

II-445 粗砂層による土壌汚染防止の可能性に関する考察

—蒸発降雨過程における非吸着性物質の土壌内鉛直移動—

京都大学工学部 学生員 保田浩志

京都大学工学部 正 員 堀内将人

京都大学工学部 正 員 井上頼輝

1. はじめに 有害廃棄物の埋立などにより土壌が汚染されると、有害物質は雨水浸透に伴い下方へ排除されて地下水を汚染し、さらに上方へも移動して表層土壌を汚染することが指摘されている。このような土壌中での汚染物質の広がり防止する手段として、筆者らは自然土壌(細砂)中に粒径の大きな砂(粗砂)を配置する方法⁽¹⁾をすでに提案し、単純吸い上げ(乾燥状態からの吸水)の場合においては水分および物質の上方移動が制御できることを実験的に確認している。本研究では、さらに降雨を与えた場合に物質上方移動の有効性が維持できるかどうかについて実験的に検討する。

2. 実験装置および実験方法 試料砂の粘土分を洗い落とし、ふるい分けを行って細砂(有効径0.20mm、均等係数2.52、真密度2.62g/cm³)と粗砂(有効径0.73mm、均等係数1.56、真密度2.62g/cm³)を準備する。細砂および粗砂の水分特性曲線(吸水過程)は図-1のようになった。実験装置図を図-2に示す。カラムは5本ずつを1グループとし、それぞれ異なる粗砂層位置を与えて4グループ(A, B, C, D)用意する。Aのカラムは細砂のみで、B, Cの粗砂層位置は粗砂の毛管水帯に、Dの粗砂層位置は粗砂の懸垂水帯に属す。頂部をフィルムで覆い蒸発を抑制させた上で給水管から0.2N NaCl溶液を供給し、給水位が変化しなくなったら(水分分布が定常に達したら)蒸発を開始する。蒸発開始から10日後、表面より模擬降雨(精製水)を与える。降雨後頂部をフィルムで覆って1日放置し、1日放置後フィルムを取り蒸発を再開する。実験は蒸発開始より22日後(蒸発再開より11日後)まで継続する。各グループのカラムは、それぞれ降雨前、降雨後、22日後(2本)に分解し、残り1本は降雨を与えずに22日後に分解して、水分分布およびCl⁻分布を測定する。

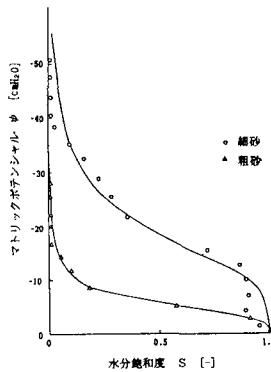


図-1 水分特性曲線(吸水過程)

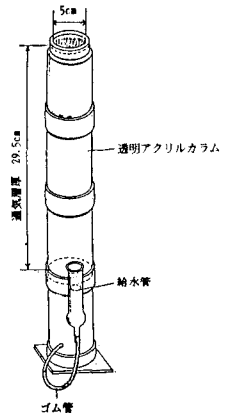


図-2 実験装置

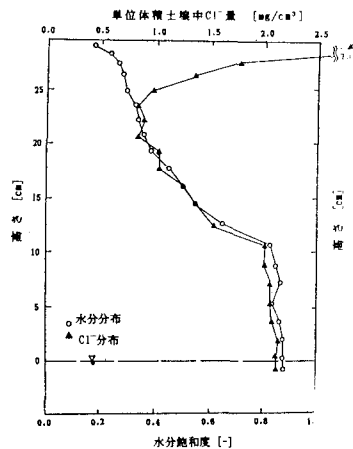


図-3 Aカラムの水分分布とCl⁻分布
(降雨無し、22日後)

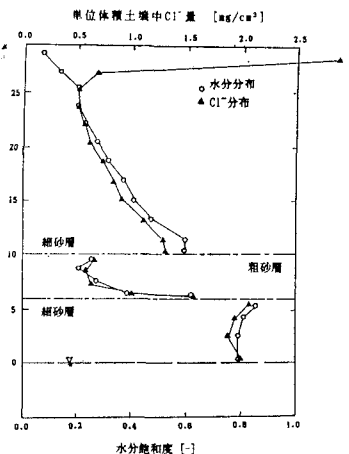


図-4 Bカラムの水分分布とCl⁻分布
(降雨無し、22日後)

3. 実験結果および考察 降雨を与えなかった場合の22日後の各カラムの水分及びCl⁻分布を図-3～図-6

分蒸発に伴い表面に Cl^- が多量に蓄積している。一方Bカラム（粗砂層6~10cm）では、Aカラムよりも表面の Cl^- 量が少なく、表面の水分量もほぼ0となっている。このことから毛管水帯に相当する位置に配置した粗砂層は水分および物質（溶質）の上方移動を妨げる働きをしていることが分かる。C, Dカラムでは、粗砂層の制御効果はさらに顕著となっており、特にDカラムでは Cl^- の蓄積は深さ約3~5cmのところにあり、表面での Cl^- 量はほぼ0である。単純吸い上げの場合には、粗砂層位置jが高いほど土壌水分および物質の上方移動がよく制御されるといえる。

