

第1章

太湖流域の水環境保全計画の展開と課題

水 落 元 之

はじめに

江蘇省と浙江省の省境に位置する太湖は、中国第三の湖であり、歴史的にも中国の象徴的な湖といえる。また、利水的にも無錫市などの水道水源として重要な役割を果たしてきた。しかしながら、上海経済圏に隣接した中国でもっとも経済発展の著しい地域に位置しており、1980年代後半から著しく汚濁が進行し、とくに富栄養化の進行によるアオコ⁽¹⁾の異常増殖に起因する利水障害が頻発している。最近では2007年5月下旬から6月上旬にかけて上水供給停止などの利水障害が発生した。

中国では1996年から開始された国家環境保護第9次5カ年計画において、重点的な水環境改善が必要な湖沼として太湖、巢湖および滇池が指定された。太湖ではこの指定を受け、1996～2000年に太湖水污染防治「九五」計画（九五計画）が実施され、水環境改善に対する本格的な取り組みが開始された（国家環境保護総局編 [2000]）。2001年からは引き続き、太湖水污染防治「十五」計画（十五計画）が2005年までの5カ年で実施された（国家環境保護総局 [2004]）。その後、2006年を開始年度とする十一五計画が提示されるのが中国での通例であったが、このアオコの異常増殖による飲用水危機により、2008年を開始年度とする太湖流域水環境総合治理総体方案（総体方案）が施行され、現在取り組みが実施中である。

日本において太湖は自然科学および社会科学の研究対象として、あるいは水ビジネスの展開先として注目されている。しかしながら独立行政法人科学技術振興機構による科学技術データベースを利用した過去15年間の情報検索においても、上記を検討するうえでの基盤となる太湖に関する自然・社会状況が整理された情報はみあたらなかった。また、湖沼環境に関する国際的な機関である財団法人国際湖沼環境委員会（ILEC）は世界湖沼データベースを公開しており、太湖に関する情報も有しているが、1980年代前半の情報源をもとにしているため、現時点においてはきわめて不十分な内容である。

そこで本章では、九五計画、十五計画および総体方案の記述内容を中心に、関連する出版図書および公開情報で補完して、まず太湖の自然・社会状況の概要、太湖水環境の現況、負荷発生源など、水環境劣化に関連した内容を可能な限り最新の情報で整理する。次に、今後のガバナンス論の展開の基盤となる太湖の水環境保全計画の特徴を明らかにするために、九五計画を起点として、その基本フレームを踏襲した十五計画について検討し、これら10年間の事業実施をふまえて策定された総体方案との比較検討を行い、その課題を明らかにする。

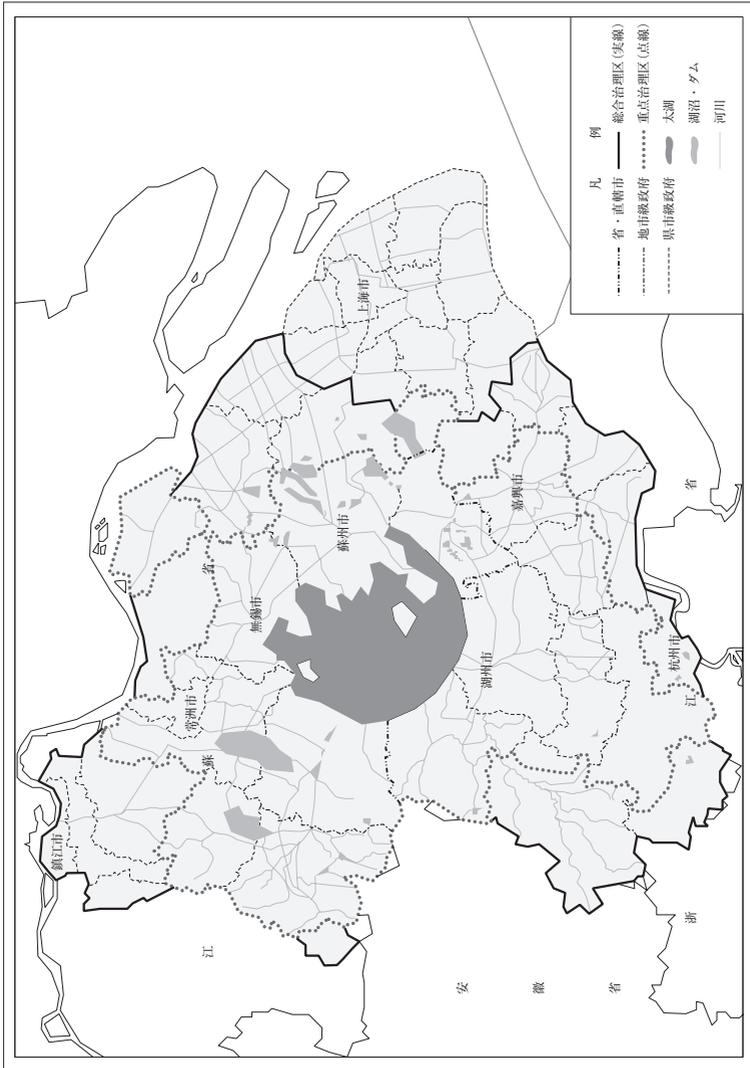
第1節 太湖流域の概況

1. 自然概況

太湖は上海市から100キロメートル程度西方に位置する中国第三の表面積を有する湖である。その最大の特徴は「浅い」ということであり、平坦地にできた広大な水たまりを想像させ、成り立ちは違うものの日本では現在の霞ヶ浦と同じ特徴を有している。湖本体は江蘇省と浙江省の省境に位置し、集水域は江蘇省、浙江省、安徽省および上海市にまたがっている。

図1に総体方案に各種の水質保全対策を実施する対象区域として示された

図1 総体方案における対策事業実施の対象区域



(出所) 水利部太湖流域管理局 [2009]。

表1 太湖および太湖流域の自然概況

表面積	2,338km ² 南北：69km 東西：34km
平均水深	1.89m
平均貯水量	44.2億 m ³
流域水資源総量	177.4億 m ³ (流域人口1人あたり391m ³)
流域面積	36,895km ² 山地・丘陵地 20% 平地 52% 太湖湖面・湖岸帯 9% その他湖沼・河川域 19%
年平均気温	14.9～16.2℃
年平均降水量	1,177mm

(出所)「太湖流域水環境総合治理総体方案」より筆者作成。

「太湖流域水環境総合治理区（総合治理区）」を実線で示す。これらの範囲は太湖に流入する河川や水路の現況および行政界から決められているが、地理学的な集水域（Qin ed. [2008]）から上海の主要部分を外した範囲であり、境界は流域界に近接した行政界である。したがって、ここで示した総合治理区に上海市部分を加えたものが太湖流域の範囲である。ここで総合治理区の中で点線の内側は、対策対象区域の中で汚染源が相対的に集中し、水環境への影響が大きな地域であるために、重点的な対策が必要な「太湖流域水環境重点治理区（重点治理区）」と規定されている部分である。

表1に太湖および流域の自然概況を示す。湖の表面積は2338平方キロメートルであり、霞ヶ浦の約10倍程度である。平均水深は1.89メートルと浅く、貯水量に対する湖底部の面積割合が大きく、流入する栄養塩類が底部に蓄積しやすく、かつ、その影響が長期にわたって残存する。北部を流れる長江では南京付近まで200キロメートル以上にわたり塩水遡上が認められるが、太湖では塩水の遡上はなく、淡水湖である。

気候は温暖かつ湿潤であり、さらに湖水の滞留時間は1年以上と推定され

ており、栄養塩である窒素およびリンの過剰な流入によりアオコの大量発生が起きやすい状況といえる。太湖の利水目的は主に、水道水、工業および農業用水、漁業、水運、観光である。

太湖流域は太湖以外に多くの湖沼が存在し、太湖を含む水面の総面積は5551平方キロメートルとなり、0.5平方キロメートル以上の湖沼が189カ所（そのうち、40平方キロメートル以上は6カ所）も点在している。また、太湖に流入、流出する河川は228本である。ここで、これらを含めた太湖流域の水資源総量は177.4億立方メートルであり、流域人口1人あたりの資源量は391立方メートルとなる。

2. 社会経済概況

表2に図1で示した総合治理区における社会経済に関する基本状況を示す。都市化率が73%と高く、人口密度も全国平均の7.5倍であり、中国GDPの11.6%を占める経済発展の著しい地域である。総合治理区内におけるGDPは1兆1884億元であり、第1次、第2次、第3次産業の割合は4:61:35となり、第2次産業の割合が卓越している。総合治理区内には21万カ所の事業場が存在し、そのうちの5万6000カ所が「六大重点汚染事業所」である。ここでいう六大重点汚染事業所とは紡績、製紙、石油化学、化学製品（原料）製造、医薬品製造および化学繊維製造にかかわる事業所である。総合治理区

表2 太湖流域の社会・経済概況（2005年）

人口	4,533万人
人口密度（全国平均に対する割合）	1,000人/km ² （7.5倍）
都市化率	73%
GDP：流域総額/1人あたり/全国割合	21,221億元/4.7万元（全国平均の3.4倍）/11.6%
財政収入（全国割合）	6,609.1億元（22.1%）
耕作地面積：総面積/1人あたり（全国平均に対する割合）	14,761km ² /3,300m ² （35.7%）

（出所）「太湖流域水環境総合治理総体方案」より筆者作成。

表3 太湖流域水環境総合治理区内における六大重点汚染企業の状況

省	業種	企業数	省内の工業系企業 数に占める割合 (%)	生産額 (億元)	省内の工業系企業 の生産額に占める 割合 (%)
江蘇省	紡績	13,075	12.6	1,476	9.8
	製紙	2,506	2.4	232	1.5
	石油加工・コークス 製造・核燃料加工	408	0.4	266	1.8
	化学原料および化学 製品製造	7,264	7.0	1,421	9.4
	製薬	602	0.6	200	1.3
	化学繊維製造	789	0.8	342	2.3
	江蘇省合計	24,644	23.8	3,937	26.1
浙江省	紡績	21,515	20.4	1,100	11.9
	製紙	2,523	2.4	176	1.9
	石油加工・コークス 製造・核燃料加工	115	0.1	59	0.6
	化学原料および化学 製品製造	5,975	5.7	468	5.1
	製薬	477	0.5	146	1.6
	化学繊維製造	461	0.4	263	2.8
	浙江省合計	31,066	29.5	2,212	23.9

(出所)「太湖流域水環境総合治理総体方案」。

内では、生産額からみて紡績、製紙および石油化学の割合が高い。表3に総合治理区内で稼働している六大重点汚染事業所の企業数および生産額を江蘇省および浙江省の別に示し、それぞれが省全体に占める割合を示した。たとえば、紡績では江蘇省で稼働している事業所の12.6%が総合治理区内にあり、生産額は省全体の9.8%を占めている。総合治理区内における六大重点汚染事業所からの生産額は江蘇省全体の26.1%、浙江省全体の23.9%を占め、活発な経済活動がうかがわれる。

