

## 第4章 計画中のプロジェクト

## 4 計画中のプロジェクトの概要

### 4.1 2010 発展計画

#### 4.1.1 経済発展計画の概要

第 8 次 5 ヶ年計画時の 1991 年から 1995 年における改革解放と経済発展における成功を受けて、桂林市は第 9 次 5 ヶ年計画（1996～2000 年）及び 2010 年への長期計画を策定した。それによれば、今後 15 年間の経済建設は「改革解放の拡大、発展の安定促進」をスローガンに、農業基盤の強化、産業構造の改善、工業部門の収益拡大、第 3 次産業の育成及び市場経済体制の確立を目指している。

##### (1) 農業

農家の収入増加と生活状況の改善、農業基盤整備への投資拡大、灌漑施設の強化、農村電化、農業支援道路の建設、農業副産品の郷鎮企業の育成強化を図る。農家の平均収入は 2000 年で 2600 元、2010 年で 9600 元を目標とする。

##### (2) 工業

先端技術の導入を図り、市場経済化を目指し、産業構造の改善をおこなう。先端技術開発区と西城工業開発区の建設完成させる。工業総生産高は 2000 年で 167 億元、2010 年で 446 億元を目標とする。

##### (3) 3 次産業

観光、交通、郵政、貿易、金融、情報、不動産、等の第 3 次産業の発展拡大を目指す。総生産高は 2000 年で 26.5 億元、2010 年で 66 億元を目標とする。

##### (4) 桂林市国民生産高

総生産高は 2000 年で 78 億元、2010 年で 201 億元を目標とする。1 人当たりの生産高は 2000 年で 5310 元/人/年、2010 年で 12345 元/人/年を目標とする

#### 4.1.2 投資計画と水環境整備

生活基礎条件と生活環境の改善をおこなうため、都市基盤整備の拡充として、都市交通の整備、旧市街地の再開発、ガス、郵便、上水、排水、住宅、環境衛生、漓江の堤防施設等に投資が予定されている。その累積投資額は 1995～2000 年は 110 億元（投資率 30%）、2000～2010 年は 450 億元を計画している。

このなかで、桂林市は次のような水環境総合整備の戦略を打ち出している。

(1)産業構造の良質化と合理的配置

桂林市の経済発展を西部地域に拡大させ、柳江水系の水環境容量を充分且つ合理的に利用すると共に、漓江への汚濁物の直接排出量も減少させる。

(2) 流量の調整、漓江渇水期における水環境容量の増大

漓江流域での貯水池等の設備による流況調整量能力が未だ限られ、陽朔より上流域での貯水量は年平均流出量の 17%である。貯水池建設及び導水事業により 1/10 確率年の渇水期流量に+ 9m<sup>3</sup>/s 確保するものである。

(3)都市污水处理場の建設及び強化

都市部における污水处理場建設により生活排水汚染の負荷量を削減し、水質保全をおこなう。

(4)工業汚染水排出許可証制度の実施

この許可証制度の実施を通じて、工業汚染源の整備・管理を図り、汚染物の削減を目指す。第9次5ヶ年計画期間中（1996～2000年）にこの制度の全面实施をおこない、全市の水質を計画目標に達成させる。

(5)排水管網の整備

漓江両岸には既設の排水口と取水口が交差に分布しており、排水汚染範囲内に取水口が設けられている。排水管網の整備、排水口位置の変更等をおこなう。

(6)漓江における水源汚染の防止

都市部におけるゴミ処理量の拡大、郊外の下水処理、家畜糞便処理改善、農業と化学肥料による汚染の減少等を目指す。漓江と接続する榕湖、杉湖の浚渫等を急ぐ。

(7) 節水

桂林市の水資源管理の強化、保全、水資源の合理的開発、用水の効率的活用、節水、水資源管理方法の策定、水資源管理体制の確立、水利用料金の制定等をおこなう。

#### 4.1.3 世銀融資対象案件

表 4.1.1 は桂林市の水環境保全に関する主要な水環境整備事業と投資額を示したものである。

表 4.1.1 桂林市の主要な水環境整備事業

事業名称	建設内容	事業目標	調査状況	事業費 (万元)
小溶江導水	小溶江取水ダム(15m) 導水トンネル(7.52km) 発電所(110kw)	渇水期流量(6m <sup>3</sup> /s) 年間電力量(0.61Gwh) 青獅潭ダム増分電力量 (10.52 Gwh)	F/S	8,400 (3年)
五里峡ダム導水 (靈渠へ導水)	ダム(H=62.8m) 南幹線水路(23km) 94年完成 水路(1.33km) 発電所(1,000kw)	平均年渇水期流量 (6.71m <sup>3</sup> /s) 95%保証率流量 (4.57m <sup>3</sup> /s)	一部建設中	2,860
潯江ダム及び義江導水 (西水東調)	黄沙ダム、華境ダム、 潯江ダム、五合堰 発電所(丹竹坪、木洞、 潯江、趙家) 導水路(L=18.3km) トンネル(L=3.4km)	桃花江への導水流量 (8m <sup>3</sup> /s) 年間電力量(178Gwh) 工業用水(100,000m <sup>3</sup> /日) 灌漑面積(4.8万畝)	F/S 基本設計	61,016 (3-5年)
西北区汚水処理設備	汚水処理場 (180,000m <sup>3</sup> /日) 配管(L=43.2km)	桂林都市部処理率(22%) 全体の処理率80%達成	計画	23,818 (3年)
榕湖・杉湖浄化	汚泥排水管(L=3.5km) 浚渫(180,000m <sup>3</sup> )	第3類水質基準	計画	944 (3年)
漓江河岸整備	護岸(172km) 浚渫(66ヶ地点)	漓江沿岸浸食防止 漓江航路整備	計画	4,299 (3年)
両江国際空港	滑走路(L=2@2800m) ターミナル・管制塔 通信・誘導設備		完成 (1996/10)	180,000

注) 事業費欄の ( ) は竣工期間

(桂林市 2010 年計画：環境保護局、1995/10)

両江国際空港(完成)を除く上記案件は世銀の融資対象案件として、1996年より調査が進められており、融資が確定しているのは、漓江両岸整備と汚水処理整備に関するものである。小溶江導水と五里峡導水はその実施時期が検討されている。1997年の6月には全案件の実施工程が確定するになっている。

## 4.2 水資源開発

### 4.2.1 小溶江導水

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  $8.5\text{m}^3/\text{s}$  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。

小溶江ダムは、ゲートを有する重力式ダムとして、高さ 15 m、総貯水容量  $1,130,000\text{m}^3$ 、有効貯水容量  $380,000\text{m}^3$  となっている。

小溶江からの導水による青獅潭ダムの増加効益は以下の通りである。

#### ● 渇水期流況の改善

漓江本川の渇水期流況の改善を図り、桂林地点において流量  $35\text{m}^3/\text{s}$  (導水前  $30\text{m}^3/\text{s}$ 、保証率 92%)を確保し、航路維持と水質保全を図る。

#### ● 発電

小溶江取水ダム地点に発電所を建設して、設備出力 110kw で年間  $610,000\text{kwh}$  の発電をおこなう。導水の効果として青獅潭ダム発電所、導水放水地点発電所、楊梅塘発電所で合わせて年間  $14,200,000\text{kwh}$  の増電を可能にする。

#### ● 甘棠江下流域の水環境改善

甘棠江下流域の既得用水(生活用水、牧畜用水、工業用水)として、最大約  $1.02\text{m}^3/\text{s}$  の確保をし、水環境改善をおこなう。

### 4.2.2 五里峡ダム導水

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～靈河に導水するものである。

五里峡ダムは、重力式ダムとして、高さ 62.8 m、総貯水容量  $99,950,000\text{m}^3$ 、有効貯水容量  $77,000,000\text{m}^3$  で、灌漑、発電、都市への供給を強化するものである。

#### ● 灌 漑

五里峡灌区の 100,695 畝に対し、4 月～10 月の期間に最大月  $2,428\text{万 m}^3$ 、年間  $7,175\text{万 m}^3$  を補給するものである。

#### ● 発 電

新たに発電所を建設して、設備容量 1000kw で年間発生電力量 448 万 kwh

の発電をおこない、興安県及び桂林地区の電力を補うものである。

●流水の確保

漓江に対し、洪水期（11月～1月）に平均  $6.71 \text{ m}^3/\text{s}$ 、導水総量  $52,200,000 \text{ m}^3$  確保し、流況の安定を図り、桂林市の工業用水及び生活水の確保、水質改善、観光舟運に寄与するものである。

#### 4.2.3 西水東調

##### (1)概要

義江流域からの漓江への導水は、西水東調とよばれており、黄砂ダム、潯江ダム、華境ダム、平水江ダム等のダム群と導水路の組み合わせにより計画されている。

この事業は、発電、灌漑、西城工業開発区に対する工業用水供給と桃花江と漓江の市街地区域の水環境の改善を目的とする。

##### (2)ダム計画及び導水計画

###### ①黄砂ダム

柳江水系黄砂河に総貯水容量  $23,000,000 \text{ m}^3$ 、ダム高  $79.5 \text{ m}$  のダムを建設し、有効貯水容量  $20,040,000 \text{ m}^3$ (表 4.4.1 より)を利用して、総量  $121,000,000 \text{ m}^3$  を潯江上流の丹竹坪に  $5.9 \text{ km}$  の圧力トンネルにより導水し、設備容量  $38,100 \text{ kw}$  (表 7.1.5(1)より)の1級発電所を建設し、年間  $84,620,000 \text{ kwh}$  の発電を可能にする。さらに、この発電用水と丹竹坪地点の流量を、延長  $3.8 \text{ km}$  の導水トンネルと有効落差  $150 \text{ m}$  を利用して導水し、木洞地点にて設備容量  $18,900 \text{ kw}$  の発電所により、年間  $48,000,000 \text{ kwh}$  の発電をおこなう。発電所の放流水は潯江ダム貯水池へ流入する。

###### ②潯江ダム

潯江ダムは、潯江河の中流部、臨桂県保寧郷黄坡村の北  $0.7 \text{ km}$  に位置し、流域面積  $54.4 \text{ km}^2$ 、総貯水容量  $26,050,000 \text{ m}^3$ 、ダム高  $70 \text{ m}$  で、発電及び灌漑用水の供給を目的とする。さらに同ダムで調節された余剰水により、義江導水事業で整備される導水路を通じ、桃花江、漓江の水環境改善を図るものである。

ダム地点における年平均流入量  $92,400,000 \text{ m}^3$  を調節し、ダム式発電所（設備

容量 7,400kw)により年間発生電力量 23,700,000kwh(表 7.1.5(1)より)の発電と、下流域の保寧郷、渡頭郷、五通鎮地区の水田 20,000 畝に対し年間 24,000,000 m<sup>3</sup> 農業用水の供給が計画されている。なお、ダム建設は、ダム高 17m で停止されており、その後の水需要に応じて継続される予定である。

### (3)華境ダム

華境ダムは義江の右支川右薬川に建設し、集水面積 39km<sup>2</sup>、ダム高 80.5 m、総貯水容量 34,500,000 m<sup>3</sup> で、水力発電及び灌漑と、桃花江及び瀉江の市街地区間の水環境改善を目的としている。平均使用水量は 2.16m<sup>3</sup>/s で設備容量は 7,500kw、年間発生電力量 24,700,000kwh の発電が可能である。発電の放流水は義江本川の流水と合流後、五合堰にて導水トンネルにより、桃花江へと流下する。

### (4)平水江ダム

平水江ダムは、部臨桂県宛田郷平水村の柳江水系平水江の上流 4 km に位置し、集水面積 38.75km<sup>2</sup>、総貯水容量 16,130,000m<sup>3</sup>、ダム高 78.5m (表 4.4.1 より)で、水力発電及び灌漑と、桃花江及び瀉江の市街地区間の水環境改善を目的としている。

発電所の総設備容量は、計 20,000kw (1 級発電所 15,000kw, 2 級発電所 5,000kw) で、ダム地点の平均年流入量 62,800,000m<sup>3</sup> を調節し、年間 71,800,000kwh の発電を可能にする。発電所の放流水は義江の上流部に流入し、五合堰にて桃花江へ導水される。平均年における導水量は、最大 4m<sup>3</sup>/s、最小 1.5m<sup>3</sup>/s、平均 2.16m<sup>3</sup>/s である。

### (5)義江導水事業

義江導水事業は、その導水ルートにより、2 案が検討されている。

①潯江ダムから五合堰までの導水路建設、既設五合堰の改修と五合堰から桃花江の板屋河に至る導水トンネルを建設し、義江流域のダム群からの発電放流水を集水し、桃花江へ導水後、桃花江及び瀉江の市街地区間の水環境を改善するものである。

②潯江ダムから義江を横断し桃花江上流の板屋河に至る導水路 (L=19.5Km) を建設し、桃花江及び瀉江の市街地区間の水環境を改善するものである。

建設し、桃花江及び漓江の市街地区間の水環境を改善するものである。

桃花江の渇水期の最小流量は  $0.6\sim 1.0\text{ m}^3/\text{s}$  で水深  $0.2\sim 0.4\text{ m}$  と浅く、この事業により、平水年及び渇水年の渇水期には、それぞれ  $6\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $5\text{ m}^3/\text{s}$  の導水が可能である。これにより、桃花江の市街地区間の水環境を改善するとともに、漓江本川の水環境容量が強化される。

下記に西水東調で検討されているダム及び貯水池の諸元を示す。

表 4.2.1 西水東調の計画中ダム諸元

項目・ダム名	黄 沙	潯 江	華 境	平水江
集水面積 ( $\text{k m}^2$ )	62.7	54.4	39.0	38.8
ダム高 (m)	79.5	70.0	80.5	78.5
総貯水容量 ( $\text{万 m}^3$ )	2300	2605	3450	1613
有効貯水容量 ( $\text{万 m}^3$ )	2004	2353	2520	1020
平均総流入量 ( $\text{万 m}^3$ )	11826	9240	7006	6275
平均流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	3.76	2.83	2.22	1.99
利水相当雨量 (mm)	318	432	646	262
常時満水位 (El.m)	740	267	425	745.5
最低水位 (El.m)	710	226	400	712
ダム設計洪水流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	615	616	524	512

(出典：桂林市水資源計画、1995年2月)

#### 4.2.4 金陵ダム

金陵ダムは、桃花江の支川金亀江の中流部・桂林市の西北臨桂県五通郷田辺村に位置し、集水面積  $22.5\text{ km}^2$ 、総貯水容量  $24,200,000\text{ m}^3$ 、有効貯水容量  $14,000,000\text{ m}^3$ 、ダム高  $22.7\text{ m}$  で計画されている。

これにより、桂林市西城工業開発区域に対し、年間  $14,220,000\text{ m}^3$  の工業用水の供給が可能となる。

現在、住民移転問題が未解決のため建設工事が中断している。

#### 4.2.5 漓江上流2ダム建設計画

漓江上流大溶江において、多目的ダムとして斧子口ダムと川江ダムが検討されている。各ダムの概要は以下のとおりである。

##### (1) 斧子口ダム

斧子口ダムは、漓江本川の大溶江上流、興安県溶江郷司門前村付近に位置し、集水面積  $326\text{ km}^2$ 、総貯水容量  $270,000,000\text{ m}^3$ 、ダム高  $84\text{ m}$ 、堤頂長  $280\text{ m}$ 、の



重力式コンクリートダムで、発電、治水、漓江本川の流況改善及び下流域の灌漑を図るものである。

- 発電  
ダム直下右岸部に発電所を建設し、総設備容量 19500kw(3@6500kw)で年間 68,000,000 kwh の発電を可能ならしめる。
- 洪水防御  
洪水調節容量 89,000,000m<sup>3</sup>を利用して、ダム下流域の興安県、氾濫域約 1667ha の洪水防御を図ると共に、桂林地点の確率洪水ピーク流量、5970 m<sup>3</sup>/s (P=1%) , 5490m<sup>3</sup>/s (2%) , 4830m<sup>3</sup>/s (5%) , 4290m<sup>3</sup>/s (10%) に対し、それぞれ 760m<sup>3</sup>/s , 700m<sup>3</sup>/s , 610m<sup>3</sup>/s , 540m<sup>3</sup>/s を低減させるものである。
- 流況改善  
発電容量を含む 141,000,000 m<sup>3</sup>を利用して、10m<sup>3</sup>/s (P=95%)放流し、漓江本川に対し渇水期の流況改善に寄与するものである。
- 灌漑  
専用容量 40,000,000 m<sup>3</sup>を利用して、下流域の溶江郷の水田 3133ha に対し灌漑補給をするものである。

## (2)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<sup>2</sup>、総貯水容量 148,000,000 m<sup>3</sup> ,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。

### <流況改善>

発電容量を含む 73,200,000 m<sup>3</sup>を利用して、5 m<sup>3</sup>/s (P=95%)放流し、漓江本川に対し渇水期の流況改善に寄与するものである。

- 灌漑  
専用容量 29,000,000 m<sup>3</sup>を利用して、下流域の溶江郷の水田に対し灌漑補給をするものである
- 洪水防御  
洪水調節容量 45,800,000 m<sup>3</sup>を利用して、ダム下流域の興安県の水田約 1000 ha の洪水防御を図ると共に、桂林地点の確率洪水ピーク流量、5970 m<sup>3</sup>/s

(P=1%), 5490m<sup>3</sup>/s (2%), 4830m<sup>3</sup>/s (5%), 4290m<sup>3</sup>/s (10%) に対し、それぞれ 290 m<sup>3</sup>/s, 270 m<sup>3</sup>/s, 230 m<sup>3</sup>/s, 210 m<sup>3</sup>/s を低減させるものである。

- 発電

ダム右岸部に導水トンネル・発電所を建設し、総設備容量 10,000kw(5@2000kw)で年間 29,000,000 kwh の発電を可能ならしめる。

(3)貯水池諸元

両ダムの貯水池を表 4.2.2 に示す。

表 4.2.2 貯水池諸元

諸元	斧子口	川江
集水面積	325km <sup>2</sup>	127km <sup>2</sup>
年間平均流入量	5.74 億 m <sup>3</sup>	2.17 億 m <sup>3</sup>
ダム高	84m	81.4m
堤頂長	280m	
総貯水容量	270,000,000 m <sup>3</sup>	148,000,000 m <sup>3</sup>
有効貯水容量	214,000,000 m <sup>3</sup>	
洪水調節容量	89,000,000 m <sup>3</sup>	45,800,000 m <sup>3</sup>
発電容量	141,000,000 m <sup>3</sup>	73,200,000 m <sup>3</sup>
非越流部標高	278.52m	282.5m
ダム設計洪水位	277.51m	281.49m
洪水時満水位	276.38m	280.67m
常時満水位	276.0m	279.8m

(数値は中国側の提供による。)

### 4.3 治水

治水に関連する計画中のプロジェクトとしては、次に示すように7つのプロジェクトが計画されている。

- 1) 漓江本川の河岸整備事業（桂林から陽朔の間の護岸を目的とする）
- 2) 漓江本川の堤防計画（柘木鎮より上流部の桂林市区の洪水防御を目的とする）
- 3) 桃花江の堤防計画
- 4) 寧遠河（桃花江の放水路）の堤防計画
- 5) 漓江本川の分水路計画
- 6) 桃花江の分水路計画
- 7) 漓江上流部の2ダム計画

それぞれの計画の概要については表 4.3.1 にまとめた。この内漓江本川の河岸整備事業は、主として堤防を侵食から護るためのものであって直接的に洪水防御を目的とするものではない。中国側の計画では堤防計画を先行して実施し、つぎに分水路計画、最後にダム計画の順に進めることとなっている。

表 4.3.1 計画中のプロジェクト

計画	対象河川	目的	確率年	対象区間(位置)	内容
河岸整備事業	漓江	護岸の侵食防止	1/10～1/20	桂林浄瓶山大橋～陽朔橋 172km (向岸)	①62kmの第一級護岸の建設 ②16kmの第二級護岸の建設 ③20kmの第三級護岸の建設
堤防計画	漓江	洪水防御	1/20	白石潭～柘木村 20.00km区間	①延長38.99kmの堤防建設 ②堤高2.9m(最大6.57m)
	桃花江	洪水防御	1/20	五仙堤～漓江合流点 18.30km区間	①延長36.00kmの堤防建設 ②堤高3.4m(最大6.59m)
	寧遠河 (桃花江の放水路)	洪水防御	1/20 1/10(一部)	白石潭～柘木村 2.00km区間	①左岸0+000～0+238 三級堤防改築 ②左岸0+403～0+723 二級堤防新設 ③右岸0+000～0+265 二級堤防改築 ④右岸0+265～0+329 二級堤防新築 ⑤右岸0+329～0+455 二級堤防新築 ⑥右岸0+455～0+605.5 二級堤防改築
分水路計画	漓江	漓江水位の低下	1/50	董家巷300m下流～ 衛家渡500m上流	①水路長13.33km(3.0kmのショートカット) ②水路幅30m、水路勾配1/1600 ③748m <sup>3</sup> /sを分流 ④1/100年確率で0.43m～0.75の水位
	桃花江	桃花江水位の低下	1/50	五仙堤90m上流～ 魯家460m上流	①水路長2.27km(3.93kmのショートカット) ②水路幅20m、水路勾配1/1600 ③221m <sup>3</sup> /sを分流 ④1/100年確率で1.17m～1.33の水位
ダム計画	漓江 芥子川ダム	漓江水位の低下	1/100	興安県溶江郷司門前村 大溶江	①集水面積325km <sup>2</sup> ②洪水調節容量89,000,000m <sup>3</sup> ③ダム高84m、堤頂長280mの重力式ダム ④1/100年確率で0.39mの水位低
	漓江 川江ダム	漓江水位の低下	1/100	興安県溶江郷司門前村 大溶江	①集水面積127km <sup>2</sup> ②洪水調節容量45,800,000m <sup>3</sup> ③ダム高81.4mの重力式ダム ④1/100年確率で0.125mの水位低

## 4.4 水質保全

### 4.4.1 導水プロジェクトによる河川水質改善効果

漓江流域における導水プロジェクトは以下の3つに集約される。

- ①義江から、桃花江を経由して漓江へ導水する。
- ②五里峡ダムから壺渠を経由して漓江へ導水する。
- ③小溶江から青獅潭ダムへ導水する。

#### (1)義江から桃花江を経由して漓江への導水（西水東調）

西隣の義江流域から漓江流域への導水事業は、西水東調とよばれている。漓江の支流である桃花江の現在の渇水期の最小流量は 0.6~1.0(m<sup>3</sup>/s)であるが、この導水事業により、渇水期において5~6(m<sup>3</sup>/s)の供給が可能であるとされている。

現在特に渇水期の桃花江では水量不足により、アンモニア性窒素などの水質が悪化する傾向があるが、この導水プロジェクトの実施により、桃花江の渇水期の最小流量の約 5~10 倍の浄化用水が導水されることになるため、漓江の重要な支川であり、桂林市内を流れる主要な都市河川でもある桃花江の渇水期の水質は著しく改善されるものと思われる。

表 6.2.1 及び表 6.2.2 は義江の水質の一例を示したものであるが、BOD、CODなどの有機性汚濁については、データが無いので現時点では判断しにくい。1996年9月に流域を踏査した結果によれば、集落等を含めて流域内にこれといった汚染源がないこと、また水の透明度が1m以上あり、清澄に見えることから、BOD、COD(Mn)濃度は 1mg/L、もしくはそれ以下のきわめて低い濃度であるものと想定される。

したがって、水質改善の面からは水質、水量とも良好でさしたる問題はなく、十分に改善効果が得られるものと考えられる。

表 4.4.1 義江水質 1996年9月15日

	河川名	義江	義江	義江	義江
調査地点	単位	宛田	五通堰	渡頭	两江
調査時刻	時分	11:00	11:30	12:20	12:50
水温	℃	24.1	26.6	28.4	29.5
電導度	uS/cm	81	112	129	137
DO	mg/L	7.8	8.0	6.6	7.5
飽和DO	mg/L	8.2	7.9	7.7	7.6
飽和率	%	95	101	86	99

表 4.4.2 義江（五通段）水質分析結果表

1991年4月

項目	単位	濃度	項目	単位	濃度
色度	度	8	塩化物イオン	mg/L	1.98
濁度	度	5	フッカ物付	mg/L	<0.1
pH		7.5	シアン	mg/L	<0.002
総硬度	mg/L	66.6	ヒ素	mg/L	<0.01
鉄	mg/L	0.06	水銀	mg/L	<0.0002
マンガン	mg/L	<0.05	6価クロム	mg/L	<0.004
銅	mg/L	0.02	鉛	mg/L	<0.01
亜鉛	mg/L	<0.05	硝酸イオン	mg/L	<0.2
石油類	mg/L	<0.002	一般細菌	個/mL	1600
硫酸イオン	mg/L	<5	大腸菌群数	個/L	2300

注) 〔桂林市水資源規制 桂林市水利水電局 1995.2〕より引用

## (2)五里峡ダムから霊渠から漓江への導水量の増加

現在の渇水期維持流量は $6.71(\text{m}^3/\text{s})$ であるが、五里峡ダムを5m嵩上げするとさらに $5(\text{m}^3/\text{s})$ の追加供給が可能である。

