

## B-28 電気化学的方法による藻類の連続処理

群馬工業高等専門学校 ○谷村嘉恵  
群馬大学工学部 黒田正和

## 1. はじめに

電気化学的方法を利用した藻類除去法<sup>1)</sup>は、微細藻類が含まれている水中に電極板を設置して、直流を印加することによって、電極表面に藻類を付着し膜を形成させ、付着した藻類の膜を回収することによって水中から藻類を取り除く方法である。今まで回分操作で行ってきた実験では、簡単な電気操作のみで高い藻類除去率が得られた。この方法を富栄養化し藻類が異常増殖した池や湖沼等の浄化に応用する場合、連続操作で効率よく処理できることが必要である。本研究では、水路型藻類除去装置を作成し、滞留時間など操作条件を種々変えて実験を行い、連続操作における藻類除去特性について検討を行った。

## 2. 実験装置及び実験方法

## 2.1 実験装置

図.1 に、水路型藻類除去装置の概要を示す。この水路型藻類除去装置は、供試水タンク、流入ポンプ、処理槽、電極、直流安定化電源および処理水タンクからなっている。処理槽は、容積が  $10200\text{cm}^3$  であり、調整室、電極室および放流室に分けられる。電極室には、アルミニウム板 ( $110 \times 910 \times 0.5\text{mm}$ ) を陽極として中央に1枚置き、その両側に電極室の側面に沿って同寸法の銅板を平行して置き陰極とした。電極室の容積は  $9400\text{cm}^3$  であり、陽極の有効面積は  $1820\text{cm}^2$  であった。また、陰・陽電極の間隔は  $5\text{cm}$  とした。

## 2.2 実験方法

本実験では、藻類濃度の異なる供試水A（濁度：88.6度、電気伝導度：5.57mS/m）および供試水B（濁度：240.9度、電気伝導度：9.07mS/m）を用いた。供試水は、ポンプで調整室を経て電極室に流入し、電極室で処理される。処理水は、オーバーフロー方式で放流室を経由して放流した。実験は、印加電流値  $150\text{mA}$  の条件下で、滞留時間を1～3時間と変化させて行った。通電開始後、時間の経過による藻類膜の変化を観察し、処理水の濁度およびアルミニウムイオンの濃度を測定した。なお、実験ごとに陽極は新しい電極板を使用した。

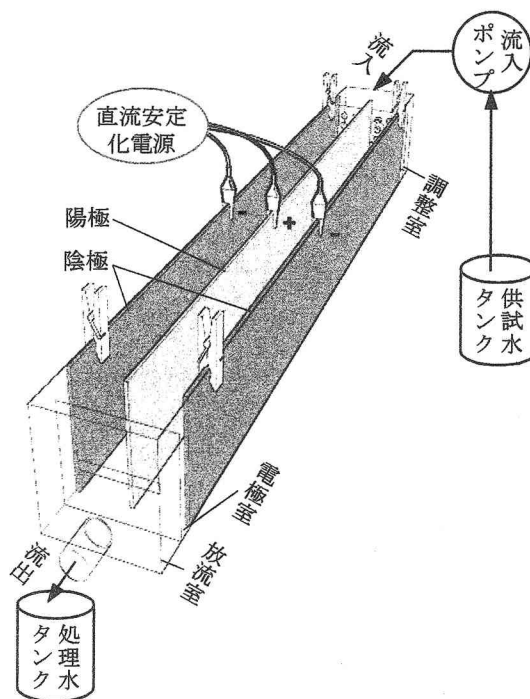


図.1 水路型藻類除去装置の概要図

### 3. 実験結果及び考察

#### 3. 1 藻類膜の形成

通電開始後約 5 分前後で電極表面に藻類が付着し始めたことが確認された。その後、藻類の付着量は通電時間の長くなるにつれ多くなった。滞留時間によって多少変化したが、通電開始後約 15 分前後で電極表面を覆う藻類膜が形成された。形成された藻類膜は、流入口側が厚く、流出口側が薄く、通電時間の経過とともに肥大し、滞留時間 1 時間ではおよそ 90 分、滞留時間 2 時間ではおよそ 165 分、滞留時間 3 時間ではおよそ 225 分後まで安定して完全な膜状態に保たれていた。

