

社会開発調査部報告書

中華人民共和國  
瀉江水環境総合管理計画調査  
事前調査報告書

平成8年4月

JICA LIBRARY



J 1130925 (9)

国際協力事業団

社 員 名
8 月 1 日
96-062

105  
61.9  
SSS



中華人民共和國  
漓江水環境綜合管理計畫調查  
事前調查報告書

平成 8 年 4 月

國際協力事業団



1130925 [9]

## 序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の滴江水環境総合管理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7年12月7日より12月25日までの19日間にわたり、建設省北陸地方建設局河川調査官真下和彦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中華人民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8年4月

国際協力事業団  
理事 佐藤 清

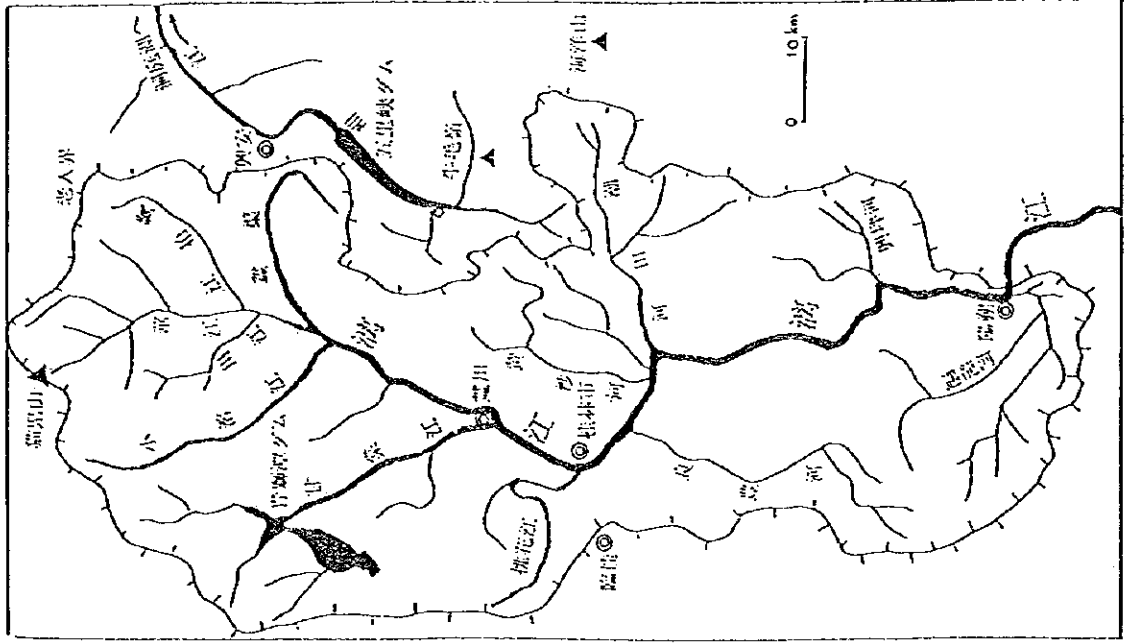
調査対象プロジェクト位置図



広西壮族自治区位置図



桂林市、桂林地区、漓江位置図



桂林漓江水系図



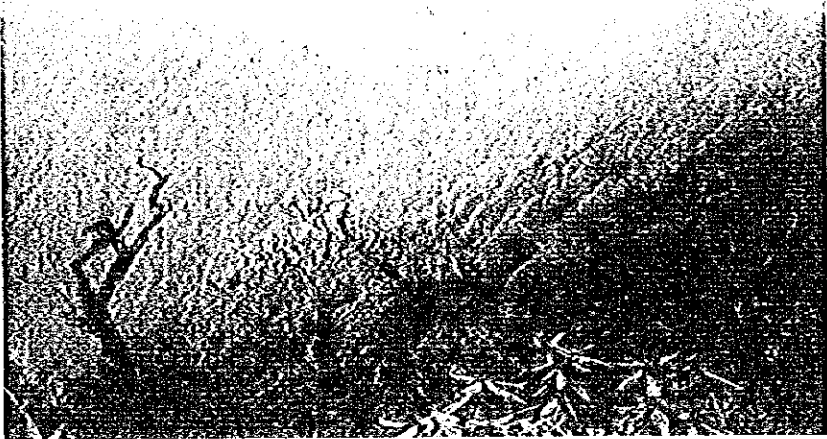
実施細則署名式



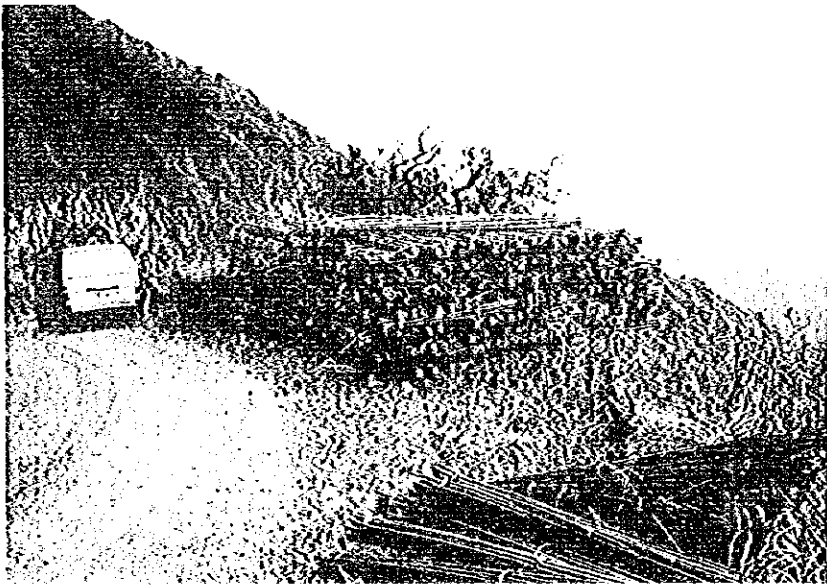
砂木江  
(漓江支流の華江の支流)



