

キューバ国  
ハバナ湾汚染源対策調査  
事前調査報告書  
及び  
予備調査報告書

平成14年4月

国際協力事業団

## 序 文

日本国政府は、キューバ共和国政府の要請に基づき、ハバナ湾汚染源対策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。

国際協力事業団は、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13年10月11日より10月20日までの10日間にわたり、国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第二課課長代理 菊地智徳を団長とする予備調査団を、さらに平成14年2月17日より3月8日までの20日間にわたり、国際協力事業団国際協力専門員 山本敬子を団長とする事前調査団(実施細則(S/W)協議)を現地に派遣しました。

両調査団を通じ、本件の背景を確認するとともに、キューバ共和国政府の意向を聴取し、かつ現地調査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに合意、署名しました。

本報告書は、今回の調査を取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。

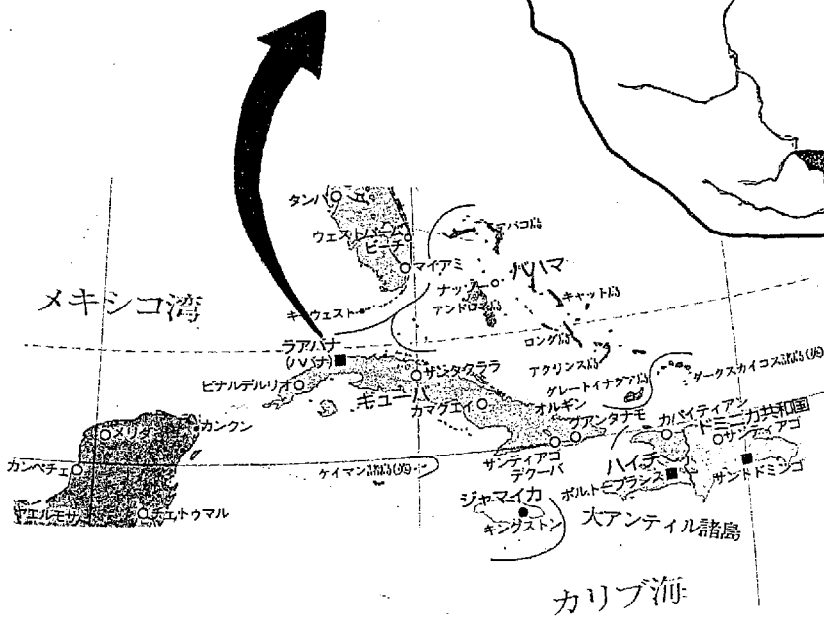
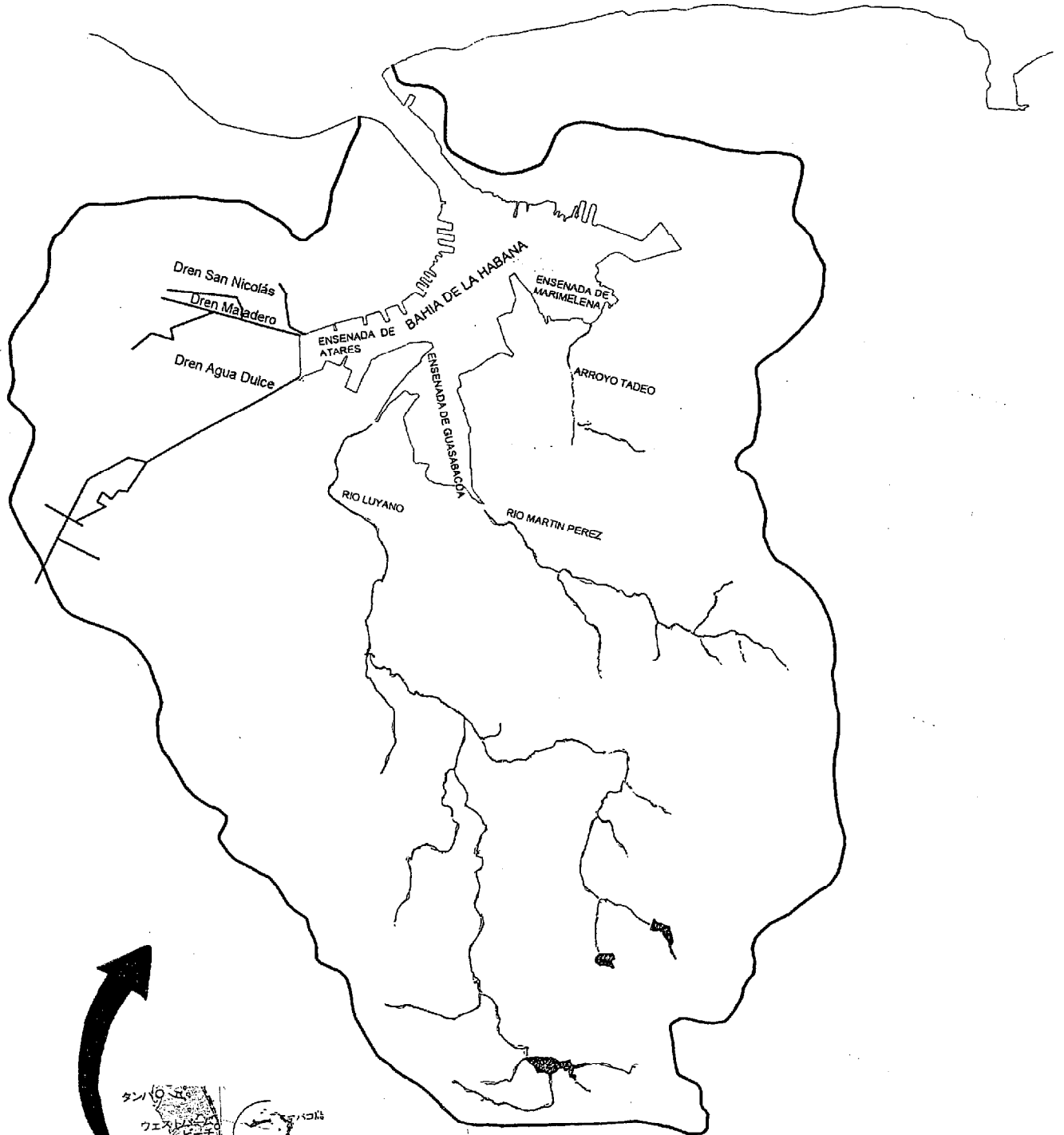
終わりに、調査にご協力を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

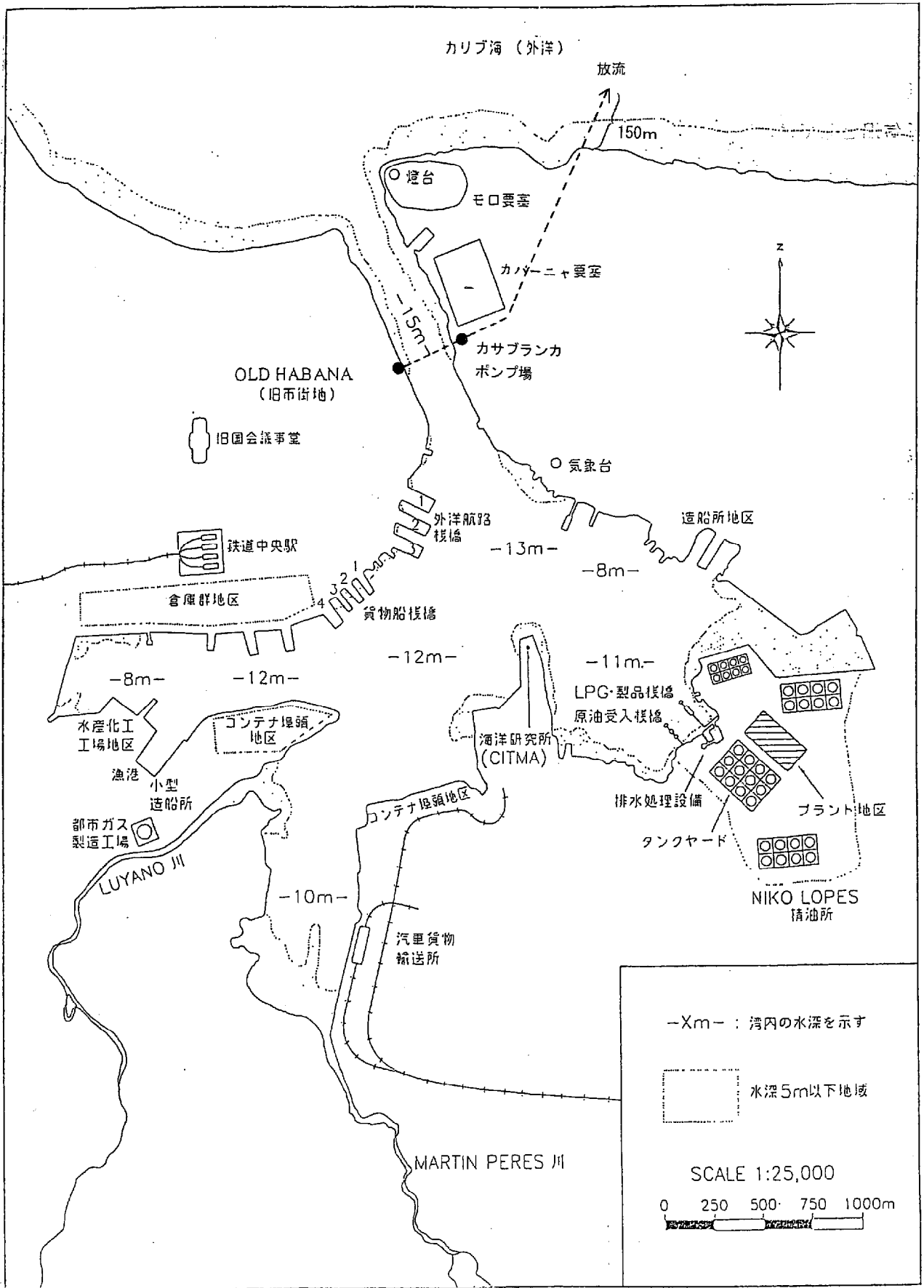
平成14年4月

国際協力事業団

理事 泉 堅二郎

「ハバナ湾汚染源対策調査」 調査対象地域（ハバナ湾及び集水流域）





ハバナ湾概略図

## 略 語 表

ALH	Aguas de La Habana	ハバナ市上下水道公社
CENHICA	Centro de Hidologia y Calidad de La Habana	(ハバナ市上下水道公社の) 水利水質研究所
CIMAB	Centro de Ingenieria y Manejo Ambiental de Bahias y Costas	運輸省湾岸環境センター
CITMA	Ministerio de Ciencia Tecnologia y Medio Ambiente	科学環境技術省
DPPF	Direccion de Planificacion Fisica y Arquitectura Ciudad de La Habana	ハバナ市都市計画局
DPRH/Havana-City	Provincial Division of Hydraulic Resources of the Havana City, National Institute for Hydraulic Resources	国家水資源庁ハバナ支局
EIA	Environmental impact assessment	環境影響評価
F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
GEF	Global Environmental Facility	地球環境基金
GEIPI	Group of Enterprise for Investigation and Project for Engineering	ハバナ市プロジェクト公社
GTE	Grupo de Trabajo Estatal para el Saneamiento, Conservacion y Desarrollo de la Bahia de La Habana (State Working Group for Cleaning up, Conservation and Development for the Havana Bay)	ハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ
IEE	Initial environmental examination	初期環境調査
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hidraulicos	国家水資源庁
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力事業団
M/M	Minutes of Meeting	議事録
M/P	Master Plan	マスタープラン

MINVEC	Ministerio para La Inversion Extranjera y La Colaboracion Economica (Ministry of Foreign Investment and Economic Collaboration)	外国投資經濟協力省
S/W	Scope of Work	実施細則
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画

# 総合目次

序文

地図

略語表

## 事前調査報告書

写真

第1章 事前調査の概要 .....	1
第2章 八バナ湾の水質汚染対策の現状と課題 .....	11
第3章 八バナ湾流域の下水道の現状と課題 .....	49
第4章 環境予備調査 .....	78
第5章 本格調査の実施方針 .....	87

付属資料

1. S/W .....	95
2. M/M .....	104
3. 主要面談者リスト .....	111
4. 打合せ議事録 .....	112
5. 質問票及び回答 .....	140
6. 収集資料リスト .....	146

## 予備調査報告書

写真

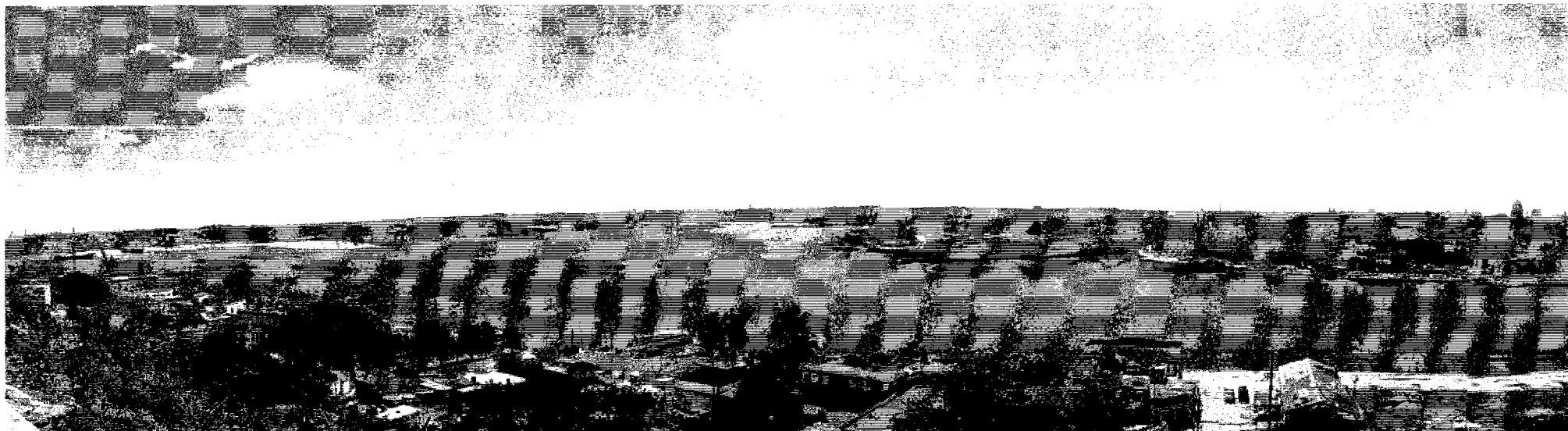
第1章 予備調査の概要 .....	169
第2章 調査対象地に係る現状と課題 .....	176
第3章 調査の基本方針 .....	191

付属資料

1. T/R .....	199
2. M/M .....	213
3. 主要面談者リスト .....	219
4. 打合せ議事録 .....	221
5. Q/N 及び回答 .....	237
6. その他 .....	241

# 事前調査報告書

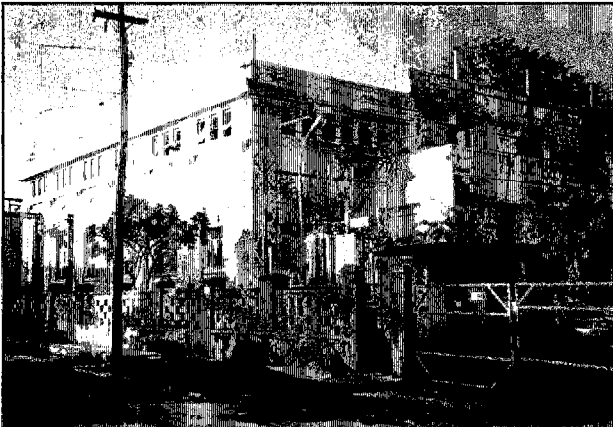




ハバナ湾全景  
(正面奥がグアサバコア入江、左がメリメレーナ入江)



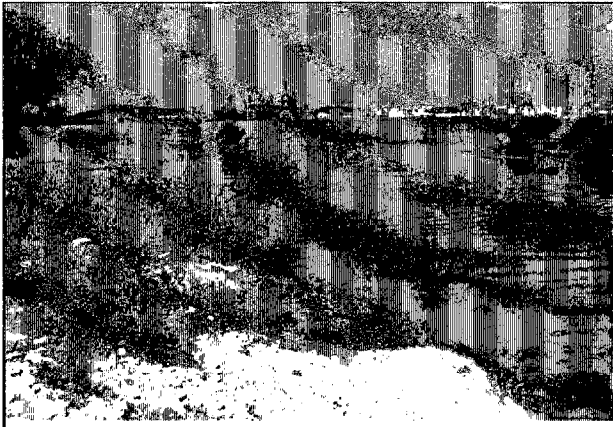
ハバナ湾運河風景  
(正面が旧市街区)



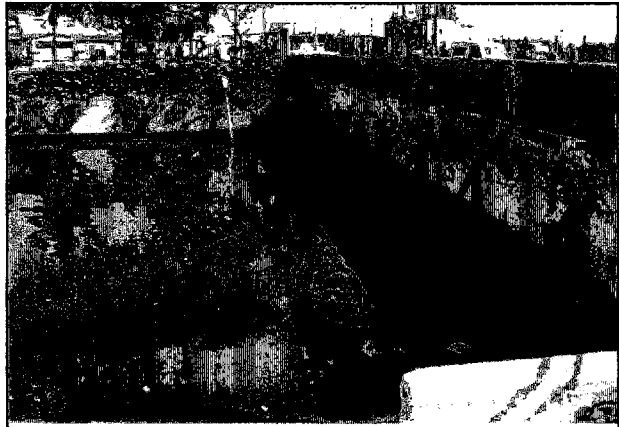
カサブランカポンプ場



海底横断管入口部



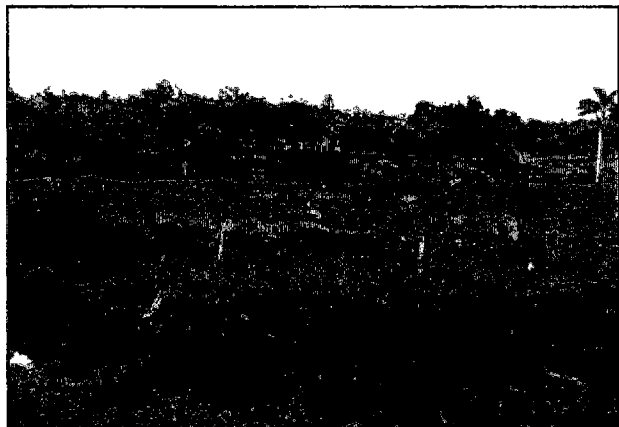
ルジャノ川河口(左側が下水処理場予定地)



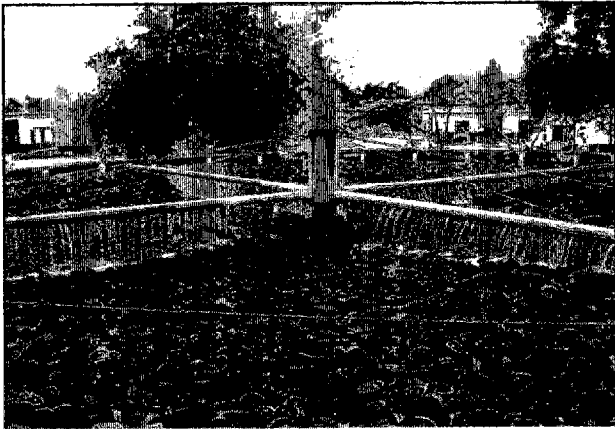
アグア・ドウルセ排水路排出口



マルティン・ペレス川下流の下水処理場予定地付近



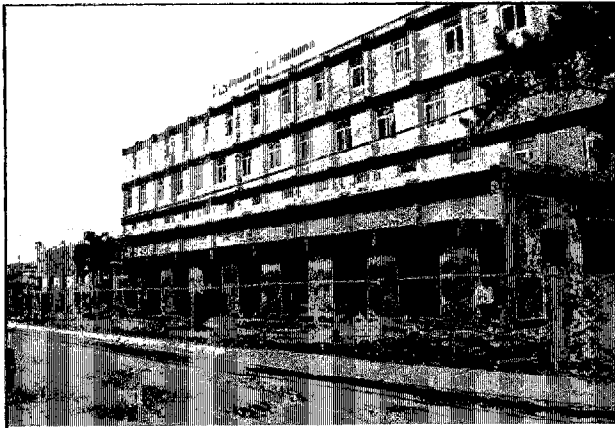
ルジャノ川上流ゾーン2の下水処理場予定地



キブ下水処理場のバイオフィルター(散水濾床)



市内のオキシデーション・ラグーン(酸化池)



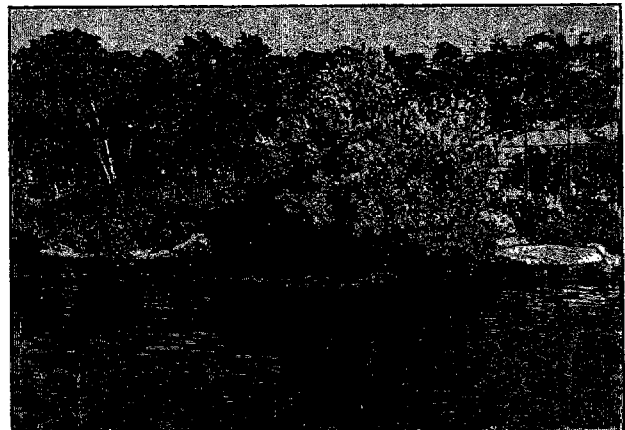
ハバナ市上下水道公社本部



東部上下水道公社本部



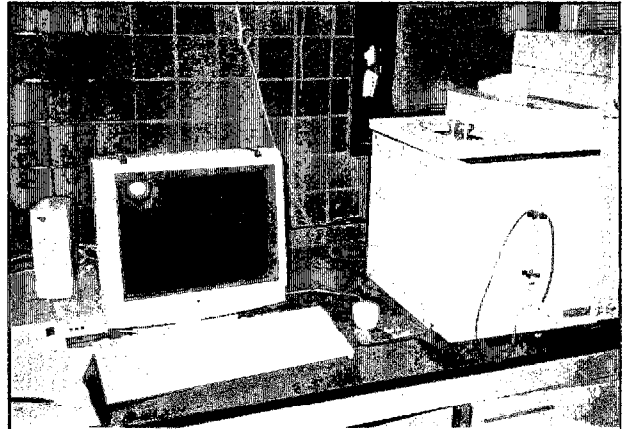
近年の浄化活動によってハバナ湾に戻ってきた水鳥



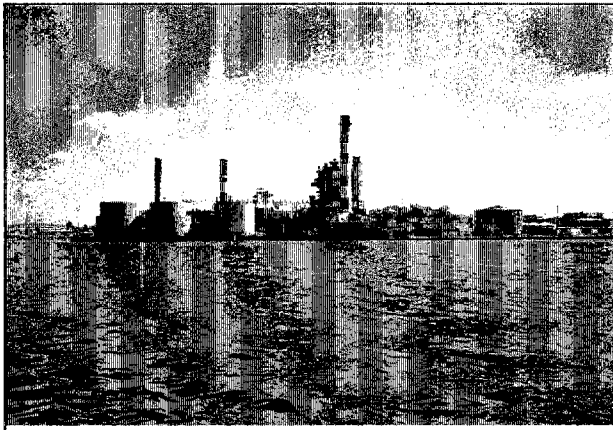
マングローブに付着した炭化水素



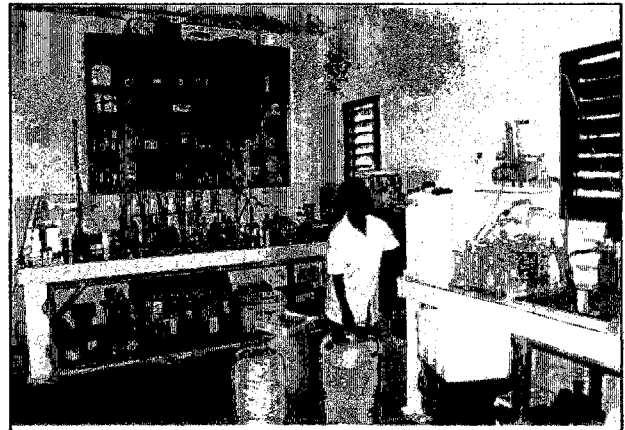
ハバナ湾沿岸の廃止予定の発電所



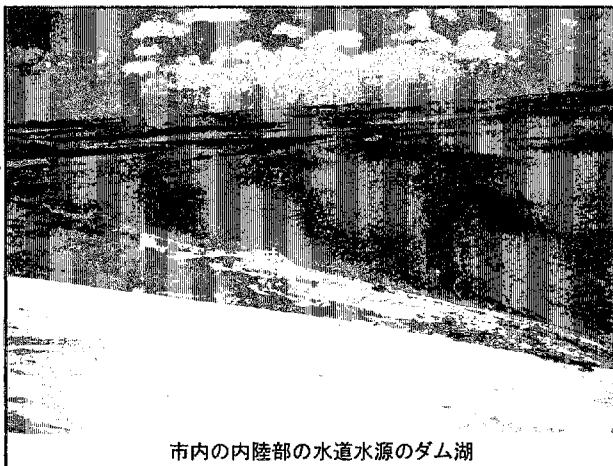
CIMABの水質試験室のガスクロマトグラフ



ハバナ湾の汚染源となっている精油所



キブ下水処理場の下水用の水質試験室



市内の内陸部の水道水源のダム湖



調印式 (左側:山本団長・右側:MINVECのMs. Dagmar先進国局長)

# 目 次

## 写 真

第1章 事前調査の概要 .....	1
1 - 1 要請の背景及び事前調査の目的 .....	1
1 - 1 - 1 事前調査の背景 .....	1
1 - 1 - 2 事前調査の目的及び結果 .....	1
1 - 2 調査団の構成及び調査日程 .....	2
1 - 2 - 1 調査団の構成 .....	2
1 - 2 - 2 調査日程 .....	3
1 - 3 協議概要 .....	4
1 - 4 団長所感 .....	8
第2章 八バナ湾の水質汚染対策の現状と課題 .....	11
2 - 1 対象地域の概要 .....	11
2 - 1 - 1 自然条件 .....	11
2 - 1 - 2 社会経済的条件 .....	15
2 - 1 - 3 衛生・環境状況 .....	19
2 - 2 八バナ湾の水質汚染対策に係る実施体制 .....	23
2 - 2 - 1 八バナ湾浄化に係る関連行政組織 .....	23
2 - 2 - 2 水質関連基準 .....	26
2 - 2 - 3 関連プロジェクト .....	29
2 - 3 八バナ湾及び流入河川の水質汚濁の現状と課題 .....	32
2 - 3 - 1 水質モニタリングの現状 .....	32
2 - 3 - 2 水質汚濁発生源と水質汚染の現状 .....	39
2 - 3 - 3 水質汚染対策の課題 .....	47
第3章 八バナ湾流域の下水道の現状と課題 .....	49
3 - 1 下水道事業の現状 .....	49
3 - 1 - 1 上下水道セクターの行政組織と開発計画 .....	49
3 - 1 - 2 八バナ市の上下水道事業実施体制 .....	53
3 - 1 - 3 八バナ市上下水道公社の事業概要 .....	54

3 - 1 - 4	東部上下水道公社の事業概要 .....	58
3 - 2	下水処理及び下水道施設の現状 .....	60
3 - 2 - 1	ハバナ市の下水処理の現状 .....	60
3 - 2 - 2	ハバナ湾流域の下水道施設の現状 .....	61
3 - 2 - 3	ハバナ湾流域の各下水処理区の計画の現状 .....	67
3 - 2 - 4	ルジャノ川下水処理場建設計画の現状 .....	72
3 - 3	他ドナーの援助動向 .....	74
3 - 3 - 1	GEF / UNDP .....	74
3 - 3 - 2	イタリア .....	74
3 - 3 - 3	ベルギー .....	75
3 - 3 - 4	ノールウェー .....	75
3 - 3 - 5	ドイツ .....	75
3 - 4	下水道の課題 .....	75
3 - 4 - 1	ハバナ湾西側市街地の下水道施設の改善 .....	75
3 - 4 - 2	ハバナ湾流入河川流域の下水処理施設の整備 .....	76
3 - 4 - 3	東部上下水道公社の管理体制の強化 .....	77
3 - 4 - 4	下水道維持管理財源の確保 .....	77
第4章	環境予備調査 .....	78
4 - 1	環境影響評価制度 .....	78
4 - 2	プロジェクト概要及びプロジェクト立地環境 .....	82
4 - 3	スクリーニング・スコーピング結果 .....	84
第5章	本格調査の実施方針 .....	87
5 - 1	調査の目的と基本方針 .....	87
5 - 2	調査対象地域 .....	87
5 - 3	調査項目の内容 .....	87
5 - 4	調査工程及び要員計画 .....	89
5 - 5	調査用資機材 .....	89
5 - 6	調査の留意事項 .....	89

