

埼玉県内の都市ごみ焼却炉ダストの性状等に 関する調査研究（第2報）

——重金属成分濃度の経日変動について——

Investigation of the Metal Composition in Dusts from Municipal Waste Incinerator in Saitama Prefecture (II) —Daily Trend of Heavy Metals—

丹野 幹雄 清水 典徳

要 旨

都市ごみ焼却処理施設（燃焼方式の異なる3施設）のEPダストについて、Cd、Pbなど9項目の重金属成分濃度の経日変動を調べた。その結果、全般的に重金属濃度の変動は比較的小さいことがわかった。ただし、調査したもののうち、1施設のCrについては、他の項目に比べ、特異的な変動パターンがみられた。また、項目間の相関関係では、前報告と同様、Cd-Pb、Cd-Zn、Pb-Znなどの組合わせで良い相関が認められた。

1 はじめに

埼玉県内の30施設における都市ごみ焼却炉EPダスト中の重金属成分濃度を調査し、各施設によってEPダストの重金属成分に大きな濃度差のあることを第1報¹⁾で報告した。

EPダストは、焼却残渣とともに各施設からほぼ連続的に排出されており、環境保全上、適切な処理、処分に当たっては、これらに含まれる重金属成分濃度の変動状況を把握することが重要である。

こうしたことから、燃焼方式の異なる3施設を対象として、前報¹⁾と同様、EPダストについて、重金属成分濃度の経日変動を調べた。

2 調査方法

2・1 調査対象施設

県内の市町村および事務組合のごみ焼却処理施設のうち、各焼却処理方式のそれぞれ代表的な施設と考えられるA（全連続燃焼式、焼却能力300トン/日）、B（準連続燃焼式、90トン/日）およびC（機械化バッチ燃焼式、90トン/日）の3施設を選定し、調査の対象とした。

2・2 試料採取および調製

試料の採取は、昭和60年11月21日から昭和61年3月28日までの期間に実施した。各施設とも1週につき2回程程度の割合で、0.5kg～1kgのEPダストを採取した。

