

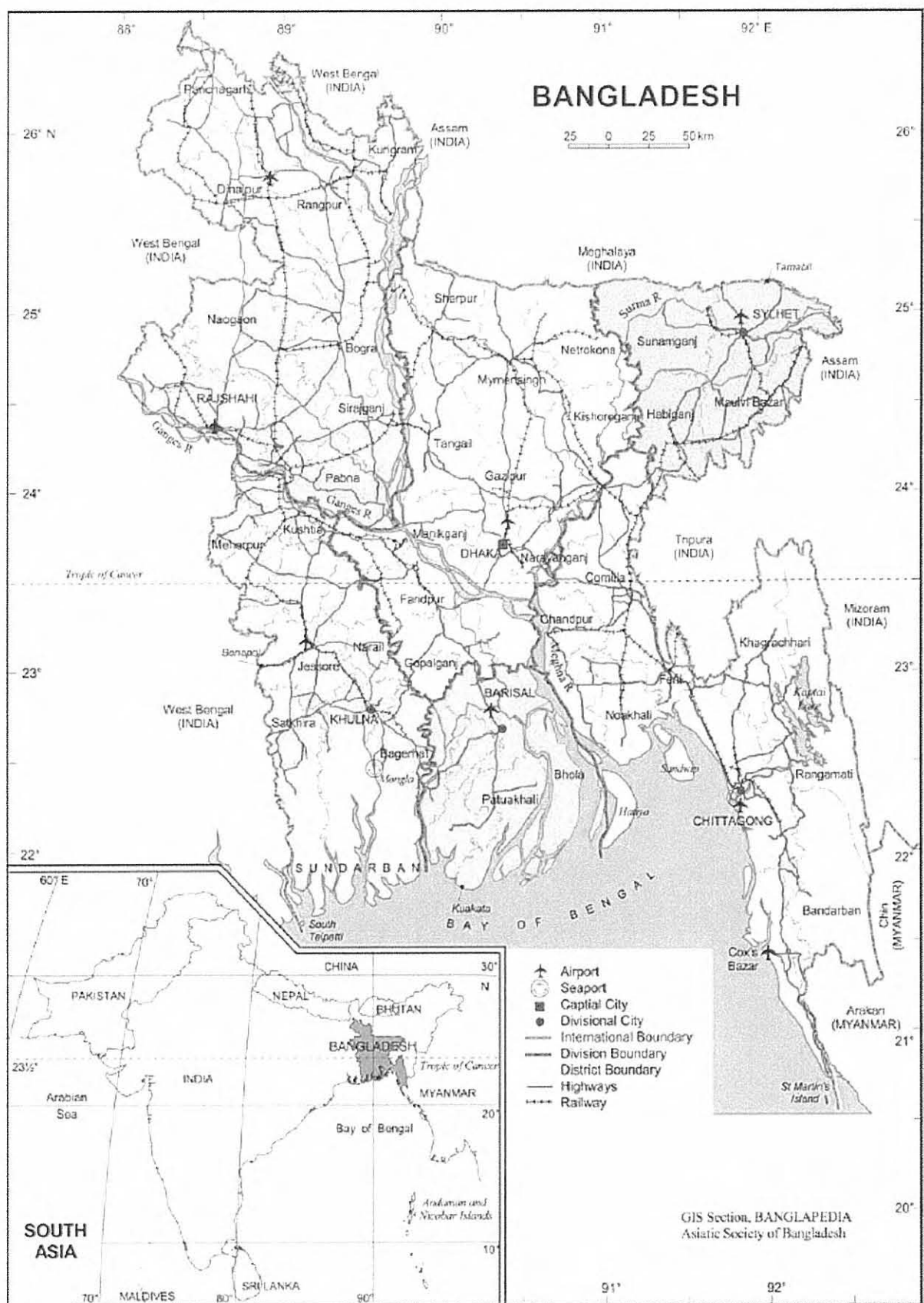
Bangladesh চিত্তাগুন উপস্বত্র সেক্টর প্রকল্প গঠন ত্রাষণ রিপোর্ট

平成 19 年 10 月
(2007 年)

独立行政法人国際協力機構
アジア第二部

地 二
C R (3)
07-06

調査対象位置図





スパゲティ配管の状況



ゴム草履をパッキング材とした接続



露出管の様子



公共栓のメータ
(砂の下になっており日常的に確認されていない)



モハラ浄水場



モハラ浄水場



カルルガット浄水場



メータワークショップ



事業対象候補地：NGO 設置の井戸利用



事業対象候補地：配管工事対象となる道路



CWASA チーフエンジニアとの協議



CWASA とのワークショップ

要 約

1. 背 景

バングラデシュ人民共和国（以下、「バングラデシュ」と記す）最大の商工業都市であるチッタゴン市〔人口270万人、面積200km²、人口増加率3.2%（2001～2005年）〕では、基礎インフラの整備が遅れ、特に水の不足が深刻化している。市内の上下水道事業を管轄するチッタゴン上下水道公社（CWASA）においては、円借款をはじめとする協力により給水量増加に向けた努力が行われている一方、老朽化が進む送配水管の敷設替え及びポンプ場の改修事業には課題が残る。これを踏まえ、CWASAからは当初、①既存石綿配水管〔アスベスト・コンクリート管（AC管）〕の更新（主要送配水管φ100-φ600mm、127km）、②給水管資材（4,500カ所、63km）、③露出管交換（4.5km）、④ポンプ場改修、を含む総事業費4,000万米ドル（47億6,100万円）の支援要請があった。

2. チッタゴン上水道セクター概況

給水量の拡大をめざし、CWASAは給水施設の改修、新設に取り組んでいる。モデナガット浄水場第一期事業、モハラ浄水場拡張事業、カルナフリ浄水場第一期事業の「三大事業」が2011年までに完了する見込みである。一方、「三大事業」のうちモハラ浄水場拡張事業の給水地域である旧市街地においては、現状をはるかに上回る水圧が1960年代から1970年代にかけて埋設されたAC管を管材とした一部の劣悪かつ老朽化した配水管網に掛かり、漏水が激増することが懸念される。

3. 日本による支援の検討

調査団は、以下の観点から日本が無償資金協力によるAC管のリハビリ事業を支援することが妥当であると考ええる。

- (1) 協調支援枠組み「CWASA Policy Reform Matrix」においても確認できるよう、日本が一貫してカルナフリ右岸上水セクター支援を実施していくことが各ドナー・機関に認知されており、CWASA側においても日本による支援への信頼と期待が高いこと。
- (2) CWASAは給配水管のリハビリにおいて、一定の経験は有するものの、給水量の変更に伴う計画見直しについては技術的蓄積がなく、同側面における技術支援が必要とされていること。また、対象地域は交通量が多く、道路形態が複雑なうえ、他の公共設備（ガス、電話など）が埋設されているため、工事の実施には工程・品質・工法検討、資機材管理、安全管理などで、日本の建設業者からの技術活用が期待できること。
- (3) チッタゴン市内南部地域においては、生活環境が著しく悪く、水供給については、1日当たり1～2時間程度の給水がある公共水栓に依存する家庭も多い状況にある。2011年に「三大事業」が終了し、モハラ浄水場拡張事業により配水量及び配水圧が急激に増加するまでに、老朽化が進む送配水管の敷設替えをし、漏水量の激増を未然に防止することは、特にこれまで水へのアクセスが極めて限られてきた地域の人々に安定した水供給を行うというベーシック・

ヒューマン・ニーズ（BHN）充足の観点から、意義が高いこと。

- (4) 2008 年度開始が予定されている技術協力プロジェクト「CWASA 能力強化プロジェクト」と無償の連携による相乗効果が期待できること。

以上を踏まえ、無償資金協力と技術協力の組み合わせ実施による、日本の技術（実施時と施設維持管理時における施工管理、品質管理、安全対策、機材管理など）をベースとした一貫性のある支援の実施、持続性のあるリハビリ・維持管理体制の確立、特にニーズが高い地域への対応が望まれる。

具体的には、無収水対策を主眼とした技術協力プロジェクトを実施すると同時に、特にリハビリニーズの高い地区を対象として、無償資金協力による配水管網のリハビリ事業をパイロット的に行い、特に水へのアクセスが従来限られてきた人々への支援を実施することが望ましい。最終的には CWASA が自立して配水管網のリハビリ、管理を実施できる体制が確立されれば、無償資金協力事業でカバーされない地域を対象に、CWASA が債務削減相当資金を活用したリハビリ事業を継続して実施していくことが可能となろう。

4. 無償資金協力による給配水網のリハビリ

上記を踏まえ、調査団が提案する給配水網のリハビリ事業の概要は次のとおりである。

- ゾーンⅠ（W-32 を除く W-28 から W-34 まで）－チッタゴン駅周辺及びその南側
概算事業費：6 億円 裨益人口 11 万 7,000 人、裨益人口 1 人当たり事業費 5,140 円/人
- ゾーンⅡ（W-13、-14、-22）－Eyigyet Bazar 近辺
概算事業費：9 億 2,400 万円 裨益人口 13 万 3,000 人、裨益人口 1 人当たり事業費 6,960 円/人
- ゾーンⅢ（W-16、-32）－Dampara 近辺
概算事業費：6 億 1,400 万円 裨益人口 6 万 9,000 人、裨益人口 1 人当たり事業費 8,834 円/人
- ゾーンⅣ（W-17、-19、-20、-22）－Bakalia 近辺
概算事業費：1 億 7,100 万円 裨益人口 7 万 3,000 人、裨益人口 1 人当たり事業費 2,345 円/人

上記ゾーンの選定にあたっては、CWASA による下記にあげる優先順位選定の希望要件を踏まえつつ、調査団において、特に緊急の課題である老朽化した AC 管の敷設替えの実施、より多くの裨益人口を確保すること、日本がもつ技術力を生かすとの観点を加味しつつ、情報収集、現地踏査、分析を行い、CWASA 側と協議した。

- ① AC 管が多く敷設されている地域
- ② AC 管が特に古い地域
- ③ コネクション数が多い地域
- ④ 人口密度（Population density）が高いところ
- ⑤ 漏水が激しいところ
- ⑥ CWASA の技術では工事の実施が困難なところ（道路幅が狭隘）

無償資金協力により上記4ゾーンの支援を実施した場合にかかる事業費総額はおよそ23億円であり、事業による直接裨益人口はおよそ38万人と推定される。

なお、4ゾーンに含まれない地域について必要なAC管の敷設替えを実施する場合の必要事業費は約32億円（直接コストのみ）である。無償資金協力と技術協力により、CWASAが自らリハビリ事業を実施していく体制を確立したのちには、当該資金を債務削減相当資金により充当することを積極的に検討することが望ましい。

5. 技術協力プロジェクト「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」

2007年度新規技術協力事業として、実施が予定されている標記案件について、事前評価に向けた案件内容の検討を進めたところ、無収水対策を主とする以下の活動のニーズが高いと判断した。

- (1) 水理解析及び無収水削減計画
- (2) 漏水調査手法
 - 1) 夜間最小流量調査
 - 2) 漏水探査
- (3) 漏水（無収水）対策に係る技術指導
 - 1) 給水管の接続工事の標準化、適正化
 - 2) 工事の実施管理に係る指導（工事計画、工法、施工管理、安全対策 etc）
 - 3) 給水メータの修理
- (4) 施設運転管理
 - 1) 浄水場運転、水質管理
 - 2) 電気施設維持管理、機械施設維持管理

目 次

調査対象位置図

写 真

要 約

第1章 調査の概要	1
1－1 調査団派遣の経緯及び目的	1
1－2 団員構成	2
1－3 調査日程	3
第2章 調査結果概要	5
2－1 当該セクターの概況	5
2－1－1 要請背景・内容及びバングラデシュ政府の意向確認	5
2－1－2 チッタゴン上水道セクター開発計画（マスタープラン）及び既存・ 関連計画、関連プロジェクトの範囲、内容、進捗状況等	6
2－1－3 上水道分野におけるドナー連携の状況及びわが国協力の位置づけ	9
2－1－4 関連施設視察による現状把握（運転・維持管理の現状、実施体制、 上水道施設レベル・規模、配管状況等）	11
2－1－5 CWASAによる配管の維持管理計画及び技術	18
2－1－6 将来給水量の把握	20
2－1－7 将来給水量に配慮した配水計画の検討	24
2－2 当該セクターのわが国による協力計画検討	25
2－3 給配水リハビリ協力事業の具体案	27
2－3－1 無償資金協力案件としてのパイロット事業対象地域検討	27
2－3－2 プロジェクトのレベル	28
2－3－3 プロジェクト対象地域の選定	31
2－3－4 想定される事業費概算	33
2－3－5 環境影響及び工事に伴うスラムや道路周辺居住者への影響	33
2－3－6 ソフトコンポーネント	36
2－4 技術協力案件に係る情報収集	38
2－5 プログラムの戦略性強化	40
第3章 団長所感	41

付属資料

1. 事業費積算	45
2. CWASA 上水道セクター事業ワークプラン（案）	46
3. CWASAにより現在実施中の事業概要	47
4. 面談者リスト	52

5. 主要収集資料リスト	54
6. 対処方針	57
7. 個別現地調査・議事メモ	70

第 1 章 調査の概要

1-1 調査団派遣の経緯及び目的

バングラデシュ人民共和国（以下、「バングラデシュ」と記す）最大の商工業都市であるチッタゴン市〔人口 270 万人、面積 200km²、人口増加率 3.2%（2001～2005 年）〕では、基礎インフラの整備が遅れ、特に水の不足が深刻化している。市内の上下水道事業を管轄するチッタゴン上下水道公社（CWASA）においては、円借款をはじめとする協力により給水量増加に向けた努力が行われている一方、老朽化が進む送配水管の敷設替え及びポンプ場の改修事業には課題が残り、支援の重要性、緊急性が高い。わが国をはじめとする諸機関の協力により、2011 年までには給水量の大幅拡大が見込まれているが、その水量及び水圧の増加に対応するため、老朽化した送配水管の敷設替えが急務となっている。また、工事の実施に伴い石綿管〔アスベスト・コンクリート管（AC 管）〕の敷設替え作業に伴うコントラクターや地域住民に対する健康被害への配慮と、断水管理、交通管理を含めた工事管理が求められるが、CWASA はそれらの経験が乏しい。以上を踏まえ、バングラデシュ政府は特に当該分野に高い技術を有するわが国による支援を要請している。

また、平成 19 年度新規案件として、「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」の実施が予定されている。本案件は、漏水対策を含めた無収水対策及び上水道事業の日常技術改善を目的としているが、今次要請があった送配水システム改修事業と、本プロジェクトが行う日常的な漏水管理技術の指導により、対象エリアにおける総合的かつ効果的な無収水対策の実施が期待できる。

上記を踏まえ、本調査団は以下を目的とし、派遣されたものである。

チッタゴン市における上水道事業に関し、

- (1) バングラデシュ側関係機関や他ドナー等からヒアリング・収集した情報を検討し、現地関係者と協議のうえ、わが国による協力可能性を含む協力計画概略（案）を作成する。
- (2) 上記（1）を踏まえ、同市の送配水計画に対するわが国の協力の必要性・可能性を検討し、案件の位置づけ、対象範囲、内容等を検討する。
- (3) 上記（1）計画案との関連、連携を念頭に置きつつ、2007 年度採択新規案件「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」の事前評価に向けた情報の収集を行う。
- (4) 当該セクターにおける協力について、「JICA プログラム」として精査し、戦略性強化を図る。

