

N-11 発泡セラミックスを用いた散水ろ床と 木質系廃棄物・鉄くず充填生物ろ床を 組み合わせた窒素リン除去

○相川 晃平¹・山下 恭広²・嶋津 昌幸²・池本 良子^{2*}

¹金沢大学工学部土木建設工学科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

²金沢大学大学院自然科学研究科 (〒920-1192 石川県金沢市角間町)

* E-mail: rikemoto@t.kanazawa-u.ac.jp

1. はじめに

2次処理水のような有機物濃度が低い排水からの窒素除去に、廃棄物としてその利用用途の拡大が望まれている間伐材を用いる方法が有効であると考えられる。筆者らは人工排水を用いた室内実験により、1) 杉やアスペン材を硫酸塩還元細菌の有機炭素源として用いることにより、硫酸塩還元細菌と硫黄脱窒細菌が共存し窒素除去が可能であること^{2,4)}、2) 鉄材充填生物ろ床において硫酸塩還元細菌が鉄材の腐食を促進し、リンの除去が可能であること³⁾、3) 杉と鉄を併用することにより、窒素リンの同時除去が可能であることを報告している³⁾。本研究では、実下水処理場の2次処理水を用い、前段に発泡セラミックスを充填した散水ろ床を、後段に杉チップと鉄を充填した生物ろ床とアスペン材と鉄を充填した生物ろ床を下水処理場に設置し、2次処理水を用いた処理実験を行なうことにより、これらの有効性を検討した。

2. 実験方法

図1に示す実験装置を、金沢市A都市下水処理場の最終沈殿池脇に設置し、最終沈殿池越流水を用いて処理実験を行なった。装置1はアンモニアの硝化のための散水ろ床である。散水ろ床の微生物付着担体としては粗い空隙と細かい空隙を併せ持つ発泡セラミックスを充填し、装置下部の循環槽からの水をポンプでくみ上げて装置上部から散水する循環方式とした。散水ろ床からの処理水はポンプにより無酸素ろ床装置2-1および2-2に通水し、装置下部から排水を流した。無酸素ろ床装置には、高さ50cm、容積40リットルのバケツを用い、装置下部から排水を流入させ上向流とした。表1に各装置に充填した

担体を示す。鉄は、鉄鋼記号 S 55 C 鉄棒を厚さ 0.1～0.2mm、幅 0.5～1mm に削ったものを使用した。装置に充填した鉄の量は約 1.6kg である。杉は杉チップとして市販されている縦横 10～30mm で厚さ約 5mm のものを装置に約 3.8kg 充填した。また、割り箸 (アスペン材) は飲食店から発生した使用済みの割り箸を洗浄し二つに切ったものを装置に約 3.8kg 充填した。種汚泥として本処理場の返送汚泥を添加し、運転開始 82 日目までは無酸素ろ床内に硫酸塩還元細菌を集積するために、散水ろ床とは切り離して 1 週間に一度、最終沈殿池越流水に K_2SO_4 を SO_4^{2-} 濃度で 300mg/l 添加した排水を 10 リットル添加して馴養を行なった。段階的に無酸素ろ床の HRT を短縮しながら、定期的に TOC, TN, 有機酸濃度、硫酸塩、亜硝酸塩、硝酸塩濃度、リン酸塩濃度を測定した。

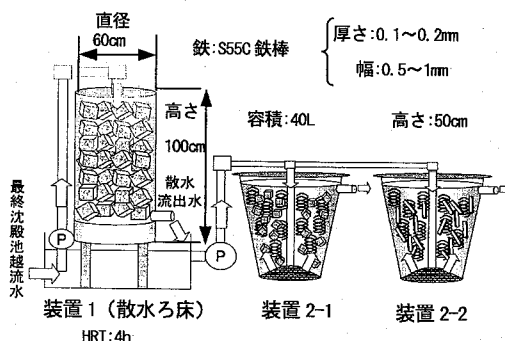


図1 実験装置の概要

表1 無酸素ろ床に充填した木質と鉄

	木質	鉄
装置 2-1	杉チップ 3.8kg	S55C鉄棒 1.6kg
装置 2-2	アスペン材 3.8kg	

3. 実験結果と考察

(1) 処理槽内の経日変化

図2にHRT、水温、TOC、IC、硫酸塩濃度、リン酸塩濃度、TNの経日変化を示す。終沈越流水中のICは散水ろ床（装置1）を通過することにより減少しているが、無酸素ろ床（装置2-1、装置2-2）を通過することにより、ともに増加していることがわかる。無酸素ろ床内では木質の分解が行なわれていたと考えられる。一方、TOCは、無酸素ろ床を通過することにより増大することはなかったことから木質の分解によって溶解性の有機物が流出することはないことが確認された。