第2節 太湖の水環境の特徴

1. 水質の現況

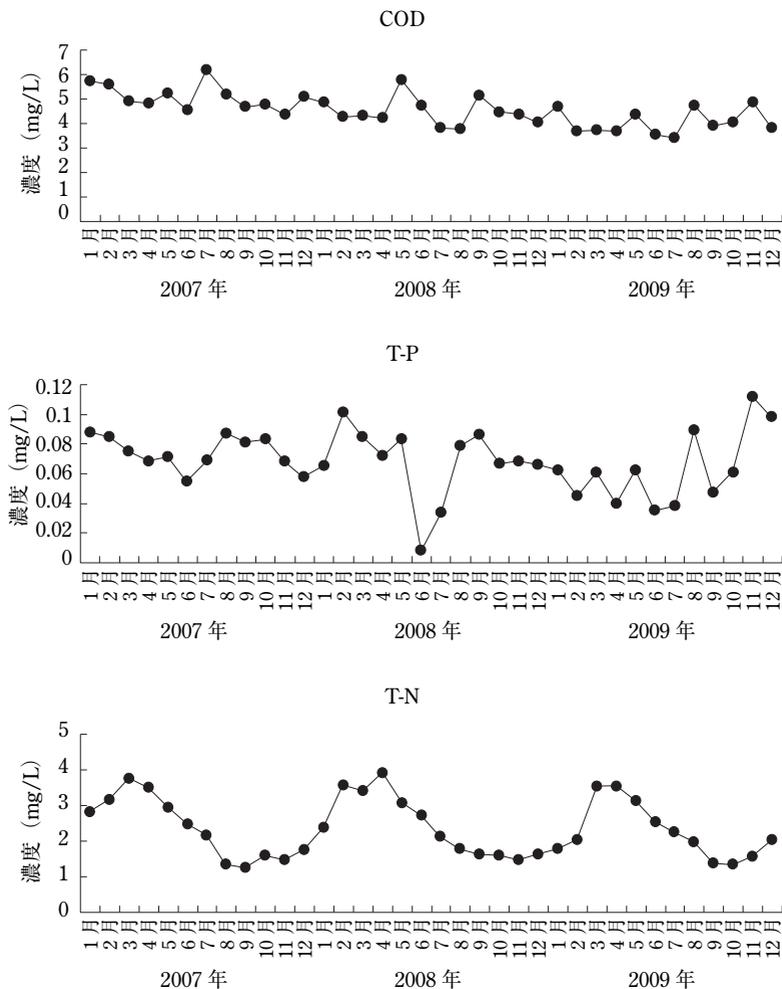
「太湖健康状況報告2008」（水利部太湖流域管理局〔2009〕）によると、2008年における主要水質項目の年平均水質は過マンガン酸塩指数（ COD_{Mn} ）⁽²⁾4.41ミリグラム／リットル，総リン（T-P）0.070ミリグラム／リットル，総窒素（T-N）2.42ミリグラム／リットルであった。太湖流域水資源保護局では、2001年から毎月の太湖および流域の流入河川の水質をウェブサイト上に「太湖流域及び東南諸河省界水体水資源質量状況通報（水質状況通報）」として報告している。図2にこれらの情報より取りまとめた、2007年1月から2009年12月まで3カ年の COD_{Mn} 、T-PおよびT-N濃度の月別変化を示す。

ここでT-N濃度は1～4ミリグラム／リットルと1年間に大きく変動しており、春先に濃度が上昇し、その後冬期にかけて濃度が減少する明瞭な年間変動のパターンを示している。春先の濃度上昇は農業活動、とくに稲作における水張り、施肥および代かきに起因していると考えられ、その後は流入した窒素成分が湖内で脱窒反応により、徐々に減少していくものと考えられる。一方、 COD_{Mn} およびT-P濃度は明確な年間変動パターンを示していないが、 COD_{Mn} 濃度についてはこの3年間で変動はあるものの全体として漸減傾向がみられる。T-P濃度についてはおおむね0.03～0.12ミリグラム／リットルと一見ランダムで大きな変動がみられるが、太湖のような浅く、かつ過去の履歴が底部に蓄積されやすい湖では、気象条件による底泥の巻き上げ等に強く影響されることが予想され、原因を特定することは困難である。

2. 水質の長期的な変遷

図2ではここ3カ年の月別の水質状況を示したが、図3に文献等でデータ

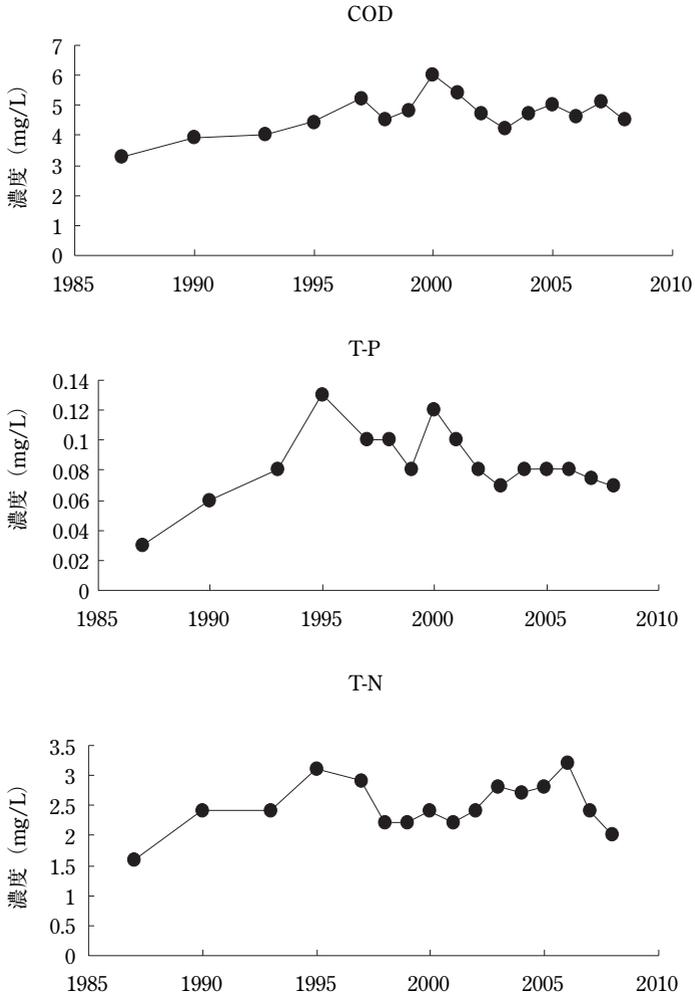
図2 太湖の平均水質の年間変動 (2007~2009年)



(出所)「太湖流域及び東南諸河省界水体水資源質量状況通報」各年月版から筆者作成。

が入手可能だった1987年から2008年に至る20年間の COD_{Mn} 、T-P および T-N 濃度の経年変化を示す。なお、入手可能だったデータの状況により1987～1997年は3～4年おきに示している。各水質データは1987～1995年が『太湖水資源水環境研究』（黄等 [2008]）、1997～2006年が「総体方案」、2007年が

図3 太湖の平均水質の経年変化（1987～2008年）



（出所）『太湖水資源水環境研究』「総体方案」「中国環境状況公報2008」「太湖健康状況報告2008」より筆者作成。

「中国環境状況公報2007」（環境保護部 [2008]），2008年が「太湖健康状況報告2008」（水利部太湖流域管理局 [2009]）によった。

また、『太湖生態環境地図集』（水利部太湖流域管理局・中国科学院南京地理

表4 中国における水域水質類型

I分類	主に源流の水、国家自然保護区に適用
II分類	主に一級保護区の集中型生活飲用水の水源、貴重な魚類保護区、魚類エビの産卵場などに適用する
III分類	主に二級保護区の集中型生活飲用水の水源、一般の魚類保護区および水泳区に適用する
IV分類	主に一般の工業用水区および人に直接接触しない娯楽用水区に適用する
V分類	主に農業用水区および一般の景観に必要な水域に適用する

(出所)「中華人民共和国国家基準 地表水の環境基準」(GB3838-2002)。

与湖泊研究所 [2000])には1980年の太湖における上記水質項目の濃度分布が示されており、太湖の大部分で COD_{Mn} が1.75~3.5ミリグラム／リットル、T-Pが0.025ミリグラム／リットル以下、T-Nが0.65~1.20ミリグラム／リットルであることが示されている。これらの情報を含めて、水質項目の濃度変化をみると、 COD_{Mn} と T-P は同じような傾向を示しており、年度における濃度の増減はあるものの、大まかに1995年から2000年を頂点とする緩やかな山型を示している。T-Nは1995年および2006年を頂点とする双山型を示しているが、いずれも共通しているのは1980年代から1990年代後半にかけて濃度が上昇している点である。

図3には太湖全体の平均水質の経年変化を示したが、太湖の湖内には現在、33カ所の水質観測点があり、一部は自動化されており、月に一度の測定が行われている。前述の水質状況通報によると、観測点は2001年には24カ所であったが、2002年に26カ所、2005年に31カ所、2006年に現在の33カ所と増えてきた。図2および図3で示したデータはこれらの観測点による測定結果を平均したものであり、測定点ごとのデータは公開されていない。しかしながら、水域の水質状況を5階級に分類した水質環境基準に対して各測定点の測定結果の類型別割合が示されており、中国では水域の水質状況を示す方法として、具体的な水質濃度よりその濃度が対応する水質基準類型で示す場合が多い。表4に中国の「地表水の環境基準 (GB3838-2002)」で説明されている水質基準類型と利水目的の関係を示す。たとえば、利水目的が水道利用であれば、

表5 中国における水質環境基準

(単位：mg/L)

水質類型	I類	II類	III類	IV類	V類
過マンガン酸塩指数 (COD _{Mn})	2	4	8	10	15
総リン (T-P)	0.01	0.025	0.05	0.1	0.2
総窒素 (T-N)	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0

(出所)「中華人民共和国国家基準 地表水の環境基準」(GB3838-2002)。

(注) 関連項目のみ抜粋。

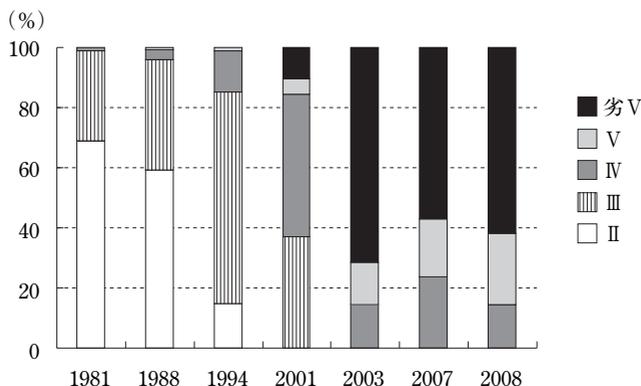
III類以上が必要となり、もっとも低いV類の利水目的は農業用水および不快でない景観の確保となる。また、V類を超過する場合は劣V類と表記される。

