

氷ノ山における積雪中の酸性化成分調査について

【大気騒音科】

木村 義明*・佐々木 順一
西尾 直子・尾田 喜夫

Investigation of acidification components in the snow of Mt. Hyonosen.

Yoshiaki KIMURA,* Junichi SASAKI
Naoko NISHIO, Yoshio ODA

Abstract

We analyzed the snow storage component as basic research of the acid shock phenomenon in the spring snowment period at the foot of Mt. Hyonosen. Snowfall at the picking site retained over 100cm from approximately early January to early March and the mean density of snow rose in the spring snowment period. The accumulation of nss-SO_4^{2-} and NO_3^- in the snow reached a maximum in February. However, the quantity of H^+ was decreasing due to the decline of nss-Ca^{2+} in yellow sand. Estimated outflow of nss-SO_4^{2-} and NO_3^- to the soil reached a peak from early March to early April, and there was a dispersion in the outflow of H^+ due to the yellow sand phenomenon.

1 はじめに

人為的発生源より排出される大気中の硫黄酸化物や窒素酸化物は、降水などを介して環境を酸性化し様々な影響を及ぼしている。その中でも、春先の融雪期に、積雪中に蓄積された酸性物質が濃縮されて土壌中に一気に流出する、いわゆるアシッド・ショックと呼ばれる現象による生態系等への影響が懸念されており、日本海に面した積雪地帯である当県でも例外ではないと考えられる。

当所においては、このような実態の把握のため、平成12年度から平成14年度までの3年間にわたり冬期間中の積雪を採取し、その成分蓄積量を経時的に調査することとした。今回は初年度にあたる平成12年度の結果について考察したので報告する。

2 調査地点及び調査方法

調査地点については、冬期間中に継続的に安定した積雪の採取が行えること、また酸性雨採取器を設置していることで期間中の降雨・降雪データとの参照が可能となることから、若桜町春米の氷ノ山山麓の障害物のない広場を選定した。

試料の採取は、積雪を垂直に切り立たせて採掘した後、その壁面に直径15.3cmの塩ビ管を積雪上部から打ち込み、30cmごとの階層に分けて採取する方法で、12月から4月までの積雪期間中に計8回実施した。採取した検体は室温で融解後、酸性雨検体と同様に酸性雨等調査マニュアル（環境庁）に準拠して試料の分析を行った。また、イオン濃度はすべて当量濃度($\mu\text{eq/L}$)を用いて解析を行った。なお、積雪からの水分や蓄積成分の大気

中への蒸散が考えられるが、現時点ではその量を見積もるのは困難であることから、今回の調査では考慮しないこととする。

調査項目及び測定方法を表1に示す。

表1 調査項目及び測定方法

	調査項目	測定方法
	積雪成分	pH
EC		導電率法
SO ₄ ²⁻		イオンクロマトグラフ法
NO ₃ ⁻		
Cl ⁻		
NH ₄ ⁺		
Ca ²⁺		
Mg ²⁺		
K ⁺		
Na ⁺		

3 調査結果及び考察

1) 測定結果

採取した全試料の測定結果を表2に表す。なお、

採取日における各試料中の成分の加重平均濃度を計算して、積雪全体の平均濃度とした。また、表中における試料番号の表示については、採取月の次に上旬 (First)、下旬 (Last) の頭文字を付し、上層の採取検体から順に番号を付けることで簡略化した。

2) 積雪量と積雪平均密度

採取地点における積雪量と、積雪平均密度の時系列的变化を図1に表す。なお、積雪平均密度は採取した積雪の全重量を全体積で除した値とした。積雪量は1月下旬に128cmのピークを迎え、3月上旬まで100cm前後の量を保持し、4月上旬には完全に融解し、消滅した。積雪平均密度は12月下旬の新雪積雪時には0.06g/cm³の低値であったが、1月上旬から3月上旬までの積雪がしまり雪として保持される期間は0.3g/cm³前後で推移し、本格的な融雪が進行している3月下旬には0.44g/cm³となった。

