

ブラジル連邦共和国  
グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査  
事前調査報告書

平成4年1月

国際協力事業団

ブラジル連邦共和国グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査事前調査報告書

平成四年一月

703  
618  
833

社調二

CR(3)

92-007



ブラジル連邦共和国  
グアナバラ湾水質汚濁防止計画調査  
事前調査報告書

JICA LIBRARY



1096747(9)

23482

平成4年1月

国際協力事業団

国際協力事業団

23442

## 序 文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国政府の要請に応え、同国リオ・デ・ジャネイロ州グァナバラ湾水質汚濁防止計画にかかる調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することとなった。

当事業団は、本格調査の実施に先立ち、平成3年10月19日から11月6日まで、当事業団国際協力専門員、今井千郎氏を団長とする事前調査団を同国に派遣した。

事前調査団は、現地踏査を行い本件の背景を確認するとともに、調査内容に関してブラジル連邦共和国政府及びリオ・デ・ジャネイロ州の関係機関と協議し、Scope of Work (S/W) 締結し、その協議内容を協議議事録に取りまとめた。

本報告書は、事前調査団の現地調査の結果、本格調査実施にあたっての留意点などを取りまとめたものであり、今後実施する本格調査の立案に際し参考となるものである。

最後に、今回の調査に際して多大な協力をいただいたブラジル連邦共和国政府並びに日本国関係機関の各位に対し、厚くお礼申し上げますとともに、今後の調査が順調に実施されることを期待するものである。

平成4年1月

国際協力事業団

理事 玉 光 弘 明



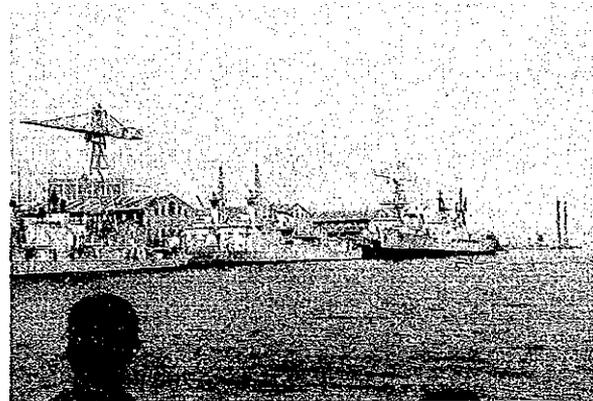
①  
ブラジル協力事業団（ABC）  
とのS/W協議



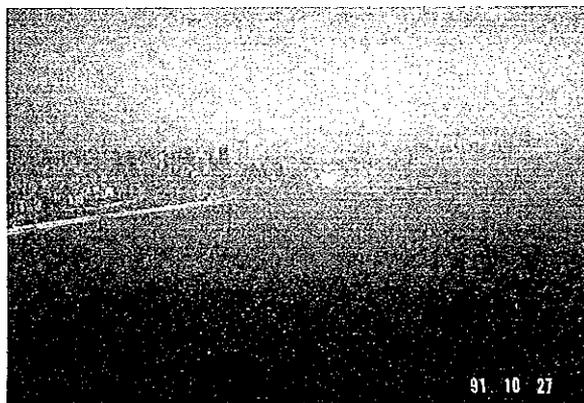
④  
湾口付近



②  
リオ・デ・ジャネイロ州環境局  
（SEMAM）表敬



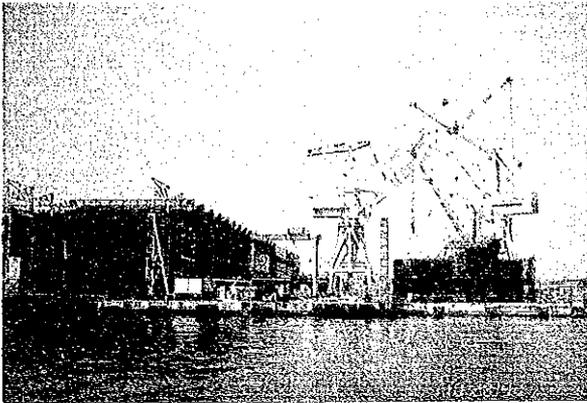
⑤  
海軍施設  
（湾西岸）



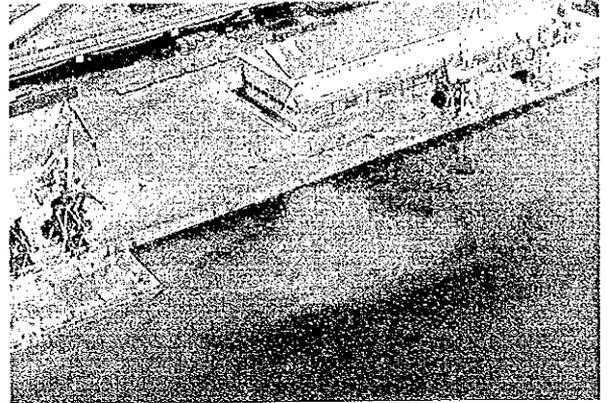
③  
グァナバラ湾全景



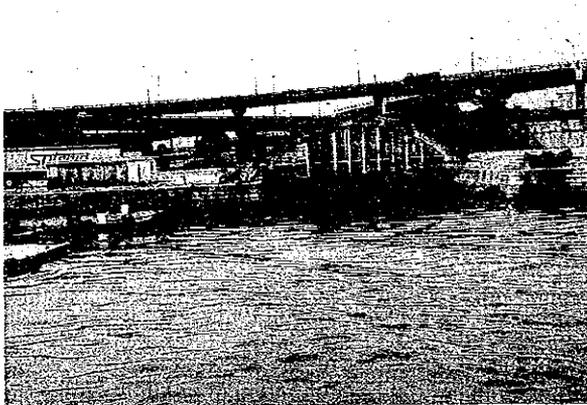
⑥  
港湾施設  
（湾西岸）



⑦  
造船所  
(インブラス, 湾西岸)



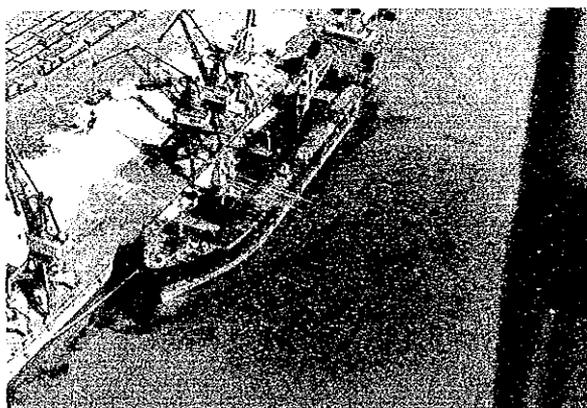
⑩  
港湾施設からの汚水



⑧  
港湾施設の中間  
にある排水口



⑪  
狭水路の状況  
(湾西岸)



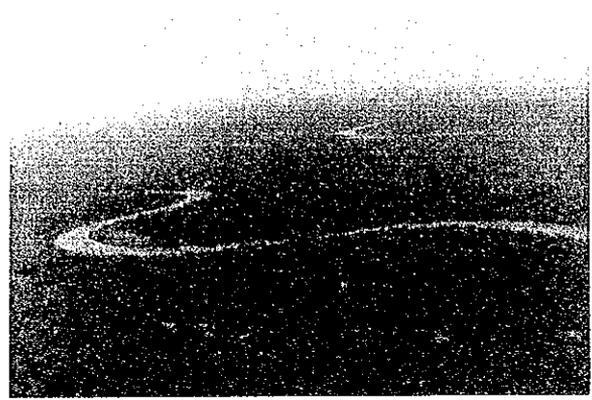
⑨  
港湾施設からの  
汚水



⑫  
同上



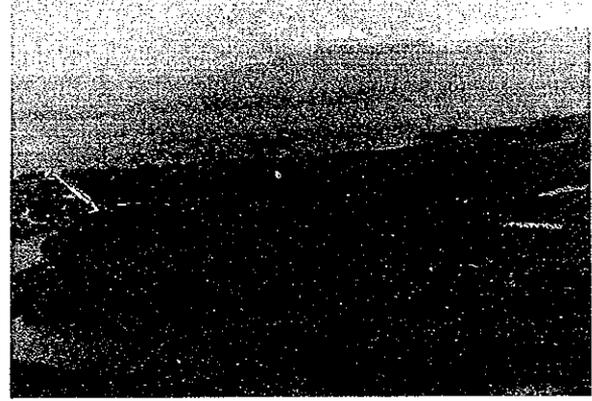
⑬  
石油精製所地帯  
の河川の状況  
(湾西岸)



⑯ マングローブ林地帯  
(湾北岸)



⑭  
河川の状況  
(湾西岸)



⑰  
同上



⑮  
ゴミのオープン・ダンプ  
(湾西岸)



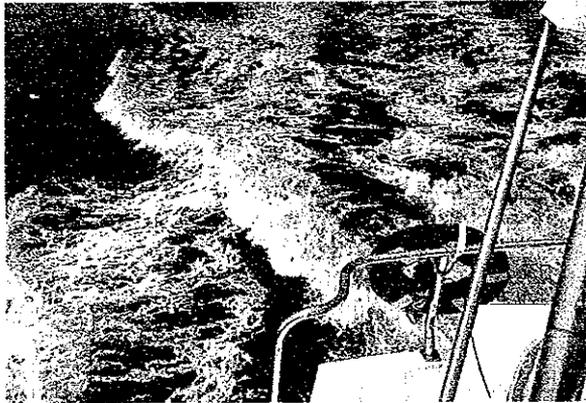
⑱  
工場排水  
(湾東岸)



⑱  
工場排水  
(湾東岸)



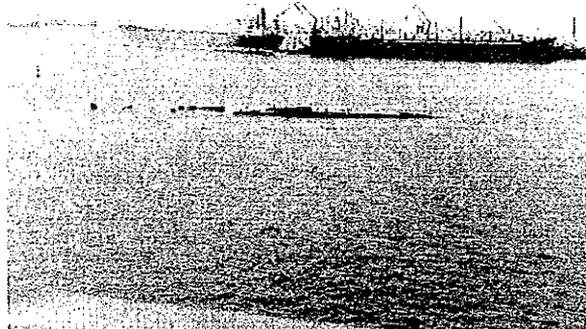
㉒  
湾内の小島に作られた  
石油備蓄施設



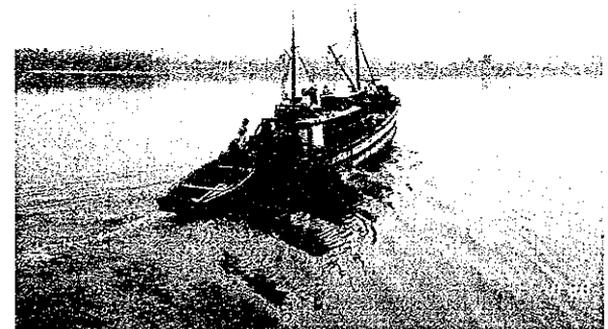
㉓  
湾内の水質



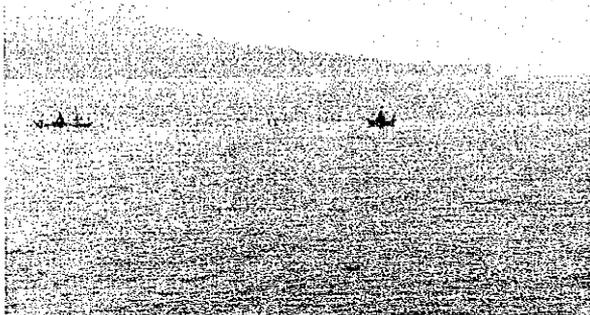
㉔  
定置網  
(湾北側)



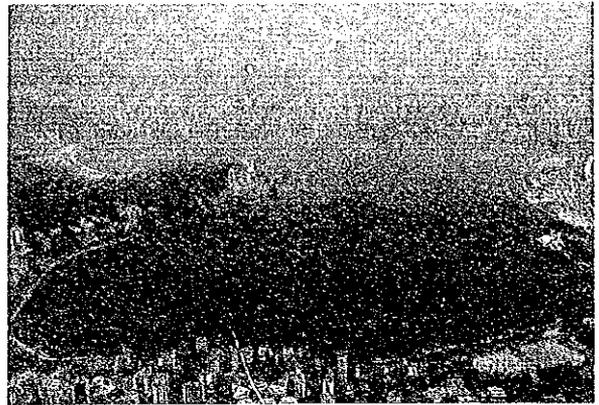
㉕  
湾内の沈船



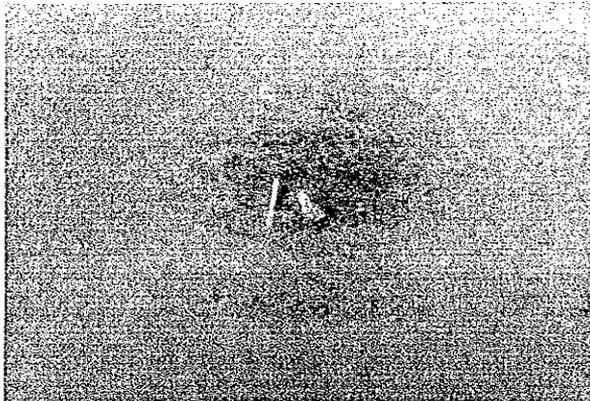
㉖  
漁民 (湾外での漁)



