社会開発調査部報告書

No. 52

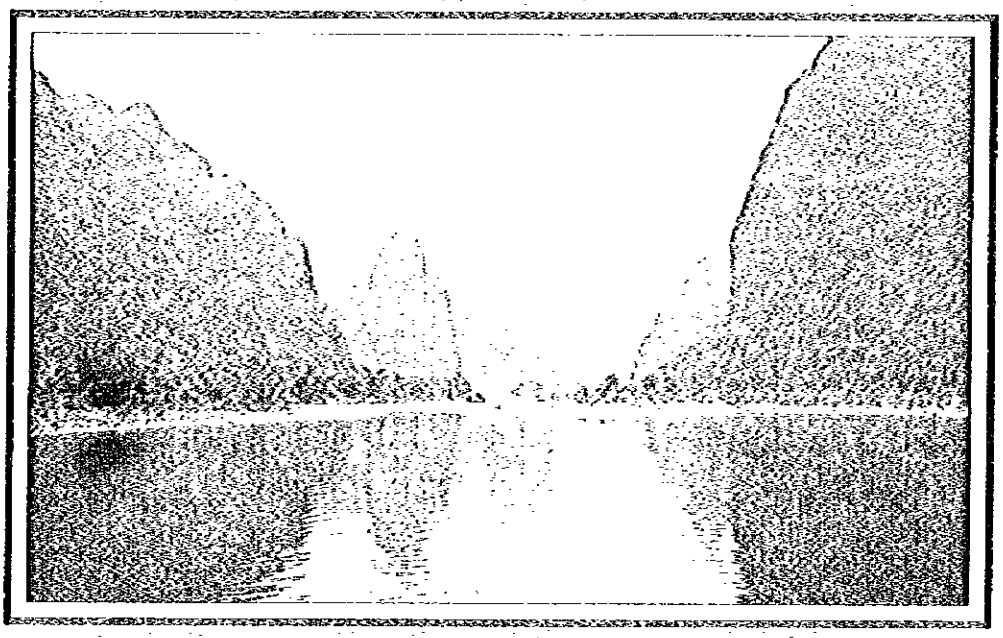
国際協力事業団

中華人民共和国
広西壮族自治区科学技術委員会
桂林市環境保護局

中華人民共和国

漓江水環境総合管理計画調査
最終報告書

主報告書



平成9年8月

セントラルコンサルタント株式会社
株式会社　建設技術研究所

国際協力事業団

中華人民共和国
広西壮族自治区科学技術委員会
桂林市環境保護局

中華人民共和国

漓江水環境総合管理計画調査

最終報告書

主報告書

平成9年8月

セントラルコンサルタント株式会社
株式会社　建設技術研究所

序　文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の漓江水環境総合管理計画調査にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成８年６月から平成９年７月までの間、３回にわたり、セントラルコンサルタント株式会社の橋本　宏氏を団長とし、　同社及び株式会社建設技術研究所から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、中国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内調査を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

また、京都府土木建築部河川課長の真下　和彦氏を委員長とする作業管理委員会を設置し、本件調査に関し、専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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９年８月

藤田公郎

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎

伝 達 状

国際協力事業団
総裁　藤田　公郎殿

今般、中華人民共和国における中国漓江水環境総合管理計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、国際協力事業団との業務実施契約に基づき、セントラルコンサルタント株式会社及び株式会社建設技術研究所で構成された私を団長とする調査団が、1996 年 6 月より 1997 年 7 月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、中華人民共和国の現状を十分に踏まえ、本調査の対象とする計画の必要性と有効性を検証するとともに、中華人民共和国広西壮族自治区桂林市、漓江流域の現状に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

なお、本計画調査の実施期間中、貴事業団をはじめ、外務省その他、関係機関の方々には多大のご協力を賜りました。ここに厚く御礼を申し上げます。また、中国における現地調査期間中は、中国側関係機関、貴事業団中華人民共和国事務所、及び、在中華人民共和国日本大使館の皆様方に貴重なるご助言とご協力を頂きましたことも付け加えさせて頂きます。

本計画の一日も早い実現に向けて、関係方面により本報告書が大いに活用されることを切望いたす次第であります。

平成 9 年 8 月

中華人民共和国
漓江水環境総合管理計画調査団
団長　橋本　　宏

橋本　宏

プロジェクトの概要

1．国名	中華人民共和国
2．調査名称	中国漓江水環境総合管理計画調査
3．受入機関	中華人民共和国広西壮族自治区科学技術委員会、桂林市環境保護局
4．調査目的	①漓江流域（陽朔より上流域）を対象とし、2020 年を目標年次とする漓江流域の水環境改善のための総合的な管理計画を策定する。 ②中国側カウンターパートに対し、現地調査業務を通じ、技術移転を行う。

1．調査対象地域　：　陽朔より上流の漓江流域、約 5,600 km^2

2．水環境総合管理計画の概要

(1) 改善計画目標

①治水

治水安全度は、漓江本川に対し堤防改修、分水路と貯水池の建設により 2010 年までに 1/50 年、2020 年までに 1/70 年（桃花江は 1/100 年）以上とする。また、洪水予警報システムの活用により、更に安全度を高める。

②利水

2020 年の都市用水、工業用水、農業用水等の水需要は、社会発展、経済成長や生活水準の向上により現況より年間で計 6 億 m^3 増加し、これを確保するものとする。漓江下りの舟運のための維持流量は 1/20 渇水年に対し $30m^3/s$ を確保し、多年平均として、大型観光船の航行が維持できるように $40m^3/s$ を確保する。

③河川水質

水汚染防治法に基づいて、漓江本川に対し地表水水質基準Ⅱ類、桃花江等の漓江支川については水質基準Ⅲ類を維持する。

④生態系・景観

漓江流域の貴重な動植物等が永続的に生息できる環境を保全、復元し、漓江流域全体の生物の多様性を高める。

漓江沿岸の景観資源（歴史・文化財を含む）と景観視点を保全し、自然的な雰囲気を確保する。

風景区域内の緑被率を拡大し、漓江上流域の水源林面積を拡大・維持する。

(2) 総合管理計画

総合管理計画は、水量、水質、環境に関する要求の調和と総合化をはかり、資源の有効利用と持続可能な発展を目指し、施設による対策と規制、操作、誘導等による対策から成る。

治水・水資源対策、水質保全対策、生態系・景観対策、組織・制度対策として、25の対策が選定された。

治水・水資源対策	水質保全対策	生態系・景観対策	組織・制度
漓江護岸の整備	桂林市下水道整備事業	漓江上流域水源林整備	水利用の合理化
洪水予警報システムの整備	靈川県汚水整備	漓江両岸緑化整備	地下水利用の規制
都市部内水排除	南渓河総合整備	農村支援整備事業	水道料金体系の整備
漓江・桃花江分水路建設	桃花江沿岸廃水処理改善	生態系調査	排水基準上乗せ強化
川江ダム建設	小東江総合整備	生態系保全の啓発	水環境管理委員会
漓江航路の整備		榕湖・杉湖浄化	河川環境管理情報システム
小溶江導水 / 五里峡導水			

3．事業実施計画

25 の対策よりなる総合管理計画の概算総事業費は 156,200 万元、内部収益率 13.0%、便益費用比 1.084 。2020 年までの実施期間を短期、中期および長期に分けて計画し、緊急性、事業費、資金調達の容易性、事業効果等を考慮して実施する。

短期計画（1997-2000）：漓江護岸の整備、洪水予警報システムの整備、桂林市下水道整備事業、南渓河総合整備、小東江総合整備、漓江両岸緑化整備、農村支援整備事業、生態系調査、地下水利用の規制、水道料金体系の整備、排水基準上乗せ強化、水環境管理委員会

中期計画（2001-2010）：都市部内水排除、漓江・桃花江分水路建設、小溶江導水、五里峡導水、靈川県汚水整備、桃花江沿岸廃水処理改善、漓江上流域水源林整備、榕湖・杉湖浄化、生態系保全の啓発

長期計画（2011-2020）：川江ダム建設、漓江航路の整備、河川環境管理情報システム

4．提言

(1) 水環境の改善を目指して、計画された対策を実施する。

(2) 必要な段階に F/S 及び実施設計をおこなう。

(3) 規制等による対策は、実施の方策について準備を進める。

(4) 各関係機関との調整及び総合化を行う漓江水環境管理委員会を設立し、計画を推進する。

(5) 河川環境管理情報システムに関連する体制及び方法を整備する。

(6) 漓江の特異な自然環境を活用した、自然の中での生活や生態系の観察などの分野、歴史的な文化遺産や芸術、特に山水画などの分野への新たな展開が望まれる。

調査の概要

中華人民共和国漓江水環境総合管理計画調査

・調査期間　：1996年6月～1997年7月

・受入機関　：広西壮族自治区科学技術委員会、桂林市環境保護局

1. 背景

広西壮族自治区の第3の都市である桂林市を流れる漓江は、流域の特異な自然景観から、中国を代表する観光地として非常に有名である。近年、都市用水や工業用水のための水需要が増加し、渇水期の水量不足が著しくなった。また、流域からの生活雑排水や工場排水は、多くが未処理のまま放出され、水質汚濁などの問題が発生しており、こうした環境の悪化が、飲料水や農業・工業用水の確保、観光産業などにも悪影響を及ぼしている。

そのため、桂林市は下水処理場建設、廃棄物処分場の改善などの個別プロジェクトを計画し、現在そのF/Sが実施されている。

しかし、漓江流域全体を対象とした水環境管理のマスタープランに相当するものが策定されていないことから、1992 年に中華人民共和国政府は、漓江水環境の総合管理計画（マスタープラン）策定のための調査を日本国政府に要請した。

2. 調査の目的

2020 年を目標年次とする水環境改善のための総合的な管理計画を策定するとともに、中国側のカウンターパートに対し、技術移転を行う。

3. 調査地域

陽朔より上流の漓江流域約 5,600km^2

4. 水質調査

漓江流域の水質現況を把握するために、以下の水質調査を実施した。

- 河川水質
- 河川自乗作用、環境容量
- 主要汚濁源、汚濁負荷
- 生活排水

5. マスタープランの概要

5.1 社会経済フレーム

流域の将来フレームは、2010年迄に対し中国側で提案された第9次計画のフレームを基に、想定した。その結果、2020年の漓江流域内の総人口は、157万人、工業生産額は1202億元、灌漑面積は543 km^{2}と予測された。

5.2 水環境改善目標

①治水

治水安全度は、漓江本川に対し堤防改修、分水路と貯水池の建設により 2010 年までに 1/50 年、2020 年までに 1/70 年（桃花江は 1/100 年）以上とする。また、洪水予警報システムの活用により、更に安全度を高める。

②利水

2020 年の都市用水、工業用水、農業用水等の水需要は、社会発展、経済成長や生活水準の向上により現況より年間で計 6 億 m^3 増加し、これを確保するものとする。漓江下りの舟運のための維持流量は 1/20 渇水年に対し $30m^3/s$ を確保し、多年平均として、大型観光船の航行が維持できるように $40m^3/s$ を確保する。

③河川水質

水汚染防治法に基づいて、漓江本川に対し地表水水質基準Ⅱ類、桃花江等の漓江支川については水質基準Ⅲ類を維持する。

④生態系・景観

漓江流域の貴重な動植物等が永続的に生息できる環境を保全、復元し、漓江流域全体の生物の多様性を高める。

漓江沿岸の景観資源（歴史・文化財を含む）と景観視点を保全し、自然的な雰囲気を確保する。

風景区域内の緑被率の拡大と河川沿岸・山谷の森林面積の拡大、漓江上流域の水源林面積の拡大・維持する

5.3 総合管理計画の策定

5.3.1 総合管理計画の基本方針

総合管理計画は、水量、水質、環境に関する要求の調和と総合化をはかり、資源の有効利用と持続可能な発展を目指す。

5.3.2 対策の選定

水量、水質の視点で対策を組み合わせ、それぞれに生態系、自然環境保全にかかわる対策及び組織・制度対策について、技術的、経済的、環境改善の観点から評価をおこなった。その結果、以下の 25 の対策が選定された。

(1) 漓江護岸の整備

漓江の堤防の侵食防止と舟運の改善の為に、陽朔、桂林間の 86km（堤防延長両岸： 172km）区間について護岸の建設と、66 箇所の浅瀬の浚渫を行うものである。護岸整備の結果、治水安全度を 1/10 - 1/20 年に高める。

(2) 洪水予警報システムの整備

この事業は、洪水情報収集設備、伝送設備、分析・予測処理設備等の機材整備をおこない、迅速な水防対策、水防活動により洪水被害の軽減を図るものである。

(3) 都市部内水排除

桃花江沿岸の低地及び分水路下流の護岸堤防の改修・新設、9 支川の防洪ゲートの修復とポンプ場の整備をおこない、治水安全度を高めるものである。

(4) 漓江・桃花江分水路建設

漓江大橋の上流 11km の董家港地点から小東江合流点の下流に分水路（13.3km）を建設し、既設堤防の改修と桃花江の五仙提より魯家地点に分水路（2.3km）を建設し、漓江及び桃花江沿岸の桂林市城区の治水安全度を 1/50 - 1/100 年に上げるものである。

