

中華人民共和国
水利部

社会開発調査部報告書

中華人民共和国
太湖水環境管理計画調査

最終報告書
要約

1998年6月

JICA LIBRARY



J 1143479(2)

国際航業株式会社
株式会社建設技術研究所

社調二

JR

98-052

国際航業株



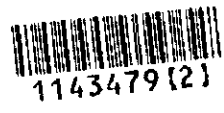
5

9

5

RARY

052



1143479(2)

國際協力事業団

中華人民共和國
水 利 部

中華人民共和國
太湖水環境管理計畫調查

最終報告書

要 約

1998年6月

國際航業株式會社
株式會社建設技術研究所

中華人民共和国
太湖水環境管理計画調査

最終報告書の構成

- Vol.1 要約
- Vol.2 主報告書
- Vol.3 付属書
- Vol.4 資料集

通貨換算率

本調査においては次の換算率を用いた。

1.00 元 = 0.121 US\$ = 13.88 円

1997 年 7 月現在

序 文

日本国政府は中華人民共和国政府の要請に基づき、同国の太湖流域水環境管理計画調査を行なうことを決定し、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8年1月から平成10年3月までの間、4回にわたり、国際航業株式会社の杉山 明 氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、同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。

また、(財)河川情報センター主任研究員の柏木 才助 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。

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。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年6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

中華人民共和国太湖水環境管理計画調査の最終報告書を提出致します。本報告書は平成8年1月5日（第1年次）、同年5月27日（第2年次）、平成9年5月19日（第3年次）、平成10年5月29日（第4年次）に国際協力事業団と国際航業株式会社・株式会社建設技術研究所共同企業体との間で締結された契約に従って作成されました。

本報告書には太湖及び流域の水環境の現況、太湖及び流域の水環境管理の現況、太湖流域の将来条件、太湖富栄養化予測モデルの開発結果、適用可能な富栄養化防止対策の種類と効果、対策適用地区の事業計画案、同事業による水質改善効果と必要投資額、水環境観測・監視計画、組織・体制改善案、人材育成・研究開発計画等が記載されています。また、太湖流域管理局のコンピュータにインストールされることになっている太湖富栄養化予測モデルのプログラムの操作マニュアルも作成されました。

調査団は、今後、太湖流域管理局を中心とした関係諸機関が、本報告書で提案された事業計画案を基礎に、太湖富栄養化予測モデルを活用して、地域ごとの具体的な対策事業を計画・実施することを期待しています。

本報告書の提出に当り、全調査期間にわたり多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、環境庁、在中華人民共和国日本大使館ならびに中華人民共和国政府、同水利部の関係各位に対し心から感謝の意を表明するものであります。

平成10年6月

杉 山 明

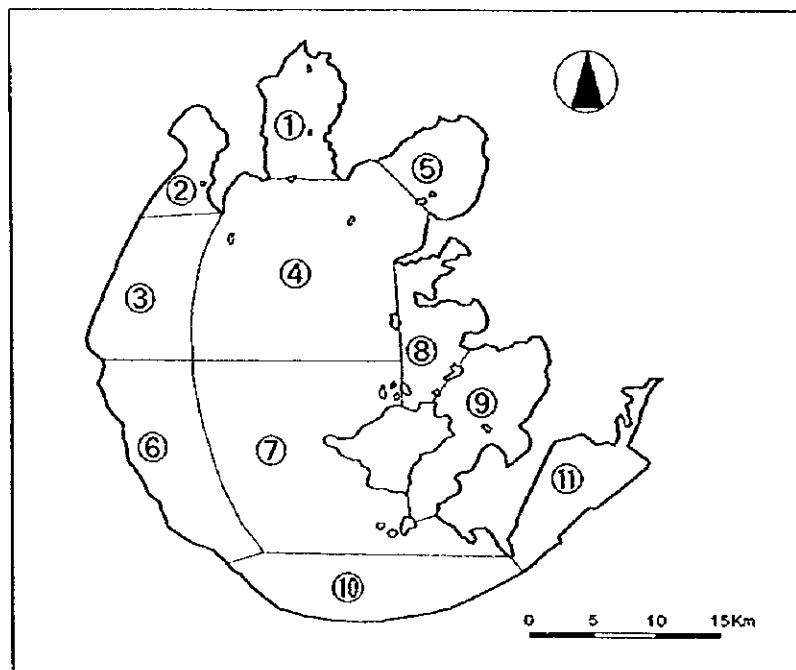
中華人民共和国太湖水環境管理計画調査
調査団長 杉山 明

太湖ブロック区分と水域類型

ブロック No.	ブロック名称	生態系		水域利用	湖岸利用	水域 類型
		魚類	水生植物			
1	梅梁湾	・銀魚産卵保護区(湾口部)		・水道水源(4 箇所)	・無錫太湖国家観光地区 ・梅梁湾北東部 龟头渚公園 梅園・錦山公園	II
2	竺山湖	・銀魚産卵保護区		・養殖用生け簀		II
3	西太湖北部	・紅白類産卵場 ・Coilia 類の主要棲息地	・抽水植物			II
4	大太湖北部	・Coilia 類の主要棲息地				III
5	貢湖	・銀魚産卵保護区	・沈水植物 ・抽水植物	・水道水源(3 箇所、 内 2 箇所は建設中)		II
6	西太湖南部	・紅白類産卵場				II
7	大太湖南部	・Coilia 類の主要棲息地	・抽水植物			III
8	譚山		・抽水植物	・養殖用生け簀	・蘇州太湖国家観光地区	III
9	胥湖	・Coilia 類の主要棲息地 ・刀鲚の産卵保護区	・沈水植物	・水道水源(5 箇所)	・東山風景区 ・西山風景区 ・別荘地(東山鎮付近)	II
10	南太湖		・抽水植物		・リゾート地区(小梅口周辺) ・リゾート開発予定地区(七都付近)	III
11	東太湖	・コイ類産卵場 ・ギンガ類産卵保護区	・沈水植物 ・抽水植物	・水道水源(1 箇所) ・養殖用生け簀		II

水域類型 II：主に集中型生活飲料水水源地一級保護区、稀少魚類保護区、魚エビ産卵場等に適用

水域類型 III：主に集中型生活飲料水水源地二級保護区、一般魚類保護区及び遊泳区に適用



太湖水環境管理計画マスタープラン概要

1. 計画の目的

- ①富栄養化の進行で水質障害の生じている太湖（島を含めた面積：2,428km²）の水環境保全対策の提案。
- ②今後の水環境の推移を把握するための観測・監視システムの提案。
- ③対策の計画・実施を円滑に遂行できる組織・体制、人材育成、研究開発計画の提案。

2. 調査対象地域

1995年時点で太湖へ負荷が流入する可能性のある地域（太湖影響圏）、具体的には蘇州市、無錫市、常州市、鎮江市、湖州市、杭州市（全て地級市）等を含む面積 21,969km²の地域。

3. 計画のフレーム

（1）目標水質

2020年において太湖の水面及び水資源が現況と同じ形で利用できることを前提に、以下のように設定した。II類水質基準は地面水水質基準 GB3838-88 及び湖沼水質基準による。

短期（2000年）	とくに設定しない	II類水質基準 COD _(Mn) : 4.0 mg/L T-N : 0.60 mg/L T-P : 0.025 mg/L
中期（2010年）	重点保護水域（梅梁湾、貢湖、胥湖、東太湖）におけるII類基準の達成	
長期（2020年）	太湖全水域におけるII類基準の達成	

（2）社会経済指標

1996年版統計年鑑による調査対象地域の基準年（1995年）における主要社会経済指標と、第九次五ヶ年計画（1996～2000年）及び長期目標要綱（目標年：2010年）にもとづいて予測した各指標の伸び率は以下ようになる。

	基準年の値	年平均伸び率		
	1995年	1996～2000年	2001～2010年	2011～2020年
総人口	1,639.7 万人	0.5 %	0.5 %	0.5 %
都市人口	524.2 万人	3.8 %	1.5 %	1.4 %
国内総生産	2,273 億元	18.3 %	11.1 %	9.0 %
工業生産高	6,135 億元	17.9 %	9.5 %	8.4 %

(3) 排出負荷量

設定された社会経済フレームにもとづいて原単位法で算出した基準年の COD_(Cr)及び T-P 排出負荷量と、これを1とした場合の目標年の排出負荷量の倍率は以下ようになる。

	基準年の値	1995年に対する倍率		
	1995年	2000年	2010年	2020年
工業系 COD _(Cr)	2337.3 (千 ton/年)	1.96 倍	4.21 倍	9.05 倍
T-P	9.43	1.90	4.00	8.53
生活系 COD _(Cr)	362.5	1.10	1.38	1.53
T-P	3.84	1.13	1.51	1.67
その他 COD _(Cr)	124.4	1.05	1.12	1.12
T-P	3.56	1.03	1.08	1.08
合計 COD _(Cr)	2824.2	1.81	3.71	7.73
T-P	16.82	1.54	2.81	5.39

4. 水環境保全対策計画

(1) 対策案

排出負荷量の内訳、適用性の難易、対策効果の定量化を考慮して、2020年までに実施する対策が下表のような4通りの対策案を設定した。

	工業系排出負荷量の削減	生活系排出負荷量の削減	導水
対策案 (1)	節水対策を中心とした工程内処理は適用しない。 高度処理施設を市区の繊維・化学・食品工業に100%設置。 (一次+二次)処理施設をその他の市区工業と郷鎮工業の100%に設置。 農村工業には処理施設無し。	高度処理をA級県の都市人口の100%に適用。 (一次+二次)処理をB級県の100%とC級県の50%に適用。 農村人口は処理しない。	(ルート) 徳勝河、武宜漕河、太溝運河を経て、竺山湖に至る66.0km (日平均導水量) 11月~4月: 最大50m ³ /s 5月~10月: 最大180m ³ /s
対策案 (2)	市区・郷鎮・農村の各工業で排水量をそれぞれ70%、50%、30%削減。 排水処理施設の設置は対策案(1)と同じ。	対策案(1)と同じ。	
対策案 (3)	市区・郷鎮・農村の各工業で排水量をそれぞれ70%、70%、50%削減。 高度処理施設を市区工業の全業種と郷鎮の繊維・化学・食品工業に設置。 (一次+二次)処理施設をその他の郷鎮工業と農村工業の100%に設置。	高度処理をA級・B級県の都市人口の100%とC級県の70%に適用。 (一次+二次)処理をC級県の都市人口の30%に適用。 合併処理浄化槽を農村人口の50%に適用。	
対策案 (4)	市区・郷鎮・農村の各工業で排水量を70%削減。 高度処理施設を市区・郷鎮・農村工業の100%に設置。	高度処理をA級・B級・C級の各県の都市人口の100%に適用。 合併処理浄化槽を農村人口の100%に適用。	

(注1) 対策案(2)～(4)に適用されている工業系の排水量の削減(節水対策)は、節水を中心とした工程内処理(クリーン生産)により排出負荷量の削減を図るものである。

(注2) A級県：無錫市区、常州市区

B級県：宜兴市、江陰市、溧陽市、錫山市、湖州市区、武進市、吳江市

C級県：丹陽市、長興縣、金壇市、安吉縣、德清縣

(注3) 導水の適用性は長江の水質と太湖の水質の差で決まるので、これを適用するか否かは今後の長江及び太湖の水質の推移を見極めたうえで最終的に判断する。

(2) 対策案の水質改善効果及び費用

本調査で開発した太湖富栄養化予測モデルを用いて、各対策案を実施した場合のT-P排出負荷量と湖水質を算定し、その結果を事業費と合わせて下表に示した。なお、対策実施区域は、流入負荷量の水域別割合及び流域の負荷削減が湖水質に及ぼす影響を検討し、無錫市、常州市、湖州市、鎮江市、蘇州市(吳江市のみ)に属する16の県・市区とした。

	T-P 排出負荷量内訳			目標水質の達成状況 (T-P について)	事業費		
	工業系	生活系	その他		総額(億元)	期間別	GDP 比率
対策案 (1)	68%	16%	16%	2010年の目標を達成できるのは譚山、東太湖のみ。 2020年の目標を達成できる水域は無い。	4,228.4 (1.67%)	1,010.7	1.41%
	76	12	12			3,217.7	1.77
対策案 (2)	61	20	18	2010年、2020年とも目標を達成できるのは譚山、東太湖のみ。	2,097.0 (0.83%)	674.2	0.94
	65	17	18			1,422.8	0.78
対策案 (3)	41	29	30	2010年の目標は達成できる。2020年は西側水域で目標が達成できない。	2381.5 (0.94%) (2,251.5) (0.89%)	813.8 (763.0)	1.14 (1.07)
	32	26	42			1,567.7 (1,488.5)	0.86 (0.82)
対策案 (4)	41	29	30	2010年の目標は達成できる。2020年も目標をほぼ達成できる。	2,583.6 (1.02%) (2,366.1) (0.93%)	813.8 (763.0)	1.14 (1.07)
	5	30	65			1,769.2 (1,603.1)	0.97 (0.88)

(注1) T-P排出負荷量内訳にある「その他」は農業系、畜産系、水産養殖系等である。

(注2) T-P排出負荷量内訳の上段は2010年、下段は2020年の比率。

(注3) 事業費(期間別)の上段は2001～2010年、下段は2011～2020年。

(注4) 事業費は工業系排水処理施設、生活系排水処理施設及び導水施設の建設費及び維持管理費からなる。総額の(%)は対地域GDP比率。

(注5) 事業費欄の()を付けた数字は農村人口を対象とした合併処理浄化槽の設置費(現在価額で算出したもの)を除いた投資額。

(注6) 事業費には工業系の節水対策を中心とした工程処理の改善に要する費用は含まれていない。また、都市の下水道整備費については主要都市の支線管渠の平均30%がすでに敷設されていることからその費用を除いてある。

前ページの目標水質の達成状況は T-P のみについて示してあるが、COD について見ると、2010 年の目標水質は対策案(2)、(3)、(4)で、2020 年の目標水質は対策案(3)、(4)で達成できる。

2020 年の T-P 目標水質をほぼ達成できるのは対策案(4)のみであるが、この案による 2020 年の排出負荷量内訳はその他(農業系、畜産系、水産養殖系等)が 65%を占めている。対策(4)の工業系及び生活系の排出負荷量削減は技術の限界を示すもので実現は困難と考えられることから、実際には農業系等に対する対策も積極的に実施する必要がある。

また、導水の効果はその時の長江と太湖の水質の差で決まるが、提供されたデータに依る限り、竺山湖の水質はかなり改善され、その他の水域も貢湖以外は多少改善される。

対策案(4)を適用した場合の 20 年間の総事業費は 2,583 億元(うち、導水事業が 28 億元、合併処理浄化槽設置費が 217 億元)で、その 86%は工業系の対策に投資される。県別に見た事業費の地域 GDP に対する比率は 0.70~1.44%で、平均すると 1.02%である。国及び地方政府は今後、環境保全事業に対して GDP の 2%程度まで投資する用意があると見られるので、水環境保全施設整備事業に対しては地域 GDP の 1.4%程度まで投資可能と考えられ、上記事業費はこの枠内にある。

なお、本計画における対策はいずれも先に示した将来社会経済指標を前提としているので、GDP や工業生産高の伸び率がこの前提より低くなれば対策案(4)と同じ水質改善効果をより少ない事業費により実現することができる。また、竺山湖・西太湖北部の水域類型を III 類に変更するならば、対策案(3)でも 2020 年の目標水質を達成できる。従って、目標や対策は太湖の富栄養化の推移、流域の社会経済環境の推移を見ながら見直していくべきである。

5. 水環境観測・監視施設整備計画

太湖及び流入河川の水環境の推移の把握、藻類発生予測、対策効果の監視等に資することを目的として、湖内に 10 点、流入河川に 7 点の水質自動観測所を設置し、得られたデータを太湖水環境監視センター(無錫)経由で太湖流域管理局情報センター(上海)に送信し、これをデータベース化する計画とした。

水質自動観測所		観測項目
湖内 (フェーズ I) (フェーズ II)	5 点	基本項目：水温、pH、DO、濁度、EC 水質項目：COD、Chl-a (湖内のみ)、T-N、T-P
	5 点	
流入河川	7 点	気象項目：風向、風速、気温、蒸発量 水文項目：流向、流速

目 次

序文

伝達状

位置図

太湖ブロック区分と水域類型

太湖水環境管理計画マスタープラン概要

第1章 調査の概要

1-1	調査の背景	1-1
1-2	調査の目的	1-1
1-3	調査対象地域	1-1
1-4	調査実施体制	1-1
1-5	調査行程	1-2
1-6	調査の構成と手順	1-2

第2章 太湖及び流域の水環境の現況

2-1	流域の自然条件	2-1
2-2	流域の社会経済条件	2-1
2-3	汚濁負荷の排出現況	2-3
2-4	流入河川の水環境	2-4
2-5	太湖の水環境	2-5

第3章 太湖及び流域の水環境管理の現況

3-1	水環境に係わる制度と基準	3-1
3-2	水環境管理体制	3-2
3-3	水環境観測・監視体制	3-3

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
4-2	水資源の開発・保護に係わる計画	4-3

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	5-1
5-2	モデルの構造	5-2
5-3	モデルの計算手順	5-3
5-4	モデルの再現性の検討	5-4

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
6-2	富栄養化防止対策の手法とその適用性	6-4
6-3	太湖に適用可能な対策	6-4
6-4	対策の効果と問題点	6-5
6-5	施設的対策の費用	6-10

第7章 水環境保全対策計画

7-1	計画の前提	7-1
7-2	対策案	7-3
7-3	対策案の評価	7-8
7-4	施設的対策を促進するための制度及び措置	7-10
7-5	平均水質と許容流入負荷量	7-11

第8章 水環境観測・監視計画

8-1	今後の太湖流域の水環境観測・監視体系	8-1
8-2	水質自動観測網とデータベースシステム	8-1
8-3	水質自動観測所の施設と維持管理	8-4
8-4	水質自動観測システムの施設建設費と維持管理費	8-5

第9章 組織・体制・人材育成・研究開発計画

9-1	組織・体制改善案	9-1
9-2	人材育成計画	9-2
9-3	研究・開発計画	9-2

第10章 事業実施計画および事業評価

10-1	事業の内容	10-1
10-2	事業実施計画	10-2
10-3	事業費	10-3
10-4	事業評価	10-5

第11章 結論及び勧告

11-1	本調査の成果と意義	11-1
11-2	今後の課題	11-1

図表目次

第1章 調査の概要

図 1.1	調査位置図	1-3
図 1.2	調査の構成と手順	1-4

第2章 太湖及び流域の水環境の現況

図 2.1	太湖影響圏内における 1995 年人口分布	2-9
図 2.2	1995 年工業生産高分布	2-10
表 2.1	1995 年県別排出負荷集計表	2-11
図 2.3	メッシュ別現況 T-P 排出負荷量	2-12
表 2.2	太湖の水質の経年変化	2-13
表 2.3	太湖の底泥分析結果	2-13
図 2.4	太湖と日本の主な湖沼に T-N、T-P 濃度	2-14
表 2.4	水域別に見た太湖の水生生物の特徴	2-15
図 2.5	湖岸・水域利用状況（主な上水道取水口の位置）	2-16
図 2.6	漁業の状況	2-17

第3章 太湖及び流域の水環境管理の現況

図 3.1	太湖流域の水環境管理体制	3-5
図 3.2	太湖流域管理局及び太湖流域水資源保護局の組織	3-6
図 3.3	太湖流域洪水防止通信観測網	3-7
図 3.4	太湖流域水資源保護局の定期水質観測点（現行及び計画）	3-8

第4章 太湖流域の将来条件

図 4.1	太湖影響圏内における 2000 年工業生産高予測	4-7
図 4.2	太湖影響圏内における 2010 年工業生産高予測	4-8
図 4.3	太湖影響圏内における 2020 年工業生産高予測	4-9

第5章 太湖富栄養化予測モデル

図 5.1	河川水量モデルノード図	5-6
図 5.2	生態系モデル概念図	5-7
図 5.3	1998 年河川水量モデルの検証	5-8
図 5.4	1995 年河川水量モデルの検証	5-9
図 5.5	湖流シミュレーションの結果	5-10
図 5.6	湖内水質の再現結果と実測値の比較（1995 年）	5-11
図 5.7	湖内水質の再現結果と実測値の比較（1996 年）	5-12