付属資料

1 . S/W .....	95
2 . M/M .....	104
3 . 主要面談者リスト .....	111
4 . 打合せ議事録 .....	112
5 . 質問票及び回答 .....	140
6 . 収集資料リスト .....	146

通貨単位 (2002年3月1日)

1 ペソ (\$) = 約 133.65 円

1 ドル (US\$) = 約 133.65 円

## 第1章 事前調査の概要

### 1 - 1 要請の背景及び事前調査の目的

#### 1 - 1 - 1 事前調査の背景

(1) ハバナ湾は商業港、観光資源としてキューバ共和国（以下、「キューバ」と記す）経済にとって非常に重要であるが、生活・産業廃水による水質汚染問題は深刻であり、資源価値の劣化、生態系及び生活環境への影響が懸念される。

(2) ハバナ湾の水質汚染の主な原因は、湾に隣接する製油所からの油汚染、及び河川・雨水管を通した未処理の生活・産業廃水の直接流入により起こる富栄養化現象にあるとされている。特に旧市街では1915年に建設された都市下水・排水システム（雨水管、下水管）があるが、下水処理場もなく、加えてシステムの老朽化、設計時の集水能力を超えた人口増加、及び雨水管と排水管の違法な接続等の問題もあり、未処理の生活廃水が雨水管を通し同湾に流入している。

(3) これに対してキューバ政府は、ハバナ湾沿岸の環境管理調整機関であるハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ（GTE）を設立し、また関連基準や法規の見直し、改善を図ってきた。さらに1995～1998年に地球環境基金（GEF）の協力を得、汚染に係る調査が実施されたが、将来のハバナ市の工業・観光発展なども考慮したより包括的な計画の策定と、フィービリティ調査（F/S）の実施が必要とされている。このような状況のなか、JICAは1999年8月に環境分野プロジェクト形成調査団、2001年2月及び8月に企画調査員を派遣し、効果的な技術協力の検討を図ってきた。

(4) かかる背景からキューバ政府は我が国に対し、ハバナ湾の汚染源の軽減、並びに同湾の浄化を目的として、汚染源対策に係るマスタープラン（M/P）策定、及び関連施設建設等に係るF/Sの実施を要請してきた。これを踏まえ2001年10月、要請背景、実施体制、調査内容及び対象地域を確認するため予備調査団を派遣し、本件実施の必要性を確認した。

#### 1 - 1 - 2 事前調査の目的及び結果

事前調査団は2002年2月18日から、キューバ政府関係諸機関と協議を行い、標記開発調査に係る相手側実施体制、調査範囲及び内容等を確認し、関連資料及び情報の収集をした。これら調査を経て、キューバ政府がハバナ湾浄化に係る重要性を強く認識していること、日本側に対する期待が大きく、先方実施体制も整備されていることを確認することができた。そこで、水質汚染



が深刻化しているハバナ湾の汚染源対策の比較検討、集水域の雨水排水・下水道システムのM/P策定と優先プロジェクトのF/Sの実施を目的とした開発調査に関する実施細則（S/W）及び議事録（M/M）を、2002年2月27日外国投資経済協力省（MINVEC）、GTE及び国家水資源庁ハバナ支局（DPRH/Havana-City）と事前調査団の間で締結、署名した。

## 1 - 2 調査団の構成及び調査日程

### 1 - 2 - 1 調査団の構成

氏名	担当分野	派遣期間	所属
山本 敬子	総括 / 環境管理	2/17 ~ 3/2	国際協力事業団国際協力専門員
三宮 武	副総括 / 下水処理計画	2/17 ~ 3/2	日本下水道事業団計画部広域処理課 課長代理
遠藤 浩昭	調査企画 / 事前評価	2/17 ~ 3/2	国際協力事業団社会開発調査部 社会開発調査第二課
福田 文雄	下水・排水施設	2/17 ~ 3/8	株式会社ソーワコサルタント代表取締役
庄司 岳雄	水質 / 環境配慮	2/17 ~ 3/8	日本海外コンサルタンツ株式会社 技術部技師
山脇 ふさ子	通 訳	2/18 ~ 3/6	

1 - 2 - 2 調査日程

2002年2月17日から2002年3月8日まで

日順	月日	曜日	調査内容	
			山本・三宮・遠藤団員	福田・庄司・山脇団員
1	2月17日	日	成田	
2	2月18日	月	ハバナ 日本大使館表敬、外国投資経済協力省（MINVEC）表敬、 奥田専門家（土壌処理）と意見交換	
3	2月19日	火	関係機関合同会議、科学環境技術省（CITMA）表敬、 国連開発計画（UNDP）との意見交換	
4	2月20日	水	運輸省港湾環境センター（CIMAB）との意見交換、 ハバナ湾及び下水施設（ドナーによる処理場建設地、カリブ海側への放 流管、運河近くのポンプ場等）の視察	
5	2月21日	木	国家水資源庁（INRH）との意見交換、GTE と協議	
6	2月22日	金	イタリア援助庁との意見交換、GTE と協議	
7	2月23日	土	団内打合せ、資料整理	
8	2月24日	日	団内打合せ、協議準備	
9	2月25日	月	GTE 及び DPRH/Havana-City による合同 S/W 協議、 ハバナ市上下水道公社と意見交換、MINVEC と協議	
10	2月26日	火	MINVEC と協議、土地利用局と意見交換、GTE 及び DPRH/Havana-City による合同 S/W 協議	
11	2月27日	水	運輸大臣表敬、S/W、M/M 署名、日本大使館報告	
12	2月28日	木	ハバナ メキシコシティ、 JICA メキシコ事務所報告	補足調査
13	3月1日	金	メキシコシティ 成田	補足調査
14	3月2日	土	成田着	補足調査
15	3月3日	日		報告書取りまとめ
16	3月4日	月		補足調査
17	3月5日	火		補足調査
18	3月6日	水		補足調査、日本大使館報告 福田、庄司団員：ハバナ
19	3月7日	木		
20	3月8日	金		成田着

### 1 - 3 協議概要

キューバ側との協議にあたり、本件がキューバで初めての開発調査であることから、調査団よりスキームの紹介とキューバ側の便宜供与(undertakings)の概略を説明した。特に、日本の技術協力の特徴である「調査を通してのカウンターパート(C/P)への技術移転」について強調し、また本調査の目的はM/P作成やF/S実施を通じた「人材育成、組織強化」であり「構築物の建設」ではないこと、C/P配置は調査実施に不可欠であること、効果的な調査運営にはステアリングコミッティ設置が必要であること、調査実施にはキューバ側の便宜供与が必要であることを説明し、キューバ側の理解を得た。主な協議内容は以下のとおり。

#### (1) 開発調査の目的

本開発調査の目的は、ハバナ湾の浄化と本調査を通じて行われる技術移転であり、その内容は、下水(雨水及び汚水)システムの改善に係るM/Pと優先プロジェクトのF/Sである。当初キューバとの技術協力において現状は無償や有償資金協力が投入されていなく、日本による事業化の確実性が薄いことからプレF/Sと考えていたが、予備調査においてキューバ側からF/Sの実施を強く要請されたこと、開発調査の成果を有効に活用してもらうこと、などからF/Sを実施することとしたことの説明をした。これに対してキューバ側からは非常に強い感謝の意が伝えられた。

#### (2) 調査実施体制

C/P機関として、GTE及びDPRH/Havana-Cityの2機関が選定され、特に関係機関との調整はGTEが行うこととする。

当国は教育水準が高く、C/Pの技術能力はかなり高いと判断される。一方インフラの整備や各種機器の設置等が不足しており、実践の経験不足を自認している。これらのことを考慮すると、C/Pを通じたOn the job training(OJT)により、実践の経験不足が解消され、技術移転が促進される国であると考えられる。技術移転の観点から可能な限り専任で英語が理解できるC/Pを配置することとし、M/MにC/Pの氏名を記載した。

ステアリングコミッティは、本格調査が開始されるまでに設置されるが、GTEが議長を務め、MINVEC、ハバナ県、CITMA、INRH、DPRH/Havana-City及びその他の関連機関がメンバーとなる。日本側本格調査団及び在キューバ日本大使館はオブザーバーとして参加する。

調査の事務所はGTEに置き、適宜関連機関にて作業が行えるようGTEが便宜を図る。

#### (3) 調査内容

対処方針案どおり、3つのフェーズにより調査を実施する。フェーズ 1 では、ハバナ湾の汚

染現状について基礎調査を行い、汚染源削減対策のための提案を行う。フェーズ 1 では、汚染源の主たる原因である汚水及び雨水排水に係る M/P の策定を行い、さらにフェーズ 2 においては、優先プロジェクトの F/S を実施する。

調査に関してキューバ側より既存の計画にとらわれずに柔軟な発想の下、現状を分析して実現性のある計画の策定が強調された。これは過去に地球環境基金 ( GEF ) による調査がなされたものの、例えば下水処理施設予定地において地質調査が不足し、設計の変更を余儀なくされ予算が大幅に増加しているとの現実がある。また、現在キューバ側がハバナ湾集水域に 7 つの処理施設を計画しているが、本当に 7 つ必要なのか、あるいはより少ない施設で対応可能なのか、本開発調査で再検討してほしいとの要望があった。既存の計画が十分に信頼でき得る計画となっていないのではないかと思われる。当方からは協議・調整のうえ本格調査団及び C/P が十分納得できる計画を作成する旨回答した。

これらのことから、キューバ側は JICA によるハバナ湾集水域における総合的な開発調査に対して非常に大きな期待を寄せていることがうかがわれる。

#### (4) 業務上の免責について

S/W の undertaking 2. の部分の業務上の免責について、キューバ側は責任をもつことを回避するわけではないが、あらゆる可能性に対して無限の責任をとることはできないと言及した。これを解決するために、本文に、本条項は民事責任の免除であり、刑事責任の免除を求めているものではないこと、キューバが責任をもてる項目例を別添 3 に記し、これ以外の項目はその都度互いの責任を明確にすることを追加記載した。

なお、別添 3 には、交通事故は様々なケースが考えられること、個人の土地などへの不法侵入はキューバでは刑事責任となることから、キューバが責任をもてる項目例には含まなかった。

#### (5) 外国人登録及び領事手数料の免除

S/W の undertaking 1. (1) の部分の外国人登録及び領事手数料の免除について、キューバ側は、「キューバの法規に従い」を文末に付けることを要求し、日本側は当然ながらキューバ側の法規を超えて免除を求めるものではないことを説明し、これを追記することに同意した。

#### (6) その他 M/M に記載された内容

##### 1) 調査名

本調査の英文名称を “ the Development Study on the Improvement of the Sewerage and Drainage System for the Havana Bay in the Republic of Cuba ” とした ( なお、和文名は「キューバ国ハ

バナ湾汚染源対策調査」とする)。

## 2) 本調査の目的

本開発調査は、ハバナ湾に浄化のための下水道施設改善に係る M/P と F/S を実施することによってキューバ側 C/P に対して技術移転を行うことを目的としている。この調査には施設の建設は含まれず、調査の成果は十分にキューバ側により活用されることを期待している(なお、日本は現在のところ資金協力を行っておらず、今後の対キューバ援助の動向に注目しながらも、本調査の結果が他ドナーにより事業化されることも期待することとする)。

## 3) 優先プロジェクトの選定

優先プロジェクトの選定にあたっては、技術的、財務的、効果的な観点から実現可能なプロジェクトを双方が十分に協議を行い決定することとする。

## 4) 目標年度

暫定的に M/P の長期的な目標年を 2020 年とし、中期的な目標年を 2009 年とする。計画の目標年次については、GTE 創設から 10 年目にあたる 2009 年までにある程度の結果を出す必要があるという予備調査でのキューバ政府の申し入れに基づき、目標年次を設定した。また当国では都市計画の将来における M/P のなかで長期にわたる目標年次を設定しているわけではなく、2020 年という年次の根拠は当国の計画上見当たらないが、日本の下水道事業に関し、全体計画が約 20 年で設定されていることを考慮すると妥当であると考えられる。

## 5) ステアリングコミッティ

調査団はステアリングコミッティの役割を説明し、キューバ側はその必要性を理解し、本格調査が開始されるまでに設置することに同意した。GTE が議長を務め、MINVEC、ハバナ県、CITMA、INRH、DPRH/Havana-City 及びその他の関連機関がメンバーとなることとした。なお、日本側本格調査団及び在キューバ日本大使館はオブザーバーとして参加する。

## 6) カウンターパート

キューバ、日本側双方とも OJT による技術移転、組織強化の重要性を認識した。キューバ側は主として GTE、DPRH/Havana-City から、専任の英語を理解する C/P を配置することに同意し、C/P のリストが提出された。

7) 本邦研修

キューバ側は OJT の補完として、日本での研修の実施を強く要請した。

8) 秘書、通訳、運転手

本格調査団のためにキューバ側は、英語のできる秘書 1 名、少なくとも 1 名の英語 - 西語の通訳、英語を理解する運転手 2 名を準備することに同意した。

9) 本格調査団の移動

キューバ側は、本格調査団のための輸送手段を JICA 側の負担で準備するように要求し、調査団は JICA 本部に報告することを約束した。

10) 事務所及び駐車場

本格調査団及び C/P のためにキューバ側は、机、椅子、書棚、エアコン、2 本の電話線及び電気を備えた事務所スペースと車両 2 台用の駐車場を GTE 事務所に準備することに同意した。

11) ワークショップ

調査に関するワークショップを調査開始時及び各フェーズの終わりにキューバ側及び本格調査団により開催し、関係者に対して調査の進捗や関連する情報を提供することとする。キューバ側は会場借り上げ費や資料作成にかかる経費について JICA 側に負担してほしいことを要求した。ワークショップの内容については、キューバ側及び本格調査団が協議して決める。

12) レポート

キューバ側は、関係機関に対して効果的な説明をするために英語のほかに西語(ファイナルレポート(メインレポート及びデータブック) 30 部、その他の報告書 25 部)の報告書を作成することを要求した。調査団は JICA 本部に報告することを約束するとともに、報告書に疑義が生じた場合は英語を正本とすることを同意した。

13) 調査結果の公開

調査結果を最大限活用するために公開することを双方同意した。

#### 14) 本格調査の準備

本格調査を効率的に実施するためにキューバ側は、M/Pのための2万5,000分の1の地形図とF/Sのための2,000分の1の地形図、調査地域の下水管の現況調査、水質データを調査収集、分析することに同意した。

#### 15) 環境教育の教材

ハバナ湾浄化の推進のため環境教育は重要と考えられる。調査期間中に何らかの協力を、例えばパンフレットやビデオ作成、ロゴコンテストなど、双方協議のうえ、決めることとする。

#### 16) 他ドナーとの協力

他ドナーからの最大限の協力を得、また調査の重複を避けるためGTEは調整する。他のハバナ湾に関するプロジェクト、特にGEFやイタリア、ベルギーに注意を払いながら調査を実施する。

#### 17) 調査の資機材

キューバ側は、調査によって移転された技術の継続性のために、調査終了時に資機材の譲渡を調査団に要請した。調査団はこれをJICA本部に報告することを約束した。

#### 18) 第三者との契約

双方はデータ及び情報の収集に努力を払うが、調査は広範にわたるため、効果的に本格調査を進めるために第三者との契約の可能性があると同意した。

#### 19) その他

キューバ側から概要設計を含むF/Sを調査に入れることに関して、感謝が示された。

### 1 - 4 団長所感

協力要請の背景であるハバナ湾の水質汚染状況は確かにひどく、河川の流入口や雨水排水の放流口付近、精油工場付近は水の色が黒や茶色に変化し、場所によってはメタンガスがプクプク湧き出し、ゴミや油の浮遊も見られ浄化の必要性を強く感じた。

一方キューバ政府は1998年のGTE設立以来、水質改善に向けて工場移転や廃水規制など様々な取り組みを積極的に展開している。水質はかなり改善され、鳥や魚が戻ってきているという。再訪した調査団員も同様な感想を述べている。污染源対策の1つである下水道システムの改善に

関してはGEFの計画に基づいて援助国/機関によるプロジェクトが動き出し、キューバ政府の努力は効果をあげているようだ。しかし、総合的な浄化対策や集水域全体の下水道整備基本計画がなく、事業を効率的・効果的に展開するため、また融資を受けやすくするためにも、キューバ政府は下水道のM/P策定とF/Sを強く望んでいる。したがって日本が開発調査を実施する意義は十分にあると判断された。

次に、本格調査を開始するにあたって、キューバの特殊性を十分に考慮する必要がある。

まず、当調査はキューバにとって初めての開発調査であること。そのために開発調査に関する十分な説明を心がけたが、今後とも説明を求められる機会が多いと思われる。特に日本の技術協力は他援助機関とは異なり、キューバC/Pへの技術移転が主要な目的となっており、日本とキューバが共に成果品(調査データの集計と解析結果、M/P、F/Sが含まれたレポート)を作りあげるといった姿勢であることを説明したが、実際に始めてみないと理解できないかもしれない。

日本の技術に対する期待は大きいが無批判に技術を受け入れるということはないと思われ、キューバに適した現実的な技術・システムを求めてくるだろう。

料金徴収による財政の健全化は下水道システムの維持管理のための大前提であるが、キューバでは料金体系を採算ベースで考えることは難しい。経済はペソ、ドルの2本立てであり、ペソ経済に暮らす一般市民は大変貧しい。将来的には独立採算制による経営をめざすとしても、当面は観光開発・港湾事業の展開などによる国家の収入増加、そこから事業への補助金投入などを考慮する必要があるだろう。

社会主義国のため民間企業が存在せず、再委託先は公社である。競争原理に基づいた公正な入札を行うためにはひと工夫が必要と思われる。

アメリカの経済制裁、旧ソ連からの援助のストップで生活物資が極端に足りない。円滑な調査実施のためにはどこで必要資機材を調達するか前もって考えておく必要がある。

日本の対キューバ援助方針として現状では無償・有償資金協力はできない。そのためにレポートがキューバ政府自身又は他ドナーに使いやすいものでなければならない。

キューバ人は知識・技術力は一般に高いといわれている。自力での開発意欲も高く、移転された技術は効果的に利用されるだろう。

モラルも高く、治安は良いが外国人はドル経済で生活するため滞在費は高くなる。

省庁間の縦割りは強いようであるが、ハバナ湾に関してGTEは関連機関を横断する形での組織であり、権限も非常に強いものがあるためC/P機関としては最適なところと考えられる。ただし、下水道計画は国家水資源庁管轄であり、GTEの調整が必要となる。

以上のようなキューバの特徴・要請に対して日本の調査団はどのように答えていくべきか。

日本は東京湾、大阪湾、洞海湾などのひどい海域汚染とその改善経験、下水道に関しては過去30年でその整備事業を急速に展開してきた経験がある。しかし、高度経済成長期に豊富な資金を



使って改善された日本とは違って財政力のないキューバにあっては、日本の経験をそのまま利用することはできない。改善・規制策と同時に、その事業を実施する資金源の捻出策も提案しなければならないだろう。

下水道システムはできるだけ低コスト、熱帯地方の優位さを利用した施設設計、自助努力を更に促すような維持管理・施設改善の方向性を明示すべきである。当面の公共部門への国の負担は避けられないとしても、様々な部門で公社化し、外国資本の導入、独立採算制への試み、組織の効率化などを取り入れて経済効率を導入しようとしている現政府の方針にも配慮が必要だろう。

結論としてはキューバの実態を十分に理解すること、C/Pと十分に意見交換・協議しながら作業を進めていくこと、現地の技術をできるだけ活用すること、先に援助をスタートさせている他援助国・援助機関と十分な協力・情報交換をすること、手ごろな規模のプロジェクトを複数計画し、実施のための選択肢を多くすること、また複合的なアプローチで浄化効果を最大限に引き出すような提案をすること等が期待される。GEFの下水道計画案に関しては、キューバ側に強い不満がみられる。合理的で精度の高い計画書が日本調査団によって作られることが期待されている。ハバナ湾浄化による経済効果、環境改善に期待をかけるキューバ政府は、提出された計画を他ドナーの援助を受けながら確実に実施していくと思われる。

## 第2章 ハバナ湾の水質汚染対策の現状と課題

### 2 - 1 対象地域の概要

#### 2 - 1 - 1 自然条件

##### (1) ハバナ湾とその集水域

調査対象地域はハバナ湾及びそれに流入する河川と雨水・下水管網の集水域(以下、調査対象地域)で、両者合わせて66km<sup>2</sup>の面積を有する。ハバナ湾の面積は5.2km<sup>2</sup>、平均水深は9m、貯水量は4,700万m<sup>3</sup>に達する。外洋と幅140m、長さ1,574m及び深さ15mの水路でつながっている。湾内の最大潮位差は0.3mと小さい。湾水が外洋水と入れ替わりすることの少ない典型的な富栄養化内湾である。集水域はなだらかな段丘でありハバナ湾に流入する河川はルジャノ(Luyanó)川、マルティン・ペレス(martín Pérez)川及びアロヨ・タデオ(Arroyo Tadeo)川である。

	河川長 km	集水域面積 km <sup>2</sup>	備考
ルジャノ川	10.4	28.5	
マルティン・ペレス川	6.4	12.75	
アロヨ・タデオ川	データなし	データなし	小河川
雨水・下水管網	-	?	
合計		66	

##### (2) 気 候

ハバナ湾の位置するハバナ市の気候は以下のとおりである<sup>1)</sup>。

年間の変動状況(最低～最高)	
気 温	21.4 ~ 27.7
湿 度	79 ~ 87%
風 向	北北東ないし北北西
風 速	8.8 ~ 64km/h
降水量	1,120.1mm(年平均)

##### (3) 地形・地質

調査対象地域の地形・地質を図2 - 1に示す。図に示すように、ハバナ湾周辺には沖積低地及び石灰岩・砂岩及び蛇紋岩を基盤岩とする台地・高台が分布している。湾北岸のモロ要塞周辺は石灰岩が露頭し絶壁を成す。西岸及び南岸では軟らかいシルト・粘土/緩い砂等によって構成される沖積低地が分布する。沖積低地の背後にはなだらかな台地・残丘地形が広がっている。表層は強風化のため土砂状で、一部ラテライト化している。



# CARACTERISTICAS FISICO - GEOGRAFICAS

約 2km

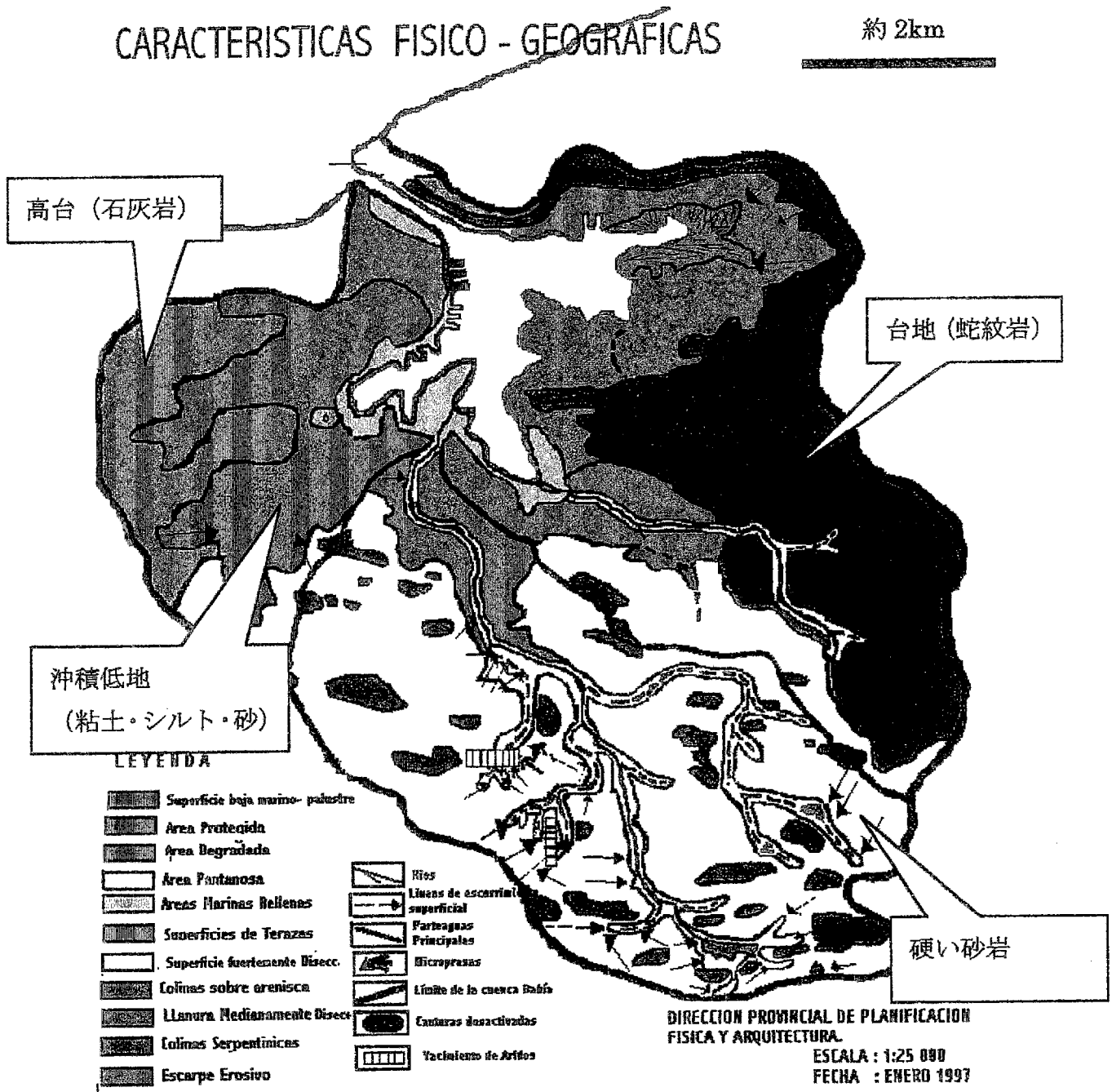


図 2 - 1 調査地周辺の地形地質 (文献 2) に加筆



#### (4) 動植物

湾西岸は一般的に市街化が進み、野生植物の生育は乏しい。ルジャノ川周辺に灌木類が点在するのみである。マルティン・ペルス川・アロヨ・タデオ川周辺はマングローブが針葉樹と交じって分布している。

陸棲動物としては、人家の近くに生息することを好む小動物・小鳥が見受けられる。

水棲動物については、湾内の水棲動物調査及び聞き取り調査によれば、濁水を好む魚(クロサギ)のみならず珊瑚礁・清水を好む魚の稚魚も多く見られたことから、湾内が繁殖地になっている可能性も高く自然浄化によって湾が漁場としての機能を回復しつつある、との報告がある<sup>1)</sup>。自然浄化機能が回復した主要な原因は、工場排水の規制、湾内のゴミ拾い等が考えられる。

### 2 - 1 - 2 社会経済的条件

#### (1) 人口

調査対象地域内の行政区分を図2-2に示す。それぞれの地区の人口を表2-1にまとめる。調査地域のほぼ中央を南北に流れるルジャノ川を境にして西側は人口が多いが、東側は少ない。

表2-1 調査対象地域内の人口<sup>2)</sup>

地区	人口	備考
Plaza de la Revolución	9,395	ルジャノ川西側 53万人
Centro Habana	86,106	
Habana Vieja	105,178	
10 de Octubre	239,768	
Cerro	97,507	
Arroyo Naranjo	31,087	ルジャノ川東側 22万人
Regla	41,798	
Habana del Este	15,025	
Guanabacoa	24,354	
San Miguel del Padrón	145,880	
合計	796,098	

