

鉛含有土の溶出特性に及ぼす粒径選別及び粒径区分の影響

福岡大学工学部 学生会員 金子一平

福岡大学工学部 正会員 佐藤研一 藤川拓朗

1. はじめに

我が国には、土壤環境基準を判定する試験として環告 46 号法試験¹⁾がある。この試験は廃棄物を建設資材などの 2 次製品に利用する場合など、その適合性の判定方法として広く使用されている。しかしながら、この試験は公定法にもかかわらず、検液作成の前処理操作にあいまいな点が多く、結果がばらつくことが指摘されている²⁾。前処理作業においては、特に乾燥方法、分級方法の違いが分析結果にばらつきを与える要因となると考えられる²⁾。

著者ら³⁾は一般焼却主灰を用いて環告 46 号法試験を行った結果、鉛の溶出濃度は前処理操作における粒径選別の影響を受けやすく、溶出と吸着のバランスに影響を及ぼす可能性があることを明らかにしている³⁾。本報告では、実際に鉛を含有した土壌からサンプリングを行い 1) 2mm 残留試料の取り扱い方法が鉛の溶出濃度に与える影響、2) 粒径区分が鉛の溶出濃度に与える影響について検討を行った結果について示す。

2. 実験概要

2-1 実験方法 実験には、バッテリー工場跡地から採取した鉛含有土を使用した。

図-1 にサンプリング時の粒度分布、**表-1** に物理特性を示す。鉛の分析には、環告 46 号法試験に準拠し、試料を 24 時間風乾後、後述する選別方法に従い、振とう、遠心分離、濾過を経て検液を作成し、ICP プラズマ発光分析装置 (JIS K 0102 54.3) を用いて定量した。なお、1 条件あたりの検体数は 3 本として試験を実施している。

2-2 実験条件 本研究では試料の粒径選別において、1) 2mm 残留試料の取り扱い方法が鉛の溶出濃度に与える影響、2) 粒径区分が鉛の溶出濃度に与える影響の 2 つに着目して検討を行った。1) では、2mm ふるいに残留した試料の取り扱いとして、乳鉢で破碎、プラスチックハンマーによる破碎 (いずれも破碎後に再び 2mm ふるいを通過させる) 残留試料は使用しない、の 3 つに分けて検討を行った。2) では、2mm 通過試料を細砂・中砂・粗砂の粒径にふるい分けし (それぞれ 0.075-0.25mm、0.25-0.85mm、0.85-2mm) 粒径区分ごとの溶出濃度について検討した。さらに、溶媒に 0.1mg/L の鉛溶液を用いて粒径区分ごとの吸着の影響について検討を行った。**表-2** にこれらの実験条件を示す。

3. 実験結果及び考察

3-1 2mm ふるい残留試料の選別方法が溶出特性に与える影響 **図-2** に試料の選別方法が pH に与える影響、**図-3** に選別方法の違いが鉛の溶出濃度に与える影響を示す。試料の選別方法が異なっても pH に影響を与えることはなく、一定した値を示すことが分かる。一方、鉛の溶出濃度については、乳鉢を用いて破碎させ条件において溶出濃度が僅かではあるが高くなる傾向を示し、プラスチックハンマーを用いた条件ではサンプル間のばらつきが最も少なく

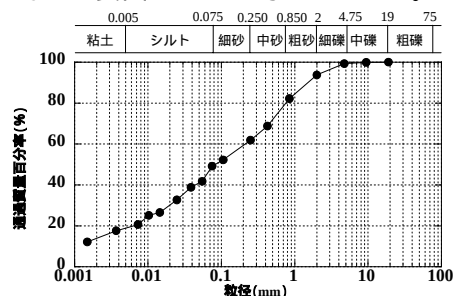


図-1 試料の粒度分布と物理特性

表-1 試料の物理特性

土粒子の密度 (g/cm ³)	含水比 (%)
2.64	20.9

表-2 実験条件

検討項目	条件	溶媒	粒径 (mm)	振とう時間 (h)	初期pH	L/S
2mm残留試料の選別方法	破碎なし プラスチックハンマー 乳鉢	純水	2.0以下	6	5.8-6.3	
粒径区分による溶出の影響	乳鉢	純水	0.075-0.25 0.25-0.85 0.85-2.0	1 3 6		
粒径区分による吸着の影響	乳鉢	0.1mol/L 鉛溶液	0.075-0.25 0.25-0.85 0.85-2.0	1 3 6	-	質量 体積比 3%
粒径区分による含有量の影響	乳鉢	1mol/L 塩酸	0.075-0.25 0.25-0.85 0.85-2.0	2		

