術の不足、必要機材の不足のほか、縦割り行政による役所間の意見の相違や政治的対立にも原因があるものと思われる。

また、国家対策委員会の下に設置された2つの委員会も、一部を除いて十分に機能していない。

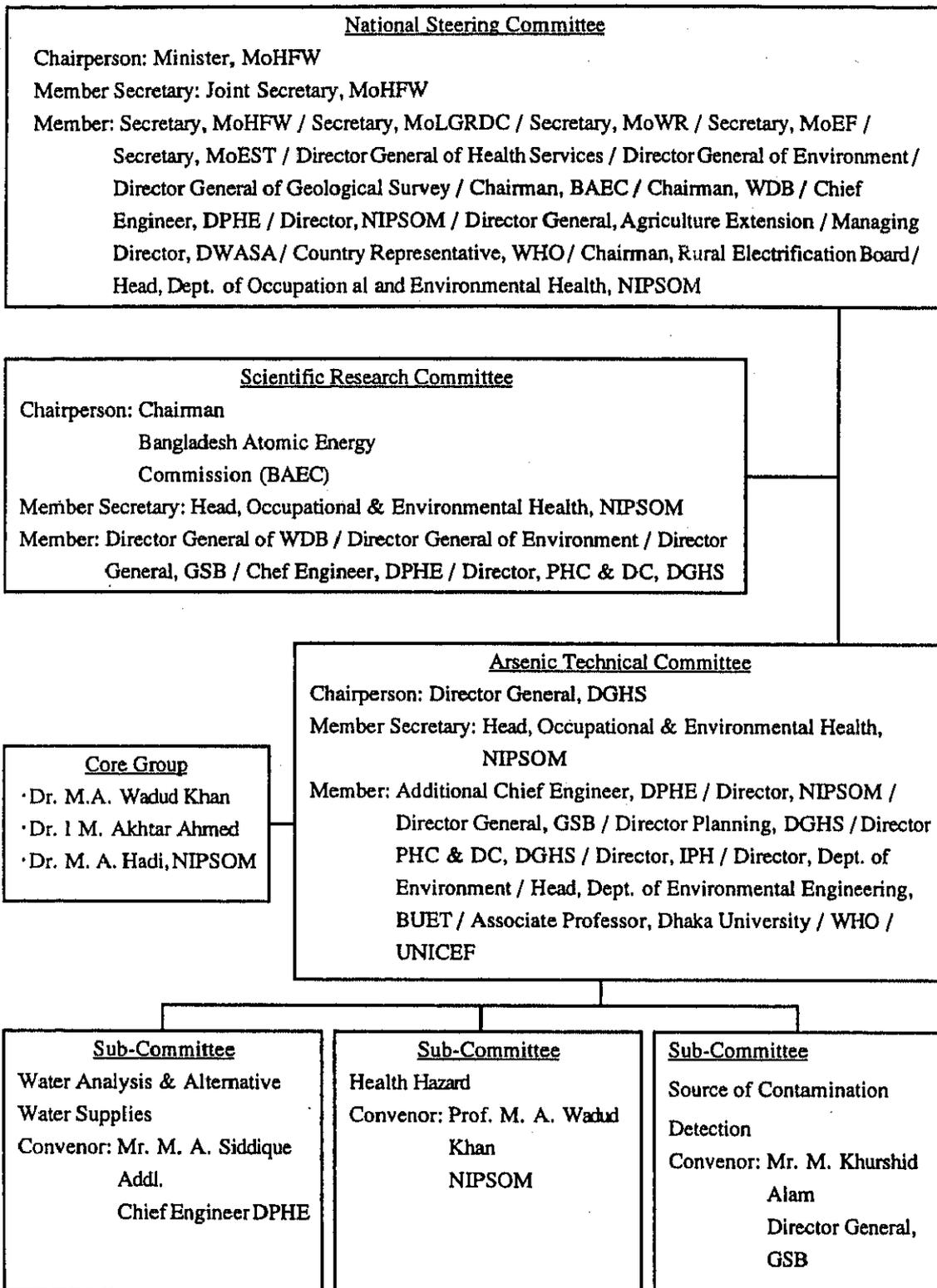


図-2 国家ヒ素対策委員会の組織図

(出典) Arsenic Contamination of Drinking Water in Bangladesh, WHO,  
1996 Public Health Section-2, MHFW, 1996

## 2-3 主要ドナー国・機関の援助動向

### 2-3-1 世銀

- ① 世銀のプロジェクトは、一定年数（この場合3年）で事業を見直しながら進めていく「Adaptable Program Lending」方式である。現在、ヒ素汚染問題に対する情報や解決方法の考えにはギャップがあり、また、ヒ素汚染の状況も様々であり、安全な水源についても、村レベルで解決方法を見いだす必要がある。
- ② 世銀プロジェクトでは、全体で15年かかるところを、3年ごとのトランチ(tranche)に分けている。最初の3年間では、4千万ドルの予算を見積もっており、このうち約3千万ドルが世銀ローン、残りの約1千万ドルが「バ」政府負担となる。なお、世銀の拠出見込総額は1億5千万ドルである。
- ③ 世銀プロジェクトのカウンターパート機関は、DPHEである。
- ④ PMU (Project Management Unit)は、プロジェクトの実施母体であり、物理的にはDPHE内に設置されるが、財政的には完全に独立した組織となる。ヒ素汚染に関するデータや情報の共有をすることが重要であり、プロジェクトの実施にあたっては、ローカルコンサルティンググループやNGOともデータ・情報の共有が必要というのが世銀の認識である。また、他ドナーが個別に並行して援助する場合でも、情報・データの共有を図りたいとの意向をもっている。なお、PMUのdirectorとして、Additional Chief Engineer, DPHEのMr. Farid Ahmed Mia氏の起用が内定しており、順調に「バ」政府内の文書であるProject Concept Paper (PCP) が承認されれば、本年中にはプロジェクトが開始できる見込みである。
- ⑤ PMUの下には、TAG (Technical Advisory Group) とNAMIC (National Arsenic Mitigation Information Center) が設置される。TAGは「バ」側専門家により構成される。NAMICは、ヒ素に関するすべての情報を集約するセンターで、3年後の第2期には独立組織となることが望ましいと世銀では考えている。
- ⑥ TAGはPMU設立後なるべく早い時期の設置が望ましい。TAGに日本人専門家を派遣することは可能であるが、専門家の数や期間については、ドナー側の都合でなく「バ」側との調整で判断されるべきことである。
- ⑦ MDSU (Multi-Donor Support Unit) はドナーのモニタリンググループであるが、まだ設立されていない。PMUから独立することになるだろうが、詳細は現在検討中である。
- ⑧ 世銀プロジェクトで、安全な水供給に力点を置いているのは、ヒ素患者への対策として、ヒ素を含まない安全な水を与えることが一番の治療法だからである。
- ⑨ NGOの活動も世銀のプロジェクトにとって重要である。特に、コミュニティーレベルでの開発等において欠かすことができず、現在NGOが行っている運営や維持管理を、村のグループが自分たちでできるようになることが重要である。
- ⑩ 世銀としては、ヒ素問題についてあらゆる支援を期待している。2国間援助にも期待し

ており、それぞれのプロジェクト間の調整は重要であるが、各援助で多少の重複があっても構わないと考えている。

- ① 世銀のPMUのもと、バラレルファイナンスでJICAのプロジェクトをスタートさせることは可能である（Co-financingではない）。TAPPは新たに取得しようとする4～6ヶ月はかかるので、世銀のカバー内でTAPPをとり、バラレルで進めるのが得策であるとのアドバイスを受けた。

### 2-3-2 UNICEF

- ① ユニセフのヒ素問題に対する活動は、井戸水のテスト、別の水源確保及び住民への啓蒙の3段階に分けられる。
- ② 井戸水のテストにはインド製キットを用いており、今年の6月までに100,000サンプルの井戸のヒ素テストを行いたいが、現在のDPHEのキャパシティーでは無理があり、NGOとの連携が重要である。
- ③ 安全な井戸の水を確保する方法には様々なオプションがある。深い管井戸はヒ素汚染の激しいところに設置することを考えているが、ごく浅い井戸の活用もヒ素のない水を得るための方法である。また、雨水の利用については、屋根につけた樋から巨大なかめに雨水を蓄えるシステム及び中央に穴のあいたビニールを広げて雨水を集める簡易な方法を実験している。
- ④ 啓蒙活動については、現在3つのユニオンにおいて、最も効果の高いコミュニケーション・パッケージを見いだすプロジェクトが進捗中である。
- ⑤ 世銀との連携についても、十分対応可能である。

### 2-3-3 WHO

- ① WHOは、各種プログラム及び組織等の触媒の役割を担っており、funding agencyではなく技術支援を行う組織である。
- ② ラボスタッフの強化（研修）及び機材供与等を含む実験室の強化、フィールドテストキットの供与や継続的な井戸の水質モニタリングを日本の協力で行うのも一案であるとのアドバイスがあった。
- ③ ヒ素除去を行った際、除去されたヒ素を含むスラッジをどう処理するかが課題となる。牛糞に混ぜ生物学的に有機化させることで人体に無毒化する方法等も検討されているが、いずれもあまり有効とは言えず、このスラッジ処理に関する更なる研究が必要である。
- ④ ダッグ・ウエル（口径の大きい浅井戸）は汚染水混入の問題があり、砂層を利用した濾過（海岸部）にも有効性に問題があるところ、いずれの方法にも一定の限界があると考えられる。

#### 2-3-4 英国 DfID

- ① DfID では最終的な解決方法を表流水取水とすることについては、対象地域が広大であり、コストが非常に高くなることから持続的なヒ素汚染対策となるか疑問であり、地下水取水が適当であると考えている。
- ② DfID では、DPHE をカウンターパート機関とし、GSB に委託し地質調査を実施する予定であるが、3つのタナ（チャバイナワブガンジ、ファリドプール、ラクシンプール）を既に選定している。TAPP は10ヶ月間を要して承認された。
- ③ DfID の第1期調査では、DPHE の既存データやセンサデータを解析するだけでなく、全国の250タナからそれぞれ7つの地下水サンプルを採取して水質分析をおこなっている。サンプルは異なる深度の帯水層から採取する。水質分析は、ヒ素、鉄、硬度についてはDPHE の分析室でおこない、ヒ素濃度の詳細な分析についてはイギリスに持ち帰って測定している。
- ④ 第2期の詳細調査をおこなう地区は、チャバイ・ナワブガンジ、ファリドプールおよびラクシンプールの3県であるが、具体的な場所はまだ決まっておらず、第1期調査の結果を踏まえて決定する。詳細調査では、堆積物のサンプリングをボーリング調査によりおこない、ヒ素汚染メカニズム解明のための調査をおこなう。対象とする深度は具体的に決まっていないが、利用可能な帯水層すべてをカバーする見込である。
- ⑤ 今後調査を行った上で、対策について確信が得られるまでは、追加対策は行わない予定である。また、パイプシステムによる配水は、世銀やADB が実施することを期待している。
- ⑥ DPHE のラボで、50タナで150サンプルの水質調査を行っている。
- ⑦ データベースについては、世銀がNAMICを設置する予定であり、技術的にはオランダEGIS (Environmental Geographical Information System) とも情報交換する予定である。

#### 2-3-5 USAID

- ① 電柱防腐剤の溶出によるヒ素汚染説は否定された（報告書有り）ことから、地下水ヒ素汚染は地質的な原因に由来するものと判断される。
- ② 地方電化局（REB）と共同で、地下水のヒ素濃度のRE効果、他の化学物質とヒ素濃度の相関及び予備調査を実施している。
- ③ 予算については低く抑えられているが、USGS (U.S. Geological Survey; アメリカ地質調査所) が別の予算でヒ素汚染問題に取り組んでいる。
- ④ USGS では、海成有機物中にヒ素含有率が高く、地層の年代が古いとヒ素含有率が低い傾向があることから、新しい時代の海成堆積物由来のところでヒ素含有率が高いと推定している。
- ⑤ USGS では、GSB(Geological Survey of Bangladesh)を強化する計画があり、基本的な実験機器類等の整備も予定している。

## 2-3-6 オランダ

- ① 3つのプロジェクトを実施しており、ハードとソフトが一致する政策をとっている。  
第一に、飲み水に関するワークショップを実施している。
- ② 第二に、水資源省と協力して環境地理情報システム (EGIS) を設置し、ヒ素汚染に関するデータベースを作成している。このデータベースは、グラフィック表示することが可能である。
- ③ 第三に、18県を対象とする上水施設建設 (18DTP) を実施中であり、本年6月時点で10県が完了する予定である。
- ④ 最終的な解決のためには、あくまでもバングラデシュ自身が主体的に取り組んでいく必要がある。

## 2-4 NGOの活動状況

バングラデシュでは、約2万のNGOが活動していると言われている。国土の半分に広がった井戸水のヒ素汚染対策を推進するにあたって、従来から村落に根を下ろして地道に活動を続けてきたNGOの役割を無視することはできない。政府や国際機関の施策が実効を上げるためにも、NGOと協調していくことが重要である。ここでは、バングラデシュ最大のNGOであるBRAC、及び日本に本部を置いて、早い段階からベンガル地方のヒ素汚染の調査を行ってきたアジア砒素ネットワークの活動状況について報告する。

