

Ⅱ－110 砂層による埋立汚泥浸出水の浄化について

東北工業大学 正員 ○ 中山 正与
 ” ” 江成敬次郎

1. はじめに

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ことによって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。実験は現在も進行中であるが（実験開始から18週）その途中経過を報告する。

2. 実験方法

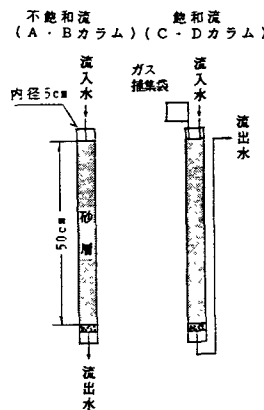
実験には表－1に示すA・B・C・Dの4本のカラムを使用した。このカラムの構造を図－1に示す。A・Bカラムは不飽和流で流下するものでありC・Dカラムは飽和流で流下するものである。B・Dカラム流入浸出水には生物活性を低下させるために水銀(HgCl₂)を混入させてある（混入後の水銀濃度 36.9 mg-Hg/l）。カラム充填砂は予め付着している有機物を洗い流した川砂を使用した。充填後の間隙率は37.5%であった。実験に使用した浸出水は、生脱水汚泥にこれと同重量の蒸留水を加え10日間程放置した後の上澄水であり、これをカラム流入水とした。流入水は1週間に一度60mlを間欠的に流入させた。実験に際しては菌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

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。そこで流出水の考察にあたっては比較的確率などに吸着しにくいとされている塩化物イオンの流出率との比較により行った。

$$\text{流出率}(\%) = C/C_0 \times 100 \quad C: \text{カラム流出水濃度} \\ C_0: \text{平均流入水濃度} \quad (1) \text{塩化物イオンの変化}$$

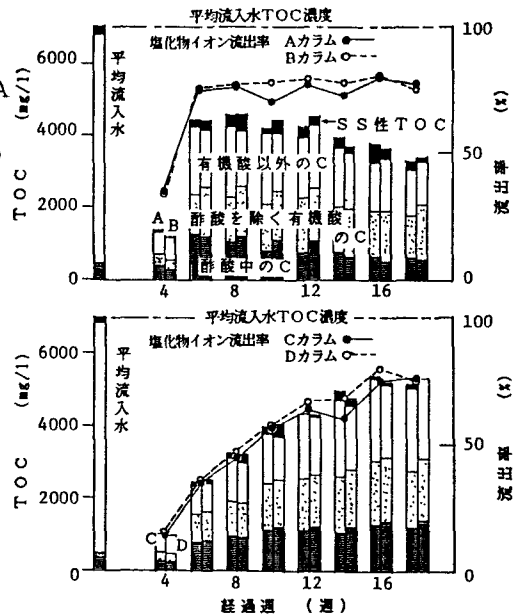
図－2に塩化物イオンの流出率を示す。流出率の傾向はA・BとC・Dの2つに大別できる。不飽和流A・Bカラムでは6週目まで増加しその後一定値となっていることから、6週目以降は希釈の影響がないものと考えられる。一方、C・Dカラムでは16週目まで増加傾向にあることから、これ以前の流出水には希釈の影響があるものと考えられる。各カラムとも流出率の最大値は75%程度であった。この原因については今後検討しなければならない。



図－1 実験装置

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	



図－2 TOCの変化

(2) TOCの変化 TOCの変化を図-2に示す。TOCについては、これを構成する成分についても検討するために1 μ mのフィルターでろ過したろ液について有機酸(酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸)の分析を行い、これらの有機酸中の炭素量を計算によって求め、酢酸中の炭素、それ以外の有機酸中の炭素、有機酸以外の炭素に分類して示した。

