

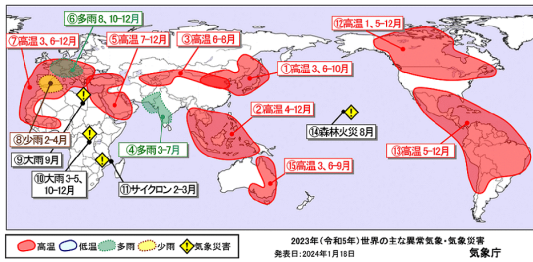
2023 年平均場の特徴

竹村 和人(気象庁気候情報課)

1. はじめに

2023 年は、日本付近を含め、世界各地で異常高温が発生し、中国、ベトナム、ブラジルの国内の最高気温の記録更新の他、各国の月平均気温や季節平均気温の記録更新が伝えられた。気象災害も世界各地で発生し、特にリビアの低気圧による大雨、ソマリア～カメルーンの大雨、マダガスカル～マラウィのサイクロンなど、アフリカを中心に多数の死者を伴う被害が報じられた(第1図)。

そこで本発表では、世界各地で頻発した異常高温に着目し、それと関連する 2023 年平均の大気循環場の特徴について調査した。

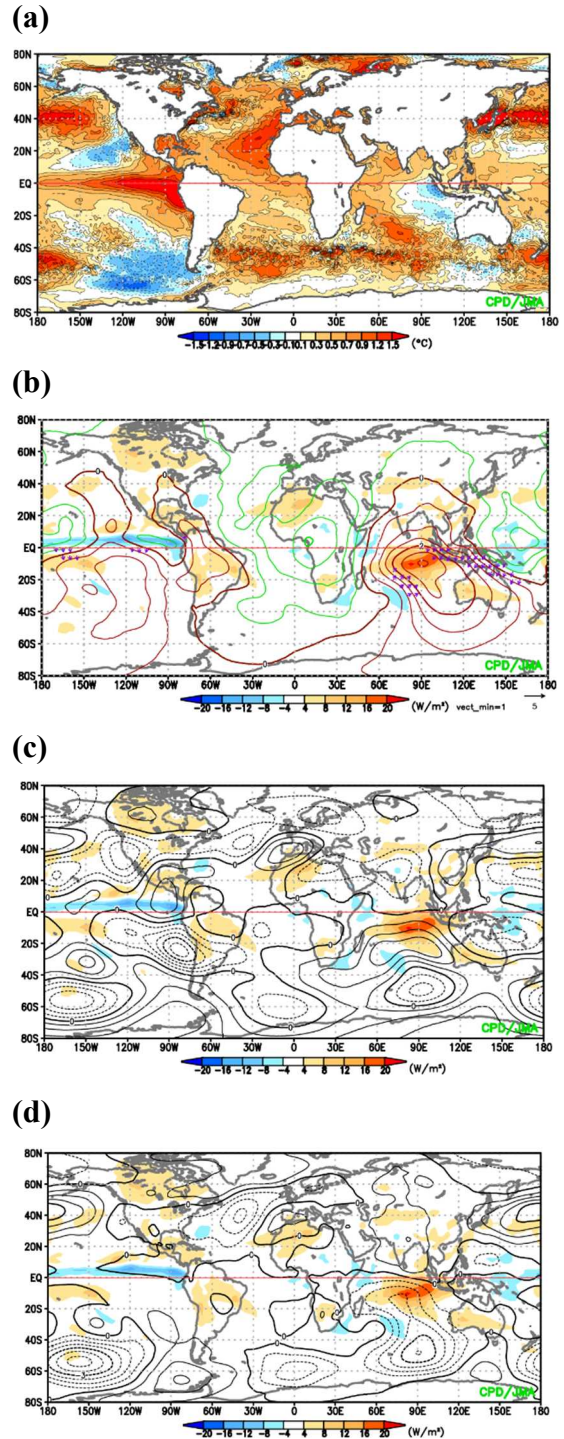


第1図 2023 年の世界の異常気象・気象災害

2. 使用データと解析手法

大気循環場の解析には気象庁第3次長期再解析(JRA-3Q; Kosaka et al. 2024)を、熱帯の対流活動の指標には米国海洋大気庁 NOAA 提供の外向き長波放射量(CPC Blended OLR; 以下 OLR)を使用した。海面水温の解析には高解像度海面水温データ MGDSSST(Kurihara et al. 2006; 以下 SST)を、海洋内部の水温の解析には海洋データ同化システム MOVE/MRI.COM-G3 を用いた。

