

図4 非海塩由来成分降下量 (30日当たり)の平均値

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 降下量の経年変動と年変化割合をみると、NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 降下量は、全体的にはいずれの地点でも増加する傾向がみられたが、札幌では1989年度以降、苫小牧東部、苫小牧では1988年度以降は減少していた。

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 降下量の経年変動と年変化割合をみると、NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 降下量は、全体的にはいずれの地点でも増加する傾向がみられたが、札幌では1989年度以降、苫小牧東部では1988年度以降は減少していた。

nssSO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 降下量の経年変動と年変化割合をみると、nssSO<sub>4</sub><sup>2-</sup> 降下量は、いずれの地点でも減少する傾向がみられ、苫小牧ではその傾向が著しかった。

nssCa<sup>2+</sup> 降下量の経年変動と年変化割合をみると、nssCa<sup>2+</sup> 降下量は、札幌、苫小牧では減少する傾向がみられ、札幌ではその傾向が著しく、苫小牧では変動が大きかった。また、苫小牧東部では、横ばい状態であった。

いずれの地点においても、1988, 1989年度を境にしていくつかの成分の降下量の経年変動に増減の変化がみられた。すなわち、両年度を境に、札幌ではH<sup>+</sup> 降下量が大きく上昇し、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 降下量が減少し始めた。苫小牧東部では、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、

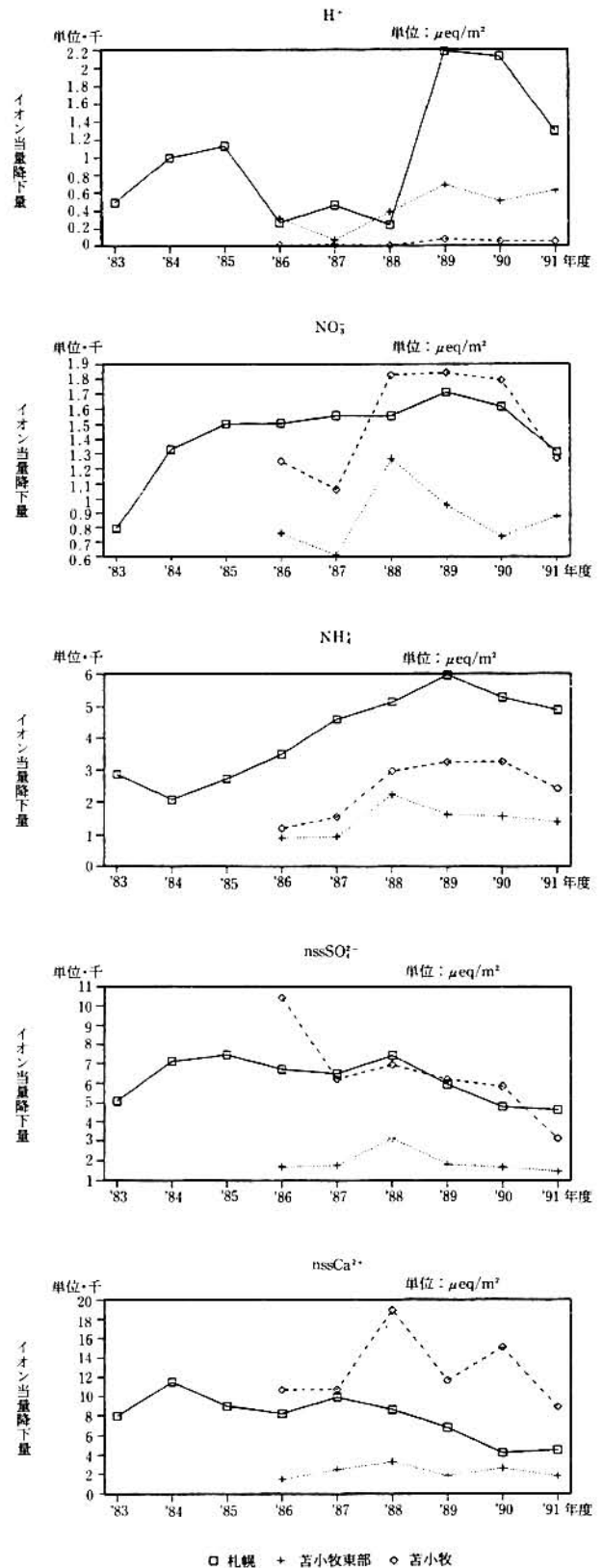


図5 非海塩由来成分降下量 (30日当たり)の経年変動

$\text{NH}_4^+$  降下量が減少、苫小牧では、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$  降下量が横ばいから減少、変動が大きい  $\text{nssCa}^{2+}$  降下量が減少し始めた。

#### 4 考 察

酸性降下物について、その影響を考える場合には、各成分の濃度や降下量が重要であるが、経年変動や地点間の比較を行う場合には、酸性降下物の基となる大気中汚染物質の把握も重要であり、特に酸性降下物の対策については大気中の汚染物質の排出量を減少させることが重要である。そこで、降雪中非海塩由来成分の濃度、降下量の経年変動と、酸性降下物の基となる大気中汚染物質である  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、SPM の濃度の経年変動との比較をするとともに、それぞれの経年変動とその要因について検討を行った。苫小牧東部では測定データがなかったため、札幌と苫小牧における  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、浮遊粒子状物質 (SPM) 濃度の経年変動を図 6 に、またこれらの濃度の年変化割合を表 3 に

