

2.2.2 水文・水理・気象

(1) 鄱陽湖流域の一般気象

鄱陽湖流域は、ケッペンの気候区分によれば、湿潤亜熱帯気候区(Moist Subtropical)に属し、日照時間も長く温暖で降水量も多い。

(a) 鄱陽湖流域の年平均等雨量線図

鄱陽湖流域の年雨量分布については、図-2.2.2-1に示す年平均等雨量線図(出典:江西省地理)から次の様なことが分かる。

- 1) 流域内には1,400mmから1,900mmの年等雨量線が分布し、年雨量の遍在傾向が見られる。流域の年平均雨量は1,600mm程度である。
- 2) 一般的に言って、流域の東南地域(饒河、信江、撫江流域)に雨が多いが、その他の一部地域(a.修水上流域及び贛江支川錦江流域、b.贛江中流支川の濁水上流域)にも多雨地域が見られる。信江流域の雨量が最も多い。

(b) 鄱陽湖の一般気象

鄱陽湖中央部の東岸に位置する都昌は、鄱陽湖の一般的気象条件を代表していると考えられる。その気象概況は最近10年間(1982年から91年)の資料に基づくと、次の通りである。図-2.2.2-2参照。

- 1) 平均年雨量は1,416mmで4, 5, 6月に雨が多く、10, 11, 12, 1月は比較的雨が少ない。
- 2) 年平均気温データとしては、最高気温:20.8°C、平均気温:17.0°C、最低気温:13.7°Cである。
- 3) 年間蒸発量(湖泊蒸発皿により)は1,401mmで、7, 8月が高く月当たり200mmを超える。1月が最も少なく、50mm以下である。
- 4) 年間日照時間は1,723時間で、7, 8月が多く月当たり200時間を越える。2月の日照時間が最も少なく、71時間である。
- 5) 年間平均風速は2.8m/sで、風速の季節的な変動は少ないが4, 5, 6月が比較的小さい。年間を通じて、北、北北東、北東の風が卓越しているが、夏場は南からの風が吹いている。

(2) 鄱陽湖及び流域河川水系の特性

鄱陽湖には、修水、饒河、信江、撫河及び贛江の5大河川が流れ込み、湖口で長江(揚子江)に流出している。湖口付近での鄱陽湖の総流域面積は162,225km²に達し長江の総流域面積の9.0%を占めている。

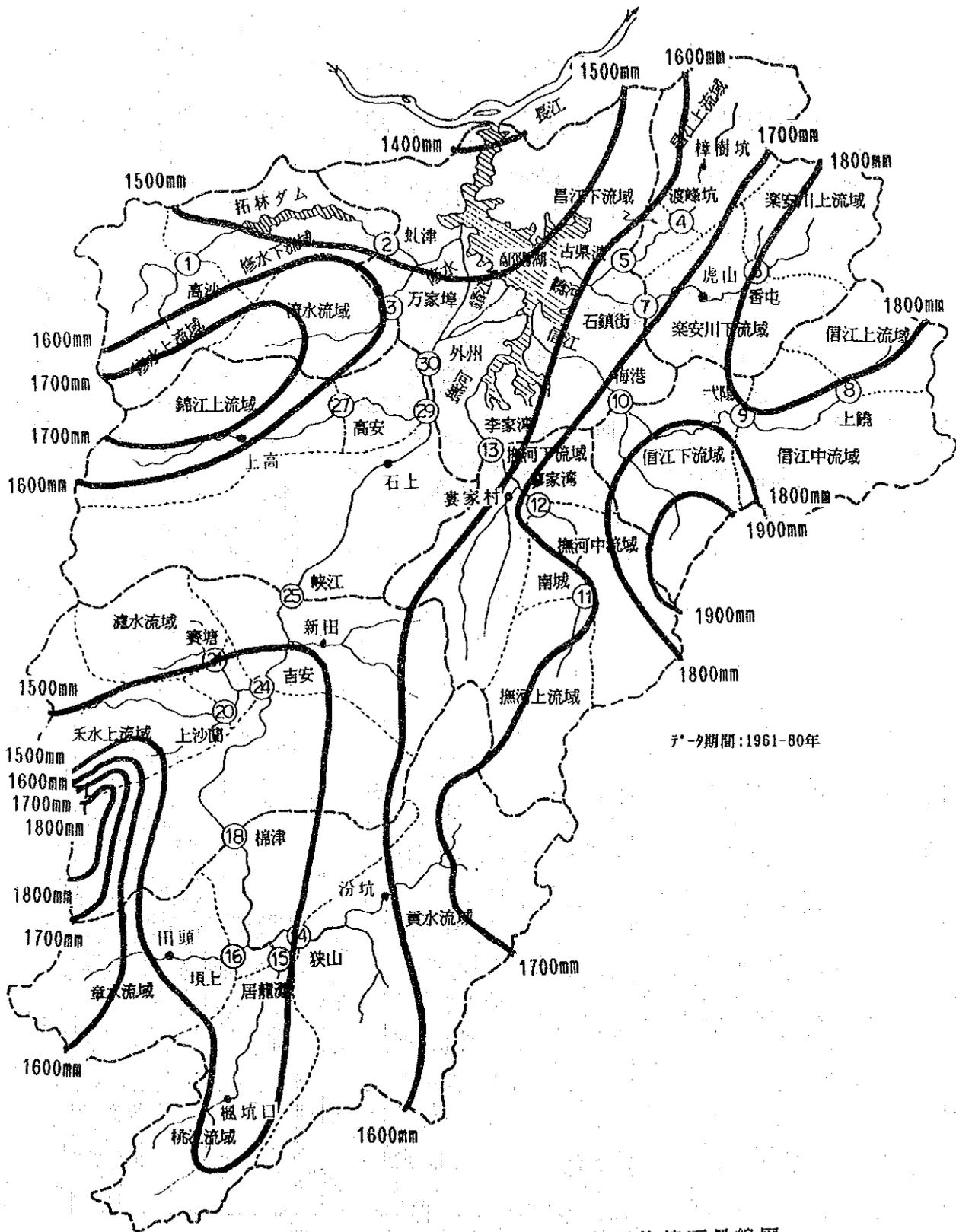


図 - 2.2.2-1 鄱陽湖流域の年平均等雨量線図

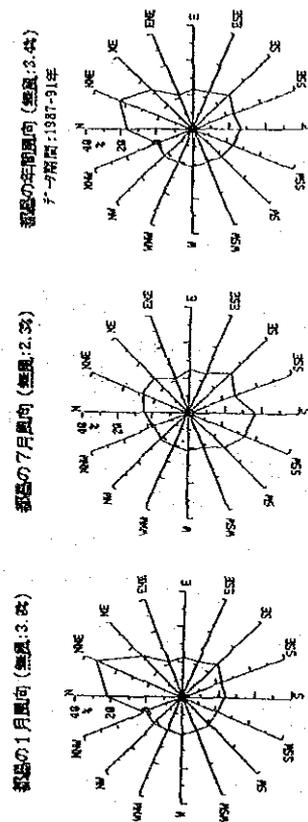
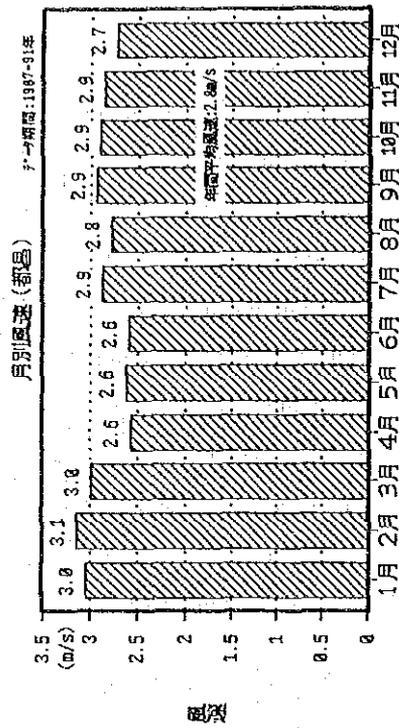
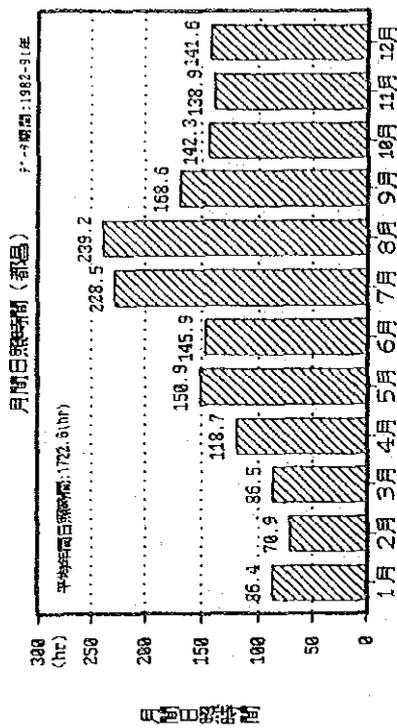
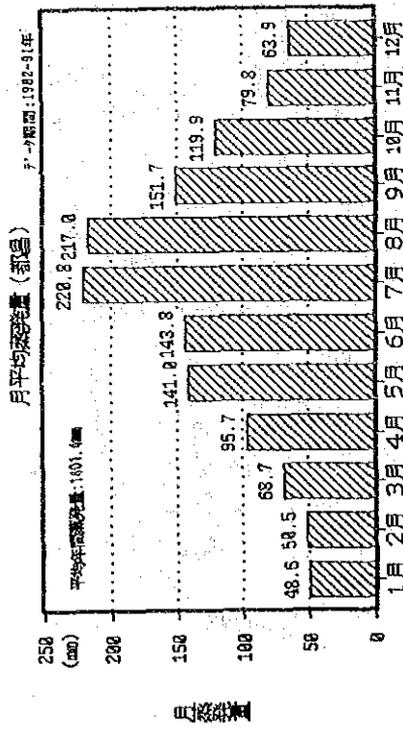
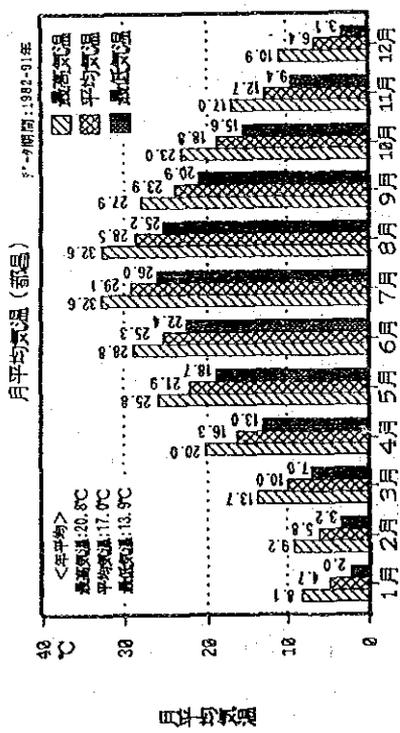
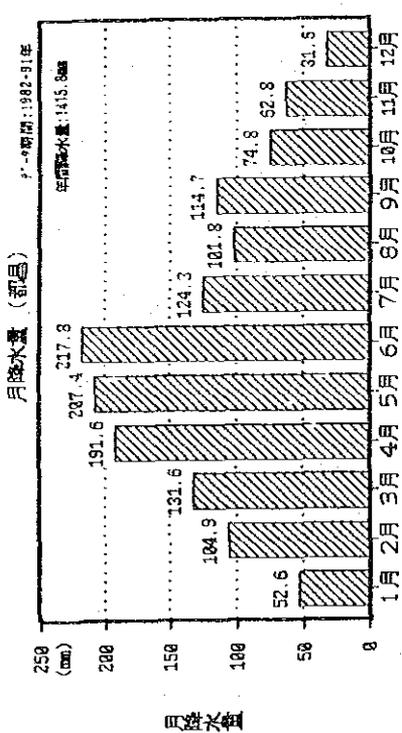


図-2.2.2-2 鄱陽湖の一般気象 (都昌)

(a) 鄱陽湖流域の分割

鄱陽湖流域の水文条件及び水質条件を把握するために、図-2.2.2-3に示すように鄱陽湖流域を8水文単位に区分し、さらに、河川システムに応じて26ブロックに分割した。

(b) 水文観測施設

組織的な水文観測は江西省水文局によって実施されている。鄱陽湖流域には、143ヶ所の水文站をはじめ104ヶ所の水位站、2ヶ所の地下水位站、1,355ヶ所の雨量站、1ヶ所の湖蒸発站、64ヶ所の水質站等が設置され、水位、流量、流掃土砂量、雨量、水質等が観測されている。5大河川の重要地点には、30ヶ所の基準水文站が設置されている。基準水文站の位置は図-2.2.2-1に示してある。一方、鄱陽湖には9ヶ所の水位站があり、水位をはじめ降水量、蒸発量、水質等が観測されている。

(c) 河川流量

5大河川の主要な基準点の年平均流量及び月平均流量は、図-2.2.2-4に示す通りである。結果の要点を整理すると次の通りである。

- 1) 5大河川からの年間平均流量は、 $3,912\text{m}^3/\text{s}$ (即ち、 $1,234\text{億}\text{m}^3$)である。各河川別に見ると、贛江($2,090\text{m}^3/\text{s}$;53.4%)、撫河($463\text{m}^3/\text{s}$;11.8%)、信江($557\text{m}^3/\text{s}$;14.2%)、饒河($456\text{m}^3/\text{s}$;11.7%)、修水($346\text{m}^3/\text{s}$;8.8%)である。
- 2) 5大河川の平均比流量は、 $2.80\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2/\text{年}$ で、この値より小さい値を示す流域は、修水と贛江流域で、この値より大きい値を示す流域は、饒河、信江及び撫河である。信江の比流量が最も大きく、 $3.58\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2/\text{年}$ となっている。
- 3) 年平均流量を越える月平均流量は、各河川で、3月から7月に現れている。月平均流量の最大値は、大部分6月に見られる。月平均の最小値は、全ての河川で、12月に見られる。

(d) 鄱陽湖水位

鄱陽湖の水位の特性を把握するため4ヶ所の観測所水位(1980年から1987年の8年間の観測値)を選定・整理して図-2.2.2-5に示す。この図から次のようなことが分かる。

- 1) 月平均水位で見ると、7、8月に最大値が現れ、1月に最小値が現れる。7、8月の最大値は15.5m程度で、湖口に向かう水面勾配は非常に緩やかで、長江水位との関係から、逆流現象も見られる。最小水位が現れる1月は、鄱陽湖は全くの河状を呈し、湖口地点と上流域の康山地点の水位差は5m程度になる。

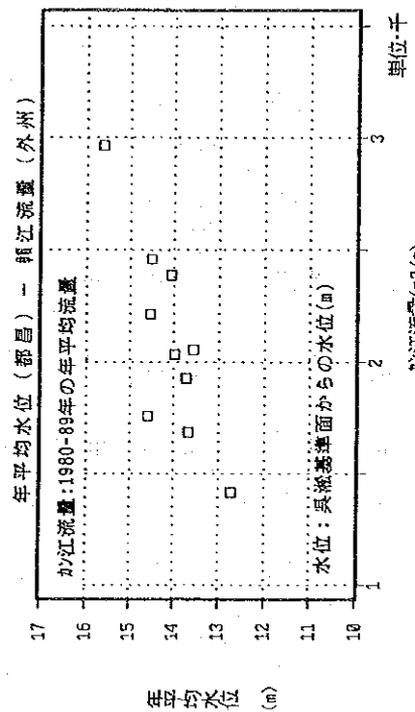
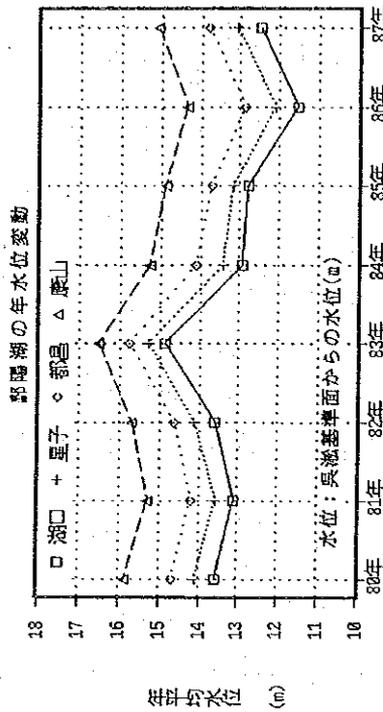
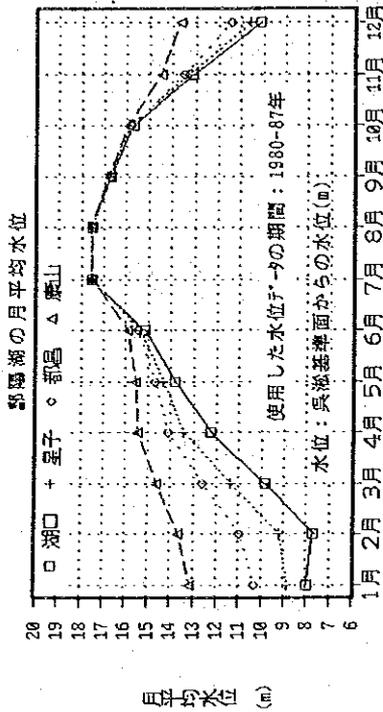


図 2.2.2-5 鄒陽湖の水位変動

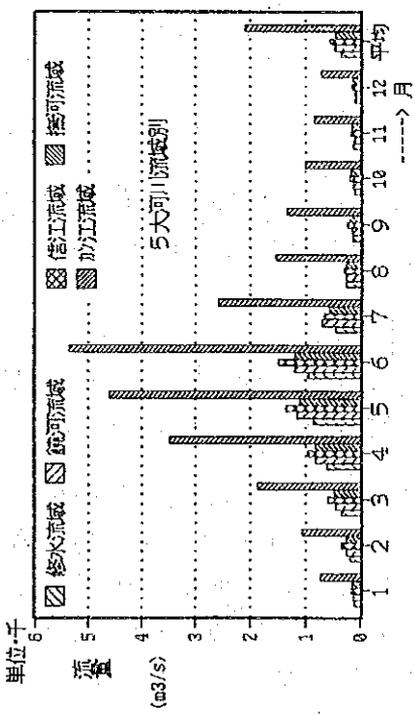
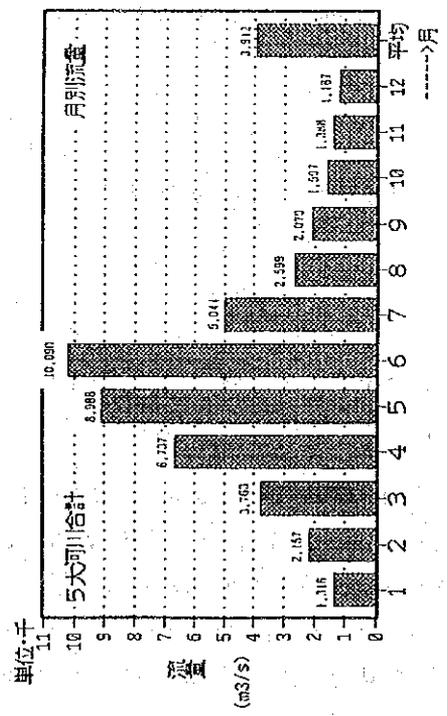


図 2.2.2-4 鄒陽湖流域五大河川月別平均流量

- 2) 年平均水位の経年変化を見ると、湖口地点の年平均水位の場合、11.6mから14.9mの間(変動差:3.3m)で変化している。上流域の康山地点の年平均水位を見た場合、14.3mから16.5mの間(変動差:2.2m)で変化している。
- 3) 都昌の年平均水位と贛江の年平均流量(外州)相関図から分かるように、流量 - 鄱陽湖水位は、長江水位だけではなく、鄱陽湖への流入量からも影響を受けている。

(3) 鄱陽湖の水収支

水収支検討では、鄱陽湖が水量や水の移動の見地からどのような特徴を持っているかを解明することを主要課題とした。

(a) 湖水収支モデル

鄱陽湖を取りまく自然的社会的条件を考慮して、本検討に用いる鄱陽湖の水収支計算式を次のように設定した。

$$\Delta V = Q_i + R - E - Q_o$$

ここで、

- ΔV : 一定期間の鄱陽湖貯水容量の変化量
- Q_i : 河川からの流入量
- R : 鄱陽湖への降水量
- E : 鄱陽湖の水面蒸発量
- Q_o : 湖口から流出量

なお、地下水流入・流出、人工的な排水・取水は、水収支式から除外した。図-2.2.2-6参照。

(b) 計算条件

計算期間は、鄱陽湖に流入する5大河川(7水文観測所)の観測流量が利用できる1983年1月1日から1987年12月31日までの5年間とした。

(c) 湖水収支計算結果

前節の湖水収支モデルに基づいた鄱陽湖の水収支計算結果を表-2.2.2-1及び図-2.2.2-7、図-2.2.2-8に示す。計算結果を要約すると次の通りである。

- 1) 5年間の年平均で、鄱陽湖への総入力 $4,222\text{m}^3/\text{s}$ であり、この内河川からの流入量は $4,145\text{m}^3/\text{s}$ (98.2%)、降雨の湖面への直接入力 $77\text{m}^3/\text{s}$ (1.8%)となっている。鄱陽湖からの総出力は $4,223\text{m}^3/\text{s}$ であり、この内、湖口地点からの流出量は $4,139\text{m}^3/\text{s}$ (98.0%)、湖面からの蒸発は $84\text{m}^3/\text{s}$ (2.0%)となっている。流入量の87.0%が5大河川からの流量である。贛江の流量は流入量の約半分を占めている。

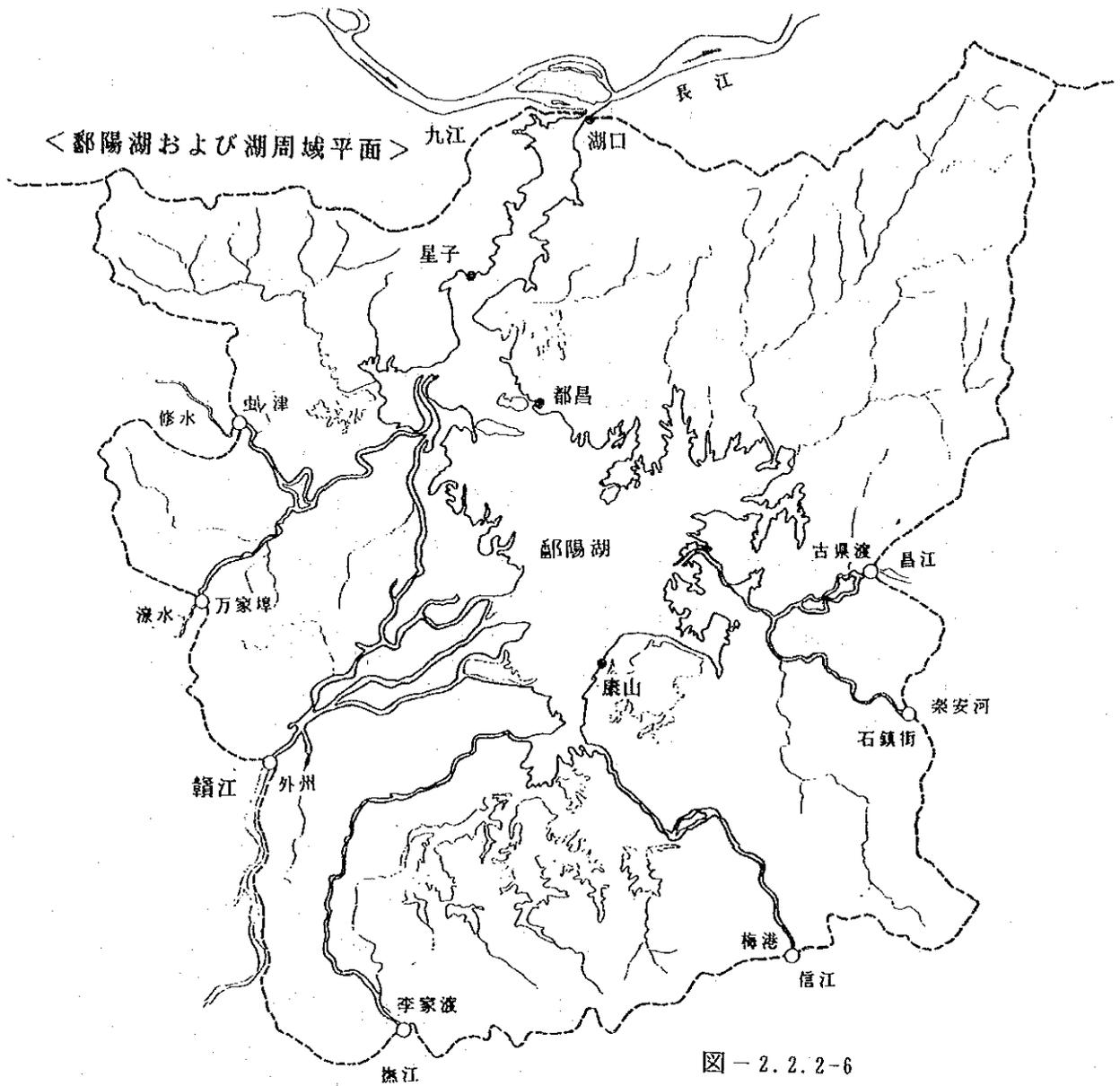
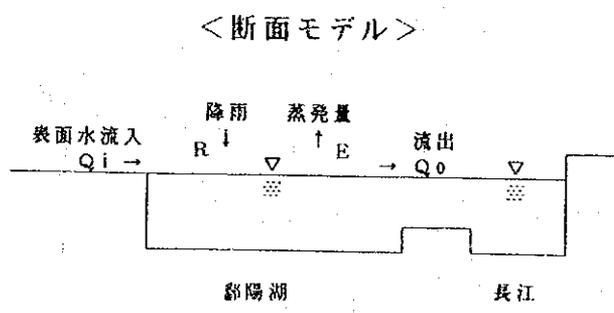
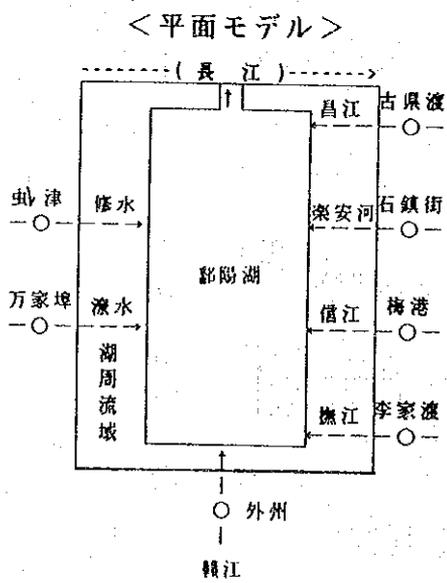


