

八戸市内の金属関係工場周辺地域での浮遊粉じんの粒径分布 —アンダーセンエアースンプラーによる測定結果—

花石 竜治 早狩 進 松尾 章 野呂 幸男

Particle size distribution of suspended particulate matter in the metalworking industrial area in Hachinohe City
- Monitoring results with an Andersen air sampler -

八戸市内の金属関係工場周辺地域で、アンダーセンエアースンプラーを用いて行った浮遊粉じんの粒径分布調査結果について報告する。分析した元素はニッケル、クロムおよびマンガンであったが、これら重金属は粗大粒子の寄与が大きく、したがって固形物の機械的粉碎や汚染土壌の巻き上がりなどが主な発生源と推定された。またニッケルとクロムとでは粒径分布が異なり、発生源箇所が異なることが示唆された。このことはわれわれが過去に行った発生源推定を支持するものであった。

Key words : suspended particulate, size distribution, Andersen air sampler

1 緒 言

青森県では有害大気汚染物質のうち重金属類について、平成11年度から青森市1地点、八戸市2地点で測定を行っている。このうち、八戸市ではニッケル、クロム、マンガン、水銀およびヒ素が春から秋にかけてのいわゆる「ヤマセ」が吹く季節に、定量下限を大きく上回って観測されている。八戸市内には金属関係工場があり、これら重金属類の発生源の推定については既報¹⁾に示したとおりである。この既報¹⁾のなかで、ニッケルとクロムについては発生源工場は同一であるが、工場内の別々の発生源が影響しているのではないかと推測した。すなわち、ニッケルについては鉍石系統のダスト類、クロムについてはスラグの粉じんが発生源であると考えた。発生源が単一のダスト類ならば浮遊粉じん中のこれら元素の粒径分布が同じになるはずであり、金属関係工場周辺地域での浮遊粉じんの粒径分布調査は、発生源を推定する上で、有効と考えられる。これまで、石塚らにより、八戸地域での浮遊粉じんの粒径分布調査が行われた²⁾ことがあるが、重金属については、当時の分析精度の制限により、春夏秋冬の四半期ごとの分析であった。以来、分析方法が改良され、近年では、短期間の試料採取で得られた微量の検体も分析可能になった。そこで、本報告では、平成14年に実施した、金属関係工場周辺地域での大気中の粉じん重量および重金属濃度の粒径分布調査結果について述べる。

2 調査期間と気象条件

調査は平成14年6月4日から14日までの10日間、八

戸市根岸小学校で行った。既報¹⁾の発生源推定で調査した主要な金属関係工場と、根岸小学校および風向頻度などの観測をした八戸小学校の位置関係を図1に示した。

A社は非鉄金属製錬工場、B社は鉄鋼業工場、そしてC社はフェロニッケル製造工場である。ニッケルとクロムについては、既報¹⁾で述べたとおり、フェロニッケル製造工場C社が発生源と推定している。



図1：調査地点（根岸小学校）と気象観測地点（八戸小学校）および主要金属関係工場（A, B, C社）との位置関係

気象条件について、調査期間中の風配図（八戸小学校における1時間値による）を図2に示した。根岸小

学校から東南東ないし南東方向にフェロニッケル製造工場C社がある。この方向からの風の頻度はそれほど多くなかったが、実際には分析できる濃度の試料が採取できた。

調査期間中の天候は、前半が晴れや曇りの日が多く、後半はわずかながらの降水がある日があった。

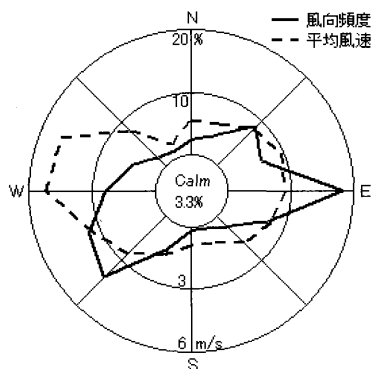


図2：測定期間中の風配図

3 方 法

試料採取装置は、ローボリウムエアサンプラーにアンダーセンエアサンプラーを連結し、アンダーセンエアサンプラーは8段方式のものを用いた。アンダーセンエアサンプラーは、28.3l/minの流速で吸引することが求められるが、実際は、平均28.2l/minでの吸引速度であった。

アンダーセンエアサンプラーの各段に80mmφの石英繊維ろ紙を敷き、またバックアップフィルターにも同じ石英繊維ろ紙を用いた。

試料採取前、採取後の石英繊維ろ紙は、温度20℃、湿度50%のデシケーターの中で恒量とし、粉じん重量を電子天秤ではかった。

重金属類の分析の前処理は、有害大気汚染物質モニタリングの分析方法に準拠して、圧力容器法の硝酸・ふっ化水素酸・過酸化水素分解で行った。分析には石英繊維ろ紙の全量を用いた。粉じんが捕集されている石英繊維ろ紙を細かく刻み、テフロンつぼに入れ、ふっ化水素酸3ml、硝酸5ml、30%過酸化水素水1mlを加えて、圧力容器に格納し、これを200℃で2時間加熱した。放冷後、加熱して一旦乾涸させ、(2→100)硝酸を加えて30分間加熱煮沸させて重金属を溶解し、放冷後、ろ過し、(2→100)硝酸で25mlに定容した。ニッケルとクロムについては標準添加法の電気加熱原子吸光法で、マンガンは検量線法のフレイム原子吸光分析法で定量した。