②⑤  
零細漁民  
(湾内)



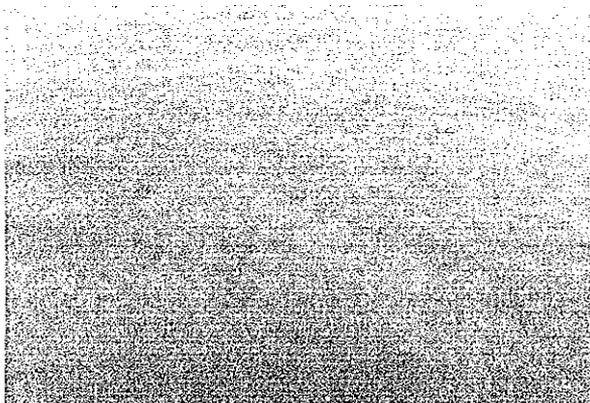
②⑧  
湖沼の状況  
(ロドリゴ・デ・フレイタス湖  
湾口西)



②⑥  
下水放流管の  
補修工事  
(イパネマ海岸沖)



②⑨  
同上  
(ピラチニンガ湖  
湾口東)



②⑦  
下水放流管からの  
放流水  
(白っぽく見える)



③①  
湾の背後地：ホテル  
及びビジネス街  
(イパネマ海岸)



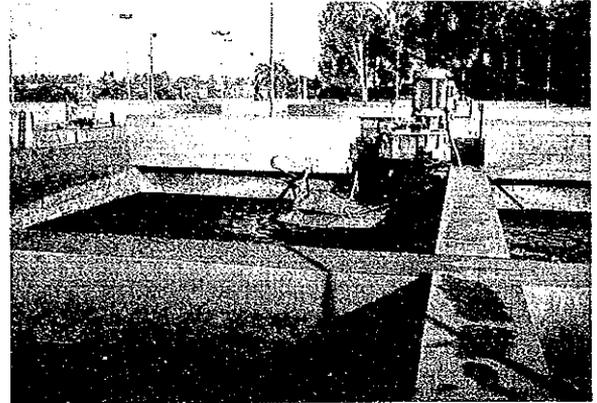
㉑  
湾の后背地  
(スラム街)



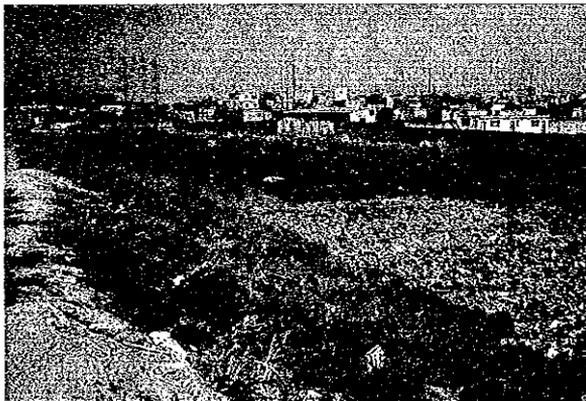
㉒  
スラム街の排水路



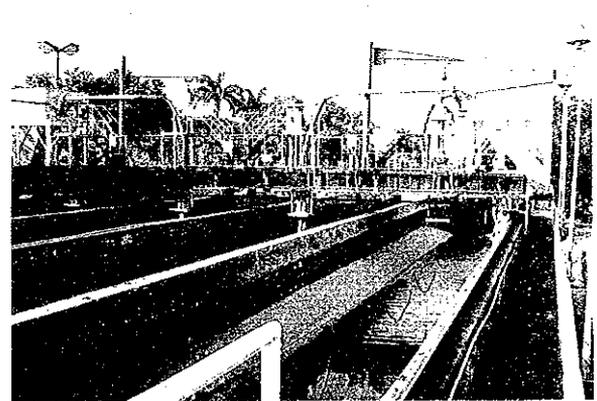
㉓  
同上



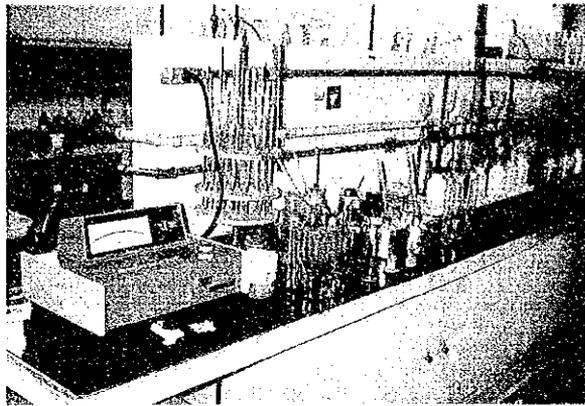
㉔  
下水処理施設  
(ペーニャ)



㉕  
水路に滞留して  
いるゴミ

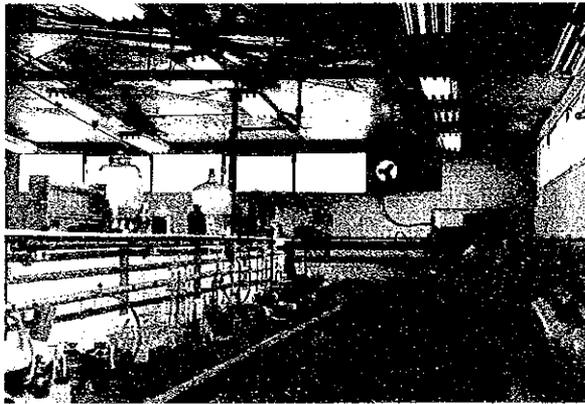


㉖  
同上



③7

州環境工学財団  
(FEEMA) 研究所



③8

同上



③9

S/W・M/M署名  
(今井団長とブリゾーラ  
州知事)







# 目 次

序文	
グァナバラ湾位置図	
グァナバラ湾全体図	
写真集	
1. 事前調査の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	2
1-3 調査団の構成	2
1-4 調査日程	3
2. 事前調査結果の概要	5
2-1 ブラジル連邦共和国の要請内容	5
2-2 協議の経緯及び結果	6
3. グァナバラ湾及び同湾に流入する河川流域の現況	12
3-1 自然条件	12
3-2 社会条件	17
3-3 グァナバラ湾の汚濁の状況	18
3-3-① 湾内	18
3-3-② 河川及びその流域の現状	27
3-4 グァナバラ湾の汚濁の原因	35
3-4-① 生活系排水	35
3-4-② 産業排水	37
3-4-③ 土地利用（マングローブ林を含む）	37
3-4-④ 固形廃棄物	38
3-4-⑤ 船舶、港湾施設等	38
3-5 グァナバラ湾の汚濁対策	39
3-5-① 生活系排水	39
3-5-② 産業排水	47
3-5-③ 土地利用（マングローブ林を含む）	48
3-5-④ 固形廃棄物	48
3-5-⑤ 船舶、港湾施設等	49
4. 本格調査の内容	51
4-1 調査の目的	51

4-2	調査の基本方針	51
4-3	調査の内容	52
4-3-①	既存資料の整理・分析	52
4-3-②	水質調査	52
a.	海域	52
b.	河川	52
4-3-③	底質調査	53
a.	海域	53
4-3-④	生物調査	53
a.	海域	53
4-3-⑤	水文等関連調査	54
a.	海域	54
b.	河川	54
4-3-⑥	社会経済調査	58
4-3-⑦	土地利用	58
4-3-⑧	主要水質汚濁発生源調査	59
4-3-⑨	グアナバラ湾の水質汚濁機構調査（シミュレーションを含む）	59
4-3-⑩	水質保護対策の提言	60
4-4	調査の実施体制	62
4-5	調査工程	75
4-6	要員計画	75
4-7	報告書の作成	76
4-8	調査実施のための必要機材	77
5.	本格調査への提言	83
5-1	本格調査団に要求される資質	83
5-2	調査準備過程での必要事項とポイント	83
5-3	本格調査の実施上の留意事項とポイント	85
	添付資料	87
1.	相手国要請書（ポルトガル語）	89
2.	“（和文訳）	133
3.	質問書（英語）	159
4.	“（和文訳）	165
5.	締結済実施細則（Scope of Work）	171
6.	締結済議事録（Minutes of Meetings）	185

7. 主要面会者リスト .....	193
8. 新聞報道 .....	197
9. 収集資料リスト .....	205
10. 産業排水の規制及び法令（ポルトガル語及び和文訳） .....	215



# 1. 事前調査の概要

## 1-1 調査の背景

ブラジル連邦共和国（以下ブラジルまたは伯国という）南東部のリオ・デ・ジャネイロ州に位置するグァナバラ湾は、湾内の島々を除いた水域面積337平方キロメートル（東京湾の約4分の1）で、沿岸に数々の景勝地を擁する世界的観光地であり、また湾内では海老、鯛漁を中心とした漁業も盛んである。

一方、同湾沿岸は1,000万人の住民と約6,000の大小工場をかかえ、その家庭雑排水及び工業排水は30以上の河川により同湾に流入しており、下水処理施設の能力不足（総下水量13m<sup>3</sup>/sに対し、総処理能力2.6m<sup>3</sup>/s）及び特にスラムを中心とする下水道の未整備が汚染を深刻化させている。また、同湾に流入する河川流域全体の適切な保安全管理がなされていないため流出土砂が増加し、湾の水深に影響を与えている。さらに、この様な雑排水、土砂の流入は湾内の水質浄化機能に大切な役割を果たすと考えられる湿原やマングローブ林の破壊を徐々に引き起こしている。

このため、貴重な観光資源であり、かつ漁場でもあるグァナバラ湾の水質汚濁対策を講ずることは、ブラジルにとって重要課題となっている。

これに加え、1991年1月にコロール大統領がグァナバラ湾の水質汚濁改善を目的とした下水処理場建設計画「リオ・デ・ジャネイロ環境プロジェクト」を発表、また米州開発銀行（IDB）が上下水道整備を中心とする「グァナバラ湾浄化プロジェクト」への融資を予定しており、今年6月にリオ・デ・ジャネイロ市で開催される国連「環境と開発」会議に向けて、具体的なプロジェクトの実施がグァナバラ湾の効果的な施策とするためには、グァナバラ湾の総合的な水質汚濁防止計画策定が必要となっていた。

こうした背景から、平成3年7月にブラジル政府は我が国にグァナバラ湾の総合的な水質汚濁防止計画策定のための開発調査実施を要請越した。

なお、平成元年度第9回日伯技術協力年次協議で実施が合意されたジョイント・プログラミングに関連する背景としては、①同プログラミングで「環境分野」がモデルケースとして取り上げられ、②サブ・セクターの「森林保全」「公害防止」について専門家派遣（平成2年10月17日～同年11月17日）が実施され、③その時点でグァナバラ湾の水質汚濁対策に係る協力の必要性が確認され、④引き続きプロジェクト形成調査団（平成3年1月21日～同年2月4日）より詳細調査、情報収集が行われ、⑤上記結果を踏まえ、第10回日伯技術協力年次協議にて具体的案件の実施につき日伯双方が合意に達し、平成3年7月の正式要請となったことがあげられる。

今回は、伯国側の要請に基づき、その可能性を検討するため事前調査団を派遣することとなった。

### 1-2 調査の目的

今回の事前調査は、伯国の要請の背景、内容、調査範囲の確認を行い、我が国の協力の可能性の検討を踏まえ、予め日本側で検討、作成した本調査にかかる実施細則（Scope of Work：S/W）について伯側と協議し、署名することを目的とした。

また、現地踏査及び伯側との協議を通じ、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。

### 1-3 調査団の構成

	氏名	担当分野	所属先・役職
1)	今井千郎	総括	JICA国際協力専門員
2)	室沢智史	調査企画	JICA社会開発調査部社会開発調査第二課
3)	貝原孝雄	協力政策	外務省経済協力局開発協力課
4)	岡崎誠	水質保全	環境庁水質保全局企画課 調査官
5)	中尾典隆	水質汚濁解析	神戸市環境局環境影響評価室 主査
6)	長谷川清	下水処理計画	建設省土木研究所下水道部水質研究室 主任研究員
7)	岡積敏雄	河川管理	建設省河川局河川計画課 係長
8)	岡安邦男	水文・水質	韓CRC総合研究所 部長補佐