運転開始 82 日目までの硫酸塩還元細菌馴養期間は装置2-1、装置2-2ともに流出水で硫酸塩濃度の減少が認められたことから、硫酸塩還元細菌が集積できたことがわかる。散水ろ床を連結させた 82 日目以降では、装置1および装置2-1、装置2-2ともに硫酸塩の変化は認められなかった。

リン酸塩濃度は散水ろ床での変化は認められないが、散水ろ床流出水のリン酸塩が平均 7mg/l あったのに対し、装置2-1、装置2-2の流出水では、運転期間中、滞留時間を短くしていったにもかかわらず、ほとんど消失していた。平均硝化速度は 3.1mg/l h であった。一方、TNは散水ろ床でやや増加し、装置2-1、2-2で減少した。図3に各採水地点の窒素濃度の内訳を示す。散水ろ床においてTNが増大したのは、循環槽内での有機性窒素の増大によるものが大きいことがわかる。散水ろ床循環槽内では藻類発生が観測されたことから、TNの増大は、循環槽内のSSの蓄積によるものであると考えられる。さらに、図3は散水ろ床の前で減少したアンモニア性窒素と増加した硝酸性窒素の関係を示したものである。本装置では流入したアンモニアの硝化が進行したことがわかる。一方、装置2-1では硝酸性窒素は減少しているが、亜硝酸性窒素の増加が認められたのに対し、装置2-2では、亜硝酸性窒素の蓄積は認められなかった。

図5に無酸素ろ床におけるリン除去速度の変化を示す。人工排水を用いて、実験室内で行なったカラム実験では、リン除去速度は $0.67\text{PO}_4^{3-}\text{mg/l h}$ であった³⁾が、本実験装置でも運転開始 300 日以降、同程度の速度を示していることがわかる。しかし、本実験装置では、散水ろ床流出水のリン酸塩の濃度が低かったために流出水では完全に消失していたことから、本実験装置の実際のリン除去速度はもっと高い値を示していたと推定される。

図6に無酸素ろ床（装置2-1、装置2-2）の窒素除去速度を示す。装置2-1、装置2-2ともに運転期間が長くなるにつれ、窒素除去速度が高くなっていることがわかる。250 日以降に水温が上昇したことが、除去速度の向上の一因と考えられる。20℃の恒温室で行なった室内実験で

