

ブラジル国
パラナ州水資源利用計画調査
事前調査報告書

平成6年1月

国際協力事業団

社調二

J R

94 - 006

ブラジル国パラナ州水資源利用計画調査事前調査報告書

平成6年1月

03
018
SSS

JICA LIBRARY



1121159161

ブラジル国
パラナ州水資源利用計画調査
事前調査報告書

平成6年1月

国際協力事業団

国際協力事業団

28118

序 文

日本政府は、ブラジル連邦共和国政府の要請に基づき、同国のパラナ州水資源利用計画にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成5年10月23日より11月14日までの23日間にわたり、建設省関東地方建設局河川部河川調査官 宇塚公一氏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S/Wに署名しました。

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

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

平成6年1月

国際協力事業団

理事 佐藤 清

現地踏査写真



クリチバ市内の河川
(河川改修により河道の直線化が実施されている)



クリチバ市内の河川
(河岸工事が実施されていない)



クリチバ市内の河川
(汚水が流れ込んでいる)



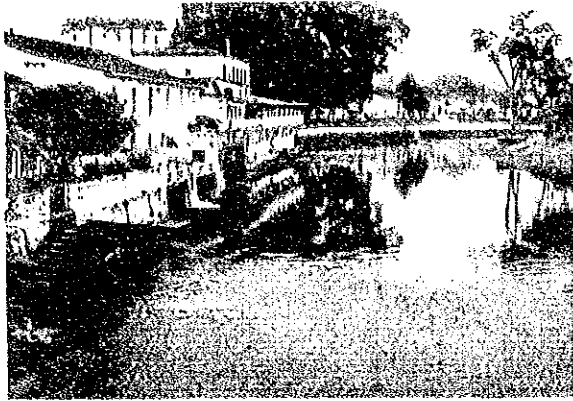
クリチバ市内の河川
(不法居住者により汚水排出が行われている)



低平地の宅地化状況 (クリチバ市)
(下水道が未整備)



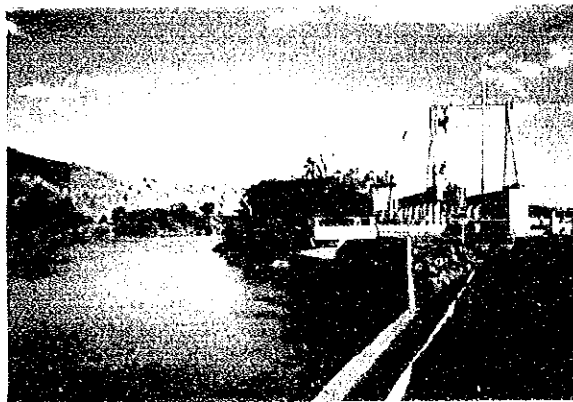
クリチバ周辺の遊牧地
(土砂流出防止のため等高線に沿って畝が作ってある)



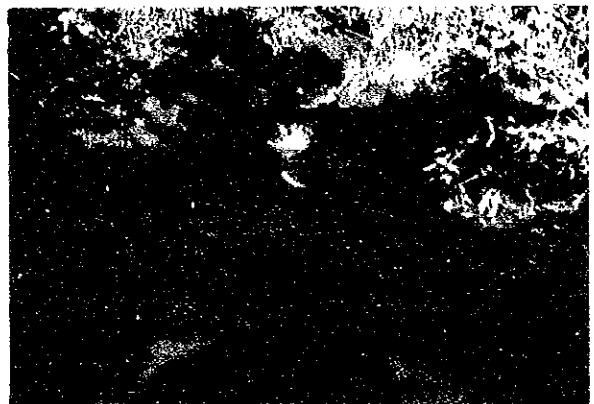
海岸流域の河川の河口付近
(生活排水が流れ込んでいる)



ポントグロッサ市の湧水地帯



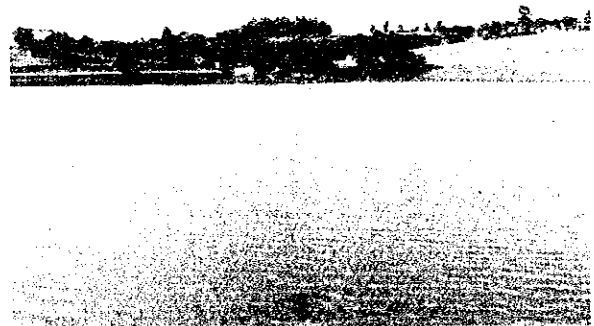
ロンドリーナ市近郊の子バジ川取水口
(ポンプにより取水している)



ロンドリーナ市の農業工場付近の河川
(汚染のため水中生物はいない)



ロンドリーナ市内の河川
(中央右にホテイアオイが見える)



アラポング市郊外の貯水池
(コイの養殖が行われている)



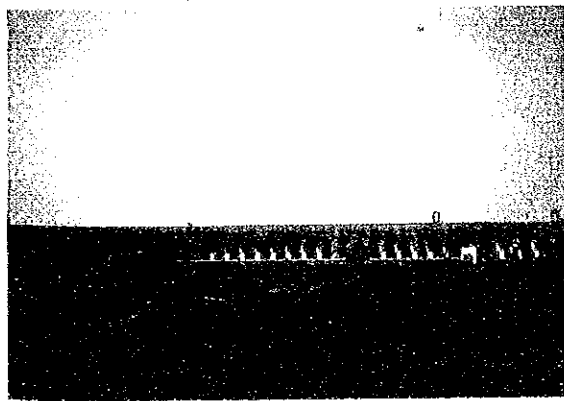
ロンドリーナ市内の河川
(公園利用されている)



フォス・ド・イグアス市内の小河川から
パラナ川に流れ込む生活排水の状況



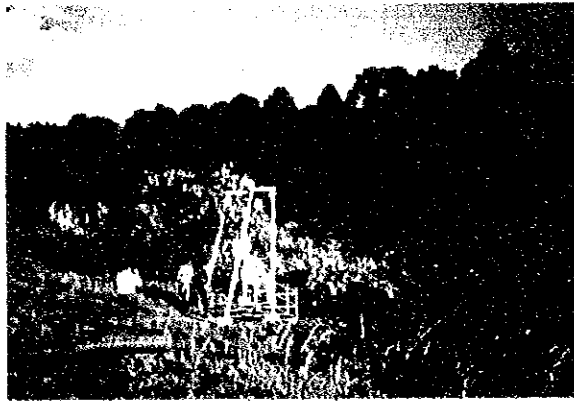
イグアス川上流域
(水源地付近のゴミ土砂などの廃棄状況)



イタイプダム (発電能力1260万KW)



ユニオン・ダ・ピトリア市街地
(イグアス川中流部)



土砂堆積による取水障害状況 (カスカベール川)



S/W署名式
(パラナ州知事公舎にて)

ブラジル国概況

正式国名	(和文) ブラジル連邦共和国 (英文) Federative Republic of Brazil				
独立年月日 旧宗主国	1822年9月7日 ポルトガル				
政体	連邦共和制				
元首の名称	イタマール・アウグスト・カウチェロ・フランコ大統領 (1992年12月就任、任期 5年)				
位置・面積	北緯5度16分19秒～南緯33度45分9秒 西経34度45分54秒～西経73度59分32秒 8,512 千平方キロメートル				
首都	ブラジリア連邦区				
民族等	白人系55%、褐色系38%、黒人系6%、東洋系1%				
公用語	ポルトガル語				
宗教	カトリック (国民の9割以上)				
		1989年	1990年	1991年	増加率 (1980～ 1991年平均)
人口 (千人)		147,271	150,197	153,164	2.2 %
GNP	総額 (百万ドル)	353,308	402,788	447,324	2.5 %
	一人当たり (ドル)	2,400	2,680	2,920	0.4 %
経常収支 (百万ドル)		1,025	-3,788	n. a.	-
財政収支 (十億クルゼイロ)		-204.3	-1,847.2	n. a.	-
	海外	n. a.	n. a.	n. a.	-
	国内	n. a.	n. a.	n. a.	-
ファイナンス					
消費者物価指数 (85年=100)		88,000	2,665,000	14,412,000	-
D S R (%)		34.6	22.6	30.8	-
対外債務残高 (百万ドル)		90,376	90,432	95,130	-
為替レート(年末、1USドル=クルゼイロ)		2.83	68.30	405.61	-
分類 (DAC/国連)		高中所得国/-			

出典：我が国の政府開発援助1993

JICA国別協力情報ファイル

目 次

序 文

調査対象プロジェクト位置図

現地踏査写真

ブラジル国概況

1. 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の目的	1
1-2 事前調査団の構成	1
1-3 相手国受け入れ機関	1
1-4 調査工程	1
2. 事前調査結果の概要	3
2-1 要請の背景及び経緯	3
2-2 要請の内容	3
2-3 S/W協議結果の概要	6
2-3-1 THE STUDY AREA	6
2-3-2 SCOPE OF THE STUDY	6
2-3-3 REPORTS	9
2-3-4 ブラジル側UNDERTAKINGS	10
3. パラナ州の水資源利用に関する行政機構	13
3-1 行政、組織、運営	13
3-1-1 河川管理	13
3-1-2 給水事業	13
3-1-3 水力発電	14
3-2 関連機関	16
3-2-1 パラナ州環境院 (IAP)	16
3-2-2 侵食防止・環境衛生局 (SUCEAM)	16
3-2-3 パラナ衛生公社 (SANEPAR)	16
3-2-4 パラナ州電力公社 (COPEL)	16
3-3 環境に対する法制度	17
3-3-1 環境アセスメント制度	17

3-3-2	パラナ州の環境アセスメント体制	17
4.	調査対象地域の概要	19
4-1	調査対象地域	19
4-1-1	調査地域	19
4-1-2	地形・地質	19
4-1-3	水文・気象	30
4-2	パラナ州の開発現況	36
4-2-1	パラナ州経済の概要	36
4-2-2	人口動態と人口分布	37
4-2-3	パラナ州の地域経済の現状	39
4-2-4	開発計画	46
4-2-5	水資源利用計画に利用可能な経済・社会統計資料の整備状況	49
4-3	水資源開発状況	50
4-3-1	河川開発の現況	50
4-3-2	地下水開発の現況	54
4-3-3	水資源開発計画	56
4-4	給水状況	57
4-5	土壌侵食の現況	60
4-6	水質管理と環境保全	62
4-6-1	水質管理	62
4-6-2	水質汚濁の現況	62
4-6-3	環境対策	68
5.	本格調査の内容	69
5-1	調査の基本方針	69
5-2	調査対象地域及び範囲	71
5-3	調査項目及び内容	71
5-4	調査期間及び工程	80
5-5	報告書	80
5-6	調査の実施体制	82
5-7	要員計画	83
5-8	調査用資機材	83

付 録

1. ブラジル国政府要請書 (Terms of Reference)	87
2. Scope of Work(S/W)	109
3. Minutes of Meeting (M/M)	121
4. 質問書	133
5. 面会者リスト	143
6. 収集資料リスト	147

1. 事前調査の概要

1-1 事前調査の目的

今般の事前調査は、ブラジル国政府の要請に基づき、同国パラナ州全域を対象に上水・農水・工水・発電にかかる水資源開発・利用及びその保全を目的とした水資源利用マスタープランを策定するものである。

今回の事前調査では、先方政府関係者との協議、現地踏査、既存資料の分析を通じ、本プロジェクトにかかる先方政府の意向、要請の背景及び要請内容、調査の範囲などの確認を行うとともに、我が国の協力の可能性の検討を踏まえ、調査のScope of Work(S/W)を説明・協議し、これに署名することを目的とする。

1-2 事前調査団の構成

氏名	担当	現職
宇塚公一	総括／水資源開発	建設省関東地方建設局河川部河川調査官
井出康郎	河川計画	北海道開発局札内川ダム建設事業所所長
山下雅弘	地域計画	JICA国際協力専門員
加藤正明	調査企画	JICA社会開発調査部社会開発調査第二課
中西弘	地下水開発	(株)建設企画コンサルタント
渡辺幹治	水質保全・環境	(株)建設企画コンサルタント
福島淑子	通訳	(財)日本国際協力センター

1-3 相手国受け入れ機関

パラナ州都市開発局

1-4 調査工程

事前調査は平成5年10月23日から11月7日まで16日間の日程で実施された。(ただし、中西、渡辺、福島団員は、追加資料の収集、追加現地踏査などのため11月14日まで調査を実施)

調査工程は表1-1に示すとおりである。

表1-1 調査工程表

日数	月 日	行 程
1	10月23日(土)	東京12:00 - ニューヨーク11:35 (JL-006)
2	24日(日)	ニューヨーク11:45 - ブラジリア22:21 (TR-791)
3	25日(月)	日本大使館、JICA事務所表敬・打合せ ブラジル協力事業団表敬・S/W説明
4	26日(火)	ブラジリア08:10 - クリチバ12:00 (VP-281) クリチバ総領事館表敬 パラナ州都市開発局 (SEDU)、計画局表敬
5	27日(水)	SEDUとのS/W協議 クリチバ市内(浄水、下水処理場、河川汚染状況など)視察
6	28日(木)	クリチバ12:00 - ロンドリーナ13:10 (VP-111) パラナ衛生公社表敬、取水口、浄水場、チバジ川流域、製糸工場視察
7	29日(金)	ロンドリーナ大学、下水処理場、アラボンガ市周辺視察
8	30日(土)	ロンドリーナ周辺河川汚染状況視察 ロンドリーナ13:00 - イグアス14:00 イタイプダム視察
9	31日(日)	浄水場、河川汚染状況視察(イグアス周辺) イグアス18:15 - クリチバ (VRG-169) (山下、加藤、中西、渡辺、福島)、カスカベルへ陸路移動(宇塚、井出)
10	11月1日(月)	クリチバへ陸路移動(ウオニン・ダ・ピトリアなど視察)(宇塚、井出) クリチバ周辺河川視察など
11	2日(火)	パラナグア港付近河川状況視察
12	3日(水)	SEDUとのS/W、M/M協議など
13	4日(木)	SEDUとのS/W、M/M協議・署名 パラナ州環境院との協議
14	5日(金)	クリチバ11:15 - ブラジリア13:05 (RG-191) 大使館、JICA事務所に報告 ブラジリア21:20 - サン・パウロ22:50 (TR-304)
15	6日(土)	サン・パウロ00:55
16	7日(日)	- 東京13:05 (JL-063)
		中西、渡辺、福島団員は、追加資料の収集、追加現地踏査などのため調査の継続
22	11月13日(土)	↓ サン・パウロ00:55
23	14日(日)	- 東京13:05 (JL-063)

2. 事前調査結果の概要

2-1 要請の背景及び経緯

- (1) パラナ州はブラジル南部に位置し、面積約 200千km²、人口約1千万人を擁する。同州においては、最近30年間の急速な都市開発により、既にクリチーバ市やロンドリーナ市などにおいて生活用水、工業用水の不足が深刻になっており、今後こうした都市への水需要が増大することになれば、農業など他のセクターへの水配分が不足するなど経済活動への悪影響が懸念される。一方、こうした急速な都市化により、上水水源河川の水質悪化や土壌侵食など環境面に多大な影響を及ぼす問題が顕在化している。
- (2) このため、パラナ州政府は現在及び今後の水資源利用にかかる問題点に対応し、かつ環境問題を解決するためには、需要予測に基づいた上水・農水・工水・発電の多目的の水資源の計画的利用を図ることが必要と認識し、水資源利用マスタープランの策定に高い優先度を付している。
- (3) 本件は日伯共同で優良プロジェクトを発掘・形成していこうとするジョイント・プログラミング（JP）の一環である環境JPの中で形成された案件のひとつであり、我が国はプロジェクト形成調査（1993年3月）を行った。
- (4) かかる状況を背景として、同国政府は1993年8月我が国に対し本件計画を正式要請した。

2-2 要請の内容

ブラジル政府から提出された要請内容の要旨は次のとおりである。

(1) 最終目標

2015年を目指し、郡及び社会の参加を保証し、社会・環境・経済的特性を考慮した多目的利用の枠組みを定めるパラナ州水資源マスタープランの方法の開発及び作成

(2) 現下の目標

パラナ州水資源のマスタープランを診断、開発、策定、実施及び運営することを可能とするハイレベルの技術チームの能力向上及び適切な技術の吸収を通じたパラナ州の組織的強化

(3) 成果

	成 果	指 標
1	2015年までの水需要の診断方法の開発完了	方法論、参照計画の作成完了。技術チーム形成
2	技術チーム訓練終了	「水域管理のための方法とプロセス」コースによる技術チームの研修終了
3	情報収集及び見直し作業終了	気象、水文学、地形、地質、水質、洪水登録、地下水及び環境関係を包括する資料の収集作業完了
4	水資源の適切な利用のための問題と必要性の暫定的同定作業の終了	工業向け水力発電開発、水道用水及び農牧のための水資源利用の潜在性の暫定的診断作業終了
5	データ処理システムの設定及び整備作業完了	データの選択及び同定の実施、また見直しと改善のための提案。データバンク設立
6	マスタープラン暫定プロジェクトの開発	マスタープランの暫定プロジェクトの作成、水資源利用のための規則とクライテリアの提示
7	パラナ州水資源利用マスタープラン策定及び流域管理システム設定終了	2015年まで予定するマスタープランの完了。右プランには、即時実施される優先工事の計画も含まれる。流域管理システム設定完了

(4) 要請内容

① 調査団

<長 期>

1. チーム・リーダー、流域管理と水の量・質の面の企画専門家
2. 生活用水及び工業用水の電力供給の分野における水資源利用の専門家
3. 都市及び地域開発、公共供給水源と都市計画開発研究に関連した面をカバーする土地利用・保全の専門家

<短 期>

1. 水量測定、洪水の減少・防止を目的とした水文学、気象学、テレメーター専門家
2. 地下水研究と水文地質図の解釈のための水文地質学専門家
3. 環境保全と水質モデルに関する専門家
4. 水利用保全、工業、灌漑、エネルギー、家庭用などの水利用権に関する立法と行政措置に関する専門家

5. 人口面、恩恵を受ける住民、開発と地域生産（農業・工業）計画のフォローする指標を分析するための社会経済専門家
6. 農業開発プロジェクトにおける水資源利用の農業経済専門家（灌漑、農業生産、土壌分類と改良）
7. CADシステムを含む水文気象学のデータ処理専門家
8. 環境利用に伴う徴税と環境破壊に関する罰金など財政政策の専門家

② 調査用機材

1. 流速計、自動サンプラー、地形測量機器
2. 気象観測機器
3. 物理化学分析実験用機器
4. テレメーター網用機器
5. 水質分析用携帯機器

③ 研修

次の分野のブラジルにおける3回の短期セミナー及び日本における8名のブラジル技術者の研修

〈短期セミナー〉

1. 流域管理と保全の方法と過程
2. 環境利用と環境破壊に関する課税を含む都市・地域開発計画における水資源利用
3. 経済活動の分配、人口変動、その水資源への影響

〈日本での研修〉

1. 水の質・量の研究と下水収集・処理システム
2. 流域管理とモニタリング
3. 水資源利用マスタープランにおける発電
4. 水質分析の高度技術、特に都市・地方の排水と沈澱物の運搬
5. 水利用者負担の原則
6. 水質モデル
7. 水資源に関する法律のブラジルへの適用の可能性
8. 洪水予測を目的とした水量と気象の関係
9. 地下水源の保護

2-3 S/W協議結果の概要

事前調査団は、10月24日からブラジルに滞在し、現地調査を行った後、日本国内でブラジル政府より提出されたT/Rをもとに事前に作成したScope of Work(S/W)(案)及びQuestionnaireに基づき、ブラジル側のプロジェクト実施機関であるパラナ州都市開発局等と協議を行った。S/W(案)及びQuestionnaireは事前調査実施前にブラジル政府の技術協力の窓口機関であるブラジル協力事業団、及び本件調査の実施機関であるパラナ州都市開発局に提示されており、調査団との協議開始と同時に両機関よりコメントが提出されたため、本格調査の実施に向けた実質的な協議を円滑に行うことができた。S/W(案)について調査対象地域等に関し一部修正を行い、S/Wに記載した内容の詳細や本件調査に伴うカウンターパート研修や技術移転セミナーの要望などについてはミニッツ(M/M)に記載することで合意に達し、11月4日にパラナ州知事、ブラジル協力事業団長官、パラナ州計画局、環境局長官の立会いのもと、事前調査団宇塚団長とオギドウ都市開発局長官との間でS/W及びS/W協議にかかるM/Mの署名交換を行った。

ブラジル協力事業団、都市開発局との協議の概要は次のとおりである。

2-3-1 THE STUDY AREA

(1) 調査対象地域の表記の明確化

上記項目に記載されている調査対象地域に関し、本件調査はパラナ州全域のマスタープランを策定することを目的としているが、日本側から提示されたS/W(案)には海岸山脈からパラナ湾に注ぐ河川の流域が含まれていない旨ブラジル側より指摘があった。さらに先方は、この地域は他の流域とは異なり雨量が多く、植生も多様であるが環境保全はなされている一方、海岸山脈から流れる土砂が河川に流入する問題がある地域である旨説明した上で、同地域を対象を含めてもらいたいと要望した。そもそも本件はパラナ州全体を対象地域としており、同流域についても含まれるものと理解していたが、調査団は対象地域を視察した上で、調査対象として明記することに合意し、S/Wに Coastal Basinを追記することとした。

