

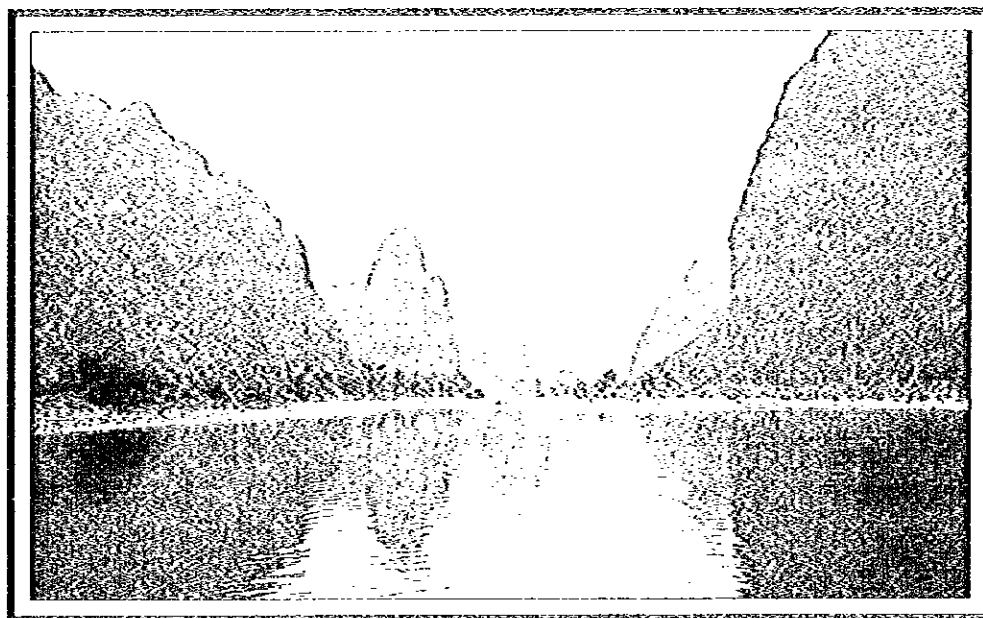
国際協力事業団

中華人民共和国
広西壮族自治区科学技術委員会
桂林市環境保護局

中華人民共和国

漓江水環境総合管理計画調査
最終報告書

サポーティングレポート



平成9年8月

JICA LIBRARY



J 1137788 [4]

セントラルコンサルタント株式会社
株式会社 建設技術研究所

社調二

J R

97-100

国際協力事業団

中華人民共和国
広西壮族自治区科学技術委員会
桂林市環境保護局

中華人民共和国

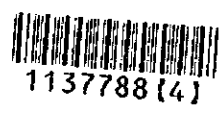
漓江水環境総合管理計画調査

最終報告書

サポーティングレポート

平成9年8月

セントラルコンサルタント株式会社
株式会社 建設技術研究所



1137788 {4}

目 次

水文

1. 流域概要	水文-1
1.1 漓江の概要	水文-1
1.2 気象	水文-2
1.3 洪水被害の概要	水文-5
2. 水文	水文-8
2.1 観測所	水文-8
2.2 降雨	水文-13
3. 水収支計算	水文-24
3.1 水収支計算条件	水文-24
3.2 水収支計算	水文-26
4. 流出計算	水文-31
4.1 計画基準点	水文-31
4.2 流域分割	水文-31
4.3 流出解析モデル(タンクモデル法)	水文-31
5. 治水施設	水文-40
5.1 計画中のプロジェクト	水文-40
5.2 計画水位	水文-41
5.3 将来計画	水文-41
5.4 計画中のプロジェクトによる水質改善効果	水文-45

水利用計画・水資源開発

1. 調査範囲と現況取水施設	水利用計画-1
1.1 調査範囲	水利用計画-1
1.2 現況取水施設	水利用計画-3
2. 現況の水利用	水利用計画-7
2.1 水利用の年次変化	水利用計画-7
2.2 月別取水量(過去10ヶ年平均)	水利用計画-8
3. 水利用の将来予測	水利用計画-11
3.1 将来フレーム	水利用計画-11
3.2 原単位の予測	水利用計画-13
3.3 年次別、地域別予測	水利用計画-14
3.4 月別水利用の予測	水利用計画-18
4. 渇水年の検討	水利用計画-23
4.1 確率渇水年	水利用計画-23

4.1 確率渇水年	水利用計画-23
4.2 渇水流況	水利用計画-26
5. 新規開発量の検討(参考計算)	水利用計画-28
5.1 月別需要量	水利用計画-28
5.2 新規開発量	水利用計画-28
6. 観測機器の設置	水利用計画-32
7. 計画・実施中のプロジェクトの概要	水利用計画-35
7.1 2010 発展計画	水利用計画-35
7.2 小溶江導水事業	水利用計画-38
7.3 五里峡ダム導水事業	水利用計画-41
7.4 潯江、義江から漓江への導水事業	水利用計画-43
8. 計画中のプロジェクトによる水環境改善効果	水利用計画-48
8.1 流量、治水、利水	水利用計画-48

工場排水処理・下水処理

1. 工場排水	工場排水下水処理-1
1.1 調査の概要	工場排水下水処理-1
1.2 現状の流域内における工場の分布と 工場排水の概要	工場排水下水処理-1
1.3 主要工場に対する水質調査の実施	工場排水下水処理-8
1.4 工業出荷額等の予測	工場排水下水処理-16
1.5 汚濁負荷量の推定	工場排水下水処理-17
1.6 他の事例との比較	工場排水下水処理-24
1.7 排水処理の改善対策	工場排水下水処理-31
2. 下水処理	工場排水下水処理-34
2.1 桂林年部の下水処理設備概要	工場排水下水処理-34
2.2 既設、各汚水処理場の概要	工場排水下水処理-36
2.3 既設汚水処理場の設計値 と運転実績値	工場排水下水処理-38
2.4 下水処理施設の整備	工場排水下水処理-41
3. 水環境改善対策と便益	工場排水下水処理-44
3.1 水質汚濁対策	工場排水下水処理-44
3.2 工場排水の処理対策	工場排水下水処理-46

水質管理計画

1. 河川水質現況	水質管理計画-2
1.1 調査の手順	水質管理計画-2
1.2 河川水質現況について	水質管理計画-6
1.3 榕湖、杉湖の水質状況	水質管理計画-6
2. 自浄作用	水質管理計画-22
2.1 自浄作用調査の概要	水質管理計画-22
2.2 平水期現地自浄作用調査	水質管理計画-22
2.3 平水期自浄作用調査・室内実験	水質管理計画-24
2.4 濁水期現地自浄作用調査	水質管理計画-27
2.5 濁水期自浄作用調査・室内実験	水質管理計画-28
2.6 自浄作用係数の検討	水質管理計画-31
3. 計画中のプロジェクトによる水質改善効果	水質管理計画-39
3.1 導水プロジェクトによる河川水質改善効果	水質管理計画-39
3.2 榕湖・杉湖のプロジェクト実施による水質改善効果	水質管理計画-41
3.3 下水道整備の進展による生活排水由来の 汚濁負荷の削減効果	水質管理計画-42
4. 汚濁負荷、下水処理、河川水質の将来予測	水質管理計画-44
4.1 水質管理・予測モデルの考え方について	水質管理計画-44
4.2 現況再現計算	水質管理計画-47
4.3 将来予測計算	水質管理計画-51
4.4 濁水期水質の将来予測	水質管理計画-55
5. 水質改善目標	水質管理計画-57
6. 水質汚濁対策	水質管理計画-61
6.1 水質汚濁対策の分類	水質管理計画-61
6.2 下水道整備事業	水質管理計画-61
6.3 工場排水の処理	水質管理計画-62
6.4 漓江沿岸農村糞便処理場の建設	水質管理計画-69
6.5 榕湖・杉湖浄化事業	水質管理計画-69
6.6 工場排水の規制の強化	水質管理計画-70
6.7 下水道料金・課徴金の適切な設定	水質管理計画-70

6.8 桂林市内の汚濁支川の浄化事業	水質管理計画-71
6.9 河道堰を設置した場合の水質予測について	水質管理計画-75

河川環境管理情報システム

1. 現況のシステム	河川環境管理システム-1
1.1 水質モニタリング	河川環境管理システム-1
1.2 水文モニタリング	河川環境管理システム-7
2. 情報システムに対する要求	河川環境管理システム-8
3. 河川環境管理情報システムの構築	河川環境管理システム-10
3.1 河川環境管理情報システムの構成	河川環境管理システム-10
3.2 河川環境管理情報システムに係る組織と 情報伝送のネットワーク	河川環境管理システム-14
3.3 河川環境管理情報システムに必要な 入力項目	河川環境管理システム-18
3.4 総事業費概算	河川環境管理システム-23
3.5 整備計画	河川環境管理システム-24

観光

1. 概況	観光-1
2. 観光資源	観光-5
2.1 桂林	観光-5
2.2 桂林郊外	観光-5
3. 観光関連施設とサービス	観光-9
4. 観光関連施設インフラストラクチャー	観光-12
5. 投資環境	観光-13
6. 新空港プロジェクト	観光-18
6.1 桂林両江国際空港	観光-18
6.2 観光外貨収入	観光-22

景観

1. 景観概要	景観-1
1.1 漓江流域の景観特性	景観-1
1.2 桂林市街区域の景観性と利用状況	景観-1
1.3 桂林郊外区域の景観性	景観-2

2. 主な景観資源・要素	景観-3
2.1 歴史・文化的な資源	景観-3
2.2 自然的な資源	景観-4
3. 漓江の自然環境に影響する環境要因	景観-9
4. 景観資源リストと景観資源分布図	景観-9
5. 景観上における水環境の問題	景観-39
6. 将来予測	景観-42
7. 保全計画目標	景観-46
7.1 内容の設定	景観-46
7.2 目標の設定	景観-46
8. 景観保全対策	景観-52
8.1 保全対策の種類	景観-52
8.2 保全対策の内容	景観-52

水源涵養林

1. 水源涵養林	水源涵養林-1
1.1 森林概要	水源涵養林-1
1.2 漓江流域の森林	水源涵養林-4
1.3 現地視察調査と考察	水源涵養林-5
1.4 林相	水源涵養林-9
1.5 森林の保水能力とその向上策	水源涵養林-9

経済評価

1. 実施計画	経済評価-1
2. 経済評価指標の算出	経済評価-2

水文・治水計画

1 流域概要

1.1 漓江の概要

漓江は、桂江上中流部の俗称で、興安県華江郷老人界南麓に源を発する鳥亀江を源流とし、桂林、陽朔などの都市を貫流しながら、南流して梧州市に於いて潯江に合流する全長 426km の河川であり、流域支川概要表に示すような主要支川がある。

表 1.1.1 流域内主要支川概要

河川名	流域面積	概要
大溶江	722km ²	漓江上流部の小溶江合流地点より上流で、川江、黄柏江が合流する司門前までの区間の呼称。途中湘江からの導水を受ける霊渠が合流する。流域は大部分が林地で植生が良く地下水が豊富な浸潤河川であり、司門前より上流の河床勾配は 36.41% である。
霊渠	248 km ²	霊渠は湘江からの導水を受け興安県溶江鎮に於いて漓江に合流する流域面積 248 km ² 、流路長 48.2km の河川であり、平均河床勾配は 4.37% である。
小溶江	269 km ²	小溶江は興安県金石郷上白江村に源を発し、南流して千家坪に於いて漓江に合流する流域面積 269 km ² 、流路長 48.5km、平均河床勾配 8.06% の河川である。 小溶江に、青獅潭ダムへの導水を目的とする小溶江堰を計画中。
桃花江 (陽江)	298km ²	桃花江は中央嶺東南側に源を発し、象鼻山に於いて漓江に合流する。流域面積は 298km ² 、流路長 65km (この内管理区域 46.9km、市区区域 19.2km) の河川である。雉山橋から五仙堤間での平均河床勾配は 0.44% であり、南門橋より下流域の洪水疎通能力は、260m ³ /s から 300m ³ /s である。 上流の支川である金龜河には金陵水庫 (中型ダム) がある。
甘棠江	763km ²	甘棠江は、白石潭において漓江に合流する支川で上流部に大型水庫 (青獅潭水庫) がある。
良豊江 (奇峰河)	528 km ²	良豊江は青草岩に源を発し、拓木の洶子岩に於いて漓江に合流する流域面積 528 km ² 、流路長 69km (この内市区 31.5km)、平均河床勾配 1.82% の河川であり、漓江合流点から黄金堤までの平均河床勾配は 0.49% である。
潮田河	445km ²	潮田河は、靈川県大河江の龍頭岩に源を発する牛溪河を源流とし、西流して靈川県大墟に於いて漓江に合流する。

このうち、桂林市区部分 (草坪から甘棠江合流点にある靈川秦家まで) の延長は 49.3 km である。拓木鎮 (良豊江合流点) から白石潭までの平均河床勾配は 0.32% であり、桂林から大溶江鎮までの平均河床勾配は 0.94% である。

当調査の計画基準点である桂林水文観測所は、桃花江の合流点（市中央部）下流にあり、流域面積は 2,762km²である。また、調査対象流域最下流端にある陽朔水文観測所での流域面積は 5,582 km²である。

桂林市区は、漓江沿いに北から東南に延びているカルスト谷地にある。また、市区には 200 あまりの湖沼があり、その面積は、郊区で 12km²、城区で 1.65km²、市区全体では 13.65km²にも達する。

漓江の洪水期は 3 月から 8 月、非洪水期は 9 月から 2 月であるが、5 月と 6 月に年流出量の 30%以上が集中する極めて流況の悪い河川で、洪水期の浸水と、非洪水期の渇水に悩まされている。

1.2 気象

漓江流域の地勢は南低北高のため、地形が雲層を持ち上げる結果、降水量は南から北に向かって遞増し、特に春季には寒冷前線に伴う、長期間の春雨を引き起こしている。一方、夏季には海洋からの暖気団により多湿な南風や西南風が盛んに吹き込み、四川省や雲貴高原の寒冷前線と影響しあい、常に漓江上流域に集中豪雨を降らせ、洪水を引き起こしている。

9 月から 10 月には、北方大陸性寒冷高気圧が北緯 25 度以南まで延伸し、高空亜熱帯高気圧と低空大陸性高気圧の両層に制御されるため、大気層が安定し、水蒸気含有量も低くなり爽快な乾燥した秋日和が続き、降水量は少ない。この気候の結果、河川流量が著しく減少する。

冬季には、東北風が発生し、寒冷高気圧団の南縁が南嶺一帯において半停滞前線を形成する結果、乾期の 11 月でも降水現象が見られる。

また、季節風気候であるため、年間降水量及び河川流量の年間分布が非常に不均一で、雨期の 3 月から 8 月の降水量が 76%を占め、乾期の 9 月から 2 月には僅か 24%を占めているに過ぎない。降雨の地域変動は大きく、年雨量でみると下流域（南部）の陽朔付近では 1,500mm 程度とかなり少なく、上流域（北部）では 2,000mm 以上、小溶江流域では 2,500mm にもなる。

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

桂林地区は亜熱帯季節風気候に属し、年平均気温は 18.8℃と温暖であり、年平均相対

湿度は 75.8%である。平均日照時間は 1,460 時間/年、年平均風速は 2.6m/s である。至近 20 年間の桂林に於ける気象の月変動を平均月気象状況表に示す。流域の降雨分布は年平均等雨量線図に示した通りである。

降雨の月変動 (桂林降雨観測所:1976-1995の20年平均)												(mm)	
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	合計
平均	68	113	131	213	344	308	184	178	81	90	66	46	1822

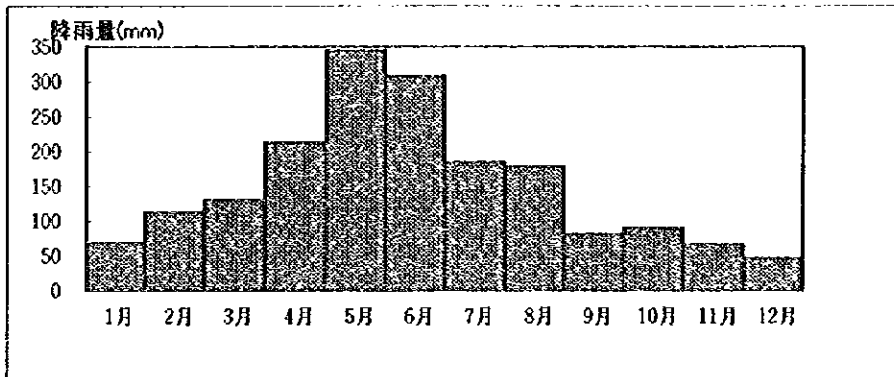
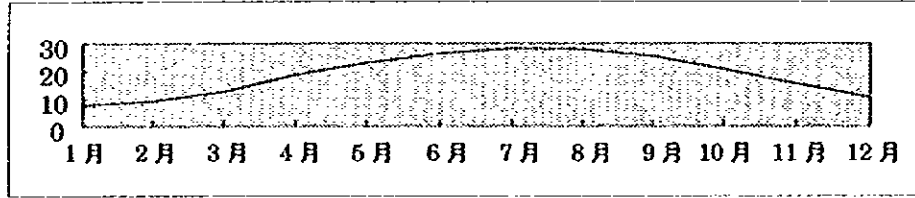