さらに通電を続けると、形成された藻類膜は部分的に剥がれ落ち、水面に浮いてきた。なお、藻類膜が剥がれて露出した電極表面では、また藻類が付着して素早く新たな藻類膜が形成され、藻類膜の剥離と形成が繰り返された。このことから、連続操作で効率よく藻類を除去するには定期的に藻類膜を剥がし、電極表面を再生させることは重要であることがわかった。

#### 3. 2 滞留時間別の処理水濁度の変化

図.2 に、滞留時間別の処理水濁度の経時変化を示す。通電開始後、藻類が電極表面に付着し藻類膜が形成され、肥大化していくにつれ、いずれの滞留時間においても、処理水の濁度は、ほぼ直線的に減少した。その後、藻類膜の一部剥離と再形成の繰り返され、処理水の濁度は多少変動したが、それぞれほぼ一定値で安定していた。滞留時間 1 時間の場合では、処理水の濁度は平均 52.6 度 (44.8~61.4 度) で、除去率は約 41% であり、滞留時間 2 時間の場合では、処理水の濁度は平均 18.2 度 (12.9~24.7 度) で、除去率は約 80% であり、滞留時間 3 時間の場合では、処理水の濁度は平均 20.1 度 (14.8~25.7 度) で、除去率は約 77% であった。以上の結果から、本実験条件下では供試水 A を処理対象水とする際、滞留時間を 2 時間程度とすることが最も効率よいと考えられる。

#### 3. 3 藻類濃度別の処理水濁度の変化

図.3 に、藻類濃度別の処理水濁度の経時変化を示す。図.3 に示したように、通電開始とともにいずれの供試水を用いた実験においても、処理水の濁度は、ほぼ直線的に減少した。この直線の勾配を比較してみると、藻類濃度の高い供試水 B を用いた実験での濁度の減少速度は速いことが分かった。これは、藻類濃度が高いほど電極表面へ藻類の付着が速いことを示唆している。一方、処理水中の残存濁度は藻類濃度が高い供試水ほど高かった。このことから、藻類濃

