

II-444

廃棄物埋立層における脱窒に関する基礎的研究

九州大学 工学部○学生員 島岡隆行
 " 正員 粟谷陽一
 " 正員 楠田哲也
 福岡大学 工学部 正員 花嶋正孝
 " 正員 松藤康司

1. はじめに

廃棄物最終処分場(埋立地)からは多量の浸出液が発生し、その高度処理に当っては経済性などいろいろな問題が残されている。このような現状の中で浸出液を埋立層に戻す「循環式準好気性埋立」において浸出液中の窒素成分の減少が確認されている^{1,2)}。この現象は、埋立層内に混在する好気、嫌気部分を積極的に活用すれば硝化・脱窒が促進され、窒素の除去ができることを意味している。今回、焼却灰並びに稲わら、木材チップを充填した埋立模型槽を用いて硝化・脱窒の実験を行い若干の知見を得たので報告する。

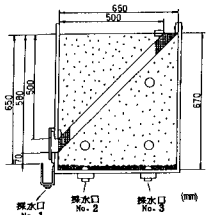


図-1 実験装置

2. 実験装置及び方法

実験装置は図-1に示す埋立模型槽を6槽用い、実際の埋立地に螺旋状で埋設されている蛇籠周辺を再現させる意味で装置対角線上に金網(ステンレス製)の籠(ペルルサドル充填)を設置し、表-1の充填条件で焼却灰(3, 4号槽)、焼却灰と稲わら(1, 2号槽)、焼却灰と木材チップ(5, 6号槽)を蛇籠上下層に充填している。流入水は蛇籠上部より供給し、各採水口より浸出水が流出してくる。1, 3, 5号槽には塩化アンモニウム溶液(約30mg NH₄⁺-N/l)を、2, 4, 6号槽には水道水を供給している。水質分析は、流入水と浸出水の無機三形態窒素、T-N, T-C, pH, アルカリ度について行った。また、槽内部充填物の稲わら、木材チップの分解特性を把握するために別途稲わら、木材チップの分解実験を行った。分解実験は稲わら、木材チップを焼却灰中に埋込み、試料を経時的に取り出し残存重量及び炭素、窒素の含有率を測定した。

表-1 充填条件

槽	充填体積 (cm ³)	充填体重量 (kg)		見掛け密度 (t/m ³)
		焼却灰	稲わら 木材チップ	
1号槽	38880.0	53.145	0.253	1.373
2号槽	38880.0	53.145	0.253	1.373
3号槽	35168.3	47.905	-	1.362
4号槽	35101.6	47.863	-	1.364
5号槽	34155.0	46.924	-	2.328
6号槽	34585.4	46.824	-	2.360

3. 実験結果

採水口により流出水水質は異なり、採水口NO.1の水質は蛇籠や蛇籠直下の充填物に沿って流出してくるため流入水水質とほとんど変化がなかった。採水口NO.2と採水口NO.3の流出水質の経時変化は似た傾向を示し、特に採水口NO.3は3つの採水口の中でも充填物中の流下距離が最も長く、かつ、流出水量が他の採水口より小さいので最も水質の変化が著しかった。そこで本稿では採水口NO.3に注目し、各槽の窒素・炭素の挙動について比較検討を行った。

図-2~4は1, 3, 5号槽の浸出水の無機三形態窒素濃度の経時変化を示したものである。各槽とも60日ごろからアンモニア性窒素が減少し始め、それに対応して亜硝酸性窒素の増加、更に5号槽が120日目、1, 3号槽が250日目付近から硝酸性窒素が検出され始めた。以上のように水処理等の硝化反応に比較すると本実験では極めて長い日数を経て硝化反応が進行していることが分る。また、硝化反応は焼却灰のみを充填した3号槽よりも、有機物を多く含む稲わら、木材チップを充填している1, 5号槽の方が顕著であると言え、稲わら、木材チップの混入による槽内間隙の増大に起因しているものとも考えられる。

