

II-662

大気に開放された面をもつ砂層に浸透する有機性廃液の変化について

東北工業大学 正員 中山 正与
江成敬次郎

1. はじめに

これまで、埋立汚泥浸出水のような高濃度有機性廃液の土壌浸透に伴う水質変化を知るために、砂カラムを用いた実験を継続して行っている。これらの一連の実験は、主としてカラムを密閉状態にし、嫌気的な条件下での実験を行ってきた。ところで、廃棄物埋立地についての既往の研究では、分解速度を早め、早期安定化をはかるために、好気的あるいは準好気的な埋立構造が有効であるとの知見が得られている。これらのことから高濃度有機性廃液が土壌に浸透する場合にも、好気的あるいは準好気的な条件では、分解がより進行することが予想される。これらを確かめるために、有機性廃液が空気に接する面を有する砂層に浸透する場合にどのような水質変化を示すのかについて基礎的な実験を行い比較検討した。

2. 実験方法

本実験に用いた装置を図-1に示す。50cm層の砂カラムを3本用意し、それぞれ「対照カラム」、「上部開放カラム」、「下部開放カラム」とした。「対照カラム」は、砂層の上下に栓をしてあり、流入水の流入と流出の時だけ、栓に付いているコックを開くものであり、砂層を嫌気的な環境下におき分解を行わせようとするものである。

一方、「上部開放カラム」は、砂層の上部が常に空気に接するようにしてあるカラムで、野積みの廃棄物や堆肥からの浸出水が土壌表面から浸透することを想定している。「下部開放カラム」は、砂層の下部が大気に接するようにしてあるカラムであり、廃棄物埋立地の下部集排水管近傍の土壌を想定している。

カラム流入水は、下水処理場から入手した生脱水汚泥（石灰系）に同重量の蒸留水を加え、これを10日間放置したものの上澄水を1μmのフィルターで濾過したものである。流入速度は60ml/週の割合で間欠的に流入させた（1600mm/年相当）。充填した砂は、有機物を洗い流した後に乾熱殺菌したもので、均等係数2.63、有効径0.38mm、充填後の間隙率は35.5%、飽和度は40%であった。また、間隙中の保水量から滞留時間を計算すると2.3週となった。実験は20℃の恒温室内で行った。

3. 結果および考察

(1) 水量収支

1週間当りの、各カラムの流出量の変化を図-2に示す。上部及び下部を開放してあるカラムでは、蒸発により、流出量が流入量（60ml/週）より減少していることがわかる。流出率（＝総流出量/総流入量（60ml/週×20週＝1200ml））は「対照カラム」で100%、「上部開放カラム」で95%、「下部開放カラム」で61%であり、「下部開放カラム」の蒸発量が最大であった。

(2) 流出水の変化

pHの変化を図-3に示す。流入水pHは12前後であったが、流出水pHは各カラムとも8程度であり、大きな差はなかった。

流出水CODcr濃度（図-4）は「対照カラム」が大きく、「下部開放カラム」がそれよりも小さく、「上部開放カラム」では、他のカラムよりも大きく減少している。図-5に示す有機酸濃度の変化を考え合わせると流入水の有機酸濃度は500mg/l程度であるにもかかわらず、「対照カラム」、「下部開放カラム」の有機酸濃度はかなり大きく、酢酸が主体となっている有機酸の蓄積が生じている。流入水と流出水の炭素構成（18週から20週にかけての平均的な値）を図-6に示す。流入水では蛋白質が大きな値を示しているが、流出中では、これが分解し、減少しているが、「対照カラム」と、「下部開放カラム」では有機酸の占める割合が大きくなっていることがわかる。以上の結果から、「上部開放カラム」では、砂層中で好氣的分解が生じていると考えられるが、「下部開放カラム」では、砂層の下部が空気に接しているにもかかわらず、それほど好氣的分解が進んでいないことが推察さ

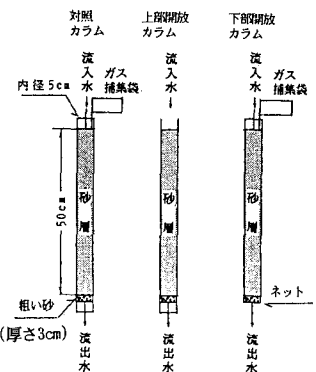


図-1 実験装置

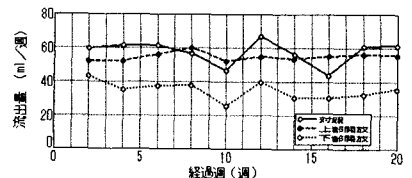


図-2 流出量の変化

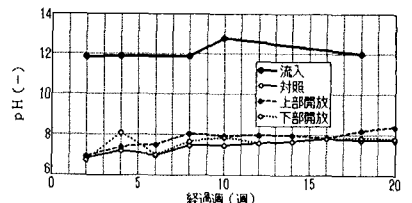


図-3 pHの変化

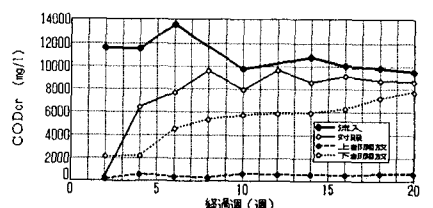


図-4 CODcrの変化

れる。20週目の流出水の酸化還元電位は対照、上部開放、下部開放カラムでそれぞれ-150、-58、-131 (mV) であり、いずれも還元状態にあることがわかった。