小洛江



猫児山自然保護区  
海拔 1600 m 以上に広がる  
広葉樹林

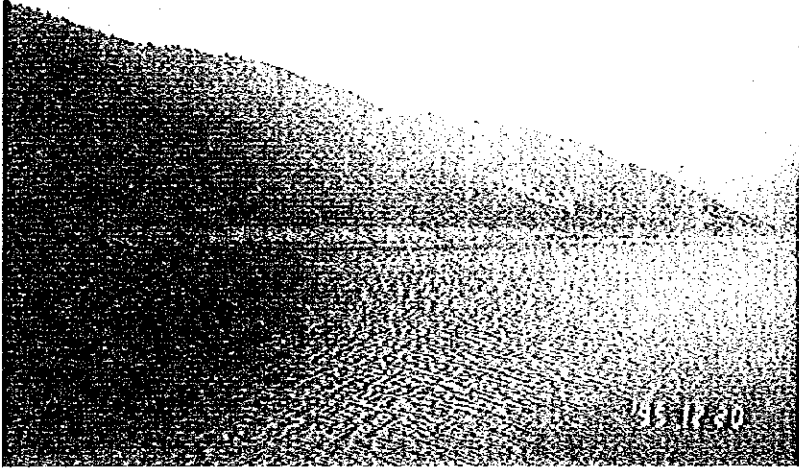


猫児山自然保護区  
採取される竹

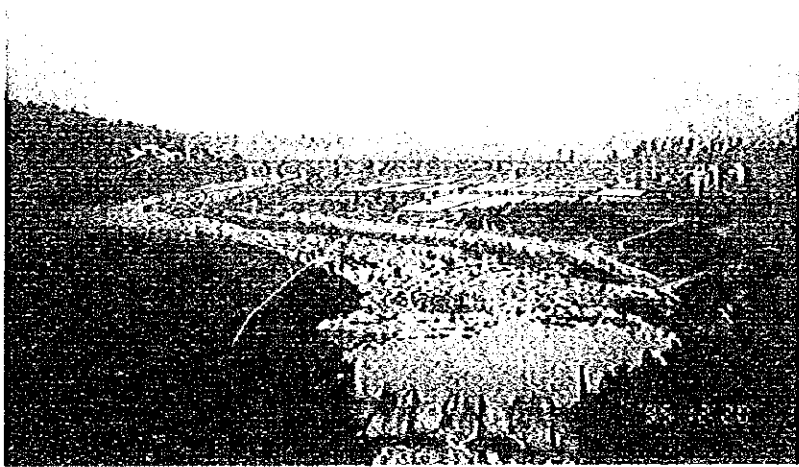


猫児山自然保護区  
集落付近の棚田

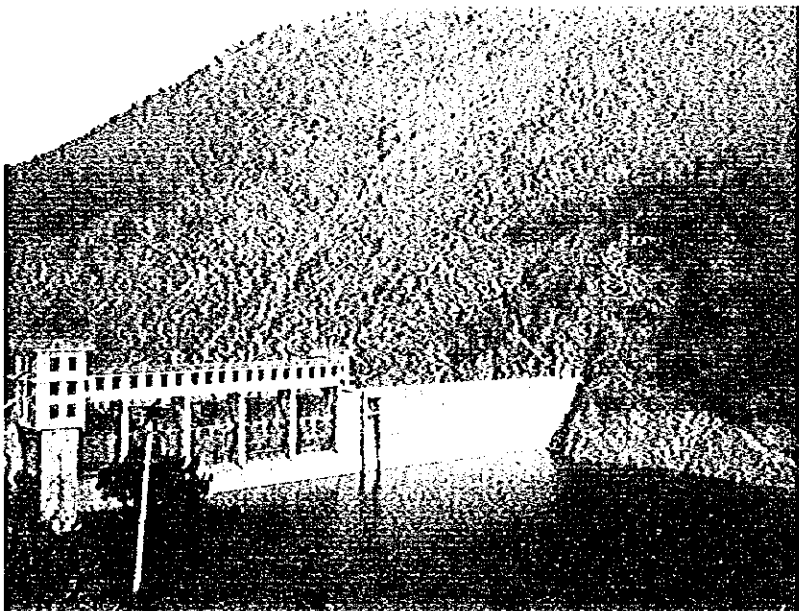




青湖潭ダム貯水池



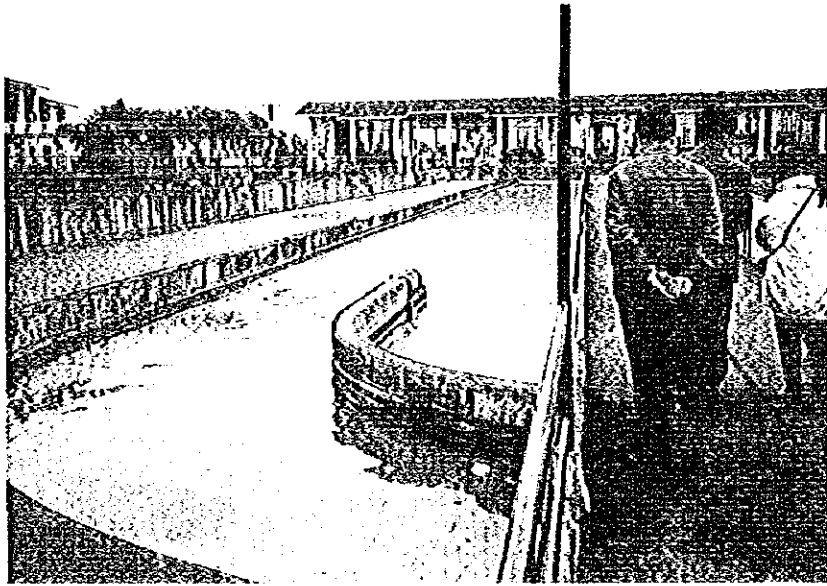
青湖潭ダムから甘棠江への放流



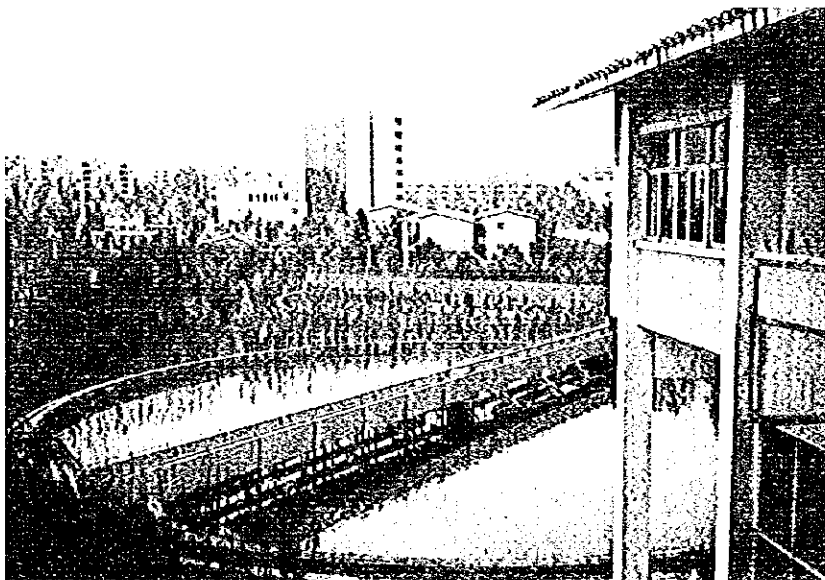
五里峡ダム



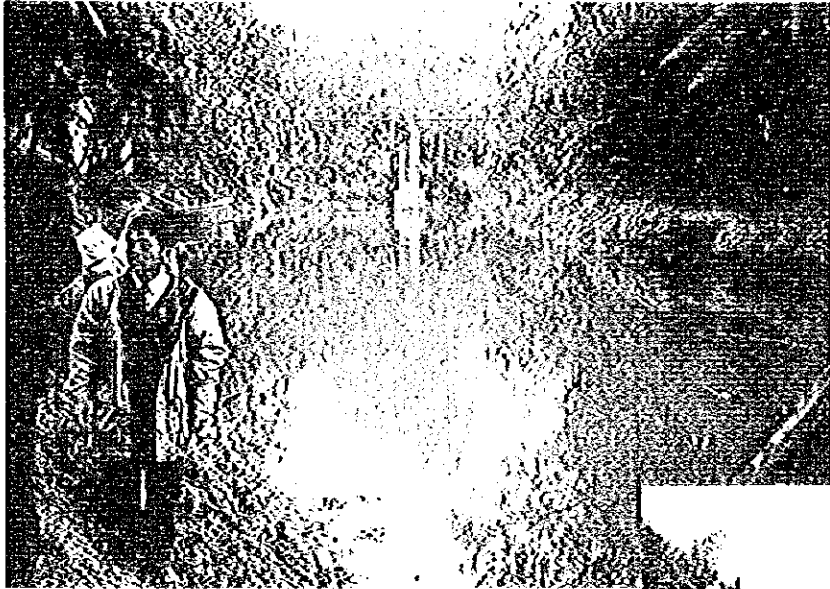
得江ダム



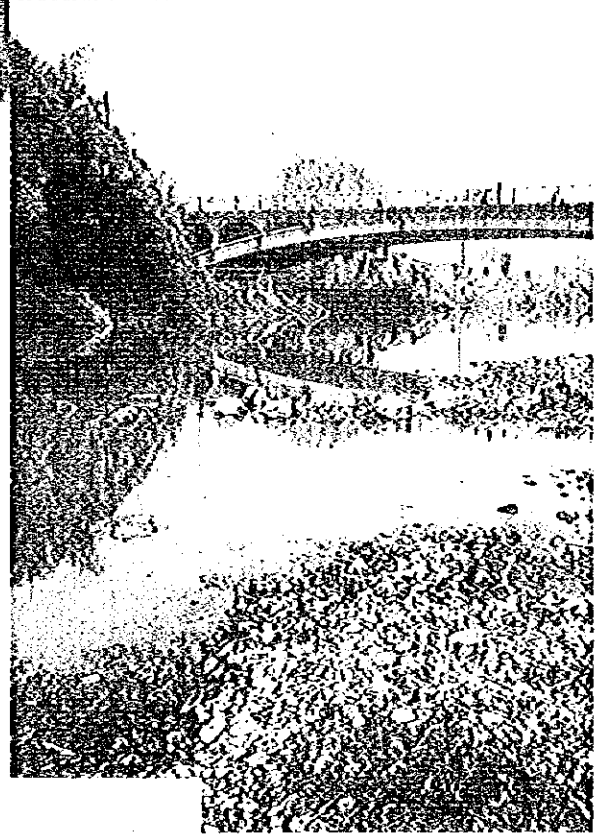
下水処理場



下水処理場



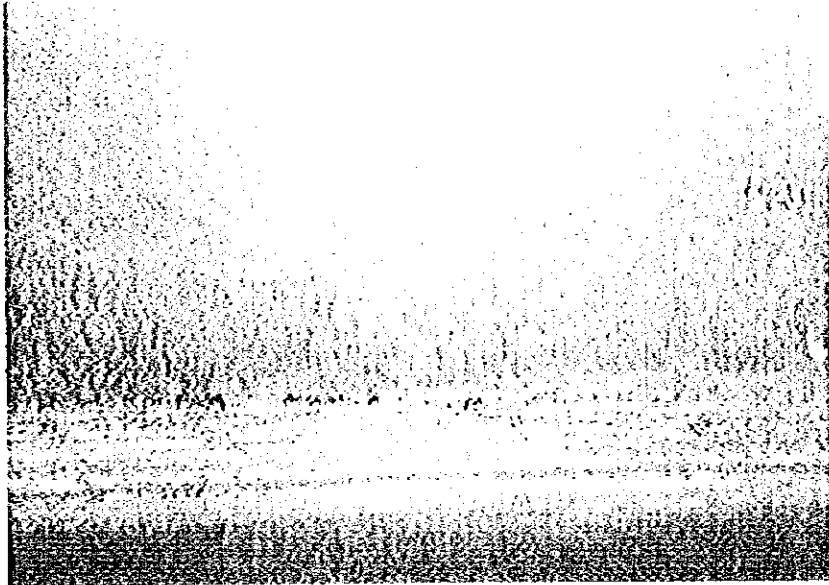
南溪河  
（桂林市内を流れる支流）



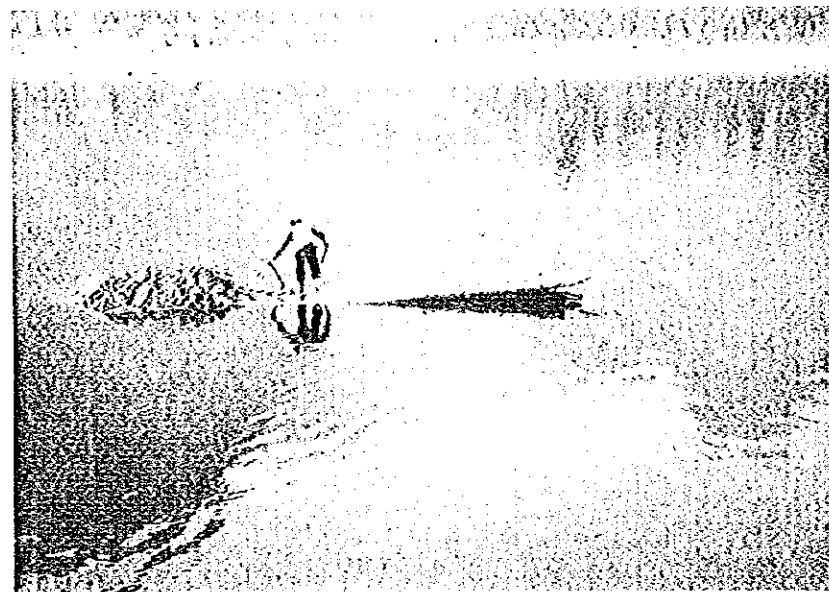
小東江  
（桂林市内を流れる支流）



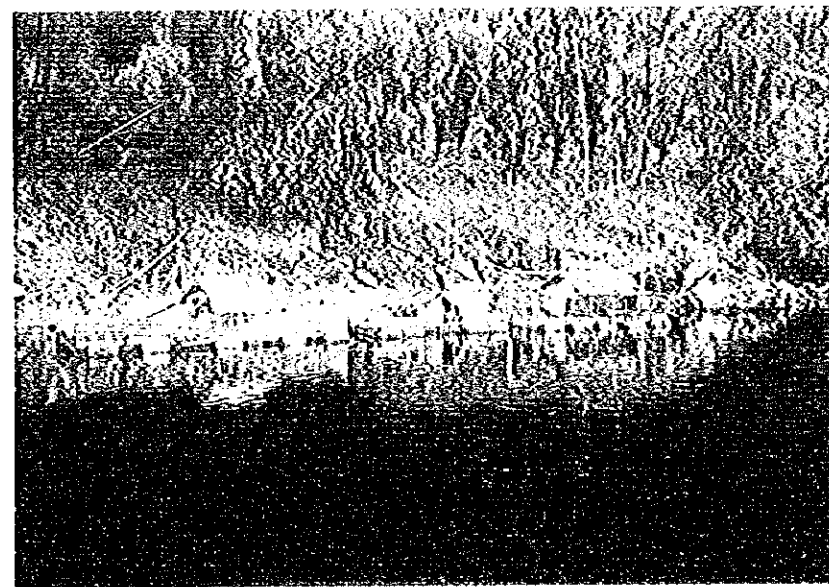
桃花江  
（桂林市内を流れる支流）



河川敷での放牧



水草を飼料として集める住民



流域での小規模な養殖

## 図表一覧

- 表 3-1-1 桂林地区における地形構成
  - 2 桂林市における地形構成
  - 3 漓江流域にある雨量・水文観測所
  - 4 桂林市区、陽朔県及び、臨桂県における月別平均気温・降水量（1994年）
  - 5 桂林地区の自然保護区
- 2-1 桂林市区の室内給排水施設
- 4-1-1 桂林水文観測ステーションにおける洪水・濁水統計
  - 2 1980年代における漓江の流域
  - 3 1994年における漓江及び良豊河の水文記録
  - 4 桂林市区における漓江兩岸の堤防・護岸現況
- 2-1 漓江及び湘江の水資源
  - 2 青獅潭及び五里峽ダムの諸元
  - 3 既存浄水場概要
  - 4 漓江と義江における水資源
- 3-1 漓江水質の経年変化
  - 2 漓江水系のpH、COD値
- 4-1 下水処理場の概要
  - 2 排水量、処理能力、処理率
- 5-1 分析機器設置状況
- 5-2-1 プロジェクト概要
  - 2 プロジェクト立地環境
  - 3 スクリーニング
  - 4 スコーピング
  - 5 総合評価
  
- 図 3-1-1 漓江水系及び湘江上流水系
  - 2 漓江流域における年平均等雨量線図
- 4-2-1 桂林市区における漓江水系及び浄水場取水位置
  - 2 小溶江導水及び潯江ダム・義江からの導水位置図
- 4-1 桂林市污水管渠現状及び計画図
  - 2 桂林市街地污水排水口、取水口、水質モニタリング断面分布図



# 目 次

序文

調査対象地域周辺地図

写真

図表一覧

第1章 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 事前調査日程	2
第2章 実施細則協議の経緯及び結果	3
2-1 実施細則（S/W）協議概要・結果	3
2-2 世界銀行等との協議概要・結果	5
第3章 広西壮族自治区・桂林地区の自然・社会・経済状況	7
3-1 広西壮族自治区・桂林地区の自然状況	7
3-2 広西壮族自治区・桂林地区の社会・経済状況	16
第4章 漓江流域の水環境の現況と課題	19
4-1 漓江の流量動向・治水現況	19
4-2 漓江流域の水利用現況	24
4-3 漓江の水質現況	34
4-4 漓江流域の下水・排水処理状況	38
4-5 漓江の水環境管理に関わる組織・制度・モニタリング体制	45
第5章 環境影響評価	49
5-1 中国・広西壮族自治区の環境影響評価制度	49
5-2 環境予備調査	52

第6章 本格調査の実施方針	61
6-1 基本方針	61
6-2 調査項目及び内容	62
6-3 調査工程	67
6-4 報告書	67
6-5 調査実施体制	67
6-6 調査用資機材	68
6-7 本格調査実施上の留意点	68

付属資料

・中国政府からの要請書	73
・実施細則及び討議議事録	85
・主要面会者リスト	89
・主要収集資料リスト	107
・中国の関連環境基準；地表水質基準	
汚水総合排出基準	112



## 第 1 章 事前調査の概要

### 1-1 事前調査の目的

中華人民共和国漓江水環境総合管理計画調査は、中国政府からの要請に基づき、広西壮族自治区桂林市を流れ中国有数の観光地である漓江について、渇水期の流量不足や周辺地域からの生活・工業排水による水質汚濁のため、飲料水や農業・工業用水の確保、景観悪化による観光産業への影響等の問題が生じているところ、漓江流域全体を対象に、水環境の現状・問題点把握、分析を行い、それに基づいて、漓江流域の水環境総合管理計画を策定しようとするものである。

今回の事前調査は、本件調査にかかる要請背景、中国側実施体制等について調査、確認し、その結果に基づいて、実施調査のための実施細則及び協議議事録に署名し、合わせて本格調査の実施方針を策定することを目的として派遣するものである。

### 1-2 事前調査団の構成

- 1) 真下 和彦  
建設省北陸地方建設局河川部河川調査官  
総括／河川管理  
1995年12月7日～12月22日
- 2) 藤谷 浩至  
国際協力事業団社会開発調査部  
社会開発調査第2課  
調査企画  
1995年12月7日～12月22日
- 3) 熊谷 武  
環境庁水質保全局水質規制課調査係長  
河川環境モニタリング  
1995年12月7日～12月22日
- 4) 楠 敏明  
復建調査設計(株)  
下水・排水処理／水質  
1995年12月7日～12月25日
- 5) 栄原 啓一  
中央開発(株)  
水理・水文  
1995年12月7日～12月25日
- 6) 白井 俊二  
(財)自然環境研究センター  
生態系・環境配慮  
1995年12月7日～12月25日
- 7) 高良 さとみ  
(財)日本国際協力センター  
通訳  
1995年12月7日～12月25日

1-3 事前調査日程

1	12月 7日	木	10:10 成田発 (NH905) 13:50 北京着 15:30 JICA事務所打合せ 17:00 日本大使館表敬
2	8日	金	9:30 世界銀行北京事務所訪問・意見交換 13:30 国家科学技術委員会表敬 14:30 国家環境保護局表敬
3	9日	土	資料整理
4	10日	日	13:20 北京発 (X2157) 16:40 南寧着
5	11日	月	9:00 広西壮族自治区科学技術委員会表敬 15:30 広西壮族自治区環境保護局表敬
6	12日	火	8:00 南寧発 (92列車) 14:30 桂林着 17:00 桂林市委副书记表敬
7	13日	水	8:30 S/W案説明、協議
8	14日	木	8:30 S/W案協議 14:30 桂林市街地域漓江本・支川視察
9	15日	金	8:30 漓江中・下流視察
10	16日	土	8:00 漓江上流水源林視察
11	17日	日	資料整理
12	18日	月	8:30 S/W、M/M協議 (熊谷、楠団員は中国側現有資 機材調査)
13	19日	火	8:30 S/W、M/M協議 15:00 市内下水処理場視察
14	20日	水	8:00 青獅潭ダム、靈渠 (導水路) 視察 17:00 S/W、M/M署名
15	21日	木	桂林発 (国内線) 北京着
16	22日	金	9:00 JICA報告 11:00 大使館報告 15:25 北京発 (NH906) 20:05 成田着

以下役務提供団員日程

15	21日	木	発電所・ビール工場等汚濁現調査、広西師範大学訪問
16	22日	金	義江現地踏査
17	23日	土	湘江、五里峽ダム視察
18	24日	日	21:05 桂林発 (KA701) 22:20 香港着
19	25日	月	10:10 香港発 (CX504) 14:50 成田着

## 第2章 実施細則協議の経緯及び結果

### 2-1 実施細則(S/W)協議概要・結果

#### (1) 中国側S/W署名者について

今回の事前調査では、現場である桂林市に入る前に、広西壮族自治区の「省会」(県庁所在地に相当)である南寧市に移動し、自治区政府関係機関への表敬及び協議を行った。これは、①予定される調査対象地域には、桂林市の外に当たる桂林地区も含まれるので、複数の行政区域にまたがる調査を実施するに当たっては、自地区政府機関が調整、関与するのが適当である(桂林市政府は桂林地区との調整が十分できないおそれがある)、②調査団に対する便宜供与事項等は、自治区政府の方が対応が容易であると予想されることから、調査団派遣前に中国事務所を通じて、S/Wの中国側署名者は自治区政府としたい旨中国側に打診した結果、自治区科学技術委員会が署名者となる旨回答あったことによるものである。

結果的には、前述のような理由のほか、次のような点で自治区科学技術委員会が署名者となったことによる利点があった。すなわち、③過去にJICAの開発調査の経験があったため、開発調査のスキームについての理解が容易で、協議が円滑に進められた。④自治区環境保護局が、後述するように世界銀行からの援助の窓口となっており、世界銀行の案件との関係、情報収集がやりやすい点である。

また、自治区科学技術委員会を署名者とするため、当初計画では桂林市での協議の後、官ベース団員が南寧に移動し、そこでS/Wの署名を行うこととしていたが、「協議の時間が節約できる」との中国側の申し出もあり、科学技術委員会副主任が桂林市まで来て、桂林で署名することができたことにより、協議・視察の時間を1日余分に取ることができた。

#### (2) S/W協議概要

日本側からは、12月13日にS/W案を説明し、協議を行った。しかし、中国側からは以下に述べるものを除き、特段の異論は出されず、結果的に当初案どおりで署名することができた。中国側から出された意見、要望には次のようなものがあった。

1) 目標年次：日本側の案では2020年を目標年次としていた。中国側からは、2020年計画を作成することに依存はないが、現在中国各地で作成されている長期計画の目標年次は2010年であり、これとの整合性も検討するため、2010年計画も合わせて作成してほしいとの要望が出された。これについて

は、必要性も理解でき、また、調査作業としてもそれほど増えるわけではないので了解し、協議議事録（M/M）に記載した。

2) 調査内容：当初中国側の要請に含まれていた「風景区の開発」は水環境管理とは余り関連性がないので、調査対象としないことを日本側より申し出、同意を得た。また、中国側の要請にあった「環境管理情報システムの構築」については、中国側の当初の希望は必要なハードウェアの整備と実際のシステム（ソフトウェア）開発にあったが、これを実施しようとするれば経費的にも作業的にも大きなものとなること、及びこうした管理システムがまったく整備されていない現状から考えた場合、その基本構想（漓江流域のどの地点のどのデータをもとに漓江の水環境現況をどのように認識し、どのように管理、対応するのか、という考え方）を取り纏めるだけでも重要な意義を持つことを繰り返し説明し、最終的に同意を得た。これらはいずれもM/Mに記載した。

3) C/P：通常中国の開発調査の事前調査では、実施体制の確認、具体的には、相手側C/Pについて、明確にならない例が多い。しかし、今回は調査団が南寧についた時点でM/Mに添付したC/Pリスト（通訳を含む）が用意されていた。人数的には十分なものと思われたが、分野を見た場合に、河川関係が少ないこと、及び下水・排水、生態系の担当がないことが問題と思われ、その点の改善を中国側に要求した。当初は、中国側は「必要な時に臨時的にC/Pに加える」ことで対応したいと説明したが、特に河川関係は重要でもあるので必ず配置するよう、繰り返し要求した結果、中国側も了解した。また下水・排水、生態系については当初示されたC/Pで対応できるとのことだったので、担当を明らかにするよう要求した。

なお、C/P研修について、中国側より数点の要望があり、JICAとして対応可能なもの、不可能なものを説明し、M/Mに残した。

4) 調査対象地域：調査対象地域は、漓江の上流部から、主要汚濁排出源である桂林市内を通り、「漓江下り」の終点となる陽朔県までとした。ただし、現在の漓江の最大の問題のひとつである渇水期の流量不足に関しては、水源林の涵養だけでなく水資源開発が必要となると思われるが、中国側、あるいは世界銀行が検討している対策は、ほかの流域からの導水により対応しようとする案が多い。したがって、本格調査において水資源開発を検討する場合にはほかの流域も視野に入れる必要があると考えられたので、その旨、M/Mに記載した。

5) 調査用機材：当初の中国側要請の時点から、いくつかの調査用機材の要請が出されており、今回調査団滞在中に更に多くの機材要請リストが出された。桂林市

環境保護局等の中国側機関を実際に視察したところ、水質分析等の機材があるにはあるが、かなり旧式のものが多く、しかもほとんどが中国国産の分析機であった。現状に鑑みて、中国側の要望リストにはかなり必要性の低いものも含まれているが、一定の調査の精度を得るうえで、ある程度の機材の整備はやむを得ないと思われたが、中国側との間では、「最終的には機材計画は日本側で帰国後検討して決める」旨説明し、M/Mに残した。

## 2-2 世界銀行等との協議概要・結果

今回の事前調査を派遣する前に得ていた情報として、世界銀行が桂林市の環境改善に対して援助を計画しているとの話があり、そのため、開発調査の内容と重複するのではないかとの懸念が当初あった。しかし、世界銀行の協力内容は、下水や工場排水処理等重なる内容のものが含まれるが、基本的には桂林市の都市の環境改善を目指すものであり、日本側で想定している漓江という河川の流域の総合的な管理計画とは異なるものであると想定されたので、事前調査団の派遣に至った。結果的には、世界銀行等の協力内容はおおむね予想していたとおりであり、今回訪問した関係機関（世銀北京事務所、自治区環境保護局、市環境保護局）のいずれからも、日本側が予定した内容の調査の実施が有意義であり、歓迎する旨の説明が述べられた。