採取した試料は、十分混合した後、前報¹⁾で行った方法と同様にして調製した。

2・3 調査項目

調査項目は、前報¹⁾で実施したものと同様、Cd、Pb、Zn、Cu、Fe、Mn、Ni、CrおよびAsの9項目とした。

2・4 分析方法

分析は、前報¹⁾と同様、蛍光X線分析法およびJIS K 0102による方法で行った。

3 結果および考察

3・1 重金属成分濃度の経日変動について

燃焼方式の異なる3施設について、EPダストの重金属成分濃度の経日変動を、項目別に図1に示した。

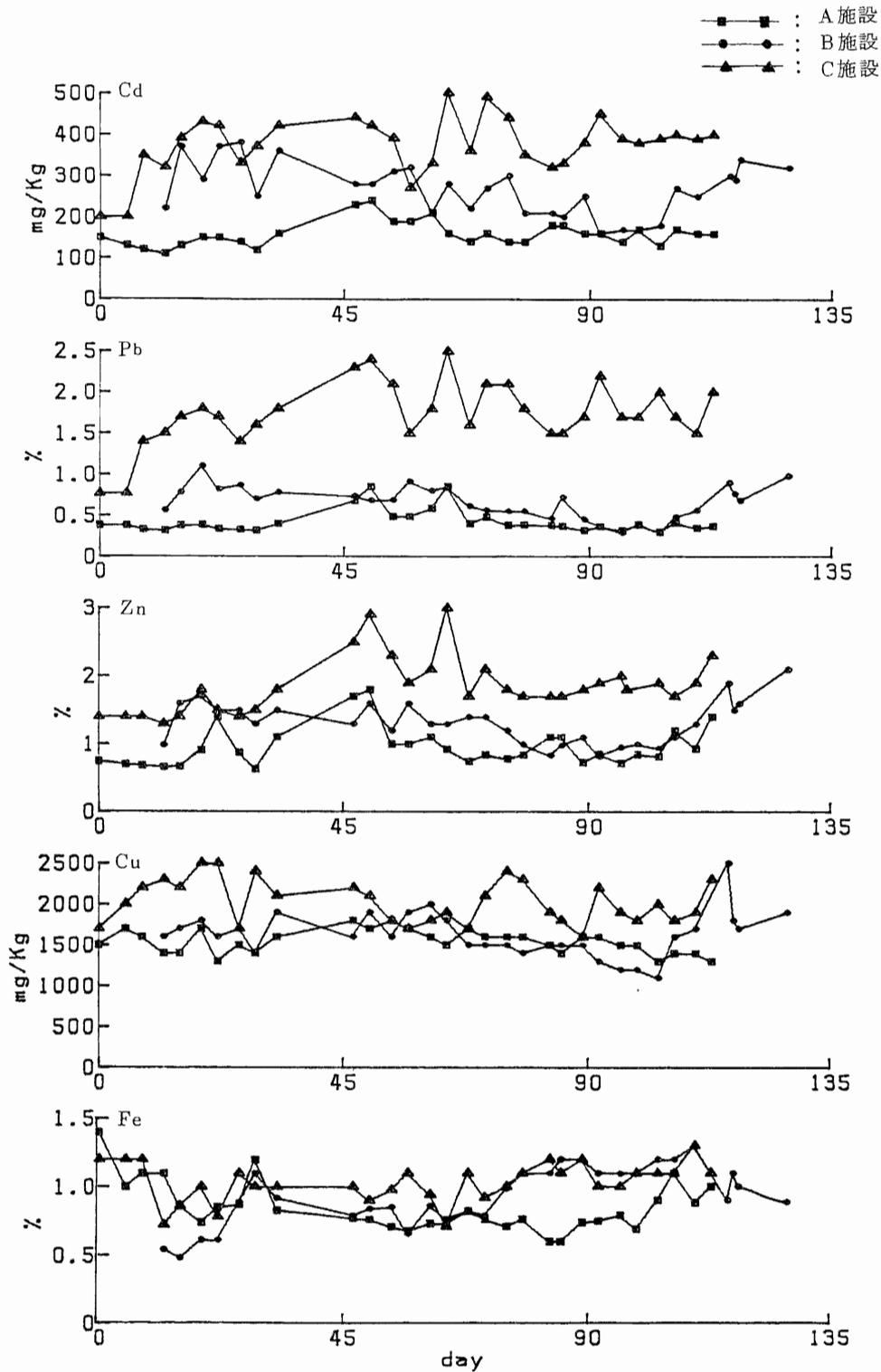


図1-1 重金属濃度の経日変動 横軸は調査開始後の経過日数

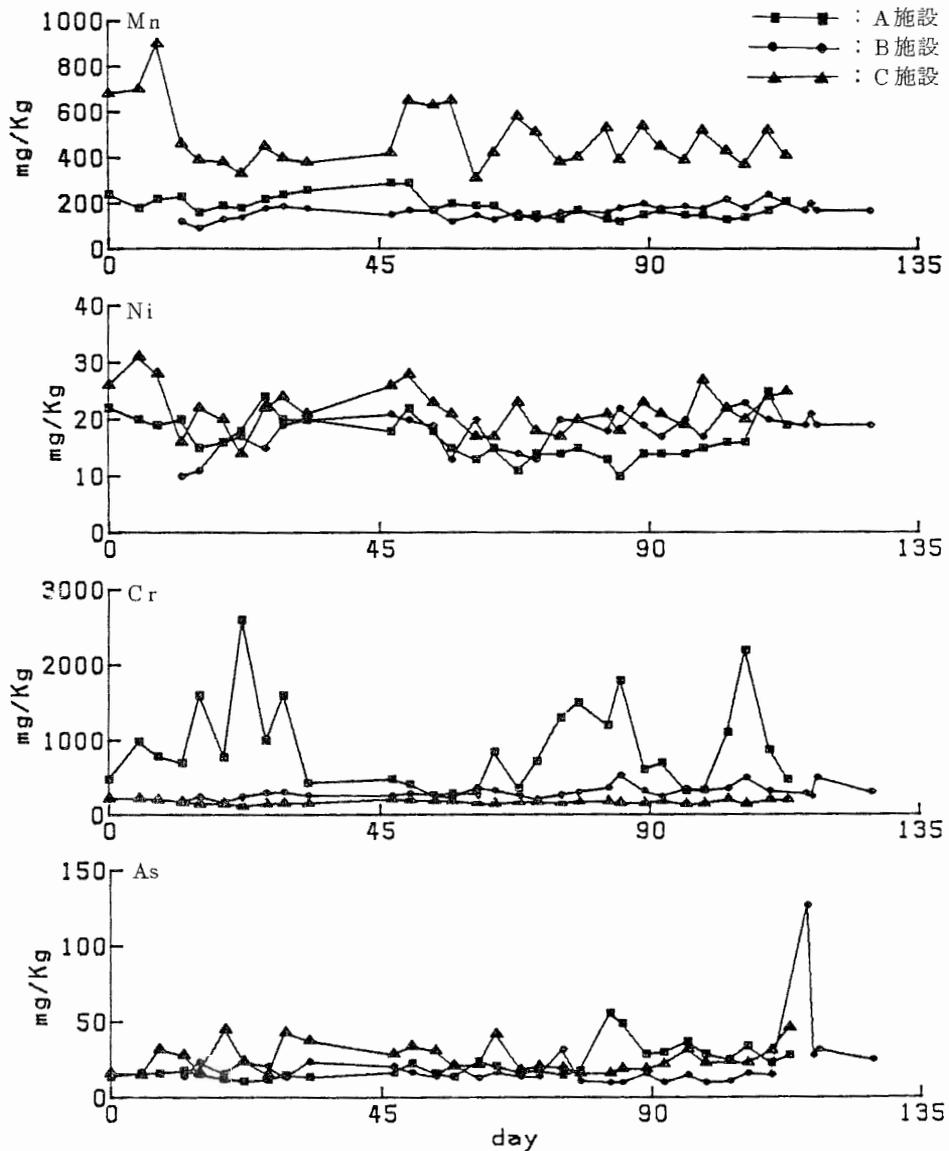


図1-2 重金属濃度の経日変動

Cdは、3施設のうち、C施設での含有濃度が全般的に高く、また、その変動も大きいことが認められる。

他方、A施設での濃度はいずれも低く、変動幅も100mg/kg ~ 200mg/kg程度で小さかった。なお、B施設では、変動幅がやや大きいものの、平均的な濃度はA、C両施設の間にあるとみられた。

Pbは、Cdの場合と同様C施設で高く、変動幅も大きいもので、経日変動のパターンがよく似ている。こ

のことは、前報告¹⁾のCd-Pbの相関かかなり高いという結果を裏付けていると考えられる。

Znは、特にC施設で2つの突出したピークがみられた。また、Cuは、C施設に比較的大きな山があり、さらにB施設でも一連の変動幅の濃度より異常に高いピークを記録している。

Feは、施設間に目立った濃度差はなく、また、MnもC施設以外は差がみられず、しかも変動幅はかなり

小さい。一方、C施設では調査の前半と後半にやや高い山があるが、後半では一定の幅で規則的な変動がみられる。

