

第1章

太湖流域の水汚染問題の現状

水落 元之

要約：

太湖は上海市から西方に 100km 程度に位置する中国第三の湖であり、表面積は 2,338km²、平均水深は 1.89m と浅い淡水湖である。湖本体は江蘇省と浙江省の省境に位置し、流域界は江蘇省、浙江省および上海市に跨っている。利水目的は主に、水道水、工業および農業用水、漁業、水運、観光であるが、経済の急激な発展により 1980 年代後半から富栄養化の進行が著しく、藻類の異常増殖による利水障害が頻発している。流域の GDP は 2006 年で中国全体の 11.6% を占める。湖全体の水質状況の現状は劣 類、主要汚染指標は全窒素であり、1990 年代中期よりその傾向は同じである。流域における窒素の発生負荷の 70% は江蘇省からであり、全体に占める都市排水、工業排水、農業面源の割合はそれぞれ 19、29、52% で農業面源負荷が卓越している。これらの状況を背景に様々な対策が講じられており、5 ヶ年毎の水質保全計画に沿って実行されている。前期の第 10 次 5 年計画（2001～2005 年）では、工業排水や都市生活排水に関して処理施設の建設などが進められたものの、COD 排出規制目標を達成することが出来なかった。しかしながら 2007 年 5 月下旬から 6 月上旬にかけて藻類の大規模な異常増殖に見舞われ、長江の導水により急場を凌いだ、その後 2020 年までを見据えた保全計画が緊急に制定された。さらに江蘇省では排出負荷の大きな排出源に対して国家基準の最上位レベルを超える厳しい上乘せ基準が制定された。

キーワード：

太湖 水環境 流域管理 藻類異常発生 対策手法

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、歴史的にみて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最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、特に富栄養化の進行による藍藻類の異常

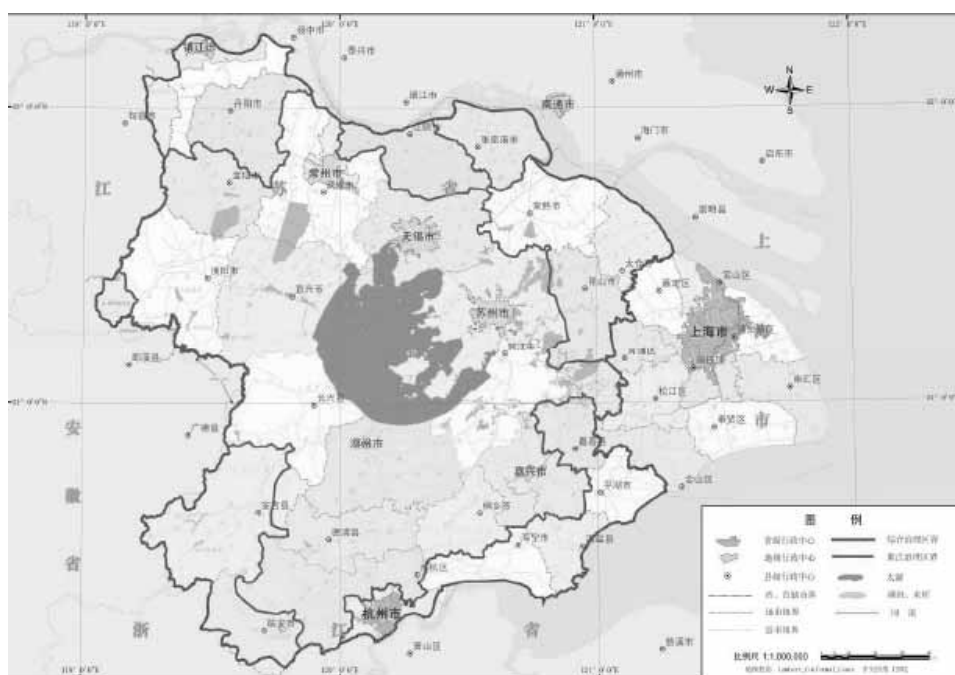
増殖が原因の利水障害が頻発している。2007年5月下旬から6月上旬にかけて藍藻類の異常増殖による、上水供給停止などの障害が発生した。これらの事態を受け、太湖流域では従来の2005年を基準年とする2010年までを対象とした国の第11次5カ年計画に対応した計画ではなく、短期を2007年から2012年に、中長期を2020年までにおいた「太湖流域水環境総合治理総体方案」が示された。ここでは、本方案に示された太湖の自然・社会状況の概要、太湖水環境の現況、負荷発生源および対策の実施状況を中心に関連する情報を含めて取り纏めた。

第1節 太湖流域の概況

1. 自然概況

太湖は上海市から西方に100km程度に位置する中国第三の湖である。その最大の特徴は「浅い」ということであり、平坦地に出来た広大な水たまりを想像させ、その成り立ちは違うものの我が国では現在の霞ヶ浦と同じ特徴を有している。図1に「太湖流域水環境総合治理総体方案」による太湖の流域図を示すが、湖本体は江蘇省と浙江省の省境に位置し、流域界は江蘇省、浙江省および上海市に跨っている。

図1 太湖流域図



(出所) 太湖流域水環境総合治理総体方案

表1 太湖及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整理

表1に太湖および流域の自然概況を示す。湖の表面積は2,338km²であり、霞ヶ浦の約10倍程度である。平均水深は1.89m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200km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無く、淡水湖である。

気候は温暖かつ湿潤であり、さらに湖の滞留時間は1年以上と推定されており、窒素及びりんといった栄養塩類の過剰な流入によりアオコ等の藻類大量発生が起きやすい状況と言える。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5,551km²となり、0.5km²以上の湖沼が189箇所(そのうち、40km²以上は6箇所)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m³であり、流域人口1人あたりの資源量は398m³、1畝(667m²)あたりでは727m³となる。