ハバナ市及びハバナ県の人口の推移を表2-2に示す。人口は伸びていない。

表2-2 ハバナ市及びハバナ県の人口の推移<sup>3)</sup>

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
ハバナ市	2,176,563	2,194,662	2,201,020	2,195,014	2,191,019	2,188,174
ハバナ県	673,392	678,636	685,022	692,779	698,981	704,766



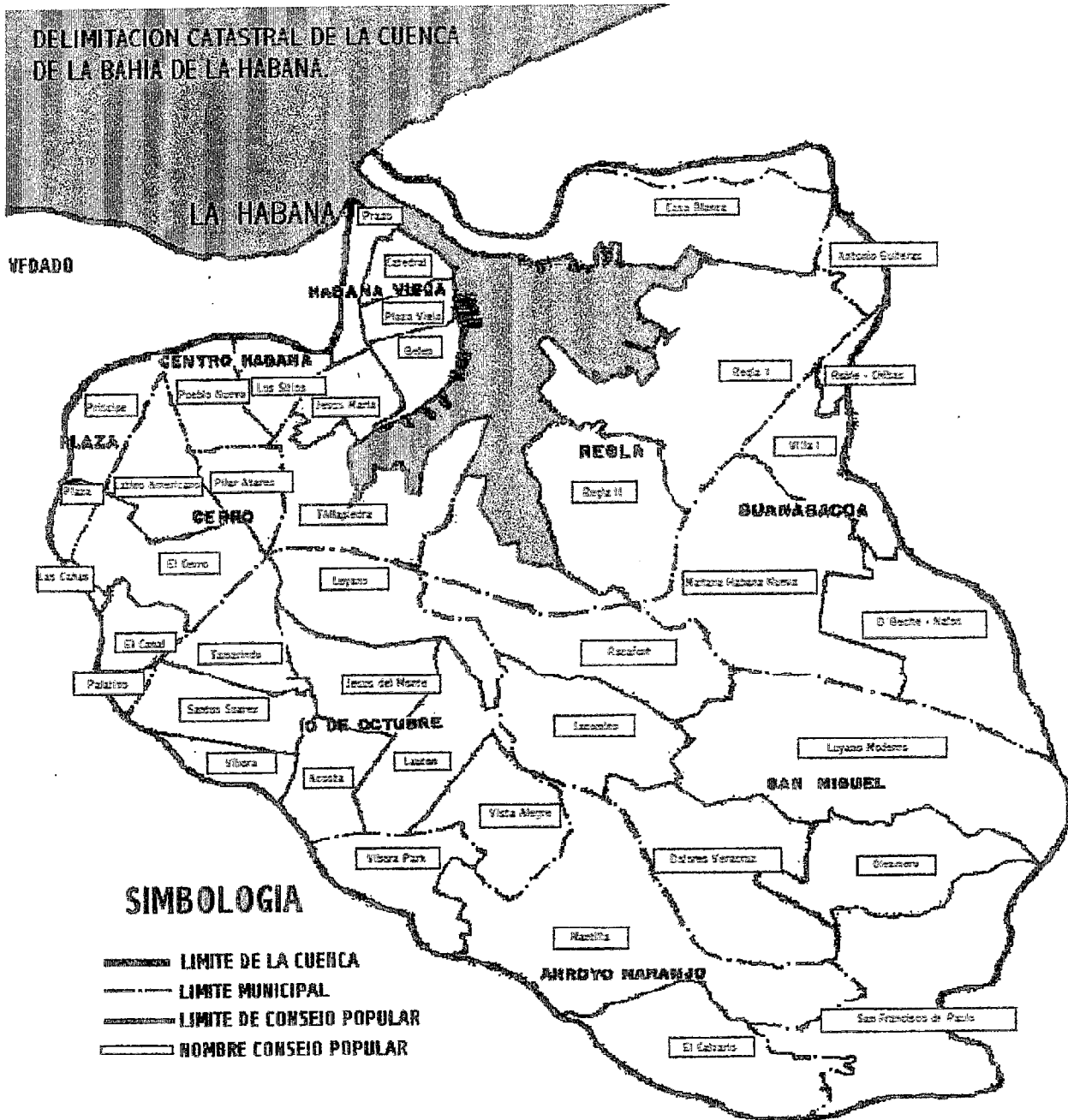


図 2-2 調査エリアの行政区分





## (2) 土地利用状況

土地利用状況を表2-3にまとめる。表に示すように、居住・商業及び鉱工業用地が80%以上を占めており、調査地域の都市化が進んでいることが分かる。都市化が進んでいるなかで、ハバナ市内に緑地保護地区があり原生林に近い状態で植生を保護しており、市民に憩いの場を与えている。

表2-3 土地利用状況<sup>2)</sup>

用 途	面積 (km <sup>2</sup> )	割合 (%)
1. 居住・商業	40.55	61
2. 鉱工業	13.20	20
3. 農 業	6.25	10
4. 公園及び自然保護地域	4.00	6
5. 予備地域(開発予定地)	2.00	3
合 計	66.00	100

## (3) 経 済

ハバナ市の産業の目玉はハバナ港としての港湾機能及び観光にある。特にルジャノ川西岸は人口密度が高く商工業も活発で、かつ旧市街が世界遺産に登録されていることから観光も盛んである。これに対して東部地域は人口密度も低く農業・牧畜が主体である。

## (4) 世界遺産

キューバ国内では以下6つの世界遺産が登録されている。「オールド・ハバナとその要塞化都市」は湾北西岸部の旧市街地から北東岸のモロ要塞一帯を指す。

オールド・ハバナとその要塞化都市

トリニダードとロス・インヘニオス渓谷

サンティアゴ・デ・キューバのサン・ペドロ・デ・ラ・ロカ城塞

グランマ号上陸記念国立公園

ビニャーレス渓谷

キューバ南東部におけるコーヒー農園発祥地の景観

### 2-1-3 衛生・環境状況

地球環境基金(GEF)レポートによれば、1990年ごろからの作業奨励システムの導入及び独立した資本と法人格をもつ公社導入等によって各企業は生産性が向上し経済的發展を得たが、同時に工場から排出されるガス・粒子状物質による大気汚染や水質汚染が顕著となり、地域住民の健康に影響を及ぼしていることが明らかとなっている。環境あるいは衛生上の問題点として、大気

汚染・水質汚染・浸水・老朽家屋・非衛生地域・緑地不足及び固形廃棄物未回収の問題があげられている。これらの問題のある地域の分布は図2 - 3に示されている<sup>2)</sup>。

以下は、現地踏査・聴取した環境・衛生情報である。

大気汚染については、一部の地域で交通量が激増したために住民で喘息になる人の割合が跳ね上がったとのことである。

飲料水は、その99%を地下水に依存している。水の衛生状態の確認は、残留塩素量測定結果から消毒の有無を判断することによって行っている。給水管が老朽化しているため供給水漏洩率が50%に達しているとのことである。また、異味・異臭の苦情が多いということから、漏洩とは逆に汚水・廃水が一部の水道管に混入していると考えられる。上水道網の及んでいない所は、タンクローリーによる給水が行われている。今回の事前調査中、給水車中の糞便性大腸菌の有無を簡易的に調べてみたが検出されなかった。

生活排水は次のように処理している。

- ・ 下水管を通じて直接湾内（一部湾外）に放流
- ・ 河川に垂れ流す
- ・ 一部のし尿については、肥だめを通じて地下に浸透させる。汚泥は回収したあと、上記無処理放流型の下水管に投入

産業排水も同様に扱う。結局、全排水は自然環境へ垂れ流されている。ハバナ市は、下水に対応する処理場はない。

固形廃棄物の排出状況は以下のとおり。見聞したのは一部の地域であるが、市民の意識は高いと判断する。

- ・ ゴミのポイ捨てはほとんど見られない
- ・ 各家庭からのゴミの排出は整然と行われている。路上のゴミ収集容器は満杯になれば袋に詰めてきちんと出す。周辺に散乱させていない。ただし分別排出はしていない
- ・ 道路清掃人の清掃も徹底している
- ・ ガラス瓶等のリサイクルを実施している

その他の衛生問題について、この1～2年はデング熱対策で、デング熱病原菌を媒介する蚊の発生する可能性のある水たまり・ゴミだめの撤去・消毒キャンペーンをイタリア援助庁の支援の下で大々的に行っている。その効果は高く、発病者はまだ2名とのことである。

以上から、経済的事情でゴミを出す余裕もないということもあるが、一般住民の衛生・環境に対する意識は高いと判断する。

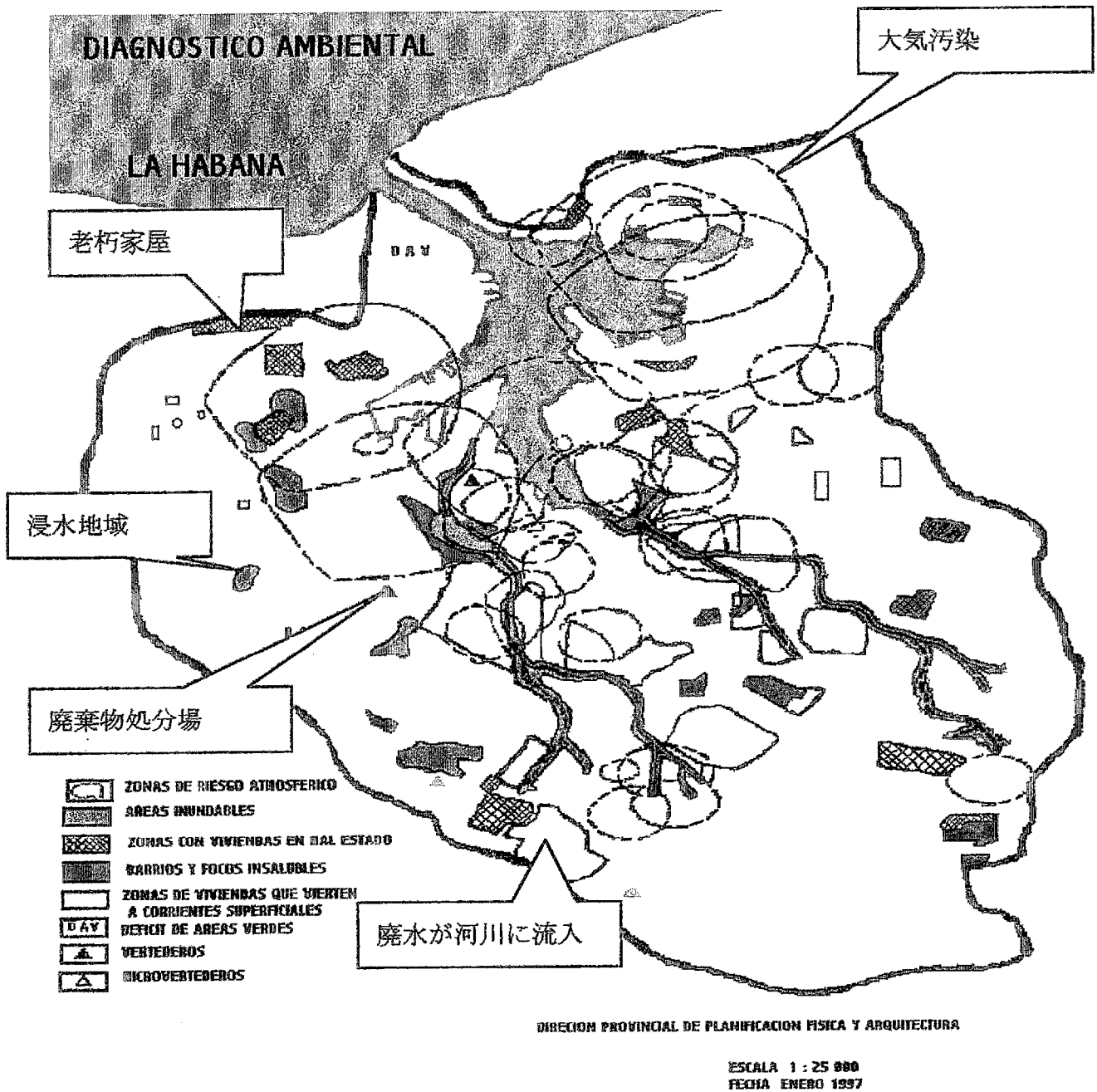


図 2-3 環境・衛生上に問題のある地域<sup>2)</sup>



## 2 - 2 ハバナ湾の水質汚染対策に係る実施体制

### 2 - 2 - 1 ハバナ湾浄化に係る関連行政組織

ハバナ湾の浄化には、ハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ（GTE）を筆頭に、科学環境技術省（CITMA）、運輸省湾岸環境センター（CIMAB）及び国家水資源庁（INRH）の4組織が関係している。

#### （1）ハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ（GTE）

ハバナ湾浄化のキーポイントとなる組織である。省庁という枠を超えかつ港湾に関する税金の一部の徴収権が与えられる等、かなりの権限を有する組織である。以下にGTE設立合意書を示す。

#### GTE 設立合意書

#### ハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ

キューバ国閣僚顧問団執行委員会合意書 3300 号

1998 年 6 月 15 日

閣僚顧問団とその執行委員会事務局長は下記を証明する。

閣僚顧問団執行委員会は法律によって与えられたその権限を行使して

1998 年 6 月 15 日、下記の合意書を可決する。

#### 合意書

- 1 . ハバナ湾の浄化、保全と開発のために資する国家ワーキンググループを創設する。
- 2 . 本合意書により創設される国家ワーキンググループはその主要な役割として実施プロジェクトにおける諸機関との調整を行い、ハバナ湾の浄化、保全、開発に資する必要な融資の処理を業務として行う。
- 3 . グループは下記によって構成される。
  - ・ 委員長となる運輸省代表者 1 名
  - ・ 副委員長の役割を担うハバナ市人民評議会代表者 1 名

- ・もう1人の副委員長となる科学環境技術省の代表者 1名
- ・書記となる運輸省任命者 1名

本合意書の日付から6か月以内にグループはその任務遂行のための人材名簿と構成内容を閣僚顧問団執行委員会に提出して承認を受けるものとする。

#### 4. ワーキンググループは下記の権限を有する。

- ・湾の治安、機能と浄化に直接関連する国家機関の検査活動を強化する。
- ・国の検査機能を有する諸機関と調整して汚染源への汚染物質排出の軽減若しくは除去を達成するための対策計画を策定する。
- ・港湾地域内で実施される投資、建設とサービス事業を許可し、それらの事業が環境に害を与えないように監督する。
- ・その管轄枠内において、海域汚染の予防とコントロール課題に関してキューバが国際機関と締結する諸協定並びに国内の諸決議がすべて遵守されるように管理する。
- ・船舶から排出される廃棄物に関する諸国際協定並びに国内決議が遵守されるために必要なアクションを実施する。
- ・汚染源への排水放流コントロールを維持するために必要なアクションを実施する。
- ・ハバナ湾並びにその汚染源の水域汚染軽減が達成されるために必要な決議、インストラクション若しくは対策や措置を可能な限り設ける。
- ・湾並びにその沿岸地帯の水面を清掃するサービスを契約し、支払う責任機関となる。
- ・汚染源への放流を軽減するために湾の集水域を形成する各管轄区域におけるアクションを要求する。
- ・湾への直接若しくは間接汚染源となっている公社や機関に対して現状を改善するための計画書を短期、中期、長期的に解消する対策計画として作成、提出することを要求する。
- ・不適切な排水放流を中期的に解消するアクションを約束する企業に応用できる経済的報奨メカニズムを提案する。
- ・ハバナ湾水域の清掃、浄化のための資金源として認可された料金及び税金を港湾管轄地域利用者である諸経済機関並びに湾を利用する船舶から徴収する。
- ・財務省が認可したハバナ湾の商業利用及び観光利用に関する料金並びに税金の徴収を実施する責任機関となる。
- ・ハバナ湾利用と保護に関する法規遵守を管理し、違反が認められた場合はその罰則遵守を管理する。

- ・船舶の運輸による海域汚染保護のための運輸省法令が制定された時点から同法令を遵守させ、違反が認められた場合は罰則の遵守を実施させる。

5. 作業グループは本合意書末に記載されている諸機関の代表者によって構成される技術委員会を有する。技術委員会の役割は下記のとおりである。

- ・認可された社会経済利用に準じて生態系の保護に関する提言を行う。
- ・現行の法規に従い、湾周辺で実施される諸プロジェクトの環境影響評価判断を提言する。
- ・各汚染源がその排水処理のために提案する対策の実施が可能か否か提言する。
- ・ハバナ市開発(指針)プラン並びにハバナ港マスタープランから生まれる計画の実施において提言する。

6. 本合意書は当該の港湾法令が認可、制定されるまでの間、有効である。

写しを閣僚顧問団執行委員会メンバー、国家諮問委員会事務局並びにその他すべての関連機関に送付すること。決定的開放戦闘40周年記念年である1998年6月16日、革命宮殿において。

カルロス・ラヘ・ダビラ 署名

#### ハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ技術委員会構成メンバー

- ・海域港湾浄化公社(運輸省 SAMARP-MITRANS)
- ・湾岸環境マネジメントエンジニアリングセンター(CIMAB) MITRANS
- ・港湾管理局(内務省 MININT)
- ・海域治安検査局(運輸省 MITRANS)
- ・ハバナ県行政評議会保健部
- ・ハバナ県行政評議会上下水道部
- ・ハバナ県行政評議会コミュニティーサービス部
- ・漁業省法規局
- ・レグラ自治体評議会
- ・ハバナピエ八(ハバナ旧市街)自治体評議会
- ・ハバナ市東部自治体評議会



(2) 科学環境技術省 (CITMA)

CITMAは環境保護のための国家施策を策定する。天然資源保護のための他省庁との調整、環境教育の実施、環境関連施設(動物園、水族館、環境研究所)の所轄を行う。ハバナ湾については、汚濁物質排出工場への指導及び環境ライセンス申請書(環境影響評価(EIA)結果)の適否の判定を行う。

(3) 運輸省湾岸環境センター (CIMAB)

自前の試験室をもち、ハバナ湾の沿岸整備・海洋汚染監視・工場の排出管理を行っている。CITMAにEIA実施機関として認定されている。詳細は2-3-1参照。

(4) 国家水資源庁 (INRH)

上下水道の水質の監視・管理を行っている。詳細は第3章3-1-1参照。

2-2-2 水質関連基準

キューバ国憲法第27条に、環境について国・行政及び国民の責務・権限・権利等を定めている。本憲法に基づき、環境保護に関する法令として「環境に関する法律(1997年6月、第81号)」の表題6「環境保護分野」その第4章「水及び水棲生態系」が、水質保護をうたっている。そのバックボーンを補足するための施行令・施行規則的な位置づけのものとして次の基準がある。詳細については表2-4参照。

基準	概要	
飲料水基準 NC93-02,1985	目標値と最大許容値を設定している。対象項目は重金属、化学薬品、農薬の計60物質と多い。	
漁業水域水質基準 NC93-105,1987	淡水域と海水域に分けて規定している。CIMABは本基準に沿って水質測定を行っている。	
水源水質基準 NC93-11,1986	塩素処理のみで飲料水に使用できる場合と高度処理が必要な場合の2とおりに対応	
排水基準 NC27,1999	自然界への排出の場合	放流先を河川・ダム、地表及び帯水層に分け、さらにそれぞれについて上水用水、灌漑用水、工業用水とどの目的で利用されているかによって細かく分けて規定している。
	下水排除の場合	有機物、油、重金属
ハバナ市下水受入基準	有機物、油、重金属、浮遊物質について細かく規定している。	





## 2 - 2 - 3 関連プロジェクト

### (1) GEF ハバナ湾水質汚染調査プロジェクトの投資計画概要

国連開発計画（UNDP）の下部組織である GEF により、「カリブ海諸国の重度汚染沿岸地域及び湾の管理計画（Planning and management of heavily contaminated bays and coastal areas in the wider Caribbean）」プロジェクトが、1995～1998年にかけて実施され、その一環として「ハバナ湾水質汚染調査プロジェクト」において、ハバナ湾の環境復旧のための包括的な投資計画の策定を行っている。

本投資計画は、GEF の委託契約（契約 No C-96872）に基づいて国家水資源庁ハバナ支局（DPRH/Havana-City）が、運輸省湾岸環境センター（CIMAB）及びハバナ市コミュニティーサービス・運輸プロジェクト事務所の協力を得て策定したものである。その概要は表 2 - 5 に示すとおり。

表 2 - 5 ハバナ湾水質汚染調査プロジェクトの投資プログラム

投資プログラム	短期 (5 年以内)	中期 (5 ~ 10 年)	長期 (15 年以上)	コスト (US\$ 1998 年)
1) 河川から湾に流入する汚濁物質の除去				22,610,000
2) 湾の汚濁堆積物のしゅんせつと処理				14,900,000
3) 港湾浄化体制の強化				4,800,000
4) ハバナ湾とルジャノ川を汚染している 固形廃棄物の処理				1,150,000
5) ハバナ湾の環境モニタリング				36,000
必要総投資額 (US\$)				43,496,000

#### 1) 河川から湾に流入する汚濁物質の除去

本計画においてルジャノ川の 3 か所の下水処理場の建設と、マルティン・ペレス川の 1 か所の下水処理場の建設を提言している。これらの下水処理場により 10 万人以上の下水を処理するものである。

また、海中放流管のリハビリと延伸により、ハバナ中央部からの下水の適切な海中希釈を行い、隣接する港湾並びにカリブ海の汚染を防止する。

#### 2) 湾の汚濁堆積物のしゅんせつと処理

ハバナ湾の底質は高レベルの有機物、炭化水素、重金属に汚染されており、300 万 m<sup>3</sup> の堆積物を安全にしゅんせつし処理する必要がある。

#### 3) 湾浄化体制の強化

水域への炭化水素及び固形廃棄物の投棄は、海洋並びに沿岸環境にとって大きな脅

威である。特に港湾地域においては重大な汚染源となっており、生態系、船舶運航、観光にも悪影響を及ぼしている。湾浄化体制の強化のために以下の施策を提案している。

- ・ハバナ湾の予備計画（Contingency plan）の改善
- ・船舶からの廃棄物の分別収集、処理及び最終処分
- ・船舶からの石油混合物の分離・除去と最終処分
- ・河口及び湾内における浮遊固形廃棄物の除去と適切な処分
- ・湾内の浮遊流出油の組織的な除去と最終処分

#### 4) ハバナ湾とルジャノ川を汚染している固形廃棄物の処理

本計画において湾岸周辺からの都市廃棄物対策として、2か所の最終処分場の新設とカジョ・クルス最終処分場の環境問題の解決を提案している。

#### 5) ハバナ湾の環境モニタリング

本計画は、生態系環境の管理と既環境対策の刷新を目的とし、その内容は以下のとおり。

- ・汚染源、汚染量、汚染実態の分布の把握
- ・これらの汚染源が人体、海洋環境、生態系に与える影響の評価
- ・ある一定の期間内の汚染源の集中によってもたらされる傾向の把握
- ・汚染物質排出規制の法的必要性の証明と現在ある規制の完全実施
- ・高度危険地域の緊急計画の活性化
- ・提案されているハバナ湾利用のための海洋環境の回復

### (2) フォローアップ・フェーズの投資計画

GEFの「ハバナ湾水質汚染調査プロジェクト」(1995～1998年)は、その後フォローアップ・フェーズとして下水処理に関するプログラムを提案している。その概要は表2-6に示すとおり。

表 2 - 6 フォローアップ・フェーズの投資プログラム

投資プログラム	投資額 (千 US\$)		
	GEF	政府 *	計
1) 窒素・リン除去と汚泥利用を含む下水処理場の設計及び建設			
1.1) 窒素・リン除去を含む下水処理場	3,410	14,123	17,533
1.2) 汚泥利用	240	-	240
2) 分散型下水処理のデモンストレーション・プロジェクト			
2.1) ゼロ・エミッション住宅	50	58	108
2.2) 低インフラ住宅地の下水処理	0	27	27
合計	3,700	14,208	17,908

\* キューバ政府投資額は 1 ペソ = 1 ドルとしたときの投資額で、キューバ国内の実勢価格ではこの 20 分の 1 程度の投資額と想定される。

#### 1) 窒素・リン除去と汚泥利用を含む下水処理場の設計及び建設

ルジャノ川流域の 5 万 7,000 人を対象としたデモンストレーション下水処理場を建設する。本処理場計画は窒素・リンの除去、及び汚泥のエネルギー利用あるいは肥料としての利用を図るもので、下水処理場までの下水管路システムの整備を含む。

GEF の財政支援、基本的な 1 次・2 次処理システムと高度処理（窒素・リン除去）システムの差額をカバーするものである。

##### 1.1) 窒素・リン除去を含む下水処理場

下水の窒素・リン除去方法として嫌気 - 無酸素 - 好気法（A<sub>2</sub>O 法：Anaerobic anoxic aerobic (oxic) method）を提案しており、60 ~ 70 % の窒素・リンの除去率を期待している。

##### 1.2) 汚泥利用

下水汚泥の利用として、コンポスト化、消化ガスのエネルギー利用を候補としてあげているが、その後実施される「プレ・デザイン・レポート」で最終計画案が提案されるところとしている。

#### 2) 分散型下水処理のデモンストレーション・プロジェクト

持続可能な分散型下水処理技術のデモンストレーションを目的とした、2 つのプロジェクトを提案している。これは現在行われているハバナ大学の研究活動の一部となるもので、研修・教育プログラム並びにモニタリングプログラムも同時に実施される。

##### 2.1) ゼロ・エミッション住宅

キューバは、キューバ国内の使用並びに輸出用（MATCO ハウス）として、プレハブ集合住宅を生産している。これらの住宅にはトイレ排水と雑排水を別々に

集水するシステムが装着可能である。

8戸のデモンストレーション住宅において、トイレ排水は中央処理施設に搬送し、雑排水はその場で処理して灌漑用水に使用する。これにより90%の栄養塩(窒素・リン)が除去され再利用される。

## 2.2) 低インフラ住宅地の下水処理

小規模な郊外地域においては、すべての下水が排水溝に排水され、ルジャノ川を通過してハバナ湾に流出している。

分散型下水処理計画案のデモンストレーションとして、ウエットランド・システムを建設する。同システムは、浄化槽、散水濾床、ウエットランドで構成され、50戸の下水を処理する。栄養塩(窒素・リン)の除去率は60～80%を期待している。

## 2 - 3 ハバナ湾及び流入河川の水質汚濁の現状と課題

### 2 - 3 - 1 水質モニタリングの現状

ハバナ湾の水質はCIMABが1980年から測定している。ハバナ湾に流入する河川(陸水)の水質はINRH上下水道プロジェクト公社に属する試験室が実施している。つまり、湾(海水は)CIMAB、陸水はINRHと住み分けている。

CIMABは運輸省の研究センターの1つで、海洋調査・測量・環境修復事業を行っている。一例としてイタリア政府援助のルジャノ川沿い下水処理プラントの建設を請け負っている。また湾内の底泥のしゅんせつ、海浜砂丘の復元事業も行っている。

CIMABの組織図を図2-4に示す。全部で40名程度の職員を擁する。発光分光分析装置(ICP)、ガスクロマトグラフ等微量成分の定性定量が可能となる機器を有する。なお、重金属の分析については原子吸光光度計が最近廃棄されたため、外部委託をしているとのことである。分析用試薬・機器・消耗品等はすべてヨーロッパから購入しているために、割高となり、かつ配給が遅延・不足気味とのことである。

陸水の調査は水理水質研究所(CENHICA)を筆頭とするハバナ市上下水道公社に属する水質試験室群が担当している。上水の試験はハバナ市上下水道公社の上水試験室が担当している。キブ処理場の流入水・放流水の水質は下水試験室が管理する。その他の陸水水質調査はすべてCENHICAが担当する。

試験室の規模はCENHICAが群を抜いている。CENHICAはプロジェクト公社(Empresa de Investigaciones y Proyectos Hydrológicos Habana)の1つで、1981年から陸水の分析・水文調査を行っている。INRHの委託で水質試験を行っているほか、水に関する情報センター・研修センターとしての機能を有している。

