

マダイを対象とした閉鎖循環飼育 (2)

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2025-06-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 山本, 義久 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2014754

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



マダイを対象とした閉鎖循環飼育-II —人工海水の利用—

山本 義久
(屋島栽培漁業センター)

我が国のマダイ、ヒラメ、トラフグ等の流通量の7～8割は人工種苗由来の養殖魚が占め¹⁻³⁾、カンパチ・トラフグ等で輸入種苗由来の疾病や薬剤の残留リスクが懸念される等⁴⁾、良質な種苗供給は重要な産業的位置を占めている。このため、良質種苗の効率的生産技術の確立が期待されているが、現在の種苗生産方式はほぼ全てが掛け流しの流水飼育であるため、取水施設や海水殺菌設備等のインシヤルコストがかかること、飼育水を適正水温に維持するための加温・冷却費等のランニングコストがかかること、さらに取水する沿岸海域に発生する病原微生物のために常に生産過程での疾病防除対策が不可欠であることなど、これまでの飼育方法の改善が必要となっている。

このような状況において、陸上での閉鎖循環飼育はこれらの問題を解決できる有効な飼育方法の一つとして注目され、特に閉鎖循環飼育の用水に人工海水の利用が可能であれば外部リスクを完全に払拭できる可能性がある。そこで、本研究では種苗生産段階での人工海水の利用の有効性について検討した。

材料と方法

試験設定 本試験は2005年に屋島栽培漁業センターで実施し、マダイを対象とした閉鎖循環システムを用いた飼育で比較した。試験は、飼育用水としてろ過海水（以下、ろ過海水区）と市販の人工海水（以下、人工海水区；インスタントオーシャン）を使用する2区を設け、それぞれ2水槽で試験した。人工海水の作成に使用する淡水は、水道水をイオン交換樹脂フィルター付浄水器で処理後、使用した。

飼育システム 閉鎖循環システムの主な構成は泡沫分離装置（TAS 環境エンジニアリング）、生物ろ過装置、紫外線殺菌装置（2DL；千代田工販）および循環ポンプとし、ろ材は多孔質セラミック（FB-5；フィルテック）とサンゴ砂を用いた。

飼育条件 飼育は4kℓ水槽を用い、ふ化仔魚を約1.4～1.5万尾／kℓの密度で収容した。飼育水温は25℃に設定し、全長30mm サイズまで飼育した。餌料としてワムシ、ア

ルテミアおよび配合飼料を給餌し、日齢30まで淡水クロレラを毎日50万細胞／mℓになるように添加した。海水の補給は底掃除および泡沫分離の排水分のみとし、蒸発分は水道水で補填した。

水質調査 飼育期間中の飼育水の水質について、水温、pH、DO は毎日調査した。アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素および硝酸態窒素については2～3日毎に調査し、各濃度は DR/2000（HACH）の測定キットを用い、それぞれサリチル酸法、ジアゾ化法、カドミウム還元法で測定した。飼育水の生菌数の調査は一般細菌とビブリオ属細菌を対象に飼育開始直後から7日毎に行った。一般細菌数の測定には MARINE AGAR 2216 培地（DIFCO）、ビブリオ属細菌数の測定には TCBS 培地（DIFCO）に塩化ナトリウムを20g／ℓの濃度で添加した培地を用いた。生菌数の計数には希釈法を用い、22℃で2日間培養後に平板上に発育したコロニーを計数した。

結 果

成長および生残 飼育は日齢40まで行い、ろ過海水区と人工海水区の成長はほぼ同様に推移し、両区の平均全長は29.5mm と同値で差はなかった（図1、表1）。生残は両区ともほぼ同様な傾向を示し、日齢10～13までに半減し、その後の減耗はほとんどなかった（図2）。また、取り上げ時の平均生残率は両区とも約50％となり、生産密度についても全ての水槽で0.70～0.75万尾／kℓの範囲であった（表1）。

