

懸濁物質の分解に対する塩分の影響

石田典子・三田村緒佐武*

Influence of Salinity on the Decomposition of Particulate Matter

Noriko ISHIDA and Osamu MITAMURA

Abstract

The particulate matter collected from surface layer of three different saline regions was decomposed at aerobic condition in different salinity.

The C:N ratio in the particulate matter collected from Lake Shinji increased during the incubation and the decomposition rate constant of nitrogen showed higher values than those of carbon. It suggested that the nitrogenous fraction in the particulate matter was more easily decomposed than the carbonaceous fraction.

On the other hand, no apparent differences between the decomposition process of particulate carbon and nitrogen taken from the brackish Lake Nakanoumi and the coastal area of the Japan Sea were observed.

摘 要

宍道湖中海水系の塩分濃度の異なる3地点の表層から採取した懸濁物をそれぞれ3地点の濾過水中で好氣的条件下で分解させた。

宍道湖から採取した懸濁物は、懸濁物中の炭素と窒素量の比が時間とともに高くなる傾向が認められた。また、懸濁態窒素に対する分解速度定数は炭素のそれに比較して高かった。懸濁物中の有機態窒素化合物の分解が炭素に比べ大であったと考えられる。

一方、塩分濃度の高い中海および日本海沿岸水域から採取した懸濁態炭素と窒素の分解過程に明らかな差は認められなかった。

はじめに

天然水中の懸濁物はプランクトン、細菌およびそれらの遺骸などから構成されている。懸濁態有機物の微生物分解の過程は、水中に栄養塩類を回帰させ、水域の生産を高めるなど、水系の物質代謝に対して重要な役割を果たす過程の一つである。

KAMATANI (1969)¹⁾は、培養した珪藻を用いて、暗所で好氣的条件下で保存し、その分解過程を珪素、炭素、窒素、リンなどの回帰から調べている。OTSUKI and HANYA (1972)²⁾は、凍結乾燥法により処理した緑藻の一種を用いて、懸濁物の炭素と窒素の好氣的分解と、それに伴う溶存有機物の溶出について報告している。また、MATSUNAGA (1981)³⁾は、木崎湖の植物プ

* 大阪教育大学 〒543 大阪市天王寺区, Osaka Kyoiku University, Tennoji-ku, Osaka 543.

ランクトン起源の有機物の分解について無機態栄養塩類の回帰や酸素消費を室内実験で検討した。これらはいずれも淡水域の懸濁態有機物の分解について研究を行ったものである。

宍道湖から中海、境水道を経て日本海に至る水系の懸濁物の分解過程は、塩分濃度が連続的に変化するという条件の下で様々な影響を受けることが予測される。伊達 (1975)⁴⁾は、中海から単離し、培養した植物プランクトンを好氣的条件の下で暗培養し、その分解過程を生物体量の減少から調べている。

汽水域における懸濁物の分解過程に関する知見を得ることは、複雑な湖沼生態系の物質代謝を明らかにしていくうえで極めて重要であると考えられる。しかしながら、現在のところこれらに関する情報は少ない。そこで、塩分濃度の異なった3水域から採取した懸濁物を塩分濃度の異なる条件下で培養し、懸濁物中の炭素と窒素量の変化から、その分解過程を解析した。

方 法

研究に用いた試料は、1979年8月3日に宍道湖（地点A）、中海（地点B）および島根半島の日本海沿岸の北浦（地点C）から採取した（図1）。懸濁物は、プランクトンネット（メッシュサイズ約 $60\mu\text{m}$ ）を用いて表層から採取し、実験まで冷凍保存した。

各地点の試水は、あらかじめ 450°C で4時間加熱処理したWhatman GF/C グラスファイバーフィルター（ $47\text{mm}\phi$ ）で濾過した。3地点の濾過水はそれぞれ3等分して9本の 500ml のガラスびんに入れ、そこに冷凍保存した3地点の懸濁物の適量をそれぞれ3等分して加えた。9シリーズのびんは、暗条件下で、連続曝気しながら、 30°C で12日間に渡って培養した。培養期間中、各々のびんより3日から5日の間隔で試料を採取し、グラスファイバーフィルターで濾過した。濾紙上の懸濁物は、乾燥後、分析まで冷凍保存した。懸濁物の炭素と窒素量は、CHN 元素分析計（YANACO MT-3）を用いて測定した。塩分濃度は硝酸第二水銀滴定法により塩素濃度を求め、換算した。