第6章 富栄養化防止対策の効果と費用

図 6.1	太湖影響圏における合計排出負荷量の経年変化	6-11
図 6.2	既存及び計画ゲート位置と水理的富栄養化防止対策	6-12
図 6.3	現況及び 2000 年太湖ブロック別年流入負荷量	6-13
図 6.4	現況及び 2000 年太湖湖流 (1995 年型)	6-14
図 6.5	現況及び 2000 年太湖ブロック別水質	6-15
図 6.6	2010 年及び 2020 年太湖ブロック別流入負荷量	6-17
図 6.7	2010 年及び 2020 年太湖ブロック別水質	6-18
表 6.1	富栄養化防止対策・技術一覧	6-20
図 6.8	排出負荷削減の水質改善効果算定用県・市区ブロック区分	6-24
図 6.9	県・市区の排出負荷削減による太湖ブロック別 T-P 濃度改善効果	6-25
図 6.10	2010 年竺山湖ゲートによる水質改善効果	6-29
図 6.11	長江導水における 2010 年太湖ブロック別水質	6-30
図 6.12	工場排水処理施設の建設費	6-31
図 6.13	工場排水処理施設の維持管理費	6-32
図 6.14	生活排水処理施設の建設・維持管理費	6-33

第7章 水環境保全対策計画

表 7.1	対策案 (1)	7-13
表 7.2	対策案 (2)	7-14
表 7.3	対策案 (3)	7-15
表 7.4	対策案 (4)	7-16
図 7.1	工業系対策事業の算出手順	7-17
図 7.2	生活系対策事業の算出手順	7-18
図 7.3	対策案を実施した場合の 2010 年の排出負荷量 (T-P) とその内訳	7-19
図 7.4	対策案を実施した場合の 2020 年の排出負荷量 (T-P) とその内訳	7-20
図 7.5	対策案を実施した場合の水質改善効果	7-21
図 7.6	対策案を講じた場合の各水域ブロックの年平均 T-P 濃度	7-24
図 7.7	対策案を講じた場合の各水域ブロックの年平均 COD 濃度	7-26
表 7.5	導水有りの場合と無しの場合の水質改善効果の違い	7-28
図 7.8	対策案 (4) を実施した場合の 2020 年の湖水質の経時変化	7-30
図 7.9	水域ブロック別にみた年間流入負荷量と年間平均湖水質との関係	7-31

第8章 水環境観測・監視計画

表 8.1	太湖流域水環境観測・監視体系	8-6
図 8.1	太湖流域水環境観測・監視システムのイメージ	8-9
図 8.2	水質自動観測所の設置計画地点	8-10
図 8.3	水質データベースの出力形式	8-11
図 8.4	太湖流域水環境データベースシステム	8-12
図 8.5	河川及び湖内の水質自動観測所の施設図	8-13

表 8.2	水質自動観測システムの施設建設費	8-14
表 8.3	水質自動観測システムの維持管理費	8-15

第 9 章 組織・体制・人材育成・研究開発計画

図 9.1	太湖流域の水環境管理体制（案）	9-4
-------	-----------------	-----

第 10 章 事業実施計画および事業評価

図 10.1	工業排水処理対策事業の実施工程	10-9
図 10.2	生活排水処理対策事業の実施工程	10-10
図 10.3	導水事業の実施工程	10-11
表 10.1	発生源対策事業投資計画の総括表	10-12
表 10.2	発生源対策事業投資計画の行政区別総括表	10-13
表 10.3	導水事業の投資計画	10-14
表 10.4	発生源対策事業費と対地域 GDP 比率	10-15

第1章 調査の概要

1-1 調査の背景

太湖流域は長江水系南岸の最も下流に位置している長江支流の一つである。流域面積は36,500km²で、流域内人口3,458万人（1990年）を擁し、上海、杭州、無錫、蘇州などの商工業都市があり、中国で最も産業が集中した地域となっている。

流域の中央に位置する太湖は湖面積2,428km²、容量は約44億m³の大規模な淡水湖であるが、平均水深が約2.0mの典型的な皿池であり、周辺地域における近年の工業の飛躍的な発展、農業の近代化、人口の増加に伴って水質汚濁が顕著となってきている。とくに富栄養化は太湖を水源とする産業及び住民の生活に様々な障害をもたらしつつあり、国及び地方政府はその対策を早急に策定する必要に迫られている。

以上のような背景により、中国政府は日本政府に対し1992年10月に計画策定に係る本件調査を要請し、日本政府は1995年2月に事前調査団を派遣し、実施細則（S/W）を締結した。

1-2 調査の目的

- (1) 太湖（湖面積2,428km²）を対象とし、2000年（短期）、2010年（中期）、2020年（長期）を目標とした水環境管理にかかるマスタープランを策定する。
- (2) 本調査実施期間中、調査に参加する中国側カウンターパートに対し、調査業務を通じて技術を移転する。

1-3 調査対象地域

調査対象地域は太湖（湖面積2,428km²）及びこれに直接流入・流出する河川、並びに、太湖の水環境に関係する流域であるが、具体的には太湖へ負荷が流入する可能性のある流域（太湖影響圏）で図1.1に示す範囲とする。

1-4 調査実施体制

本調査は国際航業（株）と（株）建設技術研究所の8名の技術者から成るJICA調査団が中国水利部太湖流域管理局の8名の技術者から成るカウンターパートチームの協力を得て実施した。

1 - 5 調査行程

本調査は 1996 年 1 月に開始され、1998 年 3 月に終了した。この間、冬季 1 回、夏季 2 回の補足調査（水質観測、生物現存量調査）が実施された。

1 - 6 調査の構成と手順

本調査は大別すると、社会経済条件調査、発生・排出負荷量調査、流入水量・負荷量調査、湖内環境調査、富栄養化予測調査、対策手法検討調査、事業計画策定調査から成り、それらの内容と作業の手順は図 1.2 に示す通りである。

調査対象域

区分	面積(km ²)
A 1 蘇州市区	135
2 常熟市	774
3 常熟市	1,143
4 吳興	1,638
5 吳江市	1,161
蘇州市合計	4,851
B 6 無錫市区	261
7 江陰市	891
8 錫山市	1,052
9 宜興市	1,746
無錫市合計	3,960
C 10 常州市區	189
11 武進縣	1,593
12 金壇市	981
13 溧陽市	1,512
常州市合計	4,275
D 14 丹陽市	918
15 丹徒縣	396
16 句容縣	243
鎮江市合計	1,557
E 17 高淳縣	180
南京市合計	14,823
F 18 蘇州市	1,566
19 長興縣	1,431
20 安吉縣	1,881
21 德清縣	503
湖州市合計	5,481
K 22 余杭市	519
23 歸安市	855
杭州市合計	1,374
浙江省合計	6,885
H 24 郎溪縣	81
25 廣德縣	144
26 寧國縣	36
合計	261
安徽省合計	261
總合計	21,969

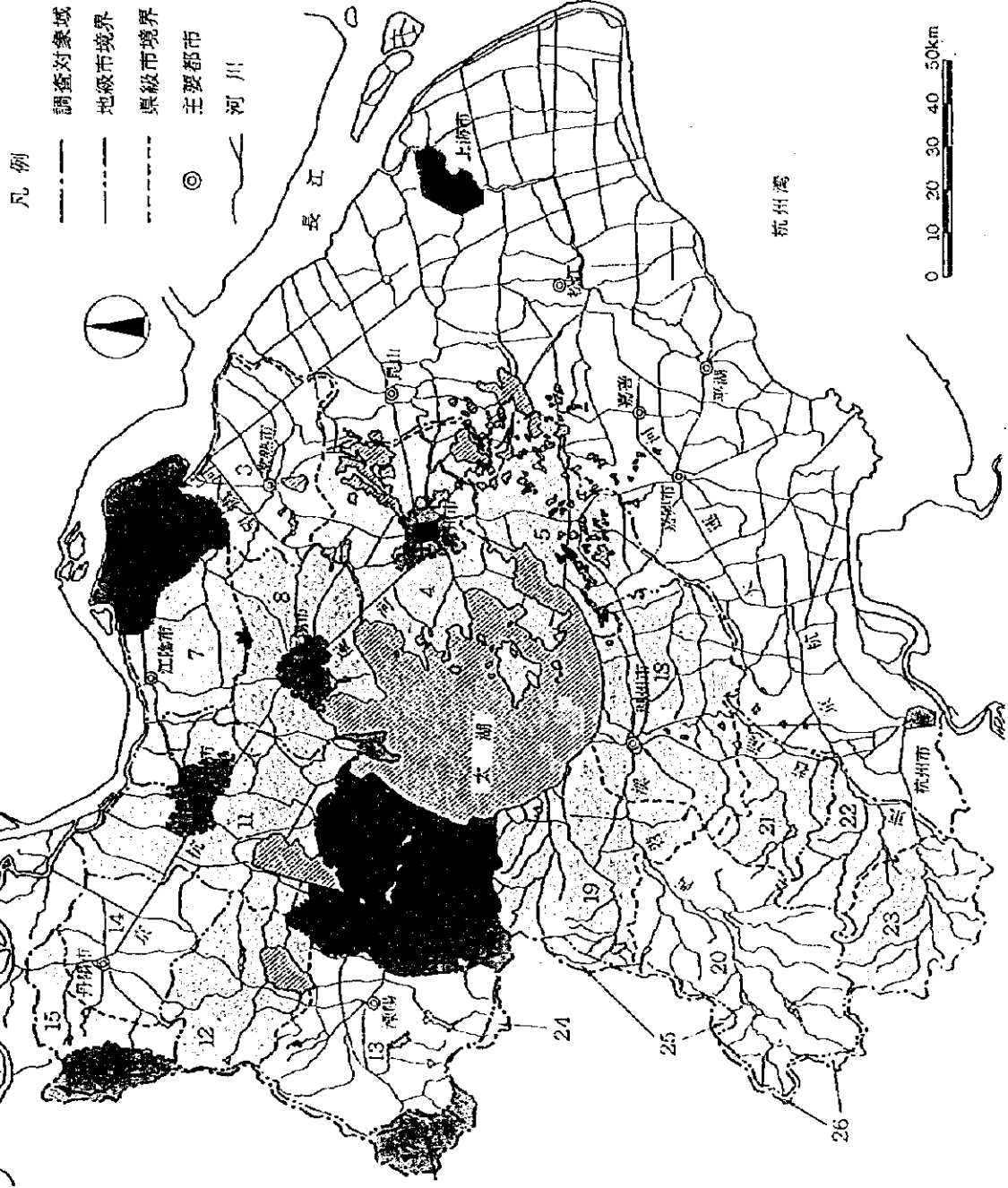


図 1.1 調査位置図

中華人民共和國

太湖水環境管理計画調査

調查對象城		面積 (km ²)
1	瀋陽市	100
2	張家溝市	10
3	安東市	10
4	撫順	10
5	營口市	10
6	錦州市	10
7	朝陽市	10
8	承德市	10
9	張家口	10
10	歸綏市	10
11	包頭市	10
12	太原市	10
13	西安市	10
14	蘭州市	10
15	西寧市	10
16	昆明市	10
17	貴陽市	10
18	重慶市	10
19	成都市	10
20	廣州市	10
21	深圳市	10
22	海口市	10
23	海口市	10
24	海口市	10
25	海口市	10
26	海口市	10
27	海口市	10
28	海口市	10
29	海口市	10
30	海口市	10

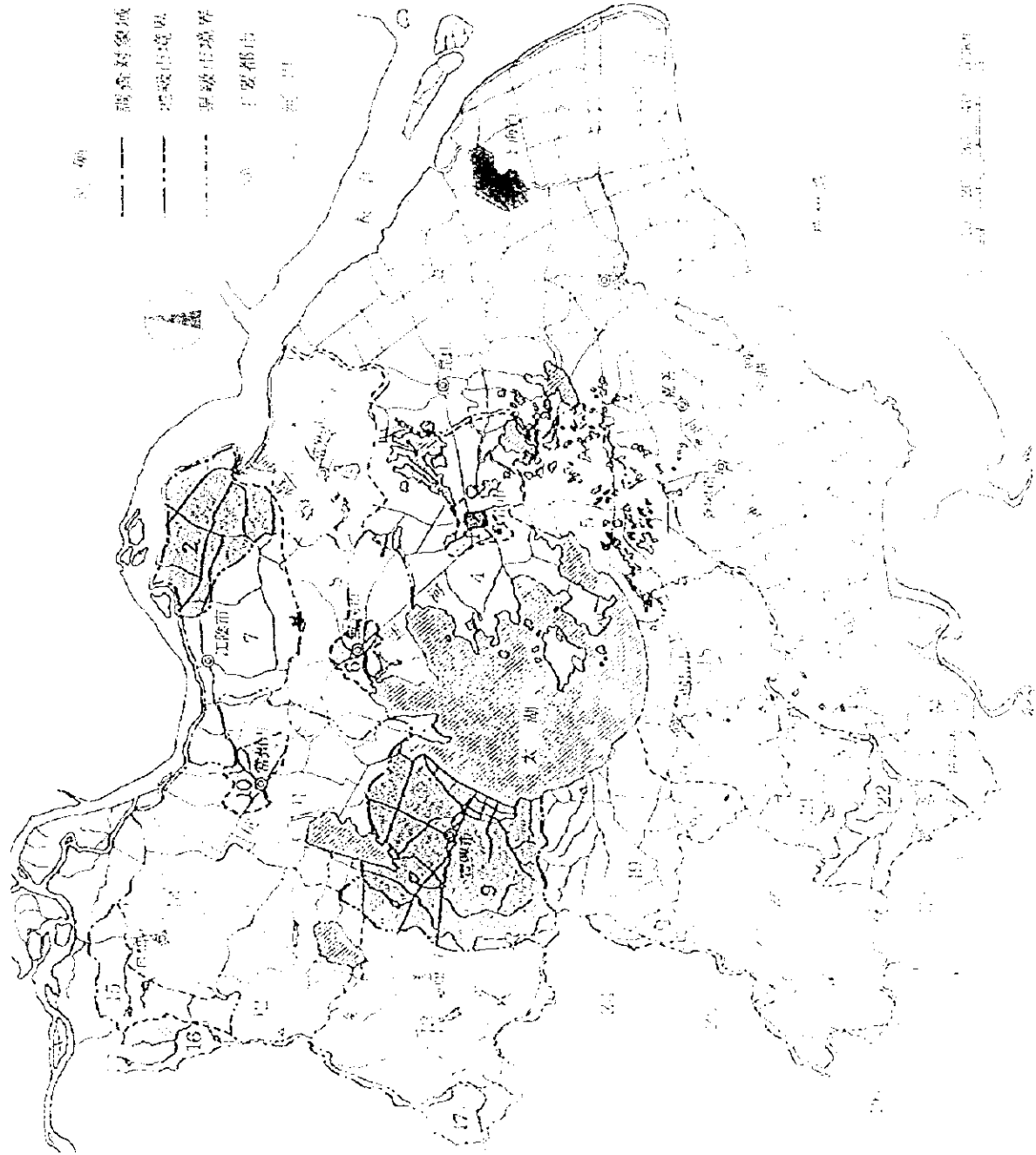


圖 1.1 調查位置圖

中華人民共和國
太湖水環境管理計畫調查

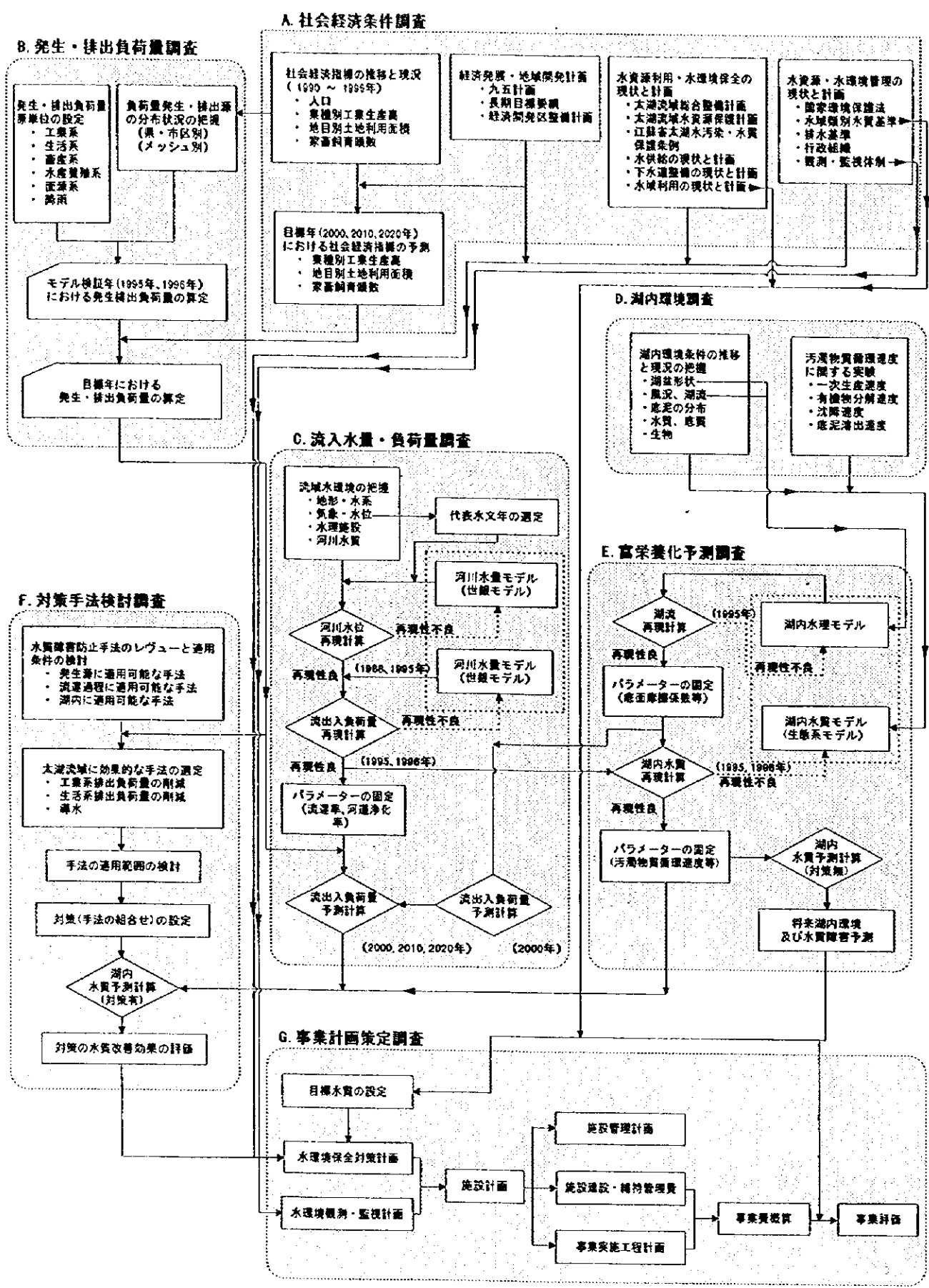


図 1.2. 調査の構成と手順

第2章 太湖及び流域の水環境の現況

2-1 流域の自然条件

(1) 地形

太湖流域は、長江水系南岸の最も下流に位置している1支流域で、流入河川流域だけでなく、流出河川流域をも含む。流域面積は約36,500km²である。

太湖流域は地形的に見ると、山地・丘陵部と平野部に大別される。山地・丘陵部は主として流域の西部にあり、流域面積の約1/6を占めている。平野部は海拔10m以下で流域の中東部に広がり、流域面積の約5/6を占める。この中東部は太湖平原と呼ばれ、西から東へ極めて緩やかに傾斜しているが、高低差は僅か4~5mしかなく、河川勾配が太湖西側で2/10,000、東側で1/10,000である。また、太湖平原の約1/5は湖沼・水路網により占められていて、河川密度は3~4 km/km²に達している。流域の年間の蒸発量は1,200~1,500mmである。

(2) 気候

太湖流域は中亜熱帯の季節風気候区に属し、年間平均気温は15~18℃で、最も暑い7月の月平均気温は27.5~31.2℃、最も寒い1月の最低気温は-5.5~-8.5℃である。

年間降水量は平均1,200mmで、降雨の70~80%が5~10月に集中し、河川・湖沼は増水する。大量の降雨は梅雨と台風によりもたらされる。流域の年間蒸発量は1,200~1,500mmである。

2-2 流域の社会経済条件

(1) 行政区画

中国の行政区画は、1級行政区から4級行政区までの4級制がとられている。すなわち、省級（1級行政区）、地級（2級行政区）、県級（3級行政区）および郷鎮級（4級行政区）である。

太湖流域と太湖影響圏に関係する行政区は下記の通りである。

1級行政区	2級行政区	太湖流域に関する3級行政区	太湖影響圏に関する3級行政区
江蘇省	蘇州市	市区、常熟、張家港、太倉、昆山、吳県、吳江 (7)	市区、常熟、張家港、吳県、吳江 (5)
	無錫市	市区、江陰、宜興、錫山 (4)	市区、江陰、宜興、錫山 (4)
	常州市	市区、武進、溧陽、金壇 (4)	市区、武進、溧陽、金壇 (4)
	鎮江市	丹陽、丹徒、句容 (3)	丹陽、丹徒、句容 (3)
	南京市	高淳 (1)	高淳 (1)
浙江省	湖州市	市区、長興、安吉、徳清(4)	市区、長興、安吉、徳清 (4)
	杭州市	市区、余杭、臨安(3)	余杭、臨安 (2)
	嘉興市	市区、海寧、平湖、桐郷、嘉善、海鹽 (6)	(含まず)
安徽省	宣城地区	郎溪、広徳、寧国 (3)	郎溪、広徳、寧国 (3)
上海市	上海市	市区および6県	(含まず)

