

# 災害級の冷夏が近年発生していない理由とは？

気象・気候ダイナミクス研究室 518375 天野 未空

指導教員：立花 義裕 教授

Keywords：災害級の冷夏，日本周辺の高気圧化，海面水温，合成図解析

## 1. 序論

“冷夏”とは、通常の夏と比べ、低温・日照不足となる夏のことを指し、日本の中でも主要な稲作地域である北日本は、度々発生する冷夏によって凶作に見舞われるなどの被害を受けてきた。例えば、1993年に発生した大冷夏では、当時のコメの需要に対し収穫量が大幅に不足し、海外から緊急輸入する事態に陥った。この時、耐冷性品種への転換などの冷害対策が取られたものの、2003年に再び冷夏が発生した際、その被害を完全に防ぐことは出来なかった。このような“災害級の冷夏”が発生する一因として、オホーツク海高気圧の存在が知られている<sup>[1]</sup>。冷涼湿潤な性質を持つこの高気圧が、夏季に発達・停滞することにより、北日本を中心に冷夏となる。その他、日本の夏に影響を及ぼす気圧配置パターンとして、太平洋－日本（Pacific-Japan, PJ）パターンがある<sup>[2]</sup>。前冬にエルニーニョ現象が発生すると、北太平洋西部熱帯域の海面水温が低下し、夏季のフィリピン海～南シナ海の対流活動が不活発となる。この影響が大気上層を介して日本付近まで及び、太平洋高気圧の張り出しが弱くなるために、日本は冷夏となる<sup>[3][4]</sup>。

こういった事実が先の研究により知られている一方、近年は“災害級の冷夏”は発生していないという事実もある。この理由を統計的に調べ、考察した先行研究は存在しない。そこで本研究では、この理由解明を目的とする。特に、オホーツク海高気圧発達や負のPJパターン発生の有無に着目し、近年と過去の冷夏事例との大気海洋場の比較・考察からこの理由を探った。本研究での成果は、今後の冷夏発生に関する考察の一助となり、水稻冷害予測や夏季気温予測の精度向上につながることを期待できる。

## 2. 使用データと解析手法

大気場のデータには気象庁 55 年長期再解析データ JRA-55<sup>[5]</sup>を、海面水温データには HadISST<sup>[6]</sup>を使用した。いずれも 7 月の月平均データを、1958-2020 年の 63 年分使用し、これを気候値と定義した。冷夏年の指標には、北海道と青森、岩手、宮城、秋田、山形、福島、新潟の一道七県を選択し、各道県の気象官署の中で、現在まで欠損なく観測している 40 地点の平均気温データを使用した。地点ごとに標準化したものを足し合わせ再度標準化を行い、北日本気温インデックスを作成した。この値が  $0.5\sigma$  以下である年を“災害級の被害をもたらした冷夏年”（以下、冷夏年）と定義した。またその結果により抽出された、最後の冷夏年の翌年以降～2020 年までを“近年”と定義した。はじめに、近年の大気海洋場の特徴を調べる

ために、合成図解析を行い、気候値と比べどのような特徴が見られるかを調べた。さらに、それらの特徴が冷夏年に見られる特徴とどのように違うのかを調べるために、冷夏年についても合成図解析を行い、近年と冷夏年の平均値の差の検定を行った。加えて、各種インデックスの作成を行い、冷夏が発生していない理由の考察を行った。

## 3. 結果・考察

### 3-1. 冷夏年の定義と近年の期間

前節で定義した冷夏年として、15 事例（1964 年、1965 年、1966 年、1974 年、1979 年、1980 年、1982 年、1983 年、1986 年、1988 年、2003 年、2005 年、2007 年、2009 年）が抽出された。また、冷夏が 2010 年以降発生していないことから、2010-2020 年を近年とした。

### 3-2. 近年の特徴

近年の合成図解析の結果、海面水温は（図略）、日本周辺や北太平洋東部、西部熱帯域で有意な高水温偏差となっていた。大気下層の高度場においては（図 1）、日本周辺および、北太平洋東部に有意な高気圧偏差が見られた。オホーツク海、フィリピン海付近に有意な差は見られなかった。大気上層の高度場においては（図 3）、カムチャツカ半島～北太平洋東部を中心に、日本を含む極東アジア～北太平洋東部にかけて、有意な高気圧偏差が見られた。

