

本明川河口部における植物プランクトン量の変化予測に関する研究

長崎大学大学院 学生員○小野敏幸 長崎大学工学部 非会員 伊藤孝司
 長崎大学工学部 非会員 菅家博昭 長崎大学工学部 正会員 西田 渉

1. はじめに

閉鎖性水域における物質循環の変化機構をより詳しく評価するには、水域の生態系が明確に把握されておかなければならない。その中でもとりわけ、植物プランクトンの及ぼす活動は重要な役割を果たしており、その活動は取り巻く環境因子の変化とともに、時空間的に変化している。

本研究では、とくに河川の流入部付近での植物プランクトンの活動状況を把握するために現地観測を行い、植物プランクトンの増殖速度を算出することでその活動の評価を試みた。併せて、水温や日射量、栄養塩の計測結果から種類ごとの制限関数について検討し、増殖の予測を行う。

2. 現地観測の概要

現地観測は、諫早調整池への代表的な流入河川である本明川の河口部を対象水域とし、2002年10月3日に実施された。採水地点については、【図-1】に示すとおりであり、水表面と水底面の2箇所において1時間ごとの採水を行っている。

また、植物プランクトンの増殖速度をより正確に求めるために浸漬法を用い、採水後の植物プランクトンの増殖や枯死などによる個体数変化が考えられたため、採水直後に中性ホルマリンを注入することで組織固定を行った。観測により採取されたサンプルについては、生物顕微鏡を用いて種の同定と個体数の計数を行い、優占種と生物量を把握する。併せて、水温・日射量・理化学的水質指標の測定も行っている。

3. 観測結果

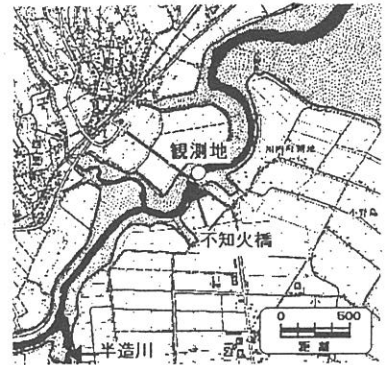
まず、水表面での総個体数の日変化を示せば【図-2】のとおりである。いずれの時刻においても浸漬中の増殖が認められ、その様子は時間の経過とともに変化していることがわかる。次に浸漬前の個体数は12:00までは増加し、その後14:00からは減少の傾向を示している。このことから水域における生物量の変化は日射量や水温と深く関係していることが考えられる。

浸漬前と浸漬後の個体数から(1)式を用いて総種類の増殖速度を算出し、同様に珪藻類、緑藻類について計算した結果を【図-3】に示す。

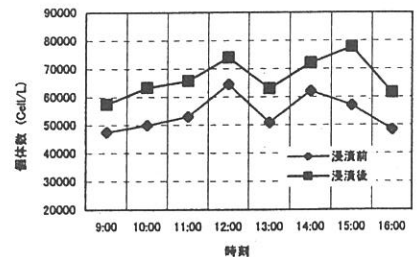
$$\mu = \frac{1}{t} \cdot \log_2 \left(\frac{C_0 + \Delta C}{C_0} \right) \quad \dots (1)$$

μ : 増殖速度(doublings/day), t : 浸漬時間(day), C_0 : 初期個体数(Cell/L), ΔC : 増殖数(Cell/L)

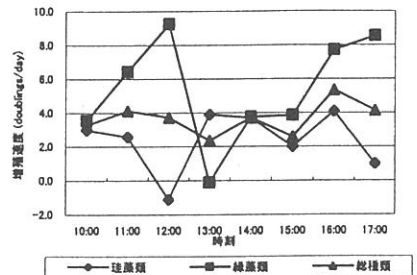
【図-3】から総種類の増殖速度については、2.0から5.0の間で推移しているが、珪藻類と緑藻類についてはその時間的変化が非常に大きく、互いに異なる推移を示している。このことから植物プランクトンの活動と環境因子との関連は、種類ごとに異なると推察される。そこで環境制限因子として水温、日射量、栄養塩(無機態リン(IP)、硝酸態窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)、亜硝酸態窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)、アンモニア態窒素($\text{NH}_3\text{-N}$))を取り扱い、それぞれの制限関数を決定することを試みた。



【図-1】対象水域の概要図と観測地点



【図-2】水表面における総個体数の日変化



【図-3】水表面における増殖速度の日変化

4. 制限関数の決定と増殖予測

増殖速度に関する制限関数については以下の式を用いて表し、最大増殖速度は水温の関数としている。

$$\mu_{(T,I,N)} = F_{(T)} * F_{(I)} * F_{(N)} \quad \dots (2)$$

$$F_{(T)} = \mu_{max} \cdot \text{Exp}(-K_1(T - T_{opt})^2) \quad \dots (3)$$

$$F_{(I)} = \frac{I}{I_{opt}} \cdot \text{Exp}\left(1 - \frac{I}{I_{opt}}\right) \quad \dots (4)$$

$$F_{(N)} = \frac{[IP]}{K_{IP} + [IP]} * \frac{[IN]}{K_{IN} + [IN]} \quad \dots (5)$$

