

湖沼におけるラン藻の個体群動態解析に向けた取り組み

○辻村 茂男

(滋賀県琵琶湖・環境科学研究センター)

キーワード：アオコ、植物プランクトン、個体群動態、定期観測

【はじめに】

浮遊性ラン藻類の異常増殖に起因するアオコ現象は、湖沼富栄養化の象徴として位置づけられ、原因となるラン藻類が有毒であることが多いこともあり、その動向については高い関心が持たれている。琵琶湖では1983年から南湖において、1994年から北湖において、それぞれ沿岸部で *Microcystis* spp. と *Anabaena* spp. を主な原因ラン藻とするアオコが確認され、現在に至るまで夏一秋に発生が続いている。近年では *Aphanizomenon flos-aquae* や *Oscillatoria kawamurae* などもアオコ構成種として目立つようになってきている。琵琶湖においては夏一秋にアオコの発生状況を確認するためのパトロールが連日行われており、発生水域とその規模については詳細な情報が得られている。加えて、1970年代から琵琶湖の定期観測が続けられていることから、アオコといった特定種のみならず、植物プランクトン群集全体の動向について長期的なデータが蓄えられている。それらのデータからは、優占種や出現種数において1990年頃から変化してきていることが明らかにされている。しかし、アオコ発生や長期的な植物プランクトンの動態変化がどのような要因によって生じているかについては十分な理解が得られない。

本発表では、通常の定期観測による植物プランクトンのデータ解析の限界を整理しながら、植物プランクトンの個体群動態解析を行っていく上で必要になるであろう情報とそのための手法について考えてみたい。

【現存量調査の困難さ】

植物プランクトンの種間競争が、与えられた環境下でどのように起こりアオコといった特定種の異常増殖へと進んで行くか理解することを目的とするのであれば、対象とする個体群の現存量の経時的な変化をかなり正確に知る必要がある。しかし、これは極めて困難な課題となっており、このことが定期観測データ解析を難しくしている主因の一つとなっている。主な要因として、採水、計数、種同定の3つが挙げられる。

・採水時の問題

風や湖流による集積作用を受けやすい種において特に顕著となることであるが、いざ採水を行う時、目の前に広がる濃淡の顕著なアオコが発生した水域で、どこの水をどの深さから採水するかによって、試水中の細胞密度が大きく変化してしまう。空間的な不均一な分布にどう対応するかに加えて、時間的にも分布変動が大きいため、決められた地点で採水を行うとしても、試水中の経時的な細胞密度変動が、必ずしもその水域における植物プランクトンの増減を表現しているとは限らないことになる。

・植物プランクトン計数における誤差

計数による95%信頼区間はおよそ $2\sqrt{N}$ となるため、対象とする個体群を試水毎に100細胞(コロニー)計数しても20%程度の誤差を含むことになる。濃縮した試水を用いた場合、優占種に関しては誤差を小さくできるが、その他の種に関しては非常に困難となる。

・植物プランクトン種同定の困難さ

季節的な形態の変化や似た種の区別が難しいため、計数を行

う人の同定レベルによって出現する種数や計数値がかなり変わってしまうことが普通に起きてしまう。

比較的短い期間で進行する個体群の変動を解析するためには、少なくとも1日に20%の細胞数の増加(比増殖速度で0.18)は有意に検出したいが上述の採水と計数条件を考えると困難が伴う。それでも、個体群動態解析を行っていく研究のためには、少なくとも週1回程度の採水を実施し、個体群の経時的増減を記録していく必要があると演者は考える。定期的な試水による個体群毎の現存量評価に加えて、ロガー式クロロフィル蛍光計による現場クロロフィル量の連続測定は植物プランクトン群集全体の現存量の詳細を知る上で役立つ情報になる。また、多波長型励起蛍光光度計の利用により分類群毎の現存量の変動についての情報についてもある程度得られるようになってきている。

【増殖速度と摂食圧】

個体群の現存量の経時的変化の中身として、植物プランクトン自身の増殖と動物プランクトンによる摂食による減少が重要な情報となる。植物プランクトンの増殖速度については、現場でのボトル培養を利用した方法も利用されているが、環境が激変してしまうので、細胞分裂頻度法や細胞周期解析などのより直接的な測定法の適用を進めていく必要があると考えている。また、クロロフィル励起蛍光法による光合成活性の評価を、サイズ分画や多波長型測定器などを適用することにより、個体群の増殖速度の評価に役立てることを検討している。動物プランクトンによる摂食については、嗜好や選択によって個体群毎への摂食圧の違いを検討する必要があると考えているが、演者は動物プランクトンと植物プランクトンの関係についての研究については手をつけられずにいる。

【外部環境要因】

外部環境のうち、温度・光については、現場型測定機器により連続的なデータの採取が可能であり、栄養塩に比べると植物プランクトンからの影響を受けにくいと、現場データとしては解析しやすい対象と言える。これまでに代表的な植物プランクトンの最適温度・照度については培養実験から明らかにされてきているが、変動する光・温度に対する個体群毎の挙動についての知見の蓄積が今後重要になってくると考えられる。

栄養塩については、採水時毎の濃度測定からだけでは供給速度に関する情報が得られないため、植物プランクトンの栄養状態の実態を認識するのが困難となる。この点が、定期観測データから、栄養環境と植物プランクトンの群集動態との関係について詳細に解析することを困難にしている主要因と演者は考えている。外部の栄養塩濃度の測定だけでなく、アルカリフォスファターゼ活性など生理面からの栄養状態の把握も併せて必要であり、個体群動態を解析するためにはELF97のような蛍光プローブを用いた細胞毎のフォスファターゼ活性の測定が有効になると思われる。また、個体群毎の細胞内栄養濃度の測定も栄養環境や窒素・リンの欠乏状況を評価する上で有効な方法になるとと思われる。*Microcystis* の場合には比較的大型のコロニーを形成するので、対象種のみを集めて細胞内栄養濃度を測定することが可能であり、単に外部栄養塩濃度を測定するだけではなし得なかった解析が可能になると考えている。