

紫外線照射による都市ごみ焼却灰の安定化技術の開発

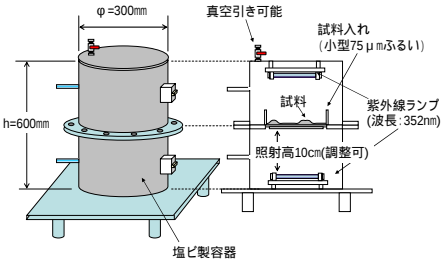
福岡大学工学部
福岡大学工学部
日立建機株式会社

学生会員 〇 茂田 淳吾
正会員 佐藤 研一 藤川 拓朗
橋本 久儀

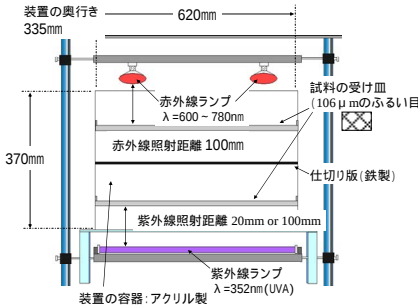
1. はじめに 都市ごみ焼却灰は、全国の焼却処理施設から年間で合計約 1,900 万 t 排出¹⁾されている。近年、最終処分場の処分容量の不足に伴い、有効利用の必要性が求められている。しかしながら、焼却灰は多量の重金属類を含有しているため、安全性の確保が重要な課題である。現在は、焼却灰の重金属を不溶化させるための研究開発^{2), 3)}が盛んに行われており、効果的な不溶化方法が求められている。著者らは、焼却灰に紫外線を照射させ重金属の安定化を促進させる研究⁴⁾を行っている。これまでの研究成果により都市ごみ焼却灰に紫外線を照射する事で、焼却灰中の Pb の溶出濃度を効果的に低減させることが出来ることが分かっている。そこで本年度はさらに研究を進め、1)紫外線照射効果の確認、2)照射条件の検討を行った結果について報告する。

2. 実験概要 本研究に用いた実験装置を図-1(a)～(c)に示す。いずれの装置も紫外線には光化学作用と蛍光作用のある近紫外線(ピーク波長 352nm)を効率よく放射するランプを使用し、赤外線には波長 600～780nm の範囲で照射するランプを使用した。焼却灰は焼却処理工場より排出される都市ごみ焼却灰を 2mm 以下にふるい分けして用いた。(a)の装置は、紫外線照射効果の影響を把握するための小型装置であり、約 85g 焼却灰を薄く敷き均し満遍なく光を照射できるよう工夫をし、焼却灰粒子全体に効果的に紫外線を照射させることが可能である。また、装置内を真空にする事が可能である。(b)の装置⁴⁾は、装置中央に仕切り版を設け、それぞれ約 2kg 焼却灰を約 2cm 程度に敷き均し、上側からは赤外線を照射、下側からは紫外線をそれぞれ照射させることが可能な装置である。しかしながら、この装置は、アクリル板を介して紫・赤外線を照射させていること、焼却灰粒子に均等に紫外線を照射できないこと、サンプリングに伴い試料の層厚が変化するために、攪拌誤差に伴う溶出試験結果にばらつきが生じやすいという問題があった。そこでこの問題を解決するために新たに作製した装置が(c)である。この装置は自動制御による攪拌とベルトコンベアによる約 2mm で均一敷き均しが可能であり、紫外線を焼却灰に満遍なく照射させることが可能である。

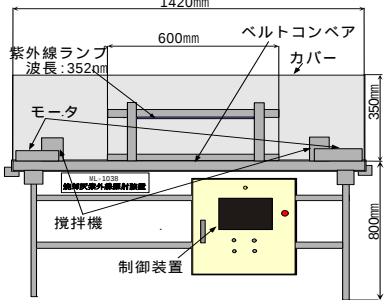
表-1 に実験条件を示す。溶出試験法は環告 46 号法に従い、ICP プラズマ発光分析装置とジフェニカルバジド吸光光度法を用いて、Pb、T-Cr、B、Cd、Cr() の 5 元素を分析した。また各装置で 56 日間照射させた試料については、pH 依存性試験を行った。**表-2** に pH 依存性試験条件を示す。試料と純水を L/S = 10 に設定し、pH の 1、4、7、12 の 4 条件とした。pH1、



(a) 真空・紫外線照射装置



(b) 紫外線・赤外線照射装置



(c) 自動攪拌制御型紫外線照射装置

図-1 実験装置

表-1 実験条件

装置の種類	紫外線照射条件	大気との接触状態	照射日数(日)	実験項目
(a)真空・紫外線照射装置 (装置A)	有	密閉状態 真空状態 (真空圧 0.03kpa)	0	溶出試験
	無		7	
	有		28	
	無		56	
(b)紫外線・赤外線照射装置 (装置B)	有	密閉状態 (赤外線照射 有無)	0	溶出試験
	無		1	
	有		3	
	無		7	
(c)自動攪拌制御型 紫外線照射装置 (装置C)	有	密閉状態	14	塩分濃度測定
	有		21	
	有		28	
	有		35	pH依存性試験
	有		42	
	有		49	
(c)紫外線照射装置	有	密閉状態	56	pH依存性試験
	無		56	

表-2 pH 依存性試験条件

装置の種類	紫外線照射の有無	状態	L/S	攪拌時間	pH
(b)紫外線・赤外線照射装置	有	照射日数 56日 経過後	10	48時間	1
	無				4
(c)紫外線照射装置	有	照射日数 56日 経過後	10	48時間	7
	無				12