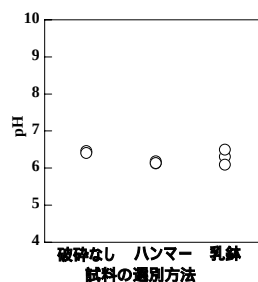


図-2 選別方法の違いが pH に与える影響

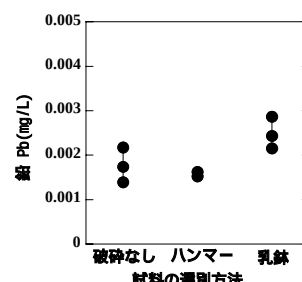


図-3 選別方法の違いが鉛の溶出濃度に与える影響

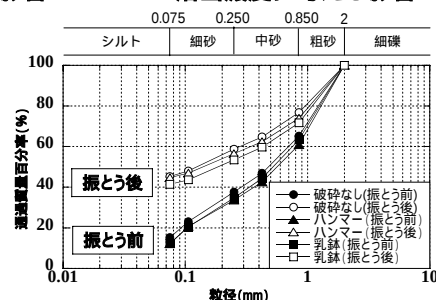


図-4 破碎方法の違いが粒度分布に与える影響

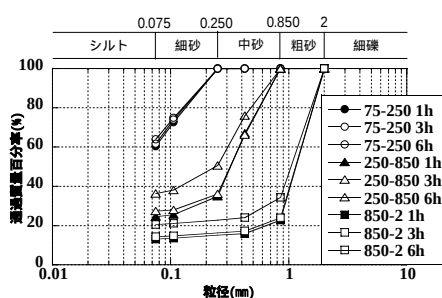
なる傾向を示した。これらの原因は、現段階では解明に至っておらず、今後さらなる検討が必要である。しかしながら、**図-4**に示す振とう前後の粒度分布から分かるように、2mmふるいに残留した試料の取り扱い方法(粒径選別方法)が異なっても、6時間の振とう作業において団粒化している粒子は分散され、ある一定の粒度分布に収束することが分かる。よって、粒径選別方法が異なっても、分析結果に極端に大きなばらつきを生む要因にまでは発展しないと考えられる。

3-2 粒径区分の違いが鉛の溶出と吸着に与える影響 **図-5**

に振とう時間の経過に伴う粒径区分ごとの粒度分布を示す。0.25-0.85mm および 0.85-2mm においては、振とうに伴い団粒化していた粒子が分散され、細粒分が増加していることが分かる。その増加幅は、振とう3時間から6時間にかけて顕著に見られる。この結果を踏まえた上で、振とう時間の経過に伴い粒径区分の違いが pH や鉛の溶出濃度に与える影響について検討を行う。**図-6**は、pH と粒径の関係を示したものである。振とう時間や粒径区分が pH に与える影響は殆ど見られないことが分かる。**図-7**~**図-9**は、各振とう時間の鉛の溶出濃度を粒径区分ごとに表したものであり、溶出と吸着の関係を把握すべく溶媒に鉛溶液(0.1mg/L)を用いた結果も併せて示している。まず、溶媒に純水を用いた溶出の結果について見ると、振とう1時間および3時間までにおいては、粒径が細かいほど溶出濃度は高い傾向を示していることが分かる。しかしながら、振とう6時間においては僅かな差ではあるが、粒径区分が大きい(0.85-2mm)試料において最も高い鉛の溶出が見られた。また、吸着についてみても、振とう3時間以降から0.85-2mmにおいて鉛溶液を用いた溶出濃度が他の粒径区分と比較して大きいことから、吸着の効果が劣っていると考えられる。これらの結果より、粒径が大きくなるほど吸着能力は劣り、その結果、溶出の傾向が顕著に表れる傾向が見られた。さらに、粒径ごとの鉛の含有量を把握し、そこから溶出率を算出し各粒径区分における鉛の溶出特性の評価を行った結果を**図-10**に示す。ここで溶出率とは、溶出濃度(mg/L)を溶出量(mg/kg)に換算し含有量(mg/kg)で除した値を指す。鉛の含有量は粒径区分ごとに異なり、粒径が細かい0.075-0.25mmにおいて、最も含有量が高いことが分かる。しかしながら、溶出率で整理してみると、最も溶出する危険性があるのは、比較的含有量が少なく、かつ粒径が大きい0.85-2mmの範囲であることが分かる。これは、前述したように粒径が大きいほど吸着の効果が劣り、溶出の影響が卓越することに起因していると考えられる。

