

VII-223

Ames 変異原性試験による廃棄物の環境安全性評価

東レエンジニアリング 正 川口英嗣

長岡技術科学大学 正 小松俊哉 正 桃井清至 渡辺真行

1. はじめに

一般廃棄物焼却施設から排出されるばいじん(焼却飛灰)は、有害物質を多量に含むことから特別管理一般廃棄物に指定され、中間処理が義務づけられている。筆者らは、焼却飛灰の総合的な安全性評価指標として変異原性に注目し、Ames 試験による変異原性の実態と特性、時期による変動性、さらに中間処理の有効性等について報告を行った¹⁾。

本報告では飛灰の入手時期による変異原性強度の変動性をさらに検討するとともに、変異原性が認められた飛灰、及び埋立処分されるプラスチック減容固化物の溶出試験を行い、得られた溶出液の変異原性を測定することによって廃棄物の環境安全性を検討した。

2. 実験方法

2.1 試料からの変異原物質の抽出方法

表1 実施設から入手した8種類の飛灰

飛灰	焼却炉	熱灼減量(%)	pH	TOC(mg/L)	入手時期
A-1st	流動床	3.16	11.0	6.0	H9.12
A-2nd		2.68	9.8	19.5	H10.1
A-3rd		3.85	10.4	15.1	H10.4
A-4th		2.79	10.0	9.7	H10.10
B-1st	ストーカ	5.83	9.6	15.9	H9.12
B-2nd		9.96	11.9	8.7	H10.4
B-3rd		8.34	11.9	8.7	H11.1

飛灰は、2カ所の異なる廃棄物焼却施設(A,B) から異なる時期に排出された計7種類を用いた(表1)。なお、表中のpHとTOCは溶出液の値である。飛灰からの変異原物質の抽出は既報²⁾に従い、溶媒としてジメチルスルホキシド(DMSO)を用いた。一方、溶出試験で得られた溶出液からは、変異原物質を吸着剤CSP-800に吸着させた後にDMSO脱離を行った。

2.2 溶出試験方法

試料は125 μ mふるいを通過した飛灰(A-1stまたはA-2nd)、及び粉砕器で約5mm程度に粉砕したプラスチック減容固化物を使用した。溶出条件として、固液比は飛灰1:10、プラスチック固化物1:33、溶出時間24時間、温度約25℃とした。溶出時のpHは無調整(飛灰では10~11、プラスチック固化物では約7.5)、及び塩酸によりpH4に調整した系の両方を試験した。

2.3 Ames 試験方法

Ames 試験は労働省のガイドブックに示された方法に準じ、ブレインキュベーション法でTA98 $\pm$ S9, TA100 $\pm$ S9の4条件(飛灰溶出液はTA98 $\pm$ S9の2条件)を行った。

3. 実験結果及び考察

表2 陽性対照物質換算含有量で表した飛灰の変異原性

飛灰	菌株TA98		菌株TA100	
	-S9 (μ g as 4NQO/g)	+S9 (μ g as 2AA/g)	-S9 (μ g as 4NQO/g)	+S9 (μ g as 2AA/g)
A-1st	5.4, 3.6, 2.5	2.9*, N.D., N.D.	N.D.	N.D.
A-2nd	7.9, 6.8, 4.1	3.2*, N.D., N.D.	N.D.	N.D.
A-3rd	N.D., N.D., N.D.	N.D., N.D., N.D.	N.D.	N.D.
A-4th	3.6, 3.6, 3.1	N.D., N.D., N.D.	N.D.	N.D.
B-1st	N.D., N.D.	N.D., N.D.	N.D.	N.D.
B-2nd	N.D., N.D.	N.D., N.D.	N.D.	N.D.
B-3rd	N.D., N.D.	N.D., N.D.	N.D.	N.D.

* : MR値 1.4~2.0 N.D.: 未検出(MR値 < 1.4)

表2に全ての飛灰に対する試験結果を陽性対照物質換算含有量で表して示す。多くの試料でMR値(最大添加量での復帰コロニー数/自然復帰コロニー数)が1.4未満であり変異原性がある可能性は低いと考えられたが、飛灰A-1st, A-2nd, A-4thのTA98-S9では明確な変異原性が認められた。こ