1-2 団員構成

バングラデシュチッタゴン上水道セクタープロジェクト形成調査団

Mission Members: Project Formulation Mission for Chittagong Water Supply Sector in Bangladesh

	担 当	氏 名	所 属
Official Mission	Mission Leader 総 括	Mr. Yoshiki OMURA 大村 良樹	Senior Advisor JICA 国際協力専門員
	Cooperation Planning 協力計画	Mr. Makoto ASAI 浅井 誠	Program Officer, Water Resources and Disaster Management Team I, Group III, Global Environment Department, JICA JICA 地球環境部 第三グループ 水資源第一チーム
	Program Planning プログラム計画	Ms. Haruko KAMEI 亀井 温子	Senior Country Officer, Southwest Asia Team, Regional Department II, JICA JICA アジア第二部 南西アジア チーム
Consultants	Water Supply Planning 給水計画	Mr. Takafumi KIGUCHI 木口 孝文	(株) エヌジェーエス・コンサルタン ツ
	Water Supply Facilities 給水施設	Mr. Masami TSUYUKI 露木 雅美	オーピーシー株式会社

1-3 調査日程

日順	月日	曜	木口団員	露木団員	大村専門員	浅井団員	亀井団員
			給水計画	給水施設	総 括	協力計画	プログラム計画
1	7.20	金	16:15 JL703 成田発				
2	7.21	土	10:35 TG321 バンコク発 12:00 ダッカ着				
3	7.22	日	9:30 JICA バングラデシュ事務所表敬 15:00 ODAタクスフォース打合せ 16:30 JICA 事務所打合せ				
4	7.23	月	10:15 チッタゴンへ移動 15:00 CWASA 表敬・打合せ				
5	7.24	火	9:40 CWASA 聞き取り、打合せ				
6	7.25	水	午前 団内作業 15:30 CWASA ワークショップ				
7	7.26	木	9:45 地区別アスベスト管路調査作業				
8	7.27	金	9:45 サイト調査（既存上水施設、旧市街地）				
9	7.28	土	9:45 サイト調査（資材調達、ワークショップ等）				
10	7.29	日	9:00 CWASA、調査団作業（対象地検討）				
11	7.30	月	9:10 サイト踏査、報告書作成				
12	7.31	火	9:30 CWASA への中間報告、協議				
13	8.1	水	ダッカ調査（WB、ADB、DfID、KOICA）				
14	8.2	木	8:30 TV 会議、ダッカ調査（WB、ADB、DfID、KOICA）				
15	8.3	金	チッタゴンへ移動				
16	8.4	土	チッタゴン調査				
17	8.5	日	同 上				
18	8.6	月	同 上				
19	8.7	火	同 上				
20	8.8	水	同 上				
21	8.9	木	同 上				
22	8.10	金	同 上		11:05 NH111 成田発 20:30 SQ436 シンガポール発 22:30 ダッカ着	11:30 SQ637 成田発 20:30 SQ436 シンガポール発 22:30 ダッカ着	11:05 NH111 成田発 20:30 SQ436 シンガポール発 22:30 ダッカ着

日順	月日	曜	木口団員	露木団員	大村専門員	浅井団員	亀井団員
			給水計画	給水施設	総 括	協力計画	プログラム計画
23	8.11	土	団内打合せ		9:40 チッタゴンへ移動・団内打合せ		
24	8.12	日	CWASA チーフエンジニアとの協議、サイト現地踏査（事業対象候補地）				
25	8.13	月	協議、サイト現地踏査（事業対象候補地、浄水場、メータワークショップ等）				
26	8.14	火	CDA 訪問、GIS セクション調査、団内作業				
27	8.15	水	9:00 団内打合せ 11:00 CWASA チェアマンへの説明、協議 17:35 ダッカへ移動				
28	8.16	木	10:00 JICA 事務所報告 14:00 在バングラデシュ日本国 大使報告、ODA タクス フォース報告		23:50 SQ435 ダッカ発	13:15 TG322 ダッカ発	
29	8.17	金	13:15 TG322 ダッカ発 23:25 JL704 バンコク発		9:45 SQ012 シンガポール発 17:35 成田着	8:50 HY532 バンコク発 13:45 タシケン ト着	

CWASA：チッタゴン上下水道公社

WB：世界銀行

ADB：アジア開発銀行

DfID：英国国際開発省

KOICA：韓国国際協力団

CDA：チッタゴン開発公社

第2章 調査結果概要

2-1 当該セクターの概況

2-1-1 要請背景・内容及びバングラデシュ政府の意向確認

2000年12月に完了したJICAによる「バングラデシュ人民共和国チッタゴン市モハラ浄水場拡張計画調査」では、モデナガット浄水場事業をはじめ既に事業が始められていたいくつかの事業を勘案しつつ、カルナフリ川右岸地域を対象に、2010年を目標年次としたチッタゴン市の上水道整備事業基本計画（JICA-B/P）を提案していた。しかし、当該事業はその後の資金手当てができず、2005年を目処とした緊急事業（JICA-F/S）を実施するまでには至らなかった。また、その中核配水施設であるクルシ配水池の候補用地が宅地開発のために収用困難となったため、事業内容の見直しが必要となっていた。

このため、2005年11月に完了した国際協力銀行（JBIC）による「カルナフリ上水道整備事業に係る案件形成促進調査」（SAPROF）により、上記のJICA-B/Pの内容を見直し、2001年の人口センサス結果を考慮した2010年及び2020年を計画年次とした施設整備計画（フェーズⅠ：2010年、及びフェーズⅡ：2020年）を策定している。このSAPROF調査結果を受けて、提案事業のうちカルナフリ浄水場に係る2010年を計画年次とした施設計画に対して、JBICはバングラデシュ政府と2006年6月に借款契約を結んでいる（2011年完了と推定）。

また、債務削減相当資金（JDCF）による「モハラ・カルナフリ浄水場リハビリテーション事業」を2008年までの予定で実施中（現在の進捗から2009年に完了と推定）である。さらに、JICAは2006年7月にプロジェクト形成調査を実施し、2007年度新規案件として技術協力プロジェクト「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」の採択に至っている。

モハラ浄水場拡張事業については既にバングラデシュ政府資金により事業を始め、入札まで至ったが、二番札応札者が訴訟を起し、現在事業進捗が差し止められている。しかし、2007年9月には高裁判決が出る予定であり、CWASAは判決確定後、資金源を世界銀行に変更して事業を進めることを念頭に置いている（現在の進捗から2009年に完了と推定）。

このほか、CWASAはイタリア政府資金援助によりモデナガット浄水場第一期事業に着手しており、その完成は2009年と想定される。

上述したようにCWASAは、浄水量の大幅な増加に寄与するモデナガット浄水場第一期事業、モハラ浄水場拡張事業、カルナフリ浄水場第一期事業の「三大事業」が2011年までに完了することを念頭にいくつかの事業を推進している。一方、「三大事業」のうちモハラ浄水場拡張事業の給水地域である旧市街地においては、現状をはるかに上回る水圧が1960年代から1970年代にかけて埋設されたAC管を管材とした一部の劣悪かつ老朽化した配水管網に掛かり、漏水が激増する懸念をもっている。これはSAPROF調査団も指摘していたところであり、その対策として既存配水管網のリハビリテーション事業の実施が提言されている。本要請はこの提言が基礎となっている。

CWASAの当初案を基に、CWASAが調査団と協議して確認した要請内容は以下のとおりである（括弧内斜字体はCWASA当初案）。

要請内容：

(1) 目 的

チッタゴン市における安全かつ安定的な水供給

(2) 概要・事業内容

- ① 既存石綿配水管の更新：主要送配水管 ϕ 100- ϕ 300mm、88km（主要送配水管 ϕ 100-
 ϕ 600mm、127km）
- ② 給水管資材：1 万 2,300 カ所、123km（4,500 カ所、63km）
- ③ 露出管交換：5.9km（4.5km）
- ④（ポンプ場改修：当初案に含まれたが、不要と判断されたため、除外）

(3) 事業費：1,960 万米ドル＝23 億 1,700 万円（4,000 万米ドル＝47 億 6,100 万円）
バングラデシュ側負担事業費を含めると 3,380 万米ドル（39 億 8,600 万円）

(4) 実施スケジュール（案）

2007 年度 要 請

2008 年度 採択、基本設計調査（B/D）実施、閣議、交換公文（E/N）締結

2009 年度 実施設計調査（D/D）実施、本体事業開始

2010 年度 工事完了

なお、CWASA は、事業対象地は交通量が多く、道路が狭小で形態が複雑なうえ、他の公共設備（ガス、電話など）が埋設されているため、工事の実施には工程・品質・工法検討、資機材管理、安全管理などで、日本の建設業者の技術活用を強く期待している。

2－1－2 チッタゴン上水道セクター開発計画（マスタープラン）及び既存・関連計画、関連プロジェクトの範囲、内容、進捗状況等

JICA は開発調査「チッタゴン市モハラ浄水場拡張計画調査」（1999 年）のなかで 2010 年を目標年次とした基本計画（B/P）及びフィージビリティ・スタディ（F/S）を作成した。この JICA-B/P の中核配水施設となっていたクルシ配水池計画が、用地所有者の譲渡同意が得られなかったため廃案にせざるを得なくなり、また JICA 開発調査後 5 年が経過したため、JBIC により SAPROF として JICA-B/P の全体的な見直しが行われた。SAPROF では 2020 年を目標として長期計画が策定され、その中間段階である 2010 年を計画年次としたフェーズ I の主要施設のすべてについて、現在 CWASA は実施中あるいは実施準備にかかっている（表－1 参照）。

表-1 JICA 及び JBIC の調査における主要計画施設の内容と事業進捗状況

Water Treatment Plant	Capacity (m ³ /day)	JICA-B/P (2000)			JBIC SAPROF (2005)			Present 2007	Probable Completion Schedule	Project / Fund
		Existing (2000)	Phase 1 (2005)	Phase 2 (2010)	Existing (2005)	Phase 1 (2010)	Phase 2 (2020)			
1. Mohara WTP (Exist., Rehab.)	20 MGD (90,900)	20 MGD	20 MGD	20 MGD	20 MGD	20 MGD	20 MGD	20 MGD	2009	Mohara Rehab. / JDCF
2. Mohara WTP (Expansion)	20 MGD (90,900)	-	20 MGD	20 MGD	-	20 MGD	20 MGD	-	2010	Mohara Exp. / IDA
3. Kalurghat IRP (Rehab.) w/3rd Interim P.	15 MGD (68,200)	10 MGD	12 MGD	15 MGD	12 MGD	15 MGD	15 MGD	14.3 MGD	2009	Mohara Rehab. / JDCF
4. Madunaghat WTP (1 st phase)	10 MGD (45,500)	-	10 MGD	10 MGD	-	10 MGD	10 MGD	-	2009	Madunaghat-P1 / Italia
5. Madunaghat WTP (2 nd phase)	10 MGD (45,500)	-	-	10 MGD	-	-	10 MGD	-	uncertain	Madunaghat-P2 / Italia
6. Fatehabad IRP	10 MGD (45,500)	-	10 MGD	10 MGD	-	-	-	-	suspended	Fatehabad / BG
7. Karnaphuli WTP (1 st phase)	30 MGD (136,600)	-	-	30 MGD	-	30 MGD	30 MGD	-	2011	Karnaphuli-P1 / JBIC
8. Karnaphuli WTP (2 nd phase)	30 MGD (136,600)	-	-	30 MGD	-	-	30 MGD	-	uncertain	Karnaphuli-P2 / JBIC
9. Wells in Main City Area	7 MGD (32,000)	7 MGD	-	-	8 MGD	-	-	9.7 MGD	existing	-
Total*	157 MGD (713,900)	37 MGD (168,202)	62 MGD (281,852)	145 MGD (659,170)	40 MGD (181,840)	95 MGD (431,870)	135 MGD (613,710)	44 MGD (200,024)	(m3)	

Reservoir	Water Source	JICA-B/P (2000)			JBIC SAPROF (2005)			Present 2007	Probable Completion Schedule	Project / Fund
		Existing (2000)	Phase 1 (2005)	Phase 2 (2010)	Existing (2005)	Phase 1 (2010)	Phase 2 (2020)			
1. Mohara WTP CWT/DR	Exist. Mohara WTP	6,720	6,720	6,720	7,000	7,000	7,000	7,000	2009	Mohara Rehab. / JDCF
2. Mohara WTP (expansion) CWT/DR	Mohara WTP Exp.	-	6,750	6,750	-	7,000	7,000	-	2011	Mohara Exp. / BG
3. Khulshi Ground Reservoir	Mohara WTP Exp.	-	19,600	19,600	-	-	-	-	cancelled	-
4. Exist. Kalurghat IRP CWT/DR	Exist. Kalurghat IRP	8,500	12,700	14,400	9,100**	18,200	18,200	9,100**	2009	Mohara Rehab. / JDCF
5. Exist. Battali Hill DR*	Madunaghat WTP 1st	13,640	13,640	13,640	13,638	-	-	13,638	abolish	-
6. New Battali Hill DR (re-construction)	Madunaghat/Karnaphuli	-	-	-	-	27,300	27,300	-	2011	Karnaphuli-P1 / JBIC
7. Madunaghat WTP 2 nd CWT/DR	Madunaghat WTP 2nd	-	-	10,000	-	-	9,500	-	uncertain	Madunaghat-P2 / uncertain
8. Fatehabad IRP CWT/DR	Fatehabad IRP	-	-	10,000	-	-	-	-	cancelled	Fatehabad / BG
9. Nasirabad Ground DR	Karnaphuli WTP	-	-	27,500	-	17,500	26,000	-	2011, uncertain	Karnaphuli-P1-P2 / JBIC
10. Salimpur DR	Karnaphuli WTP	-	-	11,200	-	-	10,100	-	uncertain	Karnaphuli-P2 / JBIC
11. Patenga BPS Ground Reservoir	Karnaphuli WTP	-	12,000	24,000	-	15,500	23,500	-	2011, uncertain	Mohara Exp. / WB, Kar.-P2 / JBIC
12. Halishahar DR	Mohara WTP Exp.	-	-	-	-	-	11,000	-	uncertain	Karnaphuli-P2 / JBIC
13. ADC Hill DR	Exist. Mohara WTP	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	existing	-
Total		33,360	75,910	148,310	34,200	97,000	144,100	34,200		

*: malfunction

**: nominal

「カルナフリ上水道整備事業」はわが国の有償資金協力により、また「既存浄水場のリハビリ事業」は債務削減相当資金（JDCF）により実施されることになっており、既にコンサルタント契約の承認手続きの段階にある。

また、JICA は 2006 年 7 月にプロジェクト形成調査を実施し、2007 年度新規案件として技術協力プロジェクト「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」を採択している。

「モデナガット上水道整備事業」はイタリア政府資金援助（Soft Loan）により Design-Build 形式で実施段階にあり、既にコンサルタント及び建設業者との契約は終了している。現在、バングラデシュ政府の事務手続きの完了を待っている状態である。

