

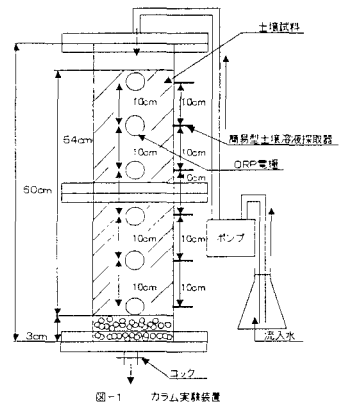
VII-53

土壤に浸透する廃棄物埋立地浸出水の変化について

○東北工業大学 学生会員 竹林 広頭
 東北工業大学 正会員 中山 正与
 東北工業大学 正会員 江成 敬次郎

1. はじめに 一般廃棄物最終処分場の遮水工などの破損により漏出した浸出水や、廃棄物の不法投棄により発生する浸出水は地下水や土壤を汚染することが考えられる。これらの浸出水が地下水や土壤にどのような影響を与えるかを知るためには、浸出水が土壤を通過する際にどのような挙動を示すのかを明らかにする必要がある。また浸出水の水質を知るためには覆土層に浸透した場合の水質変化を知る必要がある。そして土壤が好氣的条件にあるか嫌氣的条件にあるかによっても浸出水の挙動に大きな影響を与えられと考えられる。そこで、大気に触れている面やその位置の条件を種々設定した土壤層に浸出水が浸透した場合、これらの条件の違いによって浸出水の土壤中での水質変化がどのように影響を受けるのかについて、カラム実験を行うことによって検討した。

2. 実験方法 本実験には全長 60cm、内径 10cm のカラムに、水抜けを良好にするために、下から約 3cm の厚さに砂利を充填し、その上に約 54cm の厚さに土を充填した、土壤の厚さ約 57cm のカラム 4 本と(図-1)、土壤の厚さを2倍にした約 115cm のカラム1本の、合計5本のカラムを用いた。また、それぞれのカラムにORP電極と簡易型土壤溶液採取器を深さ方向に約 10cm 間隔に取り付けた。カラムに充填した土壤は、東北地方の一般廃棄物最終処分場で覆土として使用していたもので、その風乾細土を実際の覆土とほぼ同じ充填密度となるように充填した。



3. 実験条件と測定方法 実験に使用した5本のカラムは、それぞれ充填してある土壤が大気に開放されている条件が異なる。カラム1: 大気に開放されていない状態。カラム2: カラムの下端で大気に開放されている状態。カラム3: カラムの上端で大気に開放されている状態。カラム4: カラムの側面の穴で大気に開放されている状態。カラム5: 条件はカラム1と同様であるが土壤の厚さが2倍の状態。また大気に開放されている面積はカラム1、カラム5が 0cm²、カラム2が 13.6cm²、カラム3が 78.5cm²、カラム4が 3.9cm²である。

流入水としては、カラムに充填した土壤を採取した一般廃棄物埋立地(焼却灰主体)から流出しており、処理施設に入る前の浸出水を 1μm のメンブランフィルターでろ過したものを使用した。流入速度は、宮城県における年間降水量相当の浸出水が土壤に流入することを想定し、2週間に1度、12時間かけて 360ml を各カラムに流入させた。また実験装置は 20℃の恒温室に設置した。

4. 実験結果と考察 考察はpHを除き、1μm のメンブランフィルターで濾過したサンプルについて検討する。

(1) 流出体積 40週目までの合計流入・流出体積と流出率を表-1に示す。大気に開放されていないカラム1、カラム5では流出率は大きくなり、カラム1よりもカラム5の流出率が大きくなった。一方、大気に開放されているカラムでは大気に開放されている面積が大きいカラムほど流出率が少なくなった。カラム3では流出率が 48.4%と流入体積の半分以下となった。またカラム4では大気に開放されている面積が非常に小さいが、大気に開放されていないカラムとの差が見られた。

表-1 流出体積と流出率

| | 流入水 | カラム1 | カラム2 | カラム3 | カラム4 | カラム5 |
|-------------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| 流入・流出体積(mL) | 11880 | 11250 | 7636 | 5746 | 10474 | 11634 |
| 平均流出体積(mL) | 360 | 341 | 231 | 174 | 317 | 353 |
| 流出率(%) | | 94.7 | 64.3 | 48.4 | 88.2 | 97.9 |

※流出率はカラム流出体積/流入体積×100で求めた。

(2) E_h 大気に開放されている面積、位置の違いからカラム内の E_h に違い見られることを期待したがそれほど差は見られず、カラム内の E_h はすべて +500~+700mV の間にあり、すべてのカラム内の土壤は酸化状態 (200mV 以上) にあると考えられる。これによりカラム内では硝化や好氣的な分解が生じている状態にあるといえる。

(3) pH pHの変化を図-2に示す。すべてのカラムにおいて流入水とほぼ同じ傾向を示し、流入水よりも流出水の

pHが低くなった。pHは18週目まで減少傾向にあり24週目以降増加傾向にある。また大気に開放されているカラムと大気に開放されていないカラムとの間に差が見られた。

(4)COD_{Cr} 平均値と除去率を表-3に示す。濃度ではカラム2、カラム4が低い除去率となったが、負荷量に換算するとカラム2の除去率はカラム3について高い値となったが、カラム4は負荷量に換算してもそれほど除去率が増加せず一番低い値となった。またカラム5は濃度よりも負荷量の除去率が低い値となった。また濃度から負荷量に換算した場合、大気に開放されているカラムは大気に開放されていないカラムよりも除去率の差が大きくなった。

