

降水と共に飛来する海塩成分の挙動とその特徴について

秋田工業高等専門学校 学生会員 金田 基宏
秋田工業高等専門学校 正会員 佐藤 悟

1. はじめに

環境問題には様々な種類があるが、日常生活に大きく関わるものに降水水質が挙げられる。降水には、化石燃料などの燃焼に起因する硫黄酸化物や窒素酸化物のみならず、海風に輸送された海水に由来する様々な海塩物質も含有していることが知られている。現在、塩害の発生機構の解明と環境影響評価の研究が進んでいるが、降水中の塩分に着目した研究はほとんど行われておらず、現地観測に基づく多くの研究の成果が求められている。ここでは、過去において本校で採取された降水の成分分析結果と気象庁の観測データを用い、主に海塩成分に着目した両者の関連について検討を行った。また解析結果を利用し、降雨・雪によりもたらされたであろう秋田市における Na^+ 負荷量の試算も行った。

2. 降水の採取方法

平成 2 年から最近まで、不定期ではあるが本校において降水水質の継続調査が行われてきた。降水の採取には、直径 50cm のロートを上部に設けた自動採水装置を用いた。採取は降水とともに自動的に開始され、また 30 分間隔の時間分取とし、連続で 12 時間を対象とした。また、冬期間は融雪と装置内部の凍結防止のため、ロートに線状ヒーターを配置した。本装置は本校の屋上に設置し降水採取後に迅速に分析を行った。分析項目は NO_3 , SO_4 , pH など大気汚染物質に関連したものと、 Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} など海塩成分を代表するイオン濃度である。風向・風速のデータは、本校に最寄りの気象台である秋田管区気象台で観測されたデータを用いた。

3. 結果および考察

(1) 降水によるウォッシュアウト効果

図 - 1 は風速と降雨中の Na^+ 濃度の関係を、方位角 90 度ごとに片対数で示したグラフである。風向の方位角が 0 度以上 180 度未満において両者の間には相関はほとんど見られないが、方位角 180 度以上 360 度未満では比較的強い相関が認められた。特に風向が南西から北北東までとなる場合、風速の増加に伴う Na^+ 濃度の増加は顕著であり、両者には指数関数的な関係が現れた。また、同じ風速において比較した場合の Na^+ 濃度も、他の風向と比較して明らかに高いものであることも示された。このように、風により輸送される海塩粒子は、ある特定の風向と風速が密接に関わっている事が分かる。