(5) 川江ダム

川江ダムは、大溶江の支流川江、興安県溶江郷司門前村に位置し、集水面積 127km^2、総貯水容量 148,000,000 m^3 , ダム高 81.4 m の重力式コンクリートダムで、流況改善、灌漑、洪水防御、発電を目的としている。

(6) 漓江航路の整備

この事業は、河川港の整備、水制工による航路の確保、運行誘導設備の整備、運行管理規定の改善をおこない、漓江下り舟運事業の拡大と安全を図るものである。

(7) 小溶江導水事業

事業は、漓江水系小溶江の塔辺に取水ダムとトンネルを建設し、青獅潭貯水池上流の甜菜嶺地点に 最大 8.5m^3/s 導水し、既設青獅潭貯水池を利用して、灌漑補給、漓江本川の渇水期流況の安定及び発電を行うものである。

(8) 五里峡ダム導水事業

事業は、1994 年に嵩上げ建設された長江水系湘江上流支川の漠川河五里峡ダムに導水路と流れ込み発電所を建設し、ダム直下の放水口より導水路を経て、南干渠～石龍江～霊渠に導水するものである。

(9) 桂林市下水道整備事業

この事業は、桂林市都市部の琴潭区、北区、西城区における下水管渠の整備とポンプ場、汚水処理場の建設をおこない、下水道の除去率を 80%に達成するものである。

(10) 霊川県汚水整備

霊川県の八里街開発区の整備にともない、日量 40,000m3 の汚水処理場及び配水管網の整備をおこない、生活排水・工業廃水の汚濁負荷量の削減を図るものである。

(11) 南渓河総合整備

南渓河の沿岸主要工場（ビール工場，カメラ工場、ゴム機械工場等）の処理設備の改善、処

理場からの排水溝整備、南渓河の堤・河道・護岸の整備、西環路の排水溝整備等をおこない、南渓河の清浄をおこなうものである。

(12) 桃花江沿岸廃水処理改善

水桃花江沿岸の主要工場（製紙工場、腐乳工場）の処理設備の改善、処理場からの排溝整備、一部河道の浚渫をおこない、桃花江の清浄をおこなうものである。

(13) 小東江総合整備

小東江沿岸周辺部の下水道管渠網の整備により東区工業用水及び生活排水の河川流入を遮断すると共に、味精工場等の工場廃水処理設備の改善、小東江の護岸整備・浚渫、沿岸緑化をおこなう。

(14) 漓江上流域水源林整備

漓江上流域の興安県・靈川県の自然保護区、青獅潭水源涵養林保護区、漓江両岸の鎮・村において、経済林を中心とする人工造林整備、貯水能力を高めるための低効林改造整備、生態環境の保護を中心とする封山育林整備をおこなう。

(15) 漓江両岸緑化整備

靈川、興安県の一部と桂林から陽朔までの漓江両岸に、緑化帯の設置、経済林の開発、封山育林整備等をおこない、水源の涵養、水土の保護、大気の浄化などの生態環境を改善し、漓江沿岸の農民の生活レベルの向上などを図る。

(16) 農村支援整備事業

漓江下り舟運区間周辺の農村地域において、家庭用エネルギー生産設備の整備を行い、農村生活の向上、所得収入の拡大、燃料用樹木の伐採量減少による森林保護を図る。

(17) 生態系調査

漓江流域の水生植物、水生動物、鳥類、樹木等、水環境に関する生態系の定期的な生態系調査を 5 年ごとに実施し、動植物資源の種類と変化、森林資源と保水状況等を把握し、今後の環境保全策の基礎資料とする。

(18) 生態系保全の啓蒙

地域の動物、生態系保全について、啓蒙教育する視聴覚施設を設置する。漓江流域の生物、生息状況、生態系の仕組み、生態系保護の政府の取り組みなどを展示し公開する。また、生物調査員の育成、生態系への関心を高めるよう定期的な生物観察会などを実施する。

(19) 榕湖、杉湖の浄化

汚水発生区域の汚水処理改善、配管網の整備、汚水排出口の削減、底泥の浚渫、河川水の導水等により、水質基準第 3 類を維持するものである。

(20) 水利用の合理化

水利用の合理化に関する調査、工場廃水処理設備用の土地取得に対する税控除や設備の償却

期間の短縮による税控除等の条例作成ための基礎調査をおこなう。事務用機器の整備、広報設備の拡充、水利用合理化のキャンペーン・セミナーを実施する。

(21) 地下水利用の規制

地下水位計の観測資料整備、観測体制の拡充を図り、地下水位の変動分析調査をおこなう。必要であれば地下水揚水の規制指導や表流水への転換を図るための指導及びそれら条例作成の基礎資料を作成する。

(22) 水道料金体系の整備

工業用水、生活用水、漓江下りの舟運のための維持用水等の料金設定に関する調査をおこなう。料金体系の条例化に関する基礎資料の作成とその広報活動をおこなう。

(23) 排水基準上乗せ強化

漓江の重要性に鑑み、現行の汚水総合排出基準（1988 年 4 月 5 日公布、1989 年 1 月 1 日施行）よりさらに厳しい基準を作成する。基準作成のための基礎調査、広報機器の整備・拡充、各工場との協議・指導をおこなう。

(24) 水環境管理委員会

水環境の管理に関し関連機関の調整をおこなう漓江水環境管理委員会を設置する。事務用機器の整備、通信・広報設備の整備をおこない、水環境に関する基礎資料を集積し、渇水期の流量調整に関する協議、節水について住民の協力を得るため広報をおこなう。

(25) 河川環境管理情報システム

水質自動観測システム、情報集配信設備、情報処理設備、及びソフトの整備をおこない、既存システムと連携させる。水資源、洪水、水質に関わる基礎資料の集積と河川環境の総合管理をおこなうためのシステムとする。

6. 事業実施計画

25 の対策よりなる総合管理計画の概算総事業費は 156,200 万元、内部収益率 13.0%、便益費用比 1.084 。2020 年までの実施期間を短期、中期および長期に分けて計画し、緊急性、事業費、資金調達の容易性、事業効果等を考慮して実施する。

短期計画（1997-2000）：漓江護岸の整備、洪水予警報システムの整備、桂林市下水道整備事業、南渓河総合整備、小東江総合整備、漓江両岸緑化整備、農村支援整備事業、生態系調査、地下水利用の規制、水道料金体系の整備、排水基準上乗せ強化、水環境管理委員会

中期計画（2001-2010）：都市部内水排除、漓江・桃花江分水路建設、小溶江導水、五里峡導水、靈川県汚水整備、桃花江沿岸廃水処理改善、漓江上流域水源林整備、榕湖・

杉湖浄化、生態系保全の啓発

長期計画（2011-2020）：川江ダム建設、漓江航路の整備、河川環境管理情報システム

表 1 に事業実施計画を示す。

7. 初期環境調査

環境に大きな影響与えると考えられる事業は川江ダムの建設工事で、中でも住民移転と湖沼河川流況に重大な影響が及ぶ。漓江・桃花江分水路建設事業や桂林市下水道建設事業が環境に多少の影響を及ぼすと判断される。従って、これらの事業を実施する際には、負の影響を及ぼすおそれのある環境項目に対し、十分な対策をこうじる必要がある。

8. 提言

(1) 水環境の改善を目指して、計画された対策を実施する。

(2) 必要な段階に F/S 及び実施設計をおこなう。

(3) 規制等による対策は、実施の方策について準備を進める。

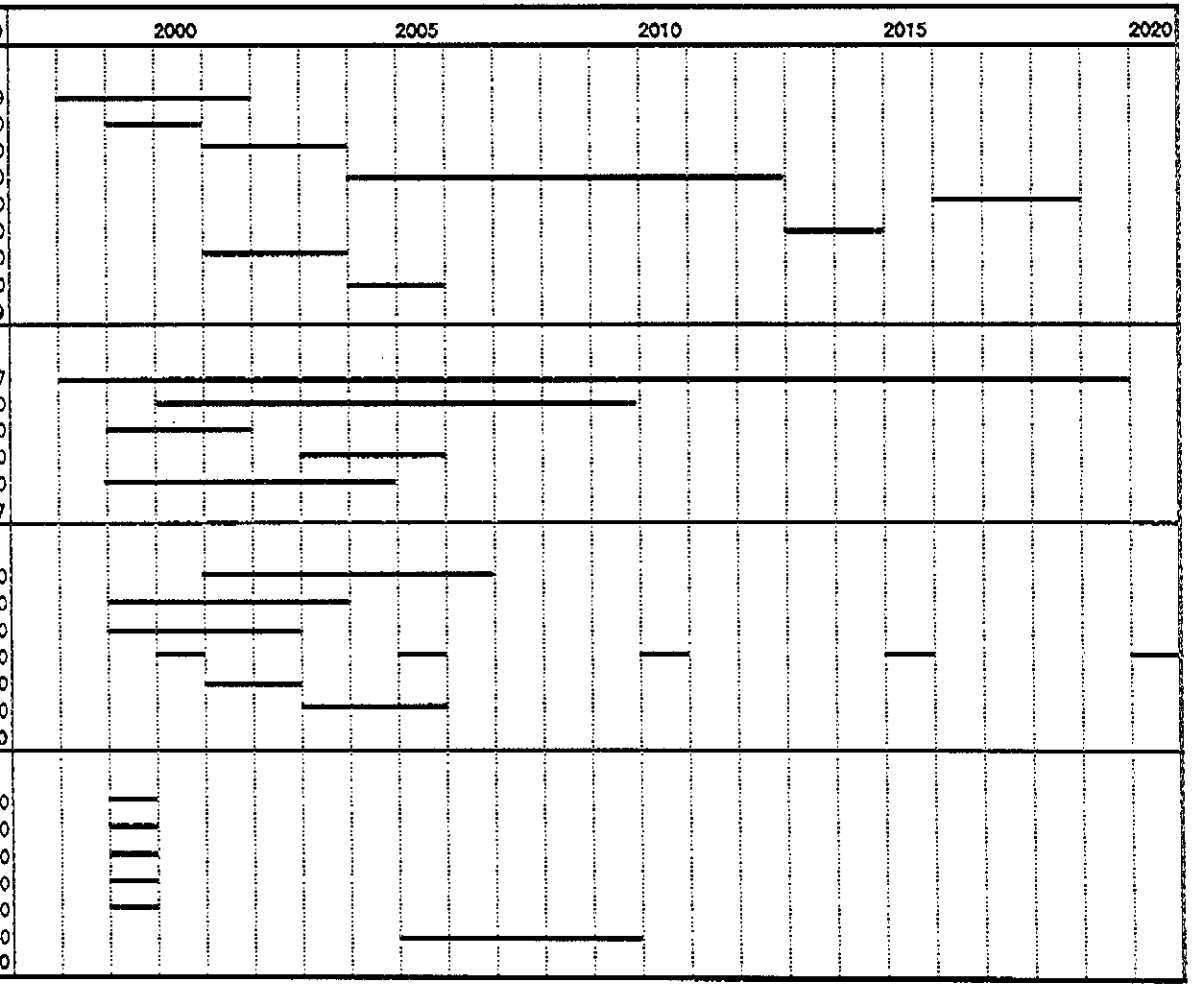
(4) 各関係機関との調整及び総合化を行う漓江水環境管理委員会を設立し、計画を推進する。

(5) 河川環境管理情報システムに関連する体制及び方法を整備する。

(6) 漓江の特異な自然環境を活用した、自然の中での生活や生態系の観察どの分野、歴史的な文化遺産や芸術、特に山水画などの分野への新たな展開が望まれる。

表 1 漓江水環境総合管理計画実施計画

対策工名	実施機関	事業費(万元)
治水・水資源対策		
漓江護岸の整備	桂林市水電局	4299
洪水予警報システムの整備	水文・水資源局	360
都市部内水排除	桂林市水電局	8500
漓江・桃花江分水路建設	桂林市水電局	51950
川江ダム建設	桂林地区水電局	21000
漓江航路の整備	交通局	780
小溶江導水	桂林水務局	8400
五里峡導水	興安県水電局	2860
		98149
水質保全対策		
桂林市下水道整備事業	市政公用事業局	25307
霊川県汚水整備	霊川県政府	8800
南渓河総合整備	環境保護局	920
桃花江沿岸廃水処理改善	環境保護局	3850
小東江総合整備	環境保護局	6850
		45727
生態系・環境・景観対策		
漓江上流域水源林整備	地区林業局	4500
漓江両岸緑化整備	市林業・園林局	940
農村支援整備事業	市・地区林業局	980
生態系調査	科学技術委員会	200
生態系保全の啓蒙	環境保護局	520
榕湖・杉湖浄化	環境保護局	3600
		10740
組織・制度対策		
水利用の合理化	環境保護局	80
地下水利用の規制	桂林市水電局	40
水道料金体系の整備	市自来水公司	30
排水基準上乗せ強化	環境保護局	50
水環境管理委員会	科学技術委員会	100
河川環境管理情報システム	科学技術委員会	1240
		1540



目　次

第１章　調査概要 …… 1- 1
　１．１　調査の背景 …… 1- 1
　１．２　調査目的 …… 1- 1
　１．３　調査対象地域 …… 1- 2
　１．４　調査内容 …… 1- 2
　１．５　調査工程 …… 1- 5
　１．６　調査の実施 …… 1- 5
　１．７　報告書の構成 …… 1- 6