図-2.2.2-6

鄱陽湖水収支計算モデル図



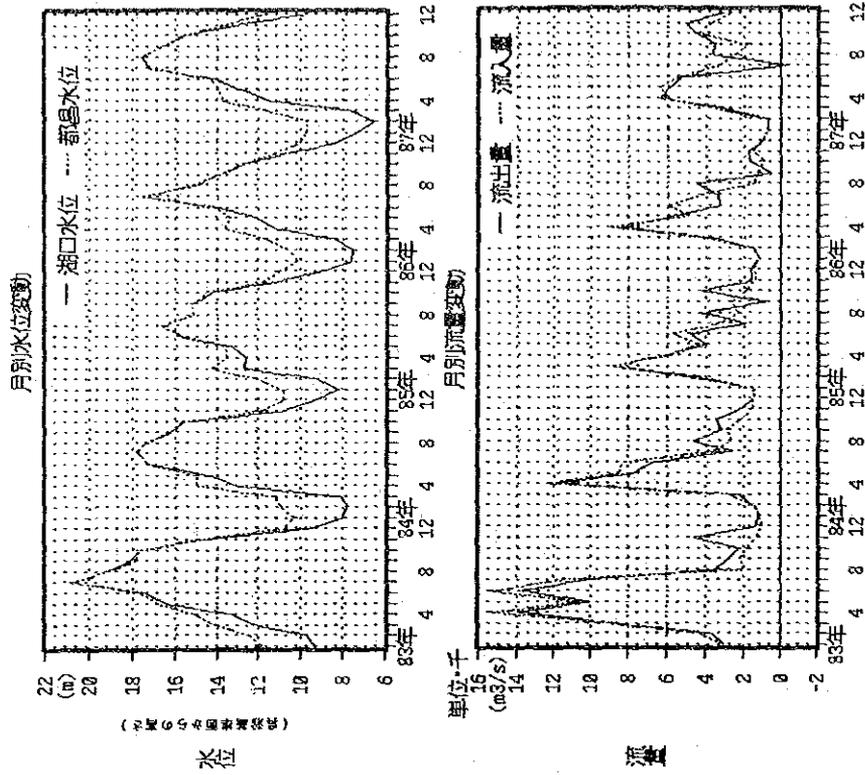


図-2.2.2-8 湖陽湖の水位、流量の変動

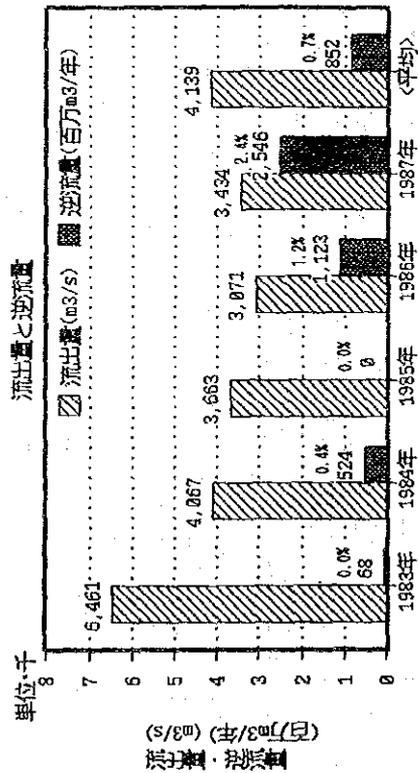
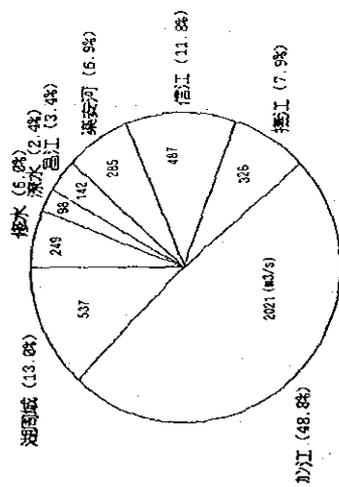


図-2.2.2-7 湖陽湖の年平均湖収支 (1983年 - 1987年)

- 2) 長江から鄱陽湖へ逆流する流量は、5年間平均で年間8.5億 m^3 で、これは年間流出量の0.7%に相当する。最大の逆流があったのは1987年で、その量は年間25.5億 m^3 である。逆流は、年によって異なるが、9月から10月に発生している。
- 3) 湖口水位と都昌水位の比較から分かるように、11月から5、6月の間は、鄱陽湖はかなり水面勾配（1、2月に最大となる）をもって河のように流れるが、それ以外の期間は、湖面積・湖容量も大きくなり、いわゆる“湖”の状態を呈する。
- 4) 月別パターンを見ると、一般的に、流入量は2月頃から増加し4月に最高水位が現れ8月には低減する。一方、水位の最高水位は7月、最低水位は12、1月に現れる。この様に、鄱陽湖の水位は、域内からの流入量だけでなく、長江の水位からも強く影響を受けている。

表-2.2.2-1 鄱陽湖水収支（1983-1987年 <年平均>）

年	水位 (m)	湖容量 (百万 m^3)	湖面積 (km^2)	容量変化 (m^3/s)	流入量 (m^3/s)	降雨量 (m^3/s)	蒸発量 (m^3/s)	流出量 (m^3/s)	逆流分 (百万 m^3)
1983	15.75	6,063	2,419	-9	6,445	113	106	6,461	68
1984	14.11	2,810	1,534	5	4,063	96	87	4,067	524
1985	13.71	2,293	1,219	-2	3,675	70	84	3,663	0
1986	12.86	1,466	735	-4	3,080	49	62	3,071	1,123
1987	13.80	2,405	1,287	7	3,461	58	78	3,434	2,546
平均	14.04	3,007	1,439	-1	4,145	77	84	4,139	852

2.2.3 水質・底質

(1) 水質・底質調査の概要

(a) 調査地点

水質調査は、夏季・満水期現地調査（第1次現地調査）では湖内19地点、流入河川河口域9地点および長江で実施した。冬季・渇水期現地調査（第2次現地調査）では湖内9地点と16地点、流入河川河口域6地点および長江で実施した。また別途、星子前面で25時間連続観測を行った。底質調査は、夏季・満水期現地調査では湖内15地点、冬季・渇水期現地調査では湖内9地点で実施した。水質および底質調査地点の位置図を図-2.2.3-1に示す。

(b) 調査項目

現場調査項目および分析項目は次の通りである。

1) 現場調査項目

天候、気温、水深、照度、水温、透明度、水色、pH、DO

2) 分析項目：

a. 水質

pH、SS、VSS、DO、BOD、COD_{Mn}、TOC、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-N、PO₄-P、T-P、POC、PON、Cl、クロロフィルa、Cd、Pb、Cu、Zn、Cr(VI)、T-Hg

b. 底質

強熱減量、COD_{sed}、TOC、T-N、T-P、Cd、Pb、Cu、Zn、T-Cr、T-Hg、粒度組成

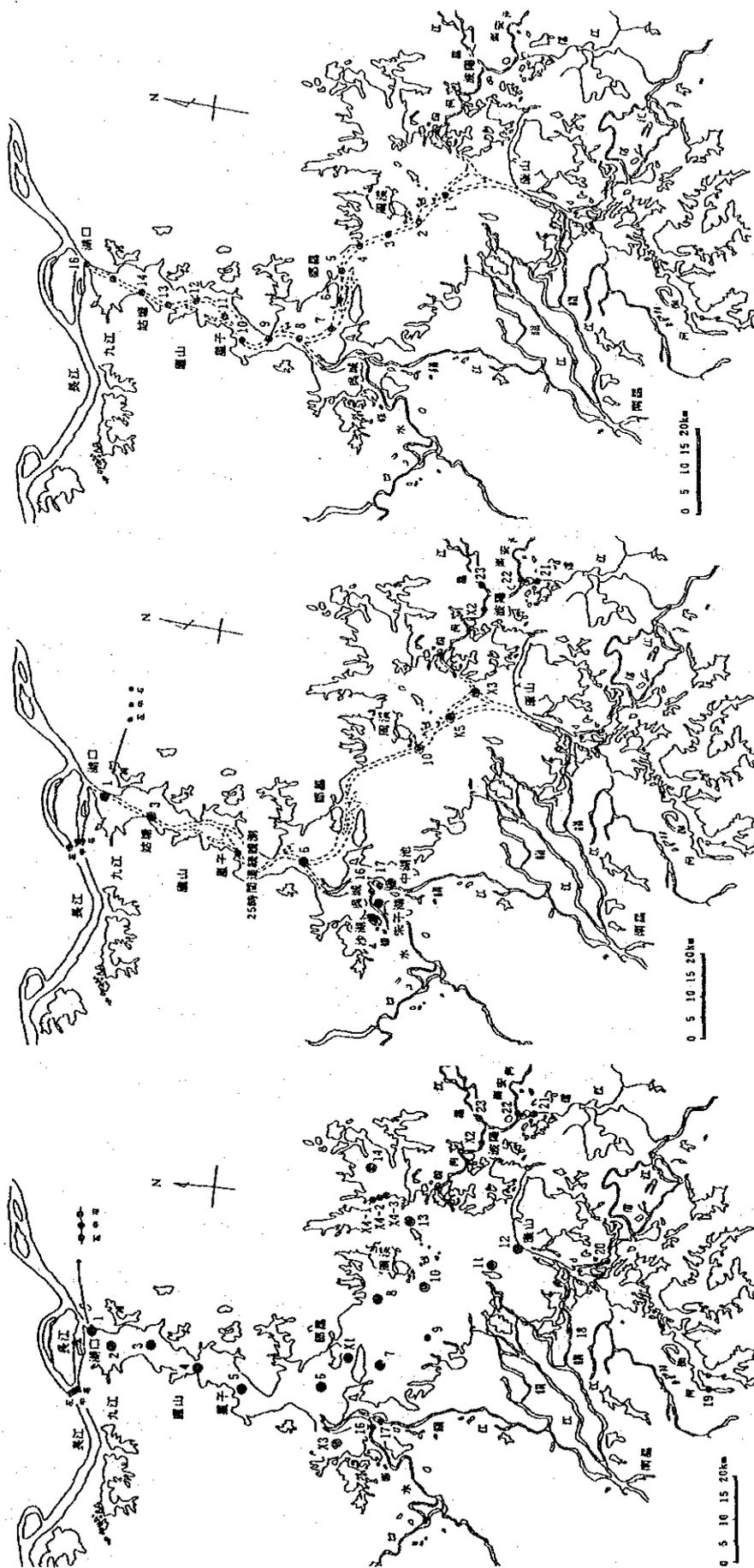
(2) 調査結果

(a) 鄱陽湖の水質

夏季・満水期調査時は湖面の広い湖の状態、冬季・渇水期調査時は湖面の狭い川の状態であった。

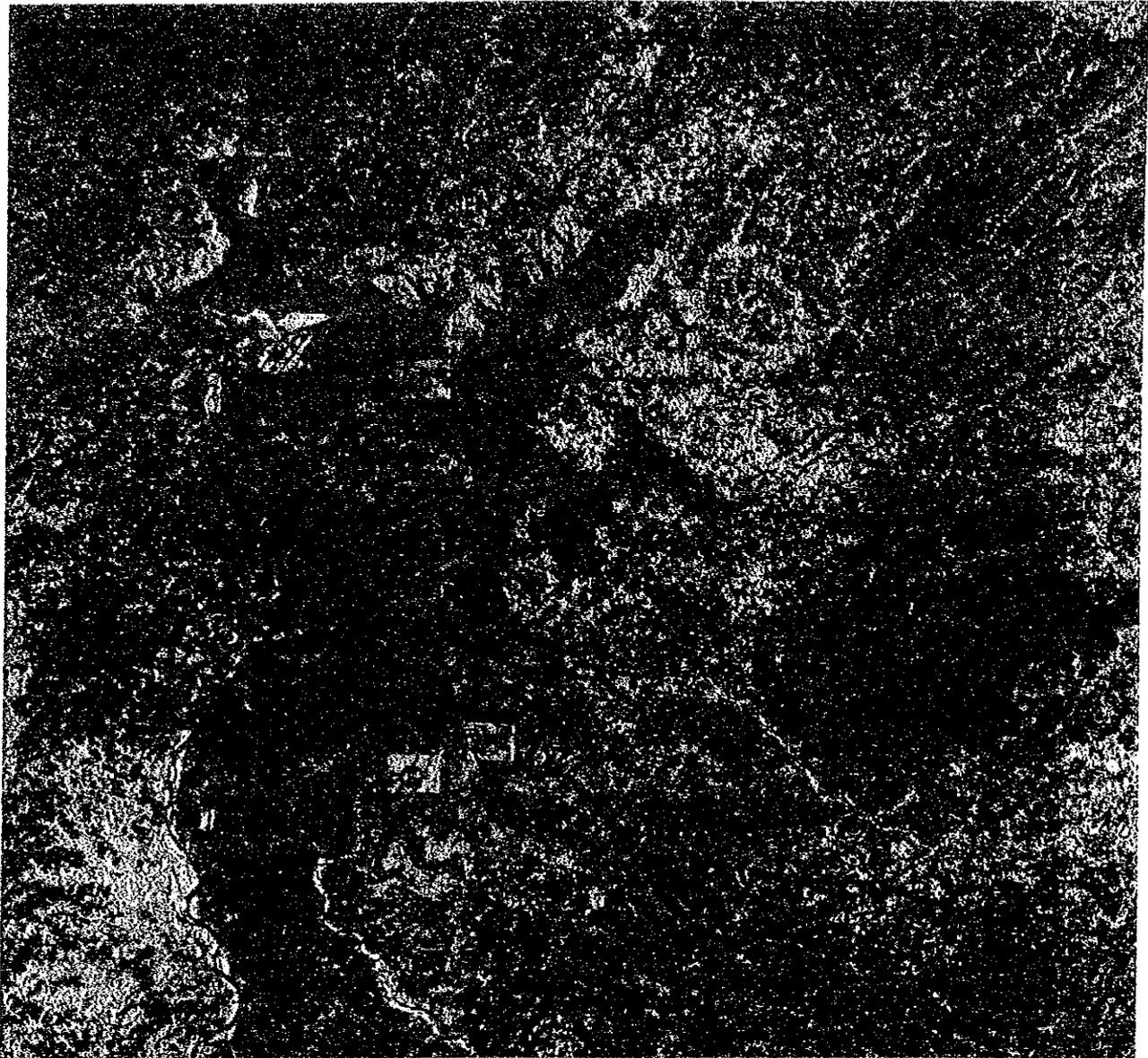
<水温>

水温は、夏季・満水期調査の5月では平均21.6℃、6月では平均26.2℃であった。冬季・渇水期調査の1月では平均7.8℃、2月では平均8.1℃であった。鉛直的にみると、夏季・満水期、冬季・渇水期調査を通じて上下層の水温差はほとんどみられず、その差は大半が1℃以下であった。1988年11月（冬季・渇水期）撮影のランドサット画像の画像処理を行って作成した相対水温分布表示カラー画像を図-2.2.3-2に示す。相対水温分布画像をみると、相対的な温度分布は12.5℃～18.5℃となっており、特異な水温を示す水域はない。また、流れの中心はほぼ鄱陽湖の中央付近にあり、河口付近の流れは、左岸の方が早いと推定される。



調查地点 (第1次現地調查、濁水期) ● 水質 ○ 底質
 調查地点 (第2次現地調查、濁水期1回目) ● 水質 ○ 底質
 調查地点 (第2次現地調查、濁水期2回目) ● 水質 ○ 底質

圖-2.2.3-1 調查地点位置圖



12.5 14 15 16 17 18.5 °C

相対水温分布表示カラー画像
(解析画像の撮影日 1988.11.1)

カラー別湖水域面積			
青	569.7 km ²	20.5 %	
シアン	1,409.1 km ²	50.7 %	
緑	600.3 km ²	21.6 %	
黄	158.4 km ²	5.7 %	
赤	44.5 km ²	1.6 %	
			合計 2,779.2 km ²

図-2.2.3-2 ランドサット画像解析による相対水温分布図

<透明度および水色>

透明度は、夏季・満水期調査では0.3~1.6m、冬季・渇水期調査では0.4~0.6mの範囲にあった。夏季・満水期調査では湖口のSt.1から都昌前面のSt.6までの水道域が0.3~0.5m程度を示し、都昌以南の主湖域ではそれ以上であった。東部湖域のSt.14およびSt.X4が1.6mで最も高かった。冬季・渇水期調査では康山沖のSt.X3が0.6mで最も高かったが、その他では0.4~0.5mを示し、ほぼ同様であった。透明度は水色を反映しており、水色はSSに左右される。水色は、夏季・満水期調査では湖面から都昌までの水道域が黄色から褐色系、都昌以南の水域が黄緑色系を示していた。冬季・渇水期調査では全般的に黄色から褐色系であった。

<pH>

pHは、夏季・満水期調査では6.3~8.3の範囲にあり、平均7.6であった。冬季・渇水期調査では7.1~7.9の範囲にあり、平均7.7であった。pHは全般的に中性からアルカリ側を示した。鉛直的には上下層あまり変わらないが、下層へ向かうにしたがって高くなる傾向が所々にみられた。

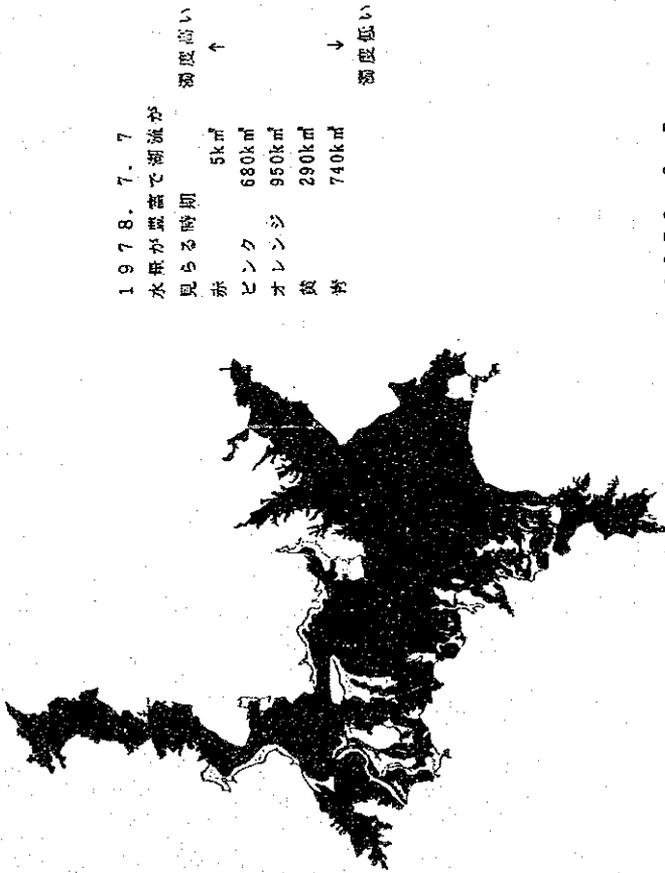
<SS>

SSは、夏季・満水期調査では上層が2~65mg/lit、下層が3~230mg/litの範囲にあり、平均ではそれぞれ23mg/lit、39mg/litであった。冬季・渇水期調査では上層が17~130mg/litの範囲にあり、平均は50mg/litであった。SSは夏季・満水期調査より冬季・渇水期調査の方が高く、湖内浸食の影響が示唆される。地点別にみると、夏季・満水期調査では湖口のSt.1から都昌のSt.6までの水道域と、贛江出口のSt.11、康山前面のSt.12が高く、主湖域は低かった。冬季・渇水期調査では湖内は川の状態になっているが、都昌前面のSt.6と周溪前面のSt.10は100mg/lit以上で特に高かった。SS中の揮発性有機物量を示すVSSは1~30mg/litの範囲にあった。VSSはSSの1~2割程度が多く、したがってSSの主成分は土粒子であることがうかがわれる。満水期を中心に4時期の濁度分布をMSS画像の5バンド情報から読み取った。これを図-2.2.3-3に示す。時期別に解析結果を並べ示すと以下のようなになる。

1987.7.7 (満水期) 星子から都昌の間は転流しており、濁度が高くなっている。湖面付近は長江からの転流が予想され、濁度は低い。康山から都昌にかけては、下流方向に向い緩やかな流れがみられる。贛江の流入口付近は湖心より濁り度が低いところがみられる。修水と東岸の湖水は濁りが少ない。

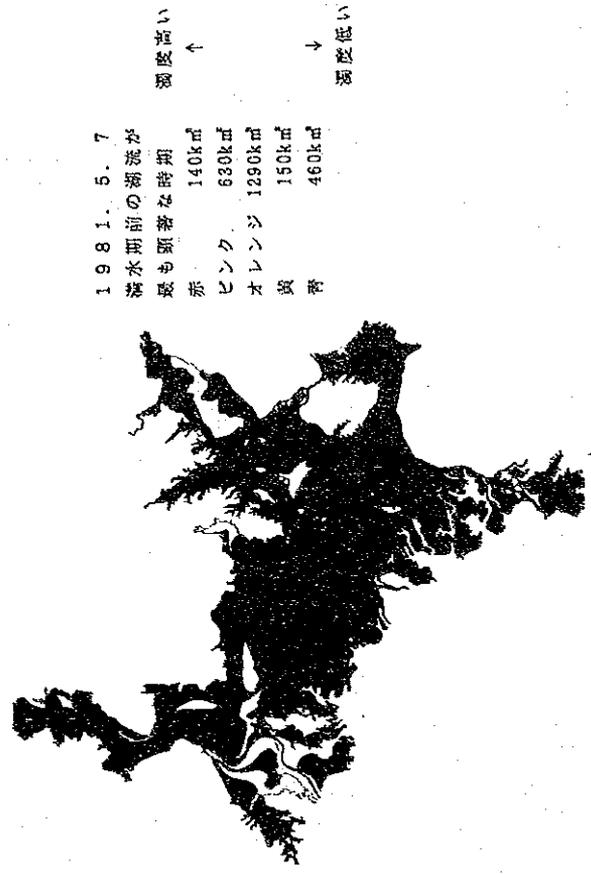
1979.8.7 (満水期) 都昌付近まで転流がみられる。1979.8.8以降は1979.9.9まで約一カ月間転流が観測されており、湖内の中心付近で拡散し、贛江流入口ではもっと濁りの高い濁水が停滞している。長江から転流した湖水は、贛江からの流入水に比べ濁りは少ない。

1981.5.7 (満水期) 贛江からの流入水が明瞭な流れを形成している。贛江流入口周辺には、分断された湖水がみられ、濁度が高くなっている、康山南方のダム湖内は濁水が貯留しており、この時点では濁水は流出していない。



1978. 7. 7
 水根が露出で潮流が
 見らるる時期
 赤 5k m²
 ピンク 680k m²
 オレンジ 950k m²
 黄 290k m²
 青 740k m²

濁度高い ↑
 ↓ 濁度低い



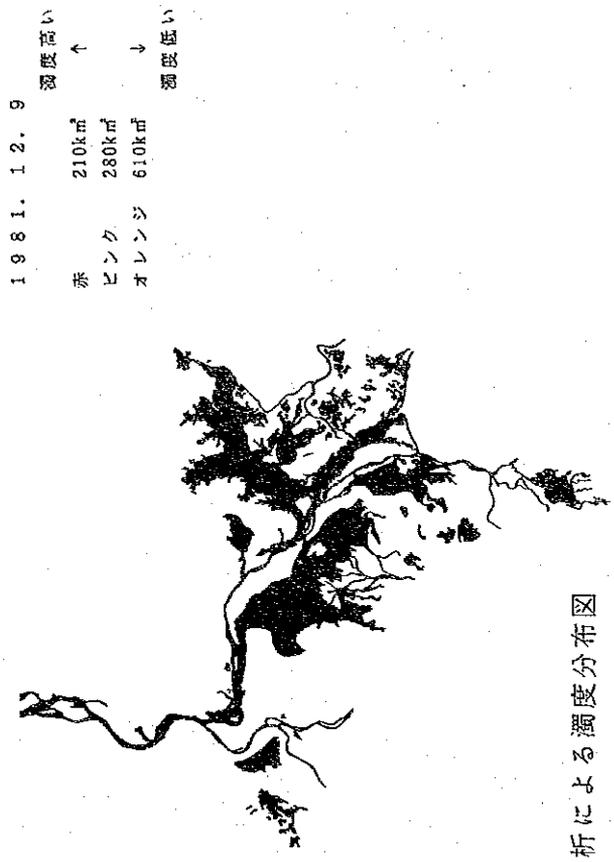
1981. 5. 7
 満潮前の潮流が
 最も顕著な時期
 赤 140k m²
 ピンク 630k m²
 オレンジ 1290k m²
 黄 150k m²
 青 460k m²

