

都市ごみ焼却炉ダストの性状について*

西 田 義 秀** ・ 伊 藤 正 敏**
 寿 恵 村 隆 太 郎** ・ 北 川 良 雄**

1. はじめに

都市ごみ処理については近年各自治体において苦慮している問題であり、社会的関心も高まっている。都市ごみの可燃物については焼却場で焼却処理するのが一般的であるが、この焼却にあたっても種々の困難な問題が付随して発生しており、その一つとして焼却灰によるものがある。

著者らは焼却場から排出される塩化水素の調査に関連して焼却場におけるダスト類や使用水の諸性質を調べるために、化学分析、X線回折を行なったので、本報ではそれらの結果について検討した。

2. 調査方法

2・1 対象施設および時期

調査の対象としたMごみ焼却場は昭和49年7月に竣工した山口県内のごみ焼却場の中では比較的新しい施設をもつ焼却場で能力 60 t/24 h の連続燃焼式焼却炉 2 基を

有し、人口約10.6万の商業都市と3.8万の農村的性格をもつ隣接3町の都市ごみの焼却を行なっている。当焼却場の昭和51～52年度の運転実績の概略を表1に示す。

焼却炉の運転に係る使用水およびこれから排出されるダスト類のうち、表2に示す試料を、収集ごみ質が平常と考えられる昭和53年1月下旬に採取して諸測定を行なった。

表1 調査対象ごみ焼却場の運転実績

年度	ごみ焼却量			残灰量		稼動時間 (h/月)
	1ヵ月当 (t/月)	1日当 (t/日)	1時間当 (t/h)	1ヵ月当 (t/月)	比率* (%)	
昭和51	1,251	61.0	4.56	271.7	22	549
52	1,367	63.3	4.56	214.1	16	598

1) M焼却場調。

2) * 比率は焼却ごみ量に対する残灰量比率(%)

表2 水および灰の採取試料

試料の種類	試料名	試料の概要
水	冷却清水	ごみ焼却場敷地内にある井戸からくみ揚げたもので、排ガス冷却水の補充用、洗車用等に使用している水
	循環冷却水	燃焼排ガス冷却後の汚水から、灰、粉じん等の固形物を沈殿分離して、冷却用として循環再利用している水
	冷却後の汚水	排ガス冷却後の水で、焼却灰、マルチサイクロンダスト、電気集塵機ダストが混入した汚水
	ごみ汚水	収集ごみに付着して搬入される水分で、塵芥濠の底にたまった汚水
灰	残灰	焼却灰にマルチサイクロンダスト、電気集塵機ダストが加わった焼却場から搬出される状態のもので、水分を多量に含んでいる灰
	マルチサイクロン(MC)ダスト	マルチサイクロンで捕集されたダスト(乾燥物)
	電気集塵機(EP)ダスト	電気集塵機で捕集されたダスト(乾燥物)

* Certain Properties of the Dust from the Municipal Waste Incinerator.

** Yoshihide NISHIDA, Masatoshi ITÔ, Ryutarō SUEMURA, Yoshio KITAGAWA (山口県公害センター) Yamaguchi Prefectural Environmental Pollution Research Center.

2.2 分析方法

2.2.1 試料の前処理

湿った焼却炉残灰は110℃で乾燥後、小石、ガラス等の大きい夾雑物を除き、さらに16メッシュの篩で篩分し、また、マルチサイクロンダストおよび電気集塵機ダストは110℃で乾燥して、それぞれ測定に供した。

2.2.2 化学分析

カリウム(K^+)、ナトリウム(Na^+)、カルシウム(Ca^{2+})の各イオンは炎光光度法、塩素イオン(Cl^-)はチオシアン酸第二水銀法、硫酸イオン(SO_4^{2-})は比濁法でそれぞれ分析した。

2.2.3 X線回折

残灰とマルチサイクロンダストについては2.2.1項の前処理を行なった試料をメノウ乳鉢でさらに微粉碎し、また電気集塵機ダストは微細な粒子であるため、そのままの状態のものを試料としてX線回折装置(理学電機製 Geigerflex D & S型)を用いて測定した。