世界銀行等の予定している協力は、M/Mにも記載したが、以下のような内容である。  
①漓江の導水工事。②一部流域の護岸工事及び航路改修。③桂林市内の下水処理場建設及び下水道管敷設。④桂林市内の2つの湖の汚濁対策。⑤ごみ処理場の建設。⑥工場排水処理施設の改善。⑦し尿処理、小区域の環境改善、環境関連組織の強化。

これらについては中国側により作成した計画もあるが、オーストラリア及びカナダがそれぞれ借款を供与して、自国のコンサルタントに世界銀行の借款につなげるためのF/Sを実施させている。オーストラリアのコンサルタントは95年10月より、③～⑤及び南寧市の下水処理のF/Sを実施しており、カナダのコンサルタントは、桂林市の都市環境改善計画の作成と①、②のF/Sを96年1月より実施する予定である。いずれも96年中に世界銀行のアプレーザルを開始できるような成果品をだすことを期待されている。

世界銀行北京事務所の担当者によれば、桂林市の環境改善についてのM/Pも策定することを当初考えていたが、自治区側ができるだけ早期に借款を供与してほしい旨強く要望したため（昨今の中国の経済発展のため、中国が世界銀行のソフトローン供与対象国からはずれ、利率の高い借款しか得られなくなることを恐れたらしい）、F/Sのみの実施となったとのことであり、日本側が計画した広範囲のM/P作成は、世界銀行の援助の長期計画から見た必要性（世銀が想定しているのは、2015年の状況に対応できるもの）を

確認するという意味において、期待している、とのことであった。

また、自治区の環境保護局からも、世界銀行の計画が都市（行政区域）を調査範囲としているのに対して、今回の日本側の案は行政区域を越えて、ひとつの河川、流域を対象とする、という点において妥当な考えである、との意見が出された。

### 第3章 広西壮族自治区・桂林地区の自然・社会・経済状況

#### 3-1 広西壮族自治区・桂林地区の自然状況

##### (1) 地理・地形

広西壮族自治区は中国華南地方に位置し、気候は亜熱帯季節風気候である。同自治区の東部は広東省、北東部は湖南省、北西部は雲貴高原、西南部はベトナム国及び南部は北海湾にそれぞれ接している。本調査対象地域の桂林地方は、桂林市（市区、陽朔県、臨桂県、及び33郷鎮を統轄している）及び桂林地区（全州、興安、靈川、永福、灌陽、資源、荔浦、平樂、恭城瑤族自治県、及び龍勝各族自治県の計10県、119郷鎮、及び1,333行政村などを統轄している）を含み、同自治区の東北部に位置している。

桂林は山岳丘陵地であり、“五嶺”の内の越城嶺と都龐嶺両分水嶺が北部に跨り、五嶺の谷間が“湘桂ギャラリー”と呼ばれる広西と中原の間の交通の要衝となっている。越城嶺の主峰猫児山は海拔2,141m、中国華南地方の最高峰であり、“桂林の山水天下に甲す”として有名な漓江の水源でもある。漓江は漓江水系図（図3-1参照）に示すように、中国珠江水系に属し、広西壮族自治区興安県猫児山の東南側を源流として、興安県、靈川県、桂林市区、陽朔県を経て、陽朔県の下流以降は“桂江”と改称する。漓江は華江、川江、黄柏江、靈渠、小溶江、甘棠江、桃花江、良豊河、黄沙河、潮田河、興坪河、及び遇龍河など十二本の主要支流を有し、全流域面積は5,600km<sup>2</sup>とされている。

桂林地区の北部及び東北部は湖南省、西部及び南部が柳州、梧州两市に隣接し、総面積は2.36万km<sup>2</sup>で同自治区全面積の約十分の一を占めている。桂林地区の山地面積は表3-1-1に示すように約70%弱を占めている。

表3-1-1 桂林地区における地形構成

項目	面積(km <sup>2</sup> )	全面積に対する割合(%)
海拔800m以上の山地	13,000	55.09
海拔400~800mの山地	3,064	12.98
平原	3,900	16.52
その他	3,636	15.41
合計	23,600	100.00

出所：桂林漓江環境総合管理計画プロジェクト背景、1995年1月

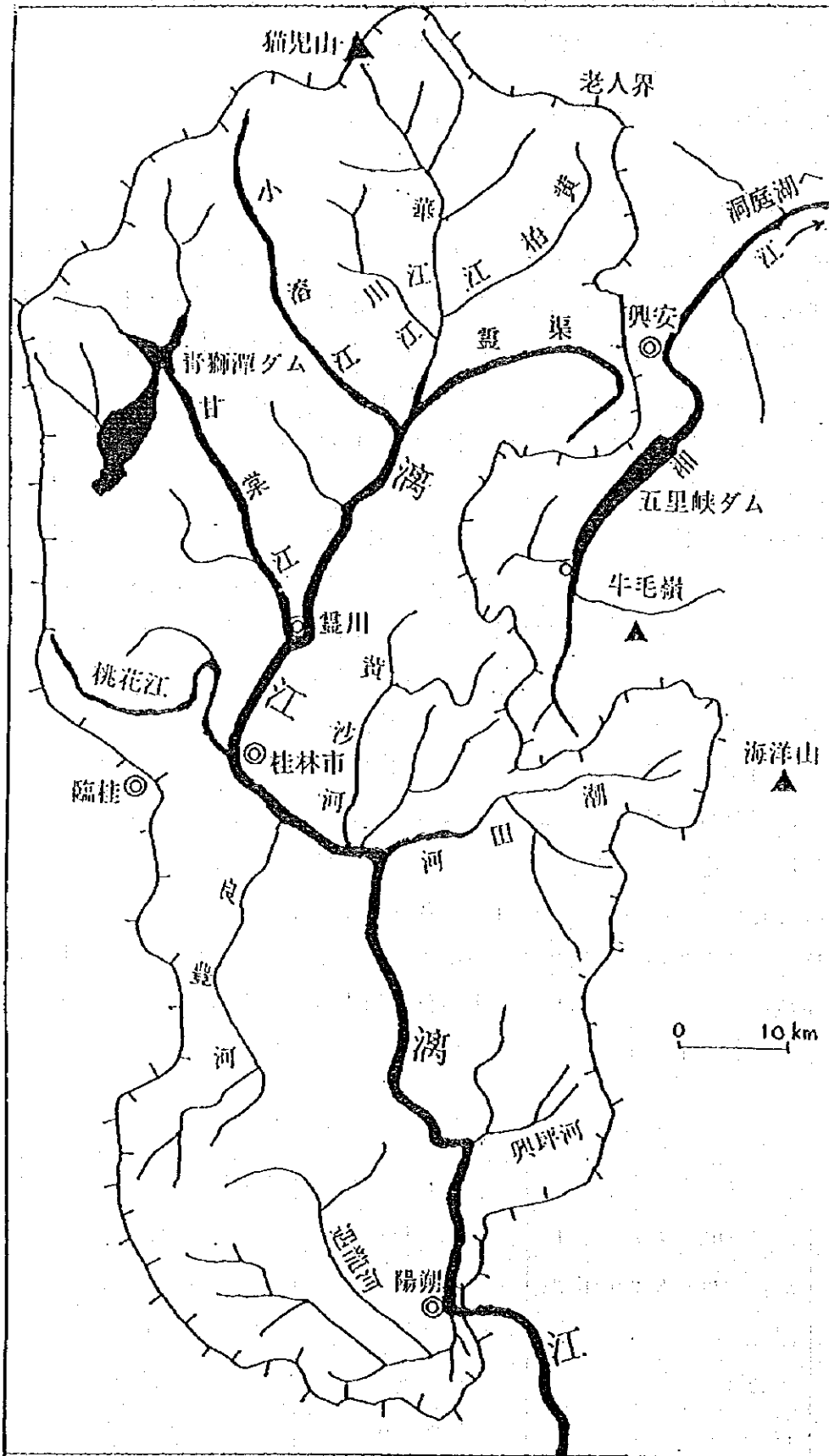


図3-1-1 漓江水系及び湘江上流水系



桂林市は、“湘桂ギャラリー”の南端に位置し、漓江流域の最大都市である。同市の地形は、北部に越城嶺、東部に牛毛嶺、海洋山及び南部に鴛橋嶺等大部分が溶岩縦連峰の分水嶺に囲まれており、地勢としては北に高く南に低い溶岩盆地であり、市区の平均海拔は約 150mである。地層は、上デボン期系統と下石炭期系統の炭酸塩岩であり、厚さが 100～3,000mと不均一で土質は紅土壌、粘土、亜粘土、及び亜砂土である。

桂林市の総面積は4,195km<sup>2</sup>、その内、市区、陽朔県、及び臨桂県がそれぞれ566km<sup>2</sup>、1,428km<sup>2</sup>及び2,202km<sup>2</sup>である。なお、地形による割合は、表3-1-2に示すとおり山地・丘陵が約半分以上を占めている。

表3-1-2 桂林市における地形構成

項 目	面積 (km <sup>2</sup> )	全面積に対する割合 (%)
低い山地	1,233.13	29.40
丘 陵	969.60	23.11
台 地	264.87	6.31
平 地	950.73	22.66
そ の 他	776.67	18.52
合 計	4,195.00	100.00

出所：桂林漓江環境総合管理計画プロジェクト背景、1995年1月

1993年の統計によると、桂林市の耕地面積は6.42万haであり、その内、水田及び畑地が各々4.76万ha (74.14%)、1.66万ha (25.86%)である。

## (2) 気候

漓江流域の地勢は南低北高のため、地形が雲層を持ち上げる結果、降水量は南から北に向かって通増している。特に、春季には寒冷前線に伴う、長期間の春雨を引き起こし、一方、夏季には海洋からの暖気団により多湿な南風や西南風が盛んに吹き込み、四川省や雲貴高原の寒冷前線と影響しあい、常に漓江上流に集中豪雨を降らせ、洪水を引き起こしている。9～10月には、北方大陸性寒冷高気圧が北緯25度以南まで延伸し、高空亜熱帯高気圧と低空大陸性寒冷高気圧の両層に制御されるた

め、大気層が安定し、水蒸気含有量も低くなり、爽快な乾燥した秋日和が続き、降雨量は少ない。この気候の結果、河川流量が著しく減少する。また、冬季には東北風が発生し、寒冷高気圧団の南縁が南嶺一帯において半停滞前線を形成する結果、乾期の11月でも常に降水現象が見られる。また、季節風気候であるため、年間降水量及び河川流量の年間分布が非常に不均一で、雨期の3～8月の降水量が76%を占め、乾期の9～2月には僅か24%を占めているに過ぎない。

桂林地区は、亜熱帯季節風気候に属し、年平均気温は、16.4～19.9℃、最高気温は38～40.4℃、最低気温は-8.4～2.91℃である。平均日照時間は1,240～1,670時間/年である。なお、年間総日射量が85.6～105.7Kcal/cm<sup>2</sup>であり、年間無霜日数が300日程度となっている。年間平均降水量は1,400～2,000mmであるが、その内の50%以上は4～6月に集中している。秋冬季には降水量が少なく、早魃が頻発している。漓江流域には表3-1-3に示す雨量観測所、水文・水位観測ステーションがあり、年平均等雨量線図は図3-1-2に示すとおりである。

表3-1-3 漓江流域にある雨量・水文観測所

項 目	観 測 所 名	観 測 内 容
雨量観測所	上洞 華江 川江 硯田 東源 高尚 海洋 田心 和平 三街 五通 堡里 青獅渠	降水量
水文観測 ステーション	靈渠 青梅 兩谷 桂林 潮田 良豊 陽朔 大溶江	水位、流速、流量、 流砂量、及び水質など
水位観測 ステーション	桃花江	水位

(注)：桂林は1951年より観測されているが、他の地点の観測期間は今後の調査で確認が必要。

出所：漓江流域における年平均等雨量線図

漓江上流の多雨地域に位置する硯田雨量観測所では年間平均降水量が2,645mmに達する(年平均最大降水量：3,605mm、年平均最小降水量：2,073mm；年平均気

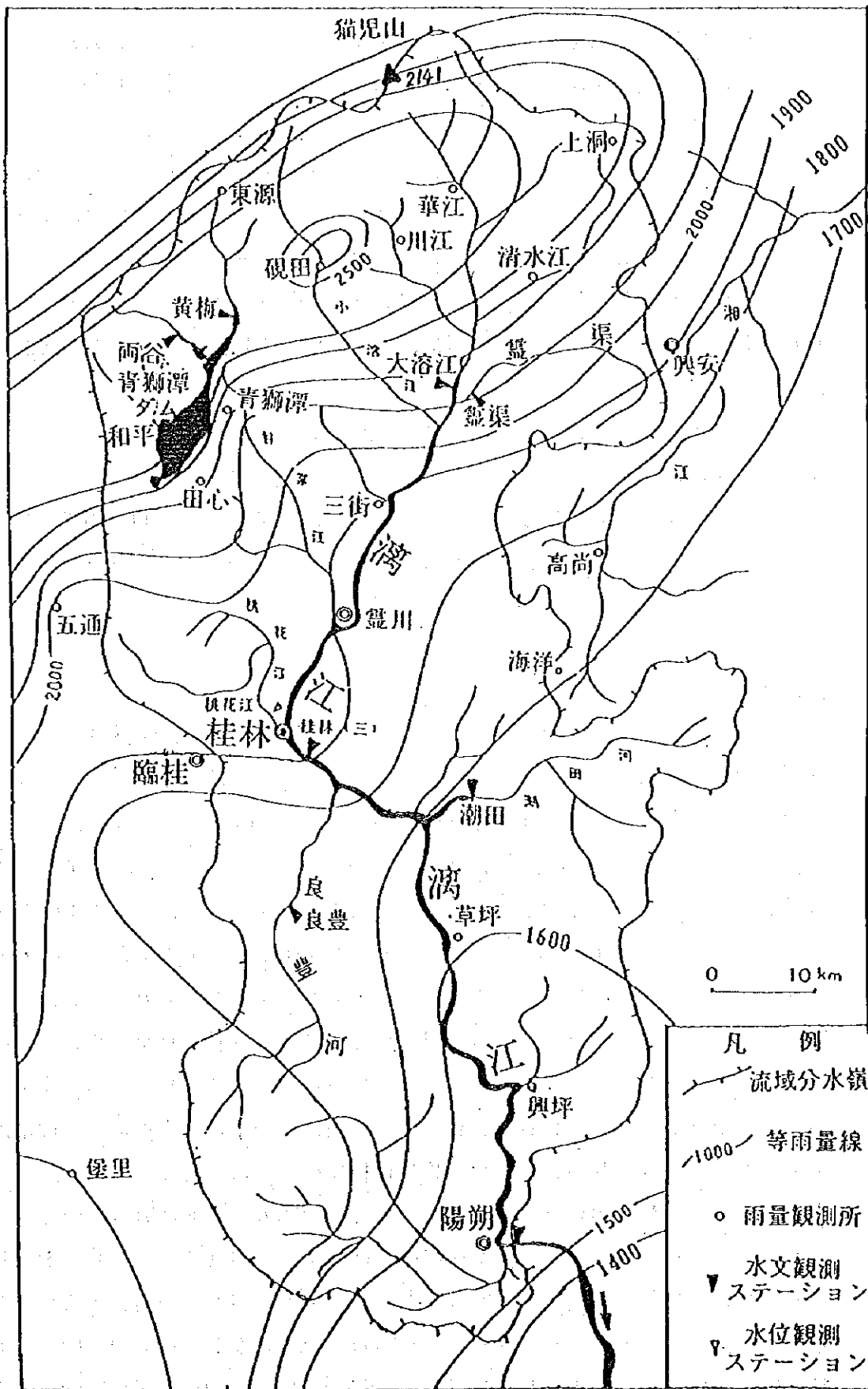


图 3-1-2 漓江流域における年平均等雨量线图

温：17.8℃、絶対最高気温：38.5℃；年平均蒸発量：1,624mm）。また、硯田、川江及び華江3雨量観測所において実測最大24時間降水量がそれぞれ324mm、400mm、及び422mmに達している。

一方、桂林市における年平均気温は19℃であり、最高気温は39.4℃、最低気温は-4.9℃である。平均日照時間は1,684時間/年である。また、年間平均降水量については、桂林市区と陽朔県がそれぞれ1,900mm、1,600mmとなっている。なお、桂林市については、年平均降雨日数175日、年平均晴天日数190日、年間平均相対湿度75.6%、年間平均風速2.5m/s、無霜日数307日である。また、年平均蒸発量は1,905mmである。