濁度高い ↑
 ↓ 濁度低い



1979. 8. 7
 流れが滞って止水
 している時期
 赤 120k m²
 ピンク 650k m²
 オレンジ 1120k m²
 黄 740k m²

濁度高い ↑
 ↓ 濁度低い



1981. 12. 9
 赤 210k m²
 ピンク 280k m²
 オレンジ 610k m²

濁度高い ↑
 ↓ 濁度低い

図-2.2.3-3 ランドセット画像解析による濁度分布図

1981.12.9 頼江の北側からの流入口周辺が濁度が高い。また東岸の南峰周辺も濁水(濁水期) 水がみられる。濁水は分断された湖水に多くみられ、流速の速いところでは、濁りが少ない。

<DO>

DOは、夏季・満水期調査では上層が6.7~9.2mg/lit、下層が6.6~8.5mg/litの範囲にあり、平均ではそれぞれ8.1mg/lit、7.7mg/litであった。冬季・濁水期調査では上層が9.9~11.7mg/litの範囲にあり、平均11.2mg/litであった。DO飽和度は81~110%の範囲にあり、上層が90%以上、下層が80%以上であった。DOは下層まで十分認められる。水面下1m以深になると、鉛直的には変化の小さい地点が多い。

<BOD>

BODは、夏季・満水期調査では上層が0.2~2.9mg/lit、下層が0.3~1.2mg/litの範囲にあり、平均ではそれぞれ1.0mg/lit、0.9mg/litであった。冬季・濁水期調査では上層が1.0~4.0mg/litの範囲にあり、平均2.4mg/litであった。全般的に冬季・濁水期調査の方がやや高い傾向を示している。冬季・濁水期調査では、水温が低いため微生物の活動が弱く、未分解の有機物が多いと考えられる。

<COD>

CODは夏季・満水期調査では上層が2.2~4.7mg/lit、下層が2.3~6.1mg/litの範囲にあり、平均ではそれぞれ3.3mg/lit、3.5mg/litであった。冬季・濁水期調査では上層が1.1~3.4mg/litの範囲にあり、平均2.7mg/litであった。夏季・満水期調査と冬季・濁水期調査では値に差はあるが、CODはほぼ同じレベルと考えられる。

<TOC>

TOCは、夏季・満水期調査では上層が3.2~6.1mg/lit、下層が3.4~5.6mg/litの範囲にあり、平均ではそれぞれ4.5mg/lit、4.3mg/litであった。冬季・濁水期調査では上層が0.4~3.7mg/litの範囲にあり、平均1.8mg/litであった。

<N類>

NH₄-Nは、夏季・満水期調査では上下層とも平均が0.07mg/litであり、冬季・濁水期調査では上層の平均が0.38mg/litであった。NH₄-Nは冬季・濁水期調査の方が高かった。NO₃-Nは、夏季・満水期調査では上下層とも平均0.69mg/litであり、冬季・濁水期調査では上層の平均が0.72mg/litであった。T-Nは、夏季・満水期調査では上層が0.55~1.83mg/lit、下層が0.63~1.77mg/litの範囲にあり、平均ではそれぞれ1.10mg/lit、1.14mg/litであった。冬季・濁水期調査では上層の平均が0.84~2.29mg/litの範囲にあり、平均1.52mg/litであった。T-Nは全般的に冬季・濁水期調査の方が高めであった。また、T-N中のNO₃-Nの占める割合は、夏季・満水期調査では平均69%、冬季・濁水期調査では平均49%であり、夏季・満水期調査の方が酸化状態が高い。

<P類>

PO₄-Pは、夏季・満水期調査ではほとんどの地点で0.010mg/lit未満であった。冬

季・濁水期調査では上層が $<0.003\sim 0.082\text{mg/lit}$ の範囲にあり、平均 0.024mg/lit であった。T-Pは、夏季・濁水期調査では上層が $0.023\sim 0.082\text{mg/lit}$ 、下層が $0.025\sim 0.154\text{mg/lit}$ の範囲にあり、平均ではそれぞれ 0.046mg/lit 、 0.055mg/lit であった。冬季・濁水期調査では上層が $0.039\sim 0.159\text{mg/lit}$ の範囲にあり、平均 0.088mg/lit であった。PO₄-PもT-Pも冬季・濁水期調査の方が高かったが、T-PはSSとの相関が強いので、SSの多い分だけT-Pも高くなっている。

<C1>

C1は、夏季・濁水期調査では上層が $2.2\sim 4.2\text{mg/lit}$ 、下層が $1.9\sim 5.1\text{mg/lit}$ の範囲にあり、平均ではそれぞれ 3.4mg/lit 、 3.3mg/lit であった。冬季・濁水期調査では上層が $4.1\sim 5.3\text{mg/lit}$ の範囲にあり、平均 4.6mg/lit であった。

<クロロフィルa>

クロロフィルaは、夏季・濁水期調査では上層が $<0.1\sim 12.0\mu\text{g/lit}$ 、下層が $<0.1\sim 13.3\mu\text{g/lit}$ の範囲にあり、平均ではそれぞれ $2.6\mu\text{g/lit}$ 、 $2.9\mu\text{g/lit}$ であった。冬季・濁水期調査では上層が $<0.1\sim 3.7\mu\text{g/lit}$ の範囲にあり、平均 $2.2\mu\text{g/lit}$ であった。特に高かったのは、夏季・濁水期調査の都昌前面のSt.X1、呉城前面のSt.X3および冬季・濁水期調査の沙湖であり、 $10\mu\text{g/lit}$ 台であった。

<重金属>

重金属の試料は、夏季・濁水期調査では上澄水、冬季・濁水期調査ではSSを含んだ状態で分析した。Cd、Pb、Cr(VI)、T-Hgはすべて定量下限を下回った。定量下限は、Cdが 0.002mg/lit 、Pbが 0.05mg/lit 、Cr(VI)が 0.02mg/lit 、T-Hgが 0.001mg/lit である。Cuは、夏季・濁水期調査ではほとんど定量下限(0.005mg/lit)を下回った。冬季・濁水期調査では $0.008\sim 0.012\text{mg/lit}$ の範囲にあり、平均 0.010mg/lit であった。Znは、夏季・濁水期調査では上層が $0.007\sim 0.025\text{mg/lit}$ 、下層が $0.06\sim 0.017\text{mg/lit}$ の範囲にあり、平均ではそれぞれ 0.012mg/lit 、 0.010mg/lit であった。冬季・濁水期調査では上層が $0.010\sim 0.112\text{mg/lit}$ の範囲にあり、平均 0.046mg/lit であった。特に湖口のSt.1、姑塘のSt.3が 0.1mg/lit 以上で高かったが、その他では夏季・濁水期調査と同程度の濃度であった。

<水質項目間の相関関係>

相関が比較的高かったのは、SSとVSS、SSとT-P、SSとPOC、SSとPON、VSSとT-P、VSSとPOC、VSSとPON間であった。これらの関係から、水中に溶けていない項目間の相関が高いことがうかがわれる。また、SSは溶存性のPO₄-Pと相関はないが、T-Pと相関が強いことから、リンはSS由来の粒子状が多いと考えられる。

(b) 鄱陽湖の底質

<粒度組成>

湖口のSt.1から都昌St.6までの水道域では、シルト質粘土系や砂質系、あるいは両者の混合された底質であった。主湖域では、中央部のSt.10が礫を含む砂質とシルト

質粘土から成り立っていたが、東西部のSt.7、St.13、St.14はシルト質粘土系であった。都昌前面のSt.X1、贛江出口のSt.11、康山前面のSt.12は砂質系であった。

<強熱減量>

強熱減量は、夏季・満水期調査では0.6~6.9%、冬季・渇水期調査では1.7~7.9%の範囲にあり、平均ではそれぞれ4.1%、4.5%であった。強熱減量はほぼ底質の粒度組成を反映しており、底質がシルト質粘土系で4~7%、砂質系で1~2%、両者の中間で2~4%を示した。夏季・満水期調査のSt.6、St.7、St.14、冬季・渇水期調査の沙湖、中湖池が6%で高かった。

<COD>

CODは、夏季・満水期調査では0.4~6.8mg/g、冬季・渇水期調査では3.1~8.5mg/gの範囲にあり、平均ではそれぞれ3.8mg/g、5.9mg/gであった。夏季・満水期調査のSt.3、St.7、St.13、冬季・渇水期調査のSt.10、沙湖、中湖池、朱市湖が6mg/g以上で高かった。

<TOC>

TOCは、夏季・満水期調査では0.9~11.8mg/g、冬季・渇水期調査では3.3~12.8mg/gの範囲にあり、平均ではそれぞれ6.1mg/g、8.0mg/gであった。夏季・満水期調査のSt.1、St.8、St.13、冬季・渇水期調査のSt.X3、沙湖が10mg/g以上で高かった。

<T-N>

T-Nは、夏季・満水期調査では0.2~1.6mg/g、冬季・渇水期調査では0.3~2.2mg/gの範囲にあり、平均ではそれぞれ0.7mg/g、1.2mg/gであった。冬季・渇水期調査の沙湖、中湖池が2mg/g以上で高かった。

<T-P>

T-Pは、夏季・満水期調査では0.06~0.44mg/g、冬季・渇水期調査では0.12~0.24mg/gの範囲にあり、平均ではそれぞれ0.22mg/g、0.19mg/gであった。夏季・満水期調査のSt.1、St.3、St.10、St.14が0.3mg/g以上で高かった。

<カドミウム>

カドミウムは、夏季・満水期調査では<0.5~0.5mg/kg、冬季・渇水期調査では<0.5~0.9mg/kgの範囲にあり、平均ではそれぞれ0.5mg/kg、0.7mg/kgであった。全般的に冬季・渇水期調査の方がやや高い。

<鉛>

鉛は、夏季・満水期調査では9~48mg/kg、冬季・渇水期調査では14~60mg/kgの範囲にあり、平均ではそれぞれ27mg/kg、30mg/kgであった。夏季・満水期調査のSt.7、St.10、冬季・渇水期調査のSt.X5、中湖池が40mg/kgで高かった。

<銅>

銅は、夏季・満水期調査では4~93mg/kg、冬季・渇水期調査では10~90mg/kgの範囲にあり、平均ではそれぞれ26mg/kg、31mg/kgであった。夏季・満水期調査のSt.13、

冬季・濁水期調査のSt.X3が90mg/kg台で極めて高く、ついで夏季・濁水期調査のSt.1が50mg/kg台で高かった。

< 亜鉛 >

亜鉛は、夏季・濁水期調査では27~139mg/kg、冬季・濁水期調査では33~160mg/kgの範囲にあり、平均ではそれぞれ71mg/kg、75mg/kgであった。冬季・濁水期調査のSt.X3が160mg/kgで最も高く、ついで夏季・濁水期調査のSt.1、St.13が100~130mg/kg台で高かった。

< 総クロム >

総クロムは、夏季・濁水期調査では15~93mg/kg、冬季・濁水期調査では43~102mg/kgの範囲にあり、平均ではそれぞれ56mg/kg、72mg/kgであった。夏季・濁水期調査のSt.3、St.13、St.14、冬季・濁水期調査のSt.1、St.X5、沙湖が90mg/kg以上で高かった。

< 総水銀 >

総水銀は、夏季・濁水期調査では<0.01~0.07mg/kg、冬季・濁水期調査では0.03~0.13mg/kgの範囲にあり、平均ではそれぞれ0.03mg/kg、0.07mg/kgであった。冬季・濁水期調査のSt.10、中湖池が0.1mg/kg以上で高かった。

< 底質項目間の相関関係 >

相関が比較的高かったのは、強熱減量とTOC、強熱減量と鉛、TOCとT-N、銅と亜鉛間であった。特に銅と亜鉛間は相関係数が0.9以上で、強い相関がみられた。

(C) 流入河川の水質

鄱陽湖に流入する贛江、撫河、信江、饒河、修水の5大河川の河口域の水質測定結果を次に要約する。

< SS >

SSは、夏季・濁水期調査では2~150mg/litの範囲にあった。上層(平均)のSSはSt.18が120mg/litで最も高く、ついでSt.19(26mg/lit)が比較的に高い値を示した。また、下層(平均)のSSもSt.18が130mg/litで最も高く、ついでSt.19(33mg/lit)が比較的に高い値であった。冬季・濁水期調査では上層が5~36mg/litの範囲にあった。St.21が36mg/litで最も高く、ついでSt.17(27mg/lit)、St.16(25mg/lit)が比較的に高い値であった。

< BOD >

BODは、夏季・濁水期調査では0.8~2.3mg/litの範囲にあった。上層(平均)のBODはSt.21が2.3mg/litで最も高く、ついでSt.23(1.8mg/lit)、St.20(1.7mg/lit)が比較的に高い値を示した。また、下層(平均)のBODもSt.21が1.6mg/litで最も高く、ついでSt.16(1.5mg/lit)、St.17、St.19およびSt.20(各1.4mg/lit)が比較的に高い値であった。冬季・濁水期調査では上層が0.8~1.1mg/litの範囲にあり、一般的に低い値であった。

<COD>

CODは、夏季・満水期調査では1.0~3.6mg/litの範囲にあり、全体的にBODよりも高い値を示した。上層(平均)のCODはSt.16が2.5mg/litで最も高く、ついでSt.17およびSt.18(各2.3mg/lit)、St.21(2.2mg/lit)が比較的の高い値を示した。また、下層(平均)のCODもSt.18が2.8mg/litで最も高く、ついでSt.16(2.4mg/lit)、St.17(2.2mg/lit)が比較的の高い値であった。冬季・渇水期調査では上層が1.3~3.3mg/litの範囲にあった。St.X3が3.3mg/litで最も高く、ついでSt.21(2.6mg/lit)、St.17(2.3mg/lit)が比較的の高い値であった。

<T-N>

T-Nは、夏季・満水期調査では0.60~2.18mg/litの範囲にあった。上層(平均)のT-NはSt.18が1.82mg/litで最も高く、ついでSt.17(1.26mg/lit)、St.21(1.23mg/lit)、St.20(1.08mg/lit)が1mg/lit以上の値を示した。また、下層(平均)のT-NもSt.18が1.73mg/litで最も高く、ついでSt.21(1.27mg/lit)、St.17(1.26mg/lit)、St.20(1.03mg/lit)が1mg/lit以上の値を示した。なお、上下層のT-N濃度の差は比較的少ない。冬季・渇水期調査では上層が0.59~2.20mg/litの範囲にあった。St.23が2.20mg/litで最も高く、ついでSt.X2(1.36mg/lit)、St.21(1.32mg/lit)、St.17(1.26mg/lit)が1mg/lit以上の値を示した。

<T-P>

T-Pは、夏季・満水期調査では0.014~0.092mg/litの範囲にあった。上層(平均)のT-PはT-Nと同様、St.18が0.080mg/litで最も高く、ついでSt.21(0.054mg/lit)、St.20(0.040mg/lit)が比較的の高い値を示した。また、下層(平均)のT-PもSt.18が0.085mg/litと最も高く、ついでSt.21(0.050mg/lit)、St.19(0.047mg/lit)が比較的の高い値であった。冬季・渇水期調査では上層が0.024~0.094mg/litの範囲にあった。St.21が0.094mg/litで最も高く、ついでSt.X2(0.053mg/lit)が比較的の高い値であった。

<重金属類>

重金属類の濃度はカドミウム、鉛、総クロム、総水銀は全て検出限界以下であったが、亜鉛については全ての地点で0.01mg/litから0.06mg/litと、全体に高い値を示している。銅については、ほとんどの地点で検出限界以下であったが、饒江左支川の楽安河で0.06~0.08mg/litと検出限界値以上の値が得られている。なお、楽安河では亜鉛についても比較的高濃度の値(0.04~0.05mg/lit)が得られている。

(d) 長江の水質

参考として実施した長江の上層(夏季・満水期調査の平均)のT-Nは1.64mg/lit、T-Pは0.138mg/litと高い値を示した。こうした水質の長江の水が多量に湖口を経て湖内に流入する場合、湖口付近、さらに湖北部水域の栄養塩濃度を高める要因になると考えられる。

2.2.4 湖流

鄱陽湖は吞吐型、季節変動型の浅い淡水湖である。“水位が上がれば湖となり、下がれば川となる”、“満水期は一面の水、渇水期は一条の川”といわれる独特の姿をもっている。鄱陽湖の水位差は既往資料の最大で、15.8mにも達する程大きい。このため、湖岸線が複雑で、特に悠江などの五大河川等の河口域では湖面形状が大きく変化する。また、長江と鄱陽湖の水位差の関係から、ある時期には長江から鄱陽湖へ逆流する現象を生じ、湖流や水質分布を複雑にするなどの特徴を有している。

このように複雑に変化する鄱陽湖における水質の保全対策を講じるに当たっては、水質予測シミュレーションを行う必要があり、その際湖水の流動つまり湖流の把握がシミュレーションの精度を向上させる上で重要となる。ここでは中国側によって調査された過去の既存文献、報告を整理するとともに、現地調査の水質調査地点において実施した、湖流調査の結果の概要を述べる。

(1) 鄱陽湖の湖流概況

(a) 鄱陽湖の流れ

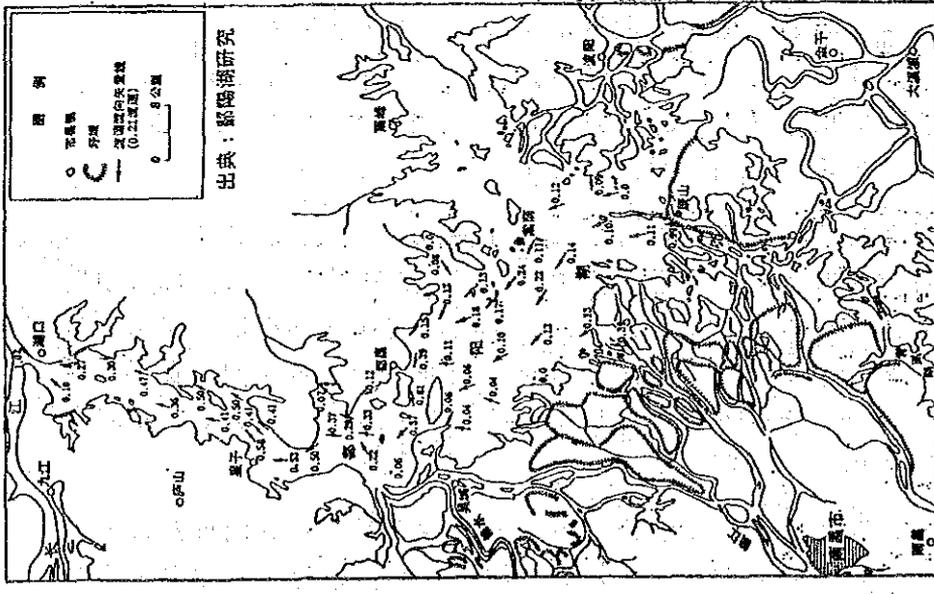
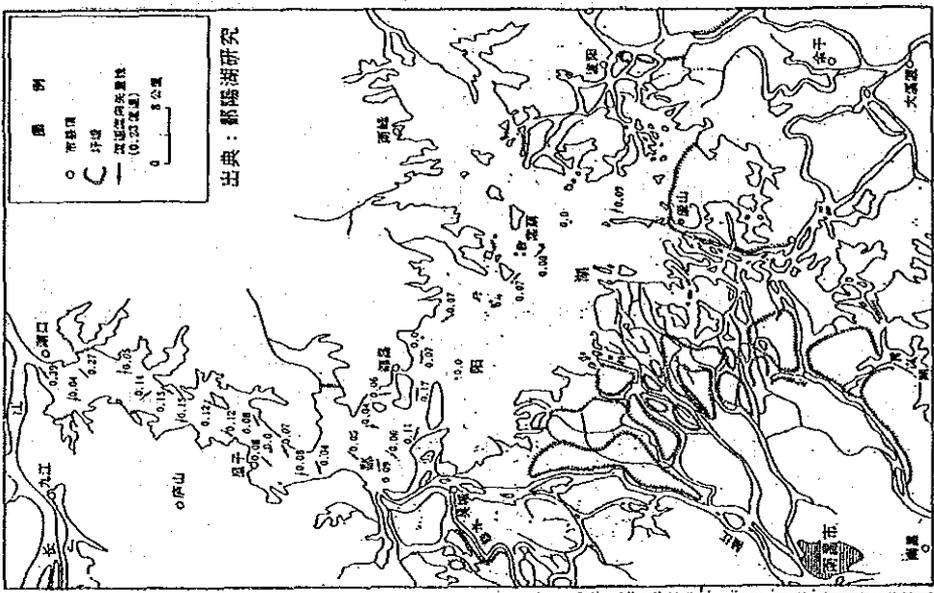
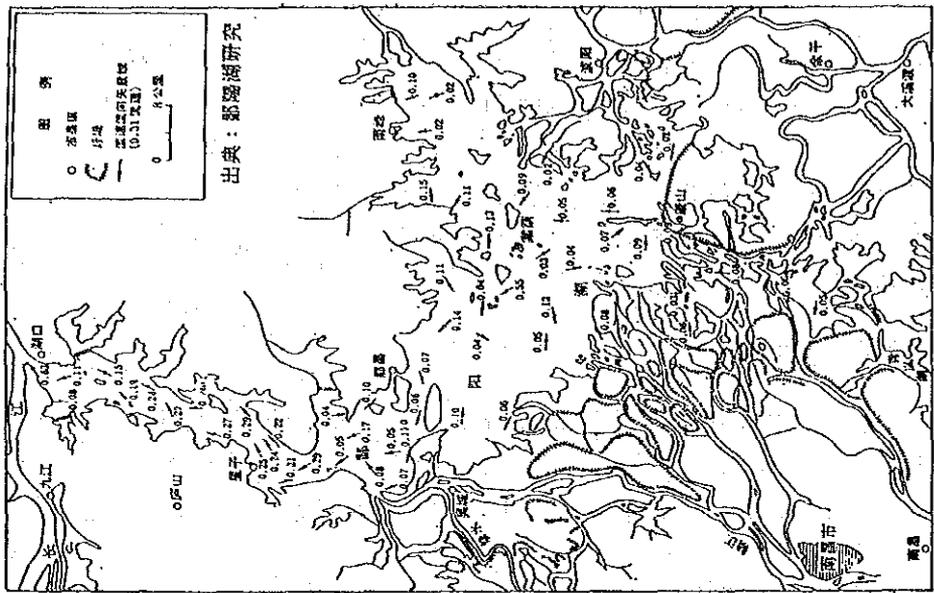
鄱陽湖は一般の湖とは異なり、低水位の流速は速く、高水位は遅い。その流況から、重力型（傾斜流）、倒灌型（還流型）、頂托型（平衡型）の3つの基本型に分けられている。これに加え、風の影響によって更に吹送流が生じて、湖流の流況を複雑に変えてしまう。各流況の特徴は以下のとおりである。また、図-2.2.4-1から図-2.2.4-3に各流況の湖流分布を示す。

<重力型（傾斜型）湖流>

重力型（傾斜型）は、鄱陽湖の主な流況である。湖流は比較的規則的に湖床に向かって流れているが、時々湖床の両側に渦が発生する。流速は水面の傾斜の大小、中心部の位置、浅瀬（洲）の水位の高低によって決められる。枯水期には、湖水は湖床に沿って流れるため、川のようなになる。増水期は洲に水が張り、水面は広くなり、湖の様相が変わる。高低差は小さくなり流速は遅くなる。流速は全体的に見て、湖の北部、東部で速く、湖の中部、南部で遅い傾向がある。各水位で変化するが、水位が洲に満ちる頃が最も大きくなる。洲に水が満ちた後と水位の関係は反比例しており、水位が高くなれば流速は小さくなる。逆に洲に水が満ちる前と水位との関係は正比例で、水位が高くなれば流速は大きくなる。

<倒灌型（還流型）湖流>

この型の流況は、五大河川の洪水がおさまって、長江の水位が上昇、あるいは長江の水位が、湖の水位より高い状況の中で発生する。一般に7~10月が多いが、6月、11月に発生することもある。倒灌（還流）が発生するかいなか、どの程度の倒灌（還流）か、は長江の流量と湖の水位の高低によって決まる。倒灌（還流）の範囲は、倒灌（還流）の流量によって決まる。倒灌（還流）範囲を超える区域の湖流は、



图一2.2.4-1 重力型(倾斜型)湖流 图一2.2.4-2 倒灌型(还流型)湖流 图一2.2.4-3 顶托型(平衡型)湖流

頂托型（平衡型）となる。倒灌型（還流型）の流速はほとんど0.1m/sec以内である。倒灌型（還流型）と頂托型（平衡型）の間の水域は、流速は0m/secに近く、流向も一定ではない。3つの流況の基本の中で倒灌型（還流型）の期間は最も短い。1950～1984年の35年間の内、合計86回、478日、年平均2.46回の倒灌（還流）が発生している。倒灌（還流）時の湖口の水位は高くはなく、主に湖口の18.00m以下の水位で発生している。

