

網目構造回転翼による高濃度硝酸性窒素の除去に関する研究

宮崎大学工学部 (学) ○古賀 寛憲
 宮崎大学工学部 (正) 増田 純雄
 (株) 清本鐵工 藤本 健二

1. はじめに

都市への人口集中による急激な人口増加、産業や工業の発展、更に農業地での過剰な施肥などによる地下水の硝酸性窒素汚染、特に閉鎖性水域での富栄養化が問題となっている。環境省によると、平成 13 年度の調査対象井戸の約 5.8%が環境基準の硝酸性窒素濃度 10mg/L を超えている調査結果が報告されており、高いところでは 40mg/L という報告もある¹⁾。筆者らは網目構造回転翼装置を用いた硝酸性窒素除去実験 (NO₃-N : 25mg/L) を行い、水理学的滞留時間 (HRT) : 20 分、40 分の条件で、脱窒率はそれぞれ 80%、90%という結果を報告した²⁾。

本論文では高濃度硝酸性窒素 (60mg/L) を用いた脱窒実験を行い、脱窒率と回転数、及び HRT との関係について若干の知見が得られたので報告する。

2. 実験装置と実験方法

実験装置を図-1、その緒元を表-1に示す。網目構造回転翼は完全に水中に水没している。実験方法として人工基質とメタノールを別々のタンクからポンプで供給し、混合した液体を網目構造回転翼装置に流入させる。人工基質として、水道水に NO₃-N : 60mg/L (硝酸カリウム 440mg/L)、リン酸二水素カリウム 70mg/L、塩化ナトリウム 60mg/L、硫酸マンガン七水和物 30mg/L を加えたものを用いた。実験条件は C/N : 2.5、室内温度は約 25 度で DO は約 1.0mg/L に調節した。水質測定項目は硝酸性窒素 (カドミウム還元法: HACH 社 DR-2000)、全有機炭素 (島津製 TOC-5000)、DO (ウィンクラー法-アジ化ナトリウム変法) と pH である。

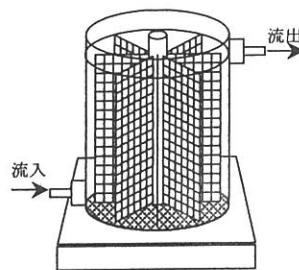


図-1 網目構造回転翼装置

3. 実験結果と考察

図-2に網目構造回転翼の中心軸からの距離と拡散層厚の関係を示す。拡散層厚の計算は Levich の計算式³⁾を用いた。回転円板法では通常の回転数が 2~3rpm で運転されており、そのときの拡散層厚は Levich の計算式より算出すると 360~430 μm となる。本装置では、2~3rpm で軸からの距離が 2cm のときに、拡散層厚は 132~151 μm となる。また小型装置 1,2 の回転翼の幅は同様に 4cm、中型装置では 10cm であり、それぞれの中点 (2cm、5cm) での拡散層厚は 60rpm で 48 μm、36 μm となる。以上のことから、本装置は回転円板法に比べて拡散層厚が薄くなるために、より効率的な脱窒が可能と考えられる。また、図-2 から明らかのように、回転数 40~120rpm での拡散層厚の変化量 (18~22 μm) が少ない為、回転数 40rpm 以上での拡散層厚は基質輸送にあまり影響を与えないと考えられる。

表-1 網目構造回転翼実験装置の緒元

| | 小型装置1 | 小型装置2 | 中型装置 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 装置直径 | 11.0cm | 11.0cm | 25.0cm |
| 網目寸法(縦×横) | 0.2×1.0cm | 0.6×1.0cm | 1.0×1.0cm |
| 回転翼枚数 | 12枚 | 8枚 | 8枚 |
| 実体積 | 1.33L | 1.52L | 25L |

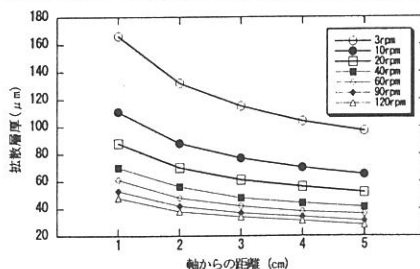


図-2 軸からの距離と拡散層厚の関係

図-3に小型装置による脱窒率と経過日数の関係を示す。この実験条件はHRT:20分、回転数30rpmである。脱窒率はそれぞれ小型装置1では50~70%、小型装置2では30~40%である。運転開始2週間までは、小型装置1(回転翼数12枚)の方が、小型装置2(回転翼数8枚)に比べて脱窒率が高いのが分かる。これは小型装置1の回転翼の枚数が多く、生物の付着量が多いので、脱窒率の差が現れたものと考えられる。

