

第4章 渚の海水浄化能

第1節 アナアオサによる無機態窒素の吸収

矢持 進・佐野雅基

アオサは大阪府の渚において最も優勢な海藻類の一種であり、夏季から秋季には時として大量に海岸に打ち上げられているのが観察される。Uno et. al (1983) はアナアオサについて瀬戸内海の山口湾で秋と冬の現存量を調べ、そこでの窒素循環において本種が最も重要な役割を果たすであろうと報告している。また、松川 (1987) によれば、干潟に分布するアオサは夏季に陸から流入する栄養塩を一時的にトラップし、結果として周辺海域の赤潮や貧酸素水塊の発生を抑制するとのことである。このようなことから、大阪湾においてもアオサがその栄養吸収によって渚周辺海域の環境浄化に役立っている可能性が考えられたので、まず無機態窒素の吸収速度を温度別・光強度別に室内実験的手法により検討した。

方 法

供試藻 実験には1989年9月と10月に水産試験場地先から採取し、濾過海水を流した屋外水槽に2-5日間浸漬した後、藻体表面をガーゼで拭き付着生物を除去したアナアオサを用いた。

実験条件 孔径 $0.45\mu\text{m}$ のミリポアフィルターで濾過した海水1ℓに、N制限状態となるように NaNO_3 を3.45mg、 K_2HPO_4 を1.09mg (N:P原子比=6.5:1)それぞれ補強し、pHを8.0に調整後、これに湿重2gのアナアオサを添加した。光量変換実験については、 $20\pm 1^\circ\text{C}$ の



図1 実験装置

温度のもと光量子計 QSL-100 型 (Biospherical Instruments 社製) または光電池照度計 SPI-71 型 (東京光学製) を用いて $199 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ (13500 lux), $63 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ (2700 lux), $14 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ (1200 lux), $8.3 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ (320 lux), $0 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ の 5 段階の試験区を設定した。また, 温度変換実験は $81 \sim 110 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ (11000~11900 lux) の光量のもとで $15 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$, $25 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ の 3 段階の温度で行った。なお, 温度変換実験においては各試験区 2 本の三角フラスコを用意したが, この内の 1 本には付着珪藻の増殖を抑制するために GeO_2 を $5 \text{ mg}/\ell$ の濃度で添加した (図 1)。

分析 試水は海水 5 ml を 2 時間ごとに計 6 回採取し, オートアナライザー II 型 (テクニコン社製) を用いて $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ をそれぞれ分析し, 海水中の無機態窒素濃度の減少量からアナアオサの窒素取り込み量を推定した。