図 1.2.1 桂林降雨の月変動図

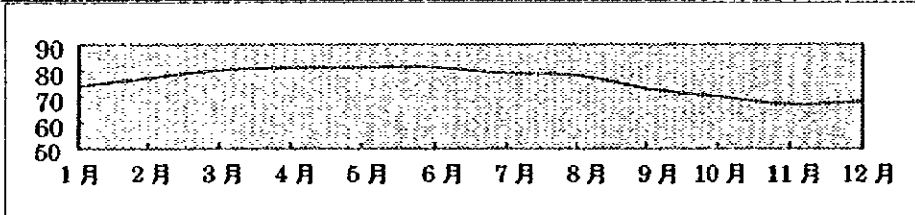
月平均気象 (桂林気象観測所 1976-1995 : 20年平均)

桂林市気象局資料

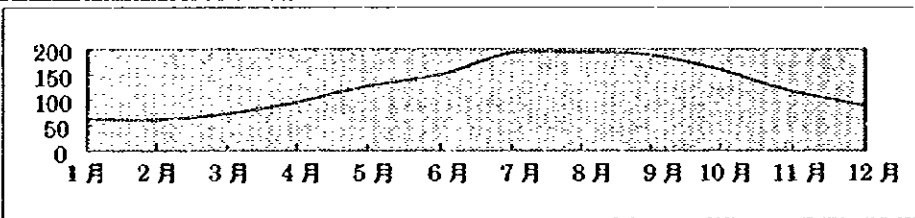
気温	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
°C	7.8	9.2	12.6	18.6	23.0	26.3	28.2	28.0	25.3	20.6	15.4	10.6	18.8



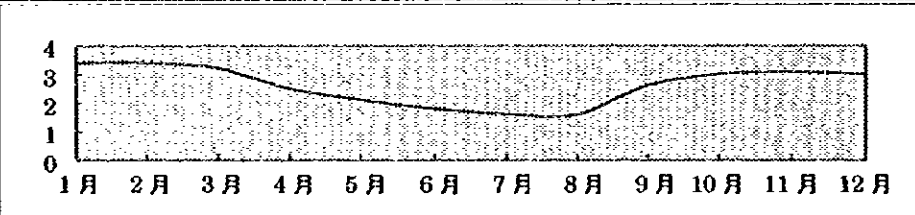
湿度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
%	74.0	77.0	80.0	81.0	81.0	81.0	79.0	78.0	73.0	70.0	67.0	68.0	75.8



蒸発量	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
mm	62.9	61.1	73.1	95.8	127.3	150.4	192.1	193.4	188.1	153.3	116.1	88.4	125.6



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



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

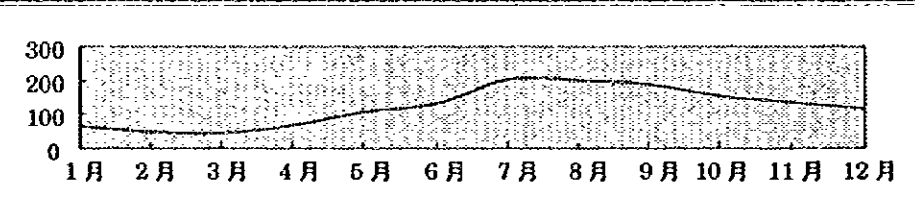


図 1.2.2 桂林気象の月変動

漓江流域は、広西桂林北部の豪雨区に位置している為、降雨量が多く、降雨のほとんどが3月から8月に集中している。洪水は、主に4月から7月に発生し全体の90%を占め、5月6月だけでも60%を占めている。また、洪水は、一般に3~5日続き、洪水到達時間が7~13時間と短い典型的な山地河川である。

1.3.1 歴史上の洪水災害

史料によれば、西暦1105年から1935年の間に桂林城区で発生した洪水災害は、49件にもおよぶ。

調査考証によれば、最大の洪水は1106年7月洪水で洪水位は151.50mであった。1885年6月14日の洪水位は148.58m（木龍洞の石塔に刻記）で、7810m³/sと推定される。1915年8月の洪水位は147.74mで、5800m³/sである。

1.3.2 近年の洪水災害

水文資料によれば、1936年から1996年の間に桂林市区で発生した洪水災害は、16件もあり、3~4年に1度程度の割合で発生している。桂林市区に於ける堤防護岸は比較的低いので、氾濫被害を受け易い。洪水位が145.0mになると浸水が起こり、146.5mになるとかなりの範囲が浸水し、浸水面積は約15km²（城区面積の40%）にも達する。また、近年の主な洪水による被害状況は、以下に示す通りである。

(1) 1949年6月27日洪水

桂林水文観測所での洪水位は147.28mに達し、桂花園、荊州、羅卜州では屋根まで浸水し、福旺街、竹木巷、竹園街、文明路、正陽路、漓濱路、濱江南路、塩街、駅前街等々が、浸水した。東江区の災害状況は激しく東靈街、埠堤街を除いてすべて浸水した。12人が死亡し、耕地の半分が冠水した。

(2) 1952年6月6日洪水

市区の降雨量は80.8mmであったが、漓江上流域の豪雨の影響により洪水が発生した。桂林での洪水位は、147.43mに達し、象山、疊彩、七星等で浸水し、桂花園は85%が被害を受け、新橋園では屋根まで水没し、城区及び近郊の31街(村)が浸水し、耕地の56.4%が冠水した。

(3) 1974年7月16-18日洪水

桂林水文観測所での洪水位は146.80mであり3つの連続する洪水ピークが発生した。漓江と桃花江の洪水ピークが一致し、洪水が大きくなった。流域平均雨量は331.7mm

で、最大点雨量は 439.5mm であった。桃花江沿川の洪水位は 1952 年洪水より高かった
ので、城西轄区はひどく浸水した。城区で冠水した道路は 30 路線に及んだ。

(4) 1992 年 7 月 5 日洪水

桂林水文観測所での洪水位は 147.11m であり、洪水は漓江本川で発生した。上流の華
江、鯉魚塘での 3 日雨量はそれぞれ 563mm、536mm であった。洪水は 4 日続き、19
時間も高水位が持続した。城区の 47 の道路と近郊の 35 の村が冠水し、冠水面積は 3969ha
に達した。

(5) 1994 年 6 月 13 から 17 日洪水

桂林水文観測所での洪水位は 147.06m であり、4 つのピークを持つ全流域性の洪水
であった。洪水 5 日間の流域平均雨量は、698.1mm に達し、警戒水位以上が 87 時間、
危険水位以上が 60 時間続いた。城区の道路 48 路線が、冠水した。

表 1.3.1 桂林市区洪水災害直接経済損失表

年月日	項目	単位	1949/6/27	1952/6/6	1974/7/10	1976/7/9	1987/5/26	1992/7/5	1994/6/17
洪水	水位	(El.m)	147.23	147.43	146.80	146.91	146.86	147.11	147.06
	流量	(m ³ /s)	4840	5210	4250	4640	3630	4700	4620
農業被害	水田	(ha)	481.0	656.9	3601.7	2110.0	1897.1	4364.7	3873.3
	穀物	(t)		342.7				1263.0	7850.0
	損失額	(万元)					21.5	85.0	1570.0
畜産損失額		(万元)			0.34	0.24	2.30	682.00	2.07
水産	被災池	(ha)					77.3	283.8	1293.4
	損失額	(万元)					29.8	376.0	3670.0
経済作物	面積	(ha)		161.5	483.7	467.7	562.9	1651.6	2093.3
	損失額	(万元)					177.7	691.0	2047.0
受災人口	人口	(万人)	0.120	2.170	1.800	3.110	4.600	5.980	15.520
	死亡	(人)	12	2	0	1	1	0	56
	財産	(万元)					21.0	125.6	4406.2
鉱工商業	損害額	(万元)				75.7	193.4	1373.0	6985.6
	工場	(ヶ所)					26.0	59.0	101.0
交通運輸*		(万元)					15.85	62.00	1490.10
送変電通信		(万元)							151.0
水利施設		(ヶ所)			15.0	9.0	19.0	25.0	313.0
	金額	(万元)					14.5	135.0	2072.0
損壊家屋	軒数	(軒)	133.0	671.0	310.0	99.0		2375.0	392.0
	面積	(ha)							10.3
	金額	(万元)					6.1	27.0	3090.0
その他損失		(万元)					11.5		3950.0
損失合計		(万元)					493.6	3556.6	29440.0

*：水路道路を含む

2 水文

2.1 観測所

漓江流域では、28ヶ所の雨量観測所及び8ヶ所の水文観測所が確認されている。水文水資源局によれば、降雨観測所の設置密度は250km²に1箇所程度と考えられており、調

査対象流域の規模（陽朔水文観測所地点：5582km²）を考慮すると20ヶ所程度の降雨観測所に於ける降雨記録が必要となる。当調査に於いては、降雨資料の収集状況（状態）及び観測所位置等々を考慮して、資料収集状況表に示した19降雨観測所を調査対象として選定した。また、流量資料は水利計画に於いて最も基本的な重要資料であるので、水位資料しか得られていない桃花江観測所を除く全ての水文観測所を対象とする。降雨観測所及び水文観測所位置を観測所位置図に示した。

表 2.1.1 資料収集状況

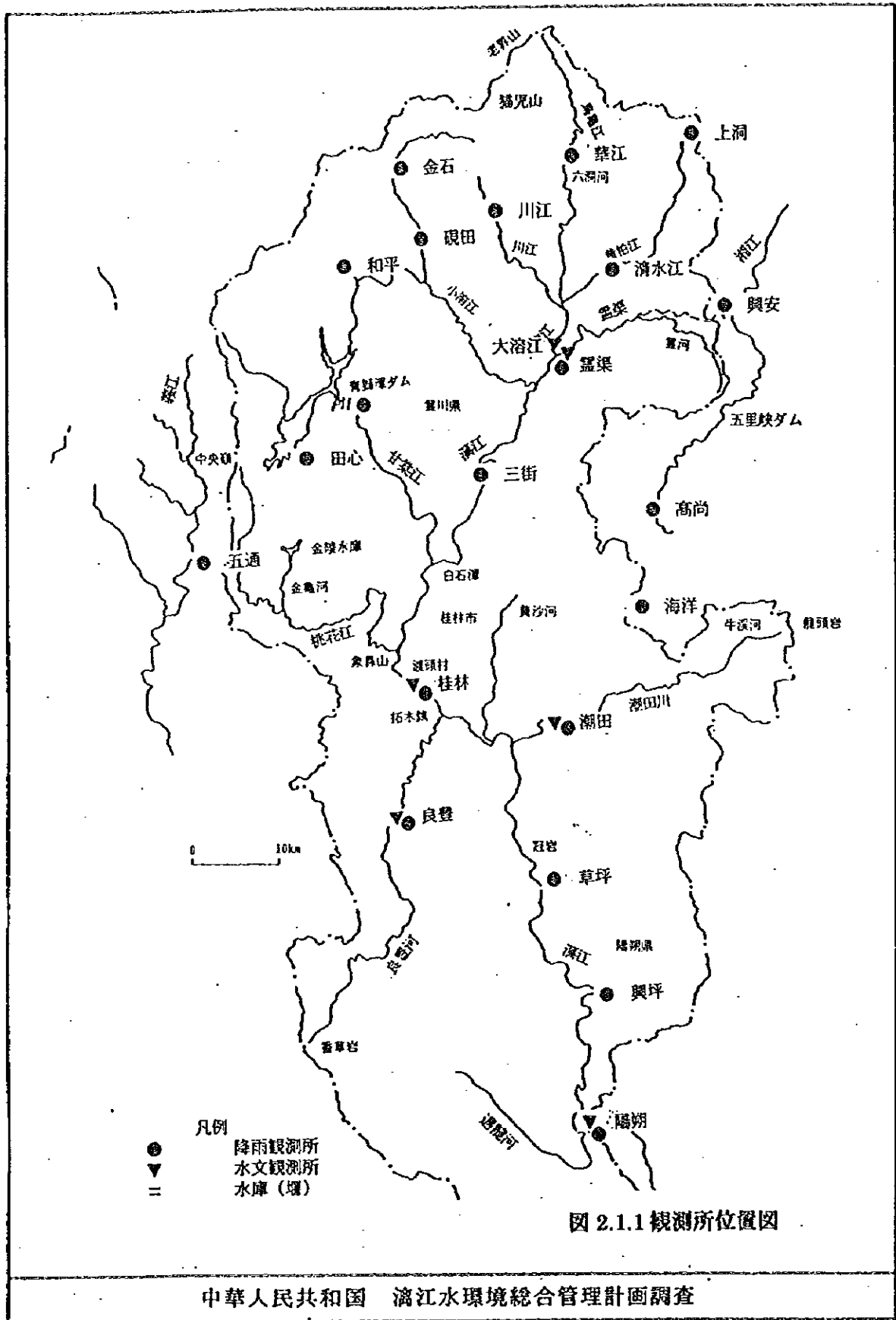
(降雨)			D:日資料 +:一部欠測											
観測所名	河川名	位置	開始年	1975	1980	1985	1990	1995	1975	1980	1985	1990	1995	
上洞	黄柏江	興安県中峰郷上洞村	1965	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
清水江	黄柏江	興安県巖関郷清水村	1965	+	+	+	D	D	D	D	D	D	D	
興安	湘江	興安県湘江郷江辺村	1958	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
靈渠	靈渠	興安県溶江鎮	1956	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
華江	六洞河	興安県華江郷千祥村	1956	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
川江	川江	興安県華江郷湖上村	1965	+	+	+	D	D	D	D	D	D	D	
金石	小溶江	興安県金石郷中洞村	1965	+	+	+	D	D	D	D	D	D	D	
硯田	小溶江	興安県金石郷硯田村	1959	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
青獅潭	甘棠江	靈川県青獅潭公社前宅村	1960	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
三街	漓江	靈川県三街鎮三街村	1953	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
高尚	高尚江	興安県高尚公社上桂村	1969	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
海洋	湘江	興安県海洋郷海洋村	1957	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
五通	洛清江	臨桂県五通郷五通村	1946	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
桂林	漓江	桂林市穿山郷渡頭村	1917	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
良豊	良豊河	臨桂県南辺山公社佛子口村	1959	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
潮田	潮田河	靈川県潮田郷	1961	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
草坪	漓江	桂林市草坪郷草坪村	1955	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
興坪	漓江	陽朔県興坪鎮万歴村	1959	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
陽朔	漓江	陽朔県城関郷木山控村	1943	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
(流量)			流域面積	開始年	1975	1980	1985	1990	1995	1975	1980	1985	1990	1995
大溶江	大溶江	興安県大溶江鎮塩広村	719	1953	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
靈渠	靈渠	興安県溶江鎮	248	1956	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
青獅潭	甘棠江	靈川県青獅潭水庫	474	1960	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
桃花江	桃花江	桂林市西門橋	257	1972	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
良豊	良豊河	桂林市雁山鎮良豊村	224	1967	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
潮田	潮田河	靈川県潮田郷烏嶺村	428	1975	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
桂林	漓江	桂林市穿山郷渡頭村	2762	1936	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
陽朔	漓江	陽朔県城関郷木山控村	5582	1967	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

(降雨) D: 日資料 +: 一部欠測

観測所名	河川名	位置	開始年	D: 日資料 +: 一部欠測																		
				1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
上洞	黄柏江	興安縣中峰鄉上洞村	1965	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
清水江	黄柏江	興安縣威閑鄉清水村	1965	+	+	+	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
興安	湘江	興安縣湘江鄉江迎村	1958	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
靈渠	靈渠	興安縣溶江鎮	1956	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
華江	六洞河	興安縣華江鄉千祥村	1956	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
川江	川江	興安縣華江鄉洞上村	1965	+	+	+	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
金石	小溶江	興安縣金石鄉中洞村	1965	+	+	+	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
硯田	小溶江	興安縣金石鄉硯田村	1959	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
青獅潭	甘棠江	靈川縣青獅潭公社前宅村	1960	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
三街	漓江	靈川縣三街鎮三街村	1953	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
高尚	高尚江	興安縣高尚公社上桂村	1969	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
海洋	湘江	興安縣海洋鄉海洋村	1957	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
五通	洛清江	臨桂縣五通鎮五通村	1946	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
桂林	漓江	桂林市穿山鄉渡頭村	1917	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
良豐	良豐河	臨桂縣南邊山公社佛子口村	1959	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
潮田	潮田河	靈川縣潮田鄉	1961	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
草坪	漓江	桂林市草坪鄉草坪村	1955	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
興坪	漓江	陽朔縣興坪鎮萬歷村	1959	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
陽朔	漓江	陽朔縣城關鄉木山控村	1943	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