霊渠の水質については、現時点では詳細なデータを入手していないため、判断が難しいが、1996年8月の現地踏査、及び携帯式水質計による計測の結果から判断すると、大溶江、小溶江の水質に比べて、決して良好とは言えず、青獅潭ダムから下流の霊川市街地付近の甘棠江なみか、さらにそれより悪い水質であると想定される。

しかしながら、大溶江、小溶江に比べて流量が小さく、また霊渠分水地点から漓江・桂林市街地まで約70kmあることから流下過程での混合・希釈、及び漓江の自浄能力が十分に機能するものと思われる。

## (3)小溶江から青獅潭ダムへの導水

主として水資源（渇水期の維持流量）の問題改善のための導水プロジェクトであり、汚染源がほとんど無い上流域内での流域変更であることから、平水期においては漓江の水質にはほとんど影響を与えないものと思われる。

ただし、渇水期の維持流量は従来の $30(\text{m}^3/\text{s})$ に加えて、さらに $5(\text{m}^3/\text{s})$ 追加供給されることとなり、漓江の渇水期の環境容量が増大・改善されるものと考えられる。

#### 4.4.2 榕湖、杉湖のプロジェクト実施による水質改善効果

榕湖、杉湖の水質改善プロジェクトは以下の3案から構成されている。

- ①榕湖、杉湖に直接流入している約49カ所の排污水管を下水幹線へ接続して系外に排出する。
- ②底泥を0.9mの厚さで浚渫する。
- ③桃花江から1 m<sup>3</sup>/sの流量で導水する。

この①～③の方法は比較的浅い、小さな湖沼の水質改善技術としては、いずれも効果的で妥当な方法であるとみられる。

一般に、浅い閉鎖性水域では豊富な栄養塩（N、P）があると、湖内における一次生産と底泥質の悪化との相互作用により、CODなどの水質が累進的に悪化する傾向がある。

②の底泥浚渫に関しては、1996年3～4月に底泥の性状調査を実施している。その分析結果によれば、水分（1.9～5.4%）、有機質（3.3～13.0%）、石油類（400～3000mg/kg）、重金属などの有害物質の含有濃度はCr（36～80mg/kg）、As（8～32mg/kg）、Zn（180～600mg/kg）、Pb（93～380mg/kg）、Hg（0.11～0.50mg/kg）である。これらの結果は、国家で定めた基準値以内に収まっており、浚渫土の農地還元などに伴う二次汚染の心配はないものと考えられる。

しかしながら、1996年8月の調査によれば、榕湖流入水付近のDOは、1.2mg/Lと低く、汚水混入の影響を受けているが、杉湖流出口付近に近づくとしたがって、DOは6.1mg/Lと高くなっている。

したがって、現時点では漓江からの導水路＝榕湖流入水の水質は非常に汚濁しており、この汚染源対策が当面の課題として重要であるが、桃花江からの導水に切り換えるか、もしくは漓江から別の水路で導入すれば、榕湖流入水質は著しく改善され、環境基準のⅢ類に近づくものと思われる。

榕湖、杉湖の理論的な水交換周期は3～5日とされているが、③の浄化用水導入により、水交換周期が約半分の1～3日程度になり、水域の停滞性は著しく改善されるため、富栄養化の進行は抑制されるものとみられる。

これらのプロジェクトの実施により、現在BOD・N・Pなどが環境基準Ⅲ類を超過し、中程度の汚染と評価されている榕湖、杉湖の水質はかなり改善されるものと考えられる。

#### 4.4.3 下水道整備の進展による生活排水由来の排出汚濁負荷の削減効果

##### (1) 下水道整備による汚濁負荷の削減効果

排水処理・下水道整備対策をしないで、そのまま放置すると生活排水によるBOD排出汚濁負荷量は、今後急速に増加するものと予想されている。

汚水処理整備プロジェクトに関しては、琴潭区と北沖区の2箇所の計画がある。

計画の諸元を表 4.4.3 及び表 4.4.4 に示す。

表 4.4.3 琴潭区将来予測汚水量

西暦年	2000年	2010年	2015年	備考
人口	15万人	18万人	18.6万人	
生活排水量	2.70万m <sup>3</sup> /日	4.86万m <sup>3</sup> /日	6.76万m <sup>3</sup> /日	
一人当り排水量	180ℓ/人/日	270ℓ/人/日	310ℓ/人/日	
工業排水量	2.53万m <sup>3</sup> /日	4.32万m <sup>3</sup> /日	5.55万m <sup>3</sup> /日	
合計排水量	5.23万m <sup>3</sup> /日	9.18万m <sup>3</sup> /日	11.31万m <sup>3</sup> /日	

表 4.4.4 北沖区将来予測汚水量

西暦年	2000年	2010年	2015年	備考
人口	8.2万人	10.0万人	16.0万人	
生活排水量	1.47万m <sup>3</sup> /日	2.70万m <sup>3</sup> /日	4.95万m <sup>3</sup> /日	
一人当り排水量	180ℓ/人/日	270ℓ/人/日	310ℓ/人/日	
工業排水量	0.79万m <sup>3</sup> /日	1.34万m <sup>3</sup> /日	1.73万m <sup>3</sup> /日	
合計排水量	2.26万m <sup>3</sup> /日	4.04万m <sup>3</sup> /日	6.68万m <sup>3</sup> /日	

表 4.4.5 琴潭区、北沖区合計将来予測汚水量

西暦年	2000年	2010年	2015年	備 考
人 口	23.2 万人	28.0 万人	34.6 万人	
生活排水量	4.17 万m <sup>3</sup> /日	7.56 万m <sup>3</sup> /日	10.71 万m <sup>3</sup> /日	
一人当り排水量	180 l/人/日	270 l/人/日	310 l/人/日	
工業排水量	3.32 万m <sup>3</sup> /日	5.66 万m <sup>3</sup> /日	7.28 万m <sup>3</sup> /日	
合計排水量	7.49 万m <sup>3</sup> /日	13.22 万m <sup>3</sup> /日	17.99 万m <sup>3</sup> /日	
BOD 一人当り負荷量	35 g/人/日	45 g/人/日	60 g/人/日	
BOD 発生負荷量	8,120 kg/日	12,600 kg/日	17,300 kg/日	
BOD 削減負荷量	6,500 kg/日	10,000 kg/日	13,800 kg/日	
BOD 全発生負荷量	16,450 kg/日	26,100 kg/日	32,000 kg/日	
BOD 削減率	40%	38%	43%	

注) 下水処理場における処理効率を80%としてBOD削減負荷量を計算した。

BOD全発生負荷量は、桂林市都市部における将来予測データから引用した。

琴潭区、北沖区の下水道整備プロジェクトの実施により、西暦 2000、2010 及び 2015 年に、桂林市都市部において現状に加えてさらに、各々BOD全発生負荷量の40%、38%及び43%が削減されることとなる。



#### 4.5 環境保護関連プロジェクト

##### 4.5.1 漓江上流域の水源涵養林の整備

###### (1) 靈川県防護林建設事業計画

###### ① 目的

漓江全流域面積の 39.6%を占める靈川県には、青獅潭と海洋山両水源涵養林保護区がある。近年、漓江の水不足や水質の汚染は、地域経済や住民生活に悪影響を及ぼしてきている。靈川県のこの事業は森林資源の保護ならびに持続的発展を通じて、森林の水涵養能力を高め、水土効能の維持、自然災害の減少、経済の発展、住民の生活水準の向上をもたらす。特に、山地区内の住民の生活の改善、森林防護能力の増大等により経済的にも生態的にも大きな効果を期待できる。

###### ② 事業概要

整備総面積 6000ha の本事業の総投資額は 1972.2 万元であり、その事業内容は経済林を中心とした人工造林整備、貯水能力を高める低効林改造整備、生態環境の保護を中心とした封山育林整備の3つである。

表 4.5.1 整備概要一覧表

整備項目樹種	人工造林面積 (h a)	低効林改造面積 (h a)	封山育林面積 (h a)	数量 (苗) 万株
白果(銀杏)	691.99			57.2
板栗	107.95			8.9
毛竹	325.64			27.1
楓楊	105.86			33.4
毛竹低効林改造		1600		
馬尾松			241.5	
雜木			292.42	
灌木			1866.08	
土山封山育林			(533.92)	
石山封山育林			(1866.08)	
還生竹	768.56			63.2
計	2000	1600	2400	

###### ③ 事業範囲

防護林事業は海洋山自然保護区、青獅潭水源涵養林保護区、青獅潭ダム周辺、漓江兩岸の6ヶの鎮と38ヶ所の村を中心とする6000haの範囲とする。

(2)興安県防護林建設事業計画

①目的

興安県は漓江の水源であり、毎年県内の水系から 20.8 億トンの水が漓江へ流入している。近年、森林の保護管理が適切に行われていないため、森林の水涵養能力が低下し、水不足及び洪水災害が多発し、水土の流失も生じている。本事業は森林の生態環境の質を高め、自然災害の防止、森林構造の改善、山区の経済発展の推進、漓江の水環境の改善を目的としている。

②事業概要

本事業の対象地域は珠江流域内の金石、華江、嚴関、溶江、全江頭林場、興安鎮、界首鎮の一部の村、摩天嶺林場の一部の分場で、計 40 村、6 林場の分場とする。事業内容は防護林（水源涵養林と漓江兩岸の保護林）と経済林である。

表 4.5.2 事業概要表

地形	山種類	面積(ha)	比率%	樹種	面積(ha)	種別	備考
山区域	I-1	2690	59.7	毛竹	2250	防護林	
				丛生竹	60	防護林	
				銀杏	380	経済林	
	I-2	1250	27.8	毛竹	1150	防護林	
銀杏				100	経済林		
丘陵区	II-1	530	11.8	銀杏	490	経済林	
				丛生竹	40	防護林	
	II-2	30	0.7	銀杏	30	経済林	
計		4500	100%		4500		

\*立地類型：I-1は標高700m以下、傾斜25度以下の中下坂  
 I-2は標高1000m以下、傾斜45度以下の中上坂  
 II-1は標高350m以下、傾斜25度以下  
 II-2は標高500m以下、傾斜45度以下

表 4.5.3 造林類型の面積表

項目	造林類型 (ha)				計
	一類面積	二類面積	三類面積	四類面積	
毛竹防護林	1650.0	1140.0	410.0	300.0	3400.0
丛生竹	10.0	90.0			100.0
銀杏	600.0	270.0	130.0		1000.0
計	2160.0	1500.0	540.0	300.0	4500.0

\*造林類型：一類(立地類型 I-1, II-1, II-2)  
 二類(立地類型 I-2, II-2, I-1, II-1)  
 三類(立地類型 I-1, II-1, II-2)  
 四類(立地類型 I-1, I-1)

#### 4.5.2 生態環境保護計画

桂林市は漓江流域の生態環境保護に関し以下の方針及び構想を明確にしている。

##### (1) 漓江流域の生態系の保護政策と法規の制定

森林を伐採し田圃とするや森林資源の破壊に繋がる行為を禁止させるため、水源涵養林に関する政策と法規の策定及び現行の法規、政策の調整を政府部門に提言する。25度以上の勾配を持つ山斜面は植林地とする規定を設けることも提言する。必要とする水源林面積を優先的に確保した上で、用材林、経済林、炭用林、特殊用材林の占める適切な比率を算定し、“封山育林”と山地の開発（鉱物採取を含む）を均衡させるよう林業内部の構造の調整をはかる。この保護政策と法規の制定は、2010年を目処に漓江の洪水期の流量を  $4\text{m}^3/\text{sec}$  増加することを目標とするものである。

##### (2) 生態農業の発展ならびに沿江の農村生態環境の改善

漓江沿岸の農業生産区域は生態農業の方向に発展すべきである。農地の耕作には化学肥料ではなく天然肥料を主とし利用することにより、土壌の硬度を下げ貯水性を高めるべきである。これにより土壌水が豊富となり、洪水期の地下水の補給量の増加が期待できる。

##### (3) 漓江流域のエネルギー利用の構造改革による薪消費の減少

現在、漓江流域内の四県一市の住民の燃料は主に薪に依存している。各県の企業及び政府機関も大量の薪を消費している。これらの薪を得るための農民による水源涵養林の伐採が、森林面積の減少に結びつく直接的原因となっている。漓江両岸住民の生活エネルギー構造を早急に改革し、石炭、電気及び他のエネルギー利用へと変更することにより、薪の需要量を減少させ、水源涵養林の保護がはかられる。

#### 4.5.3 景観保全計画

##### (1) 漓江両岸緑化開発事業計画

###### ① 目的

漓江両岸の緑化、香化、果化、美化、景観向上等の効果を得るとともに、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、漓江流域の経済

の発展、兩岸の農民の生活レベルの向上などを目的とする。

## ②事業内容

本事業の内容は漓江兩岸の景観向上を中心とした沿岸緑化帯の設置、経済性をはかる経済林の開発、水源の涵養と水土の保護を中心とする「封山育林」の整備、自然環境の保護と農民生活環境の改善を中心とするエネルギー利用構造の改善である。事業の総面積は 17016.3ha である。

表 4.5.4 事業内容一覧表

項目	内容	数量	規模	事業費(万)	備考
緑化帯	緑化帯平均幅	79.5m	1279.5ha	932.12	
	長さ	175.19km			
経済林	銀杏	964.4ha	1391.8ha	3596.67	
	甜竹	426.8ha			
封山育林			14345.6ha	659.24	
エネルギー構造改善	省材炉	2.3 万個		978.96	
	メタンガス炉	1.38 万個			

## ③整備の基本方針

- ・緑化帯の樹種の選定においては景観性の向上を考慮する

樹種の選定は漓江の緑景観性を維持するため、郷土樹種を基本とし、外来種を補助種とする。植栽の形態は、常緑樹が基幹樹で、落葉樹を補助樹とする。また、景観向上のため、高木、灌木、藤、花卉など緑化材を高さ、開花の季節、遠近感により適切に配置する。

- ・造林技術及び樹種選定においては生態系の維持を考慮する

造林整備は水と土を保護し、地形による異なる造林方法を実施する。特に、水と地表土が流失しやすいところを整地し、造林をおこない、既存の植生を保全する。また、自然樹林に近い環境を創出するため、常緑樹と落葉樹、針葉樹と広葉樹を混交林とし、生態系の維持を図る。

## (2)その他の構想計画

### ①保護境界及び管理範囲の策定

漓江流域の桂林市街地の北の南洲から陽朔県の福利鎮までの河川段において、兩岸の平常時水位線から 200~300m の幅の範囲内の区域（農用地、山、林地、芝生傾斜地などを含む）は、漓江風景緑地の極力保護区域とする。その区域の

中にある既存の町、鎮、村などの発展に対しては、合理的な計画と法的な規制によりコントロールする。更に、極力保護風景区域の境界線の外縁 500~1000m の範囲内は風景保護の制限調整区域とする。区域内のすべての建設行為を市及び県の計画部門が統一して管理する。また、風景緑地区域内の無許可の建設行為を禁じる。

#### ②漓江沿岸地区の総合整備事業の実施

早期に漓江兩岸の石山、緑地の整備を行う。自然景観の破壊及び土砂流失を招く土地開発行為は一切禁止する。また、風景遊覧河川の採石、採砂、土採りなどの河床、河道の破壊を禁じる。漓江の河床、河道の自然形状を保護あるいは現状復帰のため、河床と河道を整備する。航路の浚渫を適切に行う。航行する観覧船の規模とトン数を制限する。

#### ③風景区に直接影響する工業汚染源の削減

現在、龍船坪工業区の空気汚染が南溪山風景区の景観資源に重大な影響を与えている。大気の大酸化硫黄の汚染により、南溪山の岩石が白くなり、また樹木の正常な成育にも悪影響が及び、周辺の一部の景観資源が破壊されている。従って、龍船坪工業区にある製薬工場、醸酒工場、ガラス工場から排出される大酸化硫黄を厳重にコントロールし、排出量を削減することによって、南溪山風景区の自然環境を取り戻す。

#### ④景観資源整備計画

桂林市は第 9 次 5 ヶ年計画及び 2010 年長期計画の中で積極的に景観資源の整備を行うことがうたわれているが、なかでも以下の風景区、公園等の整備案が検討されている。

- ・七星公園、象山公園、疊彩公園、西山公園に対する整備
- ・虞山風景点の復帰と整備
- ・老人山風景点に対する持続的な開発と整備
- ・桂湖公園の整備
- ・王城歴史公園の修復、歴史文化拠点の設置、王城保護地帯の整備
- ・八角塘緑地の建設
- ・桃花江国際旅遊リゾートの建設
- ・南湖森林公園の開発整備
- ・泗洲湾山水園の開発整備

- ・ 蚂蝗洲山水園の開発整備
- ・ 伏龍洲花園の建設
- ・ 營洲花木果実園の建設
- ・ 漓江と桂湖の渠道の開削、環状の水上遊覧船の運航
- ・ 町を囲む田園森林大風景区の建設、環状大緑地帯の形成
- ・ 桂林と陽朔を結ぶ道路及び桂林と两江国際空港を結ぶ道路の両側に果実林風景区の建設、緑地帯の形成
- ・ 市街地区域内における地上部の文化遺跡の修復、整備
- ・ 草坪、冠岩風景区の整備
- ・ 奇峰風景区の整備及び一部開発
- ・ 尧山森林公園の開発整備
- ・ 榕湖、杉湖公園の増築
- ・ 伏波公園の増築
- ・ 南溪公園の増築
- ・ 穿山公園の増築
- ・ 芦笛公園の増築
- ・ 城北公園の増築
- ・ 琴潭公園の新築
- ・ 鯉魚山公園の新築
- ・ 浄瓶山公園の新築
- ・ 長塘公園の新築
- ・ 岳山公園の新築
- ・ 金山公園の新築
- ・ 榕山公園の新築
- ・ 尧山野生動物園の開拓
- ・ 黒山植物園の開拓
- ・ 大洲森林公園の開拓
- ・ 營洲森林公園の開拓
- ・ 雁山公園の回復
- ・ 芦笛風景区の開発保護
- ・ 尧山風景区の開発保護

- ・ 龍泉風景区の開発保護
- ・ 溪海風景区の開発保護

## 4.6 関連計画

### 4.6.1 瀉江本川河道堰建設

この事業は、瀉江本川の4地点（呉家里、螺嶺岩）に河道堰を建設し、河川水位を上げて、年間を通じて瀉江下りの舟運確保と発電を行うものである。

表 4.6.1 河道堰諸元

堰名	呉家里	螺嶺岩
流域面積 (km <sup>2</sup> )	2,860	4,860
総貯水容量(m <sup>3</sup> )	4,900,000	5,900,000
堰水面積(km <sup>2</sup> )	2.07	2.60
常時満水位(El. M)	146.0	118.0
発電設備容量(kw)	3,200	6,500
年間発生電力量(Kwh)	14,700,000	30,200,000
事業費 (万元)	8,500	10,614

河道堰建設には、次のような現象が発生すると予測される。

- ・ 地表水質の豊栄養化
- ・ 地下水質の連帯汚染
- ・ 洪水氾濫の増加
- ・ 蓄水による地下水位が上回り、低地帯の湿地化
- ・ 基礎地盤の軟化或いは液状化
- ・ カルスト地盤崩壊の加速

従って、建設計画には詳細な調査が必要であろう。

### 4.6.2 青獅潭ダム補修強化事業

事業は、既設青獅潭ダムの洪水吐き、放流設備、灌漑水路の補修・強化をおこなない、灌漑補給の効率化、瀉江本川の渇水期流況の調整及び洪水調節を行うものである。

- ・ 洪水吐流入部、減勢池周辺の補修
- ・ ゲート設備、放流バルブの更新
- ・ 西幹線水路及び配水路の水路舗装

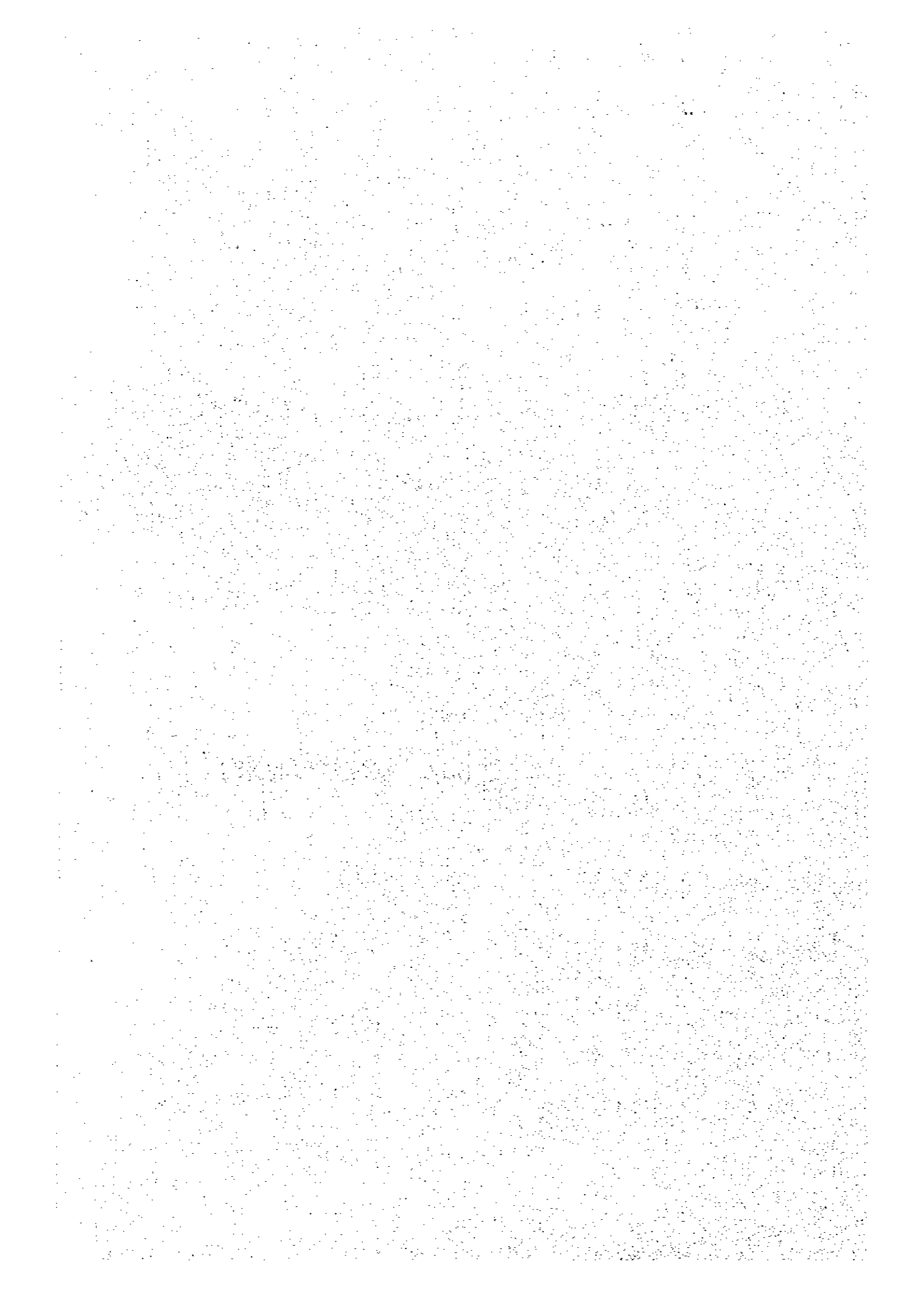


#### 4.6.3 洪水予警報システムの整備

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。

- ・情報処理設備機器の整備
- ・通信回線の設置、端末設備の設置
- ・テレメータ機器の設置
- ・水防体制の確立と広報設備の設置
- ・気象衛星情報設備の導入

## 第5章 水環境の将来予測



## 5 水環境の将来予測

### 5.1 将来の社会・経済フレーム

社会・経済の将来フレームは、2010年と2020年に対して設定した。以下、各年のフレームの設定方法とその設定値について述べる。

#### 5.1.1 2010年の将来フレーム

桂林市は第9次5ヶ年計画及び2010年の長期計画を策定しており、人口、総生産額等の2000年および2010年の計画が設定されている。しかしこれらの計画は1990年価格の1994年実績値をもとに推計されているため、最新データである1995年実績値に上記両計画の中で設定されている成長率を乗じることにより計画値を修正した。この結果、人口は第9次計画では1996年から2000年までは年平均2.1%で延びると想定され、長期計画においては2000年から2010年目では年平均1.1%で伸びると想定されているため、桂林市の将来の人口フレームは2000年では145万人、2010年では162万人と設定した。同様に、2000年の総生産額は129億元、2010年の総生産額は333億元と設定した。その他の主要経済指標の将来フレームを表5.1.1に示した。表示価格は1995年価格である。

表5.1.1 2000年および2010年の将来フレーム (1995年価格)  
(桂林市)

将来フレーム	1995 実績値	2000 予測値	2010 予測値	1996-2000 平均伸び率	2000-2010 平均伸び率
総人口 (万人)	130.7	145	162	2.1%	1.1%
うち中心部 (万人)	57.2	69	84	3.7%	2.1%
総生産額 (億元)	70.1	129	333	12.9%	10.0%
工業生産額 (億元)	102.3	201	537	14.5%	10.3%
農業生産額 (億元)	11.6	15	23	5.2%	4.5%
国境外観光客数 (万人)	35.6	53	88	8.4%	5.2%
観光収入 (億元)	9.3	19	49	15.0%	10.0%
小売り販売額 (億元)	34.7	68	232	14.5%	13.0%
市歳入 (億元)	8.4	16	63	14.0%	14.5%
都市部平均収入 (元)	10129	19503	60572	14.0%	12.0%
農村部平均収入 (元)	4531	9517	35280	16.0%	14.0%

