

締固めた焼却飛灰からの浸出水の塩類組成 Salt composition in leachate from compact fly ash

萩尾 俊宏* 大坪 政美** 東 孝寛** 肥山 浩樹**
Hagio Toshihiro, Ohtsubo Masami, Higashi Takahiro and Hiyama Hiroki

1. はじめに 廃棄物減量化のために焼却処理が一般化している。焼却灰が投棄される管理型処分場の多くは農村地域に建設されているため、農村計画、農村環境の保全という観点からも処分場問題はきわめて重要である。

管理型処分場には遮水と有害物質減量の機能を担う粘土ライナーが設置されている。電気集塵機などによって捕集された焼却飛灰 (fly ash; 以下、飛灰) には各種の塩類が含まれている。そのため、遮水シートが破損し、その浸出水が粘土ライナーに浸透した場合、膨潤性粘土からなるライナーの透水係数は増加する可能性がある。本研究では、浸出水が粘土ライナーに及ぼす影響を検討する際の基礎試料を得るために、飛灰浸出水の塩類組成及び濃度を測定した。

2. 試料と実験方法 実験に使用した飛灰の含水比は 14.06% であり、全量が 2mm のふるいを通過した粉末試料の蛍光 X 線分析結果を表 1 に示す。溶脱試験は以下のようにして行った。まず、内径 5.95cm、高さ 2.15cm のアクリル製カラムに 40g の飛灰を入れ、静的に締固めた。乾燥密度は 0.67kg/cm³ であった。マイクロチューブポンプを用いて、純水 (脱イオン水) 及び pH2 の硝酸水溶液を 10mL/min で飛灰中に浸透させた。100mL ~ 1L 毎に浸出水を採取し、その pH 及び Na, K, Ca, Mg, SO₄, Cl 濃度を測定した。イオン濃度はイオンクロマトグラフにより算定した。浸透量は 50L とし、これは降雨量を 1,500mm/年としたときの約 11 年分の浸透量に相当する。

3. 浸出水の塩類濃度 浸出水の pH 変化を図 1 に示す。浸出水 pH は、純水では初期の 10.43 から逡減することなく常に高アルカリ状態を維持し、pH2 溶液では 10L でほぼ 2 に近づいた。

陽イオン変化を図 2 に示す。純水において Na 及び K 濃度は、初期に 20,000 ~ 30,000mg/L と高い値を示したが、5L で 1mg/L 以下まで低下した。これは、Na, K が NaCl, KCl のような溶解性の塩として存在するためである¹⁾。これに対し Mg 濃度は、緩やかな減少傾向を示し最終段階でも 10mg/L であった。これは Mg を含む塩化物 (NH₄MgCl₃ 等) の溶解性が低いためだと考えられる¹⁾。pH2 溶液において Na 及び K 濃度は、初期の 10,000 ~ 20,000mg/L から 1L で数 10mg/L まで急激に減少したが、その後はほぼ一定であった。Mg 濃度は純水の場合とほぼ同じ傾向を示した。また、pH の低下に伴い Ca の溶出が見られた。Ca は Ca(OH)₂, CaCl₂, CaCO₃, CaSO₄ 等として存在しており、その多くは難溶解性である。

陰イオン変化を図 3 に示す。Cl は重金属と錯体を形成することで粘土ライナーの重金属吸着特性を変化させる。SO₄ は硫酸塩還元反応を通じて、また重金属と化合物を形成することで重金属の溶出特性、ひいては粘土ライナーの吸着特性に影響を与える。このような点を考慮すれば陰イオンの溶出特性を把握することは非常に重要である。

純水において Cl 濃度は 40,000mg/L から、SO₄ 濃度は 2,000 mg/L から各々 10L で数 mg/L まで低下し

表 1 飛灰の成分
Composition of fly ash

成分	含有量 (%)	成分	含有量 (%)
Cl	32.25	Mg	0.81
Ca	21.08	Pb	0.78
Na	12.50	Pb	0.60
K	9.80	Br	0.33
Si	5.94	Cu	0.22
Al	5.14	Sb	0.16
Zn	3.54	Sn	0.12
S	2.34	Sr	0.06
Ti	1.85	V	0.05
Fe	1.34	Cd	0.04
Co	1.06	Rb	0.03

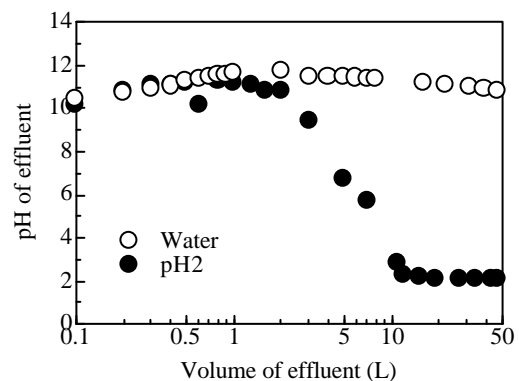


図 1 浸出水の pH 変化
Change of pH in leachate from compact fly ash

*九州大学生物資源環境た。科学府 (Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyusyu University) **九州大学大学院農学研究院 (Faculty of Agriculture, Kyusyu University)

