

廃棄物層による浸出水中の窒素除去に関する研究

福岡大学工学部 学生員〇石井 信次 正 員 花嶋 正孝

〃 正 員 松藤 康司

九州大学工学部 正 員 粟谷 陽一 学生員 島岡 隆行

1. はじめに 埋立地から発生する浸出水水質を改善するために、近年の埋立地には準好気性埋立が多く採用されている。しかし、浸出水の処理は埋立完了後も長期間行なう必要があり、このことは経済面などから早急に解決すべき問題として残されている。そこで、我々は浸出水を埋立層内に連続循環させる「循環式準好気性埋立」の実用化をめざし、廃棄物層による浸出水中の窒素除去に関する基礎的研究を継続して行なっている¹⁾。今回、循環式準好気性埋立における、廃棄物層厚および循環水量が硝化・脱窒反応に及ぼす影響を検討し、若干の知見を得たので報告する。

2. 実験装置および方法 実験には図-1に示すカラム(内径7.0cm)を6本(カラム-I~ハ)用いた。カラムには廃棄物として稲わら(1年間室内保存したものでかなり腐朽している。)が混入している焼却灰(粒径10mm以下)を充填した。また、充填廃棄物には、硝化菌・脱窒菌を接種した。カラムには塩化アンモニウム溶液を供給し、カラム-I~ハは微量定量ポンプで集水タンク内の浸出水を循環させた(循環式)。カラム-I~ハは廃棄物層厚と硝化・脱窒反応の関係を把握するためのものであり、カラム-ニ、ハは浸出水の循環水量と硝化・脱窒反応の関係を知るためのものである。カラム-ヘには、常に新しい基質を供給した(非循環式)。詳細な充填条件および実験条件は、表-1に示す通りである。水質分析は集水タンク内浸出水およびカラム-ヘの流入水と浸出水について行ない、 NH_4^+-N 、 NO_2^--N 、 NO_3^--N 、T-N、PHを測定した。また、T-Nから NH_4^+-N 、 NO_2^--N 、 NO_3^--N を差し引いてOrg-Nを求めた。

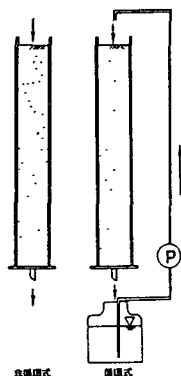


図-1 実験装置

表-1 充填条件および実験条件

COLLUM No	廃棄物層厚 (cm)	見掛け密度 (t/m^3)	供給方式	供給水量 (l/day)	流入水のT-N (mg/l)
イ	39.8	0.92	循環式	4.22	29.2 ¹⁾
ロ	80.5	0.91		4.00	〃
ハ	156.6	0.93		4.03	〃
ニ	39.5	0.92	非循環式	1.44	29.9 ¹⁾
ホ	38.8	0.94		12.37	〃
ヘ	39.5	0.93	非循環式	3.87	28.3 ²⁾

1) 実験開始時の値である。

2) 実験期間の平均値。

3. 実験結果および考察 図-2~図-4は、カラム-I、ハ、ホの集水タンク内浸出水の NH_4^+-N 、 NO_2^--N 、 NO_3^--N 、Org-Nの経時変化を示している。図-2~図-4の各形態の窒素濃度の経時変化は同じような傾向を示し、時間の経過に伴い次の①~③の期間に大別できる。つまり、①腐朽していた稲わらからOrg-Nが溶出し、T-Nが増加している期間、②溶出したOrg-Nは NH_4^+-N に無機化されると同時に、硝化反応が停滞しているために NH_4^+-N が蓄積している期間、③硝化・脱窒反応が進行しなくなり、難分解性物質と考えられるOrg-N

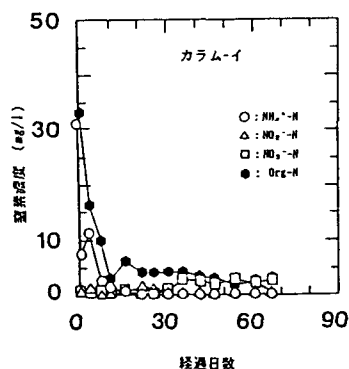


図-2 窒素濃度の経時変化

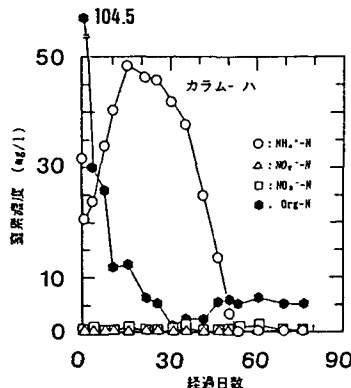


図-3 窒素濃度の経時変化

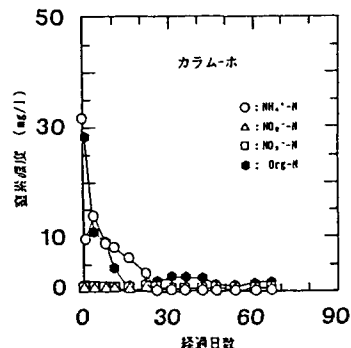


図-4 窒素濃度の経時変化

が5mg/l前後残存している期間である。このような経時変化は、廃棄物層厚が最も大きいカラム-ハに良く現われている。また、カラム-イ、ホは循環水量に約9倍の開きがあるが、同一の傾向を示している。