注：桂林地区の2010年経済指標が不明

(桂林市2010年計画、95'10月)

### 5.1.2 2020年の将来フレーム

2020年のフレームは、以下の3ケースにより想定を行った。

- ・ケース1 高成長ケース  
2010年以降の成長率を2000年から2010年までと同じ成長率で成長すると仮定する。
- ・ケース2 安定成長ケース  
2010年以降の成長率をケース1とケース3の間にあると仮定する。
- ・ケース3 低成長ケース  
2010年以降の成長率を2000年から2010年までの成長率の2分の1と仮定する。

以上の仮定のもとで桂林市の2020年の将来フレームは、表5.1.2に示されているように設定された。

表5.1.2 2020年の将来フレーム（1995年価格）  
(桂林市)

将来フレーム	2010 予測値	2020 高成長	2020 安定成長	2020 低成長
総人口(万人)	162	180	176	171
うち中心部(万人)	84	104	99	94
総生産額(億元)	333	865	687	543
工業生産額(億元)	537	1430	1130	887
農業生産額(億元)	23	36	32	29
国境外観光客数(万人)	88	147	130	114
観光収入(億元)	49	126	100	79
小売り販売額(億元)	232	786	587	435
市歳入(億元)	63	243	176	126
都市部平均収入(元)	60,572	188,127	143,396	108,475
農村部平均収入(元)	35,280	130,792	95,754	69,402

### 5.1.3 漓江流域区内の将来フレーム

#### (1)流域内の人口、工業生産額および灌漑面積の予測

漓江流域における水需要予測に必要な、流域内人口、工業生産額、灌漑面積について、以下の条件に基づきフレームの設定を行った。2020年のフレームに関しては、中国側設定の安定成長ケースをもとに、高成長ケースと低成長ケースを想定した。これ

らの成長率間の関係は、高成長ケースの成長率の2分の1を低成長ケースの成長率とし、安定成長ケースの成長率は、高成長ケースと低成長ケースの中間の成長率となるように設定してある。これらのフレームを表5.1.3に示す。

- ①1995年の実績値に基づく。
- ②漓江流域に含まれる地域の年平均伸び率は桂林市の数値に準ずる。
- ③灌漑面積の予測値は中国側に拠る。
- ④青獅潭ダムの灌漑面積については2020年に計画面積に達する。

表 5.1.3 漓江流域内の将来フレーム（人口、工業生産額、灌漑面積）

将来フレーム	1995	2000	2010	2020		
				高成長	安定成長	低成長
	実績値	予測値	予測値	予測値	予測値	予測値
人口(万人)	154.78	172.9	210.50	242.1	233.8	212.0
桂林市	57.20	68.5	99.88	122.8	116.7	100.9
陽朔県	29.62	31.1	32.40	34.3	33.8	32.5
臨桂県	11.53	14.5	13.27	14.4	14.1	13.3
靈川県	32.13	34.7	37.00	40.2	39.4	37.2
興安県	24.30	26.2	27.90	30.5	29.8	28.0
工業生産額(億元)	121.98	244.2	632.90	1686.1	1331.5	666.2
桂林市	86.33	174.0	450.00	1200.5	947.7	473.7
陽朔県	2.94	5.8	15.40	41.2	32.5	16.2
臨桂県	2.51	5.0	13.50	35.1	27.9	14.2
靈川県	13.6	26.8	69.40	184.6	145.8	73.0
興安県	16.57	32.6	84.60	224.8	177.6	89.0
灌漑総面積(km <sup>2</sup> )	713.9	754.4	795.85	859.1	842.9	798.9
桂林市	41.0	42.7	46.20	50.1	49.1	46.4
陽朔県	119.9	124.8	135.10	146.3	143.4	135.6
臨桂県	64.9	67.6	73.20	79.3	77.7	73.5
靈川県	131.5	136.8	142.30	149.9	148.0	142.7
興安県	128.2	133.5	139.00	146.6	144.7	139.4
青獅潭ダム	228.4	240.0	260.00	287.0	280.0	261.3

(1995年数値は中国側による)

(2)家畜の頭数の予測

漓江流域の牛、豚、馬および山羊の4種類の頭数の合計が予測された。予測結果は表5.1.4に示されている。2020年の頭数は安定成長ケースのみが示されている。

表 5.1.4 漓江流域における将来の家畜頭数

西暦年	(万頭)					
	桂林市	興安県	雒川県	臨桂県	陽朔県	合計
1995	26.2	16.7	22.5	22.6	45.0	133.0
2000	50.3	32.1	43.2	43.4	86.4	255.4
2010	85.5	54.6	73.4	73.8	146.9	434.2
2020	128.3	81.9	110.1	110.7	220.4	651.4

(3)桂林市の観光客数の予測

表5.1.5に観光客数の予測(2020年は安定成長ケース)を掲げてある。

表 5.1.5 桂林市観光客数の予測

西暦年	1995年	2000年	2010年	2020年
外国人観光客数(万人)	35.6	53	88	130
国内観光客数(万人)	868	1,100	1,200	1,300

(4)流動人口の予測

学生、出稼ぎ等の流動人口の、予測結果は表5.1.5に示されている。前と同様に、2020年の予測は安定ケースのみを掲げてある。

表 5.1.6 流動人口の予測

西暦年	1995年	2000年	2010年	2020年
流動人口(万人)	7.4	10	14	15

(5)都市部緑化面積の予測

都市部の緑化面積の将来予測を行った。この結果は表5.1.7に示されている。

表 5.1.7 都市部緑化面積の予測

西暦年	1995年	2000年	2010年	2020年
人口(万人)	67.2	68.45	99.88	116.71
緑化面積(m <sup>2</sup> /人)	5	7	12	15

(6)道路散水用水の予測

都市部の道路平均散水量を0.004 m<sup>3</sup>/人/m<sup>2</sup>として、将来の道路散水用水の予測を行った。その結果は表5.1.8に示されている。

表 5.1.8 道路散水用水の予測

西暦年	1995年	2000年	2010年	2020年
人口(万人)	57.2	68.45	99.88	116.71
道路面積(m <sup>2</sup> /人)	8.6	8.8	9.0	10.6

西暦年	1995年	2000年	2010年	2020年
散水用水量(万m <sup>3</sup> )	157.7	236.6	394.3	473.1



## 5.2 治水、利水（将来予測）

### 5.2.1 治水

漓江の桂林市区に於ける堤防（東鎮路～六坊村区間）の防御能力は7～18%程度と現在のところきわめて低い水準にあるが、既設青獅潭ダム（経年貯留ダム）空き容量による洪水調節がされているに過ぎない。また、現在計画されている護岸整備事業では、河岸侵食防止に対し効果はあるが、大きな治水効果は期待できない。今後の社会発展や経済活動の増大により漓江流域内の資産は増加する為、洪水被害も多くなる。

### 5.2.2 利水

ここでは、社会・経済フレームで予測した結果をもとに、将来（2000年、2010年、2020年）の水需要量を予測する。なお、2020年については、高度成長モデル、安定成長モデル及び低成長モデルの3ケースがあるが、水需要予測は安定成長モデルを対象として検討する。

#### (1)原単位の子測

##### ①都市用水

- ・現況の調査では、生活用水、観光客・短期定住者（流動人口）の使用量及び公共用水について個別に把握されていないため原単位が地域によって異なる。しかし、今後桂林市区では観光客や公共用水の需要が増大すると予測されるため、個別の原単位について中国側と協議して設定した。
- ・生活用水は、現況の原単位を200ℓ/日・人とし、将来については生活水準の向上による使用水量の増大を考慮して設定する。
- ・観光客については、外国人1,500ℓ/日・人、国内人500ℓ/日・人とし、平均滞在日数を3日とする。
- ・流動人口の原単位は生活用水と同じとし、平均滞在日数は270日/年とする。
- ・緑化用水は、都市部について2ℓ/日・m<sup>2</sup>とする。緑化面積は各年次で5、7、12、15m<sup>2</sup>/人と増加する。
- ・散水用水は、都市部について4ℓ/日・m<sup>2</sup>とする。道路面積は各年次で8.6、8.8、9.0、10.8m<sup>2</sup>/人と増加する。

- ・ 消防用水は、火災 1 件の消化時間を 3 時間とし使用水量は  $0.1\text{m}^3/\text{s}$  とする。
- ・ 予測外の用水及び漏水損失として 10%の雑用水を計上する。

表 5.2.1 都市用水の原単位

項目	単位	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年
生活用水	l/日・人	200	210	220	230
外国観光客	々	1,500	1,500	1,500	1,500
国内観光客	々	500	500	500	500
流動人口	々	200	210	220	230
緑化用水	l/日・m <sup>2</sup>	2	2	2	2
散水用水	々	4	4	4	4
消防用水	m <sup>3</sup> /件	1,080	1,080	1,080	1,080

## ②工業用水

- ・ 現況の工業用水調査では、青獅潭ダムからの取水量が含まれているが、地域別（市区・県）に集計されている工業生産高との関係が不明である。また、産業別取水量では、火力発電所（1 箇所）が桂林市区の 20%を占め原単位への影響が大きい。このため、工業用水の原単位について中国側と協議し、現況（1995 年）を  $120\text{m}^3/\text{万元}$  とし、各年次では再利用率の向上を考慮して設定した。
- ・ 現況の原単位は  $120\text{m}^3/\text{万元}$  とする。しかし、北京市（ $60\text{m}^3/\text{万元}$ ）や杭州と比較して大きく、今後水の有効利用を促進する必要がある。
- ・ 桂林市の第 9 次 5 箇年計画によれば、工業用水の再利用率は現況の 17% から、2000 年で 30%、2010 年で 40%と計画され、原単位の低減率は 3%/年程度と推定される。
- ・ 2010 年以後の年低減率は不明であるが、安定成長に伴う設備投資への鈍化を考慮して 1.5%/年に想定する。

表 5.2.2 工業用水の原単位

項目	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年
原単位 (m <sup>3</sup> /万元)	120	100	80	60
再利用率 (%)	17	30	40	—

### ③農業用水

- ・農業用水については、灌漑用水と畜産用水に分けて原単位を設定した。
- ・灌漑用水は、青獅潭ダムの灌漑域では水路延長が長く、損失による影響が大きいいため他の市区・県と分けて原単位を設定した。
- ・現況（1995年）の原単位は、青獅潭ダムの灌漑域で  $230\text{m}^3/\text{s}$ 、他の地域（市区・県）では  $180\text{m}^3/\text{s}$  である。
- ・桂林市の第9次5箇年計画では、2010年までの間、灌漑用水の原単位は低減率が2%/年程度で計画されている。  
これより、灌漑用水の原単位は、現況をもとに第9次5箇年計画の低減率を考慮して設定した。なお、2010年以後の低減率は1%/年と想定した。
- ・畜産用水の原単位は、中国側の計画で設定する。

表 5.2.3 農業用水の原単位

項目	単位	1995年	2000年	2010年	2020年	
灌漑用水	市区・県	$\text{m}^3/\text{a}$	180	170	150	130
	青獅潭ダム	$\text{m}^3/\text{a}$	230	210	180	160
畜産用水	1/日・頭	38	38	38	38	

### (2)将来の水需要

水需要の将来予測結果を表 5.2.4、図 5.2.1 に示す。これより、

- ①都市用水については、現況（1995年）の  $1.57\text{億 m}^3$  に対して、2000年で  $1.90\text{億 m}^3$ 、2010年で  $2.49\text{億 m}^3$ 、2020年で  $2.93\text{億 m}^3$  と増大することが予測される。2020年では現況の1.9倍程度となる。
- ②工業用水については、現況の  $1.43\text{億 m}^3$  に対して、2000年で  $2.44\text{億 m}^3$ 、2010年で  $5.06\text{億 m}^3$ 、2020年で  $7.99\text{億 m}^3$  と増大することが予測される。2020年では現況の5.6倍程度となる。
- ③農業用水については、現況の  $14.18\text{億 m}^3$  に対して、2000年で  $13.99\text{億 m}^3$ 、2010年で  $13.32\text{億 m}^3$ 、2020年で  $12.42\text{億 m}^3$  と減少することが予測される。2020年では現況の0.9倍程度となる。

④流域全体では、現況の 17.17 億 m<sup>3</sup>に対して、2000 年で 18.33 億 m<sup>3</sup>、2010 年で 20.87 億 m<sup>3</sup>、2020 年で 23.34 億 m<sup>3</sup>と増大することが予測される。2020 年では現況の 1.4 倍程度の需要が予測される。

⑤桂林地点での予測を集計すると、現況の 13.36 億 m<sup>3</sup>に対して、2000 年で 14.40 億 m<sup>3</sup>、2010 年で 16.81 億 m<sup>3</sup>、2020 年で 19.20 億 m<sup>3</sup>となり、各年次で流域全体の約 80%を占めるため、桂林地点が重要な評価地点になると考えられる。

表 5.2.4 水需要予測の集計 (億 m<sup>3</sup>) 桂林地点 (2,762km<sup>2</sup>)

項目	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年
都市用水	1.24	1.53	2.09	2.49
工業用水	1.36	2.33	4.83	7.63
農業用水	10.76	10.54	9.89	9.09
合計	13.36	14.40	16.81	19.20

流域全体 (陽朔地点：5,585km<sup>2</sup>)

項目	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年
都市用水	1.57	1.90	2.49	2.93
工業用水	1.43	2.44	5.06	7.99
農業用水	14.18	13.99	13.32	12.42
合計	17.17	18.33	20.87	23.34

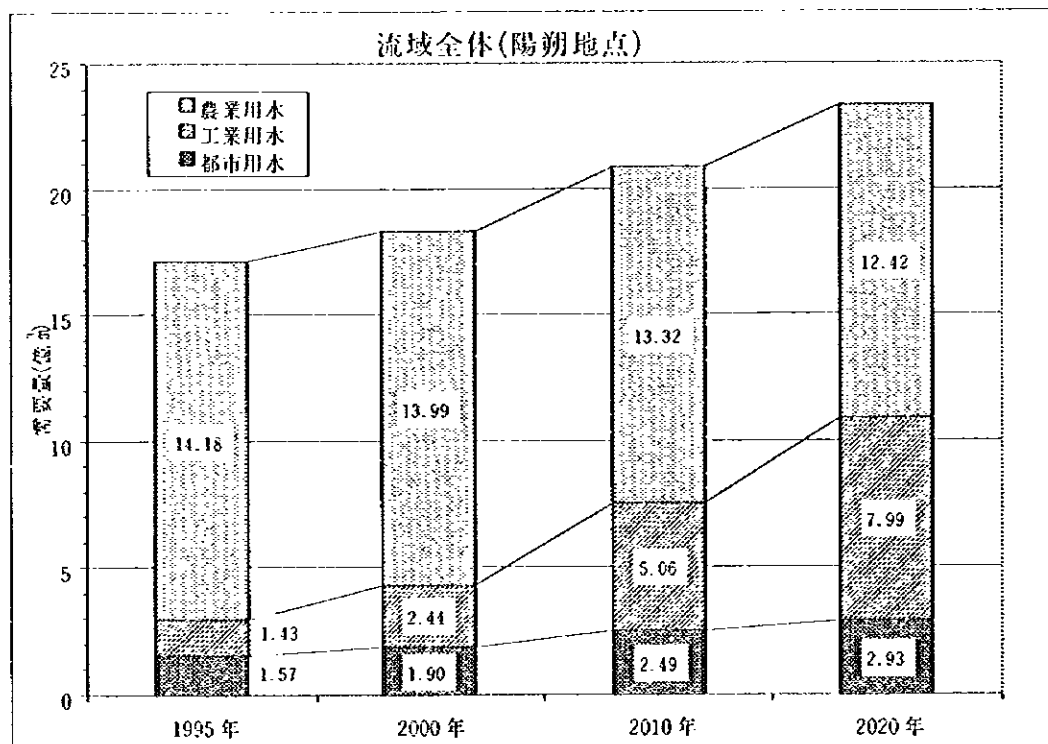
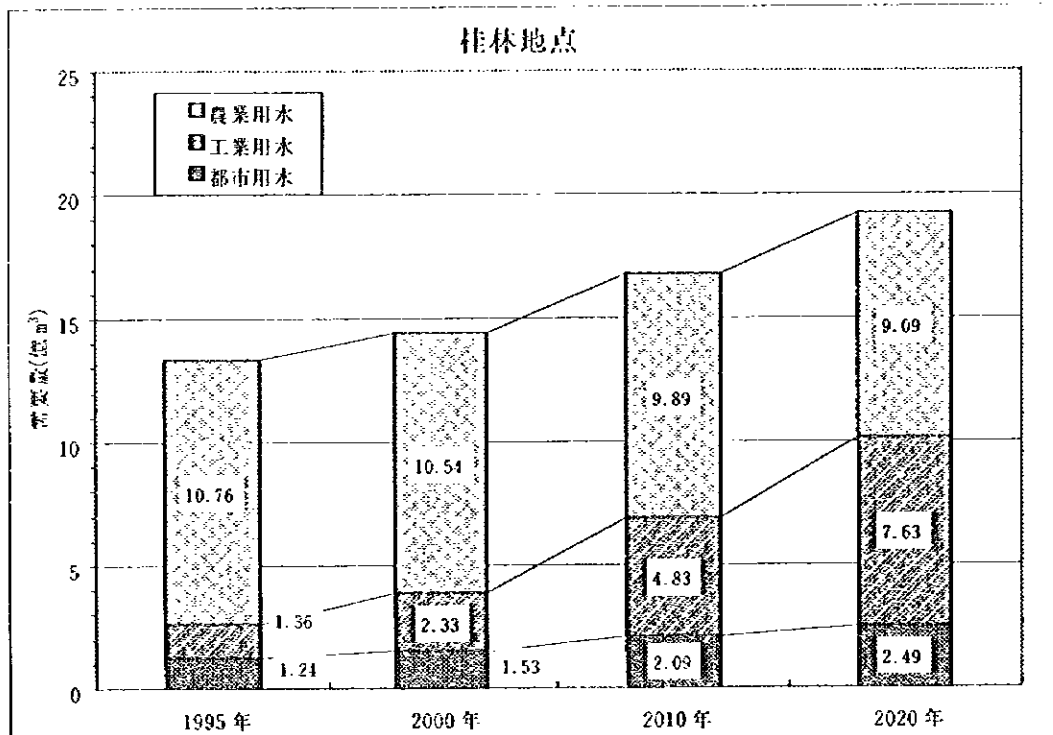


図 5.2.1 将来水需要の変化

### (3)水資源の配分

将来の水需要予測に対する水資源の配分を表 5.2.5 にまとめる。水資源としては、表流水（河川水、貯水池）と地下水があるが、地下水については主に桂林市区で取水されおり、現況の取水量（1.22 億 m<sup>3</sup>）を維持する計画であるため、新たな水需要は表流水によって賄うことになる。

この結果、流域全体の表流水の需要は現況の 15.95 億 m<sup>3</sup> から、2000 年 17.11 億 m<sup>3</sup>、2010 年で 19.65 億 m<sup>3</sup>、2020 年で 22.12 億 m<sup>3</sup>となる。

表 5.2.5 水資源の需要配分 (億 m<sup>3</sup>) (桂林地点)

項目	水資源	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年
都市用水	地下水	0.28	0.28	0.28	0.28
	表流水	0.96	1.25	1.81	2.21
工業用水	地下水	0.71	0.71	0.71	0.71
	表流水	0.65	1.62	4.12	6.92
農業用水	地下水	0.23	0.23	0.23	0.23
	表流水	10.53	10.31	9.66	8.86
合計	地下水	1.22	1.22	1.22	1.22
	表流水	12.14	13.18	15.59	17.98

流域全体 (陽朔地点)

項目	水資源	1995 年	2000 年	2010 年	2020 年
都市用水	地下水	0.28	0.28	0.28	0.28
	表流水	1.29	1.62	2.21	2.65
工業用水	地下水	0.71	0.71	0.71	0.71
	表流水	0.70	1.73	4.35	7.28
農業用水	地下水	0.23	0.23	0.23	0.23
	表流水	13.95	13.76	13.09	12.19
合計	地下水	1.22	1.22	1.22	1.22
	表流水	15.95	17.11	19.65	22.12

#### (4) 月別の水需要

月別の水需要は、各年次の予測結果をもとに地域（市区・県）ごとの現況の月別取水量比率で配分し、これを評価地点で集計した。この結果を表 5.2.6～5.2.7 に、2020 年の月別需要量を図 5.2.2 にしめす。これより、現況（図 3.2.4）と比較して、将来は都市用水、工業用水の増大により渇水期（11月～2月）の水需要が増加することが分かる。

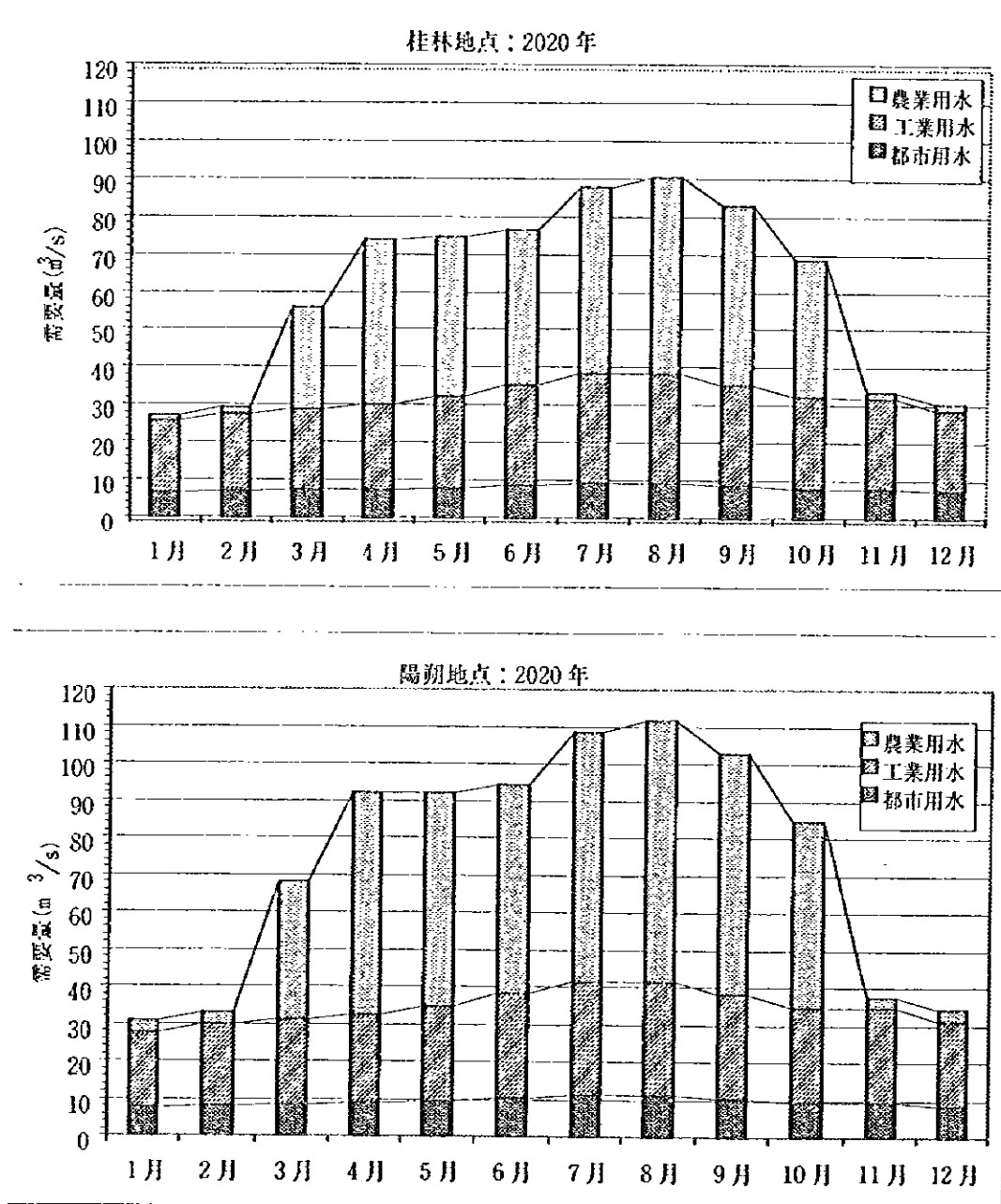


図 5.2.2 2020 年の月別水需要量

表 5.2.6 月別の水需要：桂林地点 (m³/s)