1-4 調査日程

A班 (総括、調査企画) ..... 19日間  
 B班 (協力政策) ..... 17日間  
 C班 (水質保全、水質汚濁解析、下水処理計画、河川管理) ..... 16日間  
 D班 (水文・水質) ..... 18日間

日順	月日	曜	調査日程	宿泊地	調査内容
1	10/19	土	A & B班 : 成田発 (19:00 RG/JL 835) ⇒	機内	
2	20	日	⇒ A & B班 : カウカ 着 (05:50) / 同地発 (09:15 RG 278) ⇒ フラリア 着 (10:55)	フラリア	団内打合せ
			C & D班 : 成田発 (16:25 JL 066) ⇒ ロスアンジェリス 着 (10:15)	ロスアンジェリス	移動
3	21	月	A & B班	フラリア	(1) JICA 事務所打合せ (2) 日本大使館表敬 (3) ブラジル協力事業団(ABC) 表敬及び S/W 案協議 (4) 世銀事務所表敬
			C & D班 : ロスアンジェリス 発 (15:00 RG 843)	機内	
4	22	火	A & B班	フラリア	(1) 大統領府環境局・環境再生天然資源院(SEMAM/PR-IBAMA) 表敬 (2) ブラジル協力事業団(ABC) S/W 案協議
			⇒ C & D班 : オアシネロ 着 (9:00)	オアシネロ	C & D班 : 調査地域予備調査 (沿岸)
5	23	水	A & B班 : フラリア 発 (07:10 TR 463) ⇒ オアシネロ 着 (08:40)	オアシネロ	
			A & B班が C & D班に合流	オアシネロ	(1) 坂之井 専門家 (河川工学) との打合せ (2) JICA 事務所打合せ (3) 総領事館表敬 (4) リオ州環境局 (SEMAM) 表敬
6	24	木		〃	FEEMA 主催セミナー (関係各機関出席)
7	25	金		〃	(1) 現地踏査 ① 調査対象地域の全容把握の為に、リコカにより調査 (全員) ② FEEMA 研究所視察 ③ 石油ターミナル視察  (2) S/W・M/M 案準備作業
8	26	土		〃	(1) 現地踏査 ① 河川流域視察 ② 下水処理場視察 (ペーニャ)  (2) S/W・M/M 案協議

日順	月 日	曜	調 査 日 程	宿泊地	調 査 内 容
9	10/27	日		〃	団内打合せ・資料整理
10	28	月		〃	(1) 現地踏査 湾内視察 (船艇)  (2) S/W・M/M案協議
11	29	火		〃	(1) S/W・M/M案協議  (2) 現地踏査 ①河川湖沼監督局 (SERLA) 視察 ②水路研究所 (INPH) 視察 ③港湾施設視察 (リオ港及び海軍港湾管理部)
12	30	水		〃	S/W・M/M署名
13	31	木	貝原及び室沢団員  (リオ〜ブラリア 日帰り)	〃	(1) 現地踏査 産業排水関係 (工場) 視察 (2) FEEMA との打合せ (3) 州環境局との打合せ (4) ABC長官の署名取付け (5) 調査団主催パーティ
14	11/ 1	金		〃	(1) JICA事務所及び総領事館報告 (2) FEEMA との打合せ (3) 現地踏査 ①マングローブ林視察 ② CEDAE研究室視察 (4) 総領事主催夕食懇談会 (於: 公邸)
15	2	土	A班: リオ・デ・ジャネイロ発 (20:30 TR 796) ⇒	機内	D班: 資料収集
16	3	日	⇒A班: ワシントン 着 (08:30)	ワシントン	A班: 団内打合せ
			B & C班: リオ・デ・ジャネイロ発 (00:45 RG 830) ⇒ ⇒ロサンゼルス 着 / 発 (08:00 / 09:50)	機内	D班: 資料整理
17	4	月	⇒B & C班: 成田着 (13:30)	ワシントン	A班: (1) JICA事務所打合せ (2) 米州開銀及び世銀表敬
18	5	火	A班: ワシントン 発 (10:45 NH 001) ⇒	機内	
			D班: リオ・デ・ジャネイロ発 (00:45 RG 830) ⇒ ⇒ロサンゼルス 着 / 発 (08:00 / 09:50) ⇒	機内	
19	6	水	⇒A班: 成田着 (14:55)		
			⇒D班: 成田着 (13:30)		

## 2. 事前調査結果の概要

### 2-1 ブラジル連邦共和国の要請内容

伯国の要請内容の要点は次のとおりである。なお、詳細は添付資料1（または2）の相手国要請書を参照。

#### (1) 調査の背景・目的

グァナバラ湾は、その自然美並びに一年をともしマリン・レジャーが楽しめる気候条件（夏の平均気温25℃、冬22℃、平均日照日数51％）に恵まれ、年間推定3千5百万人もの観光客が訪れる。また、湾内外では鯛漁と海老漁を中心とした漁業が重要な産業となっている。

グァナバラ湾岸地域には約1千万人の人々が住み、全国第2位の工業地帯である。同湾岸地域には、著しく汚染をもたらしている工業事業所が6千以上もあり、さらには港湾施設、石油精製所が2カ所、石油の海運ターミナル、都市廃棄物による埋め立て地等の他、様々な公害汚染をもたらす活動が営まれている。また、同地域が亜熱帯地域に位置しているため豪雨にみまわれやすく、さらには森林破壊の結果、洪水や地形侵食等によってこの状況は著しく悪化している。公害汚染が進んだため、同湾の水資源利用から得ていた様々な利益が損なわれ、州経済に大きな損害をもたらしているだけでなく住民の健康にも悪影響を及ぼしている。これら損害の例として、湾底堆積物の増加により、船舶の往来を可能にするために常時しゅんせつ工事を要することや、湾内のほとんどすべての砂浜で水浴が不可能となっていること、そしてマングローブ林が徐々に破壊されつつあること等があげられる。

以上から、グァナバラ湾の水質汚濁対策を講ずることは我が国（ブラジル）にとって重要課題である。

このため、グァナバラ湾及び同湾に流入する河川流域における水質汚濁の現状調査、水質汚濁機構の解析を行い、グァナバラ湾生態系回復のための基本計画を策定する。

#### (2) 調査対象地域

グァナバラ湾へ流入する河川流域及び湾口付近の大西洋沿岸地域を含む約4,000平方キロメートルの地域。

#### (3) 調査内容

本調査の結果はグァナバラ湾の水質汚濁管理に留まらず、将来リオ・デ・ジャネイロ州全体の環境管理政策を検討する礎石を築くものを目指す。そのための調査の内容とする。

##### ① 現況調査

- 1) 資料収集・分析（関連計画の調査（IDB上下水道整備計画等）、衛星写真解析等を含む）
- 2) 現況調査 { a. 自然条件（気象、海象、水文・水理、生態系）、 b. 地形・地質、土地利用、 c. 水質・底質調査、 d. 主要水質汚濁物質発生源（汚染源の排出負荷量、湾への流入負荷量の算定）、 e. 社会経済の現状 }

3) 水質汚濁機構の調査 {a. 現状分析、b. シミュレーション解析}

② 対策

1) 水質汚濁対策策定 {a. 保全管理目標検討、b. 汚濁対策代替案検討及び最適案策定、  
c. 環境監視体制、d. 組織、法制度}

③ 調査期間

32カ月

## 2-2 協議の経緯及び結果

### (1) ABCとのS/W案協議

ブラジルとの技術協力に関しては、ブラジル連邦政府の窓口機関であるABCの了解を得ることが極めて重要であるとの従来からの経験に照らし、我が方作成のS/W案については事前調査実施前にABCに提示することとした。ABCの対応も早く、我が方S/W案に対する第一次コメントが提示され、それに対し我が方もカウンター・コメントを提示するという第一ラウンドの協議を事前調査実施前に完了することが出来た。結果的にはこの様な周到な根回し（日本大使館、JICA事務所の貢献は大きかった）により、ブラジルでのABCとの協議にあたっては双方ともお互いの原則を理解した上で、調査の実施に向けたプラクティカルな協議が行え、S/W案の内調査の詳細な内容を規定する部分（この部分はリオでのFEEMA等との協議にゆだねることとした）以外について一部修文を行った上で合意に到達した。また、S/Wに書き込めない事項（調査機材のドネーション、C/P研修の詳細）についてはM/Mに極力書き込むことで双方とも了解した。

### (2) FEEMA等C/P機関との協議

協議に先立つ視察・踏査： S/W、M/Mの協議に先立ちグァナバラ湾の実態把握に関する調査を行うこととし、FEEMAに準備方依頼したが、FEEMAはグァナバラ湾の実態を把握する上で必要と思われる準備を周到に行っていた。FEEMA側の準備は①C/P機関代表によるワークショップ ②ヘリコプター、船による現地視察 ③汚濁源、下水、河川等の詳細踏査からなっており、耳で聴き、目で見たらうえて調査内容の協議に移るという点で理想的であった。

①のワークショップではC/P機関の長から各機関が行っているグァナバラ湾に関連する調査、計画の説明が行われた。各機関とも自分の担当領域についてはしっかりとした調査を行っており、各機関の実力がかなり高いことを伺わせるものであった。また、調査団にとってはグァナバラ湾の状況に関するベースライン情報をえることが出来た。②の視察はセミナーで得た“かなりしっかりとした対策を行っており、汚濁の状況もあまりひどくないのではないか”という調査団の印象を覆すものであった（百聞一見にしかずである）。詳細は3.に譲るが、汚濁の状況は調査団が撮ってきたビデオで視覚的に確認できるので、必要に応じてビデオを参照されたい（ビデオは開発調査2課、国際協力総合研修所専門員室にて利用可）③の詳

細踏査は、対象となる汚濁源、河川等が事前に絞り込めず現地で企画・実施せざるをえなかった。このためFEEMAが関係機関への連絡調整に奔走し、調査団も人員配置に戸惑う等若干の混乱はあった。しかし、いずれの踏査にも関係機関の職員が同行する等関係機関の協力が得られ、有効に踏査を行うことが出来た。

S/W、M/M協議： ワークショップが終了した24日夕方、S/W署名を州知事が行うため、署名日を2日繰上げ10月30日としたい旨の連絡があったため、一応30日の署名にも対応できるようにするため、S/W協議を予定になかった土曜日及び月曜日（いずれもブラジルの公休日であった）にも行うこととなった。このため限られた少ない時間でS/W案の説明と質疑応答、調査内容の協議を行わざるを得なかった。この協議過程では、ブラジル側の調査を共同で行うという強いスタンスとそれを支える実力の一端が伺えたが、一方、調査の全体像の把握と各機関の調査での役割の認識に関する理解は低かったと言える。このため協議途中で図解による調査全体像と各コンポーネントの役割に関する解説を行い、関係機関の理解を得るようにした。この結果S/Wについては修正無しで合意に達した。

M/Mの協議に関しては、調査団からワークショップ、ヘリコプター等による視察の結果を踏まえ事前に用意したM/M案に幾つかの事項を追加しブラジル側に手渡し、ブラジル側に統一コメントを提示するよう求めた。ブラジル側は調査機材のドネーション、C/P専門家の日本における研修、衛星画像に関するデータ・画像の提供、ブラジルが今後ともブラジルで活用できるシミュレーション・モデルの作成に関するコメントを提出し、文章の補強を強く求めた。ブラジル側は特にシミュレーション・モデルに対し強い関心を示し、モデルの技術移転の3分野と1条件を提示してきた。ブラジル側のコメントに関してはおおよそ受け入れられるものであったので、新規事項の追加と既存事項の修文を行うことで合意に達することが出来た。

S/W締結後の詳細協議： S/Wの署名が早められたため、観測の実施手法、実施体制に関する協議が十分には行えなかったため、11月1日に追加的協議をFEEMAと行った。調査団から観測手法の詳細、必要とされる観測体制について説明を行い、関係機関との協力体制をしくためにはFEEMAの調整力が必要とされることを強調した。FEEMAはサンプリングの専門家20名（大学卒）及びその他20名（高校卒）の計40名を観測に振り向ける旨約束した。観測機材の管理と最終的所属については、FEEMA以外に該当の観測を担当している機関（例えば河川の流量観測機材についてはSERLA）に管理と所属を移行することにFEEMAは原則的に同意し、詳細については関係機関と協定を結ぶのがよいだろうということになった。

