

ブラジル連邦共和国
サン・ベルナルド・ド・カンポ市
ビリングス湖流域環境改善計画調査
事前調査(S/W協議)報告書

平成17年3月
(2005年)

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部

序 文

日本国政府は、ブラジル連邦共和国政府の要請に基づき、同国サン・ベルナルド・ド・カンポ市ピリングス湖流域環境改善計画調査を実施することを決定し、独立行政法人 国際協力機構（JICA）がこの調査を実施することといたしました。

当機構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、2004年11月7日から同年12月6日までの30日間にわたり、JICA地球環境部第二グループ公害対策第二チーム長小嶋良輔を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともに、ブラジル連邦共和国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するM/M（S/W案を添付）に署名しました。その後2005年3月4日にブラジル連邦共和国連邦国際協力庁長官、サン・ベルナルド・ド・カンポ市長、JICAブラジル事務所長の間でS/Wの署名が行われました。

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、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成17年3月

独立行政法人 国際協力機構
理事 北原 悦男



ビリングス湖

大西洋

調査対象位置図

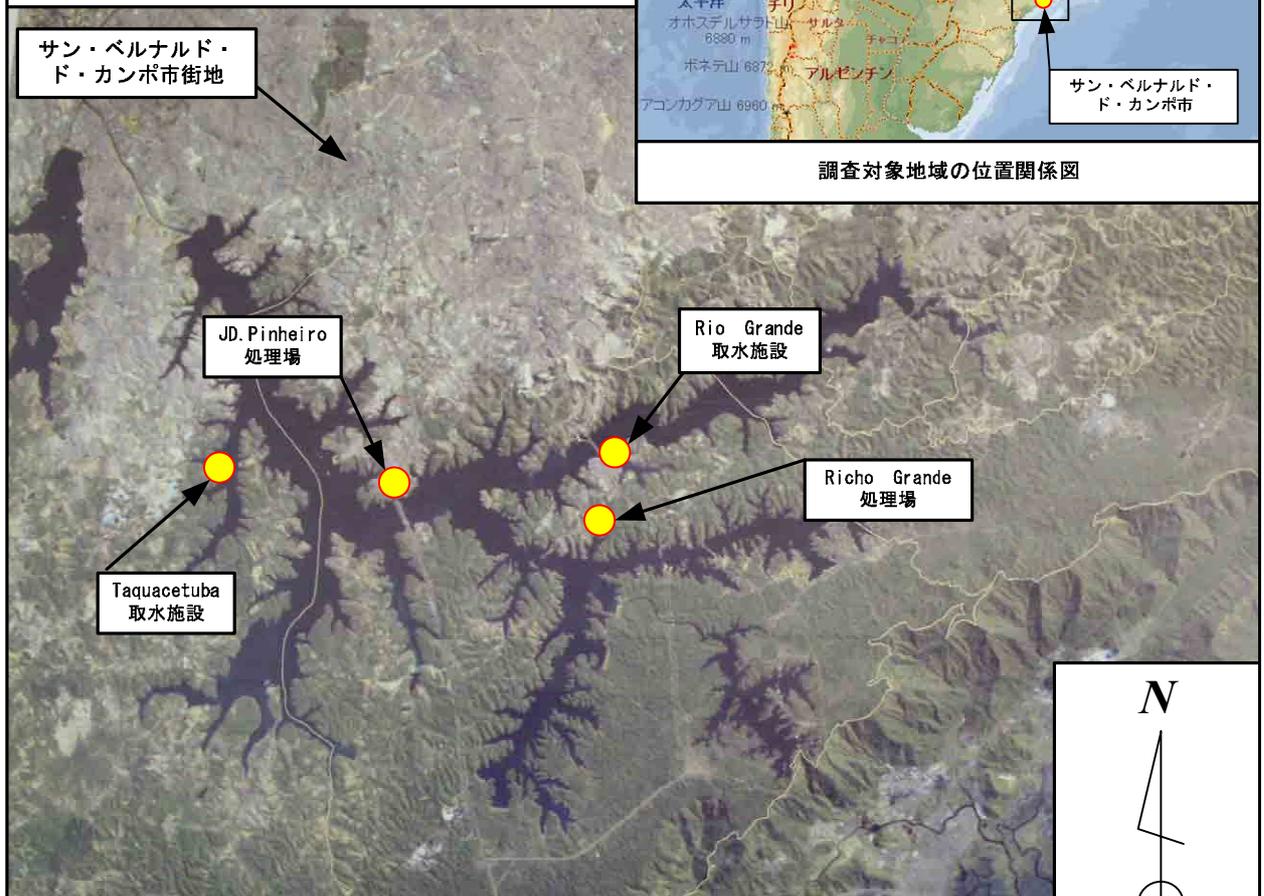


拡大図位置

ブラジリア

サン・ベルナルド・ド・カンポ市

調査対象地域の位置関係図



サン・ベルナルド・ド・カンポ市街地

JD. Pinheiro 処理場

Rio Grande 取水施設

Richo Grande 処理場

Taquacetuba 取水施設



ビリングス湖 (衛星写真)