1995年

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
需要量	都市用水	3.25	3.35	3.59	3.74	3.91	4.28	4.64	4.65	4.28	3.91	3.92	3.59
	工業用水	3.41	3.72	3.87	4.01	4.31	4.75	5.21	5.21	4.75	4.31	4.31	3.87
	農業用水	0.29	0.29	31.73	52.63	50.93	49.54	59.49	62.58	57.69	43.61	0.29	0.29
	計	6.94	7.35	39.19	60.38	59.18	58.57	69.34	72.44	66.72	51.86	8.52	7.75
水資源	地下水	3.05	3.30	3.49	3.57	3.88	4.27	4.66	4.66	4.27	3.88	3.88	3.49
	表流水	3.89	4.05	35.70	56.81	55.30	54.30	61.68	67.78	62.45	47.98	4.64	4.26

2000年

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
需要量	都市用水	4.03	4.15	4.46	4.64	4.89	5.30	6.74	5.75	5.30	4.89	4.86	4.46
	工業用水	5.84	6.37	6.63	6.88	7.38	8.14	8.93	8.93	8.14	7.38	7.38	6.63
	農業用水	0.54	0.54	31.07	51.36	49.71	48.36	58.03	61.02	56.28	42.60	0.54	0.54
	計	10.41	11.06	42.15	62.87	61.98	61.80	72.69	75.70	69.71	51.87	12.78	11.62
水資源	地下水	3.05	3.30	3.49	3.57	3.88	4.27	4.66	4.66	4.27	3.88	3.88	3.49
	表流水	7.36	7.76	38.66	59.30	58.10	57.53	68.03	71.04	65.44	50.99	8.90	8.13

2010年

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
需要量	都市用水	5.51	5.67	6.07	6.31	6.63	7.17	7.75	7.77	7.17	6.63	6.59	6.07
	工業用水	12.13	13.24	13.76	14.29	15.34	16.91	18.54	18.54	16.91	15.34	15.34	13.76
	農業用水	0.95	0.95	29.21	48.00	46.47	45.22	54.17	56.91	52.55	39.89	0.95	0.95
	計	18.59	19.86	49.04	68.59	68.43	69.30	80.46	83.25	76.63	61.86	22.88	20.78
水資源	地下水	3.05	3.30	3.49	3.57	3.88	4.27	4.66	4.66	4.27	3.88	3.88	3.49
	表流水	15.54	16.56	45.55	65.02	64.55	65.03	75.80	78.59	72.36	57.98	19.00	17.29

2020年

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
需要量	都市用水	6.62	6.81	7.27	7.55	7.92	8.55	9.23	9.25	8.55	7.92	7.88	7.27
	工業用水	19.12	20.87	21.69	22.52	24.18	26.66	29.23	29.23	26.66	24.18	24.18	21.69
	農業用水	1.40	1.40	26.86	43.78	42.40	41.28	49.34	51.84	47.88	36.48	1.40	1.40
	計	27.13	29.07	55.82	73.85	74.50	76.49	87.80	90.32	83.09	68.57	33.45	30.36
水資源	地下水	3.05	3.30	3.49	3.57	3.88	4.27	4.66	4.66	4.27	3.88	3.88	3.49
	表流水	24.08	25.77	52.33	70.28	70.62	72.22	83.14	85.66	78.82	64.69	29.57	26.87



表 5.2.7 月別の水需要：流域全体 (m³/s)

1995年

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
需要量	都市用水	4.09	4.23	4.54	4.74	4.99	5.43	5.89	5.91	5.43	4.99	4.97	4.54
	工業用水	3.58	3.91	4.07	4.22	4.53	5.00	5.48	5.48	5.00	4.53	4.53	4.07
	農業用水	0.57	0.57	41.80	69.20	66.97	65.15	78.20	82.25	75.84	57.37	0.57	0.57
	計	8.24	8.72	50.40	78.16	76.49	75.58	89.57	93.63	86.27	66.89	10.07	9.18
水資源	地下水	3.05	3.30	3.49	3.57	3.88	4.27	4.66	4.66	4.27	3.88	3.88	3.49
	表流水	5.19	5.42	46.91	74.59	72.61	71.31	84.91	88.97	82.00	63.01	6.19	5.69

2000年

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
需要量	都市用水	4.99	5.15	5.53	5.76	6.07	6.60	7.16	7.18	6.60	6.07	6.04	5.53
	工業用水	6.11	6.67	6.94	7.20	7.73	8.53	9.35	9.35	8.53	7.73	7.73	6.94
	農業用水	1.11	1.11	41.28	67.97	65.80	64.03	76.74	80.69	74.44	56.45	1.11	1.11
	計	12.21	12.94	53.74	80.94	79.60	79.16	93.25	97.21	89.57	70.25	14.88	13.58
水資源	地下水	3.05	3.30	3.49	3.57	3.88	4.27	4.66	4.66	4.27	3.88	3.88	3.49
	表流水	9.16	9.64	50.25	77.37	75.72	74.89	88.59	92.55	85.30	66.37	11.00	10.09

2010年

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
需要量	都市用水	6.55	6.76	7.23	7.53	7.92	8.59	9.29	9.32	8.59	7.92	7.89	7.23
	工業用水	12.68	13.84	14.39	14.94	16.03	17.68	19.39	19.39	17.68	16.03	16.03	14.39
	農業用水	1.90	1.90	39.39	64.30	62.27	60.62	72.49	76.17	70.34	53.55	1.90	1.90
	計	21.13	22.50	61.01	86.77	86.23	86.89	101.17	104.87	96.61	77.50	25.82	23.52
水資源	地下水	3.05	3.30	3.49	3.57	3.88	4.27	4.66	4.66	4.27	3.88	3.88	3.49
	表流水	18.08	19.20	57.52	83.20	82.35	82.62	96.51	100.21	92.34	73.62	21.94	20.03

2020年

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
需要量	都市用水	7.74	7.99	8.53	8.87	9.32	10.09	10.89	10.92	10.09	9.32	9.28	8.53
	工業用水	20.02	21.85	22.72	23.58	25.32	27.92	30.61	30.61	27.92	25.32	25.32	22.72
	農業用水	2.85	2.85	36.80	59.37	57.53	56.03	66.78	70.11	64.83	49.63	2.85	2.85
	計	30.62	32.70	68.05	91.82	92.16	94.04	104.48	111.65	102.84	84.26	37.45	34.10
水資源	地下水	3.05	3.30	3.49	3.57	3.88	4.27	4.66	4.66	4.27	3.88	3.88	3.49
	表流水	27.57	29.40	64.56	88.25	88.28	89.77	103.62	106.99	98.57	80.38	33.57	30.61

### (5) 桂林地点の目標確保流量

現在目標とされている桂林地点における確保流量は、竹江より陽朔まで漓江下りの観光舟運に必要な流量である  $30\text{m}^3/\text{s}$  であるが、青獅潭ダムによる調節が計画通り実施されていない為、十分確保されておらず、至近十年でみると 14～81 日間 (平均 45 日間)  $30\text{m}^3/\text{s}$  以下の日がある。また、将来については、大型船の通年運行が可能となるように桂林地点での流量が  $40\text{m}^3/\text{s}$  確保されるように期待されている。

### 5.2.3 流量

桂林地点の目標流量  $30\text{m}^3/\text{s}$  を確保するために、青獅潭ダムからの放流調整は、1988 年より実施されている。下表は桂林地点の流況と目標確保流量  $30\text{m}^3/\text{s}$  以下の日数を示したものである。この表からも判るように、1989 年、1990 年、1992 年では、60 日以上が目標流量以下となっており、年間流出量が少ない 1991 年では、14 日間となっている。現時点では、洪水期の桂林地点に対する青獅潭ダムでの流況調整は効率良く機能していないと考えられる。

桂林地点の流況と  $30\text{m}^3/\text{s}$  以下の日数 (単位:  $\text{m}^3/\text{s}$ )

年	総流出	豊水量	平水量	低水量	渇水量	最小流量	日数
1988	41500	101	62.7	41.4	23.2	13.1	51
1989	41537	119	50.2	30.2	9.3	7.4	81
1990	4466	140	55.6	31.5	17.5	8.2	60
1991	39201	111	69.4	36.5	27.7	23.7	14
1992	53136	143	53.0	31.2	12.6	8.1	73
1993	65371	186	76.7	44.8	13.2	8.2	36
1994	68036	175	103.0	58.9	14.3	11.4	21
1995	40734	136	72.5	41.9	27.2	24.4	24
平均	49311	139	67.9	39.9	18.1	13.1	45

現況(1995 年)の水需要に於いても、桂林地点の確保流量  $30\text{m}^3/\text{s}$  すら確保出来ないのに加え、2020 年までには水需要が 5.84 億  $\text{m}^3$  増加すると見込まれており、河川流量はかなり不足するものと予測される。

## 5.3 汚濁負荷、下水処理、河川水質

### 5.3.1 水質管理・予測モデルの考え方について

これまでに記述してきたように、漓江における最も重要な水質汚濁現象は有機性汚濁であると言える。

河川の新感潮区間における有機性汚濁の現象は、BODとDOの挙動によって表現できる。これについては世界的にみても、これまで多くの調査・研究が行われてきた。

図 5.3.1 に、漓江における水質管理・予測モデルの考え方を示す。この内容を具体的に展開することにより、汚濁負荷の発生、排出、河川への流達負荷量、河川での自浄作用、河川水質との間の相互関係が明らかにされる。

河川における流下方向の DO、BOD の水質分布の計算式は自浄作用が考慮された Streeter-Phelps の式（修正式）に準拠する。

計算式の内容を以下に示す。

$$L = (L_0 - P/Kr) * \text{EXP}(-Kr \cdot t) + P/Kr$$

ただし L; X地点のBOD濃度(mg/L)       $L_0$ ; X=0におけるBOD濃度(mg/L)  
 P; 河床などから連続的に供給されるBOD濃度(mg/L)       $P=0$   
 t=X/V; 流下時間(day)

$$D = K_1 / (K_2 - Kr) * (L_0 - P/Kr) * (\text{EXP}(-Kr \cdot t) - \text{EXP}(-K_2 \cdot t))$$

ただし D; X地点のDO不足濃度(mg/L)       $D_0$ ; X=0におけるDO不足濃度(mg/L)  
 P; 河床などから連続的に供給されるBOD濃度(mg/L)       $P=0$   
 t=X/V; 流下時間(day)  
 (DO 不足濃度 = DO 飽和濃度 - DO 濃度) と定義される。

K1	脱酸素係数	at 20℃
K2	再曝気係数	at 20℃
K3	沈降・付着等による減少係数	at 20℃
Kr=K1+K3	総合的BOD減少係数	at 20℃

$K_1(T) = K_1 * 1.047^{(T-20)}$	K1係数の温度依存関数
$K_2(T) = K_2 * 1.024^{(T-20)}$	K2係数の温度依存関数
$K_r(T) = K_r * 1.047^{(T-20)}$	Kr係数の温度依存関数

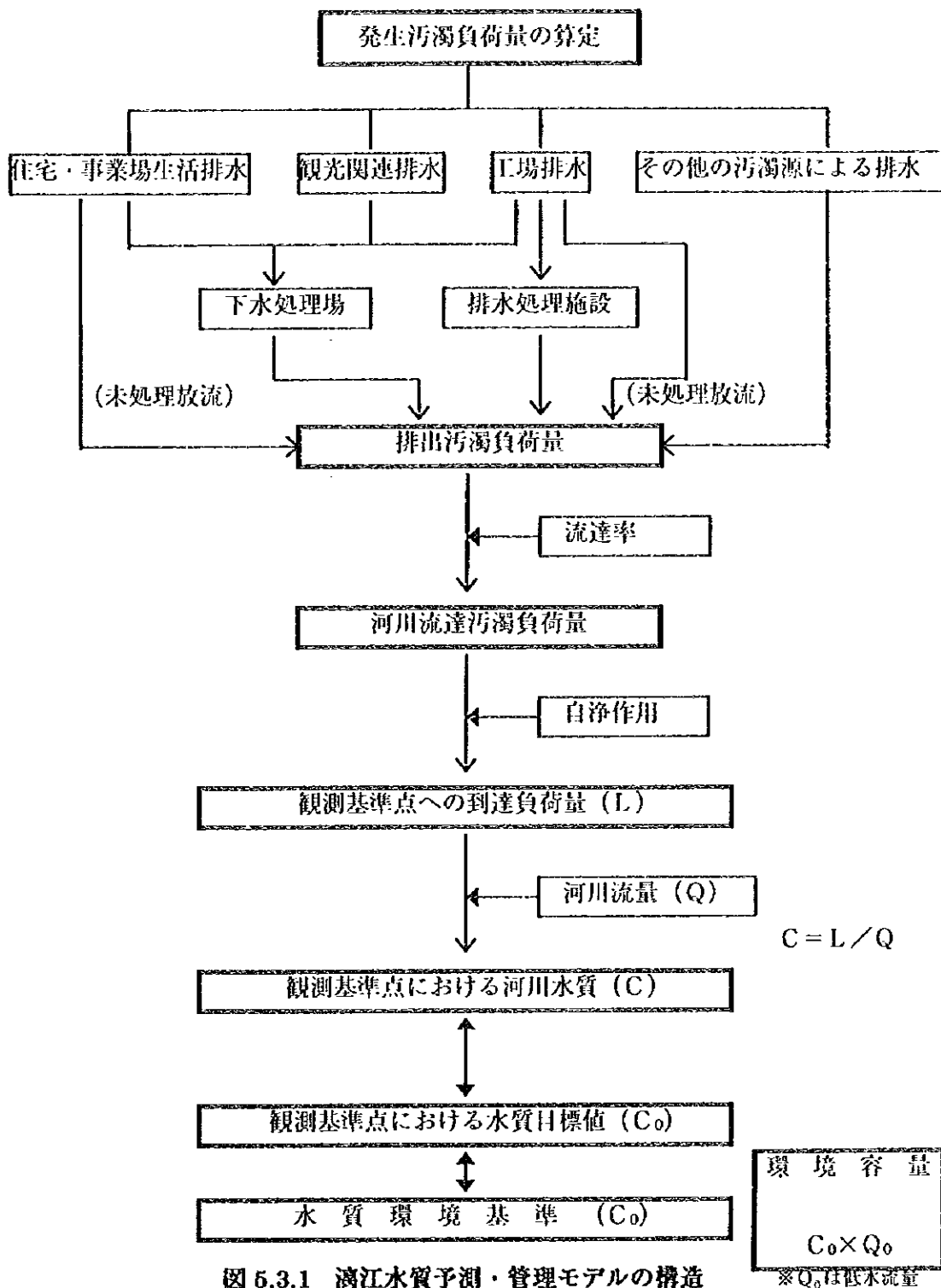


図 5.3.1 澁江水質予測・管理モデルの構造

- (1) 流達率は排出負荷量の河川への到達率と解釈できるが、通常 0.8 とすることが多い。
- (2) 観測基準点は水質環境基準の設定地点（定期調査地点；大河、關鷄山、龍門、磨盤山）を採用する。
- (3) モデルの適用にあたっては、澁江本川をブロック分割し、上流から下流に向けて逐次計算を行う。
- (4) 1995 年の実測データから再現計算を行い、各パラメータを同定する。
- (5) 将来予測は人口予測、工業生産額・下水道整備の将来計画等に基づいて発生・排出負荷量を入力する。

### 5.3.2 現況再現計算

(1)現況再現計算における計算手順を図5.3.2に示す。

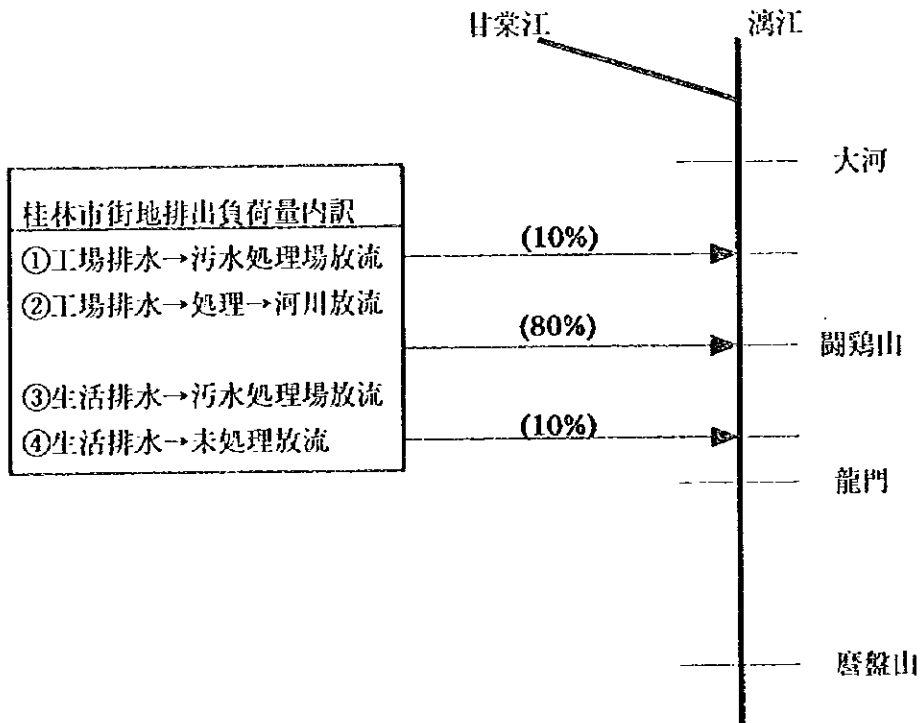


図5.3.2 水質モデル計算の手順

#### (2)計算条件

- ・定常状態とみなし、拡散は無視する。
- ・河床からの舞い上がり、及び河床付着植物の光合成等による増減は無視する。
- ・1995年を再現計算基準年とし、特に年平均値を基礎とするが、洪水期も別途計算する。
- ・桂林市街地以外の地域からの汚濁負荷は無視する。
- ・大河を流下出発点とし、上流から下流に向かって逐次計算する。
- ・大河～鬮鷄山の間地点で汚濁負荷の10%が流入するものとする。
- ・鬮鷄山で汚濁負荷の80%が流入するものとする。
- ・鬮鷄山～龍門の間地点で汚濁負荷の10%が流入するものとする。

(3)各パラメータの数値

○発生、排出汚濁負荷量

・工場排水、全発生負荷量；11363(kg/day) = 131.5(g/s)

①下水道放流分；14% 処理・除去率；80% 3.7(g/s)

②河川直接放流分；86% 処理・除去率；48% 58.8(g/s)

・生活排水、全発生負荷量；17,525(kg/day) = 202.8(g/s)

生活排水原単位 ；25(g/day/人) ×桂林市街地総人口；701,000(人)

(原単位は1996年集合住宅実測値21gに公共施設関連排水を加味した。)

③下水道放流分 ；53% 処理・除去率；80% 21.5(g/s) (下水道普及率=53%)

④河川直接放流分；47% 河川流達率；80% 76.2(g/s)

○流下出発点(大河)の河川水質、流量(平水期、1995年平均値)

水温；19.0(℃) 流量；100.3(m<sup>3</sup>/s)

BOD濃度；0.67(mg/L) DO濃度；7.68(mg/L)

○自浄係数(底はe)

脱酸素係数 K<sub>1</sub>；0.3 温度依存関数； $K_1(T)=K_1 \cdot 1.047^{(T-20)}$

再曝気係数 K<sub>2</sub>；0.2 温度依存関数； $K_2(T)=K_2 \cdot 1.024^{(T-20)}$

沈降等による減少係数 K<sub>3</sub>；0.5

総合的 BOD 減少係数  $K_r(=K_1+K_3)$ ；0.8 温度依存関数；

$K_r(T)=K_r \cdot 1.047^{(T-20)}$

○流下距離、流下時間

		大河	閩鷄山	龍門	磨盤山
流下距離	(km)	0	10.5	21.3	32.8
平均流速	(m/s)	0.26	0.26	0.26	0.26
流下時間	(day)	0	0.47	0.95	1.46
区間流下時間(day)			0.47	0.48	0.51

(4)再現計算結果

1995年平均値による計算結果を表5.3.1、及び図5.3.3に示す。

平均値による計算結果では、実測データと比べて閩鷄山が低めの数値となっている。

また、渇水期における計算結果を表5.3.2、5.3.3、及び図5.3.4に示す。

渇水期の計算結果では龍門、磨盤山が実測データと比べて高めの数値になっているが、これは自浄係数をやや低めに設定しているためと考えられる。

表 5.3.1 1995年平均値による再現計算結果

	単位	大河	關鷄山	龍門	磨盤山
流下距離	(km)	0	10.5	21.3	32.8
推定流量	(m <sup>3</sup> /s)	100	106	133	150
観測BOD	(mg/L)	0.67	2.22	1.25	0.87
計算BOD	(mg/L)	0.67	1.80	1.37	0.82
観測DO	(mg/L)	7.68	4.58	3.55	5.10
計算DO	(mg/L)	7.68	7.71	7.62	7.60

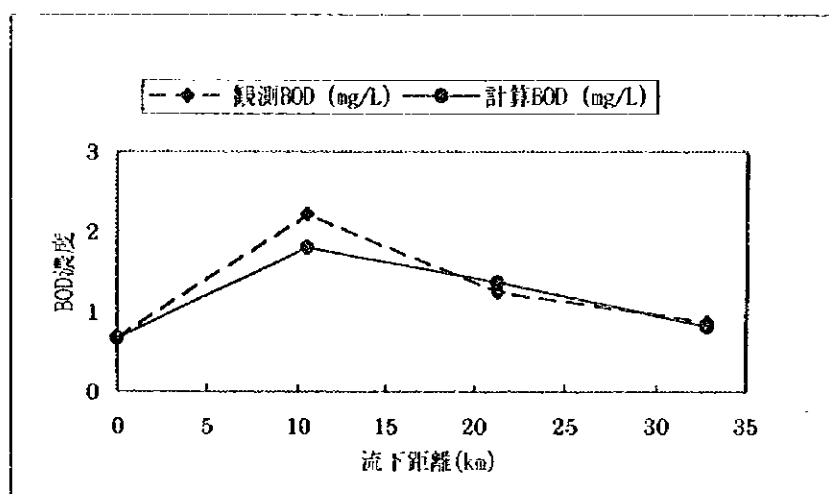


図 5.3.3 BODの1995年平均値による再現計算結果

表 5.3.2 渇水期 (1995/12/6) における再現計算結果

	単位	大河	關鷄山	龍門	磨盤山
流下距離	(km)	0	10.5	21.3	32.8
推定流量	(m <sup>3</sup> /s)	44	49	58	60
観測BOD	(mg/L)	1.1	3.4	1.9	1.0
計算BOD	(mg/L)	1.1	3.76	2.30	1.69
観測DO	(mg/L)	9.4	6.2	3.2	5.0
計算DO	(mg/L)	9.4	9.33	9.02	8.81

表 5.3.3 渇水期 (1995/12/13) における再現計算結果

	単位	大河	關鷄山	龍門	磨盤山
流下距離	(km)	0	10.5	21.3	32.8
推定流量	(m <sup>3</sup> /s)	40	45	53	55
観測BOD	(mg/L)	0.8	2.6	1.6	1.1
計算BOD	(mg/L)	0.8	3.80	2.27	1.72
観測DO	(mg/L)	8.8	5.0	2.2	5.4
計算DO	(mg/L)	8.8	8.80	8.53	8.35

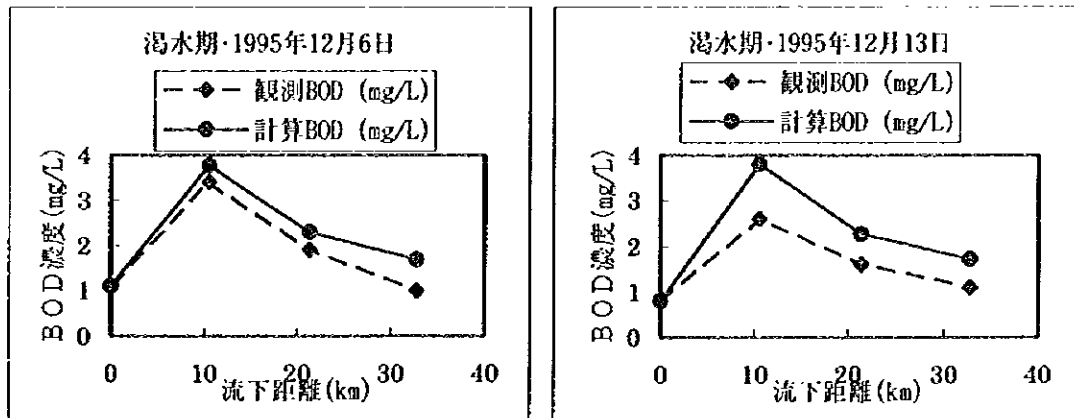


図 5.3.4 1995年渇水期における水質再現計算結果



### 5.3.3 将来予測計算

#### (1)汚濁負荷の将来フレーム

将来の社会経済フレームに基づいて設定した工場排水、及び生活排水の汚濁負荷の将来フレームを表 5.3.4 に示す。

表 5.3.4 汚濁負荷の将来フレーム

項目	西暦年	1995年 実績値	2000年	2010年	2020年		
					Case1	Case2	Case3
工業生産額 (億円)		86.33	174.0	450.0	1200.5	947.7	473.7
工業生産額伸び率		1	2.02	5.21	13.91	10.98	5.49
工業用水原単位 (m <sup>3</sup> /万元)		117	100	80	60	60	60
工場排水発生汚濁負荷伸び率		1	1.72	3.56	7.13	5.63	2.81
全工場排水発生負荷量(kg/day)		11,363	19,575	40,499	81,032	63,969	31,974
桂林市街地人口 (人)		572,000	685,000	998,800	1,228,000	1,167,000	1,009,000
一日平均流動人口 (人)		54,740	73,973	103,562	110,959	110,959	110,959
一日平均国内観光客数 (人)		71,342	90,411	93,630	106,849	106,849	106,849
一日平均外国人観光客数 (人)		2,926	6,082	9,863	10,397	10,397	10,397
桂林市街地滞在総人口 (人)		701,008	855,466	1,210,855	1,456,205	1,395,205	1,237,205
生活排水負荷原単位(g/人/day)		25	30	40	55	50	45
全生活排水発生負荷量(kg/day)		17,525	25,664	48,434	80,091	69,760	55,674
全生活排水発生負荷伸び率		1	1.46	2.76	4.57	3.98	3.18
全発生汚濁負荷量(kg/day)		28,888	45,239	88,934	161,124	133,729	87,648
全発生負荷伸び率		1	1.57	3.08	5.58	4.63	3.03