伯側S/W（案）と日本側S/W（案）の主要相違点及び合意事項：

標記に関する詳細は以下のとおり。

- ア. 伯側はII. OBJECTIVES OF THE STUDYに (3) to improve FEEMA's laboratory capability, mainly in terms of sampling and analysis (4) to prepare FEEMA to be able at the end of the project to apply the acquired technology to other baysを付け加え

ることを要望していたが、協議の結果(3)を加えることとし、(4)についてはM/Mに記載することとした。

イ. 伯側はⅦ. REPORTSについて、提出先にABCを追加することを要望、調査団も合意した。

ウ. 伯側はⅧ. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZILのI. の(6) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study, (7) to secure permission for the Japanese Study Team to take all data and documents(including photographs)out of Brazil to Japan, in accordance with laws and regulations in force in Brazil, for analysis during the implementation of the Study, (8) to secure permission for the use of radio communications facilities, andを削除することを要望した。その理由としては、①軍関係の施設入り、資料収集に問題がある ②湾内で通信機器を使用されると港湾及び軍関係の通信に問題が生じる場合がある点をあげており、調査の実施については、FEEMAがすべての関係機関との調整をとるので問題はないとの発言があった。また、特に調査用資料の本邦持ち帰りについて、take all data and documents out・・・という表現は強すぎるとの指摘があった。

これに対し調査団は、S/W中に上記内容の記載がなされなければ調査実施は困難であり、何らかの明文化した調査実施上の保証が必要である旨強く反論し協議を重ねた結果、次の形で同内容を盛り込むことで合意した。すなわち、Ⅷ. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE FEDERATIVE REPUBLIC OF BRAZILのI. の(6)、(7)及び(8)を削除する代わりに同Ⅷ. に下記の3. 4. 及び5. の項目を加えた。これは伯国政府は本件実施機関としてFEEMAを承認しており、FEEMAの責任において調査実施に必要な調整を行うことを強調したものである。

3. FEEMA will secure permission for entry into relevant areas for the conduct of the Study, in accordance with the laws and regulations in force in the Federative Republic of Brazil.

4. FEEMA will provide the Japanese Study Team with all relevant data, documents and photographs for analysis and secure permission to use them for the works in Japan during the implementation of the Study in accordance with the laws and regulations in force in the Federative Republic of Brazil.

5. FEEMA will secure permission for the use of commercially available radio communications facilities, in accordance with laws and regulations in force in the Federative Republic of Brazil.

M/Mの修文及び追加事項等：

標記に関する概要は以下のとおり。

ア. 調査方法に関しては、湾及び主要河川を対象とし、FEEMAが中心機関となり、主要工場からの排水、沈殿物、下水及び固形廃棄物からの汚水についてサンプリング及び水質分析を実施する。

イ. また、FEEMAは湾及び主要河川の水文及び気象観測に係る計画調整及び機材の設置を担当する。

④FEEMAが窓口となるという意味で実際の機材設置は関係機関が行なっても差し支えないことをFEEMAに伝えてある。

ウ. 本格調査団はサンプリング、分析及び収集データの評価方法において、伯側C/Pへの指導を通じ技術移転を行う。

エ. 湾及びその後背地における土地利用と植生の分析に関しては、本格調査団は衛星画像を用い検討を行う。なお、調査団は調査で使用した衛星データのオリジナル（磁気テープ）及び加工処理した画像をFEEMAに譲渡する。

④FEEMA側が衛星データのオリジナル（磁気テープ）及び加工処理した画像の譲渡を強く要望し、調査団がこれに合意したもの。

オ. 本格調査団は将来の水質予測及び水質汚濁に対する適切な汚濁対策のコンビネーションの検討のベースとして有用なダイナミック・シミュレーション・モデルを作成する。また、日伯双方は下記の分野が伯側C/Pへ技術移転されることを確認した。

(1) シミュレーション・モデルの理論的及び数値的解釈

(2) コンピュータのデータ・インプットマニュアル及び操作マニュアル

(3) 結果の検証及び有効性

作成されたシミュレーション・モデルはリオ・デ・ジャネイロ州の行政機関が所有する機材に適応するものであること。

④分野の指定は伯側よりあった。また、モデルの汎用について現在伯側で所有しているコンピュータで動かせるものであることが強調された。

カ. 伯側は調査期間中5人の伯側C/Pが日本で研修されることを要望した。さらに、伯側C/Pが日本で実施される作業ステージに参加できるようC/Pの派遣のタイミングが調整されるべきであることを強調した。事前調査団は日本の関係機関に伯側要望を伝える旨回答した。また、同調査団はJICAの研修員受入スキームの下で伯側要望が実現するよう努力する旨述べた。

④伯側が調査開始から終了まで一環して調査をフォローしたいの要望が強く、国内作業が日本側の手で一面的に行われないようにして欲しい点を強調していた。

キ. 調査に必要な機材に関し、日伯双方は関係機関が現在保有する機材を見直した。また、

伯側からの正式要請書（口上書ABC/DAOC-Ⅱ/161/91/ETEC-NOO-LII）に添付された機材リストも見直した。さらに、日伯双方は事前調査団の滞在中、上記リストの詳細見直しを行うことで合意した。伯側は、モニタリングを継続し、さらに強化するため、調査完了後日本政府により用意された調査用機材が伯側に供与されるよう強く要望した。調査団はその要望を書き留め、機材供与には伯国政府からの正式要請書が必要であり、その要請は当然考慮されるだろう旨回答した。

㊤調査団滞在中、さらに機材の詳細見直しを行ったところ、水質分析機器については伯側要望リストが提出された。

ク、FEEMAは、調査により得られた技術が調査終了後他の湾にも応用できるような技術力及び機材設備の能力をFEEMA自身に蓄積できることを強く要望した。

㊤当初、伯側がS/W中の調査目的の項に記載を要望した内容。

ケ、FEEMAは、調査団及び伯国C/P専門家と協力して2回のセミナーを開催する。時期はプログレス・レポート(1)とドラフトファイナル・レポート提出時とする。

㊤調査団からセミナーの意義を説明し、積極的にセミナーを開催するよう伯側を促した。

コ、日伯双方は、運営委員会（Steering Committee）及び技術委員会（Technical Subcommittee）が調査のスムーズで効果的な実施のためには非常に重要であることを確認した。

㊤なお、実施体制については、M/Mに記載すべく日伯間で協議を行なったが、米州開発銀行プロジェクト実施のための委員会がすでにできており（州官報に発表されている）、伯側としては本件調査のために新たに委員会を設置するのではなく、上記のオーソライズされた委員会を利用したい意向があった。その主な理由は、その委員会の持つ政治力をフルに生かし、調査を成功させたいことである。以上から、実施体制の取りまとめには時間を要することが予想され、調査団の帰国日も迫っていたことから、引き続きJICA事務所を通じ協議を重ね、インセプション・レポート提出時に実施体制を確定することで合意した。ちなみに、IDBプロジェクトの伯側委員会の委員長はブリゾーラ州知事。

### (3) アメリカ合衆国ワシントンにおける調査結果

世銀及び米州開発銀行（IDB）を訪問し、現在計画中のグァナバラ湾関連プロジェクトについて情報収集した。

① 世銀においては、現在リオ・デ・ジャネイロ市とバイシャーダ・フルミネンセ地区の5河川においてしゅんせつ工事を実施中であるが、グァナバラ湾に関する具体的なプロジェクトがないため、環境全般にわたる世銀の取り組みに関し情報収集を行なった。

② 米州開発銀行においては、環境保護課長 Marc J. Dourojeanni 氏とグァナバラ湾水質浄化プロジェクトの担当者 Douglas T. Kline 氏から話を聞くことができた。Kline 氏の話から、プロ

プロジェクトの進捗状況について伯国内のマスコミの情報とかなり違いがあることを確認した。すなわち、まだ伯側よりF/Sレベルの報告書が提出されておらず、情報では4週間前にリオ・デ・ジャネイロ州政府は調査をコンサルタントに委託したらしい。このまま順調にいったら年内に報告書が提出されれば、5月か6月にアプレーザル・レポートの作成、9月頃の承認ということになるだろう。本件は国連環境会議に向けて政治的な圧力がIDBにかかっている模様で、そういった情報が先行するのだろうとのことであった。また、Dourojeanni氏からはIDBの分野別環境ガイドラインを入手した。

### 3. ギャナバラ湾及び同湾に流入する河川流域の現況

#### 3-1 自然条件

リオ・デ・ジャネイロ州の面積は43,653平方キロメートルで、その人口は約1,340万人である。南回帰線の北側に位置し気候的には亜熱帯に属している。州の北部には東西に大西洋山脈が走っている。山脈は西に行くに従い、海岸線近くまで迫っており、山々と海岸線の砂州や砂嘴がつくり出す複雑な地形は景勝の地をなしている。その大西洋山脈のほぼ中央部を全長1,140キロメートル、最低流量220m<sup>3</sup>/secのパライバドスル川が流れ、州全体の重要な水質源となっている。パライバドスル川はサンパウロ州北西部に端を発し流域にサンパウロ、ミナス・ジェライス、リオ・デ・ジャネイロの3州をかかえ、リオ・デ・ジャネイロ市北部を通りカンボス市付近で大西洋に流れ込む。州の西端に位置するセペティバ湾から東方にかけて点在する海岸湖沼の多くは汽水域であり、魚介類の生産性が高く、その種類も豊富である。ギャナバラ湾はこれら点在する海岸汽水域の一つであり、面積381平方キロメートル、湾内の島々を除いた水域面積は337平方キロメートルである。湾の沿岸距離は131キロメートル、外海水との交換は幅約1.8キロメートル、水深20~30メートルの湾口を通してのみ行われる。湾に流入する河川の流域面積は約4,000平方キロメートル、河川数は小水路を含めると30以上となる。これら河川は水源地をギャナバラ湾の北約40キロメートル、平均標高1,000メートルの高原地帯に持ち、急勾配を下った後、湿原地帯を経て湾に流入する。高原地帯の年間雨量は2,600ミリメートルを超えており、河川の運ぶ土砂はギャナバラ湾の水深を毎年1センチメートル浅くしているとの報告もある。ギャナバラ湾の海象は湾口における天文潮の他に海陸風の吹き寄せによる気象潮の影響を受けており、複雑な日変化をする。この為、潮位の予測が極めて困難で特異な湾である。亜熱帯における汽水域である事から、沿岸にはマングローブの林が見られるが、州の人口の半分以上が沿岸に居住しており、商工業が盛んであるために生息地が年々減少している。ギャナバラ湾及びその流域の概要は次のとおり。

## グァナバラ湾及びその流域の概要

### (1) グァナバラ湾とその流域

流域面積：4,000km<sup>2</sup>

湾内面積：381km<sup>2</sup>

湾内水面積（島を除く）：337km<sup>2</sup>

湾岸の長さ：131km

湾口：1.8km

流入河川数：約35本

### (2) 主要な行政組織（市）

ニロポリス (NILÓPOLIS)

サン・ジョアン・デ・メリチ (SÃO JOÃO DE MERITI)

ドゥケ・デ・カシアス (DUQUE DE CAXIAS)

マジェー (MAGÉ)

カショエイラス・デ・マカク (CACHOEIRAS DE MACACU)

イタボライ (ITABORAÍ)

サン・ゴンサロ (SÃO GONÇALO)

ノーバ・イグアス (NOVA IGUAÇU)

リオ・ボニート (RIO BONITO)

ニテロイ (NITERÓI)

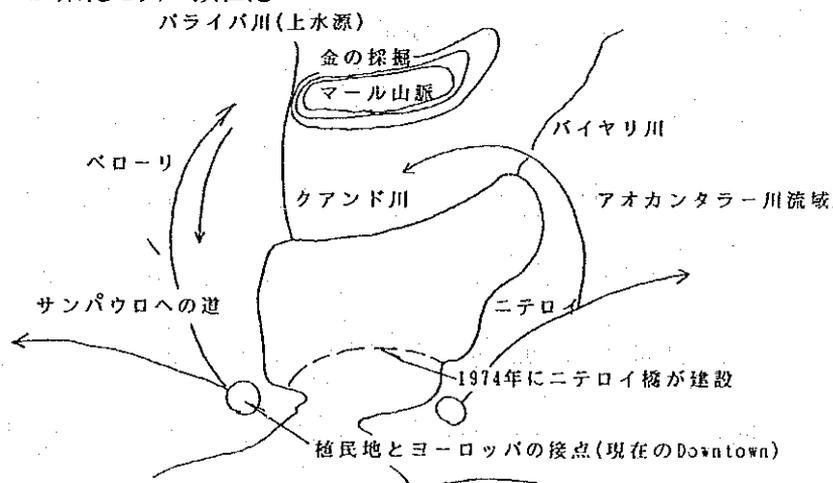
ペトロポリス (PETRÓPOLIS)