ブラジル国サン・ベルナルド・ド・カンポ市ビリングス湖流域環境改善計画
調査対象地域位置図



サンパウロ総領事表敬



SBC市との協議



リアショグランデ下水処理場



リアショグランデ下水処理場



ピニェイロス下水処理場



ピニェイロス下水処理場



M/M、S/W 案署名



排水路の現況



保全区域内住宅地に施工されている
エコロジカル歩道



リオ・グランデ・アーム上流部



リオ・グランデ・アーム上流部



リオ・グランデ・アーム上流部の湖水状況



リオ・グランデ・アーム上流部の湖水状況



Jd. Jussara ポンプ場



Jd. Jussara 地区 SABESP により
地下水給水サービスを受けている。



Dos FincoVIII地区の現況



Dos FincoVIII地区の下水排水路の状況

目 次

序 文
地 図
写 真

第1章 事前調査の概要.....	1
1-1 事前調査の目的.....	1
1-2 調査団の構成.....	1
1-3 調査の日程.....	2
第2章 事前調査結果の概要.....	4
2-1 要請の背景.....	4
2-2 要請の内容.....	5
2-3 S/W協議結果の概要.....	5
第3章 調査対象地域の概要.....	8
3-1 SBC市概要.....	8
3-2 ビ湖に関連する機関とその業務.....	9
3-3 ビ湖の現況.....	9
3-4 調査対象地域の自然条件.....	16
3-4-1 地形・地質.....	16
3-4-2 気 候.....	17
3-4-3 水文・水理.....	18
3-5 調査対象地域の社会経済状況.....	18
3-5-1 人 口.....	18
3-5-2 経済・社会動向.....	21
3-5-3 土地利用状況.....	23
3-5-4 環境衛生状況.....	24
3-6 SBC市・特別プロジェクト局.....	25
第4章 環境衛生分野における取り組み.....	27
4-1 国家開発計画における都市環境計画の位置づけについて.....	27
4-2 サンパウロ州における都市環境分野の計画について.....	27
4-3 SBC市における環境衛生分野の現況と問題点.....	27
4-3-1 廃棄物分野.....	36
4-3-2 インフラ事情（電気、道路）.....	36
第5章 環境社会配慮関連事項.....	38
5-1 環境の行政・組織の現状.....	38

5-1-1	環境行政組織とその政策	38
5-1-2	社会保障政策	40
5-1-3	SBC市・経済開発観光局	41
5-1-4	その他	42
5-2	環境法制度の現状	42
5-2-1	一般概要	42
5-2-2	環境影響評価	44
5-2-3	土地利用	45
5-3	住民の移転	49
5-3-1	住民移転の現状	49
5-3-2	移転手続き	52
5-3-3	今後の展望	52
5-4	予備的スコーピング及び総合評価の結果	52
第6章	本格調査の実施方針	56
6-1	調査の目的と基本方針	56
6-2	調査対象地域	58
6-3	調査実施上の留意点	58
6-4	調査項目と内容	60
6-5	業務実施上の条件	69
付属資料		
1.	Terms of Reference (要請書)	73
2.	Questionnaire (回答含む)	102
3.	Minutes of Meeting (S/W 案添付)	133
4.	議事録	172
5.	面会者リスト	214
6.	収集資料リスト	217
7.	事業事前評価表	218
8.	チエテプロジェクト概要	223

第1章 事前調査の概要

1-1 事前調査の目的

サン・ベルナルド・ド・カンポ市（以下、SBC市と記す。総人口72万人）を対象にしたピリングス湖（以下、ピ湖と記す。ピ湖流域人口約20万人）流域における下水道整備及び雨水排水対策計画の策定に係る本格調査の実施に向けて、情報収集、現地踏査、先方との協議〔調査内容（調査区域、目標年次、調査項目、調査期間等）、先方実施体制、調査団に対する便宜供与内容等〕を行い、結果をM/Mに取りまとめ署名・交換する。

1-2 調査団の構成

No	氏名 Name	担当分野 Job title	現職 Occupation	派遣期間 Period
1	小嶋 良輔 Mr. KOJIMA Ryosuke	団長 Team Leader	JICA地球環境部 第二グループ 公害対策第二チーム長 Team Director Environmental Management Team II, Group II (Environmental Management) Global Environment Department, JICA	7/Nov-21/Nov
2	岩堀 春雄 Mr. IWAHORI Haruo	下水道・排水計画 Sewerage Planning	JICA 国際協力専門員 Institute for International Cooperation Senior Advisor, JICA	7/Nov-21/Nov
3	田嶋 淳 Mr. TAJIMA Atsushi	閉鎖性水域環境管理 Environmental Management for Enclosed Water Area	国土交通省 国土技術政策総合 研究所 下水道研究部 下水処 理研究室 主任研究官 Senior Researcher, Wastewater and Sludge Management Division, Water Quality Control Department, National Institute for Land and Infrastructure Management, MLIT	7/Nov-21/Nov
4	山本 将史 Mr. YAMMOTO Msashi	調査企画 Study Planning	JICA地球環境部 第二グループ 公害対策第二チーム 職員 Environmental Management Team II, Group II (Environmental Management), Global Environment Department, JICA	7/Nov-21/Nov

