

バングラデシュ国
チッタゴン市モハラ浄水場
拡張計画調査事前調査報告書

平成 11 年 11 月

国際協力事業団

序 文

日本国政府は、バングラデシュ人民共和国政府の要請に基づき、同国のチッタゴン市モハラ浄水場拡張計画にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成11年10月4日より10月22日までの19日間にわたり、岡山市水道局 仲原龍吾氏を団長とする事前調査団(S/W協議又は予備)を現地に派遣しました。

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

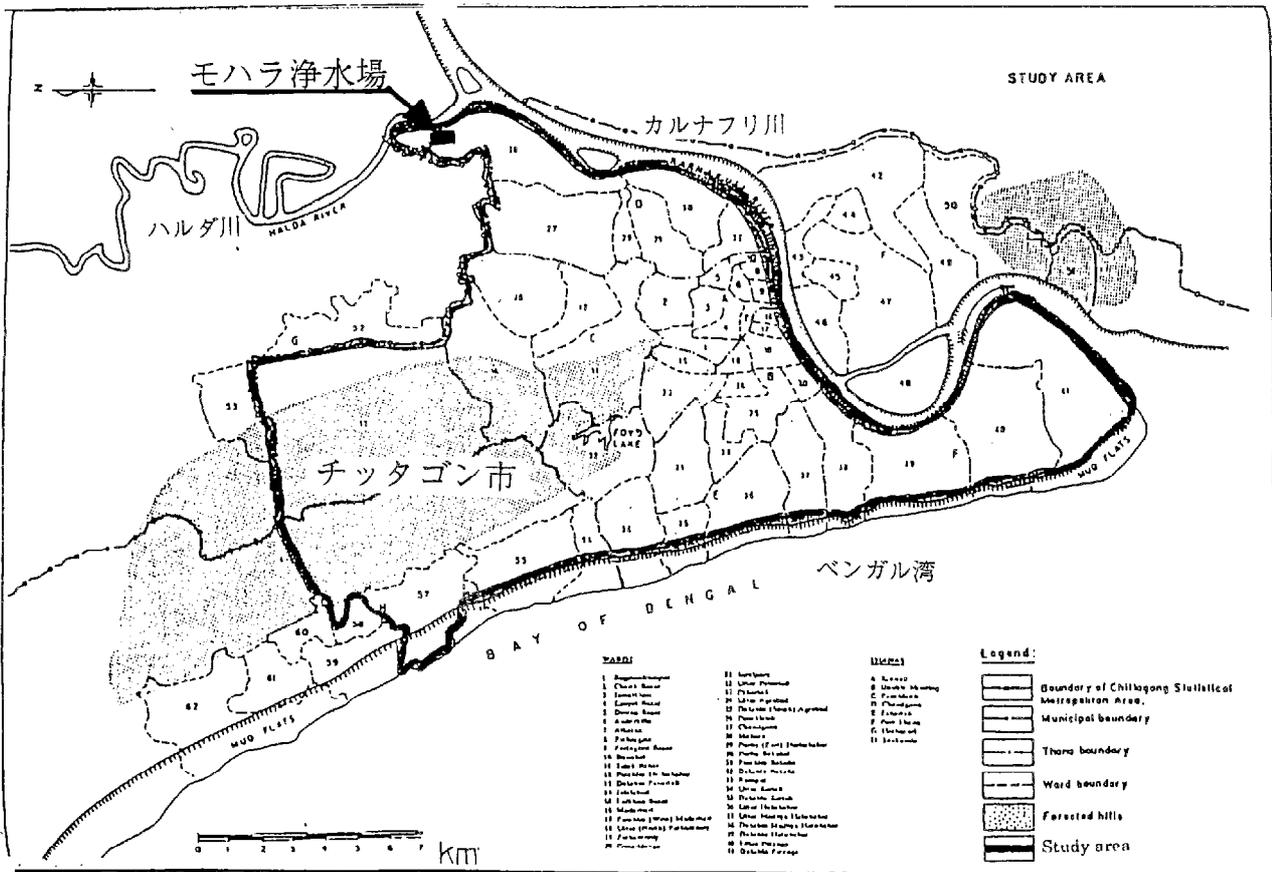
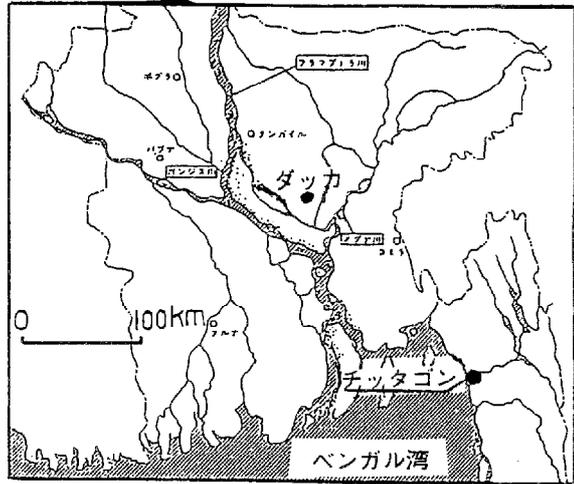
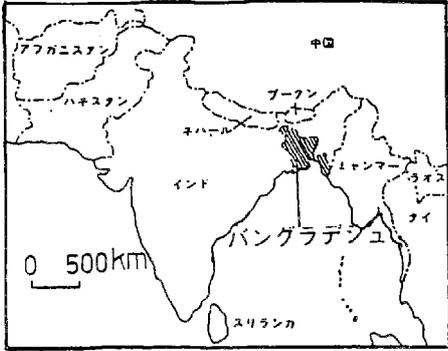
本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

