

## 領域気象モデルによる風況及び飛来塩分の推定

京都大学 学生会員 ○野口 恭平 正会員 白土 博通  
 学生会員 秦 聡一朗 正会員 八木 知己  
 東京電力株式会社 (研究当時京都大学大学院生) 金城 佑紀

**1. はじめに** 我が国では高度経済成長期に建設された橋梁の老朽化が進行し、補修・補強と共に効率的な維持管理がますます重要な課題となっている。また、日本は四方を海に囲まれており、かつ国土の多くが山地であるため、インフラ構造物の多くは海岸部に集中している。したがって、構造物の維持管理を考える上で、鋼橋の腐食やコンクリート橋の塩害に影響する飛来海塩粒子の存在は無視できない。筆者らは現地観測で得た風況や大気中塩分濃度、及び接近風向別の橋梁周りの定常流れ場に基づき、部位別の付着塩分量の推定手法を検討してきた<sup>[1][2]</sup>。一方、実務では複数橋梁を広域的かつ同時に管理する必要があることを踏まえると、橋梁ごとに観測やモニタリングを行わず、腐食環境を集中監視できることが望ましい。このうち橋梁架設地点の気象・塩分要素を予測するツールとしてメソ気象モデルが挙げられる。本研究では部位別の腐食環境評価を念頭に、メソ気象モデルによる広域的な気象・塩分データ算出手法を導入し、観測によらない付着量推定を目指し基礎的な検討を行った。

**2. メソ気象モデルによる気象データの算出** メソ気象モデル WRF (Weather Research & Forecasting Model)を用いて気象要素を算出した。比較対象には新潟県平野部に位置する気象庁巻観測所のアメダス (JMA) を用いた。WRF の計算領域は図 1 に示す 3 段階ネスティングとし、各領域の格子一辺の長さは順に 9km, 3km, 1km, 各領域一辺あたりの格子数は 49 個, 39 個, 36 個, 鉛直層数はいずれも 29 層である。初期・境界条件として、気象データに米国立環境予測センターの最終全球解析データ (NCEP-FNL, 1 度及び 6 時間ごと)、地形・土地利用データに米国地質研究所 (USGS) の 30 秒メッシュ (約 1km) を用いた。物理モデルは WRF-Chem のチュートリアルに倣った (表 1)。以上の条件で計算したもの (Original) を図 2 (期間別平均風速)、図 3 (風向別平均風速)、図 4 (風向別生起頻度) に示す。風速は冬季に大きくなるという季節変動や、西寄りの風が大きいという風向別の特性を概ね再現できた一方で、JMA に対し過大な評価である。風向別の生起頻度は、南及び西寄りの風の頻度が高いことを再現する一方で、東寄りの風でも WRF はピークを生じるなど完全ではない。以下では各々の設定を適宜変更し、風況への影響を検証した (表 2)。このうち、地表面を細分化した鉛直層数設定や平面格子数の増加、及び土地利用データの変更は風速の過剰評価に対し一定の改善効果があると分かった。鉛直層数について金ら<sup>[3]</sup>も言及しており、地表付近にある程度の解像度を与える必要があると言える。平面格子数の増加により風速が改善したのは、高解像領域が増えることで、土地の細かな起伏や樹木・家屋の存在をより正確に再現したためと考えられる。土地利用データについては小畑ら<sup>[4]</sup>や秋本ら<sup>[5]</sup>が USGS は日本の土地利用の実情に即さない指摘しており、本研究の結果からも国土地理院の土地利用データの利用が望ましいと言える。また、これら風速低減に寄与した項目を同時に変更することで、元の計算値に対し大き

表 1 物理モデルの一覧

項目	使用モデル
Microphysics	WSM5
Cumulus Parametrization	Grell 3D
Surface Layer	MM5 similarity theory
Land-Surface	Noah Land Surface Model
Planetary Boundary Layer	Yonsei University Scheme
Longwave Radiation	Rapid Radiation Transfer
Shortwave Radiation	Dudhia scheme

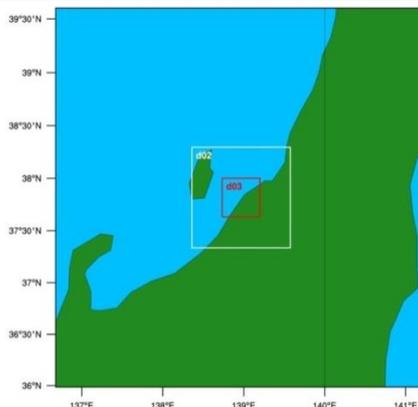


図 1 計算領域

キーワード メソ気象モデル, WRF, 飛来塩分, 維持管理

〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-457 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻橋梁工学研究室 TEL 0753833170

表2 検証した計算設定

変更項目	変更内容	図中の表示
1. 元のケース	—	Original
2. 惑星境界層スキーム (PBL)	Mellor, Yamada and Janjic に変更	MYJ
3. 鉛直層数	39層に増加	Nz = 39
4. 鉛直層数	39層に増加かつ地表付近を細分化	Nz = 39 - 2
5. 平面格子数	領域一辺の格子数を 69, 69, 63 個に増加	Wide Domain
6. 土地利用データ	国土地理院の 100m メッシュを利用	GSI
7. 鉛直・平面格子, 土地利用	4, 5, 6 を同時に変更	4 & 5 & 6

