

構造物への飛来塩分量に影響する風のはたらきの定量評価

○中央大学 学生員 塩野智也

中央大学 正会員 佐藤尚次

1. はじめに

日本の橋梁(長さ15m以上)の約40%は1950～70年代の高度経済成長期に建設されている。現在、高度経済成長期に建設された橋梁が老朽化してきている。その老朽化の原因として、中性化、塩化物イオンの侵入にともなう鋼材の腐食、凍結融解作用、活荷重等による疲労などが挙げられている。中でも塩化物イオンの侵入にともなう鋼材の腐食、いわゆる塩害は深刻であり、本研究ではそこに着目する。

塩害の発生要因は海からの塩化物イオンの飛来である。島国である日本にとっては、その発生メカニズムを明確にし、対策を提案しておく必要がある。しかし、既往の研究では塩害が発生する詳細な環境作用メカニズムを考慮した対策の検討が十分でない。そこで、本研究では風がこのメカニズムに及ぼす影響を目的とする。

2. 塩分発生メカニズム

塩分が発生するメカニズムは2つある。海水滴と海塩粒子である。海水滴は、波が物に衝突した際に飛散するしぶきのことで、直径4mm以下の塩分を含む水滴である。一方、海塩粒子は $10^{-14} \sim 10^{-15}$ gの海塩核を含む微粒子で、その生成については海上で波が砕波、または物に衝突した際に周囲の空気が海中に取り込まれ、この空気が気泡となって海面に上昇し、そこで破裂した時に空気中に放出され、風などにより沿岸部に運ばれる。両者ともに環境作用による塩分発生メカニズムであるが、本研究では後者が風により広範囲に塩害の影響を与えると考え、海塩粒子を対象に研究を進めていく。

3. 分析結果

(1) 風速と飛来塩分量

全国飛来塩分量分布¹⁾をもとに塩害の事例がある新潟県を対象地域に分析する。風速データと飛来塩分量データはそれぞれ気象庁²⁾と飛来塩分量全国調査³⁾を使用した。各データは同一の観測地点のデータではなく、等しいオーダーにするため、それぞれ距離減衰率を求め海岸に補正することで比較可能なデータとした。尚、風速データは観測地点に対する海側からの風速データのみであることを示すとする。図-1に海岸の値に補正した風速と飛来塩分量の関係を示す。図-1より、飛来塩分量は風速が強まるに従って指数関数的に増加する傾向が確認できる。分析に使用したデータは山の有無を考慮しておらず、現象を定量的に捉えたとは言いがたい。しかし、風速と飛来塩分量は相関があるという定性は確認できた。

(2) 風の分析

飛来塩分量は風に支配されるという前提で、風の詳細分析をする。飛来塩分量を山の有無によりグループ分けをし分析したところ、山有りのデータは比較的低い値を示す傾向が確認でき、山の遮蔽効果が起因し

