



もう一つの酸性雨調査 大気のを探る

● 雨とは別に、落ちてくる大気のを

<環境科学調査センターだより>のvol.8(平成26年4月発行)では酸性雨をテーマにして、雨に含まれる大気汚染物質の話題を取り上げました。酸性雨に含まれる汚染物質は、元をたどれば大気に漂っていた汚染物質で、それが雨に取り込まれて、酸性雨として地上に降り注いでいます。つまり、酸性雨の調査というのは、必ず大気のを話につながります。

また、酸性雨に含まれて地上に落ちてくる汚染物質のことを湿性降下物と呼びますが、地上に落ちる汚染物質は、それだけではありません。晴れた日でも、ゆっくりとではありますが大気中の汚染物質のいくつかは地上に落ちており、それらは乾性降下物と呼ばれます。こうした乾性降下物は、土壌に沈着し、さらには川や湖、そして海まで流れていくこともあり、その動向が研究されています。

このような理由により、酸性雨の調査は雨を調べるだけでなく、同時に大気のを調べることにつながります。そのため、全国環境研協議会¹⁾で行われている酸性雨の調査でも雨と大気両方ののをの調査が推奨されており、名古屋市でも酸性雨調査の一環として大気のを(以降「乾性沈着調査」という。)を環境科学調査センター屋上で行っています。今回は、この乾性沈着調査について取り上げます。

● 乾性沈着調査について

大気汚染調査の一つには、市内17地点で行われている自動測定機による常時監視があります。しかし、乾性沈着調査は、様々な点で常時監視とは異なります。

まず大きく違うのは、自動測定ではないということです。乾性沈着調査では図1(図1-1:模式図、図1-2:写真)に示す捕集装置を使用します。この装置に種類の異なるろ紙を4枚セットし、ポンプで空気を引くことでろ紙に汚染物質を吸着させます。そして、このろ紙を手作業で前処理して分析装置にかけてデータを出します。



図1-1 フィルターパック法の捕集装置(模式図)

また測定タイミングも異なっています。自動測定機では1時間値が得られます

が、乾性沈着調査では、酸性雨に含まれる湿性降下物の調査と合わせて、基本的に1週間分のサンプルを捕集して分析します。

では、なぜ乾性沈着調査ではろ紙を4枚も使用するのでしょう。それは、それぞれのろ紙に異なる役割があるからです。図1-1で示したように、空気は一番下から入り、上へ通るよう装置がセットされています。

まず一番下のろ紙(F0)は、大気中の粒子状物質(固体粒子や液体粒子)を捉える役割がありますが、気体成分は素通りしてしまいます。気体成分の中には、環境基準が設定されているもの(例えば、SO₂)があります。また、大気中で化学変化を起こして粒子状成分に変化する気体成分もあります。そのため、環境基準が設定されていない気体成分も無視することはできません。さらに、一番下のろ紙(F0)で捕集した粒子状物質の中には、夏の高温時などに揮発して気体へと変化する成分があり、それらも素通りしてしまいます。そこで、残りの3枚のろ紙(F1~F3)は素通りした気体成分を捕集できるようにしてあります。乾性沈着調査の中で捕集される、粒子状成分とそれに対応する気体成



図1-2 フィルターパック法の捕集装置(写真)
黒い部分に、それぞれのろ紙(F0~F3)がセットされる

分を表1にまとめてあります。

この方法は、フィルターパック法という名前前で呼ばれ、最近ではさらにろ紙の数を増やして捕集する気体成分の種類を増やしたり、捕集される粒子状物質を粒子径が2.5μm以下の粒子(PM2.5)とそれより大きい粒子に分ける装置が使われることもあります。

	硫酸系	硝酸系	塩素系	アンモニア系	その他(アルカリイオン系)
粒子状成分	硫酸イオン(SO ₄ ²⁻)	硝酸イオン(NO ₃ ⁻)	塩化物イオン(Cl ⁻)	アンモニウムイオン(NH ₄ ⁺)	ナトリウムイオン(Na ⁺) カリウムイオン(K ⁺) マグネシウムイオン(Mg ²⁺) カルシウムイオン(Ca ²⁺)
気体成分	二酸化硫黄(SO ₂)	硝酸(HNO ₃)	塩酸(HCl)	アンモニア(NH ₃)	—