### 2-4-1 BRAC

BRAC (Bangladesh Rehabilitation Assistance Committee) は、独立の翌年1972年に設立され、現在は18,000人のスタッフと、30,000人のパートタイマーをかかえ、バングラデシュ全村の70%近い55,000の村で活動を展開するこの国最大のNGOである。これまで飲料用の井戸の設置を進めてきたこともあって、井戸水のヒ素汚染問題に対する取り組みを開始し、半年前から2つの調査を行ってきた。

第一は、全国800カ所のBRAC地方事務所の管井戸のヒ素濃度を、1997年10月と11月に測定し、その汚染地図を作成したことである。第二は、同年11月と12月にかけてチャンドプール県のハジガンジ郡を選び、このタナの管井戸11,954本のヒ素濃度をNIPSOM製のフィールドキットで測定し、住民に汚染井戸水の飲用をやめるよう指導したことである。安全な水の対策としては、ミョウバンを使った簡易ヒ素除去法や、表流水の煮沸利用を勧めた。

全国に数百万本ある簡易井戸の調査には、フィールドキットを使える者を増やすことが必要だとして、そのトレーニングの機会を作っていくことを考えている。

## 2-4-2 アジアヒ素ネットワーク (AAN)

本部を宮崎県に置いて、アジアのヒ素汚染地相互の情報交換や問題解決のために協力している NGO である。

1995年2月、カルカッタで開かれたヒ素に関する国際会議に参加して、バングラデシュにもヒ素による地下水汚染が広がっていることを知り、1996年12月に予備調査を行ってジェソール県シャムタ村をパイロット地区として設定した。NIPSOMやシャムタ村ヒ素予防委員会と協力しながら、1997年3月から全井戸のヒ素濃度測定、医学調査、村落社会調査などを実施してきた。AAN製フィールドキットを使ってシャムタ村の全井戸水を分析し、その結果を濃度ごとに色分けして作ったヒ素汚染地図は、WHO主催のインド・バングラデシュ対策会議(1997年)で発表されて反響を呼び、その後各地で行われたフィールドキットテストの先駆けとなった。

1998年2月に実施した医学調査の皮膚科報告書は、「若年者の皮膚ガン発症も確認され、今後、皮膚ガンや内蔵ガンの続発や追発を勘案すると、国家的・世界的規模での具体的な援助施策の実働を念じてやまない」と結んでいる。

1998年4月からは、応用地質研究会と合同でボーリングによる地質調査を行って、地下水へのヒ素溶出のメカニズムを究明する一方で、池の水や雨水利用のシステム、ケーシングとシーリングを完全にした深井戸掘削等、安全な水確保のための具体策をシャムタ村で実践することになっている。

## 3. 現地調査結果の概要

飲料水供給施設整備計画に係る我が国無償資金協力によるチュアダンガとジェナイダ両地区の整備経過は次のとおりである。

基本設計調査	：	1984年6月(S59年)
交換公文締結	：	1985年2月(S60年)
工事完了引渡	：	1986年1月(S61年)

以下に地区毎の調査結果の概要を記す。

### 3-1 チュアダンガ地区

1984年度無償資金協力により深井戸3カ所、高架水槽3カ所が建設され、配水管41kmと公共水栓11カ所が設置されて給水を開始した。その後、需要量の増加によりDPHEの独自の予算に

より3カ所の井戸を増設して飲料水を供給している。1995年12月に、無償協力によって建設された1カ所の井戸から基準以上のヒ素が検出されたためこの井戸の運転を停止して現在に到っている。井戸のヒ素の含有量は下表の通りである。なお、最近のヒ素含有量を確認するため、3月下旬にクルナの水質試験室で分析するよう調査団から依頼した。ただし、No. 3の停止中の井戸は電源をカットしてあるため採水不可能である。

No	場所	運転状況	井戸の深さ	ヒ素含有量	試験日
1*	Malupara Kederganj	運転中	107 m	0.02mg/l	96年 8月
2 A	Municipality Campus	運転中	107m	0.026mg/l	96年 8月
2 B*	Banganpara	運転中	107m	0.12mg/l	96年 8月
3*	DPHE 事務所	運転停止中	107m	0.052mg/l	96年 9月
4	Zilla Parishad	運転中	108m	0.26mg/l	96年 12月
5	Bus Terminal	運転中	108m	0.23mg/l	96年 12月

(注) \*は無償援助の井戸を示す。

チュアダンガの総人口は152,000人、給水人口86,000人；給水量2,500m<sup>3</sup>/日、総コネクション数2,120ヶ所で、水道メーターは設置されていない。料金は目的別口径別の定額栓方式により徴収され水道の運営に充当されている。ポンプの運転時間は5:30-9:00、12:30-14:00及び17:30-18:30の間で1日約6時間給水している。井戸の電源は1日ほぼ10時間給電されているが、地域により給電時間が相違することがある。

1998年3月18日、現地の運転状況をポンプ運転時間中（12:30-14:00）に調査した。

この時は給電の関係からNo.1とNo.2Bのポンプのみ運転中であったが、ポンプから離れた給水区域の周辺地区でも7-8m程度、低い所でも2-3m程度の残存水頭が観測され、不十分ではあるが使用にたえることが確認された。

現在、チュアダンガ市内で5本の井戸が運転中であるが、このうち4本の井戸からサンプルを採取した。採取日は、1998年3月22日である。採取できなかった井戸は、パイプをはずさなければ水が取れないためである。採取した4本の井戸水サンプルをDPHEクルナラボに送り、同年3月24日に分析がおこなわれた。結果は次のとおり。

井戸名	深度 (ft)	今回ヒ素濃度 (mg/l)	前回ヒ素濃度 (mg/l)
1	350	0.04	0.02
2A	350	0.02	0.026
2B	350	0.03	0.012
5	354	0.02	0.023

この結果によると、井戸1と2Bでヒ素濃度が前回よりも高くなり、とくに井戸1ではあと0.01mg/l高くなるとバングラデシュの許容値に達してしまうことが判明した。また、2B井戸も、前回測定値より2倍以上濃度が高くなっていることから、調査団側より2～3カ月に1回はサンプル採取してDPHEクルナラボにて分析するよう助言した。また、その結果についてはJICAバングラデシュ事務所に報告するように併せて依頼した。

### 3-2 ジェナイダ地区

チュアダンカ地区と同じく84年度無償資金協力により当地区に深井戸3カ所、高架水槽3カ所が建設され、配水管19kmと公共水栓14ヶ所をもって給水を開始した。その後、需要量の増加に対処するためにDPHEにより4ヶ所の井戸が追加建設され、配水管も約33km強増強されて総延長は52kmとなり今日に至っている。給水申し込み件数は年間100～150件のほり、配水管の新設延長は近年、年間約5kmを越えている。水質試験は2カ所の検査がされている。検査結果は次表のとおりである。

No	場所	運転状況	ヒ素含有量	試験日
1	ポンプNo.2	運転中	0.01mg/l	97年12月
2	ポンプNo.4	運転中	0.01mg/l	97年12月

ジェナイダ地区の総人口は100,000人、給水人口25,000人、給水量3,960m<sup>3</sup>/日、総コネクション数2,020ヶ所で、水道メーターはなくチュアダンカ地区と同じく目的別口径別定額栓方式が採用されている。ポンプの運転時間はポンプにより相違して一様ではないが、全ポンプによる1日当たり延べ運転時間は30時間である。電源は1日約10時間供給されている。従って、供給区域内の需要量の増加は運転時間の延長で当面は対処できると考えられる。しかし、区域外からの要望も強いために2000年までに2カ所の深井戸を建設しポンプを設置する計画を現地で立案中である。

上記のように水栓は定額方式を採用していることから、かなりの水量が無駄に使われている可能性があり、定額栓から計量栓方式への転換が望まれる。配水管の資材PVCがDPHE事務所に保管されているが、保管状況は粗雑で野外に野積みになって放置され紫外線その他の障害を遮

蔽する対策がなされていない。適切な対応が必要である。このPVC管材の保管に関してはチュアダンカ地区でも同様の野積みが見られた。

### 3-3 マニクガンジ地区の施設の概要

当Manikganjの施設は1994年除鉄プラントとして設立され都市部に対して給水を開始した。原水に高濃度のヒ素が発見された1996年12月以来その対策が考慮され、Netherlands-Bangladesh Development Cooperation Programの18都市プロジェクト(18 District Towns Project)の内で最初に運転を開始した施設となったもので、1998年3月24日にヒ素除去装置3,000m<sup>3</sup>/日の容量処理能力を有する施設として開所式が挙行された。

原水井として使用している深井戸3井の原水のヒ素と鉄の含有量は次の通りである。

As : 0.07~0.08mg/l

Fe : 7~9 mg/l

この原水に凝集剤として塩化第二鉄(Ferric Chloride)を注入すると、ヒ素の約95%を除去出来ると言う。しかし、1998年3月26日に当プラントを訪れた際には「経費削減のため」に凝集剤を使用せず、エアレーションのみによる処理で対応中であった。

現在1,100ヶ所を超える家庭に給水をしているが、ヒ素除去装置設置前の平均給水料Tk40が設置後Tk150~200となり、需要者の大きな負担となっている。水道会計の料金収入の平均月額額は約Tk54,000である。

Manikganji町の概況は担当者からの聞き取りによると、次のとおりである。

1. 市域面積 : 36.28km<sup>2</sup>
2. 総人口 : 60,000人
3. 配管延長 : PVC Dia.200~50mm×30.8km
4. 深井戸 : 径150mm × 深さ120m(平均) × 110m<sup>3</sup>/hr(2,640m<sup>3</sup>/日) × 3井(1井予備)
5. 高架水槽 : 容量450m<sup>3</sup> × 水深4m × 高21m × 1ヶ所
6. 接続件数 : 1,110ヶ所
7. 公共水栓 : 7ヶ所
8. 給水時間 : 10~12時間(給電はほぼ24時間供給されている)
9. 全域の需要量 : 5,200m<sup>3</sup>/日

10. 実需要量 : 1,250m<sup>3</sup>/日 (接続件数に対する需要量)  
 11. 生産量 : 1,800m<sup>3</sup>/日  
 12. プラント容量 : 3,000m<sup>3</sup>/日  
 13. 普及率 : 70%  
 14. 料金収入額 : Tk53,900/月 (Tk646,800/年)

#### ヒ素プラントの状況

1. 建設費 : Tk12,965,000- (¥35,000,000.-相当)  
 処理水量当 : 35,000,000/3,000=¥12,000/m<sup>3</sup>
2. プラント規模 : 水流落下型エアレーション 1ヶ所  
 急速濾過池 3.0m×4.5m×3池 (1池予備; 27.0m<sup>2</sup>)  
 濾過速度 180m/日  
 [∵ 3,000×(24/15)=4,800m<sup>3</sup> (1日に換算); 4,800/270=178m/日]  
 配水池 160m<sup>3</sup>×1池  
 高架水槽 450m<sup>3</sup>×高21m×1槽  
 汚染池 11m×12m×深2.7m×2池  
 汚泥乾燥床 10m×2m×2床  
 固形汚泥貯留槽 8m×3m×深2.5m×1ヶ所 (5年で満杯の予定)  
 逆洗回数 1回/日×15min程度 (逆洗水のみ使用、エア使用せず)  
 濾過砂厚 1.5m (sand coefficient 1.3; size 1.2~1.5mm)
3. 水質の状況 : Fe - 原水 7.00mg/l  
 濾過後 0.05 mg/l  
 As - 原水 0.08mg/l  
 濾過後 0.024 mg/l (凝集剤未使用時)
4. 処理状況に対する所感  
 a) 洗浄スラッジの搬送  
 現場調査の前々日に運転が開始された直後であり、洗浄スラッジの搬出状況を調査することはできなかった。現地のプラント内の配置は、プラントを真ん中にしてスラッジラグーンとスラッジ乾燥床が入口の右側に位置した左奥にスラッジ貯留槽が設置されている。乾燥床と貯留槽間の運搬器具はまだ準備されていなかったが、一輪車あるいは現地の頭上で運搬する籠を使用するかは明確ではなかった。運搬器具の洗浄施設、従業員の更衣施設、搬路の脱落汚泥の洗浄方法、貯留槽設備に対する安全管理等に今後の改善

が必要となろう。

b) 従業員の安全管理

スラッジ処理を直接担当する従業員の安全管理を徹底し、スラッジに対する危険物意識をさらに教育する必要がある。同時に一般民家に極めて隣接しているから一般に対する安全面も重視することが重要である。

c) 水質管理

原水、処理水の水質管理と同時に、一般河川に放流する汚水池の上澄水の水質も充分監視する必要がある。

d) 記録の保存

全ての管理記録と共に建設時の竣工図を現場に永久保存することが望ましい。

### 3-4 ジェソール地区の施設の概要

現在 Jossore 地区の中心都市部にだけ配管施設による公共の水道施設が設置されている。給水区域内に 15ヶ所の深井戸を設置したが内 2ヶ所の深井戸はストレーナー障害から使用を中止し、残る 13井を生産井として使用中である。深井戸の口径と規模は次のとおりである。

