

市町村スケールでの気候変動予測情報創生の試み

課題責任者

杉山 徹 海洋研究開発機構付加価値情報創生部門地球情報科学技術センター

著者

杉山 徹*¹, 松田 景吾*¹,*¹ 海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 地球情報科学技術センター

キーワード：擬似温暖化実験，海風，MSSG，力学的ダウンスケーリング

1. はじめに

地球温暖化により，世界の平均気温は産業革命前より1℃以上上昇していると報告されている（IPCC-AR6/WG1）．日本国内でも日最高気温3.5℃以上の猛暑日の年間日数が増加傾向（気象庁：気候変動監視レポート 2021）にあり，熱中症搬送者数が全国で年1,000人に達するなど，現在でも夏季の暑さは厳しい状況である．国だけでなく自治体単位でも気候変動対策が求められており，その対策の策定には，既存の気候変動予測情報よりもさらに高解像度（市内の地域性が分かる程度）の情報が必要となっている．この背景の下，策定に資するデータの創生を行うため，横浜市環境創造局環境科学研究所と共同研究（横浜における都市の熱環境の改善に向けた研究）を実施した結果を報告する．その横浜市を含む神奈川県東部を対象に，既存の気候変動予測情報よりもはるかに高精細な320mという高解像度の気象シミュレーションにて将来気候を予測し解析した結果，海風には夏季の気温上昇（日中の気温上昇に加え，温暖化による気温上昇量）を抑制する効果があることが分かった．なお，本研究結果は，JAMSTECの情報サイト（海と地球の情報サイト，JAMSTEC-BASE）にも公開している[1]．

2. 擬似温暖化実験とダウンスケーリングの設定方法

本研究では，将来気候予測に擬似温暖化実験手法を用いた．使用した気象データの期間を10年間とし，実験開始時に，海洋の解析データ（mgdsst）が揃っていた2010年～2019年を選んだ．温暖化による気候変化の差分量としては，DDS5TK by SI-CAT [2]によるデータベース（12モデル31年分の，産業革命以前に比べ世界の平均気温が2℃上昇した場合と4℃上昇した場合に相当する予測データ，と過去再現実験データ）を用いた．擬似温暖化実験の中では，東日本から神奈川県東部へ多段階の双方向ネスト計算の力学的ダウンスケーリングにより，DDS5TK by SI-CATデータの5 km 解像度から3.3 km - 1.0 km - 320 m までの高解像度化を行った．このダウンスケーリングに用いた気象計算モデルは，JAMSTECで開発が進められているMSSG（Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment）の大気部分（MSSG-A）である．また，境界層，表層としてMYNN2.5，単層都市キャノピーモデル，Grellモデルを用い，Mstran-X放射モデルを用いた．

3. 平均気温分布から見る海風の気温上昇抑制効果

以下，神奈川県東部の夏季8月の平均気温，温暖化時の気温上昇量を解析するにあたり，降雨による気温低下日を除外するため「横浜市内の日降水量1.0mm未満の日」のみを使用している．図1に，現在気候，2℃上昇した場合，4℃上昇した場合の各場合についての気温を示す．各気温は，海面高度気温へ変換しプロットしている．また，カラーバーのスケールは，各パネルで異なる．全体的な特徴は，相模湾沿岸部や東京湾沿岸部線から内陸に向かって徐々に気温が高くなるという地域差が，市町村スケールで見られる点である．次に，図2に温暖化後の気温上昇量（気温差）を示す．例えば，横浜市内を見た場合でも，「2℃上昇した場合」は約1.4～1.6℃、「4℃上昇した場合」は約3.7～4.3℃と，それぞれ幅を持っており，こちらにも市町村スケールでの地域差があることが見られる．なお，点在している気温が低い場所は緑地に対応する．

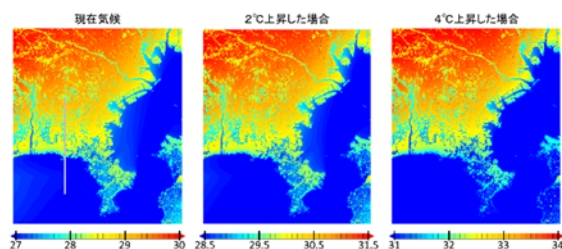


図1：擬似温暖化実験を行った10年分の8月の平均気温（海面高度気温）．現在気候（左）、2℃上昇した場合（中）と4℃上昇した場合（右）を示す．相模湾沿岸，東京湾沿岸は，内陸地域に比べて気温が低い傾向にある．

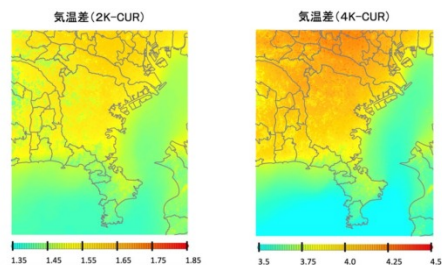


図2：将来気候と現在気候との気温差（上昇量）．2℃上昇した場合（左）、4℃上昇した場合（右）を示す．海上では陸上より上昇量が小さく，気温上昇抑制の要因となる特徴が見られる．

