

## 塩化物イオンが共存するアンモニア性窒素含有排水の電気化学的処理特性

群馬大学工学部 正会員 ○渡邊 智秀 群馬大学大学院 青木 隆哉  
 群馬大学工学部 正会員 曹 慶鎮 群馬大学工学部 正会員 黒田 正和

## はじめに

高濃度でかつ有機成分とアンモニア性窒素の比が比較的小さな排水に対して、生物学的処理法で十分な窒素処理まで達成する場合、一般に大きなエネルギーや槽容積及び脱窒のための電子供与体の添加等が必要となる。生物処理の前段で効果的にアンモニア性窒素の除去ができれば、生物処理への負荷の大幅な低減とともに処理システムの効率化を図ることが可能であると考えられる。本研究では、そのひとつの方法として、厨芥類の嫌気性発酵廃液や畜産排水に含有されている 1g/L 程度の塩化物イオンに着目し、電気化学的に遊離塩素を生成させてアンモニア性窒素の除去へ利用するプロセスの適用可能性について、まず、有機成分を含まない模擬アンモニア性窒素含有水を用いて基本的処理特性を明らかにするとともに実排水の処理性を実験的に検討した。

## 実験方法

陽・陰極を交互に設置した液有効容積約 6L の塩化ビニル樹脂製直方体容器を反応槽として用いた。液の攪拌はポンプで液循環させることにより行い、pH コントローラを液循環経路に設置して、必要に応じ pH の制御をした。陽極には Pt-Ir 被覆メッシュ状チタン電極、陰極にはメッシュ状チタン電極を用い、4~10 対を電極間隔が 5~10mm となるように陽・陰極ごとにブスバーへ固定して直流安定化電源と接続した。

供試水には、厨芥類の嫌気性発酵液の水質データを参考にして、塩化物イオン濃度が約 1.3g/L 及び電気伝導率が 9mS/cm で一定となるように調整した有機成分を含まない模擬アンモニア性窒素含有排水を用い、その濃度を 0~3000mg-N/L の範囲で変化させた。また、厨芥類の嫌気性発酵実廃液も実験に供した。

実験は、種々の電流値、電流密度、液本体 pH 及び初期アンモニア性窒素濃度の条件下において、回分式で行い、全窒素、アンモニア性窒素、全塩素及び遊離塩素濃度等の経時変化を測定した。

## 結果及び考察

図 1 に模擬排水の電気化学的処理における窒素成分及び遊離塩素濃度等の経時変化の一例を示す。通電開始とともに TN 及びアンモニア性窒素濃度は直線的に減少し、これらの濃度差がほとんどないことから、硝酸イオン等の酸化態窒素への酸化による残留はほとんどなく窒素ガスとして除去されていると考えられた。また、アンモニア性窒素が系内に残留している期間では、全塩素及び遊離塩素濃度はそれぞれ 20 及び 10mg/L 程度でほぼ一定であった。なお、電流条件等により濃度レベルには相違があるものの、濃度変化の傾向は本実験の条件の範囲内ではほとんど同様であった。

図 2 に液本体 pH とアンモニア性窒素除去速度の関係を示す。電解で生成した遊離塩素の液相での存在形態は pH に依存するが、pH が 5~9 の範囲では除去速度にほとんど差がなかった。しかしながら、pH3 の条件では、遊離塩素が系外へ放出されやすくなるため、大きく低下した。

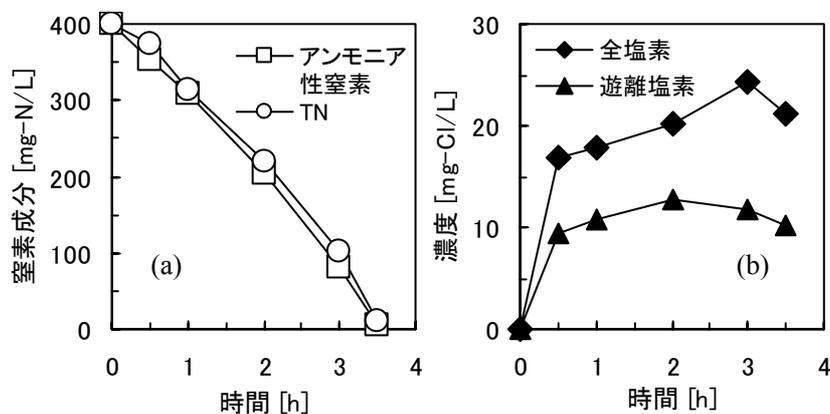


図 1 電解処理における経時変化の例：(a) TN 及びアンモニア性窒素、(b) 全塩素及び遊離塩素

キーワード：アンモニア性窒素、電解、遊離塩素、塩化物イオン

連絡先：〒376-8515 桐生市天神町 1-5-1 群馬大学工学部建設工学科 TEL: 0277-30-1631, FAX: 0277-30-1601

図3に電流密度とアンモニア性窒素除去速度の関係を示す。220A/m<sup>2</sup>程度を超えると除去速度が明らかに頭打ちとなり、本系では、この電流密度条件での操作が最適であると考えられた。電圧は電流密度条件に依存するが、3~4V程度の低電圧で操作可能であった。なお、220A/m<sup>2</sup>における除去速度は、ファラデー則に基づく塩素生成とアンモニア性窒素との反応の化学量論関係から算出される理論速度の約30%であった。これは、液中の塩化物イオン濃度が1.3g/L程度で大きいとはいえないことに起因して塩素生成の電流効率が十分に高くないこと及び装置規模が小さく大気開放系での実験であることが影響しているものと推察された。また、この電流密度でのアンモニア性窒素除去速度は、初期アンモニア性窒素濃度を400~3000mg/Lの範囲で変化させてもほとんど変化しなかった。

