

第4章

太湖流域の将来条件

第4章 太湖流域の将来条件

4-1 将来の社会経済フレーム

4-1-1 第九次五カ年計画及び長期目標要綱

(1) 江蘇省及び浙江省の経済成長シナリオ

八五計画期間（1991～1995年）における中国全体の経済成長率は12%（年率、以下同様）であったが、九五計画では、8%の成長率を見込んでいる。また、2001～2010年の長期目標では7.2%を計画している。一方、経済発展の著しい江蘇省と浙江省の場合、八五計画期間の経済成長率がそれぞれ18.1%と18.8%であったが、九五計画ではそれぞれ12%と10%前後の経済成長を設定している。また、2001～2010年の長期目標においても、この両省では、12%、10%というかなり高水準の成長を計画している。なお、九五計画における重点施策の一つとして産業構造の調整を推進し、第3次産業を積極的に発展させることが強調されている。

	1991～1995年 (八五計画)	1996～2000年 (九五計画)	2000～2010年 (長期目標)
全国	12.0%	8.0%	7.2%
江蘇省	18.1%	12.0%	12.0%
浙江省	18.8%	10.0%前後	10.0%前後

(注) 経済成長率=国内総生産 (GDP) の年平均伸び率

(2) 地級市・地区政府の経済成長シナリオ

① 蘇州市

九五計画における経済成長の伸びは、年率15%を予定しており、2000年時点のGDPは1,530億元の規模、すなわち1995年のおよそ2倍となる。また、産業構造比率は、5:54:41とする計画である。また、2000年から2010年までの長期目標では、経済成長率を年率11%程度に設定している。

② 無錫市

九五計画では2000年までの経済成長率を、第一次産業が7%（年率、以下同様）、第二次産業が20%、第三次産業が24%と予測している。その場合のGDPの年間平均伸び率は約

20.4%となり、2000年のGDPは1,923億元、すなわち1995年のおよそ2.5倍となる。また、2000年から2010年までの長期目標では、経済成長率を年率11%程度と設定している。

③ 常州市

九五計画では2000年までの経済成長率を全体で年率約20%とみなしている。年率20%とした場合、GDPは954億元、すなわち1995年のおよそ2.5倍となる。また、2000年から2010年までの長期目標では、経済成長率を年率11%程度に設定している。

④ 湖州市

九五計画では2000年までの経済成長率を約18%と予測をしている。その場合、2000年におけるGDPは490億元となり、1995年のおよそ2倍となる。また、2000年から2010年までの長期目標では、経済成長率を10%～11%と予測している。

⑤ その他の行政区

鎮江市と南京市政府は、西暦2000年までの経済成長率を18%前後に設定しており、2000年時点での経済規模は1995年の2倍ないし2.5倍程度になると予測している。また、2000年から2010年までの長期目標では、経済成長率を10%～11%に設定している。

また、杭州市および宣城地区政府は、西暦2000年までの経済成長率を18%前後に設定しており、2000年時点での経済規模は1995年の2倍ないし2.5倍程度になると予測している。また、2000年から2010年までの長期目標では、経済成長率を10%～11%に設定している。

4-1-2 社会経済発展シナリオ

(1) シナリオ設定の基本方針

社会経済発展シナリオの設定では、経済成長率と人口が大きな要素となるが、1990年代の人口増加率はほとんどの行政区で1%以下となっているので、人口については今後大きな変動は考えられない。従って、将来人口の予測には1990年以後の趨勢をそのまま適用することとし、経済成長率をシナリオ策定の基本指標とした。

経済成長率の将来予測は、各地級市・地区の九五計画（1996～2000年）と2010年を目標年とする長期目標要綱をベースとし、現在進行中の諸開発計画を考慮に入れて設定した。ただし、計画内容が明らかでない項目については、過去の実績に基づくトレンドを参考にした。

なお、このようなフレームは計画策定後も5年ないし10年ごとに見直しが行われるのが普通であり、特に、現在の太湖流域のように経済が急成長している地域についてはその必要性が高い。

(2) 経済成長予測

上述の基本方針に基づいて各地級市・地区の経済成長率を産業別に設定し、行政区別国内総生産（GDP）の将来予測を行なった。その概要は下記の通りである（図 4.1.1 参照。詳細は「付属書」第1章 表 1.2.1 参照）。

	2000年目標		2010年目標		2020年目標	
	成長率 (%)	GDP (億元)	成長率 (%)	GDP (億元)	成長率 (%)	GDP (億元)
蘇州市	15.3	1,548.2	11.4	4,545.7	9.1	10,867.9
無錫市	20.4	1,922.2	11.3	5,596.6	9.1	13,384.3
常州市	20.1	953.5	10.7	2,624.2	8.9	6,146.2
鎮江市	18.3	229.2	10.6	628.8	8.8	1,462.0
南京市	17.0	10.6	10.3	28.3	8.5	63.9
湖州市	18.0	490.2	10.8	1,361.7	8.8	3,173.6
杭州市	19.0	107.8	10.3	287.7	8.7	663.4
宣城地区	17.1	5.6	11.3	16.2	8.8	37.9

4-1-3 将来人口

(1) 行政区別人口予測

各行政区の人口総数は、原則として1990～1995年の年間平均増加率をそのまま使用して算定した。その結果、太湖影響圏の人口は年間平均0.5%の割合で増加し、西暦2000年には1,678万人、西暦2020年には1,850万人に達すると予測された。西暦2000年の人口比率を行政区別にみると、蘇州市が全体の28.6%、無錫市が26.2%、常州市が20.4%を占め、さらに湖州市の人口を加えると4市で全体のおよそ90%を占める。西暦2020年の人口についてもほぼ同様の結果となる。（表 4.1.1 参照）

行政区	2000年		2010年		2020年	
	人口(万人)	比率	人口(万人)	比率	人口(万人)	比率
蘇州市	480	28.6%	502	28.5%	524	28.3%
無錫市	440	26.2%	463	26.3%	486	26.3%
常州市	342	20.4%	360	20.4%	378	20.4%
鎮江市	105	6.3%	108	6.1%	111	6.0%
高淳県	11	0.6%	11	0.6%	11	0.6%
湖州市	245	14.6%	260	14.8%	276	14.9%
杭州市	49	2.9%	52	3.0%	56	3.0%
宣城地区	6	0.4%	7	0.4%	7	0.4%
	1,678	100.0%	1,763	100.0%	1,849	100.0%

(2) 都市人口予測

西暦2000年の都市人口(非農業人口)は、1994年から1995年までの都市人口の変化率を用いて予測した。西暦2000年以後については、蘇州市、無錫市共に都市化のペースが一段落し、都市化人口の増加率も低下するものと想定して低めの増加率を設定したが、そのほかの市については、1994年と1995年の趨勢をそのまま適用した。

太湖影響圏全体でみると、都市人口は1995年から2000年の間は、年率平均3.3%の割合で増大し、2000年には618万人に達する見込みである。その後伸び率は1.5%程度に鈍化し、2010年に719万人、2020年には828万人程度になるものと予測される。(表4.1.2参照)

4-1-4 将来工業生産高

(1) 業種別工業生産高予測

① 予測方法

各地級市の1990年以後の工業総生産高と国内総生産(第二次産業)の相関性を回帰分析により求め、その回帰式に基づいて、各目標年における行政区別工業総生産高を算出した。このようにして求めた業種別生産高は、九五計画及び長期目標要綱をベースにして算出される行政区別工業生産高より大きくなるので、これを修正係数によって修正し、目標年の業種別生産高を確定した。

② 予測結果に基づく今後の動向

業種別工業生産高の今後の推移は行政区によって異なるが、一般的な傾向としては、繊維工業、化学工業、パルプ・紙工業、食品工業などの比重が低下する行政区が多い(図4.1.2参照)。一方、機械金属工業の比重が高まる行政区が多く見られる。皮革工業については、現状維持の行政区、増加傾向の行政区などさまざまである。調査対象地域のいくつかの開発区では、電子工業などのいわゆるハイテク産業の育成に力がそそがれており、今後はコンピューター、半導体、電子部品などの生産が急速に増大するものと予想される。(工業生産高予測の詳細は「付属書」表1.2.4及び図1.2.4参照)。

(2) 形態別工業生産高予測

① 予測方法

工業系発生負荷量を都市域と農村域に分けて算出する必要から、工業生産高を都市部(市区)工業、郷鎮工業、農村工業に分け、1990~1994年の各々の単位面積当たり生産高の伸び率に基づいて予測した。

② 予測結果に基づく今後の動向

全体的な傾向としては、都市部(市区)工業の比重が増大し、郷鎮工業は現状維持ないしやや低下傾向、農村工業は比重が低下する傾向が読み取れる(表4.1.3参照)。特に、蘇州市、無錫市および常州市の各都市部における工業生産高が大幅に増大する傾向が顕著である(図4.1.3参照)。これは、経済開発区が主として都市周辺に設置され、これに伴って市街地面積の拡大(インフラ整備)とハイテク産業などの工業誘致が今後急速に進展する見込みであることから充分納得できるところである。

4-1-5 畜産・水産養殖予測

(1) 家畜飼育頭数・家禽数

1995年版及び1996年版の統計年鑑に記載されている家畜(豚・羊・牛)飼育頭数・家禽数からその増加率(減少率)を算定し、それを用いて2000年の家畜飼育頭数・家禽数を算出した。蘇州市・無錫市・常州市以外の市区については過去のデータが不十分であるので、江蘇省・浙江省の統計から求めた省全域での平均伸び率を使用して算出した。(家畜頭数の経年変化については図4.1.4参照)。なお、上述のようにして算定した増加率のみによって2010年、2020年の家畜頭数を算出することには無理があるので、予測値としては2000年のみを示した。(詳細は「付属書」第1章表1.2.6参照)。

(2) 水産養殖生産量

目標年における水産養殖面積の予測は、1994年及び1995年の統計数値に基づいて行った。太湖周辺の地域における水産養殖面積は、ほとんど増加しておらず、呉江市ではむしろ減少の傾向にある。これに対して常州市では長蕩湖など太湖以外の水域での養殖面積がやや増加の傾向にある。その他の行政区においては、養殖面積の増加はほとんど見られない。水産養殖発生負荷量を算出する基礎となる水産養殖生産量原単位 (kg/ha) は、安吉県を除くすべての行政区で2,000kg/ha以上であり、全体的に生産水準はかなり高い。従って、将来の水産養殖原単位については、現状の水準を保つものと予測した。(詳細は「付属書」第1章表1.2.7参照)。

4-1-6 地域開発計画と土地利用

(1) 経済開発区

1980年に福建省と広東省の4市の一部が経済特区に指定され、外資の導入による経済市場化政策の実験が開始された。これを踏まえて、1984年には沿海地区の14主要都市が開放され、経済技術開発区の設置が認可された。その後、経済特区、経済技術開発区の発展は著しく、地方レベルでの独自の開発区の形成が推進されるに至った。

太湖影響圏には、現在国家級の開発区が8カ所、省級開発区が14カ所あり、そのほか市級開発区も多数ある(詳細は「付属書」第1章表1.1.9及び図1.1.7参照)。開発区のうち、市街地の開発に関連したものは次の通りである。

行政区	開発区名	計画面積	開発区の位置
蘇州市区	蘇州高新技术産業開発区	52.0 km ²	市区西側にてインフラ整備を実施中
	蘇州工業園区	71.0 km ²	市区東側にて複合都市を開発中
無錫市区	無錫高新技术開発区	5.5 km ²	市区東南部でインフラ整備を実施中
	シンガポール工業園	4.8 km ²	同上
常州市区	常州高新技术産業開発区	5.6 km ²	市区北側でインフラ整備を実施中

(2) 市街地面積

調査対象地域の2級行政区のうち、蘇州市区、無錫市区及び常州市区については、上述の通り、経済開発区におけるインフラ整備が進行しており、工業地域の開発と同時に住宅地域や商業地域の整備が行われ、市街地面積が拡大傾向にある。蘇州市区では現市街地（城区）の西側と東側でこれらの整備が行われている。また、無錫市区の東南部においても、新区として都市整備が行われている。さらに常州市区では、現市街地の北側において同じく新区の開発が進行中である。このような状況から、これらの3市区においては、市街地面積が2000年までにおよそ10%程度拡大するものと予測した。

(3) 耕地（水田・畑）面積

上記に述べた3市区における市街地面積の拡大は、耕地面積、特に水田面積の減少となって現れるものと予測した。

(4) 山林・原野と湖沼面積

太湖流域は古くから開発された地域であり、人間の居住空間として、また生産の場としての土地の利用は極限まで開発されたものと考えられる。また、近年の環境保護意識の高まりから、自然環境を破壊するような開発行為は今後制約されることは必然である。このような状況から、山林・原野の大部分は現状のまま推移するものと予測した。また、湖沼については、古くから埋め立てによる農地の拡張や養魚池の造成などが行われていたが、自然環境保護の観点から、埋め立てや養殖池としての利用が今後は強く規制されるであろう。このような状況から、湖沼については、現状のまま推移するものとみなした。

上記(1)～(3)に述べた前提条件の下に地目別土地利用面積の将来予測を行い、その結果を表4.1.4に示した。

4-2 水資源の開発・保護に係わる計画

4-2-1 太湖流域総合整備計画

太湖流域ではその地形的特徴、長江の水位が陸域より高いことなどから、よく洪水が発生しており、1954年洪水及び1991年洪水には前述した様に特に甚大な被害を受けた。又、1970年代に二度の大干ばつ（1971年、1978年）が発生し、水資源不足が問題となった。

更に1980年代に入ると、経済の飛躍的な発展の過程で増大する工業排水と人口増加による生活排水に対する汚水処理の立ち遅れのため、河川や湖沼の水汚染が深刻化し、水環境の改善対策が必要となった。

このような背景の下、総合的な水資源開発計画の策定が急務となり、中国水利部は、洪水防御、浸水排除、水供給、水資源保護、水運の整備を目的とした「太湖流域総合整備計画」を策定し、1987年に国务院の承認を得て1991年より実施に移している。このプロジェクトはその事業数から10大プロジェクトと呼ばれている。又、この内、4プロジェクト(事業)は世銀からの援助を受けて実施されている。なお、計画対象域は図4.2.1に示す9湖区に区分されている。

(1) 洪水防御計画

洪水防御計画は、流域幹川の計画規模を50年確率洪水(1954年型洪水:90日連続雨量)とし、各分区は10~20年確率洪水(地域性降雨型)として策定された。

50年確率洪水の総流出量223億 m^3 (3カ月出水)は次のように処理される計画である。

- ・ 太湖での洪水貯留 : 45.6億 m^3 (20.4%)
- ・ 分区河川網での洪水貯留 : 23.7億 m^3 (10.6%)
- ・ 長江への排水 : 56.6億 m^3 (25.4%)
- ・ 黄浦江から長江への排水 : 63.7億 m^3 (28.6%)
- ・ 杭州湾への排水 : 33.4億 m^3 (15.0%)

主要地点の計画高水位は下表のとおりである。

主要地点の計画高水位

(単位:m)

分区名	太湖	湖西	浙西	錫澄	杭嘉湖	陽澄	淀泖
地点名	西山	(平均)	(平均)	嘉興	無錫	湘城	陳墓
計画高水位	4.65	4.94	5.45	3.66	3.69	3.09	3.16
1954年実績水位	4.65	5.24	6.07	4.38	4.73	4.14	4.20

(2) 水供給計画

水供給計画の計画渇水年は、農業用水を1971年（保証率94%）、都市用水を1978年（同98.5%）、環境用水を1971年（不足時には適宜減）として設定され、水供給量は流域内流出量に長江からの導水（105億 m^3 ）を加えて確保される。

各分区の水供給計画は、全流域を3ブロック、すなわち、①長江から直接導水する錫澄区、②長江から直接導水する陽澄区と淀泖区、③太湖と水理的に関連する他の一大ブロック、の3つの地区に分けて検討され、計画給水量は①と②の地区については長江からの総量24億 m^3 の導水、③の地区については総給水量161億 m^3 （うち長江からの導水量は81億 m^3 ）と設定された。この導水計画は水環境保全の機能も含めた計画として策定されている。

(3) 水資源保護（水環境保全）計画

水環境保全計画は、①汚染源対策とは別途に水資源保護計画として策定すること、②都市区域の河川・湖沼への水環境維持用水は水供給計画の導水流量と共用すること、の2つの基本方針のもとに策定されている。（同計画の詳細は、次節を参照）

(4) 水運計画

河道及び排水路の整備による洪水処理計画の中で、通航保証率の改善を行うこととし、主要航路上にある航路構造物の規模は西暦2000年の計画貨物輸送量に基づいて計画された。

(5) 10大プロジェクト

太湖流域総合整備計画を構成する10大プロジェクト（事業）の位置図を図4.2.2に示す。

4-2-2 太湖流域水資源保護計画要点報告

太湖流域における水環境保護計画の柱の1つは、「太湖流域水資源保護計画要点報告」であり、「1988年度太湖流域水質調査検討」の結果に基づいて、1990年12月に太湖流域水資源保護局により策定され、水利部と国家環境保護局の共同審査を通った。

この計画に示されている水質保全目標及び水資源保護対策の概要は下記の通りである。

(1) 太湖流域の水質保全目標

地表水水質基準GB3838-88に基づき、太湖及び太湖流域内の湖沼、河川の水質保全目標はそれぞれの機能を考慮して「付属書」表6.3.1及び6.3.2の様に設定された。

(2) 水資源保護対策

「太湖流域水資源保護計画要点報告」では水質保全の重点水域を太湖(2,428 km²)、黄浦江(淀峰～河口間 82.5km)、江南運河(鎮江～杭州間 312km)とし、下記の施設の対策及び制度的措置からなる水資源保護対策が提案されている。

① 施設の対策

a. 太湖水質保全事業計画

- * 湖岸主要都市の下水処理施設の建設
- * 太湖周囲堤の建設
- * 望虞河事業
- * 富栄養化防止対策
 - ・ 太湖流入河川上流域・湖岸・農地からの土砂、T-N、T-P の流入を軽減する。
 - ・ 太湖周辺の河川、湖沼を滞水池として利用し T-N、T-P を低減させる。又、汚染が深刻化している流入河川にゲートを設け、T-N、T-P の流入を防止する。
 - ・ 太湖内における養殖漁業の制限、水草の導入によって T-N、T-P の内部生産を押しさえる。
 - ・ 太湖の底泥浚渫や藻類の除去を行なう。

b. 黄浦江治理計画

- ・ 中港汚水排水対策
- ・ 竹園排水汚濁対策
- ・ 水質改善のための導水対策

太浦河の浚渫によって太湖の湖水をより多く黄浦江へ導入し、水供給量の増大と水質改善を図る(世銀プロジェクトの項を参照)。

c. 江南運河治理計画

② 制度的措置

a. 流域水資源保護条例の制定

太湖流域では1982年に江蘇省によって「太湖水源保護条例」が、又1985年には上海市によって「黄浦江上流水源保護条例」が定められ一定の成果をあげているが、さらにこれを広げて太湖全流域を対象とする水資源保護条例を制定する。

b. 太湖流域水資源保護委員会の設置

水利部、国家環境保護局、上海市、江蘇省、浙江省の代表者及び太湖流域水資源保護局からなる太湖流域水資源保護委員会を設立し、市、省の境界を越え、共同して太湖流域の水資源を保護する。

c. 適正水使用計画の策定

d. 水環境目標の管理と污水排出抑制の措置

e. 水環境観測と調査研究の強化

4-2-3 太湖水汚染防止対策マスタープラン

このマスタープランは、1996年4月12日～14日に無錫で開催された太湖水汚染防止対策会議(主催:国務院、事務局:江蘇省環境保護局)で設置が決定された太湖水汚染防治指導小組によって策定されたもので、1998年2月に「中国太湖水汚染防治長遠規劃(～2010年)」として国務院により承認されたようである。JICA調査団はこの文書入手することができなかったが、太湖流域管理局から口頭で伝えられたところによると、その概要は下記の通りである。

(1) 概要

本対策(案)の計画目標年は短期2000年、長期2010年で、短期はさらに1998年までと1999年から2000年までに分けられている。それぞれの目標年における目標は下記の通りである。

- ① 1998年までに重点汚染源に対して、污水総合排出基準(GB8978-96)を満足させる。
- ② 2000年までに河川及び地下水の水質を地面水水質基準(GB 3838-88)を満足するレベルまで改善する。

③ 2010年までに太湖の富栄養化問題を解決する。

以上の目標を達成するため、1994年における発生負荷量を、工業、生活、農村面源、水産養殖、土砂流出、湖浜帯生活排水、湖面、ごみ・ちり、船からの投棄物及び底泥に分割して算定し、これに基づき、2000年及び2010年における排出負荷量を推定している。ただし、これを具体的にどのようにして求めたかは、記述されていない。

(2) 改善計画

各年における改善計画は下記の通りである。

① 1996年～1998年

- ・ リン洗剤を1998年までに使用禁止
- ・ 工業排水基準達成
- ・ 生活排水基準達成(ホテル、レストラン、療養所)
- ・ 梅梁湾、五里湖における養殖網生け簀の禁止
- ・ 生活排水-下水処理場建設(主要郷・鎮33箇所)
- ・ 面源対策
- ・ クリーン生産技術の試験

② 1999年～2000年

- ・ 生活排水-下水処理場建設(主要郷・鎮63箇所)
- ・ 重点汚染源の排出削減
- ・ 主要入出河川の統合管理
- ・ クリーン生産技術の実施

③ 2001年～2010年

- ・ 生活排水対策の継続
- ・ 重点汚染源対策-問題工場の廃止、移転
- ・ 総量・濃度規制の完成

これら対策を実施する上での重点保護水域は、水道水源である梅梁湾(100 km²)、貢湖(180 km²)、東太湖(130 km²)及び蘇州周辺(150 km²)である。

(3) 1999年から2010年までの地区別対策

計画対象区域を①梅梁湾・五里湖、②湖西、③浙西、④望虞河、⑤湖浜帯、⑥東太湖・太浦河の6つの汚染対策地域に区分し、それぞれについて対策項目を列挙しているが、具体的手法や目標数量は示されていない。

(4) 水質目標

① 2000年における水質目標

地 区	COD _(Mn) (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
五里湖	5.0	2.5	0.080
梅梁湾	4.0	2.0	0.080
西部沿岸区	4.0	1.4	0.050
湖心及び東部沿岸区	3.0	0.8	0.050
太湖平均	3.2	1.0	0.050

② 2010年の水質目標

地 区	COD _(Mn) (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
五里湖	4.0	1.4	0.050
梅梁湾	<4.0	1.4	0.050
西部沿岸区	<4.0	0.8	0.025
湖心及び東部沿岸区	<3.0	0.5	0.025
太湖平均	3.0	0.6	0.025

4-2-4 江蘇省太湖水汚染・水質保護条例

江蘇省はすでに1982年に「太湖水源保護条例」を公布していたが、太湖の水汚染防止の強化、太湖水質の保護・改善、住民の健康保護、経済と環境の調和的發展を目的として、この条例に替わる「江蘇省太湖水汚染・水質保護条例」を1996年1月に公布した。

この条例は江蘇省人民政府の環境保護部門が太湖の水汚染防止業務を主管し、計画・経済・水利・建設の各部門と関係する市・県人民政府の協力を得て「太湖水汚染防止計画」と「排出負荷総量規制計画」を策定することと、「太湖への排出基準」、「市・県境界河川の水質基準」、「入湖河川への排出負荷総量基準」を設定することを義務付けている。

工場・事業所に対しては1999年1月1日よりこれらの基準が適用され、基準を違反した場合は地方人民政府により操業停止や罰金等が課せられる。基準を守るための水汚染防止施設は工場・事業所本体と同時に設計・施工・稼働させなければならない、それぞれの段階で県レベル以上の地方人民政府の審査を受ける必要もある。

太湖流域は以下のような3種類の保護区に分類され、それぞれに対してレベルの異なる規制が設定されている。

- ① 1級保護区：太湖及びその沿岸5 km 以内の地域、入湖河川の入湖口から上流10 km 地点までの沿岸1 km 以内の区域
- ② 2級保護区：太湖及び重要湖沼の入湖河川の入湖口から上流50 km 地点までの沿岸1 km 以内の区域
- ③ 3級保護区：その他の区域

1級保護区では以下の行為が禁止される。

- ・ 製紙、化学、医薬品、皮革、醸造、染料、染色、メッキ、その他の窒素・リン排出工場の新設・拡張
- ・ 太湖及び入湖河川への人及び動物の糞便、養魚池・川に堆積した汚泥等の排除
- ・ 太湖及び入湖河川への油、酸、アルカリ、有毒固体廃棄物、病原体を含む汚水、産業廃棄物、生活ゴミ等の投棄
- ・ 太湖及び入湖河川での油または汚染物輸送車の洗車
- ・ 太湖沿岸における下水排水口の新設、梅梁湾・五里湖沿岸における汚水排出口
- ・ 上水取水口から1 km 以内の範囲における養魚施設・畜舎・観光施設等の設置
- ・ 山林の破壊、植物・水生生物の除去
- ・ リン含有洗剤の販売と使用

2級保護区では以下の行為が禁止される。

- ・ 基準に達しない製紙、化学、医薬品、皮革、醸造、染料、染色、メッキ、その他の窒素・リン排出工場の新設・拡張
- ・ リン含有洗剤の販売と使用

なお、この条例では太湖の水汚染防止のための対策として以下のようなものを挙げている。

- ・ 産業構造を省資源産業、負荷排出量の少ない産業を主体とするものに変えたとともに、クリーン生産技術を発展させる。
- ・ 有機肥料を合理的に使用する農業を発展させ、植林を促進する。
- ・ 湖の埋め立ては行わない。
- ・ 太湖の水質を保護するような水利工事を実施する。
- ・ 水産養殖の規模と範囲を抑制する。
- ・ 水生生物と底生生物を保護し、生態系のバランスを維持する。
- ・ 都市の下水処理施設を増やし、ゴミの無害化・資源化を図る。
- ・ 船舶からの汚染物質の排出を規制し、港湾に汚物処理施設を設置する。
- ・ 期限内に基準を守らない工場に対しては指導あるいは操業中止を命ずる。

4-2-5 無錫市の水環境改善計画

太湖の水汚染の影響を直接受ける無錫市ではこれまでもいくつかの水環境改善対策を実施してきたが、1995年に改めて以下の10大措置を講ずることを決定した。

① 都市生活排水の処理

1995年に10万トン規模の下水処理場を完成させたが、1997年には同規模の処理場をもう1つ完成させる。また、その後も2つの処理場を建設し、生活排水の処理率を急速に高める。

② 工場の立地規制

1991年以降、用水型の工場、排出負荷量の多い工場の新設は許可していない。このような工場の立地規制を今後も継続する。

③ 湖岸の観光・レクリエーション施設の排水規制

市内の下水処理システムから離れている湖岸のホテル、レストランに対しては個別処理としての2級汚水処理施設の設置を義務付ける。

④ 無リン洗剤の普及

無リン洗剤の使用を湖岸地区から始め、市街地区、流域全体へ広げる。

⑤ 太湖内の汚泥の浚渫

汚泥の浚渫に1996年には400万元の予算を付けているが、今後も継続的に実施する。

⑥ 養魚池排水の規制

太湖沿岸に多数分布する養魚池に対してこれまでは給餌量のみを規制してきたが、今後は排水の太湖への排出を禁止する。

⑦ 水利施設による水質のコントロール

洪水防止とともに、太湖の水位が低下した時に汚水が太湖へ流入することを防止する機能を有する鎖山ゲートと同様のゲートを直湖港その他にも設置する。

⑧ アオコの除去方法の開発

水資源の利用に障害となるアオコを水域から分離し、これを再利用する方法を研究機関の協力を得て開発する。

⑨ 農業系負荷の削減

化学肥料の適正利用、有機肥料の使用促進を図り、農地からの窒素・リンの排出を削減する。

4-2-6 重点湖沼環境保護計画

本計画は、これまで各地方が独自に行なってきた環境改善計画（水環境保護、大気保護、固形廃棄物汚染抑制、生態環境保護、地球環境保護を含む）を全国的に統一して推進しようとする「世紀に跨る中国グリーンプロジェクト計画」（以下「グリーン計画」と記す）の一部で、滇池（昆明湖）、巢湖、太湖の水質汚染、とくに富栄養化の抑制を目的とするものである。

この計画は生活排水処理プロジェクトと工業排水処理プロジェクトを主なコンポーネントとしており、第一期（1996～2000年）では3湖の流域を対象に合計35件、総額約70億元が投資されることになっている。

