

## 排ガス中の重金属の測定（ガス状金属）

辰市 祐久 岩崎 好陽 茅島 正資

### 1 緒言

大都市ではごみ廃棄物や汚泥を衛生的に減量化するため、主に焼却処理が行われている。これらの焼却処理の際、750°C以上で加熱される間に、焼却物中の沸点の低い重金属が揮発する。このため集じん機から回収されたフライアッシュ中にはカドミウム、鉛等の重金属類を多く含むことが知られており、さらに集じん機を通った後でも細かい粉じんが排出されており、一部はガス状で排出されている可能性がある。

都市ごみ焼却炉の排ガスには、重金属の中では特に沸点の低い水銀が乾電池等から揮発してガス状で存在しており、高い場合には、 $1.0\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以上の濃度で排出していることが報告されている。

水銀以外の重金属類の中にも、気体状あるいは温度が低下して凝縮し、微細な粒子状になったものが、捕集用ろ材を通過することが考えられる。

本報告では、ごみ廃棄物や汚泥を焼却した排ガス中から、捕集用ろ材を通過したガスを酸性溶液でトラップし、カドミウム、鉛、ヒ素等の重金属類の排出状況を測定した結果を述べる。

### 2 調査方法

#### (1) 調査施設の概要

調査した都市ごみ焼却炉は2施設で、焼却能力75及び90t/dayのストーカ式連続炉で乾式電気集じん機を備えている。これらは集じん機の前より水酸化カルシウムを吹き込み、塩化水素対策を行っている。ガスは電気集じん機後のダクトから採取した。測定穴における排ガス温度は約250°Cであった。

また、泥汚焼却炉は連続式多段炉で、炉内部の最高温度は約800~900°Cとなり、排ガスは湿式電気集じん機を通過した後、煙突より排出されている。ガスの採取は、

煙突の途中より行った。排ガスの温度は、この時再加熱装置を通していないため、約60°Cであった。

#### (2) 調査項目

集じん機通過後のフィルターに吸着される粒子及びフィルターを通ったガス状あるいはヒューム状の次に示す重金属類を測定した。

鉛 (Pb)、カドミウム (Cd)、亜鉛 (Zn)、ヒ素 (As)、セレン (Se)、錫 (Sn)、ベリウム (Be)

なおAsについては、ごみ焼却炉の集じん機通過前の排気ガスについても測定した。

#### (3) 前処理方法

試料の採取は図1に示す装置で行った。図1の煙道の中における粒子状重金属の採取は、円形ろ紙（テフロンろ紙 AF07P）と円形ろ紙（PF060）を重ねて使用した。

煙道より、ガラス管、テフロン管でつなぎ、測定後管内を酸洗浄して、インピンジャーに洗い込んだ。

インピンジャーには1N HCl + 1N HNO<sub>3</sub> (1 : 1) を約80cc、2本目のインピンジャーには同じ酸溶液、または水を約80cc、次に4% NaOHを入れて排ガスを吸収した。なお都市ごみ焼却炉では水槽をクーラーで冷却し

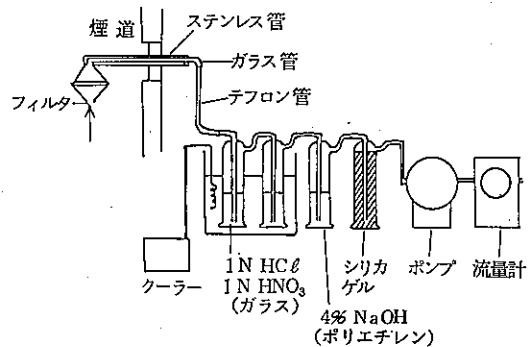


図1 重金属採取装置

た。

試料の分析は、試料の付着したフィルターを評量後、100mlビーカーに入れ、HNO<sub>3</sub>、過塩素酸を加え、ホットプレート上でゆるやかに加熱分解して、試料溶液が白色になるまで続ける。冷却後、ろ紙でろ過して希硝酸で洗浄後、再び加熱濃縮して、10ccにメスアップした。そのうち5ccをひ素用とし、残りを他の重金属用とした。

ひ素用溶液は硫酸2cc、過マンガン酸溶液(0.3%)2ccを加え、HNO<sub>3</sub>、過塩素酸が飛んで硫酸の白煙の出るまで加熱濃縮する。冷却後、塩酸2cc、ヨウ化カリウム(20%)1cc、アスコルビン酸(20%)1ccを添加して、25ccにメスアップした。

酸性トラップ溶液は200mlビーカーに入れ、加熱濃縮して、HNO<sub>3</sub>、過塩素酸を加え、前と同様処理した。

4%NaOH液は塩酸で中和後、濃縮して塩化ナトリウムをろ別して、ろ紙を希塩酸で洗浄し、ろ液を再び同様の操作して濃縮し、酸分解してひ素用の試料とした。

(4) 測定方法

Cd, Pb, Zn, Se, Beの測定は原子吸光度計VIDEO 12 (Instrumentation Laboratory社製)を使い、ダブルビーム、D<sub>2</sub>補正により行った。

