

北海道大学 工学部 (正) 牧 明彦 (千代田デウス・アドム・ア)

(正) 田中 信寿

(正) 神山 桂一

1はじめに 厨芥などの腐敗物を含む都市ごみが埋立地に堆積され、好気的分解を受ける場合、ごみ層が要求する酸素量より、はるかに少ない空気量しか供給されないのが一般的状況であり、埋立処分地における基本形態であると思われる。このような時、ごみ層の好気性分解がどのように進行するかについて実験的に検討した。

2実験 2.1実験内容 実験は図1に示した装置及び条件により行なった。測定は温度とガス組成( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ )などについて行ない、温度は図示した、ごみ層中心の8点、ごみ層の上下空間、カラム表面7点と室温について測定した。ガスの採取はごみ層の中心及びカラム壁近傍から、特に下流側2か所をさらにもう1か所追加して行ない、TCDにより分析した。併せて室内空気とカラムからの排ガスについても同様の分析を行なった。

2.2実験結果 ごみ層(中心)温度の経時変化を図2に示す。実験開始当初の部分を拡大して別に示した。ごみ層の半径方向の温度差を中心とカラム外表面との差で見ると、最大の中心温度(約63℃)時に最大の温度差(約8℃)を示した。ごみ層内 $O_2$ 濃度の経時変化を図3に示す。呼吸商は全体に経時的、場所的変動は小さく、大略0.9であった。ガス組成の半径方向分布はごみの腐敗成分の不均質性を反映して、ある程度の分布がみられた。図3はこれを考慮して平均的な組成を求め、示した。特に、 $L=5$ cmでは大きな分布を示し、 $O_2$ 濃度について最大5%の相違があった。これは、ごみ層の支持板(25mm正方格子状に9mm中の吹込孔)からの空気吹込み流れが安定した流れになるまで一定の距離が必要であることを示している。

3考察 3.1分解の特徴 従来の報告と同様に好気性分解のパターンに2相あることが見られ、各々、中温菌、高温菌の活動による分解相である。前者については図2から分るように、いずれの位置についても41~43

℃で分解速度が低下していることからも理解できる。本実験の目的に沿わせるためごみ層の深さに対して通気量を少なくしたために部分的(下層)に分解反応が生じ、その分解反応部分が時間の経過と共に下流側(上)に移行していくことが認められ、これは中温菌及び高温菌によるいずれの分解でも見られた。

このことはごみ層を10cmごとに区切り、その間の $O_2$ 消費速度を計算することによっても確認することができる(図4)。又、実験期間30日での全 $O_2$ 消費量を10cmごとに求める(図5)と、空気流入側の10cm間で大きく、10~20、20~30cm間で小さくなった。これは空気の吹込み流れが安定するまでの助走区間において逆混

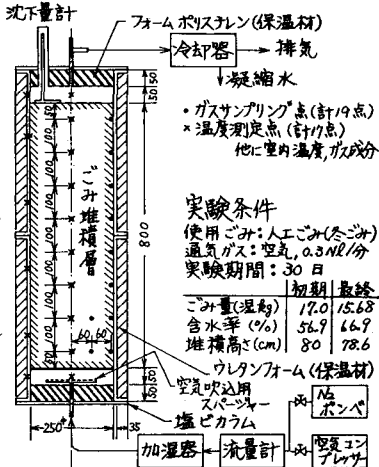


図1 実験装置と条件

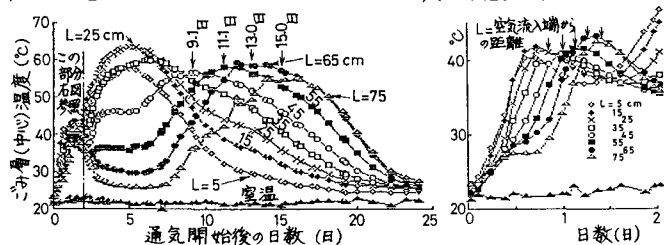
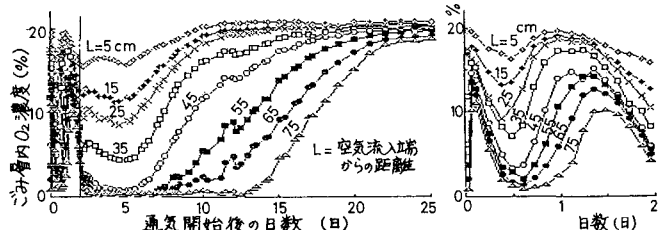


図2 ごみ層(中心)温度の経時変化

図3 ごみ層内 $O_2$ 濃度の経時変化

合が大きいことの影響であると思われる。又、下流側に向けて全O<sub>2</sub>消費量が小さくなっていくのはカラム上部からの放熱の影響で温度上昇がおさえられるからである。

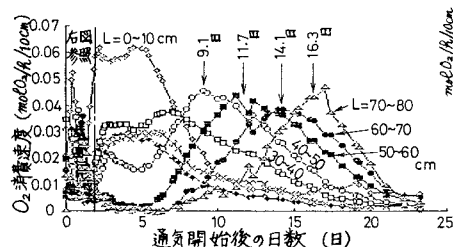


図4 O<sub>2</sub>消費速度の経時変化

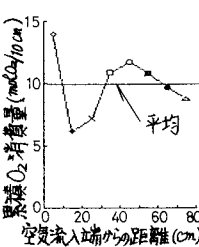
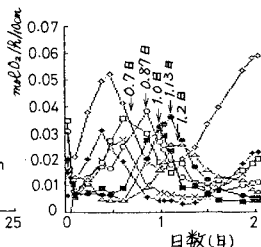


