

オウミア No.70

琵琶湖研究所ニュース

2001年3月

編集・発行／滋賀県琵琶湖研究所

〒520-0806 大津市打出浜1-10

TEL 077-526-4800

[プロジェクト研究紹介「溶存有機物の動態」](#)

[研究トピックス「八年ぶりに大発生したアカムシユスリカ」](#)

[研究こぼれ話「ナクル湖\(ケニア共和国\)のフラミンゴとスピルリナ」](#)

[お知らせ「琵琶湖文献目録-2000年改訂版-の発行」](#)

光を使って溶存有機物を調べる

湖沼法など水質にかかわる法律は、水質を主に化学的酸素要求量(COD)によって定義しています。したがって、富栄養化の防止など湖沼を管理する行政機関にとって、COD濃度の変化は重要なことです。琵琶湖北湖では、そのCOD濃度が、ここ10年以上にわたって上昇し続けています。その原因は、富栄養化にかかわる植物プランクトンが増加したためでなく、溶存有機物の組成が変化したためと推定されています。しかし、どのような変化がなぜ生じたのかは明らかではありません。その理由は、溶存有機物は多様な化合物から構成された複雑な物質であるため、その性質についての知識が限られているからです。その特性を明らかにするには、さまざまな手法で解析する必要があります。

そこで、三次元蛍光測定法で、琵琶湖の溶存有機物の起源を推定してみました。

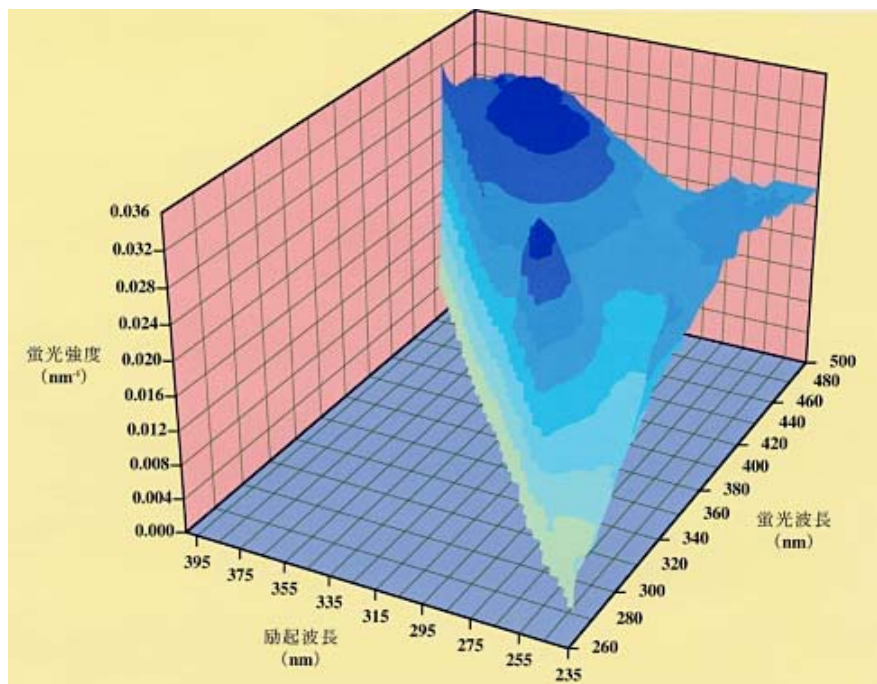


図1 琵琶湖北湖表層水の三次元蛍光強度 励起波長／蛍光波長＝
280nm/340nm付近のピークはタンパク質様蛍光に、320-360nm/420-
460nm付近のピークは腐植物質様蛍光に相当する。

