

II-549

砂層に浸透する埋立汚泥浸出水の変化と微生物活性の分布について

東北工業大学 正員 中山 正与
江成敬次郎

1. はじめに

埋立汚泥浸出水のような、高濃度液の土壌浸透に伴う変化を知るために、これまで、次のような砂カラム実験を継続して行っている。①砂層を飽和流で流下する場合と不飽和流で流下する場合の比較。②さらに、生物活性を低下させ、浄化に関わるその影響をみるために、カラム流入浸出水に水銀を混入させての比較検討。

実験開始から54週までの結果は前報¹⁾において報告した。当初、カラム流入水に混入させる水銀濃度は、36.9 mg-Hg/lとなるように設定したが、その影響が期待したほど大きくなかったことから、55週目からはその2倍の濃度(2×36.9 mg-Hg/l)とした。また、この実験に際しては菌の植種を行わなかった。しかし54週までの実験結果から、有機酸は生成されているが、メタンまでには分解されていないことがわかったので、55週目にメタン菌の豊富な種汚泥をカラム内の砂層表面に5mlずつ添加し実験を継続した。砂層を飽和流で流下する場合のカラム実験(C、Dカラム、Dカラムに水銀混入)については、106週で終了したのでその結果について報告する。また、このカラム内の砂を用いて酸生成活性とメタン生成活性について測定したのでその結果についても報告する。

2. 実験方法

2-1. カラム実験 カラム実験は前報から引き続き行っているものであるが、その構造を図-1に示す。カラムに充填した砂は、水道水で有機物を洗い流した後、105~110℃で乾熱殺菌したもので、有効径0.31mm、均等係数3.23であり、カラム充填後の間隙率は37.5%である。また、実験は20℃の恒温室内で行った。

2-2. 活性の測定 カラム実験終了後、カラム内の砂に付着している微生物の酸生成活性とメタン生成活性(酢酸資化性)を測定した。カラム内の砂を厚さ10cmずつに5分割し、第一層(0-10cm)、第二層(10-20cm)からは20g(湿潤重量)、第五層(40-50cm)からは30g(湿潤重量)の砂をそれぞれ125mlのバイアルビンに採取した。次に、表-1に示す培地をこの砂と合わせて80mlになるように注入し、気相部をN₂、CO₂の混合ガスで置換した。これを振とう培養槽(20℃、100回/分)で振とう培養し、メタン発生量、有機酸濃度の変化を測定した。

3. 実験結果および考察

3-1. カラム実験 TOCの変化を図-2に示す。流入水のTOCは7000mg/lほどであるが、流出水TOCは種汚泥添加後、急激に減少し、Cカラムで平均591mg/l、Dカラムで674mg/lとなった。TOC除去率はC、Dそれぞれ、種汚泥を入れる前には16.5、18.9%であったが、種汚泥を入れた後には、91.5、90.3%まで上昇した。このことから、砂層によるTOCの除去機構はいろいろ考えられるが、少なくともこの除去率の差(75.0、71.4%)に相当する分は微生物による分解によって減少したことになる。有機酸濃度も減少し、66週以降はほとんど流出しなかった。種汚泥添加後、メタンを60%ほど含むガスが発生していることから、種汚泥を加える事により有機酸のメタンへの分解が進んでいることがわかった。また、水銀を混入した影響は、55週から水銀濃度を2倍にしたにもかかわらず顕著に現れなかった。

砂層内における流入水の変化を知るために砂層10cmごとにサンプリングし、その水質を分析した。Cカラム93週の結果を図-3に示

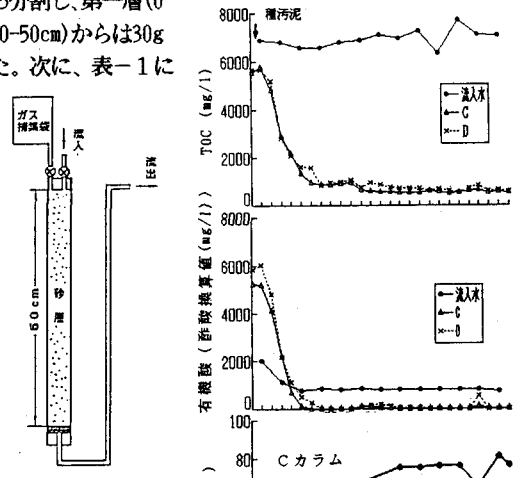


図-1 実験装置

表-1 活性測定用培地 (g/l)

