

京都大学 学生員 樋口 浩行

京都大学 正 員 井上 頼輝

京都大学 正 員 堀内 将人

1. はじめに 人間の生活、社会活動に伴い、発生する廃棄物は現代においては、非常に多量かつ多量となつてゐる。それらの廃棄物は、それぞれの処理を受けたもの、大部分が最終的には埋立処分されてゐる。廃棄物に含まれる微量の有害物質は雨水浸透水により、通気層中を輸送されることになる。一般に漏出した有害物質の移動方向は雨水浸透水により地下水層へ運ばれるものと、その逆に地表での水分蒸発に伴う毛管圧変化により、上方の地表付近へ輸送されるものが存在する。本研究では、特に埋立処分された廃棄物中の有害物質が覆工層と鉛直上方へ輸送される現象に注目し、同現象を支配する機構の実験的把握とそれを制御することの技術的可能性及びその制御効果を評価するための基礎的資料を得ることを目的としてゐる。具体的には、高野尊⁽¹⁾が提案したように細砂層の上に粗砂層を設けて土壌水分の連続性を遮断することにより水分の上方移動を断ち、それに伴う物質移動を制御する試みを基礎にし、今回は細砂層中に粗砂層を配し、その粗砂層の位置が物質の鉛直上方移動に及ぼす効果を検討する。

2. 実験方法及び結果 高さ30 cm、直径5 cmのアクリル製カラムに乾燥した試料砂を詰め模擬通気層カラムとし、カラム底部をNaCl溶液(約3500 ppm)中に浸したまま30日間放置する。この間カラム頂部からの水分蒸発は自由に行なわせた。カラムは、細砂(以後A砂と呼ぶ)のみを詰めたものと、細砂層中に粗砂(以後B砂と呼ぶ)を配したものとを準備した。粗砂層の位置は、自由水面からの高さによつて2種々に変化させた。実験開始30日後にカラムを分解し、土壌水分及びCl⁻分布を測定した。A砂、B砂の物理特性を表-1に、またそれぞれの水分特性曲線を図-1に示す。

図-2にA砂のみを詰めたカラムの結果を示す。カラム表面でずばにCl⁻の蓄積がみられる。図-3は自由水面から17 cmの位置に3 cm厚さのB砂層を配したカラムの実験結果を示す。この場合は、上部A砂層(厚さ2 cm)の水分は、ゼロに近く表面付近でのCl⁻の蓄積もみられない。一方図-4は、自由水面より7 cmの位置にB砂層を配したカラムの実験結果で、図-3とは異なり上部A砂層にも水分分布がみられる。

3. 考 察 図-1のB砂の水分特性曲線によると、図-3の場合のB砂層の位置はB砂のみを詰めたカラムにおける水分分布の懸垂水帯に相当し、この層内での水分は自由水面下の水分とは連続を断たれた状態にあり、下方から上昇してきた水分はB砂層の途中、あるいは上部A砂層との境界付近までしか輸送されず、Cl⁻は輸送媒体を失う事になりその位置に蓄積する事になる。一方、図-4の場合のB砂層の位置はB砂のみのカラムにおける毛管水帯に位置し、この層内での水分は自由水面と連続してゐる。図-4の実験条件下では、A砂層とB砂層の水分特性曲線が異なるので、下部A砂層からB砂層へ移ると含水率はかなり低下するものの、B砂層があつて、2も下部A砂層の水分はB砂層を挟んで上部A砂層の水分との連続は保たれる。この場合で

表-1 A砂、B砂の物理特性

	密度(ρ)(g/cm^3)	有効径(d_{10})(mm)	均等係数(e)
A砂	2.67	0.51	2.00
B砂	2.63	1.26	1.46

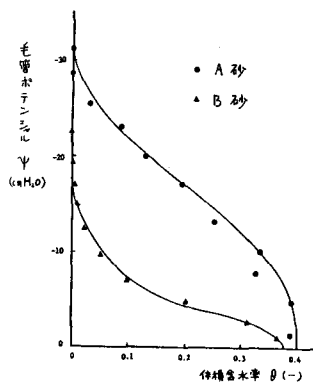
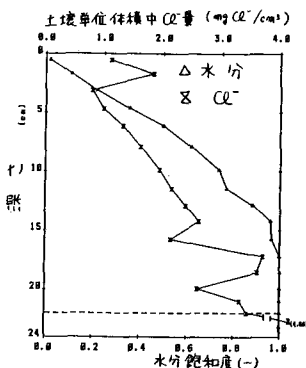


図-1 A砂、B砂の水分特性曲線

図-2 A砂のみのカラムの水分及びCl⁻分布(30日後)