リオ・デ・ジャネイロ (RIO DE JANEIRO)

### (3) グァナバラ湾の歴史の変遷

#### ① 土地専有の歴史

#### ② 水質汚濁は工業化と共に顕在化

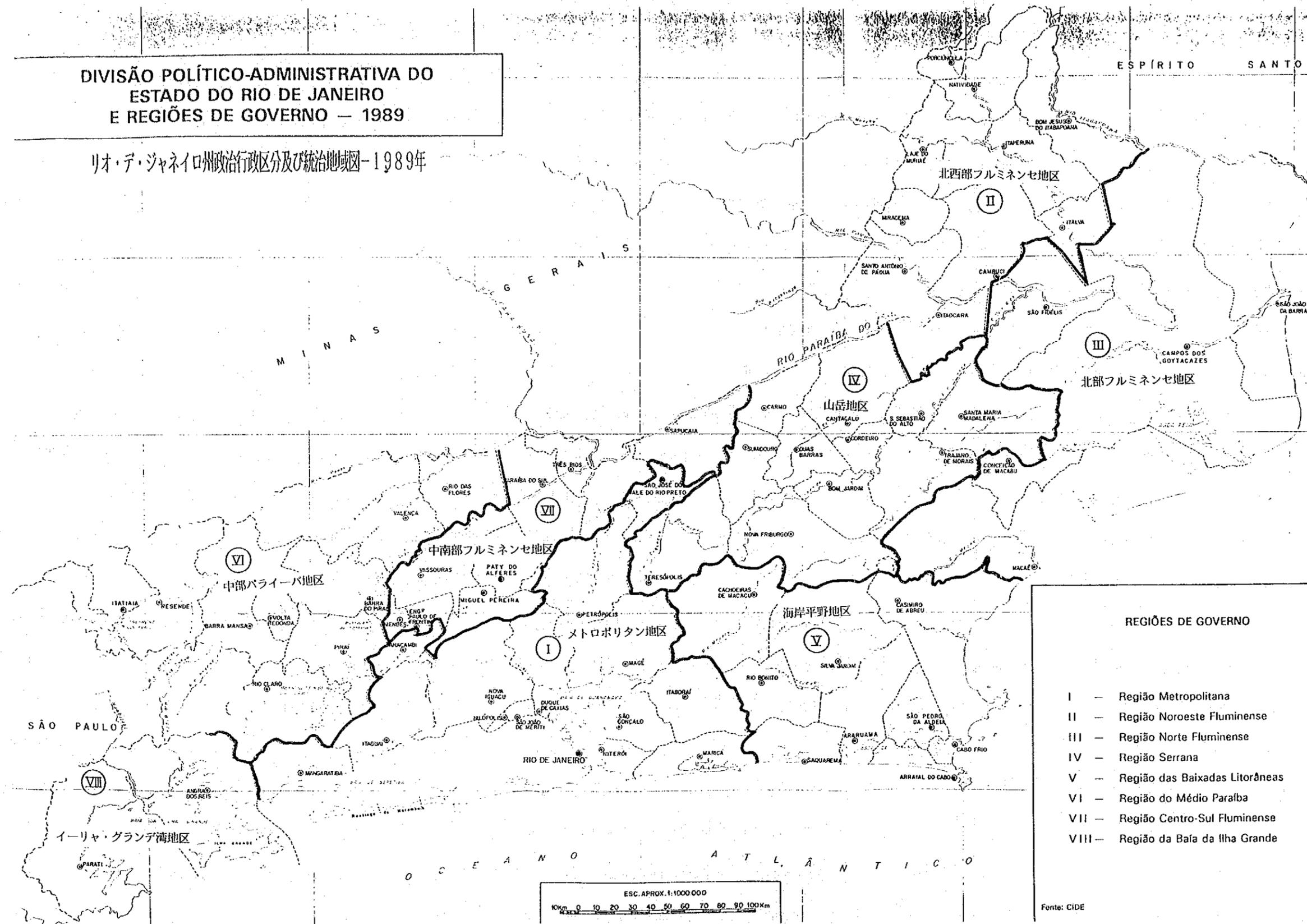






DIVISÃO POLÍTICO-ADMINISTRATIVA DO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
E REGIÕES DE GOVERNO — 1989

リオ・デ・ジャネイロ州政治行政区分及び統治地域図—1989年



REGIÕES DE GOVERNO

- I — Região Metropolitana
- II — Região Noroeste Fluminense
- III — Região Norte Fluminense
- IV — Região Serrana
- V — Região das Baixadas Litorâneas
- VI — Região do Médio Paraíba
- VII — Região Centro-Sul Fluminense
- VIII — Região da Baía da Ilha Grande

Fonte: CIDE





### 3-2 社会条件

#### (1) 概況

グァナバラ湾の集水域(4,000平方キロメートル)は、リオ・デ・ジャネイロ、ニテロイなど12の市域に広がっている。州全体の4分の3にあたる約1,000万(1990年)の人口があり、その大半はリオ・デ・ジャネイロ市など都市地域に集中している。

都市地域は美しいグァナバラ湾西岸の山と海にはさまれたリオ・デ・ジャネイロ市街地からドッケ・デ・カシアス、ノーバ・イグアスの市街地にかけて湾の西側一帯に広がり、また、湾の東側には1974年リオ・ニテロイ大橋の完成により市街化が促進されたニテロイ、サンゴソロの市街地がある。

湾を入ったすぐ西側には世界三大美港の一つといわれ、荷取扱量ブラジル国内第3位(荷取扱量年2,500万トン)のリオ・デ・ジャネイロ港がある。昔から経済活動、観光、文化の拠点として港とともに発展したリオ・デ・ジャネイロ市の中心部セントロ地区は、銀行、ホテル、オフィス、高級店舗などの近代的な高層ビルが林立するビジネス街であるとともに、市民劇場、国立美術館、教会など重厚かつ荘厳な建物が今日に至る歴史の重みを伝える街である。市内には博物館、図書館、劇場などの文化施設が多数あり、教育水準も他都市に比べて高いといわれている。

都市地域の交通はリオ・デ・ジャネイロの港湾地帯を起点とする鉄道や地下鉄、ブラジル通りを基幹とした道路網によって支えられており、リオ・デ・ジャネイロと対岸のニテロイとはリオ・ニテロイ大橋及びフェリー等の海上交通によって結ばれている。また、コベルナドール島に国際空港が、リオ・デ・ジャネイロ港南西側に国内空港がある。現在、今年の「エコ-92」に向けて国際空港とリオ・デ・ジャネイロ市街地中心部を結ぶ新たな自動車専用道路が建設中である。

しかし、湾沿岸への人口・産業の集中、無秩序な都市拡張は湾の水質汚染を進行させ、湾の生態系及び観光・漁業資源に大きな影響を与えると同時に、慢性化した高水準のインフレ(インフレ率月20%程度)に見られる長期的な経済不振と相まって、貧困層の増大、治安の悪化、スラムの拡大などの社会問題を引き起こしている。特に大都市リオ・デ・ジャネイロでは深刻で、人口600万人の3分の1が劣悪な環境のスラムに住んでいるといわれており、この問題の解決が今後の社会・経済発展を進めるうえでの重要な課題となっている。

#### (2) 工業

湾沿岸は、サンパウロに次ぐ国内第2位の工業地帯となっている。工業地帯は60年代より急速に立地・拡大し、主にリオの港湾地帯からペーニャにかけての沿岸部、その後背地にあたるパズナ川、サラプイ川中流域一帯の内陸部及びニテロイ港周辺部に広がっている。流域全体の工場数は約6,000で、50~60の大企業を除き設備の悪い中小企業が大部分を占めている。主な業種としては、造船、水産加工、繊維、化学工業、セラミックなどがあるほか、湾内には石油

精製所及びその関係施設が立地している。リオ・デ・ジャネイロ州沖合の大陸棚にあるカンボス油田は、生産が急増し石油自給政策（現在の国内自給率は50%程度）に大きく寄与しており、ペトロブラス（国営石油公社）のドゥケ・デ・カシアス精製所など湾内の石油産業のウエイトは今後一層大きくなるものと考えられる。

### (3) 農業、漁業

湾流域には5万ヘクタール以上の農地があり、湾東側のイタボライ東部地域から湾北西側のイグアス川上流域一帯にかけて分布している。主な作物はコーヒー、米、さつまいも、豆類、さとうきびなどである。

湾内には小規模な漁港が多数散在している。昔は鯨の繁殖も見られ、海老、鰯などの豊かな漁場であったが、沿岸での人口増加、産業立地に伴う水質汚濁の進行とともに漁獲高は急速に減少した。水質汚濁の影響を受けやすい海老では、昭和60年代前半まで年200~300トンの水揚げがあったものが現在では壊滅的な状況となっている。このため、現在の漁業は湾内の海老、鰯に加え外海及び外海での養殖に活路を求めているが、湾内の水質改善による水産資源復活への期待も大きい。

### (4) 観光

湾内にはフラメンゴ、ボタフォゴ、ニテロイの海岸などの海水浴場がある。また外海に面して世界的に有名なゴパカバーナ、イパネマなどの海岸がありコルコバードの丘、ボン・デアスカール山などの景勝地と共にリオ・デ・ジャネイロの貴重な観光資源となっている。リオ・デ・ジャネイロ都市圏のホテルは3万5,000人の収容能力を有し、海岸を訪れる人々は推定で年間3,500万人にのぼるが、最近の治安の悪化や水質汚濁により特に海外からの観光客の減少傾向が続いているといわれている。

## 3-3 ゲーナバラ湾の汚濁の状況

### 3-3-① 湾内

今回調査の期間中、1) 車両による湾岸一周踏査、2) ヘリコプターによる上空からの汚染状況の観察、3) 大型ボートによる海上からの汚染状況の観察等を行った。その結果の概要は、次のとおりであった。

- ① 湾の西部（リオ・デ・ジャネイロ市側）では、陸域から流入しているいくつかの河川（例えば、MANGE運河、CUNHA運河、NUNES川、PRAJA川、S. JOÃO DE MERITI川、SARAPUI川、PGUACU川など）及びその前面海域は、黒色ないしは灰黒色を呈しており、硫化水素臭が極めて強い。
- ② 特に、MANGE運河の出口にあたるリオ・デ・ジャネイロ港内では、ヘドロの堆積が著しく、水深が数十センチメートル程度まで浅くなって港湾機能に大きな影響を与えている。また、多数の気泡が発生していた。

- ③ 湾の北部から東北部にかけては、浅瀬、マングローブ林が広がっており、定置網が設置されていた。比較的水質は良好のようであったが、レンガ色の縞模様（赤潮かどうかの確認はできなかったが）が見受けられた。
- ④ 湾の西部、ニテロイ地区の一部では、産業系排水の影響と思われるが、茶色、クリーム色に汚染されている水域が確認された。
- ⑤ また、グァナバラ湾に直接流入していないが、湾口西側にあるロドリゴ・デ・フレイタス湖、湾口東側にあるピラティニンガ湖、イタイプ湖等（いずれも外洋近くに位置した汽水湖）も汚濁が進行しており、高級住宅地域、世界的観光地としての価値を低下させている。
- 収集した資料による、定量的な汚染の状況は次のとおりとなっている。

#### ① 有機性汚濁 (BOD<sub>5</sub>)

ブラジルの水質環境基準では、水域を淡水域、汽水域、海水域に分類し、それぞれに対して基準を設定している。グァナバラ湾は、汽水域の基準が適用されており、有機性汚濁の指標としては、BOD<sub>5</sub>が採用されている。(別添資料参照)したがって、既存の水質測定データはすべてBOD<sub>5</sub>となっている。

湾内の水質汚濁の状況は、図-1(1)のようになっている。湾内の水質は、各河川からの汚濁物質の流入、湾口からの海水の出入り、湾内の自浄作用等に影響されている。全般的には、汚濁物質を多量に含んだ河川水が海水と完全に混合せず上層にたどようため、上層の水質が悪い。

上層の水質をみると、海の東側半分は5mg/l以下となっているのに対し、西側半分は5mg/l以上となっている。特にゴベルナドール島との間の狭さく部では高く10mg/l以上となっている。経年変化をしてみると、各地点とも1975年前後に比べると1980年代になって悪化している。(図-2参照)

#### ② 窒素、磷

湾内の窒素、磷の濃度分布は、図-1(1)のとおりである。前述のBOD<sub>5</sub>と同様上層の濃度が高い。参考までに東京湾の測定結果をみると、上層では全窒素0.6~3.0mg/l、全磷0.04~0.2mg/l程度となっている。分析方法が異なるので、直接比較することはできないが、おおむね、2~5倍程度の濃度となっている。