(流量)

観測所名	河川名	位置	流域面積	開始年	D: 日資料 +: 一部欠測																	
					1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
大溶江	大溶江	興安縣大溶江鎮塩店村	719	1953	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
靈渠	靈渠	興安縣溶江鎮	248	1956	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
青獅潭	甘棠江	靈川縣青獅潭水庫	474	1960	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
桃花江	桃花江	桂林市西門橋	257	1972	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
良豐	良豐河	桂林市雁山鎮良豐村	224	1967	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
潮田	潮田河	靈川縣潮田鄉烏嶺村	428	1975	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
桂林	漓江	桂林市穿山鄉渡頭村	2762	1936	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
陽朔	漓江	陽朔縣城關鄉木山控村	5582	1967	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D



2.2 収集資料

当調査においては資料収集状況表に示した通り、1976年から1995年までの至近20年について日降雨量及び日流量資料を収集整理した。

2.2.1 降雨

対象19降雨観測所における20年間の年降雨量を次に示す。

表 2.2.1 年降雨量

年降雨量 (滬江上流) (mm/年)										
年	上洞	清水江	興安	華江	川江	金石	限田	青粉潭	三街	雲漢
1976	2660		2047	2867			3136	2744	2449	2673
1977	2216		2162	3076			2693	2343	2237	2391
1978	1979		1597	2151			2141	2139	1849	2104
1979	2301	1479	1786	2429	2163	2501	2766	2497	1741	2023
1980	2341	2100	1968	2474	2490	2682	2735	2499	2123	2628
1981	2478	1915	1600	2465	2421	2539	2561	2263	2093	2109
1982	2416	2195	2121	2672	2739	2694	2964	2576	2464	2771
1983	2465	1729	1808	2632	2557	2887	2677	2559	2336	2546
1984	2293	1732	1403	2678	2522	2508	2458	2252	1439	1633
1985	2020	1813	1919	2058	2059	2058	2194	2082	1760	2053
1986	1892	1684	1355	2081	2062	2466	2221	2136	1625	1760
1987	2530	2411	1867	2875	2824	3503	3085	2874	2182	2294
1988	1817	1444	1168	2110	1986	2413	2309	2175	1583	1752
1989	2082	2187	1449	2291	2299	2251	2397	1964	1747	2152
1990	2369	2297	1867	2607	2776	2758	2889	2716	2109	2581
1991	2008	1898	1515	2192	2129	2344	2355	2112	1700	1671
1992	2502	2154	1799	2667	2711	2693	2486	2216	2277	2529
1993	2738	2874	2238	3471	3566	3222	3564	3222	2609	2807
1994	3078	3010	2291	3244	3427	3276	3320	3064	2423	2877
1995	1845	1788	1463	1813	1963	2061	2229	2020	1623	1797
平均	2301	2042	1771	2543	2511	2639	2659	2423	2018	2237

年降雨量 (滬江下流)									
年	高尚	海洋	五通	桂林	良豊	草坪	興坪	陽朔	潮田
1976	2907	1687	2429	2066	1957	2167	1918	1706	1828
1977	1996	1870	2092	2064	2232	1884	2024	1759	2236
1978	1777	1713	2189	1763	1565	1452	1238	1285	1548
1979	1551	1610	1999	1713	1639	1491	1416	1434	1596
1980	1907	1890	2139	2070	1870	1602	1591	1356	1856
1981	1905	1627	1795	1832	1768	1665	1479	1463	1480
1982	1971	1809	2480	1938	1886	1621	1642	1706	1832
1983	1729	1586	2378	2029	2050	1814	1827	1636	1716
1984	1334	1300	1773	1429	1406	1218	1336	1369	1340
1985	1760	1640	1908	1610	1450	1359	1504	1434	1561
1986	1532	1530	1622	1523	1413	1297	1484	1465	1299
1987	1879	1664	2104	1914	1761	1778	1580	1616	1715
1988	1364	1398	1944	1518	1439	1239	1147	1062	1547
1989	1516	1272	1756	1494	1424	1250	1183	1272	1285
1990	1989	1707	2078	1979	1790	1585	1553	1575	1710
1991	1466	1294	1681	1483	1472	1359	1159	1196	1609
1992	1919	1599	1692	1686	1597	1489	1324	1365	1512
1993	2419	2154	3119	2478	2421	2432	2219	1709	2244
1994	2258	1654	2675	2436	2682	2222	2212	2017	2389
1995	1423	1253	1820	1408	1597	1526	1541	1430	1400
平均	1785	1613	2084	1822	1771	1624	1570	1493	1685

年	上澗	清水江	興安	華江	川江	金石	硯田	青巒潭	三街	靈渠
1976	2660		2047	2867			3136	2744	2449	2673
1977	2216		2162	3076			2693	2343	2237	2391
1978	1979		1597	2151			2141	2139	1849	2104
1979	2301	1479	1786	2429	2163	2501	2766	2497	1741	2023
1980	2341	2100	1968	2474	2490	2682	2735	2499	2123	2628
1981	2478	1915	1600	2465	2421	2539	2561	2263	2093	2109
1982	2416	2195	2121	2672	2739	2691	2964	2576	2464	2771
1983	2465	1729	1808	2632	2557	2887	2677	2559	2336	2546
1984	2293	1732	1403	2678	2522	2508	2458	2252	1439	1633
1985	2020	1813	1919	2058	2059	2058	2194	2082	1760	2053
1986	1892	1684	1355	2081	2062	2466	2221	2136	1625	1760
1987	2530	2411	1867	2875	2824	3503	3085	2874	2182	2294
1988	1817	1444	1168	2110	1986	2413	2309	2175	1583	1752
1989	2082	2187	1449	2291	2299	2251	2397	1964	1747	2152
1990	2369	2297	1867	2607	2776	2758	2889	2716	2109	2581
1991	2008	1898	1515	2192	2129	2344	2355	2112	1700	1671
1992	2502	2154	1799	2667	2711	2693	2486	2216	2277	2529
1993	2738	2874	2238	3471	3566	3222	3564	3222	2609	2807
1994	3078	3010	2291	3244	3427	3276	3320	3064	2423	2877
1995	1845	1788	1463	1813	1963	2061	2229	2020	1623	1797
平均	2301	2042	1771	2543	2511	2639	2659	2423	2018	2257

年	高尚	海洋	五通	桂林	良豐	草坪	興坪	陽朔	潮田
1976	2007	1687	2429	2066	1957	2167	1948	1706	1828
1977	1996	1870	2092	2064	2232	1884	2024	1759	2236
1978	1777	1713	2189	1763	1565	1452	1238	1285	1548
1979	1551	1610	1999	1713	1639	1491	1416	1434	1596
1980	1907	1890	2139	2070	1870	1602	1591	1356	1856
1981	1905	1627	1795	1832	1768	1665	1479	1463	1480
1982	1971	1809	2480	1938	1886	1621	1642	1706	1832
1983	1729	1586	2378	2029	2050	1814	1827	1636	1716
1984	1334	1300	1773	1429	1406	1218	1336	1369	1340
1985	1760	1640	1908	1610	1450	1359	1504	1434	1561
1986	1532	1530	1622	1523	1413	1297	1484	1465	1299
1987	1879	1664	2104	1914	1761	1778	1580	1616	1715
1988	1364	1398	1944	1518	1439	1239	1147	1062	1547
1989	1516	1272	1756	1494	1424	1250	1183	1272	1285
1990	1989	1707	2078	1979	1790	1585	1553	1575	1710
1991	1466	1294	1681	1483	1472	1389	1159	1196	1609
1992	1919	1599	1692	1686	1597	1489	1324	1365	1512
1993	2419	2154	3119	2478	2421	2432	2219	1709	2244
1994	2258	1654	2675	2438	2682	2222	2212	2017	2389
1995	1423	1253	1820	1408	1597	1526	1541	1430	1400
平均	1785	1613	2084	1822	1771	1624	1570	1493	1685

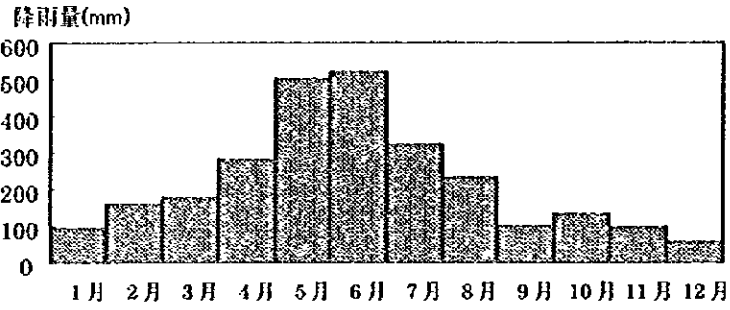
年降水量表から流域の降雨は、上流域で大きく下流域で小さい様子が見られる。次に、対象 19 降雨観測所に関する降雨量の相関関係を全観測所の資料が得られている期間(至近 20 年間：228サブ M)の月雨量を対象として求めた。

表 2.2.2 月雨量の相関係数表

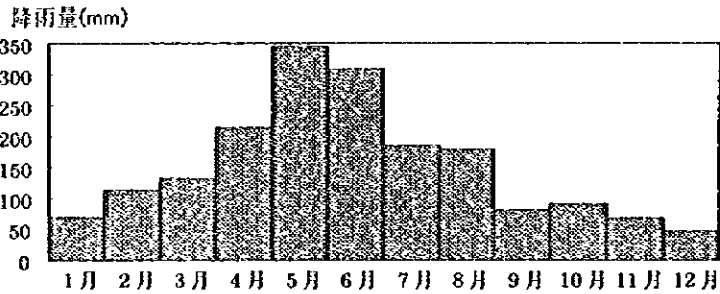
	上利	清水江	徳安	兼江	川江	金江	硯田	式部	三街	番更	高島	海洋	五浦	桂林	貞島	草津	兼保	陽朔	源田
上利	1.000																		
清水江	0.930	1.000																	
徳安	0.877	0.910	1.000																
兼江	0.947	0.910	0.845	1.000															
川江	0.932	0.935	0.855	0.966	1.000														
金石	0.897	0.883	0.816	0.942	0.950	1.000													
硯田	0.917	0.902	0.831	0.953	0.971	0.963	1.000												
式部	0.883	0.829	0.811	0.916	0.953	0.958	0.975	1.000											
三街	0.866	0.908	0.904	0.878	0.901	0.879	0.907	0.918	1.000										
番更	0.896	0.925	0.933	0.873	0.901	0.861	0.891	0.893	0.911	1.000									
高島	0.818	0.878	0.911	0.818	0.843	0.820	0.830	0.859	0.828	0.853	1.000								
海洋	0.811	0.820	0.863	0.807	0.813	0.803	0.811	0.832	0.868	0.841	0.916	1.000							
五浦	0.833	0.873	0.830	0.863	0.891	0.870	0.900	0.933	0.921	0.886	0.878	0.849	1.000						
桂林	0.823	0.865	0.877	0.846	0.856	0.835	0.843	0.853	0.916	0.882	0.918	0.908	0.905	1.000					
貞島	0.803	0.827	0.820	0.813	0.801	0.813	0.808	0.828	0.857	0.833	0.861	0.830	0.871	0.930	1.000				
草津	0.796	0.823	0.840	0.810	0.801	0.803	0.808	0.818	0.857	0.832	0.871	0.843	0.853	0.913	0.911	1.000			
兼保	0.783	0.808	0.825	0.793	0.783	0.785	0.788	0.801	0.824	0.803	0.850	0.820	0.823	0.891	0.931	0.937	1.000		
陽朔	0.781	0.792	0.809	0.756	0.764	0.758	0.771	0.781	0.801	0.785	0.820	0.798	0.783	0.853	0.887	0.881	0.932	1.000	
源田	0.813	0.836	0.873	0.817	0.811	0.808	0.811	0.827	0.883	0.841	0.898	0.917	0.861	0.931	0.921	0.914	0.897	0.856	1.000

また、上流多雨域(硯田)、中流域(桂林)及び下流小雨域(陽朔)に於ける至近 20 年間の平均月降雨量変動を降雨量の月変動図に示したが、量的に見れば 2659mm から 1493mm と地域差が大きい、時間変動の傾向は全体的に一致していることが見られる。

硯田降雨観測所 (mm)													
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	合計
平均	93	158	176	280	501	519	321	231	98	131	96	55	2659



柱林降雨観測所 (mm)													
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	合計
平均	68	113	131	213	344	308	184	178	81	90	66	46	1822



陽湖降雨観測所 (mm)													
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	合計
平均	59	99	105	189	293	220	147	162	61	67	55	37	1493

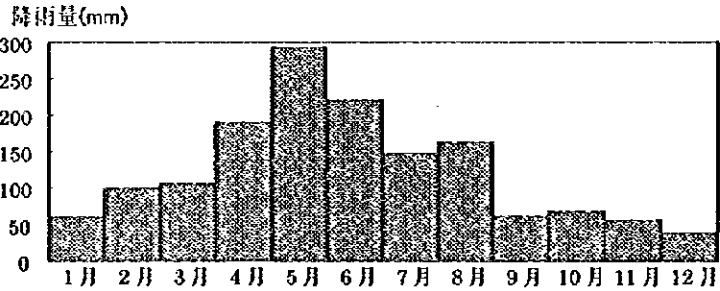


図 2.2.1 至近 20 年間(1976-1995)の降雨量の月変動

2.2.2 流量

当調査に於いては、対象7水文観測所における至近20年間の日流量資料をもとに当該流域の流出特性を把握する。

対象7水文観測所に関する流量の相関関係を、全観測所の全資料が得られている期間(1976-1988:156ヶ月)の月流量を対象として求めた。なお、この期間は青獅潭ダムからの湧水補給はなく、人為的な流量としては霊渠導水のみである。月流量の相関係数表から以下のことが読み取れる。

- ①桂林水文観測所は、大溶江、霊渠、陽朔及び青獅潭ダムと高い相関関係がある。
- ②下流域の支川である良豊河及び潮田河はお互いに高い相関を持つと同時に陽朔との相関も高い。

表 2.2.3 月流量の相関係数

	大溶江	霊渠	桂林	良豊河	潮田河	陽朔	青獅潭
大溶江	1.000						
霊渠	0.875	1.000					
桂林	0.934	0.927	1.000				
良豊河	0.856	0.810	0.870	1.000			
潮田河	0.866	0.874	0.893	0.940	1.000		
陽朔	0.935	0.918	0.981	0.934	0.947	1.000	
青獅潭(流入)	0.899	0.863	0.961	0.820	0.848	0.938	1.000

各水文観測所の年平均流量と年平均比流量を流況表にまとめた。これから、以下のことが判る。

- ①降雨が多い地域である上流域に位置する大溶江(719km²)及び霊渠水文観測所(248km²)で100km²当たりの比流量が大きくそれぞれ5.40及び5.00である。
- ②桂林水文観測所(2762km²)流域は、中流域の甘棠江や桃花江等々の支川を集めて比流量は4.71と減少する。
- ③陽朔水文観測所(5582km²)では潮田河や良豊江等々の相対的に降雨の少ない下流域からの流入を加え比流量は3.82と更に小さくなる。

ただし、桂林と陽朔の2水文観測所については、1987年以降青獅潭ダムからの補給の影響が含まれている。

表 2.2.4 各水文観測所の流況

年	年平均流量 (m ³ /s)						
	大湊江	露渠	桂林	良豊河	潮田河	陽朔	青獅潭
1976	46.86	15.28	157.74	10.33	14.05	250.67	29.51
1977	46.81	15.37	135.71	12.40	17.25	251.14	27.99
1978	32.18	12.21	119.54	8.25	13.74	197.96	22.98
1979	39.17	11.68	127.32	7.93	14.02	208.12	30.25
1980	40.29	13.43	130.87	9.02	12.81	212.02	28.84
1981	37.28	11.36	122.03	8.30	13.52	201.63	23.01
1982	43.27	15.06	150.34	7.59	14.95	236.99	27.27
1983	41.76	13.44	144.99	8.90	13.58	230.89	28.63
1984	37.17	10.81	102.58	6.09	9.49	167.25	20.10
1985	30.76	11.89	100.66	5.64	12.59	176.52	21.03
1986	31.29	9.22	90.42	6.15	10.69	164.00	21.00
1987	45.55	13.75	139.09	7.47	13.45	217.53	32.41
1988	32.50	11.21	113.67	5.80	10.03	170.63	27.24
1989		10.92	113.83	5.08	8.82	172.53	20.27
1990		11.63	122.38	7.19	13.55	205.72	25.89
1991		8.80	107.38	4.86	9.32	161.17	22.36
1992		13.04	146.36	6.97	14.65	234.21	24.81
1993		14.15	179.12	12.27	19.90	316.31	36.94
1994		16.25	186.62		18.46	312.97	36.34
1995		8.68	111.97		13.07	172.21	22.36
平均	38.84	12.41	130.13	7.79	13.40	213.02	26.46