(5)T-N 平均値と除去率を表-4に示す。濃度ではすべてのカラムで除去率がマイナスとなり、中でもカラム2の濃度が非常に増加しているのがわかる。負荷量ではカラム3だけが除去されており、その他のカラムは負荷量に換算しても除去されることがなく、増加する結果となった。これは、Ehの値から脱窒が進んでいないことや、実験初期にNH₄⁺が土壤に吸着され、これが後にNO₃⁻となって流出したためと考えられる。

(6)T-P 平均値と除去率を表-5に示す。すべてのカラムにおいて濃度でも負荷量でも高い除去率となった。これは土壤への吸着や不溶化によって除去されたものと考えられる。

(7)除去率の比較 30週目~40週目についての負荷量の除去率を図-3に示す。カラム3ではCOD_{Cr}、T-Nの負荷量の除去率は大きく、そのため濃度の除去率も他のカラムに比較して大きくなっている。カラム3については乾燥気候下で生じる塩類の集積に類似した除去機構が働いていることが考えられる。

5. 結論 条件の異なる5種類のカラムに浸出水を流入させた場合の浸出水の挙動について検討した結果、次のような結果が得られた。

カラム2: 負荷量に換算した場合、除去率が大きくなった。またT-Nの濃度が流入水よりも97.5%増加する結果となった。

カラム3: 大気に開放されている面積が一番大きいことより、流出率が48.4%と半分以上が蒸発した。またすべての項目で除去率が最大となった。

カラム4: 流出率では、大気に開放されていないカラムとは差が見られた。またCOD_{Cr} 負荷量の除去率では最小値となった。

カラム5: 土壤の厚さはカラム1の2倍であったが、カラム1と比較して除去率はほぼ同じでありT-Nでは逆に高い値となった。

この結果から40週目までの実験では上端が大気に開放されているカラム3の除去率が高く、大気に開放されていない場合には、土壤の厚さを大きくしても除去率は大きくならないという結果になった。しかし実際の埋立地での挙動を知るにはまだまだ実験期間が不十分であり、さらなる長期的な実験が必要と思われる。また高濃度の浸出水が漏出してくることも考えられるため、高濃度の浸出水が浸透した場合における挙動の検討も必要である。

謝辞: 本実験に協力していただいた2000年度卒業生小林慶太君、高橋徳彦君、小野寺豊君、2001年度4年生後藤雄二郎君、大野悠紘君、川村靖君に感謝いたします。

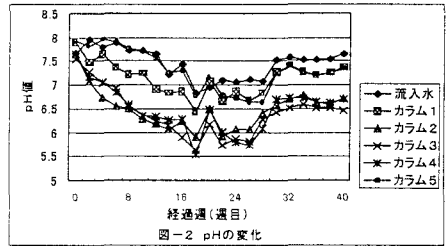


図-2 pHの変化

表-3 COD_{Cr}の平均値と除去率

| | 流入水 | カラム1 | カラム2 | カラム3 | カラム4 | カラム5 |
|----------|-------|------|-------|------|-------|------|
| 濃度(mg/L) | 14.10 | 7.27 | 11.01 | 6.87 | 11.68 | 6.79 |
| 除去率(%) | | 48.4 | 21.9 | 51.3 | 17.1 | 51.8 |
| 負荷量(mg) | 5.07 | 2.50 | 2.41 | 1.20 | 3.85 | 2.57 |
| 除去率(%) | | 50.7 | 52.5 | 76.4 | 24.2 | 49.3 |

※30週目からの値で算出した。

表-4 T-Nの平均値と除去率

| | 流入水 | カラム1 | カラム2 | カラム3 | カラム4 | カラム5 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 濃度(mg/L) | 15.97 | 19.34 | 31.54 | 17.87 | 23.75 | 22.33 |
| 除去率(%) | | -21.1 | -97.5 | -11.9 | -48.7 | -39.8 |
| 負荷量(mg) | 5.75 | 6.69 | 6.88 | 3.16 | 7.83 | 8.36 |
| 除去率(%) | | -16.3 | -19.7 | 45.1 | -36.2 | -45.3 |

※30週目からの値で算出した。

表-5 T-Pの平均値と除去率

| | 流入水 | カラム1 | カラム2 | カラム3 | カラム4 | カラム5 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 濃度(mg/L) | 0.160 | 0.020 | 0.006 | 0.008 | 0.009 | 0.006 |
| 除去率(%) | | 87.3 | 96.3 | 94.9 | 94.2 | 96.0 |
| 負荷量(mg) | 0.058 | 0.007 | 0.001 | 0.001 | 0.003 | 0.002 |
| 除去率(%) | | 88.0 | 97.8 | 97.4 | 94.7 | 96.0 |

※30週目からの値で算出した。

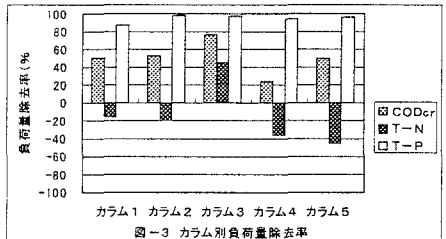


図-3 カラム別負荷量除去率