

領域気象モデルを用いた大気中塩分濃度予測に関する検討

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○石渡 純也
 京都大学大学院工学研究科 正会員 白土 博通

京都大学大学院工学研究科 正会員 野口 恭平
 京都大学大学院工学研究科 正会員 八木 知己

1. 序論 橋梁の効率的な維持管理のためには、腐食環境を適切に評価する必要がある。また、複数の橋梁を広域的かつ同時に維持管理する必要があるため、コストや労力の観点から、個々の橋梁に対して現地観測を行う代わりに、数値解析によって腐食環境を評価できるのが望ましい。領域気象モデル WRF 及び WRF-Chem パッケージを用いれば、風向、風速、雨量などの気象要素に加え、大気中塩分濃度を数値解析によって算出することができる。野口らが新潟を対象に行った計算¹⁾では、気象要素及び大気中塩分濃度が観測値と概ね一致することが示されている。このように、いくつかの計算事例はある²⁾反面、その精度は未だ十分に検討されているとはいえない。本研究では、WRF による気象及び大気中塩分濃度の計算精度検証を目的として、東京湾周辺を対象とした計算、及び観測値との比較を行った。

2. 計算の概要 図 1 に示す 3 段階ネスティングの計算領域を作成し、2000 年の一年間に対して計算を行った。大きい領域から順に第 1 領域、第 2 領域、第 3 領域とする。計算格子一辺の長さは第 1 領域より順に 9km, 3km, 1km, 領域一辺あたりの格子数は 69 個, 81 個, 63 個, 鉛直層数はいずれも 29 層である。初期・境界条件は、気象データに米国立環境予測センターの最終全球改正データ(NCEP-FNL, $1^\circ \times 1^\circ$ 及び毎 6 時間)、地形データに米国地質研究所(USGS)の 30 秒(約 1km)メッシュを用いた。土地利用データには、国土地理院の 100m メッシュデータを用いた。使用した物理モデルは表 1 に示す。また、海塩粒子の計算モデルには、GOCART モデル及び MADE/SORGAM モデルを用いた。

3. 観測地との比較 比較対象の観測値として、気象要素には気象庁アメダスのデータを用いた。大気中塩分濃度には、全国環境研協議会酸性雨調査研究部会による観測データ³⁾より、フィルターパック法による Na の大気中濃度データを、すべてが塩化ナトリウム由来であるという仮定の下、大気中塩分濃度に変換した。

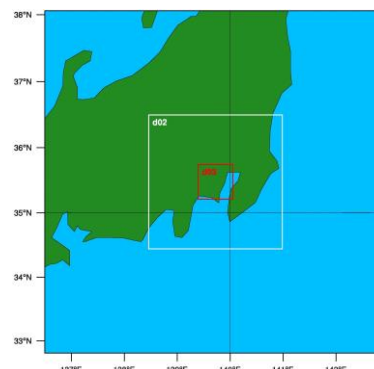
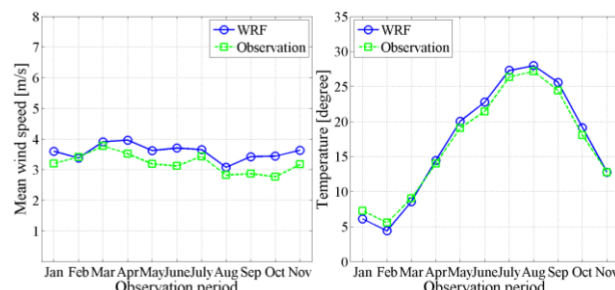


図 1 計算領域

表 1 WRF で利用する物理モデルの一覧

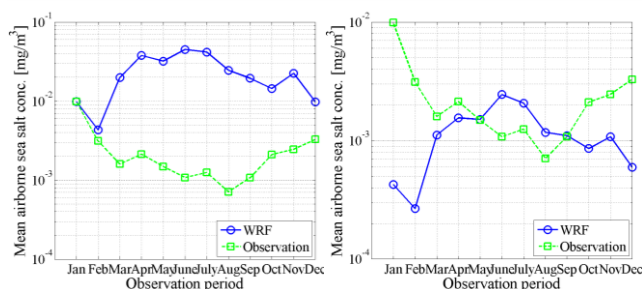
項目	使用モデル
Microphysics	WSM5
Cumulus Parametrization	Grell 3D
Surface Layer	MM5 similarity theory
Land-Surface	Noah Land Surface Model
Planetary Boundary Layer	Yonsei University Scheme
Longwave Radiation	Rapid Radiation Transfer
Shortwave Radiation	Dudhia scheme



月別平均風速

月別平均気温

図 2 気象要素の計算値と観測値の比較



GOCART

MADE/SORGAM

図 3 大気中塩分濃度の計算値と観測値の比較

キーワード 腐食、海塩粒子、WRF、大気中塩分濃度

〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 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 075-383-3167

