

高電圧印加による廃水処理技術の開発に関する基礎的研究

山口大学工学部○大村一樹 今井 剛

(株)オリエンタルコンサルタンツ 山本英幸

山口大学工学部 浮田正夫 関根雅彦 樋口隆哉

1. 研究背景及び目的

近年、食品加工工場等から排出される廃水が水質汚濁等を引き起こし、その環境汚染が問題となっている。これまで、食品加工工場等から排出される高濃度廃水の処理は、一般的に生物処理や化学処理等を組み合わせて行われてきた。しかし、これらの処理は維持・管理が難しく、処理コストが高価であるといった欠点がある。また、生物処理は有機物の除去に対しては有効であるが、一般に富栄養化の原因となる窒素、リンに対する処理能力は高くない。こうした背景から、従来の処理システムに比べてメンテナンスが容易かつ処理コストが安価で、処理水の再利用を視野に入れた電磁エネルギーを利用した廃水処理法の開発に関する研究が進められている。しかし、この処理法は、その処理機構の解明が未だ不十分である。そこで、電磁エネルギーを利用した廃水処理法の実験的評価を行い、その有効性を検討することが必要である。本処理装置は高電圧印加処理、磁気処理、超音波処理、低周波処理を組み合わせ構成されている。本研究では、本処理法の機構解明の第一段階として、高電圧印加処理の効果について検討した。

2. 実験装置及び方法

本装置は高電圧印加処理、磁気処理、超音波処理、低周波処理を組み合わせたものであるが、本研究では高電圧印加装置部分のみを使用して実験を行った。放電間隔は約 24 秒であった。図 1 のようにマグネットポンプで処理水を攪拌しながら実験を行った。実験時間は 5 時間とし、サンプリングは実験開始から 0hr、1hr、2hr、3hr、4hr、5hr 後にそれぞれ行った。サンプリング時に温度、pH、酸化還元電位 (ORP) の測定を行い、実験終了後に全有機炭素量 (TOC) の測定を行った。

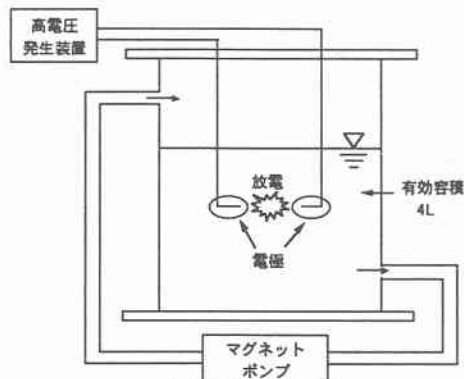
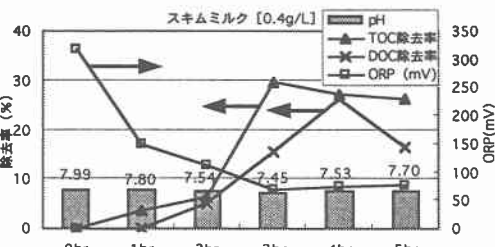
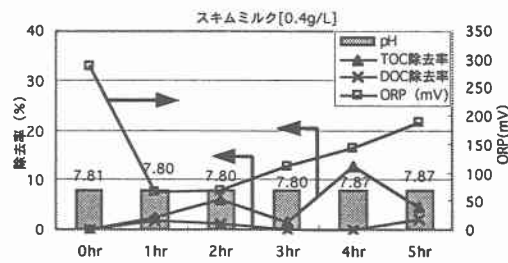


図1. 実験装置図

図2. 高電圧印加によるTOCの除去率
(標準型装置を用いた場合)図3. 高電圧印加によるTOCの除去率
(小型装置を用いた場合)

3. 実験結果及び考察

3.1. スキムミルクを基質とした場合の高電圧印加実験

基質には市販のスキムミルクを使用した。高電圧印加実験の結果を図2に示す。スキムミルクの濃度は 0.4 g/L (TOC=120mg/L) で行った。pH については 7.5~8.0 であり、さほど大きな変化はみられなかったが、ORP の低下にともなって TOC が低下する傾向にあることが確認できた。ORP は+317mV から最終的に+78mV まで低下し、TOC については 26%の除去率となった。また、TOC の濃度が低下し、溶存二酸化炭素の濃度が約 30%高くなっていたことから TOC の分解が行われたものと考えられる。

3.2. 小型装置による高電圧印加実験

この実験は、接触効率を上げてより処理水の変化を加速するため、これまで使用していた装置（以下標準型装置）よりも小さな装置(以下小型装置)で行った。標準型装置は 4L の水を処理するものであるが、この小型装置の容量は 1L である。基質の攪拌はスターラーで行った。基質としては前の実験と同様にスキムミルク 0.4g/L を使用した。実験結果の一例を図3に示す。実験は数回行っ

