

北方圏極東アジアとの酸性雨共同調査

野口 泉（北海道環境科学研究センター）

【はじめに】 北方圏フォーラムは、北方圏地域の地方政府で構成する非営利団体の国際組織であり、その目的は共通する経済、環境、政治及び文化の諸課題に協力して取り組むことである。その中でも北方圏の生態系は微妙なバランスの上にあることからその保全については優先的に取り組むべき問題とされ、酸性雨共同モニタリング調査はその優先プロジェクトのひとつであり、北方圏地域における良好な環境資源に注意を払う必要性から酸性降下物などのモニタリングを行うことを目的としている。本調査は「東アジア酸性沈着物モニタリングネットワーク」への移行を考慮し、1999年12月まで調査を行うことになっている。調査参加機関は北海道（日本）、サハリン州、サハ共和国（以上ロシア）、黒竜江省（中国）ドルノド県（モンゴル）及びアラスカ州（U.S.A.）であり、主に北方圏極東アジア地域である。調査地点は及び調査期間等は表1のとおりである。なお、アラスカ州の調査結果については、調査期間が短いため、本報告からは除外する。

表1 調査地点及び調査期間など

調査地点	区分	地域	調査開始	データ確定期間	得られた年間値	欠測の割合
札幌	都市部	北海道	1996年7月	1999年3月まで	1997及び1998年	0%
利尻	田園地域	北海道	1996年6月	1999年3月まで	1997及び1998年	0%
ユジノサハリンスク	都市部	サハリン州	1997年1月	1999年1月まで	1997及び1998年	0%
ポロナISK	田園地域	サハリン州	1997年1月	1998年12月まで	1997及び1998年	0%
ヤクーツク	都市部	サハ共和国	1996年8月	1998年12月まで	1997及び1998年	3~100% (Cond.)
ハルビン	都市部	黒竜江省	1997年1月	1998年12月まで	1997及び1998年	4~100% (NH ₄ ⁺)
ウランバートル	都市部	ドルノド県	1997年8月	1998年9月まで	1997年9月~1998年8月	0~100% (Na ⁺ , Ca ²⁺ , nssCa ²⁺)
テレジ	田園地域	ドルノド県	1997年8月	1998年10月まで	1997年9月~1998年8月	0~100% (Na ⁺ , Ca ²⁺ , nssCa ²⁺)
アンカレジ	都市部	アラスカ州	1996年5月	1996年11月まで	なし	0%
イーグルリバー	田園地域	アラスカ州	1996年5月	1996年11月まで	なし	0%

【調査方法】 本調査は常時開放型試料採取装置を用い、1月単位で試料の採取を行っている。調査項目は試料量（降水量）、pH（H⁺濃度）、電気伝導率（Cond.）、SO₄²⁻、NO₃⁻、Cl⁻、NH₄⁺、Na⁺及びCa²⁺濃度である。Mg²⁺及びK⁺濃度も得られている場合は補足項目として測定結果に含んでいる。また非海塩由来成分であるnssSO₄²⁻及びnssCa²⁺濃度の算出は、Na⁺は全て海塩由来と仮定して海塩組成比を用いて算出している（Na⁺濃度が得られていない場合はCl⁻濃度を用いている。）。成分沈着量は濃度×試料量/採取面積から算出し、平均濃度は沈着量の合計を〔（試料量-洗浄水量）/採取面積〕で除して算出している。解析データの精度管理については模擬試料を用いた分析精度の確認等を行っている。またサハリン及びアラスカの試料については、北海道で測定、分析を行っている。なお、地点によっては純水による洗浄の有無が明確でないことからpH及び成分濃度は参考値として取り扱っている。