Niは、Feと同様、施設間に特に大きな差はなかった。このNiとFeの場合も前報¹⁾で示したように、それらの間の相関が極めて高いことから、特に類似したパターンになっていると考えられる。

次のCrでは、A施設において、これまでの項目に例のない大きな山が3度程現れている。これらの山は、B施設あるいはC施設の低く変動の小さいものに比べ5~10倍に達する程高い。こうしたA施設の特異的なパターンは、何らかのCrを多く含むごみが、一定の周期で焼却されているとみられる。

また、Asは、B施設において、調査期間の後半に極めて高いピークが出現している。しかし、これ以外は3施設とも比較的変動が小さく、濃度差も少ないことを示している。

なお、C施設におけるCd、Pb、Zn、Cu、MnなどCr以外のすべての項目では、他の2施設のものに比べ、一般的に濃度が高く、かつ、変動幅も大きいといった傾向がみられる。こうした傾向は、ごみ質、燃焼方式や集じん装置などの処理システム、あるいは、焼却温度等炉の運転管理といった種々の要因が考えられるため、各施設で実施しているごみ質分析データや焼却温度等について聞き取り調査を行い、これらとの関連を検討したが、明らかにはできなかった。今後、有害な重金属を環境中にできるだけ排出しないためにもこうした原因を究明する必要があると思われる。

3・2 平均値と分散度について

調査対象とした3施設の重金属成分濃度の算術平均値と分散度を表1~表3に示した。これらの表の各項目における最大値や最小値は、前報¹⁾のそれらと比べ、全体的に低い値であった。ただ、A施設(表1)のCrの最大値のみが、他の2施設(表2および表3)のそれらと比べ、1オーダー高い値(2,600mg/kg)を記録した。なお、他の報告²⁾では、更に高い値(4,250mg/kg)の例もみられるが、前報告の30施設の2度の調査結果では、こうした高い値のものは、わずか2例であった。

