

有機性廃水汚泥の土壌内分解

松江高専 正○上 田 務
 松江高専 正 宇 野 和 男
 松江高専 原 誠 治

1. まえがき

自然界には微生物による自然の浄化機構が存在している。微生物のこの自然浄化能力は、有機廃水処理、有機廃水汚泥の処理においても重要な役割を担っている。土壌内部における物質循環の主たる担い手がこの微生物であることは論を待たない。有機廃水汚泥の土壌処理は、この微生物の働きにより汚泥有機物の無害化を図るとともに、汚泥に含まれる肥効成分の土壌還元、土壌改良といった資源の循環、再利用という重要な側面をもっている。

本報は、土壌に混入された汚泥有機物の分解に及ぼす土壌気相内酸素ガス濃度の影響についての検討を行い、土壌のBOD試験ともいうべき、土壌内有機物分解量の測定方法の導入に資するものである。

2. 有機物分解の速度式

汚泥有機物を包括してひとつの反応物と捉えて O_2 ガスと反応する状態、



を想定すると、この有機物の反応速度 $d[Or]/dt$ は次式となる。

$$\frac{d[Or]}{dt} = -k [Or]^m [O_2]^n \quad \dots (1)$$

ここに、 $[Or]$:土壌内有機物濃度 (mg/g), $[O_2]$:土壌間隙気相内 O_2 ガス濃度 (mg/l), k :分解反応速度定数, m, n :それぞれ, $[Or]$, $[O_2]$ に関する反応次数である。(1)式において, O_2 ガス濃度の変化が無視できる状態を考え, $k [O_2]^n$ をあらためて定数 k' とおくと, (1)式は,

$$\frac{d[Or]}{dt} = -k' [Or]^m \quad \dots (2)$$

$$\text{ここで, } k' = k [O_2]^n \quad \dots (3)$$

(2)式において, 両対数目盛上に, 残存する有機物量 $[Or]$ と有限時間あたりの有機物分解量 $-\Delta[Or]/\Delta t$ をプロットすることによって m, k' が求められる。報告者らの実験¹⁾ から, 水中有機物の分解の場合と同様, 下水汚泥中有機物の土壌内分解に関して, この有機物量 $[Or]$ に関する反応次数は, $m=1$ において実用上差し支えないと考えている。

いっぽう, 式(3)についても, いくつかの O_2 ガス濃度の下で有機物分解量を測定し, (2)式より求めた k' を両対数目盛上にプロットすることにより, O_2 ガスに関する反応次数 n および(1)式における反応速度定数 k が求められる。

しかしながら, これまでの報告者らの実験¹⁾ で, 土壌内部での, 比較的長期にわたる汚泥有機物の好氣的分解に関しては, 汚泥有機物全体を分解速度定数 k が一定であるひとつの有機物集団として包括して取り扱うには無理があり, 分解速度定数 k の異なるいくつかの有機物集団の複合として取り扱うべきであると考えてきた。この場合, 土壌内での汚泥有機物分解を表す反応式は(2)式を例にとって次式のようになる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{d[Or]}{dt} &= \sum_{i=1}^n \frac{d[Or_i]}{dt}, & [Or] &= \sum_{i=1}^n [Or_i], \\ \frac{d[Or_i]}{dt} &= -k_i [Or_i]^m \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

ここで, 添字 i は, 分解性によって n 個に区分される有機物集団の i 番目のグループを示しており, 汚泥の性質によって異なろうが, 1ヶ月程度にわたる報告者ら¹⁾ の測定期間では, $i=2\sim3$ となっている。この場合には, 有機物の構成比率, 反応定数 k , 反応次数 n を仮定して, 測定値に対するカーブフィッテ