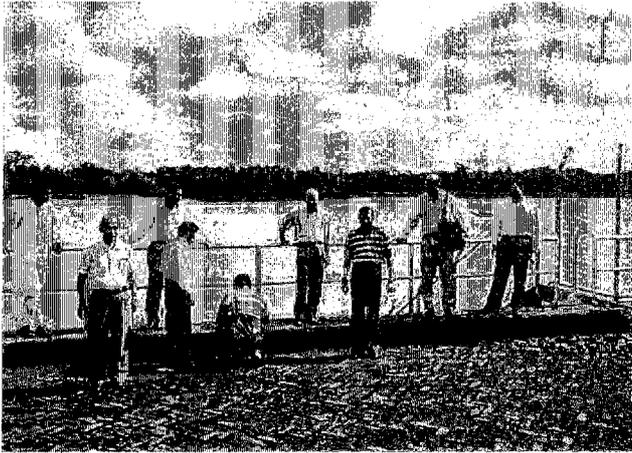
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年 11月

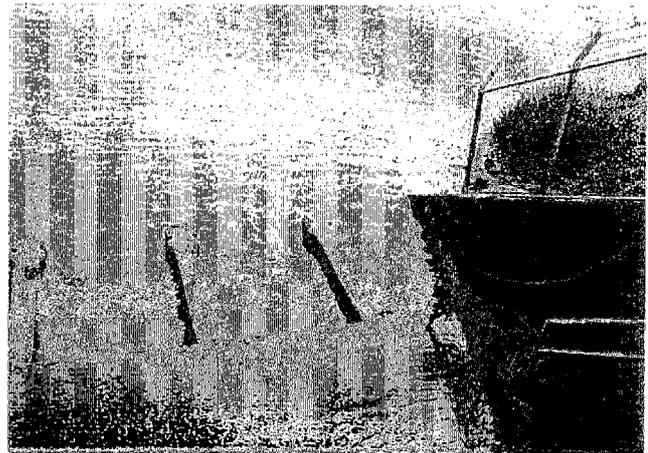
国際協力事業団
理事 泉 堅二郎

調査対象プロジェクト位置図

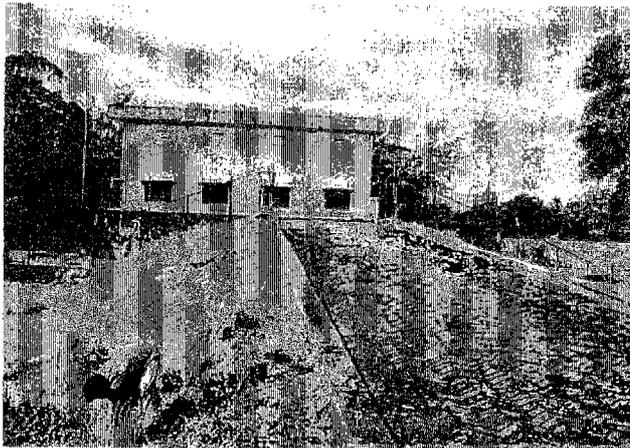




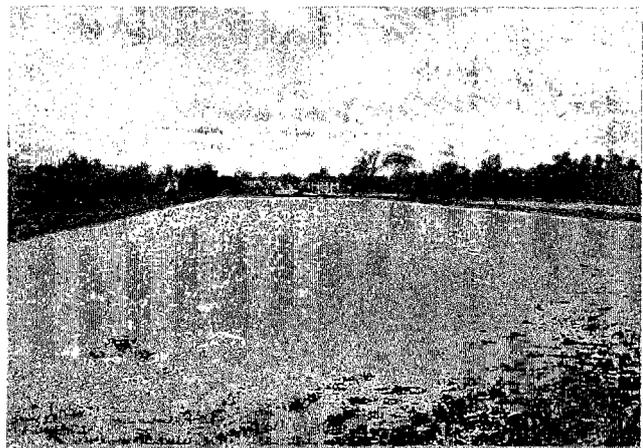
モハラ浄水場取水口正面のハルダ川の風景



ハルダ川のモハラ浄水場取水口



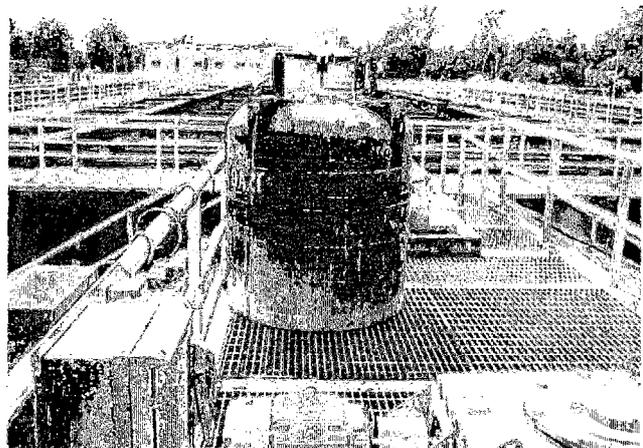
取水口方向から見た取水ポンプ棟



普通沈殿池（水を噴き上げている所が
取水ポンプからの流入口）