No	氏名 Name	担当分野 Job title	現職 Occupation	派遣期間 Period
5	宇佐美 準一 Mr. USAMI Junichi	下水道施設／水文・ 水理 Sewerage Facility/Hydrology	オーピーシー株式会社 技術部 海外コンサルタントグループ専 門部長 Registered Consulting Engineer (Rural Development) Overseas Consultant Group, OPC Corporation	7/Nov-6/Dec
6	渡部 和石 Mr. WATABE Kazuishi	社会配慮／環境配慮 Social Issue/EIA	インテムコンサルティング株式 会社 自然環境部 主任研究員 Senior Researcher, Natural Environment Department, INTEM Consulting, Inc.	7/Nov-6/Dec

1-3 調査の日程

日順	月日 (曜)	行 程
1	11/8 (月)	サンパウロ着 JICAサンパウロ支所打合せ サンパウロ総領事館表敬
2	11/9 (火)	SBC市長表敬 ビ湖環境保全区域内の下水処理場2か所 〔リアショグランデ (Riacho Grande)、ジャルジンピニエイロス (Jd. Pinheros)] 視察
3	11/10 (水)	市街地整備事業地区〔アルバレンガ (Dos Alvarenga)、カナン (Canan)、 ロスアンジェルス (Los Angels)] 視察、 サンパウロ州基礎衛生公社 (SABESP) 協議
4	11/11 (木)	サンパウロ州環境局・基礎衛生技術公社 (CETESB) 協議 州水資源エネルギー局と協議
5	11/12 (金)	SBC市協議 (特別プロジェクト局、総務局、住宅環境局、財務局、工事局)
6	11/13 (土)	SABESP管轄のABC下水処理場・リオ・グランデ (Rio Grande) 浄水場視察
7	11/14 (日)	ビ湖及び沿岸を環境警察の水上ボートから視察
8	11/15 (月)	資料整理、団内打合せ
9	11/16 (火)	SBC市とS/W、M/Mの協議 (連邦政府ABC、JICAブラジル事務所出席)
10	11/17 (水)	同上、M/M署名
11	11/18 (木)	サンパウロ総領事館報告 JICAサンパウロ支所報告 ブラジルへ移動、(コンサルタント2名は12/4まで滞在、調査継続)

日順	月日 (曜)	行 程
12	11/19 (金)	JICAブラジル事務所報告 日本大使館報告 サンパウロへ移動
13	11/20 (土)	小嶋、岩堀、田嶋、山本団員 帰国 (11/21 (日) 日本着) 宇佐美、渡部団員 調査続行 (12/4 (土) まで)
14	12/5 (日)	宇佐美、渡部団員 帰国 (12/6 (月) 日本着)

第2章 事前調査結果の概要

2-1 要請の背景

SBC市はサンパウロ首都圏（人口1,700万人）の南東部にある、いわゆるABC地域（Santo Andre、São Bernardo do Campo、São Caetano、Diadema、Mauá、Ribeirão Pires、及びRio Grande da Serraの7市）に属する人口約72万人の都市である。もともと農村地帯（1950年代は人口3万人規模）であったが、大市場のサンパウロ市（SBC市から18km）と国際海港のあるサントス市（45km）の間に位置する立地条件の良さから、自動車、電気・電子、食品などの外資系企業の工場が多数進出し、産業都市として急速に発展してきた。近年ではサービス業や商業のシェアも伸びてきている。日系人は3万人ほどいる。日系企業はトヨタ、東芝、ヤクルトなどが進出している。

ビ湖はサンパウロ市を流れるチエテ川の支流のピニエイロス（Pinheiros）川の上流水源地帯にある。海岸山脈をはさんでピニエイロス川の反対側に位置するサントス市やクバトン市へ電力を供給するヘンリーボーデン（Henry Borden）水力発電所へ水を流下させるためにピニエイロス川をせき止めて建設された人造湖で1928年に完成した。ビ湖の流域面積は約100km²で6市（サンパウロ市、SBC市、ディアデマ市、サント・アンドレ市、リベイロンピレス市、リオグランデセーラ市）の領域に属している。

ビ湖の湖水面積のうちSBC市所属の面積は76km²で湖水面積全体の約60%を占めている。湖の周囲は緩やかな起伏の地形で亜熱帯の森林、植物が繁茂し、野鳥も多数生息している。湖水はABC地域400万人の上水として利用されている。また、ビ湖の景観は優れており、サンパウロ首都圏市民のレクリエーションの場所として多数の観光客が同湖を訪れている。

