

II-640

砂層に浸透する高濃度有機性廃液の変化について

東北工業大学 正員 中山 正与
" " 江成敏次郎

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が廃棄物埋立地の覆土層ならびに地下に浸透した場合などの水質変化を知るために、50cmの砂カラムを用いた実験を継続して行っている。その結果、水質はカラム上層部で大きく変化し、下の層では、それほど大きくないことがわかった。このことより、砂層の深さにより除去速度、並びに除去機構に違いがあるものと考えられた。それらの関係を明らかにするとともに、より深い層での変化を検討するために、50cmの砂層を流出した浸出水を、更に50cmの砂層に流入させる実験を行い、水質の変化を比較検討した。このカラム実験は72週で終了し、その後カラム内の砂に付着している物質や、メタン生成速度などの測定を行った。

2. 実験方法

<カラム実験> 本実験に用いた装置を図-1に示す。50cm層の砂カラムを2本用意し、それぞれ「一次カラム」、「二次カラム」とした。一次カラムは、内径5cmであり、このカラムからの流出水の一定量を、内径4cmの二次カラムに流入させた。従って、二次カラム流出水は、合計1m厚の砂層を流下したことになる。それぞれのカラムへの流入速度は30.6mm/週（約1600mm/年 日本の年間降水量相当）で同じであり、1週間に一度、間欠的に流入させた。カラムは埋立地の代表的な雰囲気である嫌気的な条件とするために、カラムの両端にあるコックはカラム流入水の流入・流出の際にのみ開ける方式とした。

一次カラムへの流入水は、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日間程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。流入水の平均濃度を表-1に示す。

表-1 流入水平均濃度 (mg/l)

pH (-)	11.9
CODcr	11300
TOC	4080
T-N	993
T-P	35.0
TKL度	2680
有機酸	457

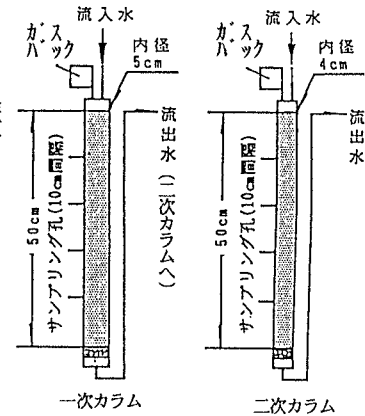


図-1 実験装置

充填した砂は、付着している有機物を水道水で洗い流したもので、均等係数2.63、有効径0.38mmであり、充填後の間隙率は35.5%であった。実験は飽和状態で流下させる方式としたので、間隙中の水量から平均滞留時間を計算すると、それぞれのカラムで5.8週となった。しかしながら、実験期間が経過すると嫌気的分解により砂層内でガスが発生し、不飽和状態となった。また、実験は20℃の恒温室内で行った。

<メタン生成速度の測定> カラム実験終了後に、カラム内の砂を深さ毎に採取し、カラム流入水（1/10に希釈し、pH=7にコントロール）を基質として振盪培養し、メタン生成速度を求めた。また、砂層内のATP分布や、CODcr付着量などを測定した。

3. 結果および考察

(1) カラム流出水濃度の変化

流出水CODcrの変化を図-2に示す。一次カラムにおいては、8週目以降減少しており、二次カラムについては、14週目以降減少し、それぞれのカラム流出水の濃度差は小さくなっている。30週目以降においては、両カラム流出水の差はほとんど認められなかった。両カラムを通じた平均的なCODcr除去率は、およそ94%であったが、その内、一次カラムでの除去率は91%であり、二次カラムでは、僅か3%ほどしか除去されない結果となった。これまでの実験結果でも示された様に、深い層での除去量が小さいことが確認された。

有機酸濃度と累積ガス捕集量の変化を、図-3に示す。

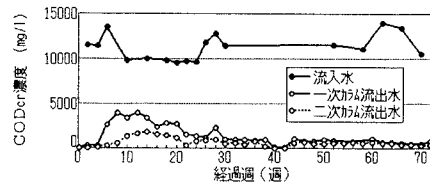


図-2 CODcr濃度の変化

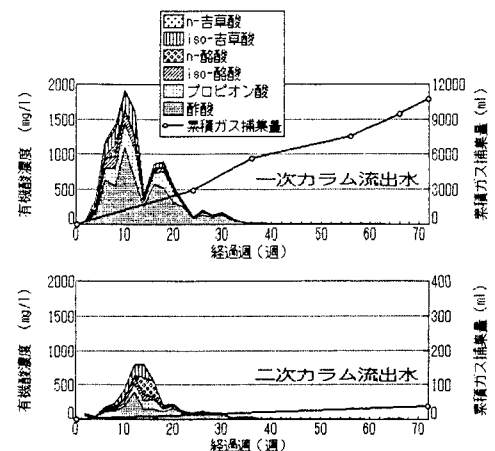


図-3 有機酸と累積ガス捕集量の変化

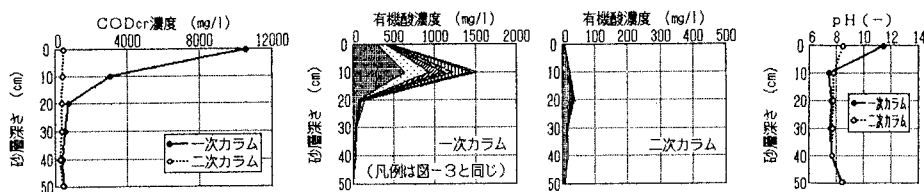


図-4 砂層内でのCODcr, 有機酸濃度, pHの変化(71週)

