

## 固定発生源ばいじん中の重金属成分について(4)

### — 発生源別の排出濃度・排出量 —

大気騒音科

稲村正博・佐藤白・宮原典正

#### 1 はじめに

前報<sup>1)</sup>では、都市ごみ焼却場から排出される重金属成分について報告したが、本報では、県下18ヶ所のばい煙発生施設からの排出濃度、排出量について報告する。

#### 2 調査方法

##### 1) 測定方法

試料の採取方法及び分析方法は、既報<sup>2)3)</sup>の通りである。

##### 2) 調査施設

調査施設の概要を表1に示した。廃棄物焼却炉A～Dは、排ガス処理施設の異なる都市ごみ焼却場(前報<sup>1)</sup>で報告)、Eは、し尿処理場の活性汚泥等焼却炉、Fは、クラフトパルプ工場の活性汚泥焼却炉、Gは、クラフトパルプ工場の石灰乾燥炉である。H、Iは、木材加工場の木屑ボイラー、J～Rは、重油焚きのボイラー等である。

#### 3 結果及び考察

##### 1) ばいじん中の重金属濃度

各種ばい煙発生施設から採取したばいじん中の重金属濃度を表2に示した。

廃棄物焼却炉A～D(都市ごみ焼却場)では、

Pb、Cd、Zn、Cuの濃度は、他施設と比べ高く4施設の幾何平均でPb: 5,100 $\mu$ g/g、Cd: 270 $\mu$ g/g、Zn: 9,100 $\mu$ g/g、Cu: 1,700 $\mu$ g/gであった。

廃棄物焼却炉E(し尿処理場)では、Pb、Cd、Zn、Cu、の濃度は、オーダー的には都市ごみ焼却場に近似している。しかし、Fe、Mnの濃度は高く各々2,500 $\mu$ g/g、1,600 $\mu$ g/gを認め、Coも低濃度であるが検出された。Niについては、後述するが、汚泥等の燃焼に使用する重油に由来するものと思われる。

廃棄物焼却炉F(K・P工場の汚泥焼却)と石灰乾燥炉GでのZn等の重金属は、燃料として重油を使用していること、又、その検出濃度(重油ボイラーとの比較)から、原料よりむしろ燃料に由来するものであろうと考える。

木屑ボイラーH、Iでは、Pb、Zn、Cu、Mnの濃度が比較的高く、特に、I施設のMnは2,500 $\mu$ g/gと高濃度であった。

重油ボイラ(冷温水発生機、発電ボイラーを含む)では、Niの濃度が他施設と比べ高く、J施設のNDを除く幾何平均値で4,200 $\mu$ g/gであった。Cu、Mnについては、不検出の施設もあるが、N施設のCuで930 $\mu$ g/g、K施設のMnで1,700 $\mu$ g/gを認めた。又、C重油と魚油の混合油燃焼ボイラーQでのZn(490 $\mu$ g/g)は、魚油にも由来しているものと思

