

(5) 極端な温度

11.3 Temperature extremes

11.3.2 Observed trends

SREX (IPCC、2012) は、世界規模で寒い日と夜の数が減少し、暖かい日と夜の数が増加する可能性が非常に高いことを報告しました。傾向の信頼度は、観測値の欠如またはサブ地域での信号の変動により、地域的に変動する（低から中程度の信頼度）と評価されました。

SREX (IPCC、2012) および AR5 (IPCC、2014) 以降、多くの地域規模の研究では、ETCCDI 気候指数 (the CCI/WCRP/JCOMM Expert Team on Climate Change Detection and Indices) など、毎日の気温に基づく様々な指標を使用して、極端な気温の傾向を調査してきました。追加の観測記録は、より強い温暖化信号とともに、AR5 (IPCC、2014) の時点で観測された変化が継続していることを非常に明確に示しており、極度の高温の強度と頻度の増加と、極端な寒さの強度と頻度の減少の証拠を強化しています。気温に関連する極値で観測された傾向の大きさは、地域、空間的および時間的スケール、および評価されたメトリックによって異なりますが、温暖化効果の証拠は、圧倒的で、堅牢で、一貫しています。

特に、極端な暑さの強度と頻度の増加は、ほとんどの場合、最も暑い気温と熱波の日数の増加に関連しています。そのことは、極端な寒さの変化にも当てはまります。このため、またプレゼンテーションを簡略化するために、「極端な暑さの強度と頻度の増加」というフレーズは、極端な日中および/または夜間の気温の大きさ、暖かい日および/または夜の数、および熱波の日数の増加をまとめて表すために使用されます。極端な寒さの変化も同様に評価されます。

世界規模では、暖かい日と夜の数の増加と寒い日と夜の数の減少、および最も寒くて最も暑い極端な温度の増加の証拠は非常に堅牢であり、すべての変数間で一貫しています。図 11.2 は、世界平均の年間最高日最高気温 (TXx) と年間最低日最低気温 (TNn) の時系列を示しています。陸域の温暖化平均 TXx は、平均陸上温暖化と同様であり、地球温暖化よりも約 45% 高くなっています (セクション 2.3.1)。陸域の温暖化は TNn がさらに高く、1960 年以来約 3°C の温暖化を意味します (図 11.2)。図 11.9 は、1960～2018 年の年間最大日最高気温 (TXx)、年間最低日最低気温 (TNn)、および暖かい日の頻度 (TX90p) の線形傾向のマップを示しています。TXx と TNn のマップは、ほとんどの地域で全体的な温暖化と一致する傾向を示しています。ヨーロッパと南アメリカ北西部では TXx が特に高く、北極圏では TNn が特に高くなっています。地球表面温度で観測された温暖化 (2.3.1.2) および TXx と TNn で観測された傾向と一致し、TX90p の頻度は増加しましたが、寒い夜 (TN10p) の頻度は 1950 年代以降減少しました：ほ

ぼすべての陸域が統計的に有意な TN10p の減少を示しました。但し、TX90p の傾向は変動し、南アメリカ南部では、主に南半球の夏に減少しています。寒冷地の日数の減少は、ほぼ全ての陸地の表面域で、特に北半球の 39 緯度で観察されます。これらの観測された変化は、新しい全球地表面の毎日の気温データセットが分析されたときにも一貫しています。世界的に、そしてほとんどの陸域で、過去 1 世紀にわたる極端な気温の一貫した温暖化傾向は、さまざまな観測ベースのデータセットにも見られ、毎日の最低気温に関連する極端なものは、毎日の最高気温に関連するものよりも速く変化しています。気温に関連する極端な傾向の季節変動が実証されています。1990 年代後半から 2010 年代初頭にかけての「より遅い地表の地球温暖化」期間中であっても、極端な温暖期の温暖化が検出されます。以下およびセクション 11.9 の表 11.4、11.7、11.10、11.13、11.16、および 11.19 に要約されているように、特定の地域または国の過去の極端な気温の変化に関する多くの研究は、この世界的な状況と一致する傾向を示しています。

アフリカでは（表 11.4）、データが不足しているために大陸の一部の極端な気温の変化を評価することは困難ですが、極端な暑さの強度と頻度の増加と寒さの強度と頻度の減少の証拠データが利用可能な地域では、極値は明確で堅牢です。これらには、暖かい昼と夜の頻度の増加と、信頼性の高い寒い昼と夜の頻度の減少および熱波の増加が含まれます。TNn の増加は、TXx よりも顕著です（図 11.9）。寒波が亜熱帯地域を襲うことがあります。頻度が減少している可能性が高い。寒冷イベントの頻度は、南アフリカ、北アフリカ、およびサハラで減少している可能性が高い。大陸全体で、極端な暑さの強度と頻度の増加、および極端な寒さの強度と頻度の減少には中程度の信頼があります。温暖化が広範囲に及んでおり、予測される将来の変化はすべての地域で類似しているため、データカバレッジが不十分な地域でも同様の変化が発生している可能性が高い（11.3.5）。

アジアでは（表 11.7）、ここ数十年で極度の高温の強度と頻度が増加し、極寒の強度と頻度が減少する可能性が非常に高いという非常に確固たる証拠があります。これは、グローバルな研究や多くの地域研究（表 11.7）で明らかです。アジアの極端な暖かさのある面積の割合は、1951 年から 2016 年の間に増加しました。東アジアと西アジアでは、極端な温暖の頻度が増加し、極端な寒冷の頻度が減少したことを確信しています。猛暑の持続期間は、中国南部などの一部の地域でも長くなっていますが、南アジアでは極端な熱の頻度が増加するという中程度の信頼があります。中央アジア、ヒンドークシュヒマラヤ、東南アジアでも、日中気温の極端な指数の温暖化傾向が見られます。20 世紀の初め以来、すべてのアジア地域での寒波の強度と頻度は減少しています（高い信頼性）。