井戸頂部口径  $\phi$  150~200mm×深 120~150m×2,200~5,500 l/hr×13井

1996年9月の水質試験によると 13井の内 4井から 0.01 mg/l 以下のヒ素を検出しているに過ぎない。

Jossore の水道の概要は次のとおりである。

- |          |                             |
|----------|-----------------------------|
| 1. 総人口   | : 310,000 人                 |
| 2. 家族数   | : 15,000 家族                 |
| 3. 高架水槽  | : 容量 1,100m <sup>3</sup>    |
| 4. 除鉄装置  | : 3ヶ所 (Fe:2mg/l 程度、運転可能)    |
| 5. 配管の規模 | : PVC $\phi$ 250~50mm×107km |
| 6. 接続管数  | : 4,900ヶ所                   |
| 7. 公共水栓  | : 63ヶ所                      |
| 8. 1日送水量 | : 9,560m <sup>3</sup> /日    |
| 9. 送水時間  | : 8時間/日 (電気の供給時間は1日約10時間)   |
| 10. 従業員数 | : 81人                       |

水道の会計状況は担当者からの聞き取りによると次のとおりである。

支 出	電力費	Tk225,000/月	収 入	水道料金	Tk399,000/月
	人件費	Tk225,000/月		銀行口座	Tk320,000/月
	その他費	Tk 17,000/月			
	計	422,000/月		計	Tk719,000/月

これに対して電気料金の未払い金 (1997年7月現在)	Tk1,642,000.-
水道料金の未収金 ( 同上 )	Tk2,744,000.-
計	Tk4,386,000.- が未

処理金として水道会計の負担となっている。

### 3-5 メヘルプール地区の施設の概要

Meherpur 地区の人口は 2.1 百万人 (1996 年統計) で Jossore 地区に匹敵する人口を有する港町で、Jossore の約 50km 北西に位置する。Meherpur 地区の中心部に供給する給水施設は深井戸 2 井により約 50,000 人に飲料水を供給している。接続件数は現在約 5,000 家である。深井戸は 3 井設置されたが内 1 井は機能していない。これらの井戸の状況は次のとおりである。

No.	深さ	Fe (mg/l)	As (mg/l)	試験時期
1.	101m	3.5	0.126	Jan1996
2.	98m	4.6	0.075	Jan1996
3.	103m		現在運転中止中	

Meherpur 中心部の周辺は 20m~50m の浅井戸により住民の水需要に応じているが、ヒ素の含有量が非常に大きく 0.16~0.18mg/l で、住民の多くは池の水や比較的良好な浅井戸水に依存して生活している。

中心部の水道の料金は 1/2 インチ管 (13mm 相当) の家庭用の場合、現在 Tk60/月であるがヒ素除去装置完成後の料金は Tk180 が予想されている。

Manikganj 町と同様に当地区も Netherlands-Bangladesh Development Cooperation Program の一環として 18 都市プロジェクトが 1998 年 2 月から工事が着手されている。この工事は 1999 年 12 月に完工の予定で、現在の進捗は現場で基礎杭の載荷試験が完了した所で建造物の建設準備が進行中である。工事はヒ素除去プラント、配管工事、その他の付帯施設から成り、構造物の基本的な大きさはそれらの配置以外は Manikganj の場合とほぼ同様である。

中心地区の要所に Atreet Hydrant と称している 2m×1m×深 1m の貯水槽を設け、その上に手押ポンプを設置して公共の用に供している。タンクに水栓をつけた一般の形式では放水が多く水の管理が充分でない場合が多いという現場の経験からこのタイプの Street Hydrant を設置していく方針という。現在までに 2ヶ所設置されたが、さらに 5ヶ所にする予定である。

### ヒ素プラントの状況

1. 建設費 : Tk88,000,000 - ( ¥240,000,000.-相当)  
処理水量当 :  $240,000,000 / 3,000 = ¥80,000 / m^3$
  
2. プラント規模 : 水流落下型エアレーション 1ヶ所  
急速濾過池 3.0m×4.5m×3池 (1池予備 ; 27.0m<sup>2</sup>)  
濾過速度 180m/日  
配水池 160m<sup>3</sup>×1池  
高架水槽 450m<sup>3</sup>×高 21m×1槽  
汚水池 25m×10m×深 2.5m×2池  
汚泥乾燥床 20m×5m×2床  
固形汚泥貯留槽 8m×6m×深 2.75m×1ヶ所 (5年で満杯の予定)  
逆洗回数 1回/日×15min程度 (逆洗水のみ使用、エア使用せず)  
濾過砂厚 1.5m (sand coefficient 1.3 ; size 1.2~1.5mm)

### 3. 建設状況に対する所感

#### a) 構造物の配置

入口に向かって右手奥に汚泥貯留槽、そのすぐ左側に乾燥床を配置し、それらの全面に汚水池を置き、手前右手に濾過池と配水池を設置して一番手前に高架水槽を配置している。従って、スラッジの搬送距離は比較的短く効率的であろう。敷地が 70m×93m あって配置にゆとりがあることに原因していると考えられる。

#### b) 汚水池と汚泥貯留槽の構造と施工

施工図によると汚水池の底盤と約 4 5 度の傾斜をなす側壁は 15 センチの砂基礎の上に 0.5mm の PVC シートを敷き、10 センチ厚の鉄筋コンクリートで防水保護する構造になっている。施工上から、とかくシートの繋ぎ目のジョイント部の接合が粗雑になり易く漏水の原因の一つである可能性が高い。鉄筋の組立てが 0.5mm のシートの上で行われるからシートの破損が発生し易い。施工には細心の注意が肝要である。

#### c) スラッジ搬送施設

施工図上には汚泥 (スラッジ) の搬送施設の表示はなかったが、搬送器具の洗浄や保管

のための施設と洗浄排水の池への排水管が必要である。また、作業員の安全管理のためにも更衣室や場合によっては浴室等も必要となろう。十分な安全対策が望まれる。

d) 土木的な施工状況

作業現場にコンクリートミキサーを搬入して現場打ちのコンクリートを打設であったが、締固め用のバイブレータを見かけなかった。コンクリートの強度を高め透水性の低いコンクリートとするためにバイブレータは不可欠の機材である。施工者と監督者の作業態度の改善が必要である。打設されているコンクリートの品質はスランプやセメントの配合状況も良好と観測された。骨材や砂の品質も良好であるが保管には改善の余地がある。

e) その他

原水と処理水の水質管理と共に汚水上澄水の排水の水質管理も重要な問題である。また、Manikganj の項で述べたように記録の保存も大切な事項の一つである。関係者の意識改革が必要である。

#### 4. 援助ニーズと我が国協力の可能性・方向性

##### 4-1 調査結果要約

- (1) 「バ」国の飲料水供給において、ヒ素汚染問題が重大な問題となっており、「バ」政府は汚染状況調査、ヒ素除去方法の検討、安全な水の確保方法の検討等を行っているが、汚染発生メカニズム究明の困難性、汚染地域の広域性、地域による条件の極端な違い等から、詳細な現状把握はおろか、有効な対策を見い出すには全く至っていないのが現状である。
- (2) 問題解決のために、我が国の協力に大きな期待を寄せていることが確認されたが、具体的な案件は特に提案されなかった。
- (3) 他方、対象地域、影響人口が現状のまま推移するとしても、その対策には莫大な費用と人材の投入が必要であり、援助のみで解決する問題でなく、「バ」国自身が主体的に継続して取り組むべき問題である。
- (4) 援助の現状は、世銀が積極的に取り組みを開始し、二国間協力では、英国 DfID とオランダがいくらか活動しているが、未だ調査段階であり、具体的対策への協力はほとんど行っていない。その他のドナーの活動は、ほとんどゼロに等しい。
- (5) 「バ」国政府としてもヒ素汚染を重大問題としてとらえており、国家ヒ素対策委員会が組織されている。しかし、議論は交わされているものの、予算や技術力が不足しており、しか

も省庁間の対立や政治的な意見の相違もあるようで、具体的な行動に踏み出せない状態にある。

(6) 政府機関の動きと比較して、NGOの活発な活動が目についた。日本のAANの活動は「バ」国側でも注目されている。また、「バ」国のNGOのヒ素問題に関する活動も、BRACの例に見られるように活発で、ODAとNGOがうまく連携してヒ素問題に取り組む必要があると考えられる。

(7) 世銀の対応と「バ」国の対応が相互に補完しあいながら効果的に機能するか否かは、現時点では定かでないが、限られた資金で全体的にヒ素汚染を軽減するには、世銀の“Adaptable Program Lending”しか方法はないであろう。したがって、我が国としては世銀の手法を大きく逸脱する協力はすべきでなく、最初から大がかりな協力を行うのではなく、段階を踏んで効果的な協力方法・内容を見出していく必要がある。

(8) このような中で、ヒ素汚染問題に対する我が国の協力量針を明確にする必要があるが、仮に我が国の対応方針を「独自色とプレゼンスを保ちながら、「バ」国の主体的取り組みをサポートする」とすれば、次のようなシナリオが考えられる。

- ① 緊急的な問題確認のためのツールを無償による機材供与などで供与し、
- ② 併せて、専門家派遣、NGOの協力などでプレゼンスを保ち続けながら、
- ③ 安全な水供給のため開発調査で地域を限定して、深さのある独自の調査を行い、
- ④ 調査結果を基に可能な範囲で、無償による本格的な協力を実施する。

このうち、③までも二国間の協力としてはかなりの大きさであるが、もし、④まで進むとすれば、我が国の協力は十分評価されるものとなろう。

#### 4-2 今後検討すべき協力量案

##### 4-2-1 ヒ素汚染に係る協力の総合調整（専門家派遣）

###### (1) 基本的な考え方

地下水のヒ素汚染のメカニズムを究明するのが困難なことから、具体的対策が立てられないという現状の中、DPHEやNIPSOM等の政府機関は他ドナーの協力も得て、井戸のヒ素汚染状況の調査や安全な水の確保のための方策の検討を、いわば手探りで開始しつつある。しかし、人員、技術、予算、機器のいずれの面でも極めて不十分な状況にあるため、まずは専門家を派遣してヒ素汚染問題をあらゆる角度から検討し、解決のための具体策と本格的な協力の可能性を十分時間をかけて探っていくことが重要であると思われる。

どこで活動するにしても、設備、機材が整っていなければ動きがとれないので、別途、無償

資金協力等による必要機材の調達を組み込んだり、現地研究費等の活動経費を確保する必要がある。

### (2) 派遣形態と専門分野

ヒ素問題は極めて大きな問題であることから、単発の専門家ではなく、チーム派遣が望ましい。分野としては優先順に、①ヒ素除去対策、②地下水管理、③ヒ素の化学と環境対策、④ヒ素の生化学等が考えられ、①のヒ素除去対策専門家が全体調整を兼務する形が望ましい。

### (3) 派遣先

派遣先としては、DPHE、BWDB、NIPSOM、PMU (TAGを含む) 等が考えられる。

専門家活動にとっては、情報から隔離されないこと、および活動のフィールドと基地を持つこと、全員PMUの下でTAGに在籍しつつ、その他の機関にフィールドと基地を持つことが望ましい。TAGは主に、「バ」国の専門家で構成され、人数・分野は「バ」国側が判断することとなるので、我が国だけが人数的に突出するわけにもいかない。したがって、①ヒ素除去対策専門家のみTAGに常駐し、それ以外の専門家はDPHE、BWDB、NIPSOM等を基地にして活動するのが現実的であろう。

### (4) 派遣期間

派遣期間(協力期間)については、当初は2～3年程度としつつも、活動の成果によっては継続的協力を行ったり、開発調査や無償資金協力との連携やフォローを行う必要性を考慮して、延長を検討することになる。

専門家派遣を下表にまとめる。

ヒ素除去対策	派遣先	TAG
	C / P	TAGの長あるいはチーフエンジニアなどのレベル
	人数	1名
	主な任務	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒ素対策全般に関する助言</li> <li>・ヒ素除去に関する指導・助言</li> <li>・わが国専門家チームのとりまとめ</li> </ul>
地下水管理	派遣先	TAGに席を置くが、DPHE、BWDBなどを基地にする
	C / P	TAGの長あるいはチーフエンジニアなどのレベル
	人数	1名
	主な任務	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水とヒ素汚染の調査に関する指導・助言</li> <li>・現状の地下水利用に関する助言</li> <li>・将来の地下水利用に関する助言</li> <li>・地下水モニタリングに関する指導・助言</li> </ul>

ヒ素の化学と 環境対策	派遣先	TAGに席を置くが、DPHE、NIPSOMなどを基地にする
	C / P	TAGの長あるいはチーフエンジニアなどのレベル
	人数	1名
	主な任務	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒ素の分析に関する指導・助言</li> <li>・ヒ素の化学と環境中での環境に関する助言</li> <li>・ヒ素による二次汚染防止に関する助言</li> </ul>
ヒ素の生化学	派遣先	TAGに席を置くが、NIPSOMなどを基地にする
	C / P	TAGの長あるいはチーフエンジニアなどのレベル
	人数	1名
	主な任務	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住民への啓蒙活動に関する助言</li> <li>・ヒ素の生体影響の調査に関する助言</li> <li>・ヒ素の生体影響への軽減対策に関する助言</li> </ul>

