

II-466

廃棄物埋立処分場浸出水集排水管近傍における
有機汚濁浄化能に関する実験的研究

北海道大学工学部 (正)柴田 清(現(株)タクマ勤務)

(正)田中 信寿 (正)松藤 敏彦

(正)神山 桂一 平田 雄彦

1.はじめに

埋立処分場において発生する浸出水には、廃棄物中の分解性成分(有機物)による有機汚濁が含まれており、廃水処理により排水基準まで浄化されて放流され、埋立処分地自体も有機汚濁の浄化能力を持っている。これは、埋立層内の微生物の有機汚濁分解能力を利用するもので、近年の研究により好気性微生物による分解能力を積極的に利用する準好気性埋立が、浸出水中のBODを早期に低下させるという点で秀れていると言われている。しかし、準好気性埋立の優秀性が、浸出水集排水管近傍の好気性ゾーンでの浸出水中有機汚濁浄化に起因しているのか、あるいは堆肥化反応のように廃棄物中の有機物そのものが分解されて可溶性有機汚濁生成量が減少することに起因しているのか、まだ明確でない。

本研究はこの2つの機構のうち前者について検討するため、集排水管近傍を模擬した室内カラム実験を行い、その浄化能力を評価した。

2.実験方法

(1)実験装置の概要

実験装置は、図-1に示すようなものを用い、斜線部が充填層(直径:15.4cm, 深さ:20.0cm, 容積:3.7ℓ)で、人工汚水を一定流量(約400mℓ/日)で上部空間に滴下し、それと相反する方向で一定流量(1~6ℓ/日)の空気を下部空間より送り込む。また、人工汚水は有機炭素成分としてCH₃COOHを用い、TOCとして300mg/ℓとし、窒素成分(NH₄Cl)とリン成分(Na₂HPO₄)をBOD:N:P=100:5:1となるように添加した。実験材料は、表-1のようにし、No.1カラムは焼却灰を、No.2,3はそれぞれ人工ごみで、前者は空隙の大きなもの(不燃ごみ)、後者は空隙の小さなもの(混合ごみ)を想定して作った。

(2)実験方法と測定項目

測定項目は、1:流入空気量と流出ガス量
2:ガスの組成 3:温度 4:流入人工汚水量と浸出水量 5:浸出水のTOC 6:浸出水のIC 7:浸出水のアンモニア性窒素濃度 8:浸出水の硝酸、亜硝酸性窒素濃度 を1~6については毎日、7,8については定常状態と見なした時のみ測定した。

定常状態の判断は、流出ガスの酸素濃度(P_{O₂}/P_a)の経日変化より行った。

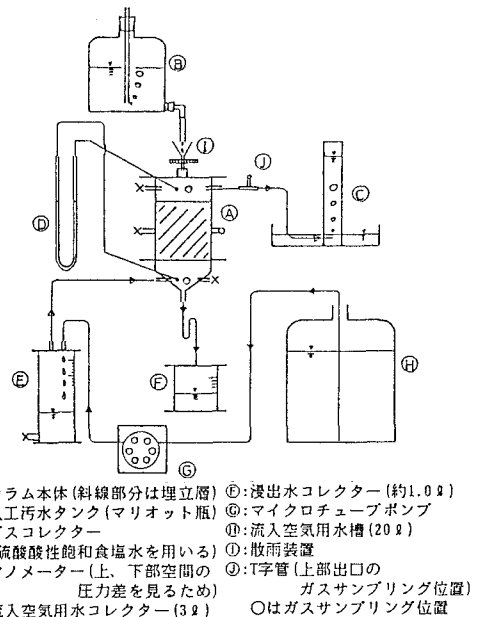


図-1 実験装置図

表-1 実験材料

カラムNo.	組成	重量比[%]	真密度[kg/l]	充填量[g]	空隙率ε[-]*
No. 1 (焼却灰)	焼却灰(篠路)	100	2.67	5100	0.2065
No. 2 (不燃ごみ)	割箸 断熱材 ちり紙 ガラス 土	30.8 15.4 15.4 20.8 7.6	1.28 0.03 1.58 2.21 2.13	272.0	0.4320
No. 3 (混合ごみ)	新聞紙 ちり紙 布 段ボール 落葉 土 プラスチック ガラス スチールカン ビニールチューブ	11.5 5.9 7.0 19.8 4.0 3.0 13.6 6.7 5.1 23.4	1.43 1.58 1.44 1.35 0.64 2.13 0.96 2.21 5.07 1.10	950.8	0.280

*:固相、液相を除いたガスの割合

また、上記の測定結果より、酸素減少速度(R_{O_2})[mol/($m^3 \cdot h$)]、炭酸ガス生成速度(R_{CO_2})[mol/($m^3 \cdot h$)]及びTOC減少速度(R_{TOC})[mol/($m^3 \cdot h$)]を求め、これらの経日変化により定常状態であることを再確認した。2については、カラム上部空間、埋立層中央部、カラム下部空間の3ヶ所からサンプリングし、上部空間(出口)と埋立層中央部のガス組成を算術平均することで、各カラムの酸素濃度代表値とした。