1994年度の桂林市区、陽朔県及び臨桂県における月別平均気温・降水量を表3-1-4に示す。最高気温は夏季の7月、最低気温は冬季の2月に記録されている。また、陽朔県以外の地域では6月の降水量が最多であり、11月の降水量が最少である。全般的に、降水量は4～8月に集中している。なお、1994年の降水量は上記の年平均降水量を上回っている。

### (3) 森林・水源林

漓江流域における森林面積は21.4万haであり、森林被覆率は38.8%となっており、全国平均森林被覆率の13.92%より高く、その内、桂林市区より上流側の森林被覆率が51.4%、中・下流溶岩地域の森林被覆率が14.2%となっている。水源林面積は6.44万haで、全森林面積の30%を占める。水資源は、主に漓江水系に属する猫児山森林区、青獅潭ダム森林区、及び湘江水系（注：湘江は長江の支流であり、上流域の一部が桂林地区に属するが、最終的に湖南省の洞庭湖に流入する。図3-1-1参照）に属する海洋山森林区に分布している。森林の用途別構成については水源林を除き用材森林、特殊用途森林、薪炭用森林、経済用森林、及び竹林がそれぞれ43.6%、0.5%、1.2%、8.1%及び16.6%を占めている。換金性の高い竹林の植林が盛んに行われ、特に、今回の現地調査では、青獅潭ダム貯水池の周辺の山々に山焼きが見られ、かなり竹林に植え替えられている。

上記猫児山森林区の森林被覆面積は12,000haであり、全面積16,000haに対し被覆率が約75%となっている。同森林区の植生は、主に樟科（くすのき）、木蘭科（もくれん）、“蝟蚪科”（直訳すれば「おたまじゃくし科」、和名は不明）及び茶科など“四大天王”と呼ばれる樹種に占められている。なお、標高1,700～2,000mには国家第3級保護植物の松科、鉄杉（直径25cm、樹高約12m）が約900本成育し、“活きた化石”とも呼ばれている。

水源林の面積及び森林の質・量は多年にわたる伐採により、低下の傾向を呈していたが、幸い地方政府が植樹・造林事業を推進しており、全流域の森林面積が逐年拡大されつつある。また、今回の現地調査では道路沿いに森林保護スローガンを標示したプレートが立てられ、森林の大切さをPRしていることが見受けられた。今後の課題は、森林の構成調整を行い、水源林面積を拡大し、森林蓄積量を高めることにより、漓江の水源を保護する必要がある。

なお、桂林市は中国有数の観光都市であり、都市建設に際しては公園、樹林及び水面などの緑化を重視し、市区緑化率は既に32.6%に達し、市街地における一人当たり公共緑地面積が4.9m<sup>2</sup>（1994年統計年鑑）となっている。なお、市郊外の森林面積は9.7万haで、森林被覆率は23%である。

表3-1-4 桂林市区、陽朔県及び臨桂県における月別平均気温・降水量（1994年）

項目	平均気温 (°C)			降水量 (mm)		
	桂林市区	陽朔県	臨桂県	桂林市区	陽朔県	臨桂県
1月	9.2	10.4	9.6	21.8	12.9	24.8
2月	8.7	9.8	9.2	113.8	67.3	112.0
3月	11.9	12.8	12.2	127.6	139.2	130.8
4月	20.1	21.0	20.4	223.1	140.4	218.2
5月	24.9	25.1	25.2	280.3	352.6	288.5
6月	26.1	26.2	26.3	601.8	392.4	681.8
7月	27.3	27.3	27.6	252.1	237.7	229.8
8月	26.9	26.8	27.1	330.6	440.5	494.4
9月	24.4	25.2	25.1	41.2	19.2	23.6
10月	18.6	19.3	19.2	172.9	71.0	171.9
11月	17.2	17.8	17.4	15.0	27.7	14.2
12月	11.5	12.4	12.0	86.1	101.0	95.8
平均・合計	18.9	19.5	19.3	2,266.3	2,001.9	2,486.1
全市平均・合計	19.2			2,251.4		

出所：1994年統計年鑑

#### (4) 自然生態系

広西壮族自治区は、大きく2つの自然生態系に分けられる。1つは北部の「亜熱帯灌木林・草地－農地動物群」で、もう一方は南部の「熱帯森林・灌木林・草地－農地動物群」である。それぞれの生態系の特徴を下に記す。

##### 1) 亜熱帯灌木林・草地－農地動物群

中国の中では秦嶺・淮河以南、横断山脈以東の地域を指す。北から南に行くほど季節の温度差が小さく、湿潤であるが、雨量は海から遠いほど減る。主として常緑広葉樹林からなり、地形は複雑である。

森林や灌木林での、動物の食料となるものの豊富さと1年を通じての安定性は南に行くほど増し、それに従って季節的な生態現象も弱まる。例えば、冬眠をする動物の冬季休眠期間が短くなる。田野での環境では、ある種が数の上で他種よりも多い、という優勢現象が比較的明瞭であるが、生態は人間の経済活動の影響を受けて、明らかな季節変化を示す。例えば、夏季の稲作、冬季の休耕によって同じ田圃でもまったく生態形態が変わる。地上性の小獣類の、数量の年変化は少ない。鳥類では、冬鳥の渡来がみられる。

生息地の特徴は以下のとおり。二次灌木林と草地斜面が耕作地と交錯して混在する。動物はそれぞれの生息地の間を昼夜に往復し、または季節的に移動する。広い農耕地、特に水田は特殊な生息地を形成している。西部の山地では、生息地に垂直変化があり、動物の組成も垂直に変化し、動物の個体も季節的に垂直移動（夏は高度の高い所、冬は山麓に移動）する。

##### 2) 熱帯森林・灌木林・草地－農地動物群

中国の中ではヒマラヤ南斜面下部、雲南西南部と南部、東南沿海地方を指す。日射量が豊富で、大部分の地域で霜が降りず、冬らしい季節がない。湿潤。南部は熱帯季節降雨林となり、北部は亜熱帯多雨林の要素を持つ常緑広葉樹林帯。

動物の食料は年中豊富。動物の組成は複雑で、樹上性の種が多い。生態上の季節的变化は明らかでなく。大多数は通年繁殖可能である。冬眠する種類はない。農地では環境が単純で、優勢現象や生態上の季節変化がみられる。鳥類では、留鳥と冬鳥が比較的多いが、季節的变化は相対的に少ない。

西部の山地は森林環境が比較的多く、東部の丘陵は亜熱帯動物群に似ている。

広西壮族自治区はこのように2つの大きな生態系を擁しているために、生物多様性に富んだ地域と考えられる。8,000種以上の植物がすでに知られており、中国の国家重点保護植物が122種登録されている。その中には世界的に貴重な金花茶 (*Camellia chrysantha*)、銀杉 (*Cathaya argyrophylla*) が含まれている。

また、動物の種類も 800を超え、149 種の国家重点保護野生動物が登録されている。

桂林地区は、上記の生態系分類のうち「亜熱帯灌木林・草地－農地動物群」に属し、自然植生は常緑広葉樹林で、シイノキ、シラカシ、シリブカガシを主としている。これらが破壊されると、タイワンアカマツ、カタバシイ、フウ、コナラなどが急速に成育し、タイワンアカマツが優先種になる。再度破壊されると、二次性の常緑の灌木林になり、さらに破壊が続くと、トバシダ、メガルカヤ、ススキ、チガヤ、コシダなどの草丈の高い草地になる。中国側の基礎調査によると、植物は 199科 544属 1,415種が確認されている。木本では銀杉が国家重点保護植物として登録されている。動物は 203種、水生動物は 110余種、昆虫は 600余種が確認されている。動物 203種の内、15種が国家重点保護野生動物として登録され、保護されている。

これらの動植物を保護するために、1994年末現在、広西壮族自治区には75の自然保護区があり、総面積は 177.3万ha。各地区、各県が独自に制定した水源林保護区が 209カ所ある。自然保護区には花坪自然保護区（桂林地区内）などの国家級のものがある。

桂林地区には11カ所の自然保護区がある。国家級が花坪自然保護区、区級が猫児山自然保護区、残り9カ所が県級の水源林保護区・自然保護区である。猫児山自然保護区には銀杉（国家重点保護植物）の自生地があり保護されている。

表3-1-5 桂林地区の自然保護区

名 称	面積（畝）	森林面積（畝）	保 護 対 象
花坪自然保護区	260,546	160,334	稀少動植物、水源
猫児山自然保護区	676,534	461,944	稀少動植物、水源
銀殿山自然保護区	720,000	540,000	総合保護
銀竹老山冷杉保護区	29,010	3,069	貴重樹種
青獅潭水源林保護区	586,000	430,000	水源
海洋山水源林保護区	1,686,800	917,600	水源
架橋玲水源林保護区	1,136,600	614,000	水源
寿城水源林保護区	1,139,000	549,000	水源
千家洞水源林保護区	187,787	67,000	水源
五福宝頂水源林保護区	125,756	43,401	水源
建新珍稀動物保護区	73,000	52,400	稀少動植物

（注）畝は中国の面積単位で、15畝 = 1 ha

事前調査団は、猫児山自然保護区、青獅潭水源林保護区を現地視察する機会を得た。猫児山自然保護区では、自然植生である広葉樹林が標高1,600m以上によく残っていたが、それ以下の所では伐採後の二次林または草地が広がり、山麓部では竹林に変わっていた。青獅潭水源林保護区は、植林（針葉樹）または草地であったが、裸地は見られなかった。

竹江から陽朔まで漓江沿いでは、木の少ない場所には植林（針葉樹）がされていたりして景観保護に配慮があるように見えたが、陽朔に近い所では草地（伐採跡）のまま放置されている場所が目をついた。

### 3-2 広西壮族自治区・桂林地区の社会、経済状況

桂林は秦の時代、町の北方の運河、靈渠を開拓し、湘江と漓江を合流させ、南の海域と北の中原とを結ぶ水路の要衝として発展を遂げた。そのころは始安と呼ばれていた。

桂林という名称がついたのは唐代になってからである。その由来は町中がモクセイ（=桂）の木で埋め尽くされていたことによる。

さらに宋代には広西地方の政治、文化の中心地としてのにぎわいをみせていた。明の時代には創始者朱元璋が甥の朱守謙をこの地の王として任命し、城（旧靖江府、現在は広西師範大学として使用）を築かせ、治めさせた。

1921年、孫文が北伐をする際には旧靖江府を拠点として構え、その後、広西省の臨時省都にもなっている。1940年の抗日戦争の時には全国各地から文化人達が集まり「文化の城」とまで呼ばれた。その町桂林も1944年に日本軍の爆撃を受けて町の3分の2を焼き尽くしてしまった。従って現在の桂林の街並みは比較的当たりしものになっている。

現在の桂林は石灰岩地形の織りなす奇山、奇峰、鍾乳洞、および漓江下りに代表される川下りなどの一大観光地としてのにぎわいを見せている。

桂林市には28の民族が生活しており、全市の総人口は1994年末の統計で約128万人、自然人口成長率は0.677%となっている。その内、市区の人口は約55万人、臨桂県が約44万人、陽朔県が約30万人である。人口密度は全市では306人/km<sup>2</sup>、市区では974人/km<sup>2</sup>、陽朔県では207人/km<sup>2</sup>、臨桂県では198人/km<sup>2</sup>となっている。職業別に見れば、全市で農業人口が約80万人（63%）、非農業人口が47.8万人（37%）である。桂林は中国の他都市に比べて、農業人口の割合が少なく、工業、商業などの二次、三次産業の割合が多くなっている。

桂林の主な産業には工業、農業、及び観光業がある。工業の主なものは旋盤機械、電子工業、医薬工業、紡績工業などであり、その生産額は101億元/年、年成長率は22.8%に



達している。農産物の主なものは米、サトウキビであり生産額は17億元／年、年間成長率は4.9%となっている。特産品は三花酒（ワイン）、豆腐乳、とうがらし入り調味料、クワイ、桂花糖（モクセイの花の砂糖）などである。

また桂林は石灰岩地形が織りなす風光明媚な観光地になっている。主なものは独秀峰、象鼻山などの奇山、七星岩公園、蘆笛岩などの鍾乳洞、山水画に似せられる漓江下りである。その観光客は国内が約120万人／年、海外が約50万人／年に達している。外人向けのホテルも32カ所ある。

その他、近年郷鎮企業と呼ばれる小企業が成長し、40億元／年の生産を上げている。

桂林市区の水道の普及率は97.7%、都市ガスの普及率は48%となっている。生活のエネルギーとして電気、炭団、豆炭を使用している。室内の給排水施設としては収入のレベルより異なっており、表3-2-1のようになっている。

表3-2-1 桂林市区の室内給排水施設

収 入	室 内 給 排 水 施 設
多 い	温水器あり
	バスタブ付シャワー
	トイレ
少 ない	シャワーのみ
	トイレ（共用）2-3世帯／個

市内の交通手段としては自転車の主だが自動車の台数も増加しており、要所の交差点には信号機も設置されている。鉄道交通は湘桂鉄道が走っており南は柳州、南寧、湛江につながり、北は南京、上海、北京につながっている。空の便は桂林から北京、上海、杭州、広州、香港などへの定期便が就航している。

社会経済的には、現在あちこちで新しい住宅ビル、商業ビルの建設が行われており、経済の発展ぶりをうかがわせる。国家の認可の基に、七里店の下水処理場の近くにハイテク工業区を造成しており、企業の育成、産業の発達を目指している。同様に臨桂県にも西城工業区（工業団地）を造成している。また、臨桂県に新たな国際空港を建設しており1996年10月に開港の予定である。

桂林市は石灰岩地形が織りなす観光地になっていることから、政策的に山を切り崩して

石灰岩を取り出す産業は郊外に配置し、景観の保護に努めている。

桂林市の周囲には桂林地区と呼ばれる10県がある。その総面積は2.36万km<sup>2</sup>、その総人口は1990年末で332万余になっている。人口密度は141人/km<sup>2</sup>である。その内農業人口が約300万人(90%)である。この地区には少数民族も生活している。チワン族、ヤヲ族、シャヲ族、トン族、回族などの少数民族の人口は約52万人である。桂林地区の人々はほとんどが農業を営んでおり収入は少ない。1990年の国営企業の職員の平均年収は1,494元、この地区の農民の平均年収は612元であった。

## 第4章 漓江流域の水環境の現況と課題

### 4-1 漓江の流量動向・治水現況

#### (1) 漓江の流量動向

漓江流域の気候は春夏季（3～8月）が雨期、秋冬季（9～2月）が乾期とはっきり分けられる。漓江の流量は雨水に由来し、降水量の少ない渇水期（12月～2月）の水位は急速に低下する。漓江流域の雨期における流出量は年間流出量の80%以上を占め、特に5～6月の流量は最大で、年間流出量の40%に達している。一方、乾期の9～2月間の流出量は年間流出量の20%を占めるが、最渇水期の1月には年間流出の2%を占めるに過ぎない。

桂林水文観測ステーションの記録によると年間平均流量は  $128\text{m}^3/\text{s}$  であるが、過去27年間の渇水期流量が  $30\text{m}^3/\text{s}$  以下の累積日数は 2,600日、年平均96日となっている。また、1949年以降、10回の大洪水（警戒水位を1.6m超過し、桂林市街地に氾濫を起こした）と11回の深刻な水不足（流量が  $8\text{m}^3/\text{s}$  以下となり、上水、工業用水、都市・生活用水、灌漑用水、及び舟運などに影響した）が発生している（表4-1-1参照）。なお、1885年6月14日には最高水位148.5El.mが観測され、その際の流量は  $7,810\text{m}^3/\text{s}$  と推定された。また、最低水位140.18El.mは1989年12月20日に、及び最小流量  $3.8\text{m}^3/\text{s}$  は1951年2月7日に記録されている。

表4-1-1 桂林水文観測ステーションにおける洪水・渇水統計

洪 水				渇 水			
年度 (西暦)	日 付	最高水位 (El.m)	最大流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	年度 (西暦)	日 付	最低水位 (El.m)	最小流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
1885	6月14日	148.58	7,810	1951	2月7日	140.48	3.80
1949	6月27日	147.23		1952	12月25日	140.60	5.25
1952	6月6日	147.43	5,250	1954	11月16日	140.48	4.95
1954	4月25日	147.06	3,350	1955	1月29日	140.47	4.50
1959	6月18日	146.46	3,700	1956	12月9日	140.48	4.95
1964	6月19日	146.28	3,440	1958	12月20日	140.63	7.21
1970	5月1日	146.60	3,670	1972	1月27日	140.50	6.06
1974	7月18日	146.80	4,250	1974	11月29日	140.49	5.30
1976	7月9日	146.94	4,640	1979	2月7日	140.60	6.90
1992	7月5日	147.11	4,190	1989	12月20日	140.18	7.26
1994	6月17日	147.06	4,620	1992	12月22日	140.50	8.00

