

第2章 気象・水文

2.1 岷江上流域の気象・水文

岷江上流域とは都江堰市より上流のウェンチュアン (Wen Chuan) 県、理県、マオウエン (Mao Wen) 県、黒水県、松潘県の5つの県が属する地区のことを指す。岷江は水源地である雪宝山頂の標高 5,588 m から都江堰市の 725 m まで、その落差は 4,863 m ある。多くの高い山や溪谷があり、岷江上流域の気候は非常に複雑であるが、垂直気候ははっきりしている。この地区は北亜熱帯半湿潤河谷気候、暖温帯半日照り河谷気候、および温帯半湿潤河谷気候の3つの気候類型に分けることができる。岷江上流域の気象・水文を概観すると以下の通りである。

2.1.1 日照と気温

岷江上流域は晴天が多く、大気の透明度が高い。年日照時間は 1,566~1,828 時間の範囲にあり、成都地区の 1,239 時間と比較すると、327~589 時間も長い。岷江上流域の日照時間は標高が上がるにつれて増える。

岷江上流域の年平均気温は 5~13 °C の範囲にあり、そのうちウェンチュアン (Wen Chuan) 県の年平均気温は 12.7 °C でアバ (Aba) 州で一番高い。岷江上流域の気温が最高になるのは7~8月で、最低は12~1月である。

2.1.2 降水と降水量

岷江上流域は大気の大循環の影響を受け、冬の半年は上空を西風が吹き、内陸から気流が入りこみ、湿度が低く、降水も少ないので、日照りになる。西風の還流がチベット高原を越えるとき、南北に分かれて高原の東部でもう一度合流する。南北に分かれた西風の気流が合流するときの作用で、甘粛・チベット・四川の境界に低気圧が形成される。これを松潘低気圧という。この低気圧の影響を受け、松潘県、黒水県、理県の一帯は雨や雪が比較的多く降り、四川省の西部高原の乾燥した地域の中で湿潤かつ雨の多い地区となっている。

多年気象資料に基づくと、黒水県の年間降水量は 833 mm で、アバ (Aba) 州で年間降水量の最も多い県である。松潘県の年間降水量は 730 mm、ウェンチュアン (Wen Chuan) 県は 516 mm、マオウエン (Mao Wen) 県は 493 mm、理県は 591 mm となっている。また、ウェンチュアン (Wen Chuan) 県のシュエンコウ (Xuan Kou) 地区は 1,327 mm と、都江堰市の年間降水量の 1,265 mm より多く、州で一番多い地区になっている。一方、マオウエン (Mao Wen) 県のシャバ (Sha Ba) 区の年間降水量はわずか 415 mm で、アバ (Aba) 州で降水量の一番少ない地区となっている。

毎年5月から10月は南の季節風の影響で降水が集中し、豊水期となる。降水量は年間総降水量の 80~85 % を占める。11月から4月は北からの冷たい空気の影響で、晴天が多く、雨や雪が

降ることはあまりなく、渇水期となる。降水量は総降水量の15~20%を占める。12月と1月にはまったく雨も雪も降らない年もあり、空気が非常に乾燥し、冬季の旱魃となる。

2.1.3 蒸発量

資料によると、岷江上流域のマオウエン (Mao Wen) 県、ウエンチュアン (Wen Chuan) 県、理県の最大可能蒸発量は680~700 mmの間で、年間の降水量を110~265 mm 越えている。このため、両県は半旱魃地区に属している。一方、黒水県、灌県の蒸発量はそれぞれ720 mm、650 mmで、両県の年間降水量833 mm、1,265 mmを下回っているため、両県は湿潤地区に属している。

2.2 成都市の気象・水文

2.2.1 気象

成都市は亜熱帯の季節風気候区に属し、特有の地形と大気還流の影響を受けている。気候の特徴として、季節風の吹く季節がはっきりしていることが挙げられる。冬は厳寒がなく、夏は酷暑がない。雨量は充分で、風が吹く日が少なく、気圧が低い。湿度は高く、曇りや霧が多く、日照が少ない。このため、大気の拡散能力が弱い。成都市の気象の特徴を概観すると以下の通りである(表-2.2.1参照)。

(1) 気温

1951年より1980年までの記録によれば、成都市内の年平均気温は15.2℃~16.7℃の範囲にある。最高気温は34.0℃~37.3℃の範囲にあり、最低気温は-4.2℃~-6.2℃の範囲にある。最高気温は主に7月に記録され、最低気温は1月に記録される。地域的には北部で気温が低くなり、東部で高くなる傾向がある。

例年、初霜は12月の上旬におり、2月の下旬にはおりなくなる。一年を通じて、霜のない期間が269~300日ある。冬の温度は低くなく、春暖かくなるのが早い。また、夏の温度は高くても酷暑はない。

(2) 湿度

成都市内における年平均相対湿度は79~84%である。温江県、崇州市、新津県において高く、金堂県が低い。

(3) 日照時間

成都市は曇り、雨、霧の日が多く、日照時間は全国の中でも最も少ない地区の一つである。年日照時間は1,039時間~1,406時間の範囲にある。最長日照時間は成都市東部の新都県であり、最短は北部の都江堰市である。

年間を通じて、曇りの日は250日、霧の出る日は60日近くあり、四川省で霧の出る日の多い地区の一つになっている。

(4) 蒸発量

成都市の年間蒸発量は916 mm～1,020 mmの範囲にある。東部の金堂県で多く、北部の都江堰市で少ない。月別では7月に最大となり、12月に最小となる。

(5) 風速

成都市は無風の日が多く、年平均無風頻度は46%に達する。風向きは北北東が多い。年平均風速は1.0～1.4 m/sで年間を通して大差はないが、3～6月の風速が大きく、10～12月の風速が小さい。

2.2.2 降雨量

調査対象地域内には図-2.2.1および表-2.2.2に示す57の降雨観測所がある。これらは四川省水文水資源勘测局によって管理されている。殆どの観測所は1950年以降に設置されているが、岷江紫坪鋪観測所、彭山観測所および沱江三皇廟観測所は1930年代に観測を開始している。入手した降雨量記録は表-2.2.2に示す通りである。

入手した資料のうち1982年（渇水代表年）の日雨量記録を除くと、その全てが1963年から1975年の期間の月降雨量である。

成都市は四川省のなかでも降水量の多い地区のひとつである。表-2.2.3に示すように平均年間降雨量は892～1,268 mmである。西の蒲江県が最も多く、東の新都県が最も少ない。降雨による気候区分は都江堰マスタープランによれば11月から3月を渇水期、5月から9月を豊水期、4月および10月を過度期と定義している。年降雨量の8%が渇水期に、82%が豊水期に、10%が過度期に降る。月降雨量の最大は7月もしくは8月に発生し、最小は12月に発生する。

2.2.3 流量

(1) 流量観測所

調査対象地域内の流量観測記録は二種類に大別される。その一つは岷江本川等の自然河川の流量観測記録で水文資料と称されるものであり、四川省水電庁が観測を行っている。入手した水文資料によると、四川省水電庁の管轄下、調査対象地域内には29ヶ所の水文観測所がある。図-2.2.2にこれら水文観測所の位置を示す。観測記録は北京にある国家防洪総指揮部へ毎日送られる。本調査に関連する観測所は表-2.2.4に示す11ヶ所である。

もう一つの流量観測記録は都江堰灌漑区を流れる各河川（一次川水路）の流量記録である。都江堰管理局が都江堰よりの水を外江および内江の主要6河川（江安河、走馬河、柏条河、蒲陽河、黒石河、沙溝河）に分水した後は、東風渠灌漑管理所、人民渠灌漑管理所および外江灌漑管理所の三つの管理所により各河川の流量観測が行われる。

これら各管理所で保管される流量記録は5年ごとに都江堰管理局にてまとめられる。流量を観測する観測所は50ヶ所ある。このうち、本調査に不可欠なものは27ヶ所である。表-2.2.4にその一覧を示し、図-2.2.3にその位置を示す。主要6河川のうち、内江の4河川は1950年代に観測が開始され、外江の2河川は1960年代に観測が開始されている。その他の観測所の大半は1970年後半から1980年前半に設置されたものである。

(2) 流量記録

1) 岷江本川およびその他の自然河川の流量

入手した岷江本川を含む自然河川の流量記録は表-2.2.4に示す10観測所の記録であるが、1963年から1975年にかけての古い月流量記録が主体である。日流量については利水計画の代表渇水年である1982年の10観測所の記録を入手している。これらの記録から10観測所の月平均流量を算定すれば表-2.2.6の通りである。

本調査における流量検討の基本となる都江堰の流量は上記紫坪鋪ダムサイトの流量と白沙河楊柳坪水文観測所の流量の合計となる。記録によれば、1937年から1986年までの都江堰における年平均流入量は492 m³/s（153.4億m³/年）と計算される。比流量は0.0214 m³/s/km²である。

2) 灌漑区河川の流量

灌漑区内の河川流量として入手した資料は27観測所のうちの15観測所の記録であり、入手状況は表-2.2.5に示す通りである。1979年から1990年の期間については不完全ではあるが日流量を入手している。また、1953年から1978年の期間については走馬河、蒲陽河、柏条河の長期月流量を入手した。表-2.2.6に主要6河川の月平均流量を示す。

代表渇水年である1982年については11観測所の日流量記録を入手した。

第3章 洪水防御計画

3.1 河川水系概要

調査対象地区の洪水はその発生域により大きく以下の三つに分かれる。(図 - 1.4.2 参照)

- (1) 岷江上流域からの洪水
- (2) 西部の周辺山地からの洪水
- (3) 都江堰灌漑区内の洪水

岷江上流域からの洪水は都江堰に來襲し、一部は都江堰灌漑区内に入るが大半は岷江本川の金馬河(外江)を通して下流に排水される。

西部の周辺山地からの洪水は大きく2流に分かれて岷江本川に排水される。一つは西河であり、文井江の洪水が外江灌漑区の沙溝河と黒石河の洪水と共に流入し、新津上流で岷江本川に排水される。もう一つは南河であり、その支川である斜江河、出江河および蒲江河の洪水が流入し、新津にて岷江本川に排水される。

都江堰灌漑区内の洪水は都江堰よりの分水に残流域の降雨による流出が加わって発生する。都江堰灌漑区は大きく岷江右岸域の外江灌漑区と左岸域の内江灌漑区に分けられる。外江灌漑区の洪水は沙溝河と黒石河を流下し、周辺山地からの洪水と合流し、西河を通じて新津で岷江本川に排水される。

内江灌漑区の洪水は大きく三つのルートで排水される。灌漑区北部(上流部)の洪水は柏条河と徐堰河により集められ、石堤堰より毘河を通して沱江に排水される。中部の洪水は清水河、沱江河、府河により集められ、成都市区を貫流し、府河を通して彭山江口鎮にて岷江主流に排水される。南部の洪水は江安河、牧馬用水路および楊柳河を通じて岷江本川に排水される。江安河は下流で府河に合流し、牧馬用水路および楊柳河は直接岷江本川に注ぐ。

各河川(水路)の現況河道疎通能力および既往最大洪水流量は表 - 1.4.2 に示す通りである。

3.2 金馬河洪水防御計画

金馬河の洪水防御計画は四川省および成都市の両防洪指揮部弁公室の委託により、四川省水利水電勘测設計研究院が立案し、1995年8月に最終報告書「岷江成都河段(金馬河)河道防洪整治報告」が完成している。同報告書は中国側より提供されていないが、1994年6月作成の最終報告書(案)によれば金馬河の洪水防御計画の概要は以下の通りである。

3.2.1 現況と問題点

金馬河は岷江の主流で都江堰市青城大橋から新津大橋までの区間を指す。本計画は図 - 3.2.1 に示すように青城大橋から新津大橋の 8.6 km 下流の新津県紅岩子まで 79.194 km を対象としている。

金馬河には主に岷江上流域からの洪水の主疎通河道としての役割を果たしているが、河道の土砂堆積がひどく、洪水氾濫が起りやすくなるとともに、渇水期の水の流れも悪くなる特徴がある。解放後 40 年間のうちに金馬河は何度か大規模な整備を行い、洪水被害はある程度軽減されたが、河道変化の規則性に対する認識不足、計画の統一性のなさ、資金不足などによって十分な河道整備が行われず、洪水防止能力は大きく不足している。現在の金馬河の河道疎通能力は 10 年確率洪水流量程度である。

金馬河の既存堤防延長は 1993 年の調査によれば以下の通りである。

(単位：km)

種別	左岸延長	右岸延長	全体延長
河道延長	82.495	80.840	163.335
練り石積堤防	37.595	14.280	81.875
空石積堤防	17.875	7.020	24.895
自然河岸	27.025	29.540	56.565

既存の堤防の高さはすべて洪水防御計画基準である 20 年確率洪水に対応しているが、自然河岸の高さは基準を満たしていない。また、既存堤防も堤体そのものの強度と洗掘に対する強度が不足しており、強化する必要がある。

金馬河の洪水被害は歴史資料によれば解放後から 1992 年までの 43 年間に発生した洪水の内、流量が 3,000 m³/s を超えた洪水は 11 洪水であり、兩岸域で大きな洪水被害が発生した。中でも、1958、1964、1966、1977、1992 年の洪水では特に大きな被害が起きた。各々の被害状況は以下の通りである。

洪水生起年月日	金馬河 最大流量 (m ³ /s)	主な洪水被害
1958年9月4日	3,450	灌県、温江、新津で被害発生。1万4千ムーの農地が被害。12橋梁が崩壊。
1964年7月21日	6,480	灌県の堤防内の洪水防御施設の80%が流失。河川沿いの5県合計数十万ムーの農地が被害。
1966年7月27日	4,790	灌県の堤防内の洪水防御施設の80%が流失。崇慶の洪水防御施設も大部分流出。新津では90ヶ所。約1万ムーの農地が被害。
1977年7月7日	4,480	堤防決壊は灌県 1,000 m、温江 400 m。灌県、温江、崇慶、双流、新津で大きな被害発生。5万ムーの農地が被害。
1992年7月26日	3,720	都江堰市、温江、双流、新津で被害発生。堤防決壊は都江堰市で4,560 m、温江 550 m、双流 300 m。復旧費約4,000万元。

3.2.2 計画洪水流量

金馬河の洪水防御計画規模は表-3.2.1に示す洪水防御基準に基づき100年確率洪水を採用している。現況の河道疎通能力は10年確率洪水に対応する程度であるから、100年確率洪水に対応するためには上流に計画している紫坪鋪ダムによる岷江上流域の洪水調節を期待しなければならない。

本計画では紫坪鋪ダムにより100年確率洪水を調節し、下流金馬河での洪水流量を10年確率流量程度に抑えることとしている。

金馬河の河川改修の設計洪水は洪水防止基準に基づき四川省防洪指揮部弁公室と成都市防洪指揮部弁公室により20年確率洪水と設定されている。

各地点における紫坪鋪ダムなしの場合の各地点の確率洪水流量は以下の通りである。

地点	流域面積 (km ²)	確率洪水流量 (m ³ /s)		
		100年確率	20年確率	10年確率
紫坪鋪ダムサイト	22,664	6,030	4,450	3,760
青城大橋	23,037	6,480	4,530	3,730
玉石堤	23,099	6,670	4,660	3,840
擦耳岩	23,437	7,510	5,250	4,320
西河合流点	23,877	7,810	5,470	4,500
新津大橋	24,509	10,400	7,670	6,480
登公場	28,149	14,700	11,600	10,200

また、紫坪鋪ダムを考慮の場合の各地点の確率洪水流量は以下の通りである。

地点	流域面積 (km ²)	確率洪水流量 (m ³ /s)		
		100年確率 ダム調節後	20年確率 ダム調節前	10年確率ダム調 節前
紫坪鋪ダムサイト	22,664	2,390	4,450	3,760
青城大橋	23,037	3,730	4,530	3,730
玉石堤	23,099	(*)3,920	4,660	3,840
擦耳岩	23,437	(*)4,760	5,250	4,320
西河合流点	23,877	(*)5,060	5,470	4,500
新津大橋	24,509	(*)7,650	7,670	6,480
登公場	28,149	(*)11,950	11,600	10,200

注：(*) 推定値。青城大橋での紫坪鋪ダム調節効果 2,750 m³/s を差し引いた値。

以上より金馬河の計画洪水流量配分図を図 - 3.2.2 に示す。

3.2.3 河床変動検討

岷江本川は成都平原に入ると広い範囲で幾度もその河道の位置を変えてきた流路変化型河川で、河床には玉石が堆積し流路の安定しない河川であった。1960年ごろに現在の形になった金馬河は1964年に100年確率洪水を経験したが流路の変化はなく、相対的に安定してきている。

しかしながら、ここ数年、玉石の堆積により高水敷の高さが兩岸の農地よりも高くなり、また河床も高くなっている。このまま放置すれば、大洪水が起こった場合破堤が起こり、部分的に流路が変わる可能性がある。金馬河の河道の特徴は変動、湾曲および分派である。温江三渡水大橋より上流区間では変動と湾曲が主であり、下流区間では湾曲および分派が主となっている。

1977年より兩岸の堤防建設が行われ、現在では基本的な堤防線が形成されたため、流速の大きい流れは比較的直進するが、中、低速の流れは蛇行する。凹岸には淵ができ、凸岸には州ができる。また、兩者の間には過渡的に瀬が形成される。

