

第 14 章 気候現象及びそれらの将来の地域的な気候変動との関連性

概要

本章では、世界平均気温が上昇し続けることに伴って、主要な気候現象において予測される変化及びそれらの現象の地域的な気候の将来変化とのより具体的な関連性について扱った科学文献を評価する。

地域気候は、場所によって大きく変動する諸過程の複雑な結果であり、地球規模の影響の変化に対して異なる応答をする。以下に挙げる大規模な気候現象については、気候モデルによる再現性がますます向上しており、将来の地域的な気候変動を理解し、信頼性を構築するための科学的根拠を提供している。ある現象が地域気候に影響を及ぼすという確信及び特に RCP4.5 シナリオやそれより高濃度シナリオのもとで、その現象が変化するという確信があるならば、その現象は地域気候変動に関連すると考えられる。{表 14.3}

モンスーンシステム

世界全体のモンスーンの気候学的な特徴の再現において、気候モデルの能力が向上しているという証拠が増加している。将来変化に関して認識されたモデル間での一致した見解をまとめると、モンスーン循環は弱まるものの、全てのモンスーンシステムを総計した世界全体のモンスーンは、21 世紀には面積と強度の増加を伴って強まる**可能性が高い**¹。モンスーンの入りの日は早まるか、又はあまり変化しない**可能性が高く**、モンスーンの明けの日が遅くなる**可能性が高い**。その結果、多くの地域でモンスーン期が長期化する。{14.2.1}

南アメリカ、アフリカ、東アジア、南アジア、東南アジア、オーストラリアでは、モンスーンに関連した極端な降水が将来増加する**可能性が非常に高い**。モンスーン関連の降水の年々変動が将来大きくなるという点については、モデルの一致度はそれより低く、**確信度は中程度**²である。{14.2.1、14.8.5、14.8.7、14.8.9、14.8.11、14.8.12、14.8.13}

モデルの地域ごとのモンスーンを再現する能力は、世界的なモンスーンに比べて低く、モンスーンシステムごとにばらつきがある。**中程度の確信度**でアジア・オーストラリアモンスーンに関連した全降水量は増加するが、南北の非対称性を伴う。すなわち、インド及び東アジアモンスーンの降水量は増加する一方でオーストラリア夏季モンスーンの降水量変化は小さいと予測されている。インド夏

季モンスーンの循環は弱まるが、大気中の水蒸気量の増加によって補われて降水の増加をもたらすであろうことの**確信度は中程度**である。東アジア夏季モンスーンについては、モンスーン循環及び降水量は増加すると予測されている。インド夏季モンスーンの降水量及び極端な降水の 21 世紀を通じた増加が、あらゆるモンスーンの変化の中で最大のものであることの**確信度は中程度**である。{14.2.2、14.8.9、14.8.11、14.8.13}

北アメリカ及び南アメリカモンスーンの降水量変化の予測についての**確信度は低い**が、年周期の中で、北アメリカモンスーンが遅れて始まり遅くまで持続することの**確信度は中程度**であり、南アメリカモンスーン域が拡大することの**確信度は高い**。{14.2.3、14.8.3、14.8.4、14.8.5}

西アフリカの雨季の発達が少し遅れ、雨季末期の降雨が強まるとの予測の**確信度は低い**。西アフリカモンスーンの主要な特徴を再現することに関してモデルに限界があるため、将来予測の**確信度は低く**なっている。{14.2.4、14.8.7}

熱帯現象

インド洋ダイポールの一般的特徴を再現するモデルの能力と将来予測における見解の一致度に基づくと、熱帯インド洋は、将来、東部において昇温量は抑えられて降水量は減少し、西部において昇温量が増加して降水量が増加するという、東西のパターンで変化するという特徴を持つ**可能性が高く**、東アフリカ及び東南アジアの降水量に直接影響する。{14.3、14.8.7、14.8.12}

海洋における熱帯域の降水のモデルシミュレーションにおいて新たに特定された明確な特徴は、年間降水量の変化が「温暖化するほど湿潤化する」(warmer-get-wetter)パターンに従い、海面水温の上昇が熱帯域の平均を上回る場所で増加し、その逆の場所で減少することについて**中程度の確信度**を与える。多くのモデルは熱帯収束帯(ITCZ)の再現において欠陥はあるが、中央アメリカ、カリブ海地域、南アメリカ、アフリカ、西アジアの一部に影響を与える熱帯収束帯の赤道側における季節平均降水量が増加するという予測の**確信度は中程度**である。南太平洋収束帯(SPCZ)が平均的な位置よりもかなり北東側にずれて位置し、SPCZ が東西方向を指向する現象の頻度が増加し(SPCZ を現実的に再現できるモデルに共通する特徴である)、結果として南太平洋