出所：桂林漓江環境総合管理計画プロジェクト背景、1995年1月

1980～1989年の10年間の漓江流量の動向は表4-1-2に、また、表4-1-3には1994年の漓江及び漓江支流の良豊河の水文記録を示している。渇水期における最小流量については、1950年代に比べ増加している傾向が見られる。

表4-1-2 1980年代における漓江の流量

年度 (西暦)	最大流量 (m <sup>3</sup> /s)	最小流量 (m <sup>3</sup> /s)	年平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	備 考
1980	2,640	10.2	130	
1981	2,280	12.1	122	
1982	2,440	18.9	150	
1983	3,980	16.4	145	
1984	3,490	11.9	103	
1985	3,490	19.5	101	
1986	1,850	16.84	90.4	
1987	3,630	13.1	139	
1988	2,420	13.1	110	
1989	2,200	<u>7.26</u>	110	渇水期間が半年に達する
多 年 平 均			128	

出所：中国政府からの要請書

表4-1-3 1994年における漓江及び良豊河の水文記録

項 目	単 位	漓 江	良 豊 河
最高水位	El. m	147.06	147.60
最低水位	El. m	140.44	139.92
年平均水位	El. m	141.56	140.90
最大流量	m <sup>3</sup> /s	45.00	
最小流量	m <sup>3</sup> /s	<u>11.40</u>	
年平均流量	m <sup>3</sup> /s	187.00	
年流出量	億m <sup>3</sup>	58.85	
最大断面平均流砂量	kg/m <sup>2</sup>	2.22	
最小断面平均流砂量	kg/m <sup>2</sup>	0	
平均流砂量	kg/m <sup>2</sup>	0.16	

出所：1994年統計年鑑

## (2) 漓江流量不足の現況

渇水期の漓江は、水供給不足が深刻な状況になっている。例えば、1989年の漓江の渇水期は半年間に及び、桂林水文観測ステーションにおける流量が $30\text{m}^3/\text{s}$ 以下の日数は100日を越え、 $15\text{m}^3/\text{s}$ 以下の日数が41日、さらに、流量が $10\text{m}^3/\text{s}$ 以下の日数が25日であった。特に、同年の冬季には、漓江の流量は $7.26\text{m}^3/\text{s}$ となり、元来の水面幅200mが30mに狭まってしまった。このため、大部分の河床は露出し、桂林市から陽朔県に至る86kmの航路が僅か6kmの区間で航行可能な状態となってしまった。この時には、全市内を流れる60数本の河川の内、34河川の水が完全に止まり、529箇所の貯水池の内、368箇所が涸れ、全市4箇所の浄水場の取水が中断され、給水困難に陥った。このような漓江の渇水状況を惹起する主な原因は、気候要素を除いて、以下のような理由が考えられる。

- 1) 漓江流域の人口増加と経済発展により、水資源に対する需要量が増大し、漓江の渇水を加速させている。
- 2) 長年漓江上流域水源林で実施された大規模的な伐採及び植生の変更（広葉林→針葉林、大樹→幼樹）のために、水源林の面積は減少し、森林の保水能力を大幅に減少させてしまった。
- 3) 漓江上流域には、青獅潭ダム及び五里峽ダムの2ダムしかなく、（五里峽ダムは湘江水系に属する桂林地区興安県に位置し、かつ、桂林地区水電局に管轄されている。）雨期の流量調整能力が極端に低く、無効放流量は約11億 $\text{m}^3$ に達するものと推定される。

## (3) 治水現況

3-1節に述べたように、漓江上流は亜熱帯季節風季候の多雨地帯に属し、同地域は季節毎による降雨の量、降雨地点の偏りが大きく、その上、河床勾配が大きく、支流からの合流時間が短いこと、及び洪水調節機能を持つダムが少ないことなどから頻繁に洪水が発生している。漓江の特徴ある広い河幅と浅い河道の地形に加え、上流域水源林が荒廃し、涵養能力・洪水防御能力が低下していることなど、自然的・人為的な要因に起因した漓江の洪水被害及び旱魃が深刻な問題になっている。

青獅潭ダムは、厚さ65cmのセメントコア式アースダムで、当初ダム高60mで建設されたが洪水調節機能、漓江への導水、及び貯水容量の増加などの目的を追加するため、ダム高を62mに嵩上げした。現在は、常時満水位、サーチャージ水位、及び天端標高がそれぞれ225.6E1.m、229.0E1.m及び232.0E1.mに設計されている。な

お、洪水吐については4テンダーゲートを用い、ダム水位 227.0E1.mで 1,370m<sup>3</sup>/s及びサーチャージ水位にて 2,000m<sup>3</sup>/s以上の洪水を放流できる。しかしながら、青獅潭ダムの洪水調節対象は漓江の一支流である甘棠江の調節のみである。つまり、漓江上流域には洪水調節機能を備えたダムは青獅潭ダムが唯一であり、さらに、漓江の他の支流は洪水防御能力を全く持っていない。現に、1994年6月12日から17日までの集中豪雨時には総雨量 760mmに達し、漓江中・下流には5つの洪水ピークが現れ、警戒水位の超過の時間数は98時間に達した。特に、5日間に及ぶ洪水流出量は 11.74億m<sup>3</sup>となり、年間流出量の29%を占めていた。桂林地方の漓江流域4県1市における被災面積は440km<sup>2</sup>に達し、38の町村の浸水、被災人口37万人、損害建物1.45万戸であった。また、桂林市区における被災面積は市区の30.7%を占める 12km<sup>2</sup>に及び、48本の道路が冠水し、被災人口は4.74万人であった。

漓江兩岸の土質構造は比較的脆く、侵食・洗掘されやすいため、漓江の洪水は兩岸植生の破壊と深刻な土砂・土石流失を引き起こしている。1992年から3年間に侵食・洗掘された漓江の河岸は 27.93kmに達し、39万本の樹木が流失されてしまった。特に、1994年の洪水で流失された新植苗木は8千本に達し、新植苗木全体の20.5%を占めていた。なお、桂林市区漓江兩岸堤防・護岸の現況は表4-1-4に示すとおりである。また、今回の現地調査では、象鼻山と桃花江の合流点よりやや上流側の河床で洪水により流出し堆積した土石をブルドーザーで中州へ積み上げていた。また、漓江に玉石を用いた丁字水制が見られたが、鉄線蛇籠を使用していないので水制の機能がかなり落ちると考えられる。

一方、中国政府は漓江の河岸侵食防止と舟運状況を改善するため、桂林市から陽朔県の間で漓江兩岸の堤防・護岸の築造計画を立案し、世界銀行に融資の要請を行い、1996年1月よりカナダのコンサルタントがF/S調査を実施する予定である。

また、湘江水系五里峡ダムの洪水調節に関する資料は今回の現地調査では入手されていないが、湘江流域の集中豪雨はダム洪水吐により湘江に放流されることから、漓江水位への影響を考慮する必要はない。

表4-1-4 桂林市区における漓江両岸の堤防・護岸現況

堤防名	位置		長さ (m)	天端標高 (El.m)	形式	構造	竣工年 (西暦)	施工機関
	南	北						
東鎮門外堤	東鎮路排水機場	木龍渡	890	163.1	斜め	モルタル石積み	1988	市水電工程公司
龍珠堤	木龍渡	伏坡山	570	162.2~161.8	鉛直	モルタル石積み	1986	市政工程公司
濱江北堤	伏坡山	解放橋	724	161.7	斜め	土石	1978	穿山郷
濱江南堤(北段)	解放橋	望江亭	742	161.4~150.4	鉛直	モルタル石積み	1992	郊区水電局
濱江南堤(南段)	望江亭	S号埠頭	550	149.8~150.7	鉛直	モルタル石積み	1986	市政工程公司
安新北堤	象山(象鼻山)	市放送TV局北	680	150.0	鉛直	石積み	1948	
安新南堤	漓苑賓館(酒店)	安新洲尾	910	149.0	鉛直	モルタル石積み	1992	象山公園
窯頭堤	外事船廠	桂海鉄道橋	750	147.4	三級鉛直	モルタル石積み	1989	市基礎公司
柘木堤	桂海鉄道橋	柘木圩	5,780	147.0~144.8	二級鉛直	モルタル石積み	1992	住宅開發投資公司
六坊堤	胡子岩	六坊村	1,400	144.4~144.0	二級鉛直	モルタル石積み	1986	桂山觀光公司

出所：中国政府からの要請書

## 4-2 漓江流域の水利用現況

### (1) 桂林地方の水資源

桂林地区の河川は、長江流域洞庭湖（湘江）水系及び珠江流域水系に属し、五本の主要河川漓江、湘江、潯江、資江及び洛清江を有する。これら五河川は源流が全て同地区内で発し、主流総延長は 765km、流域面積は 2.36 万 km<sup>2</sup>、年平均流出量は 263 億 m<sup>3</sup>（非流量：3.53 m<sup>3</sup>/s/100km<sup>2</sup>）である。また、五河川の支流 67 本の総延長は 2,389km、総流出量は 87.40 億 m<sup>3</sup>に達し、利用可能水量は 27.85 億 m<sup>3</sup>、一人当たり年平均流出量は約 9,000 m<sup>3</sup>で全国平均流出量 2,700 m<sup>3</sup>の 3 倍以上である。なお、桂林地区における湘江流域の面積は 7,099.4 km<sup>2</sup>となっている。

一方、桂林市の水資源は主に漓江の河水であり、陽朔県より上流地域における年平均流出量は 42.40 億 m<sup>3</sup>（比流量：4.70 m<sup>3</sup>/s/100km<sup>2</sup>）である（表 4-2-4 参照）。なお、同地域の年最大流出量は 56.69 億 m<sup>3</sup>、年最小流出量は 23.30 億 m<sup>3</sup>である。

### (2) 灌漑・発電用水、河川維持流量及び五里峡ダム導水プロジェクト

桂林地方には、表 4-2-1 に示すように 30 以上のダム・貯水池が点在しているが、青獅潭及び五里峡両ダムの貯水容量が大きく各々 6 億 m<sup>3</sup>、9,950 万 m<sup>3</sup>（公称。現地関係者によれば実際の容量は 1 億 m<sup>3</sup>を超えるとのこと）である。残り全てのダム、貯水池は、その貯水容量が小さく、溜池と呼ばれるのに相応しい。

青獅潭ダムは、渇水期の発電効率が非常に劣悪であるにもかかわらず、約 12.5 m<sup>3</sup>/s を漓江へ放流し、工業・上水及び舟運などに利用されている。一方、桂林市区にある 8 箇所の貯水池の集水面積は 14.38 km<sup>2</sup> であり、総貯水容量及び有効貯水容量はそれぞれ 0.15 億 m<sup>3</sup>、0.08 億 m<sup>3</sup> であり、取水量は 1.8 m<sup>3</sup>/s となり、有効灌漑面積は 3.88 万畝である。

五里峡ダムは 1994 年に竣工し、年平均流入量は 3.61 億 m<sup>3</sup>（年平均流量 11.4 m<sup>3</sup>/s）であり、計画灌漑面積は 11.88 万畝となっているが、現在の灌漑実施面積は 6.5 万畝である。この結果、11～1 月に漓江への河川維持流量 6.71 m<sup>3</sup>/s（保証率 95% の場合 4.57 m<sup>3</sup>/s）の供給は可能であろう。なお、青獅潭及び五里峡両ダムの概要は表 4-2-2 に示すとおりである。

また、五里峡ダムを 5 m 嵩上げすると、漓江に 5 m<sup>3</sup>/s の導水量を追加供給可能であるが、27 km の道路が水没し、かつ、上流域の住民 2,700 人が移転の対象となるとされている。

なお、1996 年 1 月にカナダ国のコンサルタントが五里峡ダム導水プロジェクト



4-2-1 漓江及び湘江の水資源

水系	ダム・貯水池名	サイト位置	貯水容量(万 $m^3$ )	有効貯水容量(万 $m^3$ )
漓 江	青獅潭	靈川県	60,000	37,200
	長 東	陽朔県	85	
	張 家	陽朔県	89	
	沖水井	陽朔県	73	
	旧 村	陽朔県	32	
	老 寨	陽朔県	18	
	水溪岩	陽朔県	18	
	蘭 口	陽朔県	20	
	毛園口	桂林市郊外	90	
	塘 頭	臨桂県	50	
	勾頭山	臨桂県	60	
	青 松	臨桂県	45	
	幸 福	臨桂県	43	
	箔 江	臨桂県	44	
	池 頭	臨桂県	44	
	鳳 凰	臨桂県	72	
	石 脈	臨桂県沖口	不明*	
	月光洞	溶江鎮	815	
	太平寨	巖関郷	579	
	白紙江	溶江鎮	150	
	反背江	溶江鎮	172	
	白雲江	三街鎮	111	
	大 廟	潭下鎮	875	
	合 堡	潭下鎮	596	
	石家洞	靈田郷	223	
	獅子山	靈田郷	不明*	
	木紫寨	廟嶺郷	223	
	鳳 凰	廟嶺郷	121	
南 場	廟嶺郷	189		
金 靈	廟嶺郷?	不明*		
馬 安	五通鎮	316		
新 寨	五通鎮	168		
湘江	五里峽	興安県	9,950(実際10,000以上)	7,700

出所：中国からの要請書、\*については要請書に含まれていないが、今回の現地調査時に存在を確認した。

ト（導水ルートは五里峡ダム→発電所放水路→幹線用水路→南幹線用水路→跌水発電所→石龍江→盤渠→瀘江と計画され、総延長が 53.51kmであるが、導水トンネル 0.5km だけが未完成である）に関する F / S 調査を実施する予定である。

表 4-2-2 青獅潭及び五里峡ダムの諸元

ダム名 [河川名]	流域 面積 (km <sup>2</sup> )	貯水 容量 (億 m <sup>3</sup> )	有効 貯水容量 (億 m <sup>3</sup> )	灌漑 面積 (万亩)	発電量 (万 kWh/年)	洪水期瀘江への 河川維持流量 (m <sup>3</sup> /s)
青獅潭ダム [甘棠江] 1964 年竣工	474	6	3.72	42.6 [設計 43.86] Q=37.5 m <sup>3</sup> /s	5,000* [目標]	12.5* [1987~94 年に 1.09 億 m <sup>3</sup> /年]
五里峡ダム [湘江] 1994 年竣工	340	0.995 [実際 1 以上]	0.77	6~7 万 [設計 11.88]	448	6.71** [保証率 95%の場 合 4.57]

註：\*は、現地調査によるもの。\*\*導水期間は 11~1 月である。

出所：桂林瀘江環境総合管理計画プロジェクト背景、1995 年 1 月

### (3) 上水・都市用水及び工業用水

桂林市には瀘江から取水する東鎮路、東江、龍船坪及び瓦窯の 4 浄水場があり、設計給水能力は 25.8 万トン/日である（表 4-2-3 及び図 4-2-1 参照）。桂林市区の配水管網は既に完備されており、1994 年の水道管の総延長は 220.5km に達し、その内水道本管の総延長は 89.9km（1993 年）である。給水の範囲は、市区東側の菱角塘、南側の二塘水利管理局、北川の鳥石街及び西側の自動車組立修理工場に至る範囲である。なお、1993 年における同市の給水総量は 7.860 万トン（平均 21.53 万トン/日）であり、その内、都市・生活用水は 3.374 万トン、工業用水は 4.486 万トンであった。一方、200 以上の工場・企業が自家浄水装置を備えており、瀘江から 17.5 万トン/日を工業用水として取水、利用している。また、市区における一人当たり生活用水使用量は 278ℓ/日で、用水普及率は 97.7%となっている。（1994 年統計年鑑）。

