

東京湾における植物プランクトン等の 元素組成の測定結果について

曾田京三 安藤晴夫

1 はじめに

筆者らが作成した富栄養化生態系モデルに基づく東京湾の水質予測シミュレーション・システムにおいては、植物プランクトン、動物プランクトン、デトリタス、溶存性無機態窒素、溶存性無機態りん及び化学的酸素要求量(COD)を状態変数(予測項目)として設定している。このうち、前三者については有機態炭素濃度(mg C/l)として計算されるが、溶存性無機態の窒素(N)、りん(P)は、それぞれN、Pの濃度(mgN/l, mgP/l)として計算される。植物プランクトンは光合成によってN、Pから、細胞外分泌によりN、Pへ変換される。同様に、動物プランクトンは排泄により、デトリタスは分解によりN、Pへ変換される。したがって、シミュレーションを行う場合には、動、植物プランクトン態及びデトリタス態の炭素(C)からN、Pへ値を換算する変換係数を設定する必要があり、そのためには動、植物プランクトン及びデトリタスを構成するC、N、Pに関する元素組成比が分かっているなければならない。プランクトン等の元素組成比については、Redfield比のように広く知られているものや、幾つかの文献値があり、水質のシミュレーション等においては平均的な値としてそれらが用いられることが多いが、一方では、それらはプランクトンの種や環境条件により大きく変動するものであるといわれているので、⁴⁾ 予測対象水域でどのような値を示しているかを知っておくことは大切なことである。そこで、我々は、昭和62年度に、東京都内湾で採取した試料について上記三者のC、N、P組成比を測定し、併せて幾つかの種類の植物プランクトンを培養し、そのC、N、P組成比を測定したので、その結果を報告する。

2 方法

(1) 現場試料の測定

植物プランクトン、動物プランクトン、デトリタスのC、N、P組成比測定試料は、夏季(昭和62年8月20日)、秋季(11月10日)、冬季(63年1月20日)に、東京都内湾の東京燈標付近の地点(図1参照)で、表層(海面下0.5m)からポンプで採取した。併せて、同じ場所で沈降物を捕集した。ポンプ採取試料及び沈降物を、次により分画し分析に供した。

分画1: ポンプ採取海水を丸川式ネット(58μmメッシュ)で濾過した濾過残渣(動物プランクトン+植物プランクトン+デトリタス)

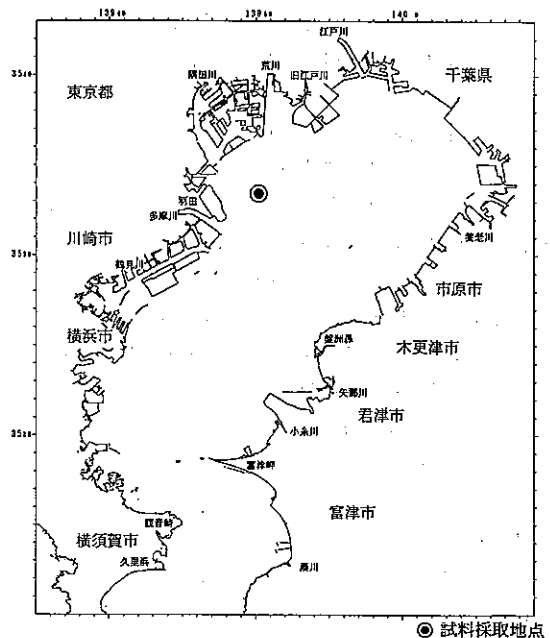


図1 試料採取地点

[海岸線は日本海洋データセンターの東京湾海岸線データ(提供番号85-079)を使用して作成。]

分画2: 丸川式ネットを通過した海水をGFC (1 μmメッシュ) で濾過した濾過残渣 (植物プランクトン)

分画3: 沈降物捕集装置で捕集された沈降物 (デトリタス+植物プランクトン)

動, 植物プランクトンなど試水中の懸濁物のC, N含有量は, 柳本CHNコーダーで測定し, P含有量は硝酸, 過塩素酸で分解したのちバナド・モリブデン法で測定した。クロロフィル a (chl-a), フェオ色素 (phe-a) はLorenzen法で測定した。

各分画の分析結果から, 次によって動, 植物プランクトン, デトリタスの元素組成を求めた。分画2は粒径1~58 μmの懸濁成分で, これを植物プランクトンとした。デトリタスの各成分 (C, N, P) は, 分画3 (沈降物) から植物プランクトン (分画2) 由来の各成分を差し引いたものとした。すなわち,

デトリタスの成分 = 分画3の成分 - [(分画3の chl-a) × (分画2の成分 / 分画2の chl-a)]
動物プランクトンの各成分は, 分画1から植物プランクトン由来及びデトリタス由来の各成分を差し引いたものとした。すなわち,

動物プランクトンの成分 = 分画1の成分
- [(分画1の chl-a)
× (分画2の成分 / 分画2の chl-a)]
- [(分画1の phe-a)
× (デトリタスの成分 / デトリタスの phe-a)]

また, 表層海水中の動, 植物プランクトンについて種の同定と個体数の計数を行った。

(2) 培養植物プランクトンの測定

東京湾で赤潮を形成する植物プランクトンなど下記の植物プランクトンを水温20°C, 照度2,000~4,000 luxで培養して, そのC, N, P含有量を測定した。