河道の高水敷と低水路は相対的に安定している。低水路の蛇行周期は比較的長い。河床材料が粗いため長年の洪水による流路形成作用により多くの分派流が形成されている。特に、金馬河下流区間の新津地区は典型的な分派型流路となっている。一般に10数年の内に分派水路が消長することはない。

岷江上流からの土砂の流出量は「四川省都江堰総体規画報告（1989年）」によれば都江堰魚嘴地点において年平均浮流砂量868万t、年平均掃流砂量150～200万t、総流砂量1,018～1,068万tと推定されている。単位面積当り流域平均流出土砂量は0.46 mm/km²であり、それほど多くはない。

3.2.4 河道改修計画

金馬河の河道改修計画の基本方針は河床掘削と堤防建設により洪水疎通能力を増大させることである。河道設計の概要は以下の通りである。

(1) 安定川幅

河道の安定川幅は河状形成流量をもとに決定している。河状形成流量はほぼ2年確率洪水流量に相当する。対象区間を現況河床勾配にもとづき、下記の4区間に分割し、安定河幅を決定している。

河道区間	全長 (km)	現河床勾配 (%)	河状形成流量 (m ³ /s)	安定河幅 (m)
青城大橋～玉石堤	17.11	5.5～5.0	1,700	350
胡家浩～春点林	19.20	4.7～4.0	1,800	375
魯家灘～催家林	24.99	3.6～2.5	1,900	450
梁河心～紅岩子	17.89	2.1～1.2	2,000	500

(2) 堤防法線

下記の2案を比較検討し、堤防法線を決定している。

第1案 河道幅を安定河幅とし、河道を新たに形成する。既存の練石積堤をできるだけ利用し、技術基準をみたます。

第2案 既存堤防法線を基本的に維持する。大半は湾曲しており河道の安定性は劣る。

比較検討の結果は下表の通りである。

案	堤防延長 (km)				土砂排除 (万 m ³)	利用可能地 (ムー)	投資額 (万元)
	新築	改築	補強	既存堤利用			
1	69.165	17.205	4.535	70.675	450.0	13,300	43,533
2	67.525	25.415	16.215	77.900	393.7	7,887	45,845

第1案は第2案に比し土砂排除量は56.3万 m³多くなるものの、新設、改築堤防の総延長が6.57 km 短くなることから投資額が少なく、かつ利用可能な土地の増加による便益も期待できる。よって、第1案を選定している。

(3) 河道断面

河道断面は安定性を第一に考え、図 - 3.2.3 に示す複断面形状を採用している。断面各部の設計は以下の通りである。

1) 低水路

低水路は現況河道の流心部を掘削し、形成する。その幅は現況を参考に150 mに設定し、水深は平常流量(増水期平均流量に相当)720~600 m³/sを流せるように1.5 mとしている。

2) 高水敷

高水敷幅は安定川幅350~500 m から低水路幅150 mを差し引いて200~350 mになる。

3) 堤防

天端

天端高は校核洪水位(設計洪水位)に余裕高を加えた高さである。金馬河の場合、校核洪水位を20年確率洪水位とし、余裕高を0.6 mとしている。

堤体

堤体各部の諸元は以下の通りである。図 - 3.2.4 に堤防標準断面図を示す。

・堤高	13 m、13.5 m、14 mの3種
・天端幅	8 m
・小段幅	2 m (位置は天端より2 m下がり)
・堤防根入れ	6 m 以上
・法面勾配	堤外側 (川側) 1 : 1.5 堤内側 1 : 1.3
・法面保護	堤外側 (川側) コンクリート玉石積み0.5 m~0.7 m厚 (法先より小段まで) 玉石張り0.5 m厚およびコンクリート上塗 (小段より天端まで) 堤内側玉石張り0.5 m厚
・堤体材料	河床砂礫および玉石

(4) 河道掘削

金馬河の河床には長年にわたって玉石が堆積しており、高水敷と低水路河床との高低差がかなり差があるため、水流が安定しない。したがって、河道掘削により低水路を整備して水流を安定させ、旋回流による堤防の損傷を軽減するとともに、低水路の疎通能力を高める。また、掘削は掘削量を減らすため現況低水路に沿い計画低水路幅を確保するようにし、局部的に高水敷を掘削する。

3.2.5 工事实施計画

金馬河全体の改修工事費は4.98億元と見積られている。工事量、必要資金ともに大きい。したがって、段階施工方式とし、先ず第1段階として重点区間40 kmの整備を3期に分け、10年間で実施し、残りの区間約50 kmの整備を第2段階として次の10年で行う計画となっている。第1段階各期の工事概要は以下の通り。

(1) 第1期

期間	3年
工事費	9,000 万元
工事内容	洪水防御重点区間での堤防整備および河道掘削 堤防延長 19.12 km (新築 12.56 km、改築 3.56 km、補強 3.00 km) 掘削 約 150 万 m ³
効果	江安河、沙溝河、黒石河流域の洪水被害防止および成都市青羊区、武侯区の洪水被害防止。

(2) 第2期

期間	3年
工事費	6,000 万元

工事内容	都江堰市、温江県内左岸側の自然河岸の堤防建設（延長9 km）および河道の掘削
効果	金馬河上中流区間左岸側の洪水被害防止。

(3) 第3期

期間	4年
工事費	7,500万円
工事内容	新津県内新津大橋から上流の堤防未建設区間（約11 km）
効果	金馬河洪水被害地域のほぼ全域の洪水被害防止が完成。

第2段階の実施計画は策定されていない。

3.3 成都市区内河川の洪水防御計画

成都市区の洪水防御計画マスタープランは成都市市政工程設計院が計画、立案し、1991年12月に市政府に承認された「成都市城市防洪規画」である。内容はほぼ二環路内の府河および南河の洪水防御計画となっている。計画規模は表-3.2.1に示すように成都市が特別重要都市（人口150万人以上）に分類されるので200年確率規模を採用している。

3.3.1 現況と問題点

成都市では現在史上最大規模の都市総合建設プロジェクトである府南河総合整備工事が進行中である。本プロジェクトは1992年に開始され、1997年に完成の予定である。本プロジェクトは洪水防御、環境保全、緑化、道路・管網建設および住宅建設の五つのサブプロジェクトからなり、その完成により成都市の都市環境および生態環境が大きく改善される。

府河と南河の市街区の洪水防御能力は本プロジェクトの完成により現況の10年確率規模から200年確率規模に飛躍的に向上し、洪水防御面の問題はなくなる。

一方、人工河川である沙河は1950年代に四川省政府により改修が行われており、洪水防御能力は200年確率規模に相当するため当面改修は必要ない。また、上流（府河）からの流入量をゲートにより調節できる。ただし、河床勾配が1/10,000と小さいので河床堆積が起こり、浚渫が必要である。

3.3.2 府南河総合整備計画

府南河総合整備工事は現在実施中であるが、その洪水防御計画は前述の「成都市城市防洪規画」に基づくものである。府南河総合整備計画における洪水防御計画の概要は成都市規画設計院作成の「府南河総合整備計画（1993年12月）」および成都市市政工程設計院作成の「成都地区河流改造および河流環境整治工程的資料（1996年2月）」によれば以下の通りであ

る。

(1) 改修整備区間

府南河総合整備計画における府河および南河の改修整備対象区間は図 - 3.3.1 に示すように以下の通りである。

- 府河：西北橋より九眼橋までの6.67 km 区間
- 南河：百花潭大橋より府河合流点まで5.71 km 区間

(2) 洪水防御計画規模および計画洪水流量

前述のように洪水防御計画規模は200年確率規模である。計画洪水流量（200年確率洪水流量）は以下の通り。

河川区間	流域面積 (km ²)	計画洪水流量 (m ³ /s)
府河（西北橋～合江亭）	134.9	552
南河（百花潭大橋～合江亭）	284.0	798
府河（合江亭～九眼橋）	418.9	1,300

計画洪水流量配分図を図 - 3.3.2 に示す。

(3) 河道設計

計画洪水流量に対する府南河の河道設計は以下の通り。

1) 計画河床勾配

両河とも約 1/1,000。

2) 標準横断面

既に改修済み部分が台形である以外は矩形の単断面とする。図 - 3.3.3 に示すように矩形断面の兩岸の法勾配は直とし護岸を施す。計画河幅は以下の通り。

河川区間	上流区間 (m)	下流区間 (m)
府河（西北橋～合江亭）	40	45
南河（百花潭大橋～合江亭）	45	50
府河（合江亭～九眼橋）	80	

3) 護岸形式

直立式を主とし、傾斜式は状況に応じて用いる。護岸標準断面図を図-3.3.4に示す。

(4) ラバー堰

水面形成と観光舟運の目的で府南河総合整備工事において図-3.3.1に示す5ヶ所にラバー堰の建設を予定している。堰高は約4mである。ラバー堰は基本的には常時起立させておき洪水発生時にのみ倒伏する計画となっている。

3.3.3 成都市洪水排水総出口工事

府南河総合整備工事に続く、成都市区洪水防御計画として九眼橋下流の府河の改修計画である成都市洪水排水総出口工事を予定している。同工事のF/Sは1989年に終了し、1991年に国家水利部防洪総指揮部の承認を得ている。現在は国家水利部からの初歩設計開始指示待ちであり、準備は完了している。計画の概要は以下の通り。

(1) 改修整備区間

改修整備区間は図-3.3.1に示すように九眼橋より成混鉄道下流200mまでの4.6kmである。但し、工事総延長は支川の沙河の合流部付近と石牛堰支河の1.9kmを含めて6.5kmである。

(2) 計画洪水流量

府南河総合整備工事と同様、200年確率流量を採用している。各河川区間の計画洪水流量は以下の通りである。図-3.3.2に計画洪水流量配分図を示す。

河川区間	計画洪水流量 (m ³ /s)
府河 (九眼橋～石牛堰支河分岐点)	1,247 *
府河 (石牛堰支河分岐点～合流点)	943
府河 (石牛堰支河合流点～沙河合流点)	1,285
府河 (沙河合流点～終点)	1,565
石牛堰支河 (支川)	286

注：*府南河総合整備工事では1,300 m³/s。

(3) 河道設計

計画洪水流量に対する河道設計は以下の通り。

1) 計画河床勾配

1/1,000～1/2,000。

2) 標準横断面

計画横断面形状は図 - 3.3.3 に示すように矩形の単断面である。矩計断面の兩岸の法勾配は直とし護岸を施す。計画河幅は以下の通り。

河川区間	計画河幅 (m)
府河 (九眼橋～石牛堰支河分岐点)	80
府河 (石牛堰支河分岐点～合流点)	60
府河 (石牛堰支河合流点～沙河合流点)	85
府河 (沙河合流点～終点)	120
石牛堰支河 (支川)	22

3) 護岸形式

直立式とする。護岸標準断面図を図 - 3.3.4 に示す。

3.3.4 成都市区内中小河川整備構想

府南河総合整備計画に続く、成都市区内中小河川の整備計画は現在策定中である。対象は計画外環路内の16河川である。

3.4 その他の河川の洪水防御計画

河川水系概要に述べたように金馬河および成都市区河川を除く、調査対象地域内のその他の河川は大きく2つのグループに分けられる。西部の山地部に源を発する河川群（西部河川と呼ぶ）と都江堰灌漑区内の水路河川群（灌漑区河川と呼ぶ）である。水系は西河水系と南河系の2つである。

西部河川に属する河川としては西河水系の文井江（下流は西河）と南河水系の斜江河、出江河、南河、蒲江河、臨溪河がある。西河、南河とも新津にて岷江本川に注ぐ。灌漑区河川に属する河川としては都江堰内江灌漑区の蒲陽河、柏条河、走馬河および江安河とそれらの支川があり、外江灌漑区の黒石河および沙溝河がある。

上記の西部河川および灌漑区河川の既存洪水防御計画は以下の通りである。

3.4.1 西部河川の洪水防御計画

西部河川の洪水防御計画としては成都市水利水電勘测設計院が立案した「成都市十条主要江河防洪整治規画報告（1991年9月）」がある。同報告書は下記の成都市主要10河川の洪水防御計画をとりまとめたものである。

- | | |
|------------|-----------------------------|
| 1) 岷江（金馬河） | 6) 臨溪河 |
| 2) 西河 | 7) 蒲江河 |
| 3) 斜江河 | 8) 府河（成都市区下流） |
| 4) 出江河 | 9) ジェンジャン（Jian Jiang）（沱江水系） |
| 5) 南河 | 10) 沱江（沱江水系） |

上記のように西河、斜江河、出江河、南河、蒲江河および臨溪河の西部6河川の洪水防御計画が含まれている。各河川の洪水防御計画対象区間を図-3.4.1に、計画洪水流量配分を3.4.2に、河道標準断面を3.4.3に、整備計画を表-3.4.1に示す。この内、西河は1986年に基本的な整備を終了している。

府河については成都市区内は府南河総合整備工事および成都市洪水総排水出口水路工事計画において整備されることになっている。また、成都市区下流の双流県内の府河については前述の「成都市十条江河防洪治理規画報告」において洪水防御計画が立案されている。成都市区上流（市区外）の府河は灌漑区河川に含まれる。

また、図-3.4.2に示すように西河上流の文井江の崇州市懷遠鷄公石地区には灌漑、発電および洪水防御を目的とした総貯水量1.84億 m^3 、有効貯水量1.5億 m^3 を持つ李家岩ダム計画があり、出江河上流の大邑県サンバ（Sam Ba）郷沙湾子にも灌漑、発電および洪水防御を目的とした総貯水量1.89億 m^3 、有効貯水量1.59億 m^3 を持つサンバ（Sam Ba）ダム計画がある。これらのダムは両河川の洪水防御に有効とされている。

3.4.2 灌漑区河川の洪水防御計画

灌漑区河川としては支川も含め下記の12河川が挙げられる。

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1) 蒲陽河（主要一次水路） | 7) 徐堰河（走馬河支川） |
| 2) 柏条河（主要一次水路） | 8) 沱江河（走馬河支川） |
| 3) 府河（成都市区上流） | 9) 江安河（主要一次水路） |
| 4) 毘河 | 10) 楊柳河（江安河支川） |
| 5) 走馬河（主要一次水路） | 11) 沙溝河 |
| 6) 清水河（走馬河中流区間） | 12) 黒石河 |

成都市区上流の府河およびその他の灌漑区河川の洪水防御計画については具体的に詳述した計画はないが四川省水利水電勘测設計研究院作成の「都江堰総体規画報告（1989年）」において以下の基本方針が立てられている。

- 1) 魚嘴中樞部を建設し、内江総幹線水路に流入する岷江の洪水流量を制御する。
- 2) 岷江と徐堰河、府河に扶まれた地区の洪水はできる限り岷江と毘河に排水する。
- 3) 走馬河以東の洪水は徐堰河へ流し、石堤堰より毘河へ排水する。
- 4) 走馬河以西の洪水は江安河から岷江に排水する。
- 5) 一部の封鎖している旧河道を整備、改造し、放水路とし、幹線水路の負担を軽減する。
- 6) 疎通能力の比較的高い支線水路を多少改造し、支線水路上流域の洪水を幹線水路または洪水放水路へ排水する。（黒石河支線水路、江安河支線水路等）
- 7) 一部重要な分水施設を改築する。（石堤堰等）

3.5 洪水予警報システム

3.5.1 既存システムと運用実態

(1) 組織

中国の現在の水防活動組織は以下の通りである。

- ・ 国家防洪総指揮部（主任は国務院副総理：水利部、建設部、計画委員会で構成）
- ・ 省防洪指揮部（主任は副省長：水利庁、建設委員会、公安、解放軍、駐軍で構成）
- ・ 成都市防洪指揮部（主任は成都市副市長、副主任は5名で水電局より3名、市政工程局より2名：都江堰管理局、建設委員会、市政工程局、水電局、農業委員会、解放軍、財貿弁公室で構成）
- ・ 県防洪指揮部
- ・ 市防洪指揮部
- ・ 区防洪指揮部

各指揮部のスタッフは皆兼任である。通常業務は各指揮部の弁公室が行っている。

成都市の防洪指揮部弁公室のスタッフは12名で、6名が水電局から、6名が市政工程局からの出向である。成都市防洪指揮部弁公室は水電局と市政工程局にそれぞれあり、水電局の弁公室は成都市区以外の地域を担当し、市政工程局の弁公室は成都市区を担当している。通常はほぼ独立に活動している。また、四川省防洪指揮部には状況に応じ協力を要請する。成都市防洪指揮部は状況に応じ、県、市、区防洪指揮部に指示することもできる。

(2) 予警報システム

成都市市政工程局防洪指揮部弁公室では有線、無線による通信網を完備しており、全国とつながっている。また、コンピューターも備えており、水位、流量、土砂、水質をモニタリングできるようになっている。また、中央にもつながっている。

コンピューターへのデータ入力は人力でおこなっている。データは電話にて収集し、頻度は以下の通りである。

非増水期	2回/日 (午前8時、午後8時のデータ)
増水期	無降雨 2回/日 (午前8時、午後8時のデータ)
	降雨日 6回/日 (4時間おきのデータ)
	洪水時 10分、30分、1時間/日

水文データは下記の2ルートより望江楼水文観測所の水位/流量データを収集している。また、雨量は成都市気象局より入手している。

ルート1	水文観測所→市電信局→市防洪指揮部
ルート2	水文観測所→省水文水資源勘测局→市防洪指揮部

洪水警戒警報は河川水位が警戒水位を超えた場合に発令される。警報は通常、軍の防空警戒システムを通じて行われる。場合によってはテレビも利用される。

一方、水電局弁公室では通信設備は完備しているが、コンピューターは所有していない。成都市内約20ヶ所の水文観測所より水文データを集め、各県、市、区の気象局より雨量データおよび気象予報を収集している。データ収集のルートは市政工程局弁公室と同じ2ルートである。収集は有線で行い、その頻度は基本的には上述の市政工程局弁公室と同じである。

