

## 札幌市の降水におけるN / n s s - S比の分布について

恵花孝昭 立野英嗣 川島清輝\* 吉田卓爾 菊地由生子

### 要 旨

平成4年度から平成5年度にかけて55地点で季節別におこなった延べ4回の酸性雨調査(雪も含む)で得られたデータの中で,全季節に試料が採取できた38地点のデータから,札幌市全域での硝酸イオン(以下,NO<sub>3</sub><sup>-</sup>と略す)と非海塩由来の硫酸イオン(以下,nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>と略す)の当量濃度(以下,濃度と略す),NO<sub>3</sub><sup>-</sup>とnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の当量比(以下,N/nss-S比と略す)の分布を調べた。

各地点でのNO<sub>3</sub><sup>-</sup>の濃度の範囲は,5.3~20.9μeq/l,nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は15.9~51.6μeq/lであった。札幌市の中心部は,NO<sub>3</sub><sup>-</sup>で15μeq/l,nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>で40μeq/lの等濃度線の内側にあり,N/nss-S比の範囲は,0.20~0.52であった。特に,南東部の地点でN/nss-S比が0.4以上を示したが,他の地点では0.2~0.3を示した。南東部地域の降水のpHを下げる要因のイオンの中では,他の地域に比較して,NO<sub>3</sub><sup>-</sup>の寄与がより大きいことが分かった。

### 1. 緒 言

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>,nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は窒素酸化物,硫黄酸化物が大気中で液相反応,または,気相反応より硝酸,硫酸が生成した結果生じたイオンであり<sup>1)</sup>,降水のpHの低下に関係のあるイオンとして知られている。アルカリ分のアンモニウムイオンや非海塩由来のカルシウムイオンの濃度にも影響されるがNO<sub>3</sub><sup>-</sup>とnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の濃度が高いとpHが低下する傾向にある。

また,N/nss-S比はNO<sub>3</sub><sup>-</sup>とnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>のどのイオンがpHの低下に寄与するイオンかを示しており,本州の大都市ではこの比が比較的大きく,降水のpHの低下にNO<sub>3</sub><sup>-</sup>が大きく寄与していると言われている<sup>2)</sup>。

札幌市でも窒素酸化物,硫黄酸化物の発生源は多く,市内のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>とnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の濃度やN/nss-S比の分布を調べ,地域の特徴を把握することは有

意義である。

そこで,平成4年度から平成5年度にかけて,55校の小・中学校を測定地点にして,非ろ過式一降雨全量方式で季節別に延べ4回おこなった酸性雨調査のデータの中から,全季節に試料が採取できた38地点のデータを基にNO<sub>3</sub><sup>-</sup>とnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の濃度とN/nss-S比の分布から得られた知見を報告する。

### 2. 調査方法

#### 2-1 調査期間

- (1)平成4年 7月18日(土)~7月20日(月)
- (2)平成4年10月23日(金)~10月26日(月)
- (3)平成5年 1月30日(土)~2月 1日(月)
- (4)平成5年 5月17日(月)~5月18日(火)

