

南京・莫愁湖の生態的調査予報

大串龍一・高橋 久・川原奈苗

河北潟湖沼研究所

〒 920 - 0051 石川県金沢市二口町八 58

要約： 中国科学院地理与湖泊研究所との共同研究計画によって、2000年8月に江蘇省南京市の都市公園内にある莫愁湖の、夏期における環境と生物調査をおこなった。資料は目下検査・整理中であるが、予報としてこの水域の水質環境と動植物相ならびに現地において観察したこの湖の生態系の概況について述べた。

この湖は一辺約750mのほぼ三角形をしており、水深2m以浅の部分が大半を占める浅い湖沼である。透明度は40 - 60cm、水の流出入は少なく、水位は安定している。夏期の水温は底まで30度を越える。表面水温は気温の変動に応じて、1昼夜の間に29度から32度まで変動する。水底には低酸素あるいは無酸素層がある。

動植物相は比較的単純である。湖岸の7割以上はコンクリートの護岸で囲まれており、西側から南側の一部にかけて岸に沿って自然度の高い水辺・水中植物群落がある。この植物群落の部分だけは動植物相が豊かである。動植物プランクトンは藻類とミジンコを主とする単純なもので、その密度も高くない。湖底には昆虫（ユスリカ類等）は見られず、巻貝（タニシ類）が多い。湖の北の部分は養殖池となっており、湖全体にレンギョなどの密度が高く、リクリエーションの魚釣りをする市民が多い。

キーワード：湖沼生態系、莫愁湖、水質、動植物相、日周変動

まえがき

莫愁湖は長江下流の大都市である南京の市街地にある湖である。莫愁湖公園という都市公園の中心となっているこの湖は、湖というよりは大きな池のような水域であり、現在では観光と南京市民のリクリエーションの場となっている。この湖は小さいが2000年以上の長い歴史を持ち、この湖の名のもととなった莫愁伝説の旧跡でもある。

湖は舟遊びや釣りなどを通じて南京市民に親しまれているが、現在では水質の汚濁が大きな問題となっている。この湖をフィールドとした都市水域の水質汚濁防止の共同研究が中国科学院地理与湖泊研究所、香港理工大学ならびに日本の河北潟湖沼研究所によって、2000年春から

開始された。中国側の研究所・大学では主に植物あるいは微生物を用いた水質浄化の野外実験ならびに室内実験を行っているが、われわれはこの湖沼生態系の現状を把握したうえで対策を考えるためにまずこの湖の生態的調査を行うこととした。

2000年には湖の環境ならびに生息する動植物についての一般的調査を行うこととした。第一回の調査が2000年8月8 - 12日（現地調査は9 - 11日）にかけて行われた。その調査資料等はいま整理・検討中であるが、ここでは取りあえず中間報告として、今回の調査を通じて観察・測定した記録と、調査中にわれわれが受けた印象をまとめて、莫愁湖の環境ならびに生物について現在までに知りえたところをまとめておきたい。



図1. 莫愁湖. 星印: 1, 2, 3は観測定点

調査地について

莫愁湖は人口約260万の南京市の市街地の南西部の公園内にある。公園の周囲は道路と建物に囲まれているが、東側には道路と少しの家並を隔てて、長江から分かれた秦淮運河が北西から南東に通っている。湖岸の大半はコンクリートの護岸になっているが、岸近くでは部分的に灌木や草が生え、特に東側には挺水植物から沈水植物まで揃ったかなり発達した水辺群落がある。湖の北から西側は芝生の広がる公園で、朝夕には多くの市民が集まってくる。とくに早朝には散歩をしたり、太極拳をしているグループが多い。午後から夕方にかけても魚釣りや風揚げをしている人達がかなり見かけられる。

湖はおおまかに見て一辺が約750mのハート型に近い三角形で、北角に寄って小島が2つある。湖盆形態は平坦地に出来た浅い窪みに水が溜まったような池で、水深2m位のほぼ平らな底面

を持つが、部分的に3m前後の深い部分がある。この深い部分は自然に出来たものではなく、何等かの工事の影響で出来たものではないと思われる。

湖泊研究所の話によれば湖底は緻密な黄砂の風成層で、その上に有機質の軟泥が堆積しているものと思われた。今回は採泥調査は行わなかったが、長い竿などで底を探った感じでは、泥の層はあまり厚くはないようである。湖の北西約2kmに長江の本流が流れているが、長江の氾濫の影響等は認められない。

