

B-43 廃棄物焼却飛灰及び中間処理灰の Ames 変異原性

長岡技術科学大学 ○川口英嗣
小松俊哉
桃井清至
東北大学大学院 伊東賢洋

1. はじめに

一般廃棄物の焼却によって排出される焼却灰の量は全国で年間約 600 万トンに達している。この焼却灰の約 5 分の 1 を占める排ガス集塵器から排出されるばいじん(焼却飛灰)は、多量の有害重金属や多種類の有害有機物を含むことから、廃棄物の処理及び清掃に関する法律の改正により特別管理一般廃棄物に指定され、中間処理(セメント固化、溶融固化、酸処理、薬剤処理)が義務づけられている。

焼却飛灰に含まれる有害物質について総括的な有害性をバイオアッセイで評価することは有効な方法であり、Ames 変異原性からみた焼却飛灰の実態と特性が報告されている^{1),2)}。しかし、廃棄物焼却飛灰の中間処理灰についてはバイオアッセイの観点からの研究報告例がほとんどないのが現状である。そこで本研究では Ames 試験を適用し、廃棄物焼却飛灰の変異原性強度の実態を把握するとともに、中間処理灰(セメント固化灰及び溶融固化灰)の変異原性を測定することにより中間処理の有効性について検討した。

2. 実験方法

2.1 用いた飛灰

3ヶ所の一般廃棄物の焼却施設(A、B、C)より入手した飛灰を用い、各々A、B-1st、B-2nd、B-3rd、C-1st、C-2ndとした(表 1)。なお、B-1st、B-2nd、B-3rd 及び C-1st、C-2nd は同じ施設から採取した飛灰であるが、採取時期が異なるものである。また、焼却方式は施設 A、B が流動床式、施設 C がストーカー式である。

表1 実施設より入手した6種類の飛灰

飛灰	強熱減量(%)
A	0.84
B-1st	3.16
B-2nd	2.68
B-3rd	3.90
C-1st	5.83
C-2nd	5.41

2.2 中間処理方法及び試料からの変異原物質の抽出方法

飛灰 B-1st を試料とした。セメント固化灰は飛灰 1 に対してセメント 10%、水 50%の重量比で作成し、粉末状にしたものと 2.5~5.0mm の粒径にしたものの両方について抽出操作を行った。溶融処理は 1400℃、2 時間で行い、水冷して得られたスラグを粉末状にして抽出操作を行った。試料からの抽出方法は既報¹⁾に従った。

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て行った。菌株はサルモネラ菌の TA98

及び TA100 を用い、プレインキュベーション法で、代謝活性化剤(S9mix)無添加及び添加(－S9、＋S9)の各条件で行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 廃棄物焼却飛灰の変異原性

はじめに飛灰 A、B-1st、C-1st を試料として Ames 試験を行った。多くの試料で MR 値(復帰変異コロニー数／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 B-1st にのみ TA98±S9 で変異原性が認められた。飛灰 B-2nd についても同様に TA98±S9 で変異原性が認められ、特に－S9 で明確であった (図 1、図 2)。また飛灰 B-3rd、C-2nd については変異原性は認められなかった。一方、菌株 TA100 を用いたときは、いずれの飛灰からも変異原性は認められなかった。従って、飛灰 B-1st、B-2nd にはフレームシフト型の直接変異原物質が多く含まれていたことが分かる。なお、フレームシフト型の変異原性を示す飛灰の方が多いことは吉野らも報告している²⁾。

次に、同じ時期に入手した焼却飛灰でも部分によって変異原物質の含有量が異なる可能性があるため、各飛灰で TA98 を用いてさらに数回の測定を行った。その結果、入手した飛灰数キロの別部分において変異原性強度は大きく変わらないことが分かった。