表5に表4に示した水質項目に対する類型ごとの水質濃度との関係を示す。太湖の主要な利水目的として水道水源としての利用があり、無錫市等の水道水源として利用されている。したがって、最低でも表5で示したIII類の水質基準を満足する必要がある。太湖の場合、図3に示した2008年における平均水質はCOD_{Mn}4.41ミリグラム／リットル、T-P 0.070ミリグラム／リットル、T-N 2.42ミリグラム／リットルであり、COD_{Mn}についてはIII類、T-PはIII類、T-Nは劣V類（V類以下）となる。中国では水域の水質評価は水質項目のうち達成度の低い項目によって行われるため、類型としての水質状況は劣V類と判定される。

図4に九五計画、十五計画および中国環境状況公報2007および2008からまとめた水質の類型別割合の変遷を示す。

1981年ではIV類が1%であり、II類が69%およびIII類が30%であった。その後、1998年には多少の悪化がみられるが、社会主義市場経済への移行が加速された1994年にはII類の割合が15%と大きく減少した。しかしながら85%は水道利用を利水目的とするIII類であった。2001年になると10%程度が劣V類となり、2年後の2003年にはIII類が消滅してすべての測定点でIV類以上となったばかりでなく、70%程度が劣V類となり、その後も同様な傾向がみられる。このように太湖の水質状況の悪化は2000年を境に急激に悪化している

図4 水質類型で見た太湖水質の変遷



(出所)「九五計画」「十五計画」「中国環境状況公報2007」「中国環境状況公報2008」から筆者作成。

ことがわかる。平均水質の経年変化を示した図3をみる限り、太湖の水質悪化は T-N 濃度に起因していると考えられる。

3. アオコの異常増殖被害

『2008中国水利発展報告』(周主編 [2008])によると、アオコの異常増殖被害は1990年より顕在化しており、1990年6～7月にかけて太湖北部沿岸に集積アオコが50センチメートルの厚さで集積し、浄水場および100カ所以上の事業場の稼働が停止した。1994年7月には無錫湾全体および湖西北部の120平方キロメートルがアオコに覆われ、折からの西南風による底泥巻き上げも相まって、上水供給に障害が起き、水道水にかび臭が生じた。2005年5月には梅梁湾および湖北部で大発生が起き、無錫市の上水処理場が稼働停止し、100万人に影響が出た。

無錫市政府が2008年5月28日に公布した「無錫市の給水危機処理と太湖整備に関する白書(無錫市供水危機的処理和太湖治理)」によると、2007年4月中下旬は、太湖のアオコの発生は例年より活発であり、5月28日には無錫貢湖水源地に水面から湖底までめったにない「黒水団」⁽³⁾が出現した。5月29

日に市内の一部地域の上水道に異臭が発生した。各方面が共同した対応によって、6月2日に市内に浄水場から出る飲用水は全面的に飲用水の水質基準⁽⁴⁾を満たした。これを受け、無錫市政府は6月4日に水質基準に達したことを広報し、6月5日にはメディアを通して正常給水が再開したことを発表した。元来、太湖の無錫市に接する水域は湖の西北部に位置して、水域の三面は陸地に包囲され、一面だけ南向きに開き、閉鎖された湾状になっているために水体の流動性はよくない。また、太湖流域では東南風が卓越するため、太湖全体の水面浮遊物は無錫市の水域に吹き寄せられるという特徴を有していた。無錫市の水道取水口もこの水域に位置しているため、アオコの集積は常に大きな問題であった。このような背景から無錫市では、十五計画において飲用水の安全確保のために生態系を活用したアオコ低減対策⁽⁵⁾を実施していたが、今回の事態には対応できなかったようである。

今回の事態を受けて、官学の専門家が急遽、現場を訪れ、調査を実施したが、本白書でみる限り、「今回の事態は起こるべくして起きた」という報告が多くなされたようである。しかしながら、富栄養化の進行に対する危機感がこれまで欠如していたわけではなく、九五計画にも1980年代から1990年代にかけて富栄養化が「富栄養化指数」の上昇というかたちで急激に進行し、とくに1994年から1995年の1年間で顕著な進行が認められたと記述されている。したがって、太湖という現場レベルでは上述したように1990年代に入ってアオコによる利水障害の頻発が行政的な危機感を高め、それが九五計画に始まる水環境保全計画の誘因となった。しかしながら、2007年のアオコの異常増殖は上述したように集積したアオコの腐敗により水面が黒く変色し、異臭を放つといった過去に例をみない状況を呈した。このような情勢を受け、九五計画から連続する十一五計画ではなく、総体方案が策定され、取り組みが強化された。すなわち、図3に示したように太湖の栄養塩濃度は1995年以降顕著な改善はみられず、専門家にとっては2007年のアオコ異常増殖は当然の結果であったとしても、行政としてみれば、過去10年間の対応が否定された想定外の事態となり、保全計画の見直しと対策の強化が図られたものと考

えられる。

2007年のアオコ大発生への対策の中心となったのが5月6日から開始された引江濟太⁶⁾であった。5月29日には水道水に異臭が発生したため、5月30日から導水流量を170立方メートル／秒から240立方メートル／秒に高め、6月2日までに累計で4816億立方メートルを長江から導水した。さらに、梅梁湖ポンプステーションを緊急に稼働して、長江側への排出を行い、湖水の流動を加速させた。つまり、梅梁湖から長江への流れをつくり、無錫市の水道原水取水口がある梅梁湖に発生したアオコを長江へ押し出した。導水量のうち、2.05億立方メートルが長江へ排出されずに太湖の水位を少しずつ上昇させた。また、無錫市の沿岸24個の水門を閉めて、運河から流入する汚水の太湖への流入をコントロールした。次に専門的な除去と市民ボランティア等による手作業のアオコ除去を行い、6月1日までに全市で4340トンを除去した。

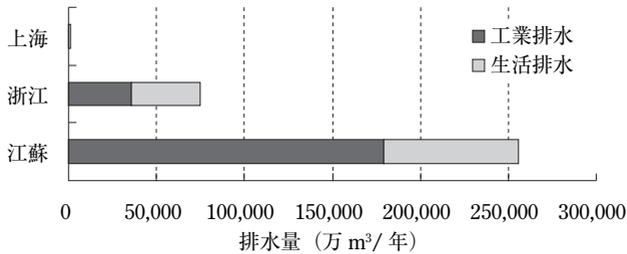
さらに浄水場では薬品の投入量を増やし、異臭の低減に努め、水質測定の実数を増やし、監視を強化した。さらに人工降雨にも力を入れたようである。上記の対応により、6月1日には水道水の異臭は消え、飲料水基準を満たした供給が可能となった。

第3節 太湖の流入負荷の特徴

1. 流入負荷の現況

2005年の総合治理区内における行政単位（省級）別の工業および生活系排水の排出量を図5に示す。江蘇省からの排出量が大きく、全体の77%を占め、工業系排水17.9億立方メートルおよび生活系排水7.6億立方メートルが排出されていた。総合治理区全体では工業系排水が21.6億立方メートル、生活系排水が11.6億立方メートルであり、それぞれの割合は65%と35%であった。中国全体の総排水排出量に占める割合では生活系排水の占める割合が1999年か

図5 太湖流域水環境総合治理区における污水排出量（2005）



(出所)「太湖流域水環境総合治理総体方案」より筆者作成。

ら大きくなっているが、総合治理区では工業系排水の割合が高く、結果として太湖流域での工業活動の活発さを示している。

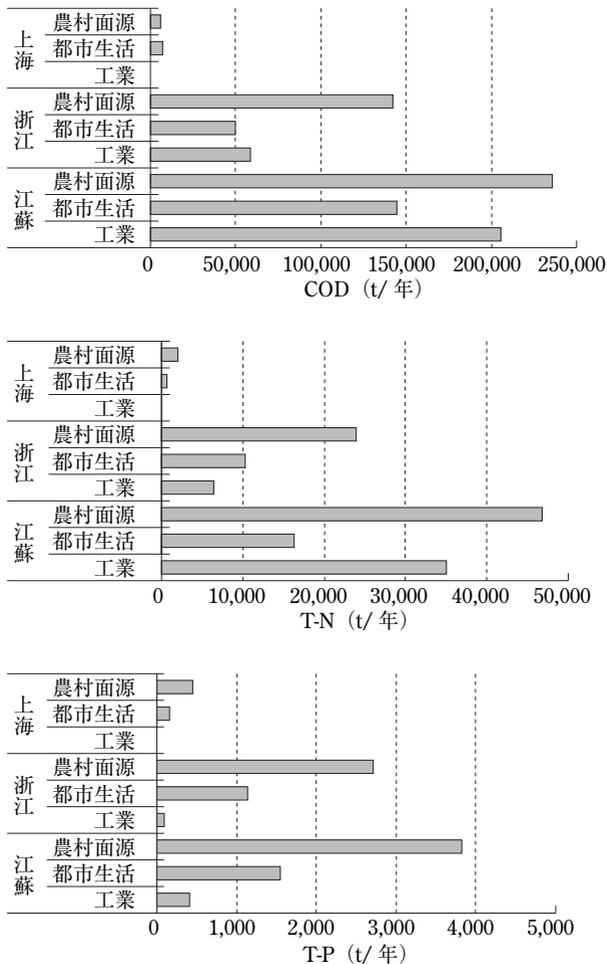
図6に総合治理区内における行政単位および発生源ごとのCOD (COD_{Cr}⁽⁷⁾), T-N, T-Pの発生状況を示す。

いずれの汚濁物質の排出量も排水量と同様に江蘇省部分からの排出が卓越し、農業面源からの排出量が全体の半分近くを占めていた。日本の場合、農業面源とは農地および林地を指し、工場などの点源に対する面源と定義している。しかしながら、中国の農業面源には農地や林地ばかりでなく、農村地域の生活系排水による負荷も含まれる。つまり、都市地域以外からの排出と考えることができる。いずれにしろ、今後の対策における農業面源対策の重要性がみてとれる。

2. 流入負荷の変遷

九五計画、十五計画においてもそれぞれの基準年（1994年および2000年）における汚濁物質の排出量が示されている。総体方案では図6に示したように省別のデータが示されていたが、九五計画、十五計画では流域全体の排出量で示されているため、流域全体のCOD, T-N, T-P排出量の変遷を図7に示した。九五計画、十五計画においても対策を講じる流域は図1に示した総合治理区に比べいくぶん狭い範囲であり、詳細は後述する。また、十五計画

