

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。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、従って有機物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、カラム実験終了後に、カラム内の砂に付着している物質を測定し、収支を検討した。

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部に種汚泥（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（石灰系）と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である。流入水の平均濃度を表-1に示す。これを60ml/週の割合で週に一度、間欠的に流入させた（1560mm/年に相当）。充填した砂は付着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。また、平均滞留時間を計算すると5.8週であった。実験は20℃の恒温室内で行った。実験期間は60週としたが、対照カラムでは、46週目に目詰まりが生じて実験の継続が不可能となった。

3. 結果および考察

(1) 対照カラムと植種カラムの比較

カラム流入・流出水の有機物濃度の変化と、累積ガス捕集量の関係を図-2に示す。また、捕集ガス組成の変化を図-3に示す。対照カラムにおいては、実験開始後、有機物の蓄積が見られ、5000mg/l前後の値を示したが、26週目あたりから徐々に減少し、ガスの発生も活発になった。ガス発生速度は植種カラムで417ml/週、対照カラムで392ml/週となり、ほとんど同じになった。また、メタンの含有量もそれぞれ70%前後であり、植種カラムと対照カラムは同程度のメタン生成速度を示すようになったと言える。対照カラムのTOC濃度においても（図-4）、有機物の濃度変化と、ガスの発生量に対応して26週目あたりから減少し、植種カラムと同程度の値となり、植種の影響がほとんどない状態となった。

以前に行った同様の実験では、植種なしの場合には有機物の蓄積が進み、ガスの発生がまったく見られないケースがあった¹⁾。このような違いは、カラム流入水の水質、微生物量などが微妙に関係しており、それが酸生成段階でストップするか、メタン生成まで進むのかを決定してしまい、結果的には砂層での有機物除去を大きく左右してしまうものと思われる。

表-1 流入水平均濃度 (mg/l)

pH (-)	11.9
SS	269
COD	27800
TOC	9360
Cl	1270
T-N	1930
T-P	23.8
7%初度	5970
炭水化物	553
蛋白質	12500
有機酸	903

