



琵琶湖の底にあるちょっと変わった食物連鎖

中野 伸一

京都大学生態学研究センター長

1. 微生物ループとは？

微生物ループとは、植物プランクトンが光合成の中間代謝物や自己の分解物として排出する溶存態有機物を細菌が栄養基質(餌)として利用し、細菌を鞭毛虫や繊毛虫などの原生生物が摂食する食物連鎖のことです(図1)。この食物連鎖は微生物食物網とも呼ばれ、さらに原生生物が甲殻類等の大型動物プランクトンに捕食されることによって生食連鎖へとつながります。つまり、これまで単に分解者として位置づけられていた細菌や原生生物は、実は微生物ループを介して動物プランクトンの餌資源としても貢献するのです。海洋や湖沼のプランクトンの食物連鎖では、植物プランクトンが動物プランクトンに食べられる「生食連鎖」も機能しています(図1)。つまり、水域の食物連鎖では、従来良く知られている生食連鎖と、微生物ループが相互に関係し合いながら全体の生態系を駆動します。

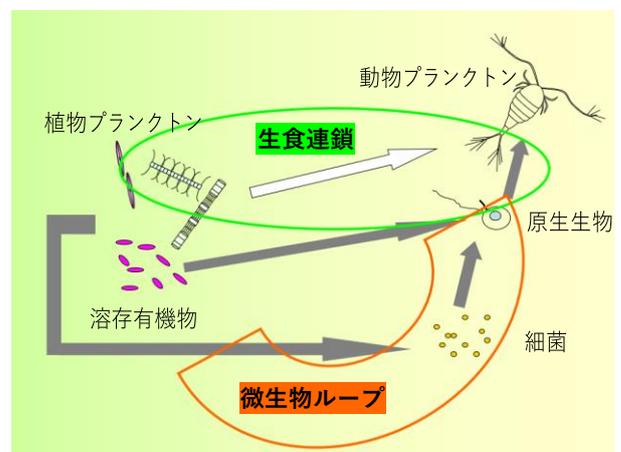


図1 湖沼や海洋に発達するプランクトンの食物連鎖

2. 琵琶湖における溶存有機物のたどる運命

わが国の湖沼では、生活環境の保全に関する環境基準の項目における有機物負荷・汚濁に関するものとして、化学的酸素要求量(COD)を指標としてきました。1980年代から2000年代にかけて、琵琶湖では全リン濃度の低下や透明度の上昇など水質改善の兆しが見えてきたにもかかわらず、CODの上昇が見られるようになりました(現在は横ばい状態)。つまり、湖水の見た目(透明度)や水中のリン量(全リン濃度)といった指標では、琵琶湖の水は「キレイ」になってきているにもかかわらず、COD値が高いために、日本政府としては「琵琶湖の水は、まだ汚濁されている」こととなります。

CODの内容は、主に水中の溶存有機物(DOM)です。私たちの研究グループは、これまで、琵琶湖のCOD上昇に関係するDOM生成メカニズムの一端を解明してきました。琵琶湖では、夏季に表水層でDOM濃度が上昇します。これは、水面から水深数mから20mくらいまでの表水層で植物プランクトンが溶存有機物(タンパク質様DOM)を生産するのですが、表水層の窒素・リンが枯渇しているために細菌による分解が促進されず、細菌による分解は窒素・リンが比較的多く供給される水温躍層^{※1}で起こります。この際、タンパク質様DOMは難分解な腐植様DOMへと変換され、水中に放出されます(p.2 図2)。また、水温成層^{※2}する夏季の琵琶湖の表水層において生産された植物プランクトンの体(バイオマス)は、深水層に沈降した後、細菌による分解を受け、これもまた難分解な腐植様DOMに変換されます(図2)。

