

土壌に浸透する汚染物質の挙動 ―土壌の CEC と浸透水の pH の影響について(その 2)―

東北工業大学 学生会員 ○羽田大士
 // 高宮和剛
 // 正会員 中山正与

1. 目的

一般・産業廃棄物の管理型最終処分場において遮水工が破損した場合に、有害物質を含む流出水が土壌に浸透する場合を想定し、浸透水の pH や浸透する土壌の違いにより、土壌中での浸透水の挙動にどのような影響が見られるのについて、カラム実験を行なうことによって 212 週目までの挙動を検討した。

2. 実験方法

実験装置を図-1 に示す。本実験には、内径 10cm、全長 60cm のカラムを 4 本使用した。カラムには、水抜けを良好にするため、下端から約 3cm の厚さに砂利を充填し、その上の 54cm の厚さに表-3 に示す 2 種類の土壌試料を各 2 本充填した。各カラムには酸化還元電位を測定するための ORP 電極と簡易型土壌溶液採取器を取り付けた。ORP 電極は土壌層の表面部分から下端に向かって 10cm 間隔にセンサーを順に 6 個設置した。これらの土壌試料については、土を東北工業大学二ツ沢校舎森林より、砂を広瀬川河川敷より採取したもので、その風乾細土（土壌を 20℃で 3 週間乾燥させた後、2mm のふるいを通した土壌試料）を現地の密度とほぼ同じになるように充填した。

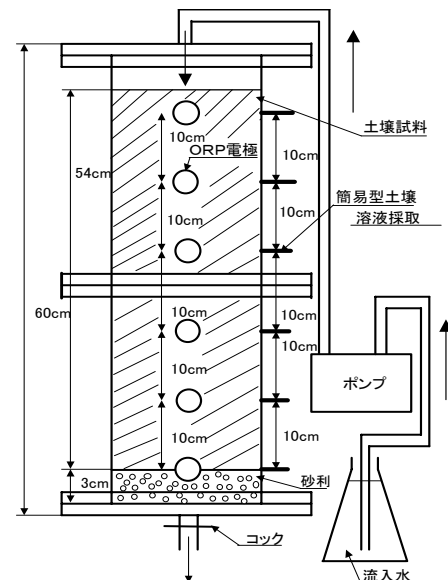


図-1 実験装置

表-1 実験条件と測定方法

項目	カラム1	カラム2	カラム3	カラム4
流入水	pH	6.99	4.19	
	EC (ms/m)	111		
	CL (mg/l)	262		
	CODMn (mg/l)	99		
土壌試料	土	砂	土	砂

表-2 模擬酸性雨の組成表(100倍濃度)

NaCl	0.5 (g)
KNO ₃	0.1 (g)
CaSO ₄	0.5 (g)
Mg(NO ₃) ₂ ・6H ₂ O	0.3 (g)
(NH ₄) ₂ SO ₄	0.5 (g)
HNO ₃	0.005 (mol/l)
HCl	0.003 (mol/l)
蒸留水を加えての合計	1L

表-3 土壌の物理化学的性質

項目	砂	土
pH (KCl)	6.51	3.87
pH (H ₂ O)	6.74	4.50
強熱減量 (%)	1.11	5.24
CEC (meq/100g)	6.12	15.21
均等係数	3.10	46.70
土壌の分類	砂	ローム

3. 実験条件と測定方法

実験に使用する 4 本のカラムの実験条件を表-1 に示す。カラム 1・3 には土、カラム 2・4 には砂を充填し、カラム 1・2 は中性、カラム 3・4 は酸性の流入水である。流入水として、表-2 に示す模擬酸性雨濃縮液を 100 倍に希釈したものをベースに、有機物(C₆H₁₂O₆)を COD が 100mg/l、塩化アンモニウムを T-N 濃度で 100mg/l になるよう添加した。カラム 1・2 の中性の流入水は、NaOH で pH 調整を行った。また、重金属として環境基準値の 100 倍にあたる Cd:1mg/l、Cr:5mg/l になるように添加した。流入速度は、宮城県における年間降水量 (1204.5mm/年) 相当の流出水が土壌に流入することを想定し、本実験ではローラーポンプで、2 週間に 1 度、12 時間かけて各カラムに 360ml を流入させた。カラムは常時 20℃の恒温室に設置した。土壌試料の物理化学的性質を表-3 に示す。

4. 流出水の変化

流入体積と流出体積はほぼ等しく、水量の収支はとれていた。

(a) Eh 値 (標準酸化還元電位)

カラムの Eh 値は土壌の種類(土カラム 1・3、砂カラム 2・4)によって変化をしていたので、土カラム 1 と砂カラム 2 の

キーワード 環境保全 埋立地 重金属 カラム実験 土壌浸透

学生会員 東北工業大学工学部建設システム工学科

(仙台市太白区八木山香澄町35-1TEL022-305-3537, FAX 022-305-3501)

Eh 値の変化を図-2 に示す。土を充填したカラム 1 の Eh 値は実験の初期段階の深層部で還元状態にあったが、50 週目以降上昇し酸化状態を示すようになった。これは土のカラムは通水性が悪いものの、カラム内の土壌粒子の流出により間隙が増えたことや、微生物による土壌有機物の分解で使用する酸素量が減少し、土壌内がより好氣的になったためと考えられる。また、砂を充填したカラム 2 の Eh 値は全体的に 600mV 前後で酸化状態にある。これは、土とは違い砂は通水性が良く、容易に酸素が供給されやすいことや、表-3 の強熱減量に示されるように土壌有機物が少ないためであると考えられる。