表1 調査対象施設

| 施設                   | 型式           | 規模                      | 排ガス処理施設          | 備考                                      |
|----------------------|--------------|-------------------------|------------------|---|
| 1. 廃棄物焼却炉 (A)        | 連続           | 90 t/D×2基               | S、MC、EP          | 都市ごみ焼却                                  |
| 2. " (B)             | 機械化バッチ       | 15 t/D×2基               | S、MC             | "                                       |
| 3. " (C)             | "            | 6 t/D×2基                | S                | "                                       |
| 4. " (D)             | "            | 10 t/D×2基               | —————            | "                                       |
| 5. 廃棄物焼却炉 (E)        | ロータリー<br>キルン | 12.5 t/D                | C、WS<br>(水洗塔)    | 活性汚泥・し尿来雑物の焼却<br>A重油 49ℓ/H              |
| 6. " (F)             | ロータリー<br>キルン | 1.25 t/H                | S、WS<br>(充填塔)    | KP活性汚泥・タイヤ乾留ガス<br>A重油 150ℓ/H            |
| 7. 石灰乾燥炉 (G)         | ロータリー<br>キルン | 4.5 t/H                 | S、WS、EP<br>(充填塔) | CaCO <sub>3</sub> ——— CaO<br>C重油 800ℓ/H |
| 8. 木屑ボイラー (H)        | 煙管水管式        | 伝熱面積 24.8m <sup>2</sup> | —————            | 木材チップ                                   |
| 9. " (I)             | 水管式          | " 110 m <sup>2</sup>    | S                | 木材                                      |
| 10. 冷温水発生機 (J)       | 吸収式          | 伝熱面積 18.3m <sup>2</sup> | —————            | A重油 24ℓ/H                               |
| 11. 重油ボイラー (K)       | 炉筒煙管式        | " 65 m <sup>2</sup>     | —————            | B重油 170ℓ/H                              |
| 12. " (L)            | "            | " 30.5m <sup>2</sup>    | —————            | " 50ℓ/H                                 |
| 13. " (M)            | "            | " 34.2m <sup>2</sup>    | —————            | " 30ℓ/H                                 |
| 14. " (N)            | "            | " 19.9m <sup>2</sup>    | —————            | C重油 35ℓ/H                               |
| 15. " (O)            | "            | " 49.9m <sup>2</sup>    | —————            | " 140ℓ/H                                |
| 16. " (P)            | 水管式          | " 131 m <sup>2</sup>    | —————            | " 90ℓ/H                                 |
| 17. " (Q)            | 炉筒煙管式        | " 49.5m <sup>2</sup>    | —————            | C重油+魚油 2,601/H                          |
| 18. 火力発電<br>ボイラー (R) | 水管式          | " 1.717 m <sup>2</sup>  | —————            | C重油 6,070ℓ/H                            |

S:水洗シャワー WS:ウエットスクラバー C:サイクロン MC:マルチサイクロン EP:電気集塵機

表2 発生源別ばいじん中の重金属の濃度

単位: µg/g

| 施設          | 測定数 | Pb    | Cd  | Zn     | Cu    | Ni    | Mn    | Co | Fe     |
|-------------|-----|-------|-----|--------|-------|-------|-------|----|--------|
| 廃棄物焼却炉 (A2) | 3   | 8,700 | 320 | 16,000 | 2,300 | 89    | 290   | ND | 6,200  |
| " (B1)      | 2   | 5,600 | 290 | 5,900  | 2,400 | 55    | 380   | ND | 4,400  |
| " (C)       | 1   | 3,700 | 330 | 9,700  | 1,300 | Tr    | 160   | ND | 5,800  |
| " (D)       | 2   | 3,800 | 180 | 7,400  | 1,100 | Tr    | 100   | ND | 1,800  |
| 廃棄物焼却炉 (E)  | 2   | 1,000 | 120 | 5,800  | 990   | 690   | 1,600 | 20 | 25,000 |
| " (F)       | 1   | ND    | Tr  | 240    | Tr    | 750   | 280   | ND | 7,500  |
| 石灰乾燥炉 (G)   | 2   | ND    | Tr  | 460    | 34    | 2,100 | 400   | ND | 1,500  |
| 木屑ボイラー (H)  | 1   | 1,100 | Tr  | 1,100  | 560   | ND    | 540   | ND | 1,400  |
| " (I)       | 1   | 330   | ND  | 2,000  | 120   | Tr    | 2,500 | ND | 1,500  |
| 冷温水発生機 (J)  | 1   | ND    | ND  | 320    | 90    | ND    | Tr    | ND | 6,200  |
| 重油ボイラー (K)  | 1   | ND    | ND  | ND     | ND    | 3,400 | 1,700 | ND | 2,100  |
| " (L)       | 1   | ND    | ND  | Tr     | ND    | 2,000 | ND    | ND | 750    |
| " (M)       | 1   | ND    | ND  | 43     | 140   | 2,800 | Tr    | ND | 3,400  |
| " (N)       | 1   | ND    | ND  | Tr     | 930   | 5,200 | ND    | ND | 2,900  |
| " (O)       | 2   | ND    | ND  | 180    | ND    | 7,600 | 43    | ND | 670    |
| " (P)       | 1   | ND    | ND  | ND     | ND    | 7,200 | Tr    | ND | 2,600  |
| " (Q)       | 1   | ND    | ND  | 490    | ND    | 3,100 | Tr    | ND | 8,000  |
| 発電ボイラー (R)  | 1   | ND    | ND  | 53     | ND    | 3,300 | Tr    | ND | 6,400  |

