

### 海洋面発生の飛来塩分の移流・拡散シミュレーションの検討

中部電力 星野 明 正会員  
 名古屋工業大学 小畑 誠 フェロー会員  
 名古屋工業大学 永田和寿 正会員

#### 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現地観測に頼っており、多くの費用と時間を費やすものとなっている。鋼橋の合理的な維持管理計画の策定・遂行のためには飛来塩分をはじめとする腐食環境に対して数値的に予測推定をできることがのぞましい。我が国では飛来塩分の発生源は海洋面とみなしてよいこと、塩分飛来の態様が数百km にわたる大気の流れに依存することを考慮すると、数値的な予測には気象解析を前提とすることが合理的である。そこで本研究では飛来塩分について、その飛来状況をメソスケール気象解析モデルにもとづいた広域的な移流・拡散シミュレーションによって再現することを試みる。

#### 2. 使用モデルと比較対象

気象解析モデルには WRF/V3 を用いる。WRF は旧世代の MM5 同様に非静力学の完全圧縮モデルであるがより高精度な数値計算スキームと物理モデルを採用している。さらに本研究では大気汚染シミュレーション用アドオンである WRF/Chem を用い、飛来塩分の予想を行った。WRF/Chem では飛来塩分は海洋性エアロゾルとして扱われている。ここでは海洋性エアロゾルとして生物起源の発生を無視し海塩粒子のみを考慮した。海洋面からの海塩粒子の発生は Gong<sup>1)</sup>の式による。シミュレーション結果の妥当性の検証のために、著者らが観測を行っていた福井県明治橋の実測値と比較した。明治橋は河口より約 10km に位置している(図 1)。土研式タンクは橋脚上に設置しその捕集方向は橋軸直角方向であり、真北より東に約 28°傾いた方向である。また WRF での出力単位は  $\mu\text{g}/\text{kg-dryair}$  であるため、特定の地点での断面を通過する塩分量に付着率を乗じることにより土研式タンクで観測される飛来塩分量の単位 mdd に換算を行った。

#### 3. シミュレーションと実測値の比較

解析対象領域全体を図 1 に示す。ネスティング機能を用い最小格子の大きさはもっとも細かい Domain4 で 1.1km である。シミュレーション期間は全期間を再現するのは現実的ではないので各月で 10 日間程度とした。上述したように mdd に換算するには塩分の通過量に付着率を乗じなければならないが、付着率の値は明確にはなっていない。そこで本研究では付着率が変動しないとの前提で 2006 年 3 月の結果を基準(1)とし、各月との比をとることで比較を行った。結果を図 2 に比較図を示す。タンク方向を考慮した解析では飛来塩分量の増減をほぼ正確に推定できていることがわかる。次に明治橋付近の飛来状況を把握するために方向別の飛



図 1 観測位置

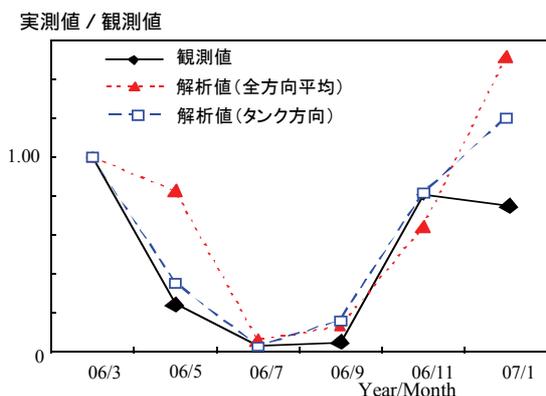


図 2 飛来塩分量の予測

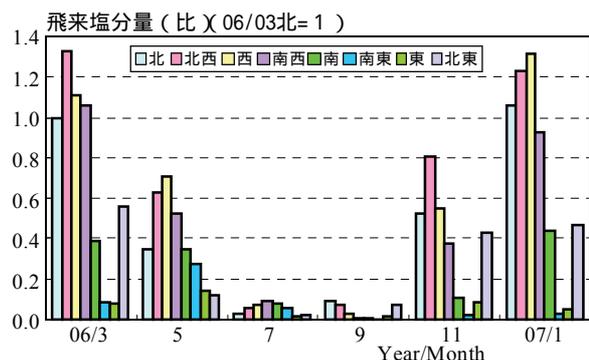


図 3 方向別飛来塩分量の予測

キーワード：環境シミュレーション，飛来塩分量，維持管理  
 連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学