流入水の有機酸濃度は約450mg/lであったが、カラム流出水の有機酸濃度は、一次カラムにおいては、10週目まで増加し、その後減少しており、捕集ガス量も増加していた。また、メタンガスが84%ほど含まれていたことから、嫌気的な分解が進行していることがわかる。二次カラムについては12週目まで増加し、その後は、減少しており、40週目以降、有機酸はほとんど流出していない。全実験期間中の捕集ガス量は、僅かに38mlであり、メタンガスは5.2%含まれていた。

(2) 砂層内での水質変化

カラム実験終了直前の71週目に砂層内の深さ方向の水質変化を測定した。その結果を図-4に示す。ここで、深さ0cmの値は、それぞれのカラムへの流入水の値であり、50cmの値は、各カラムの流出水の値を示している。一次カラムにおけるCODcrは、20cmの深さまで直線的に減少しており、有機酸は、10cmまで増加し、それより深い層では減少していることから、有機酸の生成と、そのガス化がカラムの0～20cmの区間で大きく生じている。二次カラムでは、CODcr、有機酸とも、低濃度でほとんど変化なく流下している。これから、CODcrは砂層の上層の限られた区間で大きく除去され、それ以下の層ではほとんど変化せず、500mg/l程度が最終的に流出してしまうことがわかった。

(3) 砂に付着しているCODcrとATPの分布

72週目にカラムから砂を取り出し、砂に付着しているCODcrとATPの分布を測定した。その結果を図-5、6に示す。CODcrについては、一次カラムの上層での付着量が最大で、25cmまで急激に減少し、その後はほぼ一定になっている。二次カラムでは一次カラムよりも小さく、深さによる変化もほとんどないことがわかった。ATPの分布については、一次カラムの5～10cmの深さで最大であり、それより深い層では徐々に減少する傾向にある。二次カラムにおいては一次カラムに比較してその値は小さく、上層と下層の変化もそれほど大きくないことがわかる。

(4) メタン生成速度の分布

メタン生成速度（図-7）は、一次カラムの上層で最大であり、それより深い層では減少する傾向にあった。二次カラムでは、このバイアル実験において、いずれの深さでもメタンは発生せず、メタン生成速度は0となった。このことから、砂層の上層で大きくCODcrが分解されることがこの実験でも示された。

(5) CODcr収支

CODcr収支の結果を図-8に示す。一次カラムについては48%がカラム上部のガスバグに捕集され、8.5%が砂に付着して除去された。二次カラムについては、半分程度がそのまま流出していることがわかった。

4. まとめ

合計1mの砂層に浸透した浸出水のCODcrは、砂層の上層20cmでの分解量が大きく、それより深い層ではほとんど除去されず、500mg/l程度が最終的に流出してしまうことがわかった。また、この分解量の大きい層では、ATP量やメタン生成速度も大きく、CODcrの付着量についても、砂層の上層部で大きいことが示された。

<謝辞>

メタン生成速度の測定について御教示いただきました東北大学 李玉友氏ならびに宮原高志氏に感謝致します。

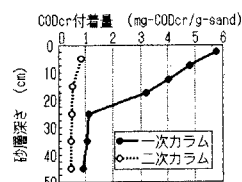


図-5 CODcr付着量の変化

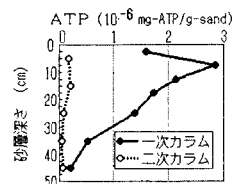


図-6 ATPの変化

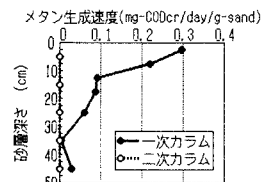


図-7 メタン生成速度の変化

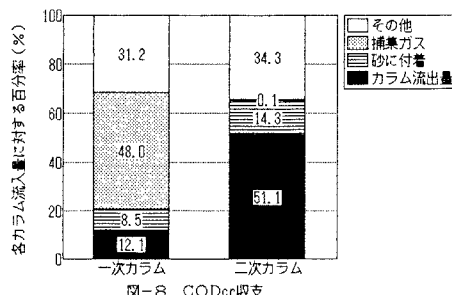


図-8 CODcr収支