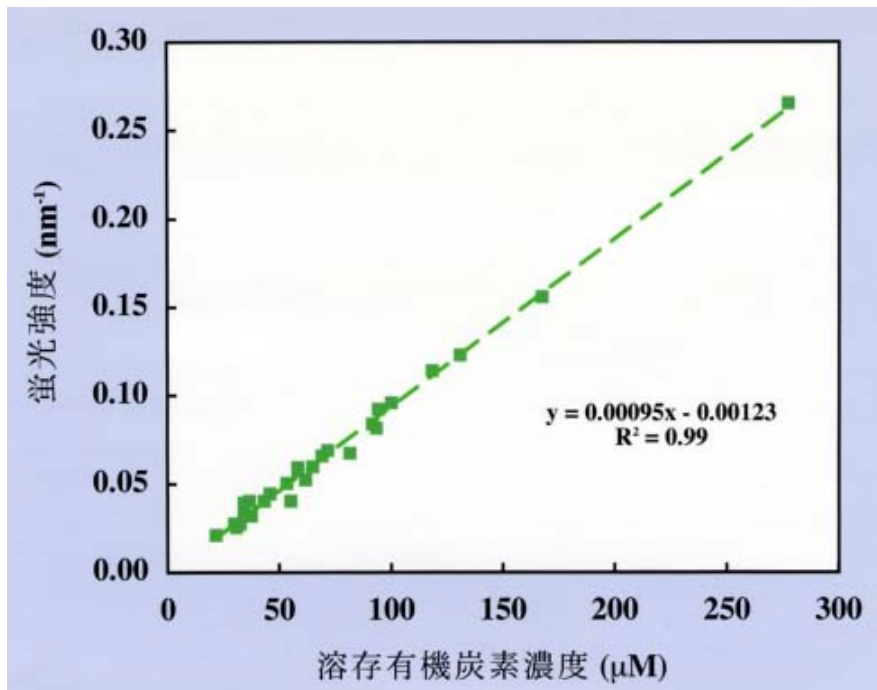


図2 琵琶湖集水域にある溪流における溶存有機炭素濃度と腐植物質様蛍光強度の関係

【プロジェクト研究紹介】

溶存有機物の動態

溶存有機物とは

溶存有機物とは、ふつう、孔径0.7 μmのガラス繊維ろ紙を通過したろ液に含まれる有機物を指します。湖沼に存在する有機物の中で、最大の割合を占めています。したがって、溶存有機物の特性を知ることは重要なことです。しかしながら、溶存有機物の組成はきわめて複雑なため、多様な化学分析を行っても糖類・脂肪酸などの化学組成まで明らかにできる部分は全体の1/3ほどにすぎません。現状では、ひとつの方法で溶存有機物の性質のすべてを知る方法はありません。したがって、溶存有機物の組成を理解するには、いくつかの解析方法を併用する必要があります。ここでは、プロジェクト研究のパートナーである名古屋大学大気水圏科学研究所の吉岡崇仁氏が中心になって検討している三次元蛍光測定による溶存有機物の識別法を、琵琶湖水に適用した結果について報告します。

蛍光特性とは

物質にある波長の励起光を照射すると、物質によって固有のより波長の長い光を発します。この光を蛍光といいます。近年、励起光・蛍光ともに波長を走査して蛍光強度を三次元的に測定することで、物質についてより多くの情報が得られるようになりました。この方法を湖水試料に適用しますと、濃縮などの前処理を必要としないので短時間に溶存有機物の化学組成に関する情報を得ることができます。溶存有機物の蛍光特性は、アミノ酸とそれを含むタンパク質に由来するものと、腐植有機物に由来する蛍光の二つに大別されることが知られています。表紙の図1に示した、琵琶湖水の溶存有機物の三次元蛍光測定でも、励起波長280 nm 蛍光波長340 nm 領域にタンパク質様有機物による、励起波長340-360 nm 蛍光波420-460 nm 領域に腐植物質様有機物による、二つの蛍光強度のピークが認められました。これに対して、琵琶湖水の起源になる渓流水の蛍光特性をみますと、タンパク質様のピークはほとんどみられず、森林土壌から浸出した腐植様物質によるピークがきわめて顕著にみられました。そこで、琵琶湖集水域のいくつかの渓流水で測定した腐植様物質の蛍光強度と溶存有機炭素濃度との関係を検討してみました。その結果、図2に示されたように、渓流水の腐植物質様蛍光強度は、溶存有機炭素濃度と非常によい相関がありました。この関係式を用いると、蛍光強度は溶存有機炭素濃度に換算できます。

蛍光特性による溶存有機物の起源の推測

琵琶湖北湖表水層の溶存有機炭素濃度の季節変化を図3に示します。夏季に濃度が上昇します、そして、同時にタンパク質様有機物による蛍光強度も増大していました。すなわち、この時期の溶存有機物濃度の上昇は、湖内での植物プランクトンによる生産活動に関連した自生性有機物の増加によるためと考えられます。これに対して、腐植物質様有機物による蛍光強度は、顕著な季節変化も深度による変動も認められませんでした。したがって、腐植物質様有機物は、湖内で生じたものでなく湖外から供給された、いわゆる外来性有機物と考えられます。そこで、琵琶湖水の外来性有機物は森林土壌起源と仮定して、その濃度を、湖内の腐植物質様有機物の蛍光強度と図2の相関式から推定してみました(図3)。その結果、成層期には、表水層の溶存有機物の30~45%が外来性有機物によって構成されていると考えられます。ここでは、三次元蛍光測定法の溶存有機物研究への適用について報告しましたが、先に述べたように、溶存有機物は、さまざまな方法で解析する必要があります。したがって、このプロジェクトではこれ以外の方法によっても琵琶湖の溶存有機物の特性を検討しています。

