

この文献の引用記述方法

渡辺信久(2013) 医療系廃棄物を受け入れる産業廃棄物焼却施設でのハロゲン・マスバランス調査.第  
22 回 環境化学討論会講演論文集 598-599

大阪工業大学 工学部 環境工学科 教授 渡辺信久

# 1PC-32

## 医療系廃棄物を受け入れる産業廃棄物焼却施設でのハロゲン・マスバランス調査

○ 渡辺信久  
(大阪工大 環境工)

### 【はじめに】

どれほどの量のフッ素(F)、塩素(Cl)、臭素(Br)が廃棄物に含まれているのかを実測するために、医療系廃棄物を焼却する産業廃棄物焼却施設で、マスバランスを調べた。集塵前の排ガスと主灰中の F, Cl, Br を調べた。排ガス量は煙突入口で計測を行い、ガス組成から推算した。

### 【方法】

調査を行った産業廃棄物焼却施設のフローを図 1 に示す。焼却炉(ストーカー/キルン + 二次燃焼室)から出た排ガスは、熱交換 - ガス冷却塔を経て、バグフィルター(「バグ」と略記する)で集塵される。調査は、バグ入口、煙突入口、および主灰について、2012 年 12 月 6 日(Study 1)および 14 日(Study 2)に行った。廃棄物投入量、主灰量、水噴射量は、運転記録より得た。

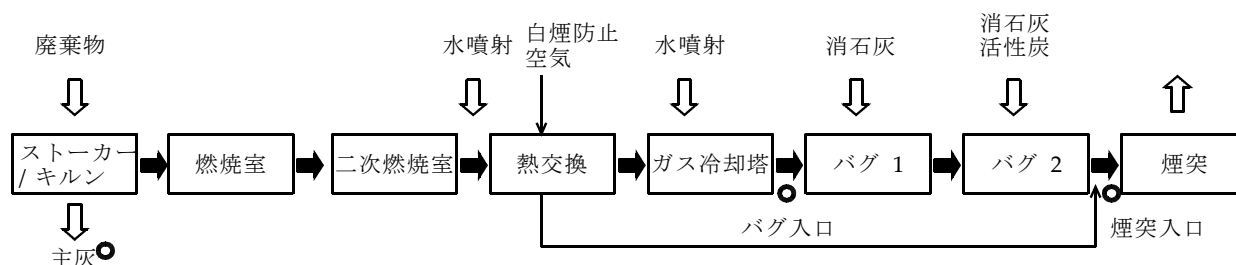


図 1 調査した産業廃棄物焼却施設(株)神戸環境クリエート 調査箇所は ● の地点

表1 マスバランスに関する実測値

	Study 1	Study 2
廃棄物燃焼量 [t d <sup>-1</sup> ]	37	37
主灰発生量 [t d <sup>-1</sup> ]	3.6	3.6
二次燃焼室出口温度 [°C]	1100	990
水噴射量 [kg t <sup>-1</sup> ]	4090	3410
バグ入口		
温度 [°C]	194	183
O <sub>2</sub> %	8.7	11.2
CO <sub>2</sub> %	11.3	7.9
ガス水分 %	34.2	32.8
煙突入口		
温度 [°C]	193	200
O <sub>2</sub> %	15.9	17.0
CO <sub>2</sub> %	4.6	3.9
ガス水分 %	17.0	16.0
ガス量(湿) [Nm <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	63700	49500
ガス量(乾) [Nm <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ]	52900	41600

表2 バグフィルター入口でのガス中F, Cl, Br濃度

	Study 1	Study 2
ダスト状F [mg Nm <sup>-3</sup> ]	10	9.5
ガス状F [mg Nm <sup>-3</sup> ]	70	25
ダスト状Cl [mg Nm <sup>-3</sup> ]	340	310
ガス状Cl [mg Nm <sup>-3</sup> ]	3100	3900
ダスト状Br [mg Nm <sup>-3</sup> ]	12	8.5
ガス状Br [mg Nm <sup>-3</sup> ]	17	9.4

表3 主灰中のF, Cl, Br濃度

	Study 1	Study 2
焼却灰発生量 [kg t <sup>-1</sup> ]	97	97
分析対象量 [g kg <sup>-1</sup> ]	373	364
焼却灰中の F [mg kg <sup>-1</sup> ]	2100	1600
焼却灰中の Cl [mg kg <sup>-1</sup> ]	8600	19000
焼却灰中の Br [mg kg <sup>-1</sup> ]	< 50	< 50

(分析方法) 主灰を5 mmのフルイで分級し、フルイ下を乾燥させた。この分析対象物を、試料1 gあたり 0.1 M硝酸100 mLで抽出し、イオンクロマトグラフで、F, Cl, Brを定量した。

**【結果と考察】**

施設全体での灰と排ガスのフローに関する調査結果を表 1 に、バグ入口でのガス中 F, Cl, Br 濃度を表 2 に、主灰の F, Cl, Br 濃度を表 3 に示す。

煙突入口からバグ入口のガス量の推算是、「煙突入口とバグ入口でのガス中 CO<sub>2</sub> 量が等しい」ことから算出した(表 4)。バグ入口でのガス量は 12390 + 1578 = 13968 Nm<sup>3</sup> t<sup>-1</sup>(Study 1)となる。ガス量と排ガス中の濃度を乗じ、灰中濃度と灰量に乗じ、これらを合計し、廃棄物 1 トンあたりに含まれる F, Cl, Br 量を求めた(表 5)。

