

## 2022 年 6 月下旬～7 月初めに記録的な高温をもたらした大気の流れの特徴

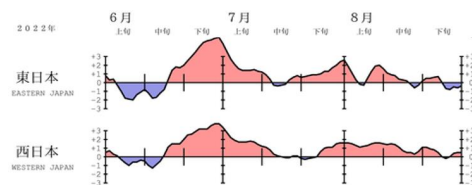
竹村 和人・南 敦・佐藤 均(気象庁 大気海洋部 気候情報課)

### 1. はじめに

2022 年 6 月下旬から 7 月初めにかけて、東・西日本を中心に記録的な高温となった(第 1 図)。この期間には、最高気温 35℃以上の猛暑日を観測した地点が大幅に増加し、7/1 頃を中心に最高気温が 40℃以上となった地点もあった。連日の顕著な高温に伴い、熱中症による救急搬送者数もかなり多くなり(総務省消防庁 2022)、社会・経済活動にも影響を及ぼした。

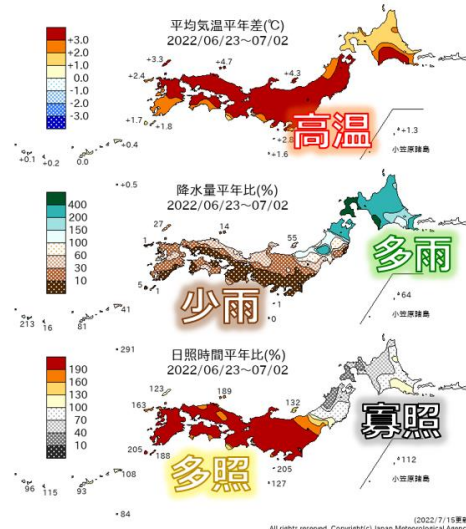
6 月下旬の平均気温平年差は、東日本では +4.0℃、西日本では +3.2℃となり、1946 年の統計開始以降では最も高く、北日本でも第 2 位の高温(+2.9℃)となった。6/23～7/2 の期間における平均気温・降水量・日照時間の分布を見ると(第 2 図)、東・西日本では高温・少雨・多照、北日本では高温・多雨・寡照となった。ここでは記録的な高温と関連する大気循環場の特徴に着目し、2022 年 8 月 22 日に開催した異常気象分析検討会での検討結果も含めて報告する。

解析に用いた大気循環場データは JRA-55 (Kobayashi et al., 2015)、外向き長波放射量(OLR)は米国海洋大気庁(NOAA)より提供されたデータ(Liebmann and Smith, 1996)、海面水温(SST)は COBE-SST(Ishii et al., 2005)である。また、平年値は 1991～2020 年の 30 年平均値、偏差は平年値からのずれで定義した。



第 1 図 東・西日本における平均気温平年差の時系列

2022 年夏(6～8 月)の期間における 5 日移動平均した平年差(℃)。

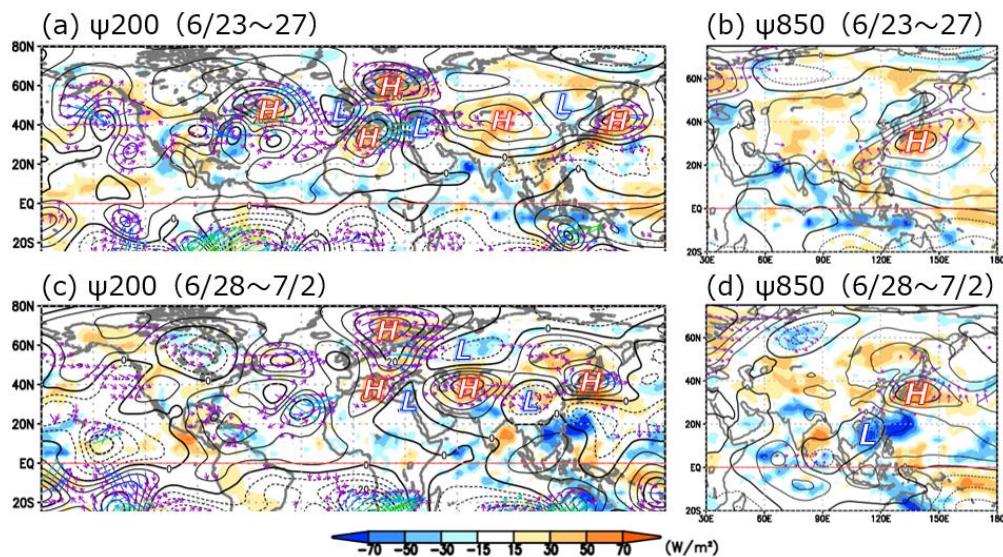


第 2 図 2022 年 6 月 23 日～7 月 2 日の期間での平均気温、降水量、日照時間の平年差(比)