注：（ ）内の数字は3級行政区の数を示している。

(2) 人口

太湖影響圏の1995年時点での人口は約1,640万人である。その内訳は、下表の通りである。人口分布を図2.1に示した。

行政区分	人口(万人)	面積 (km ²)	人口密度(人/km ²)
蘇州市 (5県)	470.0	4,851	969
無錫市 (4県)	429.2	3,960	1,084
常州市 (4県)	333.6	4,275	780
鎮江市 (3県)	103.6	1,557	666
南京市 (1県)	10.3	180	574
湖州市 (4県)	237.9	5,481	434
杭州市 (2県)	48.8	1,404	348
宣城地区 (3県)	6.2	261	238
合計 (26県)	1,639.6	21,969	746

太湖影響圏における主要地級市（蘇州、無錫、常州、湖州）の人口は、1990年から1995年末までに、年平均0.4%から0.6%の割合で増加した。

(3) 産業構造

太湖影響圏 (26県・県級市) の国内総生産 (GDP) は、1995年時点で2,273億元であるが、そのうち蘇州市と無錫市のGDPが合わせて1,522億元で全体の67%を占めている。これに常州市を加えるとこの3市で全体の84%を占める。

産業別では、第一次産業が204億元(9.0%)、第二次産業が1,323億元(58.2%)、第三次産業が746億元(32.8%)となっており、第二次産業、特に工業が経済活動の重要な柱となっている。この第二次産業部門(工業及び建築業)は1990年から1995年の間に、急激な発展を遂げ、年間平均伸び率は、いずれの県級市においても30%以上となっている。特に無錫市と蘇州市の伸びが大きい。

太湖影響圏における工業形態の特徴としては、郷営、村営等の農村部における工業生産が極めて盛んなことであり、工業総生産高のうち、郷鎮工業と農村工業を合わせると工業総生産高の70%以上を占める(図2.2)。

業種別工業生産高では、繊維工業及び化学工業の比率が高い。特に湖州市と蘇州市では繊維工業の比率が高く、39%~42%を占めている。無錫、常州、鎮江の各市では、繊維工業に次いで、化学工業の比率が高く、13%~16%を占めている。なお、その他工業の中では、機械金属工業が大きな比重を占めており、特に常州、鎮江、無錫、杭州などの市ではその比率が高い。

(4) 土地利用

太湖影響圏の1995年時点の土地利用状況は、市街地面積が603km²(全体の2.7%、以下同様)、水田面積が14,454km²(65.8%)、畑地が1,413 km²(6.4%)、山林面積が4,770km²(21.7%)、湖沼面積が729km²(3.3%)となっており、水田と畑地を含めた農地が全体の72.2%を占めている。

2-3 汚濁負荷の排出現況

(1) 排出負荷量の算定方法

太湖の水質悪化の原因物質であるN、P及びCODは流域の様々な発生源(系)から自然的・人為的に排出される汚濁物質に由来するが、その量を前節で述べた各種の社会・経済指標をもとに原単位法で求めた。

(2) 県別排出負荷量の現況

その結果を表2.1に示す。現況において太湖へ負荷が流入する可能性のある区域(太湖影響圏)の年合計排出負荷量は、COD_(Cr)で282.9万ト、T-Nで17.79万ト、T-Pで1.69万トである。その内訳についてみるとCOD_(Cr)では工業系排水負荷が大きくその83%を占めている。これに対してT-Nでは工業系の比率は大きいものの約43.7%で、面源系、生活系、畜産系の比率が、それぞれ、26.1%、14.6%、12.4%となっている。T-Pでは工業系が55.9%を占め、ついで生活系と畜産系がそれぞれ23.1%、15.8%を占めている。

なお、1995年以前の工業系排出負荷量を1990～1995年の第2次産業GDPの年平均伸び率にもとづいて逆算したところ、その全排出負荷量に対する比率が第1位になったのは1990年前半であったと推測された。

(3) メッシュ別排出負荷量の算定

第5章で説明する流入負荷量モデルの入力データとして排出負荷量を与える場合は、対象域を3kmメッシュに区分し、各々のメッシュにこれを配分する。

メッシュ毎の排出負荷量は、生活系については人口から、面源系については土地利用から直接算定される。また、工業系排水については人口に比例するものとし、畜産系は湖沼以外の地域に、又水産養殖系は全地域に一樣に分布するものとして配分した。下水処理場についてはその処理場が位置するメッシュで発生するものとしている。この結果得られた排出負荷量分布の内、T・Pのメッシュ別現況排出負荷量を図2.3に示す。

2-4 流入河川の水環境

(1) 水系区分

太湖流域の河川水系は、太湖を中心とする流入河川、流出河川、湖水区の3種類に分けられるほか、その形成要因によつて天然河道と人工河道に分けることができる。

流入河川に分類される主な水系は、苕溪、南溪、洮滬、合溪の4水系であり、流出河川の主なものは黄浦江である。

湖水区の水系とは太湖に流入また流出する小河川を指すもので、古くは300余本もあったが、堆積や人工的な改造を経て、現在は約220河川となった。これらの河川の多くは流水方向が一定せず、太湖の水位により流出入を繰り返す。

(2) 流況特性

太湖流域管理局が1995年3月から1996年まで2ヶ月に1回実施した主要河川の流量・水質観測結果によると、太湖西部の宜興から梅梁湾の直湖港にいたる河川では、降雨の多い5～7月に太湖への流れが卓越し、逆流はほとんど現れない。しかし、五里湖に流入する梁溪河では、太湖水位が高くなった5月以降は逆流に転じている。こうした傾向は太湖東岸になればより強くなり、ほとんど太湖からの流出となる。流出流量の最大は太湖湖水位が最高となった7月にあらわれている。また、太湖南部に流入する苕溪では順・逆の流れが共に見られる。

(3) 水質特性

本調査で冬季（1996年2月）と夏季（1996年9月）の2回実施した河川の電気伝導度測定の結果によると、冬季は大運河の無錫上流部（常州側）から望虞河に合流する伯溪河の伝導度が高く（従って汚染されている）、西側の宜興から太湖へ流入する伏溪河及び百瀆河でも伝導度が高い。

これに対して湖水位の高い夏季には全河川で伝導度が太湖のそれに近く、太湖から河川への逆流が河川水質を改善していることが分かる。

太湖流域管理局の河川流量・水質観測結果によると、常州、無錫、蘇州等の大規模な商工業都市が点在する太湖東岸の河川は、COD_(Mn)、T-N及びT-Pの平均濃度がそれぞれ10～7 mg/L、9～7 mg/L、0.45～0.25 mg/Lという高い値を示す。これに対して、宜興、長興、湖州等の市街地下流部を除く太湖西岸の諸河川の水質はこれより良く、COD_(Mn)、T-N及びT-Pのそれは、5～4 mg/L、4～3 mg/L、0.2～0.1 mg/L程度である。しかし、太湖西岸の河川でも市街地の下流部では太湖東岸河川と同程度に水質が悪い。又、季節変動について見ると全般的に降雨が多く、又水位が高い5月～7月の濃度が低くなる傾向がみられる。これは、太湖西岸の河川では洪水流による希釈効果、又その他の河川では太湖からの流出水による希釈効果によるものと考えられる。

1996年の実測データで見た河川水と湖水の水質の違いを下表に示す。

項目	河川水	湖水	河川水/湖水
T-COD _(Mn) (mg/L)	6.56	5.56	1.18
D-COD/T-COD	0.74	0.66	1.12
T-N (mg/L)	5.65	5.46	1.03
I-N/T-N	0.67	0.74	0.91
T-P (mg/L)	0.591	0.125	4.73
I-P/T-P	0.32	0.09	3.55

河川のT-P濃度及びI-P/T-Pは湖水に比べて約4～5倍高くなっている。

2-5 太湖の水環境

(1) 水収支と湖水位

太湖の湖面積は2,427.8km²、平均水深は1.91m（1954～85年）、容量は44.8億m³、年平均水面標高は3.01m（1954～85年、吳淞口）である。

河川流入水量は年間約43億 m^3 と推定され、5～9月の5カ月間でその約60%を占めている。一方、湖水からの流出量は年48億 m^3 、年平均流出入（吞吐）量は52億 m^3 と推定されており、水量交換率は1.18年とされる。

太湖の水位は流域の降雨量に追従するが、極値は降雨より1～2カ月遅れて発生する。太湖流域では11月から翌年の2月まで降雨量が少ないため、湖水位は低下し一般に年最低水位は2月に起こり、この平均は約2.80 mである。3月から5月までは降水が続いて水位は上昇する。6月から7月は梅雨で、例年6月の月降水量が年最大で160 mm程度となる。このため、湖水位の最高は7月に発生し、平均的に見ると3.30～3.40 mとなる。7月中旬には梅雨が終わり、降水量は大幅に減る。気温は急激に高くなり、蒸発量が最大となって8月の水位は低下の傾向をみせる。8月と9月は台風が活発で降水量も多くなり、9月の降水量は6月、7月について年第三位となる。このため、10月の湖水位は二番目のピークとなり、平均的に見ると3.20～3.30 m程度となる。10月のあと降水量は減少し水位は低下し上述の様に2月に最低となる。

(2) 湖内流況

太湖は西～南側の湖岸が単純な形状を示すのに対し、北～東側の湖岸は凹凸に富む複雑な形状を示し、島も多数分布している。太湖の湖流はこのような地形特性に影響を受けるとともに、風況により異なったパターンを形成する。

(3) 鉛直方向の水環境の変化

本調査における水温・EC・DO・濁度・照度の観測結果によると、冬季にはこれらの項目の鉛直方向の変化は小さく、上下にほぼ均一な状態になっている。また、夏季もEC・濁度はほぼ均一な状態にあり、水温・DOは水深方向に減少する傾向が見られるが、顕著に成層化した状態は見られない。したがって、太湖では年間を通じて成層構造は形成されないと考えてよい。

(4) 水質

湖の富栄養化に関連する窒素（N）、リン（P）、COD及びChl-a等の濃度の経年変化を表2.2に示す。1980年と1990年代を比較すると、COD_(Mn)濃度は約2倍、T-N濃度は約3倍、T-P濃度は約4倍になっている。また、藻類（主に藍藻類のマイクロシステイス）の異常増殖による水の華（アオコ）が毎年見られるようになったのは1980年代からと言われている。

水域別にみると、各項目とも概ね太湖北部の五里湖から梅梁湾で高く、東太湖で最も低い傾向を示している。

また、植物プランクトンとそれに関連する主要な水質項目の関係を見たところ、Chl-aとO-P（粒子態リン）との相関性（1次相関係数 $\gamma=0.871$ ）が最も強いことから太湖ではNよりもPが植物プランクトンの制限要因として強く働いていると考えられる。

太湖の水質を他の湖沼と比較すると、図2.4のようになり、太湖の富栄養化の進行が早いことが分かる。

（5） 底 泥

本調査における底質分析（分析機関：太湖流域管理局）の結果を表2.3に示す。表層底泥のCOD_(Cr)、T-N、T-P濃度は、太湖北部の五里湖（SB1）、梅梁湾内（SB2、SB3）及び東太湖（SB8）で高い値を示す。しかし、日本の富栄養化が進んだ湖沼の底質と比較すると、太湖の底泥の富栄養化の程度は低い。

表層底泥を含む未固結堆積物は湖岸及び湾入部に厚く（1～2m）分布し、湖心部にはほとんど堆積していない。これは湖心部では風の吹送距離が長く、波も高くなるので、土砂は一旦堆積してもすぐに巻き上げられて年間を通じて平均的に波の弱い水域へ運ばれるためと考えられる。

（6） 生 物

本調査で実施した生物現存量調査の結果によると、植物プランクトンの出現量（総細胞数）は、冬季で $10^4 \sim 10^6$ 細胞数/Lの範囲であるが、夏季には $10^5 \sim 10^8$ 細胞数/Lとなり大幅な増加がみられる。特に1996、1997年とも7月は梅梁湾湾奥で、藍藻類（ミクロキスティス）による顕著なアオコ現象がみられ、細胞数は最大で 5×10^8 細胞数/Lに達した。また、藍藻類の中には毒性を有するものも見出された。

表2.4に太湖の水域別の生態系の特徴についてとりまとめた。

この表から、清浄な水域には多くの生物種が適当数ずつ調和を保って生活しているが水質汚濁や富栄養化が進むと種類数が減少し、汚濁された環境に適応できる特定の種類の個体数が異常に多くなるという一般的傾向が読みとれる。

比較的水質の良い東太湖では、大型水生植物が多く、これを産卵場、餌料として利用する底生生物、魚類が多く、多様な生態系が維持されている。東太湖のような大型水生植物が多い水域では、これが水中の栄養塩類を多量に吸収するとともに、太陽光線をさえぎって、植物プランクトンの光合成を阻害すると考えられる。

(7) 湖岸・水域の利用現況

① 上水源としての利用状況

太湖を水源とする上水道取水口は流出側の東岸に集中し、流入河川の水質が悪い太湖西岸には無い(図2.5)。また、北岸の梅梁湾は現在、無錫市の上水源として利用され、多数の上水道取水口が存在するが、近年の梅梁湾の水質悪化に伴い、貢湖側に上水源を移すべく、現在大規模な上水道取水口の建設が進められている(貢湖水廠、錫山東水廠)。

② 漁場としての利用状況

太湖ではその広大な水面積と多様な生息魚種を反映して、養殖漁業を含む内水面漁業が盛んである。とくに、太湖湖岸では湖内に直接、生け簀を設置する方式によりソウギョ、アオウオ、ハクレン、コクレン、コイなどが盛んに養殖されている。

養殖用生け簀の主な分布域は東太湖、竺山湖、光福周辺である(図2.6)。特に東太湖は大部分が網生け簀に覆われ、太湖で最大の養殖漁業基地となっている。また、同じように水域の大部分が生け簀に覆われる竺山湖では、近年、流入負荷の増大に伴う水質悪化により、養殖漁業も影響を受け漁獲量が減少しつつある。

③ リゾート地区・レクリエーション地区としての利用状況

太湖湖岸のリゾート地区・レクリエーション施設は太湖北岸の梅梁湾沿岸に集中している。無錫市の梅梁湾沿岸は、龍頭渚、蠡園といった古代よりの史跡・名勝が多く存在し、梅梁湾沿岸の馬山地区、西山、東山は国家指定のリゾート地区となっている。