R_{O_2} の計算は、次のとおりである。

$$R_{O_2}[\text{mol}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})] = (\text{流入空気量}[\text{m}^3/\text{h}] \times \text{空気中}O_2\text{濃度}[-] - \text{流出ガス量}[\text{m}^3/\text{h}] \times \text{流出ガス中}O_2\text{濃度}[-]) / \text{ごみ層容積}[\text{m}^3] / (24.0 \times 10^3 [\text{m}^3/\text{mol}]) \quad (1)$$

$$\text{流出ガス量} = \text{流入空気量} \times (\text{空気中の}N_2\text{濃度} / \text{カラム上部空間ガス中の}N_2\text{濃度}) \quad (2)$$

3. 実験結果と考察

ごみ層における R_{O_2} と P_{O_2}/P_0 の関係を次のモノー式で表現する。

$$R_{O_2} = R_1^{\text{max}} \times \frac{P_{O_2}}{K_{O_2} + P_{O_2}} \quad (3)$$

Lineweaver-burkプロットすると図-2のようになり、これより R_1^{max} [mol/($m^3 \cdot h$)], K_{O_2}/P_0 [-]を求めると、No.1カラム: $R_1^{\text{max}}=0.232$, $K_{O_2}/P_0=0.017$, No.2カラム: $R_1^{\text{max}}=0.160$, $K_{O_2}/P_0=0.022$, No.3カラム: $R_1^{\text{max}}=0.432$, $K_{O_2}/P_0=0.069$ となった。これらの結果において、各カラムとも人工汚水のTOC量がやや不足していたと考えられるが、ごみ自体の有機成分が不足分を補っていると思われるので得られた R_1^{max} , K_{O_2}/P_0 に大きな相違は生じなかったと考えられる。また、 R_1^{max} をBOD容積負荷[kg/($m^3 \cdot \text{日}$))]に換算すると(但し、酸素消費量=BOD除去と考える)、No.1カラム:0.18, No.2カラム:0.12, No.3カラム:0.33となる。一方、活性汚泥法は、0.3~0.8であるのでごみ埋立層の好気性ゾーンのBOD除去能力は比較的高いと言える。

硝化、脱窒についての結果は、一般にはごみ層内の酸素濃度が高くなると、嫌気状態が失われて脱窒が抑制されていると考えられているが、今回の結果ではそのような傾向は明瞭には見られなかった。また、各カラムとも脱窒率と硝化率がほとんど等しく、硝化が進むと脱窒が速やかに行われるようである。

4. おわりに

以上の実験により得られた結果と、今後の課題は次のようになる。

- ① 準好気性埋立構造における好気性ゾーンでの有機汚濁浄化能力はかなり期待できる。
- ② カラム内の微生物の活性を把握するのに、酸素の消費速度を利用することができる。
- ③ ごみ層における酸素消費速度式はモノー型の式で表現できる。
- ④ 今回の実験では、人工汚水の濃度、成分を一定としたが、今後の実験では、より多くの条件で実験を行うことが必要である。
- ⑤ 今回の実験ではごみ自体の分解があり、ごみ層のBOD除去能力を純粋に測定したとは言えないので、実験を継続することにより、より正確な R_{O_2} と P_{O_2} の関係を導く必要がある。

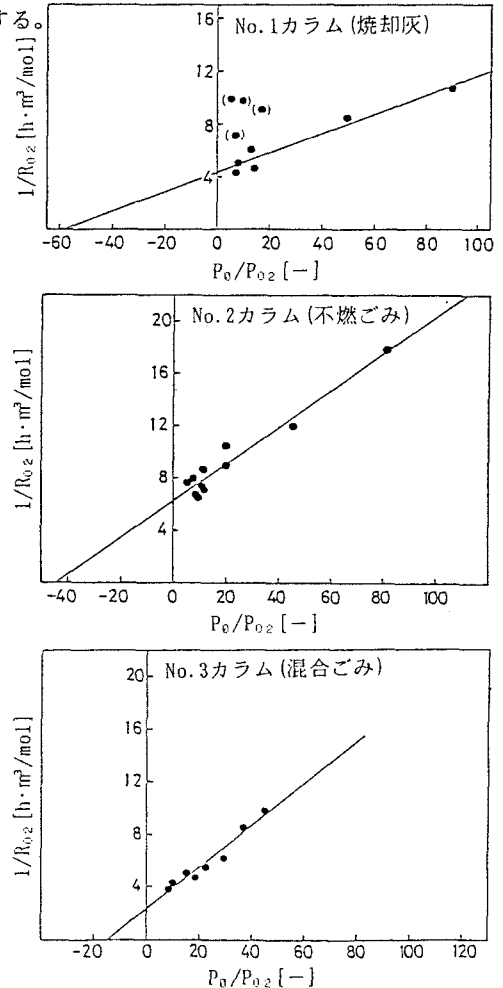


図-2 酸素濃度と酸素消費速度の関係