

国際協力事業団

中華人民共和国

貴州省科学技術委員会

貴州省環境保護局

中国

貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）

流域環境総合対策計画調査

最終報告書

流域環境総合対策計画

要約

LIBRARY



J1153836101

平成11年7月

セントラルコンサルタント株式会社

千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社

105
619
SSS

社購二
JR
99-120

国際協力事業団

中華人民共和国
貴州省科学技術委員会
貴州省環境保護局

中 国

貴州省猫跳河(紅楓・百花湖水域)

流域環境総合対策計画調査

最 終 報 告 書

流域環境総合対策計画

要 約

平成11年7月

セントラルコンサルタント株式会社
千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社



1153836(0)

注) 為替レートは1998年5月の公定レートの平均値を用いた
(100US\$ = 827.9 人民元、100 日本円 = 6.15 人民元)

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）流域環境総合対策計画調査にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年12月から平成11年7月までの間、4回にわたり、セントラルコンサルタント株式会社の橋本宏氏を団長とし、同社及び千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。また、平成9年12月から平成11年7月までの間、国立環境研究所小野川和延氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

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

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

最後に、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成11年7月

藤田公郎

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

伝達状

国際協力事業団
総裁 藤田公郎殿

今般、中華人民共和国における中国貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）流域環境総合対策計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、国際協力事業団との業務実施契約に基づき、セントラルコンサルタン
ト株式会社及び千代田デイムス・アンド・ムーア株式会社で構成された私を団長と
した調査団が、1997年12月より1999年7月にわたり実施してまいりました。

今回の調査に際しましては、中華人民共和国の現況を十分に踏まえ、本調査の対
象とする計画の必要性和有効性を検証すると共に、中華人民共和国貴州省、猫跳河
流域の現状に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

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

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

平成11年7月

中華人民共和国
貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）
流域環境総合対策計画調査団

団長 橋本 宏

橋本 宏

プロジェクトの概要

1. 国名	中華人民共和国
2. 調査名称	中国貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）流域環境総合対策計画調査
3. 受入機関	中華人民共和国貴州省科学技術委員会、貴州省環境保護局
4. 調査目的	①猫跳河流域を対象とし、2010年を目標年次とする当該流域の水環境改善のための総合的な管理計画を策定する。 ②中国側カウンターパートに対し、現地調査業務を通じ、技術移転を行う。

結果概要

1. 調査対象： 猫跳河流域、3,246km ²
2. 流域環境総合対策計画の概要
(1) 改善計画目標
① 水利用 資源としての水の有効利用を図り、今後増加すると考えられる工業用水の重複利用率の目標を75%とする。
② 水質 湖沼の目標水質は飲料水として利用されていることより、地表水水質規準のⅡ類とする。 河川の目標水質はⅢ類とする。 灌漑土壌中の総水銀の対策必要性の判定値として、日本の「底質の暫定除去規準」の総水銀値3mg/lとする。 工場排水濃度は、汚水総合排出基準に従うものとする。
③ 生態系、景観、親水性 生態系については、経済活動との両立を図りつつ、猫跳河流域の水生動植物を中心とした野生動植物の生息環境と多様性を保全し、永続的な生息を可能にする。 景観・親水性については、流域内の自然景観特性の維持・回復により、景観の向上を図り、観光事業との両立を図る。
(2) 総合対策計画 総合対策計画は、資源の有効利用と持続可能な発展を目指すこととし、水質・水量、残留水銀汚染、環境に関する要求の調和を考慮して策定した。 水質保全対策、水銀汚染対策、生態系保全対策、組織・制度対策として、21の対策が選択された。その他利水機能保全対策として、水源林整備、排水処理対策、節水・水の再利用対策を実施するものとする。

水質保全対策	水銀汚染対策	生態系保全対策	組織・制度対策
<ul style="list-style-type: none"> ・城鎮下水道整備 ・工場住宅下水道整備 ・工場住宅合併浄化槽整備 ・水利用合理化に伴う 工場排水処理 ・F/S対象4工場の排水処理 ・工場排水処理 ・湖沼内魚養殖の禁止 ・観光地合併浄化槽整備 ・農村生活排水処理 	<ul style="list-style-type: none"> ・覆土、封じ込め ・監視 	<ul style="list-style-type: none"> ・生態系調査 ・教育啓発活動 ・生態林整備 ・生態系、景観 保全管理計画作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・紅楓湖、百花湖水環境 管理委員会の設置 ・環境保護局の組織強化 構成員の能力開発 ・水環境モニタリング ・農業改善事業 ・排汚費制度の強化 ・工場の立地規制

3. 事業実施計画

猫跳河流域環境総合対策の概算事業費は約234,000万元、内部収益率は16.05%、便益費用比は1.146。採択された21の対策事業について、事業の緊急性、事業規模、資金の調達性、事業効果を考慮した段階別実施計画は以下の通り。

① 水質保全対策

城鎮及び工場住宅の下水道整備、工場の水利用合理化と排水処理、F/S対象4工場の排水処理設備の整備、養殖漁業の禁止を先行して実施する。

② 水銀汚染対策

覆土及び封じ込めを緊急対策として進める間、監視を行う。

③ 生態系保全対策

生態系調査と、生態系及び景観の保全管理計画の策定を早急に行う。

④ 組織、制度

紅楓湖・百花湖水環境管理委員会の設置と水環境モニタリングについて準備を進める。環境保護局の組織の強化、能力開発、排汚費制度の強化については早急に着手する。

4. 提言

① 総合対策計画の中で、以下の対策を早期に着手する。

- ・城鎮及び工場住宅に対する下水処理
- ・F/S対象4工場の排水処理
- ・工場の水利用合理化と排水処理設備の整備
- ・湖沼内魚養殖の禁止
- ・農村生活排水処理
- ・水銀汚染対策
- ・生態系調査と保全管理計画作成

② 以下の事項は実施の方策について準備を進めることを要する。

- ・紅楓湖・百花湖水環境管理委員会の設置
- ・水環境モニタリング
- ・省環境保護局の組織強化、構成員の能力開発
- ・排汚費制度の強化

③ 以下の項目については将来調査を進めることが望まれる。

- ・工業生産設備の合理化
- ・貴州省内の水銀汚染対策
- ・地下水の保全と開発
- ・水質規制基準の検討

中 国
貴州省猫跳河（紅楓・百花湖水域）
流域環境総合対策計画調査

流域環境総合対策計画

要 約

目 次

1	調査概要.....	1
1.1	調査背景.....	1
1.2	調査目的.....	1
1.3	調査対象地域.....	1
1.4	調査項目と工程.....	3
1.5	調査実施.....	6
2	自然及び社会条件.....	7
2.1	地形、地質.....	7
2.2	気象.....	7
2.3	行政区域及び人口.....	7
2.4	社会経済指標.....	8
2.5	資源、工業.....	8
2.6	土地利用.....	9
2.7	組織、法制.....	9
3	流域環境の現況.....	11
3.1	水文、水理.....	11
3.2	水質、底質.....	13
3.3	生態系.....	14
3.4	河川施設と水利用.....	14
3.5	下水処理施設.....	15
3.6	汚濁源と汚濁負荷.....	16
3.7	水銀汚染.....	17
3.8	環境管理と監視体制.....	18
4	計画中のプロジェクト.....	19
4.1	2010 発展計画.....	19
4.2	産業整備計画.....	19
4.3	水資源計画.....	19
4.4	上下水道整備計画.....	20
4.5	水環境対策計画.....	20
5	流域の汚濁解析.....	21
5.1	流況と水収支.....	21
5.2	汚濁源と汚濁負荷.....	21
5.3	河川水質解析.....	21
5.4	富栄養化解析.....	22

6	計画フレーム	23
6.1	流域計画	23
6.2	人口	23
6.3	工業生産額	23
7	将来の環境予測	24
7.1	水需要と水収支	24
7.2	汚濁負荷と水質	24
7.3	生態系、景観、親水性	25
7.4	水銀汚染	26
7.5	水環境の課題	26
8	改善計画目標	27
8.1	水利用	27
8.2	水質	27
8.3	生態系、景観、親水性	27
9	対策案	28
9.1	水質汚濁対策	28
9.2	利水機能保全	28
9.3	生態系の保全	29
9.4	水銀汚染対策	30
9.5	水環境モニタリング	30
10	総合対策計画	31
10.1	総合対策案	31
10.2	便益	33
10.3	総合評価	34
10.3	初期環境評価	36
10.5	事業実施計画	36
11	流域環境管理	43
11.1	環境管理の課題	43
11.2	法制度及び条例	43
11.3	管理組織	43
12	結論と提言	44
12.1	結論	44
12.2	提言	44

1 調査概要

1.1 調査背景

猫跳河は貴州省の省都である貴陽市（人口166万人：1990年）の西部を流れ、その中流域に位置するダム湖である紅楓湖と百花湖は、貴陽市およびその周辺へ飲料水や工業・農業用水を供給する重要な水源であると同時に、猫跳河水力発電所の動力源でもある。また、紅楓湖は風光明媚なことより、国家級風景名勝区に指定されている。

紅楓・百花湖の建設に伴い、両湖周辺には発電所、工業基地が形成された。現在、有機化学総工場、化学肥料工場等の周辺工場等からの水銀等の重金属を含む排水や生活排水の流入により、両湖の水質汚濁や富栄養化が深刻化している。また、1994年9月には養殖魚が大量死する等、水資源としての安全性が脅かされている状況にある。中央・省政府は、汚染源である工場に対し製造工程の改善を命令したが、資金面及び技術面での問題があり、改善できないのが現状である。また、周辺の水田土壌や湖の底泥から水銀が検出されていることから、水銀が蓄積されている恐れがあり、その被害防止も課題である。

このような背景のもと、中国政府は1996年11月、紅楓・百花湖水域の環境保全と水質改善に資する抜本的対策を策定すべく本件調査を我が国に対し要請した。これを受けて、JICAは1997年8月に事前調査団を派遣して実施細別を締結し、本格調査を1997年12月から開始した。

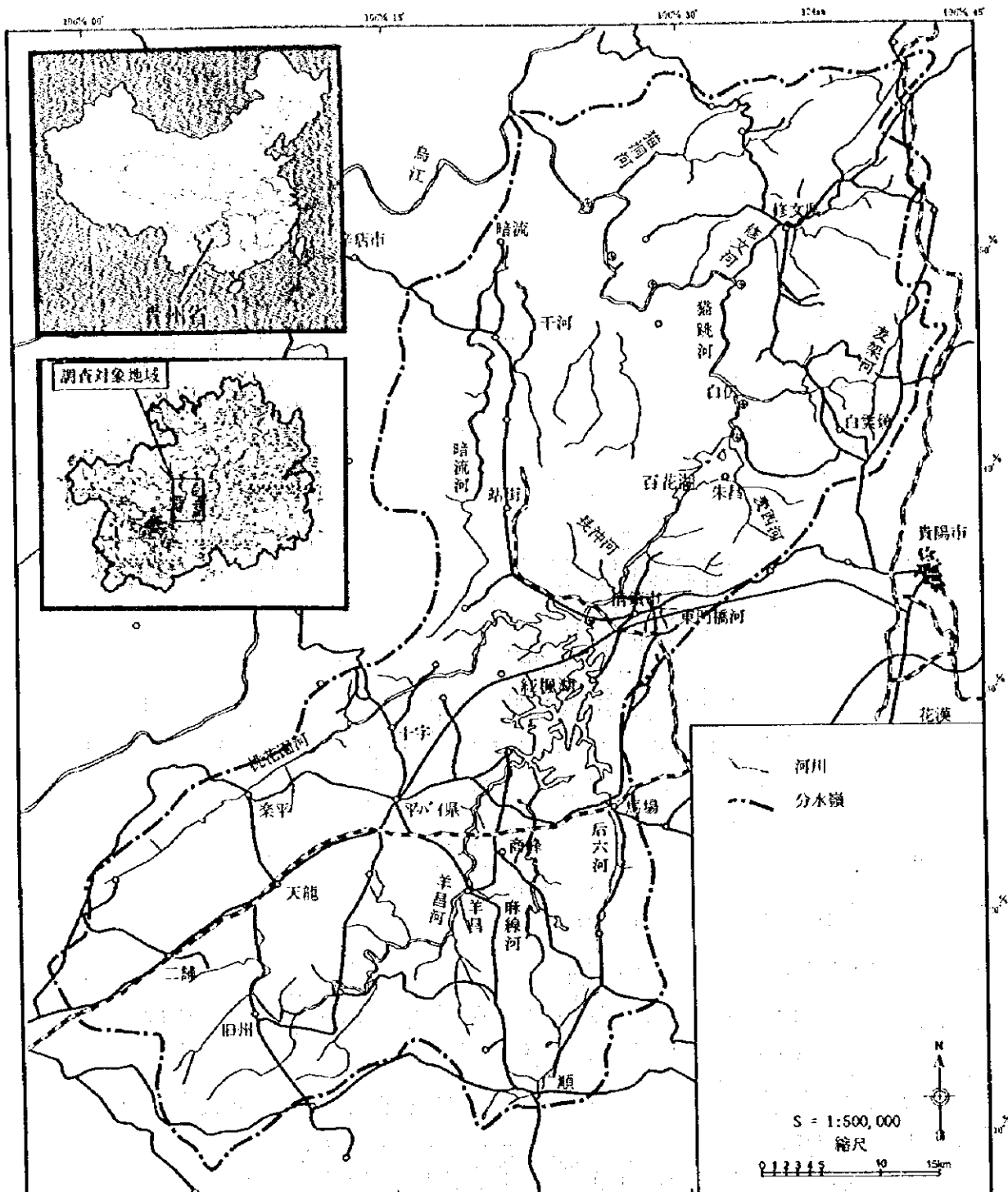
1.2 調査目的

本調査の目的は以下の3項目である。

- (1) 猫跳河（紅楓・百花湖水域）の主要な汚染源となっている周辺4工場（貴州有機化学総工場、貴州化学肥料工場、平バイ化学肥料工場、清鎮発電所）からの排水処理施設改善のためのF/Sを実施する。
- (2) 猫跳河全流域を対象とし、水質汚濁・富栄養化に対する提言を含む流域環境総合対策計画（M/P）を策定する。計画の目標年次は2010年とする。
- (3) 本調査を通じて、中国側カウンターパートに技術移転を行う。