洪水警戒警報は通常、各県、市、区が管轄区内の各河川の水位を監視し、河川水位が警戒水位を超えた場合に個別に発令する。水電局弁公室は警報発令の確認を行う。但し、大洪水が発生し、各県、市、区間の調整が必要な場合には成都市防洪指揮部が指揮をとる。

前途のように洪水時の水防活動体制は成都市防洪指揮部を中心に確立されており、洪水予警報システムも構築されている。しかしながら、既存のシステムでは気象・水文情報の収集および情報伝達は主に電話に頼っている。また、洪水予測もコンピューター化されたものではない。

洪水時の水防活動の緊急性を考えた場合、十分なものとは云えない。本調査ではテレメーターおよびコンピューターを導入した洪水予警報システムの構築を提案する。提案の洪水予警報システムの基本計画は以下の通りである。

3.5.2 洪水予警報システム基本計画

(1) 防御対象地区

成都市における洪水防御重点地区は“一市三鎮一線”と呼ばれる成都市区、華陽鎮（双流県）、武陽鎮（新津県）、趙鎮（金堂県）および金馬河である。したがって、本調査における洪水予警報システム基本計画においてもこれらの地区を洪水防御対象地区と考える。洪水予警報システム模式図を図-3.5.1に示し、テレメーター配置計画を図-3.5.2に示す。

(2) 洪水予警報センターの設立

現在水防活動は成都市防洪指揮部の下、市政工程局と水電局の2つの弁公室で行っているが一元的な洪水予警報を行うため、また、洪水予警報システム機器を有効に使用するため、洪水予警報センターを成都市防洪指揮部内に設立するものとする。図-3.5.3に洪水予警報システム中央監視局設備配置図を示す。

(3) 洪水予警報システムの基本構成

提案する洪水予警報システムは大きく下記の三つのシステムから構成される。

水位・雨量観測テレメタリングシステム（図-3.5.4および図-3.5.5参照）

洪水警報システム（通信システム）（図-3.5.6参照）

洪水予測システム（コンピューターシステム）

水位・雨量観測テレメタリングシステムは各地点の水位または雨量を時々刻々観測しデータを洪水予警報センターにテレメーターにて送信する。送信されたデータは直接洪水予測システムのコンピュータに入力され、洪水予測計算に使用される。予測計算結果は洪水警報発令の判断の基礎となる。警報は洪水警報システムを通じて関係機関に伝達される。図-3.3.20に洪水予警報システムデータ収集伝達フローを示す。

(4) 水位・雨量観測テレメタリングシステムおよび洪水予測システム

一般により長い時間的余裕を得るためには降雨から洪水流出量を予測する方法が採用されるが対象は広大であり、正確な洪水予測のためにはかなりの数の水位、雨量テレメーターを設置する必要があり経済的ではない。したがって、本調査で提案する洪水予測方法は水位による洪水流出予測を主体とし、降雨を補足的に用いるものとする。

各洪水防衛重点地区に対する洪水予測方法の基本方針は以下の通りとする。

成都市区

成都市区の洪水は上流の走馬河を通じての洪水と自流域内の降雨により引き起こされる。したがって、市区の洪水予測は上流ピ (Pi) 県における観測降雨に基づく予測流出量と清水河と沱江河の分水を行う両河口ゲートでの水位/流量、および府河と毘河の分水を行う石堤堰での水位/流量に基づき府河と南河の洪水予測を行うものとする。また、府河望江楼地点では現況と同じく警報の発令のための水位観測を行う。必要テレメーターは以下の通り。

水位テレメーター：両河口水門（清水河と沱江河）、石堤堰（府河と毘河）、望江楼

雨量テレメーター：成都市区、ピ (Pi) 県県庁

華陽鎮

華陽鎮の洪水は府河および江安河の洪水および残流域内降雨により引き起こされる。府河の洪水流量は望江楼地点の洪水流量より予測し、江安河の洪水流量は江安河と楊柳河との分水点での流量に温江での観測降雨をもとに予測した流出量を加えて予測するものとする。これらの子測流量より華陽鎮での洪水予測ができる。また、華陽鎮では警報発令を目的に府河の水位を観測するものとする。必要テレメーターは以下の通り。

水位テレメーター：江安河（楊柳河分水点）、華陽鎮（府河）

雨量テレメーター：温江県県庁

武陽鎮

武陽鎮は後背地のチョンライ (Qiong Lai) 山地からの洪水と金馬河の洪水の影響を受ける。金馬河の洪水については紫坪鋪ダムサイトにおける洪水流量および西河の洪水流量を把握し予測するものとする。一方、後背地山地部よりの洪水は南河本川およびその支流である斜江河、出江河、臨溪河および蒲江河を流下して新津に集まる。

したがって、洪水予測は南河本川および各支流部が平野部に出る地点での洪水流量を把握するとともに、観測降雨から予測した平野部の流出量を加えて行う。また、武陽鎮では警報発令を目的に南河の水位を観測するものとする。必要テレメーターは以下の通り。

水位テレメーター：大邑（斜江河）、チョンライ (Qiong Lai)（出江河）、五星（蒲江河）、新津（南河）

雨量テレメーター：大邑県安仁鎮

趙鎮

趙鎮は沱江の右岸に位置し、低地であるために沱江流域の洪水のみならず成都平原の洪水も毘河および青白江を通して集中する。このため、洪水被害常襲地帯となっている。成都平野が大洪水の場合には成都市区を守るため毘河を通じて大量の洪水を趙鎮に放流することもあり趙鎮の状況を監視しておく必要がある。

したがって、趙鎮の沱江に水位テレメーターを設置し、水位監視を行うとともに毘河と青白江の洪水流量を把握する目的で石堤堰と錦水河堰にも水位テレメーターを設置する。必要テレメーターは以下の通り。

水位テレメーター : 趙鎮（沱江）、石堤堰（毘河）、錦水河堰（青白江と錦水河）

金馬河

金馬河は岷江主流であり、岷江上流域よりの洪水の主疎通河川である。都江堰より西河合流点までは大きな支川の流入もない。また、都江堰上流 6 km の地点には 2007 年目標で紫坪鋪ダムが建設される予定であり、完成後はダム上流域の 100 年確率洪水を 10 年確率洪水まで減じることができる。これにより、下流金馬河の洪水被害の脅威は著しく減じることになる。

したがって、金馬河の洪水予測は防御重点地区である新津での洪水を予測する目的で金馬河本川洪水流量と右支川西河の洪水予測を行う。金馬河本川の洪水流量の予測は紫坪鋪ダム地点の流量をもとに行うこととする。また、西河の洪水流量は文井江と沙溝河合流後の元通鎮の洪水流量と黒石河分水量（漏沙堰地点）に、観測降雨をもとに残流域の予測洪水流出量を加えて予測する。また、新津の警報発令を目的に金馬河の水位を観測する。必要テレメーターは以下の通り。

水位テレメーター : 紫坪鋪ダムサイト（岷江本川）、新津大橋（金馬河）、元通鎮（西河）、漏沙堰（黒石河）

雨量テレメーター : 崇州市

将来的には紫坪鋪ダム上流域に水位、雨量テレメーターを設置し、ダム流入量を予測することによりダムによる洪水調節をより安全に、かつ、効果的に行うことも考えるべきであろう。

以上より設置すべき水位テレメーターは合計 15 ヶ所、雨量テレメーターは合計 5 ヶ所となる。

- 水位テレメーター： 両河口水門（清水河と沱江河）、石堤堰（府河と毘河）、望江楼、江安河（楊柳河分水点）、華陽鎮（府河）、大邑（斜江河）、チョンライ（Qiong Lai）（出江河）、五星（蒲江河）、新津（南河）、趙鎮（沱江）、錦水河堰（青白江と錦水河）、紫坪鋪ダムサイト（岷江本川）、新津大橋（金馬河）元通鎮（西河）、漏沙堰（黒石河）の15ヶ所
- 雨量テレメーター： 成都市区、ピ（Pi）県県庁、温江県庁、大邑県安仁鎮、崇州市の5ヶ所

(5) 洪水警報システム

水位テレメーターによるモニタリングおよび洪水予測を基に必要に応じ洪水警報・避難命令が発令される。成都市の洪水警報・避難命令の発令は現状では各関係県、市、区の判断により行なわれることになっている。そこで、本洪水警報システムにおいては洪水予警報センターより必要情報を各県、市防洪指揮部にFaxにより送付し、各県、市の判断により警報・避難命令が既存の連絡網を通じて住民に伝達されるものとする。

成都市防洪指揮部の洪水予警報センターと無線通信システムで結ばれる県、市防洪指揮部は防御対象地区を勘案の上、以下の6つとする。

都江堰市防洪指揮部
 崇州市防洪指揮部
 温江県防洪指揮部
 新津県防洪指揮部
 双流県防洪指揮部
 金堂県防洪指揮部

3.6 各河川洪水防御計画に関する提案と勧告

前述の状況を踏まえた各河川の洪水防御計画に関する提案と勧告は以下の通りである。

3.6.1 金馬河洪水防御計画

- 1) 四川省水利水電勘测設計研究院作成の「岷江成都河段（金馬河）河道防洪整治報告（1995年8月）」が完成している。レベルとしてはプレ F/S 程度である。同研究院によれば、通常の手順では今後、直接初歩設計または詳細設計に進められるとのこと。詳細資料は入手していないが検討内容も十分であり技術的問題はないと思

われる。成都市の洪水防御計画における最重要河川であり、早期の工事実施が望ましい。

- 2) 問題は総事業費が約5億元と大きいことである。このため、工事実施計画として20年間にわたる段階施工を考えている。工期短縮を図るには外資の導入が必要なようである。この場合、F/Sを実施する必要があるが試算によれば経済的内部収益率は12.29%であり、河川改修工事としては十分高い。したがって、外資の導入は可能であろうと判断される。
- 3) 本計画は洪水防御機能に重点を置き立案されている。このため、河道の直線化、練り石積みによる堤防の全面護岸等が採用されているが、金馬河は広大な高水敷を持ち、利用価値の高い河川空間を有している。したがって、洪水防御機能のみならず自然生態系保全、親水機能等の環境機能を持たせた多自然型川づくりを行うことが望まれる。
- 4) 紫坪鋪ダムが完成した場合、現況の100年確率洪水量が現況での10年確率洪水程度に減少することが期待される。これに余裕を見て20年確率洪水を対象に実施計画を策定している。しかしながら、紫坪鋪ダムが完成した場合の下流の洪水流量の減少が数値的に計算されていないようである。紫坪鋪ダムがある場合と無い場合の金馬河の洪水流量の解析を行い、現在の20年確率洪水が完成後の何年確率洪水に相当するか確認することが望ましい。

3.6.2 成都市内河川の洪水防御計画

- 1) 府南河総合整備工事は現在実施中であり、1997年中には完成予定である。府南河総合整備工事に続く洪水防御計画として成都市洪水排水総出口工事が予定されており、F/Sも1989年に実施済みである。現在、国家水利部からの初歩設計開始指示待ち状態である。上記2工事の実施により成都市区の洪水防御能力は著しく向上する。成都市洪水排水総出口工事を府南河総合整備工事と連続して実施することが望まれる。
- 2) 府南河総合整備工事では河川水面の有効利用を目的に5ヶ所にラバー堰を建設予定である。ラバー堰の高さは約4mで原則として年間を通して起立させ、洪水時にのみ倒伏させることを考えている。しかしながら、洪水時のラバー堰の故障、誤操作等による人為的洪水の発生の可能性を考えた場合、計画は再考の余地があろう。もし、現計画の通りに実施するならば、非常時の対応について十分検討しておく必要がある。たとえば、ラバー堰地点の拡幅、洪水来襲予知のための洪水予警報システムの充実等である。
- 3) 府南河総合整備工事および成都市洪水排水総出口工事計画では最小限の用地で最大の河道疎通能力を得るため、矩計の単断面河道を採用している。河岸の整備も良く計画されているが、河川生態系への配慮に一工夫が必要であろう。本調査の一環と

して多自然型護岸の試験施工が望江楼公園で行われるので、その結果に基づき成都市洪水排水総出口工事では多自然型護岸の導入が望まれる。また、府河、南河の改修済区間においても将来多自然型護岸への改良が望まれる。

- 4) 府南河総合整備工事および成都市洪水排水総出口工事の終了に伴い、成都市区内の府河と南河は洪水疎通能力が現状の10年確率洪水相当から200年確率洪水相当になり、著しく向上する。このため、その下流の府河の洪水流量増が予想される。下流府河の洪水防御計画としては双流県内（華陽鎮から鹿溪河合流点まで）にあるが成都市区から岷江本川合流点まで水系一環した洪水防御計画を策定する必要がある。

3.6.3 西部河川洪水防御計画

- 1) 洪水防御基本計画はできているので、今後、各河川毎の詳細整備計画が立案されるものと思う。詳細な資料が提示されていないが、同計画では各河川毎に計画洪水流量が算定されているようである。水系一貫した洪水流出解析を行い、計画洪水流量を算定し、洪水流量配分図を作成することが望まれる。
- 2) 上記基本計画では堤防に全面護岸を施す計画になっているが、大半が農村部の河川であることを考えると、できるかぎり河川生態系に配慮した、地域の憩の場となるような多自然型川づくりを心がけることが必要であろう。

3.6.4 灌漑区河川洪水防御計画

- 1) 都江堰マスタープラン（1989年）によれば灌漑区の洪水防御基本方針が提示されている。都江堰管理局との協議が行われていないので、現在までの工事实施状況はわからないが都江堰灌漑区の洪水防御計画は下流に位置する成都市区、金堂趙鎮、双流県華陽鎮等に影響するので早急に洪水防御計画、とくに洪水流量配分計画を作成する必要がある。
- 2) また、主要一次水路の分水ゲートの操作もその下流域の洪水防御に密接に関係する。各分水ゲートでの分水量を時々刻々把握することは灌漑区の洪水防御を適切に行うために重要なことである。この目的のため洪水と低水の両方を管理する水管理システムの導入を提案する。同システムは洪水期においては洪水防御に利用され、非洪水期においては用水の適切な配分、節水等に役立つ用水管理システムとして機能することができる。

3.6.5 洪水予警報システム

- 1) 調査対象地区の洪水予警報は成都市防洪指揮部により行われているが、水位、流量、雨量等洪水予警報の基礎となる情報の入手は人力に頼っており、自動化が遅れている。広大な対象地域の洪水予警報を効率良く、迅速に行うためにはテレメーターお

よびコンピューターの導入が効果的である。

- 2) 水防活動は成都市防洪指揮部の下、水電局弁公室と市政工程局弁公室の2つの弁公室で行っているが、一元的な洪水予警報を行うため、また、洪水予警報システム機器を有効に使用するため洪水予警報センターの設立を提案する。
- 3) 組織および運営上の問題は残るが上記洪水予警報システムと前述の都江堰灌漑区の水管理システム（調査団提案）を統合させた統合水管理システムが構築できれば洪水予警報のさらなる効率化と精度の向上が期待できる。

3.7 洪水防御事業実施計画

調査対象地域の洪水防御事業は下記の3機関により実施される。

成都市市政工程局	(成都市区5区を担当)
成都市水電局	(成都市区5区以外を担当)
四川省都江堰管理局	(都江堰灌漑区河川を担当)

上記に基づき、前述の洪水予警報システムを含めた各洪水防御事業の担当は以下のようになろう。

金馬河洪水防御事業	(成都市水電局)
成都市区内河川洪水防御事業	(成都市市政工程局)
西部河川洪水防御事業	(成都市水電局)
灌漑区河川洪水防御事業	(四川省都江堰管理局)
洪水予警報システム建設事業	(成都市水電局および成都市市政工程局)

各事業の実施計画は現在の事業実施状況、準備状況、中国側の実施予定を勘案し、策定すると図-3.3.14に示す通りである。

金馬河洪水防御事業は金馬河の約80kmの河道改修工事で、1995年にPre-F/Sが終了している。本事業は成都市の洪水防御にとって重要な事業であり、早期の実施が必要である。中国側の計画によれば2段階に分け、20年間で実施することになっている。第1段階40kmの工事開始を設計等の準備期間を考慮して、1998年と想定し、第2段階40kmは第1段階に引き続き実施するものとし、2008年の開始とする。

成都市区内河川洪水防御事業は府南河総合整備工事、成都市洪水排水総出口工事およびその他の中小河川改修工事に大別される。府南河総合整備工事は現在実施中であるが、1997年には完成予定である。次の洪水防御事業として成都市洪水排水総出口工事（延長6.5km）が考

えられている。成都市洪水排水総出口工事は1989年にF/Sが終了しており、現在初步設計の準備も完了しているため、府南河総合整備工事に引き続き実施するものとし、1998年の工事開始および3年の工期を想定する。その他の中小河川改修工事（16河川）については現在洪水防御計画を策定中であり、成都市区の洪水防御という面では優先度もそれほど高くはない。したがって、成都市洪水排水総出口工事終了後に順次実施するものとする。

西部河川洪水防御事業は西河、斜江河、出江河、南河、臨溪河、蒲江河の6河川を対象とする。各河川とも整備基本計画は策定されている。西河は基本的な改修を終了しており、他河川についても順次改修が行われるものとする。ただし、各河川の優先順位は明確ではない。