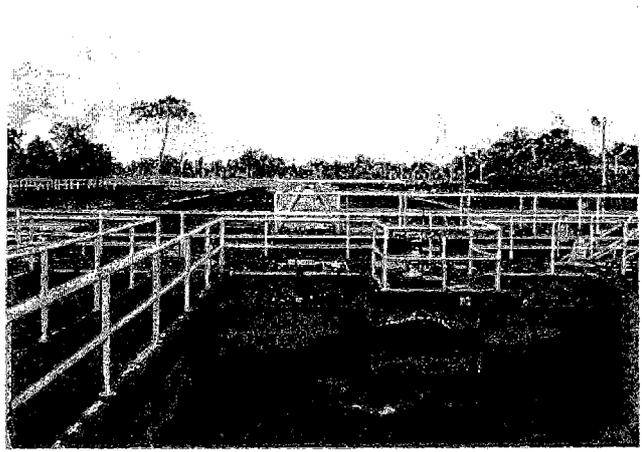
普通沈殿池脇の浄水場拡張用地



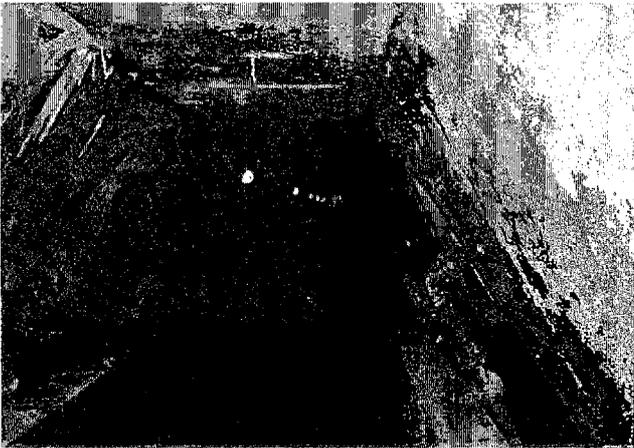
凝集沈殿池（手前）薬品沈殿池（後方）



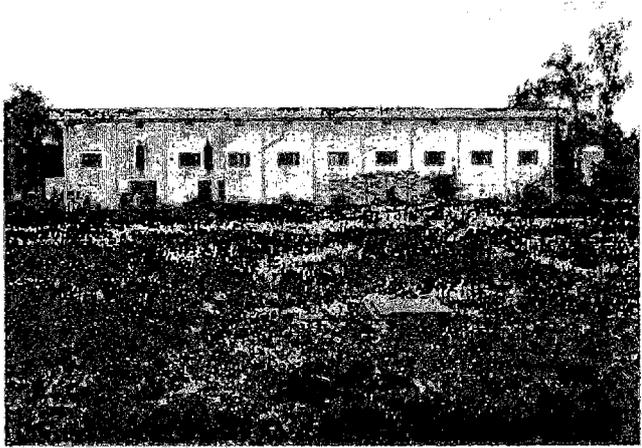
薬品沈殿池（中央部）



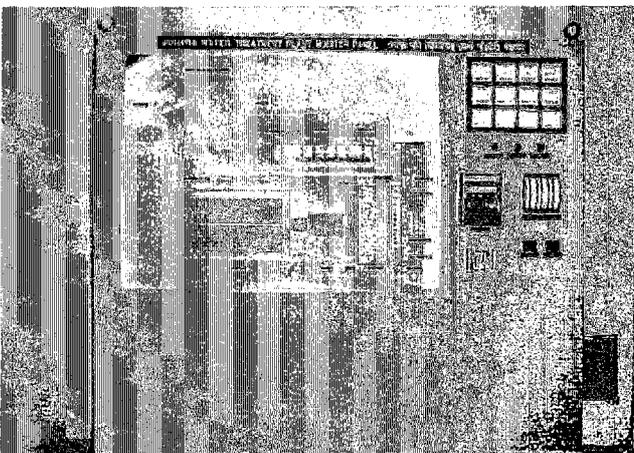
急速ろ過池（手前）薬品沈殿池（後方）



薬品沈殿池底部の排泥バルブ



送水ポンプ棟（手前の草地は地下貯水槽）



コントロールパネル
（運転稼働状況のみを表示）



塩素注入棟内の液体塩素ポンベ



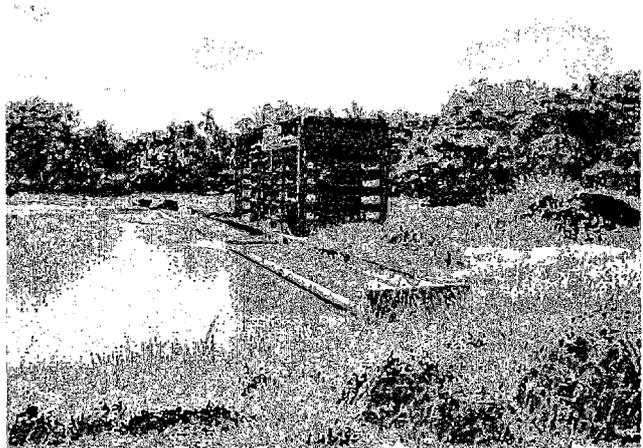
S/W・M/M署名 左側：Mr.Z.S.M Bakhteyar (CWASAのChief Engineer)と右側：仲原団長



