

# ○湖水電解による琵琶湖低酸素改善と水素エネルギー創出の可能性を探る

「水素エネルギー産学官連携共同研究」(2005年－2007年)

研究リーダー:熊谷 道夫

熊谷 研究情報統括員らのグループは、湖水の電気分解による、琵琶湖低酸素の改善とクリーンエネルギーの創出を図るため、主に直接電解と高分子電解質膜の手法について、室内実験および現地小規模実験を行い、課題解決への可能性を示しました。

## 研究の目的

深水層における湖水の電気分解により、湖底付近に酸素を供給し、同時に発生する水素は回収してクリーンエネルギーとして有効利用する試みは、湖底近傍の環境改善と新エネルギー創出という2つの重要なテーマを同時に達成させることができる新規性と将来性を有しています。

本事業では、平成17年度から19年度の3カ年間に、琵琶湖で利用可能な新エネルギーを複合的に利用した、琵琶湖低酸素改善システムと水素ガス回収システムに関わる基礎的研究開発を実施することを目的としています。

## 結果

1. 湖水の直接電解と、高分子電解質膜(PEM)を用いた手法による水電解の可能性について検討を行いました。

直接電解は湖水中に電極を挿入し、水を酸素と水素に直接分解するもので、簡単であるのと、超微細な酸素気泡として発生するので、水に溶解しやすいという利点があります。しかし、湖水という中性に近い状態で水電解を行うために電極間を5mm程度に狭める必要があり、水素と酸素を分離しにくい欠点が指摘されました。また、電解条件によっては過酸化水素や次亜塩素酸などが生成されることがわかりました。一方、PEMによる水電解は、酸素発生効率や、水素回収効率が高く、実用化しやすいのと、水質や生物への影響を考慮しなくてよい点が長所ですが、純水に近い水を必要としているので、現地での運用が難しい場合があります。

2. 直接電解のために、生物や水質に影響を与えにくい電極の開発を行いました。

ニッケルを陰極、Ir-Ta 酸化物型不溶性電極を陽極に用いた電解では、次亜塩素酸が生成されにくいことがわかりました。

また、電極に磁場をかけることによって、電極面から酸素が離れやすいことを確認しました。PEM方式では、雨水を精製して電解する方法を開発し、利用可能なことを実証しました。

3. 室内実験によって、生物や水質への影響評価を試みました。

マクロな視点からは、中性水の直接電解は生物に対して顕著な影響を与えなかったが、ミクロな視点では影響があることがわかりました。メダカ、モノアラガイ、カワナ、ヨコエビ、ミジンコの生残率への影響はありませんでした。一方、植物プランクトンやバクテリアのバイオマスは減少しました。これは、当初、過酸化水素水による影響と思われましたが、分析の結果、次亜塩素酸によるものであることがわかりました。ミミズ、シジミに対する実験では、ミミズは生残率が低下し、シジミは水管の出し具合が若干少ないなど行動制限が指摘されましたが、砂を入れた実験ではミミズには影響がないことがわかりました。

4. 琵琶湖南湖浚渫地や北湖で1m<sup>3</sup>の閉鎖型チャンバーを用いて現地小規模実験を行い、溶存酸素

濃度の回復を確認しました(図 1)。嫌気性バクテリアへの有意な影響は認められませんでした(表 1)。

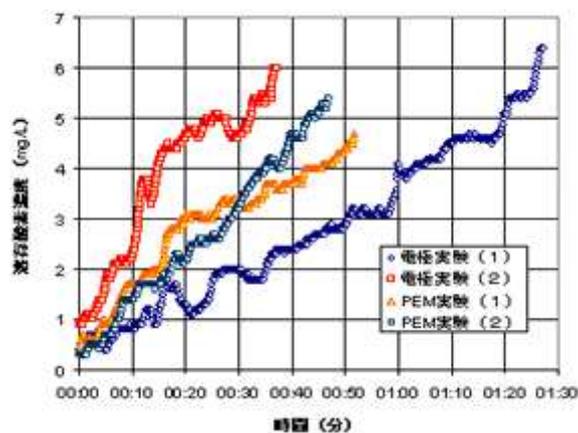


図1 琵琶湖南湖浚渫窪地における  
現地小規模実験の結果

場所	主体	実験系	時期	手法	電極面積／容積	酸素状態	生物への影響	酸素回復率
南湖窪地	同大	閉鎖系	2006年-2007年	電極	$3.9 \times 10^{-6}$	嫌気	なし	6.18mg/L/hr
				PEM	—	嫌気	なし	5.76mg/L/hr
北湖	同大	閉鎖系	2007年10月	電極	$1.3 \times 10^{-6}$	嫌気	なし	1.04mg/L/hr
室内	信大	閉鎖系	2005年-2007年	電極	$2.0 \times 10^{-2}$	好気	あり	40mg/L以上の超過飽和

表 1 室内および琵琶湖での水電解実験

5. バブルの対流拡散シミュレーションモデルを開発し、隔離水塊中での気体の運動の再現に成功しました。また、北湖での酸素回復に関する数値シミュレーションを行い、酸素供給の効果を試算しました。

## まとめ

---

3年間の室内実験および現地小規模実験を行い、低酸素状態から溶存酸素濃度の回復過程を確認し、併せて水素ガスの回収を行い、燃料電池を用いてラジカセ等を作動させることに成功しました。

生物や水質に影響が少ない電極の開発を行い、十分な成果を得ました。ただ、直接電解方式では、水素の回収が十分にできないので、今後は、PEM法もしくはアルカリ電解方式の利用についても検討を加え、現地実験を行う予定です。

なお、地球温暖化対策の一つとして、国内外から本技術への問い合わせが増えています（経済産業省、国土交通省、ノルウェー科学技術大学、米国カリフォルニア湾曝気プロジェクト、韓国 POSCO）。