年	年平均比流量 (m ³ /s/100km ²)						
	大湊江	露渠	桂林	良豊河	潮田河	陽朔	青獅潭
1976	6.52	6.16	5.71	4.61	3.28	4.49	6.23
1977	6.51	6.20	4.91	5.53	4.03	4.50	5.91
1978	4.48	4.92	4.33	3.68	3.21	3.55	4.85
1979	5.45	4.71	4.61	3.54	3.27	3.73	6.38
1980	5.60	5.41	4.74	4.03	2.99	3.80	6.08
1981	5.18	4.58	4.42	3.71	3.16	3.61	4.86
1982	6.02	6.07	5.44	3.39	3.49	4.25	5.75
1983	5.81	5.42	5.25	3.97	3.17	4.14	6.04
1984	5.17	4.36	3.71	2.72	2.22	3.00	4.24
1985	4.28	4.79	3.64	2.52	2.94	3.16	4.44
1986	4.35	3.72	3.27	2.75	2.50	2.94	4.43
1987	6.34	5.55	5.04	3.33	3.14	3.90	6.84
1988	4.52	4.52	4.12	2.59	2.34	3.06	5.75
1989		4.40	4.12	2.27	2.06	3.09	4.28
1990		4.69	4.43	3.21	3.17	3.69	5.46
1991		3.55	3.89	2.17	2.18	2.89	4.72
1992		5.26	5.30	3.11	3.42	4.20	5.24
1993		5.71	6.49	5.48	4.65	5.67	7.79
1994		6.55	6.76		4.31	5.61	7.67
1995		3.50	4.05		3.05	3.09	4.72
平均	5.40	5.00	4.71	3.48	3.13	3.82	5.58

年平均流量 (m³/s)

年	大溶江	靈渠	桂林	良豐河	潮田河	陽朔	青獅潭
1976	46.86	15.28	157.74	10.33	14.05	250.67	29.51
1977	46.81	15.37	135.71	12.40	17.25	251.14	27.99
1978	32.18	12.21	119.54	8.25	13.74	197.96	22.98
1979	39.17	11.68	127.32	7.93	14.02	208.12	30.25
1980	40.29	13.43	130.87	9.02	12.81	212.02	28.84
1981	37.28	11.36	122.03	8.30	13.52	201.63	23.01
1982	43.27	15.06	150.34	7.59	14.95	236.99	27.27
1983	41.76	13.44	144.99	8.90	13.58	230.89	28.63
1984	37.17	10.81	102.58	6.09	9.49	167.25	20.10
1985	30.76	11.89	100.66	5.64	12.59	176.52	21.03
1986	31.29	9.22	90.42	6.15	10.69	164.00	21.00
1987	45.56	13.75	139.09	7.47	13.45	217.53	32.41
1988	32.50	11.21	113.67	5.80	10.03	170.63	27.24
1989		10.92	113.83	5.08	8.82	172.53	20.27
1990		11.63	122.38	7.19	13.55	205.72	25.89
1991		8.80	107.38	4.86	9.32	161.17	22.36
1992		13.04	146.36	6.97	14.65	234.21	24.81
1993		14.15	179.12	12.27	19.90	316.31	36.94
1994		16.25	186.62		18.46	312.97	36.34
1995		8.68	111.97		13.07	172.21	22.36
平均	38.84	12.41	130.13	7.79	13.40	213.02	26.46

年平均比流量 (m³/s/100km²)

年	大溶江	靈渠	桂林	良豐河	潮田河	陽朔	青獅潭
1976	6.52	6.16	5.71	4.61	3.28	4.49	6.23
1977	6.51	6.20	4.91	5.53	4.03	4.50	5.91
1978	4.48	4.92	4.33	3.68	3.21	3.55	4.85
1979	5.45	4.71	4.61	3.54	3.27	3.73	6.38
1980	5.60	5.41	4.74	4.03	2.99	3.80	6.08
1981	5.18	4.58	4.42	3.71	3.16	3.61	4.86
1982	6.02	6.07	5.44	3.39	3.49	4.25	5.75
1983	5.81	5.42	5.25	3.97	3.17	4.14	6.04
1984	5.17	4.36	3.71	2.72	2.22	3.00	4.24
1985	4.28	4.79	3.64	2.52	2.94	3.16	4.44
1986	4.35	3.72	3.27	2.75	2.50	2.94	4.43
1987	6.34	5.55	5.04	3.33	3.14	3.90	6.84
1988	4.52	4.52	4.12	2.59	2.34	3.06	5.75
1989		4.40	4.12	2.27	2.06	3.09	4.28
1990		4.69	4.43	3.21	3.17	3.69	5.46
1991		3.55	3.89	2.17	2.18	2.89	4.72
1992		5.26	5.30	3.11	3.42	4.20	5.24
1993		5.71	6.49	5.48	4.65	5.67	7.79
1994		6.55	6.76		4.31	5.61	7.67
1995		3.50	4.05		3.05	3.09	4.72
平均	5.40	5.00	4.71	3.48	3.13	3.82	5.58

2.2.3 桂林水文観測所に於ける流況

計画基準点である桂林水文観測所に於ける流量の至近 20 年平均(1976-1995)月変動は以下の通りである。これから見られるように、流出量は 3 月から 8 月までの洪水期に全期間の 80% を占め、流況が極めて悪い河川であることが判る。

流量の月変動(桂林水文観測所:1976-1995の20年平均) (m³/s)

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	平均
月流量	30	71	104	177	315	330	206	108	74	65	51	28	130

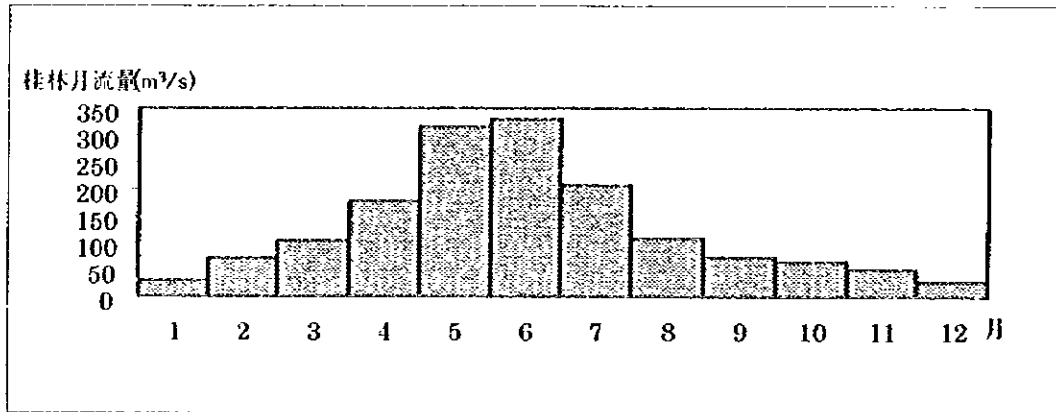


図 2.2.2 桂林流量の月変動

また、至近 20 年(1976-1995)の流況を桂林水文観測所流況曲線として示す。

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
年最大流量	3490	1170	2570	1590	1330	1740	1820	2230	2550	1630	1430	2260	1260	1510	1700	1119	2910	2100	4880	1190
15日流量	743	538	490	508	515	424	543	454	335	337	320	601	490	499	423	430	590	843	543	287
35日流量	350	348	266	280	295	273	260	301	187	205	206	281	214	259	288	206	369	455	290	220
豊水量(95)	127	157	93	140	154	134	153	150	99.4	116	106	145	101	119	140	111	143	186	175	135
平水量(185)	46	62	40	58	76	70	97	78	49	55	46	73	63	50	56	69	53	77	103	73
低水量(275)	25.3	33.5	25.9	29.0	31.2	10.2	58.6	17.4	29.7	27.1	22.8	32.3	11.4	30.3	31.5	36.5	31.2	41.8	58.9	44.9
渇水量(355)	7.7	13.7	12.1	12.2	12.5	15.5	20.6	16.6	15.2	13.0	8.6	15.1	13.2	9.3	17.5	27.7	12.6	13.2	14.3	27.2
年最小流量	6.9	13.0	10.0	10.4	10.2	12.1	19.3	14.7	12.2	9.8	7.2	13.3	13.1	7.4	8.2	13.7	8.1	8.2	11.4	24.4

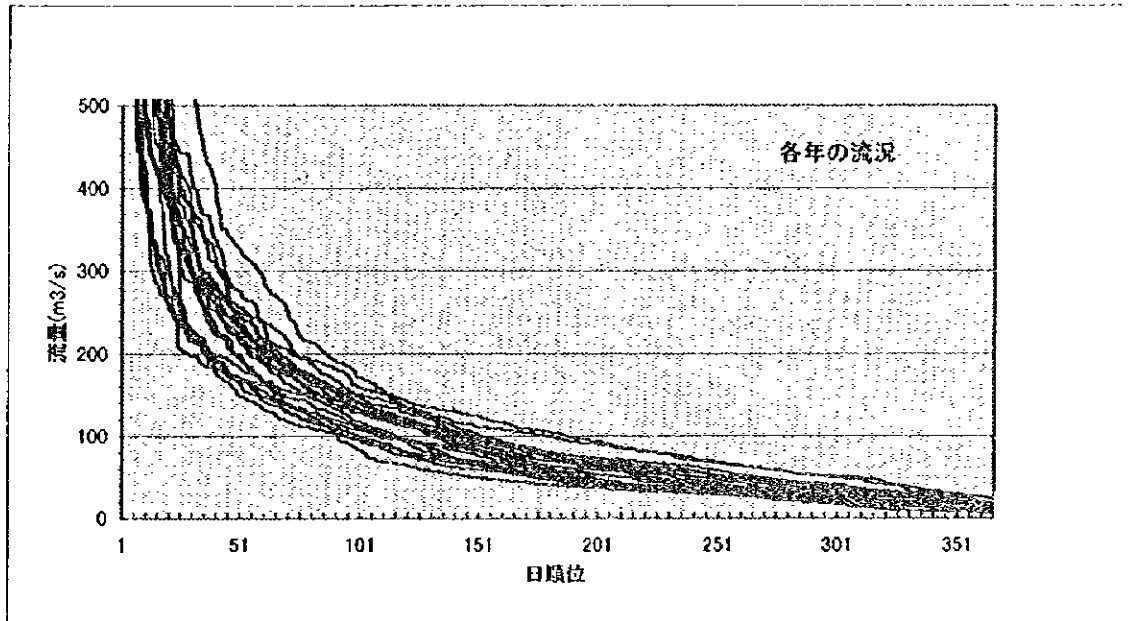


図 2.2.3 桂林水文観測所流況曲線

2.2.4 桂林水文観測所に於ける長期の流況

計画基準点である桂林水文観測所に於ける長期にわたる流量観測資料がある、当調査では資料が良く整理されている 1950 年から 1995 年までの 46 年間の最大流量、最小流量及び年平均流量資料を入手し、桂林水文観測所流況表にまとめた（桂林及び陽朔に於けるは、1987 年以降は青獅潭ダムからの渇水補給を受けた後の値である）。

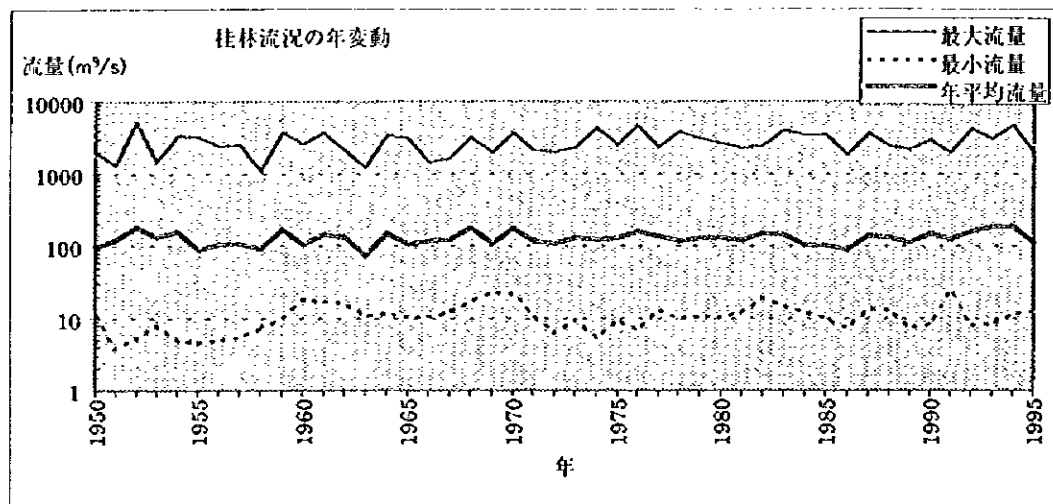
桂林水文観測所(2762km²)に於ける多年平均流量は 129.4m³/s、最大 186.6m³/s(1994)、最小 73.9m³/s(1963)であり、平水年 (P=50%) 流量に相当するのは 1988 年で 129.2m³/s である。1/4 年(P=75%)規模に近いのは 1965 年の 107.0m³/s であり、1/20 年(P=95%)規模に近いのは 1986 年の 90.4m³/s である。

表 2.2.5 桂林水文觀測所流況表 (1950~1995)

桂林水文觀測所(2762站)							
年	洪水記錄			渴水記錄			備考
	生起月日	最高水位 El. m	最大流量 m ³ /s	生起月日	最低水位 El. m	最小流量 m ³ /s	
1950	50/05/01	145.72	1940	50/12/31	140.56	10.9	96.8
1951	51/06/14	144.78	1300	51/02/07	140.48	3.8	122.0
1952	52/06/06	147.43	5250	52/12/25	140.60	5.3	179.0
1953	53/03/19	144.44	1470	53/01/12	140.58	8.1	135.0
1954	54/04/25	147.06	3350	54/11/16	140.48	5.0	155.0
1955	55/07/27	146.97	3220	55/01/29	140.47	4.5	90.6
1956	56/05/10	146.33	2450	56/12/09	140.48	5.0	105.0
1957	57/05/12	145.40	2480	57/01/06	140.47	5.5	107.0
1958	58/07/29	143.86	1100	58/12/20	140.63	7.2	93.3
1959	59/06/18	146.46	3700	59/01/19	140.66	10.0	169.0
1960	60/05/13	145.40	2580	60/10/16	140.73	18.3	106.0
1961	51/06/13	146.38	3700	61/11/10	140.69	17.0	144.0
1962	62/06/24	145.03	2100	62/12/31	140.70	16.3	133.0
1963	63/04/19	143.97	1220	63/02/04	140.59	10.7	73.9
1964	64/06/19	146.28	3400	64/12/31	140.54	11.5	149.0
1965	65/04/28	145.98	3110	65/01/28	140.50	10.2	107.0
1966	66/06/19	144.32	1450	66/09/29	140.51	10.5	116.0
1967	67/05/05	144.47	1600	67/01/25	140.54	11.9	123.0
1968	68/06/27	146.19	3150	68/12/16	140.71	16.9	178.0
1969	69/08/26	145.18	2000	69/02/23	140.89	22.9	110.0
1970	70/05/01	146.60	3670	70/01/19	140.77	21.5	174.0
1971	71/05/18	145.03	2130	71/12/21	140.56	11.1	118.0
1972	72/05/23	144.89	2030	72/01/27	140.50	6.1	109.0
1973	73/05/26	145.24	2310	73/12/31	140.57	9.6	130.0
1974	74/07/18	146.80	4250	74/11/29	140.49	5.3	123.0
1975	75/04/26	146.50	2550	75/01/00	140.58	9.5	130.0
1976	76/07/09	146.94	4640	76/02/17	140.45	6.9	158.0
1977	77/06/10	145.13	2350	77/01/13	140.74	13.0	136.0
1978	78/05/16	146.53	3800	78/11/09	140.67	10.0	120.0
1979	79/06/10	145.86	3080	79/12/30	140.60	10.4	127.0
1980	80/05/07	145.47	2640	80/01/10	140.60	10.2	130.0
1981	81/06/29	145.10	2280	81/01/01	140.67	12.1	122.0
1982	82/05/12	145.41	2440	82/01/19	140.86	19.3	150.0
1983	83/05/05	146.24	3980	83/12/11	140.69	14.7	145.0
1984	84/05/30	146.20	3490	84/12/06	140.68	12.2	103.0
1985	85/05/27	146.32	3490	85/12/31	140.70	9.8	101.0
1986	86/07/06	144.79	1850	86/01/14	140.60	7.2	90.4
1987	87/05/26	146.86	3630	87/01/01	140.60	13.3	139.0
1988	88/09/03	145.34	2420	88/12/08	140.48	13.1	129.2
1989	89/07/02	145.00	2200	89/12/20	140.18	7.4	113.8
1990	90/03/23	145.87	2900	90/01/04	140.21	8.2	146.1
1991	91/06/07	144.93	1950	91/10/26	140.74	23.7	126.2
1992	92/07/05	147.11	4190	92/12/22	140.50	8.1	159.7
1993	93/06/18	146.10	3050	93/02/12	140.44	8.2	179.1
1994	94/06/17	147.06	4620	94/01/28	140.44	11.4	186.6
1995	95/05/25	144.83	1990	95/11/20	140.74	12.4	111.5

