

〔報告〕

硝酸性窒素等の高度処理装置の開発に関する研究

和波 一夫 嶋津 暉之* 羽田野 一幸** 谷田貝 敦***
(*前東京都環境科学研究所 **クリオン(株) *** (株)ニッチツ)

1 はじめに

国内では硝酸性窒素による水汚染問題が顕在化している。特に、地下水に関しては環境基準を超える例は少なくない。その改善対策のためには硝酸性窒素の汚染源である生活排水や事業場排水、更には汚染地下水に対して有効な硝酸性窒素の除去技術を確認することが必要である。窒素除去に関して当研究所では、独立栄養性細菌である硫黄酸化菌を用いた硝酸性窒素除去技術の研究を進めてきた。また、難分解性有機物質および富栄養化の主因であるりんについてはメンテナンスフリーの除去技術の研究を行ってきた^{1, 2)}。当研究所のこれらの研究成果を活用し、硝酸性窒素およびりんを同時除去する高度処理装置を開発するため、民間会社2社と共同研究を行っている。ここでは、平成16年度の調査結果を報告する。

2 調査方法

(1) 実験装置

硝酸性窒素を除去する高度処理実験装置を秋父市の下水処理場内に設置して、同処理場の最終沈殿池越流水を原水にして実験を行った。実験装置を下水処理場の最終沈殿池の脇に埋設して、水中ポンプにより最終沈殿池の越流水を採水した。実験装置の概要を図1、表1に、外観を図2(写真)に示す。

本実験では流量調整型と流量変動型について実験を行った。流量調整型は、原水を1日24回に分けて毎時流入させ、流量変動型は生活排水の排出パターンに合わせて1日22回に分けて流入させた。ただし、12月9日以降は流量変動型も流量調整型に変更した。

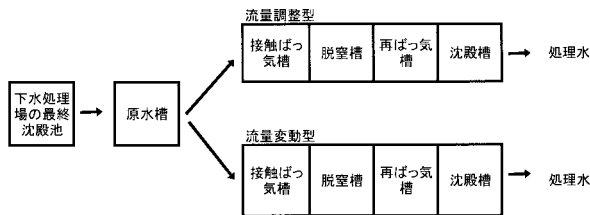


図1 実験装置の概念図

表1 実験装置の概要

各槽の容量(流量調整型も流量変動型も同じ)		
接触ばっ気槽	0.4m ³	(珪酸カルシウム系ろ材を充填してばっ気)[注]
脱窒槽	0.4m ³	(硫黄—カルシウム系脱窒材を充填)
再ばっ気槽	0.4m ³	(珪酸カルシウム系ろ材を充填してばっ気)
沈殿槽	0.4m ³	
計	1.6m ³	

[注]接触ばっ気槽の送風量は原水のNH₄-N濃度によって調節

処理水量(処理時間)		
流量調整型	8月25日まで	4.8m ³ /日(8時間)
流量調整型	8月26日から	2.9m ³ /日(13時間)
流量変動型		3.1m ³ /日(12時間)

(12月9日以降は流量変動型も流量調整型に変更)

原水の流入	
流量調整型	24回に分けて毎時流入
流量変動型	生活排水の排出パターンに合わせて1日22回に分けて流入

(2) 実験時期

2004年7月から2005年2月に実験を行った。



図2 実験装置の外観

3 結果

(1) 処理水質

① 水温

実験装置の水温変動を小さくするため半地下の状態を設置したが、外気温の影響は大きく、実験装置処理水の水温は、夏期には25℃付近まで上昇し、冬期には10℃前後まで低下した(図3)。

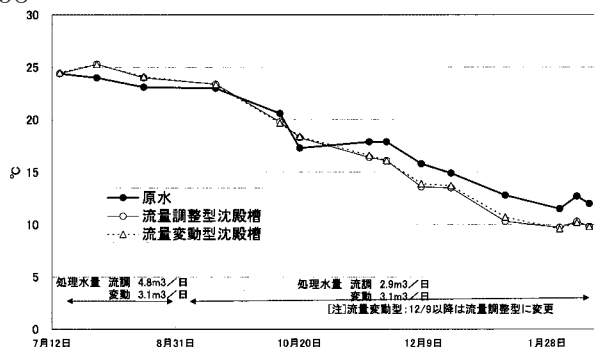


図3 原水及び処理水の水温の経時変化

② BOD

BOD（生物化学的酸素要求量）、COD（化学的酸素要求量）濃度の経時変化を図4、5に示す。流量調整型と流量変動型の差はあまりなかった。原水のBODは秋期から冬期にかけて5 mg/ℓ から25 mg/ℓ 程度まで上昇したが、処理水は1～3 mg/ℓ の値を維持した。CODについては原水濃度の変化に伴って処理水の濃度も変化した。除去率は水温に関わらず、50 %前後であった。

