

廃棄物埋立層における脱窒過程に関する研究

福岡大学 工学部○学生員 川路精孝 龍 昌男
 " 正 員 花嶋正孝 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

廃棄物最終処分場(埋立地)からは多量の汚水が浸出し、浸出液の処理、特に三次処理に当る窒素の除去においては処理費の経済性などいくつかの問題を抱えている。このような現状の中で浸出液を埋立層に循環させる「循環式埋立層好気性埋立構造」において、浸出液の循環による浸出水中の総窒素量の減少が認められている。我々は、この現象が「埋立層内における硝化にともなう脱窒」であることを確認^{1,2)}しており、このことは「埋立地は、脱窒槽にも成り得る」ことを示唆しているものである。本研究は、埋立層での脱窒反応に際する脱窒量と層内での各種有機炭素消費量の把握を目的として、カラム実験を行なっているもので、今回若干の知見を得たので報告する。

2. 実験装置 及び 方法

本実験は、カラム充填物の有機物の形態、含有量を変え表-1に示す条件下で行ない、実験装置(カラム1, 2, 3, 4)を図-1に示す。

カラム1, 2, 3には基質として約30mg $\text{NH}_4^+ - \text{N} / \text{l}$ の塩化アンモニウム及び約2mg $\text{PO}_4^{3-} - \text{P} / \text{l}$ のリン酸カリウム溶液を、カラム4には同時にグルコース(約20mg C / l)を微量定量ポンプでカラム上部より連続供給(3ml/min.)し、流入水、

流出水のpH、三態窒素、 T-N 、 T-P 、 TOC について経時的に水質分析を行なった。

更に、実験初期の浸出水が高pH時における焼却灰からのアンモニア揮散の有無をみるために図-2に示す装置でアンモニア揮散量を経時的に測定した。なお、アンモニア揮散量は、アンモニアガス吸収剤である3%ほう酸溶液のアンモニア性窒素濃度より求めた^{3,4)}。

3. 実験結果 及び 考察

まず始めに、各カラムの流出水のアンモニア・亜硝酸・硝酸性窒素濃度の流入水濃度に対する比率〔(流出水の各形態窒素濃度 / 流入水の三態窒素濃度の総和) $\times 100$ 〕を求めた一例を図-3に示す。各カラムともアンモニア性窒素は50日付近より減少し始め、それに対応する形で亜硝酸性窒素が検出されている。また、80日付近で最大の亜硝酸化率を示し、ほぼ同期に硝酸性窒素が検出され始め、その後150日目当たりから亜硝酸性窒素が見られなくなった。このように、本実験の硝化反応の傾向も、既報^{1,2)}の実験結果と同様な傾向を示している。

次に、図-4(カラム2)に示すような各カラムの硝化率とpHの関係より、亜硝酸、硝酸の生じるpH域をまとめたものが図-5である。一般に言われている亜硝酸菌の至適pH域は⁵⁾7.5 ~ 8.5、硝酸菌が6.5 ~ 8.0であるが、この図より本実験条件下では全体的に亜硝酸化、硝酸化とも上記のpH域より1.5程低くなっていることが分る。

図-6には総窒素累加減少量の経時変化を示す。減少量は190日でカラム2, 4が最も多く、次いでカラム3, カラム1の順になっている。総窒素累加減少量の経時変化の傾向は、各カラムとも初期から約50日まで急激な増加が見られた後、減少量は一度停滞し、その後再び増加を示している。この現象を硝化反応(図-3参照)の経時変化から鑑みると、初期の50日当たりまではpH値が8.5以上と高pHであることから硝化反応が生じておらず、実験初期の約50日間の窒素減少

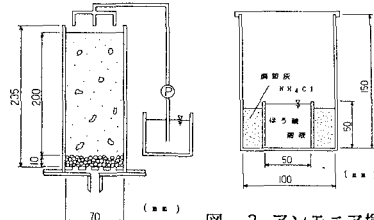


図-1 カラム

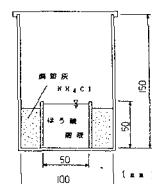


図-2 アンモニア揮散量測定用装置

表-1 充填条件

カラム名	流入物(未燃分3.3%の焼却灰に対して)	充填重量(g)	充填体積(ml)	見掛け密度(t/ml)	炭素含有量(g)	窒素含有量(g)
カラム 1	なし	1154.5	750.4	1.54	10.26	0.163
カラム 2	未燃分37.1%の焼却灰を42.9%	1154.4	769.7	1.50	56.45	2.863
カラム 3	長さ1cmの稲わらを1.5%	1170.7	815.9	1.43	16.75	0.163
カラム 4	なし	1154.1	750.4	1.54	10.25	0.163

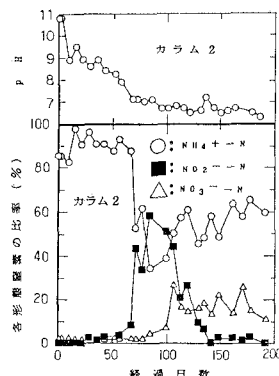


図-3 各形態窒素とpHの経時変化

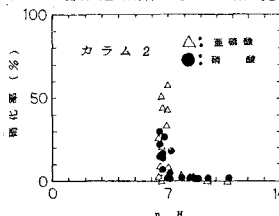


図-4 硝化率とpHの関係

は生物的酸化脱窒反応の可能性は低く、“Ammonia Stripping”が生じていたことが考えられた。そこで、焼却灰からのアンモニア揮散量を求めてみると図-7のようになり、アンモニアの揮散の事実が確認され、この結果を用い本実験におけるアンモニア揮散量を推算することにした。

