

VOCs ガスの土壌吸着現象と電子顕微鏡写真による表面形状との関連性

広島工業大学大学院 学生会員 ○柳井祥吾
 ミサワ環境技術株式会社 技術開発部 村井 渉
 広島工業大学 正会員 石井義裕

1. 研究目的

土壌・地下水汚染の分離・除去技術が多数存在する中、第一種特定有害物質（揮発性有機塩素化合物）に対して多くの実績があり、最も普及しているのが土壌ガス吸引法である。この土壌ガス吸引法を用いて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ことが重要である。本研究では、ガス挙動に影響を与えていると考えられるガスの土壌への吸着による影響を解明するため、バッチ試験により VOCs ガスを用いて土壌への吸着現象の基礎的特性と吸着係数と含水比の関係を調べ、地下空間でのガスの挙動を検討する。

2. 実験内容

実験に使用した土壌は川砂・まさ土・鹿沼土・赤玉土である。この試料を粒径 106 μm ~ 2000 μm にふるい分け、24 時間炉乾燥させた。その後バイアル瓶に密封し、TCE ガス 10ml を注入後 24 時間 19℃ で振とうし、ガスクロマトグラフ（HS - FID 法）を用いて測定を行う。

測定の結果得られたデータを（1）式に代入し吸着係数（Kd'）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 平衡濃度、V はヘッドスペース部分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す。

本研究では 粒径と吸着係数の関係、含水比による吸着係数の関係、間隙率と吸着係数の関係について検討する。

3. 実験結果

1) 粒径による吸着係数の関係

各試料の粒径による吸着係数の比較を図 - 1 に示す。図 - 1 においては、吸着係数が小さい川砂、まさ土に関しては粒径が増加すると吸着係数が減少する相関関係にある。これは粒径が大きくなると単位体積当たりの表面積が減少しているためと考えられる。鹿沼土、赤玉土に関しては、直線的な相関関係が得られず粒径 850 μm を越えると吸着係数が増大する結果が得られた。これは、団粒構造に影響があると考えられる。粒径の小さいもの程表面積が大きいとはいえないからである。つまり、比表面積の影響が多大であると考えられる。

2) 含水比による吸着係数の関係

含水比を 0% ~ 11.1% に変化させた土壌を作成し実験を

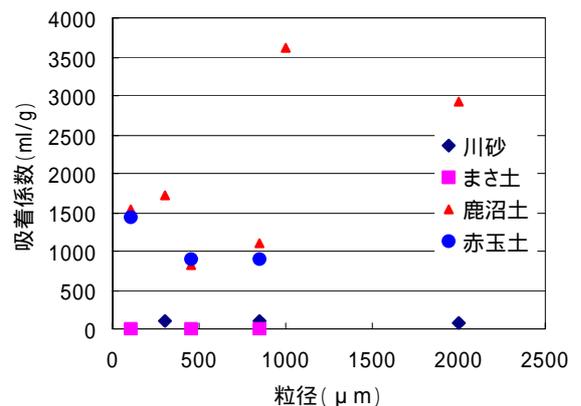


図 - 1 : 吸着係数と粒径

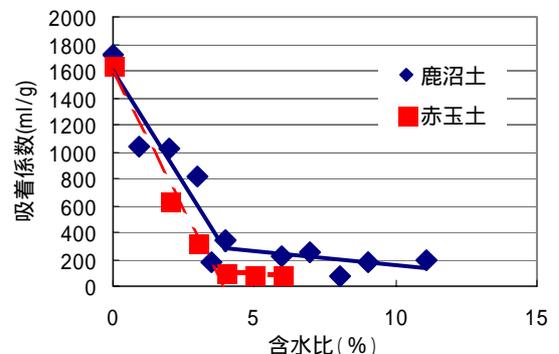


図 - 2 : 吸着係数と含水比

キーワード 揮発性有機塩素化合物, 土壌吸着係数

TEL : 082-921-3121

連絡先 〒731-5193 広島市佐伯区三宅 2-1-1 広島工業大学建設工学科

FAX : 082-921-8976

行う．含水比と吸着係数の関係を図 - 2 に示す．含水比が増加するに従い吸着係数が減少していることが分かる．これは，VOCs ガスは水に溶けにくい性質があるため，鹿沼土，赤玉土の含水比が上がると土壤への吸着を阻害しているのではないかと考えられる．含水比 4% 付近からは吸着係数がほぼ一定の値になる．