2. 社会経済概況

表2に太湖流域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% をしめる経済発展の著しい地域である。ここで太湖流域では上海市の主要部分を除く地域を「太湖流域水環境総合治理区」として、水質汚濁対策等に取り組んでいる。治理区内における GDP は 11,884 億元であり、第一次、第二次、第三次産業の割合は 4:61:35 となり、第二次産業の割合が卓越している。治理区内には 21 万箇所の事業場が存在し、そのうちの 5 万 6 千箇所が「六大重点汚染事業所」である。ここで、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係る事業所である。治理区内では、生産額から見て紡績、製紙および石油化学の割合が高い。表 3 に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。例えば、紡績では江蘇省で稼働している事業所の 12.6% が治理区内にあり、生産額は省全体の 9.8% を占めている。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、活発な経済活動が伺われる。

表 2 太湖及び太湖流域の社会・経済概況

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）	6609.1 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）	14,761 km ² / 3,300 m ² （35.7%）

（出所）太湖流域水環境総合治理総体方案より筆者整理

表3 太湖治理区内における6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
	化学原料及び 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
	化学原料及び 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

第2節 太湖の水質環境

1. 水質概況

(1) 現況

2006年における太湖の各湖区別の水質状況を表4に示す。ここで過マンガン酸塩指数は我が国のマンガン法による化学的酸素要求量(COD)と分析原理は同様であるが、分析操作が異なるため、直接的な比較は出来ない。ここで中国の場合、排水基準としてクロム法のCODを採用しており、一般的にCODはクロム法のCODを指すため、本章では日本のCODと同義ではあるが、以降も「過マンガン酸塩指数」と表記する。

中国の場合、水域の水質状況を5階級に分類した水質環境基準で示す場合が多い。表5に中国の「地表水の水質環境基準(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。例えば、利水目的が水道利用であれば、Ⅲ類以上が必要となり、最も低いⅡ類の水質は農業用水および不快でない景観の確保となる。

表5に表4に示した水質項目に対する類型毎の水質環境基準の関係を示す。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、表5で示したように最低でもⅢ類を満足する必要がある。太湖の場合、例えば過マンガン酸塩指数で見ると全ての湖区においてⅢ類基準が満足されており、Ⅲ類基準に届きそうな状況である。しかしながら、全窒素(T-N)はいずれもⅢ類基準を大きく超過している。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Ⅲ類と判定されている。

表4 太湖の水質概況(2006)

湖区	過マンガン酸塩指数(CODMn)	全りん(T-P)	全窒素(T-N)	クロロフィルa(Chl-a)	水質類型
梅梁湖	5.4	0.11	5.21	0.10	劣Ⅲ類
五里湖	5.4	0.15	6.36	0.04	劣Ⅲ類
西部沿岸区	5.1	0.12	3.74	0.04	劣Ⅲ類
東部沿岸区	4.1	0.07	2.02	0.02	劣Ⅲ類
湖心区	4.2	0.11	2.5	0.05	劣Ⅲ類
全湖平均	4.6	0.08	3.17	0.05	劣Ⅲ類

(出所) 中国環境状況公報 2006

表5 中国における水域水質分類の考え方

類	主に源流の水、国家自然保護区に適用
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
類	主に二級保護区の集中型生活飲用水の水源、一般の魚類保護区及び水泳区に適用する
類	主に一般の工業用水区及び人に直接接触しない娯楽用水区に適用する
類	主に農業用水区及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)

湖の形態が類似している我が国の霞ヶ浦では 2005 年度における平均水質が COD 7.6mg/L、T-N 1.1mg/L および全りん (T-P) 0.10mg/L であった。太湖の過マンガン酸塩指数との違いについては、先ほど述べた分析方法の違いによる影響が予想される。ここで、水質比較は一概には出来ないが、太湖では水質環境基準から見ても T-N 濃度の高さが特徴的であり、関連した負荷発生源の影響が強いものと考えられる。