図3で得られた最適電流密度となるように電極設置枚数に応じて電流値を設定した場合の容積基準アンモニア性窒素除去速度の例を図4に示す。15A（電極4対）条件に比べ、37.5A条件（電極10対）の容積基準除去速度は大きくなるが、電流値の差から理論的に期待される程度までは達しなかった。この点に関し、10対の電極設置系で実験中に槽内の種々の場所から採水しpHを測定したところ、電極設置部の周辺領域では、制御値の7程度であったのに対して、電極間では3程度まで低下していた。従って、電極設置数の増大で抵抗が大きくなり、液循環による電極間領域の液混合が不十分になったことがその原因であり、処理速度の向上に対して、液混合の影響の検討が今後必要であると考えられた。

図5に厨芥類の嫌気性発酵実廃液に対して電解処理を行った場合

のアンモニア性窒素及び溶解性COD<sub>Cr</sub>/アンモニア性窒素比の経時変化の例を示す。図からわかるように、通電期間を通してアンモニア性窒素濃度は減少し、それとともにCOD<sub>Cr</sub>/アンモニア性窒素比が上昇した。除去速度は、同じ電流条件で有機成分を含まない模擬排水での値に比べて約

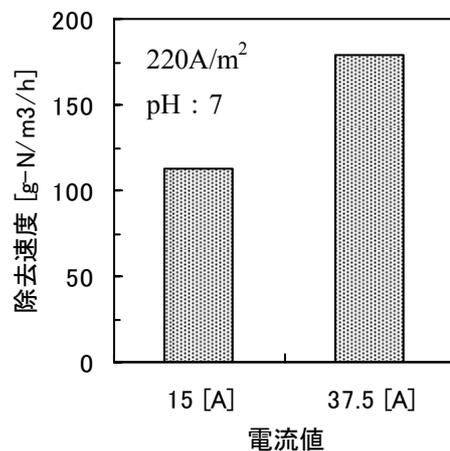


図4 電極設置数と容積基準除去速度の関係

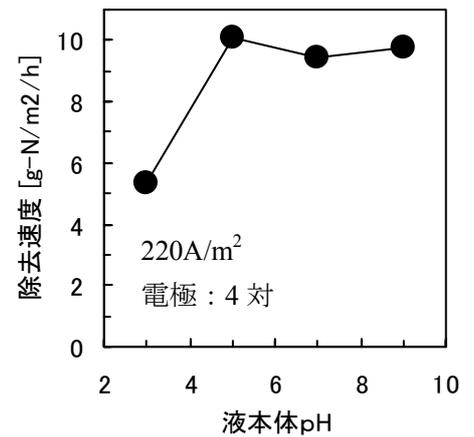


図2 アンモニア性窒素除去速度に及ぼす pH の影響

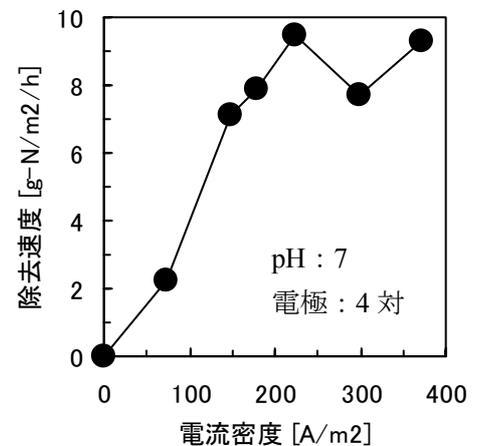


図3 アンモニア性窒素除去速度に及ぼす電流密度の影響

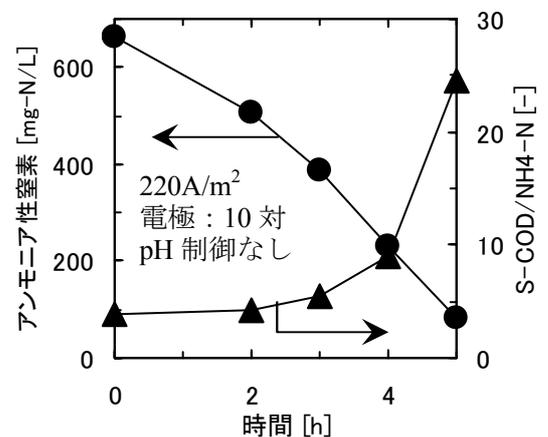


図5 実排水の処理結果の例

30%程度低下したが、これは、主に電解で生成した遊離塩素の一部が有機成分の分解等に利用されたためであると考えられる。なお、pHは時間経過とともに低下したが、制御することなく6~8の範囲であった。

#### まとめ

1.3g/L程度の塩化物イオン共存条件では、電流効率の向上に更なる検討の必要があるものの、遊離塩素を生成させてアンモニア性窒素除去を行うことが可能であり、本系では、220A/m<sup>2</sup>程度の操作が適当であると考えられた。有機成分の共存で電解生成遊離塩素によるアンモニア性窒素除去速度は低下するが、処理水の有機成分/窒素比を増大させる可能性を有することが明らかとなった。