

閉鎖循環式養殖システムにおける高級海産魚イシガキダイの飼育試験

宮崎大学大学院 学員 谷口博紀  
 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  
 宮崎大学大学院 学員 亀谷卓司

1. はじめに

閉鎖性水域の汚濁は進行しており、年々富栄養化は増加する一途をたどっている。富栄養化は生態系内部の生産者と消費者のバランスを崩し、圧倒的に繁殖した植物プランクトンは赤潮を引き起こすとともに、その遺骸が水域の貧酸素の原因となるなども含めて問題とされている。養殖業からの水産排水は、閉鎖性水域における富栄養化の主因となる汚濁負荷源である。一方で、魚類は貴重なタンパク資源であり、これからの養殖業は極めて重要である。したがって、環境に配慮した新しい養殖形態に移行することは必至である。汚濁排水、汚濁物を排することなく、高密度養殖が可能な養殖技術、すなわちゼロエミッション型養殖システム<sup>1),2)</sup>の開発に対するニーズが高まってきている。著者らは、泡沫分離、硝化および脱窒のプロセスを組み合わせさせた閉鎖循環式養殖システムを開発し、ヒラメおよびウナギについて、極めて高い生残率で良好に飼育できることを報告した。経済性を鑑みると、閉鎖システムは、高級魚種への適用が有用であると考えられる。そこで本研究では、高級海産魚のイシガキダイについて、本システムによる飼育試験を行った。飼育成績、飼育水水質から、本システムの生産性と環境への負荷削減量を明らかにし、高級海産魚への適用性を検討した。

2. 実験方法

2.1 閉鎖循環式魚類飼育システム 実験で用いた閉鎖循環式飼育システムを図-1に示す。飼育水は飼育水槽(0.43m<sup>3</sup>)より、循環ポンプで気液接触槽(0.25m<sup>3</sup>)へと送られ、泡沫分離プロセスで酸素の溶入並びにコロイド粘質物の除去が同時に達成される。続いて上向流式の硝化槽(0.16 m<sup>3</sup>)でNH<sub>4</sub>-Nの硝化とSSの沈殿除去が同時に行われ、飼育水槽へと返送する。脱窒槽(0.22 m<sup>3</sup>)には別経路で飼育水を循環させ、メタノールを注入し、脱窒処理された処理水は気液接触槽へと送られる。本システムは、泡沫分離水と蒸発分の水分を水道水で補充するのみのほぼ完全な閉鎖循環式システムである。本試験期間中は、排水・換水は全く行わなかった。管理項目は、1日2回の給餌、pH調整剤の補充、脱窒用のメタノールの補充、水道水補充であり、維持管理は極めて容易である。

2.2 飼育試験 飼育条件を表-1に示した。イシガキダイ幼魚 2.8kg (51.1g/尾, 全55尾)を飼育水槽に放養し、飼育試験を開始した。飼料には、ビタミン剤を混合して給餌した。飼育水水質の分析項目は、pH、電気伝導度、濁度、DO、水温、NH<sub>4</sub>-N、NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P、色度、T-N、T-P、TOC、SSとした。

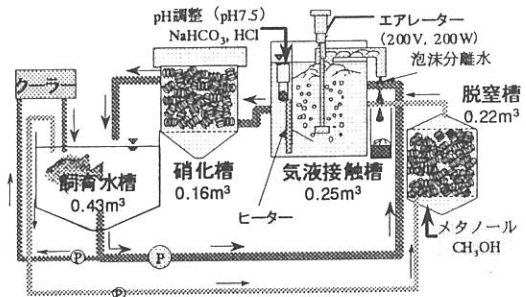


図-1 閉鎖循環式魚類飼育システム。

表-1 飼育条件

対象魚	イシガキダイ幼魚 初期総重量2.8kg (20尾/kg, 約51.1g/尾、全55尾)
水量 (人工海水)	システム総水量: 1.05m <sup>3</sup> 飼育槽: 0.43m <sup>3</sup>
飼料 (ペレット)	飼料 (キリン製) ビタミン剤 (コーキン化学製) 飼料: ビタミン: 水 = 100: 1: 5 (重量比)
給餌方法	午前10時、午後5時: 50g; 100g-配合飼料/日 (実験初期: 80g-配合飼料/日)
pH設定	pH7.5 ~ 8.0(炭酸水素ナトリウム、塩酸)
水温設定	25°C

