

海洋性気候を考慮した夏の長期化の原因

*滝川真央¹ 立花義裕¹

(1:三重大学大学院 生物資源学研究科)

1 序論

日本の気候の特徴として四季がはっきりしていることが挙げられる。旬の食材を利用した料理や季節感を詠った和歌、四季折々の行事など日本文化と四季は昔から切っても切り離せない関係にある。

しかし、日本の四季は崩壊しつつある。

近年春や秋でも「真夏並みの暑さ」と報道される日が多くなってきている。それに伴い、「日本の夏は長くなっている」「春と秋がなくなってしまった」との主張が散見される。

春と秋の高温化によって様々な影響が出る。例えば、暑さに慣れていない春の高温化によって熱中症になるリスクが高まる。また、酷な残暑と乾燥により秋冬野菜の定植やそれ以降の作業に影響が出ている。このような春と秋の高温による影響・リスクの把握や適応策を考えるうえでも、近年にかけて夏の期間変化傾向を示し、その原因について具体的に解明することは非常に重要である。

実際に、中国やヨーロッパなど夏が長期化していることが示されている地域が存在している (Yan et al. 2011^[1]; Peña-Ortiz et al. 2015^[2])。

また、Lin and Wang, 2022^[3]では、北半球の夏の開始日は 1960 年—2014 年で一年当たり約 0.19 日早まり、夏の終了日は約 0.19 日遅くなっていることが示されている。しかし、2015 年からのデータを含めた夏の期間変化についてはまだ明らかにされていない。また、北アメリ

カ大陸やヨーロッパ、ユーラシア大陸などを中心に議論がされていたため、日本などの島国や島国を取り囲む海洋の夏の長期化については言及されていない。そして、長期化の原因については十年規模変動をもとに議論を進めており、気候の特徴を前提とした原因の議論については行われていない。

そこで、本研究では夏の特徴を調査し、近年にかけての夏の長期化傾向を解明することを第一の目的とする。さらに、解析の結果、日本の夏の長期化が特異であることが確認されたため、日本の夏の長期化の原因について解明することを第二の目的とする。

2 使用データ・解析手法

本研究では、気象庁第 3 次長期再解析データ JRA-3Q^[4] から 2m 気温の Daily データ、気象庁・全球日別海面水温解析データ MGD SST^[5] から SST の Daily データを使用した。期間は 1982 年—2023 年の 42 年間である。

まず、夏の特徴である開始日と終了日、期間をグリッドごとに閾値を作成し、定義した (図 1)。まず、年ごとに日平均の最高気温と最低気温を抽出する。そして最高気温と最低気温の差を 42 年間分平均してその 3/4 の値を閾値とした。そして、気温の 5 日間移動平均値から閾値を超えた最初の日 (最後の日) をその年の夏の開始日 (終了日)、開始日から終了日までの日数を夏の期間と定義した。

まず、北半球の夏の特徴を調査するために、夏の開始日、終了日、期間、日平均気温が最高になる日（以下、気温のピーク日）を各年で調べそれぞれの平均値を求めた。そして、これらの変化傾向を明らかにするために、トレンド解析を行い、 t 検定を用いて有意性を調べた。最後に、なぜ日本の夏が長期化しているのかを明らかにするために、海洋との関係性から調査を行った。

3 結果・考察

3.1 夏の特徴

開始日について、大陸の夏の開始日は内陸部ほど早く沿岸部ほど遅い傾向がある。海洋の夏の開始日は6月後半から7月中であり、大陸と比較してとても遅い傾向である。日本については、大陸の沿岸部と同様かそれ以降である6月中に夏の開始日が到来する。

終了日について、ユーラシア大陸の内陸部、沿岸部を問わず9月上旬に夏の終了日が到来する。海洋については9月後半から10月中であり、こちらも大陸の特徴と比較して遅い傾向にある。また、日本については夏の終了日が9月下旬ごろである。