第２章　自然および社会経済条件 …… 2- 1
　２．１　地形、地質 …… 2- 1
　２．２　気象 …… 2- 3
　２．３　河道特性 …… 2- 6
　２．４　人口 …… 2- 9
　２．５　土地利用 …… 2- 11
　２．６　産業 …… 2- 14

第３章　潞江流域の水環境 …… 3- 1
　３．１　水文、水理 …… 3- 1
　３．２　水利用 …… 3- 11
　３．３　地下水 …… 3- 18
　３．４　洪水と渇水 …… 3- 23
　３．５　工場排水 …… 3- 25
　３．６　下水処理 …… 3- 45
　３．７　河川水質 …… 3- 48
　３．８　生態系 …… 3- 69
　３．９　水源涵養林 …… 3- 79
　３．１０　景観 …… 3- 89
　３．１１　観光 …… 3- 98
　３．１２　舟運、漁業 …… 3- 106

第４章　計画中のプロジェクト …… 4- 1
　４．１　2010年発展計画 …… 4- 1
　４．２　水資源開発 …… 4- 4

4．3　治水 …… 4- 10
4．4　水質保全 …… 4- 11
4．5　環境保全 …… 4- 16
4．6　関連計画 …… 4- 22

第5章　水環境の将来予測 …… 5- 1
5．1　社会、経済 …… 5- 1
5．2　治水、利水 …… 5- 6
5．3　汚濁負荷、下水処理、河川水質 …… 5- 16
5．4　生態系、景観 …… 5- 29
5．5　水環境の課題 …… 5- 36

第6章　改善計画目標 …… 6- 1
6．1　河川流量 …… 6- 1
6．2　河川水質 …… 6- 3
6．3　生態系及び景観 …… 6- 6

第7章　水環境改善対策案と便益 …… 7- 1
7．1　治水、利水 …… 7- 1
7．2　水質汚濁対策 …… 7- 7
7．3　生態系、水源林及び景観保全 …… 7- 5
7．4　総合対策 …… 7- 26
7．5　便益 …… 7- 34

第8章　対策案の評価 …… 8- 1
8．1　技術的評価 …… 8- 1
8．2　経済的評価 …… 8- 3
8．3　環境改善効果の評価 …… 8- 6
8．4　環境影響評価 …… 8- 9
8．5　総合評価 …… 8- 20

第9章　事業実施計画 …… 9- 1
9．1　事業内容 …… 9- 1
9．2　事業と資金源 …… 9- 6
9．3　階段別実施計画 …… 9- 7

第１０章　組織、制度 ……10- 1
　　１０．１　組織 ……10- 1
　　１０．２　法および規則 ……10- 8

第１１章　河川環境管理情報システム ……11- 1
　　１１．１　現況のシステム ……11- 1
　　１１．２　情報システムに対する要求 ……11- 3
　　１１．３　河川環境管理情報システムの構築 ……11- 5

第１２章　結論と提言 ……12- 1
　　１２．１　結論 ……12- 1
　　１２．２　提言 ……12- 1

表リスト

第１章　調査概要

表 1.6.1　日本側・中国側関係者リスト ･････････････････････････････ 1 - 7

第２章　自然及び社会経済条件

表 2.3.1　洪水時の流速、粗度係 ･････････････････････････････････ 2 - 6
表 2.4.1　全国の人口とその成長率 ･････････････････････････････････ 2 - 9
表 2.4.2　桂林市の人口とその成長率 ･････････････････････････････････2 - 10
表 2.5.1　漓江上流域の土地利用面積 ･････････････････････････････････2 - 11
表 2.5.2　桂林市土地利用区分 ･････････････････････････････････････2 - 12
表 2.6.1　桂林市のＧＤＰ ･･･2 - 14
表 2.6.2　桂林市の主要工業と生産量 ･････････････････････････････････2 - 15

第３章　漓江流域の水環境

表 3.1.1　流域内主要支川概要 ･････････････････････････････････････ 3 - 1
表 3.1.2　資料収集状況 ･･ 3 - 2
表 3.1.3　年降雨量 ･･ 3 - 4
表 3.1.4　各水文観測所の流況 ･････････････････････････････････････ 3 - 7
表 3.1.5　桂林水文観測所流況曲線 ･････････････････････････････････ 3 - 8
表 3.1.6　桂林水文観測所流況表（１９５０～１９９５） ･････････････ 3 - 9
表 3.2.1　水利用の年次変化 ･･････････････････････････････････････3 - 13
表 3.3.1　桂林市区の地下水資源と利用・開発 ･････････････････････････3 - 16
表 3.3.2　地下水の月別取水量（桂林市区：１９９５年） ･････････････3 - 19
表 3.4.1　洪水被害の状況 ･･･3 - 22
表 3.4.2　渇水被害の状況 ･･･3 - 23
表 3.5.1　漓江流域における工場の概要 ･･････････････････････････････3 - 25
表 3.5.2　工場廃水の放流先 ･･････････････････････････････････････3 - 26
表 3.5.3　放流先河川ごとの工場排水量 ･･････････････････････････････3 - 26
表 3.5.4　各対象工場廃水の水質特性 ･････････････････････････････････3 - 30
表 3.5.5　主要汚濁源の処理効率 ･･････････････････････････････････3 - 32
表 3.5.6　各工場の排水量 ･･･3 - 34
表 3.5.7　各主要工場の汚濁源負荷量推定一覧表（総負荷量） ･････････3 - 35
表 3.5.8　現状の桂林市工業汚濁負荷量のうち排水量の推定 ･･････････････3 - 35
表 3.5.9　工場排水負荷量原単位の分類構成 ･･････････････････････････3 - 36
表 3.5.10 業種ごとの汚濁負荷量原単位の推定（現況の全発生量 ･････････3 - 36

表 3.5.11 業種ごとの汚濁負荷量原単位の推定
（現況の河川への放流負荷量）……3 - 37
表 3.6.1 水処理場名と対象エリア……3 - 38
表 3.6.2 汚水処理場の設備能力と実際の処理量……3 - 38
表 3.6.3 桂林市都市部の生活排水（調査結果）……3 - 39
表 3.6.4 汚水処理場の設計値と１９９６年運転実績値……3 - 41
表 3.7.1 水質の位置特性（１９９５年）……3 - 44
表 3.7.2 漓江本川及び支川等水質調査結果
（１９９６年８月７日～１６日）……3 - 45
表 3.7.3 渇水期の水質と流量
（桂林水文観測所及び鬪鶏山水質観測地点）……3 - 52
表 3.7.4 漓江本川及び支川等水質調査結果
（１９９６年１２月１４日～１９日）……3 - 52
表 3.7.5 漓江渇水期現地調査結果（１９９６年１２月１６日）……3 - 53
表 3.7.8 自浄作用調査区間の基礎データ……3 - 57
表 3.7.9 桃花江及び漓江における村上の式による再曝気係数による
計算事例……3 - 61
表 3.7.10 自浄係数調査結果一覧……3 - 61
表 3.8.1 自然保護区内森林面積……3 - 64
表 3.8.2 漓江流域の鳥類生息状況……3 - 67
表 3.8.3 魚類調査結果……3 - 68
表 3.9.1 保護区の面積及び林相内容・構成樹種……3 - 74
表 3.9.2 漓江における年流送土砂量の年次変化……3 - 75
表 3.9.3 中国６大河川多年の流送土砂量……3 - 76
表 3.9.4 ３固定試験地でみられた林分と草地での降水量の配分……3 - 79
表 3.5.9 主要森林生態系別水文生態効果……3 - 80
表 3.10.1 桂林市街区域の緑化状況……3 - 82
表 3.11.1 国別、年度別外国人観光客一覧……3 - 94
表 3.11.2 桂林市主要観光ホテル一覧……3 - 98
表 3.11.3 外国人観光客取扱旅行社……3 - 99
表 3.11.4 登録ガイド数……3 - 99
表 3.12.1 年度別漓江下り利用人数……3 - 102
表 3.12.2 観光船数と諸元……3 - 103
表 3.12.3 貨物船と諸元……3 - 104
表 3.12.4 浚渫日数と費用……3 - 105

第4章　計画中のプロジェクト

表 4.1.1　桂林市の主な水環境整備事業 …… 4 - 3
表 4.2.1　西水東調の計画中ダム諸元 …… 4 - 7
表 4.2.2　貯水池諸元 …… 4 - 9
表 4.3.1　計画中のプロジェクト …… 4 - 10
表 4.4.1　義江水質 …… 4 - 11
表 4.4.2　義江（五通段）水質分析結果表 …… 4 - 12
表 4.4.3　琴潭区将来予測汚水量 …… 4 - 11
表 4.4.4　北沖区将来予測汚水量 …… 4 - 14
表 4.4.5　琴潭区、北沖区合計将来予測汚水量 …… 4 - 15
表 4.5.1　整備概要一覧表 …… 4 - 16
表 4.5.2　事業概要表 …… 4 - 17
表 4.5.3　造林類型の面積表 …… 4 - 17
表 4.5.4　事業内容一覧表 …… 4 - 19
表 4.6.1　河道堰諸元 …… 4 - 23

第5章　水環境将来予測

表 5.1.1　2000年及び2010年の将来フレーム（1995年価格）…… 5 - 1
表 5.1.2　2000年の将来フレーム（1995年価格）…… 5 - 2
表 5.1.3　漓江流域内の将来フレーム（人工、工業生産額、灌漑面積）‥ 5 - 3
表 5.1.4　漓江流域における将来の家畜頭数 …… 5 - 4
表 5.1.5　桂林市観光客数の予測 …… 5 - 4
表 5.1.6　流動人口の予測 …… 5 - 4
表 5.1.7　都市部緑化面積の予測 …… 5 - 4
表 5.1.8　道路散水用水の予測 …… 5 - 5
表 5.2.1　都市用水の原単位 …… 5 - 7
表 5.2.2　工業用水の原単位 …… 5 - 7
表 5.2.3　農業用水の原単位 …… 5 - 8
表 5.2.4　水需要予測の集計・流域全体 …… 5 - 9
表 5.2.5　水資源の需要配分・流域全体 …… 5 - 11
表 5.2.6　月別の水需要；桂林地点 …… 5 - 13
表 5.2.7　月別の水需要；流域全体 …… 5 - 14
表 5.3.1　1995年平均値による再現計算結果 …… 5 - 20
表 5.3.2　渇水期（1995/12/6）における再現計算結果 …… 5 - 21
表 5.3.3　渇水期（1995/12/13）における再現計算結果 …… 5 - 21
表 5.3.4　汚濁負荷の将来フレーム …… 5 - 22

表 5.3.5　将来予測計算結果（このまま対策をしない場合）……5 - 23
表 5.3.6　汚濁負荷削減対策の将来フレーム……5 - 24
表 5.3.7　将来予測計算結果（排水処理、下水道整備を推進した場合）…5 - 25
表 5.3.8　将来予測計算結果（このまま対策をしない場合）……5 - 26
表 5.3.9　将来予測計算結果（排水処理、下水道整備を推進した場合）…5 - 26

第６章　改善計画目標
表 6.2.1　漓江本川の水質改善計画目標の設定数値……6 - 3
表 6.2.2　漓江支流の水質改善計画目標の設定数値……6 - 4
表 6.2.3　地面水水質基準（ＧＢ3838-88）……6 - 5

第７章　水環境改善対策案と便益
表 7.1.1　導水事業による灌漑……7 - 2
表 7.1.2　ダム事業による灌漑……7 - 2
表 7.1.3　導水事業による利水効果……7 - 3
表 7.1.4　導水事業による電力……7 - 3
表 7.1.4　河道堰による電力……7 - 4
表 7.1.5　漓江上流ダム（斧子口、川江）による電力……7 - 4
表 7.2.1　排水ＢＯＤ濃度（ｍｇ／Ｌ）の現行基準と上乗せ基準（案）‥7 - 7
表 7.2.2　桃花江沿岸主要５工場の汚染物排出量……7 - 12
表 7.4.1　水環境管理関連の対策工……7 - 27
表 7.4.2　総合対策案と事業費……7 - 29
表 7.5.1　プロジェクトと計量可能な便益との主な関係……7 - 35
表 7.5.2　最近の洪水の被害額（１９９５年価格）……7 - 36
表 7.5.3　渇水時の被害（１９９５年価格）……7 - 37
表 7.5.4　発電増加の便益……7 - 38
表 7.5.5　生活用水供給増加による便益……7 -39
表 7.5.6　工業用水供給増加による便益……7 - 40
表 7.5.7　観光客増加便益……7 - 42
表 7.5.8　下水道整備により便益……7 - 42
表 7.5.9　支払い意志額調査結果……7 - 44
表 7.5.10 導水プロジェクトによる灌漑便益……7 - 45

第８章　対策案の評価
表 8.2.1　各対策案の費用と便益……8 - 4
表 8.2.2　経済分析結果……8 - 5

表 8.4.1　大気質環境基準 ・・・8 - 14
表 8.4.2　地表面水質基準 ・・・8 - 15
表 8.4.3　都市部騒音規制基準 ・・8 - 16
表 8.4.4　環境影響要因と環境項目 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8 - 18
表 8.4.5　環境影響評価 ・・8 - 19