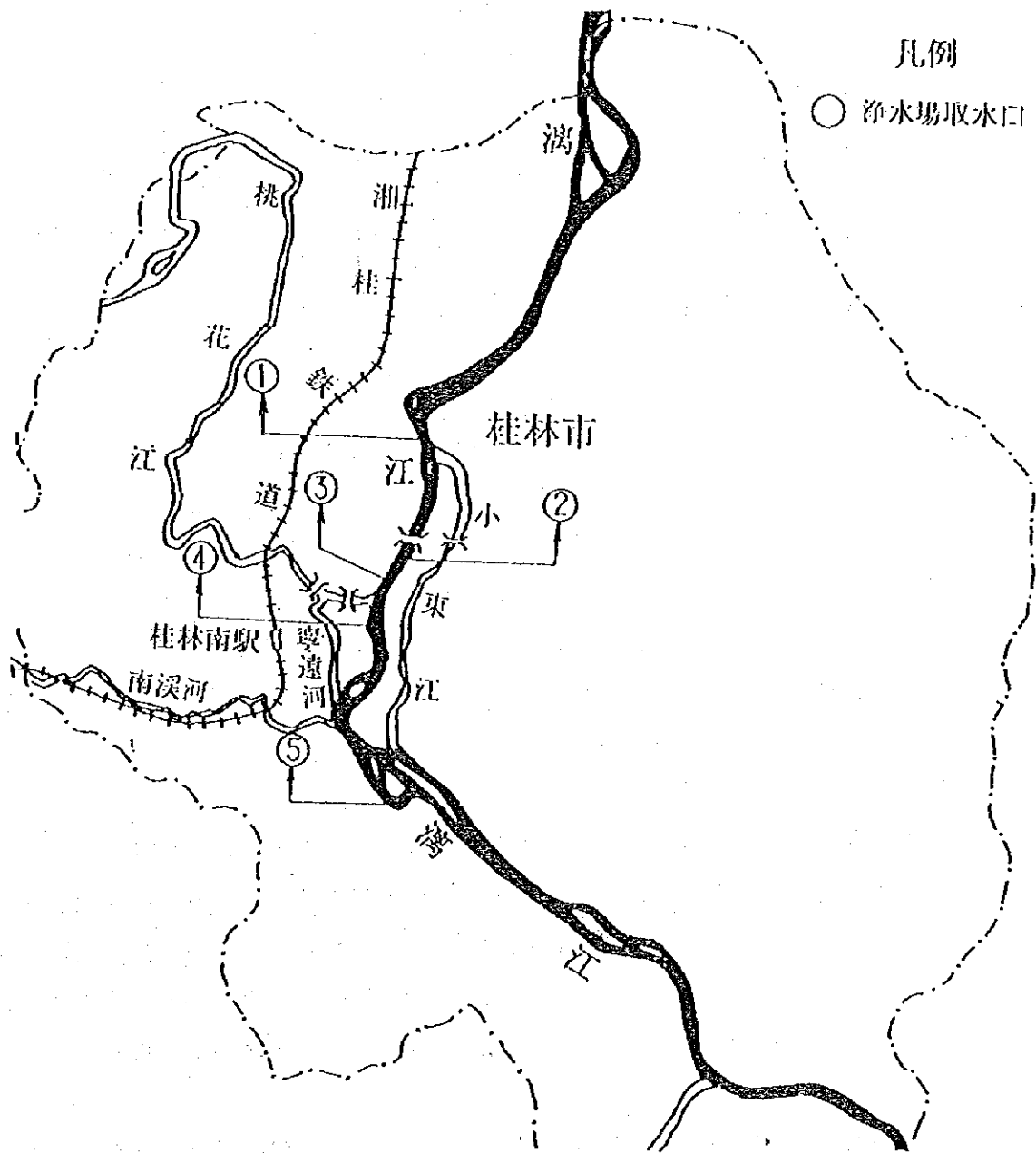


図4-2-1 桂林市における漓江水系及び浄水場取水位置

表4-2-3 既存浄水場概要

浄水場名	位 置	完成年	設 計 能 力 (万トン/日)	備 考
東 鎮 路	桂林市北側	1937	10.0	
龍 船 坪	象山(象鼻山)	1965	1.5	
		1975	1.3	浜江井戸(地下水)
瓦 窯	桂林市南側	1958	7.0	14万トン/日まで拡張する予定
東 江	桂林市解放橋東側	1974	6.0	将来9万トン/日に拡張する予定
合 計			25.8	

出所：桂林漓江環境総合管理計画プロジェクト背景、1995年1月

桂林市の給水に関する今後の課題は下記のとおりである。

1) 既存給水施設及び給水能力

同市では人口の増加による市街地の急速な拡張、市区内住宅地の増改築による給水設備の整備及び生活水準の向上に伴い、生活用水使用量は増加する傾向にある。さらに、西城工業区及び東江ハイテク産業開発区が新規開発中であり、開発計画中の琴潭工業区への新規給水能力の増強も必要となっている。この結果、市街地には新たに7万トン/日の給水が必要とされている。

2) 都市配水管網システム

水道会社より入手した都市管網現況図面及び時間最大用水量に基づくデータによれば、用水ピーク時には給水量が明らかに不足の状態にあり、既存配水管網システムでは供給が不十分な状況にあることが判明した。旧市街地は環状管網システム、新市街地は枝状管網システムと都市配水管網システムが異なっているが、管網式の違いによる給水の不安定度状態を改善する措置が必要である。

3) 水源問題

漓江流域の乾期の渇水・減水が都市給水の安定性に強い影響を与えている。したがって、上流の既設ダム（青獅潭及び五里峡両ダム）を水源とすることで給水の安定性を図れる可能性がある。両ダム利用に関しては、ダムの水質は良好な状態にあり、水源保蔵量も安定し、送水方式には自然流下式が可能なためエネルギーの節約も可能なことなどの長所がある。

(4) 観光資源（舟運、鶴飼い、アヒル養殖及び養魚）

桂林地方には多数の奇峰・名水及び名勝旧跡が点在し、漓江は桂林の山水にとり

重要な構成要素となっている。同地方には約30箇所の大小自然風景地地区、100箇所の名勝旧跡や景勝地があるが、利水の観点から、特に下記の二地域は重視する必要がある。

霊渠：興安県にある古い運河の霊渠は、歴史悠久の著名な水利工事により建設され興安運河や湘桂運河とも呼ばれている。秦の時代に舟運を主目的に築造され、現在は主に灌漑用水路（北渠：4km、南渠：33.4km、灌漑面積：4万5千畝）及び観光資源として使用されている。

古東滝群：古風質素、原野風味の滝

一方、桂林地方は中国を代表する観光の中心地である。桂林観光の中でも漓江を遊覧船で竹江埠頭から陽朔県までの約46km（船会社によると54km）を船下りすることが桂林観光の目玉である。水路は奇峰の間を蛇行し、兩岸の秀麗な山並や、奇山秀水など絢麗多彩な絵巻となっており「百里の漓江、百里のギャラリー」と言われるほどで、唐時代の詩人韓愈がこの漓江を「山は碧玉の簪の如く、水は青羅の帯を作り」と詩句を詠え、多くの文人墨客が秀麗な漓江を賛美し、優れた詩や文が書かれた。また、外国人観光客を相手とする漓江夜景・鸛飼い観光プログラムは桂林観光から切り離されないものである。しかしながら、今回の現地調査では、鸛飼いの目的は観光のみではなく、また、漓江自身がアヒルや魚などの養殖場として利用されている例が見かけられた。さらに、岸辺の村人や子供たちなどが竹製筏を用い、川底の川藻植物を採取し、豚の飼料にしていることも判明した。

#### (5) 親水公園

桂林市内には下記のような観光景勝地としての多数の親水公園があり、一部では、貸しボートや竹製筏による水上レジャーを楽しむことができ、市民の憩いの場となっている。しかしながら、渇水期には一部溪流（南溪河、寧遠河及び小東江）の流れはなくなり、悪臭を発つ“どぶ川”となり、また湖の水質も悪化し、景観上からも好ましくない。

- 象山公園：桂林市のシンボルである。
- 七星公園：小東江の花橋に貸しボートがある
- 桃花江花園：桃花最盛期は、花見を楽しむ人がたくさん集まる。
- 植物園：昔は苗場であったが、現在は植物園
- 南溪公園：将棋、太極拳など憩いの場として市民に親しまれる。
- 西山公園：民俗博物館、熊本庭園がある。
- 芦笛公園：芳蓮池には貸し竹製筏がある。
- 榕湖及び杉湖：湖には島と庭園があり、市民の散策路である。

一西清湖、宝賢湖、及び麗澤湖：上記の榕湖、杉湖と繋がり、湖畔には多数の国際級ホテルが林立している。

#### (6) 地下水

桂林地方の地質は溶岩のため、地下水や伏流水が豊富であり、水質も良好である。

桂林市区の地下水資源量は4.37億 $m^3$ であり、地下水賦存量は2.25億 $m^3$ で、地下水採掘保証率95%の場合には、地下水可能採掘量は2.14億 $m^3$ となる。同市565 $km^2$ の範囲内で1993年迄に342箇所の井戸掘削が行われ、地下水採掘量が1.22億 $m^3$ に達し、地下水賦存量の57%を占めている。採掘地下水の使用目的及び採掘量は生活・工業用水0.99億 $m^3$ （採掘量の81%）、灌漑用水0.23億 $m^3$ （採掘量の19%）であった。なお、地下水の汲み過ぎによる局地的な地盤沈下現象が観測されている。一方、桂林市街地においては過去十数年、200 箇所余りの井戸が開発され、採掘量は12.5万トン/日に達し、都市用水として利用されている。

#### (7) 砂利採取

今回の現地調査では、漓江兩岸において大規模な機械砂利採取（砂利採取は許可制であるが、合法か否か不明である）と、一部の高水敷では沿岸住民による小規模な違法砂利採取の行われている光景が見受けられた。この違法な砂利採取は、舟運航路の滞筋に悪影響をもたらすことに加え、観光景観上からも好ましくない。

#### (8) 小溶江から青獅潭ダムへの導水プロジェクト

小溶江は興安金石郷上白竹江村を水源として、金石、硯田、塔辺及び松江村を経て、小溶江鎮の下流2 kmの大埠村で漓江に合流する、流域面積が296 $km^2$ 、全長48.5kmの漓江の支流である。河床平均勾配0.805%。流域内に水文観測ステーションは未設置であるが、金石、硯田及び塔辺3箇所には雨量観測所が設置されている。

現在計画中の小溶江ダム建設計画案によると、ダムは石積み全面越流型式を用い、ダムの長さ43m、高さ15m、設計貯水容量113万 $m^3$ 、河川維持流量1  $m^3/s$ 以上、集水面積164 $km^2$ である。計画によると、水田12畝、雑樹林17畝、毛竹522本、高圧配電線1,500m、及び一部の道路などが水没するが、民家の移転はない。同計画の利用目的は、雨期に貯留されたダム水を導水トンネルにより青獅潭ダムへ導流し（年平均導水量：1.458億 $m^3$ ）、同ダムの調節を通して渇水期に漓江に河川維持



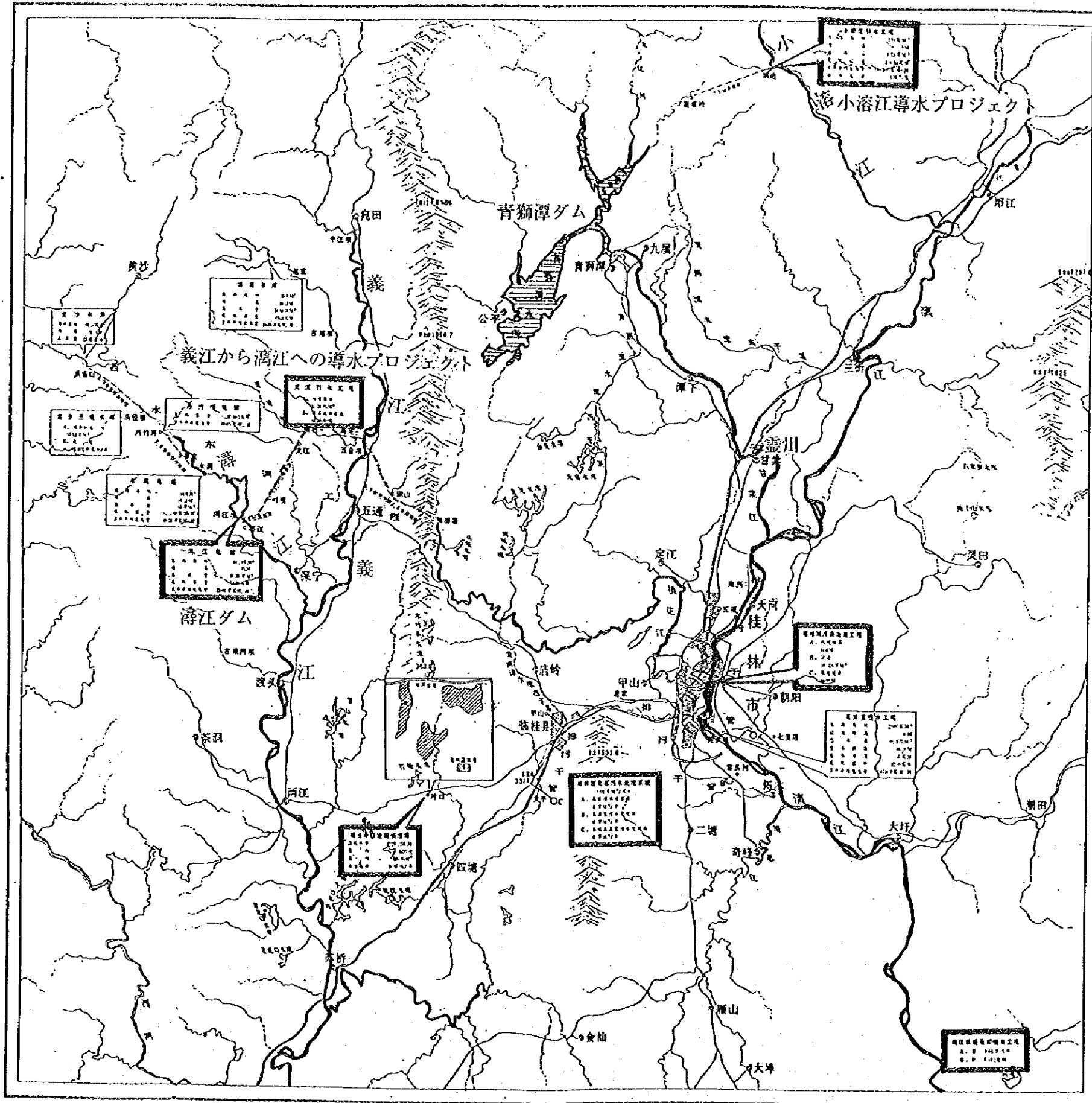


図4-2-2 小清江導水及び潜江ダム・義江からの導水位置図

凡例

- 世界銀行融資候補プロジェクト
- 中国計画対象プロジェクト









流量  $5 \text{ m}^3/\text{s}$  (保証率95%) を供給することである。同時に、青獅潭ダム発電所の既存設備を利用し、毎年 1,112万 kWh の発電量の増加が可能となるとされている。

ダム建設予定地は“V”字形河谷であり、かつ両岩が対称し、のり勾配が30~50度である。渇水期における河床水面幅が 4.3m であり、水深が 0.3~1.5m となっている。また、導水トンネルの総延長は7.52km、断面が  $3 \times 3\text{m}$  のアーチ型、導水流量が  $8.5 \text{ m}^3/\text{s}$  と設計されている。なお、1996年1月にカナダのコンサルタントが世界銀行の委託で本プロジェクトに関する F/S 調査を実施する予定である。

#### (9) 潯江ダム・義江から漓江への導水プロジェクト

義江流域は漓江流域に隣接し、柳江水系洛清江上流に位置する。義江は臨桂県流石岩及び横嶺介一帯を水源とし、臨桂県内流域面積は  $932 \text{ km}^2$ 、全長が85kmである。川幅は平均 125m、年平均流量  $48.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 、年流出量は 15.38億  $\text{m}^3$  あり、流域内人口一人当たり年平均流出量は1.09万  $\text{m}^3$  に達し、桂林地方の一人当たりの 9,000  $\text{m}^3$  よりも多く、また全国平均流量  $2,700 \text{ m}^3$  の4倍強である。流域の年間平均降水量は 2,200 ~ 2,400mm である。なお、潯江は義江の支流である。

漓江流域と同様に、毎年3~8月が雨期で降雨が集中し、年間総雨量の76%を占め、洪水が頻繁に起こっているが、9~2月は乾期で渇水期である。臨桂県にある義江の五合坝取水堰より上流域には、7箇所の小型ダムがあり、総集水面積は  $19.8 \text{ km}^2$ 、総貯水量は 1,995万  $\text{m}^3$ 、有効貯水容量が 1,383万  $\text{m}^3$  となっている。なお、1990年の総給水量は 7,012万  $\text{m}^3$ 、その内、工業・生活用水が 734万  $\text{m}^3$ 、灌漑面積は8.52万畝に達する。ちなみに、今回の現地調査では農民達が農閑期を利用して用水路の改修工事(土水路の三面張りやライニングなど)に取り組んでいる光景がしばしば見られた。

両江水文観測ステーション(集水面積  $760 \text{ km}^2$ ) の資料によると、実測最大流量は  $1,510 \text{ m}^3/\text{s}$  で最小流量は  $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$  である。なお、表4-2-4は漓江と義江における水資源を示す。

表4-2-4 漓江と義江における水資源

河川 ステーション名	集水面積 ( $\text{km}^2$ )	年平均 雨量 (mm)	年平均 流出量 (億 $\text{m}^3$ )	比流量 ( $\text{m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$ )	最大 流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	最小 流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	一人当たり 年平均流出量 (万 $\text{m}^3$ )
漓江 桂林水文観測 ステーション	2,860	1,900	42.40	4.70	7,810	3.8	0.38
義江 両江水文観測 ステーション	760	2,300	15.38	6.42	1,510	2.1	1.09