<頂托型（平衡型）湖流>

これは、長江と五大河川が同時に増水した時、あるいは、五大河川の大増水が終わり、長江が増水したが、長江の漢口での流量と、湖の水位との関係が倒灌（還流）の発生に至らないという時の状況である。重力型（傾斜型）と倒灌型（還流型）の中間と考えられる。頂托型（平衡型）の水流が発生すると、湖全体の流速が小さくなる。流況は重力型（傾斜型）と良く似ているが、吹送流の影響を大きく受けるので、湖流分布は規則的ではない。

以上の既往調査結果から、鄱陽湖内の主要地点における水位の諸元、鄱陽湖と長江の水位の相対的位置関係と鄱陽湖の流れとの関係、及び長江・五大河川・鄱陽湖のそれぞれの水位の年変化と鄱陽湖の流れとの関係は図-2.2.4-4に示すとおりにまとめられる。

鄱陽湖と長江の水位と湖内流況との関係を模式的にみると、満水期、渇水期を通じた大部分の期間では、鄱陽湖よりも長江の水位が低く、南から北へ向かう重力型・傾斜型の流況パターンを示すが、鄱陽湖と長江の水位が等しくなる時に平行型を、また長江の水位の方が鄱陽湖の水位よりも高い時は、主に満水期において、還流型の流況パターンを示す。

(b) 透明度及び水色

鄱陽湖の湖水の透明度は、水中に運び込まれた物質の含砂量に左右されるが、プランクトンの影響は大きくない。五大河川が鄱陽湖に運んでくる水や砂の量によって鄱陽湖の透明度は変化し、また各湖域によっても差が生じている。図-2.2.4-5に鄱陽湖における透明度の湖域別季節変化を示す。

年間を通して透明度の分布をみると、東北湖湾の滞留域が最も透明度が高く、長江に流出する水道域が最も低い傾向がみられる。その他の水域は両者の中間で、余り差はない。最大透明度を例にとると、東北湖湾は350cm、長江に流出する水道域は150cm、その他の水域は180～220cmである。また、透明度は風の影響を受け、各湖水域の砂洲が水面下に沈むと、風浪によって低下することがある。鄱陽湖の透明度は、日変化も年変化も比較的小さい。

透明度と流速の間には関係が認められ、流速が大きいと透明度が低く、逆に流速が小さいと透明度が高い傾向がある。鄱陽湖を透明度の分布（流れの分布）から区分すると、次の6区に分割することができる。

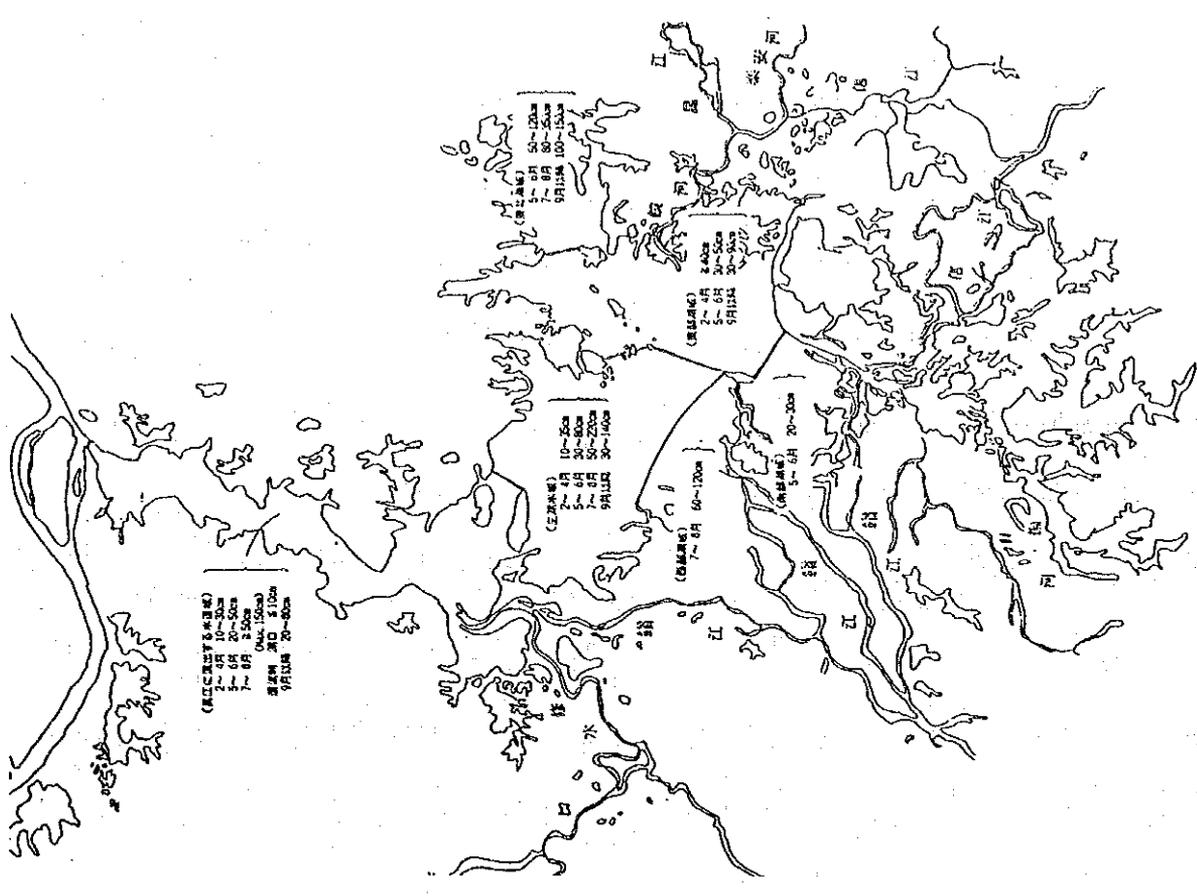


図-2.2.4-5 既往調査結果による透明度の湖域別季節変化

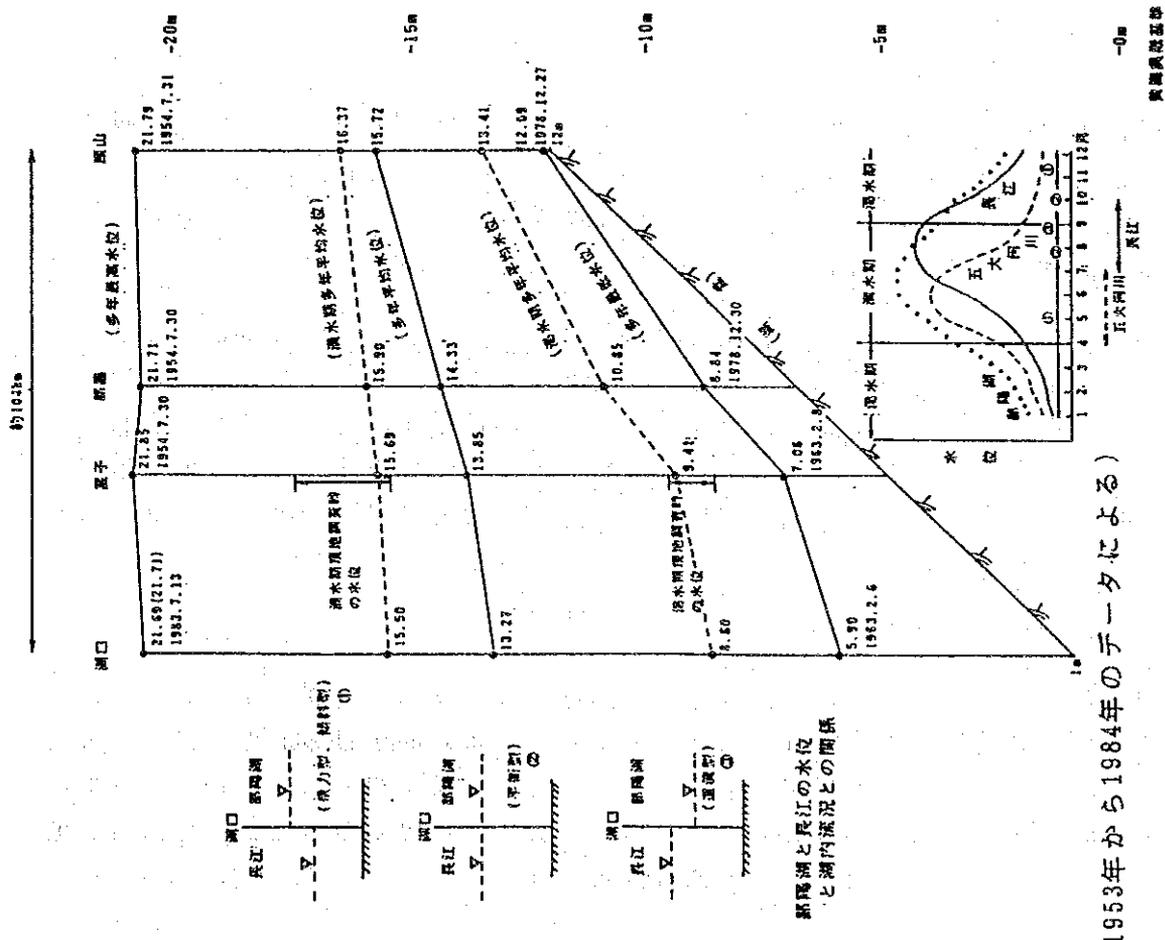
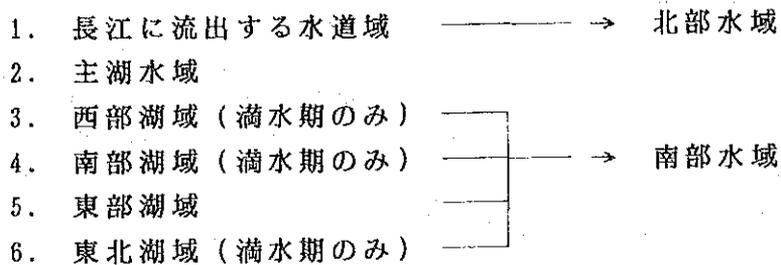


図-2.2.4-4 鄒陽湖内主要地点における水位 (1953年から1984年のデータによる)



(2) 湖流調査結果の概要

(a) 調査方法の概要

鄱陽湖及び五大河川の河口域での湖流調査は、1992年 5月～ 6月の満水期と1993年 1月～ 2月の渇水期に実施した。満水期においては湖内21地点、五大河川河口域 27地点、長江 2地点の計50地点で湖流調査を実施した。渇水期の第1次調査においては湖内11地点、五大河川河口域 6地点、長江 3地点、湖池 3地点の計23地点で湖流調査を実施した。更に、皇子前面の 1地点において25時間連続 2時間毎調査を実施した。渇水期の第2次調査においては、湖内16地点で湖流調査を実施した。湖流の測定層は、満水期、渇水期ともに水面下0.3m、1.0m、以下 5.0m まで0.5m毎、7.5m、10m 以下 5m 毎及び底上 1m とした。

(b) 調査結果の概要

<湖内流況の水平分布>

鄱陽湖内流況の水平分布を図-2.2.4-6に示す。満水期の流況は、「鄱陽湖研究」でいう「重力流型」の傾斜流の様相を呈し、北流パターンを示している。都昌から湖口にいたる「北部域」では、全体的に流速は都昌から康山にいたる「南部域」に比べて大きい傾向が認められた。

渇水期の流況は、第1次、第2次湖上調査を通じて、北部域、南部域ともに巨大な河川の状況を呈しており、概して言えば、南から北に向かう北流パターンを示していた。渇水期第1次湖上調査によれば、流速は南部域で比較的大きく、北部域で比較的小さい傾向がみられた。この傾向は、前述の満水期の流速分布とは逆の傾向を示している。渇水期第2次湖上調査によれば、北部域と南部域で流速の差は、ほとんどみられなかった。

<湖内流況の鉛直分布>

満水期においては、全体的に各調査点とも鉛直方向の流向はほぼ一定であった。一方、流速は一般的には下層へ行くに従って小さくなる傾向がみられた。渇水期の第1、2次調査結果とも、上層から下層まで、流況がほぼ一様であったが、これは川のような湖の状況をよく反映していると考えられる。鄱陽湖から長江への出口に位置する九江と湖口との断面における流速分布は図-2.2.4-7に示すとおりである。

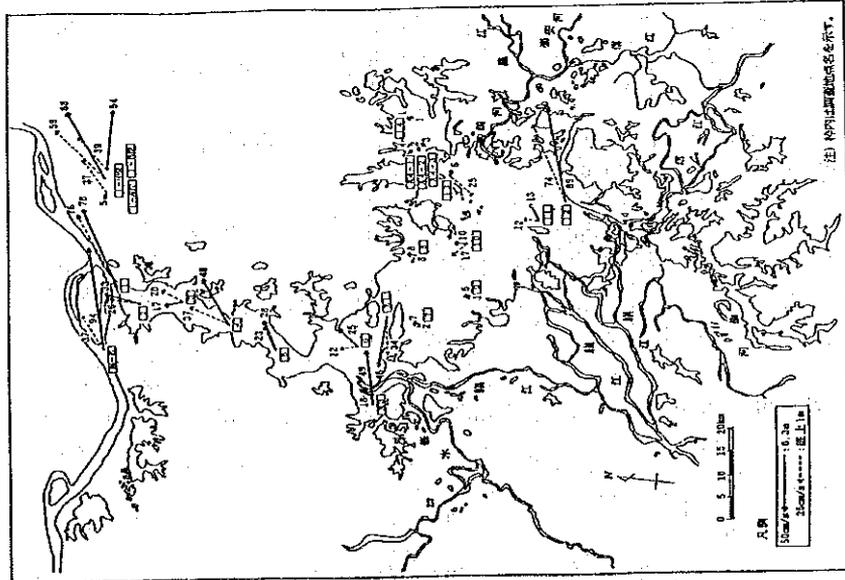


図-2.2.4-6(1)
 満水期における流況の水平分布図
 (1992年5月16日-30日、6月14日-21日)

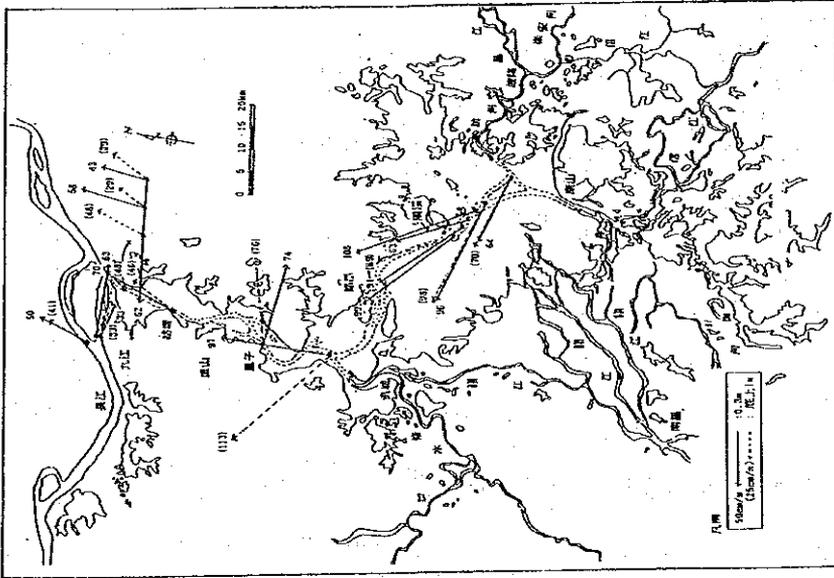


図-2.2.4-6(2)
 満水期第1次湖上調査における
 流況の水平分布図(1993年1月5日-15日)

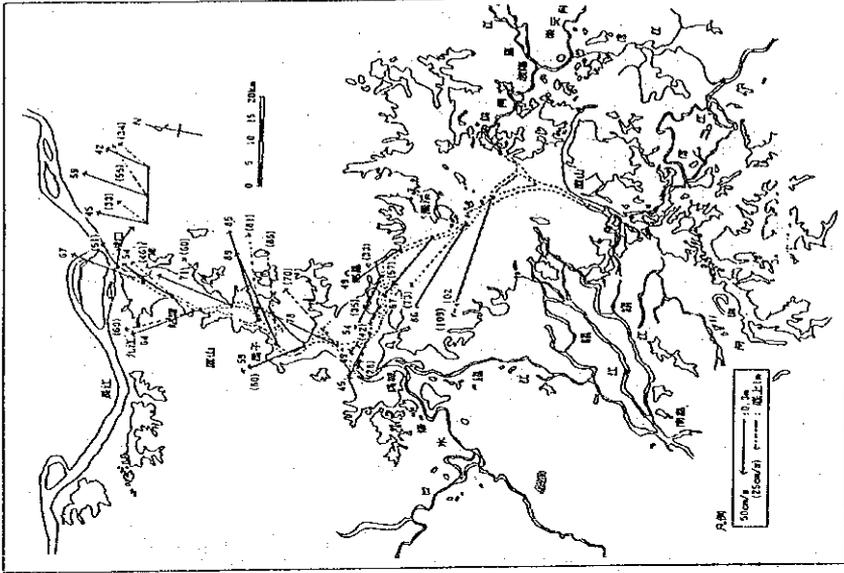
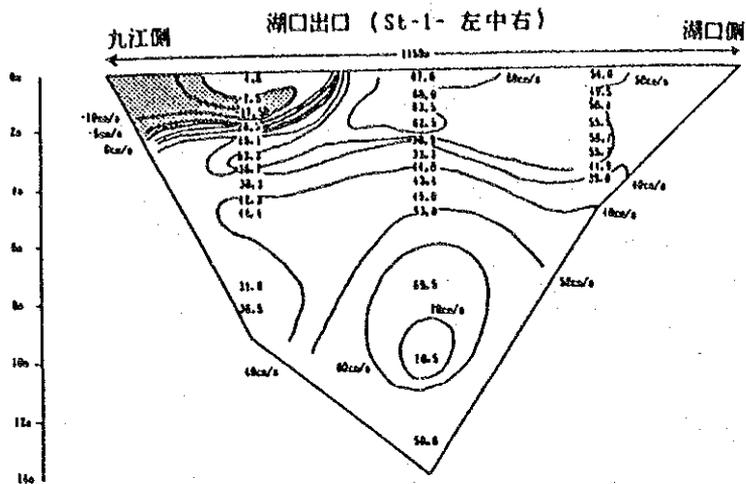
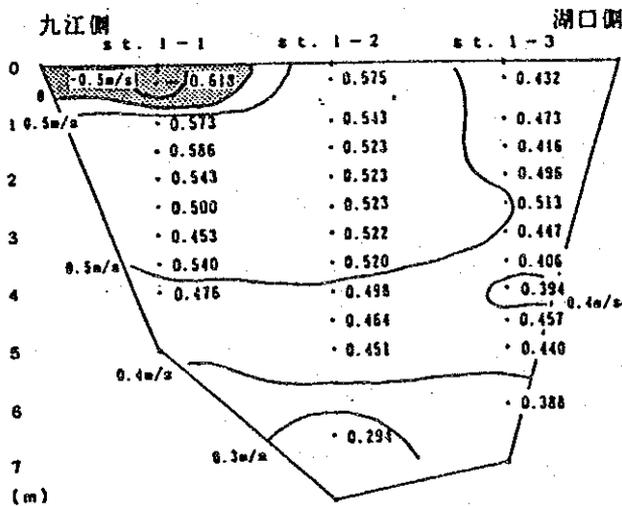


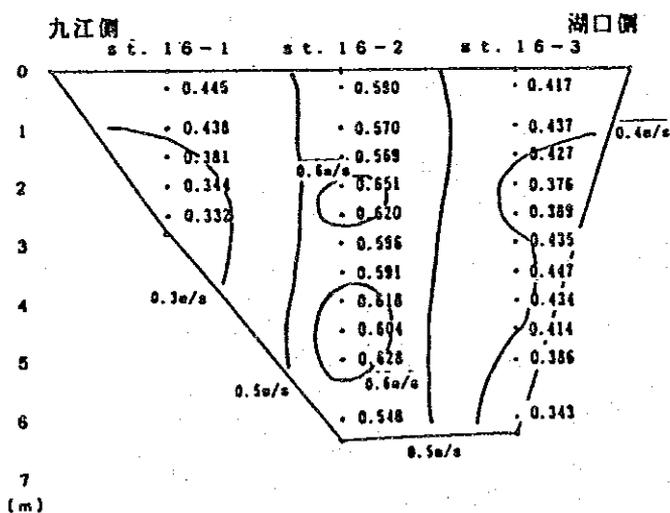
図-2.2.4-6(3)
 満水期第2次湖上調査におけるに
 流況の水平分布図(1993年2月1日-4日)



満水期における湖口断面の流況分布 (1992年 6月17日)



満水期第1次における湖口断面の流況分布 (1993年 1月 7日)



満水期第2次における湖口断面の流況分布 (1993年 2月 4日)

図-2.2.4-7 湖口断面の流速分布

図-2.2.4-7の湖口断面の流況分布図に示すように、満水期、渇水期ともに重力流型であり、全体として北流パターンで長江への流出の様相を呈していた。

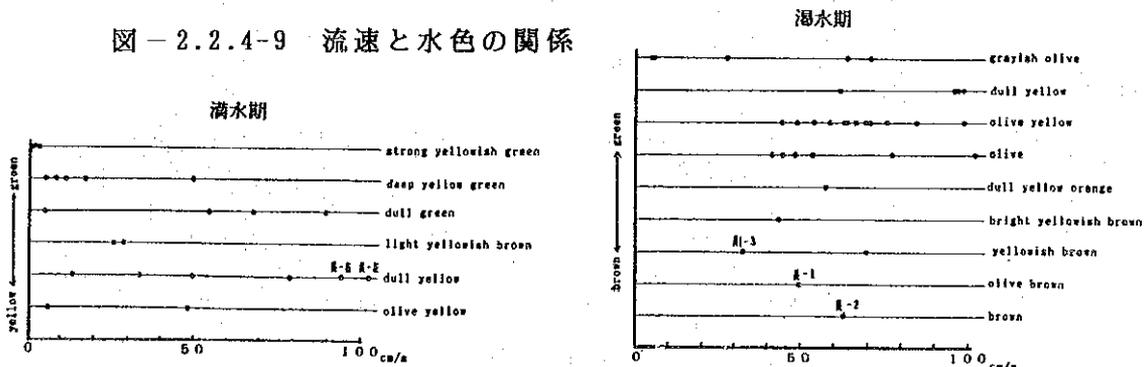
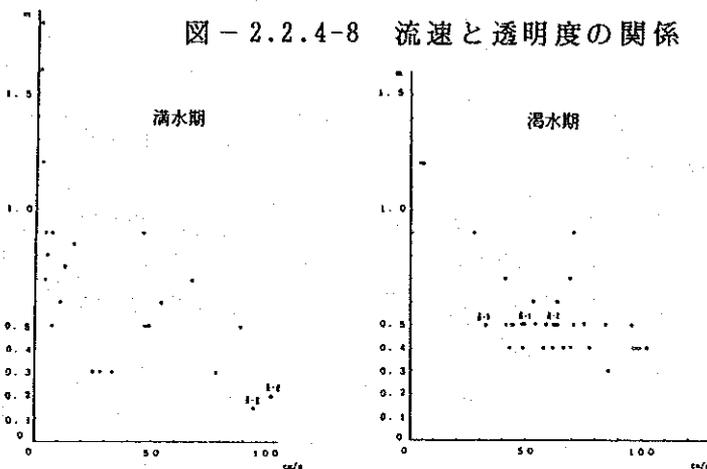
満水期における湖口断面の最大流速は中央部の最深部で、水面下10m層を中心にみられた。九江側の2m以浅では、長江から鄱陽湖に僅かに逆流している状況がみられた。

渇水期第1次調査における湖口断面の最大流速は中央部の表層から九江側の水面下1~3.5m層付近にみられた。また、九江側の1m以浅では、満水期と同様に長江から鄱陽湖に僅かに逆流している状況がみられた。渇水期第2次調査における断面の最大流速は中央部の中、下層を中心にみられた。なお、本調査では長江から鄱陽湖への逆流はみられなかった。

満水期（1992年6月17日観測）にみられた長江から鄱陽湖への逆流は、到灌型（還流型）の流況パターンの始まりともみられるが、渇水期第1次調査にみられた逆流は、発生時期から判断して、地球自転偏向力と地形的な影響によるもの、あるいは砂州の出現による潮流の乱れによるものと考えられる。

<流速と透明度、水色との関係>

表層（0.3m層）流速と透明度との関係を図-2.2.4-8に、表層（0.3m層）流速と水色との関係を図-2.2.4-9に示す。



表層流速と透明度との関係を見ると、流速が大きい調査点では透明度が低く、小さい調査点では透明度が高い傾向が満水期、渇水期ともにみられたが、満水期の方がこの傾向は顕著であった。

表層流速と水色との関係は、満水期には透明度との関係を反映して、流速が大きい調査点では濁りによる黄色又は茶色系を呈し、流速が小さい調査点ではオリーブ色、緑色系を呈する傾向がみられたが、渇水期にはこの傾向がみられなかった。