灌漑区河川洪水防御事業は蒲陽河、柏条河、府河、毘河、走馬河、清水河、徐堰河、沱江河、江安河、楊柳河、黒石河、沙溝河の12河川を対象とするが、各河川の洪水防御計画は明確ではない。逐次、改修は行われているようであり、今後とも継続されるものとする。

洪水予警報システム建設事業は既存の人力を主体としたシステムの代わりにテレメーターおよびコンピューターを利用した自動システムを導入するものである。F/Sおよび設計等の準備期間を考慮して2000年の工事開始および2年の工期を想定する。

第4章 河川環境整備計画

4.1 河川環境

4.1.1 河川環境の定義

河川は湖沼を含め、その治水および利水機能の増進によって、人々への生活領域、生産活動の拡大を可能とし、人間社会の発展に重要な役割を果たしてきた。一方で、水と空間との統合体である河川の存在そのもの、すなわち、河川環境を通して人間の生活環境、地域の自然および精神的風土等に影響を与えてきた。河川機能には、治水、利水、環境の三つの面があり、本来、治水、利水機能を含めた人間生活と河川のかかわりを河川環境として広義に考えることが望まれる。

本章では「河川環境」を河川的环境機能の上から河川機能の分類を図-4.1.1の通りとし、自然生態系保全、親水・景観、空間利用を河川環境（狭義）と定義する。

4.1.2 河川環境整備計画の内容

本河川環境整備計画では成都市域の河川環境の改善を目的とし、多自然型河川整備計画、水域開発・ビオトープ（多様な生物の生息空間）の再生・創造計画、および河川維持流量の導水計画を策定する。特に、河川の自然環境を重視した計画とする。

調査および計画の内容は以下の通りである。

- a. 河川環境の現状と問題点
- b. 河川環境整備に関する既存構想・計画
- c. 河川環境整備計画の策定
- d. 河川維持流量の設定
- e. 多自然型護岸の試験施工
- f. 河川環境整備事業計画の策定

4.2 河川環境整備計画策定の対象河川

河川環境整備計画策定の対象域を成都三河（府河、南河、沙河）、内江幹線水路（柏条河、走馬河、江安河）、金馬河および府河中流沿川に位置する東湖とする。ただし、内江幹線水路については、河川維持流量に係る計画のみとする。

対象河川の計画策定区間（起終点）および河道諸元等は以下の通りである。成都市都市域の河川水系を図-4.2.1に示す。

河川	河川長 (km)	河川管理機関
<u>成都三河</u>		
・府河水系		
本川 (石堤堰～金馬河合流点)	116.90	四川省 (洞子口上流) 成都市 (洞子口下流)
石牛堰支河 (望江楼～河心村)	1.80	成都市
・南河水系 (清水河/干河/南河)		
本川 (走馬河下流端～府河合流点)	42.80	四川省 (清水河) 成都市 (干河/南河)
浣花溪 (龍爪堰～南河)	3.08	成都市
模底河	3.50	成都市
西郊河 (府河合流点～南河合流点)	3.99	成都市
・沙河		
本川 (洞子口～府河合流点)	22.05	成都市
<u>内江幹線水路</u>		
・柏条河 (蒲柏水門～石堤堰)	44.80	四川省
・走馬河		
幹線 (走江水門～清水河上流端)	64.10	四川省
徐堰河 (聚源水門～府河合流点)	35.10	四川省
沱江河 (兩河口水門～府河合流点)	26.60	四川省
・江安河		
幹線 (走江水門～府河合流点)	95.80	四川省
楊柳河 (青龍咀水門～金馬河合流点)	52.30	四川省
<u>外江</u>		
・金馬河 (都江堰～府河合流点)	78.32	四川省
<u>湖沼</u>		
・東湖	6.5～12.5万 m ²	成都市

4.3 河川環境の現況と問題点

成都市は、かつて「錦城」と呼ばれていたように水は清く澄み、錦の水洗いに用いられた豊かな水域を有していた。しかし、農業灌漑の拡大また工業・都市用水の需要の増加による平常時の水量の減少、生産活動の拡大による水質の悪化、都市化や土地開発による水面の減少また治水整備による河川形態の変化による生物の生息・生育環境および親水環境の喪失など、河川環境に対する様々な歪みを生んできた。以下に成都市の河川環境についての現状と問題点を記す。

4.3.1 土地利用と水面積

(1) 土地利用

成都市域の面積は12,390 km²で、平野部が36.4%、丘陵部が30.4%、山地が33.2%となっている。1990年の人口は915.5万人である。耕地面積は4,655 km²（1990年）で建国当時（1949年）より15%（700 km²）減少した。「第9次5ヵ年計画と2010年目標案（市十二回人大四次会議文献）」によれば2010年～2020年における耕地面積を4,533 km²水準に維持するとされている。全市域の城鎮面積は1990年で976 km²である。2000年では1,073 km²、2020年で1,218 km²と計画（成都大詞典：1994年4月出版）されている。

成都三河が流下する成都市5区（435 km²）での建成区（整備された地区）面積は、1990年で74.4 km²、1995年で106.0 km²であり、僅か5ヵ年間で実に42%増となった。2000年での建成区は145.0 km²で、居住人口210万人と計画されている（市十二回人大四次会議文献）。この建成区のうち二環路内を中心建成区と称し、整備面積は2000年で116 km²としている。この中心建成区に位置する府河および南河の沿川の土地利用計画を図-4.3.1に示す。

(2) 水面積

成都全市の水面積は770.8 km²（1990年）で、市総面積の6.22%を占める。主な河川は岷江本流、成都市中心を流れる三河と平原用水路、市域西部の西河（崇州市）と南河（チョンライ（Qiong Lai）市）、北部の清白江、東部の沱江河（金堂県）であり、その河川密度は1 km/km²である。河川の他には、貯水池（197ヶ所）、溜め池（19,112ヶ所）、河川堰（412ヶ所）などの水利施設による水面がある。

成都市5区の建成区（整備の完了した地区）における水面積と一人当たりの水面積は、1949年と1985年の比較によれば下表の通りであり、36年間で各々70%、40%近くの減少を示している。1985年以降の一人当たりの水面積は、その後の人口増加を考慮すると、更に小さくなったと推測される。中心建成区での水面積（水面占有率2.6%：1985年）は、全市域での6.22%（1990年）、5区全体での5.30%（同）と比べて極めて少ない。都市化により河川・湖沼や溜め池の生態系の生息・生育環境および親水環境を大きく損ねてきたと推測される。

年	建成区の面積 (km ²)	建成区人口 (千人)	水面面積 (km ²)	建成区の水 面比率 (%)	一人当たりの水 面面積 (m ²)
1949	18.80	608.6	1.69	8.9	2.77
1985	72.00	1,339.4	2.30	3.2	1.71

出典：岷96-129 土地資源開発利用計画

成都市全体では197ヶ所の貯水池があるが、府南河水系では府河下流の江安河合流後の下流域の10ヶ所だけである。

4.3.2 河川水量

成都市の水資源総量は岷江からの分水などを含め平均で304.7億m³/年である。その内訳は、岷江（都江堰）からの流入量が144.0億m³/年（47%）、沱江および青衣江の市域外から流入量40.7億m³/年（13%）、地下水源31.0億m³/年（10%）で、自流域表流水は89.0億m³/年で29%にすぎない（資料：岷96-65）。

成都市都市部の河川流量を府河（南河合流後）望江楼で見ると、1960年代の年平均流量と最小月平均流量は各々32m³/s、5m³/sであり、年最小日流量は1.5～3.3m³/sである。1990年前後では年平均流量が52m³/s程度で1960年代より増加しており、最小月平均流量は約5m³/sで30年前との差異は見られない。府河の下流（双流県）は自然河川の形態（瀬・淵、河岸の植生）を呈し、渇水期の終わりである5月においても、水面は兩岸まで広がり自然の水辺景観を保つだけの水量がある。なお、府河の流量に関する各種記述によれば、農業用水と工業・都市用水の需要増大により水量が減少しており、1950年代の年平均流量で約40m³/s、1970年代で30m³/s程度で1980年以降は更に減少しているとの報告がある。（表-4.3.1の流量資料によれば、都市区間の経年的減少は確認されない。）

南河上流は1980年代前半の資料によると年平均流量は15.6m³/sであるが、渇水期の1月から3月は河川が枯渇し最も深刻な状況となる。水量の確保が最も急がれる区間である。

沙河の流量について上流洞子口で見ると、1980年から1995年の16年間の年平均流量は14.3～17.2m³/sにあり変化が少ない。また、最小月平均流量も11.8～15.8m³/sにあり同様の傾向がある。都市用水の送水河川でもあることから流量変化は少ない河川である。

都市区間の府南河は乾期の流量の減少が顕著で、その水量の大部分は都市排水によるものと見られ、川の流れは止まり、河川の自浄能力を失ったドブ川の状況にある。河川の水量の不足および水質の悪化は成都市の河川環境面からみて最大の問題である。特に、南河では1月～3月にかけて上流の清水河からの流入が無く（農業水路へ全て流入）、完全に川は干し上がる状況にある。その派川の浣花溪では杜甫草堂周辺の水面を保つために下流の堰により通年の水位を保持しているが、水面にはゴミが浮き、水も濁り、浣花溪風景区の環境を損ねている。

成都市都市河川のこれらの解決策として環境用水の導水が計画されている。この水量増大と生活・工業排水処理（水質改善）が河川環境保全の基本的な条件と考えられる。

府南河の上流河川区間にあたる内江幹線水路の基本的な機能は用水路であり、一部の区間は用排水兼用水路となっている。各水路の流量、特に、渇水期流量は用水運用により著しく差異がある。柏条河および走馬河分水路（徐堰河）は東風渠灌漑区の貯水池群への畜水と成都市都市部への送水の役割を有することから、渇水期にあっても相当量の水量がある。しかし、走馬河（南河の上流河川）とその分水路である沱江河および江安河においては渇水期の流量は極めて少ない。

これら内江幹線水路は成都地区の水環境面からも重要な水域であり、自然生態系保全および親水機能の向上を図るため河川流量の確保が求められている。灌漑用水および都市用水の送水路流量配分の見直し、また都市域環境用水計画の送水系統の適正化により、水量面からの河川環境改善は可能と考えられる。

金馬河の水量は岷江都江堰での取水の影響を受けており、渇水期の流量は著しく低減する。都江堰での取水前の流量は1月～3月期の平均で142 m³/s（1953～1978年）であるが、内江灌漑区の取水量は115 m³/sであり、更に外江灌漑区への取水量を考慮すると、金馬河の最渇水期流量は都江堰上流の10%程度と推測される。

4.3.3 河川水質

成都市都市部の府南河は人口が密集し、沙河沿川には工場企業群が立地している。これらの排水は十分な廃水処理がされないまま600以上の排水溝により成都三河へ排出される。

現在、成都市では水質の保持目標を府南河でⅣ～Ⅴ類（府河最下流部でⅢ類）、沙河の下流Ⅳ類、同浄水場水源区間でⅡ～Ⅲ類、他の用水路区間でⅡ～Ⅲ類、全市域の水量の47%を占めている岷江都江堰でⅡ類としている。

現状の水質について表-4.3.2に概況を示したように、殆どの地点で水質目標を満たしていない。汚染の特徴として典型的な有機物質汚染の特徴を有している。生態系（底生動物）から見た水質環境の評価（岷96-69）によっても、都市部は汚染または重汚染との結果である。水質悪化の原因は汚濁水の直接排水が主原因だが、都市部は水量が少ないことがそれを助長している。渇水期は希釈能力が小さくなり汚染は一層ひどく臭気も強い。

このような状況下では、河川環境（生態系、景観、親水性）の十分な整備も難しく、子供達の水遊びなどの親水活動に際しては保健衛生面での問題もある。しかし、現在進められている府

南河総合整備事業では都市部下水管網敷設率は90%近くを目標としており、水質改善が進むものと期待されている。

都市部を離れた府河下流（双流県）では水環境面から見て水量の問題よりも透明度の低さと地方主要市街（鎮）でのゴミ投棄、河岸部のヘドロ（底泥）などの視覚的な水環境問題がある。

4.3.4 河川生態系

成都市区の河川は水量不足と水質悪化、ヘドロの堆積などの水環境の悪化から、生息する水生生物種は限られたものとなっている。底生動物では、汚濁に強い種であるイトミミズの一種、ヒルの一種、ハエ目などの昆虫の幼虫が出現する程度である。しかし、府河中下流域では、水質の回復とともに、比較的汚染の少ない水域に生息している種が見られる。浮遊植物は6門41属で藻類が大部分を占めている。魚類は83種の魚種が生息し（1985年水産資料統計）、これらは7目16科58属に属する。その中でコイ科の魚類が多く、総魚種の59%（35属49種）を占める。鮠科（イノシギギ：ナマズに似てウロコが無く美味）が3属9種で総魚種の10.8%、次いでドジョウが5属5種で同6%、その他の24%が13科（15属20種）である。これらの成都市域の魚種数は、岷江の162種に比べ約半数である。

岷江の都江堰付近では水生生物相が豊富で出現種は多様性に富んでおり、底生動物では昆虫が多く見られ、貝類、小型甲殻類も生息し、浮遊植物は珪藻、緑藻類が優先している。これらは比較的汚染の少ない水域に生息している種である。魚類は8目19科162種が確認されている。魚種の構成はコイ科（56属97種）が59.2%、ドジョウ科（8属19種）が11.6%の順となっている。

生態系の現況とその特性については、第13章 自然生態系・環境影響評価に詳述されている。

現在、河川漁業は衰退し専門漁民はいない。わずかに住民による副業的な漁獲が行われているにすぎない。しかし、県・市や郷・鎮の行政は養殖漁業の振興を進めており、清水河、江安河支流、金馬河下流沿いに養殖漁場が集中している。養殖魚はコイ科のソウギョ、ハクレンおよびフナが中心となっている。また、魚類資源の保全・増大を図るための魚類保護政策（禁漁区、禁漁期などの規制）や稚魚の放流も行われている。

4.3.5 親水性

親水活動については、都市部を離れると魚釣りや水遊びなどの日常的な親水活動が見られ、このような活動のある河畔は樹木や植生繁茂も多い。都市域では府南河沿いの緑化整備と滨江公園整備が進められ、川岸は散策・憩いの空間としての高い機能が整備されつつある。しかし、都市域の河道内空間利用は水量・水質面からの環境悪化や河川の単断面化と直立護岸形式の採用から“水に近づく、水に入る、水面を使う”などの多面的な親水活動が大きく制約されてい

る。

現在の都市部での親水活動は、日常的な釣りや水遊びも難しく、沙河の上流や東湖で見られる程度である。かつての府河望江樓の龍船行事などの水行事ができる環境下に無い。

4.3.6 景観

景観面では、同じく水量・水質の問題から川の本来有する自然さ（せせらぎ、しぶきをあげる流れ等）が都市部には無い。水の透明度も小さく、河川へのゴミと相まって河川の景観環境も劣悪である。しかし、都市部沿川には多くの公園が隣接していることから、これらの文化・歴史や緑と一体化した河川景観機能のポテンシャルは高い。特に、沙河の河岸（河道法面）に繁る樹木は都市河川区間にあって唯一、自然景観を呈している。府南河総合整備事業により、沿川の古い家屋の取り壊しや周辺道路・橋梁の整備が進み、河川周辺の景観は著しく改善されてきている。

郊外の上流域では広い水面幅と瀬・淵による流れの変化など良好な自然景観を呈する河川区間が散見されることから、河川水量の増大により豊かな自然景観が作りだせると考えられる。府河下流域は自然河川の特徴を持つ区間である。砂礫帯が作る中洲、瀬・淵・滯など自然景観にすぐれ、黄龍溪鎮付近から金馬河までは小型水上観光船が舟航し、多くの観光客が訪れる。

4.3.7 舟運と漂木

(1) 舟運

成都の物流は現在、道路と鉄道の陸上輸送によっている。舟運は1950年代に物流の中心を担い、1957年には年間輸送量48.3万tで1952年の5倍にも伸び、通行河道は20本、延べ900kmの水運網があった。舟運は、府河水系の水量の減少（灌漑用水、工業用水の需要増大）、頭首工などの水利構造物の増加や埠頭適地の減少などの河道や水理状況の変化とともに減少し、1970年代半ばからは陸上輸送の発達により、その役割を低下してきた。1985年には通航可能河道が府河航路（市域九眼橋～双流県～彭山県江口鎮）、沱江航路（金堂県）、大南河航路（新津県）、小南河航路（新津県）の僅か4本となり、その総延長は154kmと大幅に減少した。この頃には、船会社の多くは転業し専業舟運業による舟運輸送は殆ど無くなった。現在の成都市全域における舟運貨物輸送量は6.5万t/年（四川統計年鑑1994年実績）で道路輸送量の1.2%にしか過ぎない。府河での物流舟運は現在行われておらず、市人民政府は1984年に交通局内の舟運管理处を廃止したが、水上観光業の発展にともない、1995年に復活させた。