たが、いずれも同様な結果となった。ORP が一度 +100mV 程度まで低下し、その後上昇する傾向を示した。しかし TOC についてはサンプリングごとに増減を繰り返し、除去率も 5% 程度であった。

3.3.標準型装置と小型装置の実験条件の相違点について

小型装置による実験では、標準型装置を用いた実験よりも接触効率を上げたにも関わらず除去率が低下した。2 つの実験の相違点としては、装置の材質の違い、実験中の処理水の攪拌方法の違い、有効容積の違いが挙げられる。そこでこれらの内、TOC 除去の阻害要因となった実験条件の相違点を確定するための実験を行った。なお、標準型装置はアクリル、小型装置はガラス製である。これらについて、それぞれ比較実験を行い表 1 に示す結果が得られた。表 1 より有効容積の違いが TOC 除去率に影響していることが確認できた。

3.4.最適な有効容積の検討

有効容積を小さくした場合に TOC 除去率が低くなったことから、最適な有効容積があると予測される。そこでスキムミルクの濃度を 0.4g/L と一定にして、有効容積を 1.5L、3L、4L、5L、6L と変化させて 5 時間の高電圧印加実験を行った。実験結果を図 4 に示す。この実験では高電圧発生装置の交換により、放電間隔は 2 秒に 1 回となった。図 4 より有効容積が 1.5L のとき、除去率が 0%、3.0L のとき 34.1% と最も高い除去率となり、4.0L 以上では徐々に低下したことがわかる。以上のことからスキムミルクの濃度が 0.4g/L の場合、3.0L が最適な有効容積と考えられる。

3.5.高電圧の印加時間と除去率の関係について

これまでの実験では、スキムミルクの濃度が 0.4g/L のとき TOC の除去率は 30% 程度であり、高い除去率であるとはいえなかった。そこで、除去率を上げるために実験時間を 5 時間から 10 時間に延ばして実験を行った。3.4 の実験を踏まえてスキムミルクの濃度が 0.4g/L のとき、最適な有効容積である 3.0L の条件で 10 時間の高電圧印加実験を行った。なお、この実験では濁度の測定も行った。実験結果を図 5、表 2 に示す。図より 10 時間後の TOC 除去率は 67.1% で、5 時間後の除去率の約 2 倍となり、時間に比例して除去率が徐々に上がることが確認できた。また、濁度についても 135NTU から 4NTU まで低下し（表 2）、目視による観察からも白濁したスキムミルク溶液が 10 時間後にはほぼ透明になったことが確認された。pH は、時間とともに低下したことから、放電により水の電気分解が生じ酸素分子が有機物の分解に使われ、残った水素分子がイオンとなって水中に留まったものと考えられる。また、同条件で基質にスキムミルク 0.05g/L (TOC=13mg/L) を用いて実験を行ったが、除去率は 15% 程度で濁度についてもさほど変化はみられなかったことから、低濃度の排水については効果が低いという結果となった。

4.まとめ

本高電圧印加装置は、スキムミルクを基質とした場合に有効な処理が可能であることが確認できた。また、一定の放電条件の下で排水濃度が一定ならば最適な有効容積があることが明らかとなった。特に低容積の場合には著しく処理効果が低下した。また、処理時間が 10 時間における TOC 除去率は約 65% であったが、処理時間に比例して除去率が上がったことから、処理時間を延ばすことによりさらに高い効果が得られると予想される。濁度についても時間とともに徐々に低下し 10 時間後にはほぼ透明になった。

今後の課題として、なぜ低容積の場合に除去率が極端に低下するのかを解明するとともに、高電圧印加による有機物の除去プロセスを明らかにする必要がある。

表1.各条件別のTOCの除去率

装置	有効容積	攪拌方法	TOC除去率
標準型	4.0L	無	20.97
標準型	1.5L	無	0.00
小型	1.0L	無	0.00

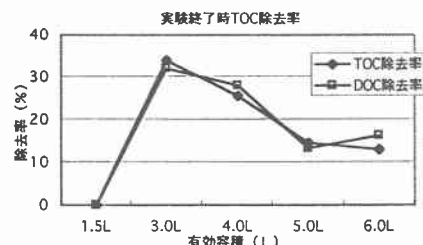


図4.有効容積を変化させた場合のTOCの除去率の変化

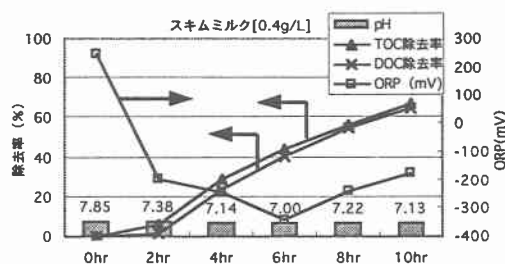


図5.高電圧印加時間とTOC除去率の関係

表2.高電圧印加時間と濁度

経過時間	0hr	2hr	4hr	6hr	8hr	10hr
濁度(NTU)	135	104	40	7	3	4