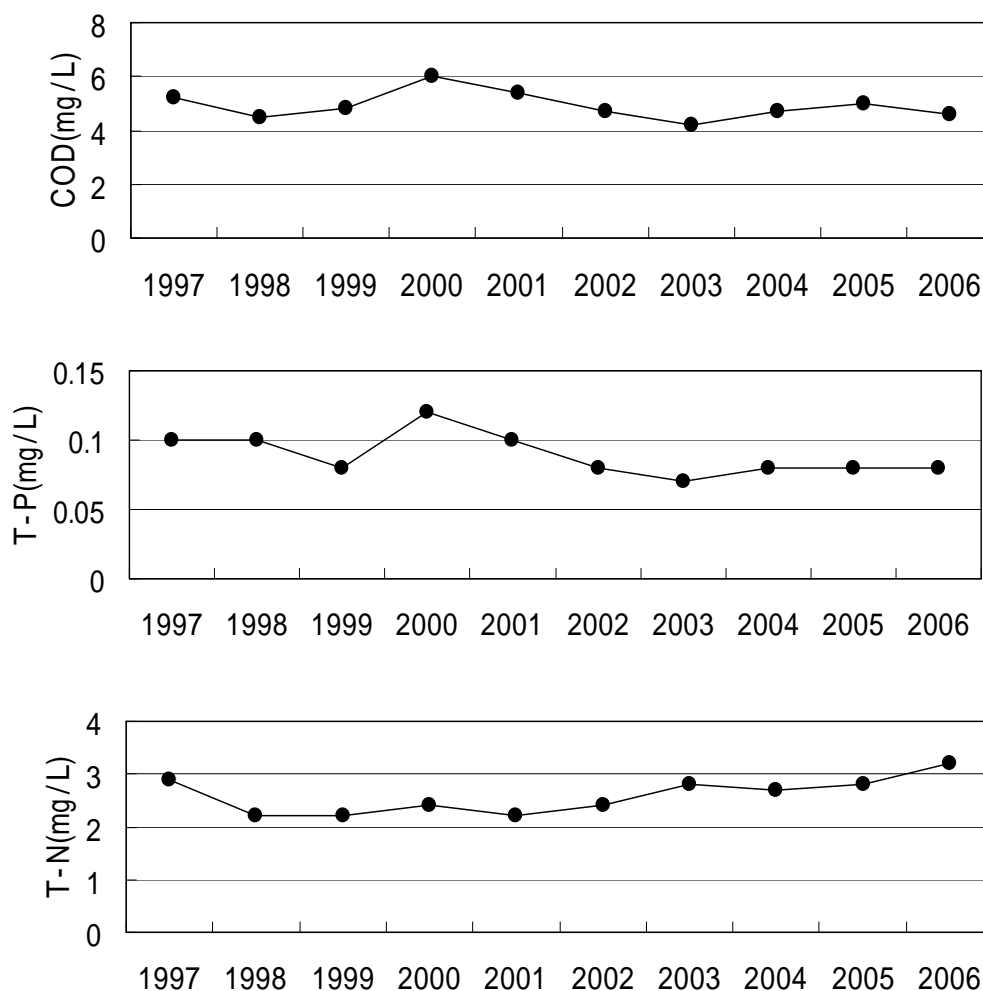
(2) 水質の経年的変化

太湖流域水環境総合治理総体方案によると、太湖では 1980 年代の初期から 1990 年代初期にかけて、水質が 類から 類へと悪化した。その後、1990 年代中旬から現代に至るまで劣 類の状態が続いている。したがって太湖の水質は改革開放経済政策の影響を極めて色濃く受けたと言える。図 2 に太湖における過マンガン酸塩指数、T-P および T-N の平均水質濃度の経年変化 (1997 年から 2006 年) を示す。ここ 5 年間でみると過マンガン酸塩指数および T-P はほぼ横ばいであるが、T-N は暫増傾向にある。水質は一概に流入負荷にのみ影響される訳ではなく、特に栄養塩の場合は湖の底部に堆積した泥からの溶出の影響も強く受けるので、「暫増」の原因を特定することは難しい。しかしながら、工場排水などの点源汚染の対策が進んでいる点に考慮すれば、農業などの面源負荷増加の影響が懸念される。

太湖流域水資源保護局では「太湖流域及び東南諸河省界水体水資源質量状況通報」が毎月 Web 上に公開されており、毎月行われている水質調査の結果を不十分ではあるが確認することが出来る。図 3 に 2007 年における過マンガン酸塩指数、T-P、T-N およびクロロフィル a (Chl-a) 濃度の経月変化を示す。過マンガン酸塩指数は一年を通じてほぼ横ばいの傾向、T-P、T-N 濃度については夏期に減少する傾向がみられ、特に T-N において顕著で

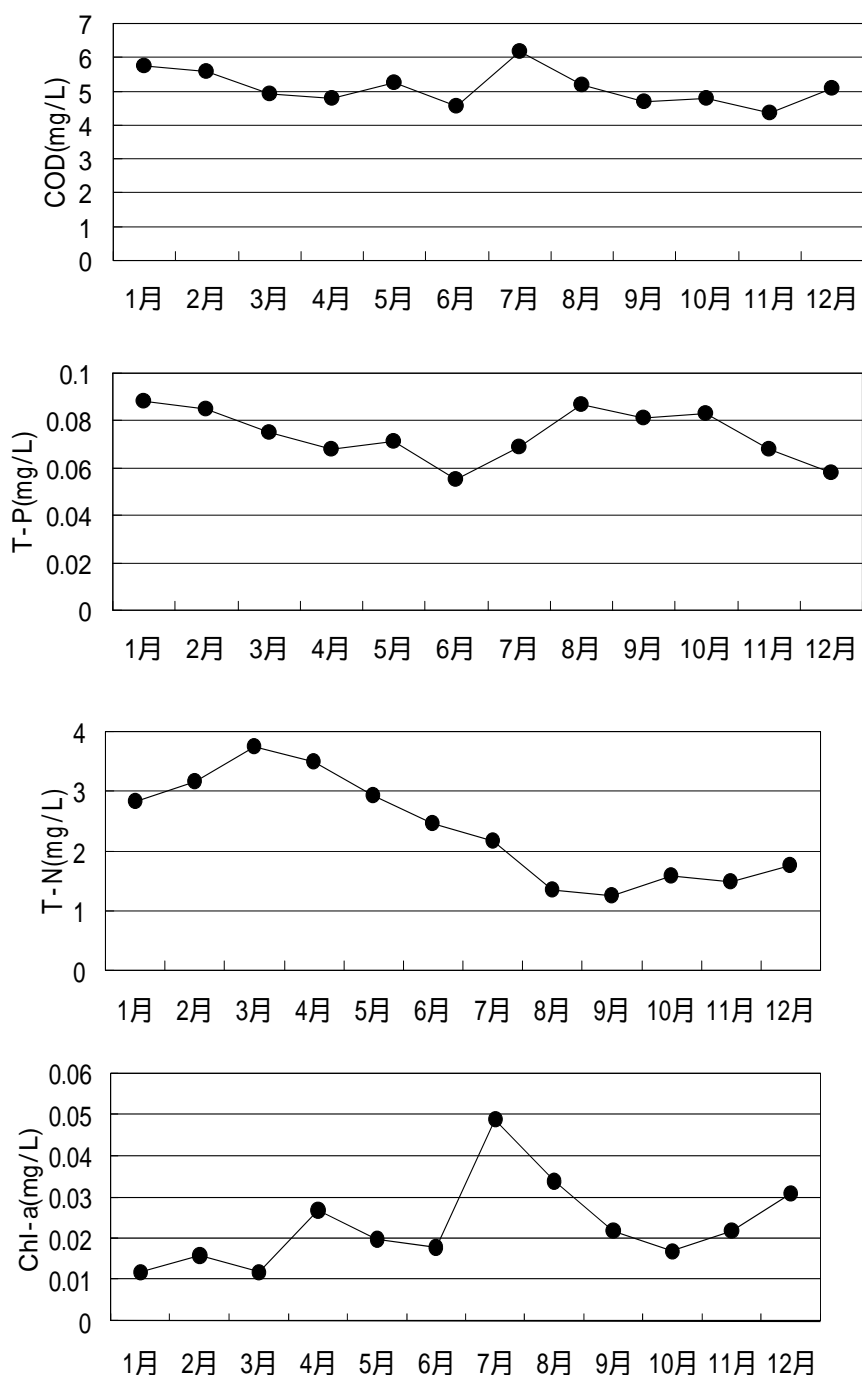
あった。Chl-a 濃度については逆に夏期に増加する傾向が見られた。2007 年は 5 月から 6 月にかけてアオコの大規模異常発生が起きたが、サンプリング日時の関係でこの通報上では反映されていない。また、過マンガン酸塩指数と Chl-a 濃度の相関があまり見られないことから、中国の分析法ではアオコなどが過マンガン酸塩指数にカウントされていない可能性がある。T-P、T-N 濃度が夏期に減少する原因のひとつとしてアオコなどの藻類への転換が考えられるが、負荷発生源との関係も考慮しなくてはならない。いずれにしろ、長期にわたる傾向の検討が必要である。