現在の府河下流での舟の利用は、黄龍溪鎮付近から金馬河までの小型観光船、渡し船（双流県内の架橋地点は華陽鎮、正興鎮、永安鎮のみ）、砂利採取と水鳥の養鶏のための小型

船の3つである。府河での舟運計画は物流舟運の計画は無く、観光舟運が都市部府南河～金馬河間で計画されている。観光舟運計画の詳細は次項4.4.3に述べる。

(2) 漂木

岷江での漂木は計画漂木量は年間50万 m^3 であるが、ここ10年間は減少し、約20万 m^3 /年程度の実績にある。木材の長さは6～8m、径は0.30～1.20mである。漂木は中小規模の洪水時に集中し、年間180日間に亘って行われている。

漂木の用水路利用は都江堰の宝瓶口から柏条河を經由し、府河洞子口までの区間で行われ、洞子口が貯木場である。利用時期は豊水期の5月から10月であり、漂木のための水深制御はせず、水量の多い時のみに漂木する利用形態である。現在、漂木の用水路利用は年々減少しており、安定的な陸上輸送に切り替えられている。用水路利用の漂木量は1970年代で42万 m^3 /年、1980年代で35万 m^3 /年、1990年で10万 m^3 /年であったが、1995年には僅か1万 m^3 であった。

用水路の漂木についての整備計画は無く、運用・管理面で四川省関係機関（林業庁、都江堰管理局）が年一度の協議を持つ程度にある（省林業庁の聞き取り情報）。紫坪鋪ダム計画（岷96-165）によれば、ダム完成後の岷江の漂木はダム地点までとし、その後は道路または鉄道輸送とする計画となっており、用水路は漂木の機能を終える。

4.3.8 河川改修と河川施設

河川改修に当たっては治水面は勿論、河川環境の保全に留意した計画策定が望まれる。成都市都市部の河川改修は河川用地の制約や経済性から最小河幅で洪水流下を図る画一的な単断面、直立式石積護岸の改修となっており、河川横断構造物も多い。このため、魚類・水生動物や水生植物の生息・生育環境を著しく脆弱なものとしている。直立式護岸は河道内の親水活動を制約し、河川景観も自然さを失っている。

また、水利施設の運用面においても渇水期に貯水を続け、下流での流量が全く無いことが大半であり、生態系、景観への人為的影響がある。

4.4 河川環境整備に関する既存構想・計画

河川環境整備に関する既存の構想・計画は環境用水の開発、水面開発（拡大）、府南河水上観光、河畔緑化・滨江公園整備の4つに集約される。これらの概要は表-4.4.1および図-4.4.1に示す通りであり、以下にその内容を詳述する。

4.4.1 環境用水の開発計画

成都市では府河と南河における水環境の改善を図るため、岷江からの環境用水の導水計画を有している。現在、乾期には水環境を保持するだけの水量は無く、僅かな河槽のせき止めによる1~2 m³/sの基定流に頼るのみである。工業用水と生活用水の調整だけでは水環境改善を図る水量確保は根本的に無理な状況にある。研究報告（岷96-133：成都市市区環境生態水利計画と開発利用、1993年11月）によれば、環境用水量に関し、以下の結論を得ている。

“成都市環境保護8次5ヵ年計画と10ヵ年構想”による2000年時点での都市部の工業排水量を13.8万m³/日、汚水処理能力を二級処理20万m³/日、一級処理30万m³/日との条件の下、府河と南河の合流後の環境用水量を定めている。

- ・府河永安大橋の水質を地面水環境水質Ⅲ類に改善するための水量 : 25 m³/s
- ・更に、良性循環の水生態系を形成する水量 : 40 m³/s

成都市は紫坪鋪ダムの完成により25~45 m³/sの環境用水の確保を希望している。現在、環境用水量の確保・開発については、府南河総合整備が完了する1997年7月を目途に5 m³/sの環境用水を都江堰から導水する計画であり、四川省の承認が取れている。ダム建設後には環境用水供給を更に増やすこととして国（水利部、国家環境委員会）の承認が得られている。

岷江紫坪鋪水庫工程利用外資可行性研究報告（1995年：四川省）によれば、成都市市区への環境用水の供給として20 m³/sが計画されている。環境用水量20 m³/sは保証率85%の基準値であり、同85%以下の流量を25 m³/sとしている。供給期間は渇水期の12月~5月である。送水路系統として次の案（岷96-133）が考えられている。

- ・走馬河~沱江~府河/沙河
- ・走馬河~清水河~模底河~西郊河
- ・走馬河~清水河~浣花溪・干河・南河

4.4.2 水面開発構想と計画

府南河総合整備事業および研究報告（岷96-133：成都市市区環境生態水利計画と開発利用）によれば、成都市都市部を中心に水環境整備が計画または実施中にある。河川環境面では一人当たりの水面積を解放前（1949年）の水準に回復することを目標において、以下の5つの水面開発構想・計画が検討または実施中である。

(1) 府南河総合整備計画事業”環城河”計画

府南河総合整備事業での河川改修は都市部の府河、南河、西郊河、飲馬河の河道延長16kmを対象としており、河道拡幅・掘削と護岸建設を主工事とするものである。この河川改修により水面積が0.70km² (1,100ムー)に拡大し、併せてラバー堰の建設によって水位を維持し、「二江拘城：環城河」を形成する水面開発計画が進められている。この総合整備事業は河岸緑化帯と浜江公園整備および沿川道路整備と老朽化住宅の移転による河川周辺の空間整備、下水道整備（汚水排水の防止）による水質改善の河川環境整備効果も有している。

(2) 府河望江楼／河心村地区（東湖）の水面整備計画

府河の九眼橋から下流の河心村区間を対象とする成都市排洪総出口事業により河川改修とラバー堰建設を行い、広域水面拡大を計画するものである。また、河心村での東湖6.5万m² (100ムー)を中心とする行楽型の水公園計画が構想されており、市十二回人大四次会議文件「第9次5ヵ年計画と2010年目標の要旨（案）」に河心村公園整備の一貫として位置づけられている。生態環境科研監測所の構想では、上河心村での人造湖建設と下湖河心村東湖の掘削により水面積0.67～1.33km² (1,000～2,000ムー)、水深2～3m規模としている。

(3) 杜甫草堂寺など公園の水面整備構想

杜甫草堂寺は浣花溪風景区の中心をなす緑豊かな公園である。公園内には比較的大きな池などの水面があるが、渇水期には浣花溪からの河川水の流入が無く、草堂の景観を損ねている。この環境を改善すべく、浣花溪からの引水の水路（500m）を整備し、公園内の水辺環境（約8,500m²に拡大）を改善する計画がある。しかし、浣花溪の乾期水量は小排水路網に依存した現状にあり、浣花溪風景区の周辺河川からの導水が基本的に必要である。このほか、府南河と小河川沿いには多くの公園（人民公園、文化公園、百花潭公園、南郊公園、望江公園）が位置し、約3.8万m²の水面拡大が可能としている。

(4) 西北地区府河上流の水面整備構想

府河改修によるショートカット区間（上河湾・九里河湾）を人造湖とし、洪水遊水機能を確保すると共に、水上娯楽と養魚利用を図る計画が構想されている。その水面積は0.67km² (1,000ムー)、水深約3m規模としている。

(5) 東部地区低平地の貯水池化構想

東風渠の左岸の低平地（龍潭寺～石霊寺間）に貯水池（雨水貯留機能と利水水源、養魚）を建設する構想である。貯水池面積は0.33～0.67km² (500～1,000ムー)程度としている。

4.4.3 府南河水上観光計画

府南河の「環城河」を水上観光の拠点とし、府河の金馬河合流点までの水上観光船を主体とする行楽型の環境整備を行う計画が構想されている。「環城河」では水深を維持するためのラバー堰（5ヶ所）の工事が進められており、更に下流の河心村と三瓦窖でも堰の計画が既に検討されている。この水上観光計画は市十二回人大四次会議文件「第9次5ヵ年計画と2010年目標の要旨（案）」に観光業振興の一つとして位置づけられている。計画の対象区間は府南河都市区間（環城河16km）と府河九眼橋から彭山県江口鎮間（71km）である。「岷江（成都～乐山）舟運工程計画報告」および同F/S報告によれば、府河九眼橋から彭山県江口鎮間は航路基準7級（50t級、喫水深0.7～1.0m）の就航を想定し、総事業費は7,662万元である。しかし、観光船の事業化についてはまだ具体化されていない。現在、府河下流の双流県黄龍溪から金馬河にかけて水上観光船事業（旅客数2,000人/日）が行われている。

4.4.4 河畔緑化・滨江公園整備計画

府南総合整備事業の「環城河」の水面整備と一体化して府南河の河岸緑化帯および滨江公園整備が進められている。緑の城壁を形成し、水と緑の河川環境整備を目指すものである。総緑地整備面積は23.5万 m^2 （376ムー）で、緑地帯7.9万 m^2 （126ムー）、小公園12.6万 m^2 （201ムー）である。

4.5 河川環境整備計画

4.5.1 全体計画

(1) 河川環境整備の方向性

1) 河川事業における自然生態系保全の理念

自然の河川は上流から下流にかけてその形状はきわめて多様であり、平水時の水の流れる水域や高水敷は多くの動植物の生息空間であり、その多様な構造によって自然のバランスが保たれている。そして、河川は地域の景観を特徴づけ、気候に影響し、人々にやすらぎを与えてくれる。一方、これまで人間は流域での生活や経済の基盤を拡大していく上で、河川を一定の狭い空間に閉じこめ、自然界の生物の生息空間を奪ってきた。

従来の河川事業における治水・利水優先の河川管理から、河川での動植物の多様な生息空間（ビオトープ）を維持し、創造していくことを重要な要素と位置づける。

2) 河川の自然環境の構成と役割

河川の自然環境は水と空間より構成され、これらの水と空間が一体となって生物の

生息場を形成する。

水は水量と水質に分けることができ、豊かな水量と清浄な水質の確保は生物の生息条件を規定する重要な要因である。川に流水が無ければ川の生態系は寸断され、ビオトープコリドー（ビオトープを結ぶ回廊）としての河川の意義が無くなる。

河川空間は高水敷を含めた河道全体と堤防・河畔植生を包含したものである。河道内での自然環境の構成要素は流路や河床の物理特性（流路平面形状、勾配、瀬・淵構造、流速・水深の分布、河床材料）および河岸植物帯からなる。川のダイナミズムは川幅を変化させ、瀬や淵、流れの多様性を作りだし、この流れが河岸や高水敷に多様に関連しあうほど、生物の多様性を生む。

3) 成都地区河川環境整備における自然生態系保全と親水性

成都地区の「川の生態系に配慮する川づくり」は、環城河計画に見られる水域（水面）再生事業などが一部実施に移されようとしているものの、依然、河川のあり様の段階（対局的な開発・保全方針）にとどまっている。

河川改修での蛇行や瀬・淵・樹木がある河道環境は洪水流下にとってマイナスの要因とされ、河道の直線化と河岸の護岸のコンクリート化が進められ、水流の単純化と水生生物の生息の脆弱さをもたらした。堰・落差工などの河川横断構造物も水生生物類の移動を妨げている。治水・利水面と河川環境（自然生態系）の具体的な調整は未だ取られていない。

また、矩形単断面の河道形状や直立式護岸は沿川住民の水辺への接近を難しくし、親水活動を妨げている。親水活動と河川空間の係わりは「水に近づく、水面を使う、水に入る、水際を使う、空間の広がりを使う」に分けることができ、河川空間での親水活動は水の流れを眺め・憩い、水遊び、ボート、魚釣り、河原でのキャンプ、運動など様々である。親水活動のニーズは住民の意向を十分に反映したものであるべきであり、これらの意向調査に基づく整備コンセプトは、今後、中国側関係機関により行われるものとする。

本計画では成都三河および金馬河の河川沿いに位置する鎮以上の都市を整備対象地とし、地先住民の日常的な親水活動を想定した整備とする。すなわち、広域の住民を対象とする大規模整備は含めないものとする。

本河川環境整備計画では水辺の多様な生物の生息空間の保全・創造と地先住民の親水活動の河川空間整備を目指す事業とする。

4) 成都地区河川環境整備における河川の防災機能の位置づけ

広い河幅の都市河川は延焼防止帯としての機能を持っており、大震災による火災から密集した市街地を守る。また、災害時の避難場所や物資輸送などの機能も持つ。この機能を意識した河川空間の確保と整備を積極的に進め、市民の日常生活と密着させることが河川空間の機能としても重要である。防災空間は他の機能とは異なり、災害時の一時的な利用であり、通常時には他の機能空間として機能しうるもので重複利用が可能である。河川空間の防災機能の設定は、河川管理者が単独で行うものではなく、都市防災全体の中で検討されるべき性格を持つものと考えられる。

本調査では成都地区の河川防災機能に関する有効な情報が得られなかったことから、河川防災機能の検討は本調査から除くこととする。

(2) 河川環境整備の骨子

河川環境整備は以下の3事業からなるものとする。

1) 多自然型河川整備事業

河川の自然生態系保全のための河川整備手法である「多自然型川づくり」とは、河川を水辺の多様な生物の生息空間（「ビオトープ」）の核と位置づけ、できるだけ自然に近い川づくりを目指すことである。

本事業の多自然化の着眼点は下記の通りであり、多自然型川づくりの一般的内容と工法例について、表-4.5.1に示す。また、「多自然型川づくり」の詳細については4.5.5 多自然型河川整備ガイドライン（案）に述べる。

- a. 水生動植物の生態系保全を図る自然に近い流路（低水路：蛇行、瀬・淵）の創造
- b. 単断面河道（護岸河道）の複断面化による自然に近い低水路の復元
- c. 魚類などの生態系に配慮した多自然型低水路護岸（植生、木材、石材などの自然材料を用いた多孔質化構造）の活用および水際部の植生域の形成
- d. 魚類や水鳥などの生態系の保全を図るワンド（湾処：水制などに開まれた本流沿いの植生域を持つ池）の形成
- e. 昆虫類の移動や生息場の形成や親水機能の向上を図る河岸斜面の緩傾斜化と植生域の形成
- f. 広い河幅の確保が容易な区間での堤防の自然化（土堤防、緩傾斜化、植栽など）
- g. 堤防護岸が必要な所での多自然型護岸（植生護岸など）の採用
- h. 魚の遊泳を容易にする落差工・魚道の設置

- i. 自然景観、自然生態系を豊かにするための河畔樹木の保存・再生
- j. 親水活動を容易にする河川施設整備（階段護岸、水際部の遊歩道、堤防の緩傾斜化、高水敷整備）、湖沼の親水公園整備

これら工法例による多自然型整備のイメージパースを図 - 4.5.1～図 - 4.5.3 に示す。

2) 水域開発とビオトープ創造事業

多自然型河川整備も水辺ビオトープの創造を目的としたものであるが、本調査のビオトープ事業は湖沼や旧川跡を対象とした自然生態環境保全を意味するものとする。沈水植物や浮葉植物などの水生植物が生息する水中の浅水帯から、抽水植物帯、湿地草地を経て水辺林までを包含し、水域と陸域およびそれらをつなぐ水際を一体化して動植物の水辺の生息環境を整備する事業である。

湖沼ビオトープのイメージパースを図 - 4.5.4 に示す。

3) 維持用水の導入路建設事業

渇水期において維持すべき河川流量の設定およびその不足水量の開発は 4.6.3 項で検討している。ここでは維持流量の確保が図れない河川に対し、維持用水の導水を行うための導水路の建設事業を対象とする。

(3) 河川環境整備計画の対象河川

成都地区の主要な排水河川である府河、清水河・南河、沙河、金馬河および大型湖沼（府河中流部東湖）を対象水域とする。

4.5.2 多自然型河川整備計画

(1) 府河多自然型河川整備事業

1) 府河上流多自然型河川整備（石堤堰～一環路西北橋）

本調査において河川改修計画の情報は提供されていない。同河川区間は、下流部の市街地区間を除き、広い河川幅を確保した河川改修の可能な区間である。上流の石堤堰～洞子口間は、用排水路兼用河川の人工水路といえる。下流の洞子口～市街地間は、応急的な河川改修が行われている程度であり、流路も大きく蛇行し河岸浸食も顕著である。上河湾や九里河湾などの湾曲部では、治水面からの流路の平面形状の矯正（ショートカット）が必要と考えられる。

このような河川特性から、主体とする河川整備内容は、自然に近い流路（低水路：蛇行、瀬・淵）の形成、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、堤防の多自然型護

岸（植生護岸）、河畔林の保全とする。川幅の確保が容易な区間においては、ワンドの形成、河岸の緩傾斜化、堤防の自然化（土堤防、緩傾斜、植栽）を行い、沿川集落地には河川親水施設を整備する。

2) 府河都市区間多自然型河川整備（一環路～九眼橋）

府南河総合整備工事区間（一環路西北橋～九眼橋）は、洪水処理に必要な最低限の河川幅しか確保できず、河道形状は単断面で、兩岸は石積直立護岸により改修されている。また、観光舟運のための堰が計画され、水面の拡大が図られるものの自然の流れと大きくかけ離れた人工河川区間である。

このような状況下にある都市河川の大規模な自然復元には自ずと限界があり、大規模な多自然型の河川整備は難しいが、整備内容を堰の魚道設置、河畔林と河川親水施設の整備、堰下流部での低水路復元（高水敷形成）と河岸植生域の回復とする多自然化を図る。

3) 府河中流多自然型河川整備1（九眼橋～成昆鉄道）

成都市洪水排水総出口事業の対象区間であり、府南河総合整備工事（1997年完成）につぐ優先治水事業（F/S完了）である。河川改修計画によれば河道横断面形状を単断面とする掘込み河道で、兩岸には直立式護岸が計画されている。また、ラバー堰建設による水面拡大と観光舟運の水位保持（最大水深約3.5 m）を行うこととしている。