Prorocentrum triestinum
Skeletonema costatum
Thalassiosira binata
Heterosigma akashiwo
Chattonella marina
Nephroselmis astigmatica

3 結果と考察

動, 植物プランクトン及びデトリタスのC, N, P組

表1 植物プランクトン, 動物プランクトン及びデトリタスのCNP組成比 (重量比)

	C	N	P
植物プランクトン (8月)	40	7.3	1
(11月)	6.4	0.4	1
(1月)	14	1.7	1
動物プランクトン (8月)	56	9.1	1
デトリタス (8月)	30	5.4	1
(1月)	79	11	1
<i>Prorocentrum triestinum</i>	24	12	1
<i>Skeletonema costatum</i>	7.3	2.8	1
<i>Thalassiosira binata</i>	5.9	1.9	1
<i>Heterosigma akashiwo</i>	16	5.7	1
<i>Chattonella marina</i>	39	3.6	1
<i>Nephroselmis astigmatica</i>	5.8	0.89	1

成比を求めた結果を表1に示す。

海洋プランクトンの平均的な元素組成比としてはRedfield比が知られており, これによるとC, N, P組成比は原子比で106:16:1, 重量比で41:7.2:1である。これと今回の結果とを比較すると, 8月の植物プランクトンのC, N, P組成比はRedfield比とほぼ一致した値を示しているが, 11月, 1月のそれは相対的にPの比率が高く, しかも11月にはNよりもPの割合が高くなっており, Redfield比とはかなり相違した値を示している。8月の現場海水のchl-a濃度は122 μg/lで *Thalassiosira* spp., *Leptocylindrus danicus*, *Skeletonema costatum* 等による赤潮状態であったことから, 分画に捕集されたもののほとんどが植物プランクトンであると考えられるのに対して, 11月, 1月の現場海水のchl-a濃度は5.0 μg/l, 8.8 μg/lで植物プランクトン量が少なく, 捕集された懸濁物中に非生物由来のものがかなり含まれていたのではないかと考えられる。東京都環境保全局は, 水質データを統計解析して都内湾の植物プランクトンのC, N, P重量組成比として22:5:1を報告している²⁾。他の海域の平均的な植物プランクトンのC, N, P原子比としては, 瀬戸内海の燧灘では110:16:2 (重量比で21:3.6:1) が⁴⁾, 三河湾では110:15:1.1 (重量比で39:6.2:1) が³⁾報告されている。

実験室内で培養した植物プランクトンのC, N, P重量組成比は, 5.8~38.5:0.89~12.2:1であり, Redfield

比とかなり異なった値を示した。*Chattonella marina*を除くと、Cに対するN、P特にPの比率が大きくなっている。

植物プランクトンの栄養塩取り込みについては栄養塩の急速取り込み及びPの過剰摂取といった現象があり、天然の植物プランクトンでも、一時的に、PあるいはNの含有量が大きくなることが知られている。本実験でも培地のN、P初期濃度はN16mg/l、P1.4mg/lと現場海水と比較して高濃度であったため栄養塩、特にPの過剰蓄積があったものと思われる。

8月の動物プランクトンのC、N、P重量組成比は、ほぼ56 : 9.1 : 1であった。11月、1月の試料からは、計算の過程でマイナス値が生じてC、N、P比は求められなかった。

他の海域の動物プランクトンのC、N、P原子比としては、瀬戸内海で130~158 : 32~36 : 1が⁴⁾、三河湾では106 : 13 : 0.43が³⁾報告されている。重量比では、それぞれ50~61 : 14~16 : 1及び95 : 14 : 1となる。

デトリタスのC、N、P重量組成比は、8月では30 : 5.4 : 1、1月は79 : 11.1 : 1であったが、11月のデータからは求められなかった。デトリタスのC、N、P比の測定例はほとんどないが、懸濁の値として原子比で158 : 17 : 1 (重量比では61 : 7.7 : 1) が報告されている⁴⁾。

4 おわりに

東京都内湾海域で採集した試料及び実験室で培養した試料につて、動、植物プランクトン及びデトリタスのC、N、P組成比を測定した。その結果は、一般的な組成とかなり異なるものもあったが、他の測定例と併用したり、一層データを積み重ねることにより、東京湾における栄養塩の循環を検討したり、水質の予測を行ううえで、有用な情報を与えるものと考えられる。なお、本調査は新日本気象海洋株式会社に委託して行われた。

参考文献

- 1) Sverdrup, H.U. et al.: The oceans ; Their physics, chemistry, and general biology, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs., p.1060, (1942) .
- 2) 東京都環境保全局: 東京湾における二次汚濁実態調査結果報告書, p.75, (1984) .
- 3) 中田喜三郎, 中根徹: 三河湾における懸濁態有機物, プランクトン, マクロベントスの化学組成と環境水中の栄養素比, 公害資源研究所彙報, 16, 1 (1986) .
- 4) 岡市友利: プランクトンをめぐる窒素及びリンの循環, 水域の自浄作用と浄化, 恒星社厚生閣, p.70~83, (1979) .