また、脱窒量を求めるに当たっては、アンモニア揮散が浸出水のpH値が8.5以上のときに生じると仮定し、図-6に示した総窒素累加減少量から浸出水のpH値が8.5に下るまでの窒素減少量(アンモニア揮散量)を差し引き「純脱窒量」を算出した。この脱窒量の経時変化を示したものが図-8である。図-8より脱窒量の大小関係は、実験開始時におけるカラム内の炭素含有量と流入水としてカラムに流入した有機炭素量との和の大小関係と一致することが分った。

一方、図-9に有機炭素累加溶出量の経時変化の一例を示す。有機炭素累加溶出量はある時期を境に増加から減少傾向に転じており、この時期は各カラムともアンモニア揮散が停止した後、脱窒が始まる時期(図-6参照)とほぼ同じである。このことは、脱窒に際して層内で有機炭素が消費されることを裏付けるものである。

ところで過去の知見^{4,5)}として、①層内部で脱窒が生じていない場合、有機炭素溶出量は時間(流量)に比例して増加すること②層内部充填物への有機炭素の吸着は認められないこと③の2点が明らかになっている。以上のことから、図-9に示す直線部を脱窒が生じない場合の有機炭素累加溶出量と仮定し、任意経過日数での各カラムの有機炭素累加溶出量との差を有機炭素消費量(A)とした。また、任意経過日数での脱窒量(B)は、図-8をもとに求めた。表-2にAとBの比(A/B)を経過日数150日の各カラムについてまとめた。未燃分の多い焼却灰を充填したカラム2が最も脱窒量が大きく、かつ、A/Bが小さくなっていることから脱窒効率(有機炭素消費量/脱窒量)が最も良いと言える。また、これらの結果を化学量論式より求めた脱窒に必要な有機炭素の量と比較してみると、有機炭素源がメタノールである場合0.93 g/g、グルコースの場合2.06 g/g⁵⁾であることから、表-2に示すカラム1~3の値はアンモニアの揮散を考慮していても、比較的良好な脱窒効率を示していることになる。しかし、カラム4のグルコースを添加しているカラムについては、流入有機炭素の層内での無機化などが見受けられ検討の余地が残されている。

4. まとめ

- (1) 層内充填物が焼却灰主体である浸出水のpHが、約8.5以上と高pHであるときアンモニア揮散が生じる。
- (2) 層内充填物の有機炭素含有量が増加するにつれて、脱窒量も増加する。
- (3) 本実験における脱窒効率は、一般污水处理のそれに比べて約1~3倍の範囲にあり比較的良好と言える。

以上、(1)~(3)のことは、我々が提案している「埋立地は制御いかんによっては、炭素供給源の機能を有する脱窒槽にも成り得る」ことを示唆しているものであり、現場に目を向けると埋立槽内の窒素と同時に有機炭素も除去されることを意味するもので、埋立地の早期安定化につながると考えられる。

< 参考文献 >

- 1) 島岡、粟谷、花嶋、松藤、土木学会西部支部研究発表会, pp164~165, 1986
- 2) 土壤養分分析法, 土壤養分測定法委員会編
- 3) 窒素除去技術集大成, 窒素除去技術集大成編集委員会編
- 4) 島岡、粟谷、花嶋、松藤、廃棄物処理対策全国協議会全国大会, pp.97, 1985
- 5) T.Shimizu, et al., J.Ferment.Technol., 56, 207, 1978

表-2 脱窒量と有機炭素消費量の比率

カラム名	経過日数 (日)	供給有機炭素量 (g)	供給窒素量 (g)	有機炭素消費量(A) (g)	脱窒量(B) (g)	A/B
カラム 1	150	3.51	18.33	2.00	0.76	2.63
カラム 2	150	3.14	17.08	2.40	2.00	1.20
カラム 3	150	3.04	17.04	2.60	0.84	3.10
カラム 4	150	14.38	21.27	23.38	1.82	12.85

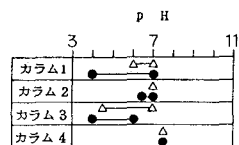


図-5 各カラムのpH域

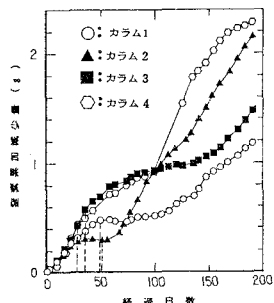


図-6 窒素累加減少量の経時変化

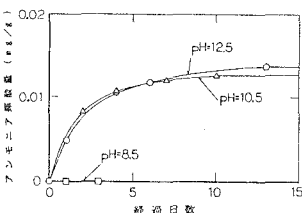
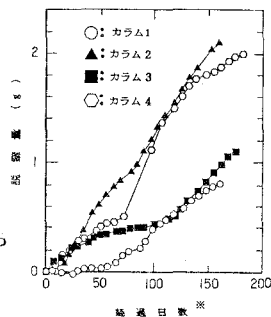


図-7 アンモニア揮散量



※ pHが8.5になった時を0日目とした。

図-8 脱窒量の経時変化

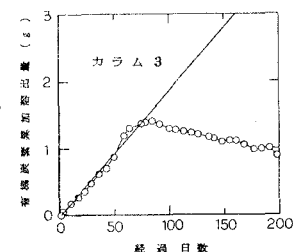


図-9 有機炭素累加溶出量