図2 太湖における COD、T-P および T-N の経年変化（平均水質）



(出所) 太湖流域水環境総合治理総体方案および中国環境状況公報より筆者作成

図3 過マンガン酸塩指数、T-P、T-NおよびChl-a濃度の経月変化（2007）



（出所）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～127 期より筆者作成

(3) 2007 年のアオコ大発生

発生状況

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 月中下旬に、太湖の藍

藻の発生は例年より活発であり、5月28日に無錫貢湖水源地に水面から湖底までにめったに無い「黒水団」が出現した。5月29日に市内の部分地区の上水道に異臭が出現した。各方面の共同努力によって、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標準に達した。6月4日に無錫市政府は水質基準に達した広告を出し、6月5日に無錫市政府はメディアを通して正式に正常給水を実現したことを公布した。元々、無錫市太湖水域は太湖の西北部に位置して、湖域の三面は陸地に包囲され、一面だけ南向きを開き、閉鎖状の湖湾になっているために水体の流動性は良くない。また、太湖流域では東南風が卓越するため、太湖全体の水面漂浮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、常にアオコの集積が大きな問題であった。このような背景から無錫市では生態系を活用したアオコ低減対策を実施していたが、今回の事態には対応が出来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、本白書で見ると、「今回の事態は起こるべくして起きた」という報告が多く成されたようである。ただし、上水道で発生した「異臭」について、一般的に言われているアオコが生産する臭気物質ではなく、大発生し、集積したアオコが腐敗する過程で発生すると考えられる「ジメチルトリスルフィド」と特定されている。

対応状況

4月下旬にアオコの異常発生に対する予兆を関知し、無錫市政府では5月9日に太湖の監視を強めると共に、「太湖藍藻防止応急指揮」系統を確立して、緊急事態に備えた。更に「十一五」太湖管理特定項目計画の制定に着手し、太湖管理を無錫市の「十一五」の経済社会発展総体計画の中に加えた。

5月21日には、第62回常務会議において「無錫市太湖水污染防治計画(2007-2010年)」、「無錫市太湖藍藻防止応急予備案」及び関連方案について討論、審議の上で通過させた。また、5月6日から長江の水を導水して無錫市水域に滞留、集積したアオコを排除する「引江濟太」を開始した。基本的には「引江濟太」が応急対策処置の柱であった。

5月29日には水道水に異臭が発生し、5月30日から導水流量を170m³/秒から240m³/秒に高め、6月2日までに累計で4.816億m³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起動して、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作り、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m³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除去を合わせた方法で藍藻除去を行い、6月1日までに全市で4,340トン除去した。

浄水場では薬品の投入量を増やし、異臭の低減に努め、水質観測の頻度を上げ、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日には浄水の異臭は消え、飲料水基準を満足した供給が可能となった。

一方、無錫市の関係部局は緊急に飲用水に関連した商品を調達し、市場管理を強化し、市内各区への純浄水の供給を実施し、重点的に学校、幼稚園、医院、老人ホーム、福祉施設等の安全な飲用水を確保し、学生と貧困な家庭に無料給水をした。その結果、便乗値上げや売り渋りといった行為は市内全域を通して認められなかった。5月29日の夜、ラジオ放送、テレビ、新聞等の媒体を通じて水質の異常状況と水質保護、改善措置に関する情報を発表した。さらに水質状況を公表する制度を作り、関連部門によって毎日、水質観測データ及び関連する状況を市民に提供した。