#### 4-2-2 ヒ素分析能力の向上

##### (1) ヒ素分析機器の充実

現時点で、バングラデシュ国内でヒ素の分析ができる機関は限られており、ヒ素汚染の実態を把握したり、ヒ素汚染状況をモニターするための分析装置が不足している。DPHEは地方の4箇所にスペクトロフォトメータを設置して分析をおこなっているが、1箇所あたりのカバーすべき地域が広く、しかもサンプル処理能力や人員が限られているため、需要を満たすことができていない。このため、地方部にスペクトロフォトメータによる分析室を設置するとともに、ダッカに精度の高いリファレンス・ラボラトリーを設置することを検討する必要があるが、上屋は既存の施設の一部改良で済むと思われるため「バ」国側負担として、ラボ機器の調達に対する無償資金協力が効果的と考えられる。

また、ヒ素の医学面からの調査は、これまでのところダッカ・コミュニティ・ホスピタルやNIPSOMが実施しているが、極めて不十分な状況にあるヒ素調査・研究用施設・機器の整備に対する無償資金協力も併せて行えば一層効果的であろう。なお、これらの協力を検討するにあたっては、前述の専門家派遣との連携を考えたり、ソフトコンポーネントの導入を考慮することが望ましい。

##### (2) フィールド・テスト・キットの供与

フィールド・テスト・キットについては、大きく分けて3種類あるが、それらのうち最適なキットを選択し、必要な機関への供与を検討することが望まれる。フィールドキットによる調査は、室内分析装置に比べて精度は劣るものの、短時間で多くの井戸のヒ素汚染状況を把握するためには有効であり、政府レベルの調査だけでなくNGOや村レベルでの活動にも同キットが必要であると考えられる。協力方法としては、金額規模が小さいことから、草の根無償にて対応するか、(ア)のヒ素分析機器等の調達に係る無償資金協りに組み入れることが考えられる。現在ま

でのところ、AANキットを改良したNIPSOM-AANキットが、他のインド製キット及びドイツ製MERCKキットに比べ好意的に評価されている。

#### 4-2-3 安全な水源の確保（開発調査）

##### （1）基本的考え方

現状では、詳細なヒ素汚染の現状把握はおろか、有効な対策を見いだすには全く至っていない状況であり、まずは安全な水供給に資する案件を検討する必要がある。そのため、地域を限定して、深層地下水がヒ素汚染対策の飲料用水源として使用できるかどうかを検討するために、開発調査を実施する。開発調査の調査期間は、モニタリングを含むため、3年程度となるであろう。

##### （2）対象地域

バングラデシュ西部の3つの県（ジェソール、チュアダンガ、ジェナイダ）を対象とする。これら3つの県を選定する理由は、以下のとおりである。

- ① いずれもヒ素汚染問題が発生している地域である。
- ② ヒ素汚染が拡大している兆候が見られる。
- ③ DPHEはこれまでに有効な対策を実施していない。
- ④ 他の援助機関の調査とも重複しない。
- ⑤ チュアダンガとジェナイダでは、過去に日本の無償援助で地下水を水源とした供給施設を建設したが、チュアダンガでは日本が掘削した井戸1本から0.05 mg/l以上のヒ素が検出され、現在運転が停止している。
- ⑥ ジェソールでは、シャムタ村において日本のNGOであるAANが地元の信頼を得た活動しており、そこでの成果や経験を生かした調査が可能である。例えば、試掘井戸のモニタリングに際し、AAN活用を検討するなど開発調査におけるNGOとの連携の例になりうる。
- ⑦ 都市部および農村部とも調査対象地区に含めることにより、それぞれの条件に合った対策を検討・立案できることが期待される。
- ⑧ 同じ県のなかでも汚染状況が異なっているようなので、その実態を把握することで場所に応じた有効な対策を検討できる。

##### （3）調査目的

開発調査の目的は、調査地域に安全な地下水が存在するのか（特に深層部）、それが存在する場合どの程度利用できるのか、それを利用する場合にどのような利用方法がよいのか、または安全な地下水がない場合にはどのようにしてヒ素を除去したらよいかを検討し、今後の地下水利用計画および管理計画を策定することである。具体的には、以下の項目を調査の目的とする。

- ① 地下水ヒ素汚染の実態を調査し、汚染地下水の分布と安全な地下水の分布を平面的・断

面的に把握する。

- ② 深層（深度 300 m 程度まで）の地下地質状況を試掘調査により確認し、深層の地下水のヒ素汚染状況を確認する。
- ③ 深層の地下水がヒ素により汚染されていない場合、浅層の汚染された地下水の混入を防ぐ井戸仕上げをおこない、代替水源として利用できるようにする。
- ④ 深層地下水までヒ素に汚染されている場合、パイロット的なヒ素除去装置を設置して、その効果を調査する。
- ⑤ 地下水モニタリングをおこない、地域別、深度別の地下水位や水質の変動状況を把握する。
- ⑥ 地下水シミュレーション解析により、将来の地下水状況予測をおこない、現在安全な地下水が、いつまで、どの程度の量で利用できるのか検討する。
- ⑦ 都市部、農村部について、汚染状況や地域の特性に応じた効果的な対策を立案する。

#### (4) 調査項目

以上の目的を達成するために必要と思われる調査項目（案）は、以下のとおりである。

- ① 既存資料調査
- ② 地形・地質調査（空中写真、衛星画像、現地踏査）
- ③ 水文地質調査（既存資料調査、現地踏査）
- ④ 村落実態調査（試掘候補村の選定、AAN の協力）
- ⑤ 地下水利用状況調査（資料調査、現地調査）
- ⑥ ヒ素汚染実態調査（現地調査）
- ⑦ 物理探査（試掘候補地点の選定）
- ⑧ 試掘調査（20～30 箇所程度、深度 150～300 m 程度、地質・ヒ素分布・帯水層確認）
- ⑨ 井戸仕上げ、ポンプ設置（汚染水混入防止、揚水試験）
- ⑩ パイロット地区におけるヒ素除去装置の設置
- ⑪ 地下水モニタリング（水位・水質、2 年程度）
- ⑫ 地下水シミュレーション解析（現況再現、将来予測）
- ⑬ 住民への組織運営、維持管理・衛生教育（AAN の協力）
- ⑭ 試掘井戸のモニタリング（井戸利用、維持管理、水委員会の運営等、AAN の協力）
- ⑮ 有効な対策の立案（深層地下水利用方法、井戸構造、地下水管理、ヒ素除去、他水源への転換等）

#### 4-2-4 安全な水供給のための深井戸の掘削

前述の試験井戸（深井戸）の掘削・モニタリングを伴った開発調査の結果、深井戸が有効であることが立証された場合には、深井戸掘削のための無償資金協力の可能性を検討することが望ましい。対象地域は、当然ながら開発調査の対象としたバングラデシュ西部のインド国境に近い

チュアダンガ、ジェナイダ、ジェソールの3県に絞られることになる。

#### 4-2-5 既存の無償資金協力案件（飲料水給水施設建設計画；チュアダンガ）の フォローアップ

基本的には、DPHE チュアダンガ事務所に依頼した最新の水質調査の結果を受けて判断することとするが、ヒ素除去装置（プラント）を設置する際にはスラッジ処理等の問題が生じることから、現在稼働を停止している井戸を再度使用可能な状態にすることは困難である。また、新たな深井戸を掘削しても将来とも安全かどうかは保証できないため、これも困難である。なお、チュアダンガ市内の水道に水圧低下が見られることから、現在使用されていない高架水槽等の施設の活用方法を更に検討するためのフォローアップ協力は考えられる。

#### 4-2-6 NGO活動の支援

ヒ素問題に取り組むためには、政府関係機関だけでなく、村やコミュニティーレベルで活動しているNGOの協力も不可欠である。アジア砒素ネットワークでは、ジェソール県シャムタ村で医療調査やヒ素汚染実態調査に取り組んでいるが、住民に一刻も早く安全な水を供給するという観点から、池や雨水利用の可能性も追求している。このような、NGOのヒ素調査や緊急対策の活動を、草の根無償によりサポートすることは極めて有効であると考えられる。

#### 4-2-7 村落レベルからのヒ素対策・啓蒙活動（青年海外協力隊員のグループ派遣）

「バ」国では、現在約50名の協力隊員が様々な分野で活躍している。多くの協力隊員は農村部に滞在し、ベンガル語を駆使しながら地元住民の中で活動している。バングラデシュでは、現在3つのグループ派遣が実施されているが、ヒ素問題に取り組むための協力隊グループ派遣を行えば、NGO活動の草の根無償援助や専門家派遣、開発調査と連携して村レベルからの対策活動や啓蒙活動に大いに役立つと期待される。

#### 4-2-8 「バ」側技術者の水質検査技術等の向上（研修員受け入れ）

DPHE、NIPSOM、BWDB等各機関の組織体制を十分評価し、研修員受入が必要な機関、人員、研修内容等を検討することとなるが、技術研修のニーズについては専門家派遣の成果を踏まえて検討することが現実的と思われる。

#### 4-1-9 見返り資金の活用

「バ」政府が積み立てている2KR等の見返り資金の活用による「バ」国側による新規深井戸の掘削も検討すべきであろう。

#### 4-3 検討にあたっての留意事項

- ア. ヒ素汚染対策に係る専門的見地からの検討を行うため、平成10年度に短期専門家3名を1カ月間派遣する予定となっているが、ヒ素汚染の原因、解決方法等不明な点も依然として多いことから、専門的見地からの検討のための段階として位置づけることが適当であろう。短期派遣の時期は、PMUが機能すると予想されている1998年8月末以降とし、将来長期で派遣される予定者が来て、適当な専門家派遣機関及び必要な機材等についても検討することが望ましい。
- イ. ヒ素汚染問題は全国規模ではあるが、すべての地域を対象とした協力を実施することは困難であり協力効果も見えにくくなるため、開発調査および無償資金協力の対象地域は限定的に考えたほうがよいと思われる。
- ウ. 開発調査を実施する場合には、地域の状況を十分に把握する必要があることから、調査団に現地の状況等に精通したアジア砒素ネットワークのメンバーを加えるのも一法と考えられる。
- エ. フィールド・テスト・キットについては、関係諸機関の評価も踏まえ、最適なキットを選定する必要がある。また、日本で作成して輸送することは、コスト的にも生産体制面でも非現実的であるため、現地調達を前提に考えたほうがよい。
- オ. バングラデシュの一部には、ヒ素問題の最終的な解決策としてはガンジス川の水を利用するしかないとの意見がある。この意見は、ガンジス堰計画を実現するためにヒ素問題を利用しているようにも思われる。しかし、そのような巨大プロジェクトには莫大な金と時間がかかるのは明白である。また、末端まで配水するためには、バングラデシュ側の負担（予算や維持・管理作業）も莫大なものとなる。世銀や他の援助国はガンジス堰計画に消極的であるし、ヒ素問題の最終的な解決策として表流水取水を行うことにも非常に慎重である。日本としても、ヒ素汚染問題とガンジス堰計画とは切り離して考え、ヒ素汚染問題については汚染地区の実状を踏まえた上で、実現性の高い効果的な対策を考えて行く方向が望ましい。

### III インド国における調査

#### 1. ヒ素汚染問題の概要

インドでは、西ベンガル州の大半で地下水のヒ素汚染による健康被害が報告されている。このうち、北部24地域においては、住民の12%、約89万人が被害を受けているとの報告があるが、未だ対策が講じられていない。

このため、当該地域への対策としてヒ素汚染のないバギラティ川の水を取水、送配水する施設建設計画が策定され、同事業に係る施設建設に関する無償資金協力（約55億円）が我が国に要請された。

#### 2. 協議結果の概要

##### 2-1 大蔵省経済局

- ア. 大蔵省としてはヒ素汚染問題については、緊急的に対策をとる必要があると認識している。ヒ素汚染の発生メカニズムについては今後更に調査する必要があるが、ヒ素除去技術の開発を含め安全な飲料水の確保が特に急がれており、他の国での経験を参考にしたいとの考えを示した。
- イ. 日本政府への無償資金協力の要請は、ヒ素汚染が西ベンガル州の北24パルガナス地域で最も深刻であり他に安全な水の確保の手段がないことから行ったものであり、大蔵省としてもプライオリティをおいている。
- ウ. ヒ素汚染対策を含め上水の供給については州政府の管轄であり、要請条件に係る情報・資料（F/Sや環境アセスメントの有無を含む）については、西ベンガル州が保有している旨説明。
- エ. 安全な水の供給については、国としても州政府としても最も高い優先順位をおいており、インド側で技術的・資金的に対応が困難な事業についてのみ、今回のヒ素汚染対策のように外国に援助を要請している点を協調した。

##### 2-2 地方雇用省及び西ベンガル州政府関係機関（於 ニューデリー）

- ア. 州政府側はヒ素対策として第1期アクションプランに続き、第2期アクションプランを立案して実施してきた。Malda地区で管井を原水とするヒ素の除去装置をPHED（Public Health Engineering Department）が設計・建設の後、運営しているのもこのプランの一環である。

- イ. ヒ素対策のための池水や貯留した天水の利用は種々の解決すべき問題があり、早急な対応の対象とするには問題が多い。
- ウ. 外国の援助を要請した事例は過去になく、今回の North 24 Parganas の案件が最初である。外国からの技術援助は、沈殿汚泥（スラッジ）の処理技術以外に必要とするものは少ない。しかし、水処理施設とヒ素の分析装置・器具の供給が待たれる。
- エ. インド政府と PHED は現在までの経験を基に永続的なヒ素対策には、水源を地下水から表流水に切り替える以外にないと理解している。

