

Ⅳ 鑄物工場から発生する粉じんの粒度分布について

Size Distributions of Suspended Particles from Cast Iron Factory

大 気 科 水 上 和 子

1 目 的

キューボラから排出されるばいじんの粒度分布を知ることは、粉じんの人体影響を考える上できわめて重要なことである。キューボラからの排出ばいじん(煙道出口)の粒度分布については、すでに年報⁽¹⁾⁽²⁾等に報告済である。

しかし、工場から排出される粉じんの環境への影響を論ずる場合、煙道出口のみならず、各作業場や原材料置場等から発生する粉じんについても、その特徴を把握しておかねばならない。

そこで、建屋全体を発生源と考えて、工場敷地内及び境界線で浮遊粉じんの粒度分布を調べた。その結果について報告する。

2 調査方法

2.1 調査期間

昭和54年12月3日(月)から12月22日(土)までの期間中、月曜日から土曜日までをひとくぎりとして、各地点を、3回測定した。

2.2 調査場所

工場敷地境界での測定地点を Fig.1 に示す。

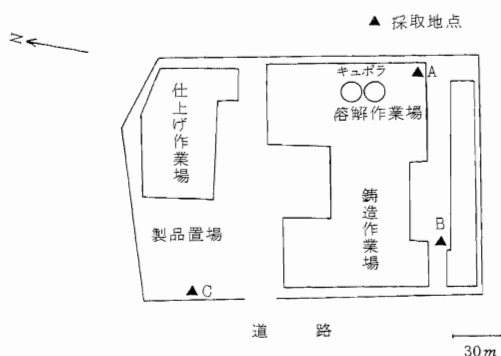


Fig.1 浮遊粉じん採取地点

A点はキューボラ集じん機(バグフィルター)の近くで粉じん採取位置は地上約10mである。B点は鑄造作業場の近く(採取位置、地上約25m)であり、C点は製品置場の近く(採取位置、地上約25m)で交通量の多い道路ぎわである。

対照地点は、工場より西の方向約2.5kmにあるT保健所屋上である。なおT保健所は、一般都市大気測定点として、毎月1回重金属測定を実施している地点でもある。

2.3 試料の採取

アンダーセンエアサンプラー(高立機器製)を使用し、吸引流量28.3ℓ/分で浮遊粉じんを粒径別に採取した。各段の捕集板としては、直径8cmのガラス板を、ハックアップフィルターとして石英繊維濾紙を用いた。

2.4 分析方法

試料は恒温恒湿(25℃、50%)の室に24時間以上放置後、粉じん量を秤量した。

試料を結晶皿に入れ、塩酸⁽³⁾を加えて超音波洗浄を行った。過酸化水素を加えた後、ホットプレート上で加熱・抽出・濃縮を行った。乾固後、希硝酸(1+99)で溶かして一定量とした。

各金属の分析は、原子吸光光度法により行った。なおカドミウム、ニッケル等微量の元素はフレイムレス原子吸光光度計を使った。

3 結果及び考察

3.1 粒度分布曲線について

アンダーセンサンプラーにより、粒径別粉じん濃度及び金属濃度を求めた。

各段における粒子の分給範囲はTable Iに示すとおりである。これらのデータを数値微分を応用した計算処理をして、連続した粒度分布曲線⁽⁴⁾を作成した。

Table I 各段の分級範囲

Stage	50% Cut off (μm)
0	11
1	7.0
2	4.7
3	3.3
4	2.1
5	1.1
6	0.65
7	0.43

3.1.1 粉じんの粒度分布

粉じんの粒度分布曲線を Fig. 2 に示す。

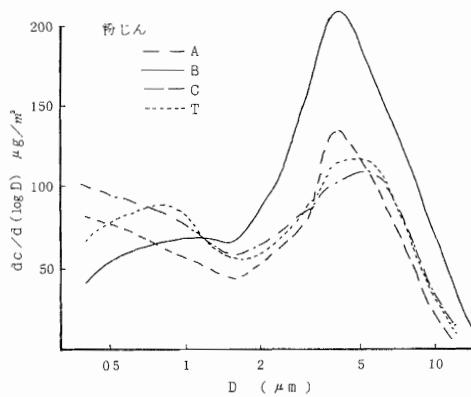


Fig. 2 粉じんの粒度分布

いずれの地点でも 1.5~2 μm 付近を境にして2つのピークが存在している。4~5 μm を中心とする粗大粒子ピークと1 μm 以下に中心をもつ微小粒子ピークであり、そのピークの高さは測定点により少し異なっている。