桂林水文觀測所(2762km²)

年	洪水記錄			渴水記錄			備考
	生起月日	最高水位 El. m	最大流量 m ³ /s	生起月日	最低水位 El. m	最小流量 m ³ /s	
1950	50/05/01	145.72	1940	50/12/31	140.56	10.9	96.8
1951	51/06/14	144.78	1300	51/02/07	140.48	3.8	122.0
1952	52/06/06	147.43	5250	52/12/25	140.60	5.3	179.0
1953	53/03/19	144.44	1470	53/01/12	140.58	8.1	135.0
1954	54/04/25	147.06	3350	54/11/16	140.48	5.0	155.0
1955	55/07/27	146.97	3220	55/01/29	140.47	4.5	90.6
1956	56/05/10	146.33	2450	56/12/09	140.48	5.0	105.0
1957	57/05/12	145.40	2480	57/01/06	140.47	5.5	107.0
1958	58/07/29	143.86	1100	58/12/20	140.63	7.2	93.3
1959	59/06/18	146.46	3700	59/01/19	140.66	10.0	169.0
1960	60/05/13	145.40	2580	60/10/16	140.73	18.3	106.0
1961	61/06/13	146.38	3700	61/11/10	140.69	17.0	144.0
1962	62/06/24	145.03	2100	62/12/31	140.70	16.3	133.0
1963	63/04/19	143.97	1220	63/02/04	140.59	10.7	73.9
1964	64/06/19	146.28	3400	64/12/31	140.54	11.5	149.0
1965	65/04/28	145.98	3110	65/01/28	140.50	10.2	107.0
1966	66/06/19	144.32	1450	66/09/29	140.51	10.5	116.0
1967	67/05/05	144.47	1600	67/01/25	140.54	11.9	123.0
1968	68/06/27	146.19	3150	68/12/16	140.71	16.9	178.0
1969	69/08/26	145.18	2000	69/02/23	140.89	22.9	110.0
1970	70/05/01	146.60	3670	70/01/19	140.77	21.5	174.0
1971	71/05/18	145.03	2130	71/12/21	140.56	11.1	118.0
1972	72/05/23	144.89	2030	72/01/27	140.50	6.1	109.0
1973	73/05/26	145.24	2310	73/12/31	140.57	9.6	130.0
1974	74/07/18	146.80	4250	74/11/29	140.49	5.3	123.0
1975	75/04/26	146.50	2550	75/01/00	140.58	9.5	130.0
1976	76/07/09	146.94	4640	76/02/17	140.45	6.9	158.0
1977	77/06/10	145.13	2350	77/01/13	140.74	13.0	136.0
1978	78/05/16	146.53	3800	78/11/09	140.67	10.0	120.0
1979	79/06/10	145.86	3080	79/12/30	140.60	10.4	127.0
1980	80/05/07	145.47	2640	80/01/10	140.60	10.2	130.0
1981	81/06/29	145.10	2280	81/01/01	140.67	12.1	122.0
1982	82/05/12	145.41	2440	82/01/19	140.86	19.3	150.0
1983	83/05/05	146.24	3980	83/12/11	140.69	14.7	145.0
1984	84/05/30	146.20	3490	84/12/06	140.68	12.2	103.0
1985	85/05/27	146.32	3490	85/12/31	140.70	9.8	101.0
1986	86/07/06	144.79	1850	86/01/14	140.60	7.2	90.4
1987	87/05/26	146.86	3630	87/01/01	140.60	13.3	139.0
1988	88/09/03	145.34	2420	88/12/08	140.48	13.1	129.2
1989	89/07/02	145.00	2200	89/12/20	140.18	7.4	113.8
1990	90/03/23	145.87	2900	90/01/04	140.21	8.2	146.1
1991	91/06/07	144.93	1950	91/10/26	140.74	23.7	126.2
1992	92/07/05	147.11	4190	92/12/22	140.50	8.1	159.7
1993	93/06/18	146.10	3050	93/02/12	140.44	8.2	179.1
1994	94/06/17	147.06	4620	94/01/28	140.44	11.4	186.6
1995	95/05/25	144.87	1990	95/11/20	140.74	12.4	111.5



図

2.2.4 桂林流況の年変動(1950—1995)

3 水収支計算

3.1 水収支計算条件

水収支計算を行うのに必要な計算条件および仮定を以下に示す。

3.1.1 計画基準点

一般的には、計画基準点は既往の水理、水文資料が十分得られて、水理、水文解析の拠点となり、しかも全般の計画に密接な関係がある地点を選定すべきであるとされている。現在、計画基準点は桂林水文観測所で、十分基準点としての要件を満たしており当調査でも桂林水文観測所を基準点とする。

3.1.2 計算期間

利水計画に於いては、なるべく長期間の資料を用いて計算するのが望ましいと言われている。当調査では、資料が良く整理されている 1976 年から 1995 年までの至近 20 年を計算対象期間とする。

3.1.3 水収支計算の仮定

利水計算は自然流量（人為的影響のない状態）に取水量（利水流量）及び調節流量を

考慮して行うのが一般的である。即ち、

- ①観測流量に実績取水量（利水流量）を戻す
- ②導水量及びダム調節量を除き、自然流量を算出する。
- ③ここで求めた自然流量から計画取水量(計画利水流量)を引く
- ④計画導水量及びダム調節量を加える。

この結果が桂林水文観測所基準点の流量となるわけであり、この流量が基準点の確保流量を満足しているかどうか判断する。

利水量（取水量）は最近の10年間平均実績取水量として、各地区別・各用途別に整理されているが、靈渠を通して導水される湘江からの導水量は実測値がなく正確には決定できない、また青獅潭ダムによる流量調節の状況は数値的に把握されておらず定量的に確定しにくい。そのため、自然流量を作成することが困難であるので、当調査では水文水資源局及び水電庁と協議して利水計算条件を以下のように設定した。

- ①現況の取水量、靈渠導水量及び青獅潭ダム調整量を含んだ流量、すなわち桂林水文観測所に於ける観測流量を自然流量と仮定する。
- ②現況取水量は観測流量に含まれることになるので、計画取水量(計画利水量)は計画値から現況取水量値を差し引いて設定する。
- ③同様に青獅潭ダムによる現況の調節量は自然流量に含まれていることになるので、青獅潭ダムによる調節量は、小溶江ダムからの導水量に係る分のみを計上する。
- ④靈渠導水量は自然流量に含まれることになるので、導水としては五里峽ダムからの導水量のみ考える。

3.1.4 現況及び将来の取水量

桂林地点に係る現況及び将来の取水量の月別パターンは、以下に示すように整理されている。

表 3.1.1 水需要量

水需要予測		(m ³ /s)			
月	1995	2000	2010	2020	
1	5.15	7.39	12.33	17.32	
2	5.47	7.87	13.16	18.53	
3	33.36	35.13	38.65	41.80	
4	50.27	51.49	54.08	55.93	
5	49.97	51.46	54.43	56.71	
6	49.51	51.30	54.92	57.89	
7	57.87	59.69	63.23	66.13	
8	59.62	61.19	64.78	67.46	
9	54.51	55.93	59.26	61.73	
10	42.60	44.19	47.72	50.64	
11	6.37	9.11	15.22	21.39	
12	5.76	8.26	13.80	19.39	
年平均	35.04	36.91	40.97	44.58	

3.1.5 小溶江ダムからの導水量

小溶江からの導水量は新規利水量（取水量）を減じた後の桂林水文観測所地点の流量が同地点の確保流量を上回る部分で、なおかつ小溶江導水路の疎通能力 8.5m³/s を超えない範囲内で導水出来るものとする。

3.2 水収支計算

桂林水文観測所地点での確保流量を 30m³/s 及び 40m³/s の 2 ケース、水需要予測を現況(1995 年)、2000 年、2010 年及び 2020 年の取水量の 4 ケース想定して、水収支計算を行い、利水不足量及び必要補給日数を求めた。計算の詳細は水収支計算結果のまとめ表に整理した。

表 3.2.1 水収支計算結果のまとめ

確保量	確率	1995 年		2000 年		2010 年		2020 年	
		不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数
30m ³ /s	1/2	0.58	70	0.71	81	1.08	99	1.50	113
	1/10	0.96	86	1.15	94	1.63	112	2.17	124
	1/20	1.34	116	1.57	121	2.11	141	2.72	159
40m ³ /s	1/2	1.33	114	1.54	121	2.04	135	2.56	145
	1/10	2.00	157	2.29	164	2.98	174	3.66	178
	1/20	2.51	159	2.81	171	3.52	182	4.24	192

1/2：多年平均

桂林水文観測所地点での確保流量を 10、20、30、45 及び 50m³/s とした場合の計算結果を次に示す。

表 3.2.2(1)水取支計算結果表

單位 (桂林流量:m³/s 不足量:億 m³/年 補給日數:日/年)

年	桂林流量	確保量 10m ³ /s							
		1995 年		2000 年		2010 年		2020 年	
		不足量	補給日數	不足量	補給日數	不足量	補給日數	不足量	補給日數
1976	49.880	0.059	40	0.150	48	0.413	67	0.743	83
1977	42.799	0.000	0	0.000	0	0.062	26	0.225	45
1978	37.699	0.000	0	0.018	14	0.138	35	0.350	53
1979	40.151	0.000	0	0.011	13	0.205	64	0.530	73
1980	41.384	0.000	0	0.011	10	0.170	58	0.500	77
1981	38.482	0.000	0	0.000	1	0.035	13	0.110	25
1982	47.413	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.035	22
1983	45.725	0.000	0	0.000	0	0.031	17	0.153	32
1984	32.437	0.000	0	0.000	3	0.000	24	0.000	52
1985	31.744	0.000	1	0.014	10	0.135	49	0.459	84
1986	28.516	0.021	11	0.052	21	0.238	65	0.604	88
1987	43.863	0.000	0	0.000	0	0.056	37	0.267	55
1988	35.946	0.000	0	0.000	0	0.022	7	0.062	12
1989	35.896	0.017	17	0.065	25	0.258	54	0.542	59
1990	38.594	0.007	8	0.022	9	0.064	11	0.121	16
1991	33.862	0.000	0	0.000	0	0.000	0	0.000	0
1992	46.281	0.004	3	0.021	10	0.100	19	0.199	22
1993	56.487	0.008	7	0.023	8	0.085	18	0.180	25
1994	58.851	0.000	0	0.002	4	0.051	19	0.134	19
1995	35.312	0.000	0	0.000	1	0.005	1	0.011	3
平均	41.066	0.006	4.35	0.020	8.85	0.103	29.2	0.261	42.25

年	桂林流量	確保量 20m ³ /s							
		1995 年		2000 年		2010 年		2020 年	
		不足量	補給日數	不足量	補給日數	不足量	補給日數	不足量	補給日數
1976	49.880	0.556	70	0.702	76	1.097	93	1.555	109
1977	42.799	0.129	36	0.215	49	0.463	69	0.772	83
1978	37.699	0.205	40	0.304	53	0.633	95	1.083	123
1979	40.151	0.338	71	0.486	72	0.843	88	1.293	100
1980	41.384	0.287	66	0.438	74	0.809	83	1.228	94
1981	38.482	0.070	17	0.107	22	0.269	47	0.512	63
1982	47.413	0.002	6	0.033	22	0.147	32	0.293	34
1983	45.725	0.058	20	0.112	27	0.289	40	0.526	56
1984	32.437	0.000	36	0.000	49	0.000	70	0.000	96
1985	31.744	0.241	68	0.403	85	0.810	90	1.236	99
1986	28.516	0.376	75	0.546	88	0.974	99	1.449	108
1987	43.863	0.152	49	0.255	56	0.550	74	0.901	90
1988	35.946	0.034	7	0.050	8	0.133	28	0.386	73
1989	35.896	0.335	57	0.464	60	0.783	72	1.161	92
1990	38.594	0.093	13	0.120	15	0.223	36	0.481	76
1991	33.862	0.000	0	0.000	0	0.005	3	0.092	46
1992	46.281	0.132	20	0.178	23	0.345	56	0.644	86
1993	56.487	0.126	20	0.173	24	0.303	33	0.471	47
1994	58.851	0.098	19	0.135	19	0.217	20	0.306	21
1995	35.312	0.007	1	0.009	1	0.032	13	0.195	51
平均	41.066	0.162	34.55	0.236	41.15	0.446	57.05	0.729	77.35

表 3.2.2(2)水収支計算結果表

年	佳林流量	確保量 30m ³ /s							
		1995 年		2000 年		2010 年		2020 年	
		不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数
1976	49.880	1.339	116	1.566	121	2.114	141	2.724	159
1977	42.799	0.652	77	0.805	84	1.198	108	1.685	124
1978	37.699	0.906	117	1.140	136	1.750	161	2.393	176
1979	40.151	1.024	95	1.226	99	1.705	107	2.224	114
1980	41.384	0.962	86	1.151	94	1.634	112	2.172	124
1981	38.482	0.374	51	0.487	60	0.782	72	1.131	85
1982	47.413	0.224	34	0.291	34	0.445	37	0.621	44
1983	45.725	0.357	48	0.470	56	0.769	71	1.126	79
1984	32.437	0.000	92	0.000	107	0.000	120	0.000	142
1985	31.744	1.005	104	1.219	114	1.726	125	2.260	135
1986	28.516	1.181	106	1.405	115	1.960	139	2.561	150
1987	43.863	0.733	79	0.898	90	1.303	97	1.729	101
1988	35.946	0.187	51	0.317	69	0.673	80	1.093	93
1989	35.896	0.931	88	1.124	101	1.624	131	2.195	152
1990	38.594	0.370	74	0.520	93	0.951	124	1.449	140
1991	33.862	0.039	15	0.088	40	0.365	90	0.754	111
1992	46.281	0.515	84	0.683	96	1.132	122	1.646	145
1993	56.487	0.379	36	0.456	40	0.687	56	0.957	72
1994	58.851	0.267	21	0.308	22	0.432	34	0.623	53
1995	35.312	0.067	25	0.145	46	0.401	58	0.696	67
平均	41.066	0.576	69.95	0.715	80.85	1.083	99.25	1.502	113.3

年	佳林流量	確保量 40m ³ /s							
		1995 年		2000 年		2010 年		2020 年	
		不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数
1976	49.880	2.509	159	2.813	171	3.524	182	4.240	192
1977	42.799	1.504	125	1.746	131	2.311	147	2.907	156
1978	37.699	2.230	181	2.558	187	3.326	200	4.072	212
1979	40.151	1.919	117	2.168	125	2.744	135	3.352	148
1980	41.384	1.893	129	2.152	132	2.744	138	3.344	145
1981	38.482	0.973	90	1.146	93	1.572	111	2.028	119
1982	47.413	0.535	39	0.616	44	0.816	47	1.037	57
1983	45.725	0.897	74	1.057	76	1.456	90	1.895	94
1984	32.437	0.000	145	0.000	155	0.000	175	0.000	182
1985	31.744	2.066	143	2.338	153	2.971	160	3.592	170
1986	28.516	2.343	164	2.650	172	3.363	181	4.062	185
1987	43.863	1.538	101	1.736	101	2.183	108	2.649	111
1988	35.946	0.818	87	1.009	94	1.521	128	2.102	136
1989	35.896	1.999	157	2.294	164	2.982	174	3.655	178
1990	38.594	1.349	142	1.606	151	2.217	164	2.827	173
1991	33.862	0.651	112	0.853	118	1.367	137	1.899	143
1992	46.281	1.533	146	1.798	154	2.437	170	3.068	180
1993	56.487	0.834	70	0.972	77	1.347	97	1.783	111
1994	58.851	0.515	38	0.604	50	0.844	59	1.170	78
1995	35.312	0.506	62	0.643	71	1.021	100	1.511	124
平均	41.066	1.331	114.05	1.538	120.95	2.037	135.15	2.560	144.7