太湖流域においては生活排水処理プロジェクトが6件、工業排水処理プロジェクトが6件計画されていて、第一期では全体の26.6%に当る18.65億元が投資されることになっている。個別プロジェクトの対象地区等に関する情報は入手できなかったが、中央政府による承認が無いプロジェクトは銀行融資を受けられないことから、すでに建設が進んでいる無錫市の芦村下水処理場、常州市の城北処理場、湖州市の湖州処理場等はこのグリーン計画に含まれているものと考えられる。

なお、第一期グリーン計画の投資総額は1,830億元で、その内訳は国内資金が82%、外国融資が18%となっている。また、国内資金の内訳は銀行融資が13%、地方政府による調達が見込まれていて、資金調達における国家財政支出の比率が極めて低いことが分かる。

表 4.1.1 人口予測

単位：万人

	人口 (統計値)			予測人口					
	1990年	1994年	1995年	増加率	2000年	増加率	2010年	増加率	2020年
蘇州市区	101.6	105.0	105.7	0.8%	110.0	0.8%	119.0	0.8%	128.8
張家港市	83.4	84.9	85.0	0.4%	86.7	0.4%	90.2	0.4%	93.8
常熟市	103.3	104.3	104.4	0.2%	105.4	0.2%	107.6	0.2%	109.9
吳縣市	95.2	96.8	97.1	0.4%	99.1	0.4%	103.1	0.4%	107.4
吳江市	76.4	77.7	77.7	0.3%	79.0	0.3%	81.8	0.3%	84.6
蘇州市計	459.9	468.7	470.0	0.4%	480.3	0.4%	501.7	0.4%	524.4
無錫市区	92.8	96.1	107.5	0.5%	110.2	0.5%	115.9	0.5%	121.8
江陰市	110.3	113.4	113.7	0.5%	116.6	0.5%	122.6	0.5%	128.8
錫山市	107.9	109.8	98.9	0.5%	101.4	0.5%	106.6	0.5%	112.0
宜興市	106.7	109.1	109.1	0.5%	111.9	0.5%	117.6	0.5%	123.6
無錫市計	417.7	428.3	429.2	0.5%	440.1	0.5%	462.6	0.5%	486.2
常州市区	66.8	71.1	80.7	0.5%	82.7	0.5%	86.9	0.5%	91.4
武進市	128.5	129.3	121.5	0.5%	124.6	0.5%	131.0	0.5%	137.7
金壇市	54.2	54.1	54.1	0.5%	55.4	0.5%	58.3	0.5%	61.2
溧陽市	75.4	77.0	77.4	0.5%	79.3	0.5%	83.4	0.5%	87.7
常州市計	324.9	331.4	333.6	0.5%	342.1	0.5%	359.6	0.5%	378.0
丹陽市	n.a.	80.5	80.8	0.3%	82.0	0.3%	84.5	0.3%	87.1
丹徒県	n.a.	9.6	9.5	0.2%	9.6	0.2%	9.8	0.2%	10.0
句容県	n.a.	13.3	13.3	0.3%	13.5	0.3%	13.9	0.3%	14.3
鎮江市計	n.a.	103.4	103.6	0.2%	105.1	0.3%	108.2	0.3%	111.4
高淳県	n.a.	10.3	10.3	0.4%	10.5	0.4%	10.8	0.4%	11.0
湖州市区	n.a.	104.5	105.1	0.6%	108.3	0.6%	115.0	0.6%	122.1
長興県	n.a.	61.0	61.4	0.6%	63.2	0.6%	67.1	0.6%	71.3
安吉県	n.a.	44.4	44.6	0.6%	46.0	0.6%	48.8	0.6%	51.8
德清県	n.a.	26.4	26.7	0.6%	27.5	0.6%	29.2	0.6%	31.0
湖州市計	n.a.	236.4	237.9	0.6%	245.1	0.6%	260.2	0.6%	276.2
余杭市	n.a.	34.8	35.0	0.7%	35.3	0.7%	37.8	0.7%	40.5
臨安市	n.a.	13.8	13.9	0.4%	13.9	0.4%	14.5	0.4%	15.1
杭州市計	n.a.	48.6	48.9	0.6%	49.2	0.6%	52.3	0.6%	55.6
郎溪県	n.a.	2.4	2.4	0.9%	2.4	0.9%	2.6	0.9%	2.9
広徳県	n.a.	3.3	3.4	0.5%	3.4	0.5%	3.6	0.5%	3.7
寧国県	n.a.	0.6	0.6	0.3%	0.6	0.3%	0.6	0.3%	0.6
宣城地区計	n.a.	6.3	6.3	0.6%	6.4	0.6%	6.8	0.6%	7.2
合計			1,639.8		1,678.7		1,762.1		1,850.0

参考資料：

- (1) 各地級市の統計年鑑 (1995年版、1996年版)
- (2) 各地級市の九五計画 (新聞発表)

表 4.1.2 都市人口予測

単位：万人

	人口統計		予測人口(総人口)			都市人口(統計)		都市人口比率 伸び率			都市人口予測							
	1994年	1995年	2000年	2010年	2020年	1994年	1995年	1994年	1995年	2000年	比率	伸び率	2010年	比率	伸び率	2020年	比率	
																		2000年
蘇州市区	105.0	105.7	110.0	119.0	128.8	76.6	78.1	73.0%	73.8%	1.9%	85.8	78.0%	1.9%	103.5	87.0%	1.9%	124.9	97.0%
張家港市	84.9	85.0	86.7	90.2	93.8	12.7	13.8	15.0%	16.3%	9.0%	21.3	24.6%	1.9%	25.7	28.5%	1.9%	31.0	33.1%
常熟市	104.3	104.4	105.4	107.6	109.9	21.4	22.6	20.6%	21.6%	5.2%	29.1	27.6%	1.9%	35.1	32.6%	1.9%	42.4	38.6%
吳江市	96.8	97.1	99.1	103.1	107.4	14.0	15.3	14.5%	15.8%	9.4%	24.0	24.2%	1.9%	29.0	28.1%	1.9%	35.0	32.6%
吳江市	77.7	77.7	79.0	81.8	84.6	14.5	14.9	18.7%	19.2%	2.5%	16.9	21.3%	1.9%	20.4	24.9%	1.9%	24.6	29.1%
蘇州市計	468.7	470.0	480.3	501.7	524.4	139.3	144.7	29.7%	30.8%	3.9%	177.0	36.9%	1.9%	213.7	42.6%	1.9%	257.9	49.2%
無錫市区	96.1	107.5	110.2	115.9	121.8	86.3	89.2	89.8%	83.0%	1.9%	98.0	88.9%	1.9%	107.7	92.9%	0.9%	118.3	97.1%
江陰市	113.4	113.7	116.6	122.6	128.8	24.5	31.8	21.6%	28.0%	6.5%	43.6	37.4%	1.9%	47.9	39.1%	0.9%	52.7	40.9%
錫山市	109.8	98.9	101.4	106.6	112.0	27.3	26.2	24.9%	33.9%	6.5%	35.9	45.3%	1.9%	39.5	47.3%	0.9%	43.4	49.5%
宜興市	109.1	109.1	111.9	117.6	123.6	31.9	33.5	29.2%	24.0%	6.5%	45.9	32.1%	1.9%	50.4	33.6%	0.9%	55.4	35.1%
無錫市計	428.3	429.2	440.1	462.6	486.2	170.0	180.8	39.7%	42.1%	6.4%	223.5	50.8%	1.9%	245.5	53.1%	0.9%	269.7	55.5%
常州市区	71.1	80.7	82.7	86.9	91.4	68.3	69.0	96.1%	85.5%	1.0%	72.5	87.7%	1.0%	80.1	92.2%	1.0%	88.5	96.8%
武進市	129.3	121.5	124.6	131.0	137.7	12.8	13.0	9.9%	10.7%	1.7%	14.1	11.3%	1.7%	16.7	12.7%	1.0%	18.4	13.4%
金壇市	54.1	54.1	55.4	58.3	61.2	7.5	7.8	13.9%	14.3%	3.3%	11.3	20.5%	3.3%	15.7	26.9%	1.0%	17.3	28.3%
溧陽市	77.0	77.4	79.3	83.4	87.7	27.7	28.2	36.0%	36.5%	1.8%	30.9	38.9%	1.8%	36.9	44.2%	1.0%	40.7	46.5%
常州市計	331.4	333.6	342.1	359.6	378.0	116.3	117.9	35.1%	35.4%	1.4%	128.8	37.7%	1.5%	149.4	41.5%	1.0%	155.0	43.7%
丹陽市	80.5	80.8	82.0	84.5	87.1	20.0	20.5	24.9%	25.4%	2.2%	22.8	27.9%	2.2%	28.4	33.6%	2.2%	35.3	40.5%
丹徒縣	9.6	9.5	9.6	9.8	10.0	1.1	1.1	11.1%	11.3%	1.3%	1.2	12.0%	1.3%	1.3	15.0%	2.2%	1.6	16.3%
句容縣	13.3	13.3	13.5	13.9	14.3	2.0	2.1	15.2%	15.9%	4.4%	2.3	17.0%	2.3%	2.9	20.0%	2.2%	3.6	25.0%
鎮江市計	103.4	103.6	105.1	108.2	111.4	23.1	23.7	25.0%	22.9%	2.4%	26.3	25.0%	2.2%	32.6	30.1%	2.2%	40.5	36.4%
高淳縣	10.3	10.3	10.5	10.8	11.0	1.0	1.1	10.0%	10.3%	4.0%	1.3	12.5%	2.0%	1.6	15.0%	2.1%	2.0	18.1%
湖州市区	104.5	105.1	108.3	115.0	122.1	23.9	24.4	22.8%	23.2%	2.3%	27.3	25.2%	2.3%	34.3	29.9%	2.3%	43.1	35.3%
長興縣	61.0	61.3	63.2	67.1	71.3	11.4	11.5	18.7%	18.7%	0.7%	11.9	18.8%	0.7%	12.7	19.2%	0.7%	13.7	19.2%
安吉縣	44.4	44.6	46.0	48.8	51.8	5.5	5.6	12.4%	12.4%	0.9%	5.8	12.6%	0.9%	7.7	16.5%	0.9%	8.4	16.3%
德清縣	26.4	26.5	27.5	29.2	31.0	5.4	5.5	13.3%	20.9%	2.4%	6.2	22.6%	2.4%	7.9	27.4%	2.4%	10.0	32.3%
湖州市計	236.4	237.5	245.1	260.2	276.2	46.2	47.0	20.9%	19.8%	1.8%	51.3	20.9%	2.0%	62.7	24.1%	1.8%	75.2	27.2%
余杭市	34.8	34.9	35.3	37.8	40.5	6.4	6.6	18.6%	18.9%	2.3%	7.4	21.0%	2.5%	9.4	25.0%	2.8%	12.5	30.7%
臨安市	13.8	13.9	13.9	14.5	15.1	1.5	1.6	40.8%	11.4%	3.0%	1.8	13.2%	3.0%	2.5	16.9%	3.0%	3.3	22.1%
杭州市計	48.6	48.8	49.2	52.3	55.6	8.0	8.2	16.5%	16.8%	2.4%	9.2	18.8%	2.6%	11.9	22.8%	2.8%	15.8	28.4%
郎溪縣	2.4	2.4	2.4	2.6	2.9	0.3	0.3	13.9%	13.9%	0.9%	0.3	14.4%	0.9%	0.4	17.0%	0.9%	0.4	17.4%
広徳縣	3.3	3.4	3.4	3.6	3.7	0.4	0.4	10.7%	11.0%	2.8%	0.4	12.5%	2.8%	0.6	15.0%	2.8%	0.7	21.9%
寧国縣	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2	0.2	27.5%	28.8%	5.0%	0.2	31.9%	2.5%	0.2	35.0%	2.5%	0.3	53.4%
宣城地区	6.3	6.3	6.4	6.8	7.2	0.8	0.9	13.4%	13.7%	2.5%	1.0	15.0%	2.1%	1.2	17.3%	2.2%	1.5	23.0%
合計	1,633.3	1,639.4	1,678.7	1,762.1	1,850.0	504.7	524.2				618.4			718.6			827.6	

参考資料：各地級市の統計年鑑（1995年版、1996年版）

表 4.1.3 形態別工業生産高比

单位：%

行政区分	2000年			2010年			2020年		
	都市部	郷鎮	農村	都市部	郷鎮	農村	都市部	郷鎮	農村
蘇州市区	63.9	15.5	20.6	71.4	14.5	14.1	79.3	13.3	7.4
張家港市	28.6	38.4	33.0	34.1	35.6	30.4	39.4	32.8	27.8
常熟市	15.9	34.3	49.8	17.1	33.9	49.0	18.4	33.5	48.1
吳縣市	26.7	36.8	36.5	31.0	34.7	34.3	35.6	32.5	32.0
吳江市	18.4	51.0	30.7	22.8	48.3	29.0	27.6	45.3	27.1
無錫市区	67.5	10.1	22.4	70.3	9.5	20.2	72.9	9.0	18.1
江陰市	12.4	44.3	43.3	13.6	43.8	42.6	14.8	43.3	41.9
錫山市	17.0	42.4	40.7	20.2	40.8	39.0	23.4	39.2	37.3
宜興市	11.0	49.4	39.6	12.1	48.9	39.1	13.1	48.3	38.6
常州市区	62.8	18.6	18.6	65.6	17.6	16.7	68.5	16.7	14.9
武進市	9.1	48.6	42.3	10.6	47.8	41.5	12.3	47.0	40.7
金壇市	28.0	46.4	25.6	32.7	43.4	23.9	38.3	39.8	21.8
溧陽市	22.3	44.8	32.9	28.2	41.5	30.4	34.1	38.1	27.8
丹陽市	29.5	39.0	31.6	37.6	34.6	27.8	45.4	30.3	24.2
丹徒縣	82.0	8.4	9.6	85.3	6.9	7.9	88.7	5.3	6.1
句容縣	84.0	6.1	9.9	87.0	5.0	8.1	89.6	4.0	6.5
高淳縣	77.9	6.3	15.8	83.5	4.7	11.8	90.2	2.8	7.0
湖州市区	29.1	35.8	35.1	34.1	33.3	32.6	39.3	30.7	29.9
長興縣	21.4	44.3	34.3	22.5	43.7	33.8	23.7	43.0	33.2
安吉縣	29.4	26.0	44.7	35.7	23.7	40.7	37.7	22.9	39.4
德清縣	44.2	26.5	29.3	50.0	23.8	26.2	55.8	21.0	23.2
余杭市	55.9	12.5	31.6	61.4	10.9	27.6	65.7	9.7	24.5
臨安市	46.8	4.9	48.3	54.1	4.2	41.6	61.1	3.6	35.3
郎溪	28.7	22.5	48.8	31.9	21.5	46.7	36.9	19.9	43.2
廣德	15.3	12.2	72.5	17.9	11.9	70.2	21.8	11.3	66.9
寧國	45.3	35.8	18.9	47.5	34.4	18.1	49.9	32.8	17.3

表 4.1.4 土地利用予測 (2000年)

単位: km²

県、 県級市	市街地	耕地面積			山林	湖沼	合計
		水田	畑地	計			
蘇州市区	81	27	18	45	9	0	135
張家港市	18	711	36	747	9	0	774
常熟市	54	945	126	1,071	9	9	1,143
吳縣市	18	1,116	54	1,170	180	270	1,638
吳江市	27	1,008	18	1,026	0	108	1,161
蘇州市計	198	3,807	252	4,059	207	387	4,851
無錫市区	81	36	45	81	99	0	261
江陰市	36	792	36	828	27	0	891
錫山市	18	999	9	1,008	36	0	1,062
宜興市	72	1,026	135	1,161	441	72	1,746
無錫市計	207	2,853	225	3,078	603	72	3,960
常州市区	63	126	0	126	0	0	189
武進市	9	1,449	0	1,449	18	117	1,593
金壇市	9	720	108	828	63	81	981
溧陽市	9	891	351	1,242	243	18	1,512
常州市計	90	3,186	459	3,645	324	216	4,275
丹陽市	18	801	99	900	0	0	918
丹徒県	0	297	81	378	18	0	396
句容県	0	135	72	207	36	0	243
鎮江市計	18	1,233	252	1,485	54	0	1,557
高淳県	0	108	72	180	0	0	180
湖州市区	81	1,152	45	1,197	288	0	1,566
長興県	18	801	54	855	549	9	1,431
安吉県	18	522	18	540	1,296	27	1,881
德清県	9	243	0	243	342	9	603
湖州市計	126	2,718	117	2,835	2,475	45	5,481
余杭市	9	225	0	225	315	0	549
臨安市	9	198	18	216	621	9	855
杭州市計	18	423	18	441	936	9	1,404
朗溪県	0	72	9	81	0	0	81
広徳県	0	18	0	18	126	0	144
寧国県	0	0	0	0	36	0	36
宣城地区計	0	90	9	99	162	0	261
合計	657	14,418	1,404	15,822	4,761	729	21,969

参考資料: 各地級市の統計年鑑 (1995年版、1996年版)

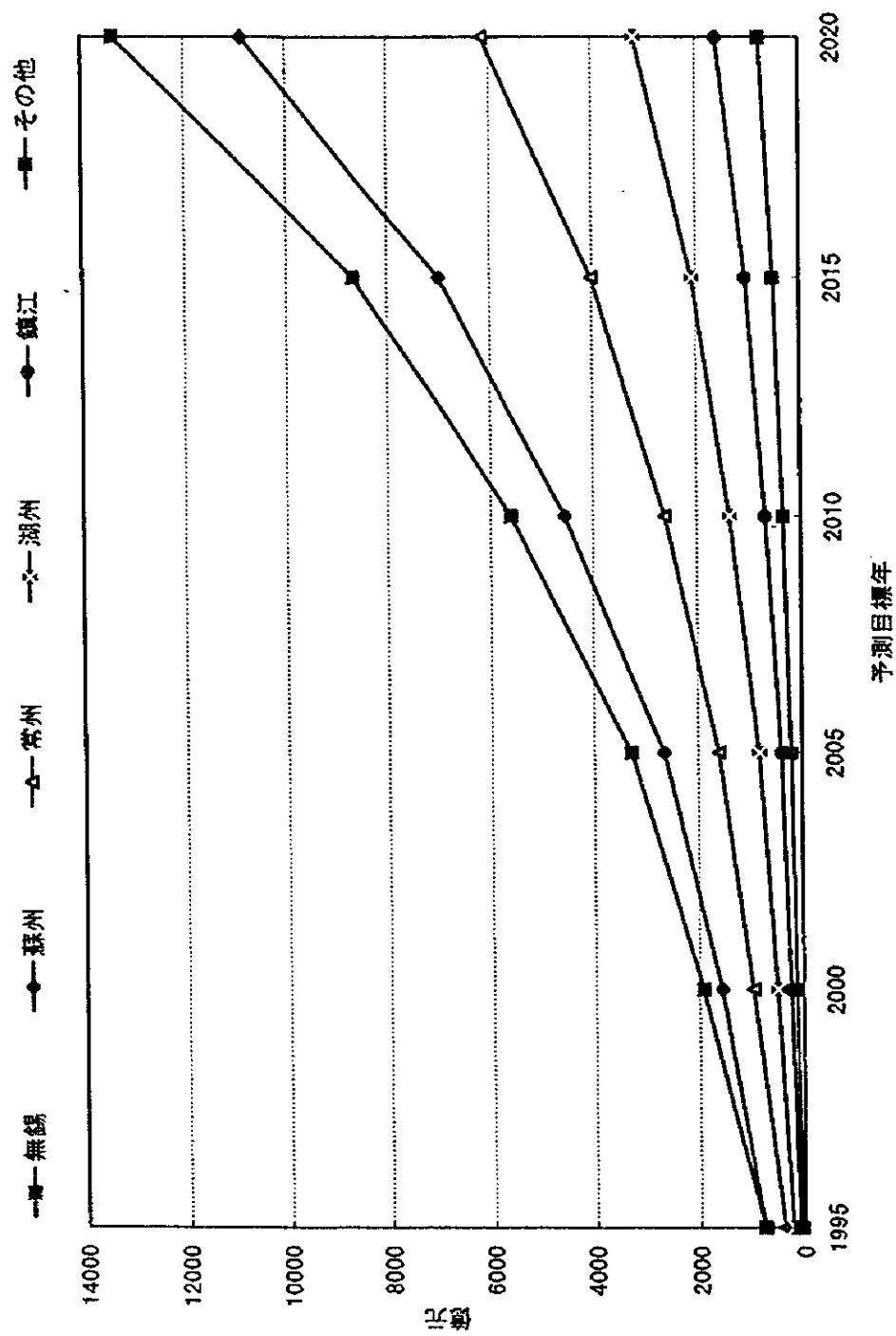


図4.1.1 行政区別国内総生産予測

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

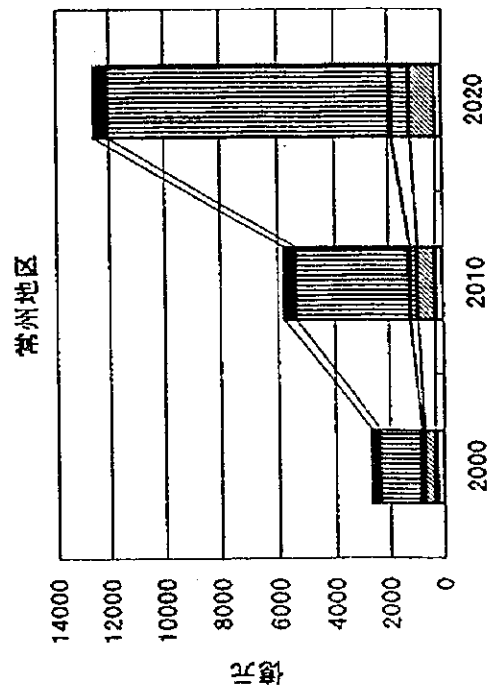
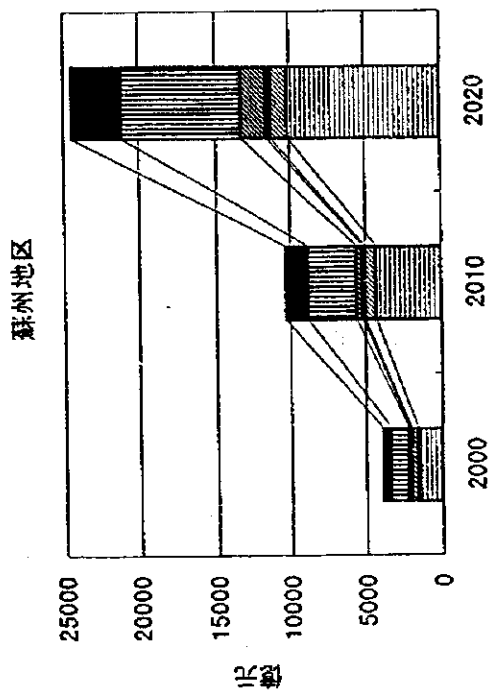
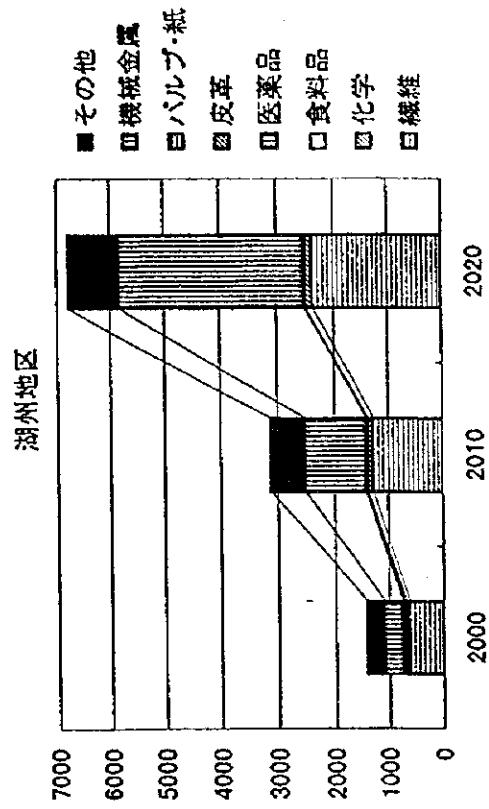
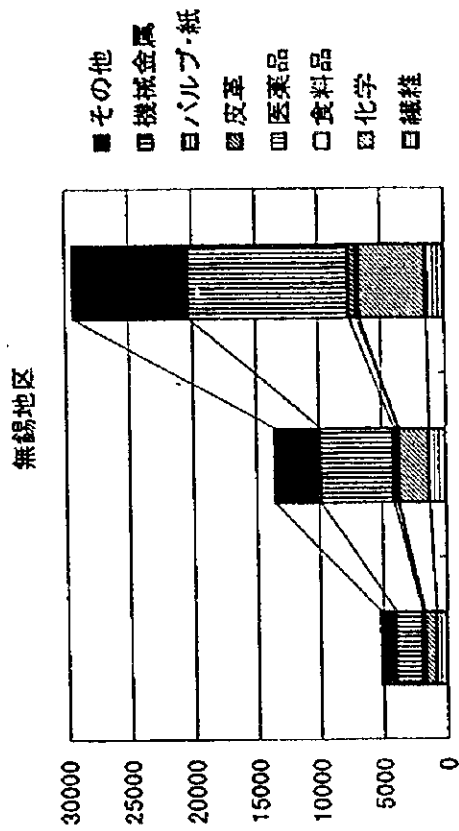
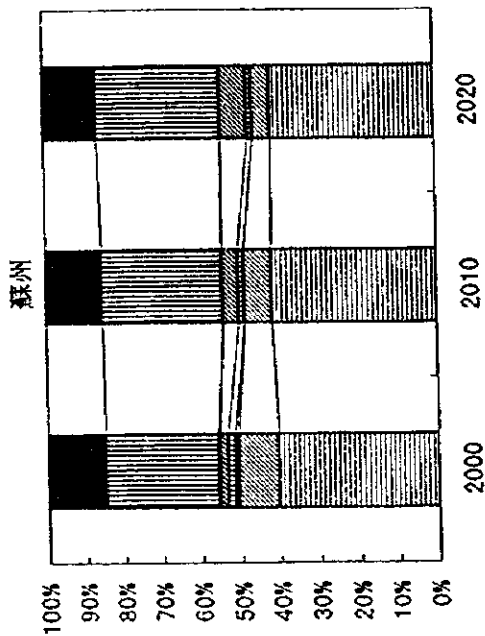
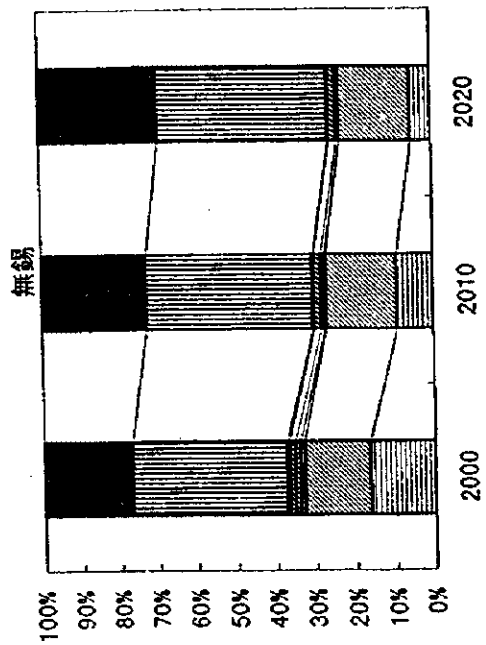


図 4.1.2 業種別工業生産高予測 (1/3)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

■ その他
 □ 機械金属
 ▨ パルプ・紙
 ▩ 皮革
 □ 医薬品
 □ 食料品
 ▨ 化学
 ▨ 繊維



■ その他
 □ 機械金属
 ▨ パルプ・紙
 ▩ 皮革
 □ 医薬品
 □ 食料品
 ▨ 化学
 ▨ 繊維

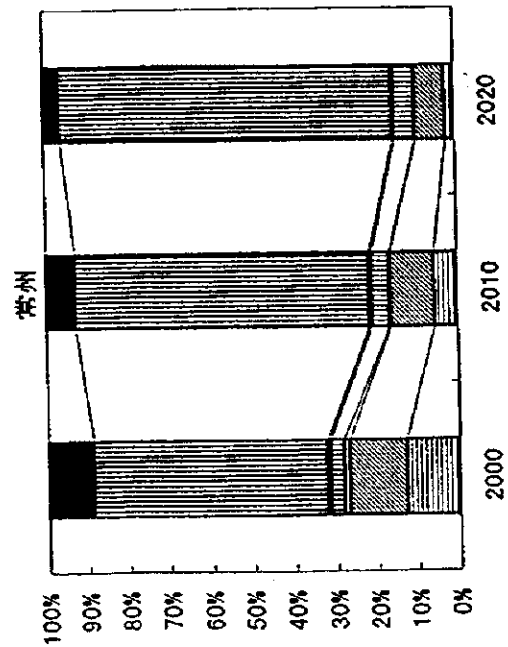
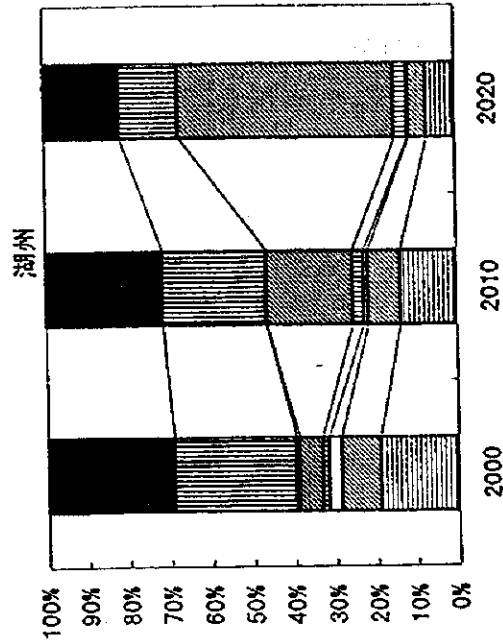


