

# 北方圏極東アジアにおける酸性沈着

野口 泉

## 要 約

北方圏各国の地方政府で構成される北方圏フォーラムでは、酸性沈着共同モニタリング調査を行っており、本報告はその調査結果の一部から極東アジアにおける酸性沈着について解析を行ったものである。対象地域は北海道（札幌及び利尻）、サハリン州（ユジノサハリンスク及びポロナイスク）、サハ共和国（ヤクーツク）、黒竜江省（ハルビン）、モンゴル（ウランバートル及びテレジ）である。その結果、 $nssSO_4^{2-}$ 年沈着量はハルビン及びウランバートルで多く、 $NO_3^-$ の年沈着量は札幌、利尻及びハルビンで多かった。これらの値はいずれも世界気象機構の報告によるアジアの50%値よりやや少ない程度であった。また北海道以外では都市域と田園地域の $nssSO_4^{2-}$ 及び $NO_3^-$ 沈着量の差が大きく、都市域の大気汚染の影響を強く受けていると考えられた。時間的変動では、極東ロシアで大規模な森林火災が発生した時期にユジノサハリンスクなどで $NO_3^-/nssSO_4^{2-}$ 比の上昇が観測された。また本調査結果及び文献などから得られた $nssSO_4^{2-}$ 及び $NO_3^-$ 沈着量について、欧州、北米及び東アジアの分布を比べると東アジアは $SO_4^{2-}$  ( $nssSO_4^{2-}$ ) 沈着量が多い傾向にあり、東アジア内では、南または東に位置する国で $NO_3^-$ 沈着量が多く、北または西に位置する国では $NO_3^-$ 沈着量が少ない傾向にあり、これは $SO_2$ 及び $NO_x$ 排出量の違いが原因と考えられた。

**Key words:** 酸性沈着、極東アジア、北方圏

## 1 はじめに

北方圏地域の地方政府で構成される国際組織である北方圏フォーラムは、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が目的である。この北方圏フォーラムでは、優先プロジェクトのひとつとして酸性沈着共同モニタリング調査を行っている。

酸性沈着共同モニタリング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）、モンゴル及びアラスカ州（U.S.A.）の5つの地方自治体と1つの国である。これらの地域は主に極東アジアの北部であり、国際的にも酸性沈着に関する報告はまだ少ない。さらに統一的な調査方法による結果の比較は皆無である。これらのことから、本報告では酸性沈着の地域的特性に関する知見を得ることを目的として酸性沈着共同モニタリング調査結果の検討を行った。



図1 調査地点

## 2 調査方法

### 2.1 調査地点及び調査期間

調査地点の位置を図1、調査期間等を表1に示す。調査は1996年または1997年に開始され、アラスカ州を除いては1998年または1999年まで行われた。その結果、札幌、利尻、ユジノサハリンスク、ポロナイスク、ヤクーツク及びハルビンでは1997年及び1998年（いずれも1～12月）の年間値が得られた。モンゴルのウランバートル及びテレジでは1997年9月から1998年8月までの1年を年間値とした。アラスカ州のアンカレッジ及びアンカレッジ郊外のイーグルリバーについては、調査期間が短く、年間値が得られていないため、本解析からは除外した。なお、各地域において都市部と田園地域の代表地点をそれぞれ1地点ずつ設置する予定であったが、サハ共和国及び黒竜江省では都市部の結果のみとなった。

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	有効データの割合
札幌	都市部	北海道	1996年7月	1999年3月まで	1997及び1998年	100%
利尻	田園地域	北海道	1996年6月	1999年3月まで	1997及び1998年	100%
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	100%
ポロナイスク	田園地域	サハリン州	1997年1月	1998年12月まで	1997及び1998年	100%
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	97-0%(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	96-0%(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )
ウランバートル	都市部	モンゴル	1997年8月	1998年9月まで	1997年9月～1998年8月	100-0%(Na <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , nssCa <sup>2+</sup> )
テレジ	田園地域	モンゴル	1997年8月	1998年10月まで	1997年9月～1998年8月	100-0%(Na <sup>+</sup> , Ca <sup>2+</sup> , nssCa <sup>2+</sup> )
アンカレッジ	都市部	アラスカ州	1996年5月	1998年11月まで	なし	100%
イーグルリバー	田園地域	アラスカ州	1996年5月	1998年11月まで	なし	100%

