

## 水利用計画

## 1. 調査範囲と現況取水施設

### 1.1 調査範囲

水利用計画では、2回の現地調査によって得られた資料をもとに、現況の水利用状況を調べると共に将来予測を検討した。調査範囲は表 1.1、図 1.1 にしめす行政区（桂林市区、陽朔県、臨桂県、靈川県、興安県の5地区）の漓江流域を対象としている。流域面積は 5,585km<sup>2</sup> で、1995 年の流域人口は 155 万人、工業生産高は 122 億元、灌漑面積は 710km<sup>2</sup> である。

表 1.1 行政区面積と人口

行政区		面積(km <sup>2</sup> )			流域人口(万人)
		行政面積	漓江流域	面積率(%)	
桂林市	桂林市区	565	565	100.0%	57.20
	陽朔県	1,430	1,160	81.1%	29.62
	臨桂県	2,200	440	20.0%	11.53
	計	4,195	2,165	51.6%	98.35
靈川県		2,250	2,150	95.6%	32.13
興安県		2,340	1,270	54.3%	24.30
合計		8,785	5,585	63.6%	154.78

※出典：流域の面積、人口は中国側資料（第2次現地調査）による。

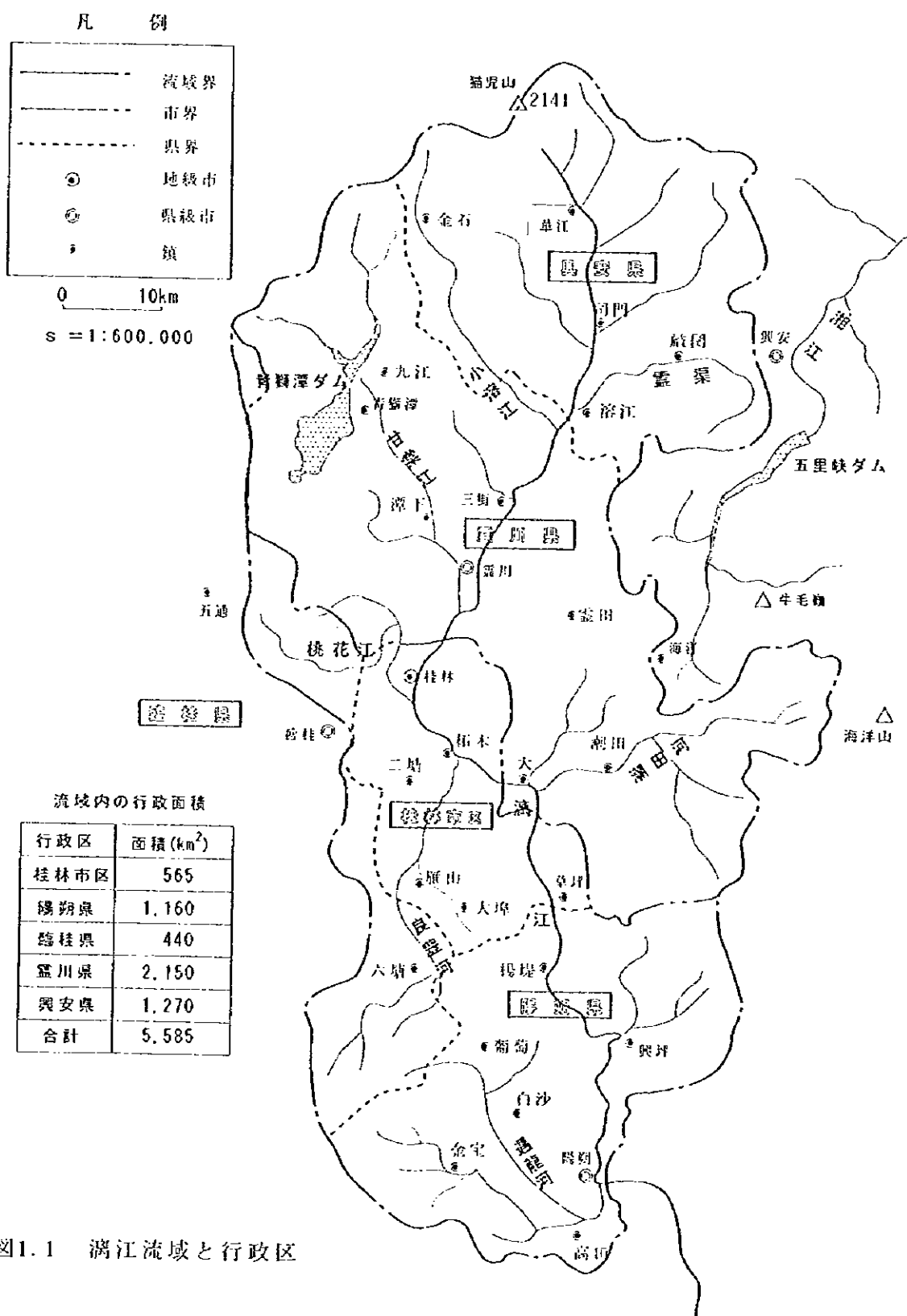


図1.1 漓江流域と行政区

## 1.2 現況取水施設

河川取水施設を表 1.2、貯水池取水施設を表 1.3 にしめす。河川取水施設は流量が 1m<sup>3</sup>/s 未満のものが大半であり、取水地点は小規模な施設を含めて約 2,700 箇所と多く、総取水量は 39.2m<sup>3</sup>/s である。また、貯水池取水施設は容量が 100 万 m<sup>3</sup> 以上の水庫とそれ以下の小水庫を整理した。この結果、100 万 m<sup>3</sup> 以上の貯水池は 30 箇所あり、小水庫を含めた総貯水量は 7.7 億 m<sup>3</sup> (青獅潭ダム 6 億 m<sup>3</sup>)、総取水量は 54.2m<sup>3</sup>/s である。 現況では、河川水の利用は農業用水が主体を占めており、都市用水及び工業用水は桂林市区に集中している。

表 1.2 河川取水施設の一覧

地域	施設名	箇所数	河川名	使用目的	取水量(m <sup>3</sup> /s)			
					生活用水	工業用水	農業用水	計
興安県	黒石堤	1	霊河	農業			0.50	0.50
	杉木堤	1	黄柏江	農業			0.50	0.50
	滑石堤	1	川江	農業			0.50	0.50
	その他 (小規模取水)	357	川江支流	農業及びその他				5.05
	計	360						6.55
涇川県	塗江	1	塗江河	農業			1.29	1.29
	兩河溝	1	兩田河	農業			1.35	1.35
	蘇家堤	1	黄沙河	農業			0.70	0.70
	和平	1	七都河	農業			0.10	0.10
	その他 (小規模取水)	967	漓江支流	農業及びその他				5.26
計	971						8.70	
桂林市区	瓦窯浄水場	1	漓江	生活・工業	0.66	0.07		0.73
	黄金堤	1	漓江支流	農業			0.50	0.50
	五仙堤	1	桃花江	農業			0.60	0.60
	冠岩堤	1	漓江支流	農業			0.50	0.50
	東江浄水場	1	漓江	生活・工業	0.47	0.05		0.52
	東鎮路浄水場	1	漓江	生活・工業	0.80	0.16		0.96
	龍船坪浄水場	1	漓江	生活・工業	0.10	0.01		0.11
	その他 (小規模取水)	265	漓江支流	農業及びその他			5.52	5.52
計	272						9.44	
陽朔県	小規模取水	1,031	漓江支流	農業			11.82	11.82
臨桂県	灌山堤	1	良豊河	農業			0.50	0.50
	その他 (小規模取水)	62	良豊河支流	農業及びその他				2.19
	計	63						2.69
合計		2,697					39.20	

※出典：中国側資料（第1次現地調査）による。

表 1.3 貯水池取水施設の一覧

地域	施設名	箇所数	総容量 (万m <sup>3</sup> )	有効容量 (万m <sup>3</sup> )	設計取水量 (m <sup>3</sup> /s)	取水量		
						生活用水	工業用水	農業用水
興安県	太平村	1	550	330	1.00			0.61
	月光洞	1	800	588	5.00			0.72
	反背江	1	181	118	1.00			0.26
	白紙江	1	155	119	0.80			0.20
	計	4	1,686	1,155	7.80	0	0	1.79
壺川県	青麩潭水庫	1	60,000	37,200	50.00	1.0	10.0	37.50
	羅古山	1	265	220	2.00			0.60
	獅子山	1	178	138	0.50			0.24
	石家洞	1	188	146	0.32			0.32
	九牛嶺	1	111	90	0.91			0.26
	大嶺頭	1	422	346	2.10			0.67
	蓮塘	1	91	81	0.50			0.25
	白云江	1	111	101	2.00			0.31
計	8	61,366	38,321	58.33	1.0	10.0	40.15	
桂林市	白竹境水庫	1	760	450	0.16			0.11
	五龍水庫	1	250	150	0.15			0.08
	小水庫	1	390	236	0.70			0.15
	芦田	1	608	472	3.95			0.43
計	4	2,008	1,308	4.96	0	0	0.77	
陽朔県	久大水庫	1	1,800	1,435	1.16			1.11
	順梅水庫	1	630	488	0.64			0.58
	栗木水庫	1	574	423	0.71			0.68
	木浪崗水庫	1	316	237	0.42			0.37
	六迪水庫	1	503	407	0.53			0.48
	白河水庫	1	362	270	0.32			0.29
	管山水庫	1	160	141	0.20			0.15
	山背水庫	1	149	142	0.16			0.11
	幸福源水庫	1	256	153	0.45			0.40
	羊角山水庫	1	116	94	0.18			0.13
	羅門塘水庫	1	184	147	0.16			0.11
	その他(小水庫)	-	1,516	1,249	2.21			2.16
	計	11	6,566	5,186	7.14	0	0	6.57
臨桂県	小江水庫	1	880	600	1.18			1.13
	大坂口水庫	1	221	150	0.36			0.33
	大江水庫	1	4,160	2,972	3.30			3.26
	その他(小水庫)	-	130	108	0.28			0.23
計	3	5,391	3,830	5.12	0	0	4.95	
合計		30	77,017	49,800	83.35			54.23

※出典：中何側資料（第1次現地調査）による。

※表中の(-)は値が不明なもの。

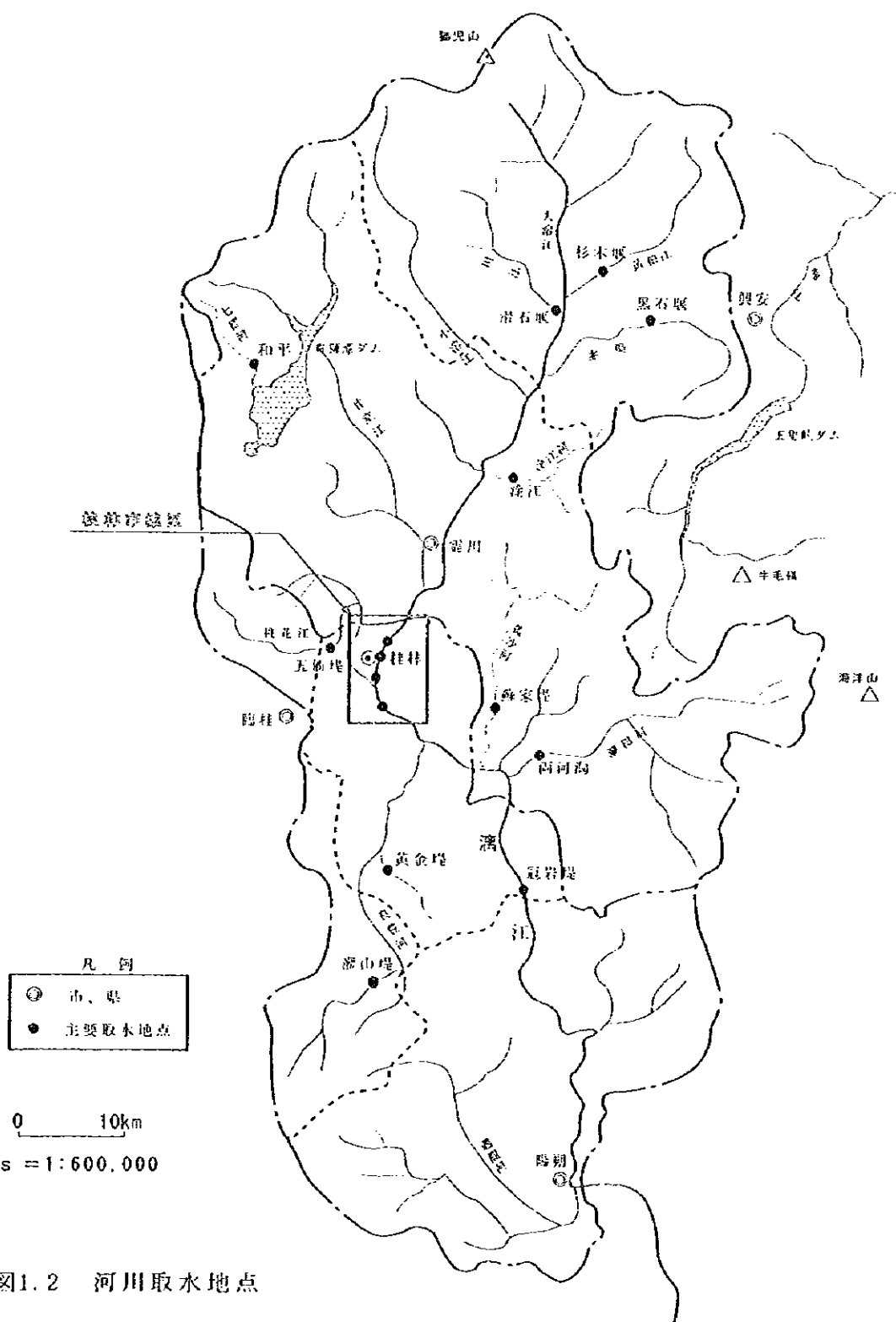


图1.2 河川取水地点

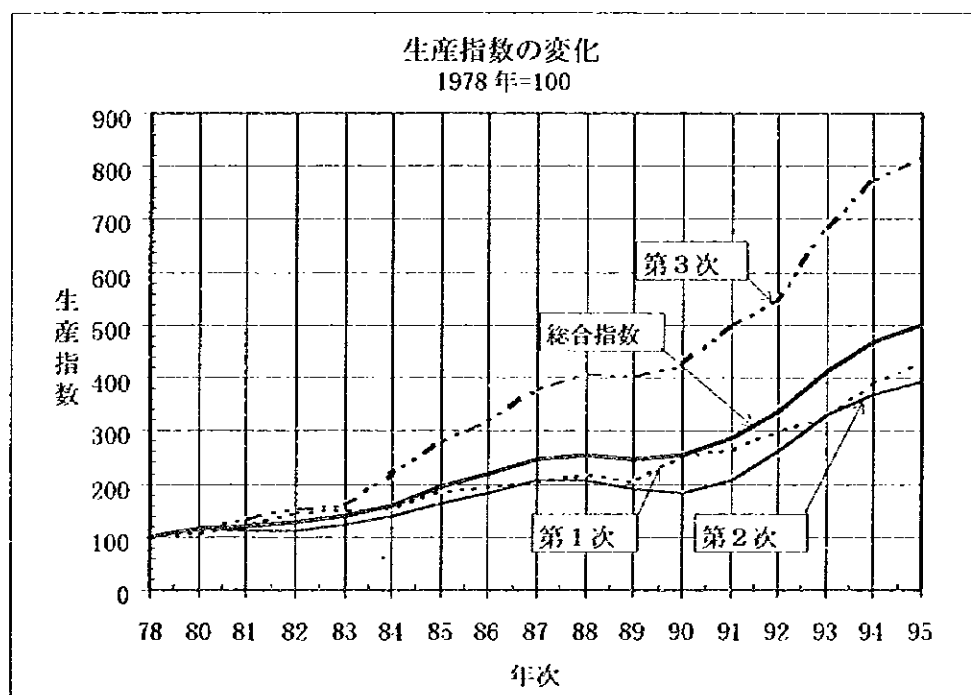


## 2. 現況の水利用

### 2.1 水利用の年次変化

過去 10 ヶ年（1986 年、1995 年）について、水利用をまとめた結果を表 2.1 にしめす。要点を以下に述べる。

- ① これらの数値は、第 1 次現地調査で提出された資料に対して第 2 次現地調査で修正が加えられたものである。
- ② 1986 年の工業生産高は、工業生産指数により 1995 年価格に換算したものである。下図に 1978 年を基準年とした生産指数をしめす。工業生産指数（第 2 次）は、1986 年が 183、1995 年が 393 で 2.15 倍の伸び率となっている。



※「桂林経済社会統計年鑑」による。

- ③ 表 2.1 から、現況水利用の原単位を算定した結果を表 2.2 にしめす。なお、桂林市区については、都市用水は生活用水に加えて観光客、公共用水の影響が大きく、工業用水は火力発電所の使用量が大きい。

表 2.2 現況水利用の原単位

	単位	1986 年	1995 年
都市用水	l/日・人	220	250
工業用水	m <sup>3</sup> /万元	150	170
農業用水	m <sup>3</sup> /a	220	190



## 2.2 月別水利用

地域別の月別水利用について、過去 10 ヶ年の平均を集計した結果を表 2.3 にしめす。これによれば、現況では農業用水の利用が大きいため、桂林地点では灌漑期（3 月～10 月）に 80 m<sup>3</sup>/s 程度の取水量が生じている。非灌漑期（11 月～2 月）では 6～7 m<sup>3</sup>/s 程度である。

表 2.1 現況水利用の年次変化

①都市用水

年次 地域	1986年		1995年	
	取水量 (万 $\text{m}^3$ /年)	流域人口 (万人)	取水量 (万 $\text{m}^3$ /年)	流域人口 (万人)
興安県	1,631	23.47	1,689	24.30
靈川県	1,889	31.12	1,950	32.13
桂林市区	4,859	45.75	7,865	57.20
陽朔県	1,896	27.28	2,059	29.62
臨桂県	765	11.01	801	11.53
合計	11,040	138.63	14,361	151.78

②工業用水

年次 地域	1986年		1995年	
	取水量 (万 $\text{m}^3$ /年)	工業生産高 (万元)	取水量 (万 $\text{m}^3$ /年)	工業生産高 (万元)
興安県	214	16,800	1,872	165,700
靈川県	263	20,600	2,644	136,000
桂林市区	5,175	405,500	13,813	863,300
陽朔県	134	10,500	451	29,400
臨桂県	47	3,700	389	25,400
青獅潭ダム	1,000	—	1,260	—
合計	6,833	457,100	20,429	1,219,800

③農業用水

年次 地域	1986年		1995年	
	取水量 (万 $\text{m}^3$ /年)	灌漑面積 ( $\text{km}^2$ )	取水量 (万 $\text{m}^3$ /年)	灌漑面積 ( $\text{km}^2$ )
興安県	27,746	132.0	21,576	128.2
靈川県	31,287	135.5	26,655	131.5
桂林市区	8,416	42.2	7,492	41.0
陽朔県	21,817	123.6	20,143	119.9
臨桂県	12,380	67.1	10,916	64.9
青獅潭ダム	63,053	233.1	51,900	228.4
合計	164,699	733.5	138,682	713.9

※第2次現地調査の修正資料による。

※1986年の工業生産高は、デフレーターで1995年価格に換算。

※灌漑面積は  $1\text{km}^2=1500$  畝。

表 2.3 現況の月別取水量 (1986~1995 年の平均)

①都市用水(m<sup>3</sup>/s)

地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年(億m <sup>3</sup> )
興安県	0.38	0.39	0.42	0.44	0.47	0.52	0.55	0.57	0.52	0.47	0.47	0.42	0.15
壺川県	0.34	0.37	0.39	0.41	0.43	0.48	0.52	0.52	0.48	0.43	0.43	0.39	0.14
桂林市区	2.01	2.12	2.25	2.38	2.50	2.75	2.99	2.99	2.75	2.50	2.50	2.25	0.79
陽朔県	0.39	0.42	0.14	0.47	0.49	0.54	0.59	0.59	0.54	0.49	0.49	0.44	0.16
臨桂県	0.11	0.11	0.12	0.14	0.14	0.15	0.16	0.16	0.15	0.14	0.14	0.12	0.04
合計	3.24	3.41	3.63	3.83	4.03	4.43	4.81	4.83	4.43	4.03	4.03	3.63	1.27

②工業用水(m<sup>3</sup>/s)

地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年(億m <sup>3</sup> )
興安県	0.36	0.39	0.42	0.43	0.46	0.50	0.56	0.56	0.50	0.46	0.46	0.42	0.14
壺川県	0.50	0.56	0.57	0.60	0.61	0.71	0.78	0.78	0.71	0.61	0.61	0.57	0.20
桂林市区	2.03	2.21	2.29	2.38	2.56	2.82	3.08	3.08	2.82	2.56	2.56	2.29	0.81
陽朔県	0.10	0.11	0.11	0.11	0.13	0.14	0.15	0.15	0.14	0.13	0.13	0.11	0.04
臨桂県	0.03	0.04	0.04	0.01	0.01	0.01	0.06	0.06	0.04	0.01	0.01	0.03	0.01
青獅潭ダム	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.16
合計	3.52	3.81	3.93	4.06	4.32	4.71	5.13	5.13	4.71	4.32	4.32	3.92	1.36

③農業用水(m<sup>3</sup>/s)

地域	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年(億m <sup>3</sup> )
興安県	0	0	5.15	5.74	6.87	6.87	6.87	5.74	4.59	4.09	0	0	1.21
壺川県	0	0	9.38	10.41	12.49	12.49	12.49	10.41	8.33	7.42	0	0	2.19
桂林市区	0	0	4.92	5.47	6.55	6.55	6.55	5.47	4.37	3.90	0	0	1.15
陽朔県	0	0	8.12	9.03	10.83	10.83	10.83	9.03	7.22	6.43	0	0	1.90
臨桂県	0	0	4.02	4.47	5.36	5.36	5.36	4.47	3.57	3.19	0	0	0.94
青獅潭ダム	0	0	16.89	38.87	32.61	31.01	42.51	50.37	49.06	31.65	0	0	7.78
合計	0	0	48.48	73.99	74.71	73.11	81.61	85.49	77.13	59.69	0	0	15.17

桂林地点の集計

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年(億m <sup>3</sup> )
都市用水	2.73	2.88	3.07	3.23	3.40	3.74	4.06	4.08	3.74	3.40	3.40	3.07	1.07
工業用水	3.39	3.65	3.78	3.90	4.15	4.53	4.92	4.92	4.53	4.15	4.15	3.78	1.31
農業用水	0.00	0.00	36.34	60.49	58.52	56.92	68.42	71.99	66.34	50.07	0.00	0.00	12.33
計	6.12	6.54	43.18	67.62	66.08	65.20	77.41	80.98	74.61	57.62	7.55	6.84	14.71

陽朔地点の集計

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年(億m <sup>3</sup> )
都市用水	3.24	3.41	3.63	3.83	4.03	4.43	4.81	4.83	4.43	4.03	4.03	3.63	1.27
工業用水	3.52	3.81	3.93	4.06	4.32	4.71	5.13	5.13	4.71	4.32	4.32	3.92	1.36
農業用水	0.00	0.00	48.48	73.99	74.71	73.11	81.61	85.49	77.13	59.69	0.00	0.00	15.17
計	6.75	7.22	56.01	81.87	83.06	82.25	91.55	95.44	86.27	68.04	8.35	7.55	17.80

### 3. 水利用の将来予測

#### 3.1 将来フレーム

流域の社会・経済フレームの予測結果より、水利用に関係するものを表 3.1 にまとめる。予測年次は、1995 年を現況とし、2000 年、2010 年及び 2020 年である。2020 年については、成長モデルとして高成長、安定成長及び低成長の 3 ケースが想定されているが、水利用予測では安定成長モデルを対象として予測する。

表 3.1 将来フレームの予測結果

定住人口 (万人)

地域	年次 実績	2000年		2010年		2020年	
		伸び率(%)	予測	伸び率(%)	予測	伸び率(%)	予測
興安県	24.30	1.5	26.2	0.6	27.9	0.7	29.8
靈川県	32.13	1.6	34.7	0.6	37.0	0.6	39.4
桂林市区	57.20	3.7	68.5	3.8	99.9	1.6	116.7
陽湖県	29.62	1.0	31.1	0.4	32.4	0.4	33.8
臨桂県	11.53	1.5	12.4	0.7	13.3	0.6	14.1
合計	154.78	2.2	172.9	2.0	210.5	1.1	233.8

非定住人口 (万人) : 桂林市区

	1995年 実績	2000年		2010年		2020年	
		伸び率(%)	予測	伸び率(%)	予測	伸び率(%)	予測
外国観光客	35.6	15.76	74.0	4.95	120.0	0.53	126.5
国内観光客	868.0	4.85	1100.0	0.87	1200.0	0.80	1300.0
流動人口	7.1	6.21	10.0	3.42	14.0	0.69	15.0
合計	911.0	5.38	1181.0	1.20	1334.0	0.78	1441.5

工業生産高 (億元)

	1995年 実績	2000年		2010年		2020年	
		伸び率(%)	予測	伸び率(%)	予測	伸び率(%)	予測
興安県	16.57	14.49	32.6	10.01	84.6	7.70	177.6
靈川県	13.60	14.53	26.8	9.98	69.4	7.71	145.8
桂林市区	86.33	15.05	174.0	9.97	450.0	7.73	917.7
陽湖県	2.94	14.56	5.8	10.26	15.4	7.75	32.5
臨桂県	2.54	14.51	5.0	10.41	13.5	7.53	27.9
合計	121.98	14.89	244.2	9.99	632.9	7.72	1331.5

灌漑面積 (km<sup>2</sup>)

	1995年 実績	2000年		2010年		2020年	
		伸び率(%)	予測	伸び率(%)	予測	伸び率(%)	予測
興安県	128.2	0.81	133.5	0.40	139.0	0.40	144.7
靈川県	131.5	0.79	136.8	0.39	142.3	0.39	148.0
桂林市区	41.0	0.82	42.7	0.79	46.2	0.61	49.1
陽湖県	119.9	0.80	124.8	0.80	135.1	0.60	143.4
臨桂県	64.9	0.82	67.6	0.80	73.2	0.60	77.7
青獅潭ダム	228.4	1.00	240.0	0.80	250.0	0.74	280.0
合計	713.9	0.87	745.4	0.66	795.8	0.58	842.9

