

杉チップ及び割り箸と鉄くずを充填した生物ろ床による 下水処理水からの栄養塩除去

金沢大学大学院自然科学研究科 学生会員○山下 恭広
学生会員 相川 晃平
正会員 池本 良子

1. はじめに

下水処理水のような有機物濃度が低い排水からの生物学的窒素除去を行なうためには、電子供与体として有機炭素源が必要である。筆者らは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や飲食店などから大量に発生する割り箸を脱窒に用いる方法に着目した。人工排水を用いて実験的検討を行なうことにより、1) 杉や割り箸を有機炭素源として用いた脱窒が可能であり、木質内には硫酸塩還元細菌と硫黄脱窒細菌が共存していること、2) 鉄製リールを充填することにより、脱窒に伴うリン除去が起こること、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。本研究では、実下水処理場に実験装置を設置し、下水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運転を行なった。本処理場の流出水中にはアンモニアが存在していたため、前段にはHRT 1.7hの実験装置1(散水ろ床)を設置し、この流出水を実験装置2の流入水とした。後段の実験装置2は、高さ50cm、容積40リットルのバケツを2つ用い、装置下部から排水を流入させ上向流とした。実験装置2-1には、鉄鋼記号S55C鉄棒を厚さ0.1~0.2mm、幅0.5~1mmに削ったもの約1.6kgと市販されている縦横10~30mmで厚さ約5mmの杉チップを約3.8kg充填した。装置2-2には、同量の鉄と飲食店の使用済み割り箸(アスペン材)を洗浄し二つに切ったものを約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日目までは硫酸塩還元細菌を集積するために、最終沈殿池越流水に K_2SO_4 を硫酸塩濃度

で300mg/l添加した排水を1週間に一度、10リットル添加して馴養を行なった。夏季は段階的にHRTを短縮し、冬季はHRTを延長しながら、定期的にTOC、TN、リン酸態リン濃度、有機酸濃度、硫酸塩、亜硝酸塩、硝酸塩濃度、水温を測定した。また、運転開始593日目に装置2から木質担体の一部を取り出し回分実験を行ない、硫酸塩還元活性、脱窒活性、硫黄脱窒活性を測定した。

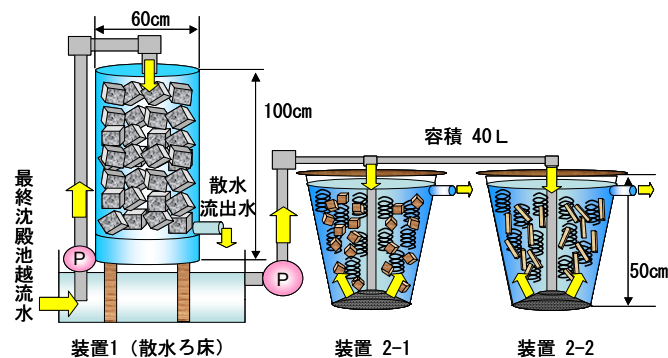


図1 実験装置の概要

3. 実験結果

図2に実験装置2のHRT、水温、硫酸塩、リン酸態リン、硝酸塩、亜硝酸塩、TOC、ICの経日変化を示す。運転開始82日目までの硫酸塩還元細菌馴養期間では装置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、実験装置2-1、装置2-2ともに硫酸塩の変化は認められなかった。全窒素のほとんどを占める硝酸性窒素は両装置とも減少したが、装置2-1において、亜硝酸性窒素の増加が認められた。図3に水温と全窒素の減少量から求めた窒素除去速度の関係を示す。窒素除去速度はアスペン材を充填した装置2-2の方が高く、温度に依存していることがわかる。下水処理水の水温は比較的高いので、装置を保温し水温を維持することで窒素除去速度を

キーワード 脱窒、リン除去、硫酸塩還元、杉、割り箸、鉄くず

連絡先 〒920-1192 金沢市角間町、金沢大学自然科学研究科、TEL/FAX 076-234-4641

向上させることができると考えられる。一方、全リンの大部分を占めるリン酸態リンは、散水ろ床流出水が 1mg/l 前後あったのに対し、実験装置の流出水は、夏季にはほとんど検出されなかったが、窒素除去が低下した冬季にリン除去が低下する傾向が認められた。

IC では、実験装置 2-1、装置 2-2 とともに流出水で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 は両装置ともに流出水で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。

表 1 に回分実験により硫酸塩還元活性、脱窒活性、硫黄脱窒活性を求めた結果を示す。装置 2-1 の杉チップを用いた条件では、硫酸塩還元、脱窒活性ともにほとんど認められなかった。杉チップの表面が茶色の沈殿物に覆われていたことから、鉄の沈殿物の付着により木質の分解が妨げられたものと推定される。装置 2-2 のアスペン材を用いた条件では、硫酸塩還元活性と硫黄脱窒活性がともに高く、他栄養性脱窒活性と同程度の値を示した。また、装置から取り出したアスペン材は黒ずみやわからなくなっており、空隙が増加していることが観察された。以上のことより、室内実験と同様、木質内部に硫酸塩還元細菌と硫黄脱窒細菌による硫黄の酸化還元サイクルが形成され、木質の分解に関与していたと考えられる。

