

八戸地域における火山灰質土の重金属吸着特性に関する研究

八戸工業高等専門学校 正 会 員 ○清原 雄康
八戸工業高等専門学校 相坂 亮太
八戸工業高等専門学校 山岸 俊秀

1．目的

青森県に広く分布する十和田カルデラ由来の八戸ローム（火山灰質粘性土）や八戸しらす（火山灰質砂礫質土）の汚染物質に対する吸着，移動特性はあまり把握されておらず，それら情報の蓄積が望まれる．本研究では八戸しらす，八戸ローム，ベントナイトを試料として重金属（ Pb^{2+} ）に対するバッチ式吸着試験を行い，平衡状態下での pH，電気伝導度 EC，主要な金属イオン濃度の変化や吸着特性を把握した．

2．実験方法

試料は 110 で炉乾燥後，非金属性の 2mm ふるいを通過させたものをを用い，表 1 にそれらの性状を示した．吸着対象物質に用いた鉛溶液は硝酸鉛を 0.1N の硝酸に溶かした後，水酸化カリウムを加え pH が 5.5 程度になるよう調整し，表 2 に示した所定の Pb^{2+} 濃度になるようメスアップして調製した．土と混合前の Pb^{2+} 濃度と EC とは良好な線形関係にあり，その変化率は 1.28（mS/m / mg/L）であった．

吸着試験は各試料 4g とブランク水または各設定濃度の Pb^{2+} 溶液 40mL を 125mL のポリエチレン製の三角フラスコに入れ振動台で 6 時間振蕩して平衡状態とし，その上澄み液を 0.45 μ m のメンブランフィルターで濾過して検液を作製した後，ICP 発光分光分析装置（SHI 社製）で各種金属の水溶性成分を分析し，式(1)により平衡濃度と吸着質量比の関係を求めるという手順で行った．同時に平衡状態下の pH，EC も測定した．

$$q = \frac{(C_0 - C) \cdot V}{M} \quad (1)$$

ここで， q ：吸着質量比， C_0 ：溶液投入濃度， C ：平衡濃度， M ：土の乾燥質量， V ：溶液体積．

表 3 に各試料とブランク水を混合した平衡状態下での主な水溶性成分の濃度を示した．八戸ロームはアロフェンの構成元素である Al をはじめ，Fe，Na の順に多く溶出した．Na はイオン交換容量が大きく，土の吸着能に大きく影響する物質であるが，ベントナイトは八戸ロームの 16 倍，八戸しらすの 53 倍多く含まれていた．八戸しらすの水溶成分濃度は比較的小さかったが，各土質での平均粒径が違っており，水との接触面積に差があったことも考慮する必要がある．今回の結果がその土の潜在的な溶出能を表すものではないことに留意する必要がある．各土質の D_{50} と土粒子密度から，球と仮定した粒子の表面積比を概算すると，しらす：ローム：ベントナイトは 1：2.7：367 であった．

表 1 試料土の性状

土質名	八戸ローム	八戸しらす	ベントナイト
採取地,製品名	階上町	新郷村	三立礫業 Na 型 250mesh-SA-B
液性限界(%)	47.10	-	360
塑性限界(%)	39	-	39
D_{20} (mm)	0.0045	0.035	0.001 以下
D_{50} (mm)	0.13	0.376	0.001 以下
土粒子密度	2.707	2.518	2.58

表 2 吸着試験条件

	八戸ローム	八戸しらす	ベントナイト
Pb^{2+} 投入濃度 (mg/L)	0,0.5,1,5,10,50,100, 200,300,1000	0, 1, 10, 100, 200, 300, 1000	
試料量	各ケース 4 (g) 投入		
Pb^{2+} 溶液量	各ケース 40 (mL) 投入		

表 3 試料土からブランク水への溶出成分の測定・分析結果

	八戸ローム	八戸しらす	ベントナイト
水溶液の pH	6.43	6.45	7.12
電気伝導度 (mS/m)	5.85	5	65
Al (mg/L)	71.4	2.56	54.0
B (")	0.01	0.07	-
Ca (")	5.86	1.61	2.86
Fe (")	25.9	4.18	6.38
Mg(")	2.12	1.12	6.40
Mn (")	0.70	0.21	0.02
Na (")	12.6	3.61	192.3
Pb (")	0.12	0.05	0.32
Zn (")	0.07	0.02	0.05

3. 実験結果

図1に平衡時の Pb^{2+} 濃度に対するpH及び電気伝導度ECの関係を示した。ローム, しらすでは平衡 Pb^{2+} 濃度が高くなるにつれ, pHは低下し4.5付近に収束する傾向が見られ, 平衡 Pb^{2+} 濃度がロームで3.7 mg/L (投入時濃度300mg/L), しらすで13.3mg/L (投入時濃度100mg/L) となったあたりで投入時のpHを下回った。ベントナイトは Pb^{2+} の投入濃度を1000mg/Lまで増加させてもpHは6.7~8.3の高い値を維持し, 投入濃度の影響をあまり受けなかった。この原因として, 高い平衡pHにより Pb^{2+} が $Pb(OH)_2$ として沈殿し, 溶解できる Pb^{2+} 濃度が抑制されたことが考えられる。

