

間伐材と鉄くず充填生物ろ床による窒素リン同時除去

金沢大学大学院 学生会員 山下 恭広
 金沢大学大学院 学生会員 嶋津 昌幸
 金沢大学大学院 正会員 池本 良子

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は、硫黄脱窒が有効である。しかし、硫黄脱窒には電子供与体としての還元型硫黄の添加が必要である。そこで、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に着目した。筆者らはこれまでに、1) 杉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) 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を報告している。そこで、本研究では杉による窒素除去とともに鉄くずを併用した窒素リン同時除去法を提案し、実験的検討を行った。

2. 実験方法

図1に実験装置の概要を示す。実験装置には、高さ260mm、直径100mm、容積1 Lの亚克力樹脂性の円筒形カラムを用いた。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で主要化学成分C(0.52~0.58%)、Mn(0.60~0.90%)の鉄を厚さ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40.0gである。杉は薪として市販されているものを約12mm角にカットし装置に95.0g充填した。実験装置Run I1とRun I2に、種汚泥として金沢市都市下水処理場の活性汚泥を添加し、表2に示す人工排水を通水した。運転開始から48日目までは基質1、49日目から399日目までは基質2、400日目以降は溶存酸素の影響を防ぐために基質3で運転を行なった。滞留時間は24hで運転を開始し、72日目に滞留時間12hに変更し、450日目に滞留時間24hに変更した。装置は経日的に水質分析を行った。また、装置内での硫酸塩還元速度を求めるために、運転開始から478日目に一時的に流入人工排水から硝酸塩を除いた基質を通水し、嫌気条件とし、水質分析を行なった。さらに、運転開始から512日目にRun I2とRun I3の装置に対し、逆洗浄を行なった。

表1 各装置の担体

装置	担体
Run I1	鉄(上部) 杉(下部)
Run I2	鉄と杉の混合
Run I3	鉄のみ

表2 人工排水の組成

	基質1 (mg/l)	基質2 (mg/l)	基質3 (mg/l)
NaHCO ₃	35	35	35
CaCl ₂	46	46	46
KH ₂ PO ₄	46	23	23
K ₂ SO ₄ /K ₂ SO ₃	58/0	58/0	0/116
NaNO ₃	85	85	85

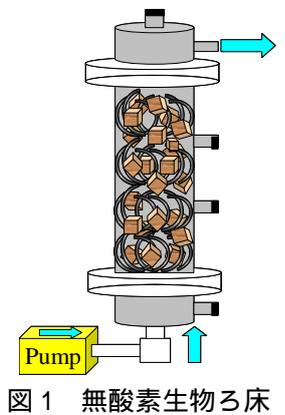


図1 無酸素生物ろ床

3. 実験結果と考察

1) 処理槽内の経日変化

図2に各装置の硝酸塩濃度の経日変化を示す。運転開始の滞留時間24hでは、Run I1とRun I2がともに硝酸塩の除去率が90%以上の値を示していた。滞留時間12hに変更してからは70%程度の除去率を示したが、徐々に除去率が悪化した。この原因としては、杉の表面がリン酸鉄に覆われ、微生物反応が抑制されたためと考えられる。一方、種汚泥を添加していないRun I3では、運転開始直後はほとんど硝酸塩の減少は見られなかったが、運転開始から2ヶ月後、徐々に硝酸塩の除去率が向上した。鉄表面に生物膜が観察されたことから、微生物が増殖したためと考えられる。運転開始から450日目以降の滞留時間24hでは、滞留時

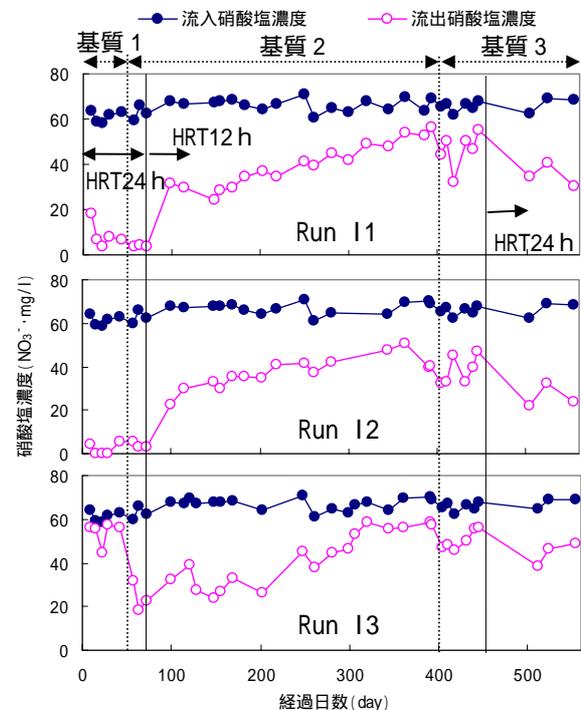


図2 硝酸塩濃度の経日変化

間を長くしたことにより、滞留時間12hのときよりも除去率が2倍近く向上した。512日目に、Run I2と

キーワード 間伐材、鉄くず、脱窒、リン除去、硫酸塩還元

連絡先 〒920-8667 金沢市小立野2-40-20、金沢大学工学部、TEL 076-234-4641、FAX 076-234-4644

Run I3 の装置に対し、逆洗浄したを行ったが、それ以降の水質に変化は認められなかった。

図 3 に各装置のリン酸塩濃度の経日変化を示す。Run I1 と Run I2 では、窒素と同様に徐々に除去率が低下した。この原因としては、鉄表面がリン酸鉄に覆われたためと考えられる。一方、鉄のみ充填した Run I3 では、運転開始 250 日目までは除去率の低下は見られなかった。512 日目に、Run I2 と Run I3 の装置に対し、逆洗浄を行なったが、それ以降の水質に変化は認められなかった。