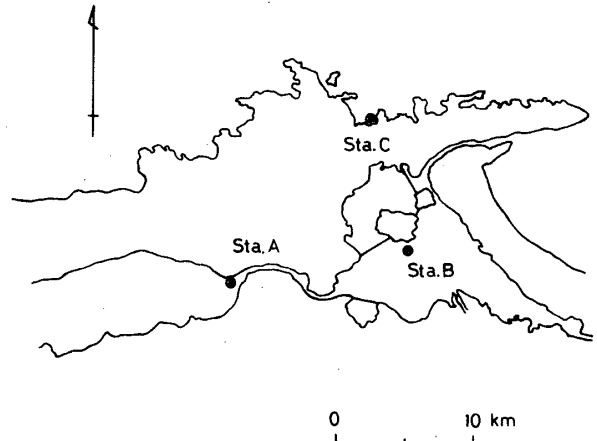


Fig. 1. Map showing the sampling stations.

結 果

実験に用いた試水の塩分濃度は地点A, B, Cでそれぞれ3, 20, 34‰であった。

地点Aから採取した懸濁物を地点A, B, Cの濾過水中で培養（実験1, 2, 3）した時の懸濁態炭素と窒素量の変化の傾向は、いずれの分解実験の場合も良く一致していた（図2）。

MATSUNAGA (1981) は、植物プランクトン起源の有機物の分解過程は、はじめの2週間間の間の速い反応とそれ以後におこるゆっくりとした反応との二段階からなり、そして、それぞれの反応は一次反応に従うことを指摘している。OTSUKI and HANYA (1972) も同様に懸濁有機物には分解しやすい成分と、しにくい成分があることを示唆している。本研究の培養期間は、比較的短い（12日間）が、懸濁態炭素と窒素量は時間とともにほぼ指数関数的に減少し、これらの分解過程は、微生物分解によるもので一次反応に従っていたと考えられる。

懸濁態炭素と窒素は、実験1ではそれぞれ培養開始時の量の43%および52%まで分解され、塩分濃度の高い濾過水を用いた実験2, 3では46, 53%および49, 57%とわずかながら高い値であった。懸濁態炭素と窒素の比(重量比)は、実験1で5.3から6.3, 実験2で5.8から6.8, 実験3で5.7から7.1であり、値はいずれも時間とともに増加する傾向を示した。これらのことは炭素に比べ窒素の分解速度が大であることを示唆している。実験1, 2, 3ともに12日目の懸濁態炭素と窒素の値が7日目よりやや高くなる傾向が見られる。この原因として細菌の増殖による影響などが考えられるが、明らかではない。

地点Bから採取した懸濁物を地点A, B, Cの濾過水でそれぞれ培養(実験4, 5, 6)した結果を図3に示した。懸濁態炭素と窒素量の変化に見られるように分解速度は培養初期で大きく、のちに小さくなる傾向が認められた。ほとんどの場合12日目に最低値であった。実験期間中懸濁態炭素および窒素は実験4で63および62%, 実験5で65および65%, 実験6で54および69%が分解された。懸濁態炭素と窒素の比は、実験6で培養期間の後期にやや高い値が得られたが、実験4および5では明瞭な変化は認められなかった。

地点Cから採取した懸濁物を地点A, B, Cの濾過水でそれぞれ培養(実験7, 8, 9)した結果、懸濁態炭素と窒素は類似した変化の傾向を示した(図4)。懸濁態炭素および窒素は、実験7で58および60%が、実験8では61および64%, また実験9では53および59%が分解された。地点Cの懸濁物をその採取地点の濾過水中で培養した時の分解率は、他の濾過水を用いて培養したときに比べてやや低かった。懸濁態炭素と窒素の比は培養期間の後期に高い傾向を示した。