オーストラレーシア（表 11.10）では、1950 年以降、暖かい日と暖かい夜の数が増加し、寒い日と寒い夜の数が減少する可能性が非常に高いという非常に確固たる証拠があ

ります。極端な最低気温の上昇は、オーストラリアのほとんどの季節で発生し、通常、極端な最高気温の上昇を上回ります。しかし、オーストラリア南部の一部の地域では、1980年代以降、霜の日数が一定か増加しています（セクション 11.3.4 も参照）。ニュージーランドでは、特に秋冬の季節に、極端な最低気温と最高気温の同様のポジティブな傾向が観察されていますが、一般的に高い空間変動を示しています。熱帯西太平洋地域では、1951年から2011年の期間に、最高気温と最低気温の極端値の空間的にコヒーレントな温暖化傾向が報告されています）。

中南米（表 11.13）では、観測された極値（TN90p、TX90p）が増加し、極値（TN10p、TX10p）がここ数十年で減少したという確信がありますが、傾向は極値の種類、データセット、および地域で変わります。南アメリカの大部分をカバーする地域で、1961年から2014年の間に熱波イベントの強度と頻度の増加も観察されました。但し、南半球の夏の間にはSES（南米南東部）の中央領域で過去数十年間に暖かい極値（TXx およびTX90p）が減少したという中程度の確信があります。TNnの極値がTXxの極値よりも速く増加しているという中程度の確信があり、寒い夜にブラジル北東部（NEB）と南北アメリカ（NSA）で最大の温暖化率が観測されています。

ヨーロッパでは（表 11.16）、最高気温と熱波の頻度が非常に高くなっている可能性が高いという非常に確固たる証拠があります。最高気温の高さの大きさと頻度の増加は、中央部と南ヨーロッパを含む地域全体で一貫して観察されています。北ヨーロッパでは、極端な冬の温暖化イベントの大幅な増加が観察されています。冬季の寒波の気温観測は、ヨーロッパで長期的に減少する頻度を示しており、2009/2010年の冬季に観測されたような典型的な寒波の発生確率は、気候変動が発生しなかった場合よりも現在2倍低くなっています。

北米では（表 11.19）、大陸全体で極度の高温の強度と頻度が増加し、極寒の強度と頻度が減少する可能性が非常に高いという非常に確固たる証拠がありますが、トレンドにはかなりの空間的および季節的変動があります。最低気温は大陸全体で一貫して温暖化を示していますが、米国の一部では年間最高気温に対照的な傾向があります（図 11.9）。カナダでは、極端な暑さの強度と頻度が明らかに増加し、極端な寒さの強度と頻度が減少しています。メキシコでは、特に北部の乾燥地域で、TNnの明らかな温暖化傾向が見られました。暖かい日数は増加し、寒い日数は減少しました。寒波は、北米のすべての地域で規模と強度が低下しています。

1979年以降、北米の北極圏周辺とグリーンランドで極度の熱イベントが増加しており、これは夏の融雪と一致しています（9.4.1）。北緯60度以北の観測では、1979年から2015年にかけて冬季の暖かい昼と夜が増加し、寒い日と夜は減少しました。極度の暑さの日は冬に特に強く、北極で最も暖かい真冬の気温が平均気温の2倍の速度で上昇

し、北極の冬の暖かい日が増えることを示しています ($T > -10^{\circ}\text{C}$)。北極の年間最低気温は、1960年代以降、世界の表面温度の約3倍の速度で上昇しており(図 11.2、11.9)、この地域(アトラス 11.2)で観測された平均寒い季節(10月から5月)の 3.1°C の温暖化と一致しています。

熱波のいくつかの測定値の傾向も世界規模で観察されています。世界平均の熱波強度、熱波持続時間、および熱波日数は、1950年から2011年にかけて大幅に増加しています。熱波の特性の傾向には地域差があり、ヨーロッパとオーストラリアで大幅な増加が報告されています。アフリカでは、定義に関係なく、熱波が30年以上にわたってより頻繁に、より長く持続し、より高温になっているという中程度の確信があります。1961年から2014年の間に中国で調査された熱波特性の大部分は、温暖化と一致して、熱波日数の増加を示しています。熱波の頻度と持続時間の増加は、モンゴルとインドでも観察されています。英国では、1970年代以降、短い熱波の長さが増加しましたが、イングランド南東部の一部の観測所では、長い熱波の長さ(10日以上)が減少しました。中南米では、過剰熱係数(EHF)は減少していますが、熱波強度の指標である過剰熱係数(EHF)の減少が南米でHadGHCNDから得られたデータに観察されています。

要約すると、1950年以降、世界規模で暖かい日と夜の数が増加し、寒い日と夜の数が減少していることはほぼ確実です。最も寒い極値と最も暑い極値の両方が気温の上昇を示しています。これらの変化は、ヨーロッパ、オーストラレーシア、アジア、および北アメリカの地域規模でも発生した可能性が非常に高いです。世界規模で熱波の強度と持続時間、および熱波の日数が増加していることはほぼ確実です。これらの傾向は、ヨーロッパ、アジア、オーストラリアで発生している可能性が高い。アフリカの極端な気温の同様の変化には中程度の信頼があり、南アメリカには高い信頼があります。信頼性が低いのは、データの可用性が低く、調査が少ないためです。陸地の年間最低気温は、1960年代以降、地球の表面温度の約3倍に上昇しており、特に北極圏では強い温暖化が見られます(信頼度が高い)。