2-3-2 SCOPE OF THE STUDY

(1) 既存データ、情報の収集内容の詳細

先方より、地質に関する情報としては、一般的な地質図のほか、ダムサイトや貯水池、灌漑地域の地質データも含めた情報、水質情報としては一般的な情報や水質汚染の状況をその内容とした情報、さらに地下水情報に関しては、水理地質図などを含めたものを収集・分析するとの理解でよろしいか確認があったところ、調査団よりかかる情報については調査内容に含まれると回答し、その旨M/Mに記載することとした。

(2) マスタープランの作成のための方法論作成に先立つ現地踏査内容の詳細

ブラジル側より、水利用に関する問題点や水資源開発の必要性を把握するために必要な現地踏査の内容として、土地利用現況、農業開発、都市開発、工業開発、森林開発・管理、排水、河川現況、環境保全、内水養殖開発、貯水池・堰開発、発電開発が含まれると理解して差し支えないか確認があったところ、調査団より問題ないと回答した上で、その旨M/Mに記載することとした。

(3) マスタープラン作成のための現地調査の内容詳細

先方より、S/WのIV. 2.(2)a.～f.に記載されている調査項目は、気象・水文、地形・地質、河川現況調査を内容とする自然河川調査、水文地質、地下水位調査や開発可能地域の選定を行う地下水資源調査、農業、工業、都市、発電に関する水利用、土地利用調査に大別されようが、こうした内容の調査が実施されるものと考えてよろしいか確認があった。これに対し、調査団より調査内容としては概ね申し越した分類に従ったものとなるだろうが、既にブラジル側でかなりのレベルのデータ、情報が整備されていることから、必要に応じ補足的な調査を実施することになる旨再確認した上で、現地調査に詳細につきM/Mで確認することとした。

(4) 水需要予測の目標年次の設定

水需要予測に関し、ブラジル側より目標年次としては2015年を設定するが、本件調査が終了した後、2015年までに間に水需要に変化を及ぼす要因が生じた場合に設定された目標値の調整の手段として、2005年の水需要予測も算出してほしい旨要望があった。これに対し、調査団は2015年の水需要予測を算出する過程で、同算出方法と同じ手法で2005年の予測値を提示することは可能あるが、2005年を目標年次としたマスタープランの2015年のそれへの追加、すなわち、2つのマスタープランを作成することは困難である旨発言したところ、先方も了解し、その旨M/Mで確認することとした。

(5) 開発可能水資源の評価と水収支の内容

標記調査の内容に関し、水資源開発のクライテリアを明確にした上で、開発可能なサイトについて調査が行われる旨両者で確認し、その内容をM/Mに残すこととした。

(6) パイロット流域の選定

当方より、パイロット流域としての優先候補地について確認したところ、先方は、各河川流域の社会・経済的影響及び生態系システムの均衡を保つための生態的影響の重要性に鑑み、イグアス川及びチバジ川流域に優先度を付したいとの発言があり、その旨M/Mに記載する

こととした。なお、チバジ川流域については、流域の環境保全を目的とした総合的調査が4年前より実施されており、同河川の流域管理手法をモデルとしてパラナ川の他の流域やブラジル国河川環境の保全、ひいては、他国の流域管理にも適用できるようなレベルにしたいとの意向を有している旨先方より発言があった。

(7) 各フェーズの目的の確認

ブラジル側より、T/Rによると、フェーズⅡの最後にマスタープランのためのパイロット流域が選定され、フェーズⅢにて選定された流域に基づきマスタープラン策定のための方法論が見直されることになっているが、マスタープランは選定された流域のみ策定され、パラナ州全域のマスタープランの策定は行われぬのか確認があった。これに対し、調査団は、マスタープランの意味を限定的に捕らえる必要はなく、同項目Ⅳ. 2.(5) (フェーズⅡ) において流域単位の特性を比較検討した上で広い意味でのパラナ州全域のマスタープランを策定し、フェーズⅢでは選定された流域についてさらに詳細なマスタープランが策定される旨説明した。こうした誤解を避けるために、各フェーズについてそれぞれの調査目的を確認し（フェーズⅠ：調査方法論の設定、フェーズⅡ：パラナ州全域の総合マスタープランの策定とパイロット流域の選定、フェーズⅢ：パイロット流域に適応した調査方法論の見直しと、当該流域を対象としたマスタープランの策定）、M/Mに記載することとした。

(8) 水質汚濁調査の範囲

調査団より、都市、工業排水や廃棄物については、主要サイトにおける汚濁負荷源調査を行い、その結果に基づき水質汚濁予測を行うが、具体的な汚染処理方法については本件調査の対象外となる旨確認したところ、先方は今回の調査はマスタープランレベルでの調査であり、調査団より確認のあった内容の調査で差し支えない旨発言し、両者合意の上、M/Mで確認することとした。

(9) 生態系調査の範囲

調査団より、本件マスタープランで新たな生態系調査を実施することは、時間的にも限られていることから困難であり、大学や各種研究機関などで実施された研究データなどに基づき、本件マスタープランが生態系に及ぼす影響を分析することとなる旨確認したところ、先方よりかかる調査内容で問題ないとの理解を得、その旨M/Mに残すこととした。

(10) 課税制度の検討内容

調査団より、ブラジル側より提出されたT/Rによると、ユーザーや公害発生者からの税制について提案してほしい旨記載されているが、課税の問題は内政問題にも触れることであ

り、本件調査では提言を行うに留めたいと発言した。これに対し、先方は現在ブラジル国で実施、あるいは計画している次の課税事例を説明した。すなわち、(イ) 現在実施中のクリチバ大都市圏地域環境衛生プログラム (PROSAM) では、公害発生者が、自分たちに供給された水の分量分の罰金を支払うシステムについて調査を実施している。また、(ロ) パラナ州の水供給はパラナ衛生公社 (SANEPA) という独立法人が行っている。一方、州政府はイグアス川上流の浄化に資金投入しているが、その浄化によって水処理コストが下がり利益を得るのはSANEPAであるので、受益者負担としてSANEPAから料金を徴収しており、州政府はその資金で基金を作り、環境改善に使用している。先方は、こうした事例を挙げつつ、どのような汚染が発生した場合にいかなる罰金を徴収するのか、また、使用流量に応じどの程度の使用料を徴収するのか、その基準などを交えて日本の事例を紹介してもらいたいと要望したところ、調査団より可能な旨回答し、M/Mに記載した。

(11) 世銀援助により実施中の計画との関係

現在、パラナ州では世銀の協力によりクリチバ都市圏調整局 (COMEC) がカウンターパート機関となりPROSAMを計画している。調査団は、同プログラムと本件調査との関係に関し、本件調査は世銀のプログラムの内容を考慮しつつ実施されることとなるが、調査の結果はあくまで世銀のプログラムとは独立したものであり、世銀の調査スケジュールなどに影響されない旨確認したところ、先方は了解しM/Mに残すこととした。

(12) 国境、州境を形成している河川に関する水利権

調査団より、対象河川のうち国境、州境を形成している河川に関する水利権の問題につき質したところ、ブラジル側は国境、州境を形成する河川はパラナ川及びパラナパネマ川であるが、同河川については既に電力開発などは既に行われており、水利権問題が発生するような開発の必要性はなく、また、州、国との間に目的議定書 (Intension Protocol) が締結されているため、問題とならない。また、上記河川の支川の開発、例えばダム建設が必要となった場合には、新たに特別な議定書を締結する必要はなく、事前の法律的決定がなされることになるが、その場合も本件マスタープランの作成に影響を及ぼすものではない旨回答があった。したがって、調査の過程でかかる問題が生じることがないように、その旨M/Mに記載することとした。

2-3-3 REPORTS

(1) 報告書作成に対する実施機関の協力

先方 (ブラジル協力事業団) より、本件調査はブラジル側の実施機関であるパラナ州都市開発局 (SEDU) との密接な協力の元に行われるものであるとして、報告書はin close

cooperation with SEDU で作成される旨 S/W に明記したいと発言した。さらに、最近締結された S/W においても同様の文言が挿入されており、ぜひこの文言を認めてもらいたいと主張した。これに対し、調査団は過去の S/W でこの文言が使用されている旨確認した上で、かかる意味は SEDU より必要なデータや情報の提供を受け、調査の過程で SEDU とともに協議しつつも、あくまで調査団の責任で報告書を作成するものである旨説明したところ、先方も理解し、かかる文言を S/W に挿入することで両者合意した。

2-3-4 ブラジル側 UNDERTAKINGS

(1) 所得税などの免除条項

ブラジル側より、同国で得た収入に関しては連邦政府以外にも州の税金が課せられる上、所得税に関連する以外にも種々の税金があるところ、同項目 VII. 1.(3) に記載されている exempt ... from income tax and charges を income tax and other charges とすることにより、所得税以外の全ての税金をも免除することを明確にしたほうが望ましい旨提案があった。これに対し、調査団はブラジル国の事情を考慮すれば other を挿入することが適当と判断し、ブラジル側の提案に合意した上で、S/W を修正した。

(2) カウンターパート等の配置

調査団より、調査の遂行に必要なフルタイムのカウンターパートの配置を求めたところ、先方は、具体的に関係部局から各 1 名のエンジニアを配置するとともに、電話交換手 1 名、秘書 1 名を割り当てる旨約束したため、その内容を M/M に残すこととした。

(3) 事務所スペースの確保

調査団より、調査作業を行うに十分な事務所スペースをクリチバ内に確保してほしい旨求めたところ、先方は、具体的に事前調査団の会議に使用した SEDU 内の会議室(約 100㎡、事務所の隣室には電話、コピー機、FAX など必要な事務機器を装備)することを約束し、その旨 M/M に明記した。

(4) 調査用車輛の確保

調査団は調査用車輛の提供を依頼したところ、先方は最低 5 台の車輛は提供可能な旨、また、SEDU で調達不可能な場合は関係部局から調達することにより、約束の 5 台は確保する旨明言したため、その旨 M/M に記載することとした。

(5) 調査用資機材、各種観測所の設置、補足調査の実施
標記に関しブラジル側より次の要望が提出された。

(イ) 調査用資機材

- ワーク・ステーション
- ソフト付きマイクロコンピュータ
- カラーコピー機
- 車輛
- 水質計測機器
- 流量メーター
- 自動水位記録装置
- 自動水質観測機器
- 地形測量機器

(ロ) 各種観測所

- 流量観測所
- 流送土砂量観測所
- 水質観測所
- 地下水観測所

(ハ) 補足調査

- 河川縦横断測量
- 水質分析
- 既存井戸の水位観測
- 既存井戸調査、井戸台帳の作成
- 洪水氾濫・被害調査
- 水資源開発関連施設調査

これらの要望に対し、調査団より基本的にはブラジル側の要望についてはM/Mに記載の上、日本に持ち帰り検討することとなる旨言及しつつ、これまでの調査結果に基づいた調査団の感触として次のとおりコメントした。すなわち、①必要な調査機材は調査団が準備することとなるが、計測機器など物理的な調査機器はブラジルにおいて整備されていると印象であり、そうしたものよりむしろコンピュータ機器及びソフトのような知的貢献に資する機材が必要かつ有効と思われる旨、②要望のあった観測所については、既にブラジル国に相当数が設置されており、本件調査のために必要な観測所の設置は極めて限定されたものとなること、さらに、③補足調査については持ち帰り検討するが、地形、地質、気象、水文など基本的なデータは相当整備されているとの印象を持っていることを述べた。

(6) 研修の要望

先方より、本件協力を通じて日本の知識・経験を学びたいとして調査期間内に6名の研修員受入の依頼があったところ、調査団より研修人数、期間については予算などの制約があることを前置きしつつ、要望については日本に持ち帰り検討する旨約束し、M/Mに残すこととした。

(7) 技術移転セミナー開催の要望

先方より、調査期間を通じた技術者への技術移転のみならず、本件計画は他州、ひいては他国にも通用するマスタープランとしたいので政策決定者などにも計画について理解を深める必要があるとして、調査期間中（調査方法論の策定、パラナ州全体のマスタープランの策定、パイロット流域のマスタープランの策定期間）に次のような技術移転セミナーを開催してほしい旨要望があった。

- (イ) 水利用及び環境に損害を及ぼしたことに対する税制面の措置を含む都市・地域開発計画における水資源利用について
- (ロ) 流域管理・保護に関する方法及びプロセスについて
- (ハ) 経済活動の配分、人口ダイナミクス及びその水資源に対するインパクト

これに対し調査団は、技術移転セミナーの重要性についてはブラジル側とも認識を一つにする旨言及した上で、要望については持ち帰り検討することをM/Mに残すことで双方合意した。

3. パラナ州の水資源利用に関する行政機構

3-1 行政、組織、運営

パラナ州の水資源利用に関してはパラナ州都市開発局（SEDU）、計画局、環境局（SEMA）とその下部組織であるパラナ州環境院（IAP）、農業局、パラナ衛生公社（SANEPAR）、パラナ電力公社（COPEL）などの関係のもとに実施される。パラナ州政府の組織図を図3-1に示す。

3-1-1 河川管理

パラナ川、イグアス川のパラグエイやアルゼンティン国境沿いを流れる地帯はブラジル海軍の管理下に置かれ、河岸工事や河岸から200m以内の開発にはすべてブラジル海軍の許可が必要となる。こうした河川については、両国間で開発事業に対する議定書が取り交わされている。

州境を流れる河川は連邦政府の管理下に置かれているが、流量測定や水質検査などは各州政府に委託されているケースが多い。州境を流れる河川についても両州で議定書が締結されている。例えば、別の州に流れ込む河川でダムを建設する場合、事前に法律的決定を取り交わすだけで、新たに議定書を締結する必要はない。その他の州内すべての河川は原則としてパラナ州政府が管理し、主要河川については大きさや水源保護の重要度に応じて河岸から20mや30m、あるいは50m以内が保護地域に指定されている。

以前は、大河川について連邦政府の機関である国家衛生事業局（DNOS）が管理していたが、コロール政権時代（1990年）にこの機関が廃止され、その後、管理義務が宙に浮いた形になり、暫定的に州が管理したまま現在に至っている。

3-1-2 給水事業

給水計画は州政府の方針に沿って行われるが、実際の事業は一般的に、都市給水についてはパラナ衛生公社（SANEPAR）、地方給水については各市町村の行政機関が担当している。小さな村落では住民が独自に水道事業体を組織し、管理運営を行っている所もある。農業用水は農業局の管理下に置かれている。

河川水や地下水を取水する場合は公共、民間に関係なくパラナ州環境局パラナ州環境院（IAP）に取水申請書を提出、認可を受けなければならない。ただし、家庭用の浅い井戸に申請の必要はない。また、国境や州境の河川については国家上水電力部に取水申請を提出する。申請書には使用者、使用量、目的、取水位置、水質を、また、地下水については揚水試験結果を記入する。パラナ州環境院では申請書の内容を各専門家が調査し、正当性が認められれば水利権を使用者に発行する。既存の水源や環境に影響が出る場合は使用量の削減や申請取消の処置が取られるが、法律に定められた公共性やプライオリティの高い水使用については優先的に許可される。使用者は

水利権を得た時点で所定のライセンス料を州政府に支払うだけで、その後の水使用については一切、料金を支払う必要はない。水利権は公共については20年、民間には10年、使用量10ℓ/sec以下の小規模なものは5年間有効で、更新することに同様の手続が必要になる。

現在、申請の80%が地下水を対象としたものである。

3-1-3 水力発電

パラナ州内の既存あるいは建設中の大型ダムのほとんどがパラナ電力会社 (COPEL) の所有で、その他にはイグアス川中流に国営の南ブラジル中央電力会社 (ELETROSUL) のダム、パラナパネマ川にはサンパウロ州の電力会社のダムが存在している。さらに、パラナ川には有名なイタイプダムがあり、ブラジル・パラグアイ両国によって管理されている。イタイプダムの電力 (ブラジル側使用分) はすべてサンパウロ州に送電され、パラナ州では全く消費されていない。

ダム建設については、国家上水電力部の管轄である。

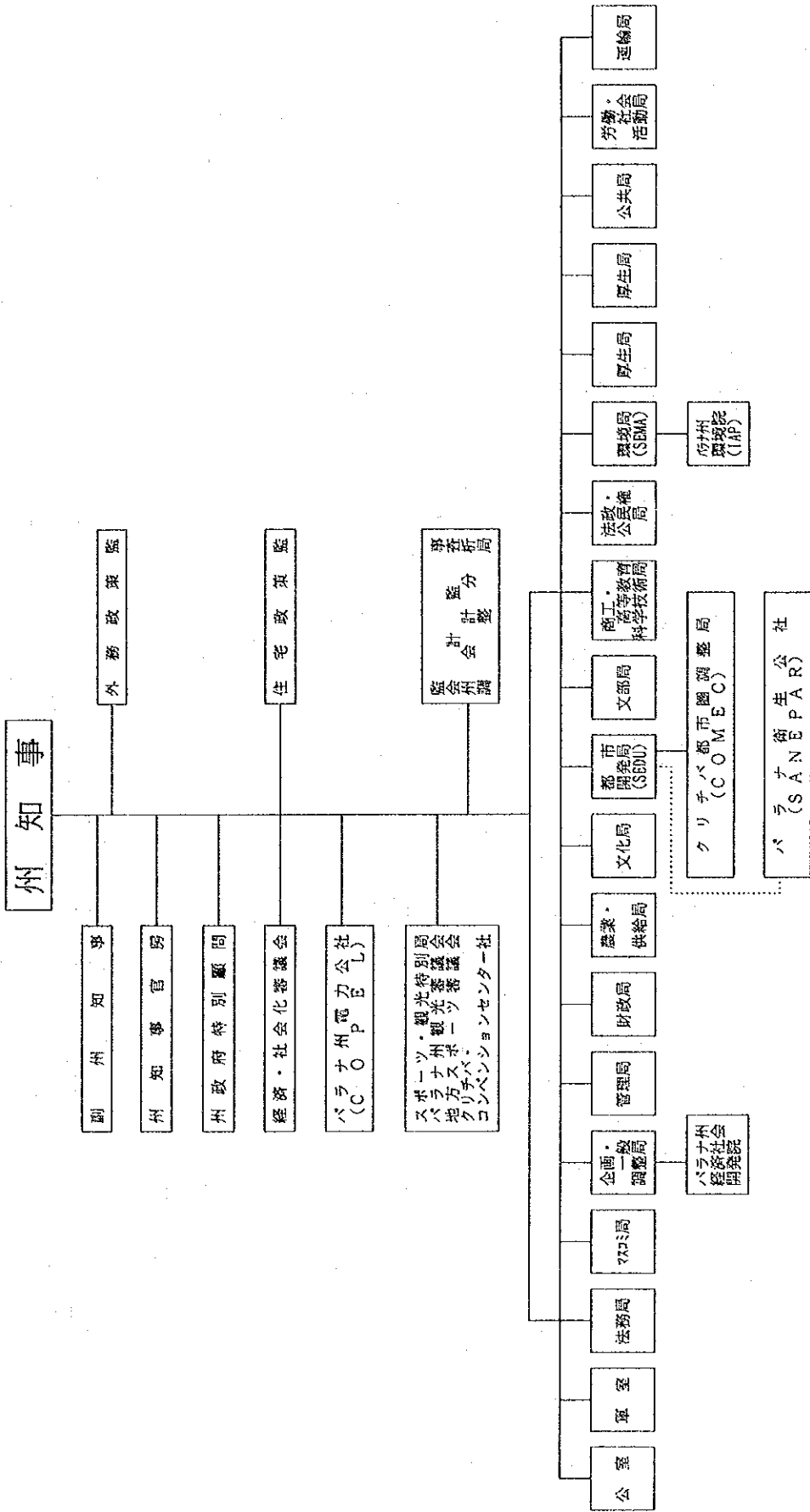


図 3-1 パラナ州政府・組織図

3-2 関連機関

3-2-1 パラナ州環境院 (IAP)

パラナ州政府環境局配下の研究機関で水資源の管理、公害政策、環境アセスメントをはじめ地形図の作成、ランドサットデータの解析、森林保護、狩猟・漁業の管理などを業務とする。職員は約900人、1992年7月に大幅な組織替えがあり、現在でも細部組織を調整中である。

水資源部は水資源調査部、水文調査部、水資源管理部の3部からなり、水資源調査部はフィールドで河川流量や水質などの測定を担当し、水文調査部は水利権に関する業務や環境アセスメントを担当する。水資源管理部は湖沼学課、データバンク課、調査設計課からなり、データの解析とコンピュータへの入力、水利権認可に必要な資料の作成を主な業務とする。

3-2-2 侵食防止・環境衛生局 (SUCEAM)

パラナ州政府都市開発局に属する機関で、都市部の土壌侵食対策及び雨水排水路の整備を目的として設立された。現在は海岸侵食対策、ごみ対策なども行っている。職員は約200人、クリチバ以外にも4つの支社、3つの工場がある。実際の業務としては、土壌侵食の調査と防止工事、排水路用配管の製造と市町村への提供、工事資金の援助、建設機械の貸出などを行っている。

3-2-3 パラナ衛生公社 (SANEPAR)

パラナ州政府が100%資本出資して、1963年に都市給水システムの計画や工事を担当する機関として設立された。当初、完成した給水システムは各市が管理していたが、1971年からパラナ衛生公社が管理も含めた都市給水システム全般にわたって業務を行うことになった。原則的にはパラナ州都市開発局に属する機関であるが、現在では、経営は完全に州政府から独立しており、徴収する水道料と州や市の委託事業により賄われている。そのため実質的には民間企業として扱われている。