備考①工場排水発生汚濁負荷伸び率は将来の水使用の合理化を考慮して次式により計算した。

②生活排水負荷原単位は公共施設、及び事業所等からの負荷を含めて設定した。

③ここで設定したフレームは桂林市都市部を対象としている。

④流動人口の滞在日数(学生、出稼ぎ等)は年間270日として一日平均値を算出した。

⑤観光客数の平均滞在日数を3日として一日平均値を算出した。

#### (2)何も対策を施さないでそのまま放置した場合

工場排水の下水道への放流率、及び生活排水の下水道普及率を現在のまま推移するものとして、将来水質を計算した。

この中には、将来の工場における水使用の合理化、及び生産システムの改善等による汚濁負荷の減少は考慮されている。

計算結果を図 5.3.5,並びに表 5.3.5 に示す。

このまま対策を施さないで放置した場合には、鬪鷄山～龍門において 2010 年以降の BOD 濃度は平水時においても環境基準の 3 (mg/L)を超えることがわかる。

表 5.3.5 将来予測計算結果 (このまま対策をしない場合)

	単位	大河	關鷄山	龍門	磨盤山
流下距離	(km)	0	10.5	21.3	32.8
1995年	(mg/L)	0.7	1.8	1.4	0.8
2000年	(mg/L)	0.7	2.6	2.0	1.3
2010年	(mg/L)	0.7	4.6	3.5	2.4
2020年Case1	(mg/L)	0.7	7.6	5.9	4.0
2020年Case2	(mg/L)	0.7	7.0	5.4	3.7
2020年Case3	(mg/L)	0.7	4.8	3.7	2.5

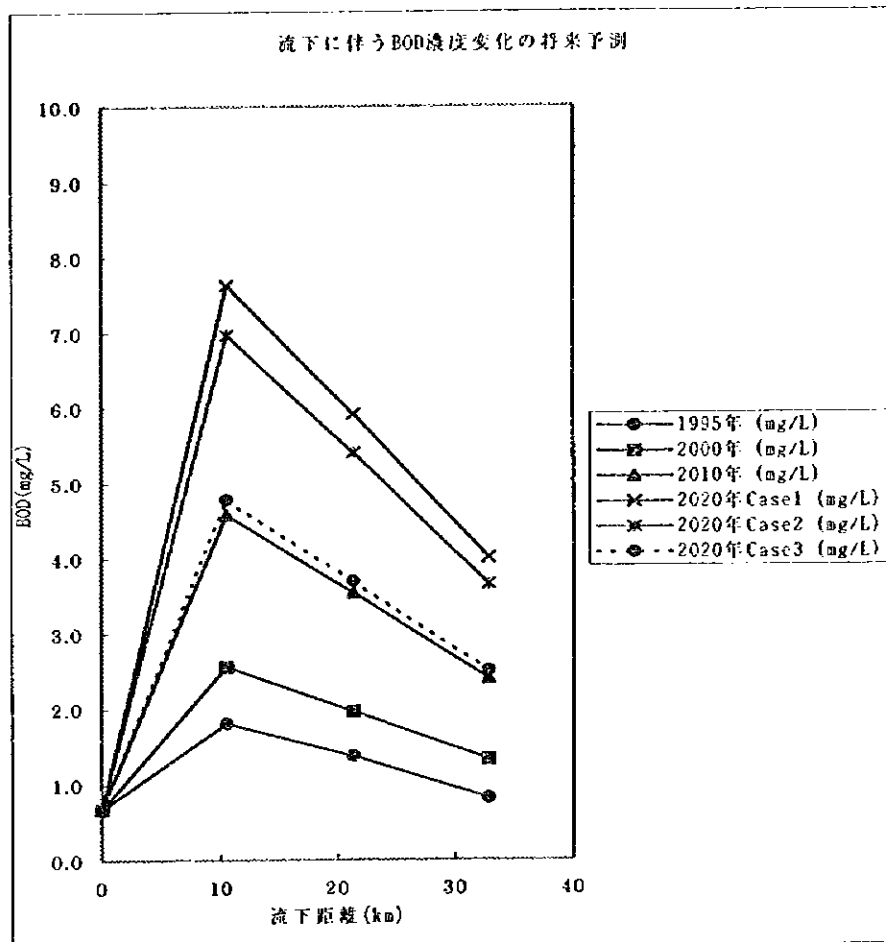


図 5.3.5 このまま対策をしなかった場合の将来予測BOD (平水期)

(3) 下水道整備、及び工場排水処理を積極的に推進した場合

琴潭区、北沖区の下水道整備事業が推進されれば、2010年には生活排水の下水道

普及率が84%になるものと推定される。また、工場排水処理についても発生源における排水処理技術の進歩などにより処理・除去率が65%程度になるものと想定される。

2020年においては、さらに改善され、工場排水・生活排水とも処理・除去率が90%程度に達するものと想定される。

表 5.3.6 に汚濁負荷総量削減対策の将来フレームについて整理したものを示す。

表 5.3.6 汚濁負荷削減対策の将来フレーム

項 目	西暦年	1995年	2010年	2020年		
				Case1	Case2	Case3
工場排水処理・除去率(%)		48	65	90	90	90
污水处理場処理・除去率(%)		80	80	90	90	90
下水道普及率(%)		53	84	100	100	100

表 5.3.7,及び図 5.3.6 の計算結果から、工場排水処理、下水道整備の対策を積極的に推進した場合には、2010年、2020年のいずれのケースにおいても平水期においては、すべての観測基準地点で環境基準を満足することがわかる。

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）

	単位	大河	鬮鷄山	龍門	磨盤山
流下距離	(km)	0	10.5	21.3	32.8
1995年	(mg/L)	0.7	1.8	1.4	0.8
2000年	(mg/L)	0.7	2.4	1.8	1.2
2010年	(mg/L)	0.7	2.8	2.1	1.4
2020年Case1	(mg/L)	0.7	2.0	1.5	1.0
2020年Case2	(mg/L)	0.7	1.8	1.3	0.9
2020年Case3	(mg/L)	0.7	1.3	1.0	0.7

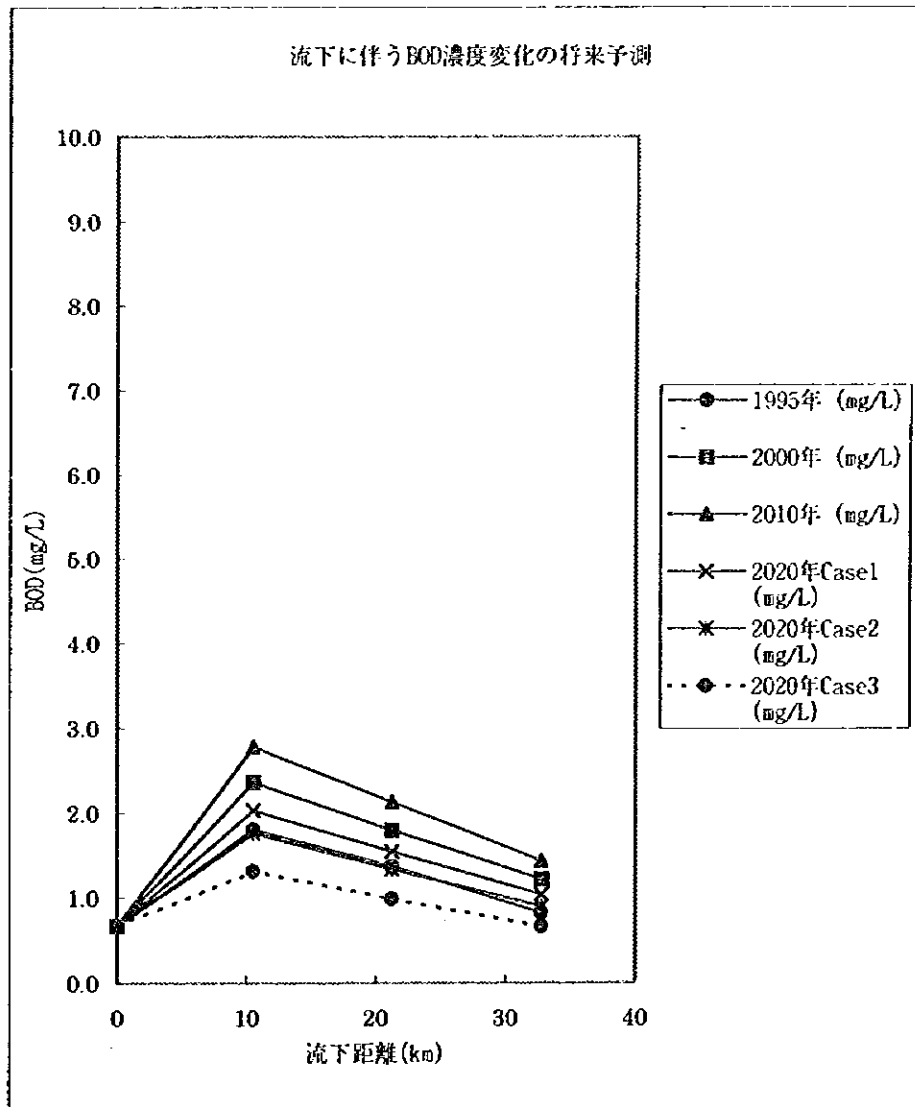


図 5.3.6 排水処理、下水道整備を推進した場合の将来予測BOD

### 5.3.4 渇水期水質の将来予測

#### (1)このまま放置した場合

- ・ 渇水期においては、特に水質が悪化することが懸念される。
- ・ 渇水期においてこのまま放置した場合の将来水質の予測結果を表 5.3.8 に示す。
- ・ 渇水期においては、このまま放置した場合、2010 年の時点においても BOD 水質ピーク濃度が 10(mg/L)を超え、非常に悪化することがわかる。
- ・ この状態では、一部の区間で溶存酸素 (DO) がほとんどなくなる結果、水の色が黒色になり、悪臭を放ち、魚類が他の水域に逃げてしまう可能性も考えられる。

表 5.3.8 将来予測計算結果 (このまま対策をしない場合)

	単位	大河	鬮鷄山	龍門	磨盤山
流下距離	(km)	0	10.5	21.3	32.8
1995年	(mg/L)	0.8	3.8	2.3	1.7
2000年	(mg/L)	0.8	6.4	5.3	3.9
2010年	(mg/L)	0.8	12.0	10.0	7.3
2020年Case1	(mg/L)	0.8	19.7	16.5	12.1
2020年Case2	(mg/L)	0.8	17.8	14.9	10.9
2020年Case3	(mg/L)	0.8	11.9	9.9	7.3

#### (2)工場排水処理、下水道整備を積極的に推進した場合

表 5.3.9 をみてわかるように、対策を施しても渇水期においては、2010 年において BOD 予測濃度が 4.6~6.5、2020 年において 2.1~4.3(mg/L)と現状と比較するとやや悪化するのは避けられないが、このまま放置した場合と比較すると格段に水質は改善されることがわかる。渇水期において漓江のすべての地点、水域で環境基準の BOD 濃度 3(mg/L)を遵守するのは、特に 2010 年の時点では非常に難しく、下水道整備、工場排水対策を早急に進め、全発生汚濁負荷量をさらに削減することが必要であるといえる。

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)

	単位	大河	鬮鷄山	龍門	磨盤山
流下距離	(km)	0	10.5	21.3	32.8
1995年	(mg/L)	0.8	3.8	2.3	1.7
2000年	(mg/L)	0.8	5.6	4.6	3.4
2010年	(mg/L)	0.8	7.0	5.8	4.3
2020年Case1	(mg/L)	0.8	4.9	4.1	3.0
2020年Case2	(mg/L)	0.8	4.2	3.5	2.5
2020年Case3	(mg/L)	0.8	3.0	2.4	1.8

### 5.3.5 下水処理施設の整備

1995年12月にオーストリア借款により完成した桂林市第4汚水処理場の他、現在世銀借款による下水処理整備関係としては、下記の3件の計画が進められている。

- ①琴潭区汚水処理設備整備プロジェクト
- ②北区汚水処理設備整備プロジェクト
- ③西城区汚水処理場建設プロジェクト

#### (1)琴潭区汚水処理設備整備プロジェクト

##### ①処理施設

現況琴潭区には下水処理収集管渠が一部敷設されているが十分とはいえず又、敷設されている管渠は汚水処理場と未接続である。(第4汚水処理場は琴潭区の汚水処理用として建設されたが、琴潭区の汚水収集管渠は未接続である。)

現在、琴潭区的生活用水は桃花江へ排水、工業排水は南溪河へ直接排出されている。

##### ②汚水処理整備方案

現在琴潭区の汚水処理整備方案としては下記二案が検討されている。

###### a 第一案

琴潭区の既設管渠を増設し、中南区北側の汚水(中南区全体の約60%の汚水量)と合わせ、第4汚水処理場で処理する。第4処理場へ送るため鏡斗山付近にポンプ場も新設する。

###### b 第二案

第二案は第一案の鏡斗山ポンプ場新設とは同じであるが、第4汚水処理場へは送らず、新設する鏡斗山ポンプ場付近に10万 $m^3$ /日の二級汚水処理場を新設する。この処理水は南溪河へ排出する。

第一案が有力視されている。

#### (2)北冲区汚水処理設備整備計画

##### ①処理施設現況

北区及び北場区には既設の北冲汚水処理場(設計能力3,500 $m^3$ /日)がある。汚水収集管渠は北場区には一部敷設されているが、今後の都市開発される北区にはほとんど敷設されていない。

## ②汚水処理整備方案

北区及び北場区の汚水処理設備の整備については、東区との共同処理方案も含め下記三方案について検討されている。

### a 第一案（東区との共同処理案）

北区に管渠を増設し、又慮山橋上流付近に過江ポンプ場を設け漓江の東側沿いに敷設する送水管渠により小東江沿いの穿山橋ポンプ場（新設）を経由し、七里店汚水処理場に送り東区の汚水と共に処理する。処理水は漓江へ放流する。

### b 第二案（現地処理）

北区の管渠敷設及び過江ポンプ場を建設する。過江ポンプ場より漓江の東側へ送水し、高度処理場を建設し処理する。処理水は漓江へ放流する。

### c 第三案（予備処理案）

第二案と基本的に同じである。過江ポンプ場から漓江の東側へは送水せず、漓江の西側の過江ポンプ場付近に汚水処理場を建設する。これは前処理設備であり、粗目スクリーンと沈砂池がある。沈砂池での処理水は漓江へ排出する。将来、汚水処理量が増えた時点で七里店汚水処理場へ送り処理する。

上記三方案のうち第一案が有力視されている。

## (3)西城区汚水処理場建設プロジェクト

このプロジェクト内容は西城区に汚水処理場を建設し、処理水を小太平河へ放流する計画である。処理水は漓江には流入しない。

## 5.4 生態系、景観

### 5.4.1 生態系

#### (1)社会条件の変化による生態系の将来予測

1996年から2020年の水需要の予測状況から見て、生活用水、工業用水の増加が考えられ、特に工業用水の需要は現況の6倍以上と見込まれる。また、これにより漓江の水質は悪化し、特にBOD、COD、SS値が増加し、2010年以降のBODの値は環境基準の3mg/lを越え、富栄養化が進行する。

水質の汚濁が進むと、それに対応する種が限定され、プランクトン、水生昆虫、魚類などの水生生物の種（鯉、胡鮎、鮎等の）ような環境適応性の高い種に収束されていくものと考えられる。

水質汚濁の影響は桂林より下流に現れると考えられ、汚染源の少ない上流部は特に大きな影響はないものと考えられる。しかし、水生生物においては一度その環境に適応し棲みついてしまうと、汚濁源より上流部に環境適応能力の強いものが勢力を広げていくもの傾向が（志向性）がある。そのため、上流部にしか生息できない種が駆逐されるといった影響が考えられる。

#### (2)計画中のプロジェクトの水環境改善効果

##### ①規制による漓江兩岸の生態環境保護

環境及び景観保護のために、漓江の兩岸約200mを保護区域、約500mを制限調整区域とし、新たな開発及び利用を規制する計画であり、この規制区域内の生態環境が維持されると考えられる。

##### ②導水事業による影響

###### ● 五里峽ダム～靈渠～漓江

五里峽ダムからの導水を含めても、靈渠の水質が生活排水などの影響を受け汚濁されている現状から将来的にも悪化すると考えられ、それに伴い生物相が変化するものと考えられる。

靈渠から漓江への導水による影響は、靈渠の水質の悪化を受け合流部での水質の悪化、それに伴う生物相の変化がおきるものと考えられる。

###### ● 小溶江

冬期に小溶江から青獅潭ダムへ導水することにより、小溶江の現況の流量



5-6 m<sup>3</sup>/s から 1 m<sup>3</sup>/s 以下に減少する。小溶江の冬期の水量が減少することで、小溶江の生物の生息環境が変わり、冬期の環境に合わせて通年の生物種が減少していくものと考えられる。漓江本川への影響は、冬期の漓江の自浄作用が低下し、水質の悪化が考えられ生物種が減少することがいえる。

- 小溶江～青獅潭ダム～甘棠江～漓江

小溶江からの導水により、小溶江からの生物が移入されることが考えられるが、生息環境が違い定着は難しいため、青獅潭ダム内の生態系には大きな影響はないものと考えられる。

青獅潭ダムから甘棠江への流況調整について明白にされていない。甘棠江下流周辺は工業地帯として工業排水などによる汚濁が進行することが予測される。

これに起因して、甘棠江、漓江の生物種が変化するものと考えられる。

- 義江～桃花江～漓江

桃花江は義江からの導水により水質、水量ともに改善され、生息する生物種が増えることが予測される。

桃花江の水質が改善されることにより、漓江本川の自浄作用が高まり、水質が改善される。しかし、違う水域の義江からの導入により、生態系の攪乱が生じる可能性がある。

### ③ダム建設、河道堰による影響

ダム建設により、水生生物の生息環境が止水性への変化、水深の増加、河床の堆積物の変化、生息域の分断、封鎖等大きく変化し、ダム湖だけでなく、その上流、下流の河川までその影響が及ぶ。さらに、河道堰ではその水質の富栄養化に伴い汚濁耐性の種類へと種数が減少するものと考えられる。

### ④下水処理施設整備事業等による影響

中流・下流は 汚濁負荷量は増加することから、環境適応能力の高い種が生息圏を広げ、生物種の変化が起こると考えられるが、計画中のプロジェクトにより汚濁負荷量が軽減されることにより、何も施さない場合に比べるとその変化が緩やかに進行するであろう。

#### ⑤ 澁湖・杉湖の浄化による影響

水質の改善、底質の浚渫などにより生物相が著しく変わる。導水先により生物相影響を受けるが、現況より多様になるものと考えられる。

将来的には、水質の悪化が大きな要因となり、生物種が減少し現況の生態系が縮小されていくことがいえる。特に、都市部での汚濁は現況の魚類等の生息に大きな影響を及ぼす。その影響は都市化により急速に進行するが、計画中のプロジェクトによりその進行は緩やかになるといえる。しかし、他水域からの導水等による生態系の攪乱等の影響もあり、関連水域の生物調査を行い、適切な対策を検討する必要がある。

#### ⑥ 澁江河岸の整備による水辺生態系への影響

澁江の河岸を侵食防止のために整備する場合、その整備の工法によっては水辺の生態環境を変える可能性がある。

## 5.4.2 景観

### (1)概要

将来の漓江流域の自然山水景観は、水環境の変化に伴ういくつかの不特定な要素により大きな影響を受ける。それらの不特定な要素の中でも、人口増加、工業発展、土地利用の拡大が主要な影響要素と考えられる。その影響要素が水環境(自然的な要因と管理・利用的な要因)の変化を左右する。水環境が大きな改善が得られなければ、景観上の変化として、漓江の水量の減少化、川水の変色、河道の変化、兩岸の緑量の減少、自然と調和の取れない人工物の増加などの現象が生じる。このような変化は、自然環境と景観資源の破壊につながる。その結果、青々としなない沿岸の山群と変色した川水の漓江景色は存在価値を失い、社会的にも経済的にも悪影響を与えることとなる。

### (2)自然的な影響要因による景観上の変化

自然的な影響要因としては、河川流量の増減、水質の汚染、動植物の変動、気候の異変と地形の変化などが挙げられる(漓江の環境影響要因マトリックスを参照)。漓江の流量は、桂林市の人口増加、工業発展にともない、生活用水量と工業用水量の増加により、下流の流量が少なくなる。流量に大きな改善が得られない状況では(水源涵養林の構造が改善が得られない状況を含む)、近年に観測された最低流量 $8\text{m}^3/\text{s}$ をも下回ることもあると考えられ、渇水期の漓江の水量が益々不足する。漓江の流量が減少するとなれば、川の水面幅や水深、流速、流れの向き、波立ち方などの物理的な量あるいは水理現象が乏しくなる。特に、河川景観上で重要な景観要素である見かけ水量感に大きな影響を与える。また、流量の減少による水位の低下で、露出された白い砂利河原の面積が拡大し、河道の変化も起きる。その結果、“山が水にはべり、水が山に寄り添い”という漓江山水景観の特性が失われてしまう。

水質の面では、桂林地区の生活用水量と工業用水量が増加すれば、漓江へ排出される各種の廃水量も増え、河川の汚濁負荷量の増加となる。また、水量の減少による河川の自浄作用の低下に加えて、水質の悪化する範囲が拡大する。その影響で、河川景観上から河川景観を評価する項目、即ち河川の親水性、水の透明度、水の色相から水質が悪化すれば親水性を失い、水の透明度と色相も低下するため、漓江の自然山水景観へ直接に影響することとなり、清冽な漓江というイメージと景観特性である倒景が維持できない。

その他、気候と地形及び動植物などの影響要因においては、大気候と地形の異変の可能性は低いと思われ、景観に直接影響する動植物の変化があると考えられる。その変化

としては人口の増加と土地利用の拡大により、野生動物の生息区域が縮小し、種類と数が減少すると共に、水源涵養林や自然景観の構成要素である兩岸の植林も減少する。特に、漓江兩岸の植林の減少により、兩岸の裸地が増え、露出した土質の岸が洪水や航行する船の起こす波の衝撃で崩れ、景観の維持ができなくなり、景観構成の破壊につながり、水辺の景観性が失われる。また、水辺にそびえ立つ奇異な山の緑量の減少によって、山の色が岩肌となり、青々とした山峰の景観資源が破壊される。

### (3)管理・利用的な要因による景観上の変化

管理・利用的な影響要因としては管理（法的な規制、政策）、土地利用、水の利用、河川区間の利用、構造物の設置などが挙げられる（漓江の環境影響要因マトリックスを参照）。それらの要因は互いに影響しあい、漓江の自然景観に間接及び直接的に影響する。

桂林地域における人口の増加、経済発展のための経済利益の追求によって、土地の利用や河水の利用が増大となる。環境保護の規制、政策が有効に実施されない限り、景観保護区であるべき区域内の土地利用開発や経済活動などの人工行為は、自然との調和、河川の親水性、地域の特徴などの景観性と機能性を配慮せずに行われる可能性がある。具体的な現象として考えられるのは、現在一部地域にすでに見られる景観資源である石山の採石や自然景観を売りものにした沿岸の開発現象が将来にわたって多発する可能性がある。これらの開発により建てられた構造物はその高さや形状や色彩などが周辺の自然景観と調和せず、奇異な山峰の破壊や山群のスカイラインの崩れに結びつく結果となる。また、水と河川空間の不適切な利用に加えて、その総合的な影響力によって、漓江兩岸の緑被率の確保と景観資源へ直接的に保護ができず、既存の景観視点、名勝地、歴史遺跡、生態環境の維持にも影響し、漓江流域全体の自然山水景観の保全と機能に悪影響を及ぼす。

## 5.5 水環境の課題

### 5.5.1 現況の課題

桂林を中心とする漓江流域の水環境に関して現在問題となっている事項をまとめると以下のようなになる。

現在、漓江では、渇水期において工業用水、生活用水のための水が不足しており、取水が困難となる状況にある。またこのため、漓江下りが一部不可能になる区間が、特に冬季において生じている。青獅潭ダムは渇水期の流量確保の目的も有しているが、施設の問題があり、十分にその機能を果たしていない状況にある。