表4 ガス量の推算結果

		乾燥ガス			水蒸気	
		燃焼由来		白防空気	燃焼由来	水噴射由来
		CO <sub>2</sub> 以外	CO <sub>2</sub>			
Study 1	二次燃焼室出口	12390	1578	0	1916	0
	バグ入り口	12390	1578	0	1916	5090
	煙突入り口	12390	1578	20345	7005	
Study 2	二次燃焼室出口	12269	1052		881	0
	バグ入り口	12269	1052		881	4244
	煙突入り口	12269	1052	13663	5124	

Nm<sup>3</sup>/t

表5 ハロゲン(F, Cl, Br)のフロー

		バグ入口ガス状		バグ入口ダスト状		ボトムアッシュ		Total	
		Study 1	Study 2	Study 1	Study 2	Study 1	Study 2	Study 1	Study 2
F	FY2012	978	333	140	127	76	57	1194	516
	FY2011	<1	<1	12.8	17.5	11.6	11.8	24.4	29.3
Cl	FY2012	43301	51952	4749	4130	312	673	48362	56754
	FY2011	16688	22967	2160	2515	146	438	19000	25900
Br	FY2012	237	125	168	113	<1.8	<1.8	405	238
	FY2011	22.6	32.8	7.1	7.2	<10	<10	29.7	40.0

Unit: g t<sup>-1</sup>

廃棄物 1 トン中に含有される F は、516 ~ 1194 g、Cl は 48.4 ~ 56.8 kg、Br は 238 ~ 405 g であった。受け入れる廃棄物の性状で変動するものであるが、2011 年の同様の調査<sup>1)</sup>よりも、とりわけ F の量が増大している。

今回得られた値と、ガス中での有機 Cl, Br の測定をあわせて、「投入されたハロゲンの何%が有機体で放出されるか」を知ることができる。化学物質の焼却による分解<sup>2)</sup>は、そのものを計測して DRE(Destruction and Removal Efficiency)で評価されるが、「全ハロゲンに対する有機ハロゲン」で評価するほうがより包括的であると考えており、その評価を行う予定である。

**【文献】**

- 1) Watanabe N, Takata M, Hayakawa K (2012) 23rd Annual Conference of Japan Society of Material Cycles and Waste Management(JSMCWM). pp 631-632
- 2) United Nations Environmental Programme (1998) Inventory of World-wide PCB Destruction Capacity. First Issue

## ハロゲン量計算の方法

廃棄物 1 トン中のClの計算

Flue gas other than CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> in Flue gas	Added air	=	
12390 Nm <sup>3</sup>	+ 1578 Nm <sup>3</sup>	+ 20345 Nm <sup>3</sup>	=	34313 Nm <sup>3</sup>
12390 Nm <sup>3</sup>	+ 1578 Nm <sup>3</sup>		=	13968 Nm <sup>3</sup>

排ガス  
ガス状Cl

$$3.100 \frac{\text{gCl}}{\text{Nm}^3} \times 13968 \text{ Nm}^3 = 43301 \text{ gCl}$$

排ガス  
ダスト状Cl

$$0.340 \frac{\text{gCl}}{\text{Nm}^3} \times 13968 \text{ Nm}^3 = 4749 \text{ gCl}$$

主灰Cl

$$8.6 \frac{\text{mgCl}}{\text{g}} \times \frac{373}{1000} \frac{\text{g}}{\text{kg}} \times \frac{3.6}{37} \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = 312 \text{ gCl}$$

$$\left. \begin{array}{l} 43301 \text{ gCl} \\ 4749 \text{ gCl} \\ 312 \text{ gCl} \end{array} \right\} 48362 \text{ gCl}$$

排ガスの推定方法

	乾燥ガス			水蒸気	
	燃焼由来		白防空気	燃焼由来	水噴射由来
	CO2以外	CO2			
Study 1					
2012 Dec 6					
二次燃焼室出口	12390	1578	0	1916	0
バグ入り口	12390 ②	1578	0	1916	5090 ⑤
煙突入り口	12390	1578 ①	20345 ③	7005 ④	
Study 2					
2012 Dec 14					
二次燃焼室出口	12269	1052		881	0
バグ入り口	12269	1052		881	4244
煙突入り口	12269	1052	13663	5124	
Nm3/t					

計算手順

①  $34313.51 \times 0.046 = 1578.42146$

②  $1578.42 / 0.113 = 13968.3185840708$   
 $13968.32 - 1578.42 = 12389.9$

③  $34313.51 - 12389.9 - 1578.42 = 20345.19$

④  $63700 - 52900 = 10800$   
 $10800 \times \frac{24}{37} = 7005.4054$

⑤  $4090 \times \frac{22.4}{18} = 5089.7778$   
 $7005.4 - 5089.78 = 1915.62$

## ガス量と温度による発熱量の推定

二次燃焼室出口

	ガス量 [Nm <sup>3</sup> t <sup>-1</sup> ]	温度 [°C]	比熱 [kJ Nm <sup>-3</sup> °C <sup>-1</sup> ]	蒸発熱 [kJ kg <sup>-1</sup> ]	熱 [kJ t <sup>-1</sup> ]		
燃焼排ガス(乾)	13968	1100	1.38		21203929	} LHV 5876 kcal kg <sup>-1</sup>	} HHV 6793 kcal kg <sup>-1</sup>
水蒸気(顕熱)	1916	1100	1.65		3476864		
水蒸気(潜熱)	1916			2500	3848359		
燃焼排ガス(乾)	13321	990	1.38		18199298	} LHV 4676 kcal kg <sup>-1</sup>	} HHV 5097 kcal kg <sup>-1</sup>
水蒸気(顕熱)	881	990	1.65		1438736		
水蒸気(潜熱)	881			2500	1769402		