計画の進捗状況から平面計画や縦横断面計画などの基本的な計画諸元の大規模な変更は難しい。多自然型低水路護岸と水際の植生化、堤防の多自然型護岸（植生護岸）の改修工法の導入を行うとともに、堰の魚道設置、河畔林整備、河川親水施設整備による多自然化を図る。また、計画洪水の疎通能力を減じない範囲において、低水路の復元（高水敷形成）を行う。

4) 石牛堰支河多自然型河川整備

府河中流部の左分派河川である石牛堰支河は未改修河川である。同河川は、成都市洪水排水総出口事業の対象区間に含まれている。多自然化の整備内容は、多自然型低水路護岸と水際の植生化、堤防の多自然型護岸（植生護岸）、堰の魚道設置、河畔林整備、河川親水施設整備とする。

5) 府河中流多自然型河川整備2（成昆鉄道～錦江区下流端）

本調査において河川改修計画の情報は提供されていない。同河川区間は、市5政区内に位置することから、府河中流（九眼橋～成昆鉄道）と同様の河川改修の条件が

想定される。また、三瓦窯地点においてラバー堰建設の計画がある。

主体とする河川整備内容は、自然に近い流路（低水路：蛇行、瀬・淵）の形成、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、堤防の多自然型護岸（植生護岸）、堰の魚道設置、河畔林整備、河川親水施設整備とする。また、広い河川幅の確保が可能な区間において、堤防の自然化（土堤防、緩傾斜、植栽）を行う。

6) 府河中流多自然型河川整備3（双流県上流端～江安河合流点）

本調査において河川改修計画の情報は提供されていない。同河川区間は、殆どの区間が未改修区間であり、比較的、自然河川の特徴を保持している。可能な限り広い河川幅を確保し、複断面河道形状での河川改修を基本とする多自然化を進めるものとする。

主体とする河川整備内容は、自然に近い流路（低水路：蛇行、瀬・淵）の形成、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、ワンド形成、河岸の緩傾斜化、堤防の多自然型護岸（植生護岸）、堤防の自然化（土堤防、緩傾斜、植栽）、堰の魚道設置、河畔林整備、河川親水施設とする。

7) 府河下流多自然型河川整備（江安河合流点～金馬河合流点）

本調査において提供を受けた河川改修計画の情報は、江安河合流点～双流県下流端（黄龍溪镇）間の河川改修平面図である。同区間は丘陵地に位置し沿川の土地利用は農地が主である。流路は蛇行し、多くの中洲が形成されている。河川改修計画平面図によれば、主流路の法線形はほぼ現況とし堤防建設が計画されている。堤防は、地形特性から片岸堤や山付け堤、霞堤が多く用いられている。

広い河川幅を確保した複断面河道形状での河川改修を基本とし、自然に近い流路（低水路：蛇行、瀬・淵）の形成、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、ワンド形成、河岸の緩傾斜化、堤防の多自然型護岸（植生護岸）、堤防の自然化（土堤防、緩傾斜、植栽）、堰の魚道、河畔林整備、河川親水施設整備を主体とする多自然化を図る。

(2) 南河多自然型河川整備事業

1) 清水河多自然型河川整備

本調査において河川改修計画の情報は提供されていない。同河川区間は、龍爪堰付近を除いて殆どの区間が未改修であり、比較的広い流路幅を有し、礫からなる皿状の河床形態や河岸の草木などの自然河川の特性を多く残している。

これらの特性を保持した河川改修を基本とし、自然に近い流路（低水路：蛇行、瀬・淵）の形成、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、ワンド形成、河岸の緩傾斜化、堤防の多自然型護岸（植生護岸）、堤防の自然化（土堤防、緩傾斜、植栽）、堰の魚道設置と落差工の改築、河畔林整備、河川親水施設整備を主体とする多自然化を図る。

2) 干河・南河多自然型河川整備

南河は府南河総合整備工事区間であり、府河都市区間と同様に洪水処理に必要な最低限の河川幅しか確保できず、河道形状は単断面で、両岸は石積直立護岸により改修されている。また、観光舟運のための堰が計画され、水面の拡大が図られるものの自然の流れと大きくかけ離れた人工河川である。南河上流の干河も単断面形状の掘込み河道で、両岸は直立式護岸からなっている。

このような状況下にある都市河川の大規模な自然復元には自ずと限界があり、大規模な多自然化河川整備は難しいが、整備内容を自然に近い流路（低水路：蛇行、瀬・淵）の形成、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、堰の魚道設置と落差工の改築、河畔林整備、河川親水施設整備とする多自然化を図る。

3) 浣花溪多自然型河川整備

本調査において河川改修計画の情報は提供されていない。同河川は洪水放水路の機能を持つ河川であるが洪水防御計画における位置づけは明確では無い。緑豊かな浣花溪風景区の杜甫草堂公園の外苑を流れる浣花溪は、都市河川区域にあって自然景観機能の高いポテンシャルを有しているとともに自然環境の再生においても高い優先度を持つ河川である。

南河の幹川である干河と浣花溪の洪水流量配分の見直しにより浣花溪の洪水時外力を小さくしえることを前提として、主体とする河川整備の内容は、自然に近い流路（蛇行、瀬・淵）の形成、低水路形成と河岸植生域の形成（現護岸の隠し護岸化）、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、堤防の多自然型護岸（植生護岸）、堰の魚道設置、河畔林整備、河川親水施設整備とする。

4) 模底河多自然型河川整備

本調査において河川改修計画の情報は提供されていない。同河川の市街地区間（二環路内）は、両岸を直立護岸とする単断面掘込み河道として改修が進められている。市街化区間上流は、未改修状況にあり自然河川の特性を保持している。

主体とする河川整備内容は、自然に近い流路（蛇行、瀬・淵）の形成、低水路の復

元、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、堤防の多自然型護岸（植生護岸）、河畔林整備、河川親水施設整備とする。模底河下流沿川は住宅・商業地区としての発展が計画されており、河川幅の確保に大きな制約があるが、川幅の確保が容易な区間において河岸の緩傾斜化、堤防の自然化（土堤防、緩傾斜化、植栽）を図る。

5) 西郊河多自然型河川整備

同河川は府南河整備事業において、府河と南河を結ぶ‘環域河’としての改修が予定されている。洪水時は小自流域からの洪水流入があるだけであり、南河の背水区間となる。平水時は府河と南河の堰により水位（水深1m程度）が保たれる河川である。

主体とする河川整備内容は、低水路復元（既設護岸全面の高水敷化）、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、河畔林整備、河川親水施設整備とする。

(3) 沙河多自然型河川整備事業

同河川は、計画洪水規模相当の流下能力を有している河川である。河畔や河岸法面には、樹木が多く豊かな自然景観を呈する区間が残されている。特に、塔子山公園の沿川には豊かな緑がある。

このような河岸の自然環境の特質を活かし、自然に近い流路（蛇行、瀬・淵）の形成、低水路の復元、多自然型低水路護岸と水際部の植生化、河岸の緩傾斜化、堤防の多自然型護岸（植生護岸）、堰の魚道設置、河畔林の保全と整備、河川親水施設整備を主体とする多自然化を図る。

(4) 金馬河多自然型河川整備事業

金馬河の河川改修の特徴は、堤防建設と低水路掘削にある。急流河川である同河川の洪水外力は大きく、堤防護岸形式はコンクリート玉石積護岸が計画されている。全河川長約80kmに亘る護岸を多自然型護岸として建設するには、堤体材料（砂礫と玉石）の変更も必要とすることから相当膨大な事業費となる。また、堤防護岸の根入れは主流路の最大洗掘深（6m以上）まで施工する計画で、高水敷においてはいわゆる隠し護岸形式となっている。低水路の砂礫帯の発達や流路の蛇行・分派に一定の許容を持たした多自然型改修計画とも言える。

この様な事情を勘案し、魚類・水生生物の生息環境の改善を主眼とする低水路の多自然化（多自然型護岸の導入、ワンドの形成）、堤防護岸のコンクリート化の欠点を補う河畔林の整備、親水河川施設の設置を主体とした整備を行う。なお、堤防護岸の多自然化は長期的な事業として、本整備事業計画から除く。

(5) 親水公園整備事業

1) 東湖親水公園整備

成都市街区に位置する唯一の湖沼である東湖は成都市が構想する河心村公園整備計画の中核をなすものであり、ここでは東湖を親水自然公園として計画する。

同計画の基本コンセプトは次の通りとする。

- ・河心村公園は広域の住民を対象とした人工型レクリエーションと自然型レクリエーション機能を有する公園とする。
- ・東湖と湖畔は自然型レクリエーション機能の中心を占める自然型活動空間として整備する。
- ・府河の河岸（左岸）と一体化した親水機能を持たすこととする。

整備内容は次の通りとする。

- ・湖面の利用： ボート、魚釣り、水遊び、水生植物鑑賞、散策
- ・整備施設： 河畔林、湖岸緑化、水生植物帯、散策路、自由広場、魚釣り場、テラス、東湖～府河親水水路
- ・整備面積： 湖水域12万 m^2 （12 ha）、湖周辺3万 m^2 （3 ha）

2) その他の親水公園整備

比較的大規模な親水空間整備として、府南河水上観光事業と一体化した河川空間整備が考えられる。現在の府河下流水上観光の拠点である双流県黄龍溪镇の親水公園整備、また計画中である府南河水上観光事業の渡船場を拠点とする親水空間整備が有望事業と考えられるが、観光事業計画の情報提供が十分でないことから本計画から除くこととした。

上記の多自然河川整備事業の整備内容を表-4.5.2に一覧表として示す。

4.5.3 水域開発・ビオトープ創造事業

水域拡大の対象は成都市都市部とし、整備水面積を中国側（成都市環境保護局）が今後の目標（構想）としている解放前（1949年）の水準である $2.77\text{m}^2/\text{人}$ とする。2010年時点の建成区面積を 200km^2 、人口を300万人と想定すると、計画総水面積は 8.3km^2 （830 ha）となる。建成区面積 200km^2 における現在の水面積は水面占有比3.2%（1985年実績）として推計すると 6.4km^2 になり、さらに 2.0km^2 （200 ha）の水域拡大が必要となる。将来の水域拡大目標200 haは河川（府南河総合整備事業と成都市洪水排水総出口事業）での40 ha、人工湖沼（含む既存湖沼の拡大）や調整池などの建設による160 haが考えられる。

本調査では水域拡大対象地の選定に関する基礎的な情報の提供が得られなかったことから、中国側の既存構想として取り上げられている下記の2事業を検討対象とした。

(1) 府河上流（上河湾、九里河湾）の水域開発とビオトープの創造

府河上流河川改修により堤内水域（ショートカット区間）となる上河湾、九里河湾（西南交通大学の東方）を対象とする自然保全ゾーンすなわち水辺ビオトープ創造事業である。

本事業の基本コンセプトは次の通りとする。

- ・自然生態系保全、洪水遊水機能、親水機能を有する多目的水域としての整備。
- ・自然生態系保全（自然保全ゾーン）を主目的としたビオトープの創造。
- ・内水域流出抑制機能の洪水調整池（副機能）としての整備。
- ・広域の住民を対象とした自然型親水機能（副機能）の整備。

二つのゾーンの整備内容は次の通りとする。

- ・自然保全ゾーン： 魚類の生息・繁殖地、水鳥草地系野鳥の生息地、水生昆虫繁殖地、森林帯
- ・親水ゾーン： 水辺・森林散策路、魚釣り・水遊び場、自然生態学習
- ・整備面積： 水面積 20 万 m² (20 ha)、森林帯を含む周辺整備 40 万 m² (40 ha)

(2) 小湖沼群ビオトープ事業

東風渠周辺の低平地に位置する小湖沼とため池群を対象とする水域保全・ビオトープ創造事業である（中国側の水面整備構想の一つ）。本計画では自然生態系保全を主目的とし、雨水貯留と養魚の機能を持つ多目的湖沼群と位置づける。現況の小湖沼群の水面積の詳細は不明であるが、森林帯を含む総面積は 20 万 m²（内、水面積 10 万 m²（10 ha））規模を想定する。

(3) その他の水域開発・ビオトープ事業

公園内の池の水面整備・ビオトープ形成および下水処理場の人工池建設によるビオトープ形成の事業が考えられる。前者は成都市の水面整備構想の一つであり、その構想によれば 8 公園で合計 3.8 万 m² 規模の水面整備が可能である。後者は下水処理水を利用する人工池のビオトープ形成であり、このビオトープのコンセプトとして植物利用による水質浄化試験・研究と水環境改善の野外学習が考えられる。

しかし、これら事業は計画条件を設定する資料・情報が十分で無いことから、本小規模

湖沼群ピオトープ事業計画から除くこととするが、前記の2事業に続く有力な河川環境整備事業である。

4.5.4 河川維持用水導水事業

2010年計画の水利及び排水状況下での自流量は、河川維持流量を満たすことが難しく、不足水量の補給（維持用水）が必要である。維持用水は、岷江都江堰からの分水し、既存の河川・水路網を流下させることを基本とする。

しかし、この既存水路網から独立した河川については、河川維持流量を確保するための導水路建設が必要となる。南河水系の模底河については独立河川であることから、維持用水を送水するため、清水河から模底河への導水路（延長約1.2 km）を計画する。その詳細は4.6.4項に記す。

4.5.5 多自然型河川整備ガイドライン（案）

河川環境の整備・管理は「水量・水質」と「河川空間」から構成することが基本である。府河の抱える水環境の現状が示すように、総合的な水環境改善と管理を行う広義の河川環境の整備・管理計画が必要である。

ここでは、河川空間機能（自然生態機能、空地機能、親水機能）を対象とした河川環境整備計画の基本を述べ、その機能の中で、成都地区で最も優先的かつ重要と考えられる河川自然生態系の保全を目的とした「多自然型河川整備ガイドライン（案）」を示す。

(1) 河川環境整備計画の基本

河川空間の整備・管理計画の策定に当たっては水系全体の河川空間のあり様（基本内容）を設定し、河川空間を幾つかのゾーンに分けてゾーニング構想（性格付け、方向付け）を立案し、ゾーン内の機能空間の配置計画を定める手法が一般的である。

計画設定の基本となる調査として、河川の状況、生態系・親水活動・景観特性、河川と沿川の利用状況、河川環境機能に対する有識者や住民の意向、河川環境の関連整備計画などの把握と評価を行うための基礎調査が必要である。基礎調査項目について、図-4.5.5にまとめた。

ゾーン構想の策定は空間計画の代表的な要素として、自然を保全しようとする自然的な要素と空間利用の整備を前提とする人工的な要素を抽出することを最初のステップとして、将来のゾーン全体像を設定するものである。各ゾーン内の機能空間の配置計画は「具体的な整備の方向」、「利用あるいは保全の内容」を示すもので、「ゾーン内の各地区が主にどの様な機能を果たすべきか」ということに着目して、空間の機能を幾つかに分類・

パターン化し、策定するものである。図-4.5.6に地区特性による機能の配置基準の例を示す。

(2) 自然生態系保全としての多自然型川づくり

豊かな自然生態系は人間生活の基盤の一つの重要な要素である。生態系の長期的な安定性、生物資源の持続的利用は人間と自然豊かな触れあいなどの観点から重要である。川・湖沼は私物の多様性を保つ上で重要な役割を果たすことを十分に認識し、地域に固有の生物の多様な生育・生息環境の確保をしつつ、川を治め、川の持つ様々な恵みを利用していくことが生態系保全の目的である。

生態系保全空間はその機能がひとたび失われるとなかなか回復が難しく、最も留意を必要とする機能である。自然生態系は河川の持つ自然的な価値であり、とりわけ多様な生態系を育むという視点からの保全計画が重要となる。

成都地区で最も優先的かつ重要と考えられる自然生態系保全を図る河川整備の重要な指針の一つとして「多自然型川づくり」がある。「多自然型川づくり」とは、水辺を多様な生物の生息空間（ビオトープ）の核と位置づけ、できるだけ自然に近い川らしい川づくりを目指すものといえる。多自然型川づくりはヨーロッパ、特にスイス、ドイツなどのドイツ語圏で展開されている人間生活に調和する豊かな自然の保全と創造の試みである。単なる自然保護ではなく、自然を再生しつつ水辺づくりを進めるという考え方を基調としている。スイスでは近自然河川工法（Naturanhe Wasserbau）と称している。

(3) 多自然型川づくりのためのガイドライン（案）

多自然型川づくりは堤防から河床まで河道全体としてとらえることが必要である。本調査では川と生物の接点でもあり、魚類、水生昆虫、水生植物の生息環境の大きな支配要素である河道部（瀬・淵、水際域）に着目して、多自然型護岸の整備に焦点を当てたガイドライン（案）を提示する。