また、各地点とも1980年代に入ってから急激に濃度が上昇している。(図-3参照)

#### ③ 底質

1982、1983年に湾内27地点(流入河川も含む)で行った調査では、炭酸塩の含有量は7~23%、有機炭素含有量は0.04~7.50%となっている。

貴金属に関しては、1980~1986にかけて湾内6地点のデータがある。これによると、平均含有量で、銅9~94μg/g、鉛10以下~140μg/g、クロム10以下~204μg/g、水銀0.08~4.79μg/g、ニッケル10~40μg/g、亜鉛15~391μg/gとなっている。いずれ

も湾の西側の測定地点で高濃度となっている。ちなみに我が国の底質測定結果の平均値は、総有機炭素2.09%、銅 $52.9\mu\text{g/g}$ 、鉛 $42.5\mu\text{g/g}$ 、クロム $70.3\mu\text{g/g}$ 、水銀 $1.8\mu\text{g/g}$ 、ニッケル $35.5\mu\text{g/g}$ 、亜鉛 $194\mu\text{g/g}$ である。

④ エビの漁獲量の変遷

湾内の底質性状は湾内の水質の状況を反映し、また、底質の状況は底生生物の生息条件を決定する。エビの生産高は、漁法や改善や気候の変化の影響を受けるが、経年変化を見ると、1963年頃から急激に減少し、1971年以降は壊滅的な状況になっているといえよう。(図-4参照)

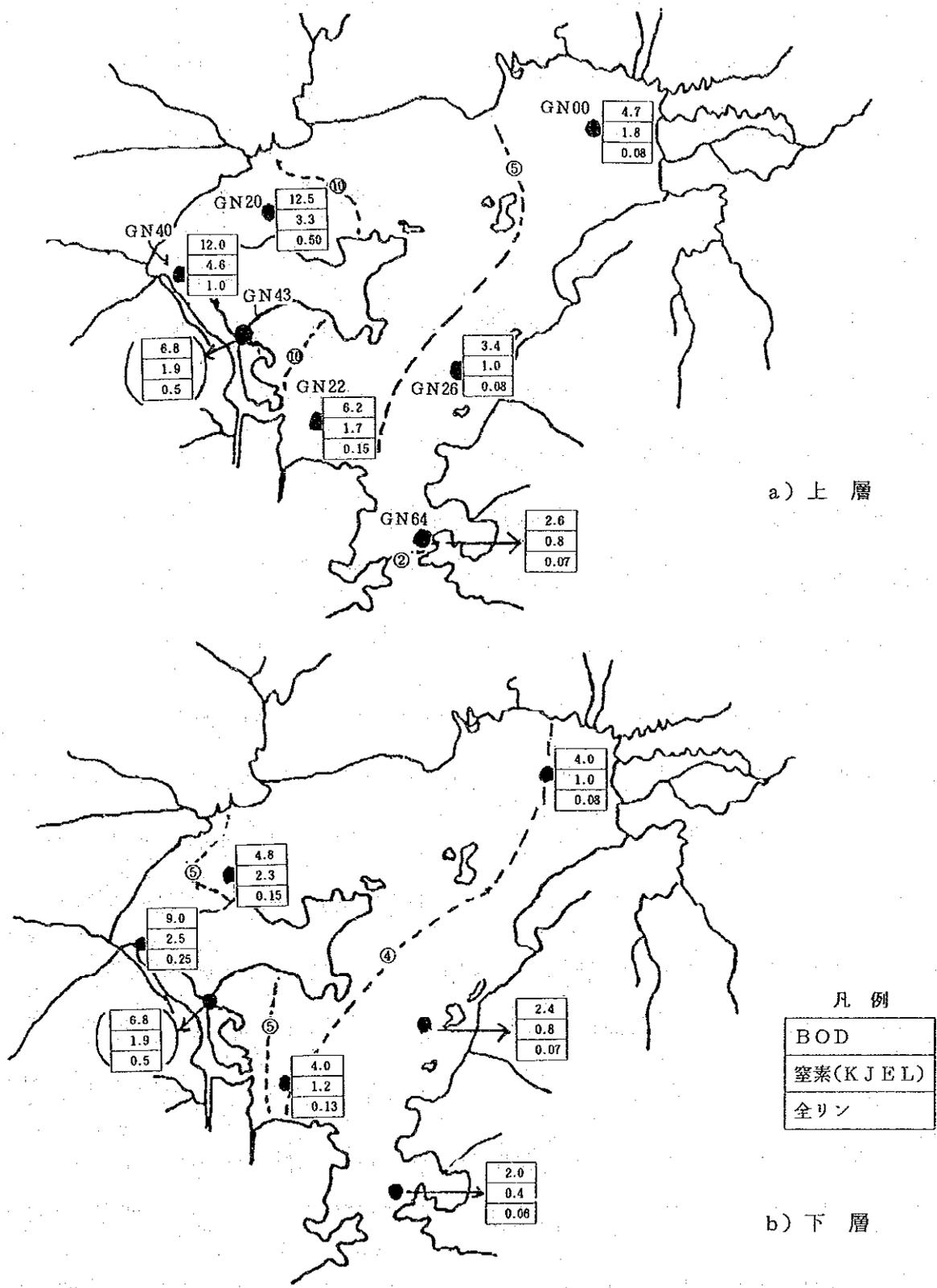


図-(1) グェナバラ湾内の水質状況 (1989年の年間平均値：単位mg/l)

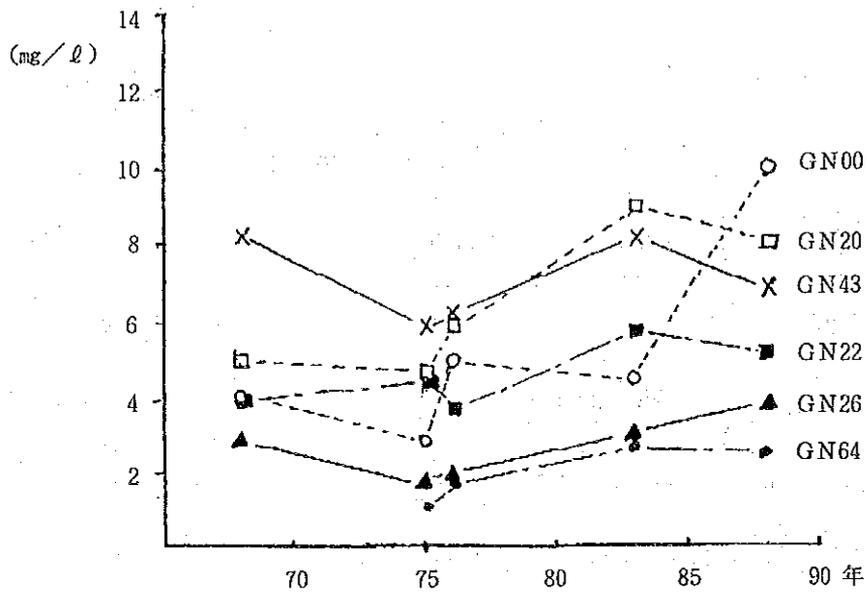


図-(2) グァナバラ湾の水質 (BOD<sub>5</sub>) の経年変化

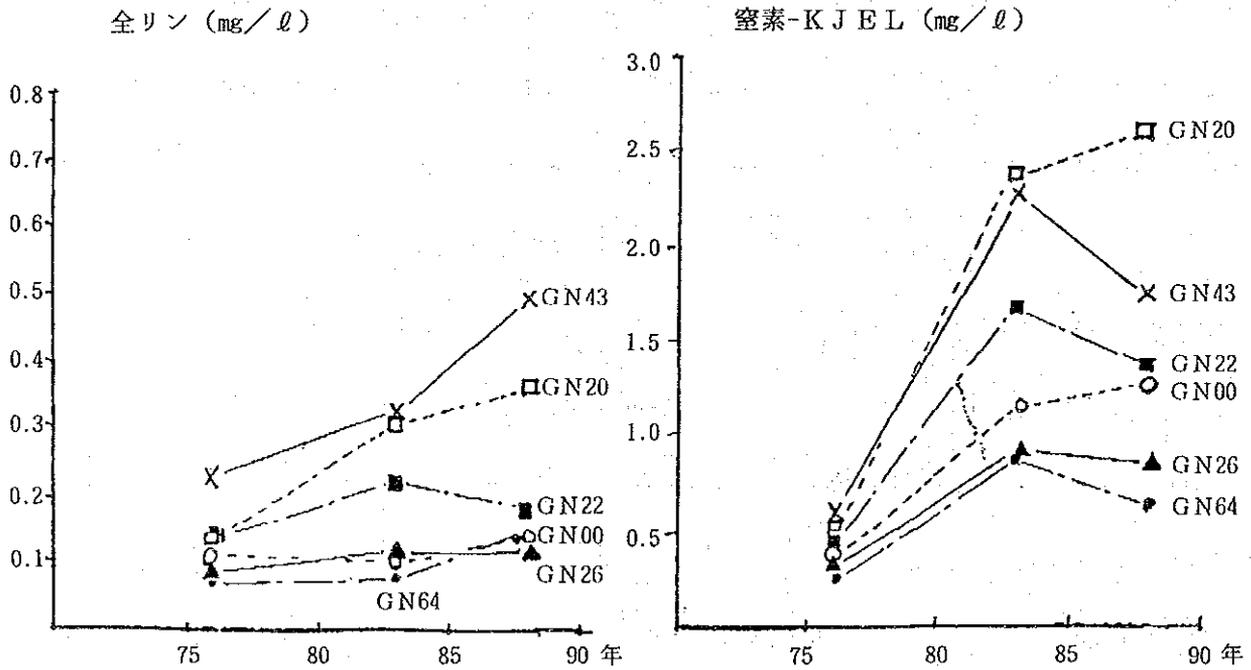
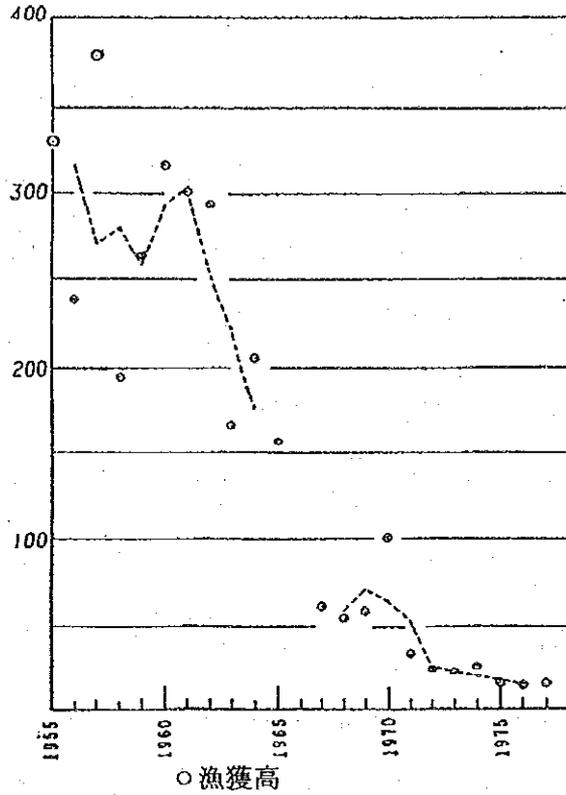


図-(3) グァナバラ湾の水質 (窒素、リン) の経年変化

年度	漁獲高 (ton/y)
1955	330
1956	238
1957	379
1958	195
1959	263
1960	316
1961	301
1962	293
1963	166
1964	206
1965	157
1966	—
1967	61
1968	55
1969	58
1970	101
1971	33
1972	24
1973	20
1974	23
1975	15
1976	13
1977	14



---漁獲高 (3ヵ年移動平均値) の経年変化

図-(4) グァナバラ湾でのエビの漁獲量の変遷

グァナバラ湾内の水質状況 (1989年) (unit:mg/ℓ)

採水地点	DO	BOD	透明度 (m)	E.Coli (MPN/mℓ)	NH <sub>4</sub> -N	K-N	T-P	Chl-a
GN 00	6.0	10.5	0.7	10 <sup>-0.1</sup>	0.07	1.3	0.14	105
GN 20	7.7	8.2	0.5	10 <sup>-2.6</sup>	1.16	2.7 <sup>5</sup>	0.37	135
GN 22	6.5	5.0	0.7 <sup>5</sup>	10 <sup>-3.3</sup>	0.32	1.5	0.18	65
GN 26	7.0	3.9	0.8 <sup>5</sup>	10 <sup>0</sup>	0.10	0.9	0.11	65
GN 43	6.8	6.8	0.4	10 <sup>2</sup>	0.98	1.8 <sup>6</sup>	0.5	225
GN 64	7.0	2.7	1.5	10 <sup>-1.3</sup>	0.10	0.6 <sup>5</sup>	0.12	25

