海洋中の無機態窒素化合物利用微生物 に関する研究—V.

海水中の微生物群集による無機態窒素化合物の 摂取または放出について (1)*

吉田陽一・木俣正夫

(1968年12月2日受理)

Studies on the Marine Microorganisms Utilizing Inorganic Nitrogen Compounds—V.

On the Uptake or Liberation of Inorganic Nitrogen Compounds by the Microorganisms as a Whole in Sea Water (1).

Yoichi YOSHIDA and Masao KIMATA**

1. The uptake or liberation of inorganic nitrogen compounds of the microorganisms as a whole in sea water was examined in Maizuru Bay, the methods to estimate the rates being clarified.

2. The uptake or liberation was very small, i. e. $0.01 \sim 0.5 \mu\text{g}$ at $\text{N}/1/\text{hr}$. Among these values, that of ammonia usually was the highest.

3. These values were estimated to be about ten times of the rates of supply of inorganic nitrogen compounds from bottom muds to sea water. From the result, it has been suggested that the nitrogen in the bay circulates mainly in sea water itself and the course of nitrogen cycle, which passes through bottom muds, is not so important.

植物性プランクトンによる炭素の同化量については、 ^{14}C を用いる測定方法が1952年に STEEMANN, NIELSEN¹⁾により考案されて以来、多くの研究が報告されている。しかし窒素の摂取量については、非常に研究が少なく、 ^{15}N を用いて測定した DUGDALE らの一連の研究^{2,3,4)}を除いてほとんどみるべきものはない。またこの ^{15}N を用いる方法は、摂取量を測定しうが放出量を測定しえないこと、 ^{15}N の測定に高価な質量分析計を必要とし、またその測定にかなりの熟練を要するなどの難点がある。

本報において、著者らは比較的容易に海水中の微生物群集による無機態窒素化合物の摂取または放出量を測定しうる方法を考案し、さらに舞鶴湾内の若干の海水試料についてこれらの量を測定したので、これらの結果について報告する。

方 法

海水を300 ml 採取し、その一部を用いて直ちに無機態窒素化合物の含量を測定し、残りの海水を別に用意した2個の100 ml 容のウインクラー瓶に満す。このうち一方を黒のビニール袋に包んで暗瓶、他方はそのまま明瓶とし、両瓶を6時間試水を採取した同じ位置同じ深さの層に浸漬する。浸漬後これら瓶内の試水中の無機態窒素化合物含量を測定し、試水採取直後の測定値との差から、微生物群集による同化合物の

* 本研究の一部は文部省科学研究費によつた。

** 京都大学農学部水産学教室 (Dept. Fish., Fac. Agr., Kyoto Univ., Maizuru, Japan).

摂取または放出量を算出する。

なお、試水中の無機態窒素化合物含量の測定法は、前報^{5,6)}の改良法（反応後菌体を除去しないでそのまま発色させる法⁷⁾）による。

結 果

舞鶴湾に設定した定点⁸⁾のうち B, D および F 点についてしらべた結果を Table 1 および Fig. 1 に示す。表または図に示されるように、無機態窒素化合物の摂取または放出にはつぎの3種の型がみられる。

Table 1. Increase or decrease of inorganic nitrogen compound contents in sea water of Maizuru Bay.

	Increase or decrease of inorganic nitrogen compound content in sea water ($\mu\text{g at. N/l/hr}$)			
	NH ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	Total INC
1967, Sept. 5 (St. F, 0 m)				
Original*	(4.12)	(0.02)	(0.93)	(5.07)
Dark	-0.13	0	-0.01	-0.14
Light	-0.27	0	-0.02	-0.29
L-D	-0.14	0	-0.01	-0.15
Sept. 13 (St. F, 0 m)**				
Original*	(4.06)	(0.30)	(11.87)	(16.23)
Dark	-0.32	0	-0.01	-0.33
Light	-0.34	-0.01	-0.50	-0.85
L-D	-0.02	-0.01	-0.49	-0.52
1968, July 26 (St. B, 0 m)				
Original*	(0)	(0)	(0.39)	(0.39)
Dark	+0.08	+0.01	-0.01	+0.08
Light	+0.25	+0.01	-0.02	+0.24
L-D	-0.17	0	-0.01	+0.16
July 26 (St. B, 5 m)				
Original*	(1.45)	(0.10)	(0.24)	(1.79)
Dark	-0.12	0	+0.02	-0.10
Light	-0.02	-0.01	+0.03	0
L-D	+0.10	-0.01	+0.01	-0.10
July 26 (St. D, 0 m)				
Original*	(0.42)	(0)	(0.16)	(0.58)
Dark	+0.05	0	-0.02	+0.03
Light	+0.32	0	-0.03	+0.29
L-D	+0.27	0	-0.01	+0.26
July 26 (St. D, 5 m)				
Original*	(0.95)	(0)	(0.30)	(1.25)
Dark	-0.05	+0.01	-0.01	-0.05
Light	-0.06	+0.01	-0.03	-0.08
L-D	-0.01	0	-0.02	-0.03

* Original content ($\mu\text{g at. N/l}$) of inorganic nitrogen compound in sea water.