第９章　事業実施計画
表 9.2.1　水環境総合管理計画事業の資金源 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 9 -　6
表 9.3.1　漓江水環境総合管理計画実施計画 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9 - 10

第１０章　組織、制度
表 10.1.1　関係組織概要 ・・・ 10 -　2
表 10.2.1　水環境に関する広西自治区及び桂林市の規則 ・・・・・・・・・・・・・・・ 10 -　9

第１１章　河川環境管理情報システム
表 11.1.1　水質モニタリング状況 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11 -　1
表 11.1.2　水文モニタリング状況 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11 -　3
表 11.3.1　河川環境管理情報の活用分類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11 -　8
表 11.3.2　河川環境管理情報システム構築に係るハードウェア及び
ソフトウェア整備計画 ・・・ 11 -15

第１２章　結論と提言

図リスト

第1章　調査概要

図 1.3.1　調査対象位置図 …… 1 - 4
図 1.5.1　調査工程 …… 1 - 6
図 1.6.1　調査組織図 …… 1 - 7

第2章　自然および社会経済条件

図 2.2.1　年平均等雨量線図 …… 2 - 5
図 2.3.1　漓江河道平面図 …… 2 - 7
図 2.3.2　漓江縦断図（桂林～陽朔） …… 2 - 8
図 2.5.1　漓江の土地利用図（1994 年） …… 2 - 13

第3章　漓江流域の水環境

図 3.1.1　観測所位置図 …… 3 - 3
図 3.1.2　至近 20 年間（1976-1995）の降雨量の月変動 …… 3 - 5
図 3.1.3　流量の月変動（桂林水文観測所:1976-1995 の 20 年平均） …… 3 - 6
図 3.2.1　漓江流域の水収支 …… 3 - 10
図 3.2.2　河川取水地点（流域） …… 3 - 11
図 3.2.3　地域別水利用の比較（1995 年） …… 3 - 14
図 3.2.4　現況の月別取水量（過去 10 箇年平均） …… 3 - 15
図 3.3.1　地下水等高線（豊水期） …… 3 - 17
図 3.3.2　地下水等高線（渇水期） …… 3 - 18
図 3.3.3　水利用と地下水（桂林地区：1995 年） …… 3 - 19
図 3.5.1　業種別排水 COD 濃度 …… 3 - 24
図 3.5.2　地区ごとの工場の件数 …… 3 - 25
図 3.5.3　業種ごとの出荷額 …… 3 - 27
図 3.5.4　各工場の放流水質（有機物濃度） …… 3 - 28
図 3.5.5　各工場の放流水質（窒素、りん濃度） …… 3 - 29
図 3.5.6　工場ごとの汚濁負荷量（有機物濃度） …… 3 - 29
図 3.5.7　工場ごとの汚濁負荷量（窒素、りん濃度） …… 3 - 31
図 3.5.8　各工場の汚濁物質除去効率 …… 3 - 32
図 3.5.9　各工場の汚濁物質除去効率（窒素、りん） …… 3 - 32
図 3.5.10 廃水処理方式の現状 …… 3 - 33
図 3.7.1　河川の導電率・DO の状況（1996 年 8 月）（平水期） …… 3 - 43
図 3.7.2　流下に伴う漓江水質の変化（1995 年平均水質） …… 3 - 46

図 3.7.3　漓江本川における水質の季節特性（1991～1995 年）　・・・・・・・・・3 - 48
図 3.7.4　桂林市都市部における漓江年平均水質の経年変化・・・・・・・・・・・・・3 - 50
図 3.7.5　桂林市都市部支流における年平均水質の経年変化・・・・・・・・・・・・・3 - 51
図 3.7.6　渇水期の流下に伴う漓江本川水質変化の状況・・・・・・・・・・・・・・・・3 - 54
図 3.7.7　榕湖・杉湖の水質経年変化（1991～1995 年）　・・・・・・・・・・・・・・・3 - 55
図 3.7.8　残存 DO の経日変化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3 - 57
図 3.7.9　室内実験から求めた自浄係数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3 - 58
図 3.7.10 現地自浄作用調査から求めた自浄係数・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3 - 60
図 3.8.1　貴重動物生息図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・3 - 66
図 3.8.2　魚類生息状況・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 – 70
図 3.10.1 桂林市街区域の景観資源分布図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 – 90
図 3.10.2 漓江沿岸景観資源分布図（浄瓶山橋～楊堤）・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 – 91
図 3.10.3 漓江沿岸景観資源分布図（楊堤～陽朔）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3 – 92

第 4 章　計画中のプロジェクト

第 5 章　水環境の将来予測

図 5.2.1　将来水需要の変化・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5 - 10
図 5.2.2　2020 年の月別水需要量・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5 - 12
図 5.3.1　漓江水質予測・管理モデルの構造・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5 - 17
図 5.3.2　水質モデル計算の手順・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・5 - 18
図 5.3.3　BOD の 1995 年平均値による再現計算結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・5 - 20
図 5.3.4　1995 年渇水期における水質再現計算結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・5 - 21
図 5.3.5　このまま対策をしなかった場合の将来予測 BOD（平水期）・・・・5 - 23
図 5.3.6　廃水処理、下水道整備を推進した場合の将来予測 BOD・・・・・・・・5 - 25

第 6 章　改善計画目標

第 7 章　水環境改善対策案と便益

図 7.3.1　組織構成案・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7 - 16
図 7.3.2　漓江流域景観保護管理整備基本計画案 No-1 ・・・・・・・・・・・・・・・・7 - 19
図 7.3.2　漓江流域景観保護管理整備基本計画案 No-2 ・・・・・・・・・・・・・・・・7 - 20
図 7.3.2　漓江流域景観保護管理整備基本計画案 No-3 ・・・・・・・・・・・・・・・・7 - 21
図 7.3.2　漓江流域景観保護管理整備基本計画案 No-4 ・・・・・・・・・・・・・・・・7 - 22
図 7.3.3　景観保全範囲設定案図・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7 - 23
図 7.3.4　護岸設置案・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7 - 24

図 7.3.5　漓江沿岸緑化イメージ断面図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7 - 25

第８章　対策案の評価
図 8.4.1　中国の環境影響評価のプロセス ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8 - 11
図 8.4.2　プロジェクトサイクルの環境配慮の流れ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8 - 12
図 8.4.3　初期環境影響調査の流れ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8 - 13

第９章　事業実施計画
図 9.3.1　対策工の位置図（1）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9 - 11
図 9.3.1　対策工の位置図（2）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9 - 12
図 9.3.1　対策工の位置図（3）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9 - 13

第１０章　組織、制度
図 10.1.1 漓江水環境に関する組織構造図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10 -　1

第１１章　河川環境管理情報システム
図 11.3.1 河川環境管理情報システムの完成フレーム ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11 -　6
図 11.3.2 河川環境管理情報システム構成概念図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11 -　7
図 11.3.3 漓江環境管理情報システムに係る組織図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11 - 10
図 11.3.4 漓江環境管理情報システムのネットワーク図 ・・・・・・・・・・・・・・・・11 - 11
図 11.3.5 漓江環境管理情報システム全体構成図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11 - 16

第１２章　結論と提言

第1章　調査概要

1 調査概要

1.1 調査の背景

中国南部の広西壮族自治区の第３の都市である桂林市を流れる漓江は、流域の特異な自然景観から、中国を代表する観光地として非常に有名である。

桂林の気候は、年間降雨量の60%強が５月から８月に集中するため、渇水期の水量減少は以前から見られたものの、近年、生活用水や工業用水のための水需要が増加し、渇水期の水量不足が著しくなった。また、流域からの生活雑排水や工場排水は、処理能力が排水量の３～４割しかないために、多くが未処理のまま放出され、水質汚濁などの問題が発生しており、こうした環境の悪化が、飲料水や農業・工業用水の確保、観光産業などにも悪影響を及ぼしている。

そのため、これまで桂林市人民政府により対策の検討が行われてきたほか、世界銀行の協力により、桂林市の水環境改善のための下水処理場建設、廃棄物処分場の改善などの個別プロジェクトが計画されており、現在そのF/Sが実施されている。

しかし、漓江流域全体を対象とした水環境管理のマスタープランに相当するものが策定されていないことから、1992 年に中華人民共和国政府は、漓江の水環境の総合管理計画策定のための調査を日本国政府に要請した。これを受けて、国際協力事業団（JICA）は、1995 年 12 月に事前調査団を派遣し、事前調査団と広西壮族自治区科学技術委員会との間で、実施細則について協議が行われ、合意がなされた。

1.2 調査の目的

桂林市を流れる漓江は、主要な水資源であるとともに、観光産業の上でも重要な資源であり、それを清浄かつ十分に保つことは同市の社会経済状況から見ても極めて重要である。本調査は、漓江の現況把握と将来予測をもとに、漓江の役割を維持するために必要な措置について計画を策定するものとし、次の２点を調査の目的とする。

①漓江流域（陽朔より上流域）を対象とし、2020 年を目標年次とする漓江流域の水環境改善のための総合的な管理計画を策定する。

②中国側カウンターパートに対し、現地調査業務を通じ、技術移転を行う。

1.3 調査対象地域

本調査の調査対象地域は、図 1.3.1 に示すように、陽朔水文観測所より上流の漓江流域であるが、水資源開発に関しては、漓江流域外の河川からの導水等の方策も検討する。