CH ₃ COONa*	2.0
グルコース**	3.0
ペプトン**	3.0
KH ₂ PO ₄	0.4
K ₂ HPO ₄	0.4
NH ₄ Cl	1.0
MgCl ₂	0.1
NaHCO ₃	6.0
Na ₂ S·9H ₂ O	0.1

* メタン生成活性測定時のみ添加

** 酸生成活性測定時のみ添加 (pH=7.20に調整)

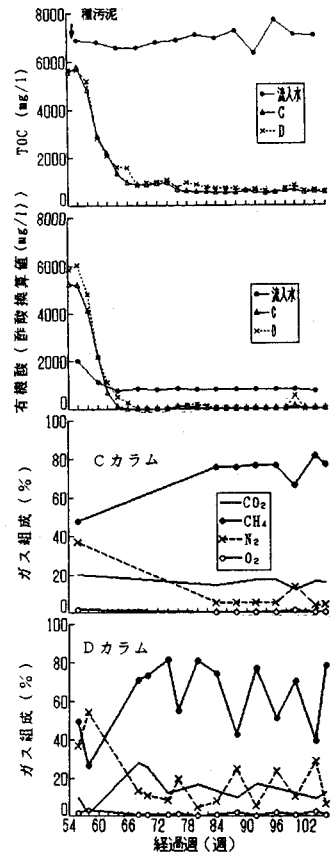


図-2 TOC、有機酸、捕集ガス組成の変化

す。測定したいずれの項目でも、砂層のおおよそ半分まで流下する間には流出水と同程度まで変化しており、水質の変化は砂層の上層部で大きいことがわかった。

3-2. 活性実験 酸生成活性（砂10g当り）の測定結果を図-4に示す。一層から五層にかけて減少する傾向にあった。一層に対する五層の割合は、Cカラムで55.3%、Dカラムで61.3%であった。また、水銀を注入したDカラムではCカラムに比較して全層で小さな活性を示しており、水銀を混入した影響が現れた。

メタン生成活性（砂10g当り）の測定結果を図-5に示す。酸生成活性と同様に下層ほど活性は減少し、一層に対する五層の割合は、Cカラムで2.8%、Dカラムで4.1%であり、酸生成活性に比較して、上層と下層の差が大きいことがわかる。水銀を混入した影響は一、二層の活性に現れていたが、五層ではほとんど見られなかった。

上層で活性が大きいのは、図-3からも推察できるように、砂層の半分程度まで流下する間に、易分解性のTOCが分解され、下層での有機物濃度が小さくなっていることが一因であると考えられる。これはまた、水銀混入の影響により活性が低下しても、カラム流出水にはその影響がそれほど現れない原因になっているとも考えられる。

次に、生物量当りの活性を評価するため、生物量を示す指標として窒素量の分布を測定した。この測定結果を図-6に示す。窒素量は上部で大きく下部にいくほど小さくなる傾向にあった。次に、この単位窒素量当りに換算した活性を同じく図-6に示す。酸生成活性は一層に比較して二層、五層で大きくなっており、メタン生成活性は窒素量当りに換算しても、下部で小さくなる傾向を示した。

4. おわりに

以上の実験結果をまとめると以下のようになる。

(1) 種汚泥を加えた事によりTOC、有機酸濃度は減少し、メタンガスの発生が認められたことから砂層内で嫌気的な分解が進んでいることがわかった。しかし水銀混入の影響は顕著に現れなかった。