注) 測定数2以上は幾何平均値

われる。

調査したすべての施設から検出されたFeは、670～25,000 μg/gと広い濃度分布を示した。しかし、廃棄物焼却炉Eが特異的に高い他かは、発生源別の特性は認められなかった。

2) 排出濃度と排出量

各種のばい煙発生施設から発生される重金属の排出濃度及び排出量を表3、表4に示した。排出濃度は、ばいじん中の重金属濃度とばいじん濃度に、排出量は、重金属の排出濃度と排ガス量に左右される。

廃棄物焼却炉A～D(都市ごみ焼却場)では、Pb、Cd、Zn、Cuの排出濃度及び排出量とも他施設に比べて高く、特に、ばいじん濃度が0.96mg/m<sup>3</sup>Nと高いB施設で顕著であった。B施設での排出濃度、排出量は、各々Pb; 5.4mg/m<sup>3</sup>N、59g/h、Cd; 0.28mg/m<sup>3</sup>N、33g/h、Zn; 5.7mg/m<sup>3</sup>N、62g/h、Cu; 2.3mg/m<sup>3</sup>N、28g/hであった。Mnにおいても、ば

いじん中の濃度はそれほど高くないが、ばいじん濃度及び排ガス量が大きいことから、排出濃度、排出量とも比較的高い値(0.36mg/m<sup>3</sup>N、4.0g/h)を示した。

廃棄物焼却炉E(し尿処理場)では、Pb、Cd、Zn、Cuは都市ごみ焼却場に近似しているが、Mnの排出濃度、排出量は、調査施設中最高値の0.44mg/m<sup>3</sup>N、6.0g/hを示し、Niの排出量も比較的高い値(10g/h)を示した。

廃棄物焼却炉F(K・P工場)、石灰乾燥炉Gでは、燃料の重油に由来するNiの排出量が比較的高く、特に、排ガス量の多いG施設で顕著(28g/h)であった。又、Mnの排出量も比較的高い値(3.5g/h)を示した。

木屑ボイラーH、Iでは、I施設のMnの排出濃度が比較的高い値(0.37mg/m<sup>3</sup>N)を示したが、排ガス量が少ないことから、排出量はそれほど高い値ではなかった。