### 3.2 原単位の子測

社会経済の発展と共に、水利用の原単位も変化する。特に、生活水準の変化や観光産業の影響が大きい都市用水及び工業発展計画の影響が大きい工業用水については、中国側と十分な調整を行って決定した。この結果を表3.2～3.5にしめす。

なお、現況（1995年）の原単位については、中国側計画（第9次5箇年計画）との調整を行っているため、表2.2にしめす値と若干異なる。

表3.2 生活用水

	単位	1995年	2000年	2010年	2020年
生活用水(定住)	l/日・人	200	210	220	230
外国観光客 <sup>*1</sup>	"	1,500	1,500	1,500	1,500
国内観光客	"	500	500	500	500
流動人口(非定住) <sup>*2</sup>	"	200	210	220	230

※1 観光客の平均滞在日数は3日。

※2 流動人口の平均滞在日数は270日。

表3.3 公共用水（桂林市区のみ）

	単位	1995年	2000年	2010年	2020年
緑化用水 <sup>*1</sup>	l/日・m <sup>2</sup>	2	2	2	2
散水用水 <sup>*2</sup>	"	4	4	4	4
消防用水 <sup>*3</sup>	万 m <sup>3</sup> /年	160	240	390	470

※1 人口1人当たりの緑化面積は、各年次で5m<sup>2</sup>、7m<sup>2</sup>、12m<sup>2</sup>、15m<sup>2</sup>としている。

※2 人口1人当たりの道路面積は、各年次で8.6m<sup>2</sup>、8.8m<sup>2</sup>、9.0m<sup>2</sup>、10.6m<sup>2</sup>としている。

※3 1日の火災発生を4件とし、平均消化時間3時間、使用水量を0.1m<sup>3</sup>/sとして算定されたもの。

表3.4 工業用水

	単位	1995年	2000年	2010年	2020年
工業用水	m <sup>3</sup> /万元	120	100	80	60
再利用率	%	17	30	40	-

※ 再利用率は、第9次5箇年計画による。

表3.5 農業用水

		単位	1995年	2000年	2010年	2020年
灌漑用水	市区・県	m <sup>3</sup> /a	180	170	150	130
	青鈴潭ダム	"	230	210	180	160
畜産用水		l/日・頭	38	38	38	38

### 3.3 年次別・地域別予測

#### (1) 年次別予測

年次別・用途別の水利用将来予測計算を以下にします。

表 3.6 都市用水の予測計算

表 3.7 工業用水の予測計算

表 3.8 農業用水の予測計算

#### (2) 地域別予測

年次別予測結果を地域別に整理し、さらに漓江の基準地点である桂林地点及び陽朔地点の集計結果を表 3.9 にします。

表 3.6 都市用水の将来予測

地域	1995年		2000年		2010年		2020年	
	人口 (万人)	原単位 (l/日・人)	人口 (万人)	原単位 (l/日・人)	人口 (万人)	原単位 (l/日・人)	人口 (万人)	原単位 (l/日・人)
興安県	24.30	200	26.2	210	27.9	220	29.8	230
盤川県	32.13	200	34.7	210	37.0	220	39.4	230
桂林市区	57.20	200	68.5	210	99.9	220	116.7	230
陽朔県	29.62	200	31.1	210	32.4	220	33.8	230
臨桂県	11.53	200	12.4	210	13.3	220	14.1	230
合計	154.78	1.13	172.9	1.33	210.5	1.69	233.8	1.96

観光客及び流動人口用水 (桂林市区)

項目	1995年		2000年		2010年		2020年	
	観光客数 (万人)	原単位 (l/日・人)	観光客数 (万人)	原単位 (l/日・人)	観光客数 (万人)	原単位 (l/日・人)	観光客数 (万人)	原単位 (l/日・人)
外国観光客	35.6	1500	74.0	1500	120.0	1500	126.5	1500
国内観光客	868.0	500	1100.0	500	1200.0	500	1300.0	500
流動人口	7.4	200	10.0	210	14.0	220	15.0	230
合計	911.0	0.186	1184.0	0.255	1334.0	0.317	1202.7	0.345

公共用水 (桂林市区)

項目	1995年		2000年		2010年		2020年	
	面積 (ha)	原単位 (l/日・m2)	面積 (ha)	原単位 (l/日・m2)	面積 (ha)	原単位 (l/日・m2)	面積 (ha)	原単位 (l/日・m2)
緑化用水	286.0	2.0	479.2	2.0	1198.6	2.0	1750.7	2.0
散水用水	492.0	4.0	602.4	4.0	898.8	4.0	1237.1	4.0
消防用水								
合計		0.109		0.147		0.258		0.356



表 3.7 工業用水の将来予測

年次	1995年			2000年			2010年			2020年		
	工業生産高 (億円)	原単位 (m³/万円)	水需要量 (億m³)	工業生産高 (億円)	原単位 (m³/万円)	水需要量 (億m³)	工業生産高 (億円)	原単位 (m³/万円)	水需要量 (億m³)	工業生産高 (億円)	原単位 (m³/万円)	水需要量 (億m³)
興安県	16.57	120	0.19	32.6	100	0.33	84.6	80	0.68	177.6	50	1.07
壺川県	13.60	120	0.16	26.8	100	0.27	69.4	80	0.56	145.8	60	0.87
桂林市区	86.33	120	1.01	174.0	100	1.74	450.0	80	3.60	947.7	60	5.69
陽朔県	2.94	120	0.03	5.8	100	0.06	15.4	80	0.12	32.5	60	0.20
臨桂県	2.54	120	0.03	5.0	100	0.05	13.5	80	0.11	27.9	60	0.17
合計	121.98		1.43	244.2		2.44	632.9		5.06	1331.5		7.99

表 3.8 農業用水の将来予測

年次	1995年			2000年			2010年			2020年		
	灌漑面積 (km²)	原単位 (m³/a)	水需要量 (億m³)	灌漑面積 (km²)	原単位 (m³/a)	水需要量 (億m³)	灌漑面積 (km²)	原単位 (m³/a)	水需要量 (億m³)	灌漑面積 (km²)	原単位 (m³/a)	水需要量 (億m³)
興安県	128.20	180	2.31	133.5	170	2.27	139.0	150	2.09	144.7	130	1.88
壺川県	131.50	180	2.37	136.8	170	2.33	142.3	150	2.13	148.0	130	1.92
桂林市区	41.00	180	0.74	42.7	170	0.73	46.2	150	0.69	49.1	130	0.64
陽朔県	119.90	180	2.16	124.8	170	2.12	135.1	150	2.03	143.4	130	1.86
臨桂県	64.90	180	1.17	67.6	170	1.15	73.2	150	1.10	77.7	130	1.01
宵新郷ダム	228.40	230	5.25	240.0	210	5.04	260.0	180	4.68	280.0	150	4.20
合計	713.90	196	13.99	745.4	183	13.63	795.8	160	12.72	842.9	137	11.52

畜産用水

年次	1995年			2000年			2010年			2020年		
	家畜数 (万頭)	原単位 (l/日・頭)	水需要量 (億m³)	家畜数 (万頭)	原単位 (l/日・頭)	水需要量 (億m³)	家畜数 (万頭)	原単位 (l/日・頭)	水需要量 (億m³)	家畜数 (万頭)	原単位 (l/日・頭)	水需要量 (億m³)
興安県	16.70	38	0.023	32.1	38	0.045	54.6	38	0.076	81.9	38	0.114
壺川県	22.50	38	0.031	43.2	38	0.060	73.4	38	0.102	110.1	38	0.153
桂林市区	26.20	38	0.036	50.3	38	0.070	85.5	38	0.119	128.3	38	0.178
陽朔県	45.00	38	0.062	86.4	38	0.120	146.9	38	0.204	220.4	38	0.306
臨桂県	22.60	38	0.031	43.4	38	0.060	73.8	38	0.102	110.7	38	0.154
合計	133.00		0.184	255.4		0.354	434.2		0.602	651.4		0.903

表 3.9 地域別水利用予測の集計

① 都市用水：(億 m<sup>3</sup>)

年次		地 域					合 計	
		興安県	靈川県	桂林市区	陽朔県	臨桂県	桂林地点	陽朔地点
1995年	生活用水	0.177	0.235	0.418	0.216	0.081	0.829	1.130
	非定住用水			0.186			0.186	0.186
	公共用水			0.109			0.109	0.109
	雑用水他	0.018	0.023	0.071	0.022	0.008	0.112	0.142
	計	0.195	0.258	0.784	0.238	0.093	1.237	1.567
2000年	生活用水	0.201	0.266	0.525	0.238	0.095	0.992	1.325
	非定住用水			0.255			0.255	0.255
	公共用水			0.147			0.147	0.147
	雑用水他	0.020	0.027	0.093	0.024	0.010	0.139	0.173
	計	0.221	0.293	1.019	0.262	0.105	1.533	1.900
2010年	生活用水	0.224	0.297	0.802	0.260	0.107	1.323	1.690
	非定住用水			0.317			0.317	0.317
	公共用水			0.258			0.258	0.258
	雑用水他	0.022	0.030	0.138	0.026	0.011	0.190	0.227
	計	0.246	0.327	1.515	0.286	0.117	2.088	2.492
2020年	生活用水	0.250	0.331	0.980	0.284	0.118	1.561	1.963
	非定住用水			0.345			0.345	0.345
	公共用水			0.356			0.356	0.356
	雑用水他	0.025	0.033	0.168	0.028	0.012	0.226	0.266
	計	0.275	0.364	1.849	0.312	0.130	2.488	2.930

※雑用水他：予測外及び漏水損失として10%を計上

② 工業用水：(億 m<sup>3</sup>)

年次	地 域					合 計	
	興安県	靈川県	桂林市区	陽朔県	臨桂県	桂林地点	陽朔地点
1995年	0.194	0.159	1.010	0.034	0.030	1.363	1.427
2000年	0.326	0.268	1.740	0.058	0.050	2.334	2.442
2010年	0.677	0.555	3.600	0.123	0.108	4.832	5.063
2020年	1.066	0.875	5.686	0.195	0.167	7.627	7.989

③ 農業用水：(億 m<sup>3</sup>)

年次		地 域						合 計	
		興安県	靈川県	桂林市区	陽朔県	臨桂県	青獅潭ダム	桂林地点	陽朔地点
1995年	灌漑用水	2.308	2.367	0.738	2.158	1.168	5.253	10.666	13.992
	畜産用水	0.023	0.031	0.036	0.062	0.031	-	0.091	0.184
	計	2.331	2.398	0.774	2.221	1.200	5.253	10.757	14.177
2000年	灌漑用水	2.270	2.326	0.726	2.122	1.149	5.040	10.361	13.632
	畜産用水	0.045	0.060	0.070	0.120	0.060	-	0.174	0.354
	計	2.314	2.386	0.796	2.241	1.209	5.040	10.535	13.986
2010年	灌漑用水	2.085	2.135	0.693	2.027	1.098	4.680	9.593	12.717
	畜産用水	0.076	0.102	0.119	0.204	0.102	-	0.296	0.602
	計	2.161	2.236	0.812	2.230	1.200	4.680	9.889	13.319
2020年	灌漑用水	1.881	1.924	0.638	1.864	1.010	4.200	8.613	11.518
	畜産用水	0.114	0.153	0.178	0.306	0.154	-	0.441	0.903
	計	1.995	2.077	0.816	2.170	1.164	4.200	9.088	12.421

### 3.4 月別水利用の予測

年次別・地域別水利用の予測より、月別水利用を配分した結果を表 3.10～3.13 にしめす。月配分率は、現況の月別水利用（表 2.3）と同じパターンで計算したものである。表中の値は月毎の平均水利用量(m<sup>3</sup>/s)である。

なお、この計算には還元量は含まれておらず、月別需要量を検討する場合には農業用水（灌漑）及び工業用水の還元量を考慮する必要がある。（表 5.1 参照）

表 3.10 地域別・月別水利用予測 (1995 年)

単位 (m<sup>3</sup>/s)

地域	項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年(億m <sup>3</sup> )
興安県	都市用水	0.50	0.52	0.55	0.59	0.62	0.68	0.73	0.75	0.68	0.62	0.62	0.55	0.20
	工業用水	0.49	0.52	0.56	0.58	0.62	0.67	0.75	0.75	0.67	0.62	0.62	0.56	0.19
	灌漑用水	0.00	0.00	9.86	10.97	13.14	13.14	13.14	10.97	8.77	7.82	0.00	0.00	2.31
	畜産用水	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	計	1.06	1.12	11.04	12.21	14.45	14.67	14.69	12.54	10.20	9.13	1.31	1.19	2.72
登川県	都市用水	0.65	0.70	0.74	0.77	0.81	0.91	0.98	0.98	0.91	0.81	0.81	0.74	0.26
	工業用水	0.39	0.44	0.45	0.47	0.50	0.56	0.61	0.61	0.56	0.50	0.50	0.45	0.16
	灌漑用水	0.00	0.00	10.12	11.24	13.49	13.49	13.49	11.24	8.99	8.02	0.00	0.00	2.37
	畜産用水	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.03
	計	1.14	1.23	11.41	12.57	14.90	15.05	15.17	12.93	10.55	9.43	1.42	1.29	2.82
桂林市区	都市用水	2.00	2.11	2.24	2.36	2.49	2.73	2.98	2.98	2.73	2.49	2.49	2.24	0.78
	工業用水	2.54	2.77	2.87	2.98	3.20	3.54	3.87	3.87	3.54	3.20	3.20	2.87	1.01
	灌漑用水	0.00	0.00	3.15	3.51	4.20	4.20	4.20	3.51	2.80	2.50	0.00	0.00	0.74
	畜産用水	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.04
	計	4.65	4.99	8.38	8.96	10.00	10.58	11.16	10.46	9.18	8.31	5.81	5.23	2.57
陽朔県	都市用水	0.60	0.64	0.68	0.72	0.76	0.83	0.91	0.91	0.83	0.76	0.76	0.68	0.24
	工業用水	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10	0.03
	灌漑用水	0.00	0.00	9.22	10.24	12.29	12.29	12.29	10.24	8.20	7.30	0.00	0.00	2.16
	畜産用水	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.06
	計	0.89	0.94	10.19	11.26	13.36	13.44	13.53	11.48	9.34	8.36	1.06	0.97	2.49
臨桂県	都市用水	0.24	0.24	0.27	0.29	0.29	0.32	0.35	0.35	0.32	0.29	0.29	0.27	0.09
	工業用水	0.07	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13	0.13	0.10	0.10	0.10	0.07	0.03
	灌漑用水	0.00	0.00	4.99	5.55	6.65	6.65	6.65	5.55	4.43	3.96	0.00	0.00	1.17
	畜産用水	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.03
	計	0.40	0.44	5.45	6.04	7.14	7.17	7.23	6.13	4.95	4.45	0.49	0.43	1.32
青獅潭夕ム	都市用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	工業用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	灌漑用水	0.00	0.00	11.40	26.25	22.02	20.91	28.71	34.02	33.13	23.40	0.00	0.00	5.25
	畜産用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	計	0.00	0.00	11.40	26.25	22.02	20.91	28.71	34.02	33.13	23.40	0.00	0.00	5.25

桂林合計	都市用水	3.15	3.32	3.54	3.72	3.92	4.32	4.68	4.70	4.32	3.92	3.92	3.54	1.24
	工業用水	3.42	3.73	3.88	4.03	4.32	4.77	5.23	5.23	4.77	4.32	4.32	3.88	1.36
	灌漑用水	0.00	0.00	34.51	51.97	52.85	51.77	59.53	59.73	53.69	41.74	0.00	0.00	10.67
	畜産用水	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.09
	計	6.86	7.34	42.24	59.99	61.37	61.14	69.73	69.94	63.06	50.27	8.53	7.71	13.36

流域合計	都市用水	3.99	4.21	4.48	4.73	4.97	5.47	5.91	5.95	5.47	4.97	4.97	4.18	1.57
	工業用水	3.57	3.93	4.08	4.22	4.53	4.99	5.49	5.49	4.99	4.53	4.53	4.05	1.43
	灌漑用水	0.00	0.00	48.75	67.76	71.79	70.71	78.48	75.53	66.32	53.00	0.00	0.00	13.99
	畜産用水	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.58	0.18
	計	8.15	8.71	57.89	77.29	81.87	81.75	90.49	87.55	77.36	63.08	10.08	9.11	17.17

表 3.11 地域別・月別水利用予測 (2000年)

		単位 (m <sup>3</sup> /s)												
地域	項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年(億m <sup>3</sup> )
興安県	都市用水	0.57	0.59	0.63	0.66	0.70	0.77	0.83	0.85	0.77	0.70	0.70	0.63	0.22
	工業用水	0.82	0.88	0.94	0.97	1.03	1.13	1.25	1.25	1.13	1.03	1.03	0.94	0.33
	灌漑用水	0.00	0.00	9.69	10.79	12.92	12.92	12.92	10.79	8.63	7.69	0.00	0.00	2.27
	畜産用水	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.05
	計	1.53	1.61	11.40	12.57	14.80	14.97	15.15	13.03	10.67	9.57	1.88	1.71	2.86
霍川県	都市用水	0.74	0.79	0.84	0.87	0.92	1.03	1.11	1.11	1.03	0.92	0.92	0.84	0.29
	工業用水	0.67	0.74	0.76	0.79	0.85	0.94	1.01	1.04	0.94	0.85	0.85	0.76	0.27
	灌漑用水	0.00	0.00	9.95	11.04	13.25	13.25	13.25	11.04	8.83	7.88	0.00	0.00	2.33
	畜産用水	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.06
	計	1.59	1.72	11.74	12.90	15.22	15.41	15.59	13.38	11.00	9.84	1.96	1.79	2.95
桂林市区	都市用水	2.60	2.74	2.91	3.07	3.23	3.55	3.87	3.87	3.55	3.23	3.23	2.91	1.02
	工業用水	4.38	4.77	4.95	5.13	5.52	6.09	6.66	6.66	6.09	5.52	5.52	4.95	1.74
	灌漑用水	0.00	0.00	3.10	3.45	4.13	4.13	4.13	3.45	2.75	2.46	0.00	0.00	0.73
	畜産用水	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.07
	計	7.20	7.73	11.19	11.88	13.10	13.99	14.88	14.20	12.62	11.43	8.97	8.09	3.56
陽朔県	都市用水	0.67	0.71	0.75	0.79	0.83	0.91	1.00	1.00	0.91	0.83	0.83	0.75	0.26
	工業用水	0.15	0.17	0.17	0.17	0.19	0.21	0.23	0.23	0.21	0.19	0.19	0.17	0.06
	灌漑用水	0.00	0.00	9.07	10.07	12.09	12.09	12.09	10.07	8.06	7.18	0.00	0.00	2.12
	畜産用水	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.12
	計	1.19	1.25	10.36	11.41	13.49	13.59	13.70	11.68	9.56	8.58	1.40	1.29	2.56
臨桂県	都市用水	0.27	0.27	0.30	0.33	0.33	0.36	0.39	0.39	0.36	0.33	0.33	0.30	0.11
	工業用水	0.11	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.22	0.22	0.17	0.17	0.17	0.11	0.05
	灌漑用水	0.00	0.00	4.91	5.46	6.55	6.55	6.55	5.46	4.36	3.90	0.00	0.00	1.15
	畜産用水	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.06
	計	0.57	0.63	5.57	6.15	7.23	7.26	7.35	6.26	5.07	4.58	0.69	0.60	1.36
青獅潭ダム	都市用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	工業用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	灌漑用水	0.00	0.00	10.94	25.19	21.13	20.09	27.54	32.64	31.79	22.45	0.00	0.00	5.04
	畜産用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	計	0.00	0.00	10.94	25.19	21.13	20.09	27.54	32.64	31.79	22.45	0.00	0.00	5.04
桂林合計	都市用水	3.91	4.12	4.38	4.61	4.86	5.35	5.81	5.82	5.35	4.86	4.86	4.38	1.53
	工業用水	5.86	6.39	6.65	6.90	7.10	8.16	8.95	8.95	8.16	7.40	7.40	6.65	2.33
	灌漑用水	0.00	0.00	33.68	50.47	51.44	50.40	57.85	57.92	52.00	40.18	0.00	0.00	10.36
	畜産用水	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.18
	計	10.32	11.06	45.27	62.53	64.25	64.47	73.16	73.25	66.07	53.30	12.82	11.59	14.40
流域合計	都市用水	4.84	5.10	5.43	5.73	6.02	6.63	7.19	7.21	6.63	6.02	6.02	5.43	1.90
	工業用水	6.12	6.72	6.98	7.23	7.76	8.53	9.40	9.40	8.53	7.76	7.76	6.93	2.44
	灌漑用水	0.00	0.00	47.66	66.00	70.07	69.03	76.48	73.45	64.42	51.56	0.00	0.00	13.63
	畜産用水	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	0.36
	計	12.08	12.94	61.20	80.08	84.97	85.32	94.20	91.19	80.71	66.46	14.90	13.48	18.33

表 3.12 地域別・月別水利用予測 (2010年)

		単位 (m <sup>3</sup> /s)												
地域	項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年(億m <sup>3</sup> )
安県	都市用水	0.64	0.66	0.70	0.74	0.78	0.86	0.92	0.91	0.86	0.78	0.78	0.70	0.25
	工業用水	1.69	1.82	1.95	2.02	2.15	2.34	2.60	2.60	2.31	2.15	2.15	1.95	0.68
	灌漑用水	0.00	0.00	8.90	9.91	11.87	11.87	11.87	9.91	7.92	7.07	0.00	0.00	2.09
	畜産用水	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.08
	計	2.57	2.72	11.79	12.91	15.01	15.32	15.64	13.70	11.37	10.24	3.17	2.89	3.08
川県	都市用水	0.82	0.88	0.91	0.97	1.03	1.15	1.24	1.24	1.15	1.03	1.03	0.91	0.33
	工業用水	1.38	1.53	1.57	1.65	1.76	1.95	2.14	2.14	1.95	1.76	1.76	1.57	0.56
	灌漑用水	0.00	0.00	9.13	10.14	12.16	12.16	12.16	10.14	8.11	7.23	0.00	0.00	2.14
	畜産用水	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.10
	計	2.53	2.74	11.97	13.08	15.28	15.59	15.87	13.84	11.53	10.35	3.12	2.84	3.12
林市区	都市用水	3.86	4.07	4.33	4.57	4.81	5.28	5.75	5.75	5.28	4.81	4.81	4.33	1.52
	工業用水	9.06	9.87	10.24	10.61	11.42	12.60	13.78	13.78	12.60	11.42	11.42	10.24	3.60
	灌漑用水	0.00	0.00	2.96	3.29	3.94	3.94	3.94	3.29	2.63	2.35	0.00	0.00	0.69
	畜産用水	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.12
	計	13.30	14.32	17.91	18.85	20.55	22.20	23.85	23.20	20.88	18.95	16.60	14.95	5.93
朔県	都市用水	0.73	0.77	0.82	0.86	0.91	1.00	1.09	1.09	1.00	0.91	0.91	0.82	0.29
	工業用水	0.31	0.35	0.35	0.35	0.40	0.44	0.48	0.48	0.41	0.40	0.40	0.35	0.12
	灌漑用水	0.00	0.00	8.66	9.62	11.55	11.55	11.55	9.62	7.70	6.86	0.00	0.00	2.03
	畜産用水	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.20
	計	1.68	1.77	10.48	11.48	13.50	13.63	13.77	11.84	9.78	8.81	1.95	1.82	2.64
桂県	都市用水	0.30	0.30	0.33	0.37	0.37	0.40	0.43	0.43	0.40	0.37	0.37	0.33	0.12
	工業用水	0.24	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.48	0.48	0.36	0.36	0.36	0.24	0.11
	灌漑用水	0.00	0.00	4.69	5.22	6.25	6.25	6.25	5.22	4.16	3.72	0.00	0.00	1.10
	畜産用水	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.10
	計	0.86	0.98	5.71	6.27	7.31	7.34	7.49	6.16	5.25	4.77	1.05	0.90	1.43
鍾潭夕	都市用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	工業用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	灌漑用水	0.00	0.00	10.16	23.39	19.62	18.66	25.58	30.31	29.52	20.85	0.00	0.00	1.68
	畜産用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	計	0.00	0.00	10.16	23.39	19.62	18.66	25.58	30.31	29.52	20.85	0.00	0.00	1.68
林合計	都市用水	5.32	5.61	5.97	6.28	6.62	7.29	7.91	7.93	7.29	6.62	6.62	5.97	2.09
	工業用水	12.13	13.22	13.76	14.28	15.33	16.90	18.53	18.53	16.90	15.33	15.33	13.76	4.83
	灌漑用水	0.00	0.00	31.15	16.73	47.60	46.63	53.55	53.65	48.18	37.19	0.00	0.00	9.59
	畜産用水	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.30
	計	18.39	19.78	51.83	68.22	70.48	71.76	80.93	81.05	73.30	60.38	22.89	20.69	16.81
域合計	都市用水	6.35	6.68	7.12	7.51	7.89	8.69	9.44	9.16	8.69	7.89	7.89	7.12	2.49
	工業用水	12.68	13.93	14.48	14.99	16.08	17.69	19.49	19.49	17.69	16.08	16.08	14.36	5.06
	灌漑用水	0.00	0.00	44.51	61.57	65.40	64.44	71.36	68.49	60.01	48.07	0.00	0.00	12.72
	畜産用水	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	0.60
	計	20.94	22.53	68.02	85.98	91.29	92.73	102.19	99.35	88.34	73.96	25.89	23.39	20.88

表 3.13 地域別・月別水利用予測 (2020 年)

単位 (m³/s)