バングラデシュ政府資金による「モハラ上水道整備事業（拡張）」は、現在、入札後の非落札業者の訴訟により事業進捗差し止め中であるが、2007 年 9 月ごろ高裁判決が出る予定である。その後更に最高裁に上告される可能性もあるが、CWASA は判決が確定次第、資金源を変更し、世界銀行資金（PHRD）による実施設計、国際開発協会（IDA）融資による建設資金で事業を実施できるか検討している。これは、バングラデシュ政府資金から外国コンサルタント及び外国コントラクターを雇用するための外貨資金を得ることが困難であるという理由による。

同じくバングラデシュ政府資金による「第三次整備事業」は、事業の遅延はあるものの、予定されていた 40 本の深井戸建設は既に完了している。今後、事業計画を改定し、更に 10 本の井戸を追加建設するための事務手続きを行う予定である。

一方、韓国国際協力団（KOICA）によりチッタゴン市上下水道事業のマスタープラン（M/P）調査（「M/P for Water Supply and Wastewater management for the Detailed Planned Area of Chittagong」）のコンサルタント選定手続きが韓国国内で現在進められており、2007 年中には現地調査が始まるということである。その対象地域はカルナフリ川両岸であり、目標年次を 2031 年とし、2011 年を計画年次とした緊急事業の案件形成を行う予定である。ただし、その対象にはカルナフリ川右岸における上水道事業は含まない。

2031 年を目標年次とした計画では、施設整備計画の対象とする計画人口及び計画需要水量が異なってくる。したがって、前述の JBIC-SAPROF のフェーズ I 計画以降の施設計画の全面的な見直しが行われる可能性があるものの、カルナフリ川右岸の計画施設については、CWASA の事業改善実績が良好であれば、日本国政府の支援が引き続き得られるものと CWASA は期待している。

なお、CWASA は需要水量の急増に対応して、2020 年までに供給水量を JBIC-SAPROF より更に増加させるために、下記 3 事業の実施を将来構想に入れている。

① カルナフリ第三期事業 90MLD (Million Liters Per Day)

（水源をカルナフリ川に求め、円借款によるカルナフリ浄水場の拡張事業を行う）

② Kumira/Sitakundara 事業 (Hill Reservoir) 45MLD

（水源を雨水に求め、山間部に貯水池を設ける）

③ Fatehabad 事業 45MLD

（水源を地下水とし、市北部に深井戸を掘削し揚水する。既にバングラデシュ政府承認は得られているが、住民の反対により事業の初期段階の 2000 年から中断している）

以上、カルナフリ川右岸の上水道整備事業は、2011 年までは日本の技術並びに資金援助を主体に進められていくこととなっている。2011 年以降の施設整備については未定であり、KOICA の

M/P調査の結果を待って、韓国資金あるいは他のドナーの資金援助による施設整備が行われる可能性もあるものの、CWASAは引き続き日本政府の支援が続けられることを期待している。

なお、世界銀行は日本信託基金（PHRD基金）により、2011年を目標年次とした、カルナフリ川兩岸の「雨水排水施設整備事業」の案件発掘とF/S作成、並びに前述したKOICAによるチッタゴン上下水道事業M/Pで策定されるカルナフリ兩岸の「下水道」案件のF/Sの作成を予定している。F/Sの結果で案件のフィージビリティが確認された際には、IDAによる事業資金融資を行うことも念頭に置いている。

2-1-3 上水道分野におけるドナー連携の状況及びわが国協力の位置づけ

バングラデシュの都市上下水道支援においては、当該分野で協力を実施する主要ドナー間において、その役割分担を図ると同時に、バングラデシュ政府に対する要望を足並み揃えて伝えていくことを目的とした、ドナー連携の動きが活発である¹。ともすれば各ドナーが協力範囲を奪い合う状況にありながらも、これまでにわが国が実施してきた協力実績を踏まえ、特に協力の必要性の高いチッタゴン市の上水道分野は日本が中心的役割を担うことが共通認識となっており、バングラデシュの商工業中心地である同市におけるわが国のプレゼンスは極めて高くなっている。そのため、現地ODAタスクフォースとしても、当該セクターに対する協力をAll Japanとして積極的にプログラム化を図り、わが国のプレゼンスの強化及びドナー協調における相応の役割と責任を果たしていくことをめざしてきた。

現在、主要ドナーによりバングラデシュに対する上下水道事業の援助スコープの調整が行われており、2007年9月に合意がなされる予定となっているが、チッタゴンの上下水道事業に対する調整結果は表-2に示すとおりとなる予定である。

¹ 主要ドナーは世界銀行、アジア開発銀行（ADB）、日本、オランダ、韓国。最近においては、合同の当該セクター支援CWASA Policy Reform Matrixの作成検討に向けた議論が行われている。同Matrixは、2007年7月下旬にドナー、政府によるワークショップを開催のあと、9月中に合意することをめざしている。

表－２ チッタゴンの上下水道事業に対するドナーと援助スコープ

CWASA Donor's harmonization by 2011

	Water Supply				Wastewater Management	
	Right bank of Karnaphuli River		Left bank of Karnaphuli River		Both bank of Karnaphuli River	
	Rehabilitation & Expansion of Pipeline Network	WTP	New Pipeline Network	WTP	Sewerage (including STP)	Drainage
Identification of Project	Japan (JICA)	KOICA (MP)	South Korea (KOICA/MP)	South Korea (KOICA/MP)	KOICA (MP)	WB (PHRD)
F/S	Japan (EOJ/JICA/ JBIC)	Japan (JICA/JBIC)	South Korea (KOICA/MP)	South Korea (KOICA/MP)	(1) South Korea (KOICA/MP)	WB (PHRD)
					(2) WB (PHRD)	
D/D & Capital Investment (Future Plan)	Japan (EOJ/JBIC/ JDCF)	Japan (JBIC)	South Korea (EDCF)	South Korea (EDCF)	(1) South Korea (EDCF)	WB (IDA)
					(2) WB (IDA)	

CWASA Donor's harmonization from 2012 to 2031

Identification of Project	South Korea (KOICA/MP)	South Korea (KOICA/MP)	South Korea (KOICA/MP)	South Korea (KOICA/MP)	South Korea (KOICA/MP)	None
------------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	------

表－２に示されるよう、わが国はカルナフリ川右岸の上水道事業を全面的に支援することになっており、これについて関係ドナーからの理解を得ている。有償資金協力によるカルナフリ浄水場は「三大事業」の１つであるが、その浄水量は「三大事業」の水供給増加量の半分を占め、給水が全く不足している周辺部に給水することにより、住民の生活環境向上と産業発展に寄与するものと期待されている。また、JDCF 資金による老朽化した既存浄水場２カ所のリハビリテーション事業は、浄水量低下、水質悪化を食い止めるものと期待されている。

また、技術協力プロジェクトの実施により、今後急増すると思われる無収水（NRW）の削減に対する技術移転が行われると期待されている。

前述したわが国のCWASA水道事業に対する支援は、浄水施設並びに送配水施設の新設とリハビリテーション、そして技術協力プロジェクトにより配水管網の維持管理技術の移転、並びに運営組織の改革支援と一貫しており、日本を主体とした諸機関の支援による一連の事業がCWASAの業務態様を大きく改善させるものと期待されている。しかし、水道システム事業者の管轄範囲の末端であり、利用者との接点である給水管については、これまで具体的な支援が実施されてこなかった。唯一、世界銀行資金により NRW 削減に係る調査が途中段階まで行われたことがあったが、具体的な事業実施には至らなかった。本事業において、NRW 削減の要ともいえる小口径管及び給水管の敷設替えを日本の技術で行うことは、今後CWASAが独自に実施していかなければならないNRW削減技術のCWASAに対する移転に対して、同時に並行して行われる技術協力プロジェクトと相互的に絡みあった相乗効果をもたらすものと期待される。

なお、配水管網のリハビリを早急に実施することの重要性は関係ドナーに認知されているものの、具体的支援を計画しているドナーはない。

2-1-4 関連施設視察による現状把握（運転・維持管理の現状、実施体制、上水道施設レベル・規模、配管状況等）

チッタゴン市の上水道システムの既存施設の現状は以下のとおり。

(1) 概 況

現在、表流水及び井戸を水源として約20万m³/日を配水しているが、SAPROF予測による需要水量約42万3,000m³/日に対し47%の充足率に過ぎない。したがって、市内のほとんどでは制限給水が行われており、貧困層は飲料水のみ、公共水栓から可搬容器で水を運び、あるいは、近隣の浅井戸から手動ポンプにより水を汲み上げて使用しており、飲料水を除く日常生活用水は非常に汚染されていると思われる近隣の池の水を使用している例も多い。比較的富裕な住民は、自己の井戸を使用している例もあるが、多くの住民は常時給水栓を開けて、給水が行われる時間中に受水槽あるいは容器に水を貯めて使用している。市内には比較的中層の共同住宅が多く、それらの住宅では給水管を1本引き込み、常時給水を受け入れる態勢で受水槽に水を貯め、それを屋上の水槽に揚水し棟内の住宅に給水している。しかし、制限給水が厳しいところ（極端な例では1日30分との住民意見もあるが、2時間/日程度が多いようである）では、共同住宅といえども各住戸では1日10分の給水しか得られていない（CWASA 職員の実家の例）。総じて、貧困層では、飲料水のみCWASAの施設を通じて受水し（ただし、そのままでは飲用には供しない）、水質が悪い浅井戸、池等の水を、飲用を除く日常生活用水に使用している。

(2) 生産施設

現在、CWASAが供給する上水の水源は下記のとおり地下水と表流水の双方であり、配水量は約20万m³/日〔44MGD (Million Gallon Per Day)〕である。地下水は72井の深井戸から揚水され、主に市域南部の井戸は直接配水、北部の井戸はカルルガット除鉄処理場を経て配水されている。また、表流水は市街地東部を貫流するカルナフリ川の支流であるハルダ川から取水され、ハルダ川右岸のモハラ浄水場で処理され配水されている。

水 源	生産施設	浄水量（2007年7月）	
地下水	41井－直接配水管網に給水（2井はカルルガットにも送水）	9.7MGD	44,000m ³ /日
	33井－カルルガット除鉄処理場に送水	14.3MGD	65,000m ³ /日
表流水	モハラ浄水場	20.0MGD	91,000m ³ /日
合 計		44.0MGD	200,000m ³ /日

カルルガット除鉄・送水ポンプ場は地下水の鉄分を酸化除去し、市内配水管網に送水する施設である。現在、MOD-1管轄区域内の全29井中の2井及びMOD-2管轄区域内の全43井中の31井、合計33井から揚水した水を処理している〔2007年7月平均6万4,800m³/日（14.3MGD）〕。当施設の機器もかなり老朽化が進んでおり、処理効果もよくないため、モハ

ラ浄水場とともにリハビリテーション事業が始められようとしている。また、その際に、配水能力を増強する計画である。

MOD-1 の 29 井中の 27 井及び MOD-2 の 2 井戸（カルルガットへ送水する途中から引き抜き）からは、SAPROF 調査時の計画量を上回る揚水量〔2007 年 7 月平均 4 万 4,100m³/日（9.7MGD）〕を各々の配水管網に直接に、あるいは小規模の配水池を通じて配水している。比較的良好な水質をもつ井戸もあるが、多くの井戸水は水質が悪く、特に鉄分が高く、飲料に適さない井戸が多い。

モハラ浄水場は恒常的な水供給不足のなかで、1982 年の稼働開始以来、常に浄水能力を上回るフル稼働〔2007 年度日平均浄水量 9 万 2,700m³/日（20.4MGD）〕の状態である。運転時には浄水量を増やすために取水量を増やし、そのため、前沈殿地の水位が上がり、計画水位より高い池上部からの漏水が起きているが、浄水量・取水量を減らせず、ひいては水位を下げるができないため、その補修もままならないということである。モハラ浄水場は稼働開始以来、モーター、ポンプ等の機器の故障による交換を重ねてきたが、稼働開始以来 25 年を経て全般的に機器の老朽化が進んできている。このため、リハビリテーション事業が始められようとしていることは前述したとおりである。

上記した CWASA の深井戸及び浄水施設からの配水量は現在約 20 万 m³/日であり、SAPROF の想定する 2007 年の需要水量の 42 万 3,000m³/日に対し、47%の充足率となっている。このことから、制限給水を余儀なくせざるを得ない状況にある。

(3) 送配水施設

1) 配水池

市内の配水池は、モハラ及びカルルガット浄水場の浄水池が実質的に配水池として使われているため、それらを加えると 16カ所に 18池があり、それらの総容量は 4万 6,000m³である。このうち、1,000m³を超える容量の大きなものは、モハラ及びカルルガットを除くと ADC Hill と Battali Hill の 2カ所に過ぎず、さらに Battali Hill 配水池は構造的な欠陥があり使用されていない。モハラ、カルルガット系統の水は送水圧が不足し、後述するように当初送水する予定であった上記 2カ所配水池には達していない。

また、小規模配水池は隣接する深井戸からの揚水を当該地域の小規模の配水管網に配水しているが、いくつかの小規模配水池も老朽化のため使用されていない。

今後、CWASA は JICA 開発調査の結果に基づき、浄水場付属の浄水池／配水池を除き、これらの配水池のほとんどを廃止し、配水システムを複数の大規模配水池を中心としたブロック配水システムに再構築することを予定している。

表— 3 既存配水池

Reservoir / Name		Capacity		Water Level		Remarks
		Gallon	m ³	HWL(m)	LWL(m)	
1	Mohara WTP	2,500,000	11,364	4.9	2.75	
2	Kalurghat IRP & BPS	2,000,000	9,092	3.3	0.0	
3	Halishahar Central Godown					
3-1	Tank 1 RC Elevated Tank	100,000	455	29.3	24.7	in use
3-2	Tank 2 RC Ground Reservoir	50,000	227	10.0	NA	in use
4	Agrabad RC Elevated Tank	125,000	568	25.3	21.9	in use
5	DC Hill RC Elevated Tank	100,000	455	48.8	43.9	in use
6	Fairy Hill					
6-1	Tank 1 RC Elevated Tank	100,000	455	40.5	36.0	not in use
6-2	Tank 2 SS Elevated Tank	175,000	796	36.1	28.8	no tank
7	ADC Hill Ground Tank	1,000,000	4,546	38.1	33.5	in use
8	Ferojshah Hill	50,000	227	46.0	NA	in use
9	Ferojshah Colony	10,000	45	15.0	NA	in use
10	Battali Hill	3,000,000	13,638	51.5	42.7	not in use
11	Percival Hill	100,000	455	42.7	38.1	in use
12	Medical College					
12-1	Water Tower RC Elevated Tank	10,000	45	25.0	NA	in use
12-2	Reservoir RC Ground Reservoir	100,000	455	43.6	40.2	in use
13	Dampara Waterworks RC Round Rsvr.	100,000	455	15.0	NA	in use
14	Sherahah Collony RC Ground Rsvr.	15,000	68	NA	NA	not in use
15	Parada Comer RC Ground Rsvr.	15,000	68	NA	NA	in use
16	Polytechnic Institute High Lift P.S.	100,000	455	NA	NA	
	Total	10,150,000	46,142			