キーワード : Ames 変異原性試験, 廃棄物焼却飛灰, 溶出, プラスチック減容固化物

連絡先 : 〒940-2188 長岡市上富岡町 1603-1 TEL0258-47-9661 FAX0258-47-9600

のように TA98-S9 で変異原性が認められたことは、報告されている飛灰の変異原性の一般的傾向と一致しており、飛灰 A の変異原性強度は中程度である³⁾。また、試験結果から焼却施設 A より排出される飛灰の変異原性強度は大きく変動する可能性があることが分かる。なお、同一試料において最大 2 倍以上強度に差が見られたが、固体試料であることからこの程度の差は大きいとは言えず、飛灰の部分によって極端に異なることはないと考えられる。

3.2 飛灰及びプラスチック減容固化物溶出液の変異原性

飛灰溶出液を最大 500 倍まで濃縮して Ames 試験を行ったが、全ての場合に各添加量における復帰コロニー数は自然復帰コロニー数と同レベルであった。従って、飛灰に含まれる変異原物質は酸性及びアルカリ性条件いずれにおいても非常に溶出しにくいことが分かった。

次に、プラスチック減容固化物溶出液の Ames 試験結果について、例として pH4 の場合の量-作用関係を図 1~4 に示す(最大濃縮倍率は 200 倍)。なお、溶出液の TOC は 50~100mg/L であった。図から全ての場合に正の傾きの直線関係が見られ、特に TA100-S9 において高い値を示したことが分かる。表 3 に全ての試験結果を示す。ややばらつきがあるものの、傾向として TA100 での値の方が高いこと、変異原物質は酸性域の方が溶出しやすいことが分かった。

4. まとめ

①1 カ所の焼却施設から入手した飛灰において、時期の異なる 4 回のうち 3 回、TA98-S9 に対する明確な変異原性が確認できた。

②飛灰に含まれる変異原物質は酸性及びアルカリ性条件いずれの場合も非常に溶出しにくい。

③プラスチック減容固化物の溶出液には、多くの場合に変異原性が認められ、特に TA100 及び酸性域で高強度であった。

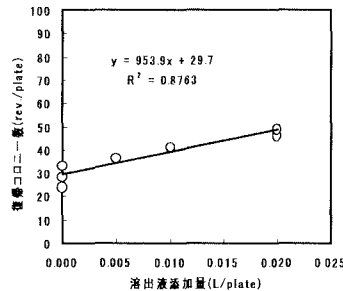


図 1 プラスチック減容固化物の溶出液における量-作用関係(TA98-S9)

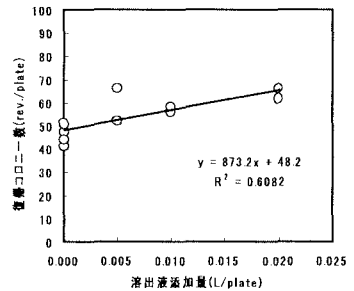


図 2 プラスチック減容固化物の溶出液における量-作用関係(TA98+S9)

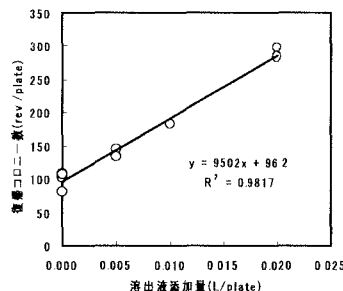


図 3 プラスチック減容固化物の溶出液における量-作用関係(TA100-S9)

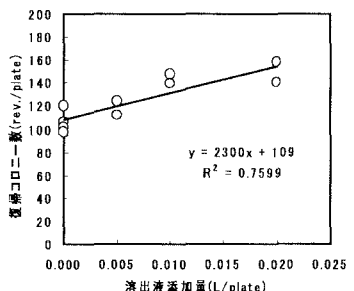


図 4 プラスチック減容固化物の溶出液における量-作用関係(TA100+S9)

表3 プラスチック減容固化物の溶出液の変異原性

	(net rev./L)			
	TA98-S9	TA98+S9	TA100-S9	TA100+S9
pH無調整	N.D., N.D.	1430, 1580	N.D., N.D.	1950, 1180
pH 4	950, 1150	870, N.D.	9500, 13660	2300, 4000

参考文献

- 1)川口, 小松, 桃井, 伊東: 第 35 回環境工学研究フォーラム講演集 165-167(1998)
- 2)吉野, 浦野: 廃棄物学会論文誌 Vol.4, No.2, 64-71(1993)
- 3)吉野, 浦野: 廃棄物学会論文誌 Vol.5, No.1, 11-18(1994)

謝辞: 本研究を行うにあたっては(財)昭和シェル石油環境研究助成財団より援助を受けました。ここに記して謝意を表します。