$F_{(T)}$: 水温の関数, $F_{(I)}$: 日射量の関数, $F_{(N)}$: 栄養塩の関数, μ_{max} : 最大増殖速度(doublings/day), K_1 : 温度係数, T_{opt} : 最適温度(°C), I_{opt} : 最適日射量(ly/day), K_{IP}, K_{IN} : 半飽和定数(mg/L)

【図-4】に示すように、水温と日射量のそれぞれの観測値に対して、水温に関しては増殖速度、日射量に関しては日射量と栄養塩の制限率をプロットすることでパラメータ評価を行っている。栄養塩に関しては、計測結果と増殖速度の時間変化を比較することにより、半飽和定数を決定している。決定された各パラメータの値を示すと【表-1】のとおりである。

珪藻類は総種類と同様に最適日射量が低く、このことが日中において増殖速度が低かったことの要因であると考えられる。緑藻類については、日射量や水温による制限が比較的小さく、栄養塩の制限では無機態リンやアンモニア態窒素濃度が強い影響力をもっていると思われる。

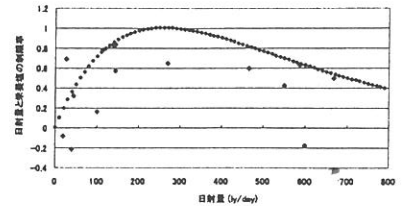
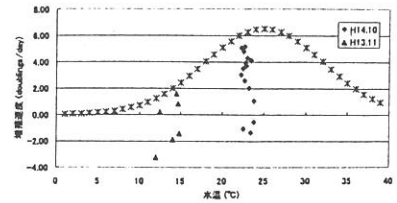
決定されたパラメータをもとに、珪藻類と緑藻類、総種類について浸漬後の個体数を計算した結果と観測値を【図-5】に示す。緑藻類については、日中に観測値を大きく上回る結果となっている。これは緑藻類の活動と水温・日射量に高い相関がなく、栄養塩による制限の影響が十分に評価されなかったためと考えられる。しかしながら、珪藻類と総種類については増殖を概ね再現できていると思われる。

5. おわりに

本研究では、浸漬法を用いた現地観測をもとに、環境因子についての制限関数を種類別に算定することで増殖の予測を行ってきた。その結果、植物プランクトンの種類によって異なる特性を、最適温度や最適日射量、半飽和定数などで考慮することにより評価できることが明らかとなった。しかし、観測方法においては捕食による損失や、枯死などの要因を取り除くなど多くの改善点が考えられる。また、今回は種類を類での区別までにはしか至っていないが、今後は科、属とより詳細に検討するとともに、観測データ蓄積していくことで、更に精度の高い評価を行っていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) 水野壽彦：“日本淡水プランクトン図鑑”，保育社

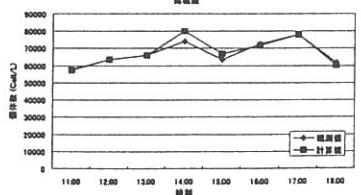
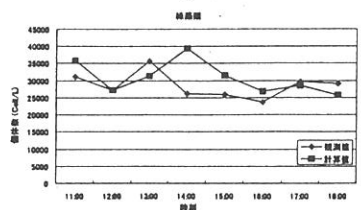
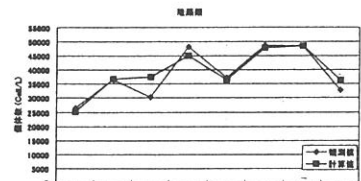


【図-4】水温と日射量の制限関数(珪藻類)

【表-1】各パラメータの値

	珪藻類	緑藻類	総種類	
最大増殖速度(doublings/day)	6.5	9.5	8.5	
最適温度(°C)	25	22	20	
温度係数	0.010	0.005	0.020	
最適日射量(ly/day)	250	10*	240	
半飽和定数	無機態リン(mg/L)	0.00001	0.00535	0.01255
	アンモニア態窒素(mg/L)	0.0650	0.0650	0.0001
	亜硝酸態窒素(mg/L)	0.0095	0.0001	0.0085
	硝酸態窒素(mg/L)	0.00100	0.00424	0.01000

*注) 緑藻類については日射量の半飽和定数を示している



【図-5】浸漬後の計算結果(水表面)