

ダウンスケール手法による気候変化時の気象場詳細計算と融合可視化・情報展開

課題責任者

杉山 徹 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター

著者

杉山 徹 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター

佐土原 聡 横浜国立大学 大学院 都市イノベーション学府

夏季の街区熱環境の改善に寄与する現象を考察する。海風を利用する場合、海水面温度（SST）により、その海風の気温が変化する事が考えられる。そこで、SST に対する街区の暑熱環境の感度実験を行った。コントロールケースより SST を 3℃ 上昇させても、街区の気温上昇は 1℃ 未満であった。

キーワード：ヒートアイランド, 海風, 適応策, 横浜みなとみらい 21

1. はじめに

夏季の都市内の暑熱環境を改善する適応策に関して、これまでに海風の利用に関する報告を行ってきた。ここでは、海水面温度（SST）が海面上の気温と同程度である事を前提として数値シミュレーションの境界上を設定している。一般的に SST は、都市内部の気温に比べ低いため、この海面上の比較的低温な空気を都市内に導く事ができれば、都市内の暑熱環境を改善する事が期待できる。いわゆる、海風効果である。我々は、横浜湾に面した「みなとみらい 21 地区」を対象に、この海風を利用した都市内の冷涼空間の創出現象の発生メカニズムを数値シミュレーションからの解析から明らかにしてきた。前回のまでの報告により、特に、上下の空気塊の移動（鉛直方向の換気）機構により沿岸に面していない内地（海域より数百メートル内地）においても、海風が進入していることを示した。また、その上下の運動は、建物の風下側に形成される後流渦に起因されることが分かった。

では、その SST が海面上の気温より高くなる場合は、これまでのように冷涼な海風を利用する事が可能であろうか。適応策として海水を冷熱源として用いた場合、温排水の排出により結果として海水温度の上昇を招く。本報告では、このような人為的な海水温上昇を想定し、SST の変化に対し都市内の気温への影響を数値シミュレーションにより確かめる実験を行った結果を報告する。対象地域として、これまで同様に、横浜市みなとみらい 21 地区とする。

2. 計算設定

3次元の放射計算や樹木の蒸散効果を取り込める LES 計算モデル（MSSG）を用いて実行した。海水温の影響を捉えるために、海水域の面積を実際の領域より広く設定した。具体的には、昨年度実施した MM21 を中心とした領域（水平約 5km 四方、鉛直約 1000m）に対し、東側に領域を 2 倍に拡大し、その領域を海域と設定した。2016 年

7月30日の12:00～14:00の気象条件の下で計算を行った。

計算開始時の大気の状態は同じであるが、初期の SST を以下の4つの温度に設定し、感度実験を行った。

(1) 初期大気第一層（最下層）気温と同じ 29℃

[コントロールケース]

(2) 高温化させた 32℃、35℃

(3) 低温化させた 27℃

全水域（海域・河川域を含む）において、上記水温での固定値を境界条件としているため、SST の値は変化しない。また、大気領域のみの計算である。

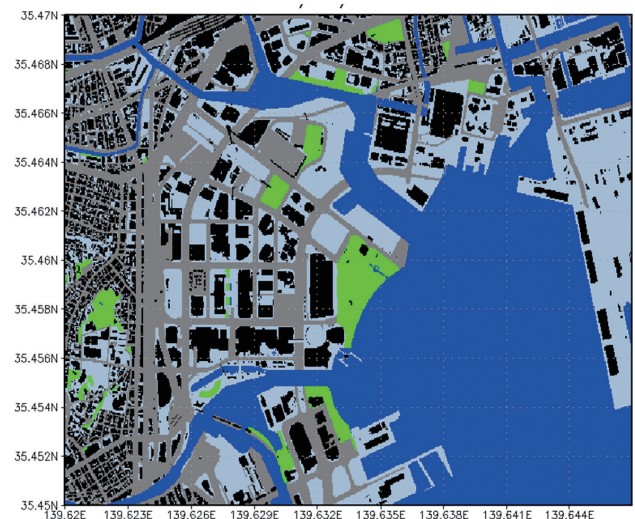


図1 計算領域の中心付近。外側（東側）に仮想海域を設け、海上での境界層の発達を取り入れられるようにしている。

3. 計算結果

図2に、緯度 35.4593（図1参照）の鉛直断面における気温分布を示す。左側パネルより SST が 27、29、32℃ の場合である。各パネルの右側に海水面、左側に陸面が位置し、白抜き部分が建物と地面位置となっている。カラーコンターで気温分布を表現している。気象条件は、海風

