

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―

東北工業大学 正会員 ○中山正与
 // 学生 熊谷隼太
 // 学生 藤根正太

1. 目的

一般廃棄物や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や、不法投棄された廃棄物層から有害物質を含む流出水が土壌層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かについて、カラム実験を行うことによって100週目までの挙動を検討した。

2. 実験方法

カラム実験装置を図-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種類の土壌試料をそれぞれ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電極は土壌層の表層部分から下端に向かって10cm 間隔に①～⑥を設置した。カラムに充填した2種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。

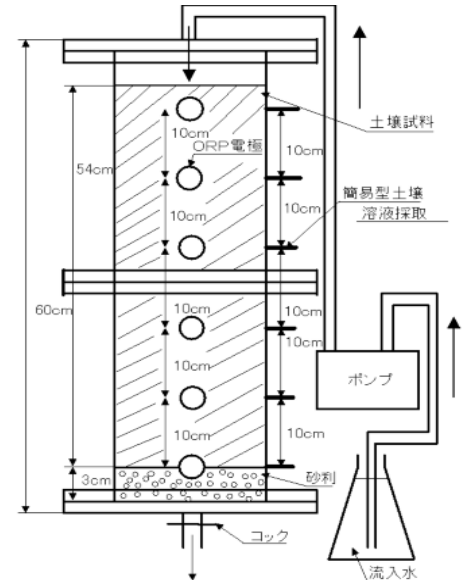


図-1 実験装置

表-1 実験方法と平均濃度

項目	カラム1	カラム2	カラム3	カラム4
流入水	pH	6.98	4.23	
	EC(ms/m)	114		
	CL(mg/l)	263		
	CODMn(mg/l)	108		
土壌試料	土	砂	土	砂

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、模擬酸性雨濃縮液（表-2）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（1200mm/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℃に設定された恒温室に設置した。土壌試料の物理化学的性質を表-3に示す。

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

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) pHの変化 pHの変化を図-2に示す。カラム1・2にはpH7、カラム3・4にはpH4程度の流入水を流入させている。カラム

ム流出水はpH6前後の値を示している。これは土壤にはpHの急激な変化を抑制する緩衝作用が存在し、その作用が働いているものと考えられる。この緩衝作用によりカラムに充填されている土、砂などの種類や流入水の酸性、中性の違いに左右されることなく、同程度のpHで流出していると考えられる。

(b) Eh値（標準酸化還元電位） 土充填カラム1・3と砂充填カラム2・4は同じような変動を示していた。土充填カラム1と砂充填カラム2のEh値の変化を図-3に示す。土を充填したカラム1のEh値は実験初期の深い層で還元状態にあったが、50週目以降に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や、微生物による土壌有機物の分解が進み、使用される酸素量が減少し、土壌内がより好气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前後で酸化状態であった。砂は土壌有機物が少なく、また、通水性が良く、酸素が供給されやすいためであると考えられる。

(c) 重金属 Cd、Cr を流入させたが、砂カラム 2 から Cd、Cr の流出がみられたが（図- 4）、この実験期間中では他のカラムでの流出はほとんど見られなかった。カラム 2 からは高濃度の K^+ 、 Cl^- の流出があり（ORP 電極の内部液の漏出）これが一因とも考えられるが、この理由についてははっきりしない。土壌中での重金属の挙動についてはpH、酸化・還元状態、他の成分との結合による不溶化等により影響を受け複雑である。今後、実験を継続し経過を観察して考察したい。

5. まとめ

- ・流入水のpHに左右されることなく流出水のpHは各カラムとも6前後の値を示した。
- ・Eh値は、土を充填したカラムで深部で小さかったが、50週以降上昇し、より好气的になった。砂を充填したカラムでは約600mVで酸化状態を示した。
- ・Cd、Crの流出は一部の条件で見られたが、ほとんどの条件で流出しなかった。

<参考文献>

- 1) 松井健・岡崎正規：環境土壌学、朝倉書店、1993.
- 2) 天野猛 他：焼却灰埋立地における覆土の重金属吸着量に及ぼすpHの影響、第4回廃棄物学会研究発表会講演論文集、1993.

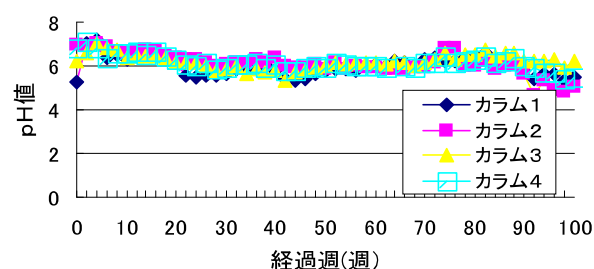


図-2 pHの変化

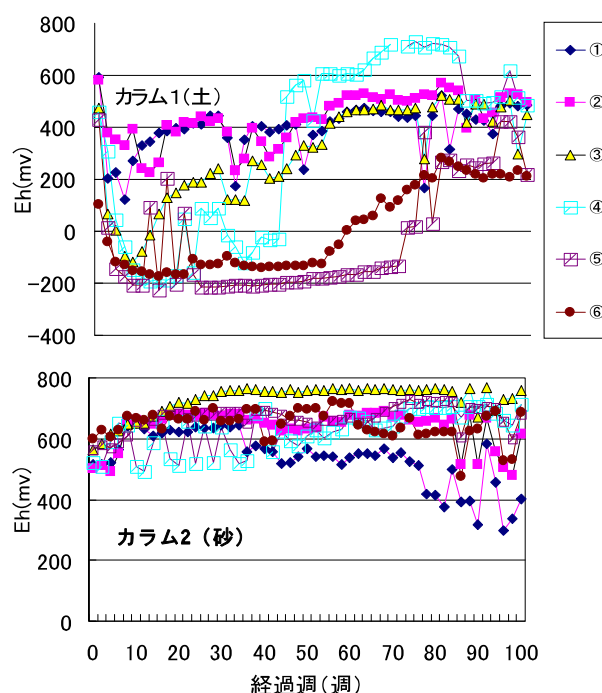


図-3 Ehの変化

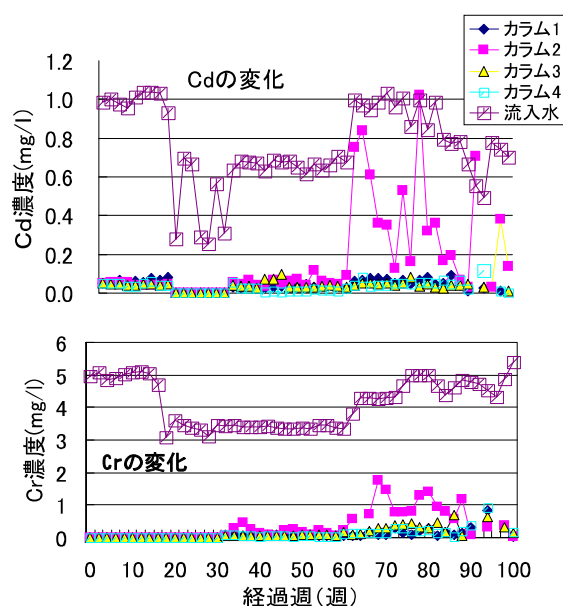


図-4 Cd,Crの変化