¹ 本報告書では、成果あるいは結果の可能性の評価を示すために、次の用語が用いられる。「ほぼ確実」: 発生確率が 99~100%、「可能性が非常に高い」: 発生確率が 90~100%、「可能性が高い」: 発生確率が 66~100%、「どちらも同程度」: 発生確率が 33~66%、「可能性が低い」: 発生確率が 0~33%、「可能性が非常に低い」: 発生確率が 0~10%、「ほぼあり得ない」: 発生確率が 0~1%。適切な場合には追加で以下の用語を用いることがある。「可能性が極めて高い」: 発生確率が 95~100%、「どちらかと言えば」: 発生確率が >50~100%、「可能性が極めて低い」: 発生確率が 0~5%。可能性の評価結果は、「可能性が非常に高い」のように斜体字で記述する(詳細は 1.4 節及び Box TS.1 を参照)。

² 本報告書では、利用できる証拠を記述するために、「限られた」、「中程度の」、「確実な」を、見解の一致度を記述するために、「低い」、「中程度の」、「高い」といった用語を用いる。確信度は、「非常に低い」、「低い」、「中程度の」、「高い」、「非常に高い」の 5 段階の表現を用い、「確信度が中程度」のように斜体字で記述する。ある一つの証拠と見解の一致度に対して、異なる確信度が割り当てられることがあるが、証拠と見解の一致度の増加は確信度の増加と相関している(詳細は 1.4 節及び Box TS.1 を参照)。

の多くの島嶼国の降水量を減少させるであろうことの**確信度は中程度**である。同様に、南大西洋収束帯が南方向に移動し、南アメリカ南東部の降水量の増加と、そのすぐ北側での降水量の減少をもたらすことの**確信度は中程度**である。{14.3、14.8.4、14.8.5、14.8.7、14.8.11、14.8.14}

マッデン-ジュリアン振動の将来変化の予測については、この現象のモデルによる再現性が乏しく、海面水温の昇温パターンに敏感であるため、**確信度は低い**。したがって、西アジア、南アジア、東南アジア、オーストラリアにおける地域的な極端現象の将来予測については、マッデン-ジュリアン振動と関連する場合には不確実性が大きい。{14.3、14.8.10、14.8.11、14.8.12、14.8.13}

熱帯大西洋の将来変化の予測については、現在気候のモデルシミュレーションに系統誤差があるため、平均場及び年々変動のモードのどちらも**確信度は低い**。したがって、大西洋のハリケーンと南アメリカ熱帯域及び西アフリカの降水量における将来変化に与える影響は不確実である。{14.3、14.6.1、14.8.5、14.8.7}

気候モデルにおけるエルニーニョ・南方振動(ENSO)の再現性の現実性が増しており、それらのモデルは、現在の ENSO の変動が将来も続くことを示している。したがって、ENSO は将来も主要な年々変動であり続ける**可能性が非常に高く**、大気中の水蒸気量が増加することによって地域規模での ENSO に関連する降水変動が強まる**可能性が高い**こと**の確信度は高い**。エルニーニョとラニーニャに関連した北太平洋と北アメリカでの気温と降水量の変動の分布(テレコネクション)は、モデル間で一致して、将来東へ移動すると予測されているが、**確信度は中程度**である。一方、中央及び南アメリカ、カリブ海地域、アフリカ、アジアの大部分、オーストラリア、ほとんどの太平洋諸島など、他の地域に与える影響は、より不確かである。とはいえ、モデルでは ENSO の変動や空間分布の自然変動が非常に大きいため、21 世紀における ENSO の変動の変化についての具体的な予測の**確信度は依然として低い**。{14.4、14.8.3、14.8.4、14.8.5、14.8.7、14.8.9、14.8.11、14.8.12、14.8.13、14.8.14}

低気圧

21 世紀の予測における過程の理解と一致度に基づくと、世界全体での熱帯低気圧の発生頻度は減少するか、又は本質的には変わらないままである**可能性が高く**、それと同時に、世界平均した熱帯低気圧の最大風速及び降水量は増加する**可能性が高い**。将来、気候変動が熱帯低気圧に及ぼす影響は地域によって異なる**可能性が高い**が、変化の具体的な特徴はまだ十分に定量化されておらず、地域を特定した頻度と強度の予測における**確信度は低い**。とはいえ、特定の地域における過程の理解とモデルの一致度が向上していることから、オーストラリア及び多くの太平洋諸島のほか、北・中央アメリカ、東アフリカ、西・東・南・東南アジアに上陸する熱帯低気圧の中心付近では、より極端な降水が起こるであろうこと**の確信度は中程度**である。モデルの解像度とダウンスケーリ

