

海鳥バイオロギングで推定した海上風のアンサンブルデータ同化 Ensemble data assimilation of ocean surface wind estimated by seabird biologing

○澤田尚樹・吉田聡・山崎哲・依田憲・後藤佑介

○Naoki SAWADA・Akira KUWANO-YOSHIDA・Akira YAMAZAKI・Ken YODA・Yusuke GOTO

Biologing is a method to measure animal's behavior and their environmental condition by attaching small data logger to their body. Recently, it has been attracting as a new way of atmosphere/ocean observation. For example, it has been suggested that ocean surface wind can be estimated from seabirds flight paths. We conducted Observing System Experiment (OSE) using ensemble data assimilation (NHM-LETKF), in which we run analysis-forecast cycle with and without wind data from birds and examined those observation impacts. As a result, surface wind spread around bird observations reduced, which implies analysis accuracy can be improved by such seabird biologing.

1. はじめに

海上気象観測は災害をもたらすような気象擾乱の監視・予測や大気海洋相互作用の理解に不可欠であるが、海上での直接観測は小型船舶やブイを用いたごく限られた観測にとどまっているのが現状である。そこで近年、動物行動学の手法として開発されてきたバイオロギングが、新たな気象観測の手法として注目されつつある。

バイオロギングは、動物に小型のデータロガーを装着してその行動や周囲の環境を計測させる手法である。近年はロガーの小型計量化・多機能化が進んで様々なデータが取得できるようになってきており、それらをデータベース化する取り組み^[1]も行われている。

本発表では、バイオロギングで得られたデータの活用事例として、新潟県粟島に営巣するオオミズナギドリの調査で得られた GPS 位置情報データから推定される海上風を領域大気データ同化に利用し、鳥推定風を同化した場合 (BIRD 実験) としなかった場合 (CTRL 実験) で解析の精度を比較する観測システム実験 (Observing System Experiment, OSE) の結果を紹介する。

2. データ

鳥の飛行速度は一般に追い風の時に速くなり、向かい風の時には遅くなる。また、横風を受けると、本来は鳥の移動ベクトルに対して左右対称に分布するはずの鳥の向きを表す方向ベクトルに非対称性が生じる。このような性質を利用して、位置情報データから環境場の風を1分間隔で統計的に推定する手法が提案されている^[2]。

本研究で用いた上記手法による鳥推定風データは2018年8月21日から9月5日の毎正時の値で、データ数は4個体分を合わせて計727点である。

3. モデルの概要・実験設定

本研究では、気象庁非静力学モデル (NHM)

に局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF) を組み合わせた領域再解析システム NHM-LETKF^[3]を用いる。モデルの解像度は水平25km及び5kmで25kmから5kmに1方向ネスティングを行っており、計算領域は図1の通りである。鉛直層数は50層、アンサンブルメンバー数は30である。鳥推定風のほか、観測値として NCEP PREPBUFR の従来型観測を同化に使用している。初期値および境界値は気象庁全球再解析 JRA-55 から作成した。鳥推定風の有無による結果を比較するため、鳥推定風以外に入力する観測データや初期値・境界値は同一とした。計算期間は2018年8月21日から9月5日までで、解析時刻は6時間間隔である。鳥推定風は一律に高度2mのデータとして扱った。鳥推定風の観測誤差については、風推定モデルから出力される推定誤差をそのまま観測誤差として与えている。なお、この期間において3つの台風(台風18、19、20号)が日本付近を通過していた。

4. 結果

まず、水平解像度5kmの気象庁MSM解析値を用いて鳥推定風の精度を確かめたところ、相関係数 $R \approx 0.5$ 程度の相関がある結果となった(図2)。

次に、5km解像度での計算結果について、地表面風速 U (東西風)、 V (南北風)の期間平均スプレッドをBIRD実験とCTRL実験で比較する(図3)。観測点は日本海沿岸から北海道南岸に沿って分布しており、この観測のインパクトが日本海北部および北海道南方沖から日本の東海上に伝播したことが示唆される。

1つの解析時刻に着目して見ると、例えば8月26日18時では鳥観測点のある釧路沖を中心として海面気圧のスプレッドが低下しており(図4)、北海道東方沖の弱い低気圧の解析精度向上に貢献したことが考えられる。

このほか、台風の中心気圧や台風強度にも違

いが見られており、発表では観測インパクトと台風の関係についても報告する。

5. まとめ

2018年8~9月に取得した海鳥の位置情報から推定された海上風のデータ同化を行った。観測インパクトが観測域周辺の海域に分布する結果が得られ、解析精度の向上を示唆する結果が得られた。今後は本事例以外の鳥推定風データを用いた OSE 実験も行い、鳥推定風データが持つ観測値としての価値を統計的に検証していく予定である。また、鳥の飛行経路と気象場の関連についても解析に取り組み、海鳥を利用した洋上気象観測の可能性を探っていくことで、予測可能性の向上に貢献するような新たなバイオリギング観測網の構築を目指す。