③ T-N

T-N（全窒素）濃度の経時変化を図6に、除去率の経時変化を図7に示す。原水のT-Nは夏期から冬期にかけて上昇した。

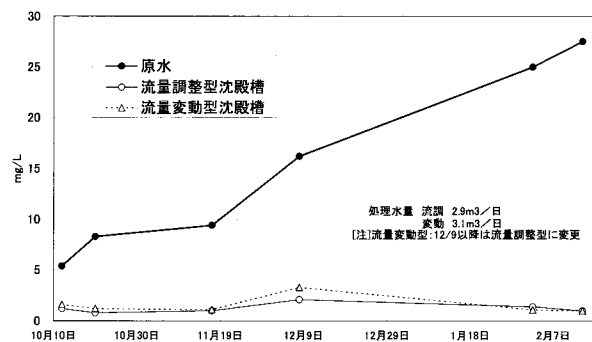


図4 原水及び処理水のBODの経時変化

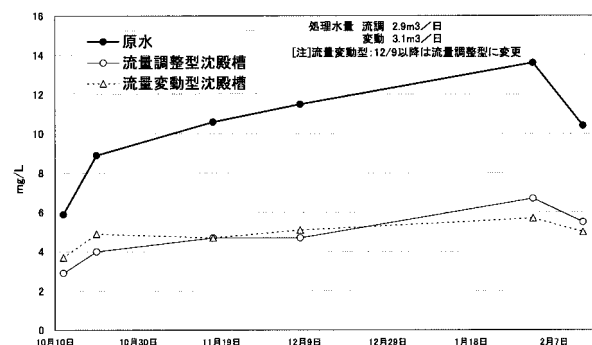


図5 原水及び処理水のCODの経時変化

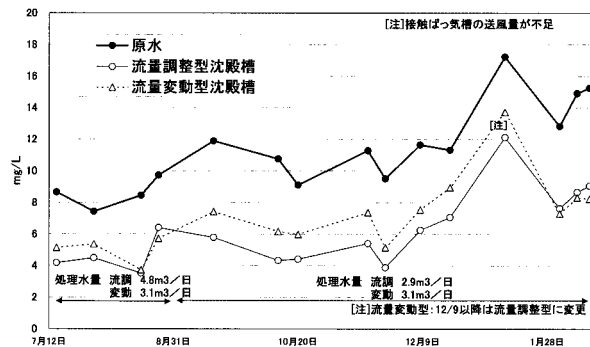


図6 原水及び処理水のT-Nの経時変化

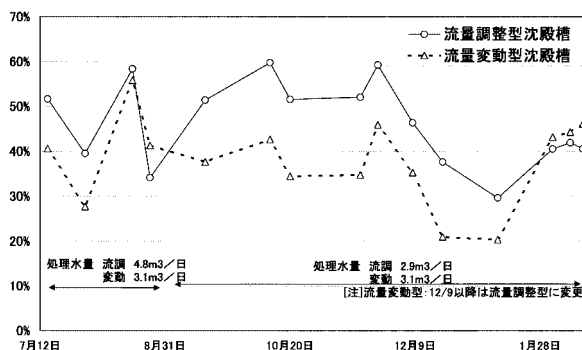


図7 T-Nの除去率の経時変化

それに対応して処理水のT-Nも上昇する傾向がみられた。流量調整型ではT-Nの除去率は夏期から秋期にかけては概ね50～60%、冬期は40%強であった（1月中旬を除く）。冬期は10℃程度まで水温が低下したにもかかわらず、T-N除去率の大幅な低下はみられなかった。一方、流量変動型は夏期・秋期でもT-N除去率が40%程度にとどまることが多かった。

④ T-P

T-P（全りん）濃度の経時変化を図8に、除去率の経時変化を図9に示す。流量調整型と流量変動型の差はあまりなかった。原水のT-Pは、秋期から冬期にかけて上昇し、これに対応して処理水のT-Pも上昇する傾向がみられた。T-Pの除去率は変動が大きい。夏期と秋期は概ね30～50%で、冬期に向かうと低下する傾向がみられ20%前後になった。

(2) 窒素の除去能

① 槽別のT-N濃度

槽別のT-N濃度の経時変化を図10に示す。原水と接触ばっ気槽出口がほぼ同じ濃度、脱窒槽と沈殿槽がほぼ同じ濃度であり、当然のことではあるが、本装置の窒素除去がほとんど脱窒槽で行われていることが確認された。