従業員は約6,500人(内委託社員が1,000人)で、都市給水システムの計画、管理、運営以外に下水処理、下水道の整備、公共水道施設がない村落での簡易水道施設の設置とその管理運営に対する指導についても行っている。

3-2-4 パラナ州電力会社 (COPEL)

州政府が資本の90%以上を所有している半官半民の組織で、パラナ州全土に電力を供給している。従業員は約900人で、ダム管理、新規ダムの計画・建設、河川流量の観測、地形図の作成を行う。

3-3 環境に対する法制度

3-3-1 環境アセスメント制度

国家環境政策の一環として1986年1月にブラジル政府は大統領府環境局（SEMA/PR）内の環境審議会（CONAMA）の決議により環境に影響を与える事業には、環境アセスメント（EIA）と環境アセスメント報告書（RIMA）の作成を義務付けた。環境アセスメント報告書（RIMA）とは、環境アセスメントの内容を一般住民にも理解してもらうことを目的として作成される報告書である。環境アセスメントの対象となる事業には以下のようなものがある。

- ・ 2車線以上の車道
- ・ 鉄道
- ・ パイプライン
- ・ 下水道
- ・ 水資源開発に伴う利水工事（例えば、10MW以上の水力発電・上水・灌漑用ダム、運河・灌漑のための水路掘削、河道・浅瀬・河口の浚渫、河道改修と堰）
- ・ 鉱物の採掘
- ・ 埋立
- ・ 工場
- ・ 100ha以上の都市計画

環境アセスメントの実施において最終的な権限は連邦政府にあるが、組織、研究機関、予算がしっかりしている州では、州政府の環境行政機関で環境アセスメントが行われる。パラナ州はそれに該当し、パラナ州環境院が担当している。

3-3-2 パラナ州の環境アセスメント体制

パラナ州では、大統領府環境局内の環境審議会が作成した環境アセスメント法に基づいて、州独自に作成された環境アセスメント法が制定されている。電力開発と国境や州境の河川開発を除く開発事業は、すべてパラナ州環境院の担当となる。簡単に流れを示すと以下ようになる。

- 1) 事業主は事業許可申請をパラナ州環境院に提出し、同時に申請内容を紙面に公表する。
- 2) 事業主はパラナ州環境院に登録されている第三者コンサルタント会社に環境アセスメントを依頼する。
- 3) 事業主は完成した環境アセスメント報告書をパラナ州環境院に提出する。
- 4) パラナ州環境院は環境アセスメント報告書の内容を調査するとともに一般に公開し、必要に応じて公聴会を開く。
- 5) パラナ州環境院は報告書内容の調査や公聴会の結果を踏まえて事前許可を事業主に与える。
- 6) 事業主は事前許可に基づき実施計画を行い、設計書をパラナ州環境院に提出する。

- 7) パラナ州環境院は事前許可通りに設計が行われているか確認し、設計許可を発行する。
- 8) 事業主は工事を着工し、操業前に操業許可申請をパラナ州環境院に提出する。
- 9) パラナ州環境院は事前許可通りに工事が行われているか確認し、操業許可を発行する。

電力開発と国境や州境での開発については国家上水電力部の管轄である。

4. 調査対象地域の概要

4-1 調査対象地域

4-1-1 調査地域

調査の対象地域はパラナ州全域で、主要な流域は以下の通りである。

- ・パラナ川
- ・パラナパネマ川
- ・イグアス川
- ・ピキリ川
- ・イバイ川
- ・ピラポ川
- ・チバジ川
- ・シンザス川
- ・イタラレ川
- ・リベイラ川
- ・海岸河川流域

4-1-2 地形・地質

(1) 地 形

パラナ州は、東側から西側に向かって、次の3つの特徴ある地形から形成されている。

- a) 大西洋に面した狭い海岸平野
- b) パラナ州の最高点グァリカナ峯標高1,970mを有する細長い海岸山脈
- c) 東→西方向と南東→北西方向に緩やかに下降し、起伏に富んだ3つの高原地帯（第1高原（クリチバ高原）、第2高原（ポンタグロッサ高原）、第3高原（グアラプアヴァ高原））

パラナ州の高度別面積の割合は、次の通りである。

- | | | |
|---------------|-----|----------------|
| i) 300m以下 | 10% | 海岸平野、主要河川沿岸地域 |
| ii) 300~600m | 37% | 第3高原 |
| iii) 600~800m | 27% | 海岸山脈、第1高原、第2高原 |
| iv) 800m以上 | 26% | 海岸山脈、第1高原、第2高原 |

パラナ州には2つの異なった流域水系があり、互いに各々の河川の流れの方向が全く別になっている。1つの水系は内陸部を主として東から西へ流れ、パラナ川に注ぐ河川、他の1つは沿岸に向かって西から東へ流れて大西洋に注ぐ河川である。前者の流域面積は183,678

km²でパラナ州の92%を占める。後者の流域面積は15,678km²である。この2つの水系は、分水嶺をなす海岸山脈によって分けられている。

パラナ州に注ぐ河川は、イタラレ川、シンザス川、チバジ川、ピラポ川、イバイ川、ピキリ川、イグアス川の8河川で、いずれも内陸側へ流れ、河川勾配は非常に緩やかである。大西洋に流入する河川の流域は、海岸山脈東側の流域とリベイラ川流域のみである。

次に、パラナ州内の水系図とパラナ川を含む広域水系図を図4-1と図4-2に示す。参考までに、パラナ州の地形概要(図4-3)をあげておく。パラナ州主要河川の流域面積は、表4-1の通りである。

表4-1 パラナ州の主要河川

河川	流域面積km ²	備考
イタラレ川 ITARARE	5,187	
シンザス川 CINZAS	9,658	
チバジ川 TIBAGI	24,712	
ピラポ川 PIRAPO	5,025	
イバイ川 IYAI	36,594	
ピキリ川 PIQUIRI	24,731	
イグアス川 IGUACU	55,048	流域面積のうちパラナ州分
パラナパネマ川残流域 PARANAPANEMA	9,835	
パラナ川残流域 PARANA	12,546	
リベイラ川 RIBEIRA	9,129	流域面積のうちパラナ州分
海岸地域 LITORANEA	5,766	

(パラナ州環境院1991年資料より)

パラナ州の地形図は、 $S = 1/100,000$ と、 $S = 1/250,000$ があり州全域をカバーしている。 $S = 1/50,000$ については州全体の約60%について作成されている。クリチバ市とウニオン・ダ・ビトリア市周辺については、部分的に $S = 1/2,000 \sim 10,000$ および $S = 1/20,000$ の地形図がある。地形図はIBGE(ブラジル地形・統計院)で購入できる。

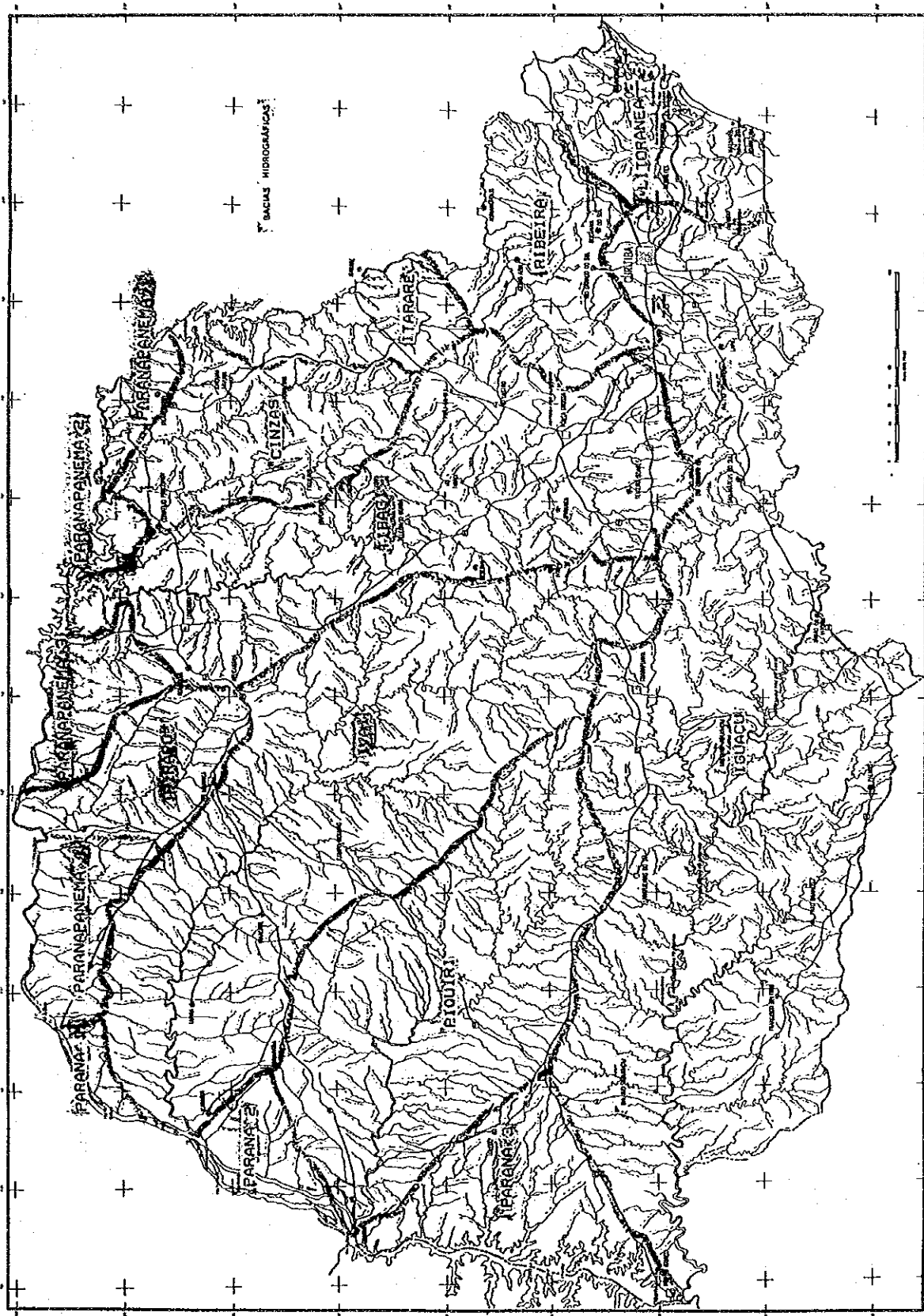


図 4-1 パラナ州水系図

パラナ州アトラス1987より

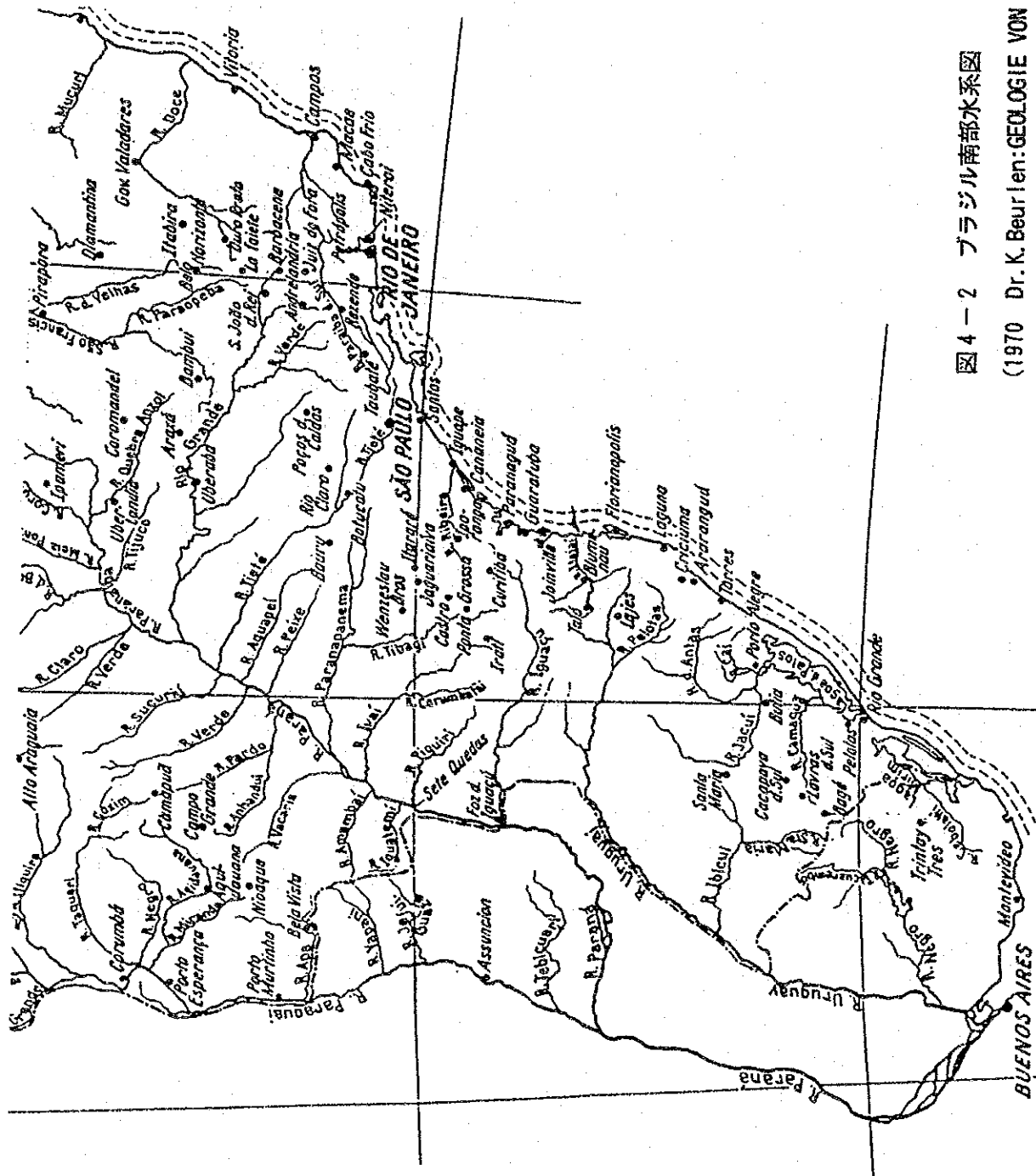


图4-2 ブラジル南部水系図
 (1970 Dr. K. Beurien: GEOLOGIE VON BRASILIENより)

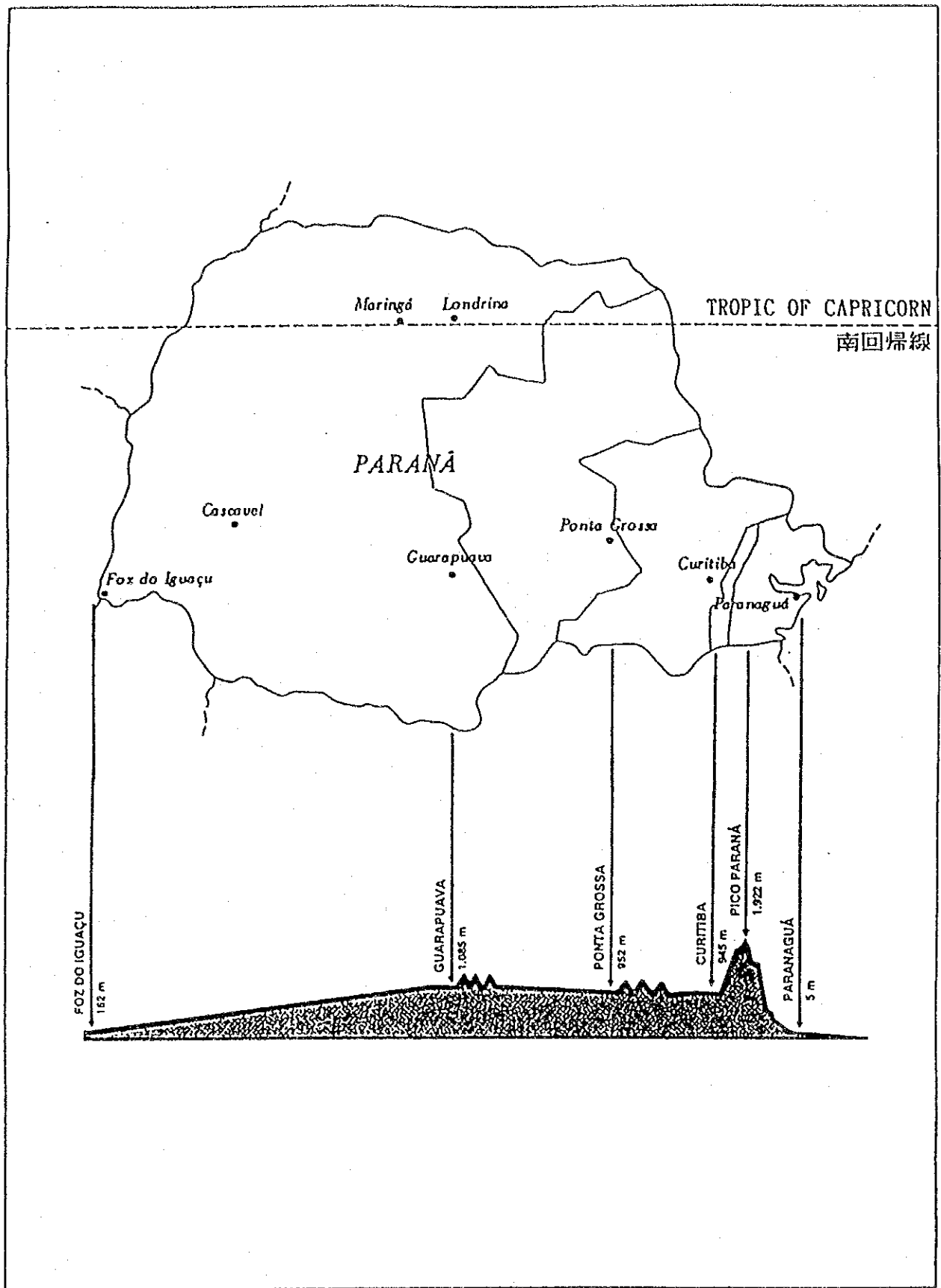


図4-3 パラナ州の地形概要 (平成5年3月 国際建設技術協会報告書より)

(2) 地 質

パラナ州の地質は、原生代～始生代の岩類と、この上に堆積した古生代、中生代の堆積岩及び中生代白亜紀後半に流出した玄武岩溶岩、さらにこれらを直接被覆する新生代の未固結堆積物の4種類からなる。

原生代～始生代の岩類は、南アメリカ最大の*堆積盆地と言われているパラナ堆積盆地を構成するもので、パラナ州では東部の山岳地帯に分布する。本岩類は、片麻岩のような変成火山岩、珪岩、大理石のような変成堆積岩からなる。クリチバ市北方に分布する大理石層は、原生代上部のアカンギ層に属し、豊富な地下水を賦存している。

古生代の堆積岩は、下部よりオルドビス紀のゲーラツピナ層、カストロ層、デボン紀のパラナ層、二疊紀前期のイタラレ、グェタ、パラドイスの各層の順に堆積し、パラナ州中央部東寄りの地域に広く分布する。主として砂岩、粘板岩、石灰岩などからなる。

ブラジルでは、古生代二疊紀の中、後期及び中生代三疊紀の堆積岩は発見されていない。三疊紀最前期ないしジュラ期後半には、玄武岩が活発に噴出し、パラナ州中央部の大部分を広範囲に覆っている。有名なイグアスの滝は、この玄武岩溶岩台地にかかっている。

パラナ州西北部には、中生代ジュラ紀に属するバウル層の砂岩、シルト岩がかなり広範囲に分布している。この砂岩はカイワ砂岩といわれ、細～中粒の赤味がかかった砂岩で侵食に弱く、特に風化部分は雨水によって流出しやすい。

新生代第四紀堆積物は、主要河川沿岸部や海岸平野の比較的狭い範囲に分布する。主として粘土、砂、礫などの未固結堆積物からなり、崖錐分布地域や扇状地などでは豊富な地下水を賦存し、数多くの湧水も存在する。