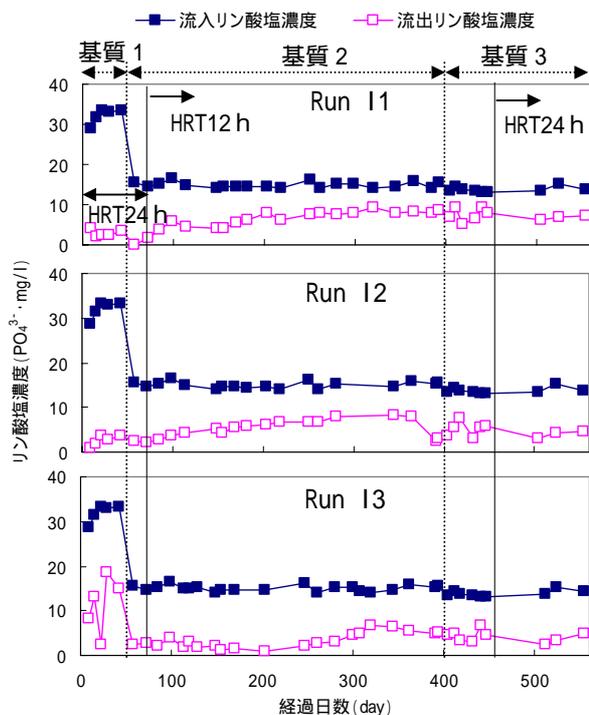


図 3 リン酸塩濃度の経日変化

2) 窒素及びリン除去速度と硫酸塩還元速度

表 3 に運転開始 250 日～550 日までの窒素及びリン平均除去速度を示す。窒素除去速度では、Run I2 がもっとも高く、Run I3 と比較すると 2 倍近い値を示していた。Run I2 では杉を充填していたことから、杉を用いた脱窒が進行していたと考えられる。リン除去速度では、Run I3 がもっとも高い値を示していた。Run I2 は、Run I1 よりも窒素リン除去速度が高かったことから、鉄と杉を混ぜて装置に充填した方が除去率が向上することが示された。

表 3 各装置の窒素・リン除去速度

	窒素除去速度 ($\text{NO}_3^- \cdot \text{mg/l} \cdot \text{h}$)	リン除去速度 ($\text{PO}_4^{3-} \cdot \text{mg/l} \cdot \text{h}$)
Run I1	1.526	0.519
Run I2	2.052	0.674
Run I3	1.167	0.743

図 4 は、運転開始から 478 日目に嫌気条件とし 2 日間通水した時の各装置の硫酸塩還元速度を示す。Run I1、Run I2 では、硫酸塩還元が起こっていることが確認された。このことから、杉を充填した装置内では硫酸塩還元細菌の働きにより硫黄脱窒が進行していたと推測される。

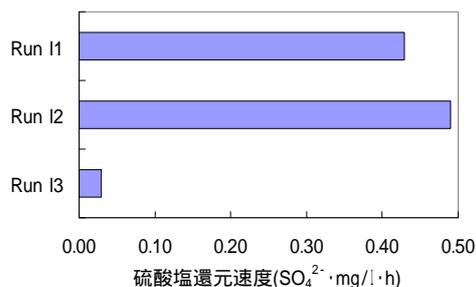


図 4 各装置の硫酸塩還元速度

3) 窒素除去量とリン除去量の関係

図 5 に各装置の窒素、リン除去量の関係を示す。Run I1 と Run I2 の鉄と杉を共存させた装置の結果から得られた近似直線と、鉄のみを充填した Run I3 の近似直線を比較すると、傾きがほぼ一致していたことから、窒素除去に伴うリン除去が行われていたと推定される。また、この二つの直線の切片に約 18mg/l の差が生じている。この差が、杉の分解により硫黄脱窒、他栄養性脱窒が進行したことにより除去された硝酸塩の量であると考えられる。

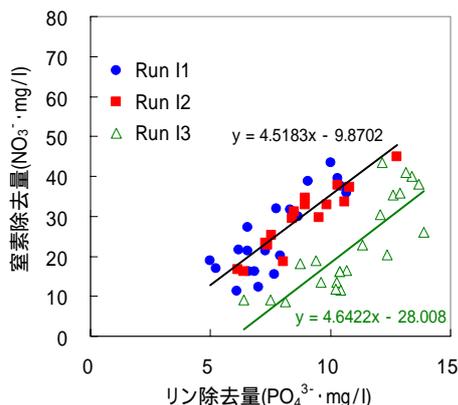


図 5 窒素除去量とリン除去量の関係

4. まとめ

杉による窒素除去とともに鉄くずを併用した窒素リン同時除去法について検討を行った結果、以下のことがわかった。

- 1) 杉と鉄を用いることにより、窒素リンの同時除去が可能であった。
- 2) 鉄と杉を分けて充填するよりは、鉄と杉を混ぜて装置に充填した方が有効であった。
- 3) 装置内では、木質の分解に伴う硫酸塩還元が起こっていることが確認された。
- 4) 窒素除去に伴うリン除去が行われていたことが示された。

参考文献

- 1) 池本良子他 (2002), 第 36 回日本水環境学会年会 p267
- 2) 池本良子他 (2004), 第 38 回日本水環境学会年会 p379