表 3 大気中汚染物質濃度の年変化割合

地 点	$\text{NO}_2$ ppb	$\text{SO}_2$ ppb	SPM $\mu\text{g}/\text{m}^2$
札 幌	0.51	-0.35	-0.30
苫小牧	0.20	-0.30	-0.90

示す。なお、いずれも各年度の 12~2 月の大気中濃度の平均値を示しており、年変化割合は、濃度を縦軸に、調査年度を横軸に取った場合の回帰直線の傾きである。

降雪中の  $\text{NO}_3^-$  については、札幌では濃度、降下量ともに増加しており、大気中の  $\text{NO}_2$  濃度の経年変動と年変化割合も、札幌では、上昇する傾向がみられた。この原因のひとつとして、札幌では、自動車台数の急激な増加などによって、大気中  $\text{NO}_2$  濃度、降雪中の  $\text{NO}_3^-$  濃度、降下量の増加が起こっていると考えられた。一方、苫小牧東部、苫小牧では、濃度では減少の傾向が、降下量では増加の傾向がみられ、またいずれにしても変動が大きく、苫小牧における大気中  $\text{NO}_2$  濃度との比較は難しかった。

降雪中の  $\text{NH}_4^+$  については、いずれの地点でも濃度、降下量とも増加する傾向がみられた。大気中の  $\text{NH}_4^+$  濃度等についての測定データは得られなかったため、比較検討は出来なかったが、この原因としては、調査時期が冬期であり、低温で積雪があるので土壌などからの発生源は無視できることから、 $\text{NO}_3^-$  同様、自動車台数の増加などが考えられた。しかしながら、その変動は苫小牧東部、苫小牧でも  $\text{NH}_4^+$  濃度、降下量は増加する傾向がみられ、 $\text{NO}_3^-$  の場合と異なっていることから、さらに検討が必要である。

降雪中の  $\text{nssSO}_4^{2-}$  については、いずれの地点でも、濃度、降下量ともに減少する傾向がみられ、特に苫小牧でその傾向は著しかった。大気中の  $\text{SO}_2$  濃度の経年変動と年変化割合では、全体的には、札幌、苫小牧ではともに減少する傾向がみられたが、札幌では、1984 年度以降は若干の変動はあるが、ほぼ横ばい状態であり、苫小牧でも、降雪中の  $\text{nssSO}_4^{2-}$  濃度、降下量の減少傾向に比べて減少の割合は小さかった。これらのことから、降雪中の  $\text{nssSO}_4^{2-}$  濃度、降下量の減少の原因を明らかにするには、 $\text{SO}_2$  などのガス状物質だけでなく、粒子状物質についての知見も必要であると考えられた。

降雪中の  $\text{nssCa}^{2+}$  については、札幌、苫小牧では、濃度、降下量とも減少する傾向がみられ、特に苫小牧で、その傾向が顕著であった。一方、苫

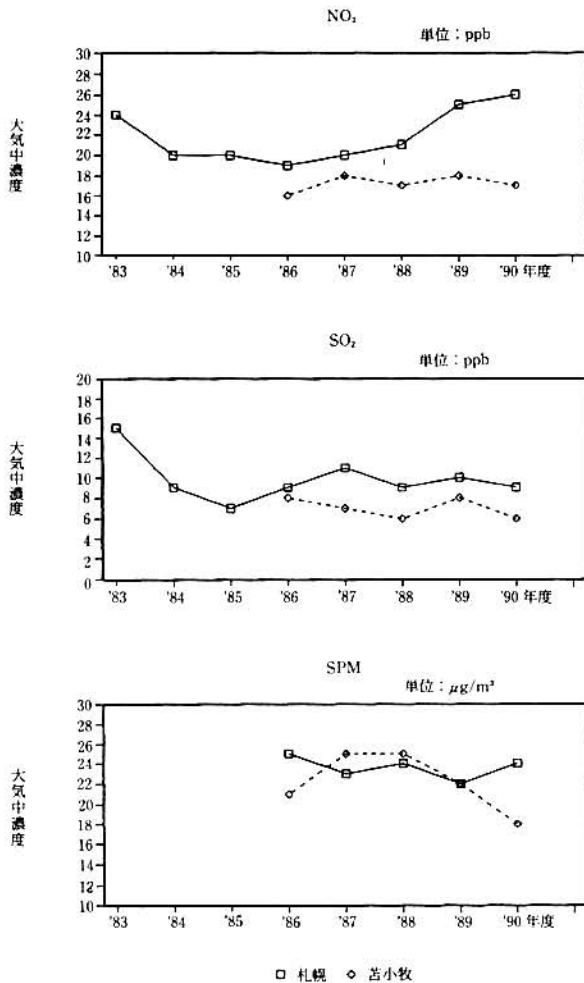


図 6  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、浮遊粒子状物質濃度の経年変動 (12~2 月の平均値)