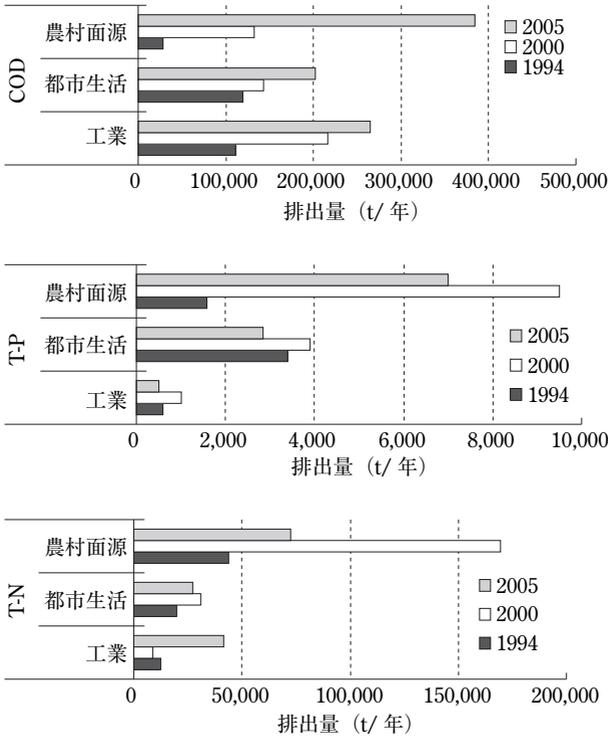
図6 総合治理区内における行政単位および発生源毎の汚濁負荷発生状況



(出所)「太湖流域水環境総合治理総体方案」より筆者作成。

では T-N ではなく $\text{NH}_3\text{-N}$ で示してあり、総体方案では T-N および $\text{NH}_3\text{-N}$ の両者が示されていた。ここでは窒素を T-N として議論するため、総体方案の T-N と $\text{NH}_3\text{-N}$ 排出量の比から 2000 年の $\text{NH}_3\text{-N}$ 排出量を T-N 排出量に換算して示した。したがって、図 7 では上記の違いに留意する必要がある。

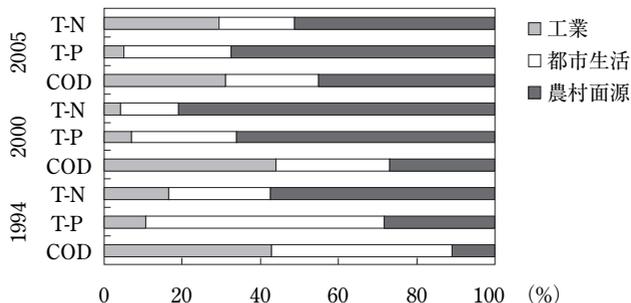
図7 各水環境保全計画の基準年における汚濁物質排出量



(出所)「九五計画」(基準年:1994年),「十五計画」(同:2000年),「総体方案」(同:2005年)より筆者作成。

COD 排出量⁽⁸⁾は2000年, 2005年と増加しており, 農村面源の増加率が著しい。T-P 排出量は工業, 都市生活, 農業面源いずれも1994年に比べて2000年に急増し, その後, 2005年では減少に転じているが, 農村面源で1994年に対する2000年の排出量は6倍となり, 2005年では1994年比で4.5倍となっている。工業, 都市生活ともに2005年の排出量は1994年より若干ではあるが減少しており, 対策の効果がうかがえる。T-N 排出量は2000年の値をNH₃-Nから換算しているため注意が必要であるが, 都市生活および農村面源についてはT-Pと同じような傾向を示しており, 工業からの排出量が2005年に1994年の3.3倍と急増している。図8に図7で示した排出量を排出源ごとの排出割合

図8 各水環境保全計画の基準年における汚濁物質排出割合



(出所)「九五計画」「十五計画」「総体方案」より筆者作成。

として示した。

たとえばCODおよびT-Pであれば、1994年に比べ2005年は農村面源からの排出割合が急増しており、排出量そのものも増加しているため、農村面源における対策が重要となる。農村面源におけるこれらの傾向は、畜産の増加と大規模化に対策が追いついていない結果の反映と考えるのがわかりやすく、原因の解明には産業統計との突き合わせが必要であるが、本章の趣旨ではないので排出量と排出割合の記述にとどめる。

第4節 水環境保全計画の変遷と特徴

1. 湖沼における水環境保全計画

日本では水質汚濁防止法により工場・事業所などからの排水を規制しているが、これだけでは、閉鎖性が強く、流入する汚濁物質の影響が継続する湖沼の水環境保全のための効果が十分でなく、水質汚濁防止法で規制されていない生活系、農林水産系などの排水も含めた総合的な対策を行う必要があった。このため、1984年に水質汚濁防止法の特別措置として、湖沼水質保全特別措置法(湖沼法)を制定し、総合的かつ計画的な水質保全施策の推進

を図ることとなった。湖沼法では、総合的な水環境対策が必要な湖沼等を指定（指定湖沼）して、湖沼が位置する地方自治体にそれぞれについて5カ年を1期間とする水質保全計画の策定を義務づけている。現在、琵琶湖や霞ヶ浦など、10カ所の湖沼が指定湖沼とされているが、計画には以下の内容が含まれる（環境省 [2007]）。

- (1) 水質保全政策：計画時期、計画のための基本的取り組み、水質目標値
- (2) 水質保全にかかわる取り組み：下水道整備、浚渫などの事業
- (3) 規制およびその他の措置：面源対策および自然環境保全等
- (4) 水質保全に必要な他の措置：測定、上乘せ基準などの条例、調査等

なお、湖沼法は指定湖沼での水質改善が芳しくないことから、2005年に一部が改正され、排出規制および面源対策の強化、自然浄化機能強化のための湖周辺部における生態系保全、保全計画に対する住民意見の反映などが盛り込まれた。

中国では1996年から開始された国家環境保護第9次5カ年計画において重点的な水環境改善が必要な湖沼として太湖、巢湖および滇池が指定された。太湖ではこの指定を受け、1996～2000年に九五計画が実施され、水環境改善に対する本格的な取り組みが開始された。2001年からは引き続き、十五計画が2005年までの5カ年で実施された。十五計画は九五計画の計画フレームに沿ってそれぞれの施策群を強化するかたちで取り組まれた。続いて2006年を開始年度とする十一五計画が開始されるはずであったが、2007年6月に起こったアオコの異常増殖による飲用水供給危機を経て、2008年を開始年度とする総体方案が施行され、現在取り組みが実施中である。中国の水環境保全にかかわる他の2つの重点湖沼、巢湖、滇池では九五計画、十五計画、十一五計画と5カ年計画が途切れなく実施されていることから考えても、太湖における2007年6月のアオコ異常増殖に起因する飲用水供給危機が行政に与えたインパクトの大きさがみてとれる。

以下、本節では、九五計画、十五計画および総体方案の記述内容から太湖の水環境保全計画の特徴を明らかにするために、九五計画を起点として、そ

の基本フレームを踏襲した十五計画について検討し、これら10年間の事業実施をふまえて策定された総体方案との比較検討を行い、その課題を明らかにする。

2. 九五計画から十五計画

(1) 計画の対象範囲

九五計画では保全計画の対象範囲を太湖、太湖上流地区および太湖に出入りする河川（望虞河、太浦河等を含む）と定義し、江蘇省蘇州市市街、呉江市、無錫市市街、錫山市（錫山区、恵山区）、浜湖区、宜興市、常州市市街、武進市、溧陽市、金壇市、丹陽市（一部）、丹徒市（一部）、および浙江省湖州市、嘉興市、杭州市市街、余杭市、望安県、また、望虞河、太浦河は江蘇省常熟市（一部）、張家港市（一部）、浙江省嘉善県（一部）および上海市青浦区（一部）とした。十五計画では九五計画の対象範囲をベースとしてさらに常熟市、張家港市、昆山市、嘉善県の全域に拡大した。これらの範囲に上海市主要地域を加えた範囲が集水域としての太湖流域となる。図1に示した総体方案における総合治理区と同じである。

総体方案では図1に示した点線の内部を範囲として重点治理区を定めた。重点治理区の範囲は江蘇省22県（市、区）、浙江省10県（市、区）、上海市3鎮の面積1万9600平方メートルで、これは総合治理区の総面積の61.64%に相当する。九五計画では湖面の汚濁と利水状況に応じて6汚染対策区が設けられた。十五計画では計画区を江蘇省・浙江省計画区に分け、その計画区の中に、主として汚染物質の流入経路を基本として7対策区を指定し、対策区の中に23の対策ブロックを設けた。これらを経て、総体方案では総合治理区と重点治理区に分けて対策が立案されている。

(2) 太湖の水環境保全に対する基本的な考え方

太湖の水環境保全に対する九五計画から十五計画に至る基本方針を以下に

示す。これらは九五計画の冒頭に計画の「編成原則」として示されたもので、十五計画においてもそのまま踏襲された。

①2000年までに太湖水域を浄化し、2010年には根本的に太湖の富栄養化、生態系破壊および有機汚染問題を解決して水質を改善する。

②太湖の主要な環境問題は富栄養化であり、汚染抑制指標は原因となる栄養塩のうち、リンに重点を置き、講じる対策には脱リン技術を採用しなければならない。

③湖の生態系修復、対処措置と管理措置、点源対策と面源（内部汚染源を含む）対策を並行して行う。重点水域を定め重点的に保護し、栄養塩の主要な排出区域（排出口）の汚染を優先的に抑制して、リン汚染物質の総量規制を強化する。

④湖の富栄養化は湖岸への汚染物質排出と湖の生態系破壊によって生じたものである。汚染源の抑制と生態系の回復は太湖の富栄養化を抑制する鍵であり、生態系回復事業を重視する。

⑤太湖への汚染の影響が深刻で改善に値しない汚染排出企業は「閉鎖、営業停止、営業禁止」によって「改善と業種転換」を促す。その他の重点汚染排出企業は期限を決めて排出基準を遵守させる。

⑥水門調整、排出汚染総量の監督、水質観測、事故の早期警戒等を特に重視し、都市域の飲用水源地に重点的に対策を講じて飲用水源地を保護する。

⑦技術の進歩をよりどころとし、法律や制度による管理と科学的管理を強化する。

⑧「目標を淮河流域より高く置き、要求基準を淮河流域より厳しくし、淮河流域よりも力を注ぐ」という方針を堅持する⁹⁾。

特徴としては発生源対策と湖の生態系修復を同時に実施する点で、日本では2005年の湖沼法改正で盛り込まれた内容である。また、太湖の富栄養化を制限する因子をリンとする「リン制限」の立場を取っている点である。さらに、富栄養化の進行に起因するアオコの異常増殖による利水障害を上水利用、つまり浄水場の運転障害を重視している点である。

(3) 水質保全対策事業の概要

対策事業に関して下水道整備や工業点源対策といった事業項目に九五計画から総体方案に至るまで大きな差はなく、基本的な考え方に示された工業系・生活系排水に対する点源対策、農業等の面源対策および湖をめぐる生態系修復を同時並行に推進することが堅持されている。表6に九五・十五計画および総体方案に書かれている対策事業の内容と、それぞれに対する計画投資額を各計画間での比較が可能なように各対策事業の項目ごとにまとめて示した。計画投資額については計画によって示され方が違うので、事業項目内で分けて記載されている場合もある。