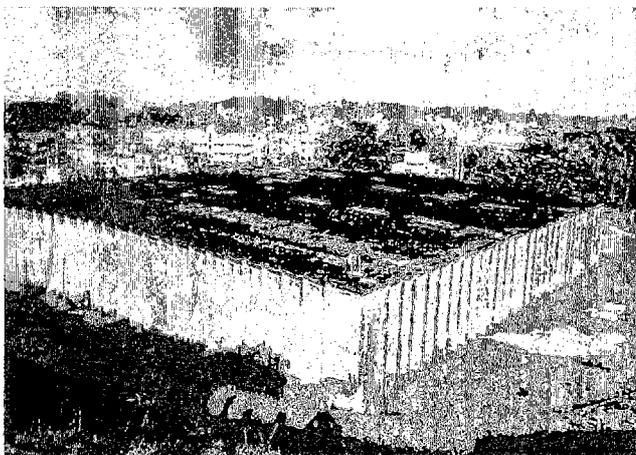
モハラ浄水場の水質試験室



イタリア政府援助によるモデナガット浄水場
建設予定地から見たハルダ川（上流部）



カルルガット浄水場の除鉄施設と沈殿池
（水源は深井戸）



バタリヒルの配水池
（水量不足のため運用されていない）



CWASAメーターワークショップ内の
メーター検査ベンチ

目 次

序 文

調査対象プロジェクト位置図

写 真

第1章 事前調査の概要	1
1 - 1 要請背景	1
1 - 2 調査団の構成	1
1 - 3 調査日程	2
1 - 4 調査結果の概要	3
1 - 4 - 1 調査結果	3
1 - 4 - 2 調査総括	4
第2章 本格調査への提言	6
2 - 1 調査の目的	6
2 - 2 調査対象範囲	6
2 - 3 調査項目	6
2 - 4 調査工程と要員構成	10
2 - 4 - 1 調査工程	10
2 - 4 - 2 要員構成	11
2 - 5 調査用資機材	11
2 - 5 - 1 CWASA の保有資機材	11
2 - 5 - 2 必要な調査用資機材	12
2 - 6 調査実施上の留意点	12
付属資料	
資料1 T / R、S / W、M / M	17
1.1 T / R	17
1.2 S / W	48
1.3 M / M	57
資料2 調査対象地域の概要	61
2.1 自然状況	61

2.2	社会・経済状況	61
2.3	水利用状況	68
2.4	環境・衛生状況	69
資料3	上水道事業の現状と課題	70
3.1	上水道施設	70
3.1.1	上水道施設状況	70
3.1.2	運転・維持管理状況	79
3.1.3	他ドナーの動向	88
3.2	上水道事業に関する計画・法制度	91
3.2.1	計画	91
3.2.2	法制度	93
3.3	上水道事業に関する機構・組織	94
3.4	上水道事業経営	95
3.4.1	水道料金制度と料金徴収状況	95
3.4.2	経営分析	97
資料4	環境予備調査	110
4.1	環境関連の法律・制度	110
4.2	スクリーニングとスコーピングの結果	113
資料5	主要面談者リスト	119
資料6	クエスチョネア	121
資料7	収集資料リスト	138
資料8	ローカルコンサルタントリスト	141
資料9	物価調査表	142

第 1 章 事前調査の概要

1 - 1 要請背景

バングラデシュ人民共和国(以下、「バ」国とする)のチッタゴン市は人口約 210 万人を有する「バ」国第 2 の都市であり、ベンガル湾に臨む国際港湾を有し、肥料工場、輸出関連工場が立地する同国経済を担う重要な都市である。

チッタゴン市上下水道公社は同市の水供給を行っており、世銀の援助を受けつつその供給能力の整備を図ってきたが、現在の水需要約 36 万立方メートル/日に対して供給能力は 18 万立方メートル/日であり、このうち 9 万立方メートル/日はモハラ浄水場から供給されている。

「バ」国政府はこのモハラ浄水場の能力を現在の 9 万立方メートル/日から 18 万立方メートル/日に拡張するとともに、主要な送配水管を整備することにより同市の水不足に対応することとし我が国に要請をしてきた。これを受け、平成 9 年 3 月にプロジェクト形成調査団を派遣し、その結果を受けて平成 10 年 1 月、日本政府は本調査の実施を決定した。

しかし、イタリア政府が協力する 4.5 万立方メートル/日の能力を有する浄水場プロジェクトが同じ河川を水源に実施することが決定したため、本プロジェクトの水源、施設の供給能力の妥当性について確認する必要が生じたため、本調査を見送ってきた。

今般、上水道にかかわる専門家 2 名を派遣し、これらの点について調査を行い、本プロジェクトの妥当性が確認されたため、これを受けて JICA は平成 11 年 10 月に事前調査団を派遣し、S / W を署名・交換した。