単位は、平均気温平年差は℃、降水量・日照時間平年比は%。

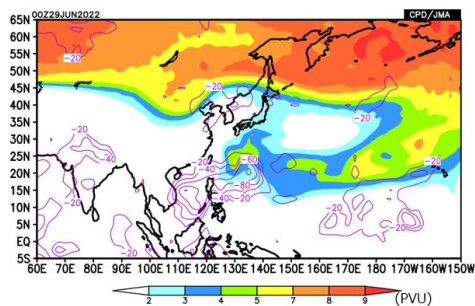
### 2. 大気循環場の特徴

初めに、高温となった期間について、前半(6/23～27)及び後半(6/28～7/2)に分けて平均した対流圏上・下層の大気循環場を第 3 図に示す。対流圏上層では、両期間ともにユーラシア大陸上のアジアジェット気流に沿う波列パターンが見られ、シルクロードパターン(Enomoto et al. 2003, Enomoto 2004)が卓越している(第 3 図(a), (c))。この波列パターンに伴って、日本付近～その東海上の上層では高気圧性循環偏差が持続した。上層の高気圧性循環偏差に関連して、期間の前半には、本州付近～その南海上の対流圏下層でも高気圧性循環偏差となり、太平洋高気圧の本州付近への張り出しが強まった(第 3 図(b))。期間の後半には、フィリピン付近での対流活動の活発化(第 3 図(d)の陰影)に関連して、太平洋・日本(PJ)パターン(Nitta



第3図 (上段)6/23~6/27 平均及び(下段)6/28~7/2 平均の大気循環場

左図は 200hPa、右図は 850hPa。等値線は流線関数年偏差(200hPa は  $5 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$  間隔、850hPa は  $2.5 \times 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$  間隔)、陰影は OLR 年偏差(単位:  $\text{W}/\text{m}^2$ )。矢印は波の活動度フラックス(単位:  $\text{m}^2/\text{s}^2$ , Takaya and Nakamura 2001)。図中の“H”及び“L”はそれぞれ、高気圧及び低気圧性循環偏差の凡その中心位置を表す。