漓江の水量不足により水質の悪化が生じており、しかも桂林市内を流れる桃花江、南溪河、杉湖、榕湖などでは工場および家庭からの未処理の排水が流入することにより水質の環境基準を満足していない。これは、下水処理施設は整備されているものの、汚水集水管が敷設されていないために、処理が不十分なことにもよる。

洪水に関しては、近年洪水による浸水被害が増加しており、これは農地の浸水被害、交通支障、都市の住宅や工場の被害など多種多様な分野におよんでいる。

生態系に関しては、流域の貴重な動植物は減少の傾向にあり、漓江の魚についても取りすぎによる魚種の減少を示し、生態系の破壊に結びつく可能性を示唆している。

漓江下りに重要な価値を持つ沿川の景観は、一部市街地の無秩序な開発により悪化の傾向を見せるとともに、沿川の森林が牧畜のために被害を受けており、景観が影響を受けている。

漓江流域の水環境に関連する組織は地域的には桂林地区、桂林市と分けれるとともに、それぞれの地域においても各分野に分かれており、それらの間の調整、特に水利用と水環境の間の調整が十分行われていない。

水環境の保全に関連する法律や規定は十分整備されていると考えられるが、実体として、それが守られていないことに問題がある。また、これには水環境や自然環境、特に生態系の重要性が十分一般の人に理解されていないことにもよっていると考えられる。

水環境は広い分野にわたることより、その計画や管理には種々の情報が必要であるが、十分な情報がなく、またあってもそれが広く活用できるようになっていない。特に生態系に関する情報や研究が不足している。

河川水質、工場排水の水質監視が行われているが、その頻度や項目が漓江の水質維持には不十分で、機材や人員が不足している。また、監視結果を生かして水質改善に

結びつける対応が不十分である。

### 5.5.2 将来の課題

将来の水環境を予測することにより、水環境に関する課題を検討したが、その結果をまとめると以下のようなになる。

水利用の面からは 2010 年において、主として桂林市区において工業用水の需要が現在より日平均流量で約 15m<sup>3</sup>増加すると予測される。現在の多年平均の濁水流量が約 15m<sup>3</sup>であることより、漓江から必要な水量を取水出来ない恐れがある。計画目標年である 2020 年においては、日平均流量で 25 m<sup>3</sup>の水需要があり、1/20 年濁水年では約 2 ヶ月間取水できず、また、漓江の水が枯れる恐れがある。

洪水被害については、現在でも浸水被害を頻繁に受けており、将来経済活動の発展により氾濫域の資産、特に工場及び住民が増加し、対策を講じなければ洪水被害もこれに応じて増加すると考えられる。

水質については工業の発展による影響が大きく、工場による水利用の合理化と生産システムの改善等による汚濁負荷量の減少を考慮しても、桂林市の下流で漓江の水質は BOD で環境基準 3mg/l を大きく越えることになる。このために、自浄作用の減少や水環境の悪化はもとより水利用、水生動植物、観光舟運に大きな影響を与える。

漓江の生態系は水質悪化の影響、特に水量が減少する乾期にその影響を受けやすくなり、乾期の水質に対応して動植物の種類が減少し、生物層が貧弱になると考えられる。

流域の開発に伴い、漓江の漁業に対する規制や流域の貴重種等の捕獲の規制等が現状のままでは、対象となる生物の生息自体が危ぶまれ、それらの種の減少は免れないと思われる。また、一部の種の減少が生態系全体の崩壊に結びつく可能性がある。

中国での水源涵養林関係の研究成果は、漓江流域での水源涵養林の在り方について示唆する点が多い。流域ごとに特徴があるため、少なくとも複数の沢に実験リッター層を設置し、流水試験等を通じて、対策は立てる必要がある。中国のこの研究成果は 第 6.3.3 節にまとめられている。

景観上における水環境には以下のような問題がある。

#### ・低水位と水質悪化の問題

漓江の水位が年々低くなる傾向が見られる。特に、乾期の水量の不足で、川水の水量感と流量感（河川水の表情など）が失なわれ、白い砂利河床が露出し、自

然景観に悪影響を与える。また、水量が少ないため川水が静水状態になり、生活ゴミが水面上に浮かび、支流から流れてきた工業廃水も速やかに流れないため、水質が悪化し、桂林の山水景観資源と桂林市民の生活環境に影響する。

- ・土砂流失の問題

漓江の兩岸の岸が洪水によって、岸辺の土が浸食され、岸の形状が変形になる。また、大型船の高速航行により、波が兩岸に衝撃を与え、岸の土が崩れてしまい、景観性を損なう。一部の山から建設材料として石岩を取っている現象が見られる。山の形が崩れ、景観性が破壊される。

- ・兩岸の植物の減少

漓江兩岸の貴重な樹木が適正に保護されていないため、貴重な樹木の種類と数が減少する傾向がある。また、土地利用の開発により、植生が破壊され、岸の地面が露地になり、景観と漓江の水環境に悪影響を与えている。

- ・不適正な構造物

兩岸に周辺の自然風景になじまない建物が立てられている現象が見られる。(広告の看板、建物形状、建物の色)。周辺の景観性が破壊されると共に、特定の景観視点に対して、人の視覚視界を遮って、視知覚特性が損なわれている。

- ・考慮性を欠けた観光開発

漓江の自然山水景観を売りものにして、周辺の景観性と自然環境保全を考慮しない観光開発は水環境の汚染と生態の破壊につながる。また、観光施設の形状と体量が自然景観と調和しないので、奇異な山峰のスカイラインが破壊される。

- ・自然河床が人工行為による破壊

桂林市の潯瓶山から竹江埠頭の漓江河段では建築材として河砂が採取されている現象が見られる。このため、白い河砂利の遺棄、河床平面の穴開け、河床の線形の変化し、水質の透明度の低下や航路幅の縮小、砂利河原面積の増大、水面幅の縮小などが引き起こされている。生態環境や景観性の破壊と舟運に悪影響を与えている。

景観特性の維持と景観資源の保全上の問題の写真例

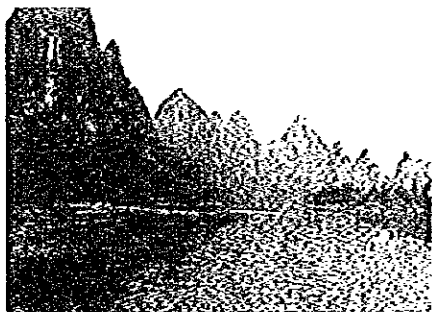


写真-1  
水量減による景観の観賞性の低下



写真-2  
家畜による河岸の崩れ

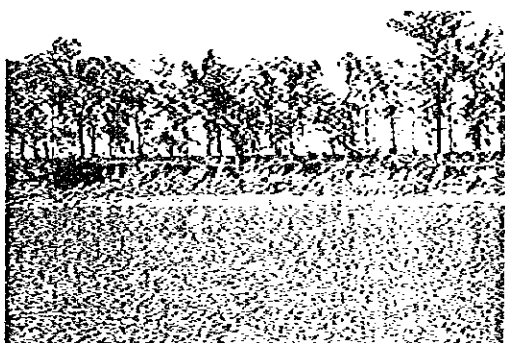


写真-3  
洪水及び波の衝撃による自然堤防の破壊  
その1

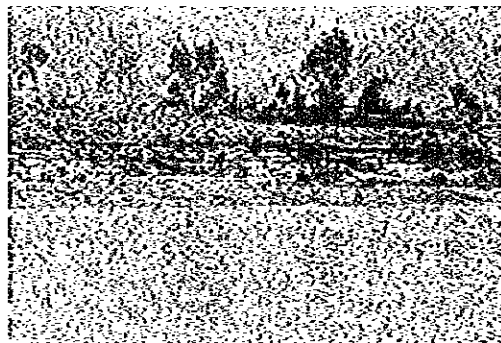


写真-4  
洪水及び波の衝撃による自然堤防の破壊  
その2

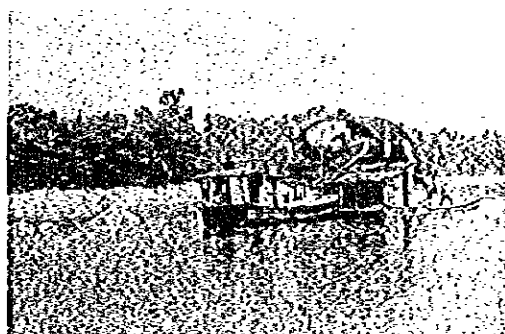


写真-5  
河砂利の採集による河床の破壊



写真-6  
自然環境を考慮せず仮設埠頭による  
水質の悪化と堤防の破壊





写真-7  
山石の採取による水環境の破壊

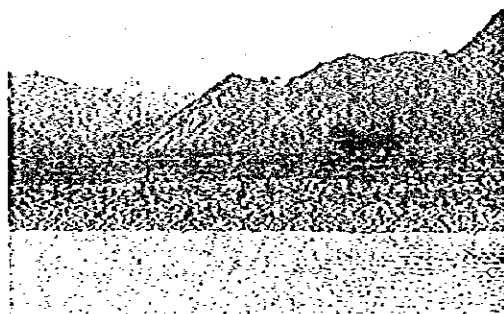


写真-8  
山石の採取による山の形態と環境の破壊



写真-9  
不適切な建築物による山スカイラインの破壊

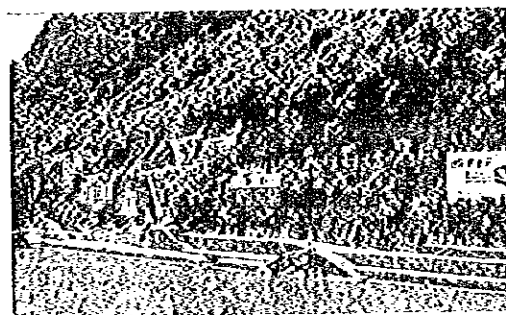


写真-10  
広告板による自然景観性の低下

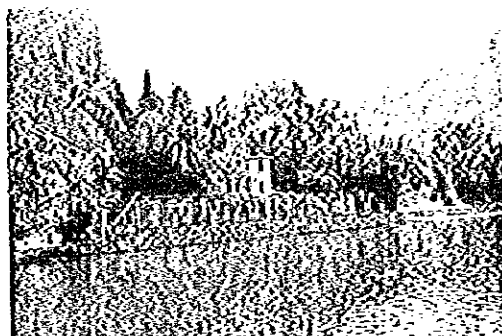
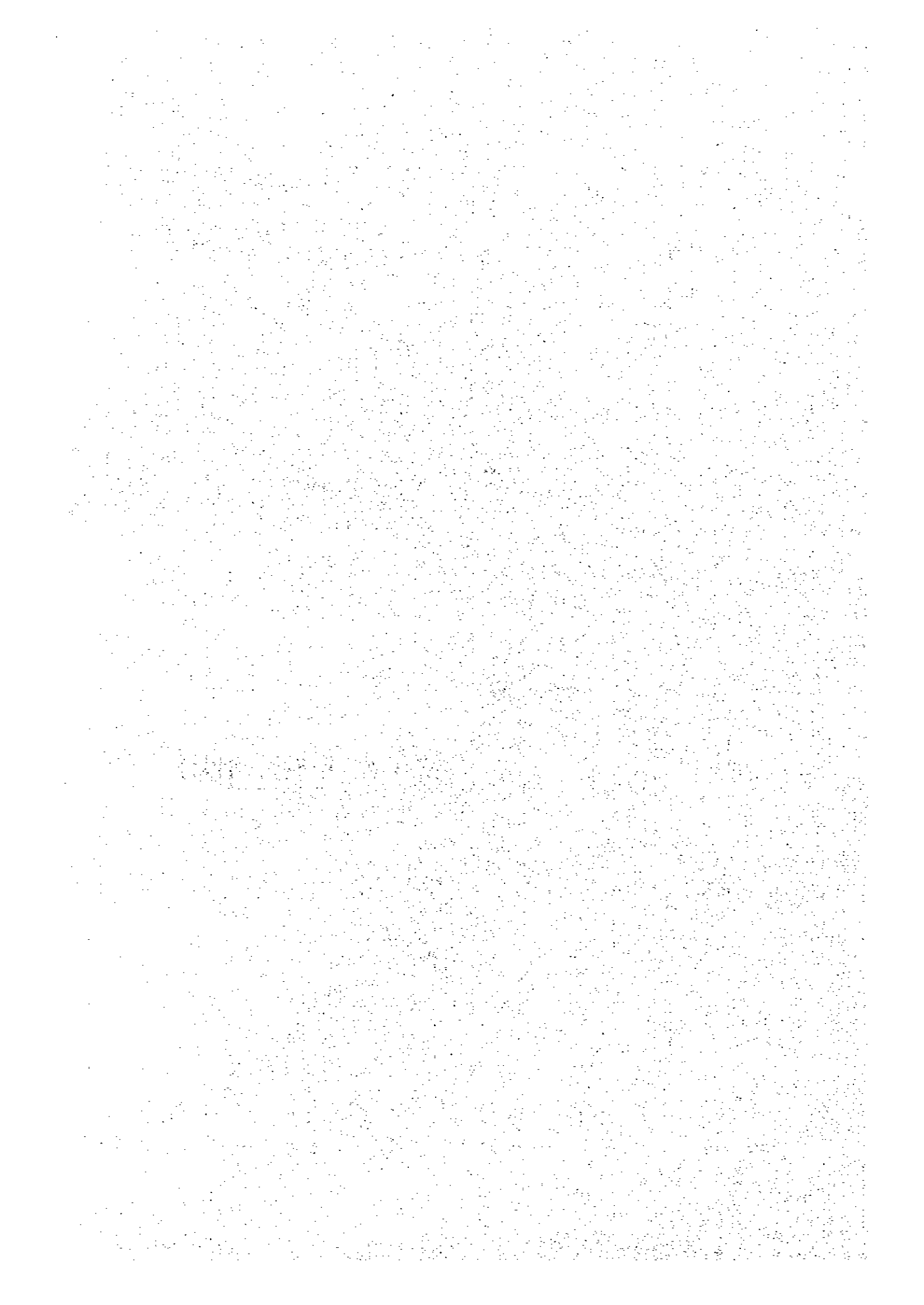


写真-11  
水利用施設の設置による水辺環境の変化



写真-12  
家畜による水質の悪化

## 第6章 改善計画目標



## 6. 改善計画目標

### 6.1 河川流量

#### 6.1.1 治水

漓江の桂林市区における堤防の洪水防御能力は 7～18 %程度と低い水準にある。そのため、洪水位が E.L 145.0 m になると浸水がおり、146.5 m になるとかなりの範囲が浸水し、浸水面積は約 15 km<sup>2</sup> (城区の 40%) にも達する。

社会発展による資産価値の増加と工業生産額の拡大により、漓江流域内の洪水被害額は今後更に増加すると懸念される。桂林市区の重要性に鑑み治水安全度を高めるものとする。

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。各確率年に対応する流量及び水位は、次のように計画されている。

#### 洪水防御施設と治水安全度

対策案	目標年	対象確率年	主要洪水防御施設
堤防	2000年まで	20年	漓江、桃花江で75.6kmの堤防
分水路	2010年	50年	漓江及び桃花江
ダム	2010年以降	100年	斧子口及び川江ダム

#### 各確率年に対する計画流量及び水位

頻率 P(%)	確率年	桃花江 水位観測所		桂林 水位観測所	
		水位(EL.m)	流量(m <sup>3</sup> /s)	水位(EL.m)	流量(m <sup>3</sup> /s)
1	100	151.0	750	147.81	5970
2	50	150.66	680	147.58	5490
5	20	150.20	587	147.19	4880
10	10	149.82	512	146.85	4290
20	5	149.40	430	146.48	3720

## 6.1.2 利水

利水計画は、新規利水量及び河川維持流量（確保流量）を確保するように行われる。新規利水量(水需要量)については全量が消費されるわけではなく、工業用水では50%、農業用水では30%が還元されるものと推測されるので、取水後河川流量にもとされる。

### (1)水需要量

各年次に予測されている水需要は表に示す通りであるが、社会発展、経済成長や生活水準の向上を満たす為には、予測量の全量を確保できるよう計画されねばならない。

桂林地点に係る水需要と増加量の予測（億 m<sup>3</sup>）

年次	需要量				増加量 (1955年基準)
	都市用水	工業用水	農業用水	合計	
1995年	1.24	1.36	10.76	13.36	0.00
2000年	1.63	2.33	10.54	14.40	1.01
2010年	2.09	4.83	9.89	16.81	3.45
2020年	2.49	7.63	9.09	19.20	5.84

### (2)舟運のための維持流量

観光都市たる桂林の発展は漓江下りにすべてを依存していると言っても過言ではなく、舟運の為の流量を確保することは、非常に重要なことである。通常の水安全度は1/10 渇水年を対象に計画される事が多いが、漓江下りの重要性に鑑み1/20 渇水年に対し舟運のため維持流量 30m<sup>3</sup>/s を確保することにする。多年平均として、大型観光船の航行が維持できるように確保流量を 40m<sup>3</sup>/s 以上にすることが望ましい。

## 6.2 河川水質

漓江本川における水質改善計画目標の設定は、水污染防治法に基づいて漓江本川に現在適用されている地面水水質基準Ⅱ類のレベル、漓江支川・榕湖・杉湖については水質基準Ⅲ類のレベルとするのが妥当であると考えられる。即ち、

○水質基準Ⅱ類適用水域 漓江本川；大河、閩鷄山、龍門、磨盤山

○水質基準Ⅲ類適用水域 桃花江、南溪河、小東江、寧遠河、榕湖・杉湖、良豊河

1988年施行の地面水水質基準を表6.2.3に示す。

ただし、水質基準の適用条件については、異常濁水等が生じることもあり、一時的な異常時の水質で判定するのは好ましくない。

したがって、低水流量（桂林観測所で約40m<sup>3</sup>/s）以上の流量条件とするのが妥当である。

このうち、漓江においては特にDO、BODに代表される有機性汚濁が最も重要であることから、これについて水質改善目標と漓江の水質現況とを比較・整理してみたものを表6.2.1-6.2.2に示す。

現況においては、桂林市都市部から下流の閩鷄山から磨盤山の区間において、DOが年間を通じて水質基準を超過している状態であり、特にこれらの区間の水質改善が望まれる。

表 6.2.1 漓江本川の水質改善計画目標の設定数値

基準地点 項目	単位	大河	閩鷄山	龍門	磨盤山	摘 要
DO目標値	(mg/l)	>6	>6	>6	>6	地面水水質基準Ⅱ類
DO平均値	(mg/l)	7.68	4.68	3.55	5.10	1995年観測値
最小～最大	(mg/l)	5.9～9.4	3.1～6.2	2.2～5.4	4.1～5.4	1995年観測値
BOD目標値	(mg/l)	<3	<3	<3	<3	地面水水質基準Ⅱ類
BOD平均値	(mg/l)	0.67	2.22	1.25	0.87	1995年観測値
最小～最大	(mg/l)	0.4～1.1	1.0～3.4	0.7～1.9	0.7～1.1	1995年観測値
COD(Mn)目標値	(mg/l)	<4	<4	<4	<4	地面水水質基準Ⅱ類
COD(Mn)平均値	(mg/l)	1.43	2.38	2.10	1.75	1995年観測値
最小～最大	(mg/l)	1.2～1.7	1.9～2.8	1.9～2.3	1.4～2.0	1995年観測値

※出典 1995年の観測値は桂林市環境保護局による。

地面水水質基準は(GB 3838-88) 1988年6月改訂施行による。

※備考 水質基準の適用条件として低水流量(40m<sup>3</sup>/s)以上の流量で適用する。

漓江支川については、具体的には下表のような目標値となるが、特に小東江、南溪河、榕湖・杉湖の汚濁が著しく、速やかな水質改善が望まれる。

表6.2.2 漓江支川の水質改善計画目標の設定数値

項目	基準地点	単位	桃花江	小東江	南溪河	榕湖・杉湖	摘要
DO目標値		(mg/l)	>5	>5	>5	>5	地面水水質基準Ⅲ類
DO平均値		(mg/l)	4.05	0.80	0.80	4.1	1995年観測値
最小～最大		(mg/l)	2.2～6.0	0.2～1.4	0.2～2.7	2.1～6.2	1995年観測値
BOD目標値		(mg/l)	<4	<4	<4	<4	地面水水質基準Ⅲ類
BOD平均値		(mg/l)	2.18	25.2	17.9	10.6	1995年観測値
最小～最大		(mg/l)	1.0～3.4	3.3～66.1	7.3～30.2	9.8～11.5	1995年観測値
COD(Mn)目標値		(mg/l)	<6	<6	<6	<6	地面水水質基準Ⅲ類
COD(Mn)平均値		(mg/l)	3.50	14.3	12.8	8.6	1995年観測値
最小～最大		(mg/l)	3.0～4.8	5.3～29.8	5.0～30.0	7.6～9.9	1995年観測値

※出典 1995年の観測値は桂林市環境保護局による。

表 6.2.3 地面水水質基準 (GB 3838-88) 1988年6月改定施行

No.	項目	単位	I類	II類	III類	IV類	V類
	基本的要求条件		すべての水は、人為的(非自然的)原因によって以下の物質を誘導してはならない。 a 普通に沈殿ができ、悪い沈殿物を形成する。 b 浮遊物、破片、かす、油類、その他不快を誘う物質。 c 悪い色彩、臭い、濁り d 人体や動植物に対し、損害を与えたり、毒性または有害な生理的影響を与える物質。 e 有害な水生生物を発生させるもの。				
1	水温	(℃)	人為的に引き起こされる水温の変化の限界は次の通り。 夏季は、週平均最大温度上昇範囲は、1℃未満 冬季は、週平均最大温度上昇範囲は、2℃未満				
2	pH		6.5~8.5				
3	硫酸塩(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 換算)*	(mg/L)	< 250	250	250	250	250
4	塩化物(Cl換算)*	(mg/L)	< 250	250	250	250	250
5	溶解性鉄*	(mg/L)	< 0.3	0.3	0.5	0.5	1
6	全マンガン*	(mg/L)	< 0.1	0.1	0.1	0.5	1
7	全銅	(mg/L)	< 0.01	1	1 (漁場 0.01)	1 (漁場 0.01)	1
8	全亜鉛	(mg/L)	0.05	1	1 (漁場 0.1)	2 (漁場 0.1)	2
9	硝酸性窒素	(mg/L)	< 10	10	20	20	25
10	亜硝酸性窒素	(mg/L)	0.06	0.1	0.15	1	1
11	非イオンアンモニア	(mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.2	0.2
12	ケルゲール窒素	(mg/L)	0.5	0.5	1	2	2
13	全リン	(mg/L)	0.02	0.1 (湖沼 0.025) (ダム 0.025)	0.1 (湖沼 0.05) (ダム 0.05)	0.2	0.2
14	過マンガン酸塩指数	(mg/L)	2	4	6	8	10
15	DO(溶存酸素)	(mg/L)	飽和率90%	6	5	3	2
16	COD(Cr)	(mg/L)	< 15	< 15	15	20	25
17	BOD <sub>5</sub>	(mg/L)	< 3	3	4	6	10
18	フッ化物(F換算)	(mg/L)	< 1.0	1	1	1.5	1.5
19	セレン(4価)	(mg/L)	< 0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
20	全ヒ素	(mg/L)	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
21	全水銀**	(mg/L)	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
22	全カドミウム***	(mg/L)	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
23	6価クロム	(mg/L)	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
24	全鉛**	(mg/L)	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
25	全シアン化合物	(mg/L)	0.005	0.05 (漁場 0.005)	0.2 (漁場 0.005)	0.2	0.2
26	フェノール**	(mg/L)	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
27	石油類(石油エーテル抽出物)	(mg/L)	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
28	陰イオン界面活性剤	(mg/L)	< 0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
29	大腸菌群数***	(個/L)			10,000		
30	ベンツ(a)ピレン***	(ug/L)	0.0025	0.0025	0.0025		

(注) \* 地方の水域のバックグラウンド値の特徴に基づいて調整される。

\*\* 公定分析(検定)方法の検出限界では基準の要求に適していない。

\*\*\* 試行基準



## 6.3 生態系及び景観

### 6.3.1 生態系

中国の法制度では、3 同時の思想により経済・社会発展と同時に環境保護を行うという原則がある。広い意味で、生態系保全を含むものであるが、一般的に公害の未然防止に重点が置かれ、生態系保全についてあまり具体的な対策が施されないままにきた。このことから、中国各地で砂漠化等自然環境の破壊による環境問題が深刻化している。漓江流域においても、生態系保全的な考え方は定着していない環境にあり、経済活動優先による、水質汚濁、水量不足等の水環境の悪化や大規模開発による土壌流出、水源林となる森林の伐採、野生動植物の捕獲等が行われている。

急速な経済的発展が進行している現在、早急に生態系保全への配慮が求められている。

漓江流域の生態系と経済・社会活動との均衡を図り、生態系のバランスを保つことと目的として以下のような目標を設定する。

- (1) 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、復元する。
- (2) 漓江流域の水生動物等の野生動物の生息環境を保全、もしくは積極的に整備する。

### 6.3.2 景観の改善計画目標

将来漓江流域の自然景観の改善目標は、漓江の水環境を改善しつつ、自然環境性と自然景観の向上を主要な目的とした自然環境資源の変化量の最小化、景観としての空間的なまとまりや雰囲気確保、見られやすい領域の景観変化の最小化、視覚的に傷つきやすいところの保全である。