1.4 調査内容

調査は、第１段階：基礎調査

第２段階：将来予測と計画目標の設定

第３段階：総合管理計画の策定

の３段階から構成され、それぞれの調査項目は以下の通りである。

（１）第１段階：基礎調査

１）既存資料の収集・分析

a) 自然状況（気象、地形・地質、水理・水文等）

b) 社会・経済現況及び動向（人口動態・分布、産業構造、工業生産）

c) 対象地域の土地利用現況

d) 河川・環境関係法規、関連組織

２）計画・実施中関連プロジェクトの現況把握

a) 河川管理・環境保全に係わる中央・地方政府の政策・方針・計画

b) 対象地域における都市計画、農業開発計画、工業開発計画

c) 対象地域における上下水道等都市インフラ整備計画・プロジェクト

d) 対象地域における水資源開発、河川整備計画・プロジェクト

e) 対象地域における水質汚濁対策計画・プロジェクト

f) 対象地域における環境保全・景観保全計画・プロジェクト

３）漓江流域の水環境現況把握

a) 水位、流量、水源涵養林

b) 治水・利水及び施設現況

c) 河川水質、主要汚濁排出源・汚濁負荷

d) 下水・排水処理及び施設現況

e) 生態系・景観保全

f）モニタリング

（2）第2段階：水環境将来予測と計画目標の設定

1）実施中プロジェクトによる水環境改善効果予測

a）水位、流量、水源涵養林

b）治水・利水状況

c）河川水質、汚濁負荷量

d）下水・排水処理状況

e）生態系・景観保全

2）漓江流域の水環境将来予測

a）水量、治水、利水

b）水質、汚濁負荷

c）生態系・景観保全

3）水環境改善計画目標の設定及び便益の予測

（3）第3段階：水環境総合管理計画の策定

1）水環境改善対策案の策定

a）水資源開発、治水・利水計画

b）水質汚濁対策

c）生態系・景観保全対策等

2）環境モニタリング体制整備

3）組織・制度整備

4）対策案の評価

a）技術的妥当性による評価

b）財務的妥当性による評価

c）環境改善効果による評価

d）環境影響評価

5）概算事業費積算

6）段階別実施計画

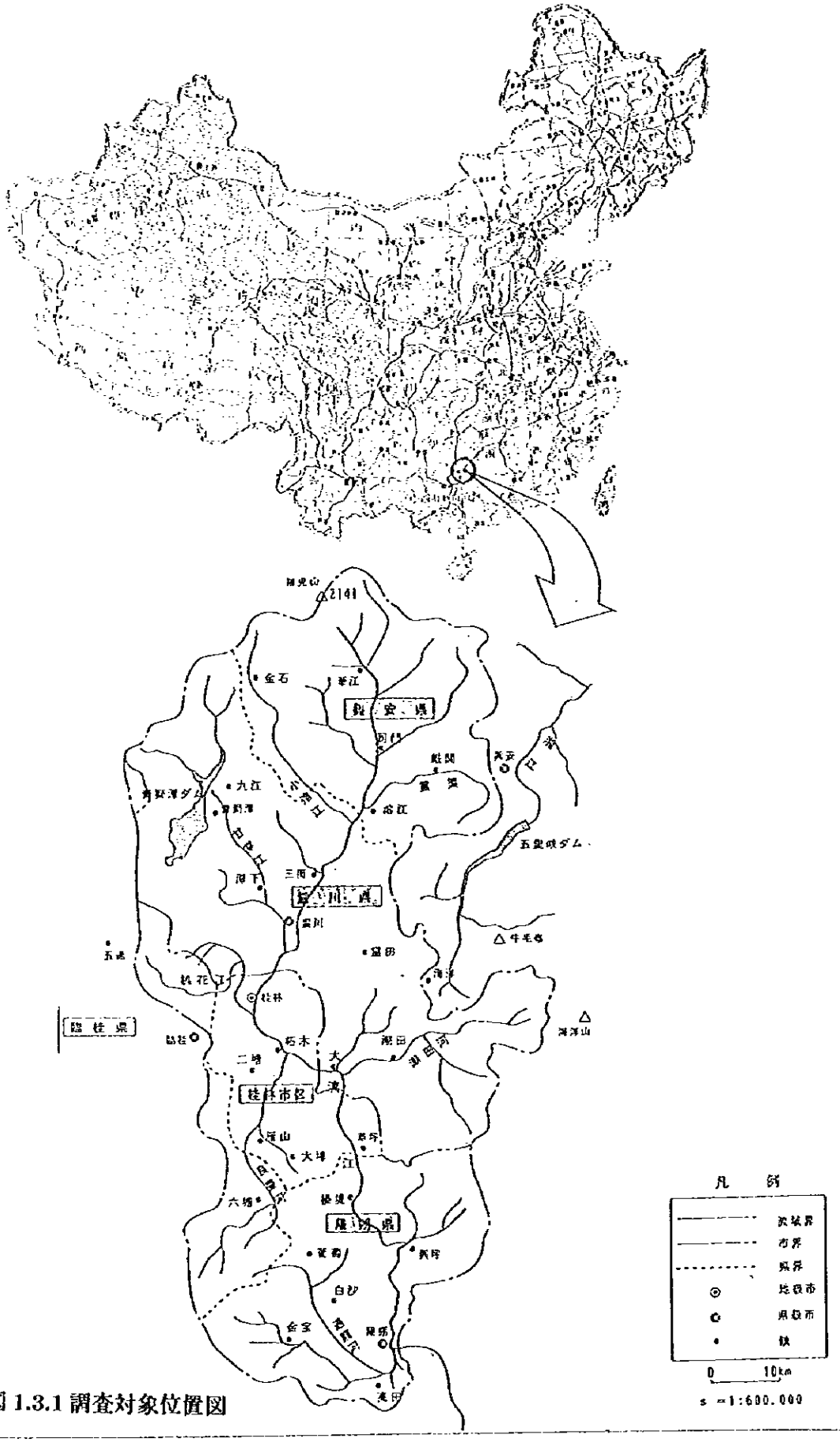


図 1.3.1 調査対象位置図

1.5 調査工程

本調査は 1996 年 6 月に開始し、図 1.5.1 に示す工程で実施した。

第 1 次現地調査は桂林において、1996 年 7 月から 9 月の間以下の調査を実施した。

①既存資料の収集、分析

②漓江流域の水環境現況把握

③計画・実施中の関連プロジェクトの現況把握

④計画・実施中のプロジェクトによる水環境改善効果の検討

⑤社会、経済フレームの設定

また、第 1 次国内作業は 1996 年 10 月から 11 月の間で以下の調査を実施した。

①計画・実施中のプロジェクトによる水環境改善効果の予測

②漓江流域水環境の将来予測

第 2 次現地調査は桂林において、1996 年 11 月から 1997 年 1 月の間で以下の調査を実施した。

①漓江流域の水環境現況把握（乾期）

②漓江流域水環境の将来予測

③水環境改善計画の目標設定及び便益の予測

④河川環境管理情報システムの検討

⑤水環境改善対策案の予備検討

第 2 次国内作業は 1997 年 2 月から 3 月の間に以下の作業を実施した。

①水環境改善対策案の策定

②組織・制度による対策の検討

③河川環境管理情報システム基本構想の策定

④対策案の評価

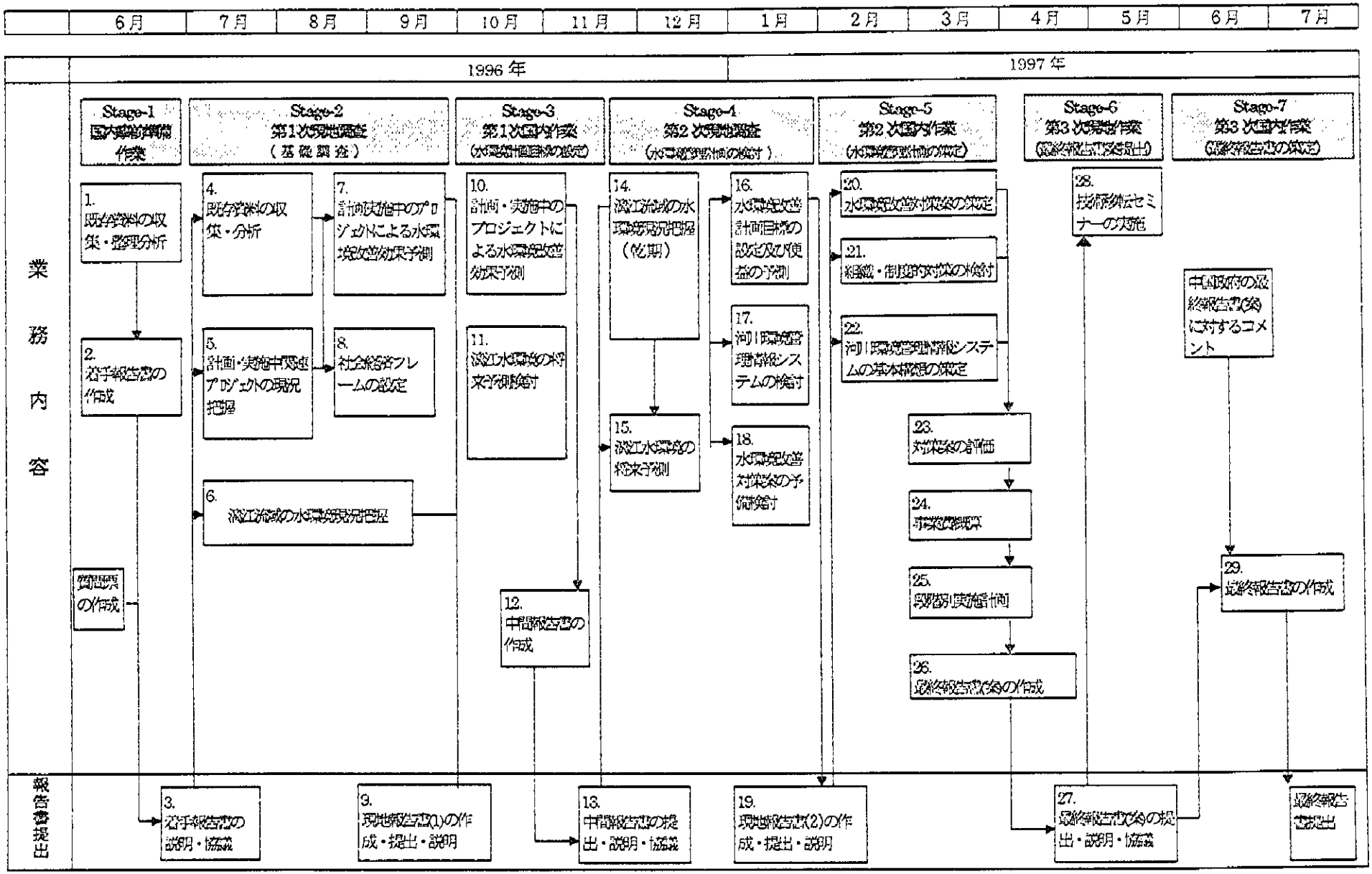
⑤事業費の概算

⑥段階別実施計画の策定

⑦最終報告書（案）の作成

1.6 調査の実施

JICA は作業監理委員会と調査団を組織し、中国側の担当機関である広西壮族自治区科学技術委員会、実施機関である桂林市環境保護局ならびに他の関係機関と共同で


6月
7月
8月
9月
10月
11月
12月
1月
2月
3月
4月
5月
6月
7月
1996年
1997年
業務内容
報告書提出
Stage-1
国内事前準備作業
Stage-2
第1次現地調査
（基礎調査）
Stage-3
第1次国内作業
（水環境評価目標の設定）
Stage-4
第2次現地調査
（水環境管理計画の検討）
Stage-5
第2次国内作業
（水環境管理計画の策定）
Stage-6
第3次現地作業
（最終報告書(案)提出）
Stage-7
第3次国内作業
（最終報告書の策定）
1. 既存資料の収集・整理分析
2. 着手報告書の作成
質問票の作成
3. 着手報告書の説明・協議
4. 既存資料の収集・分析
5. 計画・実施中関連プロジェクトの現況把握
6. 淡江流域の水環境現況把握
7. 計画実施中のプロジェクトによる水環境改善効果予測
8. 社会経済フレームの設定
9. 現地報告書(1)の作成・提出・説明
10. 計画・実施中のプロジェクトによる水環境改善効果予測
11. 淡江水環境の未来予測検討
12. 中間報告書の作成
13. 中間報告書の提出・説明・協議
14. 淡江流域の水環境現況把握（乾期）
15. 淡江水環境の将来予測
16. 水環境改善計画目標の設定及び便益の予測
17. 河川環境管理情報システムの検討
18. 水環境改善対策案の予備検討
19. 現地報告書(2)の作成・提出・説明
20. 水環境改善対策案の策定
21. 組織・制度的対策の検討
22. 河川環境管理情報システムの基本概念の策定
23. 対策案の評価
24. 事業概要
25. 段階別実施計画
26. 最終報告書(案)の作成
27. 最終報告書(案)の提出・説明・協議
28. 技術移転セミナーの実施
中間報告書(案)に対するコメント
29. 最終報告書の作成
最終報告書提出

調査を実施した。調査実施組織を図－1.6.1 に示す。

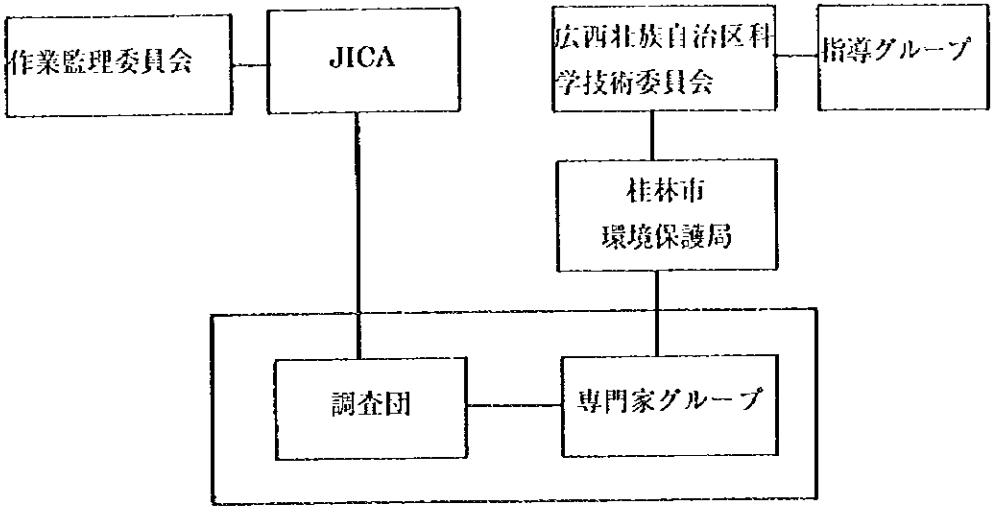


図 1.6.1 調査組織図

本調査に従事した日本側及び中国側の関係者を表 1.6.1 に示す。

表 1.6.1 日本側・中国側関係者リスト

(1) 作業監理委員会		
真下　和彦	委員長	建設省北陸地方建設局　河川調査官
瀬川　俊郎	委員	環境庁企画調整局環境計画課　課長補佐
安東　隆	委員	環境庁水質保全局水質管理課　課長補佐
(2) 日本国際協力事業団		
藤谷　浩至	社会開発調査部　社会開発調査第二課	
斉藤　克義	社会開発調査部　社会開発調査第二課	
(3) 調査団		
橋本　宏	団長	河川管理
亀山　勉	副団長	水資源開発
松浦　尭	団員	水源保護林
小林　康和	団員	治水計画・水文
濱田　隆治	団員	水質管理計画
本田　直史	団員	水利用計画
石川　邦男	団員	工場排水処理計画
宮沢　脩	団員	下水処理計画
勝間田純一郎	団員	公害監視系統
山口　奏子	団員	生態系・環境配慮

山根　敬生	団員	環境経済
斉藤　詮	団員	観光
盛　　遠勝	団員	景観保全・組織・制度
大原　美穂	団員	業務全般通訳
間中　正幸	団員	業務調整

(4)　指導組兼作業監理委員会（中国側）		
苏仁芳	組長	広西壮族自治区科学技術委員会　副主任
周　祜	副組長	桂林市人民政府　副秘書長
杨艳阳	副組長	広西壮族自治区科学技術委員会国際科学技術合作処処長
丁永福	副組長	広西壮族自治区環境保護局副総工程師
孙杏元	組員	桂林市科学技術委員会　主任
卢寿民	組員	桂林市環境保護局　副局長

(5)　指導組管轄下弁公室（中国側）		
馬定鄂	主任	桂林市科学技術委員会外事科　科長
刘禹新	副主任	桂林市環境保護局総合業務科長
羅錦模	副主任	広西科委国際合作処業務担当
李　旭	組員	桂林市科学委員会外事科　副科長
左　華	組員	桂林市環境保護局総合科　副科長