Source : SAPROF, Nov. 2005

表－４ 配水池とサービスブロック配分計画

	Reservoir	Capacity (m ³)	Target Service Block	Project
2010 年（第一期）				
1.	ADC Hill	4,500	Kotowari (part)	Existing
2.	Battali Hill	27,300	Halishahar, Agrabad, Madar-Bari, Kotowari (part)	Karnaphuli-P1
3.	Kalurghat	18,200	Bakalia, Chandgaon	Mohara Rehab.
4.	Nashirabad	17,500	Kulshi, Fatehabad, Nashirabad, Salimpur	Karnaphuli-P1
5.	Patenga	15,500	Patenga	Mohara-Exp.
2020 年（第二期）				
	Reservoir	Capacity (m ³)	Target Service Block	Project
1.	ADC Hill	4,500	Kotowari (part)	Existing
2.	Battali Hill	27,300	Halishahar (part), Agrabad, Madar-Bari, Kotowari (part)	Karnaphuli-P1
3.	Kalurghat	18,200	Bakalia, Chandgaon (part)	Rehabilitation
4.	Nashirabad	26,000	Kulshi, Fatehabad, Nashirabad	Karnaphuli-P1/P2
5.	Patenga	23,500	Patenga	Mohara-Exp, Karnaphuli-P2
6.	Salimpur	10,100	Salimpur	Karnaphuli-P2
7.	Halishahar	11,000	Halishahar (part)	Karnaphuli-P2
8.	Madunaghat	9,500	Chandgaon (part)	Madunaghat-P2

Source : SAPROF, Nov. 2005

2) 送水管

カルルガット浄水場の建設時には、Battali Hill 配水池に送水（配水圧に余裕があるときに入り、そうでないときは出て行くバランスタンク式配水池）し、配水する計画となっていた。また、送水管を分岐し、Dhaka Trunk Road Booster Pump Station (BPS) 及び Patenga BPS に送水し、その先の地域に配水する計画であった。一方、モハラ浄水場からも同様に、Battali Hill 配水池、Dhaka Trunk Road BPS 及び Patenga BPS に加え ADC Hill 配水池に送水することになっていたが、水量不足と低送水圧のために両方の配水池には水が達していない。このため、ADC Hill 配水池は近隣の井戸水を配水している。低送水圧の原因は、カルルガットの除鉄能力が悪いために水質を平準化する意味合いから、カルルガットからの送水管にモハラの水を注入しており、両者のポンプが干渉して水圧を上げられないと推察される。また、両システムとも多くの配水管を直接送水管に接続していることも原因となっている。

今後事業実施が予定されているモハラ浄水場拡張事業、モデナガット上水道事業、及びカルナフリ上水道事業では、いずれも配水池までの送水管建設を計画しており、前述の配水ブロック化計画と合わせて、配水システムが抜本的に変更されることになる。

表－５ Booster Pump Station の概要

Name of Pump Station	Pump Capacity	Project
Dhaka Trunk Road Booster Pump Station	200mm × 327.6 – 595.2m ³ /h × 57.9 – 44.2m × 90kW × 3units (1 standby)、 ポンプ井なし	to be abolished in the future after Karnaphuli Project
Patenga Booster Pump Station	200mm × 389 – 526m ³ /h × 39.6 – 33.5m × 75kW × 3units (1 standby)、 ポンプ井なし	Mohara-Expansion

Source : SAPROF, Nov. 2005

3) 配水管網

現在（2007年）の送配水管網の総延長は602kmになる。これには129kmのAC管（多くが1960年代後半から1970年代前半に敷設された）を含む。2000年に実施されたJICA開発調査時（543km）、2005年のSAPROF実施時（564km）、から比べると300mm以下の小口径管を主体に7年間に59km総延長が延伸したことになる。しかし、2000年以降の大規模な配水管延長事業は3rd Interim Projectにおける約20kmの井戸ポンプ送水管敷設以外にはないことから、これらの延長には集計誤差が含まれていると考えられる。

なお、CWASAは配水管路の小規模な修理を除くリハビリ事業の計画があったが実現には至らず、給水量が大きく制限されている東部地区と南部地区においては、改修や拡張を行う必要性がある。

表－６ 送配水管の概要

Dia. (mm)	Length (meter)					Remarks
	Ductile (DI)	Asbestos (AC)	PVC	Other (MS pipe)	Total	
100	0	8,720	281,920	81	290,721	
150	0	18,920	66,970	70	85,960	
200	0	17,920	68,516	46	86,482	
300	8,523	46,959	11,132	156	66,770	
450	10,251	23,894	0	86	34,231	
600	11,108	13,024	0	0	24,132	DI : Battali Hill Rsvr. ~ ADC Hill Rsvr., ~ Dhaka B.P.S., ~ Patenga B.P.S.
750	1,910	0	0	0	1,910	DI : ADC Hill Reservoir ~ Patenga B.P.S.
900	10,325	0	0	0	10,325	DI : Arakan road ~ Battali Hill Reservoir
1,200	1,570	0	0	0	1,570	DI : Mohara WTP ~ Arakan road
Total	43,687	129,437	428,538	439	602,101	

Source : CWASA, Aug. 2007

今後、配水管網の拡張が、モハラ浄水場拡張事業（送配水管105km、うち送水管は15km程度）及びカルナフリ上水道第一期事業（77km）のなかで計画されている。カルナフリ

事業において配水管網の水理解析を行うことになっているが、KOICA も 2031 年を目標年次とした M/P を策定することになっており、そのなかで配水管網解析が行われることになる。現実問題として配水管網の整備は既存の配水管網を有効利用し、配水能力の足らない区間について平行管を増設する計画となる。ただし、AC 管については敷設後 40 年になろうとしており、日本国内でも厚生労働省が推進しているように、その耐用年数、道路交通による路面加重の増加を考慮すると、時期の前後はあっても、いずれにしても敷設替えをする方向で検討するべきである。

チッタゴン市内の道路は既存送水管、配水管、ガスパイプ、電話幹線など埋設物が輻輳している。また、旧市街地である南部や東部の商業地区と住宅地区は、道路が非常に狭い。チッタゴン市の大小の道路は大型車からリキシャ（人員輸送用三輪自転車）まで多種多様の交通で満ちあふれ、施工環境が工事の進捗と工事費に影響すると考えられる。

なお、チッタゴン開発公社（CDA）には旧市街地周辺の道路基盤整備計画のなかで、駅周辺地区で幅員を約 11m に拡張するアスファルト舗装道路建設計画がある。現在、一部に用地の買収が終わった箇所もあるが、用地交渉は難しく実施の遅延を招いており、用地の取得を待たずに実施の予定であるという²。

4) 配水量と UFW

表－7 に示すとおり、過去 1 年間の平均総配水量は約 17 万 7,000m³/日であり、UFW（無収水）率は 31%（Computer Section による 2006.7～2007.6 の平均値。メータなし給水の消費量は推定³）である。最新統計である 2007 年 6 月では総配水量の 1,250 Mil. Gallon つまり約 18 万 9,000m³/日に対し、UFW 率は 34% となっている。SAPROF 調査の需要予測では UFW 率を 2010 年 28%、2020 年 25% と想定しているが、2003/2004 の統計では 30% を示しており、その後も状況は改善されていない。

（注：Engineering 部門による 2007 年 6 月統計の総配水量は平均約 18 万 4,000m³/日となっている。7 月統計では約 20 万 1,000m³/日に増加している。）

² CDA の詳細都市計画は 2007 年 12 月に発表される予定である。ただし、用地問題もあり、仮に CWSA が管路敷設替え工事を実施する場合、拡張部分ではなく既存道路下に実施する必要がある。

³ 無メータ接続の推定消費量：Domestic: <=700sq.ft.-500GPD (68m³/月)/connect., >700sq.ft.-1,000GPD (136m³/月)/connect.; Non-domestic 5,000GPD (682m³/月)/connect.

表－7 過去1年間のUFW

Computer Section CWASA
Report on Water Management 2006-2007

(Volume in Million Gallons)

Months	Volume Produced	Volume used for Treatment	Volume Available for Distribution	Volume Billed	Volume used in WASA	Total Vol. Accounted for	%Unaccounted water after distribution
Jul '2006	1221	41	1180	792	1	793	33%
Aug '2006	1213	21	1192	857	1	858	28%
Sep. '2006	1197	43	1154	825	1	826	29%
Oct. '2006	1249	31	1218	815	1	816	33%
Nov. '2006	1225	32	1193	838	1	839	30%
Dec. '2006	1229	36	1193	807	1	808	32%
Jan. '2007	1164	55	1109	818	1	819	26%
Feb. '2007	1031	63	968	812	1	813	16%
Mar '2007	903	35	867	569	1	570	34%
Apr. '2007	1671	76	1595	1020	1	1021	36%
May '2007	1330	61	1269	871	1	872	31%
Jun '2007	1304	54	1250	831	1	832	34%
Total	14737	548	14188	9855	12	9867	31%

Source : Computer Section, CWASA

(4) 給水施設

前述のとおり、2011年を目処の「三大事業」が実施される一方で、水圧増加による漏水箇所が増加、増量が懸念されている。これは、配水本管からの漏水があるとは推察されるものの、分水栓からメータに至る「給水管」について、当地では低品質の資材を用いていることから、その部分からの漏水が多くを占めるのではないかとCWASAは推察しており、これについてはSAPROFでも指摘されている。このため、配水管からの漏水防止もさることながら、給水管の現状を放置すると、市民への給水サービスの改善もおぼつかず、漏水量削減のための配水圧低下や給水制限を考慮しなくてはならない事態に陥ることも懸念される。

現在、給水管の敷設は接続申請に基づき、利用者がメータ以外の資材を市場から調達し、CWASAが工事を行うが工事費用も利用者が負担することになっており、その資材の品質と工事の質は容認し難いものがある。例えば本調査で視認したところでは、分水栓を取り付けるサドルクランプは、市中の鍛冶屋が加工した1mm厚ほどの軟鉄の板を折り曲げたものを、何ら防食処理もせずに用いており、それに用いるガスケットもビーチサンダルの底を切り取って使用していた。これは最近の例だけではなく、露出していたかなり古い管の給水管接続も同様であった。年数が経てば、鉄板が錆び、へたり、水圧が上がれば確実に漏水することは明らかである。工事方法も、分水栓設置に対しては何ら器具を使用することなく、熱した鉄棒を配水管(PVC管)に押し付けて分水孔を削孔しており、その施工方法の改善が強く望まれる。

また、配水管が必ずしもすべての公道に敷設されているわけではないために、150フィート以上の給水管の敷設が公には認められていない(必要な場合は私費で配水管を敷設しなく

てはならない)ものの、実際には配水管から100m以上も給水管(ほとんどが20mm径)が束になって延びている例(いわゆるスパゲティコネクション)もある。さらに、圧力管となっていない配水管から、より多くの水を得るために少しでも上流側に給水分水栓を設置している例も多く見受けられる。これらも、メータまでの給水管からの漏水を増やす要因となっている。また、不正接続や不良メータの削減はUFW率の低減には必須である。

以上の事情を考慮すると、旧市街地の給水事情を改善するためには、より良い品質で給水量に適合したサイズの配水管路網及び給水管の改善整備を早急に実施する必要がある。また、給水管部分からの漏水量が多いと見なされているため、それらが接続されている300mm以下の小口径AC管の敷設替えを強力に推進すべきである。また、長距離を給水管が束になって敷設されているような道路に小口径の配水管を新設し、給水管の延長を短縮することにより漏水の危険を小さくし、併せて各家庭に対する通水能力の強化を図るべきである。

これらは、本格的に増水増圧が行われる2011年以前に緊急に実施することが望ましいものの、300mm以下の小口径管の総延長はAC管PVC管DI管を合わせてほぼ500kmになり、接続する給水管も4万ヵ所にのぼる。これらのすべてに対して直ちに改善工事に着手することは、物理的、資金的に不可能である。大規模な漏水は事前に防止すべきだが、給水管からの漏水は集合すれば大きいものの、個々の漏水量は少ない。したがって、早急に全域で改善工事を実施することが望ましいが、当分の間のNRW率の急激な上昇を甘受できれば、直ちに改善事業に着手しなければ水道事業が成り立たなくなるという問題ではなく、施設増強により増水した効果が十分に発揮できないという問題に集約される。今後のCWASA水道事業運営の持続性を高めるという観点から、CWASAが本案件を含む一連の事業のなかで技術を習得し、自己の力で順次改善事業を推進していくことが望ましい。

2-1-5 CWASAによる配管の維持管理計画及び技術

CWASAには標準的な管工事の方法を記載したStandard Manualがあるが、実際には標準施工図というものであり、それすら順守されていない。

給水管の新設工事はSales Divisionが直営工事で実施している。メータ及びその取り付け費用はCWASAが負担するが、その代価相当分を接続費用として接続申請者から徴収している。接続費用でカバーされていない、配水管からメータまでの管材及び埋設費用は利用者が負担している。したがって、実質的に給水管の接続に係る費用は材工ともに利用者が負担していることになる。メータを除く資材はすべて市場から利用者が調達することになっており、工事後にCWASAが利用許可のための審査をするものの、現況を見る限りその品質保持に対する姿勢は弱い。特に、「2-1-4(4)給水施設」に記載のとおり分水栓設置工事は極めてずさんというべき状況で、漏水の原因の1つにこの接続部分があげられ、無収水削減には分水栓設置に係る使用資材、施工方法の改善が求められる。

給水管の補修工事はMaintenance, Operation & Distribution Circleの各Division(MOD-1、MOD-2)が担当しているが、直営及び外部の業者に委託している。入札により年間の契約業者と工事単価を定めており、工事の都度、出来高払いとし、工事費用は利用者が負担する。

メータの故障時には、Revenue Sectionが直営でメータを取り外し、以前はCWASAメータ修理工場に持ち込み、おおよそ1ヵ月の日数をかけて修理したあと、取り付けていたが、近年は修理後もすぐ故障するとして、故障時には修理することなく新メータに付け替えている(これは多分

に配水水質が悪いことに起因すると考えられる。市内南部地区の深井戸から取水され、配水される水は濁質、鉄分が多く、配水圧が低いことに起因して流速の遅いこともあって、明るい鉄錆色の濃いスラリー状の泥が給水管内に大量に付着している。これらがメータの故障の原因になると想定される)。

メータがない期間の水道料金は前月の料金を用いている。メータが修理不能の場合も利用者が費用を負担して新メータを設置するということである (CWASA の経済的負担がないこともメータ修理を忌避する理由のひとつと考える)。

メータ修理工場の定員は6名であるが、現在2名が配置されている。ここでの作業内容は、メータの分解清掃、故障部品の交換、再組み立て、計測精度の確認である。部品交換作業では小口径メータは内部のムーブメントを一式そのまま交換している。対象とするメータはすべて機械式計測をする形式のものである。

上述したようにメータ交換に対する方針が変わったため、現在、作業はほとんど行われておらず、その職員数も2名まで削減されている。しかし、今後メータの取り付け数を急速に増加⁴させることが予定されているが、それらの多くは中国製品であることから、ほとんどの品質は良くないと想定され、その交換必要量は飛躍的に増加すると考えられる。これに対応してメータをすべて新品に交換することは、メータがすべて輸入品であることを考慮すると、バングラデシュの現状からかんがみて経済的ではなく、また外貨の手当でも難しい。したがって、旧来実施されてきたように、メータ内部の交換ユニットのみを調達し、修理して再利用することが現実的であると思料する。一方、現在のメータ修理施設は貧弱で、メータの筐体表面を磨くサンドブラスタ、メータの精度を検査するテストベンチ、テスト用の一定水量を供給する装置等、すべての設備が一応は動くものの老朽化している。ただし、大口径の流量計の点検・修理には対応できない。カルナフリ事業で設備の一斉更新が予定されている。