以上の結果をまとめて、表 2 に陽性対照物質換算含有量で表した飛灰の変異原性強度を示す。

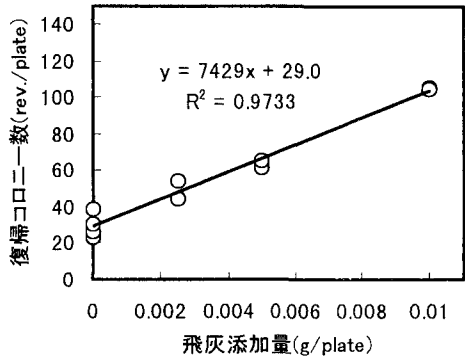


図1 飛灰B-2ndのTA98－S9における用量－作用関係

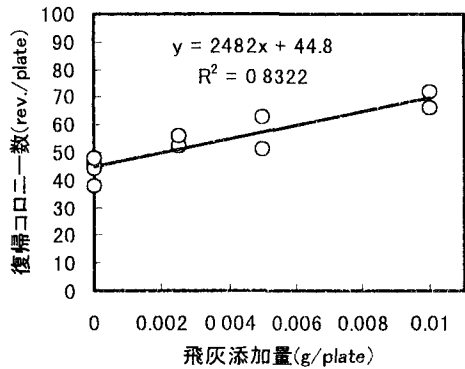


図2 飛灰B-2ndのTA98＋S9における用量－作用関係

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 (μg as 4NQO/g)	＋S9 (μg as 2AA/g)	－S9 (μg as 4NQO/g)	＋S9 (μg as 2AA/g)
A	N.D.	N.D.	—	—
B-1st	5.4, 3.6	2.9*, N.D.	N.D.	N.D.
B-2nd	7.9, 6.8, 4.1	3.2*, N.D., N.D.	N.D.	N.D.
B-3rd	N.D., N.D.	N.D., N.D.	N.D.	N.D.
C-1st	N.D., N.D.	N.D., N.D.	N.D.	N.D.
C-2nd	N.D., N.D.	N.D., N.D.	N.D.	N.D.

* : MR値 1.4～2.0
— : 未測定
N.D. : 未検出(MR値 <1.4)

なお、いずれの試験においても陽性対照1μgあたりの正味復帰コロニー数はTA98－S9で933～1139、TA98+S9で570～771であった。飛灰B-2ndは、B-1stに比べTA98+S9では同程度だが、TA98－S9では平均で1.4倍の変異原性強度を示した。また、飛灰B-3rdでは変異原性は認められなかった。よって、同じ焼却施設から採取した飛灰でも、採取時期によって変異原性強度が大きく変動することが分かった。

3.2 中間処理の有効性

セメント固化灰について、粉末状の試料では処理前の飛灰と同レベルの変異原性強度を示した。しかし、粒径2.5～5.0mmの試料の場合は約2分の1に低減した(表3)。実際の焼却施設のセメント固化灰はほとんどが粒径1cm以上なので変異原性強度の低減化の観点から有効だと考えられる。また、溶融処理を施した試料については変異原性は全く認められなかった。このことから溶融固化は中間処理法として非常に有効であることが明らかになった。

表3 中間処理を施した飛灰B-1stの変異原性

試料	TA98 —S9 (μg as 4NQO/g)
飛灰	5.4
セメント固化灰(粉末状)	5.7
セメント固化灰(粒状)	2.7*
溶融固化灰	N.D.

*・MR値 1.4～2.0

4. まとめ

- ①3ヶ所中1ヶ所の焼却施設の飛灰において、菌株TA98に対するAmes変異原性が明確に確認でき、特に－S9で高い値が検出された。
- ②各飛灰ごとに数回の測定を行ったが、変異原性強度はほぼ一定であった。
- ③同じ焼却施設から入手した飛灰でも、採取時期によって変異原性強度が大きく変動した。
- ④セメント固化及び溶融固化は変異原性強度の低減に有効であった。

参考文献

1)吉野、浦野：廃棄物焼却飛灰の変異原性試験のための試料調整方法
廃棄物学会論文誌 Vol4、64-71(1993)
2)吉野、浦野：一般廃棄物焼却飛灰の変異原性の実態と特性
廃棄物学会論文誌 Vol5、11-18(1994)