*ある期間沈降の傾向を持続し、その間にかかなりの厚さの地層が累積する区域。

ときに10kmを超える厚さの堆積物が累積する。

パラナ州の地層をまとめると次の通りである。

表4-2 パラナ州地質構成表

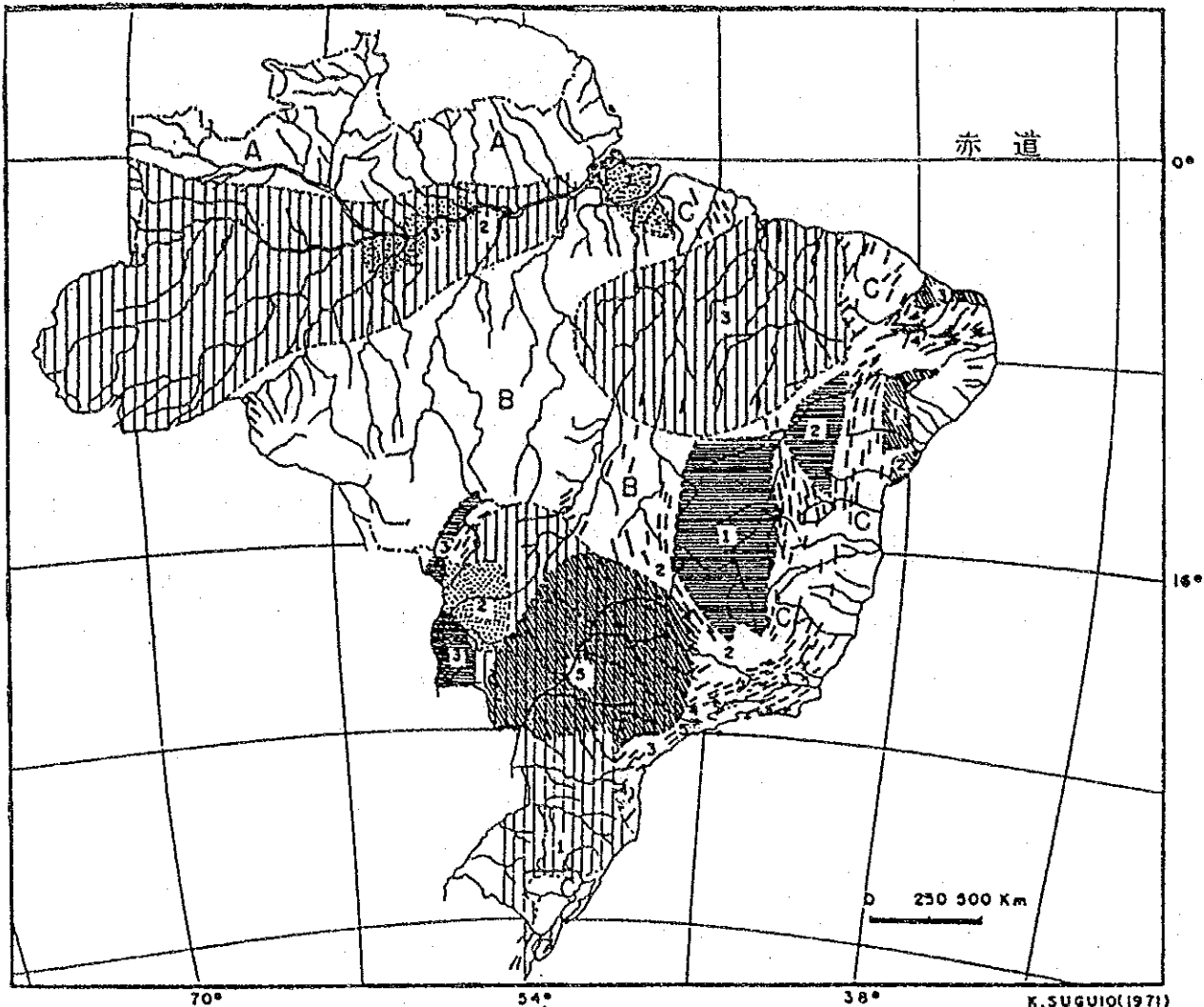
地質時代	地層	岩石	分布地域	
新生代	第四紀	洪積層	非固結堆積物	主要河川沿岸・海岸平野
中生代	白亜紀	バウル層	砂岩、シルト岩	州北西部
	ジュラ紀	サンベント層	玄武岩溶岩、砂岩	州中央部から南部
古生代	二疊紀 (前期)	バサドイス層	砂岩、石灰岩、礫石	州中央部東寄り
		グァタ層		
		イタラレ層		
	デボン紀	パラナ層	砂岩、シルト岩	ポントグロッサ、チバジ周辺
オルドビス紀	カストロ層	溶岩、角礫岩、砂岩	ポントグロッサ東方地域	
	カンブリア紀			グァラツピナ層
プレカンブリアン	原生代上部	アカンギ層 セツバ層	片岩、大理石、珪岩	クリチバ北方地域
	原生代下部 ～始生代	複合岩体 先セツバ層 セラネグラ層	片麻岩、シタイト	クリチバ南方地域海岸山脈

参考までに、ブラジルの主な地質構造図(図4-4)とパラナ州の地質断面図(図4-5)をあげておく。

州内の地質図としては、州全体の広域地質図S=1/650,000(1989年作成)がある。この他にS=1/10,000の地質図が部分的に作成されている。地質参考資料として、州全体の自然データを図にした「アトラス」(1993年版近く完成)が発行されている。

(3) 表流水

チバジ川、イグアス川などのような流路が長く水量と落差に恵まれ、豊かな発電包蔵水力を有する河川が数多くあり、パラナ州の表流水資源力の高さを示している。特にイグアス川流域では、既に建設された発電所7、建設を予定されている発電所15、合計22ヶ所あり、パラナ州における重要な水力発電の拠点となっている。



K. SUGUIO (1971)

堆積盆地と構造地溝

新生界

- 1- MARAJÓ 地溝
- 2- PANTANAL 盆地
- 3- BAIXO MADEIRA 盆地
- 4- PARAÍBA 地溝
- 5- SÃO PAULO 盆地

中生界

- 1- GIPÓ 盆地
- 2- RECÔNCAVO 地溝
- 3- APODI 盆地
- 4- RIO DO PEIXE 盆地
- 5- PARANÁ 川上流盆地

上部および中部古生界

- 1- PARANÁ 盆地
- 2- AMAZONAS 盆地
- 3- PARNAÍBA (MARANHÃO) 盆地
- 4- LENÇÓIS 盆地
- 5- CORUMBÁ 盆地
- 6- ITAJAÍ 地溝

下部古生界

- 1- SÃO FRANCISCO 盆地

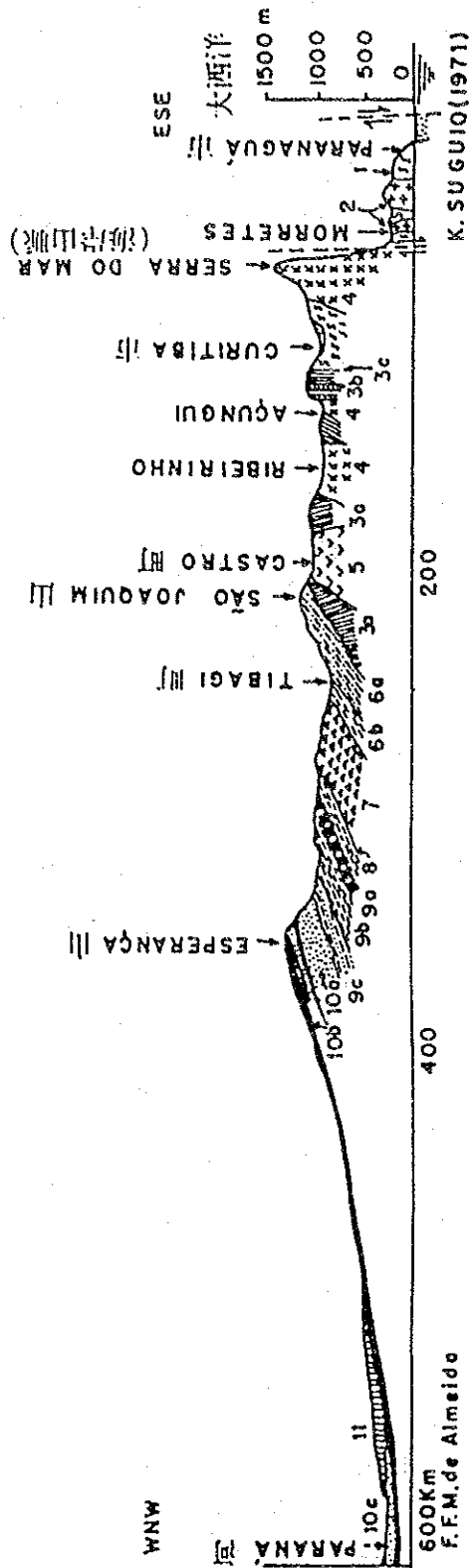
楯状地のおもな構造方向

II- BRASÍLIA-GUIANA 楯状地

- A- GUIANAS 山塊
- B- BRASIL CENTRAL 山塊
- C- ATLÂNTICO 山塊
- 1- ESPINHAÇO 地向斜
- 2- CANASTRA 隆起帯
- 3- PARAÍBA 地向斜

図4-4 ブラジルのおもな地質構造図

(F. F. M. DEALMEIDA 1957より)



下部先カンブリア界 1. 片麻岩および片岩 2. 花崗岩 上部先カンブリア界 (Açungui 統) 3a 片岩 3b 珉岩 3c 大理石 4. 花崗岩
 カンブリア系 5. Castro の珉岩 下部アボン系 (Paraná 統) 6a Furnas 砂岩層 6b Ponta Grossa 頁岩層 石炭系 (Tubarão 統)
 7. Itararé 層群 8. Guatá 層群 下部二疊系 (Passa Dois 統) 9a Irati 層 9b Estrada Nova 層 9c Rio do Rasto 層
 上部三疊系 (São Bento 統) 10a Botucatu 砂岩層 10b 玄武岩熔岩流 10c Caiuá 砂岩層 上部白堊系 11. Bauru 統

図 4-5 パラナ堆積盆地の東部周縁の断面図

(1971 杉尾：ブラジルの地質より)

(4) 地下水

パラナ州全域を通じ、帯水層を多量に含む地質には、1)未固結堆積物（崖錐、扇状地等）、2)玄武岩、3)石灰岩（大理石も含む）などが考えられる。

規模の大きな崖錐は、地下水のよい包蔵体であって、特にそれが大きい山体の上に存在する場合には、山体からも地下水の供給を受け豊富な地下水が涵養されることが多い。チバジ川流域には、このような崖錐が点々と分布する。扇状地は主要河川沿いや海岸山脈山麓部等に分布するが、規模の大きなものは存在しないと推定される。

玄武岩は流動性が大きいので一般に薄いものが多く、冷却固化する際、無数の冷却節理が発達する。これが地下水の貯留や透水層となっていることが多い。中央部から西部に広く分布する玄武岩は、これに相当し膨大な地下水の包蔵体となっている。石灰岩または大理石は節理や断層、層理に沿って雨水や地表水が流れ込み、裂か水として貯留する。また石灰岩は空洞をつくることが多く、豊富な水の供給源となっている。パラナ州では、石灰岩は東部山地に広く分布し、時にクリチバ市北方の石灰岩（大理石）地帯は、都市にも近く開発に値する重要な水資源の宝庫と考えられる。但し、この地域の石灰岩（大理石）は、岩質的にドロマイト質のものが多くみられ、大きな空洞（例えば秋芳洞のような）は期待できない。

(5) 主要地域の地形・地質

1) イグアス川流域の地形・地質

イグアス川は、パラナ州の東端に位置する海岸山脈に源を発し、ほぼ西流してフォス・ド・イグアス市にてパラナ川に合流する。一般に堆積盆地に堆積した堆積物は、周縁部分ほど古い堆積物が分布し、中心部ほど新しい堆積物が分布する。堆積盆地の東縁部に水源を持つイグアス川流域は、東部から西部に向けて新しい堆積物が分布する形になっている。すなわち、イグアス川本川は、古い地質地域から新しい地質地域に向かって流れている。イグアス川流域における構造線は、地質の分布と密接な関係があり、構造線は北北東～北東-南南西～南西方向のものが卓越し、これとほぼ直行する北西～北西西-南東～南東東のものがこれにつぐ。本河川の流路の一般方向は、構造線の卓越方向に直行あるいは斜交し、山間部においては*横谷を形成する場合が多い。

*山地を直角に横切る谷、縦谷の対語。地層や褶曲山脈の走向に直交して川が流れるので、一般に谷が深く、峡谷状の流路をなす。（地学事典）

次に、水源からパラナ州合流点までの地形・地質の概況について述べる。

・水源-クリチバーポルトアマゾネス(100km)

水源近くの山間部は、原生代の片麻岩などの変成岩や安山岩からなる。山間部を急速に流下し、平野部に出て小規模の扇状地を形成した後、クリチバ高原をゆっくりと西下

する。この間、河床勾配は極めて緩く、処々に沼沢地や湿地帯を形成する。このため大豪雨時には洪水の発生も考えられる。クリチバーポルトアマゾネス間約60kmの間は、原生代の片麻岩のミグマイト等の複合岩体の中を緩やかに流下する。

・ポルトアマゾネスーサンマテウスーポルトビトリア（約155km）

この間は、イグアス川は山地を横切り横谷を形成するため、河川巾は狭く、包蔵水力の高い地域となっている。山間部から平野部に移行する付近、例えばウニオン・ダ・ビトリアでは、この包蔵水力は時には洪水となって被害をもたらしたこともある。

・ポルトビトリアーパラナ川合流点（約345km）

この間は、玄武岩溶岩台地上を流れ、河床勾配はやや急で、大きな蛇行を繰り返しながら、フォス・ド・イグアスでパラナ川と合流する。イグアス川流域の中で最も多くのダムが建設され、また、建設を予定されている区間である。

2) チバジ川流域の地形・地質

チバジ川は、州東部を北西ー南東に走るプラタ山地に水源を発し、ほぼ南西から北東に流れ、テレマコボルバにて流路を北に転じ蛇行を繰り返しながら、ロンドリーナの北方60kmの地点でパラナ川の支流であるパラナパネマ川に合流する。本川は、イグアス川、イバイ川に次いでパラナ州で三番目の大きな流域面積（24,712km²）を持つ大河である。

水源からパラナパネマ川の合流点まで約330km（直距離、以下同じ）の地形・地質の概況は、次の通りである。

・水源ーテレマコボルバ（約150km）

チバジ川は、古生代デボン紀の中～粗粒砂岩の中を山地に従属的に流れ、小蛇行はあるがほぼ直線的に南西から北東に向け流下する。上流の高原部では河床巾が狭く、両岸の急峻な溪谷を形成している。

・テレマコボルバーアクカラニナ（約70km）

テレマコボルバのすぐ下流地点から流路は北方に転じ、アクカラニナまでは、古生代二疊紀上部の石灰岩、シルト岩の中を大小の蛇行を繰り返しながら流下する。

・アルカラニナーパラナパネマ川合流点（約100km）

この間は、広大な玄武岩台地を流れ、川巾は広く大きな蛇行を示しながら大局的にはほぼ真北に流下する。途中、ロンドリーナ東方20kmの地点を通過する。

3) クリチバ市北方地域の水理地質

地下水を多量に含む石灰岩地帯はパラナ州内には数多く存在するが、その中からクリチバ市北方地域をモデル地区として取り上げ、その地質特性について述べる。本地域は、クリチバ市北方約15kmに位置するアルミラントタマダレ及びコロombo地区は、標高 1,000～1,100mの緩やかな低丘陵からなる。地質は原生代上部のチャート、石灰岩などが変成を受けてできた珪岩、大理石などの変成堆積岩とこれらに貫入した輝緑岩から構成されている。変成堆積岩は、走向北北東を示し、大理石優勢の大理石・珪石の互層からなる。貫入の輝緑岩は、これにほぼ直交ないし斜交する岩脈であって、巾20～50m、長さ5～20kmの規模で細長く分布する。大理石層は空洞や亀裂に富み、多量の地下水を涵養し、不透水性の珪岩や輝緑岩に囲まれた状態で賦存する。この被圧された地下水は数ヶ所において自噴し、清冽な水源となっている。この状況を模式図で示すと図4-6の通りである。

4-1-3 水文・気象

南回帰線が州内を横切り、地形的には53%が標高 600m以上の高原地帯であるため、北西部と海岸地域は熱帯気候、中央から南部にかけて亜熱帯気候に属する。乾期はなく、一年を通して降雨があり、北西部では比較的夏期に降雨が集中する。海岸地帯と南部で年間降雨量が高く、北に近くにつれて少なくなる傾向がある。

図4-7に主要都市の気温、図4-8に降雨量、図4-9に年等降雨曲線図を示す。

パラナ州環境院では州内に32の気候観測所、794の雨量観測所（ほとんどが有人）を設けて気象観測を実施している（雨量観測所は今後400ヶ所位まで減らす予定）。

河川流量はパラナ州環境院、パラナ衛生公社、パラナ電力公社が共同で州全体で213の観測地点を設け、観測している。主要河川の流量を表4-3に示す。

測定された気象データや河川流量はすべてパラナ州データ処理公社の大型コンピュータに入力される。

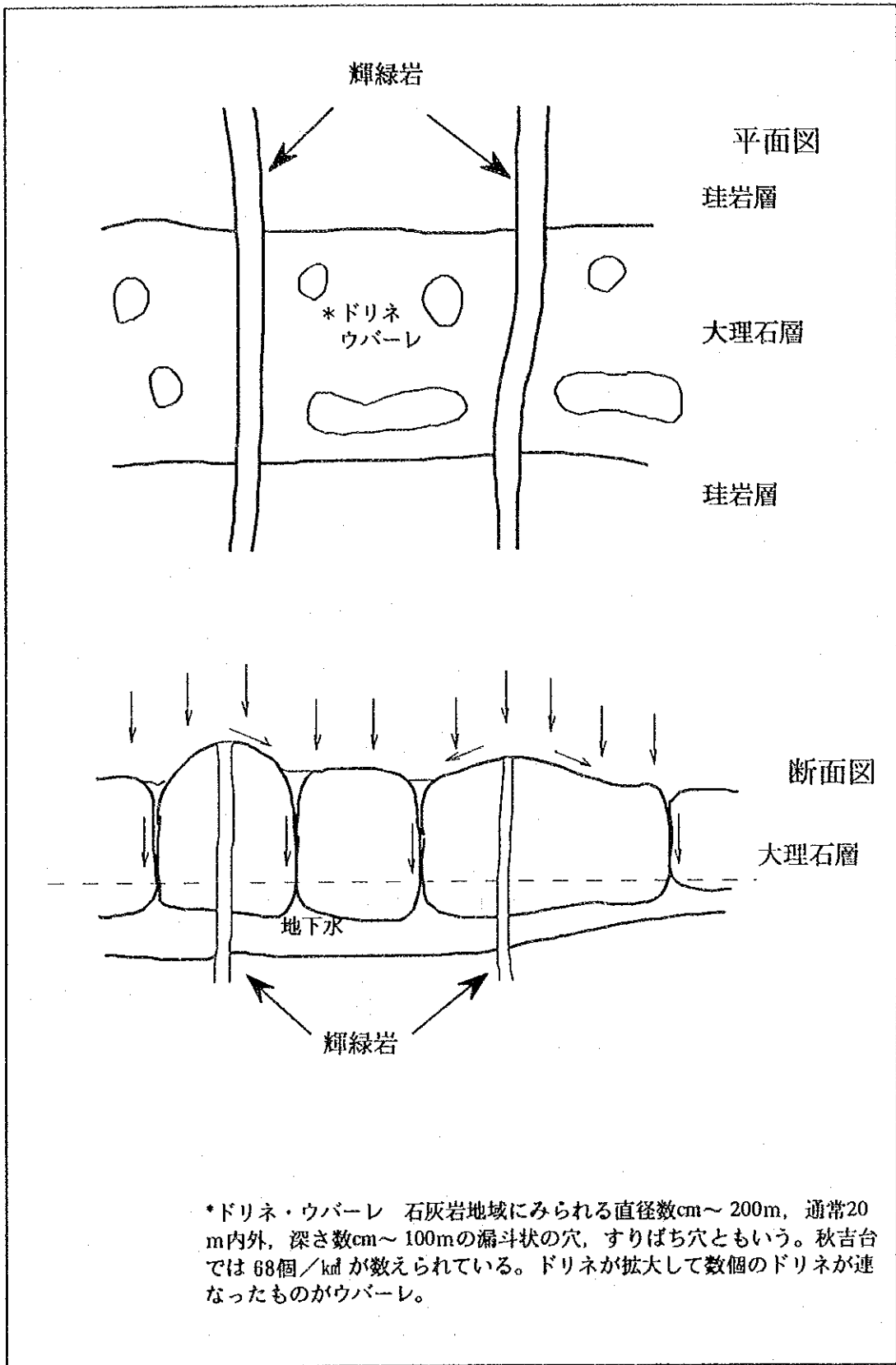


図4-6 地下水機構

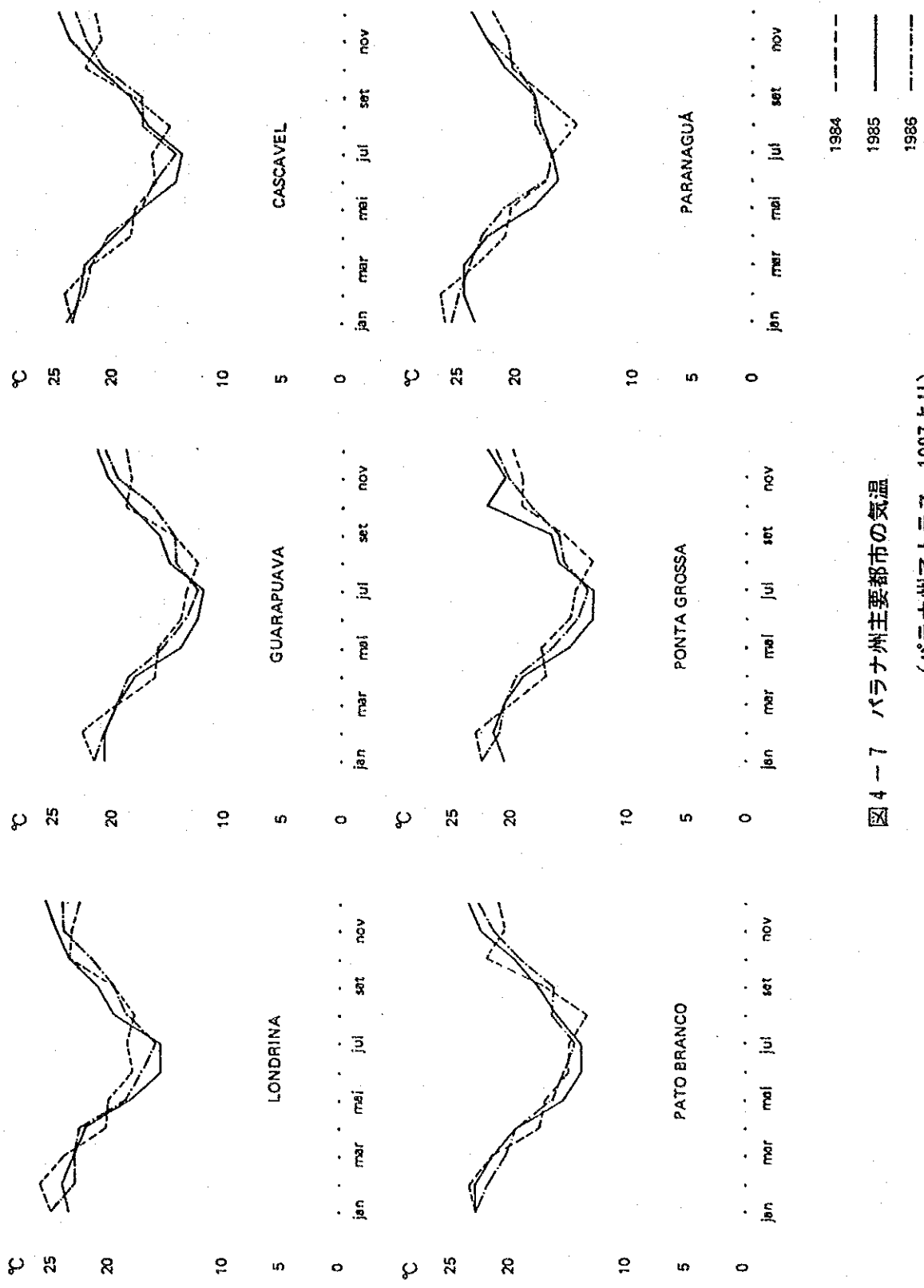


図 4-7 パラナ州主要都市の気温
(パラナ州アトラス 1987より)