湖の南東角に小さな水路があって、市街地からの排水が流入している。流入口付近の水中のゴミや汚水菌の繁殖状態からみて、この排水はかなり有機汚染が進んでいると思われるが、水質分析などはまだ行われていないようである。水はこの水路から入って全体に広がるものと思われるが、潮流の有無あるいは流路などは確認できなかった。地質や底質から見て、湖水中へ

の地下水の滲出はあまり考えられないので、水の供給はほとんどがこの水路からの流入と雨水によるものであろう。湖の東側に秦淮運河につながると思われる水路の口があるが、その付近でも水の動きははっきりしない。夏季は湖面からの蒸発のために流出はほとんどないのではないかと思われる。年間の水位の変動はあまりないようである。

調査方法と調査の概要

湖の調査はボートを用いた湖内の3定点における水深別の水の物理・化学的特性の観測と、浮遊生物と懸濁物の採集、湖畔における動植物の観察と採集をおこなった。湖中の定点観測は、昼夜の変動を見るために1日4回、6時間おきに実施した。

その方法ならびに実施要領は次の通りである。

定点観測：8月9日午後6時 - 11日午前1時頃の間、図1に示した湖内の3地点において6時間おきに水温、pH、電気伝導度、溶存酸素量、透明度を測定し、同時にプランクトンを採集した。測定と採集は湖の表層、中層、底層で行った。その間に随時、一般的な観察を行った。

観測は1昼夜の4回実施する計画であったが、DOメーターが故障したので、その欠測部分を補うために溶存酸素量については計器を修理してから2回の観測を追加した。

観測定点1は湖水中で最も深いと思われる部分、定点2は湖水のほぼ中心にあたる部分、定点3は湖水の北東寄りである。定点には長い竹竿を立てて目印としたが、夜間の観測では暗闇の湖面でこの目印を発見するのがかなり困難であった。サンプル水の採取は、表層は小型のバケツでくみ取り、中層と底層は密閉したガラス瓶を所定の深さで栓を開く形式の小型採水器で採水した。底層の採水は採水器の底が水底に着いた

状態でおこない、中層は水底と表面のほぼ中央にあたる水深1mのところにて採水器の上端がくるような状態でおこなった。底層の採水でも、底泥がサンプル水に混じってくることはほとんど無かった。

水質測定は水温、pH、電気伝導度、溶存酸素量はATI Orion社のポータブル型のpHメーター・モデル290A、導電率計モデル115、溶存酸素計・モデル830を使用し、水温はこの計器に付いている水温計によった。透明度は白色透明度板を用いて目視測定をした。プランクトンは表面についてはGG148×173の湖沼用プランクトンネットを用いた横引き(約4m)5回、中・底層は水1000ccをホルマリン固定して、静置沈殿させて採集した。この作業は懸濁物の採集も兼ねている。

一般的観察と採集は定時観測の開始前と終了後の2回、ボートで主に岸沿いに湖水内を廻って注意を引いた部分でボートを止めて観察や採集を行った。また、随時、湖岸を歩いて観察と記録をした。

この調査期間中の8月9日と10日は晴れまたは薄曇りで、南あるいは南東の微風ないし軽風であった。深夜1時過ぎに調査を終わった11日は明け方から雨になり、やや風が強くなった。

調査結果と考察

今回の調査の結果、現在までに判ったことの概要は以下の通りである。

a) 環境について

各調査定点における水温、pH、電気伝導度、溶存酸素量および透明度の日変化は図2、3、4に示す。

水温 - 昼間の高温時には32度を越える。夜間でも30度以上の場合が多い。これはほぼ気温の変動と平行している。水深が浅い定点2と3では表面も底もほぼ同じように変動している