ィングを行うことによって、 k 、 n が求められる。

3. 実験装置

測定には、図1に示す装置を用いる。

下水汚泥を混入した土壌カラムを作成し、空気または窒素-酸素混合ガスを通気する。混合ガスの酸素濃度は、

1.3%, 2.5%, 5.0%, 10% とした。土壌内に混入された汚泥有機物の分解によって生じる CO_2 ガスは CO_2 吸収容器内の KOH 溶液により吸収する。 CO_2 吸

収容器を適当な時間間隔で取り替え、吸収された CO_2 量を滴定によって測定し、有機物分解量に換算する。土壌カラムの直径は 3.0cm、長さ 10cm、である。カラムに充填する土壌試料は、山砂（真砂土）を粒径 1.2~0.6mm にふるい分けした後、水洗い、乾燥したものを使用し、松江高専の下水処理施設（全酸化方式活性汚泥処理）の返送汚泥を、遠心分離器により脱水して混入して用いる。混入比率は、砂 1kg に対して汚泥を乾燥重量で 10g、蒸留水を加えて土壌含水率を約 15% に調整した。

4. 結果と考察

各酸素ガス濃度について、有機物分解速度と有機物残存量との関係とをまとめて図2. に示す。図2. には、(4)式の $n=2$ として、カーブフィッティングによって求めた分解速度曲線を併せて示している。また、図3. には、図2. における分解の速い ($i=1$ の場合) 有機物グループについて求めた(1)式の反応定数 k 、および土壌気相中の酸素ガス濃度に関わる反応次数 n の関係を示した。実験に用いた汚泥は、比較的分解性の高いものであったが、反応速度定数 k は、水中の有機物分解に較べて1桁小さい値となっている。土壌気相中の酸素ガス濃度に関わる反応次数については、論評できる段階にない。

5. あとがき

不十分ながら、土壌内での有機性汚泥の好氣的分解に関わる反応定数、反応次数を求めた。土壌混入初期に分解の遅れを示す場合など、汚泥の性状によって分解速度の推移が大幅に異なるのは当然のことである。何をもって土壌内での汚泥有機物の分解性を表現し得るかについて、未だ有効な手段を持たないが、土壌内有機物分解量の測定方法を導入することによって、拡散による O_2 ガス輸送との関連によって実際土壌内の汚泥有機物分解の推移を予測したいと考えている。

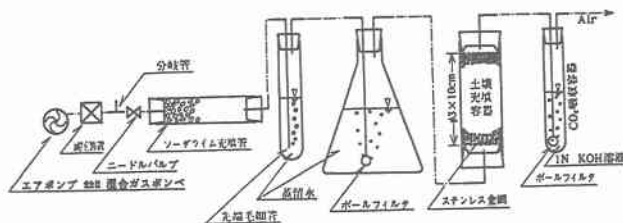


図1. 通気実験装置

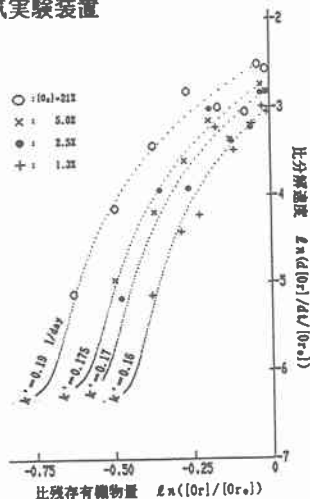


図2. 分解速度変化に及ぼす通気 O_2 ガス濃度の影響

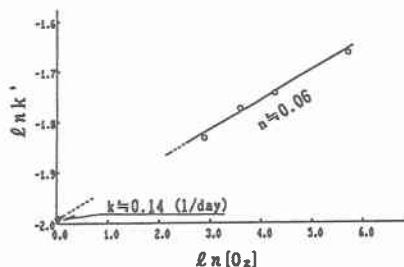


図3. 反応定数と O_2 ガスに関わる反応次数

参考文献

- 1) 上田 務; 丹保憲仁; 宇野和男; 原 誠治: 砂質土壌に投与された下水汚泥有機物の分解に関する研究 (2), 松江高専研究紀要, 19, (1984), 61.