T-N濃度の変化を図-7に示す。流入水のT-N濃度は約1000mg/lであるが、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ をほとんど含んでおらず、200mg/l程度が $\text{NH}_4\text{-N}$ であり、残りをOrg-Nが占めている。流出水のT-N濃度は、各カラムとも増加傾向にあり、そのほとんどを $\text{NH}_4\text{-N}$ が占めており、 $\text{NO}_3\text{-N}$ はほとんど検出されなかった。しかし「上部開放カラム」のT-N濃度が他のカラムより低くなっており、20週目において $\text{NO}_2\text{-N}$ が15mg/lほど検出されたことから、カラム中で硝化と脱窒が進行しているものと考えられる。

T-P濃度の変化を図-8に示す。流入水の濃度は約30mg/lであったが、各カラムの流出水T-P濃度は2~7mg/l程度であり、大きく除去されていることがわかる。

(3) 流入・流出負荷量の変化と除去率

各カラム流出水の流出率が異なることから、除去量を比較するために、流入・流出負荷量 (mg/週) を求めた。CODcr、T-N、T-Pの流入負荷量ならびに流出負荷量の変化を図-9に示す。また、16~20週にかけての負荷量についての平均除去率を図-10に示す。CODcr流出負荷量については、カラムによって除去率が異なり、「上部開放カラム」で大きく除去されていることがわかる。T-Nの流出負荷量については、CODcrほどの除去率の違いは見られなかったが、上部・下部開放カラムでの除去率が大きくなっている。T-Pについてはいずれのカラムでも80%以上の除去率になっているが、これは吸着による除去が主体になっているためと思われる。

4. おわりに

有機物については、砂層の上部が開放されているカラムで、大きな除去が得られ、好気的な分解が生じている可能性が示された。しかし、砂層の下部が開放されたカラムではそれほど大きな除去は得られず、好気的な分解はさほど進行していないことが示された。この原因については、カラム下部の構造が、空気が深く進入することのできる構造になっていないことや、間欠流入のために、空気と接触する時間が小さいことなどが考えられる。今後はこれらを含めて検討したい。

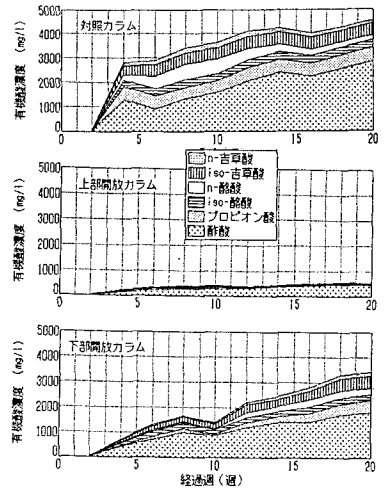


図-5 有機酸の変化

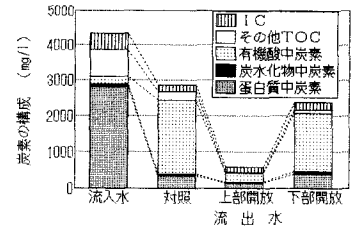


図-6 炭素の構成 (18~20週)

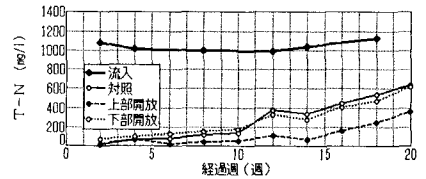


図-7 T-Nの変化

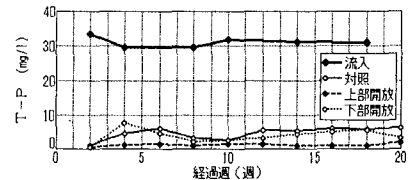


図-8 T-Pの変化

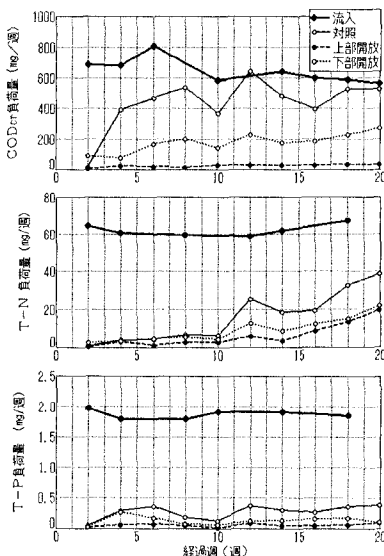


図-9 流入・流出負荷量の変化

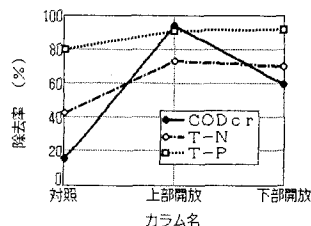


図-10 CODcr、T-N、T-P負荷量の平均除去率 (16~20週)