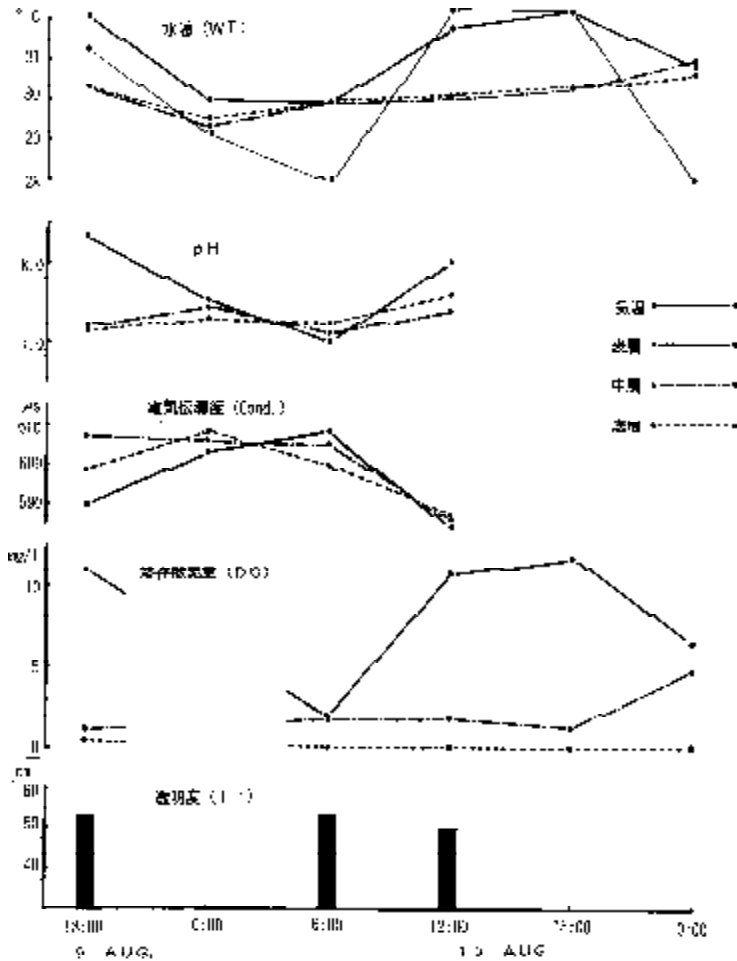


図2. 観測地点1の水質

上から水温(気温), pH, 電気伝導度, 溶存酸素量, 透明度を示す. 細い実線: 気温, 太い実線: 表層の値, 鎖線: 中層の値, 点線: 底層の値

が, 水深が3mに近い地点1では中層以深の水温は昼間もあまり上がらず, 1日中30度から31度の間で日変動を示さなくなる. 湖全体として水塊の大半が30度を越えるこのような高温の水域では, かなりの高水温に適応した動植物だけが活動できるだろう.

pH - 7から8の間で僅かに酸性に偏っているが, 水生動植物の生活にとって, とくに問題となるような強い酸性ではない. 地点1と3において下層水にくらべて表層水が大きな日変化を示しているが, これが水生植物等の活動の影

響かどうかは, 今のところ判断できない.

電気伝導度 - 溶存化学物質の多少を示すとされている電気伝導度の値は, 地点によっていくらかは違っているが, あまり目立った日変動は示していない. 地点1と3では, 表面の変動が中・底層にくらべてやや大きい, この違いに意味があるかどうかは, 今のところ不明である.