九五計画では、事業期間を1996年から1998年までと、それ以降の2期間に分けて事業を計画している。1998年までの期間では有機汚染問題を解決するために、大規模畜産場を含む事業場に対して「閉鎖、営業停止、合併、業種転換、移転」処分および期限付きで排水基準遵守のための改善指導を計画している。また、湖岸に位置するホテル等の排水処理施設に対する栄養塩除去能力強化が示されている。さらに、1999年以降の事業実施のため、農業面源負荷削減や湖浜保護帯造成のためのモデル事業が計画されている。1999年以降の重点は下水道整備に移り、また、前期においてモデル事業実施が計画された事業への本格的着手が計画されている。このように九五計画は、太湖の水環境保全計画の開始として、実施すべき事業の基本的な考え方を示し、前半の3年間で工業系排水を事業場の閉鎖を含む厳しい施策により規制し、後半ではT-N、T-P発生負荷量の主要部分を占める生活系排水対策として都市において高度処理型の下水道整備が計画されている。また、面源対策および生態系修復についてはモデル事業実施を含めて予備的な検討を進め、次期計画の基盤とする意図がみえてくる。また、2007年のアオコ異常増殖時に問題解決の主力を担った長江からの導水事業にかかわるポンプステーション建設や河道整備事業も計画されている。このように九五計画は太湖の水環境改善に必要な事業を抽出し、有機汚濁対策として工業系排水を中心とした点源対策を徹底的に実施し、栄養塩対策として重要な面源対策等や生態系修復につ

いては本格的実施に備えた予備的検討が組み込まれた計画と考えられる。

十五計画の冒頭で、以下にまとめたように九五計画の総括がされている。

①下水処理場は54カ所の建設が計画され、2000年末で29カ所が竣工し、25カ所が建設中である。

②飲用水の安全性確保、河川・水利事業およびクリーナープロダクション事業はすでに始動しており、成果が得られている。

③湖浜保護帯、前貯水池¹⁰⁾、農業面源およびアオコ処理・利用にかかわる事業については未着手である。

④動力船に関する制限および水産養殖の制限については予定どおりの成果が得られていない。

⑤当初の計画投資額130億元（九五計画に示された内容では140億元となっている）に対して実際に投入された資金は100億元であり、特に下水処理場建設費用が調達できなかった。

次に、得られた課題が以下のようにまとめられている。

①湖の水環境保全対策が複雑で、その達成に長期間を要するという認識が不足し、九五計画の水質改善目標は高く設定されすぎ、その結果として一部の目標の達成が困難であった。

②窒素・リン対策が不徹底であり、期間中に竣工した29カ所の下水処理場のうち、数カ所しか対応がとられていなかった。

③環境監督管理能力が不足し、排水規制の実効性が担保されていない。

④事業資金調達ルート確保が必要である。

⑤導水事業の推進より湖の人工的自浄能力（交換能力）を強化する必要がある。

十五計画は対策事業の内容からは九五計画を継続した計画であるが、上記に示した課題をふまえて新規に以下の2項目が追加された。

①都市ごみ処理場建設の推進

②環境監督管理能力の構築として、事業場へのオンライン測定装置の設置および湖水・流入河川における水質測定能力の強化

表 6 各水環境保全計画における事業内容の概要

事業項目	九五計画		十五計画		総体方案	
	事業概要	計画投資額(万円)	事業概要	計画投資額(万円)	事業概要	計画投資額(万円) 2012年 2020年
工業系排水	1998年までの年限を限った閉鎖、営業停止、合併、種転換、移転、期限付改善(処理施設)	185,800	排出基準の遵守を厳格にした2002年までの年限を限った閉鎖、営業停止、合併、業種転換、移転	11,260	排出基準の遵守を厳格にし、未達成事業所の操業停止、小規模な特定の事業場(製紙、デンプン製造、アルコール製造など)の廃止	351,900 10,000
	湖岸の旅館・ホテルの排出基準達成	18,500	すべての企業に対するクリーン生産審査の実施		重点監視事業所に対するオンライン測定装置の設置および汚染排出許可制度実施状況の監督と審査の強化	
	湖内における動力船の使用および電動船の使用	2,000	大手企業に対する窒素・リン総量規制の導入	9,200	湖内における動力船の非汚染化および重点船舶(危険品運搬船・客船・観光船)の動態監視	
下水処理 /都市ごみ	下水道普及率の増加と新規に建設予定の下水処理場に高度処理の義務付け	670,700	下水道普及率目標70%および新規に建設予定の下水処理場に高度処理の義務付けと太湖への直接放流の禁止	1,073,155	2012年の都市下水道普及率: 目標80%、鎮の普及率60%および既存の下水処理場に高度処理の義務付けと太湖への直接放流の禁止	2,323,100 1,166,700
	有リン洗剤使用の制限		処理場建設に対応した下水管路整備の推進		処理場建設に対応した分流水式下水管路整備の推進	
			小都市における下水道整備の推進および農村部での対応		農村部での対策の推進	

	<p>策を検討</p> <p>有リン洗剤使用の制限</p> <p>都市ごみ処理場建設の推進</p>	<p>有リン洗剤の禁止</p> <p>都市下水処理場における汚泥無害化処理の推進</p> <p>2012年の都市ごみ処理率目標75%</p>	<p>46,000</p> <p>499,000</p> <p>489,400</p>
<p>農業面源</p> <p>耕作方法の改変, 合理的な施肥, 排水灌漑施設の改善</p> <p>畜産汚染総合対策</p> <p>生け簀養殖の制限, しじみ漁船等の制限</p>	<p>化学肥料の使用制限と有機肥料の利用推進および太湖周囲5kmの範囲内での化学肥料と農薬の使用禁止</p> <p>太湖周辺地区での畜産の禁止と移転および大規模畜産場への規制強化</p> <p>養殖の制限</p>	<p>都市と農村のごみ処理の一体化および農村における資源循環利用の推進</p> <p>ごみ埋立場の管理強化と侵出水浸透防止策の推進</p> <p>作付の適正化を図り, 施肥管理により化学肥料を削減</p> <p>畜産場における排水処理とメタン発酵による資源リサイクルの推進</p> <p>水産養殖の制限および環境低負荷型養殖技術の普及</p>	<p>229,693</p> <p>2,000</p>

事業項目	九五計画		十五計画		総体方案	
	事業概要	計画投資額(万円)	事業概要	計画投資額(万円)	事業概要	計画投資額(万円)
湖浜保護帯/生態系修復	湖浜の外圃の緑化、内圃の湿地浄化と生態系の回復	20,700	九五計画を継続した環湖浜帯を建設し、西部湖岸に流入する河川の両岸に植栽林の設置	208,000 （前貯水池を含む）	湿地機能回復のための自然保護区、湿地保護エリア、湿地公園および湿地保護区の造成	2012年：491,400 2020年：987,700
飲用水の安全性確保	湖浜帯域内の適切な場所での前貯水池を建設し、汚染物質の太湖流入を削減	2,000	主要流入河川河口における湿地帯と前貯水池の建設	139,500	湖岸および河岸の改造 生態林の造成と水域生態環境の修復	874,100 351,900
浚渫および導水容量の増大	飲用水源地の保護 アオコ処理船による藻類除去 導水事業にかかわる水路の底泥浚渫およびポンプステーションの建設	135,000 2,000	飲用水源地の保護 導水事業の推進	397,948	飲用水源地の保護および代替水源地の確保 導水事業の推進	1,088,800 2,060,400
	梅梁湾など汚濁の進んでいる水域につながらる運河の管理および水門建設	8,000	梅梁湾など汚濁の進んでいる水域および主要流入河川の底泥浚渫		杭州湾への出水能力の強化	
	梅梁湾など汚濁の進んでいる水域の底泥浚渫	105,000			梅梁湾など汚濁の進んでいる水域および主要流入河川の底泥浚渫	

環境監督 管理能力 の構築	キャパシティ ー・ビル ディ ングの実 施	1,000	流域内重点製造業者(1,035社)への排水オンライン測定装置の設置 湖水および流入河川の水質モニタリング能力の強化 キャパシティ ー・ビル ディ ングの実 施	5,800	排出基準の強化 施肥, 農業使用ガイドライ ン等の制定と指導 湖水および流入河川の水質モニタリング能力の強化および情報プラットフォームの構築 農業面源汚染および湿地観測所の建設	79,400	0
その他	将来の事業実施に資するモデル事業の実施				事業場, 農業および都市における節水の推進 関連技術の開発研究	136,700 10,100	224,800 4,400

(出所)「九五計画」「十五計画」「総体方案」より筆者作成。

ここで、都市ごみ対策については十五計画から新たに追加された事業項目である。環境監督管理能力の構築について九五計画では監督管理要員の教育事業のみが示され、計画された投資額も少なかったが、十五計画では排水および流入河川、湖水のオンラインを含む測定能力の強化が示されている。主要対策事業について九五計画からの変遷を以下にまとめる。

①工業系排水：排水基準を遵守できない事業場に対する期限を定めた閉鎖、営業停止、合併、業種転換、移転などの厳しい対応が示されており、クリーナープロダクション審査および排水量の大きい企業に対する窒素・リン総量規制の導入が示された。計画投資額としては九五計画の5%程度と大きく縮小されている。

②生活系排水：下水道普及率の増加と新規に建設される下水処理場に対する高度処理の義務づけと同様の内容であるが、目標として人口当たりの処理率が70%と明示された。また、処理場建設に対応した管渠建設の実施および小都市と農村部での処理場建設の推進が示された。計画投資額は九五計画の70億元（実際の投資額は40億元）から110億元へ大きく増加している。

③農業面源：具体的に太湖周囲5キロメートルでの化学肥料と農薬の使用禁止および太湖周辺地区での畜産の禁止が示された。

このように十五計画の対策事業は基本的には九五計画のフレームを引き継いでいるが、事業内容については、より具体的な内容が示されている。表7に総体方案に示されている十五計画の事業実施状況を示す。

計画された事業数からみると86%が竣工済みで、14%が建設中となっている。この表でみる限り、計画されたすべての個別事業について未着手はなかったことになる。計画投資額220億元に対して実際の投資額は170億元となっており、事業別にみると事業系排水、生活系排水といった点源対策は計画通りの投資がされているが、面源対策および生態系修復については30~65%程度の投資比率になっている。

表7 十五計画の実施状況

事業区分	計画数	竣工した工事 の割合(%)	建設中の工事 の割合(%)	予算 (億元)	投資額 (億元)	投資完了 比率(%)
都市下水処理場	93	83.9	16.1	107.3	107.1	99.8
都市ごみ処理	13	76.9	23.1	12.6	13.2	103.4
工業排水処理	87	97.7	2.3	1.1	1.4	122.7
湖浜帯および生態系修復	4	75.0	25	20.8	6.6	31.5
湖と関連河川の浚渫	7	57.1	42.9	39.8	15.5	39.0
生態系修復モデル事業	14	85.7	14.3	23.0	15.0	65.2
飲用水水源地の保護	12	83.3	16.7	14.0	6.3	45.0
特殊産業の汚染防止	8	100	0	0.9	2.0	219.6
環境管理能力の構築	17	58.8	41.2	0.6	1.8	301.7
合 計	255	86.3	13.7	220.1	168.9	76.7