B・C点では、微小粒子に比べて粗大粒子のピークが高いことが目立った。また、キョボラ集じん機近くのA点では、0.4 μm 以下の非常に細かい粒子も多いことが言える。

3.1.2 金属成分の粒度分布

各金属の粒度分布曲線を Fig. 3、4、5、6、7、8、9、10、11 に示した。これらの図からわかるように、地点により若干異なるが、粒度分布曲線は大きく3つの型に分けることができる。

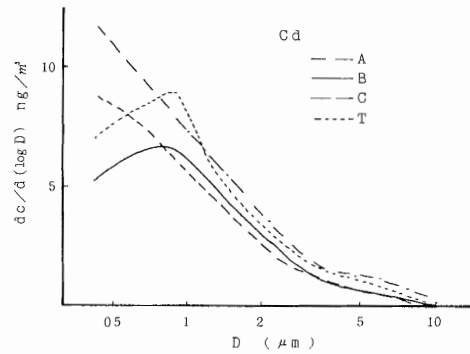


Fig. 3 カドミウムの粒度分布

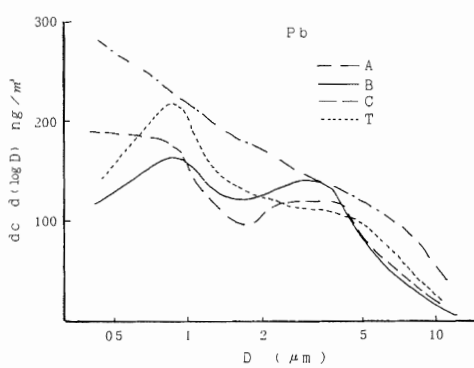


Fig. 4 鉛の粒度分布

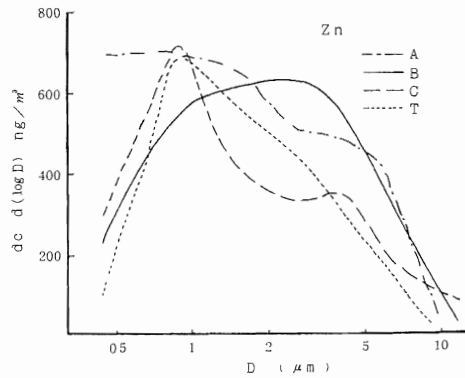


Fig. 5 亜鉛の粒度分布

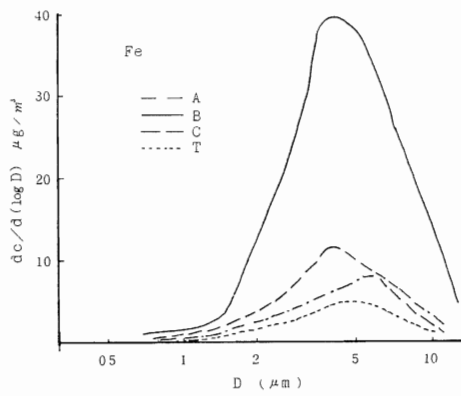


Fig. 6 鉄の粒度分布

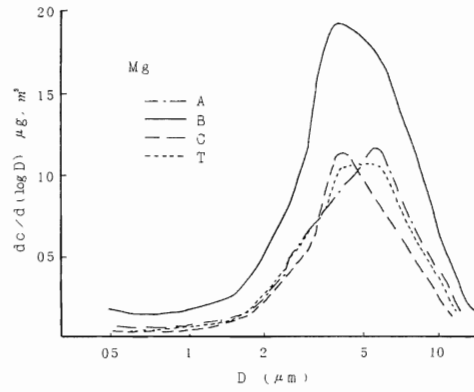


Fig. 7 マグネシウムの粒度分布

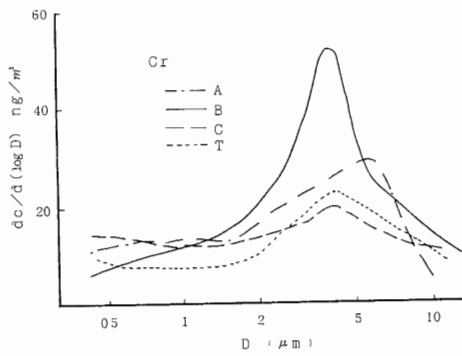


Fig. 8 クロムの粒度分布

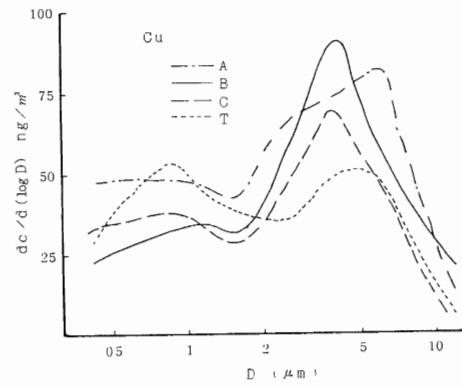


Fig. 9 銅の粒径分布

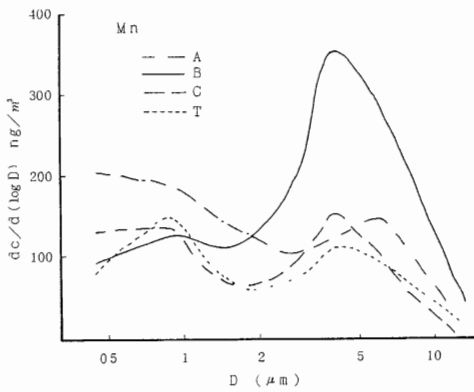


