

「水戸市千波湖・大塚池のプランクトン データベース」 解説文

プランクトンの世界は美しく、おもしろい

「プランクトン」とは、生物学の用語で、水中の浮遊生物ふゆうせいぶつという意味です。つまり、泳ぐ力が無いか、弱く、水中に浮いて、漂ただよって生活する生き物たちのことです。私たちの生活ではプランクトンのことを考えることは、あまりないかもしれません。しかし、池、沼、海、大きな川の河口部などでは、たくさんのプランクトンが大きな役割を果たしており、人間の生活にも関係しています。たとえば、私たちの食卓にあがる、おいしい魚は、湖や海でプランクトンを食べて成長します。また、湖などで、植物プランクトンが増えすぎると、困こまることがあります。プランクトンの世界を通して、私たちの暮らしが見えてくると言っても過言かごんではありません。プランクトンの形はおもしろく、美しいものが多いのです。さあ、プランクトンの世界をのぞいてみましょう。

植物プランクトン・動物プランクトンと湖沼の生態系せいたいけい

プランクトンは、植物プランクトンと動物プランクトンに大きく分けられます。植物プランクトンは細胞の中に葉緑素ようりょくそを持ち、太陽の光を受けて、二酸化炭素を吸収し、酸素と有機物（糖類、でんぷん、脂肪、たんぱく質など）を作ります。この時、水中から養分である窒素やリンも吸収してくれます。つまり植物プランクトンは、水の中の養分を吸収して自分の体を作り、増えていくことで水をきれいにする働きがあります。増えた植物プランクトンは動物プランクトンに食べられ、動物プランクトンは魚に食べられることで、物質が受け渡されます。このことを食物連鎖しょくもつれんさ（フードチェーン）または食物網しょくもつもう（フードウェブ）による物質循環ぶつしつじゆんかんといいます。このように、湖沼の水中では生態系せいたいけいが成立し、生態系は生産者（植物プランクトンや浅瀬の水生植物など）、消費者（動物プランクトンや魚類など）、分解者（バクテリア類）によって構成されています。なお、湖底の貝類、イトミミズ類、アカムシ（ユスリカ幼虫）などは、ベントス（底生生物）と呼ばれ、湖底に沈んできた細かい有機物を食べる消費者です。また魚や貝を食べるサギ類、ウ類、カイツブリ類、潜水カモ類、ワシタカ類などの水鳥類は高次の消費者です。ただし、カモ類の中には、水生植物やプランクトン類を食べる雑食性のカモ類もいます。千波湖や大塚池では、いろいろな水鳥類が見られますから、よく観察してみましょう。

藍藻類らんそうるい

藍藻類は、30 数億年前に地球上に現れた原始的な植物です。シアノバクテリアとも呼ばれ、大腸菌に近い仲間です。藍藻類が葉緑素を持ち、光合成をして大気中に酸素をおくり

だしてくれたおかげで、その後、酸素を呼吸する動物が進化することができました。また酸素からはオゾン層が作られ、生物にとって有害な紫外線を防いでいます。このように、藍藻類は地球上の生物の大先輩にあたりますが、湖沼の水の中のリンや窒素の濃度が高くなり、富栄養化すると、たくさん増えてアオコと呼ばれ、いやな臭いを発生して嫌われることもあります。見方を変えれば、藍藻類は水中のチッソやリンを吸収して水をきれいにしています。しかし、秋になって水温が下がり、アオコが腐ると、チッソやリンはまた水中にもどってしまいます。

藍藻類は大きく分けて、細胞がたくさん集まって群体状になるものと、長い糸状になるものがあります。群体状になるものの代表がミクロキスティスで、千波湖、大塚池の両方で見られます。千波湖では毎年夏になるとアオコが大発生して水面が緑色のペンキを流したようになります。千波湖のアオコは、ミクロキスティス・ビリディスが多いようですが、ミクロキスティスのほとんどの種類が見られます。糸状になる藍藻類はアナベナ、アフアニゾメノン、プランクトスリックスなどです。アオコは大塚池でも発生しますが、下水道の普及などで水質が改善されたため、発生量は少なくなっています。

