

目 次

序 文
地 図
写 真

第1章 事前調査の概要	1
1-1 調査の目的	1
1-2 調査団の構成	2
1-3 主要面談者	3
1-4 調査日程	5
第2章 事前調査結果の概要	6
2-1 要請の背景及び経緯	6
2-2 協議の内容及び結果	6
第3章 グアナバラ湾の水質汚濁対策に係る現状と課題	10
3-1 対象地域の概要	10
3-1-1 自然的条件	10
3-1-2 社会的・経済的条件	14
3-2 関連する計画・基準・組織	16
3-2-1 上位計画	16
3-2-2 関連組織	17
3-2-3 関連基準	19
3-2-4 関連プロジェクト	20
3-3 水環境の現状と課題	25
3-3-1 水環境の現状	25
3-3-2 水質モニタリングへの取り組み	29
3-3-3 水質汚濁対策の課題	32
3-4 下水処理に関する現状と課題	35
3-4-1 下水処理の現状	35
3-4-2 下水道M/Pの概要	41
3-4-3 下水処理の課題	48

第4章 環境予備調査	50
4-1 環境影響評価制度	50
4-2 プロジェクト概要及びプロジェクト立地環境	52
4-3 スクリーニング・スコーピング結果	53
第5章 本格調査の実施方針	57
5-1 調査の目的と基本方針	57
5-2 調査対象地域	57
5-3 調査項目と内容	57
5-4 調査工程及び要員計画	58
5-5 調査用資機材	59
5-6 調査実施上の留意点	59
付属資料	
1. Terms of Reference (ポルトガル語・日本語)	63
2. 質問表	92
(1) 英語 (質問)	92
(2) ポルトガル語 (質問と回答)	98
(3) 日本語 (回答)	115
3. Scope of Work	137
4. Minutes of Meeting	145
5. 主要会議議事録	149
6. 新聞記事	158
7. 平成11年度在外プロジェクト形成調査報告書	162
8. 主要収集資料リスト	200
9. ローカルコンサルタンtrリスト (コンサルタント)	203
10. 事前評価表	205

第 1 章 事前調査の概要

1 - 1 調査の目的

本件調査は、我が国に対するブラジル連邦共和国（以下「ブラジル」と記す）政府の要請に基づき、同国リオ・デ・ジャネイロ州グアナバラ湾内の浄化に向けた水質汚濁の解決方法に係るフェージビリティ調査（F/S）を実施することを目的とする。

今回は、以下の点に留意しつつ実施調査のS/W協議・署名を目的として、事前調査（S/W協議）を実施した。

調査においては、現地調査及びブラジル及びリオ・デ・ジャネイロ州側との協議を通じて、現状と問題点を把握し、本格調査の実施方針を検討することとした。

(1) 上位計画との関係で本件調査の位置づけと意義を明確にする。

1994年に「グアナバラ湾水質汚濁防止調査計画」で策定されたマスタープラン調査（M/P）に対して、今後どの程度まで対策を実施する用意があるか将来の展望についても確認する。

(2) カウンターパート（C/P）であるリオ・デ・ジャネイロ州衛生水資源局（SESARH）の受入体制と技術移転の対象を明確にする。

(3) ほかの援助機関による活動内容と範囲を確認し、本件調査の範囲を明確にする。

※特に国際協力銀行（JBIC）による円借款「グアナバラ湾流域下水道施設整備事業」の進捗状況及び課題等を調査し、本件とのデマケーションを明確にする。

(4) 関係機関に対するヒアリングと現地踏査を行って水質汚濁状況及び対策上の問題を把握し、本件調査の必要性と期待される効果を明確にする。

(5) 本格調査で必要となるアウトプットや精度を明確にする。

「グアナバラ湾水質汚濁防止調査計画」で策定されたM/Pのレビューがどの程度まで必要か確認する。

(6) 本格調査にあたって必要となる既存資料、データ類の賦存状況、利用可能性、精度を調査し、収集方法を明確にする。

(7) C/P所有機材の状態を確認するとともに、現地再委託が可能な業務に係る業者の能力と価格、及び調査用資機材の現地調達の可能性について調査する。

(8) 上記の結果に基づき、機材調達計画を作成する。

(9) C/P研修について説明を行い、これらを通じた技術移転の内容について、先方の要望を調査する。

(10) 開発調査のスキームについて、先方の理解を得る。

1 - 2 調査団の構成

	担当分野	氏名	所属	派遣期間
団長	総括、 環境管理	水口 正美	国際協力事業団 国際協力専門員	2001年10月28日 ～2001年11月10日
団員	下水行政、 水質保全	岡安 祐司	独立法人土木研究所 水循環研究グループ水質チーム研究員	2001年10月27日 ～2001年11月10日
団員	調査企画、 事前評価	山口 和敏	国際協力事業団 社会開発調査部社会開発調査第2課	2001年10月27日 ～2001年11月10日
団員	下水・ 衛生施設計画	福田 文雄	株式会社ソーワコンサルタント 代表取締役	2001年10月27日 ～2001年11月17日
団員	環境・ 社会配慮	兼綱 孝紀	東和科学株式会社 海外開発部課長	2001年10月27日 ～2001年11月17日
団員	通訳	藤沢 圭子	(財)日本国際協力センター 研修監理員	2001年10月27日 ～2001年11月17日

1 - 3 主要面談者

(1) ブラジル側関係者

1) ブラジル協力事業団 (ABC)

Mr. Marcos Lins Faustino Technician

Ms. Mariana T. Rezende Technician

2) リオ・デ・ジャネイロ州衛生水資源局 (SESARH)

Mr. Luiz Henrique Lima State Secretary

Mr. Luiz Edmundo C. Leite Sub – Secretary

3) リオ・デ・ジャネイロ州上下水道公社 (CEDAE)

Mr. Alberto José Mendes Gomes President

Mr. Luiz Edmundo Cascão Silva Chief of PDBG Executing Division

Mr. Rafael Carvalho de Oliveira Santos Chief of Technical Service

Mr. Júlio César Borsoi Jr. Assessor

Mr. Maurício Gomberg Superintendent

Mr. Ciro Lacerda Correia Filho Chief of Division

Mr. Flávio J. Soares de Moura Engineer

Mr. Alberto Burd Engineer

Mr. Marcos Antônio Coimbra do Nascimento Engineer

Mr. Mario da Costa Consultant

Mr. Mauricio Abaramant Guerbatin Enterprising Director

Mr. Affonso Aciolli Consultant

4) リオ・デ・ジャネイロ州環境工学財団 (FEEMA)

Ms. Isaura Fraga President

Mr. Celso Simões Bredariol Director

Ms. Elizabeth Lima Chief of Water Quality Division

5) アレグリア下水処理場 (Alegria WWTP)

Mr. Leandro de Souza Coelho Filho Chief of Services

6) パブナ下水処理場 (Pavuna WWTP)

Mr. Luís Fernando Granja Chief of Services

(2) 国際機関関係者

1) 米州開発銀行 (IDB)

Mr. Patrício Naveas

Sectorial Specialist

Ms. Patrícia Xamego

Public Information Assistant

(3) 日本側関係者

1) 在ブラジル日本大使館

山本 啓司

公使

小川 博之

二等書記官

2) 在リオ・デ・ジャネイロ日本国総領事館

高橋 利弘

総領事

瀬川 進

首席領事

平川 雅浩

領事

3) 国際協力銀行 (JBIC)

西山 洋平

リオ・デ・ジャネイロ首席駐在員

竹内登志崇

リオ・デ・ジャネイロ駐在員

4) JICAブラジル事務所

松谷 広志

所長

伊藤 高

次長

大塚 和哉

担当所員

Mr. Mauro Manabu Inoue

Assessor Executivo

1 - 4 調査日程

日順	月日	曜日	調 査 工 程			宿泊地
			官ベース (水口団長)	官ベース	役務提供団員	
1	10月27日	土	(別案件調査)	19:05 東京発 9:30 サンパウロ着 (JL048)		機内泊
2	10月28日	日	6:30 プエノス・アイレス発 12:01 ブラジリア着 (RG8639)	13:48 サンパウロ発 15:15 ブラジリア着 (JJ3708) 団内打合せ		ブラジリア
3	10月29日	月	8:30 JICA事務所表敬・打合せ 9:30 日本大使館表敬 11:00 IDB表敬 15:00 ABC表敬 18:02 ブラジリア発 19:30 リオ・デ・ジャネイロ着 (RG2019)			リオ・デ・ジャネイロ
4	10月30日	火	9:00 団内打合せ 15:00 SESARH表敬 16:30 リオ・デ・ジャネイロ総領事館表敬			リオ・デ・ジャネイロ
5	10月31日	水	9:00 開発調査スキーム、S/W案説明 (SESARH、CEDAE) 15:30 FEEMA表敬、協議			リオ・デ・ジャネイロ
6	11月1日	木	8:00 PDBGフェーズII対象地現地踏査 (ヘリコプター) 14:30 州下水道M/P説明、協議 (SESARH、CEDAE)			リオ・デ・ジャネイロ
7	11月2日	金	9:00 グアナバラ湾流域現地踏査			リオ・デ・ジャネイロ
8	11月3日	土	9:00 PDBGフェーズI地域現地踏査			リオ・デ・ジャネイロ
9	11月4日	日	S/W、M/M案団内検討			リオ・デ・ジャネイロ
10	11月5日	月	9:00 S/W協議 (SESARH、CEDAE)、M/M案作成			リオ・デ・ジャネイロ
11	11月6日	火	9:00 S/W・M/M協議 (SESARH、CEDAE)	補足調査・資料収集		リオ・デ・ジャネイロ
12	11月7日	水	10:00 S/W・M/M署名 14:30 総領事館報告 16:00 JICA事務所表敬・打合せ 19:00 リオ・デ・ジャネイロ発 20:31 ブラジリア着 (RG2206) 官団員帰国	10:00 S/W・M/M署名 (リオ・デ・ジャネイロ分) 補足調査・資料収集		ブラジリア、 リオ・デ・ジャネイロ
13	11月8日	木	10:30 日本大使館報告 14:00 JICA報告 19:12 ブラジリア発 20:45 サンパウロ着 (RG2267)	補足調査・資料収集		リオ・デ・ジャネイロ
14	11月9日	金	0:50 サンパウロ発	補足調査・資料収集		機内泊、 リオ・デ・ジャネイロ
15	11月10日	土	13:35 東京着 (RG8836)	補足調査・資料収集		機内泊、 リオ・デ・ジャネイロ
16	11月11日	日		補足調査・資料収集		リオ・デ・ジャネイロ
17	11月12日	月		補足調査・資料収集		リオ・デ・ジャネイロ
18	11月13日	火		補足調査・資料収集		リオ・デ・ジャネイロ
19	11月14日	水		14:20 リオ・デ・ジャネイロ発 16:01 ブラジリア着 (SL5294) JICA事務所報告		ブラジリア
20	11月15日	木		19:12 ブラジリア発 20:45 サンパウロ着 (RG2267) 役務団員帰国		-
21	11月16日	金		0:50 サンパウロ発		機内泊
22	11月17日	土		13:35 東京着 (RG8836)		機内泊

第2章 事前調査結果の概要

2-1 要請の背景及び経緯

美しい自然を有するグアナバラ湾はリオ・デ・ジャネイロ市のシンボルであり、その景観はブラジルの代表的なイメージの一つとなっている。そのうち湾内の未開発地域においては、計画性のない伐採や埋立などの開発や生活排水、廃棄物の不法投棄による公害が発生しており、同水域の環境が大きく損なわれている。特に公衆衛生や環境保護プログラムへの投資が遅れているため、十分にインフラが整備された市の中心部と、インフラが欠如している周辺部との間では大きな不均衡を生じており、同水域の水質汚濁によって推定800万人もの市民生活に影響を及ぼしている。

これらのグアナバラ湾水域の深刻な水質汚濁に対して、ブラジル政府の要請を受け、1992年から1994年にかけて「グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査」が実施され、作成されたM/Pに基づいて、水質浄化に向けた下水道整備事業第1期工事がJBIC及びIDBからの融資によって現在行われている。

しかし、第一期工事のみでは必ずしも十分に汚濁物質を除去できない状況であり、更なる汚濁物質除去のための下水処理方法の改善策は、当地の住民の関心も高く、リオ・デ・ジャネイロ州政府も最優先課題の一つと考えている。

かかる背景のもと、2000年にブラジル政府は、我が国に対して、第一期工事終了後の湾内の浄化に向けた水質汚濁の解決方法に係るF/Sの実施を要請した。これを受けて我が国は2001年10月に事前調査団を派遣し、本件調査のS/Wを署名・交換した。

2-2 協議の内容及び結果

事前調査団は、2001年10月29日より現地調査を開始し、日本大使館、JICAブラジル事務所、SESA RH、CEDAE等を訪問し、これら関係者から有益な情報を収集するとともに、現地踏査を実施し調査対象地域の現状把握を行った。

また、SESA RH及びCEDAEと協議を行い、2001年11月7日にS/W及びミニッツ(M/M)をSESA RHのリマ局長と水口事前調査団長(JICA国際協力専門員)との間で署名・交換を了した。なお、S/Wについては、援助受入窓口機関となるABC長官の署名も取り付けた。

協議の概要については、以下の通り。

- (1) 本件調査団の受入れに対し、ブラジル側はSESA RH局長以下、湾の水質改善のためには下水道整備事業をはじめとする早急な対策が必要であるとの認識を持っている。

また、州政府策定の「グアナバラ湾環境改善プログラム(PDBG: Programa de

Despoluicao da Baia de Guanabara)」の中で既にJ B I Cによる円借款「グアナバラ湾流域下水道施設整備事業（P D B GフェーズI）」及びI D Bによる融資が実施されており、湾内の海水浴場の水質改善が報告されるなどの具体的な成果も現れていることから、未整備地域に下水道事業を展開していくためにF / Sが必要であるとの認識を持っており、今回要請している我が国による協力を非常に強い期待を示した。

(2) ブラジル政府からの要請書（T O R）による調査対象は、グアナバラ湾の水質汚濁を解決するための下水道事業、廃棄物処理、環境プログラム及び大型排水事業と広範囲に及んでいるため、日本側の調査実施方針として、F / Sの対象を下水道整備に絞り込む意向を先方に対し、ブラジル事務所経由で事前に説明し、口頭で同意を得ていた。

今回の協議において、J I C Aの開発調査のスキームを事前に説明したうえで、F / Sの対象を下水道整備のみとする対処方針を提示し、先方との間で合意した。

(3) 調査団より、本件調査を実施するうえでの留意点として、同国における過去の調査結果等の資料提供を含めて、ブラジル側の協力が不可欠である点を指摘し、ブラジル側からも前向きな回答を得た。

(4) 今回のヒアリング及び現地調査を通じて、P D B GフェーズI プロジェクトが順調に進捗していることを確認できたが、一方でP D B GフェーズIのみでは下水道整備は不十分であること、湾に流入する河川及び湾内において深刻な水質汚濁が進行しており、抜本的な対策が必要であること等が判明した。

(5) 下記を踏まえ、ブラジル政府及びリオ・デ・ジャネイロ州政府側と協議を行った結果、当初のS / W（案）は、修正のうえ、署名・交換された。S / Wの主な修正点及びM / Mの要点は次のとおり。

1) 調査名

当初S / W（案）では、「The Study on Management and Improvement of the Environmental Conditions of Guanabara Bay」としていたが、先方より対象地域名であるリオ・デ・ジャネイロを明記してほしいとの要望が強いことから、協議の結果、「The Study on Management and Improvement of the Environmental Conditions of Guanabara Bay in Rio de Janeiro」とした。

2) 調査目的

M/Pのレビューについて、当初JICAが1994年に作成した水質汚濁防止のためのM/Pが対象であったが、協議の中でブラジル側が作成した下水道M/Pの存在が明らかになり、下水道事業プロジェクトのF/Sを行うために下水道M/Pのレビューを追加した。

3) 調査対象地域

本調査の対処方針では、当初調査対象地域図をF/S候補地のみに限定していたが、現地踏査、水質調査、M/Pレビューの対象は湾流域全体となるために調査対象地域はM/P時と同様グアナバラ湾流域とした。なお、F/S対象地域については、先方から具体的な地域が要望されているものの、本格調査の中で絞り込みを行う方針を説明し、M/Mに記載した。

4) 実施機関

対処方針どおり、実施機関はSESARHであり、技術的にはSESARHの監督下にあるCEDAEからC/Pが配置される予定である。

なお、本格調査団の具体的な団員構成及び調査日程が決まりしだい、ブラジル側がJICA事務所を通じて連絡を受け、C/P配置に着手するという進め方を双方で確認した。

5) 調査期間

原案では調査期間を15か月としていたが、調査対象が広く、作業や契約に要する期間等を考慮すると時間が足りなくなるため、18か月に変更することで合意した。

6) C/P研修員の受入れ及び技術移転セミナー

ブラジル側はF/S実施とともに技術移転も強く希望しており、その手段として日本におけるC/P研修とブラジルにおける技術移転セミナーの説明を行い、先方から双方について要望があったため、M/Mに記載した。