出所：桂林漓江環境総合管理計画プロジェクト背景、1995年1月

集水面積 54.4km<sup>2</sup>を有する潯江ダムサイトは、桂林市から31.5kmの距離に位置し、1977年にコンクリートアーチダムとして建設開始されたが、1979年ダム高17mのところまで工事が中断されたまま、現在の年間ダム流入量は、9.110万m<sup>3</sup>である。ダム高を初期の設計高51m或は71mに変更するためのF/Sの実施は決定されている。もし、ダムが初期の計画どおりに完成したならば、義江と合わせ、渇水期の漓江への河川維持流量 4.7m<sup>3</sup>/s（保証率95%）を供給できるであろう。なお、導水ルートは図4-2-2に示すように、潯江ダム→五合坝取水堰→義江→桃花江→漓江と計画されているので、桃花江流域の水環境もまた大幅に改善できるものと期待されている。

桃花江は桂林市区の中で漓江に次ぐ重要な河川であるが、渇水期の流量が僅か0.7m<sup>3</sup>/sに減少することから、流域内の水環境が非常に悪化しやすく、観光地域開発の制約要因となっている。なお、義江から桃花江までの導水距離は21.7km、漓江までは45.7kmであり、かつ、導水路の自然落差が78.6mとなり自然流下式による導水も可能で、流量も十分と思われる。また、1996年1月にはカナダのコンサルタントが世界銀行で委託で潯江ダム（ロックフィルタイプ）・義江から漓江への導水プロジェクトに関するF/S調査を実施する予定である。

#### 4-3 漓江の水質現況

##### (1) 漓江の水域状況

漓江は猫児山を水源地として龍勝各族自治县、靈川県、桂林市区、陽朔県を流れて、平楽に達し、そして梧州市で珠江水系に合流する。この間、①靈川県で靈渠（開水路）を通じて湘江の一部、②溶江で小溶江、③靈川で青獅潭ダムからの甘棠江、④桂林市で桃花江、⑤桂林市以外の流域で潮田河、その他支流と合流している（図3-1-1参照）。

また、流域の生活排水、農業排水、および桂林市内では工場・事業場排水等が流入している。

##### (2) 漓江の水質状況

桂林市行政区内の漓江本流における水質は桂林市環境監測ステーションが測定している。その状況は①測定地点数は3断面（図4-4-2参照）、②測定頻度は豊水期、渇水期、平水期それぞれ2回の計6回/年、③測定項目はBOD、COD、SS、シアン等の18項目である。

近年の観測結果は表4-3-1のとおりである。

なお、漓江本流についての地表水に係る環境基準は、上流域が第Ⅰ種、桂林市等の下流域が第Ⅱ種に設定されている。また、桂林市区の小東江、南溪川、桃花江などの市内流入支川は第Ⅲ種に設定されている。(付属資料：地表水環境基準参照)。

表4-3-1 漓江水質の経年変化

(単位：mg/l、但し、pHはpH値、電導率は $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

	pH	SS	硬度	DO	COD <sub>Mn</sub>	BOD	NH <sub>3</sub> -N
1983	8.0	19.7	4.2	8.5	1.5	1.1	0.13
1984	7.6	4.1	4.0	8.3	1.9	1.6	0.07
1985	7.82	3.3	6.7	5.6	1.9	1.1	0.17
1986	7.87	4.60	4.12	7.53	2.11	1.06	0.24
1987	7.70	8.00	3.90	7.82	1.60	1.21	0.25
1988	7.70	3.50	4.10	7.00	1.76	1.37	0.30
1989	7.57	7.00	3.10	5.50	2.28	1.22	0.76
1990	7.61	4.90	4.01	6.53	1.64	1.25	0.35
1991	7.35	16.8	3.84	6.13	2.30	1.44	0.53
1992	7.38	1.5	3.91	5.9	2.0	1.33	0.44

	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	フイノル	ソフ	砒素	水銀	六価クロム
1983	0.019	0.22	N.D.				
1984	0.020	0.21	0.001				
1985	0.080	0.49	0.001				
1986	0.040	0.47	0.000				
1987	0.035	0.44	0.000				
1988	0.048	0.41	0.000				
1989	0.069	0.71	0.000				
1990	0.061	0.74	0.002				
1991	0.053	0.68	0.001	0.002	0.004	0.00005	0.002
1992	0.075	0.68	0.001	0.002	0.004	0.00005	0.002

	鉛	カドミウム	石油類	電導率
1983				
1984				
1985				
1986				
1987				
1988			0.15	90.00
1989			0.10	30.00
1990			0.31	44.65
1991	0.02	0.002	0.40	7.1
1992	0.02	0.002	0.08	13.52

(注1) 各水質値は桂林市3観測断面における年平均値である  
(注2) 硬度はドイツ硬度である

この結果より、

- 1) 水質を経年でみると、BOD、COD、SSともほぼ横ばいで推移しており、年々水質が悪化しているとは考えにくい。ただし、総窒素（アンモニア性窒素、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素の合計）量は、増加の傾向であり、原因の追求が必要である。
- 2) 有機性汚濁の指標であるBOD値は1mg/ℓ以下に維持されており、地表水環境基準の第Ⅱ種を十分に満足している。
- 3) 富栄養化の指標である総窒素量は1mg/ℓ以上であり、第Ⅲ種の環境基準をも超えており、富栄養化が懸念される。
- 4) 石油類についても環境基準を超えている。視覚的にも良くない状況が予想される。
- 5) また、大腸菌が多いという話があり、生活系及び畜産系の汚水の流入が考えられる。

### (3) 事前調査における観察及び水質測定

今回の事前調査において、漓江水系のpH、CODについて簡易水質測定（バックテスト）を実施した。その結果は表4-3-2のとおりである。

表4-3-2 瀉江水系のpH、COD値（'95.12.14~20事前調査団測定）

河川名	測定地点名	pH	COD	河川名	測定地点名	pH	COD
南溪川	黒山苗圃内	6.0	75	瀉江	磨盤山船付	7.1	0.5
〃	南溪公園内	7.8	15	〃	陽朔船付場	8.5	0
〃	〃（湧水）	7.8	0	華江支流	同仁郷	6.7	0
小東江	穿山橋	7.8	>100	小溶江	1級道路	7.0	0
桃花江	船付場	7.8	5	靈渠	湘江分流	7.5	0
〃	虹橋	7.4	2	榕湖	東の池	9.0	2
〃	勝利橋	7.4	1	〃	西の池	8.6	2
瀉江	桃花江合流	9.2	0	杉湖	中の島	8.6	2

これをみると、

- 1) 市内中小河川である小東江、南溪川、桃花江ではCOD値は高い。これは濁水期であり流量が少ないこともあるが、生活排水及び工場・事業場排水の流入が考えられる。

また、現地での視覚観察では、

- 2) 瀉江本流では象鼻岩より陽朔の船付場にかけて、緑藻が繁茂していた。窒素分が多いことがうかがえる。
- 3) 靈渠でも同様に緑藻が見られた。
- 4) 瀉江本流の磨盤山船付場下流の地点において、油が水表面に薄く浮いていた。この原因として、付近で行われていた河砂利の採取に使われている機械から流出したものか、航行船舶からの排出によるものと考えられる。
- 5) 榕湖・杉湖の水質状況については、COD値は2mg/l程度であるが濁っており、透明感、清涼感は感じられない状況であった。

#### (4) 課題

##### 1) 瀉江の水質監測について

- ① 汚濁負荷量を把握するためにも、水質の測定時に水量の測定観測を実施する必要がある。
- ② 象鼻山付近が遊泳区に設定されていることから、大腸菌を分析項目に加える必要がある。
- ③ 富栄養化のもう一つの指標であるリンを分析項目に加える必要がある。
- ④ 水質監測の頻度は、現在6回/年の実施であるが、月別変動を把握するためにも、月毎とする必要がある。



⑤ 漓江自身が有している自浄作用（環境容量）について、種々の条件下の基に調査する必要がある。

#### 2) 地表水の環境基準超過項目について

窒素及び石油類が環境基準を超えているが、その原因を究明し、改善対策を図る必要がある。特に石油類については、低濃度であっても膜状に拡散し見苦しいので、観光面からも早急な調査が必要である。

#### 3) 市内中小河川の水質改善について

観光面からも桂林市区内の小東江、南溪川、桃花江、榕湖、杉湖の水質を改善する必要性がある。

### 4-4 漓江流域の下水・排水処理状況

#### (1) 流域の概要

漓江の流域は桂林市および桂林地区の5県から構成されており、流域には約300万人の人々が生活している。それらの人々は漓江水系および地下水から生活用水を調達し、その排水を漓江水系に排出している。また、同様に農業用水についても漓江水系から引き、そして排水を漓江へ排出している。桂林市区を中心に発達している工業、事業場からの排水も漓江へ排出されている。その他、畜産用排水も考えられる。

これらの排水による水質汚濁から漓江の水質を守るために、現在、桂林市区で3カ所の下水処理場が稼働し、工業排水については厳しい排出基準（第1級基準）が規制されている。また、これまでに水質汚濁物の排出の著しい38の工場について閉鎖、生産中止、合併、転業、移転等をさせてきたという経緯も報告されている。

#### (2) 桂林市区内の下水処理状況

1993年の桂林市区の汚水の総排出量は34.17万 $\text{m}^3$ /日であった。その内訳は工業排水が25.31万 $\text{m}^3$ /日（74%）、生活排水が8.86万 $\text{m}^3$ /日（26%）である。桂林市区の下水道システムは漓江の東側は合流式、西側は分流式を採用している。桂林市ではここ10数年かけて146kmの雨污水管渠、9カ所の雨污水ポンプ場、3カ所の污水処理場を建設してきた。

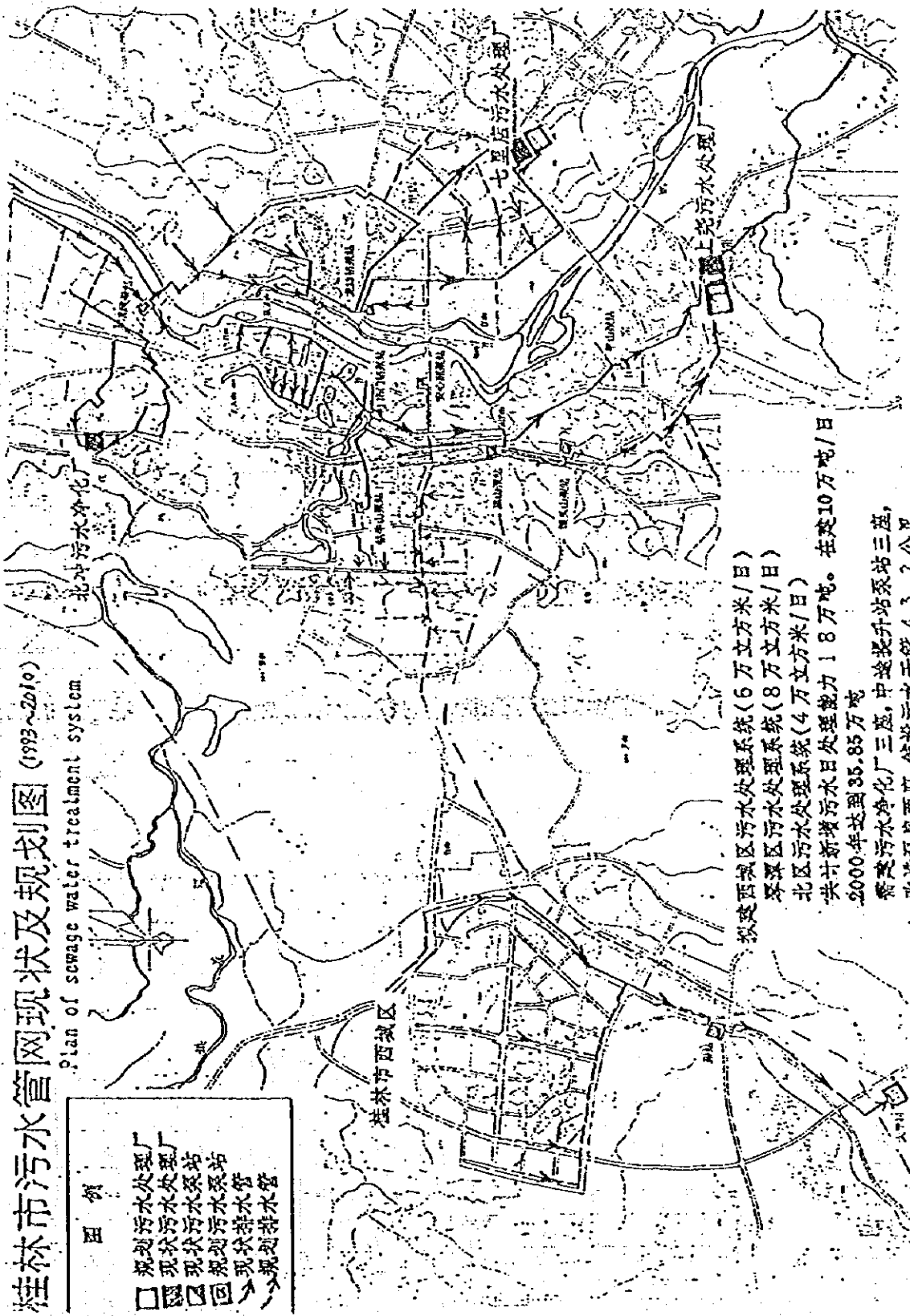
管渠については污水管が80.2km、雨水管が（合流管渠）が65.8kmである。その敷設範囲は北は木材貯蔵専用鉄道まで、南は桂林発電所専用鉄道まで、東は会仙路まで西は西環路までである。敷設面積は25 $\text{km}^2$ である。主幹の管径は1,000mm、分岐管のは300~800mmである。その敷設状況は図4-4-1のとおりである。

# 桂林市污水管网现状及规划图 (1993~2010)

Plan of sewage water treatment system

**图例**

- 规划污水处理厂
- ▣ 现状污水处理厂
- ▤ 规划污水泵站
- ▥ 现状污水泵站
- 规划污水管
- 现状污水管



拟建西城区污水处理系统 (6 万立方米/日)  
 翠潭区污水处理系统 (8 万立方米/日)  
 北区污水处理系统 (4 万立方米/日)  
 共计新增污水日处理能力 18 万吨。在建 10 万吨/日  
 2000 年达到 35.85 万吨  
 新建污水处理厂三座, 中途提升泵站三座,  
 改造泵站两座, 铺设污水干管 43.2 公里

图 4-4-1 桂林市污水管渠现状及计划图

処理場は現在3カ所ある。上窯処理場（処理能力35,000m<sup>3</sup>/日）、七里店処理場（処理能力40,000m<sup>3</sup>/日）、北区処理場（3,500m<sup>3</sup>/日）の3カ所である。これらの処理場には生活排水ばかりではなく工場排水も流入している。その割合は概ね生活排水80%、工場排水20%であるとのことであった。3カ所の処理場の概要は以下のとおりである。

表4-4-11 下水処理場の概要

	七里店処理場	上窯処理場	北区処理場
建設年度 年	1989	'81、'85	1983
処理能力 m <sup>3</sup> /日	40,000	35,000	3,500
処理方法	特ダブションディック法	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法
汚泥処理	脱水後 肥料	脱水後 搬出	
流入BODmg/L	250~300	60	
〃COD <sub>cr</sub> 〃	600	110	
放流BODmg/L	<30	<20	
〃COD <sub>cr</sub> 〃	<100	<30	
最初沈殿池	なし	あり	
ばっ気方法	攪拌移送法	シンプレックス法	

尚、現在の下水処理状況における問題点としては以下のような点が挙げられる。

1) 管渠の敷設の遅れ

桂林市の排水量、下水処理能力を表にすると表4-4-12のようになる。

表4-4-12 排水量、処理能力、処理率

	排水量万m <sup>3</sup> /日	下水処理能力m <sup>3</sup> /日	処 理 率
生活排水	8.86	62,800	70.9%
工業排水	25.31	15,700	6.2%
計	34.17	78,500	生：工=8：2

この表より生活排水の処理可能率は（下水処理場への流入比率を、生活排水：工業排水=8：2として計算した）すでに70%に達していることになる。さらに上窯処理場の増設工事が完了すれば80%以上の処理が可能になる。