1 - 2 調査団の構成

(1) 総括 / 上水道計画

仲原 龍吾

岡山市水道局公務部浄水課技師

(2) 調査企画

福田 義夫

国際協力事業団社会開発調査第 2 課

(3) 上水道設備計画

福田 文雄

(株)ソーワコンサルタント

(4) 上水道経営

未武 透

朝日監査法人開発企画部

1-3 調査日程

日順	月 日	曜日	日 程
1	10月 4日	月	移動 東京(仲原団長は大阪)→バンコク
2	5日	火	移動 バンコク→ダッカ、JICA打合せ、大使館表敬
3	6日	水	ERD、LEGD、世銀、イタリア大使館訪問
4	7日	木	移動 ダッカ→チッタゴン、CWASA協議
5	8日	金	モハラ浄水場、モアナガット浄水場予定地、カルルガット浄水場調査
6	9日	土	韓国EPZ予定地調査、EPZ法人企業調査
7	10日	日	CWASAとの協議、バタリヒル・ADC配水池調査
8	11日	月	CWASA資料収集、移動 チッタゴン→ダッカ
9	12日	火	ジョイントミーティング、S/W、M/M署名
10	13日	水	JBIC訪問、JICA報告
11	14日	木	仲原団長、福田団員帰国、移動ダッカ→バンコク経由で15日、大阪及び東京着 ローカルコンサル(BETS、EPC)及び試験機関(Atomic Energy Center)訪問調査
12	15日	金	資料整理
13	16日	土	移動 ダッカ→チッタゴン、CWASA資料収集
14	17日	日	CMC、CDA訪問調査 CWASA経営・財務調査、メータリペア、資材管理調査
15	18日	月	モハラ浄水場調査、CWASA経営・財務調査 移動 チッタゴン→ダッカ
16	19日	火	ローカルコンサル(EPC)、現地販売会社(Flora社)訪問価格調査、JICA事務所報告
17	20日	水	資料整理、団内ミーティング
18	21日	木	福田団員、末武団員帰国、移動 ダッカ→バンコク
19	22日	金	移動 バンコク→東京

1 - 4 調査結果の概要

1 - 4 - 1 調査結果

- (1) 世銀担当者によれば、世銀は水供給に係る案件として、ダッカのサイドバッド浄水場のプロジェクトを進めるとともに、クルナ及び地方中小都市を対象にした水供給プロジェクトの実施を検討しており、チッタゴンでのプロジェクトを取り上げる可能性は極めて低いだろうとの説明があった。
- (2) イタリア政府によるモデナガット浄水場プロジェクトについては、今月これに係る MOU を署名し、今後 D / D を実施した後、順調にいけば今後 1 年以内に着工する予定。本件調査は、イタリアのプロジェクトと密接な関係があることから、情報の提供を依頼した。
- (3) 本件調査について CWASA は非常に期待しており、特に現在人口の 3 分の 1 しか水供給がされておらず、一日も早く本調査を実施してほしいこと及び人道的な観点からも調査の早期実施を配慮してほしい旨、強い要望があった。
- (4) チッタゴン市における水供給の状況について、新聞報道によれば水不足の問題は深刻であり、住民が CWASA 幹部の家に押しかける事態も発生しており、調査団が CWASA 幹部との会議中にも苦情の電話が頻繁に直接かかっていた。
- (5) 現地調査時に、ハルダ川が潮位の影響を受け満潮時と干潮時で約 10 フィートの潮位差があるが、モハラ浄水場は乾期におけるハルダ川流量の約 6% しか利用しておらず、また、今まで水道が塩辛いとのクレームは一度もなかったとの CWASA の説明があった。
- (6) 当初施設建設後、CWASA の判断で高分子凝集剤を混入する等自助努力が図られているが、塩素注入施設では過去に死亡事故が発生しているとの情報もあり、先方は既存施設のレビューについて強い期待を寄せている。
- (7) 調査対象地域について、カルナフリ川のチッタゴン市と反対側の左岸も輸出入加工区の建設等開発が進んでいることから、調査対象に加えてほしい旨要望があったが、右岸の現在のサービス地域だけでも今回の増設では不十分であること及び調査期間もそれだけ長くなることを説明し、加えないこととした(なお、現在の規定で、左岸は CWASA の管轄外となっている)。
- (8) 管網分析は世銀のプログラム等が残っていないことから、新たに行うことにしたが、その対象は 300 ミリメートル以上と主要な 200 ミリメートル以上の管路を対象とすることにした。
- (9) 環境影響評価については法律に従い IEE 及び EIA を実施し環境庁(DOE)の承認を得る必要があり、どのくらいの時間を要するか不確かな点もあるので、なるべく調査の早い時点で実施することが望ましい。なお、これらの作業についてローカルコンサルタントは十分経験を有しているので、その活用が可能である。

- (10) 調査期間について先方が調査期間短縮について強く希望していることを受けて検討した結果、12か月で実施することが可能であることから、調査期間を12か月とするとともに、当初予定していたプログレスレポート(2)作成を計画からはずした。
- (11) 報告書の取り扱いについてこれを公開としたが、浄水場は「バ」国においては“KPI”(Key Point Installation)に該当する重要施設であり、報告書は通常、秘扱いとなる旨説明があった。
- (12) 本調査自体は1年間の非常に短い時間で実施することから、F/S終了後の対応についてなるべく早い時点で判断を下す必要がある。

1 - 4 - 2 調査総括

(1) 開発調査の必要性

チッタゴン市の水需要に対する供給量は少なく危機的状況である。

イタリア側が考えるシステムとの協働は可能かつ重要である。

上記理由によりイタリア側の動向をとらえつつ、早期にモハラ浄水場拡張計画調査を行うべきである。

(2) CWASA の組織改善

現在のチェアマンによるトップマネジメントは良好であり、各部門の改善が予想される。また、モハラ浄水場拡張を重要視しており、非常に協力的である。今後も協力的体制は継続されると考える。

(3) モハラ浄水場拡張計画調査に対する留意点

世銀が実施した UNACCOUNTED FOR WATER MANAGEMENT PROGRAMME で世銀側と協調がとれていたなら、モハラ浄水場拡張計画調査を早期実施できていたであろう。協調がとれなかった理由として以下が考えられる。

