

環告 46 号法試験の前処理における粒径選別が鉛の溶出特性に与える影響

福岡大学工学部 学生会員 谷 昌宇

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法として環告 46 号法試験がある。しかしながら、この試験は公定法にも関わらず検液作製に要する前処理方法に、不明確な点が多く、作業者の感覚や慣例化によるところが大きい¹⁾。そのため分析業者間においても前処理方法が異なり、同一試料を用いているにも関わらず、分析結果がばらつくことがある。土壤環境基準という線引きの中でリサイクルの是非が決まる背景を鑑み、これらばらつきが少なくなるように規定の明確化あるいは、試験法の標準化に向けての検討が重要である。そのような背景を踏まえ本報告では図-1 に示すフローチャートに従い、分析結果にばらつきを生む要因として粒径選別を取り上げ、粒径の違いが溶出特性に与える影響について検討した結果について報告する。

2. 実験概要

2-1 実験試料 実験試料は、主灰と飛灰の2種類を用いた。主灰はCO₂を吸収しやすい性質を持つため、風乾日数の影響を強く受けると報告されている²⁾。そのため本実験では風乾日数の影響を分析誤差因子からはずすため、炉乾燥機にて絶乾状態にしたものを用いた。

2-2 実験条件 粒径の選別について、環告 46 号法は、中小礫、木片等を除き、土塊、団粒を粗砕した後、非金属製の2mmの目のふるいを通させて得た土壌を用いる²⁾と明記されているものの、2mm以下粒子の取り扱いには触れていない。そのため作業者によって粒度分布が異なり、分析誤差を生む要因になると考えられる。そこで本研究では、粒径選別の影響が分析結果に与える影響を把握するために、被験者3名に対して表-1及び表-2に示す条件の下、2通りの前処理方法を実施した。

主灰を2mmふるいでふるい分け、2mmふるいに残留したものの取り扱いは任意とする前処理方法を「選別方法 A」とする。図-2、図-3はその時の被験者による粒度分布の違いを示している。いずれの試料を用いた場合も、被験者の自由な粒径の選別により、粒度分布が異なっていることが分かる。次に実験に用いるサンプルの粒度分布をあらかじめ把握し、最も多く含まれる粒径のみを用いて環告 46 号法試験を行う選別方法を「選別方法 B」とする。図-4に実験に用いる主灰と飛灰の粒度分布を示す。主灰については、0.425~2mmの範囲に最も多く分布していることが判明した。これより、選別方法 Bはこの範囲の試料のみを用い溶出試験を行った。表-3に本実験で使用した選別方法を示す。又、いずれの選別方法も主灰はL/S=10、飛灰はL/S=50でそれぞれ検討を行った。

2.3 分析方法 環告 46 号法の前処理に従い検液を作製した。本研究は、Pbの溶出濃度に着目し、JIS K 0102 に従い ICP プラズマ発光分析装置を用いて分析を行った。

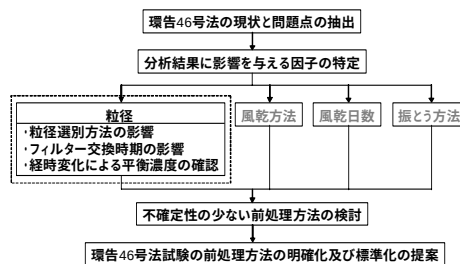


図-1 本研究のフローチャート

表-1 選別方法 A の実験条件

実験試料	粒径 (mm)	条件1	初期pH	L/S	振とう時間	容器
主灰	<2.0	被験者 A	5.8~6.3	10	6h	ガラス
		被験者 B				
		被験者 C				
飛灰	<2.0	被験者 A	5.8~6.3	50	6h	ガラス
		被験者 B				
		被験者 C				

表-2 選別方法 B の実験条件

検討項目	粒径 (mm)	条件1	初期pH	L/S	振とう時間	容器
主灰	0.425~2	被験者 A	5.8~6.3	10	6h	ガラス
		被験者 B				
		被験者 C				
飛灰	0.075 ~ 0.425	被験者 A	5.8~6.3	50	6h	ガラス
		被験者 B				
		被験者 C				

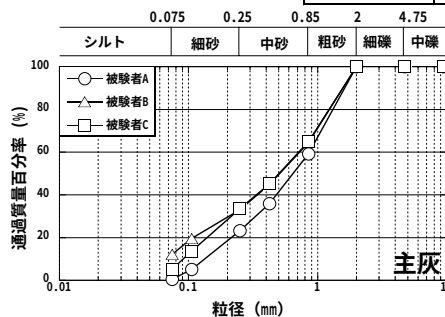


図-2 被験者別による粒度分布 (主灰)