3. 調査結果および考察

3.1 焼却工程の概要

当焼却場のごみ焼却工程は図1に示すとおりで、焼却炉の燃焼排ガスは水噴射装置、空気予熱機を経て、排ガス温度を約300℃に下げられ、マルチサイクロン、電気集塵機で除塵後、誘引通風機を経て煙突から排出されている。排ガス温度を下げる目的で水噴射装置で使用された冷却水は固形物を沈殿除去して循環使用されており、また、ごみ汚水は焼却炉頂部で噴霧して焼却処理されるなど、ごみ焼却場の操業に利用される水は場外に一切放

流しないいわゆる排水のクローズドシステムをとっていることが特徴的である。一方、焼却炉を出た焼却灰は灰出汚水ピットでマルチサイクロンダスト、電気集塵機ダストと一緒に、灰出フライトコンベアで水切り後、灰出バンカーを経て残灰として場外に搬出され、埋立処理されている。

3.2 使用水の成分

ごみ焼却場における塩素の流れを追求するために工程で使用される水および使用後の汚水について分析した結果を表3に示す。

表3 使用水の成分

試料の種類	pH	化学成分 (ppm)				
		K^+	Na^+	Ca^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}
冷却清水	6.5	2	11	2	15.7	ND*
循環冷却水	5.7	6,800	7,400	5,800	21,900	598
冷却後の汚水	12.4	6,300	6,300	4,800	18,300	1,570
ごみ汚水	6.1	2,800	3,200	4,900	964	—

* ND は検出限界 (2.6 ppm) 未満を示す。

冷却清水は各成分イオンともその濃度は低いが、循環冷却水中の濃度はカリウム 6,800 ppm、ナトリウム 7,400 ppm、カルシウム 5,800 ppm、塩素 21,900 ppm で、冷却後の汚水もカリウム 6,300 ppm、ナトリウム 6,300 ppm、カルシウム 4,800 ppm、塩素 18,300 ppm