#### (1)2010 年の目標

- ・2010 年までに漓江を縦軸、可視範囲を横軸とする保全範囲を設定、景観資源の保全区や生態環境の保護区、継続的開発可能な区域など土地利用の性質及び種類を明らかにする。
- ・漓江の山水景観及び自然環境に関する保護政策と規定を策定、実施し、その効果を明らかにとする。
- ・景観としての空間的なまとまりや雰囲気の確保のため、保全範囲区域内の風景地あるいは名勝地内にある不適な構造物の撤回し、かつ、自然景観性を損なう建設をコントロールする。

- ・ 渇水期に、景観特性の維持が可能な漓江流量 40m<sup>3</sup>/s を維持し、水質を第 2 類基準とする。
- ・ 象鼻山、浪石奇観、黄布倒影、九馬書山などの重要な自然景観資源を保全し、景観視点を維持し、かつ、その変化量の最小化を達成する。（主要景観資源リストを参照）
- ・ 視覚的に傷つきやすいところを保全するため、景観視点の周辺での建築物の高さを制限し、形状と色彩などが自然と調和をとれるようにする。
- ・ 漓江兩岸の護岸整備においては、草坪郷、楊堤郷、興坪郷、浪石など風景区内に自然性と親水性を持たせた護岸整備を行う。
- ・ 重要な景観資源及び重要な風景区域内の植栽の整備を行い、かつ、流域全体においては、最終目標数値の 60%の植栽整備を行う。
- ・ 重要な歴史・文化財が人工行為により破壊されることなく、かつ、適切に保護する。
- ・ 都市部の緑被率を現在の 30.6%（1995 年の統計数値）から 35.0%に拡大し、都市のヒートアイランド現象を抑える。植栽構成が基幹樹の単一な常緑樹から夏に緑陰機能と冬に採光性及び夜間照明機能を考慮した落葉・常緑の複合構成とし、落葉樹の比率を 30%とする。また、都市景観向上のため、歩道に低木や花卉を植え、四季感を持たせる。
- ・ 都市部の景観資源に対して、堯山、桂梅、奇峰、芦笛、龍泉の五つの風景区の基本保護整備が完了する。また、16ヶ所の重要な石山景観資源と 3ヶ所の代表的な鍾乳洞を適切に保護する。

## (2)2020 年の目標

- ・ 漓江流域内の自然山水景観特性を維持することにより、景色をさらに良くし、観光内容充実することによって、観光事業を発展させる。
- ・ 景観資源及び風景区の管理体制を整え、効率的な管理が行う。
- ・ 渇水期における漓江の流量を 40 m<sup>3</sup>/s 以上とする。水質は国家の第 2 類基準以上を維持する。
- ・ 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、景観資源の変化量を最小化とし、かつ、景観視点においての視覚的な変化を生じさせず、その周辺の自然的な雰囲気を確保する。
- ・ 保護範囲内の開発行為や構造物の設置位置、形状、色彩などが自然景観性を破壊することなく自然環境と調和のとれたものにする。
- ・ 漓江兩岸の緑化整備事業により、風景区域内の緑被率と河川の沿岸、山谷の森林面積

率がそれぞれ 55%と 35%に拡大し、漓江上流域の水源林の面積率も 80%を維持する。  
また、自然生態環境を恢復させる。

- ・漓江の護岸整備を行うと共に、治水の機能とあわせ、異なる場所と機能による親水性や景観性を持たせた護岸を設置する。
- ・漓江兩岸の草坪郷、楊堤郷、興坪鎮、城関郷、福利鎮、普益郷、陽朔鎮風景区の景観保護整備を行う。
- ・都市部の緑被率を 40%以上にすることにより、生活環境と自然環境を考慮した植生構成と植栽体系にする。また、5 つの風景区、71 ヶ所の保護対象になる石山、22 ヶ所の岩洞に対し適切な保護管理を行う。

将来漓江の水環境が改善され、景観上の保全目標のイメージ集



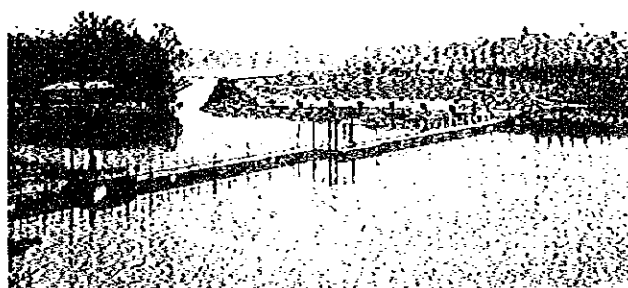
・現在桂林市の風景



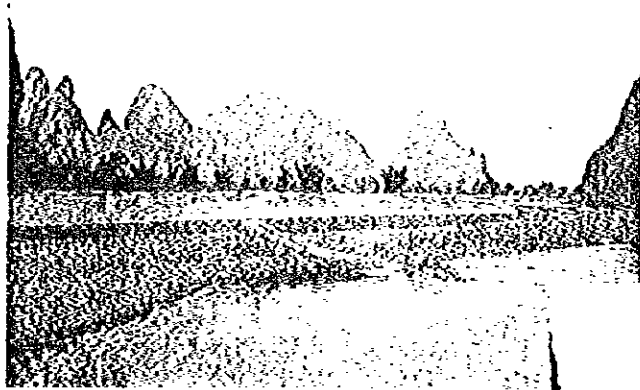
・漓江沿岸の建物(煙突)が制限された将来の桂林イメージ



・現在伏龍洲の風景



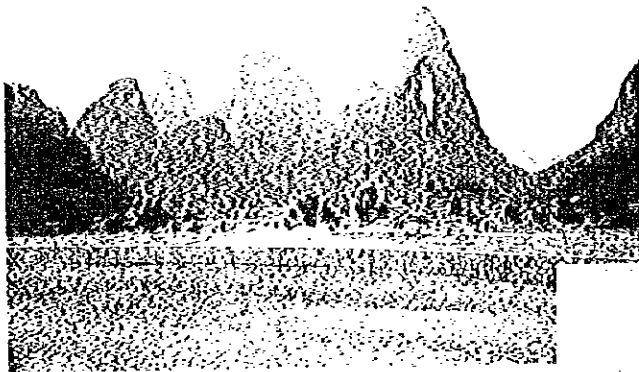
・整備による将来の伏龍洲の風景



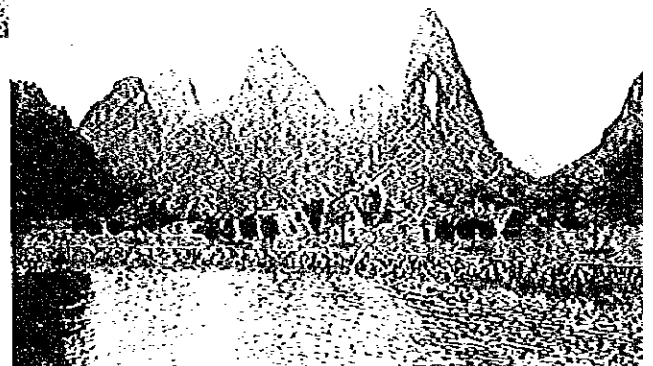
・現在風景



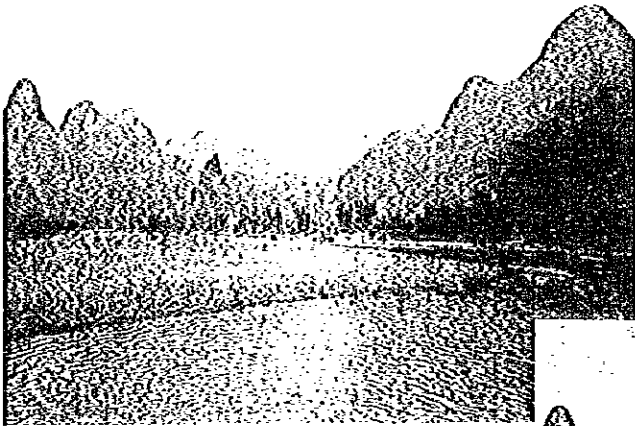
・多自然護岸と緑化整備による景観上の  
変化イメージ その1



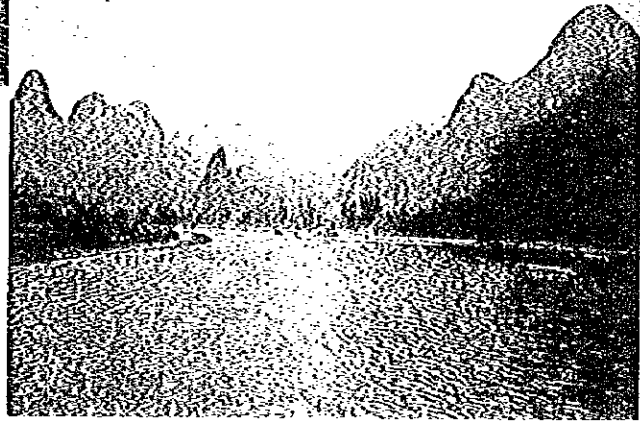
・現在風景



・多自然護岸と緑化整備による景観上の  
変化イメージ その2



・現在揚堤周辺の風景



・増水と緑化整備された将来の揚堤周辺の  
景観イメージ



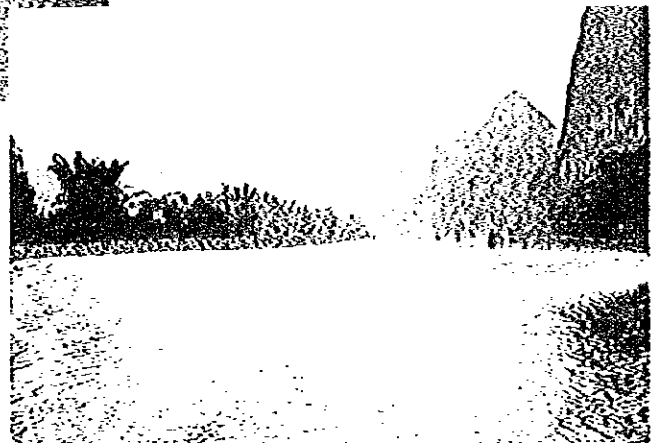
・現在瀉江沿岸の住居環境



・護岸と緑化整備による住居環境イメージ



・現在九馬画山周辺の風景



・増水と護岸整備された将来九馬画山周辺の  
景観イメージ



・現在九馬画山前の景色



・増水、護岸と緑化整備した九馬画山前の景観

### 6.3.3 水源林

水源林の特徴は流域ごとにあるため、少なくとも複数の沢に実験リッター層を設置し、流水試験等を通じて、対策は立てる必要がある。

既に得られた中国の研究成果を基に、水源林の改善目標は以下のように考えられる。

- ①森林の存在によって降雨があるのだということを、強く認識し、その資源を絶やさないよう努力する。
- ②破壊は小規模のうちに修復することとし、その大きさは、1～2 ha の内に対処することを鉄則にすべきである。破壊を大きくすると、復元するのに2倍も3倍も歳月を要し、場合によっては復元できなくなる。
- ③林木を含めて植物分布には、自然の法則がある。広西自治区は中国森林植物のジンセンターに近いだけに、杉木・馬尾松は勿論のこと広葉樹の各樹種とも遺伝的に質の高いものと推定され、これらを保全する必要がある。
- ④大切な郷土樹種の広葉樹を伐り捨てて、初期成長が早いとか、樹脂が取れるからといって、異郷土樹種である湿地松を植え込むことは、生態遺伝的の面からきわめて危険なことである。湿地松については、産地試験がなされ、桂林地区に適応した系統が明らかになってから植えるべきである。
- ⑤保水能力で、針葉樹がよいか広葉樹がよいか、またどの樹種がむくか、むかないかは、対象立地の総合的条件で決められるものであるが、針葉樹広葉樹が交ざり合っていることが必要である。日本での実験結果では、針葉樹ないし広葉樹の単層林分の場合より、針広が混淆している林分の方が、腐植層の分解が早く有機質が豊富であり、保水面からも望ましいといえる。
- ⑥植栽に際しては、針広混交林になるように特段の工夫が必要である。しかし、植栽能率や労力的煩雑さを避けることから、植栽対象地に応じて工夫する必要がある。例えば、1人の作業員が1樹種を担当し、直径 20m のパッチ状の区内を受け持つ。あるいは 20m 幅の帯状の植栽を受け持つとかの方法がある。針広の落葉落枝の混合を計り、早く腐植層の土壤養分への還元を促進し、保水能力を高めるために必要な植栽方法であり、同一樹種で 20m 以上を越えないように留意する。
- ⑦植栽にあたって、針葉樹にも必要であるが、特に広葉樹の場合、根が張っている樹種が多いので、裸にして植栽すると乾いて活着が悪い。そのため、苗時からポット播き付けをするか、床替えのときにポット植えにして根を十分に張らせ、活着率を良



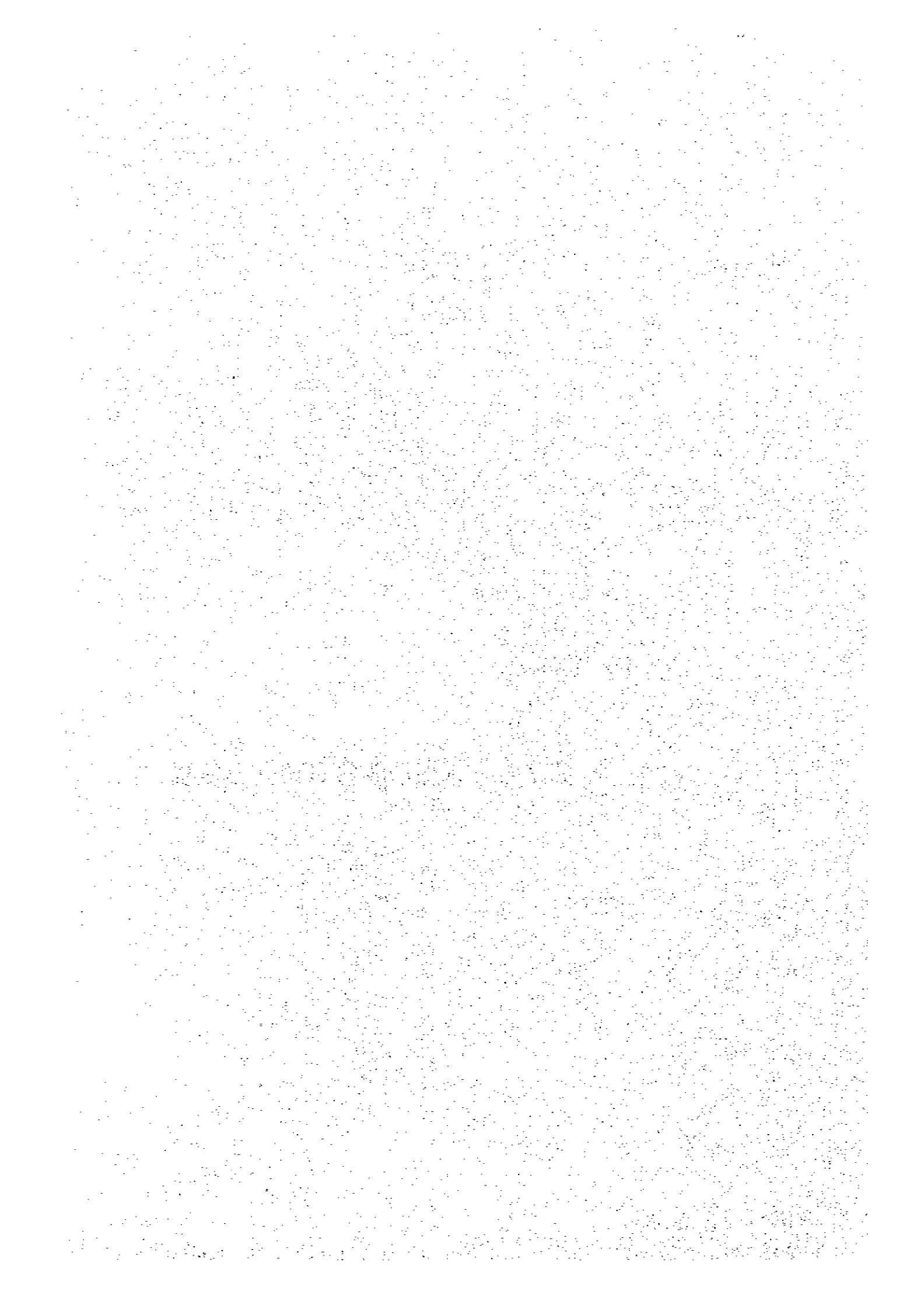
くする。ポット植えの場合山出植栽の能率もあがる。

⑧有用広葉樹の種子園の造成、養苗技術の確立が要望される。広葉樹は樹種が多くそれぞれ発芽特性、成長特性がある。そのための技術開発、ならびに普及および啓蒙が必要である。

⑨経済林の管理方法の例として、緑肥栽培による林床処理の方法がある。緑肥栽培の林床処理は、菌根菌処理を添用すれば、さらに緑肥効果が高まる。経済林の管理方法は中国側においても研究検討がなされ、その成果を早く実践に移すことが望まれる。

⑩傾斜地の場合、 $15^\circ$ を越えるときは階段耕作をおこない、流水を阻止する。傾斜 $15^\circ$ は流水による侵食発生の限界傾斜度といわれている。階段耕作の場合、龍勝地区でみられたように、法面の崩壊防止のために緑化の工夫が必要である。

## 第7章 水環境改善対策案と便益



## 7 水環境改善対策案と便益

### 7.1 治水、利水

漓江の水環境の将来予測に対し、改善目標を達成するための各種のプロジェクト（対策工）が提案されている。これらの対策工を組み合わせ、水量、水質、環境に関する要求の調和と総合化をはかる総合的な対策案を検討する。

この対策案を比較検討するために個々の対策工の定量的便益・定性的便益を明らかにする。

#### 7.1.1 治水

治水対策として、堤防を建設し、桂林市区を洪水から守る案、漓江及び桃花江に分水路を建設する案、漓江上流の大溶江に斧子口ダムおよび川江ダムを建設し洪水流量を低減する案が考えられる。

堤防案は、漓江において 39km の区間、桃花江において 18km の区間で築堤及び河道改修を行い、桂林市区における堤防の防御能力を 1/5～1/15 年から 1/20 年確率まで高めるものである。

漓江分水路は、漓江大橋の上流 11km の左岸董家港より 300m 下流地点から小東江合流点の下流、衛家渡上流 500m 地点の間に延長約 13km、川幅 30m、河床勾配 1/1,600 の分水路を建設し、洪水流量 750 m<sup>3</sup>/s を流すことにより漓江本川の洪水位を 0.4～0.8 低減する案である。

桃花江分水路は、五仙堤上流 90 m 地点から魯家村上流 460 m 地点までの間に延長約 2 km、幅 20 m、河床勾配 1/1,600 の分水路を建設し、洪水流量 220 m<sup>3</sup>/s を流すことにより桃花江の洪水位を 1.2～1.3 m 低減する案である。

斧子口ダム及び川江ダムは両者とも重力式コンクリートダムで、発電、治水、漓江本川の流況改善及び下流域の灌漑を図るものである。斧子口ダムは、漓江本川の大溶江上流、興安県溶江郷司門前村付近に位置し、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ている。斧子口ダムと川江ダムの洪水調節容量は合計で 135,000,000 m<sup>3</sup>であり、これを利用して桂林地点の洪水位を 0.5～0.6 m 低下させて桂林市区の洪水被害を軽減する案である。

### 7.1.2 利水

導水プロジェクト、漓江上流 2 ダム及び漓江本川河道堰による利水効果（灌漑、生活用水、工業用水、発電）を以下に整理する。

#### (1) 灌漑

導水事業による新規の灌漑地域は小溶江灌漑区と潯江灌漑区で、24,300 畝になり、1/20 渴水年（P=5%）に対応できる。特に潯江ダム下流域では、現状の 5000 畝から 20,000 畝に灌漑面積に拡大できる。

さらに、導水事業により桂林地点での流量が確保により、上下流の既得用水への安定供給が可能になる。

表 7.1.1 導水事業による灌漑

(桂林漓江利水工程設計報告、'96.6)

計画名称	灌漑面積 (畝)	需要水量 (万 m <sup>3</sup> )
青嶺 灌漑区	418,600	51,310
東幹線	138,600	16,730
西幹線	280,000	34,580
五里峽灌漑区	100,695	7,173
潯江灌漑区		
現状	5,000	600
計画	20,000	2,400
小溶江下流灌漑区	4,300	482

斧子口ダム及び川江ダムによる灌漑対象区域は、下流の溶江郷の水田であり、その諸元は以下の通りである。

表 7.1.2 ダム事業による灌漑

ダム名称	灌漑面積 (ha)	専用容量 (m <sup>3</sup> )
斧子口	3,133	40,000,000
川江	2,774	29,000,000

#### (2) 生活用水、工業用水等

導水事業によるダム及び堰下流の地域の生活用水、工業用水は下記のように確保され、農村の生活環境の改善に大きく寄与する。そして、これらの確保流量は、第

9次5ヶ年計画の計画目標を満足させるものである。さらに、黄砂ダムからの導水を含む潯江ダム導水計画では、西城工業開発区域への都市用水供給量として、日量50,000m<sup>3</sup>の開発が期待される。

表 7.1.3 導水事業による利水効果

(桂林潯江利水工程設計報告、'96.6)

計画事業及び地区	計画年	生活用水		牧畜用水		工業用水		需要量 合計 (m <sup>3</sup> /S)
		人口 (人)	原単位 (m <sup>3</sup> /人)	頭数 (頭)	原単位 (m <sup>3</sup> /頭)	生産値 (万元)	原単位 (m <sup>3</sup> /万元)	
		小潯江ダム～合流点	1995	4,860	0.125	6,318	0.04	
	2000	5,152	0.131	7,728	0.045	1,228	280	0.4
青獅ダム～甘江	1995	81,809	0.194	54,960	0.04	86,272	300	1.02
	2000	84,293	0.2	65,280	0.045	143,000	280	1.02
潯江ダム～合流点	1995	10,122	0.15	7,295	0.04	794	300	0.11
	2000	10,533	0.16	8,664	0.045	2,950	280	0.11
五里峽ダム～漢川河	1995	10,456	0.125	13,214	0.04	1,382	300	0.13
	2000	10,667	0.131	15,694	0.045	4,005	280	0.13

### (3) 電力

各導水事業には、電力開発が含まれており、表に示すようにその年間発生電力は期待できる。発電容量は消費されてなくなるわけではないので、この水量は潯江本川の流況改善に寄与することになる。

表 7.1.4 導水事業による電力

計画名称	設備出力 (kw)	発生電力量 (Mwh)	
小潯江導水計画			
小潯江	2@55	610	(計画)
黄梅 (導水放水地点)	2@750	6,645	(計画)
青獅		53,000	(完成)
青獅 (導水増益分)		10,520	(計画)
五里峽導水計画			
五里峽	2@3200		(完成)
石坑	2@500	4,480	(計画)
西水東調			
・潯江導水計画			('96.9月計画)
丹竹坪	38,100	84,600	('96.9月計画)
木桐	18,900	48,000	('96.9月計画)
潯江	7,400	23,700	('96.9月計画)
平水江	20,000	71,800	(計画)
華境	7,500	24,700	(計画)

(注：数値は桂林潯江利水工程設計報告及び桂林市水資源計画による。)

工業開発が進むにつれ、ピーク電力の需要が増加するため、設備出力の大きい義江流域の西水東調計画の実施は期待される。なお、電力の需要予測と供給バランス及び設備投資計画を考慮しながら、導水計画の評価もされるべきである。

河道堰事業には、電力開発が含まれており、表に示すようにその年間発生電力量は期待できる。

表 7.1.5 河道堰による電力

堰名称	設備出力 (kw)	発生電力量 (Mwh)
呉家里	3,200	14,700
螺髯岩	6,500	30,200

漓江上流 2 ダム（斧子口、川江）事業には、電力開発が含まれており、表に示すようにその年間発生電力は期待できる。

表 7.1.6 漓江上流ダム（斧子口、川江）による電力

ダム名称	設備出力 (kw)	発生電力量 (Mwh)
斧子口	19,500	68,000
川江	10,000	29,000

## 7.2 水質汚濁対策

### 7.2.1 水質汚濁対策の分類

漓江において適用可能と考えられる水質保全対策を列記すると以下のように分類できる。

#### (1)生活排水対策

- ①桂林市内における下水道の面整備（琴潭区、北沖区を重点に）
- ②既設の下水処理施設の機能改善、高度化（上窯下水処理場など）
- ③桂林地区の人口密集地域における小規模下水道（合併浄化槽等）の整備
- ④漓江沿岸農村部におけるし尿処理施設の整備
- ⑤水使用の合理化、節水キャンペーンの推進

#### (2)工場排水対策

- ①排水基準の上乗せによる工場排水規制の強化
- ②汚染排水、排出工場の立地規制（移転、あるいは新設禁止など）
- ③工場排水処理設備の機能改善、高度化
- ④工場排水処理モデル事業の創設と投資
- ⑤環境対策優良企業への税制優遇、財政支援  
(排汚費を使用するケース有り)
- ⑥工場内における生産システムの改善、及び水使用の合理化