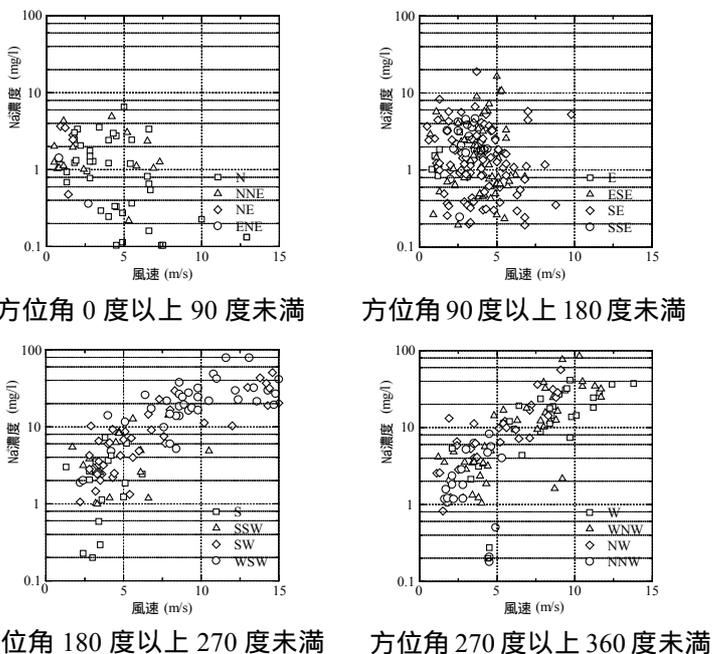


図 - 1 風向・風速と Na^+ 濃度の関係

キーワード：海塩粒子，風送塩，気象要素，負荷量

連絡先：〒011-8511 秋田市飯島文京町 1-1 秋田工業高等専門学校 環境都市工学科 水工地盤研究室

Tel 018-847-6068

(2) 降雪と降雨の比較

降雨と降雪は、その形態や形成過程が大きく異なり、両者には特に海塩粒子の輸送能に大きな特徴が現れる事が予想される。ここでは、その輸送能を比較するために、それぞれの Na⁺濃度を比較した。図 - 2 は、降雪と降雨について風速と Na⁺濃度の関係を比較して示したグラフである。一例として、風速 10m/s を超える領域から降雪の Na⁺濃度は降雨の数倍となる顕著な差がみられた。これは、雪は同質量の雨滴と比較して、その表面積は著しく大きく、また降下速度が緩慢であることに起因する。一般に、降雪は降雨と比較して高いウォッシュアウト効果を持つ事が知られているが、これは海塩粒子の輸送から見た場合でも同様である事が分かる。また、雪は海岸線からはるか離れた内陸部にまで Na⁺を輸送している様子が確認されている。

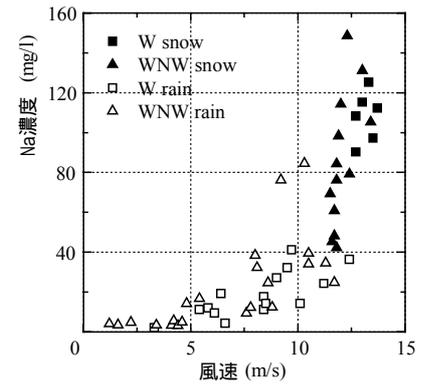


図 - 2 降雨と降雪の Na⁺濃度

(3) 降水量と風速を利用した Na⁺負荷量の推定

ここでは、各風向別に Na⁺濃度をまとめ、次にそれぞれを風速で除した Na⁺濃度を表 - 1 に示した。これは、各風向が持つ風速 1m 当たりの飛来濃度を意味する。降水によりもたらされる Na⁺負荷量は単純に降水量と風速に比例するものと仮定し、秋田管区の気象台で観測された過去 8 年間のデータを利用し、次式で 1 時間当たりの Na⁺負荷量を推定した。

$$L = CQP \quad \dots (3.1)$$

- where L : 1 時間 Na⁺負荷量 (mg・mm/l)
- C : 風速 1m 当たりの Na⁺濃度 (mg/l・m)
- Q : 1 時間降水量 (mm)
- P : 風速 (m/s)

式 3.1 で算出された値を 1 ヶ月ごとに集計し、秋田市にもたらされたであろう Na⁺負荷量をまとめて表 - 2 に示した。これによると、秋田市において各年度を通して、降水が多い梅雨時と、特に西風が卓越する冬期において、地域に降下する Na⁺負荷量は急激に増加する様子が認められた。また、これには雪の持つ特徴を反映し、冬期において著しくその値が増加する傾向がみられている。

風向	降雨	降雪
N	0.303	10.264
NNE	0.395	8.555
NE	1.880	6.846
ENE	0.402	5.137
E	0.409	3.427
ESE	0.604	1.718
SE	0.574	0.669
SSE	0.536	1.069
S	0.388	2.500
SSW	0.676	3.930
SW	1.181	5.361
WSW	3.043	6.791
W	2.163	8.222
WNW	2.404	7.344
NW	2.149	9.174
NNW	0.698	3.397

表 - 1 風速 1m 当たりの Na⁺濃度 (mg/l・m)

月	年度							
	平成19年	平成18年	平成17年	平成16年	平成15年	平成14年	平成13年	平成12年
1	1180.4	3713.8	3894.7	2964.6	3997.1	2749.8	2902.0	2999.0
2	1137.3	1832.2	2007.5	1762.1	765.4	1399.9	1629.9	3091.7
3	1704.6	1981.8	1267.6	1410.5	1311.2	797.7	1696.3	2108.4
4	393.6	630.6	406.5	516.4	625.3	701.9	589.9	1246.5
5	407.3	330.6	388.3	1195.6	114.1	437.4	327.6	211.0
6	193.4	196.9	388.7	436.6	327.5	293.2	615.6	301.3
7	224.8	744.6	734.4	1452.8	639.3	795.8	1020.4	923.3
8	511.6	160.8	668.6	1066.3	684.1	1168.8	244.2	200.6
9	902.0	230.9	542.9	1212.4	462.6	127.3	180.8	875.1
10	1430.9	352.7	951.0	603.2	1286.1	1459.9	907.8	471.9
11	1380.8	1213.3	1282.0	1361.9	721.6	3499.0	612.0	1565.9
12	2586.3	1672.9	6707.7	2361.4	1459.1	1823.2	1770.2	2354.1

表 - 2 各月の Na⁺負荷量の試算結果 (mg・mm/l)