平年値は 1991~2020 年の 30 年平均値、偏差は平年値からの差で定義した。本稿では図を省略するが、偏差を平年値期間での標準偏差で割った規格化偏差を用い、海面水温や大気



第2図 2023 年平均の海面水温・循環場偏差 (a)は海面水温偏差(°C)、(b)は 200hPa 速度ポテンシャル偏差(コンター; $10^6\text{m}^2/\text{s}$)と OLR 偏差(色; W/m^2)、(c)と(d)はそれぞれ 200、850hPa 流線関数偏差(コンター; $10^6\text{m}^2/\text{s}$)と OLR 偏差。

循環場の偏差の顕著さを評価した。高周波擾乱の活動は2~8日周期変動成分で評価した。

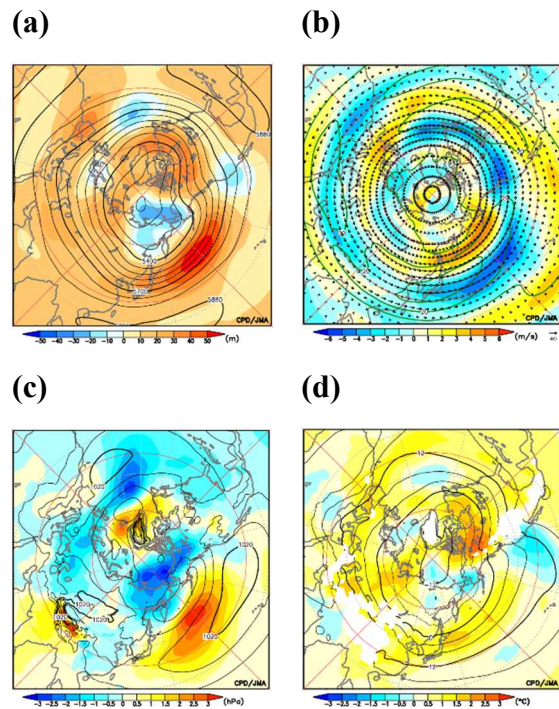
3. 解析結果

はじめに、2023年平均した海面水温及び熱帯域の大気循環場の偏差分布を第2図に示す。海面水温(第2図(a))は、太平洋赤道域で正偏差となり、春のエルニーニョ現象の発生に対応して中・東部で顕著な正偏差となった。太平洋西部の正偏差は、冬まで持続したラニーニャ現象の影響が考えられる。インド洋赤道域では、西部で正偏差、東部で負偏差となり、夏~秋に発生した正のインド洋ダイポールモード(IOD)に対応する。その他、北大西洋の東部や北太平洋の中緯度帯では、顕著な正偏差となった。

熱帯の対流活動(第2図(b))は、平年と比べて、西部太平洋熱帯域、太平洋中・東部の5°N帯で活発、インド洋熱帯域の南半球側では不活発となった。これらの対流活動は海面水温偏差の分布に対応している。また対流活動の偏差に関連して、対流圏上層では太平洋西部で発散偏差、インド洋では収束偏差となった。

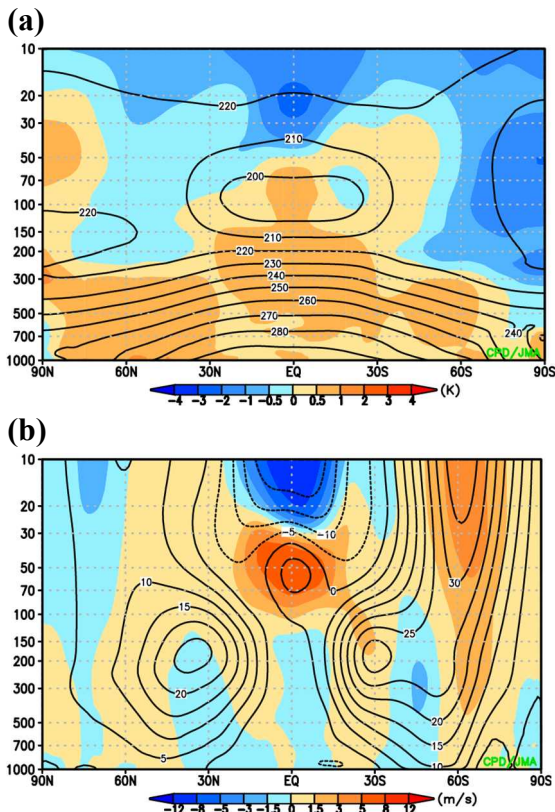
対流圏上層では(第2図(c))、インド洋で対流不活発に関連した南北半球対の低気圧性循環偏差となった。北太平洋の中緯度では高気圧性循環偏差、亜熱帯で低気圧性循環偏差となり、それぞれ偏西風の北偏や夏季中部太平洋トラフの強化に対応する。対流圏下層では(第2図(d))、インド洋で対流不活発に関連した南北半球対の高気圧性循環偏差、太平洋西部で対流活発に関連した低気圧性循環偏差となった。日本付近~東海上では高気圧性循環偏差となった。