州政府は、1976年にビ湖流域を水源涵養地として環境保全区域に指定し、建築や居住を規制している。しかしながら、サンパウロ首都圏の急激な人口増加に伴い、ビ湖流域でも住居や人口が増大し、環境保全区域においても非正規な建築や居住が増加している。これらの集落はファベイラ（Favela）と呼ばれ、一般に貧困世帯が多い。住民は定められた建築条件を遵守せず、長屋などを建てて人口密度が高くなっている。ファベイラはもともと非正規居住のため、上下水道、電力、学校、保健所などの社会インフラの整備は遅れている。サンパウロ市に属するビ湖岸の保全区域には既に大きなファベイラが形成され、未処理下水の湖への流入などによりビ湖の水質が汚濁している。SBC市でも一部の保全区域ではファベイラ（保全区域内に63か所の集落があり、約20万人が居住）が形成され、未処理の下水が湖へ流入している。

ビ湖は流れが極めて緩やかで湖水の滞留時間が長く、陸上からの排水や底泥による湖水の富栄養化が進行しており、夏には藻類が発生する。このため、浄水場では水質の観測に注意を払い、必要に応じ特殊な処理を実施している。また、藻類が原因の悪臭も発生している。

SBC市ではビ湖の水質汚濁防止のために、ファベイラの拡大を阻止することとし、新規の非正規建築や居住を州検察局と協力して取り締まっている。既存のファベイラの住民を移転させることが実質的に不可能なことから、建築や居住を合法化したうえで社会インフラを整備し、住民に対して市民としての権利を付与する代わりに、新規の人口流入が起きないように住民に監視してもらうことにし、住民の合意が得られた集落から整備を実施することにした。

この方式により、既に51の集落において、上下水道、雨水排水、電力、道路、廃棄物処理、緑化、学校、保健所などの整備事業を進めている。残り12の集落については、まだ住民との合意が形成されていない。整備の進んでいる集落のうち2か所については、住民との合意により下水道及び下水

処理場を整備済みである。下水処理場の建設費用は住民が半額を負担した。

下水処理の裨益人口は1か所当たり4,000～5,000人で、保全区域内の人口20万人に比較して微々たるもので、なお多くの下水道及び下水処理場の整備が必要である。既存2か所の下水処理方法はオキシデーションディッチ方式（2次処理）で、湖の富栄養化の原因となる窒素、リンを除去する方式（3次処理）は実施されていない。湖の富栄養化防止のためには、家庭や事業所などの点源からの排水の3次処理だけでなく、雨水排水など面源からの排水の処理も必要となる。SBC市では、原則として雨水は地下浸透をめざし、透水性のある道路舗装や緑地整備などを進めている。

州政府環境局では、1976年の法令制定後長期間が経過し、保全区域の現実には法令と乖離しファベイラが拡大している一方で、法令の制約上、行政がビ湖の環境保全のための整備事業を十分に進められないことから、法令を流域別の現実に即して制定し直すことにし、現在ビ湖流域に係る新たな環境保全法令制定を検討中である。

サンパウロ首都圏では、世界銀行融資のチエテ川プロジェクトにより、下水道普及率や下水処理率が大幅に改善した（1997年普及率78%処理率35%が、2004年普及率84%処理率63%）。SBC市でも市街地の下水道整備は進展している。このため、市街地と環境保全区域の間で衛生環境に格差が生じており、SBC市では住民に対する公平な公共サービス実施の観点から、環境保全区域でも下水・排水の処理など環境衛生の改善事業を進めたいと考えている。しかし、環境保全区域ではこれまで環境整備事業のマスタープラン（以下、M/Pと記す）がなく、スポット的な対応とならざるを得なかった。上記のビ湖流域の環境保全のための法令が制定されれば、合法的に環境整備事業を進めることができる。今後、ビ湖の富栄養化対策を効果的効率的に進めるためにも、SBC市では環境保全区域全体を対象にした下水・排水の処理に係るM/Pの策定を必要としている。

これらの下水・排水処理の事業実施に係るM/Pの策定と優先プロジェクトについて、高度な下水・排水処理技術を有する我が国に協力を要請してきたものである。

2-2 要請の内容

かかる状況を受け、SBC市が所管するビ湖流域における下水・排水処理及び上水、電力、緑地整備等、地域総合開発計画の策定をめざした要請があげられた。しかし要請範囲が広範囲であったことなどから、調査対象分野の優先順位を確認するべく2003年6月にプロジェクト形成調査団が派遣された。その結果、相手側からは下水・排水対策に重点を置く旨回答があり、下水・排水対策を中心とした調査実施に向けてその後は検討を進めることとした。