飼育水の水質の変化 飼育環境を図3および図4に示した。水温は日齢10前後に28℃まで上昇したため、冷却器を設置し、その後は25℃前後で推移した。pH は飼育開始時には8.0以上あったが徐々に低下し、日齢30前後で7.5以下となったため、pH 調整用に工業用の炭酸カルシウムを1水槽あたり100g 添加したが、pH の上昇はみられず、日齢35以降は7.0以下まで低下した。また、酸素飽和度は飼育期間を通じて徐々に低下したが、概ね80％以上を維持した。

アンモニア態窒素は全水槽で日齢30までは1mg／ℓ以下で推移したが、それ以降は急激に上昇し、日齢40では

表 1 ろ過海水および人工海水を用いたマダイの閉鎖循環種苗生産試験の概要

試験区	収 容			取 り 上 げ							
	飼育水槽 (kℓ)	尾数 (尾)	密度 (尾/kℓ)	日 齢	全長 (mm)	±SD	平均全長	尾数 (尾)	密度 (尾/kℓ)	生残率 (%)	平均生残率
ろ過海水区-1	4.0	58,640	14,660	40	29.3	3.5	29.5	29,310	7,328	50.0	49.7
ろ過海水区-2	4.0	60,930	15,233	40	29.7	3.6		30,080	7,520	49.4	
人工海水区-1	4.0	61,010	15,253	40	29.9	3.4	29.5	28,050	7,013	46.0	49.5
人工海水区-2	4.0	56,160	14,040	40	29.1	3.9		29,940	7,485	53.3	