結果および考察

図 2 にアナアオサの無機態窒素の取り込み量を光量別に示した。この場合, 湿重 2 g のアナア

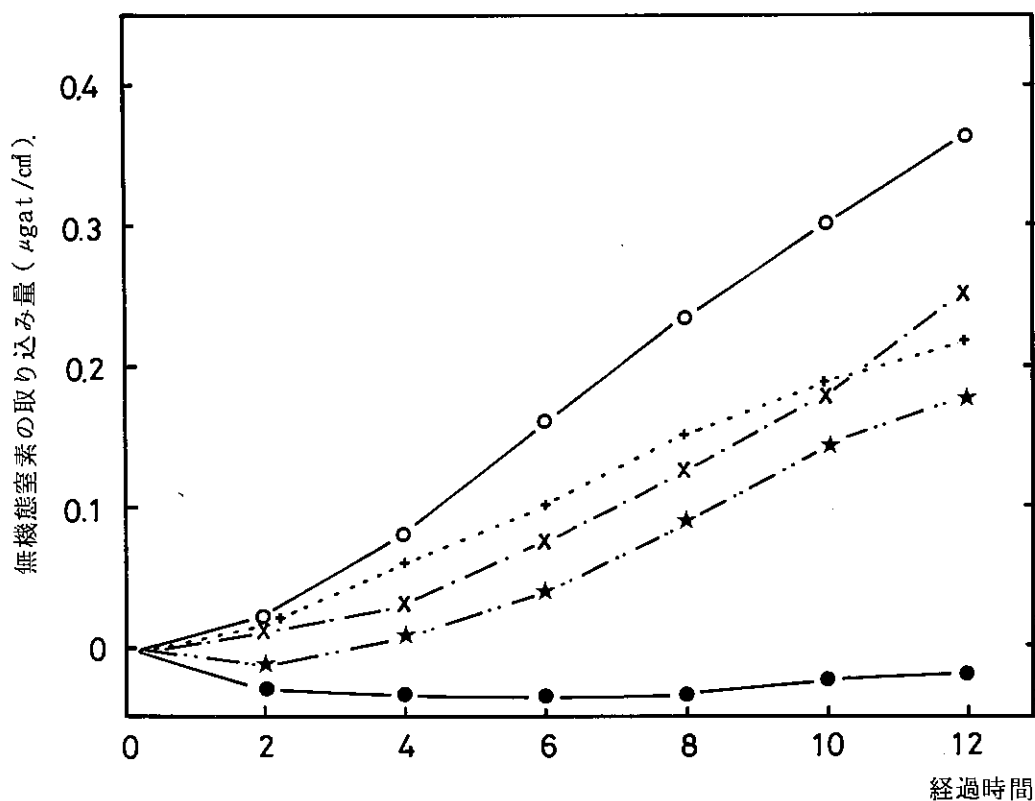


図 2 アナアオサにおける光量別の無機態窒素の取り込み
 ○ : $199 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$, + : $63 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$, × : $14 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$,
 ★ : $8.3 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$, ● : $0 \mu \text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$

オサの表面積をプランニメータを用いて計測し、単位表面積当りの取り込み量に換算して表した。また、実験に用いた試水の窒素・リン補強前の無機態窒素濃度は $\text{NH}_4\text{-N} : 0.52 \mu\text{gat}/\ell$, $\text{NO}_2\text{-N} : 0.48 \mu\text{gat}/\ell$, $\text{NO}_3\text{-N} : 2.28 \mu\text{gat}/\ell$ で、塩分は 31.74 であった。図から、アオサは暗所では無機態窒素を藻体中に取り込まないことがわかる。また、 $8.3 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ (320 lux) の低光量では実験開始 2 時間目までは窒素の取り込みが認められなかったが、それ以後は藻体中への栄養吸収が見られた。結果として、 $8.3\text{--}63 \mu\text{E}/\text{m}^2\text{sec}$ (320–2700 lux) の光量では 12 時間経過時までに藻体 1cm^2 あたり $0.18\text{--}0.25 \mu\text{gat}$ ($2.5\text{--}3.5 \mu\text{g}$) の窒素を、 $199 \mu\text{E}/\text{m}^2\text{sec}$ (13500 lux) では同じく $0.36 \mu\text{gat}$ ($5.1 \mu\text{g}$) の窒素をそれぞれ海水中から吸収し、実験開始後 12 時間以内では強光条件においてより大きな窒素摂取を示した。

図 3 に温度別の無機態窒素の摂取状況を GeO_2 を添加したものとししないものに分けて示す。 GeO_2 を添加した場合、時間経過に伴う窒素の取り込みにややバラツキが見られたが (図 3 B), 無添加のものでは $15\text{--}25^\circ\text{C}$ の範囲において取り込みに殆ど差が認められず (図 3 A) 12 時間経過後に藻体 1cm^2 あたり $0.26 \mu\text{gat}$ ($3.6\text{--}3.7 \mu\text{g}$) の窒素を取り込んだ。なお、この実験に用いた試水の塩分は 31.9 で、栄養塩補強前の無機態窒素濃度は $\text{NH}_4\text{-N} : 1.23 \mu\text{gat}/\ell$, $\text{NO}_2\text{-N} : 1.33 \mu\text{gat}/\ell$, $\text{NO}_3\text{-N} : 11.47 \mu\text{gat}/\ell$ であった。