### 2-3 世銀

- ア. ヒ素汚染メカニズムに関し、大量の灌漑用水の汲み上げが主原因との説もあるが、必ずしもそうとは思えない。世銀のコンサルタントによれば、異なるメカニズムによる可能性が高いと言われている。
- イ. ヒ素汚染の解決法に関し、ヒ素除去装置を付ける方法の他、地下水利用から表流水利用への転換を図る方法があるが、後者の表流水利用では、乾期には表流水の確保に難があり、雨期には洪水に襲われるなどの難がある。
- ウ. (当調査団来訪の) 2ヶ月ほど前に、西ベンガル州政府に対し世銀としてのヒ素汚染問題の解決方法等に係る調査報告書を示したが、その回答は未だない。世銀としては州政府の意向に添った対応を考える予定。
- エ. 対策のポイントは、site specific solution (地下水のヒ素汚染状況は地域毎に異なるので、対策も対象とする地域により異なること) 及び cost-effective な方法を選択することにある。

### 2-4 UNICEF (於 ニューデリー)

- ア. ユニセフ側は、ヒ素の危険にさらされている人口や症状の出ている患者数は報告書によってかなり異なっており、データベースを作って整理することが必要だとの見解を示した。
- イ. ユニセフの活動として AIH&PH (All India Institute of Hygiene and Public Health) のフィールドキットの開発を援助し、そのキットを使って 0.05mg/l を基準に、ヒ素汚染井戸とそうでない井戸とを区分けしている事例が紹介された。

ウ、ユニセフの基本姿勢は、インド側の示すアクションプランの実施を支援することである。ユニセフのインドでの飲料水・衛生部門の予算は1,500万ドルであるが、インドにはフッ素による地下水汚染の問題もあって、西ベンガル州のヒ素対策に回せるのはわずかだとの言及あり。

エ、最後に大規模な表流水利用による水道計画については、莫大な投資が必要であり完成までに歳月がかかる上、運転や補修等の維持費が必要であり、遠隔地のヒ素汚染地域をカバーすることはできないため有効性は極めて疑問であるとの指摘があった。

## 2-5 公衆衛生工学局（PHED（於 カルカッタ））

PHEDのChief Engineer Officeを訪問し、Mr.A.Roy氏らとNorth 24 Parganas地区の地表水供給計画について協議した。

まず、調査団側から、現地調査結果や資料の分析結果、関係機関との協議をふまえ、次の点を指摘した。

- ① 要請のあったコマンドエリアはかなり広く、フグリ川の水を浄化して給水することはかなり大掛かりなプロジェクトとなる。
- ② 浄水施設の建設に約55億円かかるとの見込みだが、実際に末端まで配水するには、さらにその2倍以上の金がかかることが見込まれる（インド側の負担）。
- ③ 施設の運用や維持・管理にも、人手とコストがかかるであろう。
- ④ 地下水が利用可能などころがあれば、それを活用することも検討した方がよい。地下水が利用可能であれば地下水の方が水価はかなり安くなるし、必要とされる場所で比較的早く水を供給できる。
- ⑤ 要請案件の根拠とされているレポートには、具体的な記述が少なく、これをフィージビリティスタディのレポートとするには無理がある。また、給水計画については詳細が示されていない。
- ⑥ したがって、要請した地域について、地区ごとに実施をもっと調査して、地表水によりカバーする地域、地下水によりカバーする地域を区分して、それに基づき具体的な計画を立てた方がよい。

要請された案件の妥当性を評価するためには、さらに情報が必要であるとして、以下の内容の質問状を提出した。

- 1) PHEDの各セクションごとの人員および西ベンガル州・PHEDの年別予算
- 2) 以前提出された情報のうち、欠けていたムシダバードにおけるプロジェクト内容

- 3) 1990年代になってヒ素汚染が確認された地区における PHED の対策内容
- 4) 取水予定地点におけるフグリ川の過去 10 年間の各年最大・最小流量およびその時の河川水位
- 5) 地下水中のヒ素濃度分布や水質、塩水化、水位変動状況に関するデータの提供
- 6) 水文地質平面図、同断面図、地下地質状況や帯水層の構造がわかる資料の提供
- 7) PHED がこれまでに進めてきた地下水給水プロジェクトおよび現在実施中および今後計画中の地下水給水計画の具体的な情報の提供

この質問状に基づき議論を行ったところ、PHED 側も調査団側が指摘した問題点に理解を示した。ただ、すぐにこれらの質問事項に答える準備ができていないとのことで、インド側はこの質問状に JICA からの公式依頼文書をつけてほしいと要望し、JICA インド事務所から PHED 側に公式の依頼文書を出すということで合意した。

以上の論議をふまえ、調査団側から、いきなり無償援助を実施するのではなく、計画をもっと具体化し、効率的に安全な水供給をおこなうための調査が必要であろう、と提案したのに対し、PHED 側も事前の調査の必要性を認めた。そして、その調査もぜひ日本の援助で行いたいとの希望を示した。ただし、PHED 側は、無償案件の要請はすでに中央政府側から日本側に提出しているので、中央政府にも事前の調査の必要性を理解してもらうように、州政府側だけでなく日本側も働きかけることが必要であると指摘した。

## 2-6 ジャダプール大学

西ベンガル州のヒ素汚染問題にいち早く取り組んできた Dr. D.Chakraborti 氏を訪ね、PHED が要請している地表水給水計画について意見交換をした。同氏から PHED の計画には大きな疑問があり、巨額のお金を使っても一部の地域しかカバーできない、いつプロジェクトが完成するか解らない、維持・管理はどうするか、などの問題点が呈示された。

同氏によれば、まだ調査されていない村も多く、多くの住民がヒ素問題の深刻さをまだ理解していない、とのことである。同氏はまず住民にヒ素問題についての啓蒙活動をすること、そして雨水や池・湖（ラグーン）等の地表水を利用することが重要であるとの意見であり、地下水については、深層の地下水が安全であるかどうか疑問であると述べた。また、インドの特徴として、NGO の活動が少なく、NGO はお金を獲得することだけに懸命になっている、との指摘があった。

## 2-7 UNICEF (於 カルカッタ)

衛生担当の Chandan Sengupta 氏をたずね、西ベンガル州のヒ素問題について意見交換をおこなった。Sengupta 氏は PHED の計画している地表水給水計画は cost-effective なものではない、PHED

は水供給についてのマスタープランをもっていない、との問題点を指摘した。そして、各地域の実感を把握して、どの地域のプライオリティが高いのか、地表水が適しているのか、地下水が適しているのか等を検討する必要がある、また、ヒ素汚染状況をモニターするシステムを確立することも重要であるとの言及があった。また、各機関が実施したヒ素汚染調査の結果が共有できていないという問題もある。

### 3. 現地調査結果の概要

#### 3-1 カルカッタ市浄水施設に隣接する要請案件浄水施設予定地視察

Palta 浄水場の上流側に位置するが、Intake 地点や浄水施設の位置、範囲は未確定。浄水場の運営管理を行う Calcutta Metropolitan Development Authority (CMDA) との調整もまだできていないように見受けられた。

#### 3-2 カルカッタ市浄水施設 (Palta 浄水場) 視察

Calcutta 市は 1870 年に Calcutta 市の北方約 40km の PS Noapara 地区の Palta 地先 (Hooghly 河左岸、Hugli 河とも綴る。Bhagirathi 河の下流) に 6MGD (27,000m<sup>3</sup>/日) 容量の浄水場を建設して、Calcutta 市に自然流下方式により給水を開始した (現在はポンプにより圧送)。浄水場の運営は Calcutta Metropolitan Development Authority (略称 CMDA) が担当している。その後の Palta 浄水場は拡張を重ね、現在では 3 日間分の容量を持つラグーンを利用する沈殿池と緩速濾過方式による 100MGD (455,000 m<sup>3</sup>/日) の施設と 60MGD (273,000 m<sup>3</sup>/日) の薬品沈殿方式の施設を有し、さらに、1997 年には 20MGD (91,000 m<sup>3</sup>/日) の容量を持つパルセーター方式の急速沈殿処理施設を加えて、全体では 180MGD (819,000 m<sup>3</sup>/日) の施設を運用している。しかし、急増する需要量に対処するためにさらに 60MGD (273,000 m<sup>3</sup>/日) の施設の拡張を計画中である。

Palta 浄水場の敷地面積は約 482 エイカー (195ha) で、従業員 650 人 (スタッフ 100 名、労務職員 550 名) によって運営されている。原水の濁度は最高 500mg/l ~ 最低 50mg/l で年平均約 150mg/l である。凝集剤は Ferric Sulfate (硫酸第二鉄) を使用し、一日の使用量は約 25ton (注入量 31mg/l に相当) である。処理水の滅菌は液体塩素によっている。Calcutta 市までの高低差は約 14feet (4.3m) に過ぎず、水平距離は約 40km (0.10/00) であることから、ポンプにより給水を行っている。このために、電力使用量は 1crore/month (Rs 10,000,000/月)、約 32,400,000 円/月) にもものほると言う。

ラグーンの水深は平均 6m で沈泥の掻取りはほとんど必要なく、前回の掻取りは約 25 年前に施工されて現在にいたっている。ラグーン流出部の濁度は 2~3mg/l である。ラグーン内には水

草が繁殖し、池に浮かべた船で作業員がその水草の除去を行っていた。この水草は沈殿を促進させる効果があるとの報告であった。緩速濾過池の砂の掻取りは4~5月に1回程度行っている。急速濾過池は3日に1回洗浄しており、1回約13分間（空気水併用）の洗浄を行っている。

送水管の最大口径は72インチ（1800mm）の鋼管で接合は溶接によっている。送水管には鋼管のほか鑄鉄管も使用され、鑄鉄管の最大口径は48インチ（1200mm）である。

原水の水質分析資料を以下に示す。

採水年月	: 1996年1月8日
採水場所	: Hooghly (Hugli) River at Dakhin Roypur Ferry Ghat
Turbidity (NTU)	92
Total Dissolved Solid in mg/l	266
Chloride in mg/l as Cl	12
Sulphata in mg/l as SO4	20
Nitrites in mg/l as NO2	0.009
Nitrites in mg/l as NO3	2.3
Dissolved oxygen in mg/l as O2	8.3
Bio-chemical oxygen demand in mg/l as O2	1.4
Presumptive coliform count per 100 ml of water	3,600+
Faecal coliform count per 100 ml of water	3,600+

### 3-3 ノース24バルガナス地区

#### 1) Joypur村（ヒ素患者のいる村）訪問

ヒ素患者は深さ120ft程度の個人井戸の水を飲んでいて、ヒ素濃度は、0.15~0.5mg/l程度。2年ほど前からPHEDの掘削した深度150mの井戸水を使用している。その濃度は0.02mg/l以下。水源を代えてから症状は少し改善した。

#### 2) PHED Barasat Division Office 訪問

250人の住民に対して1つの安全な水源を供給することをめざしている。地下水には、ヒ素問題のほか塩水化の問題もある。詳細な地表水の給水計画はまだなく、大まかな案しかない。

#### 3) Habra市のヒ素中毒により家族を亡くした家の訪問

この村は広範囲に汚染されており、多くの人がヒ素中毒で亡くなった。当時は深度80~120ftの井戸水を飲んでいて、現在は、PHEDがおよそ1kmの地点に掘削した深井戸の水を

飲んでいる。この水はヒ素により汚染されていない。1日1回、1家族あたり60リットルの水が配られている。

#### 4) Kalyangarh 市の Ashoknagar にある地下水取水施設視察

PHED が掘削した深井戸 (production well) で、前述した住民が飲み水をここから得ている。井戸の深さは約 420ft である。井戸水は水中モーターポンプにより揚水され、オーバーヘッドタンクに送水し、そこから付近にパイプで配水している。ポンプハウスは 1985 年に建設された。ヒ素濃度は年 3 回測定されているが、現在までのところヒ素は検出されていない。このような地下水給水システムが 72 箇所ある。

#### 5) PHED Barasat Division Office のヒ素分析室視察

2 年前にスペクトロフォトメータを導入し、ヒ素濃度分析を開始した。現在までに 1500 ~ 2000 サンプルを分析した。1 日最大 30 サンプルの分析ができるが、平均すると 1 日 10 ~ 15 サンプルである。しかし、Chemist が 1 人しかおらず、しかもサンプルコレクターがないので、コンスタントに分析できない。政府の井戸は無料で分析するが、民間や NGO のサンプルは受け付けていない。フィールドキットは、アクア製の E-MERCK を使用している。現場サイドとしては、もっとフィールドキットが必要であるとのこと。

#### 6) Basirhat ブロックの Kachua 村訪問

鉄道線路沿いの村。ヒ素患者がいるが、現在は 2 年前に PHED が掘削した小口径深井戸 (深さ 550ft) の地下水を飲んでいる。この水も年 3 回ヒ素分析をおこなっているが、現在までのところヒ素は検出されていない。この村には、PHED がヒ素対策として 3 本の深井戸を掘削した。深さは 550 ~ 600ft。以前は浅井戸の水 (ヒ素濃度 0.1 ~ 0.2mg/l) を飲んでいた。深井戸の水を飲用するようになってから、症状はやや改善した。井戸 1 本あたり約 100 家族 500 人が使用している。この地区の 13 ある村のうち、6 ~ 7 村はまだヒ素対策の井戸がない。