珪藻類

珪藻類は特徴的な美しい形をしているものが多く、珪酸質（ガラス質）の殻を持っています。珪藻類は一個の細胞のものといくつかの細胞が集まって群体を作るものがあります。珪藻類は葉緑素を持ち、日長時間が長くなる春に増えるものが多く、珪藻類が多くなると透明度が下がります。珪藻類が多い湖水は薄い黄褐色に見えます。千波湖や大塚池では、ハリケイソウ（シネドラ）、タルケイソウ（アウラコセイラ）、クチビルケイソウ（キンペラ）、コバンケイソウ（スリレラ）、クサリケイソウ（バキラリア）などがよく観察されます。珪藻類は、ミジンコ類の餌になります。大型ミジンコ類が増えてくる初夏の大塚池では珪藻類が食べられて、透明度が一時良くなります。千波湖では、藍藻類が多いためか、珪藻類は少ない傾向があります。

鞭毛藻類

鞭毛藻類は、1~2本の鞭毛（長い毛状のもの）を持ち、動き回りますが、葉緑素を持ち光合成を行なって、自分で養分を作ることができます。鞭毛藻類の仲間には、ミドリムシ（ユーグレナ）類、クリプトモナス類、ツノオビムシ（ケラチウム）、サヤツナギ（ディノブリオン）などがいます。サヤツナギは大塚池で大発生することがあります。鞭毛藻類は動きまわる種類が多いので、見分けるのは難しいのですが、見慣れると見分けることができるようになります。

緑藻類

緑藻類は、形はさまざまですが、陸上の高等植物と同じ葉緑素を持ち、鮮やかな緑色に見えます。千波湖や大塚池では、クンショウモ（ペディアストルム）、イカダモ（セネデスムス）、ミカヅキモ（クロステリウム）、ツヅミモ（スタウラストルム）、アオミドロ（スピロギラ）などがよく見られます。特にクンショウモの仲間は、いろいろな形をしたものが見られます。植物プランクトン類は、水面近くの強い光は苦手です。水中を透過した光の強さが弱まる適度な深さで、植物プランクトンは光合成をしています。しかし、藍藻類のミクロキスティスのように、強い光と高い水温、そしてチッソやリンが多いことが、増えるのに必要な植物プランクトンもいます。

原生動物

原生動物の仲間は種類が多く、動き回るので写真を撮ることがむずかしいものです。しかし顕微鏡で、ゾウリムシ類、ラップムシ類、ツリガネムシ類が見られることがあります。原生動物は口のまわりにある多数の繊毛（細かい毛）を動かして水流をおこし、水中の細かい有機物類を食べてくれるので、水質を良くする（水をきれいにする）はたらきがあります。下水処理場の活性汚泥の中には原生動物がたくさん住んでいます。原生動物類は、千波湖の方が大塚池より多いようです。千波湖では夏にアオコがよく発生し、秋になるとアオコが死んで腐り、原生動物に食べられるからでしょう。

ワムシ類

千波湖や大塚池でプランクトンネットを引くと、白くて細かい粉状のものがたくさん採集されることがあります。細かい粉状に見えるものはワムシ類です。それより大きく動き回るものは、ミジンコ類、ケンミジンコ類、それらの幼生類です。

ワムシ類は輪のようになっている口のまわりの繊毛を動かして、さらに細かい有機物などを食べています。いろいろな形をしていますが、基本的な形がよく似ています。顕微鏡で見るとワムシがよく動きまわっている様子がわかります。アルコールやホルマリンなどで固定すると死んでしましますが、形をよく観察することができます。しかし、フクロワムシなどは死ぬと形が変わってしまいます。

千波湖や大塚池でよく見られるワムシ類は、ツボワムシ類、カメノコウワムシ類、ハネウデワムシ類、テマリワムシ類、フクロワムシ類、ミツウデワムシ類、ネズミワムシ類、ツノワムシ類などです。