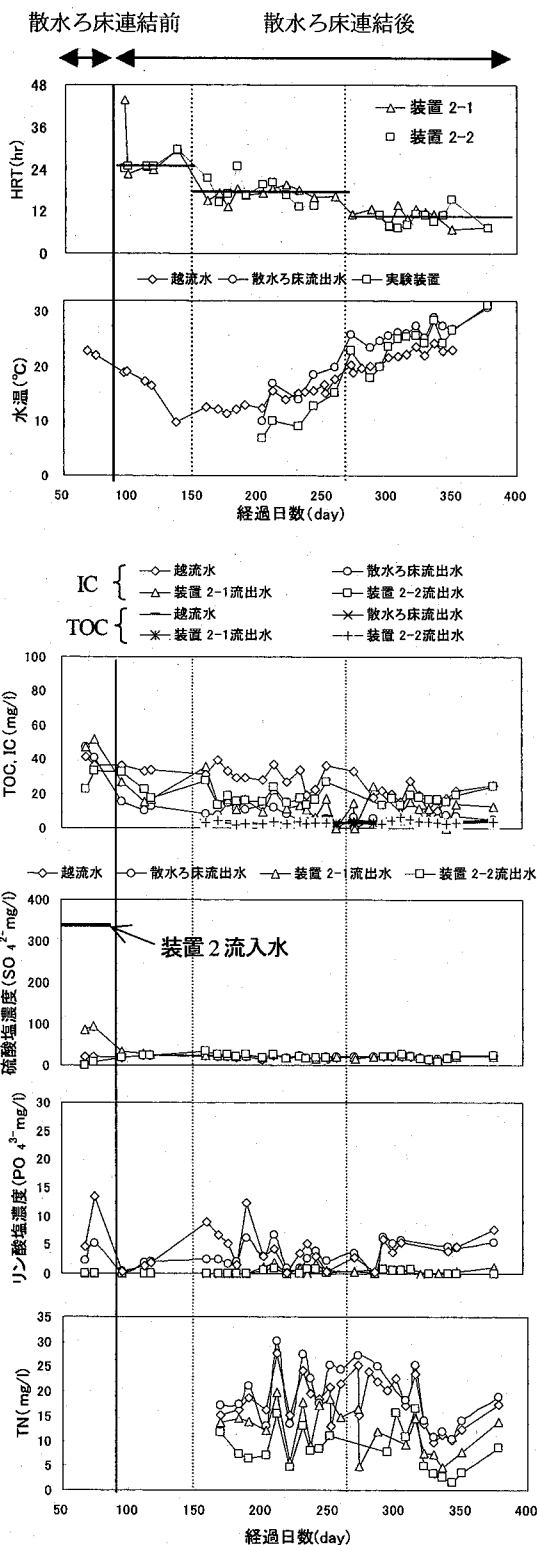


図2 処理水質の経日変化

は杉材を充填した装置の脱窒速度は 0.4 mg/t h 、アスペン材を充填した装置は 1.7 mg/t h であったことから、室内実験と同程度の速度が得られた。

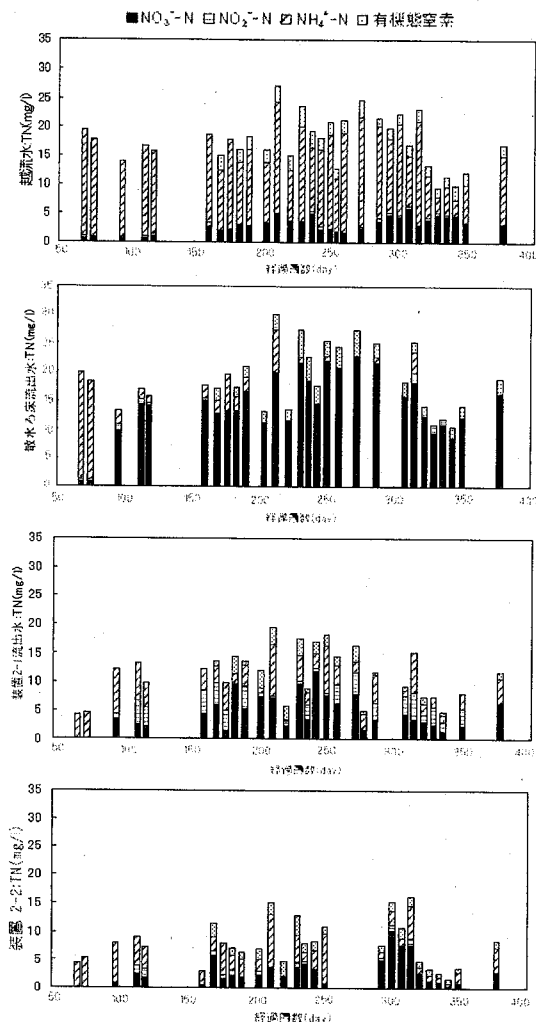


図3 各装置の窒素濃度

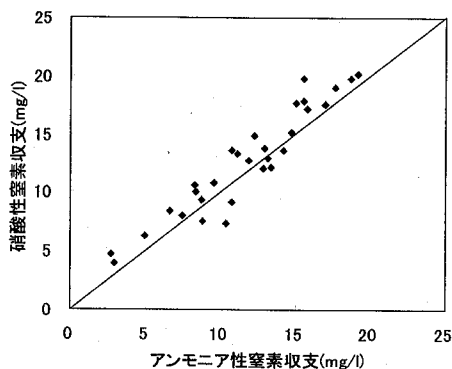


図4 散水ろ床で減少したアンモニア性窒素と増加した硝酸性窒素の関係

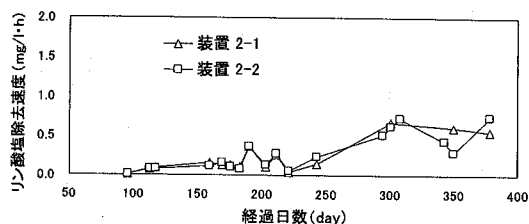


図5 無酸素ろ床装置2-1、2-2のリン酸塩除去速度の変化

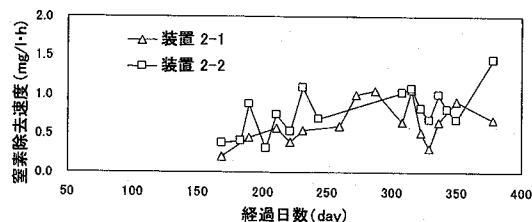


図6 無酸素ろ床装置2-1、2-2の窒素除去速度の変化

4. まとめ

2次処理水からの窒素リン同時除去を目的に、処理場に実験装置を設置して実際に適用可能であるか検討を行った結果、以下のことがわかった。

- 1) 発泡セラミックスを充填した散水ろ床装置において、良好な硝化が行なわれた。
- 2) 無酸素ろ床内では、木質の分解が行なわれていたが、木質の分解によって溶解性の有機物が流出することはなかった。
- 3) 無酸素ろ床では安定したリン除去が可能であった。脱窒速度は室内実験と同程度の値を得ることができたが、杉材を用いた場合には亜硝酸性窒素の蓄積が認められた。今後、継続実験を行ない、長期的な窒素リン同時除去が可能であるか検討を行なう。

参考文献

- 1) 池本良子他(2002),第36回日本水環境学会年会 pp.267
- 2) 池本良子他(2004),第38回日本水環境学会年会 pp.379
- 3) 山下恭広他(2005),第60回土木学会全国大会 7-011
- 4) 山下恭広他(2005),環境工学研究論文集 pp.581-590