上述のとおり、T-Nの除去率は、1月11日以外は

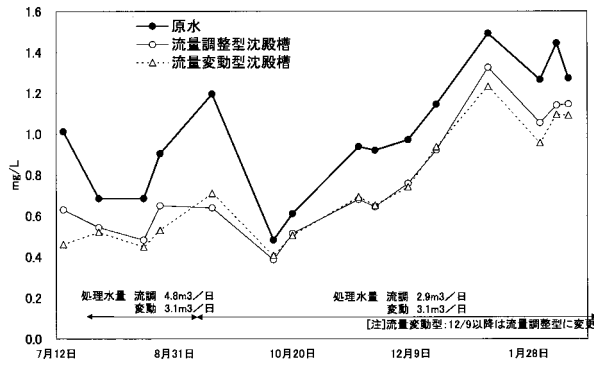


図 8 原水及び処理水の T-P の経時変化

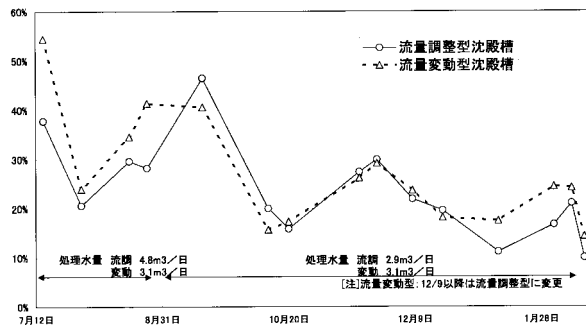


図 9 T-P の除去率の経時変化

40～60%であって、水温が10℃程度まで低下しても、除去率の大幅な低下はなかった。1月11日に窒素除去率が低下した理由は、原水のケルダールN（有機体窒素+アンモニア性窒素）の上昇に合わせて接触ばっ気槽の送風量を増やさなかったため、接触ばっ気槽出口でケルダールNが比較的高い濃度で残ってしまったことにある。本装置は、接触ばっ気槽までに窒素をNO_x-N（硝酸性窒素+亜硝酸性窒素）の形態にしておき、次に脱窒槽でNO_x-Nを還元して窒素除去を行う方式をとっているため、接触ばっ気槽の出口で有機体窒素やアンモニア性窒素（NH₄-N）が多く残っていると、窒素除去率が低下する。1月11日の

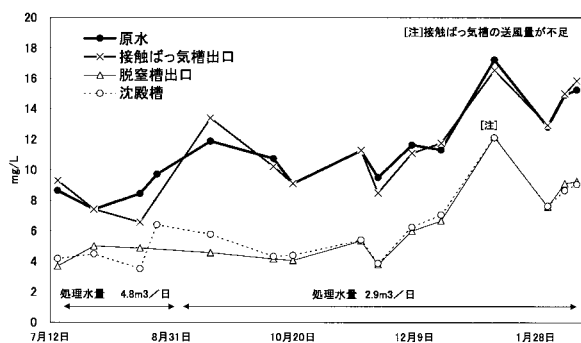


図 10 槽別の T-N の経時変化（流量調整型）

後、接触ばっ気槽の送風量を増やした結果、接触ばっ気槽出口のケルダールNは大幅に小さくなり、窒素除去率が向上した。

② 窒素除去と原水濃度との関係

窒素の除去濃度と原水濃度との関係を図11に示す。両者の関係はばらつきがあるが、原水濃度と窒素の除去濃度の関係は、正の相関傾向がみられた。このことは、窒素除去に関しては原水濃度が高くなっても、除去率は低下しないことを示唆している。

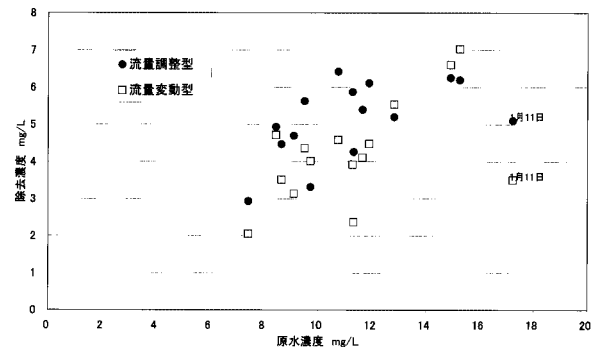


図 11 T-N の原水濃度と除去濃度

4 検討課題

(1) 脱窒材の改良

窒素の除去率は夏期から秋期にかけては概ね50～60%、冬期は40%強であり、低水温時も含めて40～60%を維持することができたが、実用化を図るためには、脱窒材を改良して窒素除去率をさらに高める必要がある。今回使用した硫黄-カルシウム系脱窒材はインゴットを割ってブロック化したもので、単位重量あたりの表面積が比較的小さい。単位重量あたりの表面積が大きい形状に成型した硫黄-カルシウム系脱窒材を用いれば、窒素除去率の大幅な向上を期待することができる。

(2) 脱りん材の改良

りんの除去率は夏期と秋期は概ね30～50%で、冬期は20%前後であり、より高い除去率を確保する必要がある。りんの除去率を高めるためには単にりんの吸着だけでなく、晶析脱りんの現象も並行して進むように、脱りん材の改良が必要である。

(3) 高濃度原水についての実験

今回の実験で原水として用いた下水処理場の最終沈殿池越流水のT-Nは、冬期を除けば10mg/ℓ前後であり、比較的低い濃度であった。本実験装置は原水濃

度が高くても、除去効果を期待することができるので、排水中の窒素が問題となる高い濃度の原水について実験を行って処理性能を確認する必要がある。

謝辞

本実験装置の設置および原水の提供については、秩父市都市建設部下水道課の多大なご協力をいただいた。ここに、関係各位に深く感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 嶋津暉之ら：小規模処理による難分解性有機物質の除去に関する研究、東京都環境科学研究所年報、144-152 (2000).
- 2) 嶋津暉之ら：高度処理型小型合併処理浄化槽の研究、東京都環境科学研究所年報、195-204 (1998).