ング技術の進歩によって、激しい暴風雨の予測に対する**確信度が増しており**、**どちらかと言えば一部の海域では最も激しい暴風雨の発生頻度が大幅に増加する**だろう。{14.6、14.8.3、14.8.4、14.8.7、14.8.9、14.8.10、14.8.11、14.8.12、14.8.13、14.8.14}

低気圧経路のシミュレーションには系統的なバイアスが存在するにもかかわらず、ほとんどのモデルや研究は将来の温帯低気圧の数の変化において一致している。世界全体の温帯低気圧の数は数パーセント以上減少する**可能性は低い**。南半球の低気圧経路は**わずかに極方向に移動する可能性が高い**。予測に基づけば、**どちらかと言えば北太平洋の低気圧経路は極方向に移動することの確信度は中程度**である。しかし、北大西洋の低気圧経路の応答が単なる極方向への移動である**可能性は低い**。地域的な低気圧経路の変化の大きさと、その変化が地域的な地表での気候に与える影響についての**確信度は低い**。北極、北ヨーロッパ、北アメリカ、南半球における 21 世紀末(2081~2100 年)までの冬季降水量の増加は、暴風雨による降水がより極端になることに伴った、温帯低気圧による降水の増加によってもたらされている**可能性が非常に高い**。{14.6、14.8.2、14.8.3、14.8.5、14.8.6、14.8.13、14.8.15}

ブロッキング

モデルでブロッキングを再現する能力が向上し、予測に関する**一致度が高まっている**ことから、南北両半球のブロッキングの頻度は増加しないこと**の確信度は中程度**である。一方、ブロッキングの強度と持続性の変化傾向は不確実なままである。したがって、北アメリカ、ヨーロッパ及び地中海、中央及び北アジアにおけるブロッキング関連の地域的な変化も不確実である。{14.8.3、14.8.6、14.8.8、Box 14.2}

環状モードと双極子モード^[脚注 1]の変動

モデルは一般に、環状モードと双極子モードの大体の特徴を再現することができている。予測におけるモデルの**一致度によれば**、将来の北半球冬季の北大西洋振動は大きな自然変動と、過去に観測されたものと同程度の大きさの変化傾向を示す**可能性が非常に高く**、平均すると**わずかに正の変化傾向が強まり**、北極、北アメリカ、ユーラシアにおける冬季の気象条件に対して**多少の(ただしあまり十分な裏付けのない)影響を伴う可能性が高い**。21 世紀中頃までに成層圏オゾンが回復するにつれて、南半球環状モードにおける南半球の夏季/秋季の正の変化傾向は**かなり弱まり**、南アメリカ、アフリカ、オーストラリア、ニュージーランド、南極に対して**多少の(ただしあまり十分な裏付けのない)影響を伴う可能性が高い**。{14.5.1、14.5.2、14.8.2、14.8.3、14.8.5、14.8.6、14.8.7、14.8.8、14.8.13、14.8.15}

大西洋数十年規模振動

古気候の復元とモデルシミュレーションから得た複数の証拠によれば、大西洋数十年規模振動(AMO)は、平

均的な気候の変化につれて将来その挙動を変化させる可能性は低い。しかし、今後数十年にわたる大西洋数十年規模振動の自然変動は、大西洋の大型ハリケーンの数、西アフリカの雨季、北アメリカ及びヨーロッパの夏季の気象条件などの地域の気候に対して、人為起源の変化と少なくとも同程度の大きさで影響する可能性が高い。{14.7.6、14.2.4、14.6.1、14.8.3、14.8.6}

PSA パターン^{【訳注 2】}

インド洋・太平洋赤道域における基本的な物理的メカニズム及び予測される海面水温についての理解によれば、南半球夏季の平均的な大気循環における将来の変化はこの太平洋－南アメリカパターンとなり、それゆえ南アメリカ収束帯と南アメリカ南東部における降水量に影響を与えると予測されることの確信度は中程度である。{14.7.2、14.8.5}

【訳注 1】 本節での Dipolar Modes はインド洋ダイポールモードとの区別を図るために、「双極子モード」と表記している。

【訳注 2】 Pacific South American Pattern: テレコネクションモードのひとつ。