表 3.2.2(3)水收支計算結果表

		確保量 45m ³ /s							
年	桂林流量	1995 年		2000 年		2010 年		2020 年	
		不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数
1976	49.880	3.245	181	3.577	184	4.340	195	5.089	200
1977	42.799	2.085	146	2.356	149	2.972	156	3.607	169
1978	37.699	3.052	197	3.408	206	4.231	219	5.034	229
1979	40.151	2.465	135	2.739	143	3.369	151	4.025	168
1980	41.384	2.470	137	2.740	140	3.362	146	3.982	151
1981	38.482	1.393	106	1.598	114	2.080	124	2.577	138
1982	47.413	0.723	46	0.815	47	1.045	59	1.315	77
1983	45.725	1.234	84	1.418	90	1.860	98	2.322	105
1984	32.437	0.000	171	0.000	176	0.000	190	0.000	197
1985	31.744	2.731	160	3.023	164	3.692	172	4.342	178
1986	28.516	3.092	179	3.420	182	4.162	188	4.877	192
1987	43.863	1.979	105	2.188	108	2.663	114	3.157	122
1988	35.946	1.243	120	1.498	127	2.091	136	2.695	138
1989	35.896	2.717	173	3.034	176	3.746	180	4.440	188
1990	38.594	2.008	159	2.289	165	2.948	178	3.592	181
1991	33.862	1.172	133	1.411	136	1.979	145	2.531	148
1992	46.281	2.218	168	2.511	173	3.203	181	3.851	183
1993	56.487	1.178	91	1.360	99	1.801	111	2.292	124
1994	58.851	0.721	53	0.831	56	1.139	78	1.519	84
1995	35.312	0.825	91	1.015	104	1.527	126	2.067	134
平均	41.066	1.828	131.75	2.062	136.95	2.610	147.35	3.166	155.3

		確保量 50m ³ /s							
年	桂林流量	1995 年		2000 年		2010 年		2020 年	
		不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数	不足量	補給日数
1976	49.880	4.051	193	4.403	195	5.196	201	5.962	204
1977	42.799	2.732	154	3.020	160	3.688	170	4.357	177
1978	37.699	3.950	214	4.330	221	5.206	231	6.039	236
1979	40.151	3.083	151	3.381	159	4.078	173	4.780	181
1980	41.384	3.083	145	3.367	150	4.012	153	4.644	156
1981	38.482	1.890	124	2.117	130	2.652	143	3.208	155
1982	47.413	0.941	57	1.057	65	1.364	84	1.681	90
1983	45.725	1.624	98	1.830	100	2.310	109	2.801	118
1984	32.437	0.000	187	0.000	192	0.000	202	0.000	213
1985	31.744	3.446	169	3.753	175	4.458	181	5.126	186
1986	28.516	3.886	187	4.224	190	4.989	196	5.725	202
1987	43.863	2.452	116	2.675	116	3.176	122	3.700	130
1988	35.946	1.803	134	2.073	135	2.691	147	3.328	155
1989	35.896	3.476	178	3.803	183	4.545	192	5.275	202
1990	38.594	2.720	172	3.023	178	3.720	180	4.382	187
1991	33.862	1.765	144	2.023	145	2.617	151	3.196	157
1992	46.281	2.967	180	3.281	181	3.989	184	4.647	187
1993	56.487	1.607	106	1.815	116	2.323	127	2.843	132
1994	58.851	0.968	65	1.113	76	1.488	86	1.907	96
1995	35.312	1.289	122	1.530	126	2.098	137	2.668	145
平均	41.066	2.387	144.8	2.641	149.65	3.230	158.45	3.813	165.45

3.3 確保容量と桂林地点流量

2010年、2020年の水需要取水量と桂林地点の確保流量を6ケース想定し(10, 20, 30, 40, 45, 50)水収支計算を行い、多年平均、1/10 渇水年、1/20 渇水年に対する確保容量、補給日数を表 3.3.1 に整理した。

これを基に、図 3.3.1 は桂林地点流量と確保容量の関係を図示したものである。

この関係より、各対策案における貯水池施設及び導水計画による桂林地点での確保流量を推定した。なお、青獅潭ダムにおける農業用水の余剰水を考慮した数値と考慮しない数値の平均値を計画値として検討した。

表 3.3.2 各対策案における桂林地点流量の関係

対策案	完成施設及び容量 (億 m ³)	水需要 対象年	確率規模	桂林地点流量 (m ³ /s)
A	2010年 小溶江+五里峡 (1.67) 青獅潭農水余剰水 (0.5)	2010年	多年平均 1/20 渇水	38(35) 30(25)
	2020年 小溶江+五里峡+ 川江+斧子江 (3.989) 青獅潭農水余剰水 (1.05)	2020年	多年平均 1/20 渇水	56(47) 44(38)
B	2010年 小溶江+五里峡 (1.67) 青獅潭農水余剰水 (0.5)	2010年	多年平均 1/20 渇水	38(35) 30(25)
	2020年 小溶江+五里峡+ 川江 (2.404) 青獅潭農水余剰水 (1.05)	2020年	多年平均 1/20 渇水	45(37) 35(25)
C	2010年 小溶江 (1.15) 青獅潭農水余剰水 (0.5)	2010年	多年平均 1/20 渇水	35(30) 25(20)
	2020年 小溶江 (1.15) 青獅潭農水余剰水 (1.05)	2020年	多年平均 1/20 渇水	35(25) 26(15)

註: 桂林地点流量の欄の()は、青獅潭農水余剰水を見込まない場合

表 3.3.1 桂林地点流量、確保容量と補給日数の関係

確保流量 (m ³ /s)	確 率 規 模	2010 年			2010 年		
		年	確保容量	補給日数	年	確保容量	補給日数
10	1/2	90	0.06	11	92	0.20	22
	1/20	76	0.41	67	76	0.74	83
20	1/2	92	0.35	56	92	0.64	86
	1/20	76	1.10	93	76	1.56	109
30	1/2	92	1.13	122	92	1.50	145
	1/20	76	2.11	141	76	2.72	159
40	1/2	90	2.22	164	90	2.83	173
	1/20	76	3.52	182	76	4.24	192
45	1/2	90	2.95	178	90	3.59	181
	1/20	76	4.34	195	76	5.09	200
50	1/2	77	3.69	170	77	4.36	177
	1/20	78	5.21	231	78	6.04	236

(容量 億 m³)

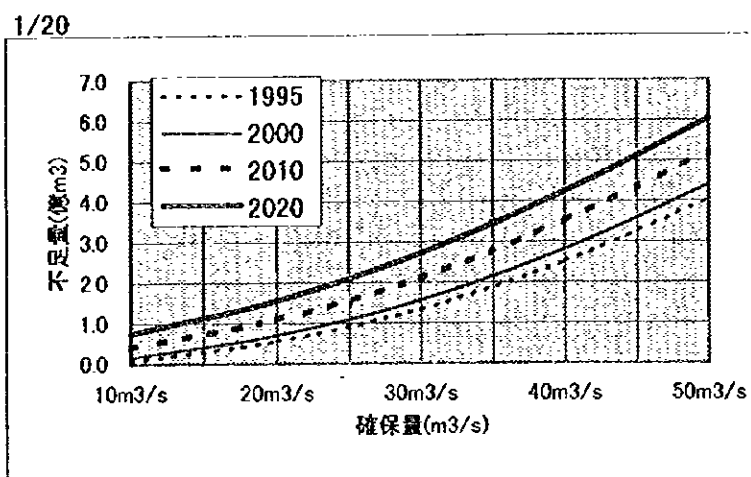
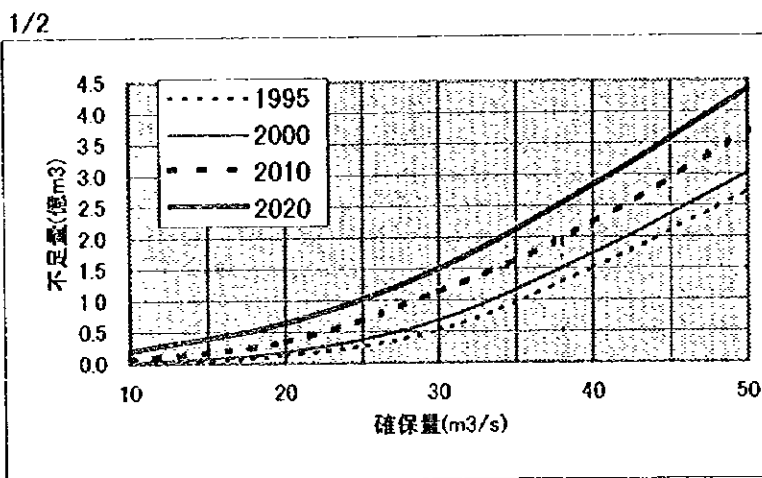


図 3.3.1 桂林地点確保流量と確保容量の関係

4 流出計算

4.1 計画基準点

一般的には、計画基準点は既往の水理、水文資料が十分得られて、水理、水文解析の拠点となり、しかも全般の計画に密接な関係がある地点を選定すべきであるとされている。現在、計画基準点は桂林水文観測所となっており、十分基準点としての要件を満たしている。

4.2 流域分割

当調査の範囲は陽朔水文観測所より上流域であり、対象流域に於ける将来の利水、治水計画及び現況水文観測所の位置を考慮して、次の5地点に於いて流域分割を行った。

表 4.2.1 流域分割地点及び流域面積

流域分割対象地点		
地点	流域面積(km ²)	備考
桂林水文観測所	2869	計画基準点
陽朔水文観測所	5660	流域最下流端
大溶江水文観測所	722	モデル定数同定地点
小溶江堰予定地	164	ダム予定地
青獅潭水庫	474	既存ダム

4.3 流出解析モデル(タンクモデル法)

調査対象流域では、観測所諸元を示した7水文観測所（桃花江を除く）に於いて流量資料がかなり良く整理されている。

当調査では、流出計算モデルを同定する為に、ダム調整や導水の影響が少ないと思われる水文観測所（大溶江：良豊江：潮田河）の内、流域面積が大きく漓江の上流域を占め重要度の高いと考えられる大溶江水文観測所を流出解析計算対象観測所として選定し、タンクモデルによる低水流出の流出解析計算を行う。

4.3.1 計算条件

流出解析は日単位で行い、計算条件は以下に示す通りである。

- ①流出解析対象地点：大溶江水文観測所（719km²）
- ②降雨観測所：大溶江水文観測所地点に於ける流域平均雨量は、フィッセン係数法を用いる。流域平均雨量に係る雨量観測所は、以下に示した6観測所である。

雨量観測所	上洞	清水江	華江	川江	硯田	雲溪
係数	0.13	0.20	0.31	0.19	0.07	0.09

③計算期間：流出解析計算期間は降雨及び流量資料の取得状況により決定される。大溶江水文観測所に於ける流量資料は1976年から1988年までの13年間について得られているが、清水江、川江及び金石の3降雨観測所に関しては1976年から1978年まで降雨資料に欠測があるので、実際に流出解析計算に採用したのは、1979年から1988年の10年間である。

④蒸発量：タンクモデル法に於いては日蒸発量資料が必要とされるが、ここでは桂林市気象観測所に於ける至近20年間の平均月蒸発量をもとに決定する。

月蒸発量 (桂林気象観測所 1976-1995; 20年平均)												(mm)	
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	合計
蒸発量	67.7	60.0	75.8	96.1	122.9	145.4	188.6	181.5	188.0	158.2	106.5	79.0	1469.7

月蒸発量表に示したのは、蒸発量計による計器蒸発量であり実際の流域蒸発量と異なる。ここでは、実際の観測値より損失量を把握する為に計算期間である1979年から1988年の大溶江水文観測所に於ける流出高と流域平均雨量を比較した。20年平均で見ると実際の損失量は613.5mm、計器による観測蒸発量は1469.7mmであり、42%に相当する。

4.3.2 タンクモデル定数の同定

同定するタンク定数は図に示したように6個の流出孔と4個の浸透孔及び4個の流出孔高である。

同定計算は1979年1月1日から開始されるが、当日は洪水期であり前期降雨もないので実測流量は全て基底流量であるとみなされる。そこで4段タンク（これは、このタンクモデルでは地下水流出を表現している）には、この流量に相当する初期貯留高を組み込んでおくこととする。

各孔の大きさを適宜変えて流出計算を行い、実測値との比較から計算の再現性を検討するわけであるが、ここで注目するのは、低水流出であるので主として30m³/s程度以下の流量の一致度を重視する。

タンクモデル法の基本的な考え方は、河川流出ハイドログラフの流量低減部が指数減少すると見なされることに起因している。通常河川流出ハイドログラフの低減部分を対数表示で見ると幾つかの変極点が認められ、3もしくは4以上の直線成分に分類されていることが判る。この成分を4段タンクで現そうとするのがタンクモデルである。理想的には低減の指数はすべてのハイドログラフに於いて一定であるはずであるが実際には出水により異なる場合があり、すべ

てのハイドログラフを平均的に再現する為のタンク定数を試行錯誤で求めなくてはならない。指数低減の変極点を 1979 年 11 月のハイドログラフを例にとって示す。

ここで用いるタンクは 4 段タンクとし、タンクモデル定数の同定計算は試行錯誤方式で行う。

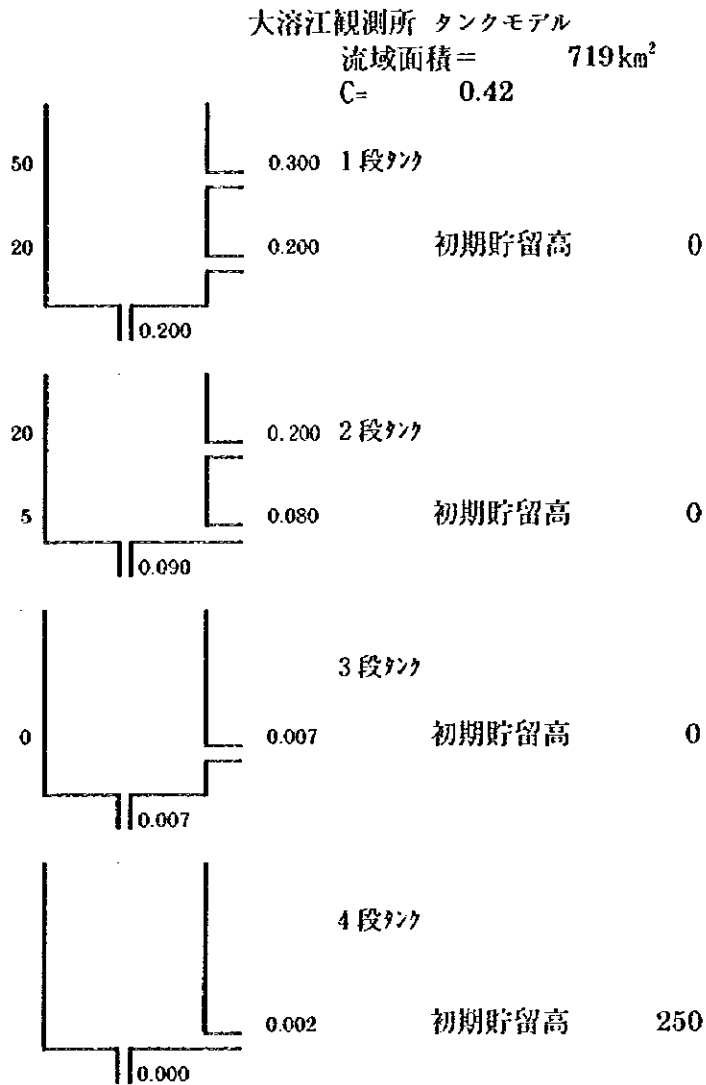


図 4.3.1 タンクモデル図

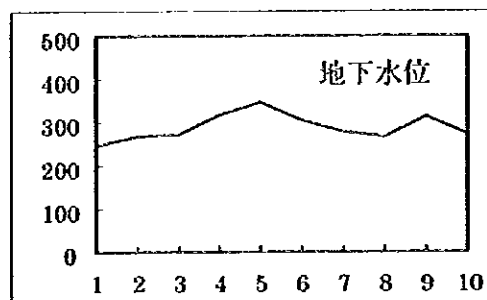
各孔の大きさを適宜変えて流出計算を行い、実測値との比較から計算の再現性を検討するわけであるが、ここで注目しているのは、低水流出成分であるので主として 30m³/s 程度以下の流量の一致度を重視する。

4.3.3 同定結果

試行錯誤によってタンク定数の検討を行ったところ、タンクモデル図に示した定数を用いたケースが最も再現性が良いものであった。なお、ここでの再現性の良否は計算と実測ハイドログラフを目視で判断したものである。