表2 積雪階層別成分濃度表

採取日	試料番号	積雪深度 (cm)	採取量 (ml)	EC (μS/cm)	pH	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)
2000/12/25	12L-1	0-10	110.4	16.03	4.94	1.82	1.05	0.85	0.26	0.48	0.08	0.15	0.56
	平均濃度	10	110.4	16.03	4.94	1.82	1.05	0.85	0.26	0.48	0.08	0.15	0.56
2001/1/9	1F-1	0-30	1047.6	22.10	4.91	1.98	0.72	2.74	0.33	0.38	0.22	0.16	1.63
	1F-2	30-50	1918.8	16.84	5.01	0.92	0.64	2.35	0.17	0.16	0.18	0.20	1.30
	平均濃度	50	2966.4	18.70	4.97	1.29	0.67	2.49	0.23	0.24	0.19	0.19	1.42
2001/1/31	1L-1	0-30	88.9	38.60	4.86	2.73	0.73	6.70	0.35	0.39	0.47	0.19	3.75
	1L-2	30-60	188.5	14.86	5.35	1.04	0.39	1.95	0.15	0.23	0.15	0.08	1.12
	1L-3	60-90	241.3	16.47	4.97	0.75	0.65	2.14	0.10	0.11	0.15	0.06	1.14
	1L-4	90-128	403.2	16.90	5.15	1.33	0.58	2.08	0.22	0.23	0.17	0.10	1.15
	平均濃度	128	921.9	18.46	5.09	1.25	0.57	2.51	0.19	0.21	0.19	0.09	1.39
2001/2/7	2F-1	0-30	1391.2	30.00	6.37	3.06	1.46	4.77	0.40	1.41	0.40	0.17	2.82
	2F-2	30-60	1681.9	16.76	4.90	1.67	0.88	1.87	0.23	0.23	0.14	0.08	1.00
	2F-3	60-90	1928.4	19.11	5.01	1.51	0.70	2.64	0.27	0.27	0.21	0.09	1.42
	2F-4	90-105	803.9	14.62	4.98	1.10	0.65	1.74	0.22	0.11	0.13	0.07	0.93
	平均濃度	105	5805.4	20.42	5.07	1.87	0.93	2.80	0.28	0.51	0.22	0.10	1.57
2001/2/22	2L-1	0-30	1603.6	25.00	6.27	2.45	1.40	3.73	0.41	1.05	0.32	0.13	2.14
	2L-2	30-60	1783.1	15.04	4.85	1.38	0.65	1.57	0.18	0.20	0.12	0.06	0.82
	2L-3	60-90	2061.8	20.90	4.96	1.75	0.76	2.76	0.37	0.27	0.22	0.12	1.57
	2L-4	90-100	648.4	12.97	6.20	0.79	0.58	1.82	0.60	0.13	0.13	0.23	0.89
	平均濃度	100	6096.9	19.42	5.09	1.72	0.88	2.57	0.35	0.44	0.21	0.12	1.43
2001/3/8	3F-1	0-30	610.1	15.02	6.62	2.08	0.85	1.40	0.33	1.33	0.20	0.15	0.84
	3F-2	30-60	2369.7	10.29	5.78	1.02	0.42	1.37	0.18	0.35	0.11	0.06	0.72
	3F-3	60-95	2858.9	12.13	5.24	1.10	0.46	1.71	0.24	0.19	0.13	0.06	0.90
	平均濃度	95	5838.7	11.69	5.45	1.17	0.48	1.54	0.23	0.37	0.13	0.07	0.82
2001/3/27	3L-1	0-30	2612.7	12.00	5.22	0.89	0.56	1.40	0.17	0.29	0.12	0.11	0.81
	3L-2	30-63	2511.7	13.41	5.26	1.01	0.48	1.75	0.25	0.28	0.14	0.09	0.98
	平均濃度	63	5124.4	12.69	5.24	0.95	0.52	1.57	0.21	0.29	0.13	0.10	0.89
2001/4/12	4F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

注) 1月31日の採取量は異なる採取法を実施したため、相対的に小さい値となっている。

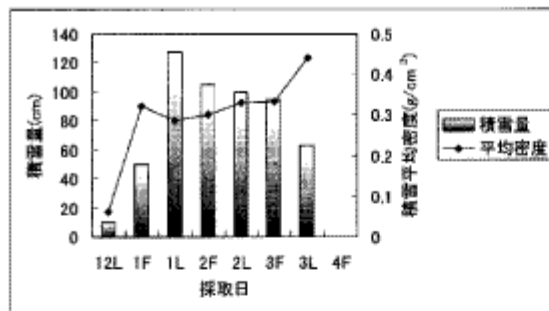


図1 積雪量と積雪平均密度の推移

3) 積雪中の各成分の含有量

積雪中に保持されるイオン成分の量について、酸性雨調査における沈着量の計算と同様に、単位面積上の積雪中に蓄積される量として計算した。主要5成分の積雪蓄積量の推移を図2に示す。 nss-SO_4^{2-} や NO_3^- の蓄積量は2月にかけて最大となっているが、pHの指標となる H^+ の量は2月にピークとならずに減少傾向がみられる。これは2月上旬に観測された黄砂現象により nss-Ca^{2+} 量が増加し、降雪中あるいは積雪中における酸の中和が進行したためと考えられる。このことは2月上旬の積雪最上部の検体における nss-Ca^{2+} 濃度及びpHの値が高いことから確認でき(表2参照)、実際、試料採取時にも黄砂によると思われるダストの層が積雪上部にみられた。 NH_4^+ 量が2月下旬に上昇し、その後も比較的高い比率で推移しているのは、融雪によって大気中のアンモニアが積雪中に溶け込んだためと推定され、このことも H^+ の量の減少の一因と考えられる。

