

# 日本周辺の海面水温分布がもたらす気温前日差の気候学的地域性

気象・気候ダイナミクス研究室 関陽平（立花義裕教授）

## 1 研究背景

近年、気象データを活用する動きが国を挙げて進んでいる<sup>[1]</sup>。ビジネスに活用する気象データとして、気温や湿度などの絶対量のほか、気温の前日差や前年比などの相対量も利用されている。気温の相対量は体感温度に関係しており、常盤（2012）<sup>[2]</sup>では体感温度の変化に伴って売り上げが変わる商品が数多く存在することを示している。このような相対量を用いることで、より高精度の需要予測を可能にしている。

相対量の一つである気温の前日差は天気予報などで用いられ、暑い寒いといった相対的な感覚をわかりやすく理解する指標として広く知られている。Fujibe et al. (2018)<sup>[3]</sup>では同じ気温でも前日との気温差によって熱中症による死亡リスクが変化することを示している。また、前日差が大きいと体調を崩しやすいことから、前日差の気候学的理解は健康面においても重要である。

今後温暖化したときに、日々気温幅がどう推移していくのかは関心のある問題である（Fujibe et al., 2007<sup>[4]</sup>; Griffiths et al., 2005<sup>[5]</sup>）。Fujibe et al. (2007) では、日最高気温の日々気温幅（月内標準偏差）の長期変化はなく、日最低気温の日々気温幅は減少していることを示している。また、気候学的な日々気温幅の一部地点の比較は行っているが、空間的にどの地域で大きいのか、また、なぜ地域によって差があるのかは述べていない。本研究で示す前日差の指数は結果的にはあるが、日々気温幅と気候学的に似ていることを確認した（図略）。つまり、前日差の気候学的特徴の理解は、気候変動への理解を深めることにもつながるであろう。

本研究では、日本全国における日最高気温及

び日最低気温のそれぞれの前日差に着目し、季節性・地域性を気候学的に理解すること、また、それらの気候学的形成要因を探ることを目的とする。修士の研究発表会においては、日最高気温の前日差の気候学的形成要因と考えられる海陸の温度コントラストの効果を探ることに重点を置いて発表する。

## 2 使用データ

本研究では観測値である気象官署データ及び、AMeDAS<sup>[6]</sup>のデータを用いる。解析期間は1986年から2015年までの30年分（欠損日を除く）、対象の地点は8割以上のデータ日数が存在する818地点とする。

世界の日最高気温の観測データとしてGHCND（Global Historical Climatology Network-Daily<sup>[7]</sup>）のデータを用いる。GHCNDデータには以下の方法でフィルタリングを施した。

- (1)1986~2015年まですべての年で少なくともデータがある
- (2)気温のデータが明らかにおかしい場合は欠損値とみなす
- (3)全期間のうち8割以上のデータがある
- (4)日本の地点を除く（日本のデータはAMeDASのデータを用いるため）
- (5)南半球の地点を除く（計算速度の都合上）

以上のフィルタリングの結果、GHCNDデータでは5721地点が対象地点となる。

また、日平均海面水温のデータとして、水平格子間隔0.25度のOptimum Interpolation Sea Surface Temperature（Reynolds et al., 2002<sup>[8]</sup>）再解析データを使用する。

### 3 解析手法

前日差を気候学的に評価するために以下に示す手順で気温急低下指数と気温急上昇指数の二つの指数を定めた。前日差の30年分の各月毎の10パーセンタイル値を求める。その後、10パーセンタイル値以下の前日差を条件として標準偏差をとったものを気温急低下指数とした。同様に、90パーセンタイル値以上の前日差を条件としたものを、気温急上昇指数とする。これらの指数の値が大きいほど、10日に1回ほどの頻度で起こる前日差が大きいことを示す。ただし、10%という閾値は気温の急激な変化に限定するためのものだが、本研究で示す結果は、閾値に対して大きく手法依存しないことは確認済みである。

海陸の温度コントラストを測る指標として、各観測地点の日最高気温とその観測地点から最も近い日平均海面水温のグリッドポイントの値の差を用いる。いくつかの地点では、同距離のグリッドポイントが存在したが、全体の母数に対して多くないため、本研究では無視する。