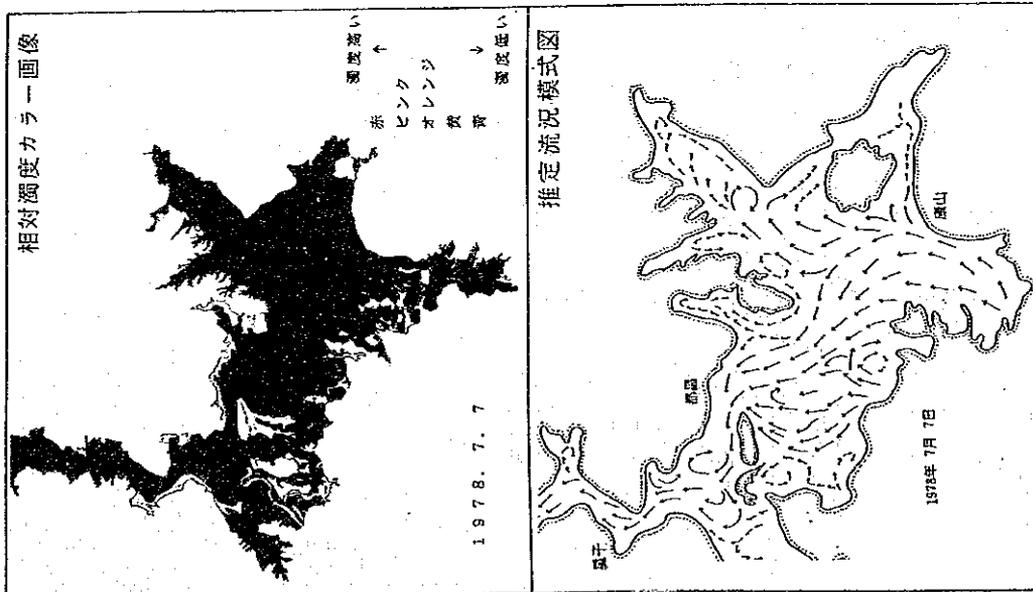
以上述べたように、流速と透明度、水色との関係からみると、鄱陽湖では流速が抑えられれば、濁りの原因であるSSが沈降して透明度が増し、水が緑色を呈するようになることが考えられる。

<ランドサット画像解析による鄱陽湖の流況模式>

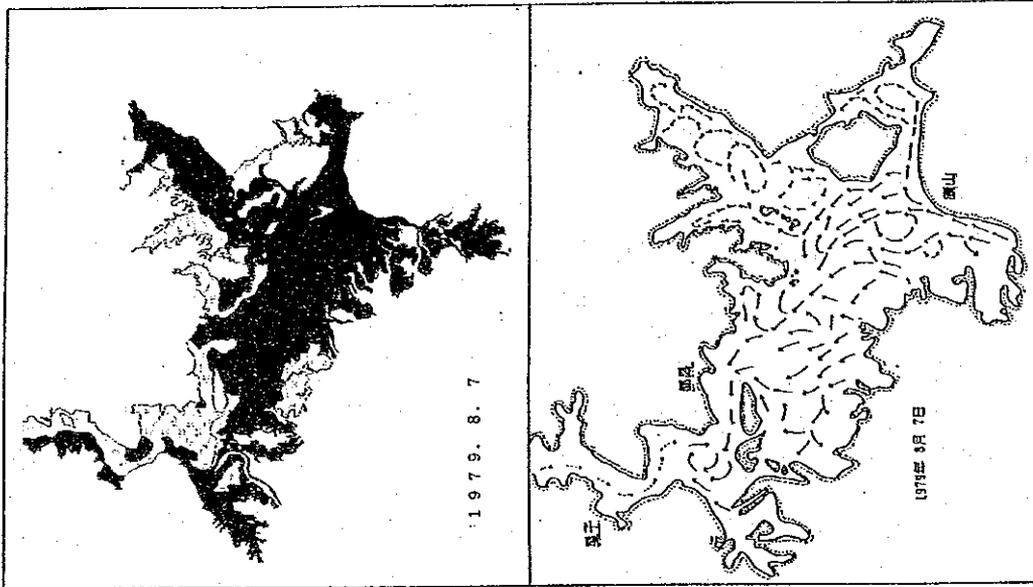
図-2.2.4-10にランドサット画像解析による相対濁度カラー画像と、これにより推定される流況の模式図を示す。

模式図では、流れのパターンを矢印で表現したが、実線の比較的長い矢印は濁りが濃い水域を示し、これは現地調査の結果から流速が大きいことを、また実線の短い矢印は濁りの少ない水域を示し、流速が小さいことを表現したものである。1979年8月7日の模式図では、都昌から北において破線の矢印の南下流が描かれているが、これは既往資料で長江から鄱陽湖に逆流（還流）していることが確認されたことに基づいている。

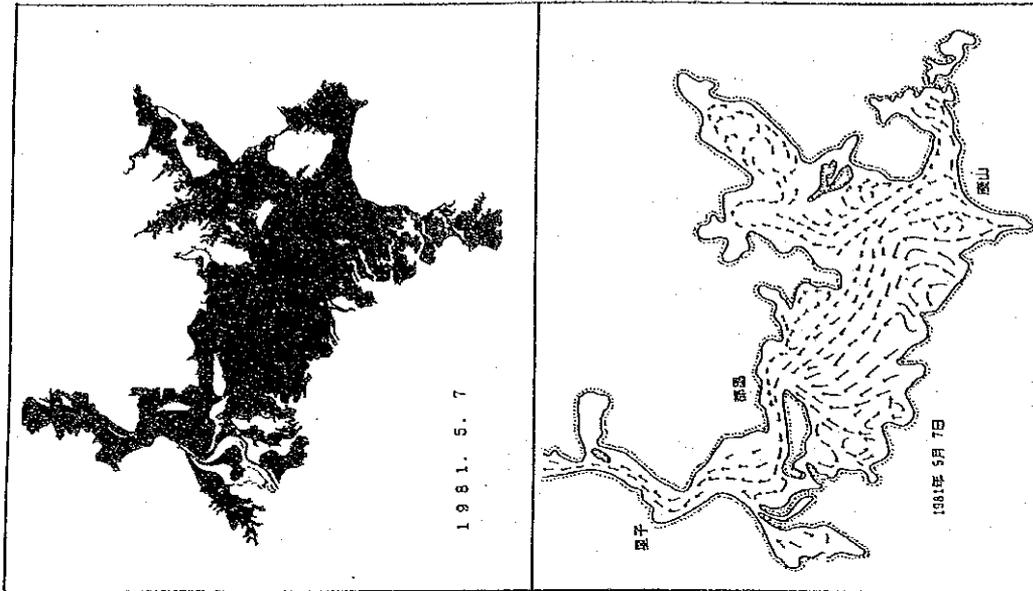
全体の大きな流れのパターンとして、都昌から南の主湖水域の中央部では北西向きの比較的大きい流れが推定される。これに対して東北湖域では時計回りの渦流が、また都昌沖合いに横たわり、鄱陽湖を南北に分けている松門山の南側では、反時計回りの渦流が存在しやすいことが示唆される。また、長江から鄱陽湖に還流していると考えられる時期は、松門山の北側で南湖からの北流と合流し、渦流が生じやすくなっているものと推測される。



1978年 7月 7日



1979年 8月 7日



1981年 5月 7日

図-2.2.4-10 ランドサットによる濁り画像から推定される流れの模式図

2.2.5 生態系

鄱陽湖の大きな特性として「満水期水一面、渇水期川幾本」と言われるように、夏と冬の間にある顕著な水位変動が挙げられる。その周期的な変動が水生生物（摂餌や繁殖など）に大きな影響を与え、独自の生態系を形成している。

(1) 魚類

(a) 魚類相

表-2.2.5-1に鄱陽湖、洞庭湖、長江中流、下流における魚類の23科別の種類数を示す。鄱陽湖では、123種のうちの52.8%がコイ科魚類であった。次いでギギ科とドジョウ科が、数種から十数種類を占める。

表-2.2.5-1 各水系間の魚類における科別の種類数

科名	鄱陽湖	洞庭湖	長江中流	長江下流
チョウザメ科 Acipenseridae	2	3	3	2
鯡科 Clupeidae	3	3	3	4
銀魚科 Salangidae	3	3	4	5
鯉科 Cyprinidae	65	66	72	62
鰱科 Cobitidae	9	6	7	6
鮠科 Bagridae	14	11	15	9
鮠科 Siluridae	2	2	2	2
コメギキ科 Sisoridae	1	1	1	0
胡子鮠科 Clariidae	1	1	1	0
ウナギ科 Anguillidae	1	1	1	1
メダカ科 Cyprinodontidae	1	1	1	1
針魚科 Hemirhamphidae	1	1	1	1
合鰓科 Symbranchidae	1	1	1	1
鮭科 Serranidae	5	7	5	3
塘鱧科 Eleotridae	3	2	2	2
鰕虎科 Gobiidae	1	3	3	3
攀鱧科 Anabantidae	2	2	1	1
鱧科 Ophiocephalidae	2	3	2	2
刺鰕科 Mastacembelidae	1	1	1	1
舌ヒラメ科 Cynoglossidae	2	0	1	2
フク科 Tetraodontidae	2	1	1	2
平鰭鰕科 Homalopteridae	0	5	1	0
鱧脂魚科 Catostomidae	1	1	1	1
合計	123	125	130	112

(b) 鄱陽湖の魚類の生活型

鄱陽湖の魚類は生活型によって定住性、半回遊性、回遊性、山溪性の四タイプが分布する。それぞれのタイプのおもな魚種は以下の通りである。

<定住性> : 移動性が小さく定着的な種

コイ、フナ、ヘンギョ、鮠、ナマズ、ケツギョ、カムルチー、コウライギギ

<半回遊性> : 長江と往来し鄱陽湖を広く移動する種

アオウオ、ソウギョ、ハクレン、コクレン

<回遊性> : 海や汽水域と湖とを行き来する種

鮠、長頭鮠、舌鰻、鯿、ウナギ、弓班團鮠

<山溪性> : 河川上流へ遡る種

月鯉、江鼠、胡子鯰、馬口魚、中華胸鮠

定住性魚種は概してその付近を産卵場とする。半回遊性魚種は大型魚が、また山地性魚種は底生性の生活に適した形態をもつ場合が多い。

(c) 魚類の産卵場

図-2.2.5-1に、鄱陽湖の主要な漁場と産卵場を示す。魚類の産卵場の多くは、湖南部の本流路（渇水期の河道）に沿った湖内湖に分布する。

これらの湖には水生植物が繁茂している水域が多い。コイが卵を付着する水草の多くはCarex（苔草）であり、平均付着卵数の密度も高い。産卵する場としての苔草の多少が、コイの生産量に大きく関与すると考えられる。

(d) ”食う食われる関係”について

鄱陽湖の魚類はその主なる食性によって、ソウギョ、ヘンギョなど草食性魚、ケツギョ、カンギョ、ナマズなどの肉食性魚、コクレン、ハクレン、ゲンゴロウブナなどプランクトン食性魚、あるいはコイ、フナ、紅 など雑食性魚の4タイプに類型化される。鄱陽湖では特に草食性魚の量が多いのが特徴的である。また、デトリタス量は湖中央部は流れが速いため少なく、入り江や湖内静水域に比較的蓄積される。

鄱陽湖は「流れる湖」であるため栄養塩の通過量が多くまた濁度が高いため、富栄養化が促進されにくい。にもかかわらず、同湖では魚類の比較的高い生産が繰り返されている。そのためには餌資源の充実が確保されているはずであり、そこでは繁茂する水草や微小プランクトン及びバクテリアの存在が重要な役割を果たしていると考えられる。

(e) 重金属と魚類

現地水質調査では、重金属のうち特に亜鉛（Zn）量が全域的に高い値を示している。実際に、鄱陽湖の魚体（カン魚、コイ、フナ）から高いZnが検出され、Hg、Cr、Cu、Pb、Cd（未検出）等と比較して圧倒的に高い値を示す試料がある。

主要な漁場と産卵場。四角点はコイの産卵場。
 1: 蚌湖、2: 沙湖、3: 大湖池、4: 中湖池、
 5: 大叉湖、6: 西湖、7: 焦潭湖、8: 叉池湖
 9: 東湖、10: 大沙方湖、11: 常湖、12: 三湖、
 13: 林充湖、14: 南湖、15: 程家湖、16: 王罗湖
 17: 北口湖、18: 金溪湖、19: 大連子湖、
 a: 麻头池。「措施的研究」資料から作図

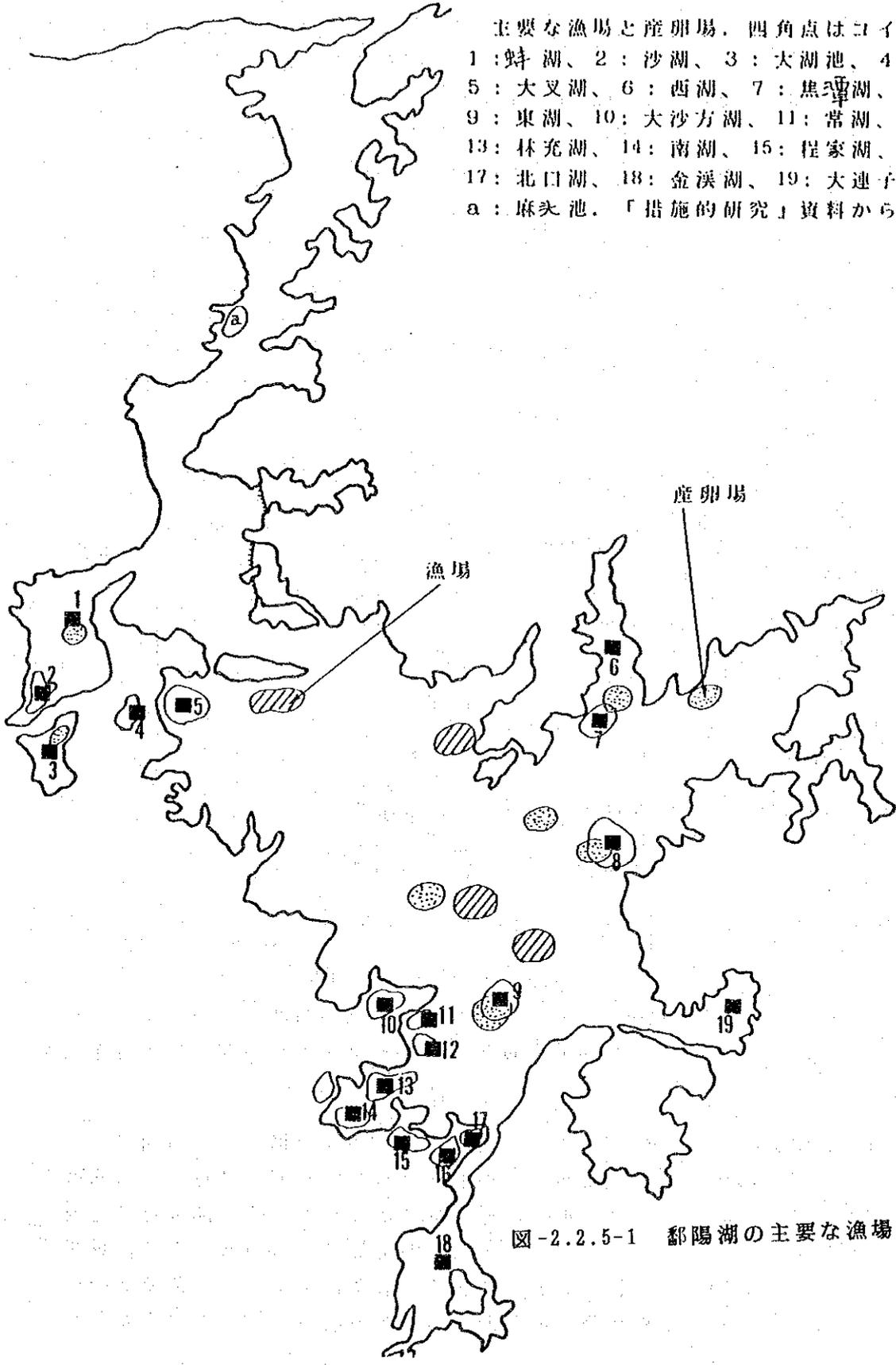


図-2.2.5-1 鄆陽湖の主要な漁場と産卵場

(f) 水産

鄱陽湖産漁獲高は1954年にのみ3万トンを越え戦後の最大値を示したが、例年は概ね2万トンである。1970年代は1万5千トン前後の年が続き、漁獲物の衰退が唱えられている。年変動を30数年間にわたってみると暫時的な減少化傾向にある。しかしながら、1972年を区切って、その後は増加傾向にある。1980年代からは2万トン前後に戻っている。1980年代から低齡化、小型化した現象が強く、経済魚類が少なくなるとされている。

(2) 水生植物

水生植物は98種類が記録されているが、分布面積がもっとも広いのは馬來眼子菜 *Potamogeton malaianus* で、標高9-14m (11-12mに多い) に生息し、次ぎに多いのは苦草、黒藻などの沈水植物である。主な水生植物は表-2.2.5-2に示すとおりである。

表-2.2.5-2 各水系間の魚類における科別の種類数

水生植物種	タイプ	単位生物量
馬來眼子菜 <i>Potamogeton malaianus</i>	沈水植物	503 g/m ²
苦草 <i>Vallisneria spiralis</i>	沈水植物	343
黒藻 <i>Hydrilla verticillata</i>	沈水植物	256
芦 <i>Phragmites communis</i>	抽水植物	63
荻 <i>Miscanthus floridulus</i>	抽水植物	54
菜 <i>Nymphoides peltatum</i>	浮葉植物	52
小茨藻 <i>Najas minor</i>	沈水植物	49
苔草 <i>Carex. sp.</i>	湿生植物	49
菱 <i>Trapa bispinosa</i>	浮葉植物	47
聚草 <i>Myriophyllum spicatum</i>	沈水植物	44
金魚藻 <i>Ceratophyllum demersum</i>	沈水植物	44
𦵏 <i>Zizania caduciflora</i>	抽水植物	14
水蓼 <i>Polygonaceae hydropiper</i>	抽水植物	10
大茨藻 <i>Najas marina</i>	沈水植物	10

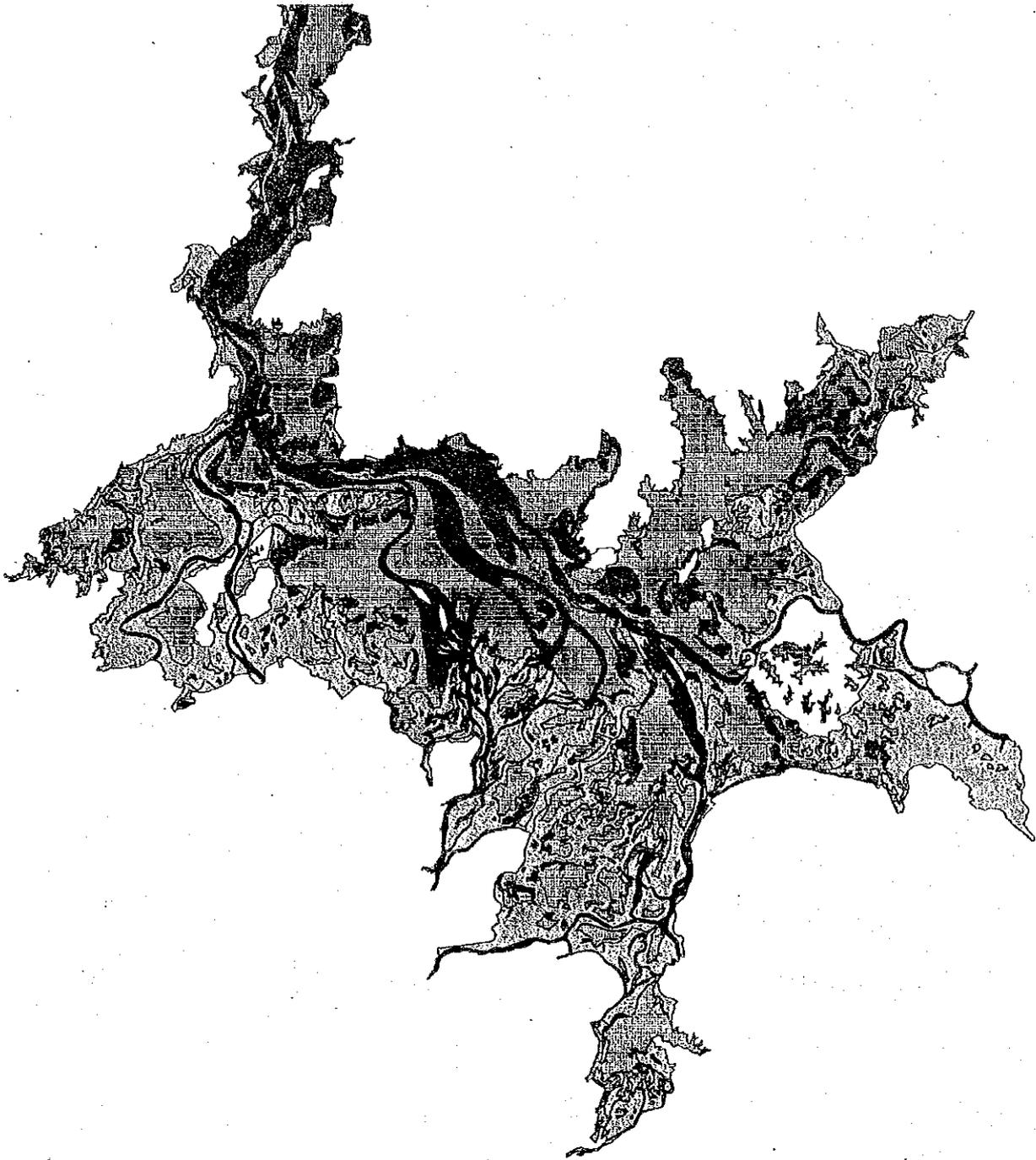
1984年9月江西省科学院資料による

図-2.2.5-2にランドサット衛星画像と、現地での様々な水性植物の生育状況を写真に示す。また、図-2.2.5-3にランドサット衛星画像解析による水性植物群落分布図と、その分布面積集計を示す。

画像上植生分布の明確なのはヨシ・スゲなどが生育する湿性及び挺水植物群落の分布域である。これは贛江の流入口周辺にあり、満水期の水位でも1~2mまでの水位のところにあっている。この地域は水際付近の生物現存量が、多く鳥類等の生息地としても重要である。湖水の中心部になると沈水性の植物群落が多くなる。贛江の流入口周辺にも挺水植物郡と錯綜するところがみられる。東岸は比較的緩傾斜面が少なく、西岸に比較すると水生生物の水深の違いによる段階的な発達は見られない。



図-2.2.5-2にランドサット衛星画像と水性植物の分布状況



水生植物群落別面積

1.		流水域	2 1 8 km ²	8. 2 %
2.		沈水植物群落	1, 2 5 0 km ²	4 7. 1 %
3.		挺水植物群落	1 6 km ²	0. 6 %
4.		挺水及び湿性植物群落	7 6 4 km ²	2 8. 8 %
5.		砂州 (冠水の可能性が高い)	3 3 8 km ²	1 2. 7 %
6.		砂州 (冠水の可能性が低い)	6 8 km ²	2. 6 %
合		計	2, 6 5 4 km ²	1 0 0. 0 %

図-2.2.5-3 ランドサット衛星画像解析による水生植物群落分布図

(3) 鳥類

(a) 保護区

鄱陽湖自然保護区は1983年に設置され、その後1988年に国家級自然保護区として国務院により批准がなされている。保護区的位置は図-2.2.5-4に示す通りであり、永修県呉城を中心に半径15kmに及んでいる。面積は約22,400haであり、世界最大級の渡り鳥保護区となっている。

中国政府は、1992年8月にラムサール条約に加盟するとともに、同保護区を国際的に重要な湿地として条約に基づく登録を行っている。

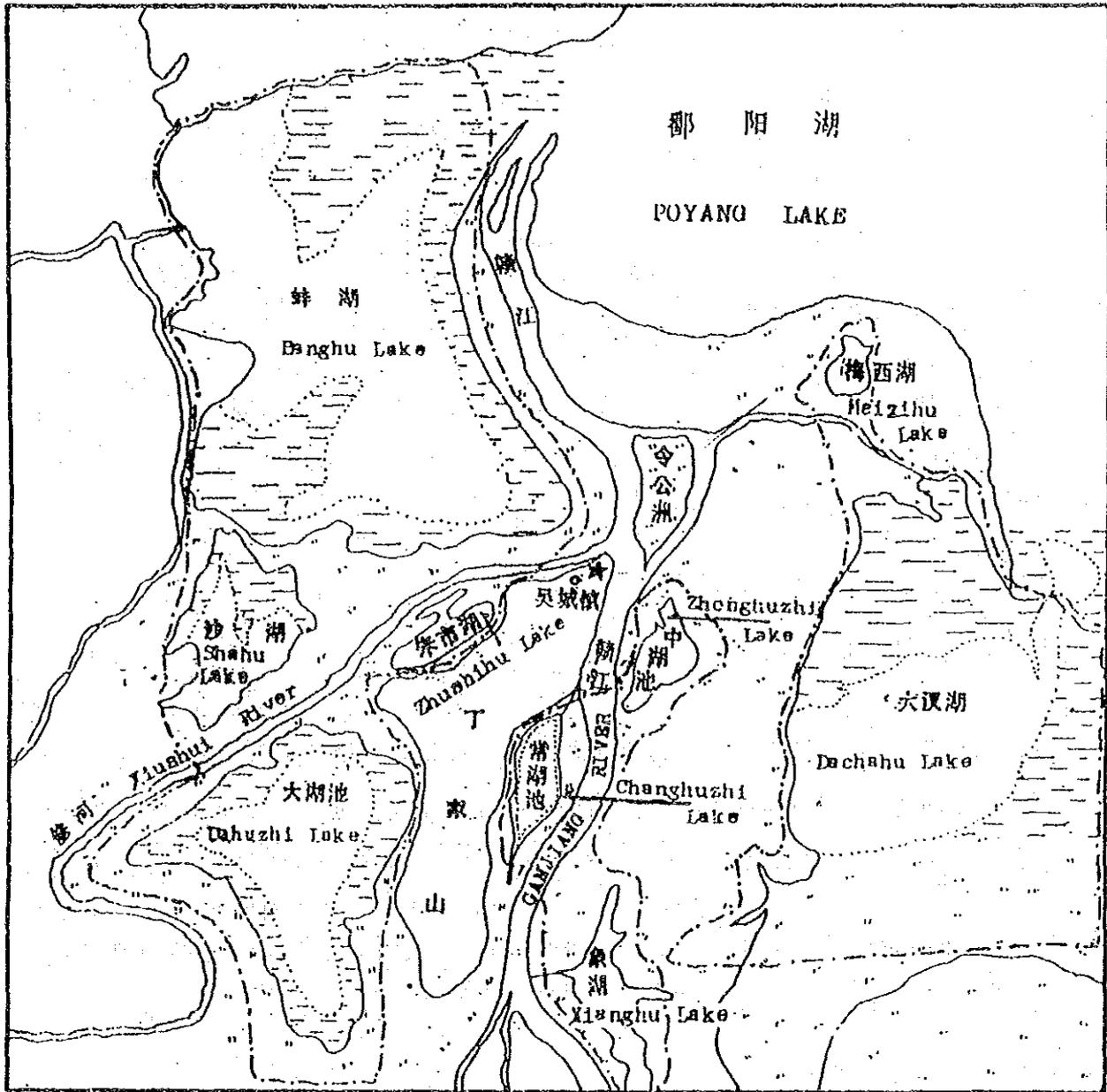
(b) 鳥類相の特徴と分布

「鄱陽湖研究1988年」によると、鄱陽湖で確認された鳥類相は16目42科231種である。渡り鳥保護区域内で確認された鳥類相は、15目37科148種で、この内、日中渡り鳥協定指定種は70種となっている。