(6)　専門家カンターパート組（中国側）		
卢寿民	組長	桂林市環保局副局長、環境工程、高級工程師
左　华	副組長	桂林市環保局総合業務科副科長、環境保護工程師
李　旭	副組長	桂林市科委外事科副科長、経済管理、高級工程師
廖业桂	副組長	桂林地区環保局副局長、化学、高級工程師
陈年华	副組長	桂林地区林業副局長、林業、高級工程師
谭　良	副組長	広西壮族自治区環保局国際合作処、環境水文工程師
罗锦模	組員	広西区科委国際科技合作処、プロジェクト担当（兼日本語通訳）
梁晓峰	組員	桂林地区林業局、林業、高級工程師
高洪来	組員	桂林地区水電局、水電工事、教授級高級工程師
李耀光	組員	桂林水文水資源局、水文、高級工程師
寥業中	組員	桂林市林業局、林業工程師
曹庆秋	組員	桂林市水電局、水電工程、高級工程師
周忠义	組員	広西環境地質研究所、水文、教授級高級工程師
吴婉湘	組員	桂林市水務局、水利工事、高級工程師
古鼎铭	組員	桂林市園林局、園林、高級工程師
蒙秋玲	組員	漓江風景管理局　風景資源、高級工程師
黎若碧	組員	桂林市環保観測所、化学分析、高級工程師
黄月明	組員	桂林地区環保観測所、環境化学、高級工程師
潘广南	組員	桂林市環保局観測所、水文水資源、工程師　(兼日本語通訳)
魏冬林	組員	桂林市環保局観測所、化学分析、工程師
邵艳青	組員	桂林市環保局　環境工事　工程師
吴林佳	組員	桂林市科委、資料整理、工程師　(兼日本語通訳)
李桂祥	組員	桂林市環保局　環境化学、工程師
楊　雄	組員	桂林市環保局研究所　水文資源　工程師

1.7 報告書の構成

本報告書は主報告書、サポーティングレポート、データ・図面集の3部からなる。主報告書は調査成果とマスタープランを取りまとめたものであり、サポーティングレポートは調査の詳細な結果を述べている。これらの報告書は以下の通りである。

（1）主報告書

（2）サポーティングレポート

（3）データ・図面集

第２章　自然および社会経済条件

2. 自然および社会経済条件

2.1 地形・地質

広西壮族自治区の地形は、中生代白亜紀の造山運動によってその輪郭の基礎が固まったといわれている。その後、新生代第三紀のヒマラヤ運動による断続的な上昇によって、広西の現代の地貌・地形が形成されたとされている。

広西を全体的に見ると１つの大きな盆地となっている。周辺部には２０００m級の山々がそびえ立ち、中間部に浅い谷間や盆地、平原、そして大地や丘陵になっている。また、中間部には有名な広西弧形山地がある。

地勢は西北から東南に傾いており、主要な河川は地勢に沿って流れ出ている。広西の地形は複雑で、雨量も多いため、河川も多く存在している。統計によると、集雨面積が30km² 以上に上る河川は全体で 937 本あり、そのうち漓江の含まれる珠江水系に属しているものが 784 本で、全体の河川総数の 83.7%にあたる。これらの総集雨面積は 20.1 万km² にのぼっていて、全区の総集雨面積の 84.9%にあたっている。これら珠江水系河川のほとんどが広西区内の周辺山地と弧形山地を水源としている。

広西地区の地質は、古生代デボン紀、石炭紀と中生代三畳紀の地質が主体で、次にカンブリア紀のものが占めている。地質としては堆積岩が圧倒的に多い。

堆積岩には炭酸塩岩と非炭酸塩岩がある。主な炭酸塩岩は灰岩で、次に白雲岩が続いている。広西は全国で最大の炭酸塩岩分布面積を持つ省（自治区）の１つである。また、非炭酸塩岩については、その種類は礫岩、砂岩、頁岩、泥岩及び少量の変質岩（結晶片岩と千枚岩）である。

火成岩には侵入岩と噴出岩の２種類があるが、当地では侵入岩の分布面積が広く、主な侵入岩は花崗岩である。火成岩には、超基性岩体、基性岩体、中性岩体と酸性岩体の4 種類があるが、酸性岩体がしめる面積が最大となっている。

広西の陸地の起源の古さと地層、そして岩体の複雑な組成が、豊富かつ複雑な生物種と生物の群落に有利な条件を作り出している。

桂林地区の地形は、山地丘陵地であり「五嶺」のうちの越城嶺と都庁嶺両分水嶺が北部にまたがり、越城嶺の主峰が猫児山（標高 2141m）で華南地方の最高峰であり、漓江の水源でもある。桂林地区の半分以上は山地及び丘陵地で占められている。

流域の中央に位置する桂林市は、南北方向の弧状構造帯の北側で、北東向きの霊川断層帯と北西向きの陽朔断層帯の交差する所に位置する。この弧状構造帯の影響により、

桂林市区には小規模の構造が多数発達している。主な断層には、①尭山断層、②空港断層、③芦笛岩断層、④霊川断層、⑤双潭坪断層、⑥大川、栢木、二月山断層がある。

周辺には多数の鍾乳洞が点在し、上中層には、七星岩、芦笛岩、大岩、穿山岩、南渓山岩、象山岩等の鍾乳洞があり、下層の鍾乳洞は地下水の涵養路となっている。また、14 木の地下河川が確認されており、平均流量は 0.1～1.0㎥/s であり、延長が 2㎞ を超えるものが７本もある。

市街区の地質は概ね堆積岩であり、北西部には泥灰岩、中南部には灰岩が、その外には砂岩石、粉砂岩等が分布する。第四期層は漓江の河谷に分布しており、残積層が緩丘上や峰林に、沖積層が漓江や支川の両岸の河岸段丘上に、洪積層が尭山付近に、湖沼堆積層が桃花江の旧河道沿いに分布している。

2.2 気象

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逓増し、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ている。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、常に漓江上流域に集中豪雨を降らせ、洪水を引き起こしている。

9月から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、降水量は少ない。この気候の結果、河川流量が著しく減少する。

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。

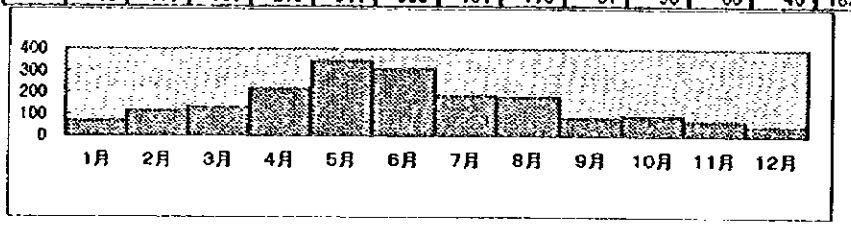
また、季節風気候であるため、年間降水量及び河川流量の年間分布が非常に不均一で、雨期の3月から8月の降水量が3/4を占め、乾期の9月から2月には僅か1/4を占めているに過ぎない。降雨の地域変動は大きく、年雨量でみると下流域（南部）の陽朔付近では1,500mm程度とかなり少なく、上流域（北部）では2,000mm以上、小溶江流域では2,500mmにもなる。

年間平均降水量は、1,500から2,500mmであるが、降雨の月変動図から見られるように、その内の50%程度は4月から6月に集中している。秋冬季には降水量が少なく干魃が頻発している。

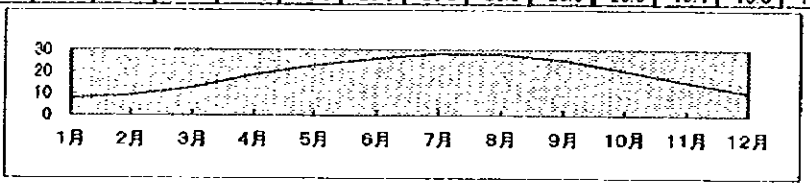
桂林地区は亜熱帯季節風気候に属し、年平均気温は18.8℃と温暖であり、年平均相対湿度は75.8%である。平均日照時間は1,460時間/年、年平均風速は2.6m/sである。至近20年間の桂林に於ける気象の月変動を次に示す。また、降雨の地域分布は年平均等雨量線図に示す通りである。

月平均気象（桂林気象観測所1976-1995：20年平均）　　桂林市気象局資料

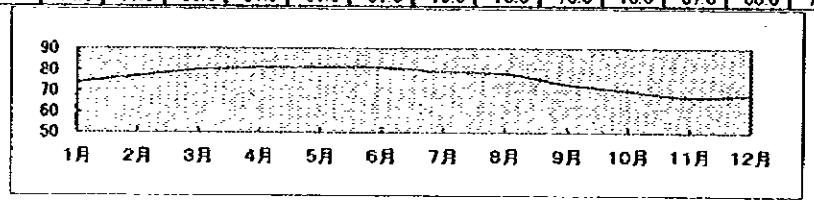
降雨	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
mm	68	113	131	213	344	308	184	178	81	90	66	46	1822



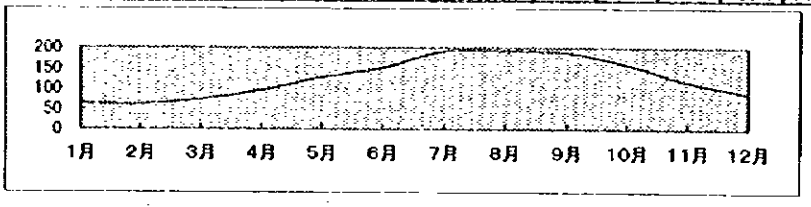
気温	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
℃	7.8	9.2	12.6	18.6	23.0	26.3	28.2	28.0	25.3	20.6	15.4	10.6	18.8



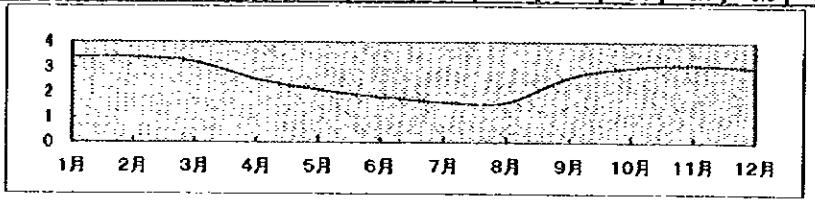
湿度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
%	74.0	77.0	80.0	81.0	81.0	81.0	79.0	78.0	73.0	70.0	67.0	68.0	75.8



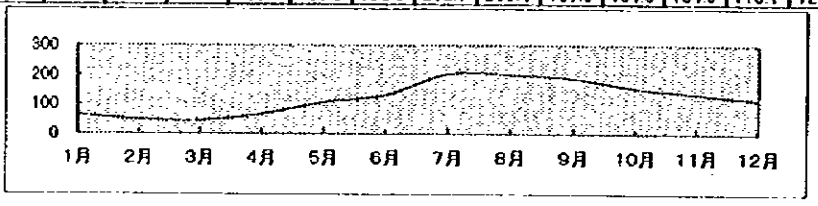
蒸発量	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
mm	62.9	61.1	73.1	95.8	127.3	150.4	192.1	193.4	188.1	158.3	116.1	88.4	125.6



風速	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
m/s	3.4	3.4	3.2	2.5	2.1	1.8	1.6	1.6	2.6	3.0	3.1	3.0	2.6



日照	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
hr	64.1	47.4	44.4	68.1	106.8	132.3	202.7	200.4	187.3	154.6	134.9	116.1	121.6



