

II-94 砂層による埋立汚泥浸出水の浄化について（その2）

東北工業大学 正員 ○ 中山 正与
 ” ” 江成敬次郎

1. はじめに

下水汚泥を陸上において埋め立てた場合、降雨等に伴って悪質な浸出水が発生する。一方、この浸出水の濃度は埋め立てる際に用いられる残土などの層を通る際にある程度低下することが知られている。本実験は砂カラムを用いて、砂層を流れる間の浸出水の浄化特性と浄化機構を明らかにすることを目的としている。そのためにカラム流入浸出水に生物の活性を低下させる目的で水銀を混合した系を設けた。また、砂層を流下する際の流下特性も浄化に影響を与える因子であると考えられるので、飽和流と不飽和流で流下する場合の比較もあわせて行った。本実験は昨年から引き続いて行っており現在も進行中であるが、実験開始から54週までの結果を報告する。

2. 実験方法

実験には表-1に示すA・B・C・Dの4本のカラムを使用した。このカラムの構造を図-1に示す。A・Bカラムは不飽和流で流下するものでありC・Dカラムは飽和流で流下するものである。B・Dカラム流入浸出水には生物活性を低下させるために水銀(HgCl₂)を混入させてある（混入後の水銀濃度 36.9 mg-Hg/l）。カラム充填砂は予め付着している有機物を洗い流した川砂を使用した。充填後の間隙率は37.5%であった。実験に使用した浸出水は、生脱水汚泥にこれと同重量の蒸留水を加え10日間程放置した後の上澄水であり、これをカラム流入水とした。流入水は1週間に一度60mlを間欠的に流入させた。カラム流出水の分析は2週間分の混合サンプルについて行った。実験に際しては菌の接種は行わなかった。また、実験は20℃の恒温室内で行った。

3. 実験結果および考察

考察に当たり水収支を考えると、54週までの累積流入量と累積流出量はほぼ等しく水収支は取れていたものと考えられる。また実験開始にあたってはカラムの間隙は蒸留水で満たされている状態からスタートした。従って実験初期のカラム流出水はこの蒸留水で希釈されていることになる。塩化物イオンの流出率からこの希釈の影響のおよぶ長さはA・Bで6週まで、C・Dで16週までであることがわかった。

(1) TOCの変化 TOCの変化を図-2に示す。TOCの構成を知るためにSS性TOCと溶解性TOCに分け、さらに溶解性TOCについては有機酸中（酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸）の炭素量とそれ以外のDOCに分けて示した。流出水TOCの変化は、A・BとC・Dで大きく異なり、A・Bでは10~12週目以降減少していることがわかる。これに対してC・Dは徐々に増加し、22週目以降は安定して流出している。流入水の平均的な有機酸炭素量は704mg/lであったので、A・Bでは一旦これより高い濃度を示した後に減少していることがわかる。C・DではA・Bのような有機酸炭素量の減少はみられない。有機酸以外のDOCについても、A・BはC・Dよりもかなり低い濃度で流出していることがわかる。

流出水のDO濃度は各カラムともほぼ0(mg/l)を示しており、カラム流出端ではいずれも嫌氣的になっていることがわかった。A・BにおけるTOCの減少は微生物による分解と思われるが、不飽和カラム内でのO₂分布については、いま一つ明らかでなく、このカラム内での分解の過程については今後検討したい。C・Dについてはほとんどガスの捕集がなかったことから、有機酸が蓄積しガス化されなかったためにTOCの減少が小さかったものと思われる。

また、水銀を混入したカラムでは有機酸濃度が高くなる傾向にあり水銀混入の影響が認められた。

(2) T-N, NH₄-Nの変化 T-N, NH₄-Nの変化を図-3に示す。流出水T-Nは20週あたりまで徐々に増加しその後流入水T-Nとほぼ同じ濃度となり浄化は認められなかった。各カラム間の差は20週目

表-1 実験条件

カラム名	A	B	C	D
水銀	×	○	×	○
流下方式	不飽和流		飽和流	
滞留時間	2.6週		6.5週	

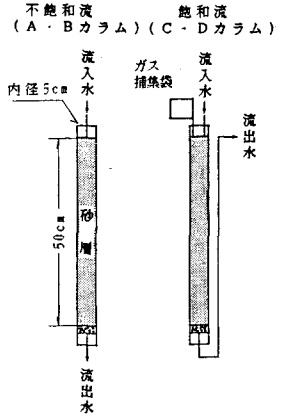


図-1 実験装置

表-2 流入水、流出水の平均値

項目	流入水	流出水			
		A	B	C	D
pH (-)	11.8	7.9	7.7	7.4	7.3
SS (mg/l)	193	110	105	144	156
TOC (mg/l)	6950	1450	1450	5800	5640
T-N (mg/l)	1520	1530	1480	1500	1580
NH ₄ -N (mg/l)	233	1320	1310	1310	1340
T-P (mg/l)	32.4	5.3	5.3	2.0	2.1
有機酸 (mg/l) (酢酸換算)	1540	1040	1070	5330	6010