※1 水温躍層は、夏季から秋季にかけて、湖水が縦方向に温かい表水層と冷たくて深い深水層に分かれる際に、これら2層の間にできる温度が急激に変化する層。

※2 水温成層とは、夏季から秋季にかけて、湖水が縦方向に、温かい表水層、水温躍層、冷たくて深い深水層に分かれること。

このようにして生じた難分解な腐植様DOMは、次の年の夏季を含む数か月間をかけてゆっくりと細菌により分解されます。このことから私たちは、琵琶湖における難分解DOMの蓄積およびCODの上昇は、分解が遅れて残存するDOMがCODとして検出されたものとの仮説を持っています。

また、私たちの研究グループは、夏季の水温成層している琵琶湖北湖全域の深水層でクロロフレキサス門に属するCL500-11細菌一種が優占することを発見しました。深水層ではもともとDOM濃度が低いいため、この細菌は腐植様DOMを餌資源として利用できるかが注目されています。さらに私たちは、夏季の琵琶湖深水層では細菌食者であるキネトプラスチド鞭毛虫が、全鞭毛虫の45%も占めていることを解明しました。すなわち、琵琶湖の深水層では、腐植様DOMがCL500-11細菌に利用され、CL500-11細菌はキネトプラスチド鞭毛虫に摂食されるといふ、深水層特有の微生物ループが駆動しているのかもしれないと、私たちは考えています(図2)。

3. 琵琶湖の富栄養化と気候変動

琵琶湖では、1960年代から1970年代あるいは1980年代にかけて富栄養化が進行しましたが、1970年代に開始された官民産が一体となる水質改善策を継続的に取り組んだ結果、1990年代後半になってようやく水質の改善(湖水中の全リン濃度が下がり、植物プランクトンの量の指標であるクロロフィル濃度も下がった。その結果、水の透明度が上がった)が確認されました。また、1980年代以降は気候温暖化による水温上昇が顕在化し、2019年と2020年にはいわゆる「琵琶湖の深呼吸※3」が十分に起こらず、琵琶湖の重要水産有用魚種の一つであるイサザが大量へい死するなど、琵琶湖の深層や底泥の酸素環境に深刻な影響をもたらすようになりました。このことは、私たちの研究グループが扱っている深水層の微生物ループにも、何らかの影響があるのかもしれませんが、さらに、過去数十年にわたってゲリラ豪雨などの短時間局地的強雨の頻度も高まっています。このように、地球規模で進む気候変動は、琵琶湖の水中や底泥の環境に大きな影響を与えてきました。

そして、気候変動が原因なのか、2000年に入ってから、琵琶湖ではミクラステリアスという大型の緑藻が植物プランクトンの中で優占するようになりました(図3)。この緑藻は大型で突起状の形をしており、動物プランクトンはこのような植物プランクトンを食べることができないことから、先述の生食連鎖が機能しなくなります(図4)。先述の通り、1990年代以降は琵琶湖の水質が改善されたのですが、動物プランクトンにとって、水質改善の結果、植物プランクトンの量が減ったことに加えて、生き残っている植物プランクトンは食べることのできないミクラステリアスばかりなので、餌がありません。そうすると、餌を失った動物プランクトンの個体数や量も減ってしまいます(図4)。動物プランクトンは魚の餌ですので、魚も餌が無くなります(図4)。このことに加えて、ブラックバスやブルーギルなどの外来魚による捕食

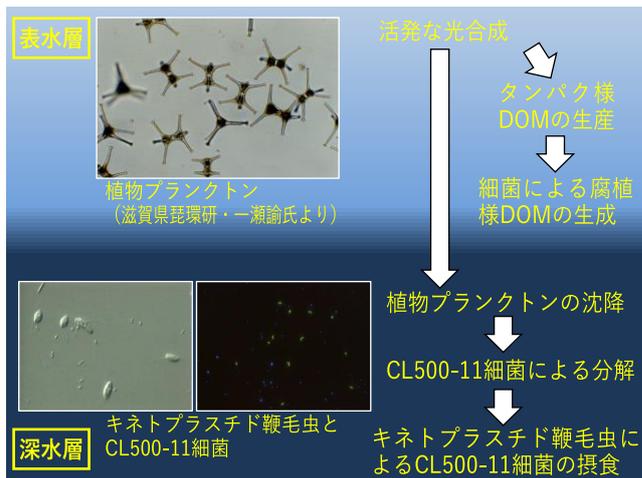


図2 琵琶湖深水層に発達する微生物ループ



図3 現在の琵琶湖で優占するミクラステリアス (合田幸子(京都大学)氏撮影)