(b) pH

pH の変化を図-3 に示す。カラム 1・2 には pH7.0(約 7.0) 中性、カラム 3・4 には pH4.0(約 4.0) 酸性にそれぞれ調整した流入水を流入させている。100 週目付近まで pH 値が 6.0 付近を示しているのは、土壌の緩衝作用が働き急激な変化を抑制しているものと思われ、カラム 1 は未だにそれが作用している。その後、カラム 3・4 が徐々に酸性化したのは緩衝作用の働きが減少していることが原因で、カラム 2 の pH 低下については、土よりも砂の緩衝作用の働きが少ないからであると考えられる。

(c) 重金属

Cr・Cd の濃度の変化を図-4 に示す。Cd は、流出水 pH の低下に対応するように、カラム 2,4,3,1 の順に流出が始まっている。また、CEC の小さい砂の方が、CEC の大きい土よりも流出が早いことがわかる。流入水の pH の影響については、酸性の方が早く流出すると思われたが、砂カラムについては中性の方が早く流出していた。これは、ORP 電極の KCl が流出したことが影響していると考えられる。Cr は、流入実験を通してほとんど流出が確認されなかったため、212 週目の実験終了後カラムを解体し付着量の分析を行ったところ、ほぼ流入させた全量が土壌に在留していることが判明した。その理由として、Cr が不溶化し、カラム内に保持されていると考えられるが、今後の検討が必要である。

5. まとめ

- ・土壌の緩衝作用の働きは、流入水の pH にもよるが、土が砂よりも高く、条件によっては長期間作用する。
- ・Eh 値は、土を充填したカラムで実験初期に底部で還元状態を示したものの、最終的に全てのカラムが酸化状態となった。
- ・Cd は pH の低下に伴い流出する傾向が見られたが、Cr は土壌中に在留していたため、詳しい流出傾向は解析できなかった。

<参考文献>

- 1)熊谷隼太・藤根正太：土壌に浸透する浸出水の変化に関する研究
東北工業大学土木工学科卒業論文要旨集, pp151-152, 2007
- 2) 久馬一剛・庄子貞雄：新土壌学, 朝倉書店, pp.81-83, 1984
- 3)福井経一：下水試験方法 下巻, 社団法人日本下水道協会, pp242-249, 1997

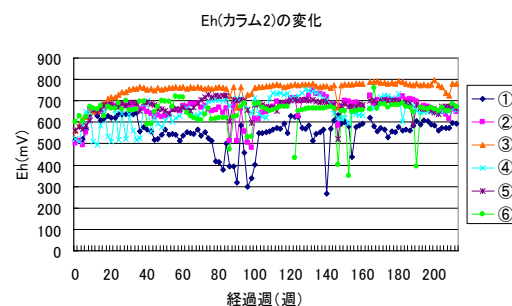
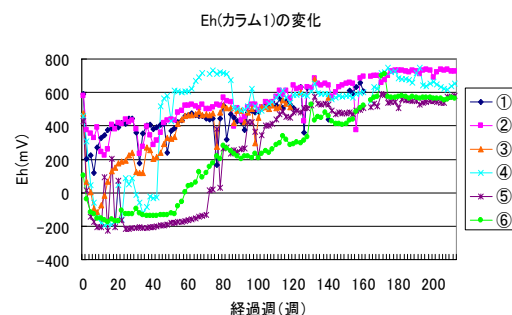


図-2 Eh の変化

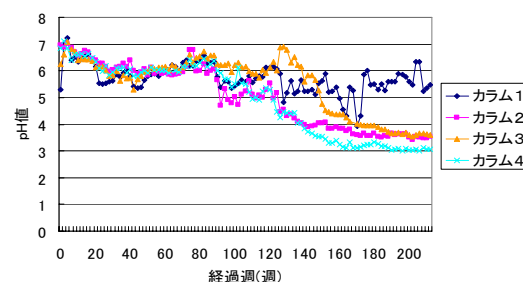


図-3 pH の変化

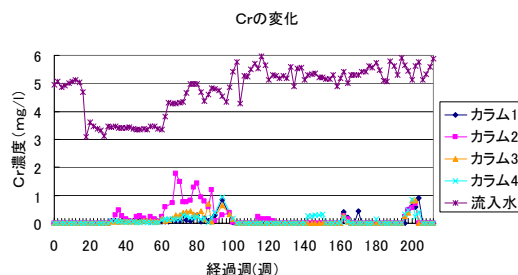
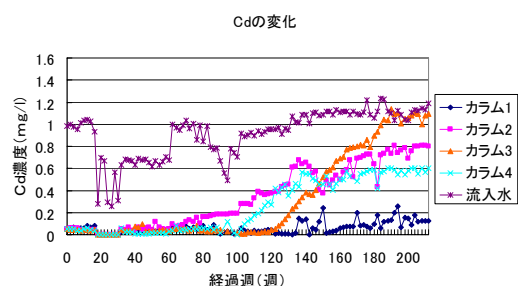


図-4 Cd, Cr の変化