### 3. 結果と考察

3.1 飼育水水質 飼育水の三態窒素の経日変化を図-2に示す。魚から排泄される魚毒性の強い  $\text{NH}_4\text{-N}$  および硝化で生じる  $\text{NO}_2\text{-N}$  は硝化プロセスにおいて良好に処理され、 $\text{NH}_4\text{-N}$  は、平均  $0.44\text{mg-N/L}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$  は平均  $0.09\text{mg-N/L}$  であり、飼育期間を通して低く維持された。 $\text{NO}_3\text{-N}$  は、脱窒処理によって飼育水に蓄積することなく、おおよそ  $10\sim 35\text{mg-N/L}$  の範囲で変動し、飼育初期は少し高めであったもののメタノール注入量を  $\text{NO}_3\text{-N}$  の3倍量から5倍量へと増加させたことによって、脱窒が良好に機能し、 $\text{NO}_3\text{-N}$  は低く維持できた。また、濁度は、平均  $0.42\text{ppm}$  であり、極めて低かった。

3.2 飼育成績 飼育日数と生残率と DO の関係を図-3に示す。生残率は、飼育 107 日目までは 96%(2尾死亡)と高く維持された。しかしながら、その後 8 日間で 64%(20 尾死亡)まで減少した。この原因の一つとして DO 低下も考えられるが、罹病した形跡も見られず、不明な点が多い。試験終了時(115 目)において、イシガキダイの総重量は初期重量 2.8kg から 4.8kg へと増加し、増重倍率は 1.7 倍となった。餌料効率((増重量(kg)/摂餌量(kg)×100(%))は 69.4%であった。107 日目以降に死亡した魚体分を増重量に加算した補正餌料効率では 103.3%となり、一般の養殖業における餌料効率の 60~70%と比較して高い値であった。

### 4. まとめ

- ①飼育 115 日間を通して、飼育水水質では、各プロセスの機能により、三態窒素および、濁度は蓄積せずに低濃度で維持できた。
- ②補正餌料効率では 103.3%となる一般の養殖場の 60~70%を超える高餌料効率であり、高い生産性が確保できた。
- ③飼育管理状況は約 110 日目以降、生残率の低下が認められ、水質あるいは飼育条件に更なる管理項目が必要であることが示唆された。

今後は課題として、生残率減少の原因を突き止め、本システムを利用して様々な魚類を飼育生産できるようにする必要がある。

### 参考文献

- 1),丸山俊朗, 鈴木祥広, 佐藤大輔, 神田猛, 道下保: 日本水産学会誌, 65, 818-825.1999.
- 2), 鈴木祥広, 丸山俊朗, 竹本進, 小田リサ: 水環境学会誌, 22, 896-903.1999.

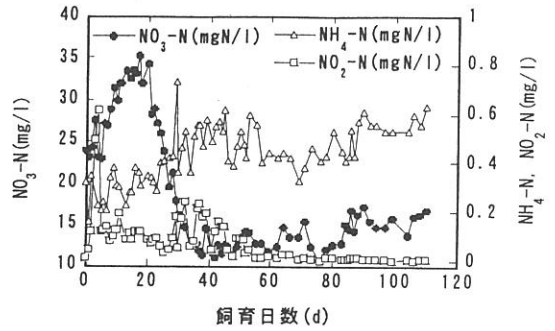


図-2 三態窒素の経日変化。

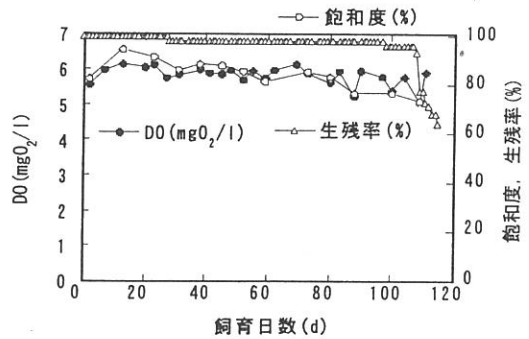


図-3 生残率と DO の経日変化。

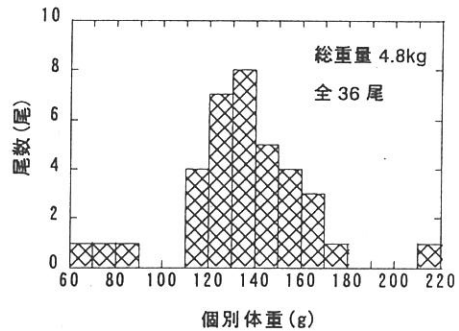


図-4 イシガキダイの個別体重ヒストグラム。