第4図 6/27~7/1 平均の大気循環場

陰影は 360K 等温面渦度(単位: PVU)、紫線は OLR 負偏差域 ( $20 \text{ W}/\text{m}^2$  間隔)。

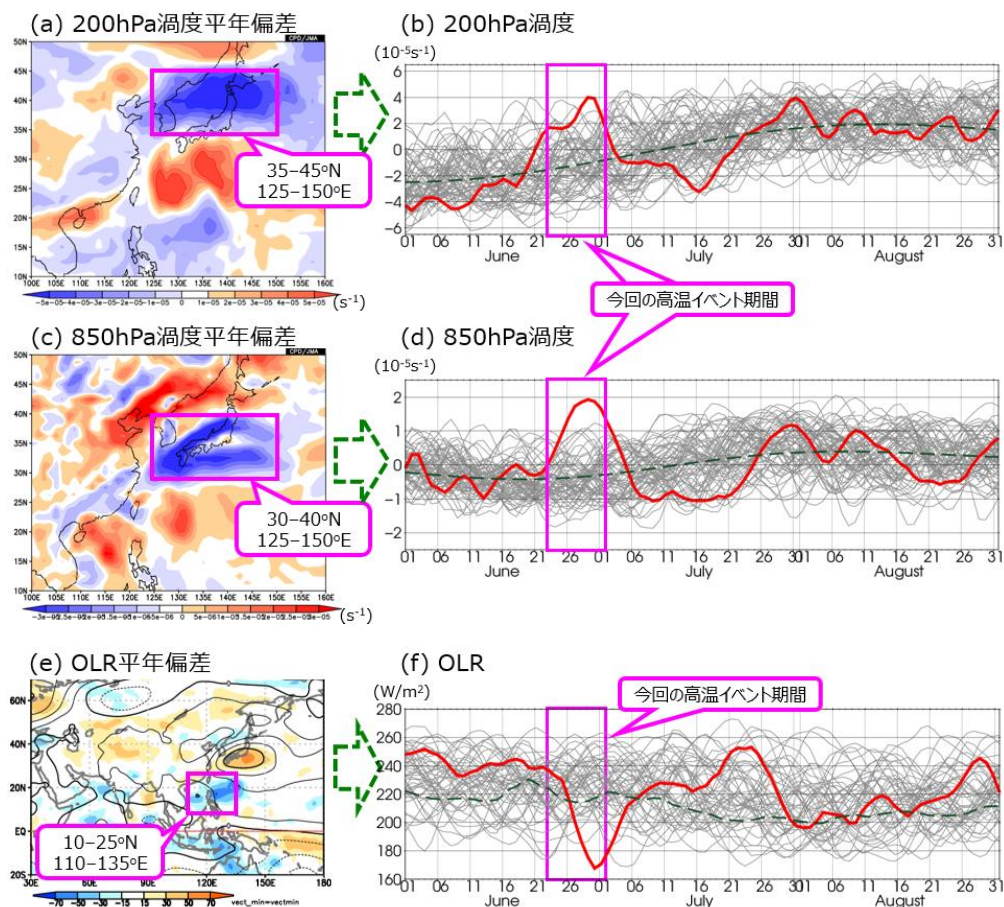
1987, Kosaka and Nakamura 2006)が発現し、太平洋高気圧の日本付近への張り出しの持続に寄与したとみられる。

次に、対流圏上層の循環場とフィリピン付近での活発な対流活動との関連を調べるため、6/27~7/1 の期間における 360K 渦度及び OLR 偏差の分布を第 4 図に示す。日本付近での上層の高気圧性循環偏差に関連して、ロスビー波

の碎波が生じ、高渦位気塊が北西太平洋亜熱帯域へ進入している(第 4 図の陰影)。この高渦位気塊の進入に対応して、フィリピン付近で対流活動が活発化し、PJ パターンの発現に寄与したと考えられる(Takemura and Mukougawa 2020)。また、フィリピン付近の活発な対流活動に関連して、台風第 3 号、第 4 号も発生した(図省略)。

### 3. 循環場の顕著さ

日本付近の対流圏上・下層で発達した高気圧性循環偏差の強さを過去と比較するため、日本付近(上層は  $35\text{--}45^\circ\text{N}$ ,  $125\text{--}150^\circ\text{E}$ (第 5 図(a))、下層は  $30\text{--}40^\circ\text{N}$ ,  $125\text{--}150^\circ\text{E}$ (第 5 図(c)))で領域平均した 5 日移動平均相対渦度の時系列を、第 5 図(b)及び(d)に示す。第 5 図(b)より、上層の高気圧性循環は特に、高温となった期間の後半に過去の同時期と比べて最も強化したことが分かる。また、下層の高気圧性循環も



