

II-340 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（第2報）

北海道大学工学部（正）田中信寿（正）松藤敏彦
平田雄彦（現（株）IHI）

1. はじめに

廃棄物埋立処分場浸出水中には、公共水域を汚染するBOD成分が含まれており、これを浄化するために、水処理施設が設置されている。しかし、埋立地自体において微生物の生殖が可能であるから、埋立地そのものにもBOD除去能力を期待することができる。そのような機能を持つ領域の一つとして演者らは、外気の層内への浸入が予想される準好気性埋立地の浸出水集排水管近傍を想定し、集排水管への空気の流れ機構や流入量に影響を与える因子の解明、ごみ層中の好気的ゾーンにおけるBOD除去能力の実験的把握、浸出水集排水管からごみ層内への酸素の拡散移動による浸出水中BOD除去能力と集排水管径設計の検討などの研究を行ってきた¹⁾。また、この現象が、準好気性埋立構造の埋立地において浸出水の安定化が早いと評価される根拠であると考えている。本報告は、前報¹⁾に続いて継続して行った、好気のごみ層のむつBOD除去能力検証実験の続報である。

2. 実験方法

実験装置は前報と同じでカラム上部から人工汚水（ CH_3COOH 4500 mg/L, NH_4Cl 917mg/L, KH_2PO_4 210mg/L、ただし、混合ごみでは各々 3750, 764, 175である）を、下部から空気を強制的に微量流入させた。空気の流入量を調整することにより層内の酸素濃度を变化させた。今回の実験では、前回と同様に廃棄物層の酸素消費速度（BOD除去速度）と層内酸素濃度の関係をモノ一試で表現することの検討を行い、さらに汚水量を变化させることによって酸素消費速度に対する水量の影響を求めた。

3つのカラム（No.1:焼却灰、No.2:不燃ごみ、No.3:混合ごみ）の充填時の特性等は前報の通りである。ただし、今回の継続実験では焼却灰層は酸化鉄の生成で槽内の目詰まりが激しく、通水が困難であり十分な実験データを取れなかった。また、混合ごみ槽でも槽内の水分滞留量が多く（特に層底部の支え網部上部の滞水量が多い）、そのため層内への空気供給が不安定であり、今実験の終盤では層底部に輪切りしたビニールチューブを挿入するなどの措置を取った。また、前報の実験に加えて、No.4:碎石（径が2.5~7cm、比重2.65）を充填したカラム（層の深さ33.5cm、充填量8.81kg）を作成し、同様の実験を行った。

なお、実験は'89.7.5~'89.12.27（前報に報告）に行った後、実験を停止していたが、'90.7.22に人工汚水を再度注入して再開し、現在まで継続中である。碎石カラムは'90.9.22から開始した。本報告は、'91.4~'92.2までの実験成果に対応する。

3. 実験結果

3.1 層内の酸素ガス濃度分布と混合状態

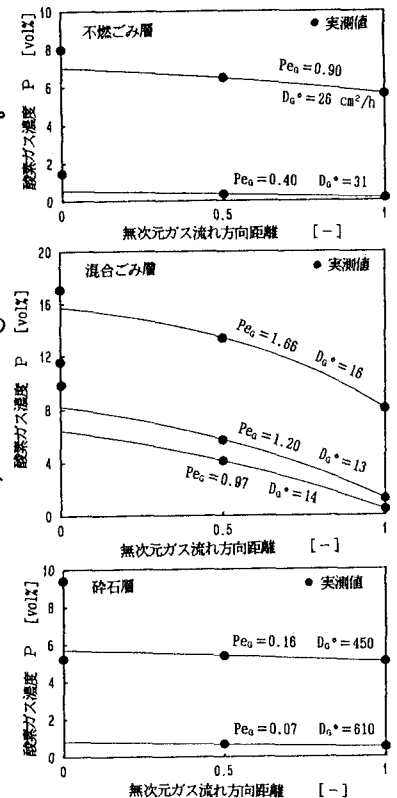


図1 ごみ層内酸素ガス濃度分布

カラム内のガス組成は、カラム下部空間、層内中央、カラム上部空間の三カ所で測定している。その結果の例を図1に示す。大気が入るカラム下部で既に酸素濃度が低下していることから、カラム内部では拡散により多くの酸素が層内に流入していると推定される。また、混合ごみは層内の分布が大きく、内部が均一になっているとは言えないが、不燃ごみ及び砕石カラムでは均一な酸素濃度にあった。さらに、層内は拡散流れモデル、上下空間は完全混合流れモデルで表現できると前提にして層内の酸素濃度分布を模擬すると図中の実線のようになり、有効ガス拡散係数 D_0^* は空気の流入速度によらず一定値となり、その値は図1中に示した。砕石層は当然大きな D_0^* を示し、混合ごみ層は最も小さな値となった。