#### 2-2 調査地点

札幌市全域を一辺が3km四方のグリッドで仕切り,原則的にその中に含まれている小・中学校の

\* 札幌市環境局環境保全部指導課

表1 硝酸イオンと非海塩由来の硫酸イオンの濃度及びN/nss-S比

No	測定地点	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (μeq/l)	nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (μeq/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /nss-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
1	厚別中	12.5	29.0	0.43
2	もみじ台小	11.5	23.2	0.50
3	もみじ台南中	9.5	21.1	0.45
4	福移小	13.3	33.6	0.40
5	中沼小	12.3	31.9	0.38
6	札幌北中	15.7	37.9	0.41
7	米里中	14.9	40.5	0.37
8	柏丘中	15.5	37.9	0.41
9	北野台小	13.6	33.7	0.40
10	平岡中央中	13.3	32.8	0.41
11	真栄中	12.4	26.4	0.47
12	有明小	9.9	20.3	0.49
13	丘珠小	20.9	51.5	0.41
14	札幌中	15.9	45.3	0.35
15	本町小	17.7	49.1	0.36
16	日章中	14.8	39.9	0.37
17	西岡北中	16.2	32.0	0.51
18	西岡南小	11.3	21.8	0.52
19	中の島中	16.3	43.0	0.38
20	中島中	17.7	50.6	0.35
21	駒丘小	10.1	20.5	0.49
22	常盤小	8.3	15.9	0.52
23	屯田中央中	13.9	39.5	0.35
24	新琴似中	13.9	49.8	0.28
25	伏見中	12.0	31.1	0.38
26	藻岩南小	10.1	31.9	0.32
27	新陵中	13.0	43.3	0.30
28	西陵中	16.7	51.6	0.32
29	宮の森中	8.2	22.3	0.37
30	盤溪小	6.7	20.2	0.33
31	藤野中	5.9	18.7	0.32
32	手稲中央小	11.9	38.2	0.31
33	西野第二小	9.7	27.7	0.35
34	福井野中	7.8	22.8	0.34
35	簾舞中	5.3	25.1	0.21
36	豊滝小	5.3	17.4	0.31
37	定山溪中	7.5	23.1	0.32
38	豊羽小	6.3	31.7	0.20
	全地点平均	11.6	30.5	0.38

1校を調査地点とした。

### 2-3 試料採取法

降水時は径180mm ,高さ180mm のフタ付きホー

ロー容器,降雪時は一辺293mm ,高さ300mm のビニール袋を内張りしたフタ付きプラスチック容器を用い,一降水全量法で試料を採取した。

### 2-4 試料の前処理

非ろ過式のため,採取した試料を孔径0.8μmのメンブランフィルターでろ過後,各項目の分析をおこなった。

### 2-5 分析法

pH:電極法 堀場 F-13

導電率:交流2極法 堀場 DS-8F

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>:イオンクロマトグラフ法  
ダイオネックス 2000i

Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>:誘導結合型プラズマ

発光分光法セイコー電子 SPS1500R

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:インドフェノール法

島津 UV-160A

### 2-6 データ処理法

非海塩由来のイオン濃度は,ナトリウムイオンの濃度から換算し,各地点の値は各季節で得られた4個のデータを降水量で重み付けした平均値とした。さらに,その他の平均値も降水量で重み付けした値を用いた。

## 3. 結果と考察

今回用いたNO<sub>3</sub><sup>-</sup>とnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の濃度,N/nss-S比を表1に示した。

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>は,5.3~20.9μeq/l,nss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>は15.9~51.6μeq/lの範囲にあり,pHの低下に寄与するイオンを示すN/nss-S比は,0.20~0.52の範囲にあった。

38地点のデータから市内のNO<sub>3</sub><sup>-</sup>とnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>の濃度の分布を図1,図2に示した。

市内中心部の北側と北西側に空白があるものの,NO<sub>3</sub><sup>-</sup>とnss-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>濃度はともに中心部の濃度が