通常の配水管の新設工事及び補修工事も MOD の担当であり、給水管と同様に工事を外部委託している。資材は CWASA に在庫があればそれを使用し、在庫がない場合は市中で業者が調達をすることとしている。MOD-1 には3名×4班、MOD-2 には3名×2班の工事担当が配置されているが、使用機材は貧弱で、運搬車も小型三輪自動車 (taxi と呼ばれる) が両事務所に配置されているが、その老朽化は甚だしい。また、職員によれば、それらの自動車からは工具が盗まれやすいということであり、CWASA は小型ピックアップトラックの供与を要請している。また、地域の点検巡回を円滑に行うための小型オートバイの供与を要請している。一方、小型掘削重機の必要性について確認したところ、工事規模が大きくなれば外部に委託するため、その必要はないとのことである。

CWASA には、大規模 Stock Yard が Nashirabad、中規模 Stock Yard が Halishahar、小規模資材倉庫が Agrabad にある。前2者には資材倉庫も付設している。

現在、Nashirabad の Stock Yard には、2nd Interim Project 実施時の残材であるおよそ延長1km 分ほどの中国製の中口径鋳鉄管が野積みされている。倉庫には何も入っていないとのことである。Halishahar の Stock Yard は CWASA の深井戸及び配水塔の敷地内にある。敷地内には中古資材、新資材が敷地一杯に山積みされ、また、倉庫内にも多くの新資材が保管されている。3rd Interim Project で調達された1万5,000個のメータはここに保管されている。これらのメータは順次取り

⁴ 現在設置数約4万個、3rd Interim Project で1万5,000個調達、さらにカルナフリ事業で2万個の調達

付けていく作業を実施中であるということであった。敷地内に山積みされているスクラップ同然の資材については、年1回入札により払い下げており、2006年は900万タカ程度の払い下げ価格となったということである。

Agrabadの倉庫はMOD-1事務所の敷地内にあるが、ほとんど使用されておらず、水中ポンプが数台保管されているだけであった。

いずれの倉庫も錠前は封緘されており、自在に出し入れはできないが、その在庫管理は出入りをBin Cardで行うだけで、棚卸し作業はしていないということであった。

管網図については、紙ベースのものはGISセクション内の書棚に保管されている。しかし、目録などの管理も十分とはいえず、古参の職員1名(Draft man)のみしか図面の所在を把握できていない。管網データのデジタル化にも1990年代後半に着手したが、いったん整備されたあと、精査もされず情報の更新が行われないうまま放置されてきた。さらにGISシステムをインストールしていたコンピュータを更新した際にGISソフトが動かなくなり、現在全く使用できない状態にある。SAPROF調査の際にCADソフト(AutoCAD 2004)で管路情報を表示できるまでに回復させることができたが、現時点では情報のアップデートが全くといっていいほど行われておらず、日常の維持管理業務には全く使用されていない状態にある。

2-1-6 将来給水量の把握

SAPROF調査では、2001年に行われた人口センサス速報に、同年実施のチッタゴン市行政府(CCC)の人口調査結果を加味して人口予測をしているが、CCCの人口調査結果は2001年センサスの人口と大きな相違があるため、基本的にはセンサスの結果を基礎データとしている。人口予測については、2001年のセンサスの結果ですら、まだ速報(SAPROF予測の基礎データ)しか報告されていないということであり、最新データによるアップデートは難しい。したがって、計画対象人口のアップデートも根拠が乏しく、その実施は難しい。CCCは独自調査の結果からチッタゴンの現在人口は350万人程度と言っているが、CWASAはその意見には与していないものの、SAPROF予測人口は過少評価であり、近年の市街の発展の度合い(例えばビルの高層化)を見ると、2001年以降の人口増加率がそれ以前の増加率を下回るということは考えられず、むしろ上回っていると考えている。このため全市にSAPROFで採用された中位人口増加率ではなく、高位人口増加率を適用するべきと判断している。ちなみに、SAPROF調査による2005年と2010年の人口予測結果から推測すると2007年の市内人口は約263万人、2010年は約282万人となり、CWASAの概算予測によれば2007年は約268万人、2010年が293万人となる。

表－８ SAPROF 調査による予測人口増加率

Year	Population			Annual Growth		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
1974	633,569*					
1981	1,209,494			9.7%		
1991	1,599,000			2.8%		
2001	2,218,000			3.3%		
2005	2,526,000	2,496,000	2,448,000	3.3%	3.0%	2.5%
2010	2,928,000	2,824,000	2,703,000	3.0%	2.5%	2.0%
2020	3,748,000	3,442,000	3,137,000	2.5%	2.0%	1.5%

*Excluding present outside of city area

Source : SAPPROF Study Team, 2005

チッタゴンでは供給水量が極端に不足しているため、使用水量が常に抑圧された状態にあり、需要水量を給水実績から推し量ることができない。SAPROF で用いられた需要水量の予測方法は、家屋形態を３種類に分けてそれぞれの占有率及びその水道接続率を想定してサービス人口を算出し、それに使用水量原単位（140 l/人/日）を乗じた家庭用水（a）、さらに公共水栓使用量（b = 1 万 5,000m³/日）、商業用水（c = (a+b) × 11%）、工業用水（d = (a+b+c) × 25%）、UFW（28%）を加えた合計 56 万 6,000m³/日を需要水量としている。2020 年では家屋形態の比率を変えて、家庭用水（150 l/人/日）を算定し、公共水栓使用量（1 万 5,000m³/日）、商業用水（11%）、工業用水（30%）、UFW（25%）と条件を変えて、合計 83 万 9,000m³/日としている。したがって、供給水量は SAPROF 予測需要水量に対して、現在の推定 47% から、2011 年では 73%、2016 年では 84% となり、CWASA の将来構想による供給水量増加を見込むと 2020 年では 94% を供給することになる。

なお、急激な投資を避けるために供給水量が限られていることから、SAPROF の配水計画では、配水量と供給水量が同量になる計画とするために、利用水量原単位を減じ（2010 年は 105 l/人/日、2020 年は 110 l/人/日）ている。これは、その条件下ででき得る限り普及人口を増やすことを主眼に置く計画方針が採用されたためである。

表－ 9 現在と将来の需要水量

Item	2005 Present	2005 Demand	2010	2020
1. Population in Study Area (ps)	2,694,000	2,694,000	3,070,000	3,807,000
2. CWASA's Production Capacity (m ³ /day)	182,000	182,000	432,000	614,000
3. Distribution Capacity (m ³ /day)	168,000	168,000	(432,000)	(614,000)
4. Population with Water Supply Service (ps)	1,286,000	1,286,000	2,220,000	3,070,000
5. Service Coverage Ratio (%) = (4) / (1)	48%	48%	72%	81%
6. Water Demand Projection (m ³ /day)	168,000	328,000	566,000	839,000
(MGD)	(37)	(73)	(123)	(185)
a) House Connection	82,000	133,000	280,000	421,000
b) Public Standpost	12,500	15,000	15,000	15,000
c) Commercial and Institutional	8,700	16,000	32,000	48,000
d) Industrial	15,800	33,000	81,000	145,000
e) UFW	49,000	131,000	158,000	210,000
	(29%)	(40%)	(28%)	(25%)
7. Unit Consumption	131 lpcd	255 lpcd	255 lpcd	273 lpcd
(Domestic Unit Consumption)	(73 lpcd)	(115 lpcd)	(133 lpcd)	(142 lpcd)
	Present	Estimated	Target	Future

Source : SAPROF, Nov. 2005

一方、CWASAが現在考慮している高人口増加率を用いた需要水量は表－10に示すとおりとなる。ただし、CWASAは家屋形態別の普及率を想定せずに、また、接続の有無にかかわらず需要量が一律に発生するものとしている。また、水量原単位も特に根拠はないものの、全人口一律にカルナフリ第一期完了の2010年までは110 lpcd、第二期完了の2015年までは130 lpcd、それ以降は150 lpcdとしており、また商工業用水も20、25、30%と変化させて簡易に需要水量を計算している。

その結果、2010年では538MLD、2020年では967MLDと算定されている。これによれば、供給水量はCWASA予測需要水量に対して現在の推定41%から、2011年では65%、2016年では69%となり、CWASAの将来構想による増加量を見込むと2020年では81%を供給することになる。

以上に述べたように、2020年までに順調に事業が進められたとしても、SAPROF及びCWASAのいずれの予測需要水量に対しても将来の供給能力は100%に満たないため、今後のKOICAのM/P作成作業のなかで協議されることになるとと思われるが、2031年の目標年次に対して相当な新規水源、浄水施設の確保を図らなければならないことは明白である。また、SAPROFによるカルナフリ浄水場第一期事業では、取水施設については全体計画分の土木施設を建設することになっている。これについても、更なる将来の拡張あるいは全体計画の変更を見据えた再検討が要求される可能性がある。

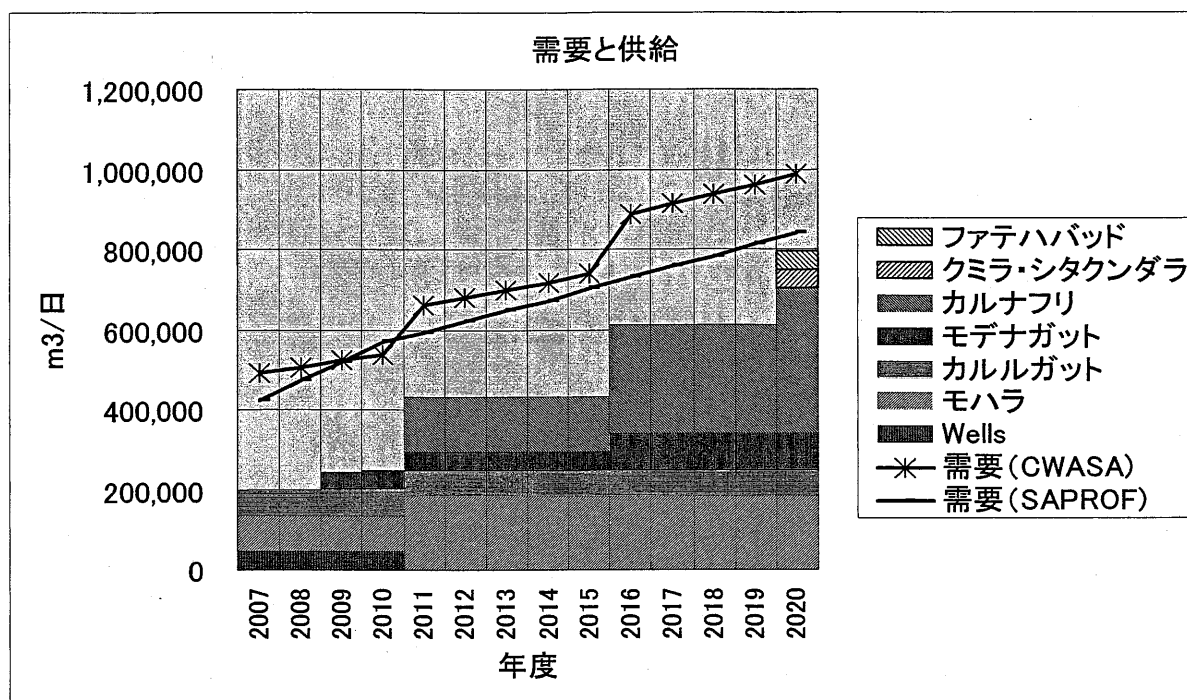
表-10 CWASA による将来人口及び需要予測

Year	Population (1000)		
	Within City	Outside City	Total
2005	2526	201	2727
2006	2602	211	2813
2007	2680	222	2902
2008	2760	233	2993
2009	2843	245	3088
2010	2928	257	3185
2011	3001	269	3270
2012	3076	281	3357
2013	3153	294	3447
2014	3232	307	3539
2015	3313	321	3634
2016	3396	335	3731
2017	3481	350	3831
2018	3568	366	3934
2019	3657	382	4039
2020	3748	399	4147

Year	Population (1000)	Per Capita Water Demand	Population Water Demand	Industrial Demand in %	Industrial Demand	Total	NRW Demand in %	NRW Demand	G. Total	Remarks
		lit/d	mld	%	mld	mld	%	mld	mld	
2005	2727	110	300	20	60	360	26	101	461	Until Commissioning of Mohora-II, Madunaghat-I & Karnaphuli-I
2006	2813	110	309	20	62	371	26	104	475	
2007	2902	110	319	20	64	383	26	107	490	
2008	2993	110	329	20	66	395	26	111	508	
2009	3088	110	340	20	68	408	26	114	522	
2010	3185	110	350	20	70	420	26	118	538	After Commissioning of Mohora-II, Madunaghat-I & Karnaphuli-I
2011	3270	130	425	25	106	531	25	133	664	
2012	3367	130	438	25	109	545	25	138	681	
2013	3467	130	451	25	112	560	25	140	700	
2014	3569	130	464	25	115	575	25	144	719	
2015	3634	130	472	25	118	590	25	148	738	After Commissioning of Madunaghat-II & Karnaphuli-II
2016	3731	150	560	30	168	728	22	160	888	
2017	3831	150	575	30	173	748	22	165	913	
2018	3934	150	590	30	177	767	22	169	936	
2019	4039	150	606	30	182	788	22	173	961	
2020	4147	150	622	30	187	809	22	178	987	

Area	Population (1000)	Growth Rate				Population (1000)		
	2001	2005	2010	2020	2005	2010	2020	
Within City	2215	3.3	3	2.5	2526	2928	3748	
Outside City	159	6	5.1	4.5	201	258	401	
Total					2727	3186	4149	

図－１に2020年までのSAPROF及びCWASAの算定した需要水量を供給水量とともに示す。



注：2020年のカルナフリはCWASAの構想にある第三期事業（90MLD）を加えている。

図－１ チッタゴン市上水道システムの需要水量と供給水量

2-1-7 将来給水量に配慮した配水計画の検討

現在CWASAが具体的に実施しようとしている各事業はJBIC-M/PのフェーズI（2010年）計画に基づいており、配水システムも前述したようにカルナフリ第一期事業及びモハラ拡張事業による各々2カ所の新配水池建設により、2011年にはこれまでの配水システム態様を一新するいくつかの大型配水池を中核とした11のサービスブロック別配水システムとなる予定である。これらのサービスブロック内の配水管網については、SAPROFで2020年を目標年次としたJBIC-M/Pとして既に計画が策定されている。

一方、CWASAはSAPROFの予測した需要水量は過少であると現在は考えている。また、KOICAのM/P調査では目標年次を2031年とすることになっており、そのドラフト提出は2008年後半と予定されている。さらに、カルナフリ事業において実施設計実施期間初期の2008年前半には配水管網の水理解析が完了すると予想されている。このことから、遅くとも2008年8月までには、CWASAとの協議を経て、予測需要水量に見合った新配水管網の水理解析が完了していると期待される。本案件で対象とするAC管のなかでも200～300mmの管（後述するように450～600mmの管については本事業の対象としない）についてのみ、上記の配水管網水理解析の対象になると想定される。