Fig. 10 マンガンの粒度分布

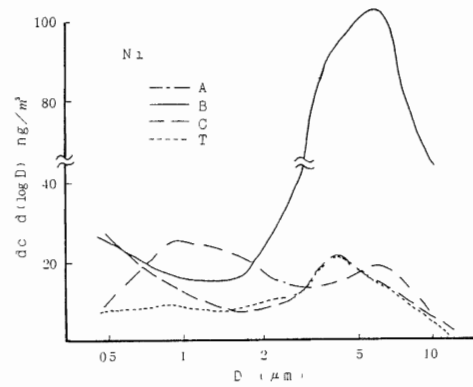


Fig. 11 ニッケルの粒度分布

- (a) 1 μm以下の粒度範囲に分布のピークが顕著に認められるもの……例cd、Pb、Zn
- (b) 4～5 μm付近の粒度範囲に分布のピークが顕著に認められるもの……例Fe、Mg、Cr
- (c) 1 μm以下と4～5 μm付近の2つの粒度範囲にほぼ同程度のピークが認められるもの……例Mn、Ni、Cu

カドミウムは、典型的な「a型」であり、1 μm以下にピークのある一山型であった。どの地点もほぼ同じパターンであり、差はあまり見られなかった。

鉛は「a型」の分布であるが、地点により分布に少し違いが見られた。A点は0.4 μm以下にピークのある一山型であるが、他の三点は0.4 μm付近に大きなピークがあり、3 μm付近にも小さなピークが見られた。

亜鉛の分布は「a型」と思われ、1 μm付近にピークが見られるが、相対的に広い分布幅をもっている。

鋳造作業場近くのB点では、測定日によっては微小な粒子径に異常な高濃度が出現することもあった。

鉄は典型的な「b型」の分布を示した。すなわち、4～5 μmにピークのある一山型である。どの地点も同じ分布パターンであったが、ピークの高さは地点による差が顕著に見られた。B点が非常に高く、対照地点Tが一番低かった。