表3 発生源別の重金属排出濃度

単位: mg/m<sup>3</sup>N

| 施設          | ばいじん濃度                 | Pb    | Cd    | Zn    | Cu    | Ni    | Mn    | Co    | Fe   |
|-------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 廃棄物焼却炉(A2)* | 0.12g/m <sup>3</sup> N | 0.99  | 0.037 | 1.8   | 0.26  | 0.010 | 0.033 | ND    | 0.71 |
| "/(B1)*     | 0.96g/m <sup>3</sup> N | 5.4   | 0.28  | 5.7   | 2.3   | 0.053 | 0.36  | ND    | 4.2  |
| "/(C)*      | 0.21g/m <sup>3</sup> N | 0.77  | 0.069 | 2.0   | 0.27  | Tr    | 0.033 | ND    | 1.2  |
| "/(D)*      | 0.38g/m <sup>3</sup> N | 1.5   | 0.070 | 2.9   | 0.44  | Tr    | 0.041 | ND    | 0.71 |
| 廃棄物焼却炉(E)*  | 0.28g/m <sup>3</sup> N | 0.29  | 0.032 | 1.6   | 0.28  | 0.19  | 0.44  | 0.006 | 7.0  |
| "/(F)       | 0.24g/m <sup>3</sup> N | ND    | Tr    | 0.059 | Tr    | 0.18  | 0.068 | ND    | 1.8  |
| 石灰乾燥炉(G)*   | 0.25g/m <sup>3</sup> N | ND    | Tr    | 0.12  | 0.008 | 0.54  | 0.10  | ND    | 0.38 |
| 木屑ボイラー(H)   | 0.25g/m <sup>3</sup> N | 0.28  | Tr    | 0.28  | 0.14  | ND    | 0.13  | ND    | 0.35 |
| "/(I)       | 0.15g/m <sup>3</sup> N | 0.049 | ND    | 0.30  | 0.017 | Tr    | 0.37  | ND    | 0.23 |
| 冷温水発生機(J)   | 0.12g/m <sup>3</sup> N | ND    | ND    | 0.037 | 0.011 | ND    | Tr    | ND    | 0.74 |
| 重油ボイラー(K)   | 0.13g/m <sup>3</sup> N | ND    | ND    | ND    | ND    | 0.45  | 0.22  | ND    | 0.28 |
| "/(L)       | 0.25g/m <sup>3</sup> N | ND    | ND    | Tr    | ND    | 0.49  | ND    | ND    | 0.19 |
| "/(M)       | 0.23g/m <sup>3</sup> N | ND    | ND    | 0.010 | 0.031 | 0.63  | Tr    | ND    | 0.76 |
| "/(N)       | 0.10g/m <sup>3</sup> N | ND    | ND    | Tr    | 0.090 | 0.51  | ND    | ND    | 0.28 |
| "/(O)*      | 0.19g/m <sup>3</sup> N | ND    | ND    | 0.028 | ND    | 1.2   | 0.007 | ND    | 0.10 |
| "/(P)       | 0.15g/m <sup>3</sup> N | ND    | ND    | ND    | ND    | 1.1   | Tr    | ND    | 0.39 |
| "/(Q)       | 0.14g/m <sup>3</sup> N | ND    | ND    | 0.070 | ND    | 0.44  | Tr    | ND    | 1.1  |
| 発電ボイラー(R)   | 0.19g/m <sup>3</sup> N | ND    | ND    | 0.010 | ND    | 0.63  | Tr    | ND    | 1.2  |