【結果及び解析】 nssSO₄²⁻及びNO₃⁻の年沈着量について本調査結果と世界の各地におけるデータ¹⁻¹¹⁾の比較を図1に示す。nssSO₄²⁻の年沈着量では、ハルビン及びウランバートルはアジアの50%値よりやや少なく、年沈着量の多い地域である中国と比べるとその中位以下であった。ユジノサハリンスク、ポロナISK及びヤクーツク（欠測値が多いため参考値）はロシアの50%値と同程度であった。札幌及び利尻は環境庁の酸性雨対策調査（第2次及び第3次における10年間継続調査地点のみ）の50%値と同程度であり、テレジはアジアの10%値よりも少なく、アジアの中で最も少なかった。NO₃⁻の年沈着量では、本調査結果において年沈着量が多かった利尻、札幌及びハルビンは、アジアの50%値及び環境庁の酸性雨対策調査の50%値よりやや少なく、年沈着量の多い地域である台湾及び韓国と比べると下位に位置していた。他の地点はアジアの10%値より少なく、ユジノサハリンスク及びウランバートルはロシアの50%値と同程度、ポロナISKはそれよりやや少なく、ヤクーツク及びテレジはロシアの10%値と同程度であった。

同地域の都市部と田園地域の比較で、ウランバートルとテレジの差が大きかったことは降水成分に対する都市大気汚染の寄与が大きいことが原因と考えられた。このことは、モンゴルに比べて差は比較的小さいがユジノサハリンスクとポロナISKの関係においても同様であり、参考値の濃度についての情報のみであるがハルビンではチチハル¹¹⁾に比べてnssSO₄²⁻及びNO₃⁻濃度がかなり高く、都市部の降水成分に対する都市大気汚染の寄与が大きいと考えられた。一方、札幌及び利尻の場合はnssSO₄²⁻及びNO₃⁻沈着量とも同程度であり、北海道においては他の地域から輸送されてくる大気汚染物質の寄与がかなり大きいことが考えられた。

都市部の札幌、ユジノサハリンスク、ヤクーツク、ハルビン及びウランバートルについて比較すると札幌以外は降水量（試料量）が少なかった（特にヤクーツク及びウランバートル）。またハルビンでは9及び10月に試料量が集中（90%以上）しており、年沈着量についてもこの時期の寄与が非常に大きかった。H⁺沈着量では、試料採取期間が1月と長いため変動していることが考えられるが、北海道以外はH⁺沈着量が非常に少なかった。これは、nssSO₄²⁻及びNO₃⁻沈着量の多少によるものではなく（例えば札幌とハルビンのnssSO₄²⁻及びNO₃⁻年沈着量は同程度）、札幌ではNH₄⁺またはnssCa²⁺沈着量が少ないため、H⁺沈着量が多かったと考えられた。以上の関係は田園地域の利尻、ポロナISK及びテレジでも同様であった。

NO₃⁻/nssSO₄²⁻比（N/S比）では、沈着量が非常に少なかったテレジでは大きかったが、北海道以外では概ね小さい傾向にあり、nssSO₄²⁻の割合がかなり高い場合が多かった。これは各種燃料使用量の割合、化石燃料中のS分含有量及び自動車や固定発生源などの排出源の割合の違いなどに起因しているものと考えられた。しかし、生物体の

燃焼の影響が大きい場合にはNO₃⁻沈着量が多くなることが考えられ、1998年のロシア極東地域における森林火災の時期（1998年6～7月）にはN/S比の増加がヤクーツク、ユジノサハリンスク及びポロナISKなどで観測され、さらにこの時期に利尻ではN/S比が最高値を、テレジにおいてもN/S比が大きく、この森林火災は広範囲に影響を及ぼしていた可能性が考えられた。

【おわりに】 本調査から、北方圏、極東アジア地域における沈着成分についていくつかの知見が得られたが、試料の採取から分析終了まで半年以上経過した場合もあり、科学的には試料採取及び分析に関してデータの精度及び完全度をより高める必要があると考えられた。また情報収集のため、インターネット、電子メール等も大いに活用したが、詳細な解析のためには現地での視察、情報収集が不可欠と考えられた。