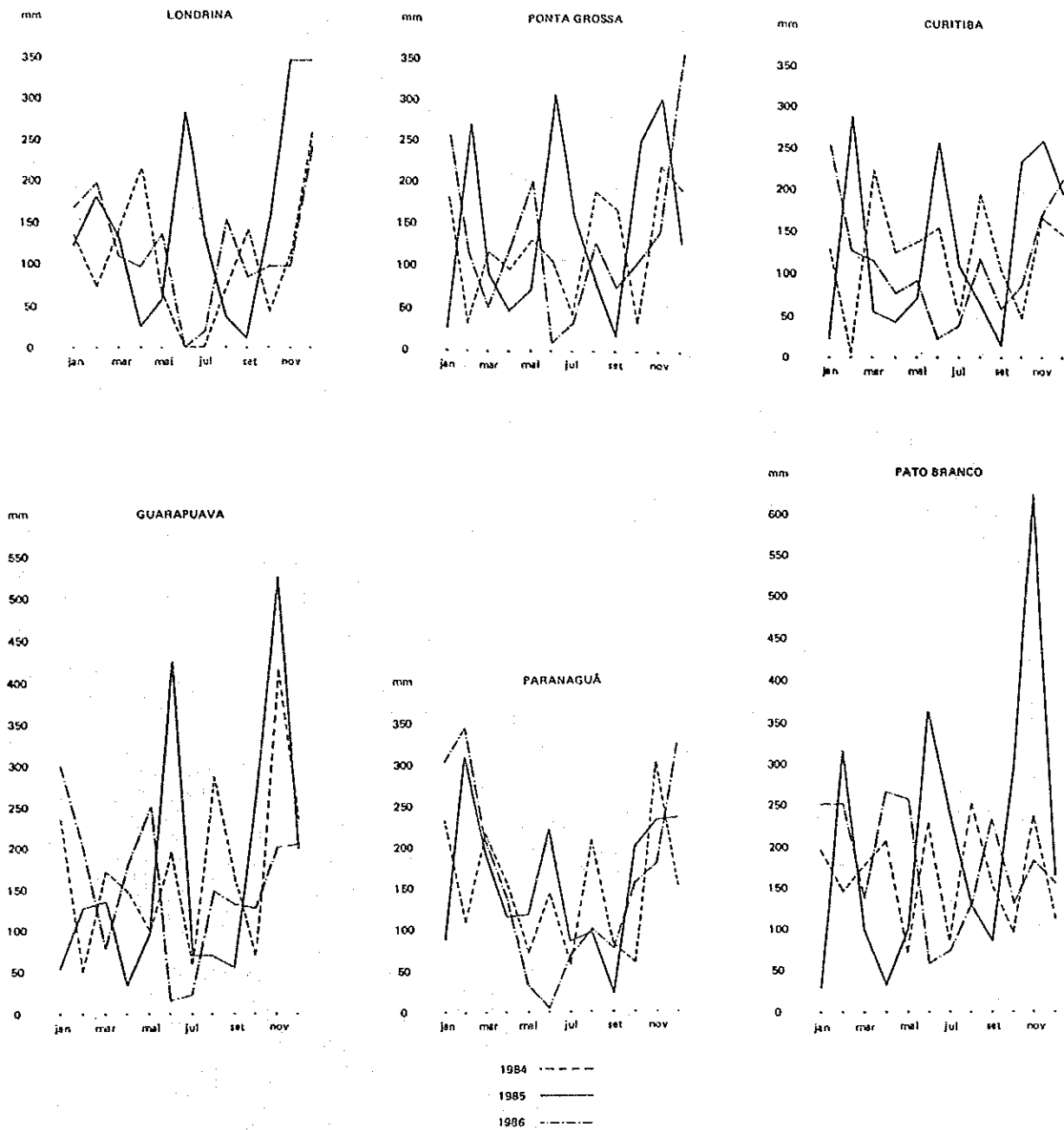
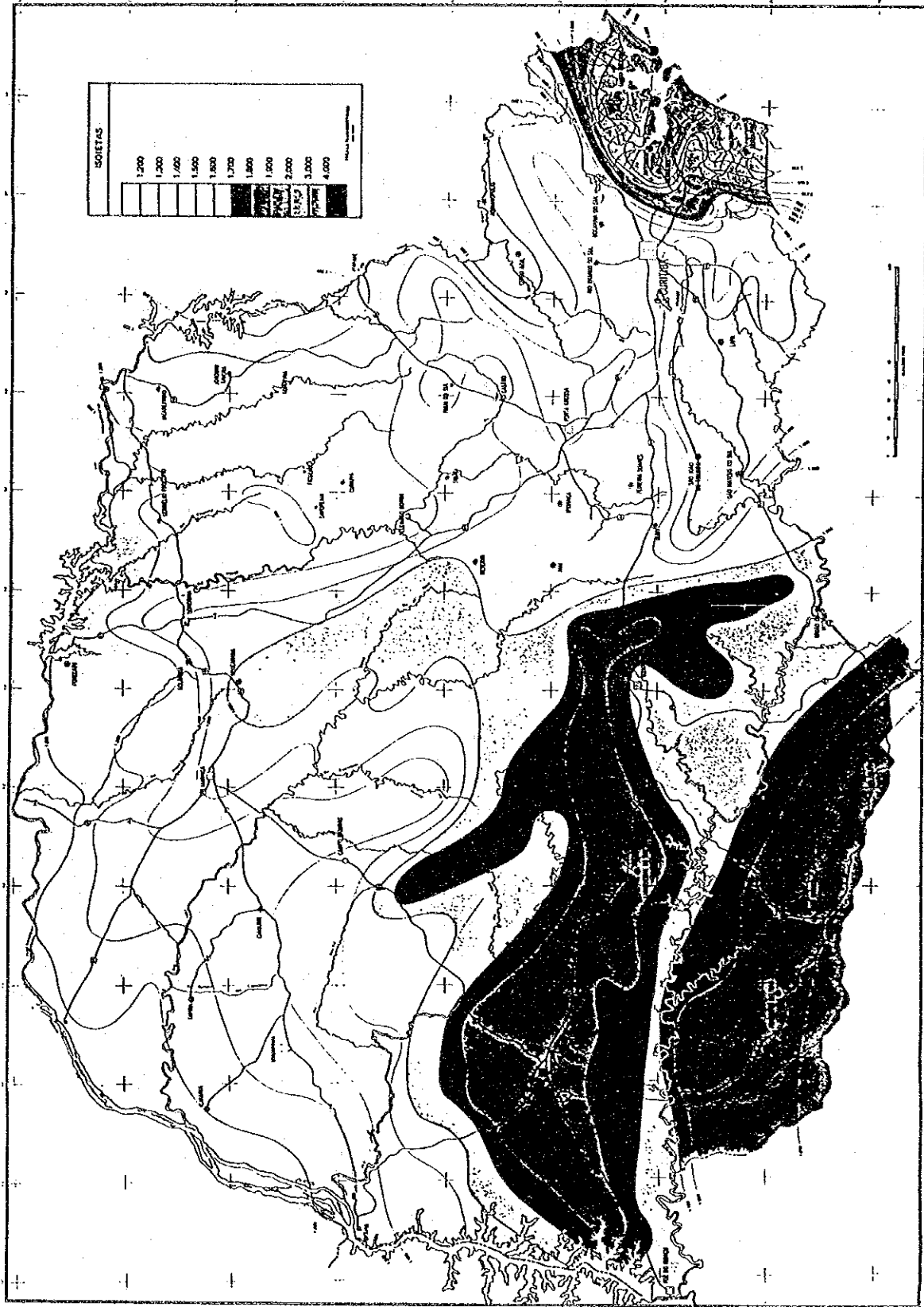


図 4 - 8 パラナ州の主要都市降水量

(パラナ州アトラス 1987より)



パラナ州アトラス1987より

図4-9 年等降雨曲線図

表 4-3 河川流量

チバジ川		観測地点 JATAIZINHO											流域面積 21,200km ²	
月別流量 (m ³ /s)														平均
年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
81	850.9	425.1	240.4	178.1	180.7	130.7	92.3	75.9	54.1	243.7	293.0	604.6	280.8	
82	317.1	351.3	274.6	141.8	101.4	583.8	1295.0	427.8	211.8	576.5	1249.2	1226.6	563.1	
83	626.2	454.1	840.2	522.3	1564.4	2570.1	1546.4	485.3	958.4	822.6	492.4	337.1	935.0	
84	250.9	248.1	193.1	296.1	428.4	320.1	269.7	296.2	387.0	350.8	491.3	509.4	336.8	
85	291.9	237.4	274.8	407.2	353.7	238.2	163.4	105.3	121.3	77.9	114.1	58.9	203.6	
86	80.7	356.9	356.0	212.0	508.3	316.3	154.2	346.8	203.4	215.6	253.1	602.0	300.4	
87	440.5	750.8	267.9	231.3	1162.4	923.4	436.8	257.6	214.7	238.1	322.9	230.0	456.4	
88	181.5	250.3	289.8	164.4	683.2	650.0	279.5	159.3	118.9	118.3	93.7	78.0	255.6	
89	719.4	729.6	419.3	255.1	447.6	239.2	285.6	513.9	641.6	329.4	202.8	481.3	438.7	
90	1903.7	597.1	305.6	242.6	299.0	347.9	762.1	708.2	861.5	757.1	659.1	310.0	646.2	
1931年からの平均	413.0	422.4	351.2	250.8	317.8	357.1	353.2	280.6	329.8	408.7	370.7	352.5		
最大	1903.7	1227.9	1054.5	902.5	1564.4	2570.1	1546.4	1249.2	2512.5	1301.6	1226.6	1226.6		
最小	54.4	79.2	108.8	71.5	57.5	38.9	56.2	53.1	45.3	45.1	65.3	58.9		

長期の平均流量 350.6m³/s

イバイ川		観測地点 IVATUVA											流域面積 23,400km ²	
月別流量 (m ³ /s)														平均
年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
81	731.2	558.0	306.6	276.4	261.7	205.0	148.9	116.5	100.8	491.1	321.5	1058.2	381.3	
82	405.1	274.7	206.6	132.0	110.9	976.0	1423.8	412.3	208.5	741.8	1428.8	1176.5	624.7	
83	604.0	499.5	1422.5	855.1	1758.3	2424.5	1433.0	412.7	1246.7	1019.5	642.2	382.5	1058.4	
84	302.9	392.8	228.8	403.0	516.0	307.2	228.4	324.1	532.0	349.1	495.6	869.9	412.6	
85	340.1	290.9	359.2	637.4	704.7	275.1	284.9	172.1	175.7	118.4	124.6	87.5	297.5	
86	99.6	439.2	410.4	318.6	845.2	385.0	187.6	565.9	255.9	201.8	167.8	475.1	362.7	
87	278.5	1086.6	232.8	254.1	1662.3	730.8	416.1	243.5	202.7	228.3	567.4	291.6	516.3	
88	264.0	317.0	312.2	278.9	986.8	653.8	281.9	174.4	133.5	138.5	105.1	80.4	310.5	
89	981.9	986.0	556.4	357.4	551.0	229.5	364.1	729.7	993.8	451.1	275.7	227.5	558.7	
90	1781.1	402.6	259.6	245.3	441.9	527.7	1134.1	835.2	1156.4	1173.3	644.0	300.9	741.8	
1931年からの平均	426.2	438.0	360.3	271.8	378.1	413.1	370.4	310.9	383.4	481.7	410.7	395.9		
最大	1781.1	1312.5	1422.5	1022.9	1759.3	2424.5	1433.0	1207.8	1892.5	2583.7	1428.8	1176.5		
最小	64.9	63.3	80.0	62.0	58.5	82.5	59.1	59.7	64.9	50.0	72.5	80.4		

長期の平均流量 386.7m³/s

イグアス川		観測地点 FOS DO AREIA											流域面積 29,900km ²	
月別流量 (m ³ /s)														平均
年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
81	1520.0	730.0	320.0	280.0	230.0	200.0	150.0	180.0	240.0	540.0	570.0	840.0	483.3	
82	330.0	549.0	381.0	192.0	198.0	710.0	1840.0	653.0	339.0	1100.0	2150.0	1480.0	826.8	
83	786.0	812.0	1232.0	677.0	2003.0	2163.0	5150.0	1645.0	1154.0	1329.0	735.0	585.0	1522.6	
84	432.0	260.0	351.0	412.0	614.0	1096.0	597.0	1740.0	780.0	592.0	1028.0	639.0	711.8	
85	204.0	587.0	389.0	775.0	289.0	174.0	187.0	106.0	180.0	142.0	253.0	78.9	287.1	
86	163.0	426.0	430.0	384.0	399.0	339.0	140.0	272.0	435.0	510.0	567.0	300.0	413.6	
87	845.0	768.0	272.0	305.0	1808.0	1379.0	661.0	435.0	317.0	541.0	342.0	226.0	658.3	
88	283.0	405.0	412.0	259.0	1573.0	1223.0	395.0	175.0	212.0	436.0	309.0	194.0	489.8	
89	820.0	1255.0	685.0	698.0	934.0	274.0	454.0	893.0	1732.0	712.0	319.0	198.0	747.8	
90	1486.0	938.0	507.0	841.0	927.0	1775.0	1132.0	1493.0	1561.0	1394.0	1219.0	568.0	1153.4	
1931年からの平均	557.2	627.8	592.3	458.2	572.2	665.1	696.2	604.6	719.9	839.5	676.6	569.8		
最大	2414.6	2178.4	1875.9	1496.4	2003.0	2163.0	5150.0	3232.1	3144.4	3531.3	2150.0	1874.1		
最小	128.6	150.5	209.7	170.6	93.5	115.9	101.9	89.0	103.8	142.0	180.9	78.9		

長期の平均流量 631.7m³/s

イグアス川		観測地点 SALTO OSORIO											流域面積 45,800km ²	
月別流量 (m ³ /s)														平均
年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
81	2000.0	1200.0	540.0	660.0	519.0	477.0	319.0	305.0	365.0	902.0	1000.0	1800.0	848.9	
82	566.0	774.0	570.0	281.0	308.0	1400.0	3410.0	1140.0	575.0	2170.0	4080.0	2460.0	1486.2	
83	1289.0	1298.0	2183.0	1444.0	4139.0	3533.0	8454.0	2318.0	2208.0	2355.0	1542.0	974.0	2645.6	
84	748.0	542.0	739.0	823.0	1046.0	2116.0	962.0	2644.0	1334.0	1022.0	1800.0	1289.0	1255.4	
85	522.0	1101.0	676.0	1530.0	617.0	394.0	380.0	252.0	288.0	267.0	403.0	137.0	547.3	
86	275.0	636.0	728.0	735.0	1067.0	827.0	334.0	559.0	861.0	857.0	872.0	1307.0	754.8	
87	1098.0	1363.0	461.0	627.0	3738.0	2440.0	1267.0	751.0	475.0	871.0	758.0	498.0	1185.6	
88	502.0	605.0	610.0	492.0	2672.0	2068.0	726.0	309.0	307.0	578.0	410.0	334.0	800.9	
89	1446.0	2232.0	1173.0	1066.0	1620.0	496.0	883.0	1531.0	3247.0	1576.0	719.0	402.0	1366.1	
90	2426.0	1400.0	710.0	1388.0	1478.0	3146.0	2021.0	2632.0	2826.0	2551.0	1925.0	934.0	1853.1	
1931年からの平均	843.1	930.9	846.8	729.0	950.2	1122.9	1113.9	934.4	1120.4	1331.5	1084.5	875.1		
最大	3993.0	3078.5	2289.7	2622.2	4139.0	3533.0	8454.0	4403.3	4768.3	5347.7	4080.0	2872.6		
最小	200.5	209.9	295.4	234.0	151.0	174.3	157.3	119.5	159.9	217.7	303.5	137.0		

長期の平均流量 990.2m³/s

(パラナ電力公社資料より)

4-2 パラナ州の開發現況

4-2-1 パラナ州経済の概要

パラナ州は、ブラジル有数の穀倉地帯で、商品作物の主要生産地である。綿花、豆類、トウモロコシ、小麦の生産高はブラジル26州中の第1位を占め、大豆生産で第2位、コーヒー、タバコ生産高は第4位、サトウキビで第5位に位置する。同時に、新興の工業地帯を形成し始めており、これら農産品を原料とするアグロインダストリーが立地している。また、クリチバを中心とする主要都市で過去10年間の内に機械、金属、化学、輸送機械などの工業も立地してきた。

州経済の基盤をなす農牧産品と同加工品の輸出はブラジルの同分野輸出の中で重要な位置を占める。ブラジル全体の当該製品輸出に占める比率は次のようになっている（1988年実績）。大豆関連製品：35.3%、特に大豆油は82.4%、コーヒー：25.1%、肉類：23.2%、綿花：20.8%、マテ茶：52.4%、シガレット：76.4%、生糸：40.5%。

ブラジルの南東部地方及び南部地方は、ブラジル経済活動の3/4以上が集中し、開発の最も進んだ地方であるが、パラナ州は、このようなブラジル経済の先進地域の中では、新興開発州と考えられる。パラナ州の1人当たりGDPは全国平均を4%程度上回るものの、未だ、周辺のサンパウロ、リオデジャネイロ、リオグランデ・ド・スール、サンタカタリナの各州の後方に位置する（表4-4参照）。

表4-4 ブラジルの地方・GDP及び人口分布（1985年）

	GDP比率 %	人口比率 %	1人当たり GDP格差
全 国	100.0	100.0	100.0
北 部	4.3	6.3	69.3
東北部	13.5	28.8	47.1
中西部	6.2	6.1	102.7
南東部	58.2	43.6	133.4
Minas Gerais	9.7	10.8	89.7
Espirito Santo	1.7	1.7	98.9
Rio de Janeiro	12.8	9.4	136.5
Sao Paulo	34.1	21.8	156.3
南 部	17.7	15.3	115.9
Parana	6.2	6.0	104.2
Santa Catarina	3.5	3.0	116.4
Rio Grande do Sul	7.9	6.2	126.9

パラナ州の開拓は今世紀に入ってから本格化し、1930年代以降、農業と牧畜の進展とともに州外及び外国からの移民が加速され、人口の急速な増加を見た。特に、北部の肥沃な土壌でのコーヒー栽培は、1950年代にはブラジル最大の産地にまで成長した。また、同時期にリオグランデ・ド・スール州からもたらされた大豆・小麦栽培は州の南西部に広がっていった。

一方、1960年代のブラジル経済の工業化の進展とともに、1970年代には農牧産品を利用したパラナ州の工業化及び輸送機械、電気、通信機器、石油精製といった新しい工業の立地も進んでいった。

1980年代のブラジル経済危機の中にあって、パラナ州は農牧産品の国際市況の下支えと技術革新により、州経済の比較的軽微に食い止めることが可能であった（表4-5）。この期間の州経済の構造は、農牧業依存型からアグロインダストリーを含む工業化とサービス業の比重が高まっている（表4-6）。

表4-5 州経済の年平均成長率（%）

	1971/80	1980/84	1985/89	1991	1992
パラナ州	13.0	3.7	7.8	2.5	1.7
ブラジル	8.6	1.3	4.4	1.0	-0.9

表4-6 パラナ州経済の産業別構成比

	1970	1975	1980	1985	1989
農 牧 業	25.6	28.9	19.4	20.8	14.0
工 業	23.6	25.0	28.8	25.4	26.1
サービス業	50.8	46.1	46.1	53.8	59.7