表 1 と表 2 に窒素の最大取り込み速度を光量および温度別にそれぞれ示す。光量変換実験にお

表 1 光量変換実験における窒素の最大取り込み速度

光量 ($\mu\text{E}/\text{m}^2\text{sec}$)	単位湿重当りの最大 窒素取り込み速度 ($\mu\text{gat}/\text{g} \cdot \text{h}$)	単位表面積当りの最大 窒素取り込み速度 ($\mu\text{gat}/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$)	取り込みが最大に なるまでに要した 時間 (hrs)
199	2.4	4.0×10^{-2}	4–6
63	1.5	2.3×10^{-2}	6–8
14	2.3	3.6×10^{-2}	10–12
8.3	2.2	2.8×10^{-2}	8–10

表 2 温度変換実験における窒素の最大取り込み速度

温度 ($^\circ\text{C}$)	単位湿重当りの最大 窒素取り込み速度 ($\mu\text{gat}/\text{g} \cdot \text{h}$)	単位表面積当りの最大 窒素取り込み速度 ($\mu\text{gat}/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$)	取り込みが最大に なるまでに要した 時間 (hrs)
15	2.7	2.9×10^{-2}	2–4
15*	3.2	3.1×10^{-2}	0–2
20	2.8	3.1×10^{-2}	0–2
20*	5.3	5.4×10^{-2}	0–2
25	3.1	3.2×10^{-2}	0–2
25*	3.9	4.7×10^{-2}	0–2

*: 海水 1ℓ に GeO_2 を 5mg 添加した。

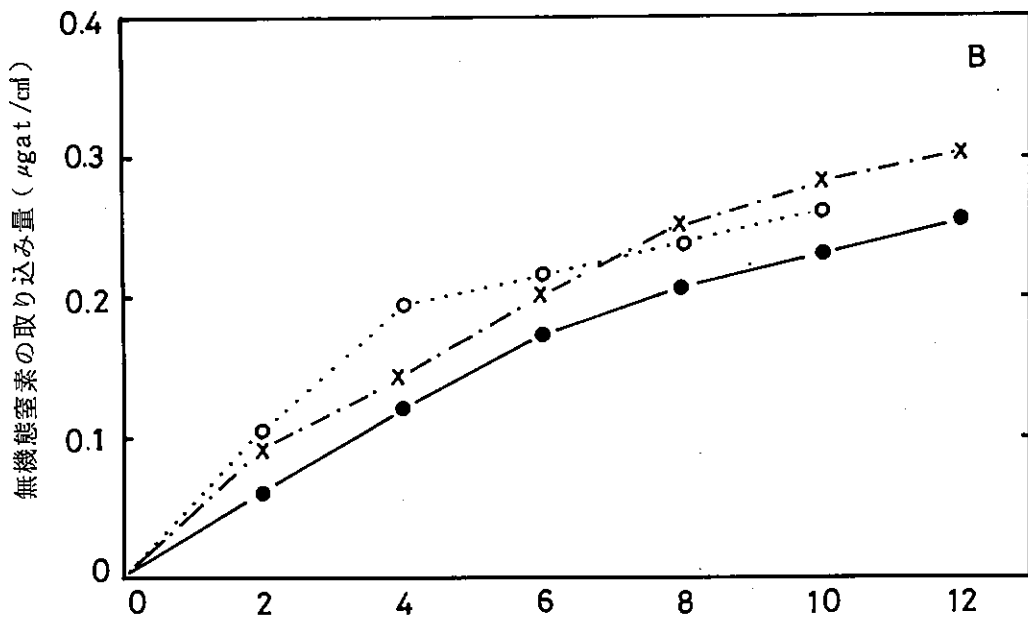
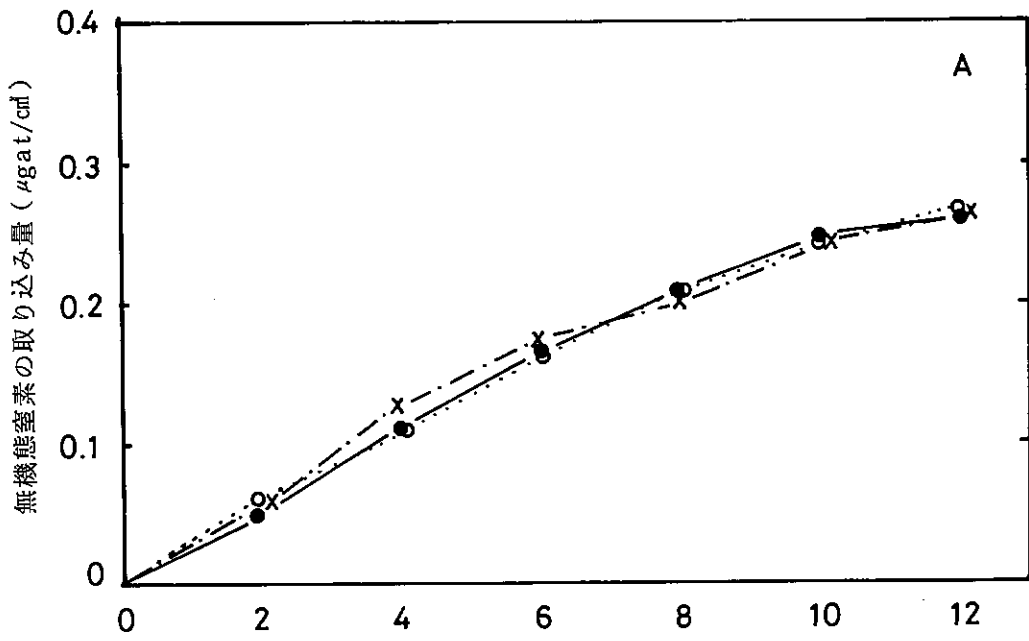