10日目に降雨を与えた場合の22日後の分布は、A, Bカラムでは降雨を与えなかった場合とあまり違いは見られなかった。一方、C, Dカラム（図-7、8）では上部細砂に水分が保持され、降雨がなかった場合と異なり表面への Cl^- の移動が見られる。また、C, Dカラムでは（図表では示さないが）降雨直後からの水分の蒸発量は上部細砂に保持されていた水分の減少量に等しい。したがって、降雨後 Cl^- が上部細砂中に移動する現象は、 Cl^- の拡散移動が支配的であると考えられる。図-7と図-8を比較すると、Cカラムより粗砂層位置の高いDカラムの方が表面での Cl^- 量が多い。すなわち、降雨を与えることにより、粗砂層位置が高いほど Cl^- の上方移動がよく制御されることが分かる。

4. おわりに 結論として次のようなことがいえる。

- (1) 単純吸い上げでは、粗砂層位置を高くするほど水分および物質の上方移動がよく制御される。
- (2) 単純吸い上げ条件で水分分布が平衡に達した成層土壌カラムに表面より降雨を与えると、粗砂層が水分の下方移動を妨げ、上部細砂中に多くの水分を保持する。また、その保持された水分中を Cl^- が拡散移動して土壌表面に到る。

この2つの結論から、粗砂層の挿入によって汚染物質の土壌中の広がりを防止するには、汚染層を粗砂層ではさみこんで水分の上方移動と下方移動の両方を抑制し、汚染層をできるだけ乾燥状態に保つ工夫が必要であろう。この時、粗砂層位置を粗砂の懸垂水帯に相当する位置に配置し、かつ上部細砂厚が十分厚くなるようにすれば、より効果的であると思われる。

【参考文献】

- (1) 佐藤、井上、堀内；京都大学環境衛生工学研究会第9回シンポジウム講演論文集、PP. 289-294、1987

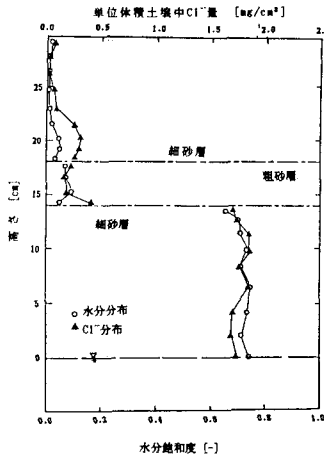


図-5 Cカラムの水分分布と Cl^- 分布
（降雨無し、22日後）

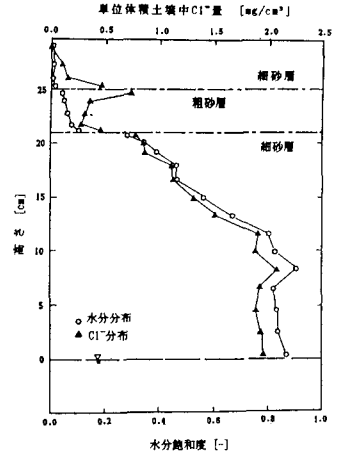


図-6 Dカラムの水分分布と Cl^- 分布
（降雨無し、22日後）

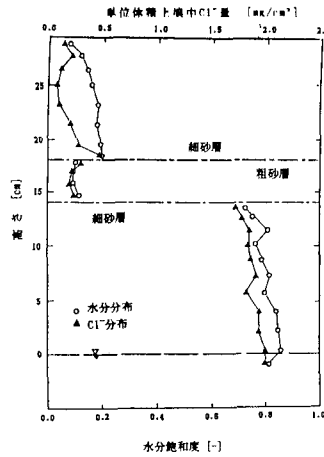


図-7 Cカラムの水分分布と Cl^- 分布
（降雨有り、22日後）

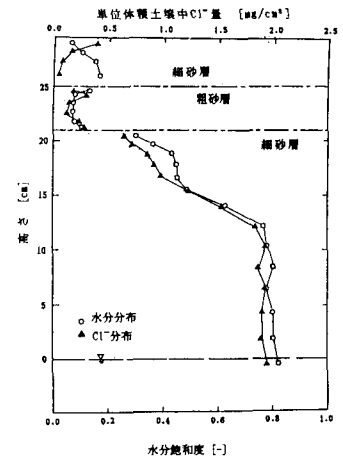


図-8 Dカラムの水分分布と Cl^- 分布
（降雨有り、22日後）