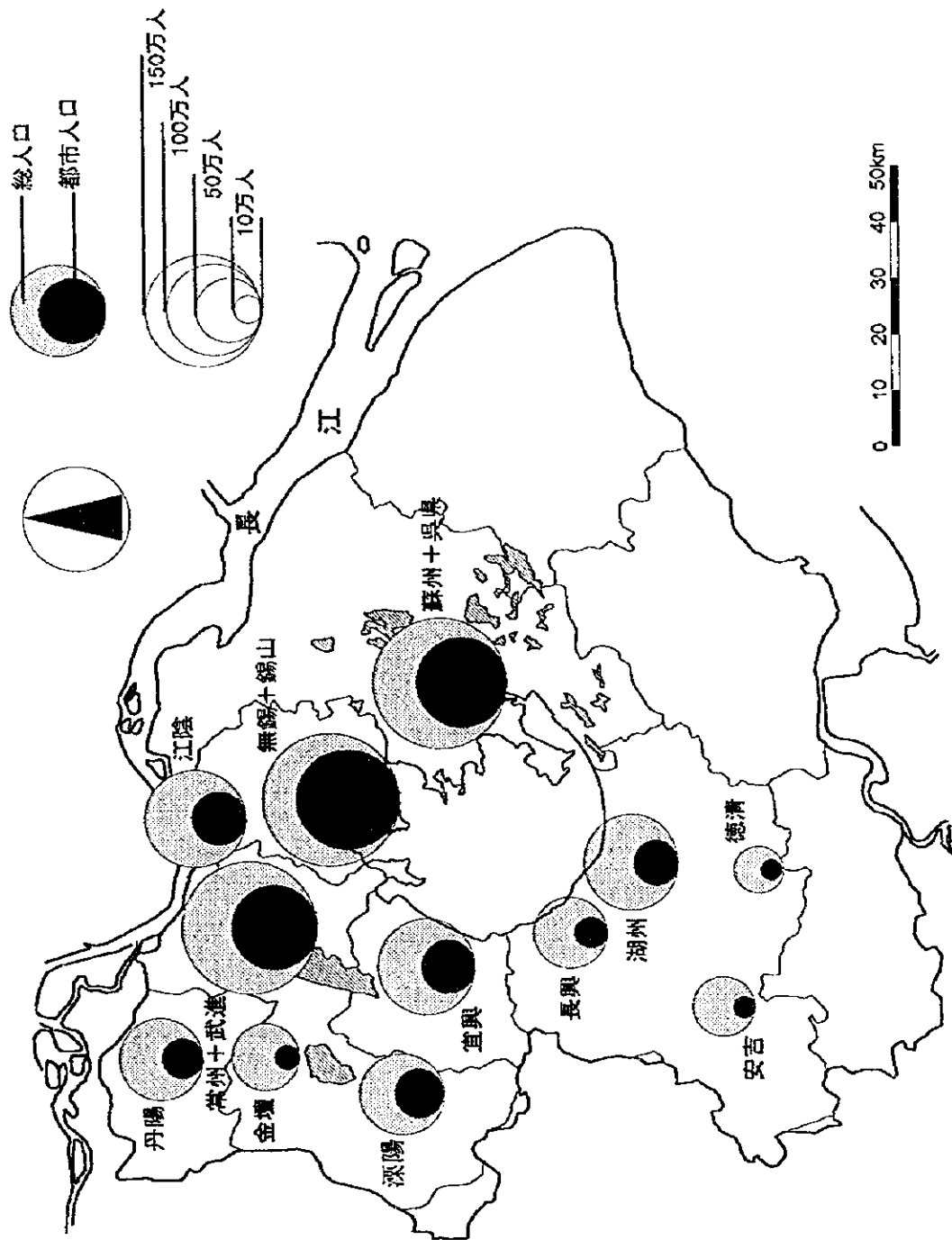


図 2.1 太湖影響圏内における1995年人口分布

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

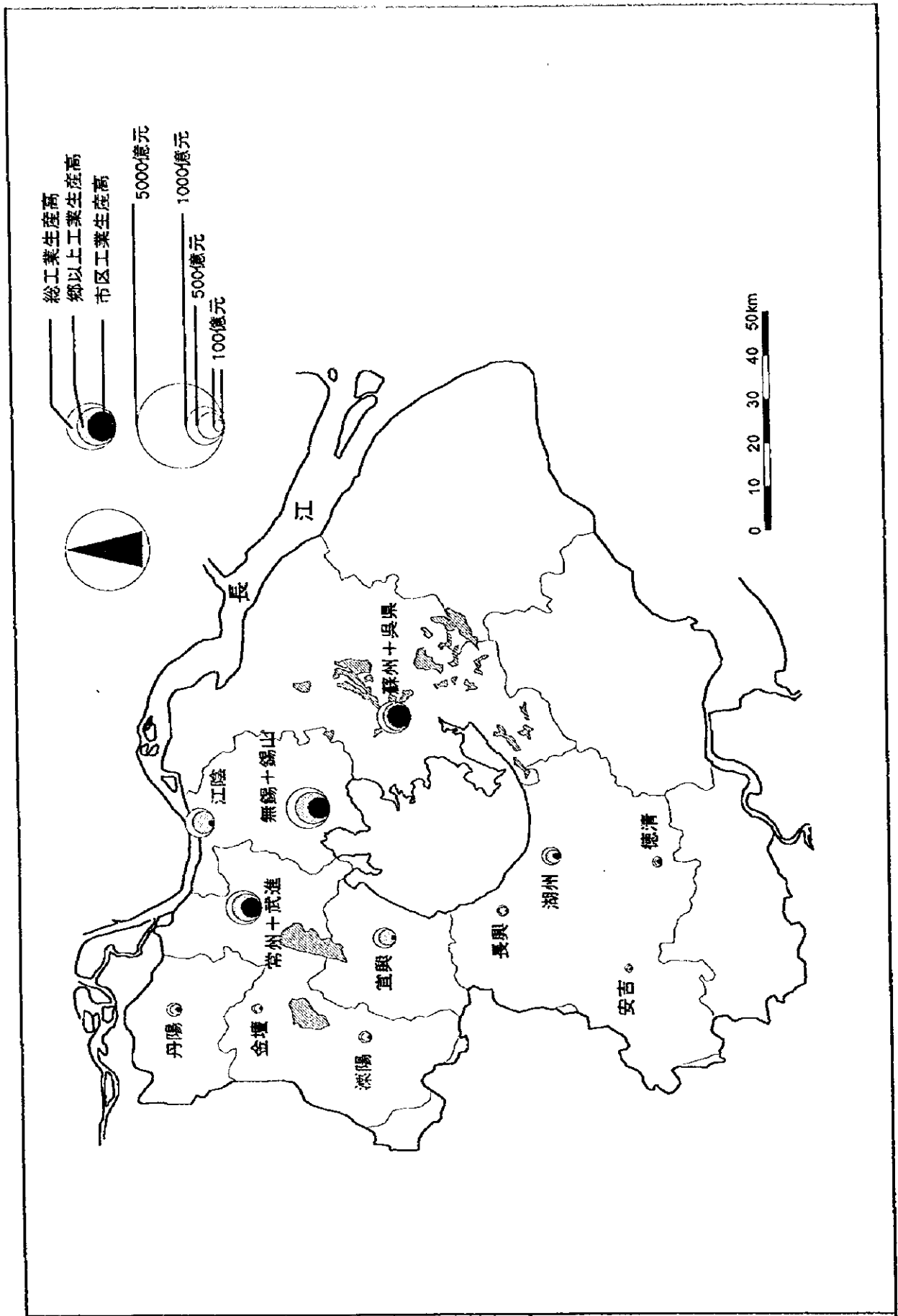


图 2.2 1995年工業生產高分布

中華人民共和國

太湖水環境管理計畫調查

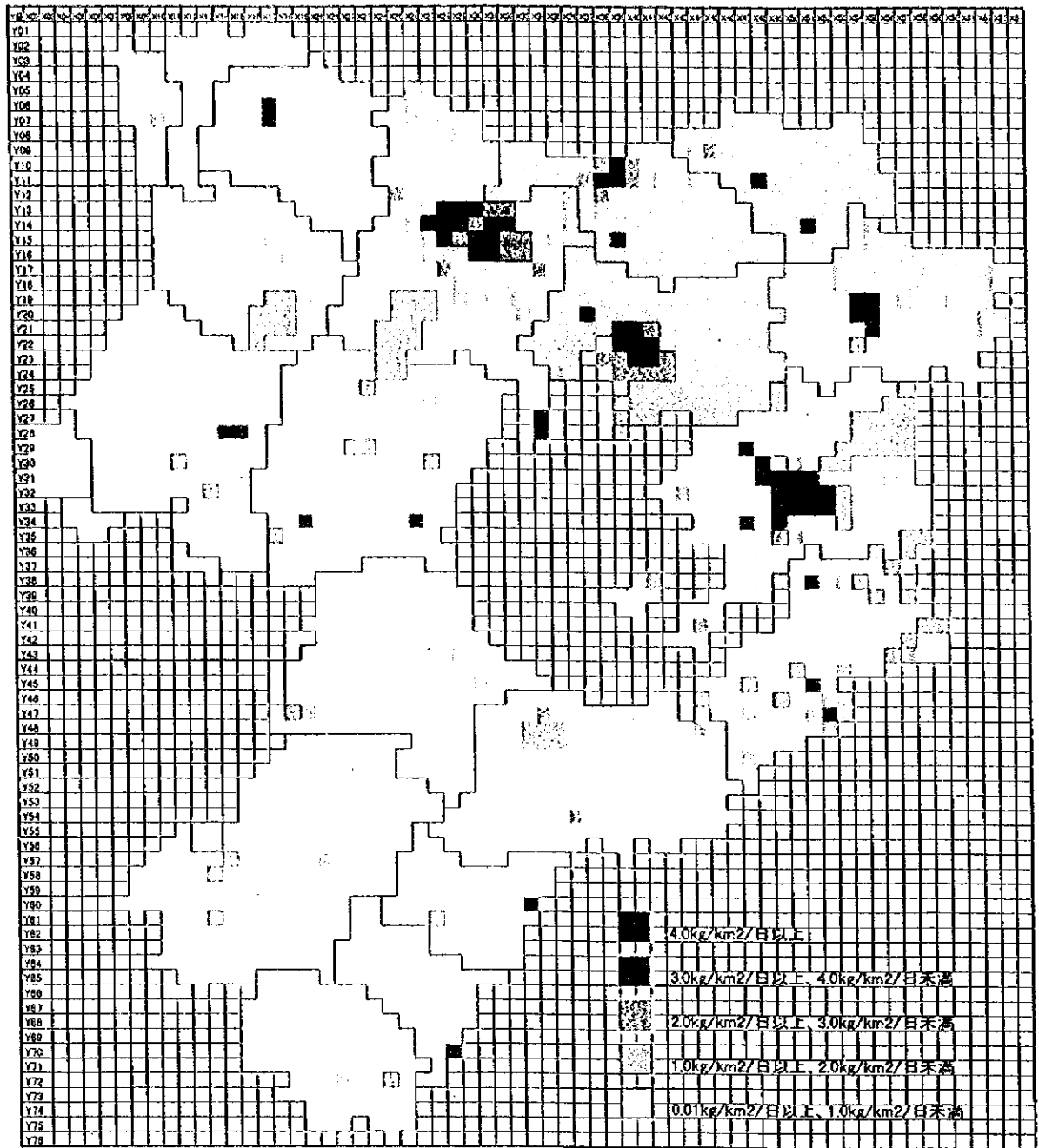


図 2.3 メッシュ別現況 T-P 排出負荷量

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

表2.2 太湖の水質の経年変化

項目	1960年	1980年	1987年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
COD _(Mn) mg/L	-	3.13	3.30	3.70※	3.48※	3.63	4.52	5.04
COD _(Cr) mg/L	-	-	-	10.6	10.3	10.7※	13.2※	14.6※
T-N mg/L	0.1	0.9	1.43	1.56	1.36	2.47	2.27	2.44
T-P mg/L	0.01	0.02	0.04	0.057	0.104	0.090	0.053	0.079
N/P 比	10	45	36	27	13	27	43	31
Chl-a mg/L	-	-	-	0.007	0.015	0.009	0.012	0.012

1960年～87年の水質データ : 出典1; (「Environmental Protection and Lake Ecosystem」
China Science and Technology Press:1993)

出典2; (「太湖」海洋出版社:1993年)

1991年～95年の水質データ : 出典3; (太湖流域管理局による水質モニタリング結果)

※ 相関式 (COD_(Cr) = 2.776 × COD_(Mn) + 0.628) より算出 (太湖流域管理局提供資料)

表2.3 太湖の底泥分析結果

調査期間: 1996年2月29日～3月29日

測点	含水率 %	COD(Cr) %	T-N %	T-P %	Eh mV
SB1	35.6	3.03	0.245	0.082	--
SB2	47.5	1.29	0.106	0.066	--
SB3	36.0	1.91	0.156	0.059	-267
SB4	47.3	0.93	0.062	0.042	-270
SB5	--	1.10	0.074	0.045	-332
SB6	29.3	0.76	0.060	0.049	72
SB7	53.4	1.02	0.071	0.046	--
SB8	44.4	2.67	0.202	0.054	-303

※ : Ehは酸化還元電位

出典: 太湖流域管理局提供資料

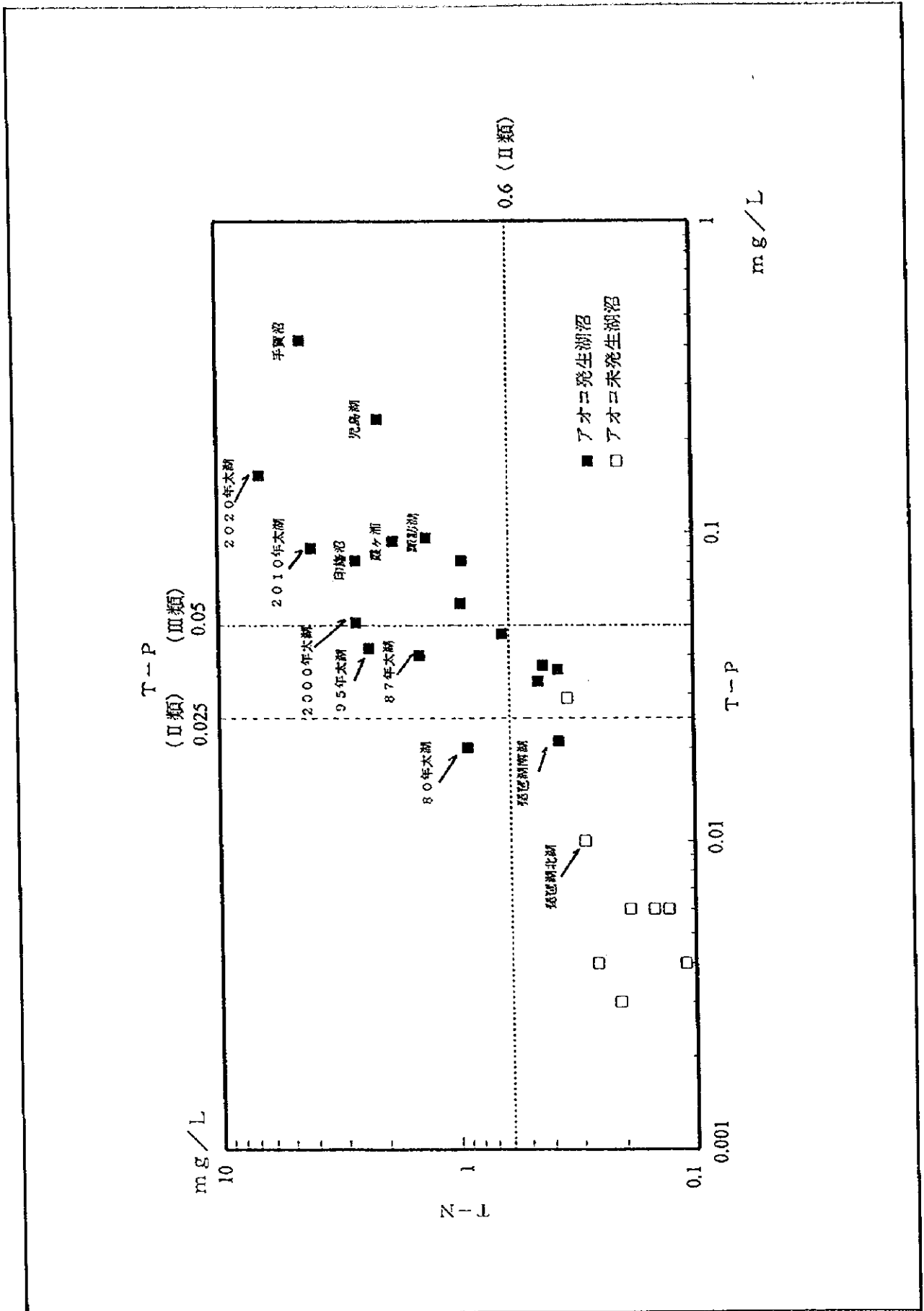


図 2.4 太湖と日本の主な湖沼の T-N、T-P 濃度

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

表2.4 水域別に見た太湖の水生生物の特徴

水域	湖沼特性	現況水質	植物プランクトン	動物プランクトン	底生成物	大型水生植物	魚類	備考
五里湖	平均水深が2m前後、底泥厚は1m~2m	水質汚濁が最も著しい水域 ・夏季のCOD値 6.04mg/l	生物量は多いが種類数は少なく、多様性は低い。クリプト藻と珪藻を中心とする。太湖とは藻類の組成が大きく異なる。	水質汚濁に強い原生動物を中心とする。	水底質汚濁の悪化に強い耐性を有する貧毛類(イトミミズ)、昆虫類(ユスリカ)が大部分を占める。	植生はほとんどみられない。	コイ、フナ類が中心	無錫市の上水の水源である。
梅梁湾	平均水深が2m強。底泥厚は湾奥では2~3mに及ぶが、湾口部では堆積がみられない。場所も多い。	水質汚濁の状況は五里湖に次ぐ。 ・夏季のCOD値 6.90mg/l	夏季に藍藻の異常増殖によるアオコ現象が多発する。近年、クリプト藻の生物量が急増し、藻類組成の遷移がみられる。アオコ発生水域が湾奥部から湾口部へ移りつつある	五里湖同様、水質汚濁に強い原生動物が多い。	湾奥は汚濁に強い貧毛類、昆虫類が多いが、湾奥から湾口部では2枚貝類(河蚬)も分布する。	湾口部の岸沿いに、挺水植物(ヨシ群落)がわずかにみられる。	漁業が盛んである。魚類の他にカワエビ、河蚬、螺類も漁獲されている。かつては銀魚も多く生息したが現在では減少してしまっ	無錫市や運河からの排水が流入する
西太湖	平均水深は約2m。風波による浸食で底泥の厚さは数10cmのところが多い	河川(大浦口)からの流入負荷が多いため、梅梁湾に次いで汚染された水域 ・夏季のCOD値 5.45mg/l	アオコ現象が多発し、藍藻が卓越する。藍藻の占める割合が高く多様性は低い。	輪虫類が最も多く、原生動物、甲殻類も多い。梅梁湾と比較すると多様性は高い。	二枚貝類(河蚬)が優占する。	岸沿いに挺水植物(ヨシ群落)がみられる。沈水植物は苔草(セツガサ)を中心とした群落のみみられる。 ・近年、水質汚濁に伴う透明度の低下により、沈水植物の分布限界水深が後退し、沈水植物群落は減少している。 ・大型の肉食魚である翘嘴紅魚白、蒙古紅魚白の主要な産卵場となっている。		
大太湖	湖底勾配が緩やかで、平均20秒弱である。全域が一定の湖流パターンを示す。堆積物がみられない場所が多い。	水質は比較的良く上水水源地としての基準を満たしている。 ・夏季のCOD値 2.93mg/l	植物プランクトンの生物量は他の水域に比べ少ない。藍藻、緑藻、クリプト藻が多い。	動物プランクトンの生物量は他の水域に比べ少ない。甲殻類の占める割合が高い。	底質は固く、底生生物の生息には適していないと考えられる。底生生物は非常に少ない。	太湖で最も漁獲量の多いCoilia属の主要な生息域である。銀魚の主な生息域でもある。	太湖内の島嶼の周辺に、挺水植物がわずかにみられる。	蘇州市の上水水源として直接利用されている
東太湖	平均水深は2m未満で太湖内では最も浅い。堆積物の厚さは0.5~2mで比較的厚い。	太湖に次いで水質の比較的良好な水域である。 ・夏季のCOD値 2.84mg/l	優占種は藍藻であるが、他の水域で優占するMicrocystis属ではなくMerismopedia属が優占し、他の水域とは全く異なった組成を示す。	輪虫類が大部分を占める。	水生植物が多いため、水生植物を好む螺類がほとんどを占める。	全城が水生植物に覆われるためコイ、フナ、紅白魚等多くの魚類の産卵場となっている。ソウキョウ、アオワオ等の放流が盛んに行われている。	水生植物が多くほぼ全城が水生植物に覆われる。その生物量は全太湖中の約80%を占める。	漁業の他、魚類の養殖も盛んであり、湖内一面に養殖用のイケアスが広がる。

注) 夏季のCOD値は、1986年7月の太湖流域管理局によるモニタリング調査のデータ。

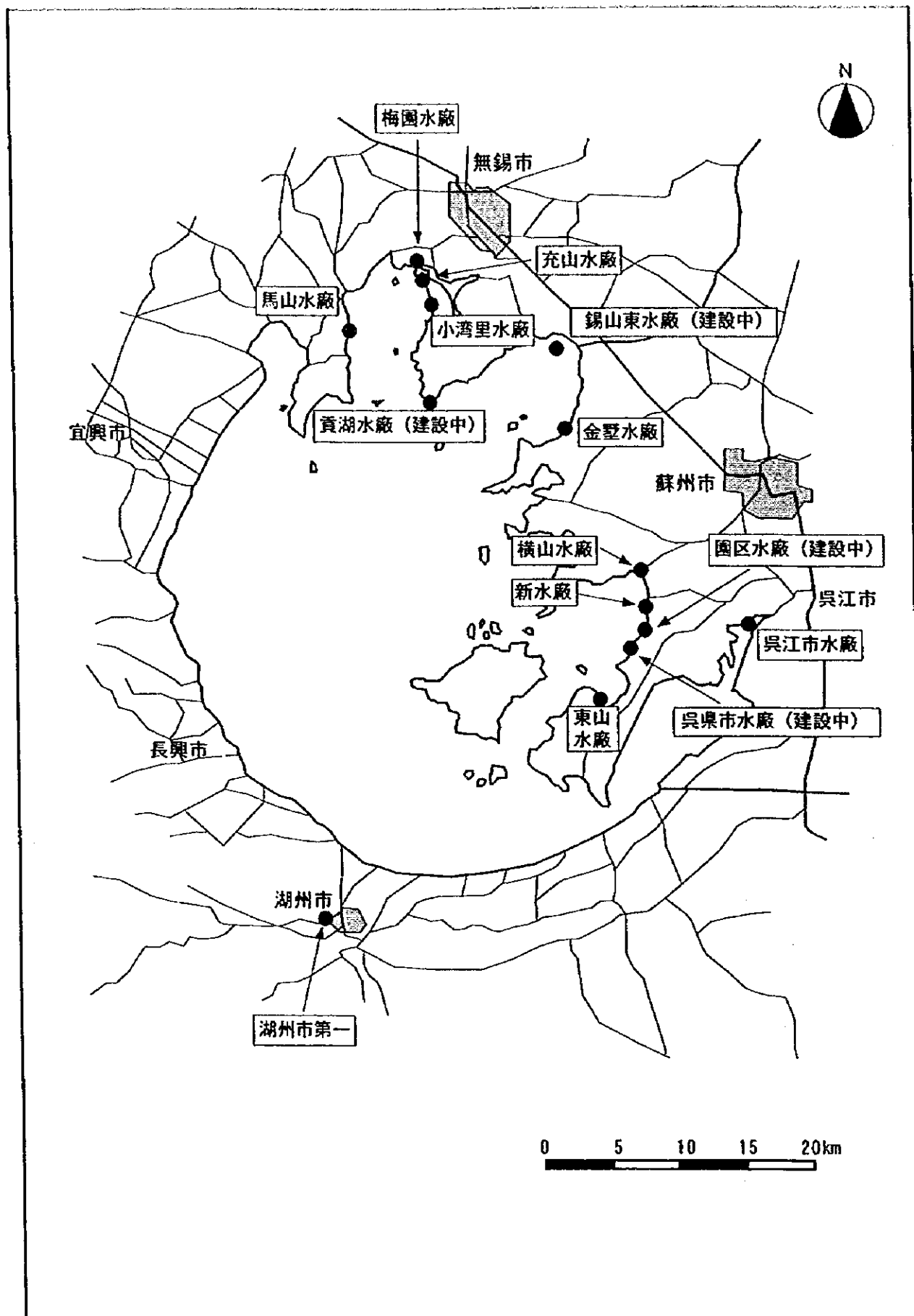


図 2.5 湖岸・水域利用状況(主な水道水取水口の位置)