CWASA の各部門は情報のみを示し、「なぜそうしているのか」という知を示さなかった。

調査コンサルタントが示した調査手法に対し、CWASA が安易に同意した。

調査コンサルタント側はウォーター・フロー(作業分業体制)で調査を実施し、最終段階まで誤りに気づかなかった。

調査コンサルタントとしては手直しが不可能であり、CWASA も結果に対し同意が不可能であった。つまり、双方の協力体制がとれていなかった。

モハラ浄水場拡張計画調査においては、与えられた情報を検討し、共通認識の下でコン

カレント・フロー（計画段階で最終段階を見据えた案を数パターン用意する）で対処することが望ましい。

（４）まとめ

CWASA は協力的であり、派遣中の長期専門家と連携することで統合された正確な情報収集が可能である。また、モハラ浄水場拡張計画調査を行う過程で日本的な手法を用いて計画立案、技術移転を行うとともに、早期に次のステップに移行することが望ましい。

第2章 本格調査への提言

2 - 1 調査の目的

本件調査の目的は、以下のとおり。

- (1) モハラ浄水場の拡張及びメインの送配水管の拡張・改善に係る基本計画(目標年次は2010年)を作成する。
- (2) 基本計画で提案された優先計画についてフィージビリティスタディを行う。
- (3) 本件調査を通じて、相手国機関への技術移転を行う。

2 - 2 調査対象範囲

調査対象地域はカルナフリ川右岸のチッタゴン市の調査対象プロジェクト位置図に示した地域。

2 - 3 調査項目

フェーズ : 上水道整備基本計画の策定

既存データ分析及び現地踏査による調査対象地区の現状把握

- A. 自然条件(気象、地形、地質等)
- B. 社会・経済状況(人口、産業、土地利用状況、社会インフラ、経済状況、環境衛生に対する意識等)
- C. 開発計画・政策
- D. 環境衛生状況(公衆衛生、水道水の水質、環境基準、環境関連法・制度)
- E. 財務状況
- F. 上水道事業運営に係る法・制度
- G. 給水状況(実施中及び実施予定のプロジェクトに係る運営、組織、財務、経済、社会、環境的側面、関連政策及び制度)
- H. その他関連インフラの状況

給水事業の現状評価及び以下の側面から分析した課題の把握

- A. 自然
- B. 運営
- C. 法制度・組織
- D. 財務
- E. 社会経済
- F. 環境全般

G. 関連計画

MTP のレビュー

A. 施設構造、給水能力、現状及び浄水場の運営管理状況

B. 水源の状況（量、水質）

送配水管網のレビュー

A. 主要な送配水管網に係る管網解析（Unaccounted For Water Management Programme のアウトプットデータを活用）

以下を予測した計画案の策定

A. 人口増加及び都市化の進展

B. 経済成長及び生活環境の変化

C. 産業の発展

D. 水利用状況

E. 水需要

基本計画の策定

A. 基本政策、到達目標、戦略

a. 普及率

b. 地区別 1 人当たり水消費量

c. 水質

d. CWASA の組織運営体制

B. 給水事業に関しとりうる技術的改善策

a. 水源

b. 給水地区における浄水・配水システム

c. 優先度及び段階別計画

C. 最適な改善策の選択

a. 技術的信頼性

b. 財務計画

c. コスト・エフェクティブネス

d. 環境に対する影響

e. 組織・運営効率

D. 主要施設の概略配置図及び概略設計

E. 無収水軽減対策（Unaccounted For Water Management Programme のアウトプットデータを活用）

F. 施設運営管理計画

- G. CWASA の組織体制強化計画
 - a. 管理運営能力
 - b. 組織・制度計画
 - c. 人員配置及び人材育成計画
 - d. 財務管理及び効率的料金徴収体制
- H. 財務計画
 - a. コスト概算
 - b. コスト回収目標
 - c. 投資のための資金調達と政策
 - d. 料金制度と徴収政策
- I. 段階別実施計画
- J. 優先プロジェクトの選定
- K. 優先プロジェクトに係る IEE の実施
- L. 提言

フェーズ : 優先プロジェクトに係るフィージビリティスタディ

補足現地踏査・情報の収集・分析(地形、地質、水文、環境等)

フィージビリティスタディに係る基本政策の策定

施設基本設計

機材計画

建設計画

施設運営・メンテナンス・改善計画

- A. 適正な運営のためのガイドライン
- B. 施設故障防止のためのメンテナンス
- C. 施設再利用計画
- D. 運営能力
- E. 組織制度
- F. 人員配置及び人材育成
- G. 住民の啓蒙教育
- 財務計画
 - A. コスト回収目標
 - B. 投資のための資金調達と政策
 - C. 料金制度