1.3 調査対象地域

本調査の対象地域は図1.1に示すように、中国貴州省を流れる猫跳河流域（3,246km²）とする。



猫跳河(枉楓・百花湖水系)流域環境総合対策計画調査	中華人民共和国 貴州省科学技術委員会 貴州省環境保護局	国際協力事業団 セントラルコンサルタント(株) 千代田デイムス・アンド・ムーア(株)
図 1.1 調査対象地域図		

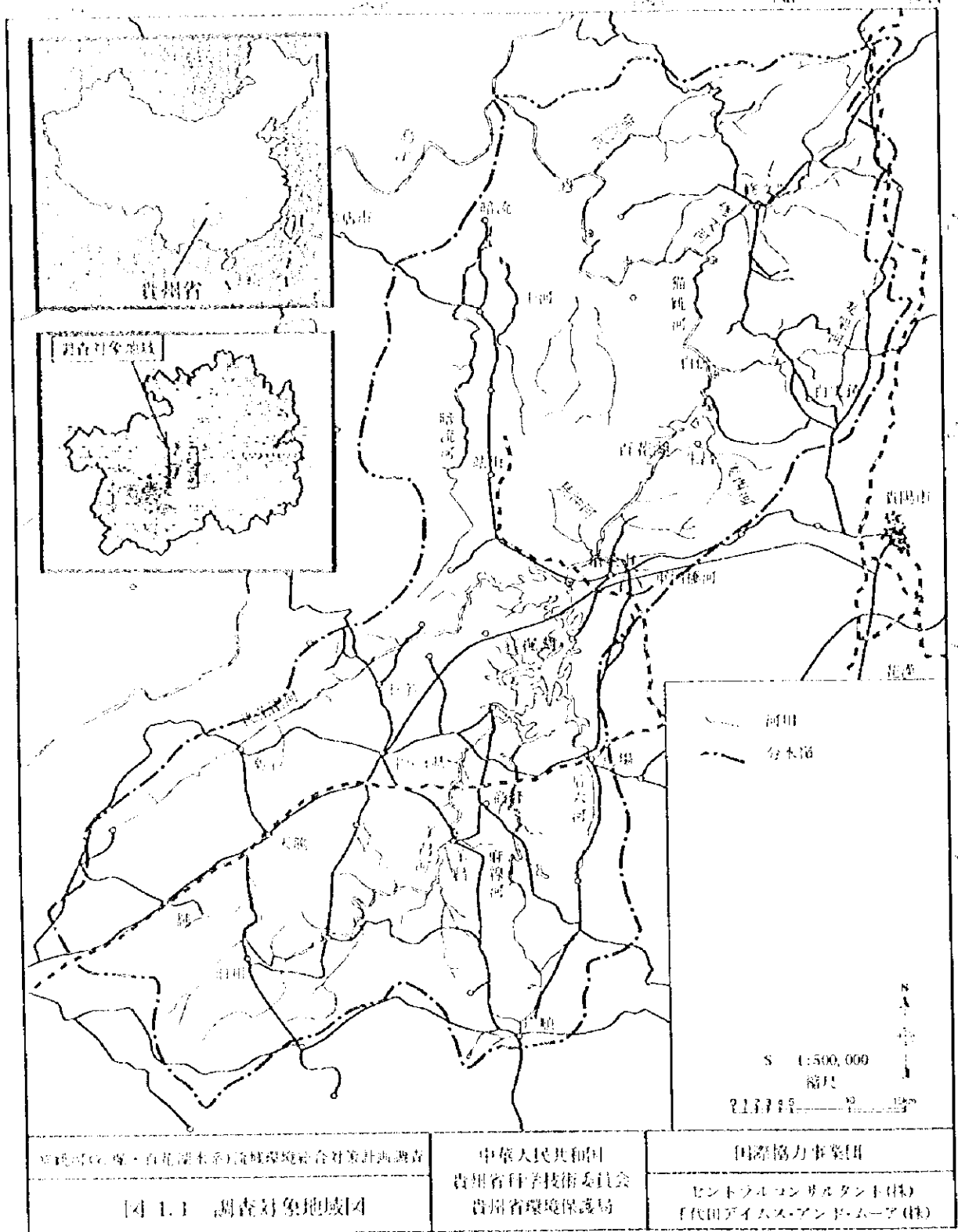


図 1.1 調査対象地域図

1.4 調査項目と工程

本調査は1997年12月に開始し、図1.2に示す8 Stageに分けて実施した。各 Stageでの項目は以下に示すとおりである。

Stage-I：国内準備作業（1997年12月）

- 既存資料の収集・分析
- 調査の基本方針・内容・方法の検討
- 着手報告書の作成

Stage-II：第1次現地調査（1997年12月から1998年3月）

- 着手報告書の提出・説明・協議
- 既存資料・情報の追加収集と分析
- 流域環境の現況把握（その1）
- 既存・計画中の環境関連プロジェクトの状況把握
- 工場診断

Stage-III：第2次現地調査（1998年5月から7月）

- 既存資料の補足的収集・整理・分析
- 流域環境の現況把握（その2）
- 流域汚濁機構解析（その1）
- 施設計画・概略設計（その1）
- 運転・管理計画
- 計画フレームの検討
- 現地報告書（1）の作成

Stage-IV：第1次国内作業（1998年8月から10月）

- 流域汚濁機構解析（その2）
- 施設計画・概略設計（その2）
- 概算事業費積算・財務計画
- 緊急対策事業評価
- 実施計画
- 計画フレームの設定
- 将来環境予測
- 計画目標の設定

- 中間報告書 (1) の作成

Stage-V : 第3次現地調査 (1998年11月から1999年1月)

- 中間報告書 (1) の提出・協議
- 環境影響評価 (EIA)
- 対策案の検討・最適案の選定
- 流域環境管理法制度・組織
- 初期環境評価調査 (IBE)
- 現地報告書 (2) の作成
- 技術移転セミナーに係る打ち合わせ

Stage-VI : 第2次国内作業 (1999年2月から3月)

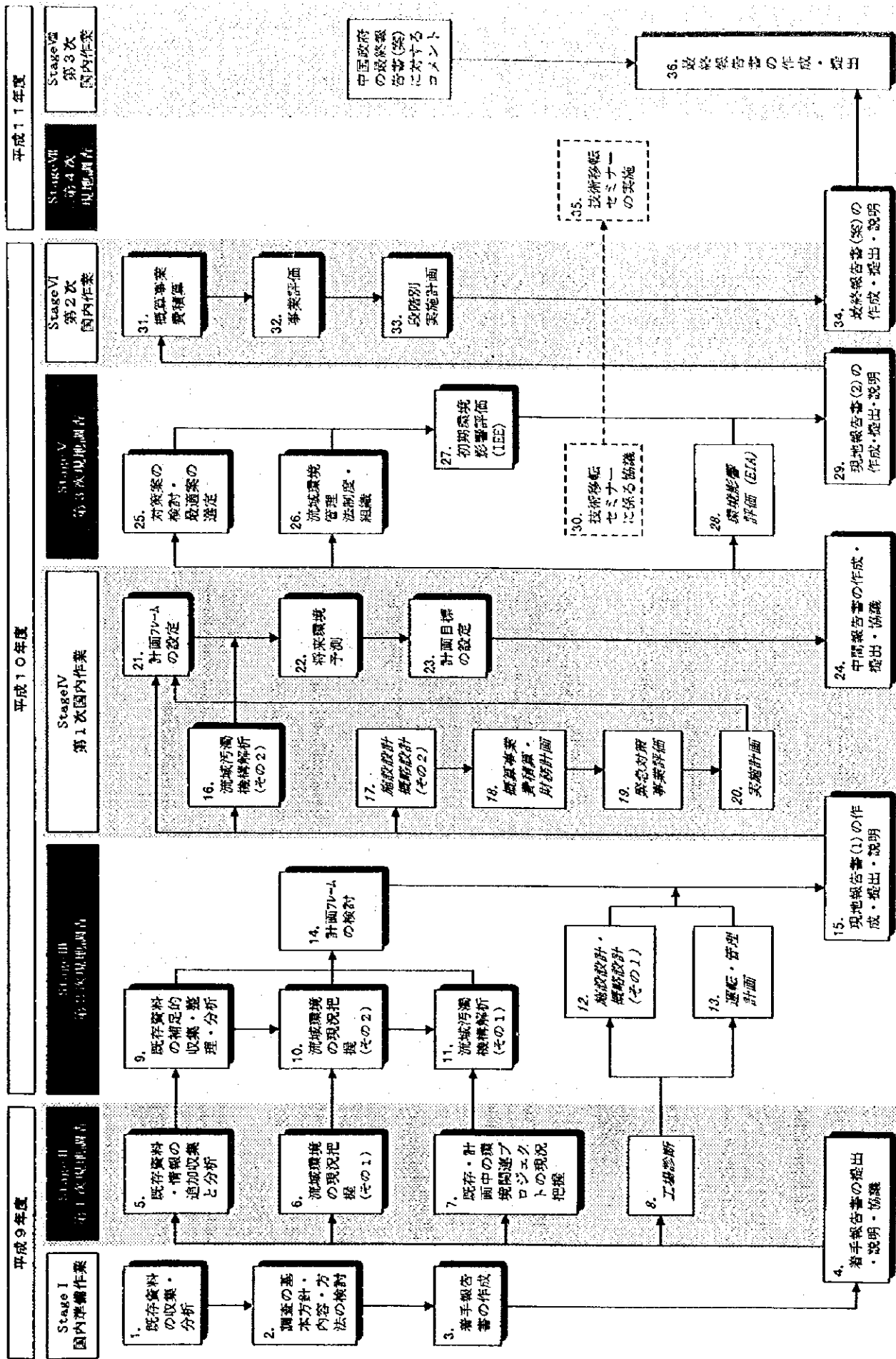
- 概算事業費積算
- 事業評価
- 段階別実施計画
- 最終報告書 (案) の作成

Stage-VII : 第4次現地調査 (1999年5月)

- 最終報告書 (案) の提出・協議
- 技術移転セミナーの実施

Stage-VIII : 第3次国内作業 (1999年7月)

- 最終報告書の作成



注) 影付きはM/Pにおける調査項目を示す

図 1.2 調査工程図

1.5 調査実施

JICA は作業監理委員会と 16 名からなる調査団を組織し、中国側の担当機関である貴州省科学技術委員会、実施機関である貴州省環境保護局と他の関係機関と共同で調査を実施した。

中国側の関係機関は貴州省科学技術委員会、環境保護局及びその傘下の機関の他に、貴州省化工庁、貴陽市科学技術委員会、貴陽市環境保護局、貴州有機化学総工場、貴州化学肥料工場、平バイ化学肥料工場、清鎮発電所である。

調査に当たっては、着手報告書、現地報告書(1)、中間報告書、現地報告書(2)を中国側に提出し、内容を説明するとともに協議を行った。また、技術移転として現地滞在中に湖沼の環境に関連する 7 課題について、調査団員を講師としてほぼ毎月セミナーを行った。

報告書は、主報告書及び要約についてはマスタープランとフィジビリティ調査それぞれについて作成し、詳細な内容についてはサポーティングレポートに記載するとともに、観測値等はデータ集とした。本要約は M/P に関する成果を記載する。