北半球の500hPa高度(第3図(a))は、熱帯・亜熱帯域で広く正偏差となり、特に中米付近や南アジア付近で顕著な正偏差となった。中緯度帯では、ヨーロッパ南西部や中央アジア~太平洋日付変更線付近で顕著な正偏差、西半球側



第3図 2023年平均の北半球の循環場
(a)は500hPa高度(m)、(b)は300hPa風速(m/s)、(c)は海面気圧(hPa)、(d)は850hPa気温(°C)。コンターは解析値、色は偏差。(b)の矢印は風ベクトル。

の中緯度帯では相対的に高度が低い領域が帯状に広がった。東シベリア付近で負偏差となり、極渦は東シベリア側に偏って分布した。偏西風は、北米~大西洋西部、アフリカ~インド付近で南偏、日本付近~東海上では北偏した(第3図(b))。海面気圧(第3図(c))は、日本の南~南東海上で顕著な正偏差となり、太平洋高気圧の西への張り出しが強かった。東シベリアでは、極渦のずれに対応して顕著な負偏差となった。北大西洋の南部で負偏差となり、北大西洋の亜熱帯高気圧は顕著に弱かった。850hPa気温(第3図(d))は、米国の西~南西海上で顕著な負偏差となった以外は、広い範囲で高温偏差となり、特に中米~北大西洋の亜熱帯域や日本付近で顕著な正偏差となった。このことは世界各地で頻発した異常高温と対応している。また、北半球中緯度での高温は、太平洋高気圧の西への張り出しが強かったことや、北大西