参考文献

- [1] Biologging intelligent Platform (BiP) (<https://www.bip-earth.com/>)
- [2] Goto, Y., Yoda, K., & Sato, K. (2017). Asymmetry hidden in birds' tracks reveals wind, heading, and orientation ability over the ocean. *Science advances*, 3(9), e1700097.
- [3] Fukui, S., Iwasaki, T., Saito, K., Seko, H., & Kunii, M. (2018). A feasibility study on the high-resolution regional reanalysis over Japan assimilating only conventional observations as an alternative to the dynamical downscaling. *Journal of the Meteorological Society of Japan. Ser. II*.

謝辞

MSM 解析値は京都大学生存圏データベース (<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp>) より取得した。NHM-LETKF を用いた OSE 実験には、海洋研究開発機構の地球シミュレータを使用した。また、科研費基盤研究 (A) 22H00569 の支援を受けた。

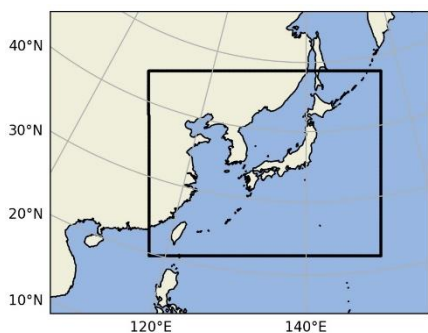


図1. NHM-LETKF の計算領域
外枠は 25km、内枠は 5km 解像度の領域である。

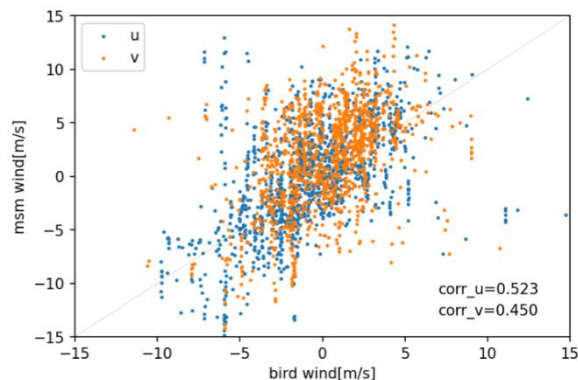


図2. 鳥推定風と MSM 地表面風データの比較
横軸は鳥推定風速、縦軸は MSM 風速、単位はいずれも m/s。MSM データは鳥観測点の最近傍グリッドの値を使用した。

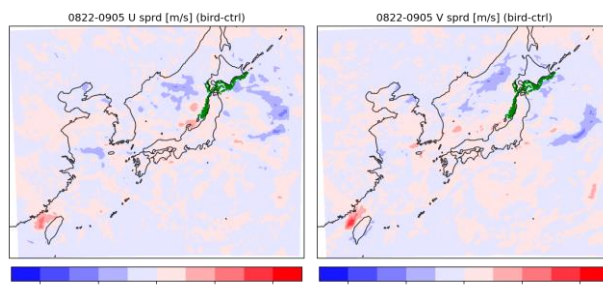


図3. 2018年8月22日から9月5日における、期間平均地表面風速 U、V スプレッドの差分 (BIRD-CTRL)。単位は m/s。負の領域は鳥推定風の同化によってスプレッドが低下したことを示す。緑のプロットは期間内すべての鳥観測点を表す。

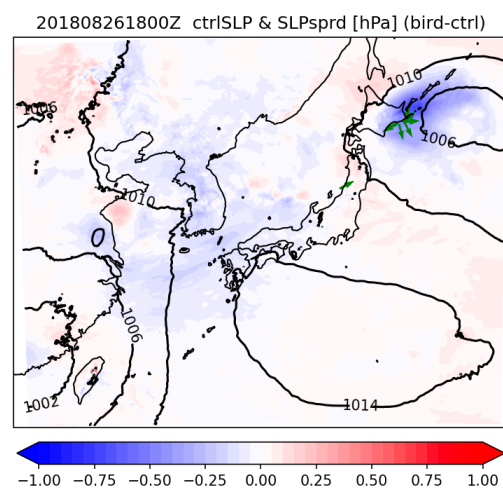


図4. 2018年8月26日18時の解析場
コンターは CTRL 実験のアンサンブル平均海面気圧、シェードは海面気圧スプレッドの差分 (BIRD-CTRL) を示す。単位はいずれも hPa。緑矢印でこの解析時刻に入力した前6時間分の鳥推定風ベクトルの位置と向きを表す。