

日本海沿岸地域の酸性雪中汚染物質の環境鉱物学的・気象的解析

Mineralogical and meteorological analyses of small solid materials in acid snow

神戸 康寿 [1], 赤井 純治 [2]

Yasuhisa Kanbe [1], Junji Akai [2]

[1] 新潟大・理・地, [2] 新潟大・理・地質

[1] Dpt Geol, Niigata Univ, [2] Departm. Geol. Fac. Sci. Niigata Univ.

日本海沿岸地域に降った酸性雪汚染物質について、環境鉱物学的・気象的な解析を試みた。雪を分析した結果、油膜状物質と微小固体鉱物微粒子が、肉眼及びTEM観察他で確認された。

筆者らは、これらを地理的平面的に、また時間変化において捉えることを試み、検討した。微小固体粒子で特にSi Alを主要組成とする μm オーダーの球状鉱物粒子に着目し、量的変化・サイズ分布等を調べて記載した。

一方新潟市での定点観測では、風が北西方向に急変して油状汚染物質が急増した。雪結晶で、とける前の結晶の形に沿って汚れが現れる様子がみられた。結晶の汚れている所の特定が、汚染大気の場所特定に繋がる重要なデータになるだろう。

北海道から島根県までの日本海沿岸地域に降った酸性雪汚染物質について、環境鉱物学的・気象的な解析を試みた。特に、1999年1月初旬から2月初旬の雪について検討をした。これまでに、汚染物質の硫黄同位体を用いた研究で、汚染源は大陸にあることが示唆されている(大泉・日下部他1991)。その他にも、酸性雪に含まれる成分を化学的に分析した論文・研究報告等は多くある。酸性雪・酸性雨は水溶液中の酸性物質以外に、油膜状物質と微小固体鉱物微粒子の2種類が、肉眼及びTEM観察他で確認される。酸性雨・酸性雪に含まれるさまざまな微小鉱物の中には、SiAl球状鉱物(mullite他)も存在しているSato,etal.,1995。これは、石炭燃焼に伴って形成されると考えられている。

筆者らは、油膜状物質と固体微粒子の分布状態を地理的平面的に、また時間変化においてとらえることを試み、さらに鉱物学的手法でこれらの物質を検討した。油膜状物質は、雪がとけだしてくると、水面に黒く汚れとして浮かび上がる。組成をEDS分析で行うと、C、O、Sの他に様々な金属非金属元素を含む。時折、Pbも含む。新潟地域、北海道で、その汚れの著しい例があった。また微小固体粒子にはさまざまな種類があるが、特にSi Alを主要組成とする μm オーダーの球状鉱物粒子に着目した。これら球状mullite粒子、あるいは関連粒子の量的変化、サイズ分布等を調べて記載した。例えば稚内では、最大 $10\mu\text{m}$ と“巨大”な粒子がみられ、新潟地域でのサイズ(最大 $4\mu\text{m}$)と対照をなす。各サイズの頻度分布の結果もこれと調和的で、恐らく排出源からの距離の違いによると推定される。これらの量的変化をさらに気象と関連づけて考察し、大陸に由来するものが多いことが推定された。一方新潟市での定点観測の結果では、風向が南寄りの風から北西方向に急変して、油状汚染物質が量的に急増した。これは、北西風の風上方向、つまり大陸から吹いてくる大気が、日本付近にある大気よりもかなり汚れていることを示す。また油膜状物質と球状粒子の量もほぼ対応した変化を示すことが多い。

次いで雪の結晶を一個づつとりあげて観察した。雪結晶の融解実験で、雪結晶がとけると、黒色の汚れがもとの結晶の形に沿って現れる様子がみられた。こうした汚れを付着してゆく雪結晶の成長過程を、気象データをもとに考察した。新潟地域に降る雪は、気温が比較的高い状態で降雪する。そのため、降雪粒子は互いに付着しやすい状態で降ってきたため、ぼたん雪や霰混じりの雪であることが多い。雪自身の中に汚れが含まれているのか、雪の表面に付着しているのかが判別しにくい。結晶として雪が成長するときは不純物は結晶中に含まれないのが普通である。汚れが結晶の外側に付着しているとすれば、それは結晶が成長してくる段階の大気層が汚れていることを示す。雪の結晶が成長するのは、主に日本海上空であり、雪結晶の汚れている所の特定が、汚染大気の場所特定に繋がる重要なデータになると考えられる。降雪当時の高層天気図・エマグラムから、雪結晶の形成・成長過程は主に 3000m 以下の環境が考えられた。雪結晶外部に汚染物質が付着していることが明らかになり、汚れた大気が日本海上を吹き渡る時に水蒸気の供給を受け、雪の結晶が成長し、その結晶の表面や結晶と結晶が絡み合った雪片内部の隙間に、汚染大気塊の汚れを閉じこめて、日本海側に酸性雪を降らせるのであろう。