2 自然及び社会条件

2.1 地形、地質

猫跳河流域は、長江の支流烏江流域に含まれ、省都貴陽市の西部に位置し、流域面積 3,246km²、流域の中流部には、紅楓湖(湖面積 57.2km²)と百花湖(湖面積 14.5km²)の人造湖がある。流域は、上流域(紅楓湖より上流: 1,610km²)、中流域(紅楓湖から百花湖: 319km²)、下流域(百花湖から烏江の合流点: 1,317km²)に区分される。

地形は複雑で、山嶺、丘陵、河谷、カルスト盆地が交錯している。流域の 31%を山地、48%を丘陵が占め、平地は 21%であり、典型的なカルスト地形で、71%を石灰岩が占めている。

猫跳河は幹川流路長 181km で、羊昌河を源流として、紅楓湖、百花湖を經由して北流し、烏江に流入する。河道は、二舖から旧州、紅楓湖に至る上流部は河床勾配約 1/600、紅楓湖から百花湖に至る中流部は河床勾配約 1/500、百花湖から烏江に至る下流部は河床勾配約 1/150 である。

2.2 気象

猫跳河流域が位置する貴州省は、古くから「天に 3 日の晴れ無く、地に 3 里の平野無し」といわれており、曇天や雨天が多く、亜熱帯季節風気候に属し、夏と冬の季節がはっきりしている。全省の年平均気温は約 15℃、最も暑い 8 月でも平均 22 から 26℃、寒い 1 月でも 5℃前後である。年平均降水量は 1,000 から 1,600mm で、湿潤多雨の特性を有し、5 月から 8 月に年降水量の 60 から 80%が集中する。

猫跳河流域は、貴州省のほぼ中央部に位置し、流域内の気象条件は、年平均降水量約 1,300mm、年平均気温約 14℃、年平均日照時間約 1,300 時間である。

2.3 行政区域及び人口

猫跳河流域は、紅楓湖上流域は安順地区の安順市、平バイ県及び普定県、黔南布依族苗族自治州の長順県に属し、紅楓湖下流域は貴陽市の清鎮市、白雲区、烏当区、修文県に属する。流域の人口は 1993 年には約 100 万人であり、上流域 53.4 万人、中流域 17.8 万人、下流域 28.4 万人となっている。

2.4 社会経済指標

猫跳河流域では農業従事者が多いが、国内総生産額は第2次、第3次産業に多い。経済の基本状況を表2.1に示す。

表2.1 猫跳河流域の経済基本状況（1993年）

項目	単位	上流域	中流域	下流域	合計
総人口	万人	53.4	17.8	28.4	99.6
非農業人口	万人	14.3	6.2	8.5	29.0
耕地面積	万亩	45.6	4.9	25.9	76.4
水田	万亩	27.2	2.1	8.9	38.2
畑	万亩	18.4	2.8	17.0	38.2
有効灌漑面積	万亩	23.3	2.0	8.5	33.8
保証灌漑面積	万亩	20.7	1.7	8.0	30.4
工業生産額	億元	18.2	21.1	5.1	44.4
主要企業生産額	億元	15.4	19.1	2.4	36.9

出典：猫跳河流域水環境総合整治対策研究報告書

2.5 資源、工業

貴州省内には43種の資源埋蔵が確認され、その内の28種は埋蔵量で全国の5位以内にある。主要な鉱物資源の公表埋蔵量は石炭524億t、ボーキサイト3.9億t、磷鉱石26.3億t、アンチモン鉱石25万t、マンガン鉱石7,500万t、水銀3.1万t、重晶石（バリウム）1億t、希土類145万t等である。

貴州省は動力・素材工業をはじめ、機械・化学・紡績などの工業があり、宇宙開発・電子・航空機からなる国防工業基地として知られる。また、国際的に有名な茅台酒などの酒造や煙草製造は省内の軽工業の中核をなす。

化学工業は石炭（生産量6143万t）、磷鉱石（生産量391万t）等の資源に恵まれた資源開発型あり、磷鉱石の80%は省外に輸送されており、粗加工製品が多く精密加工製品が少ない。また、化学肥料生産は61万tで、全省の化学工業生産の中で重要な位置を占めている。

流域に位置する貴陽市は1950年代からの工業都市で、酒造・煙草・精密機械・電子計器・鋁山機械・家電・非鉄金属などの工業がある。また、交通の要衝として中国西南部の物流の拠点となっている。清鎮市は行政区域内に紅楓湖と百花湖を有し、水資源に恵まれていることから、貴州化学肥料工場、貴州有機化学総工場、貴州清鎮紡績染色工場、貴州鉄合金工場などの製造業また貴州清鎮発電所（火力）や貴州紅楓発電所などのエネルギー産業が立地している。

2.6 土地利用

猫跳河流域は平地が少なく土地利用環境は貧弱である。低山地、丘陵の痩せた土地も耕作地として、斜面は段々畑として広く利用されている。また、木材資源確保及び土砂流出対策として造林が実施されている。

流域の土地利用は、表 2.2 に示すように耕地が 43%、林地が 19%である。

表 2.2 猫跳河流域土地利用

土地利用区分	面積 (km ²)	占有率 (%)
耕地	1,402	43.2
林地	620	19.1
草地	519	16.0
園地	445	13.7
水	72	2.2
雑利用地等	188	5.8
合計	3,246	100.0

出典：猫跳河流域水環境総合整治対策研究報告書

2.7 組織、法制

環境に関する組織としては、中央政府の国家環境保護局があり、貴州省環境保護局が省内の環境行政を司っている。また、環境に関連する組織を表 2.3 に示す。

表 2.3 貴州省水環境及び水利用関連組織

水資源利用・保全の類型	主担当機関
・水環境の保護	省環境保護局
・水資源開発/水利調整	省水利庁
・地下水	省地質鉱山局 (省水利庁に移行中)
・都市用水、排水	県・市 (貴陽市、清鎮市、平バイ県等)
・水力発電	省発電局
・工業用水	省化工庁、冶金庁、軽工庁、発電局
・灌漑/漁業	省農業庁農業局、貴陽市農業局
・舟運	省交通庁河航舟運管理局
・観光/風景	省建設庁風景管理、貴陽市建設委員会

中国の環境政策の規範は、1979年に試行され1989年に制定された国家環境保護法である。同法は、①汚染の未然防止、②汚染者の汚染防止責任、③環境管理の強化の基本事項から構成されている。

汚染の未然防止に関する制度としては、三同時制度、環境影響評価制度、汚染物排出許可制度が定められている。汚染者の汚染防止責任に対応した制度としては、排污費制度、期限付き汚染防除制度が定められている。また、環境管理の強化に対応する制度としては、環境保護の目標責任制度、全国環境監視管理条例が定められている。

貴州省政府は国家環境保護法に規定した制度及び条例に基づき、水環境保護政策を執行している。猫跳河流域の水環境保護・改善に係る省令等には、紅楓湖・百花湖水資源環境保護条例（1995.8公布、1996.1施行）、紅楓湖・百花湖飲料水源環境区域規定（1997.4公布）がある。

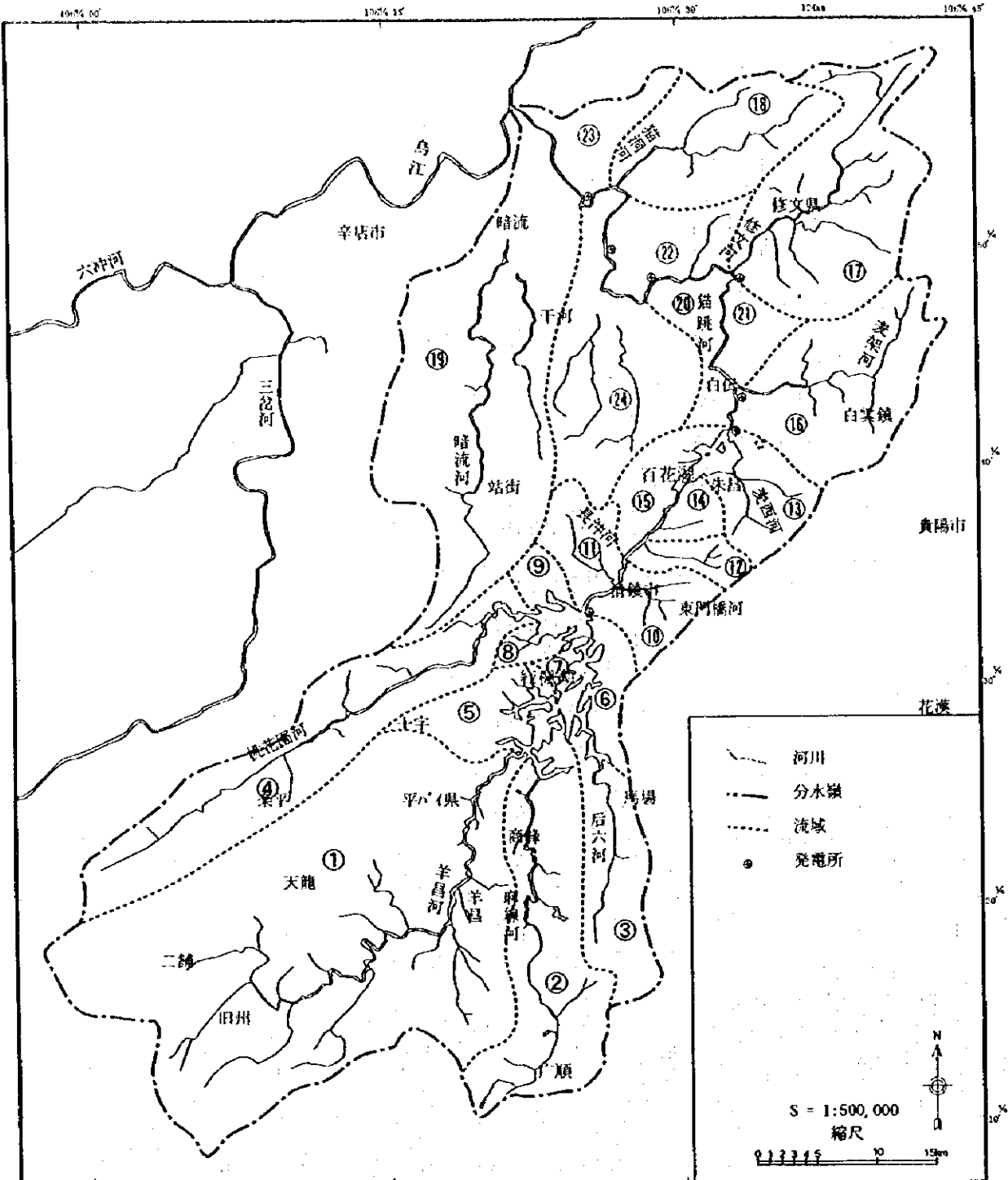
3 流域環境の現況

3.1 水文、水理

猫跳河全流域の平均流量は $57.6 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 18.2 億 m^3 で、枯水年 ($P=95\%$) 水量は約 11.5 億 m^3 である。紅楓湖上流域の多年平均総流出量は 9.10 億 m^3 、百花湖への多年平均総流入量は 10.85 億 m^3 である。月別の平均流量は5月～10月の6ヶ月間で年間流出量の約80%を占め、猫跳河は流況のかなり悪い河川である。

流域の河川を図3.1に示すが、主要な支川は、上流域では羊昌河、麻線河、桃花園河、后六河、中流域では東門橋河、長沖河、麦城河、麦西河、下流域では麦架河、修文河、猫洞河、暗流河、干河がある。水質調査に合わせ下流域支川の流量を1998年3月と8月に観測した結果によるとそれぞれ、麦架河は $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$ と $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 、修文河は $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$ と $2.5 \text{ m}^3/\text{s}$ 、猫洞河は $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$ と $0.06 \text{ m}^3/\text{s}$ 、暗流河は $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ と $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$ 、干河は $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$ と $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ という結果が得られている。

紅楓湖及び百花湖における湖流を調査した結果、1998年3月には平均約 15 cm/s の流速が観測され、かなりの流動があったが、8月の観測では 5 cm/s 程度である。



猫跳河(紅楓・百花湖水系)流域環境総合対策計画調査	中華人民共和国 貴州省科学技術委員会 貴州省環境保護局	国際協力事業団
図 3.1 河川図		セントラルコンサルタント(株) 千代田デイムス・アンド・ムーア(株)

3.2 水質、底質

紅楓湖と百花湖の水質は表 3.1 に示すが、工場群の廃水および生活排水の流入により悪化の一途にある。近年両湖では、富栄養化が進行し、それに起因する利水障害や、養殖魚の被害が発生する状況にある。