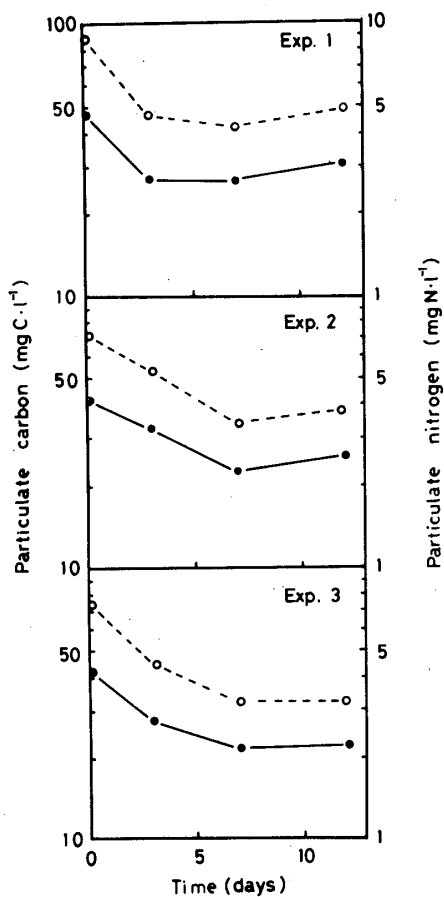


Fig. 2. Changes of particulate carbon (●) and nitrogen (○) in the Experiments 1, 2 and 3 during the incubation period.

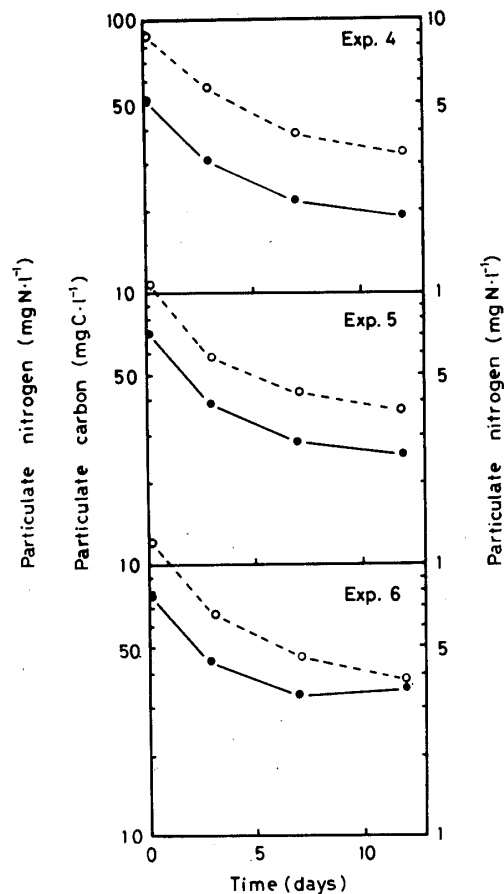


Fig. 3. Changes of particulate carbon (●) and nitrogen (○) in the Experiments 4, 5 and 6 during the incubation period.

考 察

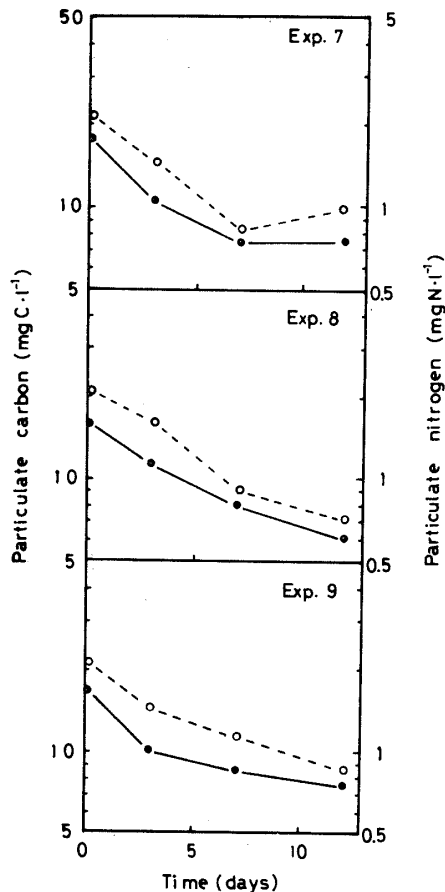


Fig. 4 . Changes of particulate carbon (●) and nitrogen (○) in the Experiments 7, 8 and 9 during the incubation period.

懸濁態炭素と窒素の分解過程が一次反応に従うと考え、懸濁態炭素および窒素が速やかに減少する初期の炭素と窒素の分解速度定数 (k_C , k_N) を求めた。地点Aの懸濁物の k_C , k_N は実験1では0.19と0.21 day^{-1} 、実験2では0.09と0.11 day^{-1} 、そして実験3では0.10と0.12 day^{-1} と計算された。地点Bの懸濁物の k_C , k_N は実験4では0.12と0.12 day^{-1} 、実験5では0.13と0.13 day^{-1} そして実験6では0.12と0.14 day^{-1} であった。地点Cの懸濁物の k_C , k_N は実験7で0.12と0.13 day^{-1} 、実験8で0.08と0.09 day^{-1} そして実験9では0.17と0.09 day^{-1} であった。MATSUNAGA (1981) は懸濁物の分解が一次反応に従うものと考え、懸濁態炭素と窒素量の減少から求めた第一の反応段階の反応速度定数として、それぞれ0.070と0.062 day^{-1} の値を得ている。OTSUKI and HANYA (1972) は植物プランクトン起源の懸濁態窒素の微生物分解を受けやすい初期の分解過程について0.069 day^{-1} の反応速度定数を得ている。分解の著しい期間について得た本研究の値 (0.1~0.2 day^{-1}) は彼らの値に比較して高い傾向にある。