こういった突出した高い値は、大小含めると、CrやAsに限らず他の項目すべてでみられるが、1日のごみの焼却量や炉の燃焼温度等はほぼ一定していることから、ピークを生ずる金属が何らかの形で、ある特定

表1 A施設における重金属成分濃度と分散度

項目	統計量	n	max	min	\bar{x}	\sqrt{V}	C.V.(%)
Cd (mg/kg)		30	240	110	159	30.66	19.3
Pb (%)		30	0.85	0.3	0.425	0.142	33.3
Zn (%)		30	1.8	0.63	0.959	0.296	30.8
Cu (mg/kg)		30	1800	1300	1540	142.9	9.3
Fe (%)		30	1.4	0.6	0.848	0.184	21.7
Mn (mg/kg)		30	290	120	185.3	46.59	25.1
Ni (mg/kg)		30	25	10	16.83	3.687	21.9
Cr (mg/kg)		30	2600	260	900	598	66.4
As (mg/kg)		30	56	11	22.27	10.67	47.9

注) n:測定数, max:最大値, min:最小値, \bar{x} :算術平均値, V:不偏分散, C.V.:変動係数

表2 B施設における重金属成分濃度と分散度

項目	統計量	n	max	min	\bar{x}	\sqrt{V}	C.V.(%)
Cd (mg/kg)		30	380	160	267.7	63.39	23.7
Pb (%)		30	1.1	0.29	0.663	0.203	30.6
Zn (%)		30	2.1	0.82	1.316	0.315	24.0
Cu (mg/kg)		30	2500	1100	1630	279.3	17.1
Fe (%)		30	1.3	0.48	0.934	0.218	23.3
Mn (mg/kg)		30	240	89	166.0	31.33	18.9
Ni (mg/kg)		30	23	10	17.97	3.285	18.3
Cr (mg/kg)		30	530	170	306	86.09	28.1
As (mg/kg)		30	130	9.9	17.64	6.320	35.8

注) n, max, min, \bar{x} , VおよびC.V.は表1のものと
同じ。

表3 C施設における重金属成分濃度の平均値と分散度

項目	統計量	n	max	min	\bar{x}	\sqrt{V}	C.V.(%)
Cd (mg/kg)		30	500	200	375	69.57	18.6
Pb (%)		30	2.5	0.77	1.738	0.395	22.7
Zn (%)		30	3	1.3	1.853	0.419	22.6
Cu (mg/kg)		30	2500	1600	2027	263.8	13.0
Fe (%)		30	1.3	0.71	1.034	0.143	13.9
Mn (mg/kg)		30	900	310	485.7	132.8	27.4
Ni (mg/kg)		30	31	14	21.8	3.986	18.3
Cr (mg/kg)		30	220	120	173.7	26.06	15.0
As (mg/kg)		30	46	15	26.07	9.428	36.2

注) n, max, min, \bar{x} , VおよびC.V.は表1のものと
同じ。

のごみ中に多量に含まれていると考えられる。

また、平均値では、前にも触れたように、Cd、Pb、ZnなどCr以外のいずれの項目もC施設で高い値になっている。

一方、変動係数では、Cuが3施設とも他の項目に比べ、最も低く、また、Asが比較的高い項目であった。

A施設のCrと3施設のAs以外の項目の全般的な変動係数は、前報告のもの(64%~94%)と比べてかなり低く、9.3%~33.3%の範囲にあった。しかし、A施設におけるCrの変動係数は高く、66.4%であった。

こういったA施設のCrの場合のように、ピークが大きく、しかも変動係数の高い項目を含む検体が見られることから、調査などのサンプリングや処理、処分にあたっては、経日変動を十分考慮に入れる必要があることを示唆している。

3・3 項目間の相関について

表4にAおよびB施設並びに表5にC施設の各項目間の相関係数を示した。

A、BおよびC施設の9項目間の組み合わせでは、31組のうち、1%有意水準で相関のあるものは、それぞれ9、16および10組あり、B施設で多いものの、全体的には前報¹⁾のものと変わらなかった。しかし、5%有意水準で相関のあるものの組み合わせは、それぞれ5、6および11組あり、かなり増えた。