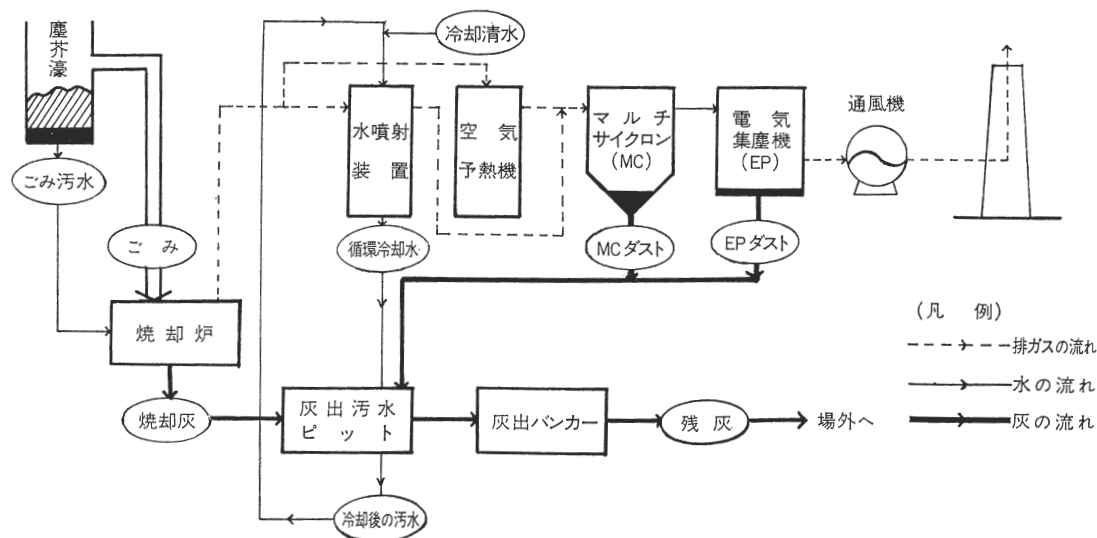


図1 ごみ焼却工程

であり、両者とも各成分イオンを多量に含有していた。硫酸イオンは少なく、それぞれ 598 ppm, 1,570 ppm で冷却後の汚水がやや高い濃度を示していた。なお、pH は循環冷却水 5.7, 冷却後の汚水 12.4 であった。これらの結果から排ガス中の塩化水素、硫黄酸化物、残灰中のカリウム、ナトリウム、カルシウムが冷却水中に溶けこんでいることがわかる。すなわち、水噴射装置で 사용되는冷却水は排ガス中の塩化水素、硫黄酸化物を吸収するとともに灰の中のカリウム、ナトリウム、カルシウムも水に溶出し、これらは相互に反応してアルカリ性金属の塩化物や硫酸塩を生成するものと考えられる。このような塩化物、硫酸塩を含む冷却水は固形物を沈殿分離後、再度、排ガス冷却用水として循環使用されているため、冷却水中にはこれらの物質が徐々に濃縮されて濃く

なっているものと考えられる。

3・3 残灰、ダストに含まれる化学成分

残灰、マルチサイクロンダストおよび電気集塵機ダストの水溶性物質について、カリウム、ナトリウム、カルシウム、塩素および硫酸の各イオンについての分析結果を表 4 に示す。これら 5 成分のいずれについても、残灰、マルチサイクロンダスト、電気集塵機ダストと順次濃度が高くなっており、とくに電気集塵機ダストにおいてはカリウム、ナトリウム、塩素の 3 成分はそれぞれ約 16, 13, 35% と非常に高い含有率を示した。このように、焼却場のマルチサイクロンや電気集塵機で捕集された微細粒子ダストには、カリウム、ナトリウム、塩素が多量に含まれていることは他の報告^{1,2)}にもみられる。

