

# 新規電解槽の開発

食品・環境科 専門研究員 大 脇 博 樹

国内における消費者の「魚離れ」が進行し、国民1人1日当りの水産物の摂取量が減少傾向にある一方、欧米での健康志向の高まりやアジア諸国、インド等の経済発展に伴って世界的には水産物の消費量が急速に増加し、水産物の貿易量も急速に増大している。今後も水産物の需要は拡大することが予測されるが、天然水産資源は有限であり、天然水産物の漁獲量は頭打ち状態となってきたことから、今後は養殖による生産量の増大が必要不可欠であり、生産された水産物を流通させるための鮮度保持技術の発展も重要な課題となる。また、生産された水産魚介類を生きたまま流通させる活魚輸送は、水産物の高付加価値化を目指す上では非常に重要である。

本研究開発では、海水電解を利用して海水魚介類を水換え無しで高密度・長時間飼育するための海水浄化システムの高度化を目指して、この海水浄化システムで利用するための新規電解槽の開発に取り組み、新たな構造の電解槽内の流れの解析や、この電解槽を使用した魚の飼育試験を実施して、その性能を確認した。

## 1. 緒言

世界的な水産物消費量の増大に伴って、世界的に漁業・養殖業を合わせた水産物生産量は増加し続けている。1960年以降、世界の漁業・養殖業を合わせた生産量は増加し続けているが、その中の漁船漁業生産量は1980年代後半以降頭打ち傾向が続いているのに対して、養殖業生産量は著しく伸びている<sup>1)</sup>。天然資源の管理の重要性が示されていることもあって、今後養殖業の重要性は増していくものと思われる。

一方国内では、魚介類消費量の減少が続くなどマーケットが小さくなっているが、水産物の輸出は増加傾向にあり、特に経済成長の著しい東アジアに対しても長崎県産の高品質な水産物の輸出拡大が求められている。鮮魚については、県内の民間企業が20年程前から中国市場への輸出を行っており、鮮度保持の観点から2005年より航空便が利用され、その後輸出量は年々増加して高級品として高値で取引されている。しかしながら、航空便での活魚輸送は困難であり、生きたまま輸送する技術・装置の開発が求められている。

これらの背景のもと、当センターでは、海水魚を水換え無しに陸上で飼育するために必要となる海水浄化技術として、海水電解を利用した海水浄化システムの開発を行い、活イカ輸送装置の開発や閉鎖循環式陸上養殖システムの構築に向けた検討を行っている。

本研究開発では、上記海水浄化システムに適用するための、陽極水と陰極水を分離でき、海水を電気分解する際に問題となる陰極表面へのスケール析出を抑制できる新たな構造の電解槽を開発することを目的とした。本年度は、考案した電解槽内の流れの解析を、コ

ンピュータシミュレーションを用いて行い、試作した電解槽を使ったクエの飼育試験を行って、陰極表面に析出するスケールの析出状況を確認した。

## 2. 電解槽内流れのコンピュータシミュレーション

新たに考案した新規電解槽(図1)内の流れを、コンピュータシミュレーションを用いて解析した。

電解槽は、外筒の内部に陽極水と陰極水を分離するための内筒が入っており、陰極水は電解槽上部側面から流入して電解槽下部側面から排出するようになっている。上から下への直線的な流れではなく、らせん状の流れとすることによって流速が大きくなることを期待している。

流れの解析は、スケールが析出する陰極水のみを限定し、2次元モデルを作成して計算した。



図1 解析に使用した電解槽外観(試作品)

## 3. クエの飼育試験

コンピュータシミュレーションを行った電解槽を使用してクエの飼育試験を実施し、陰極表面のスケール析出状況を確認した。使用したクエは約500g/尾を20尾で計8kg、飼育水槽(200L容)、沈殿槽、物理濾過槽(20L)、泡沫分離装置((株)プレスカ製FSR-002P)、温度コントロール装置(26℃に維持)、