溶存酸素量 - 表層では大きな日変化を示す. 一方, 地点1と3では底層水は無酸素に近い状態となっている. 地点2では底層水は表面

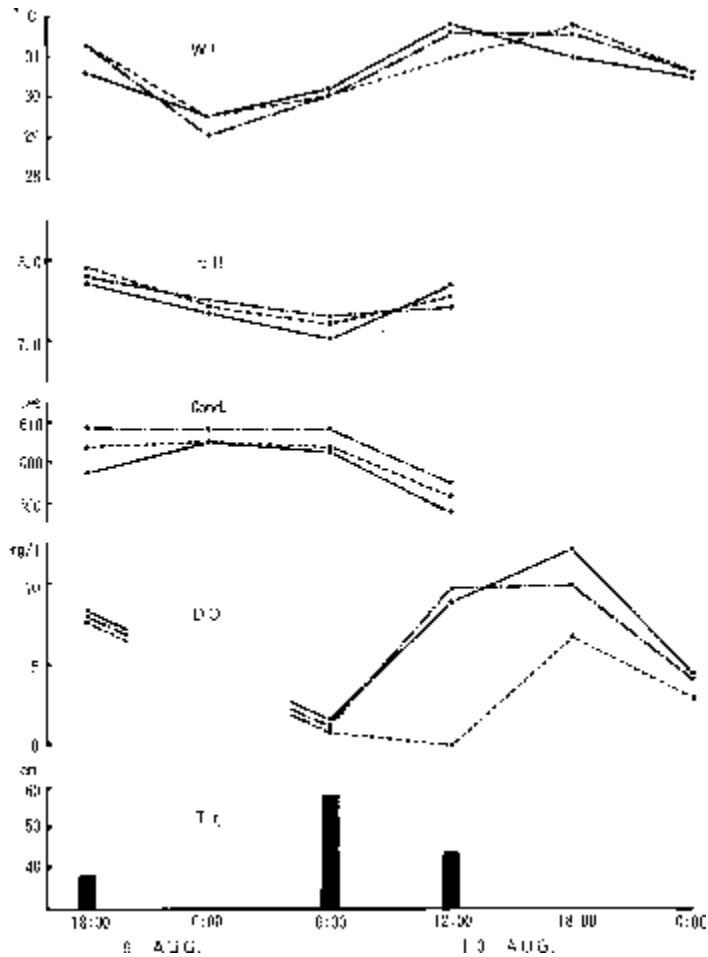


図3. 観測地点2の水質 図の説明は図2に同じ

にくらべると酸素が少ないが無酸素状態とはなっていない。これは水の攪乱かその他の原因があるのか不明である。このように2m前後の浅い湖の底に無酸素水の層があることはこの湖の生態系の大きな特徴と思われる。武漢の東湖の記録(謝平, 2000による)をみれば, こと似た条件と思われる湖で水深4mでも無酸素層は生じていない。

透明度 - 湖のどの部分でも40 - 60cmの間にあって, 平地の市街地にある湖沼としては比較的高いほうである。

この湖の水質および底泥の化学成分については, 中国側で観測・分析しているが, その結果

はまだ明らかにはなっていない。

b) 動植物について

湖岸の植物群落 - 湖岸の水生植物帯は西岸から南岸の一部にかけて存在する(図1)。その他の湖岸はほとんどコンクリートの護岸で植物は見られない。水生植物帯は抽水性から浮葉性, 沈水性の各種の生活型の水草が湖岸から沖に向かって配列して典型的な水辺の植物帯をなしている(図5)。水際の陸上にはタデ科の一種の草丈の高い密生した群落があり, 水際からごく浅い水中にかけて丈の高いクワイの茎葉が茂り, 水深が数cmのあたりから現地名をスイカセ

