

# 金沢市小立野地区で採取した降下煤塵中の無機成分について

大久保 登・宮崎 元一

## 緒 言

環境汚染の指標として降下煤塵は広く使用されており、一ヶ月毎の試料採取であるため長期間における環境状態の把握という目的に適するが、煤塵量のパラメーターだけでは、得られる情報が少なく、その内容（無機成分含量など）を調べる必要がある。このような手法を用いることにより、無機成分含量の季節変動や無機成分相互の間関係が明らかとなり、降下煤塵の由来や変動に及ぼす要因の解析が可能となる。今回、日本海近隣の金沢市小立野地区にある金沢大学薬学部の屋上において、降下煤塵を長期間（昭和49年7月～61年1月）にわたって測定し、無機成分含量の季節変動や無機成分相互の間関係を調べ、その由来を考察した。

## I 実 験

1. 降下煤塵の採取 衛生試験法に準拠して、英国規格降下煤塵計（口径30.5cm、ポリエチレン製）を金沢市小立野地区にある薬学部の屋上（地上約14m）に設置し、雨水を含む降下煤塵を一ヶ月毎にポリエチレン製瓶中へ採取した（防藻剤は無添加）。
2. 試料の処理 メンブランフィルター（ポアサイズ0.45 $\mu$ m）を用いて溶解性と不溶解性成分に分画した。
3. 保存方法及び測定 溶解性成分中の金属の測定は、塩酸を添加し保存したものについて、原子吸光光度法（AAS）、蛍光光度法及びガスクロマトグラフ法（GC）で行い、陰イオン（塩化物、硫酸）の測定は、塩酸無添加のものについて高速液体クロマトグラフ法（HPLC）で行った。（図1を参照）

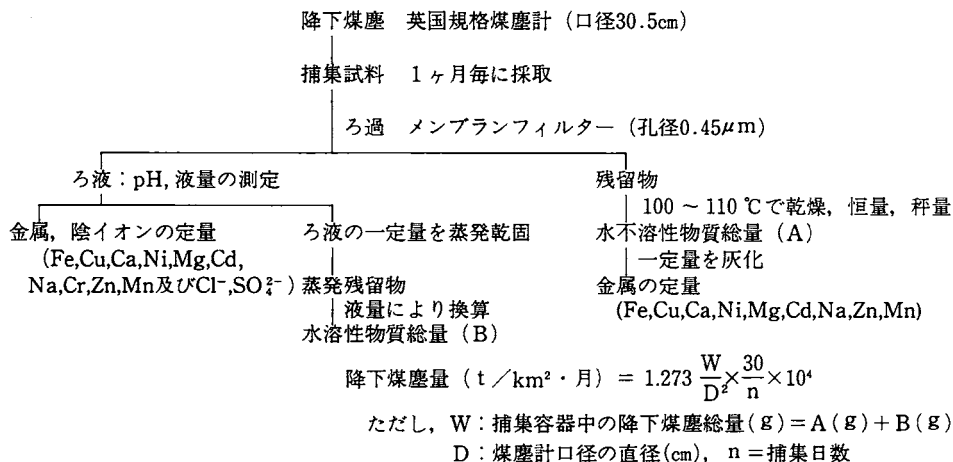


図1 降下煤塵の測定スキーム<sup>1)</sup>

4. 試薬 トリフルオロアセチルアセトン (TFA) は、半井化学製を精製 (104~107℃) して、クロムのGC分析に使用した。塩酸は和光純薬製、有害金属測定用、その他の試薬は市販特級品をそのまま使用した。又、精製水は、蒸留後、脱イオン処理して使用した。

## II 装置及び測定条件

AAS及び炎光光度計：日立 308 形原子吸光光度計、日立偏光ゼーマン Z 8000 形原子吸光光度計、GC：島津GC-3BE (<sup>63</sup>Ni、10mci)、HPLC：盛進製薬 Sulfate Ion Analyzer S-04 B 形を使用した。

