

Ⅱ-99 砂層に浸透する埋立汚泥浸出水の変化について

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。その結果、カラム内での有機性物質の分解過程の主なもの、嫌気的な分解によること、この分解はカラムの上部（流入側）で大きいことなどがわかった。しかしながら実験のケースによっては有機物の蓄積がおこりメタンガスへの分解が進まず、従ってTOCの除去率が小さくなる場合があった。これは実験スタート時における砂カラム内の嫌気性微生物の量が関係しているものと考えられた。そこでそれを確かめるためにカラム実験を開始するにあたり種汚泥の植種がこれらにどのような影響を与えるのかを検討した。

また、砂カラム内での物質変化を更に詳しく知るために、カラムの深さ方向に10cmおきにサンプリングし、これを分析した。

2. 実験方法

本実験に用いた砂カラムを図-1に示す。このカラムを2本用意し、一方を「対照カラム」、他方を「植種カラム」とした。実験開始にあたり植種カラムの上端に種汚泥（嫌気性消化タンクの消化汚泥）を5ml植種した。カラム流入水は下水処理場から入手した生脱水汚泥に同重量の蒸留水を加え、これを10日間程放置したものである。これを60ml/週の割合で間欠的に流入させた。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、充填後の間隙率は35.5%であった。

3. 結果および考察

カラム内の間隙は蒸留水で満たされている状態で実験を開始した。従って、初期のカラム流出水は希釈されていることになる。塩化物イオン濃度の変化（図-2）から、希釈は12~13週まで続いていることがわかる。またカラム内での各週ごとの塩化物イオン濃度の変化（図-3）から、カラムの上部では濃度の減少がみられるが、それ以降では一様な濃度を示していることから、同じ経過時間では砂層内での希釈の差は少ないことがわかる。

3-1 経時変化

(1)有機物と捕集ガス カラム流出水の有機物濃度の経時変化と累積ガス捕集量を図-4, 5に示す。流入水中の有機物濃度は約1000mg/lであった。対照カラムの有機物濃度は10週目まで増加しており、その後は増減を繰り返して不安定な状態となっている。植種カラムは6週目以降、多少の増減はあるものの、濃度は減少しており20週目では270mg/lとなった。20週までの累積ガス捕集量は、対照カラムで約1400mlであり、ガスの組成は CH_4 :51%, N_2 :27%, CO_2 :10%であった。これに対して、植種カラムでは約5500mlのガス捕集量が得られ、20週目におけるガス組成は CH_4 :73%, N_2 :8%, CO_2 :15%であった。このことから対照カラムでは有機物の生成は進んでいるがメタンガスの生成はそれほど進まず、植種カラムのほうがメタン生成菌による分解が進んでいることがわかる。

(2)TOC カラム流出水のTOC濃度の経時変化を図-6に示す。実験開始後6週目までは、両カラムとも同様にTOC濃度が大きくなっている。対照カラムはその後10週目まで上昇して安定しているのに対して、植種カラムでは減少傾向を示していることから、両カラムのTOC濃度に差が生じ始め、10~16週目までは、約2000mg/lの差があり、その後は徐々にその差が大きくなっている。

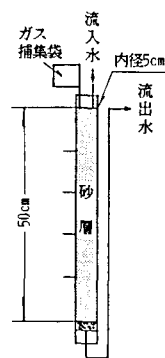


図-1 実験装置

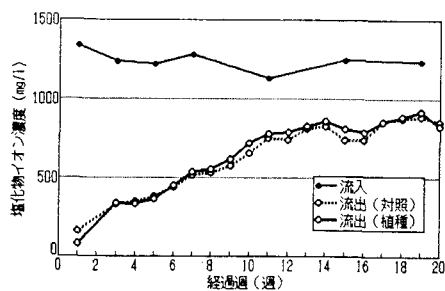


図-2 塩化物イオン濃度の経時変化

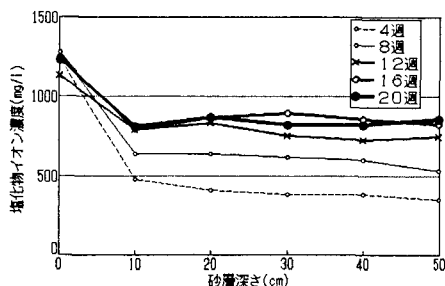


図-3 塩化物イオン濃度の変化 (対照カラム)

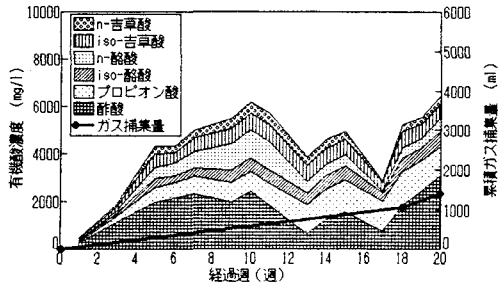


図-4 有機酸の構成とガス捕集量(対照カラム)