しかしながら今次事前調査において、相手側の最終目的は下水・排水処理によるビ湖の水質改善、ひいては安全な上水道水源の確保にあることが分かり、人由来の水質汚濁対策としての下水・排水処理だけではなく、雨水由来の水質汚濁対策としての地下浸透を促進する透水性道路舗装などの面源負荷対策についても調査範囲に含めることとした。

2-3 S/W協議結果の概要

(1) S/W、協議議事録署名相手及び使用言語

1) S/Wについては、事前調査の際に案をM/Mに添付して署名を行い、その後2005年3月4日にJICAブラジル事務所小松所長、連邦国際協力庁モレイラ長官及びSBC市ディブ市長の3者で正式に署名がなされた。

2) 英語をオリジナルとするものの、ポルトガル語版も併せて作成し署名した。

(2) 案件名称

ビリングス湖流域環境改善計画調査

今回の本格調査では水質汚濁防止に直接関係する下水道、下水処理、透水性道路舗装、公園緑地などの施設整備と環境学習の推進が求められる。

ブラジル下水道は分流式が原則である。分流式の場合、下水道整備により家庭のし尿・生活雑排水などの生活由来の点源負荷の削減はできるが雨水由来の面源負荷の削減はできない。面源負荷の削減のため、下水道整備とは別に雨水排水処理、雨水の地下浸透、透水性道路舗装、ため池での沈殿などの対策が必要であろう。したがって本件調査の対象分野は下水道整備に限らず、雨水排水やその他の面源負荷対策も含めることとした。以上の経緯から案件名を上記「ビリングス湖流域環境改善計画調査」とする。

(3) 実施機関

SBC市特別プロジェクト局

SBC市では本件調査のカウンターパート（以下、C/Pと記す）部署は特別プロジェクト局とし、本格調査のためのプロジェクト調整ユニットを設置する意向である。特別プロジェクト局で不足する専門技術者については、必要に応じて住宅環境局や工事局など関係部局から提供を受けるか外部から雇用するとしている。

(4) 本格調査の内容

本格調査の骨子はS/Wのとおりとし、先方はその旨理解した。

1) 調査の目的

- a) ビ湖の水質保全のために、SBC市ビ湖流域に対する環境改善対策に係るM/Pが作成される。
- b) M/Pの中で取りまとめられた優先プロジェクトに係るフィージビリティ調査（以下、F/Sと記す）が実施される。
- c) 調査を通じて、C/P機関職員に対する技術移転を行う。

2) 調査対象地域

ビ湖流域のうちSBC市に属する部分

3) 調査期間

要請書には24か月を想定している旨記載があったが、調査対象分野を絞り込んだ経緯もあることから、16か月とすることで双方合意した。

4) 目標年次

ビ湖の水質汚濁は相当進行しており、環境保全区域の下水・排水処理を急ぐ必要がある。世界銀行はビ湖を対象に2006年ごろから6年間の環境改善事業実施を検討している。このため、当初は20年後の2025年をM/Pの達成目標年次としたが、早めて2020年に変更することとした。

(5) C/P研修員の受入れ

先方から、調査の打合せ、日本の湖沼水質汚濁対策、下水高度処理などの学習のための毎年3名の日本研修実施の要望があり、その旨M/Mに記載した。

(6) 技術移転セミナー

先方から、中間報告書及び最終報告書案の説明・意見交換のセミナー・ワークショップ実施の要望があったので、その旨M/Mに記載した。

(7) ステアリング・コミッティー

ステアリング・コミッティーは以下の関係部局から構成する旨、M/Mで確認した。

1) SBC市 特別プロジェクト局（議長）

住宅環境局

工事局

財務局

総務局

2) サンパウロ州上下水道公社（以下、SABESPと記す）

3) 州水資源エネルギー局

4) 州環境局

5) サンパウロ州基礎衛生技術公社（以下、CETESBと記す）

6) 連邦政府ABC（援助窓口）

7) JICAサンパウロ支所

(8) レポート等

ビ湖の環境保全に関する政府機関、公社が多いことから、最終報告書の部数を当初の案より増やしてポルトガル語40部、英語20部とすることとした。

第3章 調査対象地域の概要

3-1 SBC市概要

SBC市はサンパウロ市の南東部に隣接し、19世紀から20世紀前半は荘園を中心とする農牧業が盛んな町であった。1927年にSBC市の西側にあるピニエイロス川をせき止めて水力発電用貯水湖のビ湖が造られた。また、ビ湖の南部にはヘンリーボーデン発電所用の人造湖となるリオ・ダス・ペドラス（Rio Das Pedras）貯水湖も造られ、発電所が完成する1960年代をはさむころからSBC市は欧米系の自動車メーカーの工場、邦人企業の工場が進出し始め、工業都市へと変遷してきた。現在は、工場勤務者が全労働人口の約53%を占めている。

SBC市の面積は407.1km²で、そのうちの52%が水源保全区であり、ビ湖南部地域は原生林が存在している。水源保護区及び原生林には希少動植物が生息していることから自然保護区と指定されている。