図-4に中型装置(室内実験)による脱窒率と経過日数の関係を示す。実験条件は回転数45rpm、C/N比:2.5、水温25℃である。脱窒率はHRT:176分で80~90%、HRT:83分で70~80%、HRT:42分では50~60%の脱窒率であった。このように滞留時間が短くなると、脱窒に要する時間が短くなることに加えて、回転数が少ない為に攪拌が十分に行われないことが原因で、脱窒率が低下すると考えられる。

宮崎県山田町の農場では地下水中のNO₃-N濃度が10~20mg/L含まれているため、イオン交換によりNO₃-Nの除去を行っている。NO₃-N除去の際に濃縮水が排出され、NO₃-N濃度は60~65mg/Lである。この濃縮水のNO₃-Nを除去するために中型装置による脱窒実験を行っている。実験条件はHRT:90分、C/N比:2.5、回転数は60rpmであり、採水は午前8時頃あるいは午後5時頃に1回行った。図-5に脱窒率と水温及び経過日数の関係を示す。実験期間は9~11月であり9月中は水温が20℃以上あり脱窒率は80%以上が得られた。9月から10月には水温が20℃以下となり夜間は更に水温が低下した為に、脱窒率は20%前後となった。更に、11月になると水温は15℃以下となり脱窒率は殆ど生じなくなった。実験装置を屋外に設置しているために水温・気温に左右されることが分かった。

4. おわりに

網目構造回転翼装置による高濃度硝酸性窒素除去の実験を行い、以下のような結果が得られた。

1)回転翼枚数及び、回転数による脱窒率の差があることが確認された。2)小型装置1,2を用いた脱窒率はHRT:20分、30rpmで40~60%が得られた。3)中型装置による脱窒率はHRT:176分で85%以上が得られた。今後、中型装置を用いた現場での実験を続行し、水温・気温に直接影響されないような対策を検討する予定である。

<参考文献>

- 1)「水道における硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素対策の手引き」社団法人 日本水道協会 1999,12
- 2)永田典子、増田純雄、岩崎義彦、Mohad.Fauzi:「網目構造回転翼による硝酸性窒素の除去に関する研究」土木学会西部支部研究発表会講演概要集、2002,3
- 3) Veniamin G Levich 「Physicochemical Hydrodynamics」(Prentice-Hall,Inch.1962)

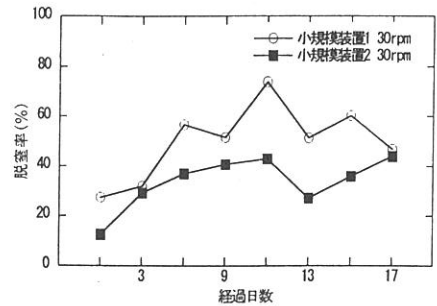


図-3 小型装置の脱窒率と経過日数の関係

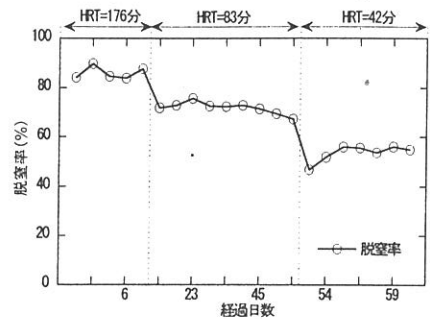


図-4 中型装置による脱窒率と経過日数の関係

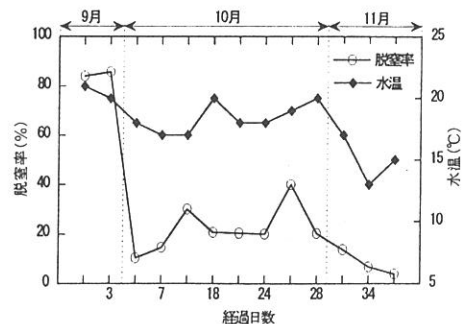


図-5 脱窒率と気温及び経過日数の関係