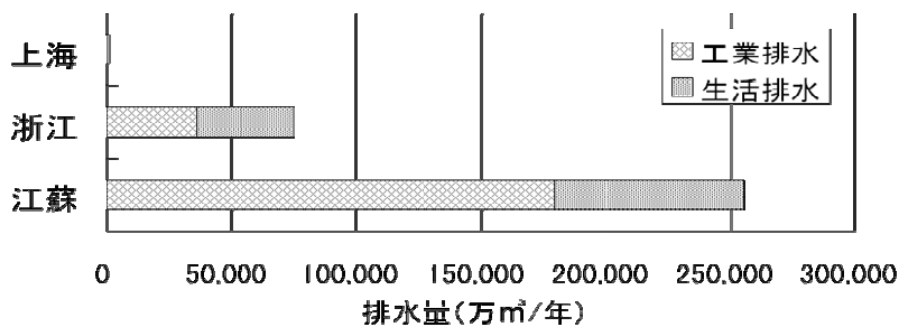
上記に2007年5月のアオコ大発生に対する緊急的な対応と成果を示した。これを踏まえた、中長期の対応としては、以下のような内容が推進されている。

- ・導水の強化
- ・長江を水源とする浄水施設の建設
- ・既存浄水場の改築
- ・水源地保護のための発生源対策の推進
- ・太湖に流入する都市河川の浄化

2. 汚濁負荷発生状況

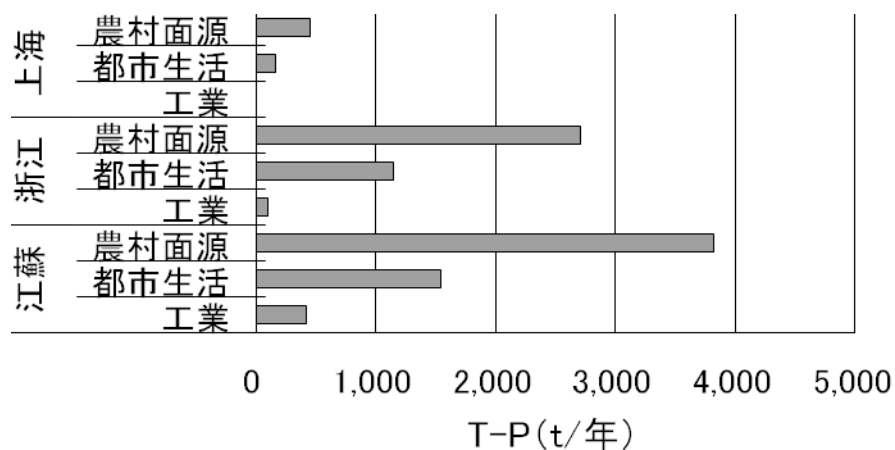
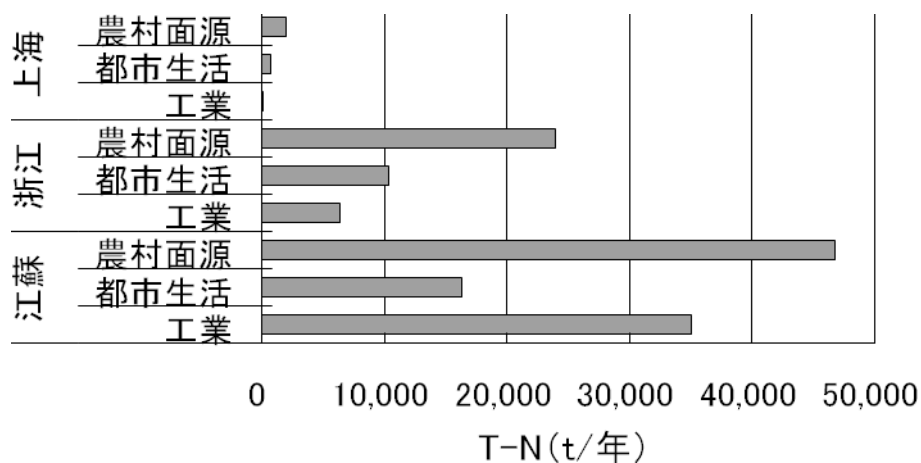
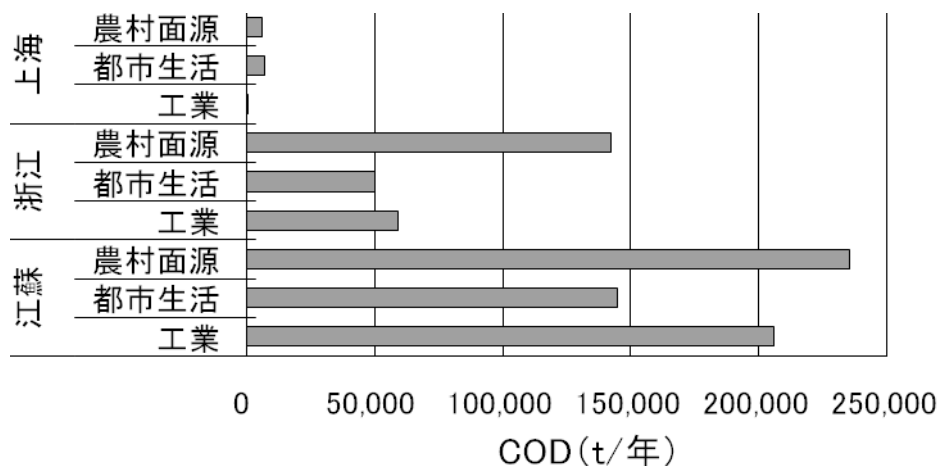
2005年の太湖流域水環境総合治理区における行政単位別の工業および生活排水の排出量を図4に示す。江蘇省からの排出量が大きく、全体の77%を占め、工業排水17.9億 m^3 および生活排水7.6億 m^3 が排出されていた。総合治理区全体では工業排水が21.6億 m^3 、生活排水が11.6億 m^3 であり、それぞれの割合は65%と35%であった。中国全体の総排水排出量に占める割合では生活排水の占める割合が1999年から大きくなっているが、総合治理区では工業排水の割合が高く、結果として太湖流域での工業活動の活発さを示している。

