

降水分析による飛来塩分調査とその特徴について

秋田工業高等専門学校 正員 佐藤 悟

1. はじめに

日本海沿岸地域は厳しい塩害環境におかれ、そのため特に海岸付近の鉄筋コンクリート構造物や道路橋等には、塩害による劣化や損傷に対する対策が必須である。塩害をもたらす飛来塩分については現在まで多くの研究があるが、風向や風速、地形や海岸線からの距離などが複雑に影響するため、その評価には未だ不明な点も多く、現象の解明にはさらにきめ細かな現地観測が求められている。また、海塩粒子の一部が雨滴や雪に取り込まれ、秋～冬期の強烈な西風によって輸送される形態についての知見も少ない。ここでは、過去9年間にわたり実施してきた降水分析結果(全176降雨雪、1408検体)より、海水組成成分とこれに関連した要素を対象に、主に風速と風向との関連について検討した。

2. 調査方法

観測地点は海岸線からの直線距離、約2.5kmに位置する本校屋上であり、採水には定量式自動採水装置(全783検体)と、採水間隔を30分に固定した時間分取装置(全625検体)いずれかを利用した。なお、解析に用いた資料は降雨初期採水分を除き、純粋に降雨継続時間内に飛来した塩分量として評価した。海水組成成分の分析には原子吸光法と、硫酸イオンについては塩化Ba比濁法を用い、風向と風速は本校から約5km、海岸線からの距離もほぼ等しい秋田管区地方気象台の観測値を利用した。また塩分量の単位としては、一般に塩素イオン濃度等から塩化ナトリウム量を算定したmdd(mg/decimeter²/day)が利用されるが、ここでは直接定量した各イオン濃度mg/lに30分降水量(mm)を乗じ、総量を表現する時間負荷量とした。

3. 結果及び考察

図-1は、Na時間負荷量に与える風向と風速の影響について、4年間の分析結果(時間分取)を用いて示したものである。ここで降水分析で定量される飛来塩分量とは、風により直接輸送された海塩粒子と、それ以前に降水そのものに溶解したものの双方であり、いずれもその時々気象要因が強く影響する。そのため人為的活動に起因する観測年度固有の特徴や経年変化は無視できるものと考えられる。この図より、本観測点においては風速が5m/secを越える付近より急激にNa負荷量が増加すること、またその傾向も風向別の特徴を持ち、海岸線方向と無関係な風はNa負荷量にほとんど影響しないことが分かる。

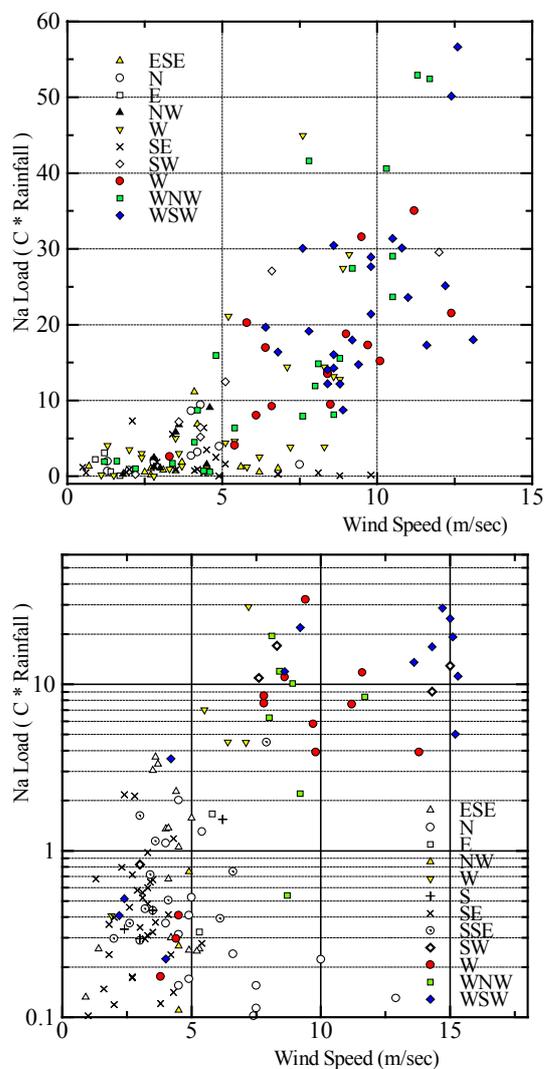


図-1 降水中のNa負荷量と風速の関係

キーワード：海塩成分，降水分析，気象要因

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 Tel 018-847-6068

ここで、飛来塩分量は風速の累乗に比例して増加することが知られているが、図には Na 時間負荷量を対数軸にとったものを示した。両者には同様に風速が 5m/sec を超えた領域から、特に本県では西方向を中心とした風向にやや良好な相関が認められ、飛来塩分量に風速が大きく影響する様子が示されている。なお、雪がもたらす Na 負荷量は雨と比較して著しく大きい場合が多い。

図 - 2 は、風速 1m 当たりの Na 時間負荷量を風向別にまとめたものであるが、本観測点においては西～西南西からの風の影響が顕著であった。この図からは飛来塩分量に影響する風向と風速の程度が示され、いずれも既存の気象資料から飛来塩分量を推定する際に利用できる情報である。