中華人民共和國
太湖水環境管理計画調査

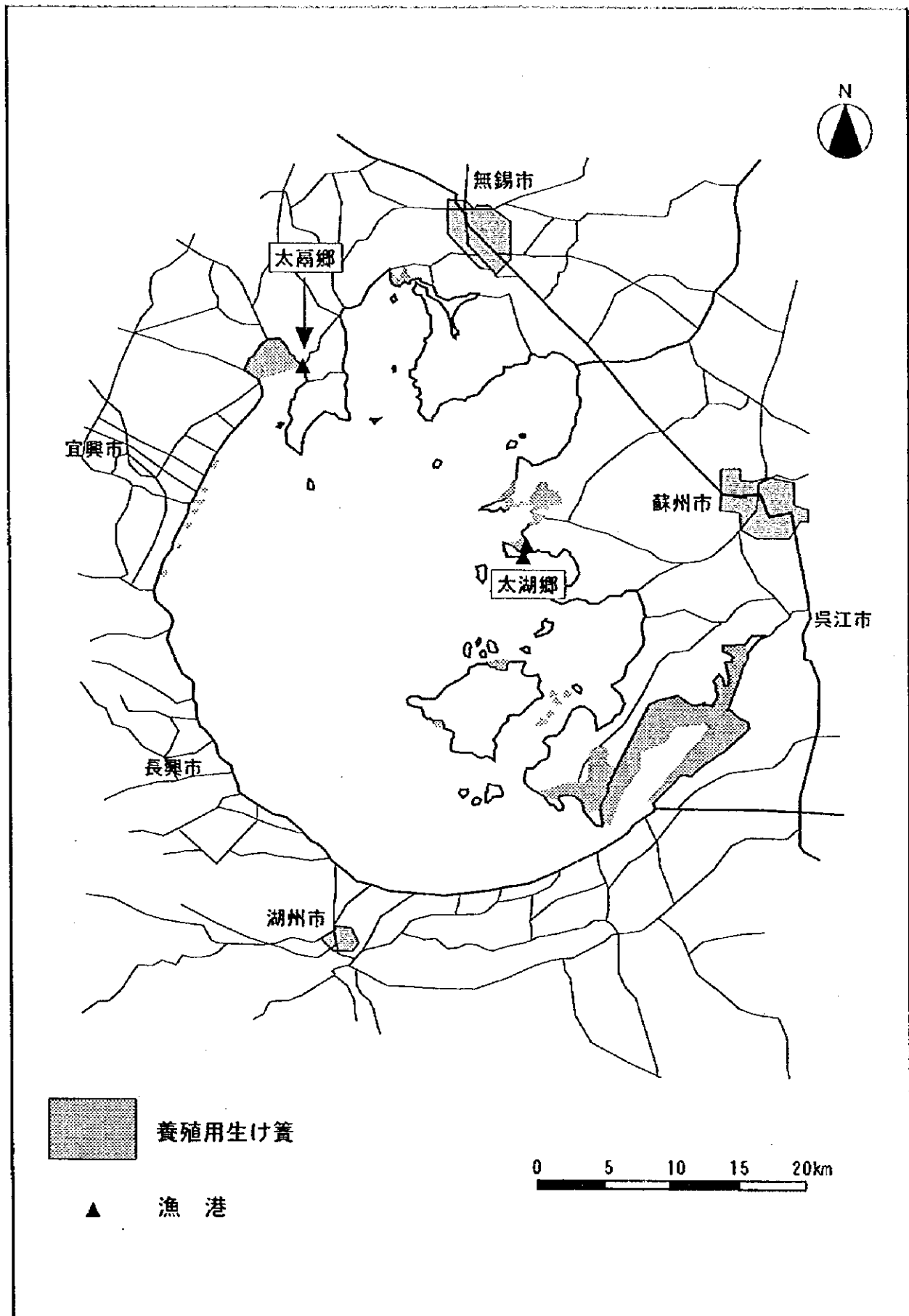


図 2.6 漁業の状況

中華人民共和国
太湖水環境管理計画調査

第3章 太湖及び流域の水環境管理の現況

3-1 水環境に係わる制度と基準

(1) 環境保護を目的とした制度と基準

中国の環境政策の根拠となっている国家環境保護法は1979年に試行され、1989年に制定されたもので、(1)汚染の未然防止、(2)汚染者(開発者)の汚染防止責任、(3)環境管理の強化という3つの基本的な考え方を土台にして構成されている。

“汚染の未然防止”に対応する制度としては、「三同時制度」、「環境影響評価制度」、「汚染物質排出許可制度」がある。「三同時制度」は環境汚染の防止施策を生産と同時に設計し、生産と同時に機能させるという制度であり、「汚染物質排出許可制度」は、発生源の排出汚染物質を登録させて排出量を割り当て、許可証を発行する制度である。

“汚染者の汚染防止責任”に対応する制度としては「排污費制度」と「期限付き汚染防除制度」がある。「排污費制度」は、国及び地方の排出基準を超えて汚染物質を排出している汚染者に対して超過量に応じて罰金(排污費)を課す制度であり、徴収された排污費の80%は企業の汚水処理施設の設備費として有償で貸し付けられる。

「期限付き汚染防除制度」は、環境基準を超えて汚染物質を排出する汚染者に対して期限内に基準をクリアするための計画を提出させ、資金調達を義務付ける制度で、期限を過ぎても基準をクリアできない場合には罰金、操業停止、閉鎖が適用される。

“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」がある。「環境保護の目標責任制度」は、地方政府及び企業の責任者の環境保護に対する責務を明確にしようとするもので、地方級人民政府及び汚染物質排出企業は環境改善について環境目標及び各年度の事業目標を作成し、検査・評価を受ける制度である。

「全国環境監視管理条例」は1987年に制定され、環境監測機構の職務、責務、環境監測ネットワークが規定されている。これによると、環境監測ネットワークには、国家環境保護局直轄(1級)、省・自治区直轄(2級)、市直轄(3級)、県・区直轄(4級)の4つのレベルがあり、原則として年4回、20数項目の水質測定を実施することが定められている。

(2) 河川・湖沼の水質基準

中国の水環境基準は、地面水水質基準、漁業用水基準、農業用水基準及び景観・娯楽用水基準から構成される。この内、太湖及び周辺河川の水質保全に特に関係するのが地面水水質基準(GB 3838-88)である。

この地面水水質基準には COD_(Mn)及びT-Nの基準値がなかったので、湖沼のⅡ類及びⅢ類水域に対してこれが定められた(1996年)。その結果、中国の湖沼の COD_(Mn)、T-N及びT-Pに関する水質基準は以下の様になる。

項目	水域区分	濃度 (mg/L)
COD _(Mn)	Ⅱ類	4.0 以下
	Ⅲ類	6.0 以下
T-N	Ⅱ類	0.60 以下
	Ⅲ類	1.20 以下
T-P	Ⅱ類	0.025 以下
	Ⅲ類	0.050 以下

(3) 排水水質基準

污水総合排出基準(GB8978-88)は排水の水質基準を1級、2級、3級に分類して定めており、污水・廃水を排出するすべての企業もしくは事業体に適用される。

また、污水総合排水基準では汚染物を第一類汚染物（環境あるいは動植物体内に蓄積され、人間の健康に対し長期にわたって影響を及ぼすもの）と第二類汚染物（長期間にわたる影響は第一類汚染物質より小さくても、毒性の強いもの）の2種類に区分し、それぞれの規格別最高許容排出濃度を定めている。

3-2 水環境管理体制

(1) 流域管理機構

水行政を主管する国务院の直屬機関である中国水利部には、重要な河川・湖沼を担当する7つの流域管理機構があり、それぞれの流域委員会は国からその流域の水行政主管部門の職責を行使する権限を与えられている。1994年1月の水利部文書には、今後水利部が強化すべき事項の1つとして、この流域管理機構を一層強化し、水利部、流域管理機構、地方水行政部門という3段階の組織による国家水行政管理体制を作りあげることが挙げられている。

水利部の主な職責は治水（洪水防止、旱魃対策）、利水（水資源の量的確保と配分）、農村部に対する電力供給に関する計画・調整であるが、最近はとくに水資源保護の重要性が指摘されている。

(2) 環境保護機構

国家の環境保護に関する方針・政策・法律・法令の制定、環境保護計画の策定、環境の監視・測定を中心となっているのは国务院直屬機関である国家環境保護局である。また、全国のはぼすべての行政単位（省、市、県、区）には国家環境保護局の下部組織である環境保護部門が設置されていて、環境（大気質、水質、土壤汚染、騒音等）の観測・監視、企業からの排汚費の徴収、環境影響評価の審査等を担当している。

(3) 太湖流域の水環境管理体制

太湖流域の水環境は、これまで水利部の流域管理機構の1つである太湖流域管理局と水利部・国家環境保護局の共管組織である太湖流域水資源保護局がフレームを設定し、各レベルの地方人民政府（環境保護部門）がそのフレームに従って具体的な施策を実施するという形で管理されてきた。また、太湖の水汚染防止に関する政策を決定する機関としては、1993年に太湖流域管理局と2省1市の環境保護局から成る太湖流域水資源保護委員会が設置されたが、関係機関を調整する権限が弱かったので、1996年には政策の徹底に関してより強い権限を有する太湖水汚染防治指導小組が新たに設置された。現在の太湖流域の水環境管理体制を図3.1に示す。

太湖流域管理局及び太湖流域水資源保護局の現在の組織は図3.2に示す通りである。このうち、水環境の管理計画・調査・事業実施・モニタリングに係わる部門は水行政水資源処（計画処）、計画基礎建設処、水利水電工事管理処、洪水防止管理センター、情報センター、太湖流域水環境監測センターである。太湖流域水資源保護局は水利部と国家環境保護局の共管組織であるが、現在のところ実質的には水利部の職員及び予算で運営されている。太湖流域水資源保護局は総合管理処、水質処、の2課から成り、太湖流域水環境観測センターの技術面の管理・指導も行なっている。

3-3 水環境観測・監視体制

(1) 太湖流域洪水防止通信観測システム

太湖流域洪水防止通信観測システムは太湖流域内の降水量と各河川・湖沼の水位に関するデータを効率的に収集し、これを利用することにより迅速な洪水被害防止対策に役立てることを目的としたもので、流域内に設置された76ヶ所の水文自動観測所と7ヶ所のサブセン

ター及び太湖流域管理局（上海）を VHF（超短波）無線と公共通信網（CHINAPAC、PSTN）により結んでいる（図 3.3）。

本システムは世界銀行の融資により 1997 年に完成し、太湖流域管理局の情報センターがこれを管理運用している。

(2) 水質観測監視体制

太湖流域水資源保護局による水質定期観測は、

- ① 管轄区域内の 2 省（江蘇省、浙江省） 1 市（上海市） の間の水汚染問題の責任を明らかにするための省（市）境界部における水質観測
- ② 太湖流域の水資源の量及び質を管理するための水量・水質の同時観測
- ③ 太湖生態系の維持を目的とした湖内の富栄養化レベル、水質、底質、生態系の同時観測
- ④ 太湖に流入する負荷量を把握するための主要河川の水量・水質の同時観測

等から成る。

現在水質定期観測が実施されている地点は図 3.4 に示す合計 44 点で、観測頻度は 2 省（市）にまたがる主要点、望虞河、太浦河、太湖及び環湖河川観測点では原則として 2 ヶ月に 1 回（奇数月の下旬）、1 回の観測は 15 日以内に完了することになっている。

地方政府（環境保護局系統）による水質定期観測は合計 115 地点で実施されていると報告されているが、正確な実施状況は把握されていない。

(3) 水質分析機関

太湖流域水環境監視センターは太湖水資源保護局の付属施設として 1996 年に無錫市内に建設されたもので、主として太湖流域水資源保護局が水質観測で得た試料の分析を担当している。全職員は 22 人、このうち分析技術者は 12～13 人である。