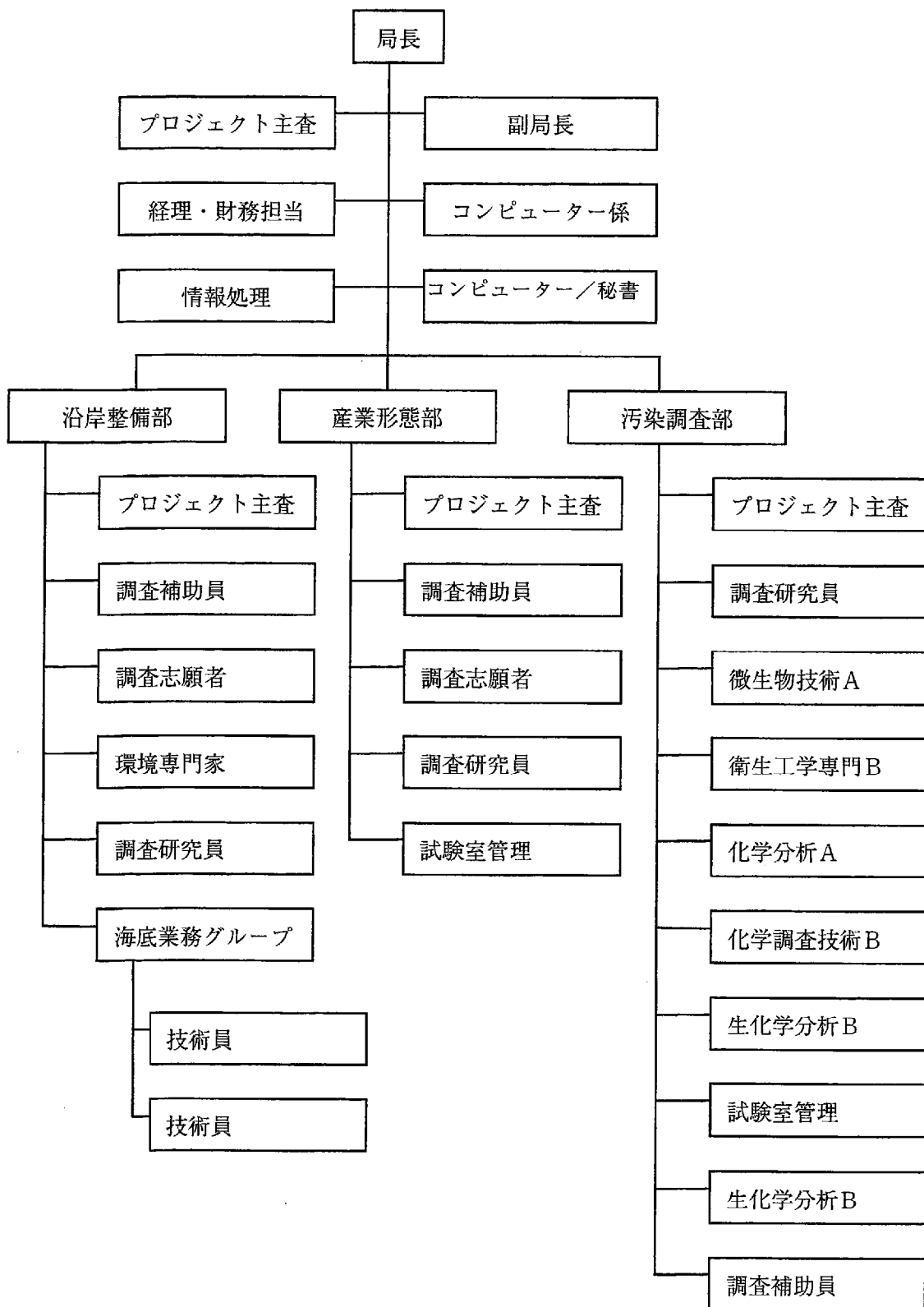


図 2-4 運輸省湾岸環境センター (CIMAB) の組織



図 2 - 5 に CENHICA の組織を示す。構成人員は 64 名で大卒者が 30 名である。2002 年度の末にでも国際認証規格 ISO-17025 (調査関係) を取得する予定とのこと。キューバのみならずカリブ海諸国の模範的試験室となる。これらのラボは吸光光度計・ガスクロマトグラフ・原子吸光光度計等の高度な分析機器を所有しており、かつ試験員の熟練度は高く、微量成分の分析が可能であるが、CIMAB の場合と同じく些細な試薬・消耗品、例えば純度の高い硫酸等に不自由しているとのことである。

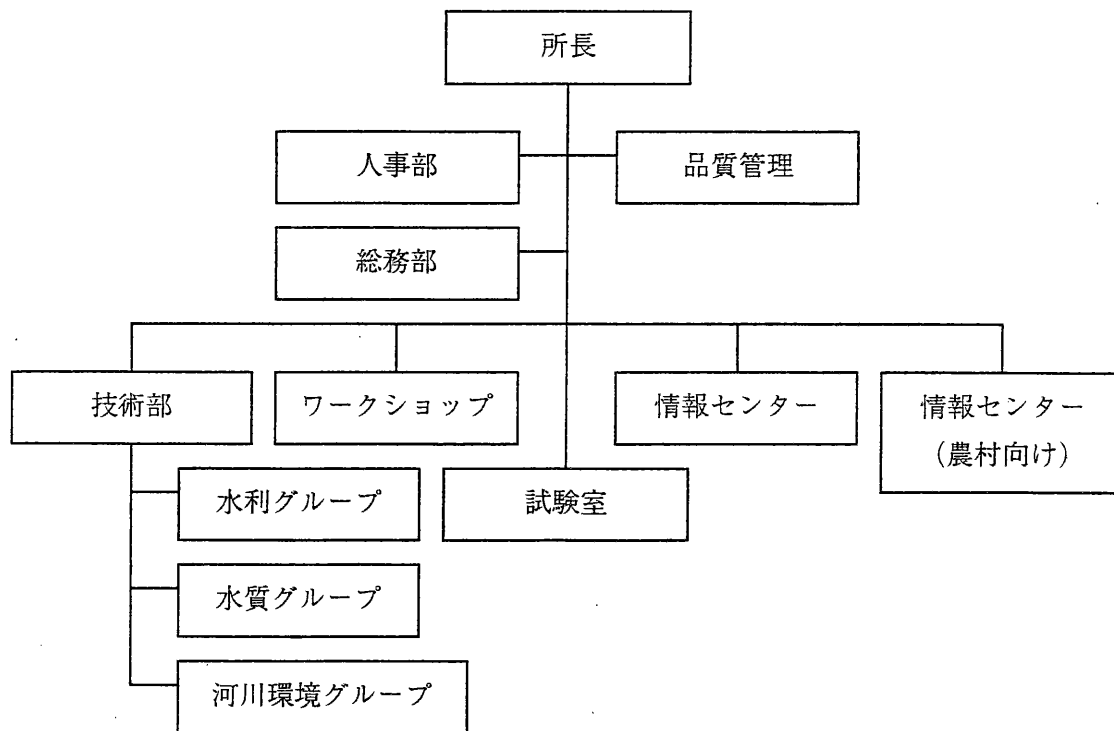


図 2 - 5 水理水質研究所 (CENHICA) の組織

CIMAB の水質等のモニタリング状況を表 2 - 7 に、INRH に属する水質試験室のモニタリング状況を表 2 - 8 にまとめる。表に示すように、湾水については定点において定期的に決まった項目について測定して毎年報告書<sup>7)</sup>としてまとめている。これに対して陸水については担当者から口頭で説明を受けたのみで状況証拠となるような図面・書類等は入手できなかった。測定位置等の詳細も不明である。

表 2 - 7 湾内外の水質・底質モニタリング状況

		測定地点		頻度	準拠基準	測定項目
CIMAB	湾内水	湾口 Canal 湾心 Centro 入江 Merimelena 入江 Guasabacoa 入江 Atares 採水地点は図 2 - 6 参照	0、5、10 m の 3 深度	2 回 / 年	漁業水域水質 環境基準	基本指標 * 栄養塩類 ** 油 生物 **** 大腸菌
	湾外水	放流管位置 Chivo 湾口西北岸 San Lazaro 採水地点は図 2 - 6 参照	0、5、10 m の 3 深度	2 回 / 年	漁業水域水質 環境基準	基本指標 * 栄養塩類 ** 油 生物 ****
	工場排水	湾岸の汚濁物質排出工場	排出口ごと	随 時	排出基準	基本指標 * 栄養塩類 ** 重金属等 ***
	底 泥	湾心 Centro 入江 Merimelena 入江 Guasabacoa 採泥地点は図 2 - 6 参照	底泥表面	2 年ごと	な し	重金属等 *** 生物 **** 破傷風菌群数

基本指標 \* : pH、水温、Ec、DO、浮遊物質、塩分濃度、シリカ分  
 栄養塩類 \*\* : 硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、リン酸性リン、全リン  
 重金属等 \*\*\* : コバルト、銅、鉄、マンガン、ニッケル、鉛、クロム、モリブデン  
 生物 \*\*\*\* : プランクトン、ベントス

表 2 - 8 上下水及び河川の水質モニタリング状況

		測定地点		頻度	準拠基準	測定項目
INRH に属する水質試験室	CENHICA	河川水質	キューバ全土 1,000 地点 以上の定期観測点あり	?	?	基本指標 * 栄養塩類 ** 重金属等 *** 農薬類 (殺虫剤・除草剤) 油 生物 **** 大腸菌群数 病原性菌
			ハバナ県内 60 か所	?	?	
		工場排水	河川沿いの工場	?	排除基準 放流基準	基本指標 * 栄養塩類 ** 重金属等 ***
	キブ処分場 付属試験室	下水道水質	キブ処理場、ラグーン及 びポンプ場の計 15 か所	キブ処理 場は毎日	排除基準 放流基準	水温、pH、DO、SS COD、BOD、TN、TP
	上水道 水質試験室	上水道水質	ハバナ市内外の給水タン ク、給水口およそ 80 地点	毎 日	飲料水基準	残留塩素とカルシウムイオ ンのみ
水源水			半年ごと	飲料水基準	機器分析項目を除く 17 ~ 18 項目 (基本指標 * 程度か?)	

基本指標 \* : pH、水温、Ec、DO、浮遊物質、塩分濃度、シリカ分  
 栄養塩類 \*\* : 硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、アンモニア性窒素、リン酸性リン、全リン  
 重金属等 \*\*\* : コバルト、銅、鉄、マンガン、ニッケル、鉛、クロム、モリブデン  
 生物 \*\*\*\* : プランクトン、ベントス



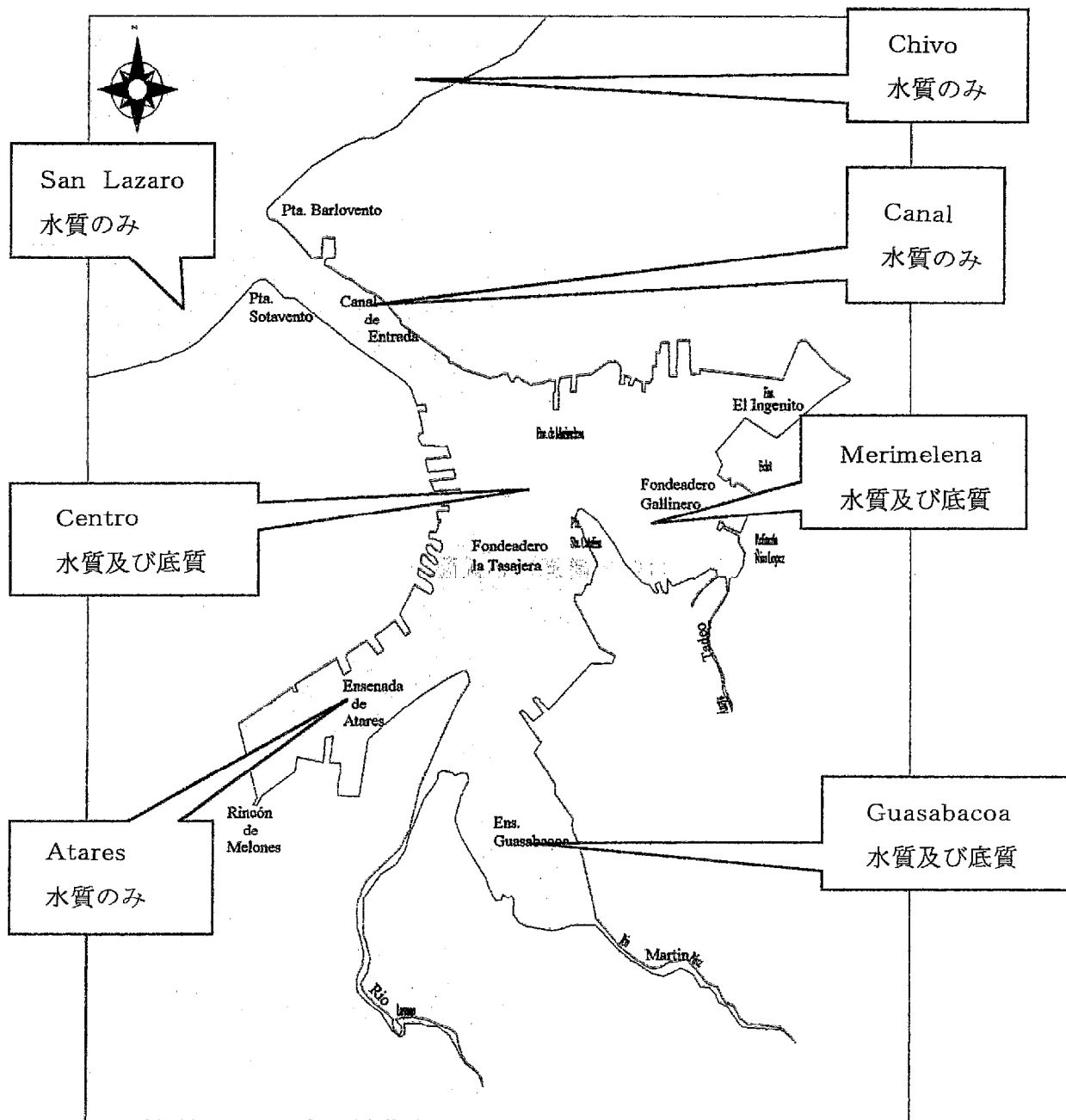


図 2-6 湾内外の定期モニタリング地点<sup>7)</sup>



## 2 - 3 - 2 水質汚濁発生源と水質汚染の現状

### (1) 流入負荷と水質汚濁発生源

湾内の水質汚濁は油汚染と富栄養の2つに分けることができる。水質以外には、湾内底質の重金属汚染がある。原因物質の発生源は表2-9に示すように、産業排水、生活排水の混入した河川水及び下水管との誤接続による雨水管からの排水である。

油汚染については、ハバナ湾東岸の石油精製所がその責の90%を負うといわれる。次いでルジャノ川沿岸のガス製造工場が油排出に関与している。また将来の問題として、経済が回復したときの市街地からの生活排水中の油分が増加することが懸念されている。

富栄養化物質TNは、河川と雨水管由来のものがほとんどであるといえる。有機物BOD(生物学的酸素要求量)の排出量は産業排水・河川・雨水管が同じ割合である。ただし、流入水量を考慮に加えると産業排水のBOD濃度が極めて高いことが分かる。

表2-9 ハバナ湾への流入負荷、1997年<sup>4)</sup>

	流入水量 (t/d)	BOD (t/d)	油 (t/d)	浮遊物質 (t/d)	T-N (t/d)
産業排水	2,401	26.8	14.5	1.5	0.18
河川	161,804	29.0	0.9	19.3	5.12
雨水管	168,034	30.0	4.0	38.0	5.10
ハバナ湾への流入量	332,239	85.8	19.4	58.8	10.40

汚濁物質を排出する工場及びその排出汚濁負荷量はCHENHICA / CIMABによって特定されている。現在は、GTE / CITMAの指導・命令を受け、廃止・汚濁物質を排出しないような生産への変換・移転(+アップグレード)等によって汚染物質の排出量は減ったといわれる。

### (2) 流入河川の水質汚濁状況

表2-10にルジャノ川・マルティン・ペレス川の富栄養化・油汚染状態を示す。COD(化学的酸素要求量)・BODの濃度は工業用水として利用できる限界に近い値を示している。

糞便性大腸菌のレベルは10万~100万MNP/100cm<sup>2</sup>と極めて高い<sup>5)</sup>。表2-11はルジャノ川中の観測された最大重金属濃度を示す。危機的な状況にあるといえる。

表 2 - 10 流入河川の水質、2001 年<sup>5)</sup>

	ルジャノ川	マルティン・ペレス川	キューバ排水基準*
流量 ( m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup> )	80,000 ~ 120,000	40,000 <sup>6)</sup>	
pH (uds)	7.58	7.80	6 - 9
Temp (.C)	29.0	24.93	50
SS (mg.l <sup>-1</sup> )	25.0	19.33	-
TN (mg.l <sup>-1</sup> )	7.53	9.90	20
TP (mg.l <sup>-1</sup> )	0.35	1.91	10
BOD (mg.l <sup>-1</sup> )	55.0	14.67	60
COD (mg.l <sup>-1</sup> )	124	33.16	120
グリースと油 (mg.l <sup>-1</sup> )	4.12	3.11	30

\* 工業用水として使われる河川・ダムへの放流基準の場合

表 2 - 11 河川水中の重金属含有量 ( 最大値 )、ルジャノ川<sup>5)</sup>

	最大濃度 (mg.l <sup>-1</sup> )	日本の環境基準
Cd	<0.3	0.01
Cr	2.0	0.05*
Cu	<5.0	1**
Pb	1.0	0.01
Zn	5.0	1**

\* キューバ飲料水基準

\*\* 日本の水道水が有すべき性状に関する項目

### (3) ハバナ湾の水質汚染の現状

高負荷の有機物・栄養塩が流入するハバナ湾内外の水質を測定点・深度ごとに図 2 - 7 にまとめた。その図から以下のことがいえる。

- ・湾外バックグラウンド点である San Lazaro に比して、湾内の水質で TP、PO<sub>4</sub>-P は 10 倍以上高く、富栄養化が進んでいることが分かる。
- ・下水管放流口のある Atares の水質が一番悪い。ここではアンモニア性窒素濃度 NH<sub>4</sub>-N が高く、生活排水に汚染されていることが分かる。
- ・Atares とともに、Gauasabacoa、Merimelena など湾奥入江部の水質が悪い。
- ・湾口に近い Centro、Canal などは入江部ほど汚染されていない。
- ・湾外の Chivo は外洋下水放流管があるために湾外に位置していることにもかかわらず Canal、Centro 程度に汚染されている。
- ・NO<sub>3</sub>-N については Atares を除き大きな差はなかった。San Lazaro は若干低いようである。

- ・ DOについては湾外、Canalはいずれも  $6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  と高く、湾の奥に進むにつれて小さくなる傾向にある。Atares、Merimelena、Guasabacoa では DO が  $2 \text{ mg/l}$  未満になる。
- ・ 湾内の TP の平均値は  $0.22 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  と、東京湾と同程度である。湾外の水質が良すぎるために湾内が目立っているといえる。
- ・ 富栄養水域の特徴である温度・DO等の水質成層構造が見られない。内部負荷として底泥から発生するアンモニア・リン酸が水底で高くなる場合が多いが、ここではその傾向は見られない。
- ・ 海水の環境基準に TN の項目がないことから TN を測定していない。ところが TN は富栄養の重要な指標であり、陸水では測定されている。海水でも測定することが望まれる。





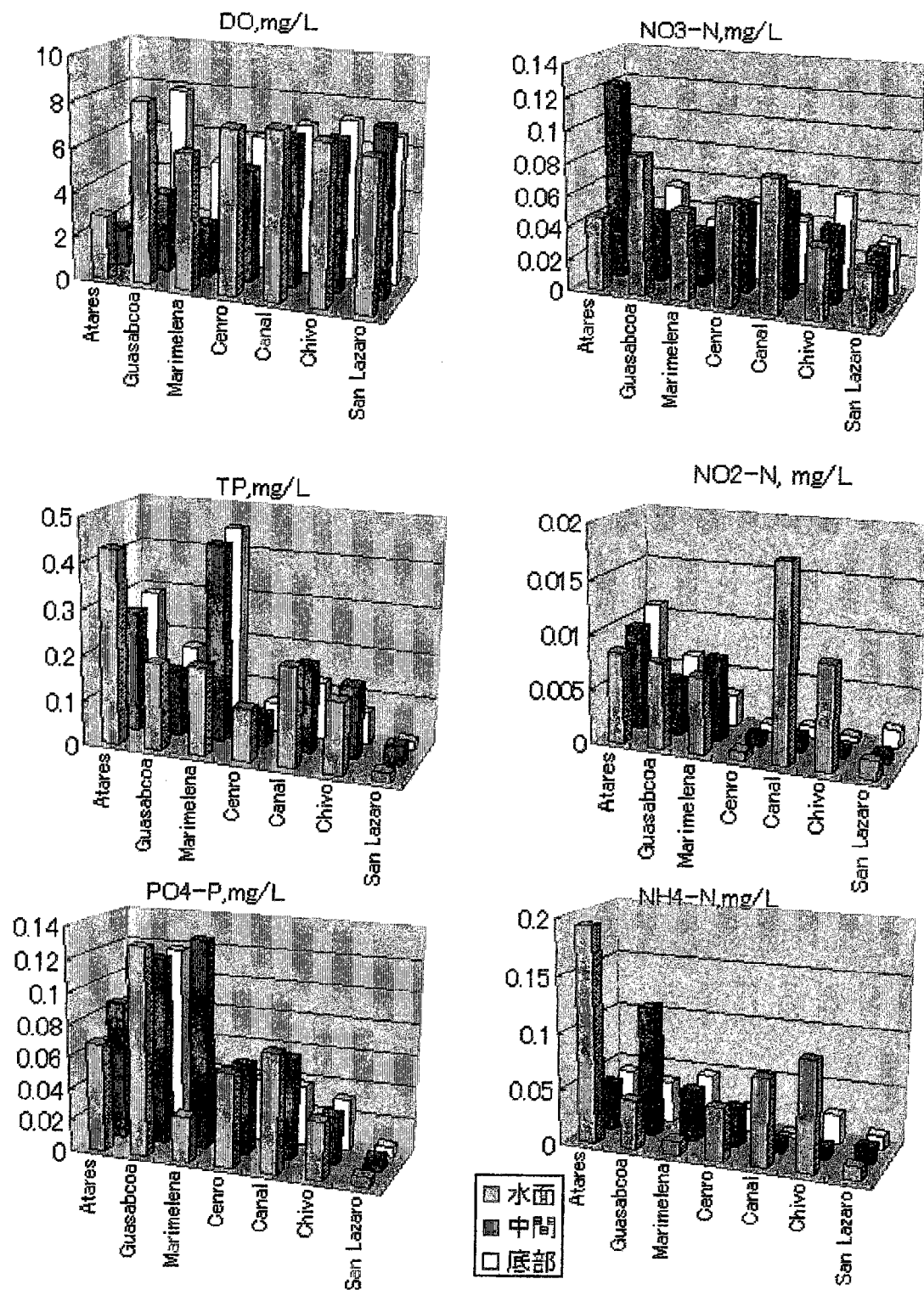


図 2-7 ハバナ湾内外の水質<sup>7)</sup>



(4) 水質の経年変化

ハバナ湾の水質の経年変化を図2 - 8に示す。TPは1986年から2000年まで減少傾向が続いていたが2001年にまたリバウンドした。アンモニア性窒素・浮遊物質は変動があり傾向がつかめない。DOはわずかずつであるが、向上の傾向があるようである。

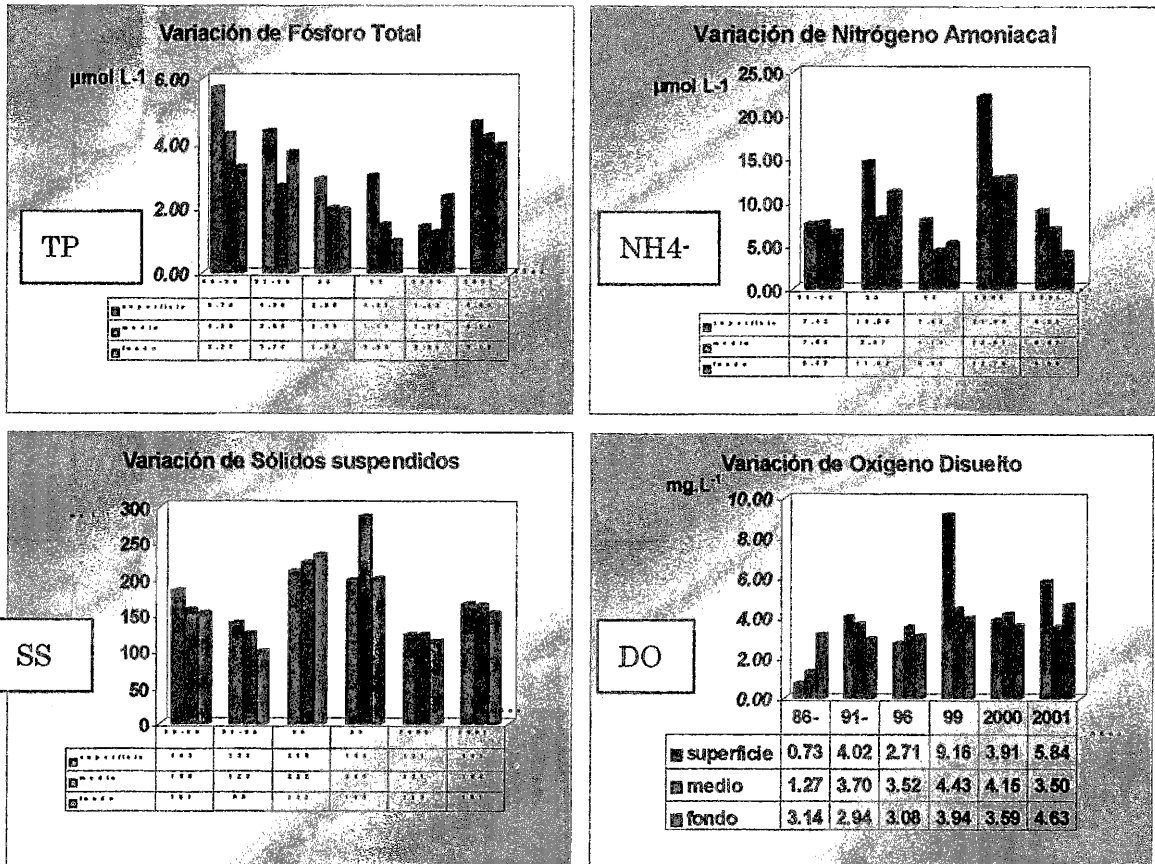


図2 - 8 ハバナ湾の水質の経年変化<sup>7)</sup>

湾水の油分含有量についての経年変化を図2 - 9に示す。油は1994年ごろがピークであったが現在は増加前のレベルに戻っている。

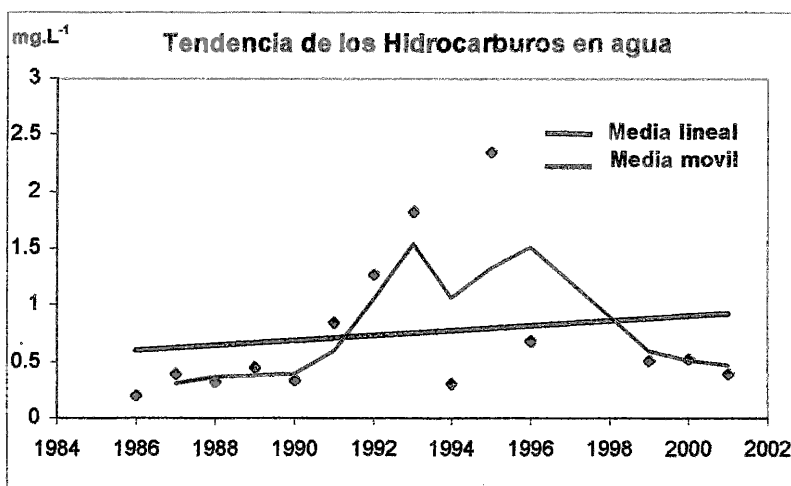


図2 - 9 油分の経年変化<sup>7)</sup>

大腸菌群数の経年変化を表2 - 12に示す。現在も高いレベルではあるが、1999年より湾内全体で大腸菌群数がドラシックに減少している。油汚染・大腸菌汚染対策については効果が出ているようである。

