

鹿沼土・川砂における VOC ガスの土壌吸着と含水比に関する基礎的研究

広島工業大学大学院 学生会員 ○村井 渉
徳島大学大学院 学生会員 狭間俊光

広島工業大学 正会員 石井義裕
(株) 日建技術コンサルタント 柳井祥吾

1. 研究目的

有機塩素化合物による土壌、地下水汚染の除去方法として、近年土壌ガス吸引法が効果の高い方法として高い評価を得ている。この様な方法で効果的に汚染物質ガスを除去するには地下空間におけるガスの挙動を把握する事が重要である。本研究ではバッチ試験により土壌への吸着現象の基礎的特性と遅れ係数の関係を調べた。

2. 実験方法及び実験条件

実験に用いる試料は、広島県広島市佐伯区の八幡川の川砂と市販の鹿沼土であり、それぞれの試料について粒径は 0.3mm 未満、0.5～1.0mm、1.4～2.0mm の物を用いる。含水比は、0、0.9、1.98、3.0、4.0、6.0、8.0、11.1% の 8 種類である。

実験は 粒径による違い、試料の違い、含水比による吸着係数の変化、の 3 種類について行う。

実験にはガスクロマトグラフを用いて、バッチ試験を行う。バイアル瓶を密閉し、揮発させた TCE ガス 10ml を注射器を用いて注入し、振とう器を用いて 24 時間 19 で振とうする。そのサンプルのヘッドスペース部分のガス濃度をガスクロマトグラフを用いて測定する。測定の結果得られたデータを以下の式に代入し吸着係数 (K_d') を算出する。

$$\frac{C_B V_B}{C_S V_S} - 1 = K_d' \times \frac{M}{V_S} \quad (1)$$

ここで M は土壌の質量、 C はヘッドスペース部分の TCE 平行濃度、 V はその体積であり添字の B 、 S はそれぞれ空のバイアル瓶、土壌の入ったバイアル瓶を示している。

(1) 式で求めた吸着係数を(2)式に代入し遅れ係数を算出しガスの移流における蓄積作用を考慮する。

$$R = 1 + \frac{\rho_d}{n_e} K_d \quad (2)$$

ここで R は遅れ係数、 ρ_d は飽和土の乾燥密度、 K_d は吸着係数、 n_e は有効間隙率である。

3. 実験結果と考察

川砂の粒径ごとの吸着係数の比較を図 - 1 に示す。粒径は実験条件に示した 3 種類の試料を用いる。図 - 1 によると吸着係数が粒径の減少に伴い 10～20% も増加している。吸着は土粒子の粒径の小さいものほど吸着する力は強いと考えられる。粒径が小さいという事は表面積が増加しており、このことから吸着に表面積が関係していると言える。次に、鹿沼土に関して図 - 2 に示す。鹿沼土の場合も川砂と同様に 3 種類の粒径の試料を使用する。図 - 2 からは川砂の結果とは違う特徴が現れている。粒径が大きくなっているにもかかわらず吸着係数は

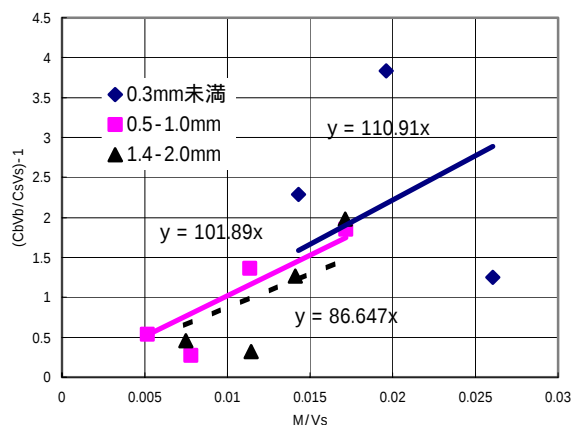


図 - 1 川砂の吸着係数の比較

大きなものとなっており、粒径 0.3mm 未満の場合と 0.5～1.0mm の場合を比較すると約 2 倍の増加をしている。この原因は鹿沼土の構成にあると考えられる。鹿沼土は微少な粒子の凝結したような構成をしており、粒径の大きな物になると間隙が次第に大きくなり、土粒子そのものに吸着しているのではなく間隙にとどまっていると推測される。よって鹿沼土では粒径による影響を一概に述べることは困難である。