表3-1 SBC市地区別面積

地区名	面積	地区名	面積	地区名	面積
都市部					
Alves Dias	2.21	Cooperativa	4.74	Montanhão	12.00
Anchieta	2.30	Demarchi	5.57	Nova Petrópolis	1.95
Assunção	4.20	Dos Alvarengas	14.74	Paulicéia	4.07
Baeta Neves	3.41	Dos Casa	3.03	Planalto	3.70
Balneária	1.51	Dos Finco	5.62	Rio Grande	5.42
Batistini	13.35	Ferrazópolis	2.76	Rudge Ramos	4.61
Botujuru	6.63	Independência	2.40	Santa Terezinha	1.45
Centro	6.73	Jordanópolis	2.30	Taboão	4.04
農村部					
Alto da Serra	25.82	Rio Pequeno	17.77	Tatetos	13.14
Capivari	27.44	Santa Cruz	0.22	Varginha	14.21
Curucutu	24.55	Taquacetuba	7.17	Zanzalá	15.53
Dos Imigrantes	66.69				

表3-2 SBC市土地区分

	km ²	%
都市部	118.74	29.2
農村部	212.54	52.2
ビリングス湖	75.82	18.6
計	407.10	100.0
水源保護地区	212.94	
海岸山脈州立公園	105.00	

3-2 ビ湖に関連する機関とその業務

ビ湖に関連する機関とその業務は以下のとおりである。

ビ湖に関連する業務	責任機関
水利、水源開発	州水資源エネルギー局
ビ湖環境行政	州環境局（CONSEMA、CPLEA、CPRN、CETESB、地質研究所、植物研究所、森林研究所、森林院等）
上水道（取水、浄水、配水）施設整備、運営維持管理	SABESP サンパウロ・メトロポリタン南部支所
流域内の小河川の水質モニタリング	SABESP、CETESB
流域内住宅建設（SBC市内）	SBC市住宅環境局
水域環境保全パトロール	州環境警察、SBC市役所
流域内インフラ整備事業（SBC市内）	SBC市住宅環境局、工事局
下水道施設整備、運営維持管理	SABESP サンパウロ・メトロポリタン南部支所
自然保護区保全	州環境局の研究所

3-3 ビ湖の現況

(1) ビ湖の概要

ビ湖集水域（流域）は、サンパウロ首都圏の南東部に隣接し、面積は582.8km²である。その西側にはグアラピランガ（Guarapiranga）湖が、南側には海岸山脈が存在する。ビ湖は海岸山脈線に沿って点在する湖のなかでもサンパウロ市に近いことから重要な水源貯水池とされている。ビ湖の流域は、ディアデマ、リベイロンピレス、サント・アンドレ、SBC、サンパウロの各市にまたがり、SBC市が流域面積の36%強を占めている。ビ湖を形成する主な河川は、グランデ川、ペケノ川、ペドラブランカ川、タクァセツバ（Taquacetuba）川である。

ビ湖流域は熱帯、亜熱帯気候に属し、年平均気温は19℃で年間降雨量は海岸山脈付近の3,500mmから北部沿岸部の1,300mmと変化に富んでいる。そのため、ビ湖南部には熱帯性原生林を形成している地域が存在し、希少価値のある動植物の生息地となっており、自然保護区に指定されている。

ビ湖流域は11の小地域に分割され、計153の小流域から構成されている（表3-3参照）。

表 3 - 3 ビ湖流域の構成

小地域	小流域数	面積 (ha)
Corpo Central	27	3,973.25
Alvarenga	12	2,292.26
Bororé	12	3,519.70
Capivari	7	2,023.91
Cocaia	6	1,771.78
Grota Funda	3	899.55
Pedra Branca	7	1,981.08
Rio Grande(下流)	7	1,605.09
Rio Grande(上流)	35	17,649.01
Rio Pequeno	14	3,881.17
Taquacetuba	23	8,135.95
計	153	47,732.75