図 4.1.2 業種別工業生産高予測 (2/3)

中華人民共和国
 太湖水環境管理計画調査

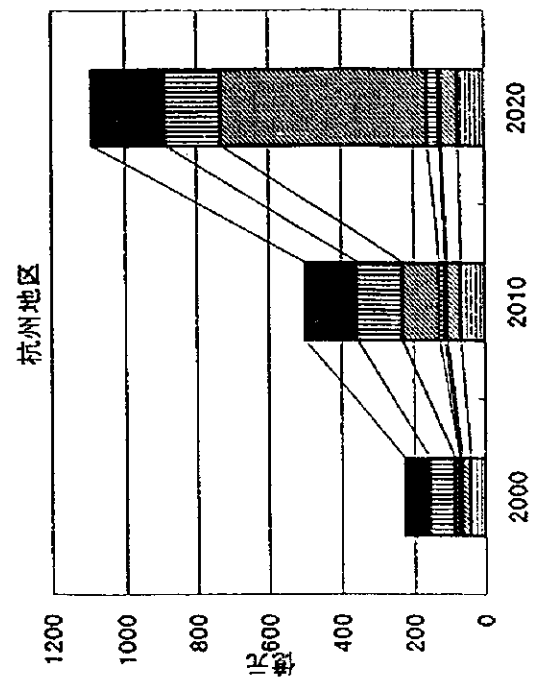
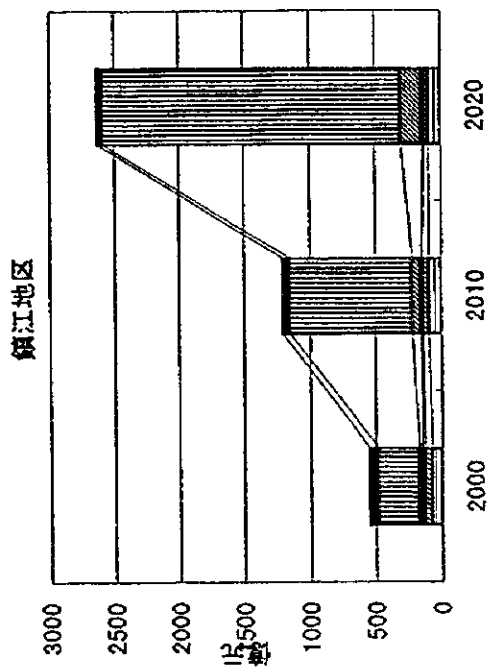
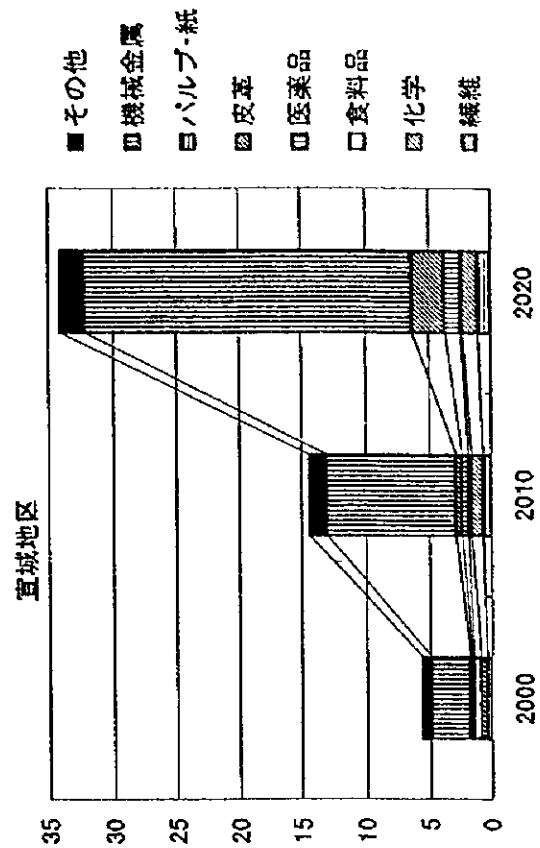
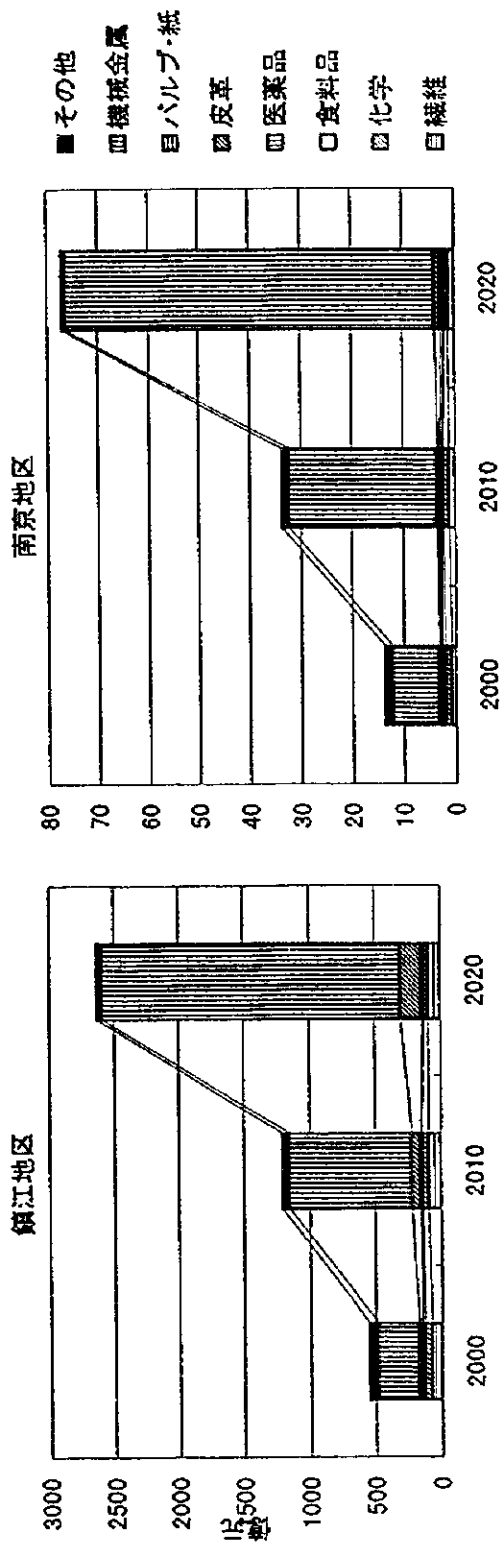


図 4.1.2 業種別工業生産高予測 (3/3)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

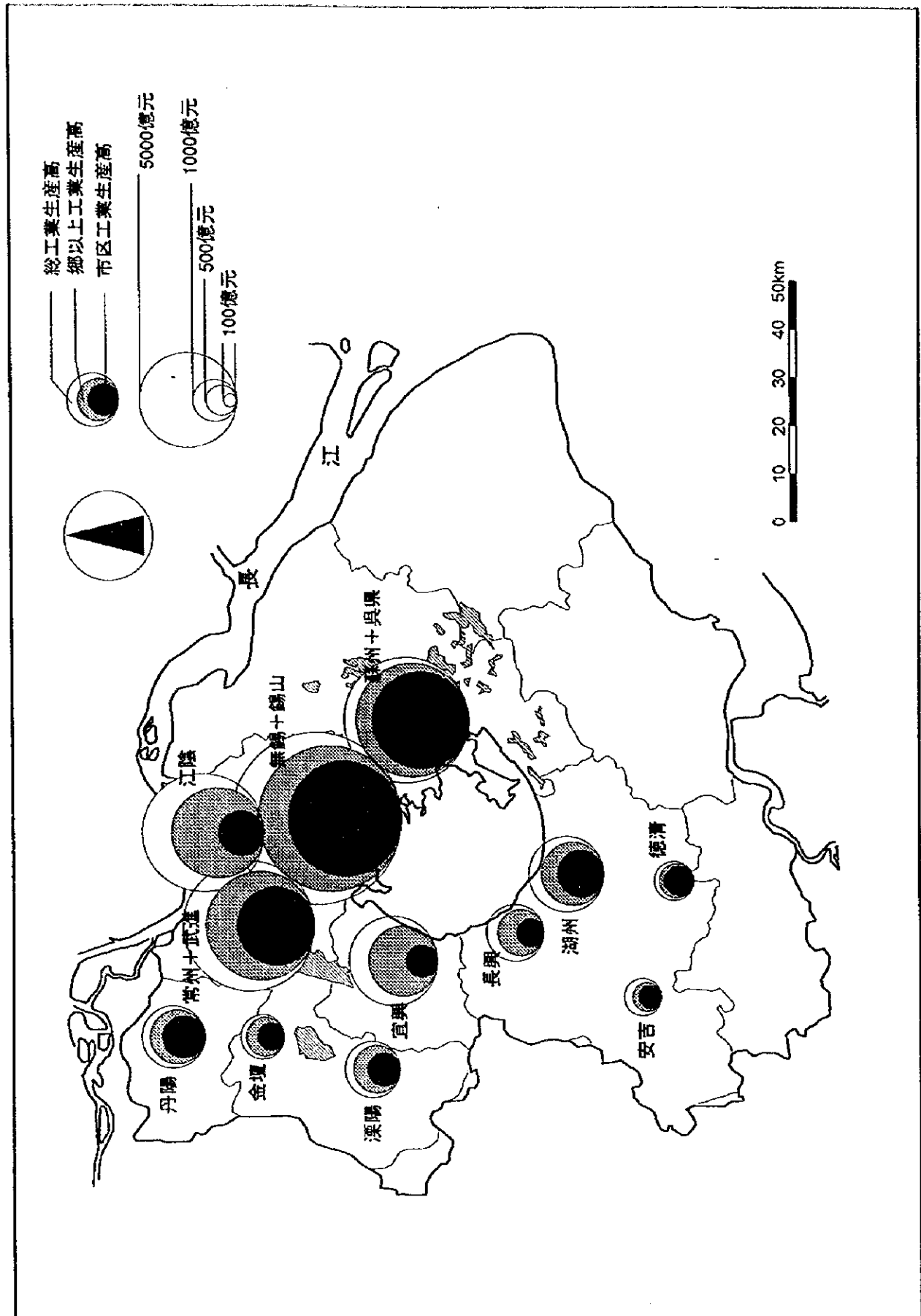


図4.1.3 太湖影響圏内における2020年工業生産高予測

中華人民共和國
太湖水環境管理計画調査

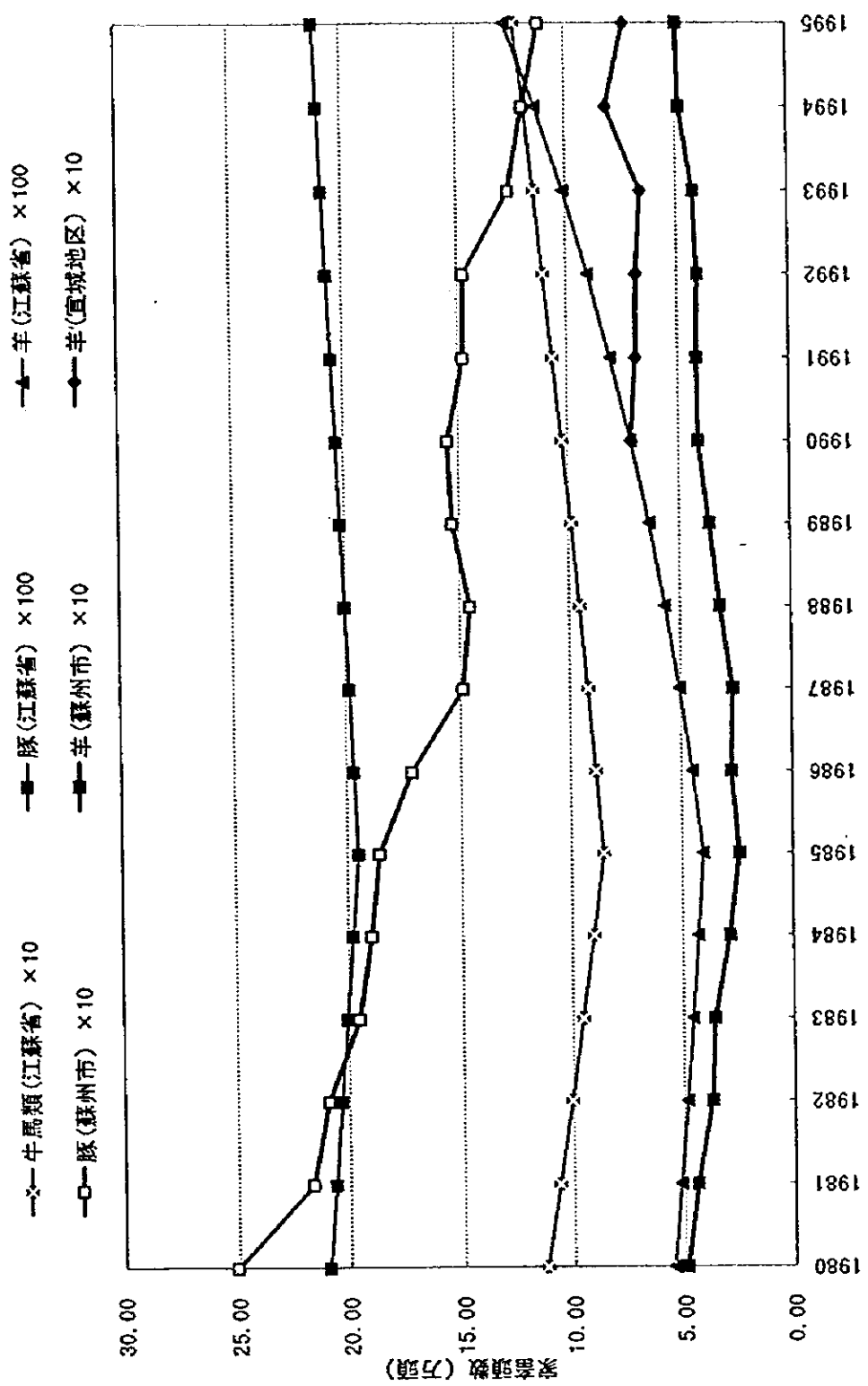


図 4.1.4 家畜頭数経年変化

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

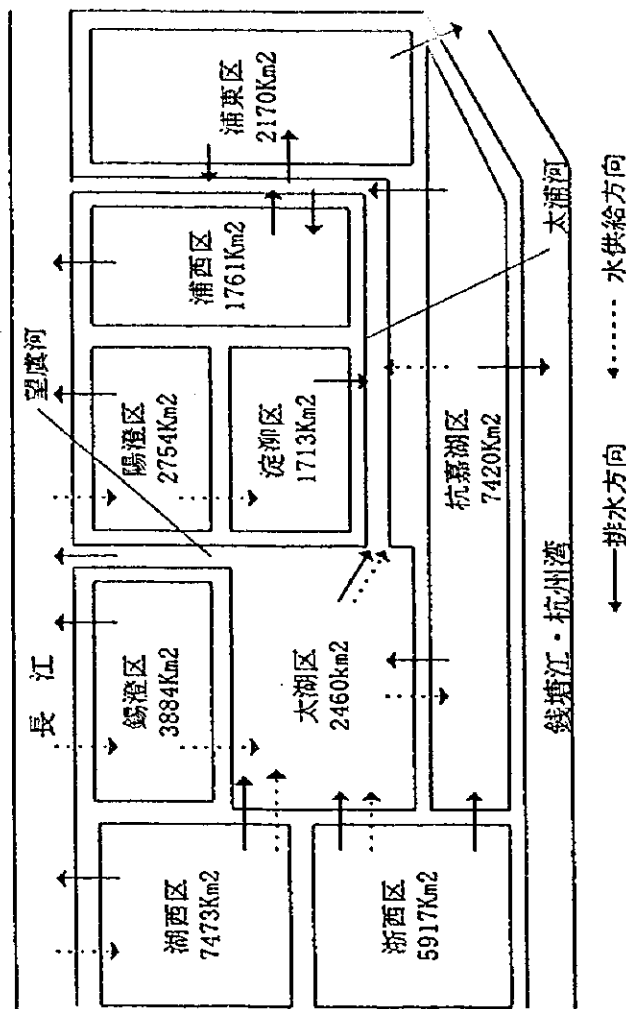


図 4.2.1 太湖流域総合整備計画における9湖区分割

中華人民共和國

太湖水環境管理計画調査

凡例

- 事業名 4大プロジェクト
- 事業名 その他10大プロジェクト
- 開渠
- 河川改修
- ポンプ場
- ゲート
- 主要都市
- 河川
- 既設ゲート(10大プロジェクト以外)

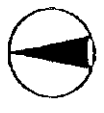
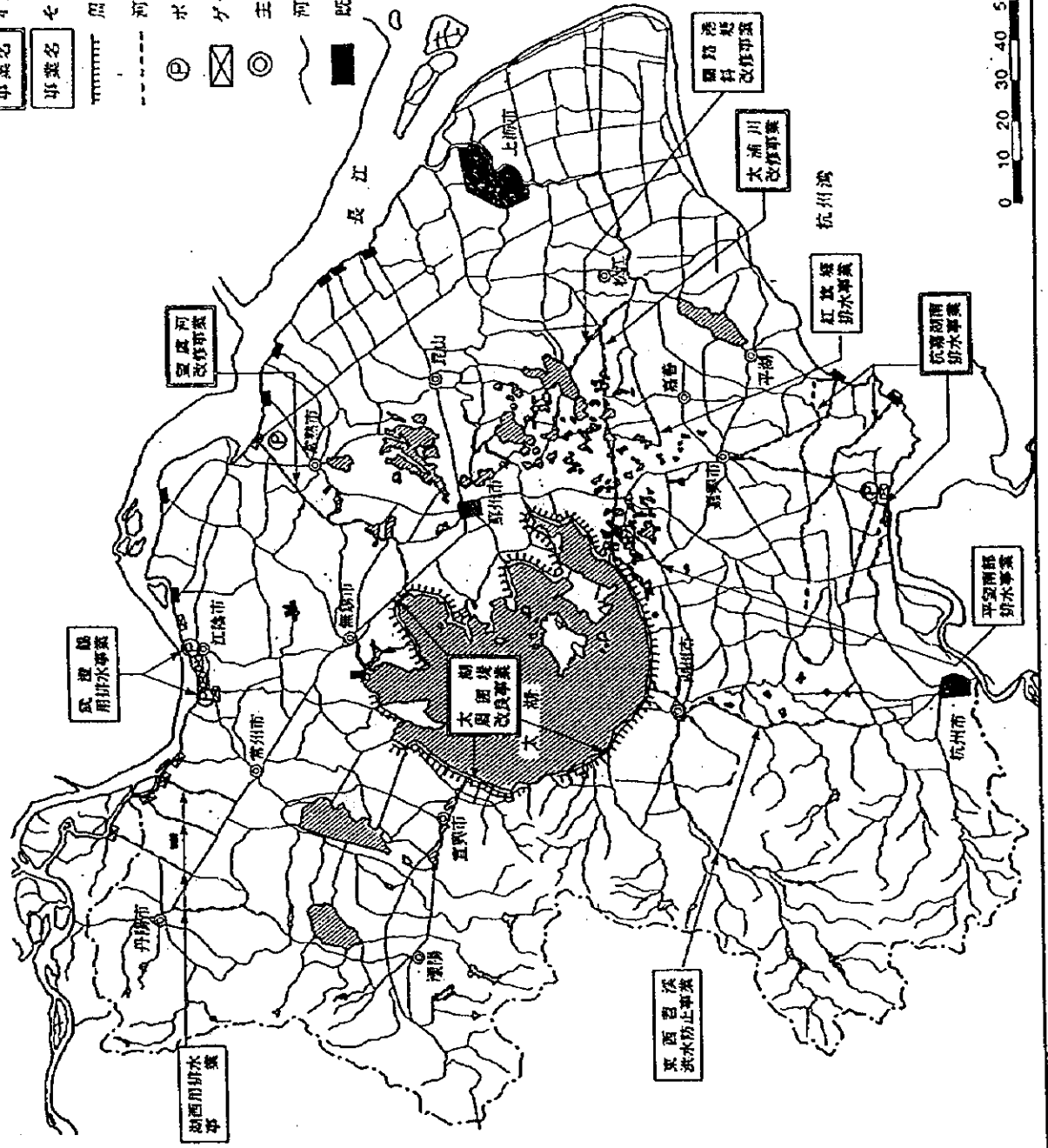


図 4.2.2 太湖流域総合整備計画 10大プロジェクト

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

第5章

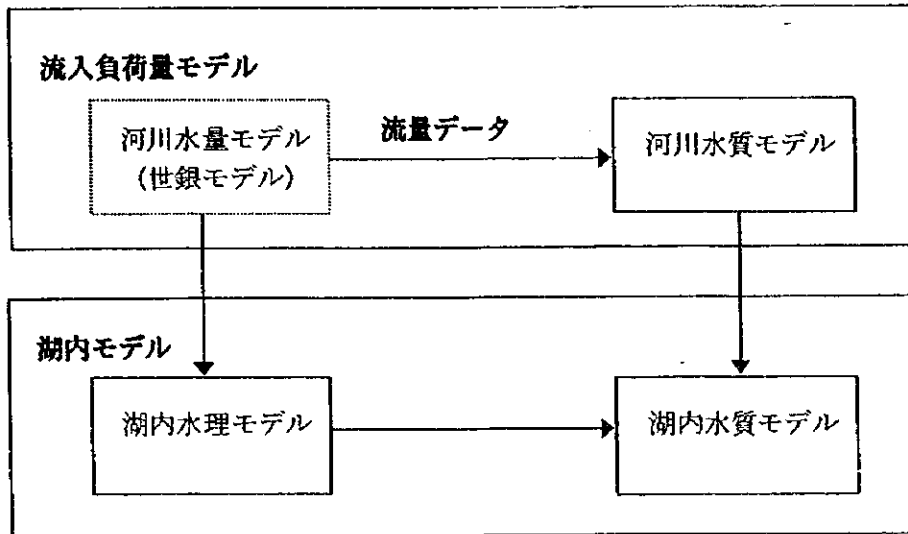
太湖富栄養化予測モデル

第5章 太湖富栄養化予測モデル

5-1 モデルの開発目的と全体構成

太湖流域管理局は1994年より太湖流域の洪水防御と河川網の水質保全に活用できる水量・水質モデル(世銀モデル)の開発を進めてきたが、このモデルでは太湖全体を1つのノード(水量・水質モデルにおいてデータを入出力するポイント)として扱っている。本調査では太湖内部における水及び汚濁物質の循環を詳細に記述することができ、最終的には世銀モデルと連結することにより、流域の水理・負荷量変化とそれに伴う湖内の水質変化を一体的に取扱うことのできるモデルを開発することにした。

太湖の富栄養化モデルの全体構成は、下図に示すように流入負荷量モデルと湖内モデルから構成される。



流入負荷量モデルは、太湖に接続する河川の流入・流出水量を算定する河川水量モデルと河川水質を算定する河川水質モデルの2つから構成される。このうち、河川水量モデルは河海大学の程文輝教授が開発したものをベースに、世銀プロジェクトで完成されたものである。

湖内モデルは、湖流特性を把握するための湖内水理モデルと富栄養化に伴う水質変化を把握するための湖内水質モデルから構成される。なお、湖内水質モデルは、水質シミュレーションを行う上での計算時間の短縮のため、水質的にほぼ一様と見なせる水域をブロックとして扱い、ブロック単位で水理量及び流入負荷量等を入力して水質変化を予測するモデルとなっている。

5-2 モデルの構造

5-2-1 河川水量モデル

河川水量モデルは河道の流れを求める次元不定流モデル、ゲート・ポンプ場等の水理施設からの流れを求める水理施設モデル、流域からの流出量を求める流出モデル及び湖沼の流れとその流入・流出量を算定する次元不定流モデルから構成されている。

当流域の河川網は非常に複雑であるため、河川の方法がほぼ平行と見なせる河川はまとめることによって、取り扱うモデル中の河川本数を少なくしている。また、こうして単純化した河川網では水の流れは表現出来ても、河道網の容量が流域内の貯水量よりもずっと小さくなるため、流域に数多く見られる小河川、池、くぼ地の貯留能力を連続的に組み入れて、流域の貯留能力を表現する等の工夫がなされている。

河川網及び湖沼は4種類のノードと河道（ブランチ）で表現される。「境界流量点ノード」は西側山岳地帯に見られるもので流域流量が与えられ、又「境界水位点ノード」は長江、銭塘江、太湖沿いにあり水位が与えられる。「合流点ノード」は河道の合流点を示し、又、「湖沼ノード」は湖沼を表現する。図5.2.1に河川水量モデルの全流域ノード図を示す。

5-2-2 河川水質モデル

河川水質モデルは、太湖への流入負荷量を推定するためのサブモデルであるが、この他、世銀モデルの河道網構成、水量データの読込と処理、メッシュ（負荷量、土地利用）データの読み込みと処理等、太湖富栄養化予測モデルの中で非常に重要な役割を果たしている。

このモデルは流域内で排出された負荷量が河道に流入し、水量モデルに示される河道網に従って流下した後、太湖に流入するまでの過程を追跡することによって太湖への流入負荷量を求めるもので、①流域モデル、②河道モデル、③ノードモデルの3つのモデルから構成される。各モデルの概要は次のとおりである。

① 流域モデル

流域モデルは、流域内3kmメッシュの中の『排出負荷量 (Co)』が河道に到達して、『河道流入負荷量 (Cin)』となるまでの過程を表現するもので、 Cin/Co が流達率である。

② 河道モデル

各河道毎に、『河道上流端負荷量 (Cin)』が河道浄化を経て『河道流出負荷量 (Cout)』となるまでの過程を表現するモデルである。

③ ノードモデル

ノードモデルは、a.長江接続ノード、b.太湖接続ノード、c.合流点ノード、d.湖沼ノード、e.流域境界端ノードの5つに分けられ、各モデルの概要は次のとおりである。

a. ノードタイプ1 (長江接続ノード)

長江及びその他海域等と接続するノードでは、i点が長江接続ノードであれば河道Kijの河道流入端負荷量は次式となる。

$$\text{河道流入端負荷量} = \text{長江水質ノード} \times Q_{in}$$

b. ノードタイプ2 (太湖接続ノード)

太湖と接続するノードでは、i点が太湖接続ノードであれば河道Kijの河道流入端負荷量は次式となる。

$$\text{河道流入端負荷量} = \text{太湖水質ノード} \times Q_{in}$$

c. ノードタイプ3 (合流点ノード)

河道が合流するノードでは、流入河道の流入水量、負荷量及び流出河道の流出水量を既知として、完全混合を仮定して、流出負荷量を計算するモデルである。

d. ノードタイプ4 (湖沼ノード)

湖沼の取り扱い、太湖西側の「瀟湖」及び「洮湖」に対しては「簡易1次元モデル」を適用し、その他の湖沼に対しては「完全混合モデル」を適用する。

e. ノードタイプ5 (流域境界端ノード)

流域境界端ノードは便宜上の名称であるが、実質的には世銀水量モデルにおいて単位図法に基づいて流出流量を計算している太湖西部山岳地帯のノード点である。このノードでは、河道流入端負荷量を零とし、これらの山岳地帯からの負荷量はこのノードに続く河道に横流入させている。

5-2-3 湖内水理モデル

太湖は水深が最大で2.6mの浅水湖であり、また、現地調査で行った水塊構造調査の結果より、鉛直方向にはほぼ均一な水質分布状態にあるとみることができる。したがって、密度効果は比較的小さいと考えられるため、鉛直方向については1層として取り扱った。