ワムシ類は早春によく発生し、孵化して間もない魚の稚魚の餌になります。フクロワムシは夏に発生することが多いようです。ツボワムシ類やハネウデワムシ類は条件さえ良け

れば、一年中いつでも発生するようです。

ミジンコ類、ケンミジンコ類と生態系

ミジンコ類とケンミジンコ類は、^{せつそくどうぶつ}節足動物に分類されます。節足動物の中でも、エビやカニなどの^{こうかくるい}甲殻類の仲間です。ミジンコ類やケンミジンコ類は、条件が良いと^{たんいせいしよく}単為生殖（メスだけで卵を作り孵化する）でどんどん増えます。しかし秋になって水温が下がり、条件が悪くなるとオスが現れ、メスと^{こうび}交尾して^{たいきゅうらん}耐久卵が生まれ、条件がよい時期になるまで休眠します。不思議ですね。湖底の泥の中には多数のミジンコの耐久卵が眠っています。

皆さんはミジンコ類やケンミジンコ類の眼は何個あると思いますか。顕微鏡でよく観察してみてください。実はミジンコたちの眼は1個しかありません。私たち人間のように2個の眼で立体視して食べ物を探しているのではなく、ミジンコたちの眼は光の方向だけを感知すればよいようです。光の方向には餌になる植物プランクトンがいるからです。植物プランクトンがいるところで、ミジンコたちは^{くし}櫛のように細かい^{とげ}棘が生えた^{しよつかく}触角をさかんに動かして植物プランクトンを集めて食べます。なお、ミジンコの眼は1個ですが、その眼をさらによく観察すると、たくさんの小さな個眼から構成されていることがわかります。つまり、ミジンコの眼は昆虫やエビなどの眼と同じように^{ふくがん}複眼なのです。

ミジンコたちは、湖沼の生態系の中で大切な役割を果たしています。大量の植物プランクトンを食べて増え、次に自分の体を魚たちの餌として提供する役割です。ミジンコたちを食べて魚たちが成長し、その魚たちを水鳥や私たち人間が食べます。ミジンコたちがいなかったら、湖や池では植物プランクトンだらけになってしまいます。魚たちも増えられず、漁師さんの仕事が成り立ちません。ミジンコたちは湖沼の物質循環の重要なリングの一つになっています。こんなに小さな体なのに、自分の役割を持っているなんて驚きですね。

ところで、なぜかミジンコたちは藍藻類をあまり食べません。藍藻類は毒を作るからだという説もあります。夏になって千波湖でアオコが大発生してしまうのは、窒素やリンの濃度が高いためですが、ミジンコたちがアオコを食べてくれないことも理由の一つです。

ミジンコ類には、大型のカブトミジンコ、オナガミジンコ、小型のゾウミジンコ類などがいます。ケンミジンコ類には、ケンミジンコとヒゲナガケンミジンコなどがいます。

プランクトンの採集方法

水戸市内の千波湖、大塚池は、大きな湖沼ではないので、岸边や橋からプランクトンネットを使って採集することができます。千波湖では有料の遊覧ボートを利用できますが、ボート上で作業することを考えると、救命胴衣着用をおすすめします。

プランクトンネットはいろいろな種類があります（^{りごうしや}株離合社の総合カタログ参照：イン

ターネットサイトで検索できます)。離合社製の小型プランクトンネット（カタログ No.5513-B、約3万円）がおすすめです。プランクトンネットは、自作することもできます。作り方は、参考書の「やさしい日本の淡水プランクトン図解ハンドブック」を参照してください。プランクトンネットがない時は、湖水をバケツで2リットルくらい採りし、コーヒーフィルターで、時間をかけて濾過する方法があります。また湖沼の浅瀬の底に沈んでいる落ち葉、木の枝、小石などを採集し、それらの表面に付着しているプランクトン類を、バット、シャーレ、小皿などに入れた水の中で、ピンセットや割りばしなどで、こそげとるのもよい方法です。採集したプランクトンは、透明な小びんに入れます。小びんの中のプランクトンは、まもなく死んでしまい、腐りはじめるので、生きているうちにルーペや顕微鏡で観察しましょう。