4の調整には5Mの硝酸、pH7には1Mの硝酸、pH12には1Mの水酸化ナトリウムをそれぞれ添加させ、pHを維持させたまま48時間撹拌させた。

3. 実験結果及び考察 いずれの条件においてもCdとCr()は溶出濃度が定量下限値以下であったため記載していない。

3.1 紫外線照射効果の確認 図-1(a)に示す装置Aを用いて紫外線照射の影響について検討を行った。図-2に紫外線照射の影響による照射日数とPb溶出濃度の関係を示す。焼却灰の経過日数に伴うpHの変化にあまり差は見られない。しかし、焼却灰に紫外線を照射させない場合のPb溶出濃度に比べ、紫外線を照射させた場合Pbの溶出濃度は著しく低下し、照射日数10日目において土壌環境基準値を下回る結果を得た。これらの結果から焼却灰粒子に満遍なく紫外線を照射することにより、Pbの溶出濃度を低下させる効果があることが明らかになった。

3.2 照射条件の検討 図-3に図-1(b)の装置Bおよび(c)の装置Cを用いて照射条件の違いによるPbの溶出試験結果を示す。図-4に照射日数に伴うpHの変動を示す。焼却灰照射中に撹拌させる装置Cは紫外線照射の有無に係わらず時間の経過に伴ってPbの溶出濃度を低下させている。これは、紫外線照射の有無に係わらず装置内で焼却灰を一定間隔(1日1回5分)で撹拌させることにより炭酸화를促進させ、pHが著しく減少することが大きな要因と推察できる。しかしながら、試料を撹拌させながら(炭酸化を促しながら)紫外線を照射させた場合、わずか1日で土壌環境基準値以内まで溶出濃度を低下させることが可能であることが明らかになった。図-5に装置(B)と(C)を用いて安定化を施した焼却灰に対してpH依存性試験を行った結果を示す。装置Bにおいて赤・紫外線照射の結果を比較すると、いずれのpH領域においても赤外線を照射させた焼却灰に比べ紫外線を照射させた焼却灰は、Pbの溶出濃度を大幅に抑制していることが分かる。つまり紫外線を照射させた安定化技術は、pHの変化を受けても溶出濃度を効果的に低減できることが示された。また装置(C)については、アルカリ下において紫外線効果の影響が見られないことから、撹拌に伴う炭酸化による安定化の影響が大きいものと考えられる。

4. まとめ 1)小型紫外線照射装置の検討から、Pbの不溶化は紫外線の効果であることが明らかとなった。2)紫外線を照射させながら撹拌を行い、サンプル層厚を薄く保つことにより1日で土壌環境基準値を下回るようになった。3) pH依存性試験より、紫外線照射による安定化技術はいずれのpH領域においても、紫外線照射なしと比べPbの溶出濃度を効果的に抑制できることが示された。

参考文献 1)環境省ホームページ 2)山本ら:飛灰の液体キレート剤による鉛安定化機構, 第11回廃棄物学会研究発表会講演論文集, pp.892-894, 2000. 3)清野ら:炭酸ガス中和処理による焼却灰からの重金属溶出抑制に関する研究, 第10回廃棄物学会研究発表会論文集, pp.497-499, 1999. 4)溝田ら:光エネルギーを用いた一般廃棄物焼却灰の安定化技術に関する研究, 第7回環境地盤工学シンポジウム発表論文集, pp.53-58, 2007.

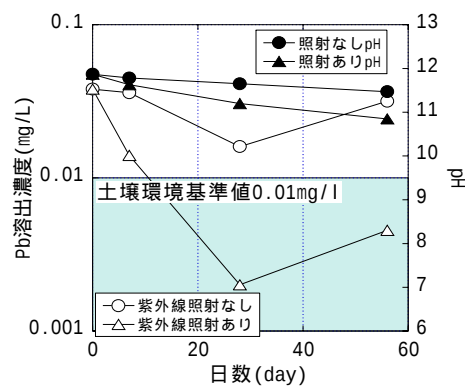


図-2 紫外線照射の有無による影響

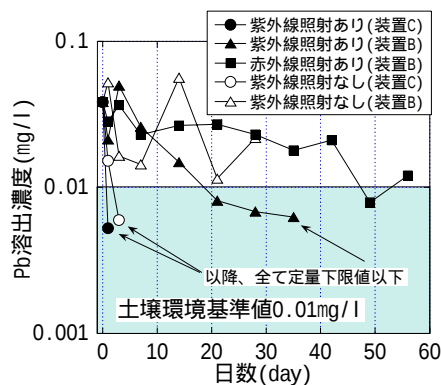


図-3 効果的な照射条件の検討

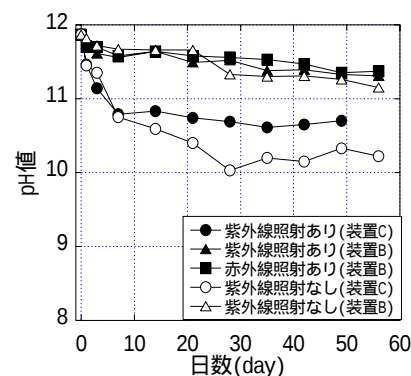


図-4 日数の増加に伴うpHの変動

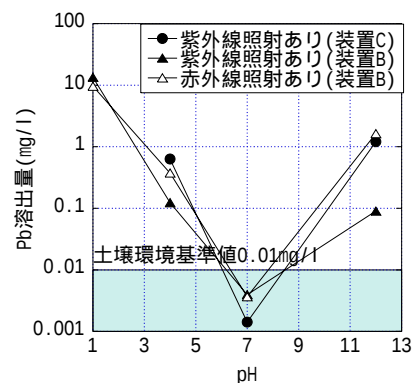


図-5 各照射条件におけるpH依存性試験結果