次に、硝化反応に伴う炭素の挙動をみた。図-5, 6に1~6号槽の無機炭素の溶出量を示す。図-5より塩化アンモニウム溶液を供給していない2, 4, 6号槽の無機炭素溶出量は硝化反応が殆んど見られないことから、流出水量に比例して累加溶出量が増加している。また、槽別の比較をしてみると、焼却灰のみを充填している槽よりも稲わら、木材チップを混入している槽の方が無機炭素溶出量が大きいことが分る。このことから

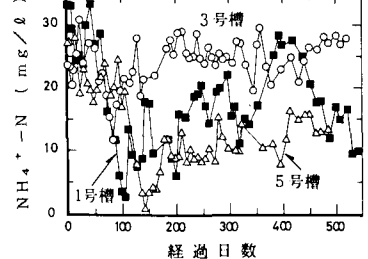


図-2 アンモニア性窒素の経時変化

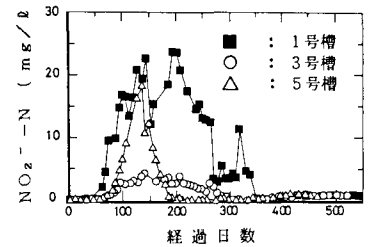


図-3 亜硝酸性窒素の経時変化

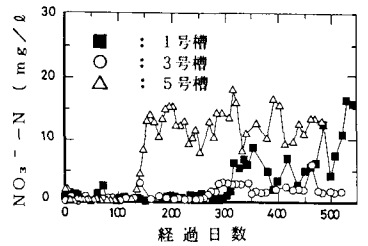


図-4 硝酸性窒素の経時変化

槽内で稲わら、木材チップの有機炭素が分解された後、無機化され溶出しているものと考えられる。硝化反応が生じている1, 3, 5号槽の無機炭素溶出量を示したものが図-6で、焼却灰のみ充填の3号槽は直線的に増加しているのに対し、稲わら、木材チップ混入の1, 5号槽は硝化期を境に減少傾向に転じている。2, 4, 6号槽の炭素溶出量の変化から類推すると1, 3, 5号槽内部で硝化により無機炭素が消費されたものと考えられる。

総窒素濃度の減少から総窒素減少量を求めたものを図-7に示す。この図から5号槽が窒素減少量が最も大きく、1号槽、3号槽の順に減少量が小さくなっていることが分る。そこで、窒素の減少が脱窒によるものか否かの確認と、窒素減少量と有機炭素の稲わら、木材チップからの分解、溶出量の比較検討をすることにした。表-2は、本実験と別途に行った分解実験のデータを基に現在の槽内部の稲わら、木材チップの残存重量、炭素・窒素含有率を類推し、その推定値から窒素・炭素変動量を求めたものをまとめたものである。まず始めに窒素含有率についてであるが、充填時の総含有量が稲わらが約1.2g、木材チップが約2.0gであり、また、この分解実験の窒素含有率の変化分(図-7, 8参照)は埋立模型槽の窒素減少量に比べ1割以下と小さいことが分る。更に、焼却灰中の窒素含有率の変化も既報のカラム実験のデータ²⁾を参考にすると実験期間400日間で含有率は0.01~0.02%程度上るものの、やはり窒素減少量に比べて小さいと言える。以上のことより窒素の減少は槽内に吸着しているのではなく脱窒であると考えられた。次に、有機炭素の含有率の変化を見てみると稲わら、木材チップともに約50gの有機炭素が分解溶出している。しかも既報のカラム実験のデータでは、焼却灰の炭素含有率は0.1%ほど減少していたことを考慮すると更に多くの有機炭素が分解溶出していると考えられる。

図-10に、1号槽、2号槽の有機炭素溶出量の変化を示す。この図より水道水を供給し脱窒が生じていない2号槽は、有機炭素溶出量が増加し続けている。それに対し、塩化アンモニウムを供給し脱窒が生じている1号槽は、槽内部で有機炭素が分解、溶出しているにもかかわらず溶出量が増加がしていないことから、槽内部で有機炭素が硝化・脱窒に際して消費されていると判断した。