本稿では、表 3 - 3 中のRio Grande（上流）地域が分湖の流域となる。

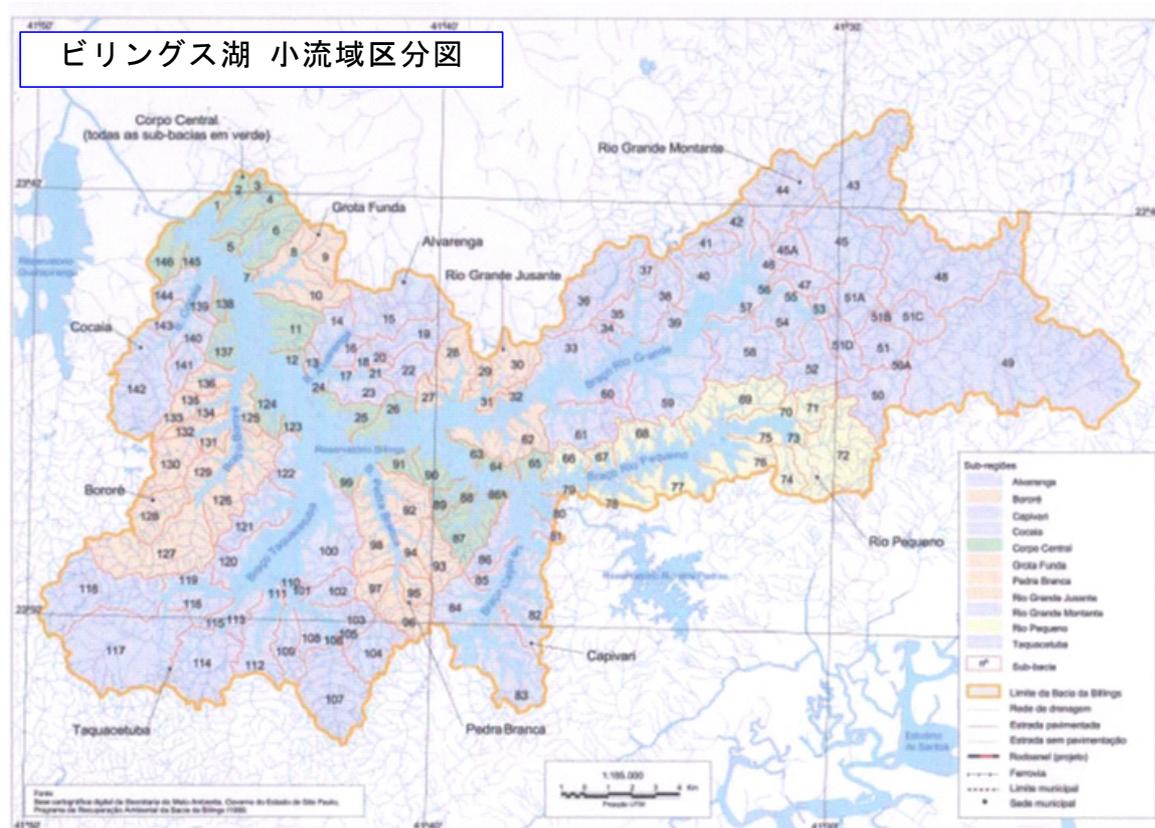


図 3 - 1 ビリングス湖小流域区分図

(2) 発電用水源

ビ湖は発電用の貯水湖として造られた人造湖で、流域面積582.8km²、湖水面積は最高運転水位746mで100.8km²、貯水量は1,150×10⁶m³、平均水深は9mである。ビ湖の南側にある発電用リオ・ダス・ペドラス貯水湖に導水し、約720mの落差を利用してクバタオ市のヘンリーボーデン発電所で発電している。ヘンリーボーデン発電所は最大884MWの発電力の規模があり、クバタオ工業地帯、サントス港湾都市、SBC市、サンパウロ首都圏へと送電している。

近年ビ湖の水位は計画水位よりも約4m低下している。ビ湖流域はSBC市及び隣接する都市の地下水源としても位置づけられており、これらの地域での地下水揚水もビ湖の水位低下の一因と

してあげられている。なお、ヘンリーボーデン発電所で発電に使われた水は、Cubatao川に放水されている。電力消費量の増加に伴い、ピ湖の水位をかき上げさせる目的で、ピニェイロス川より揚水していたが、ピニェイロス川の水質汚濁が著しいことから現在揚水は停止されている（雨期の集中豪雨時には洪水対策から一時的にピ湖へ逆流させている）。

(3) 上水道用水源

サンパウロ市及びその衛星都市では産業活動が活発になるに伴って人口増加が著しくなり、ピ湖流域の都市化が進み、これらの地区から家庭排水・汚水が小川に垂れ流して排出され、ピ湖の水質汚染が悪化するようになった。一方、SABESPは、1958年からリオ・グランデ・アームに上水道用の水源を求め、取水を開始した。現在の取水量は4.7m³/sで、1982年にはPedreiraダムからの汚染水の逆流を防ぐためにAnchieta街道を利用して堤防道路を造り、リオ・グランデ・アーム（分湖）とピ湖の中央部（本湖）を水理的に分離した。

分湖から取水しているリオ・グランデ浄水場では、前塩素+急速ろ過方式+後塩素による浄水処理が行われており、これは日本における通常処理のレベルであるが、前塩素処理を行っているため、発ガン性物質であるトリハロメタンの生成が懸念される場所である。

また、藻類増殖の問題に対応するため、現在、取水点において過マンガン酸カリウム注入や粉末活性炭注入を行っており、湖水には硫酸銅を入れる等、水道水源としての分湖の水質状況はかなり悪化していることがうかがえる。

このまま分湖の水質が悪化すれば、リオ・グランデ浄水場の浄水処理として高度浄水処理（オゾン+粒状活性炭ろ過等）を導入する必要が生じるものと考えられるが、リオ・グランデ浄水場の立地条件を踏まえると、高度浄水処理の導入は容易ではなく、分湖の水質悪化を何とか食い止める必要がある。