7) ブラジル側の便宜供与事項

調査用車両の手配を含むS/Wに係る事項については、ブラジル側の合意を得た。

8) Steering Committee

調査団から調査の円滑な推進及び調査結果の活用のためのSteering Committeeに

おける必要性を説明し、ブラジル側が本格調査開始までにP D B Gに係る委員会をベースにして設置するとの回答を得たので、その旨M/Mに記載した。

9) その他

報告書については先方からポルトガル語版作成の要望があったため、インテリム、ドラフト・ファイナル及びファイナル・レポート要約に限ってポルトガル語版の作成を前向きに検討する旨M/Mに記載した。

第3章 グアナバラ湾の水質汚濁対策に係る現状と課題

3-1 対象地域の概要

3-1-1 自然的条件

(1) 地形

調査対象地域であるグアナバラ湾流域は、北縁に標高1,000～2,000 mの山地が東西へ伸び、南縁に標高500～1,000 mの山地が海岸線にほぼ平行して伸びており、その一部が湾口部の岸壁となっている。これらの山で区切られた流域内の大部分はなだらかであり、特に北西部及び北東部の大部分は平野で、河口デルタの多くは湿地となっている。

湾内には大小45の河川が流入しており、比較的大きな河川としてはグアラピミリン川、カセレブ川、イグアス川などがある。北東部流域から湾奥に流入する河川（グアラピミリン川、カセレブ川など）は流域面積が大きく、下流にマングローブが茂る広い塩基性湿地が広がっている。これに対して、西部流域からリオ・デ・ジャネイロ市を通過して湾へ流入する河川（イグアス川）は流域面積が小さく、勾配が急なことから流達率が大きく洪水の被害を頻繁にもたらしている。

参考として、図3-1に湾流域における地形を示す。

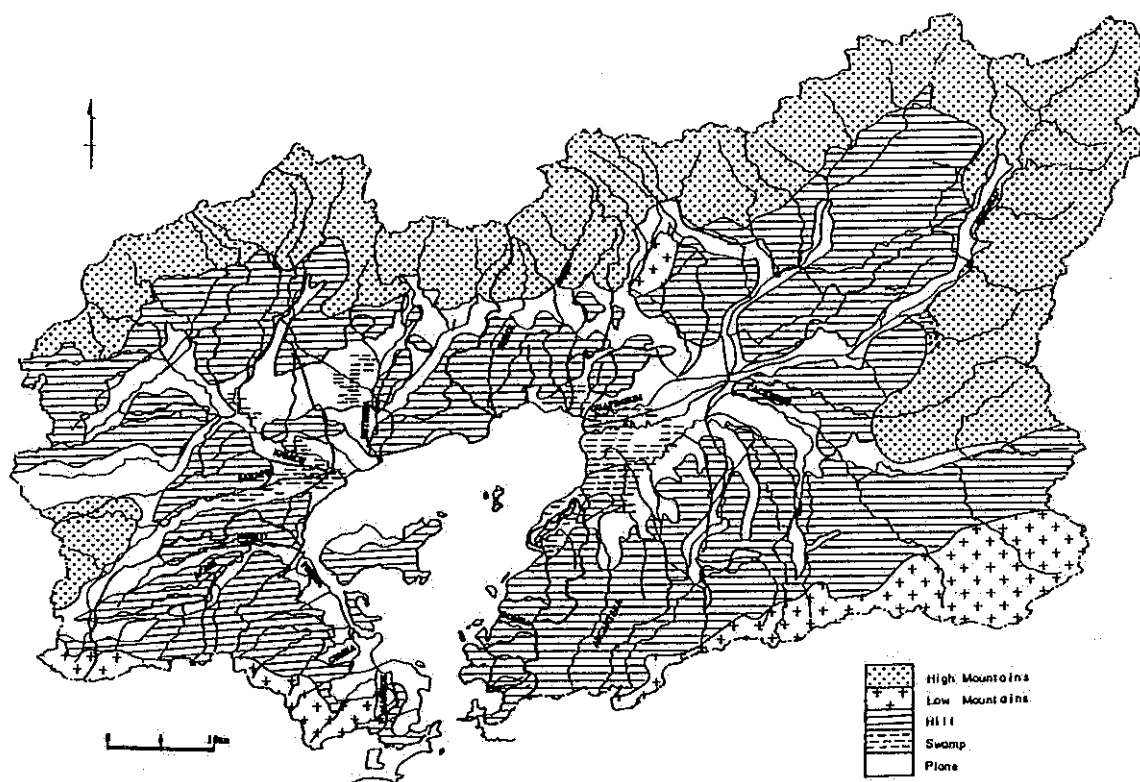


図3-1 グアナバラ湾流域の地形

(出所) 「The study on recuperation of the Guanabara Bay Ecosystem(vol.2)」, 1994, JICA

(2) 地質

湾流域はセーラ・ド・マール岬の山々に囲まれており、アトランティック・モバイル・ベルトとして知られる変動帯をなしている。

流域内の北部には結晶質岩盤（アララス岬及びオルガンス岬）、南部には沿岸マッシーフ（ペドラ・ブランカ及びチジュッカ）が分布している。これらは、アンパロ及びパラíba・ド・スールの複合した先カンブリア紀の岩層であり、片麻岩、珪岩、塩基性岩、角閃岩などからなっており、セーラ・ドス・オルガンス岬に多く見られる変成した花崗岩が、基本的な地盤の地層に貫入した形で存在している。また、湾流域とセペチーバ平野の分水嶺に位置するセーラ・ド・メンダーニャ岬には、白亜紀後期から第三紀後期の貫入性塩基性岩が多く見られる。

湾岸の平野部には数多くの丘が分布している。これらは結晶岩盤が露出したものか、シルト粘土質の残留層又は崩壊層に覆われたもので、一部は建材や土木工事用の粗砂原料として利用されている。

準平地帯では第四紀の堆積岩が分布している。これらの代表的なものがマカク層といわれ、薄い皮膜状の砂質堆積層の重なりからなっており、凝結度が低く、色は黄色や赤色をおびたものや紫がかかったものなどがあり、多くは酸化鉄が交ざっている。そのほかには、長石や黒雲母などを含んだ珪砂や、砂利、砂、未凝結シルトからなる沖積層などが存在している。

(3) 気象

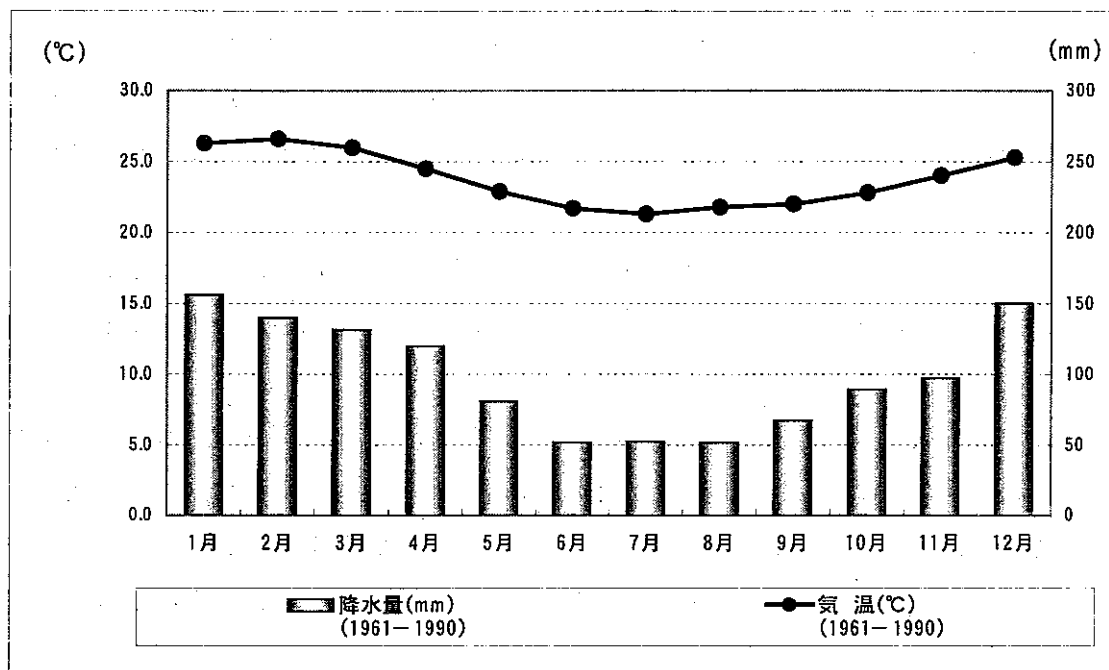
湾岸に位置する調査対象地域周辺は、亜熱帯気候区に属しており、植生分布に基づき気候分類されているケッペンの気候区分によるとAW（サバナ気候）タイプに該当し、最寒月の平均気温が18℃以上で熱帯雨林気候よりも気温の年較差が大きいという特徴をもっている。

表3-1 にリオ・デ・ジャネイロ市内の気象台における気象観測結果（気温、湿度、降水量）の統計値をまとめたものを示す。

これによると、月平均気温は2月が最高で26.6℃、7月が最低で21.3℃、湿度は月別に大きな変化はなく76%前後となっている。また、年間降雨量は約1,200mmであり、近年の降雨パターンは不規則であるが、一般的には12月～3月が雨季、6月～8月が乾季と言われている。

表3-1 リオ・デ・ジャネイロ市の気象

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
気温(°C) (1961-1990)	26.3	26.6	26.0	24.5	22.9	21.7	21.3	21.8	22.0	22.8	24.0	25.3	23.8
湿度(%) (1961-1967)	78	76	76	77	77	76	75	74	74	76	77	76	76
降水量(mm) (1961-1990)	155.8	139.9	131.4	119.7	80.9	51.8	52.3	51.6	67.1	89.1	97.2	150.1	1186.9



(出所)「理科年表 平成13年(机上版)」、平成12年、国立天文台編纂

(4) 水象

湾の面積は島々を含めて約381km²であり、平均水深は7.5mであるが、主航路では20m以上と深く、総水量は約2.9×10⁹m³となっている。

流域全体は約4,000km²の面積を有しており、16の流域に区分することができる。その主なものは、マラカナン川流域、クーニャ水路流域、イラジャ川流域、パブナ川・メリチ川・アカリ(Acarí)川流域、サラプイ川流域、イグアス川・ポッタ川流域、エストラレーラ川流域、スルイ川流域、ロンカドール川流域、グアラピミリン川流域、カセレブ川流域、グァシンディーバ川・アルカンタラ川流域、インボアス川流域である。

湾西部と北部に流入する主要河川は、セーラ・ド・マール岬(標高1,000m以上)を源流域とし、急勾配の中を平野部まで流れていくものの、その後はなだらかに湾まで流れ込んでおり、特に比較的広い流域面積を有して下流にマングローブ林が形成されていることが一つの特徴となっている。

(5) 土地利用

表3-2に湾流域内における土地利用状況を衛星写真(1996年)によって面積の構成比を解析した結果を示す。

これによると、湾流域内では北部の山地が面積的に多く、森林や草原が全体の約4割を占めている。市街地は平野部に大きく広がっており、その割合は低密度から高密度まで含めると全体の20%以上を占め、この割合は年々増加傾向にあり、市街地への人口集中が土地利用の変化からも裏づけられている。特に、湾西部ではリオ・デ・ジャネイロ市を中心にイグアス川、エストレーラ川の流域にまで、湾東部ではニテロイ市を中心にサン・ゴンサロ(São Gonçalo)市、イタボライ市にまで広がっており、標高200m以下の地域に森林はほとんど残っていないのが現状である。

表3-2 グアナバラ湾流域内の土地利用状況

土地利用区分	構成比(%)	土地利用区分	構成比(%)	土地利用区分	構成比(%)
F○森林	18.59	AA農村地帯	10.36	UM市街地(中密度)	5.23
V S二次植生	15.59	S E土面露出地帯	0.36	UA市街地(高密度)	6.42
V V湿地帯	1.78	R E植林地帯	0.04	A E特別地区	0.55
VMマングローブ帯	1.35	A R岩面	0.42	MA水面	0.34
A I可浸水地帯	0.81	MD退マングローブ帯	0.88	NU雲	0.14
C P草原地帯	21.30	A P砂地(砂浜)	0.01	—	—
E D侵食斜面	5.51	U B市街地(低密度)	10.32	—	—

(出所)「Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia Hidrografica da Baía de Guanabara」, 2001

(注) 構成比の算出はSPOTによる衛星写真を利用したもの。

3-1-2 社会的・経済的条件

(1) 行政

グアナバラ湾流域はリオ・デ・ジャネイロ州に位置し、州全体の面積は4万3,305km²で、このうちリオ・デ・ジャネイロ首都圏は約6,500km²となっており、湾流域は約4,000km²と約6割を占めている。湾流域は15の地方自治体が含まれており、9市（ドゥッケ・デ・カシアス市、サン・ジョアン・デ・メリチ市、ベルフォール・ロッショ市、ニロポリス市、サン・ゴンサロ市、マジェ市、グアラピミリン市、イタボライ市及びタンダア市）がその全体、6市（リオ・デ・ジャネイロ市、ニテロイ市、ノーヴァ・イグアス市、カショエイラス・デ・マカク市、リオ・ボニート市及びペトロポリス市）が部分的に流域が含まれている。なお、ペトロポリス市に関しては、流域内の面積はわずかで、全体が森林に覆われている。

図3-2に湾流域を構成する地方自治体の区分を示す。

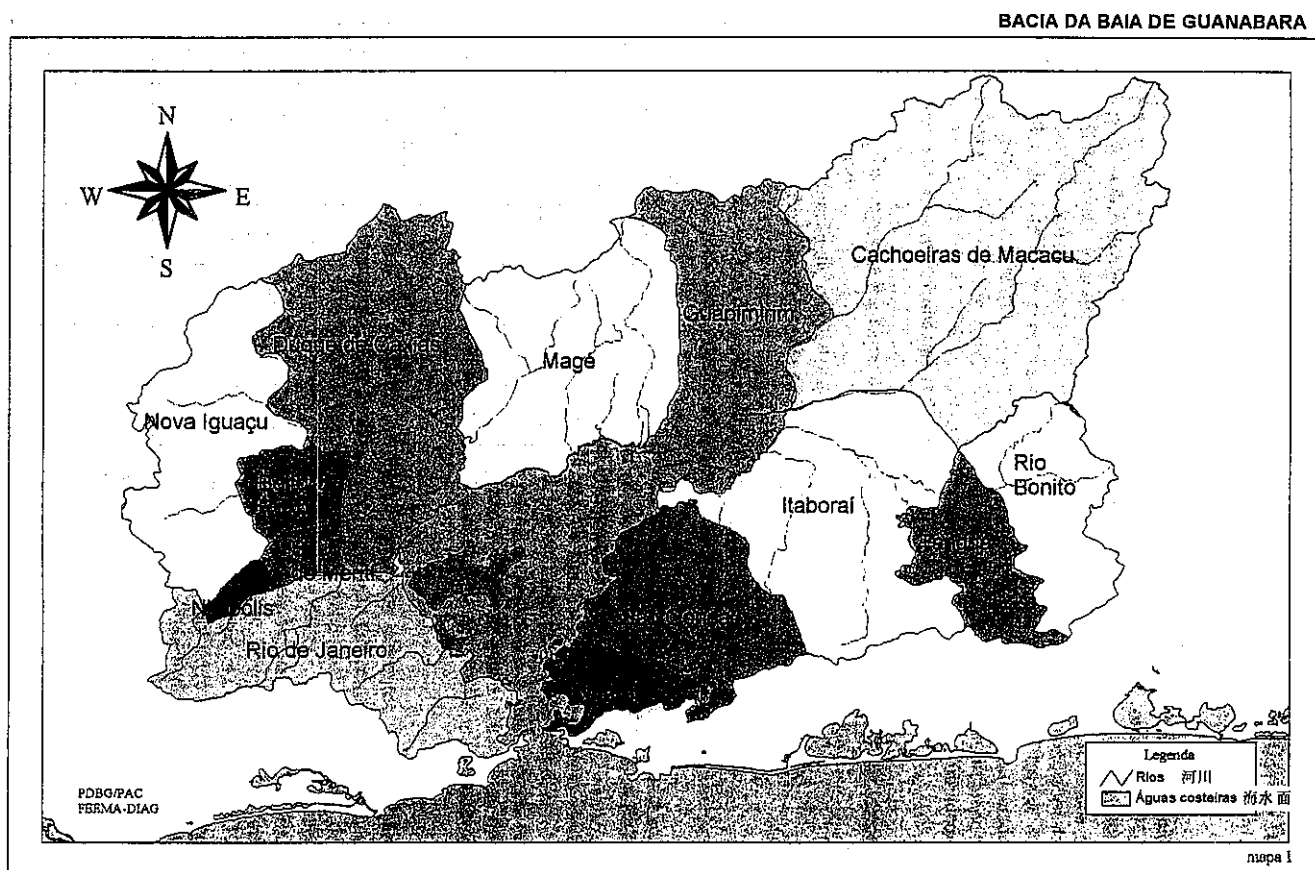


図3-2 グアナバラ湾流域の地方自治体
(出所)「Qualidade de Agua da Baía de Guanabara 1990/1997」, 1998

(2) 人口

湾流域内の人口は、リオ・デ・ジャネイロ州全体の約7.5割が集中し、約1,100万人となっている。主に、リオ・デ・ジャネイロ市、サン・ジョアン・ド・メリチ市、ニロポリス市、ノバ・イグアス市の4市に最も人口が集中している。人口密度はとりわけ湾西部において高くなっている。リオ・デ・ジャネイロ市、ノバ・イグアス市、ドゥッケ・デ・カシアス市、サン・ジョアン・ド・メリチ市及びニロポリス市の人口は合計約600万人になり、これは流域全体の78%に相当している。