Asは原子吸光度計SAS760 (セイコー社製)に水素発生装置THG-1100を付属した装置を使い、試料に1%テトラヒドロホウ酸と1N塩酸を連続的に供給してひ素

水素化物として測定した。

Snはプラズマ発光分光装置SPS1200A (セイコー電子製)を用いて、波長235.484で測定した。

3 結果と考察

都市ごみ焼却炉及び汚泥焼却炉排ガスの測定結果を表1に示す。

表1の各金属の検出限界は、採気量が200~1200ℓと幅があるために、採気量の少ない方の値に合わせて表示した。なお粒子状重金属の測定にあたっては、JIS Z8808の粉じんの測定法に準じて実施したが、吸引速度については、インピンジャーでの吸収を考慮して、5ℓ/minで行った。

Cd, Pbの測定結果は、粒子状では数μg/Nm<sup>3</sup>以上検出されたが、ガス状ではすべて検出されなかった。Znでは、都市ごみ焼却炉においてガス状Znが粒子状の約10%あるいはそれ以下の値で検出された。

今回の測定では、金属捕集用ろ材をテフロン製円形ろ紙を2枚重ねたため、Cd, Pbでは通過できなかったと思われる。同様な都市ごみ焼却炉排ガスで、似た温度条件でCd, Pb, Znを測定した安田らの報告によれば、ろ材の吸着分に対するガス中への排出率がそれぞれ約10%とされている。この場合のろ材に石英製円筒ろ紙又は円形ろ紙を用いているため、今回の結果と捕集率に差がでた

表1 調査施設の測定結果

採取場所	元素	Cd		Pb		Zn		Se		As		Sn		Be
		粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	粒子状	ガス状	
清掃工場A EP出口	6検体	2.6~3.9	ND	34~53	ND	14~260	2.0~17	ND	ND	ND~0.5	ND	ND	ND~64	ND
	平均	3.3	ND	41	ND	190	5.6	ND	ND	0.1	ND	ND	10	ND
	検出限界		<1		<10				<1	<1	<0.5	<1	<15	<20
清掃工場B EP出口	5検体	0.5~2.5	ND	19~52	ND	30~86	5.2~13	-	ND	ND	ND~1.3	ND~30	ND~560	-
	平均	1.9	ND	41	ND	66	5.6	-	ND	ND	0.5	5	250	-
	検出限界		<1		<10					<1	<1	<1	<20	<20
汚泥焼却炉 煙道	7検体	5.3~1.6	ND	91~220	ND	14~38	ND~13	ND~2.5	ND	ND~0.5	ND~3	ND	ND	ND
	平均	8.9	ND	130	ND	27	9	0.9	ND	0.1	1	ND	ND	ND
	検出限界		<2		<20		<2	<2	<2	<0.5	<0.5	<30	<40	<2

単位は μg/Nm<sup>3</sup>

ものと思われる。また、ごみ焼却炉でやはりガラスフィルターを使った例では、排出率が1%以下の場合もあり、ろ材や採取温度条件などが排出率に影響していると思われる。

Asは、粒子状、ガス状とも微量に検出されたが、分析精度から見て痕跡程度であった。測定値の精度を上げるためには、採気量を増やすか、測定感度を上げる必要がある。

なお、B清掃工場では同時に、電気集じん機入口側から、ほぼ同様の採取方法でAsを測定したところ、粒子状で平均 $140 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 、ガス状平均 $9 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ であった。このためAsの大部分は電気集じん機を通過する際に捕集されているものと考えられる。

ガス状Asの採取で、以前のJIS K0221ではアルカリ溶液でトラップしていたため、今回は酸溶液の採取のあとに接続して測定したが、すべて不検出であった。

Seについては、汚泥焼却炉排ガスの粒子状において検

出限界近くで出ていた程度であり、ごみ焼却炉排ガスからは検出されなかった。

Beについてはごみ焼却炉排ガスの粒子状側のみの測定であり、いずれも検出されなかった。

SnについてはB清掃工場のガス状で、平均 $250 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 検出され、その粒子状では数十分の一のオーダーで、大部分がガス状で排出されていた。A清掃工場では6検体中に1検体 $64 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ がガス状で出た他は検出されず、清掃工場で大きく相違していた。

#### 参考文献

- 1) 岩崎好陽ら：大気汚染学会講演要旨集，24，p. 570，(1983).
- 2) 安田憲二ら：大気汚染学会誌，21，3，p. 191～196，(1986).
- 3) Greenbergら：Environmental Science & Technology，12，1329～1332 (1978).