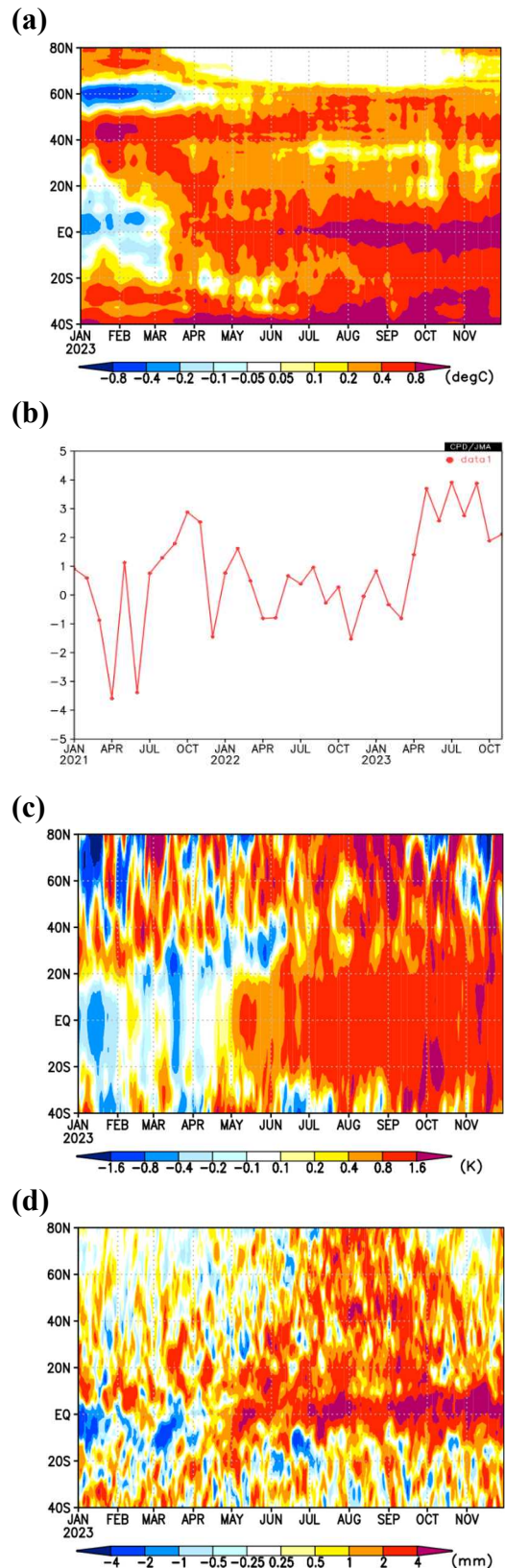


第 4 図 2023 年平均の帯状平均場
(a)は気温(K)、(b)は東西風(m/s)。コンターは解析値、色は偏差。

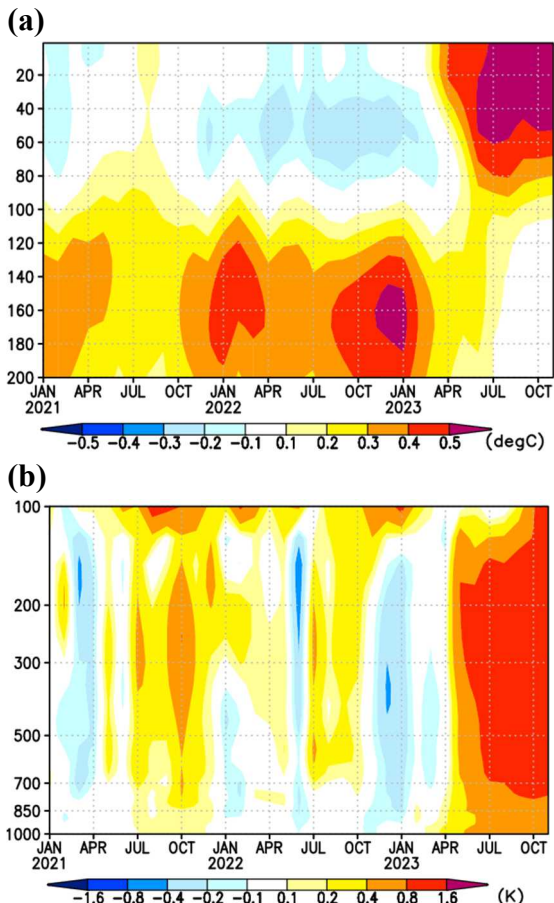
洋の亜熱帯高気圧が弱かったことと関連したとみられる。

対流圏の帯状平均気温(第 4 図(a))は、極域を除いて高温偏差となり、特に両半球の中緯度付近で顕著となった。対流圏の帯状平均東西風(第 4 図(b))は、両半球の 60°より極側で西風偏差となり、中緯度付近での顕著な高温偏差域の北側に対応する。北半球では、偏西風が平年の位置と比べて北偏して流れやすかったことを意味する。

ここまでは年平均場の特徴に着目してきたが、2023 年は冬までラニーニャ現象が続き、春からはエルニーニョ現象が発生するなど、年内での変化が大きいことから、熱帯域での海面水温や対流圏気温・可降水量の時間変化を第 5 図に示す。熱帯域では、3 月頃から海面水温が昇温し(第 5 図(a))、1 か月程度遅れて対流圏での

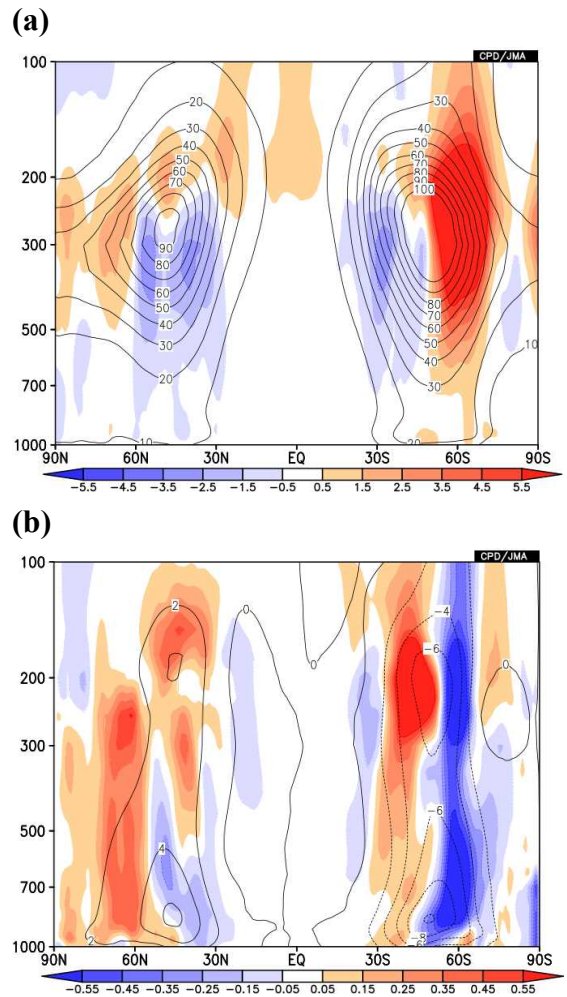


第 5 図 帯状平均値の時間-緯度断面図・時系列
(a)は海面水温偏差(°C)、(b)は 20°S-20°N で平均した潜熱フラックス偏差(W/m²)、(c)は 200-850hPa 間の層厚換算温度偏差(K)、(d)は可降水量偏差(mm)。