図4 気候変動により想定される琵琶湖でのシナリオ 早川和秀氏(滋賀県)による図を中野が改変

※3 琵琶湖は通常、毎年1月中下旬から3月下旬あたりまで、湖の表層から底泥直上の深層までの湖水が完全に混合し(全循環)、琵琶湖の深層に酸素が供給される。この現象を滋賀県では広く「琵琶湖の深呼吸」という。

5月18日 自然家族事業 里の日1



6月1日 自然家族事業 里山の日1



6月6日 おおつ市民環境塾 講座2



6月8日 自然家族事業 川の日1



6月22日 おおつ市民環境塾 講座3



7月13日 おおつ市民環境塾 講座4



□ イベント案内 10月～12月

対象；おおつ市民環境塾は一般市民、自然家族事業は4歳～小学生の児童とその保護者
参加ご希望の方は、開催の10日前までに下記までお申し込みください。参加費不要

☎ 077-526-7545 ✉ info@otsu.ondanka.net メールはこちら ▶▶▶



10月5日(土) 9:30～12:30 オーバルオプテックス (雄琴5丁目)

自然家族事業 **びわ湖の日2**

びわ湖でのカヌー体験やプランクトン採集・観察(未就学児は貝ひろい)を通じて、家族で自然に親しみます。



10月12日(土) 10:00～12:00 大石緑地スポーツ村 (大石淀1丁目) 予備日10月14日

自然家族事業 **川の日2「大石川たんけん」**

大石川に入り、家族一緒に川に棲む生きものさがしをします。身近な川や川に棲む生きものに親しみ自然環境について考えるきっかけとします。



11月9日(土) 14:00～16:00 明日都浜大津5Fふれあいプラザ

おおつ市民環境塾 講座7 **講演会「持続可能な公共交通を考える」**

人口減少など社会情勢が大きく変化する中で、これからのまちづくりと公共交通のあり方について学びます。講師；立命館大学名誉教授 塚口 博司 氏



11月23日(土) 10:00～12:00 春日山公園 (堅田駅西) 予備日11月24日

自然家族事業 **里山の日1「ドングリをひろって遊ぼう」**

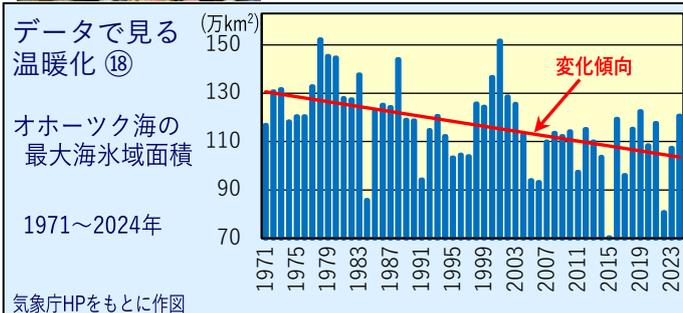
自然の中で、ドングリひろいをしたり、ドングリゴマやクリスマスリースをつくったりします。家族で自然に親しむきっかけづくりの場とします。



12月14日(土) 10:00～13:00 平野コミュニティセンター (膳所駅すぐ)

おおつ市民環境塾 講座8 **エコ料理教室「エコで得して楽しく食べよう」**

環境に優しい食材や調理法で、梅じゃこご飯、大豆ミートとお餅の春巻、豆腐入りチーズケーキなど簡単ながらバラエティー豊かな料理を作ります。調理初心者可



発行
大津市地球温暖化防止活動推進センター
(特定非営利活動法人 おおつ環境フォーラム)
520-0047大津市浜大津4-1-1明日都浜大津4F
Tel : 077-526-7545
E-mail : info@otsu.ondanka.net
HP : https://otsu.ondanka.net/
編集責任：西山 克己

