

海水魚の閉鎖循環型大規模陸上飼育システムの構築

食品・環境科 専門研究員 大 脇 博 樹
総合水産試験場 環境養殖技術開発センター 養殖技術科 科 長 山 本 純 弘

要 旨

養殖漁業の需要が年々増えていること、より高付加価値な魚種の生産が必要となっていること等から、陸上養殖の必要性は高くなっているが、生物濾過に依存した従来の陸上養殖システムには問題点も多く、陸上養殖はそれほど普及していないのが現状である。そこで本研究では、海水を電解することによって生成する次亜塩素酸を利用した新規海水浄化装置の開発と、その新規浄化装置を利用した新規陸上養殖システムの構築を目指している。本報では、実際の陸上養殖の際に問題になると思われる、二酸化炭素の除去装置に関する検討結果について報告する。

1. 緒 言

沿岸漁業による水揚げ量は年々減少しており、養殖による魚類生産が年々増えてきている。魚類養殖には、海面を利用する海面養殖と陸上で実施する陸上養殖があり、それぞれに長所と短所がある。

海面養殖は、自然に近い環境の下で育成できること、初期投資が陸上養殖に比べて安価であること、といったメリットがある一方、台風や赤潮、気候等の自然による影響を受ける重労働であるという問題があった。

陸上養殖は、飼育するための大規模な水槽や濾過システムの設置が必要であることから、大きな初期投資が必要となること、生物濾過を行うための大量の濾材の洗浄が非常に大変なこと、魚病に対する対策が大変なこと等の問題点はあるが、陸上で作業ができるため作業が楽であること、天候や赤潮等の外的要因を排除できること、といった海面養殖のデメリットを解決できるほか、温度調節ができるため短期間で飼育魚を大きくできること（生産性の向上）、全ての飼育条件を管理できること、といった大きなメリットがある。また、水産養殖業においては、出荷量の増大に伴って単価の下落が起こるため、より付加価値の高い魚種へと移行していく必要に迫られており、新しい魚種の種苗生産の要望が高いが、陸上でなければ種苗生産が困難な魚種もあり、陸上で海水魚を飼育できる技術が必要となっていた。

従来の陸上養殖システムは、魚から排出される糞や鱗等を飼育水から取り出すための物理濾過槽、魚にとって有害なアンモニアを微生物の力を借りて害の少ない硝酸に変換するための生物濾過槽、蓄積する窒素

成分を除去するための脱窒槽、脱色や殺菌を目的としたオゾン処理装置もしくは紫外線処理装置、過剰なオキシダントを除去するための活性炭槽、温度を調整するための熱交換器、飼育水槽中のタンパク質等を除去するための泡沫処理装置等、多くの装置を接続することで、陸上での海水魚の飼育を可能としてきた。

本研究担当者らは、平成18～20年度の3ヵ年、海水電解により生成する次亜塩素酸とアンモニアの反応により、アンモニアから直接窒素に変換させることで飼育水槽中に窒素成分を蓄積させない海水浄化システムを開発してきた。このシステムは、微生物を利用する従来の濾過システムとは本質的に異なり、省スペースで低コスト、濾材の交換等の重労働が無い等、陸上養殖のための海水浄化技術を革新できるシステムとなりうる可能性を秘めている。

本研究開発では、この新規海水浄化システムを用いた大規模陸上養殖を実現することを目指し、実際の完全閉鎖循環型陸上養殖において問題になると思われる海水中への二酸化炭素の蓄積に対する対策と寄生虫対策について検討する。

本年度は、電解技術を用いた脱炭酸装置の試作と評価を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験材料及び実験方法

2.1 実験材料および使用機器

実験には、人工海水（マリンアート SF 1：富田製薬(株)）と長崎県総合水産試験場の砂ろ過海水を使用した。電気分解槽は独自に設計・製作したものを使用し、電極として白金修飾チタン（田中貴金属(株)製）を使用