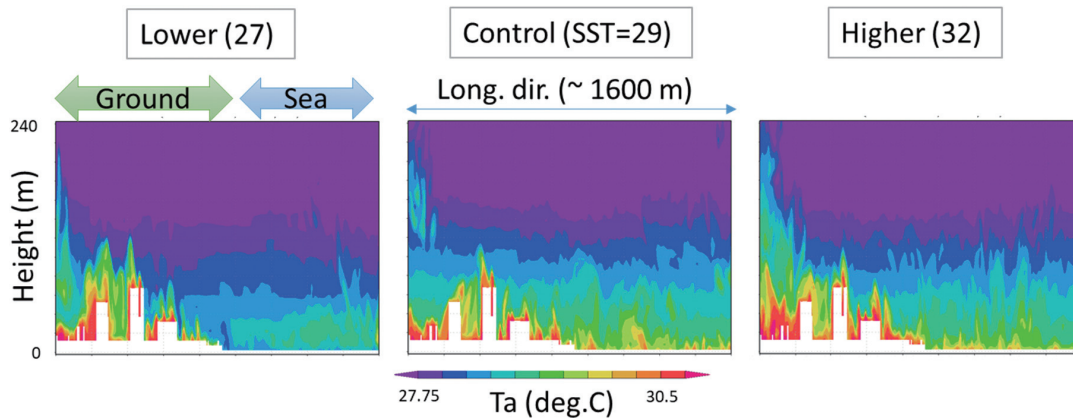


図2 SSTの違いによる海上・陸上における気温の空間分布(図1、緯度35.4593における東西断面)。SSTが大気第一層(最下層)の気温より低い場合(左)と、同じか高い場合(中央、右)では、上下方向の気温分布の違いがみられる。

が吹いている時間帯のため、図2の右側から左側に背景風がある。

海上の気温分布に注目すると、気温よりSSTが同じか高い場合(中央、右側パネル)、水面からの顕熱により大気が不安定となり上下方向の対流が促され、より上方まで高温領域の拡散が確認できる。一方、低い左図の場合(左側パネル)、温度逆転層により上下方向の対流が抑えられるため、拡散も抑えられている。ここで注目されることは、コントロールケースと高温化ケースで、差がほとんどない事である。海水温が3℃上昇させているにもかかわらず、海上での気温分布に差が無く、陸上においても上昇が1℃未満に抑えられている。境界層内での温度の均一化の結果と考えられる。

実際の人への影響を考察するために、各SSTのケースに対して、陸上域・海上域のそれぞれにおける暑さ指数(WBGT値)を図3に示す。陸上域・海上域共に、SSTの上昇に対してWBGT値が上昇していくが、図2に見られたようにSSTの上昇に対しての上昇率は低く、大きな影響が見受けられない。つまり、SSTの上昇による熱フラックスの増加により、乾球・湿球の温度の上昇につながり、その大気が海風となり街区に進入していくが、WBGT値で定量評価した場合、その上昇率は低く抑えられている。

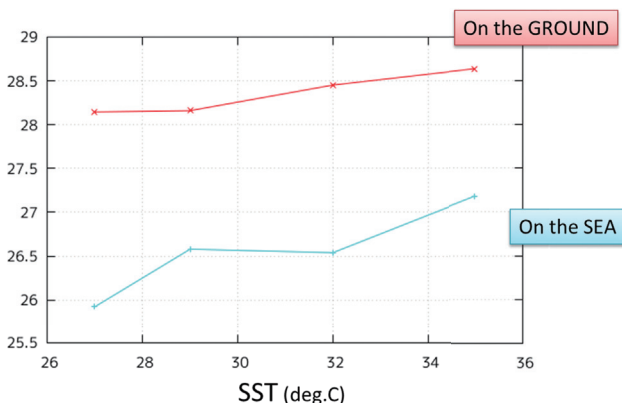


図3 陸上・海上におけるWBGT。SSTの上昇に伴いWBGT値も上昇するが、その上昇幅は僅かである。

4. まとめ

横浜港を起源とする涼しい海風がみなとみらい地区の気温に影響を与える。その海風の特徴を決める横浜港の水温に関して、その高温化が生じた場合の変化に対して内陸の熱環境への影響は小さいことが、今回の計算から確認された。

謝辞

計算を行う際の土地利用データに関しては、横浜市から提供された都市計画基礎調査データを利用しました。横浜国立大学共同研究「都市の熱環境解析とその実践的な活用に関する研究」における成果を含みます。計算設定時には、SI-CAT(気候変動適応技術社会実装プログラム)の技術開発において開発されたツールを使用しました。

Downscale Simulations and In-situ Visualizations

Project Representative

Toru Sugiyama Center for Earth Information Science and Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Authors

Toru Sugiyama Center for Earth Information Science and Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Satoru Sadohara Institute of Urban Innovation (IUI), Yokohama National University

We consider a heat environment in summer, especially we report a sensitivity experiment on SST in the sea faced district. The air temperature increases in the district is less than 1 degree Celsius even if I raised SST 3 degrees Celsius than a control case.