(総括研究員 高橋幹夫)



図3 琵琶湖北湖表層水中の溶存有機炭素濃度(▲)と蛍光強度から推定した外来性溶存有機炭素濃度(△)の季節変化

【研究トピックス】

「八年ぶりに大発生したアカムシスリカ」

昨年11月、真っ黒な虫が琵琶湖岸に大量飛来し、研究所にも多くの苦情が寄せられました(写真1)。オウミア67号で「びわこ虫」として紹介したアカムシスリカ成虫です。成虫の飛来時期は11月初旬から12月初旬で、ほぼ例年どおりだったのですが、1日あたりの飛来数が多かったため、8年ぶりの大量飛来となりました。

アカムシスリカは、1930年頃の学術調査報告に記録がなく、もともと琵琶湖にすんでいた生物ではないようです。南湖中央部の湖底から本種と思われる幼虫が初めて記録されたのは1966年ですが、幼虫の密度は1m³あたり200個体以下にすぎませんでした。ところが南湖のプランクトン量が急増した1972～73年には5倍近くになり、1998年1月には5,800個体/m³に達しました。ここ40年ほどで、幼虫密度が30倍に増えたこととなります。プランクトンの死がいなど、湖底に降り積もる有機物を餌とする本種幼虫は、南湖の富栄養化とともに増えてきた生物なのです。

成虫は琵琶湖全域の湖岸に飛来することが確認されていますが、大量に飛来する地域は南湖周辺に限定されます。成虫の大量飛来が問題になったのは1970年代後半のようですが、80年代に入って飛来数は減少し、1992年に再び大量飛来しました。その後、飛来数はやや減少し、1998年に最も少なくなりましたが、2000年に再び大量飛来したのです(図4)。1998年と2000年の総飛来数には十倍以上の差がありました。



写真1 壁面にびっしりつく(1m²あたり3700個体)アカムシスリカ成虫(2000年1月24日、大津市打出浜)

なぜアカムシスリカには、大量飛来する年や飛来数が極端に少ない年があるのでしょうか？ まず考えられるのは、水質や底質との関連です。アカムシスリカは、栄養度の高い湖沼ほど4齢幼虫の密度が高くなることが知られています。長期的にみると、南湖の富栄養化がアカムシスリカ増加の原因になっていることは間違いないでしょう。

しかし南湖の水質や底質がここ数年で大きく変わったとは考えにくく、私たちの調査でも、湖底の大きな変化は観察さ

れていません。飛来数変動の原因を富栄養化だけに求めることはできないことは明らかです。ところで90年代で幼虫密度が最も高かったのは1998年1月でした。幼虫密度が高ければ、その年の秋には多くの成虫が羽化すると考えられますが、実際の成虫飛来数は大変少なかったのです。この事実は、成虫の数には幼虫間の種内競争が大きく関わっている可能性が高いことを示唆しています。昨秋のように成虫数が多いと、産卵数が増え、幼虫密度が高まります。そうすると幼虫間で餌をめぐる競争が激しくなって死亡率が高まり、生き残った幼虫も成長が遅れます。結果として、その年の秋に羽化する成虫数が減少するのではないかと考えられます。また、それぞれの年の総飛来数と11月の平均気温との間には正の相関がみられました。羽化期である11月に暖かい小春日和が続く年は多くの成虫が飛来し、寒い年には飛来数が少なくなるのです。もしこれらの仮説が正しいならば、今秋の成虫飛来数は、昨秋よりかなり減少すると予想されますが、その数は、11月の気候が暖かいかどうかによっても左右されることとなります。

(総括研究員 西野麻知子)