キーワード: 焼却飛灰, 塩類, 粘土ライナー

た．pH2 溶液において浸出水 pH が低下した場合，Cl⁻及びSO₄²⁻濃度はいずれも純水通水時に比べて数十倍の高い値を維持した．

4. 浸出塩類と粘土ライナーの透水性の変化

図 4 は，純水浸透時の総陽イオン濃度と SAR (Sodium Adsorption Ratio : ナトリウム吸着比) の変化を示している．ここで， $SAR = Na \text{ 濃度 [mmol/L]} / (Ca + Mg \text{ 濃度 [mmol/L]})^{1/2}$ である．ある塩類濃度以下では SAR が小さいほど土の透水性は高くなり，その程度は塩類濃度が低いほど著しい²⁾．図 4 によると浸透水量の増加とともに塩類濃度，SAR がともに減少することから，飛灰からの浸出水が粘土ライナーへ浸透した場合，その透水係数は著しく増加することが予想される．

5. まとめ

焼却飛灰に純水を通水した場合，その浸出水 pH は，高アルカリ状態を維持する．Na 及び K 濃度は初期に高い値を示すが，その後急激に低下する．Mg 濃度は緩慢な減少傾向を示す．これにより粘土ライナーの透水係数は増加する可能性がある．Cl⁻及びSO₄²⁻濃度は早期に低下する．pH2 溶液を通水し，浸出水 pH が低下した場合，Ca の溶出が見られる．Na，K，Cl⁻，SO₄²⁻濃度はいずれも純水通水時に比べて数十倍の値を維持する．

引用文献

- 1) Holger Ecke, Nourredine Menad, Anders Lagerkvist, Treatment-oriented characterization of dry scrubber residue from municipal solid waste incineration, J Mater Cycles Waste Manag 4, 117-126 (2002)
- 2) Toride, N., Miyamoto, H., and Regea, M., Hydraulic properties of high swelling Na/Ca smectites Clay Science for Engineering, Adachi & Fukue (eds), Balkema, 223-228 (2001)

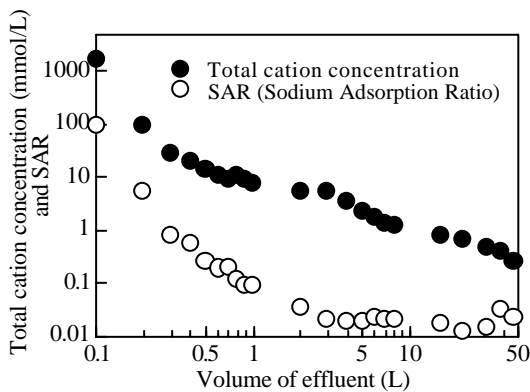


図 4 ナトリウムの吸着比(SAR)の変化
Change of SAR

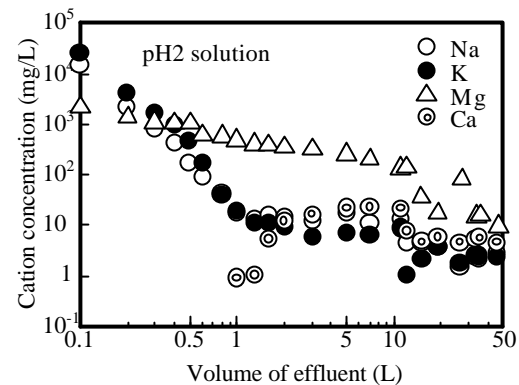
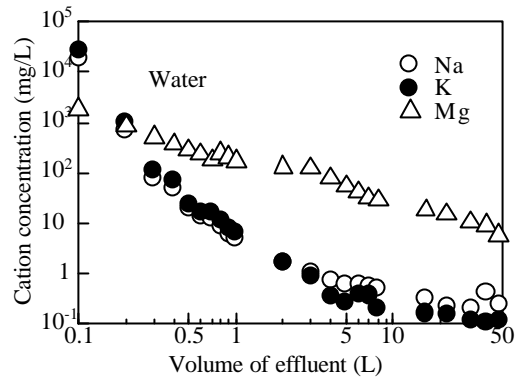


図 2 浸出水の陽イオン濃度変化
Cation concentration in leachate from compact fly ash

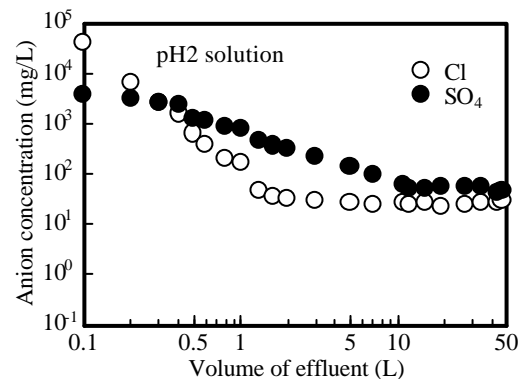
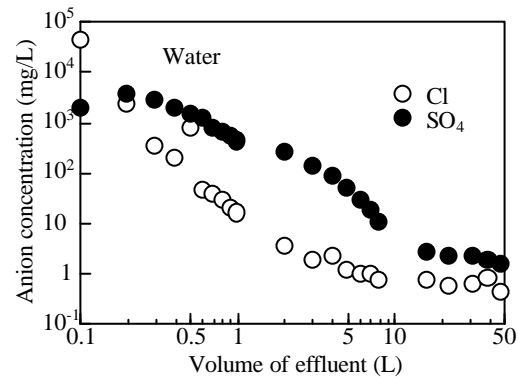


図 3 浸出水の陰イオン濃度変化
Anion concentration in leachate from compact fly ash