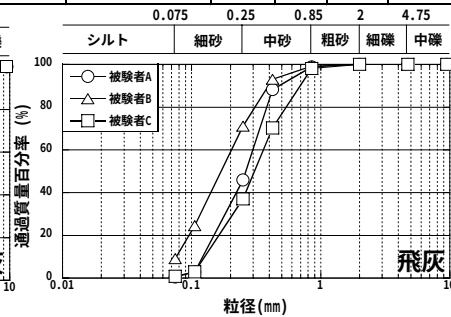


図-3 被験者別による粒度分布 (飛灰)

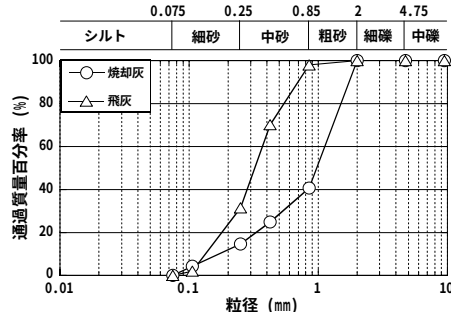


図-4 焼却灰と飛灰の粒度分布

表-3 本実験で使用した選別方法

選別方法 A
焼却灰を2mmのふるいでふるい分け、試料を用いる。この時、2mmに残留したものの取扱いは任意とする(乳鉢ですり潰して強制的に通過させても良い、残留したものは使用しなくても良い)。
選別方法 B
あらかじめ対象とする試料の粒度分布を把握する。試料を構成する粒度分布のうち、最も多く含まれている粒径のみを用いる。また、Aパターン同様に2mmふるいに残留した試料の取扱いは自由とする。

3. 実験結果及び考察 図-5 及び図-6 に選別方法の違いが pH 及び Eh に与える影響を示す。いずれの選別方法においても pH 及び Eh にばらつきは見られず、被験者及び選別方法の違いは影響を及ぼさないことが判明した。図-7 に選別方法 A を用いた Pb 溶出濃度、図-8 に選別方法 B を用いた Pb 溶出濃度の関係をそれぞれ示す。検液は 1 サンプルあたり 5 検体とした。選別方法 A において、主灰は多少の分析結果のばらつきは見られるものの、それは選別方法 B に比べて相対的に小さいことが分かる。選別方法 B については、粒径が均一化されることで溶媒との接触面積が等しくなり、ばらつきは小さくなると思われたが、主灰を用いた分析結果は、非常に広範囲で分布し、ばらつきは大きい結果となった。さらに、選別方法 A と比べ Pb は高濃度で溶出することが分かる。一方、飛灰については、いずれの選別方法においても分析結果のばらつきは見られなかった。主灰の均一粒径においてこのような高濃度の溶出が見られた理由は、溶出と吸着のバランスが起因しているものと考えられる。

そこでこの影響を明らかにするため、経時変化による平衡濃度を確認する実験を行った。実験は選別方法 A 及び B に加え、0.075mm~0.25mm の範囲で構成される粒径を用意した選別方法（以下、選別方法 C と定義）を用い、3 つの選別方法を用いた。これら 3 試料に対し振とう時間を 0.5、1、2、6、12 時間ごとにサンプリングを行い、溶出濃度の測定を行った。図-9 及び図-10 は、その時の pH 及び Pb 溶出試験結果を示している。pH については、いずれの選別方法においてもばらつきは見られず、振とう時間の違いや選別方法の違いは pH に影響を及ぼさないことが分かる。酒井³⁾らは、一般的に試料粒径が小さいほど溶媒との接触面積が増加し、溶出濃度は増加すると報告している。しかし、本研究では、Pb 溶出濃度は、振とう時間の増加に伴い溶出濃度は増加する傾向を示し、その濃度は粒径が大きく均一である選別方法 B ほど顕著であることが分かる。振とう 0.5、1 時間では差は見られなかったが、2 時間以降は選別方法 A、B は溶出濃度は増加傾向にあるのに対して、選別方法 C は溶出傾向は見られずほぼ横ばいであることが分かる。選別方法 A は、ある程度の細粒分があることで吸着が起り濃度は低い値を示しているのに対し、選別方法 B は、吸着のポテンシャルよりも溶出のポテンシャルの方が卓越した結果と考えられる。溶出のポテンシャルはいずれの粒径の灰粒子にも存在するが、そのばらつきが大きく、吸着のポテンシャルは、灰粒子自体の表面積による影響が大きいと考えられる。よって、細粒分を除いた溶出試験は吸着力が大きく低下し、溶出濃度は増加する傾向を呈すると共にばらつきも大きくなると考えられる。