表1 調査地点及び調査期間

## 2.2 試料採取方法

試料の採取は図2に示すような常時開放型試料採取装置を用い、原則として1月単位で行った。試料回収時には分析可能な試料量を確保すること、装置内部に付着した乾性沈着成分を回収することを目的として純水300mlで洗浄することとしたが、冬期の場合は洗浄水が凍結する恐れがあるため、必ずしも実施されていない場合がある。その結果、試料量に含まれる洗浄水の有無が明確でない場合がみられた。成分沈着量は洗浄水の有無によって値が変わらないが、成分濃度は洗浄水の有無によって値が変わることから、本報告では沈着量を中心に検討を行った。

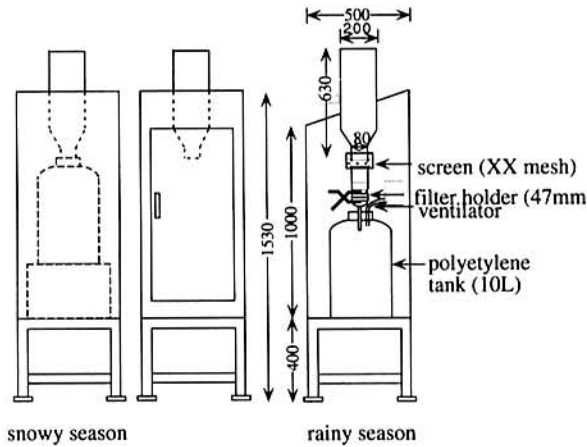


図2 採取装置

## 2.3 測定項目

測定項目及び定量下限を表2に示す。原則として測定項目はpH、電気伝導率(Cond.)、 $\text{SO}_4^{2-}$  (nss $\text{SO}_4^{2-}$ )、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Na}^+$ 及び $\text{Ca}^{2+}$  (nss $\text{Ca}^{2+}$ )である。しかし、ヤクーツクのCond.、ハルビンの $\text{NH}_4^+$ 、ウランバートル及びテレジの $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$  (nss $\text{Ca}^{2+}$ )など、現地の状況等により未測定的项目がある。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。これらの試料は、ろ過は行われているが、常温で送付されている。また $\text{Mg}^{2+}$ 及び $\text{K}^+$ 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。

非海塩由来成分であるnss $\text{SO}_4^{2-}$ 及びnss $\text{Ca}^{2+}$ の算出は、 $\text{Na}^+$ 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が、 $\text{Na}^+$ 濃度が得られていないモンゴルの場合には $\text{Cl}^-$ 濃度を用いて算出している。

なお、北海道、黒龍江省及びモンゴルでは解析データの精度を確認するため、模擬試料を用いた分析精度管理調査を行っている。その結果、計算値とのばらつきは概ね5%以下であったが、モンゴルにおけるCond.及び $\text{NH}_4^+$ 、黒龍江省におけるCond.、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、及び $\text{Ca}^{2+}$ ではよりばらつきが大きいことが認められた。

表2 調査項目および定量下限

	Analytical Method	Hokkaido, Sakhalin, Alaska -1997.4	Hokkaido, Sakhalin, Alaska 1997.4-	Heilongjiang Province	Mongolia	Sakha
pH	Glass Electrode Method	0.1	0.1	0.01	0.05	
	Ionometry					0.01
Cond.	Conductivity Meter	0.1	0.1	0.05	1.9	
	Glass Electrode Method					
$\text{SO}_4^{2-}$	Ion Chromatography	0.06	0.02	0.1	0.1	
	Barium chloride turbidimetry					1.0
$\text{NO}_3^-$	Ion Chromatography	0.05	0.04	0.1	0.05	
	Colorimetry					0.05
$\text{Cl}^-$	Ion Chromatography	0.01	0.01	0.04	0.1	
	Mercury Thiocyanate					0.5
$\text{Na}^+$	Ion Chromatography		0.01			
	Atomic Absorption Spectrophotometry	0.01		0.008		
	Flame Photometry					0.05
$\text{Ca}^{2+}$	Ion Chromatography		0.01			
	Atomic Absorption Spectrophotometry	0.01		0.02		
	Flame Photometry					0.5
$\text{NH}_4^+$	Ion Chromatography		0.02			
	Automated Colorimetry	0.02				
	Colorimetry					0.1
	Nelson Reagent Spectrophotometry			0.02		
$\text{K}^+$	Spectrophotometry				0.05	
	Ion Chromatography		0.02			
$\text{Mg}^{2+}$	Atomic Absorption Spectrophotometry	0.02				
	Ion Chromatography		0.01			

Unit: Cond.,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$  and  $\text{Mg}^{2+}$ ;  $\text{mg}/\text{L}$ .