地域	項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年(億)
興安県	都市用水	0.71	0.73	0.78	0.83	0.87	0.96	1.03	1.05	0.96	0.87	0.87	0.78	0.2
	工業用水	2.67	2.87	3.08	3.18	3.38	3.69	4.10	4.10	3.69	3.38	3.38	3.08	1.0
	灌漑用水	0.00	0.00	8.03	8.94	10.71	10.71	10.71	8.94	7.15	6.38	0.00	0.00	1.8
	畜産用水	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.1
	計	3.74	3.96	12.25	13.30	15.32	15.72	16.20	14.46	12.16	10.99	4.61	4.22	3.3
肇川県	都市用水	0.92	0.98	1.05	1.08	1.15	1.28	1.38	1.38	1.28	1.15	1.15	1.05	0.3
	工業用水	2.17	2.41	2.47	2.59	2.78	3.08	3.38	3.38	3.08	2.78	2.78	2.47	0.8
	灌漑用水	0.00	0.00	8.23	9.13	10.96	10.96	10.96	9.13	7.31	6.52	0.00	0.00	1.9
	畜産用水	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.1
	計	3.58	3.88	12.24	13.30	15.37	15.80	16.20	14.38	12.15	10.92	4.41	4.01	3.3
桂林市区	都市用水	4.71	4.97	5.29	5.58	5.86	6.44	7.02	7.02	6.44	5.86	5.86	5.29	1.8
	工業用水	14.31	15.59	16.18	16.76	18.04	19.90	21.76	21.76	19.90	18.04	18.04	16.18	5.6
	灌漑用水	0.00	0.00	2.73	3.03	3.63	3.63	3.63	3.03	2.42	2.16	0.00	0.00	0.6
	畜産用水	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.1
	計	19.59	21.12	24.75	25.94	28.10	30.54	32.98	32.38	29.33	26.63	24.47	22.03	8.3
陽朔県	都市用水	0.79	0.84	0.89	0.94	0.99	1.09	1.19	1.19	1.09	0.99	0.99	0.89	0.3
	工業用水	0.49	0.56	0.56	0.56	0.63	0.70	0.77	0.77	0.70	0.63	0.63	0.56	0.2
	灌漑用水	0.00	0.00	7.96	8.85	10.62	10.62	10.62	8.85	7.08	6.31	0.00	0.00	1.8
	畜産用水	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.3
	計	2.25	2.37	10.38	11.32	13.21	13.38	13.54	11.77	9.84	8.90	2.59	2.42	2.6
臨桂県	都市用水	0.33	0.33	0.37	0.41	0.41	0.45	0.48	0.48	0.45	0.41	0.41	0.37	0.1
	工業用水	0.37	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.75	0.75	0.56	0.56	0.56	0.37	0.1
	灌漑用水	0.00	0.00	4.32	4.80	5.75	5.75	5.75	4.80	3.83	3.42	0.00	0.00	1.0
	畜産用水	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.1
	計	1.20	1.38	5.73	6.26	7.21	7.25	7.47	6.52	5.32	4.88	1.46	1.23	1.4
青龍潭ダム	都市用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	工業用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	灌漑用水	0.00	0.00	9.12	20.99	17.61	16.74	22.95	27.20	26.49	18.71	0.00	0.00	4.2
	畜産用水	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
	計	0.00	0.00	9.12	20.99	17.61	16.74	22.95	27.20	26.49	18.71	0.00	0.00	4.2
桂林合計	都市用水	6.34	6.69	7.12	7.48	7.88	8.68	9.43	9.45	8.68	7.88	7.88	7.12	2.4
	工業用水	19.15	20.87	21.72	22.54	24.20	26.67	29.24	29.24	26.67	24.20	24.20	21.72	7.6
	灌漑用水	0.00	0.00	28.10	42.10	42.91	42.04	48.25	48.31	43.37	33.76	0.00	0.00	8.6
	畜産用水	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	0.4
	計	26.90	28.97	58.36	73.53	76.40	78.81	88.34	88.41	80.13	67.25	33.49	30.25	19.2
流域合計	都市用水	7.46	7.86	8.38	8.83	9.28	10.22	11.10	11.12	10.22	9.28	9.28	8.38	2.9
	工業用水	20.01	21.99	22.84	23.65	25.38	27.93	30.76	30.76	27.93	25.38	25.38	22.66	7.9
	灌漑用水	0.00	0.00	10.38	55.74	59.28	58.42	61.63	61.95	54.28	43.49	0.00	0.00	11.5
	畜産用水	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	0.9
	計	30.35	32.72	74.47	91.10	96.82	99.43	109.35	106.70	95.29	81.03	37.54	33.90	23.3

#### 4. 渇水年の検討

##### 4.1 確率渇水年

渇水期間の総流量を渇水指標として確率渇水年を検討した。渇水期間を毎年11月～翌年2月とし、桂林地点における最小流量、平均流量及び総流出量をまとめたものを表4.1にしめす。なお、流量は観測流量であり青獅潭ダム及び取水量の影響が含まれている。

表4.1 渇水期間の流量一覽

年度	11月		12月		1月		2月		最小流量 (m <sup>3</sup> /s)	総流量 (億m <sup>3</sup> )
	最小	平均	最小	平均	最小	平均	最小	平均		
1976	21.7	41.1	12.5	17.8	13.0	17.3	19.8	31.4	12.5	2.77
1977	38.2	74.6	16.8	31.2	24.2	38.2	21.7	36.8	16.8	4.68
1978	10.0	28.9	11.0	15.7	12.2	17.5	11.7	48.4	10.0	2.81
1979	14.7	30.1	10.4	13.4	10.2	32.2	15.4	81.1	10.2	3.96
1980	15.1	27.7	12.5	15.4	12.1	20.8	24.4	65.4	12.1	3.27
1981	38.4	80.3	21.1	31.4	19.3	23.9	20.2	97.3	19.3	5.91
1982	82.2	169.2	37.3	72.5	28.0	35.1	33.5	115.8	28.0	10.07
1983	16.4	34.7	14.7	21.0	17.8	30.7	18.8	35.1	14.7	3.13
1984	14.3	29.0	12.2	31.4	15.5	18.2	16.0	133.5	12.2	5.31
1985	13.7	31.0	9.8	16.6	7.2	11.2	13.1	30.1	7.2	2.27
1986	15.8	67.0	12.8	16.2	13.3	19.8	14.8	20.2	12.8	3.19
1987	45.4	78.4	22.1	31.0	28.5	33.2	42.2	66.9	22.1	5.37
1988	22.9	32.2	13.1	24.3	25.2	31.9	37.2	64.1	13.1	3.89
1989	12.0	17.0	7.4	11.0	8.2	34.2	17.5	86.8	7.4	3.75
1990	27.0	50.4	24.1	30.5	27.4	76.3	41.8	123.1	24.1	7.15
1991	26.2	40.5	29.3	34.4	25.1	45.5	31.7	110.5	25.1	5.86
1992	21.9	30.5	8.1	19.1	12.5	29.6	8.2	74.6	8.1	3.90
1993	11.6	67.5	27.5	39.0	11.4	22.2	34.8	97.2	11.4	5.74
1994	39.1	58.4	35.7	50.4	25.3	50.3	29.1	88.9	25.3	6.36
多年平均	27.2	52.0	17.8	27.5	17.7	31.0	23.9	74.1	15.4	4.70
多年最小	10.0	17.0	7.4	11.0	7.2	11.2	8.2	20.2	7.2	2.27

上表より、渇水期間の総流量につて、Weibull・プロットとHazen・プロットの方法で確率計算した結果を図4.1、表4.2にしめす。これによれば、保証率95% (w=1/20年) に相当する対象渇水年は1985年、保証率90% (w=1/10年) は1976年、保証率50% (w=1/2年) は1977年である。

表4.2 渇水確率計算結果

超過確率年(w)	Weibull (億m <sup>3</sup> )	Hazen (億m <sup>3</sup> )	対象渇水年	対象年の最小 流量(m <sup>3</sup> /s)
2年	4.62	4.66	1977年	16.8
5年	3.17	3.34	1980年	12.1
10年	2.47	2.68	1976年	12.5
20年	1.95	2.17	1985年	7.2
50年	1.43	1.65		
100年	1.14	1.34		



### 【確率計算方法の説明】

$$\text{Weibull・プロット} \quad p(x) = \frac{j}{N+1} \quad f(x) = \frac{i}{N+1}$$

$$\text{Hazen・プロット} \quad p(x) = \frac{2j-1}{2N} \quad f(x) = \frac{2i-1}{2N}$$

$$y(x) = -\ln\{-\ln[1-p(x)]\} \quad \text{or} \quad -\ln\{-\ln f(x)\}$$

ここに、

$p(x)$  : 超過確率年

$f(x)$  : 非超過確率年

$j$  : 試料（水文量）の大きい方から数えた順位

（渴水確率の場合は、小さい方から数えた順位）

$i$  : 試料（水文量）の小さい方から数えた順位

（渴水確率の場合は、大きい方から数えた順位）

$N$  : 試料数

年最大値若しくは年最小値を対象とする場合、試料数は観測年数である。

$y(x)$  : 極値変数

通常、確率値のプロットは片対数確率紙が使用されるが、極値変数を使用すると確率値（ $y$ 軸）は通常目盛りのグラフにプロットすることができる。

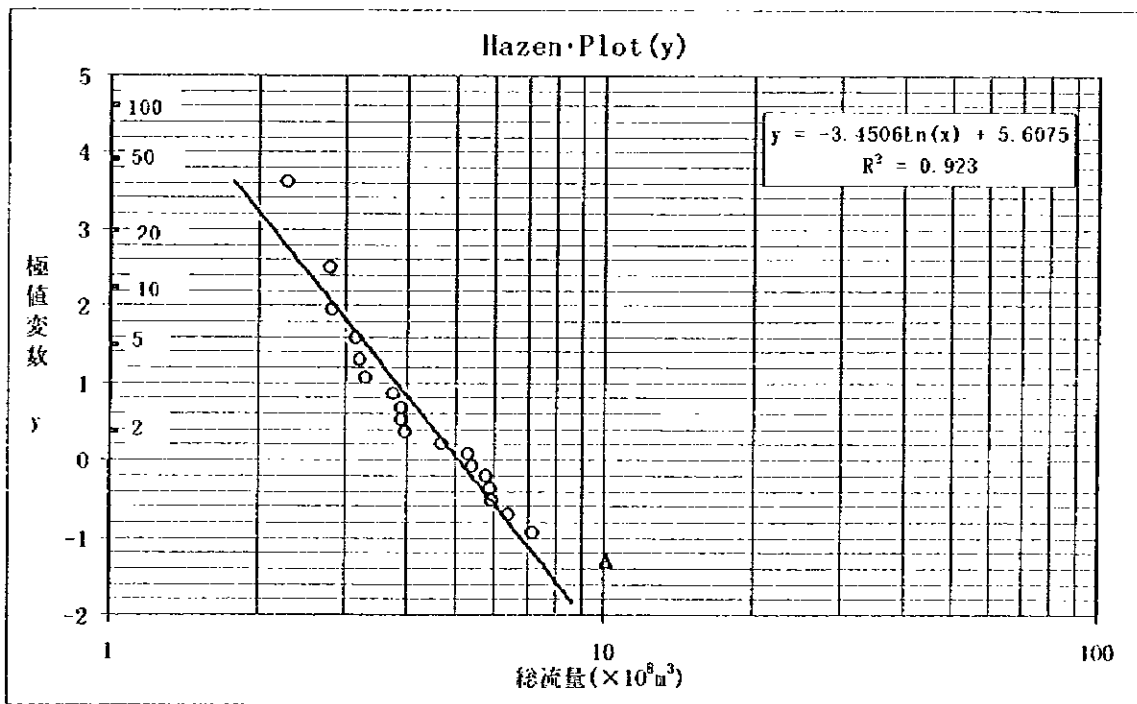
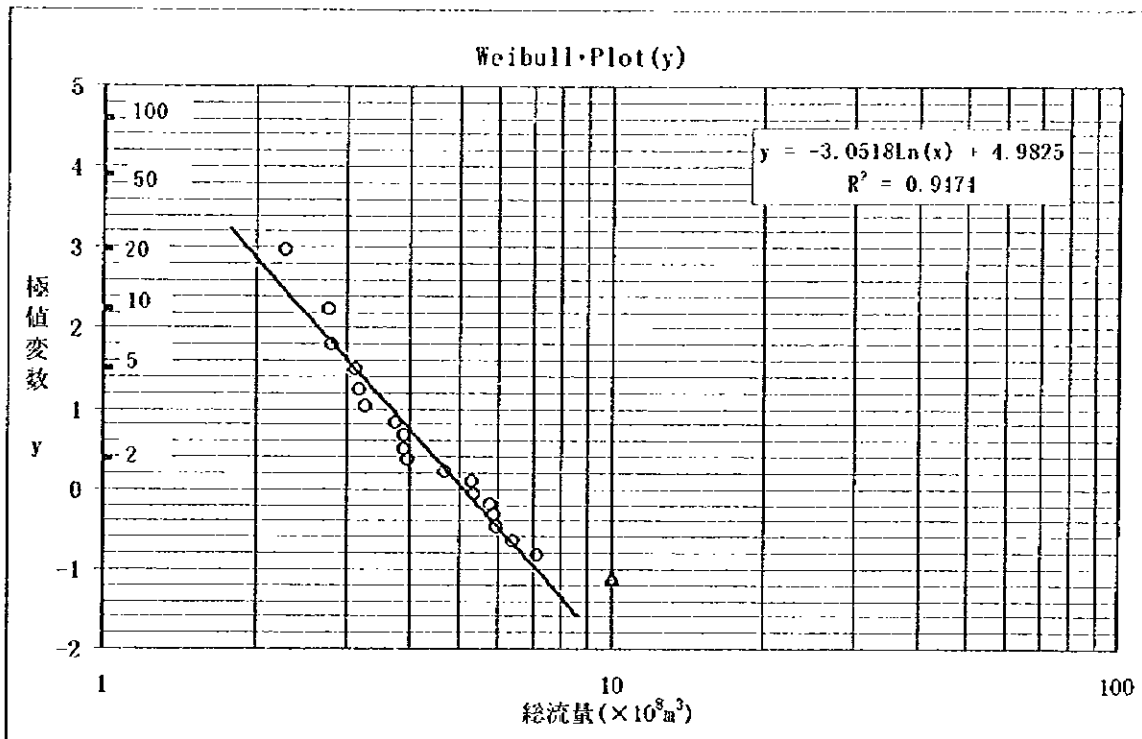


図 4.1 洪水期総流量の確率プロット

## 4.2 渇水流況

確率渇水年の河川流況（桂林地点）を図 4.2 にしめす。

W=2 年確率 (保証率 50%)	1977 年(1977 年 3 月～1978 年 2 月)
W=5 年確率 (保証率 80%)	1980 年(1980 年 3 月～1981 年 2 月)
W=10 年確率(保証率 90%)	1976 年(1976 年 3 月～1977 年 2 月)
W=20 年確率(保証率 95%)	1985 年(1985 年 3 月～1986 年 2 月)

いずれも、11 月から河川流量は減少を続け、翌年 1 月に最小流量が発生する。2 月後半より小規模な出水が発生するようになり河川流量は徐々に回復し、3 月から豊水期を迎え 4 月から  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  以上の流量となる。

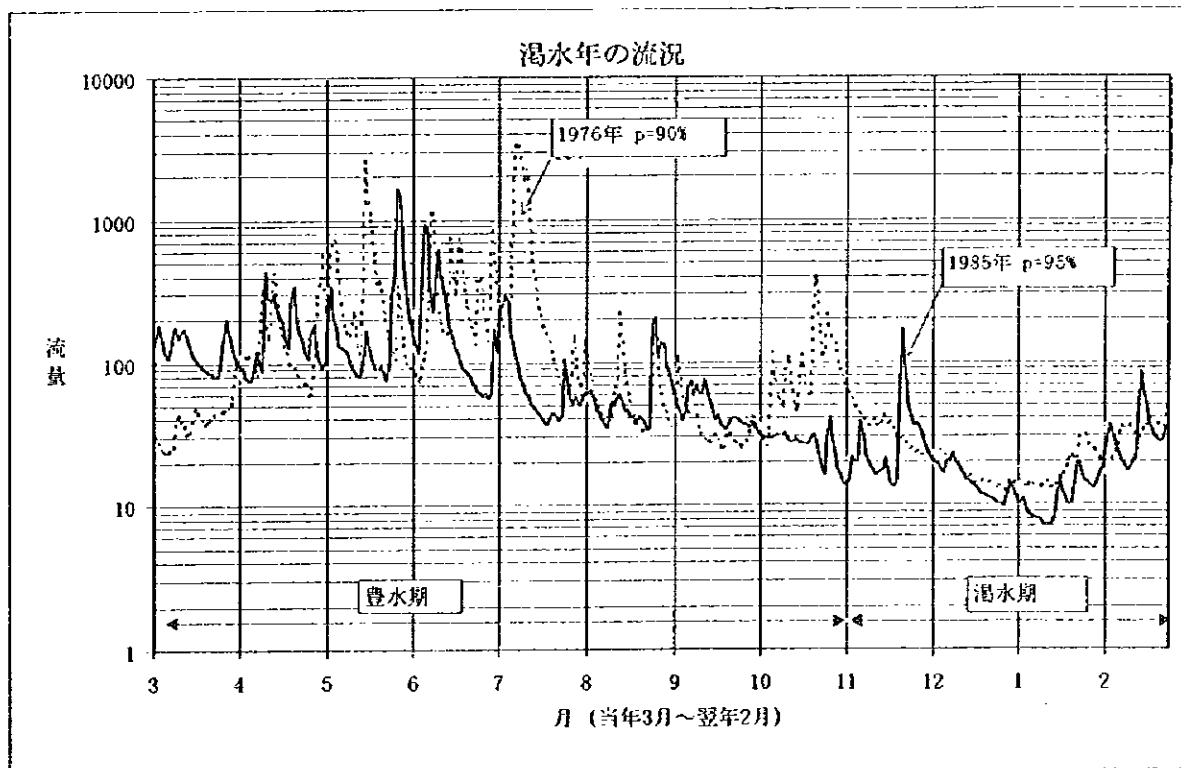
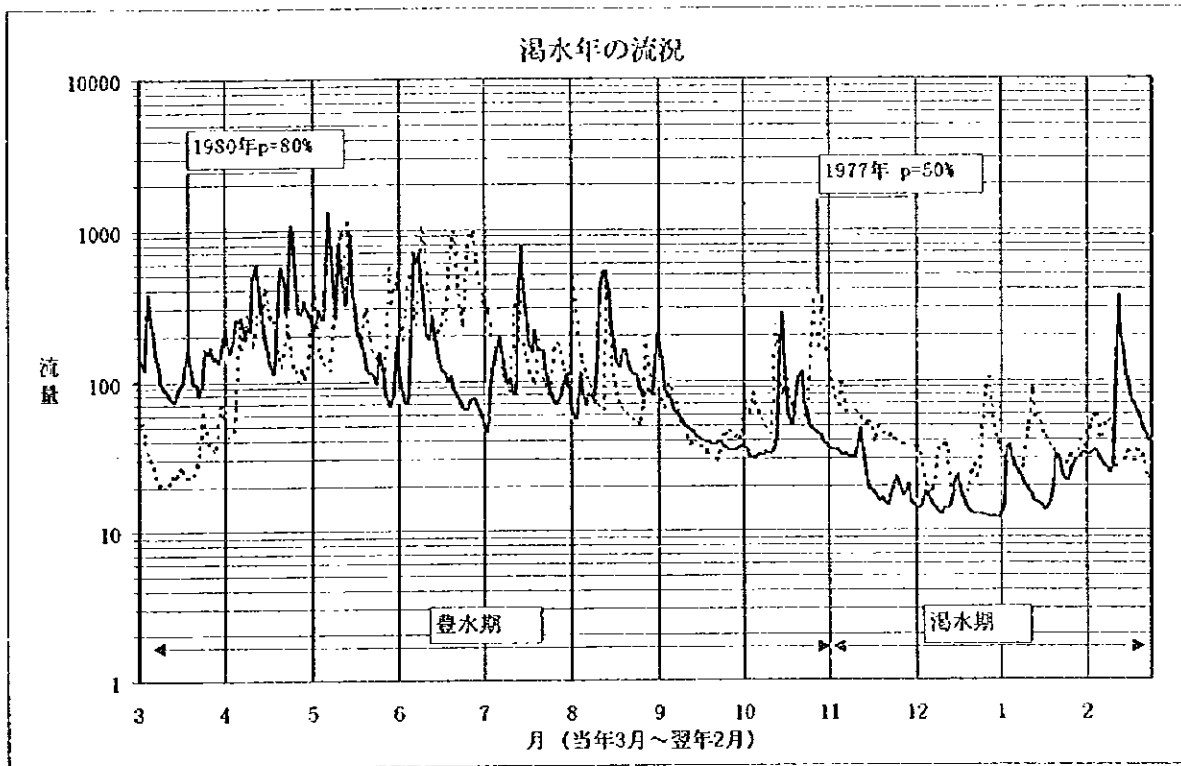


図 4.2 確率渇水年の流況

## 5. 新規開発量の検討（参考計算）

ここでは、月別水利用予測と確率渴水流況を用いて新規開発量を計算する。

### 5.1 月別需要量

月別水利用予測（表 3.10～3.13）をもとに次の条件により、月別需要量を算定した。将来年次での計算結果を表 5.1 に、年需要量を表 5.2 にまとめる。

- ① 流量基準点は桂林地点とする。
- ② 還元率は、農業用水(灌漑)30%、工業用水 50%とする。
- ③ 月別需要量に対する水資源の配分は、地下水の供給量を現況(1995 年)と同じとし、河川水の供給量を計算する。

表 5.1 年需要量のまとめ(億 m<sup>3</sup>)

		1995 年	2000 年	2010 年	2020 年
水利用量		13.36	14.40	16.81	19.20
年需要量		11.78	12.73	14.93	17.09
供給配分	地下水	1.22	1.22	1.22	1.22
	河川水	10.56	12.73	14.93	15.87

### 5.2 新規開発量

対象渴水流況は、保証率 95%と多年平均（保証率 50%）の 2 ケースとし、月別の需要量（河川水）に対して次の方法によって新規開発量を計算した。

- 需要量の増分=将来需要量－現況需要量(1995 年)
- 必要流量=(需要量の増分) + 維持流量\*
- 維持流量はその重要性を考慮して、保証率 95%流況の場合は 30 m<sup>3</sup>/s、多年平均（保証率 50%）流況の場合は 40 m<sup>3</sup>/s とする。
- 補給流量=必要流量－河川流量 但し ≥ 0
- 新規開発量=Σ(補給流量×86,400) : Σ<sub>day</sub>=365 日

この結果を図 5.1、表 5.3 にまとめる。新規開発量は保証率 95%流況の場合が大きく、2000 年で 1.62 億 m<sup>3</sup>、2010 年で 2.59 億 m<sup>3</sup>、2020 年で 3.75 億 m<sup>3</sup> となる。

表 5.3 新規開発量のまとめ(億 m<sup>3</sup>)

対象渴水	1995 年(現況)	2000 年	2010 年	2020 年
保証率 95%	0	1.62	2.59	3.75
保証率 50%	0	1.32	2.18	3.19

表 5.1 月別需要量の計算

1995年

項目	月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年量(億m <sup>3</sup> )
取水量	都市用水	3.15	3.32	3.51	3.72	3.92	4.32	4.68	4.70	4.32	3.92	3.92	3.51	1.24
	工業用水	3.42	3.73	3.88	4.03	4.32	4.77	5.23	5.23	4.77	4.32	4.32	3.88	1.36
	灌漑用水	0.00	0.00	34.54	51.97	52.85	51.77	59.53	59.73	53.69	41.74	0.00	0.00	10.67
	畜産用水	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.09
	計	6.86	7.34	42.24	59.99	61.37	61.14	69.73	69.94	63.06	50.27	8.53	7.71	13.36
還元量	工業用水	-0.44	-0.48	-0.50	-0.52	-0.56	-0.62	-0.68	-0.68	-0.62	-0.56	-0.56	-0.50	-0.18
	灌漑用水	0.00	0.00	-5.99	-6.66	-7.99	-7.99	-7.99	-6.66	-5.33	-4.75	0.00	0.00	-1.10
	計	-0.44	-0.48	-6.50	-7.19	-8.55	-8.60	-8.67	-7.34	-5.94	-5.31	-0.56	-0.50	-1.58
需要量	6.42	6.86	35.74	52.81	52.83	52.53	61.06	62.60	57.12	44.95	7.97	7.20	11.78	

供給配分	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	1.22
	河川水	3.37	3.56	32.25	49.24	48.95	48.26	56.40	57.94	52.85	41.07	4.69	3.71	10.56

2000年

項目	月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年量(億m <sup>3</sup> )
取水量	都市用水	3.91	4.12	4.38	4.61	4.86	5.35	5.81	5.82	5.35	4.86	4.86	4.38	1.53
	工業用水	5.86	6.39	6.65	6.90	7.40	8.16	8.95	8.95	8.16	7.40	7.40	6.65	2.33
	灌漑用水	0.00	0.00	33.68	50.47	51.44	50.40	57.85	57.92	52.00	40.48	0.00	0.00	10.36
	畜産用水	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.18
	計	10.32	11.06	45.27	62.53	64.25	64.47	73.16	73.25	66.07	53.30	12.82	11.59	14.40
還元量	工業用水	-0.74	-0.81	-0.85	-0.88	-0.94	-1.04	-1.14	-1.14	-1.01	-0.94	-0.94	-0.85	0.30
	灌漑用水	0.00	0.00	-5.89	-6.55	-7.85	-7.85	-7.85	-6.55	-5.24	-4.67	0.00	0.00	-1.38
	計	-0.74	-0.81	-6.74	-7.43	-8.80	-8.89	-9.00	-7.69	-6.27	-5.61	-0.94	-0.85	-1.68
需要量	9.58	10.25	38.53	55.09	55.46	55.58	64.16	65.56	59.80	47.68	11.87	10.74	12.73	

供給配分	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	1.22
	河川水	6.53	6.95	35.04	51.52	51.58	51.31	59.50	60.90	55.53	43.80	7.99	7.25	11.51

2010年

項目	月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年量(億m <sup>3</sup> )
取水量	都市用水	5.32	5.61	5.97	6.28	6.62	7.29	7.91	7.93	7.29	6.62	6.62	5.97	2.09
	工業用水	12.13	13.22	13.76	14.28	15.33	16.90	18.53	18.53	16.90	15.33	15.33	13.76	4.83
	灌漑用水	0.00	0.00	31.15	46.73	47.60	46.63	53.55	53.65	48.18	37.49	0.00	0.00	9.59
	畜産用水	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.30
	計	18.39	19.78	51.83	68.22	70.49	71.76	80.93	81.05	73.30	60.38	22.89	20.68	16.81
還元量	工業用水	-1.54	-1.68	-1.76	-1.83	-1.95	-2.15	-2.37	-2.37	-2.15	-1.95	-1.95	-1.76	-0.62
	灌漑用水	0.00	0.00	-5.41	-6.01	-7.21	-7.21	-7.21	-6.01	-4.81	-4.29	0.00	0.00	-1.27
	計	-1.54	-1.68	-7.17	-7.85	-9.16	-9.36	-9.58	-8.39	-6.96	-6.24	-1.95	-1.76	-1.88
需要量	16.86	18.10	44.66	60.38	61.32	62.40	71.35	72.66	66.35	54.14	20.93	18.92	14.93	

