

# 気候変動下での淡水湖沼における炭素吸収量推定に向けた 風速の将来予測

九州大学大学院工学研究院 正会員 ○丸谷靖幸

神戸大学大学院工学研究科 正会員 中山恵介

静岡大学理学部地球科学科 非会員 久保篤史

港湾空港技術研究所沿岸環境研究グループ 非会員 渡辺謙太

九州大学大学院工学研究院 フェロー 矢野真一郎

## 1. はじめに

IPCC AR6 WG1<sup>1)</sup>では、気候変動の影響に伴い降水パターンの変化が世界中で顕在化していることを示唆しており、気候変動に対する適応ならびに緩和が益々重要となってきた。気候変動の要因は、温室効果ガスの増加であると指摘されている。この気候変動の緩和策として、近年、海洋生態系の光合成等により炭素を吸収・貯留するブルーカーボンが注目されている。ブルーカーボンは地球上の生物による炭素固定量の約 55%に相当するとされている<sup>2)</sup>。また近年では、海洋だけではなく淡水湖沼においても、植物プランクトンの発生により水中 CO<sub>2</sub> 分圧が大気 CO<sub>2</sub> 分圧より小さくなることが示されており<sup>3)</sup>、炭素吸収機能がある可能性が示唆されている<sup>4)</sup>。炭素を固定する場として重要と考えられる水草の生息域である沿岸域の面積と比較して、全球における湖沼の面積は匹敵あるいはそれよりも多く存在する。そのため、淡水湖沼における炭素貯留効果に関する検討も気候変動緩和策を考える上で非常に重要となる。

ただし、気候変動の影響は気温や降水量だけではなく、風速に対しても生じる可能性が示唆されている<sup>5)</sup>。この影響は、炭素吸収量（大気-水域間の CO<sub>2</sub> フラックス）の推定に用いられるバルク法における交換係数の推定にも生じる<sup>6)</sup>。そのため、将来における炭素吸収量を予測するには、風速に対する気候変動影響評価を行うことは重要となる。そこで本研究では、西オーストラリア州の Perth に位置する淡水湖沼である Lake Monger を対象に、風速に対する気候変動影響評価を行うことを目的とした。

## 2. 使用データ

本研究では観測データとして、Lake Monger

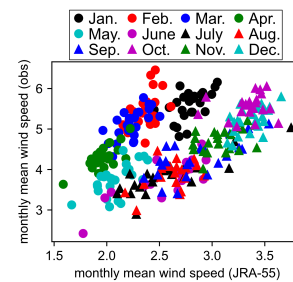


図-1 JRA-55 と観測値の月平均風速の関係。

(31.9294°S, 115.8265°E, 面積: 0.7 km<sup>2</sup>) 近郊でオーストラリア気象局が長期的に観測を継続する Perth Airport (31.93°S, 115.98°E) の気象データを用いた。ただし、過去の観測データについては、高時間解像度のデータは web 上で公開されておらず、1994 年 6 月から現在までの月平均値のみとなっている。そこで本研究では、1995 年から 2021 年までの期間のデータを基に、各月で観測値と JRA-55 の月平均風速の近似式を作成し、JRA-55 が存在する 1958 年から 2010 年のデータを補正し、観測データとして利用した (図-1)。なお JRA-55 を利用するに当たり、Lake Monger 近傍のグリッドデータを解析に用いることとした。

気候変動影響評価を行うに当たり、本研究では地球温暖化に資するアンサンブル気候予測データベース d4PDF Global (空間解像度 60 km) の日平均風速を利用した。なお本研究では、現在気候 60 年 (1951-2010 年) x100 アンサンブル (計 6000 年)、将来気候 (4°C 上昇条件) 60 年 (2051-2100 年) x6SSTx15 アンサンブル (計 5400 年) を用いた。また解析に用いたグリッドは、Lake Monger と最も近いグリッドを中心に 1 グリッド、5 グリッド、9 グリッドの平均値を抽出し、日平均風速の累積分布関数 (cdf) の比較により選定した。その結果、最も観測値の分布と類似した 5 グリッドを利用することとした (図-2)。