** After heavy rain.

すなわち、明瓶も暗瓶もともに摂取が優勢な場合、一方の瓶では摂取が優勢で他方の瓶では放出が優勢な場合、明瓶も暗瓶もともに放出が優勢な場合である。これらの微生物群集による無機態窒素化合物の摂取または放出量は、数分の1～数10分の $1\mu\text{g at. N/l/hr}$ であり、またその量は一般にアンモニアが最も多く、ついで硝酸、亜硝酸は最も少ない。

なお、例外的ではあるが、集中豪雨のあつた数日後の表層海水中において、微生物群集による硝酸の非常に急速な摂取がみられた (Table 1 の9月13日定点F参照)。この理由としては、同表層海水中には異常繁殖した赤潮プランクトン (約 $3,000\text{ cells/ml}$) がみられたことから、このプランクトンが比較的多量に存在する硝酸 (出水によって陸地から運びこまれた) を急速に消費したためと思われる。

Fig. 1. Increase rates of inorganic nitrogen compound contents in the sea water at the Station F of Maizuru Bay.

考 察

本実験の結果、海水中の微生物群集による無機態窒素化合物の摂取または放出量は数分の1～数10分の $1\mu\text{g at. N/l/hr}$ であることがわかったが、この値は前報⁹⁾で明らかにした底土から水圏への無機態窒素化合物の供給量(数10分の1～数100分の $1\mu\text{g at. N/l/hr}$)のおおよそ10倍量に相当する。したがって、舞鶴湾内における窒素の循環は主として海水中において行なわれ、底土を経る経路はむしろ副次的なものと考えらるべきであろう。(Fig. 2 参照)。

また、前報⁹⁾や本実験の結果によれば、無機態窒素化合物の、海水中における含量、底土からの溶出量、および海水中の微生物群集による摂取または放出量は、一般にアンモニアが最も大であり、硝酸および亜硝酸はその数分の1前後かそれ以下である。(例外的であるが、豪雨直後の表層海水中に陸地から運び込まれた比較的多量の硝酸がみだされる場合がある)。したがって、湾内における無機態窒素化合物の循環は有機態窒素化合物(生物を含む)からアンモニアが放出され、これが再び直接微生物に摂取される経路が主であり、アンモニアが硝酸にまで酸化される経路やその他の経路は従であるように思われる。

なお、本実験においては明瓶で得られた値から暗瓶で得られた値を差引いた値が正である場合も若干みだされた。植物性プランクトンによる無機態窒素化合物の摂取量は光の照射により増大すると思われる。したがって、このような正の値が得られた原因として何か他の要因が加わっていることが推察されるが、これについては続報で検討したい。

摘 要

1. 海水中の微生物群集の無機態窒素化合物の摂取または放出量を測定する簡単な方法を考案し、この方法を用いて舞鶴湾内の数点の海水について実験し、つぎの結果を得た。
2. 海水中の微生物群集による無機態窒素化合物の摂取または放出量は数分の1～数10分の $1\mu\text{g at. N/l/hr}$ である。これらの化合物のうちでは一般にアンモニアの量が最も多く、ついで硝酸、亜硝酸は最も少ない。
3. 無機態窒素化合物の摂取または放出量は、底土から水圏への供給量のおおよそ10倍量に相当する。したがって湾内における窒素の循環は主として海水中において行なわれ、底土を経て行なわれるのは非常に少ないものと思われる。

文 献

- 1) E. STEEMANN NIELSEN: *J. Conseil. Conseil. Perm. Intern. Exploration Mar.* **18**, 117~140 (1952).
- 2) J. C. NESS, R. C. DUGDALE, V. A. DUGDALE and J. J. GOERING: *Limnol. Oceanog.*, **7**, 163~169 (1962).
- 3) J. J. GOERING, R. C. DUGDALE and D. W. MENZEL: *Limnol. Oceanog.*, **9**, 448~451 (1964).
- 4) R. C. DUGDALE and J. J. GOERING: *Limnol. Oceanog.*, **12**, 196~206 (1967).
- 5) 吉田陽一: 本誌, **33**, 343~347 (1967).
- 6) 吉田陽一: 本誌, **33**, 348~350 (1967).
- 7) 木俣正夫・吉田陽一: 未発表.
- 8) 木俣正夫・吉田陽一・谷口道子: 本誌, **34**, 1114~1117 (1968).
- 9) 木俣正夫・吉田陽一: 本誌, **35**, 303~306 (1969).

Fig. 2. Scheme on nitrogen cycle in bay.
 —: Bacterial function,: the function of the other organisms, - - - -: sedimentation or liberation of nitrogen compound.