第 6 図 带状平均・20°S-20°N で平均した時間-鉛直断面図
(a)は水温偏差(°C)の時間-深さ(m)断面図、(b)は気温(K)の時間-気圧断面図。

昇温(第 5 図(c))や水蒸気量の増加(第 5 図(d))が顕著に見られた。この期間、熱帯域では海面から大気への上向き潜熱フラックスが強化しており(第 5 図(b))、対流圏での昇温と対応している。その後、春から夏にかけては対流圏の高温域や水蒸気量が多い領域が熱帯から北半球中高緯度へと拡大しているように見られ、北半球中高緯度での顕著な高温の背景の 1 つとなった可能性が考えられる(第 5 図(c)と(d))。北半球中緯度帯では、海面水温の高温偏差(水温前線の 60°N 付近への北上)が持続し、後述の移動性擾乱の活動域の北偏に影響した可能性が考えられる。



第 7 図 2023 年平均の高周波擾乱活動の带状平均場
第 4 図と同じ。ただし、(a)は運動エネルギー(m^2/s^2)、(b)は北向き熱輸送量(K m/s)。

春の熱帯域での気温偏差の急上昇と海洋内部の水温との対応を確認するため、水温や気温の時間-高さ断面図を第 6 図に示す。数年続いたラニーニャ傾向に伴って 100m 以深で蓄積されていた暖水偏差の中心が、春以降のエルニーニョ現象の発生のタイミングで海面付近を含む 100m 以浅へシフトしており(第 6 図(a))、その後の対流圏での昇温と対応している(第 6 図(b))。

また、年平均場において北半球中緯度帯の海面水温や気温や平年と比べて顕著に高かったことや、偏西風が北偏したことに対応して、高

周波擾乱の活動も平年と比べて顕著に偏っていた。高周波擾乱の運動エネルギー(第7図(a))や北向き熱輸送(第7図(b))を見ると、北半球中緯度では平年の極大域と比べて正偏差域が北側に分布しており、高周波擾乱の活動域が著しく北偏したことを意味する。これによって、高周波擾乱のフィードバック効果も平年と比べて偏り(図省略)、北半球での偏西風の北偏(第3図(b)、第4図(b))の持続に寄与したとみられる。

4. まとめ

2023年に世界各地で頻発した異常高温に着目し、それと関連する2023年平均の大気循環場の特徴をまとめた。本解析で得られた主な結果を以下に示す。

海面水温は、太平洋赤道域で正偏差となり、春のエルニーニョ現象の発生に対応して中・東部で顕著な正偏差となった。インド洋赤道域では、正のIODに対応した偏差となった。北大西洋の東部や北太平洋中緯度帯では、顕著な正偏差となった。熱帯の対流活動は、平年と比べて、西部太平洋熱帯域、太平洋中・東部の5°N帯で活発、インド洋熱帯域の南半球側では不活発となった。熱帯域では、対流活動に対応した循環偏差が見られた。

500hPa高度は、熱帯・亜熱帯域で広く正偏差、中緯度帯ではヨーロッパ南西部や中央アジア～太平洋日付変更線付近で顕著な正偏差と

なった。偏西風は、北米～大西洋西部、アフリカ～インド付近で南偏、日本付近～東海上では北偏した。太平洋高気圧の西への張り出しが強くなり、北大西洋の亜熱帯高気圧は顕著に弱かった。850hPa気温は、広い範囲で高温偏差となり、特に中米～北大西洋の亜熱帯域や日本付近で顕著な正偏差となった。

熱帯域では、3月頃以降海面水温が昇温し、1か月程度遅れて対流圏の昇温や水蒸気量が増加。その後、夏にかけては高温域や水蒸気量が多い領域が熱帯から北半球中高緯度にかけて拡大しているように見られ、北半球中高緯度での顕著な高温の背景の1つとなった可能性が考えられる。

本発表では、主に年平均場の主な特徴について網羅的に示してきたが、それぞれの詳細なメカニズム等について今後解析を進めていく予定である。

参考文献

- 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**, <https://doi.org/10.2151/jmsj.2024-004>.
- Kurihara, Y., T. Sakurai, and T. Kuragano, 2006: Global daily sea surface temperature analysis using data from satellite microwave radiometer, satellite infrared radiometer and in-situ observations. *Weather Service Bulletin*, **73**, Special issue, s1-s18 (in Japanese).