

II-96 淡水系・海水系における藻類増殖と窒素の消長について

日本大学大学院 学員 ○山口 哲司 牧瀬 統
日本大学工学部 正員 中村 玄正 松本 順一郎

1. 研究目的

水域の水質保全を進めるには、下水道整備事業の促進および排水規制の徹底が必要である。しかし人為的な排水処理能力には限界がある。水質の浄化を図るためには、自浄作用に頼らざるを得ない。すなわち、自浄作用能力を正確に把握することが必要である。

自浄作用に関する炭素系物質の研究は多く行われているが、窒素系物質の変化機構に関する研究はあまり行われていない。本研究は水域の窒素系自浄作用の機構解明のための一連の研究である。連続実験での履歴の異なる藻類の増殖特性を比較的正確に把握することができると考え、回分実験を行った。

2. 実験方法

1) 実験条件

図-1に回分実験の概略図を示す。表-1に装置条件を、表-2に基質を示す。植種藻類および細菌は淡水系で阿武隈川(郡山市)、海水系で蒲生干潟(仙台市)より採取し、2年間実験培養して定常期に至った生物膜を使い植種した。反応槽内のpHを淡水系で7.2、海水系で8.3に1/10N NaOHと1/10N H₂SO₄で調節した。三角フラスコに植種して培養液で550mlした。

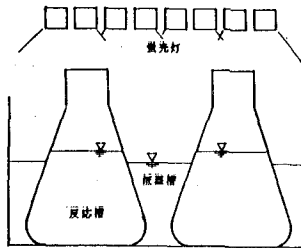


図-1 回分実験装置

表-1 装置条件

反応槽の有効容量	550ml
設定水温	25℃
水面照度	5000lux

2) 比増殖速度・比窒素摂取速度・最大比窒素摂取速度と飽和定数

藻類の比増殖速度については、(1)式が適用できる。

$$\mu = \frac{1}{X} \cdot \frac{dX}{dt} \quad (1)$$

但し、Xはクロロフィルa濃度(mg/l)、tは培養時間(day)、μは比増殖速度(day⁻¹)である。比増殖速度は、対数増殖期におけるクロロフィルa濃度と培養時間の関係式を最小自乗法により求め、(1)式を利用して求める。

比窒素摂取速度は、(1)式と同様に(2)式で示される。

$$\nu = \frac{1}{X} \cdot \frac{dS}{dt} \quad (2)$$

但し、νは比窒素摂取速度(day⁻¹)、Sは窒素濃度(mg/l)である。

藻類の窒素の比窒素摂取速度(ν)と制限基質濃度(S)との関係については、次のようなMonodo型の反応速度式が一般に用いられる。

$$\nu = V_{\max} \frac{S}{K_s + S} \quad (3)$$

但し、V_{max}は最大比窒素摂取速度(day⁻¹)、Sは制限基質濃度(mg/l)、K_sは飽和定数(mg/l)である。

3. 結果と考察

1) 連続実験においては以下のような事が明らかとなっている。

(a) 硝化作用・同化作用

淡水系では硝化まで進行せずに基質濃度の低い槽で若干藻類による同化作用が起きていた。海水系では基質濃度の低い槽で同化作用が、高い槽で硝化作用が優占していた。

(b) 優占藻類

淡水系における浮遊性・付着性藻類の乾燥重量は、かなり低く系内には緑藻類のUlthrixとScenedesmusuが優占していた。

海水系における浮遊性・付着性藻類の乾燥重量は、基質濃度の低い槽で顕著に多くなっている。系内には藍藻類の*Oscillatoria*と*Phormidium*、珪藻類の*Amphora*が優占していた。

2) 回分実験における藻類の比増殖速度及び比窒素摂取速度は、基質濃度に依存し、ある濃度以上でほぼ一定となる。その関係はMichaelis-Menten型に近似できる。

図-2に淡水系、海水系における各基質濃度と比増殖速度の関係を示す。淡水系では基質濃度が 1mg-N/l の槽で $\mu = 0.008(\text{day}^{-1})$ 、 100mg-N/l の槽で $\mu = 0.013(\text{day}^{-1})$ であり、基質濃度が高くなるに伴い比増殖速度は増加している。海水系では平均比増殖速度 $\mu = 0.103(\text{day}^{-1})$ であった。淡水系、海水系の平均比増殖速度は $\mu = 0.011(\text{day}^{-1})$ 、 $\mu = 0.103(\text{day}^{-1})$ であり、海水系の方が淡水系より比増殖速度が大きい。