最高気温前日差の形成要因の確認のため、領域気象モデルである WRFver.4.0 (Weather Research and Forecasting) を使用した。計算期間は北海道オホーツク海側に位置する紋別で前日差 -19.8 度を記録した期間を含む 1998 年 5 月 4 日 18UTC~8 日 00UTC とし、大気場の初期値・境界値として水平格子間隔 0.75 度の ERA-interim (Simmons et al., 2007<sup>[9]</sup>) を、海面水温の初期値境界値としては OISST のそれぞれ 6 時間毎のデータを用いた。計算領域は北海道を中心とした Fig.1 の外枠の範囲と赤枠で囲われた範囲でそれぞれ 15km と 5km の水平格子間隔で計算を行った。本研究では、現実の場を再現した実験 (CTL\_RUN) と Fig.1 の赤枠内で海面水温を 6°C 上昇させた実験 (SST+6°C\_RUN) の 2 つの実験を比較し、オホーツク海が冷たいことによって前日差が大きくなっているかを検証する。

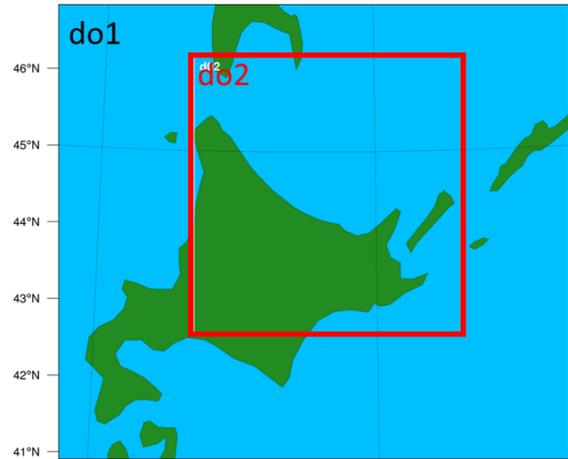


Fig.1 WRF の計算領域. ドメイン 1 が外枠, ドメイン 2 が赤枠を示す。

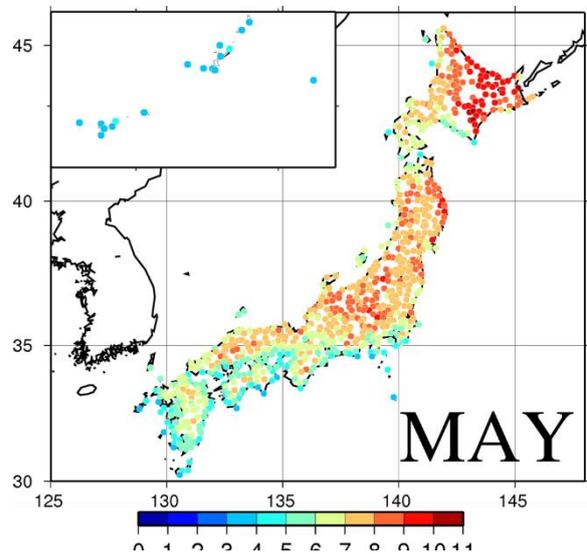


Fig.2 5月の最高気温急低下マップ[°C]. 色は気温急低下指数の気候値を示す。

### 4 結果と考察

前日差の地域性・季節性を評価するために、各月毎に最高気温急低下指数と最高気温急上昇指数の気候値を用いて、最高気温急低下マップと最高気温急上昇マップを作成した。ここでは特徴的な5月の最高気温急低下マップを示す (Fig.2)。様々な時間スケールの気温差の地域性として、高緯度でかつ、内陸で大きいといった特徴が挙げられる (日較差, 年較差など)。それに対して、5月の最高気温急低下マップは内陸も一部周囲よりも大きいのが、北海道オホーツク海沿岸や三陸沿岸でも大きいことがわかる。

これらの地域の特徴として、冷たい海が近くにあることが挙げられる。5月の海陸温度コントラストの値を見てみると (Fig.3), 上記の地域で非常に大きいことがわかる。冷たい海の存在は移流や拡散の観点からも、低温をもたらすことが想定される。

統計的に海陸温度コントラストが前日差に効いているかを検討するために、GHCND と AMeDAS のデータを用いて、5月の海陸の温度コントラストと最高気温急変指数との関係を見た (Fig.4)。海に近い沿岸域であるほど海陸温度コントラストと気温急変指数とは線形的な関係性を示すことが示し、距離が離れるほど明確な関係性がないことが示唆された。

次に、数値モデルでも海の効果を確かめてみる。CTL\_RUN と SST+6°C\_RUN の北海道オホーツク海側に位置する紋別の気温の時系列を見ると (Fig.5), 急低下する前日である5月6日のほとんどの時間で2つのRUNの差はなく、6日21時ごろから7日の終日にかけてCTL\_RUNのほうがSST+6°C\_RUNよりも寒いことが示された。その結果、最高気温前日差としても約3°Cほど異なり、オホーツク海が冷たいことによって前日差が大きくなっているこ