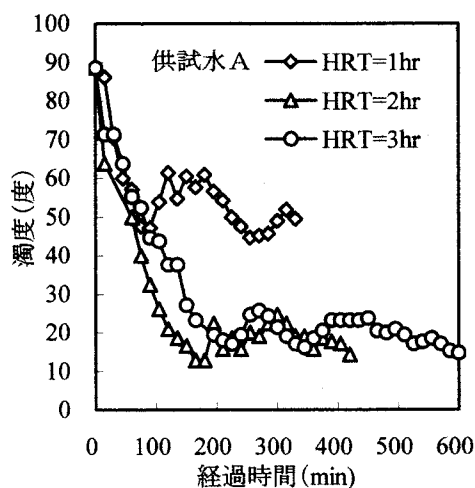


図.2 滞留時間別の処理水濁度の経時変化

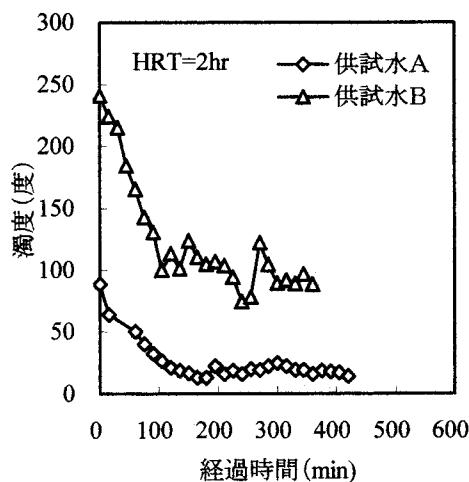


図.3 藻類濃度別の処理水濁度の経時変化

度の高い水进行处理する際、電極の有効表面積を増やすことは有効であると考えられる。

### 3. 4 処理水中の残存アルミニウムイオン濃度

本実験では、陽極にアルミニウム板を用いたので、通電するとアルミニウムイオンが溶け出す。溶け出したアルミニウムイオンは、マイナス電荷を持っている藻類と凝集し電極表面に付着して藻類膜を形成するか、処理水中に残存する。図4に、滞留時間別の処理水中残存アルミニウムイオン濃度の経時変化を示す。通電開始後、通電時間の経過とともに処理水中残存アルミニウムイオン濃度は増加した。その後、多少変動があるもののほぼ一定値に安定していた。処理水中のアルミニウムイオンの残存濃度は、滞留時間が長いほど多く、滞留時間1時間では1.3mg/l以下、滞留時間2時間では3.0mg/l以下、滞留時間3時間では4.8mg/l以下であった。本実験条件下では、アルミニウムイオンの理論溶出量は、滞留時間1時間、2時間および3時間では、それぞれ9.77、19.55および29.32mg/lである。計算してみると、処理水に残存しているアルミニウムイオンの量は、最大でも理論溶出量の一割強を示していることがわかった。すなわち、電解で溶出したアルミニウムイオンは約9割が藻類膜の回収によって水から除去されたことになる。

図5に、1例として滞留時間3時間の場合での処理水の濁度と残存アルミニウムイオン濃度の経時変化を示す。図5に示したように、通電開始後処理水の濁度が減少したことにに対して処理水中残存アルミニウムイオン濃度は増加した。滞留時間3時間の場合では、通電開始後約225分前後から藻類膜の剥離と付着が繰り返されたが、処理水の濁度と残存アルミニウムイオン濃度ともに変動があるもののほぼ一定値に安定していた。これは、本水路型藻類除去装置を用いて藻類を処理する際、連続的に行うことが可能であることを示唆している。

### 4. まとめ

電気化学的方法を利用した水路型藻類除去装置を用いて連続処理実験を行い、連続操作においても、電極表面に藻類膜が形成され、安定した藻類除去効果が得られることを明らかとなった。肥大化した藻類膜を定期的に剥がして取り除けば、藻類を再付着させるための有効電極表面が確保でき、より良い除去効果が期待できる。

参考文献：1) 谷村嘉恵，黒田正和（2002）電気化学的方法を利用した藻類直接除去，水環境学会誌，25，53-56。

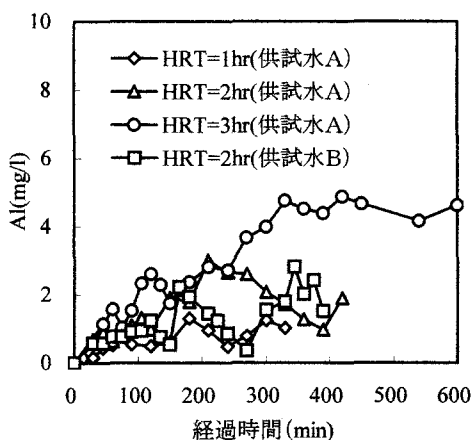


図4 滞留時間別の処理水中残存アルミニウムイオン濃度の経時変化

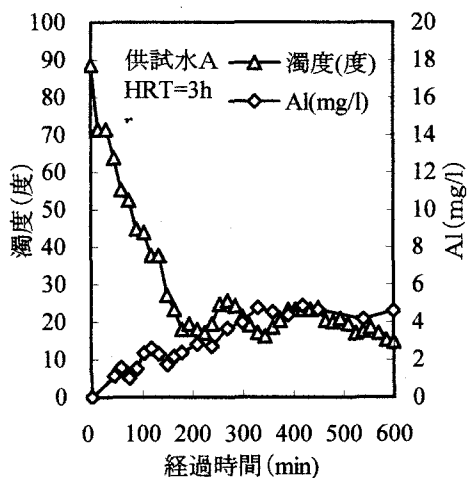


図5 処理水の濁度と残存アルミニウムイオン濃度の経時変化