図4 太湖流域水環境総合治理区における汚水排出量



(出所) 太湖流域水環境総合治理総体方案より筆者作成

図5 総合治理区内における行政単位及び発生源ごと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整理

図5に総合治理区内における行政単位および発生源毎のCOD(クロム法によるCOD: COD_{Cr})、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、いずれの物質も農業面源からの排出量が全体の半分近くを占めていた。我が国の場合、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して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出来る。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見て取れる。

表7に太湖へ流入した工業排水に含まれる上記以外で重金属等の汚染物質量を2003年から2006年の年度別で示す(中国(上海周辺)における環境ビジネスに関する実態調査)。今後は水の安全性の観点から、これらの流入水質に対する反映を調査していく必要がある。

表7 太湖に流入する工業排水に含まれる汚染物質(2003~2006年 単位:t/年)

水質項目	2003	2004	2005	2006
総水銀	NA	NA	NA	NA
カドミウム	0.017	0.005	0.002	0.015
六価クロム	3.54	3.27	4.94	5.54
鉛	1.01	1.85	1.17	1.62
ヒ素	0.49	0.09	0.17	0.11
揮発フェノール	17.5	10.7	6.0	22.6
シアン化合物	8.0	5.5	14.0	6.5
石油類	1120	850	849	646
アンモニア性窒素	9,800	8,800	8,900	15,400

(出所)中国(上海周辺)における環境ビジネスに関する実態調査

第3節 発生源対策

ここでは2001年から2005年までの5ヶ年を実施期間として取り組まれた「第10次5カ年計画」終了までの成果を主として取り纏める。

1. 工業排水

重点監視企業の排出基準達成率が97%に達した。江蘇省が第10次5カ年計画に盛り込んだ62の工業汚染源でのリン除去・窒素除去工程の導入が全て完了した。紡織・染色に係る事業所からの排水基準を制定し、1000社近い染色企業が排出基準値に達した。3500社余りの汚染の深刻な企業が閉鎖され、738社のクリーン生産企業の審査が完了し、重点水質汚染企業に監視装置を設置した。浙江省が第10次5カ年計画に盛り込んだ企業7社への処理プロセスへのリン除去・窒素除去工程の導入がすべて完了した。

2. 生活排水

2006年時点で太湖流域総合汚染対策区に合計186の下水処理場が建設され、1日当たりの処理能力が558万8千 m^3 になった(表8を参照)。都市下水処理場の取水口の主な汚染物質濃度はCOD350~600mg/L、アンモニア窒素11~55mg/L、全リン2~7mg/Lで、排出時の濃度はCOD70mg/L未満、アンモニア窒素7~15mg/L、全リン0.3~72mg/Lである。排水水質は一級B排出基準に達している。ここで、下水処理場に対する排水基準は「都市下水処理場水質排水基準(GB18918-2002)」に示されている。排水基準を表9に示す。基準は一級A・B、二級および三級に分かれており、一級B基準は一般的な生物処理に対応した基準であるが、富栄養化対策にもある程度配慮された基準となっている。また、一級A基準は一般的な下水処理方法から見ても相当厳しい基準であり、太湖などの閉鎖性の強い水域を意識した基準である。後述する江蘇省の上乗せ基準では一級A基準と同等な基準が示されている。

2005年末時点で太湖流域のゴミ処理場は32箇所あり、ゴミ処理率は61.3%で、228の鎮がゴミ中継場を建設して生活ゴミ1201万7千トンの中継輸送している。

表8 太湖流域総合汚染対策区の汚水処理場分布状況

行政区	都市污水处理場		鎮污水处理場		合計	
	数	規模(万 m ³ /d)	数	規模(万 m ³ /d)	数	規模(万 m ³ /d)
蘇州	28	108.6	50	49.5	78	158.1
無錫	14	67.8	32	36.8	46	104.6
常州	9	46.9	2	5.0	11	51.9
鎮江	1	4.0	0	0.0	1	4.0
江蘇合計	52	227.3	84	91.3	136	318.6
杭州	3	121.0	5	7.1	8	128.1
嘉興	4	50.0	10	17.3	14	67.3
湖州	6	18.0	17	24.1	23	42.1
浙江合計	13	189.0	32	48.4	45	237.4
上海	-	-	5	2.8	5	2.8
合計	65	416.3	121	142.5	186	558.8

(出所)太湖流域水環境総合治理総体方案

表9 中国の下水処理場に対する排水基準(単位:mg/L ()内を除く)

水質項目	一級基準		二級基準	三級基準
	A 基準	B 基準		
COD	50	60	100	120
BOD	10	20	30	60
SS	10	20	30	50
動植物油	1	3	5	20
石油類	1	3	5	15
陽イオン表面活性剤	0.5	1	2	5
全窒素	15	20	---	---
アンモニア性窒素	5(8)	8(15)	25(30)	---
全リン	0.5	1	3	5
色度(希釈倍率)	30	30	40	50
pH	6~9			
糞便性大腸菌(個/L)	1,000	10,000	10,000	---

(出所)中華人民共和国国家基準:都市下水処理場水質汚水基準 GB18918-2002

3. 排水基準の上乗せ

2008年1月1日から江蘇省では下水処理場および重点工業排水に対する排水上乗せ基準による規制を開始している。表10にそれぞれの排出源に対する規制値を示す。括弧内はこれまでの国家基準の最も厳しい値を示している。中国では1996年に施行された「汚水総合排放標準(排出基準)」に対して2000年あたりから各重点工業に対する排出基準が示されている。今回示された江蘇省の基準は表からも分かるようにこれまでの基準から一段厳しい基準となっており、また、栄養塩である窒素・りんに対する非常に厳しい基準が定められている。