リオ・デ・ジャネイロ市を初めとした周辺都市が抱えている都市問題の重要な要素であるファベラ（貧困層居住地；不法占拠により形成された過密住宅地）の人口は年々増加しているものの、その正確な数値は把握されていないのが現状であり、実際のファベラ人口はかなりの数になると考えられている。

参考として、表3-3に1996年における湾流域を構成する主な地方自治体別の人口を示す。

表3-3 グアナバラ湾流域の主な地方自治体（1996年）

地方自治体名	人口（人）	地方自治体名	人口（人）
Rio de Janeiro	5,551,538	Petrópolis	269,669
São João de Meriti	434,323	Magé	183,113
Duque de Caxias	715,089	Itaboraí	184,560
Nilópolis	155,272	Niterói	450,364
Nova Iguaçu	826,188	São Gonçalo	833,379

（出所）

「<http://www1.ibge.gov.br/ibge/estatistica/populacao/contagem/rjcont96.shm>」

(3) 産業

製造業は、湾流域に約6,000の工場があり、その約90%は従業員が49人以下の中小企業である。主な業種は化学・冶金・食品などで、どの業種でも流域内の生産額の90%以上はリオ・デ・ジャネイロ市を中心とした湾西部で生産されている。

農林水産業は、流域内に農地が少なく、オレンジ・バナナ・キャッサバなどがそれほど農薬や肥料を使わずに生産されている。湾内ではかつてエビ・カニ、各種魚類の豊かな漁場であったものの、現在はわずかな水揚げしかない状況である。

3 - 2 関連する計画・基準・組織

3 - 2 - 1 上位計画

グアナバラ湾の浄化、及びリオ・デ・ジャネイロ州の排水の計画のための特別委員会が、1991年8月の行政決議（政令16735号）によって、州知事の統轄の下に創設された。特別委員会は以下の管轄権を有している。

- (1) グアナバラ湾の浄化、及びリオ・デ・ジャネイロ州の排水の計画導入の政策を提案する。
- (2) 計画推進のための指針を定める。
- (3) 州政府によって立案された方針の下に、リオ・デ・ジャネイロ州住民の生活の質的向上に照準を合わせて、計画の目標を明瞭化することを促進する。
- (4) 上記(1)に述べられた計画遂行の事業及び業務に関連したあらゆる行為及び手順を調整、管理、監督を行う。
- (5) 委員長を通して経費を認可し、当計画に割り当てられた資金のすべての財政運営を実行し、入札を認可し、権限の委託及び計画成就に必要なほかのすべての行為を促進する。
- (6) 小切手及びほかのいかなる支払為替手形にも署名する。

特別委員会は、以下の当局（名称は創設当時）によって構成される。

- 1) リオ・デ・ジャネイロ市市長
- 2) 州公共事業サービス局局长
- 3) 州環境・特別プロジェクト局局长（現在はS E S A R H等に改組）
- 4) 州企画・管理局局长
- 5) 州商工科学技局局长

特別委員会はその行政活動において、総調整担当者によって指揮される行政調整担当によって補佐される。行政調整担当には、以下の機関及び法人の代表者が参加する。

- 1) C E D A E
- 2) F E E M A
- 3) S E R L A（河川湖沼管理財団）
- 4) G E R S O L - S O S P（ゴミの行政グループ）
- 5) リオ・デ・ジャネイロ市役所

現在、I D BとJ B I Cの融資により実施されている、P D B Gも、上記の行政決議による特別委員会の下で、州政府のプロジェクトとして行われている。

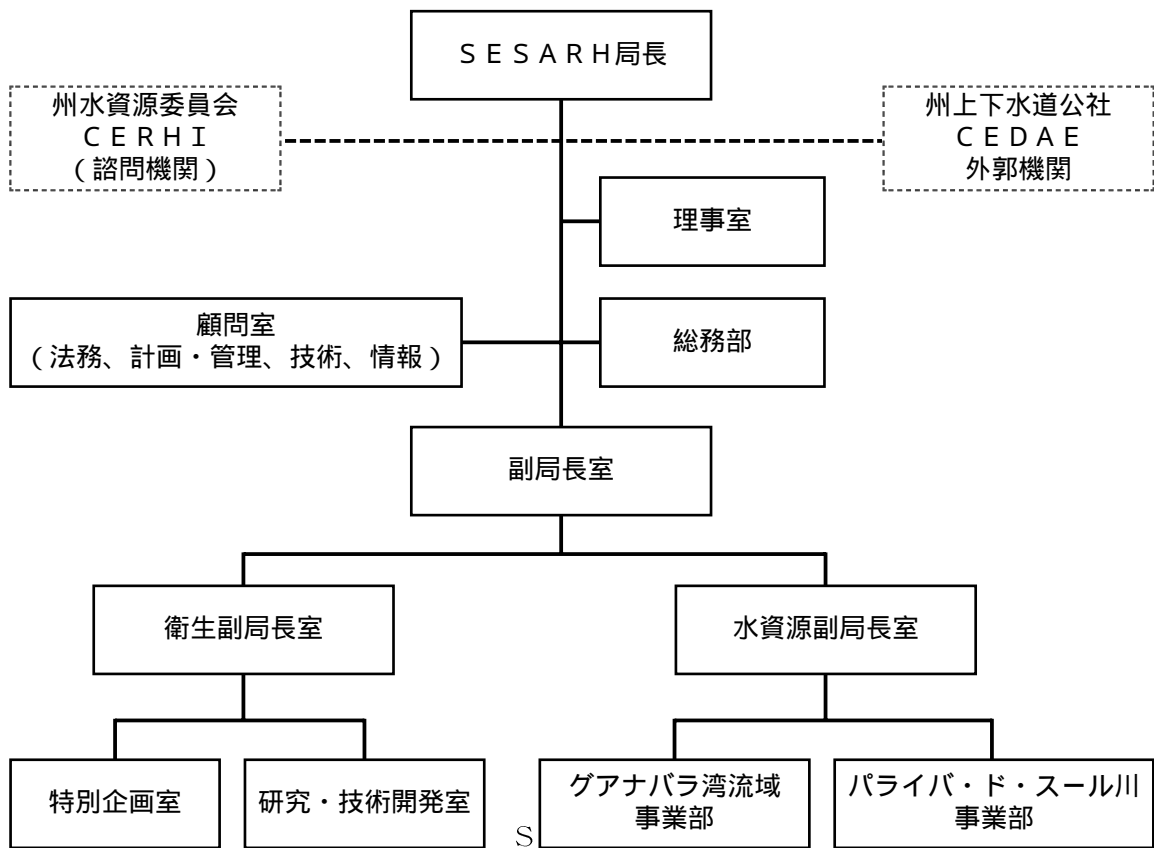
その中で、グアナバラ湾の水質汚濁防止に係るプロジェクトは、SESARHの管轄下で、CEDAEが事業を実施している。本JICA調査もSESARHが実施機関となっている。

3-2-2 関連組織

(1) SESARH

本JICA調査の実施機関であるSESARHは、局長室の下に、衛生及び水資源の2つの副局長室があり、グアナバラ湾の水質汚濁防止に係るプロジェクトは、水資源副局長室のグアナバラ湾流域事業部が担当している。

図3-3にSESARHの組織図を示す。SESARHの外郭機関としてCEDAEがある。



(2) CEDAE

CEDAEは、SESARHの外郭機関で、リオ・デ・ジャネイロ市都市圏の上下水道事業を行っている。CEDAEの組織は2001年5月の新内規により、総裁室以下5つの地区局 (Diretoria Regional) と3つの局 (Directoria) に再編されている。図3-4にCEDAEの組織図を示す。

新組織では、上水道事業と下水道事業を分離することなく、地区局が一括して上下水道サービスを行っている。PDBGプロジェクト及び本JICA調査は、総裁室の「PDBG実施部」が担当している。総職員数は1999年3月が8,720人、2000年3月が8,269人、2001年3月が7,859人で、この2年間で861名の人員削減を行っている。

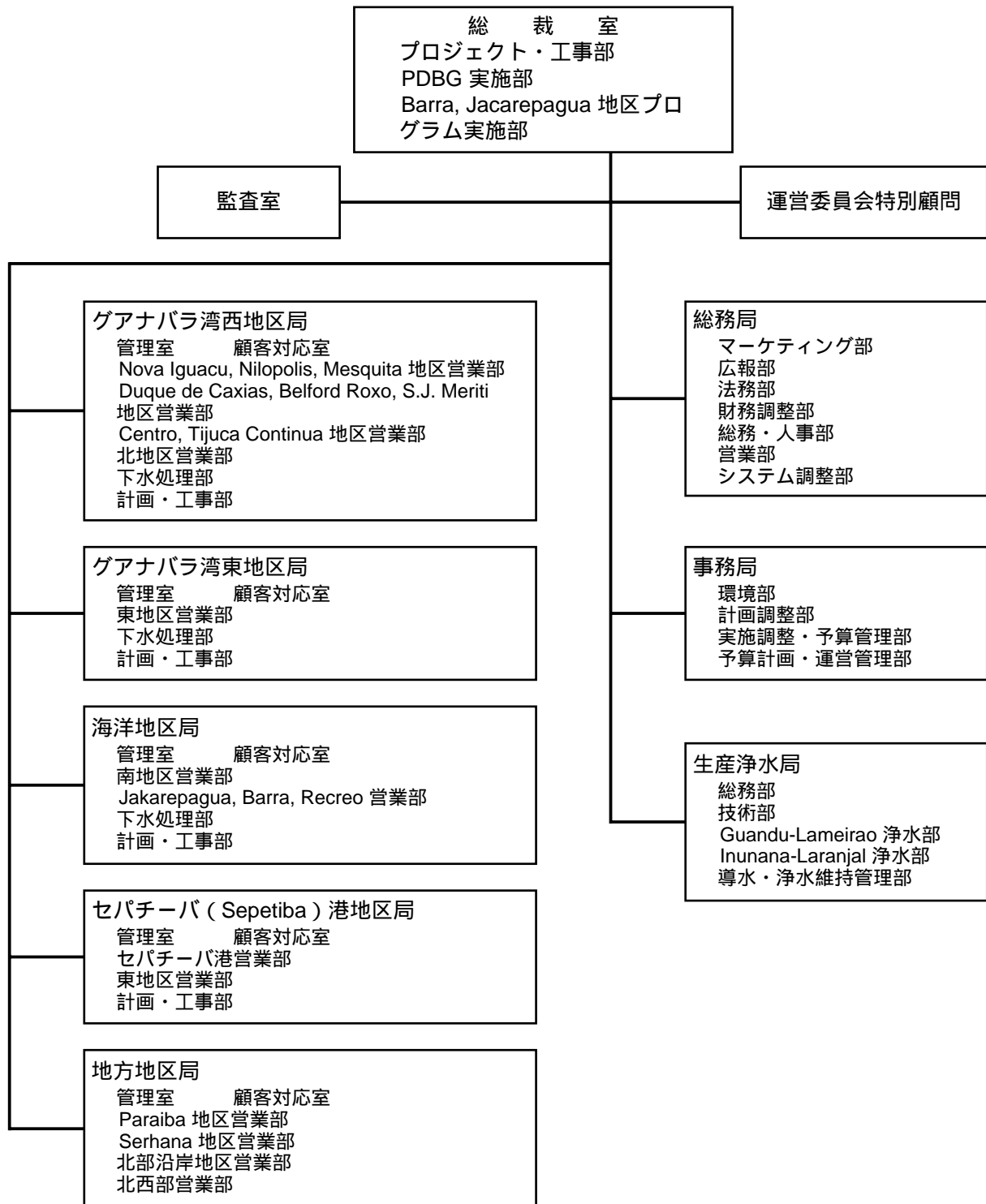


図3-4 CEDAEの組織図

3-2-3 関連基準

1986年6月のCONAMA決議第20号に基づき、水の利用形態を8区分して水質基準が定められている。表3-4に利用形態別の水質基準を示す。

グアナバラ湾内は、マンゲ水路、クーニャ水路、イラジャ川、サン・ジョアン・ド・メリチ川、ボンバ川、及びカント・ド・リオ水路の河口付近を除き、水質基準（CONAMA規定第20号）による塩水第5等級に指定されている。

表3-4 利用形態別の水質基準

項目	淡水（塩分0.5%以下）				海水（塩分3%以上）		汽水	
	Class1	Class2	Class3	Class4	Class5	Class6	Class7	Class8
腸内性大腸菌 (MPN/100ml)	<200	<1,000	<4,000	—	<1,000	<4,000	<1,000	<4,000
全大腸菌 (MPN/100ml)	<1,000	<5,000	<20,000	—	<5,000	<20,000	<5,000	<20,000
BOD (mg/l)	<3	<5	<10	—	<5	<10	<5	—
DO (mg/l)	>6	>5	>4	>2	>6	>4	>5	>3
浮遊物	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
PH	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5

注) VAは目視できないことを示す

【クラス別の水利用目的】

Class1：簡易処理後の飲用、水生生物保護、レクリエーション（水泳、水上スキー、潜水）、野菜・果物の灌漑、食用作物の栽培など

Class2：普通処理後の飲用、水生生物保護、レクリエーション（水泳、水上スキー、潜水）、野菜・果物の灌漑、食用作物の栽培など

Class3：普通処理後の飲用、木・穀物・牧草栽培の灌漑、動物の飲用など

Class4：船運、景観、厳しい基準のない使用など

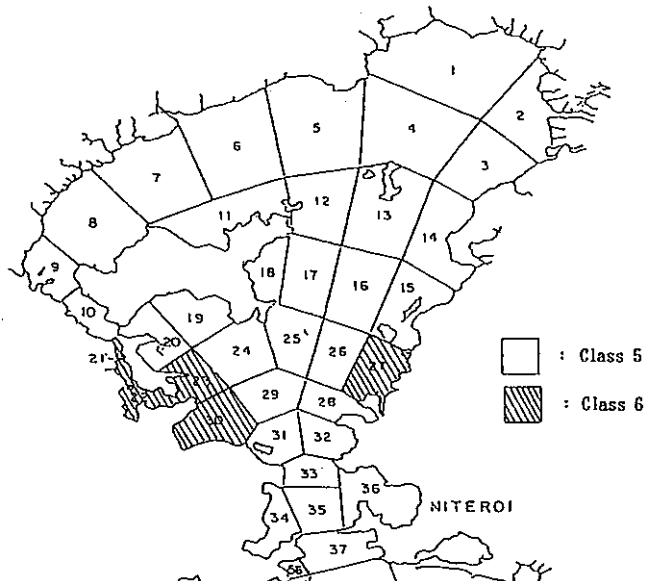
Class5：レクリエーション（水泳、水上スキー、潜水）、水生生物保護、食用作物の栽培など

Class6：船運、景観、直接接触しないレクリエーションなど

Class7：レクリエーション（水泳、水上スキー、潜水）、水生生物保護、食用作物の栽培など

Class8：船運、景観、直接接触しないレクリエーションなど

【グアナバラ湾内の基準指定状況】



3-2-4 関連プロジェクト

(1) PDBG

PDBGは、グアナバラ湾流域の危機的な環境状態の復旧を目的として、包括的な以下の5つのコンポーネントを実施するもので、裨益人口は湾沿岸周辺の760万人を見込んでいる。

- 1) 衛生コンポーネント（下水道、上水道、CEDAEの組織強化）
- 2) 廃棄物処理コンポーネント
- 3) 排水幹線コンポーネント
- 4) デジタルマッピング・コンポーネント
- 5) 補足環境プロジェクト・コンポーネント

PDBGは州政府のプロジェクトとして、IDBとJBICの融資によって1994年から実施されており、PDBGフェーズIの終了時期を2003年6月としている。PDBGフェーズIの総事業費は7億9,300万ドルで、その事業費財源の内訳は表3-5に示すとおり。各コンポーネントのプログラムを下記の(2)～(6)に示す。

表3-5 PDBGフェーズIの事業費財源の内訳

機 関	金 額
IDB	3億5,000万ドル
JBIC	2億3,700万ドル
リオ・デ・ジャネイロ州政府	2億 600万ドル
合 計	7億9,300万ドル

(2) 衛生コンポーネントのプログラム

衛生コンポーネントのプログラムは、SESARHの管轄下でCEDAEが事業を実施している。衛生コンポーネントの事業費は6億1,700万ドルで、その内訳は、下水道システムが4億6,000万ドル（74%）、上水道システムが1億5,200万ドル（25%）、CEDAEの組織強化が500万ドル（1%）となっている。

衛生コンポーネントは、PDBGフェーズIの総事業費（7億9,300万ドル）の中で78%を占める最大のコンポーネントである。その中でも下水道システムは最大のプログラムで、総事業費の58%を占めている。

1) 下水道システム

下水道システムのPDBGフェーズIのプログラムの概要は以下のとおり。詳細は、本報告書「3-4-1 (2) PDBGフェーズIの下水処理場整備の現状」を参照。

- a) 1,157kmの下水幹線及び集水管の建設
- b) 15万4,249件の下水接続
- c) 6 kmの海中放流管の建設
- d) 26か所のポンプ場の新設と14か所のリハビリ
- e) 5か所の下水処理場の新設と3か所のリハビリ