3地点の培養開始時の懸濁態炭素と窒素の比は、平均値として、地点Aで5.6、地点Bで6.3そして地点Cで7.8であり、塩分濃度の高い水域で高い傾向があった。KOYAMA and TOMINO (1967)⁵⁾ は木崎湖のプランクトン、深層のデトリタス、および湖底堆積物の有機炭素と窒素の比についてそれぞれ5.7、10.7および15.5 (重量比)

を得ている。本研究で得た3地点の懸濁態炭素と窒素の比は彼らのプランクトンとデトリタスに対する値と類似している。また、KOYAMA and TOMINO (1967) はプランクトン起源の物質中の炭素と窒素の比が深度とともに高くなる傾向が認められることから、懸濁態有機窒素は炭素より速やかに分解されると考えた。OTSUKI and HANYA (1972) は、緑藻の一種の死細胞について求めた分解速度定数から、はじめの30日間の藻体内の窒素の分解率は炭素のその2倍であったことを報告している。一方、TEZUKA (1985)⁶⁾ は、琵琶湖において有光層と無光層中のセストンの炭素と窒素とリンの比を比較した結果、停滞期における粒状物質の沈降過程で炭素がもっとも速く、ついで窒素が無機化されると推測している。地点Aより採取した懸濁物の分解実験の結果に見られるように、いずれも懸濁態炭素と窒素の比は時間とともに高くなる傾向が認められ、また窒素の分解速度定数は炭素のそれに比べ高い値が計算された。このことは、炭素に比べ窒素の分解速度が大であったことを示唆するものと考えられる。しかしながら、地点Bおよび地点Cの懸濁態炭素と窒素の比の変化は、地点Aで見られたような傾向を示さなかった。培養期間中に減少した懸濁態炭素量と窒素量の比を求めると、地点Aの懸濁物は平均値として4.8、地点Bは6.0そして地点Cは7.4と計算された。実験開始時に低い炭素と窒素の比を有していた地点Aの懸濁物の分解は地点Bおよび地点Cの場合に比べ、懸濁態窒素の減少が懸濁態炭素の減少に比較して大きかった。懸濁有機物の質的な相違が分解過程に影響していた

ものと考えられる。KAMATANI (1969) は、藻体有機物の無機化速度は温度条件とともに種の違いや藻体の生理的条件に関係することを指摘している。GUNNISON and ALEXANDER (1975)⁷⁾ は微生物分解に対する種の感受性の違いと細胞壁の関係を培養種を用いた室内実験ならびに野外実験から指摘している。

各地点の懸濁物を塩分濃度の異なる条件下で分解させた結果、地点Aおよび地点Cから採取した懸濁物は、いずれも採取した地点の濾過水で培養したときの分解率は他の濾過水で培養した場合に比べ低い傾向が見られた。このことは塩分濃度の異なる条件下で分解に関与する細菌の生理状態やその水域の構成している懸濁有機物の質と分解細菌の活性の関係などの相違によるものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) KAMATANI, A.: *J. Oceanogr. Soc. Japan*, **25**, 63~74 (1969)
- 2) OTSUKI, A. and T. HANYA: *Limnol. Oceanogr.*, **17**, 248~257 (1972)
- 3) MATSUNAGA, K.: *Jap. J. Limnol.*, **42**, 220~229 (1981)
- 4) 伊達善夫: 中海宍道湖の水質保全に関する調査報告書 (第一報), 1~30 (1975)
- 5) KOYAMA, T. and T. TOMINO: *Geochem. J.*, **1**, 109~124 (1967)
- 6) TEZUKA, Y.: *Jpn. J. Limnol.*, **46**, 239~246 (1985)
- 7) GUNNISON, D. and M. ALEXANDER: *Limnol. Oceanogr.*, **20**, 64~70 (1975)