本県は冬期間、特に内陸地方で著しい積雪を観測する。雪は雨滴と比較して単位重量当たりの表面積が非常に大きく、そのため大気中に長時間浮遊することでさらに多くの海塩粒子を付着すること、また風に輸送される距離も長く、結果として海塩粒子から見た海岸線までの距離を短縮する効果を持つものと思われる。

図 - 3 は秋田市内を中心に、北は大湯村、南は湯沢市まで、ほぼ同時に採取した降雪直後の表層付近 30 検体の雪について、その電気伝導率と海岸線からの直線距離を比較したものであるが、距離と共にその値は急激に減少する。およそ海岸線から 4～5km 以遠では徐々に減少するが、降雨に比べ非常に高い値を示している。電気伝導率には窒素酸化物等の大気汚染物質も影響するが、海岸線から遠く離れた地点で観測されるこのような傾向は、概ね 1km 程度までとされた海塩成分による影響範囲を、雪が大きく拡大することを示している。

図 - 4 は、本校（海岸線まで約 2.5km）と内陸部に位置する湯沢市（同 48km）において、およそ 2 ヶ月間、不定期に観測した雪に含まれる Na, Mg, Cl 濃度をそれぞれ対比したものであるが、いずれも海水組成比の直線によく分布し、その主な起源が海水であることが分かる。ここで湯沢市で観測された最大の成分濃度は、秋田市において西方の風 7～8m 時に観測される雨の濃度にも相当し、雪が如何に遠方まで海塩成分を輸送しているかが興味深い。なお、雨や雪に含まれる海塩成分の組成比は、Na 濃度の増加、いわゆる風速の増加に伴い、その理論比に急速に近似することが多い。また逆に比較的低濃度では、その値は非常に大きく変化するが、これには雨滴等が形成される際の環境や、降下に至るまでの成分脱着などが影響するものと思われ、その機構は複雑であることが予測される。

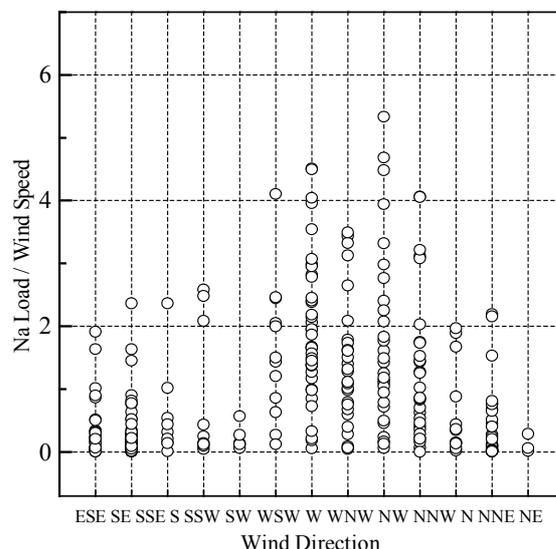


図 - 2 風向別 Na 負荷量（単位風速）

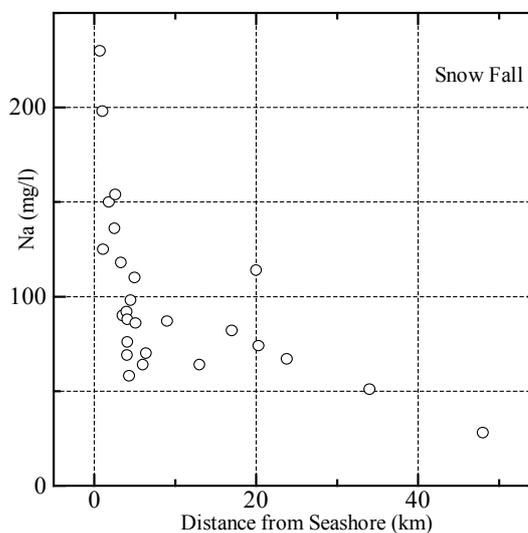


図 - 3 電気伝導率と海岸線からの距離

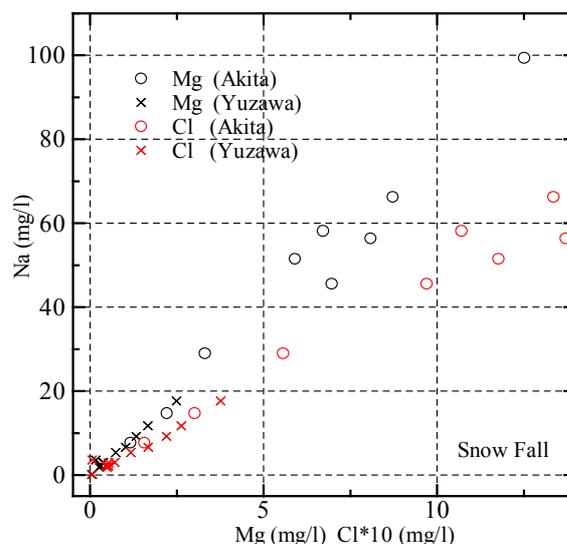


図 - 4 雪に含まれる海塩成分