#### 7) Deganga 村訪問、対策井戸視察

ヒ素患者がいるが、2 年前に PHED が小口径の深井戸 (深さ 580ft) を掘削した。この水も年 3 回ヒ素分析をおこなっているが、現在までのところヒ素は検出されていない。この村には、PHED がヒ素対策として 4 本の深井戸が掘削された。いずれもヒ素は検出されていない。以前村人が使用していた浅井戸のうち、162 本をテストしたところ、59 本が 0.05mg/l 以上のヒ素により汚染されていた。最高値は 0.79mg/l。

#### 4. 援助ニーズと我が国協力の可能性

インドにおける地下水のヒ素汚染問題は西ベンガル州に限られており（インド国内では他にもフッ素汚染等の問題もあり）、中央政府の関心は必ずしも高いとは言えない。また、インド側は技術面では相当の自信を持っており、外国援助の必要性については限定的に考えていることから、こうした機関を相手に協力を行うことは、相当の困難が伴うことが予想される。

なお、カルカッタではヒ素問題に対する関心が薄く、外国ドナーは言うに及ばずNGOもあまり動いていない。問題が大々的に報じられた一時期以降、動きが止まっている感さえする。

ここでは調査対処方針であった「西ベンガル州ヒ素水対策計画」に係る要請背景及び今後の課題等を中心に記載する。

##### 4-1 「西ベンガル州ヒ素水対策計画」に係る調査結果（無償資金協力）

ア. 平成8年度に無償資金協力の要請がなされた「西ベンガル州ヒ素水対策計画」については、調査団が情報収集した範囲内では、ヒ素対策のための表流水取水による上水道計画については、費用対効果、工期、操作・維持管理などの観点から、他のドナー国・機関が否定的な見解を示している上、以下のように問題点も多いことから、現時点で右計画に妥当性があると判断することは困難である。

- ① 西ベンガル州では各機関とも問題意識は高いが、横の連絡が悪いこともあり、データの共有や給水計画等の事業調整はほとんどされていない。例えば、カルカッタ市の飲料水の取水地点と北24バルガナス地区の表流水供給案件の計画取水地点は相当近いが、カルカッタ市の上水の拡張計画（27万m<sup>3</sup>/day）があるにもかかわらず、これとは無関係に北24バルガナス地区の給水計画（3.3万m<sup>3</sup>/day）が策定され、しかも導水管はほぼ同じルートとなっている。
- ② 要請された無償案件の規模は大きく、1ヶ所の取水地点から水を供給するには問題が多い上に、このような大型プロジェクトでは維持・管理や運営にコストと人手、時間がかかり、インド側の負担も大きい。
- ③ PHEDは少ないデータで全体を判断しており、地下水が直ぐにも全面的に汚染されかねないと考えているふしがある。また、汚染マップや対策のM/Pさえ策定することなく、大規模な新規事業を計画している。

イ. このため、要請越している右案件については、今後、先方への質問状の回答を待つて検討を行うこととするが、追加調査の必要性・可能性を含め最終的に結論を出すのが適当と考えられる。

ウ、 現地を踏査してみると、地域によっては深い帯水層の地下水でヒ素を含まない水を得ている所がある。そこでは現在までのところヒ素汚染が発生していないといった状況もあり、調査により地表水に頼らざるを得ない地域、ヒ素を含まない地下水が利用できる地域を区分し、それにもとづき具体的な計画を立案することがまず必要と考えられる。無償援助から実施するよりは、計画をより具体化し、効率的に安全な水供給を行うための調査を行うことも必要と考えられる。

#### 4-2 その他の協力

その他の日本の協力に関する要望については、ヒ素除去プラントのスラッジ処理技術といったものを除きインド側から特に提案されなかったが、当面考えられるヒ素汚染対策に対する協力としては、フィールド・テスト・キットや室内用の試験・分析機器等、緊急性の高い小規模の案件について、地方政府やNGOを通じた草の根無償を活用することが有効と思料される。

## 付 属 資 料

1. 質問書
2. 主要面談者リスト
3. 収集資料リスト

## 1. 質問書

# Questionnaire Project Formation Study on Arsenic Mitigation in Bangladesh

## Ministry of Local Government, Rural Development and Co-operatives

1. Please supply the following data to the Study Team:
  - 1) Organization Chart
    - a) The Government of Bangladesh.
    - b) The Ministry of Local Government, Rural Development and Co-operatives (MOLG)
  - 2) Balance Sheet for 1995, 1996, and 1997, and Budget for 1998
    - a) The Government of Bangladesh
    - b) MOLG
  - 3) National Five Year Plan
    - a) The last National Five Year Plan
    - b) Outcome of the last National Five Year Plan
    - c) The present National Five Year Plan
    - d) The progress of the Plan at present.
  - 4) National Development Plan
    - a) If you have any Development Plan(s) other than the above-named Plan, please give us the related information in detail with maps and drawings.
    - b) Budgetary arrangement for this Development Plan(s).

Questionnaire  
Project Formation Study on  
Arsenic Mitigation  
in Bangladesh

Ministry of Water Development

1. Please supply the following data to the Study Team:
  - 1) Organization Chart of Your Ministry
  - 2) Development Plan  
If you have any Development Plan other than National Five Year Plan on water resource development, please give us the related information in detail with maps and drawings.
2. Please inform and give the hydrological regime of river(s) adjacent to Chuadanga district.
  - a) Drought-period water quantity and level
  - b) Normal time water quantity and level
  - c) Flood water quantity and level
  - d) Maximum drought-period water quantity and level
  - e) Maximum flood water quantity and level
  - f) Planned high water quantity and level
  - g) Observation point/place name of the above data
  - h) Please supply maps on which related river(s) are shown with the above-mentioned Observation point/place.
  - i) Test results of water quality on the above river(s).
3. Please give us the following information:
  - a) Whether a water right that may be newly requested for water supply is acceptable.
  - b) Are there any restrictions for diverting water for water supply?

Questionnaire  
Project Formation Study on  
Arsenic Mitigation  
in Bangladesh

Department of Public Health Engineering

1. Please supply the following data to the Study Team:
  - 1) Organization Chart of your Department.
  - 2) Staff number in every section.
  - 3) Balance sheet for 1995, 1996, and 1997, and Budget for 1998
  
2. Population census records for the last two censuses.
  - 1) When the last census was carried out?
  - 2) When the second last census was executed?
  - 3) Please supply the above-mentioned census data in division-wise and district-wise levels.
  - 4) Please give us the map of administrative boundary for every division and district.
  
3. Improvement Plans on Water Supply Systems in South-24 Parganas, Murshidabad, Maldah and Nadia Districts
  - 1) Please inform the above Plans for every district with related drawings.
  - 2) Please supply the following data for the captioned districts:
    - a) When were the Plans formulated?
    - b) Progress of every Plan.
    - c) Budgetary arrangement for the past and coming years.
    - d) Outcome of the projects based on the Plans.
  
4. Arsenic Mitigation Projects in the Past Years
  - 1) Please give the following data on the captioned matter:
    - a) Project names and locations.
    - b) Project capacities/sizes.
    - c) Completed years.
    - d) Number of beneficiary for every Project.

- 2) Please supply the general maps of the Project and Project layouts.
5. Areas Contaminated with Arsenic
    - 1) Please give the up-to-date data of contaminated areas in figure.
    - 2) Please give the map(s) on which the said areas are depicted.
  6. Surface Water Sources adjacent to the Areas Contaminated with Arsenic
    - 1) Please inform available surface water sources near the said areas, if any.
    - 2) Please supply the locations of the available sources on maps.
    - 3) Please give any related information on water rights for obtaining the water
  7. Action Plan on Arsenic Mitigation Project
    - 1) Please supply the captioned Action Plan which is to be planned out by the Bangladesh Government.
    - 2) Please inform us the budgetary arrangement/background for the Project.
    - 3) What is the first priority project(s) stated in the Action Plan
  8. Grappling with the Arsenic Mitigation Project
    - 1) Please inform the present condition/progress for the mitigating action.
    - 2) What kind of countermeasures has been carried out against the Project?
    - 3) Please inform the arranged budget for the Project.
    - 4) What kind of executing body(s) were set up for the Project execution?
  9. Epidemic Diseases Prevailing Widely
    - 1) Please inform us the following as to the main 10 epidemic diseases.
      - a) Number of patients
      - b) Patient number per 10,000 inhabitants
    - 2) Please inform us the following data.
      - a) Mortality
      - b) Infant mortality
      - c) Average life expectancy
  10. Arsenic Mitigating Equipment as Countermeasures
    - 1) If such Equipment has been set as one of the countermeasures. please give the following information.
      - a) Where and when the Equipment was set?
      - b) Who set it?
      - c) Which type of the Equipment was it?
      - d) Results of setting the Equipment.
    - 2) If not, please inform us whether you have such installation plans.

Questionnaire  
Project Formation Study on  
Arsenic Mitigation  
in Bangladesh

Dhaka Water Supply and Sewerage Authority

1. Please supply the following data to the Study Team:
  - 1) Organization Chart of your Authority.
  - 2) Staff number in every section.
  - 3) Breakdown of employees in number  
 (engineer, assistant engineer, technician, worker, clerk, assistant clerk, and other staff)
2. Please fill the following table with your related data on the water supply.

	1996	1997	1998
Expenditure .....			
Salary .....			
Depreciation .....			
Power & Fuel .....			
Chemicals.....			
Repair Works .....			
Others .....			
Income .....			
Water Sales .....			
Subsidy .....			
Others .....			
Production ( $\times 1,000 \text{ m}^3$ ) .....			
Sold Water ( $\times 1,000 \text{ m}^3$ ) .....			
No. of Taps .....			
No. of Meters .....			
No. of Public Taps .....			
Served Population .....			

3. Please supply the following data on the water supply systems.

- 1) The map on which the service area, locations of wells and treatment plants and main pipelines are shown.
- 2) Area of the service area (km<sup>2</sup>)
- 3) Unaccounted-for-water ratio
- 4) Maximum daily supply (m<sup>3</sup>/day)
- 5) Average daily supply □(m<sup>3</sup>/day)
- 6) Domestic consumption (m<sup>3</sup>/day)
- 7) Commercial consumption (m<sup>3</sup>/day)
- 8) Industrial consumption (m<sup>3</sup>/day)

4. Please give your water rate schedule.

	<u>Basic Rate</u>		<u>Additional Rate</u>	
	Volume(m <sup>3</sup> )	Rate	Volume(m <sup>3</sup> )	Rate
Domestic	.....	.....	.....	.....
Commercial	.....	.....	.....	.....
Industrial	.....	.....	.....	.....
Public Tap	.....	.....	.....	.....
Others	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

5. Please tell us the type of your water sources :

<u>Type of Source</u>	<u>No. of Source</u>	<u>Intake Capacity</u>
Surface Water		
River water	.....	m <sup>3</sup> /day
Impounded	.....	m <sup>3</sup> /day
Underground		
Shallow Well	.....	m <sup>3</sup> /day
Water Deep Well	.....	m <sup>3</sup> /day
Others	.....	m <sup>3</sup> /day
.....	.....	m <sup>3</sup> /day
Total	.....	m <sup>3</sup> /day

6. Please supply us the laboratory test results of the above water sources for raw water and treated/tapped water.

7. Design Criteria

Please inform us your design criteria as follows:

- a) Per capita consumption ( λ /c/day) for urban and rural areas

- b) Rate of Loading (average daily supply)/(maximum daily supply)
- c) Minimum residual pressure (kgf/cm<sup>2</sup>)

8. Please inform the following wages a day.

<u>Labor</u>	<u>Wage</u>	<u>Labor</u>	<u>Wage</u>
Worker .....		Driver .....	
Forman .....		Construction Machinery Operator	
Carpenter .....		.....	
Electric Worker .....		Clerk .....	
Welding Worker .....		Office Boy .....	
Piping Worker .....		Secretary .....	
		Typist .....	

9. Please inform the following material unit costs.

<u>Material</u>	<u>Unit Cost</u>
Sand for concrete .....	/m <sup>3</sup>
Gravel for concrete .....	/m <sup>3</sup>
Cobble (25□~□30 cm) .....	/m <sup>3</sup>
Portland Cement (50 kg/sack) .....	/sack
Steel Bar (Dia. 13□~□32 mm) .....	/ton
Shape Steel (Channel/Angle) .....	/ton
Concrete Form Panel	
(Thickness 10□~□12 mm) .....	/m <sup>2</sup>
Wood Board (Thickness 10□~12 mm) .....	/m <sup>3</sup>
Wood Column (□□10 cm or so) .....	/m <sup>3</sup>
Steel Wire (Dia. 1□~□2.5 mm) .....	/kg
Gasoline .....	/λ
Petrol .....	/λ

10. Please give us the following construction costs.

<u>Work</u>	<u>Unit Cost</u>
Excavation (by manual) .....	/m <sup>3</sup>
Excavation (by machine) .....	/m <sup>3</sup>
Backfill (by manual) .....	/m <sup>3</sup>
Backfill (by machine) .....	/m <sup>3</sup>
Concrete (1□:□2□:□4, without steel bar & form) .....	/m <sup>3</sup>

Concrete (1:3:6,  
without steel bar & form) ..... /m<sup>3</sup>

Questionnaire  
Project Formation Study on  
Arsenic Mitigation  
in India

Ministry of Rural Development

1. Please supply the following data to the Study Team:

- 1) Organization Chart
  - a) The Government of India.
  - b) The Ministry of Rural Development
  
- 2) Balance Sheet for 1995, 1996, and 1997, and Budget for 1998
  - a) The Government of Bangladesh
  - b) The Ministry of Rural Development
  
- 3) National Five Year Plan
  - a) The last National Five Year Plan
  - b) Outcome of the last National Five Year Plan
  - c) The present National Five Year Plan
  - d) The progress of the Plan at present.
  