夏の期間について、内陸部、低緯度で期間が長い傾向にあり、海洋周辺、高緯度で期間が短い傾向にあった。

気温のピーク日について（図2）、大陸ではほとんどの地域で7月までに気温のピーク日が到来することが示された。それに対して、海洋ではたいてい8月の中旬以降に気温のピーク日が到来しており、大陸と海洋で大きな差が示されている。日本の気温のピーク日については、8月の前半であり、大陸などたいていの国よ

りも気温のピークが到来するのが遅い。

夏の特徴について、大陸と海洋で大きく違いが示された。この季節進行の違いについて、熱容量が大陸と海洋で異なることが原因と考えられる。

また、日本は陸でありながら、大陸の夏の特徴と異なった夏の特徴を見せた。これは、海洋の影響を受けやすい大陸の沿岸部の夏の特徴とも異なっている。そして、日本は海洋の夏の特徴に近い夏の特徴を示している。日本は季節進行が独特の進行であり、海洋の影響を特に受けやすい土地であると考えられる。

3.2 夏の長期化

まず、気温のピーク日について、有意な変化はほとんどの地域で見られなかった。

夏の開始日は、有意な変化が見られたのは、主に日本から北太平洋の東部までの範囲と地中海周辺とユーラシア大陸極北部である。

夏の終了日は、有意な変化が見られたのは、主にユーラシア大陸東部から北太平洋中央部までの範囲、カナダ東海岸周辺、アラビア半島周辺、北極海周辺である。

夏の期間については、北アメリカ大陸、ユーラシア大陸の内陸部以外のほとんどの地域で有意な変化が見られている。

最後に、夏の開始日の有意な早期化と夏の終了日の有意な遅延化が当てはまる領域を確認する（図3）。両方の特徴が当てはまる地域はとても少なく、ほとんどの地域がこの条件に当てはまらない。しかし、日本周辺部とその場所に近い北太平洋中央部はその条件に当てはまる地域であることが示されている。このことから、日本周辺部の夏の長期化は前後に

長引くという異常な状態であることが考えられる。

また、冬の期間についても同様に確かめた結果、有意に前後に短期化した領域はほとんど示されなかった。

3.3 日本の夏の長期化の原因

原因を考えるために、日本の季節進行と関係が深いと考えられる海洋に着目し、夏の開始日付近である5月後半と6月前半、夏の終了日付近である9月後半と10月前半のSSTと2m気温の変化傾向と、夏の長期化傾向をSSTと2m気温から解析した結果を確認した。

まず、開始日の温度の変化傾向を確認した結果、太平洋周辺ではSSTの上昇が確認された範囲で2m気温の上昇が示されており、大西洋周辺では、SSTの上昇が確認された範囲で2m気温の有意な変化が示される範囲が少ないことが確認された。終了日付近についても同様である。

また、夏の長期化傾向についても、太平洋周辺ではSSTと2m気温の両方の結果が一致する範囲が多く示されたにも関わらず、大西洋周辺では太平洋の結果と比較して、一致する範囲がほとんど示されなかった(図4)。

以上の結果から、日本を含めた太平洋周辺ではSST、2m気温の変化傾向と夏の長期化が示された範囲が一致する場合が多かったことから、太平洋の周辺はほかの場合と比較して海洋との関係が深く、お互いに影響しやすいと考えられる。そのため、日本の特異な夏の長期化は海洋の昇温が一因であると考えられる。

本研究では、夏の特徴を調査し、近年にかけた夏の長期化傾向を解明することと、特異であった日本の夏の長期化の原因について明らかにすることを目的とした。その結果、日本は大陸と比較して夏の開始日や終了日、気温のピーク日が遅れている特徴があり、夏の前倒しと後ろ倒しが双方存在する極めて特徴的な場であることが示唆された。そして、日本の夏の長期化の原因については、海洋の昇温が関係していることが一因と考えられる。しかし、海洋との関係について、メカニズムが明らかになっていないため、今後はそのメカニズムを解明することを目的とする。