保護区内で越冬する主な鳥類としては、ソテゲロズル、マズル、ハズル、クズル、コウトリ、ハク等ツル類、マガソ、サツラガソ、マガモ、アツクカモ、オカガモ等のガン、カモ類をはじめとして、ハラサキ、カソ、コクチョウ等が挙げられ、これらの水禽類は、65種類にもものぼっており、全種のおよそ44%を占めている。これまでに記録されている群体は、マズル2200羽(大湖池)、ソテゲロズル1784羽(大湖池)、コクチョウ5300羽(中湖池)等である。

保護区で見られる貴重、希少鳥類としては、国家一級重点保護野生動物として、ソテゲロズル、コウトリ、ハク、ハズル、カソ、カツロツ、オロツの7種類、また、国家二級重点保護野生動物として、マズル、ハラサキ、マガソ、コクチョウ、ハイカ等の14種類の水禽類、猛禽類等がある。特に、鄱陽湖は世界的に貴重なソテゲロズルの越冬生息地となっており、全世界の97%の個体が保護区一帯で越冬している。

今回の現地調査では、定期調査で確認されてなかったムクドリ科の一種である黒領椋鳥(*Sturnus nigricollis*)が初めて蚌湖芦潭村において確認された。ソテゲロズルは、今回の調査では、梅西湖でわずかに2羽確認したにとどまった。国家一級重点保護動物に指定されているハクは、今回の調査において、令公州周辺の草州で休息中の個体1羽が確認された。



出典：珍禽越冬生態報告、江西科学技術出版社



図-2.2.5-4 江西省鄱陽湖渡り鳥保護区図

(c) 自然的特性

鄱陽湖および保護区の各所において、湖沼、湖浜、干潟、砂州、河流、草州等の極めて多様性に富んだ湿地性の自然環境が見られ、これらの環境で観測された主な鳥類相は次の通りである。

1) 湖水、湖浜

ソテテグロズル、コハクチョウ、マナズル、クズル、アカツクシガモ、コウノトリ、アオサキ、コサキ、チュウサキ、その他の雁類等

2) 草州

マガソ、サツラガソ、ナハコウ、コウノトリ、ナハズル、タケリ、ヒバリ、チョウゲンボウ、その他の猛禽類等

3) 河流

カワアイサ、ミコアイサ、マガモ、コガモ等の潜水性その他の雁類、カモ類等

4) 河岸

ヒヤマセミ、アオサキ、シキ類、ハクセキレイ等

5) 砂州等

アカツクシガモ、キン類、マガソ、雁類等

(d) 植生及び植物食性

保護区内の湖沼で最も広く分布しているヒルムシロ（馬來眼子菜）の球根等は、ソテテグロズル、コハクチョウ、マナズル、コウノトリ等の植物食性の鳥類の主要な食糧源となっている。

また、草州植物の主要な組成は、苔草群落、水蓼群落等であり、これらの植生の若葉、茎、種子等はマガソ、雁類、アラサキ等の雑食性鳥類の食糧源となっている。

一方、湖浜周辺においては、ソテテグロズル、コハクチョウ等の主要な食糧源である水性植物のヒルムシロは、水不足のため干上がった状態で各所で確認された。このような状態では、これの根茎をソテテグロズルが食することは困難と考えられる。

2.3 汚濁発生源

本調査では、①流域河川の水質調査及び、②代表的汚濁発生源としての工場排水調査、③既存資料の収集等を行い、これらの調査結果を基にして流域で発生する点源及び面源の汚濁負荷量を算定し、流域から鄱陽湖に流入する汚濁物質の負荷量（COD、T-N、T-P）を把握した。汚濁負荷量の算定は、まず初めに5大河川の流域から最下流の基準点に流入する負荷量について行い、次に最下流の基準点の下流（以下「湖区」という）の汚濁負荷量を算定し、湖へ流入する負荷量を把握した。なお、SS負荷については、別途、浮流土砂式から算出する方法によった。

2.3.1 流域汚濁発生源

(1) 流域河川の水質調査及び工場排水調査

満水期、渇水期に、それぞれ、流域河川の水質調査及び工場排水調査を行った。満水期には、5月22日から6月18日の調査期間中に3回の調査を行い、延べ18地点の河川水質調査と3工場の工場排水調査を行った。また、渇水期には、1月4日から2月13日の調査期間中に4回の調査を行い、22地点の河川水質調査、20工場の工場排水調査及び4つの工場排水用排水路の水質調査を行った。

満水期の河川水質は、水温18.8~28.4℃、pH6.4~7.0、SS2.0~130mg/l、BOD0.2~3.1mg/l、COD2.8~9.8mg/l、T-N0.3~1.4mg/l、T-P0.02~0.25mg/lの範囲にあった。また、渇水期の河川水質は、水温4.9~11.8℃、pH7.2~7.9、SS2.0~53.0mg/l、BOD0.7~5.3mg/l、COD1.0~8.6mg/l、T-N0.49~3.28mg/l、T-P0.007~0.651mg/lの範囲にあった。満水期、渇水期を比較すると、以上述べたように、SS、COD、T-Pについては、満水期が渇水期に比べて大きい値を示した。特にSSについては、虬津以外でその傾向が顕著であった。また、BOD、T-Nに関しては明確な傾向は見られなかった。

一方、工場排水の調査結果によると、満水期に調査した3工場では、SS35~712mg/l、BOD8~378mg/l、COD20~520mg/l、T-N4.0~19.9mg/l、T-P0.5~3.8mg/lの範囲にあった。また、渇水期に調査した20工場では、pH2.5~12.6、SS4~2000mg/l、BOD2.7~2700mg/l、COD4.8~5910mg/l、T-N1.58~170mg/l、T-P0.122~817mg/l、PO₄-P0.011~727mg/lの範囲にあった。

(2) 汚濁負荷量算定の基本方針

流域からの排出負荷量（COD、T-N、T-P）の算定方法として、鉱工業系、生活系、畜産系、自然系を考えた。このうち、生活系、畜産系、自然系の負荷については、それぞれ、人口、牛・豚の飼育頭数、面積を社会経済調査、土地利用調査の結果に基づいて、5大河川の下流の基準点より上流の26の流域及び湖区の各流域ごとに集計し、これらに原単位を乗ずることにより発生負荷量を算出した。また、鉱工業系負荷量については、①排出負荷量の大きい主要工場は個別に排出負荷量を算定し、②その他の工場は各市・地区ごとに汚濁排出量を集計し、③郷鎮工業

企業は各市・地区ごとに業種別の構成比を考慮して汚濁排出量を集計し、それぞれ、26の流域及び湖区の各流域に配分した。

なお、26の流域については、水文・水理・気象調査で設定した26の流域と同様とし、それぞれの流域の面積は前述の通りである。また、湖区の流域は5大河川の各流域及び北部河川の流域とした。社会経済調査、土地利用調査で得られた市・県別、市・地区別の調査結果を利用するため、それぞれの市・県、市・地区と流域との対応を、地図上での面積の測定結果から設定した。なお、現況は1991年とした。

(3) 河川の浮流土砂量 (SS負荷)

鄱陽湖へ流入するSS負荷については、浮流土砂量式から算出する方法を用いた。湖へ流入する河川の主要な水文観測所では、流量に加えて浮流土砂量の定期的な観測が実施されている。これら観測流量、浮流土砂量を用いて、浮流土砂量を算定する近似式を求めた。その結果を表-2.3.1-1に示す。

表-2.3.1-1 主要観測所の浮流土砂量式

水系	河川	基準点	流域面積 (km ²)	浮流土砂量式	備考
修水	修水	高沙	5,303	$Q_s = 1.12 \times 10^{-4} \times Q^{2.377}$	拓林タム上流
		虬津	9,914	$Q_s = 0.13 \times 10^{-4} \times Q^{2.032}$	拓林タム下流
	潦水	万家埠	3,548	$Q_s = 1.76 \times 10^{-3} \times Q^{1.837}$	
饒河	昌江	渡峰坑	5,013	$Q_s = 0.71 \times 10^{-4} \times Q^{2.287}$	古県渡上流
	樂安河	虎山	7,374	$Q_s = 3.71 \times 10^{-4} \times Q^{1.881}$	石鎮街上流
信江	信江	梅港	15,535	$Q_s = 5.07 \times 10^{-4} \times Q^{1.834}$	
撫河	撫河	李家渡	15,811	$Q_s = 3.16 \times 10^{-4} \times Q^{1.869}$	
贛江	贛江	外州	80,948	$Q_s = 1.77 \times 10^{-4} \times Q^{1.863}$	
		峽江	62,724	$Q_s = 1.39 \times 10^{-4} \times Q^{1.951}$	
		万安	36,900	$Q_s = 5.68 \times 10^{-4} \times Q^{1.848}$	
	賈水	峽山	15,975	$Q_s = 3.69 \times 10^{-3} \times Q^{1.660}$	
	桃江	居龍灘	7,751	$Q_s = 6.83 \times 10^{-4} \times Q^{2.006}$	
	章水	孺上	7,357	$Q_s = 7.28 \times 10^{-4} \times Q^{1.989}$	
	平江	翰林橋	2,689	$Q_s = 2.76 \times 10^{-2} \times Q^{1.644}$	
	禾水	上砂蘭	5,257	$Q_s = 0.40 \times 10^{-4} \times Q^{2.434}$	
	錦江	高安	5,752	$Q_s = 3.43 \times 10^{-4} \times Q^{2.049}$	

求めた浮流土砂量式を用いて5大河川流域の各基準点の浮流土砂量を算定した結果は表-2.3.1-2に示すとおりである。結果の要点を整理すると次の通りである。

- 1) 5大河川から流出される合計浮流土砂量は、17.8百万ton/年で、このうち、約2/3の12.1百万ton/年の浮流土砂が贛江から流出している。
- 2) 年平均浮流土砂濃度は145mg/lで、贛江(183mg/l)及び信江(148mg/l)の土砂濃度が、この値より大きい。
- 3) 修水では、拓林ダム上流の高沙地点の濃度(229mg/l)がダム下流の虬津地点で7mg/lと急激に低下し、ダムによる沈澱効果を示している。

表-2.3.1-2 5大河川からの表流水及び土砂の流出

流域区分	基準点	流域面積 (km ²)	流量		浮流土砂量		比流量	比土砂量
			(m ³ /s)	(百万m ³ /年)	(千t/年)	(mg/lit)		
修水	虬津	9,914	254	8,019	55	7	2.56	6
	万家埠	3,548	92	2,890	313	108	2.58	88
饒河	古県渡	5,525	163	5,143	551	107	2.95	100
	石鎮街	8,367	293	9,250	829	90	3.50	99
信江	梅港	15,535	557	17,559	2,593	148	3.58	167
撫河	李家渡	15,811	643	14,606	1,424	98	2.93	90
贛江	棉津	36,040	929	29,293	7,783	266	2.59	216
	峽江	62,724	1,554	49,028	11,115	227	2.48	177
	外州	80,948	2,090	65,959	12,083	183	2.58	149
5大河川合計		139,648	3,912	123,426	17,847	143	2.80	128

注) 比流量の単位: m³/s/100km² 比土砂量の単位: ton/km²/年

(4) 鉍工業系排出負荷量の算定

鉍工業系の排出負荷量については、1)主要工場、2)その他の工場、3)郷鎮工業企業の3種類に分けて表-2.3.1-3のように集計した。ここで、「主要工場」とは排出負荷量の大きい工場、「その他の工場」とはその他の排出負荷量の比較的小さい郷鎮工業企業以外の工場を、それぞれ示す。以下に負荷量の算定の概要を述べる。

(a) 主要工場

「主要工場」は、「江西省工業汚染源調査研究報告(1987年度版)」の1985年のCOD排出負荷量の大きい60工場及び1991年の重点源排水の工場(環境保護局より入手)の中でCOD排出負荷量の大きい2工場を加えた62工場とした。T-N、T-Pについては、COD排出負荷量と現地調査の業種ごとのT-N/COD、T-P/CODの比から排出負荷量を算定した。排出負荷量は工場の含まれる流域に配分した。

主要工場でCOD排出量が8,000ton/年以上の上位6工場の内、5工場が製紙工場である。T-N排出量が1,000ton/年を超えている工場は4工場で、これらは、金属鉍採選業、金属冶金精錬加工業の工場・事業場及び化学系の工場である。また、

T-P排出量が1,000ton/年を超えているのは6工場で肥料等の化学系の工場である。

流域別に排出負荷量が多いのは、CODではいずれも贛江流域のA17、A22、A23で、それぞれ、59.0、99.4、87.2ton/日、T-Nでは信江流域のA9で3.97ton/日、撫河流域のA13で3.25ton/日、贛江流域のA23、A25で、それぞれ、8.51、6.98ton/日であり、T-Pでは撫河流域のA13で33.7ton/日、贛江流域のA23、A25で39.7、13.0ton/日である。

(b) その他の工場

1991年の市・地区ごとの鉱工業によるCOD排出量から各市・地区の主要工場によるCOD排出量を差し引いたものを「その他の工場」によるCOD排出量とした。T-N、T-Pの排出負荷量については、その他の工場によるCOD排出負荷量及び主要工場により排出されるT-N、T-P、CODそれぞれの合計値の比により算出した。

その他の工場による江西省全体におけるCOD排出負荷量は98.3ton/日であり、鄱陽湖流域でのCOD排出負荷量は94.0ton/日である。流域でその他の工場によるCOD排出負荷量の値が大きいのは、A14の15.1ton/日、A15の7.25ton/日、A16の6.85ton/日（以上贛江上流部）、A18の6.15ton/日（贛江中流部）、A23の6.21ton/日（贛江下流部）の5つの流域に加えて、湖区の撫河流域の6.17ton/日、贛江流域の5.32ton/日となっている。

その他工場による江西省全体のT-N排出負荷量は10.5ton/日であり、鄱陽湖流域でのT-N排出負荷量は8.14ton/日である。また、その他工場による江西省全体のT-P排出負荷量は20.3ton/日であり、湖区を除く鄱陽湖流域でのT-P排出負荷量は15.8ton/日である。流域ごとのT-N、T-P排出負荷量は、COD排出負荷量と同様に、流域別にはA14、A15、A16、A18、A23及び湖区の撫河流域、贛江流域で比較的大きな値を示している。

(c) 郷鎮工業企業

郷鎮工業企業については、「江西省郷鎮工業汚染源調査技術報告（1991年10月）」による1989年の業種別、市・地区別のCOD排出負荷量を基に、1991年のCOD、T-N、T-Pの排出負荷量を算定した。

行政区別の調査郷鎮工業企業によるCOD排出量は、全省で35.9ton/日、宜春地区11.6ton/日、吉安地区6.47ton/日、萍鄉市5.07ton/日、贛州地区4.33ton/日、上饒地区3.15ton/日等となっている。これらのCOD排出量の上位5地区・市は、いずれも造紙業の調査工業企業総産値が400万元以上の地区・市となっている。

T-N、T-Pの各地区・市別排出量は、CODの排出量及び業種ごとに設定したT-N/COD、T-P/CODの値を用いて算出した。算出した1989年の負荷量

を1991年の値に換算した。計算の結果、江西省全体の郷鎮工業企業によるCOD排出負荷量は328ton/日、T-N排出負荷量は13.2ton/日、T-P排出負荷量は14.5ton/日であり、流域からのCOD排出負荷量は285ton/日、T-N排出負荷量は13.0ton/日、T-P排出負荷量は16.4ton/日である。

表-2.3.1-3 鋁工業系排出負荷量のまとめ

項目	COD (t/日)				T-N (t/日)				T-P (t/日)				
	主要工場	その他郷鎮工場	郷鎮企業	小計	主要工場	その他郷鎮工場	郷鎮企業	小計	主要工場	その他郷鎮工場	郷鎮企業	小計	
修水	A1	1.79	2.52	9.78	14.09	0.03	0.27	0.73	1.03	0.00	0.52	1.05	1.57
	A2	2.24	2.07	0.52	4.83	0.26	0.22	0.02	0.50	0.03	0.43	0.00	0.46
	A3	0.00	2.45	18.98	21.42	0.00	0.26	1.44	1.71	0.00	0.51	2.07	2.57
				40.31				3.23				4.61	
贛河	A4	2.68	2.82	4.73	10.22	0.20	0.39	0.16	0.67	0.01	0.58	0.16	0.75
	A5	0.00	0.21	0.39	0.60	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.05
	A6	17.94	1.04	5.19	24.16	0.26	0.11	0.12	0.50	0.03	0.21	0.09	0.34
	A7	0.84	1.74	4.04	6.62	0.01	0.19	0.09	0.29	0.00	0.36	0.06	0.42
				41.60				1.48				1.55	
信江	A8	14.12	0.78	3.74	18.64	0.72	0.03	0.09	0.90	0.04	0.16	0.07	0.27
	A9	4.38	1.56	7.92	13.86	3.97	0.17	0.19	4.32	0.60	0.32	0.13	1.05
	A10	21.45	1.29	9.97	32.72	0.56	0.14	0.49	1.19	0.05	0.27	0.64	0.95
				65.22				6.41				2.28	
撫河	A11	0.00	0.44	2.34	2.78	0.00	0.05	0.05	0.10	0.00	0.09	0.02	0.11
	A12	0.00	0.44	2.45	2.89	0.00	0.05	0.05	0.10	0.00	0.09	0.01	0.10
	A13	17.23	0.66	3.74	21.63	3.25	0.07	0.07	3.39	33.71	0.14	0.01	33.86
				27.30				3.58				34.06	
贛江上流	A14	8.17	15.06	16.22	39.45	0.42	1.61	0.27	2.29	0.02	3.11	0.09	3.23
	A15	16.04	7.25	8.01	31.30	0.51	0.77	0.14	1.43	0.04	1.50	0.06	1.59
	A16	0.00	6.85	7.71	14.55	0.00	0.73	0.14	0.87	0.00	1.42	0.06	1.48
	A17	59.02	4.52	5.49	69.02	1.76	0.48	0.09	2.33	0.20	0.93	0.02	1.15
贛江中流	A18	0.00	6.15	23.94	30.09	0.00	0.68	0.43	1.03	0.00	1.27	0.14	1.41
	A19	0.00	2.75	11.66	14.41	0.00	0.29	0.19	0.48	0.00	0.57	0.03	0.60
	A20	0.00	1.62	6.78	8.40	0.00	0.17	0.11	0.29	0.00	0.33	0.03	0.36
	A21	0.00	0.35	1.45	1.80	0.00	0.04	0.03	0.06	0.00	0.07	0.01	0.08
	A22	99.40	2.81	12.03	114.23	1.44	0.30	0.20	1.94	0.19	0.58	0.04	0.81
	A23	87.20	6.21	61.19	154.60	8.51	0.68	3.07	12.24	39.71	1.28	3.87	44.86
贛江下流	A24	0.00	3.10	34.54	37.64	0.00	0.33	2.65	2.98	0.00	0.64	3.86	4.50
	A25	10.30	1.45	6.03	17.78	6.98	0.15	0.46	7.59	12.97	0.30	0.63	13.90
	A26	0.00	0.20	0.12	0.31	0.00	0.02	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.04
					533.59				33.62				74.01
贛江小計													
湖区を除く流域	362.79	76.31	268.95	708.05	28.87	8.14	11.30	48.32	87.60	15.78	13.13	116.52	
湖区	修水	7.70	0.24	0.06	8.00	0.11	0.03	0.01	0.14	0.02	0.05	0.01	0.08
	贛河	0.00	0.77	2.74	3.51	0.00	0.03	0.29	0.37	0.00	0.16	0.57	0.72
	信江	0.00	0.92	2.45	3.37	0.00	0.10	0.26	0.36	0.00	0.19	0.51	0.70
	撫河	0.00	6.17	3.31	9.48	0.00	0.66	0.35	1.01	0.00	1.28	0.69	1.96
	贛江	78.21	5.32	2.67	86.20	19.07	0.57	0.28	19.92	4.18	1.10	0.55	5.83
北部河川	6.15	4.23	4.37	14.76	0.09	0.45	0.47	1.01	0.01	0.88	0.91	1.79	
				125.30				22.81				11.03	
流域合計	454.85	93.95	284.55	833.35	48.14	10.03	12.96	71.13	91.81	19.43	16.35	127.60	
江西省の合計	488.80	98.26	328.22	915.28	52.17	10.49	13.24	75.90	101.10	20.32	14.50	135.92	

(5) 生活系排出負荷量の算定

生活系負荷については、1)都市部の化糞池の整備されている地区、2)都市部の化糞池の整備されていない地区及び3)農村部の3種類に分けて人口を集計した。ここでは、表-2.3.1-4に示す流域別、市県別の上水道設定普及率をもとにして、都市部を上水道の普及している地区、残りを農村部とし、さらに、都市部については、化糞池の普及率を現地でのヒアリングの結果から30%とし、残りの70%の人口による負荷については無処理で排出されるものとした。これらの人口を前述の面積割合により流域に配分し、それぞれの流域の都市部・化糞池、都市部・無処理、農村部の人口とした。このようにして算定した流域別、処理区分別の設定人口を表-2.3.1-5に示す。江西省全体では、化糞池人口が1,550千人、無処理人口が3,620千人、水道のない地域の人口が33,500千人であり、流域では、それぞれ、1,430千人、3,340千人、29,700千人である。

また、原単位の設定は、次のように行った。発生原単位の基礎となる値としては、日本の値を参考にして、し尿によるものをCOD11g/人/日、T-N10g/人/日、T-P1.1g/人/日、雑排水によるものをCOD4.8g/人/日、T-N0.75g/人/日、T-P0.21g/人/日とした。都市部のうち化糞池のある場合は、し尿は30%が除去され、窒素、りんは除去されず、雑排水による負荷は全量排出され

表-2.3.1-4 流域別の市、県の上水道普及率

流域	普及率 (%)	
	市	県
贛江流域	26.0	3.8
撫河流域	31.2	4.5
信江流域	49.2	7.4
饒河流域	51.4	7.3
修水流域	-	7.7
湖区	70.8	10.4

表-2.3.1-5 流域別、処理区別の人口

人口区分	化糞池人口 (千人)	無処理人口 (千人)	農村部人口 (千人)	合計人口 (千人)
流域				
A1	17	40	688	744
A2	14	32	512	558
A3	14	32	518	563
修水小計	44	103	1,717	1,865
A4	63	147	779	988
A5	23	53	136	211
A6	28	65	423	516
A7	36	84	366	486
饒河小計	149	349	1,703	2,201
A8	26	60	778	863
A9	47	110	1,098	1,255
A10	53	123	1,417	1,593
信江小計	126	293	3,292	3,711
A11	8	19	538	565
A12	35	81	720	835
A13	65	152	1,016	1,233
撫河小計	108	252	2,274	2,634
A14	35	83	2,750	2,869
A15	20	47	1,296	1,362
A16	24	57	1,458	1,539
A17	33	78	992	1,103
贛江上流小計	113	264	6,496	6,873
A18	38	89	1,766	1,893
A19	13	30	944	987
A20	6	14	431	451
A21	6	14	146	167
A22	21	50	1,015	1,086
贛江中流小計	85	197	4,302	4,584
A23	184	430	2,176	2,790
A24	20	48	1,183	1,251
A25	19	45	373	438
A26	1	2	23	26
贛江下流小計	225	524	3,755	4,505
贛江小計	422	986	14,554	15,962
湖区を除く流域	850	1,982	23,540	26,372
湖区				
修水	3	6	84	92
饒河	27	63	705	795
信江	35	83	732	850
撫河	58	135	1,248	1,441
贛江	326	762	1,173	2,261
北部河川	133	310	2,227	2,670
流域合計	1,432	3,341	29,709	34,482
江西省全体	1,551	3,619	33,477	38,646