\*幾何平均値

表4 発生源別の重金属排出量

単位: g/h

| 施設          | 乾き排ガス量                   | Pb    | Cd   | Zn    | Cu    | Ni   | Mn    | Co   | Fe   |
|-------------|--------------------------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|------|
| 廃棄物焼却炉 (A2) | 19,100m <sup>3</sup> N/h | 20    | 0.71 | 34    | 5.1   | 0.36 | 0.62  | ND   | 14   |
| " (B1)      | 10,900m <sup>3</sup> N/h | 59    | 3.3  | 62    | 28    | 0.59 | 4.0   | ND   | 47   |
| " (C)       | 7,260m <sup>3</sup> N/h  | 5.6   | 0.50 | 15    | 2.0   | Tr   | 0.24  | ND   | 8.8  |
| " (D)       | 15,200m <sup>3</sup> N/h | 22    | 1.1  | 47    | 6.8   | Tr   | 0.67  | ND   | 11   |
| 廃棄物焼却炉 (E)  | 13,700m <sup>3</sup> N/h | 4.1   | 0.45 | 23    | 3.8   | 10   | 6.0   | 0.22 | 120  |
| " (F)       | 10,500m <sup>3</sup> N/h | ND    | Tr   | 0.62  | Tr    | 1.9  | 0.71  | ND   | 19   |
| 石灰乾燥炉 (G)   | 34,100m <sup>3</sup> N/h | ND    | Tr   | 4.5   | 0.30  | 28   | 3.5   | ND   | 14   |
| 木屑ボイラー (H)  | 2,150m <sup>3</sup> N/h  | 0.60  | Tr   | 0.60  | 0.29  | ND   | 0.29  | ND   | 0.74 |
| " (I)       | 1,920m <sup>3</sup> N/h  | 0.094 | ND   | 0.57  | 0.033 | Tr   | 0.71  | ND   | 0.44 |
| 冷温水発生機 (J)  | 790m <sup>3</sup> N/h    | ND    | ND   | 0.029 | 0.009 | ND   | Tr    | ND   | 0.58 |
| 重油ボイラー (K)  | 1,610m <sup>3</sup> N/h  | ND    | ND   | ND    | ND    | 0.72 | 0.36  | ND   | 0.46 |
| " (L)       | 890m <sup>3</sup> N/h    | ND    | ND   | Tr    | ND    | 0.44 | ND    | ND   | 0.17 |
| " (M)       | 2,310m <sup>3</sup> N/h  | ND    | ND   | 0.023 | 0.072 | 1.5  | Tr    | ND   | 1.8  |
| " (N)       | 1,000m <sup>3</sup> N/h  | ND    | ND   | Tr    | 0.090 | 0.51 | ND    | ND   | 0.28 |
| " (O)       | 1,300m <sup>3</sup> N/h  | ND    | ND   | 0.044 | ND    | 1.4  | 0.007 | ND   | 0.11 |
| " (P)       | 1,230m <sup>3</sup> N/h  | ND    | ND   | ND    | ND    | 1.3  | Tr    | ND   | 0.48 |
| " (Q)       | 2,670m <sup>3</sup> N/h  | ND    | ND   | 0.19  | ND    | 1.2  | Tr    | ND   | 3.0  |
| 発電ボイラー (R)  | 63,900m <sup>3</sup> N/h | ND    | ND   | 0.65  | ND    | 40   | Tr    | ND   | 78   |

\*算術平均値

重油ボイラー(冷温水発生機、発電ボイラーを含む)では、Niの排出濃度が他施設と比べ高く、特に、排ガス量の多い発電ボイラーOでの排出量は、調査施設中最高値の40g/hであった。他の重油ボイラーでは、排ガス量が少なく排出量としては僅かであった。

調査対象施設のFeについては、排出濃度0.10~7.0mg/m<sup>3</sup>N、排出量0.11~120g/hと広い範囲にあり、特に、ばいじん中の鉄濃度が高いE施設、ばいじん濃度が高いB施設、排ガス量の多いO施設での排出量は、各々120g/h、47g/h、78g/hを示した。

#### 4 まとめ

県下18ヶ所のばい煙発生施設の重金属成分の排出挙動について調査した。

1) 都市ごみ焼却場では、Pb、Cd、Zn、Cu、の濃度が高く排出量も多かった。

2) し尿処理場の廃棄物焼却炉ではごみ焼却場と同様の傾向にあるが、Mnの濃度が高くCoも検出した。

3) 木屑ボイラーでも、Mnの濃度が高い傾向にあった。

4) 重油燃焼施設では、Niの濃度が高く排ガス量の多い施設では排出量も多かった。

5) Feは、発生源の違いによる特徴的な傾向は認められなかった。

#### 参考文献

- 1) 稲村正博・佐藤 白・宮原典正; 固定発生源 ばいじん中の重金属成分について(3)—都市ごみ焼却場における排出濃度・排出量—, 本誌, 第27号, 79~82, 1987.
- 2) 稲村正博・佐藤 白・畦崎俊敬; 固定発生源 ばいじん中の重金属成分について(1)—試料分解法の検討—, 本誌, 第25号, 30~36, 1985.
- 3) 稲村正博・佐藤 白・宮原典正; 固定発生源 ばいじん中の重金属成分について(2)—サンプリング方法及びばいじん・集じん灰中の濃度—, 本誌, 第26号, 50~54, 1986.