この定数を用いた場合の計算値と実測値の年間総流出高及び各年末での4段タンクの貯留残高を次に示す。

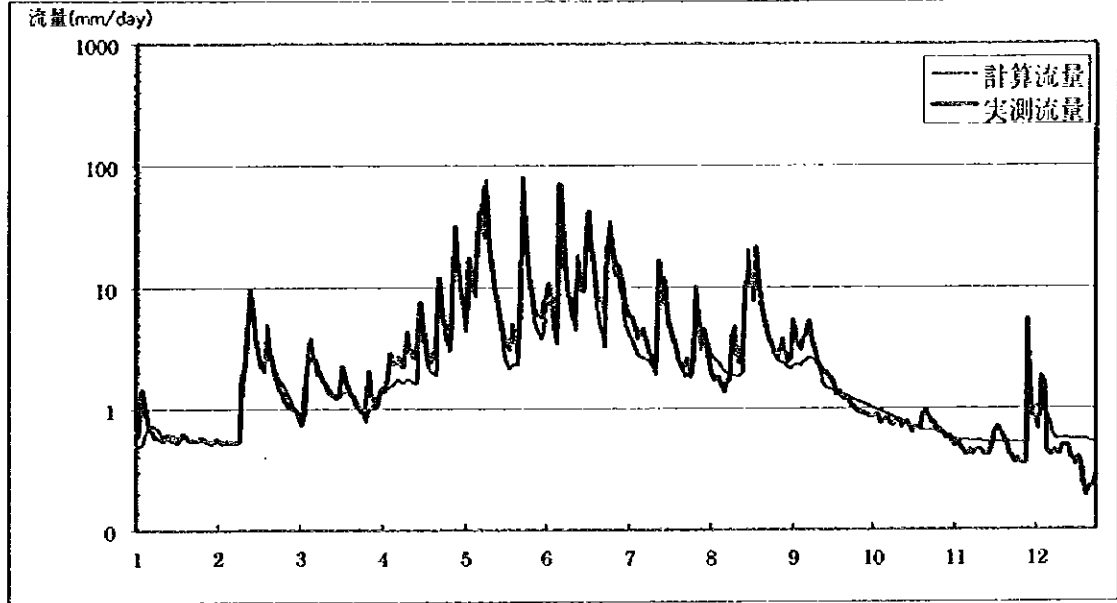
流域面積 =		722km ²		地下水位
年	計算	実測		
1979	1526.6	1704.3	247.4	
1980	1731.5	1756.1	268.4	
1981	1651.1	1615.6	273.6	
1982	1843.3	1879.8	318.9	
1983	1845.0	1819.7	347.3	
1984	1722.3	1622.0	305.4	
1985	1403.5	1337.8	279.0	
1986	1317.8	1350.9	267.9	
1987	1776.2	2013.3	314.1	
1988	1358.8	1404.5	273.6	
平均	1617.6	1650.4	289.6	



年末は渇水期であり、流出は地下水成分が卓越しているため、流出成分のほとんどすべては地下水流出(基底流出)であると見なして良い。基底流量に相当する4段タンクの貯留残高は247mmから347mmの範囲で安定しており、これは4段タンクの流出孔の設定が妥当であることを意味している。また、計算値と実測値の誤差は±5%程度であるため、流量の観測精度を考慮すれば十分一致していると考えられる。

計算値と実測値の比較をハイドログラフに示す。なお、ハイドログラフは特に低水部の一致度が見られるように対数目盛りで表わしている。

1979



1980

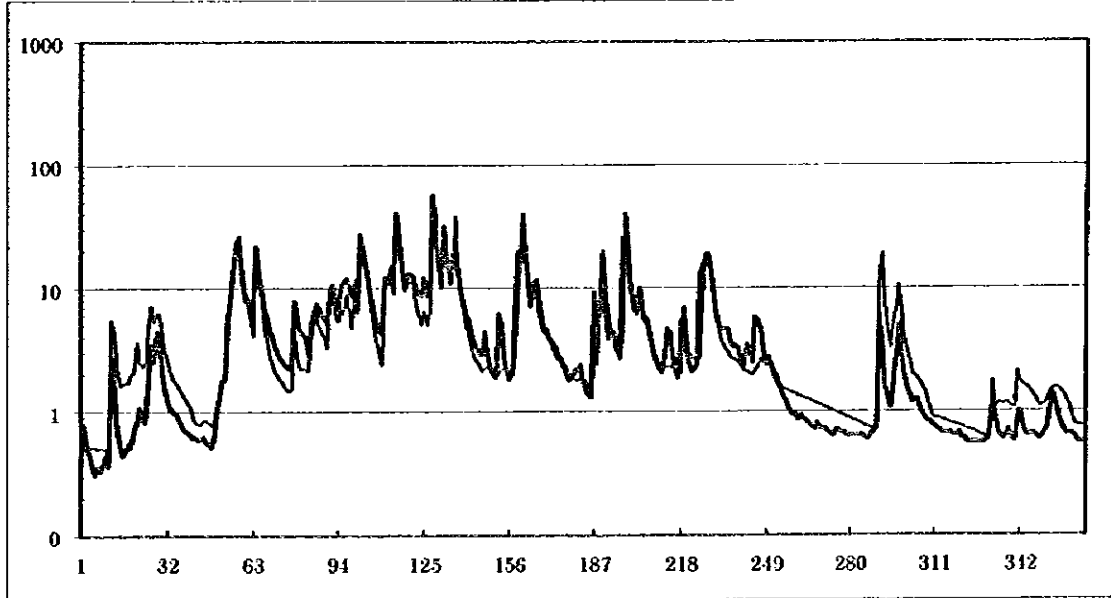


図 4.3.2(1) 検証計算ハイドログラフ(1)

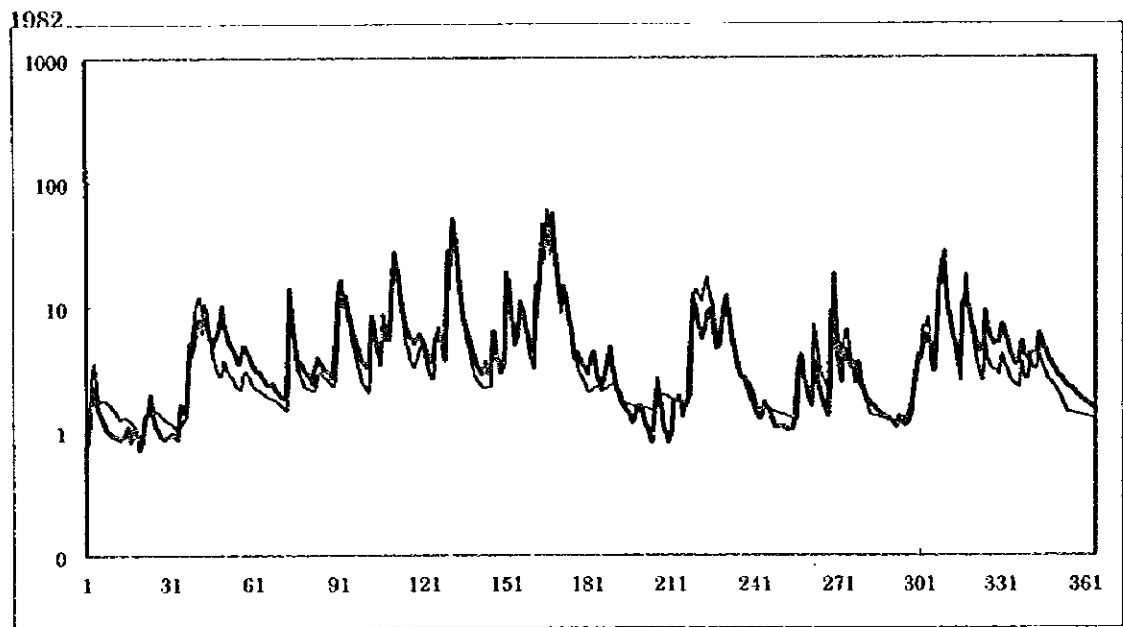
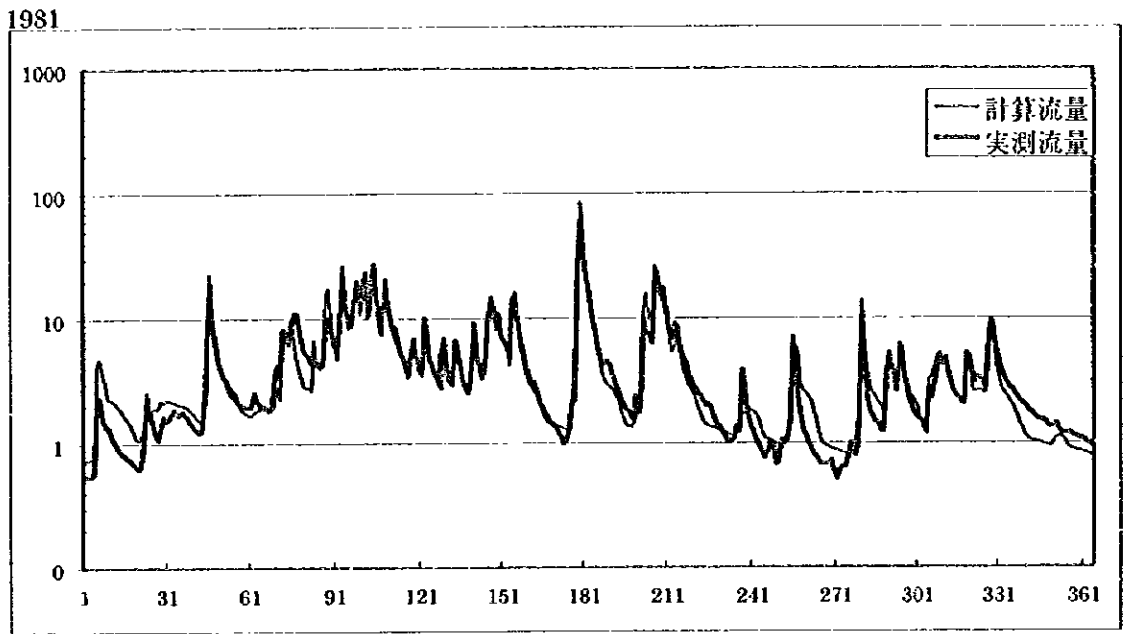
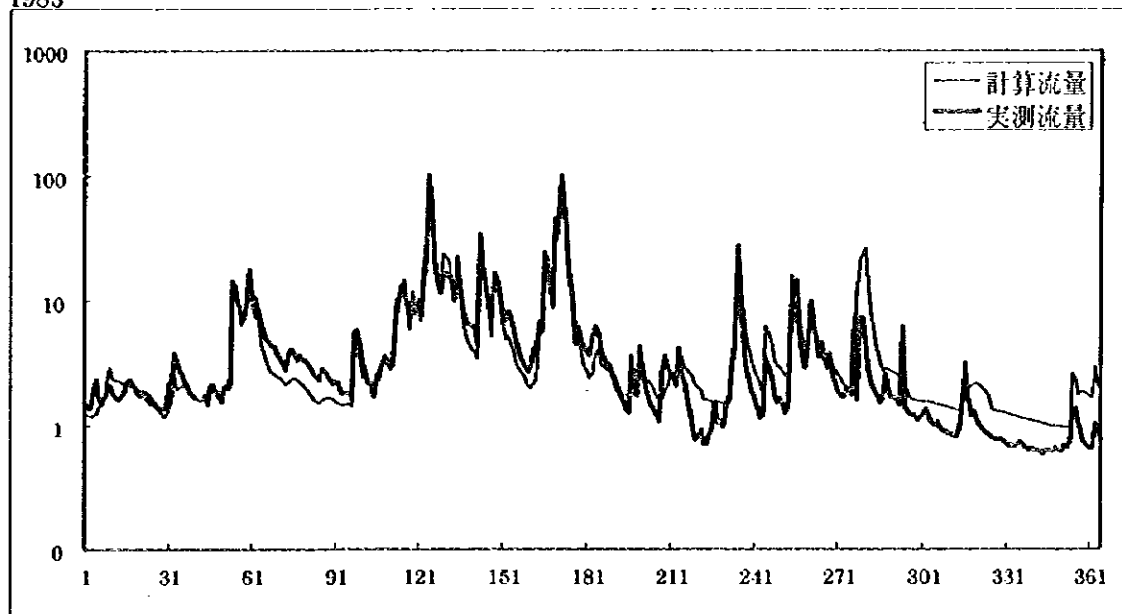


図 4.3.2(2)検証計算ハイドログラフ(2)

1983



1984

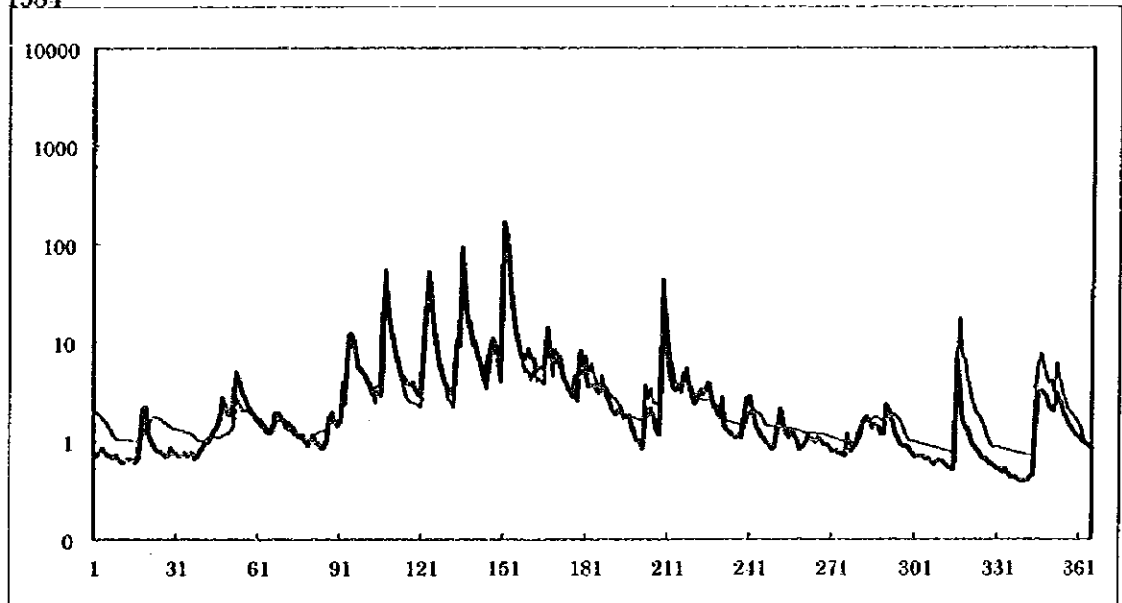


図 4.3.2(3) 検証計算ハイドログラフ(3)

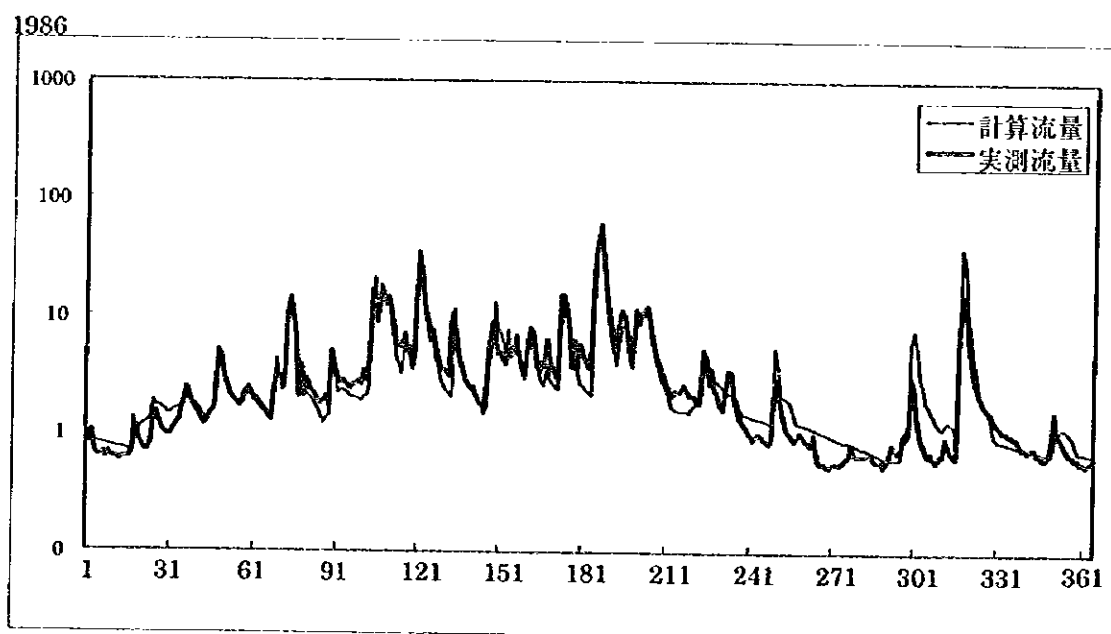
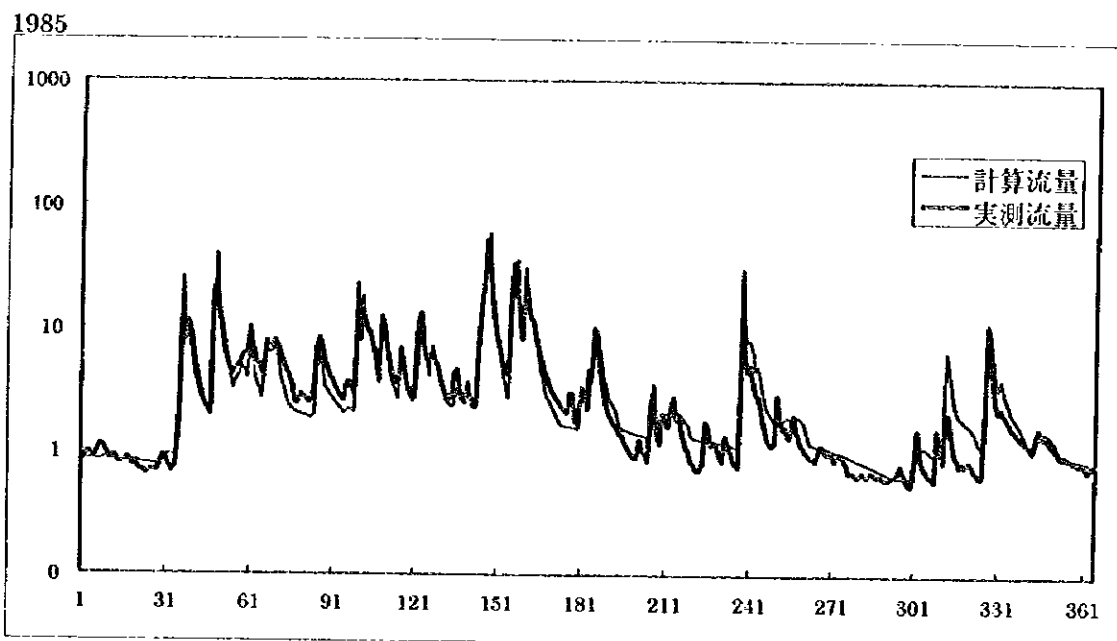