同センターの建屋は鉄筋 5 階建て、延べ床面積は 1,500m²あり、このうち分析関係の床面積は 950m²（うち、恒温面積 290m²）である。

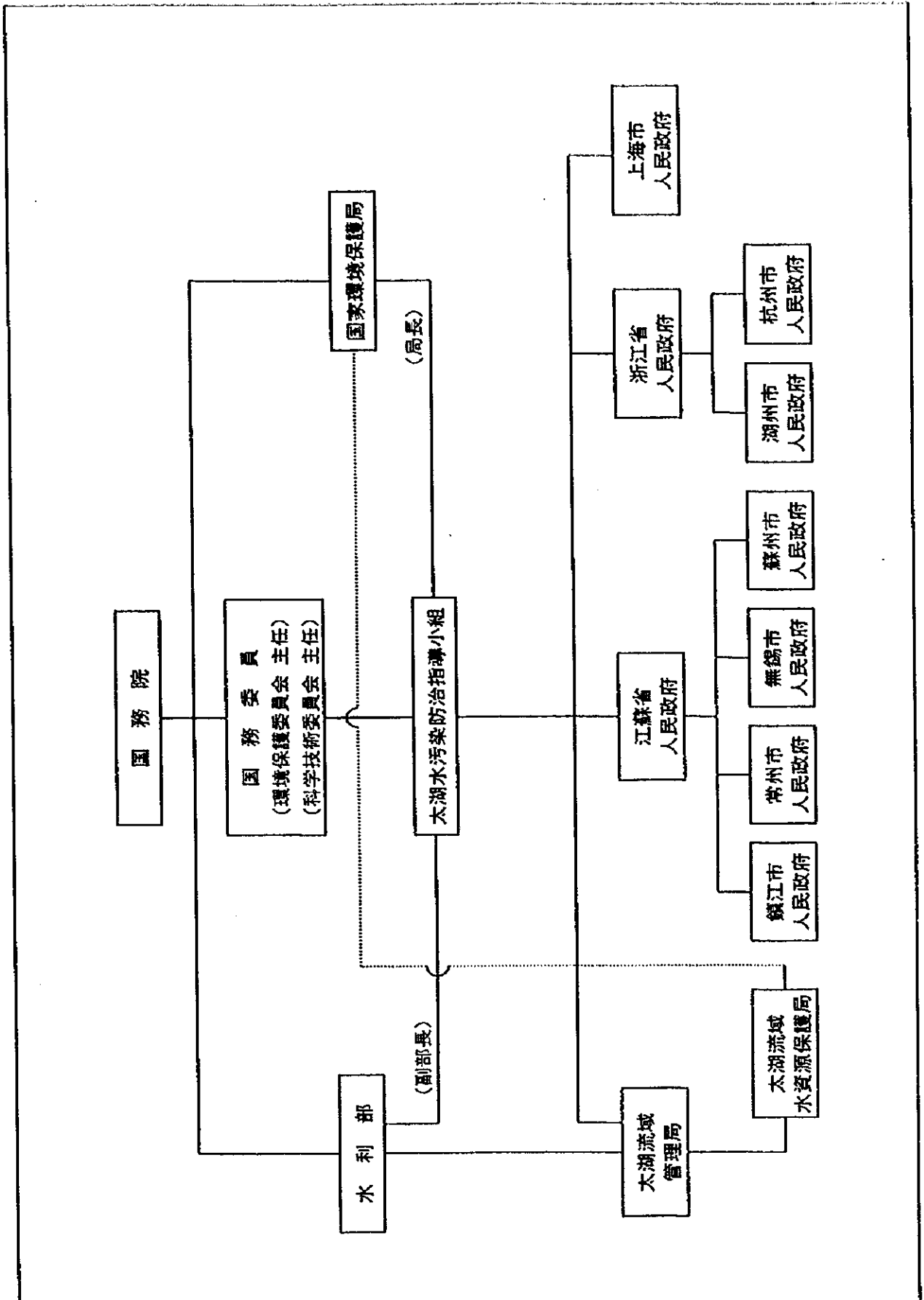


图 3.1 太湖流域の水環境管理体制

中華人民共和國
太湖水環境管理計画調査

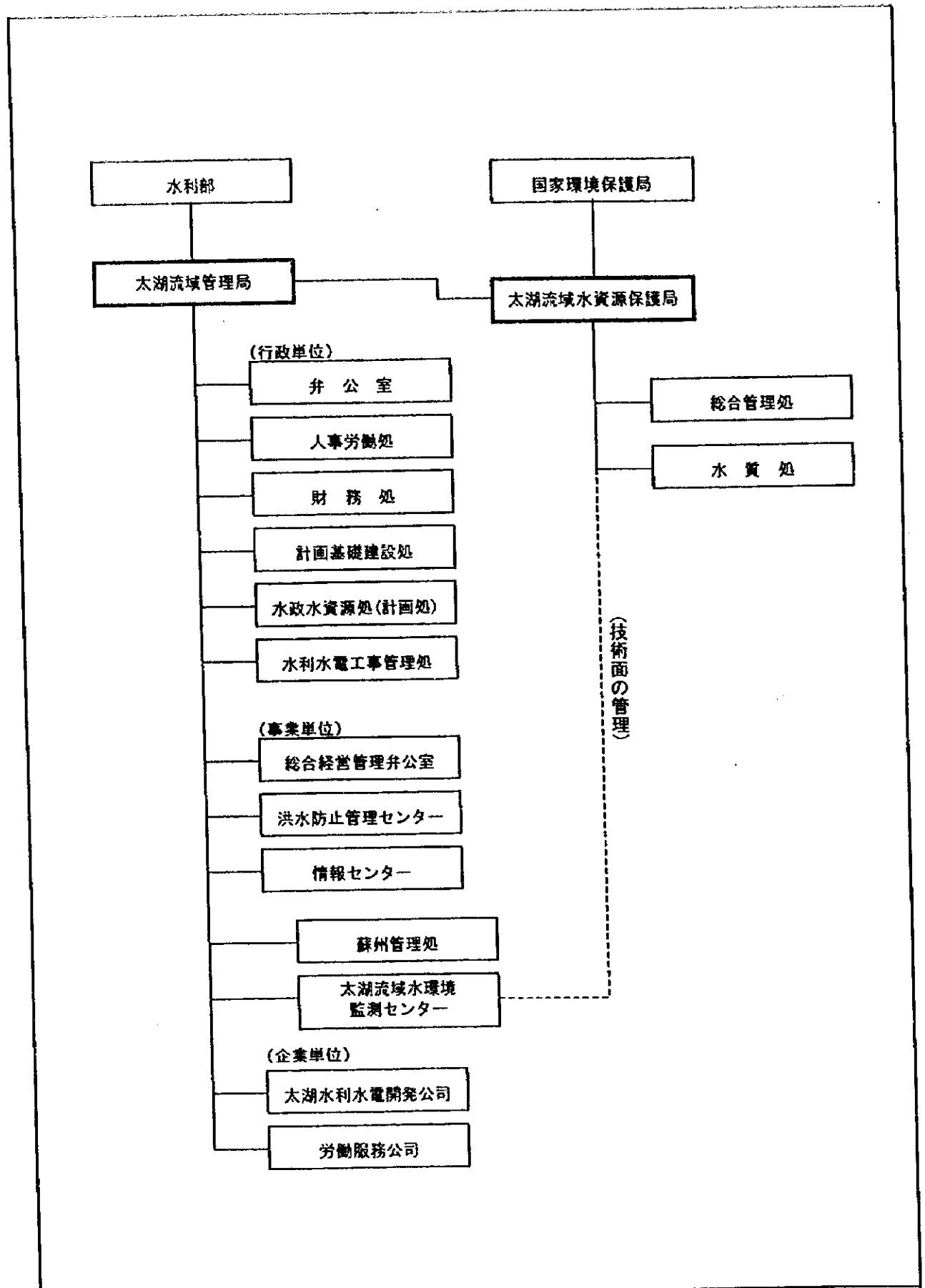


図 3.2 太湖流域管理局及び太湖流域水資源保護局の組織

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

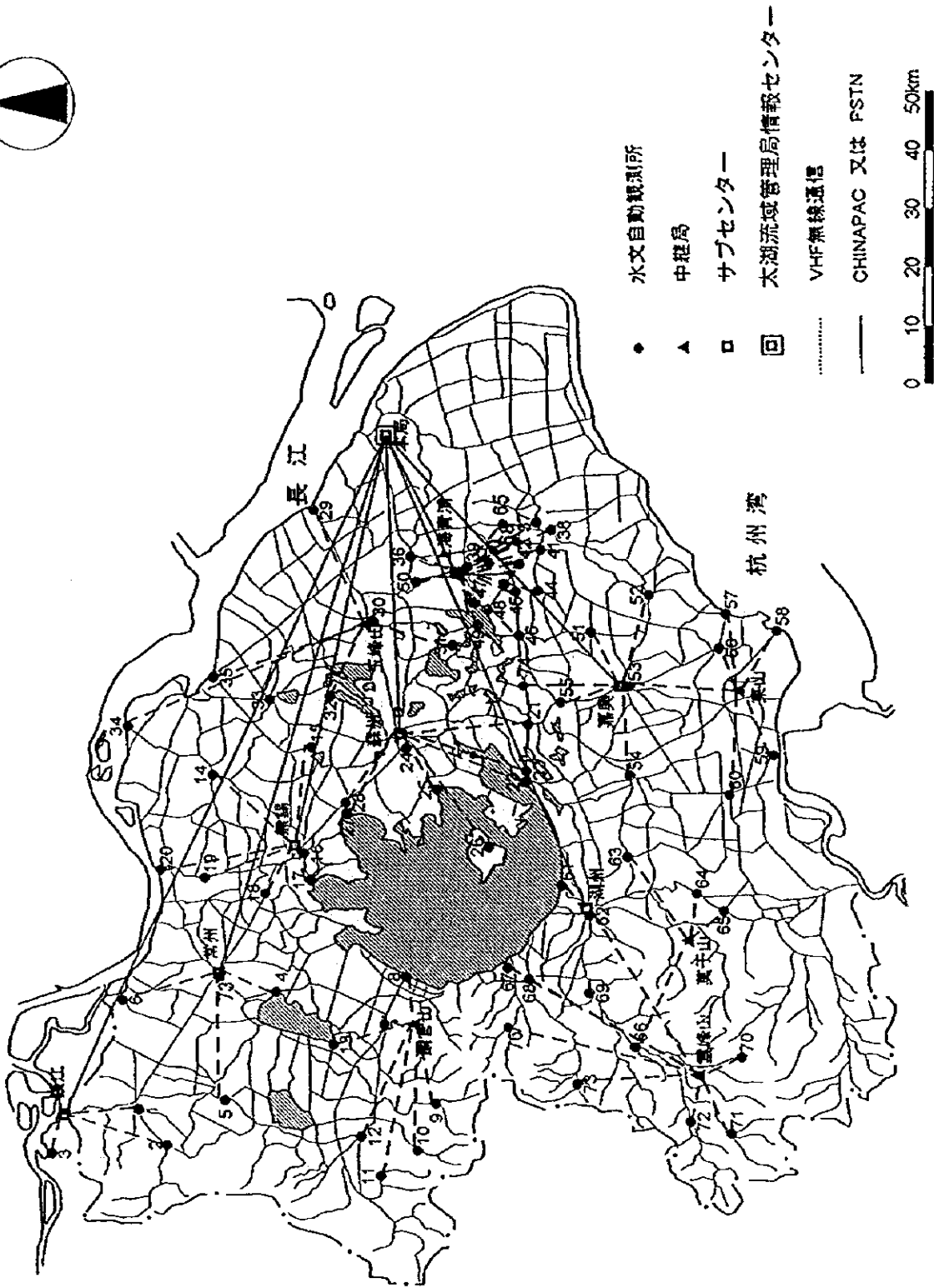
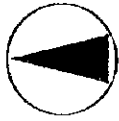
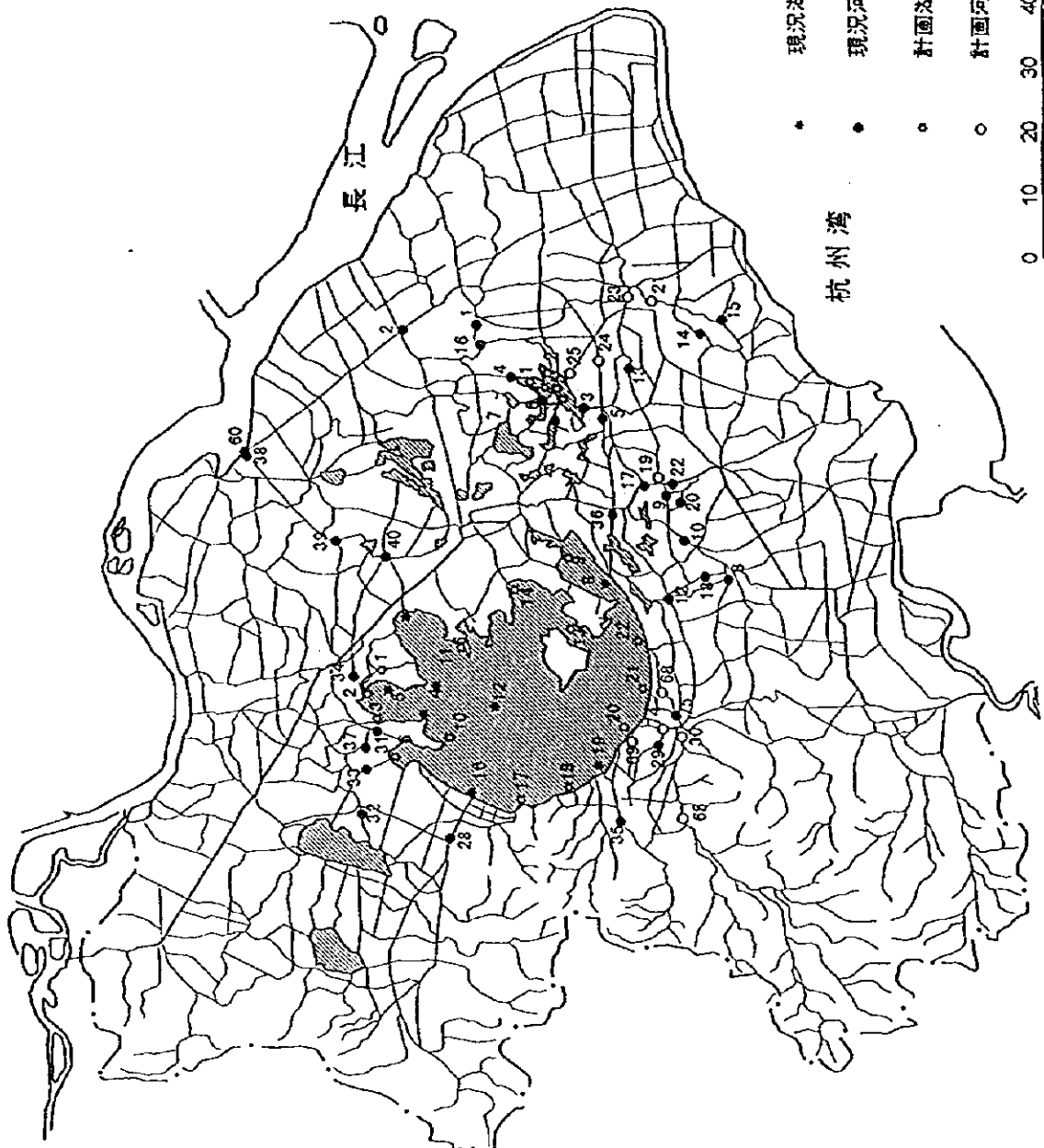
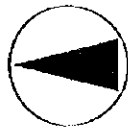


図 3.3 太湖流域洪水防止通信観測網

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査



- 現況湖沼観測点
- 現況河川観測点
- 計画湖沼観測点
- 計画河川観測点

杭州湾



図 3.4 太湖流域水資源保護局の定期水質観測点 (現行及び計画)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

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

(1) 第九次五カ年計画及び長期目標要綱

江蘇省と浙江省の八五計画期間の経済成長率（GDPの年平均伸び率）はそれぞれ18.1%と18.8%であったが、九五計画ではそれぞれ12%と10%前後に設定している。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。

	1991～1995年 (八五計画)	1996～2000年 (九五計画)	2001～2010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

蘇州市、無錫市、常州市などの地級市・地区政府の経済成長率は省の見込みよりもさらに高く、1996～2000年で年率15～20%、2001～2010年で年率10～11%と計画している。また、いずれの地級市でも第3次産業を積極的に発展させることを強調している。

(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。

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。

	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

(3) 将来人口

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。その結果を下表に示す。

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%
合計	1,678	100.0%	1,763	100.0%	1,849	100.0%

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。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。

(4) 将来工業生産高

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）の相関性にもと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。図4.1～4.3に2000年、2010年、2020年の工業生産高の分布を示す。

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。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。

また、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。

(5) 畜産・水産養殖予測

2000年の家畜飼育頭数、家禽数、水産養殖生産量は1995年～1996年の増加率から求めたが、この増加率で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。

(6) 地域開発計画と土地利用

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。蘇州市区、無錫市区及び常州市区では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。

このような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される。これに対して山林・原野は近年の環境保護意識の高まりもあって今後は開発が制約されると予想される。

4-2 水資源の開発・保護に係わる計画

(1) 太湖流域総合整備計画

太湖流域ではしばしば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年代には二度の大干ばつ（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、洪水防衛、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て、うち4つは世銀の融資を受けて実施されている。

(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部により策定され、水利部と国家環境保護局の共同審査を通った。

この計画には太湖及び太湖流域内の湖沼・河川の水質保全目標が示されており、施設の対策及び制度的措置からなる水質保全目標及び水資源保護対策が提案されている。

(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:国务院、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)」として国务院により承認されたようである。JICA調査団はこの文書を手に入れ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、このマスタープランの目標は以下のように設定されている。

- ① 1998年までに重点汚染源に対して、汚水総合排出基準(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。

改善の方策としては、含リン洗剤の使用禁止、工業排水基準の達成、下水処理場の建設、養殖網の禁止、クリーン生産技術の実施などが挙げられている。

(4) 江蘇省太湖水汚染・水質保護条例

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。また、工場・事業所に対しては1999年1月1日よりこれらの基準を適用し、基準に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としている。

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、同時に、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。

(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年に改めて都市生活排水の処理、工場の立地規制、湖岸の観光・レクリエーション施設の排水規制、無リン洗剤の普及、太湖内の汚泥の浚渫、養魚池排水の規制、水利施設による水質のコントロール、アオコの除去方法の開発、農業系負荷の削減等を講ずることを決定した。

(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。

総工業生産高
 郷以上工業生産高
 市区工業生産高



5000億元
 1000億元
 500億元
 100億元

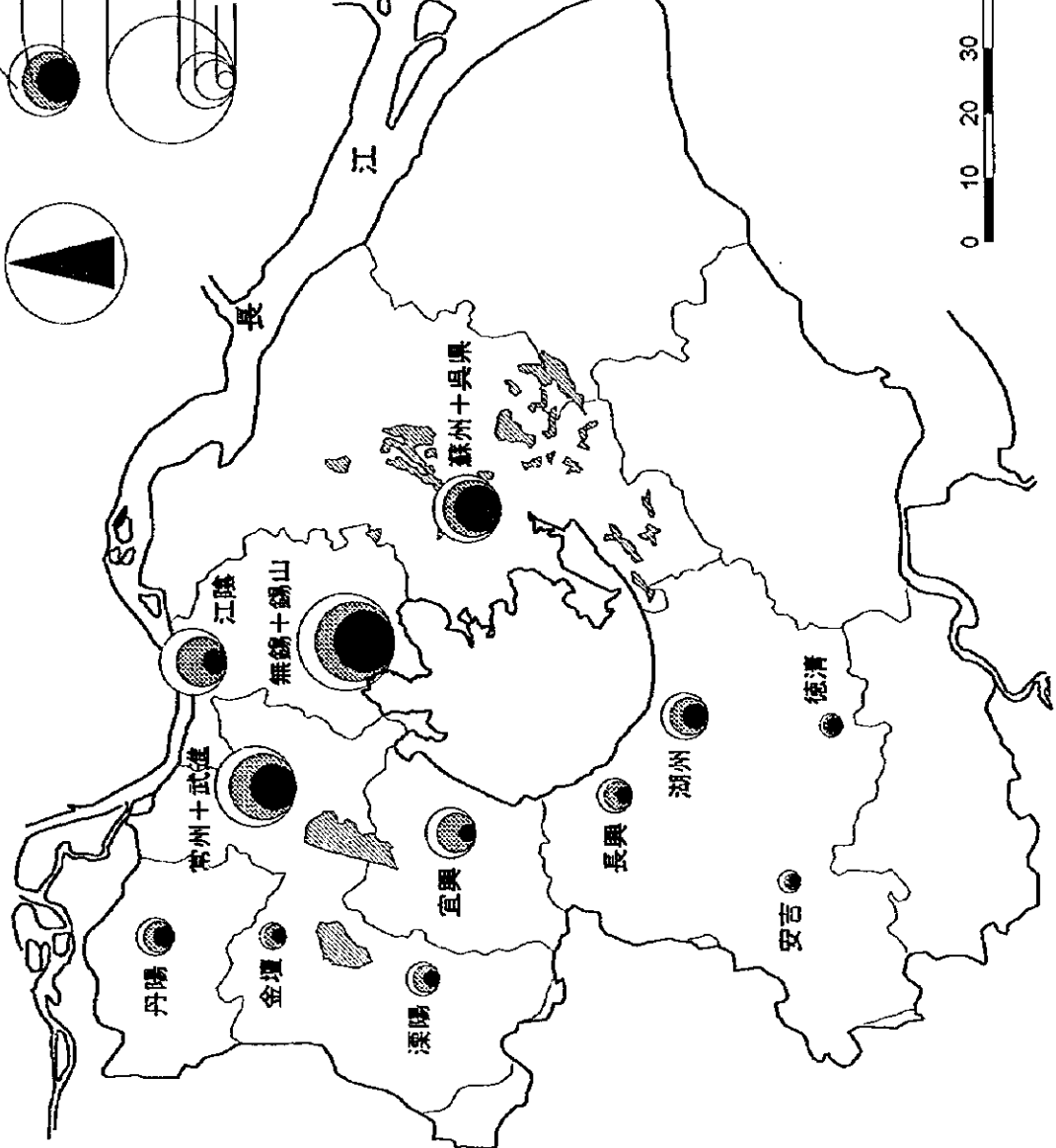


図4.1 太湖影響圏内における2000年工業生産高予測

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

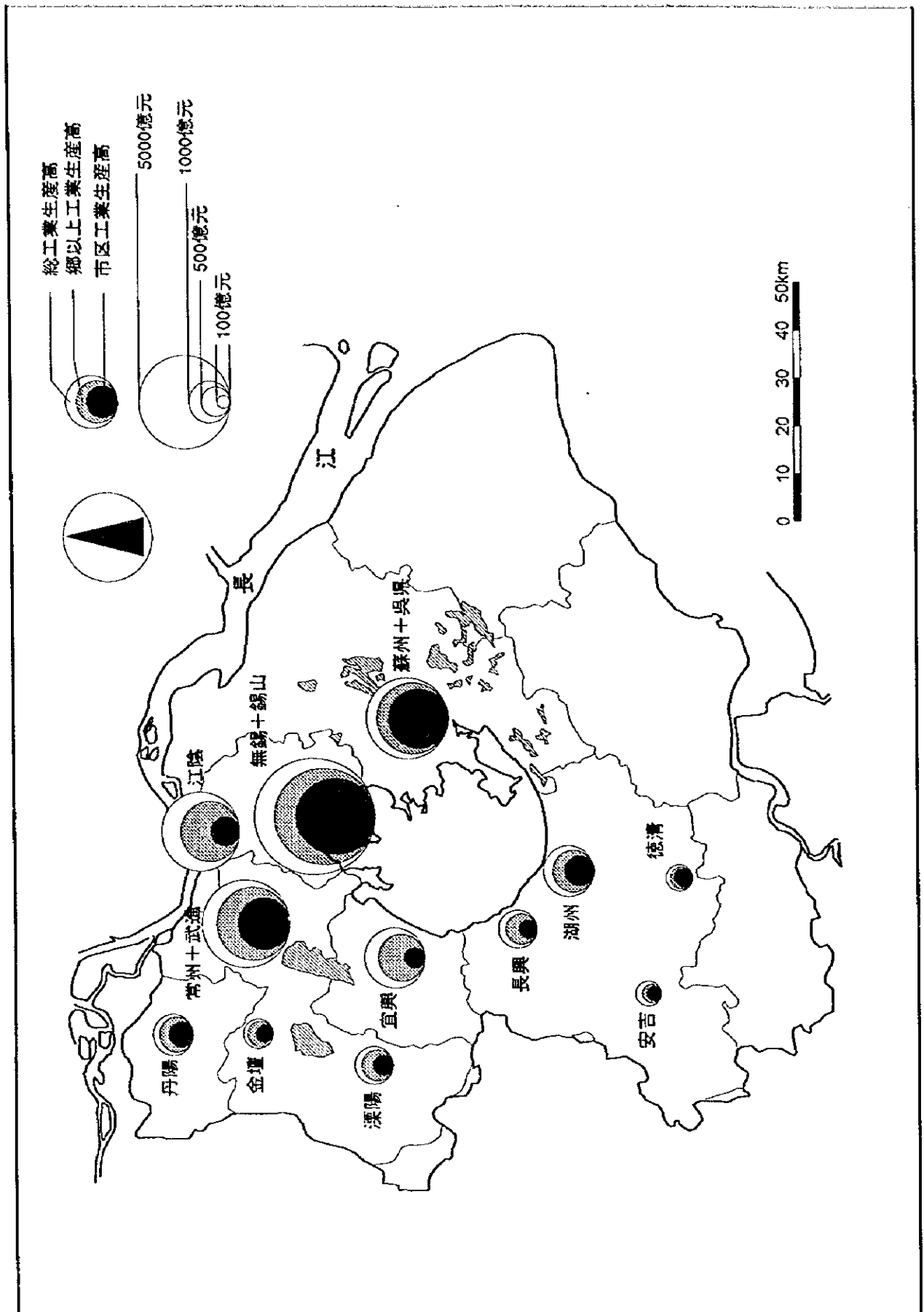


図4.2 太湖影響圏内における2010年工業生産高予測

中華人民共和國

太湖水環境管理計画調査

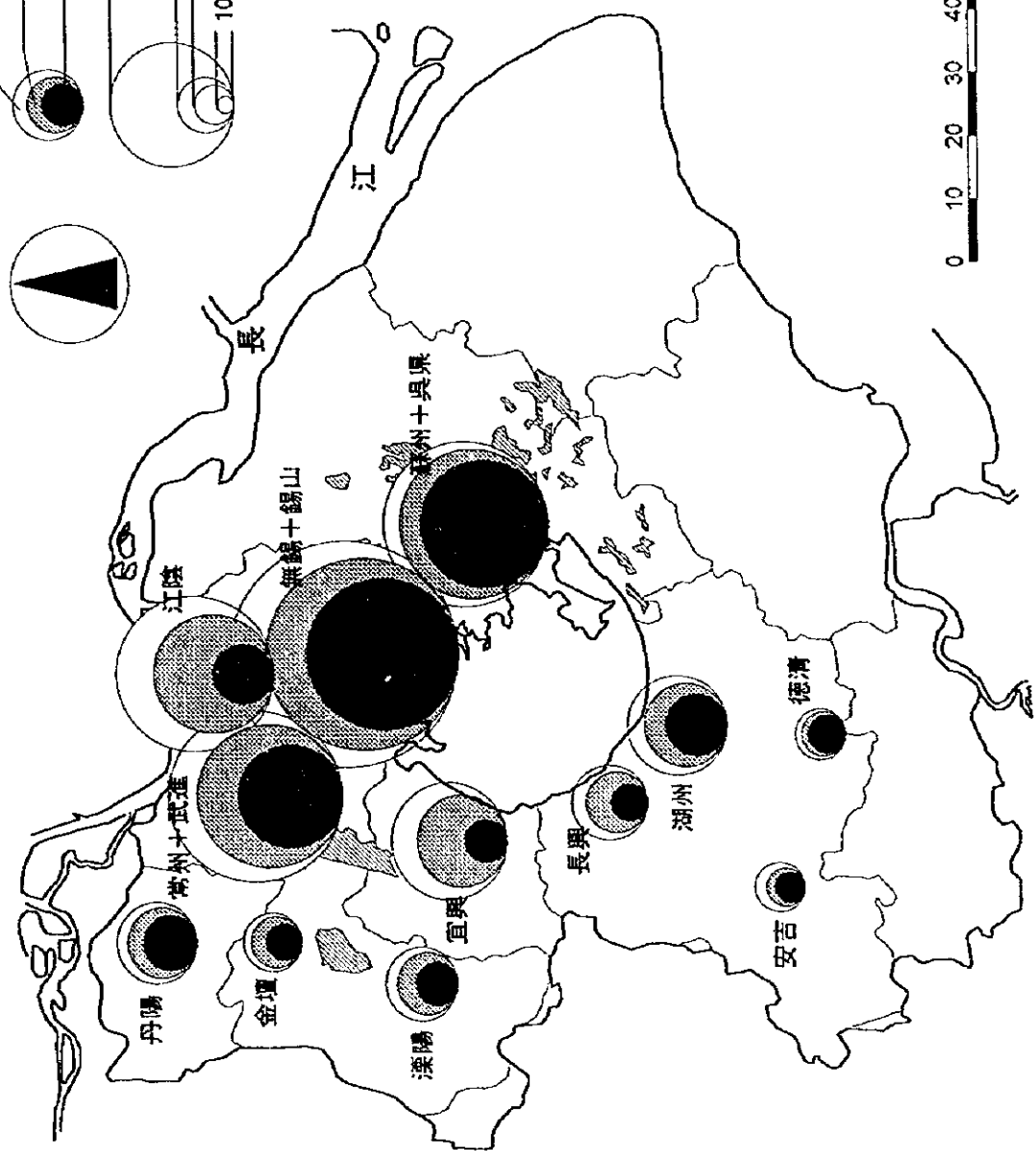
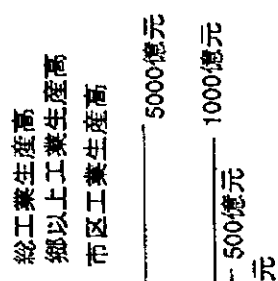


図4.3 太湖影響圏内における2020年工業生産高予測

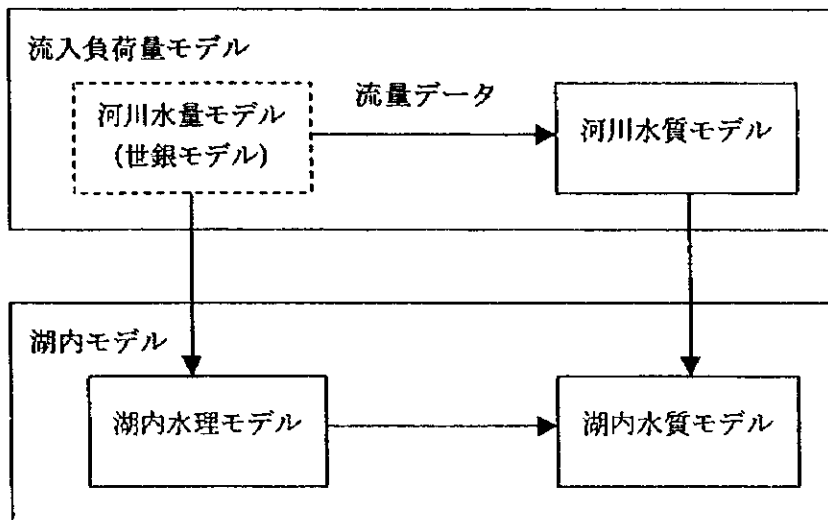
中華人民共和国
太湖水環境管理計画調査

第5章 太湖富栄養化予測モデル

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。

太湖富栄養化予測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

(1) 河川水量モデル (世銀モデル)

