

国立公衆衛生院 学生会員 上田 晃輔
" 正会員 田中 勝

1. 緒言

最終処分場においては、そこに搬入される廃棄物について内容を事前にチェックして、処分物の管理をしなくては処分場周辺の環境を汚染する可能性があるが、処分場の環境を保全するために、すべての最終処分場に適用できるソフト面とハード面からなる、事前チェックシステムの開発が必要である。

しかしながら、産業廃棄物中の有害物質の検定方法として定められている環境庁告示13号法、14号法の溶出試験法は溶出操作に6時間もの長時間を要し、現場チェックの方法としてはむかず、今のところ処分場の現場で簡単に素早く搬入物の内容をチェックするシステムが確立していない。

本研究では、最終処分場における事前チェックシステムの開発に関する研究の一環として、処分場への廃棄物持ち込み時における廃棄物中の有害物、特に重金属の簡易迅速試験法について、溶出時間の短縮をはかる事を目標に振とう、超音波処理、高速かくはんによる溶出試験を中心に実験を行い、現行の溶出試験法の問題点等について考察した。

なおこの調査研究は国立機関公害防止等試験研究費（環境庁一括計上）により実施している研究課題「廃棄物最終処分場事前チェックシステムの開発に関する研究」の成果の一部である。

2. 実験の材料と方法

都市ごみを焼却する5カ所の清掃工場からの電気集塵灰5種、カドミウムを含む産業廃棄物（以後産廃という）汚泥3種のサンプルを用いて、振とう、超音波処理、高速かくはんによる、溶出試験を行った。

まず、試料を50グラム正確に秤量し、純水を加えて全量500 mlとした物を試料溶媒混合液とし、これに振とう、超音波処理、高速かくはん、の各種溶出操作を加えた。溶出操作を開始してから一定時間毎にpHを測定し、溶液を分取した。分取した溶出液は、孔径1μmのグラスファイバーろ紙でろ過し、これをGF P通過画分検液とした。それぞれのGF P通過画分検液の一部を更に、孔径0.22μmのメンブレンフィルターでろ過し、これをメンブ

レンフィルター通過画分検液とし、原子吸光法でカドミウムおよび鉛の濃度を測定した。

3. 結果と考察

電気集塵灰5種についてのカドミウム、鉛の最大溶出量と、その時の溶出率（最大溶出率）、pH、及び産廃汚泥試料3種についてのカドミウムの最大溶出量と、その時の溶出率を表に掲げる。

電気集塵灰については、振とう及び、超音波処理のいずれにしても溶出液の

Table. Extraction Test Results.

Sample ¹⁾	Treatment	Filter	Cd		Pb	
			Maximum Extraction ²⁾ (mg/l)	pH ³⁾	Maximum Extraction (mg/l)	pH
FA-1	Shaking	GFP	19.5 (78%)	6.8	6.3 (2.8%)	6.8
	Sonication	GFP	22.5 (92%)	6.8	8.4 (5.7%)	6.9
FA-2	Shaking	GFP	ND (0%)	-	194 (60%)	12.5
	Sonication	GFP	ND (0%)	-	222 (68%)	12.3
FA-3	Shaking	GFP	2.5 (20%)	-	ND (0%)	-
	Sonication	GFP	4.1 (32%)	7.8	0.7 (0.4%)	-
FA-4	Shaking	GFP	ND (0%)	-	75 (43%)	-
	Sonication	GFP	ND (0%)	-	87 (49%)	12.5
FA-5	Shaking	GFP	17.7 (81%)	-	8.2 (29%)	-
SL-1	Shaking	GFP	0.85 (0.02%)	-	1) FA-1 to FA-5 are flyash samples. SL-1 to SL-3 are sludge samples.	2) Maximum extraction value found in extraction test with different extraction period. 3) Maximum extraction value/Contents. 4) PH value where the maximum extraction value is found.
	MF		0.08 (0.002%)	-		
	Shaking	GFP	0.20 (0.002%)	-		
	MF		0.05 (0.001%)	-		
SL-2	Agitation	GFP	0.05 (0.001%)	-		
	Shaking	GFP	0.82 (0.04%)	-		
	MF		0.04 (0.002%)	-		
	Sonication	GFP	1.5 (0.07%)	-		
SL-3	MF		0.2 (0.009%)	-		
	Agitation	GFP	4.5 (0.2%)	-		
	Shaking	GFP	8.9 (0.02%)	-		
	Agitation	GFP	43 (0.9%)	-		