Keywords: Heat island, Sea breeze, Adaptation, Yokohama Minato-Mirai 21

We have been reporting on the use of sea breeze for adaptation measures to improve the heat environment in the city during the summer season. There, it sets on the boundary of numerical simulation on the premise that the sea surface temperature (SST) is about the same as the temperature on the

sea surface. Generally, since SST is lower than the temperature inside the city, if we can lead relatively cold air on this seawater surface into the city, we can expect to improve the heat environment in the city. It is a so-called sea breeze effect. We have clarified the occurrence mechanism of the cool space creation phenomenon in urban areas using this sea breeze from the numerical simulation analysis for the "Minato Mirai 21 area" facing the Yokohama Bay. According to the report of the previous. Then, if the SST becomes higher than the temperature on the sea surface, is it possible to use the cool sea breeze as it has been before? When seawater is used as a heat sink as an adaptation measure, discharge of hot waste water will result in an increase in seawater temperature. In this report, we report on the results of experiments to verify the influence on the temperature in the city by numerical simulation against the change of SST assuming such an artificial seawater temperature rise. As target area, as before, we will have 21 Minato Mirai area in Yokohama.

Cool sea breeze originating from Yokohama Port affects the temperature in the Minato Mirai district. Regarding the

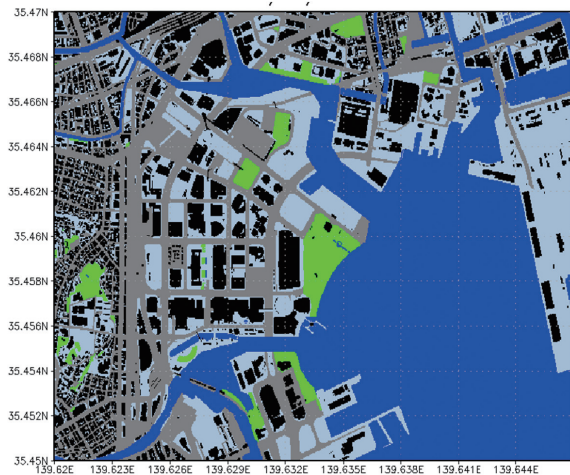


Fig. 1 Simulation Area. We have added vertical sea area outside of the right side end in order to observe the boundary layer.

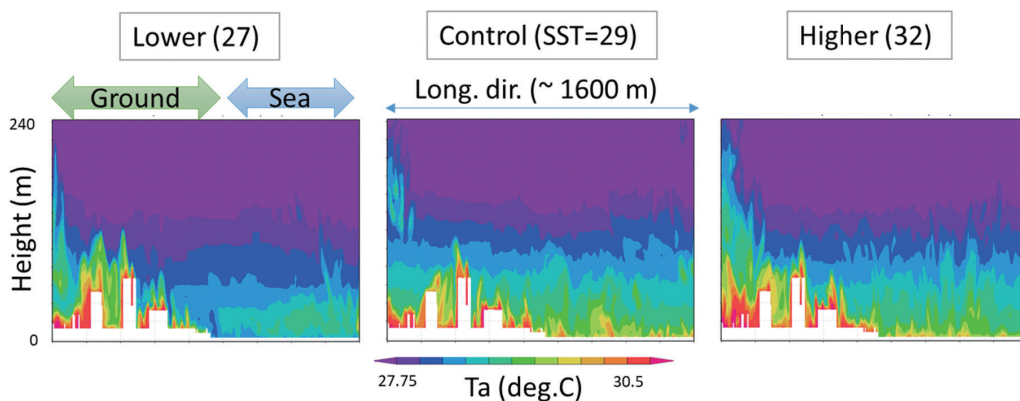


Fig. 2 Dependence on the SST. From left to right, the boundary condition of SST is 27, 29, and 32 deg. C.. Each panel shows the air temperature in the vertically sliced plane at lat.=35.4593 in Fig. 1.

water temperature at Yokohama Port which determines the characteristics of the sea breeze, it is confirmed from this calculation that the influence on the inland thermal environment is small with respect to the change when the high temperature occurs.

Acknowledgement

This work is a part of collaboration with YNU. The GIS, and CAD data are supported from Yokohama-City. The GIS conversion tools developed in SI-CAT project are used.

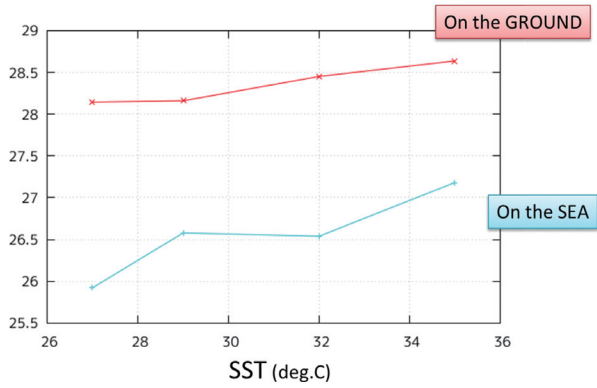


Fig. 3 Dependence of WBGT index on SST. The index increases slightly as SST.