2) 上水道システム

上水道システムのPDBGフェーズIのプログラムの概要は以下のとおり。

- a) 10か所のリザーバーの建設
- b) 555kmの配水管網の建設
- c) 4万626件の上水接続
- d) 53万個の水道メーターの設置
- e) Guandu浄水場の建設

3) CEDAEの組織強化

CEDAEのデータ・情報システムの構築と、サン・ゴンサロモデル地区の設備改修を目的としたプログラムで、CEDAEの上下水道システムのデジタル台帳を構築している。

(3) 廃棄物処理コンポーネント

PDBGフェーズIにおける廃棄物処理コンポーネントは、各市から出る90%の家庭からの固形廃棄物と医療廃棄物を収集し、最終処分することを目的としており、裨益人口は7市300万人を見込んでいる。表3-6に固形廃棄物コンポーネントのプログラム一覧を示す。2000年11月現在、約2,300万リアル（約12億円）の事業が実施されている。

1) 対象とする自治体（7市）

ニテロイ (Niteroi) 市
サン・ジョアン・ド・メリチ (São Joao de Meriti) 市
ドゥッケ・デ・カシアス (Duque de Caxias) 市
市
グアラピミリン (Guapimirim) 市
ニロポリス (Nilopolis) 市
マジエ (Mage) 市
サン・ゴンサロ (São Gonçalo)

2) コンポーネントの目標

- a) ゴミ発生量の90%が収集されるよう家庭系ゴミ収集システムを改善する。
- b) 収集ゴミの最終処分方法を解決する。
- c) 医療廃棄物問題を解決する。

3) 目標達成のための活動

- a) 各市役所に対する制度的支援
- b) ゴミ収集機材の調達
- c) サン・ゴンサロ市、ニテロイ市、マジエ市にリサイクル工場と衛生埋立処分場を建設する。
- d) ゴミ収集基地を34か所設ける。

表3-6 廃棄物処理コンポーネントのプログラム

プログラムの名称	現況	金額 (R\$) 2000年11月 現在
サン・ゴンサロ 衛生埋立処分場 (能力: 150 t/日) コンポスト及び医療廃棄物焼却炉 (能力: 250 kg/日)	実施中	4,134,590
サン・ゴンサロ リサイクル工場 (能力: 380 t/日)	実施中	1,923,210
ニテロイ 衛生埋立処分場 (能力: 120 t/日) コンポスト及び医療廃棄物焼却炉 (能力: 250 kg/日)	実施中	2,551,280
ニテロイ リサイクル工場 (能力: 300 t/日)	実施中	2,294,370
マジエ 衛生埋立処分場 (能力: 54 t/日) コンポスト及び医療廃棄物焼却炉 (能力: 100 kg/日)	実施中	2,104,360
マジエ リサイクル工場 (能力: 122 t/日)	実施中	947,520
ゴミ収集基地 (34か所)	実施中	2,069,490
ゴミ收拾・集積車両等 ゴミ收拾トラック9台、ダンプカー8台、小型トラクター37台、 小型トラクター用放下車37台、固定型コンテナ116台、 ブルドーザー2台、医療廃棄物收拾用小型車両16台等	実施中	5,955,120
集積所の近代化 サン・ジョアン・ド・メリチ 集積所 (能力: 280 t/日) ニロポリス 集積所 (能力: 90 t/日)	実施済	523,820
ゴミ拾い人およそ500名に対する社会プログラム	実施中	544,000
市役所に対する制度的援助	実施中	369,000
合計		23,416,760

(4) 排水幹線コンポーネント

排水幹線コンポーネントは、25か所の雨量観測所と中央情報管理センターの設置、降雨及び洪水の水理解析、並びにリオ・デ・ジャネイロ市内のアカリ川流域の整備を支援するものである。

(5) デジタルマッピング・コンポーネント

デジタルマッピング・コンポーネントは、グアナバラ湾沿岸周辺の自治体のデジタル・データ・バンクを構築することにより、州政府及び市による、都市開発状況のモニタリング、都市環境計画の能力強化、汚濁発生源の特定、税制の改正等に寄与することを目的としており、C I D E (Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro) が実施機関となっている。

(6) 補足環境プロジェクト・コンポーネント

補足環境プロジェクト・コンポーネントは、汚濁防止対策、環境モニタリング、環境教育、制度強化を目的とし、グアナバラ湾及び周辺的环境改善を図るもので、11市760万人の裨益人口を見込んでいる。表3-7に補足環境プロジェクト・コンポーネントのプログラム一覧を示す。2000年11月現在、約3,000万リアル（約15億円）の事業が実施されている。

表3-7 補足環境プロジェクト・コンポーネントのプログラム

プログラムの名称		現況	金額 (R\$) 2000年11月 現在
制度強化 (ラボ)	F E E M A 実験室 (補修工事、資機材調達)	実施済	2,932,210
	家具類調達	契約中	5,560
制度強化 (情報化)	人材養成及びソフト、備品、O A 機材調達	実施済	335,160
	I E F (リモセンモニタリング)	実施中	765,390
	グアナバラ湾流域別環境管理情報システム構築の為の情報サービス及び製品調達	実施中	498,470
	O A 機材、コンピュータープログラム、データ通信ネットワーク構築機材から成る統合システム導入	入札中	4,219,710
	システム及びデータ・バンク構築	入札中	2,286,250
	環境破壊を及ぼすリスクを伴う活動の地図化	入札中	8,500
	S E R L A (水資源利用者登録)	入札準備段階	524,220
制度強化 (コンサルティング・人材)	F E E M A ・ U N D P 協賛	実施中	6,913,260
	F E E M A 図書館再構築、ソフトウェア、備品、O A 家具類、車両等調達	実施済	520,500
環境教育	環境教育サブプログラム	実施中	3,375,630
	環境教育リファレンス・センター工事	入札準備段階	8,500
	技能向上・人材養成プログラム	実施中	1,173,170
	グアナバラ湾に関する教育書籍の内容検討・編集	入札中	36,380
	グアナバラ湾に関する教育書籍の印刷	入札準備段階	800
	住民啓蒙・参加サブプロジェクト	実施済	1,050,130
環境管理 プロジェクト	工業地帯ゾーニングのレビュー	実施中	685,040
	水資源M/P	入札準備段階	1,284,280
	I E F (チリリカ自然公園、E.E.パライゾ自然公園、A P A ジェリシノ・メンダーニャ自然公園M/P)	入札中	925,220
	I E F (保護区内での工事)	入札準備段階	2,495,720
合 計			30,044,100

3 - 3 水環境の現状と課題

3 - 3 - 1 水環境の現状

(1) 河川

グアナバラ湾へ流入する河川の水質は様々であり、人口の集中した市街地を通過しているものは露天の溝となっており、家庭排水や工業排水の流入のみならず、固形廃棄物も投げ捨てられている。特に、西岸部のマンゲ水路からサン・ジョアン・ド・メリチ川、ボンバ川及びカント・ド・リオ水路は顕著な状況であり、黒くよどんだ外観や著しい悪臭の改善が必要となっている。

流域内で最も水質の良いのはグアピ・マカク川であり、イムナナ水路にて取水（5 m³/s、ラランジャル浄水場）、ニテロイ市及びサン・ゴンサロ市の給水に利用されており、同河川とグアライ川、カセレブ川、グァシンディーバ川河口にかけては、湾最大級のマングローブ林が広がっている。また、湾奥の河川であるイグアス川からロンカドール川は比較的汚染されておらず、ここ数年間大きな水質の変化はないとのことである。

一方、東岸のアルカンタラ川、グァシンディーバ川及びカセレブ川では、サン・ゴンサロ市の人口増加と工場の新設に伴い、近年、水質の悪化が進んでいるとのことである。

(2) 湾内

グアナバラ湾は、流域から流入する家庭排水や工場排水、ゴミの投棄などに起因した水質汚濁状況を呈している。また、2000年1月には30万gal以上ものオイルが流出する突発的な事故が湾内で発生しており、水質のみならず、マングローブや鳥類などの動植物への影響が懸念されている。

湾内の水質は、年々全体的に悪くなっており、BODは年々上昇傾向、DOは湾奥で未明や雨天時にゼロに近く、晴天時では15mg/ℓといわれている（「P D B G II - Características da Area de Estudio, 2001年」参考）。

窒素やリンについても、湾北西部からゴベルナドール島とフンドン島の間地点辺りまで上昇傾向にある。これは、バイシャーダ・フルミネンセ地域やリオ・デ・ジャネイロ市北部の人口集中地域からの有機物質の流入によるものと考えられる。また、近年の水質悪化は、湾全体の透明度の低下からも認識できる状況である。

このような水環境は、大量の栄養塩類の流入により植物プランクトン等が増殖し、これによって藻が大量に発生して日中の酸素過剰、夜間の酸素不足が生じ生態系のバランスが崩れてしまう富栄養化を進行させており、湾内の海岸はそのほとんどで海水浴が不適な状態となっている。

図3-5にF E E M Aが中心となっていて行われている流域内の水質調査結果（1990～

1997年)を示す。これによると、有機汚濁の指標である化学的酸素要求量(COD)は、人口集中地区を流下する河川の河口付近(アカリ川、イラジャ川、サラプイ川、イグアス川、ボンバ川)や、海水交換があまり期待できない湾北西域(ゴベルナドール島)などが、10mg/ℓ以上と他観測地点に比べて高くなっている。

また、図3-6に示す底質の調査結果(1997年)をみると、亜鉛(Zn)については、BODと同様に、人口集中地区を流れる河川やその河口付近が他地点よりも含有量が高くなっており、これは中小工場などからの工場排水に含まれたものが堆積していると考えられる。

関係者へのヒアリングによると、湾内への水質汚濁物質の流入に伴い、ゴベルナドール島を含む西部、北西部水域の低層部では年間を通じて貧酸素状態を呈しており、水質汚濁の著しい河川の河口付近では無酸素状態の場所もあるとのことである。このような嫌気の状態は周辺の生活環境にも支障を来しており、ゴベルナドール島の周辺域、特に沿岸では硫化水素やメルカプタンなどによる悪臭物質が発生しており、風向きによっては内陸部まで臭気が漂ってくるとのことである。なお、事前調査団も当該地域を移動する際に臭気を確認している。

また、家庭排水に起因する栄養塩類(N、P)の流入は、藻類の繁殖、赤潮やアオコの発生によって内部生産有機物を増大させ、湾内の富栄養化をもたらしている。なお、このことは、JICAによる1992～1994年の「グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査」において既に指摘されていることであり、それ以降、不定期ながら行っているFEEMAによる水質調査結果でも同様な状況がみられる。

Medianas - Período 1990-1997

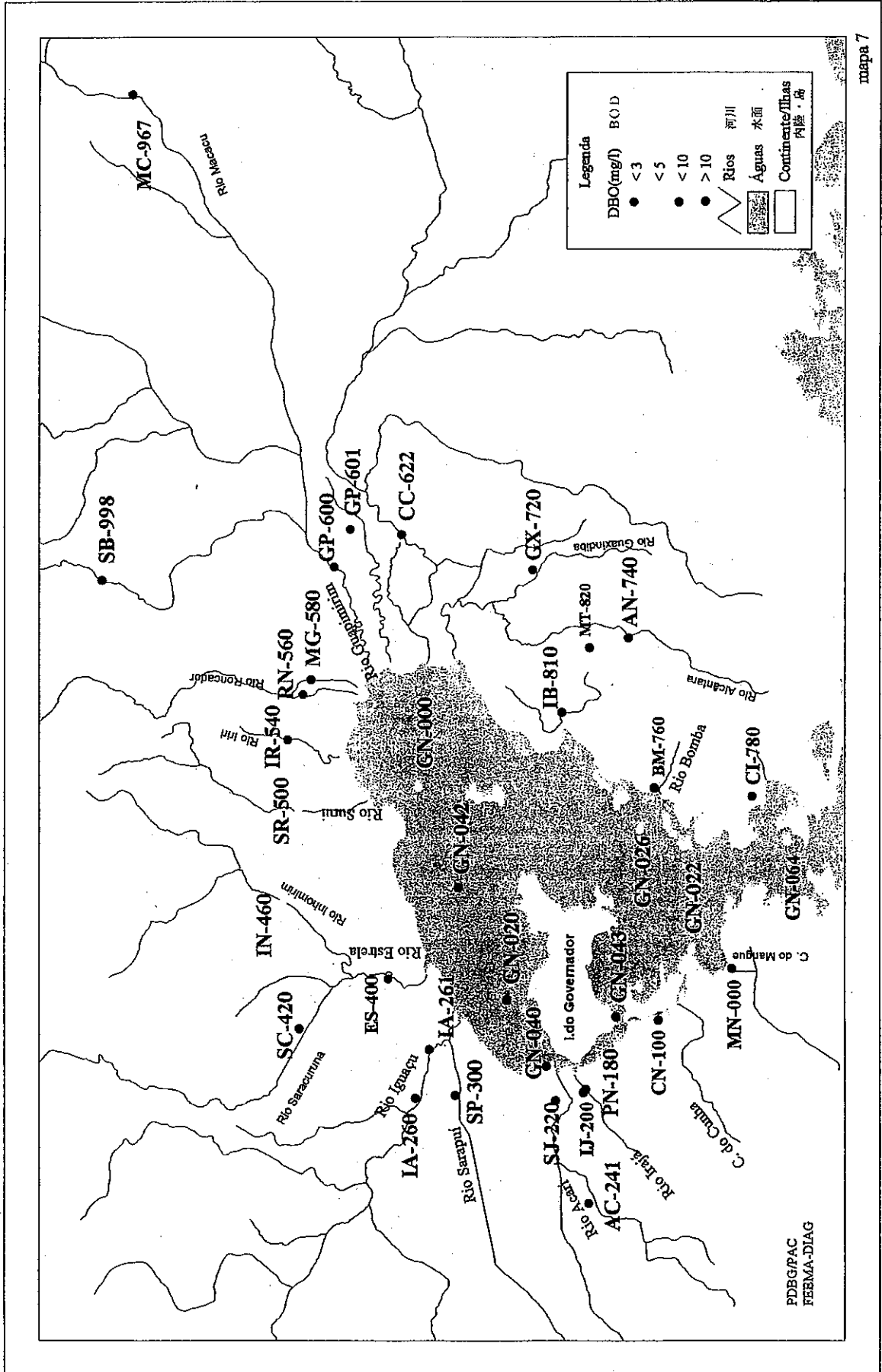
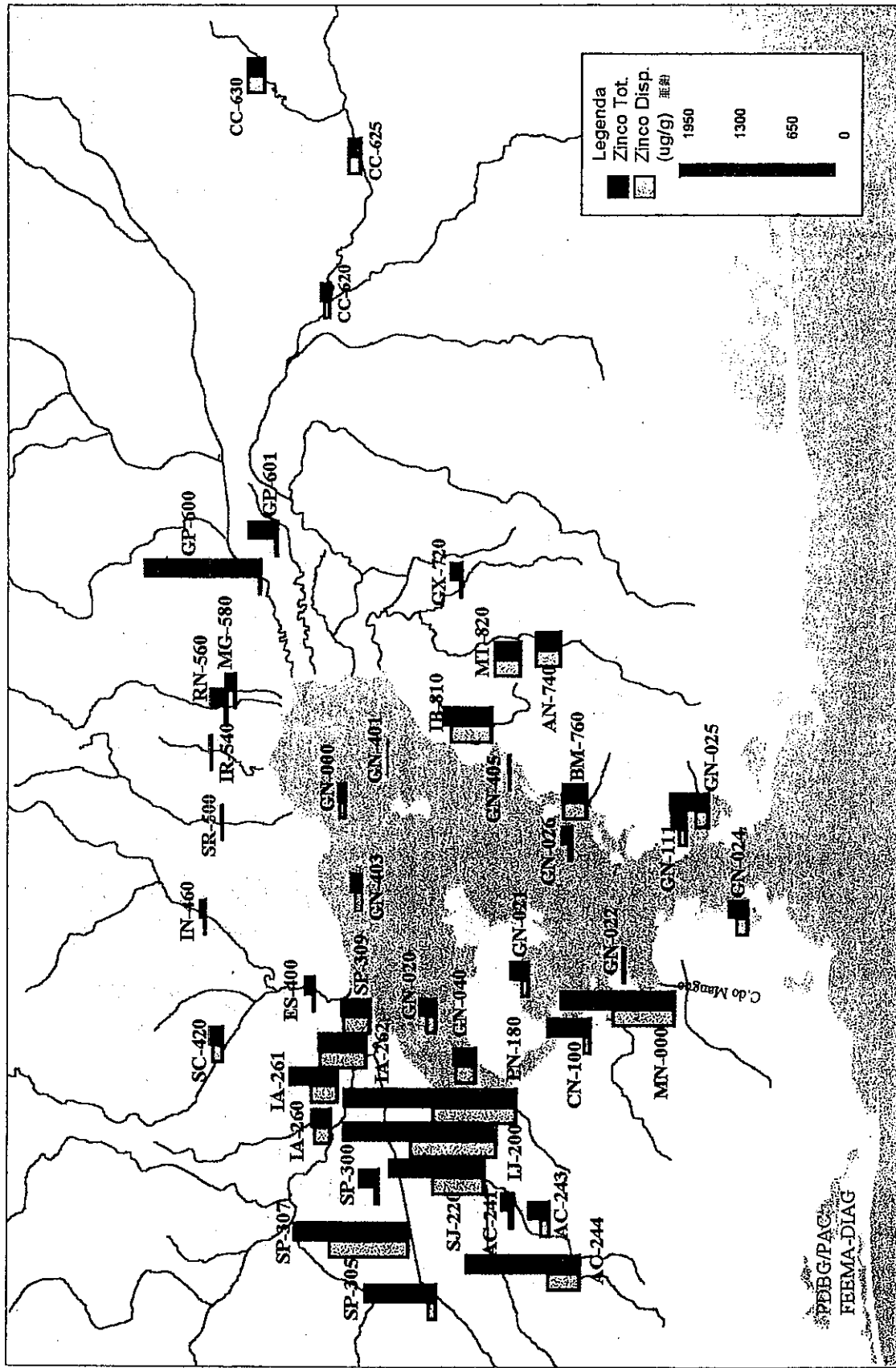