るものとした。また、化糞池のない場合は無処理で全量排出されると考えた。農村部については汲み取り方式を想定して、し尿による負荷は排出されず、雑排水による負荷は全量排出されるものと考えた。このようにして設定した生活系の排出負荷原単位を表-2.3.1-6に示す。

表-2.3.1-6 生活系負荷量の原単位
(単位: g/人/日)

項目	都 市 部		農 村 部	下 水 道
	化糞池	無処理		
COD	12.5	15.8	4.8	11.06
T-N	10.75	10.75	0.75	10.75
T-P	1.31	1.31	0.21	1.31

注) 「下水道」は将来の下水道普及地域の値。

以上の人口と原単位により算出した結果、江西省全体の生活系のCOD排出負荷量は237ton/日、T-N排出負荷量は80.7ton/日、T-P排出負荷量は13.8ton/日である。

(6) 畜産系排出負荷量の算定

牛、豚の市・地区別の頭数を表-2.3.1-7に示す。牛は江西省全体で350万頭のうち湖区を除く流域には297万頭が飼育され、豚は江西省全体で2,740万頭のうち2,170万頭が湖区を除く流域で飼育されている。流域別に牛の飼育頭数が多いのは、A23(37万頭)、A18(29万頭)、A14(25万頭)等であり、豚の飼育頭数が多いのは、A23(254万頭)の他、A14、A18、A24で140万頭台である。原単位は、中国での家畜飼料が残飯中心であることから、残飯飼育を想定した値として表-2.3.1-8のように設定した。多頭飼育の場合には飼料も使っているが処理形態等を考えて残飯飼育と同じ値とした。

表-2.3.1-7 牛、豚の市・地区別飼育頭数
(単位: 万頭)

市・地区	牛	豚
南昌市	23.3	215
景德镇市	6.5	66
萍鄉市	4.3	72
九江市	24.0	354
新余市	12.9	78
鷹潭市	6.7	79
贛州地区	61.8	357
宜春地区	65.4	486
上饒地区	37.0	373
吉安地区	71.2	331
撫州地区	37.1	325
合 計	350.1	2,737

表-2.3.1-8 畜産系負荷量の原単位
(単位: g/頭/日)

項目	牛	豚
COD	53	13
T-N	37.8	4
T-P	5.6	2.5

(7) 自然系負荷量の算定

自然系負荷量の原単位は比流量の関数となっている表-2.3.1-9に示す式を用いた。各河川の流域ごとに、満水期・渇水期別に多年平均流量により算出した比流量を用いて原単位を設定した。

表-2.3.1-9 自然系負荷量原単位の計算式

項目	算出式
COD	$L = 0.1486 \times q^{0.8763}$
T-N	$L = 0.0485 \times q^{0.6308}$
T-P	$L = 0.0005 \times q^{1.0683}$

L: 原単位(kg/d/km²)、q: 比流量(l/s/km²)

流域ごとの設定原単位の値の範囲を表-2.3.1-10に示す。流域ごとの設定原単位は、満水期、渇水期とも比流量の比較的大きい饒河及び信江で大きな値を示している。一方、原単位の値が小さいのが、満水期、渇水期とも修水である。これらの原単位を用いて、26の流域ごとに自然系負荷量を算定した。

表-2.3.1-10 自然系負荷量の設定値の範囲
(単位: kg/km²/日)

期	COD	T-N	T-P
満水期	4.38~6.77	0.55~0.76	0.031~0.053
渇水期	1.04~1.60	0.20~0.27	0.005~0.009

(8) 流域ごとの排出負荷量の算定結果

以上の(3)~(7)で求めたそれぞれの排出負荷量を合計して、満水期・渇水期ごとの各流域からの排出負荷量とした。これらを、表-2.3.1-11(1)、(2)に示す。

満水期の湖区を除く流域合計のCOD排出負荷量は、2,020ton/日であり、その内訳は、鉱工業系負荷量708ton/日、生活系負荷量155ton/日、畜産系負荷量439ton/日、自然系負荷量717ton/日である。同じくT-N排出負荷量は、381ton/日であり、その内訳は、鉱工業系負荷量48ton/日、生活系負荷量48ton/日、畜産系負荷量198ton/日、自然系負荷量87ton/日である。また、T-P排出負荷量は、201ton/日であり、その内訳は、鉱工業系負荷量117ton/日、生活系負荷量9ton/日、畜産系負荷量71ton/日、自然系負荷量5ton/日である。

流域別では、贛江流域の占める割合が大きく、COD排出負荷量は1,250ton/日、T-N排出負荷量は222ton/日、T-P排出負荷量は120ton/日と、どの項目も湖区を除く流域全体の約6割を占めている。他の4河川のCOD排出負荷量は、修水167ton/日、饒河185ton/日、信江240ton/日、撫河181ton/日と、湖区を除く流域全体に占める割合はほぼ1割ずつである。贛江以外の4河川の流域からの排出負荷量は、T-N排出負荷量はCOD排出負荷量とほぼ同様な傾向であり、それぞれ、湖区を除く流域全体に占める排出負荷量は約1割ずつである。これに対して、T-P排出負荷量については、撫河流域に鉍工業系負荷量の大きい流域があり、撫河流域全体では44.2ton/日(22.0%)の排出負荷量であった。

表-2.3.1-11(1) 滴水期の流域ごとの排出負荷量のまとめ

流域	項目	COD (t/日)					T-N (t/日)					T-P (t/日)				
		鉍工業系負荷	生活系負荷	畜産系負荷	自然系負荷	小計	鉍工業系負荷	生活系負荷	畜産系負荷	自然系負荷	小計	鉍工業系負荷	生活系負荷	畜産系負荷	自然系負荷	小計
修水	A1	14.09	4.14	19.70	26.06	63.99	1.03	1.13	8.22	3.19	13.57	1.57	0.22	3.31	0.19	5.29
	A2	4.83	3.13	14.38	22.66	45.00	0.50	0.87	5.68	2.78	9.83	0.46	0.17	2.49	0.16	3.28
	A3	21.42	3.15	18.10	15.55	58.22	1.71	0.87	8.12	1.97	12.66	2.57	0.17	2.93	0.11	5.78
						167.22					36.06					14.35
饒河	A4	10.22	6.84	13.24	29.45	59.75	0.67	2.84	5.74	3.43	12.67	0.75	0.44	2.18	0.22	3.59
	A5	0.60	1.77	1.32	3.01	6.70	0.03	0.92	0.55	0.35	1.85	0.05	0.13	0.21	0.02	0.41
	A6	24.16	3.41	11.73	26.37	65.67	0.50	1.32	5.01	2.95	9.78	0.34	0.21	1.95	0.20	2.70
	A7	6.62	3.53	12.09	30.31	52.55	0.29	1.56	5.14	3.39	10.38	0.42	0.23	2.01	0.24	2.90
						184.67					34.68					9.60
信江	A8	18.64	5.00	8.28	18.00	49.92	0.90	1.50	3.54	2.03	7.97	0.27	0.28	1.37	0.14	2.06
	A9	13.86	7.59	18.12	39.61	79.18	4.32	2.51	7.73	4.47	19.03	1.05	0.44	3.02	0.31	4.81
	A10	32.72	9.41	24.05	44.64	110.82	1.19	2.95	10.14	5.04	19.32	0.95	0.53	4.03	0.34	5.86
					239.92					46.32					12.73	
撫河	A11	2.78	2.98	13.65	22.55	41.96	0.10	0.70	5.95	2.69	9.43	0.11	0.15	2.24	0.17	2.66
	A12	2.89	5.17	14.98	24.74	47.77	0.10	1.78	6.53	2.95	11.36	0.10	0.30	2.46	0.18	3.05
	A13	21.63	8.09	23.11	38.43	91.26	3.39	3.09	10.08	4.58	21.15	33.86	0.50	3.80	0.28	38.44
					180.99					41.93					44.15	
贛江上流	A14	39.45	14.95	32.56	74.83	161.79	2.29	3.33	15.44	9.29	30.35	3.23	0.73	5.10	0.54	9.60
	A15	31.30	7.21	15.97	36.31	90.79	1.43	1.69	7.55	4.51	15.17	1.59	0.36	2.49	0.26	4.70
	A16	14.55	8.20	15.29	34.46	72.50	0.87	1.97	7.23	4.28	14.34	1.48	0.41	2.39	0.25	4.53
	A17	69.02	6.40	10.44	23.22	109.09	2.33	1.93	4.98	2.88	12.12	1.15	0.35	1.62	0.17	3.29
						125.74	1.08	2.69	16.66	6.42	26.84	1.41	0.54	5.18	0.37	7.49
贛江中流	A18	30.09	10.35	33.90	51.40	125.74	1.08	2.69	16.66	6.42	26.84	1.41	0.54	5.18	0.37	7.49
	A19	14.41	5.17	16.11	24.15	59.84	0.48	1.17	7.99	3.01	12.66	0.60	0.25	2.44	0.17	3.47
	A20	8.40	2.37	9.43	14.11	34.31	0.29	0.54	4.66	1.76	7.25	0.36	0.12	1.42	0.10	2.00
	A21	1.80	1.00	2.03	3.04	7.88	0.06	0.33	0.99	0.38	1.76	0.08	0.06	0.30	0.02	0.46
	A22	114.23	5.93	20.25	29.86	170.27	1.94	1.53	9.76	3.73	16.96	0.81	0.31	3.13	0.21	4.46
贛江下流	A23	154.60	19.54	52.44	50.60	277.18	12.24	8.24	24.00	6.31	50.78	44.86	1.26	8.39	0.36	54.87
	A24	37.64	6.69	29.57	26.53	100.42	2.98	1.62	13.34	3.31	21.25	4.50	0.34	4.77	0.19	9.79
	A25	17.78	2.74	7.33	6.46	34.31	7.59	0.97	3.24	0.80	12.61	13.90	0.16	1.19	0.05	15.30
	A26	0.31	0.15	0.53	0.46	1.45	0.03	0.05	0.22	0.06	0.35	0.04	0.01	0.08	0.00	0.14
					1,245.58					222.46					120.10	
湖区を除く流域合計		708.05	154.93	438.60	716.79	2,018.37	48.32	48.10	198.49	86.54	381.45	116.52	8.65	70.50	5.26	200.92
湖区	修水	8.00	0.53	1.57	3.00	13.10	0.14	0.16	0.63	0.35	1.28	0.08	0.03	0.27	0.02	0.40
	饒河	3.51	4.72	4.60	16.19	29.02	0.37	1.50	2.38	1.88	6.13	0.72	0.68	0.12	1.79	
	信江	3.37	5.26	4.81	14.99	28.43	0.36	1.82	2.41	1.74	6.33	0.70	0.31	0.73	0.11	1.85
	撫河	9.48	8.85	17.89	21.59	57.81	1.01	3.01	7.76	2.50	14.28	1.96	0.52	2.96	0.16	5.60
	贛江	86.20	21.75	14.96	16.79	139.70	19.92	12.58	6.47	1.95	40.92	5.83	1.67	2.48	0.13	10.11
北部河川	14.76	17.25	22.24	47.97	102.22	1.01	6.44	9.62	5.56	22.63	1.79	1.05	3.69	0.36	6.89	
					370.28					91.57					26.64	
流域合計		833.37	213.29	504.67	837.32	2,388.65	71.13	73.61	227.76	100.52	473.02	127.60	12.50	81.31	6.16	227.56

一方、渇水期の湖区を除く流域合計のCOD排出負荷量は、1,470ton/日であり、その内訳は、鉱工業系負荷量708ton/日、生活系負荷量155ton/日、畜産系負荷量439ton/日、自然系負荷量171ton/日である。同じくT-N排出負荷量は、326ton/日であり、その内訳は、鉱工業系負荷量48ton/日、生活系負荷量48ton/日、畜産系負荷量198ton/日、自然系負荷量31ton/日である。また、T-P排出負荷量は、197ton/日であり、その内訳は、鉱工業系負荷量117ton/日、生活系負荷量9ton/日、畜産系負荷量71ton/日、自然系負荷量1ton/日である。

表-2.3.1-11(2) 渇水期の流域ごとの排出負荷量のまとめ

流域	項目	COD (t/日)					T-N (t/日)					T-P (t/日)				
		鉱工業系負荷	生活系負荷	畜産系負荷	自然系負荷	小計	鉱工業系負荷	生活系負荷	畜産系負荷	自然系負荷	小計	鉱工業系負荷	生活系負荷	畜産系負荷	自然系負荷	小計
修水	A1	14.09	4.14	19.70	5.51	43.44	1.03	1.13	8.22	1.04	11.42	1.57	0.22	3.31	0.03	5.13
	A2	4.83	3.13	14.38	4.79	27.13	0.50	0.87	5.68	0.91	7.96	0.46	0.17	2.49	0.02	3.14
	A3	21.42	3.15	18.10	3.69	46.36	1.71	0.87	8.12	0.70	11.40	2.57	0.17	2.93	0.02	5.69
										30.77					13.96	
饒河	A4	10.22	6.84	13.24	5.49	35.79	0.67	2.84	5.74	1.02	10.27	0.75	0.44	2.18	0.03	3.40
	A5	0.60	1.77	1.32	0.56	4.25	0.03	0.92	0.55	0.10	1.60	0.05	0.13	0.21	0.00	0.39
	A6	24.16	3.41	11.73	5.51	44.81	0.50	1.32	5.01	0.96	7.78	0.34	0.21	1.95	0.03	2.53
	A7	6.62	3.53	12.09	6.34	28.58	0.29	1.56	5.14	1.10	8.09	0.42	0.23	2.01	0.03	2.70
					113.43					27.74					9.01	
信江	A8	18.64	5.00	8.28	4.37	36.29	0.90	1.50	3.54	0.73	6.67	0.27	0.28	1.37	0.02	1.94
	A9	13.86	7.59	18.12	9.62	49.19	4.32	2.51	7.73	1.61	16.17	1.05	0.44	3.02	0.05	4.56
	A10	32.72	9.41	24.05	10.84	77.02	1.19	2.95	10.14	1.82	16.11	0.95	0.53	4.03	0.06	5.57
					162.50					38.95					12.08	
撫河	A11	2.78	2.98	13.65	5.53	24.94	0.10	0.70	5.95	0.98	7.72	0.11	0.15	2.24	0.03	2.52
	A12	2.89	5.17	14.98	6.06	29.10	0.10	1.78	6.53	1.07	9.48	0.10	0.30	2.46	0.03	2.90
	A13	21.63	8.09	23.11	9.42	62.25	3.39	3.09	10.08	1.66	18.23	33.86	0.50	3.80	0.05	38.21
					116.29					35.43					43.63	
贛江上流	A14	39.45	14.95	32.56	18.79	105.76	2.29	3.33	15.44	3.44	24.50	3.23	0.73	5.10	0.10	9.16
	A15	31.30	7.21	15.97	9.12	63.60	1.43	1.69	7.55	1.67	12.33	1.59	0.36	2.49	0.05	4.49
	A16	14.55	8.20	15.29	8.65	46.70	0.87	1.97	7.23	1.58	11.65	1.48	0.41	2.39	0.05	4.33
	A17	69.02	6.40	10.44	5.83	91.70	2.33	1.93	4.98	1.07	10.31	1.15	0.35	1.62	0.03	3.16
贛江中流	A18	30.09	10.35	33.90	12.50	86.84	1.08	2.69	16.66	2.32	22.75	1.41	0.54	5.18	0.07	7.19
	A19	14.41	5.17	16.11	5.87	41.56	0.48	1.17	7.99	1.09	10.73	0.60	0.25	2.44	0.03	3.33
	A20	8.40	2.37	9.43	3.43	23.63	0.29	0.54	4.66	0.64	6.12	0.36	0.12	1.42	0.02	1.92
	A21	1.80	1.00	2.03	0.74	5.58	0.06	0.33	0.99	0.14	1.52	0.08	0.06	0.30	0.00	0.44
	A22	114.23	5.93	20.25	7.26	147.68	1.94	1.53	9.76	1.35	14.58	0.81	0.31	3.13	0.04	4.28
贛江下流	A23	154.60	19.54	52.44	12.66	239.24	12.24	8.24	24.00	2.33	46.80	44.86	1.26	8.39	0.07	54.58
	A24	37.64	6.69	29.57	6.64	80.54	2.98	1.62	13.34	1.22	19.16	4.50	0.34	4.77	0.04	9.64
	A25	17.78	2.74	7.33	1.62	29.46	7.59	0.97	3.24	0.30	12.10	13.90	0.16	1.19	0.01	15.26
	A26	0.31	0.15	0.53	0.12	1.11	0.03	0.05	0.22	0.02	0.32	0.04	0.01	0.08	0.00	0.13
					963.38					192.87					117.90	
湖区を除く流域合計	708.05	154.93	438.60	170.95	1,472.53	48.32	48.10	198.49	30.85	325.76	116.52	8.65	70.50	0.92	196.58	
湖区	修水	8.00	0.53	1.57	0.61	10.70	0.14	0.16	0.63	0.11	1.04	0.08	0.03	0.27	0.00	0.38
	饒河	3.51	4.72	4.60	3.28	16.10	0.37	1.50	2.38	0.59	4.85	0.72	0.27	0.68	0.02	1.68
	信江	3.37	5.26	4.81	3.04	16.48	0.36	1.82	2.41	0.55	5.13	0.70	0.31	0.73	0.02	1.75
	撫河	9.48	8.85	17.89	4.37	40.59	1.01	3.01	7.76	0.79	12.57	1.96	0.52	2.96	0.02	5.46
	贛江	86.20	21.75	14.96	3.40	126.31	19.92	12.58	6.47	0.62	39.57	5.83	1.67	2.48	0.02	10.00
北部河川	14.76	17.25	22.24	9.72	63.97	1.01	6.44	9.62	1.76	18.82	1.79	1.05	3.69	0.05	6.58	
					274.15					81.98					25.85	
流域合計	833.35	213.29	504.67	195.37	1,746.68	71.13	73.59	227.75	35.28	407.74	127.60	12.50	81.30	1.04	222.43	

5大河川の流域ごとに、湖区を除く流域全体の排出負荷量に占める割合をみると、渇水期と同様の傾向を示しており、COD、T-N、T-Pの3項目とも贛江流域の占める割合が約6割である。その他の流域については撫河流域のT-P排出負荷量が約2割である他は、各流域、各項目で約1割である。

(9) 河川流下負荷量の算定

5大河川による湖区へ流入するCOD負荷量の算出のための流量は、水文・気象調査でまとめられている各月の流量を用いた。また、河川でのCOD濃度については、既存データから推定した1991年の各月COD濃度とした。満水期の負荷量は、5～7月の負荷量の平均値とし、渇水期の負荷量は、1、2、12月の平均値とした。

窒素、りん負荷量については、COD負荷量及び現地調査地点でのT-N/COD、T-P/CODの値を用いて算出した。以上のように算定したCOD、窒素、りんの負荷量を表-2.3.1-12に示す。5大河川からの最下流の基準点への流入負荷量の合計は、満水期には、COD2,070ton/日、T-N432ton/日、T-P24.8ton/日であり、渇水期には、COD497ton/日、T-N190ton/日、T-P17.8ton/日である。

表-2.3.1-12 地点別、満水期・渇水期別の負荷量

流域	地点	名称	COD負荷(t/日)		T-N負荷(t/日)		T-P負荷(t/日)	
			満水期	渇水期	満水期	渇水期	満水期	渇水期
修水	2	虻津	113.3	22.1	25.1	7.7	1.75	0.23
	3	万家埠	68.8	17.0	15.2	5.9	1.06	0.17
饒河	4	渡峰坑	67.3	27.8	13.7	21.6	0.60	0.46
	5	古県渡	74.8	13.9	15.2	8.7	0.67	0.21
	7	石鎮街	230.1	38.2	46.7	23.8	2.05	0.57
信江	9	弋陽	200.9	29.0	46.9	9.6	3.77	0.19
	10	梅港	371.0	107.9	86.5	43.2	6.96	13.30
撫河	11	南城	96.4	22.4	13.9	8.8	0.78	0.34
	12	廖家湾	136.3	30.7	19.6	11.6	1.10	0.52
	13	李家渡	221.0	49.2	31.8	20.9	1.79	0.70
贛江上流	14	狭山	302.6	50.2	64.5	12.0	3.21	0.88
	15	居龍灘	119.7	22.7	25.5	7.6	1.27	0.31
	16	霸上	93.4	22.8	19.9	4.1	0.99	0.20
	17	万安(棉津)	657.0	103.3	140.1	21.8	6.97	1.46
贛江中流	24	吉安	540.2	117.8	115.2	37.8	5.73	1.79
	25	峡江	717.7	144.4	153.0	44.3	7.61	1.91
贛江下流	27	賣村(高安)	84.3	31.6	18.0	9.3	0.89	0.25
	30	外州	992.6	248.2	211.6	80.0	10.53	2.56
合計(t/日)			2,071.6	496.6	432.1	190.1	24.81	17.75

(10) 現地調査時の河川流下負荷量

現地調査による河川流下負荷量を、以下のように算出した。河川水質は河川水質調査結果を用いた。また、河川流量は、満水期については水文局から入手した調査当日の河川流量データを、渇水期については「江西省水資源公報」による多年平均の河川流量データを用いた。このようにして算出した河川流下負荷量を表-2.3.1-13に示す。

COD負荷量についてみると、満水期平均で2,820ton/日、渇水期平均で367ton/日であり、前節で求めた負荷量の設定値の、それぞれ、136%、74%の値となっている。河川ごとの最下流の基準点での設定負荷量に対する割合は、満水期では57～283%、渇水期では46～94%の値となっている。

窒素、りん負荷量は、それぞれ、満水期で602ton/日、35.6ton/日、渇水期で143ton/日、15.6ton/日であり、設定負荷量の、それぞれ、139、143%、及び、75、88%の値となっている。河川ごとの最下流の基準点における設定負荷量に対する割合は、窒素については、満水期で67~273%、渇水期では51~83%であり、りんについては、満水期で42~316%、渇水期では26~95%の値であった。

表-2.3.1-13 現地調査時の河川流下負荷量の算定結果

流域	地点	名称	COD (t/日)				T-N (t/日)				T-P (t/日)				流量(m ³ /s)			
			満水期1	満水期2	満水期平均	渇水期	満水期1	満水期2	満水期平均	渇水期	満水期1	満水期2	満水期平均	渇水期	満水期1	満水期2	満水期平均	渇水期
修水	2	虬津	118.3	10.6	64.5	10.2	35.34	1.09	18.22	3.94	0.54	0.25	0.40	0.06	472	19	246	91
	3	万家埠	20.6	105.6	63.1	9.9	7.36	13.13	10.25	3.08	0.35	1.75	1.05	0.14	71	190	131	41
饒河	4	澄綠坑				22.0				17.04				0.36				49
	5	古泉渡	364.9	59.1	212.0	13.1	71.38	11.68	41.53	6.20	3.44	0.80	2.12	0.20	918	169	544	54
信江	7	石鎮街	432.3	87.9	260.1	20.8	105.08	15.48	60.28	12.88	3.30	0.44	1.87	0.27	1,390	256	823	110
	9	弋陽				21.5				7.12				0.14				96
撫河	10	梅港	246.2	1,427.0	836.6	52.5	83.16	183.75	133.46	24.63	4.99	24.63	14.81	12.60	770	1,810	1,290	234
	11	南城				7.4				2.91				0.11				54
贛江上流	12	多家湾				18.4				6.98				0.31				112
	13	李家渡	254.0	99.9	177.0	30.0	53.57	7.65	30.61	14.98	2.42	0.66	1.54	0.33	600	236	418	193
贛江中流	14	狭山				65.0				15.55				1.15				164
	15	居龍灘				27.7				9.26				0.38				78
	16	翹上				43.0				7.65				0.38				84
贛江下流	24	吉安		1,349.7		140.7				45.14				2.14				562
	25	峽江		1,161.2		167.8				51.44				2.22				627
贛江下流	27	高安(寶村)				16.4				4.85				0.13				73
	30	外州	1,306.6	1,112.7	1,209.7	221.3	453.00	162.71	307.85	66.38	17.57	9.97	13.77	1.85	4,280	2,430	3,355	840
合計			2,742.8	2,902.9	2,822.9	366.7	808.89	395.50	602.19	142.93	32.60	38.51	35.56	15.62	8,501	5,110	6,806	1,557

注) 満水期1は満水期の1回目の調査による負荷量を、満水期2は満水期の2回目の調査による負荷量を示す。
 満水期の負荷量は現地調査による河川水質と調査当日の流量データ(水文局から入手)から算出した。
 渇水期の負荷量は現地調査による河川水質と多年平均流量(江西省水資源公報、1986年)から算出した。
 贛州の流量は、翹上、居龍灘、狭山の流量の合計に等しいとした。
 外州の河川水分析結果は、上段が右水路、下段が左水路の分析結果であり、負荷量の計算にはこれらの平均値を用いた。

(11) 鄱陽湖への流入負荷量の算定

河川から鄱陽湖へ流入する汚濁負荷量の算定方法は、河川流量は水文・気象調査でまとめられている既存資料の各月の流量を用い、河川水質は主要河川の河口域における水質現地調査結果を用いた。流入負荷量の算定結果は、表-2.3.1-14、15に示すとおりである。

表-2.3.1-14 鄱陽湖への流入負荷量
(流入地点毎：満水期)
(単位：ton/日)