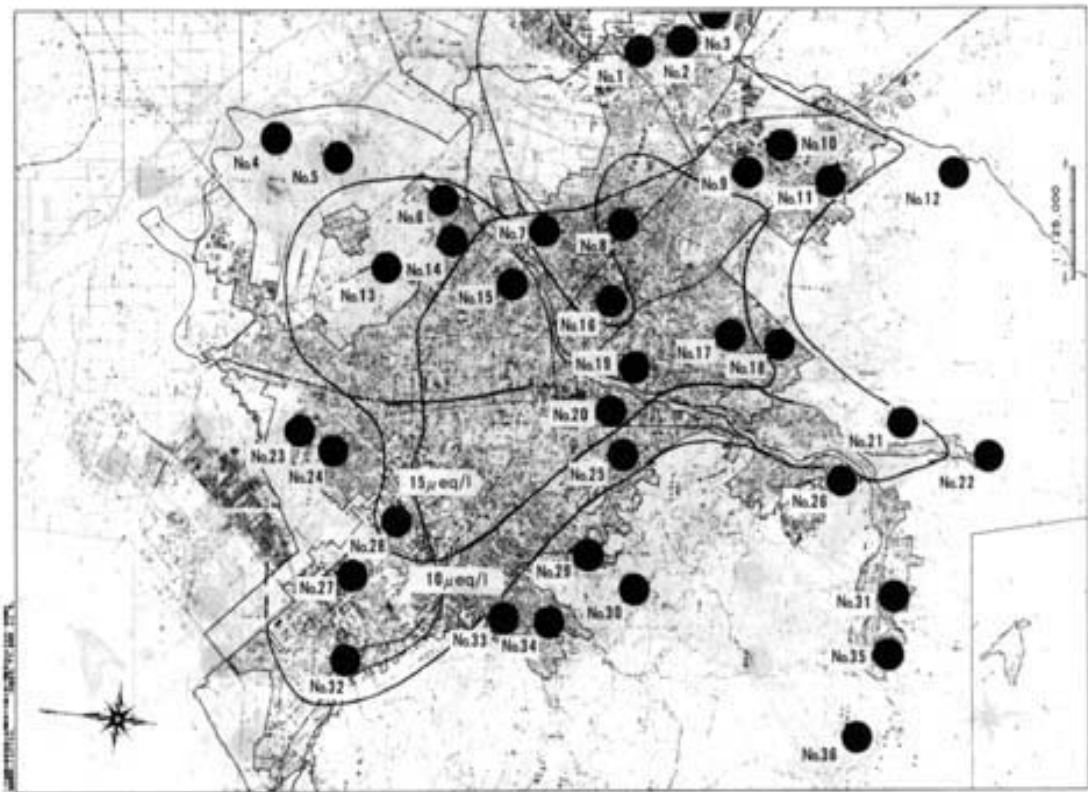


図1 硝酸イオンの濃度の分布

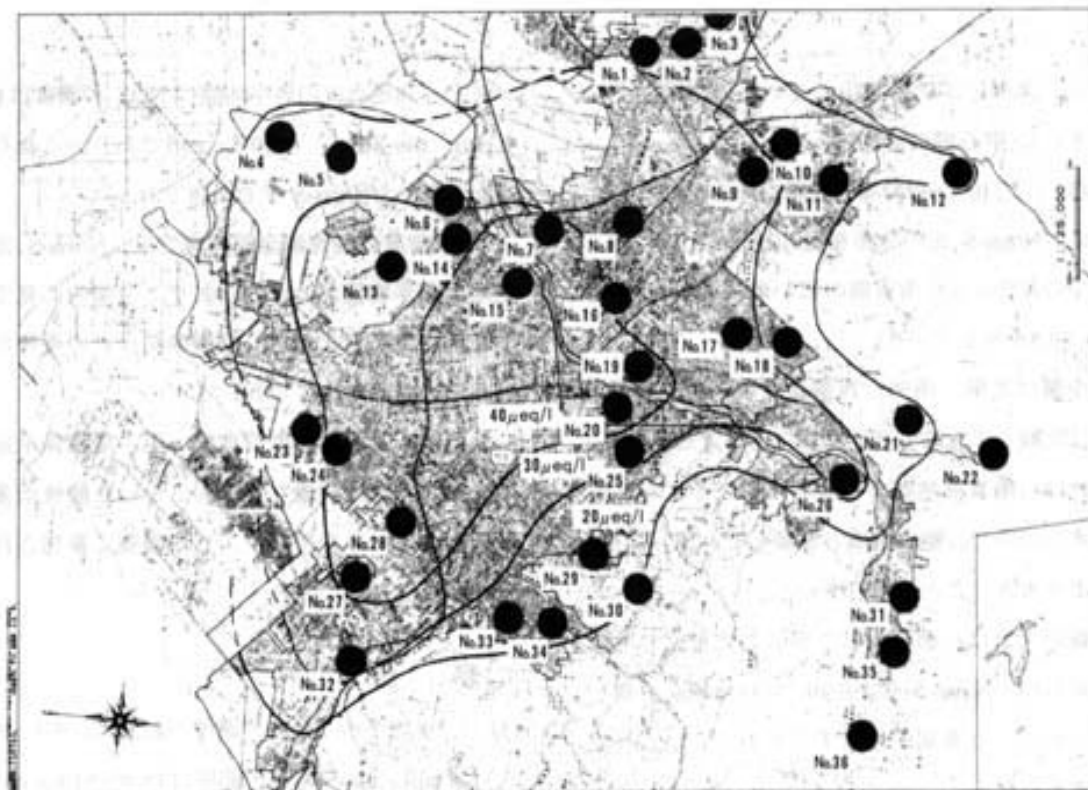


図2 非海塩由来の硫酸イオンの濃度の分布

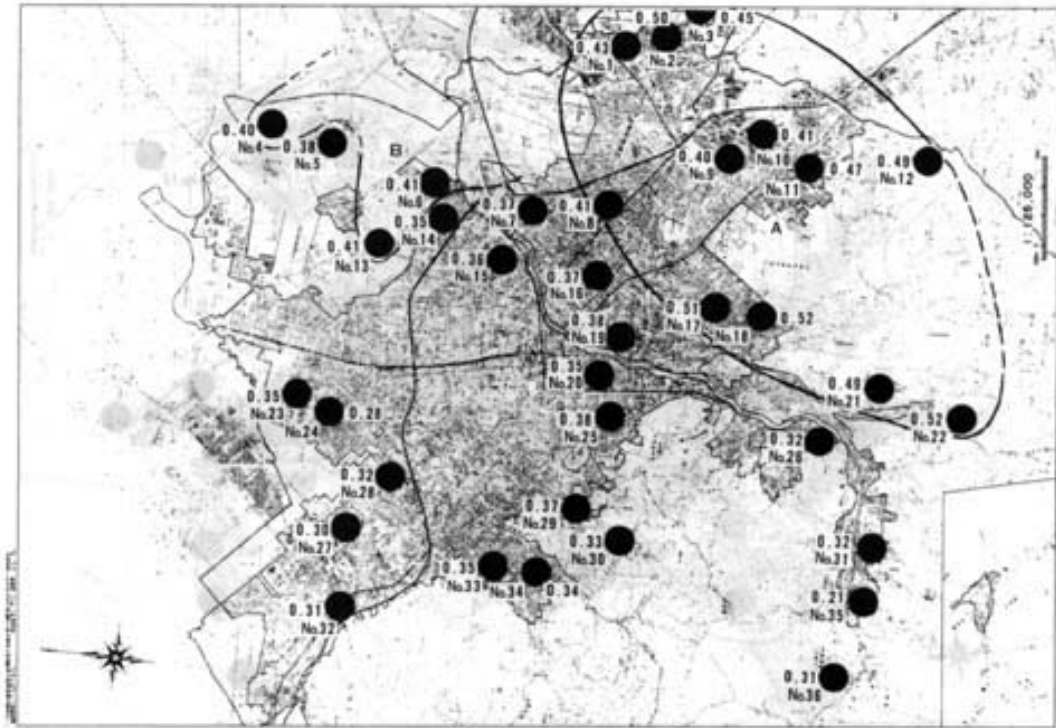


図3 N/nss-S比の分布

図3 N/nss-S比の分布

高く、郊外にかけて減少しているのが推察される。さらに、中心部の濃度は、 $\text{NO}_3^-$  で  $15 \mu\text{eq/l}$  ,  $\text{nss-SO}_4^{2-}$  で  $40 \mu\text{eq/l}$  の等濃度線内にあった。