した。

溶存態二酸化炭素濃度の測定には、(株)東興化学研究所製 TiN 9004を、pH の測定には、東亜ディーケーケー(株)製 HM 26S を使用した。

2.2 実験方法

2リットル容の広口ボトルに人工海水2リットルを入れ、所定のpHになるように1N-HCl水溶液で調整した後、その海水中に市販の散気管を通じて1L/minの流量で空気を曝気し、所定の時間毎に人工海水の溶存二酸化炭素濃度とpHを計測した。

図1に示した新規電解槽の実験システムを構築し、海水電解条件を変更しながら、電解槽から排出される過海水のpH変化を計測した。

3. 結果と考察

3.1 曝気による海水のpH変化

図2に、空気曝気3時間後までの人工海水のpH変化と溶存二酸化炭素濃度の変化を示した。溶存二酸化炭素濃度は、pH調整直後の濃度値を100とした場合の値を示した。

調整した人工海水のpHは8.4で、空気曝気3時間後もほとんどpH変化は認められなかったが、溶存二酸化炭素濃度は若干増加した。曝気する前の人工海水のpHを下げるに従って、曝気後の溶存二酸化炭素濃度は減少する傾向にあったが、pHを4.0に調整した以外は、曝気によってpHが高くなった。

この実験結果より、海水中に溶存している二酸化炭素の濃度を効率良く減少させるためには、海水のpHを5以下まで下げる必要があることが明らかとなった。

図2中のpH4.0の点線は、10分間隔でpH測定した結果であるが、曝気10分後でも溶存二酸化炭素濃度は初期値の26%まで低下しており、比較的短時間で溶存二酸化炭素の除去が可能であることが明らかになった。現在検討中の海水浄化システムでも、10分程度の滞留時間は確保することができるため、本方式は十分利用できるものと思われた。

3.2 電解による海水のpH変化

白金電極を用いて海水を電気分解すると、陰極表面で水素が発生して電極近傍の溶液pHは高くなり、陽極表面では次亜塩素酸が生成して電極近傍の溶液pHは低くなる。この溶液を分離できれば、pHの低い海水を単離することが可能となる。今回の実験では、試作した電解槽を用いて、海水のpHを1以上低下させ

ることに成功した。未だいくつかの問題点があり、今後改良した電解槽を用いて評価を継続する予定である。



図1 新規電解槽の実験システム

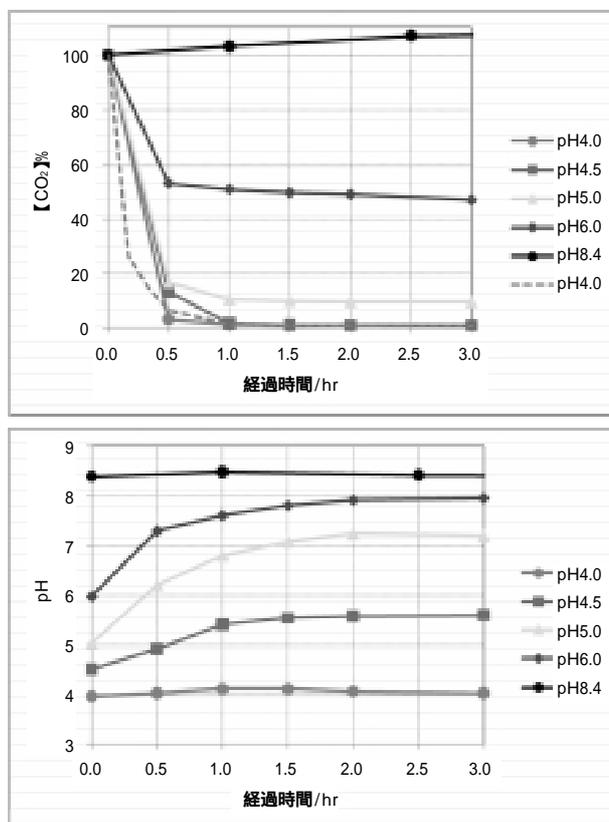


図2 pH調整した人工海水に空気を曝気した際の溶存二酸化炭素濃度とpHの変化

4. 結言

今回の評価で、構造を工夫した電解槽による海水電解によって、養殖海水中に蓄積する二酸化炭素を除去できる可能性が高いことがわかった。今後、装置化に向けた検討を継続する予定である。