湖内水理モデルは、太湖の湖流特性を解析するために湖内を1.2kmメッシュで表現した2次元1層モデルによる湖流シミュレーションプログラム（メッシュモデル）を含む。さらに、この湖流シミュレーションの計算結果を基に湖内水質モデルの入力データとなるブロック毎の水理量（ブロック間移動水量）を求めるプログラムが含まれている。

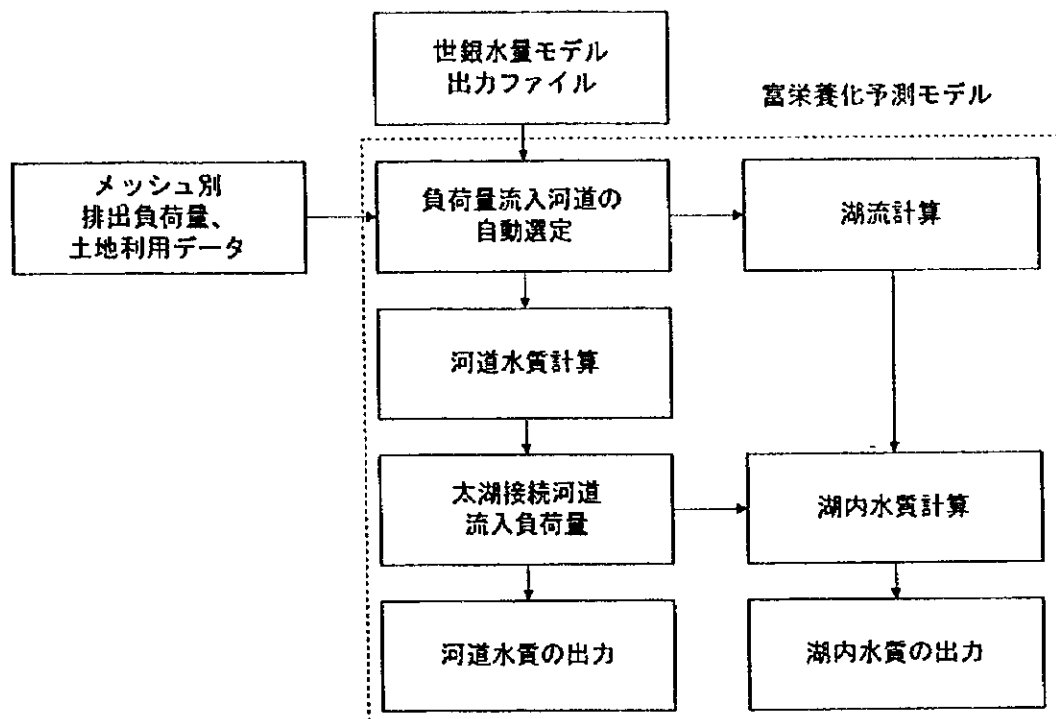
5-2-4 湖内水質モデル

太湖のように植物プランクトンの多量発生に起因する水質現象を取り扱うには、窒素やリン等の栄養塩類だけでなく、水温や日射量等の外部的要因、動植物プランクトン量等の生物的内部生産要因をも考慮する必要がある。このため、湖内水質モデルは、日本の湖沼の富栄養化対策を立案する際によく利用されている生態系モデルを基本とし、これを太湖の条件に適するように改変した。

選定した生態系モデルの概念を図5.2.2に示す。生態系の構成要素としては栄養塩（無機態の窒素(IN)及びリン(IP))、植物プランクトン（珪藻類及びその他藻類）、動物プランクトン及び非生物性有機物（主としてデトリタス:プランクトンの破砕物及び河川起源の粒状有機物）が考慮に入れられている。物質の移動経路としては、植物プランクトンの増殖、呼吸及び排泄（無機化率を考慮）、動物プランクトンの捕食、呼吸及び排泄（無機化率を考慮）、非生物性有機物の分解及び沈降、並びに底質からの溶出が考慮されている。

5-3 モデルの計算手順

富栄養化予測モデルの計算手順を下に示す。



5-4 モデルの再現性の検討

5-4-1 河川水量モデルの再現性

河川水量モデルに1988年と1995年の降雨量を与え、主要検証地点の水位を求めた結果と実測値を比較した（図5.4.1、図5.4.2）。

1988年は湖水位が低い年であるが、この年の計算結果はほぼ満足できる結果といえる。1995年は7月にかけてかなり急速に水位が上昇した年であるが、この年に対する計算結果は全般的に実測値に比べやや高くなった。

5-4-2 河川水質モデルのパラメータの同定

太湖流入河道（水量モデル 32 河道）に対応する水質と流量の同時実測値が少ないため、流入負荷量モデルのパラメータの同定は、1995 年の太湖内の水質測定値に基づき、最低限同年の水質を維持できる総流入負荷量が得られるように各パラメータを同定した。

対象パラメータは、基本条件で説明した流達率 α における a , b と河道浄化式における k の 3 つである。

各パラメータの地域別、土地利用別変化及び期別変化はないものとし、全対象地域及び対象期間に対し同一値を採用した。パラメータの同定結果は次の通りである。

対象物質	a	b	k
COD _(Mn)	0.92	0.6	1/20,000
T-N	4.09	0.7	1/20,000
T-P	4.11	0.7	1/20,000

5-4-3 湖内水理モデルの再現性

(1) 計算手順

湖内水理モデルの再現性を検証するために、安定した風況下における湖流シミュレーション（2次元1層モデル）を行い、計算結果がこれまで報告されているような湖流パターンを形成するかどうか検討した。

(2) 計算条件

① 計算格子

湖内水理計算（湖流シミュレーション）で用いる計算格子は、図5.4.3に示すように太湖の水域形状を表現できるように1.2km間隔とした。

② 計算ケース

計算ケースは風向がS、N、SE、Wの4ケースとし、風速はいずれのケースでも5m/sとした。

(3) 検証結果

計算結果を図5.4.4に示す。なお、図中には南京地理湖沼研究所（1993年）が行った数値シミュレーションによる太湖の代表的な風況条件の湖流パターンも併せて示してある。

太湖の代表的な風況条件におけ湖流パターンは、本モデルによる計算結果とこれまでに中国側で行われた計算結果はほぼ一致しており、本モデルに適用した基本式及び主要なパラメータ等については特に問題がないものと考えられる。

5-4-4 湖内水質モデルの再現性

(1) 計算手順

湖内水質モデルによる各ブロック内の水質予測計算は、流入等の外部負荷条件及び分割ブロック間水移動量計算プログラムによって計算されたブロック間の移動水量等を入力条件として行った。

(2) 計算条件

① 湖内水質モデルのブロック分割

湖内水質モデルに用いる太湖の水域区分（ブロック分割）は、図5.4.5に示すように現地調査及び既存資料による主要な水質項目の水平分布特性及び湖流の循環パターンを考慮し、12ブロックに分割した。

② 計算ケース

湖内水質モデルによる現況水質の再現性を検証するための計算ケースは、下表に示す2ケースである。

計算ケース		計算対象年	流 況	流 入 負 荷※
現況水質	検 証 1	1995 年	1995 年時の湖流計算結果	1995 年時の流入負荷量
	検 証 2	1996 年	1996 年時の湖流計算結果	1996 年時の流入負荷量

※：流域モデルにより予測対象年時の河道施設、降雨及び発生負荷量を入力条件として太湖への流入負荷量を算出した。

③ パラメータ

太湖のような閉鎖性の強い湖の場合、湖内の水質変化を支配する主要な反応速度項目は、植物プランクトンの増殖速度、沈降物の沈降速度及び分解速度、そして底泥からの汚濁物質の溶出速度と考えられる。そこで、本調査で実施した現地観測及び室内実験の結果にもとづいて、これらの速度を以下のように設定した。

a. 植物プランクトンの増殖速度

太湖の一次生産力を把握するために、明暗ビン試験を行い、植物プランクトンの比増殖速度として0.3~1.1 (1/day) の値を得た。湖内水質モデルでは、植物プランクトンは2種類(珪藻類、藍藻類)を取り扱う。珪藻類については本実験結果と日本の琵琶湖で求められた値を基に最大比増殖速度 (1/day) を0.4とした。また、藍藻類としては、太湖における水質汚濁の原因種であるMicrocystisを対象とし、本実験結果及び日本の霞ヶ浦で求められた値を基に最大比増殖速度を1.2とした。

b. 沈降速度

浮遊粒状物質の沈降速度を把握するために、沈降筒試験及び沈降量試験を行った。植物プランクトン及びデトリタスの沈降速度 (m/day) は、現地実験により得られた値は0.04~3.1とその変動幅が大きかった。そこで、水質シミュレーションにより測定値の範囲内で試行的にパラメータを設定し、その再現性から最適値を求めた。

c. 有機物の分解速度

有機物分解実験より得た各有機物の分解速度 (1/day) は、P-CODが0.028~0.069 (平均値:0.05)、S-CODが0.023~0.067 (0.03)、O-Nが0.008~0.02 (0.02)、O-Pが0.024~0.04 (0.03)の値を得た。湖内水質モデルでは、これらの平均値を最適値とした。

d. 底泥溶出速度

底泥溶出実験によると、底泥からの溶出量は汚濁物質の含有量と強い正の相関を示す。そこで、湖内水質モデルの入力条件となる各項目の溶出速度は、本実験で得た底泥含有量と溶出速度の相関関係及び底泥層厚分布状況を基に水域別に設定した。

なお、本モデルにおけるこれらの物質循環速度は水温や日射量の関数になっているので月別の平均水温や日射量を与えて季節変化を持たせた。

(3) 検証結果

湖内水質計算の結果を太湖流域管理局によるモニタリング結果と比較し、図5.4.6に示した。T-Nは2ヶ年とも計算値と実測値がよく一致している。T-Pは計算値の方が実測値に比べわずかに低めの値をしめしている。また、Chl-a及びT-COD_(Mn)では1995年の計算値は実測値に比べてわずかに低く、1996年の計算値は実測値に比べてわずかに高めの値を示している。しかし、これら項目の計算値は2ヶ年とも実測値の全体的な濃度分布傾向、すなわち太湖の北西部において各項目とも濃度が高く南東部で低くなる傾向や各水域の濃度レベルはよく一致しており、本モデルによる太湖の現況水質状況は概ね再現されていると言える。

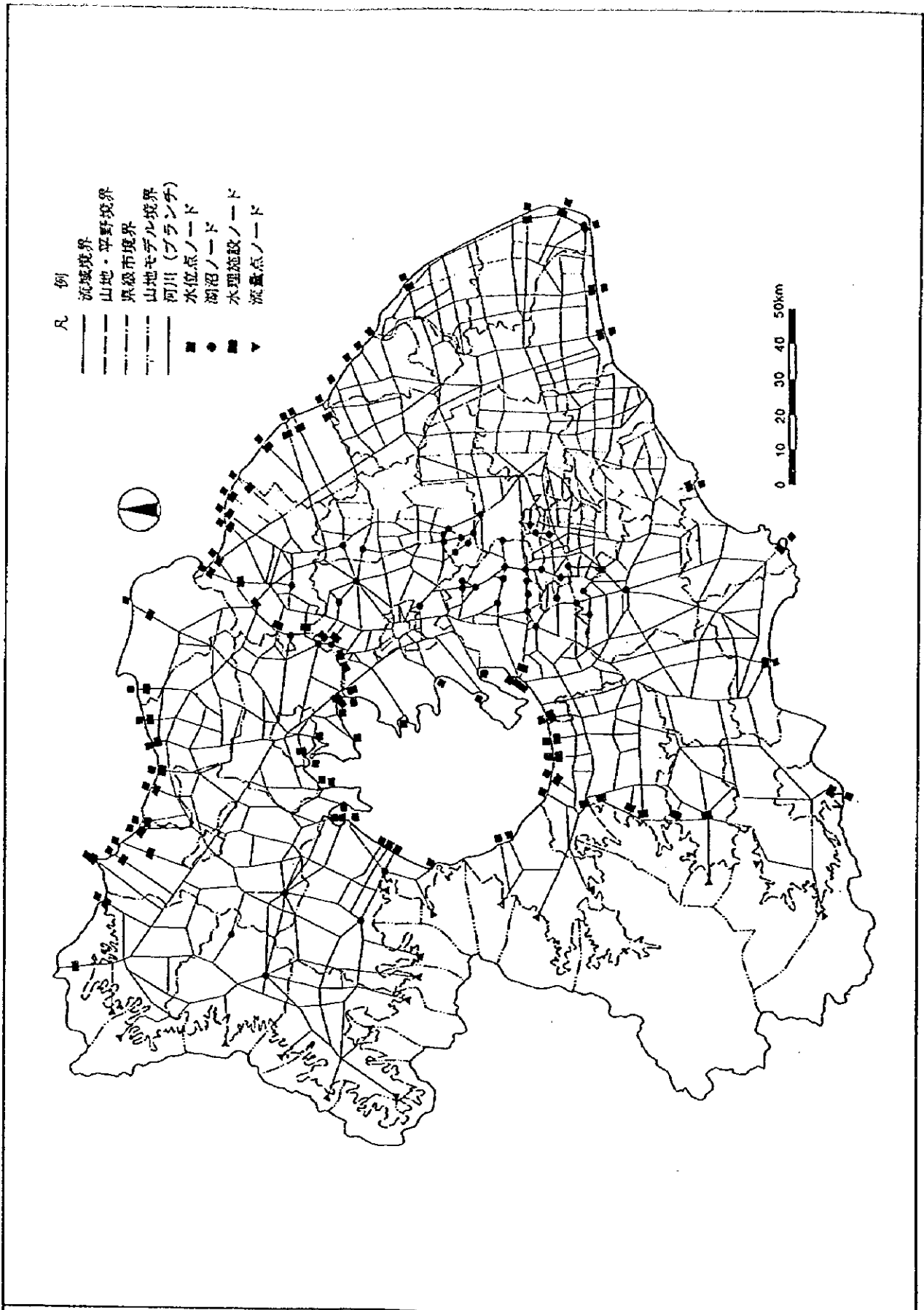


図 5.2.1 河川水量モデルノード図

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

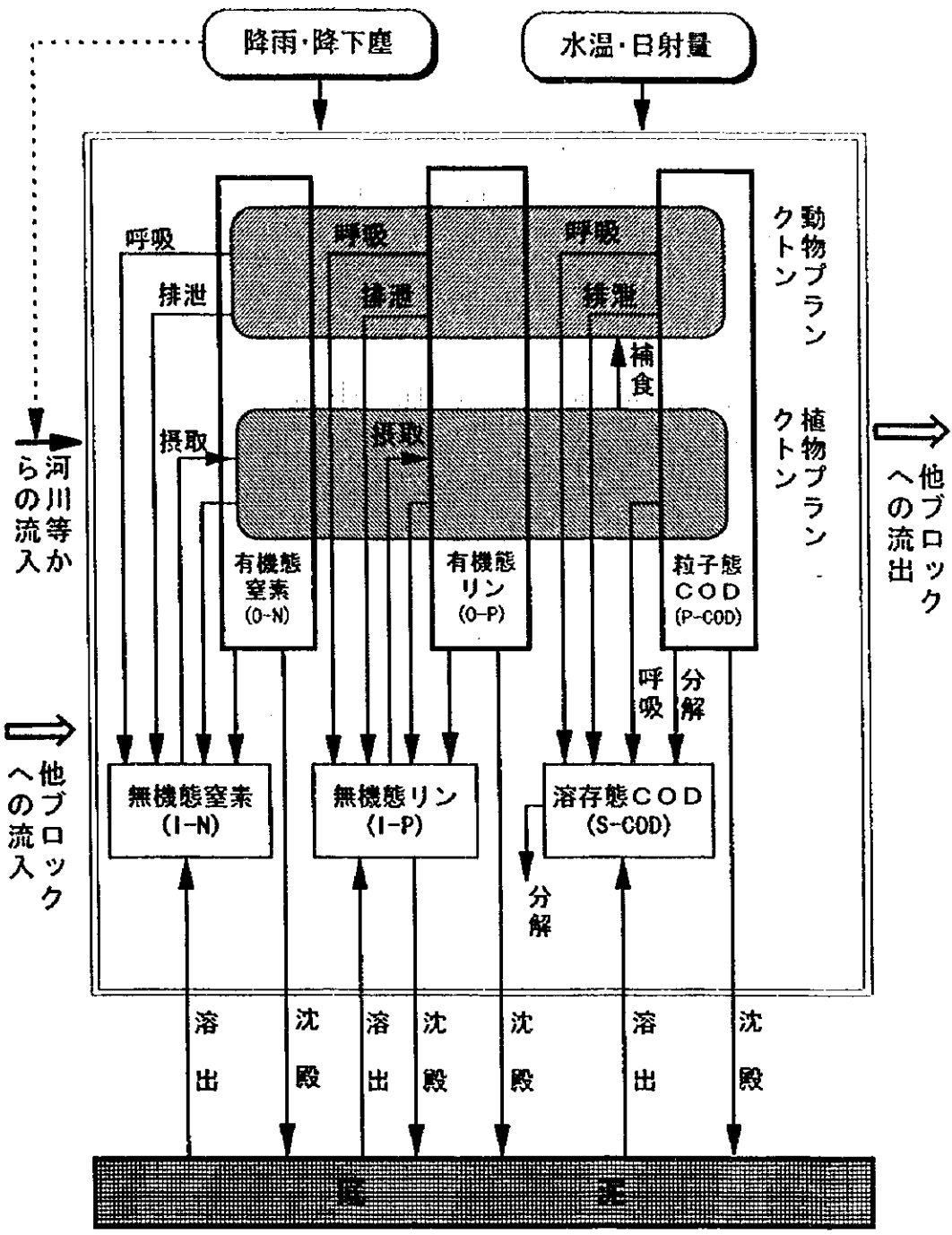


図5.2.2 生態モデルの概念図

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

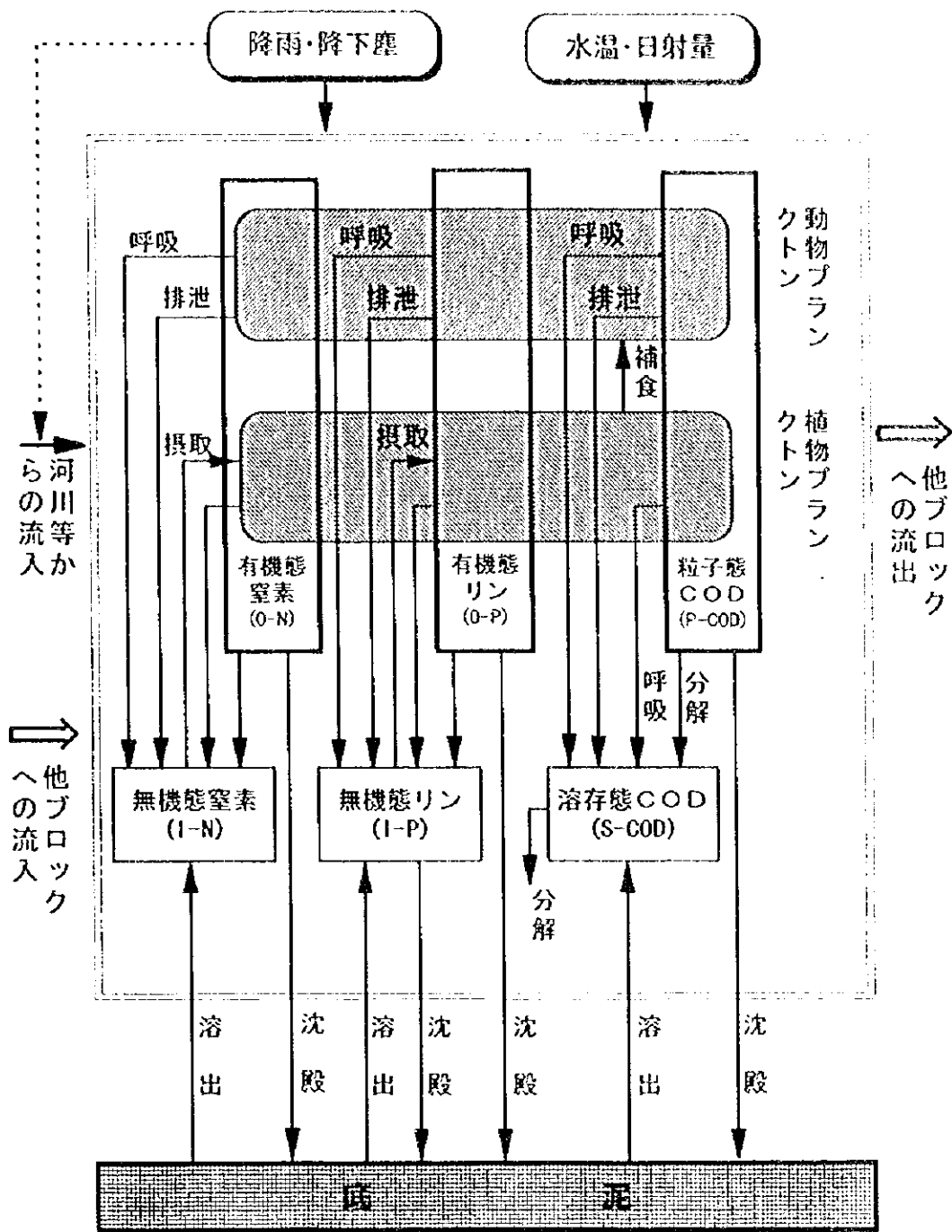


図5.2.2 生態モデルの概念図

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

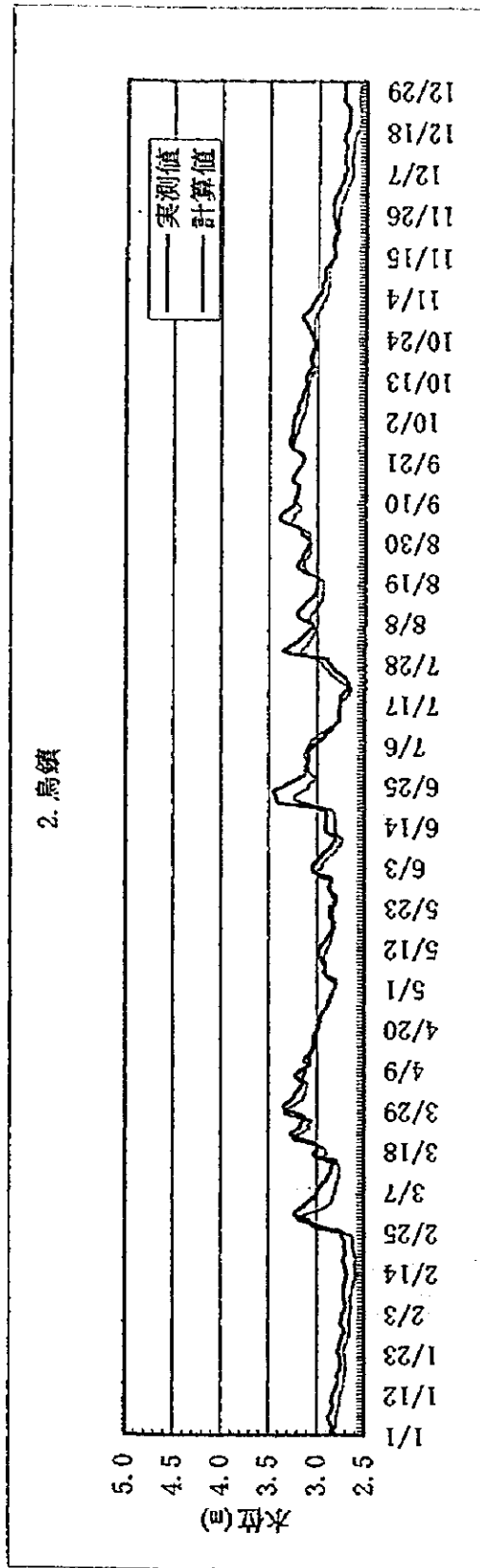
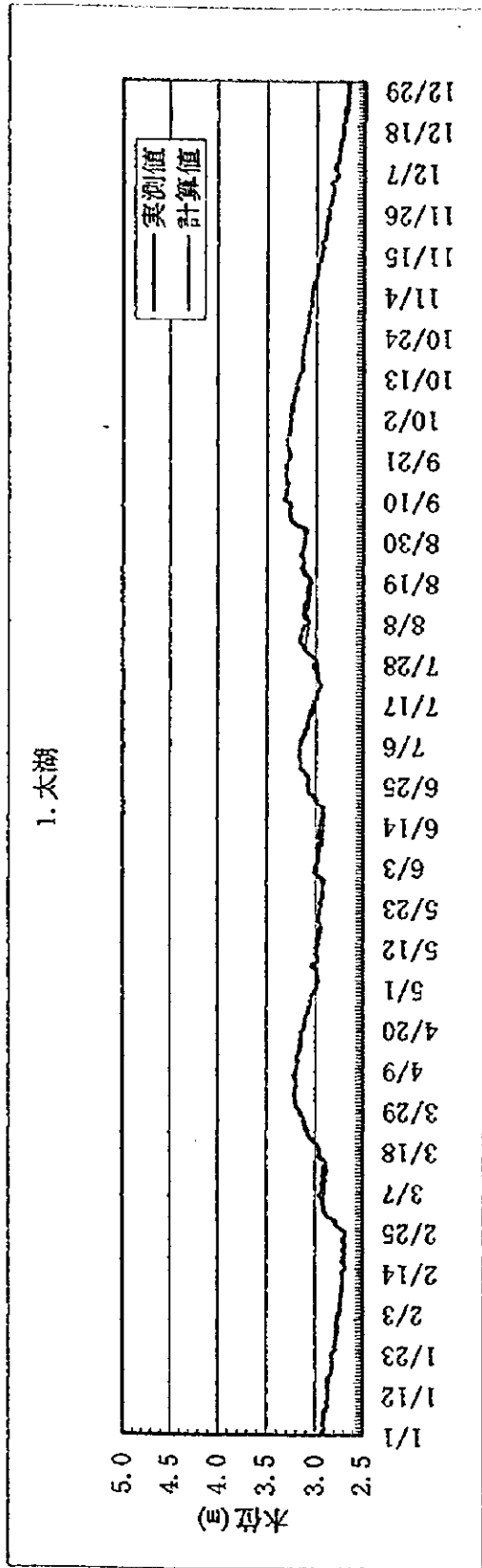
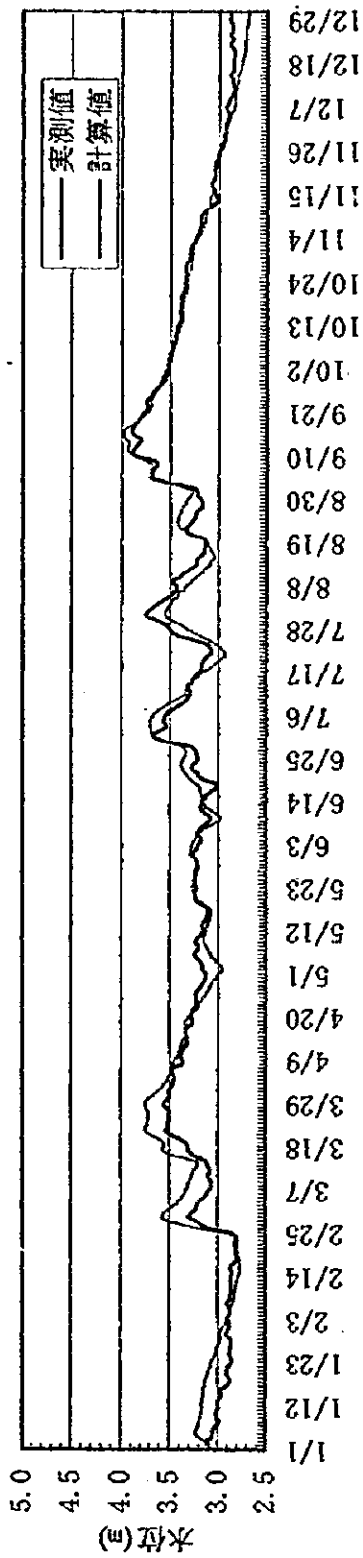


