

2023年夏季日本の極端高温イベントアトリビューション(EA)

高橋千陽(気象研究所, 気象業務支援センター)

1. はじめに

2023年夏季は世界各地で熱波が頻発し、日本でも特に北日本で極端高温となった。2022/23年の冬まで3年持続したラニーニャが終焉し、2023年夏はエルニーニョへ遷移しているが、熱帯西太平洋、熱帯インド洋海面水温(SST)でも高温偏差が見られた(第1図 a)。さらに日本周辺~北太平洋でも SST 高温偏差が顕著であった。本研究では、2023年7月下旬から8月上旬の北日本猛暑に対するイベントアトリビューション(EA)を実施した結果を報告する。

2. 実験概要

d4PDF の 2023 年延長実験は、2023 年7月以降は SST と海氷を気象庁の季節予報データ(CPS3)を用いて実施された(予測型 EA)。CPS3 の 2023 年7,8月の SST 偏差は、COBESST2 と比較すると、熱帯太平洋域の偏差パターンは比較的良く再現されているが、インド洋や北日本の高温偏差が過小傾向であり、熱帯西太平洋北部は過大傾向である(第1図)。本研究では、全球過去実験(HIST)と非温暖化実験(NAT)データを用いた。いずれもアンサンブル数は100メンバーである。2023年夏季猛暑の EA 対象は、北日本全域(138-146° E, 37-45° N)、期間(7月23日から8月10日)における850hPa気温(T850)である。気候場の期間は1991-2020年とした。

3. 結果

第2図 a に 2023 年猛暑事例と同じ領域、期間で平均した HIST、NAT 実験の時系列を示す。2023 年は、1951 年以降で第2位の高温年(1位は1999年)であった。HIST と NAT のアンサンブル平均差(温暖化差分)は2000

年以降大きくなっている。NAT、HIST のアンサンブル平均の年々変動を見ると、2021年、2022年の高温偏差と比較してより低温である。これは、2021年、2022年はラニーニャ年、2023年はエルニーニョ発達年の SST 偏差パターンに対応した背景場の影響と考えられる。2023年北日本猛暑は、大型の台風6号がフィリピン東で発生、北進して朝鮮半島で消滅した期間(2023年7月28日から8月10日)と重なる。この台風に伴う対流圏中層の低気圧性偏差(Z500)が日本の南に形成されており、そこから北東へ向かう波列循環パターンが見られる(第3図 d)。北日本の高気圧性偏差と高温偏差(第3図 a)は、台風に伴う潜熱加熱ロスビー波応答により形成された可能性が高い。

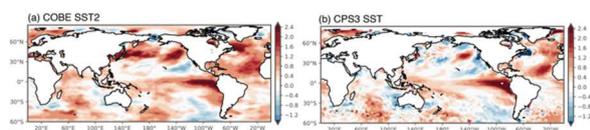
2023年猛暑期間の T850 確率密度分布を図 2b に示す。観測された極端高温の発生確率は、HIST では 1.65% [信頼区間:0.26%-3.51%] であり、約 60 年に一度の稀な高温イベントであった事が分かる。人為起源温暖化の影響がない状況(NAT)では、極端高温発生確率は 0.00% [信頼区間:0.00%-0.00%] であり、温暖化の影響による気温の底上げがなければ、極端高温は起こり得なかったと言える。

猛暑期間の気温と循環場に対する SST と温暖化の影響を図 3 に示す。NAT では、フィリピン付近の低気圧性偏差から北東方向に北米まで伝播する明瞭なロスビー波列が形成されている(第3図 f)。これは、ラニーニャの名残で、熱帯北西太平洋で SST の高温偏差が維持されていた事(第1図)に起因してそこでの対流活動が活発であったと考えられる。この波列の一部として、日本の北東に中心を持つ低気圧性偏差が形成し、それに対応して日本周辺は低温偏差である(第3図

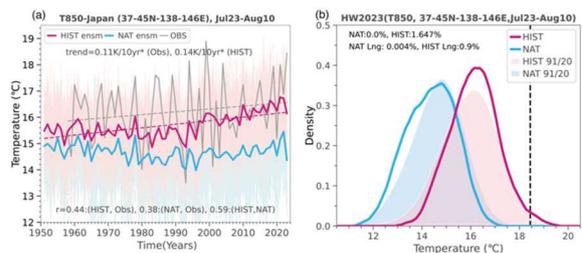
c, f)。HIST では、北太平洋に NAT と同様の波列伝播が見られるが、中高緯度で循環偏差 (Z500) が弱体化傾向であり、日本の北東の低気圧性偏差は特に弱体化している (第3図 e)。この温暖化に伴う循環弱体化に対応して日本周辺の T850 低温偏差は緩和され、40° N-60° N の北西太平洋では高温偏差が卓越する (第3図 b)。観測された日本の南海上の低気圧性偏差、北日本域の高気圧性偏差パターンは、HIST と NAT アンサンブル平均には見られないことから、極端高温をもたらした主要因は大気の内自然内部変動 (台風) であるが、温暖化により 2023 年夏季の SST 偏差パターンに由来する日本の北東中心の低気圧性偏差が弱体化し、北日本高温化が増幅した可能性が示唆される。

4. おわりに

2023 年夏の北日本における記録的猛暑イベントの予測型 EA を迅速に実施し、「60年に一度の非常に稀な高温イベントであり、人為起源の地球温暖化による気温の底上げがなければ起こり得なかった」という結果が得られた。文部科学省気候変動予測先端研究プログラムでは、極端イベント発生後、迅速に EA の結果を公表する為の取り組みを進めている。新しい手法も開発中であり、今後適用していく予定である。

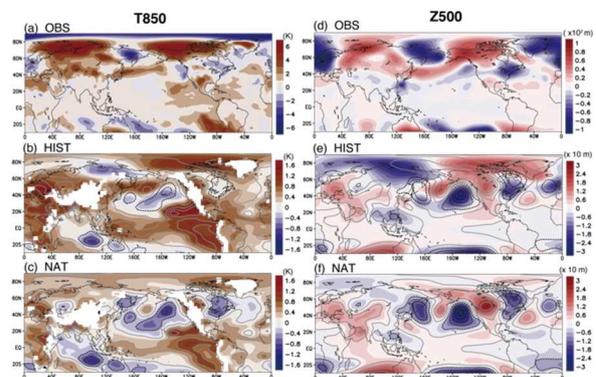


第1図: 2023 年 7, 8 月平均の海面水温偏差 (a) COBE SST2, (b) CPS 季節予測



第2図 アンサンブル実験による気温変化とEAの結果

(a)北日本域の期間平均 T850 の時系列 (1951 年から 2023 年)。細実線は 100 アンサンブルメンバー、太実線はアンサンブル平均値 (HIST: 赤、NAT: 青)。灰色実線は JRA55。破線は線形トレンド (JRA55: 灰色、HIST: 赤) (b) 期間平均の北日本気温の確率密度分布 (実線: 2023 年、陰影: 1991-2020 年気候場、HIST: 赤、NAT: 青)



第3図 観測とアンサンブル実験におけるイベント期間の気温と高度偏差

観測 (JRA3Q) と d4PDF の 850hPa 気温偏差 (左図) と 500hPa 高度偏差 (右図)。(a, d) 観測、(b, e) HIST アンサンブル平均、(c, f) NAT アンサンブル平均。(b-f) のコンターは、NAT アンサンブル平均を示す。500hPa 高度偏差は、気候場と東西平均からの偏差値を示す。