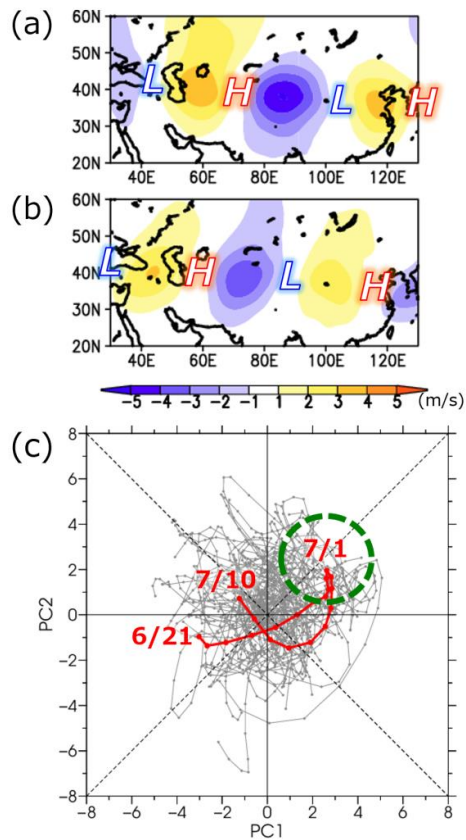
第5図 6/1～8/31の期間における5日移動平均の領域平均時系列

上段は200hPa 相対渦度、中段は850hPa 相対渦度(単位:  $10^{-5} \text{ s}^{-1}$ )、下段はOLR(単位:  $\text{W/m}^2$ )。左図は平年偏差の分布で、枠域は時系列図における平均領域を示す。右図は時系列で、赤線は2022年、緑破線は平年値、灰色線は(b)及び(d)は1958年、(f)は1979年以降の各年。

期間の後半にピークを示し、過去の同時期と比べて最も強く、さらには太平洋高気圧の勢力が気候学的に最も強い8月上旬頃における記録にも匹敵する強さを示している(第5図(d))。また、フィリピン付近(第5図(e))で平均したOLRも、期間の後半に極小値を示しており、対流活動も過去の同時期と比べて最も強かったことを示している。

次に、特定の位相を持つシルクロードパターンの振幅を過去と比較するため、ユーラシア大陸における200hPa南北風偏差の第1, 2主成分の空間パターン(第6図(a)及び(b)、Kosaka et al. 2009)に投影したスコアの位相ダイアグラムを第6図(c)に示す。高温となった期間の後半頃(7/1)には、過去と比較して記録的ではないものの、顕著な振幅を示している凡そ $\theta = 45^\circ$ 付近の位相を持つシルクロードパターンが顕著に

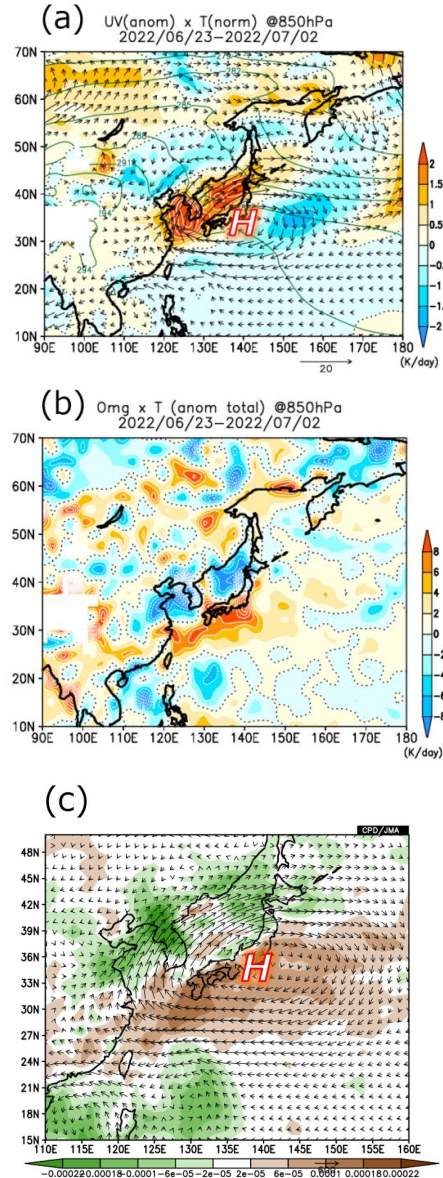




第 6 図 シルクロードパターンの位相別の振幅  
(a, b) は 20–60°N, 30–130°E の領域における 200hPa 南北風偏差の(a)第 1 及び(b)第 2 主成分の空間パターン (単位: m/s)。図中の“H”及び“L”はそれぞれ、高気圧及び低気圧性循環偏差の凡その中心位置を表す。主成分分析を用いたシルクロードパターンの抽出手法は Kosaka et al. (2009)に基づく。(c)は 5 日移動平均 200hPa 南北風偏差の、第 1 主成分スコア (横軸)と第 2 主成分スコア (縦軸)で張られる位相ダイアグラム。赤線は 2022 年、緑破線は平年値、灰色線は 1958 年以降の各年における 6/21～7/10 の期間における推移。