(出所)「総体方案」。

3. 総体方案

(1) 九五・十五計画での達成点と得られた課題

前述したとおり、通常であれば十五計画に引き続いて十一五計画が立案、提示されるはずであるが、太湖の場合は2007年のアオコ異常増殖に起因する飲用水危機が発生したため、九五・十五計画の10カ年を総括して新たに2008年から2012年の5カ年を第1期、2013年から2020年を第2期とする総体方案が示された。ただし、計画の基準年は2005年である。

総体方案では九五・十五計画期間の到達点を以下のようにまとめている。

①工業系排水：汚染の深刻な3500事業場が閉鎖され、重点監視企業の排出基準達成率が97%に達し、オンライン測定装置が設置されるなど顕著な進展が認められた。

②生活系排水：2006年時点で186カ所の下水処理場が建設され、処理能力は560万立方メートル／日となり、1995年時点の100万立方メートル／日（九五計画から算出）から大きく増大した。

③都市ごみ：2005年末時点でのごみ処理率は61.3%となった。

④農業面源：農業面源対策が始動し、化学肥料使用量の削減（江蘇省では1995年比36%の削減）、畜産の大規模事業化、メタンガス利用を含む排水対策（浙江省では尿尿総合利用率が80%に到達）および畜産禁止指定地区での畜産場閉鎖を進めた。

⑤導水事業（引江濟太）：2002年から導水を開始し、2003～2005年に起きた渇水、2003年に発生した重油事故および2007年のアオコ異常増殖に対して効果を発揮した。

⑥生態系修復：湖浜保護帯、湿地公園等が整備された。とくに梅梁湾北部で無錫市に隣接する五里湖での取り組みが特徴的である。従来は大規模な養殖池が造成されていた水域で、養殖池を廃止し、水質浄化と大規模な親水空間の造成が行われた。

また、10年間で得られた経験として、事業場等の排水削減に対する有効な手法として「ハイテク産業などの付加価値が高く、汚染が少ない業種への転換等による産業構造調整」「用水料金、下水道料金等の値上げによる市場原理の利用」などがあげられている。

次に、得られた課題を以下のようにまとめている。

①浄水工程の不備および代替水源の不足

②十五計画のCOD排出規制目標が達成できず、規制が経済成長に追いついていない状態であり、窒素に対する総量規制も必要

③産業構造と分布が不合理

④工業系排水の処理が不安定

⑤下水道整備における管渠建設の遅れ、雨水と汚水の分離および汚泥処理の不備

⑥農業面源対策の立ち遅れ

⑦水質測定能力および警報システムの不備

⑧太湖流域を管理する法規の不備および「遵法のコスト高・違法のコスト安」の未解決

⑨縦割り行政による総合管理への弊害

⑩市場機能が不完全なための資金調達不足

(2) 水環境保全に対する基本的な考え方と九五・十五計画をふまえた特徴
総体方案における水環境保全に対する基本的な考え方は「水環境整備の基本構想」として以下のように示されている。

①総合的に整備を実施し、症状と病根に同時に対処する。

工業系排水対策、生活系排水とゴミの処理、農村面源汚染の予防、生態系修復、「引江濟太」事業、節水・排出削減事業、産業構造と製造業種の調整等。とくに、都市住民の飲用水の安全保障を最重要課題とする。

②総量規制と濃度審査を行う。

汚染物質の総量が水質を決定する。太湖流域の汚染物質の総排出量は環境容量をはるかに超えており、汚染物質の厳しい総量規制を行わなければならない。各行政区の河川の管理断面を越境する汚染物質に濃度審査を行って、総量規制を徹底する。

③3段階の行政管理を行い、責任を明確にする。

汚染排出総量規制を省（市）、市、県（市）の各行政区で実施し、汚染物質に3段階の行政管理を行う。地方政府が主体责任をもち、各級政府の指導責任を明確にして成果を審査し、問責制度を実施する。

④体制を改善し、メカニズムを刷新する。

・健全で統一された水環境管理体制を構築し、太湖流域水環境総合整備の上層部合同会議制度をつくる。

・主な指導者の目標責任制を健全なものにし、所轄行政区の水環境整備と環境保護に対する地方政府の責任を明確にする。

・技術研究を強化し、技術を普及させる。

・投融資メカニズムを刷新し、融資ルートを開拓して投資を強化する。

・水道料金の適正化を図り、汚染排出権取引を試験的に実施して、節水と排出削減を促す。

- ・流域の立法を加速し、取り締まりを強化する。
- ・公衆の参加を促し、世論による監督機能を活用する。

九五・十五計画の基本的な考え方では、実施すべき対策事業が中心に示されていたが、10カ年の事業実施経験を経て、「点源汚染、面源汚染および生態系修復による自浄能力の強化」という基本的な考え方に変化はないが、総体方案では事業の実効性を担保する「管理・監督責任」「検証」についての考え方が中心に示されている。とくに重要な点は、(1)総量規制を徹底するための「濃度審査」、(2)事業実施に対して上位から下位の行政単位(省・市・県)それぞれの責任を明確化し、審査および問責制度に言及していること、(3)排出権取引などの市場原理を導入し、公衆参加を促し、世論による監督機能を活用することが明示されたこと、である。したがって総体方案は太湖の水環境保全について、「いかに実行するか」を大命題として示しており、九五・十五計画の経験から踏み込んだかたちをとったと考えられる。

(3) 水質対策事業の概要と九五・十五をふまえた特徴

図9に総体方案における太湖の水環境改善に至る構造を示す。図に示したように排出削減に関する主要な対策事業の項目は九五・十五計画から大きな変化がなく、総体方案においても継続される。しかしながら、その対策事業の効果をより高めるために、産業構造調整の必要性が以下のように示されている。

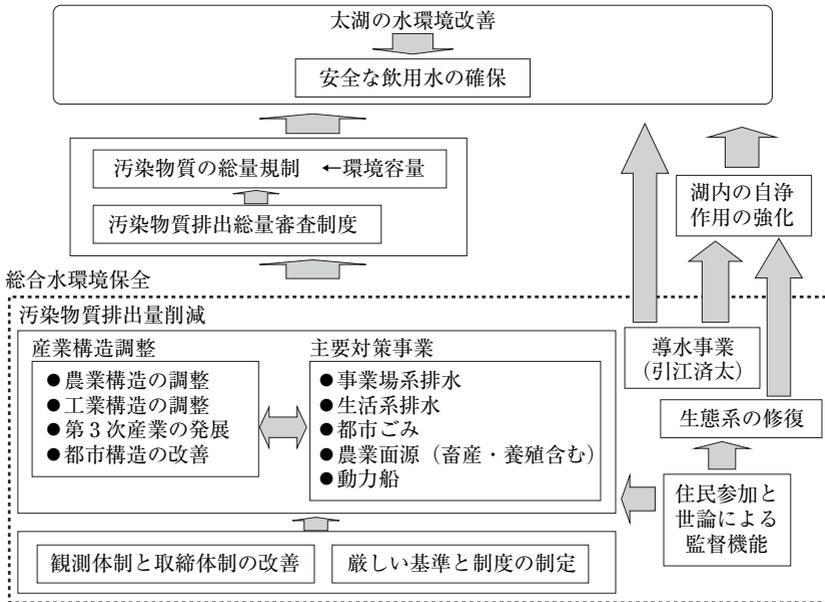
① 農業構造の調整

農業耕作の大規模化、産業化レベルを引き上げ、生態系が保護される有機農業の発展に力を入れる。有機肥料の利用割合を増やし、農薬使用量を低減させる。畜産業は大規模化を図り、排水、廃棄物を適切に処理する。水産養殖業では養殖場を合理的に配置し、環境保全型養殖技術を普及させて、太湖の生簀養殖を徐々に廃止する。

② 工業構造の調整

太湖流域は重汚染型産業のCOD排出量が製造業全体の排出量の約70%に

図9 総体方案における水環境改善に至る構造



(出所) 総体方案内容をもとに筆者作成。

達しており、総合的な産業政策、技術政策を実施し、法規や規定を改定して、第2次産業の全面的な構造改善とレベルアップを促し、ハイテク産業、先進的製造業、エコ産業等の発展に力を入れて、重汚染企業の比重を大幅に小さくする。循環経済の発展を促し、資源の総合利用率を高める。大規模な重点汚染企業は高度技術を採用して生産工程のレベルを引き上げる。規模の小さい重点汚染企業は、「一部を閉鎖し、一部を改造し、一部を移転する」方針で総合整備を行い、閉鎖企業、改善企業、工業団地への移転企業のリストを作成する。厳しく「十五小」（小規模な製油、染料、メッキ、染め物、皮革製造、製紙等の十五種類の重汚染企業）および「新五小」（小規模な石炭吹き火力発電所、製油所、セメント工場、ガラス工場、製鉄所）の新規建設を禁止し、既存の「十五小」「新五小」を確実に淘汰し、重汚染企業の中西部への移転を厳禁する。

③ 第3次産業の発展

第3次産業の発展に力を入れ、「第3次産業が一番多く、第2次産業、第1次産業がこれに続く」産業構造になるように転換を急ぎ、40%前後の割合をめざす。生活に密着した従来の第3次産業の改造、レベルアップ、転換を進めると同時に、物流サービス、金融サービス、技術サービス、情報サービス、コンサルティングサービス、国際サービス請負等の生産性の高いサービス業の発展を推し進める。

④ 都市構造の改善

太湖流域の都市化や都市と農村の人口構造の変化にもとづき「適度に集中し、土地を節約し、生産に有利で、生活に便利な」原則を堅持して、太湖流域の都市と農村の構成を改善し、密集型の都市圏を発展させる。また、科学的かつ合理的に村や鎮の配置と規模を決め、都市と農村の機能ネットワークを改善して都市と地域全体を連係させる。人口を都市に集中させ、工業を工業団地に集めて、地域の汚染対策施設を共同で建設し使用する割合を高め、水環境総合整備に有利な都市と農村を形成する。

このように総体方案では、個々の対策事業内容を示す前段として、上記の産業構造調整の必要性和内容を示している。したがって九五・十五計画と比べ、汚染物質排出に対する社会構造的要素に踏み込んだ形式をとっており、総体方案が国務院の強い主導で作成された経緯をうかがわせる。

表6に示したように対策事業の項目は九五・十五計画と同じであり、これらの計画期間であった10カ年の取り組みを継承したものとなっており、段階的な事業実施がみてとれる。表には事業概要のみを示しているが、総体方案に書かれている事業内容は九五・十五計画と比べると、より具体的な記述となっている。主要な項目では、下水道整備において都市下水道整備の段階が既に終盤にさしかかり、県や鎮レベルの整備から村レベルの整備が目標とされている。また、高度処理については新設だけでなく、既存処理場の改善が計画されている。工業系排水対策は最終段階の位置づけであり、工業構造の調整を枠組みとした小規模な工場の閉鎖の徹底および自動測定装置による遠

隔監視の徹底が計画されており、長期目標期間である2012年から2020年の計画投資額が短期目標期間である2012年までと比べて大きく減少することから、2012年までの終了を意図しているものと考えられる。

農業面源対策については施肥量、農薬施用量、畜産排水・廃棄物処理に対する種々のガイドラインが示されつつあり、また、一部で観測施設も設置される予定であることから、実効性のある削減対策が開始されるものと考えられる。