表 3.1 紅楓湖及び百花湖の水質状況

単位：mg/L							
湖域（水文期）	DO	COD _{Cr}	BOD ₅	NH ₃	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Hg
紅楓湖							
南湖（渇水期）	7.10	2.24	1.73	0.108	0.180	2.60	-
（豊水期）	3.40	2.01	1.50	0.030	0.112	1.57	-
北湖（渇水期）	5.90	1.89	0.74	0.184	0.005	2.79	-
（豊水期）	4.00	2.10	1.01	0.294	0.126	2.30	-
百花湖							
主取水区（渇水期）	3.70	2.97	1.60	0.076	0.129	1.92	0.000025
（豊水期）	3.00	2.28	1.27	0.095	0.115	2.04	0.000025
湖中区（渇水期）	6.90	2.17	0.54	0.111	0.081	2.07	0.000025
（豊水期）	1.40	1.35	1.08	0.131	0.108	1.67	0.000025
排水区（渇水期）	6.90	2.17	0.24	0.119	0.073	2.57	0.000025
（豊水期）	2.80	0.80	0.46	0.094	0.131	2.07	0.000025
国家地表水Ⅱ類	>6	<4	<3	<0.02	<0.10	<10	<0.00005
水質基準 Ⅲ類	>5	<6	<4	<0.02	<0.15	<20	<0.0001
Ⅳ類	>3	<8	<6	<0.20	<1.00	<20	<0.001

注) NH₃ は非イオンアンモニア

猫跳河流域の概要：省環保局

1998年3月の現地調査では、CODは1.6~3.6 mg/L、窒素は2.6~5.4 mg/L、リンは0.005~0.07 mg/Lの範囲にあり、7月の調査では、CODは2.2~4.1 mg/L、窒素は2.7~4.9 mg/L、リンは0.01~0.15 mg/Lの範囲にある。

紅楓湖と百花湖はカルスト地帯に位置するため、湖水のpHが比較的高く、地表水の環境基準8.5 mg/Lを超えることがある。また、夏期には成層し境界面は水面下7~8mにあり、下層の溶存酸素少なくなり、ほとんど環境基準を満足していない。

現地調査の結果によると、両湖の窒素の濃度は平均すると2~3 mg/Lと高く、この点から富栄養化していると判定されるが、リンについては平均では0.03~0.05 mg/Lであり、中栄養から富栄養の範囲にある。窒素濃度が高いのは肥料工場排水の影響である。

水質汚濁に関する事故として、1989年の麦架河へのアルミ工場からのアルカリ排水の排出、1996年の羊昌河への肥料工場からのヒ素の排出、1994年から1996年に

かけての紅楓湖及び百花湖の富栄養化による多量な魚の斃死やプランクトンの異常増殖などの問題を生じている。

百花湖の底質について水銀、ヒ素、クロムの含有量を調査した結果によると水銀を130mg/kg（乾泥）含有する地点があり、問題を有している。また、紅楓湖の清鎮発電所の温排水排出を利用して魚の養殖が行われている地点では、両湖の底質よりCOD、T-N、T-Pの濃度が約3倍と高くなっている。

3.3 生態系

猫跳河流域が位置する貴州省は亜熱帯に属していることより、野生の動植物は温暖な亜熱帯性気候のもとで、複雑なカルスト地形と多様な土壌の影響を受けている。

貴重種としては、流域に位置する清鎮、貴陽、平坝、安顺の市及び県では、国家二級保護植物として杜仲を含む3種、三級として南方鉄杉など10種が存在し、国家二級保護動物として豹1種、三級として25種が存在している。

貴州省には29個所の自然保護区があり、猫跳河流域には、省級として紅楓湖自然保護区がある。紅楓湖自然保護区は面積235km²で、貴州高原の最大の人工淡水湖を中心とし、生態自然保護を目的としている。また、貴州省には32箇所の風景名勝区があり、紅楓湖が国家級自然風景区、百花湖が省級風景遊覧区に指定されている。

第2次現地調査において底生生物、魚介類、水生植物、鳥類、浮遊生物の5項目について調査した。その結果、底生生物は4綱（亜綱）17科32属、魚類は4目7科19属21種、水生植物は16目24科43種、鳥類は12目31科103種、植物プランクトンは5綱10目24科135種、動物プランクトンは9綱22目48科126種がそれぞれ確認された。

3.4 河川施設と水利用

猫跳河流域は本川、支川ともに高度な水資源開発が行われており、本川には紅楓湖、百花湖、李官、修文、窄巷口、紅林、紅岩の7個所にダム及び水力発電所が建設されている。現在、水力の発電容量は25万kW、年間発電量664GWhとなっている。

紅楓湖は1960年に完成した紅楓湖ダムによりせき止められた集水面積1,610km²、湖面積57.2km²、総容量6.01億m³、平均容量3.0億m³、最大水深約45m、平均水深10.5mの人工湖で、北湖と南湖からなる。

百花湖は1966年に完成した百花湖ダムによりせき止められた集水面積319km²、

湖面積 14.5 km²、総容量 1.82 億 m³、平均容量 1.1 億 m³、最大水深約 45 m、平均水深 10.8 m の人造湖である。

猫跳河全流域の年間水利用は、水力発電以外に 1993 年で 4.2 億 m³ である。上流域の水需要が 2.48 億 m³ で全体の 59% を占め、中流域の水需要は 0.78 億 m³ で全体の 19%、下流域の水需要が 0.92 億 m³ で全体の 22% を占める。水資源として猫跳河年流出量 18.1 億 m³ の 23% が利用されている。1980 年代から水利用は、都市用水、工業用水、灌漑用水と段階的に多目的化してきており、表 3.2 に用途別水利用状況を示す。また、湖水面は紅楓湖、百花湖共に観光・舟運・養殖漁業等に利用されている。

地下水は大規模な湧泉を工場用水及び都市生活用水の水源として、中小規模の湧泉を農村生活用水及び灌漑用水の水源として利用されている。

表 3.2 用途別水利用状況

用途				単位：億 m ³ /年	
	生活用水	工業用水	灌漑用水	計	水資源量
上流域	0.21	0.78	1.49	2.48	9.1
中流域	0.07	0.58	0.13	0.78	1.7
下流域	0.11	0.27	0.54	0.92	7.3
計	0.39	1.63	2.16	4.18	18.1

資料：省環境保護局提供

3.5 下水処理施設

下水道整備は非常に遅れており、生物処理や浄化槽は採用されていない。しかし、便所の水洗化を行っている所は、各戸毎に化粪池（簡易沈殿槽）を設置して沈殿・消化を行い、分離水を開渠や下水管渠を通して近くの小河川に排水している。

工場内の生活排水を清鎮発電所、平バイ化学肥料工場、貴州化学肥料工場、貴州有機化学総工場で調査したところ、従業員及び居住者は合計 42.3 千人で、生活排水は約 10.4 千 m³/日になり、工場区では化粪池を経て工場排水と一緒に排水し、居住区では化粪池を設置しているが、一部は未処理である。

紅楓湖および百花湖の観光施設の排水は化粪池により一部処理が行われている。

化粪池の除去率は、BOD20%、COD15%、SS50%程度であるが、現状は維持管理の不備のため機能は低下し、SS 除去しか期待できないと思われる。

3.6 汚濁源と汚濁負荷

流域の汚濁源としては工場排水、生活排水、湖の養殖漁業、面的汚濁源としての水田、畑、森林等に分けることが出来る。工場は従業員の住宅も有していることより、生活排水は工場住宅からの排水と市街地からの排水に分けられる。

これまでの調査結果によると、紅楓湖の汚染源は、湖周辺に位置する電力、化学等の各種工場排水が主要なものであり、排水量は年間 6,800 万 m³ に達し、また、百花湖については 5,000 万 m³ となっている。工場からの汚染物流入量を表 3.3 に示すが紅楓湖への窒素の流入が多い。

表 3.3 紅楓湖と百花湖への主要汚染物流入量

項目	紅楓湖		百花湖	
	汚濁量 (t)	推定濃度 (mg/L)	汚濁量 (t)	推定濃度 (mg/L)
SS	10,308	147.0	13,480	267.0
COD _{Mn}	5,610	82.0	11,557	229.0
BOD	1,356	20.0	1,597	31.7
NH ₃ -N	7,242	106.0	1,056	20.9
NO ₂ -N	39	0.57	0.4	0.01
NO ₃ -N	306	4.48	2.0	0.04
T-N	8,966	131.0	293	5.81
T-P	46	0.67	58	1.15
F	188	2.75	3.6	0.07
石油類	866	12.7	997	19.8
(流入排水量)	(68,290 × 1,000t)		(50,450 × 1,000t)	

流域の 20 工場および生活排水 3 箇所からの流量、水質を現地観測し、日発生汚濁負荷量を求めた。表 3.4 に示すように上流域で COD : 5,300kg/日、T-N : 12,800 kg/日、T-P : 90 kg/日、中流域で COD : 34,500kg/日、T-N : 1,900 kg/日、T-P : 66 kg/日、下流域で COD : 700kg/日、T-N : 100 kg/日、T-P : 11 kg/日となっている。なおこの数値を年間の負荷量に換算するには操業時間を考慮する必要がある。

主要な汚濁源は上流域で安順化学肥料工場、貴州化学肥料工場、平バイ化学肥料工場、中流域で貴州有機化学総工場、下流域では修文市からの生活排水である。

表 3.4 工場等からの汚濁負荷量

項目	紅楓湖	百花湖	百花湖下流	合計
SS (kg/日)	5,240	8,190	730	14,160
CODcr (kg/日)	5,280	34,480	700	40,460
BOD (kg/日)	1,840	13,620	190	15,650
T-N (kg/日)	12,770	1,870	120	14,760
T-P (kg/日)	90	66	11	167
F (kg/日)	394	232	3	629
流量 (m ³ /h)	6,600	8,460	500	15,560

城鎮（市街地）の生活排水については、平バイ県、清鎮市、修文県、白雲区、朱昌鎮が主要なものであり、これらの城鎮の発生負荷量を人口及び原単位から推定した。その結果を表 3.5 に示す。

表 3.5 主要城鎮の発生負荷量

城鎮	平バイ	清鎮	修文	白雲	朱昌	合計
BOD(kg/日)	567	1,092	651	1,407	376	4,093
COD(kg/日)	810	1,560	930	2,010	537	5,847
T-P(kg/日)	22	42	25	54	14	157
T-N(kg/日)	97	187	112	241	64	701
排水量(m ³ /日)	2,538	4,888	214	6,298	1,683	18,321

3.7 水銀汚染

貴州有機化学総工場の酢酸製造過程で水銀を触媒として用いており、水銀を含む排水により、下流の河川水と底質、また排水を灌漑水として利用している水田、地下水に水銀汚染が生じている。

工場の水銀使用量を推定し、1971年から1997年までの27年間の工場周辺での水銀収支を検討した結果によると、酢酸生産量約25万トンに対して、水銀使用量は約200トン、そのうち60トンが汚泥中に含まれ、排水として6トン、それ以外の134トンは不明ではあるが工場から排出されたと推測される。一方、現地調査結果に基づくと、排水を灌漑水に利用した水田土壤中の水銀量は約140トン、そのほか水路や河川の底質に含まれる水銀は約8トンと推定される。数値は一致しないが、工場からの排出量とほぼ対応している。

これまで得られた資料を用いて推定すると、土壌の水銀濃度が100mg/kg（乾泥）以上の汚染程度の高い水田面積は約60ha、土量は30万m³となる。また、土壌が汚

染されていると判定できる水銀濃度 3mg/kg (乾泥) 以上の水田は約 200 ha ある。

灌漑地区から穫れた米の総水銀による汚染状況は、1978年から1981年にかけての調査では 0.017~0.127 ppb、1986年から1990年にかけての調査では 0.019~0.092 ppb である。

紅楓湖と百花湖の魚体中の総水銀については1983年に測定した結果によると 0.20~0.48 mg/kg である。これは中国の食品魚の含有量基準 (中国) 0.3 mg/g を一部超えている。

3.8 環境管理と監視体制

貴州省環境保護局は、1972年の「三廃弁公室」に始まり、1979年4月に現在の名称となり、省基本建設委員会に属した一級局編成に位置づけられ、1983年の機構改革時に現在の環境保護行政の機構となった。

猫跳河流域の水環境保全対策の重点は工場排水改善に置かれている。省政府は国家環境保護法に基づき、「汚染物排出許可制度」や「期限付き汚染防止制度」等の諸制度により汚染物排出対策を行っている。しかし、汚染者自身による排水システム改善施設建設の資金調達には限界があり大きな実効が得られていない。

また、1996年に国が「総量排出規制制度」を実施に移したことから、省政府は水汚染に係る総量規制目標を1995年末水準として、1997年8月より8水質項目基準をもって総量規制に着手した。

4 計画中のプロジェクト

4.1 2010 発展計画

貴州省の2010年までの発展目標は、経済発展を加速し、人口の伸びを抑え、住民の生活を改善することとし、表4.1に示す目標を設定している。また、資源開発型の産業を継続発展させるとともに、資源加工型の産業を育成し、第3次産業の国民経済における比重を高めるとしている。

表4.1 社会経済指標

指標/年	1990	1995	1996	2000	2010
人口(万人)				3,770	4,300
国内総生産(億元)	260	630	720	980	3,712
一人当GDP(元)	796	1,809	2,038	2,559	8,561

