

海藻バイオフィルターの栄養塩吸収能を支配する要因

宮崎大学大学院 学員 亀谷卓司  
 宮崎大学工学部 正員 丸山俊朗  
 宮崎大学工学部 正員 鈴木祥広

1.はじめに

現行の開放型養殖場は、重要な汚濁負荷源であると言わざるを得ない。また、養殖排水による自家汚染が進行し、魚病の発生や斃死の原因ともなっている。従って、環境への負荷削減と健全な養殖業への転換が重要な課題となっている。このような背景において、最近、養殖排水を全く出さずに、飼育水を浄化し、繰り返し使用する完全閉鎖循環式養殖システムが開発されつつある。このシステムにおいて、魚の排泄した毒性の強いアンモニア性窒素 ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) は好気性生物処理で容易に硝化できる。しかしながら、飼育水中に硝酸性窒素 ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) が高濃度で蓄積されると魚類の生育に阻害が生じるため、 $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度を低濃度で保持しなければならない。飼育水からの  $\text{NO}_3\text{-N}$  の除去方法としては、一般的に嫌気性脱窒処理が検討されているが、メタノールの注入率と嫌気条件の制御が必要となるために、養殖技術として普及するまでには至っていない。一方、リンや窒素は海藻から見ると生長・増殖に欠かせない必須元素であり、これを利用して栄養塩を除去する方法が提案されている。そこで我々は、緑藻アオサの  $\text{NO}_3\text{-N}$  吸収特性について明らかにし、この結果を用いて完全閉鎖循環式養殖システムによる魚類の飼育実験を行った。 $\text{NO}_3\text{-N}$  の蓄積は減少する傾向が見られたが、魚の排泄起源の  $\text{NO}_3\text{-N}$  を海藻バイオフィルターに完全に吸収させることはできなかった<sup>1)</sup>。この原因として、システム内の必須微量元素の枯渇、海藻の収容密度、海藻バイオフィルター槽内の滞留時間が考えられた。

そこで本研究では、海藻バイオフィルターの栄養塩吸収能に影響を及ぼす要因として、微量元素、収容密度、および槽内滞留時間について検討した。

2.実験方法

**微量元素添加実験** 87日間魚類飼育を行った閉鎖循環式養殖システム(図-1)から飼育水を採水し、 $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度を  $10\text{mg-N/L}$  に調整し、これを三角フラスコ (2.8L) に 2L 分取した。PES 原液 (海水栄養補強剤: 1/1PES の  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度  $\approx 9.2\text{mg-N/L}$ ) から  $\text{NO}_3\text{-N}$  とリン酸態リンを除いた培養原液 (微量元素溶液とする) を作成し、微量元素溶液を添加 (40mL) する系と、無添加の系との 2 種類の培地を用意し、それぞれの培地にアオサを湿重量で 5g 投入し、 $20^\circ\text{C}$ 、照度  $7000\text{lx}$ 、明暗期 12:12、振とう速度  $100\text{rpm}$  の条件の下で回分式実験を行った。2~12 時間毎に採水して  $\text{NO}_3\text{-N}$  の分析を行った。培地は 48 時間毎に交換した。

**収容密度** 200L の水槽を用いて流水式条件でアオサの培養を行った。週 1 回毎に湿重量を測定し、経過日数と湿重量の関係の求めた。

**海藻バイオフィルター槽内滞留時間** 海藻バイオフィルターを組み込んだ閉鎖循環式養殖システム (図-1) に、初期栄養塩濃度を PES 原液で 1/1PES に調整した海水を満たし、海藻バイオフィルター槽にアオサを湿重量で 100g 投入し、槽滞留時間を 20 分、1 時間、3 時間、12 時間と変化させたときの  $\text{NO}_3\text{-N}$

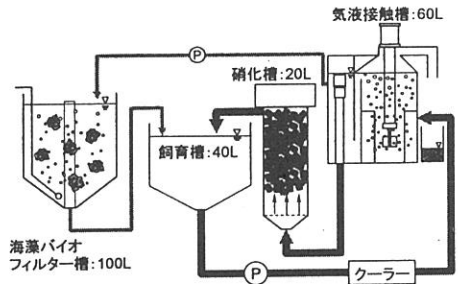


図-1 海藻バイオフィルターを組み込んだ閉鎖循環式養殖システム。

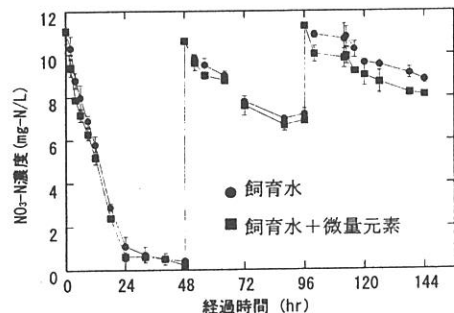


図-2 微量元素添加の有無による  $\text{NO}_3\text{-N}$  濃度の経時変化。

キーワード: アオサ, 微量元素, 収容密度, 滞留時間

連絡先: 〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1 TEL 0985-58-7339 FAX 0985-58-7344

