

Ⅲ-8

乱さない土を対象とした重金属の吸着特性

和歌山工業高等専門学校 正会員 佐々木清一

1. まえがき

近年、産業廃棄物に含まれる重金属が溶解し土壌や地下水汚染問題として社会的にも注目されている。このため汚染の浄化対策が緊急な課題となっている。この種の汚染現象を分析してみると、汚染物質の移動機構が土構造や土の界面化学的性質に著しく左右される。従って、効果的な防止対策や浄化法を確立していくためにも、汚染物質の土への吸着状態を詳しく検討する必要がある。そこで、本研究は重金属として銅イオンに焦点を当て、特に乱さない状態の土への吸着特性に及ぼす土構造の影響について究明したものである。

2. 実験方法

風化度に対して土構造の相違が著しいまき土を対象とした吸着実験を行なった。風化度は強熱減量を基準として、風化度の大きい試料と小さい試料について比較実験を試みた。土構造の特徴を分析するために、乱さない試料の凍結乾燥を行ない水分を除去した後、水銀圧入法により空隙分布を測定した。一方、銅イオンの吸着量は、一定濃度の銅イオン（0.01%）を土層に浸透させた後、流出した溶液のイオン濃度をイオンメーターで測定し、浸透前後の濃度差より求めた。¹⁾ この溶液の測定温度は、13℃である。

3. 検討結果

Fig.1 は、風化度の基準に採用した強熱減量と銅イオン含有量との関係をプロットしたものである。²⁾ これより銅の吸着量は、強熱減量と関係している。つまり、強熱減量が増加すると銅の吸着量が增大している。このことは、風化度の増大により土粒子の結晶構造がゆるみその内部へ銅が吸着するためと考えられる。

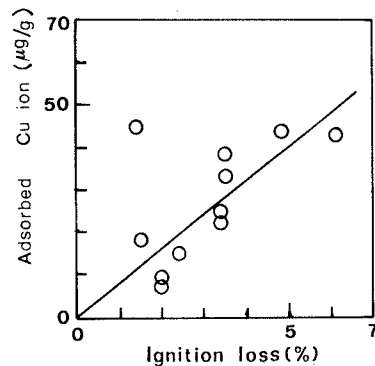


Fig.1 Relationship between adsorbed copper ion and ignition loss (Plotted data obtained from Prof. Aoyama)

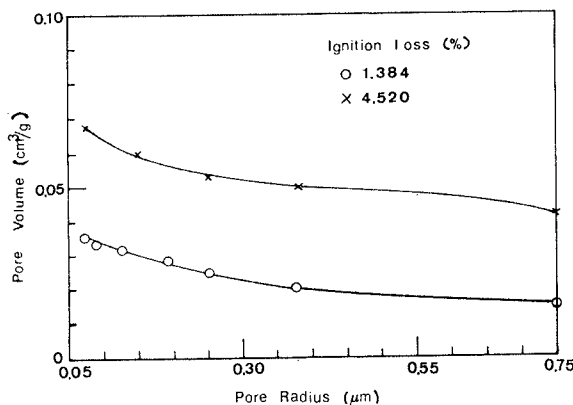


Fig.2 Micro pore distribution of undisturbed sample (0.01 ~ 10 μm)

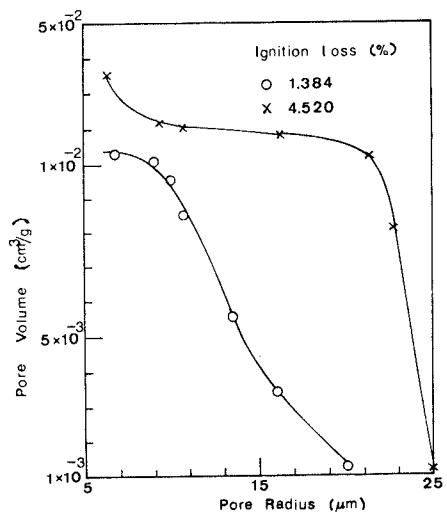


Fig.3 Macro pore distribution of undisturbed sample (>10 μm)