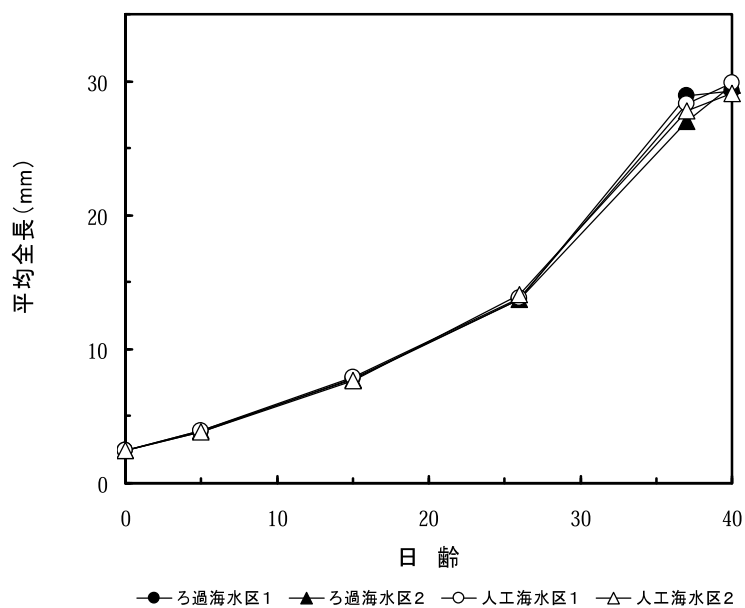


図 1 ろ過海水および人工海水を用いたマダイの閉鎖循環種苗生産試験におけるマダイの全長の推移

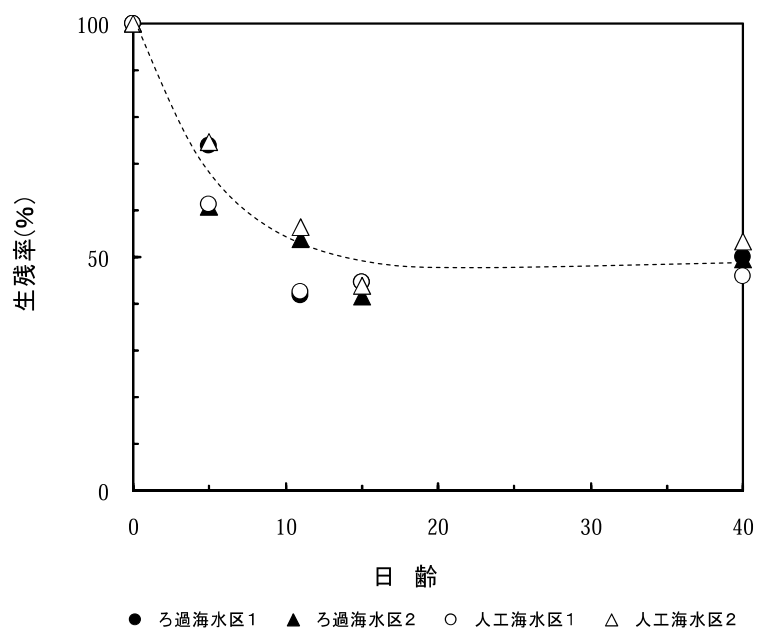


図 2 ろ過海水および人工海水を用いたマダイの閉鎖循環種苗生産試験におけるマダイの生残率の推移

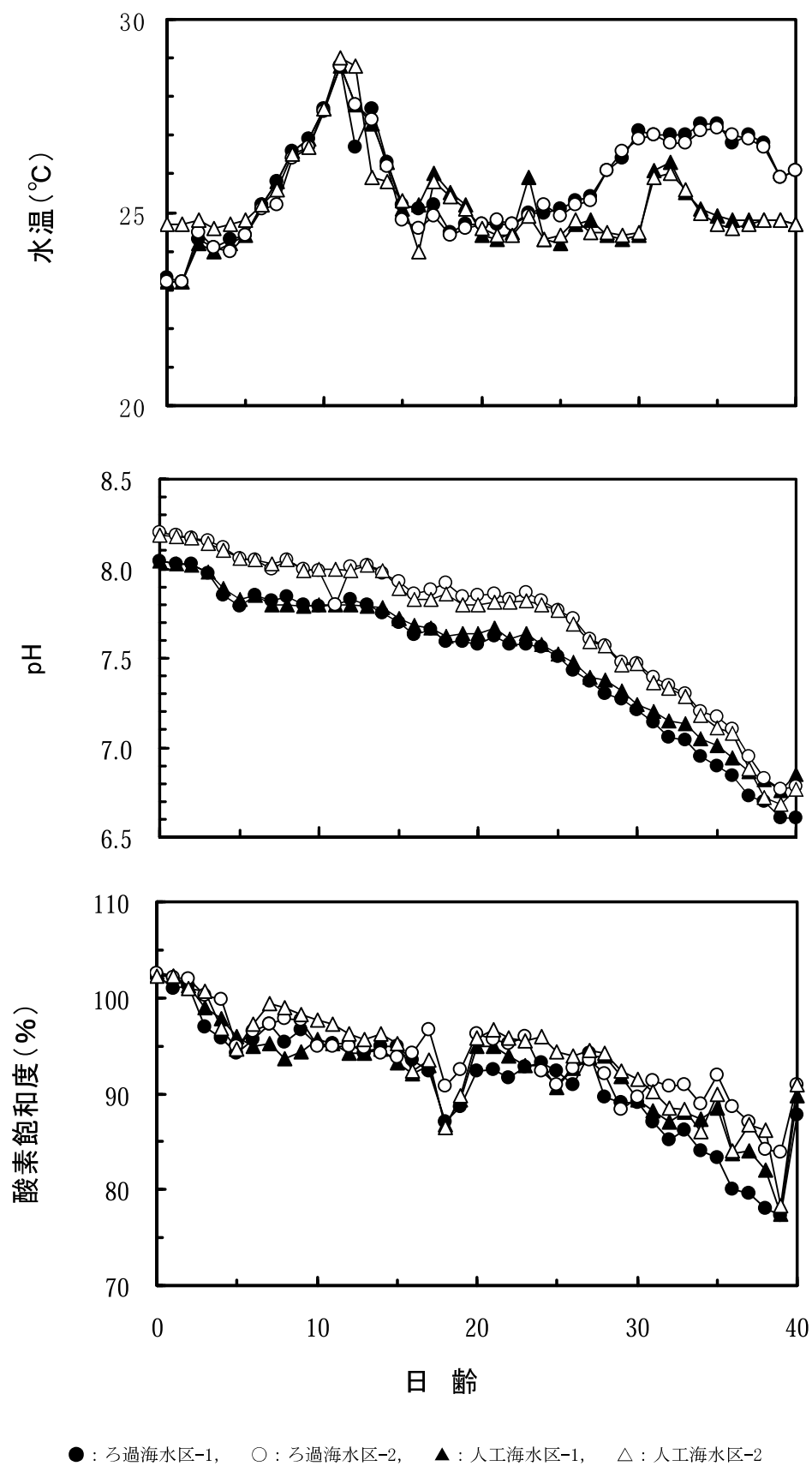