4. まとめ

- (1) 埋立充填物が焼却灰だけの時よりも稲わら、木材チップ等の有機炭素が共存する方が硝化反応は促進される。
- (2) 窒素の減少は層内部での脱窒であることが考えられる。
- (3) 稲わら、チップが共存する方が、焼却灰のみの時よりも脱窒量は大きい。

以上の結果は「廃棄物埋立槽は、浸出液を循環することにより脱窒槽にも成り得る。」という今迄の一連の実験の前提を裏付けるものであり、埋立地に搬入されるごみ組成を考慮に入ると現場においても脱窒が生じることが示唆されるものである。また、この事は、埋立地内に存在する有機物の分解の促進につながり、長期的には埋立地の安定化にも寄与するものと考えられる。

< 参考文献 >

- 1) 松藤, 花嶋他; 廃棄物と循環式準好気性埋立 (3) 昭和54年度 全国都市清掃研究発表会
- 2) 粟谷, 花嶋, 松藤, 島岡; 廃棄物埋立層における窒素の分解過程に関する研究 (4) 昭和60年度 土木学会西部支部研究発表会

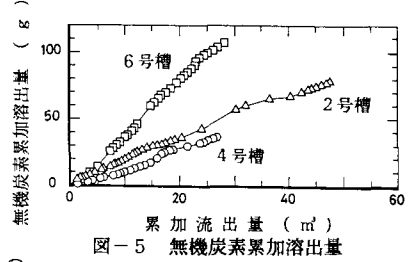


図-5 無機炭素累加溶出量

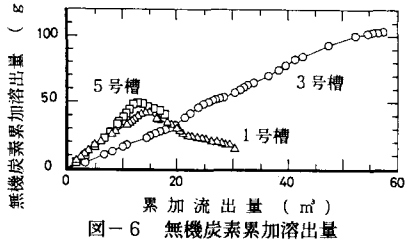


図-6 無機炭素累加溶出量

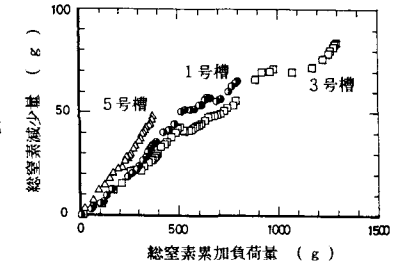


図-7 総窒素減少量

表-2 炭素・窒素含有率の変化

	稲わら		木材チップ	
経過日数(日)	0	543	0	485
残存率(%)	100.0	25.0	100.0	90.0
乾燥残存量(g)	220.7	55.2	1745.9	1571.3
炭含有率(%)	36.9	45.0	45.2	47.0
含有量(g)	81.44	24.84	789.15	738.51
炭減少量(g)	50.60		50.64	
窒含有率(%)	0.531	1.35	0.112	0.40
含有量(g)	1.17	0.75	1.96	6.29
窒減少量(g)	0.42		-4.33	

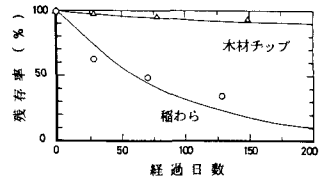


図-8 稲わら, 木材チップ残存率

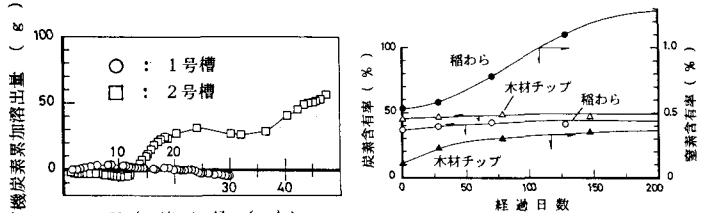


図-9 稲わら, 木材チップの炭素・窒素含有率

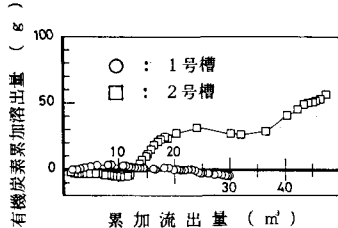


図-10 有機炭素累加溶出量