来量についての結果を図3に示す。川下方向より離岸距離がもっとも小さい方向である北西、西からの飛来が多いことがわかる。一方川上側であり離岸距離の大きい南西からの飛来も飛来量の多い冬季でも平均で北西側の70%程度に達している。これは当該地点での冬季における卓越風が南あるいは南西であることとも関連していると思われる。単に離岸距離のみをもって飛来塩分量を推定することが必ずしも適当ではないことを示唆している。実際、著者らが行った明治橋における付着塩分量調査<sup>2)</sup>でも川上側の桁面への付着量が川下側と同等に大きかったこととも対応しており興味深い。これらの結果は現地観測をするにあたって、あらかじめ当該地点の飛来塩分量についてシミュレーションをしておくことが望ましいことを示している。次に数値シミュレーションによる福井県付近での飛来塩分量の予測を行った。最も簡単な推定式では飛来塩分量(mdd)は離岸距離(x km)を用いて式(1)で与えられる<sup>3)</sup>。

$$C = c_1 x^b \tag{1}$$

係数 b は-0.55~-0.72 であり概ね-0.6 である。一方、飛来塩分量は風速(v)にも依存し次式で与えられることも知られている<sup>2)</sup>。

$$C = c_2 v^p \tag{2}$$

実際には飛来塩分は離岸距離と風速の両方に依存するので例えば式(2)の係数  $c_2$  もまた離岸距離  $x$  の関数になると考えられる。そこでここでは係数  $c_2$  に加えて指数  $p$  もまた  $x$  に依存するものとして数値シミュレーションによって明治橋付近での依存性を回帰分析によって求めた。それによると係数  $c_2$  , 指数  $p$  ともに離岸距離  $x$  のべき乗で表すことが適当であり具体的には次式が得られた。

$$C = c_2 \cdot v^p = (0.030x^{-0.704}) \cdot v^{(3.036x^{0.083})} \tag{3}$$

この予測式の妥当性を確認するために、福井県の観測地点における風速を WRF より取得し、上記式(3)において飛来量の予測曲線を求め観測値との比較を行った。明治橋付近でのシミュレーション結果の回帰分析なのでそこでの地形の影響をうけるので基本的には他地点でそのまま適用できるわけではないが福井県内の他の観測点での値と比較した。比較地点を図4に比較図を図5に示す。図5より予測式により一定の精度で観測値を予測できるものになっている。飛来量に影響を及ぼす因子は風速、離岸距離だけでなく飛来方向や地形などの要因も考えられるため、予測式を検討する上で不確定要素が存在し今後より検討を行っていく必要が考えられる。

4 まとめ

気象解析プログラムに海洋面発生の飛来塩分を考慮することにより現実的な飛来塩分量の推定ができることがあきらかになった。今後、発生式や地形の影響について詳細に検討していく予定である。

参考文献：1) Gong, S. L., and Barrie, L.A., Modeling sea-salt aerosols in the atmosphere, J. Geophys. Res., 102, D3805-3818, 1997. 2)小畑誠他, 構造工学論文集, Vol.54A, pp. 590-598, 2008. 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, 飛来塩分量の分布特性と風の関係, 1993年, 3月

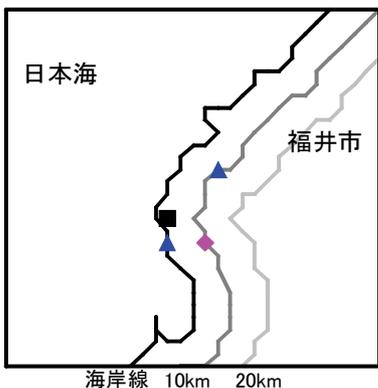


図4 飛来塩分観測点

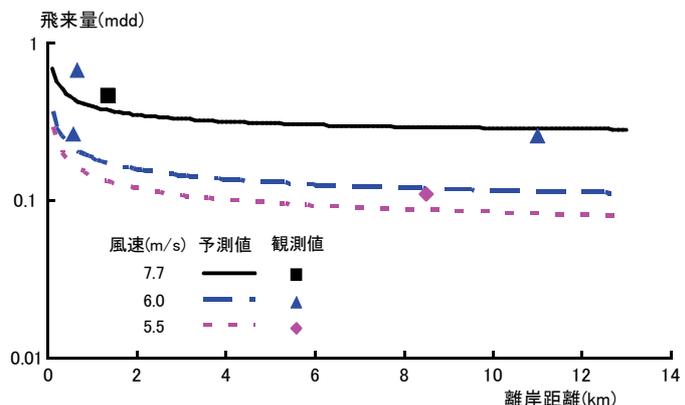


図5 飛来塩分予測値と観測値