

硫黄同位体比からみた立山室堂平における 汚染物質の飛来状況

松田 隆弘

立山には冬季に大陸から汚染物質が飛来すると言われており、過去にいくつかの研究がなされている。しかし、従来の研究は汚染物質の起源や堆積時期の推定にとどまっており、数年にわたる汚染物質の総量やその経年変化、またその変動要因に関しては明らかにされていない。そこで本研究では硫黄同位体比・各化学成分を用いて、立山室堂平における 2002 年～2004 年の冬季の汚染物質飛来状況を比較し、その要因を明らかにすることを目的とした。

2004 年 4 月 22 日～25 日に室堂で積雪を 555cm 掘り、積雪断面観測を行った。その後 $d^{34}\text{S}$ 用試料 17 個、計 60kg を連続的に採取した。また、化学成分・ $d^{18}\text{O}$ ・ $d\text{D}$ 用に 3cm 毎に積雪試料 185 個を採取した。経年変化を見るために 2002 年と 2003 年に同様な手法で採取した積雪試料についても同様の測定を行った。

富山市降水の d 値($d = d\text{D} - 8d^{18}\text{O}$)と室堂積雪の d 値を対比させ、各深度の積雪堆積時期を推定した。非海塩性硫酸イオン(nssSO_4^{2-})濃度は、2003、2004 年で 0.33～82.35、0.37～60.24 $\mu\text{eq/l}$ だった。2003 年は 40 $\mu\text{eq/l}$ を超えるピークが 6 回に対し、2004 年は 2 回で前者が高い傾向を示した。 NO_3^- 濃度は、2003、2004 年で 0.32～19.80、0.55～18.95 $\mu\text{eq/l}$ で、経年変化はない。積雪試料の $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$ eq 比(S/N 比)は 0.26～12.91 の範囲で、平均すると 2 という値だった。日本の主要エネルギー源は石油、中国の主要エネルギー源は石炭である。石油と石炭は硫黄酸化物と窒素酸化物の排出量が異なる。そのため、中国と日本の S/N 比は 4 及び 1 と異なる。積雪の S/N 比が 2 より、大陸からの汚染物質輸送が示唆される。さらに 2003 年の S/N 比は 3.5 と 2004 年より高く、大陸からの汚染物質輸送が多いと示唆される。

nssSO_4^{2-} の $d^{34}\text{S}$ は 2002～2004 年のそれぞれで 1.2～5.5、3.8～7.0、2.5～5.9‰ であり、加重平均値は 3.5、4.5、4.6‰ であった。日本で使用する石油の $d^{34}\text{S}$ 値は -2～0‰ で、中国の石炭の $d^{34}\text{S}$ 値は東北部が 5～8‰、南部が -6～-1‰ である。以上のことから、 nssd^{34}S 値が 5‰ より高い期間は、中国東北部の寄与を受けていると考えられる。 nssd^{34}S 値が 5‰ より低い期間は、大陸のほか国内起源の硫酸の寄与もあると考えられる。2002～2004 年の nssSO_4^{2-} 降下量をみると、2002・2003 及び 2004 年は 2254、4182、3121 $\mu\text{eq/m}^2$ と 2003 年が一番高い。このように 2003 年は 2002、2004 年より汚染物質が大陸から多く輸送されたことが判明した。

天気図で強い冬型の気圧配置の頻度を調べたところ、2003 年は 41 日、2004 年は 29 日であった。冬型が崩れた気圧配置は 2003 年が 20 日、2004 年が 28 日であった。このことから、冬季における汚染物質輸送量は、気圧配置が重要な要因であり冬型の気圧配置による寒気の吹き出しに乗って、大陸の汚染物質が日本まで輸送される頻度によって、冬季の降下量が左右されることがわかった。