供給配分	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	1.22
	河川水	13.81	14.80	41.17	56.81	57.44	58.13	66.69	68.00	62.08	50.26	17.05	15.43	13.71

## 2020年

項目	月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年量(億 <sup>m</sup> ³)
取水量	都市用水	6.34	6.69	7.12	7.48	7.88	8.68	9.43	9.45	8.63	7.88	7.88	7.12	2.49
	工業用水	19.15	20.87	21.72	22.54	24.20	26.67	29.24	29.24	26.67	24.20	24.20	21.72	7.63
	灌漑用水	0.00	0.00	28.10	42.10	42.91	42.01	48.25	48.31	43.37	33.76	0.00	0.00	8.61
	畜産用水	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	0.45
	計	26.90	28.97	58.36	73.53	76.40	78.81	88.34	88.41	80.13	67.25	33.49	30.25	19.20
還元量	工業用水	-2.42	-2.64	-2.77	-2.89	-3.08	-3.38	-3.74	-3.74	-3.38	-3.08	-3.08	-2.77	-0.97
	灌漑用水	0.00	0.00	-1.88	-5.42	-6.50	-6.50	-6.50	-5.42	-4.34	-3.87	0.00	0.00	-1.14
	計	-2.42	-2.64	-7.65	-8.31	-9.58	-9.89	-10.24	-9.16	-7.72	-6.95	-3.08	-2.77	-2.11
需要量		24.48	26.33	50.70	65.22	66.82	68.92	78.10	79.25	72.41	60.31	30.41	27.48	17.09
供給配分	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	1.22
	河川水	21.43	23.03	47.21	61.65	62.91	64.65	73.44	74.59	68.14	56.43	26.53	23.99	15.87

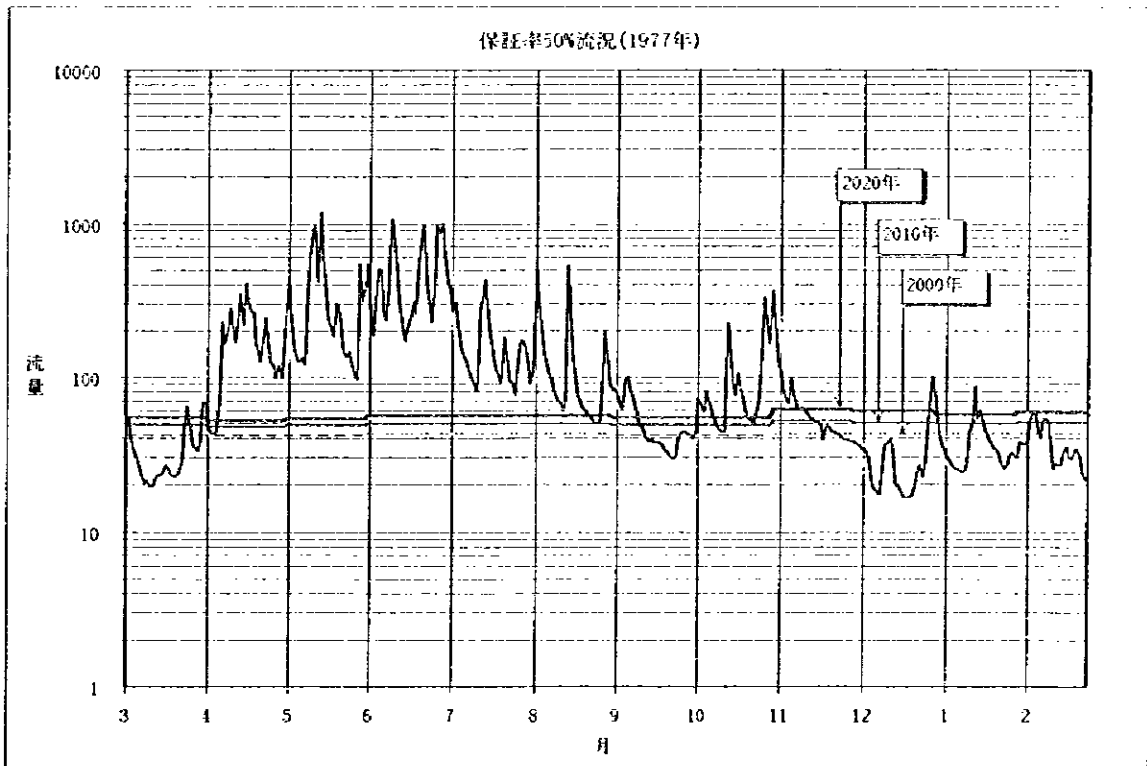
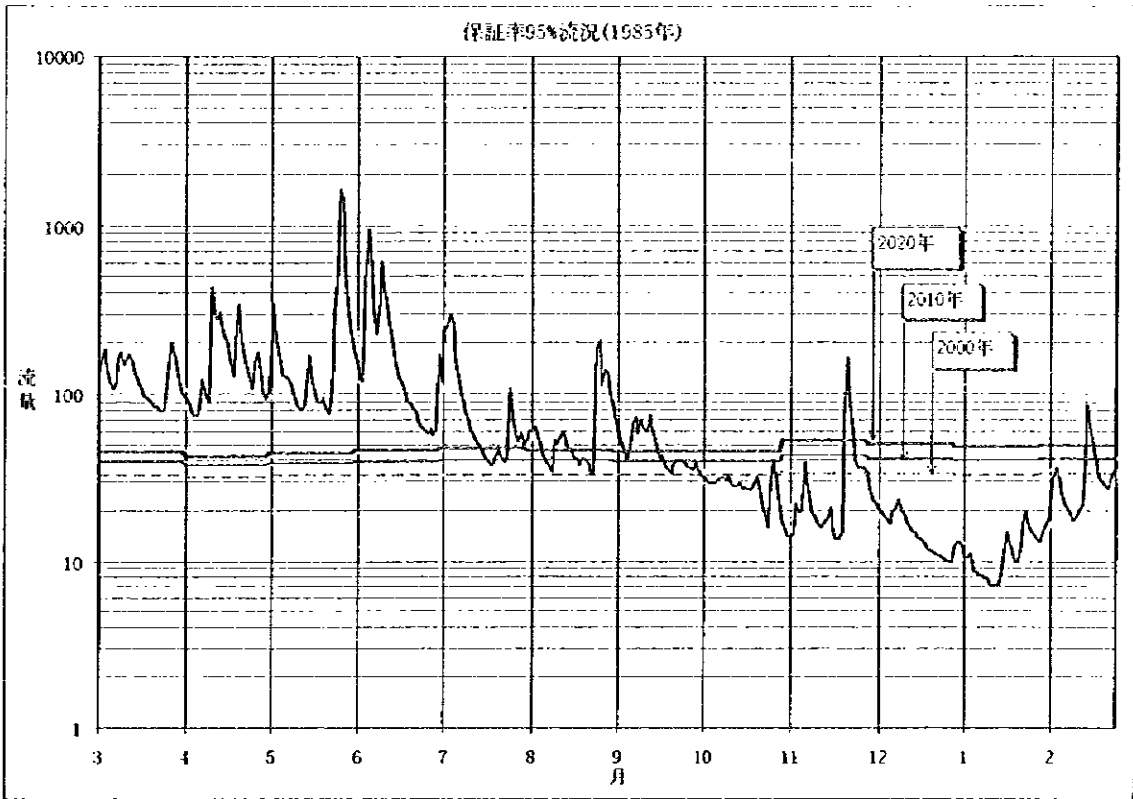


図 5.1 湯水流況と必要流量



## 6. 観測機器の設置

第1次現地調査では、水文観測調査の充実を図るため次の観測機器を設置した。

### (1) 流量観測施設

事前調査で、流量資料が無い小溶江に流量観測施設を設置することが計画された。中国側（水文水資源局）と現地踏査を行い、候補地点として大溶江合流点から5km程度上流を選定した。しかし、施設の建設に伴い道路整備、視測員宿舎及び通信施設の付帯工事が発生するため、その費用負担について中国側と協議した。この結果、調査団の予算では小溶江に流量観測施設を設置することは困難であるとの結論に達した。

このため、中国側の希望により、観測機器が老朽化している大溶江視測所（図6.1参照）に水位観測器を設置した。観測機器の仕様は下表のとおりである。

表6.1 流量観測機器の仕様

項目	製 品	単 位	数 量
計器名	フロート式自記水位計	式	1
形 式	RRS-110WP(池田計器) 測定範囲 : 0~10m 目盛り精度 : 2cm		
付属品	記録紙 : 1年分 ペン : 1年分	冊 本	1 8

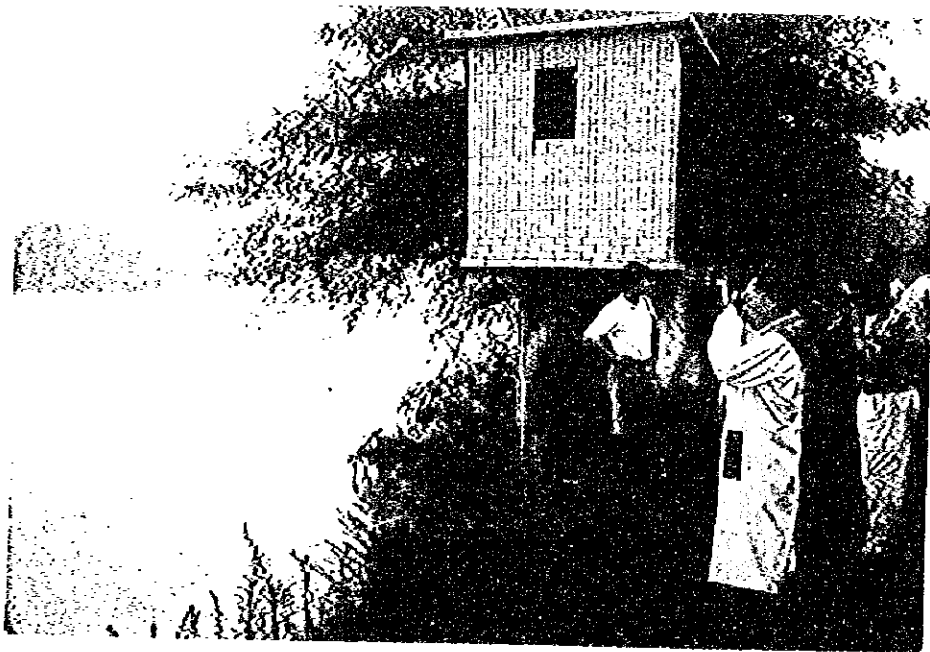
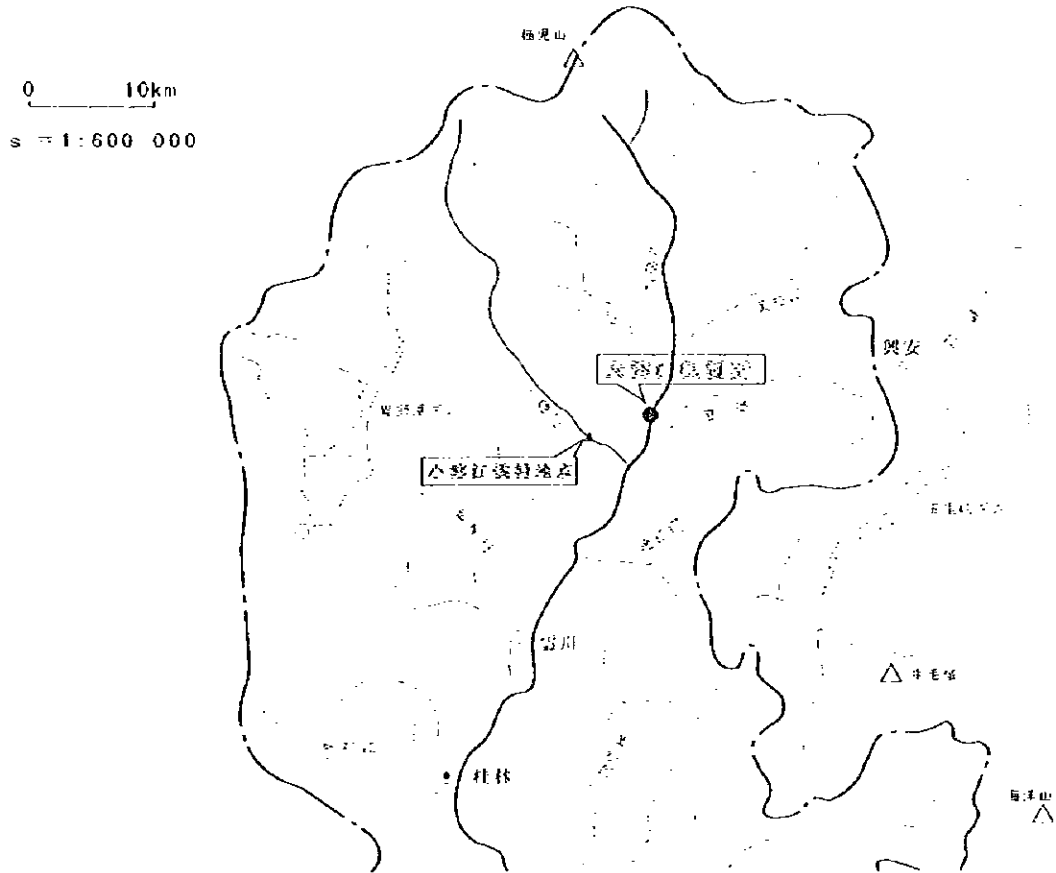
### (2) 地下水観測施設

事前調査で、桂林市区に1箇所の地下水位観測施設を設置することが計画された。第1次調査で、設置場所について中国側（地質研究所）と現地踏査を行い、桂林市区の地下水観測ネットワークの充実を図るため、市内の既設井戸（図6.2参照）を改良して観測機器を設置した。観測機器の仕様は下表のとおりである。

表6.2 地下水観測機器の仕様

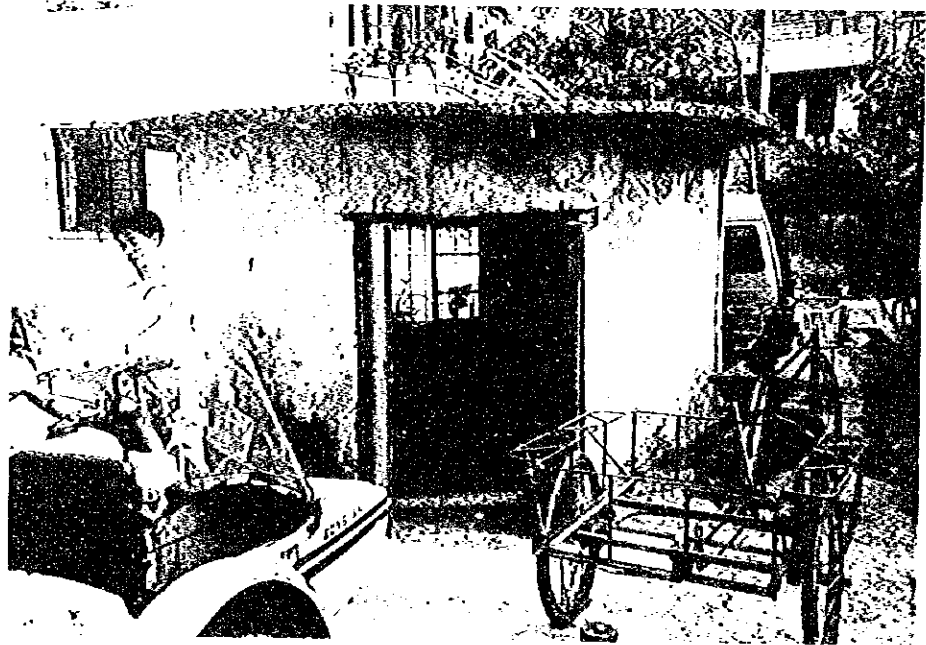
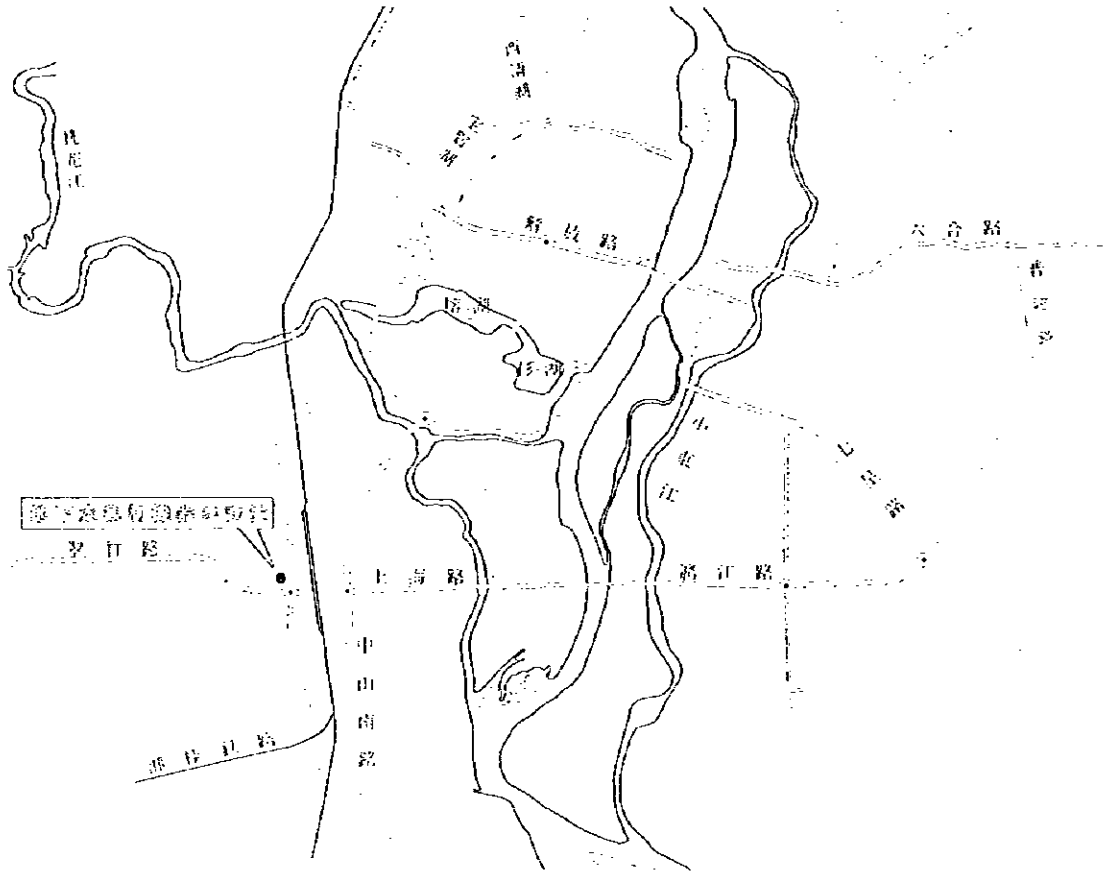
項目	製 品	単 位	数 量
計器名	ドラム式地下水位計	式	1
形 式	W-731-01(横河ウェザック) 測定範囲 : 0~50m 検出方法 : フロート式		
付属品	記録紙 : 1年分 ペン : 1年分	冊 本	1 2

図6.1 流量観測機器の設置



現地写真（大谷江観測所）

図6.2 地下水視測機器の設置



現地写真（桂壩飯店敷地内）

## 7 計画・実施中のプロジェクトの概要

### 7.1 2010 発展計画

#### 7.1.1 経済発展計画の概要

第 8 次 5 ケ年計画時の 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 ケ年計画（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) 第 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

#### 7.1.2 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) 都市污水処理場の建設及び強化

都市部における污水処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)にこの制度の全面実施をおこない、全市の水質を計画目標に達成させる。

(5) 排水管網の整備

漓江兩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、農薬と化学肥料による汚染の減少等を目指す。漓江と連接する榕湖、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。

表7.1.1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 7.1.1 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(7.52 km) 発電所 (110 kw)	洪水期流量 (5m <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	5,738 (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' 完成 水路 (1.33 km) 発電所(1,000kw)	平均年洪水期流量 (6.71m <sup>3</sup> /s) 95%保証率流量 (4.57m <sup>3</sup> /s) 年間電力量(kwh)	建設中	4,915
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 (8 m <sup>3</sup> /s) 年間電力量 (178Gwh) 工業用水(100,000m <sup>3</sup> /H) 灌漑面積(4.8 万亩)	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> /H) 配管 (L=43.2 km)	桂林都市部処理率(22%) 全体の処理率 88%達成	計画	23,818 (3年)
榕湖・湖杉湖浄化	汚泥排水管(L=3.5km) 浚渫(180,000 m <sup>3</sup> )	第3類水質基準	計画	944 (3年)
潯江河岸整備	護岸 (172 km) 浚渫 (66ヶ地点)	潯江沿岸浸食防止 潯江航路整備	計画	7,344 (3年)
两江国際空港	滑走路 (L=2@2800 m) 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)

## 7.2 小溶江導水事業

### 7.2.1 事業の概要

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<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>、有効貯水容量 380,000 m<sup>3</sup>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 35m<sup>3</sup>/s（導水前 30m<sup>3</sup>/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 610,000kwh 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 14,200,000kwh 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 1.02m<sup>3</sup>/s の確保をし、水環境改善をおこなう。

### 7.2.2 小溶江ダム及び貯水池

#### (1) 位置

興安県金石郷塔辺

#### (2) ダムの諸元

型式	重力式ダム
提高	15 m
提頂長	92 m
非越流部標高	El. 283.5m

#### (3) 貯水池

集水面積	164 km <sup>2</sup>
堪水面積	

総貯水容量 1,130,000 m<sup>3</sup>  
 有効貯水容量 380,000 m<sup>3</sup>  
 常時満水位 El. 277.5

(4) 放流設備

クレストゲート 4@ 10m \* 6m  
 計画洪水流量 1,360 m<sup>3</sup>/s  
 洪水吐設計流量 2,010 m<sup>3</sup>/s  
 導水トンネル 3m \* 3m (延長 7,520m )  
 設計対象流量 8.5 m<sup>3</sup>/s

7.2.3 水文特性と青獅潭ダム貯水池諸元

表 7.2.1 小溶江導水事業諸元

(1) ダム地点の水文特性	単位	数量
小溶江流域面積	km <sup>2</sup>	269
取水地点流域面積	km <sup>2</sup>	164
取水地点平均総流量	億 m <sup>3</sup>	3.15
平均導水可能量	億 m <sup>3</sup>	1.458
取水地点平均流出量	m <sup>3</sup> /s	10.1
計画洪水流量(P=5%)	m <sup>3</sup> /s	1360
ダム設計洪水量(P=0.5%)	m <sup>3</sup> /s	2010
(2) 小溶江取水ダム設備諸元		
・貯水池諸元		
常時満水位	El.m	277.5
最低水位	El.m	272
ダム設計洪水位	El.m	282.82
総貯水量	m <sup>3</sup>	1,130,000
貯水量 (常時満水位)	m <sup>3</sup>	380,000
・ダム諸元		
ダム形式		重力式
天端標高	El.m	283.5
ダム高	m	15
ダム頂長	m	92
越流長	m	46



ゲート形式及び諸元		4@ 10 m*6m
・導水トンネル諸元		
トンネル長	km	7.52
断面形式	m	3*3
設計対象流量	m <sup>3</sup> /s	8.5
・発電所諸元		
小溶江発電所設備容量	kw	2*55
保証出力	kw	55
設計水頭	m	6
(3) 青野潭ダム及び貯水池諸元		
常時満水位	El.m	225
総貯水容量	m <sup>3</sup>	600,000,000
調節容量	m <sup>3</sup>	372,000,000
調節性能		経年貯留
(4) 青野潭ダム機能		
灌漑総面積	万畝	41.86
水田	万畝	32.97
灌漑水量	万 m <sup>3</sup>	61,310
(5) 導水事業による便益		
渴水年平均導水量	m <sup>3</sup>	38,730,000
最大豊水年	m <sup>3</sup>	96,660,000
開発水量	m <sup>3</sup> /s	35
保証率	%	95
年間発生電力量 (増加分)	kwh	10,520,000
小溶江発生電力量	kwh	610,000
(6) 水没物件		
耕地	畝	12
人口移転	人	0
建設用地	畝	20

### 7.3 五里峽ダム導水事業

#### 7.3.1 事業の概要

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峽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。

五里峽ダムは、重力式ダムとして、高さ62.8m、総貯水容量99,950,000m<sup>3</sup>、有効貯水容量77,000,000m<sup>3</sup>で、都市への供給、灌漑、発電を強化するものである。

##### (1) 灌 漑

五里峽灌区の100,695畝に対し、4月～10月の期間に最大月2,428万m<sup>3</sup>、年間7,175万m<sup>3</sup>を補給するものである。

##### (2) 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。

##### (3) 流水の確保

漓江に対し、渇水期(11月～1月)に平均6.71m<sup>3</sup>/s、導水総量52,200,000m<sup>3</sup>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。

#### 7.3.2 五里峽ダム及び貯水池諸元

##### (1) 位置

位置 桂林地区興安県漠川郷

##### (2) ダムの諸元

表 7.3.1 五里峽ダム諸元

(1) ダム地点の水文特性	単位	数 量
漠川河流域面積	km <sup>2</sup>	416.3
五里峽ダム集水面積	km <sup>2</sup>	340
ダム地点平均総流量	億 m <sup>3</sup>	3.61
ダム地点平均流量	億 m <sup>3</sup>	11.4
平均導水流量	m <sup>3</sup> /s	6.71
95%保証導水流量	m <sup>3</sup> /s	4.57

計画洪水流量(P=1%)	m <sup>3</sup> /s	2870
ダム設計洪水量(P=0.1%)	m <sup>3</sup> /s	4270
(2) 五里峽ダム設備諸元		
・貯水池諸元		
常時満水位	El.m	289.0
最低水位	El.m	255.5
ダム設計洪水位	El.m	
総貯水量	m <sup>3</sup>	99,950,000
有効貯水容量	m <sup>3</sup>	77,000,000
・ダム諸元		
ダム形式		重力式コンクリート
頂長	m	210
ダム高	m	62.8
・導水路諸元		
北幹線水路	km	10.88
南幹線水路	km	21.828
分岐水路	km	20.05
新設水路	km	0.392
設計対象流量	m <sup>3</sup> /s	14 - 10
・五里峽発電所諸元		
使用水量	m <sup>3</sup> /s	19.44
発電所設備容量	kw	2@3.2Mw
(3) 五里峽ダム機能		
灌漑総面積	ha	6713
水田	ha	1913
最大月灌漑量	万 m <sup>3</sup>	2428
年間発生電力量	kwh	
(4) 石杭発電所		
発電所設備容量		2@0.5Mw