4.2 産業整備計画

第9次5カ年計画(1996~2000年)では、開陽磷化工区、紅楓石炭化工区、貴陽精密化工区の3計画を流域内または近傍で実施する予定である。開陽磷鉍鉍務局複合肥料工場(国営工場)は、開陽磷化工区開発の中心をなす化学工場で修文県札佐鎮に建設される。札佐鎮は猫跳河流域近傍に位置し、化工区への給水は猫跳河流域より導水する予定である。

紅楓湖の上流域及び周辺近傍には、平堰果樹園、夏雲農場、清鎮農牧場、紅楓禽獣水産会社等の国営農場が運営されており、今後、鉍工業地帯への副食品基地としての発展が期待されている。

4.3 水資源計画

猫跳河流域は既に高度な水資源開発が行われている。水利用の多様化と共に、ダム of 給水目的が発電から生活・工業・灌漑用水への供給に移ってきている。現在、貴陽市街区への都市・工業用水を目的とした貴陽市都市用水供給計画がある。これは紅楓湖から日量40万m³の取水を行う。総事業費は11億元で、浄水場建設(西郊浄水場)については円借款(6億元)が決定している。

4.4 上下水道整備計画

上水道計画としては、貴陽市西郊浄水場建設計画と白雲区供水計画があり、後者は百花湖より取水し、白雲区大山洞の西に浄水場を設け、白雲区及び貴陽市へ生活用水（24 千 m^3 /日）と工業用水（32 千 m^3 /日）を供給する計画である。

下水道整備計画としては、清鎮朱家河汚水処理場一期工事と平バイ県城関鎮汚水処理場工事があり、それぞれ 50 千 m^3 /日、15 千 m^3 /日の生物処理による集中処理場を計画している。主要工場の生活排水については貴州化肥工場で生物処理と用水量の削減計画が進められている。

紅楓湖および百花湖では、観光施設の拡大計画による観光客の増加を見込み、各観光区ごとにそれぞれ独立に、2 級処理方式や合併浄化槽等で基準を満足する処理を行い、湖へ排出する計画である。

4.5 水環境対策計画

水環境管理に関して、行政区間の調整や流域の環境管理を総合的に行うための猫跳河「流域統一管理機関」の設置と、水環境監視強化を行うための「貴州省環境観測センター紅楓湖・百花湖自動観測システム」の建設を計画している。

水環境保全事業に関しては、越流排汚計画として貴州化学肥料工場と站街間の新興工業区、貴州有機化学総工場、周辺炭坑からの排水を紅楓湖や百花湖の下流へ排出し、自然浄化能力によりさらに浄化させる計画がある。また、清鎮発電所の排水口を取水地点に近接していることから移転する、花橋ダムを建設し工場からの汚染物の猫跳河への流入を防ぐ、生活用水取水口付近の養殖漁業を移転させることが検討されている。

自然環境対策として、土砂流出防止のための緑化モデル地区建設、土地利用の合理的調整と循環農業の促進、水産養殖業の制限や発展、道路・水利・鉱山開発に対する環境回復モデルプロジェクトの実施が計画されている。

工場排水の改善に関しては、貴州化学肥料工場、貴州化学総工場、平バイ化学肥料工場、清鎮発電所、貴州アルミ工場の工場排水処理または製造設備の更新計画がある。また、水銀排水で問題となっている酢酸製造設備の更新についても計画を作成中である。

5 流域の汚濁解析

5.1 流況と水収支

流域の汚濁機構及び将来の水収支と水質汚濁状況を明らかにするために、現在の流況を解析し、水収支モデルについて検討した。流況については、過去の観測資料を活用し、モデルについては流域を上、中、下流域に分け、月単位で供給量と需要量を与え、紅楓湖と百花湖で収支を計算することとした。

供給量としては、各流域の自然流量及び各用水の還流量があり、需要量としては、生活用水、工業用水、灌漑用水、発電用水に分けることが出来る。自然流量については、紅楓湖の月別流入量から流域面積比で上、中、下流域の流量を算定した。川水の月別需要量は年間需要量を基に、生活用水、工業用水については毎月一定、灌漑用水については降雨期を考慮して月別に配分し、生活用水の需要の80%、工業用水の30%、灌漑用水の50%が下流河川に還流するとした。

各流域で自然流量と水需要量で水収支計算を行い、生じた不足量を紅楓湖、百花湖の貯水池から供給するとし、不足量を検討した。なお、残存有効貯水容量が発電に利用可能とし、発電用水需要は考慮していない。

5.2 汚濁源と汚濁負荷

猫跳河流域においては事業所系の負荷が卓越していることより実測値の基づいて工業出荷額から算定する。また、生活系については、人口と負荷原単位から求める。畜産系と自然系については、流量の関数で発生負荷量を与えることとし、その係数を観測値に基づいて設定した。

5.3 河川水質解析

河川の水質指標としては、湖の富栄養化が主要な課題であることよりCOD、T-N、T-Pを選定し、水質は発生負荷量に流達率を考慮して求めた。流達率は観測値を基に設定し、CODは流路の長い羊昌河で20%、その他の河川は50%、窒素については羊昌河で80%、その他の河川は100%、磷は80%と推定した。

各河川の湖への流入点での水質を計算し、これまでの観測値との比較を行った結果、ほぼ一致した。

5.4 富栄養化解析

湖の富栄養化の予測には水質指標として、DO、COD、T-N、T-P、クロロフィル a を用い、湖沼内での各指標の変化、すなわち生成、消滅、沈降、移動等を考慮して水質を予測する。また、夏期に成層することから、湖を上下2層に分けて解析することとした。

各支川毎の発生負荷量から流出率を用いて湖に流入する負荷量を算定すると共に、湖へ直接流入する負荷として養魚及び降雨による負荷量を加えて全負荷量とし、これを月ごとに配分した。流量については、多年平均と 1/10 渇水年の月毎の流量を観測値から与えた。

湖内での水質は、紅楓湖と百花湖に分け、それぞれについて流入負荷、流出負荷、沈降等を計算した。結果を表 5.1 に示すが、ほぼ現況を再現していると考えられる。

湖に流入した窒素とリンは一部沈降すると共に、流出する。沈降の程度は、紅楓湖の水深が深く滞留時間が長いことより百花湖に比較して大きい。COD については、夏期に内部生産が加わるが、その量はリンの濃度と日射に関係している。百花湖の水質は、紅楓湖からの流入水の水質と、百花湖への直接流入する河川の水質によっている。また、百花湖下流については、ほとんど百花湖の水質に左右されている。

表 5.1 観測値と計算値の水質比較

単位：mg/L

		Chl-a	COD	T-N	T-P	DO
紅楓湖	観測値	1.0 ~ 22.0	1.5 ~ 4.1	0.7 ~ 5.4	0.01 ~ 0.15	3.7 ~ 11.2
	計算値	1.7 ~ 23.1	2.4 ~ 4.3	2.7 ~ 4.2	0.02 ~ 0.05	4.0 ~ 11.9
百花湖	観測値	2.0 ~ 41.7	1.6 ~ 3.3	2.0 ~ 3.8	0.005 ~ 0.16	1.5 ~ 12.8
	計算値	0.6 ~ 12.8	2.0 ~ 3.4	2.7 ~ 3.6	0.03 ~ 0.05	7.7 ~ 12.1

6 計画フレーム

貴州省政府は第九次五ヶ年社会経済開発計画（九五計画：1996～2000）及び2010年長期計画を策定しており、2010年を流域環境総合対策基本計画の目標年次として社会経済フレームを設定する。基本計画目標年2010年の社会経済フレームとして人口分布、社会・経済指標は、貴州省の2010年計画の概要及び省計画局との協議を基に、“九五計画”における増加率を採用する。

6.1 流域計画

貴州省の2000年及び2010年の主要な社会経済指標の目標値を表6.1に示す。

表 6.1 貴州省社会経済主要指標

指標	単位	1996	2000	2010	成長率(%)
人口	万人		3,770	4,300	1.45
国内総生産	億元	719.83	980	3,712	9～10
一次産業	億元	260.56	276	1,093	3.5～4
二次産業	億元	257.82	389	1,021	10.7～11.5
三次産業	億元	201.45	315	1,834	12～15
一人当り GDP	元	2,038	2,599	8,561	

6.2 人口

猫跳河流域の2010年の人口は、流域の平均人口増加率1.65%を適用すると、1993年の99.6万人から131.5万人に増加すると予測される。上・中・下流域の人口を以下に示す。

表 6.2 流域人口予測

	単位：万人			
	上流域	中流域	下流域	合計
1993年	53.4	17.8	28.4	99.6
2010年	70.5	23.5	37.5	131.5

6.3 工業生産額

1993年の流域内工業生産は44.3億元で、貴州省の11.6%を占める。そのうち、26の大中型企業の生産額が35.3億元で、貴州省の9.4%、流域の81%を占める。2000年の工業生産額は98.0億元（1993年比、121%増）、2010年の生産額は278.4億元（1993年比、528%増）を目標としている。

7 将来の環境予測

7.1 水需要と水収支

2010年の総水需要量は7.29億 m^3 となり、1993年の4.18億 m^3 から3.1億 m^3 、74%増加する。水収支は、自然流量は20年渇水相当で11.45億 m^3 及び猫跳河本川の貯水池の総有効貯水容量5.38億 m^3 と豊富なため、問題は無いと考えられる。

表 7.1 猫跳河流域水需要

項目	単位：億 m^3			
	生活用水	工業用水	灌漑用水	合計
1993年	0.39	1.63	2.16	4.18
2010年	2.65	2.36	2.28	7.29

7.2 汚濁負荷と水質

(1) 汚濁負荷

生活排水による発生汚濁負荷量は、城鎮・農村・主要工場・中小工場毎に設定した排水原単位及び負荷原単位を用いて算定した。事業所の汚濁負荷は、成長率を10%とすると工業生産額の伸びが現況の約4倍になることより、負荷も4倍になるとした。面的な汚濁源としては、農村人口の伸びと原単位の増加を考慮した。

(2) 河川水質

各河川の水質を負荷量と流量より求めた。CODについては、現在も工場排水の流入する羊昌河、東門橋河、麦架河がⅢ類の基準を満たしていない。また、現況と比較しても当然濃度が上昇している。

窒素については、羊昌河、東門橋河、麦架河の水質が悪化し、現況の数倍程度に達する支川もみられる。

リンについては、羊昌河、東門橋河、長沖河、麦架河、修文河でⅢ類の基準を満たしていない。百花湖流入支川や工場排水の流入する支川では、現況より高濃度となり、基準の達成が難しい状況にある。

(3) 湖沼水質

将来の水収支及び汚濁負荷を与えて、両湖の将来水質を予測した結果、水質は地表水水質基準Ⅱ類を満足しない。

紅楓湖については、クロロフィル a が現況の約2倍となり、CODの平均値は現況

と同じ程度であるものの、最大値をみると、現況の 4.3 mg/L から 5.4 mg/L へと増加する。また、最大値は飲料水取水の国家地表水水質基準Ⅱ類を満足しない。窒素については、現況の平均値 3.2 mg/L から 12.3 mg/L へと増加する。リンについては、現況の平均値 0.033 mg/L から 0.036 mg/L へとわずかに増加し、水質基準Ⅱ類を満足しない。

溶存酸素については、現況の平均値は、飲料水取水の国家地表水水質基準Ⅱ類を満足しており、最低値でも 4 mg/L を上回っている。将来は、平均で 7.6 mg/L 程度と、Ⅱ類を満足する。しかし、底層において夏季に著しい酸素不足が生じ、成層破壊の時期に酸欠による魚類等への障害が発生することが危惧される。

百花湖については、クロロフィル a は夏季に 30 µg/L 以上に達し、COD が約 7 mg/L となり、水質基準を超過する。また、窒素は約 10 mg/L、リン約 0.06 mg/L となり、水質基準を超過し富栄養化する恐れがある。

7.3 生態系、景観、親水性

(1) 生態系

T-P、T-N の増加並びに TN/TP 比の上昇により、緑藻－藍藻型湖沼から藍藻型湖沼に移行し、Microcystis 属を寡占種とした藻類の異常発生が起こり得る。有機汚濁の悪化は、適応性の高い種への収斂を進行させることが考えられ、DO の減少は生物、特に底生生物の生息に著しい悪影響を及ぼし、生物の生息種の減少につながる可能性がある。

(2) 景観・親水性

水質の悪化に伴う、水の色相の変化、臭覚・視覚的不快感の増加、並びに人為的活動による自然景観要素としての動植物の減少、自然・景観の地域特性と調和しない人工構造物などにより、景観資源としての存在価値を失い、社会的にも経済的にも多大な損失を受ける可能性がある。