4. まとめ

1) 前処理操作における粒径選別方法が異なっても、振とうに伴い団粒化している粒子は分散され、ある一定の粒度分布に収束する。2) 粒径区分により鉛の含有量は異なり、粒径が大きいものほど吸着能力が劣るため溶出量は卓越する傾向にあると考えられる。



**図-5 振とう時間の経過に伴う
粒度分布の変化**

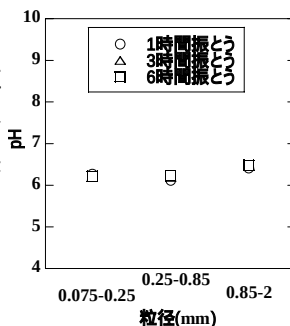
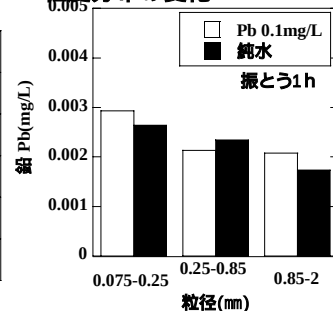
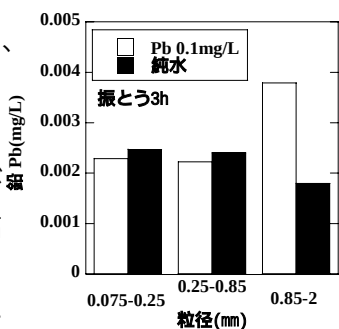


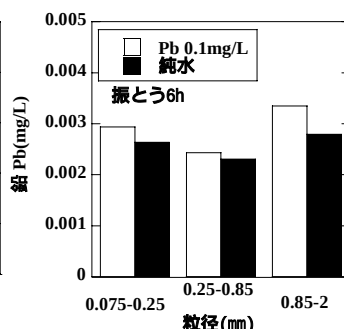
図-6 pH と粒径の関係



**図-7 振とう1時間による
鉛と粒径の関係**

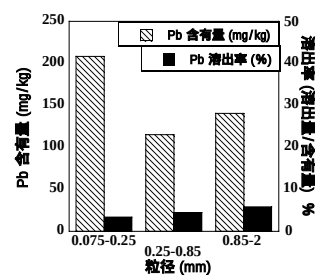


**図-8 振とう3時間による
鉛と粒径の関係**



**図-9 振とう6時間による
鉛と粒径の関係**

ら0.85-2mmにおいて鉛溶液を用いた溶出濃度が他の粒径区分と比較して大きいことから、吸着の効果が劣っていると考えられる。これらの結果より、粒径が大きくなるほど吸着能力は劣り、その結果、溶出の傾向が顕著に表れる傾向が見られた。さらに、粒径ごとの鉛の含有量を把握し、そこから溶出率を算出し各粒径区分における鉛の溶出特性の評価を行った結果を**図-10**に示す。ここで溶出率とは、溶出濃度(mg/L)を溶出量(mg/kg)に換算し含有量(mg/kg)で除した値を指す。鉛の含有量は粒径区分ごとに異なり、粒径が細かい0.075-0.25mmにおいて、最も含有量が高いことが分かる。しかしながら、溶出率で整理してみると、最も溶出する危険性があるのは、比較的含有量が少なく、かつ粒径が大きい0.85-2mmの範囲であることが分かる。これは、前述したように粒径が大きいほど吸着の効果が劣り、溶出の影響が卓越することに起因していると考えられる。



**図-10 鉛の含有量と
溶出率の関係**