## 7.4 潯江、義江から漓江への導水事業

### 7.4.1 概要

義江流域からの漓江への導水事業は、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。

### 7.4.2 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 23,000,000m<sup>3</sup>、ダム高 79.5m のダムを建設し、有効貯水容量 20,000,000m<sup>3</sup> を利用して、総量 121,000,000m<sup>3</sup> を潯江上流の丹竹坪に 5.9km の圧力トンネルにより導水し、設備容量 37,500kw の 1 級発電所を建設し、年間 80,650,000kwh 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 3.8km の導水トンネルと有効落差 150m を利用して導水し、木洞地点にて設備容量 18,900kw の発電所により、年間 48,000,000kwh 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 km に位置し、流域面積 54.4km<sup>2</sup>、総貯水容量 26,000,000m<sup>3</sup>、ダム高 70m 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 92,400,000m<sup>3</sup> 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 25,000,000kwh 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、年間発電電力量 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 16,000,000m<sup>3</sup>、ダム高 86.5m 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。

表 7.4.1 義江水系の計画中ダム諸元

項目・ダム名	黄 沙	潯 江	華 境	平水江
集水面積 (k m <sup>2</sup> )	62.7	64.4	39.0	38.8
ダム高 (m)	79.5	70.0	80.5	78.5
総貯水容量 (万 m <sup>3</sup> )	2300	2605	3450	1613
有効貯水容量 (万 m <sup>3</sup> )	2004	2353	2520	1020
平均総流入量 (万 m <sup>3</sup> )	11826	9240	7006	6275
平均流量 (m <sup>3</sup> /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 (m <sup>3</sup> /s)	615	616	624	512

(出典：桂林市水資源計画、1995年2月)

(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。

桃花江の渇水期の最小流量は 0.6~1.0 m<sup>3</sup>/s で水深 0.2~0.4 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 6m<sup>3</sup>/s、5m<sup>3</sup>/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、瀉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。図 7.4.1 に貯水池の位置図を示す。

表 7.4.2 義江導水施設諸元

(1)潯江－五合堰間の導水路	単位	数量
開水路	km	11.4
トンネル	km	0.8
設計対象流量	m <sup>3</sup> /s	6
発電放水口の呑口水位	El.m	223.5
義江五合堰吐口水位	El.m	207.0
(2)五合堰－桃花江間の導水路		
開水路	km	6.9
トンネル	km	2.6
設計対象流量	m <sup>3</sup> /s	9
義江五合堰の呑口水位	El.m	206.2
桃花江の吐口水位	El.m	203.1
(3)桃花江－瀉江区間		
自然流路	km	24.0

漓江合流地点水位	El.m	144.4
(4)五合堰		
堰高	m	7
堰頂長	m	97
堰頂幅	m	5.5

(各数値：桂林漓江水環境総合治理工程指揮部)

#### 7.4.3 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 22.5km<sup>2</sup>、総貯水容量 24,200,000m<sup>3</sup>、有効貯水容量 14,000,000m<sup>3</sup>、ダム高 22.7m 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 14,220,000m<sup>3</sup>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。

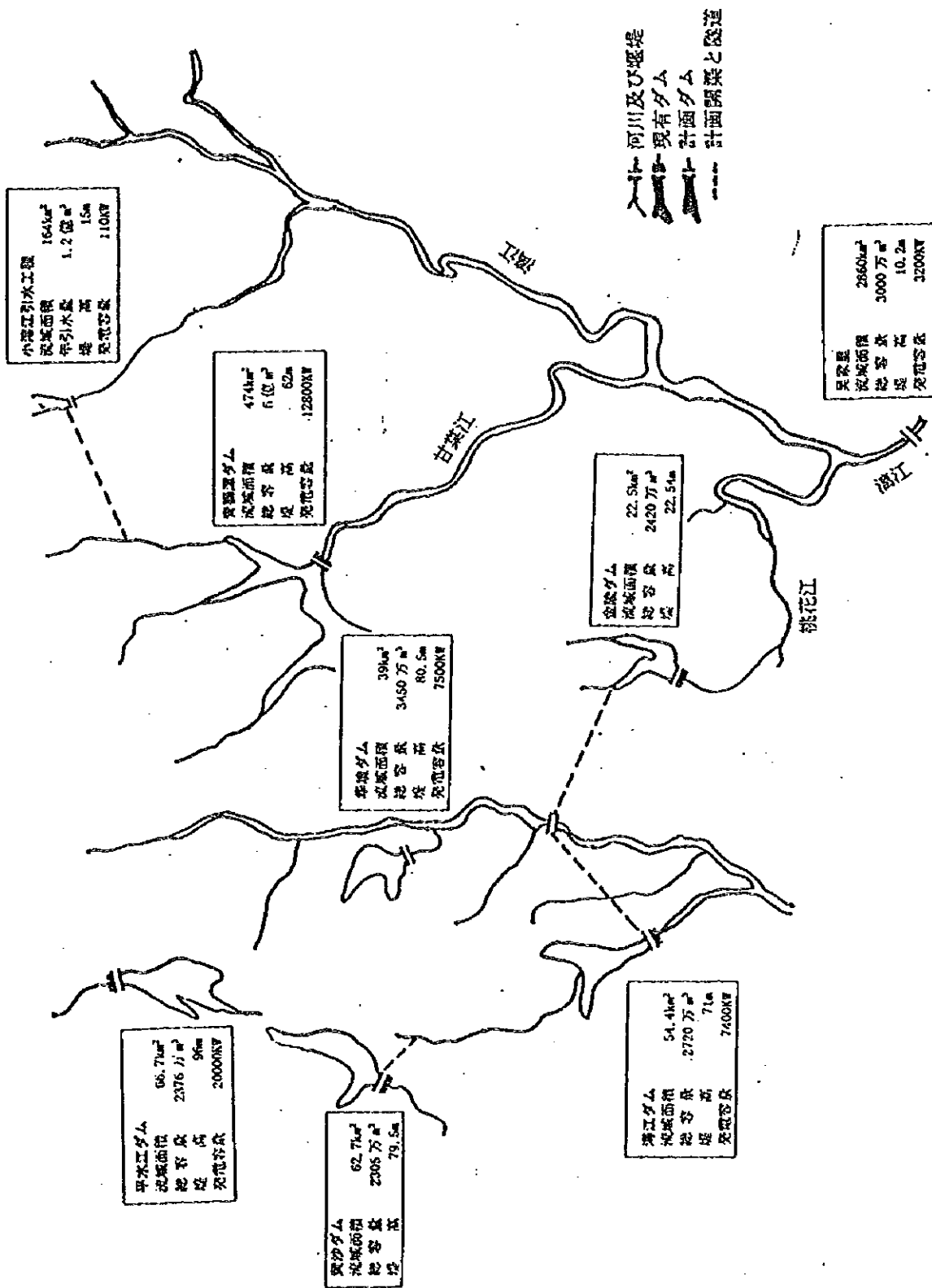


図 7.4.1 計画中のダム・貯水池位置図



## 8 計画中のプロジェクトによる水環境改善効果

### 8.1 流量、治水、利水状況

#### 8.1.1 導水プロジェクトによる流量改善効果

導水事業による桂林の流況改善は、水質保全はもとより、観光船の運行に大きく影響を与える。竹江より陽朔までの観光船が支障きたさない流量は  $30\text{m}^3/\text{s}$  であるため、桂林地点での流量  $40\text{m}^3/\text{s}$  が確保されると通年の舟運が可能である。

##### (1) 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  $8.5\text{m}^3/\text{s}$  導水し、既設青獅潭貯水池を利用して、青獅潭ダムの事業（灌漑補給、発電、既得水の供給、）を強化し、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  $30\text{m}^3/\text{s}$ ）を確保し、航路維持と水質保全をはかる。

##### (2) 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漢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。

漓江に対し、渇水期（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用水の確保、水質改善、観光舟運に寄与するものである。

##### (3) 潯江、義江から漓江への導水（西水東調）

義江流域からの漓江への導水事業は、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。

義江導水事業は、潯江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・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、 $10\text{m}^3/\text{s}$  及び  $8\text{m}^3/\text{s}$  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。

現在、世銀で検討されている案は、五合堰での流況調整は含まず、潯江ダムから桃花江への単独導水するものである。

#### (4) 導水計画と漓江渇水期流量

各導水計画と漓江桂林地点における渇水期流量の関係は、下記のように整理される。

表 8.1.1 導水計画と渇水期流量 (桂林地点)

導水計画名	流量(m <sup>3</sup> /s)	状 況
青獅潭ダム、漓江へ未調整	9.06	1958～1985年渇水期月最小流量
青獅潭ダム	30	1988年より漓江への渇水期補給開始
小溶江導水計画	35	導水により5m <sup>3</sup> /s増加
五里峽ダム導水の漓江補給	6.7	ダム嵩上げ完成、導水路計画
西水東調による漓江補給	10.8	潯江ダム等の義江流域ダム群と導水路
潯江ダムによる単独導水	5.7	黄砂ダムからの導水検討2案

(注：各数値は桂林市水資源計画に拠る)

世銀では、当初、小溶江導水計画、五里峽ダム導水計画及び潯江ダム単独導水の各組み合わせにより桂林地点にて渇水期流量を40 m<sup>3</sup>/sもしくは45 m<sup>3</sup>/s確保することを検討している。その組み合わせによる結果を下記に示す。

表 8.1.2 導水計画組み合わせの検討結果

(桂林漓江水利行程設計報告、96'6)

	検討案 (1)			検討案 (2)			検討案 (3)	
	潯江	五里峽	小溶江	潯江	五里峽	小溶江	五里峽	小溶江
桂林地点確保流量	40 m <sup>3</sup> /s			45 m <sup>3</sup> /s			40 m <sup>3</sup> /s	
平均需給量	21580			27870			21580	
ダム補給量	3790	8620	14250	4160	9710	18540	9400	15990
桂林分補給量	3030	5600	12120	3330	6310	15760	6790	13590
年間発電量(Gwh)	7.85	24.8	69.5	7.25	24.8	69.0	24.45	69.4

(注：空白の単位は万 m<sup>3</sup>)

この結果から、次のことが考えられる。

- 桂林地点で 40m<sup>3</sup>/s 確保するために、五里峡導水計画と小溶江導水計画による補給(3)案で可能である。
- 上記案での年間発生電力量減少分は、潯江ダム単独導水を含めた(1)案における五里峡導水計画と小溶江導水計画分の電力量に対し、0.48%の 450,000kwh と少ない。
- 潯江ダムからの導水は桜花江の市街地区間の水環境保全には、有効である。
- 潯江ダムによる開発は、黄砂ダムからの流域変更による導水と丹竹坪、木洞の発電を含めておこなうことが必要である。開発の時期は、電力需給バランスの観点からも検討するべきである。

この結果から、中国側は、黄砂ダムからの流域変更による導水と丹竹坪、木洞の発電を含めた潯江ダム導水計画と小溶江導水計画、五里峡導水計画との組み合わせによる桂林地点での流況改善を検討した。(96年9月)

ここでは、潯江ダム導水量のなかに、西城工業開発区域への都市用水(工業用水と生活用水)供給(日量 100,000 m<sup>3</sup>, 150,000 m<sup>3</sup>, 200,000 m<sup>3</sup>の3案)を含めて検討している。(表 8.1.3)

表 8.1.3 導水計画組み合わせの検討結果

(潯江樞総合利用効益報告、96'9)

	検討案 (1)			検討案 (2)			検討案 (2)		
	潯江	五里峡	小溶江	潯江	五里峡	小溶江	潯江	五里峡	小溶江
桂林地点確保流量	45 m <sup>3</sup> /s			45 m <sup>3</sup> /s			45 m <sup>3</sup> /s		
平均需給量	27870			27870			27870		
利水保証率(%)	95.37			94.75			94.41		
ダム補給量	5280	8700	17400	4500	8830	17830	3650	8920	18350
都市用水(千 m <sup>3</sup> )	100			150			200		
最大導水量 m <sup>3</sup> /s	5	8		5.4	8		7	8	
年間発電量(Gwh)	19	24.7	69	17.9	24.66	68.9	16.36	24.6	69.1

### 6.1.2 治水効果

桂林市区の現況堤防については、東鎮路～六坊村区間の概略資料が得られており、その防御能力は7～18%程度ときわめて低い水準にある。

このような状況のもとに、漓江上流、大溶江流域において、治水機能をもつ多目的ダムとして、斧子口ダム及び川江ダムが検討されている。

(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325km<sup>2</sup>、総貯水容量270,000,000 m<sup>3</sup>、ダム高84 m、堤頂長280 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。

(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。

(3) ダムによる洪水調節効果

斧子口ダムの洪水調節容量 89,000,000 m<sup>3</sup> 及び川江ダムの洪水調節容量 45,800,000 m<sup>3</sup> を利用して、下流域の興安県の氾濫域 1667ha と 1000ha の洪水防御と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の軽減に大きく寄与する。表 8.1.4 に洪水調節による桂林地点の水位低減を示す。

表 8.1.4 ダムによる洪水調節と桂林地点の流量・水位

洪水頻度 (%)	ダム建設前桂林		ダムによる 低減量 (m <sup>3</sup> /s)	ダム建設後桂林		低下水位 (m)
	ピーク 流量	洪水位 (El.m)		ピーク 流量	洪水位 (El.m)	
1	5970	147.8	1040	4930	147.3	0.5
2	5490	147.6	960	4530	147.0	0.6
5	4830	147.2	850	3980	146.7	0.5
10	4290	146.9	760	3540	146.3	0.6

(各数値は中国側の提供による)

#### (4) 護岸整備事業による効果

現在、計画されている護岸整備事業では、現況の河道・自然堤防での護岸を実施するため、河岸浸食防止の点で効果が期待できる。護岸整備の対象地域が市・町であるため、中小洪水の河岸浸食による田畑・家屋の流失防止には、期待ができる。

### 8.1.3 利水改善効果

導水プロジェクトによる利水効果（灌漑、生活用水、工業用水、発電）は以下の表に示される。

#### (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 渇水年(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 8.1.5 導水事業による灌漑

(桂林潯江利水行程設計報告、96'6)

計画名称	灌漑面積 (畝)	需要水量 (万 m <sup>3</sup> )
青獅潭灌漑区	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

#### (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的生活用水、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 150,000 m<sup>3</sup>の開発が期待される。

表 8.1.6 導水事業による利水効果

(桂林漓江利水行程設計報告、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
		人口	原単位	頭数	原単位	生産値	原単位	合計
		(人)	(m <sup>3</sup> /人)	(頭)	(m <sup>3</sup> /頭)	(万元)	(m <sup>3</sup> /元)	(m <sup>3</sup> /s)
小溶江ダム～合流点	1995	4,860	0.125	6318	0.04	697.7	300	
	2000	5,152	0.131	7,728	0.045	1,228	280	0.4
青獅潭ダム～甘棠江	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量は期待できる。

表 8.1.7 導水事業による電力

計画名称	設備出力(kw)	発生電力量(Mwh)	
小溶江導水計画			
小溶江	2055	610	(計画)
黄梅(導水放水地点)	20750	6,645	(計画)
青獅潭		53,000	(完成)
青獅潭(導水増益分)		10,520	(計画)
五里峽導水計画			
五里峽	203200		(完成)
石坑	20500		(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)
木洞	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：数値は桂林漓江利水行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、電力の需用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。



工場排水処理計画  
下水処理計画

## 1. 工場排水

### 1.1 調査の概要

#### (1) 調査の手順

- ①主要汚濁源・汚濁負荷量の推定の手順について中国側と協議し、方針を決定
- ②発生源・発生負荷量原単位に関する既存資料の収集及び整理・分析
- ③現地踏査の結果を踏まえて、主要な汚濁源に対するヒアリング調査票の作成及び調査結果のとりまとめ
- ④選定した主要工場排水の水質調査の実施
- ⑤水質分析結果と排水量データのとりまとめによる汚濁負荷量の検討

#### (2) 関連資料の収集整理

収集資料の内容は、以下の通りである。

- ・ 漓江流域における業種ごとの主要工場リスト
- ・ 漓江流域における主要工場の配置
- ・ 主要工場の工業出荷額
- ・ 主要工場の稼働状況に関するデータ
- ・ 主要工場の除害施設の概要
- ・ 主要工場工業用水使用量

#### (3) 水質調査の実施

以上の関連資料を収集整理した後、漓江流域における主要工場の工場からの排水量、排水負荷量の実態を面的に把握した上で、水質実態調査の実施工場の選定を行い、水質調査を実施し、その結果を基に、汚濁負荷量の検討を行った。

### 1.2 現状の流域内における工場の分布と工業排水の概要

#### (1) 現状における工場と排水水質の概要

桂林市環境保護局の提示資料<sup>①</sup>を巻末資料編に示す。この資料を基にした漓江流域の各工場の概要及び業種ごとの工場の件数、工業用水量及び工業出荷額等を表 1.1 にまとめて示す。

事前調査<sup>②</sup>によれば、桂林市地区で発達している工業事業所（以降工場という）からの排水が、漓江流域に流入している。工場排水に対しては、厳しい排出基準（第一級基準）で規制されているため、これまでに、水質基準が遵守されていなかった 38 工場に対しては、工場の閉鎖、生産中止、合併、転業及び移転等の措置がなされている。

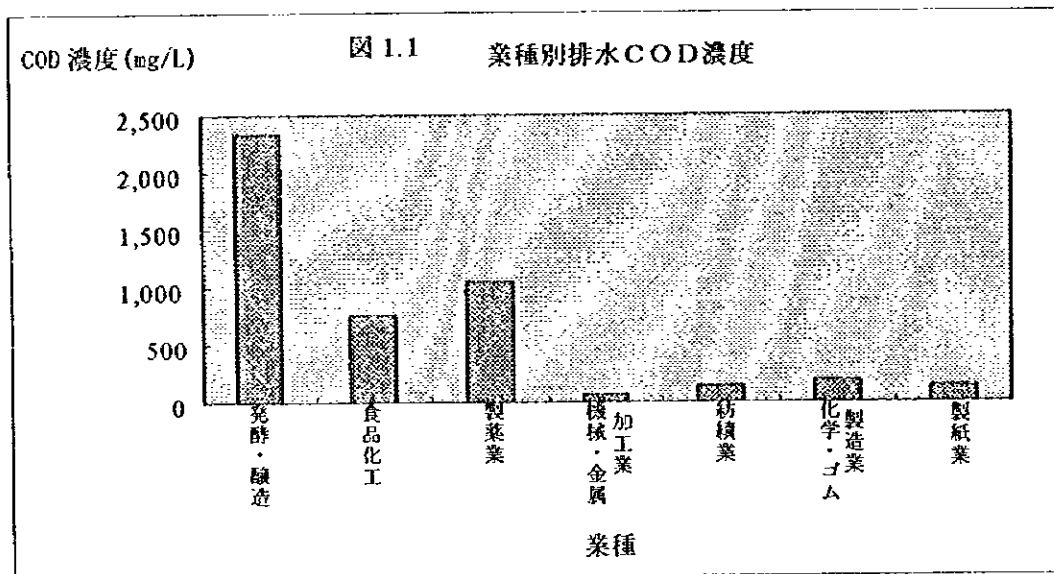
一方、桂林市環境保護局提示資料<sup>①</sup>の既存水質測定データによると、測定データ

のある35の工場の業種別COD濃度の分布状況は、図1.1に示したように、発酵・醸造業で濃度が高く、次いで製菓業や食品加工業となっており、負荷量的にも影響が大きい。

(2) 現状の漓江流域内における工場の分布

①地区ごとの工場の分布状況

桂林市のまとめによる資料を基に漓江流域内の工場の分布状況を示すと、図1.2のとおりとなるが、桂林市市区部に大多数の工場が分布している。また、桂林市市区部の工場の分布数をまとめると、図1.3のとおりとなり、象山区に最も多く分布しており、次いで七里区等となっている。こうした、工場の分布状況は、そのまま漓江流域での、汚濁負荷の流入箇所への推定にもつながる。



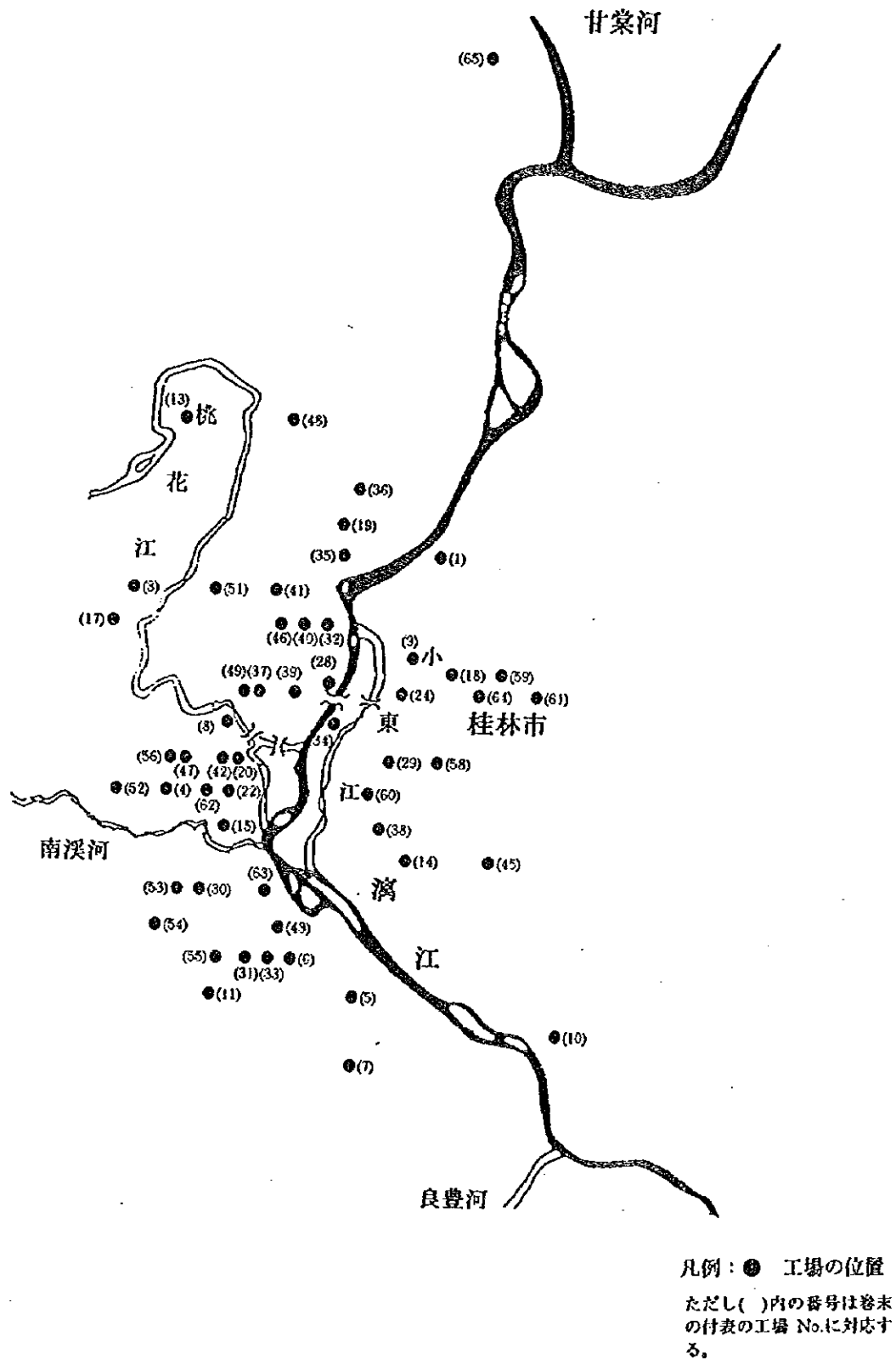


図 1.1 漓江流域主要汚濁源位置図

中華人民共和国 漓江水環境総合管理計画調査

表 1.1 漓江流域における工場の概要

業種	件数	工業出荷額 (億元/年)	額の全体に占める 割合 (%)	工業用水量 (万 t/年)	水量の全体に占 める割合 (%)
発酵・醸造	3	2.88	6.49	334	5.62
食品加工	9	2.65	5.97	249	4.19
製菓業	6	4.79	10.67	332	5.58
機械・金属加工	24	16.96	38.15	991	16.66
紡績業	8	3.41	7.68	271	4.56
化学・ゴム製造業	10	12.27	27.61	622	10.46
製紙業	2	1.26	2.84	467	7.85
木材加工業	1	0.02	0.05	1	0.02
発電業	1	0.07	0.16	2634	44.29
ガラス製造業	1	0.05	0.1	46	0.77
合計	65	44	100	5,947	100

## ②工業団地の状況

### (a) 西城地区工業団地

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、排水規模は小さく、水処理施設も沈殿池程度で、高度な方式の施設は少ない。また、西城地区の工業団地からの廃水は、漓江流域ではなく、義江に放流されている。現状の工業用水量の合計は、206.7 万 t/年で一日当たり、0.6 万 t 程度で比較的小さい。新設されている飲料工場では、さらに用水量は小さいが、クローズドシステムになっているので、高度な水処理施設の可能性がある。

### (b) 東区工業団地

この工業団地は七里区にあるが、この地区は桂林市の周辺部で新規な工場の建設が続々と行われている。同工業団地では、造成された更地も多くあり、今後の工場の建設も予定されていると考えられ、中心部の工場の移転もあるであろう。

## (3) 工場の数と工場用水量

1994 年現在の漓江流域における工場の数は、中国政府による調査報告書<sup>③</sup>によれば、68 工場であるが、このうち 1 工場は生産停止、1 工場は資料無しで 66 工場を検討すると、排水総量は、約 2864 万 m<sup>3</sup>/年、全工場排水量のうち、市区部では、約 87%である。(66 工場への工業用水給水量は、6392 万 m<sup>3</sup>/年で、市区部の工業用水総量である 7333 万 m<sup>3</sup>/年の約 87%を占めている。)

