

サーフゾーンを考慮した飛来塩分量予測に関する研究

名古屋工業大学 横井俊哉 学生員
 名古屋工業大学 李国泰
 名古屋工業大学 小畑 誠 フェロー会員

1. はじめに

鋼橋の腐食防止対策のためには当該地点での飛来塩分の状況の把握が重要な因子になる。現在のところ飛来塩分量の推定は主として費用と時間を費やす現地観測に頼っているが、鋼橋の合理的な維持管理計画の策定・遂行のためにはこれらを数値的に予測推定ができることが望ましい。著者らはこれまでにメソスケール気象解析プログラムを使用し海洋面発生 of 塩分粒子の飛来と拡散について検討し少なくとも季節的な変動量および空間的な分布についてはおおよそ再現できることを示した。しかし詳細に検討すると観測値の絶対値との比較では浮遊塩分量を過小に評価していると思われる場合もある。ここではこの原因のひとつとしてこれまで考慮してこなかったサーフゾーンでの塩分発生について考慮する。

2. サーフゾーンでの塩分粒子発生について

海洋面では主に風により波が生じ、結果として発生する微小な気泡がはじける際の微小水滴が風にまきあげられること等により浮遊塩分粒子が発生する(図1)。陸地との境界面のいわゆるサーフゾーン(図2)では砕波が生じることにより沖合よりも多くの塩分粒子が発生することが知られている。そしてその増加量は単位面積当たりの発生個数で沖合の10~1000倍にも及ぶ場合がある。そうであれば地形にも依存するがサーフゾーンが数10m程度であったとしても沿岸部の飛来塩分量を考慮するときにはその影響を無視できない場合があることになる。サーフゾーンの塩分粒子の発生についての実測調査は必ずしも多くはないがここではLeeuwら¹⁾のサンディエゴのスクリップス海洋研究所における観測にもとづく実験式を一例として用いる。すなわち

$$\frac{dF_{NS}}{dD} = aD^{-b} \quad (1)$$

ここで、 a および b は観測値から10m風速(U_{10})の値により表1のように区分的に与えられている。

$F_N [\text{particles} / (\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ は単位面積、単位時間あたりの粒子の発生個数であり D は発生時の塩分粒子の直径(μm)である。本報告では D を相対湿度80%時の値とし、粒子の範囲としては直径1.6~10 μm の範囲のものを取り扱う。さらにサーフゾーンに属さない領域での発生関数は次式で与えられるものとした²⁾。

$$\frac{dF_{NO}}{dD} = 1.373 U_{10}^{3.41} g(D) \quad (2)$$



図1 海面からの飛来塩分の発生のメカニズム

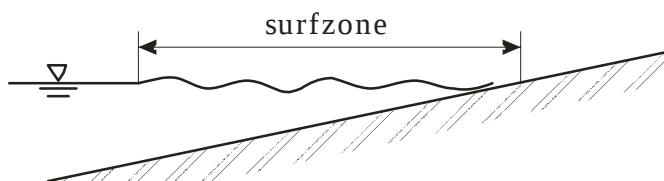
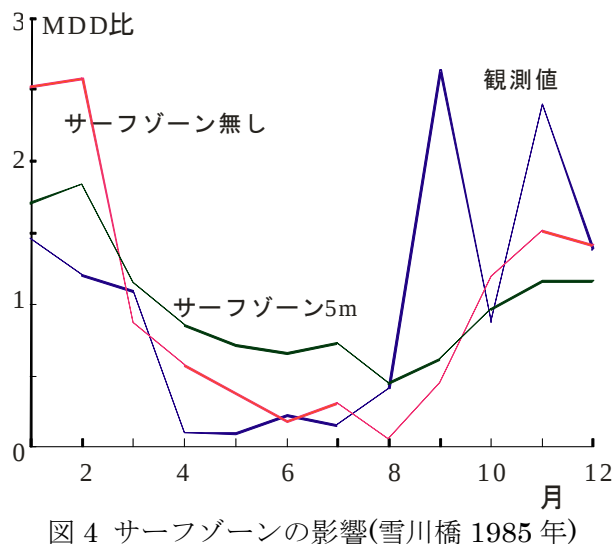
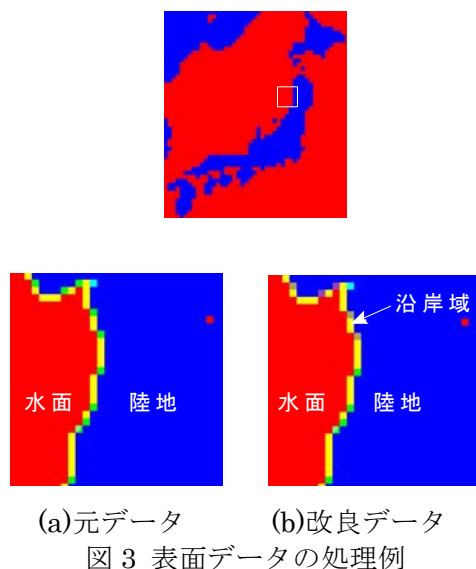