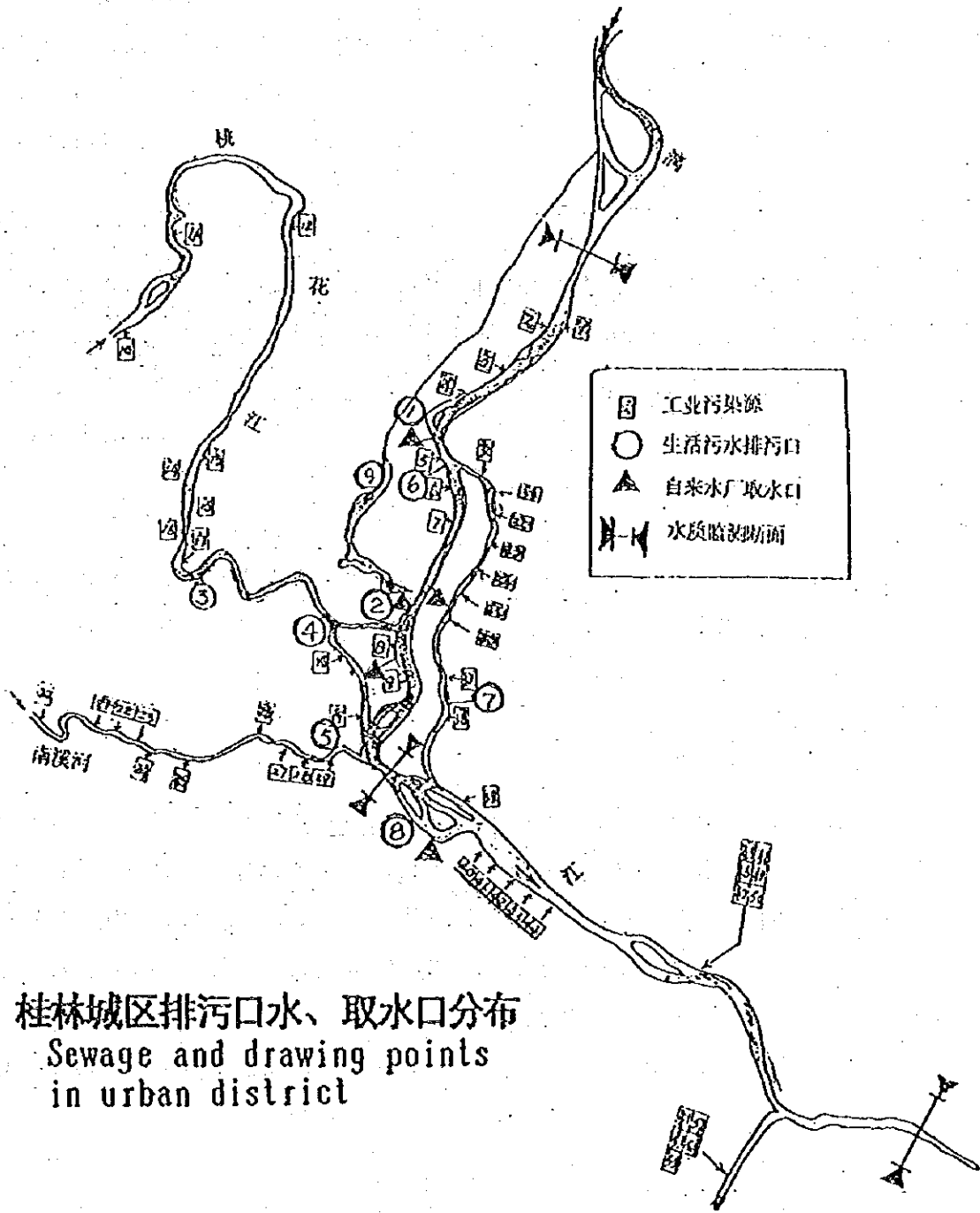


图 4-4-2 桂林市街地污水排水口、取水口、水质モニタリング断面分布图

しかし現在、七里店処理場については面的整備が追いつかず、実際に流入する汚水量は25,000m<sup>3</sup>/日(Max)であり、2系列のうち1系列は運転を休止していた。一方、上窯処理場については実際の処理量は約30,000m<sup>3</sup>/日であり、設計能力以下であるが、最終沈殿池の沈殿時間が2時間で短く処理に苦慮している。それもあって第3期増設工事が行われており、45,000m<sup>3</sup>/日の能力アップにより、計80,000m<sup>3</sup>/日になる予定である。

## 2) 工場排水の流入による負荷の変動

七里店処理場では調味料工場のBOD濃度の高い排水が流入している。この排水の流入の度に酸素不足状況をきたし、処理状況を不安定にしている。特にこの処理場はオキシデーションディッチ法でかつ脱窒素も考慮した設計になっている。従ってばっ気は1カ所で行われているだけであり(機械ばっ気)それだけにBOD負荷の変動の影響を受けやすい施設になっている。

## 3) 汚泥処理

余剰汚泥は濃縮後ベルトプレス機で脱水されて搬出され肥料として利用することであった。含水率が高く、有効利用には堆肥化プロセスを通過させる必要があると考えられる。

## (3) 工業排水の処理状況

桂林市人民政府は漓江の風景、資源を保護するためにこれまでに汚染のひどい38の工場(生産ライン)の閉鎖、生産中止、合併、転業等の処置を実施してきた。

現在、桂林市内において排出水が漓江水系へ注ぐ工業汚染源の分布状況は別紙のとおりである。桂林監測ステーションの年2回の立入検査により、業種、排水量、排水状況は概ね把握されていると考えられる。

事前調査団が現地で視察した代表的な工場の排水処理状況は以下のとおりであった。

### 1) 桂林発電所

発電能力	24,000kw
エネルギー源	石炭火力
使用水量	10,000m <sup>3</sup> /日(原水は漓江の水)
排水の種類	洗煙排水
//の性状	pH 3.3~3.7
	SS 10,000~50,000mg/L

排水処理フロー 流入⇒沈殿⇒濾過⇒放流  
 ▽  
 真空脱水 ⇒ 搬出処分  
 放流水質 SS 700～800 mg/L

考 察

- ① 単純な重力沈殿だけでSSの90%以上を除去しており、効果的な方法である。かつ真空脱水されてケーキは道路改良、その他市民の利用に供されて(無料)おり、良い処理システムが成り立っている。
- ② これ以上処理しようとするれば凝集沈殿法しかなく、そうすればランニングコストもかかり、かつ発生する汚泥の処分も問題となる。規制値はオーバーしているが経済性と汚濁負荷防止のバランス点を維持しているとも考えられる。

2) 滴泉ビール工場

生産開始 1987年12月  
 生産量 約100,000 t/年  
 排水量 800～1,200 m<sup>3</sup>/日 (漓江の水を処理して使う)  
 処理フロー 流入⇒中和⇒接触酸化塔⇒活性汚泥法⇒放流  
 放流水質 CODcr 500～600 mg/L  
 放流先 南溪河

(上窯下水処理場が拡張されれば公共下水道へ排出予定)

[考 察]

- ① 酸素溶解の動力を節約するために前段に接触酸化塔(通風による酸素供給)、後段に汚泥の生成量を減少させるために接触酸化法が採用されていた。維持管理費の低減を考慮した設計になっている。
- ② しかし、つまりなどの管理上の問題か、負荷オーバーのためか活性汚泥が嫌氣的になり黒ずんでいた。従って放流水質はそれほど良くなかった。しかし、担当者は気にとめる様子もなくそれなりに処理しておけばよいという態度が見受けられた。桂林の現状の汚濁対策、および取り締まり状況を示唆しているように認められた。

3) 桂林ゴム工場

生産品 ゴム手袋、コンドーム  
 用水源 以前は地下水、いまは河川水  
 排水量 1,300 m<sup>3</sup>/日  
 排水の種類 除塵排水、石炭ボイラーの洗煙排水

排水の濃度	CODcr 約3,000mg/L
処理フロー	流入⇒沈殿⇒スクリーン⇒凝集沈殿⇒放流
処理水質	CODcr <300mg/L
排出先	桃花江
排水の計量	三角堰で測定していた。(今故障中)

〔考察〕

この排水の処理のフローとしてはその性状からして

流入⇒凝集沈殿処理⇒活性炭吸着⇒放流

が最適と考えられる。この工場でも排水の特徴を把握して処理している。そして透明水を排出していた。CODcr値は規制値をオーバーしているとのことであったが理にかなった処理を行い、かつ経済性を考慮した汚濁負荷対策が実施されているように判断された。

これらの工場は規制値はオーバーして排水を排出しているものの、大部分の汚濁負荷は工場側で除去しており漓江の水質汚濁防止への配慮が認められた。

(4) 漓江流域の下水、排水処理に関する今後の計画

現在、すでに下水の処理能力は3カ所を併せて78,500m<sup>3</sup>/日に達しているが、管渠の敷設、面的整備が間に合わず七里店処理場では2系列の内1系列が休止している。が一方で上窯処理場で現在45,000m<sup>3</sup>/日の増設工事がおこなわれていた。

その他2010年までの計画として

- ・西城区污水处理系統(60,000m<sup>3</sup>/日 但しこれは漓江水系外)
- ・上窯処理区污水处理系統(80,000m<sup>3</sup>/日)
- ・北区污水处理系統(40,000m<sup>3</sup>/日への拡充)
- ・靈川県污水处理場の建設

の計画がある。

(5) 今後の課題

下水道整備が着々と進められており、この中に工場排水も取り入れていれていることから漓江の水質保全の立場からもより一層の整備が望まれる。課題としては、

1) 管渠網の整備の促進

現在、下水処理場は七里店処理場は余裕があり、上窯処理場は拡張工事であるが、管渠網の整備がそれに追いついてない。従ってその整備が急がれる。

市内の容湖、杉湖の水質の悪さも周辺的生活排水の混入によるものである。こ

これらの浄化のためにも管渠網の整備が必要である。

また、市内の中小河川の水質改善のためにも促進が望まれる。

## 2) 人口集中地域の集中処理

霊川県の人口集中地区には下水道の整備計画がある。流域のその他の県、及び船着き場などの人口集中地域の小規模下水道の整備も望まれる。

## 3) 工場排水の汚濁負荷削減対策

工場排水も公共の処理場に導入して処理する方針で下水道の整備を進めている。従って管渠の整備を進めて工場排水を取り込むことが汚濁負荷の削減につながる。その場合に問題となるのが下水道料金体制である。生活排水も工場排水も同一料金では不公平になりやすい。安すぎる下水道料金の再検討と併せて検討する必要がある。

また、新しい工場については「三同時」の確実な実施が望まれる。

## 4-5 漓江の水環境管理に関わる組織・制度・モニタリング体制

### (1) 経緯及び概要

漓江が流れている広西壮族自治区の環境保護機構の設置は、1970年代に始まった。1984年には広西壮族自治区に環境保護局が設置され、続いて1988年には自治区内に桂林市を含む13の地区、市全部に環境保護局が設置され、環境保護政策を進めてきた。

そして地表水、大気、騒音、地下水などの常時観測と汚染源の観測を行う観測所、また、環境保全技術の研究を行う科学研究所が次々に設立された。現在、桂林、南寧、柳州、梧州、百色及び河池地区の観測所は国家観測所となっている。

桂林の環境汚染総合整備事業は1970年代末から始まり、観測所も1980年代の始めに設置された。この頃から工業による汚染防止対策が広がった。桂林市人民政府は漓江の風景、資源の保護のために汚染のひどい38の工場（生産ライン）を閉鎖、生産中止、合併、転業等の処置を行い、その効果をあげた。

そして現在は、以下の施策を行い、環境保護に努めている。

#### 1) 「三同時」と環境影響評価制度

「三同時」とは工場、事業場を建設する場合に汚染防止施設も同時に設計、施工、完了させるというものである。「三同時」と環境影響評価制度の執行率は、大型プロジェクトでは100%である。

#### 2) 廃棄物有料制度（罰金制度）

1979年から始まり、規制値以上の汚染物質を排出した工場、事業場から規



制値を超えた濃度及び排出量に応じて、罰金を徴収するものである。この資金の75%は企業の汚染防止基金となっている。

### 3) 都市環境総合整備

南寧と桂林は全国37重点都市の総合整備の公害審査に参加しており、1994年度の桂林市は16位の成績であった。

### 4) 集中制御

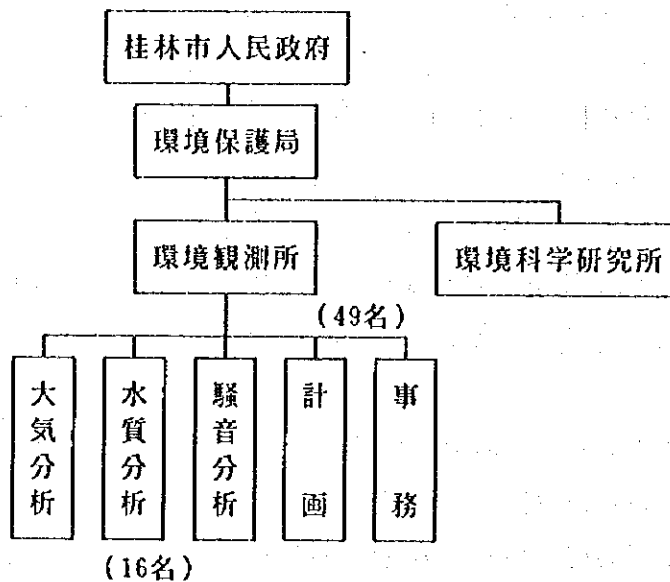
各都市のゴミと固形廃棄物は基本的に集中処理を行っている。また、污水については桂林市では3カ所の污水处理場が稼働している。

その他、環境保護産業が一つの産業になりつつあり、1994年現在広西壮族自治区内に14社の環境保護設備生産会社がある。

## (2) 漓江の水環境管理に関わる組織・制度・モニタリング体制

### 1) 組織

漓江の水質の測定は、桂林市環境監測所において実施されている。その組織及び業務内容は下記のとおりである。



### 2) 制度

水質の測定は国家の基準により、測定断面、頻度、測定項目が決定されている。

その内容は

- ① 観測断面 …… 桂林市行政区内の3カ所
- ② 頻度 …… 豊水期、渇水期、平水期それぞれ2回の計6回/年

③ 測定項目 …… pH、BOD、COD、SS、シアン等18項目

3) 河川のモニタリング体制

桂林市環境観測所には16名の水質分析担当者が配置され測定を行っている。その内訳は、高級エンジニア：1名、中級エンジニア：7名、初級エンジニア：2名、その他から構成されている。

主な分析機器の設置状況は表4-5-1のとおりである。

表4-5-1 分析機器設置状況

分析機器名	台数	備 考
化学分析天秤	3	
微量分析天秤	1	
分光光度計	2	上海製
pH電位計	2	
ガスクロマトグラフ	1	1978年米国製
紫外-可視分光光度計	1	上海製
原子吸光光度計	1	1984年北京製
水銀用原子吸光光度計	1	
顕微鏡	3	

4) 工場・事業場排水のモニタリング体制

工場・事業場からの排水の水質については、別紙の排出規制が実施されている。この規制値を超える場合には、その濃度、排水量を基に罰金が科せられることになっている。

排水の状況のモニタリング（立入検査）は桂林市環境観測所が行っている。その頻度は、普通の工場が2回/年、問題のある工場が4回/年である。これらは、いずれも国営工場に対してであり、郷鎮企業にまではおよんでいない。

担当当局の話によれば80%以上の工場・事業場が規制値を超過しているとのことであった。

また下水道供用区域にある工場は、公共下水道に排出している。従って、公共下水道の拡充が工場・事業場排水による漓江への水質汚濁負荷量の削減につながる。

### (3) 水質モニタリングに関わる課題

- 1) 汚濁負荷量を把握するために、水質測定時に同時に水量の測定を実施する必要がある。
- 2) 総窒素の濃度が高くなり富栄養化が懸念される。そこでもう一つ大きな要素であるリンの測定が必要である。
- 3) 漓江は遊泳場にもなっている。従って保健衛生の面からも大腸菌群数も測定する必要がある。
- 4) 年6回の測定頻度であるが、月別の水質変化及び汚濁負荷量を把握するために、月毎の水質測定とする必要がある。
- 5) 下水道供用区域にある工場・事業場排水は公共下水道へ排出している。漓江への水質汚濁負荷量の削減のためにも下水道設備の拡充が望まれる。

### (4) 水資源管理関連組織

漓江の水資源開発機構としては、広西壮族自治区水電庁桂林水務局、桂林市水電局及び桂林地区水電局の三機関があり、これら三機関は各々世界銀行融資プロジェクトを以下の如く実施・担当した。広西壮族自治区水電庁桂林水務局は小榕江から青獅潭ダムへの導水プロジェクト、桂林市水電局は潯江ダム・義江から漓江への導水プロジェクト、三番目の桂林地区水電局は五里峽ダムから漓江への導水プロジェクトを実施・担当した。

世界銀行は水資源開発計画の実施に当たり、上記のように細分化された組織による漓江の水資源開発の計画及び実施では、全体的水資源開発の計画立案や計画実施の効率・能率に懸念を表明し、一統合プロジェクト事務所によるプロジェクト計画の立案・実施に整合されるべきと勧告を行った。中国側は、この勧告を受け入れ、現在上記3機関を“桂林漓江環境保護総合管理計画プロジェクト司令部”に統合した。