したがって、本案件の実施時にはそれらの解析結果を確認するとともに、本案件の対象地域を含むサービスブロックについて、無償資金協力事業のなかで、100mm以上のすべての管を対象として補完的に管網水理解析を行い、必要な管径を確認することが望ましい。その結果、敷設替えをする管の一部について既存管より管径を大きくしなければならない可能性がある。この変更（管径の増大）については工事費用が増加するが、その増加額が全体の費用に大きく影響を及

ぼすことはないと考える。

現在、CWASA 管轄区域内、特に南部地域では多くの深井戸とそれを配水する小規模配水池が散在している。これらの多くはカルナフリ事業後には順次廃止される予定である。したがって、本事業を含め、いずれの事業でもそれらの補修は行わず、運転に支障ある場合の最低限の維持管理だけが行われることになる。

SAPROFでは提言していないものの、当初の要請案には小規模ポンプ場の改修工事が含まれていた。これについて、CWASA は Dhaka Trunk Road BPS 並びに Dampara Waterworks ポンプ場⁵の改修を要望していたが、「三大事業」が進めばこれらの投資は無駄になるとして、要請対象から除外している。

2-2 当該セクターのわが国による協力計画検討

対処方針においては、以下の点に留意しつつ協力計画の検討をするとしていた。

- ① ドナー協調の枠組みを踏まえつつ、これまでに実施してきた協力により築かれた「チッタゴンの水は日本」という高いプレゼンスの維持とその強化に向けた支援計画の策定
 - ② 予定される技術協力プロジェクト（以下、「技プロ」と記す）「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」との連携による相乗効果をねらった協力範囲の戦略的な絞り込み
 - ③ 老朽化著しい配管の改修にあたり、必要とされる技術レベルと支援スキームの適正
 - ④ 緊急かつ優先的なニーズを踏まえた、要請対象地域及び内容の絞り込み
- これら項目に留意しつつ、調査の結果確認できたことは次のとおり。

(1) 日本による協力のプレゼンス確保

各ドナー、機関による合同支援枠組み「CWASA Policy Reform Matrix」においても日本が一貫してカルナフリ川右岸の上水セクター支援を実施していくことが認知されており、CWASA 側においても日本による支援への信頼と期待が高い。現地 ODA タクスフォースはこれまでも当該セクターにおける協力を、All Japan として積極的にプログラム化し、バングラデシュ政府及びドナーに対するプレゼンスの確保に努めてきたところである。これまでの蓄積を踏まえたうえで、今後も相応の役割と責任を果たしていくためには、今回 CWASA から要請があった配水管のリハビリ事業についても、日本が積極的に支援していくことの意味は大きい。

(2) 必要とされる技術

CWASA は給配水管のリハビリにおいて、一定の経験は有するものの、給水量の変更に伴う計画見直しについては技術蓄積がなく、同側面における技術支援が有効である。「2-1-5 CWASA による配管の維持管理計画及び技術」の項に述べたように、CWASA による配管の新設・補修工事技術は適正なレベルにあるとは認め難く、将来にわたり適切な維持管理を実施していくための体制を確立するためには、今次リハビリ事業の実施において、適正な技術を移転することが必要である。また、給配水管の対象地域は交通量が多く、道路形態が複雑なうえ、他の公共設備（ガス、電話など）が埋設されているため、工事の実施には工程・品質・工法検

⁵ CWASA 本部の裏手にあり、当初は隣接の深井戸からの揚水を配水していたが、現在はモハラ浄水場－ADC Hill 配水池間の送水管の途中から浄水を引き抜き、近隣地区へ送水している。

討、資機材管理、安全管理などで、日本の建設業者からの技術活用が期待できる。

(3) ニーズの把握

現地踏査において、「三大事業」のうちモハラ浄水場拡張事業により給水量が増加する予定であるチッタゴン市内南部にはスラムが多く点在すること⁶、また同地域生活環境が著しく悪いことが確認された。水供給については、1日当たり1～2時間程度の給水がある公共水栓に依存する家庭も多く、2011年に「三大事業」が終了し、以降配水量及び配水圧が急激に増加するまでに、老朽化が進む送配水管を敷設替えし、漏水量の激増を未然に防止することは、特にこれまで水へのアクセスが極めて限られてきた地域の人々に安定した水供給を行う基盤を整備するというBHN充足の観点から、意義が高い。なお、既存配水管のリハビリ事業については、その実施により新たなユーザー獲得は望めない。NRW削減によりCWASAへの収入の微増は期待できるものの、大幅な収入向上にはつながらず、投資に対する経済性は低いものとならざるを得ない。したがって、案件の経済性及びBHN充足のための支援との観点から、無償資金協力による支援実施が適当である。

現状では、配水管のみならず給水管の接続部分からの漏水が多く、放置すれば漏水量は激増すると考えられる。AC管の敷設替えをする際には給水管の接続部分を交換せざるを得ず、それは本事業に含めるべきである。なお、600～450mmのAC管は送水管及び配水本管として使われており、敷設替えの緊急度は比較的小さいものの、その敷設替えに必要な工事費は大きい。したがって、CWASAの要請する129kmのAC管すべてを対象とするのではなく300mm以下のAC管の交換を優先し、その実施延長をできる限り多くすることにより漏水の未然防止を極力図るべきである。

(4) 技術協力プロジェクトとの相乗効果の発現

2007年度採択案件「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」においては、NRW対策を主とした活動のニーズが高い。具体的には、以下項目を活動内容とすることが想定される。

- ① 水理解析、無収水削減計画
- ② 漏水調査手法
 - a) 夜間最小流量調査
 - b) 漏水探査
- ③ 漏水（無収水）対策に係る技術指導
 - a) 給水管の接続工事の標準化
 - b) 工事の実施管理に係る指導（工事計画、工法、施工管理、安全対策、等）
 - c) 給水メータの修理
- ④ 施設運転管理
 - a) 浄水場（WTP）運転、水質管理
 - b) 電気施設維持管理、機械施設維持管理

⁶ 踏査地の1つであるワード（word）22においては、21のスラム指定地があった。

NRW 対策との関連が高い①～③のうち、特に漏水対策に関する事項に関し、その効果の確認、住宅密集地及び通行量の多い区域での工事方法といった特殊事情への対応策の習得は、通常の現場実習のみでは限界がある。技プロの現場実習を行うパイロット地域と無償資金協力によるリハビリ対象地区を戦略的に組み合わせることで、無償資金協力においては当該事業が、CWASA がリハビリ事業を全市的に展開していく際のグッドプラクティスとなり、技プロにおいては技術移転効果が高まる（カウンターパートが指導内容の効果を実感し、自信を深める）と目される。

また、上記の技プロの活動は整備された施設を将来にわたり維持していくことを目的とする予防的対策と見なされる。他方 CWASA は、「三大事業」の完成に伴い悪化することが予想される漏水問題に対して、直接的対策（老朽管の更新工事）を一刻も早く進める必要に迫られている。

生産能力の強化と老朽管の更新とが合わさって初めて所期の給水サービスの質的向上が実現し、住民の料金支払いのモチベーション向上、料金徴収率の改善（NRW の低下）につながり、ひいては、更なる施設改修・維持管理への投資をより容易にする。よって、直接的対策（無償資金協力）と予防的対策（技プロ）の組み合わせは、直接住民に裨益すると同時に、CWASA の自立的な事業実施をより確かにならしめる点で、相乗効果が期待できよう。

(5) 協力のシナリオ

以上を踏まえ、無償資金協力と技術協力の組み合わせ実施による、日本の技術（実施時と施設維持管理時における施工管理、品質管理、安全対策、機材管理など）をベースとした一貫性のある支援の実施、持続性のあるリハビリ・維持管理体制の確立、特にニーズが高い地域への対応が望まれる。

具体的には、無収水対策を主眼とした技術協力プロジェクトを実施すると同時に、特にリハビリニーズの高い地区を対象として、無償資金協力による配水管網のリハビリ事業をパイロット的に行い、水へのアクセスが従来限られてきた人々への支援を実施することが望ましい。最終的には CWASA が自立して配水管網のリハビリ、管理を実施できる体制が確立されれば、無償資金協力事業でカバーされない地域を対象に、CWASA が債務削減相当資金を活用したりリハビリ事業を継続して実施していくことが可能となろう。

2-3 給配水リハビリ協力事業の具体案

2-3-1 無償資金協力案件としてのパイロット事業対象地域検討

JICA の技プロ「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」では、南部地域を対象とした無収水削減のための技術指導を行うことになる。技プロの活動地域において、無償資金協力案件による配水管の改修工事を実施することは、技術支援の OJT の場を提供することになり、本案件と技プロの相乗効果を高める手段になると考える。

具体的には、無償資金協力案件において、旧市街地の貧困層密集地域の配水管路を対象として配水管路の敷設替え工事の実施を提案する。無償資金協力により、AC 管 ϕ 100mm から ϕ 300mm の敷設替え工事を実施するが、その際、JICA 技プロ専門家が工事工程を OJT の場として活用することができよう。工事の過程を通じ、人力施工と機械施工による布掘削、支保工の設置・解体の施工計画、機材計画、資材転用計画、工程管理、分水栓付サドルの取り付け及び給水管の切り

替え工事（資材管理、工事管理、仕上げと漏水点検）等について、理解することが期待できる。また、漏水については本案件の対象とする AC 管だけではなく、同一地域に埋設されている PVC 管も多く欠陥を抱えていると想定されることから、パイロット事業地域全体の NRW 削減について本案件のみで大きな効果をあげることは難しい。この点において、先行する技プロ専門家と予備調査時から連携をとって、CWASA に NRW 削減に関連する管路敷設技術を移転できるような計画を立案する必要がある。

つまり、技プロでは NRW 削減に係る全般的な技術移転を図るとともに、本案件実施対象地区の全般的な NRW 削減計画を立案し、CWASA 自身による NRW 削減事業の実施を促し、一方、無償案件では基本的に敷設替えする管路に沿った線的な NRW（漏水）削減作業とせざるを得ないものの、ある管路の敷設替え工事实施前後の NRW 率の変化をその効果として把握するとともに、管路敷設工事に係る技術移転に努める。

2-3-2 プロジェクトのレベル

(1) AC 管の敷設替え

1970 年以前に CWASA によって敷設された AC 管の延長は 51.2km である。さらに、1970 年から 1980 年に 70.1km、1981 年から 1990 年には 6.7km が敷設されている。これらの AC 管の材料は B クラス⁷だったため、維持管理記録によると、他の管材に比べて漏水が多く修復が困難であった。

CWASA は当初 450mm と 600mm 合計延長 37km も対象に含め、総計 129km になる AC 管のすべてを敷設替え対象として考えていた。SAPROF では資金的な制約からこの 40% 程度を敷設替えするように提言していたが、現状を観察し、CWASA の見解を聴取すると、遅かれ早かれ、これらの管のすべてを敷設替えする必要があると判断する。

このうち、特に老朽化が激しく、交通量が多く、人口が密集している地区に埋設されている管からの漏水は急増すると思われ、それらの管の敷設替えは、2011 年の「三大事業」が完了する前に早急に実施されることが望ましい。したがって、資金的な制約がある場合は、これらの管路を地区別に分け、各地区の優先順位を設けて、優先順位の高いものから採択する必要がある。調査団と CWASA が協議して対象地区を選定した結果は表-11 のとおりである。

表-11 旧市街地の AC 管敷設替え計画

サイズ	既設延長	敷設替え管
100mm	18,038m	PVC φ 100mm
150mm	18,982m	PVC φ 150mm
200mm	21,547m	PVC φ 200mm
250mm*	297m	PVC φ 300mm
300mm	29,131m	DI φ 300mm
小 計	87,995m	

*CWASA の集計にはないが、施工図を精査し存在を確認した。
出典：本調査の作業結果

⁷ 敷設替えの PVC 又は铸铁管は British Standard (BS) の Class 分けに準じるものとする。

(2) 漏水対策のための給水管接続の扱いと範囲

AC管（ ϕ 300mm ～ ϕ 100mm 管）の敷設替えに伴う、給水管の付け替えについては、配水管を敷設替えする際に必ず同時に実施しなくてはならない作業であり、現状ではこの分水部分からの漏水が最も多くなると想定される。したがって、適正な資材の使用と工事の実施、及び適正技術の移転を目的として、少なくとも、各給水管に対して、分水栓付きサドル（1個）及び配水管敷設に伴う掘削溝内の配管材（1m）、接続部材と取り付け工事費用については支援対象とするべきである。なお、CWASAは各メータまでの給水管も敷設替え対象として要請に含めている。

また、いわゆるスパゲティコネクションについては、本来CWASAが配水管を敷設すべきであると考えられる公道部分に対しては、小口径の配水支管を敷設し、給水管からの漏水防止と各利用者への給水能力増強に努めるべきである。

なお、管敷設工事に伴う道路舗装の復旧工事については、事業者がCCCに舗装費を払ってCCCが工事を実施することになっており、本案件でも同様の扱いとなる。したがって、道路舗装の復旧工事（約 2,040 TK/m²）はバングラデシュ側負担工事となる。また、バングラデシュでは援助事業に対して免税特権が適用されないことから、本事業の資機材の輸入関税等、本事業実施に伴う諸税をCWASAが負担しなければならない。

1) コネクション数

CWASA職員により候補地域のコネクション数を計画図より数えあげた結果、AC管に対する接続数は、100m 当たり 11.6 分水栓（62 家族 370 人程度）と算定された。したがって、要請対象となる分水栓数は1万2,300カ所となった。ちなみに、SAPROFでは、既存の給水管への分水栓接続数について、全体の40%がAC管に接続されていると想定していた。CWASA配水管網における300mm以下のAC管は92.5kmであるから、4万栓の40%が接続しているとして計算すると、100m 当たり 17.3 栓となる。また、300mm以下の配水管総延長は約530kmであり、これで4万栓を割り戻すと、100m 当たり 7.5 栓となる。

CWASA給水管（サービスコネクション）設置図（1990年ごろに作成）においても、分水栓数量を確認できた。

表－12 分水栓・給水管箇所数

分水栓サイズ	サドル数	給水管
ϕ 20mm	10,412 個	ϕ 20mm で分水栓設置
ϕ 25mm	1,225 個	ϕ 25mm で分水栓設置
ϕ 50mm	612 個	ϕ 50mm で分水栓設置
計	12,249 個	

出典：本調査の作業結果

2) 露出管の延長

旧市街地は、もともとカルナフリ川の右岸のデルタ湿地を居住地として造成し、1980年代に住民が移り住んで都市化した。当時は、市街地の中心部に多数の養魚池が

存在していたという⁸。現在も居住区ごとに幅3～4m程度の排水溝が南東方向に曲折しながらカルナフリ川に流れており、CWASAの送配水管路はこの排水溝を横断しながら給水を行っている。

排水溝などの横断箇所では、管路は橋脚や床スラブ側面に沿って取り付けられ、荷重に耐えるため铸铁管を使用している。一般的には流水の疎通を阻害しないように、管路を流水面、時には道路より高く上げて敷設するが、CWASAの管路は道路下から直線で横断しており、流水量が多い場合には疎通阻害となり、また、汚水に浸かることにより負圧時に汚水を吸い込む危険もあり衛生的ではない。また、維持管理についても、露出部分には防護工がなく、ほとんど手入れが行われておらず、管体の腐食箇所が多数確認され、漏水の原因にもなっていると想定できる。また、高水圧がかかれば容易に更に大量の漏水が発生するおそれがある。表－13のとおり、要請対象に含まれる延長は約5.8kmとなった。