### 3-2. 冷夏年の特徴と近年との比較

冷夏年の合成図解析の結果、海面水温は（図略）日本周辺～北太平洋中央部にかけて低水温偏差となっていた。近年との比較より（図略）、日本周辺～北太平洋東部、西部熱帯域で近年の方が有意に高水温偏差であることが確認された。冷夏年の大気下層の高度場においては（図 2）、南シナ海～フィリピン海、日本周辺～北太平洋中央部にかけては、負の PJ パターンのような気圧偏差が見られた。加えて、樺太付近にオホーツク海高気圧と見られる高気圧偏差も見られた。近年との比較より（図略）、オホーツク海、フィリピン海付近には有意な差は見られなかった。一方、日本付近～北太平洋東部にかけては、近年の方が有意に高気圧偏差となっていた。ここまで見られた近年の特徴を踏まえた、各種インデックスを作成し（図略）、海面水温、オホーツク海高気圧、PJ パターンの発生等が、近年どのようになっているのかを 1 年ごとに確かめた（表 1）。これより、オホーツク海高気圧は近年も発生していることが分かった。それにも関わらず、近年冷夏が発生していない理由として、日本付近が高水温偏差となっている影響が考えられる。近年は、やませのような風

が吹いたとしても、海によって温められ相対的に“暖かいやませ”となっている可能性がある。また、負のPJパターンは近年発生していないことが分かった。この理由を探るために、日本付近の高度場インデックスを作成したところ（図略）、近年日本付近の下層の高度場は、有意に高気圧化していることが分かった。3-2で確認された大気上層の高度場の特徴も踏まえると、日本付近は近年下層～上層にかけて高気圧化していると言える。これにより、フィリピン海付近の影響が上層を介して日本付近に及びにくくなっており、そのために近年は負のPJパターンが発生していないと考えられる。また、大気上層の高・低気圧偏差は、偏西風の蛇行と関係していることから、この結果は、近年偏西風の蛇行パターンが変化している可能性を示唆していると考えられる。

#### 4. まとめと今後の展望

本研究の結果より、“災害級の冷夏”が近年発生していない理由として、次の2点が挙げられる。

①日本周辺の海面水温の上昇。このためオホーツク海高気圧が発達し、やませのような北東風が吹いたとしても、海によって温められ“暖かいやませ”となっている可能性がある。

②日本周辺の大気下層～上層が高気圧化。このため、フィリピン海付近が高気圧偏差であっても、その影響が日本付近まで及ばず、負のPJパターンが発生しない。

大気上層の高・低気圧偏差は大気大循環、偏西風の蛇行パターンと関係があることから、②は近年北半球の大気大循環が変化している可能性があることを示唆している。しかしながら、海面水温の上昇、大気下層～上層の高気圧化、大気大循環の変化が、自然変動と温暖化の影響のどちらであるかまでは今のところ考察出来ておらず、今後の課題としたい。また、自然変動であった場合、将来も“災害級の冷夏”が発生する可能性があるのかについても併せて探っていきたい。

#### 5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導をいただきました立花義裕教授には深く感謝いたします。また、多くのご助言を賜りました新潟大学の安藤雄太特任助教、同研究室の春日悟研究員、加藤茜氏、中村祐貴氏、竹端光希氏、松田佳奈氏、山中晴名氏、そしてその他研究室の皆様には感謝の意を表します。

#### 6. 参考・引用文献

[1] Yasu-Masa KODAMA et al., 2009: Air Mass Transformation along Trajectories of Airflow and Its Relation to Vertical Structures of the Maritime Atmosphere and Clouds in Yamase Events, *J. Meteor. Soc. Japan*, **87**(4), 665-685.  
 [2] Tsuyoshi Nitta et al., 1987: Convective Activities in the Tropical Western Pacific and Their Impact on the Northern Hemisphere Summer Circulation, *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 373-390.  
 [3] Xie S. P. et al., 2009: Indian Ocean Capacitor Effect on Indo-Western Pacific Climate during the Summer following El Niño, *Journal of Climate*, **22**(3), 730-390.  
 [4] Hisayuki Kubota et al., 2016: A 117-year long index of the Pacific-Japan pattern with application to interdecadal variability, *Int. J. Climatol.*, **36**, 1575-1589.  
 [5] Kobayashi S. et al., 2015: The JRA-55 Reanalysis: General Specifications and Basic Characteristics, *J. Meteor. Soc. Japan*, **93**, 5-48.  
 [6] Rayner, N. A. et al., 2003: Global Analyses of Sea Surface Temperature, Sea Ice, and Night Marine Air Temperature since the Late Nineteenth Century, *J. Geophys. Res.*, **108**(14) 4407-4410.