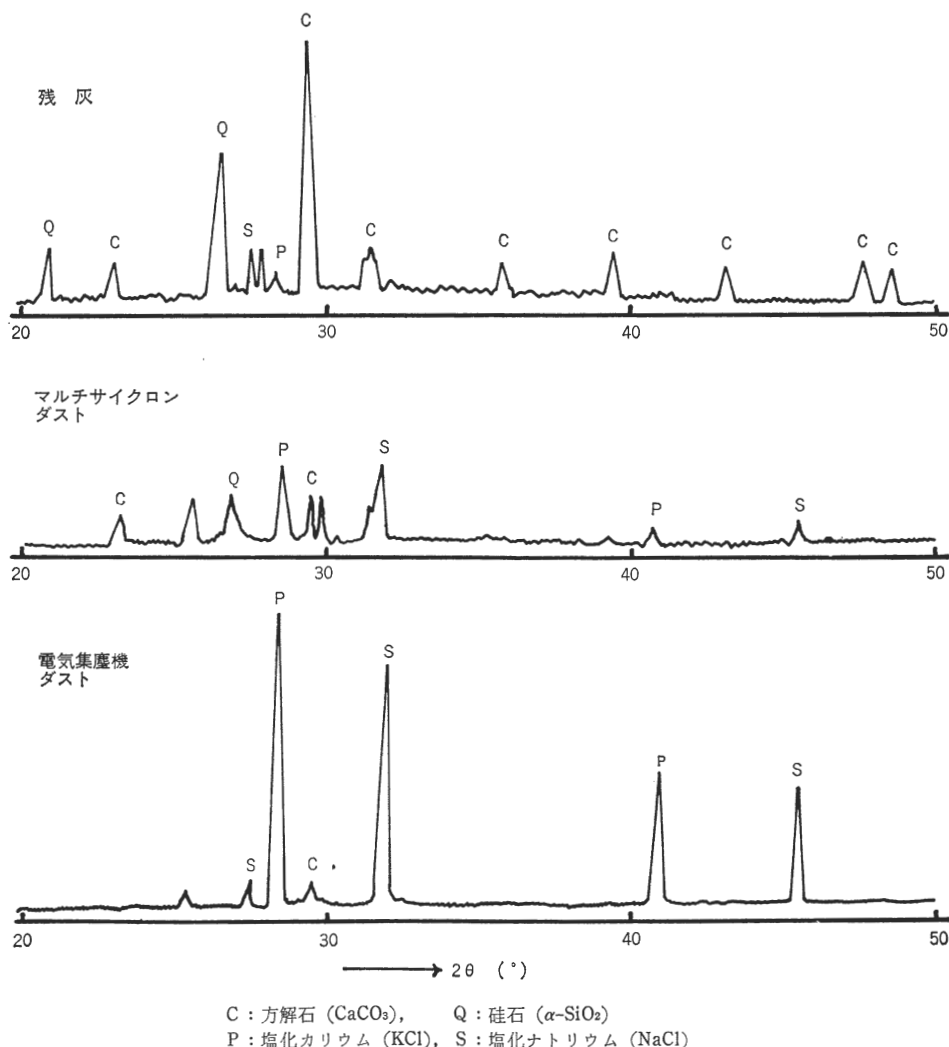


図2 ごみ焼却炉ダスト X線回折

表4 残灰・ダストの水溶性物質の成分

試料の種類	化学成分 (%)				
	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
残灰 (含水物基準)*	0.39	0.38	0.18	0.93	0.063
マルチサイクロンダスト (乾燥物基準)	2.97	2.97	3.46	9.22	2.97
電気集塵機ダスト (乾燥物基準)	16.31	12.61	4.70	34.87	6.06

* 含水率45.8%

これらのダスト中のカリウム、ナトリウム、カルシウム、塩素がどのような形態で存在するかは化学分析の結果のみでは不明であり、これらについての他の報告も見当らない。そこでX線回折装置を用いて乾燥した残灰、マルチサイクロンダストおよび電気集塵機ダストについて、下記の測定条件で走査し、同定を試みた。その結果を図2に示す。

〔X線回折条件〕

Target	Cu	Current	15 mA
Filter	Ni	Time Const.	1 sec
Voltage	30 KV	Detector	SPC

残灰については方解石 (CaCO₃) と珪石 (α-SiO₂) の鮮明なピークおよび塩化カリウム (KCl)、塩化ナトリウム (NaCl) の弱いピークが認められた。この方解石は動物性厨芥、貝殻等に起因するカルシウム分が燃焼排ガス中の炭酸ガス (CO₂) と焼却中に反応して生成したもので、珪石はごみ中の土石類に由来したものであり、また、塩化カリウム、塩化ナトリウムは主として残灰の付着水に溶解していたものがX線回折用試料の前処理で乾燥したために析出したものと考えられる。マルチサイクロンダストについては、塩化カリウム、塩化ナトリウムの鮮明なピークおよび方解石と珪石の弱いピークが認められた。また、電気集塵機ダストについては、塩化カリウム、塩化ナトリウムのピークが一層鮮明にあらわれ、かつ、方解石の弱いピークも認められた。

そこで次に、マルチサイクロンダスト、電気集塵機ダスト中の塩化カリウム、塩化ナトリウムの含有量を知るために、標準物質の混合による定量分析^{3,4)}を試みた。

粉末試料の回折線強度は回折条件をすべて同じにすれば、物質の量のみに関係するので、試料に既知量の標準物質を添加し、標準物質、測定物質の回折線強度から測定物質の含有量を算出した。標準物質として、その回折線が塩化カリウムや塩化ナトリウムの回折線と重ならない酸化マグネシウム (MgO) を選んだ。酸化マグネシウムの回折線は面指数 (200), $d=2.10\text{\AA}$, 塩化カリウムは

(200), $d=3.13\text{\AA}$, 塩化ナトリウムは (200), $d=2.81\text{\AA}$ を選び、同一条件で測定し、求めた検量線を図3に示す。

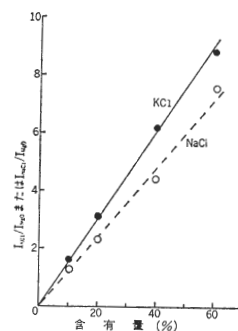


図3 KCl, NaCl の検量線

表5 集塵機ダスト中 KCl, NaCl 含有量 (乾%)