図5.4.1 1988年水量モデルの検証 (1/5)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

3. 溧陽



4. 宜兴

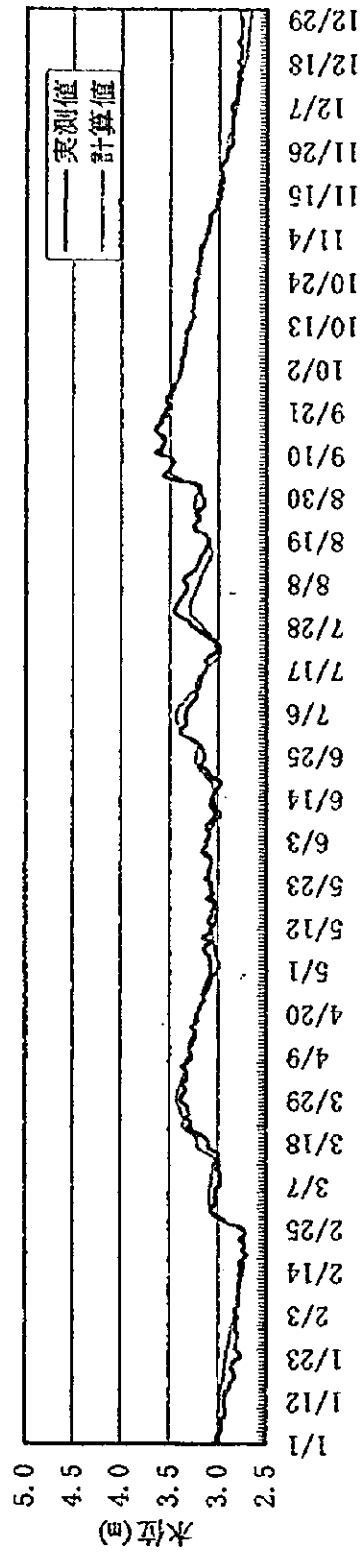


図 5.4.1 1988 年水量モデルの検証 (2/5)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

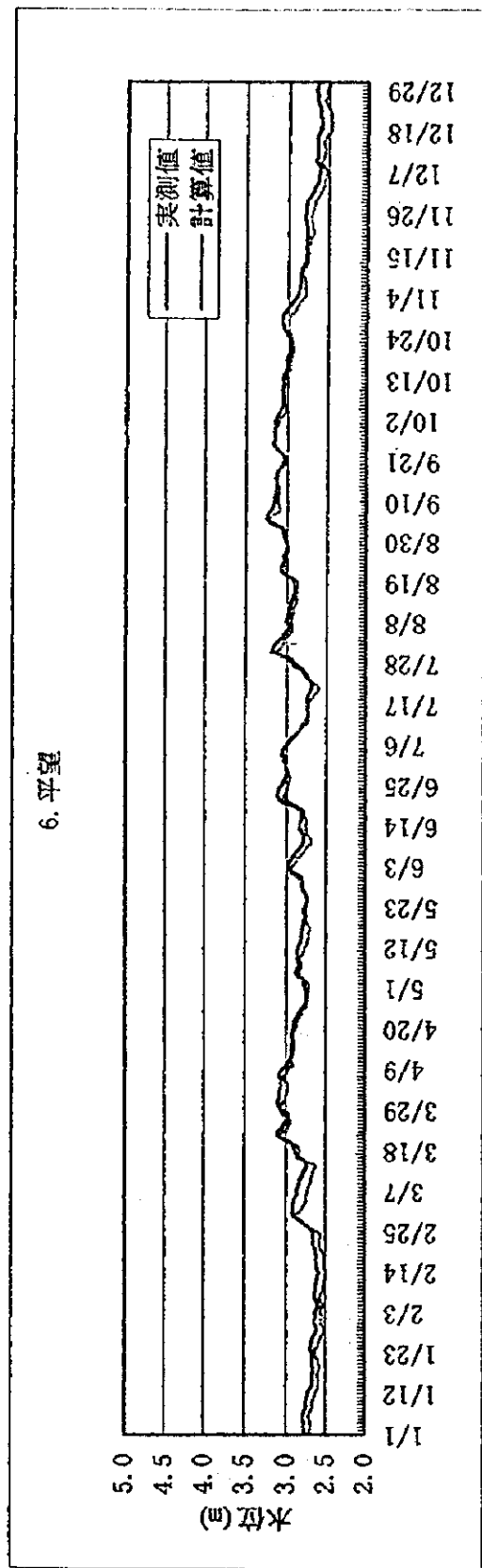
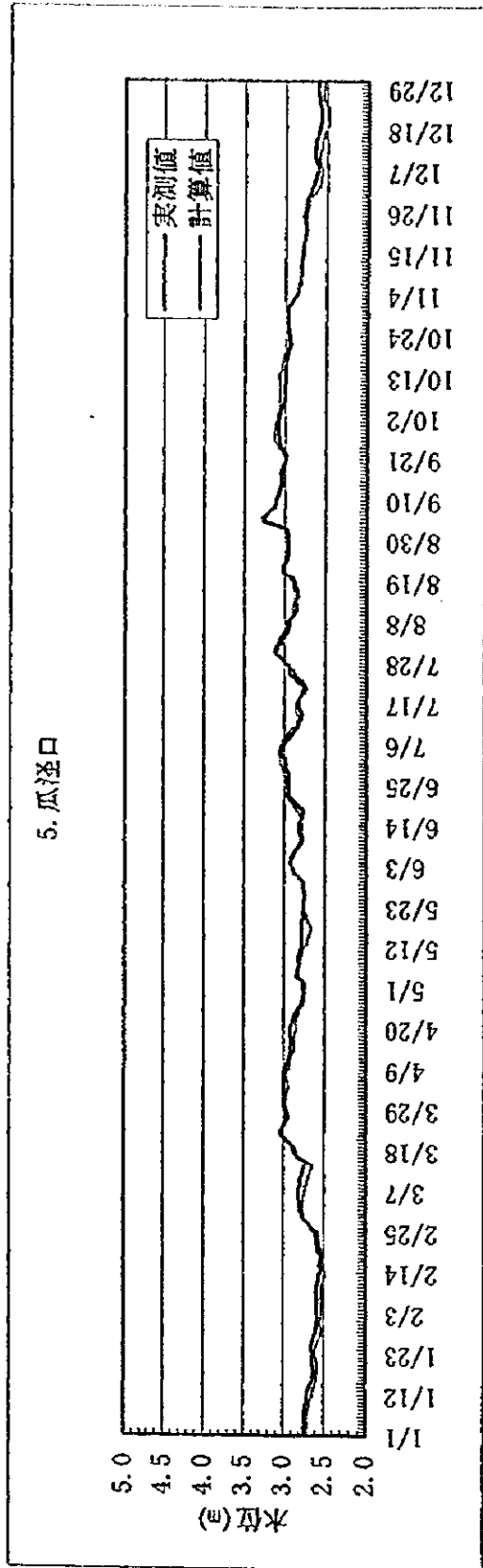
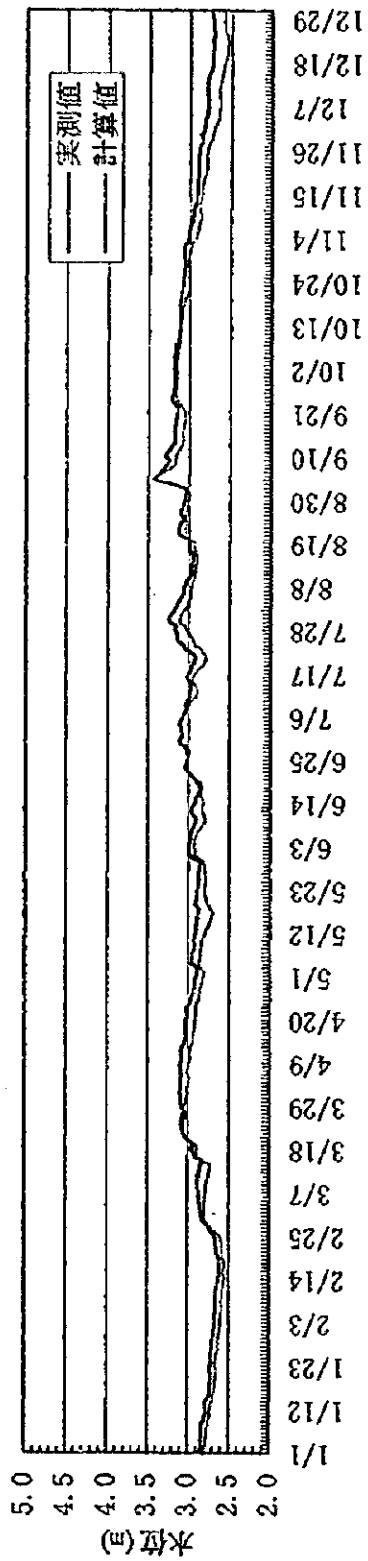


図 5.4.1 1988 年水量モデルの検証 (3/5)

中華人民共和國

太湖水環境管理計画調査

7. 楓橋



8. 常熟

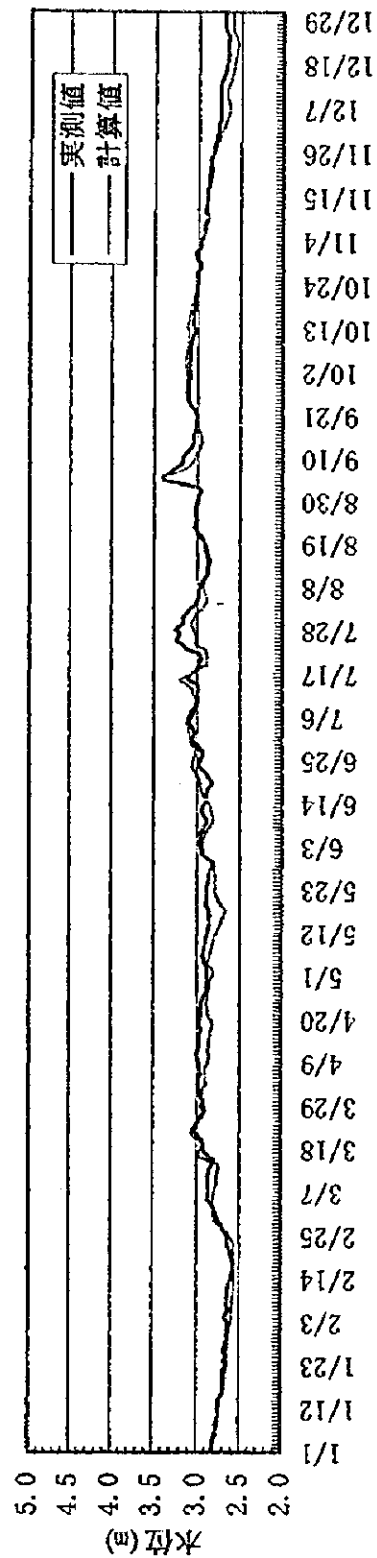
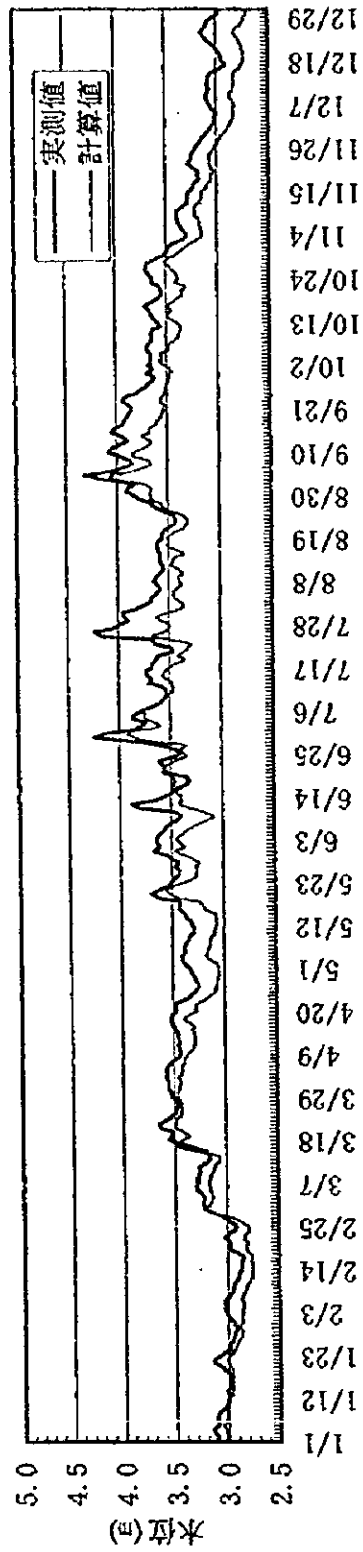


図 5.4.1 1988 年水量モデルの検証 (4/5)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

9. 常州



10. 無錫

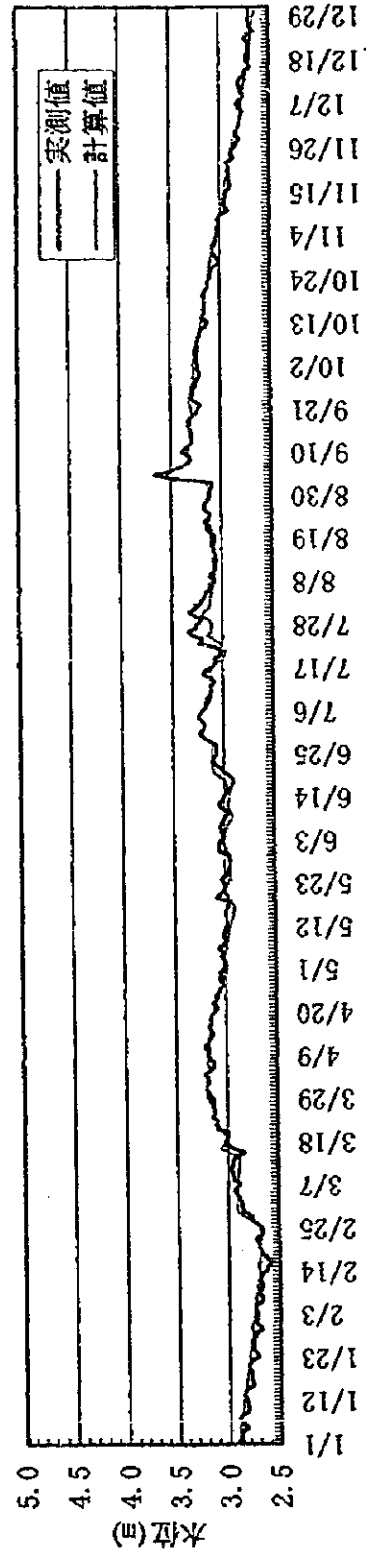


図 5.4.1 1988 年水量モデルの検証 (5/5)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

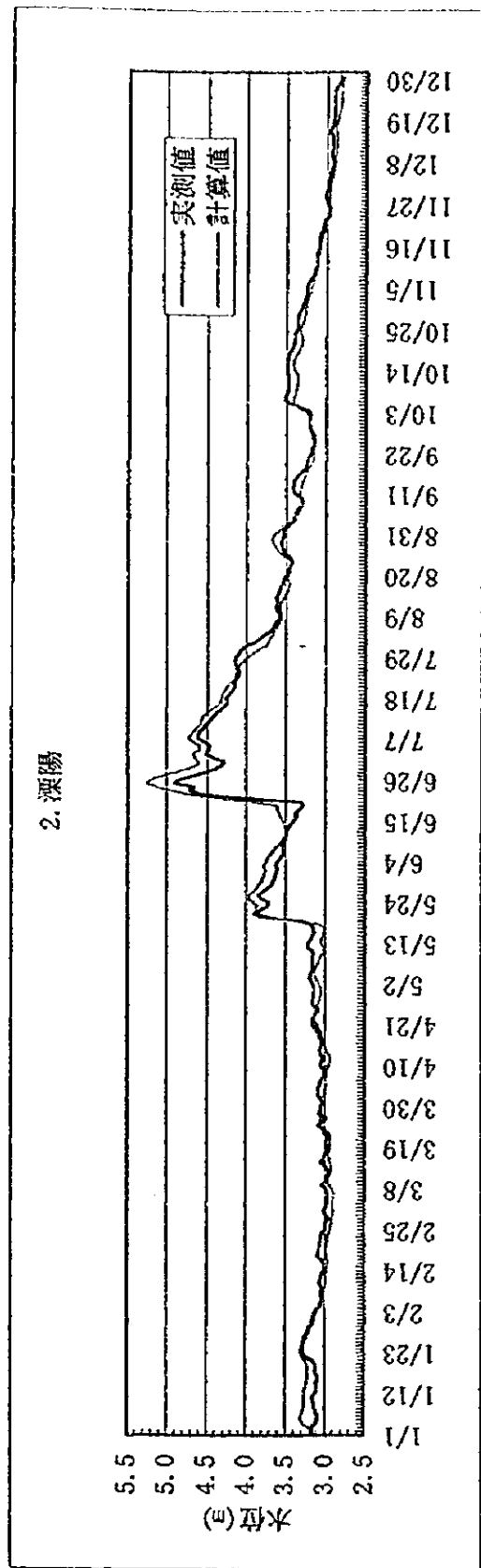
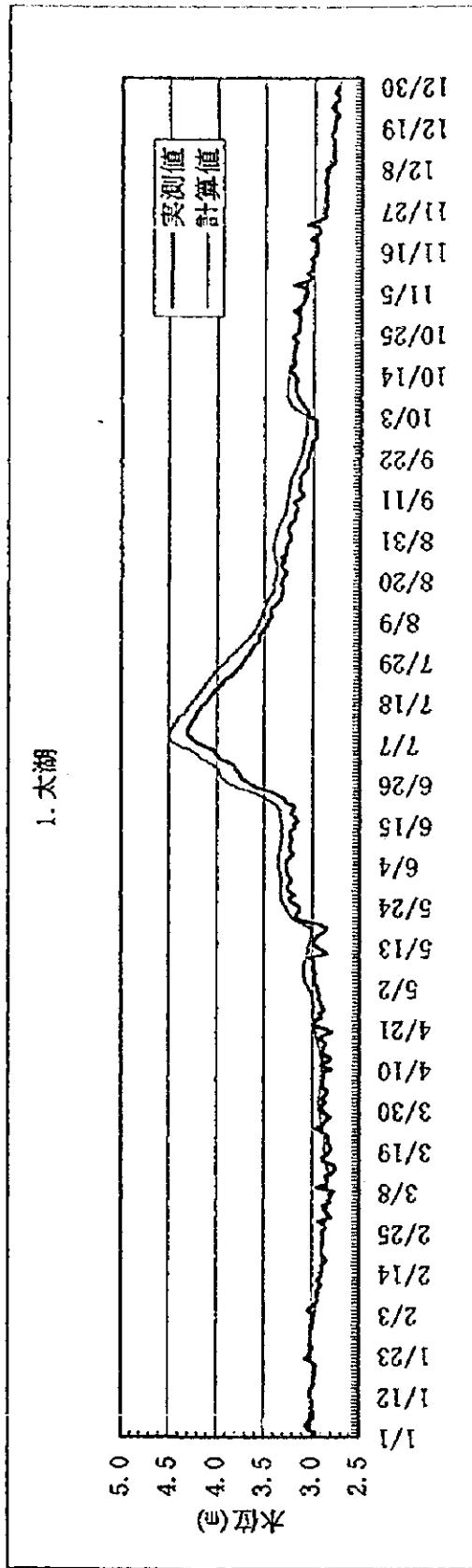


図 5.4.2 1995 年水量モデルの検証 (1/5)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

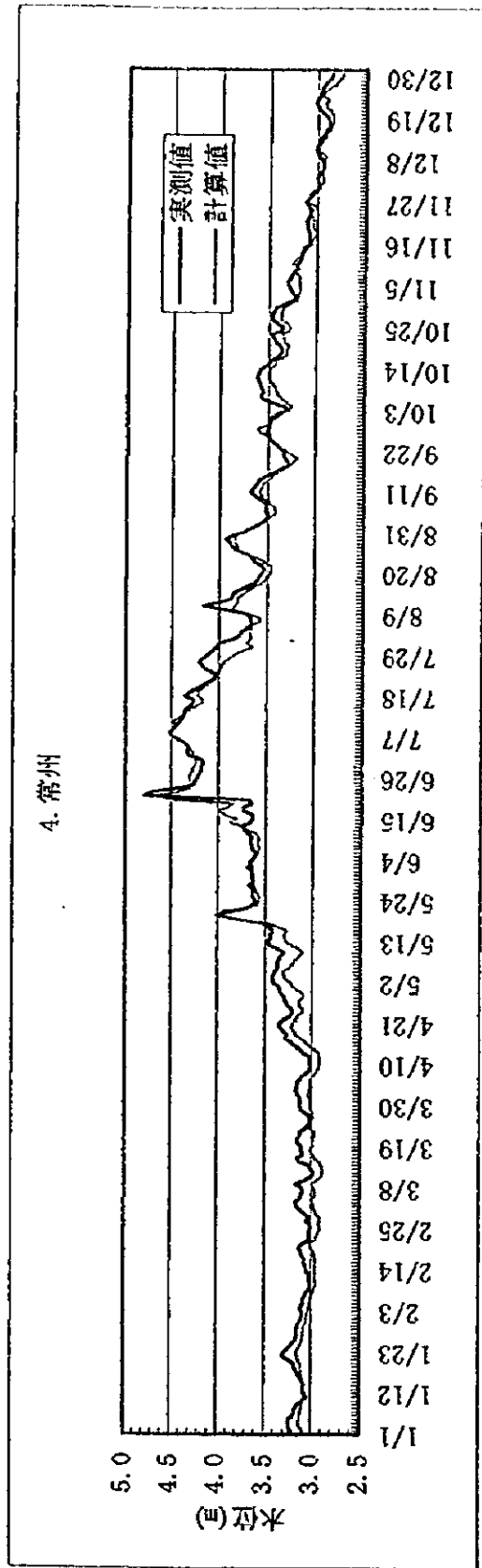
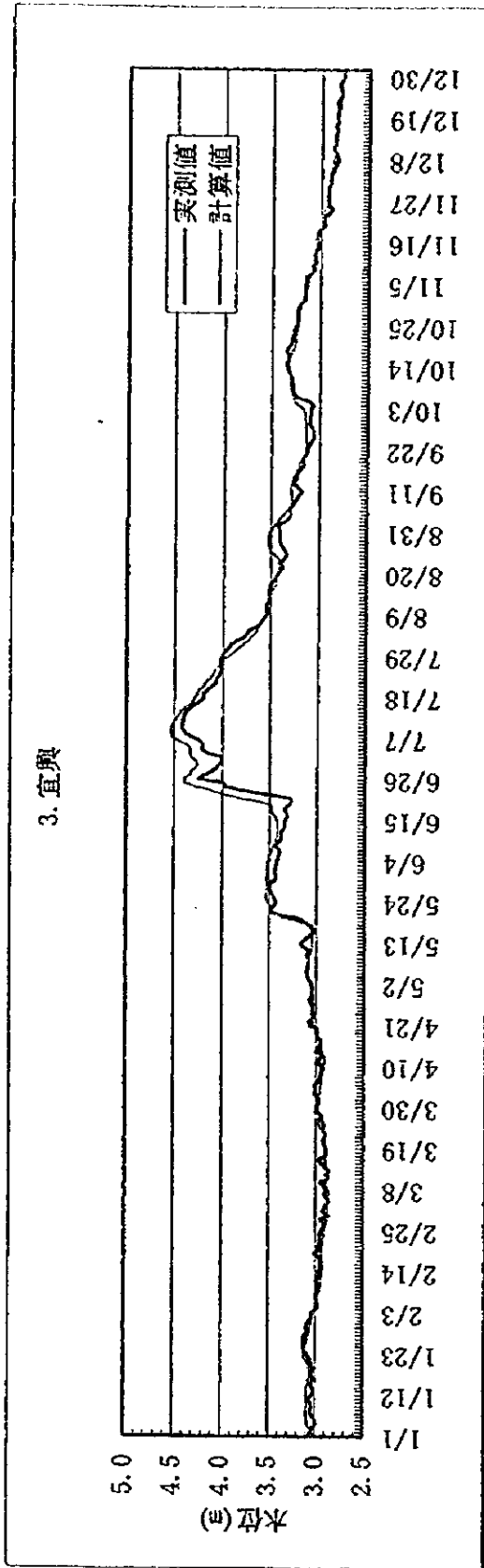


図 5.4.2 1995 年水量モデルの検証 (2/5)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

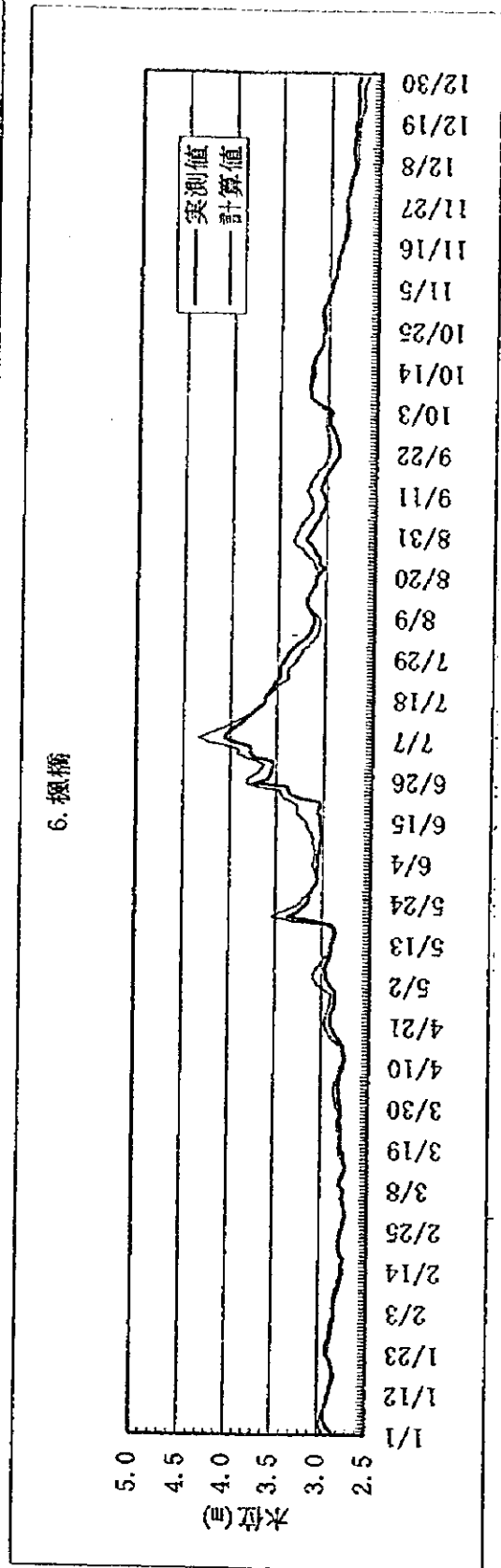
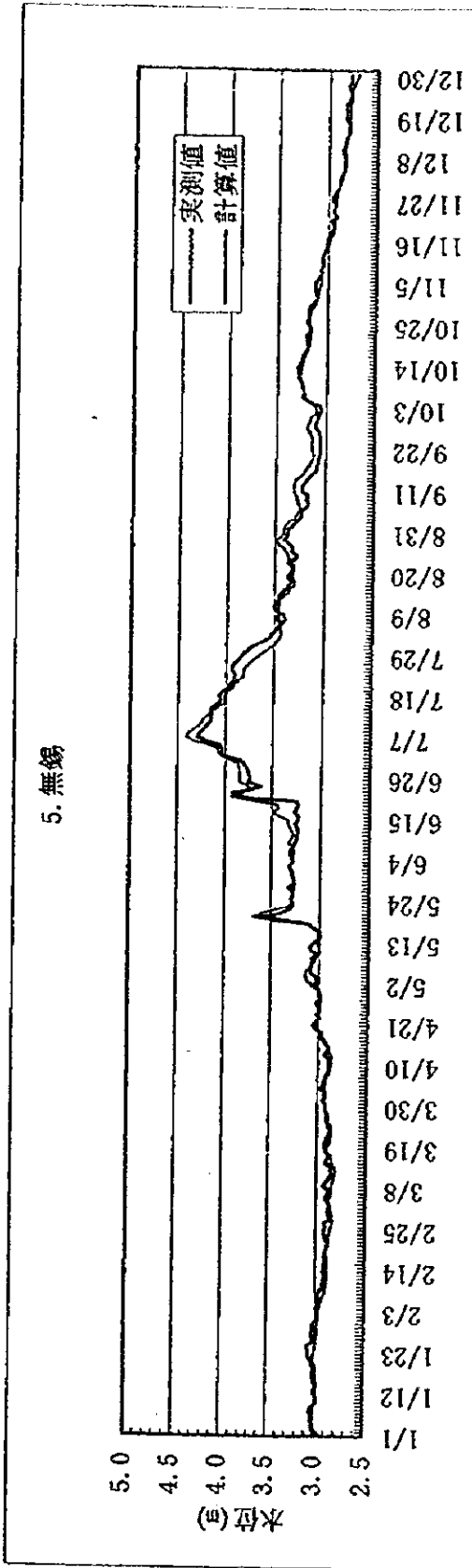