1) 多自然型護岸形式の選定条件

護岸形式の検討の要素は治水機能と生態的機能の2つである。その検討手順として、図-4.5.7のフローが考えられる。

a. 治水機能

河道水理特性による作用外力の把握と護岸耐力（強度）の設定が必要であり、河道・水理特性に応じた護岸形式の選定についての考え方を図-4.5.8にまとめた。

b. 生態的機能

生息環境条件を把握することが最初のステップであり、図 - 4.5.9 に生物種が好む生息環境とそれに適合する護岸工法（工種）のタイプを示す。

2) 多自然型護岸工法の標準的形式

護岸の標準的タイプについて定性的な特性から大きく次の3つに分類する。

「自然原型護岸」：洪水時の外力が小さく、植生のみを用いることにより現況の自然河岸特性をそのまま活用させた護岸

「自然型護岸」：洪水時の外力が比較的大きく、植生と石材、木材などの自然素材を併用することにより、耐力を補強した護岸

「近自然型護岸」：洪水時の外力が大きく、植生、石材、木材などの自然素材やコンクリートなどの人工素材を組み合わせることにより、耐力を確保した護岸

この分類による多自然型護岸の定性的な機能を図 - 4.5.10 に示す。多自然型護岸においても親水活動や景観（修景）配慮が必要であり、その機能と護岸形式の関係等について図 - 4.5.11 に示す。図 - 4.5.12 には多自然型護岸の工種パターンを示す。

3) その他の多自然化工法

a. 伝統的工法

生態系から見て伝統的河川工法の優れている点は河床、水際部、河岸まで隙間の多い構造（多孔質構造）にある。木工沈床、蛇籠工、巨石を用いた空石積護岸や根固工、水制は多様な多孔質化や流速帯（流速変化）の形成に優れている。また、自然の素材であるヤナギなどの根の張る植生との組み合わせによる河岸の侵食防止機能、陸上小動物に対する水面との連続性（移動）の確保、水際での樹木の育成による生態系の多様化を容易にする優位点を持つ。伝統的河川工法の例を図 - 4.5.13 に示す。

b. ワンド（清処）

ワンドは水制などにより囲まれた本流沿いの池のことである。ワンドの大きさは様々で、形状、深さ、底質も変化に富んでいる。そのため多様な生物の生息空間となる。ワンドの標準的な構造を図 - 4.5.14 に示す。

c. 魚道

魚類の生息域を狭める多くの河川構造物が存在する。特に、河川の横断構造物である堰や落差工は遊泳力やジャンプ力の弱い魚類にとって移動を妨げる障

害物となることから魚道の設置や段差を小さくした落差工が必要となる。

魚道には様々なタイプがあり、大きくは水路式 (Simple plane system、Complex plane system、Pool/fall system ; Step system、Counter current system ; Denil system、Tunnel system)、すくい揚げ式 (Elevator system)、閘門式 (Lock/gate system) に分けられる。このうち階段式魚道 (Step system) は魚道に隔壁を付け水の溜りと越流を生じさせる構造で、隔壁間高差・勾配などを変化させ流速のコントロールが容易なことや構造物の高さに影響を受けないことから、適用範囲の広い魚道形式である。図 - 4.5.15 に階段式魚道と導壁式魚道 (Counter current system：南京水利研究所の開発魚道) の標準形式および魚類の生息に配慮した落差工形式 (斜路式、多段式) の例を示す。

4) 洪水時の水理的外力の把握

多自然型護岸工法の導入に際しては、全ての区間 (箇所) を多自然型工法で実施するのではなく、流水による外力が大きいと予想される河岸や既往洪水による被災経験の河岸については、コンクリート護岸などのより強固に保護する必要もある。このことについては、先の 1) 多自然型護岸形式の選定条件 (図 - 4.5.8) で述べた通りである。

ここでは、護岸近傍の流速と掃流力、石の限界掃流力 (安定粒径) の算定方法を、図 - 4.5.16 および図 - 4.5.17 に示す。

4.6 河川維持流量の決定と維持用水計画

4.6.1 河川維持流量の定義

本調査では、舟運、漁業、景観、河川管理施設の保護、地下水位の保持、動植物の保護、流水の清潔 (水質) の保持の必要な渇水時において維持すべき流量を河川維持流量と定義する。

4.6.2 項目別必要流量の設定基準と必要流量

河川維持流量については前項 4.6.1 に 7 項目の必要流量を検討し、各項目を総合的に考慮して定める。

(1) 河川区分と代表点 (基準地点) の設定

河川維持流量は河川管理上からも本来河川の全ての区間でその機能を果たすことができるように設定するのが望ましい。従って、検討に当たっては当該河川を河川特性および水利状況を踏まえ、複数の区間に区分し、各区分毎に検討を進めることとする。河川維持

流量の検討対象の7河川の河川区分とその基準点を次のように設定する。

河川	河川区間	基準点
府河	石堤堰～東風渠分流点	石堤堰
	東風渠分流点～洞子口	東風渠分流点
	洞子口～一環路西北橋	洞子口
	一環路西北橋～南河合流点	西北橋
	南河合流点～石牛堰分流点	九眼橋
	石牛堰分流点～沙河合流点	望江楼
	石牛堰支河	石牛堰
	沙河合流点～双流県上流端	二環路
	双流県上流端～江安合流点	中和鎮
	江安河合流点～金馬河合流点	江安河合流後
南河	清水河（両河口水門～龍爪堰）	両河口水門
	干河（龍爪堰～模底河合流点）	龍爪堰
	浣花溪（龍爪堰～模底河合流点）	龍爪堰
	模底河	二環路
	西郊河（府河～南河合流点）	府河分水点
	南河（模底河合流点～府河合流点）	百花潭大橋
沙河	洞子口～府河合流点	洞子口
柏条河	蒲柏水門～石堤堰	蒲柏水門
走馬河	走馬河（走江水門～聚源水門）	走江水門
	走馬河（聚源水門～両河口水門）	聚源水門
	徐堰河（聚源水門～石堤堰）	〃
	沱江河（両河口水門～府河合流点）	走馬水門
江安河	江安河（走江水門～青龍咀水門）	走江水門
	江安河（青龍咀水門～牧馬山水門）	青龍咀水門
	江安河（牧馬山水門～府河合流点）	牧馬山水門
	楊柳河（青龍咀水門～金馬河合流点）	青龍咀水門
金馬河	都江堰～双流県擦耳	都江堰
	双流県擦耳～西河合流点	双流県擦耳
	西河合流点～府河合流点	西河合流点

(2) 項目別必要流量の設定基準

以下に項目別の必要流量の設定基準を示す。

1) 舟運と漂木

舟運については船の喫水の確保の点から必要水量を定めるものとする。

舟運機能面の保持区間は、現在行われている府河下流（双流県黄龍溪鎮～金馬河合流点）の観光舟運および計画観光舟運（府南河都市域～府河彭山県江口鎮間）を対象とする。ただし、都市域の府南河から府河三瓦窑地点については必要喫水深をラバー堰（計7ヶ所）により確保する計画である。

計画喫水深は成都市交通局の「府河（成都～江口間）舟運再開工事に係る提案書：岷96-181」に基づき航路設計基準6級相当の水深1.0 mとし、舟運の必要流量を水深1.2 m相当の流量と定める。府河下流の計画河幅120 mに対応する流量は156 m³/sとなる。同流量は府河中流望江楼地点での年平均流量の約4.5倍にも相当することから、常時の水面幅を120 mとした喫水深の確保は困難と判断する。このことから、河道の複断面化を図り低水路を設けることとし、航路設計基準6級での双船航路幅45 mでの水深1.2 m相当の流量を舟運機能の河川維持流量とする。

漂流輸送の河川維持流量は現状の漂流機能を維持し得る水深相当の流量とする。対象の漂流区間は柏条河と府河上流区間（石堤堰～洞子口）、漂流期間は5月～10月の豊水期である。

漂流は非豊水期には行わず、豊水期の自然流量により漂流を行うこととしていること、また、紫坪鋪ダムの完成により水路によった漂流の役割を終えることとしていることから、河川維持流量検討から除く。

2) 漁業

河川漁業は現在行われていないことから、河川維持流量検討の項目から除く。しかし、魚類資源の保全を目的とする魚類保護の施策は進めていることから、魚類については、生態系の保護の項目で必要流量を定めるものとする。

3) 景観

河川における主要景観を維持するために河川が確保すべき水理条件（水面幅、流速等）を満足し得る流量を景観からの必要流量とする。

景観機能が水量感との相関性が高いことに着目し、河川景観心理実験などにより調査（日本国建設省）された「水量感と水面幅（W）と河川幅（B）の比（W/B）の関係」から基準値を設定する。図-4.6.1に示す相関図のW/B値0.3を満たす流量を必要流量とする。

河幅の30%に相当する水面幅を満たす平均水深を0.3 mとし、その相当流量（河幅×30%×水深0.3 m×流速）を推算する。各河川区間の推算流量（必要流量）は、表-4.6.1に示す。なお、堰により水面（水位）が保持される区間（府南河総合整備区間、府河九眼橋～三瓦窯区間）は、景観項目を河川維持流量の決定項目から除く。

4) 河川管理施設の保護

河川管理施設の保護の上で、木製の施設などの腐食防止を図る必要水深などの水理的条件を必要とする施設が無いことから、河川維持流量検討から除く。

5) 地下水位の保持

河川流量の減少が地下水位の低下に直接影響するような分水計画や貯水施設計画が無いことから河川維持流量検討から除く。なお、地方の井戸の水位低下の懸念が指摘されているが、これについては地下水の利用を現状維持とし、地下水の汚染と地下水位の低下を防ぐものとする。

6) 生態系の保護

河川生態系保護の代表として魚類を取り上げ、その生息のために河川が保持すべき水理条件（水深、流速等）を満足し得る流量を生態系からの必要流量とする。

魚類を代表とすることについては、検討対象の河川区間において特に保護すべき植物、鳥類、水生昆虫や他の小動物がないことから、河川生物の中で最も大型で食物連鎖の上位に位置し、親水活動や水産の上からも人間生活との係わりにおいて重要な生物であることによる。

第13章 自然生態系・環境影響評価で示されている代表的な魚類の生息特性から、指標魚種をコイ科とする。その移動に要する水理条件として、体高相当の水深（魚道設計の標準水深を適用）を満たす流量を必要流量とする。

7) 流水の清潔（水質）の保持

第8章水質改善計画で検討した水質基準点の評価基準を満たすに必要な流量とする。

(3) 項目別必要流量の決定

河川維持流量検討の対象4項目である舟運、景観、生態系の保護、流水の清潔（水質）の保持の各項目別の河川維持流量は表-4.6.2に示す通りである。

4.6.3 河川維持流量

各河川区間の河川維持流量は図 - 4.6.2 に示す通りであり、主な地点の河川維持流量は次の通りである。

(単位：m³/s)

主な基準地点	河川維持流量	河川維持流量決定項目
府河（洞子口）	3.50	生態系保全
府河（南河合流前）	6.20	水質保持
府河（江安河合流前）	55.40	水質保持
府河（下流端）	67.50	水質保持
清水河（龍爪堰）	3.80	生態系保全
南河（下流端）	14.80	水質保持
沙河（下流端）	10.10	水質保持
柏条河（蒲柏水門）	4.70	生態系保全
徐堰河（聚源水門）	2.50	生態系保全
沱江河（両河口水門）	2.60	生態系保全
江安河（下流端）	10.30	水質保全
金馬河（都江堰下流）	24.80	水質保持

河川維持流量の決定項目は府河都市部～下流端間、南河都市区間、沙河、江安河下流区間については水質保持、その他の河川区間は生態系保全である。

舟運の必要流量は府河下流（江安河～金馬河合流点）において先の河川維持流量により確保されている。しかし、府河中流部（沙河～江安河合流点）の一部は河川維持流量が確保されないが季節運行形態や舟航船規模の変更により対処するものとする。

4.6.4 維持用水

河川維持流量を満たすために必要な補給水を「維持用水」と称する。

(1) 維持用水量

2010年の水利および排水状況に基づき算定された10年確率渇水流量（1982年型）を計画基準渇水量として必要な維持用水量を算出する。結果は表 - 4.6.3 に示す通りである。

なお、10年渇水流量の詳細は第7章 利水計画・水需要予測を参照のこと。

主な地点で必要となる維持用水量は、次の通りである。

(単位：m³/s)

主要地点	地点別の必要維持用水量	備考
a. 府河（南河合流前）	2.8	
b. 南河（下流端）	12.4	
c. 沙河（下流端）	0.0	
d. 府河（江安河合流前）	24.4	> (a+b+c=15.2 m ³ /s)
e. 江安河（下流端）	6.3	府河への流入河川
f. 江安河分派河川（楊柳河）	4.1	金馬河への排水河川
g. 府河（下流端）	24.5	< (d+e=30.7 m ³ /s)
h. 金馬河（都江堰下流）	22.5	

注：備考に示す流量は、当該上流地点で必要とする維持用水量の合計。

上記の結果から、河川別の必要補給水量は次の通りであり、成都三河、内江幹線水路および金馬河に必要な維持用水量の合計は57.3 m³/sである。なお、水質面の改善が必要な成都三河と江安河下流での水質改善用水量の合計は30.7 m³/sである。

(単位：m³/s)

河川名	府河+南河	江安河	楊柳河	金馬河
維持用水量	24.4	6.3	4.1	22.5

(2) 必要な維持用水量と開発可能量

必要な維持用水量の総量は57.3 m³/sであるが、第7章 利水計画・水需要予測において、2010年計画での水収支検討から河川維持用水への再配分可能量は紫坪鋪ダム建設(20 m³/s)と農業灌漑用水の節水(約10 m³/s)による約30 m³/sとの結論を得ている。

(3) 維持用水計画

2010年計画の維持流量を満たす河川維持用水の開発基本計画は水質改善の優先河川である成都三河（府河、南河、沙河）および江安河を対象に策定する。

この基本計画において対象外とした河川（金馬河、江安河の分水河川楊柳河）は2011年以降において構想されているシャバ（Sha Ba）ダムなどの建設事業により河川維持流量を満たすものとする。（全維持用水の開発計画を長期計画と称す）

1) 基本計画における維持用水量配分

基本計画での維持用水量 30.7 m³/s の水質改善区間と生態系保全・計画保全区間の維持流量を満たすための最適配分を次の通りとする。

府河の江安河合流前地点で必要となる補給水量は 24.4 m³/s であり、同地点上流に位置する府河の南河合流前地点と南河下流端の 2 地点の維持流量を確保するための必要補給水量の合計は 15.2 m³/s であることから、府河の江安河合流前地点の維持流量を満たすため、更に 9.2 m³/s の補給水量を沙河も含めた 3 河川で送水することとする。9.2 m³/s の 3 河川への配分は、維持流量の比率で行うこととする。江安河合流後の府河の維持流量は、江安河下流端の維持流量を満たす補給水量を持って確保できる。

基本計画（2010年計画）における補給水量配分後の河道区間流量を図-4.6.3に示した。主な河川区間の補給水量と補給後流量は次の通りである。（詳細は、表-4.6.4を参照）

(単位：m³/s)

主な河川区間	維持流量	必要補給水量	補給後流量
府河（洞子口）	3.50	4.60	7.00
府河（南河合流前）	6.20	4.60	8.00
府河（江安河合流前）	55.40	24.40	55.40
府河（下流端）	67.50	30.70	73.70
清水河（龍爪堰）	3.80	16.80	16.80
南河（下流端）	14.80	16.80	19.20
沙河（下流端）	10.10	3.00	16.00
柏条河（蒲柏水門）	4.70	0.00	(4.70)
徐堰河（聚源水門）	2.50	0.00	(38.30)
沱江河（両河口水門）	2.60	7.60	7.80
江安河（下流端）	10.30	6.30	10.30

基本計画における維持用水の送水系統は以下の通りとする。

・送水系統1：柏条河・徐堰河および府河上流の送水系統

柏条河 + 徐堰河 ~ 柏河下流 ~ 府河（石堤堰～洞子口）

（水利流量の送水によって河川維持流量が満たされる区間であり、維持用水を必要としない。ただし、柏条河と徐堰河間での総水利流量の送水配分見直しを必要とする）

- ・送水系統2：府河および南河対象の維持用水の送水系統
走馬河～沱江河～府河（沙河）
走馬河～清水河～干河・浣花溪・模底河～南河～府河
- ・送水系統3：江安河本河および府河の維持用水の送水系統
江安河～府河

2) 河川維持用水導水事業

前記送水系統2にある南河支川の模底河は既存の河川・水路網から維持用水を直接受けることができない。このため、清水河から模底河への導水路の建設を必要とする。その水量は0.8 m³/sで、導水路規模は延長1,200 m、有効流積1.5 m³である。

4.7 多自然型護岸の試験施工

4.7.1 試験施工地の選定

(1) 施工地選定の基本方針

試験施工地は河川環境整備の中でも生態系保全と親水性空間利用の視点から適切な箇所を対象として選定するものとする。また、実施中の府南河総合整備工事と試験施工との工事調整に無理が生じないことも重要な留意点とする。また、施工地の選定に当たっては中国側の希望、判断を重視するものとする。

(2) 試験施工地の決定

生態系保全と親水性の2つの河川機能に関しての多自然型護岸試験施工の候補地として、中国側は、下記の3カ所（位置は図-4.7.1を参照）を選定した。

- ・南河の浣花溪風景区の干河区間
- ・府河右岸の四川大学校門沿い
- ・府河右岸の望江楼公園沿い

3地点の比較の結果、府河右岸の望江楼公園沿いを、下記の優位性から施工地として決定した。

- ・南河は府河に比べ渇水期の水量が極めて少なく、生態系機能からの多自然型護岸の効果を得にくいこと。（1月～3月の河川水量は枯渇する。）
- ・府河の2地点のうち望江楼公園沿いは、河幅も広く治水面での制約が小さいことから中国側の希望する生態系保全と親水性の両機能面の改善に適していること。
- ・望江楼公園沿いは、府南河総合整備事業に続く河川改修事業（成都市排洪出口工