も上部A砂層の水分分布は、A砂のみのカラムの水分分布(図-2)の同じ位置での値より低くなる。2 いるため、上部A砂層と下部A砂層の水分分布に段差がみられる。これは、このB砂層の位置でのB砂の不飽和透水係数がA砂の値より小さい事から説明することができる。したが、2 A砂とB砂の不飽和透水係数が等しい位置にB砂層を配すれば、上部A砂層と下部A砂層の水分分布に段差は見られなくなる。

すなわち、B砂層をB砂のみを詰めたカラムの毛管水帯に相当する位置に配した場合(図-4)、水分はB砂層の上下で連続して2 いるので地表での水分蒸発により上部A砂層に運ばれる水分と共に Cl^- も輸送されるが、上に述べたように上部A砂層の含水率の低下により液状水の蒸発面が低くなり Cl^- の蓄積位置もより低く抑えることができる。

次にB砂層を配する事が物質移動に及ぼす影響をさらに詳しく把握するために、 Cl^- をカラム内の所定の位置に与え、自由水面下の水中には与えない条件下で上記と同様の実験を行った。図-5は上部A砂層に Cl^- を与えた場合、図-6はB砂層に Cl^- を与えた場合、図-7は下部A砂層に Cl^- を与えた場合の実験結果である。 Cl^- を与えた正確な位置は、図中に示してある。

図-5、図-6からわかるように、上部A砂層、あるいはB砂層に Cl^- を与えた場合、表面付近での Cl^- の蓄積がみられるが、図-7のように下部A砂層に Cl^- を与えた場合、 Cl^- の蓄積はみられない。この結果、B砂層を配する事によりB砂層を通過する物質移動を制御できる可能性があることがわかる。

4. おわりに 本研究では通気層中に粗砂層を設けることにより、通気層中の物質移動を制御できる可能性があることを確認し、また粗砂層の位置による効果の特性を実験的に検討した。今後、さらに実地層とのスケールの違いなどによる影響も研究する必要があると考えられる。

謝 辞 本研究を進めたくて、適切な御指導と多大な御協力を賜りました森澤貞輔助教授、佐藤茂君に深く感謝いたします。

参考文献 (1) 高野 謙 「不飽和成層土壌におけるリウムの鉛直上方移動に関する研究」 京都大学工学部衛生工学科卒業特別論文 (1983)

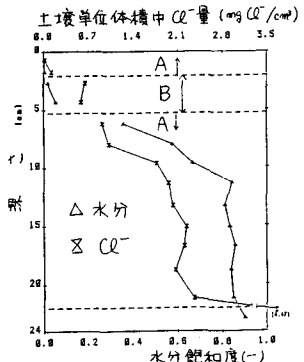


図-3 自由面上17cmの位置に3cm厚さのB砂層を設定したA砂カラム内の水分及び Cl^- 分布(30日後)

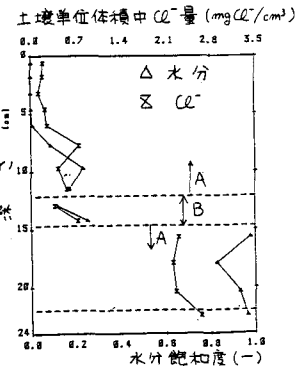


図-4 自由面上7cmの位置に3cm厚さのB砂層を設定したA砂カラム内の水分及び Cl^- 分布(30日後)

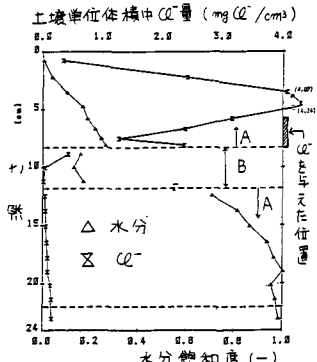


図-5 上部A砂層に Cl^- を与えた場合の水分及び Cl^- 分布(30日後)

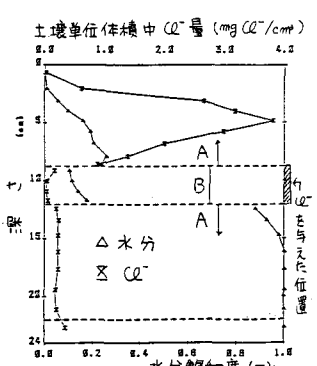


図-6 B砂層に Cl^- を与えた場合の水分及び Cl^- 分布(30日後)

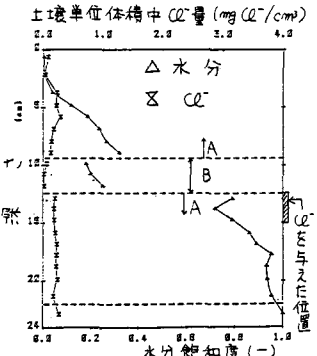


図-7 下部A砂層に Cl^- を与えた場合の水分及び Cl^- 分布(30日後)