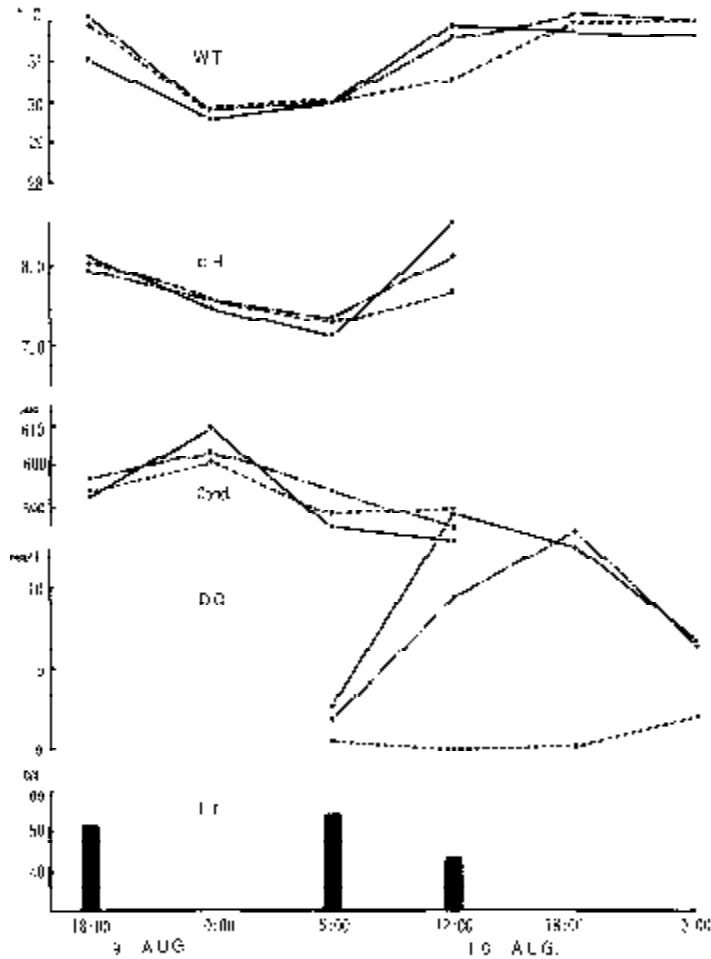


図4. 観測定点3の水質 図の説明は図2と同じ

イ(水花生)という草丈が低くよく繁った群落
 が広がる. その外側の水面にはトチカガミやウ
 キクサの浮葉が浮いている. この浮葉の線から
 湖中に向かって水底にマツモやフサジュンサイ
 (?)の水中群落が見られた. この辺りの水中に
 はメダカのような小型の魚やレンギョ類(?)
 の稚魚, ヒラマキガイ科の小型の貝類, コオイ
 ムシ等の水生昆虫も多く見られた. 水中には
 所々にアオミドロのような藻類や黒い汚水菌の
 塊も見られた.

湖の北西部の湖岸が岬状に突出した部分に,
 本湖盆と切り離された小さな浅い水域があり,
 生物相なども幾らか違った環境となっている.

今回はこの部分は簡単な観察にとどめて, 詳し
 い調査は行わなかった.

植物プランクトン - 植物プランクトンは
 あまり多くはないようである. 採集用のネット
 を通過する微細な植物プランクトンがあること
 を考えて, 採水器で取った1000CCの水を1昼夜
 静置沈殿させてみたが, 容器の底にごく薄く黄
 緑色の沈殿がみられる程度である. 検鏡してみ
 てもその大半は細かい雑多な懸濁物で植物プラ
 ンクトンは少ない. 今回は植物プランクトンを
 標本にして検鏡する時間がなかったが, サンプ
 ルの色からみて藍藻類よりも珪藻類が多いので
 はないかという感じがした. ただし水辺植物帯

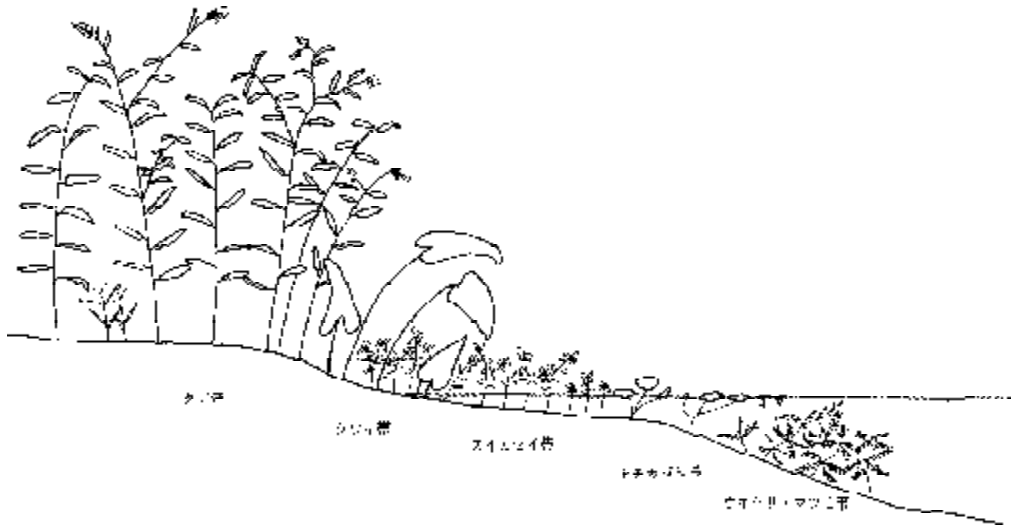


図5. 水辺・水生植物群落の断面構造

の水草などを洗うと、多量の緑色の小塊を見いだすことがある。これもまだ未調査であるが、付着藻類がかなり多いのかもしれない。しかしコンクリート護岸などを擦り取っても、藻類らしいものはあまり認められなかった。