4. まとめ 1)被験者及び選別方法の違いは pH、Eh に影響を及ぼさない。2)主灰中に含まれる鉛の溶出特性は、溶出と吸着のバランスで決まり、粒径の範囲によって溶出濃度に違いが出ると考えられる。

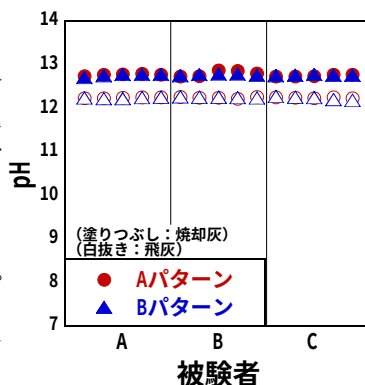


図-5 選別方法の違いが pH に与える影響

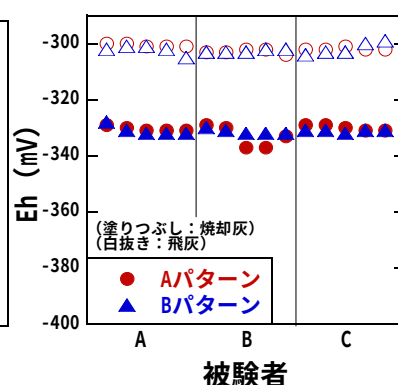


図-6 選別方法の違いが Eh に与える影響

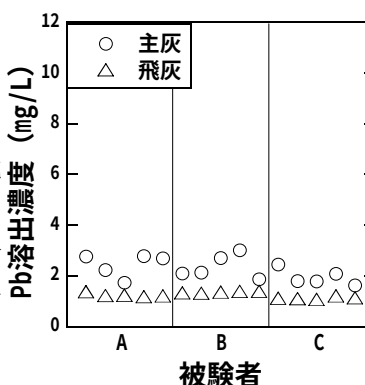


図-7 選別方法の違いが Pb に与える影響 (A)

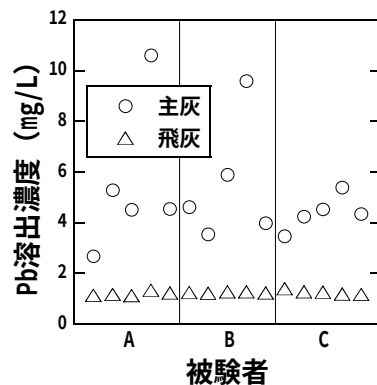


図-8 選別方法の違いが Pb に与える影響 (B)

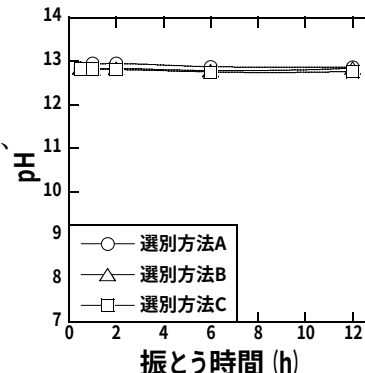


図-9 振とう時間の違いが pH に与える影響

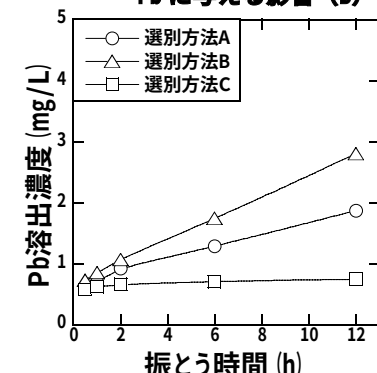


図-10 振とう時間の違いが Pb に与える影響

参考文献 1) 環境影響試験法の概要と問題点, 地盤工学会誌, Vol.56, No.8, Ser.No.607, pp.12-14, 2008.

2)環境省ホームページ: <http://www.env.go.jp/kijun/dt1-1.html> 3) 酒井・水谷・高月: 溶出試験の基本的考え方, 廃棄物学会誌, Vol.7, no.5, pp.383-393, 1996.