図5 全O<sub>2</sub>消費量

表1 分解部分の移動速度 (cm/日)

| 分類    | 速度 | 温度プロファイルから(図2) | O <sub>2</sub> 消費速度から(図4) | 計算による | O <sub>2</sub> 消費量 (mol/cm) |
|-------|----|----------------|---------------------------|-------|-----------------------------|
| 中温菌分解 | 80 | 70             | 53                        | 0.075 |                             |
| 高温菌分解 | 5  | 4              | 4.4                       | 0.9   |                             |

### 3.2 分解部分の厚さと移動速度

流れ方向でみたO<sub>2</sub>濃度の分布(図6)から見ると、本実験では分解部分の厚さ(高温菌分解)は約60cmであった。さらに

図2, 4から分解部分の移動速度を求めると、表1のようになる。表中の計算によるとはO<sub>2</sub>供給速度(本実験では4 mol O<sub>2</sub>/日)とごみ層の単位長さ当りのO<sub>2</sub>消費量(mol O<sub>2</sub>/cm)の比で求めることである。

### 3.3 ごみ層内のガス側の混合状態

分解実験終了時に通気ガスを空気からN<sub>2</sub>にステップ状に切替え、トレーサ応答を調べた(図7)。L=35, 55, 75 cmでのN<sub>2</sub>濃度の経時変化は、時間軸方向に移動させることによってお互いに重ね合えられる形になっている。従ってこの部分のガス側流れは、ほぼ押し出し流れとみてよい。この時間のずれからガス側のホールドアップ(空疎率)を求めると64%であった。実験の最終条件から乾ごみと水と空気の容積比を求めると9%, 27%, 64%となり、トレーサ応答の結果と一致する。なお、ごみの真密度として1.54 kg/l(実測)を用いた。

### 3.4 ごみ層の見掛け熱伝導率k<sub>e</sub>

次式によりk<sub>e</sub>を求めた。k<sub>e</sub>=2, 3, …, 7について

$$k_e = \Delta L \left( C \frac{dT_R}{dt} - H_0 \Delta O_2 k + S_{sw} K_{sw} (T_{wR} - T_R) - G \left( I \left( \frac{T_R + T_{R+1}}{2} \right) - I \left( \frac{T_R + T_{R-1}}{2} \right) \right) \right) / S (T_{R-1} + T_{R+1} - 2T_R)$$

ここで添字RはL=10(R-1)+5 cmでの実測値を意味する。実測値: T; ごみ層中心温度, T<sub>w</sub>; カラム外壁表面温度, T<sub>r</sub>; 室温, ΔO<sub>2</sub>; L=10(R-1)~10Rの間の酸素消費速度(mol/h/10cm), パラメータ値: ΔL=10cm, S; カラム断面積(=π/4(25)<sup>2</sup> cm<sup>2</sup>), C; ごみの熱容量(=1.518 kcal/c/10cm), H<sub>0</sub>; O<sub>2</sub>消費量当りの分解反応生成熱(=106 kcal/mol O<sub>2</sub>), S<sub>sw</sub>; 保温材表面積(=2π(0.1510)×0.1 m<sup>2</sup>), K<sub>sw</sub>; 側面を通しての放熱に関する総括伝熱係数(=k<sub>sw</sub>/Δ + 1 = 0.975 kcal/m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>), ここでk<sub>sw</sub>; 保温材の厚み(=0.035 m), k<sub>sw</sub>; 保温材の熱伝導率(=0.04 kcal/m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>), α; 保温材表面の自然対流伝熱係数(=10 kcal/m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>), G; ガス流量(=0.0223 kg/s), (I(1)-I(1)); 出入するガスのエンタルピー差(相対温度100%)(kcal/kg) 得られたk<sub>e</sub>値は大略、0.4 kcal/m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>であった。参考を示すと、紙、木材、空気、水の熱伝導率は0.12, 0.024(40℃), 0.53(40℃) kcal/m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>である。前述の容積比を用いて加重平均を求めると0.17 kcal/m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>となる。

### 3.5 本実験装置の熱収支

図8(左)に装置からの放熱を、側面、上面、下面及びガスによる持ち出しに分けて計算して示した。最上にある線が全放熱速度である。図8(右)に蓄熱速度と放熱速度の和として熱発生速度を示し、併せて、ごみ層全体でのO<sub>2</sub>消費速度を示した。

これら2つの曲線は相俟形であり、一般に知られている発熱量とO<sub>2</sub>消費量の比例関係を裏づけている。

引用文献 この研究に関連する著者の既往の発表(1~6)

- 1) 大田, 神山, 井上; 33回土木学会年報 II-69
- 2) 神山, 井上; 34回土木学会年報 II-23
- 3) 神山, 田中, 井上; 35回土木学会年報 II-410
- 4) 神山, 田中, 井上; 36回土木学会年報 II-17
- 5) 岡田, 田中, 神山; II-18
- 6) 大田, 神山, 井上; 73回土木学会年報 II-19 (1982)
- 7) 永井; 醗酵工学, 56, (5) p553



図8 実験装置の熱収支

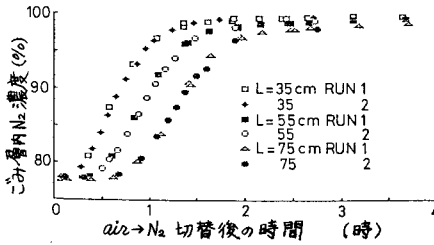


図7 トレーサ応答