動物プランクトン - 動物プランクトンは大半がミジンコなどの甲殻類が主である。その中にフサカかと思われるごく小さい双翅目昆虫の幼虫が混じっている。動物プランクトンとくにミジンコの活動にははっきりした日変動がみられ、夜間に表層で多くなる。採集点と時刻を違えて採集した各種のサンプルから見いだされるミジンコは、まだ詳しい同定はしていないがほぼ同じ種類のものである。

底生動物 - 湖心部の底には小型のタニシ類が多く、それに混じって数は少ないがモノアラガイに似た小さな巻貝（図6）が見いだされる。竹竿を底に立てて2、30分経って引き上げると、いつも数個体の生きたタニシ類が着いてくる。この多数の巻貝が湖の有機物の分解や循環など生態系に及ぼす影響は大きいものと思われる。ただしこれが底層水が無酸素の場所にも生息しているかどうかは、今後調査してみるこ

とが必要であろう。カラスガイのような大型の二枚貝も生息しているらしく、湖岸に死殻が打ち上げられているのを見ることが出来た。

水生昆虫ならびに魚類 - 湖岸の水生植物帯にはヒメミズカマキリやコオイムシあるいはその近縁種（図7、8）と小型の巻貝（図9）が見られた。このミズカマキリやコオイムシのような捕食性の昆虫が多いことは、餌となる小型の昆虫などが多いことを示していると考えられる。岸近くの水中のアオミドロや汚水菌の中から、小型のミズアブ幼虫のような昆虫が見いだされるが、その数はあまり多くはない。かなり注意して観察したが、アメンボ、ミズマシ、ゲンゴロウの類は見られなかった。

体長40cmを越える大きなレンギョをはじめ数種の淡水魚が生息しているが、その種類ならびに密度は判らない。現在、ここの淡水魚相を湖泊研究所のほうに問い合わせ中であるが、動植物プランクトン等とこれらの魚の活動の関係がどうなっているのかは今後の問題である。武漢の東湖における植物プランクトンによる汚濁の浄化とレンギョなどプランクトン食性の淡水魚との関係の研究（三浦泰蔵，1987；謝平，2000

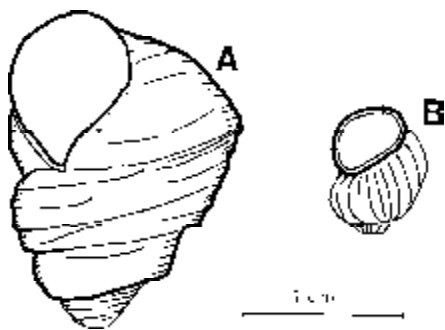


図6. 湖底に生息する巻貝
A: タニシ類 B: モノアラガイの一種

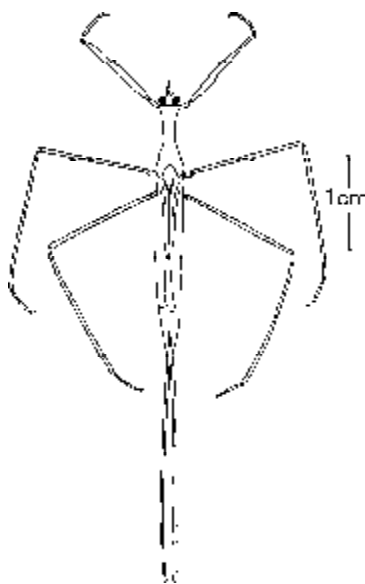


図7. ヒメミズカマキリ

等) がひとつの参考となるだろう。

湖水に関係がある陸上動物 - 湖水に関係のある陸上動物としては、鳥類では大小2種のゴイサギに似た白いサギ類、ヒキガエルなどが観察されている。湖上と周辺で6種類のトンボが観察されたが、この湖から発生するものとしては4種類(ウチワヤンマ近似種、小型のアカ

ネの類、2種のイトトンボ) が考えられる。調査の前には湖の状況からして、我々の日本の湖沼の経験からユスリカ類がかなり生息している可能性が高いと考えたが、周辺の草間の掘り網採集からも、また夜間の灯火観察からもユスリカ等の成虫が全く採集されず、また岸近くの底泥や堆積物の中にも幼虫がいなかった。この水域には日本とはかなりちがった生物群集が成立していることが推測された。