中国では排水基準を定める際に規制開始以前に設立された旧工場に対して、幾分、緩和的な基準を設けることがあるが、この上乗せ基準では、下水処理場に幾分の技術的見地からの配慮が見られるが、旧工場で新基準に対応する改修を行うとしても、現状の技術としては限界に近い基準が示されていると考えられる。

ここで、示された基準は濃度基準であるが、基準として事業所で生産される製品あたりの排水量の上限値が示されており(表11)、単なる濃度規制ではない総量規制的な効果が期待される。

表10 2008年1月1日より実施された江蘇省の下水処理場および重点工業排水に対する排水上乗せ基準(括弧内は国の最も厳しい基準値)

工業分類	業種	COD _{Cr}	NH ₃ -N	T-N	T-P
紡績		60(100)	5(15)	15	0.5
化学工業	石油化学	60(60)	5(15)	15	0.5
	アンモニア合成	60(100)	20(40)	15	0.5
	その他	80(100)	5(15)	25	0.5
製紙工業	紙パルプ	80(100)	5	15	0.5
	古紙	100(150)	5	15	0.5
鉄鋼工業		80(100)	5(15)	15	0.5
メッキ工業		80(100)	5(15)	15	0.5
食品工業	味精	80(200)	5(50)	15	0.5
	ビール	80(80)	5(15)	15	0.5(3)
下水処理場		50(50)	5(5)	15(15)	0.5(0.5)

(出所)太湖地区城鎮污水处理廠及重点工業行業主要污染物排放限值(江蘇省地方標準DB/T1072-2007)および関連する国家基準より筆者整理

表 11 2008年1月1日より実施された下水処理場および重点工業排水に対する排水上乘せ基準における許容最大排水量（江蘇省）

工業分類	業種	単位	許容最大排水量
紡績		m ³ /100m 布 (914mm 幅)	2.0
		m ³ /t 繊維	150
製紙工業	紙パルプ	m ³ /t 紙	12
	古紙	m ³ /t 紙	15
鉄鋼工業	コークス製造	m ³ /t コークス	2.5
	製鉄	m ³ /t 鋼	2.0
メッキ工業		m ³ /m ² メッキ面積	0.2
食品工業	味精	m ³ /t 産品 (味精)	150
	ビール	m ³ /kL 産品 (ビール)	4.5

(出所)太湖地区城鎮汚水処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)

4. 農業面源

江蘇省は循環型農業に力を入れ、適正な施肥を行い、有機肥料を増やすことを推奨して、2006年の化学肥料使用量を1995年比で36.2%減らした。これらに関連して、実験ベースではあるが、農業用水の灌漑排水路側面を写真1に示したような直径約10cmの穴が多数空いたコンクリート板で覆い、排水の出口となる穴の部分および排水路底部に窒素・リン吸収が大きいとされている黒麦草 (*Lolium perenne*) を植栽して、負荷削減を図っていた。



写真 1 農業灌漑排水路における植栽を活用した浄化実験の様子：左が水路全体の様子、右が植栽の様子（筆者が江蘇省宜興市郊外で撮影(2004年11月)）



写真 2 太湖へ流入する河川の浄化施設：左が河川の一部にれきを充填する工事の様子(2004年11月)、右が河川水の導入後の様子(2005年9月)(筆者が江蘇省宜興市郊外で撮影)

また、農村地域からの排水が流れ込む河川に「れき」を充填した処理施設を構築して浄化を図る事例も見られた。写真2に工事中と施工後の様子を示すが、河川の一部にれきの層を設け、河川水がこのれき層を通過する事で浄化されることを狙った手法である。

さらに、大中型畜産メタンガス事業を66箇所を実施し、し尿総合利用率が65%に達した。新農村建設政策に合わせて7,300の農民居住地区が建設された(合計380万人規模)。2005年には1400余りの村で居住環境の建設と環境保護活動が始まり、農村の生活排水を集中的に処理する方法の研究が進められた。

浙江省は2003年から「千村示範、万村整治」政策を開始し、ここ5年間で各級政府から特別資金50億元、部門資金81億元が支出され、村の経済組織、農村住民および民間の投資483億元を呼び込んだ。現在、65%の村でゴミの統一回収が実現し、約14%の村で排水処理が行われており、浙江全省で1,181の小康モデル村、10,303の環境対策村が建設された。2005年に浙江省は「畜産禁止地区」のすべての畜産場を閉鎖した。2006年末には豚500頭以上を飼育する畜産場を整備して、67の畜産し尿処理センターと有機肥料加工場、6,800余りのメタンガス浄化槽を建設して、畜産し尿総合利用率が80%以上になった。2005年以降、60万畝に適正な施肥を実施し、10万畝の減農薬・高効果・汚染抑制モデル地区を建設した。

上海市は大、中型畜産場26箇所を整備、閉鎖し、小型畜産場1,431箇所を廃業、閉鎖させて、豚10万4,600頭を削減した。また、有機肥料の使用に注力し、農薬と化学肥料の使用量を効果的に減らした。上海市が農村生活ゴミ回収処理システムを構築し、3箇所にゴミ中継場を建設したことで、上海市農村地区の生活ゴミ回収率は87.4%になった。

5．内部汚染源対策

江蘇省は農村河道から土砂1億7千 m^3 を引上げた。2002年から五里湖での養殖業を廃止し、養殖池3,282畝を壊して240万 m^3 の泥を浚渫した。浙江省は河道8,325kmを改修した。上海市青浦区は河道247.13kmを浚渫し、淀山湖の生簀養殖場3,065畝を廃止した。