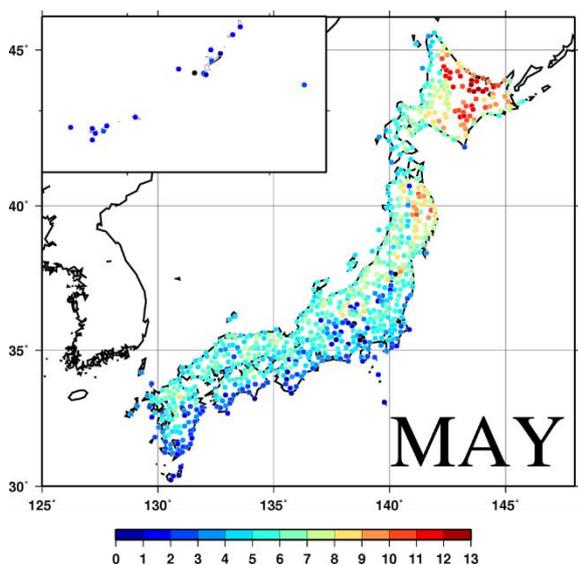


Fig.3 5月の海陸温度コントラスト[°C]. 陸地の観測地点の最高気温とその観測地点から最も近いSSTグリッドそれぞれ気候値の温度差を示す。

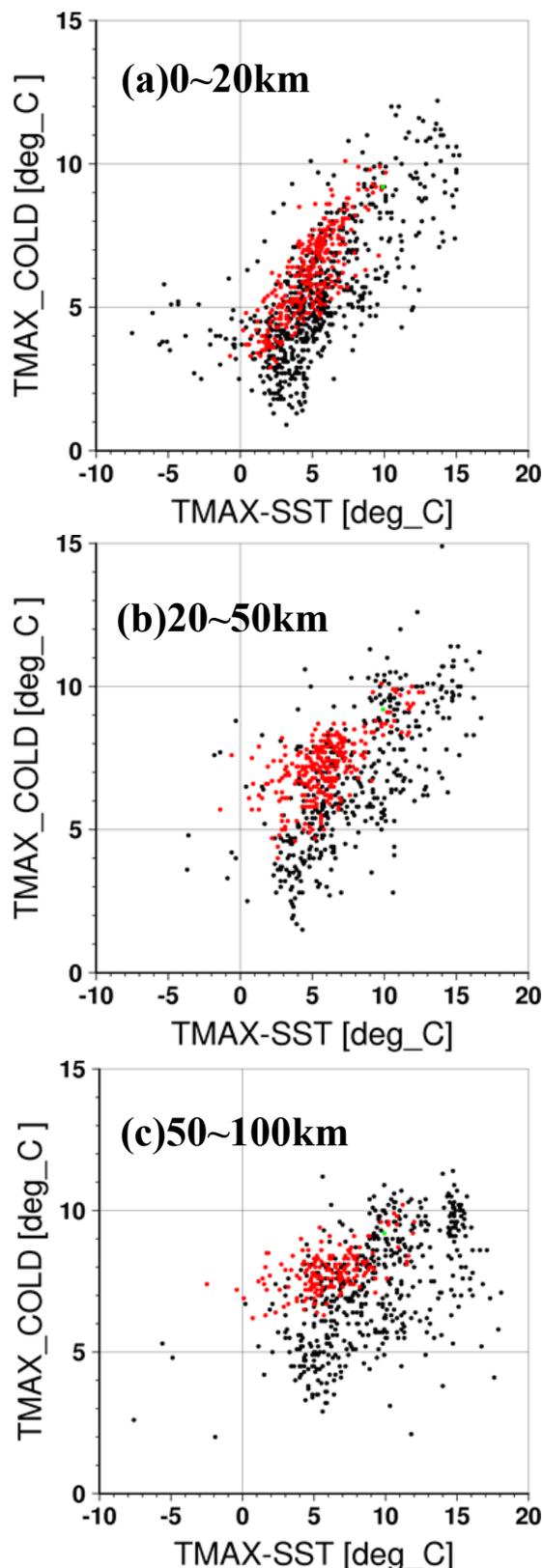


Fig.4 海陸温度コントラスト[°C] (横軸)と最高気温急低下指数[°C] (縦軸)の関係。それぞれ5月の気候値を示しており、黒丸がGHCNDのデータを示し、赤丸がAMeDASのデータを示す。海面水温のグリッドポイントから(a)20km以内(b)20~50km(c)50~100kmにそれぞれ含まれる地点である