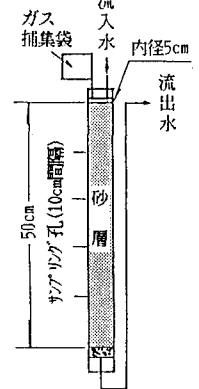


図-1 実験装置

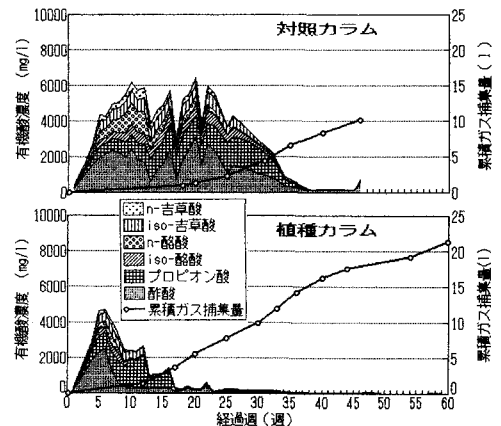


図-2 有機酸と累積ガス捕集量の変化

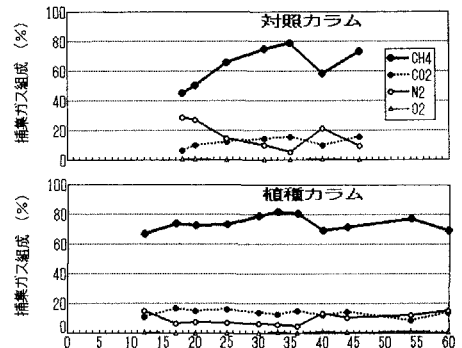


図-3 捕集ガス組成の変化

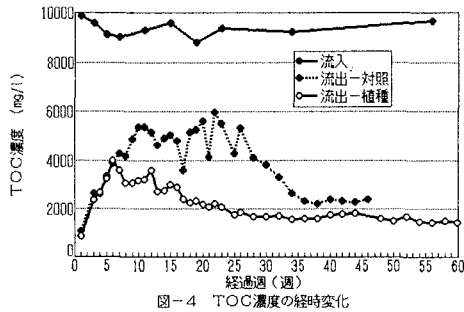


図-4 TOC濃度の経時変化

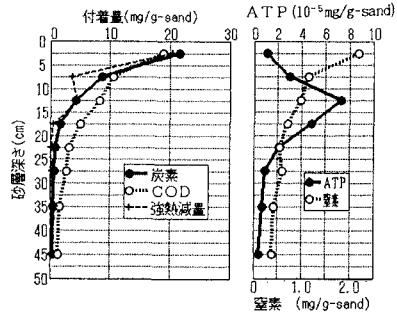


図-5 砂への付着量の変化（植種カラム）

(2) 砂への付着物質

目詰まりを起こさなかった植種カラムについて、カラム実験終了後、砂を5～10cm間隔で取り出し、砂に付着している炭素、COD（COD_{cr}）、強熱減量、窒素を測定した。また、砂への付着生物量とその活性を簡便に評価する目的でATPを測定した。これらの結果を図-5に示す。炭素、COD、強熱減量、窒素はいずれも上層で大きく、下層ほど小さくなる傾向にあった。しかしATPは、10～15cmでピークを持つ変化を示し、他の成分とは異なる層内分布を示した。これらのことから、上層の有機成分中には、非生物性のものが多いと考えられる。

(3) CODおよび炭素収支

植種カラムについて、全実験期間におけるCOD収支を検討した結果を図-6に示す。全流入CODに対して、全流出CODが24.5%、砂への付着量が10.2%、捕集ガス中CODが47.5%であり、回収率は82.2%であった。今回の実験では、カラム上端でのみガスを捕集していたが、流出水に混入して気泡状になって出るガスがあったことから、これが未回収分の主たる原因となっていると思われる。

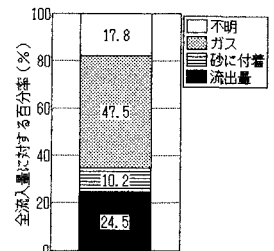


図-6 COD収支（植種カラム）

次に、植種カラムのTC変化を図-7に示す。この図には砂層の10cm間隔での測定結果を合わせて示している。これから、10cmにおける濃度変化は12週をピークに減少し、40週ほどで流出水とほとんど同じ濃度まで減少しており、流入から10cm間でのTC除去量が非常に大きいことがわかる。このことを更に明らかにするために、図-7を基にして、10cm間隔での、全実験期間における炭素収支を検討した。この結果を図-8に示す。流入してから10cm流下する間の炭素除去量は、砂層全体での除去量の83%を占めていることがわかった。従って、10cm以下の層での除去は非常に小さいことがわかる。この原因については、流入側では易分解性のものが優先的に分解されること、浮遊性のものが濾過作用によって抑留され除去されること、などが考えられるが、流入速度が小さいことから、濃度勾配によって生じる拡散による減少も考慮する必要があると思われる。また、このような10cmまでの大きな除去量と、ATPの砂層内分布とは、一見矛盾する結果となっているので、この点についても今後検討したい。

4. おわりに

カラム実験の際に、植種しない場合、実験初期においては有機酸の蓄積が認められたが、35週目を過ぎたあたりから植種した場合と同程度の除去率を示した。実験ケースによっては、有機酸の蓄積が起り、メタン生成まで進まないこともあるが、これらの差は、カラム流入水の性質、微生物量などが微妙に関係しているものと思われる。また、砂層の上層で非常に大きな除去量を示すことについても今後の検討課題としたい。

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45回年講、P988～989。

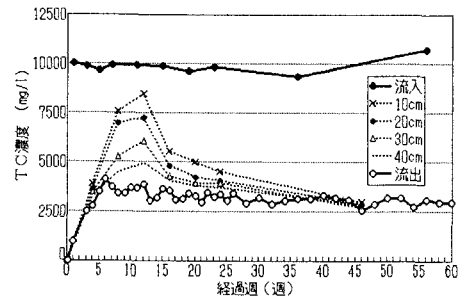


図-7 深さごとのTCの変化（植種カラム）

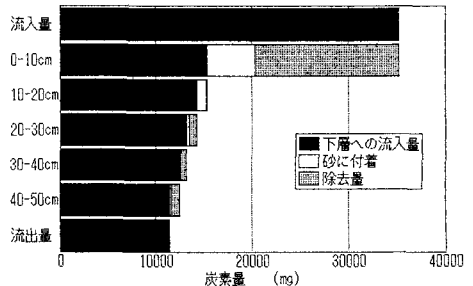


図-8 深さごとの炭素収支（植種カラム）