図 5.4.2 1995 年水量モデルの検証 (3/5)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

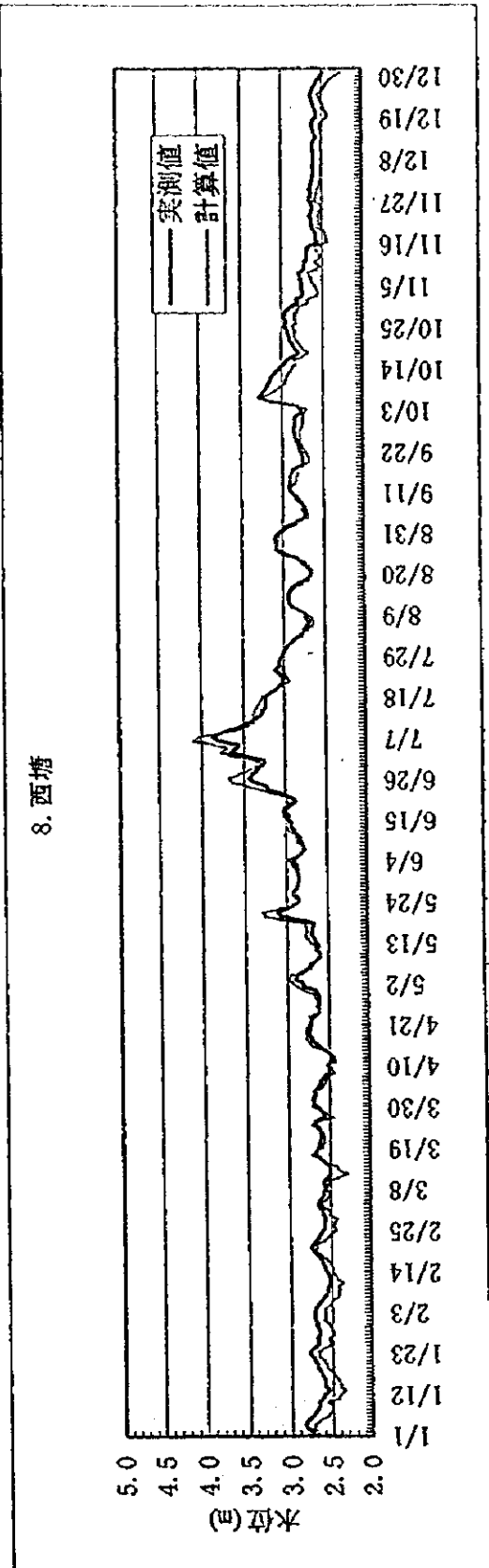
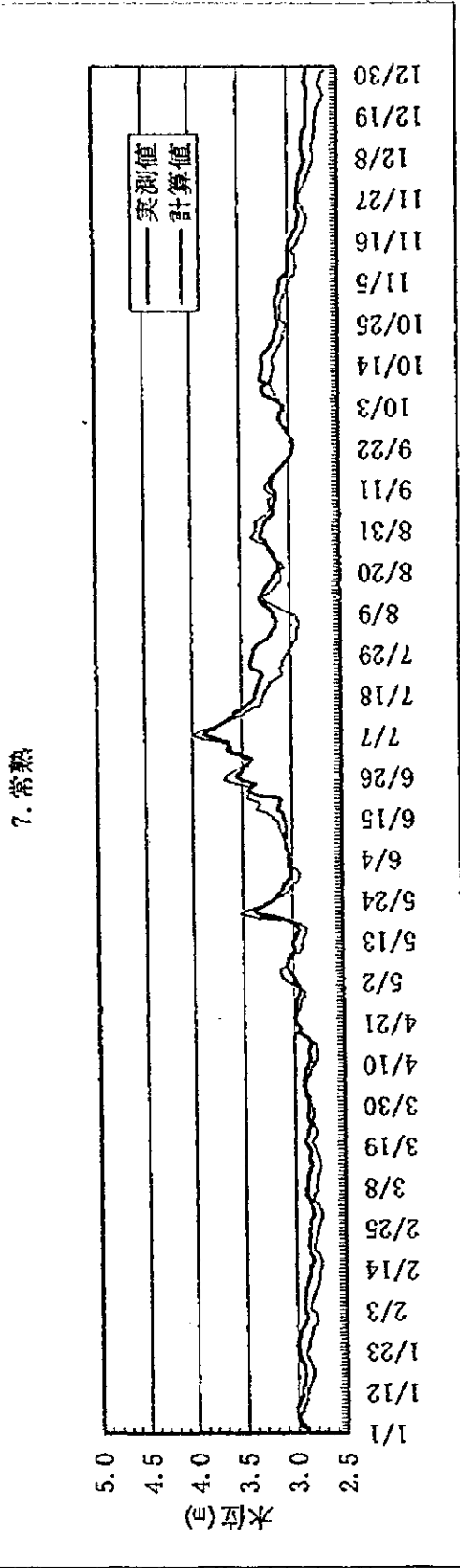


図 5.4.2 1995 年 水量モデルの検証 (4/5)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

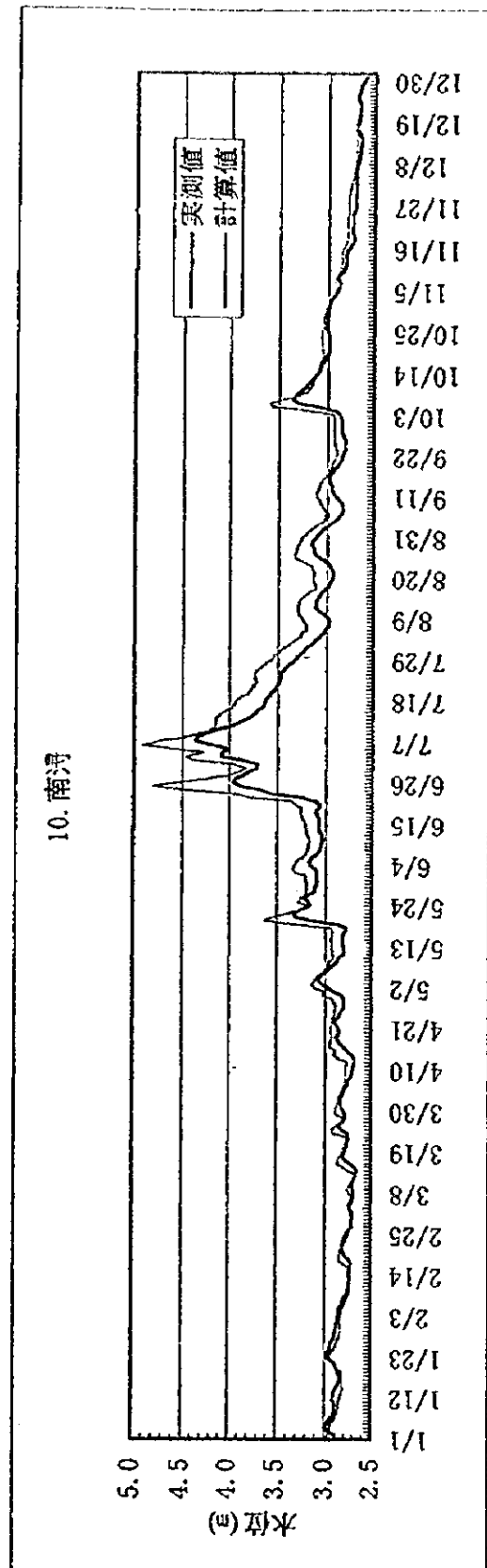
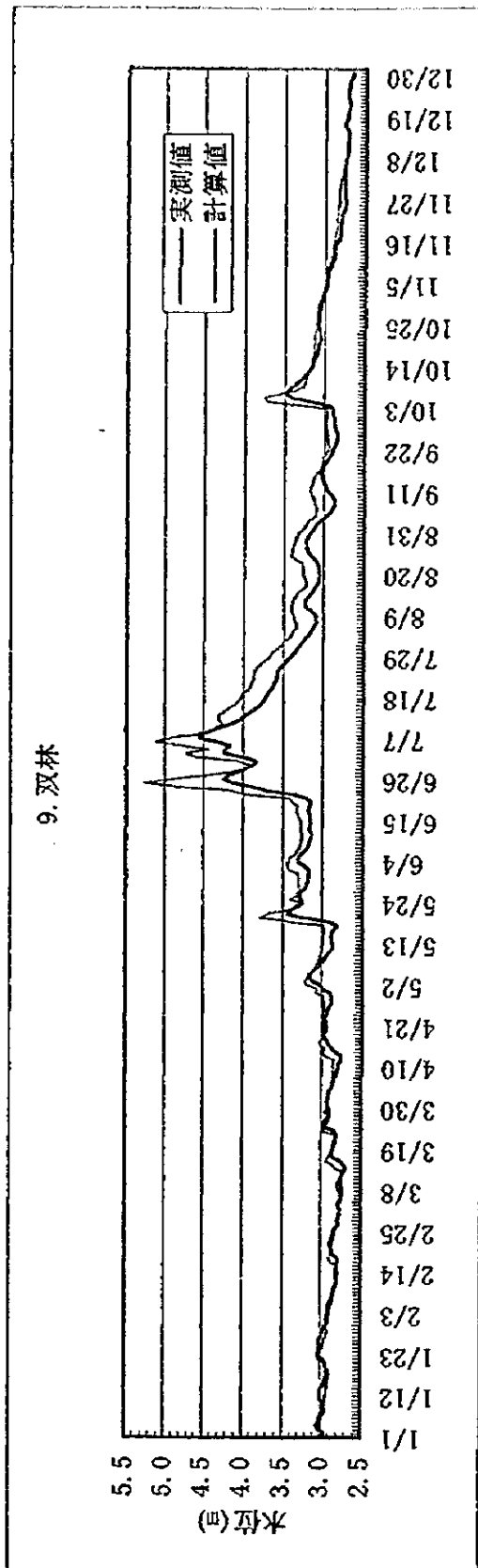


図 5.4.2 1995 年水量モデルの検証 (5/5)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

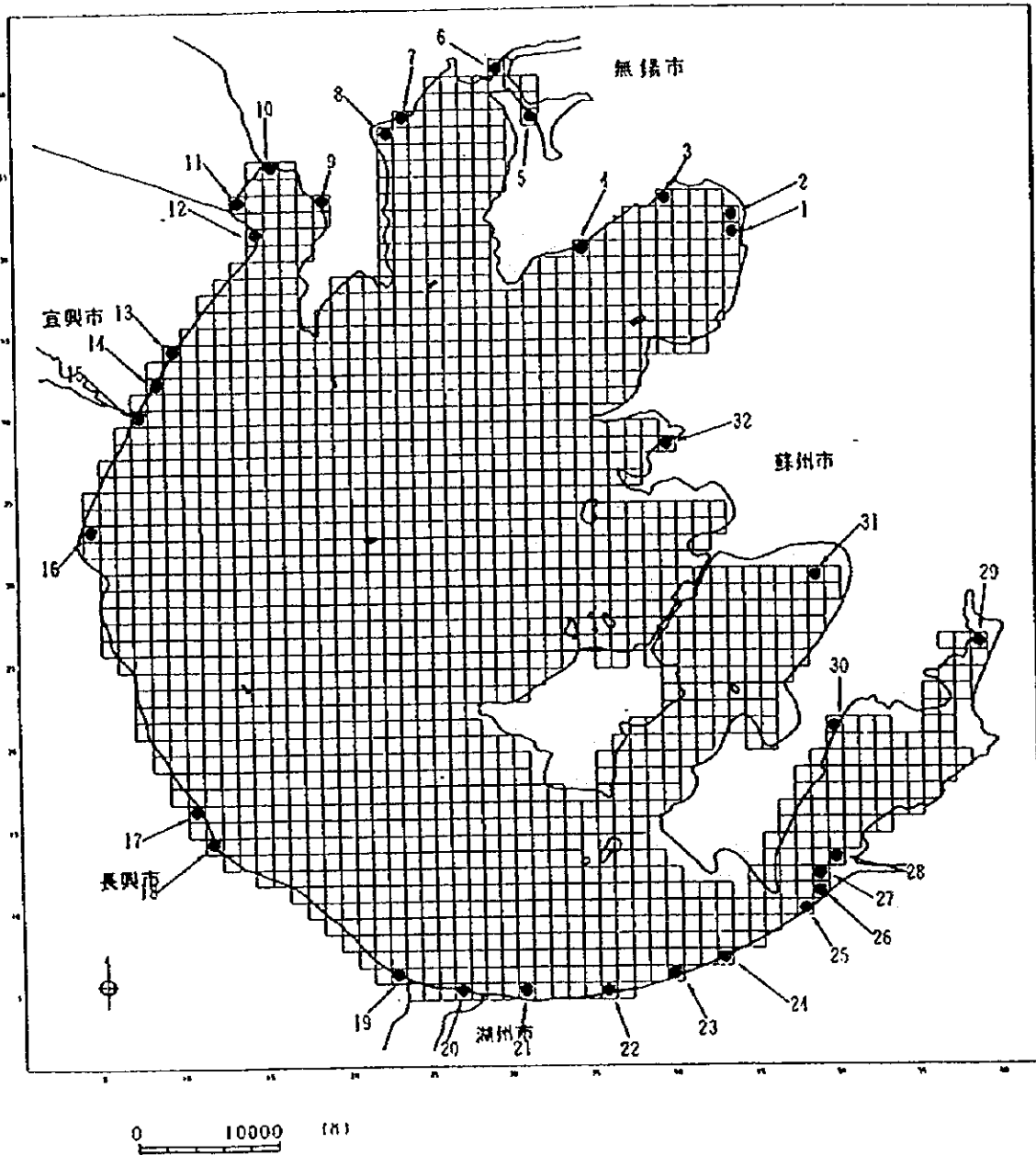
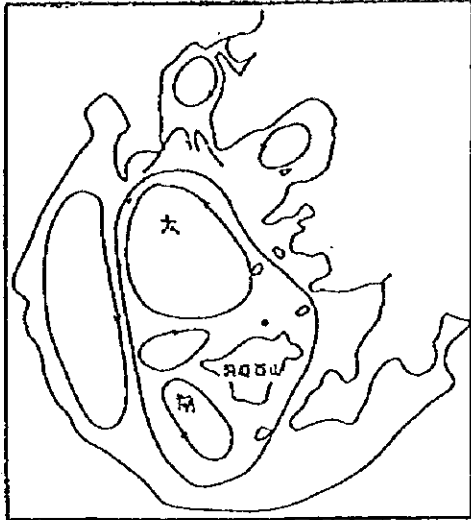


図 5.4.3 湖内シミュレーション計算格子及び
河川流出入位置

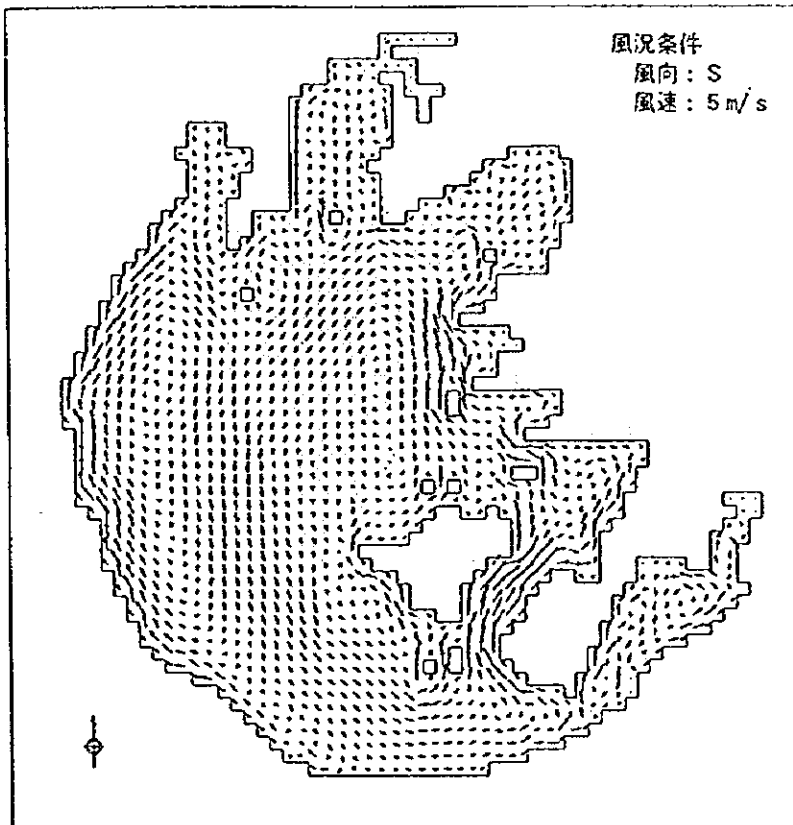
中華人民共和國

太湖水環境管理計画調査



安定した南風時の太湖湖流パターン

出典：(南京地理湖沼研究所
「太湖」海洋出版社, 1993年)



風況条件
風向：S
風速：5 m/s

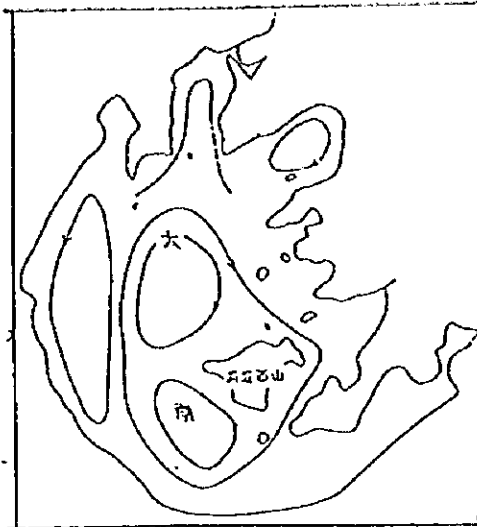
0 10000 (m)

- 凡例
- 4.0 cm/s
 - 8.0 cm/s
 - 16.0 cm/s

図 5.4.4 湖流シミュレーションの結果(1/4)

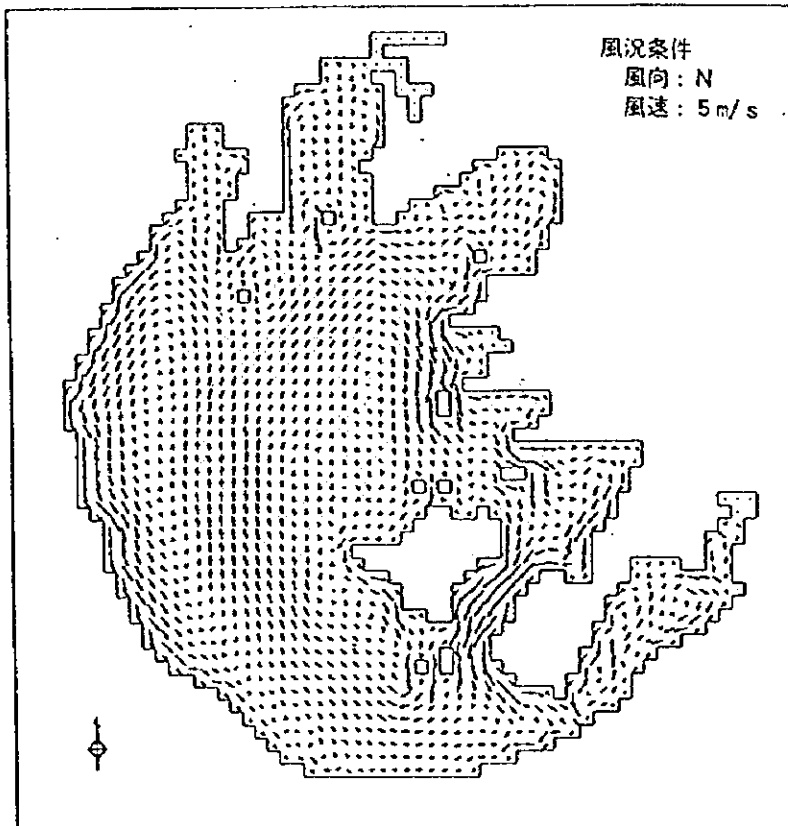
中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査



安定した北風時の太湖湖流パターン

出典：(南京地理湖沼研究所
「太湖」海洋出版社, 1993年)



風況条件
風向：N
風速：5 m/s

0 10000 (m)

凡例
— 4.0 cm/s
— 8.0 cm/s
— 16.0 cm/s

図 5.4.4 湖流シミュレーションの結果(2/4)

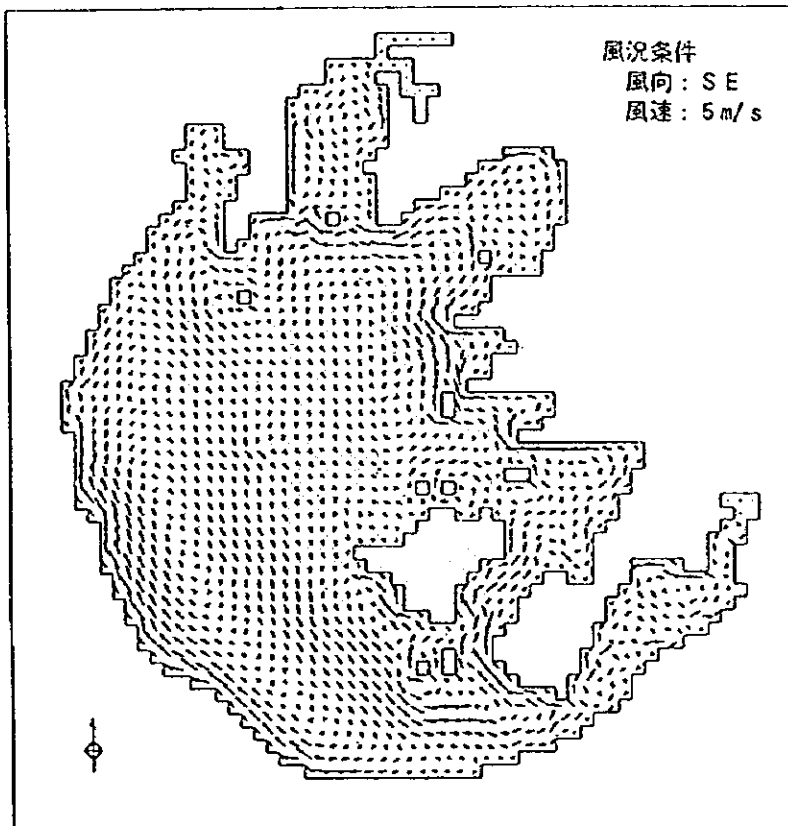
中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査



安定した南東風時の太湖湖流パターン

出典：(南京地理湖沼研究所
「太湖」海洋出版社、1993年)



風況条件
風向：SE
風速：5 m/s

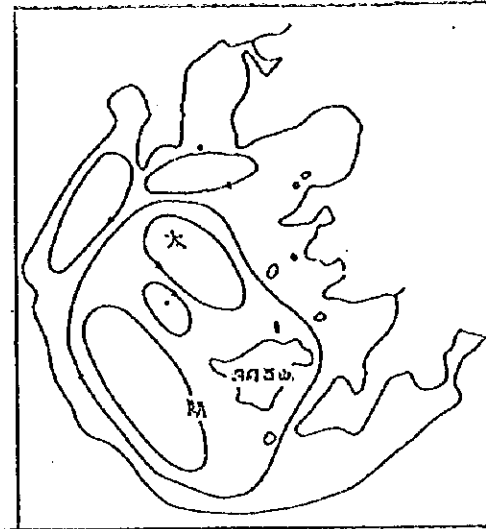
0 10000 (m)

凡例
- 4.0 cm/s
- 8.0 cm/s
- 16.0 cm/s

図 5.4.4 湖流シミュレーションの結果(3/4)

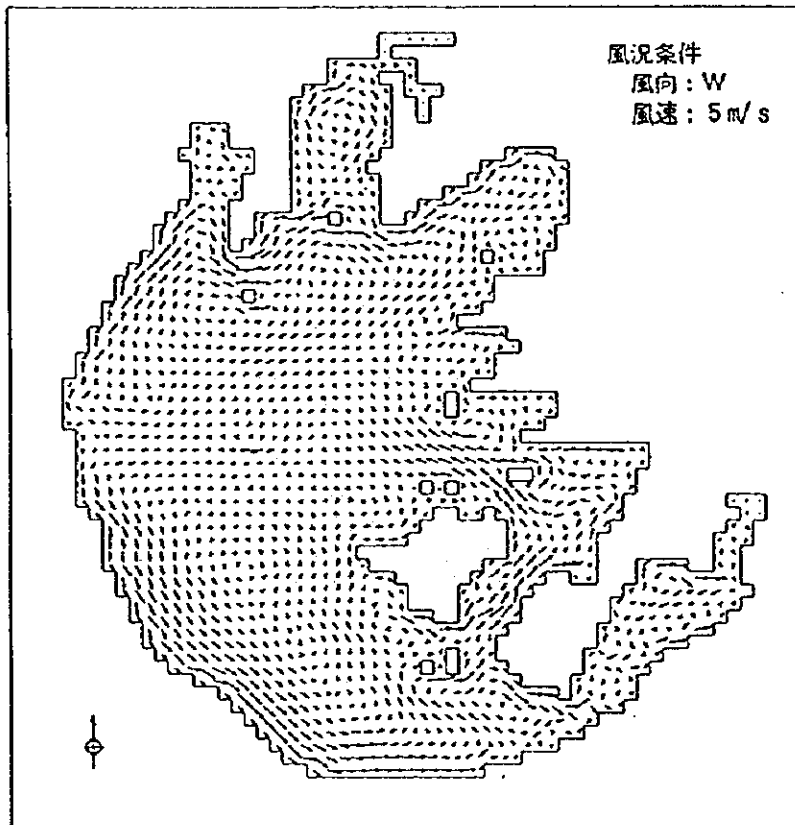
中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査



安定した西風時の太湖湖流パターン

出典：(南京地理湖沼研究所
「太湖」海洋出版社、1993年)



風況条件
風向：W
風速：5 m/s

0 10000 (m)

凡例
— 4.0 cm/s
— 8.0 cm/s
— 16.0 cm/s

図 5.4.4 湖流シミュレーションの結果(4/4)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

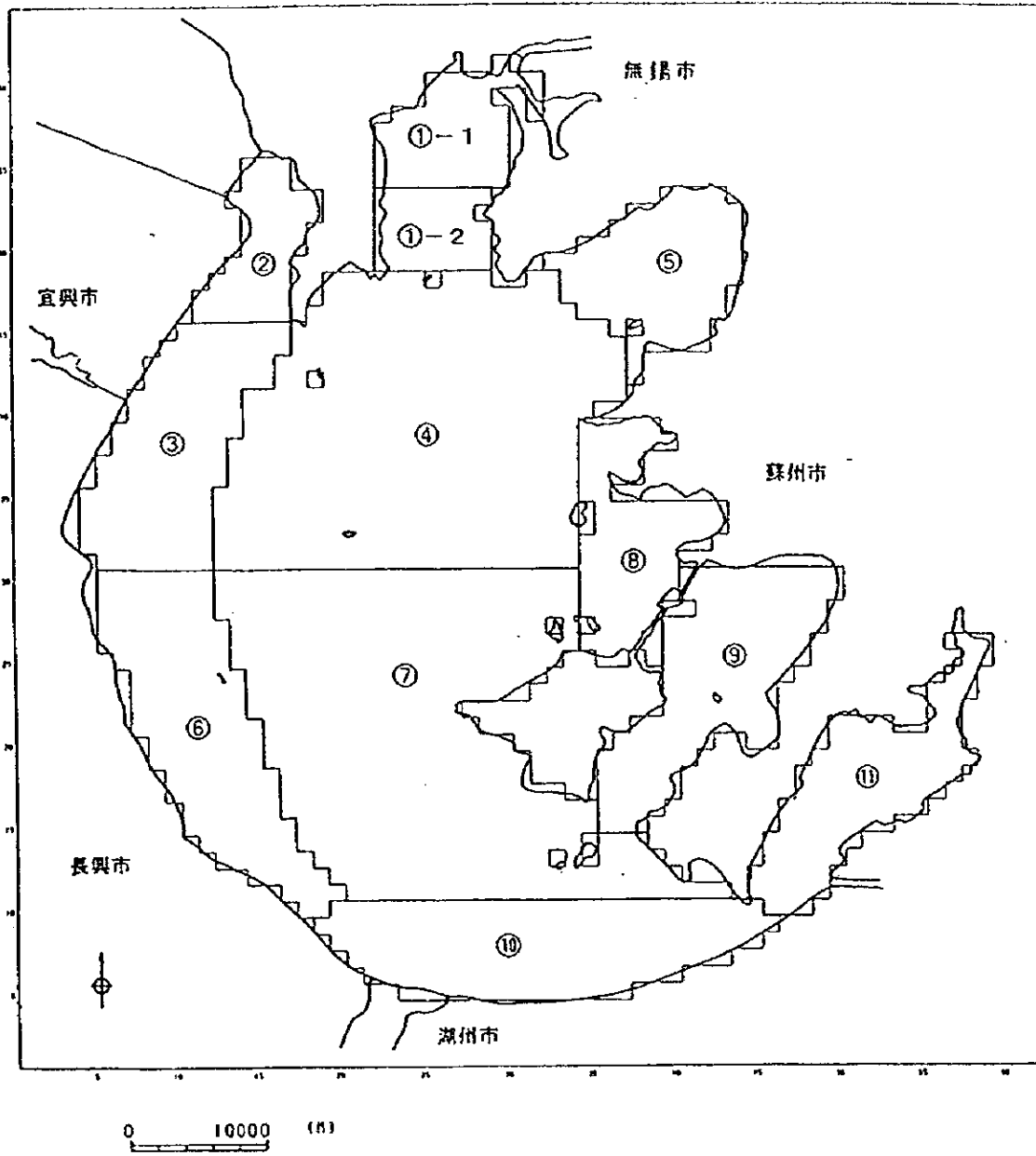
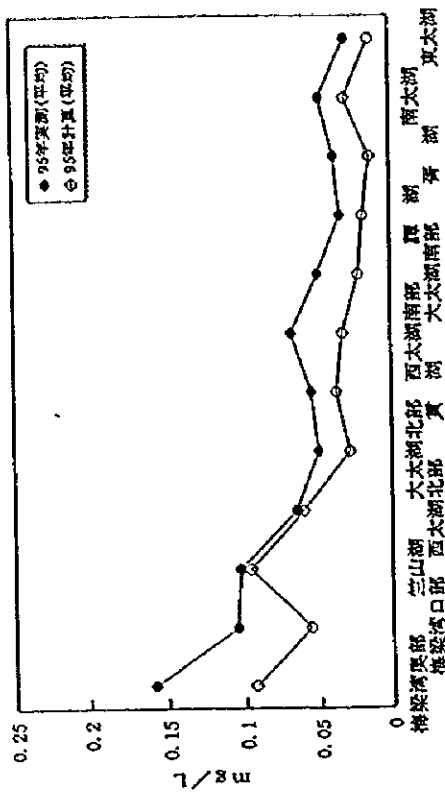