増幅している。

これらの結果より、東・西日本を中心とする記録的な高温は、シルクロードパターンやフィリピン付近での活発な対流活動、及びそれに関連する日本付近での高気圧性循環偏差が、顕著な振幅で発現したことによってもたらされたと考えられる。



第 7 図 6/23～7/2 平均の循環偏差による日本の天候への影響

(a) は 850hPa 水平風偏差に伴う気温平年値の移流による気温変化率、(b)は 850hPa 鉛直風に伴う断熱加熱による気温変化率(陰影;単位: K/day)。(a)の矢印は水平風偏差(単位: m/s)、緑線は気温平年値(単位: K)を表す。(c) は 1000～300hPa で鉛直積算した水蒸気フラックス(矢印;単位: kg/m/s)及びその収束発散(陰影;単位: kg/m²/s)。図中の“H”は、高気圧性循環偏差の凡その中心位置を表す。

#### 4. 循環偏差による日本の天候への影響

日本付近へ強く張り出した太平洋高気圧に伴う天候への影響を調べるため、850hPa 熱収支及び鉛直積算水蒸気フラックスを解析した(第7図)。

対流圏下層では、本州付近に中心を持つ下層の高気圧性循環偏差の西～北縁に沿って南からの暖気が流入しており(第7図(a))、北日本及び東・西日本の一部地域における気温の上昇に寄与している。また、高気圧圏内での強い下降流に伴う断熱昇温が、東・西日本を中心に明瞭であり(第7図(b))、この効果もまた高温に寄与していることが分かる。

一方、第7図(c)に示した鉛直積算水蒸気フラックスの分布より、下層の高気圧性循環偏差の西～北縁に沿って湿った空気が北日本に向かって流入・収束しており、北日本での多雨・寡照(第2図)と対応している。

#### 5. その他の高温をもたらす背景として考えられる要因

記録的な高温をもたらしたその他の背景要因として、2020年夏以降継続するラニーニャ傾向、及び地球温暖化が挙げられる(図は省略)。

2020年夏から2021年春にかけて、及び2021年秋以降にラニーニャ現象が発生しており、中・東部太平洋赤道域では海面水温が平年と比べて低い状態が2年程度持続している。また、2020、2021年夏～秋及び2022年夏以降は負のインド洋ダイポールモード現象も発生している(2022年12月現在)。持続するラニーニャ傾向に対応して、北半球中緯度帯では海面水温・対流圏の気温ともに高い状態で推移しており、今回の記録的な高温における気温の底上げに寄与した可能性がある。

これに加えて、地球温暖化に伴って全球的に気温の上昇傾向が続いていることもまた、記録的な高温の底上げに寄与したと考えられる(文部科学省と気象庁気象研究所 2022)。

