

(4) 激しい対流性嵐

11.7.3 Severe convective storms

11.7.3.2 Observed trends

激しい対流系の嵐は、竜巻、雹、大雨（雨または雪）、強風、雷などの極端な現象に関連する対流系です。SREX（第3章、Seneviratne et al., 2012）およびAR5（第12章、Collins et al., 2013）における激しい対流性嵐の変化の評価は限定的であり、主に竜巻と雹の嵐に焦点を当てています。SREXは、監視システムのデータの不均一性と不十分さのために、竜巻と雹で観測された傾向の信頼性が低いと評価しました。Climate Science Special Report（Kossin et al., 2017）で評価されたその後の文献は、米国で2000年代に観測された竜巻活動の評価につながり、竜巻の年間日数が減少し、竜巻が増加しました。最近の竜巻の数（中程度の信頼度）。ただし、雹や強雷雨の過去の傾向については、信頼性が低くなっています。気候モデルは、竜巻、雹、および風を組み合わせた激しい雷雨の頻度と強度の増加をサポートする環境変化を一貫して予測します（高い信頼性）が、予測される増加の詳細には低い信頼性があります。激しい対流性嵐の地域的側面と竜巻と雹の評価の詳細も章で評価されます。

深刻な対流性嵐またはMCSで観察された傾向は十分に文書化されていませんが、MCS（メソ対流系）の気候学は特定の地域（北アメリカ、南アメリカ、ヨーロッパ、アジアで、対流性嵐の地域的側面は第12章で個別に評価されます）で分析されています。激しい対流性嵐の定義は文献によって異なるため、さまざまな地域で観測された激しい対流性嵐の傾向を総合的に見ることは簡単ではありません。ただし、衛星観測を使用した分析では、MCSのグローバルビューが提供されます。雷雨の世界的な分布は、熱帯降雨観測衛星（TRMM）と全球降水観測衛星（GPM）による衛星降水量測定を使用して把握されます。MCSの気候学的特徴は、南アメリカの衛星分析および Trismidianto and Satyawardhana（2018）による海洋大陸のMCC（メソスケール対流複合体）の気候学的特徴によって提供されます。深刻な対流イベントに有利な環境条件の分析は、深刻な対流イベントの気候学と傾向を間接的に示しますが、好ましい条件は、米国と日本のETCに関連する竜巻の違いなどの場所によって異なります。

激しい対流性嵐で観察された傾向は、地域に大きく依存しています。米国では、対流性暴風雨、雹および激しい雷雨の有意な増加はないことが示されています。米国では極端な降水イベントの頻度と強度に上昇傾向があり（信頼性が高い）、1979年以降MCSの発生量と降水量が増加しています（限られた証拠）。雹の発生は年々の有意な変動は、米国のグレートプレーンズ南部で見られます。竜巻の年間平均数は比較的一定に保たれていますが、1970年代以降、特に2000年代にかけて、年間の日数は減少しましたが、最近の竜巻の数は増加しています。米国中南部で竜巻の発生が増加し、ハイプレーンズで減少するなど、竜巻の分布に変化がありました。MCSの傾向は、アクティブな季節

の延長や期間への依存など、MCS の特定の側面で比較的顕著になります。MCS は、1979 年以降、発生量と降水量が増加しています。Feng et al., (2016) は、米国中部で観測された春の総降雨量と異常気象の増加は、MCS によって支配されており、長期的な MCS の頻度と強度が増加していることを分析しました。

米国外での激しい対流性嵐とその成分の傾向に関する研究は限られています。Westra et al., (2014) は、中国東部を除く世界の多くの地域で、短期間の対流イベント（数分から数時間）の強度が増加していることを発見しました。ヨーロッパでは、竜巻の気候学は 1800 年から 2014 年の間に検出された竜巻の増加を示していますが、この傾向は観測の密度によって影響を受ける可能性が高い。極端な日降水量の傾向の増加は、MCS がこのタイプのイベントで重要な役割を果たすフランス南東部で見られます。ヨーロッパにおける 1979 年以降の雷雨の平均年間日数の傾向分析は、アルプスと中央、南東、および東ヨーロッパで増加し、南西で減少することを示しています。サヘル地域では、テイラー等 (2017) が 1982 年以降の衛星観測を使用して MCS を分析し、極端な嵐の頻度の増加を示しました。バングラデシュでは、TRMM (熱帯降雨観測衛星) 降水量データに基づいて、1998 年から 2015 年の間に伝播する MCS の年間数が大幅に減少しました。Prein and Holland (2018) は、統計的アプローチを使用して大規模な環境条件からの雹の危険性を推定し、米国、ヨーロッパ、およびオーストラリアで増加傾向を示しました。しかし、観測の長さが不十分で記録が不均一であるため、地域規模での雹の傾向を検証することは困難です。雹の空間的変動性が高いことは、正と負の両方の傾向の局所的な信号が存在することは合理的であり、世界的に雹で発生している傾向は不確実であることを示唆しています。中国では、雷雨または雹の合計日数が 1961 年から 2010 年にかけて約 50% 減少し、これらの荒天の発生の減少は、東アジアの夏季モンスーンの弱体化と強く関連しています。激しい対流性嵐のより地域的な側面は、12 章で詳述されています。

要約すると、激しい対流性嵐の定義は文献や地域によって異なるため、さまざまな地域で観察された激しい対流性嵐の傾向を総合的に見ることは簡単ではありません。特に、激しい対流性の嵐に関連する竜巻、雹、雷の観測傾向は、長期観測のカバレッジが不十分なため、確実に検出されていません。米国の竜巻の年間平均数は比較的一定であると中程度の確信がありますが、発生の変動性は 1970 年代以降、特に 2000 年代に増加しています。年間の日数が減少し、最近の竜巻の数が増加しています (高い信頼性)。ヨーロッパでも検出された竜巻が増加していますが、その傾向は観測の密度によって異なります。