66 工場のうち、桂林鉄工所と桂林発電所の冷却水は、循環利用するとして、さら

に主要汚染源であるSSも問題なく、他の汚染物質も少ないため、污水管ではなく河川、湖あるいは、雨水管へ放流することも可能としている。また、城市区の周辺にある8工場は、将来単独水処理が考慮されているため、これを除くと他の56工場の工場排水総量は、1994年の工業用水総量4075万m<sup>3</sup>/年である。

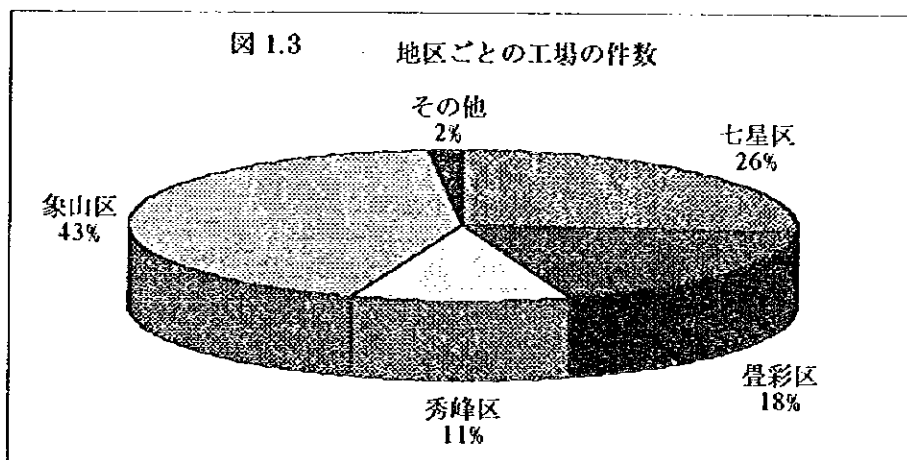


図 1.4 に今回の桂林市環境保護局提示資料<sup>①</sup>による業種ごとの工場数の割合を示す。また、業種ごとの工業用水量を図 3.5.5 に示す。図 3.5.4 から、現状の漓江流域における工場の業種は、機械・金属加工が最も多く、次いで化学・ゴム製造、食品加工、紡績業、製菓業等の順に多くなっている。

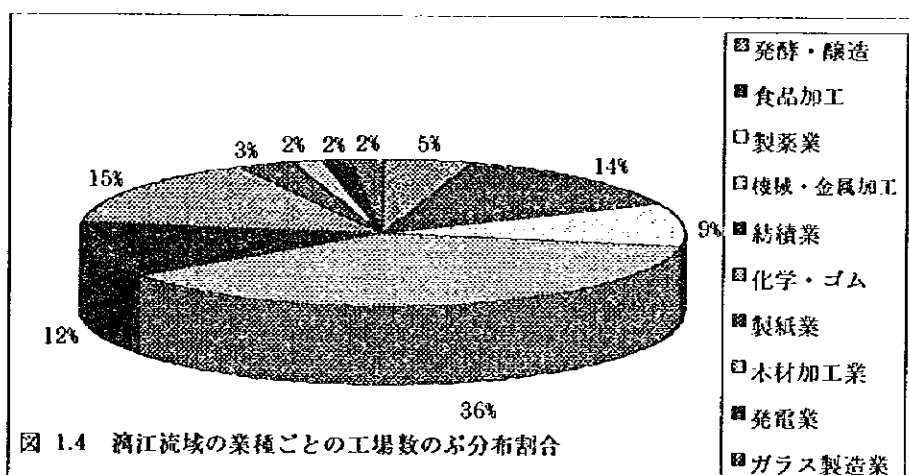


図 1.5 から、業種ごとの工業用水量は、発電業が最も多く、次いで、機械金属・加工、化学・ゴム製造業、製紙業、発酵・醸造業、製菓業、食品加工業となっている。この中で、特に、発電業は、火力発電所である桂林発電所 11 箇所で、全体の工業用水使用量の 44%を占めている。

#### (4) 工場排水量とその放流先

桂林市環境保護局提示の資料<sup>①</sup>によれば、対象となる65の工場廃水の放流先を下水道と河川等に分けると、表1.2のとおりとなる。この表によれば、現状の工場排水は、工場の件数で見ると、下水道への放流が24件であり、河川等への放流が65件である。また、使用工業用水量で見ると、全水量5947万m<sup>3</sup>/年に対し、下水道へは、892万m<sup>3</sup>/年(15%)であり、また、河川等には5055万m<sup>3</sup>/年(85%)と河川等への放流が多い現状となっている。

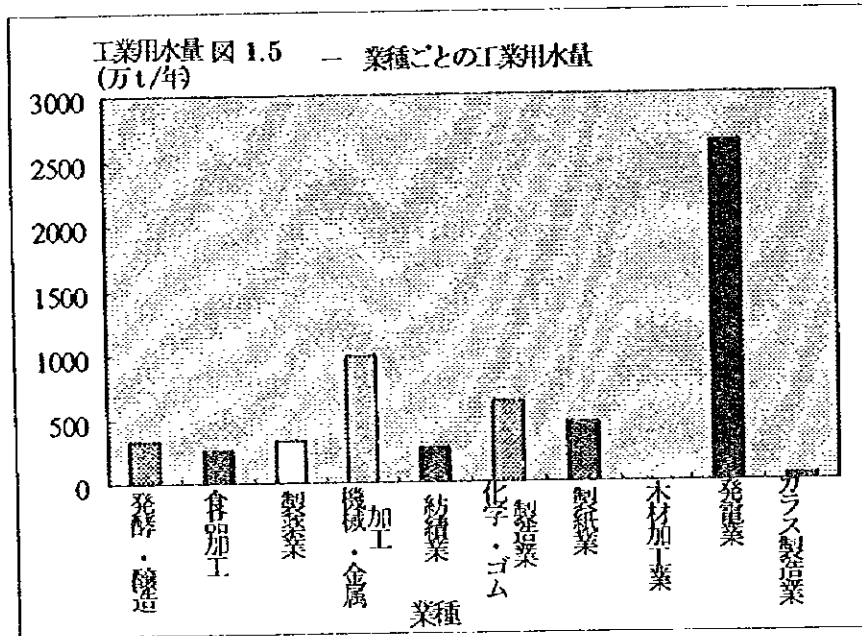


表 1.2 工場廃水の放流先

放流先	工場の件数		工業用水量	
	件数	割合 (%)	水量(万m <sup>3</sup> /年)	割合 (%)
下水道	24	37	892	15
河川等	41	63	5055	85
合計	65	100	5947	100

また、河川等への放流先をさらに区分すると図1.6の通りとなる。図をみると、河川等への放流先では、南溪河が最も多く、漓江本川、桃花江、小東江等の順となっている。

一方、世銀の資料<sup>②</sup>によれば、対象55工場の放流先河川ごとの工場排水量は、表1.3のとおり整理される。

#### (5) 汚濁負荷量の概要

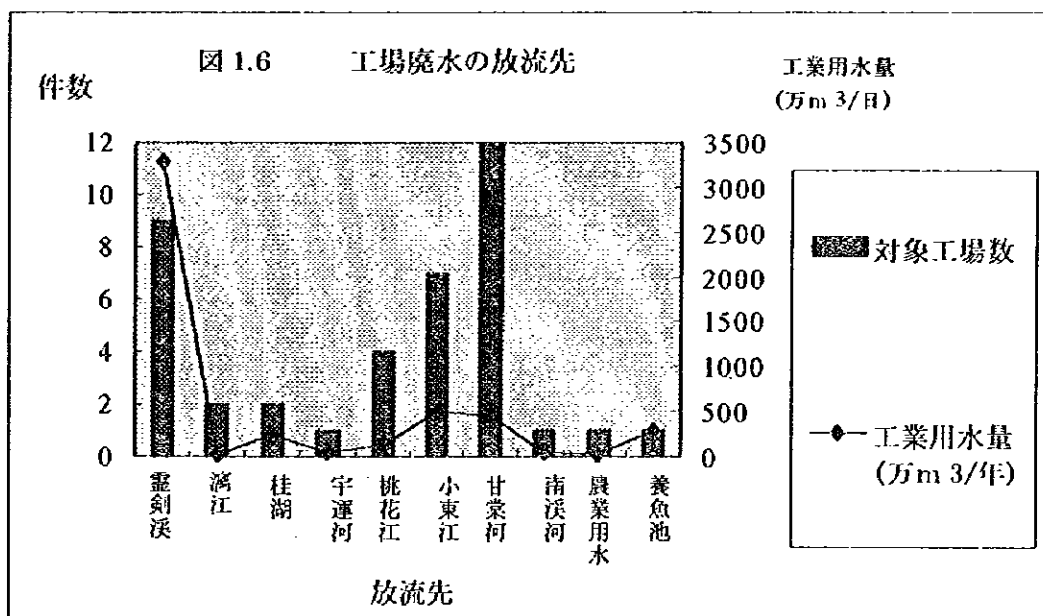
世銀の資料<sup>②</sup>によれば、工場からの主要な汚濁物質は、BOD、COD、及びSSである。また、工業汚染源となる主要 19 工場の統計によると、BODが1897t/年、CODが4900t/年、及びSSが1171t/年となっている。

表 1.3 放流先河川ごとの工場排水量

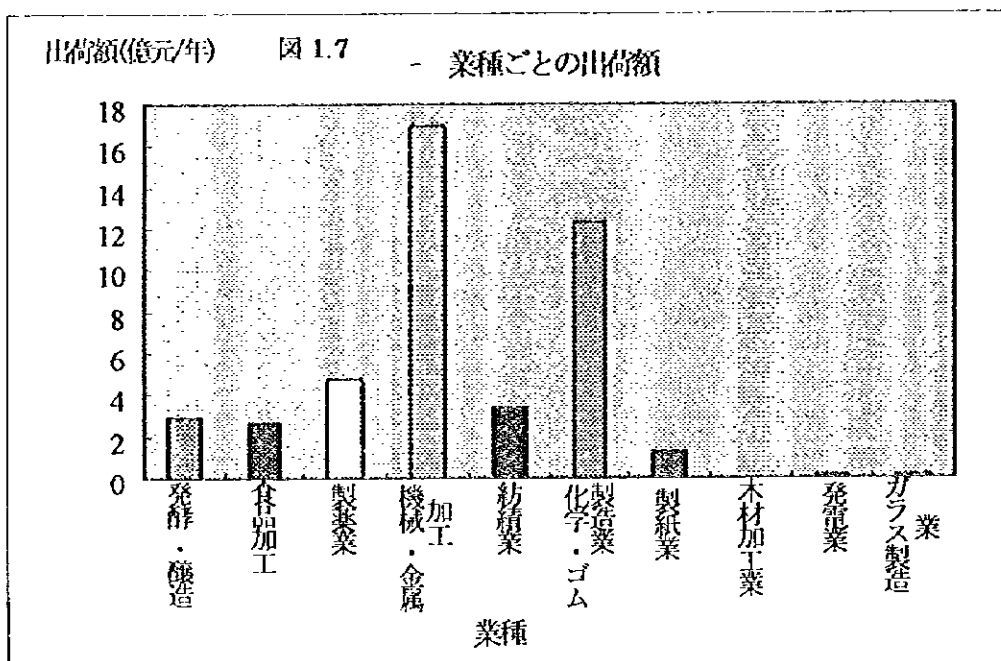
放流先河川名	対象工場数	工場排水量 (万m <sup>3</sup> /年)
漓江本川	22	1381
桃花江	8	478
寧遠河	2	272
南溪河	10	435
小東江	9	230
良豊河	5	174

(6) 工業出荷額

図 1.7 には、桂林市環境保護局提示の資料を基にした、現状の業種ごとの工業出荷額を示す。この図によれば、全業種の内、機械・金属加工が最も多く、次いで、化学・ゴム製造、製菓業、紡績業、発酵・醸造業及び食品加工業等の順に多くなっている。







### 1.3 主要工場に対する水質調査の実施

#### (1) 工場廃水水質調査の概要

##### ①調査概要

工場排水について中国側の測定データ<sup>①</sup>及び工場の規模や業種から、主要な汚濁源として想定される工場を 11 件抽出し、水質調査により各工場ごとに排出される汚濁負荷量及び原単位を推定した。水質分析の項目については、工場ごとに排出が予想される以下の項目から事前に選定し、水質調査計画を策定した後に実際の作業を実施した。

・ pH、SS、DO、BOD、COD (Cr)、COD (Mn)、蒸発残留物、アンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸態窒素 (NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N)、全窒素、全りん、大腸菌群数、フェノール類、シアン、砒素、総水銀、クロム (6 価)、鉛、カドミウム等の各水質項目、その他関連する項目として、採水時には、放流渠で水量も同時に測定した。

##### ②調査の実施方針

水質調査の実施に当たっては、事前に選定した対象工場に対し、中国側の協力を得て、工場責任者に対して水質調査計画を説明し、了承の上実施した。また、汚濁負荷原単位の推定に対して必要となる排水量データをはじめとした工場の稼働に関するデータの収集を行った。なお、対象工場の選定は、業種及び放流先を考慮して行った。

### ③水質調査の方法

- ・採取地点 : 各工場内の主要工程及び処理施設流入前及び処理後の放流渠とし、1工場当り1~4試料の水質分析を実施し、全体検体数は、33検体となった。
- ・水量の測定 : 採水時間に相当する水量について、流量を微量流速計あるいは、浮子法により廃水水量の測定を行った。
- ・現地観測 : 採水した水質試料は、分析機関に搬入し、分析を実施したが、採水試料の外観・臭気・水温・透視度は現地で観測した。

## (2) 調査の方法

### ①収集資料による漓江流域の工場排水採取工場の選定

中国側が保有している工場排水に関する既存水質調査資料等を収集・整理し、業種ごとに対象工場の選定を行った。

### ②現地踏査の実施

調査対象工場を選定するために現地踏査を実施した。

### ③排水水質・水量に関する実態調査

現地踏査の結果を踏まえて、主要な汚濁源を調査し、結果をとりまとめた。

### ④水質調査対象工場の選定

現地踏査結果ならびに関連資料より、水質調査対象工場を選定した。

### ⑤選定工場ごとの水質調査地点の選定

現地踏査結果ならびに関連資料より、選定工場ごとの水質調査地点を選定した。

### ⑥水質調査の実施と分析結果のとりまとめ

選定した工場に対して水質調査を実施し、採水した水質試料に対して水質分析を行い、その結果から、漓江流域における主要工場からの排水汚濁負荷原単位の検討を行った。

## (3) 水質調査実施工場の概要

巻末資料に水質調査実施工場の概要と各工場の聞き取り調査票を示す。また、図1.2には、対象工場の位置を、また、表1.4には、水質調査実施工場に関連する諸元をまとめて示す。

表 1.4 水質調査対象工場の概要

工場 No.	業種	工場名	建設年	工場位置	主要製造品 目	工業用水 量(万m <sup>3</sup> / 年)	工業出荷 額(万元 /年)	廃水処理施 設	排水先
1	発酵醸造	桂林味精工場	1966	七星区	味の素	161	12,811	酵母処理	下水道
2	製薬工業	桂林製薬工場	1960	象山区	内服薬	208	11,238	沈澱池	宇運河
3	ゴム手袋製造業	桂林ゴム工場	1969	秀峰区	ゴム手袋	46	3,918	沈澱池	桃花江
4	ビール製造	桂林漓泉醸造工場	1988	象山区	ビール	105	11,513	生物処理	下水道
5	製紙工業	桂林製紙工場	1937	象山区	包装用紙	408	11,271	加圧浮上	漓江
6	火力発電	桂林発電所	1960	象山区	電力	2,634	715	沈澱池	漓江
7	繊維工業	桂林第二紡績工場	1982	象山区	ポリエステル	31	8,041	沈澱池	南溪河
8	大豆加工業	桂林腐乳工場	1958	象山区	腐乳・湯葉	45	1,161	無	下水道
9	コンデンサー製造業	電力電容器工場	1970	七星区	コンデンサー製	53	4,779	油水分離	下水道
10	タイヤ製造業	桂林タイヤ工場	1969	七星区	タイヤ	287	50,299	沈澱池	農業用水
11	肥料製造業	靈川化肥工場	1965	象山区	りん肥料	59	8,809	中和・沈澱	下水道

(4) 選定した水質調査地点と水質項目

表 1.5 に、各水質調査対象工場ごとの、調査地点と水質項目を示す。このうち、食品加工業種、発酵・醸造業種、及び製紙工業については、排水水質の性格上、フェノール類、シアン、砒素、総水銀、クロム (6 価)、鉛、カドミウムの有害物質は測定対象とはしていない。

(5) 水質調査結果とその特性把握

別冊付属資料には、全分析データを一括して示す。また、水質調査結果を基にした水質項目別の特性を、図 1.9~1.11 にまとめて示す。

水質調査結果を基に整理した対象とした各工場の水質特性を表 3.5.6 に示す。個別の水質指標ごとの特性は、以下の通りである。

①排水の pH

工場排水の放流水を対象にすると、桂林漓泉ビール工場、桂林発電所及び桂林タイヤ工場でやや酸性側の pH となっており、また、靈川化肥工場では、アルカリの強い排水となっている。

②有機物指標

桂林味精工場では、BOD及びCODが数千 mg/L と非常に排水濃度が高いが、下水道に放流されている。一方、桂林製薬工場及び桂林漓泉ビール工場では、BOD

及びCODが500~1000mg/l,と排水濃度が高く、現状では河川水質への影響度が高い。

表 1.6 調査地点及び水質項目

工場 No.	工場の名称	測定箇所数	測定箇所の名称	水質項目
1	桂林味精工場	3	冷却水河川への放流水、廃水処理施設前	○
			廃水処理施設後(下水道への放流水)	☆
2	桂林製菓工場	3	発生源水、沈澱処理前	○
			沈澱処理後(河川への放流水)	◎
3	桂林ゴム工場	3	処理前、一次沈澱処理後	○
			放流渠(河川への放流水)	◎
4	桂林漓泉股工場	3	廃水処理前、廃水処理後	○
			放流渠(下水道への放流水)	☆
5	桂林製紙工場	3	加圧浮上前、加圧浮上後	○
			放流渠(河川への放流水)	☆
6	桂林発電所	4	洗煙水、沈澱再利用水、脱水分離水	○
			放流渠(河川への放流水)	◎
7	桂林第二紡績工場	4	洗煙水、一次沈澱池前、一次沈澱池後	○
			放流渠(河川への放流水)	◎
8	桂林腐乳工場	1	放流渠(下水道への放流水)	☆
9	電力電容器工場	1	放流渠(下水道への放流水)	◎
10	靈川化肥工場	3	中和処理前、中和処理後	○
			放流渠(河川への放流水)	◎
11	桂林タイヤ工場	4	一次沈澱処理前、一次沈澱処理後、最終沈澱処理後	○
			放流渠(河川への放流水)	◎

凡例：○…………… pH、SS、DO、BOD、COD (Cr)、COD (Mn)、蒸発残留物、アンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸態窒素 (NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N)、全窒素、全りん、

◎…………… pH、SS、DO、BOD、COD (Cr)、COD (Mn)、蒸発残留物、アンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸態窒素 (NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N)、全窒素、全りん、大腸菌数、フェノール類、シアン、砒素、総水銀、クロム (6価)、鉛、カドミウム

☆…………… pH、SS、DO、BOD、COD (Cr)、COD (Mn)、蒸発残留物、アンモニア態窒素 (NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸態窒素 (NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N)、全窒素、全りん、大腸菌数、

表 1.6 各対象工場廃水の水質特性

工場 No.	工場名	水質特性	廃水処理施設の概要
1	桂林味精工場	河川放流の冷却水にも窒素が比較的多く含んでいる。下水放流水も全項目とも濃度が高い。	酵母廃水から発生する固形物は、鶏と豚の飼料として再生利用されている。酵母発酵処理施設では、CODが改善されている。
2	桂林製菓工場	現地調査時の放流水は、黄色を呈しており、全項目とも水質は悪化している。	黄色を呈している廃水の一部は、未処理で河川に放流されている。全体の総合廃水は、中和・沈澱処理されて寧遠河に排水されている。
3	桂林ゴム工場	他の工場と比較して、水質は比較的良好である。	排水は、流入⇒沈澱⇒スクリーン⇒凝集沈澱⇒放流というフローに従って処理されている。
4	桂林漓泉股工場	放流水のBOD、CODが高い濃度となっている。	排水は、流入⇒中和⇒接触酸化塔⇒接触酸化法⇒放流というフローで処理されている。
5	桂林製紙工場	加圧浮上処理前後で、SSは、低減している。他の排水も混入した放流水では、濃度が高くなっている。	加圧浮上を含めた二段の水処理によって、固液分離されていて、流出側のSSは、10mg/l程度まで浄化されているが、一部の系統では、未処理のまま漓江に放流されている。
6	桂林発電所	処理工程では、pHが低い。放流渠ではほぼ他の項目を含めて比較的低い濃度である。	排水は、流入⇒沈澱⇒ろ過⇒放流というフローに従って処理されている。
7	桂林第二紡績工場	河川放流であるが、有機物と窒素濃度は改善の余地がある。	流入⇒沈澱⇒酸化池⇒放流というフローで排水処理されている。
8	桂林腐乳工場	有機物濃度は高い水準にある。	汚水処理施設はないが同工場は市内にあり、排水規制のきびしさから河川放流ではなく1978年から直接下水道に放流している。
9	電力電容器工場	全項目とも比較的濃度が低い傾向にある。	水処理は、地下に設置されている油水分離装置であり、分離された油は、ドラム缶に注入されている。
10	桂林タイヤ工場	全項目とも比較的濃度が低い傾向にある。	3段の沈澱池で単純な重力沈澱だけで除去している。
11	靈川化肥工場	放流渠での水質は、pHが10.5とアルカリ性が強い。他ではSSと硫酸が高い。	総合廃水処理施設では、硫酸酸性であるので、石灰で中和処理して3段の沈澱池で固形物を分離して河川に放流している。

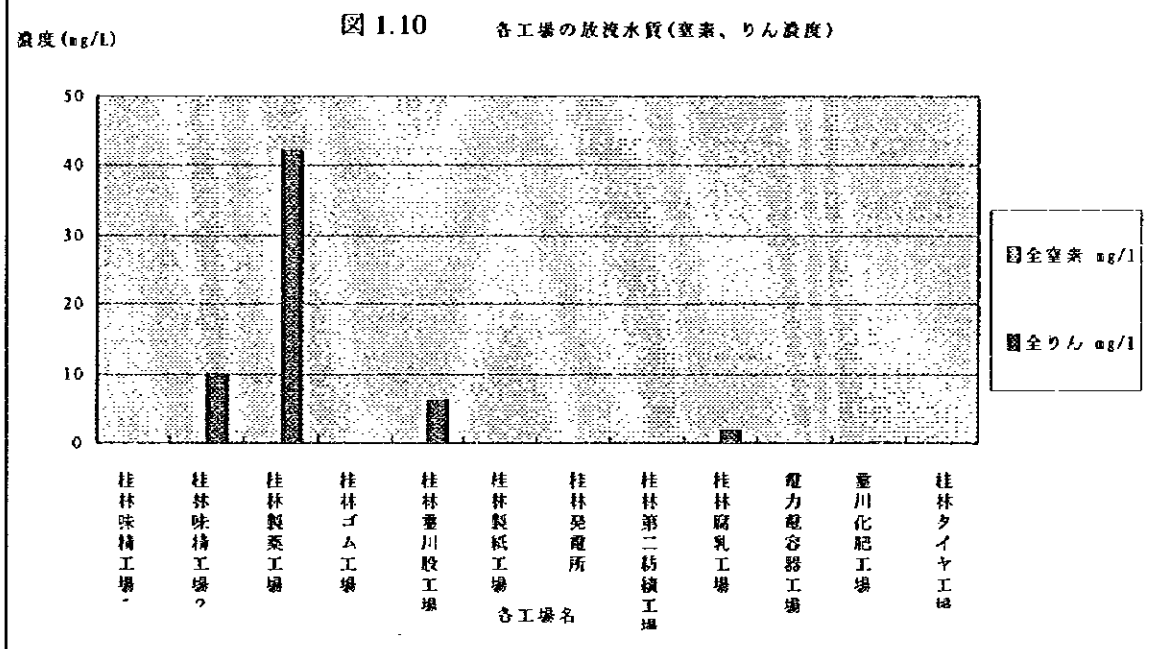
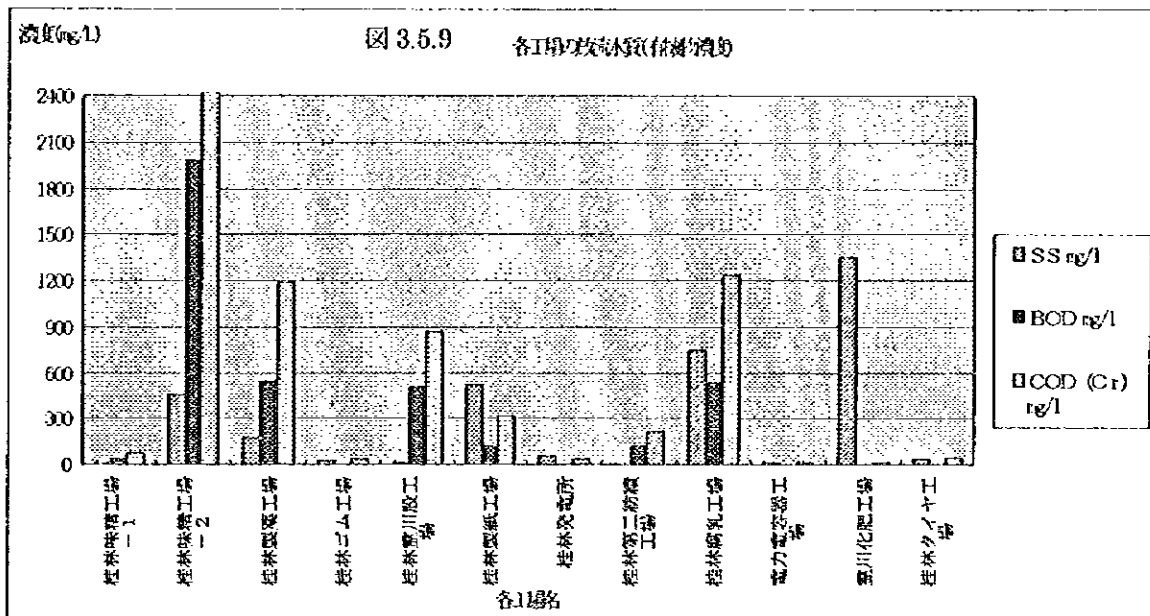
③窒素、リン濃度