湖との関係は明らかではないが、湖周辺で目撃された鳥類はスズメ、カササギ、コシアカツバメ、ドバトとシロガシラであり、この他にカラ類、メジロ、ヒタキ類の声が聞かれたが、早朝に鳥籠を持って公園に来る人が多いので、これらの飼鳥の声と区別ができない。湖畔の家の溝の中に大きなドブネズミの死体があった。

莫愁湖の生態系にかんする一般的考察

水環境の特徴

今回の調査にあたって最初に注目したのは、ここに水の成層構造があるかどうかということ、成層が存在した場合、底に無酸素水塊が出来るかということであった。調査の結果、この水深が平均2mという湖でも底に昼夜を通して無酸素層ができることが判った。このような浅い湖の底に無酸素層が出来ていることは、水の循環が遅いことや、湖流の少ないことを示している。前述した武漢の東湖の例からみても、これが長江下流平野や盆地の湖に一般的性質とは思われない。

この湖の環境のいま一つの大きな特徴は、水の温度が高いことである。真夏とはいえ、水温が1日を通じて30度を越えていることは、この湖に住むことができる動植物の種類を大きく制限しているものと思われる。

表面水のpH、溶存酸素量にかなり大きな日変化が見られることは、調査条件についてさらに検討の必要があるが、一つの要因として植物の

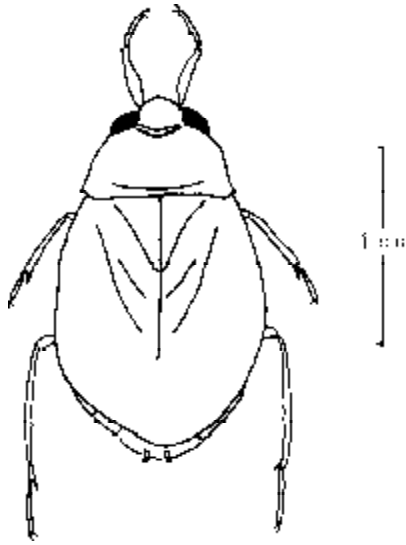


図8. コオイムシの一種

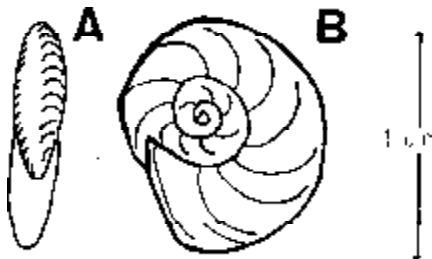


図9. ヒラマキガイの一種
A:側面 B:平面

影響が考えられる。また電気伝導度とpHの日変化がほぼ反対の傾向を示していることも、この湖の環境の特性としてさらに検討する点であろう。

水の物理化学的環境条件を見るとき、定点1と3が定点2といろいろな面で違っているように思われる。これは定点2が湖のほぼ中央にあり、湖岸の影響を受けにくいことと何らかの関係があるのか興味がある点である。

生物相の特徴

この湖に生息する動植物相は比較的単純なようである。現在までにほぼ確認できた動植物の種類は以下の通りである。今回は底生動植物の調査は行っておらず、またプランクトン動植物のサンプルの検鏡もまだ不完全なので、より詳しい調査・同定が進めば、これらの種類数はかなり増えるものと推測される。

単細胞藻類	4種以上
水辺・水生植物	9種以上
ミジンコ類	1種
水生昆虫	8種以上
貝類	4種
両生類	1種
魚類	3種以上

この種類数は、都市公園の中にあってもほとんど人工の池に近い状態のこの湖としても、あまり多いとは言えない。湖岸の大半が人工の護岸となり、また都市汚水の流入によって富栄養化が進んでいるために、動植物相が非常に単純化しているようである。同時に夏の水温から判るように、水面から底までかなり高温であって、このような温度に適応した種類しか生存できないのであろう。陸上動植物にくらべて水生動植物は温度耐性の幅が狭いことが知られているから、この水温の影響はかなり大きいものと思われる。これら温度環境の特異性は冬の低温時の状況の調査によってさらに明らかになるだろう。