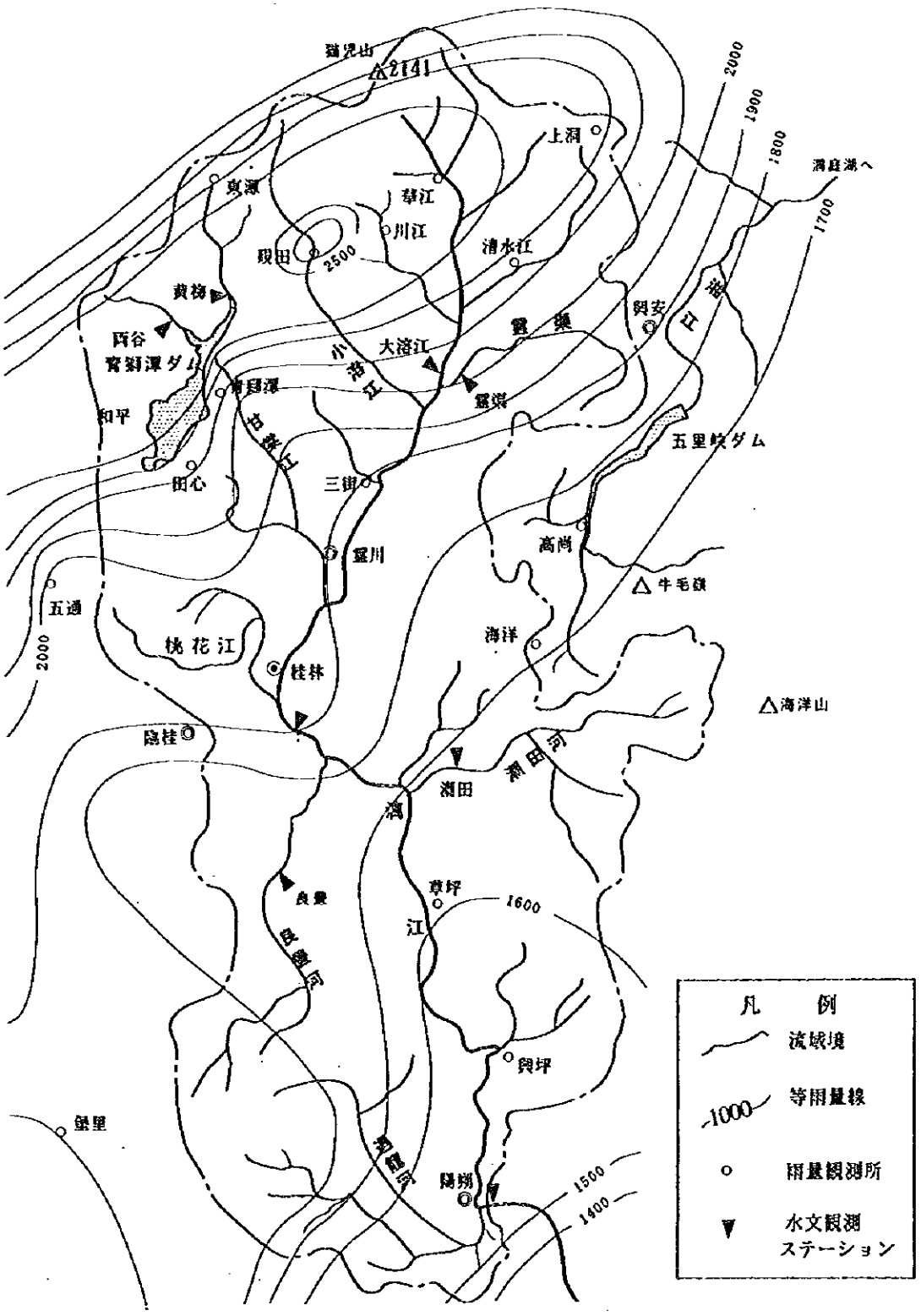


図 2.2.1　年平均等雨量線図

2.3 河道特性

(1)河道勾配

漓江(桂林～陽朔)の河道平面図、縦断図を図2.3.1～2.3.2にしめす。河道勾配は1/2000であり、2～3km 毎に大きな洗掘が見られるのが特徴である。縦断図によれば洗掘深さは 10m 程度に及び単純に湾曲による影響とは考えにくく、砂利採取の影響が相当あるものと推察される。渇水期の漓江下りで観察を行ったが、舟運ルートが限られるためこの洗掘河床は確認できなかった。平均的な水深は 0.6～0.8m 程度、湾曲部でも 2～3m 程度であった。

(2)河床材料と粗度

河床は砂利河床であり、目視観察では最大粒径 200～300mm、平均粒径は 10～30mm 程度と推察され、河道勾配に比較して河床材料が荒く、移過帯（中間帯）～谷底平野の河川に属する。水文水資源局でこの河道特性を確認したが、詳しい調査はされていない。

勾配、河床材料から対数則によって洪水時の流速係数 ϕ、平均流速 v_m 及び Maninng の粗度係数 n を調べると、ϕ=18～19、v_m=3～3.7m/s、n≒0.024 程度と考えられる。

表 2.3.1 洪水時の流速、粗度係数

h(≒R)	u_*(m/s)	ϕ	v_m(m/s)	n	Q(m^3/s)
6m	0.17	18.0	3.1	0.024	3700
7m	0.19	18.3	3.4	0.024	4800
8m	0.20	18.7	3.7	0.024	5900

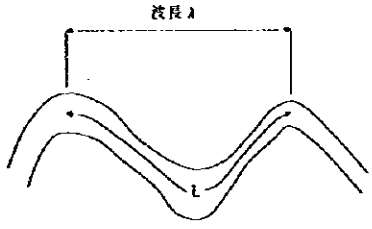
B=200m と想定

$v_m=1/n\cdot R^{2/3}\cdot i^{1/2}$ ····· Manning 式

$\phi=v_m/u_*=5.75\log(R/k_s)+6.0$ ····· 対数則式

$u_*=\sqrt{(g\cdot R\cdot i)}$ ····· 摩擦速度

(3)蛇行特性



漓江は河岸の岩山によって激しく蛇行し、特有の河川景観をつくっている。蛇行波長 λ と水路長 L の比率（$s=L/\lambda$）を調べると、桂林から楊提は s=1.1～1.2 程度、楊提から陽朔までは s=1.4～2 程度であり、下流部で湾曲が激しいことが分かる。河床洗掘は、流水作用によってこれら湾曲部で発達していると推察されるが、縦断図に見られるよう桂林から陽朔のほぼ全区間に渡って連続的に発生するとは考えられない。

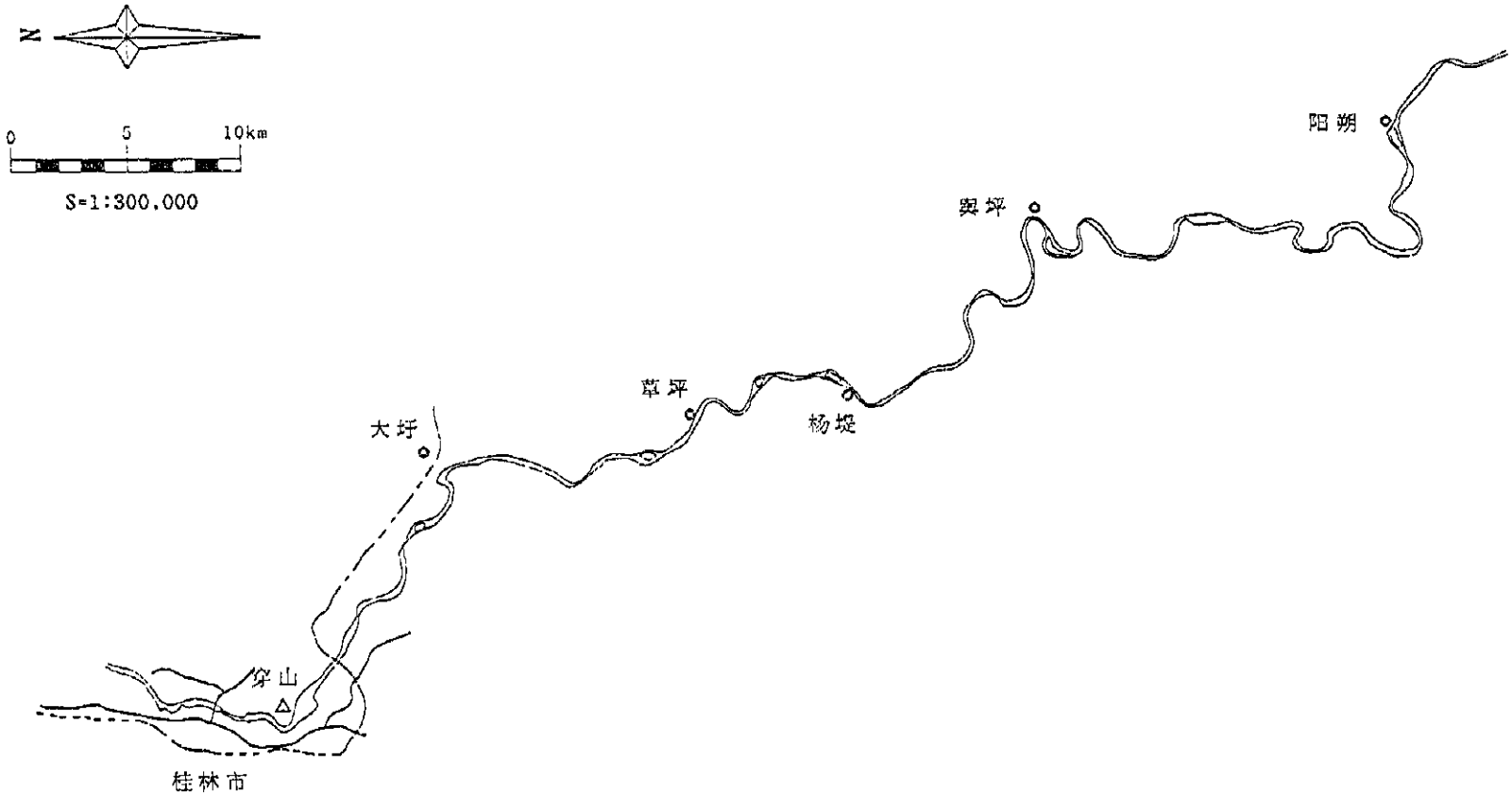


図2.3.1　漓江河道平面図

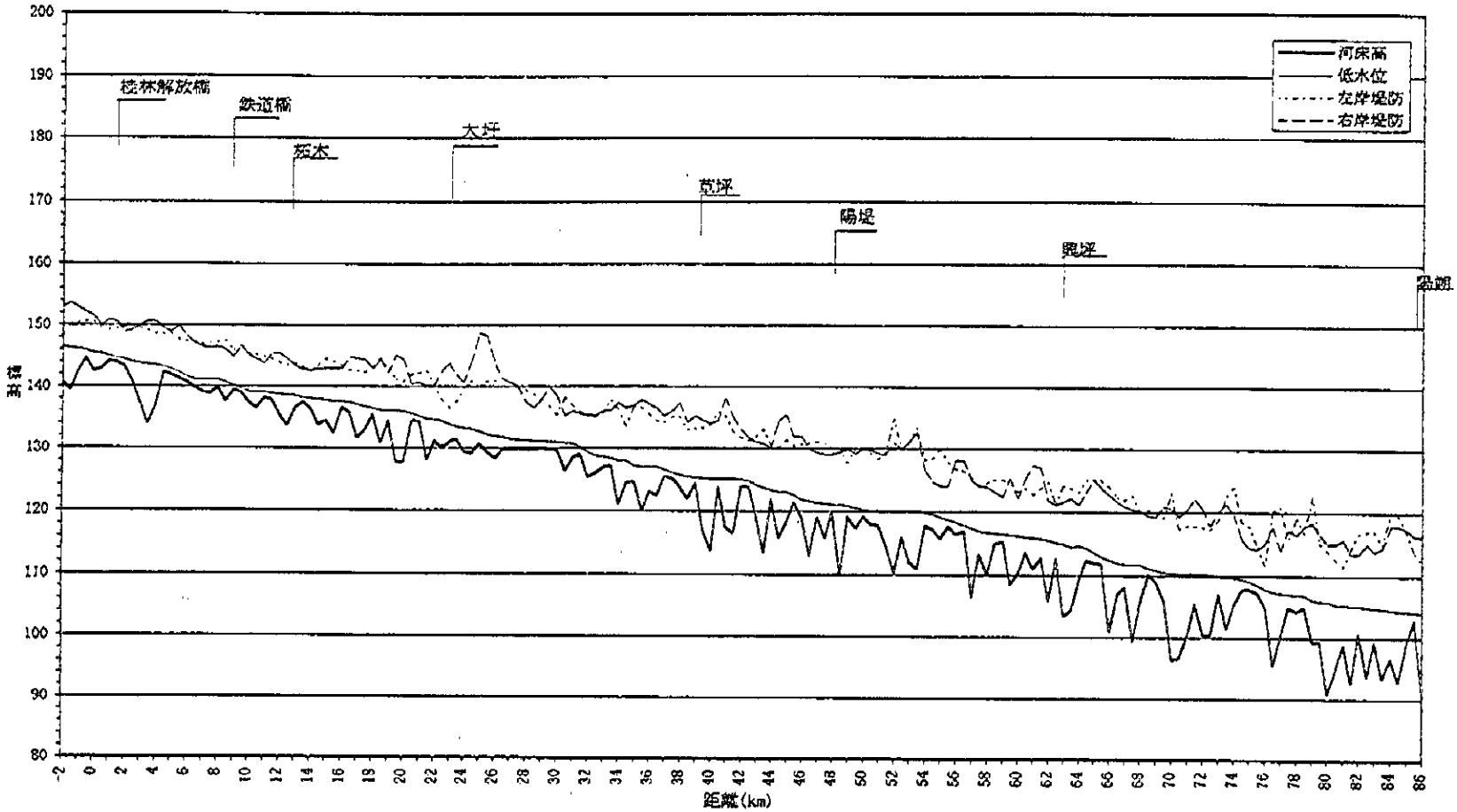


図2.3.2　漓江縦断図（桂林～陽朔）

2.4 人口

2.4.1 人口

中国全土の人口は、表 2.4.1 に示されているように、1995 年には 12 億 1121 万人に達しており、そのうち 30%の 3 億 5 千万人は都市に、70%の 8 億 5947 万人が農村に居住している。1990-1995 の 5 年間の平均人口成長率は 1985-1990 に比較し減少傾向にあるが、全国人口で 1.2%、都市人口で 3.1%、農村人口で 0.4%が記録されている。

表 2.4.1 全国の人口とその成長率

西暦年	人口 (百万人)	都市人口 (百万人)	農村人口 (百万人)
1980	98.705	19.140	79.565
1985	105.851	25.094	80.757
1990	114.333	30.191	84.142
1995	121.121	35.174	85.947
伸び率 (%)			
1980-1985	1.014	1.056	1.003
1985-1990	1.016	1.038	1.008
1990-1995	1.012	1.031	1.004