表－13 露出管の延長

種 類	サイズ	延 長	接続材
铸铁管	φ 100mm	5,755m	45 度曲管 6 個／カ所
铸铁管	φ 150mm		
铸铁管	φ 200mm		
铸铁管	φ 300mm		
铸铁管	φ 450mm		

出典：本調査の収集作業結果より

(3) 配水管路敷設替え工法

- ・交通渋滞地域では、人力土工と機械土工を要所に採用し、道路幅員が十分ある場合には、開削による敷設が適当である。一方、日常の交通に支障を来す箇所には、推進工法の採用を検討する必要がある。
- ・狭小道路に限らず、ガス・電気・電話・下水管路等の埋設物輻輳部は、設計検討時及び工事前に関係機関との綿密な打合せが必要となる。

(4) 施工基準（案）、標準図の検討、配水管路の深度

- ・バクラバッドガス会社（BGSIL）のガス管（GI- 径 150mm、-100mm、-75mm、-50mm）の埋設方法（位置、サイド、深度）は現在も確固たる施工基準がない。
- ・バングラデシュ電話・テレグラフ公社（BTTC）の電話線は架空（サービス線）よりも地中線（幹線ケーブル）の埋設が多いため、工事上での事故が危惧される作業箇所とルートをお互いに連携しながら事故防止に努める。
- ・CWASA には Standard Manual として施工標準があるものの実際には守られていない。設計にあたっては、当該マニュアルを精査し、本事業に適用する設計基準及び施工標準を定める必要がある。

⁸ CCC 建築技術者からの聞き取りによる。

- ・配水管路の埋設深度は道路交通による路面加重の影響を考慮し1m以深とするが、路面舗装の強度が不十分なことから幹線道路等の重車両が通行する埋設部では更に1.2m以深若しくはそれ以上とすることが望ましい。逆に狭小道路でせいぜい小型三輪自動車が通行できる程度の道路であれば、埋設深を60～80cm程度まで浅くしても問題はないと考える。

2-3-3 プロジェクト対象地域の選定

【選定条件】

石綿管路網図上でパイロット事業対象地域として選定する候補地域を検討するにあたり、CWASAによる優先順位選定の要件は次のとおり。

- ① AC管が多く敷設されている地域
- ② AC管が特に古い地域
- ③ コネクション数が多い地域
- ④ 人口密度（Population density）が高いところ
- ⑤ 漏水が激しいところ
- ⑥ CWASAの技術では工事の実施が困難なところ（道路幅が狭隘）

以上の要件は、緊急の課題である老朽化したAC管の敷設替えの実施、より多くの裨益人口を確保すること、日本がもつ技術力を生かすとの観点において、極めて妥当であると判断できる。この要件を選定条件として調査団において情報収集、現地踏査、分析を行い、CWASA側と協議した結果、下記の4地域が最終的な支援事業対象候補地域となった。なお、これらの地域の選定にあたっては、CWASAの意見を考慮に入れ、CWASAへの技術移転を図るという目的にかんがみ、通過交通量や道路幅員・線形などから他の地域に比べ施工が困難な地域を本事業で実施すべきとの判断を念頭に置いた。

●ゾーンⅠ（W-32を除くW-28からW-34まで）ーチッタゴン駅周辺及びその南側

概算事業費：6億円 裨益人口11万7,000人、裨益人口1人当たり事業費 5,140円／人

●ゾーンⅡ（W-13、-14、-22）ーEyigyet Bazar 近辺

概算事業費：9億2,400万円 裨益人口13万3,000人、裨益人口1人当たり事業費 6,960円／人

●ゾーンⅢ（W-16、-32）ーDampara 近辺

概算事業費：6億1,400万円 裨益人口6万9,000人、裨益人口1人当たり事業費 8,834円／人

●ゾーンⅣ（W-17、-19、-20、-22）ーBakalia 近辺

概算事業費：1億7,100万円 裨益人口7万3,000人、裨益人口1人当たり事業費 2,345円／人

（※ただし、上記の費用は道路舗装復旧費、車両供与費用を含んでいない）

各ゾーンの概況については、表-14のとおり。また、位置図は図-2のとおり。

支援事業実施にあたっては、支援実施の効率と費用対効果の観点から、各地域の優先度の考慮条件のひとつであるAC管路延長に対する人口密度の高い地域が、優先度が高いものと考えられる。これに従った場合、事業実施の優先順位は、ゾーンⅣ、ゾーンⅠ、ゾーンⅡ、ゾーンⅢとなろう。なお、居住者の社会経済状況や、土地利用状況その他の考慮条件に対しては各地域とも大きな差は見られない。

表-14 各ゾーンの特徴

Selected Area	Condition for Prioritization									
	Estimated Cost (mil. Yen)	Population in Ward	Beneficiary Population	Cost per Beneficiary (Yen/person)	Daily water supply hours	Congestion of traffic passing area	Land use	Scanty road passing area	CWASA street hydrant used by residents	other water sources
4 Zones Total	2,308.9	759,800	391,963	5,891	Rationed	yes	-	-	-	pond water and borehole water
Zone-I (W-28, W-29, W-30, W-31, W-33, W-34)	600.3	251,900	116,793	5,140	only 2hrs.	yes	trading and residential zone	the streets are about 2m to over 6m wide	N/A	pond water and little borehole water
Zone- II (W-13, W-14, W-22)	923.7	190,600	132,717	6,960	only 4hrs.	yes	industry, trading and residential zone	the streets are about 2m to over 6m wide	N/A	pond water and little borehole water
Zone-III (W-32, W-16)	613.5	83,000	69,445	8,834	only 2hrs.	yes	residential zone	the streets are about 2m to over 10m wide	11 units	pond water and borehole water
Zone-IV (W-17, W-19, W-20, W-21)	171.2	234,300	73,008	2,345	N/A	yes	trading and residential zone	the streets are about 2m to over 10m wide	N/A	pond water and borehole water

Note: 1. Number of beneficiaries per connection is assumed as 32 persons based on SAPROF final report.

2. Though prioritization can be done between 4 zones based on the cost-effectiveness to increase number of beneficiaries with limited budget, grouping of wards for each zone shall be further examined in planning/design stages to increase cost-effectiveness.

また、これらの地域のグループ化は ward を構成要素としているが、これらの ward の組み合わせは CWASA の維持管理作業区分、つまり現状の配水ブロックの区域割が基になっている。本案件の計画・設計段階においては、予算制約の条件も考慮に入れて再度これらの ward の組み合わせを検討する必要がある。

2-3-4 想定される事業費概算

CWASA より当初要請があった AC 管の敷設替えに要する事業費を調査団が積算した結果は、付属資料 1. のとおり。無償資金協力により上記 4 ゾーンに対する支援を実施した場合にかかる事業費はおおよそ 23 億円と見込まれる。また、本事業の直接裨益人口はおおよそ 38 万人と推定される。

なお、4 ゾーンに含まれない地域において必要な AC 管の敷設替えを実施する場合の必要事業費は約 32 億円（直接コストのみ）である。無償資金協力と技術協力により、CWASA が自らリハビリ事業を実施していく体制を確立したのちには、当該資金を債務削減相当資金により充当することを積極的に検討することが望ましい。

また、本事業費については、実際の支援事業実施時の状況や、より詳細な情報収集により精査の必要があることは言うまでもない。

2-3-5 環境影響及び工事に伴うスラムや道路周辺居住者への影響

(1) 環境問題

バングラデシュの都市部は人口集中と無秩序な都市の拡大が加速している。一般に、環境保全や公衆衛生に対する意識は低く、住民生活や経済活動が環境に及ぼす影響が十分理解されておらず十分な対応がとられていないことから、都市部の環境悪化が進んでいる。

環境行政の責任官庁である環境森林省（MOEF）は法令や政策を決定し、実施機関である環境局（Depart of Environment : DOE）はモニタリングや取り締まりの役割を担当している。

一方、法令や基準⁹は存在するものの業務経験や未熟な技術、人材不足、資金不足など課題が多く、法令・基準を適正に執行できていない。運用方法も明確に示されておらず、大気汚染状況や河川水質のモニタリング体制はドナーの支援が入っているものの十分な体制が確立されているとはいえない¹⁰。

1997 年に DOE から産業及び開発事業に係る環境影響計画（EIA）ガイドラインが出されている。開発事業者はこの手順に従い事業に対する EIA を行い、最終的に DOE の許可（Official Environment Clearance Certificate : ECC）を取得することが必要となる。現在、CWASA はカルナフリ事業に対する ECC 取得のための手続きを行っており、既に Environmental Site Clearance を取得しており、建設に対する ECC は 2007 年 9 月中に取得できる予定である。なお、CWASA の見解によれば、本案件は AC 管の敷設替えであり、いわば修理工事ともいえる事業であるため、上記の EIA の実施や ECC の取得を行う必要はない。しかし、後述するように、AC 管の取り扱いには慎重な配慮が必要であり、工事中の住民への影響を低減するように努めなくてはならない。

⁹ 「バングラデシュ環境保全法 1995」、「環境保全規則 1997」、「環境影響評価指針（産業編）」、「環境裁判法 2000」等

¹⁰ バングラデシュ現地 ODA タスクフォース「都市環境セクター援助方針 2006 年 都市環境の課題」より引用

(2) わが国の環境セクターに対する支援状況

わが国の環境セクターに対する支援状況は、表－15のとおりである。

表－15 わが国の環境案件概要

案件名	内 容
1. 環境管理－適切な環境管理とモニタリング－	
環境管理行政機関職員の能力強化（研修）	環境管理行政機関職員を対象に、制度整備、運用、業務の確定、各種施策の立案及び執行、年間測定計画策定等の基本的な事項について対応能力を高め、環境問題の解決に資する行政官を養成
2. 環境改善－健全な都市発展の促進－	
ダッカ市廃棄物管理能力強化プロジェクト（技術協力プロジェクト）	ダッカ市（DCC）の Waste Management Division (WMD)の機能強化、職員の能力強化に加え、収集運搬能力強化、最終処分場改善、住民参加型収集の改善等各側面から廃棄物管理体制の強化を図り、適正な廃棄物管理を実現するためのDCCの取組みを支援（2007～2011年）
最終処分場改善・建設事業（債務削減相当資金）	マトワイル既存最終処分場に対し、衛生埋め立て方式による処分場改善・拡張工事やデータ管理のためのトラックスケールの設置を行い、周辺環境への悪影響を軽減するための対処を図ると同時に、適切な処分場管理をめざす事業（2005/06、2006/07年度）。アミンバザール新規処分場の建設に対しても同資金を配分（2007/08、2008/09年度）
環境教育（JOCV 2名）	DCCが実施する住民参加型収集の拡大及び学校での環境教育の実施を支援する環境教育隊員2名の配置
医療廃棄物（草の根無償資金協力）	ダッカ市内の医療機関から医療廃棄物を分別収集するシステムを確立するためのNGOの活動支援。上記、ダッカ市に対する一般廃棄物に対する支援と連携して実施（2006年度）
大気・水質汚染管理能力強化（研修）	各コンポーネントとも連携をとりながら、同分野の研修により、行政職員の能力開発及び意識向上を図る。
3. 上下水道整備－衛生環境の改善－	
カルナフリ上水道建設事業（円借款）	バングラデシュの産業拠点でありながら上水の需給ギャップが特に大きいチッタゴン市における上水道施設（13万6,000m ³ /日の浄水場及び関連の取水・送配水施設）の整備により貧困削減の観点から、都市スラム地域への将来的な給水拡張を支援
チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト（技術協力プロジェクト）	浄水場運転・維持管理及び漏水対策に係る技術面及び水道事業の運営・経営面に係る協力を実施し、職員の能力開発・強化を図り、安全で持続的な給水事業をめざす。
CWASA 既存浄水場及び送配水網のリハビリ（債務削減相当資金）	カルナフリ上水道建設事業の効果的な事業実施及び持続性の確保と、チッタゴン市における効率的な上水サービスを提供するため CWASA の既存上水場及び送配水網のリハビリを実施する。

(3) 調査対象周辺地区の社会環境

チッタゴン市の旧市街地は、一般住宅、商業、家内工業などが混在する地域で、幹線道路から地区内への進入道路は幅2.0m程度と比較的狭小(公道)である。これらの道路は市民、リキシャ、三輪タクシー、乗り合いバス、トラックが無秩序に行き交い、非常に混雑している。この公道内には給水管、ガス管、電話線(本線)等が併設され、その詳しい埋設された記録と箇所位置の特定は困難である。

AC管敷設替えの実施には、表-16の公共サービス機関と連携し、地域住民の生活環境保全に取り組む必要がある。

表-16 AC管敷設替えに伴う地域住民の生活環境保全

配慮する事項	連携する機関	期 間
公共施設の埋設確認と安全対策	チッタゴン市行政府(CCC)、チッタゴン開発公社(CDA)、バングラデシュ電話・テレグラフ公社(BTTB)、チッタゴン電力公社(PDB)、バクラバッドガス会社(BGSL)	実施計画段階と実施前
地域住民への工事案内と安全対策	チッタゴン市役所	実施前
交通整理と安全対策	チッタゴン市役所	工事実施期間中

出典：現地調査結果による。

(4) AC管の対応

AC管は、製造の容易さと価格が安いため、水道管材として世界中で使用されてきたが、耐久性と強度に難点があり、古くなるに従ってひび割れや損傷箇所からの漏水の原因となっている。最近では、アスベスト粉じんの飛散が人体に深刻な影響を与えるために、先進国では有害産業廃棄物として撤去と処理が実施されている。

AC管は、水道利用者への直接的な影響はないが、AC管の敷設替え工事や管の破壊・撤去・処理時のアスベスト粉じんの飛散が、人体、特に呼吸器に影響があるとされている。一方、バングラデシュではアスベストの処理に関する法令は整備されておらず、産業廃棄物として処分可能な施設も存在しない。

CWASAの管理する既存AC管は、 ϕ 600mmから ϕ 100mm、延長129kmほどが、モハラ浄水場から旧市街地一帯に埋設されている。また、運用開始から30年から40数年が経過し、給水管の分水箇所の漏水要因ともなっている。本調査の結果、AC管敷設替え工事の際には埋め殺し方で対応することがアスベスト粉じんの飛散を抑えられ、安全かつ経済的であることが確認できた¹¹。なお、工事中にAC管からアスベスト粉じんの飛散する可能性のある作業をする場合には、水の散布、シートカバーによる保護工等の処置をとることが必要であり、現地作業者がみだりにAC管を破壊したり切断したりすることのないように、工事管理者に徹底しなくてはならない。

¹¹ CWASAからの聞き取り調査による。

(5) 事業実施時の工法の検討

交通量が多い地区における、また、住民生活に直結する水道管路の敷設替え工事であるため、住民の生活と地域の慣習などに配慮することが必要である。

- ① 仮設工事では資機材の搬入量、仮置き場などを限定し通行妨害を防止する。
- ② 開削工事は、工事場所の環境を考慮した人力掘削と機械掘削の両面で施工計画を検討する。
- ③ また、通過交通量の多いランダーバードや交差点は推進工法の適用も考慮する。

(6) 自然環境への配慮

調査期間中には、チッタゴン市の南部旧市街地の自然保護区や文化財保護区に指定された地区の確認はできなかった。今後の調査で対象地域に指定地区が存在すればCWASAや関連機関と協議し、適切な対応策を検討する必要がある。