ピ湖の水質汚濁規制に関して、1992年から汚水の流入を禁止する法令が州憲法に盛り込まれた。しかしながら、雨期の集中豪雨時には無処理の河川水がピニェイロス川から揚水されてピ湖に放流されていた。1992年10月に雨期の水害危険水量以外、河川水の揚水を中止することになった。

(4) ピ湖流域

ピ湖流域は6つの市で構成されており、各市の流域面積及び在住人口は表3-4に示すとおりである。また、図3-2はピ湖流域の自治体の境界（破線）を示す図である。

表 3-4 ビ湖流域の各市の面積と人口

市	流域面積 (km ²)	(%)	流域在住人口 (2003年)	(%)
デアデマ Diadema	726.80	1.25	55,762	6.98
リベイロピレス Ribeirao Pires	6,367.37	10.93	86,669	10.84
リオグランデセラ Rio Grande da Serra	3,661.45	6.28	38,764	4.85
サントアントレ Santo Andre	9,581.20	16.44	26,396	3.30
サンベルナルド・ド・カンポ San Bernardo do Campo	21,384.48	36.69	176,691	22.11
サンパウロ Sao Paulo	16,559.60	28.41	415,013	51.92
合計	58,280.90	100.00	799,295	100.00

(注) 人口は2000年の国勢調査より算出

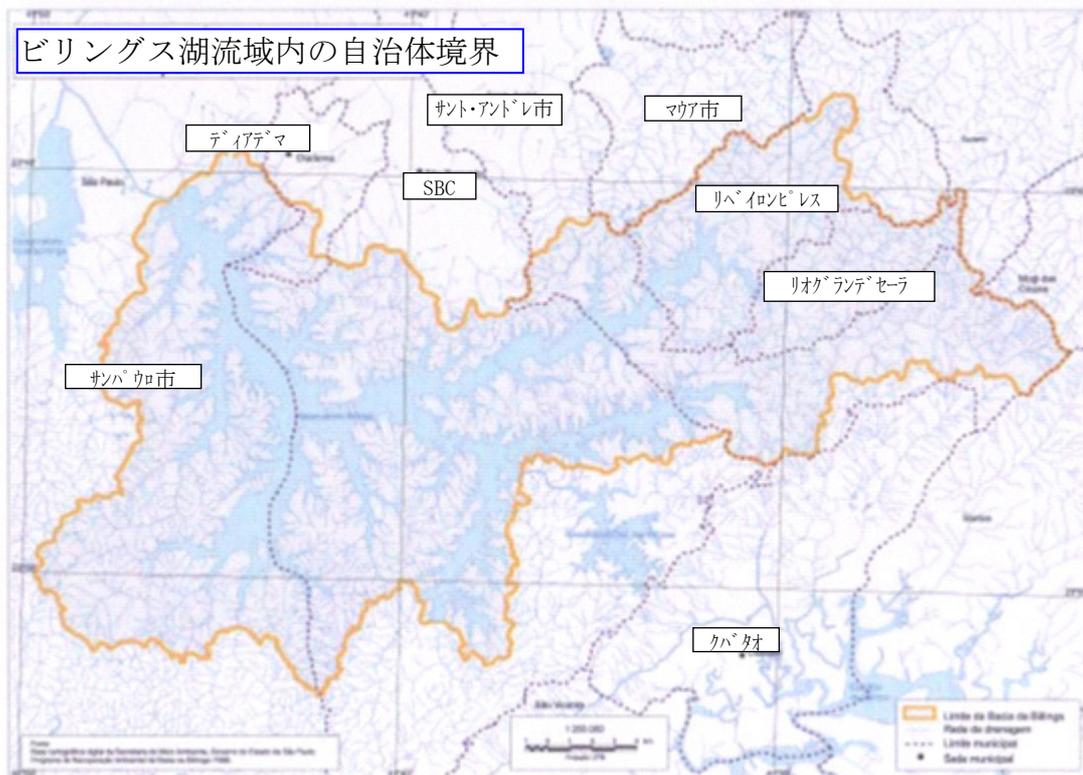


図 3-2 ビリングス湖流域内の自治体境界

なお、SABESPはチエテ川上流域の下水道整備計画のなかで下水集水渠建設計画を実施しており、それらの下水集水渠は既に完成した5か所の下水処理場〔スサノ (Susano)、サンミゲル、PNM、ABC及びバルエル処理場〕に接続して処理される計画である。ビ湖流域のうち、本計画の対象流域内の下水処理について、SABESPはABC処理場システムの集水渠に接続させて集中処理をする計画をもっている。SABESPは、本件調査でビ湖沿岸に計画・検討される複数の小規模下水処理場建設計画についても関心を示し、本件調査での代替案の比較検討結果を待って判断したいとの意向であった。