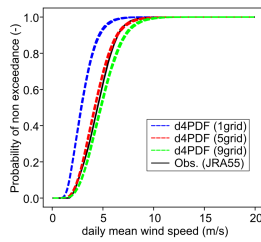


図-2 観測値と d4PDF (各グリッド数) における日平均風速の累積分布関数 (cdf)。

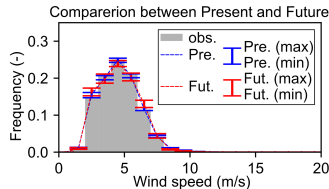


図-3 観測値と d4PDF の現在気候と将来気候における日平均風速のヒストグラム。

d4PDF は気候モデルによる出力値であるため、観測値との間にバイアスが存在する。そのため、このバイアスを補正することが気候変動影響評価を行う上で重要となる。既往の研究において、多くのバイアス補正手法が提案されているが、風速のバイアス補正には cdf 型手法が適していることが示唆されているため<sup>4)</sup>、本研究においても同様に cdf 型手法を適用することとした。d4PDF では現在気候、将来気候共に複数のアンサンブルメンバーが存在するが、本研究では d4PDF の現在気候と観測値の cdf を確認し、最も観測値の cdf と分布が類似したアンサンブルメンバーの補正係数を全アンサンブルに適用し、補正することとした。

### 3. 結果

図-3 に現在気候と将来気候の風速のヒストグラムを示す。現在気候に着目すると、バイアス補正を行ったことで、観測値と同様な分布を示していることが分かる。また、現在気候ではアンサンブルが 100 メンバー存在するが、メンバー間のばらつきは小さいことが分かる。一方、将来気候ではアンサンブルメンバー間のばらつきが現在気候と比べると若干大きいことが確認された。また、将来気候は現在気候に比べて風速がやや小さくなる可能性が示唆された。

そこでより詳細に発生傾向の変化を評価するため、特に大気-水域間の混合に影響すると考えられる強風に着目し、日平均風速が 10 m/s 以上の発生回数について、現在気候と将来気候で比較を行った(図-4)。その結果、将来気候における強風の発生頻度は SST 間で多少のばらつきは存在するものの、現在気候と

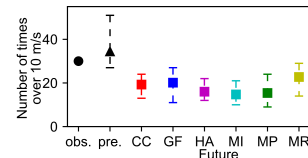


図-4 観測値と d4PDF の現在気候と将来気候における強風 (日平均風速 10 m/s 以上) の発生回数。

比べて小さく、Lake Monger では約半分まで減少する可能性が示唆された。炭素吸収量推定に用いられるバルク法における交換係数は風速の二乗で推定されるため、将来は炭素吸収量が減少する可能性が示唆された。

### 4. まとめ

本研究では気候変動下での淡水湖沼における炭素吸収量の推定に向けて、d4PDF を用いた強風の将来予測を行った。その結果、本研究で対象とした Lake Monger では強風の発生頻度が減少する可能性が示唆された。これは既往の研究において東京湾を対象に CMIP3 (8 モデル) および MRI-AGCM3.1H, MRI-AGCM3.1L を用いた検討と類似な傾向を示している<sup>5)</sup>。ただし、既往の研究では高空間解像度である MRI-AGCM3.1S (20 km) を用いた検討も行っており、強風が増加する可能性も示唆しており、空間解像度が強風の発生頻度に影響を及ぼしている可能性も推測されるため、検討を継続していく予定である。

[謝辞] JSPS 科研費 (JP18KK0119, JP21H05178, JP22K04337) の支援により実施した。ここに記して感謝の意を表する。

#### [参考文献]

- 1) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2021): Summary for Policymakers. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis, 2) Nelleman et al. (2009) : Blue carbon, A rapid response assessment, United Nations Environmental Programme, GRID-Arendal, Norway, 3) Lin et al. (2022): The impacts of the hydraulic retention effect and typhoon disturbance on the carbon flux in shallow subtropical mountain lakes, Science of the Total Environment, 4) Watanabe et al. (2022): Perceptions of practitioners on the importance and achievement of research and social implementation activities on marine and freshwater carbon, Frontiers in Marine Science, 5) Nakayama et al. (2013): Projection of "strong wind" events enhancing recovery from hypoxia in Tokyo Bay, Japan, Hydrological Processes, 6) Wanninkhof, R. (1992): Relationship between wind-speed and gas-exchange over the ocean, Journal of Geophysical Research. C. Oceans.