図 5.4.5 水域ブロック分割図

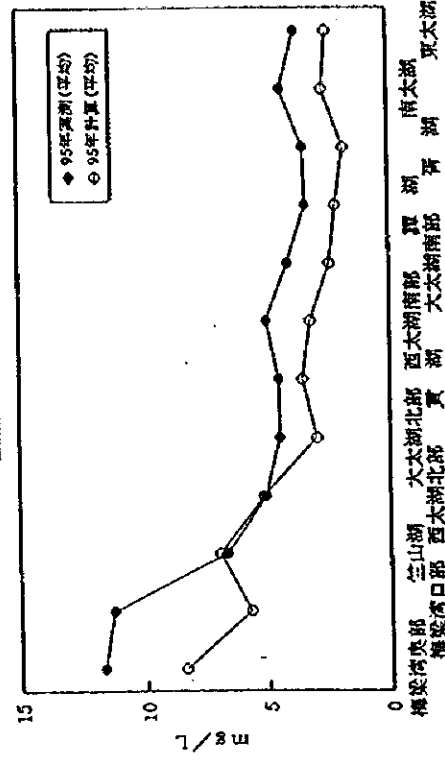
中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

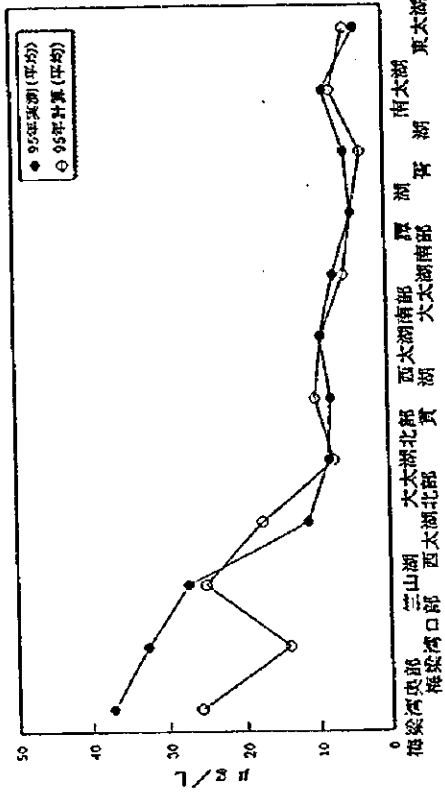
T-P



T-COD (mn)



Chl-a



T-N

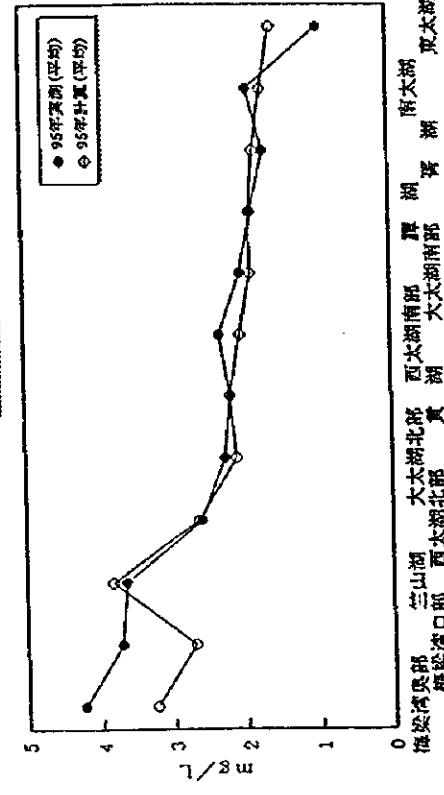


図 5.4.6 湖内水質の再現結果と実測値の比較 (1995年)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

第6章

富栄養化防止対策の効果と費用

第6章 富栄養化防止対策の効果と費用

6-1 対策を講じない場合の太湖及び流域の水環境

6-1-1 排出負荷量予測

第4章(4-1)で設定した将来の社会・経済フレームにもとづいて、第2章(2-3-1)に述べた方法により2000年、2010年、2020年の太湖影響圏における排出負荷量を予測した。

(1) 2000年排出負荷量

太湖影響圏における2000年県別合計排出負荷量集計表を表6.1.1に示す。年合計排出負荷量は、COD_(Cr)で508.2万ト、T-Nで25.95万ト、T-Pで2.597万トとなる。その内訳はCOD_(Cr)では工業系排出負荷量の比率がさらに高まり約90%を占める事になる。又、T-Nでも工業系の比率が高くなり約59%、ついで面源系、生活系の順で、それぞれ、17.7%、12.0%となる。T-Pについても工業系が69.7%を占め、ついで生活系が16.0%となる。

(2) 2010年排出負荷量

2010年における太湖影響圏の負荷量集計結果を表6.1.2に示す。年合計排出負荷量は、COD_(Cr)で1049.0万ト、T-Nで47.41万ト、T-Pで4.73万トである。工業系の比率がさらに高まり、COD_(Cr)で約94%、T-Nで約72%、T-Pで80%を占めるようになる。

(3) 2020年排出負荷量

2020年における太湖影響圏の合計負荷量の集計結果を表6.1.3に示す。年合計排出負荷量は、COD_(Cr)で2183.2万ト、T-Nで92.08万ト、T-Pで9.06万トである。工業系の比率がさらに高まり、COD_(Cr)で約97%、T-Nで約85%、T-Pで89%を占めるようになる。

(4) 行政単元別排出負荷量の経年変化

図6.1.1に太湖影響圏における合計排出負荷量の1995年から2020年までの経年変化を、又、図6.1.2に地域別の生活系排出負荷量(T-P)の経年変化を、又、図6.1.3に地域別の工業系排出負荷量(T-P)の経年変化を示す。この結果に基づき、排出負荷量の経年変化についてまとめると以下の事が言える。

- ① 1995年における太湖影響圏の排出負荷量を全体で100とすると、COD_(Cr)のそれは2000年、2010年、2020年にそれぞれ181、371、773となる。また、T-Nは147、268、519

となり、T-P は 154、281、539 となる。このように、第4章で設定した社会経済フレームを前提とすると、栄養塩類の排出負荷量は 2000 年で 1995 年の約 1.5 倍、2010 年で 2.7~2.8 倍、2020 年で 5.2~5.4 倍と急増することになる。

- ② 排出負荷量の内訳を見ると、工業系の割合が極めて高く、T-Pで見ると1995にはまだ56%であるが、2000年には69%、2010年には80%、2020年には89%を占めるようになる。工業系のみ増加率を見ると、1995年を100とした場合、2000年には190、2010年には400、2020年には853となり、生活系に比べて格段に大きな伸びを示す。
- ③ 地区別に見ると、最も急激な工業発展が予測されている無錫市では、1995年のT-P排出量を100とした場合、2000年には221、2010年には538、2020年には1,117となり、蘇州市、常州市、湖州市でも2020年にはそれぞれ827、534、477となる。
- ④ 工業系排出負荷量 (T-P) を業種別にみると、無錫市及び常州市では化学工業の割合が過半を占めるのに対し、蘇州市や湖州市では繊維工業の割合が大きい。
- ⑤ 蘇州市、無錫市、常州市、湖州市の2020年の合計人口は1995年の1.1倍となるに過ぎないが、生活系排出負荷量はCOD_(Cr)で1.3~1.8倍、T-Nで1.8~2.5倍、T-Pで1.4~1.9倍と人口増加率を上回る速度で増加する。これは水道普及率の増加とそれによる水使用量の増加（風呂、水洗便所の増加）によるものである。

6-1-2 2000年の水環境予測

(1) 計算条件

① 降雨条件

本調査で現況とする1995年は太湖流域の年間降雨量で見ると1986年から1995年までの10年間の第6位、太湖の年最高水位で見ると第3位に当たるので、豊水年の代表としては1995年を選定した。いっぽう、渇水年の代表としては、流量観測データが存在する1987年と1988年のうち、年雨量が上記10年間の第8位、太湖の年最高水位が第9位に当たる1988年を選定した。

② 水理施設条件

太湖の東側の梅梁湾から太浦河にかけては、太湖周囲堤の建設とそれに伴う既設水門の水密部の改善、新規水門設置によって汚水が太湖へ侵入することを防止する計画となっている。現在、太湖周辺では、梅梁湾へ無錫市区からの汚水流入防止のための横山ゲート、五

里湖ゲートを始め、7ゲートが完成しているが、2000年には更に直湖港を含め10ゲートが完成する。図6.1.4に既存及び計画ゲート位置を示す。

(2) 流入・流出水量

上記した現況及び2000年諸条件に対して1988年及び1995年の降雨及び境界水位条件を与えて河川水量モデル(世銀モデル)によって得られた太湖流入・流出水量の総量を下表に示す。

2000年の太湖流入・流出水量

ケース	降雨型	流入量	流出量
現況(1995年)	1995年	69.3 億 m ³	79.6 億 m ³
2000年	1988年	55.4 億 m ³	64.3 億 m ³
	1995年	67.7 億 m ³	77.0 億 m ³

また、太湖の11ブロックの内、流入・流出河川のある9ブロック、すなわち、梅梁湾、竺山湖、西太湖北部、貢湖、西太湖南部、譚山、胥湖、南太湖、東太湖のブロック別年流入・流出水量合計を図6.1.5に示す。

上述した様に2000年までには梅梁湾から太浦河までのゲートが完成し、太湖の汚染防止のために、太湖からの流出のみを許容するゲート操作が行われる。この結果、現況(1995年)では4.9 億 m³あった梅梁湾の流入量は、2000年には0.1 億 m³程度に激減し、この影響を受ける形で、梅梁湾の西に位置する竺山湖、西太湖北部の2000年の流入量は現況に比してそれぞれ5 億 m³程度増加する事になる。次に2000年条件に対しての1988年降雨の計算結果についてみると、年流入水量合計は1995年型に比較して12 億 m³程度減少するが、この減少分は主として南太湖ブロックの流入水量の減少によってカバーされている。

図6.1.6は主要ブロックについて月別流入水量を示したものである。1988年降雨の場合は年間を通して流入水量がそれほど大きく変動しないのに対し、1995年降雨の場合は6月、7月に集中するのが特徴で、竺山湖と西太湖北部では7月の流入量が特に大きくなっている。

(3) 流入負荷量

現況及び2000年排出負荷と河道施設条件下で1995年降雨条件と1988年降雨条件を適用して求めた年間流入負荷量の総量を下表にまとめる。

2000年の太湖流入負荷量

(万ト)

ケース	降雨型	COD _(Mn)	T-N	T-P
現況	1995年	4.072	3.708	0.423
		(4.6 %)	(20.8 %)	(25.0 %)
2000年	1995年	5.556	5.128	0.554
	1988年	4.044	4.024	0.424
		(3.5 %)	(19.8 %)	(21.3 %)
		(2.6 %)	(15.5 %)	(16.3 %)

なお、同表には太湖影響圏内の排出負荷量に対する太湖への流入負荷量の比率も示されているが、この内、COD_(Mn)の比率はCOD_(Cr)の排出負荷量を3.2で除して求めている。

次に、流入流出河川のある9ブロックの現況(1995年)及び2000年における年流入負荷量合計を図6.1.7に又、主要ブロックの月流入負荷量合計(T-P)を図6.1.8に示す。

現況での太湖への流入負荷量の排出負荷量に対する比率はT-N、T-Pで約20%程度であるが、COD_(Mn)はこれに比べて低い。2000年の流入負荷量についてみると、1995年型の流入負荷総量は現況に比してCOD_(Mn)、T-N、T-Pでそれぞれ36%、38%、31%増加するが、太湖への流入比率は現況に比して減少する。これはゲート設置によって、梅梁湾に流入していた負荷量(特に直湖港)の削減効果が現れたものと考えられる。一方、2000年には梅梁湾の西に位置する竺山湖、西太湖北部の流入負荷量が増加するが、これらは周辺地域の排出負荷量の増加に加えて、梅梁湾におけるゲート設置が影響することによると考えられる。

次に2000年条件における1988年型の流入負荷量を1995年型と比較してみるとCOD_(Mn)、T-N、T-Pの流入総量はそれぞれ27%、22%、23%減少する。1995年型ではどのブロックでも6月及び7月の流入量が多く、一方、1988年型では9月の流入量が多い。

(4) 湖内流況

現況と2000年の湖流を比較して大きな違いが見られる代表例を図6.1.9に示す。現況では、太湖からの流出は太湖東南側の太浦河に集中する傾向にある。太浦河の流出量は2000年と比較して大きく、更に湖内の南下もそれに応じて大きい傾向にある。

2000年では、望虞河の改修により太湖からの流出は湖の東南側の太浦河と東北の望虞河に二分される傾向にある。太浦河の流出量は1995年に比べて小さくなり、それに応じて湖内の南下流もより小さくなる。一方、望虞河の流出量が大きくなるため、太湖北部では望虞河に向かう東北流が大きくなる。

(5) 湖水質

太湖富栄養化予測モデルで求めた現況及び2000年施設・排出負荷量条件(1995年降雨、1988年降雨)における太湖の水質、Chl-a、COD_(Mn)、T-N及びT-Pを図6.1.10に示す。同図には、中国湖沼のCOD_(Mn)、T-N及びT-Pに対するII類及びIII類基準が示されている。2000年水質は、排出負荷量の増加に伴い全般的に悪化しているが、大きな特徴は、上述したゲート設置とその操作による梅梁湾の水質改善と竺山湖及び西太湖北部における極端な水質悪化である。

梅梁湾水質は、汚水の流入防止によって、COD_(Mn)ではIII類基準近くまで、又、T-Pでは完全にIII類基準を満足するまで改善される。一方、竺山湖と西太湖北部は現況においても梅梁湾と同程度あるいはそれ以上の水質悪化を示していたものが、さらに現在の倍程度まで悪化が進むものと予想される。

太湖影響圏における排出負荷量増加の影響を受けて水質は全般に悪化するが、上記以外に水質悪化が顕著なブロックは、西太湖南部、南太湖、大太湖北部及び大太湖南部であって、2000年(1995年降雨)にはこの内、西太湖南部及び大太湖北部においてCOD_(Mn)でIII類基準を越え、又T-Pでは、西太湖南部においてIII類基準を越える事になる。又、T-Nは現在においても遙かにIII類基準を上回っているが、これが更に悪化する事になる。一方、1988年型降雨ではその水質が1995年型降雨に比べて良好で、COD_(Mn)、T-Pとも、竺山湖、西太湖北部を除くブロックにおいてIII類基準を満足する。

6-1-3 2010年及び2020年の水環境予測

(1) 流入負荷量

2010年の排出負荷量算定にあたっては、中国側の計画に基づき太湖周辺のゲート設置箇所及びその操作は2000年と同じとし、これ以外は下記のように仮定した。すなわち、下水処理場に関しては、太湖影響圏内の都市の計画に基づき、蘇州市区、無錫市区、常州市区、宜兴市、湖州市、長興市における処理場の完成を見込み、この他の生活排水系に関しては生活の向上による負荷量の増加と簡易浄化槽の普及を見込んだ。工場排水に関しては、現況と同じ排出負荷量原単位を仮定している。又、2020年に関しても2010年と同じ仮定とした。

こうして算定した太湖影響圏内における2010年の年間排出負荷量は、COD_(Cr)、T-N、T-Pで1049.0万ト、47.41万ト、4.73万ト、又、2020年にはそれぞれ2183.2万ト、92.08万ト、9.06万トになる。これは、2010年には、COD_(Cr)、T-N、T-Pのそれぞれで現況の3.71倍、2.67倍、2.80倍、又2020年には7.72倍、5.18倍、5.37倍と今後更に急激に排出負荷量が増加して行く事を示している。

上記の排出負荷条件と 1995 年降雨を与えて求めた 2010 年及び 2020 年の太湖流入負荷量を現況流入負荷量とともに下表に示す。

2010年、2020年の太湖流入負荷量 (万ト)

ケース	COD _(Mn)	T-N	T-P
現況(1995年)	4.072	3.708	0.423
2010年	11.070	9.310	0.991
2020年	22.242	16.907	1.830

排出負荷量の増加を受けて、流入負荷量は 2010 年には、COD_(Cr)、T-N、T-P のそれぞれで現況の 3.71 倍、2.67 倍、2.80 倍、又 2020 年にはこれが 7.72 倍、5.18 倍、5.37 倍と今後更に急激に排出負荷量が増加して行く事になる。

図 6.1.11 にはブロック別の流入負荷量を示したが、特徴的な事は竺山湖及び西太湖北部における負荷の増加であるが、これは 2020 年までに想定されている宜兴を含む無錫市(地級市)の著しい発展に起因するものと考えられる。1995 年における太湖への合計流入負荷量は、COD_(Cr)、T-P でそれぞれ 4.072 万ト、0.423 万トであるが、2010 年には竺山湖及び西太湖北部のそれぞれに太湖合計負荷量にほぼ匹敵する流入があり、更に 2020 年にはこの水域ブロックそれぞれの流入負荷は太湖合計負荷量の約 2 倍に達する。

(2) 湖水質

太湖富栄養化予測モデルで求めた 2010 年及び 2020 年施設・排出負荷量条件(1995 年降雨)における太湖の水質、すなわち Chl-a、COD_(Mn)、T-N 及び T-P を図 6.1.12 に示す。上述した排出負荷、従って、流入負荷の急激な増加によって太湖の水質は悪化し、特に竺山湖及び西太湖北部の水質悪化及び富栄養化は極端に進行する事になる。

COD_(Mn) について見ると 2010 年には全ブロックにおいて III 類基準を越え、又、T-P については 2010 年には胥湖及び東太湖を除くブロックで、又 2020 年には東太湖を除くブロックで III 類基準を越える事になる。

6-2 富栄養化防止対策の手法とその適用性

富栄養化防止対策の基本方法は、流入栄養塩類のうち、藻類発生の制限因子となっている窒素もしくはリンのどちらかを選択し、その流入負荷量を削減することで、太湖の場合は現時点ではリンを削減することが効果的である。しかし、流入負荷条件の変化、気候条件、植物プランクトンの種の変遷等により藻類発生の制限因子がリンから窒素に変わる可能性もある。また、リンの削減が進み N/P 比が大きくなると有毒藻類が増大する可能性もある。したがっ

て、T-N濃度の増大、N/P比の増大を放置してよいというわけではないが、窒素の除去率を特に高めることは費用/効果の点で効率が悪いので、ここではリンの除去に重点を置いた対策を検討する。

なお、流入負荷削減対策は流域の発生負荷量の分布を参考に、負荷の大きな所、負荷削減がしやすい所、太湖に近く流達率が高い所、を考慮して計画する必要がある。また、流入負荷削減以外の方法として湖沼条件の変更といった形の対策も考えられる。

富栄養化防止対策を分類すると次の様になり、基本的な施策は流入負荷量の削減である。そして、流入負荷削減策は流域の発生負荷量の分布を参考に、負荷の大きな所、負荷削減がしやすい所、太湖に近く流達率が高い所、を考量して計画する必要がある。流入負荷削減以外の方法として湖沼条件の変更といった形の対策も考えられる。

富栄養化防止対策の基本的分類

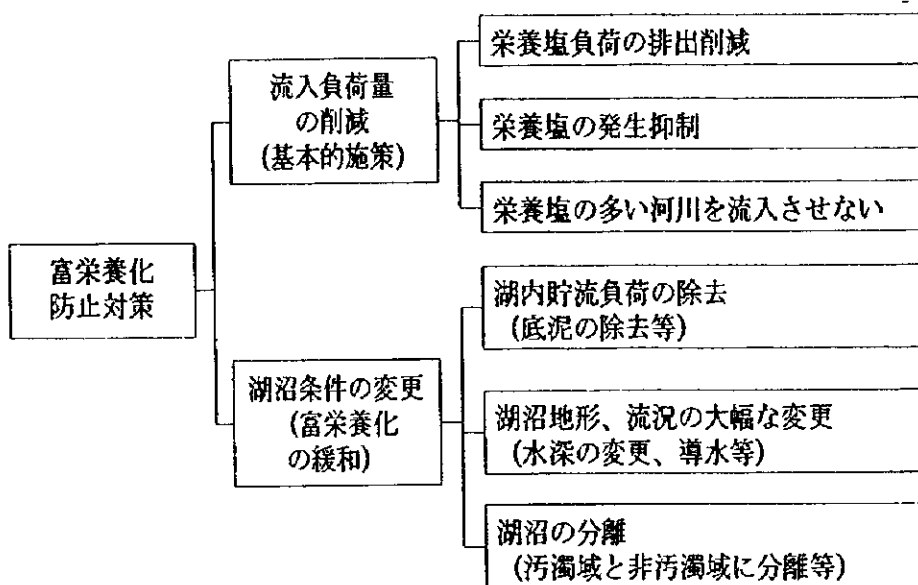


表6.2.1にこれまで各地の湖沼において適用されてきた富栄養化防止対策の手法と適用性を示す。

6-3 太湖に適用可能な対策

太湖流域における発生負荷量の現況及び将来の内訳と負荷削減の難易度を考慮すると太湖における富栄養化防止対策の基本は工業排水負荷及び家庭排水負荷の削減であるが、さらに現時点において効果があり、かつその適用性の検討を今後行なってゆくべき対策としては、

(1) 工業系排出負荷の削減、(2) 生活系排出負荷の削減、(3) ゲートの設置・操作による流入負荷の削減、及び(4) 導水、が上げられる。なお、底泥浚渫は、第2章(2-

5-5) で述べた様に、梅梁湾を含む太湖全ブロックにおける底泥の汚染レベルがそれ程悪化していないため、基本的対策には含めない事にした。

6-3-1 工業系排出負荷の削減

工業排水による負荷量は現況において COD_(Cr) で約 83%、T-N で約 44%、又、藻類増殖の制限因子である T-P では約 56% を占めており、工業排水負荷が、現在見られる太湖富栄養化の大きな原因となっている事がわかる。さらに、本調査で行った将来排出負荷量の推算によると、工業排水負荷は今後飛躍的に増加し、1995 年の工業排水からの T-P 排出負荷量を 100 とすると 2000 年、2010 年、2020 年では、それぞれ 190、400、853 と増加するものと想定される。しかも、太湖周辺の地級市の中では無錫市においてもっとも急激な工業発展が見込まれているため、現況の太湖水質の維持もしくは水質改善のためには、前述した栄養塩の排水規制の強化や工場への排水処理設備の導入などの工業排水負荷の削減策を基本策としてより強力に押し進めてゆく事が必要である。(工業系排出負荷を削減する具体的な方法は付属書 6-8-1 を参照)

6-3-2 生活系排出負荷の削減

水道普及率、水道用水原単位及び水洗便所や風呂の普及率が著しく増加し、無錫市や蘇州市では先進国に近い 0.2 ~ 0.3 m³/人・日で水道水が供給されている。現在における家庭排水からの T-P 負荷の比率は 23 % (処理場負荷を含む) であり、将来は工業排水負荷が急激に増加するため、合計排出負荷量に対する比率としては低下するものの絶対量は増え、1995 年の T-P 負荷を 100 とすると 2000 年、2010 年及び 2020 年にはそれぞれ、107、152、168 となる。(窒素・リンを除去する下水処理方法については付属書の 6-8-2 を参照)

この予測計算では、水道普及率の向上、水洗便所や風呂の普及率の向上、単独浄化槽の普及 (最大で都市部 80%、農村部 60%) 並びに既設や計画中の下水処理場の効果を考慮しているが、上述した様な T-P を含む負荷の増加が今後発生するものと予想される。従って、生活排水負荷削減策としては、無錫市区、常州市市区、宜興市、湖州市区、長興県など既設もしくは計画中の下水処理場の処理の高次化 (N・P 処理) ・処理人口の拡大やこれ以外の都市における処理場の建設が必要と考えられる。又、下水道敷設が難しい地区においては N・P 処理が可能な合併浄化槽・コミュニティプラントの普及などを講じてゆくことも考える必要がある。

6-3-3 ゲートの設置・操作による流入負荷の削減

太湖周囲堤に水門を設けて、汚水の流入を防止する計画が実施に移されており、2000 年には、太湖東側の梅梁湾から太浦河までにゲートが完成し、これらのゲートでは太湖からの流出のみを許容する操作が行われる。このゲートの設置・操作の結果、太湖の東側水域、特に汚濁の進行していた梅梁湾の水質は著しく改善される事になるが、梅梁湾の西側に位置する竺山湖では汚水の集中によって、2000 年におけるその水質は現況に比較して相当悪化するものと

予想される。こうした竺山湖の水質悪化はこの水域が狭いため加速される傾向もあると考えられるため、竺山湖に流入する主要4河川、すなわち、直湖港の支川、太滬運河、太滬南運河、横塘河にゲートを設置し、汚水の流入防止によって、水質改善を図ろうとするものである。なお、竺山湖の流入河川は梅梁湾のそれに比較して流入水流量が多いため、ゲート操作による上流域の水位上昇に起因する洪水被害に対して十分に検討する必要がある。

6-3-4 導水

渇水期に長江から導水を行い、滞留時間を短くする方法で、導水先は今後、富栄養化による水質悪化が著しいと考えられる竺山湖が考えられる。但し、導水は、既存の水路を利用するにしても膨大な費用がかかるため、治水・利水事業と組み合わせる事を考える必要がある。

6-4 対策の効果と問題点

6-4-1 発生源対策

工業系及び生活系の発生源における排出負荷量の削減は太湖の水環境を保全するためもっとも基本的な対策である。ここでは本調査で開発した富栄養化予測モデルを用いて排出負荷量の削減が湖水質に及ぼす影響を見ることにする。

なお、この時の降雨条件は1995年型とする。これは、2000年排出負荷及び水理施設条件での太湖水質の予測結果が1988年型より1995年型降雨条件で悪くなったためである。

(1) 県・市区ブロックの排出負荷削減による太湖ブロック別水質改善効果

ここでは基礎的検討として、本調査で開発した富栄養化予測モデルを用いて、太湖影響圏内を下表に示す13の県・市区ブロックに分割し、1995年降雨条件に対して、一つのブロックの2000年T・P排出量のみを30%、60%、90%削減させた場合に、11に分けた太湖水域ブロックのCOD_(Mn)濃度及びT・P濃度がどの程度よくなるかについて検討し、各県・市区ブロックのそれぞれが有する、太湖各ブロックへの影響度を把握した。