マグネシウムも鉄と同様に典型的な「b型」の分布であり、どの地点も同じ分布パターンであった。B点での濃度の高いのが目立った。

クロムは「b型」の分布であり、どの地点もほぼ同じパターンであった。

銅は、0.8 μm付近と4～5 μm付近の二つにピークが見られる二山型である。対照地点Tでは、2 μmを境にして、両側にほぼ同じように分布している典型的な「c型」のパターンである。しかし、A・B・C点では、微小粒子のピークに比べて粗大粒子のピークが高かった。

マンガンも銅と同じように二山型の分布である。B点で粗大粒子のピークの非常に高いのが目立った。

ニッケルも二山型である。マンガンと同じように、B点で粗大粒子ピークの高いのが目立った。

3.2 粗大粒子の割合について

大気中の粒子は1.5～2 μmを境に2つの集団に分けられることがわかった。そこでアンダーセンサンプラー⁽⁵⁾のステージNo 0～4に分級されたものを粗大粒子として、No 5以下のステージのものを微小粒子として、その割合を調べてみた。全量に対する粗大粒子の割合をTable IIに示す。

浮遊粉じん中の粗大粒子の割合はB点が一番高く、対

照地点Tが一番低い。粗大粒子の割合の高い元素は、鉄やマグネシウムであり、特に鉄は地点による差が明らかである。鉄以外にも、工場の方が対照地点に比べて、粗大粒子の割合の高い元素としては、銅、マンガン、亜鉛、鉛がある。

Table II 浮遊粉じん中の粗大粒子の割合 (単位%)

項目 地点	粉じん	Cd	Pb	Ni	Cu	Cr	Mn	Zn	Fe	Mg
A	44	10	28	42	56	56	38	38	84	87
B	56	7	27	84	58	56	59	31	94	88
C	48	8	27	51	52	58	39	36	86	91
T	42	9	16	61	39	71	33	28	80	88

次に、累積重量50%径をTable IIIに示す。カドミウムや鉛の50%径値は非常に小さく、鉄やマグネシウムは大きい。又、B点のニッケルやマンガンの50%径値は、他の地点と比べて大きいのが目立った。

Table III 累積重量50%径 (単位 μm)

項目 地点	粉じん	Cd	Pb	Ni	Cu	Cr	Mn	Zn	Fe	Mg
A	1.4	0.50	0.80	1.6	2.5	2.7	1.1	1.4	5.4	5.4
B	2.8	0.43	0.75	6.8	2.8	1.7	3.2	1.0	5.2	5.0
C	1.7	0.45	0.76	2.2	2.2	3.0	1.0	1.2	4.5	5.0
T	1.2	0.43	0.70	3.2	1.3	3.8	0.8	1.1	4.5	5.0