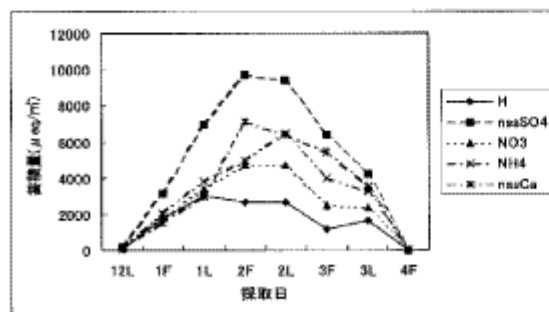


図2 主要5成分の積雪蓄積量の推移

4) 土壌への流出量の推定

融雪水中の酸性成分量の測定については、自然な状態での検体採取の難しさや、大掛かりな採取

装置が必要となることから、その正確な量を測定するのは現時点では困難であると考えられる。今回は、現在、積雪採取と同地点においてモニタリングを実施している酸性雨調査の測定データを活用して、採取日間における酸性成分の土壌への流出量の推定を行った。各採取日間における流出量は、前回の採取日における積雪蓄積量に、期間中に採取した降雨(雪)の沈着量を加算し、当日採取した積雪蓄積量を減算して推算した(下式)。なお、酸性雨採取容器の交換は積雪採取日に実施して、データの整合性をもたせた。

$$\text{推定流出量}(\mu\text{eq}/\text{m}^2) = \text{前回蓄積量} + \text{沈着量} - \text{今回蓄積量}$$

酸性化に係る3成分の推定流出量の推移を図3に示す。1月下旬から2月上旬にかけては nss-SO_4^{2-} と NO_3^- の流出量がわずかに負の値となっているが、これは厳冬期で融雪による流出がほとんどないと予想されることや、実際の採取期間が7日間と短かく沈着量が少なかったための誤差によると判断される。 nss-SO_4^{2-} と NO_3^- の流出量は2月下旬頃から顕著になり、3月上旬から4月上旬にかけての融雪期にピークとなっているが、 H^+ の流出量に関しては、前述の黄砂による中和現象の影響のためか、期間によりばらつきが見られ、融雪期における顕著な流出は推算されなかった。しかしながら、 nss-SO_4^{2-} と NO_3^- の融雪期における推定流出量は大きい値が推算されていることから、もし、黄砂という自然現象がほとんど観測されない年に同様の調査を実施したならば、 H^+ に

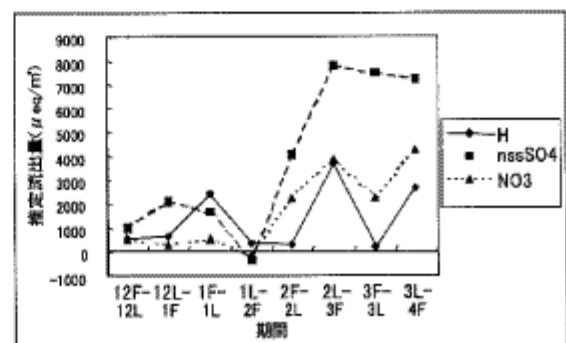


図3 酸性化成分の推定流出量の推移

についても、また異なる推算結果が表れるであろうことは推測できる。このことは、来年度以降の継続調査によって、より詳細に解析していく予定である。

4 ま と め

今回、氷ノ山における積雪中の成分について解析を行い、以下のとおりまとめた。

- 1) 積雪量は1月上旬から3月上旬までおおむね100cm以上を保持し、積雪平均密度は融雪期に上昇した。
- 2) 積雪中の nss-SO_4^{2-} と NO_3^- の蓄積量は2月にかけて最大となったが、 H^+ の量は黄砂中の nss-Ca^{2+} により減少傾向となった。
- 3) nss-SO_4^{2-} と NO_3^- の推定流出量は3月上旬から4月上旬にかけてピークとなったが、 H^+ の量は黄砂現象による影響のためばらつきが見

られた。

参 考 文 献

- 1) 福崎紀夫：酸性雪，新潟理化学，No.21，p.33～39（1995）
- 2) 福崎紀夫、大泉 毅、伊藤保子：妙高山麓地域の降雪及び積雪中に含まれる主要化学成分，新潟県衛生公害研究所年報，第8巻，p.118～124（1992）
- 3) 福崎紀夫、大泉 毅、高橋裕志、藤枝義丸：妙高山麓地域における早春の積雪中に含まれる酸性降下物，新潟県衛生公害研究所年報，第6巻，p.105～110（1990）
- 4) 斉藤 学、江川義則、泉 博克、高橋 浩：降雪成分に関する調査研究，秋田県環境技術センター年報，No.15，p.50～71（1987）