とが示された。海面水温を 6°C 変化させて前日差が 3°C 変化することについての妥当性を考察すると、実際の場合として、北海道の東西で 6°C ほど海面水温は異なっており、急変指数も 3°C 程度異なっていることからそれなりに妥当な結果ということが考えられる。

以上より、統計的にも数値モデル的にも海に近い沿岸域では、海陸の温度コントラストの大きさが前日差に寄与していることが示された。しかし、海陸温度コントラストも最高気温急変指数もともに日最高気温から作られた指標であり、独立した関係とは言い難い。つまり、フェーン現象のような昇温するメカニズムがあって、それに加えて、冷たい海の有無が急変を強めるという認識が正しいことに気を付ける必要がある。

## 5 謝辞

本研究を進めるにあたり、立花義裕先生には熱心にご指導をいただきました。いつも納得できるまで丁寧に説明して頂いたこと、様々な意見を頂きながらも意見を聞かずに自分がやりたいようにやってきたこと深く感謝及びお詫び申し上げます。同研究室の小松謙介氏にはモデルのデータを提供して頂きました。安藤雄太氏にはデータの取得を行っていただきました。お二方の先輩なしではここまで研究を進めることができなかつたと思います。また、様々な点で助言を頂きました西井和晃先生、飯島慈裕先生をはじめとした先生方、そしてその他研究室の皆様へ感謝の意を表します。

## 6 参考引用文献

- [1] 出典：気象ビジネス推進コンソーシアム <https://www.wxbc.jp/>
- [2] 常盤勝美 (2012) マーチャンダイジングと季節, 地球環境, 17, 99-106.
- [3] Fujibe, F., Matsumoto, J., and Suzuki, H. (2018) Regional Features of the Relationship between Daily Heat-Stroke Mortality and Temperature in Different Climate Zones in Japan, SOLA, 14, 144-147
- [4] Fujibe, F., Yamazaki, N., Kobayashi, K., and

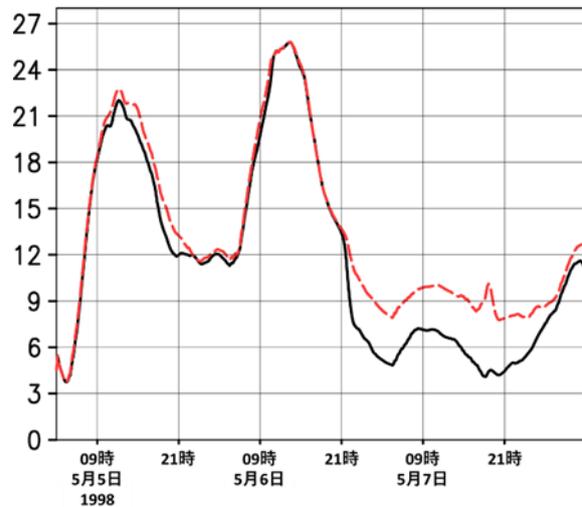


Fig.5 数値モデルによる紋別（北緯 44.34 東経 143.35）の気温の時系列[°C]. 1998年5月4日05時から8日の08時までを示しており、黒線が CTL\_RUN, 赤線が SST+6°C\_RUN

Nakamigawa, H. (2007) Long-term changes of temperature extremes and day-to-day variability in Japan, Paper in Meteorology and Geophysics, 58, 63-72.

[5] Griffiths, G. M., L. E. Chambers, M. R. Haylock, M. J. Manton, N. Nicholls, H.-J. Baek, Y. Choi, P. M. Della-Marta, A. Gosai, N. Iga, R. Lata, V. Laurent, L. Maitrepierre, H. Nakamigawa, N. Ouprasitwong, D. Solofa, L. Tahani, D. T. Thuy, L. Tibig, B. Trewin, K. VEDIAPAN and P. Zhai, (2005) Change in mean temperature as a predictor of extreme temperature change in the Asia-Pacific region. Int. J. Climatol., 25, 1301-1330.

[6] 出典：地域気象観測システム（アメダス）  
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/amedas/kaisetsu.html>

[7] Menne, M.J., Durre, I., Vose, R.S., Gleason, B.E., Houston, T.G. (2012) An overview of the global historical climatology network-daily database. J. Atmos. Ocean. Technol., 29, 897-910.

[8] Reynolds, R. W., N. A. Rayner, T. M. Smith, D. C. Stokes, and W. Wang (2002) An improved in situ and satellite SST analysis for climate, J. Clim., 15, 1609-1625

[9] Simmons, A., C. Uppala, D. Dee, and S. Kobayashi (2006) ERA-Interim: New ECMWF reanalysis products from 1989 onwards. ECMWF Newsletter, 110, 25-36