図 4.3.2(4) 検証計算ハイドログラフ(4)

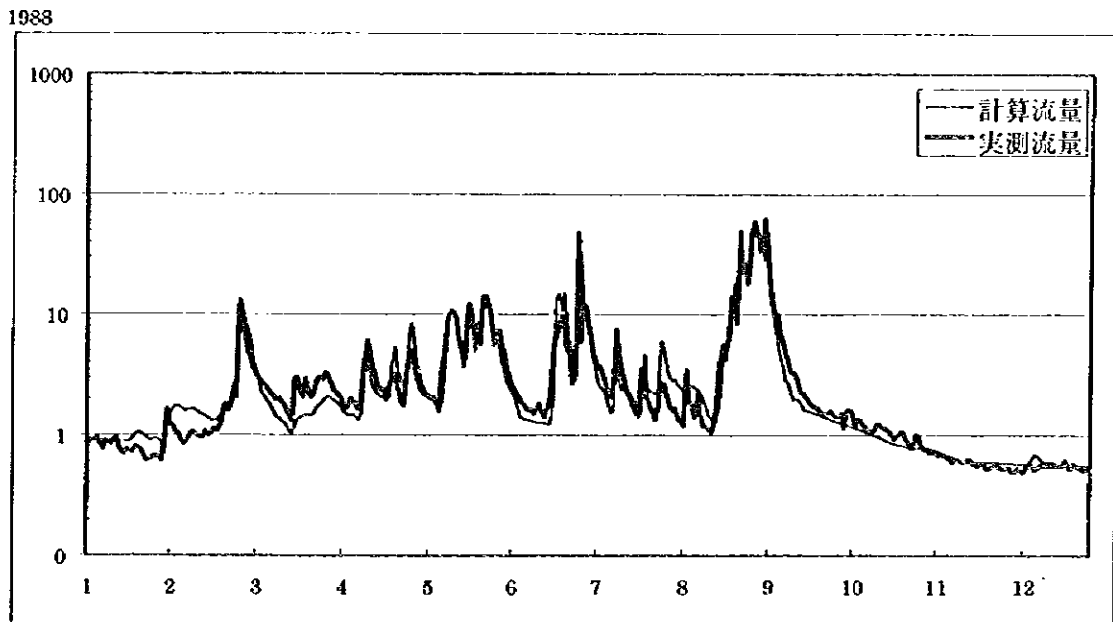
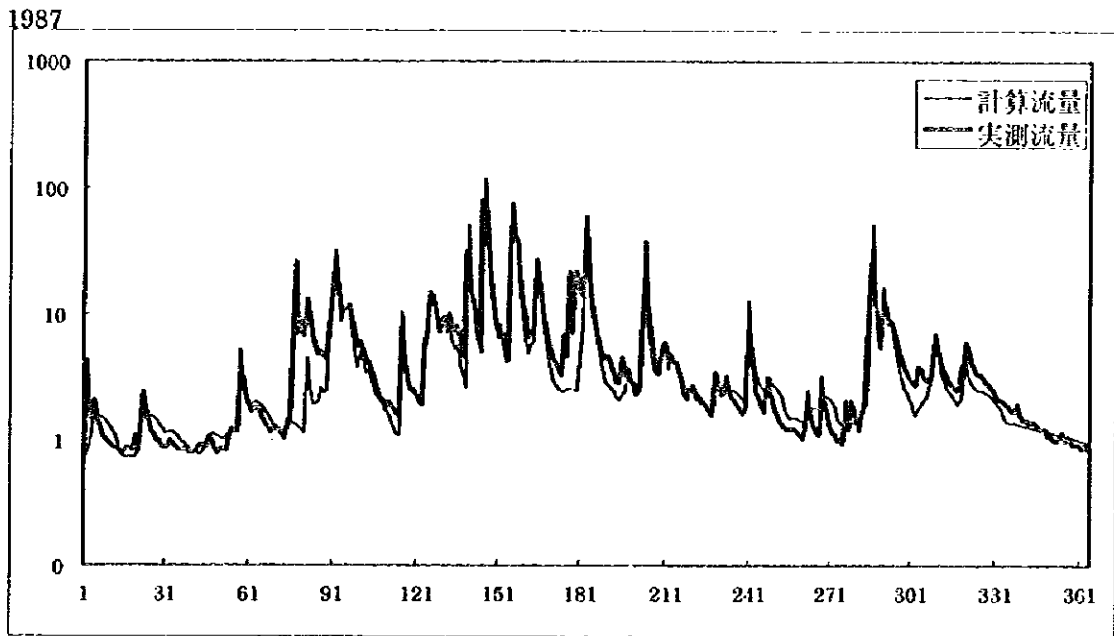


図 4.3.2(5) 検証計算ハイドログラフ(5)

5 治水施設

5.1 計画中のプロジェクト

治水に関連して、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 5.1.1 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	桂林沱瓶山天橋~陽朔橋 172km (両岸)	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 二級堤防新築 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 二級堤防改築 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 ³ /sを分流 ④1/100年確率で0.43m~0.75mの水位低下
	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 ³ /sを分流 ④1/100年確率で1.17m~1.33mの水位低下
ダム計画	漓江 斧子峡ダム	漓江水位の低下	1/100	興安県洛江郷司門前村 大洛江	①集水面積325km ² ②洪水調節容量89,000,000m ³ ③ダム高84m、堤頂長280mの重力式ダム ④1/100年確率で0.39mの水位低下
	漓江 川江ダム	漓江水位の低下	1/100	興安県洛江郷司門前村 大洛江	①集水面積127km ² ②洪水調節容量46,000,000m ³ ③ダム高81.4mの重力式ダム ④1/100年確率で0.125mの水位低下

5.2 計画水位

漓江及び桃花江の設計洪水水位は、以下の通りである。

表 5.2.1 漓江及び桃花江の設計洪水水位

No.	位置	EL. m			
		1/10年	1/20年	1/50年	1/100年
0+000	白石潭	155.02	155.39	156.80	156.10
1+000	董家巷	154.81	155.18	155.60	155.90
3+500	大河堤	153.68	154.05	154.48	154.79
5+000	泗洲湾村	152.76	153.16	153.82	153.95
7+000	束埝路	151.92	152.37	152.86	153.26
8+600	随江路	151.02	151.42	151.86	152.14
9+600	望江路	150.37	150.76	151.07	151.33
10+200	象鼻山	150.12	150.44	150.81	151.05
11+000	漓江大橋	149.78	150.08	150.42	150.66
11+800	白果樹村	149.30	149.59	149.92	150.13
13+700	小東江河口	148.08	148.41	148.80	149.01
14+500	吳家里	147.68	148.01	148.39	148.01
15+700	桂林觀測所	146.85	147.19	147.58	147.81
18+400	衛家湾	145.72	146.06	146.42	146.67
20+000	柘木村	145.02	145.36	145.73	145.97

No.	位置	EL. m			
		1/10年	1/20年	1/50年	1/100年
0+000	五仙堤	154.03	154.43	154.88	155.20
1+300	濱城	153.65	154.05	154.51	154.84
2+800	城門洞	153.22	153.32	154.08	154.42
4+500	木南村	153.03	153.43	153.90	154.26
5+700	燕子岩	152.60	152.91	153.42	153.89
6+600	獅子岩	152.18	152.01	153.09	153.48
8+200	北冲村	151.50	151.92	152.37	152.80
9+100	飛雲橋	151.20	151.81	152.07	152.48
9+800	魯家村	151.01	151.48	151.87	152.26
10+600	李公館	150.91	151.31	151.75	152.09
12+000	獅子岩	150.88	151.08	151.46	151.78
13+700	勝利橋	150.37	150.75	151.20	151.52
14+900	鹿子園	150.03	150.40	150.88	151.13
15+700	桃花江觀測所	149.82	150.20	150.66	151.00
16+400	虹江堤	149.61	150.01	150.45	150.82
17+400	雉山橋	149.07	149.43	149.77	150.08
18+300	堰施口	148.86	148.94	149.20	149.44

5.3 将来計画

現在考えられている治水改善目標は、次に示すように短期、中期及び長期の三期に分かれて実施され、最終的には 1/100 年確率の洪水に対応出来るよう計画されている。

表 5.3.1 治水目標の年次計画

	対策案	目標年	対象確率年	計画の内容
一期	堤防	2000年まで	20年	漓江、桃花江で75.6kmの堤防
二期	分水路	2010年	50年	漓江及び桃花江
三期	ダム	2010年以降	100年	斧子口及び川江ダム

5.3.1 漓江の河岸整備プロジェクト

漓江の堤防の侵食防止と舟運の改善の為に、陽朔、桂林間の86km（堤防延長両岸：172km）区間について護岸を行うと共に、66箇所の浅瀬の浚渫を行う。

浚渫計画の内容を以下にまとめる。

- (1) 河道は複断面で、6段階に分けられる。
- (2) 舟運に必要とされる河川断面は 30 x 6.4 x 0.8m の船がすれ違うのに必要な断面で、その諸元は以下のとおりである。

水深：1.0-1.2m、 河幅：30m、 曲率半径：200m

- (3) 浚渫後の断面に於いて、舟運に必要な流量は、40~50m³/sである。
- (4) 計画区間は虞山橋貨物港から陽朔橋までである。

護岸計画の現況及び計画の目標は以下に示す通りである。

- (1) 計画区間（桂林浄瓶山大橋から陽朔橋）の堤防は両岸で172kmである。
- (2) 計画区間には、55kmの崖部及び12kmの無堤区間を除いても105kmの第一級の堤があり、種々の侵食を被っている。その為、第二級以上の護岸が望まれている。
- (3) 侵食防止を目的とする直式は、第一級及び第二級護岸堤に適用され、主として村、小さな町、耕作地等々に対して設けられる。
- (4) 流況、地質、河川地形等々を考慮すると、最適な護岸高は1.0mから1.6mと考えられ、確率的には1/10から1/20年に相当する。
- (5) 斜式は最低水位から平均水位の間に設けられ、勾配は地形、河道形状等々により異なる。
- (6) 堤防は主として都市部、町にたいして設けられ、漓江の景観に調和するよう配慮されなければならない。

現在計画されている護岸工事計画の内訳は、以下に示す通りである。

- ① 62km の第一級護岸を建設する。主として、直式と斜式を採用するが、主要地点に関しては堤防を設ける。
- ② 16km の第二級護岸を建設する。すべて直式である。
- ③ 20km の古い護岸を修復する。

5.3.2 堤防計画

漓江及び桃花江の桂林市区に於ける現況堤防の防御能力は7～18%程度ときわめて低い水準にあるが、現在の計画では2000年を目処に、漓江(38.99km)及び桃花江(18.3km)区間の築堤及び改修を行い、1/20年確率の洪水位に対処できるようにする計画である。

また、桃花江の右分水路である寧遠河の堤防の建設及び改修計画も考慮されており、その詳細は、以下の通りである。なお、計画全長は2kmで、設計対象確率は概ね1/20年であるが、右岸の地盤高が低い為1/10年確率規模しか達成出来ない区間がある。

表 5.3.1 寧遠河堤防計画

寧遠河堤防計画					
区間	計画長(m)	計画(級)	内容	堤頂標高(EL.m)	
左岸 0+000～0+238	122.0	3(一部2)	改修	149.7(一部147.7)	
左岸 0+403～0+723	320.0	-	新設	148.7	
右岸 0+000～0+265	265.0	2	改修	145.5	
右岸 0+265～0+329	64.0	2	新設	145.5～149.9	
右岸 0+425～0+455	30.0	2	新設	145.5～149.0	
右岸 0+455～0+605.5	50.5	2	改修	145.5～149.0(一部150.2)	

5.3.3 分水路建設事業

この事業は、漓江大橋の上流11kmの漓江左岸董家港より300m下流地点から小東江合流点の下流(衛家渡上流500m地点)の間に建設し、漓江本川の洪水位を低減させる漓江分水路と、五仙堤上流90m地点から魯家村上流460m地点までの間に建設し、桃花江の洪水位を低減させる桃花江分水路がある。これらの諸元は以下に示すとおりである。

表 5.3.2 分水路の緒言

分水路の諸元

	桃花江分水路	瀉江分水路
水路長(km)	2.27	13.33
河床水路幅(m)	20	30
水路勾配	1/1,600	1/1,600
ショートカット長(km)	3.93	3.00
分流流量(m ³ /s)	221	748
洪水位低下量(m)	1.17~1.33	0.43~0.75

1/100年洪水対象

5.3.4 ダム計画

瀉江上流及び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。両ダムとも重力式コンクリートダムで、発電、治水、瀉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、瀉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 m³ 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の軽減に大きく寄与する。なお、ダム計画を実施すると、2分水路とあわせて 1/100 年確率の洪水に対処できる予定である。

表 5.3.3 斧子口ダム及び川江ダムによる洪水低減効果

2ダムによる洪水低減

確率年	桂林 建設前		桂林 2ダム建設後		洪水位低下量 (m)	2ダム 調節量 (万m ³)	ダム地点 洪水流量 (m ³ /s)
	洪水流量 (m ³ /s)	最高水位 (El. m)	洪水流量 (m ³ /s)	最高水位 (El. m)			
100	5970	148	4925	147.30	0.515	6311	1046
50	5490	148	4529	147.02	0.560	5689	961
20	4830	147.19	3984	146.67	0.522	4880	846
10	4290	147	3539	146.34	0.508	4206	751

5.4 計画中のプロジェクトによる水質改善効果

5.4.1 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。
- ②五里峡ダムから霊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。

浄化用水としての導水による河川水質の改善効果を判断する考え方はおおよそ次のようになる。

一般に、2種類の河川水が合流して完全混合したときの水質は次式で表現できる。

$$C = (C_1 \cdot Q_1 + C_2 \cdot Q_2) / (Q_1 + Q_2)$$

ただし、C(mg/L)；混合後の水質濃度

C₁、C₂(mg/L)；混合前の各河川水の水質濃度

Q₁、Q₂(m³/S)；混合前の各河川水の流量

したがって、導入する浄化用水の水質が良好で、かつ流量が大きいほど、導水による水質改善効果はあがることになる。

(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(m³/s)であるが、この導水事業により、渇水期において5～6(m³/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5.4.1及び表5.4.2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 5.4.1 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	両江
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 5.4.2 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	66.5	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

現在の湧水期維持流量は 6.71(m³/s)であるが、五里峡ダムを 5 m嵩上げするとさらに 5(m³/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(m³/s)に加えて、さらに 5(m³/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。

5.4.2 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 1m³/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 C r（36～80mg/kg）、A s（8～32mg/kg）、Z n（180～600mg/kg）、P b（93～380mg/kg）、H g（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にしたがって、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。

5.4.3 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、こ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 箇所計画がある。計画の諸元を表 5.4.1 及び表 5.4.2 に示す。

表 5.4.1 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 ³ /日	4.86 万 m ³ /日	5.76 万 m ³ /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	2.53 万 m ³ /日	4.32 万 m ³ /日	5.55 万 m ³ /日	
合計排水量	5.23 万 m ³ /日	9.18 万 m ³ /日	11.31 万 m ³ /日	

表 5.4.2 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 ³ /日	2.70 万 m ³ /日	4.95 万 m ³ /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	0.79 万 m ³ /日	1.34 万 m ³ /日	1.73 万 m ³ /日	
合計排水量	2.26 万 m ³ /日	4.04 万 m ³ /日	6.68 万 m ³ /日	

表 5.4.3 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 ³ /日	7.56万m ³ /日	10.71万m ³ /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 ³ /日	5.66万m ³ /日	7.28万m ³ /日	
合計排水量	7.49万m ³ /日	13.22万m ³ /日	17.99万m ³ /日	
BOD 一人当り負荷量	35 g/人/日	45 g/人/日	50 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。