ECは平衡 Pb^{2+} 濃度が0mg/L付近においてローム土で約509mS/m, しらすで約204mS/m生じ, その後, 平衡 Pb^{2+} 濃度の増加につれ増加し, 増加率はロームで3.4 (mS/m / Pb-mg/L), しらすで2.0 (mS/m / Pb-mg/L) と, 土と混合前の Pb^{2+} 溶液に対するよりもECの増加率は大きくなった。

図2に平衡時のpHに対する各種金属イオン濃度の変化を示した。ローム, しらすは平衡pHの低下によりCa, Na, Mgの順に多く溶出した。図1において平衡時のEC値が増加したのは, pHの低下による金属イオンの溶出が原因として考えられる。ベントナイトはMnが顕著に溶出する傾向にあった。

図3に各土質の吸着平衡試験の結果を示した。ベントナイトは, 投入 Pb^{2+} が1000mg/Lの試験ケースでもそのうちの99%が吸着または沈殿した。ローム土, しらすの最大吸着量はそれぞれ, 0.007 (Pb-g/土 1g), 0.002 (Pb-g/土 1g) であった。この結果をもとに式(2)に示したFreundlichの吸着等温式を非線形最小二乗法によりフィッティングさせたところ, ロームで $K_d=0.0016$, $b=0.252$, しらすで $K_d=0.0003$, $b=0.344$ であった。

$$q = K_d \cdot C^b \quad (2)$$

ここで K_d : 分配係数, b : 定数。

4. まとめ

八戸ローム, 八戸しらす, ベントナイトに対する Pb^{2+} の平衡濃度の変化に対するpH, ECの挙動や吸着特性(ローム $K_d=0.0016$, しらす $K_d=0.0003$)を定量的に把握することが出来た。今後は本研究の成果を基に, 突き固めた地盤での吸着・拡散挙動や廃棄物処分場遮水材としての性能評価等に役立ててゆきたい。

参考文献

1) 福江正治ほか: 地盤と地下水汚染の原理, 東海大学出版会, 2003。

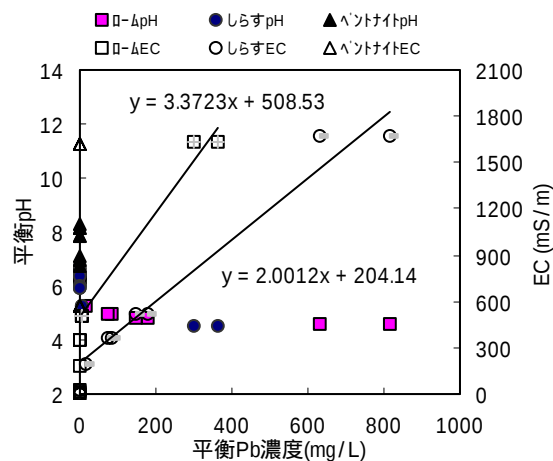


図1 平衡時の Pb^{2+} 濃度とpH, ECの関係

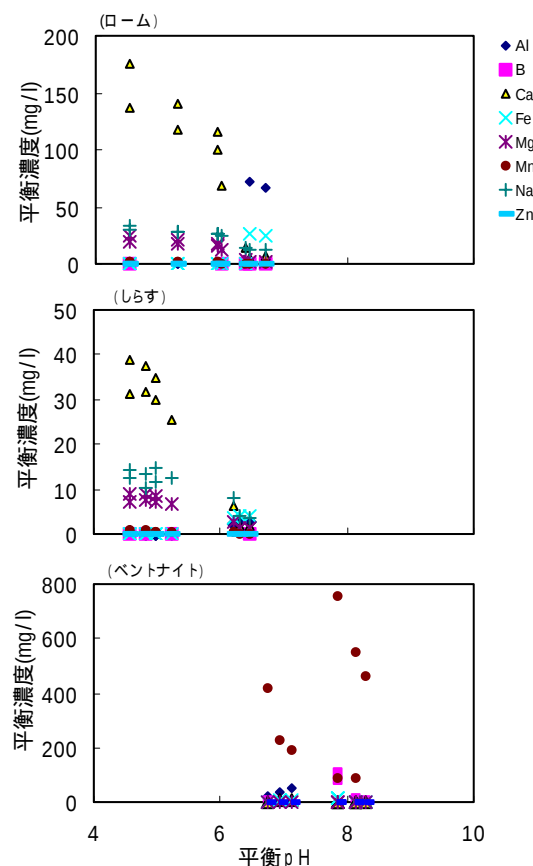


図2 平衡時のpHに対する主な金属イオン濃度の変化

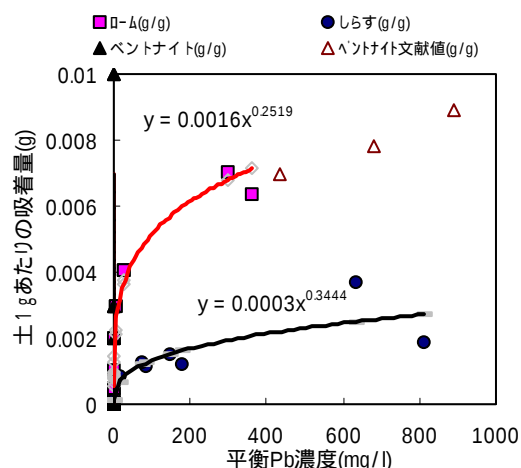


図3 Pb^{2+} の吸着等温線