7.4 水銀汚染

灌漑水路の水質は、2000年に水銀含有排水の排出が止まれば、10年程度で基準（地表水水質基準Ⅱ類 0.05 μ g/L）を満足できる可能性がある。灌漑水路および湖水の底質に関しては、河川水ほど急激な減少は期待できないが、減少傾向が予想される。水田土壌は、灌漑水中の水銀含有量が大幅に減るために、現在以上の汚染は進まないが、改善も余り期待できない。従って、水銀に汚染された水田土壌は、強制的に排除する必要がある。

7.5 水環境の課題

2010年の時点では、水利用に関しては、発電用水を工業用水等に転換するなどの対応により大きな問題は生じないが、工場からの汚濁負荷量の増加により湖の富栄養化が進行し、目標とする水質基準を守ることができなくなる。また、水質悪化に伴い、湖の水生動植物に影響を生じると考えられる。

8 改善計画目標

水環境、すなわち、流域の水利用、水質及び底質、生態系に関する目標を次の通り設定する。

8.1 水利用

資源としての水の有効利用を図り、今後増加すると考えられる工業用水の重複利用率の目標を75%とする。

現在の猫跳河流域の工業用水重複利用率は30%台であり、この流域の工場規模では60~85%が通常の技術で可能である。重複利用率の向上に伴い、濃度規制が守られれば流域に対する汚濁負荷量の削減にも効果を発揮する。

8.2 水質

湖沼の目標水質は飲料水として利用されていることより、地表水水質規準のⅡ類とする。河川の目標水質はⅢ類とする。

灌漑土壤中の総水銀の対策必要性の判定値として、日本の「底質の暫定除去規準」の総水銀値3 mg/Lとする。

工場排水濃度は、汚水総合排出基準に従うものとする。

8.3 生態系、景観、親水性

生態系については、経済活動との両立を図りつつ、猫跳河流域の水生动植物を中心とした野生動植物の生息環境と多様性を保全し、持続的な生息を可能にする。

景観・親水性については、流域内の自然景観特性の維持・回復により、景観の向上を図り、観光事業との両立を図る。

9 対策案

9.1 水質汚濁対策

流域の汚染状況を調査し、紅楓湖・百花湖が地表水基準値Ⅱ類の水質を維持可能な汚濁負荷許容値を求め、2010年における猫跳河流域内で発生する汚濁負荷量を、工業発展および人口増加の資料より予測し、発生汚濁負荷量の削減対策を検討した。

CODについては大きな問題はないが、窒素、リンについては現状でも両湖については地表水規準Ⅱ類を超えている。工場の排水対策としては、排水処理施設を設けるとともに、規制により汚濁負荷量を削減する。また、水使用量の削減により汚濁負荷の削減を図る。

窒素は主に工場から排出されているので、工場の排水処理対策を行い、負荷量を削減する。

リンは主に工場および生活排水から排出されているので、工場の排水処理対策を実施すると共に、生活排水処理設備を地域状況に基づき、集中処理設備、合併浄化槽、戸別処理設備を建設する。

農業排水対策としては、水田排水の極小化させるため、灌漑用水の注水、水田からの落水の管理、漏水防止工事を行う。また、農業用水の反復利用できる様に農地区画整理を行う。肥料の施肥方法を変え施肥量を削減する。

湖沼内対策として、水耕性物濾過装置の筏を湖沼内に浮かべ、窒素、磷の除去をする。

9.2 利水機能保全

流域の利水機能の保全に関して検討を行ったが、まず、今後の水利用に関しては、限られた資源を有効に利用するという観点から、節水型の利用を行うと共に、流域の水循環を維持することを基本方針とすべきである。

水の有効利用に関しては、生活用水について広報活動により節水に努めるよう、また料金を適正なものにして、無駄な利用を防止することが求められる。工場用水に関しては、既設の工場における使用水量の管理、工場の生産設備の節水型への更新、工業用水の循環再利用等の対策を行う。また、新設工場では節水型の生産設備を設置するよう指導、育成することにより対応できよう。

水利用の用途優先に関しては、今後は流域の水循環を保持するために、他流域への

導水を制限し、灌漑用水、生活用水をまず確保し、工業用水については順位を下げ、節水等で対応するのが妥当と考えられる。また、猫跳河の河川として生態系の保持や親水性の確保の観点から一定の維持流量を確保する必要がある。

利水機能を保持するためには、水量が豊富であると共に水質も良好でなければならない。水量に関しては、流域の保水量に関係する森林の保全を行うことが望ましい。水質に関しては、利用可能な水質を維持することが必要である。特に猫跳河では工場からの排水により水質汚濁が生じており、特に工場排水についての対策を行うことにより水質を維持する必要がある。

9.3 生態系の保全

猫跳河流域の生態系保全に関して対策案を検討し、生態系調査、環境教育・啓発活動、環境保全・改善のための対策を、総合的に妥当な規模で実施する案が最適であるとの結論が得られた。

生態系調査としては、流域の生態系の実態を把握するための調査を実施し、保全計画策定及び事業実施に活用する。また、水・土壌環境とそれに関わる生物との関連を把握するために特定調査を実施する。

環境教育・啓発活動については、猫跳河環境管理センターの設立による拠点整備と、学校における環境教育を中心に実施していく。

環境保全・改善に係る対策については、保全管理計画の策定と自然環境の保全・改善事業を推進する。対策事業に先だって、事業計画との整合性を考慮しながら、保全管理計画を策定し、制度面での整備を行なう。水域の環境保全については、水生植物の保全区域設定並びに管理制度の整備を実施する。陸域の環境保全では、猫跳河流域における森林被覆率（灌木林含む）の目標値を26%に設定し、森林整備を実施する。

9.4 水銀汚染対策

残留水銀対策、特に水田土壌に残留している水銀の汚染対策を汚染度の低い地区に対する長期的な対策と、汚染度の高い地区に対する緊急的対策に分けて検討した。

長期的な対策案としては、農作物及び地下水の水銀汚染の程度を定期的に調査することにより汚染状況を監視し、農作物の汚染の程度が高ければ、土地利用を制限するのが妥当と考えられる。また、植物を利用した水銀の固定化についても研究が進められており、技術が確立した場合には植物による固定化を図ることも考えられる。

緊急的な対策案としては、汚染された水田を覆土して利用する案と現位置または他の地点に封じ込める案のいずれかから、現地の状況を調査することにより最適な案を選定することが妥当と考えられる。農作物への水銀の移動を現地で調査し、大きな問題が無ければ覆土案を採用し、農作物の水銀含有量が多ければ封じ込め案を採用する。また、封じ込め案については、近くに隔離するのに適した場所を見つけることが出来れば運搬案を、無ければ現位置での封じ込め案を採用するのが妥当と考えられる。

9.5 水環境モニタリング

水環境のモニタリングは、水環境に関する計画の策定や管理、また広報、教育、研究に役立たせることを目的とし、流域の基礎情報と、水量、水質、生態系に関する情報を収集、処理、検索、活用するシステムである。関係機関とのネットワークを組み情報の伝達を図る。また、特に重要な水質項目については、河川、湖沼、工場排水を定期的に監視することとした。

10 総合対策計画

10.1 総合対策案

総合対策案は、資源の有効利用と持続可能な発展を目指すこととし、水質・水量、残留水銀汚染、環境に関する要求の調和を考慮して策定した。水質・水量の視点で各種水質保全対策を組み合わせ、3案を作成し、それぞれに、水銀汚染、生態系・環境保全に係わる対策及び水環境保全のための組織・制度を組み込むこととした。

水質保全対策としての3案は次の通りである。

<共通対策案>

- ・流域内で用水需要増加に対する水資源開発が流域内で期待できないことから、工業用水重複利用率向上のための処理設備を設置する
- ・工場排水水質の基準を守るべく排水処理設備の改善・強化を行う
- ・工場排水水質の基準値を遵守しても、排水対象河川が地表水水質基準Ⅲ類を満足しない工場は総量規制値を設ける
- ・F/S対象4工場にF/Sで検討した処理設備を設置する
- ・水域の汚濁負荷量を削減するために、4城鎮（清鎮、白雲、平バイ、朱昌）に集中処理場と8工場の生活排水処理施設を建設する
- ・湖沼に汚水を直接排水している観光地区に生活排水処理施設を建設する
- ・自然系の汚濁負荷量を削減するために、農村地区の処理向上（人口普及率30%）を目指す

<対策案A>

養殖漁業（紅楓湖・百花湖）からの汚濁負荷量が多く、富栄養化の主要因になっていることから、完全に禁止する。

東門橋河と麦架河については、清鎮市と白雲区の下水処理場からのCOD_{Mn}負荷が多いことより処理水の吐口を猫跳河に変更する。これにより、地表水水質基準Ⅲ類を維持する。

<対策案 B>

対策案A案と同様に養殖漁業を完全に禁止して、共通対策を実施する。ただし、東門橋河と麦架河のCOD_{Mn}濃度を地表水水質基準Ⅲ類に維持するために、COD高度処理（活性炭処理：除去率85%）を清鎮市と白雲区の2城鎮と貴州有機化学総工場、貴州アルミ工場の生活排水処理に導入する。

<対策案 C>

紅楓湖の養殖漁業による汚濁負荷を削減するために、養殖魚筏を遮蔽シートで囲い、水循環処理設備を設けて排水を処理する。また、百化湖では養殖漁業を禁止する。

紅楓湖への流入負荷を削減するために、貴州化学肥料工場と貴州鉄合金の工場排水処理水と生活排水簡易処理水を排水管路により暗流河へ排水する。

東門橋河と麦架河のCOD_{Mn}汚濁対策として、対策案Aと同様に清鎮市と白雲区の下処理水を猫跳河に排水する。

<水銀汚染対策>

残留水銀対策として、汚染度の低い地区に対する長期的対策と汚染度の高い地区に対する緊急的対策に分け、長期的対策としては監視を行い、緊急対策としては覆土または水銀汚染土壌を封じ込める。監視については、農作物及び地下水の汚染の程度を定期的に調査することにより汚染状況を監視し、必要に応じて土地利用を制限する。覆土と封じ込めは、汚染された水田を覆土して利用するか、現位置または他の地点に運搬して封じ込め、汚染を防止する。

<生態系保全対策>

流域の生態系保全は、水域の生態系については野生動植物の生息環境の保全、並びに生息環境を整備して種の多様性を確保し、陸域の生態系については生息環境の保全・土壌荒廃の抑止を目指して森林整備を推進する。

そして、生態系保全という概念を社会的に認識して定着するように、水環境並びに生態系に関する情報を整備し、広く開示し、その重要性を認識する。

以上の生態系保全の目標に対して以下の対策を提案した。

- 生態系調査
- 教育・啓発
- 森林整備
- 生態系保全管理計画及び景観等保全計画

<組織・制度面での対策>

流域環境に関する法制度については、特に問題はなく、実態が作っていないことより下記の対策を提案した。

- ・紅楓湖、百花湖水環境管理委員会の設置
- ・環境保護局の組織強化・構成員の能力開発
- ・水環境モニタリングの整備
- ・農業改善・整備
- ・排污費制度の強化
- ・工場の立地規制

10.2 便益

提案した対策案の便益を、金銭的に計量可能な便益と計量が困難あるいは不可能な便益について検討した。

金銭的に計量可能な主な便益は以下のとおりである。

・水利用合理化に伴う水資源の有効利用便益	66.6 億円
・生態系保全対策に伴う観光面での便益	13.9 億円
・組織、制度対策に伴う排污費の徴収率向上便益	0.6 億円
・F/S 対象 4 工場の排水処理設備改善による便益	4.3 億円
・工場排水処理設備による便益	0.8 億円
・城鎮下水道整備による便益	5.9 億円
・工場住宅下水道整備による便益	3.8 億円
・工場住宅合併浄化槽による便益	0.4 億円
・水銀汚染土壌対策による便益	0.09 億円

また、代表的な計量が困難な便益は以下のとおりである。

- ・生活排水改善により、衛生面が改善され医療費が削減される
- ・工場排水処理対策により、流域の水質浄化、景観・生活環境の向上がある
- ・生態系保全対策により、流域の水質浄化、水辺環境の向上、生態系保護、景観が保全される
- ・水銀汚染土壌対策により、水銀汚染地域であるとの偏見がなくなり観光面、農作物出荷量が改善される
- ・環境保全組織の強化により環境意識が高揚する

10.3 総合評価

対策案 A、B、C から最適案を選択するため、それぞれに対して技術的評価（水質改善効果を含む）、経済・財務評価、社会的評価（受容性）を行い、相互に比較検討した。

(1) 技術的評価

各案とも土木工事や生活排水処理施設は技術的に中国で十分に対応できる。しかし、一部の工場排水処理設備等については諸外国の技術・施設を導入するが必要で、その点について各案とも同様である。各案の特記すべき点は以下のとおりである。

- ・対策案 A は各案の中で最も技術的に受け入れやすい。
- ・対策案 B は清鎮・白雲・貴州有機化工総工場・貴州761工場の生活排水集中処理で COD 除去高度処理の技術導入と維持管理が課題である。
- ・対策案 C は養殖漁業の排水循環処理技術の導入が課題である。