表1 層内の水分、ガスの体積率

カラム	汚水流量 [mm/d]	滞留時間*2 [h/cm]	Pe*3 [-]	水相率 [vol%]	水相率 [wt%]	気相率 [vol%]
不燃ごみ	11.7	3.5	8.2	17.2	70.2	41.6
混合ごみ*	15.6	4.6	3.7	29.8	53.8	39.1
砕石	24.0	0.6	4.9	5.9	4.0	40.8

*:チューブ挿入前、*2:層内平均滞留時間/層深さ、*3: $Pe = q \cdot L / D_0^*$

表2 実験で得られた R_1^{***} 、 K_0 の値

カラム	人工汚水量 [mm/d]	R_1^{***} [mol/(m ³ ·h)]	K_0 [vol%]	TOC除去率 [%]
不燃ごみ	7.8	0.251	0.07	≒100
	14.2	0.409	0.15	92
	21.9	0.452	0.29	66
混合ごみ	7.5*	0.173	0.02	82
	15.0	0.444	1.54	≒100
砕石	15.3	0.310	0.23	≒100
	23.1	0.366	0.17	85
	36.5	0.490	0.31	86

*:チューブ挿入前

3.2層内の容積水分率と混合状態

人工汚水中のNaCl濃度を変えてトレーサ応答を行い、層内の滞水量を測定した。その結果を体積含水率の形で表1に示した。また、廃棄物充填量を充填時のままで変化しなかったとして重量含水率、気相体積率を計算して示した。さらに、トレーサ応答の結果から層内の水流れを拡散モデルで表現するときのペクレ数 Pe を計算して表1に示した。これから層内の水流れの混合が激しい（より正確には層内の水の滞留時間分布が完全混合のそれに近い）ことが分かり、層内のTOC濃度は場所によらずほぼ均一であると考えることができる。

3.3酸素消費速度の測定結果

空気流入量測定、ガス組成分析、浸出水中TOC、IC濃度分析から、好気性廃棄物・砕石層の酸素消費速度、炭酸ガス生成速度、TOC浄化速度を計算した。定常状態においては、これらの値はほぼ一致し、実験層内では、好気性微生物反応が起こっており、さらに酸素消費速度をTOC(BOD)除去速度の代用として使うことが分かった。このことは前報の成果と同じである。

酸素濃度は3.1の考察から、層内中央の酸素ガス濃度を代表値として採用した。前報と同様にモノー式($R_1 = R_1^{***} \times P / (K_0 + P)$ ここで R_1 :酸素吸収速度、 R_1^{***} :最大酸素吸収速度、 P :層内酸素分圧、 K_0 :飽和定数)で表現することができた。今回の実験では、層内酸素濃度の非定常変化を利用した解析も行ったが、この方法でも定常法的に得た値と一致した。このことは、微生物の酸素吸収がガス中の酸素濃度にきわめてよく対応することを意味している。

得られたモノー式のパラメータ値を表2に示した。得られた値は前報と比較して、 R_1^{***} は大きな変化はなかったのに対して、 K_0 は非常に小さくなり、層内の微生物が低酸素環境に馴致されたと思われる。また、全てのカラムについて、廃棄物・砕石容積当りの最大酸素消費速度 R_1^{***} はほぼ同じ値となったことは興味深く、特に砕石層でBOD除去能力が高いことは浸出水集排水管路近傍のBOD除去能力を安定的に確保する上で重要である。さらに、水量の増加と共に、 R_1^{***} は増加していくが、TOC除去率(表2)は低下する傾向にある。このことは、降雨量の増加時には浸出水中のBODが増加する可能性があることを示している。

引用文献

- 1) 田中信寿、松藤敏彦、柴田清、神山桂一：土木学会第45回年次学術講演会、II-462, II-466, II-467 (平成2年9月)
- 2) T. MATSUTO, N. TANAKA and K. KOYAMA: Stabilization mechanism of leachate from semi-aerobic sanitary landfills of organic-rich waste, Proceedings Sardinia 91, Third International Landfill Symposium, 875-888(1991)