表2 - 12 大腸菌群数の年次変化<sup>1)</sup>

Estaciones	1991 ~ 1994	1995 ~ 1996	1999	2000	2001
Canal de Entrada	$1.5 \times 10^5$	$2.2 \times 10^6$	$2.7 \times 10^4$	$2.1 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$
Ens. Marimelena	$2.0 \times 10^3$	$2.8 \times 10^5$	$3.6 \times 10^3$	$1.0 \times 10^3$	$1.1 \times 10^3$
Ens. Guasabacoa	$4.3 \times 10^4$	$4.3 \times 10^5$	$2.4 \times 10^4$	$2.5 \times 10^4$	$8.0 \times 10^3$
Ens. Atarés	$1.0 \times 10^6$	$4.6 \times 10^6$	$4.4 \times 10^6$	$1.6 \times 10^6$	$2.8 \times 10^5$
Centro Bahía	$1.5 \times 10^5$	$1.2 \times 10^6$	$5.6 \times 10^4$	$1.6 \times 10^4$	$3.1 \times 10^3$

#### (5) 底 質

高濃度の重金属が流入するためにハバナ湾の底質は著しく汚染されている。図2 - 10に汚染の進んだ入江 Atares と比較的ましな Centro での重金属濃度の経年変化を示す。

湾奥では以前から汚染が進んでいたが、1999年からは湾中央でも汚染が始まった。

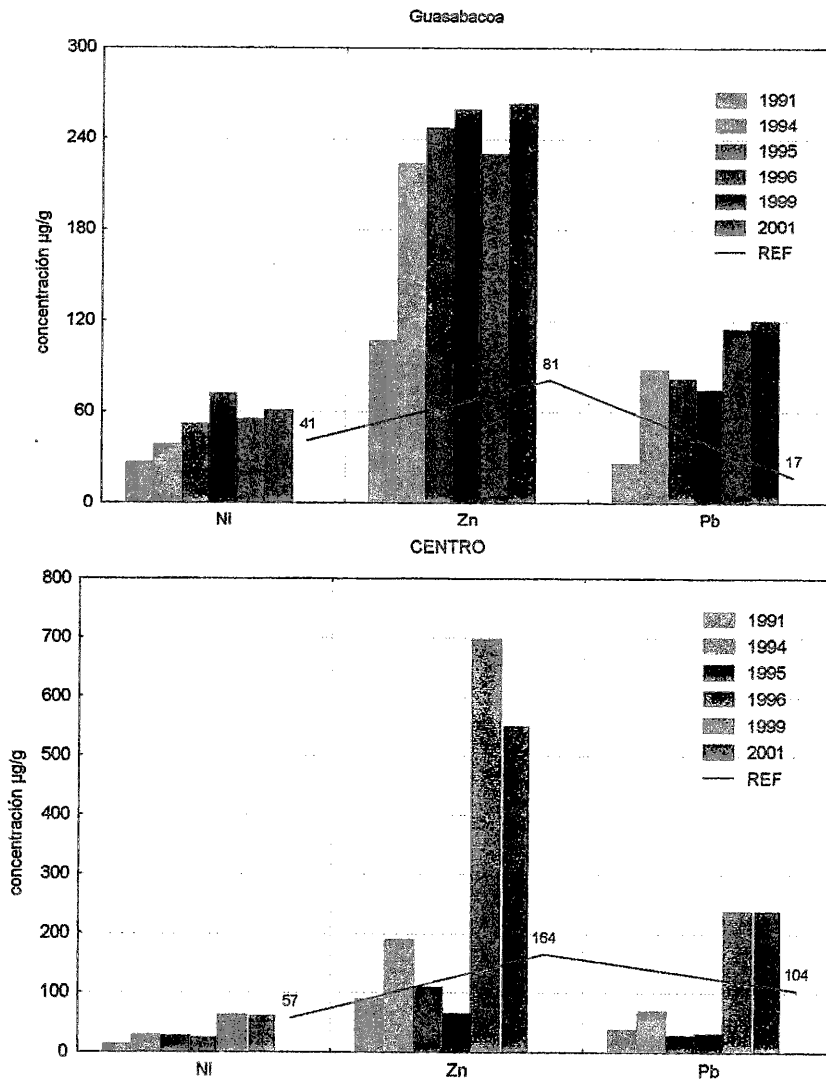


図 2 - 10 ハバナ湾底質中の重金属分布<sup>7)</sup>

### 2 - 3 - 3 水質汚染対策の課題

以上見てきたように、湾内の汚染は十分に観測されその実態・変化についてはかなり解明されていると考えられる。今後の必要事項として、

- ・ CIMAB と CENHICA が連携して水質観測を行うこと。
- ・ 湾内の水質測定項目に COD・BOD・TN も付け加え、流入河川のものと比較検討を行う。
- ・ 湾の観測データに比して河川の水質観測が不十分である。については河川に十分な項目数と頻度の測定を行うこと。
- ・ 河川の測定項目にもアンモニア性窒素・硝酸性窒素・亜硝酸性窒素、リン酸性リンを付け加える。
- ・ アロヨ・タデオ川のデータが欠如している。流量・水質を測定する。

- ・ 現在も汚濁物質排出工場の統廃合が行われつつある。排水データのアップデートを行う。
- ・ 河川水・湾水ともに同量・同質のデータを得たうえで富栄養化のシミュレーション解析を行い、対策の効果を予想判定する。
- ・ 河川河床の堆積あるいは洗掘状況を知るために河口周辺での定期的な深浅測量を行う。

精度の良い測定を行い適切な水質処理施設を設計・建設することに加え、今後の課題になり得ることとして、

- ・ 湾・河川をカバーする適切な水質基準の設定
- ・ 湾内内部負荷対策（底泥しゅんせつあるいは覆砂）
- ・ 重金属含有汚泥の処理
- ・ 汚水の外洋放流
- ・ 航路しゅんせつ底泥の海洋投棄
- ・ 事業者の排水管理の徹底に加え、住民のし尿・生活雑排水の排水溝への垂れ流しの制限・教育・設備供与等

#### 参考文献

- 1) 環境ライセンス申請書「ハバナ湾ルジャノ川浄化のための緊急対策」、CIMAB、2001年5月
- 2) カリブ海汚染海域の GEF プロジェクト報告書「アウトプット 1.3 法制度」、1997
- 3) 統計局資料 2000 年
- 4) カリブ海汚染海域の GEF プロジェクト報告書「Country Report」、1997
- 5) ルジャノ川水質レポート、CIMAB、2001年4月
- 6) マルティン・ペレス川水質レポート、CIMAB、2001年12月
- 7) ハバナ湾及び周辺海域水質環境の管理と変化、CIMAB、2002年2月

## 第3章 ハバナ湾流域の下水道の現状と課題

### 3 - 1 下水道事業の現状

#### 3 - 1 - 1 上下水道セクターの行政組織と開発計画

##### (1) 行政組織

キューバの上下水道セクターは、国家水資源庁( INRH )が管轄している。国家水資源庁は閣僚協議会のなかでも独立した機関で、「内陸水に関する水法( Law Concerning Terrestrial Waters: LCTE, Legal Decree No.#138, 91 July 1993 )」に基づいた独立採算の中央政府機関である。

同庁は水資源、河川・洪水防御、ダム、都市排水並びに上下水道事業に関する企画・調査・設計・維持管理を管轄しており、上下水道事業に関して所管する業務内容は以下のとおり。

上下水道行政の政策・戦略の決定

政府レベルの上下水道セクターの開発計画策定

事業執行のための調査・設計に関する行政指導

技術指導並びに相談

図3 - 1に国家水資源庁本部の組織図を示す。また、同庁は独立採算の機関であるため管轄下に多くのマネージメント・システム( 国営企業・公社 )を抱えている。図3 - 2に同庁の地方支局並びに管轄下のマネージメント・システムの組織図を示す。

上下水道セクターの施設建設工事は、国家水資源庁の予算で同庁の管轄下にある、プロジェクト・マネージメント・グループに委託され、独立採算制で実施されている。プロジェクト・マネージメント・グループは、図3 - 3に示すように、全国を地域ごとに7つに分割し、7つのプロジェクト公社で業務を行っている。ハバナ県及びハバナ市の上下水道施設建設工事は、ハバナ公社( Empresa C. Habana )が管轄している。水質試験を主業務としている水利水質研究所( CENHICA )も、プロジェクト・マネージメント・グループのメンバーである。

一方、上下水道システムの維持管理・運営は、国家水資源庁地方支局の管轄の下に、各地方の上下水道公社が料金収入を基に独立採算制で実施している。上下水道施設の所有権は国家水資源庁に属し、軽微な補修を伴う維持管理・運営を委託契約で行っている。

上下水道セクターにおける民間資本の導入は、合併会社についての法制化ができ、それに従って最初にバラデロ上下水道公社が、1994年にスペイン企業との合併で設立された。その後バラデロ上下水道公社の良好な運営結果を踏まえ、2001年1月にハバナ市上下水道公社が設立され、同年4月に営業を開始している。出資比率はキューバ政府が50%、スペイン企業( バルセロナ社 )が50%で、委託契約( コンセッション・コントラクト )期間は25年



間となっている。

今後、採算性が良いと予想される人口の多い地方都市や観光地域では、民間資本の導入が積極的になされていくものと思われる。

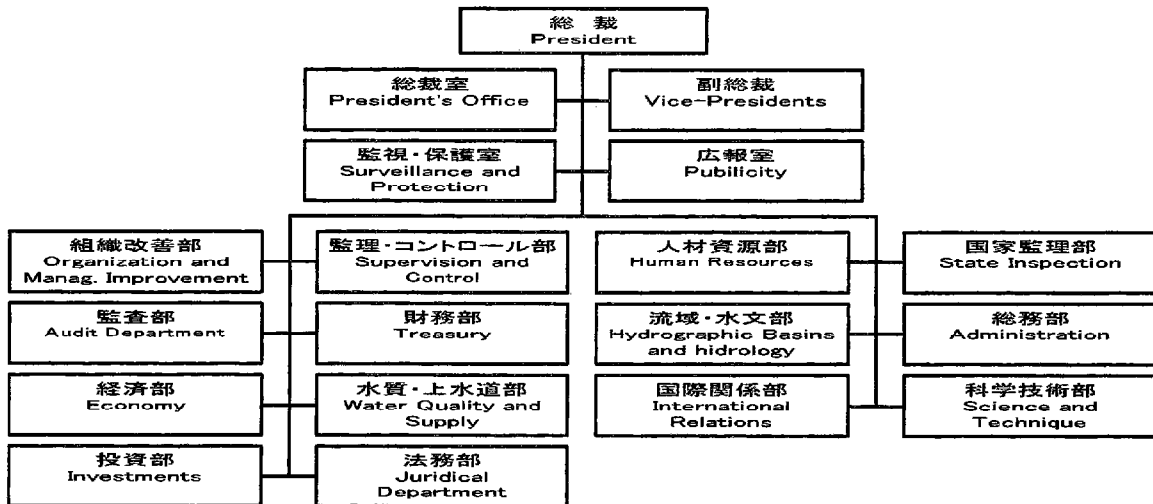


図 3-1 国家水資源庁 (INRH) 本部の組織図

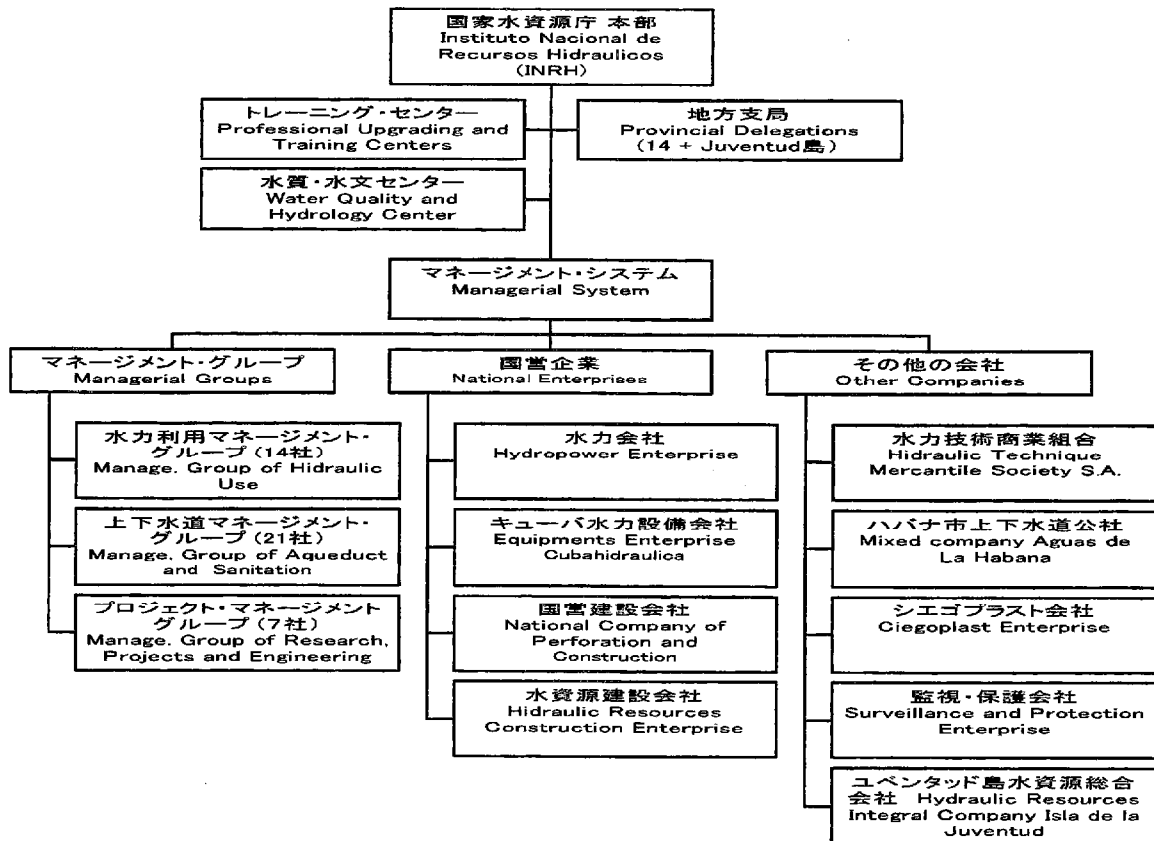


図 3-2 国家水資源庁 (INRH) の地方支局及び公社の組織図

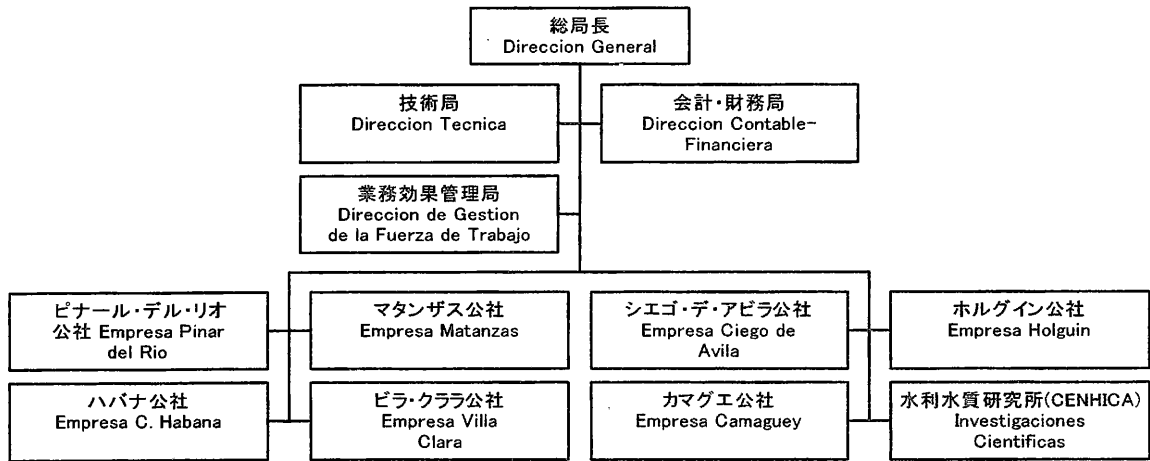


図 3 - 3 プロジェクト・マネージメント・グループの組織図

## (2) 上下水道セクターの開発計画

### 1) 上下水道国家行動計画 (NAP)

キューバの上下水道セクターの開発計画は、米州保健機構 (PAHO : Pan American Health Organization) と世界保健機関 (WHO : World Health Organization) が 1995 年に作成した「環境と健康に関する投資地域計画 (PIAS : Regional Plan for Investment in the Environment and Health)」のなかで、2004 年を目標年次とした上下水道国家行動計画 (NAP : National Action Program) を提案している。キューバ政府では、これを基に国家水資源庁が「全国上下水道アクションプラン (PANAPS)」を策定し、プロジェクトの優先度並びに緊急度に応じて上下水道事業を実施している。

NAP の実施に必要な事業費は、1995 年から 2004 年の 10 年間に 7 億 4,700 万ドルであり、そのうち上水道事業費が 4 億 8,100 万ドル、下水道事業費が 2 億 6,600 万ドルとなっている。表 3 - 1 に各事業費の内訳を示す。

表3 - 1 NAPの上下水道事業費の内訳

(単位：百万ドル)

	事業内容	1995 ~ 1999	2000 ~ 2004	計
上水道事業	1. 都市部 150万人の各戸給水及び40万人の公共水栓設置	94.5	281.4	375.9
	2. 地方部			
	2.1 地方部の26万人の各戸給水	10.8	32.1	42.9
	2.2 地方部の7.6万人の公共水栓設置	1.6	4.9	6.5
	2.3 集落部の12.5万人の各戸給水	3.3	9.9	13.2
	2.4 集落部の59万人の公共水栓設置	10.8	32.0	42.8
	計	121.0	360.3	481.3
下水道事業	1. 都市部 90万人の下水道整備と50%の都市人口の浄化槽・衛生トイレの適正管理	56.7	168.8	225.5
	2. 地方部			
	2.1 地方部10万人の下水道整備	4.3	12.3	16.6
	2.2 地方部10.5万人の浄化槽と衛生トイレ設置	2.6	7.8	10.4
	2.3 村落部34.5万人の衛生トイレ設置	3.5	10.2	13.7
	計	67.1	199.1	266.2
	合計	188.1	559.4	747.5

## 2) ハバナ市の下水道緊急プロジェクト

上記のNAPにおいて、ハバナ市の下水道緊急プロジェクトとして、表3 - 2に示す7つのプロジェクトがあげられている。

表3 - 2 NAPにおけるハバナ市の下水道緊急プロジェクト

No.	プロジェクト名	予想される成果	プロジェクトの内容	緊急度	期間 (年)	投資額(千US\$)	
						内貨*	外貨
1	下水管の狭窄物撤去 機材の供与	下水システムの狭窄 物撤去能力の回復	10狭窄物撤去モジュール、 1CV、1ウインチ・ワイヤー、 狭窄物撤去工具の調達	I	5	250	800
2	高圧洗浄車の補修	下水システムの狭窄 物撤去能力の回復	14高圧洗浄車の調達	I	2	280	385
3	浄化槽清掃車の補修	浄化槽清掃サービ スの向上	スペアパーツ・部品の調達	I	2	100	400
4	郊外地域の住民参加 による新たな下水集 水システムの導入	低コスト技術の導入	2,000戸のパイロット地区で の設計業務と建設に必要な 機材の供与	II	2	150	150
5	Maria del Carmen 処理 場のリハビリ	処理能力の回復	ポンプ・バルブ等の設備機器 の更新	I	1	265	175
6	キブ処理場のリハビリ	処理能力の回復	ポンプ・バルブ等の設備機器 の更新	II	1	100	50
7	Maria del Carmen 下水 システムの完成 (Vento 水源地域の保 護)	ハバナ市の主要な水 源である Vento 流域 の下水道整備	Stage I : 16 km の下水幹線の 整備 Stage II : 300 km の下水集水管 網の整備	I Stage I II Stage II	2 10	1,500 35,000	250 1,600
				合計		37,645	3,810

\* キューバ政府投資額は11ペソ = 1ドルとしたときの投資額で、国内の実勢価格ではこの20分の1程度の投資額と想定される。

高圧洗浄車の補修、キブ処理場のリハビリ等が既の実施されている。しかしながらこの下水道緊急プロジェクトのなかには、ハバナ湾流域内の下水道施設の改善計画は含まれていない。

### 3 - 1 - 2 ハバナ市の上下水道事業実施体制

#### (1) ハバナ市の上下水道事業実施機関

ハバナ市の上下水道の維持管理・運営は、それまで市全域をカバーしていたハバナ市上下水道公社が、2000年4月に地区ごとに4分割され、4つの上下水道公社によって行われている。それぞれの公社の管轄範囲は以下のとおりであり、ハバナ湾流域はルジャノ川から西側をハバナ市上下水道公社が、東側を東部上下水道公社が管轄している。管轄範囲図を図3-4に示す。

- ハバナ市上下水道公社（8つの自治体を管轄・中央部と西部沿岸地域）
- 東部上下水道公社（3つの自治体を管轄・中央部と東部沿岸地域）
- 南部上下水道公社（2つの自治体を管轄・飛行場のある南部地域）
- コトロ上下水道公社（1つの自治体（コトロ区）を管轄）

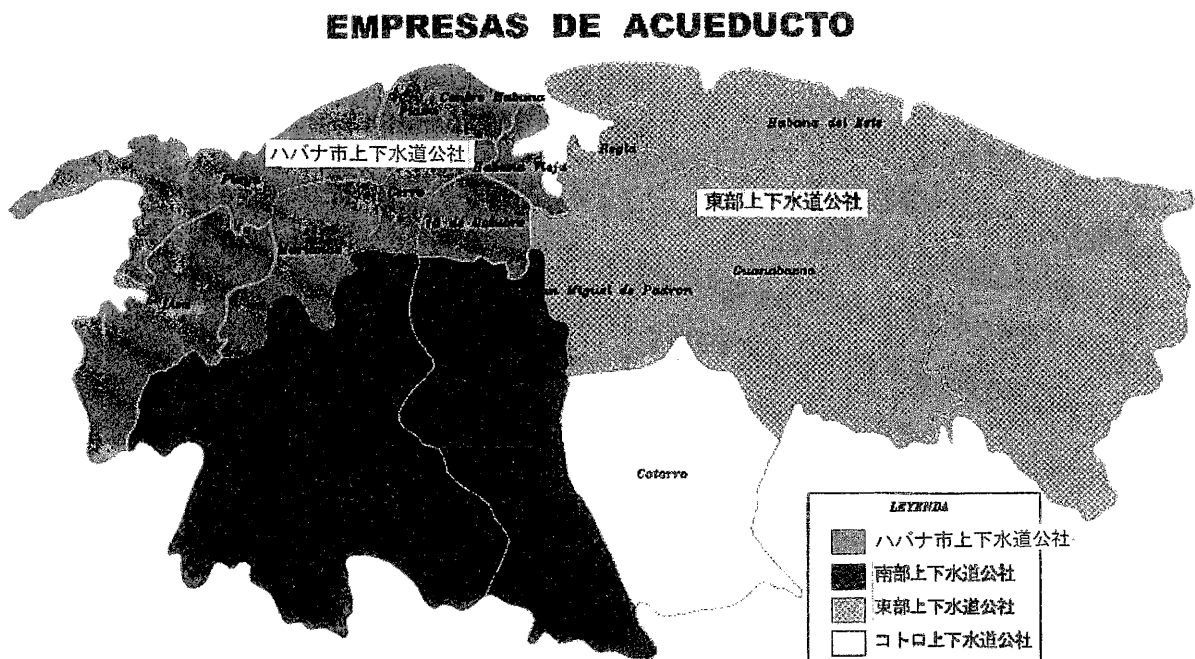


図3-4 ハバナ市の上下水道公社の管轄範囲図

一方、水資源管理を目的としたハバナ水資源利用公社が、国家水資源庁ハバナ支局の管轄の下にある。同公社は河川水・地下水の水質モニタリングや水資源の保護のための植林等を行っており、その主な業務内容は以下のとおり。

ハバナ市内の河川、地下水、ダム等の管理

表流水、地下水の水質管理や水資源の管理、保護

地下水取水に関する許可権をもち、地下水をくみ上げているホテルや工場からの使用料の徴収

同公社も独立採算制となっており、ホテルや工場からの地下水使用料の徴収に加え、水道水源（地下水・表流水）の取水許可権をもち、上記4つの上下水道公社からも水源使用料を徴収している。水源使用料は、1 m<sup>3</sup> 当たり上下水道公社が10 センタボ（1ペソの100分の1）、工場が20 セント / センタボ、ホテルが30 セント / センタボとなっており、ドルでオペレーションをしている企業はドルで支払うことになっている。

## (2) ハバナ湾流域の下水道整備実施体制

キューバの下水道施設整備は、通常では国家水資源庁の予算でプロジェクト公社に委託して実施しているが、ハバナ湾流域の下水道施設整備に関しては、「キューバ国閣僚顧問団執行委員会合意書 3300 号（1998 年 6 月 15 日）」により、ハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ（GTE）が予算執行権をもち、GTE の予算でプロジェクト公社に委託している。この合意書によって、GTE にはハバナ湾の浄化に必要な財源の確保のために、湾の観光にかかわる税金や港湾利用料の徴収権限が与えられており、ハバナ湾の浄化に関する強大な権限を有している。

したがって、現在実施中のドナー援助による下水搬送管（ベルギー援助）や下水処理場（イタリア・地球環境基金（GEF） / 国連開発計画（UNDP）援助）の建設計画に関しても、土木工事等のキューバ政府負担分はGTEの予算で賄われており、プロジェクト管理並びにドナーとの技術的なコーディネーションも、GTEの技術委員会が直接行っている。国家水資源庁は、GTEの技術委員会のメンバーとして、技術的なサポートをする立場にある。

下水道施設完成後の維持管理・運営は上下水道公社に委託されるが、現在ハバナ湾流域内で計画されている7つの下水処理場は、すべて東部上下水道公社の管轄となっている。

### 3 - 1 - 3 ハバナ市上下水道公社の事業概要

#### (1) 事業概要

ハバナ市上下水道公社は、キューバ最大規模の上下水道公社であり、既にスペイン企業（バルセロナ社）との合併会社となっている。営業範囲は、ルジャノ川から西側の旧市街地

を含む最も人口の多い地域を管轄しており、120万人の市民に上下水道サービスを行っている。また、同地域内の排水施設の維持管理も行っている。

ハバナ市の水道は、54か所の地下水源と1か所の表流水源から供給されており、水源の比率は地下水が97.5%を占めている。ハバナ市上下水道公社管轄の給水率は98.6%と高く、1人当たり640l/日の飲料水を供給できる水源能力を有しているが、上水配管網の高い漏水率と、電力事情の悪さによって給水状況は良くない。旧市街地を含むセンター地区では毎日時間給水を行っている。その他の地域では1日おきの給水となっている。

ハバナ上下水道公社管轄の8つの自治体には1,800kmの上水道管路延長があるが、そのうち1,500kmはリハビリを必要としており、漏水率は50%と推定されている。公社では上水・下水・排水施設の維持管理を行っているが、現在は政府の方針で上水道のリハビリが優先されており、主要な投資はこれに向けられている。

ハバナ市上下水道公社の顧客数は、一般家庭が約35万軒、政府機関が約1万軒、ホテルや外貨でオペレーションしている外国企業が約3,500軒となっている。公社の運営・維持管理費用はこれら顧客からの上下水道料金で賄われている。公社は政府から2つの通貨での運営を許可されており、国内の一般家庭や政府機関からはペソで料金を徴収し、外貨でオペレーションしている企業からはドルで料金を徴収している。支払いについても維持管理に必要な資機材はドル払いで、人件費と電気代はペソ払いで行っており、2つのバランスシートをもっている。収支状況は、ペソは黒字でドルは赤字となっている。

ハバナ市上下水道公社は既にスペイン企業との合弁会社であり、JICA調査では同公社の経営改善等に関する技術協力を行う対象とはならないが、同公社が管轄する地域内のハバナ湾流域の下水道施設整備はGTEの役割であり、これに関する技術協力を行う。

## (2) 組織

ハバナ市上下水道公社の組織は、総裁以下7つの局(Direccion)と2つのサブ局(Subdireccion)によって構成され、全従業員数は2,980名である。上水・下水・排水施設の運転・維持管理は、技術局(Direccion Tecnica)が行っており、公社全体の57%に当たる1,691名が従事している。施設の計画・工事並びに水質試験は工事・エンジニアリング局(Direccion Ingenieria y Obras)が行っている。図3-5にハバナ市上下水道公社の組織図を示す。