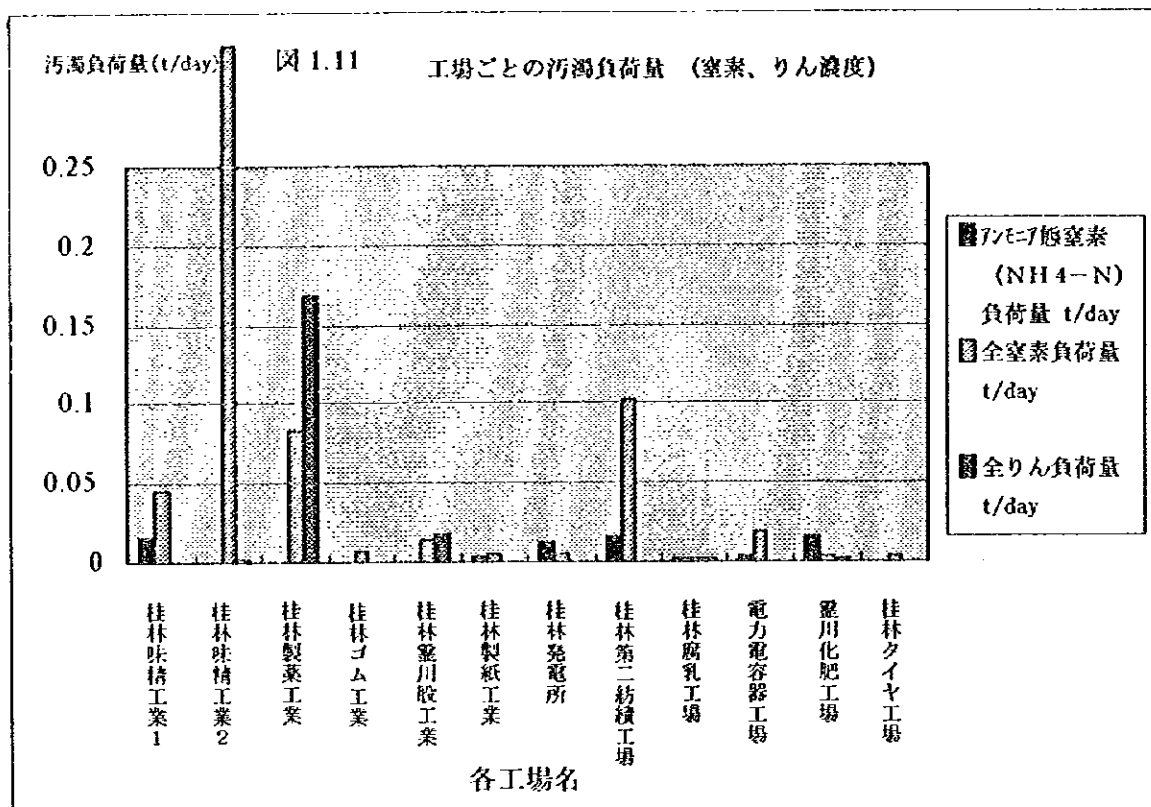
桂林味精工場及び桂林製菓工場では、排水中の窒素及びリンの濃度が高い。

④有害物質濃度

桂林製菓工場では、フェノール類の濃度が9.47mg/lと高く、その他シアン及び砒

素も検出されている。また、霊川化肥工場では、砒素がやや高い濃度として検出されているため、河川水質の安全性に関して懸念があり、有機物濃度や窒素、りん濃度の削減と併せて個別の浄化対策が必要と考えられる。





#### (5) 排水処理施設の現状と処理効率

##### ① 排水処理施設の概要

桂林市環境保護局提示資料によると、現在対象となる 65 の工場の廃水処理施設の方式は、業種により異なるが図 3.5.12 にあるように、廃水処理施設の方式が不明な工場を除くと、沈澱処理により廃水処理を行っている工場が多く、次いで、化学処理、沈澱化学処理等がこれに続いている。

##### ② 処理効率

表 1.7 及び図 1.12~13 には、今回の水質調査結果を基にした各工場の水質項目ごとの排水処理施設による処理効率を示す。これらの結果より、現状の桂林市における主要な工場の廃水処理施設における処理効率は、実際の水質測定日に該当する時期では、工場によっては、一次処理水よりも放流水の水質が悪化しているケースも見られた。沈澱処理を主体に実施している工場では、SS が比較的処理効率が高い反面、生物処理を実施している味精工場やビール工場では、有機物指標である BOD や COD の処理効率は、まちまちな結果となっている。また、窒素及びりんの栄養塩類濃度特に、りんの処理効率は、全体的に低い傾向となっている。

表1.7 主要汚濁源の処理効率

測定項目	単位	味精工場処理効率	製薬工場処理効率	ゴム工場処理効率	ビール工場処理効率	製紙工場処理効率	発電所処理効率	紡績工場処理効率	肥料工場処理効率	タイヤ工場処理効率
SS	%	78.2	0.0	59.1	96.3	0.0	99.1	100.0	0.0	99.2
BOD	%	94.7	0.0	84.2	46.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
COD (Cr)	%	92.8	0.0	70.2	51.8	0.0	98.4	0.0	56.5	83.8
COD (Mn)	%	94.9	0.0	72.2	36.3	0.0	97.0	78.3	0.0	57.1
全窒素	%	91.3	0.0	0.0	69.3	0.0	95.3	28.0	0.0	88.3
全りん	%	71.5	0.0	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	58.3

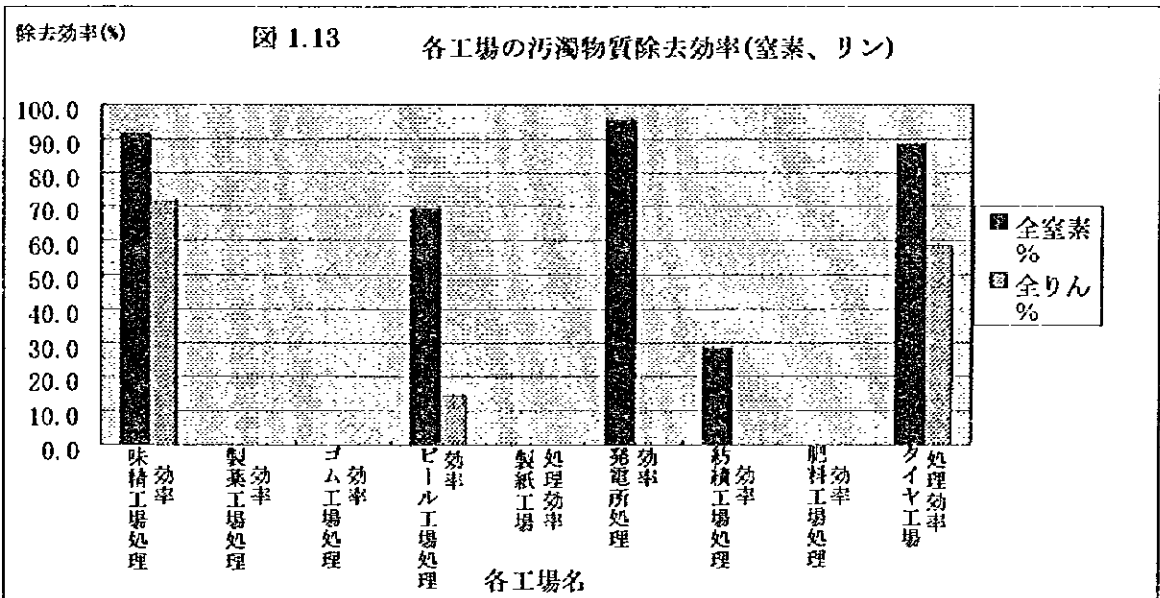
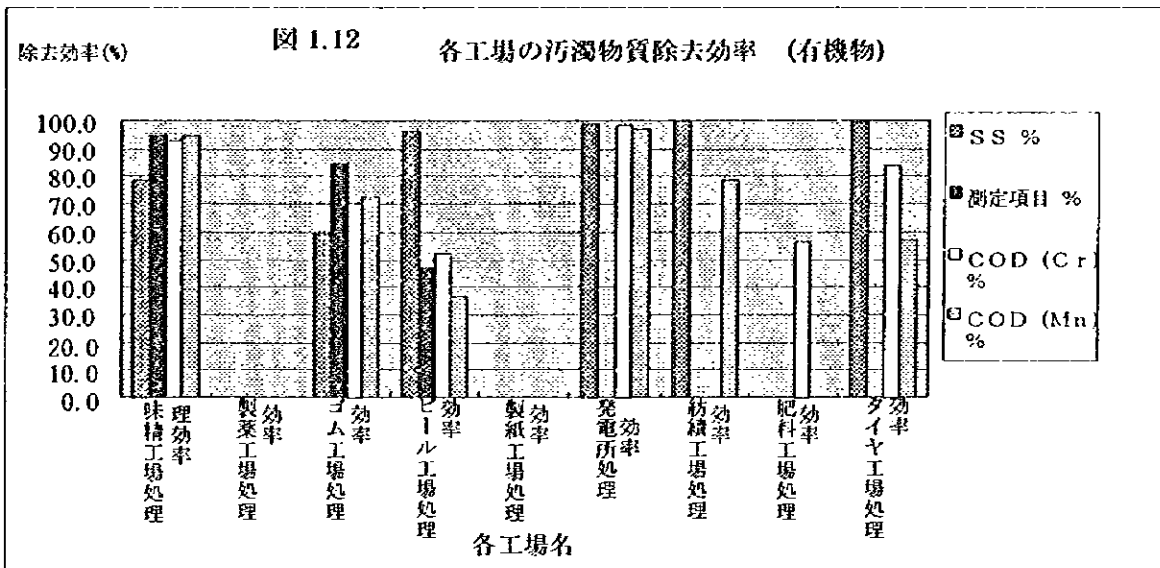
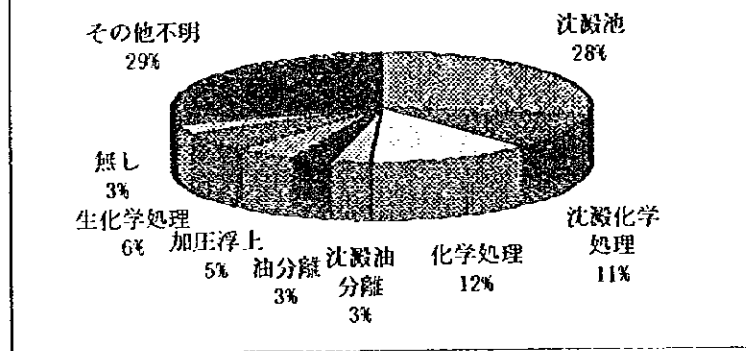




図 1.12 廃水処理方式の現状



#### 1.4 工業出荷額等の予測

中国政府による「桂林市市区城区污水治理工程 可行性研究報告」<sup>⑧</sup>の記載による工業出荷額等の予測によると、1994年の全市国民生産額 38.06 億元、全市工業生産額 74.22 億元となっており、桂林市では中型の企業が主体となっており、機械、電子、フィルム、繊維産業、食品工業及び医薬品製造等が多い。(表 3.5.8～11 参照)

桂林市の 95 次 2010 年経済社会発展主要目標は、以下の通り設定されている。

- a 全市の国民生産額は、2000 年で 77.87 億元で年平均増加率 12.88%
- b 全市の工業生産高は、2000 年で 167 億元で年平均増加率 14.5%
- c 全市全人口は、2000 年で 145 万人で年平均増加率 2.14%、このうち城区 47 万人、年平均増加率 3.73%、2010 年には、162 万人以内で年平均増加率 1.12%、このうち城区が 58 万人で、年平均増加率 2.23%である。

表 1.8 各年次ごとの工場排水量の推定

項目	2000 年	2010 年	2015 年
排水定額 (m <sup>3</sup> /万元)	52.68	33.72	29.50
工業出荷額 (億元)	63.2	168.5	247.6
工場排水総量 (万 m <sup>3</sup> /年)	3329	5682	7304

表 1.9 各年次ごと市区工場排水量の予測

項目	2000 年	2010 年	2015 年
工場排水総量 (万 m <sup>3</sup> /日)	11.40	19.46	25.00

表 1.10 工場排水汚濁負荷量予測

目標年次	BOD <sub>5</sub>		SS	
	濃度(mg/L)	負荷量(kg/日)	濃度(mg/L)	負荷量(kg/日)
2000年	200	22800	300	34200
2010年	200	38920	300	58380
2015年	200	50000	300	75000

表 1.11 各下水処理場（系統）への工場排水の流入量予測

名称		工場排水発生量 (万 m <sup>3</sup> /日)		
		2000年	2010年	2015年
北 区	北厂	0.19	0.33	0.43
	東調	0.60	1.01	1.30
東区		2.60	4.45	5.72
琴潭区		2.53	4.32	5.55
中南区		5.48	9.35	12.00
合計		11.40	19.46	25.00

### 1.5 汚濁負荷量の推定

#### (1) 現状における汚濁負荷推定に関する資料の整備状況

##### ① 工場排水量に関する資料

桂林市環境保護局提示資料<sup>①</sup>による 65 の工場の諸元に関する資料では、工業用水使用量は把握されているが、実際の工場排水放流量は把握されていない。

##### ② 排水水質に関する資料

排水水質に関しては、今回実施した水質調査結果によるの 11 箇所の工場に関する水質データと、1995 年(一部 83 年～93 年の測定データもある。)に測定された工場に対する水質監視データがある。ただし、既存水質監視データでは、CODの測定事例が多い反面、BODの測定数は少なく、全体の 65 の工場の 1/8 の 8 工場のデータに限られる。

#### (2) 水質調査結果から得られる汚濁負荷量

今回実施した、工場排水の水質調査結果を基にした、対象各工場の汚濁負荷量の推定を行うと、以下のとおりとなる。

##### ① 排水水量の推定

今回の水質調査では、例外を除き各工場の放流渠で実測流量が得られている。各工場の放流渠における流量測定データを基にした排水量を表 3.5.12 に示す。

この排水水量は、各工場が、24 時間連続運転で、1 年間 365 日フル稼働していると仮定したものである。

## ② 汚濁負荷量の推定

各工場の放流渠での実際の分析結果を基に、汚濁物質の負荷量の推定を行うと、表 1.13 及び図 1.14 のとおりとなる。この結果から、SS、BOD及びCODといった有機物指標に係わる汚濁負荷量は、実態調査を実施した 11 の工場の中では、桂林味精工場、桂林製薬工場、桂林ビール工場、桂林第二紡績工場及桂林製紙工場等で大きい値となっており、特に桂林製薬工場では、排水が河川に放流されていることもあって、今後の水質改善が望まれる。また、窒素、りん汚濁負荷量は、窒素では、桂林味精工場、桂林製薬工場及び桂林第二紡績工場が大きく、りんでは桂林製薬工場が大きい負荷量となっている。

表 1.12 各工場の排水量

工場 No.	工場名	放流渠の実測流量 (m <sup>3</sup> /s)	日排水量 (m <sup>3</sup> /日)	年排水量 (万 m <sup>3</sup> /年)	備考
1	桂林味精工場	0.035	3024	110	冷却水で河川に放流
1	桂林味精工場	0.003	259	9.5	下水道への放流水
2	桂林製薬工場	0.046	3974	145	河川に放流
3	桂林ゴム工場	0.023	1987	72.5	河川に放流
4	桂林漓泉股工場	0.033	2850	104	下水道への放流水
5	桂林製紙工場	0.082	7085	259	河川に放流
6	桂林発電所	0.17	14688	536 ※(1608)	河川に放流、また、調査時は 1/3 の稼働、
7	桂林第二紡績工場	0.094	8121	296	河川に放流
8	桂林腐乳工場	0.006	518	18.9	下水道への放流水
9	電力電容器工場	0.045	3888	142	下水道への放流水
10	靈川化肥工場	0.079	6826	249	河川に放流
11	桂林タイヤ工場	0.044	3801	139	河川に放流

注※：燃焼炉 3 基のうち 1 基の稼働であったため、全稼働にした場合の推定排水量

ただし、表 1.12 には、木材加工業及びガラス製造業は対象から削除した。これは、汚濁負荷源原単位の推定に関するデータがないこと、さらに工場数がそれぞれ 1 工場ずつで、工業出荷額及び排水量も小さいため、全体の発生負荷量からは無視し得

ることによる。

(3) 現状における汚濁負荷量の推定

① 汚濁負荷量推定に当たっての考え方

a 対象水質項目

汚濁負荷量の推定に際しては、水質対象項目として、BOD、COD(Cr)、COD(Mn)、SS、全窒素、アンモニア態窒素、全りんのうち7項目を選定する。

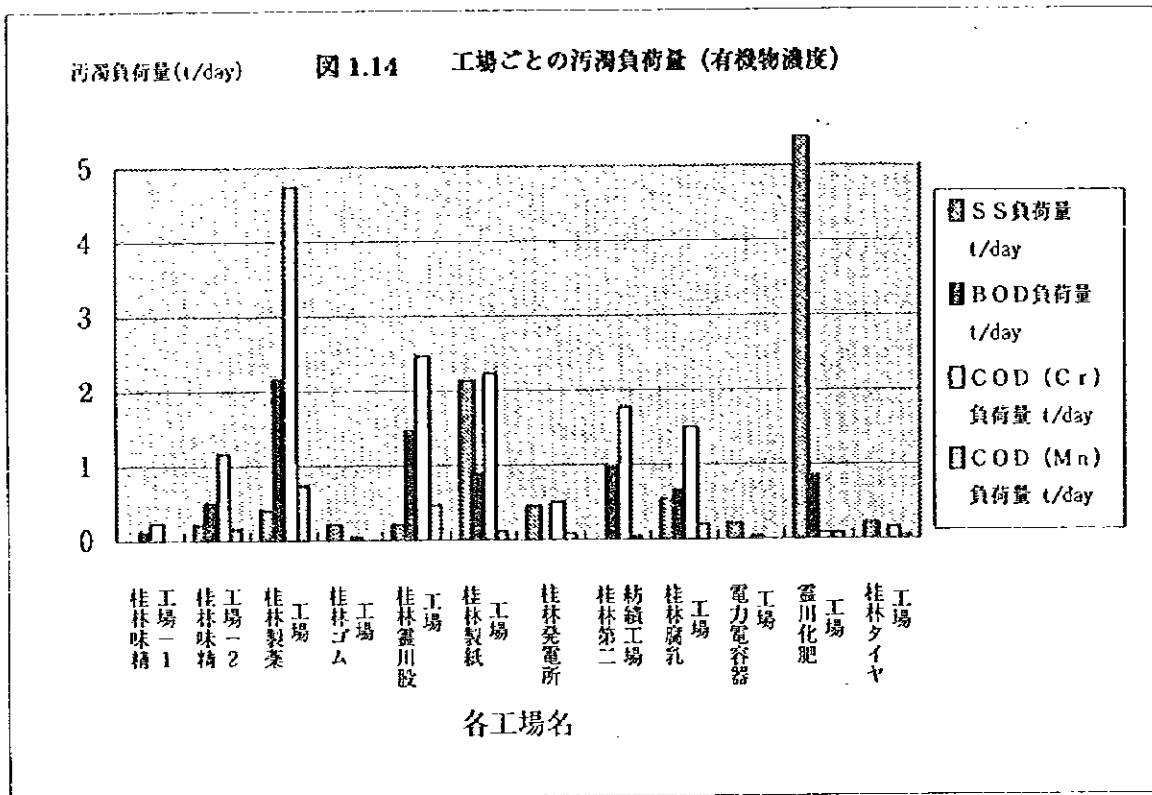
b 工場排水量の推定

現状では、各工場の水量に関するデータは、桂林市環境保護局提示資料<sup>①</sup>による個々の工場の工業用水量が整備されているが、循環利用を考慮した工場排水放流量は明確にされていない。そのため、今回の水質実態調査による放流量と工場用水使用量との関係、中国政府による「桂林市市区城区污水治理工程 可行性研究報告」<sup>②</sup>の記載による現状の排水総量は、約2864万m<sup>3</sup>/年で、66工場への工業用水給水量は、6392万m<sup>3</sup>/年との関係等を参考に推定する。その結果を表3.5.14に示す。

表 1.13 各主要工場の汚濁源負荷量推定一覧表(総負荷量)

測定項目	桂林味 精工場 -1	桂林味 精工場 -2	桂林製 薬工場	桂林 ゴム 工場	桂林壘 川股工 場	桂林製 紙工場	桂林発 電所	桂林第 二紡績 工場	桂林 腐乳 工場	電力 電容 器工 場	靈川化 肥工場	桂林夕 イヤ工 場	合計
SS負荷量	6.6	42.7	255.3	13.1	7.3	1339.5	836.4	0.0	330.2	18.4	3375.8	44.4	5712.1
BOD負荷 量	40.8	187.1	781.9	2.2	533.9	320.7	-	346.8	234.9	0.0	-	-	2763.7
COD(C r)負荷 量	85.0	416.8	1723.4	20.3	900.2	814.6	562.8	652.2	515.7	20.6	24.9	58.3	5119.6
COD(M n)負荷 量	3.8	51.7	262.6	3.6	173.8	36.2	80.4	14.8	71.1	3.3	22.4	8.3	678.3
アンモニア 態窒素 (NH <sub>4</sub> - N)負荷 量	6.0	-	-	-	-	1.0	-	-	0.1	1.3	5.6	-	24.6
全窒素負 荷量	16.2	119.2	30.6	2.3	4.8	2.2	5.4	37.4	0.6	7.0	1.3	1.0	224.4
全りん負 荷量	0.1	0.9	61.2	-	6.5	-	-	0.2	0.8	0.1	0.7	0.1	70.6

単位：t/年



**表 1.14** 現状の桂林市工業汚濁負荷量のうち排水量の推定

業種	関連工場数	現状の工業出荷額(億元/年)	工業用水量(万 t/年)	工場排水量(万 t/年)	単位排水量(万 t/年・億元)
発酵・醸造	3	2.88	334	150	52
食品加工	9	2.65	249	112	42
製薬工業	6	4.79	332	149	31
機械・金属加工	24	16.96	991	444	93
紡績業	8	3.41	271	121	35
化学・ゴム製造業	10	12.27	622	279	23
製紙業	2	1.26	467	209	166
木材加工業	1	0.02	1	0.5	25
発電業	1	0.07	2634	1180	16857
ガラス製造業	1	0.05	46	21	420
合計	65	44	5947	2664	—

c. 工場排水の処理率の推定

今回の工場の水質実態調査結果を基に、業種ごとの工場排水の処理率を推定する。

② 汚濁負荷量原単位の分類構成

工場排水負荷原単位の分類構成は、表 1.15 のとおりとする。

③ 桂林市工業汚濁負荷量の推定

表 3.5.13 の今回対象とした 11 工場の総汚濁負荷量からそれぞれの工業出荷額を基にした単位出荷額当りの汚濁負荷量を求めると、表 1.16 のとおりとなる。また、この結果ら、業種ごとの単位出荷額当りの汚濁負荷量を求めると表 1.17 となる。これらの結果から、現状における桂林市工業汚濁負荷量の推定を行うと、表 1.18（全発生負荷量）及び表 1.19（河川への放流負荷量）のとおりとなる。

表 1.15 工場排水負荷量原単位の分類構成

業種	業種構成	適用
発酵・醸造	発酵食品、ビール製造業等	1995 年出荷額で算定
食品加工	大豆加工、米粉業、缶詰等	〃
製薬工業	製薬業、香料製造、	〃
機械・金属加工	機械製造、電気、金属加工	〃
紡績業	製糸業、ウール、タオル等	〃
化学・ゴム製造業	肥料、日用品製造、ゴム等	〃
製紙業	製紙	〃
木材加工業	木材加工	〃
発電業	火力発電	〃
ガラス製造業	ビール瓶製造	〃

(4) 漓江流域における汚濁負荷量の今後の変化

今後、漓江流域の将来に向けての経済発展から工業出荷額の増加が見込まれ、それにつれて汚濁負荷量も変化していくことになる。ここでは、関連する資料により、今後の工業出荷額の推移から漓江流域における汚濁負荷量の今後の変化を推定する。

① 今後の工業出荷額の推移

現状の工業出荷額から将来的な工業出荷額推移をの中国政府による資料<sup>⑧</sup>から求めると、1995 年の 44 億元/年を 1 とすると、2000 年では、63.2 億元/年で 1.44、2010 年では、168.5 億元/年で 3.83、2015 年では、247.6 億元/年で 5.63 となる。

表 1.16 各主要工場の汚濁源負荷量原単位推定一覧表 (単位出荷額当り)

測定項目	桂林味 精工場 -1	桂林味 精工場 -2	桂林製 菓工場	桂林 ゴム 工場	桂林登 川殿工 場	桂林製 紙工場	桂林発 電所	桂林第 二紡績 工場	桂林 腐乳 工場	電力 電容 器工 場	登川化 肥工場	桂林夕 イヤ工 場	備考
SS 負荷量	5.2	33.4	228	33.6	6.3	1196	11961	0	2752	38.2	671	50.5	
BOD 負荷量	31.9	146	698	5.6	461	286	—	434	1958	—	—	—	
COD (Cr) 負荷量	66.4	326	1539	52.0	783	727	8040	815	4518	42.9	5.0	66.3	
COD (Mn) 負荷量	3.0	40.4	234	9.2	151	32.3	1149	18.5	592	6.9	4.4	9.4	
アンモニア態窒素 (NH <sub>4</sub> -N) 負荷量	4.7	—	—	—	—	0.9	—	7.4	3.3	2.7	—	—	
全窒素 負荷量	12.7	93.1	27.3	5.9	4.2	2.0	77.1	46.8	5.0	14.6	0.3	1.1	
全りん 負荷量	0.1	0.7	51.6	—	5.6	—	—	0.2	6.7	0.2	0.1	0.1	

