

VII-86

泡沫分離・硝化システムによるウナギの完全循環型養殖

宮崎大学工学部（正員）

鈴木 祥広

宮崎大学工学部（正員）

丸山 俊朗

宮崎大学工学部

竹本 進

1. はじめに

窒素やリンを含む養殖排水は、湖沼や内湾などの閉鎖性水域における大きな汚濁負荷源の一つである¹⁾。内水面養殖業のなかでもウナギ養殖は、生産量（全内水面漁業総生産量の約40%，約39,000 t）²⁾、および経済的に極めて重要である。ウナギ養魚場からの単位収容量当たりの負荷量は、人口当量で換算すると全窒素（T-N）では47人/トン収容量、全リン（T-P）は77人/トン収容量であり³⁾、生産量から見積もるとその負荷量は極めて大きい。養殖排水を全く出さない養殖システムが開発されれば、著しく負荷源の削減に寄与できると考えられる。すでに著者らは、海産魚のヒラメ養殖について泡沫分離と硝化を組み合わせた完全循環型システムによる養殖が可能であることを明らかにした⁴⁾。

そこで、本研究では泡沫分離・硝化システムによる淡水魚であるウナギの完全循環型養殖を行い、水質、生残率、総重量、ならびに飼料転換効率からその可能性を検討した。さらに、ウナギの完全循環養殖による負荷削減量についても見積もることとした。

2. 方法

(1) 装置

循環型養殖システムを図-1に示した。本システムは、飼育水槽（0.5 m³，水量は0.425 m³），空気自給式エアレーター（200V，0.2kw）を設置した泡沫分離槽（0.25 m³），ならびに硝化槽（0.165 m³）からなり、全水量は0.84 m³とした。泡沫分離槽には水温調整用のヒーター（100V，1kw）とpH制御ポンプを取り付けた。硝化槽には波形円筒状プラスチックの担体を充填し、沈殿池の役割も果たしている。最初の飼育水には水道水を用い、循環ポンプで飼育水を循環させ、1循環時間は15分（56 l/min）とした。

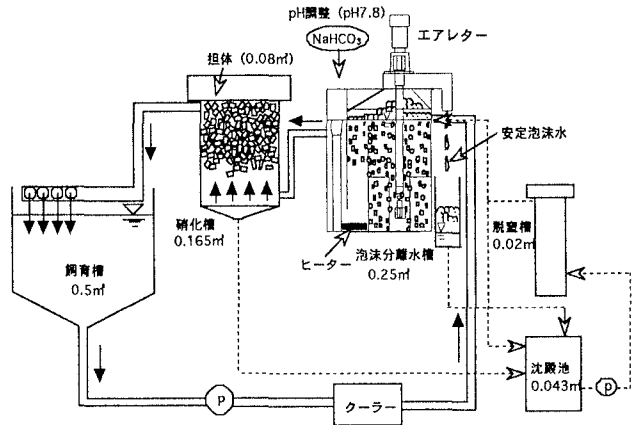


図-1 循環型泡沫分離・硝化養殖システム

(2) 養殖実験

宮崎市内の養鰻業者からウナギ10kg（約200g/尾）を購入し、本システムに収容して22日間の順化を行った後、養殖実験を開始した。水温は28℃に設定した。実験期間は33日間とし、市販配合飼料（ねり餌）を給餌率1.0～1.4%（乾重量100～140g）で毎日給餌した。また、泡沫分離水の水量を毎日測定した。

(3) 分析項目

飼育水と泡沫分離水については、水温、pH、DO、濁度、紫外外部吸光度（280nm）、色度（370nm）、全有機炭素濃度（TOC）、電気伝導度、アンモニア性窒素（NH₄-N）、硝酸性窒素（NO₃-N）、亜硝酸性窒素（NO₂-N）、T-N、リン酸（PO₄-P）、T-P、一般細菌群数、ビブリオ細菌群数を測定した。

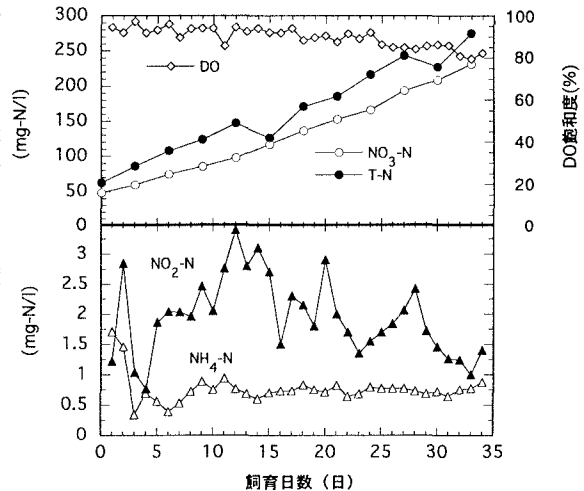


図-2 飼育水のDO、三態窒素、およびT-Nの経日変化

3. 結果と考察

(1) ウナギの増重量

本システムによって、養殖実験の期間中、排水・

キーワード：循環型養殖，ウナギ，泡沫分離，硝化。

〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1 ☎0985-58-2811, Fax 0985-58-1673