図3 ろ過海水および人工海水を用いたマダいの閉鎖循環種苗生産試験における飼育水の水温、pH、酸素飽和度の推移

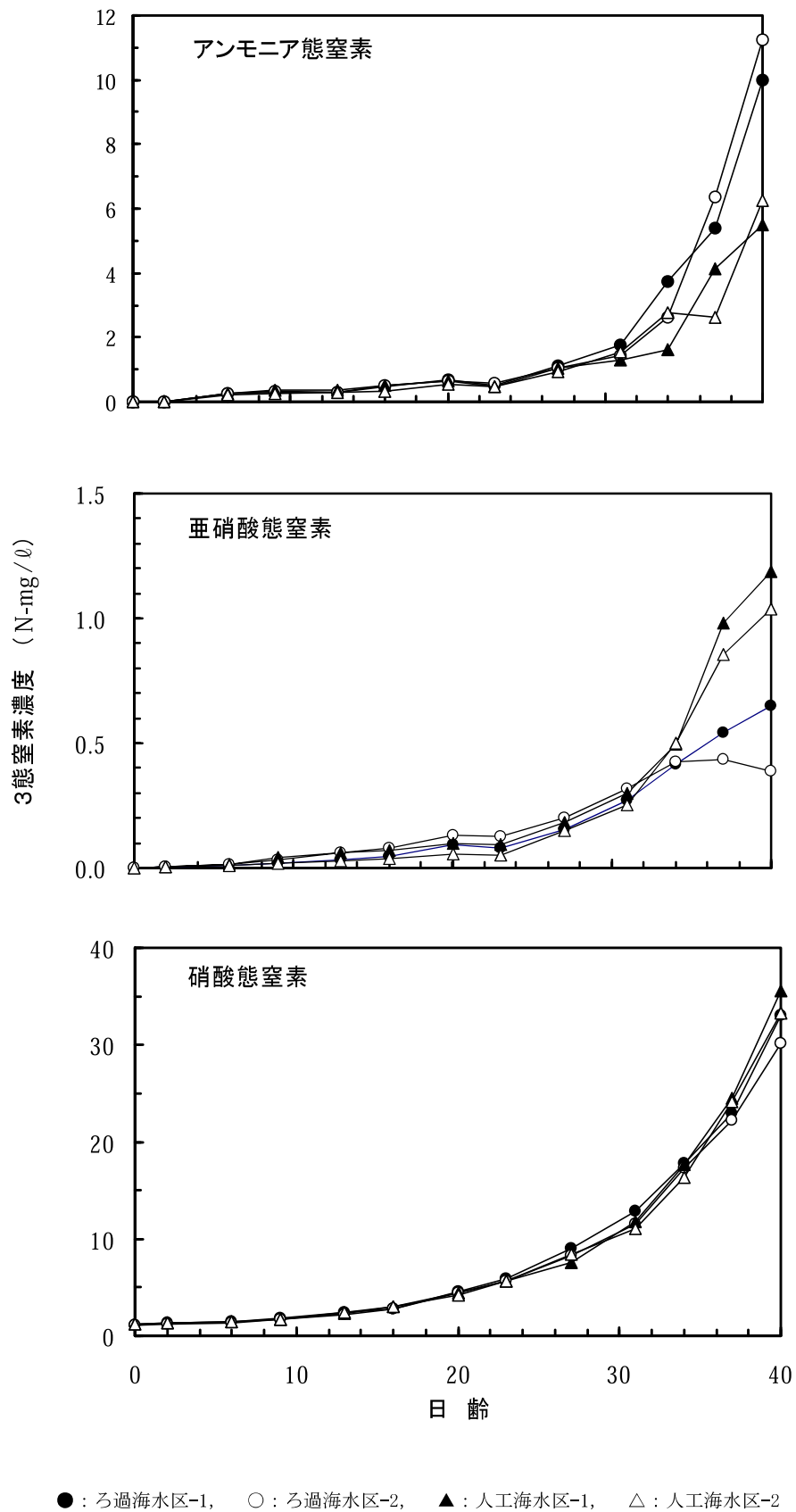


図 4 ろ過海水および人工海水を用いたマダイの閉鎖循環種苗生産試験における飼育水のアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素および硝酸態窒素の推移