次に、N/nss-S 比の分布を図3に示した。

図中のAで示した南東部の広い地域で、N/nss-S比が0.4~0.5を示していた。

この値は北部、南部、西部などの地域での0.3前後に比較して、やや高い傾向にあると思われる。

これは、南東部地域での降水のpHを下げる要因のイオンの中で、他の地域と比較して、 $\text{NO}_3^-$  の寄与がより大きいことを示している。

同様のことは、図中のBで示した北東部の地域にも見られ、N/nss-S 比が0.40~0.41の地点が数ヶ所あるので、北東部の地域まで広がっている可能性も考えられる。

また、38地点での各平均値は、 $\text{NO}_3^-$  の濃度は  $11.6 \mu\text{eq/l}$  ,  $\text{nss-SO}_4^{2-}$  は  $30.5 \mu\text{eq/l}$  であり、これらの値から求めたN/nss-S 比は0.38であった。

平成4年度の酸性雨全国調査では、N/nss-S 比の全地点の平均値が0.42<sup>3)</sup>であり、全国的に見てもやや低い値を示したが、採取期間などの条件が異なるので参考値として示した。

最後に、本報は環境管理部（現、環境保全部）との共同調査の一環としておこなった酸性雨多地点調査のデータを用いた。この調査に参加された皆様に深謝いたします。

#### 4. 結 語

- (1) 38地点の  $\text{NO}_3^-$  の濃度の範囲は、 $5.3 \sim 20.9 \mu\text{eq/l}$  ,  $\text{nss-SO}_4^{2-}$  の範囲は  $15.9 \sim 51.6 \mu\text{eq/l}$  を

示し、札幌市の中心部は、ほぼ  $\text{NO}_3^-$  で  $15 \mu\text{eq/l}$ 、 $\text{nss-SO}_4^{2-}$  で  $40 \mu\text{eq/l}$  の等濃度線内であった。

- (2) N/nss-S 比の範囲は、0.20~0.52を示した。地域的特徴として、南東部の地点のN/nss-S比が0.4~0.5となり、他の地点の0.3 前後に比較してやや高い傾向を見せていた。

南東部の地域での降水のpHを下げる要因のイオンの中で、他の地域と比較して $\text{NO}_3^-$ の寄与がより大きいことが分かった。

また、東部の地域にもN/nss-S比が0.40~0.41の

地点があり、 $\text{NO}_3^-$ の寄与の大きい地域が広がっている可能性がある。

## 5. 文 献

- 1) 宗森信：環境技術，22,590-598,1993.
- 2) 森淳子，他（酸性雨全国的状況データ解析グループ）：日化誌，920-929,1991.
- 3) 全国公害研協議会酸性雨調査研究部会：全国公害研会誌，19,58-100,1994.

## Distribution of N/nss-S Ratio in Precipitation of Sapporo

Takaaki Ebana, Hidetugu Tateno, Seiki Kawasima\*, Takuji Yosida  
Yuko Kikuti

We have the data of acid precipitation for each season in Sapporo from 1992 to 1993. On the basis of the data at 38 points, we investigated the distribution of nitrate ion ( $\text{NO}_3^-$ ) non-seasalt sulfate ion ( $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ) equivalent concentrations and the equivalent ratio (N/nss-S ratio) of these ions. Consequently, the range of  $\text{NO}_3^-$  equivalent concentrations at 38 points was  $5.3 \sim 20.9 \mu\text{eq/l}$  and of  $\text{nss-SO}_4^{2-}$  was  $15.9 \sim 51.6 \mu\text{eq/l}$ , and the range of N/nss-S ratio was 0.20~0.52. Especially at southeast points of Sapporo, these ratios were 0.40 or above; however, the ratios at other points were 0.2~0.3. We observed that the contribution of  $\text{NO}_3^-$  in the southeast area was higher than other points.

---

\*Environmental Preservation Department, environment Bureau, Sapporo city