水質改善効果の点では、対策案 A 及び B は兩湖水質が地表水水質基準Ⅱ類を満足し、河川水質については東門橋河・麦架河のⅣ類の維持以外は全てⅢ類を満足して最も効果がある。対策案 C は紅楓湖のリン濃度が地表水水質基準Ⅱ類を満足することが難しいが、河川水質については対策案 A 及び B と同様である。

(2) 経済・財務的評価

各案ともに経済的には十分に実効性があり、最も経済的に優位なのは対策案 A である。財務的には対策案 A が最も可能性があり、B、C 案の順で可能性が低くなる。

(3) 社会的評価

各案とも城鎮の下水道整備については生活環境および衛生面の向上より社会的に受容性はある。しかし、戸別の浄化槽整備や工場排水処理および工場内生活排水処理については、財政面からの問題により住民・企業の理解と協力が必要であるので広報活動を行い、援助制度・補助金制度および税制面の優遇措置などを設けて受容性の高揚を推進していくことが課題である。特に、対策案 A 及び B については、紅楓湖の養殖漁業を禁止するために行政的整備を行う必要があり、早急的な受容は難しいといえる。また、対策案 C については、養殖漁業を容認するために排水処理設備の導入と処理技術者育成を図ることが課題である。

水銀汚染対策については、環境アセスメントを実施し対象となる周辺住民の理解を得る必要がある。

以上より、総合的にみて対策案 A を最適案として推薦する。

表10.1 総合対策案の比較

対策工		対策整備の内容	事業費(万円)	技術的評価	経済・財務評価	社会的評価	総合評価
対策案A	城鎮下水道整備-I	4城鎮の集中処理場・管路及び2城鎮の吐口変更の建設	38,470	技術的には中国の技術で対応できる。しかし、特殊な排水処理施設は諸外国の技術・経験・施設を導入するが必要であり、他の案よりもその度合いは少なく技術的に最も受け入れやすい。 水質改善効果の点から、両湖は水質基準II類を満足でき、河川は東門橋河・麦架河(IV類)以外は水質基準III類を満足する。3案の中で最も改善効果がある。	経済評価指標 IRR=16.05% B/C=1.146 NPV=30,238万円 経済的には十分実効性があり、財務的に最も資金調達しやすい。	紅楓湖の養殖漁業の全面禁止について企業との合意に課題が残る。	技術的、経済的には問題はないが、社会的に紅楓湖の養殖漁業の全面禁止について企業との合意に課題が残る。
	工場住宅下水道整備-I	5工場の生活排水集中処理場・管路の建設	10,500				
	工場住宅合併浄化槽処理整備-I	5工場の生活排水合併浄化槽・管路の建設	1,400				
	水利用合理化に伴う工場排水処理整備	重複使用率を75%に上げるための工場排水処理施設の設置	70,000				
	F/S対象4工場の排水処理整備	重金属除去設備・A/F7処理設備・集塵排水処理設備等の設置	2,200				
	工場排水処理整備	工場排水最高許容濃度を守るための処理設備及び総量規制対策排水処理設備の設置	92,400				
	湖沼内魚養殖の禁止	養殖禁止の補償費	3,000				
	観光地合併浄化槽処理整備	観光地区の合併浄化槽・管路の建設	1,000				
	農村生活排水処理整備	農村地区(人口普及率30%)の戸別処理施設の設置	3,400				
小計		222,370					
対策案B	城鎮下水道整備-II	4城鎮の集中処理場・管路及び2城鎮のCOD高度処理施設の建設	41,400	技術的には中国の技術で対応できる。しかし他の案と同様に特殊な排水処理施設は諸外国の技術・経験・施設を導入するが必要である。特に一部の生活排水集中処理においてCOD除去高度処理設備の導入が必要。 水質改善効果の点から、両湖は水質基準II類を満足でき、河川は東門橋河・麦架河(IV類)以外は水質基準III類を満足する。3案の中ではA案に続いて改善効果がある。	経済評価指標 IRR=15.00% B/C=1.109 NPV=23,258万円 経済的には十分実効性があるが、財務的には3案の中では資金調達がしにくい。	紅楓湖の養殖漁業の全面禁止について企業との合意が難しい。	技術的、経済的には対策案Aに比して若干劣る。また、社会的に紅楓湖の養殖漁業の全面禁止について企業との合意が難しい。
	工場住宅下水道整備-II	5工場の生活排水集中処理場(2工場はCOD高度処理)・管路の建設	11,900				
	工場住宅合併浄化槽処理整備-I	5工場の生活排水合併浄化槽・管路の建設	1,400				
	水利用合理化に伴う工場排水処理整備	重複使用率を75%に上げるための工場排水処理施設の設置	70,000				
	F/S対象4工場の排水処理整備	重金属除去設備・A/F7処理設備・集塵排水処理設備等の設置	2,200				
	工場排水処理整備	工場排水最高許容濃度を守るための処理設備及び総量規制対策排水処理設備の設置	92,400				
	湖沼内魚養殖の禁止	養殖禁止の補償費	3,000				
	観光地合併浄化槽処理整備	観光地区の合併浄化槽・管路の建設	1,000				
	農村生活排水処理整備	農村地区(人口普及率30%)の戸別処理施設の設置	3,400				
小計		226,700					
対策案C	城鎮下水道整備-I	4城鎮の集中処理場・管路及び2城鎮の吐口変更の建設	38,470	技術的には中国の技術で対応できる。しかし、他の案と同様に特殊な排水処理施設は諸外国の技術・経験・施設を導入するが必要である。特に養殖漁業の排水循環処理技術の導入が必要。 水質改善効果の点から、紅楓湖のCOD濃度は水質基準II類を満足できない。河川は東門橋河・麦架河(IV類)以外は水質基準III類を満足する。3案の中では最も改善効果は低い。	経済評価指標 IRR=15.13% B/C=1.121 NPV=26,036万円 経済的には十分実効性があり、財務的に資金調達がしやすい。	紅楓湖の養殖漁業を行うために排水処理施設技術の導入の理解に課題が残る。	経済面からは問題はないが、水質改善効果の面で紅楓湖のCOD濃度が基準を達成できないので紅楓湖流域ではさらなる水の合理化と高度排水処理設備の導入と、養殖漁業を行うために排水処理施設技術の導入に課題が残る。
	工場住宅下水道整備-III	4工場の生活排水集中処理場・管路及び1工場の簡易処理施設の建設	9,430				
	工場住宅合併浄化槽処理整備-II	4工場の生活排水合併浄化槽・管路及び1工場の簡易処理施設の建設	1,290				
	水利用合理化に伴う工場排水処理整備	重複使用率を75%に上げるための工場排水処理施設の設置	70,000				
	F/S対象4工場の排水処理整備	重金属除去設備・A/F7処理設備・集塵排水処理設備等の設置	2,200				
	工場排水処理整備	工場排水最高許容濃度を守るための処理設備及び総量規制対策排水処理設備の設置	92,400				
	排水路築造	貴州化肥・貴州鉄合金の総合排水管路の建設	490				
	湖沼内魚養殖排水処理事業	養殖魚排水循環処理設備の設置	15,400				
	観光地合併浄化槽処理整備	観光地区の合併浄化槽・管路の建設	1,000				
農村生活排水処理整備	農村地区(人口普及率30%)の戸別処理施設の設置	3,400					
小計		234,080					
水銀汚染対策	覆土・封じ込め事業	汚染水田上の覆土や汚染土壌の運搬・封じ込め	7,000	技術的に問題ない	かなりの費用となるが、汚染の状況からこの程度の投資は必要と考えられ、工場や省政府で負担可能である。	対象となる周辺住民の理解が必要である。	技術・経済面からは問題ないが、社会的な面から対象となる周辺住民の理解を得る必要がある。
	監視	定期的調査	10				
小計		7,010					
生態系保全対策	生態系調査	生態系の全体調査・水生植物実証実験	200	関連する技術を有する専門家の育成が急務である。	金銭的に換算できない多くの定性的経済効果が得られる。コストが安い。ため、資金調達に問題となる事はない。	特に問題ない	特に大きな問題となることはない。
	教育啓発事業	猫跳河環境管理センターの建設・整備と教育実施	1,150				
	生態系整備	森林被覆率26%の森林整備	1,600				
	生態系・景観等安全管理計画作成	保全目標・範囲・管理手法・緑化整備の計画作成	30				
小計		2,980					
組織・制度対策	紅楓湖・百花湖水環境管理委員会	管理委員会の設置	50	技術上特に問題はない	特に問題はない。	同上	同上
	環境保護局の組織強化・構成員の能力開発	構成委員の研修・国内外派遣	100				
	水環境モニタリング	情報処理・システムの整備	1,400				
	農業改善事業	農地区画整理の計画や施肥方法の指導等	30				
	排汚費制度の強化	人員の拡充と規則の整備	50				
工場の立地規制	調査の実施と計画の策定	20					
小計		1,650					

10.3 初期環境評価

猫跳河流域環境保全計画（M/P）で策定された、①水質保全、②利水機能保全、③生態系等保全、④水銀汚染、⑤水環境モニタリング、⑥環境管理に関する最適対策案で採択された事業が環境に与える影響について、定性的な評価を実施した。

これらの中で、環境に大きな影響を与えると考えられるのは、水銀汚染対策である。監視は、住民が移転する場合には、経済活動、生活・交通施設に著しい影響を与える。覆土についても、経済活動に大きな影響を及ぼし、住民に対する水銀汚染のリスクが完全には除去されない。汚染土壌封じ込め・覆土は新たな水銀汚染地区が出現するが、汚染土壌廃棄地区の選定と汚染拡大の予防措置により影響を最小限に抑えることが可能である。

水質保全対策の中で、環境に大きな影響を与えるものとして、養殖業の禁止がある。これは特に経済活動に著しい影響を与えるものであり、漁業者の生活に対する補償措置が必要となると思われる。

その他の対策事業では、工場排水処理設備改善、生活排水処理施設の新設、灌漑排水整備、森林整備等が環境に多少の影響を及ぼすと判断される。従って、これらの事業を実施する場合には、負の影響を及ぼす恐れのある環境項目について十分な対策を講じる必要がある。

10.5 事業実施計画

10.5.1 事業内容

対策案の総合評価に基づいて選定された、猫跳河流域環境総合対策計画の事業は水質保全対策、利水機能保全、生態系及び景観、親水性の保全、水銀汚染対策、流域環境管理で構成され、その内容は以下のとおりである。

<水質保全対策>

(1) 城鎮下水道整備

清鎮市、白雲県、平バイ県、朱昌鎮の4城鎮の生活排水を処理する下水配管及び処理場を整備する。

(2) 工場住宅下水道整備

貴州化学肥料工場、貴州アルミ工場、清鎮紡績工場、黎陽機械工場の生活排水を処理する下水処理場を整備する。

(3) 工場住宅合併浄化槽整備

人口規模1万人以下の清鎮発電所、平バイ化学肥料工場、安順化学肥料工場、貴州鉄合金、盤工の5地区の生活排水処理するために合併浄化槽を整備する。

(4) 水利用合理化に伴う工場排水処理

工場の重複水利用率を現況の約30%から75%にするために、年間約7億m³の排水を処理する施設を整備する。各工種の処理法として化学肥料工場についてはアンモニアの回収、紡績・染色工場については凝集沈殿、食品工場については集中処理、医薬品工場については生物膜処理等、アルミ工場については凝集沈殿処理、炭坑については沈殿処理を主要な方法とする。

(5) F/S 対象4工場の排水処理

F/S を実施した4工場の排水処理設備を整備する。

(6) 工場排水処理

既存及び将来建設される予定の工場の排水処理設備を整備する。これは水の合理化と合わせて実施する。

(7) 湖沼内魚養殖の禁止

紅楓湖および百花湖において魚の養殖を禁止する。

(8) 観光地合併浄化槽整備

紅楓湖及び百花湖の観光地の排水を処理するため、合併浄化槽と配管を整備する。

(9) 農村生活排水処理

リンの汚濁負荷量を削減するために、農村地区では各戸毎に化粪池と浸透トレンチによる生活排水処理施設を設ける。また、維持管理体制を整備する。

<水銀汚染対策>

(10) 覆土・封じ込め

土壌の残留水銀濃度が数100mg/kg以上の面積60ha、土量30万m³については、水田を覆土し利用するか、水銀の拡散の程度によっては現位置または運搬して封じ込める。

(11) 監視

汚染度の低い水田、河床、湖底に残留している水銀対策として、農作物及び地下水の水銀汚染の程度を定期的に調査することにより汚染状況を監視し、必要に応じて土地利用の制限等の対策を実施する。

<生態系保全対策>

(12) 生態系調査

流域の生態系の実態を把握するための全体調査を実施し、保全計画策定及び事業実施に活用し、また、水・土壌環境とそれに関わる生物との関連を把握するために特定調査を実施する。あわせて、放流魚調査や水生植物実証実験を実施する。