4-2-2 人口動態と人口分布

パラナ州では農業フロンティアの拡大とともに州外から移民を引き寄せ、1950年代、1960年代は年率3%程度の人口成長率を記録し、州内の農村人口も増大していった。しかし、1970年代に入り、新規開拓地の消滅、1970年代半ばのコーヒー栽培の霜害による壊滅、大豆・小麦栽培の機械化と大規模経営化などにより、州外からの人口流入は止まり、人口の都市集中が顕著になっていった。1970年には州人口の64%が農村人口であったものが、1980年には都市人口と農村人口の逆転が生じ、1991年の人口センサスの結果によると農村人口は27%まで激減している（表4-7）。

1970年から1991年の期間の都市化現象は、主要都市の様々な変化を生みだした。CRITIBA, LONDORINA, MARINGA, PONTA GROSSAのように従来から都市であった所では人口増とともに都市内の農村人口がほぼ姿を消し、CASCAVEL, COLOMBOといった農村が急激な人口増とともに都市化し、また、TOLEDO, CAMPO MAURAO, UMUARAMAなど人口増加は軽微でも区域内が急速に都市化した所もある（表4-8）。

表4-7 パラナ州の都市/農村人口の推移 (単位: 1000人)

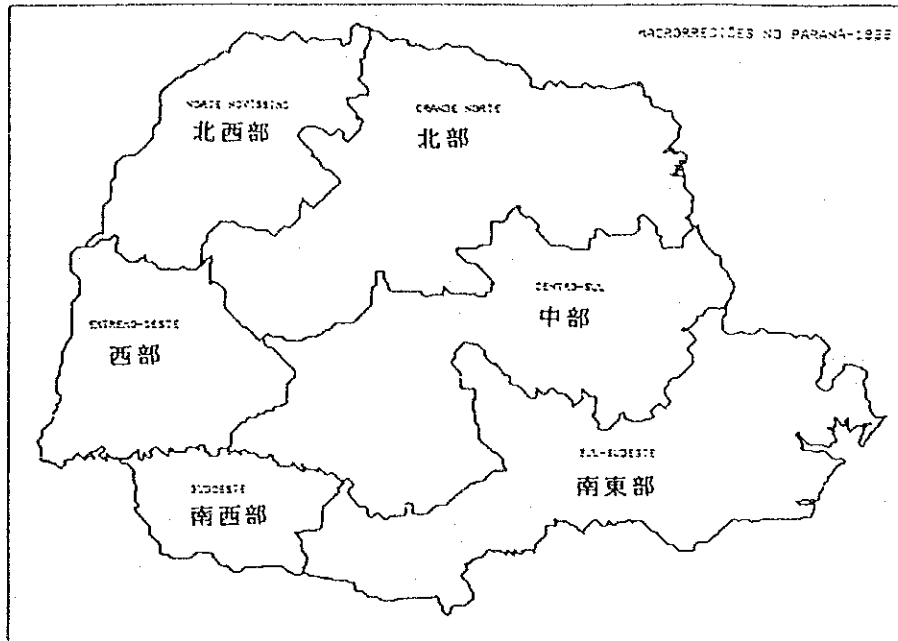
	1970	%	1980	%	1991	%
農村人口	4,425	64	3,175	41	2,249	27
都市人口	2,504	36	4,472	59	6,193	73
人口総数	6,929	100	7,627	100	8,442	100

表4-8 主要都市の人口と当該都市行政区域内の都市人口比率

	1991年 の人口 (1000人)	1970/91の 年平均人口 成長率(%)	1970年の 都市人口 比率(%)	1991年の 都市人口 比率(%)
CRITIBA	1,313	7.0	96	100
LONDRINA	389	4.9	72	94
CASCVEL	193	7.0	39	92
PONTA GROSSA	233	5.5	89	95
MARINGA	240	6.2	83	98
GUARAPUAVA	159	3.3	39	73
POZ DO IGUAZU	190	15.6	59	98
UMUARAMA	100	-1.1	30	77
S. J. DOS PINHAIS	128	12.1	62	88
TOLEDO	94	2.9	21	77
PARANAGUA	107	5.0	84	88
COLOMBO	117	16.5	5	94
PIRAQUARA	106	14.7	57	86
APUCARANA	95	2.9	62	91
CAMPO MAUBAO	82	0.6	36	88

4-2-3 パラナ州の地域経済の現状

パラナ州をパラナ州経済社会開発院（IPARDES）の分類に従って6地域に分割して、産業別の特徴を記述する。



北 部：チバジ川の中・下流域を含み、イバイ川、ピキリ川の中流域を含む。主要都市は、LONDRINA, APUCARANA, MARINGA, IVAIPORA, CAMPO, MAUBAOなどである。

北西部：イバイ川、ピキリ川の下流域を含む。主要都市は、PARANAVAI, UMUARAMAである。

西 部：ピキリ川、イグアス川の下流域を含む。主要都市は、CASCAVEL, TOLEDOである。

南西部：イグアス川下流域を含み、主要都市は、FRANCISCO BELTRAO, PATO BRANCOである。

中 部：チバジ川、イバイ川、ピキリ川の上流域と、イグアス川中流域を含む。主要都市はGUARAPUAVA, IRATIである。

南東部：イグアス川の中・上流域を含み、主要都市はCRITIBA, PONTA GROSSA, PARANAGUA, UNIAO DA VITORIAである。

(1) 人口分布

パラナ州は、南東部と北部に人口が集中し、これら2地域は人口密度の高さとともに都市人口比率の最も高い地域である。2地域の違いは、南東部がクリチバ大都市圏とポンタ・グロッサに人口が集中しているのに対し、北部はロンドリーナ、マリンガの2都市を中心としつつも周辺に多くの小都市を幅広く擁し、全体として人口密度を高めている点であろう。これは、前者が主として工業部門主導で都市の成長が生じたのに対し、後者は農業の形成・発展とともに自然発生的に小規模地域の核となる都市形成が行われたためと考えられる。

次いで、西部、南西部地域の人口集中が高いが、これら地域の都市形成は1960年代以降という新しい時期に生じており、大豆、小麦の大規模栽培の中心都市として発展してきたものであろう。

最も人口が希薄なのは中部地域で、都市人口比率も低く抑えられている。

表4-9 人口の地域分布

	人口合計	%	都市人口	農村人口	都市人口 比率 (%)
北 部	2,495,684	29.6	1,896,772	598,912	76.0
北 西 部	681,359	8.1	459,179	222,180	67.4
西 部	1,015,929	12.0	728,250	287,679	71.7
南 西 部	477,993	5.7	225,600	252,393	47.2
中 部	1,022,051	12.1	606,291	415,760	59.3
南 東 部	2,749,491	32.6	2,277,008	472,483	82.8
合 計	8,442,507	100.0	6,193,100	2,249,407	73.4

(注) 本表は人口の地域別分布を表し、人口密度を表現したものではない。

(2) 農業

北部地方はイモ類を除くパラナ州主要作物の最大の生産地帯、北西部はコーヒーを主作物とし、西部は小麦と大豆生産を中心に最も農業生産性の高い地域である。中部はフェイジョン豆、米を生産し農業生産性は最も低く、南東部はイモ類の最大の生産地ではあるものの農業の生産性は低い。

表4-10 地域別農家数及び農地面積

(1985年)

	農 家 数	農 地 面 積 (1000ha)	%	生 産 額 (百万Cr\$)	%	単位当たり 生 産 額
北 部	132,071	4,523	27.1	9,449	38.0	2,089
北 西 部	55,316	2,282	13.7	3,719	15.0	1,630
西 部	70,075	1,820	10.9	4,927	19.8	2,708
南 西 部	57,339	1,062	6.4	2,032	8.2	1,913
中 部	75,563	4,315	25.8	2,814	11.3	652
南 東 部	76,033	2,698	16.2	1,922	7.7	712
合 計	466,397	16,699	100.0	24,862	100.0	1,489

出典：農業センサス

表4-11 主要作物別・地域別作付け面積比率(%) (1986年-1988年の平均)

	北 部	北 西 部	西 部	南 西 部	中 部	南 東 部	
小 麦	47.1	2	32.4	7	8.2	3.3	100
大 豆	40.8	1.6	29.6	9.9	13.2	4.9	100
コ ー ヒ ー	48.4	48.6	2.8	0	0.1	0	100
綿 花	66.3	16	14.9	0	2.8	0	100
サ ト ウ キ ビ	77.8	19.8	0.8	1	0.6	0.2	100
イ モ	0.8	0	0	1.6	9	88.6	100
ト ウ モ ロ コ シ	26.1	2.7	17	16.9	24	13.3	100
フ ェ イ ジ ョ ン 豆	23.5	6.5	6	17.9	20.1	26	100
米	36.1	11	9	7.4	20.5	16	100

(3) 牧畜/林業

北部は人工・天然牧草が混在し、北西部は主として人工牧草、中部と南西部は主として天然牧草に依存しつつ、牧畜業が盛んである。パラナ州の牛類の保有頭数は約830万頭でブラジル第7位、年間の屠殺頭数は約100万頭で第4位に位置付けられている。北部はセブ系の牛を主とし、南西部はヨーロッパ系の牛が導入されている。牛乳生産はブラジル全土の10%に達し、北部を中心に州全体で生産されている。

豚類は350万匹が保有され、ブラジル有数のストック量を持ち、年間屠殺数はブラジル第3位である。西部と南西部で良質の豚が企業生産されている。

鶏類のストックは7350万羽で、鶏肉・鶏卵生産においてブラジル第3位の地位を保っている。西部、南東部が鶏肉生産、北部は鶏卵生産の中心となっている。

森林資源は、フォス・ド・イグアス周辺の国立公園と南東部に集中している。今世紀前半は豊富に存在したパラナ松を用いた木材が生産されていたが、1960年代以降森林資源の回復努力が続けられている。1966年から1985年の期間に約80万haの土地に20億本が植林されたと報告されている。

表4-12 牧畜業・林業の資源賦存/生産量比率

(1985年)

	牧 草		畜 産 頭 数			牛 乳	鶏 卵	森 林 資 源	
	天 然	人 工	牛 類	豚 類	鶏 類			天 然 林	植 林
北 部	19.4	34.6	33.3	18.4	20.3	30.0	45.1	4.9	8.5
北 西 部	3.3	33.8	31.5	9.8	6.0	18.8	18.2	1	4.6
西 部	2.6	9.3	11.5	24.3	23.6	17.4	15.8	4.2	4.2
南 西 部	2.9	3.8	5.0	17.9	23.0	10.8	6.9	6.3	0.8
中 部	43.4	15.4	12.5	16.8	17.9	12.4	6.4	13.5	54.8
南 東 部	28.4	3.1	5.5	12.9	9.3	10.6	7.9	64.1	26.8
	100	100	100	100	100	100	100	94.3	99.7

(4) 鉱業

鉱物資源は、パラナ州の東部山岳地帯に沿って各種存在する。

サンパウロ州からリオグランデ・ド・スール州にかけて存在するオイルシェールは、パラナ州南東部のSao Mateus do SulにおいてPETROBRASが開発中である。1992年にPETROBRASは380万バレルのシェール油、50トンのLPG、132トンの天然ガスを生産したと見積もられ、一層の商業化努力が行われている。

石灰石は東部地域に37億トンが賦存すると推定されている。

ドロマイトは、石灰石の埋蔵地帯と重なるBocaiuva do SulとCastro地区に4億7千万トン賦存し、ブラジル最大の埋蔵量と生産量を誇っている。

その他、粘土はパラナ州各地で存在し推定1億トン、タルクは1700万トン存在しブラジル第1位の生産量がある。また、古くから採掘が行われてきた石炭は7350万トンの埋蔵量、鉛はAdrianopolis, Cerro Azul地区を中心に100万トン、砂金はMorretes, Campo Largo地区に、蛍石はRibeira Valleyに460万トン超存在する。

(5) 工業

1960年代までのパラナ州工業は未発達段階に置かれていたが、1970年代にブラジル国内市場及び海外市場を視野にいた近代化、大規模な工業が立地し始め、1980年代になってこれらに対する裾野産業も勃興してきた。

パラナ州には、現在、第2次及び第3次産業合計で15万余りの事業所が存在し、その内製造業は24,392事業所が活動している。

表 4 - 13 産業別事業所数 (1993年 3月現在)

製造業	小売業	卸売業	サービス業	合計
24,392	92,141	9,311	24,459	150,303

1980年代を通じた製造業の業種別生産の推移は、表 4 - 14に表されている。

表 4 - 14 パラナ州製造業-業種別GDPの推移

	G D P 構 成 比			生 産 指 数		
	1980	1985	1989	1980	1985	1989
鋁 業	0.74	0.38	0.79	100	48	57
非鉄金属	7.71	4.97	5.62	100	79	94
鉄 鋼	3.21	2.19	2.76	100	103	119
機 械	4.49	5.36	6.35	100	89	148
電気部品	3.60	4.37	6.00	100	118	117
輸送機械	2.12	4.00	7.20	100	233	276
木 材	15.10	7.15	6.09	100	52	57
家 具	3.72	1.91	2.46	100	59	72
紙・パルプ	6.05	6.05	7.33	100	132	154
ゴ ム	0.48	0.25	0.27	100	46	77
皮 革	0.40	0.61	1.07	100	81	148
化 学	24.37	24.82	19.69	100	114	133
薬 品	0.15	0.07	0.16	100	32	15
香 料	0.21	0.02	0.33	100	59	72
プラスチック製	1.41	1.68	2.43	100	78	77
織 維	4.37	3.77	4.82	100	100	78
衣 料	1.19	0.69	1.39	100	66	121
食 品	16.15	25.90	18.41	100	121	194
飲 料	0.99	1.89	2.02	100	159	251
タ バ コ	0.46	2.68	2.72	100	592	961
出 版	1.27	0.46	1.03	100	31	34
雑 貨	0.81	0.56	0.99	100	48	66
建 設 資 材	1.00	0.04	0.07	100	n. a.	n. a.
合 計	100	100	100	100	101	133

州内の鉱物資源や農牧産品を利用した化学、食品が製造業分野の基盤を支え、特に大豆油の生産はブラジル全土の35%を生産し、MERCOSUR（南米共同市場）諸国から搬入されている大豆を製油し得る能力も持つとされている。木材、繊維などの伝統的産業が続き、綿製品はブラジル全土の35%を生産している。機械ペーストはブラジル第1位、長繊維セルロースは第2位の生産を誇っており、新聞紙の唯一の供給源となっている。

これらの業種とともに、1980年代に成長の著しかった業種は、多国籍企業の進出や生産設備拡張のあった輸送機械、タバコ、飲料など、及び裾野産業としての機械産業などである。

また、クリチバ都市圏にはブラジル第5位の生産を行う石油精製所や肥料工場が立地している。南部では、近年、ブラジル唯一のシェール油工場が生産を開始し、新たな化学コンビナートの発展が期待されている。

工業立地の現状は、表4-15から推察される。

製造業24,392事業所数の内、43%がクリチバ都市圏を抱える南東部に立地し、29%がロンドリーナ、マリンガを核とする北部に立地している。両地域とも衣料、食品関連の事業所が多く立地しているが、南東部には地場の原料を利用した木材や非鉄金属などの立地が際だつ。

表4-15 パラナ州-地域別業種別事業所数

(1993年3月現在)

	北 部	北 西 部	西 部	南 西 部	中 部	南 東 部	合 計
鋳 業	125	45	28	20	91	312	621
非 鉄 金 属	540	151	206	103	142	1,057	2,199
鉄 鋼	544	102	304	131	149	910	2,140
機 械	166	25	53	29	47	386	706
電 気 部 品	106	12	28	13	13	272	444
輸 送 機 械	147	45	47	20	27	172	458
木 材	333	122	206	196	494	1,129	2,480
家 具	611	147	258	141	117	904	2,178
紙 ・ パルプ	49	4	15	3	51	112	234
ゴ ム	27	7	11	10	5	34	94
皮 革	75	20	4	8	6	79	192
化 学	128	19	29	12	28	239	455
薬 品	17	1	7	1	4	46	76
香 料	108	16	29	10	9	135	307
プラスチック製	82	11	13	5	6	162	279
織 維	191	28	44	22	22	132	439
衣 料	1,328	325	290	196	144	1,339	3,622
食 品	1,680	492	329	197	324	1,258	4,280
飲 料	72	9	13	4	19	51	168
タ バ コ	3	0	0	1	0	6	10
出 版	199	49	82	29	46	421	826
雑 貨	202	26	36	11	29	347	651
建 設 資 材	372	25	83	32	77	944	1,533
合 計	7,105	1,681	2,115	1,194	1,850	10,447	24,392

(6) 経済インフラ

道路 国道の総延長距離は3,260km(舗装率:94.6%)、州道は12,227km(舗装率:82.6%)、さらに両者併せて3,700kmの延長が計画されており、最終的には総延長19,000kmとなることが予定されている。また、サンパウロとクリチバ、ロンドリーナを結ぶ幹線は産業道路として、パラナグアからクリチバを經由して西部に向かう道路は穀物や油糧作物の輸送道路となっている。

港湾 パラナグア港はブラジル有数の穀物積み出し港として発展してきた。近年、クリチバ近郊のAraucaria と結ぶオイル・パイプラインも建設され、さらに、サンパウロ州、サンタカタリナ州、リオグランデ・ド・スール州、マツグロソ州、ロンドニア州にも影響を及ぼすMERCOSURの中心的港湾の一つとしての発展が期待されている。

倉庫 公的部門保有、民間、協同組合保有の倉庫を合わせて、袋詰め用 440万トン、穀物バラ積み用810万トン、合計1,250万トンの能力を持つ。

電力 パラナ州の電力は、ほぼ 100%、水力に頼っており、1,900万Mwh 超の供給能力を持つ（1989年当時）。供給はCOPELとELECTROSULによって行われ、前者が約4割、後者が約6割を供給している。パラナ州の電力収支は大幅な出超となっており、州内で消費されるのは供給量の約1/4、残りの約3/4は州外へ供給されている。

4-2-4 開発計画

(1) パラナ州開発計画の現状

1991年12月26日、州法第9882号として「複数年計画：1992-1995」が発表された。これは、中期の開発計画というよりは現政権期間中の政策目標を政府全体及び各セクターごとに公表したもので、具体的な数値目標や施策体系について詳述されているわけではない。

羅列された政策目標の中で、政府人材育成、行政情報の整備、調査研究の奨励、市町村単位の振興、環境の保全、及び教育、医療、基礎的衛生面など社会的インフラの側面が強調されていることである。

今回の現地調査で企画庁の下部組織IPARDESの研究主任が強調していたのは、ブラジル全体のマクロ経済が不安定な中で、州単位の中期計画策定は困難であるという点である。

(2) 進捗中の主要個別プロジェクト

以下は、国際金融機関からの融資が確定または交渉中で実施見込みの高い主要なプロジェクトである。

プロジェクト名	分野	期間	事業規模
① 「パラナ西部鉄道建設」	鉄道	1991-1994	170百万US\$

Guarapuavaから州西端のGuairaまで鉄道を敷設し、穀倉地帯である州西部とParanagua港を結んで農牧産品の輸送コスト低減を図る。また、この鉄道によって、ブラジル中西部、パラグアイ東部、アルゼンティン北部もParanagua港の輸送圏内となり、南米共同市場

(MERCOSUR) の基幹路線の一つとなる。

本件は、国際金融機関からの借款を交渉中である。

- ② 「道路補修」 陸運 1992-1996 173百万US\$

既存道路網の大規模な補修工事を行う。

総事業コストの50%は米州開発銀行の借款、残りを州政府が負担する。

- ③ 「土壌の管理・保全」 環境 1989-1994 149百万US\$

土壌侵食を食い止め、長期的な農業の生産性向上と持続可能な農業の発展を目指す。

総事業コストの42%は世界銀行からの借款、残りを州政府が負担する。

- ④ 「都市開発」 インフラ 1990-1995 210百万US\$

市町村の行政機能強化とインフラ整備（都市衛生の整備、道路の舗装、診療所の設置など）からなる。各市町村が本事業に対する負債額を支払い終わった後、整備されたインフラ部門からの収益は都市開発・州基金に積み立てられ、今後の整備の原資として活用される。

総事業コストの48%は世界銀行からの借款、残りを州政府と市町村が負担する。

- ⑤ 「クリチバ都市圏の環境・衛生整備」 環境 1993-1997 223百万US\$

クリチバ市及び周辺の19市町村の総合的な下水・ゴミ処理システムの整備と2010年までの上水供給を念頭に置いた計画的な都市開発を行う。

総事業費の52%は世界銀行からの借款、残りを州政府と関係市町村が負担する。

- ⑥ 「公教育の質的向上（初等教育）」 教育 1993-1997 200百万US\$

学校施設の修復、収容能力の向上、教員の再活用と給与の向上、教材開発、学校図書館の改善などを通じて、識字率のさらなる向上と欠席率の低減を目指す。

総事業費の50%は世界銀行からの借款。

- ⑦ 「高等教育の向上」 教育 1994-1998 250百万US\$

前記と同様な教育の質的改善を図り、人的資源開発に貢献する。

総事業費の50%は米州開発銀行からの借款。

⑧ 「Segredo 水力発電所建設」 エネルギー 1988-1994 1,000百万US\$

1993年から操業を開始。1994年の全工事を完了後には、130万メガワットの供給能力を持つ。発電コストはkW当たり750US\$で、同規模の発電所に比べて60%の費用で供給可能と言われている。