計画書の範囲において九五・十五計画では実施すべき対策事業が中心に示され、実効性の担保には大きな注意が払われていない印象が強いが、総体方案では必要な対策事業の実効性を確保するための、実行責任、監督体制、監視システムの構築に配慮された内容といえる。

第5節 水環境保全計画における成果と課題

1. 水環境保全計画における目標水質の変遷

それぞれの保全計画では基準年に対して計画終了時の目標水質を示している。表8にそれぞれの計画について基準年の実際の水質と計画終了時の目標水質をまとめて示した。

前述したように十五計画では九五計画の目標が高すぎたことを認めているが、九五計画の目標水質は各水質項目ともに表5で示したようにほぼⅡ類基準であり、実効性よりはスローガンが先行したのと考えられる。これを受け、十五計画からは対策事業の内容と規模に応じた目標設定となり、十五計画ではT-PおよびT-N濃度が目標を達成している。総体方案では2012年までに総合評価でⅤ類を目標として、その後2020年にはⅣ類を目標としているが、いずれの場合も鍵となる水質項目はT-Nである。

表8 太湖流域水環境保全計画における水質目標と水質実態

(単位：mg/L)

	九五計画		十五計画		総体方案		
	1994年	2000年		2005年		2012年	2020年
	実態	目標	実態	目標 ^(注)	実態	目標	目標
COD _{Mn}	4.4	3.2	6.0	5.4	4.9	4.5	4.0
T-P	0.13	0.02	0.12	0.11	0.08	0.07	0.05
T-N	3.1	1.0	2.4	2.16	2.95	2.0	1.2

(出所)「九五計画」「十五計画」「総体方案」より筆者作成。

(注) 十五計画の目標水質は水域ごとに示され、太湖全体の目標に関する記述がないため、T-Nの10%改善という記述を他の水質項目にも用いた。

2. 総量削減の変遷

九五計画の段階で、有機汚染物質としてのCOD、富栄養化の原因物質である窒素およびリンの排出総量の削減を計画の主要な柱としている。したがって、それぞれの計画では計画期間内で達成をめざす汚染物質の流域内からの年間排出量目標を示している。これらの排出量目標は前述した水質目標から求めたものであり、CODなどの排出削減の重要な指標である。表9にCOD、T-PおよびT-Nについて、それぞれの計画基準年における現状排出量および計画終了年における目標排出量をまとめた。

汚染物質排出量の変遷でも示したが、十五計画から、(1)対象とする流域が若干拡大(常熟市、張家港市、昆山市および浙江省嘉善県)した点、(2)人口などの活動量に関連した統計が整備され、必然的に排出量が増大した点に考慮する必要がある、九五計画では2000年の実態排出量がいずれの水質項目ともに大きく超過している。十五計画ではT-P、T-Nは目標を達したもののCODが目標の約2倍になった。しかしながら表8に示したように十五計画終了時の2005年のCOD_{Mn}濃度は目標を達成している。常識的に測定法の違いがあってもCOD排出量が大幅に増大すれば、湖内のCOD_{Mn}濃度も上昇

表9 太湖流域水環境保全計画における許容汚染物質排出量と実際の排出量

(単位：t/年)

	九五計画		十五計画			総体方案	
	1994年	2000年		2005年		2012年	2020年
	実態	目標	実態	目標	実態	目標	目標
COD	258,809	175,500	491,500	378,100	850,321	719,800	524,300
T-P	5,567	4,000	14,400	12,400	10,350	8,200	4,900
T-N	76,371	15,800	201,500	153,600	141,587	108,400	59,000

(出所)「九五計画」「十五計画」「総体方案」より筆者作成。

すると考えられる。これらの矛盾については、(1)中国における統計データの信頼性、(2)水質目標に対する目標排出量の算定時における問題等が考えられるが、今後の検討が必要である。

3. 投資額の変遷

それぞれの計画における計画投資額と九五・十五計画の実績投資額を対策事業の項目ごとに表10に示す。

九五計画の実績投資額は、十五計画に総額と下水道整備事業に関する記述しかなかった。総体方案の「その他」は表6に示したように節水および研究開発事業である。図10に投資の総額について、それぞれの計画における計画および実績額の関係を示す。

総体方案の短期計画である2012年までの計画投資額は、十五計画実績額の約3.5倍であり、太湖の水環境改善に向けた大きな意気込みがみられる。実績額の計画額に対する割合は九五計画では73%であり、十五計画では77%であった。

図11にそれぞれの計画における各事業の計画投資額が全体に占める割合を示した。いずれの計画でも下水道整備と都市ごみ処理関連が40～50%を占め、浚渫・導水関連、飲用水の安全関連が続く。農業面源対策関連は十五計画か

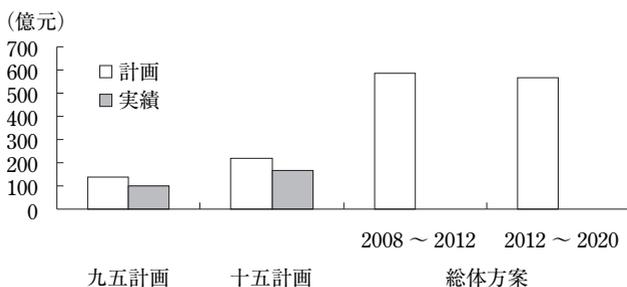
表10 九五計画, 十五計画, 総体方案における事業項目別の計画投資額と投資実績

(単位: 万元)

	九五計画		十五計画		総体方案	
	計画	実績	計画	実績	計画 (2012)	計画 (2020)
下水処理・都市ごみ	670,700	400,000	1,199,000	1,203,000	2,323,100	1,166,700
工業排水処理	206,300		20,000	34,000	351,900	361,900
湖浜帯・生態系修復	22,700		208,000	66,000	491,400	987,700
浚渫・導水	285,500		398,000	155,000	1,088,800	2,060,400
農業面源	48,000		230,000	150,000	499,000	489,400
飲用水の安全	137,000		140,000	63,000	874,100	351,900
環境管理能力	1,000		6,000	18,000	79,400	0
その他					146,800	229,200
合計	1,371,200	1,000,000	2,201,000	1,689,000	5,854,500	5,647,200

(出所)「九五計画」「十五計画」「総体方案」より筆者作成。

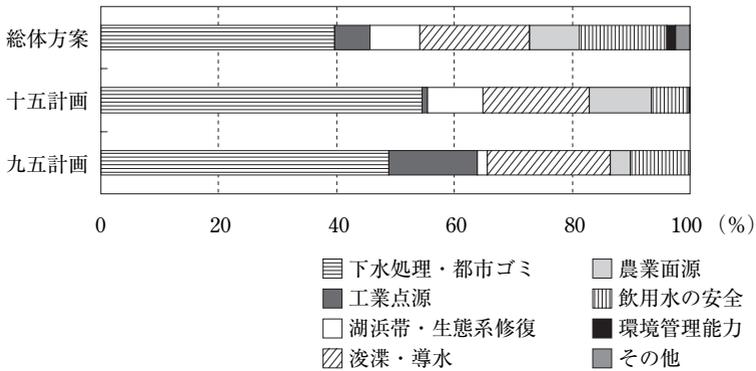
図10 九五計画, 十五計画, 総体方案における計画投資額と投資実績



(出所)「九五計画」「十五計画」「総体方案」より筆者作成。

ら10%程度を占めるようになる。工業点源関連は九五計画では15%を占め、十五計画では僅か1%となるが、総体方案では6%と増加し、投資額は17倍となり、2008年1月より施行された江蘇省の重点工業排水に対する上乘せ排水基準に関連した投資額の増加と考えられる(江蘇省環境保護庁・江蘇省質量技術監督局 [2007], 水落 [2009], 第2章参照)。

図11 九五計画，十五計画，総体方案における事業項目別投資額の全体に占める割合



(出所)「九五計画」「十五計画」「総体方案」より筆者作成。

おわりに

本章では、太湖の水環境保全計画である九五計画，十五計画および総体方案の記述内容を中心として，関連する図書およびウェブサイト等に公開された情報を参考にしながら，太湖を取り巻く自然状況，社会状況，流域における汚濁発生負荷等について，最新のデータベースとなるように過去にさかのぼって取りまとめた。続いて，水環境保全計画について九五・十五計画を連続した計画ととらえ，基本方針および対策事業を中心に整理し，変則的に2008年を開始年とする総体方案との比較検討を行った。その結果，湖の生態系修復と工業点源などの発生源対策を同時進行させるといった，太湖の水環境保全に関する基本方針は継続しているものの，九五・十五計画の経験をふまえて，排出源からの排出量の増減に密接に関連する産業構造や都市構造の適正化，対策事業の効果を検証するための測定システムの構築，そして行政の管理体制の効率化に踏み込んだ，実効性の担保を意識した計画となっていることが明らかになった。

九五計画では初めての水環境保全計画として、考えうる対策事業を示し、点源対策を主体として行い、一方で保全計画のフレームで重要な位置づけとした面源対策および生態系修復については研究開発レベルで事業を行っており、事業実施として手探りの感は否めない。十五計画では九五計画を踏襲しながらも、九五計画で不十分であった生活系排水対策に力点を置きつつ、九五計画の成果をもとに面源対策および生態系修復の事業を開始している。これに続く総体方案では前述したように計画の実効性を高め、客観的な評価を行うために管理関連の事業を強化している。また、産業構造調整の重要性が個々の対策事業の上位に示されている。さらに、対策効果を高めるために排出権取引のような市場原理の導入や公衆参加の促進も取りあげられている。したがって、九五計画から十五計画で対策事業の技術的な知見が大きく蓄積され、つまり、どのような事業が技術的に実施可能かという点に一定のめどが立ち、総体方案ではそれらを効果的に運用する行政施策や利害関係者の円滑な合意形成に向けたガバナンス問題の重要性が示されたものと推察される。保全計画のタイトルでみると、九五計画および十五計画は「水汚染防止」であるのに対して、総体方案は「水環境総合管理」となっている。しかしながら、総体方案以前においても水環境総合管理という概念は導入されており、上述したように多岐にわたる「実施すべき対策事業」について、経験を積み上げた結果として総体方案が示されたと考えられる。

1996年に開始された太湖の水環境保全計画の実効性および効果を検証するためには、総体方案で示された方針と内容が現実の事業実施に対してどのような影響を与えているかなどを検討していくことが必要である。また、従来のスケジュールでは2013年に2012年を期限とする短期計画の総括が報告されると予想されるが、この総括をもって、太湖の水環境保全計画の課題について検討と評価を行う必要がある。

このうち、総体方案に示された公衆参加は、これまでトップダウンで行われてきた排水規制などの対策に対して、情報公開を進め、対策事業に対する住民の監視・監督機能を強化し、それによって対策の実効性を担保すること