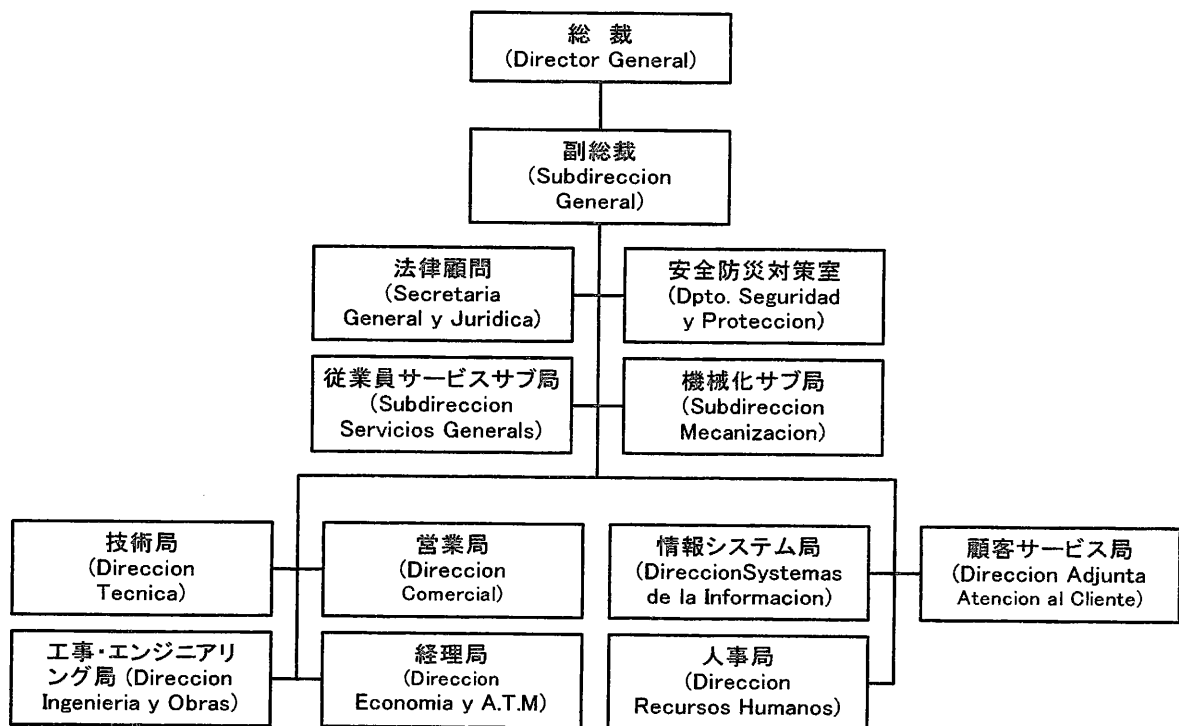


図3 - 5 ハバナ市上下水道公社の組織図

### (3) 上下水道料金体系

上下水道料金は政府によって決められており、上下水道公社にその決定権はなく、決められた料金表に従って料金を徴収している。ペソ払いの一般家庭の水道料金は、メーターがない家庭では1人1か月当たり1ペソ、メーターがある場合には従量制の逦増型で使用量が大きくなると料金単価も高くなっている。

下水道料金は、国内のペソ払いの顧客に対しては、基本的には家庭・商業・工業用ともに水道料金の30%を徴収している。ドル払いの顧客に対しては、家庭・商業・ホテル用が水道料金の20%、工場用が30%となっている。表3 - 3にペソ払い顧客の上下水道料金表を、表3 - 4にドル払い顧客の上下水道料金表を示す。

表 3 - 3 ペソ払い顧客の上下水道料金表

		単位	上水道料金 (ペソ)	下水道料金 (ペソ)
1.	家庭用			
1.1.	メーターがある場合			
	3.0 未満	m <sup>3</sup>	0.25	30%
	3.0>4.5 未満	m <sup>3</sup>	0.50	
	4.5>6.0 未満	m <sup>3</sup>	0.75	
	6.0>7.5 未満	m <sup>3</sup>	1.00	
	7.5 以上	m <sup>3</sup>	1.50	
1.2.	メーターがない場合	人月	1.00	30%
2.	商業用	m <sup>3</sup>	1.20	30%
3.	工場用			
	設定した上限量まで	m <sup>3</sup>	0.35	30%
	上限量以上の場合	m <sup>3</sup>	0.60	
4.	ホテル			
	1日1部屋当たりの使用量(リットル)			30%
	<500	m <sup>3</sup>	1.00	
	500>750	m <sup>3</sup>	1.25	
	751>1,000	m <sup>3</sup>	1.50	
	1,001>1,250	m <sup>3</sup>	1.75	
	>1,250	m <sup>3</sup>	2.00	

表 3 - 4 ドル払い顧客の上下水道料金表

		単位	上水道料金 (ペソ)	下水道料金 (ペソ)
1.	住宅及び大使館	m <sup>3</sup>	1.00	20%
2.	会社の事務所及び駐在員事務所	m <sup>3</sup>	1.20	20%
3.	商業用	m <sup>3</sup>	1.20	20%
4.	工場用			
	設定した上限量まで	m <sup>3</sup>	0.35	30%
	上限量以上の場合	m <sup>3</sup>	0.60	
5.	ホテル			
	1日1部屋当たりの使用量(リットル)			20%
	<500	m <sup>3</sup>	0.50	
	500>750	m <sup>3</sup>	0.75	
	751>1,000	m <sup>3</sup>	1.00	
	1,001>1,250	m <sup>3</sup>	1.25	
	>1,250	m <sup>3</sup>	1.50	



#### (4) 維持管理の現状

ハバナ市上下水道公社は、外国資本の導入によって維持管理・運営の近代化を進めており、地理情報システム(GIS)を利用した上下水道台帳のデジタル化にも既に着手している。同公社が管轄する8つの自治体の上水配管網の完成時期は2003年末で、下水管路網は更にその1年後としている。

ハバナ湾流域の西側市街地地区に関しては、既に上水配管網は完成しており、下水管路網についてはJICA調査で水解析ができるよう、2002年7月までに幹線管路網は完成させるとしている。GISソフトはArchViewを、CADソフトはAutoCADを使用している。

施設の維持管理は、センター地区と西部地区の2か所のワークショップをベースに行われている。現状では予算の制約から、既存の施設を有効に使うことを目的とした保守点検を重点的に行っているが、外国資本の導入によって必要な車両や機材も整っていくものと思われる。表3-5にそれぞれのワークショップで保有する、下水及び排水施設の維持管理用の車両及び機材リストを示す。

表3-5 維持管理用の車両及び機材リスト

車両及び機材	センター区 (台)	西部地区 (台)	合計 (台)
1. バキュームカー(浄化槽清掃等)	0	15	15
2. 高圧洗浄車	5	3	8
3. ピックアップトラック	6	4	10
4. 発電機装着トラック	6	8	14
5. 自動二輪車	2	6	8
6. コンプレッサー	4	6	10
7. 掘削機	1	2	3
8. コンパクター	2	2	4
9. アスファルト・カッター	1	0	1
10. 電動ハンマー	3	1	4
11. ポンプ車	1	2	3
12. 溶接機	1	2	3
13. ウインチ	0	2	2

#### 3-1-4 東部上下水道公社の事業概要

##### (1) 事業概要

東部上下水道公社は、ルジャノ川から東側の沿岸地域を管轄しており、約50万人の企業を含む11万世帯に上下水道サービスを行っている。また、同地域内の排水施設の維持管理を行っている。ハバナ湾西側地域の下水を外洋に放流する、中央下水道システムのカサブラ

ンカ (Casablanca) ポンプ場は、同公社の管轄区域内に位置しているが、維持管理はハバナ市上下水道公社の管轄となっている。

東部上下水道公社の管轄区域内には、1人当たり760l/日の飲料水を供給できる水源能力を有しているが、ハバナ市上下水道公社と同様に、上水配管網の高い漏水率と電力事情の悪さによって、給水状況は良くない。給水は1日おきに18時間行っている。

下水管路網の延長は560kmで住民の需要の80%をカバーしているが、その80%は管径が150mm以下の小口径管で、整備状況は極めて悪い。下水処理場はないが、簡易な下水処理システムとして、ハバナ湾の流域外にオキシデーション・ラグーン(酸化池)が3か所ある。また、セプティック・タンク(浄化槽)が2万8,700か所あるが、ただ穴を掘っただけのものもあり、バキュームカーで回収した汚泥は、下水管路かオキシデーション・ラグーンに投入され、最終的に海に放流されている。雨水排水管は55kmあるが、そのうち半分は東部沿岸部にあり、ハバナ湾流域内の雨水は主に排水溝を通して河川に放流されている。

## (2) 組織

東部上下水道公社の組織は、4つの管理部門(財務部・人事部・技術部・営業部)と9つの下請けユニット(5つの営業所を含む)で構成されている。同公社では、維持管理業務を細分化して下請けユニットに委託しており、それぞれが独立採算性で業務を行っている。図3-6に東部上下水道公社の組織図を示す。

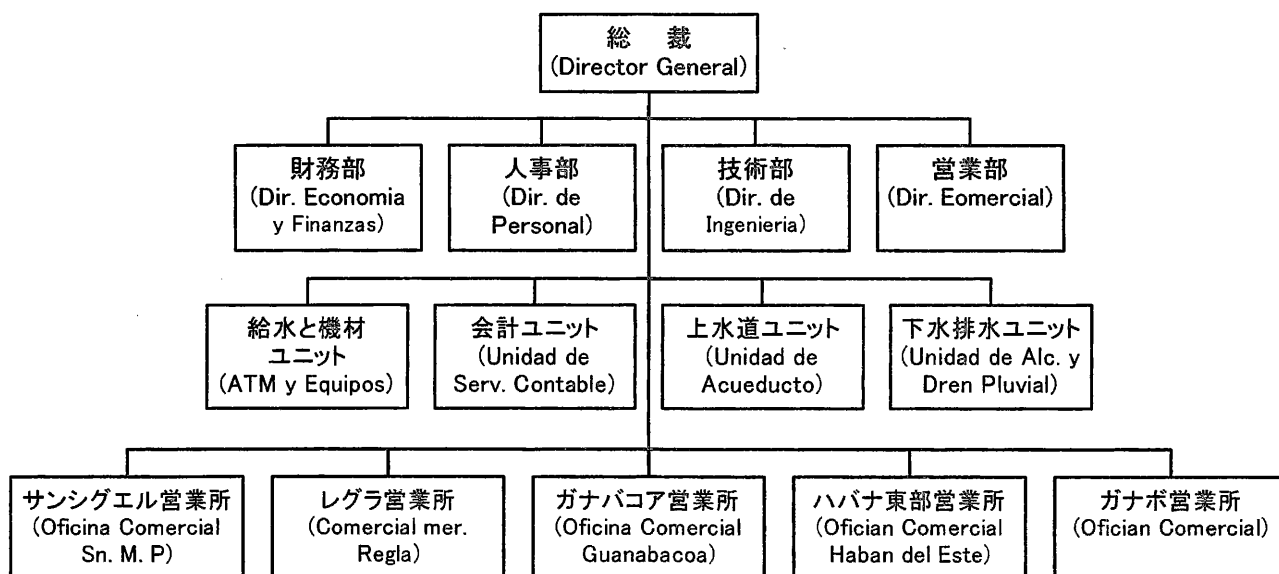


図3-6 東部上下水道公社の組織

下請けユニットは業績によって30%の給与アップがあり、業務効率化のインセンティブとなっている。下請けユニットを含む公社の全従業員数は900名で、そのうち管理部門は36名となっている。

### (3) 維持管理の現状

上水道システムにはポンプ場が55か所あり、その維持管理に250名が従事している。また、上下水道料金は全住民の95%から徴収しており、150名の集金係が専属で業務を行っている。上水の水質試験室はもっておらず、採水したものをハバナ市上下水道公社の水質試験室に持ち込んで、分析を委託している。

下水道サービスは、セプティック・タンク(浄化槽)の掃除が主な業務で、5年に1回のローテーションで年間2,400か所の掃除を行っている。

下水道の台帳の管理は、わずか12名の管理部門の技術部が行っており、図化のためのコンピューター(CADシステム)もなく、縮尺2,000分の1の古い手書きの図面があるのみで、人員・設備機器ともに不足している。管理体制の改善が必要である。また、記録のない下水管路網があり、下水管路の水理解析や新規整備・リハビリ計画の立案には、本格調査で下水管路の現況調査を行う必要がある。

現在ハバナ湾流域で計画されている7つの下水処理場は、すべて東部上下水道公社の管轄となっている。しかしながら、東部下水道公社には下水処理場の運転・維持管理の経験が全くなく、下水道技術者の人材育成が大きな課題であり、技術協力が不可欠である。

## 3 - 2 下水処理及び下水道施設の現状

### 3 - 2 - 1 ハバナ市の下水処理の現状

ハバナ市全体の下水集水率は64%といわれているが、市内の公共下水を対象とした下水処理施設は、下水処理場が1か所(キブ下水処理場)とオキシデーション・ラグーン(酸化池)が11か所あるのみである。それ以外はセプティック・タンク(浄化槽)を通して直接河川に放流されている。ハバナ湾流域には、下水処理場もオキシデーション・ラグーンもない。

市内で唯一の下水処理場であるキブ(Quibu)下水処理場は、市西部の工場廃水で汚染されたキブ川の支流の浄化を目的に流域の下水を処理するもので、1979年に建設された。その後2000年3月にNAPの下水道緊急プロジェクトでリハビリ工事が完了し、順調に稼働している。ハバナ市上下水道公社が運転・維持管理を行っている。

図3-7にキブ下水処理場の平面図を示す。処理容量は100l/s(8,640 m<sup>3</sup>/d)と小規模な下水処理場である。処理フローは、下水流入 スクリーン 沈砂水路 油分離槽 最初沈殿池 バイオフィルター(散水濾床) 最終沈殿池 処理水放流となっている。

下請けユニットは業績によって30%の給与アップがあり、業務効率化のインセンティブとなっている。下請けユニットを含む公社の全従業員数は900名で、そのうち管理部門は36名となっている。

### (3) 維持管理の現状

上水道システムにはポンプ場が55か所あり、その維持管理に250名が従事している。また、上下水道料金は全住民の95%から徴収しており、150名の集金係が専属で業務を行っている。上水の水質試験室はもっておらず、採水したものをハバナ市上下水道公社の水質試験室に持ち込んで、分析を委託している。

下水道サービスは、セプティック・タンク(浄化槽)の掃除が主な業務で、5年に1回のローテーションで年間2,400か所の掃除を行っている。

下水道の台帳の管理は、わずか12名の管理部門の技術部が行っており、図化のためのコンピューター(CADシステム)もなく、縮尺2,000分の1の古い手書きの図面があるのみで、人員・設備機器ともに不足している。管理体制の改善が必要である。また、記録のない下水管路網があり、下水管路の水解析や新規整備・リハビリ計画の立案には、本格調査で下水管路の現況調査を行う必要がある。

現在ハバナ湾流域で計画されている7つの下水処理場は、すべて東部上下水道公社の管轄となっている。しかしながら、東部下水道公社には下水処理場の運転・維持管理の経験が全くなく、下水道技術者の人材育成が大きな課題であり、技術協力が不可欠である。

## 3 - 2 下水処理及び下水道施設の現状

### 3 - 2 - 1 ハバナ市の下水処理の現状

ハバナ市全体の下水集水率は64%といわれているが、市内の公共下水を対象とした下水処理施設は、下水処理場が1か所(キブ下水処理場)とオキシデーション・ラグーン(酸化池)が11か所あるのみである。それ以外はセプティック・タンク(浄化槽)を通して直接河川に放流されている。ハバナ湾流域には、下水処理場もオキシデーション・ラグーンもない。

市内で唯一の下水処理場であるキブ(Quibu)下水処理場は、市西部の工場廃水で汚染されたキブ川の支流の浄化を目的に流域の下水を処理するもので、1979年に建設された。その後2000年3月にNAPの下水道緊急プロジェクトでリハビリ工事が完了し、順調に稼働している。ハバナ市上下水道公社が運転・維持管理を行っている。

図3-7にキブ下水処理場の平面図を示す。処理容量は100l/s(8,640 m<sup>3</sup>/d)と小規模な下水処理場である。処理フローは、下水流入 スクリーン 沈砂水路 油分離槽 最初沈殿池 バイオフィルター(散水濾床) 最終沈殿池 処理水放流となっている。

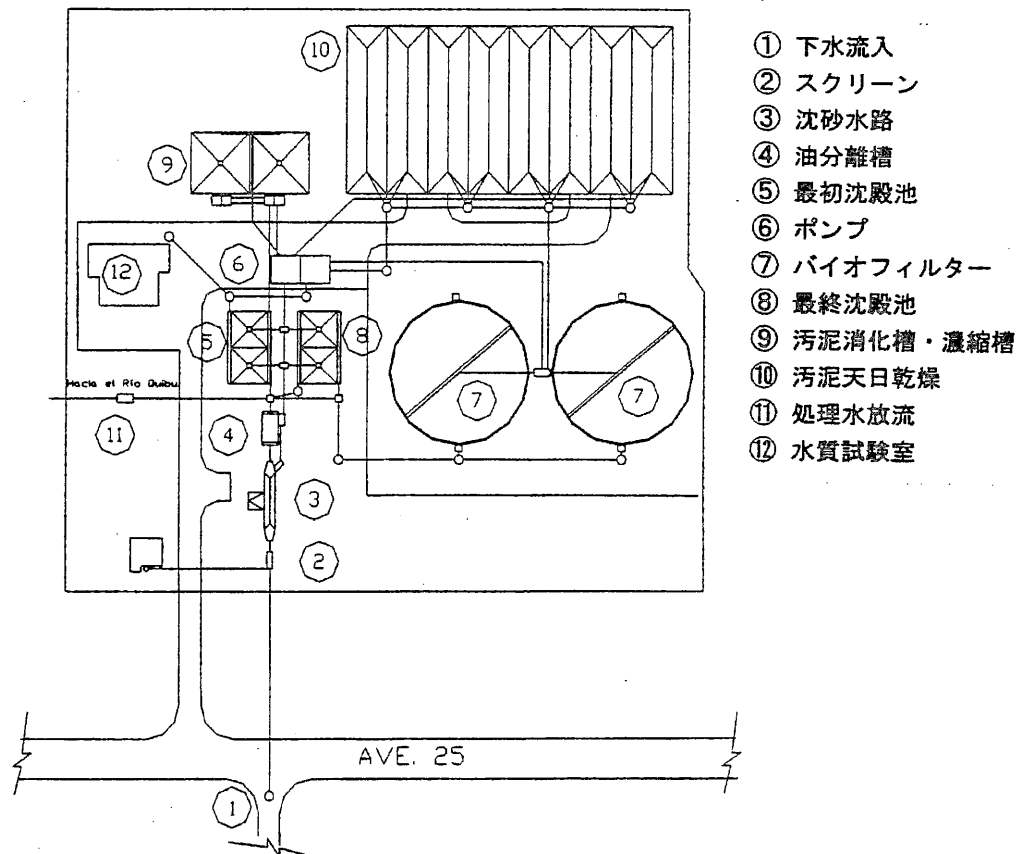


図 3 - 7 キブ下水処理場平面図

現在では工場が移転したため流入下水の汚染濃度も低く、処理水の水質も極めて良い。バイオフィルター内で繁殖した微生物によって、フィルターの逆洗の必要もなく、メンテナンス・フリーの状態で開催されている。発生した汚泥は、消化・濃縮のち天日乾燥され、埋め立て処分か肥料として利用されている。

キブ下水処理場には水質試験室が付随しており、水質試験室では下水処理場の水質管理だけでなく、オキシデーション・ラグーン等ハバナ市上下水道公社全体の下水排水に関する水質試験を行っている。

### 3 - 2 - 2 ハバナ湾流域の下水道施設の現状

#### (1) 中央下水道システムの現状

旧市街地を含むハバナ湾の西側地域には、20世紀初頭に下水道システムが建設されている。下水道システムは分流式で、現在でも当時とほとんど変わらず、汚水は下水管で集水して未処理のまま外洋に放流し、雨水は最寄りのハバナ湾あるいは外洋に放流されている。

汚水を外洋に放流する中央下水道システムは、市内の下水管路網とハバナ湾入り口部の海底横断管、並びにカサブランカポンプ場で形成されている。図 3 - 8 にカサブランカポンプ場が建設された 1910 年代当時の中央下水道システムを示す。

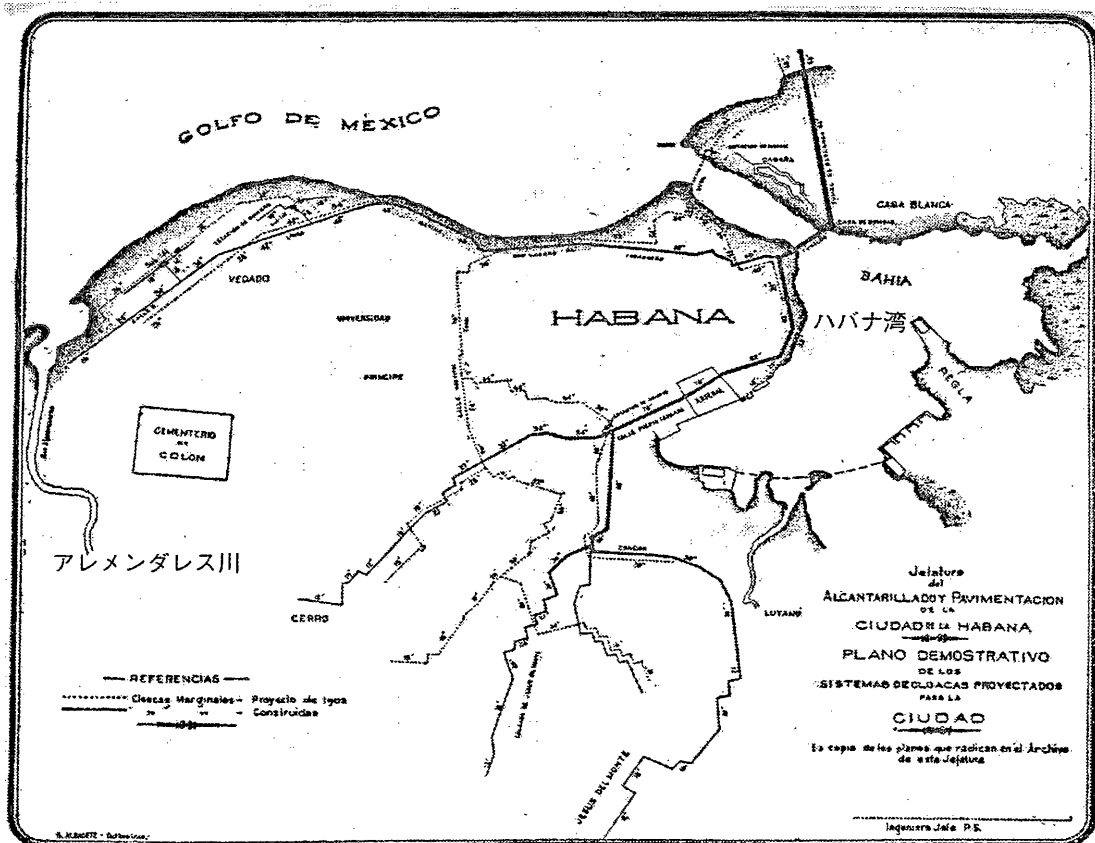


図3 - 8 1910年代当時の中央下水道システム

市内の下水管路網は、アレメンダレス川の東側から海岸沿いにハバナ湾まで延びる幹線と、ハバナ湾の南西側に延びる幹線の2つの幹線がある。海底横断管はサイフォンとなっており、1908年から1915年にかけて建設された直径2.13 mのコンクリート管で、水深12 mのところに埋設されている。海底横断部の延長は345 mで、泥吐き用の吸引管が中に入っており、ポンプ場から吸引して管底の泥吐きを行っている。

建設当時のシステムは60万人を対象に計画されたものがあるが、現在では人口が90万人以上に増加しており、余剰の30万人分の下水が、市内の雨水管に誤接続されてハバナ湾に流出している。

カサブランカポンプ場は海底横断管を渡った市街地の反対側に位置し、1915年に建設され、それ以来何度かポンプ設備の更新が行われている。最近では1991年にポンプを更新している。図3 - 9にカサブランカポンプ場の平面図と断面図を示す。

ポンプの容量は1台あたり2.6 m<sup>3</sup>/sで、3台あるうち1台は予備としている。ポンプの運転は、ポンプピット内にあるレベルスイッチで自動運転をしている。しかしながら電力事情が悪く、2時間以上の停電の場合には、下水がポンプ場のポンプピットから溢れるため、海底横断管の手前でバイパスしてハバナ湾に放流している。かつては自家発電装置（ジェネレーター）が使用されていたが、現在では古くなって稼働できない状況にある。

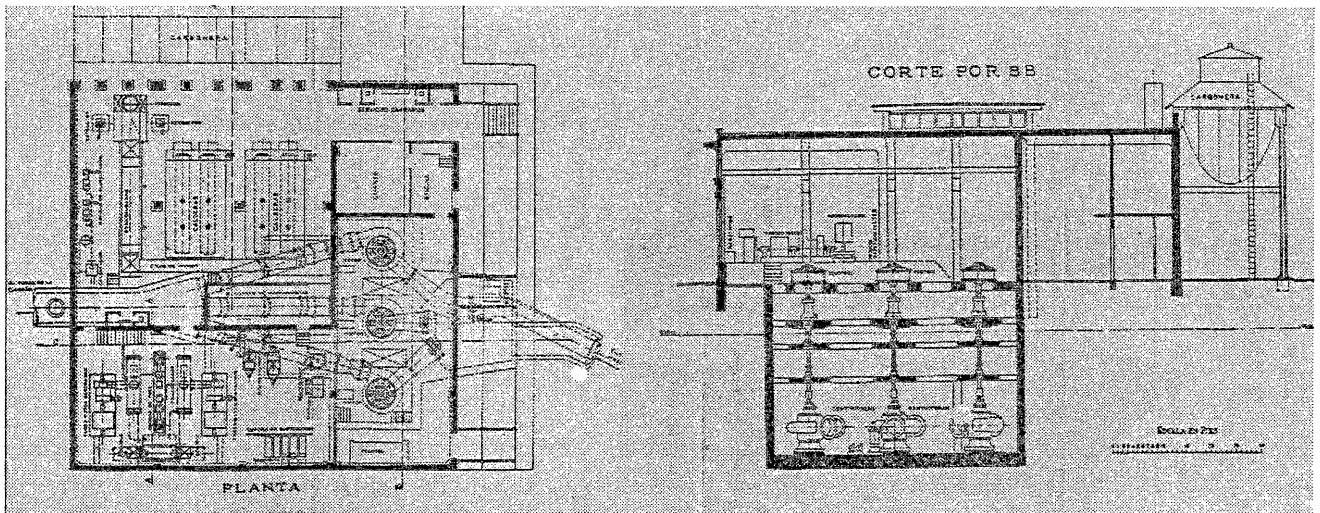


図3 - 9 カサブランカポンプ場の平面図と断面図

カサブランカポンプ場から、外洋放流のためのコンクリート導管（延長 1,400 m）が敷設されており、海中部分は沖合 140 m まで延びている。現在、継ぎ手から下水が漏れ出しておりリハビリを必要としている。

一方、ハバナ市の沿岸地域の水環境改善を目的として、GEF ハバナ湾水質汚染調査プロジェクトにおいて、海中放流管のリハビリと延伸の調査を行っている。調査は GEF の委託契約により運輸省湾岸環境センター（CIMAB）が実施しており、1997 年 12 月に最終レポート（Rehabilitacion del emisario submarino de playa del Chivo）を提出している。

上記の調査では海中放流管を沖合約 500 m まで延伸する計画を提案している。図 3 - 10 に海中放流管が位置しているチボ（Chivo）海岸の地形モデル、図 3 - 11 に海中放流管の延伸平面図、図 3 - 12 にその断面図を示す。しかしながら、本計画はハバナ湾の浄化と直接関係していないためか、その後実施に向けた進展がない。