参考文献

- 1) Whelpdale et al.; *WMO report No.106* (1997)
- 2) NADP; *Inter net home page* (<http://nadp.sws.uiuc.edu>)
- 3) EMEP; *Data Report 1996* (1997)
- 4) 原 宏; *日本化学会誌* 1997, 733-748 (1997)
- 5) Noguchi et al.; *Proceeding of The 16th International Seminar on Environmental Acidification* (1999)
- 6) Hong et al.; *Proceeding of International Congress of Acid Snow and Rain 199*, 43-55 (1997)
- 7) Ayers and Yeung; *Atmospheric Environment*, 30, 1581-1587 (1996)
- 8) Chen et al.; *Proceeding of International Conference on Acid Deposition in East Asia*, 124-132 (1996)
- 9) Ayers et al.; *Proceeding of International Conference on Acid Deposition in East Asia*, 1-21 (1996)
- 10) Granat et al.; *Atmospheric Environment*, 30, 1589-1596 (1996)
- 11) Xu et al.; *Proceeding of International Congress of Acid Snow and Rain 1997*, 68-73 (1997)

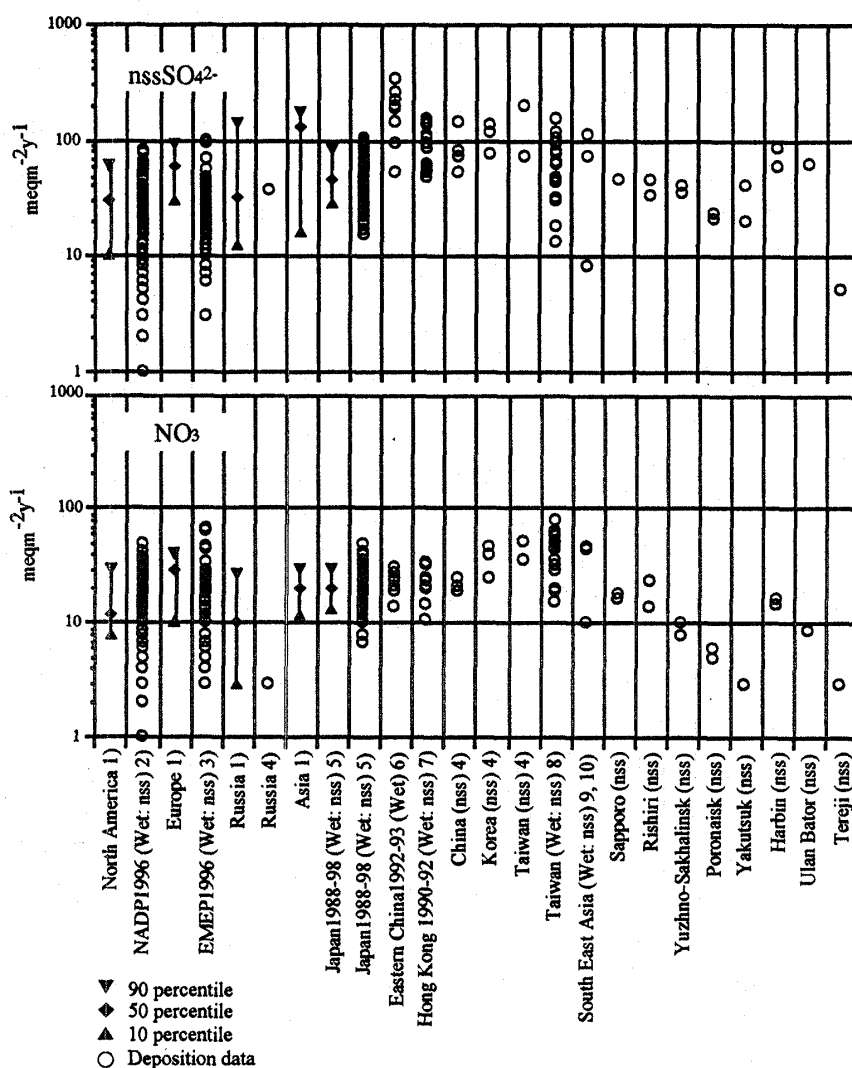


図1 世界各地のnssSO₄²⁻及びNO₃⁻の年沈着量