他方、桂林市の 1995 年の行政人口は約 131 万人、そのうち農村人口は 61.6%の約 80 万人を占めている。全市人口の成長率は低下してきているが、1990-1995 年の 5 年間の平均成長率は 1.6%と全国人口の成長率よりも高い成長を示している。市区人口の成長率はさらに高く 2.3%である。農村人口の成長率は 1%以下となっている。桂林市に含まれる陽朔県と臨桂県の 1995 年の人口はそれぞれ 30 万人、44 万人で、1990-1995 の 5 年間の年平均人口成長率は、臨桂県が 1.5%と高い伸びを示しているが、陽朔県は 0.5%と非常に低い伸びにとどまっている。なお、霊川県および興安県の 1995 年の人口はそれぞれ 32.13 万人、24.3 万人である。

都市部の増加した人口は桂林市の地理的制約から南北に分布してきている。人口密度は 306 人／km^2 (陽朔県 207／km^2、臨桂県 198／km^2) である。表 2.4.2 に桂林市の人口とその成長率を示している。

表 2.4.2 桂林市の人口とその成長率

西暦年	総人口（万人）				農村人口（万）				農村人口の割合(%)			
	全 市	市 区	陽朔県	臨桂県	全 市	市 区	陽朔県	臨桂県	全 市	市 区	陽朔県	臨桂県
1980	100.66	40.41	24.88	35.37	68.80	12.43	22.84	33.53	68.3	30.8	91.8	94.8
1985	110.91	45.75	27.17	37.99	74.01	13.33	24.82	35.86	66.7	29.1	91.4	94.4
1990	120.53	50.96	28.96	40.62	78.52	14.56	26.20	37.77	65.1	28.6	90.5	93.0
1991	121.79	51.68	29.11	41.00	78.81	14.44	26.26	38.11	64.7	27.9	90.2	93.0
1992	124.49	52.65	29.34	42.50	79.11	14.67	26.18	38.26	63.5	27.9	89.2	90.0
1993	126.43	53.86	29.47	43.10	79.89	14.95	26.25	38.69	63.2	27.8	89.1	89.8
1994	128.20	55.05	29.57	43.58	80.41	15.16	26.29	38.96	62.7	27.5	88.9	89.4
1995	130.65	57.20	29.62	43.83	80.43	15.08	26.30	39.05	61.6	26.4	88.8	89.1
伸び率(%)												
1980-1985	1.958	2.513	1.777	1.439	1.471	1.408	1.677	1.353				
1985-1990	1.678	2.180	1.277	1.348	1.190	1.767	1.088	1.043				
1990-1995	1.626	2.337	0.459	1.533	0.482	0.718	0.076	0.669				

2.4.2 少数民族

中国全土には 55 の少数民族が居住している。最も多い少数民族は壮族で約 16 百万人を数え、主として広西省、雲南省、広東省に分布している。その他多い少数民族としては満族（980 万人、主として遼寧省、河北省、黒龍江省に分布）、回族（860 万人、主として寧夏省、甘粛省、河南省に分布）、苗族（740 万人、主として貴州省、湖南省、雲南省に分布）等があげられる。

桂林市は多民族地区に属し、主な少数民族は壮族、辨但、指但、仲但、怯但、僑石但などの 14 少数民族で構成され、1993 年の統計よる少数民族人口は 10.7 万人で、全市人口の 8.46%占め、このうち壮族は 5.25%、仲但、怯但、僑石但は 0.44%を占める。これら少数民族は都市部に 3.7 万人、陽朔県に 3.6 万人、臨桂県に 3.4 万人分布している。特に、壮族は主に陽朔県の白沙鎮、福利鎮、金宝郷、高田郷、臨桂県の臨桂鎮、両江鎮、茶洞郷、渡頭郷及び宛田瑶族郷に分布し、高田郷には壮族が最も集中している。また、瑶族は主に陽朔県の福利鎮、臨桂県の宛田瑶族鎮と黄沙瑶族郷に分布しているが、宛田鎮では瑶族人口が全鎮の 49.5%を占める。草坪回族郷に住む回族は約 1,000 人で市街地に集中している。

2.5 土地利用

流域の土地利用（1994年）を図2.5.1にしめす。この図は、興安県、霊川県の3,420km²範囲の調査資料をもとにメッシュ作成したもである。残念ながら、桂林市の（市区、陽朔県、臨桂県）の範囲は資料が提出されていないため除外している。

これよれば、森林面積が2,290km²で67%を占め圧倒的に多い。森林について、針葉林（610km²）と広葉林（1,680km²）の分布を調べると、上流域で広葉林が広く分布してることが分かる。これは、地質的に表土が浅く養分が少ないため、樹高の高い針葉林が成長しにくい環境にあるためと思われる。なお、水源林は、漓江水系では猫児山森林区と青獅潭ダム森林区が、湘江水系では海洋山森林区が主体である。

水田は、640km²で19%を占める。しかし、1995年の水利用調査結果では、興安県、霊川県及び青獅潭ダムの灌漑面積が500km²程度であることから、相当程度の休耕田が含まれていると考えられる。なお、漓江流域の稲作は二期作である。

その他の土地利用で注目される点は、荒地が330km²と多いことである。荒地は、未利用地の他に森林伐採後の植樹が行われていない地域を含めたものであるが、休耕田を含めれば実態はさらに広範囲になるものと推察される。地域的には、霊渠の上流域及び潮田川流域に多く分布している。特に、森林伐採による荒地の増大は、流域の保水能力を低下させるばかりなく、表土の侵食による土砂流出をもたらすため、漓江の水環境に大きな影響を与えるものと考えられる。

表2.5.1 漓江上流域の土地利用面積

土地利用	面積(km2)
森林（針葉林）	610
森林（広葉林）	1,680
水田	640
荒地	330
牧地	88
水面	64
市街地	8
合計	3,420

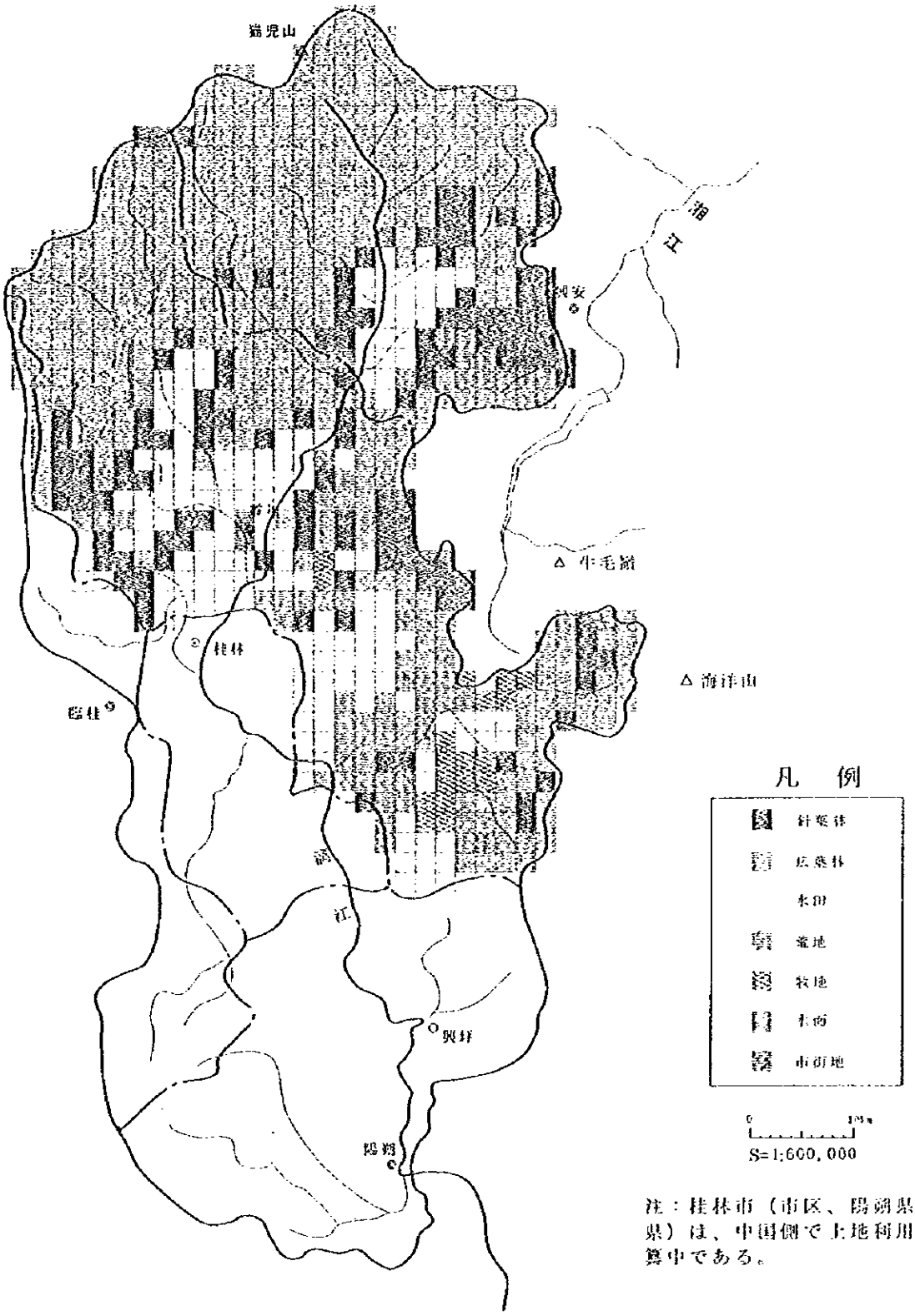
桂林市行政区の土地利用区分は、表に示すように6分類されている。 農業用は現状の農地と農業保護用地を含んだものであり、全市の20.6%を占めている。園地用は、果樹園及び茶畑となっている。最も多いの林地用で、184,700 haで43.5%をしめている。牧畜用の牧草牧用地は、最もすくない。建設用地としているのは、現況の城鎮、工場、

農村、交通用地で全体の 7%である。桂林市の特徴として、著名的な風景、旅遊地区があり、全体の 19%を占めている。

表 2.5.2　桂林市土地利用区分

利用区分	面積（ha）	占有率 (%)
農業用地区	87,587	20.6
園地用	19,240	4.5
林地用	184,679	43.5
牧用	14,725	3.5
建設用	30,660	7.2
旅遊用	81,110	19.1

また、漓江両岸には風景保護土地利用区が設定されており、漓江両岸の草坪鄉、陽朔県の楊提等の 6 地点が含まれている。現況の土地利用状況として、耕地 14,732ha ，園地 1784ha 、林地 23,436ha 、牧草地 188 ha 、居住・工業用地 2,284 ha 、交通用地 305 ha 、水域 2,688 ha 、未利用地 37,228 ha となっている。



注：桂林市（市区、陽朔県、臨桂県）は、中国側で土地利用図を編算中である。

図2.5.1　漓江の土地利用図（1994年）

2.6 産業

中国の過去5年間のＧＤＰの年平均成長率は12.0%という高い成長を記録し、一人当たりＧＤＰも1995年には4,754元に達した。他方、対象地域である桂林市のＧＤＰは表2.6.1に示されているように、第1次産業や第3次産業よりも第2次産業が高い工業主導型の構造になっている。ほぼどの産業も1985年から1990年にかけてはマイナス成長を記録したが、1990年から1995年にかけては全国を上回る成長を遂げている。特に、第2次産業の成長は著しく、年率20%を越える成長率を記録している。1995年の漓江流域内における工業出荷額は44億元で、主要工業の生産高と主要産品の生産額を表2.6.2に示す。西城地区の工業団地では、続々と工場が建設されているが、小規模なものが多い。七里区に有る東区工業団地は新規工場の建設が多く、将来は中心的な工業中心地区になるであろう。

農村部の一人当たりＧＤＰをみるとほぼ全国平均に近い4,531元であるが、都市部では2倍強の10,129元とかなり高くなっている。

表2.6.1 桂林市のＧＤＰ

西暦年	1985	1990	1995	1985-1990 成長率 (%)	1990-1995 成長率 (%)
名目価格（百万元）	1,040	2,061	7,006	14.7	27.7
	814	1,563	5,135	13.9	26.9
第1次産業	202	411	1,157	15.3	23.0
	40	90	216	17.6	19.1
第2次産業	485	866	3,142	12.3	29.4
	454	770	2,713	11.1	28.6
第3次産業	353	803	2,707	17.9	27.5
	320	703	2,206	17.0	25.7
1990年実質価格（百万元）	2,836	2,061	4,442	-6.2	16.6
	2,118	1,563	3,344	-5.9	16.4
第1次産業	416	411	657	-0.2	9.8
	79	90	124	2.6	6.6
第2次産業	1,457	866	2,282	-10.3	22.0
	1,262	770	1,976	-9.4	20.7
第3次産業	963	803	1,539	-3.6	13.9
	777	703	1,244	-2.0	12.1

表 2.6.2　桂林市の主要工業と生産量

製造業名称	生産額(億元)	割合(%)	件数
発酵・醸造	2.88	6.49	3
食品加工	2.65	5.97	9
製薬業	4.79	10.67	6
機械・金属加工	16.96	38.15	24
紡績	3.41	7.68	8
化学・ｺﾞﾑ製造	12.27	27.61	10
製紙	1.26	2.84	2
木材加工	0.02	0.05	1
発電	0.07	0.16	1
ｶﾞﾗｽ製造	0.05	0.10	1
合計	44.00	100.00	65

桂林市環境保護局の提示資料より