に当面の主眼を置いているように読み取れる。しかしながら、「住民の環境に関する『知る権利』『参与権』『監督権』を保護し、住民の汚染対策に対する積極性を引き出す」とも記述されており、今後のガバナンス構築に向けた試行的な考えもみとれる。このような公衆参加メカニズムの構築に向けては、住民のキャパシティ・ビルディングが大きな課題となる。このような状況において、本研究プロジェクトで実施したコミュニティ円卓会議に対する実験的な取り組みは、当面はその本来的な機能でないにしても、住民の理解を深めるという意味において大きな役割を果たすと考えられる（第4章参照）。また、このような社会実験の結果を次期の総体方案にフィードバックすることが、今後の太湖流域管理における実効性を担保するうえで鍵となると考えられる。

ところで、日本において太湖と形状が類似している湖は霞ヶ浦である。霞ヶ浦の平均水深は約4メートルであり、1986年から湖沼水質保全計画による事業が実施されている。現在、第5期計画（2006～2010年）が実施されているが、計画時期のほぼ一致する総体方案と比べ、主要な事業項目と内容に大きな差はみあたらない。むしろ太湖では九五計画より生態系修復の重要性がうたわれており、霞ヶ浦では2005年の湖沼法の改正を受け、第5期計画より、湖岸植生の保全や再生が自然浄化機能の保全・増進を目的として明瞭にうたわれるようになった。したがって、湖沼保全・再生に対する基本フレームとしては太湖のほうが先取りしていたのである。

霞ヶ浦は水質保全計画が開始された1986年以降、主要な水質項目であるCOD、T-NおよびT-Pについて平均水質濃度の改善基調はみられず、T-Pについては約2倍になっている。他方、太湖は近年、改善基調がみられるものの、この基調が長期にわたるものかを見極める必要がある。

太湖や霞ヶ浦のような浅い湖は、富栄養化の影響を受けやすい。アジア地域の開発途上国には、気象条件は異なるもののフィリピンのラグナ湖など浅く富栄養化による水質劣化が著しく、かつ対策が喫緊の課題である同様な湖が存在する。したがって、今後は「なぜ霞ヶ浦の対策効果がみえないのか」

「太湖の対策効果のみえ方」等につき、単に技術的側面ばかりでなく、ガバナンスの側面と相補的に議論することで、他地域の湖沼保全計画を立案・実施するうえで重要な知見を得ることが可能と考えられる。

〔注〕

- (1) アオコという呼称は、水域において微細な藻類が集積した状態について日本で一般的に用いられてきたが、総体方案では2007年のアオコ異常増殖に起因する飲用水危機に触れた項で「藍藻水華」と記述している。また、謝〔2008〕は21世紀に入り藍藻類が太湖の優先藻類種になったとしており、太湖を扱う場合は藍藻あるいは藍藻類という表現がより適切である。しかしながら、日本微生物学協会編〔1989〕によると、アオコとは湖沼に生育してしばしば大増殖し、水の華を形成する藍藻のミクロキスティス属の総称名と定義されており、本章では藍藻および藍藻類と同義ということで一般的に用いられる「アオコ」と表記することにした。
- (2) CODは化学的酸素要求量の略。水中の有機物を酸化剤で分解する際に消費される酸化剤の量を酸素量に換算したもので、湖沼等の水域における有機物による汚濁状況を測る代表的な指標（有機物指標）である。COD_{Mn}は酸化剤として過マンガン酸カリウムを用いる方法であり、日本では一般的ではないが過マンガン酸塩指数と表記されることもある。日本では湖沼および海域の環境基準項目として用いられているが、中国の測定方法と異なるところがあり、相互の比較は難しい。生物化学的酸素要求量（BOD）も水域の有機物指標であり同義であるが、測定原理が根本的に異なる。日本では河川的环境基準項目として用いられる。
- (3) アオコの大量発生時には、風によって陸側に吹き寄せられたアオコは湖岸にマット状に集積し、報道等でよくみる状態となる。これらが腐敗しはじめると、存在している水域に溶存していた酸素を瞬時に消費し、黒変する。引用した「白書」には説明はないが、黒水団とはこのような状態を指したもので、アオコ異常増殖のすごさがうかがえる。
- (4) 飲用水の水質基準は中国国家生活飲用水衛生標準（GB5749-2006）（衛生部〔2006〕）によるもので、大腸菌群数、重金属、放射線量など、飲用水に関連するさまざまな項目で基準が示されている。ちなみにCOD_{Mn}の基準値は3ミリグラム／リットル以下である。
- (5) 十五計画の水道水源の安全確保に関連して無錫市で行われていた対策事業で、水生植物による栄養塩除去作用、魚類によるアオコの捕食作用、貝類による摂食濾過作用を組み合わせた手法であったが、筆者が2005年に現地にお

いて確認した限りにおいて、効果的な手法とは言いがたい。

- (6) 引江済太は、長江からの取水で太湖を救うという考えにもとづいた導水事業。望虞河とよばれる河道を通して導水が行われる。河道延長は60.8キロメートルであり、長江側と太湖側にそれぞれ常熟水門（常熟市海虞鎮）と望亭水門（貢湖湾入口）を有する。本来は太湖の洪水調整を目的とするが、渇水時に太湖の水を希釈する役割が与えられた。長江からの導水は長江と太湖の水位差を利用して行われ、緊急時は九五計画で整備されたポンプステーションを用いる。
- (7) COD_{Cr} は、分析の原理は COD_{Mn} と同じであるが、酸化剤として過マンガン酸カリウムより酸化力の強い重クロム酸カリウムを用いる。一般的には同一試料について COD_{Mn} より高い値を示す。日本では環境基準、排水基準のいずれにも用いられていないが、中国の場合、主に排水基準として用いられており、世界的にみると一般的である。中国において COD とは一般的にこの COD_{Cr} を意味し、日本の場合とは異なる。日本で一般的に COD といわれる COD_{Mn} は必ず「Mn」を表記するか、過マンガン酸塩指数と表記されるので注意が必要である。したがって、表記は同じ COD 排出量であっても、分析法の違いから日中の直接的な比較は不可能である。中国で日本の事例を紹介する場合は、マンガン法で測定した COD と説明する必要がある。
- (8) COD は酸素「要求量」であり、直接的な意味としては、対象となる排水や環境水の酸素消費ポテンシャルを表しており、科学的な定義からは「排出量」として扱うことはできない。しかしながら、一般的には酸素を消費する汚染物質と考えることができる。したがって、 COD は COD で定義される汚染物質と同義となり、「排出量」としての取り扱いが可能となる。
- (9) 淮河流域では1980年代後半には水質汚染問題が顕在化し、1994年に中国で最初の河川とその流域の汚染に関する法制度「淮河流域水污染防治暂行条例」が發布され、汚染企業の操業停止などの先駆的な対応がとられた。九五計画にあえて「目標を淮河流域より高く置き、要求基準を淮河流域より厳しくし、淮河流域よりも力を注ぐ」と示されたのは、このような背景があったものと推察される。
- (10) 前貯水池とは、湖沼へ流入する河川の出口部分に沈殿機能をもつ池を湖沼の中に設けるもので、日本では霞ヶ浦に試験的に設けられており、湖内湖ともよばれる。水に溶解していない固体粒子状の栄養塩物質をこの池で沈殿させ、湖沼への流入を抑制する。ここで、固体の栄養塩物質は高温温期に栄養塩を水中に溶出させる可能性があるが、池内部に水生生物を植栽し、栄養塩の吸収除去を図る。

〔参考文献〕

＜日本語文献＞

環境省 [2007] 「逐条解説湖沼水質保全特別措置法」環境省。

日本微生物学協会編 [1989] 『微生物学辞典』技報堂出版。

水落元之 [2009] 「太湖流域の水汚染問題の現状」（大塚健司編『中国の水汚染問題解決に向けた流域ガバナンスの構築——太湖流域におけるコミュニティ円卓会議の実験』調査研究報告書2008-IV-29 アジア経済研究所 1-21ページ）。

＜中国語文献＞

国家環境保護総局編 [2000] 『三河三湖水污染防治計画及規劃』北京 中国環境科学出版社。

—— [2002] 「地表水環境質量標準（GB3838-2002）」。

—— [2004] 『“三河三湖”水污染防治“十五”計画匯編』北京 化学工業出版社。

黄賢金・王腊春・高超・史運良等 [2008] 『太湖水資源水環境研究』北京 科学出版社。

環境保護部 [2008] 「中国環境状況公報2007」環境保護部ウェブサイト (http://www.mep.gov.cn/pv_obj_cache/pv_obj_id_0A0D17E98D9D46E4EC891B129FF725C6C2545100/filename/W020091031512948887640.pdf, 2010年7月7日アクセス)。

江蘇省環境保護庁・江蘇省質量技術監督局 [2007] 「太湖地区城鎮污水处理廠及重点工業行業主要汚染物排放限值」（江蘇省地方標準 DB/T1072-2007）江蘇省環境保護庁ウェブサイト (http://www.jshb.gov.cn/jshbw/kjbz/hjbz/df-hjbz/200911/t20091104_140540.html, 2010年7月7日アクセス)。

水利部太湖流域管理局・中国科学院南京地理与湖泊研究所 [2000] 『太湖生態環境地図集』北京 科学出版社。

水利部太湖流域管理局 [2009] 「太湖健康狀況報告2008」水利部太湖流域管理局ウェブサイト (http://www.tba.gov.cn:90/art/2009/6/19/art_725_9681.html, 2010年7月7日アクセス)。

太湖流域水資源保護局 [各年月] 「太湖流域及東南諸河省界水体水資源質量狀況通報」第116期～151期（2007年1月～2009年12月）水利部太湖流域管理局ウェブサイト (http://www.tba.gov.cn:90/art/2009/6/19/art_723_9710.html [116期], 2010年7月7日アクセス)。

「太湖流域水環境綜合治理總体方案」2008年4月 国家發展改革委員会ウェブサイト

ト (<http://www.ndrc.gov.cn/dqjj/zhdt/P020080611378482712990.pdf>, 2010年7月7日アクセス)。

衛生部 [2006] 「生活飲用水衛生標準」(GB5749-2006)。

無錫市人民政府 [2008] 「無錫市供水危機的處理和太湖治理」無錫市人民政府ウェブサイト (<http://www.wuxi.gov.cn/zxzx/gzdt/xwfbh/xwfbh/223474.shtml>, 2010年7月7日アクセス)。

謝平 [2008] 『太湖藍藻的歷史發展与水華災害』北京 科学出版社。

周英主編 [2008] 『2008 中国水利發展報告』北京 中国水利水電出版社。

<英語文献>

Qin, Boqiang ed. [2008] *Lake Taihu, China: Dynamics and Environmental Change*, Dordrecht: Springer.

<ウェブサイト>

国家發展改革委員会 <http://www.sdpc.gov.cn/>

環境保護部 <http://www.mep.gov.cn/>

江蘇環保(江蘇省環境保護庁) <http://www.jshb.gov.cn/jshbw/>

水利部太湖流域管理局 <http://www.tba.gov.cn/>

江蘇省環境保護庁(江蘇環保) <http://www.jshb.gov.cn/jshbw/>

水利部太湖流域管理局(太湖網) <http://www.tba.gov.cn/>

無錫市人民政府(中国無錫) <http://www.wuxi.gov.cn/>