表4 AおよびB施設における項目間の相関係数

	As	Cr	Ni	Mn	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	項目	
A 施設	Cd	-0.066	0.056	-0.031	-0.117	0.679**	0.518**	0.343	0.321	As	
	Pb	0.707**		0.587**	0.405*	0.616**	-0.143	-0.257	-0.263	Cr	
	Zn	0.802**	0.580**		0.718**	0.730**	-0.070	-0.166	-0.220	Ni	
	Cu	0.434*	0.429*	0.113		0.887**	-0.266	-0.267	-0.448*	-0.345	Mn
	Fe	-0.480**	-0.300	-0.262	-0.341		-0.393*	-0.480	-0.594**	-0.514**	Fe
	Mn	0.272	0.416*	0.415*	0.257	0.377*		0.759**	0.763**	0.569**	Cu
	Ni	-0.084	0.000	0.138	-0.098	0.571**	0.662*		0.813**	0.737**	Zn
	Cr	-0.301	-0.289	0.020	-0.555**	0.126	-0.318	-0.078		0.692**	Pb
	As	0.244	-0.080	0.138	-0.274	-0.350	-0.482**	-0.469**	0.106		Cd
項目	Cd	Pb	Zn	Cu	Fe	Mn	Ni	Cr	As		

注) 測定数 n = 30

** : 1%有意水準で相関関係があるといえるもの。

* : 1%有意水準で相関関係があるとはいえないが、5%有意水準で相関関係があるといえるもの。

表5 C施設における項目間の相関係数

Cd	1.000								
Pb	0.876**	1.000							
Zn	0.565**	0.788**	1.000						
Cu	0.381*	0.277	-0.069	1.000					
Fe	-0.488**	-0.531**	-0.311	-0.421*	1.000				
Mn	-0.448*	-0.378*	-0.086	-0.304	0.436*	1.000			
Ni	-0.363*	-0.288	0.009	-0.182	0.572**	0.671**	1.000		
Cr	-0.387*	-0.161	0.133	-0.099	0.462*	0.611**	0.665**	1.000	
As	0.472**	0.425*	0.462*	0.420*	-0.297	-0.152	0.026	-0.062	1.000
項目	Cd	Pb	Zn	Cu	Fe	Mn	Ni	Cr	As

注) 測定数, **, *は表4のものと同じ。

また3施設ともCdの関与する組み合わせでは、PbとZnが、さらに、Pbの関与する組み合わせではZnが、有意水準で相関関係があった。これらの項目間では前報告におけるそれらと同様、相関係数の高いことが認められた。

- (2) 赤岡 輝ら：ごみ焼却場の残灰中に含まれる有害重金属の分布調査，長野県衛生公害研究所，調査研究報告，第147号，pp. 8（1978）
- (3) 寺島 泰ら：都市廃棄物の性状特性評価に関する研究（3），都市ごみ性状の季節変動について，第35回廃棄物処理対策全国協議会講演集，pp. 78（1984）

4 まとめ

都市ごみ焼却処理施設における燃焼方式の異なる3施設のEPダストについて、9項目の重金属成分濃度の経日変動を調べた。その結果、次のような知見が得られた。

- (1) Crの経日変動のうち、1施設では他の施設と比べ特異的なパターンを示した。このような項目を含む検体のサンプリングや処理、処分においては、経日変動を十分考慮に入れる必要があることを示唆した。
- (2) CrやAsのような突出した高い値は、大小含めると他の項目すべてでみられたが、これらは炉に投入されるごみ質に起因していると考えられる。
- (3) 1施設では、他の2施設に比べCr以外のすべての項目で全体的に濃度が高く、変動も大きいといった傾向がみられたが、どのような要因によるものか明らかにならなかった。
- (4) 全体的な経日変動は、比較的小さいことが分かった。なお、変動係数では、1施設のCrと3施設のAs以外は9.3%～33.3%の範囲にあり、前報告の30施設の場合と比べかなり低いことが認められた。
- (5) 項目間の相関関係では、前報告と同様、Cd-Pb、Cd-Zn、Pb-Znなどの組み合わせで良い相関があった。

なお、ごみは、冬に比べ夏に厨芥が少なく、その他の組成が多い、といったごみ質の季節変化が報告³⁾されており、EPダスト中の重金属成分濃度においても、季節的な差があると考えられるが、今回の調査時期はほぼ冬季に当たるもので、夏季については行っていない。また、ごみ質の詳しい調査も実施していない。

文 献

- (1) 丹野幹雄ら：埼玉県内の都市ごみ焼却炉ダストの性状等に関する調査研究（第1報），重金属成分濃度について，埼玉県公害センター年報，〔13〕pp.104（1986）