ただし、WRF の風速は地上 10m 値を用いるので、アメダスの風速値をべき乗則によって地上 10m 値に変換した。べき指数は 1/7 とした。横浜地点における気象要素の計算値と観測値を図 2 に示す。月別平均風速と気温に代表されるように、気象要素については精度よく計算できているといえる。図 3 に横浜市磯子における大気中塩分濃度の計算値と観測値を示す。GOCART モデルでは、計算値が観測値に対して大幅に過大評価である。GOCART モデルは粒径を基準に海塩粒子を 4 つの区分に分けて計算を行うため、大きな粒径の粒子の影響を強く受けたためと考えられる。一方で MADE/SORGAM モデルでは、冬場では過小評価になっているが、夏場では比較的近い値を示している。したがって、今回の計算では大気中塩分濃度については観測値を再現することができなかったため、計算条件の妥当性について、さらに検討する必要がある。一方で、塩分濃度の観測値の精度についても検証が必要である。例えば、観測値について、海塩粒子由来でない Na イオンが存在する可能性について確認が必要である。

4. より細かい計算格子を用いた計算 前述した計算領域の第 3 領域内に、さらにもう一段階小さい第 4 領域を作成し、2000 年 1 月の一ヶ月間に対して計算を行った。第 4 領域の計算格子は一辺 333m、領域一辺あたりの格子数は 63 個である。この計算領域の作成の際には、地形データとして国土地理院発行の 250m メッシュを導入した。その他の条件は前述の計算と同じである。第 4 領域内の風速及び大気中塩分濃度の月平均値のカラーコンターを図 4 に示す。ただし、赤線は海岸線の概形を、白丸は主要都市を示す。風速についてはコンターが海岸線の形状に概ね一致しているのに対し、塩分濃度はより一様な平面分布に近い傾向が読み取れる。次に、第 3 領域の計算結果から、図 4 (第 4 領域) に相当する部分を抽出、拡大した平面分布図を図 5 に示す。図 4 と図 5 を比較すると、大気中塩分濃度、風速のいずれについても、値の大きさや分布に大きな差はないことから、今回の計算では格子解像度による差は小さいといえる。ただし、第 3、第 4 領域のいずれの格子解像度を用いるべきかについては対象物理量に依存すると考えられ、今後はさらに多くの地点で同様の比較を行い、格子解像度の影響を検討する必要がある。

5. 結論 WRF による気象及び大気中塩分濃度の計算精度検証のため、東京湾周辺を対象に計算を行い、対

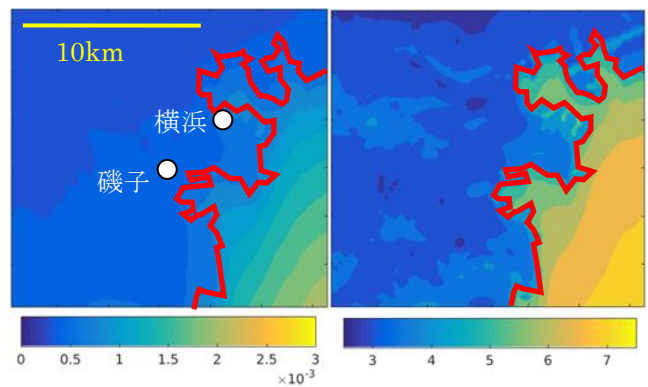
大気中塩分濃度(mg/m^3)風速(m/s)

図4 第4領域における各物理量月平均値の地域分布

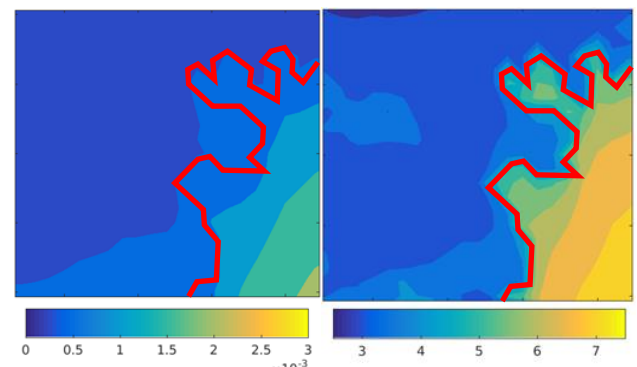
大気中塩分濃度(mg/m^3)風速(m/s)

図5 第3領域における各物理量月平均値の地域分布
象物理量ごとの平面分布の一様性、および必要とする格子解像度について検討した。気象要素は観測値とよく一致したが、大気中塩分濃度は観測値を再現できなかった。計算条件の妥当性や、観測値の精度について検討が必要である。また、カラーコンター図より、風速は地形の影響を強く受けることが示された。さらに、より細かい計算格子を用いた計算も行ったが、大きな違いは現れなかった。しかし、地形や対象物理量によって格子解像度による影響は異なると考えられるため、さらなる検討が必要である。

謝辞 一連の研究に際し、JFE スチール株式会社のご協力を得た。ここに記して謝意を表する。本研究の一部は JSPS 科研費 15H02261 の助成を受けた。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：土木学会論文集 A1, 73(2), 364-375, 2017.
- 2) 広瀬ら：土木学会第73回年次学術講演会, I-295, pp.589-590, 2017.
- 3) 全国環境研協議会酸性雨調査研究部会：第 3 次酸性雨全国調査報告書 (平成 11~13 年度まとめ), 全国環境研会誌, 28(3), 126-185, 2003.
<http://db.cger.nies.go.jp/dataset/acidrain/ja/03/>