単位：t/年・億円

表 1.17 業種ごとの汚濁源負荷量原単位推定一覧表

業種 項目	発酵・醸造	食品加工	製菓業	機械・金属 加工	紡績業	化学・ゴム 製造業	製紙業	発電業
SS 負荷量	22.5	2752	228	38.3	0	252	1196	11961
BOD 負荷量	321	1958	698	—	434	5.6	286	—
COD (Cr) 負荷量	588	4518	1539	42.9	815	41.1	727	8040
COD (Mn) 負荷量	97.2	592	234	6.9	18.5	7.7	32.3	1149
アンモニア態窒素 (NH <sub>4</sub> -N) 負荷量	4.7	3.3	—	2.7	7.4	—	0.9	—
全窒素負荷量	55.0	5.0	27.3	14.6	46.8	2.4	2.0	77.1
全りん負荷量	3.2	6.7	51.6	0.2	0.2	0.1	—	—

単位：t/年・億円

② 検討事項と推定に当たっての前提条件

汚濁負荷量の将来変化を推定するに当たっては、以下の前提条件に従う。

- ・対象工場は、現状把握した 65 工場がそのまま 2015 年までとする。
- ・各業種の工業出荷額の将来変化は、①で示した変化率で一様とする。
- ・工場排水の放流先の区分（河川放流及び下水道放流）は、現状のまま変化しないとして考える。

③ 工場排水による汚濁負荷量の将来変化

各年次ごとの工場排水による汚濁負荷量の推移をまとめると表 1.20～21 のとおりとなる。

表 1.18 業種ごとの汚濁負荷量原単位の推定（現況の全発生量）

業種	SS	BOD	COD(Cr)	COD(Mn)	アモニウム態窒素	全窒素	全りん
発酵・醸造	65	924	1693	280	13.5	158	9.2
食品加工	7293	5186	12052	1569	8.7	13	17.8
製薬工業	1092	3343	7372	1121	—	131	261.5
機械・金属加工	650	—	728	117	45.8	248	3.4
紡績業	0	1480	2779	63	25.2	160	0.7
化学・ゴム製造業	3092	69	501	94	—	29	1.2
製紙業	1507	360	916	41	1.1	3	—
発電業	837	—	564	81	—	6	—
合計	14535	11363	26608	3366	94.4	748	293.8

単位：t/年

表 1.19 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）

業種	SS	BOD	COD(Cr)	COD(Mn)	アモニウム態窒素	全窒素	全りん
発酵・醸造	26	369	676	112	5.4	63	3.7
食品加工	4128	2936	6822	888	5.0	8	10.1
製薬工業	264	810	1785	271	—	32	63.3
機械・金属加工	460	—	516	83	32.5	175	2.4
紡績業	0	538	1011	23	9.2	58	0.2
化学・ゴム製造業	2825	63	461	86	—	27	1.1
製紙業	1507	360	916	41	1.1	3	—
発電業	837	—	564	81	—	6	—



合計	10017	5076	12750	1585	53.1	372	81.1
----	-------	------	-------	------	------	-----	------

単位：t/年

表 1.20 各年次ごとの工業出荷額の推移 (全体発生量)

対象年次	SS	BOD	COD(Cr)	COD(Mn)	アモニウム態窒素	全窒素	全りん
1995年	14535	11363	26608	3366	94	748	294
2000年	20930	16363	38316	4847	136	1077	423
2010年	55669	43520	101909	12892	362	2865	1125
2015年	81832	63974	149803	18951	531	4211	1651

単位：t/年

表 1.21 各年次ごとの工業出荷額の推移 (河川への放流負荷量)

対象年次	SS	BOD	COD(Cr)	COD(Mn)	アモニウム態窒素	全窒素	全りん
1995年	10047	5076	12750	1585	53	372	81
2000年	14468	7309	18360	2282	76	536	117
2010年	38480	19441	48833	6071	203	1425	311
2015年	56565	28578	71783	8924	299	2066	457

単位：t/年

## 1.6 他の事例との比較

### (1) 工場排水の水質特性

現状における桂林市の工場排水の水質実態と日本の工場排水の水質との比較を行う。表 1.22 は、日本の代表的な工場による汚濁源とその排水の水質である。また、表 1.23 は、実態調査を実施した個別の工場ごとの排水水質と表 1.22 の日本の工場の排水水質との比較により桂林市の工場排水の特性を示したものである。この表から桂林市の工場排水の水質は、

### (2) 工場排水の再生利用

工場排水を工業用水化して極力回収再利用することは、工場の操業が継続できるか否かにかかわる重大問題である。

米国においては、1972年の連邦水質汚濁防止法により、1985年(昭和60年)までに公共水域にいつさいの汚染物質を排出しないことを第1の国家目標とし、そのためには使用できる最善の高度処理技術を用いなければならないと定めた。

排水は環境保全のために処理するのではなく、水資源を回収再利用する。

表 1.22 日本の主な工場の汚濁源とその水質および廃水処理方法<sup>⑧</sup>

業 種	製品名	廃水の根源	廃水の水質、量 (1工場当たり)	一般的処理法	備 考
食料品 製造業	肉製品、乳製品、水産食品、農産保存食品、調味料、砂糖、パン菓子、清涼飲料、精製、製粉、ビール、酒類、イースト、でん粉、ぶどう糖、水あめ、めん類、生あん、その他のびん詰め、カン詰製品、食用油など。	原料処理施設 湯煮施設 洗びん施設 洗浄廃水 集じん脱臭 発酵廃水 殺菌廃水 さらし施設 沈でん施設 冷却水など。	pH ; 洗びん排水系統 pH 8.0~11.0 脱酸、酸処理系統 pH 2.0~7.0mg/L BOD ; 50~300mg/L がもっとも多い。中には、2000~5000mg/Lのものもある。 SS ; 200mg/L 前後が多く、2000~4000mg/Lのものもある。 廃水量 ; 100~200m <sup>3</sup> /日前後が多いけれど、2000~10000m <sup>3</sup> /日の大型もある。	活性汚泥処理がもっとも多い(この場合、中和SS除去のため、前処理が必要となるときがある。)。単純沈でん処理、浮上処理、凝集沈でん処理も一部で行われている。	非常に濃度の高いもので、可溶性たん(蛋)白質、油分などを含んだ廃水は、臭気などにはとくに注意が必要である。 活性汚泥処理の場合は、栄養塩類のアンバランスなどが考えられる。 腐敗性が非常に強いので、夏季など臭気にとくに注意が必要である。
パルプ、 紙および 加工品製 造業	各種パルプ、各種用紙、板紙、和紙、特殊加工紙など。	蒸解施設 漂白施設 抄紙施設	pH ; 2.0~9.0 BOD ; 50~250mg/L 400~1000mg/L SS ; 50~400~800mg/L 廃水量 ; 500~2000m <sup>3</sup> /日 20000~50000m <sup>3</sup> /日	凝集沈でん処理 浮上分離法 活性汚泥法 ろ過法	パルプ、特殊加工紙の廃水は色に注意が必要である。
化学工業	化学肥料、無機工業製品、有機工業製品、化学繊維、動植物油脂、医薬品など。	反応施設 洗浄施設 漂白施設 蒸留施設 抽出施設 冷却水など。	pH ; 2.0~12.0 BOD ; 200mg/L 前後が多いが、1500~5000mg/Lのものもある。 廃水量 ; 200~1000m <sup>3</sup> /日が多いが 3000~10000~50000m <sup>3</sup> /日のものもある。	中和沈でん処理が主であるが、有機物の多いものには活性汚泥処理も行われている。他に、油分離法、凝集沈でん処理法も行われる。	色、悪臭など、とくに臭気は、硫化物、有機溶剤などの原因による場合が多いので、使用薬品の用途には充分な注意が必要である。 油はエマルジョン化されて、分離しにくいので、特別な対策が必要である。 その他重金属塩類などの対策も必要である。
金属製品 製造業	溶融めっき、電気めっき、金属表面処理品など。	電気めっき施設、化成被膜施設、酸、アルカリ洗浄施設	pH ; 1.0~12.0 CN ; 20~200mg/L Cr ; 40~150mg/L SS ; 70~150mg/L 廃水量 ; 10~30~200m <sup>3</sup> /日	シアン、クロム酸化還元中和沈でん処理	特殊有害物質を含み着色している場合が多いので、処理には充分な注意が必要である。
その他	皮革、同製品、染色製品、よう(染)棄土石品など。	原料処理施設、なめし、染革、染色施設、成型施設など。	pH ; 3.0~12.0 BOD ; 100~250mg/L 前後 皮革は 2000mg/L 以上の場合もある。 SS ; 150~300mg/L 廃水量 ; 100~500m <sup>3</sup> /日	凝集沈でん処理。皮革は活性汚泥処理の場合もある。	廃水の時間変動が激しい。色、臭気、にごりなど注意が必要である。

## ① 使用水量の節減と生産工程の変更

工場内における水の使用箇所を再検討して、水を効率的に使用できるように合理化して使用水量そのものを減少させる根本的対策が必要である。たとえば洗浄方式を向流式にかえることだけで、使用水量は1/2～1/3に減少する可能性がある。

表 1.23 工場排水水質の他事例との比較<sup>①、②</sup>

業種	水質特性	比較関連図表
① 食品加工業種	日本の排水水質と比較して、桂林市の食品加工業種の工場の排水は、味精工場では、排水処理後の水質は下水道に放流されているが、BODは2000mg/L程度と非常に高いが、腐乳工場の総合排水のBOD濃度は、ほぼ同程度である。	表 3.5.22-a ~ b
② ビール工場	日本の排水水質と比較して、桂林市のビール工場の総合排水水質は、BODで見るとほぼ同等程度のオーダーである。しかし、日本のビール工場で活性汚泥法による処理が加えられている場合には、10mg/L以下で非常に除去率が高くなっている。	表 3.5.22-c ~ e
③ 医薬品製造工場	桂林市の医薬品製造工場のうち桂林製薬工場の排水水質は、着色排水であり、フェノール等の有害物質を多く含む。	
④ 紙パルプ工場	日本の肥料工場の排水処理水質と比較して桂林市の紙パルプ工場の排水水質と日本の排水水質と比較すると、pHが高くSSの濃度も大きいため、pH調整とSSの沈殿分離に問題がある。	表 3.5.22-f
⑤ 繊維工場	桂林市の繊維工場の排水水質は、有機物濃度が高く改善する必要がある。	
⑥ 機械製造工場	機械製造工場の排水水質は、主に含油排水であり、桂林市の工場排水の実態調査を行った、電力電容器工場では油分を測定しておらず比較は困難であるが、油水分離は良好であった。	
⑦ 化学肥料工場	日本の化学肥料工場の排水処理水質と比較して桂林市の化学肥料工場の排水水質はpHがアルカリ側でSSも高い。	表 3.5.22-g
⑧ ゴム工場	桂林市のゴム工場の排水水質は処理が有効に働いている。	

## ② 排水系統の分別と工場全体の回収再利用システムの確立

工場排水の回収再利用を経済的に行うためには、まず工場内の排水系統を再点検して、できるだけ系統別に分けて集めることが必要である。濃厚な排液と希薄な排水、無機系排水と有機系排水、酸性排水とアルカリ性排水、冷排水と温排水などを分別するためには、排水路や貯槽を設ける必要があるが、その費用はこれらを混合して一括処理するために必要な多額の設備費や運転経費に比べるとかえって安価につく場合が多い。

回収再利用にあたっては、つねに工場全体の水系統を考慮し、一つの系統の排水

を処理回収後同一系統の給水に循環再使用することばかりでなく、他の系統の給水に利用することを検討することが必要である。

③ クローズドシステムによる塩類の蓄積と脱塩

排水の回収再利用を徹底させてクローズドシステムにすると、次第に回収水中の塩類が増加して再利用が困難となる。たとえば冷却排水の回収再利用を繰り返すと、蒸発により濃縮され、また添加薬品の蓄積などが起こって、種々の障害を生じるから再利用できなくなる。

④ 工業用水化に用いられるユニットプロセス

工業用水化に用いられる主なるユニットプロセスをまとめると表 3.5.24 のとおりとなる。

表 1.24 工業用水化とユニットプロセス<sup>④</sup>

対象汚濁物質	ユニットプロセス
懸濁質とコロイドの除去	凝集 多層ろ過 マイクロスクリーニング
BOD、COD、ABS、色、臭の除去	活性汚泥処理 凝集 活性炭吸着 塩素処理 オゾン処理
油脂の除去	比重分離 油吸収 凝集ろ過 活性炭吸着
重金属	薬品沈殿 イオン交換 キレート樹脂処理
鉄リン	石灰処理 アルミニウム塩処理 鉄塩処理
脱窒	アンモニア放散 選択的イオン交換 生物学的硝化脱硝 塩素処理
脱塩	電気透析 逆浸透 イオン交換 蒸留
滅菌、ウイルスの不活性化	塩素処理 オゾン処理
スラッジの処理	濃縮 予備処理（消化、熱処理、冷凍融解、凝集剤添加、有機・無機スラッジの混合）脱水
スラッジの処分	焼却 焼成 回収再利用 固化 埋立 投棄

⑤ 再生利用する際の工業用水としての必要条件

表 1.24 に示した工場排水の再生処理により浄化された排水を再び工業用水として循環利用する場合、個別の業種ごとに必要となる水質条件は、表 1.25 に示したようになり、日本では工業用水に使用できるかどうかの判断基準として水質のガイドラインを定めている。桂林市の工場の場合、桂林発電所等一部の工場で工場排水を再生利用しているが、今後はさらに廃水処理のユニット化を充実させ、工場排水の再生利用を促進することで最終的に河川への汚濁負荷量の削減となり、漓江の水質改善に繋がる。

表 1.25 業種ごとの工業用水としての必要条件<sup>①</sup>

分類	業種	水の用途	工業用水としての条件
金属加工	切削・圧延 メッキ	冷却・洗浄	固形物、塩化物、硫酸塩等の濃度が低いこと。
		洗浄用水	清浄な軟水、塩化物、硫酸塩、炭酸塩、Fe、Al、Cu、Pa、Naが少ないこと。
建設	砕石・生コン	混練・洗浄	塩化物、Na、K濃度が低いこと。
窯業		製造用水	無色透明な軟水、Fe、Mn、硫酸塩、塩化物、Ca、Mg濃度が低いこと。
無機化学	無機材製造	各種用水	原料、材料、中間生成物、製品等と反応したり、不純物になる可能性のある危険性のある物質を含まないこと。特に、精製時には、純水を使う必要がある。
電子工学	ブラウン管 電子部品	蛍光体塗布 洗浄用水	Cu0.01mg/L以下、Fe0.05mg/L以下、Si0.05mg/L以下、固形物のほとんどない純水。半導体製造には比抵抗 $1000 \times 10^4 \Omega/\text{cm}$ 以上、固形物0.5mg/L以下、O <sub>2</sub> 、CO <sub>2</sub> 、有機物の無い純水
気缶		ボイラ用水	蒸留水、イオン交換水に近い純水、特に高圧ボイラーでは、電子部品用水に近い純水
畜産	酪農・養豚	飲料水	人間の飲料水として適合する水質の水
		洗浄用水	有害物質、病原微生物を含まないこと
木材	製材・チップ	パーガー用	塩化物、有害物質を含まないこと
皮革	皮なめし	なめし用水	水温16℃前後、有機物、Nが少ないこと
		洗浄用水	塩類、Fe、アルカリ度の低い低温の軟水
有機化学	有機物製造 フィルム 注射薬製造	各種用水	無機化学と基本的に同じ
		洗浄用水	NH <sub>3</sub> 、NO <sub>2</sub> 、NO <sub>3</sub> は全く不検出、Fe0.01mg/L以下、Cl10mg/L以下、硬度3以下等
		原料用水	蒸留水より厳しい水質、国際薬局法で規定
繊維	繊維加工 染色整理	各種用水	Fe及びMn0.5mg/L以下、Cl10mg/L以下の軟水
		洗浄用水	Fe及びMn0.25mg/L以下、Cl8mg/L以下、NO <sub>3</sub> 0.5mg/L以下、有機物、NH <sub>3</sub> の少ない低硬度の水
飲料	酒製造 清涼飲料水	仕込み用水	Fe、NH <sub>3</sub> 及びMn0.25mg/L以下、Cl8mg/L以下、NO <sub>3</sub> 0.5mg/L以下、有機物の少ない低硬度の水
		原料用水	飲料適の水、特に低アルカリ度、Fe、Mn、Si、有機物が少なく、製品になった際に不溶解物が生成しない水
食品	食品化工  調理・給食	製造用水	飲料適な水、蒸留水のように、Fe、Ca、P等まで少なくすると人の微量栄養素の接種に影響する
		間接冷却水	スケールが着かない程度の清浄な軟水で低温であること
		機器洗浄水	飲料適な水、特に衛生管理に配慮するときは遊離塩素を含む
		機器洗浄水	飲料適な水、同上

表 1.26-a 食品工場（豆腐工場）の排水水質

工場別	A		B		C	D	E
	平均	範囲	平均	範囲			
pH	6.5	6.3~7.8	7.1	6.5~9.0	5.3	6.5~7.8	-
C O D (mg/l)	431	173~812	650	124~980	421	250~300	856
B O D (mg/l)	682	346~953	925	209~1,383	357	200~600	973
蒸発残留物 (mg/l)	946	526~1,496	1,558	572~2,313	616	-	-
強熱減量 (mg/l)	717	392~1,136	1,167	337~1,868	-	-	-
浮遊物質 (mg/l)	212	124~442	524	137~738	400	200~300	-
塩素イオン (mg/l)	26	19~36	21	12~44	-	-	-
全窒素 (mg/l)	32	20~46	58	18~85	87	-	14
全リン (mg/l)	3.7	1.9~9.2	5.9	3.4~7.9	0.06	-	2.4
n-ヘキサノール抽出物質 (mg/l)	29	14~108	32	16~62	68	-	-

表 1.26-b 食品工場（味の素工場）のグルタミン酸母液分析値の一例

項目	濃縮法	イオン交換法
pH	3.0~3.2	1.5~1.7
BOD (ppm)	111000	14500
COD (ppm)	102000	14100
NH <sub>3</sub> -N (ppm)	17300	54
T-P (ppm)	820	480
SS (ppm)	20600	650

表 1.26-c ビール工場の排水水質 (1)

工程 項目	洗浄排水	ホップ 滓排水	麦芽 滓排水	酵母を 含んだ 洗浄 排水	びん 洗浄 排水	総合排水
排水量 (m <sup>3</sup> /日)	800	150	200	150	700	2,000
全固形物 (mg/l)	760	2,310	7,200	16,700	820	2,430
無機物 (%)	44.8	7.4	4.5	5.1	40.1	14.7
有機物 (%)	55.2	92.6	95.5	94.9	59.9	85.3
溶解性物質 (mg/l)	640	1,260	830	12,200	710	1,420
浮遊物質 (mg/l)	120	1,050	6,370	4,500	110	1,010
pH	6.4	4.2	4.2	4.5	10.7	7.1
B O D (mg/l)	390	3,430	850	19,800	230	1,750

表 1.26-d ビール工場のビール廃水の活性汚泥処理 (2)

項目	原廃水	処理水	除去率
外 観	淡黄土色	無色透明	—
臭 気	微下水臭	無 臭	—
透視度	2.0	19.0	—
pH	3.7	7.1	—
蒸発残渣	1416	192	86.4
浮遊物	396	5	98.7
有機物	1168	76	93.5
灰 分	248	116	53.4
全窒素	24	痕 跡	100
COD	550	17	96.9
BOD	620	8	98.7

表 1.26-e ビール工場の排水水質 (3)

項 目	工 場			
	A	B	C	D
pH	6.6	9.1~10	9.0~11	3.7
B O D [mg/l]	860	780~870	500~1,500	620
C O D [mg/l]	680	700~800	—	650
S S [mg/l]	110	250~300	400~500	396

表 1.26-f 紙パルプ工場の排水水質

廃 水	原 廃 水		処 理 水				
	COD [ppm]	UOD [ppm]	pH	COD [ppm]	COD除去率 (%)	BOD [ppm]	BOD除去率 (%)
SP	1000	300	7.9	810	19.0	60	83.9
KP	1000	310	8.1	750	25.0	70	77.4
Na-SCP (A)	1000	540	8.5	830	17.0	170	63.5
Na-SCP (B)	1000	530	8.5	710	29.0	85	81.0
NH <sub>4</sub> -SCP (A)	1000	510	8.4	810	19.0	110	78.5
NH <sub>4</sub> -SCP (B)	1000	580	8.4	610	39.0	50	91.4
GP	1300	610	7.5	580	55.4	240	60.6
CGP	1000	570	8.8	600	31.0	180	63.5
CGP	1000	570	8.4	720	28.0	95	80.4
おろパルプ (A)	1000	480	8.5	670	33.0	75	84.4
おろパルプ (B)	1000	570	8.3	490	51.0	45	92.1
白水 (A)	90	80	5.6	48	46.7	20	75.0
白水 (B)	125	60	7.8	35	72.0	10	83.4

GP 廃水および蒸発水の BOD loading は 0.6~1 kg/m<sup>2</sup>day、白水は約 0.1 kg/m<sup>2</sup>day として数回法により2回処理した。



表 1.26 - g 化学肥料工場の排水水質

水質項目	処理前	処理後
SS (mg/L)	3000	50
pH	3~10	8~9
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (mg/L)	2032	7
鉛 (mg/L)	230	0.1
銅 (mg/L)	17	0.6
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	0.1	0.2
濁度 (度)	—	20
色度 (度)	—	30

### 1.7 排水処理の改善対策

日本の工場排水の処理水質と今回の実態調査による漓江流域の主要工場の水質と比較して、水質的に問題があり、さらに、工場排水の負荷量が大きく、漓江の水質改善に検討を要する桂林製菓工場、桂林漓泉ビール工場、桂林第二紡績工場、桂林製紙工場及び桂林味精工場の5工場を選定し、各の工場について排水処理の改善対策を整理すると、表 1.27 のとおりとなる。

これらの工場では、工場から放流されている排水のBOD、CODやSSの汚濁物質濃度が高く、排水量も大きいため汚濁負荷量も大きいことから、最終的に漓江の水質改善のためには、現状の処理施設を表 1.27 に示した処理方式に改善していくことが必要となる。

表 1.27 主要工場排水の処理対策

対象工場名	現状の排水処理方式	対象排水量	現状の問題点	必要な改善対策
桂林製薬工場	北側排水口：下水道へ無処理で放流、南側排水口：pH調整され、沈殿処理されている。	北側排水口からは、2173m <sup>3</sup> /日、南側排水口からは 2520m <sup>3</sup> /日 合計：4693m <sup>3</sup> /日	現状のCOD <sub>Cr</sub> の排出負荷量は最も大きく、河川水質への影響は極めて大きく、早急な処理水質の改善が必要となる。	現状の放流水質のSSやCOD <sub>Cr</sub> が高濃度であるため、沈殿処理機能が有効に働いていない。従って自然沈降でなくSS除去のため凝集剤添加・pH調整の処理の追加と場合により活性炭吸着等の高級処理も必要となる。
桂林湧泉ビル工場	流量調整槽、最初沈殿池（2槽）、酸化塔（4塔）、接触酸化槽（2槽）、最終沈殿池へ	総合排水として 3200m <sup>3</sup> /日	現在の放流水質はBOD及びCOD <sub>Cr</sub> とも数百 mg/lと高く問題がある。現在河川放流に切り替えられる計画もあり、高度な廃水処理が不可欠である。	設計値に対する現状の処理施設が過小な規模となっている。さらに、有機物の分解処理に重要な位置を占める接触酸化槽が機能しておらず処理効率も著しく悪い。そのため高度な廃水処理施設として、メタン発酵処理施設の設置が望ましい。
桂林第二紡績工場	製造工程排水は、酸化池を経由して河川へ、石炭ボイラーの燃焼排ガス洗浄水は、傾斜板沈殿槽を経由酸化池	総合排水として 740m <sup>3</sup> /日	現状では、沈殿池及び酸化池を経由して河川に放流しているため、浮遊物質の除去に終始し、有機物の汚濁負荷量が大きい。このため、さらに有機物濃度の削減を期すには、生物処理が必要となる。	生物処理による有機物濃度の削減のためには、最初沈殿池、pH調整槽、凝集沈殿槽、生物処理槽（活性汚泥槽）、最終沈殿槽、砂ろ過槽等が必要となる。
桂林製紙工場	白水塔（沈殿分離槽）から加圧浮上分離槽へ印刷用塗料排水と石炭ボイラーの燃焼排ガス洗浄水は無処理	総合排水として 8340m <sup>3</sup> /日	無処理で放流されている排水として、印刷塗料排水と石炭炊きボイラー洗浄水があり、加圧浮上排水と合わせて放流しているため河川放流水は規制値を遵守できない。	無処理水の対応としてボイラー燃焼排ガス洗浄水の処理施設として専用の沈殿池を設ける。また、白水処理設備の加圧浮上分離槽の排水と塗料排水を合わせて処理する上で、生物処理施設を増設すること等が考えられる。
桂林味噌工場	酵母発酵処理で、排水濃度高い。CODで6万ppm、BODで3万ppm程度となっている。	総合排水として 8371m <sup>3</sup> /日	現状は、有機物濃度がCOD <sub>Cr</sub> で千ppm以上と非常に高く将来的に河川放流となつた際には、100ppm以下までにする必要がある。	更に、処理効率を上げるために、密閉式嫌気発酵処理施設、酵母蛋白質の飼料化施設の設置が考えられる。

## 参考資料リスト

- ① 桂林市環境保護局提示資料（漓江流域工場廃水の実態に関する資料及び既存水質測定資料）
- ② 世銀レポート 「PROJECT OF COMPREHENSIVE CONTROLLING THE LIJIANG RIVER ENVIRONMENT IN GUILIN BACKGROUND」 HEADQUARTERS FOR GUILIN LIJIANG RIVER ENVIROMENT COMPREHENSIVE CONTROLLING PROJECT 1995年6月
- ③ 「桂林市市区城区污水治理工程 可行性研究報告（最終報告）」 中国市政工程中南設計研究院 1996年6月
- ④ 「桂林市西北区污水治理工程—西城区污水系統工程可行性研究」 上海市政工程設計研究院
- ⑤ 「桂林市城市環境綜合整備第9次5ヶ年計画及び2010年計画」 桂林市環境保護局 1996年6月
- ⑥ 漓江水環境綜合管理計画調査 事前調査報告書 平成8年4月 国際協力事業団
- ⑦ 用水廃水便覧 用水廃水便覧編集委員会編 丸善
- ⑧ 食品工場排水処理ハンドブック 大野茂他 産業用水調査会
- ⑨ 川水廃水ハンドブック 産業用水調査会
- ⑩ 排水の公害対策 松谷守康 理工学社
- ⑪ 産業排水の削減対策