

図3 硫酸（非海塩由来硫酸）イオン及び硝酸イオン年沈着量の比較

策調査の50%値よりやや少ない程度であった。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、ポロナイスクはそれよりやや少なかった。本調査結果で年沈着量の少なかった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。

3.2 月沈着量の変動

nss SO_4^{2-} 及び NO_3^- 月沈着量の変動をそれぞれ図4及び図5に示す。

(1) nss SO_4^{2-} 月沈着量

札幌及び利尻における月沈着量の変動では、概ね9-3月に多く、6-8月に少ない傾向があった。1997年はしばしば利尻の沈着量が札幌のそれを上回る場合があり、最大値は1997年10月の利尻で観測され、両地点の沈着量はほぼ同程度であった。

ユジノサハリンスク及びポロナイスクにおける月沈着量は良く似た変動を示し、3-4月及び9月前後に沈着量が多い傾向を示した。概ね都市部であるユジノサハリンスクの沈着量が多かった。

ヤクーツクでは降水量の少ない1-4月及びその前後の測定値が欠落しており、データが連続していないため、明確な月沈着量の変動は不明である。最大値は1997年6月に観測された。

ハルビンにおける月沈着量の変動は降水量が非常に多くなる8-10月にのみ多い傾向がみられ、この時期の沈着量は年沈着量の90%程度を占めていた。

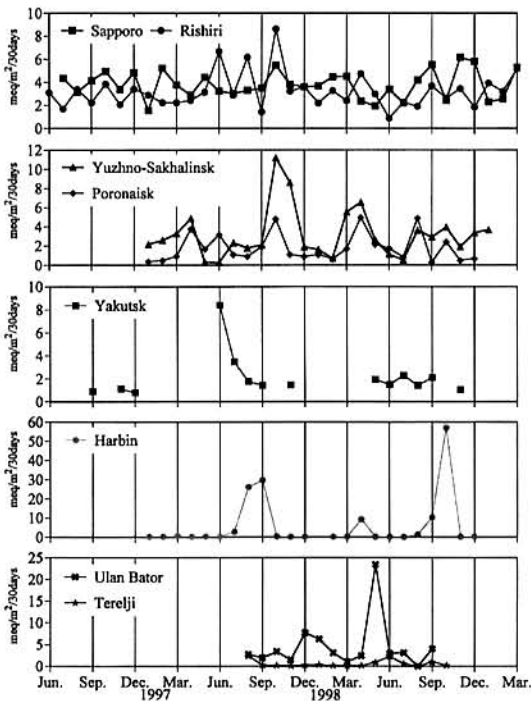


図4 nss SO_4^{2-} 月沈着量の変動

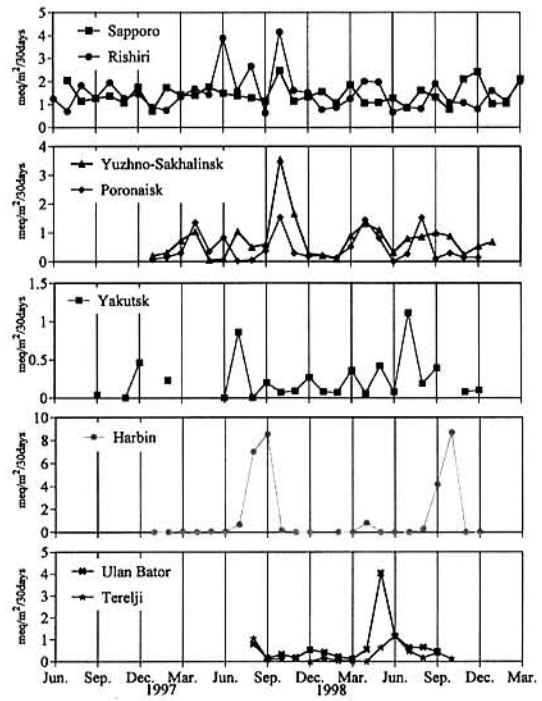


図5 硝酸イオン月沈着量の変動

ウランバートル及びテレジにおける月沈着量の変動は5-6月に多いことなど比較的似ていたが、ウランバートルでは12及び1月の厳冬期にも沈着量が多かった。両地点の比較ではいずれの月も都市部であるウランバートルの沈着量が多かった。