D. 民営化計画

コスト計算

実施計画

EIA の実施

プロジェクトの総合評価

A. 技術的側面

B. 法制度・組織的側面

C. 財務的側面

D. 社会的側面

E. 経済的側面

F. 環境的側面

2-4 調査工程と要員構成

2-4-1 調査工程

調査工程のフローシートを図2-1に示す。

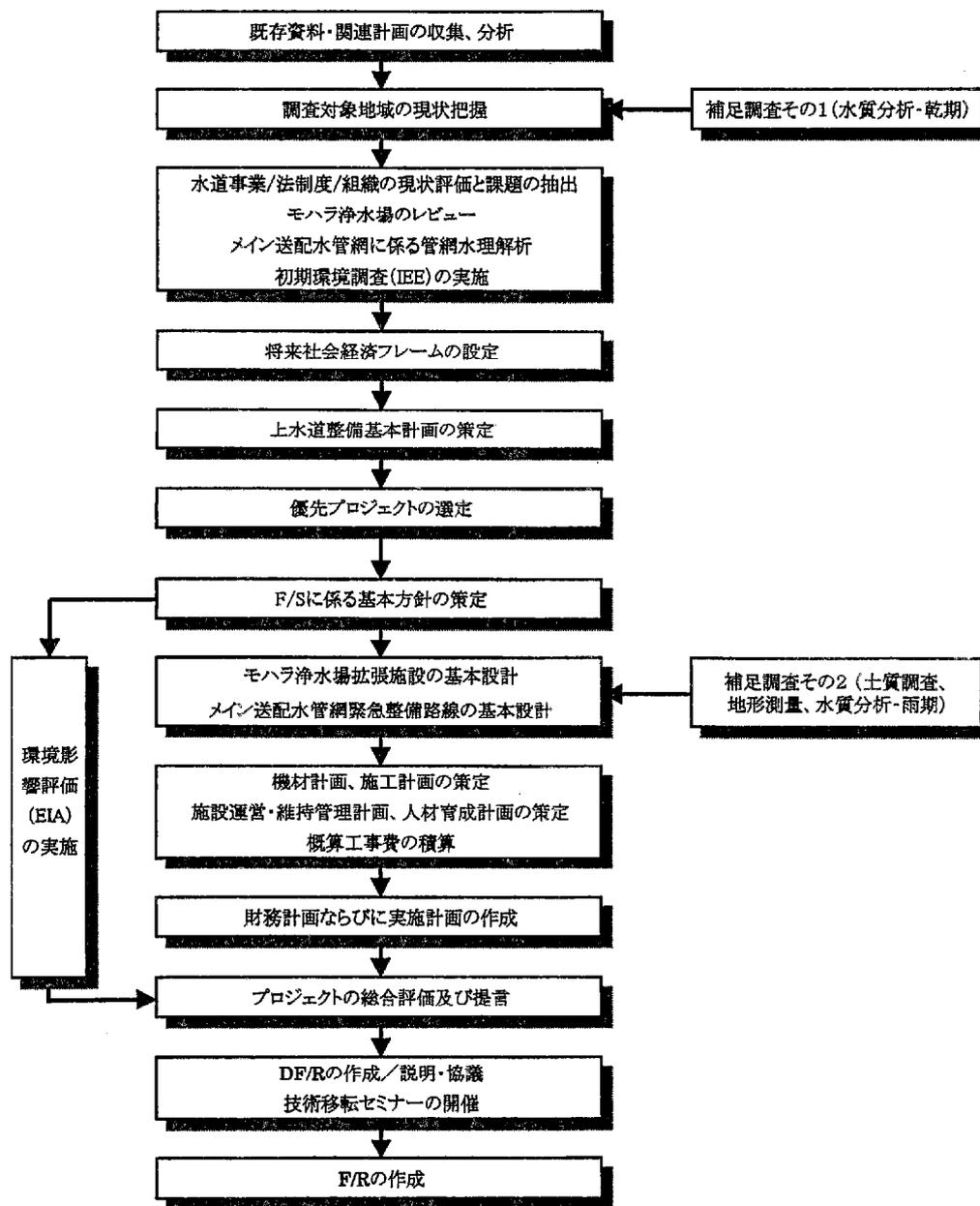


図2-1 調査のフローシート

2 - 4 - 2 要員構成

本調査団の構成は、上水道計画、上水道施設設計、管路設計、財務計画の専門家を中心として、機械／設備、電気、水文／地下水、都市計画、環境配慮、水質分析を配し、おおむね以下の要員により構成される。

総括／運転維持管理計画
上水道施設計画・設計
管路設計／管網水理計算
機械／設備設計
電気設計
水文／地下水
都市計画／社会経済
組織制度／料金徴収／財務計画
環境配慮
水質分析

2 - 5 調査用資機材

2 - 5 - 1 CWASA の保有資機材

CWASA では、管路調査、漏水調査に使用する以下の調査用機材を保有している。

管路調査

圧力データロガ：1台（ポンプ場でのみ使用）

ポータブル流量計：1台（計測レンジ 管径 100 ミリメートル～ 500 ミリメートル）

鉄管探知機：1台

ボックスロケーター：1台

漏水調査器具

・探知機：2台

・音聴棒：3本

パーソナルコンピューターは、財務部門では請求書の処理や財務計算、技術部門では管網図（GIS）作成等で使用されている。また、GIS と関連したコンピューター周辺機器として、図面印刷出力用のプロッター（A0 サイズ可）や、地図データ入力用のデジタイザー（A0 サイズ可）も保有している。ただし、上水管網水理解析用機材については全くない状況である。

水質分析機器に関しては、モハラ浄水場の水質試験室で、日常の水質管理を行うに足る分析機器を保有している。ただし、シアンイオン、水銀等の有害物質や亜鉛、カドミウム、ヒ素等の重金属類の分析はできないため、本格調査ではダッカの水質試験機関に分析を再委託し、水

質の安全確認を行う必要がある。

2 - 5 - 2 必要な調査用資機材

本格調査における上水管網水理解析には、解析用のコンピューターソフトとハードが必要である。また、水理解析シミュレーションの際に必要な、現状の上水管網の流量データを得るための、計測レンジが500ミリメートル以上のポータブル流量計が必要である。調査に必要な資機材は以下のとおり。

ポータブル型超音波流量計(測定レンジ500ミリメートル以上)	1セット
上水管網水理解析用ソフト(管径2,000ミリメートル以下)	1セット
英語版、Windows、2-User Pack	
デスクトップ型パーソナルコンピューター	2台(現地調達)
Pentium 450 Mhz、64 Mb-RAM、12Gb-HDD	
レーザープリンター	1台(現地調達)
A3 対応	