3) 間隙率と吸着係数の関係

図 - 3 に含水比 0% における間隙率と吸着係数の関係を示す．図 - 3 から，まさ土は間隙率の変化において吸着係数の変化は見られなかった．しかし，鹿沼土，赤玉土に関しては間隙率が増加すると吸着係数が大きく増加している．このことから，鹿沼土，赤玉土へのガスの吸着は，間隙率の影響が大きく，間隙部分に VOCs ガスが吸着していると考えられる．

4. 考察

吸着係数が粒径や土壤の種類による変化がした．土粒子の表面積に大きく関わっていると推測できるため，電子顕微鏡を用い撮影を行った．図 4 ~ 6 にそれぞれガラスビーズ，まさ土，鹿沼土の表面の写真を示す．

図 - 4 に示すように，ガラスビーズは表面が滑らかになっており，村岡ら¹⁾によると，粒径が小さいもの程吸着係数が大きくなるという特徴がある．つまり，粒径と比表面積に相関があると考えることができる．まさ土も図 - 5 に示すように表面が滑らかであるので同様の結果得られたと考えられる．鹿沼土に関しては，図 - 6 のように表面に 100 μm 程度の凹凸が無数に存在しており間隙率も高いと考えられる．

5. 結論

- 1) 川砂，まさ土において，粒径が小さいもの程吸着係数が大きくなり，粒径に対して相関関係がある．一方，鹿沼土，赤玉土は，その傾向が見られなかった．
- 2) 土壤の含水比が増加すると吸着係数は減少する．鹿沼土，赤玉土のどちらにおいても含水比は，4% に達すると吸着係数は減少する．
- 3) 川砂，まさ土と鹿沼土は粒子の表面の形状が異なることが，電子顕微鏡による写真撮影により，明らかとなった．特に鹿沼土は微小な凹凸が無数に存在する形状をしていることが分かる．この凹凸が吸着係数変化に多大な影響を与えている．
- 4) 鹿沼土，赤玉土において，間隙率が増加することによって吸着係数が増加する関係があることが分かった．

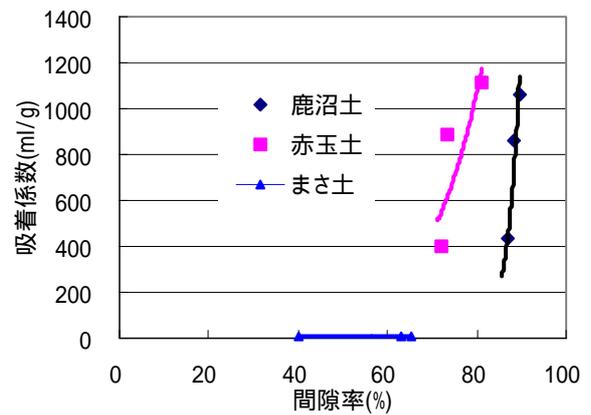


図 - 3 : 間隙率と吸着係数

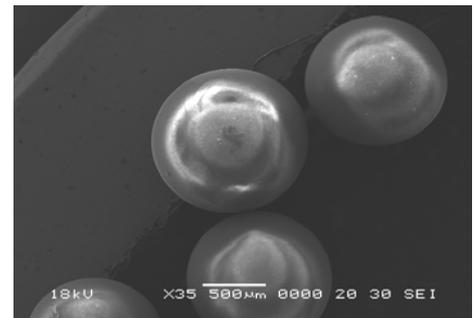


図 - 4 : ガラスビーズの表面 (×35)

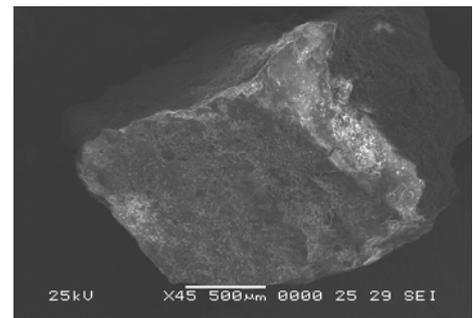


図 - 5 : まさ土の表面 (×45)

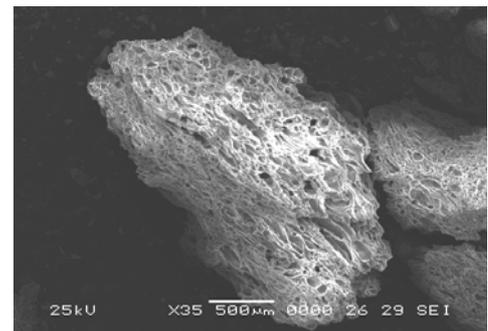


図 - 6 : 鹿沼土の表面 (×35)

参考文献 1) 村岡浩爾・山内淳平・石内健太郎：土壤の団粒構造と VOC ガス吸着機構の関係について，土木学会論文集 No.678/ -19,21-30,2001.