2-3-6 ソフトコンポーネント

上記2-2に述べたように、先行して採択されている技術協力プロジェクトの実施により、無償資金協力による事業をOJTの場として活用しつつ、事業後にCWASAが独自に事業を実施していく体制の確立を図るため、特にソフトコンポーネントを計画する必要性はないと判断される。

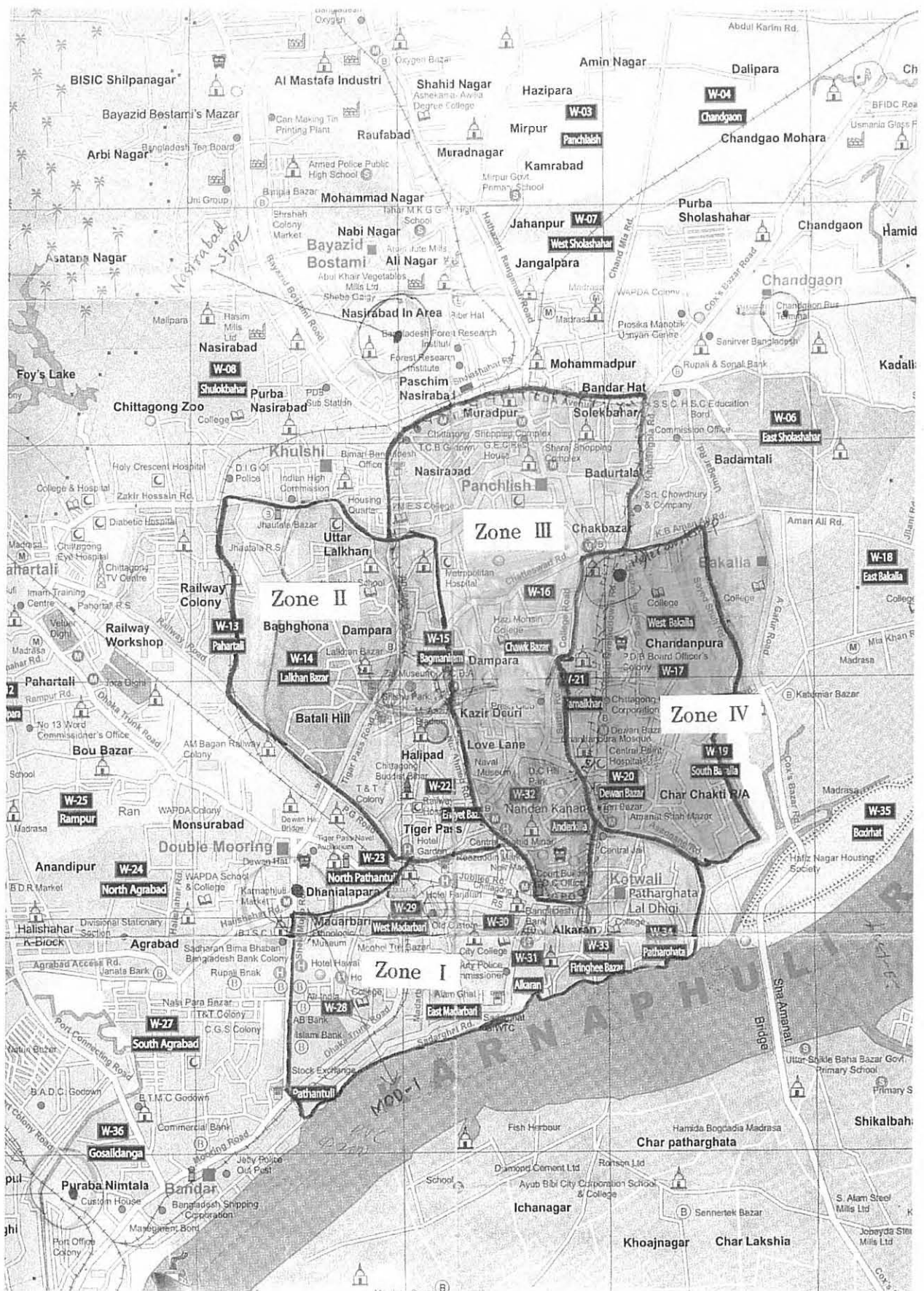


図-2 各ゾーン位置図

2-4 技術協力案件に係る情報収集

2006年7月に実施したプロジェクト形成調査を経て、2007年度新規技術協力事業として、「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」の実施が予定されている。今次調査においては、追加情報を収集し、事前評価に向けた案件内容の検討を進めたところ、無収水対策を主とする以下の活動のニーズが高いと判断した。

- ① 水理解析、無収水削減計画
- ② 漏水調査手法
 - a) 夜間最小流量調査
 - b) 漏水探査
- ③ 漏水（無収水）対策に係る技術指導
 - a) 給水管の接続工事の標準化
 - b) 工事の実施管理に係る指導（工事計画、工法、施工管理、安全対策、等）
 - c) 給水メータの修理
- ④ 施設運転管理
 - a) WTP 運転、水質管理
 - b) 電気施設維持管理、機械施設維持管理

(1) 水理解析及び無収水削減計画

カルナフリ事業で行われる配水ブロック化（SAPROFでは11のService Blocksを提案）において、配水池・送水管レベルの水理解析が、2008年5月ごろを目途に実施されることになる。続いてブロックごとに配水管網（ $\geq \phi 200\text{mm}$ ）の管網解析が順次行われる模様である。

技プロにおいては、同結果を踏まえ、より末端の（ $\phi 100\text{mm}$ 程度まで）レベルでの管網解析若しくは適正管径決定手法の指導や、その結果を用いてCWASAの配水管網整備計画及び無収水対策の策定支援、助言が想定される。また、以下で行う漏水調査の対象地区（パイロット地区）において、必要があれば補足的に配水量分析の指導も行う。技術移転の対象は、本部P&D DivisionあるいはMODの職員に加えて、新規接続の窓口となるSales Divisionや料金徴収担当のRevenue Sectionの職員まで含まれよう。

(2) 漏水調査手法

主にMODの職員に各種漏水探知機器を使用した漏水調査手法の指導を行う。

(3) 漏水（無収水）対策に係る技術指導

1) 給水管の接続工事の標準化

無収水の大きな要素のひとつと考えられる分水栓からの漏水削減を目的に、Sales Division（新規接続担当）及びMOD（補修担当）の職員を対象に、分水栓設置に係る施工方法の習得を目的とした技術指導を行う。適切な施工技術の定着・普及のために要すれば、外部の（登録）業者を対象とした技術講習会の開催も有意義であろう。

2) 給配水管敷設工事の実施管理に係る指導（工事計画、工法、施工管理、安全対策、等）

MODの職員を対象に、管敷設の標準工法を指導する。具体的には標準工法マニュアル

の作成と現場での実習が想定される。なお、特に旧市街に多い、住宅密集地及び通行量の多い区域といった特殊事情への対応策が重要であるが、これは実際の工事を経験してみないことには真に使える技術を習得するのは容易ではない。無償資金協力が実施されればこれ以上の教材はなく、きめ細やかで実践的な技術指導がリアルタイムで実施可能となろう。

3) 給水メータの修理

カルナフリ事業において Meter Workshop の機能強化（検査、補修機器の購入等）が行われることになっている。Meter Workshop の職員を対象に、水道メータ、送配水管の流量計の修理技術の指導を行う。

(4) 漏水対策に係る技術指導

1) WTP 運転、水質管理

モハラ、カルガット浄水場の職員を対象に、日常の運転管理について指導する。特に沈殿池の効率的な運転、ろ過池の適切な洗浄方法に課題がある。

2) 電気施設維持管理、機械施設維持管理

浄水場、ポンプ場の設備運転維持管理に係る技術の標準化（Standardization of Procedure：SOP）の確立が考えられるものの、必要性和内容の詳細については事前評価時に再検討する。

(5) 円借款エンジニアリングサービスとの調整

上記に述べた技術協力の実施にあたっては、JBIC カルナフリ事業（フェーズⅠ）の Engineering Consulting Service との活動範囲の調整が必要である。2007 年度内に実施予定である当該技術協力プロジェクトの事前評価において、整理することが望ましいが、仮に活動エリアの重複がある場合、それぞれの業務を効率的、効果的に実施できると期待して、暫定的な分担範囲の案を以下に示す。Engineering Consulting Service においては、sub-zoning のための水利解析作業とそれに係る CWASA 職員の OJT とともに、zoning 工事に必要な資材（流量計、バルブ等）調達を行うこととし、他方技プロにおいては、zoning 完了後の漏水調査、無収水量の推定とその技術指導を行うものとする（表－17 参照）。

表－17 Job Description of NRW Reduction Specialist（暫定分担案）

Section 5. Part 2 : 5-8 : Water Supply System Management 5-8-2 : NRW Reduction Specialist	JBIC カルナフリ	JICA 技プロ
＞ Establishment of sub-zones	○	
＞ Essential Training of NRW Reduction		○
＞ Field Leakage Detection Survey		
To asses requirement of leak detection equipment To prepare tender documents, technical specification, terms of reference etc. for supply of the leak detection equipment including for establishment of sub-zones. To inspect supplied equipment To confirm the flow condition in sub-zones	○	
To collect historical information of pipeline installation & repair To survey leakage line & point by detector, flow meter & pressure loggers in sub-zones		○
Provide training to CWASA employee on establishing sub-zones (Provide training to CWASA employee on) how to detect leakage and find out volume of NRW	○	○
＞ Data Analysis		○

今次調査において木口団員を通じて確認した内容（Selection of Engineering Consultant, Request for Proposal; p.66）を修正して作成

2－5 プログラムの戦略性強化

「2－2 当該セクターのわが国による協力計画検討」の項に述べたとおり、当該セクターの支援においては、円借款によるカルナフリ浄水場事業等を通じた給水能力強化のための支援を実施する一方、モハラ浄水場拡張事業の完工に伴い漏水増加が懸念される、特にリハビリニーズの高い旧市街地地区を対象として、無償資金協力による配水管網のリハビリ事業をパイロット的に行い、水へのアクセスが従来限られてきた人々への支援を実施することが望ましい。

無償資金協力による配水管網のリハビリ事業を行うと同時に、無収水対策を主眼とした技術協力プロジェクトを実施することにより、日本の技術（実施時と施設維持管理時における施工管理、品質管理、安全対策、機材管理など）をベースとした一貫性のある支援の実施、持続性のあるリハビリ・維持管理体制の確立が期待できる。最終的にはCWASAが自立して配水管網のリハビリ、管理を実施できる体制が確立されれば、無償資金協力事業でカバーされない地域を対象に、CWASAが債務削減相当資金を活用したりハビリ事業を継続して実施していくことをめざすべきである。

以上、有償資金協力、無償資金協力、技術協力の各スキームを組み合わせた支援実施のワークプランは、付属資料2. のようになろう。

第3章 団長所感

(1) 本案件の対象区域は、住宅が密集しており、細い路地の続く、いかにも低所得者層の多いと思われる場所である。手押しポンプを用いた浅井戸やタンクと呼ばれるため池が点在している。個人所有の浅井戸は施錠され、所有者か所有者の許可を得た者だけが使うことができる。また、廃棄された公共水栓には木片を打ち込んで止水している。調査中に激しい降雨があり、短時間で側溝が見えなくなるほど路地は泥水であふれた。大きな降水量がある一方で、給水開始を待ちながら、路地の中の公共水栓に行列している状況は皮肉を通り越して悲惨である。

安全な飲み水を得にくい島嶼国の、比較的人口密度の低い地方では住居の屋根の下に雨水を貯めるタンクを設けているのはよく見る光景であるが、今回視察した区域では小さな民家が文字どおり軒を連ね、タンクや水つぼを置くべき場所も見当たらない。小職も途上国の給水事情については、かなり把握しているつもりではあった。しかしチッタゴンの低所得地区は、30年近く前、アジア開発銀行（ADB）の地方都市給水プロジェクトで目にした中小都市の状況とほとんど変わりが無いのではないかと、あるいは人口集中が進み当時よりも悪化しているのではないかと感じた。

(2) 仮に老朽配水管更新がなかった場合、検討対象とされている区域はどのようなになるであろうか。上流側、つまりモハラ浄水場拡張及びリハビリテーションがCWASAのイニシアティブとJDCF資金によって進むものの、配水支管更新と給水管整備が遅れた場合、給水量と給水圧が増加してもそれを十分に生かすことができず、漏水の増加をみる可能性が高い。また、需要者からすれば「新しい浄水場ができたり、モハラが拡張されたと聞くが、断水時間はあまり短くならず、水圧もほとんど変化がないではないか」と受け取りかねないであろう。CWASAも問題をとらえて対策をとるであろうが、工事規模からして弱小業者を雇い、闇雲に道路を掘って埋設管を探し、貧弱な材料を用い、正しい接合方法や埋め戻しを知らない作業員にまかせたままのような状態で工事するであろう。また工事管理する側も手本とするべきものがなければやはり昔ながらのやり方に従うほかはない。

(3) ではどのような方法を手本とするべきであろうか。例えば、まず管路台帳を整え、配水管の位置と敷設年度を確認する。本掘削前に試掘を行い、図面との相違を確認する。道路管理者や他の公共事業者（ガス、電力、電話）との合同会議を開催し、工事内容、期間を伝え、事故の場合の対応を求めると同時に他からも必要な情報を得る。工事開始までに周辺住民に工事日程を通知し、迂回路の案内図を設ける。CWASAも大口径管工事においては、その影響を考慮して、それなりに対策をとってきたと思われるが、配水支管のような小口径管の場合、敷設場所が狭い路地であり、地域住民の理解と協力が更に必要と考えられる。工事に入るまでに以上のような作業が求められ、本邦コンサルタント・工事業者が従事する場合、これらを忠実に実施することが期待される。

(4) 行政責任者や水道事業体経営陣は、時として、目に付きやすく、事業を宣伝しやすい、地下水開発や新規浄水場建設という上流側にのみ目を向けていることがある。水道施設とは井戸や浄水場だけではなく、地下の配水管や給水管までを含めたものであり、その運営には施設だけではな

く、それを動かし、利用者を満足させ、水道料金を集める、事務的な know-how までは必要とされるのだという意識が見られないことがある。幸い、CWASA の現責任者は調査団と共通の問題意識をもち、改革には積極的であり、「下流側」施設建設と運営の意義も十分理解している。

(5) JBIC 融資によるカルナフリ浄水場建設では、浄水場建設と送配水施設整備が対象である。2007 年度に採択された、「チッタゴン上下水道公社能力強化プロジェクト」は、いわば下流部にあたる、無収水対策を中心にとらえ、また要請のあった本案件も配水管更新を主眼としている。もちろん本案件の規模では全市の給水状況を根本的に改善することはできないが、特定された区域に一定の投入を行えば成果が得られることが期待でき、CWASA もその成果と技プロによる協力を基に問題の深刻な区域から全市へと給水状況改善に着手できる。

(6) コンサルタント団員の先行調査によって詳細な調査ができ、プロジェクト形成調査の結論として、妥当な無償案件内容の確認と背景資料が収集できたと考える。本案件は対象区域住民の衛生状況改善に資するところ大であり、その実施に向けて在バングラデシュ日本国大使館及び JICA バングラデシュ事務所のご助言とご支援をお願いしたい。