

凝縮性ダストを含むばいじん排出実態調査

石井克巳 井村正之 星野 充 横山新紀 堀本泰秀

1 目的

ばい煙発生施設からの排出ガス中には、現行のばいじん測定法で測定される通常の固体粒子のばいじんのほかに、排出ガスが煙道外に出た直後に冷却され粒子化する凝縮性ダストが存在し、浮遊粒子状物質へ影響を与えていると考えられている。本調査は凝縮性ダストの特性および排出実態のデータを蓄積し、SPM対策の基礎資料を得ることを目的とする。今回は2000年から2001年度にかけて行った都市ごみ焼却炉とディーゼル機関を対象とした調査結果について報告する。

2 調査方法

2・1 調査対象施設

表1 調査施設の概要 (2001年度)

施設名	廃棄物焼却炉①	廃棄物焼却炉②	ディーゼル機関 (6機集合煙道)
設置年	1984	1977(1990改修)	1999
燃原料種類	一般廃棄物	一般廃棄物	A重油(S分0.8%)
施設規模、 燃料定格使用量	1875kg/h	4500kg/h	133L/h×6
排ガス処理施設	サイクロン、EP	サイクロン、EP	脱硝 (尿素水噴霧)

表2 調査施設の概要 (2000年度)

施設名	廃棄物焼却炉③	廃棄物焼却炉④
設置年	1987(1997改修)	1997
燃原料種類	一般廃棄物	一般廃棄物
施設規模、 燃料定格使用量	2500kg/h	1042kg/h
排ガス処理施設	バグフィルター (消石灰、活性 炭吹き込み)	バグフィルター (消石灰、助剤 吹き込み)

調査対象施設の概要を表1、表2に示した。廃棄物焼却炉4施設のうち、2001年度は排ガス処理装置として電気集塵機(EP)を装備している設置時期が比較的古い施設を選び、2000年度はダイオキシン対策が進んでおり、バグフィルターを設置している施設を選定した。

2・2 採取法

水一間接冷却法¹⁾およびJIS Z 8808により採取した。水一間接冷却法では、冷却部で排ガスが冷やされると

ドレンが生じる。凝縮性ダストとしてはドレンと2形ろ紙ダストを合わせたものを評価する。また、排ガス中のガス状成分が凝縮性ダストの生成へ及ぼす影響を検討するため、凝縮性ダストのサンプリングに合わせてSOx、HClおよびNH₃(NH₃は2001年度のみ)の測定も行った。

2・3 調査分析項目

ダスト試料の各成分の分析項目および分析方法を表3に示す。

表3 ダスト成分の分析項目と分析方法

成分	分析項目	分析方法
水溶性成分	Na ⁺ 、NH ₄ ⁺ 、K ⁺ 、Mg ²⁺ 、Ca ²⁺ Cl ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、SO ₄ ²⁻	イオンクロマトグラフ
炭素成分	有機炭素、元素炭素	CHN計

ろ紙試料は自動乳鉢で均一に粉碎し、ドレン試料は純水で再溶解してから試料を分取し、分析に用いた。排ガス中成分の時間変動を考慮し、複数検体の試料を分析に用いた。

SOx、HClおよびNH₃の採取分析はJIS K0103およびJIS K0099により行った。

3 調査結果

3・1 排ガス条件

各施設の測定時の排ガス条件を表4に示す。

表4 測定時排ガス条件 (平均値)

施設名	排ガス条件		
	温度 (°C)	水分 (%)	酸素濃度 (%)
廃棄物焼却炉①	221	29.8	14.5
廃棄物焼却炉②	221	22.9	15.5
廃棄物焼却炉③	149	29.3	13.3
廃棄物焼却炉④	160	28.6	14.1
ディーゼル機関	437	7.1	11.0

ディーゼル機関の排ガス温度が高いことが特徴的で

あった。また、廃棄物焼却炉においてはバグフィルターの施設 (③, ④) の方が、電気集塵機をついた施設 (①, ②) よりも排ガス温度が低い傾向があった。

3・2 ダスト濃度

表5に各施設のダスト濃度測定結果を示す。廃棄物焼却炉において凝縮性ダスト濃度は施設毎の平均値で2.1~9.9mg/m³、全ダストに対する凝縮性ダストの割合は15~100%と幅広くなっている。凝縮性ダストの構成は2形ろ紙に捕集された部分はほとんどなく、ドレンが大部分を占めた。1形ダストは①, ②の濃度が高く、③, ④ではほとんど検出されなかった。

ディーゼル機関の凝縮性ダスト濃度は平均で35.0mg/m³と廃棄物焼却炉に比べて濃度が高く、全ダストに占める凝縮性ダストの占める割合は57.8%だった。ドレンと2形ろ紙ダストは同程度の平均濃度となっていた。