#### (3)その他の水環境改善対策

- ①流路変更・浄化用水導入（浄化のみを目的とするのは実施困難）
- ②桂林市内汚濁支川の浄化（南溪河、小東江）
- ③河岸整備、及び砂利採取の規制河岸整備、及び砂利採取の規制
- ④養殖池の立地規制、及び適正管理

### 7.2.2 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 80%を達成するもので、これらの事業計画は中南設計研究院、世界銀行などで検討されている。

現況の桂林市都市部における下水道整備状況は、下水処理場の処理能力が先行し、下水管の面整備・幹線污水管の処理場への接続が遅れている状態である。従って、この



水管の面整備・幹線污水管の処理場への接続が遅れている状態である。従って、この事業の実施により 2010 年において（琴潭区；18 万人）＋（北沖区；10 万人）の計 28 万人分が、2020 年においては（琴潭区；18.6 万人）＋（北沖区；16 万人）の計 34.6 万人分及び他の下水道未整備地域が、整備されるものと想定されている。また、下水道整備地域においても下水幹線へのつなぎこみがさらに進んでいくことになる。

### 7.2.3 榕湖・杉湖浚渫事業

この事業は、污水発生区域の污水処理改善と配管網の整備・污水排出口の削減、底泥の浚渫、漓江及び桃花江河川水の導水により、水質基準第Ⅲ類を達成するものである。

### 7.2.4 工場排水に対する規制の強化

工場排水が現在の基準を満足しているにもかかわらず、漓江の環境容量を超える場合には工場排水の水質に対してさらに厳しい基準を設定し、規制を強化することが考えられる。将来予測では、工場からの汚濁負荷量が大幅に増加するために、このような対策が必要になる場合が考えられる。

漓江の水質を将来にわたって環境基準以内に維持していくためには、現行の国家環境保護局が定めた排水基準（污水総合排出基準；1988 年 4 月 5 日公布、1989 年 1 月 1 日施行）では不十分であり、将来（2010、2020 年）を目標として桂林市人民政府・環境保護局による上乘せ基準（さらに厳しい基準）が必要であると考えられる。

特に排水水質に問題のある工場について、現行基準と上乘せ基準（案）を設定したものを表 7.2.1 に示す。

### 7.2.5 下水道料金、課徴金の適切な設定

工場排水の水質を改善するために、適切な下水道料金、課徴金を設定することも一つの対策と考えられる。一例として徴収した排污費をプールして工場排水処理設備の改善費用のための補助金として還元するのも対策案の一つとして成立しうる。

表 7.2.1 排水BOD濃度(mg/L)の現行基準と上乘せ基準 (案)

工場名	業種	現行基準			現況水質	目標水質 (上乘せ基準)	摘要
		現有	新拡改	下水道放流			
桂林漓泉股工場	発酵・醸造	80	60	600	510	30	下水道放流
桂林製薬工場	製薬工業	125	75	***	540	30	800=COD/2
桂林味精工場	食品加工	300	200	600	2000	60	下水道放流
桂林製紙工場	製紙業	180	150	***	120	30	
桂林第二紡績工場	紡績業	80	60	***	120	30	
桂林腐乳工場	食品加工	80	60	600	530	60	下水道放流

※注1 これらの業種については現行制度では下水道に放流する場合は、600 (mg/L) に規制が緩和される。

※注2 製薬工業については現行基準は COD(Cr)なので BODは COD(Cr)の 0.5 倍とした。

※注3 「新拡改」とは新築、増改築する企業を対象とし、「現有」とは現存する企業を対象とする。

※注4 現況水質は、環境保護局の「主要工場水質概要資料」、または 1996 年夏期の実測調査による。

## 7.2.6 桂林市内の汚濁支川の浄化事業

### (1)南溪河総合整備

#### ①汚濁の原因

南溪河の汚濁の原因は、次の4つに集約される。

##### a.工場排水による汚染

最大の原因は工場排水による汚染である。10以上の工場が南溪河に年間231.49万トンの排水を排出している。ビール、カメラ、メッキ、衛生紙工場等があり、このうち特に桂林ビール工場が最大の汚濁負荷源であり、1993年のデータでは COD(Cr)排出量は、151.5トン/年である。

##### b.生活排水とゴミ

南溪河の水面には野菜屑、泡、ビニール袋などが浮いていて南溪公園の景観を損なっている。ゴミの大部分は兩岸住民とレストランからのものである。生活排水の由来は南溪山病院、鉄西住民区、及びレストランなどが汚染源である。この他、堆積汚泥、水たまりなどが悪臭の発生源になっている。

##### c.河岸の崩壊と河道の閉塞

南溪河は曲がりの多い河川であり、かつ川幅の変化が大きく、さらに護岸は未整備である。このため、洪水時に水流が河岸を削るので、削られた土砂、流木により河道は一部の区間で閉塞する。

#### d. 水工建築物設計の不合理的

南溪河の下流に高さ 2m の堰がある。この堰は南溪河の洪水期の水位を上げるために設置されたが、近年水質が悪化してきたために汚泥の堆積が目立ってきた。堰にはゲートがないことから下部に沈殿している汚水・汚泥を排出できない。

### ②整備対策の内容

#### a. 工場排水、生活排水対策

基本方針として南溪河への工場排水、生活排水の流入を止め、排污水は汚水処理場へ送る。具体的にはビール工場は排出基準値まで処理した後、下水道へ放流する。工場はこの具体的な計画を持っている。その他の工場については工場内の廃水処理で排出基準値以下に下げる。南溪山病院、鉄西住民区の排水は速やかに下水道に接続する。

#### b. 河道整備

黒山苗圃出口から南溪河の堰までについて護岸整備と浚渫を行う。浚渫量は 46,550m<sup>3</sup>、護岸整備は 450m、投資額は 169.2 万元。

#### c. 堰の改造

開閉可能なゲートを設置し、堰上流の貯水区間の底層の汚水・汚泥を排出・交換できるようにする。現在の位置から漓江との合流点に堰を移し、新しいゲートと船用ゲートを建設する。これにより、南溪公園の水上遊覧が可能になる。投資額は 144.7 万元。

#### d. 漓江合流点付近の護岸整備

既設の堰から漓江合流点までの河岸は特に崩壊が激しいため、全長 1,044m（左岸 360m、右岸 684m）にわたって護岸整備が必要である。また、近傍に美術館があるため、護岸整備にあたっては特に景観配慮が必要である。投資額は 187.4 万元。

#### e. 南溪河黒山苗圃までの護岸整備

南溪公園上流の河道湾曲と閉塞を防止するため、両岸全長 3,100m にわたって、護岸整備を行う。投資額は 334.1 万元。

#### f. 鉄西排水溝の清掃・清澄化と暗渠化工事

鉄西排水溝の全長は 1,300m であるが、多量のゴミ捨てにより、悪臭を発す

る水たまりとなっている。排水溝へのゴミの投棄を防止するために一部を暗渠化する。投資額は 35.4 万元。

g. 西環路の排水溝の暗渠化工事

西環路の排水溝付近には多量の建築ゴミが放置されている。汚染防止と景観を改善するため、この排水溝について暗渠型の三面貼りコンクリート工事を行う。投資額は 13.1 万元。

h. ビール工場排水溝出口整備工事

ビール工場排水溝の大部分は三面モルタル施工がなされている。ただし、下流 414m は仕上げ施工がなされていないため、排水は周辺へ漏水している。このため、この排水溝の整備工事が必要である。投資額は 35.8 万元。

(2) 小東江総合整備

① 小東江の汚染状況

小東江には排水流入口が約 10 カ所あり、排水総量は 20,000 トン/日である。小東江にはⅢ類の水質基準が適用されているが、湯水期には大腸菌群、石油類、アンモニア、COD、DO などがⅤ類の水質基準を超えている。また、フェノール、色度はⅣ類の水質基準を超えている。水は黒く悪臭を発している。

② 最近の小東江汚染対策整備状況

小東江の汚染を解決するため、近年総合整備プロジェクトを実施した。その概要は工場排水の工場内処理の改善と、汚水処理場へのつなぎ込みである。

a. 1995 年桂林市政府は 150 万元投資し、七里点汚水処理場の汚泥脱水設備の改善を行った。これにより、短期間で堆積汚泥を処理でき、酸化槽全槽を運転できるようになった。また、龍隱橋の汚水越流口から汚水が放流されなくなった。

b. 最近 2 年の間に東区の主要工場からの汚染を防止するため、工場排水処理設備の改善に 376 万元投資した。また、汚濁物質を工場内で排水基準以下まで処理した後、下水道を経て七里点処理場へ送るように指導した。これにより、汚染の集中制御ができた。

c. 工業排水整備に 26 万元投資した。これにより、コンデンサー、醬油、無線機の各工場排水の下水道への接続工事、埋設管敷設工事、前処理工事を完成

させた。

- d. 香料工場、紡績工場の汚水処理施設の監督・管理業務を強化した。特に香料工場については排水基準を遵守するよう要求した。無線機第一工場の汚染源整備補助金として6万元を給付し、メッキ排水処理施設を整備させた。
- e. 1995年に10万m<sup>3</sup>/日の処理能力を有する第4汚水処理場を建設した。総投資額は、10,690万元。
- d. 環境保護局は味精工場の排水観測頻度と監督を強化した。排水の処理水質が基準値以下に達しないと排出させないこととした。

### ③味精工場の汚染整備計画

桂林味精食品工場は桂林市内で排水量(8,371トン/日)が多く、汚濁濃度も平均COD(Cr) 67,800、BOD 31,300(mg/L)と極めて高い。対策整備は二段階で行う。

#### (a)暫定的整備措置

- a. 生産プロセスの改善、設備の改善、味精排水の総合再利用率を高める。酵母蛋白質より飼料を生産する。COD除去率を60%から70%に高める。さらに密閉嫌気発酵処理を行えば、COD除去率は80%を達成できる。処理水は下水道に接続して東区汚水処理場に送る。
- b. 工場内の環境管理を強化し、清水と汚水の分離を進める。
- c. 味精工場の敷地内に中間製品の趨酸設備の増設を禁止し、増産に必要な趨酸は原料として購入する。これによる発生汚水の削減効果はCOD(Cr)で20%である。
- d. 七里点汚水処理場の汚泥脱水運転を強化する。現在の脱水ポンプの運転は一日6時間が限度である。26万元投資し、専用脱水ポンプを設置すれば、24時間の運転が可能となる。同時に人員を増やせば多年にわたり、貯留された汚泥は処理できる。

#### (b)根本的解決のための対策

- a. 環境保護局は桂林味精工場に対し、整備案の提出を求め、排水基準値を遵守させる。もし、排水基準を守れなければ、生産停止、あるいは移転させる。
- b. 新たに環境総合整備班を設け、汚水整備の技術研究とプロセス設計を行い、

高濃度有機物排水の処理プロセスを構築し、廃水処理設備を改善する。

- c. 味精工場廃水処理第2期工事を速やかに実施する。予算 3,600 万元。
- d. 今後、麴酸設備は増設しない。中間原料は外部から購入する。
- e. 桂林味精工場の汚染問題に対して、環境保護局は厳しく改善要求する一方、企業の困難を解決するため、清華大学環境工学関係、自治区科学技術委員会、及び日本の環境コンサルタント会社に連絡して、解決に協力する。

#### ④小東江整備案の投資額

a. 汚濁源の遮断	2,000 万元
b. 護岸	500 万元
c. 浚渫	400 万元
d. 緑化	350 万元
e. 主要汚染源整備	3,600 万元
合計	6,850 万元

#### 7.2.7 桃花江沿岸工場排水改善事業

事業は、桃花江沿岸にある主要5工場のうち、高濃度排水を放出している、第2造紙工場及び腐乳工場の排水処理設備を改善することを提案するものである。

##### (1)工場の汚染物放流量

桃花江沿岸の主要5工場の汚染物排出量は表7.2.2に示す。

表 7.2.2 桃花江沿岸主要 5 工場の汚染物排出量

工場名	排水量 (m <sup>3</sup> /年)	汚染物排出量							
		COD		BOD		SS		フェノール類	
		(mg/l)	(t/年)	(mg/l)	(t/年)	(mg/l)	(t/年)	(mg/l)	(t/年)
第2造紙工場	1,255,700	197.3	247.7	101.8	131.6	26.0	32.7	18.6	23.33
佳林鋼工場	567,200	45.0	25.5	—	—	9.9	5.6	6.1	3.47
ゴム管工場	340,200	15.9	5.4	6.2	2.1	23.8	8.1	1.1	0.39
腐乳工場	378,200	1,768.4	668.8	984.7	372.4	399.5	151.1	—	—
ゴム製品	495,200	12.1	6.0	—	—	20.2	10.0	2.6	1.29

(2)排水処理設備改善事業内容

①第2造紙工場

パルプを原料として、コピー用紙 (1,479 t/年)、無炭紙 (314/年) を生産している。

COD, BOD, フェノール類の処理を増強する必要がある。

排水中の有機物を処理することにより処理水質を改善できるため活性汚泥処理設備を導入するものとする。

- 事業費 : 1,400 万元
- 増強設備内容 : 曝気槽  
ブローワー設備  
沈殿槽  
脱水機設備  
薬注設備/栄養剤注入設備

②腐乳工場

大豆を原料として腐乳を 2,030 t/年、湯葉を 936 t/年生産している。

COD, BOD 高濃度排水であり、嫌気処理法を用いて、メタン発酵処理を行い、その後処理として接触酸化処理するものとする。発生メタンガスは、工場内で燃料として有効利用できる。

- 事業費 : 2,100 万元
- 増強設備内容 : 嫌気発酵槽、接触酸化槽、沈殿槽、凝集槽、脱硫酸ガスホルダー、脱水機、ブローワー設備、薬注設備

## 7.3 生態系、水源林及び景観保全

### 7.3.1 生態系

#### (1) 生態系保護啓発事業

現況の瀧江を取り巻く環境の中で生態系への大きな影響を与えているのは、周辺住民の狩猟、伐採などによる影響である。生物資源は無限の資源ではなく、生態系のシステムを有効に活用し、利用していくことが望ましい。経済活動の発展が優先されその結果、自然が大規模に破壊され深刻な問題に直面した日本の経験から、このような同じ過ちをたどらぬよう、経済的な価値以外の自然環境の価値について認識し、評価していく視点が重要と考える。

そのためこの地域では生態系保全の認識を広めるため、地域住民へ教育、宣伝をしていくことが重要である。

#### ① 生態系調査

環境保護局では水質、大気汚染、騒音等の人間の生活環境に関する調査を行っているが、自然環境の調査は行っていない。

生態系保全の認識を高めるためには、はじめに地域の自然環境について把握する必要があり、瀧江流域の生物資源の種類、量、生息状況などを定期的に調査し蓄積していくことが必要である。

調査項目：魚介類、底生動物、植物、鳥類、両生・爬虫類、陸上昆虫類

調査方法：調査方法については、定量的、定性的手法を用いる。

日本における調査手法を事例として添付する。

調査期間：一年を通して調査を行い、それぞれの調査項目の動植物が十分に確認できるよう設定する。また、繁殖期なども考慮して調査を行い、四季の4回を目安とする。

このような調査を5年に1度定期的に行い、その結果を蓄積する。

#### ② 生態系教育センターの創設

環境問題は一部の関係者が責任を持つものではなく、地域住民の理解、協力のもと解決して行くべきものである。環境に関する基本的な資料を公表していく必要がある。現在、環境保護局内に環境情報センターの設置計画があり、その中に自然環境を含めた環境情報の公開等の機能を拡充する必要がある。

また、地域の動物、生態系についての展示、教育する施設を小・中学校などの学校施設に設置する。



- 活動内容：・ 瀾江流域の生物、生息状況、生態系の仕組み、生態系保全の政府の取り組みなどの展示・公開
- ・ 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等の企画、実行

## (2) 生態系保全管理計画の策定

中国における環境アセスメント制度は環境基準の達成を目的としているため、生態系影響への審査が十分ではない問題がある。瀾江流域での今後の経済的発展に伴う開発に先駆けて、生態的な立場から保全を強化する必要がある種類、範囲、保全目標、保全管理手法等を明示し、土地利用の制限などを行い、経済性を重視した開発による生態系への影響を防ぐ必要がある。

計画の内容：

### ① 保全対象種の設定

- ・ 貴重な動植物（瀾江流域において絶滅のおそれのある、地域的に珍しいなどの種）または、地域象徴的な種などの保全対象種を設定する。

### ② 保全範囲の設定

- ・ 貴重な動植物の生息域を考慮した保全区域の設定

### ③ 保全対象種の目標生息数の設定

- ・ 瀾江流域での全体の生態的なバランスを考えた目標生息数を設定する。

### ④ 保全管理方法の検討

- ・ 保全対象種の生息環境、生息範囲を考慮した保全管理方法（立ち入りの制限、土地利用の制限等）を検討する。
- ・ また、目標生息数を達成するための対策（生態林の整備、水質の管理等）を検討する。

## (3) 漁業内水面漁業の管理

瀾江内で行われている漁業についての実態の把握、漁業規制の見直しを行い、適正な漁獲量を設定する。また、違法な毒魚、電魚、炸魚などの漁法による漁業の罰金額の増加などの取り締まりの強化を行う。

## (4) 農村支援整備事業

瀾江下り舟運区間周辺の農村地域において、幹線道路への接続道路の整備、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。

## 7.3.2 自然景観保全対策

### (1) 保全対策

保全対策として行政整備ならびに保護事業整備を行うこととする。

#### ①行政整備

漓江流域内の景観資源の保全・利用に対する法的整備、および、法の有効実施に関する保全管理体制の改善（具体的には漓江流域風景保護制度の改善と充実、漓江流域景観保全管理体制の改善）。

#### ②保護事業整備

景観保全の為の人工行為に対する制限、保護整備事業の推進。

### (2) 保全対策の内容

#### ①漓江流域風景保護制度の改善と充実

現在、景観保護制度として 1985 年 6 月 7 日に発布された「風景名勝区管理暫定条例」がある。この法令は基本法律として中国全体の風景名勝区に適用されているもので、漓江流域風景区域もこの適用を受けるが、漓江の特性と状況から考えると漓江流域の景観保護に詳細な法則が必要と考えられる。即ち、国家の「風景名勝区管理暫定条例」を基に、漓江流域内の自然環境の保全や土地利用と人工行為の制限を細かく制定する法則が必要である。この法則を早急に作成し、実施することを提案する（水法、河川法など関連法律を参照する必要がある）。

#### ②漓江流域景観保全管理体制の改善

漓江流域における自然景観保護区の管理体制に対しては、現行管理部門が多くの部門に細分されていることから、管理組織の見直しが必要であると考えられる。漓江の景観保護規定を執行し、自然景観保護区を統一的に管理する組織の設立及び改善を提案する。この組織が組織力を十分発揮できるためには、その職能を十分果たせる権限を持つ必要がある。また、他部門と共同して、自然景観資源に対する有効な保護管理、計画的な保護整備の推進などを行うことが肝要である。

組織は、保全管理計画を立案する計画部門、緑化整備事業を推進する緑化整備部門、景観資源保護整備事業を推進する保護整備部門、土地利用開発に関する開発管理部門などで構成されることが望ましい。この組織構成案を図 7.3.1 に示す。

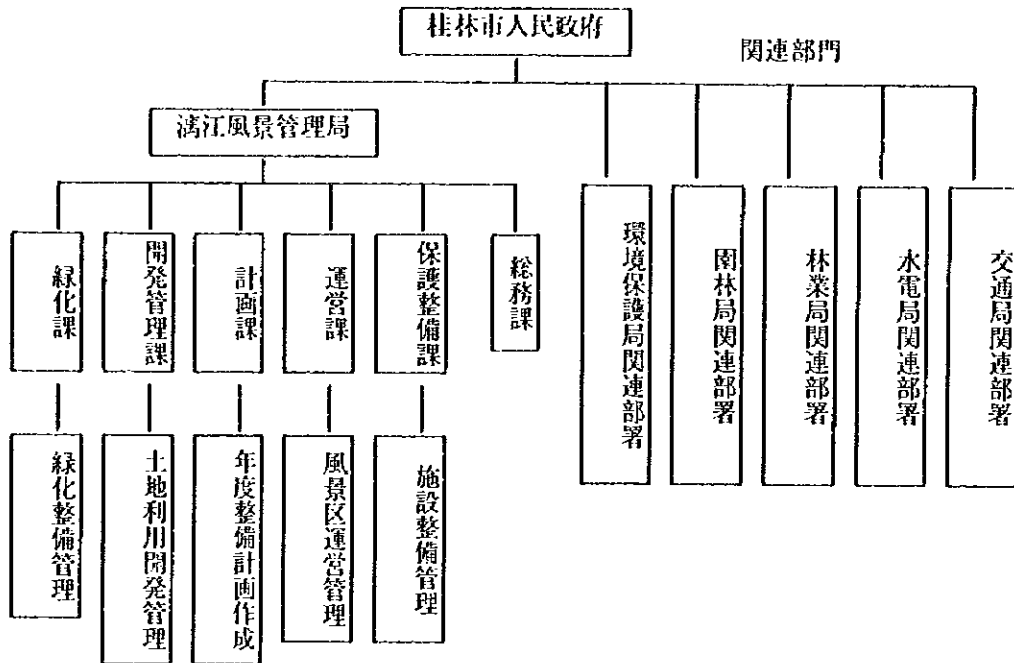


図 7.3.1 組織構成案

### ③漓江流域景観保護管理整備基本計画の作成

景観保護管理整備基本計画は、保全目標にあわせ、漓江流域の景観保全範囲を明確し、漓江の自然山水風景の将来像を明らかにするものである。ここでは、将来、社会背景や水環境の変化に対応できるように、保全範囲の優先度を基に、緑化率の設定、ビューポイント範囲の建坪率設定、土地利用の制限の設定、保護対象の選定、保護整備事業の実施などが明確にされる（図 7.3.2 を参照）。

#### ・景観保全範囲の設定

漓江兩岸の景観資源、風景区の保護及びそれらの景観資源と風景区に影響する周辺区域の自然環境を保全するため、漓江を縦軸にし（桂林市～陽朔段）、兩岸の可視範囲（景観視点を影響する範囲を含む）を横軸とした範囲とする（図 7.3.3 を参照）。

#### ・保全及び保護対象の設定

漓江兩岸の自然景観資源と景観視点（名山、奇岩、景観林、古木、生態林、水源

林)、歴史文化財(古跡、名鎮)などを対象とする。

・保全及び保護の優先度の設定

保全範囲の中に保全範囲と保全対象を分級し、重要な景観資源と景観視点及び優れた地域性と歴史文化性を有するものを優先に保護する。

・土地利用

保全区域における両岸の土地利用は景観保全区域、農業生産区域、緑化区域(水源林、景観林、保護林、経済林)、村・鎮の発展区域、持続開発可能な区域とする。

・整備内容

重要景観資源の保全整備、両岸緑化整備、歴史・文化財保護整備、護岸整備などを行う。

④ 護岸整備

・整備の基本方針

自然のままの河岸が自然景観資源とあわせ、自然本来の姿として原風景を残していくことは漓江の自然山水景観を維持する基本理念である。漓江の護岸整備においては、沿岸全体ではなく、漓江の水環境の変化を考慮し、漓江の河段状況により、洪水や船の航行による浪を受けやすい岸に対する治水の目的と景観性向上の目的で護岸整備を行うことが必要であると思われる。護岸整備にあたっては、周辺の自然景観と調和した自然性、親水性を持たせる護岸整備が望ましい。

・整備方法

漓江沿岸の状況(土地利用、周辺景観性、水環境状況)を詳細に調査した上で、目的にあわせ、護岸整備の必要な箇所を明確にし、護岸タイプの選定を行う。一部既存護岸は、裏の法面が河水により浸食され、護岸が機能していない現象が見られる。これらの護岸に対しては、法面の補強整備が必要である(設置案図 7.3.4 に示す)。

⑤ 漓江両岸緑化整備事業

本事業は、漓江の景観特性を維持した上で、漓江の水環境の改善状況をあわせ、緑化材の選定、植栽の配置・機能(修景植栽、生態保護植生など)を考慮し、漓江の自然山水景観の向上を目的とする。

・事業内容

護岸の整備と併せ、水辺の植栽整備、水土保護林の整備、景観向上のための修景林

の整備、山景観資源の保護ための「封山育林」、経済性を図る経済林の整備などを行う。

・樹種の選定及び植栽形態の設定

両岸の景観性及び土地利用の性質から、水源林、景観林や保護林などの植栽の機能を考慮し、樹木の選定と配置及び構成を定める。水源林においては、貯水性が高く根深い広葉樹を中心に、落葉と常緑樹の混合林とし、上流部に配置する。保護林は青々とした山のイメージを維持するため、常緑樹を中心に、低木や地被を高木の下に配置する。景観林は郷土樹を中心に四季感があるものとし、両岸に配置する。

・緑化整備イメージ（図 7.3.5 と図 7.3.6 に示す）

⑥歴史・文化財の保護整備事業

歴史・文化財に対しては保護対象物の選定と保護優先度により、遺跡や歴史的な建造物の保護・修復を行う。漓江流域に元の郷土性や歴史性を維持する。