生きているプランクトンを肉眼、ルーペ、顕微鏡で観察した後、小びんにエチルアルコール（エタノール）やホルマリンを加えると、保存することができます。プランクトンは死んでしまいますが、長期間保存して、いつでも観察することができます。エチルアルコールやホルマリンの濃度は、添加後にそれぞれ約10~20%、および約5%になるようにします。ホルマリンの方が固定力が強く、長く保存できますが、毒性があり廃棄（専門処理業者に有料で引き取ってもらいます）が難しいので、エチルアルコール（消毒用アルコールまたは果実酒用のホワイトリカーでもよい）がおすすめです。

プランクトンの観察方法

小びんに入れたプランクトンを、まず肉眼で観察してみましょう。動きまわるミジンコ類は大きいので肉眼でも観察できます。植物プランクトンでは、アオコ類やアオミドロなどは肉眼でも観察できます。次にルーペ（虫めがね）で観察してみましょう。ルーペは標本に近づけたり離したりして、一番よく見える位置を探してください。焦点が合うと、ワムシ類なども観察できます。

顕微鏡はいろいろな種類があります。実体顕微鏡があれば、活用してください。ミジンコ類やアオコの群体は立体的に観察できます。学習用の生物顕微鏡を使う前に、スライドガラスとカバーガラスを使って、プレパラート（顕微鏡用標本）を作ります。作り方は、コツがあるので、先生から教わってください。プランクトン観察用として、スライドガラスの中央が少し凹んだホロースライドガラスがよく使われますが、見たいプランクトンに焦点を合わせることが難しい場合があります。スライドガラスに電気工事用の絶縁テープ（カラービニール製）を張り、カッターでカバーガラスよりやや小さい面積を長方形に切り取り、そこにプランクトンを含んだ水をスポイトで1~2滴入れ、カバーガラスをかけて観察すると、よく見えます。生物顕微鏡の使い方では、最初はフォーカス（焦点）を合わせるのが難しいので、先生から指導してもらってください。倍率が小さい対物レンズから使うことが基本です。顕微鏡の観察方法は、参考書1にも解説されています。

顕微鏡の接眼レンズにデジカメのレンズを近づけて、プランクトンの写真を撮ることができます。難しいですが、挑戦してみてください。写真を撮るのも良いのですが、じっくりといていねいにプランクトンを観察することが大事です。そのプランクトンを観察しながら、スケッチしてみましょう。できるだけいねいに、時間をかけてスケッチすると、プランクトンの形がよくわかってきます。いろいろなプランクトンをスケッチし、自分だけのプランクトン図鑑ができれば楽しく、素晴らしいことですね。

プランクトンの参考書

- 1、「やさしい日本の淡水プランクトン図解ハンドブック」滋賀県立衛生環境センター・一瀬諭・若林徹哉監修、滋賀の理科教材研究会編集、合同出版（2005）

琵琶湖のプランクトンを長年にわたって調査研究してきた滋賀県内の学校の生物の教師や研究者が協力して編集・出版したものです。琵琶湖だけでなく、日本中の湖沼のプランクトンを教材にして、プランクトンの世界を通して、自然のしくみ（特に湖沼生態系）を学ぶ時に、最適の参考書になります。プランクトンは種類が多く、分類が難しいものですが、この本では、プランクトンの分類が体系的に理解されるように、いろいろ工夫されています。美しい写真や図解も多く収録されています。採集方法、顕微鏡観察方法などの解説もあります。小・中・高校の生物の授業や実験、生物部のクラブ活動などでは、まずこの参考書に従って、プランクトンの世界に導かれるのがよいでしょう。

専門的には次の参考書があります。

- 2、「日本淡水産動物プランクトン図鑑」田中正明著、名古屋大学出版会（2002）
- 3、「日本淡水プランクトン図鑑」水野壽彦著、保育社（1983）
- 4、「淡水藻類写真集ガイドブック」山岸高旺著、内田老鶴圃（1998）
- 5、「日本アオコ大図鑑」渡邊眞之著、誠文堂新光社（2007）
- 6、「霞ヶ浦のプランクトン」監修：高村典子、文・写真：沼澤篤、社団法人霞ヶ浦市民協会発行（2008） 霞ヶ浦のプランクトンを紹介するパンフレット。