## (2) 下水管路網の現状

ハバナ湾流域の汚水管路網は、ハバナ湾の西側市街地では中央下水道システムを中心に整備されているが、東部上下水道公社管轄の南東側は整備が著しく遅れている。中央下水道システム以外の地域では、これまでは下水処理場がないため、最寄りの河川に放流するための下水集水管路が集落ごとに敷設されているのみである。

図 3 - 13 にハバナ湾流域の雨水管路網図を示す。ハバナ湾の西側市街地には雨水管路網が整備されており、ハバナ湾に流出する幹線排水路として、アグア・ドゥルセ（Agua Dulce）排水路とアロージョ・マタデロ（Arroyo Matadero）排水路がある。

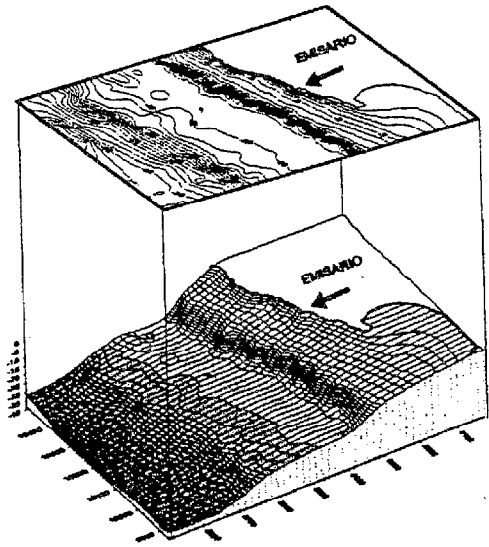


図 3-10 チボ (Chivo) 海岸の地形モデル

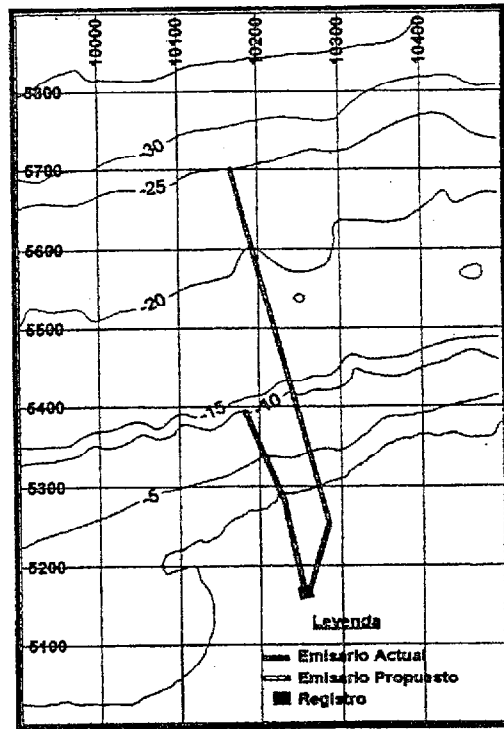


図 3-11 海中放流管の延伸平面図

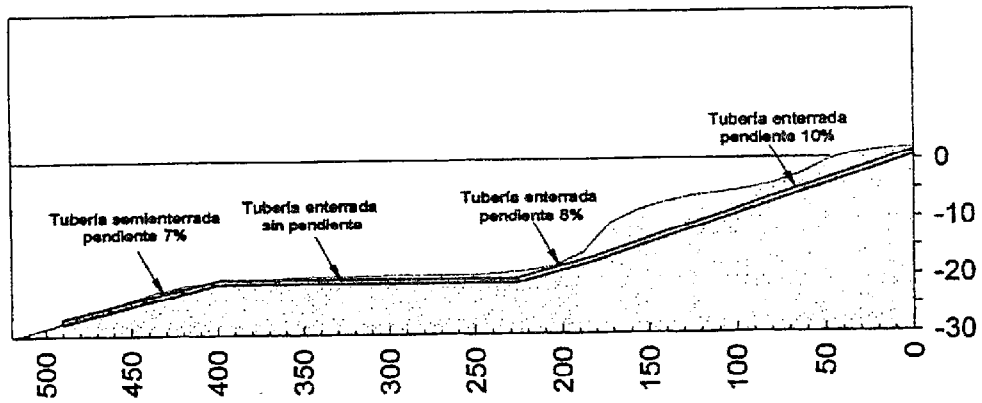


図 3-12 海中放流管の延伸断面図





図 3 - 13 ハバナ湾流域の雨水管路網図



これらの幹線排水路には、中央下水道システムの容量不足から誤接続された汚水が混入しており、現状では合流式下水となって八バナ湾に流出し、水質汚染の一因となっている。また、これらの排水路沿いの地域では、洪水時に排水路の流下能力不足や街渠柵の接続管の破損等によって、浸水被害が部分的に出ており、雨水管路網のリハビリを必要としている。

また、八バナ湾の西側市街地において下水接続管の誤接続の原因となっている、汚水管網の整備不足、流下能力不足の改善が大きな課題である。本格調査での下水道整備計画の策定にあたっては、技術的な分析に加え、現在の厳しい経済状況を考慮した経済的な方法として、合流式としての暫定的な改善と、将来に向けた完全分流化による改善の両面から、より現実的な方法を検討する必要がある。

下水管路網のデータは、現在八バナ市上水道公社が下水道台帳をデジタル化しているが、その基となる管路調査を、1997年に合弁会社の相手となるスペインの企業(バルセロナ社)が実施している。この調査は上水管網の調査が主目的であったが、そのなかで中央下水道システムの幹線管路の簡便な水理解析も行っている。本事前調査においてその調査報告書を日本に持ち帰ることはできなかったが、国家水資源庁八バナ支局に大切に保管されており、有用な資料として参照されている。

### 3 - 2 - 3 八バナ湾流域の各下水処理区の計画の現状

八バナ湾流域の各下水処理区(西側市街地及びゾーン1～7)の計画図を図3-14に示す。それらの下水処理区の計画諸元、並びに現状の問題点と下水道整備計画を表3-6に示す。

八バナ湾の西側市街地は中央下水道システム内にある。現在は、建設当時の計画対象人口60万人を超えて90万人以上に達しており、余剰30万人分の下水が八バナ湾に流出し、その改善が課題となっている。

既にドナー援助によって汚染対策が実施段階にあるが、緊急的措置として計画されたもので暫定的な改善にすぎず、本格調査で中長期的な計画を明確にする必要がある。また、中央下水道システムは未処理で外洋に下水を放流したままとなっており、その処理についても環境保護の面から検討する必要がある。

八バナ湾流域内には、現在ゾーン1～7の7か所で下水処理場の建設が計画されている。ゾーン4とゾーン6の2か所の下水処理場は既にドナー援助で実施段階にある。残る5つの下水処理場については、処理場予定地は確保されているものの、処理区域、将来人口、下水集水ルート、下水処理方式等十分な検討がなされておらず、計画諸元が明確になっていない。

したがって本格調査においては、既計画にとらわれず技術的・経済的分析に基づいて、最適な下水処理計画の立案をするとともに、八バナ湾の西側市街地の下水道整備を含む八バナ湾の水質汚濁防止、並びに富栄養化防止に必要な下水道整備事業の全容と、その優先順位を明らかにする

必要がある。

なお、下水処理方式の選定にあたっては、2次処理の段階で標準活性汚泥法に比べ、窒素、リンの除去効果がある経済的な処理方式を検討し、技術的・経済的に現地の条件に最も適応した処理方式を提案することが重要である。また、下水集水システムが経済的に適さない人口密度の低い郊外地域にあつては、現在ハバナ大学がGEFプロジェクト・フォローアップ・フェーズに関連して実証実験を行っている、雑排水の灌漑利用やウエットランド・システムについて検証し、分散型の安価な窒素、リン除去方式について日本での事例を紹介するとともに、その適用化を検討し提言していくことも重要な技術移転と考えられる。

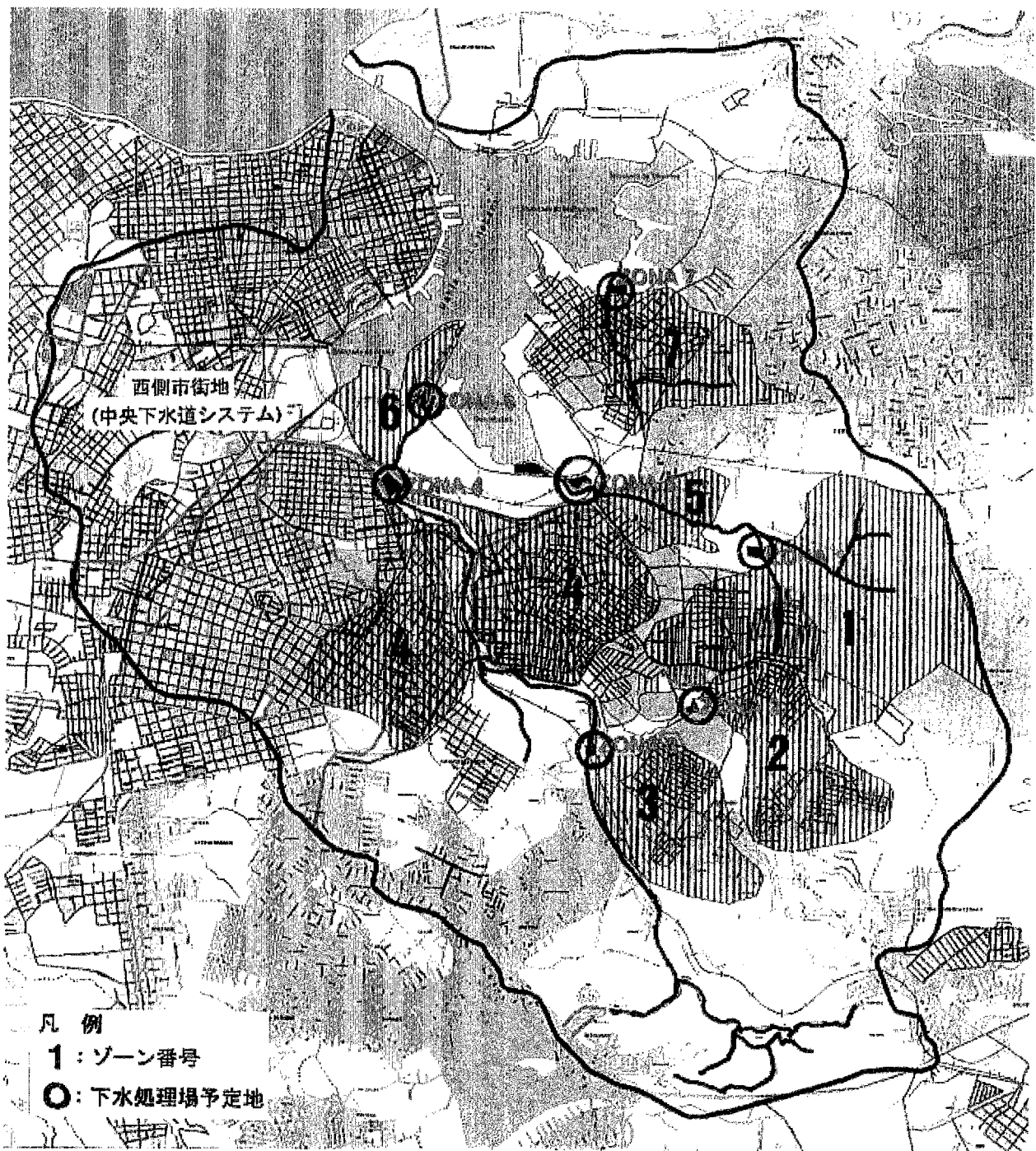


図 3-14 ハバナ湾流域の下水処理区の計画図



表3 - 6 ハバナ湾流域の各下水処理区の計画の現状

地域	下水処理区	流域の河川・排水路	計画諸元	問題点と下水道整備計画
湾岸地域	西側市街地 (中央下水道システム)	San Nicolas 排水路 Matadero 排水路 アグア・ドゥルセ排水路	集水面積：ハバナ湾流域 外の西側の市街地を含む。 裨益人口：90万人	汚水はカサブランカポンプ場から 外洋に放流。 現状の問題点 汚水が雨水管に混入（汚水管の 整備不足） 雨天時に浸水被害の発生（雨水 管の破損・流下能力不足） 停電時にカサブランカポンプ場 から汚水がハバナ湾に流出 下水道整備計画 アグア・ドゥルセ排水路の下水 をゾーン6の新規下水処理場に 搬送 【ベルギー援助：40万ドル】 外洋放流管のリハビリと延伸。 将来的には外洋放流下水のため の下水処理場の建設（将来計画） 汚水管の整備並びに既存雨水排 水管のリハビリ（将来計画）
	ゾーン6	ルジャノ川河口	集水面積：0.5 km <sup>2</sup> 裨益人口：20万人 下水量：8万6,400 m <sup>3</sup> /d (アグア・ドゥルセ排水路 の下水を含む)	下水道整備計画 下水処理場の建設：アグア・ドゥ ルセ排水路の下水受入れ。1次 処理施設ながら凝集沈殿によっ てリンを60%除去（実施中） 【イタリア援助：130万ドル】
	ゾーン4	ルジャノ川	集水面積：5.4 km <sup>2</sup> 裨益人口：6万2,970人 下水量：2万6,780m <sup>3</sup> /d	下水道整備計画 下水処理場の建設：窒素除去施 設を含む2次処理施設。リンは 下流のゾーン6の処理場で除去 (実施中) 【GEF / UNDP 援助：370万ドル】
	ゾーン5	マルティン・ペレス川	集水面積：0.8 km <sup>2</sup> 裨益人口：3万人 下水量：2万5,930 m <sup>3</sup> /d	下水道整備計画 下水処理場の建設 【イタリアが援助を検討】
	ゾーン7	アロヨ・タデオ川	集水面積：2.0 km <sup>2</sup> 裨益人口：7万4,000人	下水道整備計画 下水処理場の建設
内陸地域	ゾーン1	マルティン・ペレス川	集水面積：5.3 km <sup>2</sup> 裨益人口：1万5,925人 下水量：6,650 m <sup>3</sup> /d	下水道整備計画 下水処理場の建設
	ゾーン2	ルジャノ川	集水面積：2.3 km <sup>2</sup> 裨益人口：1万9,685人 下水量：8,575 m <sup>3</sup> /d	下水道整備計画 下水処理場の建設
	ゾーン3	ルジャノ川	集水面積：2.0 km <sup>2</sup> 裨益人口：1万3,462人 下水量：6,000 m <sup>3</sup> /d	下水道整備計画 下水処理場の建設

### 3 - 2 - 4 ルジャノ川下水処理場建設計画の現状

GEFハバナ湾水質汚染調査プロジェクトで、ルジャノ川の深刻な汚染問題が指摘され、その汚染対策と、中央下水道システムからオーバーフローした下水の処理を目的として、ルジャノ川の下水処理場建設計画がドナー援助によって実施されている。

建設計画の内容は、ベルギー援助によるアグア・ドゥルセ排水路からの下水搬送管の建設、並びにイタリア援助とGEF / UNDP援助による、ルジャノ川の2か所の下水処理場の建設である。個々のプロジェクトは独立したものであるが、互いに連動した下水処理システムとして機能するように調整されている。

しかしながら、これらのプロジェクトは緊急処置的に計画された経緯があり、本格調査では、中長期的な観点から下水道マスタープランとの整合性を図っていく必要がある。

#### (1) アグア・ドゥルセ排水路の下水搬送管(ベルギー援助)

下水接続管の誤接続によって合流式となっている、アグア・ドゥルセ排水路からの下水を、ゾーン6のイタリア援助のルジャノ川河口の下水処理場に搬送するためのポンプ場と下水搬送管の建設である。図3 - 15にポンプ場の平面図を、図3 - 16に下水搬送管の位置図を示す。

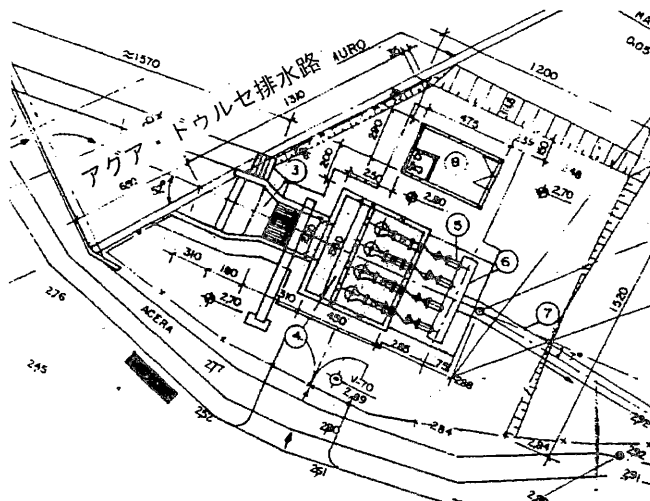


図3 - 15 ポンプ場平面図



図3 - 16 下水搬送管位置図



下水搬送ポンプの容量は1台当たり250 l/sで、4台のうち1台が予備で、総容量は750 l/sとなっている。下水搬送管は総延長が1.0kmで、圧送部分が800mm(延長300 m)、自然流下部分が1,200mm(延長700 m)となっており、管は強化ポリエチレン管を使用している。

ポンプ設備や管材等の資機材は、国際入札でベルギーの業者が落札し既に納入済みである。キューバ政府負担分である土木工事の実設計は、GTEの委託でプロジェクト公社が実施しており、現在工事着工に向けた整地・準備作業が行われている。

完成はイタリア援助のゾーン6の下水処理場の完成に合わせ、2002年末を予定している。

## (2) ルジャノ川河口(ゾーン6)下水処理場(イタリア援助)

アグア・ドゥルセ排水路からの下水と、ルジャノ川に未処理で流れ込んでいる下水を処理するための下水処理場で、ルジャノ川河口の埋め立て地に建設される。予定地はコンテナヤードの一角にあり、将来の拡張は難しい地理的条件にある。処理容量は1,000 l/sで、その内訳は750 l/sがアグア・ドゥルセ排水路からの下水(汚濁水)で、250 l/sがルジャノ川の下水(汚濁水)となっている。

緊急措置的に計画されたため、下水処理方式は1次処理施設のみである。しかしながら、凝集沈殿によって有機物とリンを60%除去できるとしている。図3-17に下水処理場の平面図を示す。本格調査においては、将来的な当下水処理場の処理能力の改善についても、中央下水道システムの改善と併せて包括的に検討する必要がある。

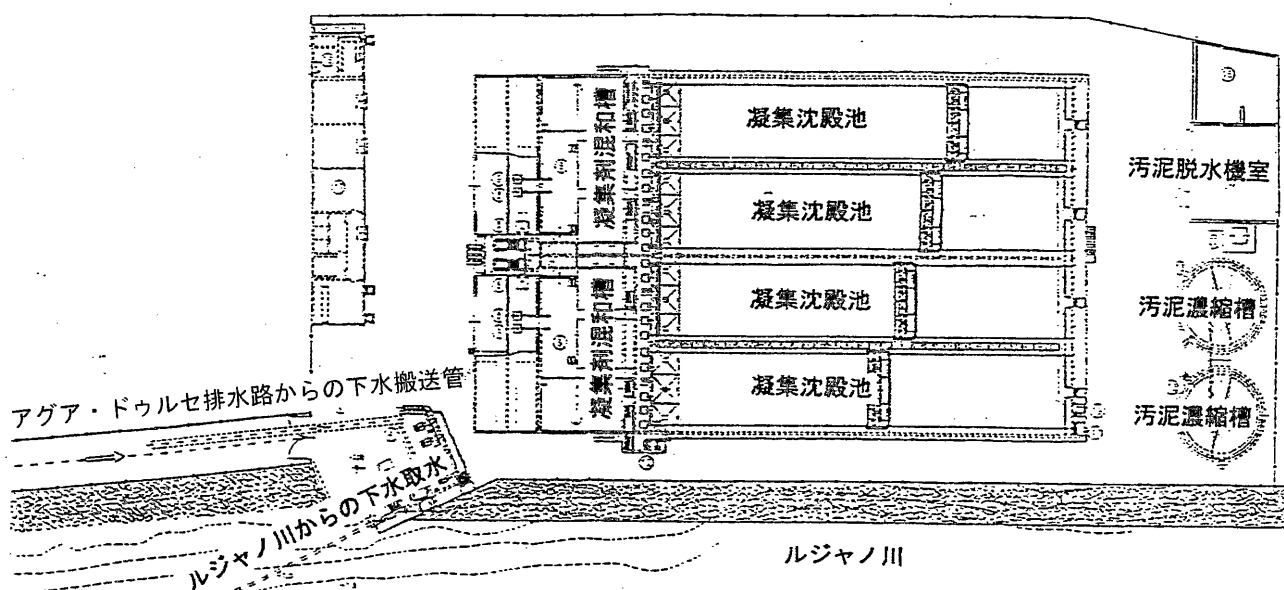


図3-17 ルジャノ川河口(ゾーン6)下水処理場平面図

建設スケジュールは、設備機器は国際入札でイタリアの業者が落札し、現在キューバへ向けて搬送中にある。キューバ政府負担分である土木工事の実施設計は、GTEの委託でプロジェクト公社が実施したが、建設地が埋め立て地で軟弱地盤のため、当初の見積りから土木工事費が80%も増加し、まだ着工に至っていない。2002年末の完成は難しい状況にある。

設備機器の据え付け時にはイタリアの業者が監理のために来る予定であり、引き渡し後の運転指導も契約に含まれているとしている。

### (3) ルジャノ川下流域(ゾーン4)下水処理場(GEF/UNDP援助)

ルジャノ川に未処理で流れ込んでいる下水を処理する目的で建設されるものである。GEFハバナ湾水質汚染調査プロジェクトのフォローアップ・フェーズでは、窒素・リンの除去を重要な課題と位置づけて、嫌気-無酸素-好気法(A<sub>2</sub>O法)による処理方式を提案している。その後、ルジャノ川河口のイタリアの下水処理場で、リンの除去がある程度できるようになったため、窒素の除去に重点を置いた処理方式に変更する意向である。

現在、コンサルタントの国際入札の準備中であり、2002年3月に入札を公示し、2002年7月ごろにはコンサルタントを選定する予定である。詳細な下水処理計画の検討と設計作業は、選定されたコンサルタントによって行われることになっている。

本格調査の下水道マスタープランの策定期間と重なるため、本格調査では十分な情報交換を行い、計画の整合性を図るとともに、重複のないよう調整する必要がある。

## 3-3 他ドナーの援助動向

### 3-3-1 GEF/UNDP

GEFハバナ湾水質汚染調査プロジェクトの当事者であり、そのなかで提案されているプロジェクトの実施に必要なドナーの援助を募るとともに、今後ともドナー間の調整を行っていく中心的な機関である。

現在、GEF/UNDPが直接援助している下水道関連プロジェクトは、「3-2-4(3)ルジャノ川下流(ゾーン4)下水処理場」に記載する下水処理場の建設である。現在、コンサルタントの国際入札の準備段階にある。援助額はフォローアップ・フェーズの投資プログラムでは370万ドルとなっているが、今後、コンサルタントの詳細な計画及び設計によって、最終的に決定されるものと思われる。

### 3-3-2 イタリア

「3-2-4(2)ルジャノ川河口(ゾーン6)下水処理場」に記載する下水処理場の建設に対し、イタリアのライト・クレジット融資法に基づいて融資を行っている。融資条件は5年間の支

払い猶予期間付きで15年間の返済期間となっている。金利は年1.0%で、機材調達の場合は80%がイタリア製品であることを規定したタイドローンである。当初の予算はイタリアの援助額が130万ドル、キューバ政府負担額が250万ドルとなっている。

現在、下水処理場建設予定地の地盤が悪く設計変更を余儀なくされ、2002年末の完成は難しい状況にあるが、イタリア援助庁では、次の下水道関連プロジェクトとして、マルティン・ペレス川のゾーン5の下水処理場建設の援助を検討している。

しかしながら、現時点では技術的な検討が十分なされておらず、JICAの本格調査結果を待つて決定したい意向である。

その他GEFハバナ湾水質汚染調査プロジェクト支援として、大気モニタリングユニットの供与(7万ドル)を行っている。

### 3 - 3 - 3 ベルギー

下水道関連プロジェクトでは、「3 - 2 - 4 (1) アグア・ドゥルセ排水路の下水搬送管」に記載する、ポンプ場と下水搬送管の建設を援助している。本プロジェクトはGEFハバナ湾水質汚染調査プロジェクトを支援する、以下の4つの事業のうちの一つである。

アグア・ドゥルセ排水路の下水搬送管建設：40万ドル

港湾周辺のごみ除去作業(分別ゴミプラントを含む)：32万ドル

環境教育用の施設整備(環境教育センター設立予定)：9.2万ドル

7地点の大気汚染観測ユニットの供与：4.5万ドル

### 3 - 3 - 4 ノールウェー

GEFハバナ湾水質汚染調査プロジェクトのフォローアップ・フェーズで、分散型の下水処理デモンストレーション・プロジェクトとして提案されている、ハバナ大学との共同研究によるゼロ・エミッション住宅プロジェクトに、50万ドルを拠出することになった。2002年3月からプロジェクトが開始される予定。

### 3 - 3 - 5 ドイツ

下水道関連プロジェクトはないが、環境人材育成プログラムとして2年間(2000年5月～2002年5月)で20万ドルを援助する予定で、既に実施中である。

## 3 - 4 下水道の課題

### 3 - 4 - 1 ハバナ湾西側市街地の下水道施設の改善

中央下水道システムに属するハバナ湾西側市街地の下水道施設の改善方法として、以下の3つ

の代替案が考えられる。

雨水管と污水管を完全分流化し、污水は下水処理を実施

污水を含めた雨水（合流式）を遮集したのち、外洋へ放流

污水を含めた雨水（合流式）を遮集したのち、下水処理

を実施する場合は、既にハバナ市上下水道公社の下水管路台帳で確認できている部分については、それに基づいて分流化対策が計画できるが、接続管の誤接続等不明な部分については、本格調査でパイロット地区を選定して実体を把握する方法を検証し、全容の解明は日常の維持管理業務としてハバナ市上下水道公社が継続的に実施していく必要がある。なお、接続管の分離については、污水本管の整備が先行しないとできないため、本格調査で污水本管の整備計画を提言し、その後污水本管の整備と併せて実施するのが妥当と考えられる。

この地域は下水管の能力が不足していることから、利用する人口に見合った管路の増強、及びカサブランカポンプ場の能力増強が必要である。雨水は基本的には未処理のまま放流し（場合によっては、除塵程度は施す必要がある）、污水は処理をしたのち放流する。処理水の放流先は閉鎖性水域であるハバナ湾内を避け、外洋に放流することが望ましいが、現状では経済的な制約が大きく、本格調査では現実的な観点と中長期的な観点の両面から、柔軟に検討していく必要がある。

は技術的・経済的に完全分流化が困難とされる場合の暫定的な対策である。外洋の放流先については環境や景観等を勘案したうえで慎重に決める必要がある。

は基本的には晴天時には污水をすべて処理し、雨天時には一部未処理の下水が越流する。処理水並びに雨天時の越流水の放流先は外洋が望ましいが、このケースもと同様に、柔軟に検討していく必要がある。

いずれの方法を採用するかについては、事業費や環境に対する影響等を十分に検討したうえで計画を策定する必要がある。

特に、污水管には工場からの接続もあるため、污水を外洋に放流しても問題が生じない水質であるか、重金属について十分な調査を実施し、重金属が多い場合は、工場又は処理場に重金属を除去する施設を設置することが前提条件となる。

### 3 - 4 - 2 ハバナ湾流入河川流域の下水処理施設の整備

ハバナ湾は閉鎖性水域であることから、窒素・リンの除去について十分検討する必要がある。現在、ドナー援助によって実施されているハバナ湾流域の下水道関連プロジェクトは、以下の3つのプロジェクトである。

アグア・ドゥルセ排水路からの下水搬送管の建設（ベルギー援助）

ルジャノ川河口下水処理場の建設（イタリア援助）

### ルジャノ川下流域下水処理場の建設（GEF / UNDP 援助）

これらの実施中のプロジェクトを念頭に置き、中長期的な観点から整合を図ったうえで、下水道マスタープランを作成する必要がある。

このうち については、窒素・リンの同時除去が可能である、嫌気 - 無酸素 - 好気法 (A<sub>2</sub>O 法) の採用を GEF ハバナ湾水質汚染調査プロジェクトのフォローアップ・フェーズで提案しているが、詳細な計画については、2002年7月ごろに国際入札によって決まるコンサルタントが行うとしている。しかしながら、（ も含めて）については、凝集沈殿処理によるリンの除去は可能であるが、窒素の除去はできないため、別途検討が必要である。また、 で提案されている嫌気 - 無酸素 - 好気法 (A<sub>2</sub>O 法) については、キューバの電力事情や資材（部品）調達、維持管理の難易度を勘案すると、現地への適応化には不安な面がある。