試料の違いに関して図 - 3 に示す。用いる試料は粒径 0.3mm 未満の川砂と鹿沼土である。吸着係数を比較すると、川砂と鹿沼土では吸着係数に大きな違いがあり、鹿沼土の吸着係数が川砂の 15～16 倍となっており鹿沼土の方が川砂よりも吸着し易いと言える。このことから試料の種類によって吸着の力は大きく異なるという事が分かる。これらから求めた遅れ係数を表 - 1 に示す。川砂と鹿沼土では遅れ係数に 2～3 倍の差がある事が分かる。

含水比の違いに関して図 - 4 に示す。用いる試料は粒径 0.3mm の鹿沼土であり、含水比を条件で示した 8 種類に設定した試料を利用する。図 - 4 からは含水比が増加するに従い遅れ係数が減少していることが明らかである。鹿沼土は間隙が多いと考えられ、その間隙に水が入り込んでガスから土壌への吸着を阻害しているのであると考えられる。しかし、ある程度まで含水比が増加した後の遅れ係数は一定の値を保つようになる。これは吸着を阻害していた水に TCE が溶解していると考えられる。これにより吸着量は一定のところまでしか減少しないということが分かる。

4. 結論

川砂は吸着係数が表面積に作用され粒径が小さくなると吸着係数は大きくなる。鹿沼土については影響が見られなかったため、今後の検討が必要である。同一粒径の鹿沼土において含水比が上昇し、間隙に水分が入り込むと吸着が阻害され遅れ係数は減少している事が明らかになった。よって、実際の汚染現場においてガスの移流を把握するためには土壌の特性を調査し遅れ係数を求める事が重要である。

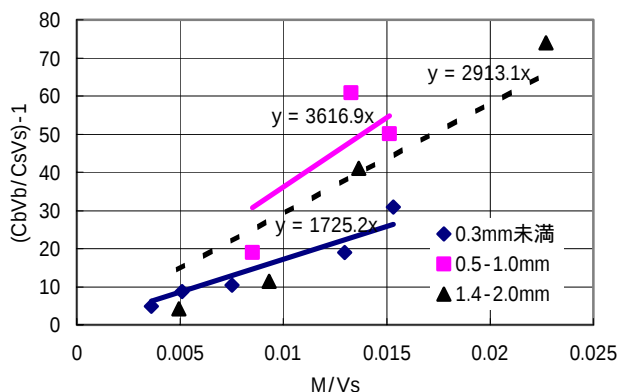


図 - 2 鹿沼土の吸着係数の比較

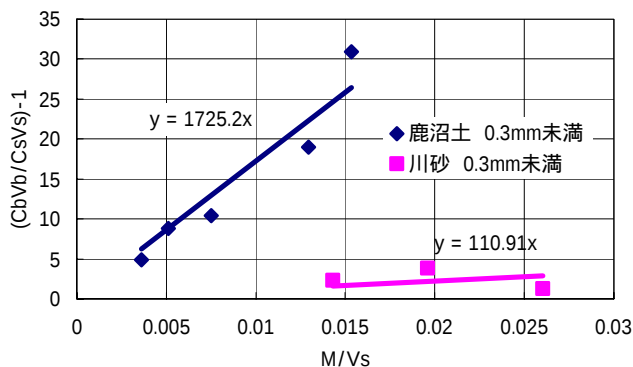


図 - 3 土壌の種類による比較

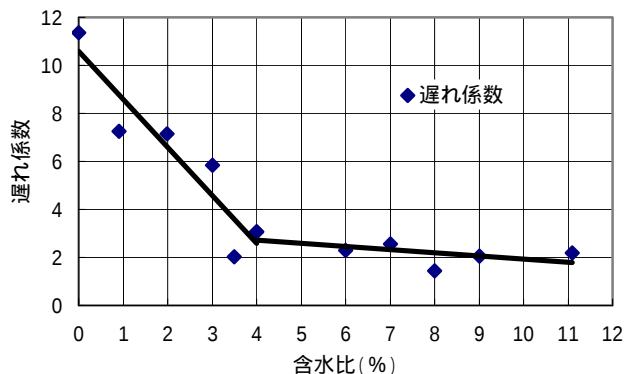


図 - 4 含水比による影響

表 - 1 土壌別遅れ係数

土壌 粒径(mm)	鹿沼土			川砂		
	0.3未満	0.5～1.0	1.4～2.0	0.3未満	0.5～1.0	1.4～2.0
p d	0.437	0.248	0.272	1.367	1.369	1.380
n	78.753	90.383	89.629	47.164	47.688	47.041
Kd'	1725.20	3616.90	2913.10	110.91	101.09	86.65
R	10.574	10.914	9.850	4.214	3.901	3.541