程)の実施が計画されており、その河川改修への技術移転に有効であること。また、緊急の右岸侵食防止としての現実的効果も認められた。

4.7.2 基本設計

(1) 試験施工地の特性

1) 沿川の状況

試験施工地は望江楼公園正門の望江橋から石牛堰支河（府河の分派河川）間の右岸（公園沿い）に位置する。望江楼公園は竹林（緑）と唐時代の女流詩人（文化・歴史）で有名な公園であり、公園内の望江楼は省級文化保護財となっている。公園正門から下流にかけては成都市都市河川では数少ない河原のある自然河川景観を呈している場所である。平日でも河岸沿いの茶屋では多くの市民また観光客がくつろぎ、時には河原に降りてくる風景が見られる。

2) 河道現況と改修計画

河道形状は単断面形状で湾曲平面形状をしており、右岸（試験施工側）は水裏部に当たる。河幅は望江橋での約70mから漸次広がり石牛堰で約95mとなる。堰分派河川より下流では約60mの河幅となる。河床勾配は1/1,000、河道深さは4.5mから5.0mで、河床部右岸には砂州の形成が見られる。左岸の低高水敷兼用の堤防護岸は老朽化しており、護岸の無い区間もある。右岸の護岸状況は望江橋下流100mに渡って護岸機能を兼ねた公園施設の土止め壁があり、その下流は護岸が無く河岸侵食を受けている。

河川改修計画（200年洪水規模）は既に策定されており、現在実施中の府南河総合整備事業に続く河川改修の優先区間（成都市排洪総出口事業）である。また、改修計画によれば公園下流の河心村（約3km下流）でラバー堰建設が計画されており、同区間の常時水深は約2.0m（計画河床より）になる。

(2) 多自然型護岸計画の構想

- 1) 施工区間は公園施設の土止め壁の下流（右岸）から護岸長で170mを基本とする。
- 2) 本施工地は都市部で唯一河川空間の広がりを持つ区間である。この河幅の特性を活用して計画洪水流量の疎通能力を確保した範囲で河道断面形状を複断面化し（高水敷を設ける）、生態系の保全と併せ親水活動の場としての機能も確保する。
- 3) 試験護岸は根固工、水制工も含めた多自然化工法とする。すなわち、水際部の流速帯の多様化と多孔質化による魚類生息環境（餌、産卵、休息、避難場）の改善および河

道内での植生繁茂を促す工法に主眼を置く。

- 4) 堤防形式は可能な限り土堤防を採用とし、人工構造物（護岸）の見えを小さくし、公園の竹林（緑）との自然景観バランスに配慮する。
- 5) 既存の樹木を可能な限り保存し、自然景観に取り込むこととする。

(3) 河道および護岸の基本形状の設定

1) 護岸設計上の河川制約条件および水文・水理特性

本護岸設計に関連する主な河川改修現行計画などの諸元は以下の通りである。
現行の改修計画平面は、図 - 4.7.2 に示す。

諸元	望江橋～石牛堰	石牛堰下流区間	備考
計画洪水量	1,247 m ³ /s	943 m ³ /s	200年洪水（計画洪水）
	1,056 m ³ /s	824 m ³ /s	100年洪水
計画河道（最小幅）	70 m	60 m	計画築堤法線間隔70m～95m
河床勾配	1/1,000	1/1,250	
平均流速	3.64 m/s	3.21 m/s	計画洪水流量対応の流速
計画水深	4.90 m	4.90 m	
堤防余裕高	0.50 m	0.50 m	
渇水期平均水深	0.20 m ～ 0.30 m	-	1987年～1991年（1月～4月）
年平均水深	約0.70 m	-	1987年～1991年
豊水期平均水深	約0.90 m	-	1987年～1991年（7月～8月）
年最大水深	1.50 m ～ 3.00 m	-	1987年～1991年
堰建設後常時水深	1.90 m ～ 2.05 m	2.05 m ～ 2.10 m	

2) 河道の基本形状

河道の基本形状を以下の通りとする。図 - 4.7.3 に基本横断形状を示す。

a. 堤防（左岸）

土堤防を基本とする。法面には植生（芝または柳）を行う。但し、石牛堰下流においては、河幅が狭く、高水敷幅も小さきなることから堤防護岸工を設ける。

堤防の法肩法線は、河川敷地内で堤防天端幅4m（建設省河川砂防技術基準）を確保できる位置とする。このことから、河幅（堤ヶ間）は、石牛堰上流で75m～100m、石牛堰下流で60m～65mとなる。

土堤防の最低法勾配は2割(1:2)とし、標準を2.5割(1:2.5)とする。

b. 低水路

低水路法尻線は根固工と水制工も含めて計画河幅を維持する位置またはそれより外側とし、現行の河川改修計画の標準低水路幅(分流堰上流70m以上、分流堰下流60m以上)を確保する。

護岸の河床基準面は河川改修計画の河床高とする。

c. 高水敷

高水敷はその空間を利用する親水機能を持たず計画であり、小規模洪水による冠水頻度を小さくする。河川改修は1997年後半に着工が計画されていることから、高水敷高は計画河道の水位条件により決定する。

高水敷の高さは、下流河心村のラバー堰完成後の常時水位+50cm程度(計画河床高+2.5m)とする。同高さは、河川改修後(低水路掘削)においての4~5年確率洪水水位に相当し、年最大月平均流量の対応水位(堰無し)に対し約1.5m高い。また、現況河道(現況平均河床高は、計画河床高+約0.8m)においても、高水敷高は、豊水期の月平均流量の対応水位より0.7m程度は高く、長期間の冠水は生じない。(高水敷高の検討に用いた流量・水位資料は、表-4.7.1に示す)

高水敷幅は低水路護岸の上端部保護工また土堤防を含めた法面安定を考え、最低幅を3mとする。最大幅は、先の低水路幅を確保することとして、13mとなる。

3) 河道の洪水疎通能力と洪水時の水理的外力

a. 洪水疎通能力

試験施工で定めた基本横断形状(図-4.7.3)の洪水疎通能力について現況河道および現行の改修河道の疎通能力と比較し、治水面の安全性を検証する。

試験施工区間(St. 03+35~St. 05+00)は望江橋(St. 02+48)と石牛堰分流地点(St. 04+85)の間に位置し、両地点240m間で現況河幅は、65m(望江橋)~100m~75m(府河と石牛堰支河)と大きく変化している。このことから、望江橋公園沿い現況河道の洪水疎通能力の支配地点は、望江橋と石牛堰分流地点と言える。試験施工で設ける高水敷により流積の減少があるものの(河川改

修の河床掘削前)、表-4.7.2に示すように試験施工区間の流積は、両支配地点の流積の約130%にあり、望江楼公園沿い河道の洪水安全度の低下は無いと判断し得る。

現行の河川改修計画の計画水深($\Delta h = \text{計画高水位} - \text{計画河床高}$)は、低水路敷幅70mの矩形断面河道の等流水深 $\Delta h = 4.9$ mである。本試験施工の基本横断形状における計画流量の等流水深は、 $\Delta h = 4.55$ mであり、計画洪水の疎通能力を十分に有している。主な地点の計画高水位に相当する流量を表-4.7.2に示した。

b. 洪水時の水理的外力

試験施工の基本横断形状河道での洪水時の水理的外力として、流速および掃流力を算出する。これらの諸量は、4.5.5 多自然型河川整備ガイドライン(案)に示した方法(図-4.5.16)により算定した。

計画洪水流量における平均流速、低水路護岸近傍部および高水敷部の流速、掃流力を表-4.7.3にまとめた。平均流速は、3.35~3.14 m/sにある。

c. 低水路部の限界流速と石の粒径(重量)の関係

試験施工の基本横断形状河道での平坦河床面における砂礫の限界流速と石の径の関係式(岩垣の式:図-4.5.17)より、一様粒径の石が移動を開始する限界流速を算定し、表-4.7.4にまとめた。

同結果は、護岸根固めに用いる捨石、また低水路護岸の斜面部分に用いる石材の安定粒径を判断する目安となる。

4) 低水路護岸の基本形式

a. 法覆工の工種

工種選定に当たっては自然材料(石材と木材)の活用を重視する。

b. 法覆工の法勾配

法覆工構造と法勾配の関係を以下の通りとする。適用法勾配は法面安定と親水性の向上を配慮し、標準法勾配より緩傾斜化を図る。

法覆工の構造		法直高 (m)	標準法勾配 (割)	適用法勾配 (割)
石積、コンクリート積	練積	3 m以上、5 m未満	0.5 以上	0.6
	練積	3 m未満	0.3 以上	0.6
	空積	3 m未満	1.0 以上	-
石張、コンクリート張	練張	-	1.5 以上	2.0 以上
	空張	3 m未満	2.0 以上	2.5~3.0
コンクリート法替工		-	1.5 以上	-
蛇籠張、連結コンクリート工		3 m以上	2.0 以上	-
		3 m未満	1.5 以上	2.0 以上

c. 法覆工（空石張り）の必要粒径

低水路護岸の空石張りの安定粒径は、4.5.5 多自然型河川整備ガイドライン（案）に示した Lane の方法（図 - 4.5.17）により求めると、表 - 4.7.5 に記した計算から斜面部部分の栗石の必要粒径は 4.1 cm となる。

本試験施工に用いる空石張り石材の大きさは、日本の多自然型護岸に用いられている粒径の多くが水理学的に求めた必要粒径の数倍にあることを勘案し、径 35~45 cm の石材とする。

d. 護岸根入れと根固工

府河河川改修計画での設計護岸根入れ深さである 1.5 m を設計値とする。この設計値が確保できない場合は、根固工を設けることとする。根固工は、原則として計画河床高とする。

根固工の天端幅を 4 m とする。

e. 水制工と巨石配置工

生物の生息環境の改善としての水流の多様化を図る小水制工（巨石配置含む）を設ける。施工区間は水裏部であり、水流の抑制による洗掘防止の機能を主目的とする水制工設置の必要性はほとんど無い。

巨石を用いる場合の1個当たりの重量は施工地の河川特性から下記の指標に基づきⅠ級とする。

指 標	1 t級	2 t級	3 t以上
河床材料の平均粒径	30 mm 以下	30~100 mm	100 mm 以上
計画高水位勾配 x 計画水深	0.01 以上	0.01~0.02	0.02~0.035
計画高水位勾配	1/600 以下	1/600~1/200	1/200 以上

(4) 基本設計

1) 多自然型護岸の全体構想素案

図 - 4.7.4 に示す3つの全体構想素案に関しての中国側の意見を踏まえ、生態系保全の機能をより重視した構想素案2を採用する。各案の構想内容は下記の通りである。

- 構想素案1：・府南河総合整備工事での護岸形式（練り石積み）を基本として、水際部に多自然型構造物を設ける構想とする。
- ・水際部に小水制と巨石を配し、変化のある流速帯の創出し、木柵工（又は竹柵工）を用いた植生の繁茂域を作り、生態系の生息環境を改善する。併せて魚巢有孔管を設置する。
 - ・階段護岸工と遊歩道を設け親水性を高める。
 - ・法勾配を小さくして広い高水敷を確保し、多角的な親水レクリエーション活動を可能とする。
 - ・護岸の見えを小さくし、自然石を用いることで公園との景観バランスに配慮する。また、河原との一体感も期待できる。
 - ・治水面の護岸機能の確実性は高いものの護岸法面が剛性で多孔質の特性が無く、生態系保全の機能面で劣る。
- 構想素案2：・空石張工により護岸の多孔質化を図り、生態系保全機能を重視した構想とする。
- ・空石張工により法面の植生繁茂を容易とし、昆虫類の移動・生息の場を形成し、生物の多様化を図る。
 - ・護岸の中間部にワンドを設置し、生態系（特に魚類）の生息場を形成する。
 - ・法勾配を緩傾斜化および階段護岸工と遊歩道を設けて親水機能を高める。
 - ・水面のゴミ除去の管理に手間を要す。
 - ・護岸の見えが大きくなる景観面のマイナスがある。また、空石張に必要な土砂の吸出し防止材の耐久性の問題が残る。

- 構想素案3：・練石張工により河岸侵食防止の確実性を高め、片法枠工（根固工）等により多自然化を図り、下流の堰完成後においても階段工により水際部の親水性を確保する構想とする。
- ・片法枠工の多孔質特性を生かし、併せて有孔管（魚巢）を設置することにより、魚類の生息環境の向上を図る。
 - ・階段護岸工と遊歩道を設け、親水性を高める。
 - ・堰完成後の常時水位と前後の高さに幅の広い階段部を設け、水面を眺め、水に触れる場とする。
 - ・護岸形式の多さから景観面で統一感に欠ける危惧がある。

2) 多自然型護岸形式の決定

全体構想素案2を基本として、試験施工の多自然型護岸形式を以下の通り決定する。このイメージパースおよび護岸配置平面計画を図-4.7.5と4.7.6に示す。

a. 低水路護岸

- ・法覆工（下記の3工種の組み合わせ）
空石張工（柳枝工）+片法枠工、蛇籠工（柳枝工）、練石張階段工
- ・他工種
根固工（籠工）、水制工（木杭石詰+柳枝工）、巨石配置工

b. 高水敷部

- ・張芝、遊歩道（空石張）

c. 堤防部

- ・張芝/柳枝工、練石積護岸（下流の一部）、木杭階段工

この多自然型護岸の特性は下記の通りである。

空石張工は屈撓性に優れ、法面の多少の不等沈下等の変形を許容しうる特性を有する。また、空石の隙間は水性生物や昆虫類の生息環境に適し、隙間からは草木類が繁茂し緑に包まれた良好な河岸が創造できる。これと組合わせた片法枠工（石詰）は河岸保護と河床洗掘低減の治水機能に加え、多孔質であることから水性昆虫の生息空間としての機能を有する。片法枠工には有孔管を埋め込み魚類の生息場・避難場をつくり、さらに詰石間には柳粗朶を敷き河岸の植生繁茂を促し、水生生物の生息空間の多様化を図る。

蛇籠護岸は屈撓性が大きく、法面の変形を許容しうる特性を有する。また、それと

併用する柳枝工は柳の緊密な根による土の緊縛力と柳の枝葉による洪水時の流速低減効果を持ち、これらの特性により河岸保護機能を確保する。蛇籠の鉄線が腐食するまでには柳の根が蛇籠石材を包み込みことにより安定性が得られる。

小水制工および巨石配置工は河岸の流速帯の変化を生み、多様な水生生物の生息環境の場を形成する。

低水路階段護岸工は水辺での親水性機能と護岸機能を有する。同階段護岸工は、片法枠工の天端に設置する敷板テラスとつなげ、水辺を結ぶ親水空間を形成する。

高水敷部（幅 3 m～13 m）は張芝を行い浸食に対する強度を持たすとともに、平常時には遊歩道と芝の広場を利用した親水・レクリエーションの場としての活用を可能とした。

堤防部は植生（張芝、柳）を行い法面安定を図る。また、天端付近にある既存樹木を保存し、公園の緑との一体化した景観を創造する。

3) 基本設計図

計画平面図（護岸配置計画）、標準護岸断面図、護岸基本設計図、計画河川縦断面図、計画河川横断面図を図 - 4.7.6～4.7.10 に示す。

なお、試験施工竣工図および工事写真は、各々、最終報告書資料集の第 3 編と第 6 編を参照のこと。

4.8 河川環境整備事業実施計画

河川環境整備計画の全体計画で策定した全事業は多自然型河川整備事業での 6 事業、水域開発・ビオトープ創造事業での 2 事業、河川維持用水導水事業の 1 事業である。

4.8.1 河川環境整備事業実施計画基本方針

河川環境整備事業の中核をなす多自然型河川整備事業は、事業量が大きく、現況の河川改修整備水準と大きな差があることから、幾つかの河川区間に分けて事業計画を策定する。また、事業実施期間は河川改修の実施計画と整合を保ち 2020 年までの事業とする。

東湖親水公園整備計画は成都市の河心村公園整備計画の一部と位置づけ、同公園計画の事業実施との整合を図り、事業実施年を 2010 年以前とする。

水域開発・ビオトープ創造事業は府河上流ビオトープ事業と小湖沼群ビオトープ事業の2事業からなるが、前者は河川改修事業との整合を図り整備するものとして2010年以前の実施事業とする。後者は湖沼群周辺の土地利用計画や治水面の位置づけなどの関連計画が不明確であることから2010年以前の事業に含めない。

河川維持用水導水事業の対象である模底河は都市河川であり、水環境改善においても高い優先度を持つことから、2010年以前の実施事業とする。

4.8.2 事業実施計画

各事業の事業実施計画の要点は以下の通りである。実施工程は図-4.31に示す。

(1) 多自然型河川整備事業

1996～2010年

府河多自然型河川事業	54.4 km	石堤堰～錦江区下流端間
南河多自然型河川事業	61.6 km	全事業
沙河多自然型河川事業	10.0 km	全事業
金馬河河多自然型河川事業	40.5 km	下流の20 km 間
東湖親水公園整備	15 万 m ²	全事業

2011～2020年

府河多自然型河川事業	57.5 km	錦江区下流端～金馬河間
金馬河河多自然型河川事業	40.5 km	上流の20.5 km 間

(2) 水域開発・ビオトープ創造事業

1986～2010年

府河上河湾・九里河湾ビオトープ整備	60 万 m ²	全事業
小湖沼群ビオトープ整備	20 万 m ²	全事業

(3) 河川維持用水導水事業

1998～2010年

模底河維持用水導水事業	1.2 km	全事業
-------------	--------	-----