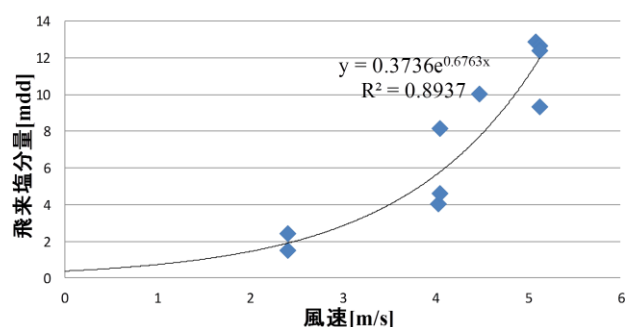


図-1 風速と飛来塩分量の関係

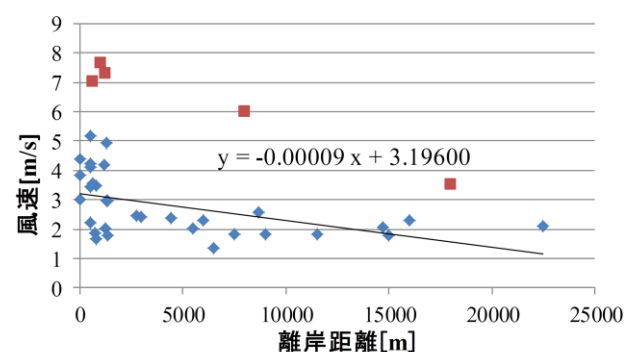


図-2 風速の距離減衰グラフ

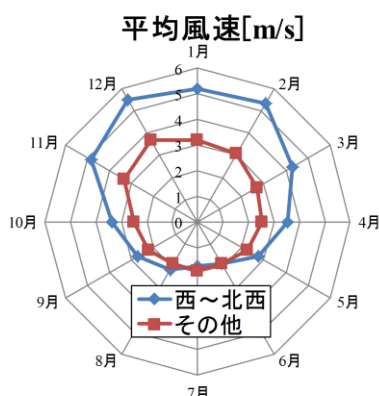


図-3 方角別風速グラフ

ていると考えられる。山岳地帯は複雑地形により分析は容易でなく、山以外の地域に比べ飛来塩分は輸送されにくいので、本研究では山岳地帯を除外して分析する。よって、風の分析も山無しのデータを分析する。

図-2に離岸距離に対する風速をプロットしたグラフを示す。併せて示した近似式は風速の距離減衰率である。近似式を回帰する際、比較的の上に分布する四角のプロットは除外してある。これは、地形的に特殊な条件があると思われるからである。距離減衰に一般性が確認できるが、除外したデータは飛来塩分量を評価する際には無視できないものである。

次に、どのような風が飛来塩分量に影響を与えるか分析する。図-3に風速を方角別に分けたグラフを示す。特に大きな値を示した西から北西のデータとその他のデータに分けて示した。図-3より、全体的に11月から

3月の風速が大きく、特に西から北西のデータは、その傾向が明らかである。これは、冬季の季節風の影響を受けていると考えられる。よって新潟県における飛来塩分を輸送する風は冬季の季節風による西から北西の風であると考えられる。

飛来塩分量が多く輸送される地点を分析する。図-4に地点別に分けた飛来塩分を輸送する風の強度の年推移グラフを示す。縦軸の風強度は、平均風速とその日数の積である。また、地点により飛来塩分を輸送する風を受ける方角は様々であるが、その合計値を示している。図-4より、各地点での年推移は大きな変化がなく、ほぼ一定の値を示している。これは、冬季の季節風の影響が大きいからと考えられる。季節風は持続的に吹く風であり、冬季は北西の風が卓越する。新潟県ではこの季節風の影響を顕著に受けることにより、図-4のような結果となったと考えられる。また、地点により風強度の値に大きな差が確認できる。これは、飛来塩分を輸送する風、つまり海風を受ける方角の範囲の差が原因として挙げられる。海風を受ける方角の範囲とは、山に囲まれていない地点かどうかということである。範囲が広いと風強度が増加し、範囲が狭いと風強度が減少する。先にも述べたが、これらの分析に使用したデータは、山有りのデータは除外しているため、地点により方角の範囲に差が生じている。他に、季節風の影響が大きいかどうかという差も原因として挙げられる。特に低い値を示している「糸魚川」と「三条」は地形的に西から北西の風を受けておらず、風速が小さい北側からの風のみとなっており、風強度が低い値になった。また、越後平野の影響も考えられる。平野は周りに山がなく、海風を多く受ける地域であり、田が多いので風速を減衰させる障害物も少ない。図-2の突出したデータは「松浜」「巻」「新津」でのデータであり、すべて西から北西の風、かつ、この3地点は越後平野に位置している。

図-2、図-3、図-4より、季節風の影響を受け、越後平野に位置するような地形条件にある地点は飛来塩分が比較的に多く輸送されることが考えられる。

(3) 山の有無を考慮した風速と飛来塩分量

図-5に山の有無を考慮した風速と飛来塩分量の関係を示す。図-1では、指数関数的に増加すると述べたが、図-5では、指数増加した後に線形増加するような近似式を示している。これは、指数近似のみでは風速6m/s以上に対する飛来塩分量をあまりに過大評価してしまい、線形近似のみでは風速3m/s以下に対する飛来塩分