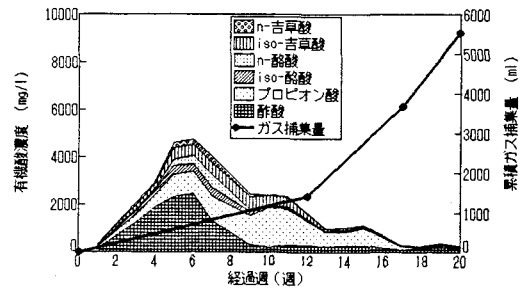


図-5 有機酸の構成とガス捕集量(植種カラム)

3-2 カラム内の濃度変化

(1)有機酸 有機酸濃度(酢酸換算値)のカラム内変化を図-7に示す。4週目では両カラムとも同じ様な濃度分布を示しており、10cmで約2000~3000mg/lの濃度となり、それ以深でもその濃度はほとんど変化しない。12週目では、対照カラムでは大きな濃度の増加が見られ10cmで7000mg/lとなり、その濃度は30cmから50cmにかけて2000mg/lほど減少している。植種カラムの10cmでの濃度はほとんど対照カラムと同じであったが、それ以深では減少しておりメタンガスへの分解が進んでいることがわかる。20週目の対照カラムでは12週とほとんど同様のパターンで変化しており有機酸の分解の停滞がうかがえる。一方、植種カラムにおいてはカラム砂層全域で有機酸濃度は大きく減少し、ガス化が進んでいることがわかる。

(2)TOC TOC濃度のカラム内変化を図-8に示す。12週目においては、両カラムのTOC濃度分布は砂層が深くなるにつれて減少する傾向にある。しかし、減少の大きさは植種カラムの方が大きくなっている。20週目のTOC濃度分布には両カラムに顕著な差が見られる。対照カラムでは12週目とほとんど同じ様なパターンで変化しており、TOC除去の増加はみられず、20週目におけるTOC除去率は36.1%であった。しかし、10cmまでに9.5%の除去率であるのに対して、30cmから50cmにかけては23.6%の除去率を示し、砂層の深いところでの除去率が大きいことがわかる。植種カラムでは、75.4%のTOC除去率であったが、砂層深さが10cmまでの間に57.0%が除去されており、この部分での有機物の分解が非常に活発になっている。これを有機酸濃度の変化と考え合わせると、カラムの上部10cmまでに有機酸の生成とガスへの分解が活発に進み、それから深い層ではTOCの変化は小さいことがわかった。

4. まとめ

以上の考察より、本実験で調整したような流入水を用いてカラム実験を行った場合、特別に植種しなくとも有機物が酸生成菌により有機酸となるが、植種無しの場合にはガス化しにくく結果的にTOCの減少は小さいことがわかった。それに対し実験開始時に植種した場合には有機酸がメタン生成菌により分解され CH_4 や CO_2 にガス化し、TOCの除去率も20週目で75%ほどになることがわかった。また、その際のTOCの減少はカラムの上部で大きいことが確認された。

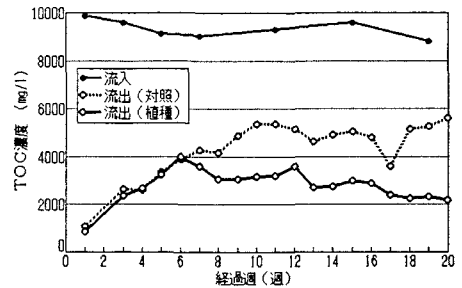


図-6 TOC濃度の経時変化

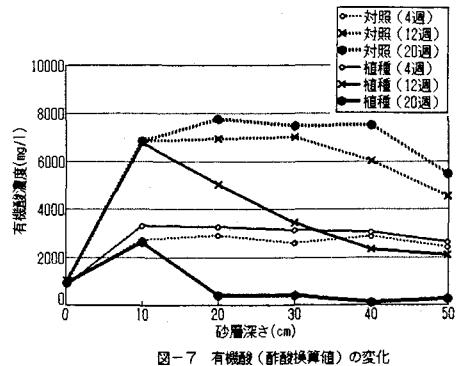


図-7 有機酸(酢酸換算値)の変化

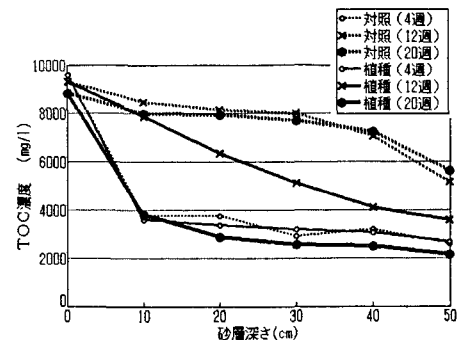


図-8 TOC濃度の変化