図3-5 グアナバラ湾の水質調査結果 (BOD、1990～1997)
(出所)「Qualidade de Agua da Baía de Guanabara 1990/1997」, 1998

ZINCO NA FRAÇÃO FINA DE SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA BAÍA DE GUANABARA - 1997



Mapa 20

図3-6 グアナバラ湾の水質調査結果 (Zn, 1997)
 (出所) 「Qualidade de Agua da Baía de Guanabara 1990/1997」, 1998

3-3-2 水質モニタリングへの取り組み

湾内の水質モニタリングはF E E M Aを中心に行われており、1968年から様々なプロジェクトに関連して不定期ながら実施されて来ている。

現在、進行中のP D B Gフェーズ I では、融資元の I D B プログラム中に水質モニタリング（底質含む）の実施が組み込まれており、1998年から流域内で定期的な定点観測を実施している。その調査計画は、「Plano de Monitoramento de Qualidade de Agua da Baía de Guanabara」（2001年9月）にまとめられており、表3-8に調査概要の項目を、図3-7に調査地点を示す。

今後、これらの調査が確実に実施されれば、P D B Gフェーズ I がもたらす水質改善効果が把握できるとともに、継続的な水質の変化を把握することができるものと期待されている。

なお、現段階では1998年以降の水質調査結果をまとめた報告書は作成していないものの、関係者へのヒアリングによると、生データはコンピューター内に入力済であるため必要に応じて取り出すことは可能とのことである。

F E E M Aによると、水質モニタリング結果から分かることは、B O D、大腸菌、及びクロロフィル a に関し、ここ数年湾北東部で最も水質が悪化しており、北西部と西部は大きく進行していないとのことである。特に、グアナバラ湾の最も深刻な問題は富栄養化の進行であり、これに関して北西部と西部における陸上部が都市化しており、今後、同地域からしだいに広がっていくものと考えられている。

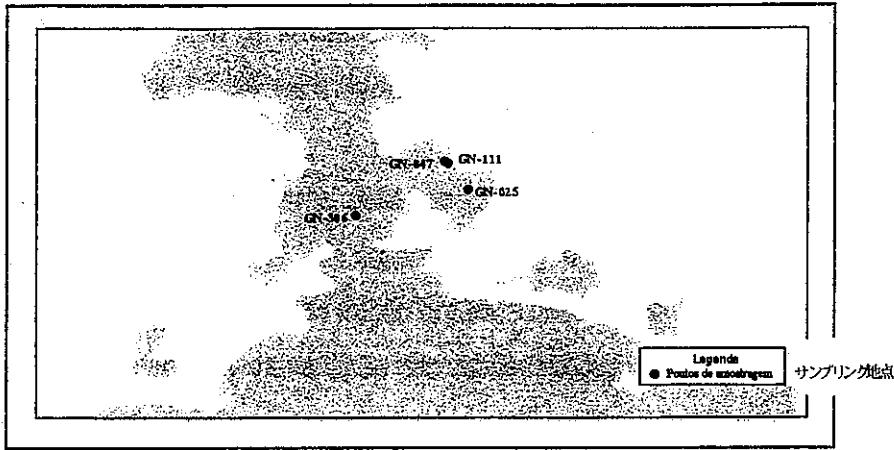
また、底質については、重金属が湾西部の奥側（サン・ジョアン・ド・メリチ川、サラパイ川、イグアス川河口付近）の堆積層上層部に多く見受けられ、中央水路から湾口方向へ向けて低くなっており、西岸で水銀、クロム、銅、ニッケル等が高くなっている。その他、鉄、マンガ、カドミウム、亜鉛等は湾全体に分布しており、その濃度は西岸ほど高く、水銀はアカリ川とサン・ジョアン・ド・メリチ川で最も高い値が検出されており、これはパナメリカーナ・エレクトロケミカル社に起因した工場排水の影響と考えられている。

表 3 - 8 グアナバラ湾流域内の水質調査概要 (項目)

PARAMETROS	METODOLOGIA
Temperatura	Medicao em Camp
Condutividade	Condutancia Especifica
Turbidez	Nefelometrico
Transparencia	Medicao em Campo (Disco Secchi)
Salinidade	Mohr Knudsen
Cloreto	Titulometrico com Nitrato de Prata
Ph	Potenciometrico
Residuo Nao Filtravel Total	Gravimetrico
Residuo Filtravel Total	Gravimetrico
Oxigenio Dissolvido	Titulometrico - Winkler Modificado
Demanda Bioquimica de Oxigenio	Incubacao 20C, Titulacao OD com Winkler
Demanda Quimica de Oxigenio	Modificado
Fosforo Total	Refluxo com Dicromato em Meio Acido Digestao em Meio Acido e Colonimetria (Reacao
Ortofosfato Soluvel	com Molibdato de Amonia e Acido Ascorbico)
Nitrogenio Amoniacal	Metodo Molibdofosforico e Reducao com Acido
Nitrogenio Kjeldahl	Ascorbico
Nitrogenio Nitrato	Colorimetrico Indofend
Nitrogenio Nitrito	Digestao e Nesslenrizacao apos Destilacao
Cianeto	Reducao com Coluna de Cadmio
Fenois	Colonimetrico - Diazotacao
Metails Pesados	Colorimetrico com Cloramina - T
Bifenilas Policloradas / PCB's	Extracao e Reacao com Amino Antipinna
Sulfetos	Espectofotometria de Absorcao Atonica com Chama
Hidrocabonetos Aromaticos Totais -	Cromatografia a Gas com Detetor de Captura de
HPA's	Eletrons
Benzo - a - pireno	Arraste com Inerte e lodmetria

(出所) 「Plano de Monitoramento de Qualidade de Agua da Baía de Guanabara」, 2001

Plano de Monitoramento da Área de influência do Emissário de Icaraí Baía de Guanabara



Plano de Monitoramento sistemático da Bacia da Baía de Guanabara

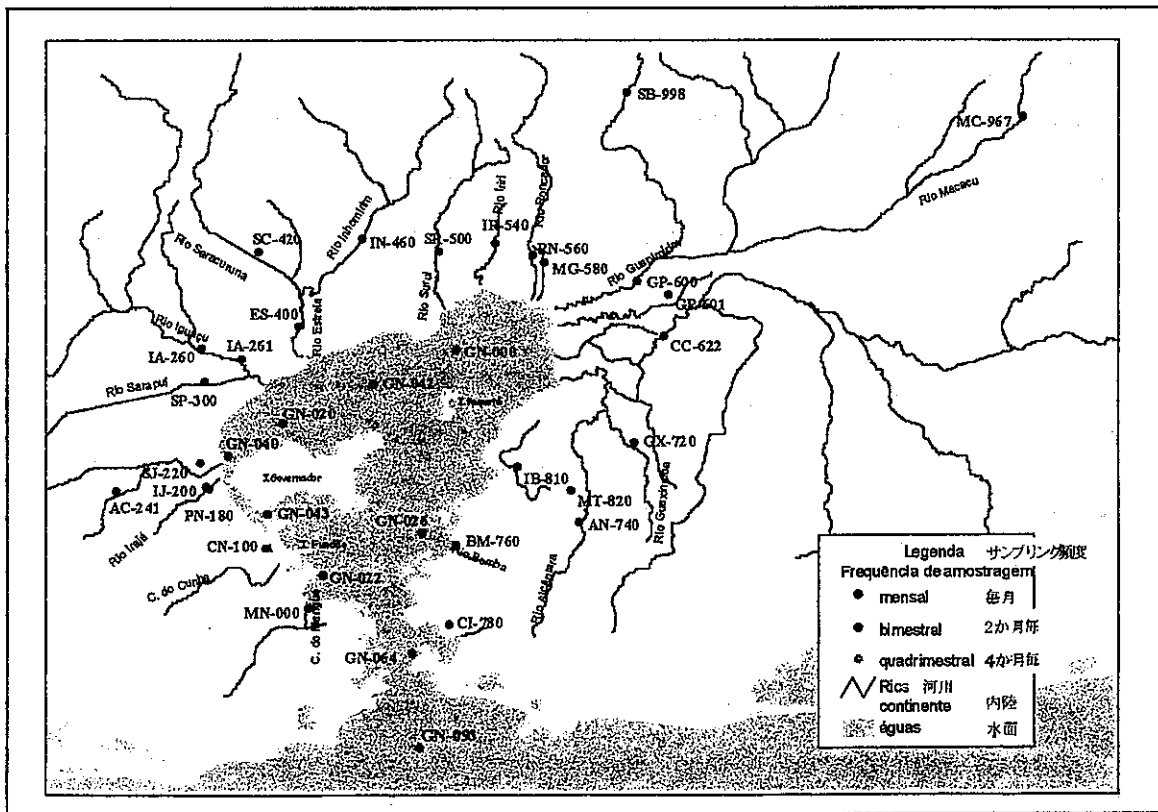


図 3 - 7 グアナバラ湾流域内の水質調査概要 (地点)

(出所) 「Plano de Monitoramento de Qualidade da Água da Baía de Guanabara」, 2001

3-3-3 水質汚濁対策の課題

(1) 汚濁負荷の現状把握

グアナバラ湾流域内の都市では、一部を除いて、下水道が未整備であり、並びにゴミ収集の体制が不完全であることにより、生活や生産活動に伴って発生する汚物、汚水が速やかに排除されず、生活環境周辺に滞留し、悪臭や蚊・蠅などの発生源となり、伝染病の発生のリスクが増大してくるという、深刻な公衆衛生上の問題が生じる。そのため、下水道の整備は、汚水を速やかに排除する点で、公衆衛生上の問題を解決する手段として有効であり、促進されるべきことは言うまでもない。

その一方で、下水道の整備に伴い、汚水に含まれる汚濁物質の水域への流入形態は大きく変化する。下水道が未整備である場合、広く分布している各排出源から排出された汚濁物質は、直接傍の水路などの水域に流入するもの、周辺環境にて滞留し雨天時に面源からの発生負荷として水域へ流入するものがあるのに対し、下水道が整備された後は、下水道整備区域内の排出源から排出された汚濁負荷は速やかに管渠を通じて移動し、水域への排出口の一点に集められ、そこから点源負荷として水域へ流入する。このように水域への流入形態は、流達率（発生する汚濁物質が水域へ達する割合）、流入箇所、タイミングなどの点で、下水道整備前後で大きく変化することに留意しなければならない。

グアナバラ湾流域の場合、1992～1994年にJICAにより実施された「グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査」では、年間負荷量の約50%が雨天時に流入していて、面源負荷に由来する比率が大きいことが判明している。その後、約10年が経過し、一定の下水道整備が図られたことにより、汚濁負荷の流入形態がいかに変化したかについて、把握する必要があると考えられる。この情報は水域における汚濁解析の際の入力条件として不可欠である。

(2) 長・中・短期的計画の再検討

1992～1994年に実施された「グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査」では、M/Pが作成され、その目標年次は、短期的計画に対しては2000年、中期的目標に対しては2010年、長期的計画に対しては特に定められていない。

長期的計画の水質目標は、グアナバラ湾の本来の生態系が回復されるようなレベル、すなわち、水質の悪化や生態系の変化が目立つようになった1960年代前半より以前のレベルであり、達成には極めて長い時間と多額の投資が必要であり、理想であるが現実的議論の対象ではない。また、短期計画の目標は既存の事業計画を単に踏襲したものであり、施策上の選択の余地はない。

これに対して中期計画の目標水質は、グアナバラ湾の利用需要をある程度満足させる暫

定的なものであり、かつ取り得る施策の現実性を考慮したものとなっている。よって、適切な施策の選択では、達成可能な位置づけである。主要指標として、pH、BOD、DO、T-N、T-P、糞便性大腸菌群数、SS、n-ヘキサン抽出物の8項目が設定されている。さらに、この水質を達成するために必要な汚濁負荷削減について定量的な詳細検討がなされている。

その結果をまとめると、1992年時点で、すべての水域が中期計画の水質目標（BOD）を達成するためには、グアナバラ湾北西部、西部、東部の各流域で少なくとも1992年時点のBOD及び有機性りん（O-P）の流出負荷量の40%前後を削減しなければならないとされている。そのため、2010年までの約20年間に、1992年時点の流出負荷量の40%に、その後増加した人口、生産活動に伴い発生する流出負荷量の全部の分を加えた分を、水質負荷削減施策により減少させなければならないこととなる。

この条件を達成するために、下水道のみによる施策を選択した場合、削減すべき負荷量が、一人当たりの汚濁発生量、下水道普及人口、下水処理場での除去率の積の和と等しくなるような、下水道計画が必要である。流域内には、今回のC/PであるCEDAEが下水道計画のM/Pを有し、施策を実施している。この内容が、中期目標の達成条件と整合性を有していることを確認する必要がある。

(3) 高度処理の検討

1992年時点で、湾内の水質（BOD）を決定している主要な要因は、流入負荷、底泥からの溶出、植物プランクトン等による内部生産であるが、それぞれの寄与率は、内部生産が約60%、溶出が約5%であった。さらに、湾内の水質及び水生生物の調査から、グアナバラ湾の植物プランクトンの生産を制限している基質はりんであることが推察されている。従って、BODと合わせて、りんの削減を行うことが不可欠であることが提唱されている。ここでは、BOD及び有機性りんを同程度の率で削減する必要があるということが非常に重要である。世界の下水処理場で最も一般的に普及している標準活性汚泥法では、BODの除去率は90%を超えるが、りんの除去率はほとんど望むことができない。りんの除去を実施するためには、凝集剤を添加する方法や生物学的脱りん法等の高度処理の適用が必要となる。しかし、高度処理の実施のためには、下水処理場の建設費及び維持管理費が増大することとなり、段階として標準活性汚泥法を導入し、その後、高度処理の適用を検討することが多い。CEDAEが有している下水道計画においても、標準活性汚泥法（2次処理）についての具体的な計画（BOD 90%以上削減）を有しているものの、高度処理については具体的な計画がないことからその検討が必要である。

2次処理では、BOD以外にも、SS・大腸菌群数・糞便性大腸菌群数・DOの削減、

透視度の改善に寄与する。その一方で、流入水中の有機性りんについては、粒子状（POP）を溶解性（IOP）に変換し水域に放流することとなる。これらの条件は、透視度の改善により日射光をより深層まで届かせることとなり、かつ、藻類（植物プランクトン）が利用しやすい溶解性のりんを供給することとなり、藻類の生育に有利な条件となる。藻類は、大気中の二酸化炭素を光合成により有機物として固定し（内部生産）、また、それらが死滅した際には水底に堆積し溶存酸素を消費し、底質を還元的な条件に変えてしまう。これが硫化水素の発生や、底質からの栄養塩の溶出を促進し、再び藻類の増殖を招くこととなるという、富栄養化の悪循環を導く。さらに、藻類は毒性物質や着臭物質を分泌したり、景観を損ねたりといった悪影響を来す。このため、下水処理場においては、BODの除去と並んで、りんを含む栄養塩の除去は不可欠であると考えられる。

（４）高度な水質環境管理の検討

前述の通り、1992年のM/Pでは、2000年を目標とした義務的な短期的目標と、2010年を目標とした中期的目標、努力目標が設定されている。現在の時点は、1992年のM/Pの短期的目標の時期を迎えており、目標の達成状況の評価、問題点の抽出、目標の再設定などのレビューを行う機会である（M/Pは定期的に、または、M/Pに関する状況に大きな変更が生じた際に、見直しを行う体制を保証しておくことが望ましい）。前回のM/Pに習って、10年後（2010年ごろ）を目標とした義務的な目標と、20年後（2020年ごろ）を目標とした、より高い努力目標の再設定を行うことが必要と考えられる。新たな努力目標においては、下水道の整備率が向上してくるに伴い、下水道整備以外の施策も考慮した、高度な水質環境管理の検討が重要である。

（５）総合的な水質改善への取り組み

仮に、対象流域の下水道の整備を100%完了し、高度処理を実施した場合でも、下水道の処理技術は、凝集剤を添加する活性汚泥法を用いたとしても、放流水質を、BOD 5 mg/ℓ、りんで1 mg/ℓ程度にまで下げることが限界である。富栄養化を制御するためには、水域のりんの水質を最低でも0.1mg/ℓ程度以下に制御する必要があることを考えると、汚染のない清水で10倍程度に希釈される必要があることとなる。放流先が河川の場合は、単純に河川の流量による希釈を考慮することができるが、閉鎖性水域が放流先である場合、その水質は、流域内での汚濁負荷量、内部生産負荷量、他の水域との間の拡散・移動などによって決定される。これらの条件の特性によっては、仮に下水道を100%整備し、高度処理を実施したとしても、目標水質を達成することが不可能な状況も考えられる。特に、現在、下水処理場の放流口のある湾西部の運河付近では、この問題が課題として残