AASはナトリウムを炎光光度法で、クロムを除く他の金属を原子吸光光度法で、各々の装置に指示された最適条件で使用した。GCは引用文献2) の条件でクロムの測定に用いた。HPLCは引用文献3) の測定条件で硫酸と塩化物の陰イオン分析に用いた。

## III 結果

昭和50年2月より61年1月迄の、年度別の月間平均降下煤塵量の推移を図2に示す。(昭和49年度は年度の途中からであるため、含めなかった。) 金沢における降下煤塵量は漸減の傾向にあり、又、環境白書のデータ<sup>4)</sup>と比較しても、全国の測定地点の約90%を占める5 t/km<sup>2</sup>月未満ないし5~10 t/km<sup>2</sup>月の範囲であるところに類別され、後述のように、その由来が自然界からによると考えられることをも考慮すると、「金沢は環境が良い」と言われていることが、降下煤塵のデータで確認された。

さらに、降下煤塵量の季節変動を調べるため、昭和49年7月より61年1月迄約12年間に付いて、各月(一ヶ月間ある採取期間を最初の月で表示した)の月間平均降下煤塵量を調べた結果を図3に示す。降下煤塵量の季節変動は、夏期に少なく、冬期に多いということが判った。この結果は、金沢の気候の特徴、即ち、夏期に陸からの季節風が多く、冬期には海からの季節風が多いという日本海性気候の条件と一致することから、冬期における降下煤塵量の増大に海塩粒子の影響が大きいことが示唆される。

つぎに、降下煤塵中の金属量、pH及び陰イオン量を測定したところ、銅、ニッケル、カドミウム、マンガンはほとんど測定されなかった。又、pHも4前後でほぼ一定であった。その他の金属や陰イオンの量も少なく、例えば、環境汚染で問題となったクロムについて述べると、総

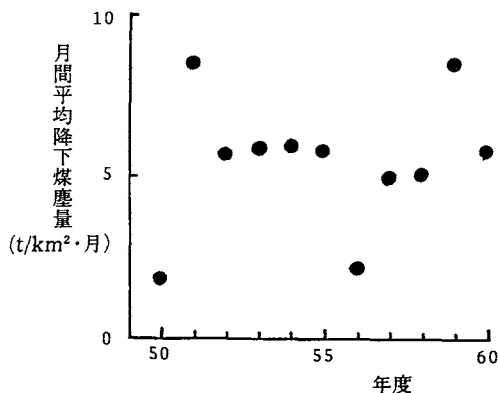


図2 年度別の月間平均降下煤塵量の推移

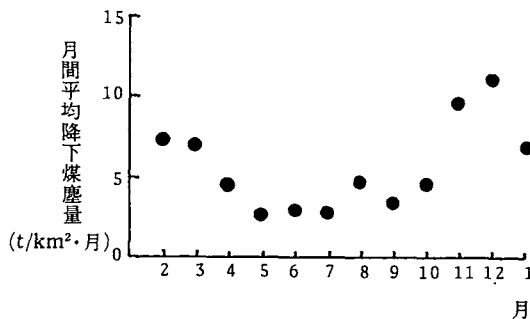


図3 各月の月間降下煤塵量

クロム量は0~150 g/km<sup>2</sup>月の範囲で、これを雨水中に含まれる濃度に換算すると0~0.9 μg/lで、その平均は約0.3 μg/lであり、土壤中（地域によって異なるが、平均40 mg/kg）や地殻中（125 mg/kg）及び河川水中（1~10 μg/l）に含まれるクロム量<sup>9)</sup>と比較しても充分低濃度であり、安全な範囲と考えられる。又、それらの季節変動を調べると、降下煤塵量の結果と同様に夏期に少なく、冬期に多いというものであった。