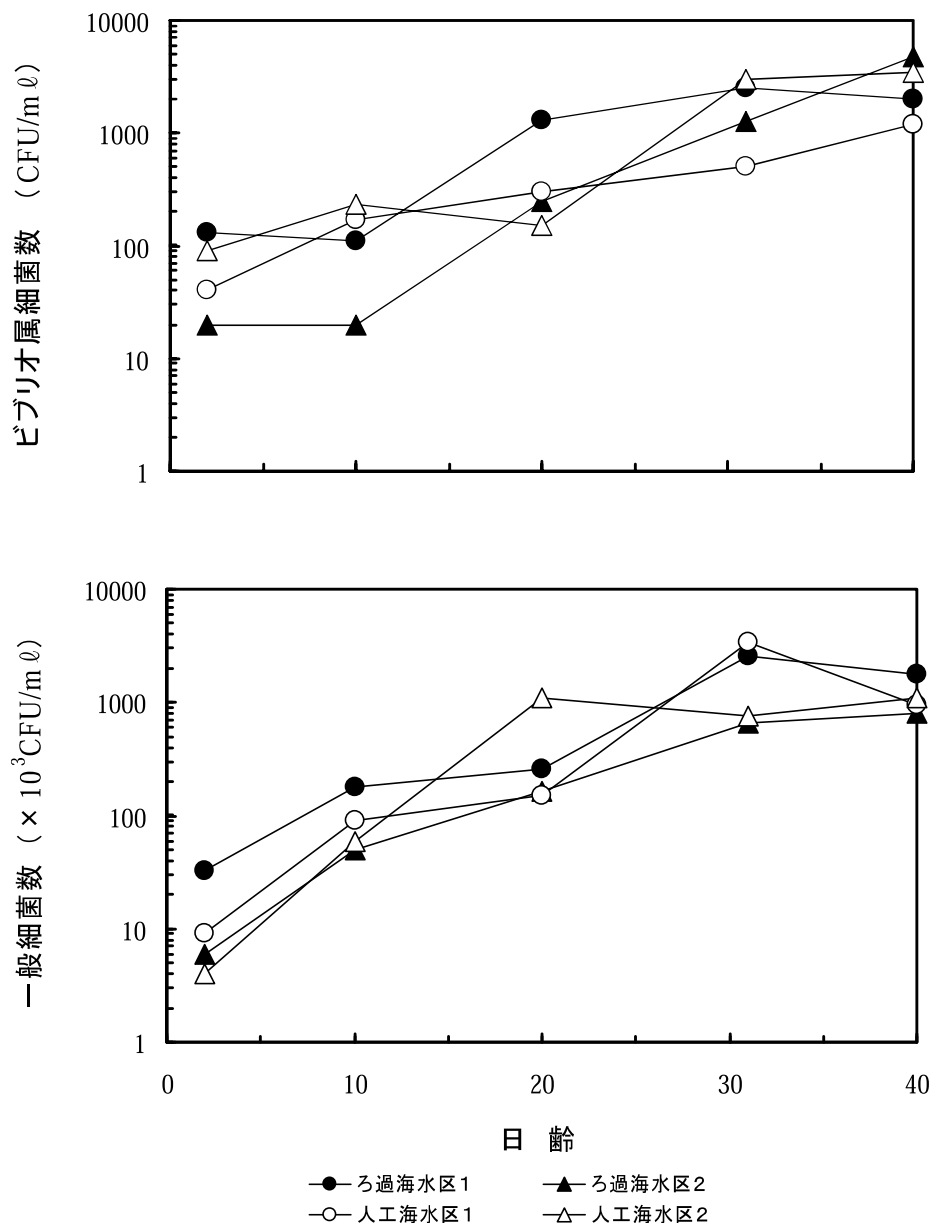


図5 ろ過海水および人工海水を用いたマダイの閉鎖循環
種苗生産試験における生菌数の推移

ろ過海水区で11mg/ℓ前後、人工海水区で6mg/ℓ前後に達した。亜硝酸態窒素も同様に日齢30以降に増加が見られたが、増加は僅かで、日齢40にろ過海水区で0.5mg/ℓ前後、人工海水区で1mg/ℓ前後であった。硝酸態窒素は両区ともほぼ同様に増加し、日齢40では35mg/ℓ前後に達した。以上のように3態窒素の変化は日齢30以降に差がみられ、ろ過海水区ではアンモニア態窒素が、人工海水区では亜硝酸態窒素が高くなる傾向を示した。

生菌数の変化 (図5) 一般細菌数は全試験区とも飼育期間中、徐々に増加する傾向を示し、 $10^3 \sim 10^6$ CFU/ml

で推移した。ビブリオ属細菌数についても同様に徐々に増加する傾向を示し、 $10^1 \sim 10^3$ CFU/mlで推移した。

考 察

我が国の種苗生産機関では、ほぼ全てが掛け流しの流水飼育を採用し、沿岸から取水した海水をろ過および殺菌して飼育用水としている。しかし、取水する地先海水に病原微生物が蔓延している事例が報告される等、沿岸の海水を用いるリスクは高い。このため、飼育用水

に人工海水を利用することは、疾病等のリスクを完全に払拭できる極めて有効な方法と考えられる。今回の結果から、マダイを用いた閉鎖循環飼育において、人工海水はろ過海水を用いた場合と同等な成長・生残が得られることが明らかとなり、今後健苗性についての検討の余地はあるが、種苗生産現場において十分に人工海水の利用の可能性が得られた。

一般に、人工海水は観賞用の海産魚介類の飼育に用いられ、多くの商品が開発・販売され、海水の取水が困難な立地条件の水族館や、大学等の研究機関で、海産生物の小規模な飼育実験系での試験精度を上げるために用いられている⁵⁾。また、岡山理科大専門学校では、好適環境水と称した低塩分の人工海水を用いた海産魚の飼育事例がある（津村* 私信）。