表1 粒子状成分および気体成分で分析される化学種

● 乾性沈着調査でわかること

それでは、このような調査を行うことで何がわかるのか、その一例を以下に示します。

扱うのは平成28年度の調査で採取された1年間(52週分)のデータです。そのうち今回は、塩化物イオンとナトリウムイオンについて取り上げます。

図2は、横軸に塩化物イオン(Cl⁻)、縦軸にナトリウムイオン(Na⁺)のそれぞれの大気中の濃度が示してあります。青い丸印(○)で示したのはろ紙(F0)で捕集した粒子状成分の結果です。普通、粒子状成分で捕集されるナトリウムイオン(Na⁺)は、そのほとんどが海塩由来のものになります。海塩の主成分は塩化ナトリウム(NaCl)であり、イオン比がグラフに緑色の破線で示してあります。

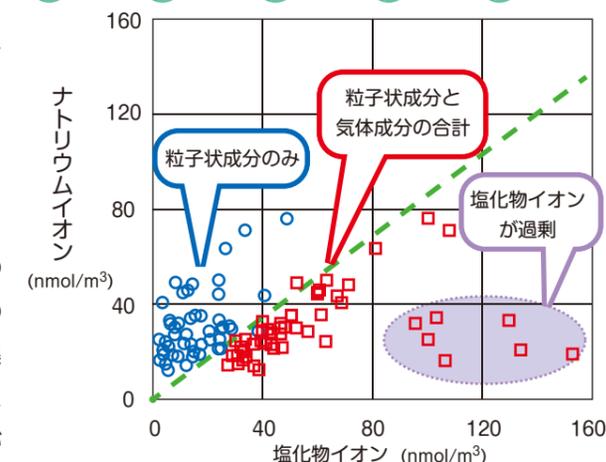


図2 ナトリウムイオンと塩化物イオンの捕集結果

本来ならば、青い丸印(○)は緑の破線の上に乗るはずですが、実際には線より上方にずれていて、ナトリウムイオン(Na⁺)が多い結果になっています。これは、塩化物イオン(Cl⁻)が捕集ろ紙から抜けていった可能性を示しています。粒子状成分のうち揮発して気体になる成分があると説明しましたが、塩化物イオンはその代表的な例の一つで、塩酸(HCl)となって抜けていきます。

その塩酸は、図1-1で示したろ紙(F1およびF2)で捕集されます。そこで、今度は先ほどの粒子状成分の塩化物イオン(Cl⁻)に気体成分の塩酸(HCl)を合計して、ナトリウムイオン(Na⁺)との関係を示したのが図2の赤い四角(□)です。粒子状成分の青い丸印(○)と比べると、海塩のイオン比である緑の破線に近づいたものが増えました。粒子状成分から抜けた塩化物イオン(Cl⁻)が補正された結果です。ただし、今度は塩化物イオン(Cl⁻)の方が多くなっていますし、塩化物イオン(Cl⁻)が大幅に多くなったデータ(紫色の円部分)があります。これは、海塩以外の汚染の影響の可能性を示しています。先ほどの説明の通り、ナトリウムイオン(Na⁺)はほとんどが海塩由来ですが、塩化物イオン(Cl⁻)は海塩由来に加えて、人為的な汚染の影響も受けます。塩化物イオン(Cl⁻)の人為的な排出源の一つとしては、廃棄物焼却が挙げられます。私たちの身の回りには、塩素(Cl)を含んだプラスチックなどがあり、それらが燃やされるときに塩化物イオン(Cl⁻)が排出されます。図2のグラフで紫色の円部分で示した、緑の破線から大きく右にずれた点群は、それらの人為的な汚染の影響を受けたものだと推測できます。今回のデータではこれ以上の解析はできませんが、今後も同様の調査を継続していき、チェックしていくことが大切になります。

なお、この乾性沈着調査の詳細な結果については、酸性雨の調査と同様に1年に1回、公表されています²⁾。ご興味のある方は、ぜひご覧ください。

【用語】

- 1) 全国環境研協議会:環境に関する試験・調査・研究活動を通じて、地域住民の健康の保護と、生活環境の保全に寄与することを目的として、昭和46年11月に全国地方自治体の試験研究機関を会員として発足。現在は都道府県市の67の試験研究機関が会員となっています。
- 2) 「酸性雨調査報告書」は、名古屋市公式ウェブサイトの「大気関係調査結果」内で閲覧できます。