図1, 2に見られるような沿岸域での気温と、気温上昇量が低い傾向にあるのは、海風による効果である事を示すために、この10年間の8月の計算結果の中から、顕著な相模湾からの海風が発生した日を抽出して解析した。図3に、海岸線からの距離に対する気温と気温上昇量を2℃上昇した場合について示す。海岸線から10 km地点に海風前線が到達した時刻のデータを並べ、その平均気温を求めた。図3上パネルでは、温暖化することで、「現在気候 (CUR: 赤線)」から「2℃上昇した場合 (2K: 黒線)」へおよそ1.7~1.8℃程気温が上昇している一方で、「現在気候」と「2℃上昇した場合」のグラフ形状は、海岸線位置からの距離に対して同じような振る舞いをしており、温暖化した将来でも、海風前線が通過した地域 (10km 地点より海岸側) では、まだ到達していない内陸部より気温が低くなる傾向が見れる。このことから、海風により日中の気温上昇が抑制されていることが分かる。

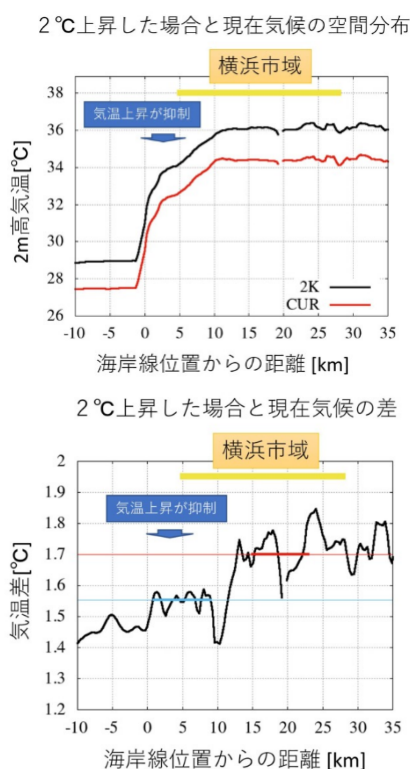


図3: 海岸線からの距離に対する気温のプロファイル (図1左の灰色垂直線に沿った位置)。(上) 10 km位置に海風が到達している日時の平均気温分布 (2℃上昇した場合: 2K, 現在気候: CUR) を示す。海風が到達している地域 (10 km よりグラフ左側) の気温が、内陸の気温より低くなっている様子は、現在気候でも将来気候でも同じであり、日中の気温上昇が海風により抑制されている。(下) 「現在気候」と「2℃上昇した場合」の気温差の空間分布。海風が到達している地域では約 1.55℃ (青太線域 1~9 kmの平均値)、内陸では約 1.70℃ (赤太線域 15~23 kmの平均値) の上昇となっており、その差におよそ 0.15℃あることから、温暖化による気温上昇が抑制されていることが分かる。

図3下に「2℃上昇した場合」と「現在気候」の気温変化量を黒線にて示す。海風が到達した地域の平均気温上昇量は、1~9 kmの平均で約 1.55℃ (青太線)、まだ到達していない地域の平均気温上昇量は、15~23 kmの平均で約 1.70℃ (赤太線) である。海風が到達した地域では、まだ到達していない地域に比べて平均気温上昇がおよそ 0.15℃ 抑えられることが分かる。つまり、温暖化による気温上昇が抑制されている。温暖化に伴う海水面温度の上昇量が、大気気温上昇量より小さいこと (図2参照) が、本結果につながっている。

4. 本結果の活用に向けて

共同研究を行っている横浜市域を例に見ると、市の南部地域では、2℃上昇した場合も4℃上昇した場合も、同じように海風の恩恵を受けられていることが見て取れる。海風前線が北上すれば、時間のずれを伴うが、北部地域も気温の上昇が抑制されている。このことから、横浜市域では、海風が市内に進入することにより、日中の気温上昇のみならず、温暖化による気温上昇が抑制され得ることが分かった。本計算では、時間帯ごとの気温分布情報も作成しており、本報告の日中の海風発生時に関する情報のみならず、熱帯夜対策に資する情報としても今後活用が期待できる。

街中の暑熱環境は、温暖化により厳しくなっていることから、温暖化緩和策に加えて、避けられない気温上昇への適応策による対応が必要となる。ここで得られた情報は、その立案に資するものになるであろう、つまり、具体的な街区内の建物配置を計画する際に、ここで得られた気象場の情報を利用することである。実際、昨年度以前に報告している微気象計算の技術を利用することで、その具体的な計画へ貢献できる手段や技術を、我々は有しており、海風の恩恵を利用できる建物配置や形状の考察を、地区のエリアマネジメントと協働していくことが考えられ、次年度以降の計算計画に取り込んでいる。

謝辞

本研究では文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム (SI-CAT) により、地球シミュレータを用いて作成された d4PDF を力学的ダウンスケールしたデータ (DDS5TK by SI-CAT) を使用した。また、横浜市環境創造局環境科学研究所との共同研究内容を含みます。

文献

- [1] <https://www.jamstec.go.jp/j/pr/topics/column-20221226/>
- [2] Sasai, T., Kawase, H., Kanno, Y., Yamaguchi, J., Sugimoto, S., Yamazaki, T., Sasaki, H., Fujita, M., & Iwasaki, T. (2019). "Future Projection of Extreme Heavy Snowfall Events With a 5-km Large Ensemble Regional Climate Simulation". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(24), 13975-13990.