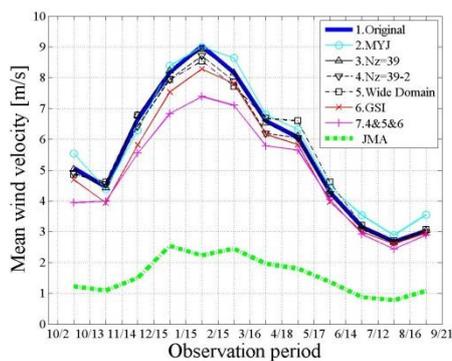


図2 期間別平均風速

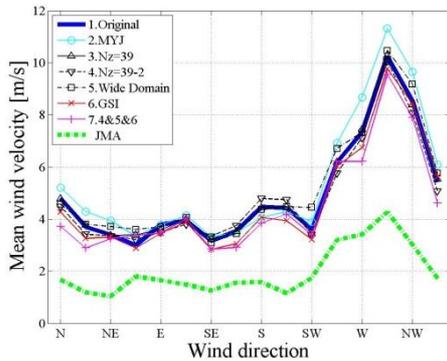


図3 風向別平均風速

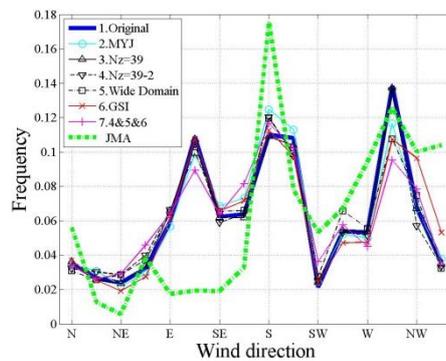


図4 風向別生起頻度

な改善が見られた。しかし、JMA との風速差はまだまだ大きく、風向別生起頻度はあまり改善が見られない。今回は未検討である初期・境界条件の気象データや、領域の設定法についてさらに検討が必要である。また、風向別平均風速について西寄りの風の過大評価が目立つが、海面の粗度の与え方に課題があると予想され、今後の検討課題である。なお、一地点だけではなく複数箇所を同時に検討し、WRF の計算傾向を把握する必要がある。

**3. メソ気象モデルによる塩分データ算出** WRF で気象データを算出する際に Chemistry パッケージ (WRF- Chem) を利用することで塩分データも同時に算出した。塩分の計算には比較的軽負荷である GOCART モデルを用いた。風況と同じく巻観測所付近の月別の平均塩分濃度を示す (図5)。

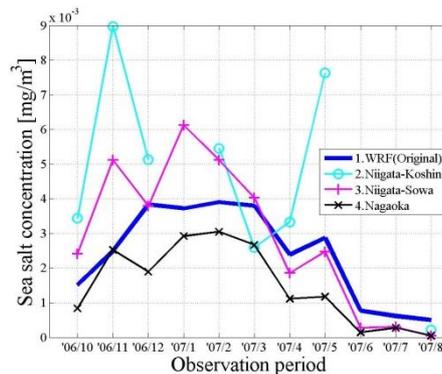


図5 期間別飛来塩分濃度

比較対象は新潟県の3地点でフィルターパック法にて計測された塩化物イオン濃度を塩化ナトリウム濃度に変換した値である<sup>[6][7]</sup>。観測点が巻から離れており直接の比較はできないが、季節的な変動はある程度再現できており、オーダーも概ね一致している。ただし、塩分濃度は風況に大きく影響されるため、風速の過大評価を改善した上で塩分の計算精度について議論する必要がある。

**4. まとめ** 本研究ではメソ気象モデルを利用して新潟県の気象庁巻観測所付近の気象・塩分データを算出した。算出された風速値はアメダス値に対し過大ではあるが、季節的な変動を再現するなど一定の成果を示しており、計算領域や境界条件の設定次第で任意地点の飛来塩分量の推定にも耐えうると予想される。今後は風速の過大評価や風向別生起頻度の改善に取り組むとともに、飛来塩分量の計算精度をより詳細に検討を行う。

**謝辞** WRF の計算に際し京都大学防災研究所の森信人准教授にご教授いただいた。また、本研究の一部は京都大学学術情報メディアセンターのスーパーコンピュータを利用して実施した。

**参考文献** [1] 野口ら：構造工学論文集 Vol.59A, 585-595, 2013. [2] 野口ら：構造工学論文集 Vol.60A, 613-621, 2014. [3] 小畑ら：構造工学論文集 Vol.60A, 596-604, 2014. [4] 金ら：土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.68, No.2, I\_1236-I\_1240, 2012. [5] 秋本ら：地理学評論, 88-3, 324-340, 2010. [6] 全国環境研協議会酸性雨調査研究部会：全国環境研会誌, 31(3), 118-186, 2006, <http://db.cger.nies.go.jp/dataset/acidrain/ja/04/> [7] 全国環境研協議会酸性雨調査研究部会：全国環境研会誌, 32(3), 78-152, 2007, <http://db.cger.nies.go.jp/dataset/acidrain/ja/04/>