(2) NO₃月沈着量

札幌及び利尻における月沈着量の変動はnssSO₄²⁻のそれと同様の傾向を示し、両地点の沈着量は同程度であった。

ユジノサハリンスク及びポロナイスクにおける月沈着量の変動はnssSO₄²⁻のそれと同様の傾向を示し、概ね都市部であるユジノサハリンスクの沈着量が多かった。

ヤクーツクにおける月沈着量の変動は1997及び1998年とも7月に最大を示したが、他の地点と比べ、沈着量は非常に少なかった。

ハルピンにおける月沈着量の変動はnssSO₄²⁻のそれと同様の傾向を示し、8-10月に多い傾向がみられ、この時期の沈着量は年沈着量の90%以上を占めていた。

ウランバートル及びテレジにおける月沈着量の変動はnssSO₄²⁻のそれと同様の傾向を示し、両地点の比較では都市部であるウランバートルの沈着量が多かった。

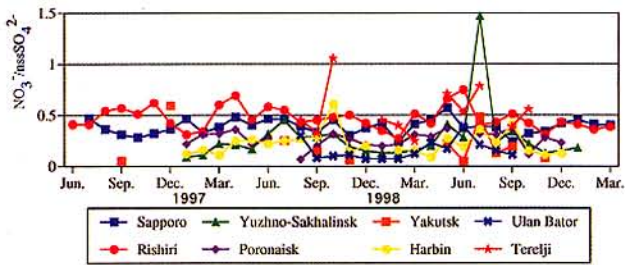


図6 NO₃/nssSO₄²⁻比の変動

(3) NO₃/nssSO₄²⁻比

NO₃/nssSO₄²⁻比 (N/S比) の経月変動を図6に示す。1997年10月にテレジ及びハルピンで、1998年6-7月に利尻、ユジノサハリンスク、ヤクーツク及びテレジでN/S比が最高値あるいは高値を示した。またポロナイスクでは1998年6月だけで年沈着量の60%に相当するK⁺沈着量が観測されている。1998年6-7月はロシア極東地域における大規模な森林火災が発生した時期であり、これらの地域では春から秋にかけて毎年森林火災が発生する状況にある。この森林火災の直接的あるいは間接的影響を詳細に検討するためには、月単位で得られる本調査結果だけでなく、時間分解能の高いデータと気象についての解析が必要である。そのため、利尻において測定されている環境庁または東大による自動測定機を用いた1時間毎の大気汚染物質濃度 (NO_x, CO, O_xなど)、また当センターで測定を行っているエアロゾル成分解析結果及び空気塊の流れを解析するトラジェクトリーの結果などによって、さらに検討するつもりである。

3.3 都市部と田園地域の比較

同地域の都市部と田園地域の比較では、nssSO₄²⁻及びNO₃の年沈着量及び月沈着量、いずれにおいてもウランバートルとテレジの差は明らかであり、モンゴルの2地点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イスクの関係においても都市部におけるnssSO₄²⁻及びNO₃沈着量が多い傾向がみられた。また参考値の濃度についての情報のみであるが、ハルピンもチチハル (Xuら:1997による) に比べてnssSO₄²⁻及びNO₃濃度がかなり高かった。これは、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った。これは、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大きいと考えられた。

(5) 北米、欧州との比較

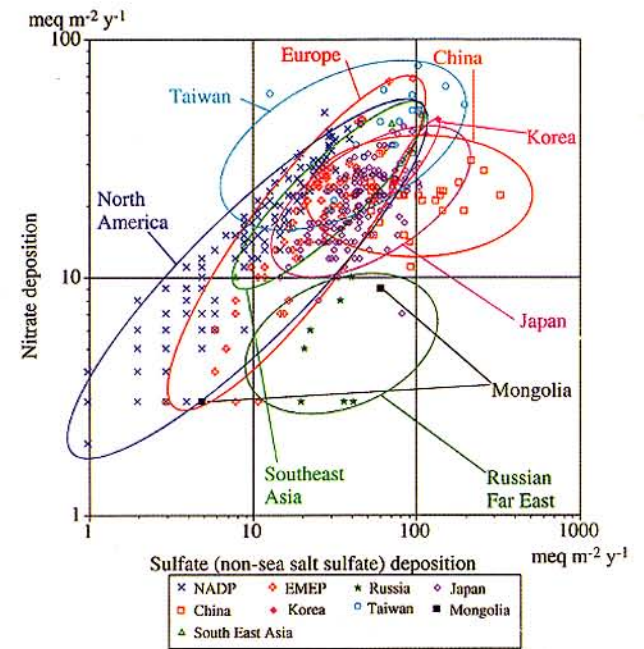


図7 硫酸 (非海塩由来硫酸) イオン及び硝酸イオン年沈着量の関係

本調査結果及び文献から得られたSO₄²⁻ (nssSO₄²⁻) 及びNO₃年沈着量について東アジア各国と北米及び欧州の比較を図7に示す。

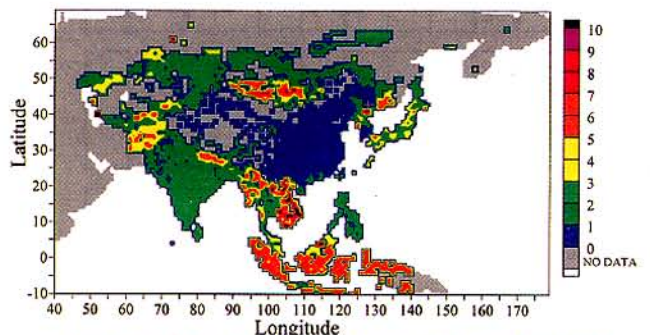


図8 NO_x/SO₂排出量比の分布(モル比:1°×1°メッシュ)
Akimotoら:1994¹⁷⁾によるNO_x及びSO₂排出量の推計から算出。SO₂排出量が0.1mmol/m²/yr未満の場合は半額の0.05mmol/m²/yrを用いている。