図-5には、廃棄物層厚が異なるカラム-イ、ロ、ハのT-Nの経時変化を示す。この図からも稲わらから溶出した0rg-NによりT-Nが増加し、その後急激に減少している様子が分かる。カラム-イ～ハのT-Nが5.0mg/lに達したときの経過日数は各々10日、30日、55日となっており、廃棄物層厚が大きくなるとT-Nの減少速度が緩慢になる様子がうかがえる。次に、廃棄物層厚が同じで循環水量が異なるカラム-ニ、イ、ホのT-Nの経時変化を図-6に示す。T-Nの減少傾向は、循環水量の大小によらずほぼ同じような傾向を示していることが分かる。

ここで、窒素除去率と廃棄物層厚・循環水量との関係を比較検討する。非循環式の窒素除去率(E_1)は流入水濃度(C_{in})と浸出水濃度(C_{out})より、 $E_1 = 100 \cdot (C_{in} - C_{out}) / C_{in} \cdots (1)$ で求まる。循環式の窒素除去率(E_2)は、流入水濃度が集水タンク内浸出水濃度(C_t)と等しいことから、 $E_2 = 100 \cdot (C_t - C_{out}) / C_t \cdots (2)$ で表わされる。また、循環式において集水タンク内の容量をV、循環水量をQとおけば、 $-V(dC_t/dt) = Q \cdot (C_t - C_{out}) \cdots (3)$ が成立する。(2)、(3)式より C_{out} を消去すると、 $(dC_t/dt) = -Q \cdot E_2 \cdot C_t / (100 \cdot V)$ 、 $\therefore E_2 = 230 \cdot G \cdot V / Q$ (但し、Gは片対数紙上において、T-Nが指数関数的に減少したところの勾配)となり、循環式の窒素除去率(E_2)が求まる。

図-7は、窒素除去率(E_2)と廃棄物層厚・循環水量の関係を示したものである。窒素除去率と廃棄物層厚の関係を見てみると、廃棄物層厚が大きいくほど窒素除去率は大きくなるが、廃棄物層厚に比例しては窒素除去率が大きくなることが分かる。次に、窒素除去率と循環水量との関係を見てみると反比例しているようであり、循環水量が最も小さいカラム-ニが最も窒素除去率が大きくなっている。このことは循環水量を小さくするほど、浸出水の廃棄物層内滞留時間が長くなるためと考えられる。カラム-ニ、イ、ホの1日当たりに換算した窒素除去率を、表-2に示している。各カラムの1日当たりの窒素除去率に大差はなく、図-6において循環水量の異なる各カラムのT-Nの減少傾向が似かよっていることが裏付けられた。

4. まとめ 廃棄物層による浸出水中の窒素除去に関する研究より、循環式準好気性埋立構造における硝化・脱窒反応は廃棄物層厚および循環水量に影響され、以下のことが分かった。(1) 廃棄物層厚が大きくなるにつれて、窒素除去率は大きくなる。(2) 流入水が廃棄物層に流入した後、浸出してくる間に除去される窒素の割合は、循環水量が小さいほど流入水廃棄物層内の滞留時間が長くなるため大きくなる。今後は、循環式準好気性埋立における窒素除去のための最適な循環方法を、定量的に把握するつもりである。最後に、実験に御協力下さいました、福岡大学工学部 柴尾優一君、野崎和徳君に感謝致します。

《参考文献》1) 島岡、栗谷、花嶋、松藤：土木学会第43回年次学術講演概要集，pp.952-953

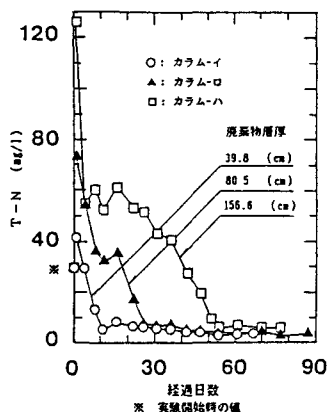


図-5 T-Nの経時変化

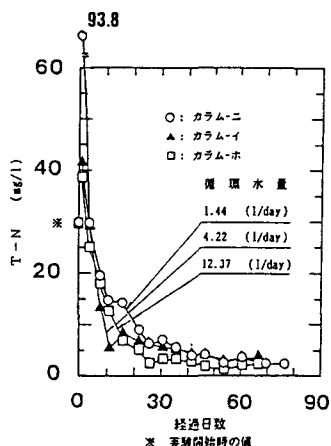


図-6 T-Nの経時変化
循環水量 (ml/min)

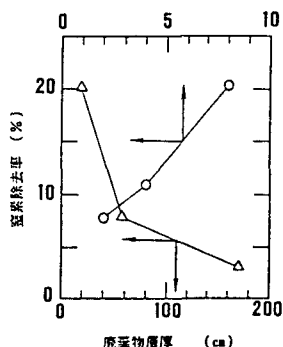


図-7 窒素除去率と
廃棄物層厚、循環水量の関係

表-2 窒素除去率の比較

Column No	窒素除去率 E_2 (%)	滞留時間 V/Q (day)	1日当たりの窒素除去率 (%/day)
ニ	20.1	3.00	6.7
イ	7.9	1.02	7.7
ホ	3.2	0.25	9.1