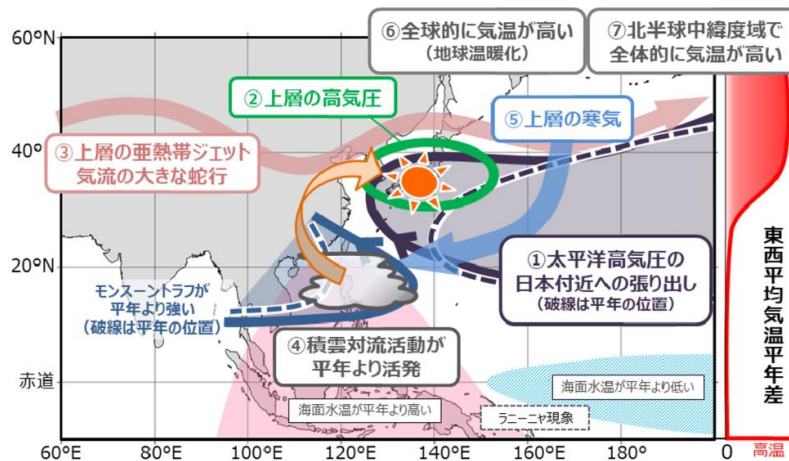
#### 6. まとめ

2022年6月下旬から7月初めにかけて、東・西日本を中心に記録的な高温となり、6月下旬の東・西日本での平均気温は1946年の統計開始以降で最も高かった。高温となった期間では、シルクロードパターンに伴って日本付近の対流圏上層に高気圧性循環偏差が形成され、太平洋高気圧の本州付近への強い張り出しに寄与した。また、高温期間の後半には、フィリピン付近での対流活動の強化に伴ってPJパターンが発現し、太平洋高気圧の張り出しの持続に寄与した。期間の後半には、ロスビー波の碎波に伴って、高渦位気塊が北西太平洋亜熱帯域へ進入し、フィリピン付近での活発な対流活動やPJパターンの発現に寄与したと考えられる。日本付近の対流圏上・下層での高気圧及びフィリピン付近での対流活動の強さは、同時期としては過去と比べて最も強かった。また、特定の位相を持つシルクロードパターンの振幅も、過去の同時期と比較して顕著だった。このほか、2020年夏頃から続くラニーニャ傾向に伴って北半球中緯度帯で気候・海面水温ともに顕著な高温が持続していることや、地球温暖化に伴って全球の気温が上昇傾向にあることも、記録的な高温の背景となった可能性が考えられる。

異常気象分析検討会では、これらの解析結果を踏まえて、記録的な高温をもたらした大規模な大気の流れの特徴について、第8図のとおり纏めた。

#### 参考文献

- Enomoto, T., B. J. Hoskins, and Y. Matsuda, 2003: The formation mechanism of the Bonin high in August. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **129**, 157–178.
- Enomoto, T., 2004: Interannual variability of the Bonin high associated with the propagation of Rossby waves along the Asian jet. *J. Meteor. Soc. Japan*, **82**, 1019–1034.



第 8 図 2022 年 6 月下旬～7 月初めに記録的な高温をもたらした大規模な大気の流れに関する模式図  
 気象庁報道発表資料(以下の URL;2022 年 12 月 6 日閲覧)より。  
<https://www.jma.go.jp/jma/press/2208/22b/kentoukai20220822.html>

- Ishii, M., A. Shouji, S. Sugimoto and T. Matsumoto, 2005: Objective Analyses of Sea-Surface Temperature and Marine Meteorological Variables for the 20th Century Using ICOADS and the KOBE Collection. *Int. J. of Climatology*, **25**, 865–879.
- Kobayashi, S., Y. Ota, Y. Harada, A. Ebata, M. Moriya, H. Onoda, K. Onogi, H. Kamahori, C. Kobayashi, H. Endo, K. Miyaoka, and K. Takahashi, 2015: The JRA-55 Reanalysis: General specifications and basic characteristics. *J. Meteor. Soc. Japan*, **93**, 5–48.
- Kosaka, Y. and H. Nakamura, 2006: Structure and dynamics of the summertime Pacific-Japan teleconnection pattern. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **132**, 2009–2030.
- Kosaka, Y., H. Nakamura, M. Watanabe, and M. Kimoto, 2009: Analysis on the dynamics of a wave-like teleconnection pattern along the summertime Asian jet based on a reanalysis dataset and climate model simulations. *J. Meteor. Soc. Japan*, **87**, 561–580.
- Liebmann, B. and C. A. Smith, 1996: Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **77**, 1275–1277.
- Nitta, T., 1987: Convective activities in the tropical western Pacific and their impact on the Northern Hemisphere summer circulation. *J. Meteor. Soc. Japan*, **65**, 373–390.
- Takaya, K., and H. Nakamura, 2001: A Formulation of a Phase-Independent Wave-Activity Flux for Stationary and Migratory Quasigeostrophic Eddies on a Zonally Varying Basic Flow, *J. Atmos. Sci.*, **58**, 608–627.
- Takemura, K., and H. Mukougawa, 2020: Dynamical relationship between quasi-stationary Rossby wave propagation along the Asian jet and Pacific-Japan pattern in boreal summer, *J. Meteor. Soc. Japan*, **98**, 169–187.
- 総務省消防庁, 2022: 熱中症情報。URL: <https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post3.html> (2022 年 12 月 2 日閲覧)
- 文部科学省と気象庁気象研究所, 2022: 令和 4 年度報道発表資料「令和 4 年 6 月下旬から 7 月初めの記録的な高温に地球温暖化が与えた影響に関する研究に取り組んでいます」, URL: [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/mext\\_01104.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/mext_01104.html)