る可能性が十分考えられる。

このような状況に対しては、事業所排水（産業排水）の規制、底泥の浚渫による栄養塩溶出の削減、導水等による滞留時間の低下、下水処理場からの放流箇所の変更、面源負荷量の削減など、目標水質を達成するためには下水道以外の施策の実施が必要と考えられる。今回のC/PであるCEDAEが実施できる施策は下水道に関するものに限られており、目標水質達成のためには、他の関係機関との連携が不可欠になる事態が発生する可能性があることを事前に留意しておく必要がある。

いずれにしても、具体的な新しい目標を設定し、具体的な実現可能性のある施策の検討が必要となると考えられる。なお、一般的には、導水及び系外放流は他の水域への汚濁負荷の転嫁により対象水域の水質改善を行うものであり、水質改善効果は大きい反面、他の水域への影響に十分配慮する必要がある。一方、浚渫及び面源対策は対象水域内部で解決を図ろうとするものであり、他の水域への影響は小さいが、効果が見えにくい、浚渫土の運搬先用地、雨水貯留施設用地の確保などが必要となってくる。

なお、産業排水に関しては、FEEMAがその実態を調査しており、流域からグアナバラ湾に流入する汚濁負荷のうち、BOD負荷の20%、COD負荷の80%を占めており、更に重金属などの有害物質の大きな排出源となっているとの指摘がなされている。その結果、重金属や有機物が湾内に堆積し、底質を汚染している現状が、同様に、FEEMAの調査結果により明らかにされている。産業排水の対策に関する課題としては、従来から環境部局によりとられている排水の水質監視体制の充実、排水規制の強化という施策に加えて、下水道部局が実施できる施策としては、産業排水を共同処理する廃水処理施設を整備した工業団地へ事業者の移転を促進する方法（我が国における特定公共下水道のような方式）などが考えられる。また、排水課徴金制度導入などの経済的手法の適用により、事業者の、排水の水質改善に対する経済的インセンティブを与える手法などの検討も実施に値すると考えられる。

3 - 4 下水処理に関する現状と課題

3 - 4 - 1 下水処理の現状

(1) グアナバラ湾流域の下水処理の現状

リオ・デ・ジャネイロ首都圏は、6,500km²に及ぶ面積を有し、その61%にあたる約4,000km²がグアナバラ湾流域に属している。流域人口は約800万人と推定されており、このうちおよそ700万人が市街地人口で、23.6m³/sの生活排水を排出している。

現在、CEDAEにより管理されている、10か所の処理場（アレグリア（Alegria）、ペーニャ（Penha）、パブナ（Pavuna）、サラプイ（Sarapuí）、サン・ゴンサロ I

(São Gonçalo I)、イカライ (Icaraí)、イーリャ・ド・ゴベルナドール (Ilha do Governador)、パケタ (Ilha de Paqueta)、アカリ (Acarí)、グラマシヨ (Gramacho)) の処理能力はおよそ11.3m³/sであるが、それを差し引いても家庭下水から依然380 tに及ぶBOD負荷がグアナバラ湾に直接放流されている。表3-9にPDBGフェーズI終了後のグアナバラ湾に流入する1日当たりの汚濁 (BOD) 負荷量の推計を示す。

表3-9 グアナバラ湾に流入する1日当たりの汚濁負荷量の推計 (PDBGフェーズI終了後)

汚濁源	BOD負荷量
家庭下水	380
工業廃水	90
重金属	0.4
オイル	7

(出所) CEDAE

(2) PDBGフェーズIの下水処理場整備の現状

PDBGフェーズIでは人口が最も密集している、湾沿岸西部、湾沿岸東部、湾内島礁部を対象に8つの下水処理場と1か所の海中放流施設の新設あるいはリハビリを行っている。PDBGフェーズIの下水処理場整備の概要を表3-10に示す。処理対象人口 (裨益人口) は390万人、事業費 (2000年11月現在) は6億4,000万レアル (約320億円) となっている。今後、アレグリア・パブナ・サラプイ処理場の拡張工事により裨益人口は更に430万人に増大する計画である。

アレグリア処理場は、処理容量5,000 l/s (43.2万m³/日)、処理対象人口150万人の最大規模の下水処理場であるが、現在は除去率30%の設計で最初沈殿池による1次処理のみが行われている。JBICのPDBGフェーズIの残余資金を利用して、2003年6月までに2次処理施設 (標準活性汚泥法) の建設を計画している。表3-10に示すように、PDBGフェーズIの下水処理量1万1,669 l/sに対し、除去率90%以上の処理が行われているのは4,669 l/sで、わずか40%に過ぎず、アレグリア処理場の2次処理施設の早期建設が不可欠である。

パブナ処理場とサラプイ処理場は、それぞれ処理容量1,000 l/s (8万6,000m³/日) の下水処理場であるが、除去率55%の設計で2次処施設はなく、最初沈殿池の前に凝集剤を添加して沈殿効果を上げている。両処理場ともに、JBICのPDBGフェーズIの残余資金を利用して、処理容量1,500 l/sまでの拡張工事が現在入札中である。図3-8にPDBGフェーズIの下水処理場位置図を示す。

Sanitation Belt

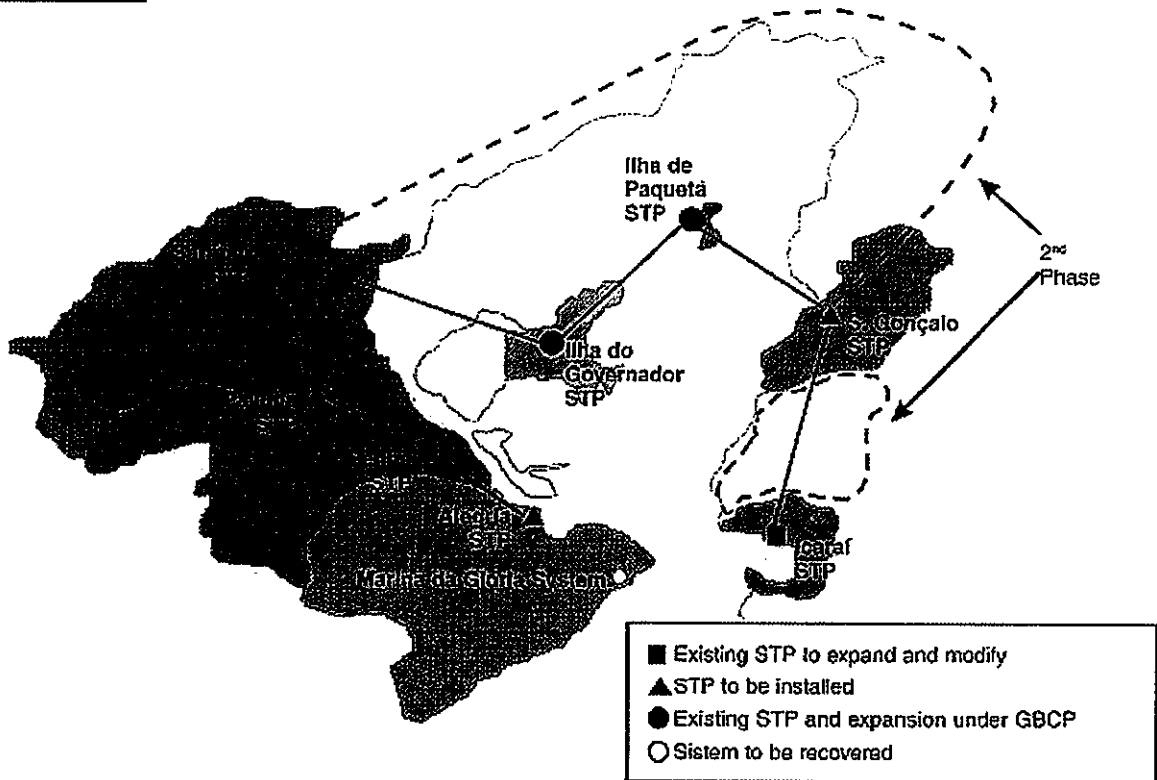


図3-8 PDBGフェーズIの下水処理場位置図

表3-10 PDBGフェーズIの下水処理場整備の概要

地域	下水処理場名	容量 (l/s)	除去率 (%)	裨益人口 (人)	事業費 (R\$) (注)	備考
湾沿岸西部	Alegria	5,000	30	1,500,000	183,569,743	JBIC。2003年6月までに2次処理施設を建設予定。
	Penha	1,600	95	576,000	4,857,850	JBIC
	Pavuna	1,000	55	410,500	134,864,908	JBIC。1,500 l/sまで拡張予定 (入札中)。
	Sarapuí	1,000	55	431,000	107,452,268	JBIC。1,500 l/sまで拡張予定 (入札中)。
	Marina da Gloria (海中放流)	800	90	250,000	7,393,923	IDB
湾沿岸東部	São Gonçalo I	765	95	235,000	134,670,670	IDB
	Icaraí	952	95	234,000	20,647,569	IDB
湾内島礁部	Ilha do Governador	525	95	240,000	43,558,401	IDB
	Paquetá	27	99	15,000	4,532,961	IDB
合計		11,669		3,891,500	641,548,293	

(出所) CEDAE

(注) 2000年11月現在の事業費

(3) 既存下水処理場の現状（全10か所）

1) アレグリア処理場（J B I C 融資）

当処理場は集水域が人口密集地にあり、PDBGフェーズIで整備された下水処理場の中で最大規模の処理場である。2001年7月より始動している第一期工事分の処理施設は、1次処理のみで処理能力は5,000ℓ/sであり、2003年6月までの第二期工事で、標準活性汚泥法による2次処理施設の建設が予定されている。

汚泥処理は嫌気性消化を行っているが、発生する汚泥はグラマシヨ埋立処分場へ搬出されており、消化汚泥を再利用するまでには至っていない。

2) ペーニャ処理場（J B I C 融資）

1960年にバイオフィルター処理の処理場として開設され、当初の平均処理能力は434ℓ/sで、BOD除去率は85～90%であった。1965年より流入下水量が最大処理能力の600ℓ/sを上回り、余剰分の約400ℓ/sの下水が直接グアナバラ湾に放流されていた。その後1979年10月に、活性汚泥法を加えた拡張工事（1,000ℓ/s）が行われ、現在では処理能力が1,600ℓ/sまで拡張されている。PDBGフェーズIでは施設改修が行われたほか、新たな汚泥乾燥装置が導入された。

3) パプナ処理場（J B I C 融資）

パプナ川、メリチ川、アカリ川流域を取り込む当処理場は、バイシャーダ・フルミネンセのほか、サン・ジョアン・ド・メリチ市の一部とリオ・デ・ジャネイロ市の一部の低所得者居住地区を集水域とするため、非常に重要な処理場である。

2000年12月より稼働している当処理場の処理能力は1,000ℓ/sで、1次処理のみであるが、最初沈殿池の前に凝集剤を添加して沈殿効果を上げている。現在、処理能力を1,500ℓ/sに拡張する工事の入札段階にある。最終的には活性汚泥法による2次処理施設を加え、処理能力を3,000ℓ/sまで拡張したい意向である。

4) サラプイ処理場（J B I C 融資）

ベルフォール・ロッシヨ市にある当処理場、はバイシャーダ・フルミネンセの低所得者層居住地区を集水域としている。2000年12月より稼働しており、処理能力は1,000ℓ/sで、パプナ処理場と同様に1次処理のみであるが、最初沈殿池の前に凝集剤を添加して沈殿効果を上げている。

現在、処理能力を1,500ℓ/sに拡張する工事の入札段階にある。最終的にはパプナ処理場と同様に、活性汚泥法による2次処理施設を加え、処理能力を3,000ℓ/sまで

拡張したい意向である。

5) サン・ゴンサロ I 処理場 (I D B 融資)

湾沿岸東部に位置するサン・ゴンサロ市で発生する、765 ℓ / s の下水を処理するために建設された処理場で、 P D B G フェーズ I では標準活性汚泥法を用いた 2 次処理施設が建設され、2000 年より稼働している。

6) イカライ処理場 (I D B 融資)

1975 ~ 1976 年にかけて当処理場は拡張した形で再建設されたが、敷地面積が少ないため、それ以降は拡張されなかった。 P D B G フェーズ I では、630 ℓ / s から 952 ℓ / s への処理能力の拡大と 1 次処理施設の改修工事が行われた。

7) イーリャ・ド・ゴベルナドール処理場 (I D B 融資)

湾内のゴベルナドール島に位置する当処理場は、1971 年の第一期工事を経て稼働を開始し、活性汚泥法で処理能力は 200 ℓ / s であった。 P D B G フェーズ I では処理能力を 525 ℓ / s に倍増したが、除去率等は当初のままとなっている。現在は人口増加により能力が不足している。

8) パケタ処理場 (I D B 融資)

湾内のパケタ島に元来あった当処理場は、1930 年に運転を中止してから、島民の生活排水を未処理で湾に放流するバイパス的な役割しか果たして来なかった。 P D B G フェーズ I ではその跡地に処理場が新設され、2000 年より稼働している。処理場への下水流入量は 27 ℓ / s となっている。

9) アカリ処理場

当処理場はリオ・デ・ジャネイロ市内のアカリ川流域にあり、パプナ処理区に属し、アカリ・サブシステムに位置している。現在の処理能力は 210 ℓ / s であるが、下水量は 1,500 ℓ / s と推計されており、処理能力が全く不足している。

C E D A E では P D B G フェーズ II で、アカリ処理場の拡張を実施したい意向である。

10) グラマショ処理場

当処理場はドゥッケ・デ・カシアス市のサラプイ川河口付近にある。サラプイ処理区

の一部でもあるグラマショ・サブシステムの下水を安定池で処理しており、処理能力は185 l/sである。当処理場は地理的に独立しているため、CEDAEでは将来も独立した処理場と考えている。

3-4-2 下水道M/Pの概要

(1) グアナバラ湾流域の下水道M/Pの概要

過去10年間、リオ・デ・ジャネイロ都市圏の下水道整備は、州政府の最大の関心事となっており、1994年にはCEDAEにより「リオ・デ・ジャネイロ都市圏下水道M/P」が策定された。その計画範囲は、CEDAEの業務範囲であるリオ・デ・ジャネイロ都市圏全域をカバーしたものである。

グアナバラ湾流域に関しては、この下水道M/Pとほぼ同じ内容で、PDBGフェーズIが実施されてきたが、今後、PDBGフェーズIも含め、将来人口の推計、下水処理水質、グアナバラ湾の富栄養化防止対策を考慮した下水処理方式等の見直しが必要である。

下水道M/Pでは、グアナバラ湾流域内に15の下水処理区（Sistema）と、3つのサブ処理区（Sub-sistema）を設定している。

図3-9にグアナバラ湾流域の下水処理区及び下水処理場位置図を示す。それぞれの下水処理区及び下水処理場名と処理対象人口（裨益人口）は表3-11に示すとおり。

表 3 - 11 グアナバラ湾流域の下水処理区と裨益人口

区域	下水処理区	下水処理場	裨益人口(人)	備 考
Phase I	① Algria Sistema	Alegria	1,500,000	JBIC
		Marina de Gloria (海中放流)	250,000	IDB
	② Penha Sistema	Penha	576,000	JBIC
	③ Pavuna Sistema	Pavuna	410,500	JBIC。未整備の管路を P D B G フェーズII で実施希望。
	④ Sarapuí Sistema	Sarapuí	431,000	JBIC。未整備の管路を P D B G フェーズII で実施希望。
		Gramacho (既設)	89,000	安定池
	⑤ Imboassu Sistema	São Gonçalo	235,000	IDB
	⑥ Niteroi Sistema	Icaraí	234,000	IDB。ニテロイ市の上下水道サービスは既に民営化。
	⑦ Ilha do Governador Sistema	Ilha do Governador	240,000	IDB
	⑧ Paqueta Sistema	Paqueta	15,000	IDB
	小 計	9 下水処理場・1 海中放流	3,980,500	
Phase II	Acarí Sub-sistema	Acarí (小規模な既設あり)	572,000	Pavuna サブ処理区
	⑨ Bangu sistema	Bangu	213,000	
	⑩ Iguacu/Bota Sistema	Iguacu - 2, Madame, Velhos, Bota, Orquídae, Babi, Joinville, Campos elision,	1,080,000	「Orquidae, Babi, Jonville」の3処理場は、IDBのファベラ改善プログラムで整備予定。
	⑪ Alcantara Sistema	1 - Xerem	363,000	
		A - Trindade, B-alcantara,		
		C - Jardim nazare	38,000	Imboassu サブ処理区
	Bomba Sub-sistema	2 - Bomba	2,266,000	
Phase III	小 計	15 下水処理場	256,000	
	⑫ Estela Sistema	1 - Saracuruna, 2 - Santa cruz, 3 - Imbarie, 4 -	未計画	
	⑬ Roncador Sistema	Piabetá	未計画	
	⑭ Guaxindiba Sistema	2 - Mage	未計画	
	⑮ Macacu Sistema	未計画	207,000	民営化で実施予定。