採水地点	DO		BOD		NH <sub>4</sub> -N		K-N		T-P	
	満潮	干潮	満潮	干潮	満潮	干潮	満潮	干潮	満潮	干潮
GN 00	8.0	4.5	4.7	4.0	0.03	0.10	1.20	1.00	0.08	0.08
GN 20	8.0	5.6	12.5	4.8	1.90	0.45	3.30	2.29	0.50	0.15
GN 22	7.6	4.7	6.2	4.0	0.40	0.32	1.68	1.20	0.15	0.13
GN 26	8.5	5.2	3.4	2.4	0.01	0.18	1.00	0.79	0.08	0.07
GN 43	4.7	4.7	12.0	9.0	1.85	1.00	4.58	2.49	>1.0	0.25
GN 64	7.8	6.8	2.6	2.0	0.05	0.08	0.88	0.40	0.07	0.06

## ブラジルの水質環境基準

国家環境審議会（CONAMA）指示第20号 1986年6月18日

- ・指示第20号では、淡水、汽水、海水に分類。
- ・第1項……全国の水域は、その主要用途に応じて類型に分類。

[汽水]

(第7類型)

- ① 直接水に触れるレクリエーション
- ② 水生動植物の群集・群落の保護
- ③ 人間が消費するための水中養殖

を、利用目的とする水域。

(第8類型)

- ① 商業的な航行
- ② 美観、景観
- ③ 間接的に水に触れるレクリエーション

を、利用目的とする水域。

- ・第10項……第7類型の水域では、次の基準が設定。

- ① BOD<sub>5</sub> (20℃) : 5 mg/ℓ 以下
- ② DO : すべてのサンプルにおいて 5 mg/ℓ 以上
- ③ pH : 6.5から8.5
- ④ 油分 : 事実上存在しないこと
- ⑤ 色、臭気及び濁りを生じさせる物質 : 事実上存在しないこと
- ⑥ 好ましくない沈殿・堆積物を生じさせる物質 : 事実上存在しないこと
- ⑦ 大腸菌 : ※水に触れるレクリエーションに対しては、この規定の第26項を適用。

※天然のあるいは集約的な水中養殖（生で食用に供する物の）の場合には、平均で14 fecal coliforms/100mℓを超えず、かつ、43 fecal coliforms/100mℓを超えるサンプル数が10%以下であること。

※その他の用途に利用する水域の場合、任意の月に採取したサンプルのうち80%以上が、または最低5サンプル以上が1000 fecal coliforms/100mℓを超えないこと。

ただし、分析室、大腸菌分析機能が十分に備わっていない地域にあっては、任意の月に採取したサンプルのうち80%以上が、または最低5サンプル以上がトータル大腸菌数で5,000/100mℓを超えないこと。

- ⑧ 有害物質（最大濃度） :

アンモニア	0.4mg/ℓ N
砒素	0.05mg/ℓ As
カドミウム	0.005mg/ℓ Cd
シアン	0.005mg/ℓ CN
鉛	0.01mg/ℓ Pb
銅	0.05mg/ℓ Cu
6価クロム	0.05mg/ℓ Cr
フェノール類	0.001mg/ℓ C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH
弗素	1.4mg/ℓ F
水銀	0.0001mg/ℓ Hg
ニッケル	0.1mg/ℓ Ni
硫化物 (H <sub>2</sub> S)	0.002mg/ℓ S
亜鉛	0.17mg/ℓ Zn
アルドリン	0.003μg/ℓ
クロルデン	0.004μg/ℓ
DDT	0.001μg/ℓ
ジメトン	0.1μg/ℓ
ディルドリン	0.003μg/ℓ
エンドリン	0.004μg/ℓ
エンドスルファン	0.034μg/ℓ
ヘプタクロルエポキシド	0.001μg/ℓ
グチオン	0.01μg/ℓ
ヘプタクロル	0.001μg/ℓ
リンダン (ガンマBHC)	0.004μg/ℓ
馬拉ソン	0.1μg/ℓ
メトキシクロル	0.03μg/ℓ
ドデカクロル+ノナクロル	0.001μg/ℓ
パラチオン	0.04μg/ℓ
トキサフェン	0.005μg/ℓ
有機燐及びカルバミド酸塩農薬	10μg/ℓ (パラチオンとして)

2, 4-D	10 $\mu$ g / $\ell$
2, 4, 5-T	10 $\mu$ g / $\ell$
2, 4, 5-TP	10 $\mu$ g / $\ell$

・第11項……第8類型の水域では、つぎの基準が設定。

- ① pH：5から9
- ② DO：すべてのサンプルで3.0mg /  $\ell$ 以下とならないこと
- ③ 油分：虹色の油膜が見える程度
- ④ 浮遊物質：事実上存在しないこと
- ⑤ 色、臭気及び濁りを生じさせる物質：事実上存在しないこと
- ⑥ 航路を塞ぐ沈殿性物質：事実上存在しないこと
- ⑦ 大腸菌：任意の月に採取したサンプルのうち80%以上が、または最低5サンプル以上が4000 fecal coliforms / 100mlを超えないこと

ただし、分析室、大腸菌分析機能が十分に備わっていない地域にあっては、任意の月に採取したサンプルのうち80%以上が、または最低5サンプル以上がトータル大腸菌数で20,000 / 100mlを超えないこと。

### 3-3-② 河川及びその流域の現状

グァナバラ湾に流入する全流域面積は約4,000平方キロメートルで、主な河川としては表-1に示すように、約45河川（運河を含む）がある。各河川の流域規模についてみると、湾奥の河川は比較的流域面積が大きく、湾口部に近づく程流域面積は小さくなっている（図-1を参照）。

リオ・デ・ジャネイロ州の河川の特徴は、海の近くまで急峻な山がせまり、山間部から平野へと河床勾配がきつく、平野部の流程が短いことである。このような傾向は湾口部に近い河川程顕著になっている。このような地形の特徴は、河川のピーク流量を著しく増大させ、洪水防御の面からも大きな問題である。1988年の大雨では、浸水、崖崩れにより、リオ・デ・ジャネイロやペトロポリスで死者281人を数える被害が発生している。

また、このような河川形状においては、河川の流下時間が比較的短く、河川へ流入する汚濁物質が湾に流入する間に浄化される量も余り期待できない。

各河川の水質汚濁状況は、FEEMAによる定期水質調査結果によれば、図2のようにいずれの河川もかなり汚濁が進行しており、多くの河川では溶存酸素濃度が $2\text{mg}/\ell$ 以下の魚が住めない状態になっている。しかし、湾奥に位置する一部の河川では、流域の開発が余り進んでいないこともあり、 $5\sim 6\text{mg}/\ell$ の溶存酸素が存在する。

また、有機物濃度の指標であるBOD濃度は溶存酸素濃度と相反し、BODが高い程DO値は小さくなっている。特に、スラムが集中するジョアンメリチ川の支流のアカリ川（CN100）と、スラムの集中に加え、水産加工業などの工場があるサンゴンサロ地区を貫流するアルカンタラ川（AN740）とニテロイ地区を貫流するブラドアス川（BM760）は、BODが $50\text{mg}/\ell$ 以上であり、下水が直接流れているのが状況である。

この他、河川内とその周辺におけるスラム地帯での不法占用及びゴミの不法投棄が問題となっており、ゴミが河川の水面を覆り状況もみられている。

表-1 グァナバラ湾に注ぐ主要な河川 (約42河川 その他は運河及び湖沼)

- 1 RIO ICARAÍ
- 2 RIO VIVÊNCIA
- 3 RIO BRADOAS
- 4 RIO IMBOASSU
- 5 RIO IMBUASSU
- 6 RIO ALCÂNTARA
- 7 RIO MUTONDO
- 8 RIO GUAXINDIBA
- 9 RIO GOIANA
- 10 RIO PORTO DAS CAIXAS
- 11 RIO DA ALDEIA
- 12 RIO CACERIBU
- 13 RIO IGUÁ
- 14 RIO POÇO FUNDO
- 15 RIO MUTUAPIRA
- 16 RIO TANGUÁ
- 17 RIO SECO DA MATA
- 18 RIO IMBUÍ
- 19 RIO MACACU
- 20 RIO GUAPI-AÇU
- 21 RIO MANUEL ALEXANDRE
- 22 RIO ANIL
- 23 RIO BOA VISTA
- 24 RIO GUAPI-AÇU
- 25 RIO ICONHA
- 26 RIO GUAPI-MIRIM
- 27 RIO RONCADOR
- 28 RIO IRIRI
- 29 CANAL SURUÍ-MIRIM
- 30 RIO SURUÍ
- 31 RIO ESTRELA
- 32 RIO SARACURUNA

- 33 RIO CAPIVARI
- 34 RIO DA BOTA
- 35 RIO IGUAÇU
- 36 RIO SARAPUI
- 37 RIO S. JOÃO DE MERITI
- 38 RIO PAVUNA
- 39 RIO ACARI
- 40 RIO NERINHO
- 41 RIO JRAJÁ
- 42 RIO NUNES
- 43 CANAL DO CUNHA
- 44 CANAL MANGE
- 45 RIO CARIOCA
- 46 LAGOA DE MARAPENDI
- 47 LAGOA DE JACAREPAGUA
- 48 LAGOA ROD DE FREITAS
- 49 LAGOA DE PIRATININGA
- 50 LAGOA DE ITAIPU
- 51 LAGOA DE MARICÁ
- 52 LAGOA DE BARRA
- 53 LAGOA DE PADRE
- 54 LAGOA DE GUARAPINA













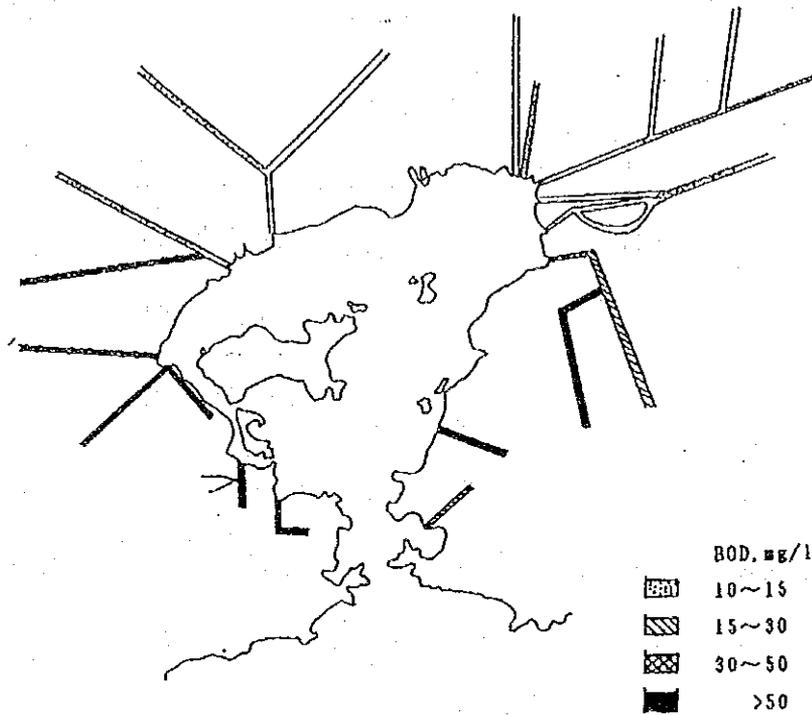


図-2 河川の汚濁状況 (事前調査団作成)

グァナバラ湾に注ぐ各河川の水質状況 (1987~1989)

採取地点	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	K-N (mg/l)	RNF (mg/l)
MN 000	0.4	38	17.5	125
CN 100	0.8	>50	22	210
PN 180	0.5	44	19.5	65
I J 200	0.4	35	18	40
S J 220	0.6	36	18	40
SP 300	0.3	30	18	80
I A 260	1.2	11	7.5	80
ES 400	1.9	9	3.5	25
SC 420	5.0	12	2.5	30
IN 460	6.1	5.5	1.5	30
RN 560	5.7	5.5	1.0	25
MG 580	2.9	13	3.0	25
GP 600	5.1	4.0	0.8	25
CC 620	2.7	10	2.0	85
GX 720	2.0	17.5	4.0	80
AN 740	2.9	>50	>25	190
BM 760	0.9	>50	>25	145
CC 780	2.5	23	21	80
外海	7.0	2.3	0.5	-