総事業費の10%は世界銀行からの借款、残りを州政府、パラナ州電力公社(COPEL)及び民間企業との電力供給契約によって調達している。

⑨ 「Salto Caxias水力発電所建設」 エネルギー 1994-2000 1,200百万US\$

1994年から着工予定。国際金融機関からの借款を交渉中。

(3) 工業団地の振興

パラナ州371市町村の内、171の市町村が工業団地の設立または設立準備を行っている。企業誘致のインセンティブは様々だが、土地の提供、敷地の整備、市町村税や各種手数料の減免、公共料金の優遇などの措置を取っている。約380企業が立地しているというクリチバ工業団地の場合は、インセンティブ付与はケース・バイ・ケースで行われているとのことであった。その他の市町村工業団地についての企業立地実績のデータは得られなかった。

(4) パラナ州開発の今後の見直し

パラナ州の今後の経済開発を見直す上で、次のような点が考慮されるべきであろう。

短期 ブラジル経済のマクロ安定化が必要条件となる。現在、ブラジル経済は月間インフレ率が30%台後半にさしかかり、年初当時の20%台前半から徐々にではあるがインフレ率の高進が見て取れる。ブラジル経済はあらゆる価格面（販売価格、契約、賃金、金利、為替レートなど）でインデクセーションが行われており、現状程度のインフレ水準とその高進スピードの下では、一応の秩序だった経済活動が可能ではある。しかし、賃金調整は他の価格に比べて遅れ気味であり、同時に、自己資本力のある企業は非営業利益を拡大させつつ本業の生産活動を現状維持にとどめている。高インフレの下で所得格差、企業の規模間格差が拡大する中、マクロ経済の先行き不透明感と政策不信が存在し、中長期的な生産設備拡大を積極的に行う企業は極めて限られるであろう。

中期 短期のマクロ経済安定化が達成されれば、サンパウロ州の隣接州として、企業進出が加速する可能性が高い。また、南部・西部の近隣州及びパラグアイ東部との統合が加速されるであろうし、南北・東西の経済活動の要衝としての地位を築く機会がおとずれよう。

長期 ペロ・ホリゾンテ・リオ・デ・ジャネイロ・サンパウロというブラジル経済の中心とブエノスアイレス・コルドバというアルゼンティン経済の中心を結ぶMERCOSUR（南米共同市場）構想が円滑に進展した場合は、これら広域経済圏の中でパラナ州経済の大きな発展が見込める。但し、このような時期がおとずれた時、パラナ州政府が現在重視している環境保全と工業化の均衡をどのようにうまく保てるかが重要な論点となる。

4-2-5 水資源利用計画に利用可能な経済・社会統計資料の整備状況

パラナ州の経済社会統計資料は、州政府の推進している行政情報システム整備の一環として、多くのデータが利用可能である。

企画庁は州情報システムの中に、既に、3.4ギガバイトに上る統計データを蓄積しており、情報検索・提供システムが完備している。これら情報は、プリントアウトまたはフロッピー・ディスクに落とすことによって利用できる。これらは、様々な州政府機関の行政情報を統合したもので、市町村単位で農、工、商、サービス分野にまたがる価格、販売高、事業所名などの情報も含まれている。但し、情報入手から電子情報として入力されるまでのタイムラグが1年以上に及ぶものであり、リアル・タイム情報として劣る面もある。

商工庁は、工、商、サービス分野で業種別、規模別、市町村別データを整備している。これらもパラナ州内の第2次、第3次産業の実態把握に利用可能である。

各種センサスは、人口センサスが1991年サンセスの速報値（市町村別）が利用可能であるが、農業センサス、工業センサス、商業センサスについては、1985年データが入手可能な最新データであり、今回調査時点では1991年サンセス・データは未発表とのことであった。

4-3 水資源開発現況

4-3-1 河川開発の現況

(1) 河川概要

パラナ州はブラジル南部に位置し、その面積は約20万km²である。東側が大西洋に面しており、海岸線には狭い海岸平野が形成され、その西側には標高1,500~1,900mの海岸山脈（セラドマ山系）となっている。山脈の西側は起伏の少ないなだらかな平原で、内陸側（西、北方向）が低くなっている。パラナ州の河川は、そのほとんどが山脈の西側の平原を内陸側に流れており、州界、国境を流れるパラナ川か、その支川のパラナパネマ川に注いでいる。パラナ川を経ないで大西洋に注ぐ河川は、海岸山脈から海岸（パラナグア湾）に流れる小河川（総称として海岸河川という）と、高原部からサンパウロ州側へ流れ出るリベイラ川がある。大別するとパラナ川流域と大西洋に直接注ぐ流域に分けられ、州面積の92%をパラナ川の流域が占めている。パラナ川の支川として、イグアス川、ピキリ川、パラナパネマ川が直接流入し、イタラレ川、シンザス川、チバジ川、ピラポ川、イバイ川は、支流のパラナパネマ川の支川となっている。

州全体の28%を占めるのがイグアス川流域で、パラナ州第一の都市、首都クリチバ市郊外を源流域とし、ほぼ西に流れながらサンタカタリナ州と州界をなしながら、世界一の規模のイグアスの滝の下流でパラナ川と合流する。上流部は緩やかにクリチバ高原を流れ、中流部は海岸山脈から続く山地を流れる山間地河川で、勾配はやや急となり（1/1000程度）、所々に盆地、狭窄部を形成し、ウニオン・ダ・ピトリアなどの都市が河川沿いの低平地に発展している。また山間狭窄部を利用して発電ダム群が建設されている。山間部を過ぎると下流部は平坦で肥沃な台地を刻むように悠々と流れている。

そのほか内陸部を流れるパラナ水系の各河川は、高原状の丘陵部から流れ出し、平原を緩やかに刻むように流れている。主に都市、市街地は比高の高い台地の上に発達している。また大西洋に注ぐ小河川（海岸河川）は、幅の狭い海岸山脈から流れ出し、急峻な地形から山間部は急流河川、平野部にて緩流となり、市街地は海岸沿いの海浜上に発達し、近年リゾート地としての開発が著しい状況である。表4-16に各流域の一般概況を示す。（流域面積は表4-1を参照）

表4-16 各流域別一般概況

流 域	自治体数	都市人口	地方人口	総人口	主要な都市
シンザス川流域	34	143,970	138,660	282,630	ジョアクイムタボラ
イグアス川流域	82	3,282,130	848,220	4,130,350	クリチバ、ウニオン・ダ・ビトリア、サンマテウス
イタラレ川流域	12	51,869	58,385	110,254	カロポリス
イバイ川流域	85	710,830	572,833	1,283,663	パラナバイ、イバイボラ
海岸河川流域	8	120,156	36,369	156,525	パラナグア、アントニーナ
パラナ川流域	29	524,253	202,604	726,857	フォズ・ド・イグアス、グアイラ
パラナパネマ川流域	44	214,540	119,789	334,329	ジャカレジーニョ、ポレカツ
ピキリ川流域	46	525,498	373,454	898,952	カスカベル、ウムアラマ
ピラポ川流域	31	306,482	68,544	375,026	マリंगा、サランヂ
リベイラ川流域	13	52,765	99,724	152,489	リオブランコドソル
チバジ川流域	41	1,084,922	281,962	1,366,884	ポンタグロッサ、ロンドリーナ、テレマコボルバ

パラナ州河川流域 地域の定義及び人口の推定値 (1991) より

(2) 治水事業の状況

パラナ州内では、一般に都市、市街地は台地上に発達し、その周囲は農耕地として広がり、河川は台地を刻むように比高が一段低い低地を形成して流れているため、イグアス川を除き大きな洪水被害は発生していない（これは開拓当時、マラリアなどの病原菌、病虫害対策のため、河川沿いの低平地を避け台地の上に住居を構えたという生活様式からきているものと思われる）。

このため、パラナ州においては、一部地域を除き治水上の問題が少ないことから、州管理の主要河川においては、河川工事は殆ど実施されていない。都市域内の小河川や排水路は市町村の管理下にあり、都市内排水事業、公園・緑地などの環境整備等により、護岸、河道掘削、分水路、貯水池（環境目的）等の小規模な整備が実施されている。

海岸山脈からサンタカタリナ州にかけては、雨量が多い。こうした地域に源流を持つイグアス川流域は必然的に洪水が発生しやすく、ウニオン・ダ・ビトリア、サンマテウス、リオネグロ、ポルトアマゾネスなどのイグアス川中流部の河川沿いに発達した町では洪水被害が多い。これらの町は、開発当時イグアス川を利用して舟運の拠点として栄えたことから、市

街地が河川沿いの低平地に広がっており、中上流域に大雨が降ると洪水氾濫の危険性が高い地域である。なかでも中流のユニオン・ダ・ビトリア市は、市のすぐ下流でイグアス川が狭窄部に入り込むため地形的にも洪水の被害が発生しやすく、水位記録が取られている1881年～1993年の113年の間に23回も洪水が発生している。最近では1983年7月と1992年5～6月に大きな洪水が発生している。1983年の洪水では2日間の連続雨量が169mm、5日間で429mm、最高6.5mの河川水位の上昇が記録されている。1992年の洪水は、5月としては例年の5倍近い500mmの雨が降り、2日間の連続雨量229mm、5日間で320mm、最高5.0m河川水位が上昇した。図4-10にこの2つの洪水氾濫地域を示す。このユニオン・ダ・ビトリア市の洪水対策については〈イグアス川洪水に対する常設地方委員〉が「イグアス上中流域の洪水対策運動－洪水による影響を最小限に止めるための提案書1993」・「ユニオン・ダ・ビトリア／ポルトユニオンにおける洪水に関するフォスジアレイア（ダム）効果の評価1993」などの調査報告書を提出しているが、現在までに有効な治水対策は取られていない。なお、下流河川の水位を下げるために、下流ダムに対し、洪水期にはゲートの開放を指示している（知事要請）。

一方、近年のクリチバ市の人口集中に伴い、イグアス川上流域の治水安全度の低い低平地に住宅開発が及んできており、洪水被害の発生が頻繁に見られるようになってきた。（クリチバ市では今年（1993）9月にも記録的な雨により洪水の被害に見舞われている。）これらの低地は、地価が安価なため人口は急増しており、また下水道、排水路などのインフラが整備されておらず、浸水被害の発生や水質汚濁などが問題となってきている。また河岸から数十mの保護区域（河川敷）が不法に占有、居住されており、河川管理上問題となってきている。都市周辺の低平地の治水対策については、現在州政府内で放水路（分水路）、河道整備、集落移転などの対策案が検討されているが、具体的な対策の実施に至っていない。

(3) 水資源開発状況

1) 農業用水

パラナ州内での農業は、殆どが広大、肥沃な高原状の台地を拓き、大豆、小麦、トウモロコシ、綿花などの畑作中心とした天水農業であり、大規模な灌漑は行われていない。一部の地域で、必要に応じポンプ等で小規模に取水している程度である。イグアス川上流部（クリチバ市周辺）では、野菜、果物などの栽培に河川水を農業用水に利用している。

一般に、大規模な畑作のための灌漑用水など、計画的な農業用水の開発施設並びに取水施設整備は行われていない。

2) 都市用水（上水、工水）

河川水の利用は、主に上水、工水が中心であり、内陸部の河川では水量が豊富なこともあり、一般には開発施設としての水開発目的のダムは少ない。取水は河川水を取水堰ある

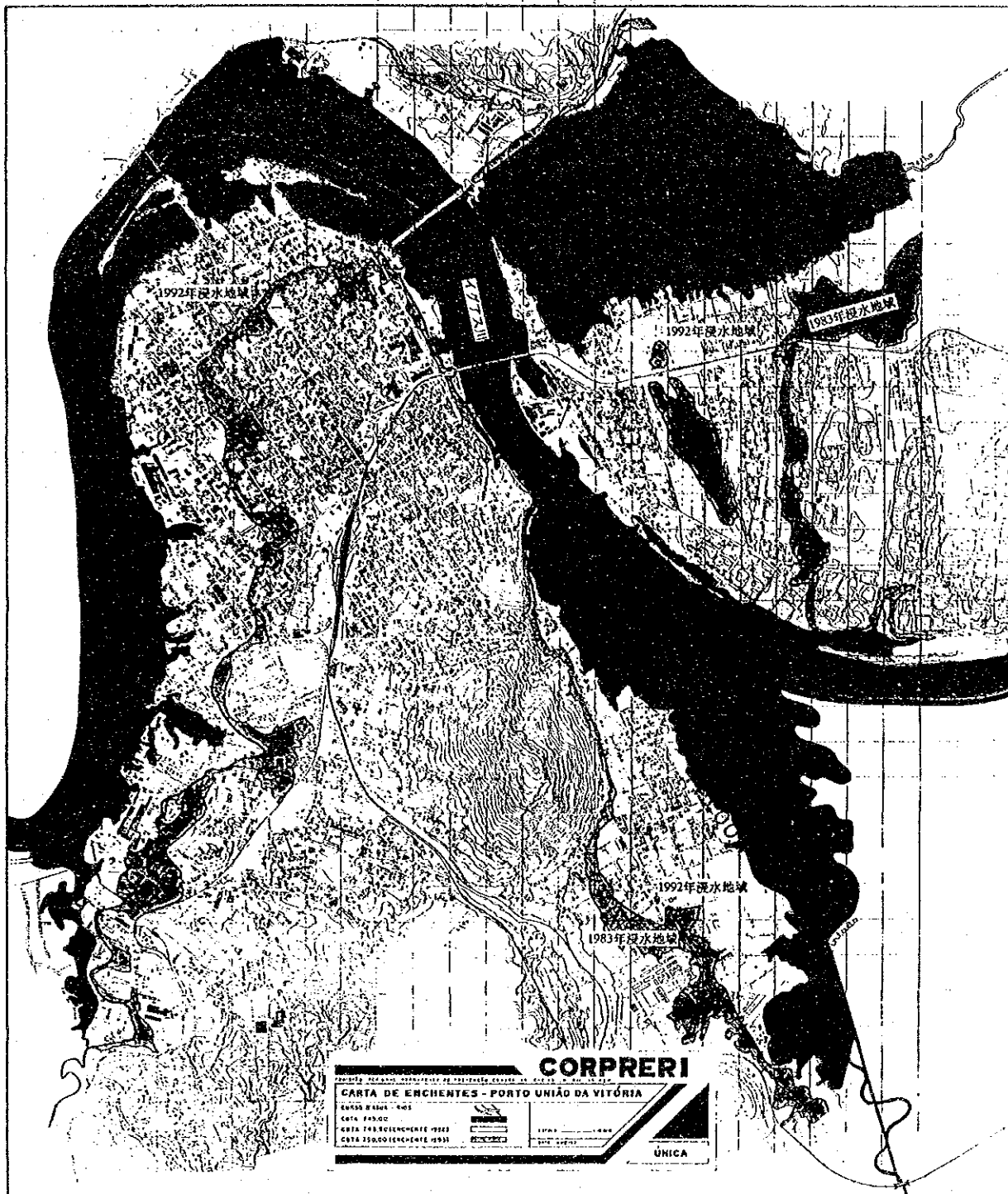


図4-10 ウニオン・ダ・ビトリア市洪水氾濫地域図

いは用水機場で取水をしている。なお、大河川が近傍にない一部の都市では、小河川からの取水以外に、都市環境用の貯水池との多目的利用している場合もある（カスカベル市のカスカベル川など）。

また、人口集中が著しいクリチバ市では、上流域のため河川規模が小さく、河川の自流の利用だけでは水が不足することからイグアス川支流に専用ダムを3ヶ所建設し、上水、工水を開発し、3ヶ所の取水場（堰）から取水している。しかしながら、豊水期には最大量が取れるが、渇水期には不足するため、上水利用を優先せざるを得ないなど安定的に取水することが難しく、厳しい水利用状況にある。

イタイプダム建設により小さな町から人口19万人の都市の急激に拡大したフォス・ド・イグアス市では、イグアス川の支流の小河川（タマンドール川）からの取水を行っていたが、人口増に対し水が不足するため、イタイプ湖からの取水を行っている。

州第二の都市ロンドリーナ市（人口39万人）も近年人口増加が著しい地域であるが、チバジ川の下流部に位置しており、水量が豊富なこともあり、チバジ川本川並びに他2河川からの取水で必要量を安定的に確保でき、水開発施設（ダム）は建設されていない。

3) 水力発電施設

パラナ州の河川は、豊富な水量並びに平坦な高原から低地に流下する際に有効な落差を有していることから、水力発電に適しており、その発電ポテンシャルは高い。このため、イグアス川、パラナ川、パラナパネマ川などに発電ダムが26ヶ所建設され（図4-11参照）、パラナ州ばかりではなく、サンパウロ州などブラジル南部に供給されている。パラナ川本川には世界一の発電能力(1,260万kw)を有しているイタイプダムが、パラグアイと共同で造られ、一部はパラグアイへも供給されている。イグアス川には、5ヶ所のダムが州の電力公社（COPEL）により建設され、州内の電力需要に込えている。

4-3-2 地下水開発の現況

パラナ州においては、1980年代前半までに都市給水システムはある程度整備されたが、地方の農村給水は置きざりにされた形であり、その解決策として州環境局配下の機関（現在のパラナ州環境院）が農村地帯で井戸建設による村落給水整備事業を開始し、この事業は1991年にパラナ衛生公社に引き渡され、州政府が打ち出した農村給水改善計画に沿って実施中である。しかし、現在でも3,500余りの村落が公共の給水サービスを受けておらず、各個人で掘った深さ2~3mの浅い井戸や湧水が利用され、一部には汚染された水源を利用している住民もいる。こうした村落は人口50~1,000人、家と家の距離は平均180m、村の村の距離は平均15km程度であり、都市型給水システムを整備するには不利な条件下にある。

農村給水改善計画とは深さ100mくらいの井戸の掘削を柱とし、簡易処理場の建設、貯水池の

整備、下水管の普及を通して給水システムを整備するもので、最終的に 2,500 の給水システムを作る計画である。州政府は、この計画により問題を抱える村落の内、90% が解決できると考えている。しかし、こうした整備には多額の費用がかかり（1 給水システム当り約 20,000 \$）、すべて州の予算で実施するのは不可能である。そのため、州、村、住民が資金を出し合い、共同で進められている。パラナ衛生公社が基本的な計画の立案、維持管理のための技術指導を担当し、州は井戸掘りの資金、機材や配管の提供を行い、また、村や住民は労働力、資材を提供している。完成したシステムは一般的に住民が独自に組織した水道事業体によって管理運営されている。

州政府は当初 1994 年までに 2,500 システムを作る計画でいたが、現在、完成しているのは 400 システム（パラナ州環境院時代に完成したもの）である。また、1200 システムが建設中であるが機材不足のため工事が中断中のところもあり、期限内の計画の達成は不可能になった。しかし、住民への効果は絶大であり、州政府は今後もこの計画を進めていく方針である。

州政府が関与した地下水開発以外に、地方自治体が独自に地下水開発を行い、給水事業を実施している場合も多く、州内では公共水道の 20% を地下水に依存している。工場が所有している井戸など含めると州全体で約 2,000 の井戸が登録されている。パラナ州環境院において登録済みの井戸すべてについて台帳方式で整備されている。この井戸台帳には位置、使用量、所有者、目的、使用開始日、掘削時間、揚水試験結果、水質、井戸構造、地質柱層図などが記載され、データの一部はパラナ州データ処理公社の大型コンピュータに入力されている。

4-3-3 水資源開発計画

(1) 都市用水（上水、工水）開発計画

州内で都市用水が大幅に不足すると想定される地域は、クリチバ市及びその周辺（クリチバ都市圏）であり、新規にダムによる水資源開発を計画している。イグアス川上流域は、地形的に高原上で平坦なため、また、海岸山脈は山が浅く河川規模も小さいため、ダム建設適地は少なく、自流域内には小規模のダムを 3 ヶ所計画しているが、開発できる水量は少ない。このため他流域に 2 ヶ所（アスンギ川、バルジア川）ダムを建設し、流域変更してクリチバ圏に導水する計画を検討している。また、北部の石灰岩地帯での地下水開発により 50,000 トン/日が確保できるとした報告もある。

他の地域では、将来的に大幅な不足が生じる懸念は、現状では見受けられない。なお、カスカベルやマリングなどの一部地域については局所的に、人口増加、水質汚濁、河床堆積、洗堀等で、現状の取水施設では、不足あるいは取水不能などの問題が生じており、取水施設の改築、取水地点の変更、他河川からの取水、小規模ダムによる水開発、地下水利用など水源の多様化、浄化対策などの対策検討が必要とされる状況である。

計画あるいは実施中の主な給水システム拡張計画としては「カスカベル市上水道整備計画」、「カンポボラン市上水道拡張計画」などがある。ただ、クリチバ圏を除き、大規模に

新規ダムなどによる水資源開発施設の計画は、検討されていない様子である。

地方においても地下水開発による村落給水システムの整備に伴って水需要の拡大が予想されるが、ほぼ州全土で量的な水資源には恵まれており、水需要の拡大における課題としては量的よりも質的な問題の方が深刻である。その意味で、都市給水を含めて地下水開発が重視されている。

(2) 発電施設計画

新規の発電施設計画は、州内ばかりでなく、連邦全体の将来の電力需要に対応して、2010年までに30ダムを建設する計画である。イグアス川、チバジ川、イバイ川、パラナパネマ川などでダム建設が計画されている。特にチバジ川中流域は、河床勾配が1/750~1/800と急なため、現在既設1ダム（将来的に新ダムにより水没するため廃止）があるが、新規に7ダムをパラナ州電力公社（COPEL）によって建設する計画となっている。（図4-11）。

4-4 給水状況

図4-12に流域別の公共水道の使用量とその水源を示す。クリチバ、ロンドリーナなどの大都市がある流域で使用量が多く、使用量が多くなるにつれ表流水に依存する率が高くなる傾向がある。また、土壌侵食が激しい州北西部では地下水依存率が高くなっている。