今回は採泥器を用いた底生動植物の調査は行わなかったが、水質調査によって底にかなり広く低酸素あるいは無酸素層があることが判った。この点もここにすむ動植物には不利な条件であると考えられる。今回の調査でこの湖底にはタニシ類のような巻貝が多いことが判ったが、これが無酸素の部分にも生息しているかどうかは明らかではない。日本では低酸素の湖沼

の底に多い赤色ユスリカの類が湖畔の草むらや街灯の成虫調査では全く発見出来なかった。これが調査時期の関係で採集出来なかったのか、あるいはこの湖の生態系がユスリカなどを基盤とする日本の湖沼と基本的に違っているのかは、今後さらに現地調査ならびに文献調査によって明らかにする必要がある。

湖沼学の常識からして、水温が高くかなり高度の富栄養湖と考えられているこの湖において、動植物プランクトンが少ないことは意外であった。植物プランクトンは未検査のサンプルが多いので、あまり立ち入った判断は出来ないが、水の色に影響するような日変化は認められなかった。湖岸や水中の地物・植物などに付着する藻類はかなり多いようである。プランクトンよりも湖岸の水辺・水中植物群落とそれに共存する藻類などが、この湖沼生態系に及ぼす影響が大きいと思われる。

動物プランクトンがミジンコを主としていて、魚類寄生性のチョウなどがほとんど見いだされなかったことも、養魚が行われ魚釣りが盛んで、魚の密度が高いように見えるこの湖としては意外であった。これらは水辺植物帯の動植物とともに今後さらに詳しく調べるべき事項であろう。ミジンコなどの動物プランクトンが夜間に表層に増えることは、これまで世界各地で見いだされる現象と同様であるが、このような浅い湖でも確認されたことには興味がある。

あとがき

この報告は2000年8月の現地調査の結果、現在までに明らかになった若干の知見ならびに我々の現地における印象を予報としてまとめたものである。莫愁湖の環境と動植物を総合した生態系とその水質改善に関する問題点については、資料の整理と今後の調査のうえ正式の報告

をあらためて行う予定である。参考とした文献等は総合報告のさいにまとめて記録する。

今回の調査の立案と遂行にあたってご支援頂いた南京の中国科学院地理与湖泊研究所の虞孝感所長、呉瑞金副所長はじめ所員の方々、とくに本共同研究プロジェクトの中心としてご尽力頂いている濮培民教授と、姚永康主任をはじめ莫愁湖管理处の方々に厚くお礼申し上げます。また、現地調査の際にご協力いただいた王国祥博士、通訳として同行され現地観測も含めて調査に大きなご協力を頂いた林文嬭さんにも深謝する。

文献

この報告は夏期調査の予報であるから、本文に直接関係するものあるいは河北潟湖沼研究所の通信等に載せられたものだけをここに挙げておく。この調査研究に関する正式の文献表は、研究を完了したときに発表する本報告にまとめて掲載することとする。

河北潟湖沼研究所友の会。2000。最近の活動

中国・南京での調査が始まりました。河北潟湖沼研究所通信。6(1):4。

川原奈苗。2000。中国・莫愁湖での調査に参加して。河北潟湖沼研究所通信。6(1):3。

謝平。2000。東湖のアオコ消滅の謎。p252 - 268。日高敏隆(編)。「水と生命の生態学」。講談社ブルーバックス。282 P。東京。

三浦泰蔵(編)。1987。東湖の水質管理と合理的魚類生産に関する生態学的研究(1985 / 1986)第2報。114 P。大津。(海外学術調査報告)。

上野益三。1986。川村 日本淡水生物学。北隆館。760 P。

資料1 . 調査地の概況と調査状況



写真1 . 莫愁湖公園 大通りに面した正門



写真4 . 西岸の水草帯



写真2 . 調査開始



写真5 . 西岸の水草帯



写真3 . 観測中の状況



写真6 . トチカガミ帯

資料1 . 続き



写真7 . スイカセイ



写真10 . 夜間の調査



写真8 . 朝の公園



写真11 . 岸にいたヒキガエル (ハナゼビキガエル)



写真9 . 湖上の市民のボート (足踏み推進式)



写真12 . 岸のまわりで採集されたトンボ5種