

## 畜産排水高度処理における生物・電気化学プロセスの有効性

前橋工科大学 学生会員 ○村井 亘  
 前橋工科大学 正会員 田中 恒夫  
 群馬大学 正会員 黒田 正和

### 1. はじめに

畜産排水から発生する栄養塩類の水環境への影響は、地域性はあるものの年々深刻化している。畜産排水は多くの場合、有機物除去の安定性から活性汚泥法により処理されているが、その栄養塩類の除去効率は十分とはいえない。オキシデーションディッチ法による処理においても有機物はほぼ完全に除去されるが、処理水の全窒素（TN）あるいは硝酸塩濃度を 100mg/L 以下にするのは困難である<sup>1)</sup>。これは、脱窒に必要な電子（水素）供与体の不足が原因と考えられる。本研究では電子供与体の供給が可能な付加型装置の研究開発を行った。

付加装置として生物学的プロセスと電気化学プロセスとを融合した生物・電気化学プロセスを提案し、その窒素除去特性について検討を行った。生物・電気化学リアクターは電子供与体の供給、物質移動の効率化を目的としたプロセスであり、活性汚泥法等を用いた二次処理により電子供与体と窒素の比がアンバランスとなった排水を処理するのに適したプロセスと考えられる。本研究では、人工畜産排水（二次処理水）を用いて実験的検討を行った。

### 2. 実験装置・方法

#### 2.1 実験装置概要

有効容量約 50L（縦 50cm×横 50cm×幅 20cm）の亚克力製の槽を用い、陽極ユニット、陰極ユニットおよび生物活性炭層を設置・充填し、硝酸塩除去を目的とした付加型の電解反応槽（図 - 1）を構築した。陽極ユニットは、陽極材、ポリエチレンメッシュおよび直径 1cm 程度のポリプロピレン中空円筒ろ材からなり、縦 65cm、厚さ 10cm、幅 20cm とした。ポリプロピレン中空円筒ろ材は、電解酸素の消費、付着微生物による残留有機物・アンモニウム塩の酸化・硝化（酸素消費を伴う）を目的として充填した。陰極ユニットの陰極材には厚さ約 5cm（縦 65cm×幅 20cm）のフェルト状炭素を用いた。生物活性炭充填層は陽極ユニットと陰極ユニットとの間に設置し、縦 50cm、厚さ 5~7cm、幅 20cm とした。電極ユニットと生物活性炭層の充填率（電解槽の有効体積に対する電極ユニットと生物活性炭充填層の嵩体積）は約 45%である。電解槽内はポンプを用いて循環した。

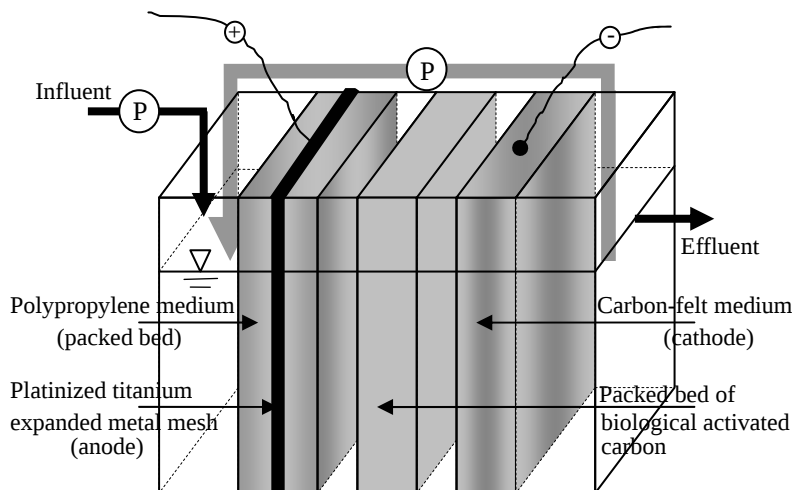


図 - 1 実験装置

表 - 1 実験条件

| Run No. | Current(A) | HRT(h) | TN load(g-N/d) |
|---------|------------|--------|----------------|
| 1       | 0(Control) | 48     | 2.7-3.3        |
| 2       | 0.5        | 48     | 2.7-3.3        |
| 3       | 1.0        | 48     | 2.7-3.3        |
| 4       | 1.5        | 48     | 2.7-3.3        |
| 5       | 2.0        | 48     | 2.7-3.3        |

#### 2.2 実験方法

約 1 ヶ月の微生物固定化および馴致の後に無通電の対照実験を開始した。ペプトン、肉エキスの主成分とした人工畜産排水を 25L/d の流量で供給した。なお、実験装置は温度制御機能付き水槽の中に設置し、装置内

キーワード：生物・電気化学プロセス、電子供与体、生物活性炭、硝化、脱窒

連絡先：〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1 TEL 027-265-7363 FAX 027-265-3837