流入水……0~54週までの平均値
 流出水……安定してからの平均値

までは不飽和流A・Bが大きな値を示したが、それ以降は各カラムともほぼ同じ値を示し差はなかった。流入水T-Nの平均濃度は1520mg/lでありNH₄-Nは233mg/lであったので、その15.3%をNH₄-Nが占めている。流出水におけるT-N中のNH₄-Nの割合は約85~90%であった。NO₂-N、NO₃-Nは流入水、流出水ともほとんど含まれていなかった。これらのことから、各カラムとも砂層を通ることによって有機性-NのNH₄-Nへの分解が進行しており、その程度には今回設定した実験条件での差はみられなかった。

(3) T-Pの変化 T-Pの変化を図-3に示す。流出水T-PはTOC、T-N、NH₄-Nのように変動せず実験初期から低濃度で安定して流出していた。T-Pは実験開始直後から除去されていたこと、水銀混入の影響が顕著に現われなかったことなどから砂に吸着されて除去されたものと考えられる。特に変動が小さい24週目以降の平均流出T-Pは、それぞれ表-2に示すように不飽和流のほうが若干おおきな値を示していた。別に行った砂の吸着実験(本実験で使用した砂とカラム流入水を使用)によると、砂へのT-Pの吸着量は大きい、吸着する速度が小さいので接触時間が長いとT-Pの減少量も大きいことがわかった。不飽和流のT-P流出濃度が飽和流よりも大きいのは滞留時間の差によるものと考えられる。

4. おわりに

以上の実験結果をまとめると以下ようになる。

- (1) TOCの除去に関しては不飽和流カラムでTOCの低下が観測されたことから飽和、不飽和の違いがみられた。また、水銀を混入すると有機酸の濃度は大きくなる傾向にあった。
- (2) T-Nについては、有機性-NのNH₄-Nへの分解が進んでいることがわかったが、T-Nそのものの低下はなく各カラム間の差もなかった。
- (3) T-Pについては大きな除去が観察された。T-Pは砂に吸着されて除去されたものと考えられる。

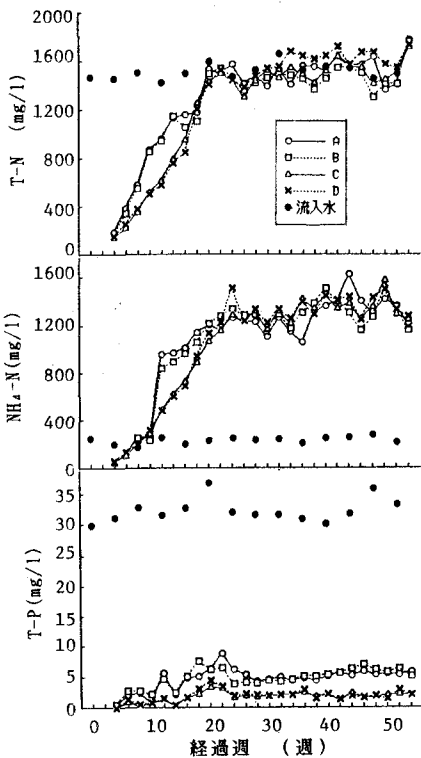


図-3 T-N、NH₄-N、T-Pの変化

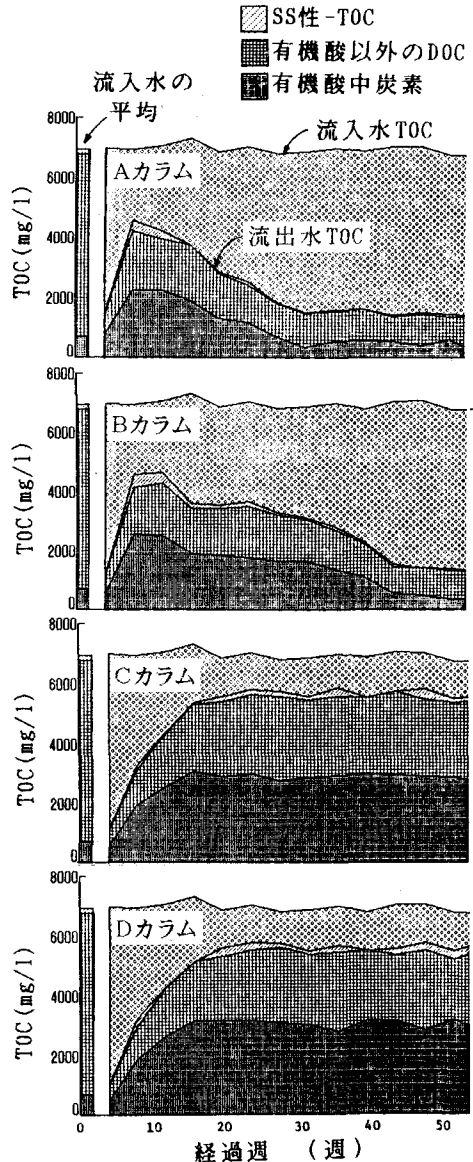


図-2 TOCの変化