(2) Cカラムの深さ方向の水質変化を測定すると、砂層厚50cmの半分まで流下する間に、ほぼ流出水と同程度まで水質は変化していた。

(3) 単位砂重量あたりの酸生成活性、メタン生成活性を比較した結果、いずれも砂層の上部で活性が大きく、下層ほど小さくなった。また、砂層の上・中部においては、水銀混入の影響で活性が低下していることがわかった。

謝辞：活性の実験ならびにその解析方法について御教示いただきました東北大学 李 玉友 助手に感謝致します。

参考文献：1) 中山, 江成：砂層による埋立汚泥浸出水の浄化について, 土木学会第45回年次学術講演会講演概要集(1990), P. 988~989.

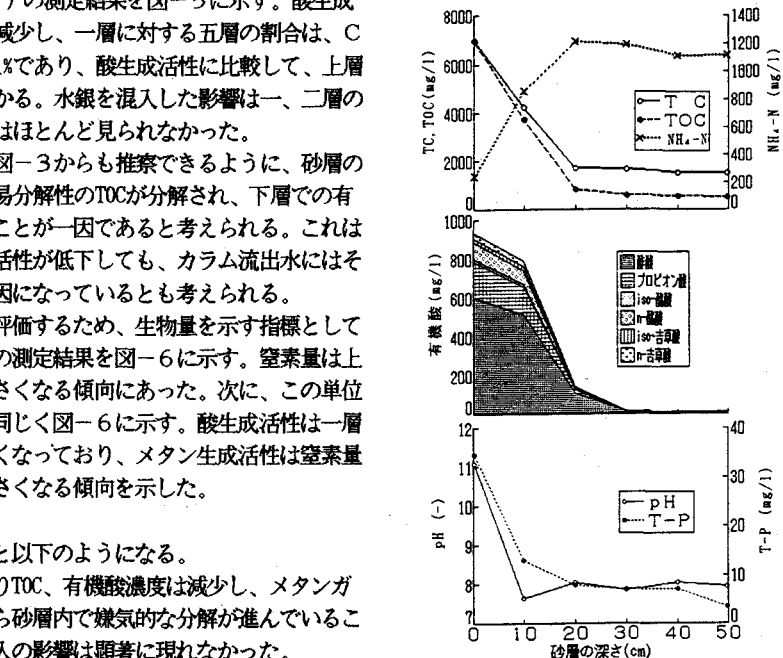


図-3 砂層内の水質変化 (Cカラム, 93週)

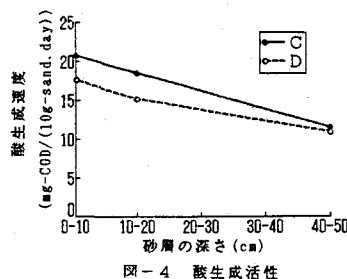


図-4 酸生成活性

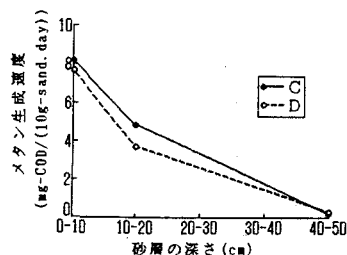


図-5 メタン生成活性

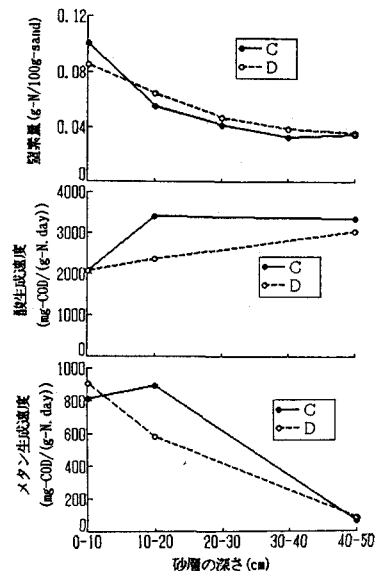


図-6 窒素量と窒素量当りの活性の変化