なお、凝縮性ダストの採取は2日間にわたって行っており、廃棄物焼却炉①, ③およびディーゼル機関では1日目と2日目のダスト濃度の傾向に違いが生じていた。ディーゼル機関で採取したサンプルにおいては、1日目の2形ろ紙 (試料5-1) には油状物質が多量に付着して、2日目の2形ろ紙試料とは明らかに性状が異なっていた。

3・3 水溶性成分

図1, 2に各施設のダスト中の水溶性成分の割合を示す。なお、1日目と2日目のダスト濃度の傾向に違いのあった廃棄物焼却炉①, ③およびディーゼル機関については、1日目と2日目に分けて平均値を示した。

廃棄物焼却炉①, ②は1形ダスト、凝縮性ダストともにほぼ同様の傾向を示しており、ドレン試料ではSO₄²⁻が大部分を占め、カチオンではNH₄⁺が主体であった。廃棄物焼却炉④のドレン試料は①, ②との傾向は同様であった。廃棄物焼却炉③のドレン試料はCl⁻が多く、他の廃棄物焼却炉と異なっていた。

ディーゼル機関においてドレン試料はSO₄²⁻が多く、カチオンはNH₄⁺が大部分を占めた。2形ダストではドレンよりも割合は低いがSO₄²⁻が存在していた。

ダスト濃度に日変動のあった施設では、ディーゼル機関の2形ダストのSO₄²⁻が1日目の試料において相対的に割合が低かったが、それ以外の採取日による変動

表5 ダスト濃度測定結果 (廃棄物焼却炉)

試料 No.	施設名	1形ダスト濃度 (mg/m ³)	凝縮性ダスト濃度 (mg/m ³)	
			ドレン	2形
1-1	廃棄物焼却炉①	44.0	4.4	0.7
1-2		66.8	4.2	ND
1-3		14.0	3.5	ND
1-4		11.7	2.9	ND
1-5		15.7	2.8	0.9
平均		30.4	3.5	0.3
2-1	廃棄物焼却炉②	6.0	1.1	ND
2-2		6.2	1.9	ND
2-3		4.5	2.9	ND
2-4		5.3	3.0	ND
2-5		3.9	1.5	ND
平均		5.2	2.1	ND
3-1	廃棄物焼却炉③	0.7	18.7	ND
3-2		1.0	17.4	ND
3-3		ND	1.4	ND
3-4		0.6	2.3	ND
平均		0.8	9.9	ND
4-1	廃棄物焼却炉④	ND	1.9	0.4
4-2		ND	3.2	1.4
平均		ND	3.7	0.9

表6 ダスト濃度測定結果 (ディーゼル機関)

試料 No.	施設名	1形ダスト濃度 (mg/m ³)	凝縮性ダスト濃度 (mg/m ³)	
			ドレン	2形
5-1	ディーゼル機関	25.6	16.1	51.8
5-2		24.3	18.1	6.0
5-3		20.8	15.2	4.6
5-4		31.4	21.9	5.9
平均		25.5	17.9	17.1

は、検体毎の変動幅と比べて差異は特に見られなかった。

3・4 炭素成分

表7にディーゼル機関のダスト中の炭素成分の割合を示す。1形ダストの割合はほぼ安定しているが、凝縮性ダストは採取日によって (試料5-1が1日目, 試料5-2, 5-4が2日目) 大きく異なった。2日目試料では2形ダストで有機性炭素, 元素状炭素がともに11%前後だが、1日目試料では2形ダストの有機性炭素が半分程度を占め、ドレンの炭素成分も多くなっている。