(13) 教育啓発事業

紅楓湖湖畔に環境教育、啓発活動を行うために、情報の収集、処理、検索、提供のための機器や映像機材を有する環境保護教育センターを整備する。また、流域の小、中学校において環境教育を実施する。

(14) 生態林整備

流域の森林被覆率の目標値を 26% に設定し、生態系の維持、土砂流出の防止、水資源の涵養を目的として森林整備を実施する。

(15) 生態系・景観保全管理計画作成

野生動植物の生息環境の保全と再生のために、流域に生息する貴重な動植物、地域固有種を対象とし、保全区域及び目標を設定し、保全方法を検討すると共に保全管理計画手法を策定する。また、景観・親水性の観点から保全対象、保全範囲、土地利用方針を定め、保全管理計画、緑化整備計画を策定する。

<組織・制度の整備>

(16) 紅楓湖・百花湖水環境管理委員会の設置

両湖の水環境の管理に関連する関係機関の調整を行うための水環境管理委員会を設置する。流域の水環境に関する全体計画の策定、水環境に関する事業の調整、重要な関連プロジェクトと認可、流域及び両湖周辺に位置する工場企業に対する監督、各種環境に関する情報の交換と公表を促進する。

(17) 環境保護局の組織強化、構成員の能力開発

水環境計画の策定、河川、湖沼水質の定期的な観測、工場排水監視のための組織を強化する。

組織構成員の能力開発のために、研修、国内外派遣等を行う。

(18) 水環境モニタリング

水環境に関する計画の策定や管理、また広報、教育、研究に役立たせることを目的とし、流域の基礎情報と、水量、水質、生態系に関する情報を収集、処理、検索、活用するシステムを整備する。関係機関との連携を図るためのネットワークと共に、水質に関する観測施設と情報処理設備を設置する。

(19) 農業改善事業

農業排水対策として、水田排水の極小化させるため、灌漑用水の注水、水田からの落水の管理、漏水防止工事を行う。農業用水の反復利用できる様に農地区画整理を行う。肥料の施肥方法を変え施肥量を削減するよう指導する。

(20) 排污費制度の強化

汚濁負荷量削減のための排污費制度を十分活用するよう、人員の拡充及び規則を整備し、工場排水の分析頻度、個所を増やす。

(21) 工場の立地規制

特定の河川及び湖沼での汚濁負荷の集中を防ぐために、工場の立地を規制、誘導する。このための調査を実施し、計画を策定するとともに、関連規則を整備する。

上記の対策の他に利水機能の保全に関しては、以下の方針で実施することとする。水量については流域の保水量を確保するための森林の保全、水質については工場排水、生活排水の処理対策を進める。また、水の有効利用を図るために、生活用水の広報活動や料金適正化による節水、工業用水の使用水量管理、生産設備の節水型への転換、循環利用、再利用を行う。

水の優先利用に関しては、流域の水循環を保持するために、他の流域への導水を制限し、灌漑用水、生活用水をまず確保し、工業用水については節水、再利用で対応する。また、猫跳河では生態系の保持や親水性を確保するために、一定の維持流量を確保する。

10.5.2 事業費と資金源

猫跳河流域環境総合対策の概算事業費は234,000万元であり、個々の事業費とともに表10.2に示す。これまで検討されている融資、事業の内容を考慮して各事業の資金源を想定し、表に合わせて示す。

表10.2 環境総合対策工と資金源

	対策工	事業費 (万元)	施工整備 期間 (年)	資金源
水質保 全対策	城鎮下水道整備-I	38,470		
	清鎮	16,780	5	自国資金または外国金融機関
	平バイ	8,110	3	自国資金または外国金融機関
	白雲	10,260	3	自国資金または外国金融機関
	朱昌	3,320	3	自国資金または外国金融機関
	工場住宅下水道整備-I	10,500		
	有機化工総工場	1,960	2	自国資金または二国間援助
	貴州アルミ	4,970	2	自国資金または二国間援助
	貴州化肥	1,430	2	自国資金または二国間援助
	黎陽機械	1,250	2	自国資金または二国間援助
	清鎮紡績	890	2	自国資金または二国間援助
	工場住宅合併浄化槽処理整備-I	1,400		
	清鎮発電	420	2	自国資金
	平バイ化肥	420	2	自国資金
	安順化肥	170	2	自国資金
	貴州鉄合金	160	2	自国資金
	盤工	230	2	自国資金
	水利用合理化に伴う工場排水処理整備	70,000	11	自国資金、外国金融機関または二国間援助
	F/S対象4工場の排水処理整備	2,200	2	自国資金、外国金融機関または二国間援助
	工場排水処理整備	92,400	11	自国資金、外国金融機関または二国間援助
湖沼内魚養殖の禁止	3,000	1	自国資金	
観光地合併浄化槽処理整備	1,000	5	自国資金	
農村生活排水処理整備	3,400	10	自国資金	
小計	222,370			
水銀汚 染対策	覆土・封じ込め事業	7,000	11	自国資金または外国の無償資金協力
	監視	10	10	自国資金または外国の無償資金協力
	小計	7,010		
生態系 保全対 策	生態系調査	200	2	自国資金または外国の無償資金協力
	教育啓発事業	1,150	8	自国資金または外国の無償資金協力
	生態林整備	1,600	10	自国資金または外国の無償資金協力
	生態系・景観等保全管理計画作成	30	1	自国資金
	小計	2,980		
組織・ 制度対 策	紅楓湖・百花湖水環境管理委員会	50	10	自国資金
	環境保護局の組織強化・構成員の 能力開発	100	4	自国資金
	水環境モニタリング	1,400	10	自国資金または外国の無償資金協力
	農業改善事業	30	6	自国資金
	排污費制度の強化	50	10	自国資金
	工場の立地規制	20	4	自国資金
	小計	1,650		
合計	234,010			

10.5.3 段階実施計画

事業の段階別実施計画を事業の緊急性、事業規模、資金の調達容易さ、事業効果等を考慮して計画すると表 10.3 に示す通りである。

水質保全対策としては、城鎮及び工場住宅の下水道整備、工場の水利用合理化と排水処理、F/S 対象 4 工場の排水処理設備の整備、養殖漁業の禁止をまず進める。

水銀汚染対策としては、覆土及び封じ込めを緊急対策として進める間、監視を行う。

生態系保全対策としては、生態系の調査と、生態系及び景観の保全管理計画の策定を早急に行う。

組織、制度に関しては、紅楓湖・百花湖水環境管理委員会の設置と水環境モニタリングについて準備を進める。環境保護局の組織の強化、能力開発、排汚費制度の強化については早急に着手する。

11 流域環境管理

11.1 環境管理の課題

猫跳河流域の環境管理の主要な課題として、現在、関係組織が各分野に分かれており、総合的な管理が困難であること、また、水環境の中で最も重要な水質に関する監視が十分行われておらず、観測成果が取りまとめられていないために、環境管理への活用が難しい状況にあることが挙げられる。

11.2 法制度及び条例

現在の法制度及び条例はかなり整備されており、今後は水質汚濁対策、特に工場排水対策が重要であり、汚染の進行している河川への排水規制や周辺の工場立地の規制を実施するための条例を整備することが必要である。

11.3 管理組織

流域環境管理に関しては、法制度よりは管理が重要であり、総合的な管理を行うための紅楓湖、百花湖水環境管理委員会の設置、環境保護局の組織の強化、組織構成員の能力開発を図ることとする。

12 結論と提言

12.1 結論

猫跳河流域の環境を改善するための総合計画を策定した。特に、現在及び将来とも問題である工場排水処理及び紅楓湖、百花湖の富栄養化対策を主体に、利水機能の保全、生態系や景観保全、流域環境の管理を含む総合的な計画である。

この計画の中で提案している対策は、総事業費 234,000 万円で、技術的にも実施可能であり、経済的にも内部収益率 16.05%、費用便益比 1.146 であり事業として成立し、環境の改善に大きな効果を発揮すると共に、社会的にも受け入れられるものである。また、施設による対策に加えて、規制や教育による方策、紅楓湖、百花湖環境管理委員会の設置などを含むものである。

12.2 提言

総合対策計画は施設による対策と、規制等による対応に大別でき、施設による対策は必要な段階に F/S 及び実施設計を行い建設に着手することになる。

総合対策計画の中で、早期に着手すべき対策は以下のものである。

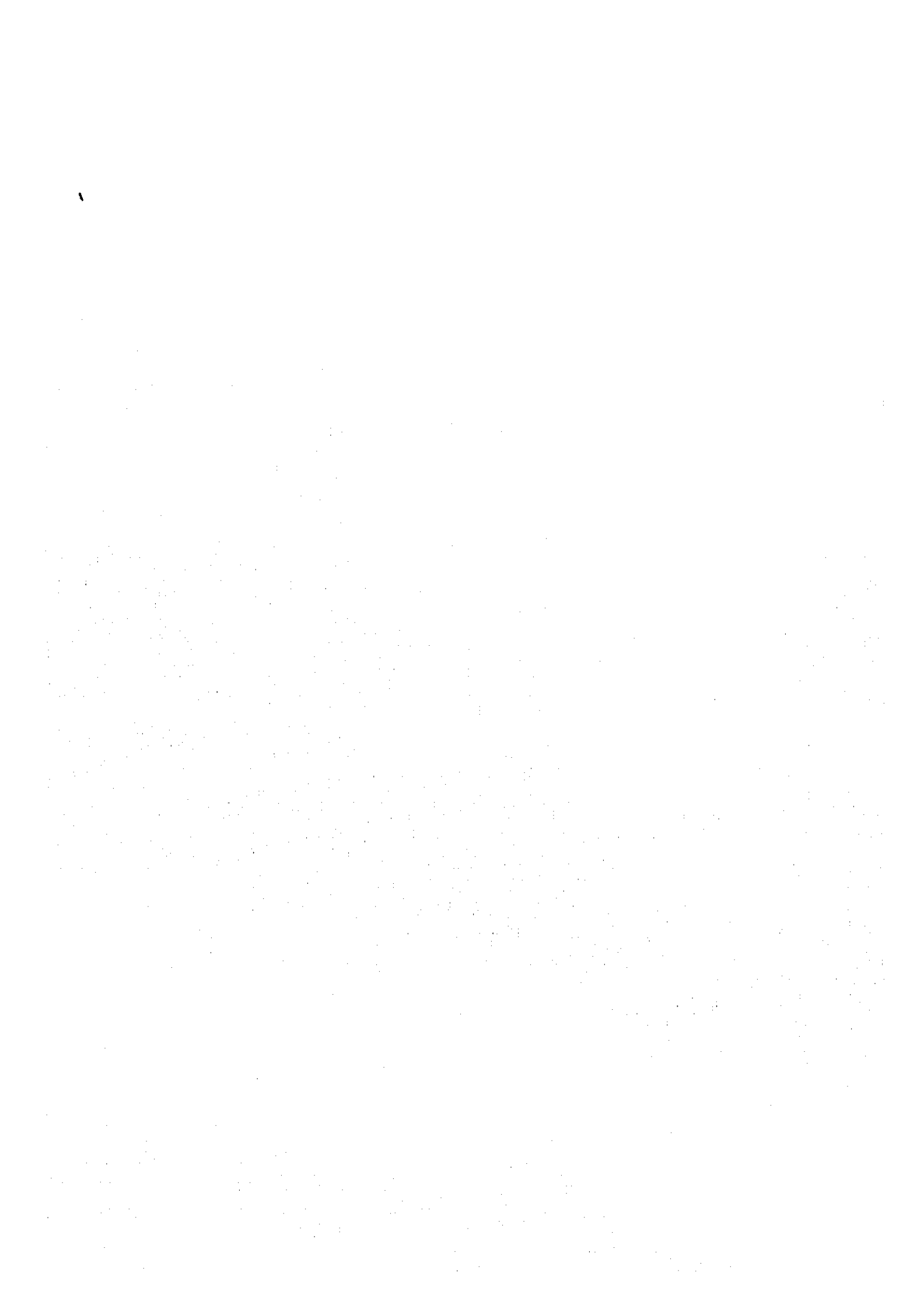
- 城鎮及び工場住宅に対する下水処理
- F/S 対象 4 工場の排水処理
- 工場の水利用合理化と排水処理設備の整備
- 湖沼内魚養殖の禁止
- 農村生活排水処理
- 水銀汚染対策
- 生態系調査と保全管理計画作成

また、規制等による以下に示す対応については、関係する組織において実施の方策について準備を進めることが必要である。

- 紅楓湖・百花湖水環境管理委員会の設置
- 水環境モニタリング
- 貴州省環境保護局の組織強化、構成員の能力開発
- 排污費制度の強化

特に今回の検討は行わなかったが、以下の項目についても合わせて将来調査を進めることが望まれる。

- 工業生産設備の合理化
- 貴州省内の水銀汚染対策
- 地下水の保全と開発
- 水質規制基準の検討



JICA