図2 サーフゾーン

表1 サーフゾーンでの発生関数の係数

風速(m/s)	a	b
0-2	1.62×10^7	1.64
2-4	2.14×10^7	1.51
4-6	2.01×10^7	1.53
6-	7.84×10^7	1.90



ここで $g(D)$ は発生する粒子の粒径分布を表す関数である。

3. サーフゾーンの取り扱い

実際の解析にはメソスケール気象解析のプログラムである WRF の Chemistry パッケージ(Ver.3.2)を用いた。このパッケージでは地表面利用データにもとづいて表面を陸地と水面に区別し、水面上から式(2)によって塩分粒子が発生するものとしている。そこでここではまず地表面利用データにもとづいて陸地に接する海水面を沿岸領域とし陸地-水面境界の数および位置も含めて分類した(図3)。なお淡水湖の水面からの塩分粒子の発生は抑制している。そのうえで沿岸領域における塩分粒子の発生を式(1)および(2)で表現した。つまり図3(b)のような場合にこの沿岸領域で1辺のみがサーフゾーンとみなされる場合には発生関数は次のように与える。

$$\frac{dF_N}{dD} = \left(1 - \frac{h}{L}\right) \frac{dF_{NO}}{dD} + \frac{h}{L} \frac{dF_{NS}}{dD} \quad (3)$$

ここで L および h はそれぞれドメインの一辺の長さおよびサーフゾーンの幅である。表1とこの式から仮に $h/L \sim 10^{-3}$ であってもサーフゾーンからの発生量はその他の領域からの発生量を上回る場合があることになる。

4. 数値解析例と考察

図4に日本海側の雪川橋付近(N39° 36', E140° 4')での解析結果例を示す。雪川橋付近の海岸は砂浜になっており海岸線からの距離はおおよそ 100m となっている。解析では日本列島をほぼ覆う領域を主ドメインとして3段階のネスティングを行っている。また用いたこの地点における土木研究所のタンクによる観測³⁾にあわせて1985年の客観データを用いた。図4にはタンクの方の一定断面を通過する塩分量を平均値で正規化し月別の変化量を示したものである。サーフゾーンの無い場合と5mと設定した結果を観測値とあわせて示している。表1の係数からあきらかなようにこの場合にはわずかなサーフゾーンの存在であっても絶対的な塩分量に対する割合は非常に大きい。とくに風速の小さいときでも多くの塩分粒子が発生するために季節変動量は相対的に小さくなっているのがわかる。一方、塩分粒子の絶対量は最大で10倍以上増加しておりタンクとの観測値との関係ではサーフゾーンを考慮しないときより合理的なものにはなっている。ただし発生関数の選択についてはまだ議論の余地がある。

参考文献：1) G. Leeuw, et al., Production of sea spray aerosol in the surf zone, J. Geophys. Res., Vol. 105, No. D24, 2000.
2) Gong, S. L., and Barrie, L.A., Modeling sea-salt aerosols in the atmosphere, J. Geophys. Res., 102, D3805-3818, 1997.
3) 土木研究所：土木研究所資料第3175号，飛来塩分量全国調査1985年