発生する下水汚泥については、土地が肥沃ではないキューバの事情を勘案すると、肥料としての農地還元、あるいは必要に応じて発生する消化ガスの利用についても検討する必要がある。農地還元については、既にキブ処理場の消化汚泥について利用している事例があり、また GEF の報告書のなかでもそれらについて言及している。

#### 3 - 4 - 3 東部上下水道公社の管理体制の強化

下水道台帳については、ハバナ市上下水道公社は外国資本の導入によって、電子情報としてシステム化されつつあるが、東部上下水道公社は人員・設備機器ともに不足しており、記録のない下水管路網がある。東部上下水道公社の管轄地域においては、下水管路のみが敷設され、河川に“垂れ流し”状態にある地域が大半である。キューバ側としては、これら既存の下水管路を利用して下水処理場に接続することを有力な案と考えている。本格調査では記録のない下水管路の現況調査を行い、下水管路網を明確に把握し、下水管路の新規整備やリハビリ計画の立案をするとともに、東部上下水道公社の下水道台帳の整備、並びに下水道技術者育成のための技術協力をする必要があり、必要がある。

#### 3 - 4 - 4 下水道維持管理財源の確保

キューバにおいても下水道の使用に伴って料金を徴収する制度は存在し、料金を徴収している。料金徴収の責任を負う上下水道公社は、独立採算制をとっていることから、料金を徴収する行為について重要視している。

しかしながら実態としては、一般住民からの徴収は微々たる金額であり、今後下水道の維持管理費を賄うことは難しい状況にある。環境保全又は下水道事業に対する意識を住民にもってもらうためには、少ないながらも料金を徴収することは重要であるが、長期的に採算性を確保するためには他の財源も必要であり、本格調査で提案していく必要がある。

## 第4章 環境予備調査

### 4 - 1 環境影響評価制度

すべての投資プロジェクトは、環境影響評価（EIA）実施認可機関によって実施された環境影響調査の報告書（環境ライセンス申請書）を環境ライセンス審査機関に提出し審査を受け、事業化の許可を受けることが義務づけられている（科学環境技術省（CITMA）決議No.77/99）。その概要は次のとおり。

#### 環境ライセンス審査機関

CITMA 及び各県の CITMA 支局

#### EIA 実施機関

CITMA が認定する 15 の機関（運輸省湾岸環境センター（CIMAB）ほか）

#### EIA 対象事業

- ・ダム、貯水池、灌漑路、上水路、排水施設、しゅんせつその他水資源に重大な影響を与える工事
- ・製鉄業・化学・石油化学、有害廃棄物取り扱い業、鉱業、電力発電・送電・変電所、原子力発電
- ・鉄道、道路、自動車専用道
- ・空港・港湾
- ・大家屋
- ・生態保護地区の観光施設
- ・外来種の牧畜、植林、養殖
- ・自然の生態系のバランスを乱すもの・劣化させるもの
- ・都市下水コレクターと放流管
- ・石油削孔
- ・病院
- ・バイオ関係施設
- ・墓場と火葬場
- ・砂糖産業
- ・冶金、製紙、繊維、飲料、乳製品、精肉、セメント、自動車産業
- ・その他壊れやすい生態系の構成・平衡を著しく変化させる行為

- ・治安・防衛施設であっても該当する施設

以下にルジャノ川河口にてイタリアの援助で下水処理場を建設する際に行った環境影響評価報告書(環境ライセンス申請書)の例を示す。日本国内における環境影響評価方法との違いは、社会環境を考慮している点と 設備操業において消費される原材料や電力・排出される汚泥等(マテリアル・フロー)もEIAの対象としていることである。

## ルジャノ川下水処理場建設環境ライセンス申請書の概要

実施機関：CIMAB

### (1) 環境の現況把握

- ・自然環境

地質、地層、地形、河川形状、水文地質、土壌、景観、気候それぞれの現況についてまとめる。

- ・社会経済環境

- ・大気・水質・土壌

大気汚染の有無・程度、表流水の水量・水質(栄養塩濃度)及び年次変化、湾水の海流(潮流)、海水温度、海水比重、潮位、湾内外7か所×3深度での水質(溶存酸素、浮遊物質、硫化物、亜硝酸、硝酸、アンモニア、全リン、リン酸等)測定結果及び経年変化状況、大腸菌、底泥中の石油系炭化水素・重金属含有量、植物相、陸棲・水棲動物相

### (2) プロジェクト概要の理解

- ・社会経済的目標

- ・建設・運営スケジュール表

- ・消費原材料と排出廃棄物

使用する石炭・アルミナの量及び発生する汚泥の量についての算定

- ・クリーンプロダクション技術を応用しているかどうかの検証

- ・環境汚染負荷量の算定

排水の水質(温度、油分、浮遊物質、BOD、TN、TP)、騒音、排ガス、発生汚泥の性状等の算定あるいは評価

- ・燃料消費

各施設の消費電力についての算定

- ・上水消費量

- ・雇用促進状況
- ・代替案の検討

5マイル沖合いでの航路しゅんせつ底泥の投棄について検討している。

- ・拡張計画

(3) 環境インパクトの算定 (図4-1 参照)

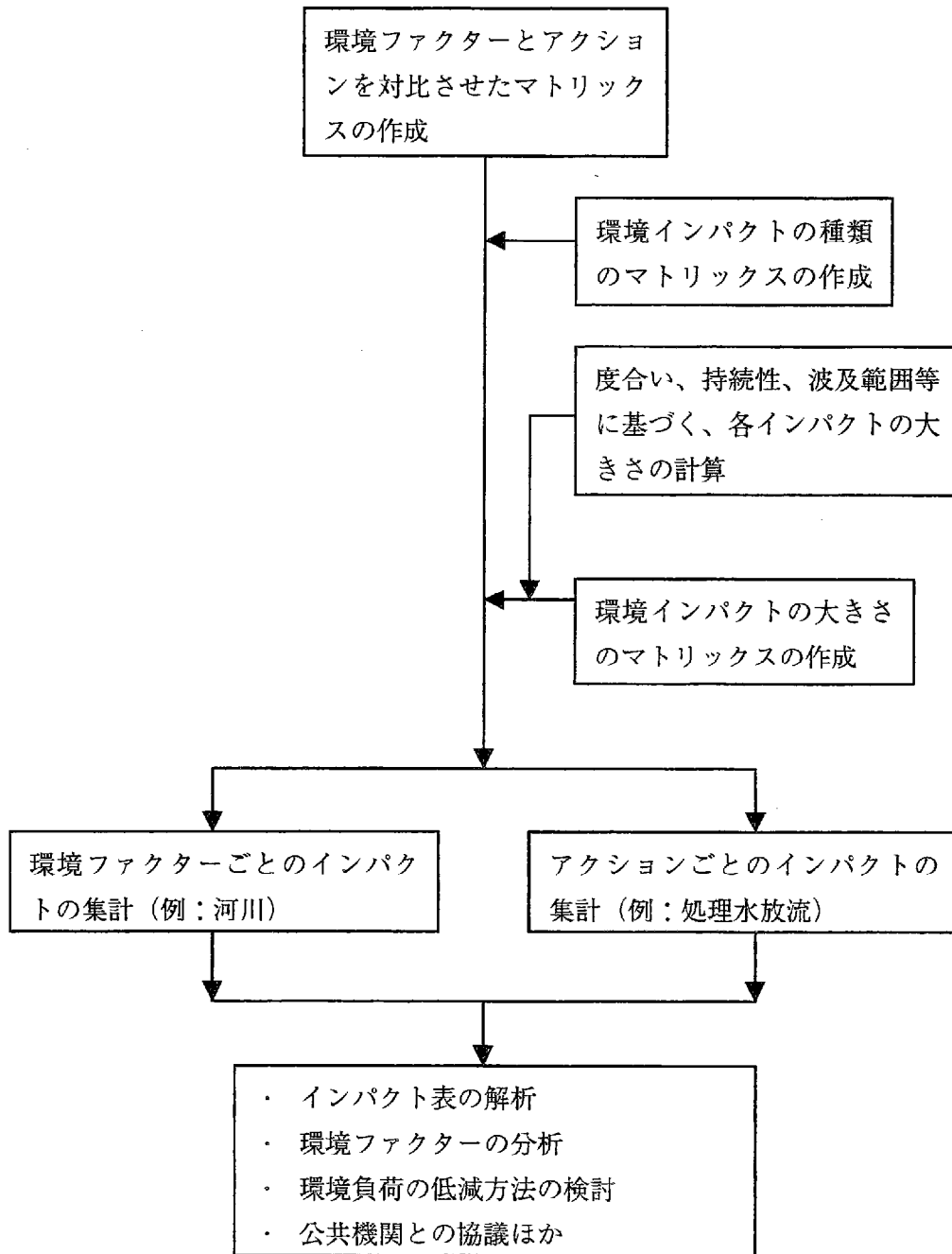


図4-1 環境インパクトの算定のフロー



環境影響（例：水質汚染、土壌汚染）項目（インパクト）を抽出し、各インパクトの大きさを影響度・波及範囲・持続性・反復性等に基づき点数で表す（例：水質汚染 = 30、土壌汚染 = 15）。

建設・操業時の環境への行為（アクション）の抽出を行う（例：処理水放流、汚泥投棄など）。

同時に、環境影響を受ける対象（環境ファクター）の抽出を行う（例：河川水、湾内水、土壌など）。

環境ファクターを縦軸に、アクションを横軸にとったマトリックスを作成し環境ファクターに対するアクションが生じた場合のインパクトの大きさを得点で記入する。

環境ファクターごとのインパクトの合計及びアクションごとのインパクトの合計を集計する。

#### （４）環境影響の評価

（３）のマトリックスの分析

建設時及び操業時分析

公共機関との協議

処理場閉鎖後の計画

事故災害の予防

モニタリング

#### 4 - 2 プロジェクト概要及びプロジェクト立地環境

表 4 - 1 に本プロジェクトの概要を、表 4 - 2 に立地環境を示す。

表 4 - 1 プロジェクト概要

項目	内容
プロジェクト名	キューバ国ハバナ湾汚染源対策調査
背景	ハバナ湾は商港・観光資源として重要であるが、生活・産業排水による富栄養化・油汚染が著しい。これに対してキューバ政府はハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ(GTE)を創設して関係法令の見直し・工場の排水規制等を行ってきた。日本国政府に汚染源対策に係るマスタープラン(M/P)の策定、関連施設建設に係るフィージビリティ調査(F/S)の実施を要請してきた。
目的	下水処理施設整備によるハバナ湾の水質浄化
位置	キューバ共和国ハバナ市
実施機関	GTE(ハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ)
裨益人口	
計画諸元	
計画の種類	新設 / 改良
対象地域	面積：66km <sup>2</sup> 、人口：80万人、下水量： m <sup>3</sup> / 日
排除方式	分流式 / 合流式
処理場	処理方式： 処理能力： m <sup>3</sup> / 日
汚泥処理、処分方式	乾燥 / 焼却、埋立 / 再利用 / その他( )
管渠延長等	開渠 / 暗渠
放流水域等	放流水域：ハバナ湾 放流水質：キューバ側設計基準に順ずる
その他特記すべき事項	計画年次 2020 年

表 4 - 2 プロジェクト立地環境

項 目		内 容
プロジェクト名		ハバナ湾汚染源対策調査
社会環境	地域住民 (居住者 / 先住民 / 計画に対する意識等)	郊外地区住民
	土地利用 (都市 / 農村 / 史跡 / 景勝地 / 病院等)	牧草地 / バナナ園
	経済 / 交通 (商業・農漁業・工業団地 / バスターミナル)	農業主体
自然環境	地形・地質 (急傾斜地・軟弱地盤・湿地・断層等)	台 地
	海岸・海域の状況 (浸食・堆砂 / 潮流・潮汐)	浸食・堆砂等の影響はない
	貴重な動植物・生息域 (自然公園・指定種の生息等)	自然公園・指定種の生息はない
公 害	苦情の発生状況 (関心の高い公害等)	水質汚濁
	対応の状況 (制度的な対策 / 補償等)	工場廃水の排出規制
その他特記すべき事項		他ドナー(地球環境基金(GEF) / 国連開発計画(UNDP))の下水処理プラント建設プロジェクトが進行中

#### 4 - 3 スクリーニング・スコーピング結果

表4 - 3に本プロジェクトのEIAの必要性についてのスクリーニング結果を、表4 - 4にスコーピング結果を示した。表4 - 5に総合評価を加えた。

表4 - 3 スクリーニング結果

環境項目		内 容	評定	備考（根拠）
社会環境	1	住民移転 用地占有に伴う移転 (居住権、土地所有権の転換)	無	下水処理場建設候補地は国有地かつ住民は住んでいない
	2	経済活動	有	バナナ園あるいは牛の放牧地が失われる
	3	交通・生産施設	無	交通は妨げない
	4	地域分断	無	地域分断施設はない
	5	遺跡・文化財	無	遺跡・文化財は存在せず
	6	水利権・入会権	不明	処理水の放流状況によって異なる
	7	保健衛生	不明	汚泥の処理方法によって異なる
	8	廃棄物	有	汚 泥
	9	災害（リスク）	無	大規模造成はない
自然環境	10	地形・地質	無	大規模造成はない
	11	土壌浸食	無	大規模造成はない
	12	地下水	不明	汚泥処分場の位置・汚泥処理方法による
	13	湖沼・河川状況	不明	処理水の放流状況によって異なる
	14	海岸・海域	無	海域の造成はない
	15	動植物	不明	生息状況が不明
	16	気 象	無	気象に影響を与える施設はない
公 害	17	景 観	有	処理場施設の出現
	18	大気汚染	無	汚泥の焼却は行わない
	19	水質汚濁	不明	放流水水質によって異なる
	20	土壌汚染	無	土壌中には何も排出しない
	21	騒音・振動	無	騒音問題は少ない
	22	地盤沈下	無	地下水はくみ上げない
	23	悪 臭	有	処理場/バキュームカーから発生
総合評価：IEE あるいはEIAの実施が必要となる開発プロジェクトか			要	一部に影響が考えられるため

表 4 - 4 スコーピングチェックリスト

環境項目		評価	備考(根拠)	
社会環境	1	住民移転	D	処理場建設候補地に住民はいない
	2	経済活動	B	既存のパナナ園・放牛場の閉鎖
	3	交通・生産施設	D	交通は妨げない
	4	地域分断	D	地域分断施設はない
	5	遺跡・文化財	D	遺跡・文化財はない
	6	水利権・入会権	C	処理水の放流状況によって異なる
	7	保健衛生	C	汚泥の処理方法によって異なる
	8	廃棄物	B	汚泥の発生
	9	災害(リスク)	D	大規模造成はない
自然環境	10	地形・地質	D	大規模造成はない
	11	土壌浸食	D	大規模造成はない
	12	地下水	C	汚泥処分場の位置/汚泥処理方法によって異なる
	13	湖沼・河川状況	C	処理水の放流状況によって異なる
	14	海岸・海域	D	海域の造成はない
	15	動植物	C	生息状況が不明
	16	気象	D	大規模施設はない
	17	景観	B	処理場の出現
公害	18	大気汚染	D	汚泥の焼却は行わない
	19	水質汚濁	C	放流水水質によって異なる
	20	土壌汚染	D	土壌中には何も排出しない
	21	騒音・振動	D	騒音問題は少ない
	22	地盤沈下	D	地下水くみ上げはしない
	23	悪臭	B	処理場/バキュームカーから発生

(注) 評価の区分

A : 重要なインパクトが見込まれる

B : 多少のインパクトが見込まれる

C : 不明(検討する必要がある、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分考慮に入れておく必要あり)

D : ほとんどインパクトは考えられないために IEE あるいは EIA の対象としない

表 4 - 5 総合評価

環境項目		評定	今後の調査方針	備 考
2	経済活動	B	過去の類似例・代替処置の検討	環境調査を実施する場合は CITMA 認定の EIA 実施機関 に委託すること
6	水利権・入会権	C	放流水・放流先水域水質の調査検討	
7	保健衛生	C	汚泥の処分場所・処分方式の調査検討	
8	廃棄物	B	同 上	
12	地下水	C	同 上	
13	湖沼・河川状況	C	放流水・放流先水域水質の調査検討	
15	動植物	C	生息状況の調査	
17	景 観	B	過去の事例の調査	
19	水質汚濁	C	放流水・放流先水域水質の調査検討	
23	悪 臭	B	類似施設の対応等の研究	

(注) 評定の区分

A：重要なインパクトが見込まれる

B：多少のインパクトが見込まれる

C：不明(検討する必要はあり、調査が進むにつれて明らかになる場合も十分考慮に入れておく必要あり)

D：ほとんどインパクトは考えられないために IEE あるいは EIA の対象としない

## 第5章 本格調査の実施方針

### 5 - 1 調査の目的と基本方針

ハバナ湾の水質汚染源対策と水質汚濁防止を目的として、ハバナ湾集水域の下水及び雨水排水システム改善のための下水道改善計画（マスタープラン：M/P）を策定し、下水道整備事業に係る重要かつ緊急性のある優先プロジェクトを選定し、フィージビリティ調査（F/S）を実施する。また本調査を通じてキューバ側カウンターパート（C/P）に技術移転を行う。

暫定的にM/Pの長期的な目標年を2020年とし、中期的な目標年を2009年とする。計画の目標年次については、ハバナ湾浄化・保全・開発のための国家ワーキンググループ（GTE）創設から10年目に当たる2009年までにある程度の結果を出す必要があるという予備調査でのキューバ政府の申し入れに基づき、設定した。今回の調査ではキューバ政府との交渉過程で短・中期として2009年、長期として2020年とすることで合意した。当国では都市計画の将来におけるM/Pのなかで長期にわたる目標年次を設定しているわけではなく、2020年という年次の根拠は当国の計画上見当たらないが、日本の下水道事業に関し、全体計画が約20年で設定されていることを考慮すると妥当であると考えられる。また、日本の下水道法による事業認可期間が約7～8年であることから、2009年もそれに照らし合わせて妥当であると考えられる。

なお、キューバとの技術協力において日本政府による無償や有償資金協力が現状投入されておらず、事業化の確実性が薄いことから予備調査段階では、プレF/Sの方向で進めてきた。しかし、調査を通じて、地球環境基金（GEF）の調査で技術的な調査がなされておらず、下水処理場建設事業への融資が断られたケースがあったこと、また実際に融資が承認されたケースでも事業費積算が正確になされていないために、工事実施にあたって追加資金が必要になっているケースがあるなど、GTEが直面している問題があることが判明した。キューバ側は、我が方の開発調査において、プレF/Sでなく、F/Sを実施してほしいと強く要請してきた。このことを受け、日本国内の関係機関との協議のなかで、初めてのキューバとの開発調査でもあり、「先方の要望に沿った、比較的明快な調査」をめざし、F/Sを実施する必要があると判断した。

### 5 - 2 調査対象地域

ハバナ湾（約6 km<sup>2</sup>）及び集水域（約66km<sup>2</sup>）とする（実施細則（S/W）参照）。

### 5 - 3 調査項目の内容

本件調査は以下の3つのフェーズに分けて実施するものとする。

#### （1）フェーズ：基礎調査

ハバナ湾の水質汚染源と水質汚濁の現状を把握するとともに、現在実施されている水質汚染

源対策を評価・分析し、ハバナ湾の水質汚濁防止に必要な提言を行う。また、そのなかにおいて、ハバナ湾の富栄養化防止対策を含む下水道に必要とされる水質改善目標を設定する。

- 1) 調査に必要な既存資料、情報の収集・分析
- 2) 現地踏査及び現地実査（水質、下水、排水、社会・環境）
- 3) 関連計画のレビュー・分析
- 4) 水質汚濁解析及び水質改善目標の設定
- 5) 水質汚濁防止対策の提言

(2) フェーズ：下水道マスタープランの策定

ハバナ湾の水質汚濁防止に必要な下水道マスタープランを策定する。そのなかにおいて、ハバナ湾集水域の下水道整備事業の全容を明らかにするとともに、技術的、経済的観点から、ハバナ湾の水質改善に最も効果的な下水道整備事業を優先プロジェクトとして選定する。

- 1) 計画基本方針及び社会経済フレームの設定
- 2) 下水管路・排水施設の水理解析及び下水処理方式の検討
- 3) 概略施設計画及び概略事業費積算
- 4) 段階的整備計画
- 5) 初期環境調査（IEE）
- 6) M/P 評価及び優先プロジェクトの選定

(3) フェーズ：下水道整備事業に係る優先プロジェクトのフィージビリティ調査

フェーズで選定された、下水道整備事業に係る優先プロジェクトのフィージビリティ調査（F/S）を実施する。

- 1) 施設計画・設計
- 2) 施工・資機材購送計画
- 3) 運営維持管理計画
- 4) 組織強化・人材育成計画
- 5) 事業費積算・資金計画
- 6) 環境影響評価（EIA）
- 7) 事業評価（社会、経済、財務、環境、技術等）
- 8) 事業実施計画



## 5 - 4 調査工程及び要員計画

### (1) 調査工程

調査工程は、平成 14 年 6 月上旬から開始し、約 18 か月後の終了を目途とする。

### (2) 調査分野

本調査には、下記の分野を担当する団員を参加させることを基本とする。

- 1) 総括 / 下水道計画
- 2) 水質分析 / 湾内水質汚濁解析 / 水質汚染源対策
- 3) 環境教育・法制度 / 環境影響評価 / 社会配慮
- 4) 下水処理施設計画・設計
- 5) 下水管路施設計画・設計
- 6) 雨水排水施設計画
- 7) 積算 / 施工計画
- 8) 社会経済 / 財務分析

## 5 - 5 調査用資機材

本格調査の実施に際し、日本側にて準備する必要のある資機材は以下のとおり。

- |                      |      |
|----------------------|------|
| 1) 解析用パソコン(デスクトップ)   | 2台   |
| 2) 水質汚濁解析ソフト         | 1セット |
| 3) 下水道水理解析設計ソフト      | 1セット |
| 4) プリンター(解析用パソコン用)   | 2台   |
| 5) 複写機               | 1台   |
| 6) ファクシミリ            | 1台   |
| 7) 管路調査TVカメラ(接続管調査用) | 1台   |
| 8) 小型ガス探知器(下水管路調査用)  | 2台   |
| 9) 分析用試薬・消耗品         | 1式   |

## 5 - 6 調査の留意事項

### (1) 技術移転の実施について

本調査で実施する技術移転に対するキューバ側の要望は、大変大きいものであり、一方的に技術を移転されるという立場ではなく、調査団とC/Pが対等な立場に立ち、お互いの経験を共有することに配慮して、On the job training (OJT) やセミナー等を開催してほしいとの要望が出ている。このため各分野ごとに数名のC/Pを配置することを議事録(M/M)で合意した。

そのため、調査内容、方法、結果を導き出す根拠等については、C/Pに明確に伝えるとともに、報告書の記載についても、根拠、論理構成、方法等を明確に記述するよう留意し、キューバの総合的な能力向上に資するものになるように十分留意すること。

## (2) 下水処理方式の選定

ハバナ湾の富栄養化防止対策の観点から、下水処理方式の選定にあたっては、2次処理の段階で標準活性汚泥法に比べ、窒素、リンの除去効果がある経済的な処理方式を検討し、技術的・経済的に現地の条件に最も適応した処理方式を提案すること。

また、キューバでは下水処理場を維持管理した経験は、散水濾床法とオキシデーション・ラグーン(酸化池)による簡易な方法しかないことから、複雑な維持管理を必要とする下水処理場は適切でないと考えられる。現状の経済力を勘案すると、維持管理に多大な費用を要することも好ましくなく、建設費だけでなく維持管理費までを含めた、ライフサイクルコストを考慮して処理方式を提案すること。

## (3) 現在実施中の下水処理場建設計画との整合性

ルジャノ川の下流域及び河口の2か所で、イタリア並びにGEF/国連開発計画(UNDP)の援助による下水処理場建設計画が実施中である。これらの下水処理場建設計画は緊急処置的に計画された経緯があり、中長期的な観点から下水道マスタープランとの整合性を図る必要がある。

特に、ルジャノ川下流域のGEF/UNDPの援助による下水処理場建設計画は、現在コンサルタントの国際入札の段階にあり、コンサルタントによる設計作業時期が本格調査の下水道マスタープラン策定の時期と重なるため、十分な情報交換を行い計画の整合性を図ること。

## (4) 下水処理場位置の選定と土質調査

イタリア援助によるルジャノ川下流域の下水処理場は、地質調査が不十分であったことから設計変更を余儀なくされ、土木工事の建設着工が遅延している。下水処理場の用地は、もともと地質が必ずしも良くない低湿地等に建設するケースが多く、特にハバナ湾集水域では過去に河川や海岸近傍にゴミの埋め立て等を行った経緯があることから、それら過去の状況を事前に踏まえたうえで位置を選定するとともに、十分な土質調査を行うこと。

## (5) 持続可能な下水道維持管理財源の検討

ハバナ湾集水域の下水道整備事業では、建設費の負担はGTEで、維持管理費の負担は上下水道公社となっている。上下水道公社は上下水道料金収入で運営されているが、料金は政府に

よって政策的に決定されるため、十分な補修費や維持管理費の捻出がままならない状況にあり、サービスの向上を図る財源がない。したがって、本格調査の優先プロジェクトのF/Sにおいては、中長期的な観点から、持続可能な補修・維持管理財源の確保について検討を行い、提言を行うこと。

#### (6) 水質モニタリングシステムの提言

現在、水質を分析する機関ごとに分析項目・頻度等がまちまちであり、その結果水質を統一的に評価できない。湾水・河川水・下水・工場排水の水質を一貫して比較検討できる水質モニタリングシステムについて提言する。

測定ポイントの確立（湾周辺については運輸省湾岸環境センター（CIMAB）が確立しているが、河川・下水・水源等は測定位置によって結果がかなり影響を受けるため、水質測定ポイントの位置を固定する。）

測定項目の統一化（各測定ポイントとも測定項目を基本的に一本化する。）

測定頻度の設定（最低雨期と乾期の2回とする。）

#### (7) 環境影響評価（EIA）

EIAはキューバの環境影響評価制度に基づいて、科学環境技術省（CITMA）に認定された機関に業務を再委託して、定められた様式に従って行うこと。

#### (8) 調査用資機材等の準備

キューバでは、アメリカの経済制裁や旧ソ連の援助の停止によって、調査用資機材のみならず生活物資が極端に不足している。本格調査の円滑な実施のためには、調査用資機材、事務用品等について事前に十分な調達の準備を行うこと。

#### (9) 分析用試薬・消耗品の供与

キューバ国内の分析機関には基本的に試験機器はそろっているものの、分析に用いる試薬・消耗品が不足している。本格調査の円滑な実施のためには、試薬・消耗品をあらかじめキューバ側の分析機関に供与する必要があり、試薬・消耗品を準備すること。

#### (10) 現地再委託の特殊性

キューバは社会主義国であり、民間企業が存在せず、現地再委託先は国営企業である公社等がその対象となる。これら機関は能力も高く、事業・調査経験もあり、現地関連機関を活用する観点から、またキューバの特殊性にもかんがみ、可能な範囲で現地再委託することが期待さ

れる。競争原理に基づいた選定がしにくい、業務の現地再委託にあたっては、適正な価格で適正なサービスが提供されるよう、再委託業務の監督を十分に行うこと。

(11) キューバ側への十分な説明機会

キューバでは、JICA 開発調査の本格調査の実施は今回が初めてである。したがって、先方政府・C/P が不慣れであるため、調査の実施にあたっては、十分な説明の機会を設けること。

(12) 在キューバ国日本大使館及びメキシコ JICA 事務所への十分な説明機会

本件の進捗に関し、適宜在キューバ国日本大使館に報告を行うこと。また帰路等を利用しメキシコ JICA 事務所に対しても併せて進捗報告等を行うこと。