(出所) CEDAE

Figura 5.1: BACIA DA BAÍA DE GUANABARA - Sistemas de Esgotamento Sanitário

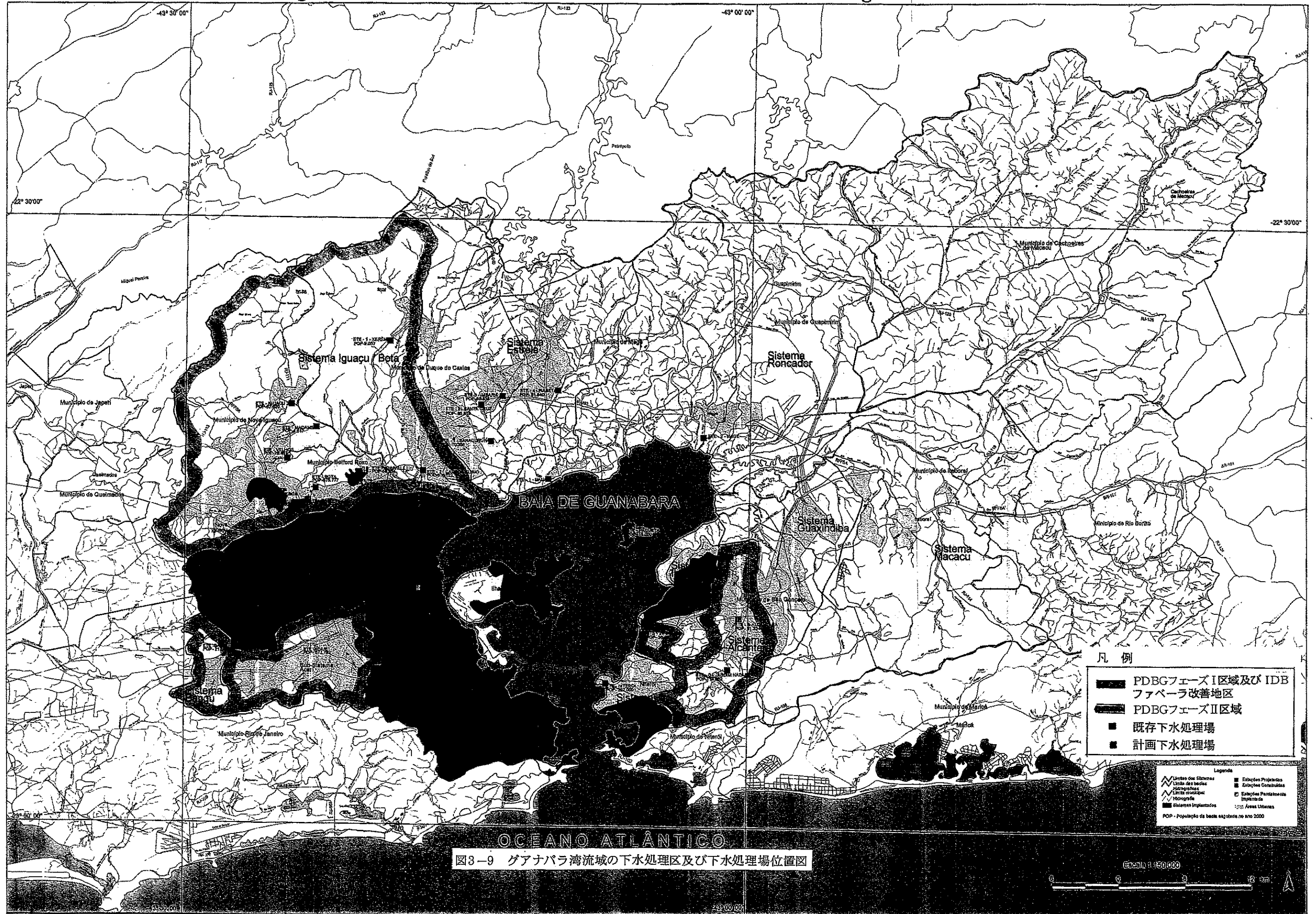


図3-9 ゲアナバラ湾流域の下水処理区及び下水処理場位置図

- 凡例
- PDBGフェーズI区域及び IDB ファバーラ改善地区
 - ▨ PDBGフェーズII区域
 - 既存下水処理場
 - 計画下水処理場

- Legenda
- Limite dos Sistemas
 - Limite das bacias hidrográficas
 - Limite municipal
 - Hidrografia
 - sistemas implantados
 - Estações Projetadas
 - Estações Construídas
 - Estações Parcialmente Implantadas
 - Áreas Livres
 - POP - População da bacia esgoteira no ano 2000

Escala 1:450,000



PDBGフェーズⅠ区域の処理対象人口は約400万人（9下水処理場・1海中放流、2000年11月現在）で、PDBGフェーズⅡ区域は約230万人（15下水処理場）となっている。表3-11のフェージングについては、事前調査団とCEDAEとの協議に際し、CEDAEがPDBGフェーズⅡとしてあげた下水処理区をPDBGフェーズⅡ区域とし、それ以外をPDBGフェーズⅢ区域とした。

CEDAEではPDBGフェーズⅠでカバーできなかった、パプナ処理区とサラパイ処理区の下水管網の整備を、PDBGフェーズⅡで実施したい意向である。

なお、PDBGフェーズⅡ区域の15か所の下水処理場のうち、イグアス／ボッタ（Iguaçu／Bota）処理区のオルキダエ（Orquídae）処理場、バビ（Babi）処理場、ジョインヴィーレ（Joinville）処理場の3処理場は、IDBのファベール改善プログラム（ノーヴァ・バイシャーダ・プログラム）で整備される予定であり、ジョインヴィーレ処理場はまもなく完成予定となっている。

このプログラムは、IDBがリオ・デ・ジャネイロ州の企画・経済開発・観光局（SEPDET）をメインC/Pとして実施しているもので、CEDAEも上下水道事業の実施機関として参画している。

(2) PDBGフェーズⅡ下水処理区の概要

CEDAEでは、PDBGフェーズⅡの計画対象下水処理区として、以下の3下水処理区と2サブ処理区をあげている。

湾西側の下水処理区：

- a) アカリ サブ処理区
- b) バングー（Bangu）処理区
- c) イグアス／ボッタ 処理区

湾東側の下水処理区：

- d) アルカントラ（Alcântara）処理区
- e) ボンバ（Bomba）サブ処理区

上記の3処理区と2サブ処理区の総面積は約771km²で、その内262km²（34%）が市街地である。下水処理区及び下水処理場名、下水処理対象人口、計画下水量、下水管延長を表3-12に示す。計画では、当初下水処理能力を約6,000 l/sとする13か所の処理場と283kmの下水幹線の整備により、220万人の下水処理を行う予定である。

イグアス／ボッタ処理区のオルキダエ処理場、バビ処理場は、IDBのファベール改善

プログラムで整備されるため、PDBGフェーズⅡのプログラムから既に外されている。完成間もないジョインヴィーレ処理場については、IDBプログラムでは3万6,000人対象の処理場建設となっており、PDBGフェーズⅡのプログラムで拡張整備を行いたい意向である。

1) アカリ サブ処理区

当サブ処理区は、リオ・デ・ジャネイロ市のコスタ・バロス (Costa Barros) 地区、バロス・フィーリョ (Barros Filho) 地区、グアダルッペ (Guadalupe) 地区、及びオノリオ・グルジェウ (Honorio Gurgel) 地区からの下水をアカリ処理場で処理する計画で、処理区域面積は96km²である。現在、この処理区では処理能力200ℓ/sの小さな処理場が稼動しているが、その処理能力を1,500ℓ/sに引き上げる計画である。

計画人口は、2000年で57万1,762人、計画終了時の2035年でも57万1,762人と推定している。計画下水量は1,500ℓ/sで、1日当たりのBOD発生量は約35t/日と推計している。

下水の集水には743kmの集水管渠網と55kmの幹線を必要としている。

表3-12 PDBGフェーズⅡの下水道整備計画

下水処理区 及び処理場名	2000年人口 (人)	2035年人口 (人)	初期下水量 (ℓ/s)	最終下水量 (ℓ/s)	下水処理	下水集水管 (km)	下水幹線 (km)
Sub-Sistema Acarí	571,762	571,562	1,500	1,500	二次処理	743	55
Sistema Bangu	212,551	383,698	524	946	二次処理	319	10
Sistema Iguaçu/Bota							
ETE - 1 Xerém	9,057	9,057	26	26	二次処理	19	2
ETE - 2 Campos Elíseos	108,722	204,004	318	596	二次処理	228	19
Iguaçu 2	67,520	166,573	185	457	二次処理	142	10
Madame	4,617	15,165	13	43	二次処理	10	1
Velhos	26,457	47,091	85	136	二次処理	55	4
Bota	675,777	1,059,908	1,993	3,126	二次処理	1,420	100
Joinville	88,134	157,429	295	528	二次処理	185	14
Sub - Total	980,284	1,659,227	2,915	4,912		2,059	150
Sistema Alcântara							
ETE - A Trindade	156,762	156,762	397	397	二次処理	188	27
ETE - B Alcântara	91,234	91,234	231	231	二次処理	110	16
ETE - C Jardim Nazaré	114,682	114,682	291	291	二次処理	138	20
Sub - Total	362,678	362,678	919	919		436	63
Sub - Sistema Bomba ETE - 2 Bomba	38,460	40,169	101	105	二次処理	46	5
TOTAL	2,165,735	3,017,334	5,959	8,382		3,603	283

(出所) CEDAE

2) バンゲー処理区

当処理区は、リオ・デ・ジャネイロ市のバンゲー地区で発生した下水をバンゲー処理場で処理する計画で、処理区域面積はおよそ31km²である。活性汚泥法を用いた処理能力500ℓ/sの処理場の新設が提案されている。

計画人口は2000年で21万2,551人、2035年で38万3,698人と推定している。計画下水量は計画開始時で524ℓ/s、計画終了時で946ℓ/s、現在のBOD発生量は約12t/日と推計している。下水の集水には319kmの集水管渠網と10kmの幹線を必要としている。

3) イグアス/ボッタ処理区

当処理区は、ノーヴァ・イグアス (Nova Iguaçu) 市とベルフォール・ロッショ (Belford Roxo) 市の下水を、シェレン (Xerém) 処理場、カンポス・エリゼオス (Campos Elíseos) 処理場、イグアス (Iguaçu) 第2処理場、マダム (Madame) 処理場、ヴェーリオス (Velhos) 処理場、ボッタ (Bota) 処理場、ジョインヴィーレ処理場の7か所の処理場で処理する計画で、処理区域面積は約545km²である。

計画人口は2000年で98万284人、2035年で165万9,227人と推定している。計画下水量は計画開始時で2,900ℓ/s、計画終了時で4,900ℓ/s、現在のBOD発生量は約54.7t/日と推計している。下水の集水には2,059kmの集水管渠網と150kmの幹線を必要としている。

4) アルカンタラ処理区

当処理区は、サン・ゴンサロ市の一部で発生した下水をアルカンタラ処理場、トリンダーデ (Trindade) 処理場、ジャルディン・ナザレ (Jardim Nazaré) 処理場の3か所の処理場で処理する計画で、処理区域面積は約99km²である。

計画人口は2000年で36万2,678人、計画終了の2035年でも36万2,678人と推定している。計画下水量は、計画開始時・終了時共に約900ℓ/sで、現在のBOD発生量は約25t/日と推計している。下水の集水には436kmの集水管渠網と63kmの幹線を必要としている。

5) ボンバ サブ処理区

インボアス (Imboassu) 処理区に属する当サブ処理区は、サン・ゴンサロ市に位置し、マリンボンド (Marimbondo) 川、バーホ・ヴェルメーリョ (Barro Vermelho) 川、ボンバ (Bomba) 川を含む。

計画人口は2000年で3万8,460人、計画終了時の2035年でも4万169人と推定している。計画下水量は計画開始時で101ℓ/s、計画終了時で105ℓ/s、現在のBOD発生量hは約2t/日と推計している。下水の集水には46kmの集水管渠網と5kmの幹線を必要としている。

(3) PDBGフェーズⅡ下水処理計画の問題点

上記「(2) PDBGフェーズⅡ下水処理区の概要」に記載されている推定人口は、「リオ・デ・ジャネイロ都市圏下水道M/P」(CEDAE、1994年)で用いられたものであるが、市別の統計になっているため、下水処理区域別の人口の割り出しが不確実である。また、各処理場の処理レベルや処理方式についても不明瞭である。

従って、本格調査では2000年の国勢調査の結果を踏まえ、下水処理区域別の人口の割り出しを正確に行うとともに、湾内水質予測の解析から、各処理場の下水処理レベルや処理方式を決定していく必要がある。

また、下水管渠網についても、CIDEの最新の地図(デジタル・マップ)を基に見直す必要がある。

3-4-3 下水処理の課題

(1) 下水道M/Pのレビュー

「リオ・デ・ジャネイロ都市圏下水道M/P」(CEDAE、1994年)では、上記「3-4-2 (3) PDBGフェーズⅡ下水処理計画の問題点」に示す技術的な問題点に加え、グアナバラ湾の水質汚濁改善効果と下水道整備手順の検討がなされていない。

本格調査における下水道M/Pのレビューでは、技術的、経済的分析に基づいて、下水処理区域、下水処理方式等の最適案を検討するとともに、グアナバラ湾内の水質汚濁予測の解析から、富栄養化防止対策を含む水質汚濁防止に必要な下水道整備事業の全容と、その整備の優先順位を明らかにする必要がある。

また、上記のM/Pでは計画に至っていない以下の事項についても検討を行い、その結果を提言する必要がある。

- 1) 水質保全を目的とした集落地域の小規模下水道整備の検討
- 2) ファベラにおける衛生改善を目的とした下水道整備の検討
- 3) グアナバラ湾の富栄養化防止を目的とした、経済的な下水処理方式の検討
- 4) 下水汚泥の処分並びに下水消化汚泥の再利用の検討

(2) グアナバラ湾の富栄養化防止対策と下水処理方式

閉鎖性水域であるグアナバラ湾の富栄養化現象は進行の一途をたどっており、下水処理においても有機汚濁物質の除去のみならず、窒素、リンの除去が不可欠となっている。

グアナバラ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（オキシデーションディッチ法、UASB法、凝集剤添加活性汚泥法等）を検討し、可能な限り取り入れる必要がある。

本格調査においては、人口密集地等用地の制約、あるいは全体的な投資効果の優先順位の観点から従来の標準活性汚泥法を取り入れる場合、湾内水質汚濁予測の解析より、必要となる3次処理の実施時期及び処理方式を提言するとともに、既存下水処理場の窒素、リン除去対策についても3次処理の必要性を検討し、同様に提言する必要がある。

第4章 環境予備調査

4 - 1 環境影響評価制度

ブラジルでは、憲法第225条に「全国民は民衆の共有財産で、質的に健康な生活に不可欠な生態学的に均衡にとれた環境を享受する権利を持っており、国家はこれを保護し、現在及び将来世代のために保存すべき義務が課せられている」とし、6項目にわたる環境対策上の規定が定められている。この規定に基づき、1981年8月に「環境基本法」(通称)が制定され、国家環境政策の基本的方針、組織体制、関連政策などが定められている。これらを踏まえて、より具体的な環境政策の実施に向けて国家環境委員会(CONAMA)が規則を定めて、環境影響評価の実施、環境質(大気質や水質など)の規制などに取り組んでいる。

調査対象地域であるグアナバラ湾流域は、北縁に標高1,000～2,000mの山地が東西へ伸び、南縁に標高500～1,000mの山地が海岸線にほぼ平行して伸びており、その一部が湾口部の岸壁となっている。これらの山で区切られた流域内の大部分はなだらかであり、特に北西部及び北東部の大部分は平野で、河口デルタの多くは湿地となっている。

環境に影響を与える事業を実施する場合、州政府の関係機関(リオ・デ・ジャネイロ州の場合はFEEMA)の許認可を受ける必要があり、事前許可(LP)、着手許可(LI)、完成許可(LO)の3段階で手続きが求められ、環境影響評価書(EIA・RIMA)はLPを得るうえで必要な書類と位置づけられている。

リオ・デ・ジャネイロ州における環境影響評価の具体的な手続きは、「Diretriz para Realização de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e do Respectivo Relatório de Impacto Ambiental –」(1997年)に示されており、対象となる事業は以下のとおりである。

- (1) 二車線以上の車道
- (2) 鉄道
- (3) 鉱石、石油、化学製品のタンクヤード及びそれらを取り扱う港湾施設
- (4) 飛行場(空港設備に関する法律に準じて)
- (5) 石油、ガス、鉱物等のパイプライン、一般下水道・工業排水等の海洋放流管を含む放流管設備
- (6) 230 KV以上の送電線
- (7) 10 MW以上のダム等発電設備(1次エネルギー種を問わず)
- (8) 化石燃料(石油・片岩・石炭)の採掘業
- (9) 法令第2535/96号に記述された内容を考慮のうえ、砂等の第二等級鉱物を含む鉱物採掘業