2 - 6 調査実施上の留意点

(1)モハラ浄水場拡張の緊急整備と上水道整備基本計画の策定の必要性

チッタゴン市では絶対的に水供給が不足している現状であり、モハラ浄水場の拡張及び既存配水管網までの送水管の整備が緊急に必要である。

一方、常に供給量不足で市民の不満とあきらめの対象になっている現在、そして更なる人口の増加に対応しなければならない上水道事業について、将来の整備と水供給改善のビジョンを示す上水道整備基本計画を本格調査で作成し、中長期的な(目標年次2010年)上水道事業への取り組み方を明確に示すことが重要である。

(2)管網水理検討の技術移転

チッタゴン市の上水管網は、市内に井戸が点在し多数の水の供給源があるため、水圧、流量によって水の流れが変わる複雑な管網となっている。仲原団長が先に3か月の短期専門家派遣で主要幹線管網の解明を図っているが、本格調査では、それらを参考に更に広範かつ細部のネットワークを加味し、最も緊急かつ効果的な管網整備及びリハビリ路線の優先順位づけのための水理検討を行う。

世銀の“Unaccounted For Water Management Programme”において、外国のコンサルタントにより管網水理検討が行われた模様であるが、CWASAとの衝突によりデータはCWASAに全く残っておらず、CWASAにも管網水理検討の熟練技術者がいないため、本格調査では、

英語版の管網水理検討ソフトを導入し、CWASA が継続的に管網水理検討ができる体制を整えるべく、技術移転を図っていく必要がある。

(3) 組織改善

業務効率も悪く、職員の不正もあることから、内部統制による不正が起きにくい組織への改善や、内部管理教化のためのゼネラル・マネージャーの設置等の組織改善が必要であると考えられる。組織改善には抵抗がつきものであるが、「バ」国で効率的で不正が少ない組織への改善が行われなかったわけではない。このような組織改善の例として、ダッカ WASA や PBS (地方電化組合) の組織を参照することは有益であると考えられる。

(4) 財務的な検討ができるモデルの構築

顧客データが電算化され、請求書がコンピューターで発行できるようになっているが、顧客分析はまだ十分行われていない。また、料金体系も、家庭用、業務用の 2 本という単純なもので、どう料金体系を変えたら財務的に、投資を賄えるかといった検討がされていない。このために、簡単でもいいから、料金体系の変更や業務効率の改善がどう財務に影響するかを数字で示せるキャッシュフローをベースとしたシミュレーション・モデル(表計算程度のもの)を構築し、CWASA の担当者と議論する必要がある。CWASA の担当者も、そのようなものが可能であれば、是非それを基に考えていきたいという要望があった。

また、CWASA は政府機関であるという意識を CWASA 担当者は根強くもっていて、このため、会社形態として経営管理していくための財務経営的な思考を取り入れることの障害になっている。このことに関するノウハウや知識も十分ではない。会社形態としての経営とはどういったもので、どう運営していったらいいのかの民間企業的な発想を技術移転していく必要があると考えられる。

課題や目標設置による計画達成という経営手法も知識としてはもっていても、適用しようともされていない。例えば、赤字でも中央政府に頼ればいいとする発想が抜けきれないが、中央政府も財政的に逼迫しているので、現状のままでは長期的には組織解体や民営化しか手立てがないことが理解されないまま、民営化や民活化は労働組合の反対で難しいといった観念的な反対意見を、経営改善を行わない理由として述べて押し切ってしまう。したがって、そういった課題をどう整理し、解決策をどう導き出し、中長期計画でどう実現させていくかといった経営・財務的な問題解決に関する技術移転も必要である。

(5) 顧客分析

上記(4)とも関連するが、料金徴収を増やす基礎データとして、顧客の分析を行う必要が

ある。家庭用に関しても大口消費、小口消費の区分がなく、業務用でも、業種別区分がない。また、不正は別として、収入面から見た徴収の可能性も十分に検討されていない。本格調査はF / Sという性格や期間的な制限があるので、現状存在する電算化された顧客データベースや既存資料を利用した分析を行う。

(6) 業務プロセス

業務効率向上のために、業務プロセスの詳細な分析が必要である。また、業務効率向上のために、検針やサービスコネクションの外注化が検討されるべきである。外注化に際し、CWASAの業務体系や技術体系と、外注先によって実施される技術体系に整合性が保たれる必要がある。このためには、CWASAの業務体系や技術体系に基づき外注先が適用すべき技術や事務様式を規定したマニュアルの整備が必要である。このような体系的な業務マニュアルが「バ」国でも構築されていて、そのような例として、REB(地方電化省)のもつ業務マニュアル体系が参考になるものと思われる。

(7) 経営戦略と教育

浄水場の拡張整備や管網整備プロジェクトへの投資を支援する中長期的な経営戦略が必要である。また、それを支援する、人材育成のための教育体系の整備も必要である。「バ」国でもきちんとした教育体系の下に人材育成が実施されていないわけではなく、このような優れた教育体系の例として、PBS(地方電化組合)やREB(地方電化省)で実施されている、技術、事務、経営管理が体系化された教育の仕組みが参考になるものと思われる。

(8) 水源の確認

CWASAの説明によれば、ハルダ川からの取水に関し何の問題もないとの説明がなされているが、乾期における取水量及び水質(塩分含有量)について、必要な調査を行い、必要に応じて対応を検討する。