河川	COD	T-N	T-P
修水	159.8	42.2	1.02
饒河	247.0	137.4	3.24
信江	105.5	69.9	2.44
撫河	208.1	96.7	4.37
贛江	927.4	577.9	20.66
北部河川	89.6	38.4	0.91
合計	1737.4	962.5	32.64

表-2.3.1-15 鄱陽湖への流入負荷量
(流入地点毎：渇水期)
(単位：ton/日)

河川	COD	T-N	T-P
修水	14.5	6.5	0.27
饒河	72.7	30.0	1.17
信江	44.5	22.6	1.61
撫河	52.1	26.5	1.88
贛江	172.9	94.7	2.40
北部河川	19.1	8.0	0.31
合計	375.8	188.3	7.65

(12) 将来の排出負荷量、湖への流入負荷量の算定

現況と同様な対策を継続した場合の、将来(2000年)の排出負荷量を、最下流の基準点の上流部及び下流部(湖区)について、それぞれ、以下の方法で算定した。

- 1) 鉱工業系負荷量のうち主要工場による排出負荷量は、将来も現況と同様とした。
- 2) 鉱工業系負荷量のうち、その他の工場については、排出負荷量が社会経済調査における市・地区別の鉱工業生産額の伸び率と同様の伸び率で増加するものとして算定した。
- 3) 郷鎮工業企業については、「郷鎮工業汚染源調査 技術報告書」にある排水量の将来予測方法に準じて、将来の排出負荷量を算定した。同報告書では、排水量の予測を次のように行っている。

$$Q_{排} = A \cdot I_{89} \cdot (1 + X)^n$$

Q_排: 予測年次排水量
 A: 予測年次工業総産値(億元)
 I₈₉: 1989年の万元当りの平均排水量原単位(億t/億元)
 X: 万元当りの排水量原単位の年低減率(=-0.05)
 n: 89年から予測年次までの年数

これによると、1991年から2000年には、郷鎮工業企業による排水量は、1.98倍になると予測される。排出負荷量についても同様の伸びを示すものとした。

- 4) 生活系負荷量については、原単位は現況と同様とし、人口は社会経済調査による各市・地区ごとの伸び率を用いて算出した。
- 5) 畜産による発生負荷量については、原単位は現況と同様とし、牛、豚の頭数については、社会経済調査を基にした将来の伸び率により算定した。
- 6) 自然系負荷量については、現況、将来で自然系の負荷量の流出の様子は大きく変わることはないと考え、現況同様とした。

このようにして算出した湖への流入負荷量を表2.3.1-16(1)、(2)のようになる。COD、T-N、T-Pの流入負荷量は、それぞれ、満水期で2,069、1,116、39ton/日、濁水期で463、221、10ton/日となる。

表-2.3.1-16(1) 湖への流入負荷量

(単純将来: 満水期)
(単位: ton/日)

河川	COD	T-N	T-P
修水	200.5	50.7	1.36
饒河	281.8	156.0	4.21
信江	120.4	78.6	3.09
撫河	235.7	111.5	5.64
贛江	1128.8	674.8	24.00
北部河川	101.5	44.3	1.21
合計	2068.6	1116.0	39.50

表-2.3.1-16(2) 湖への流入負荷量

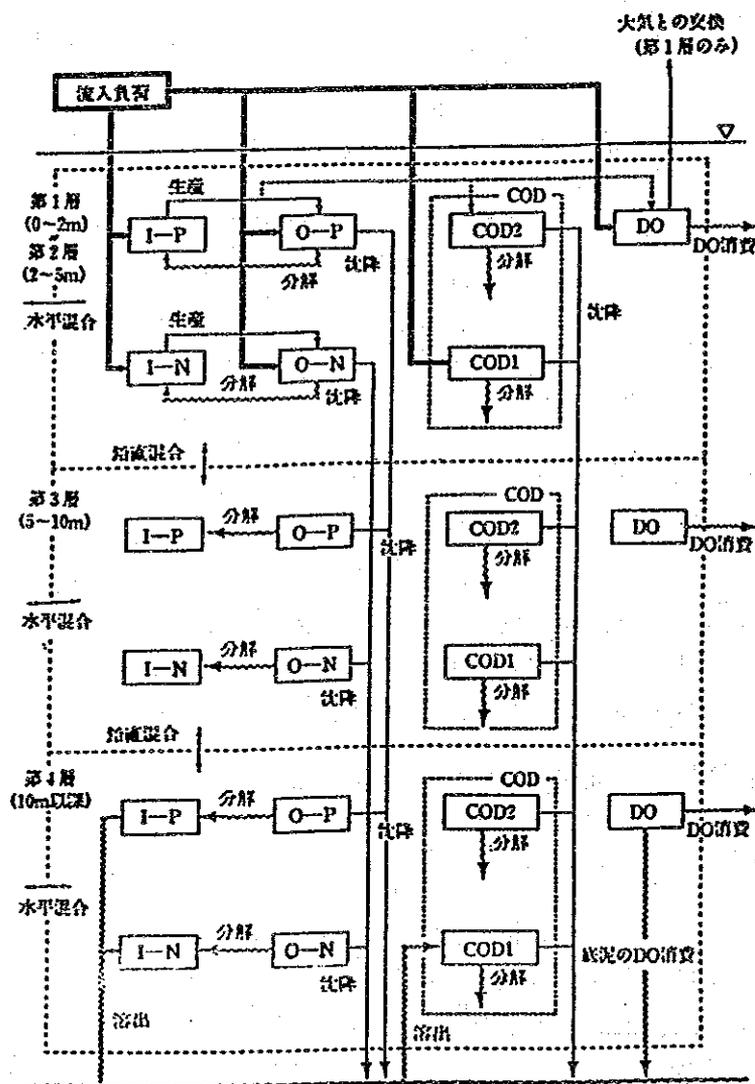
(単純将来: 濁水期)
(単位: ton/日)

河川	COD	T-N	T-P
修水	18.7	8.1	0.35
饒河	90.2	35.1	1.54
信江	54.3	26.2	2.06
撫河	63.8	31.3	2.53
贛江	213.0	110.9	2.84
北部河川	23.1	9.5	0.42
合計	463.0	221.0	9.74

2. 3. 2 湖内汚濁発生機構

(1) 湖内の水質汚濁機構調査

本調査において適用する水質予測モデルは、いわゆる富栄養化モデルである。当該モデルについては第3章でのべるが、図-2.3.2-1にその概要を示す。この図にみられるとおり、当該モデルで取り扱う水質汚濁関連の現象は、植物プランクトンの生産、上層から下層への懸濁物質の沈降、 バクテリアによる有機物の分解及び底泥からの無機栄養塩の溶出の4大過程である。



注) COD1: 一次汚濁 (内部生産に関与しないCOD)
 COD2: 二次汚濁 (内部生産によるCOD)

図-2.3.2-1 富栄養化モデルの構造

この4大過程の特性を把握し、水質予測シミュレーションのための諸係数を求めることを目的として、次に示す試験及び調査を行った。

- 植物プランクトンの生産試験 (AGP試験)
- 沈降量調査
- 有機物分解実験
- 底泥からの無機塩類溶出試験

以上の試験及び実験の概要を以下に述べる。

(a) 植物プランクトンの生産試験—AGP (Algal Growth Potential) 試験

- 1) 目的：現場における植物プランクトンの潜在的な増殖能力、すなわち生産速度を求めることを目的とした。
- 2) 実験方法：現場において上層から湖水を採水したのち、これを1 μ のミリポアフィルターでろ過し、加熱滅菌(120°C、30分)して実験試水とした。この試水に藍藻の一種、いわゆるアオコ (Microcystis aeruginosa KUTZING) を接種し、照度、栄養塩濃度の異なる条件下で静置培養を行った。分析項目はT-P、PO₄-P、細胞数とした。採水は夏季・満水期において3測点、冬期・渇水期において4測点で行った。
- 3) 試験結果：次の図に、植物プランクトンの生産試験結果の1例を示す。

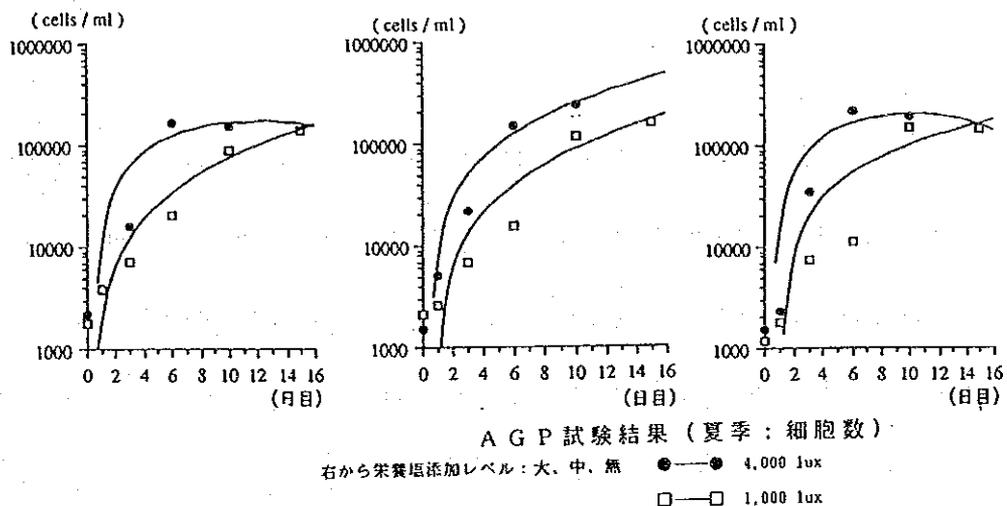


図-2.3.2-2 植物プランクトンの生産試験結果の1例

(b) 沈降量調査

- 1) 目的：水中から湖底へと運ばれる懸濁粒状物質の輸送過程を把握することを目的として沈降量調査を行った。鄱陽湖においては土壌粒子による濁りが著しく、濁質がPO₄-P等を吸着して湖底へと沈降させる効果を知ることは重要である。
- 2) 調査方法：夏季・満水期調査においては3測点、冬季・渇水期調査においては7測点において、次の図に示す沈降物サンプラーを設置し、沈降物量を調査した。

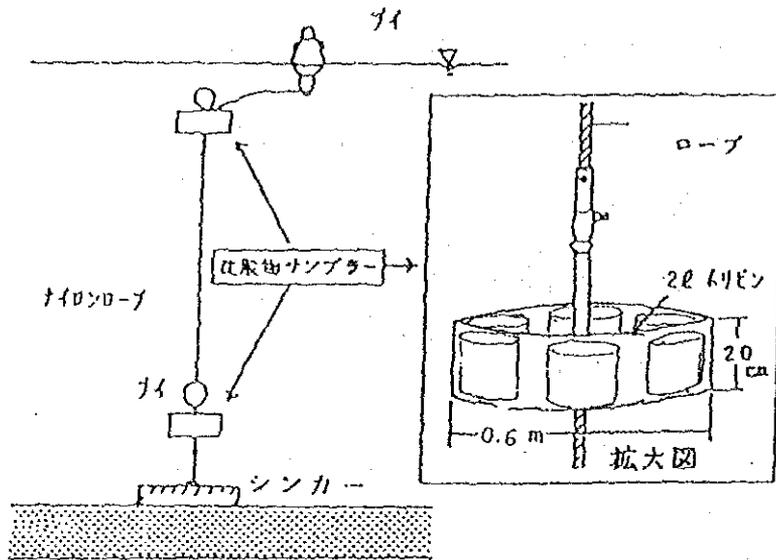


図-2.3.2-3 沈降物サンプラーの設置状況

- 3) 調査結果：本調査を通じSS、COD、T-N、T-Pの沈降速度を求めた。SSの沈降速度は13m/日から37m/日、CODについては0.7m/日から6.1m/日、T-Nについては0.2m/日から2.2m/日、T-Pについては0.5m/日から7.0m/日であった。

(C) 有機物分解実験

- 1) 目的：バクテリアによる水中有機物の無機化過程、すなわち分解速度定数を把握することを目的として分解実験を行った。
- 2) 実験方法：AGP試験の試水採取地点と同一の測点の上層水を、それぞれ7本の暗瓶に採水し、測定日ごとに1本ずつ分析を行った。分析項目はDO、COD、T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、PO₄-Pとした。
- 3) 実験結果：有機物分解実験結果の1例を次の図に示す。

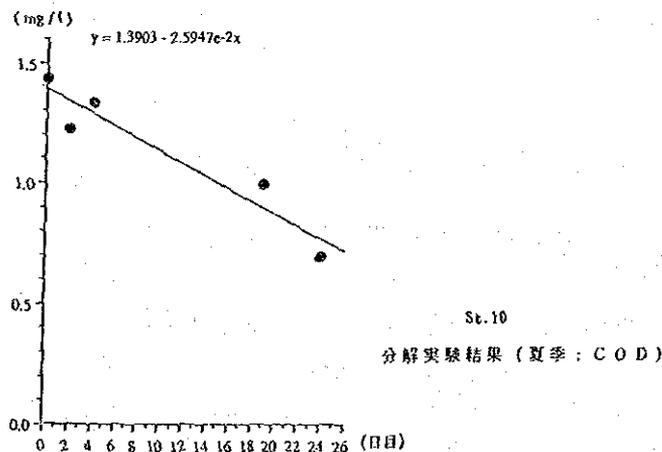


図-2.3.2-4 有機物分解実験結果の1例

(D) 底泥からの無機塩類溶出試験

- 1) 目的：本実験は、底質から水中に溶出する栄養塩の量を把握することを目的として実施した。
- 2) 実験方法：夏季・満水期と冬期・渇水期にわけ、12測点で15試料の採泥及び底層採水を行い、その底泥と試水を実験室で下図に示すアクリル製円筒内に設置した。風により底質が舞い上がり、これから栄養塩が溶出するプロセスも考えられるため、冬期・渇水期に4測点から4試料の高濃度の土粒子を含む現場水を採水し、SS（懸濁粒子）についての溶出試験を行った。試験は嫌気的条件及び好気的条件の2条件について行った。分析項目はDO, COD, T-N, NH₄-N, NO₂-N, NO₃-N, T-P, PO₄-Pとした。

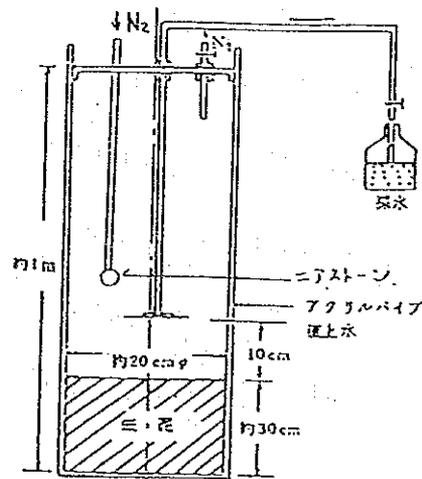


図-2.3.2-5 溶出試験装置

- 3) 試験結果：次の図に溶出試験結果の1例を示す。

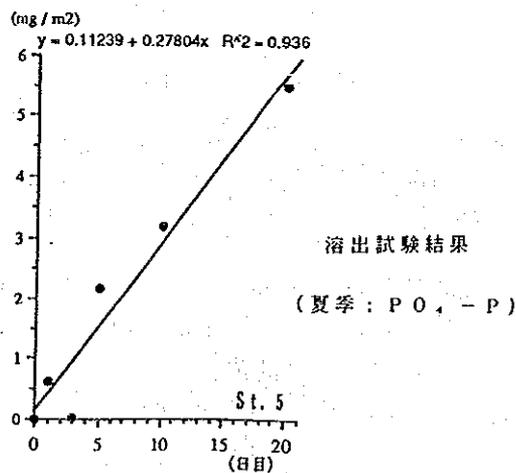


図-2.3.2-6 溶出試験結果の1例

(2) 鄱陽湖の汚濁発生機構

鄱陽湖内の水質汚濁のメカニズムは、次のようにまとめられる。

(a) 夏季・満水期

鄱陽湖における基礎生産は、O-Pの生産速度定数で0.1~0.6/dayと、一般的な湖沼の値と比べて低い。これは、AGP試験結果からみると、栄養塩レベル(P₀₄-P濃度)が低いことよりも照度が影響していると考えられる。すなわち、湖内では、高い濁り濃度のため透過光量が著しく少なくなり光合成が阻害されているものと考えられる。

分解速度定数は、O-Pで0.01~0.1/dayと、他の湖沼(表-2.3.2-1)と同様なレベルと考えられる。

沈降速度も、他の湖沼(表-2.3.2-2)とさほど異なる。ただし、浅い湖であるため、風が強くなると底泥の舞上がりが発生するといわれる点は注意を要する。

溶出速度は、P₀₄-Pについてみると0.07~0.4mg/m²/dayと他の湖沼(表-2.3.2-3)と比べて極めて小さい。

これらのことから、夏季の鄱陽湖においては、湖内の生産が小さく、分解と沈降による有機物の除去が進行する一方で、底泥からの無機栄養塩の溶出が小さいことがわかる。湖水の滞留時間が短いことを考えると、鄱陽湖においては湖内の富栄養価プロセスによる水質汚濁よりも流入水質の良否が湖内水質に大きく影響するものと思われる。

(b) 冬季・渇水期

生産速度の温度依存性は明らかにみられ、照度依存性も確認されたが、初期リン濃度への依存性はきわめて小さかった。このことは、鄱陽湖においては、とくに高水温期において濁りが低下し、透明度が上がれば、基礎生産速度が格段に大きくなることを示している。

冬季の分解速度は0.005~0.04/dayと、おおむね他の富栄養湖と同じレベルにあるとみてよい(表-2.3.2-1参照)。

沈降速度は採集時に底泥の誤入があったと考えられる試料を除いても夏季に比べて高い値となっている。これは夏季よりも速く、また鉛直的にも攪拌されながら流下する冬季の流況を反映し、懸濁物がより高濃度に分布すること、及び粒径の大きなものまで舞い上がり、捕集されたものと考えられる。

溶出実験は、冬季・渇水期には好気条件下で行われ、また、底泥からの溶出のほか、懸濁粒子からの溶出も測定の対象とした。懸濁粒子からのP₀₄-Pの溶出は、4ケースの実験からは確認されなかった。また、底泥からの溶出は低温ケースでは0.03~0.06mg/m²/day、高温ケースでは0.04~0.20mg/m²/dayであり、他の富栄養湖の事例(表-2.3.2-3)と比べて小さい。

このことから、冬季の鄱陽湖においては、分解と沈降による有機物の除去が進行する一方

で、底泥からの栄養塩の溶出は小さく、基礎生産も小さいことが明らかである。このことと湖水の滞留時間が著しく短く、流速が速いことを考え併せると、湖水の富栄養化プロセスが、主として流入水質の変動に大きく依存することは、夏季以上であると考えられる。

(c) 冬季・渇水期に孤立する湖沼（中湖池及び朱市湖）

孤立湖のO-P生産速度定数は、低水温において0.05~0.10/day、高温水において0.06~0.27/dayと他の富栄養湖と比べて小さい値にとどまっている。O-Pの分解は、温度条件に関わらずほとんどみられなかった。COD及びO-Nの分解速度も他の富栄養湖と比べれば小さい。PO₄-Pの好氣的溶出は低水温において0.03~0.12mg/m²/day、高温水において0.23~0.34mg/m²/dayと小さい値であった。

すなわち、孤立湖においても鄱陽湖と同様に植物プランクトンの生産が少なく、有機物の分解及び無機栄養塩の溶出も小さい。調査対象湖沼は呉城付近の自然保護区内に位置し、貝類を豊富に産し、これらは渡り鳥の餌料となっている。現況では、これらの湖沼の湖底には植物の葉などのデトリタスが多量にみられる。これらの事実を総合して考えると、当該湖沼では、デトリタスが貝類の餌となり、貝類は鳥類に捕食されるという、植物プランクトンによる基礎生産にあまり依存しない生物生産サイクルが物質循環において相当の役割を占めている可能性がある。

(d) 総括

富栄養化のプロセスからみて、鄱陽湖の水質を支配するのは河川からの流入水質そのものであることが明らかとなった。とくに、河川から流入する土粒子の作用は、直接的には光の透過を遮るものとして現状では富栄養化を阻害する働きをしているものと考えられる。また、水中のN類はきわめて高い濃度レベルにあるものの、水中土粒子のリンを除去する機能が、水中PO₄-P濃度を低下させていると考えられ、これも間接的な阻害要因となっているものと考えられた。さらに、現状ではDOが豊富であるため、底質の性状も大部分の水域で好気性で無機栄養塩の溶出も非常に小さく、湖内における物質循環のプロセスが富栄養化を進行させているとはいえない。また、流れが速く、水の湖内滞留日数が小さいことを考えると、今後ともSSの濃度が著しく減少しない限り、内部生産による富栄養化の著しい進行は生じないと考えられる。

表一2.3.2-1 デトリタスおよび溶解性有機物等の分解速度

湖沼名	項目	分解速度 (1/日)	参考文献
琵琶湖	O-N	$0.035 \exp\{0.0693(T-20)\}$	1
	O-P	$1.0 \exp\{0.0693(T-20)\}$	
	O-C	$0.03 \exp\{0.0693(T-20)\}$	
諏訪湖	デトリタス	0.002T	2
	DOP	0.002T	
	DON	0.005T	
諏訪湖	DOP	0.02T	15
	DON	0.015T	
Glums ϕ Lake (デンマーク)	デトリタス	$0.1 \cdot 1.02^{T-20}$	14
デンマークの湖沼	デトリタス懸リソ	0.01 (20°C)	13
	デトリタス懸窒素	0.1 (20°C)	
ワシントン湖	デトリタス	0.001	16
White Lake (アメリカ)	O-P	$0.1 \sim 0.8 \times 10^{-3}$	17
相模湖	有機懸リソ全体	夏季 有光層 0.036 \sim 0.062	18
		無光層 0.006 \sim 0.042	
	冬季 有光層 0.009 \sim 0.038		
	無光層 0.025 \sim 0.047		
有機懸窒素全体	夏季 有光層 0.036 \sim 0.040		
	無光層 0.014 \sim 0.082		
	冬季 有光層 0.009 \sim 0.014		
無光層 0.0 \sim 0.014			
河口湖	有機懸リソ全体	夏季 有光層 0.062 \sim 0.089 無光層 0.015 \sim 0.037	19

表一2.3.2-2 沈降速度

湖沼名	指標項目	沈降速度 (m/日)	参考文献
琵琶湖	植物プランクトン	0.12	1
諏ヶ浦	植物プランクトン	0.05	3
	植物プランクトン	0.2	
Washington湖	デトリタス	0.2	10
	大型藻類	0.2	
	小型藻類	0.05	
Washington湖	植物プランクトン	0 \sim 0.5	20
San Francisco湾	植物プランクトン	0.5	10
Langby Lake Glums ϕ Lake	デトリタス	0.0019 \sim 0.002	12
デンマークの12の湖沼	デトリタス懸窒素	0.01 \sim 0.6	13
	デトリタス懸リソ	0.01 \sim 0.3	
相模湖	有機懸リソ全体	夏季 有光層 0.22 \sim 0.33	18
		無光層 1.33 \sim 3.08	
	冬季 有光層 0.32 \sim 0.46		
	無光層 0.57 \sim 0.74		
有機懸窒素全体	夏季 有光層 0.11 \sim 0.12		
	無光層 0.18 \sim 0.68		
	冬季 有光層 0.07 \sim 0.09		
無光層 0.08 \sim 0.13			
河口湖	有機懸リソ全体	夏季 有光層 0.111 \sim 0.459 無光層 0.211 \sim 0.959	19

表-2.3.2-3 底泥からの栄養塩の溶出速度

底泥	条件 (温度:℃)	溶出速度 (mg/m ² /日)			参考文献
		T-P(PO ₄ -P)	無機性N	その他	
Muddy River	好気性 (24~30)	(平均9.4)	NH ₃ -N;360	--	21
	嫌気性 (24~30)	(31~96)	NH ₃ -N;360	--	
Lake Warner	好気性 (24~30)	(平均1.2)	NH ₃ -N;120	--	21
	嫌気性 (24~30)	(19~26)	NH ₃ -N;120	--	
Simulated Sludge	好気性 嫌気性	(平均3) (最大154)	-- --	-- --	21
Muddy River	好気性 嫌気性	(平均3) (最大91)	-- --	-- --	21
Lake Baldeggerse (in situ)	嫌気性	(平均9~10)	--	--	21
Doboy Sound	評価値	(0.031)	--	--	21
Shagawa Lake	評価値 シミュレート計算	4.3 4.3	-- 8.6	-- --	6
琵琶湖南湖	好気性 (20) 嫌気性 (20)	1.4~3.7 (0.4~1.4) 16~41 (10~25)	NH ₃ -N;2~4 NO ₃ -N;2~15 NH ₃ -N;45~65 NO ₃ -N;15~45	ケルダールN; 40~70 ケルダールN; 106~145	22
琵琶湖北湖	嫌気性	(11.5)	--	--	23
諏訪湖	好気性 (17.1~22.2) 嫌気性 (17.1~22.2)	0~6.3 2.3~36.6	104~238 19~199	-- --	2
霞ヶ浦	DO≥2 (20) DO<2g /m ³ (24)	-- --	5 30	-- --	24
相模湖	夏季 冬季	0~0.54 0~0.75	0.0~1.0 0~1.84	-- --	18
池田湖	--	0.1~2.1	6.0~23.1	--	25
手賀沼	上流 下流	97 11	-- --	ケルダールN;292 ケルダールN;72	24
千鳥ヶ淵		8	55~90	--	24