の減少を3日間観察した。8~12時間毎に採水し、NO<sub>3</sub>-N濃度を分析した。同様に、100Lの水槽を用いて回分式実験を行った。

### 3.結果と考察

**微量元素の及ぼす影響** 微量元素の有無によるNO<sub>3</sub>-N濃度の時間変化を図-2に示す。いずれの場合も0~24時間まで急激にNO<sub>3</sub>-Nを吸収し、24時間以降は吸収能力が低下することがわかった。48時間、96時間が経過したときに培地の交換を行った。培地交換から2時間以降の濃度変化はどちらの系も同程度であった。また、同様の実験を飼育水ではなく、人工的に作成した1/IPES強化海水を用いて行ったが、濃度変化は飼育水を用いた場合とほぼ一致した。このことから、アオサの栄養塩吸収能の低下の原因は、必須微量元素の枯渇ではないと判断された。魚類飼育水中には海藻の必須微量元素は十分に含まれていると考えられる。

**収容密度の影響** 経過日数とアオサの増重量との関係を図-3に示す。藻体重量は経過日数に比例して直線的に増加し、初期重量39g(収容密度:湿重量/水量=0.02%)の藻体が、77日経過後には2005g(収容密度1%)まで増殖した。従って、アオサは収容密度1%まで経過日数に伴い、ほぼ直線的に増殖することがわかった。

**海藻バイオフィルター槽内滞留時間の影響** 各滞留時間において、藻体が1日に単位重量当たり吸収するNO<sub>3</sub>-N量を図-4に示す。回分式、滞留時間20分、1時間、3時間の場合には、NO<sub>3</sub>-N吸収量はほぼ同量(約1.0mg-N/g-湿重量/日)となった。しかし、滞留時間の長い12時間においては、システム中のNO<sub>3</sub>-Nが減少しなかった。これは海藻バイオフィルター槽の滞留時間が長くなり、海藻バイオフィルターを通過する水量が減少し、吸収されるNO<sub>3</sub>-N量が少なくなったと考えられる。

滞留時間を20分としたときの、収容密度の違いによるNO<sub>3</sub>-N絶対量の経日変化を図-5に示す。1日目~3日目のNO<sub>3</sub>-Nの減少量は、2回の実験を平均すると、アオサを湿重量で300g(0.3%)投入した系で145mg-N、100g(0.1%)を投入した系では200mg-Nとなった。生長増殖に影響が生じない収容密度(1%)以下においても、収容密度を上げることによ

### 4.まとめ

- 1) 閉鎖循環式システムの飼育水には、海藻の必須微量元素が十分に存在するため、人為的な添加は不要である。
- 2) 藻体は流水式条件において収容密度1%まで良好に生長する。
- 3) 海藻バイオフィルター槽の滞留時間は短い方が良好にNO<sub>3</sub>-Nを吸収できる。
- 4) 収容密度を高くすると藻体の栄養塩吸収能が低下する。

以上の結果をもとに、海藻バイオフィルター槽の滞留時間を20分、収容密度を0.1%として閉鎖循環式システムを用いた実験を行う予定である。

### 参考文献

- 1) 亀谷卓司, 丸山俊朗, 鈴木祥広: 平成13年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, VII-20.

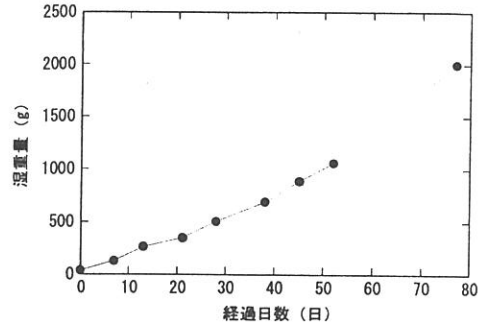


図-3 流水式培養における藻体重量の増加。

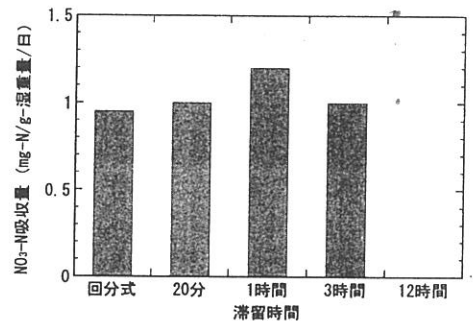


図-4 滞留時間の違いによるNO<sub>3</sub>-N吸収量の変化。

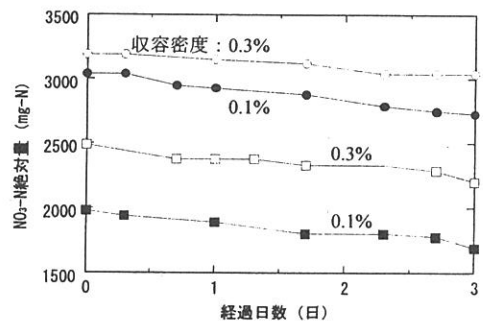


図-5 収容密度の違いによるNO<sub>3</sub>-N絶対量の変化。