pHは上昇した。カドミウム、鉛のいずれについても、GFP通過画分、MF通過画分それぞれの検液における、濃度の差異はほとんどなかった。

全体的に超音波処理による溶出では、振とうよりも高い溶出値が得られた。また、法律で定められたカドミウムの基準値は 0.3 mg/l であり、溶出液のpHが9.6を越える場合、アンモニア等が存在しない系を仮定すれば、水酸イオンとの溶解度積から理論的にこの基準値を越えるカドミウムの溶出はあり得ないが、カドミウム溶出量は溶出液のpHにある程度規制されている事が読み取れる。

pH値は振とう或いは超音波処理の初期に急激に上昇し、その後は比較的安定する傾向にあった。カドミウム溶出に関しては全般的に、溶出操作の初期に最大溶出濃度に達し、その後は安定する傾向にあった。鉛の溶出に関しては、振とう、超音波処理のいずれの場合でも溶出操作の初期に最大溶出濃度に達し、その後溶出操作時間の経過とともに、溶出液中の鉛濃度は低下する傾向にあった。

これらの溶出液中の重金属濃度の変化はイオン交換による溶出金属イオンの液相、固相間の移動や、金属イオンが他に溶出して来たイオン、基と結びつく事により、沈殿することによるものと推察される。

産業汚泥の場合、振とう、超音波処理及び、高速かくはんのそれぞれの溶出操作において、溶出操作の初期にpHの上昇がみられ、その後pHは高いまま安定する傾向がみられた。また、それぞれの試験におけるGFP通過画分とMF通過画分検液のカドミウム濃度を比較した場合、MF画分のカドミウム濃度が著しく低く、各時点におけるMF通過画分中のカドミウム濃度は相応するGFP通過画分のその2～6%に過ぎなかった(図)。それゆえ溶出操作の経過に伴う溶出液中のカドミウム濃度の低下は溶解カドミウム量の低下ではなく、コロイドとして懸濁状態にあるカドミウム量の変動によるものと考えられる。コロイドの溶解度はシュルツ・ハーデイの法則により、溶媒中のイオン濃度に影響されるゆえ、コロイド溶解度が水酸イオン等の影響を受けて溶出液中のカドミウム濃度が変化するものと推察される。

これらの事から有害産業廃棄物の検定法としての13号法、14号法に関していくつかの問題点が導かれる。

まず、今回の実験では溶出操作の初期に溶出量が大きく、溶出操作を続けるに従い溶出量が低下する事例が多くみられたが、現行法では溶出操作として、一律に6時間の振とうを規定している。また、現行法では塩酸あるいは水酸化ナトリウムを用いて溶媒のpHを調節するように指定しているが、溶出操作の後ではpH値は大きく変動している事が多い。特にpHがアルカリ側に傾いた場合、金属のイオン化による溶出は阻害されることがある。前述のように、溶出操作後の溶出液のpHが9.6以上ではカドミウムは基準値以上に溶出される事はないと判断されるが、処分場においては浸出水は酸性物質の溶出のためpH値が酸性側に傾いている場合もあり、溶出試験を合格した産業廃棄物が処分された場合に溶出試験の値以上の濃度のカドミウムが溶出する事もありうる。米国環境保護庁の定める溶出試験法のような方法で溶媒のpHを厳しく管理するか、pH緩衝液などを用いる事が適当であると考えられる。

次に問題となるのは固液分離の方法であるが、現行法は固液分離をろ過あるいは遠心と定めるが、ろ過の場合と遠心の場合では懸濁微粒子の影響から測定値に大きな差が生じる事が今回の実験でも確認された。現在の溶出試験法におけるろ過法では真の溶出以外に懸濁微粒子を測定している事を認識しておく必要がある。

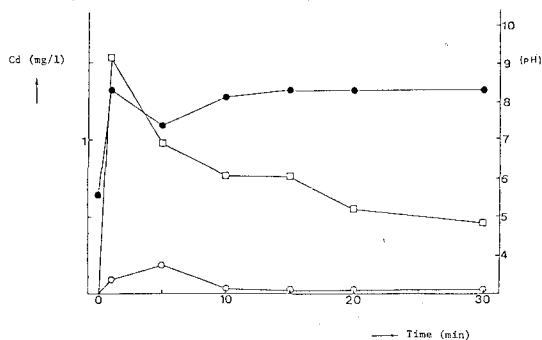


Figure. Extraction of Cd and pH value at different ultrasonication time periods for SL-6
Symbols: □, GFP-passed fraction; ●, pH
○, MF-passed fraction.