参考・引用文献

- [1] Yan Z., Xia J., Qian C., Zhou W., 2011: Changes in seasonal cycle and extremes in China during the period 1960–2008, *Adv. Atmos. Sci.*, **28**, 269–283.
- [2] Peña-Ortiz C., Barriopedro D., García-Herrera R., 2015: Multidecadal variability of the summer length in Europe, *J. Climate*, **28**, 5375–5388.
- [3] Lin, W., Wang, C., 2022: Longer summers in the Northern Hemisphere under global warming, *Climate Dyn.*, **58**, 2293–2307.
- [4] Kosaka, Y., S. Kobayashi, Y. Harada, C. Kobayashi, H. Naoe, K. Yoshimoto, M. Harada, N. Goto, J. Chiba, K. Miyaoka, R. Sekiguchi, M. Deushi, H. Kamahori, T. Nakaegawa; T. Y. Tanaka, T. Tokuhiro, Y. Sato, Y. Matsushita, and K. Onogi, 2024: The JRA-3Q reanalysis. *J. Meteor. Soc. Japan*, **102**, 49–109, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2024-004>.
- [5] 栗原幸雄, 桜井敏之, 倉賀野連, 2006: 衛星マイクロ波放射計, 衛星赤外放射計及び現場観測データを用いた全球日別海面水温解析, 測候時報, **73**, S1–S18.

4 まとめ・今後の展望

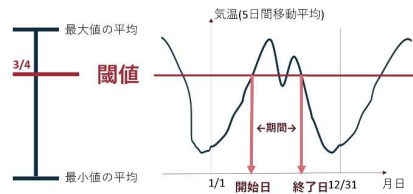


図 1: 閾値, 開始日, 終了日, 期間の定義

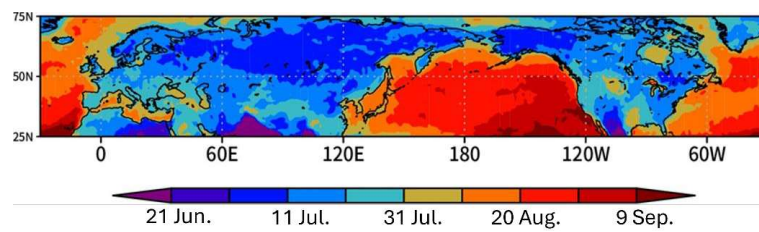


図 2: 7/31 を基準とした気温のピーク日の日付

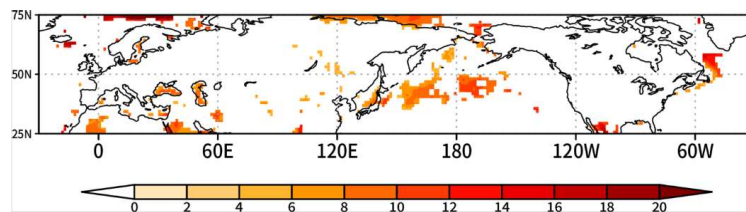


図 3: 開始日の前倒し・終了日の後ろ倒し両方が当てはまる領域

(陰影: 期間の長期化傾向を示す)

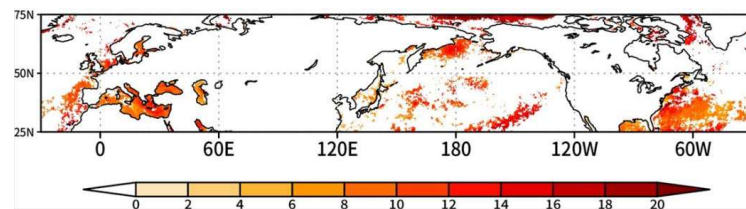


図4: SST における開始日の前倒し・終了日の後ろ倒し両方が

当てはまる領域

(陰影: 期間の長期化傾向を示す)