前記電解槽、活性炭槽、循環ポンプ、酸素供給装置を備えた飼育システムを構築して（図2）、15L/分で飼育水を循環・浄化し、3日毎に飽食給餌を行いながら水換え無しで3ヶ月間飼育した。飼育水量は150Lであったため、クエの飼育密度は5.6%であった。

1週間毎に電解槽を分解して陰極表面へのスケールの析出状況を確認した。

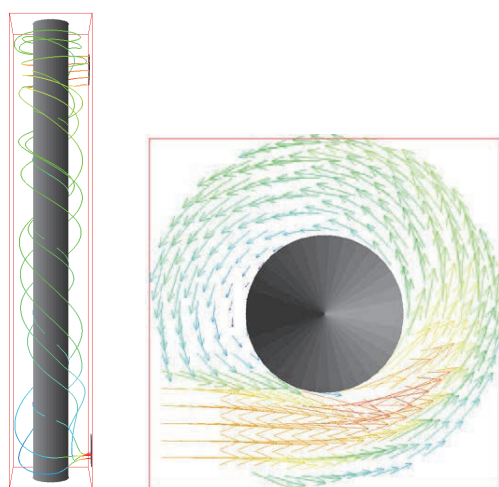


図2 クエ飼育システム外観

#### 4. 結果及び考察

##### 4.1 電解槽内流れのコンピュータシミュレーション

今回のシミュレーションで、電解槽上部側面から流入した飼育水は、当初期待していたとおりにらせん状の流れとなって電解槽内を流れていることが確認できたが、電解槽出口付近ではその流れが遅くなっていることも確認された。クエを使った飼育試験でも、陰極の電解槽出口付近にスケールが析出することが確認できており、今回のシミュレーション結果と一致している。流入口付近の流速を維持できれば、スケール析出



a : 側面

b : 上面

図3 電解槽内の流れの解析例 (Streamline)

が抑制できる可能性もあるため、今後、電解槽内の流速を維持する構造について検討を進める予定としている。

##### 4.2 クエの飼育試験

3か月間の飼育期間中、クエの斃死等の問題は発生せず、順調に飼育することができた。この間、電解処理によりクエの排出するアンモニアは分解除去され、0.5 ppm から 10 ppm の範囲で推移した。クエのアンモニア排泄量と電解により除去されるアンモニア量のバランスにより、飼育水中のアンモニア濃度は変化する。飼育水中アンモニア濃度が 10 ppm 以上にならないように、できるだけ一定の電流値で電解を行うように電解条件を設定した。

陽極水中の過剰のオキシダントは、電解槽と飼育水槽の間に設置した活性炭槽で分解される。電解槽で分離された陰極水は、活性炭槽を通過せずに飼育水槽に戻るため、オキシダントを含む陽極水との分離が不十分な場合は、飼育水槽中にオキシダントが流入することになるが、今回の試験中は飼育水中にオキシダントが混入することはなく、陽極水と陰極水の分離が問題なく行われていたことが確認された。

電解槽は、1週間に1度分解し、陰極のスケール析出状況を目視にて確認した。約2週間で、電解槽出口付近の陰極表面にスケールの析出が確認されたため、電極表面を研磨し、スケールを除去してから飼育システムに再度組込んで試験を継続した。同じサイズの電解槽、同じ流量で、流れをらせん状にしなかった評価では、1週間以内にスケールが析出していたこと、スケールが陰極全体に生じていたことから、電解槽内の流れをらせん状にして流速を上げることでスケール抑制効果が得られたものと推察された。

#### 謝辞

電解槽のコンピュータシミュレーションを実施していただいた、独立行政法人国立高等専門学校機構 佐世保工業高等専門学校 物質工学科 城野祐生 准教授と物質工学科5年生の重信賢直氏に謝意を表す。

#### 参考文献

- [1] “第2章 第3節 水産業をめぐる国際情勢” 水産白書,平成29年度版,水産庁,2017,pp.97-102.  
<http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/29hakusyo/attach/pdf/index-13.pdf>, (参照 2018-7-20).