パラナ衛生公社は都市を中心に約6,057千人に給水し、これはパラナ州全体の71%、都市人口の98%に相当する。表4-17にパラナ衛生公社の1993年1月時点の事業概略を示す。

表4-17 パラナ衛生公社事業概略

上水道接続数	給水人口(千人)	総使用量(1,000m ³ /月)	平均水道料(US\$/m ³)
1,360,509	6,057	23,350	0.42
下水道普及率(%)	漏水率(%)	給水している市町村数	下水道がある市町村数
29	37	312	68

注) ここで示した下水道普及率は単に下水を集めて排水する下水道も含める。

水道水の水質基準の主要な項目を表4-18に示す。また、参考までにWHOの基準値も示す。これは1977年に制定されたもので、1992年に改正されたが、新しい基準はあまりにも厳しく、ほとんど守ることができないため、現在でも古い基準を採用している。源水の水質基準についてはパラナ州環境院が作成中である。

パラナ衛生公社の所有する浄水場では常時、原水、処理水の色度、濁度、COD、塩素、フッ素、アルカリ度、大腸菌群を測定している。また、クリチバ、ロンドリーナ、マリンガ、カスカベルには研究施設があり、原水の重金属や農薬汚染などを定期的に監視している。

都市給水システムの例としてロンドリーナの給水システムの概略図を図4-13に示す。

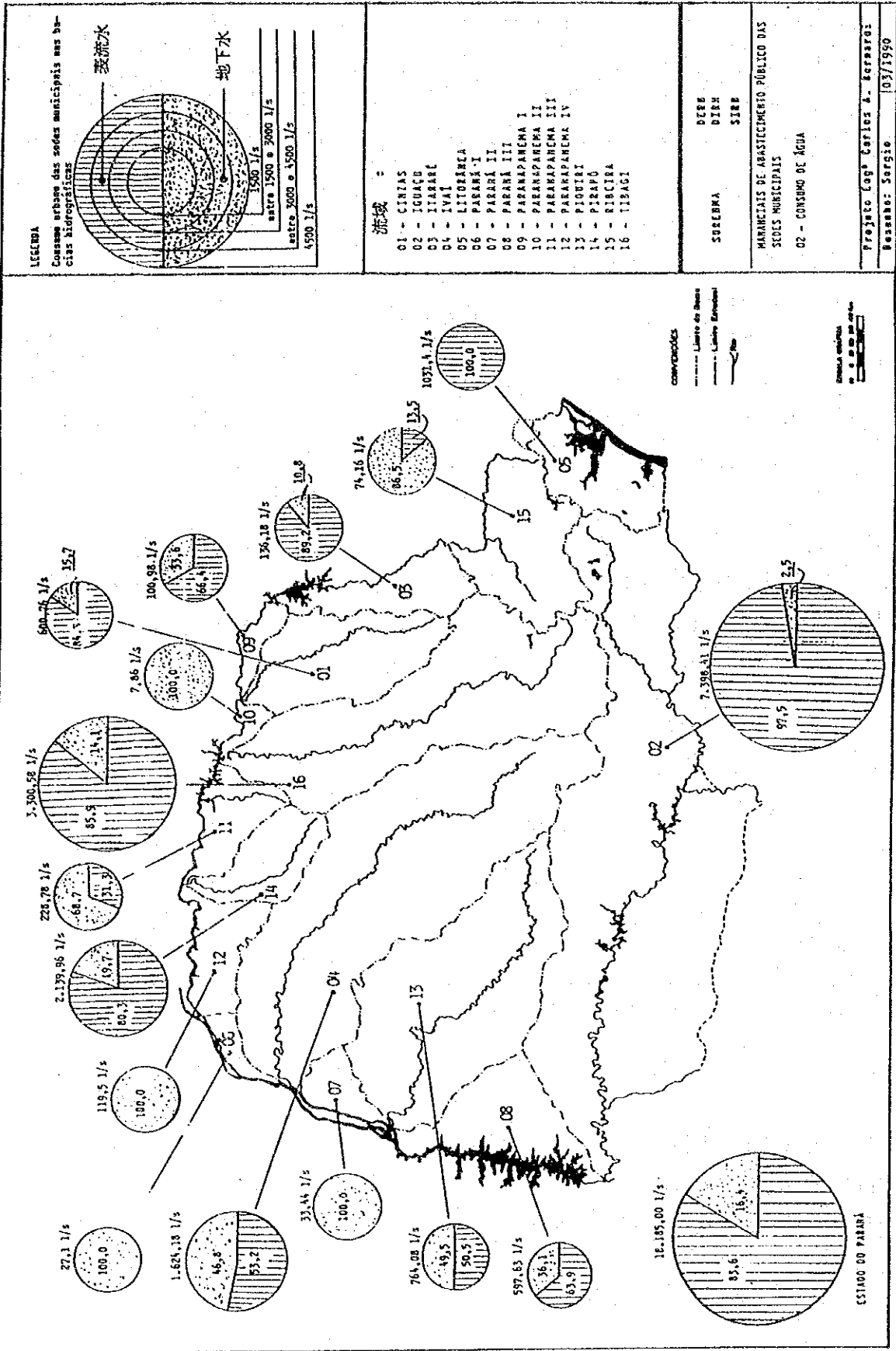
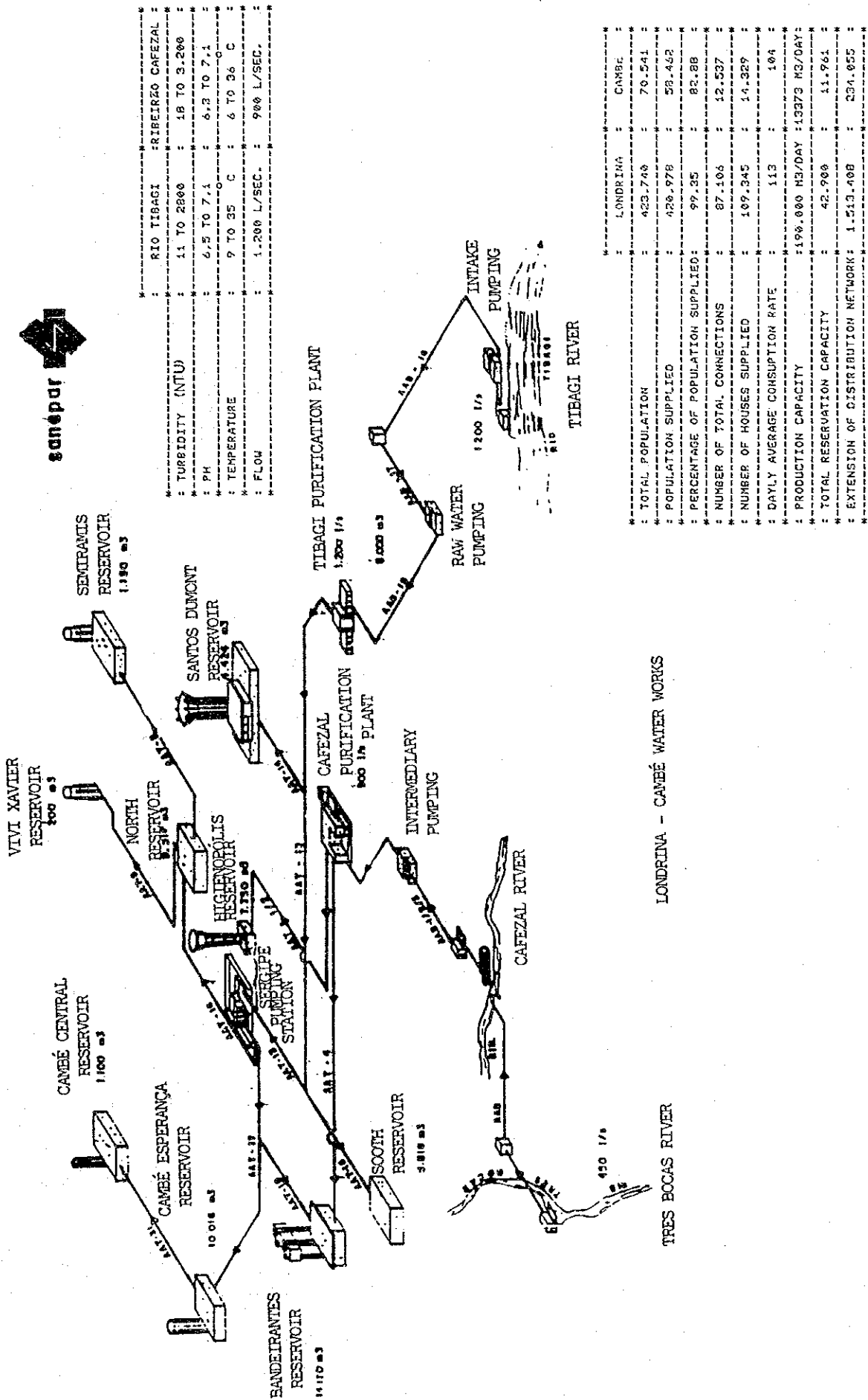


圖 4-12 流域別公共水道の使用量と水源



LONDRINA - CAMBÉ WATER WORKS

TRES BOCAS RIVER

RIO TIBAGI	RIBEIRO CAFEZAL
TURBIDITY (NTU)	11 TO 2800
PH	6.3 TO 7.1
TEMPERATURE	9 TO 35 C
FLOW	1.200 L/SEC.

TOTAL POPULATION	423.748	CAMBÉ	70.541
POPULATION SUPPLIED	420.978		58.482
PERCENTAGE OF POPULATION SUPPLIED	99.35		82.88
NUMBER OF TOTAL CONNECTIONS	87.106		12.537
NUMBER OF HOUSES SUPPLIED	109.345		14.329
DAILY AVERAGE CONSUMPTION RATE	113		104
PRODUCTION CAPACITY	198.000 M3/DAY		13373 M3/DAY
TOTAL RESERVATION CAPACITY	42.900		11.961
EXTENSION OF DISTRIBUTION NETWORK	1.513.408		234.055

図 4-13 ロンドリーナ市給水システム概略図

表 4 - 18 水道水水質基準

項 目	パラナ州基準		WHO 基準値
	目標値	許容最大値	
色 度	5	20	15
濁 度	1(JTU)	5(JTU)	5(JTU)
Pb(mg/l)	0.05	0.1	0.05
As(mg/l)	0.05	0.1	0.05
Cd(mg/l)	-	0.01	0.005
Hg(mg/l)	-	0.02	0.001
塩化物 (as Cl mg/l)	200	600	250
Cu(mg/l)	0.2	1.0	1.0
Fe(mg/l)	0.3	1.0	0.3
Zn(mg/l)	1	5	5
硝酸 (as N mg/l)	-	10	10
DDT (mg/l)	-	0.05	-
有機リン、カルバミン酸塩化合物 (mg/l)	-	0.1	-
蒸発残留物 (mg/l)	500	1,500	1,000

4 - 5 土壌侵食の現況

州内の大半はなだらかな丘陵地帯であることから、農地開発が進み、裸地化している地帯が多く、こうした流域では土壌侵食や流出に伴う浮遊土砂による水質の悪化が問題となっている。

パラナ州で特に土壌侵食が問題となっているのは、北西部のカイワ (Caíus) 砂岩に覆われた地域 (イバイ川、ピキリ川下流域) で、この砂岩地帯は深さ 3 ~ 10m まで風化しており、風化によってできた土壌は非常に脆く、侵食が起こりやすい。図 4 - 14 にカイワ砂岩に覆われた地域を示す。こうした脆い地盤の上に都市化に伴う宅地造成や無秩序の農地開発が行われたため、土壌侵食が急激に進行した。

一部の都市については砂防工事や雨水排水路の整備により大部鎮静化してきている。一方、農村部ではなんの対策も取られていないため土壌侵食が進み、小河川では流出土砂の堆積が著しく、農地まで川幅が広がった地域もある。都市部では被害額は大きい但量的には少なく、侵食量ははるかに農村部の方が多い。

現在は経済状態の悪化により、大規模な宅地造成は少なくなったが、今後、都市化が進むにつれ土壌侵食はますます深刻な問題になることが予想される。こうした土壌侵食問題に対し、パラナ州政府では侵食防止・環境衛生局が流出土壌の量的な調査を実施中である。

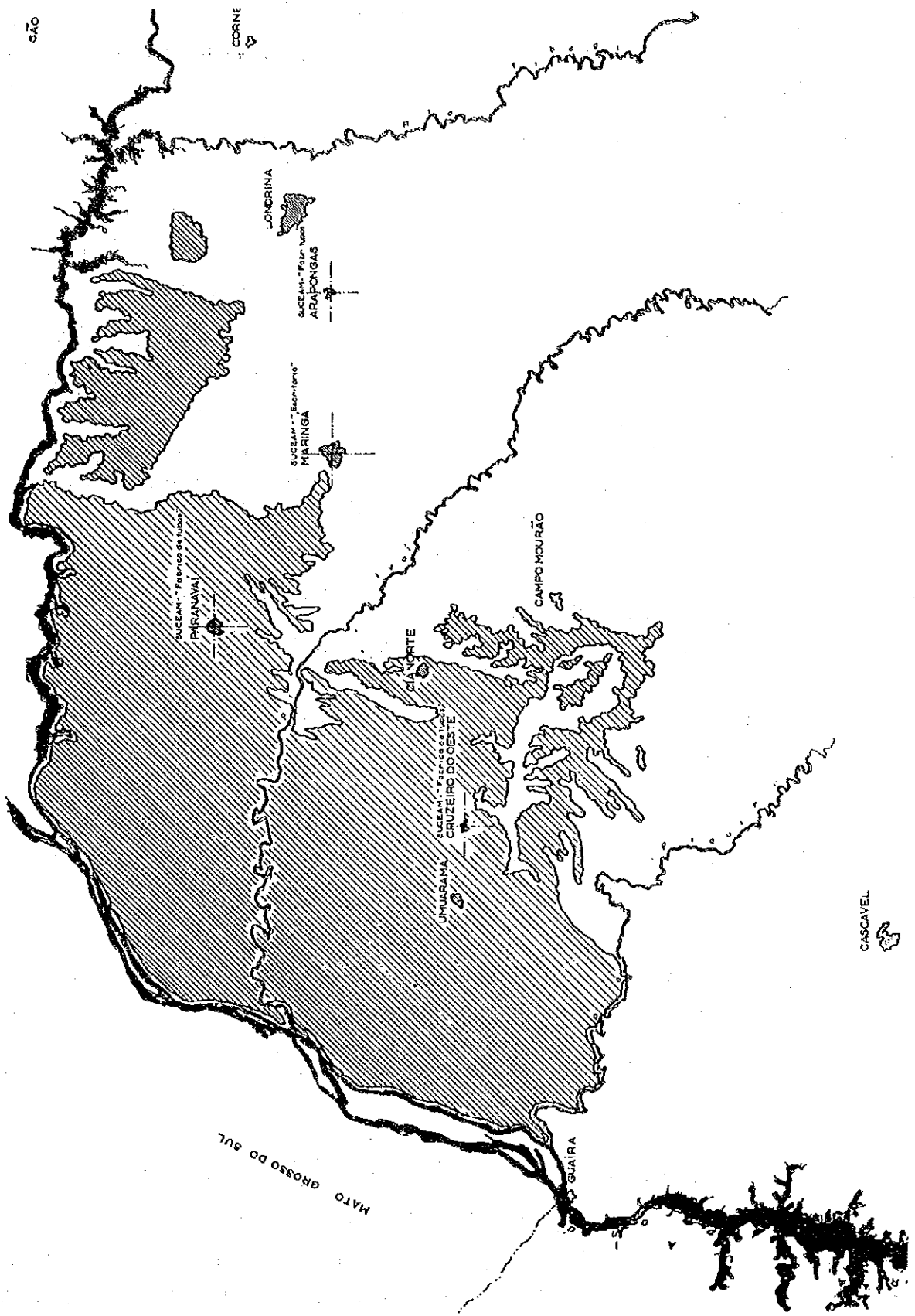


图 4-14 カイワ砂岩地域

イバイ川、ピキリ川中流域やチバジ川流域の農業地帯では土壌侵食による水質の悪化が原因で生態系や上水取水に影響が出ている。現在、河川に沿って畝を作るなどの対策が取られているが、対象地域が余りにも広大なため、解決にはまだまだ時間を要する。

海岸山脈からパラナ湾に注ぐ海岸河川流域では森林などの植生により保護されているが、雨量が多く、また、急峻な地形のため土砂が湾に流れ込む問題が懸念されている。

4-6 水質管理と環境保全

4-6-1 水質管理

パラナ州において、河川水質の管理についてはパラナ州環境院が中心となりパラナ州電力公社、国家上水電力部と共同で州内に109ヶ所の定期水質観測点を設け、毎月1~2回、最高23項目の水質調査を実施している。また、工業排水についてはパラナ州環境院が定期的あるいは臨時に検査している。ただし、重金属や農薬を分析できる高度な機器が備わっているのはクリチバ、ロンドリーナの二つの研究所しかないため、モニタリングネットワークがうまく機能せず、汚濁が発見されても汚濁源を突き止められないケースが今までに何度となく発生している。そのため工業排水汚濁の発見は、主に排水の異常に気付いた住民からの通報に頼っている状況である。また、パラナ州環境院では要請のあった井戸について、有料で水質検査を実施している。河川水、地下水及び工業排水に関する分析結果はすべてパラナ州データ処理公社の大型コンピュータに入力されている。

4-6-2 水質汚濁の現況

1970~80年代、工業の発達に伴い州の都市部を中心に工業排水による水質汚濁が深刻化した。パラナ州では重工業よりも大小様々な食品工場が多く、また、チバジ川中流には大規模なパルプ工場が存在し、工業排水に関して言えば、有機物汚濁が最も問題となっている。主要流域の汚濁負荷の概要及び主要河川の水質を表4-19、20に、工業排水基準の主要な項目を表4-21に示す。また、図4-15には各流域別の工場排水有機物汚濁のポテンシャル負荷量と負荷量を示す。有機物汚染のポテンシャル負荷量とは、流域に流れ込む工場排水（未処理）のBODから有機物総量を算出したものであり、負荷量とは処理排水のBODから実際に河川に流入している有機物総量を算出したものである。同様に図4-16は各工業別、図4-17はその推移を示している。流域ではイグアス、チバジ川流域、汚濁源ではパルプ工場が問題となっていることがわかる。

重金属汚染についてはその絶対量が河川水量に比べ少ないことから、現在のところ大きな問題は発生していない。また、水質汚濁の実体が正確に把握されていない地域もある。

こうした工業排水汚染に対して州政府環境局が中心となり積極的に汚濁対策を実施し、その結果、1981年をピークに工業排水汚濁は若干ではあるが減少傾向にある。例えば、チバジ川中流の町テレマコボルバには南米最大のパルプ工場があり、チバジ川は非常に汚染され、生態系が大きい

く崩された。この問題に対し、1989年にパラナ州政府、当事者であるパルプ工場、ロンドリーナ大学により動植物の生態調査及び河川環境の回復を目的とした研究機関が組織され、同時に工場側は排水処理に力を入れるようになり、河川は少しずつではあるが回復に向かっている。ロンドリーナ大学ではこの調査結果を3冊の報告書としてまとめ、政策としてどのような処置が必要かを政府に提言している。

現在、最も深刻な問題は生活排水による水質汚濁で、下水処理場はクリチバ、ロンドリーナ、マリンガなどの大都市に合計40処理場があるが、処理レベルの低い施設や単に下水を集めて川に排水している地域もあり、ほとんどの都市河川は汚濁している。州全体を見ると、無処理のまま河川に放流されている地域が大部分であり、工業排水のように管理できないため有効な対策が立てられない状況である。都市部については各自治体やパラナ衛生公社が下水道の整備を進めているが、予算的なこともあり解決にはまだまだ時間を要する。

生活排水による上水道用水の汚染に対して、公共水道については浄化処理を行っているため問題はないが、個人や小さなコミュニティでは汚染されている水源（主に井戸）を直接利用しているところもある。パラナ州環境院がこうした水源の水質を調査したところ、ほとんどの水源に問題があったことから、パラナ州環境院やパラナ衛生公社が中心となり個人井戸利用者に対し衛生教育を実施している。現状では、この教育活動が上水汚染に対する最良の策と考えられている。

生活排水の次に問題となっているのが土壌流出による水質の悪化（濁水問題）で、北西部の土壌侵食が激しい地帯ではほとんど上水の水源として地下水が利用されている。マリンガ市、カスカベル市などでも降雨時はSSが高いため、浄水場によっては一時的に取水を規制するところもある。農業汚染もチバジ川中流域などでは問題となっていたが、農薬使用や土地開発の面で規制処置を取ったり、保護林を作ったりしたため、徐々に改善の方向に向かっている。

表4-19 流域別工業排水、生活排水の概要

流域	ポテンシャル 負荷量 (kgBOD/day)	工場数	除去率 (%)	生活排水収集 率 (%)	生活排水処理 率 (%)	残留負荷量 (kgBOD/day)
イグアス川流域	55,904	95	68.83	27.5	9.5	31,867
チバジ川流域	178,890	83	85.74	41.4	14.3	15,889
パラナ川流域	74,779	26	75.08	15.7	0.2	4,119
リベイラ川流域	8	1	87.50	0	0	-
海岸河川流域	1,516	7	72.30	17.3	5.3	776

パラナ州環境院 1992調査報告書より