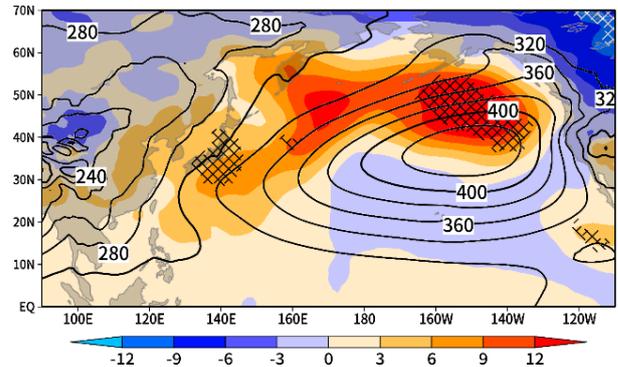


図1. 近年における975hPa面の高度場の合成図。  
等値線：気候値 (m)，色：気候値からの偏差，網掛け：信頼係数90%以上

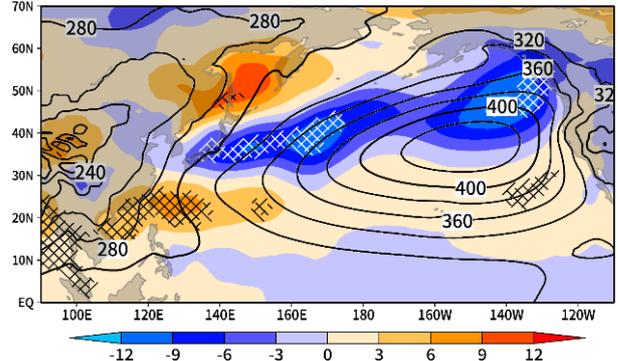


図2. 冷夏年における975hPa面の高度場の合成図。  
等値線：気候値 (m)，色：気候値からの偏差，網掛け：信頼係数90%以上

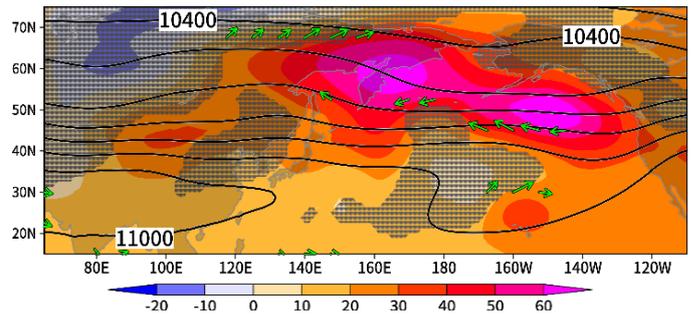


図3. 近年における250hPa面の高度場の合成図。  
等値線：気候値 (m)，色：気候値からの偏差，点：信頼係数90%以下  
矢印：同面高度場における水平風の気候値からの偏差が信頼係数90%以上で有意であった風ベクトル

表1：近年の大気海洋場の特徴のまとめ

年	海面水温	オホーツク海 高気圧	PJパターン
2010	高水温偏差	高気圧偏差	×
2011	高水温偏差	高気圧偏差	正
2012	高水温偏差	高気圧偏差	×
2013	高水温偏差	高気圧偏差	×
2014	高水温偏差	低気圧偏差	正
2015	低水温偏差	低気圧偏差	正
2016	高水温偏差	高気圧偏差	×
2017	高水温偏差	低気圧偏差	×
2018	高水温偏差	高気圧偏差	正
2019	高水温偏差	高気圧偏差	正
2020	高水温偏差	高気圧偏差	×

冷夏年の特徴が見られていない場合にオレンジ色で塗りつぶしている。