河川水量モデルは河道の流れを求める一次元不定流モデル、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・流出量を算定する二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できても、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、錢塘江、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5.1に河川流量モデルのノード位置を示す。

(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の機能を有し、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。

(3) 湖内水理モデル

太湖は水深が最大で2.6mの浅い湖であり、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。

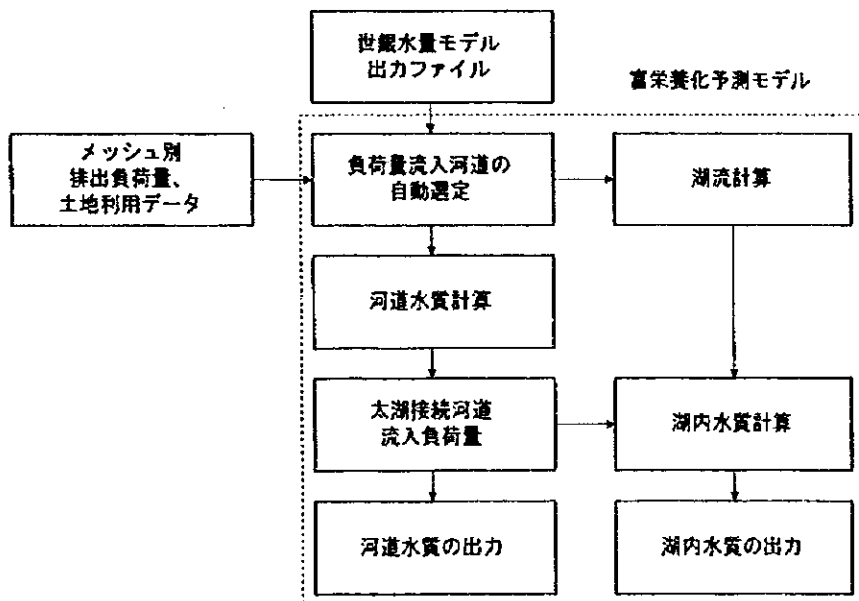
(4) 湖内水質モデル

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 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

(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 5.3、図 5.4)。

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。

(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 (流達率、河道浄化率) 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。

(3) 湖内水理モデルの再現性

湖内水理モデルの再現性を検証するために、計算格子を 1.2km として、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。

計算結果の一例を図 5.5 に示す。図中に併せて示した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の結果と比較してよく似た湖流パターンとなっていることから、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。

(4) 湖内水質モデルの再現性

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て太湖を 12 ブロックに分割し、下表に示す 2 ケースについて水質を計算した。

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

※：流入負荷量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算出した。

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。これらのパラメータは本調査で実施した現地観測及び室内実験の結果に基づいて設定した。

湖内水質計算の結果を図 5.6、5.7 に示す。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_(M) 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（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）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。

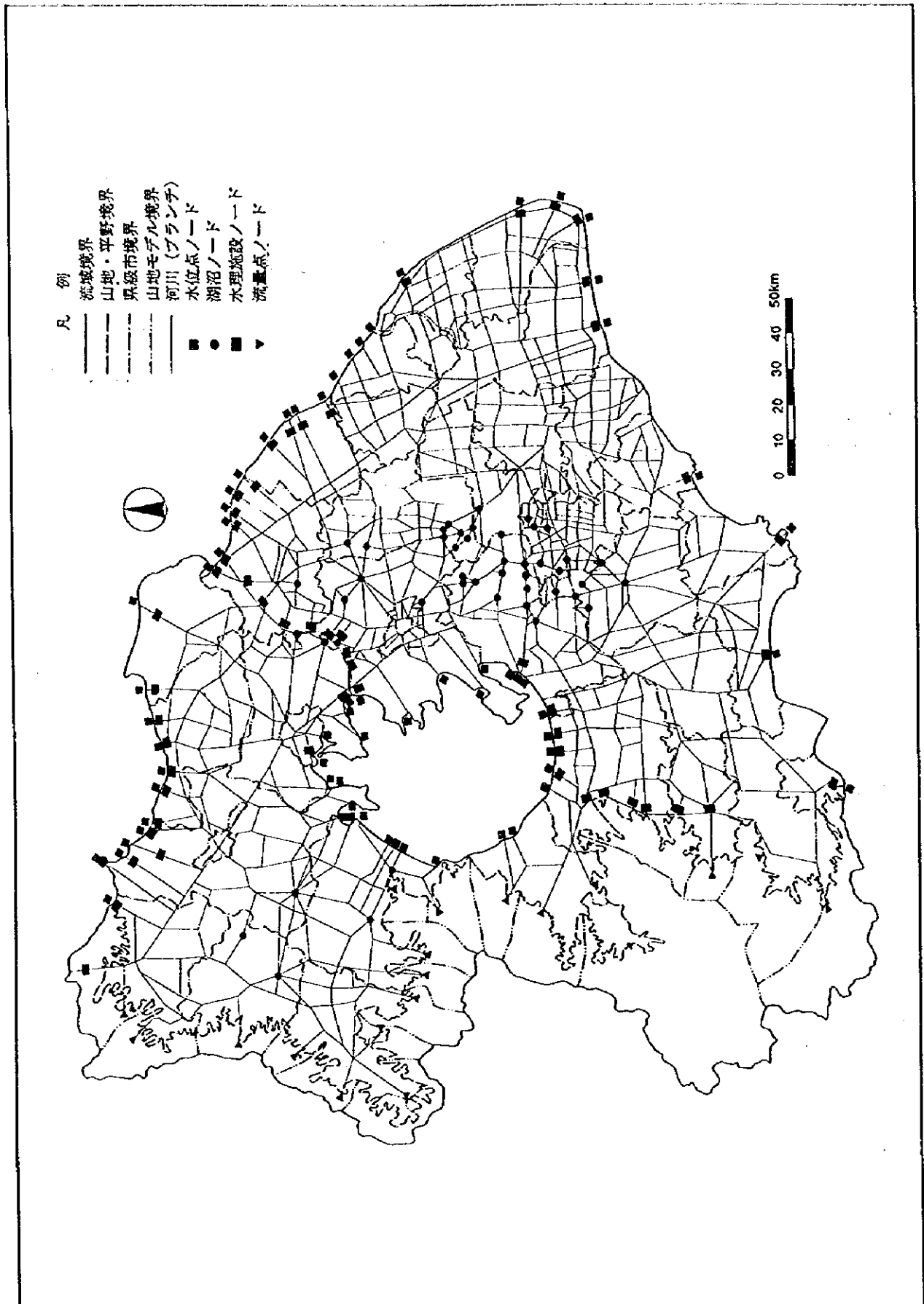


図 5.1 河川水量モデルノード図

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

- 凡 例
- 流域境界
 - 山地・平野境界
 - 県界
 - 出地モデル流域界
 - 河川 (ブランク)
 - 水位点ノード
 - 湖沼ノード
 - 水利施設ノード
 - ▼ 流量点ノード