換水することなく、かつ死亡する個体を全く出すことなく、ウナギを養殖することができた。実験期間中の総増重量は2.53kg（25.3%）であり、飼料転換効率（魚体増重量に対する総給餌量の割合）は63.9%となり、実際のウナギ養殖で得られる値と同等であった。収容率でみると、現在の一般的な規模の養殖場では1%程度であり、本システムの収容率は2.3~2.9%であったことから、本システムは高密度で養殖できることが明らかであった。

（2）飼育水の水質

実験期間中の飼育水のDO、三態窒素、およびT-Nの経日変化を図-2に示した。魚類の生命維持の基本条件であるDOは、期間を通して飽和度で90%前後を推移し、平均で89.7%（n=34）であり、本システムは極めて良好に酸素を供給していた。これは、泡沫分離槽のエアレーターが効率よく空気中の酸素を溶解するためである。また、魚に対して毒性の高い $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ は、それぞれ1mg-N/l以下と2mg-N/lを保持し、硝化が良好に進んでいた。 $\text{NO}_3\text{-N}$ とT-Nは日数の経過とともに増加し、それぞれ230mg-N/lと270mg-N/lに達したが、養殖には問題を生じなかった。

濁度についてみると、飼育水では実験開始から25日目までは増加して14TUに達し、それ以降急激に減少してから再び増加する傾向を示した（図-3）。これに対して、泡沫分離水の濁度は25日目から増加し始め、100~350TUの高い濃度の分離水が回収された。すなわち、懸濁物を吸着した安定泡沫が生成され、回収されることによって飼育水の濁質が除去されることがわかった。

さらに、養殖実験終了から約1ヶ月間にわたって飼育水の濁度を測定した結果、12~20TUの範囲で推移し、ほぼ定常状態に達した。

（3）物質収支

図-4には33日間の養殖実験における物質収支を示した。配合飼料の炭素（C）、窒素（N）、およびリン（P）の含有率から、総給餌量中のC、N、およびPの総量を求め、これらをそれぞれ100%とした。Cの収支は飼育水に0.8%、ウナギの増重量分として31.1%、泡沫分離水で除去された量として0.02%、硝化槽の沈殿物として0.75%となり、これ以外の67.3%は呼吸と微生物による代謝などによって CO_2 としてシステムの系外に放出されたと見積もられた。同様に、Nの収支は飼育水に44.7%が残留し、ウナギの増重量分として34.8%、泡沫分離水で除去された量として0.04%、硝化槽の沈殿物として16.5%となり、これ以外の4.04%は脱窒によってシステムの系外に放出されたと見積もられた。

4. まとめ

- 1) 本システムによってウナギの完全循環型養殖が可能であることが明らかとなった。
- 2) 魚の生存に不可欠なDOは養殖期間中、常に飽和度90%を保持され、 $\text{NH}_4\text{-N}$ をはじめとするその他の水質項目も良好であった。
- 3) 既存の流水型養殖と比較して、本システムを用いることによる負荷削減量は、給餌を起源とするC、N、およびPの負荷量のうち、それぞれ68.9%、65.2%、および83.1%と見積もられた。

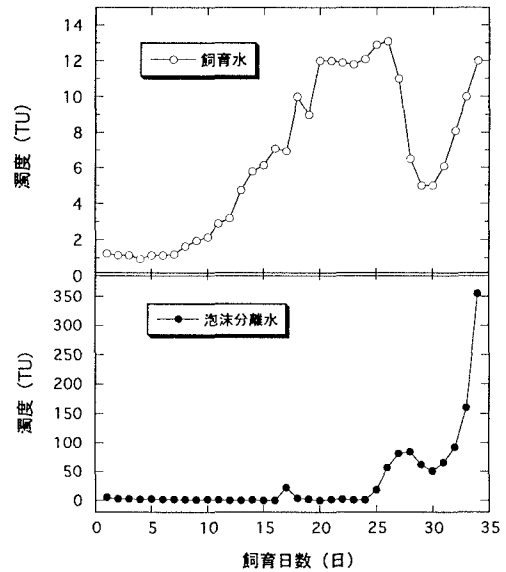


図-3 飼育水と泡沫分離水の濁度の経日変化

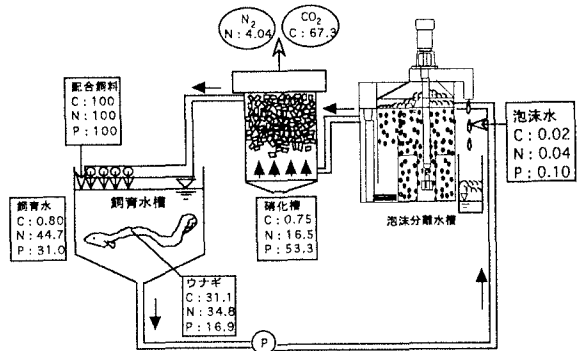


図-4 33日間の養殖実験におけるC、N、およびPの物質収支

文献

- 1) 丸山・鈴木（1998）日本水産学会誌、Vol.64, 216-226.
- 2) 農林水産省：漁業・養殖業生産統計年報.
- 3) 丸山（1997）養魚堆積物適正処理技術開発事業報告書、pp.273-283、全国内水面漁業協同組合連合会.
- 4) 鈴木・丸山、他（1998）第32回水環境学会年會講演集、319-320.