図3 アナアオサにおける温度別の無機態窒素の取り込み
 A : GeO₂ 無添加, B : GeO₂ 5 mg 添加
 ● : 15°C, ○ : 20°C, × : 25°C

いては、単位重量当りの最大窒素取り込み速度は $1.5-2.4 \mu \text{ gat/g} \cdot \text{h}$ を、また単位表面積当りのそれは $2.3 \times 10^{-2}-4.0 \times 10^{-2} \mu \text{ gat/cm}^2 \cdot \text{h}$ となり、光量増加に伴い取り込み速度の最大値が増大する現象は見られなかった。

ただ、窒素の取り込みが最大になるまでに要する時間については低光量で長くなる傾向が伺われた。一方、温度変換実験での最大窒素取り込み速度については、 GeO_2 を添加した場合にはその影響のためか値のバラツキが見られたが、無添加のものでは $15-25^\circ\text{C}$ の範囲でほとんど差が認められなかった。即ち、 GeO_2 無添加の場合の単位重量当りの最大窒素取り込み速度は $2.7-3.1 \mu \text{ gat/g} \cdot \text{h}$ の値を、また単位表面積当りのそれは $2.9 \times 10^{-2}-3.2 \times 10^{-2} \mu \text{ gat/cm}^2 \cdot \text{h}$ の値を各々示した。また、窒素の取り込みが最大になるまでの時間については、 15°C の GeO_2 無添加区を除き、実験開始から2時間目までの間に見られた。これらの結果から、アナアオサは 20°C では低光量でも比較的高い窒素摂取能を有すること、また $81-110 \mu \text{ E/m}^2 \cdot \text{sec}$ ($11000-11900 \text{ lux}$) の強光下では、 15°C の温度でも速やかに無機態窒素を吸収することがそれぞれ示唆された。さらに、1日の日射時間を12時間と仮定すると、やや精度には問題が残るが、1日に湿重1kgのアナアオサは $15-25^\circ\text{C}$ 、 $8.3-199 \mu \text{ E/m}^2 \cdot \text{sec}$ の条件において最大 $0.3-0.5 \text{ g}$ 程度の無機態窒素を摂取する潜在能力を持つと推察された。

文 献

- 松川康夫 (1987) 干潟のアオサ. さかな「東海区水産研究所業績C集」, 37, 29-33.
- Uno S., Y. Sakai and K. Yoshikawa (1983) Distribution of *Ulva pertusa* and amount of nitrogen in Yamaguchi Bay. Jap. J. Phycol., 31, 148-155.