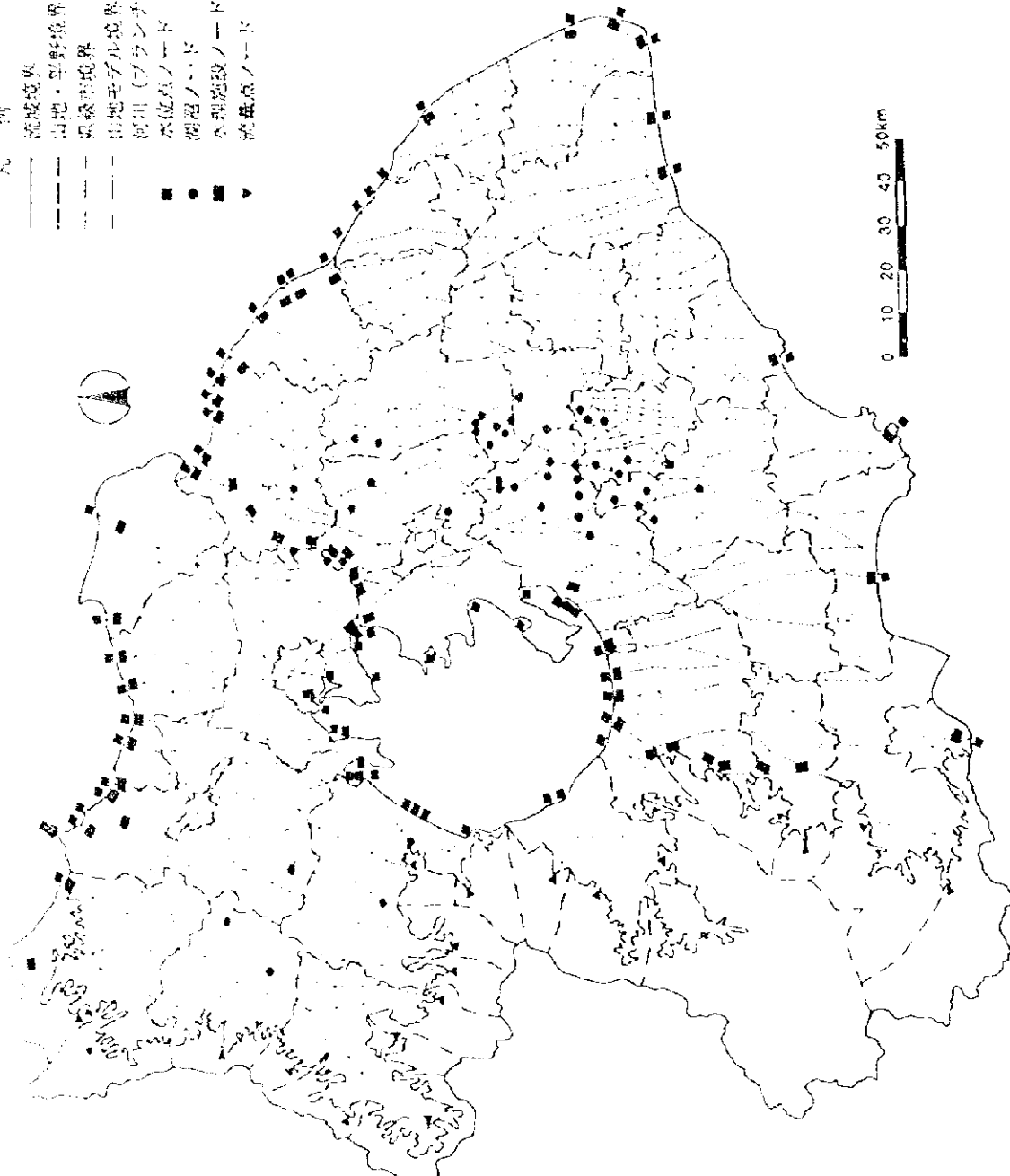


図5.1 河川水量モデルノード図

中華人民共和国
太湖水環境管理計画調査

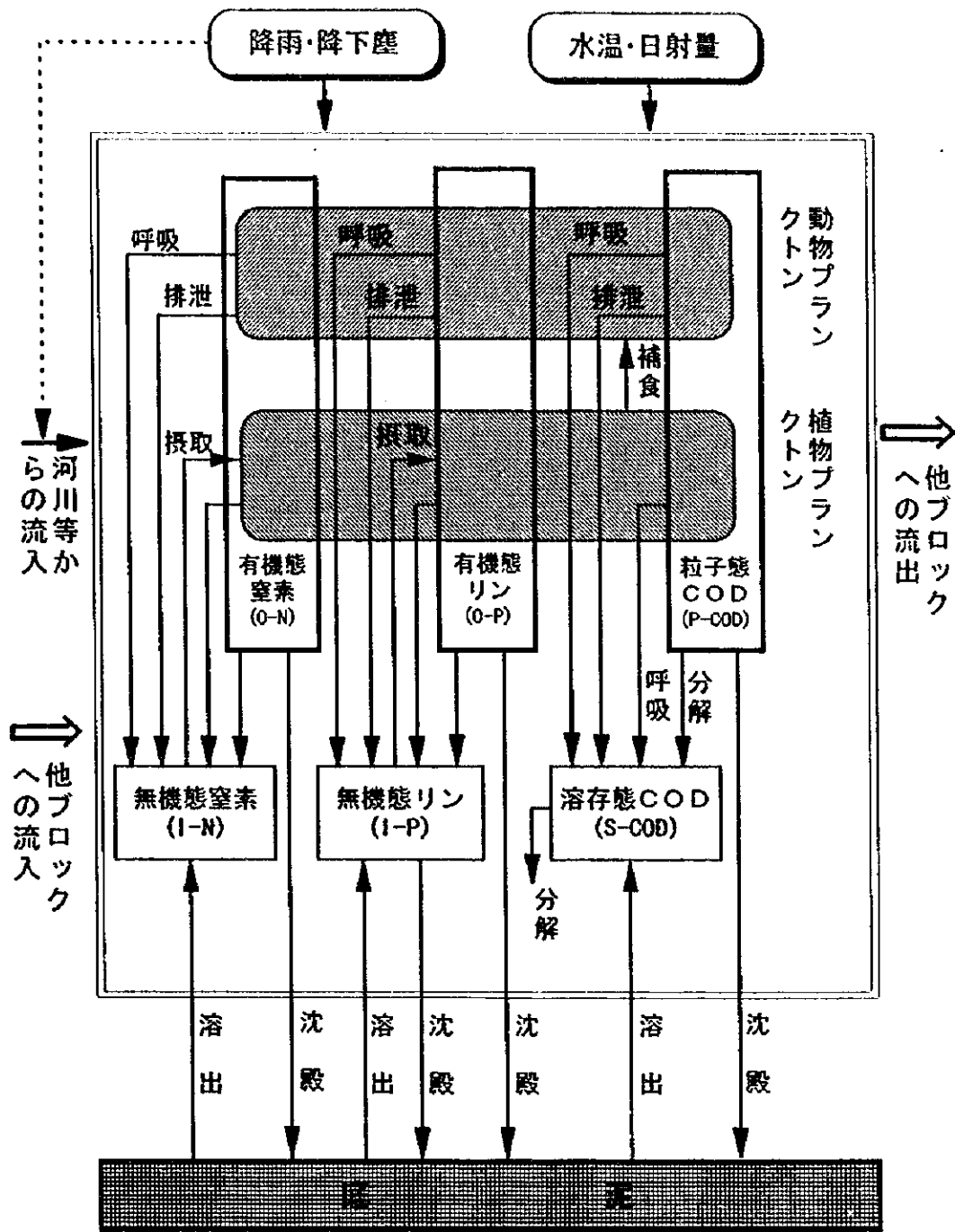


図5.2 生態モデル概念図

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

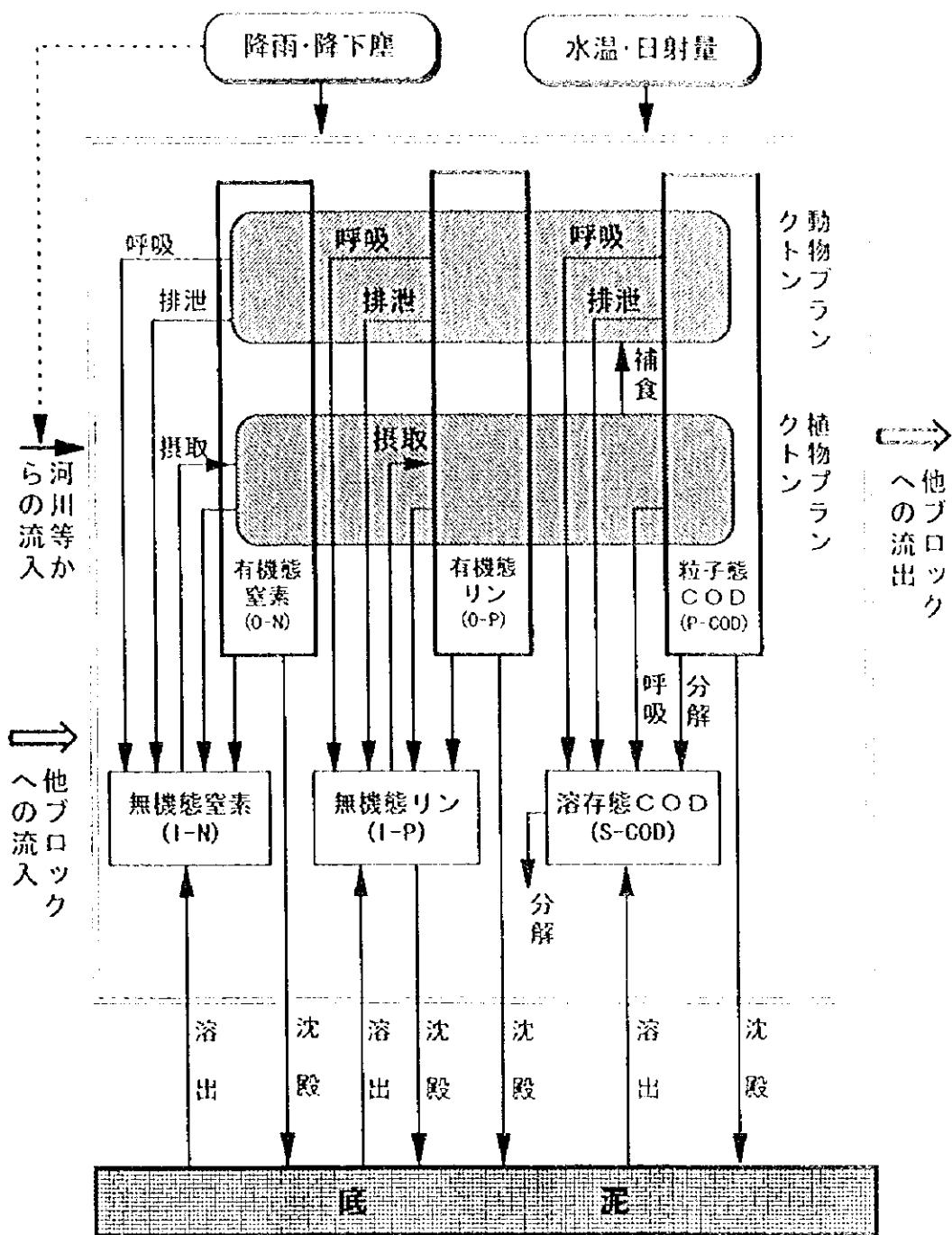


図5.2 生態モデル概念図

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

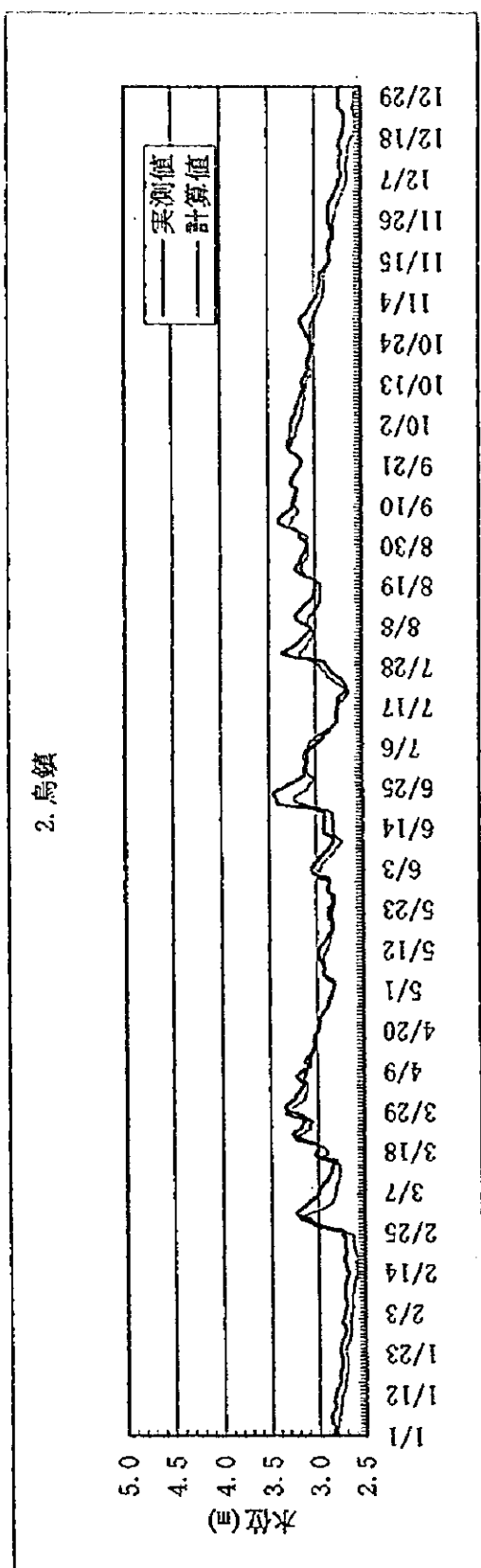
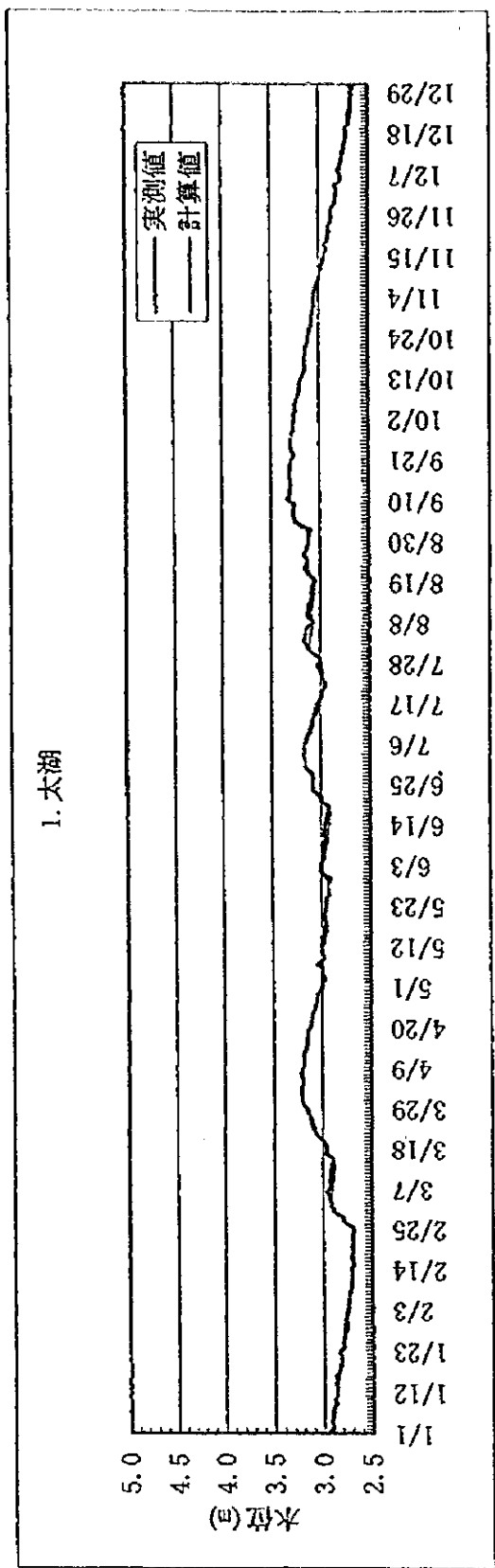


図 5.3 1988年 河川水量モデルの検証

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

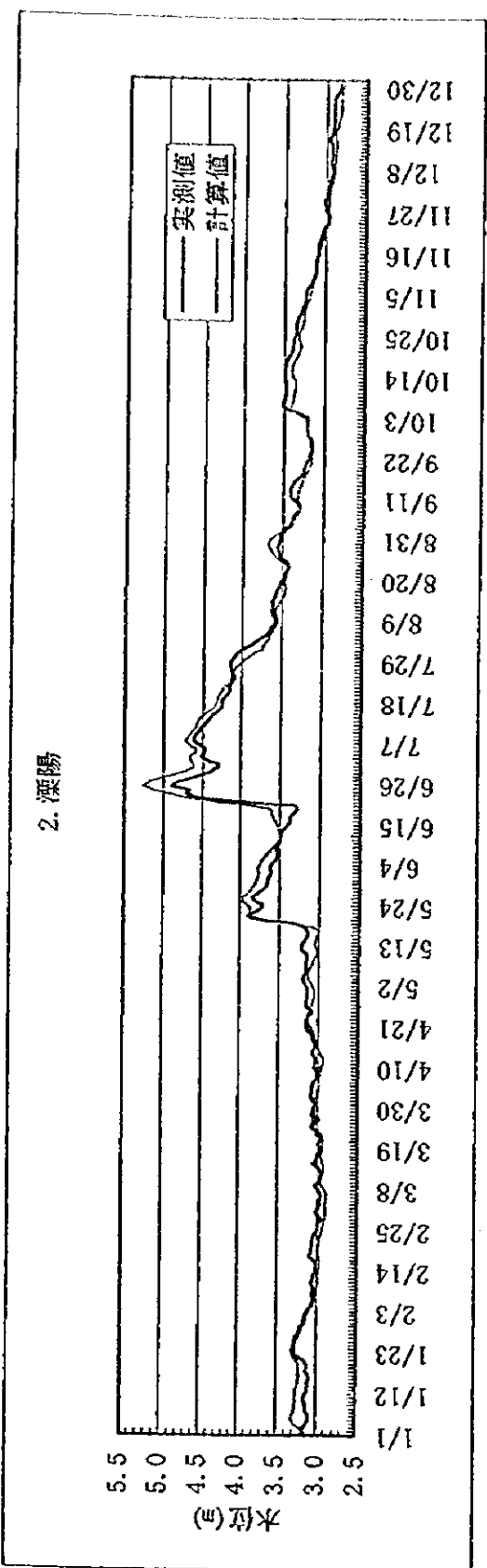
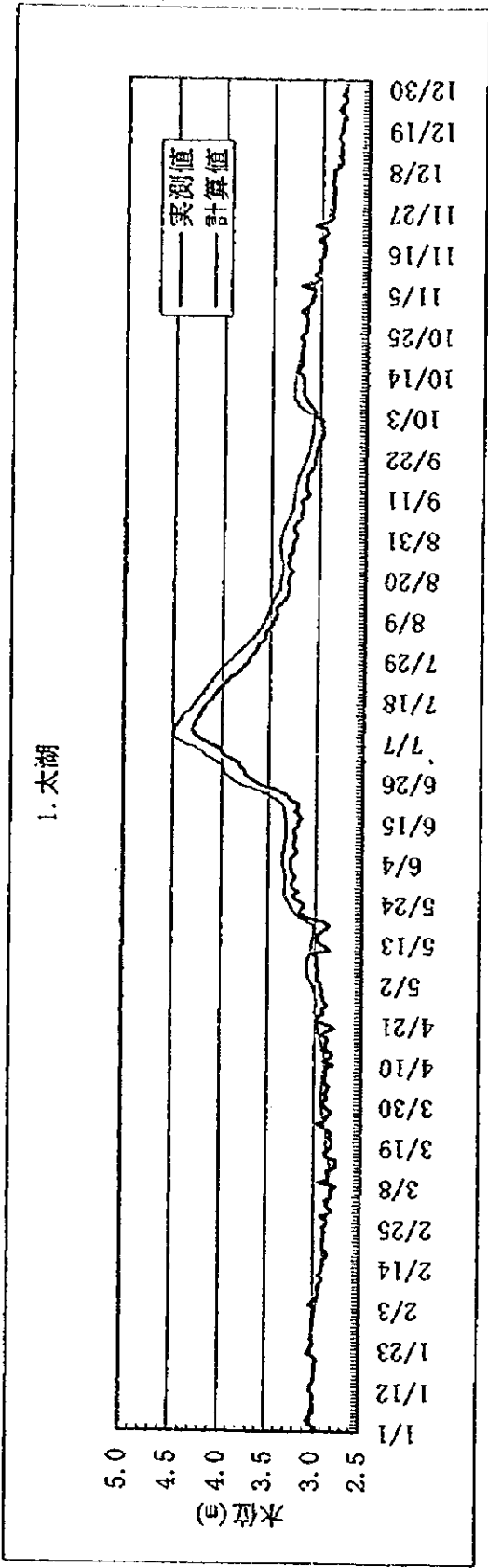


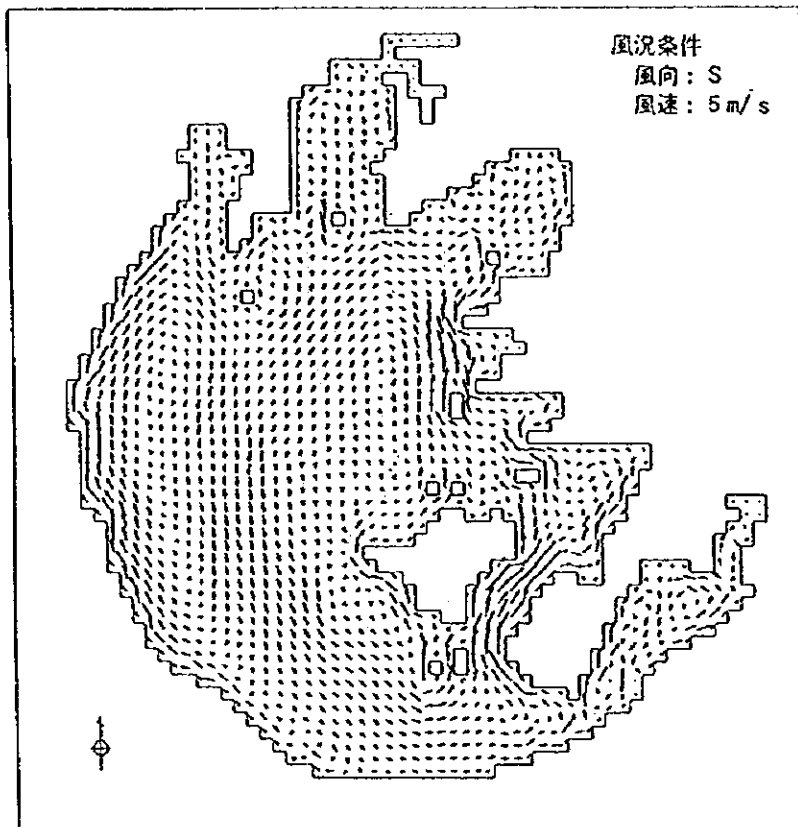
図 5.4 1995年 河川水量モデルの検証

中華人民共和国
太湖水環境管理計画調査



安定した南風時の太湖潮流パターン

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 5.5 湖流シミュレーションの結果

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査

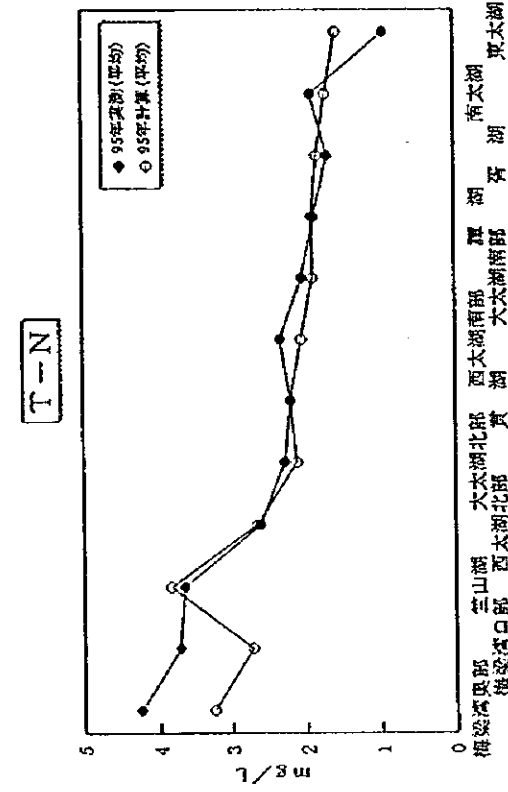
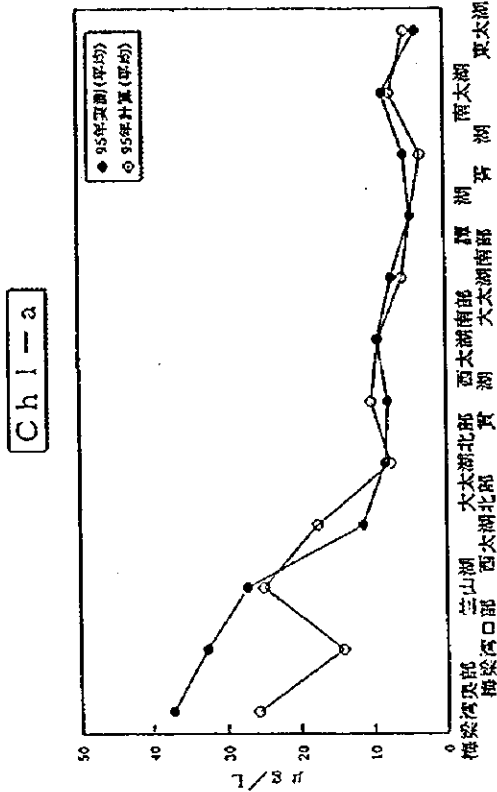
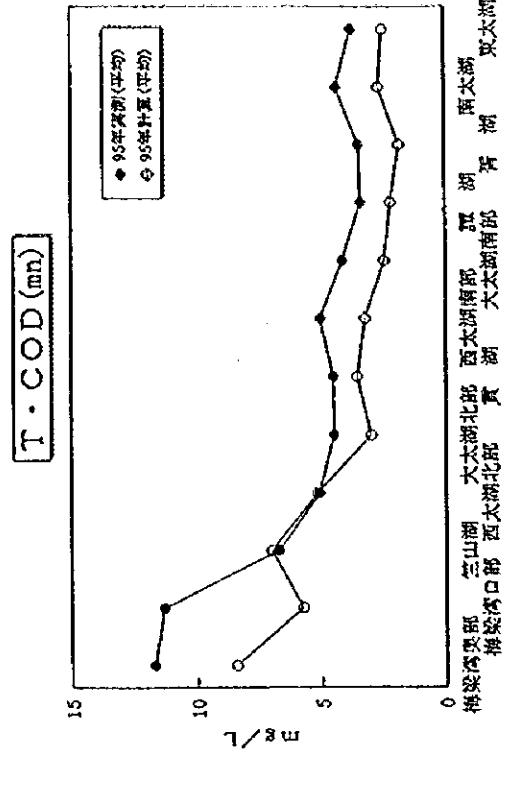
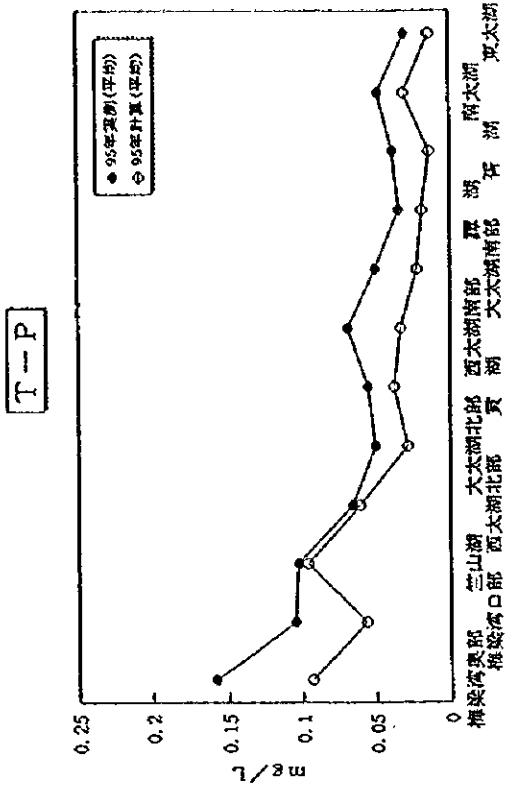
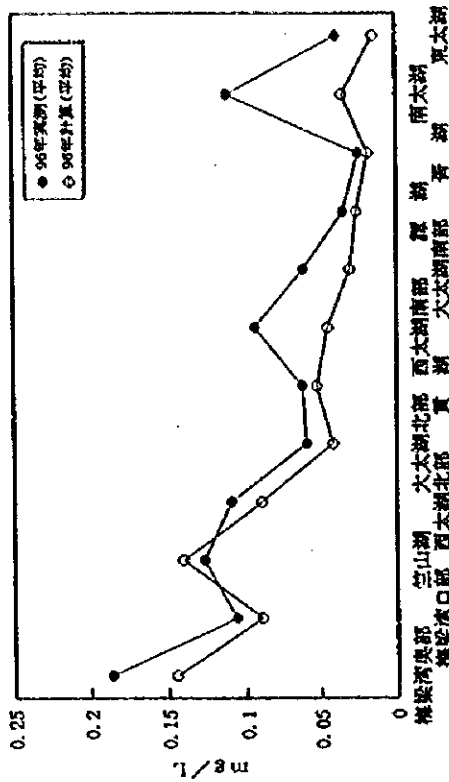


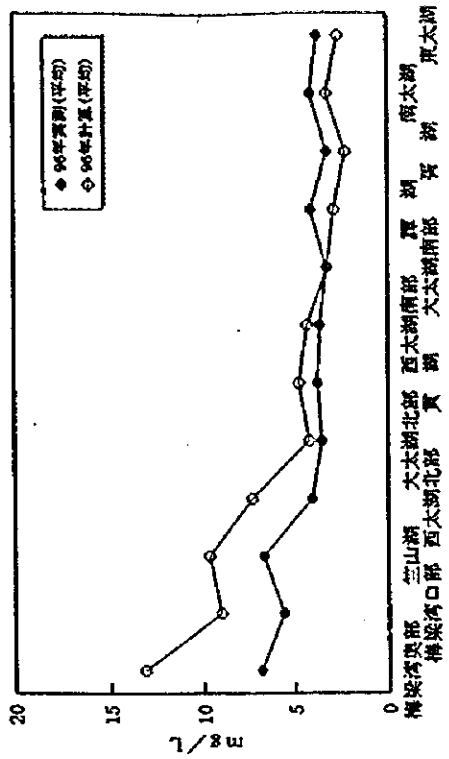
図 5.6 湖内水質の再現結果と実測値の比較(1995年)

中華人民共和国
太湖水環境管理計画調査

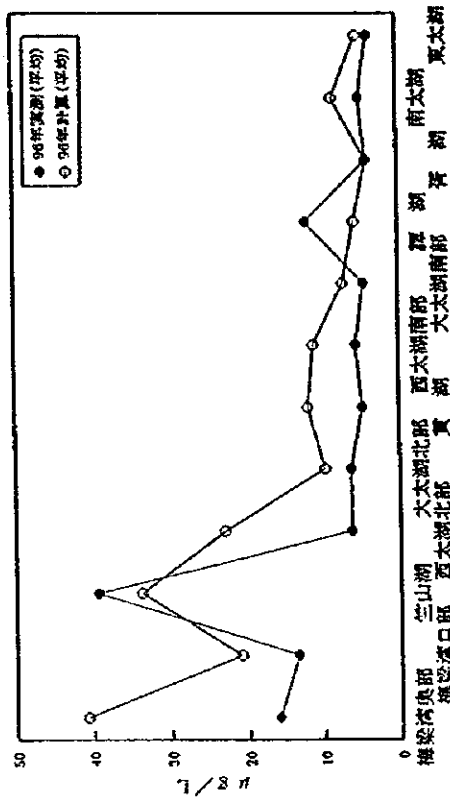
T-P



T·COD (mn)



Chl-a



T-N

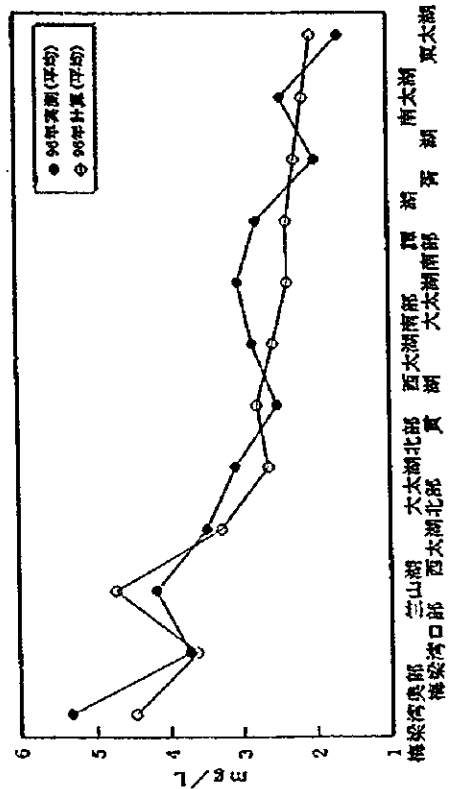


図 5.7 湖内水質の再現結果と実測値の比較(1996年)

中華人民共和国

太湖水環境管理計画調査