そこで、各々の金属や陰イオンの間の相関関係を調べた結果のうちの一部を図4・5に示す。図4は、昭和58年度の例であり、これらのうち、ナトリウム、塩化物及びマグネシウムの間に強い相関関係がみられた。図5はこの三種の元素について、長期間にわたるデータを使用して同様に調べた結果である。この結果、降下煤塵中に含まれるこの三種の元素の間で、危険率1%で関係があるとの結論を得た。この三種は海水中に多く存在する元素であり、海塩粒子として運ばれてきたと考え、前述の示唆を裏付ける。このため、標準海水中の存在比（表1）と比較してみたところ、良い一致が見られた。即ち、金沢の小立野地区は、海岸線から約9 km内陸へ入った所にあるが、そこで採取した降下煤塵は海塩粒子の影響を強く受けており、降下煤塵中に含まれる元素のうち、ナトリウム、塩化物、マグネシウムはその由来の大部分を海塩粒子によるものと考えられる。

X/Y	Cl <sup>-</sup>	Fe	Mg	Ca	Zn	Na
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	1.56	14.00	27.76	5.12	0.004	175.8
	-1.92	77.40	14.97	39.53	11.91	-33.84
	0.769	0.244	0.500	0.178	0	0.472
Cl <sup>-</sup>	4.68	23.55	0.86	-0.60	166.1	
	111.2	27.27	55.13	14.24	-21.11	
	0.165	0.854	0.061	0.215	0.902	
Fe	0.48	0.44	0.08	1.28		
	55.84	1.59	1.87	449.7		
	0.491	0.880	0.783	0.198		
Mg	0.19	0.01	6.29			
	36.32	10.66	-124.1			
	0.366	0.106	0.942			
Ca	0.18	0.78				
	1.01	569.9				
	0.941	0.060				
Zn	-12.95					
	770.0					
	-0.198					

回帰式  
傾き  
切片  
相関係数

図4 金属及び陰イオン間の相関（昭和58年度）

X/Y	Cl <sup>-</sup>	Mg
Na	0.5974	7.1278
	154.63	83.187
	0.8483	0.8776
Cl <sup>-</sup>	81	82
		0.0721
		10.104
Mg		0.8713
		121

回帰式  
傾き  
切片  
相関係数  
測定数

図5 ナトリウム、塩化物、マグネシウムの間の相関

表1 降下煤塵と標準海水<sup>9)</sup>中の成分比の比較

	降下煤塵	標準海水
Na/Cl	0.597	0.553
Mg/Cl	0.0721	0.0684

標準海水中の存在量（単位：mg/l）：Na；10500、Cl；19000、Mg；1300

## 結 語

金沢市小立野地区で、昭和49年7月より60年1月にわたって採取した降下煤塵を測定し、その中に含まれる無機成分の季節変動や無機成分相互の間の関係を調べた結果、以下のことが明らかとなった。

1. 金沢における降下煤塵量は全国的にみて少なく、金沢は良い環境を有している。
2. 降下煤塵中の無機成分量も少なく、銅、ニッケル、カドミウム、マンガンはほとんど測定されなかった。
3. 降下煤塵量及びその中の無機成分量の季節変動は、夏期に少なく、冬期に多いパターンを示し、日本海性気候の特徴と一致した。
4. 無機成分のうち、ナトリウム、塩化物およびマグネシウムの間に特に強い相関関係がみられた。これらの降下煤塵中の存在比が海水中のものと一致することから、金沢の降下煤塵に日本海からの海塩粒子が強く影響していることが明らかとなった。

## 引 用 文 献

- 1) 日本薬学会編、衛生試験法・注解、1004頁、金原出版(1980)。
- 2) 宮崎元一、永井外夫、田口泰久、大久保登、衛生化学、24、143(1978)。
- 3) 田辺信三、戸井田敏彦、今成登志男、大久保登、宮崎元一、分析化学、29、543(1980)。
- 4) 環境庁編、環境白書、昭和58年度版、173頁、大蔵省印刷局(1983)。
- 5) 木村正己、小野哲、和田攻、クロム・バナジウム、11頁、東京化学同人(1977)。
- 6) 日本化学会編、化学便覧・応用編、32頁、丸善(1980)。