試料	KCl	NaCl
マルチサイクロンダスト	5	7
電気集塵機ダスト	18	19

表6 ごみの物理組成

分類		重量 (g)	比率 (%)
可燃物	紙・セロファン類	500.0	33.3
	せんい類	48.8	3.3
	植物性厨芥類	362.2	24.1
	動物性厨芥類	38.8	2.6
	ビニール・プラスチック類	122.5	8.2
	木竹類	47.0	3.1
	葉・雑草類	2.9	0.2
	落葉・雑草類	101.0	6.7
	ゴミ類	0.0	0.0
	小計	1223.2	81.5
不燃物	金属類	80.5	5.4
	ガラス・陶器・石類	10.4	0.7
	卵殻	15.4	1.0
	貝殻	38.5	2.6
その他	小計	144.8	9.7
	5mm角以下雑物	71.5	4.8
	5mm角以上雑物	60.5	4.0
	小計	132.0	8.8
総合計		1500.0	100.0

1) M焼却場調。2) 試料採取日時 昭和52年8月6日

定量分析の結果は表 5 に示すとおりで、とくに電気集塵機ダスト中の塩化カリウム、塩化ナトリウム含有量はそれぞれ18%、19%と高値であった。

上述のことから、ごみ中の塩化ビニール類の焼却によって発生する塩化水素はその全量が煙突から排出されるのではなく、一部の塩化水素は排ガスの温度を下げる目的で使用される循環冷却水に溶解し、ごみ中の厨芥、落葉、雑草、木竹、葉、卵殻、貝殻等（表 6 参照）に由来し、また、その他の塵芥にともなうカリウム、ナトリウム、カルシウムなどと焼却工程中、または高温排ガス中において相互に反応して、塩化カリウム、塩化ナトリウム等の塩化物となり、ダストとして集塵機に捕集されていることがわかった。また、ダスト中の硫酸根（ SO_4 ）は助燃用重油中および塵芥中の硫黄分が燃焼して生じた硫黄酸化物（ SO_2 、 SO_3 ）に由来し、これらが焼却灰中のカリウム、ナトリウム、カルシウム等と反応して生成したものと考えられ、図 2 の未解析のピークはこれらの硫酸塩によるものと考えられる。

4. ま と め

都市ごみ焼却場において、ごみ中に混入する塩化ビニール類の燃焼によって発生する塩化水素に関連して焼却炉のダスト等の化学分析および X 線回折を行なって次の事項を認めた。

都市ごみ焼却炉の集塵機ダストおよび冷却水にはカリ

ウム、ナトリウム、塩素が高濃度で含有されており、集塵機ダストについてはさらに X 線回折により組成分析を行なったところ塩化カリウム、塩化ナトリウムが多量に含まれていた。

このことから都市ごみ焼却炉の塩化ビニール類に起因する排ガス中の塩化水素の一部は、排ガス温度を下げる目的で、噴射する水に溶解し、この冷却水が循環使用される間に、ごみ中の厨芥、落葉、雑草、木竹、葉等に起因する焼却灰中のカリウム、ナトリウム等と反応して塩化ナトリウム等の塩化物となりダストとして集塵機に捕集されていることが判明した。

終りに、本調査にご協力いただいた山口県環境部ならびに焼却場の関係職員の各位に深謝いたします。

なお、本報の要旨は第 5 回環境保全・公害防止研究発表会（1978 年、環境庁）において発表した。

一 引 用 文 献

- 1) 厚生省環境整備課：都市ごみ中のプラスチックの処理処分に関する研究，都市と廃棄物，Vol. 3, No. 8, pp. 51～56, 1973.
- 2) 高橋竹夫：都市ごみ焼却炉集塵機ダストの固化法，都市と廃棄物，Vol. 5, No.2, pp. 34～39, 1975.
- 3) 日本化学会編：「実験化学講座 4」p. 227, 丸善，東京，1956.
- 4) 久保輝一郎，加藤誠軌：「X 線回折による化学分析」p. 61, 日刊工業新聞社，東京，1955.