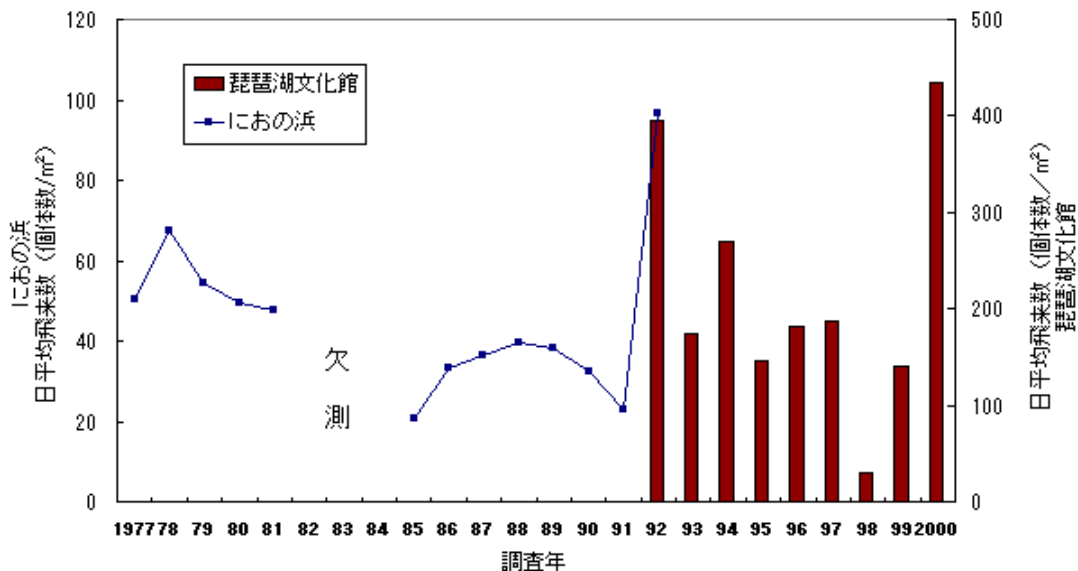


図4 アカムシユスリカ成虫日平均飛来数の年変化
(1977-1992(折線)は高木、岡本(1993)より、1992-2000年(棒)は西野未発表データから作図)

【研究こぼれ話】

ナクル湖(ケニア共和国)のフラミンゴとスピルリナ

フラミンゴの大群で湖がピンクに染まった映像や写真を見たことはありませんか？ 昨年11月、百万羽に達するコフラミンゴが飛来することで有名なナクル湖の生態調査に参加する機会を得ました。ナクル湖はコフラミンゴ以外にも数百種の鳥類が生息しており、ケニア共和国の最初の国立公園に指定されたほか、ラムサール条約の登録湿地としても知られています。

ナクル湖はアルカリ・ソーダ水という特殊な水質のため、限られた植物プランクトンしか生息することはできませんが、このような環境にうまく適応したスピルリナという藍藻は大繁殖しています。日本で藍藻と言えば、アオコの原因となる植物プランクトンであり、富栄養化の象徴ともされる厄介な生物です。ところが、このスピルリナは良質のタンパク質を多く含んでおり、コフラミンゴの餌となる生物なのです。コフラミンゴはスピルリナを濾し取れるように特殊に進化した嘴を持っており、スピルリナの大繁殖がコフラミンゴの大群を支えているのです。コフラミンゴの体の美しいピンク色は、餌のスピルリナに含まれるカロチノイド色素に由来するものです。

私たちがナクル湖で調査を行ったときには、80万羽程度のコフラミンゴが生息していました。コフラミンゴの群れで埋め尽くされている湖岸もあり、見事な景観でした。しかし近年、コフラミンゴが湖岸で大量に死ぬという現象が起こっています。まだ、その原因については明らかにされていませんが、集水域での人口増加に伴い汚濁負荷が高まり、重金属や農薬による汚染が進行していることと関連していると考えられる研究者もいます。フラミンゴが群舞するナクル湖の素晴らしい環境を守っていくためには、早急に環境保全対策を講じていく必要があります。

(研究員 辻村茂男)



写真2 ナクル湖のフラミンゴ

【お知らせ】

『琵琶湖文献目録－2000年改訂版－』の発行

当研究所の情報管理部門では、琵琶湖とその集水域の環境保全に役立てようと、琵琶湖－淀川水系に関する学術論文を収集・整備してきました。設立以来18年という歳月をかけて収集した文献は、11,059件(2000年3月現在)にもものぼります。収集した文献は、歴史・民俗・社会などといった社会科学から、工学・地球物理・地学・地球化学・生物といった自然科学まで、幅広い分野を網羅しています。また、水問題・環境問題といったトピック毎にも分類しています。今回は、その集大成として『琵琶湖文献目録-2000年改訂版-』を発行しました。『文献目録』では、すべての文献情報を分類毎にまとめ、文献の内容がより具体的にわかるようにキーワードを掲載しています。また、著者からの検索も可能なように「著者索引」をつけました。広く県民の皆さんが琵琶湖を知り、環境意識を高める一助になればと期待しています。

『文献目録』は、当研究所の閲覧室で利用することができます。また、全国の大学・主要研究機関、滋賀県下の主要公共図書館にもありますので、是非ご利用ください。なお、当研究所の所蔵図書目録として、琵琶湖文献以外にも『和書目録』、『洋書目録』、『行政資料目録』、『逐次刊行物目録』を作成しています。いずれも琵琶湖とその集水域に関心をお持ちの皆様役に立つ資料となっておりますので、併せてご利用ください。インターネットをご利用の方は、当研究所のホームページ(<http://www.lbri.go.jp/>)で検索が可能です。

(研究員 木村康二)



写真3 琵琶湖文献目録