廃棄物焼却炉については①のドレンで4検体中2検体, ③のドレンで3検体中1検体有機炭素が若干検出されたが、全体として炭素成分はごく少量であった。

3・5 排ガス中のガス状成分

凝縮性ダスト測定時の排ガス中のNH₃, HClおよびSO_x

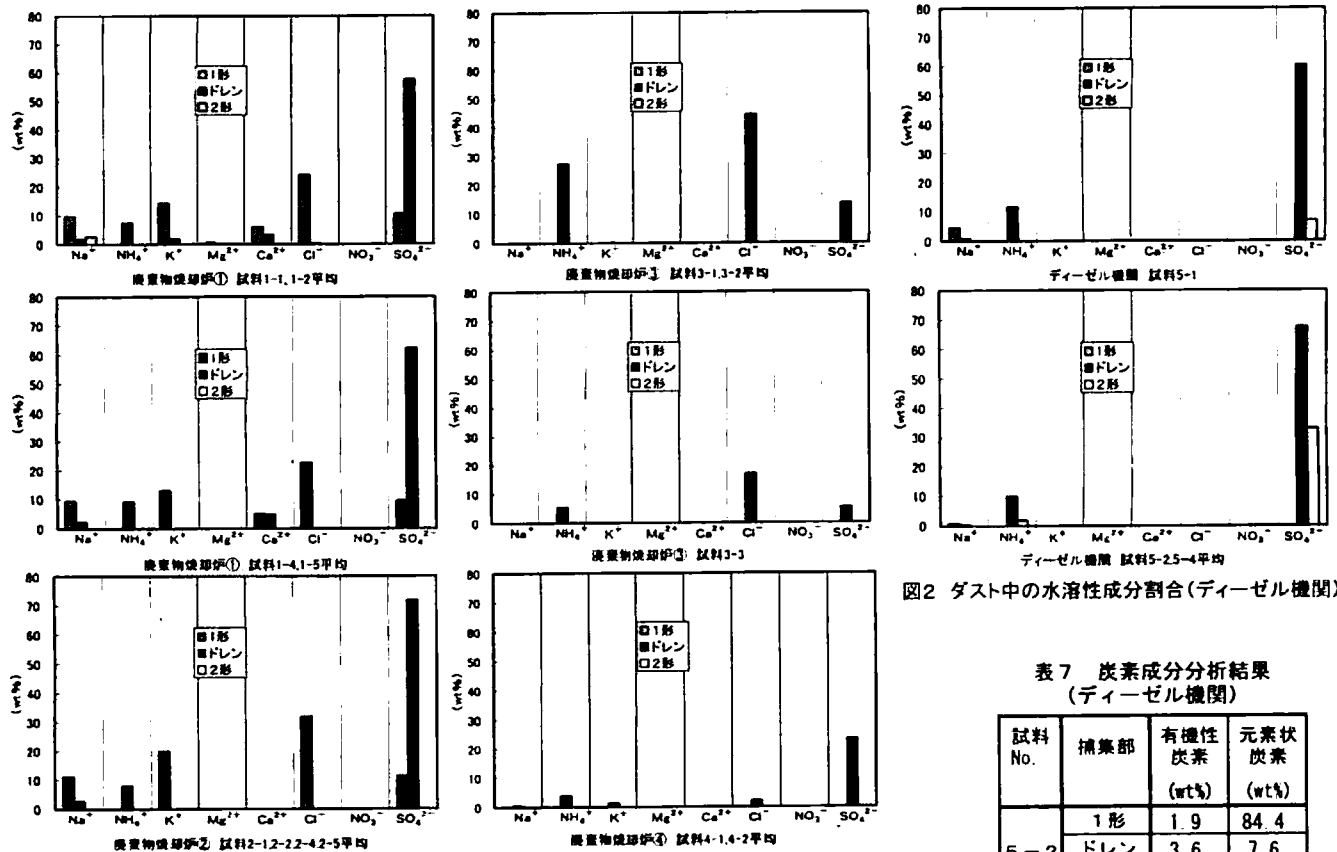


図1 ダスト中の水溶性成分割合(廃棄物焼却炉)

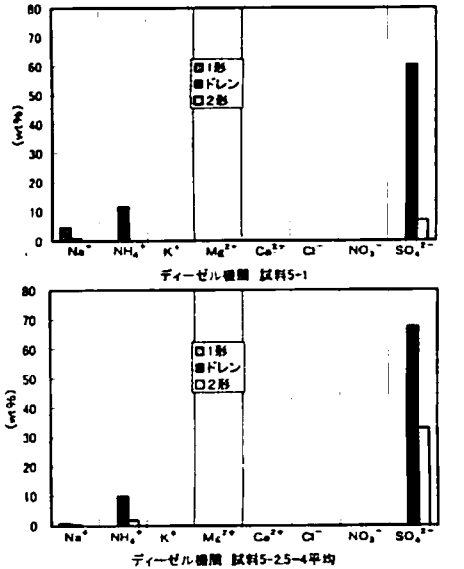


図2 ダスト中の水溶性成分割合(ディーゼル機関)

表7 炭素成分分析結果
(ディーゼル機関)

試料 No.	捕集部	有機性炭素 (wt%)	元素状炭素 (wt%)
5-2	1形	1.9	84.4
	ドレン	3.6	7.6
	2形	65.2	6.5
5-3	1形	2.6	89.1
	ドレン	1.2	0.0
5-5	1形	2.4	84.8
	ドレン	1.6	0.0
	2形	10.8	11.5

表8 凝縮性ダスト測定時の排ガス中のNH₃, HCl, SO_x(平均値)