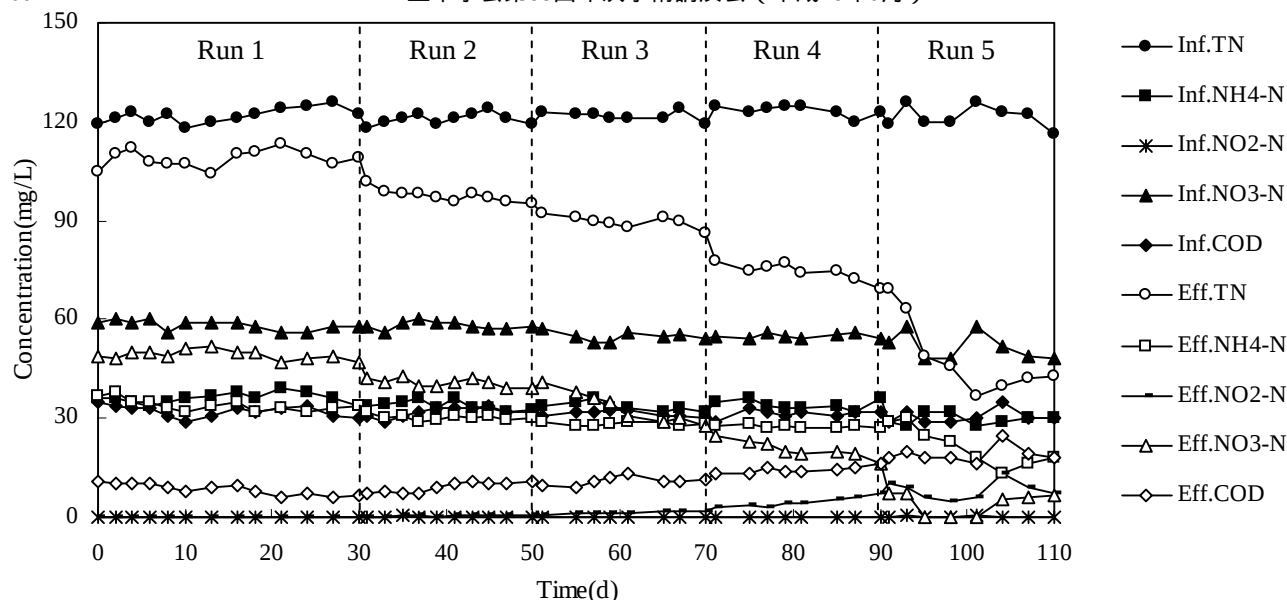


図 - 2 実験結果（各濃度の経時変化）

の水温を 23~25 に保持した。

対照実験の終了後，表 - 1 に示す条件で通電実験を行った。通電時における流入出の水質等を分析し，電流の増減による窒素除去効率の変化や電極の安定性を検討した。また，生物活性炭（BAC）充填層の有効性を検討するため回分実験を行った。

### 3. 結果および考察

対照実験・通電実験の結果を図 - 2 に示す。双方の実験において流入 TN, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N および COD 濃度は人工畜産排水を用いたためほぼ一定で，それぞれ 120~130mg/L, 30~35mg/L, 0.1mg/L, 55~60mg/L, 30~35mg/L の範囲内であった。一方，流出濃度は対照実験においてそれぞれ 105~115mg/L, 30~40mg/L, 0.1mg/L, 45~55mg/L, 5~10mg/L の範囲であった。COD および TN 濃度の増減は，充填ろ材や生物活性炭に付着した微生物の（嫌氣的あるいは好氣的）働きにより，有機物分解（脱アミノ化）や硝化反応が促進されたことによると考えられる。流入水の有機物：窒素の比が低かったため，脱窒効率は小さかった。

Run2 以降通電条件としたが，流出の窒素濃度は電流の増加により変化した。TN, NH<sub>4</sub>-N および NO<sub>3</sub>-N 濃度は電流の増加により減少し，2.0A を通電した Run5 において各流出濃度は 40mg/L, 20mg/L, 10mg/L 程度となった。これは，水の電気分解によって発生した酸素・水素により，陽・陰極ユニット内の付着硝化・脱窒細菌の活性が増大したためと考えられる。特に，Run5 における通電効果は明確であった。

陽・陰極ユニットの間に設置した充填層（図 - 1）の効果を検討するため回分実験を行った（図 - 3）。陽・陰極間に設置することにより，BAC 充填層の窒素除去能は向上した。

### 4. まとめ

畜産排水二次処理からの窒素除去を目的として付加型の高度処理装置の研究開発を行った。付加装置プロセスとして生物学的プロセスと電気化学的プロセスを融合した生物・電気化学リアクターを採用した。本実験結果より，生物・電気化学リアクターによる畜産排水の高度処理は可能と考えられる。

参考文献：1) T. Tanaka, M. Ozaki, H. Kawashima, N. Hirano and M. Kuroda: Identifying the major source of nitrogen pollution and treatment by a falling water oxidation ditch process, Asian Waterqual 2001, Proceedings, 769-774(2001)

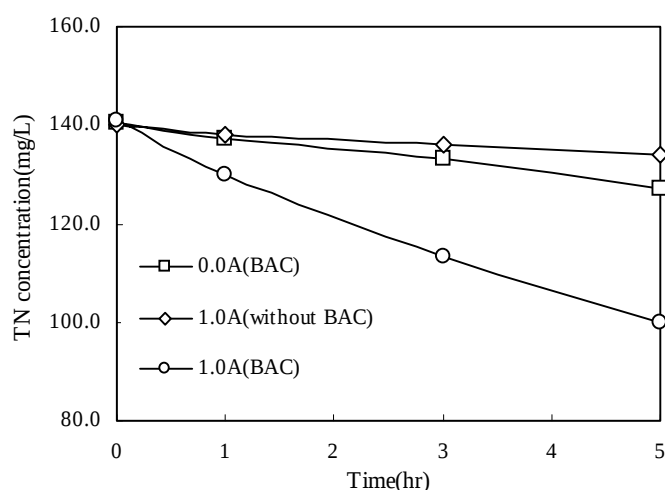


図 - 3 回分実験結果