東アジア各国は北米及び欧州と比べ SO_4^{2-} (nss SO_4^{2-})年沈着量が多い傾向にある。これらは、降水量や SO_2 及び NO_x 排出量の違いなどに起因すると考えられた。

東アジアでは、南及び東に位置する国で NO_3^- 沈着量が多く、北及び西に位置する国で NO_3^- 沈着量が少ない傾向がみられた。これはこれらの地域に影響を与える発生源における SO_2 及び NO_x 排出量の違いが原因のひとつと考えられた。このことは、Akimotoら(1994)¹²⁾が推計した SO_2 及び NO_x のインベントリーから作成した図8において、東アジア南部で NO_x/SO_2 排出量比が大きいこととも合致している。

4 おわりに

本調査結果によって、国際的にも酸性沈着に関する報告はまだ少ない北方圏、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、さらに東アジア全体の降水科学についての知見も得られた。しかしながら、本調査では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、精度の高い試料採取及び分析、また完全度の高い科学的データをさらに収集する必要がある、2000年から本格的に稼動する「東アジア酸性沈着モニタリングネットワーク (EANET)」の成果が期待される。

5 参考文献

- 1) D. M. Whelpdale, K. S. Kaiser: Report of the Global Acid Deposition Assessment, WMO, GAW, publications, Report No.106, 193, 1997.
- 2) NADP: Inter net home pag (<http://nadp.sws.uiuc.edu>)
- 3) EMEP: Data Report 1996, EMEP/CCC-Report 2/98, 1998.
- 4) 原 宏: 日本の降水科学、日本化学会誌1997, 733-748, 1997.
- 5) I. Noguchi, T. Ohizumi, S. Seto, O. Oishi, T. Tabata, M. Kitamura, A. Mori, S. Iitoyo and H. Hara: Temporal trends of non-sea salt sulfate and nitrate in precipitation in Japan during 1988-1998, Proceeding of the 16th International Seminar on Environmental Acidification, 1999.
- 6) S. Hong, W. Wang, N. Liu, M. Wang, and J. Li.: Regional characters of acidic deposition in China, Proceeding of International Congress of Acid Snow and Rain 1997, Niigata, Japan, 43-55, 1997.
- 7) G. P. Ayers and K. K. Yeung: Acid deposition in Hong Kong, Atmospheric Environment, 30, 1581-1587, 1996.
- 8) C. S. Chen, N. H. Lin, C. M. Peng, and F. T. Jeng: Acidic deposition on Taiwan and associated precipitation

systems, Proceeding of International Conference on Acid Deposition in East Asia, Taipei, Taiwan, 124-132, 1996.

- 9) G. P. Ayers, R. W. Gillett, P. W. Sellech, J. C. Marshall, H. Granek, L. Peng, L. S. Fook, H. Harjanto, T. Mhw and D. Parry: Acid deposition in South East Asia, Proceeding of International Conference on Acid Deposition in East Asia, Taipei, Taiwan, 1-21, 1996.
- 10) L. Granat, K. Suksomsankh, S. Simachaya, M. Tabucanon and H. Rodhe: Regional background acidity and chemical composition of precipitation in Thailand", Atmospheric Environment, 30, 1589-1596, 1996.
- 11) K. Q. Xu, W. Wang and R. Sudo.: Formation characteristics of acid rain in China, Proceeding of International Congress of Acid Snow and Rain 1997, Niigata, Japan, 68-73, 1997.
- 12) H. Akimoto and H. Narita: Distribution of SO_2 , NO_x and CO_2 emissions from fuel combustion and industrial activities in Asia with $1^\circ \times 1^\circ$ resolution, Atmospheric Environment, 28, 213-225, 1994.

Acidic Deposition in the Northern Far East

Izumi Noguchi

Abstract

Acid deposition survey is carried out by the Northern Forum, an international organization composed of regional governments of northern countries. Participating in this survey are the governments of Hokkaido (Japan), Sakhalin (Russia), Sakha Republic (Russia), Heilongjiang (China), Mongolia, and Alaska (USA).

The annual depositions of non-sea salt SO_4^{2-} (nss SO_4^{2-}) in Harbin and Ulan Bator were large. The annual depositions of NO_3^- in Sapporo, Rishiri and Harbin were large. These annual depositions were slightly less than the 50th percentile for Asia reported by World Meteorological Organization.

The nss SO_4^{2-} and NO_3^- depositions at urban sites were large comparable with these depositions at rural except for data of Sapporo and Rishiri. It was considered that the contribution of urban air pollution for the precipitation component is large in these regions. For the temporal trend, the $\text{NO}_3^-/\text{nssSO}_4^{2-}$ ratios were large at Yuzhno-Sakhalinsk, Yakutsk and Terelji in July 1998. At this time, major forest fires in the Russian Far East occurred. The annual SO_4^{2-} (nss SO_4^{2-}) depositions on East Asia were

larger than those on Europe and North America. Within East Asia, the annual NO_3^- depositions on the eastern and southern countries were larger than those on western and northern countries. It was considered that these spacial trends were caused by the difference of the SO_2 and NO_x emissions.