3.3 各粒径における金属含有率

粉じん中の金属含有率について、地点別や金属別に検討してみた。Fig. 12に示すように鉄やマグネシウム

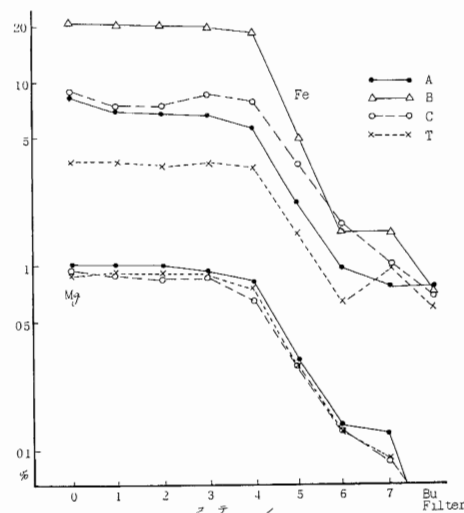


Fig.12 粒径別金属含有率

は粒径の大きい程、含有率が高い。そして鉄は地点による差が非常にはっきりしているのに対し、マクネシウムは、地点による差が見られない。

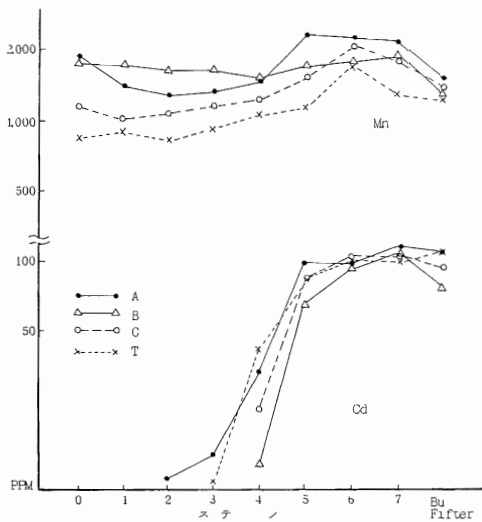


Fig.13 粒径別金属含有率

又、Fig.13に示すように、カドミウムの含有率は粒径の小さい程、高い傾向にある。亜鉛や鉛も同じ傾向であった。Fig.13で示すように、マンガンは地点による差が明らかであるのに対し、カドミウムは差が見られない。すなわち、カドミウムやマグネシウムは調査工場の影響を受けていないと思われる。

3.4 堆積物の結晶相について

浮遊粉じん採取地点近くの塀・屋根・雨どいにある堆積物について、X線回折により形態検索を若干行った。その結果をTable IVに示す。

Table IV 堆積物の結晶相

採取地点	同定した化合物
A	α - SiO_2 , ZnO , ZnFe_2O_4 , Fe_3O_4 , CaCO_3 , α - Fe_2O_3 , $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
B	α - SiO_2 , Fe_3O_4 , α - Fe_2O_3 , $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$
B' (土壌)	α - SiO_2 , $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, Fe_3O_4
C	α - SiO_2 , $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, CaCO_3 , ZnO , Fe_3O_4 , α - Fe_2O_3

キョボラ集じん機近くのA点では主成分である α - SiO_2 の外、 ZnO 、 ZnFe_2O_4 、 Fe_3O_4 、 CaCO_3 など明らかに発生源からと思われる物質が同定された。また、C点では土壌成分に混じって発生源からと思われる ZnO 等が同定された。

堆積物ではなく、浮遊粉じんの粒径別の形態を検討することは今後の課題のひとつである。

4 まとめ

鑄物工場から発生する粉じんの理化学的時性を明らかにするため、浮遊粉じんの環境調査をした結果、次のことがわかった。

- 粉じん及び金属の粒度分布曲線は3つの型に分けられる。
 - 1 μm 以下にピークが顕著である。……Cd, Pb, Zn
 - 4~5 μm にピークが顕著である。……Fe, Mg, Cr
 - 2 μm 付近を境に両側にピークがある。……Mn, Ni, Cu, 粉じん
- ピークの高さは測定地点により異なっている。鑄造作業場近くでは、鉄、マクネシウム、クロム、ニッケル、マンガン、粉じんに関して、粗大粒子ピークの高いのが目立った。キョボラ集じん機近くでは、鉛、マンガン、カドミウムなどに0.5 μm 以下の非常に細かい粒径に大きなピークがあった。
- 対照地点に比べて工場の方が粗大粒子(2 μm 以上)の割合の高い元素は、鉄、銅、マンガン、亜鉛、鉛であった。
- 粒径の大きい程含有率の高い元素は、鉄、マグネシウムであり、逆に粒径の小さい方が含有率の高いものは、カドミウム、亜鉛、鉛であった。
鉄やマンガンの含有率は地点により差が見られるのに対し、カドミウムやマグネシウムは見られなかった。

参考文献

- 埼玉県公害センター年報 第5号(1978)
- 長田泰宜他：第21回大気汚染学会講演要旨集 (1980)
- 藤村蒨・小林英生・橋本芳一：第17回大気汚染研究全国協議会大会要旨集 P121(1976)
- 藤村蒨・橋本芳一：分析化学24 36(1975)
- 角脇鈴：大気汚染学会誌 vol13 252(1978)