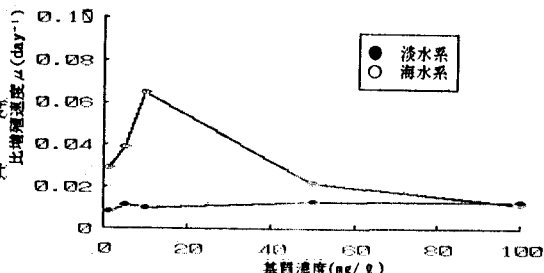


図-2 基質濃度と比増殖速度の関係

図-3に淡水系、海水系における各基質濃度と比窒素摂取速度の関係を示す。淡水系では基質濃度が 1mg-N/l の槽で $\nu = 0.844(\text{day}^{-1})$ 、 100mg-N/l の槽で $\nu = 2.837(\text{day}^{-1})$ であり、基質濃度が高くなるに伴い比窒素摂取速度は増加している。海水系では基質濃度が 1mg-N/l の槽で $\nu = 0.486(\text{day}^{-1})$ 、 100mg-N/l の槽で $\nu = 2.481(\text{day}^{-1})$ であり、基質濃度が 5mg-N/l の槽で淡水系より比窒素摂取速度が大きい。

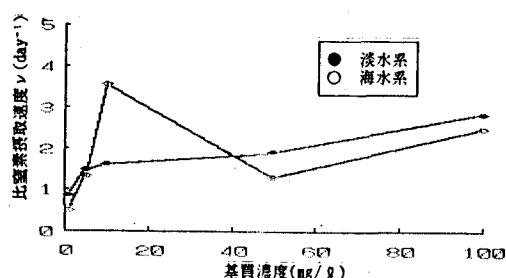


図-3 基質濃度と比窒素摂取速度の関係

図-4. a, 図-4. bに淡水系、海水系におけるLineweaver-Burkプロットを示す。淡水系では、 $1/V_{\max} = 0.481$, $-1/K_s = -0.668$ と求まり、よって $V_{\max} = 2.08(\text{day}^{-1})$, $K_s = -1.50(\text{mg-N/l})$ となる。海水系では、 $1/V_{\max} = 0.423$, $-1/K_s = -0.262$ と求まり、よって $V_{\max} = 2.36(\text{day}^{-1})$, $K_s = -3.82(\text{mg-N/l})$ となる。

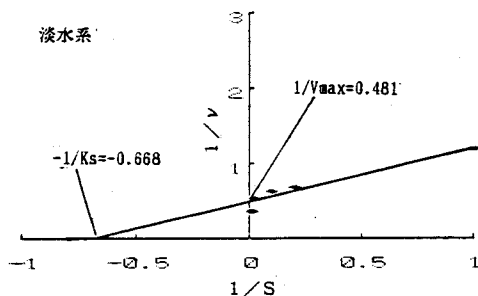


図-4. a Lineweaver-Burkプロット

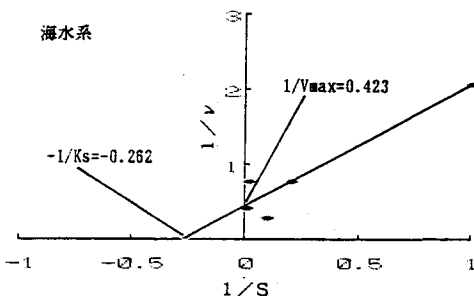


図-4. b Lineweaver-Burkプロット

6. 結論

連続実験での付着培養した結果次の様な結論が得られた。

- 1) 淡水系では基質濃度が高くなるに伴い比増殖速度は増加していた。基質濃度が 1mg-N/l の槽で $\mu = 0.008(\text{day}^{-1})$ 、 100mg-N/l の槽で $\mu = 0.013(\text{day}^{-1})$ であった。海水系では平均比増殖速度 $\mu = 0.103(\text{day}^{-1})$ であった。海水系の方が淡水系より比増殖速度が大きかった。
- 2) 淡水系では基質濃度が高くなるに伴い比窒素摂取速度は増加していた。基質濃度が 1mg-N/l の槽で $\nu = 0.844(\text{day}^{-1})$ 、 100mg-N/l の槽で $\nu = 2.837(\text{day}^{-1})$ であった。海水系では平均比窒素摂取速度 $\nu = 1.731(\text{day}^{-1})$ であった。基質濃度が 5mg-N/l の槽で淡水系より比窒素摂取速度が大きかった。
- 3) 淡水系では、 $V_{\max} = 2.08(\text{day}^{-1})$, $K_s = -1.50(\text{mg-N/l})$ と求まった。海水系では、 $V_{\max} = 2.36(\text{day}^{-1})$, $K_s = -3.82(\text{mg-N/l})$ と求まった。