A・Bについては12週目までの塩化物イオン流出率とほとんど同様の変化をしているがTOCはその後減少傾向にあった。TOCは塩化物イオンの流出率より常に小さいことから何等かの作用によって浄化されているといえる。12週目以降の減少が大きいことから、この減少には生物による分解が関与しているものと考えられる。TOCに占める有機酸炭素量の割合は50-60%ほどでありその1/3-1/2を酢酸が占めている。TOCの減少にはこの酢酸の減少がある程度影響している。有機酸中の炭素を比較するとAよりBカラム流出水のほうが大きな値を示す傾向にあることから、Bカラム流入水に水銀を混入させた影響がでていいると考えられる。C・DについてはA・Bと大きく傾向が異なることから飽和、不飽和の差が現れたといえる。C・Dカラムの塩化物イオン流出率との差がほとんどないことからC・Dカラムにおいては今までのところ浄化は進んでいないことがわかる。Dの有機酸中炭素がCよりも僅かずつではあるが大きいことから飽和流の場合にも水銀混入の影響があるものと思われる。

(3) T-N, NH₄-Nの変化 T-N, NH₄-Nの変化を図-3に示す。不飽和流A・BのT-Nは実験開始後から増加傾向を示し、14週目以降一定になる傾向がみられる。それに対して飽和流C・Dでは本実験期間中、増加傾向が続いていた。塩化物イオン流出率の変化と比較すると各カラムとも14週目まで除去されていたと考えられる。NH₄-NのT-Nに占める割合は大きくT-Nの除去はNH₄-Nの吸着によるものが大きいと推察される。飽和流と不飽和流の差はそれほどみられず、また水銀混入の影響もA・B・C・Dがほぼ同様の値を示していることからほとんどないと考えられる。

(4) T-Pの変化 T-Pの変化を図-3に示す。不飽和流A・BのT-P濃度は増加傾向を示している。それに対して飽和流C・Dでは14週目から増加傾向を示した。塩化物イオンの流出率と比較すると各カラムとも本実験期間中はT-Pが除去されていたことになる。リンは非常に砂に吸着しやすい性質があるためこのように大きな除去が得られたものと考えられる。水銀混入の影響はAとB、CとDではほとんど同様の値を示していることからあまりないといえる。

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。また有機酸濃度は水銀を混入させたほうが大きかったことから、有機酸の生成、分解に水銀が影響を与えていることがわかった。(2) T-Nについては、どのカラムにおいても実験開始から14週目までは除去されていた。T-Pについても大きな除去が観察された。T-N、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。今回混入した水銀濃度がどの程度生物活性を低下させるのかについては、カラム内の生物量を把握していないことなどもあり今後の課題としたい。またT-N、T-Pがこの砂にどの程度吸着されるのかについても検討したい

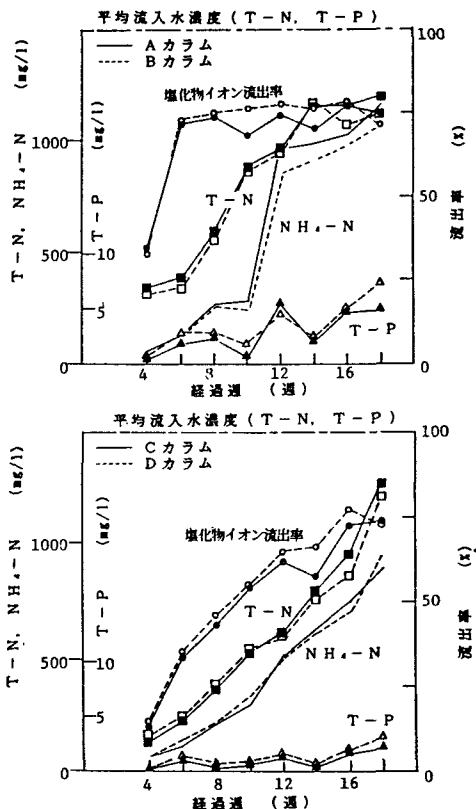


図-3 T-N, NH₄-N, T-P の変化