一方、米国の閉鎖循環飼育研究では内陸部で親エビ養成やティラピア等を地下水と人工塩を用いて飼育している⁶⁾。しかし、人工海水を利用する上での最大のデメリットはコストが高いことであり、海産魚介類の飼育が可能な低コストの人工海水が開発されれば、大量に海水を使用する種苗生産現場への利用が期待される。特に、人工海水を掛け流しの流水飼育に使用することはコスト面から極めて非効率的であるが、換水をほとんどしない閉鎖循環飼育では人工海水を効率的に利用できる可能性があり、立地を選ばない閉鎖循環飼育が実現できる等、大きな発展性が期待できる。

なお、今回の試験で両区のアンモニア態窒素と亜硝酸

態窒素の変動に違いが見られたことは、両区のろ過槽内の硝化細菌の動態が異なることが考えられる。そのため、閉鎖循環飼育に用いる人工海水の必要条件として、飼育対象生物のみならず、生物ろ過槽に生息する硝化細菌に適することも重要な条件であり、今後、種苗生産過程全体に最適な人工海水の塩類組成について検討することが必要であろう。

文 献

- 1) 水産庁（2006）図で見る日本の水産，1-23.
- 2) 水産庁（2006）農林水産統計，平成17年漁業・養殖生産統計.
- 3) 田嶋 猛（2007）中国と日本のトラフグ養殖について，ACN News（http://www.pacific-trading.co.jp/news070401_2.html）.
- 4) 小川和夫（2007）中国の海面養殖事情，アクアネット，10，44-49.
- 5) 石橋泰典・小澤 勝・平田八郎・熊井英水（2003）マダイ *Pagrus major* 仔稚魚の発育に伴う各種環境ストレス耐性の変化，日本水産学会誌，69，36-43.
- 6) 社団法人マリノフォーラム21種苗生産システム研究会（2000）平成11年度閉鎖循環飼育循環式陸上養殖システムの開発（環境創出型養殖技術）に関する報告書，1-248.

* 津村誠一：岡山理科大専門学校アクアリウム学科講師