- 4) National Development Plan
  - a) If you have any Development Plan(s) other than the above-named Plan, please give us the related information in detail with maps and drawings.
  - b) Budgetary arrangement for this Development Plan(s).

Questionnaire  
Project Formation Study on  
Arsenic Mitigation  
in India

Public Health Engineering Department, Government of West Bengal

1. Please supply the following data to the Study Team:
  - 1) Organization Chart of the Government of West Bengal
  - 2) Organization Chart of your Department.
  - 3) Staff number in every section of your Department.
  - 4) Balance sheet for 1995, 1996, and 1997, and Budget for 1998 for the Government of West Bengal.
  - 5) Balance sheet for 1995, 1996, and 1997, and Budget for 1998 for your Department
  
2. Population census records for the last two censuses.
  - 1) When the last census was carried out?
  - 2) When the second last census was executed?
  - 3) Please supply the above-mentioned census data in division-wise and district-wise levels.
  - 4) Please give us the map of administrative boundary for every division and  district.
  
3. Areas Contaminated with Arsenic
  - 1) Please give the up-to-date data of contaminated areas in figure.
  - 2) Please give the map(s) on which the said areas are depicted.
  
4. Surface Water Sources adjacent to the Areas Contaminated with Arsenic
  - 1) Please inform available surface water sources near the said areas, if any.
  - 2) Please supply the locations of the available sources on maps.
  - 3) Please give any related information on water rights for obtaining the water
  
5. Action Plan on Arsenic Mitigation Project
  - 1) Please supply the captioned Action Plan which is to be planned out by your Government.
  - 2) Please inform us the budgetary arrangement/background for the Project.

3) What is the first priority project(s) stated in the Action Plan

6. Grappling with the Arsenic Mitigation Project

- 1) Please inform the present condition/progress for the mitigating action.
- 2) What kind of countermeasures has been carried out against the Project?
- 3) Please inform the arranged budget for the Project.
- 4) What kind of executing body(s) were set up for the Project execution?

7. Epidemic Diseases Prevailing Widely

- 1) Please inform us the following as to the main 10 epidemic diseases.
  - a) Number of patients
  - b) Patient number per 10,000 inhabitants
- 2) Please inform us the following data.
  - a) Mortality
  - b) Infant mortality
  - c) Average life expectancy

8. Arsenic Mitigating Equipment as Countermeasures

- 1) If such Equipment has been set as one of the countermeasures. please give the following information.
  - a) Where and when the Equipment was set?
  - b) Who set it?
  - c) Which type of the Equipment was it?
  - d) Results of setting the Equipment.
- 2) If not, please inform us whether you have such installation plans.

Questionnaire  
Project Formation Study on  
Arsenic Mitigation  
in India

Water Supply Authority

1. Please supply the following data to the Study Team:

- 1) Organization Chart of your Authority.
- 2) Staff number in every section.
- 3) Breakdown of employees in number  
 (engineer, assistant engineer, technician, worker, clerk, assistant clerk, and other staff)

2. Please fill the following table with your related data on the water supply.

	1996	1997	1998
Expenditure .....			
Salary .....			
Depreciation .....			
Power & Fuel .....			
Chemicals .....			
Repair Works .....			
Others .....			
Income .....			
Water Sales .....			
Subsidy .....			
Others .....			
Production ( $\times 1,000 \text{ m}^3$ ) .....			
Sold Water ( $\times 1,000 \text{ m}^3$ ) .....			
No. of Taps .....			
No. of Meters .....			
No. of Public Taps .....			

Served Population .....

3. Please supply the following data on the water supply systems.

- 1) The map on which the service area, locations of wells and treatment plants and main pipelines are shown.
- 2) Area of the service area (km<sup>2</sup>)
- 3) Unaccounted-for-water ratio
- 4) Maximum daily supply (m<sup>3</sup>/day)
- 5) Average daily supply □(m<sup>3</sup>/day)
- 6) Domestic consumption (m<sup>3</sup>/day)
- 7) Commercial consumption (m<sup>3</sup>/day)
- 8) Industrial consumption (m<sup>3</sup>/day)

4. Please give your water rate schedule.

Volume(m <sup>3</sup> )	Basic Rate		Additional Rate	
	Rate	Volume(m <sup>3</sup> )	Rate	
Domestic .....	.....	.....	.....	.....
Commercial .....	.....	.....	.....	.....
Industrial .....	.....	.....	.....	.....
Public Tap .....	.....	.....	.....	.....
Others .....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

5. Please tell us the type of your water sources :

Type of Source	No. of Source	Intake Capacity
Surface Water River water .....	.....	m <sup>3</sup> /day
Impounded .....	.....	m <sup>3</sup> /day
Underground Shallow Well .....	.....	m <sup>3</sup> /day
Water Deep Well .....	.....	m <sup>3</sup> /day
Others .....	.....	m <sup>3</sup> /day
.....	.....	m <sup>3</sup> /day
Total .....	.....	m <sup>3</sup> /day

6. Please supply us the laboratory test results of the above water sources for raw water and treated/tapped water.

7. Design Criteria

Please inform us your design criteria as follows:

- a) Per capita consumption ( $\lambda$  /c/day) for urban and rural areas
- b) Rate of Loading (average daily supply)/(maximum daily supply)
- c) Minimum residual pressure (kgf/cm<sup>2</sup>)

8. Please inform the following wages a day.

Labor	Wage	Labor	Wage
Worker	.....	Driver	.....
Forman	.....	Construction Machinery Operator	.....
Carpenter	.....		.....
Electric Worker	.....	Clerk	.....
Welding Worker	.....	Office Boy	.....
Piping Worker	.....	Secretary	.....
		Typist	.....

9. Please inform the following material unit costs.

Material	Unit Cost
Sand for concrete	/m <sup>3</sup>
Gravel for concrete	/m <sup>3</sup>
Cobble (25□~□30 cm)	/m <sup>3</sup>
Portland Cement (50 kg/sack)	/sack
Steel Bar (Dia. 13□~□32 mm)	/ton
Shape Steel (Channel/Angle)	/ton
Concrete Form Panel (Thickness 10□~□12 mm)	/m <sup>2</sup>
Wood Board (Thickness 10□~12 mm)	/m <sup>3</sup>
Wood Column (□□10 cm or so)	/m <sup>3</sup>
Steel Wire (Dia. 1□~□2.5 mm)	/kg
Gasoline	/λ
Petrol	/λ

10. Please give us the following construction costs.

Work	Unit Cost
Excavation (by manual)	/m <sup>3</sup>
Excavation (by machine)	/m <sup>3</sup>
Backfill (by manual)	/m <sup>3</sup>

Backfill (by machine) ..... /m<sup>3</sup>  
Concrete (1□:□2□:□4,  
without steel bar & form) ..... /m<sup>3</sup>  
Concrete (1□:□3□:□6,  
without steel bar & form) ..... /m<sup>3</sup>

Questionnaire  
Project Formation Study on  
Arsenic Mitigation  
in Bangladesh

The JICA Mission for the Project Formulation Study on Arsenic Mitigation in Bangladesh and India would like to have the following information. If there are documents available to answer specific questions, please state brief summary here and kindly provide us those documents.

<To all agencies in Bangladesh>

Section A: General Information on the Arsenic Problem in Bangladesh  
(Questions by 23 Mach 1998)

1. When did you notice the arsenic problem in Bangladesh?
2. Is your organization attending the National Steering Committee? If so, what is your contribution in the committee?
3. Which area (district) is most affected by arsenic contamination?
4. What is your viewpoint to the previous International Conference on Arsenic Pollution of Groundwater in Bangladesh held in Dhaka?
5. What is the best way to measure arsenic concentration in the field?
6. Do you think that source of water supply must be changed to surface water?
7. Which kind of Japanese ODA is necessary to combat the arsenic problem?

<To World Bank>

Section A: General Information on the Arsenic Problem in Bangladesh  
(Questions by 23 March 1998)

1. Could you explain the latest status of WB's five years action plan?

2. What is the basic idea and objectives of your action plan?
3. Which areas (districts) will be covered by your action plan?
4. How do you evaluate the activities of the National Steering Committee?
5. Do you have good communication with the National Steering Committee?
6. Why did you select the DPHE as your counterpart agency?
7. Do you think the DPHE has enough capacity to combat arsenic problem?
8. How is the relationship between WB and other international organizations?
9. How do you think an idea of not using groundwater, using only surface water for safe water supply?
10. What do you expect from Govt. of Bangladesh to combat arsenic problem as well as to supply safe drinking water?
11. What will you expect from the results of DfID project? After obtaining the results, what is your process to carry out your action plan?

#### Section B: Information on NAMIC

(Questions by 23 March 1998)

1. How do you collect various data on the arsenic problem from different organizations?
2. Where do you set up NAMIC? Who will operate NAMIC system?
3. How is the relationship between NAMIC and existing data center such as EGIS?
4. How do you use NAMIC system for public awareness?

(Questions after 23 March 1998)

5. What type of software and hardware do you use in NAMIC?

#### Section C: Information on TOAG

(Questions by 23 March 1998)

1. Who will be the members of PMU?

2. What are the concrete activities of PMU?

#### Section D: information on On-Site Mitigation

(Questions by 23 March 1998)

1. What are your criteria to select candidate villages?
2. How many villages or sites will be selected for On-Site Mitigation Project?
3. How can you know the feasibility of constructing deep tube wells or treatment plants?
4. What is the time schedule to carry out the On-Site Mitigation project?

<To National Steering Committee>

(Questions by 23 March 1998)

1. Could you explain the background of establishment of the committee?
2. How often do you hold meeting?
3. Could you show us the structure of the committee?
4. What are your current topics to tackle the arsenic problem?
5. Do you disclose contents of discussion to the public?

(Questions after 23 March 1998)

6. Do you have working groups for specified topics in the committee? If so, could you tell us the activities of those working groups?

<To DPHE>

(Questions by 23 March 1998)

1. How is the progress of DfID project?
2. What kind of field kit do you use to measure arsenic concentration in the field?
3. Do you have any problems to use the field kit? If so, what is necessary to solve the problem?
4. Now you are going to construct deep tube wells to get safe groundwater. Could you explain your detailed plan to construct deep tube wells?
5. Is the groundwater from deep tube wells really safe?

6. Have you investigated the nature of deep aquifers prior to construct deep tube wells?
7. To avoid contamination from shallow contaminated aquifer is crucial. How do you manage it?
8. Are your arsenic analyzing laboratories functioning well? Could you tell us the capacities and accuracy of arsenic analysis?
9. Do your hydrogeologists have good communication with BWDB hydrogeologists?
10. What will be needed to strengthen your activities to combat the arsenic problem?

<To BWDB>

(Questions by 23 March 1998)

1. What kind of hydrogeological data/information do you have?
2. Could you tell us your groundwater monitoring system?
3. Do you have a plan to perform regular arsenic monitoring in your monitoring wells?
4. What is your future plan to strengthen your existing monitoring network?
5. Do you have your own database system of groundwater?
6. What are you doing your own activities against the arsenic problem?
7. What are the outcomes from your investigation in Chapai Nawabganj and other areas?
8. How do you evaluate the arsenic analysis in Dhaka University and Atomic Energy Commission?
9. You have various experiences to develop groundwater resources. What is your idea about appropriate groundwater management and quality control?
10. What is your idea on conjunctive use of surface water and groundwater?
11. What do you think about the mechanism of groundwater contamination by arsenic?
12. Do you think the water from deep tube wells is safe?
13. How BWDB is involved in the WB's project?

14. There is a hypothesis that heavy groundwater pumpage for irrigation is one of the reasons to cause arsenic contamination. What do you think about this point?
15. Do you have any master plans to develop groundwater resources in future?
16. Do you have any data of historical groundwater use in Bangladesh?

<To UNICEF>

(Questions by 23 March 1998)

1. You are using field kit made in India. How do you evaluate the field kit?
2. How is your progress to set up field kit maker in Bangladesh with assistance from Indian Company?
3. What is your latest status of demarcating arsenic hazards?
4. Could you explain the plan of drilling 80,000 tube wells with installation of Tara pump?
5. What are your criteria to allocate a new well site?
6. How is the progress of awareness campaign in the selected 3 Unions?
7. How are your works together with NGO's, DCH, Gonosahajjo Sangstha (GSS), and Grameen Bank (GB)?

<To WHO>

(Questions by 23 March 1998)

1. What is your contribution to combat the arsenic problem in Bangladesh?
2. What are the outcomes from the regional consultation held in New Delhi, 1997?
3. What have you done for Immediate Relief Measures after the consultation?
4. What is the present status of Long-Term Measures?
5. Are there any organizations working for the Recommendations for Action?
6. What is your plan to combat the arsenic problems from now?