- (10) 運河・排水路・灌漑水路等の建設及び浚渫、河川改修、河川敷・河口等の拡幅工事、流域変更、堤防等の建設
- (11) 衛生埋立、有害・危険廃棄物の処理及び最終処分
- (12) 農産物加工業、石油化学、製鉄、塩化物製造業、アルコール製造業等の工場、ユニット及びコンビナート
- (13) 工業地区及び工業限定地区（ZEI：Strictly Industrial Zone）の制定
- (14) 50ha以上の敷地における都市開発計画及び薪・木材等の採掘・製造。ただし対象となる敷地が現行の法律上環境保全指定区域や特別指定区域である場合、又は自然保護区域に隣接している場合は、その面積が50haに達しなくとも、これに該当するものとする。
- (15) 200ha以上の敷地における農牧業開発。ただし対象となる敷地が現行の法律上、環境保全指定区域や特別指定区域である場合は、その面積が200haに達しなくとも該当するものとする。
- (16) 木炭あるいはその副産物、又はそれに相当する製品を10t/日以上消費する活動
- (17) 法令第1700 / 90号により、面積を問わずグアナバラ湾内における全ての埋立工事
- (18) F E E M Aによる技術的解析結果を基にC E C Aがその立地条件、規模、業務内容などから汚染を促進する、あるいは環境に変化を及ぼすとみなした全ての活動

上記項目にあげられた事業・活動は、リオ・デ・ジャネイロ州環境管理委員会（C E C A）の判断に基づきE I A・R I M Aの作成を免除される場合があるものとする。

参考として、表4-1に下水道処理場建設事業の環境影響評価書の目次例を示す。

表4-1 下水道処理場建設事業の環境影響評価書の目次例（海域放流の場合）

<ol style="list-style-type: none"> 1. はじめに 2. E M P R E N E U Rの特徴 3. 代替案の検討（立地面、技術面） 4. プロジェクトの概要（建設工事段階、施設供用段階） 5. 関連法規及び適用基準 6. 既存計画・事業との関連 7. 環境影響評価の実施方法 8. 地域の概況 9. 環境の現状（生活環境、自然環境、社会環境） 10. 環境影響評価 11. 環境保全措置の検討 12. 結論と提案 13. 担当技術者一覧 14. 参考文献

（出所）「Relatorio de Estudos de Impacto Ambiental do Sistema de Tratamento de Esgotos Sanitarios com Emprego de Sisposição Submarina」, 1994

4 - 2 プロジェクト概要及びプロジェクト立地環境

表4-2及び表4-3に本プロジェクトの概要及び立地環境を示す。

なお、計画諸元については、現段階では未定の部分があるため想定として記載している。

表4-2 プロジェクト概要

項目	内容
プロジェクト名	ブラジル連邦共和国 グアナバラ湾の環境に関する管理及び改善調査
背景	<p>リオ・デ・ジャネイロ市のシンボルであるグアナバラ湾の美しい景観は、ブラジルの代表的なイメージの一つとなっているが、同湾沿岸地域の乱開発や生活排水、廃棄物の不法投棄によって、同湾水域の環境汚染が深刻化している。同市の中心部と周辺部との間では公衆衛生インフラ整備の面で大きな不均衡が生じており、このため同湾水域の水質汚濁によって推定800万人もの市民の生活に悪影響が出ている。これらのグアナバラ湾水域の深刻な水質汚濁に対して、ブラジル政府の要請を受け、我が国の協力により、1992～1994年にかけて「グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査」が実施され、現在、水質浄化に向けた第一期工事がJ B I C及びI D Bからの融資によって行われている。しかし、第一期工事のみでは必ずしも十分に汚濁物質を除去できない状況であり、更なる汚濁物質除去のための下水処理方法の改善については、当地の住民の関心も高く、リオ・デ・ジャネイロ州政府も最優先課題の一つと考えている。</p> <p>かかる背景から、第一期終了後、第二期に向けた下水処理整備に関するF/Sの実施を計画している。</p>
目的	グアナバラ湾における水環境の改善及び下水処理施設の整備
位置	ブラジル連邦共和国 リオ・デ・ジャネイロ州（グアナバラ湾流域）
実施機関	S E S A R H
裨益人口	約400万人
計画諸元 ^(注)	
計画の種類	<input checked="" type="checkbox"/> 新設 / <input type="checkbox"/> 改良
対象区域	人口：約230万人、下水量：6 m ³ /秒
排除方式	<input checked="" type="checkbox"/> 分流式 / <input type="checkbox"/> 合流式
処理場	処理方式：二次処理、処理能力：6 m ³ /秒
汚泥処理、処分方式	<input checked="" type="checkbox"/> 乾燥 / <input type="checkbox"/> 焼却、 <input checked="" type="checkbox"/> 埋立 / <input type="checkbox"/> 再利用 / その他（ ）
管渠延長等	開渠 / <input checked="" type="checkbox"/> 暗渠、管渠延長：約150km、ポンプ場：約30か所
放流水域等	放流水域：グアナバラ湾、放流水質：（ブラジル側設計基準に準じる）
その他特記すべき事項	

(注) 計画諸元については、現段階では未定の部分があるため想定を記載

表 4-3 プロジェクト立地環境

項目		内容
プロジェクト名		ブラジル連邦共和国 グアナバラ湾の環境に関する管理及び改善調査
社会環境	地域住民 (居住者、先住民、計画に対する意識等)	都市住民、ファベラ住民
	土地利用 (都市、農村、史跡、景勝地、病院等)	都市、農村、山林
	経済、交通 (商業・農漁業・工業団地、バスターミナル等)	商業、住宅地等
自然環境	地形・地質 (急傾斜地・軟弱地盤・湿地・断層等)	流域内に洪水や崖崩れの危険箇所が点在
	海岸・海域の状況 (浸食・堆砂、潮流・潮汐等)	放流水域は閉鎖性水域
	貴重な動植物・生息域 (自然公園・指定種の生息域等)	流域内の一部に自然公園
公害	苦情の発生状況 (関心の高い公害等)	水質汚濁、悪臭
	対応の状況 (制度的な対策、補償等)	特になし
その他特記すべき事項		現在、PDBGフェーズIが進行中

(注) 記述は既存資料及び聞き取り調査に基づく想定を含む。

4-3 スクリーニング・スコーピング結果

表 4-4 及び表 4-5 に本プロジェクトにおける環境調査の必要性の検討結果（スクリーニング）及び環境影響に対する項目の検討結果（スコーピング）を、表 4-6 に総合評価を示す。

なお、実施にあたっては、「社会・経済インフラ整備計画に係る環境配慮ガイドライン（Ⅶ下水道計画編）」（平成 4 年、国際協力事業団）、現地での C/P 機関である CEDAE の関係者らとの意見交換を参考とした。

表 4-4 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)	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	処理場用地は確保済
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	処理場用地は確保済
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	工事内容等によっては影響の可能性有
	4	地域分断	交通の阻害による地域社会の分断	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	処理場用地は確保済
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣・埋蔵文化財等の損失や価値の減少	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	工事内容等によっては影響の可能性有
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権等の阻害	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	水利用状況によっては影響の可能性有
	7	保健衛生	ゴミや衛生害虫の発生等衛生環境の悪化	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	スクリーンかすの発生
	8	廃棄物	建設廃材・残土、汚泥の発生	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	スクリーンかす、汚泥の発生
	9	災害 (リスク)	地盤崩壊・落盤、事故等の危険性の増大	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	大規模造成はない
自然環境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値のある地形・地質の改変	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	大規模造成はない
	11	土壌浸食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	大規模造成はない
	12	地下水	掘削工事の排水等による枯渇、浸出水による汚染	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	大規模造成はない
	13	湖沼・河川流況	埋立や排水の流入による流量、水質の変化	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	放流先によっては影響の可能性有
	14	海岸・海域	埋立地や海況の変化による海岸浸食や堆積	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	海域の造成はない
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖阻害、種の絶滅	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	生息状況が不明
	16	気 象	大規模造成や建築物による気温、風況等の変化	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	大規模施設はない
	17	景 観	造成による地形変化、構造物による調和の阻害	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	処理場施設の出現
公害	18	大気汚染	車両や工場からの排出ガス、有害ガスによる汚染	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	汚泥処理方法によっては影響の可能性有
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染	<input type="checkbox"/> 有・無・不明	処理水の放流
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	汚染土壌の搬入はない
	21	騒音・振動	車両・処理場等による騒音・振動の発生	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	処理場からの発生
	22	地盤沈下	地盤変状や地下水位低下に伴う地表面の沈下	有・ <input type="checkbox"/> 無・不明	地下水は揚水しない
	23	悪 臭	下水処理場の稼動に伴う悪臭の発生	有・無・ <input type="checkbox"/> 不明	処理場からの発生
総合評価：I E EあるいはE I Aの実施が必要となる開発プロジェクトか			<input type="checkbox"/> 要・不明	一部、環境影響が想定される	

表4-5 スコーピング結果

環境項目		評 定	根 拠	
社会環境	1	住民移転	D	下水処理場用地は取得済
	2	経済活動	D	下水処理場用地は取得済
	3	交通・生活施設	C	交通の妨げになる施設はない
	4	地域分断	D	地域を分断する施設はない
	5	遺跡・文化財	C	遺跡・文化財は報告されていないが、掘削時に確認される可能性
	6	水利権・入会権	C	下水処理水の放流先によっては利水上の影響有
	7	保健衛生	C	スクリーンかすの発生
	8	廃棄物	C	スクリーンかす、汚泥が発生
	9	災害（リスク）	D	平たん地で大規模な切土等を行わない
自然環境	10	地形・地質	D	大規模な地形改革は行わない
	11	土壌浸食	D	大規模な地形改変、植生除去は行わない
	12	地下水	D	影響を与える工事、施設はない
	13	湖沼・河川流況	C	下水処理水を河川に放流するため、河川流量の変化の可能性
	14	海岸・海域	D	海岸の地形や海況を変化させる工事や施設はない
	15	動植物	C	放流先の動植物に関するデータはない
	16	気 象	D	気象に影響を与える施設はない
	17	景 観	C	処理場の建築物が出現
公 害	18	大気汚染	C	汚泥焼却による排ガス発生の可能性
	19	水質汚濁	B	処理水及び工場排水の流入有
	20	土壌汚染	D	土壌を汚染する工事や施設はない
	21	騒音・振動	C	騒音・振動を発生する工事や施設の可能性
	22	地盤沈下	D	地下水の揚水等はない
	23	悪 臭	B	処理場から発生の可能性

(注1) 評定の区分

A：重大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に考慮に入れておくものとする）

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

(注2) 評定に当たっては、該当する項目別解説書を参照し、判断の参考とすること

表4-6 総合評価

環境項目	評 定	今後の調査方針	備 考
水質汚濁	B	水域の現況水質、工場廃水の実態、河川流況、放流水質の検討	水質改善の可能性有
悪臭	B	設備配置及び構造、類似施設の事例、対策方法の検討	
交通・生活施設	C	下水道管工事計画及び周辺交通流の検討	
遺跡・文化財	C	掘削工事実施の配慮	
水利権・入会権	C	河川域及び湾域の水利権の現況	
保健衛生	C	スクリーンかすの発生設備の検討	
廃棄物	C	スクリーンかす・汚泥の発生量把握 処分方法の検討、有効利用の可能性の検討	
湖沼・河川流況	C	水域の現況流量、放流流量の検討	
動植物	C	動植物の生息生育情報の収集	
景 観	C	処理場建築物の配置、構造の検討、土地利用の現況	
大気汚染	C	汚泥処理方法の検討	汚泥焼却の場合
騒音・振動	C	処理場内設備の発生源、建築物の壁面構造	大きな騒音源がある場合

(注) 評定の区分

A：重大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に考慮に入れてくものとする）

D：ほとんどインパクトは考えられないため I E E あるいは E I A 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

ブラジル政府の要請に基づき、グアナバラ湾の水質汚濁の解決のための下水道整備事業のF/Sを実施する。具体的な進め方として、大きく2つのフェーズに分けて行うものとする。

PDBGフェーズIでは、M/Pのレビューとして、1992～1994年にかけて実施された「グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査」において策定された「グアナバラ湾の水質汚濁防止計画に係るM/P」の再点検（レビュー）を行い、現状の水質改善状況を評価・分析し、改善目標を再設定するとともに、水質汚濁防止に必要な提言を行う。

同時に、リオ・デ・ジャネイロ州政府が策定した「リオ・デ・ジャネイロ首都圏下水道M/P」の再点検（レビュー）を行い、グアナバラ湾の水質汚濁防止に必要な下水道整備事業計画の全容を明らかにするとともに、上記の水質汚濁防止計画に係るM/Pのレビューの中で実施される「湾内水質予測の解析」により、技術的、経済的観点から、グアナバラ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。

PDBGフェーズIIでは、PDBGフェーズI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F/Sを実施する。

また、これらの調査を通して、ブラジル側C/Pに対する技術移転を図る。

5 - 2 調査対象地域

グアナバラ湾流域（約4,000km²）を調査対象地域とする。

5 - 3 調査項目と内容

(1) PDBGフェーズI（M/Pのレビュー）

- 1) 既存関連データ・資料の収集、分析（自然条件、社会経済状況、土地利用状況、公衆衛生・環境状況、環境関連法規、環境関連組織、他ドナー・NGOの援助動向、CEDAEの財務状況）
- 2) 関連計画の実施状況の把握
- 3) 現地踏査
 - a) 汚濁物質発生源調査
 - b) 下水道現況調査
- 4) 住民意識調査
- 5) 水質調査
- 6) 社会経済フレームの見直し

- 7) 湾内水質汚濁解析、湾内水質予測の解析
- 8) グアナバラ湾の水質汚濁防止計画に係るM/Pのレビュー
- 9) リオ・デ・ジャネイロ首都圏下水道M/Pのレビュー
- 10) 初期環境評価
- 11) 概算事業費の算定
- 12) 段階的実施計画の策定
- 13) 事業評価
- 14) 優先プロジェクトの選定

(2) PDBGフェーズII (F/Sの実施)

- 1) 計画諸元の検討・決定
- 2) 補足実測調査 (土質調査)
- 3) 優先プロジェクトの下水道施設の概略設計
- 4) 環境影響評価
- 5) 施工計画
- 6) 運営・維持管理計画及び人材育成計画
- 7) 概算事業費の積算
- 8) 財務計画並びに事業実施計画の作成
- 9) プロジェクトの評価及び提言

5 - 4 調査工程及び要員計画

(1) 調査工程

S/Wに記載のとおり、全体で約18か月とする。

(2) 要員計画

団員の分野構成案は次のとおりである。

- 1) 総括
- 2) 水質保全計画
- 3) 水質汚濁解析
- 4) 下水道計画・下水処理計画
- 5) 下水道処理施設計画・設計
- 6) 下水管路施設計画・設計
- 7) 土地利用・組織制度

- 8) 経済・財務分析
- 9) 環境・社会配慮

5 - 5 調査用資機材

本格調査の実施に際して、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) 湾内水質汚濁解析用パーソナル・コンピューター
- 2) レーザープリンター
- 3) 複写機
- 4) ファクシミリ

5 - 6 調査実施上の留意点

- (1) M/Pのレビューに際し、「グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査」のM/Pについては、水質調査を基に全般的なレビューに徹し、下水道事業以外については、提言を行うに止める。州作成の下水道M/Pについては、実際に計画として使えるかどうかも見極める必要がある。
- (2) F/Sについては、具体的にどのプロジェクトを選定するかが重要であり、そのためには第一期下水道整備計画（PDBGフェーズI）の実施状況を見極めるとともに、それらとの連続性及び継続性について十分に配慮する必要がある。
- (3) 技術移転について、M/P調査時のC/P機関であるFEEMAの参画については、基本的には今回のC/P機関のSESARH及びCEDAEが、FEEMAとの調整については責任を持って行うことを確認しているが、十分に留意する必要がある。
- (4) グアナバラ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て、窒素、りん除去効果がある経済的な処理方式（オキシデーションディッチ法、UASB法、凝集剤添加活性汚泥法等）を検討し、可能な限り取り入れるものとする。

本格調査においては、人口密集地等用地の制約、あるいは全体的な投資効果の優先順位の観点から従来の標準活性汚泥法を取り入れる場合、3次処理の経済的な窒素、りん除去処理方式の検討を行い、湾内水質予測の解析に基づいて、必要となる3次処理の実施時期及び処理方式を提言すること。また、既存下水処理場の窒素、りん除去対策についても3次処理の必要性を検討し、必要な場合には同様に提言すべきである。

- (5) 現在、調査対象地域内では、IDBのファベラ改善プログラムが、リオ・デ・ジャネイロ州企画局をメインC/Pとして実施されている。CEDAEも上下水道整備事業の実施機関として参画しており、イグアス下水処理区内の3か所の下水処理場（オルキダエ処

理場、バビ処理場、ジョインヴィーレ処理場) は、前プログラムで整備される計画である。本格調査においては、これらと重複のないよう十分な情報交換と調整を行うとともに、下水処理に関して基本的な方針の統一を図る必要がある。

- (6) 下水道整備事業は、それ自身が環境改善事業であるとの見地から、リオ・デ・ジャネイロ州では海洋放流及び公有水面埋立てを伴わない限り、特例としてE I Aが免除されている場合もある。本格調査においては、優先プロジェクトに関し、関係機関とE I Aの必要性について協議を行い、必要性が確認された場合には、先方のガイドラインに従ってE I Aを実施するが、E I Aの免除が確認された場合であっても、J I C Aの環境配慮ガイドラインに従ってE I Aを実施することとする。