	排ガス中濃度		
	NH ₃ (ppm)	HCl (ppm)	SO _x (ppm)
廃棄物焼却炉①	0.6 (0.4~0.7)	111 (105~114)	22 (18~32)
廃棄物焼却炉②	0.2 (0.2~0.3)	95 (82~114)	15 (13~16)
廃棄物焼却炉③	欠測	12 (10~14)	0.9 (0.3~2.0)
廃棄物焼却炉④	欠測	5.4 (5.4~5.4)	1.2 (1.0~1.4)
ディーゼル機関	0.5 (0.1~1.8)	ND	140 (138~143)

(備考) ()の値は範囲を示す。

の濃度を表8に示す。廃棄物焼却炉では排ガス処理方式によりHCl, SO_x濃度に大きな差があり、電気集じん機式の①、②の方が濃度が高く、バグフィルター式の③、④では1桁低い濃度レベルとなっていた。NH₃は今回測定した廃棄物焼却炉①、②においては、1ppm以下とHCl, SO_xに比較するとかなり低濃度であり、一般廃棄物焼却炉の排ガス中のNH₃としては低いレベル²⁾であった。ディーゼル機関では燃料由来のSO_xが測定されている。

4 考察

4.1 廃棄物焼却炉

施設の新旧、特に排ガス処理の方式の違いによる影響を比較するために施設を選定して測定した結果、

1形ダストおよびHCl, SO_xについては古い施設である廃棄物焼却炉①、②の方が、明らか

に濃度が高かったが、凝縮性ダストについては明確な差は生じていなかった。むしろ新しい施設である廃棄物焼却炉③で凝縮性ダスト濃度の高いケースがあった。

凝縮性ダストの主成分である水溶性成分の割合をみると、廃棄物焼却炉①、②、④ではSO₄²⁻が大部分を占めた。焼却炉の排ガス中にはHCl濃度が高いため、Cl⁻が採取時にドレンに捕捉されるが、蒸発乾固処理により大部分は揮散し、蒸発しにくいSO₄²⁻が残留したと考えられる。しかし、廃棄物焼却炉③においてはCl⁻が多く検出された。イオンバランスを計算すると、他の廃棄物焼却炉ではSO₄²⁻の影響でアニオン過剰となっているが、③においてはほぼ1でバランスがとれており、NH₄⁺塩が生成していることが示唆された。また、③では排ガス中のNH₃測定は行っていないが、HCl, SO_x吸収液中のNH₄⁺を分析したところ、10ppm以上に相当するNH₄⁺も検出され、他の廃棄物焼却炉より1桁高い濃度レベルであることが推定された。

水間接冷却法により凝縮性ダストの採取を行う場合、ドレン中に捕集されたガス状成分が蒸発乾固の過程で反応し、粒子状物質として評価される傾向がある³⁴⁾ことが指摘されている。排ガス中の NH_3 濃度が高い場合、ドレンに吸収される NH_3 量が増えるため、 NH_4^+ 塩が生成し凝縮性ダスト濃度がより高く評価されるケースが生じると考えられる。

4・2 ディーゼル機関

発電用の施設のため、変動なく安定した操業条件下で測定を行ったが、1日目と2日目の凝縮性ダスト濃度に大きな違いが生じていた。1日目の2形ろ紙には油状物質が多量に付着し、成分分析結果にも多量の炭素成分として現れている。ディーゼル機関は、空気過剰の条件下で燃焼過程が行われることから、炭化水素の排出量は比較的少ないとされている³⁵⁾。このため油状物質が燃焼に伴って定常的に排出されているものか確認できておらず、この結果だけで評価することは難しい。

しかしながら、今回の施設では排ガスが高温のため有機物を主体とした揮発性物質がある程度存在していると考えられる。2日目の試料においても燃料由来の SO_4^{2-} 以外に炭素成分が凝縮性ダストの2割以上占め

ていた。凝縮性ダスト濃度はI形ダストと同レベルの濃度となっており、凝縮性ダスト濃度が高くなる可能性のある施設として着目する必要があると思われる。

引用文献

- 1) (財)日本品質保証機構：凝縮性ダストを含むばいじん測定法検討調査報告書(1994)
- 2) 横山新紀, 井村正之, 星野 充, 石井克巳, 堀本泰秀：ばい煙発生施設から排出されるアンモニア, 全国環境研会誌, 投稿中。
- 3) 井上俊明, 古川功二, 三澤隆弘, 石田哲夫, 湯川茂雄, 川村和弘：都市ゴミ焼却炉における凝縮性ダストの調査(II), 川崎市公害研究所年報, 27, 5~11(2000)。
- 4) 辰市祐久, 北村清明, 秋山 薫, 吉岡秀俊, 鎌滝裕輝, 岩崎好陽：工場排ガス中の凝縮性ダストについて(3) -捕集方法によるダストの比較-, 東京都環境科学研究所年報, 162~170, (1998)
- 5) 環境庁大気保全局大気規制課：ばい煙発生施設解説集, 改訂版, ぎょうせい, 319p (1989)