Fig.2 は、直径8mm、長さ20mmの円筒形の容器の中に挿入して採取した試料のミクロポアについて示したものである。これより、風化度が大きくなると小さい試料よりもミクロポアの量が増加している。この手法を用いて、さらにマクロポアの量を測定した結果が、Fig.3 である。この場合の試料は、直径60mm、長さ50mmの円筒形のものを用いた。従って、土粒子間に存在するマクロポアを精度よく評価していると判断できる。この分布の場合には特に風化度の大きい試料ではマクロポアが急激に増加し、またその量も多いことが明らかである。

Fig.4 は、乱さない試料の吸着等温線を示したものである。まず実測値（○）に基づいて検討すると、風化度の小さい試料（強熱減量1.514%）では、吸着量 q と濃度 C の関係は、放物線形を呈しながら変化している。また、風化度の大きい試料（強熱減量3.75%）のそれらの関係は、逆S字形の

関係を示している。次に、吸着理論に基づきFig.4 に示された吸着等温線の分析を行う。いくつか提案されている等温線において、代表的な等温線であるLangmuir型とBET型を用いた。ここに、前者は単分子、後者は多分子層吸着モデルに立脚して導かれたものであり、それぞれ、式(1)、式(2) で表わされる。

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{ab} + \frac{C}{b} \quad (1) \quad \frac{C}{q(C_0 - C)} = \frac{1}{q_m c} + \frac{c' - 1}{q_m c} \cdot \frac{C}{C_0} \quad (2)$$

ただし、 q ：吸着量(mg/g)、 a, b :Langmuir 定数、 C ：濃度(mg/g)、 q_m, c' ：BET定数、 C_0 ：飽和濃度(mg/g)

Fig.4 の実測値を基に吸着パラメータを決定し、(1)、(2) 式に基づいて銅イオンの吸着量を計算した値をFig.4 に示す。これより、実測値と計算値が良く対応している。つまり、風化度小の試料はLangmuir型を風化度大の試料ではBET型の吸着特性を示していると判断できる。特に、風化度大の試料が、BET型の吸着となる現象は、Fig.2, 3 で指摘したマクロおよびミクロポアに関する土構造の影響によるものと考えられる。すなわち、このような現象は、ポア内への吸着拡散現象として取り組まれ、自然地盤の重金属による汚染物質の挙動は、工学的見地からBET吸着モデルによる解析の有効性を示唆している。

4. まとめ

吸着理論により銅イオンの吸着等温線を検討した結果、風化度の大きい試料はBET型、小さい試料では、Langmuir型を示し、その特性には空隙分布が関与していることを明らかにした。

本研究は、科学研究費（課題番号06650552）をうけたことを付記する。

5. 参考文献

- 1) 佐々木清一：カラム法による重金属の土への吸着実験、第30回土質工学研究発表会投稿中、1995.
- 2) 青山勲、他：酸性雨の土壌生態系に及ぼす影響、関西土壤肥料協議会講演要旨、pp.1~21,1994.

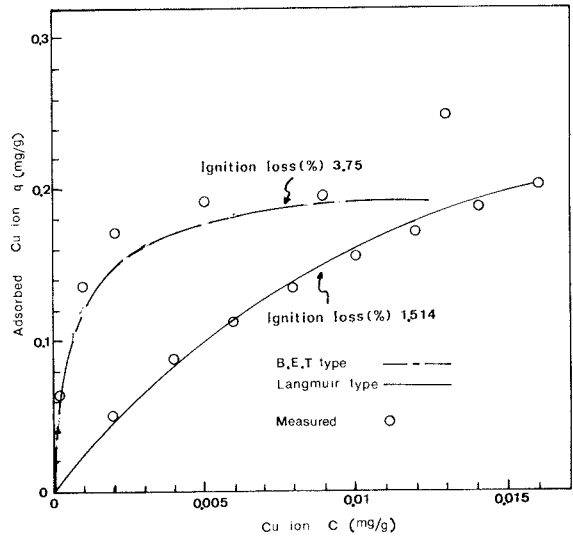


Fig.4 Copper ion adsorption isotherm of undisturbed sample