4. まとめ

- 1) 無酸素ろ床内では木質の分解が行なわれていたが溶解性の有機物が流出することはないことがわかった。
- 2) 窒素除去速度はアスペン材を充填した装置の方が高く、温度に依存していた。
- 3) 窒素除去が低下するとリン除去も低下する傾向にあった。
- 4) 装置内のアスペン材の内部に高い硫酸塩還元活性と硫黄脱窒活性が認められた。

表 1 回分実験による硫酸塩還元活性
脱窒活性・硫黄脱窒活性

	活性(mg COD/g dry weight・h)		
	硫酸塩還元	脱窒	硫黄脱窒
装置2-1(杉チップ)	0.01	0.01	0.06
装置2-2(アスペン材)	0.38	0.43	0.20

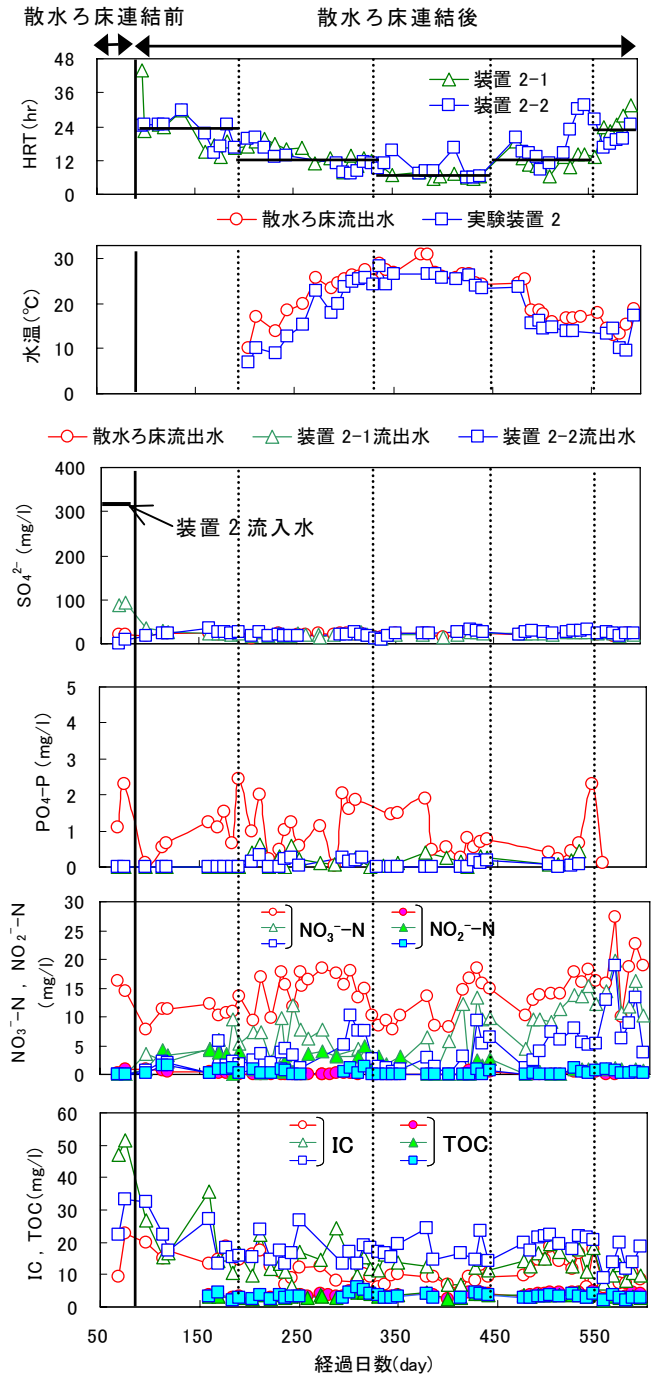


図 2 処理水質の経日変化

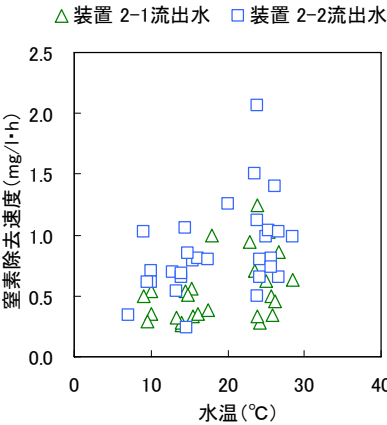


図 3 水温と窒素除去速度の関係