小牧東部では、濃度は減少しているが、降下量はほぼ横ばいであった。これら降雪中の  $\text{nssCa}^{2+}$  は粒子状物質として降水に取り込まれる場合が多いと考えられることから、大気中のSPM濃度の経年変動と年変化割合について比較検討すると、1986年度以降のデータのみであるが、札幌、苫小牧とも減少する傾向がみられ、特に1988年度以降に苫小牧で大きく減少していた。これは、苫小牧における降雪中の  $\text{nssCa}^{2+}$  濃度、降下量の減少と対応しており、原因としては、スパイクタイヤ対策によってアスファルト粉じんの発生が抑えられたことが考えられた。他に冬期の  $\text{nssCa}^{2+}$  の発生源としては黄砂が考えられるが、濃度、降下量の地域差が大きいこと、北海道における冬期  $\text{nssCa}^{2+}$  のバックグラウンド値が小さいことから<sup>5)</sup>、ここでは黄砂の影響は小さいと考えられた。

pHはいずれの地点でも低下の傾向にあり、 $\text{H}^+$ の濃度、降下量も増加する傾向にあった。pHに大きな影響を与える因子は、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{nssSO}_4^{2-}$ 、 $\text{nssCa}^{2+}$ の4成分であり<sup>3)</sup>、これらの成分の挙動をみると、降雪のpH低下は  $\text{nssCa}^{2+}$  濃度の低下と関連があると考えられた。しかし、 $\text{nssCa}^{2+}$  濃度の低下とともに、 $\text{nssSO}_4^{2-}$  濃度の低下もみられ、これらの濃度の変動は  $\text{H}^+$  濃度の変動より大きく、 $\text{nssCa}^{2+}$  濃度の低下だけではpH低下を説明することは出来なかった。これは、降雪試料が陽イオン過多の場合が多いこと。pHが陽イオン、陰イオンのバランスで決定される性質であること、他の成分に比べて  $\text{H}^+$  濃度が低いことなどのためにpHの決定が複雑になっていることが原因であると考えられた。

以上述べてきた降雪中の非海塩由来成分についての濃度、降下量の経年変動については、道央部の3地点における傾向であり、直ちにこのことが、全道の様相にあてはまるわけではない。しかしながら、北海道・東北地域における広域的な酸性雪の調査においても<sup>4)</sup>、 $\text{nssSO}_4^{2-}$ 、 $\text{nssCa}^{2+}$ の濃度、降下量の減少が見られる地点があり、これらの現

象は、局地的とは限らないことから、今後もさらに検討を行う必要が考えられた。

また、降水中の酸性降下物の経年変動などの評価を行う際、降水量の変動が大きい場合には、降水中の各成分の濃度や降下量の変動も大きくなり、増加、減少の傾向を判断することが困難になる場合があり、さらに、大気中の汚染物質濃度との比較においては、濃度と降下量の重みについても評価が難しくなる。そこで、今後は酸性降下物の評価方法についても検討を加える必要があると考えられた。

## 5 ま と め

厳冬期の札幌、苫小牧東部、苫小牧における降雪中非海塩由来成分の濃度、降下量について経年変動を検討した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 降雪のpHは低下、 $\text{H}^+$ 濃度、降下量は増加の傾向がみられた。
- (2)  $\text{NO}_3^-$ の濃度、降下量は、札幌では増加の傾向がみられた。
- (3)  $\text{NH}_4^+$ の濃度、降下量は、増加の傾向がみられた。
- (4)  $\text{nssSO}_4^{2-}$ 、 $\text{nssCa}^{2+}$ の濃度、降下量は、減少の傾向がみられた。

## 参 考 文 献

- 1) ワールドウオッチ研究所：ワールドウオッチ，4，3，12 (1991)
- 2) 坂田康一：第7回全国環境・公害研究所交流シンポジウム予稿集，49 (1992)
- 3) 野口 泉，他：北海道公害防止研究所報，15，39 (1988)
- 4) 全国公害研協議会北海道・東北ブロック支部：平成2年度降雪期北海道・東北ブロック酸性雨合同調査結果
- 5) 野口 泉：全国公害研会誌，16，3，2 (1991)

# Trend of Non-Seasalt Components in Snowfalls

Izumi NOGUCHI

## Abstract

To estimate the trend of non-seasalt components in snowfalls, precipitation were collected during winter in Sapporo (1983-1992), East of Tomakomai and Tomakomai (1986-1992). Major conclusions are summarized as follows.

- (1) Values of pH showed downward trends and concentrations and depositions of  $H^+$  showed increasing trends for all sites.
- (2) Concentrations and depositions of  $NO_3^-$  showed increasing trends in Sapporo.
- (3) Concentrations and depositions of  $NH_4^+$  showed increasing trends for all sites.
- (4) Concentrations and depositions of non-seasalt  $SO_4^{2-}$  and non-seasalt  $Ca^{2+}$  showed increasing trends for all sites.