アンダーセンエアサンプラーによる粒径分布測定

結果の解析には、早狩らが開発した³⁾ Microsoft社 Excel用アドインAndersen Analyzerを用いた。

4 結果と考察

図3に粉じん重量 (Total)、ニッケル、クロム、マンガンの大気中濃度の粒径分布図を示した。

粉じん重量はきれいな二山形を示し、粗大粒子、微小粒子の双方が寄与していた。この二山形の粒径分布は浮遊粉じんの粒径分布でごく一般に見られるものであった^{4,5)}。流体力学半径2.5μm以上の粗大粒子は、固形物の機械的粉砕や汚染土壌の巻き上がりなどに由来すると言われ、一方、流体力学半径2.5μm以下の微小粒子は燃焼などの高エネルギー状態を経て生成したものである。粉じん重量に関しては、この双方が関与していると考えられる。

重金属の分析に際して、テフロンつぼでの酸処理のときに内容物を観察したところ、粒径が細かくなるに連れて、酸に不溶な煤のようなものが増えていった。この煤のようなものは元素状炭素と推測され、粒径が細かいものほど、ばいじんが寄与していることが示唆された。

ところが、ニッケル、クロム、マンガンの重金属に関しては、相対的に粗大粒子の寄与が大きくなっていった。このことは、これら重金属が、ばいじんではなくて、固形物の機械的粉砕や汚染土壌の巻き上がりなどによって生成した粉じんであることを意味する。

ニッケルに関しては、粗大粒子のほうのピークが一山形であり、7μm付近にピークが存在した。ニッケルの発生源と推定されるC社では、ニッケルが2%前後含まれる原料鉱石が野積みされており、原料鉱石の粉じんなどが主要な発生源と推定される。

クロムの大気中濃度の粒径分布を見てみると、粒径分布はニッケルとは異なったものとなっており、ニッケルで高かった7μm付近にはクロムはわずかしが存在しなかった。クロムは、ニッケルと相補的であるかのように、4μm、10μm付近にピークがあった。このことは示唆的である。すなわち、ニッケルとクロムでは発生源が異なるので、異なった粒径分布をしていると考えられるのである。われわれは既報¹⁾において有害大気汚染物質調査で観測されるニッケルとクロムの大気中濃度の比と、発生源工場から採取したダスト、鉱石、スラグなどの分析値とから、ニッケルについては鉱石系統の粉じんが寄与し、クロムについてはスラグの粉じんが寄与していると推定した。今回のア

ンダーセンエアースンプラーでの調査結果は、そのわれわれの推定を支持している。ただし、クロムの粒径分布が粗大粒子のほうで二山形になっている原因は不明である。単純には、クロムの粉じんとしての発生源が二つあることを意味する。

マンガンは粗大粒子のほうのピークが一山形であり、ピークがブロードになっている。既報¹⁾では、マンガンはいろいろな発生源の影響を受けていると考えたが、ほとんどが粉じんである粗大粒子と結論された。

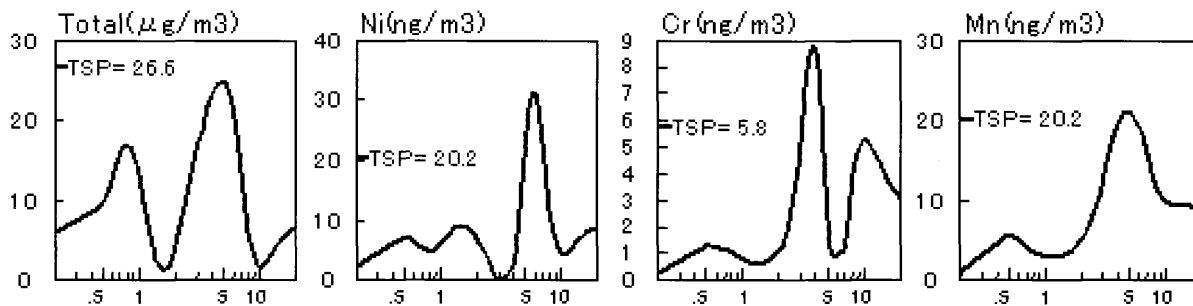


図3：アンダーセンエアースンプラーによる大気中浮遊粉じんの粒径分布。

横軸は流体力学半径 D_p (μm),

縦軸は $dC/d(\log(D_p/\mu m))$, ただし C は粉じん累積重量あるいは重金属の累積濃度。

5 結 論

アンダーセンエアースンプラーを用いて八戸市内の金属関係工場周辺地域で、浮遊粉じんの調査を行った。その結果、粉じん重量は二山形を示し、微小粒子と粗大粒子の双方が寄与していることがわかった。ところが、ニッケル、クロム、マンガンは主に高エネルギー状態を経ないで発生したと考えられる粗大粒子であり、ニッケルとクロムで粒径分布が異なった。このことから、これらの元素に関しては異なった発生源が影響していることが示唆された。

8, 23-29, 1983

- 5) 遠矢 倫子 他：鹿児島県西域部におけるエアロゾルの動態について—黄砂時におけるエアロゾルの長距離輸送—, 鹿児島県環境センター所報, 14, 37-48, 1998

文 献

- 1) 花石 竜治 他：八戸市内の有害大気汚染物質（重金属類）の発生源の推定, 青森県環境保健センター研究報告, 12, 31-41, 2001 (英文論文)
- 2) 石塚 伸一 他：八戸市における浮遊粉じん及び重金属, 水溶性成分の粒径分布, 青森県公害センター所報, 5, 20-29, 1981
- 3) 早狩 進 他：環境データ解析用表計算マクロの紹介と解析例 (I) —アンダーセン・サンプラー解析アドイン—, 大気環境学会誌, 35, 377-385, 2000
- 4) 鈴木 正雄：アンダーセンサンプラーによって得られた浮遊粉じんの粒度分布の作図法の改良—spline関数による補間—, 横浜市公害研究所報,