### 3-4 グァナバラ湾の汚濁の原因

#### 3-4-① 生活系排水

リオ・デ・ジャネイロ市当局の試算によれば、グァナバラ湾流域からの下水による汚濁発生負荷量は470ton/dで、流量は約 $1.56 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ と推定している。このうち、下水処理をして放流している量は $2.3 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{d}$ 、イパネマ海岸沖からの海中放流による処分量が $1.64 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{d}$ の計 $3.9 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{d}$ で全体の25%に相当し、残りの75%は各家庭に設置されている小型の腐敗槽による処理を経て放流されることになっている。

この小型腐敗槽の構造及び設置の基準は、ブラジル工業規格協会No.7229<sup>1982</sup>に下水道の整備が行われていない地域の排水処理方式として規定されている。ここで規定されている方式は沈殿と嫌気処理を基にしたもので、曝気による好気性処理をしていないことと、汚泥の引抜きを定期的に行わないと処理効果はほとんど期待できないものである。

メトロポリタン地区は、リオ・デ・ジャネイロ州の人口の約81%（就労内容は第三次産業が73%、工業関係が25%で、月当りの全体平均収入は約180US\$といわれている）が集中している。しかし、都市の後背地には無計画に広がった低所得者層のスラムがあり、おおよそ30US\$の収入しかないといわれている。浄化槽の設置及び承認を担当している上下水道公社（CEDAE）によれば、このような状況にあっては、スラムで小型腐敗槽を設置させることは困難であるとしている。

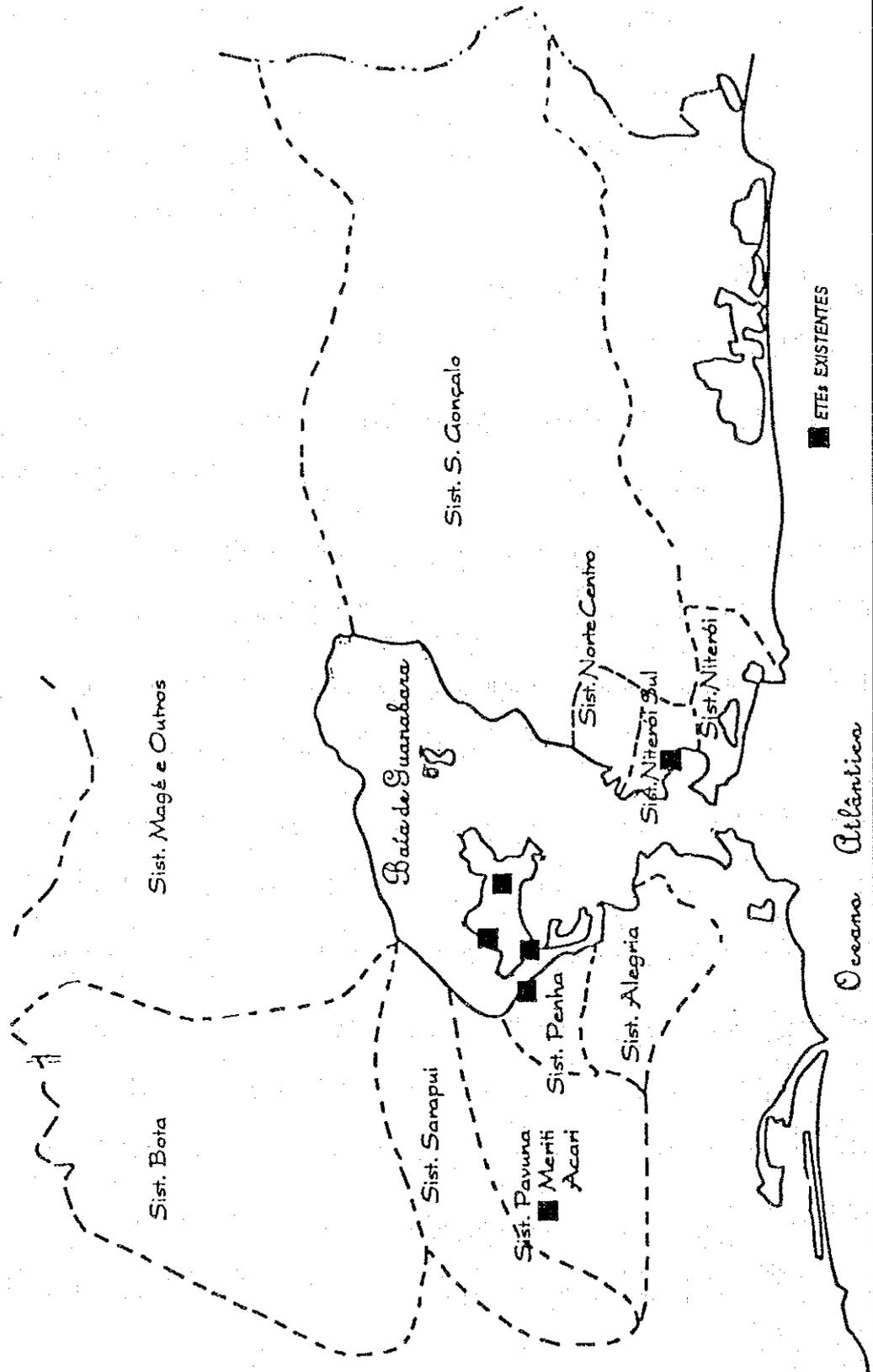
このように、ほとんどの河川流域では、各家庭から排出された汚水は身近な水路を経るか、直接河川に流出し、河川を汚濁させる主要な原因となっている。

表 下水処理管理局の処理施設

処 理 場	処 理 量		所 在 地
	平均 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	設計値 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	
1 ESGOTOS DE REALENGO	8120	6050	No.1160-REALENGO
2 CORPACTA DE ACARI	17600	17300	POR RIO ADSORCAO
3 ESGOTOS DE COQUEIROS	750	690	PROLONGADA CON VALD DE
4 VILA KENNEDY	1700	700	AERACAO PROLONGADA
5 ESGOTOS DE PALMARES	2300	2600	PALMARES AV. BRASIL
6 EAGOTOS CEASA	600	1900	AV. BRASIL
7 ESGOTOS DA PENHA	123000	138000	No.1-PENHA
8 E. CIDADE DE UEUS	5700	1200	RIO GRANDE BUADRA 6 JUNTO
9 E. SANTA MARIA	130	220	RIO PEDUENO S/W
10 E. URUCANGA	140	147	MEUCANGA S/W
11 E. JULIANO ROREIRA	800	1550	BRDRIGUES No.3400
12 I. D. GOVERNADOR	15500	17300	PRAIA DO RACO DA ROSE
13 ESGOTOS DO GALEAO	4000	1730	ILHA DO GOVERNADOR
14 ESG. NOVO LEBLON	6400	7780	BARR DE TIJUCA
15 INFRAERO (ARSA)	F. CARGA	4750	
16 PAVUNA	70	207	
17 SUBMARINO DE IPNEMA		522000	
18 ESG. JULIANO ROREIRA	164		
SUM	187000	202124(724124)	

# BACIA CONTRIBUINTE PARA A BAÍA DE GUANABARA

下水処理施設位置図 (現状)      Situação Atual



### 3-4-② 産業排水

グァナバラ湾の周辺には、約6,000の大小工場が立地しているといわれている。このうちの大規模42工場については、FEEMAが直接排水対策を指導している。石油プラントからのオイルの流出問題、また湾の東部に集中している造船所（12工場）、魚加工業（13工場）の排水対策等が主要な課題である。

今回の調査期間中、湾東部地区の繊維染色工場、水産加工工場を調査した。繊維染色工場では、活性汚泥法による処理施設を有していたが、水産加工工場では加圧浮上分離法による一次処理のみで放流していた。FEEMA担当官の話では、1977年から指導しており、未処理の工場、最低限の処理のみの工場も多いが、1992年を目標に各工場に新しい処理施設の導入を指導しているとのことであった。

ブラジルでは現在深刻な不況であり、各事業者にとって排水処理施設に対して十分な投資を行うことは困難な状況となっている。しかし一方では、操業率のダウン（例えば、調査した繊維染色工場では35%とのこと）により、本来の能力に比べ汚濁物質の発生量も低下しているといった一面もある。将来経済事情が好転してきた場合には、汚泥物質の発生量が大幅に増加していくことも念頭におくべきと考えられる。また、法令の規定どおりに排水水質が維持されている様子でもなく、本格調査の段階では、これらの点を十分に考慮して調査を進める必要がある。

### 3-4-③ 土地利用（マングローブ林を含む）

流域の土地利用の概要としては、湾口部の平地にリオ・デ・ジャネイロ市、ニテロイ市の市街地が集中し、高度な利用がされている。これら市街地の後背地は比較的急勾配の丘陵地となっているが、無秩序な貧民街（スラム）として広がっている。また、沿岸では、リオ・デ・ジャネイロ市側には造船所、ニテロイ市側には水産加工工場やセラミック工場が密集している。

湾奥部には小さな都市が点在しており、農業、牧畜等が行われている。また、石油精製工場、化学工場、繊維工場などの工業地帯も配置されている。また、湾奥部の河口付近では、マングローブの繁殖地域が存在しており、保護区域の指定がなされている。しかし、マングローブは、カワラ、セラミック工場の燃料や土地造成のための不法な伐採が行われ、毎年40平方キロメートルが減少している。

この様な土地利用となっているのは、過去農業が斜陽となってきた頃に、鉄道、道路が整備され、この周辺に土地利用についての基準、計画が何も無く無秩序に町並みができてきたことに起因している。

また、どの様な土地であっても、25年以上その土地に住み着き、税金をきちんと納めており、証人が2人以上あれば、その土地に対する居住権があたえられるという、ウズカピオンという法律があることも不法な居住を助長するものと考えられる。

以上のような土地利用により、下水道等の基盤施設の整備の遅れ、ゴミ等の不法投棄の増大、

マングローブ等の伐採による自然汚濁負荷量の増大等の水質に関する悪影響が生じることとなる。

#### 3-4-④ 固形廃棄物

リオ・デ・ジャネイロ市内では清掃公社の職員が夜遅くまで市内清掃を実施しており、比較的清潔に保たれているが、リオ・デ・ジャネイロ市周辺及びグァナバラ湾沿岸を見ると、下水臭といたる所にゴミの山が築かれて一部は河川や湾内にも流出している。

グァナバラ湾流域内のゴミの発生量は現在約7,000トン/日にのぼっている。その内5,500トンは湾奥に位置するメトロポリタンゴミ処理場に搬入されている。

ゴミ処分地からの浸出水も重要な汚染物質であり、FEEMAの試算によれば、メトロポリタンゴミ処理場から約800立方メートル/日の浸出水が湾内に流入しており、7万5,000人分の汚濁物質量に相当する。

ゴミの処理・処分を適切にしかも効率良く行うためには、各家庭や事業所から出すゴミを分別し、所定の場所で回収し、再利用あるいは埋め立て等の処分など効率のよい処理を行い、ゴミ処理場から浸出水を出さないなどの工夫が必要である。

このような視点からグァナバラ湾流域とゴミ処分地の現状を考察すると

- (1) 各家庭や事業所から出すゴミを分別し、所定の場所で回収するようなシステムを採用していない。このため、1,500トン/日分は空き地や河川に投げ捨てられている。
- (2) 分別収集の方が処分は容易で経済的でもあるが、ゴミ処理委員会 (SOSP) のメンバーによれば、分別収集を採用するとダンプサイトでは有価資源を回収しているスカベンジャーの生活を脅かすことになるので不可能であると述べており、低所得者層の健康、教育、労働などを保証するための政治、経済、社会に関連した複雑で困難な課題といえる。
- (3) ゴミ処理場からの浸出水をダンプサイトから出さない方法については、種々の方式があり、技術的には困難な問題ではない。また、ゴミの減量化については発生段階と処分段階で検討する余地がある。ゴミの回収システムについても内政的干渉にならない範囲で技術的、経済的、衛生的範囲内において十分提起できるし、援助もできると判断される。

#### 3-4-⑤ 船舶、港湾施設等

湾内にはリオ・デ・ジャネイロ港・ニテロイ港の港湾施設、海軍基地、石油ターミナル等の施設のほか、南アメリカ最大の石川島ブラジル造船所 (ISHIBRAS) をはじめとする大小40ほどの造船及びその関連工場がある。湾には一日平均6隻の船舶の出入があり、30隻から多いときには100隻の船舶が湾内に停泊している。これらの港湾関係施設や船舶等から流出する汚濁物質は、湾の水質に直接影響を及ぼしている。

港湾施設からは取扱荷の飛散・漏出やコンテナ洗浄、薫蒸施設等からの有害物質を含む排水による汚染が、また造船所からは有機物、浮遊物質 (SS)、油分や塗料に含有される水銀等の各種有