<To Geological Survey of Bangladesh (GSB)>

(Questions by 23 March 1998)

1. Could you explain your source and mechanism finding project funded by DfID?
2. So far what is your idea about the mechanism of arsenic contamination?
3. What kind of equipment do you use to analyze arsenic concentration of soil and water?
4. Which area (district) do you select to carry out your investigation?
5. Do you exchange data and information with Dhaka University and Rajshahi University?
6. Why arsenic contamination is found from Sylhet basin?
7. Have you done any microscopic analyses using core samples?
8. Do you have any information of arsenic concentration in deeper aquifers?
9. Do you have any ideas of collaboration project with Geological Survey of India (GSI)?

<To NIPSOM>

(Questions by 23 March 1998)

1. What is the present activity of NIPSOM against the arsenic problem?
2. How is the AAN-NIPSOM field kit working?
3. Could you give us your idea on merits and demerits of field kits used in Bangladesh?
4. Could you explain your simple method to remove arsenic from groundwater?
5. How do you think the difference of arsenic contamination maps among NIPSOM, UNICEF, and DCH?
6. What is your awareness campaign program for village people?
7. What is your training program for local doctors?

<To DCH>

(Questions by 23 March 1998)

1. Could you introduce a summary of the "International Conference on Arsenic Pollution of Groundwater in Bangladesh: Causes, Effects and Remedies"

2. Did you get new ideas from the conference to solve the arsenic problem?
3. Could you explain your results of 200-village survey?
4. What is your next strategy to combat the arsenic problem?
5. How do you think about the activities of National Steering Committee?
6. What is your opinion about the World Bank's action plan?
7. How do you evaluate the activities of NIPSOM?
8. Which filed kit is the best one to be used in Bangladesh?
9. Could you explain the present status of Indo-Bangladesh cooperation on arsenic pollution?
10. When will your new hospital building be completed?
11. Now you are sending water samples to Jadavpur University. Do you have any idea to set up laboratory equipment for arsenic analysis in your hospital?

<To NGO's>

(Questions by 23 March 1998)

1. Could you explain your activities?
2. Do you get any funds from domestic and/or international organizations?
3. In your activities, do you have any problems related to the arsenic pollution?
4. How can you contribute to combat the arsenic problem?
5. What kind of assistance do you need for your activities?

Questionnaire  
Project Formulation Study on  
Arsenic Mitigation  
in India

The JICA Mission for the Project Formulation Study on Arsenic Mitigation in Bangladesh and India would like to have the following information. If there are documents available to answer specific questions, please state brief summary here and kindly provide us those documents.

<To all agencies in India>

Section A: General Information on the Arsenic Problem in India  
(Questions by 12 Mach 1998)

8. When did you notice the arsenic problem in India?
9. Which area (district) is most affected by arsenic contamination?
10. What is your viewpoint to the previous Regional Consultation organized by WHO in 1997 held in Delhi?
11. Do you think that source of water supply must be changed to surface water?
12. Which kind of Japanese ODA is necessary to combat the arsenic problem?

<To Central Ground Water Board>

12. What is your activity to combat the arsenic problem?
13. What is your regional office's activity?
14. Do you have groundwater monitoring network in West Bengal?
15. Do you have groundwater pumpage data in West Bengal?
16. Have you done any studies on the arsenic contamination?

<To State Ground Water Department of West Bengal>

1. What is your activity to combat the arsenic problem?
2. Do you have groundwater monitoring network in West Bengal?
3. Do you have groundwater pumpage data in West Bengal?
4. Have you done any studies on the arsenic contamination?
5. What kind of field kit or equipment do you use to measure arsenic concentration?
6. Have you done hydrogeological investigation in West Bengal after the arsenic problem emerged?

<Geological Survey of India>

11. Have you done any hydrogeological investigations to reveal the mechanism of arsenic contamination?
12. Do you have field kit or equipment to measure arsenic concentration?
13. Is the groundwater pumped from deep tube wells is safe?
14. What is your plan to combat the arsenic problem?

<To SOES, Jadavpur University>

1. Could you explain your activities from past to present?
2. What do you request to local government and central government?
3. What is the best way to supply safe water to the people?
4. What kind of equipment do you use to measure arsenic concentration?
5. Do you have any database on water quality as well as patient?
6. Did you get new ideas to combat the arsenic problem from the International Conference held in Dhaka?
7. Do you have collaboration projects with other organizations?
8. How is your potable arsenic removal kit working?

<To CSIR>

1. Do you have any research institute to study the arsenic problem?
2. Is there any technology mission on the arsenic problem?
3. How many institutes do you have where arsenic concentration of soil and water can be measured?

Questionnaire of Project Formulation Study by JICA on  
Arsenic Mitigation in West Bengal, India

RE: PHED's groundwater supply schemes and  
hydrogeological and groundwater conditions in North 24 Parganas district

1. Please provide the following groundwater data to the Study Team:
  - 1) Arsenic contamination map of groundwater in North 24 Parganas district with the list of measuring point, As concentration, measured date, and well descriptions.
  - 2) Distribution of saline groundwater by area and by aquifer.
  - 3) Monitoring data of groundwater levels and chemical parameters over time including As by SWID.
  
2. Please provide the following hydrogeological data to the Study Team:
  - 1) Hydrogeological map of North 24 Parganas district and West Bengal.
  - 2) Hydrogeological profiles of North 24 Parganas district.
  - 3) Location of PHED's groundwater wells, well type, well diameter, pump type, well depth, screen depth, groundwater level, water quality including As.
  - 4) Lithological data, bore hole logging data, well structure data, and pumping test data of the production wells.
  - 5) Aquifer characteristics' data such as aquifer/aquitard structure, isopach, specific capacity, transmissivity and hydraulic conductivity of each aquifer unit, etc.
  
3. Please provide the following information regarding your PHED's groundwater supply schemes.
  - 1) Location map of existing/on-going/planning groundwater supply schemes in North 24 Parganas district with the locations of wells, pipelines, OHTs, etc.
  - 2) Specific data on well description, production of each well, service population, service area, nos. of connections, and cost of those groundwater supply schemes.

## 2. 主要面談者リスト

### 2. 1 バングラデシュにおける主要面談者リスト

#### 1) 在バングラデシュ日本国大使館

金子義和 特命全権大使  
真田 仁 一等書記官

#### 2) 国際協力事業団バングラデシュ事務所

岡崎有二 所長  
木邨洗一 次長  
松島正明 所員  
乳原初子 医療調整員  
春井美由紀 調整員  
Altaf Ali Senior Adviser

#### 3) Economic Relation Division (ERD), Ministry of Finance

Suhel Ahmed Additional Secretary of ERD  
Nurul Hoque Mazumden Assistant Chief of ERD

#### 4) Ministry of Local Government, Rural Development and Cooperatives

Syed Anwarul Islam Joint Secretary, Local Government Division

#### 5) Ministry of Health and Family Welfare

Mohammad Ali Secretary, Ministry of Health and Family Welfare

#### 6) Department of Public Health and Engineering (DPHE)

S.A.K.M. Shafique Chief Engineer of DPHE  
Kazi Nasiruddin Ahmad Additional Chief Engineer of DPHE  
A.K.M. Nurul Anwar Director General, Directorate General of Health Services

#### 7) National Institute of Preventive and Social Medicine (NIPSOM)

A.Z.M. Iftikhar Hussain Project Director of NIPSOM  
Abdul Wadud Khan Department of Occupational & Environmental Health,  
NIPSOM  
S.K. Akhtar Ahmad Department of Occupational & Environmental Health,  
NIPSOM  
M.H. Salim Ullah Sayed Department of Occupational & Environmental Health,  
NIPSOM



## 2. 2 インドにおける主要面談者リスト

### 1) 在インド日本国大使館

平林 博	特命全権大使
田辺隆一	公使
川上 良	参事官
駒野欣一	参事官
村田義明	一等書記官

### 2) 在カルカッタ日本国総領事館

湯浅 勤	副領事
------	-----

### 3) 国際協力事業団インド事務所

熊野秀一	所長
田中俊昭	次長
清水 勉	所員

### 4) 海外経済協力基金ニューデリー駐在員事務所

武貞稔彦	駐在員
松田俊夫	次席駐在員
M.P. Singh	Technical Project Officer

### 5) Ministry of Finance, Department of Economic Affairs

Rama Murali	Joint Secretary, Department of Economic Affairs, MoF
V. Bhaskar	Director, Department of Economic Affairs, MoF

### 6) Ministry of Rural Areas and Employment, Rajiv Gandhi National Drinking Water Mission (RGNDWM)

Sanjay Mitra	Director, RGNDWM
N. Kittu	Officer-on-Special Duty, RGNDWM
S Rajagopalan	Under-Secretary, RGNDWM

### 7) Public Health Engineering Department (PHED), Government of West Bengal

Sushanta Kumar Giri	Deputy Secretary, PHED of Government of West Bengal
Asesh Ray	Chief Engineer, Water Quality Management, PHED of Government of West Bengal
M. K. Nag	Study Engineer, PHED of Government of West Bengal
P. R. Basu Dhar	Chief Engineer, Water Quality Management, PHED, Govt. of West Bengal
A. C. Datta	Deputy Superintending Engineer, Planning Circle-1, PHED,

- D. P. Ray Chaudhury                      Govt. of West Bengal  
O. S. D. Monitoring Cell, DPHE
- 8) World Bank, UNDP  
N. K. Bandyopadhyay                      Irrigation Engineer, World Bank in New Delhi
- 9) United Nations International Children's Emergency Fund (UNICEF)  
Henk Van Norden                      Coordinator (Water Supply), UNICEF  
Arun Kumar Mudgal                      Project Officer, Water & Environment Sanitation Section,  
UNICEF  
Wishwas Joshi                      Project Officer, Water & Environment Sanitation Section,  
UNICEF  
Chandan Sengupta                      Project Officer (Sanitation), UNICEF  
Kalidas Ray                      Project Officer (Water and Environment), UNICEF
- 10) World Health Organization (WHO)  
J. C. John Pospisilik                      Environmental engineer, Regional Advisor on Environmental  
Health  
A. Pierre Hirano                      Environmental Health Engineer, Promotion of Environmental  
Health
- 11) Jadavpur University, Calcutta City, India  
Dipankar Chakraborti                      Director, School of Environmental Studies, Jadavpur  
University

### 3. 収集資料リスト

#### 3. 1. バングラデシュ関連収集資料

- 資料番号 : No. 1  
資料名称 : Interim Report : UNICEF/DPHE Arsenic Mitigation Program  
発行機関 : UNICEF Bangladesh  
資料形態 : レポート (コピー)
- 資料番号 : No. 2  
資料名称 : Population Growth and Structure 1961 - 2010  
発行機関 : Bangladesh Bureau of Statistics  
資料形態 : レポート (オリジナル)
- 資料番号 : No. 3  
資料名称 : Report of Study of the Impact of the Bangladesh, Rural Electrification Program on Groundwater Quality  
発行機関 : United States Agency for International Development (USAID)  
資料形態 : レポート (コピー)
- 資料番号 : No. 4  
資料名称 : Arsenic Contamination in Groundwater in Bangladesh, Status Review and Proposal for Rapid Investigative Phase  
発行機関 : World Bank  
資料形態 : レポート (コピー)
- 資料番号 : No. 5  
資料名称 : Spatial Information System for Arsenic Mitigation Programs  
発行機関 : Environment and GIS Support Project for Water sector Planning (DGHS)  
資料形態 : レポート (コピー)
- 資料番号 : No. 6  
資料名称 : 18 District Towns Project, Tender Documents for Construction of Arsenic Removal Plant  
発行機関 : Netherlands-Bangladesh Development Cooperation Program Office  
資料形態 : レポート (コピー)

### 3. 2 インド関連収集資料

資料番号 : No. 7  
資料名称 : Annual Report 1996-97  
発行機関 : Ministry of Rural Areas and Employment, Government of India  
資料形態 : レポート (オリジナル)

資料番号 : No. 8  
資料名称 : Report of the Expert Committee on Rural Water supply Program  
発行機関 : Rajiv Gandhi National Drinking Water Mission, Ministry of Rural Development  
資料形態 : レポート (オリジナル)

資料番号 : No. 9  
資料名称 : Arsenic in Drinking Water and Resulting Arsenic Toxicity in India and Bangladesh  
発行機関 : World Health Organization  
資料形態 : レポート (オリジナル)

資料番号 : No. 10  
資料名称 : Surface Water Supply Scheme for arsenic Affected Areas o North-24 Parganas District  
発行機関 : Public Health Engineering Directorate, Government of West Bengal  
資料形態 : レポート (オリジナル)

資料番号 : No. 11  
資料名称 : Emergency Water Supply Project in Part of Arsenic Affected area of North-24 Parganas  
発行機関 : Public Health Engineering Directorate, Government of West Bengal  
資料形態 : レポート (コピー)

資料番号 : No. 12  
資料名称 : Water Supply Project for Arsenic Affected Areas of North-24 Parganas District in the State of West Bengal, India  
発行機関 : Public Health Engineering Department, Government of West Bengal  
資料形態 : レポート (コピー)