二省一市は所定の期間内に第10次5カ年計画に定められた船舶汚染予防施設を設置した。

6．長江河川水の導水

望虞河を通じて長江から水を太湖引き込む「引江濟太」事業が2002年から始まり、太湖の水量が増えて水質が改善され、水の流動が良くなった。5年間で長江から102億 m^3 の水を取り込み、45億 m^3 を太湖に57億 m^3 を水路網に流した。

「引江濟太」事業によって2003～2005年に起こった太湖流域の干ばつと2003年に黄浦江で発生した深刻な重油汚染事故の被害が緩和された。「引江濟太」事業は2007年に藍藻の大量発生で引き起こされた無錫の水道水供給危機の解決においても非常に重要な役割を果たした。

7．湖内生態系修復

第10次5カ年計画以降、太湖流域は生態系回復活動を強化した。江蘇省は湖岸の整備に合わせ、湖周辺の生態林、田畑や林、「四傍（村の周囲、道端、水端、住宅の周囲）」で緑化活動を行った。五里湖では湖岸帯に多く存在していた養魚池を廃止し、集積した底泥を除去した（第一段階）。次にフロート式植栽浄化手法や大規模曝気により対象水域の水質改善等を図り（第二段階）、一定の水質向上を見た時点で本来に主として生育していた沈水植物、浮水植物および中水植物等を移植してさらに貝類、魚類も導入された（第三段階）。写真3に五里湖での取り組みをそれぞれの段階別に示す。



写真3 五里湖で実施された生態修復事業の様子：左が第一段階の養魚池廃止と浚渫（2001年8月）、真ん中が第二段階の水質浄化（2003年8月）、右が第三段階の生態系復活（2005年9月）（筆者が五里湖で撮影）

第一段階の写真では養魚池を廃止したところで、養魚池の形状を見ることが出来る。第二段階はフロート式植栽浄化の様子を、第三段階では、太湖湖畔ではよく見られた「ひし」が移植されて繁茂しはじめた様子を示している。

これらの取り組みは単に水質改善ではなく、人為的汚染によりダメージを受けた水環境をどのように修復するかを目的としている。さらに、長広溪国立湿地公園工事等が行われ、水路網の底浚い作業も徐々に進んでいる。これらは政府の重点施策の成果を目に見える形で具現したいという思惑ばかりでなく、親水空間を求める住民意識変化への対応と考えることが出来る。

浙江省は「万里清水河道」政策を実施し、「千里河道底浚い」事業を推進した。上海市は淀山湖周辺で貯水林、生態林、街路樹等を計画的に植樹し、2005年から積極的に稚魚の放流を行い、淀山湖水域の生物の多様性を徐々に回復させている。

おわりに

太湖のような浅く、あらゆる意味で人間生活に近い湖は富栄養化が加速され、藻類異常増殖が起きる傾向が強い。太湖では過去に「藻類大暴発」といわれるような異常増殖に度々見舞われており、水道用水や工業用水の取水が制限され経済的ダメージを受けてきた。したがって、ある程度、異常増殖に対する科学的知見が蓄積されており、対処方針も検討されていたと考えられる。事実、2007年5月から6月にかけての異常増殖については比較的素早い対応が見られる。また、無錫市では水道原水を長江に求めるなど、予防的処置も執られている。

太湖は中国の水環境改善にとって象徴的な水域でもあり、「太湖流域水環境総合治理総体方案」では今後の多面的な対策や施策の推進が示されている。しかしながら、これらの対策や施策の効果を判定する上での、科学的根拠等が不透明であり、考え得る項目を羅列した感も否めない。今後、太湖の流域ガバナンスを検討する上で、対策や施策の前提となる科学的知見あるいは技術的な背景等に関する情報を整理する必要がある。また、我が国では生態系回復を含む水環境改善事業と宅地などの開発事業が連携することは考えにくいですが、太湖の事例を見ても中国では水環境改善事業の資金調達手法として一般化する可能性がある。したがって、中国における水環境改善事業の意味と周辺開発に対する役割についても今後の検討が必要と考えられる。これらを踏まえて湖沼としての物理的性状が近似している霞ヶ浦との比較検討が、太湖における流域ガバナンスのあり方を検討する上で、必要と考えられた。

参考文献

- 上海市科学技術情報研究所情報諮問及び研究センター（2007）『中国（上海周辺）における環境ビジネスに関する実態調査』
- 国家環境保護総局汚染控制司編（2007a）『水污染防治管理』北京 中国環境科学出版社
- 国家環境保護総局汚染控制司編（2007b）『水污染防治管理実用手冊』北京 中国環境科学出版社
- 「太湖流域水環境総合治理総体方案」（2008年4月）国家發展改革委員会ウェブサイト
- 国家環境保護総局（～2007年）/環境保護部（2008年～）「中国環境状況公報」各年版 環境保護部ウェブサイト
- 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状況通報」第116期～127期 2007年1月～12月 太湖網サイト
- 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 2007年9月 江蘇環保サイト
- 無錫市政府（2008）「無錫市供水危機的處理和太湖治理」2008年5月 無錫太湖明珠網サイト

〔参考ウェブサイト〕

- 国家發展改革委員会：<http://www.sdpc.gov.cn/>
- 環境保護部：<http://www.mep.gov.cn/>
- 太湖網（水利部太湖流域管理局）：<http://www.tba.gov.cn/>
- 江蘇環保：<http://www.jshb.gov.cn/>
- 無錫太湖明珠網：<http://www.thmz.com/>