番号	県・市ブロック名	番号	県・市ブロック名
①	江陰市	⑧	金壇市+丹陽市+丹徒県+句容県
②	呉江市	⑨	溧陽市+高淳県+郎溪県
③	無錫市区	⑩	湖州市
④	錫山市	⑪	長興県
⑤	宜興市	⑫	安吉県+広徳県+寧国県
⑥	常州市区	⑬	徳清県+余杭市+臨安市
⑦	武進市		

図 6.4.1 にこの県・市区ブロック区分を示す。太湖影響圏内にある県・市区の内、蘇州市（呉江以外）と常熟市は、太湖周囲堤ゲートの設置・操作後は太湖水質に与える影響が殆ど無いと考えられたため、この県・市区ブロックから除外している。

図 6.4.2 に各県・市区ブロックの T-P 排出負荷量を 30%、60%、90% 削減させた場合の太湖 11 ブロックにおける $\text{COD}_{(\text{Mn})}$ 濃度の改善効果を、又、図 6.4.3 に T-P の改善効果を示す。これらの結果から以下の事が言える。

- ① 梅梁湾の水質改善ための対策としては、無錫市区及び宜興市の負荷削減が有効である。又、若干であるが長興県、湖州市、武進市、錫山市の負荷も梅梁湾の水質に影響しているため、対策として考慮する必要がある。
- ② 汚水の集中する竺山湖においては宜興市区、無錫市区及び武進市の順にその負荷の削減が水質改善に効果を発揮する。竺山湖の $\text{COD}_{(\text{Mn})}$ 及び T-P 濃度は、今後極端に高くなる事が予測されるため、II 類基準達成のためにはこれらの市区及び県級市、特に宜興市における徹底的なリン負荷削減対策を実施する必要があると考えられる。
- ③ 西太湖北部の水質は、宜興市のリン負荷削減によって最も改善される。この他、長興県、無錫市区、武進市の削減も若干の効果が認められる。西太湖北部は今後最も水質悪化、富栄養化が進行すると予想される水域であるため、 $\text{COD}_{(\text{Mn})}$ 及び T-P 濃度の II 類基準達成のためには、今後徹底的なリン負荷削減対策が必要である。
- ④ 大太湖北部の水質は、西太湖同様に宜興市のリン負荷削減対策が最も有効で、この他、長興県、無錫市区、武進市の削減も若干の効果がある。
- ⑤ 西太湖南部、大太湖南部についてみると、宜興市及び長興県の負荷削減がほぼ等しく効果がある。この他、若干であるが湖州市区の削減効果が認められる。
- ⑥ 南太湖の水質改善、特に T-P 濃度の改善には湖州市のリン負荷の削減が最も効果的であり、宜興市と長興県の負荷削減が効果的である。
- ⑦ その他の太湖水域ブロック、すなわち貢湖、譚山、胥湖、東太湖においても $\text{COD}_{(\text{Mn})}$ 及び T-P 濃度の改善には、宜興市、無錫市区、武進市、湖州市区、長興県のリン負荷削減効果がある。
- ⑧ 以上、太湖水域ブロック別に市区及び県級市の負荷削減効果を見てきた。2000 年におけるゲートの設置状況及びその操作を前提とすると、今後、太湖の水質改善、富栄養化防止対策としての負荷削減策は、太湖影響圏の内、無錫市区、錫山市、武進市、宜興市、長興県、湖州市区で重点的に実施すべきである。

(2) 2020年におけるII類基準達成のための負荷削減率に関する予備的検討

前項では太湖水質改善のため、太湖影響圏内の各県・市区の負荷削減の順位付けに関する基本方針を設定した。ここでは、この基本方針の基づき、2020年においてII類基準を達成するための負荷削減率を上記6県・市区について予備的に算定した。

この検討に先立ち、武進市を大運河北部と南部に分割し、竺山湖、梅梁湾に対しての水質改善効果の検討を行った所、大運河南部（以降、武進市南部と呼ぶ）のみが水質改善に寄与する事が判った。同様に、錫山市では、大運河南部で無錫市西部の地域(錫山市南西部)が水質改善に寄与する事が明らかとなった。

このため、2020年についての県・市区別削減率の予備的検討では、無錫市区、錫山市南西部、武進市南部、宜兴市、長興県、湖州市区を対象とした。検討の結果、以下のことが明らかになった。

- ① 竺山湖及び西太湖北部のT-P濃度をII類基準に維持するためには、宜兴市の2020年排出負荷を95%程度削減する必要がある。
- ② 竺山湖に加えて梅梁湾の水質を考慮すると、無錫市区では90%程度排出負荷を削減することが要求される。
- ③ 他の地区、すなわち、錫山市南西部、武進市南部、長興県及び湖州市区の削減率を70%にすると、南太湖を除く水域ブロックにおいてII類基準を維持することができる。
- ④ 湖州市区の排出負荷を80%削減すると、南太湖においてもII類基準を維持できる。

図6.4.4に上記の削減を行った場合の太湖水域ブロック別COD_(Mn)及びT-P濃度を示す。なお、CODの削減率には各県・市区ともT-Pと同じ削減率を与えた。これは、T-P削減は、高度処理施設もしくは、1次及び2次処理施設によって行われるが、この場合のCODの削減率は、一般的にT-Pの削減率と同程度が期待できることによる。この結果、COD_(Mn)についても全太湖水域ブロックにおいて、II類基準を満足する。

6-4-2 ゲートの設置・操作

本対策は、竺山湖への主要流入河川、直湖港の支川、太滬運河、太滬南運河、横塘河にゲートを設置し(図6.1.4)、汚水の流入を防止することによって太湖、特に竺山湖の水質改善を図ろうとするもので、ゲート設置によって生じる主要な問題点である周辺地域の水位上昇と流入・流出水量の変化について検討を加えた上で、濃度削減効果を検討した。

(1) ゲート設置による水位上昇と流入・流出水量の変化

ゲートを設置すると竺山湖への河川水の流入が妨げられる事になるが、この結果、特に洪水時に、周辺地域が浸水被害を被る可能性がある。このため、竺山湖周辺の6地点において、ゲート設置による水位上昇の影響を検討した。

その結果によると、京杭大運河沿いの常州、洛社、無錫では竺山湖におけるゲート設置による影響は殆ど無く、ゲートを設置しても最高水位は無害水位内に納まる。しかし、ゲートを設置した太滬運河上流の坊前地点、和橋地点、宜興地点では、1995年降雨条件の場合、最高水位がゲート無の場合より0.20m(宜興)から0.41m(和橋)上昇するので、ゲートを設置した場合にはその最高水位をゲートが無い場合と同程度に抑える操作が必要と考えられる。

竺山湖にゲートを設置し、上流地域に洪水が発生しない様にこれを操作した場合、竺山湖水域ブロックでは年間16.7億 m^3 の流入が妨げられる。この内、7.1億 m^3 は、西太湖北部の流出増によって補われるが、最終的には年間8.7億 m^3 、太湖への流入量が減少する。この結果、流出量は年間8.4億 m^3 減少する。この内主要排出河川の減少量は、太浦河(東太湖)2.7億 m^3 、望虞河(貢湖)3.4億 m^3 である。

(2) ゲート設置・操作による太湖の水質改善効果

竺山湖の水質を改善するためのゲートを設置しても、洪水時にゲート上流部の水位が上昇するため、周辺地域の湛水进行を避ける目的でゲートを開け、洪水を太湖に排出する必要がある。図6.4.5はこうした操作を行った場合の太湖の水質改善効果を示したものである。竺山湖におけるゲートの設置とその操作は竺山湖の水質改善に大きな効果をもたらすが、以下に述べる問題のため、実現は難しいと考えられる。

(3) ゲート設置の問題点

竺山湖のゲート設置には次の問題点がある。

① 河川水質の悪化

ゲートを設置する竺山湖接続の四河川では、汚水の竺山湖への流入防止のため、洪水の一時期を除き、ゲートが締め切れ、流れが止まる事により水質が悪化する。

② 流量の大規模変化

洪水防止のために洪水時に竺山湖への流入を許容する操作を行ったとしても、竺山湖への流入水量は激減し、太湖全体では年間8.7億 m^3 の減少となるが、これは1995年合計年間流入量の12.9%に達する。又、この流入水量の減少に伴い、主要流出河川である望虞河及び太浦河の流出流量は、それぞれ2.7億 m^3 及び3.4億 m^3 減少するが、これは年合計流出水量の15.1%及び12.5%に達する。太湖周辺地域ではこれら河川水を灌漑用水として利用しているので、このような流れの大規模な変化と用水量の減少は許容できるものではないと考えられる。

6-4-3 導水

(1) 長江の水質

長江上海観測所(望虞河合流点下流)の1996年における3回の水質データの内、本調査に係るCOD、窒素、リン関係のデータを下表に示す。長江の水質の特徴的な点は、その溶存態リン濃度の高さであって、3回とも湖沼のT-PのII類基準を越え、この内、7月ではIII類基準をも越えている。データ数は少ないものの、このデータから、長江からの導水はII類基準を達成するための浄化用水としてでは無く、2000年の竺山湖の様に水質が特に悪化した水域に対して一時的にこれを改善するための手段として利用する程度と、考えられる。

(単位mg/L)

日付	COD _(Mn)	I-N				D・T-P
		NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	合計	
4月8日	2.9	0.027	0.019	1.55	1.59	0.035
7月16日	3.7	0.199	0.036	1.83	2.06	0.081
11月1日	2.1	0.123	0.009	1.06	1.19	0.040

(2) 導水路位置及び導水路幅の選定

導水路は今後の太湖水域ブロックの水質を考慮して、長江から常州市周辺を經由して、竺山湖に至るルートとなる。この内、京杭大運河より北部における常州から無錫に相当する区間は舟運によく利用されている。このため、できる限り舟運を妨げない様にするため、長江から京杭大運河までは、常州より西部に位置する徳勝河を選び、これから武宜漕河、太滬運河と接続する事にした(図6.1.4参照)。

もともと、徳勝河、武宜漕河、太滂運河は 10 大プロジェクトの湖西用排水事業に含まれ、排水と工業用水・灌漑用水・生活用水の供給及び舟運のため拡張・浚渫が行われると同時に徳勝河と武宜漕河間に新川を開削する事になっており、本導水路案では、これら河川を更に拡張して利用するものの、建設コストを抑える事が出来る。

導水路の全長は 66.0 km (徳勝河ゲートより長江までの 3.5 km を含む) で、その水路幅は太湖流域管理局との協議により実現可能な最大幅とする事にした。これは長江から太湖に到る全区間において底幅 50 m の台形断面とするもので、湖西用排水事業の計画断面より更に 35 m から 14 m 水路底幅を拡張する事になる。

(3) 導水路ゲート及びその操作

長江から上記の水路により導水を行うに当たっては、以下の 2 案を検討する事にした。この内、第一案は、導水路西側の流水の水質が比較的良好な事から、導水路西側にはゲートを設けず積極的にこの流水を含めて太湖へ導水し、一方、常州等水質の悪い東側からの流水は導水路に流入しない様に武澄錫用排水事業によって建設されるゲートの操作を行う案（導水路片側ゲート案）である。第二案は西側にもゲートを設けて、武澄錫用排水事業によって建設されるゲートとともに、導水路両側地域の流水を流入させず、長江の水のみを太湖に導水する案（導水路両側ゲート案）である。

5 月から 10 月にかけて上記のゲートは常州等の洪水防止のための操作を行い、又長江沿いに設置された徳勝河のゲートとポンプ (60 m³/s) は太湖流域管理局が定めた規則 (付属書 3-6-2 参照) に基づき操作する。

(4) 太湖流入・流出水量及び導水量

太湖への年合計流入・流出水量を下表に示す。又、太湖水域ブロック別年流入・流出水量を図 6.4.6 に、竺山湖と西太湖北部の月流入水量を図 6.4.7 に、長江からの日平均導水量、太湖への日平均導水量を図 6.4.8 に示す。

ケース	流入水量	流出水量
導水無	67.7 億 m ³	77.0 億 m ³
導水路両側ゲート	71.9 億 m ³	80.9 億 m ³
導水路片側ゲート	72.5 億 m ³	67.2 億 m ³

導水無に比べて西側ゲート案で導水した場合には、竺山湖において両側ゲートで年 5 億 m³、又、片側ゲート案で導水した場合は、8 億 m³ 太湖への流入水量が増え、導水の効果が表れる。

片側ゲートでは竺山湖への導水によって、西太湖北部への流入量が約 2 億 m^3 減少するが、両側ゲート案では、西太湖北部の流入水量の減少は殆ど無い。

日平均導水量についてみると、11 月から 4 月までは最大で約 $50m^3/s$ で、両側ゲート案では長江からの取水量に応じて変動するが、片側ゲート案では変動は少なく、太湖への日導水量は平均でも $50m^3/s$ 程度となる。5 月から 10 月までは洪水に応じて上記の操作が行われ、導水量は異なるが 1995 年型では最大導水量は両側ゲート、片側ゲート共 $180m^3/s$ とほぼ同じ流量となっている。

(5) 導水による太湖ブロック別水質改善効果

2010 年負荷条件に対する太湖ブロック別の導水による水質改善効果を図 6.4.9 に示す。導水による水質改善効果は、竺山湖では計算対象とした 4 水質項目の全てについて導水流量の多い片側ゲート案の方が両側ゲート案より大きい。又、西太湖北部では両案とも同程度の改善効果を示すが、これ以外の 10 水域ブロックでは片側ゲート案も両側ゲート案も導水による改善効果はあまり見られない。

竺山湖について、水質改善、富栄養化防止効果の指標である $COD_{(Mn)}$ と T-P について具体的に改善効果を見てみる。 $COD_{(Mn)}$ では無対策における 17.6 mg/L が、両側ゲート案では 15.3 mg/L に、片側ゲート案では 14.3 mg/L となり、T-P では無対策の 0.221 mg/L が、両側ゲート案、片側ゲート案のそれぞれで、 0.201 mg/L 、 0.191 mg/L となる。

以上、2010 年の排出負荷条件に対する導水効果について検討したが、更に、導水の効果を見るために、以下の二つの検討を加えた。第一は、導水の緊急対策としての実施可能性についての評価資料として、2010 年における片側ゲート案の改善効果を、2010 年における宜興市の排出負荷削減効果と比較した。ついで、導水の恒久対策としての有効性評価のため、2020 年において II 類基準を達成するのに必要である排出負荷削減策に、導水を加えた時の改善効果を検討した。

図 6.4.10 は、2010 年の片側ゲート案の改善効果と宜興市の負荷削減率を 10 %、20%、30 % とした場合の効果を比較したものである。前述した導水路による導水の効果が主として竺山湖に限定されるのに対し、宜興市の排出負荷削減は竺山湖と西太湖北部の他、太湖の広い範囲の水質改善をもたらすと言う大きな違いがある。これを一応、竺山湖の効果で比較してみると、片側ゲートの改善効果は、 $COD_{(Mn)}$ では宜興市の負荷削減率 30 % に対応し、一方、T-P では宜興市における 20 % の負荷削減にほぼ等しい事が判る。

図 6.4.11 は 2020 年の導水効果を比較したものである。2020 年に II 類基準を達成するためには、無錫市区 90 %、錫山市南西部 70 %、武進市南部 70 %、宜興市 95 %、長興県 70 %

及び湖州市区 80 %の負荷削減が必要であるが、これに長江からの導水を加えても太湖の水質はほとんど改善されない事、すなわち、太湖水質をⅡ類基準まで改善するには長江からの導水は殆ど効果が無い事を示している。

6-5 施設の対策の費用

6-5-1 積算の基礎資料と積算体系

積算に必要な基礎資料としては、用地費、建設単価、資機材単価等があるが、入手できた資料は古いものが多く、積算単位も不統一であったため、積算単位の統一を行った上で物価上昇率を年6%とした補正を行い、1997年度価格に換算した。

(1) 換算レート

1997年7月の月間平均換算レートは以下の通りである。

$$100 \text{ US\$} = 829.11 \text{ 元}$$

$$100 \text{ 円} = 7.2070 \text{ 元}$$

これに基づき、本計画では換算レートとして以下の値を採用する。

$$1.00 \text{ 元} = 13.88 \text{ 円} = 0.121 \text{ US\$}$$

$$100 \text{ 円} = 7.20 \text{ 元} = 0.872 \text{ US\$}$$

(2) 用地及び家屋の移転・買収費

農村部及びその中心にある小規模な町では、所有地面積が1人当たり1ムー(667m²)程度の場合、大規模水利工事の用地移転・買収費は通常その土地から得られた最近三年間の平均粗利益の8倍以内、用地の借り上げ費は1.5年分以内と見積もられている。

このような条件で用地の移転・買収が行われた場合、施設計画地域における用地費、家屋買収費は下表のようになる。

項目	用地		家屋買収費			
	移転・買収費	借り上げ	居住用家屋 (二階建)	居住用家屋 (平屋)	非居住用家屋	倉庫・小屋等
	(元/m ²)	(元/m ²)	(元/m ²)	(元/m ²)	(元/m ²)	(元/m ²)
太浦河周辺	10.1	2.2	152.7	101.8	50.9	25.5
望虞河周辺	9.1	1.7	178.1	106.9	50.9	25.5
太湖周辺	5.8	1.7	146.3	63.6	.	19.1

なお、聞き取り調査の結果、及び入手できた資料によると平均的都市部では、用地買収費が400元/m²、家屋買収費が500元/m²、養漁場施設撤去費（湖面施設）が1元/m²と推定される。

(3) 電気料金・水道料金・下水道料金

電気料金は、一般家庭で0.5元/KWH、国内企業で1.5元/KWH、汚水処理場のような公共事業用大電力使用施設では0.7元/KWHとなっているが、合弁企業或は外資企業については異なった料金体系が用いられる事もある。

上水道使用料金は一般家庭用の場合も産業用も共に0.65元/m³であるが、産業用の場合にはこれに下水道整備費として0.1元/m³が上乘せされ、0.75元/m³となっている。一般家庭からは、下水道整備費は徴集していない。

(4) 一般建設価格

太湖流域管理局作成の太湖周辺十大プロジェクト経費積算表（1992年末作成）、世銀作成の評価報告書（1993年作成）及び関係者へのインタビューから得た情報をもとに、建設価格、建設資材価格及び人件費の算定を行った。表6.5.1、表6.5.2、表6.5.3に算定結果を示す。この内、傭人費は直接人件費の他に間接費を含んだものとなっている。

(5) 積算体系

建設費は1997年度価格を基礎とし、太湖流域管理局作成の太湖周辺十大プロジェクト経費積算表、世銀作成の評価報告書及び関係者へのインタビューから得た情報をもとに以下の体系で積算した。ここでは物価上昇による価格変動は見込まないものとする。

なお、内貨と外貨の区別は適当な資料が得られなかったため、中国における同様な施設の建設事例及び聞き取り調査の結果を基に、用地取得費を除く建設作業にかかわる全ての経費を、内貨：外貨=6：4として積算する。また、維持管理費については、人件費・電力料金及び中国国内で生産可能な薬品類が主となると考えられる事から全額内貨として算出し、別途示す事とする。

公共工事における建設費積算項目

項目	積算方法	内・外貨の区分
A.直接工事費	積算資料調査結果を基に算出	内貨：外貨＝6：4
B.用地取得費	用地及び家屋の移転・買収費調査結果を基に算出	全額内貨
C.行政管理費	A+B(内貨+外貨)の5%とする。	全額内貨
D.コンサルタント費 (調査・設計・施工監理費)	A+B+C(内貨+外貨)の10%とする。	国外コンサルタント＝外貨 国内コンサルタント＝内貨
E.予備費	A+B+C+D(内貨+外貨)の10%とする。	内貨＝(0.6A+B+C+0.6D)×0.1 外貨＝(0.4A+0.4D)×0.1
F.計	A+B+C+D+Eの合計	

民間工事における建設費積算項目

項目	積算方法	内・外貨の区分
A.直接工事費	積算資料調査結果を基に算出	内貨：外貨＝6：4
B.コンサルタント費 (調査・設計・施工監理費)	A(内貨+外貨)の10%とする。	国外コンサルタント＝外貨 国内コンサルタント＝内貨
C.予備費	A+B(内貨+外貨)の10%とする。	内貨＝(0.6A+0.6B)×0.1 外貨＝(0.4A+0.4B)×0.1
F.計	A+B+Cの合計	

6-5-2 工場排水処理施設

(1) 積算方法

工場排水処理施設については、まず、業種による処理方式の適当な設定を行った後、排水処理施設の建設費・維持管理費をモデル化し、排水量と建設費の関係をグラフ化する。

グラフ化に当たっては、聞き取り調査から得られた現地の処理施設の建設費と、日本での建設費との比を勘案して規模別建設単価を算出する。そのための条件は以下の通りである。

(2) 施設計画条件

① 処理方式

工場排水の水質は実際には同一業種でも工程ごとに異なるが、ここでは簡略化のため有機系と無機系に大別する。

工業系7業種のうち有機系に属する業種は繊維、化学、食料、医薬、皮革、「その他」の中の有機系とし、無機系に属する業種は「その他」の中の無機系とする。

有機系業種では、いずれも適切な一次処理をすれば、すべての場合、二次処理として生物学的処理が適用できるものとする。

無機系業種では、リンについては凝集沈殿法を採用して脱リンを行うものとするが、窒素については特に対策を考慮しないものとする。

② 流入水質

排水処理施設への流入水質は業種・工程、水利用形態によって異なるが、2-3-1で求めたような水質を前提とし、重金属、毒物、油分その他については考慮しない。

③ 汚泥処理

工場排水処理施設においても汚泥処理が今後大きな問題になるであろうと考えられるため、総ての施設に汚泥処理施設を付ける。

④ 耐用年数

日本で通常考えられている耐用年数を中国においても期待できるものと考え、土木構造物は30年、機械・電気施設は10年とする。

(3) 建設費・建設事業費及び維持管理費

以上の条件で算出された工場排水処理施設の建設費、建設事業費、維持管理費を表 6.5.4、表 6.5.5、表 6.5.6 及び図 6.5.1、図 6.5.2 に示す。

6-5-3 生活排水処理施設

(1) 積算方法

本計画対象地域の場合、広範囲な地域に点在する諸都市に脱リン・脱窒効果のある生活排水処理施設を導入する事が予想されるが、現時点ではこれら諸都市について個別に事業費を積算する必要はない。また、処理方式についても経費の積み上げによる最適案を設定する事は、現状では不可能である。

生活排水処理施設については、まず人口の規模により処理方式を大まかに設定した後、人口と生活排水処理施設の建設費・維持費の関係をモデル化し、人口と施設建設費の関係をグラフ化する。

グラフ化に当たっては聞き取り調査から得られた計画対象地域内の汚水処理施設の建設単価と日本での建設費々用関数との比を基に、規模別建設単価を算出する。

(2) 施設計画条件

① 流入水質

流入水質は地域によって異なるものと考えられるが、人口と建設費との関係をグラフ化するに当たっては第2章(2-3-1)に示されている原単位を使用する。

② 処理水量

処理水量は第2章(2-3-1)に示されている排水量原単位によって、120L/人・日とする。処理水量及びその水質は、上水道が整備され、水洗便所及び風呂がある状態での値を想定している。ただし、都市域ではこれに営業汚水量及び浸透地下水量が加わるので250L/人・日(1人1日最大汚水量)とする。

計画一日最大汚水量は「1人1日最大汚水量×計画人口」で算出し、計画時間最大汚水量は計画日最大汚水量の2倍とする。また、年間の維持管理費の算出などに利用される計画1日平均汚水量は計画1日最大汚水量の80%とする。

③ 人口・人口密度・都市面積

人口・人口密度・都市面積の関係は、蘇州市市街地及びその近郊都市をモデル地区として試算を行った結果にもとづいて以下のように設定した。

人口	人口密度	都市面積
20万人以上	200人/ha	10km ²
10万人	150人/ha	7km ²
5万人	100人/ha	5km ²
2万人	50人/ha	4km ²
1万人	40人/ha	2.5km ²
0.25万人	30人/ha	0.8km ²

④ 汚泥処理

聞き取り調査で訪れた各地の生活排水処理場の多くでは、現在の所、発生した汚泥を近傍にある水路を運搬船で、あるいは陸路を車で農村地域に運び、農地に還元しているが、今後は汚泥処理が大きな問題になることは間違いないので、建設費には汚泥処理施設を含め、維持管理費についても汚泥処理にかかわる費用を見込むものとする。

⑤ 既設管渠敷設率

下水道の幹線管渠については新設することを前提に単位面積当たりの管渠敷設工事費を推定する。枝線管渠は現時点でも一部整備されていることから、積算に当たってはいくつかの都市の支線管渠敷設率を参考に30%は既設とした。

⑥ 維持管理費

維持管理費では、二次処理施設の場合は焼却方式による汚泥処理費を含め、高度処理の場合は（分離濃縮+脱水）方式による汚泥処理費を含める。いずれの場合も維持管理費については聞き取り調査の結果を基に算出するが、現在適用されていないと考えられる高度処理に関する維持管理費については、⑤と同様の手法で推定する。

維持管理に必要な保安要員の数は、聞き取り調査の結果から下表のように設定する。

人口	日最大処理水量	保守管理要員数
20万人	50000 m ³ /日	30人
10万人	27000 m ³ /日	25人
5万人	12500 m ³ /日	20人
2万人	5000 m ³ /日	15人
1万人	2500 m ³ /日	10人
0.25万人	600 m ³ /日	5人

⑦ 耐用年数

日本で通常考えられている耐用年数を中国においても期待できるものと考え、土木構造物は30年、機械・電気施設は10年、管渠は50年とする。

⑧ 処理方式

代表的二次処理方式としてはオキシデーション・ディッチ法と標準活性汚泥法が有り、通常日本では処理量で1,500~2,000 m³/日程度までの場合は、オキシデーション・ディッ

チ法を採用した方が標準活性汚泥法よりも施設建設費が安くなるといわれている。しかしながら、後に示す建設費積算結果から、中国に於いては 10,000m³/日程度まではオキシデーション・ディッチ法の方が安価であると判断されるので、ここでは、最大処理水量が 10,000 m³/日以下の施設の場合はオキシデーション・ディッチ法を採用し、日最大処理水量 10,000 m³/日以上の場合は標準活性汚泥法を採用する。

高度処理方式としては、脱リンを主目的とする事から、二次処理施設と一体となって高度処理を行う場合は凝集剤添加活性汚泥法及び嫌気・好気活性汚泥法を、二次処理施設に新たな処理施設を付加する場合は、凝集沈殿法を想定する。

(2) 建設費・建設事業費及び維持管理費

以上の条件で算出された生活排水処理施設の建設費、建設事業費、維持管理費を表6.5.7、表6.5.8、表6.5.9及び図6.5.3に示す。

6-5-4 導水施設

(1) 施設計画条件

導水ルートは6-4-3で述べたように経済的に有利な徳勝川、京杭大運河、武宜漕河、太滬運河を經由して竺山湖に至るルートとする。

長江における取水地点と太滬運河の竺山湖側には流入水量をコントロールするためのゲートを設置し、京杭大運河の横断部にはサイフォンを設置する。京杭大運河直前ではこの地方の生命線ともいえる鉄道、及び主要地方道を横断する事になるため、鉄道橋、道路橋が必要となる。

(2) 施設の概要

① 水路掘削

コントロールゲート、橋梁その他施設建設に伴う掘削を除き、水路掘削は全てカッターサクシオンタイプの浚渫船によって行うのが最も経済的であると思われる。また、計画水路沿いの近傍には低湿地帯が多く、一部を除いて未開発であることから、土地の購入或は借地は容易であると考えられる。

② 水路形状

計画水路に沿っては幅の広い土捨て場を設け、その天端高は錫澄運河計画或は既設の望虞河で設定された高さとする。また、水路の法勾配は1：3とし、護岸は人口密集地区及び構造物周辺部のみとする。

③ ゲート

すべての締め切りが予定される水路では、洪水排除の必要もある事から全面可動ゲートとし、水深が比較的大きい事(4m)、中国ではゴム堰の施工例が少ない事等から、完全国産が可能で価格的に有利であると考えられる鋼製ゲートを採用する。ゲート本体部は杭基礎とする。

④ 管理施設

舟運のため各ゲートには管理棟を設ける。更に、本計画の場合、ゲート数が多く、複雑なゲート操作を行う場合も有り得る事から、統合管理事務所の設置を予定する。管理棟にはゲートの緊急操作に備えて緊急発電設備を備える。

(3) 建設費・建設事業費及び維持管理費

前項で述べた条件で積算した導水路および付帯する施設の建設費、建設事業費、維持管理費を表6.5.10、表6.5.11、表6.5.12に示す。