量が負の値になってしまうからである。ここで、すべて線形近似にし、負の値となる範囲を0としなかった理

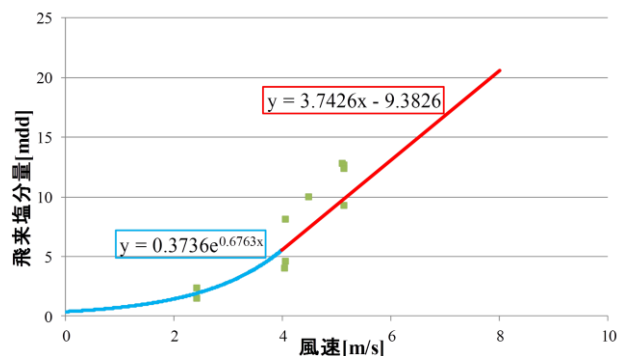


図-5 改善した風速と飛来塩分量の関係

由は、図-5が海岸での関係であり、より沖で発生した飛来塩分が堆積して輸送されることが考えたからである。0とするか指数関数とするかは、図-5では微量な差であるが、年単位で考えると無視できないと思われるので、このような評価をした。しかし、これらの分析は少量のデータの分析であるため、多少なりの仮定の上での分析となっている。また、図-5を使用し風速から飛来塩分量の推測及び、その実証性を確認していく必要がある。

4. おわりに

風速と飛来塩分量に相関があるという前提で風の詳細分析を行った。新潟県において、冬季の季節風の影響を顕著に受け、特に越後平野に位置する地点では、飛来塩分を多く輸送する風が吹くことが確認できた。また、山の有無を考慮した風速と飛来塩分量の関係を示した。これより、風速から飛来塩分量を推測することができる。また、図-5の実証性を確認することや、台風により塩害の影響を受ける地域を対象とした分析をし、定量評価をする必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省 橋梁塩害対策検討委員会(平成16～21年)
- 2) 気象庁 HP
<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>
- 3) 土木研究所資料 飛来塩分量全国調査(4)－飛来塩分量の分布特性と風の関係－

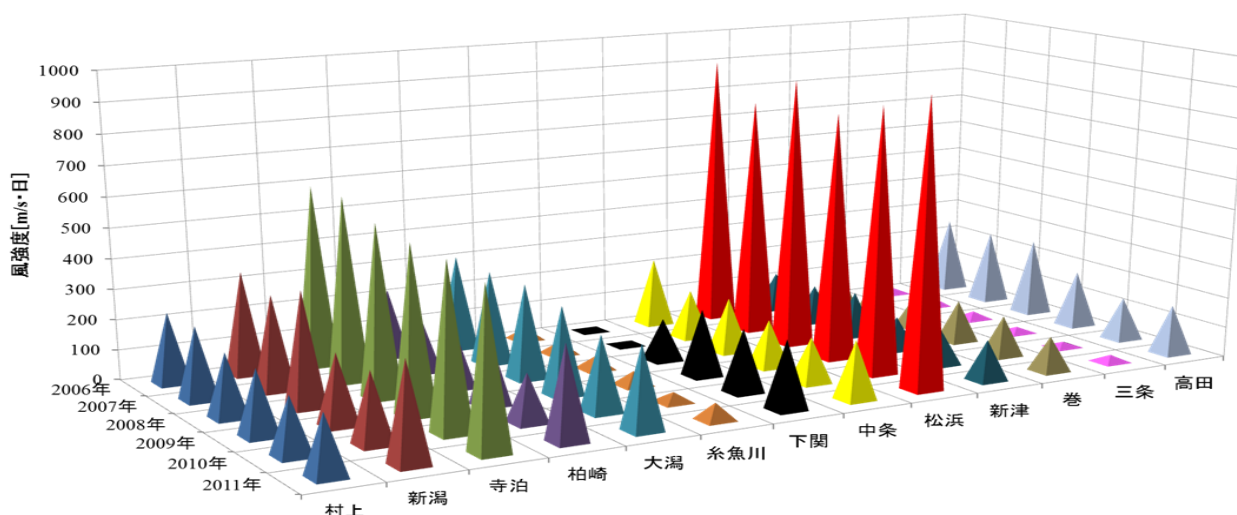


図-4 地点別風強度の年推移グラフ