

Ⅶ-263

藻類生長阻害試験による都市ごみ焼却飛灰の溶出毒性評価

山梨大学工学部 正会員 金子 栄廣
同 上 小長谷 弘幸

1. はじめに

廃棄物の有害性の概念のひとつに溶出毒性があり、溶出試験によって評価される。溶出試験は溶出液を作成する段階と溶出液の毒性を評価する段階とに大別できるが、毒性評価の段階でバイオアッセイを利用することにより総合的に毒性を評価することが試みられている。

本稿では、都市ごみ焼却飛灰の溶出毒性を藻類生長阻害試験で評価する際に、溶出液作成段階での固液比およびpHの設定条件が与える影響について調べた結果について報告する。

2. 方 法

表1 溶出液作成条件

2.1 試料飛灰と溶出液

本研究ではストーカー型都市ごみ焼却炉に付帯する電気集塵器で捕集された飛灰を試料として用いた。

1 Lの三角フラスコに500mLの蒸留水と所定量の焼却飛灰を入れ、マグネチックスターラーで6時間攪拌した後、孔径1 μ mのガラス繊維濾紙で濾過して溶出液を得た。試料の性状が中性であったため、pH=7の条件のものについてはpH調製が不要であったが、pH=4または12の場合には溶出操作時にガラス電極を用いて混合液のpHをモニタリングし、pHコントローラーと連動させたマイクロチューブポンプにより1 Nの塩酸または水酸化ナトリウムを混合液に加え、所定のpHを維持した。溶出液を作成する際の固液比およびpH条件は表1のとおりである。また、各溶出液中の重金属濃度は原子吸光法により求めた。

	固液比 (w/v%)	pH (-)
溶出液A	10	7
溶出液B	1	7
溶出液C	1	4
溶出液D	1	12

2.2 藻類生長阻害試験

供試藻類には *Selenastrum capricornutum* (NIES-35株)を用いた。最終濃度の2倍濃度に希釈した試験検液と2倍濃度のAAP培地¹⁾を等量混合した希釈検液を作成し、各濃度について5本のL字試験管に10mLずつ分注した。オートクレーブで滅菌後AAP培地で7日間前培養した藻類を0.1mL接種した。これを3000Luxの白色蛍光灯連続照明下、25℃で培養し、毎日ODを測定することにより増殖を定量した。1～3日の間で対数増殖が認められたので、その間のデータを用いて比増殖速度を算定した。

対照区すなわちAAP培地での比増殖速度 μ_0 と各検液濃度における比増殖速度 μ の比 μ/μ_0 を増殖阻害の指標とし、これが検液濃度の対数の増加に対して直線的に低下する区間のデータに対して最小自乗法を適用し、 μ/μ_0 が0.5となるときの濃度すなわちEC50を算定した。

なお、試験検液には上で作成した各溶出液のほかに、塩化カドミウム、酸化鉛、硝酸亜鉛、硝酸銅の各水溶液を用い、各金属の毒性も評価した。

3. 結果と考察

表2に各溶出液の金属の分析結果を示した。環境庁告示13号法と同等の溶出条件下で作成した溶出液Aではカドミウムが70倍以上、鉛が4倍以上埋立基準値を超えていた。また、規制対象ではないが亜鉛も高濃度に溶出していた。

キーワード；溶出毒性、都市ごみ焼却飛灰、藻類生長阻害試験、固液比、pH

連絡先；〒400 甲府市武田 4-3-11 Tel. 0552-20-8601 Fax. 0552-20-8770

表2 各溶出液の金属濃度

	(mg/L)				
	C d	C r	C u	P b	Z n
溶出液A	21.7	N.D.	0.42	1.29	514
溶出液B	4.94	N.D.	0.08	2.44	72.7
溶出液C	3.41	0.16	23.3	5.48	212
溶出液D	N.D.	N.D.	0.18	143	3.65

表3 各溶出液のEC50

	(-)	
	溶出液基準	飛灰量基準
溶出液A	1/2470	1/24700
溶出液B	1/482	1/48200
溶出液C	1/1400	1/140000
溶出液D	1/101	1/10100

表3は各溶出液のEC50を、各溶出液を基準にしたときの希釈率ならびに飛灰量を基準にしたときの希釈率で示したものである。pH=7で固液比を10w/vおよび1w/vに設定した溶出液AおよびBとの毒性の強さを比較すると、溶出液の毒性としては溶出液Aの方が大きいものの飛灰量基準で比較すると、溶出液Bの方が2倍程度毒性を大きいという結果となった。

また、固液比1w/vでpHを7、4および12に設定した溶出液B、CおよびDの毒性を比較すると、溶出液C（pH=4）の毒性が最も強いという結果が得られた。

表4は各溶出液をそれぞれのEC50

表4 溶出液と各金属のEC50の比較

相当に希釈したときの金属濃度を(a)として上段に、各金属を単独で与えたときのEC50を(b)として中段に、両者の比を(a)/(b)×100として下段に示したものである。ここで、下段の数値は、金属の毒性が相加的に作用すると仮定したときの各金属が各溶出液の毒性に対する寄与の大きさを示している。すなわち、ある金属が溶出液の毒性を完全に支配している場合には溶出液のEC50相当希釈での金属濃度とその金属を単独で与えたときのEC50とは一致するので、この数値は100%になる。したがって、溶出液A、BおよびCについては亜鉛の寄与が他の金属に比べて大きいと考えられた。また、銅の寄与はpH=7の溶出液AおよびBやpH=12の溶出液Dでは小さいが、pH=4の溶出液Cでは大きい。pH

		EC50				
		希釈率	C d	P b	Z n	C u
		(-)	(μg/L)	(μg/L)	(μg/L)	(μg/L)
(a)	溶出液A	1/2470	8.79	0.52	208	0.17
	溶出液B	1/482	10.2	5.06	151	0.17
	溶出液C	1/1400	2.44	3.91	151	16.6
	溶出液D	1/101	N.D.	1420	36.1	1.78
(b)	C d	—	180	—	—	—
	P b	—	—	1520	—	—
	Z n	—	—	—	340	—
	C u	—	—	—	—	110
			(%)	(%)	(%)	(%)
(a)/(b)	溶出液A	—	4.88	0.03	61.2	0.16
×	溶出液B	—	5.69	0.33	44.3	0.15
100	溶出液C	—	1.35	0.26	44.5	15.1
	溶出液D	—	N.D.	93.4	10.6	1.61

=12の溶出液Dでは、他の溶出液に比べて鉛の濃度が大きく、毒性の寄与も大きい。規制上問題となるカドミウムや鉛の寄与は溶出液Dの鉛を除いて数%以下と比較的寄与が小さかった。

4. まとめ

溶出操作時の固液比およびpH条件により飛灰溶出液の毒性（藻類増殖抑制）評価値は影響を受けた。また、その毒性に対する金属の寄与について検討した結果、中性から酸性側では亜鉛、アルカリ性側では鉛の寄与が大きいと推測できた。溶出操作条件によって溶出毒性の評価だけでなく、主要毒性物質の種類も変わることが明らかとなった。

<参考文献> 1) 金子他, 水環境学会誌, Vol.19, No.7, pp.563-568, 1996.