千波湖と大塚池

千波湖は、JR常磐線水戸駅の南に位置する浅い湖沼（面積約33ヘクタール、平均水深1.0メートル）です。桜川が那珂川に合流する直前に川幅が広がって形成された湿地の一部です。現在は、偕楽園とともに広大な公園として市民に親しまれています。湖畔周回道路は散歩やジョギングのコースとして、また釣りやボート遊びで利用する市民が多

く、冬季にはカモ類やハクチョウ類が越冬し、バードウォッチングの名所になっています。

千波湖の水源は、桜川からの導水^{どうすい}が大部分を占めています。桜川の水質は、流域の下水道普及率が上昇して改善され、見た目はよくなりましたが、まだ窒素やリンの濃度が高いため、その水を引いている千波湖では、夏場を中心に植物プランクトンであるアオコが大発生し、せっかくの美しい景観をそこねている面があります。水戸市にとって、アオコ対策が大きな課題となっています。

千波湖のプランクトンは、富栄養化（湖水中の栄養成分である窒素やリンの濃度が高くなる現象）した水質を反映して、植物プランクトンの藍藻類^{らんそうるい}が年間を通して多くなっています。特に水面に浮上して風下に吹きだまる性質があるミクロキスティス類は、夏に多くの種類が見られます。動物プランクトンでは、ゾウミジンコ類、ワムシ類が見られますが、大型のカブトミジンコはほとんど見られないようです。

皆さんが千波湖のプランクトンの種類や数を、四季を通じて定期的に調べていけば、水質のようすがわかり、アオコ対策の良い案が出るかもしれません。

大塚池は、JR常磐線赤塚駅の北西に位置する農業用ため池（面積約16ヘクタール）です。池のほわりには樹木が繁り、景観がとてもよく、静かな散歩コースとして四季を通して市民のいこいの場所として親しまれています。深さは1メートルほどで浅い湖沼です。冬季にはカモ類やハクチョウ類が越冬し、やはりバードウォッチングを楽しむことができます。

大塚池は、以前は周辺の住宅地からの生活排水の流入で、水質が悪化していましたが、下水道が整備され、現在は改善されています。夏にわずかにアオコが発生する程度です。大塚池は早春から初夏にかけて、大型のカブトミジンコが多数発生し、珪藻類^{けいそうるい}の植物プランクトンを食べてくれるので、透明度が上がります。夏から秋にかけては一時アオコが発生したり、黄色鞭毛藻類^{おうしよくべんもうそうるい}のサヤツナギが発生することがあり、透明度が下がりますが。冬には、水温が下がり日照時間が短くなって植物プランクトンが減って、透明度が上がってきます。

大塚池は自然観察に最適の環境です。プランクトン、水鳥、樹木などの植物、それに水質などを定期的に調べてみると、いろいろな発見があるでしょう。

「水戸市千波湖・大塚池のプランクトン データベース」について

このデータベースは、千波湖と大塚池のプランクトンについて、平成25年4月から平成26年3月にかけて、1年間にわたって、採集、写真撮影を行った結果を整理したものです。両湖沼に生息する代表的なプランクトンは紹介できたと思われます。しかし、未収録の多くのプランクトンが生息しているはずですが、ぜひこのデータベースを契機として、両湖沼のプランクトン相が詳しく調べられ、理科の教材として活用されることを期

待しています。このデータベース作成に助成金を交付していただいた「公益信託エコー
いばらき環境保全基金」に深く感謝いたします。

作成者

プランクトン採集と写真撮影

森谷峻瑛（茨城大学教育学部 4 年）

小沼夏実（茨城大学教育学部 4 年）

沼澤篤（茨城大学教育学部特任教授）

解説文

沼澤篤（茨城大学教育学部特任教授）

助成

公益信託エコーいばらき環境保全基金