

地球温暖化で豪雪の頻度が高まる ～ 最新気候シミュレーションによる予測 ～

これまでにない多数の地球温暖化気候シミュレーション実験の結果を解析して、温暖化が進行したときに日本の内陸部において、現在よりも豪雪(災害を伴うような顕著な大雪現象)が高頻度に現れ、豪雪による降雪量も増大する可能性があることを確認しました。この結果は8月31日付けで科学誌「Climatic Change」に掲載されました。

文部科学省「気候変動リスク情報創生プログラム」のもとで気象研究所、東京大学、京都大学、国立環境研究所、筑波大学、海洋研究開発機構が共同で、これまでにない多数の地球温暖化気候シミュレーション実験を行い、実験結果をとりまとめた「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース(d4PDF)」^{*1}を作成しました。d4PDFでは、シミュレーションのサンプル数が少ない従来の温暖化データベースでは求めることができなかった、豪雨や豪雪、台風などの極端現象の発生頻度や強度の将来的な変化について、精度良く求めることができます。現在、国内の政府各機関および関連団体でd4PDFを用いて温暖化対策の検討が精力的に進められています。

従来の温暖化研究では、温暖化の進行とともに総降雪量が減少することは確認されました。一方、豪雪については、大気中の水蒸気量とともに増大するのか、温暖化による気温上昇により減少するのか、既存の気候シミュレーションデータベースでは精度の良い結論を導き出すのは困難でした。この問題を解決するために、今回、気象庁気象研究所環境・応用気象研究部の川瀬宏明研究官を中心とする研究グループがd4PDFを活用して、日本及び周辺域における将来の日別降雪量の将来変化を高精度で求めました。その結果、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第五次評価報告書のRCP8.5シナリオ^{*2}での21世紀末に相当する気候状態では、本州の内陸部で十年に一度しか発生しない豪雪が現在より高頻度で現れ、豪雪に伴う降雪量も増加する可能性が高いことが分かりました。(詳しい解説は別添1)

今回の研究成果は、防災や水資源管理など社会性の高いテーマにも関連していることから学術的に高い評価が得られています。また、科学的に興味深い研究成果であるとともに、日本国内における将来の防災対策・適応計画を立案する上で考慮されるべき結果であると考え、調査結果をまとめ、国際的な科学誌である「Climatic Change」の8月31日号に発表しました。本論文が示した将来の豪雪についての見通しが、国民生活の安全性を高める施策決定に役立つことを期待します。

※1 地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース (d4PDF: database for Policy Decision making for Future climate change)

気象庁の現業用大気モデルを元に気象研究所が温暖化研究用として開発した全球モデルと日本域モデルを使用して作成した地球温暖化気候シミュレーション実験結果のデータベース。日本域モデルでは、過去 60 年×50 メンバー（のべ 3000 年）、将来 60 年×90 メンバー（のべ 5400 年）分の多数のシミュレーションを行って作成されている。（詳しい解説は別添 2）

※2 RCP8.5 シナリオ

IPCC 第五次評価報告書における地球温暖化シナリオのうち最も温暖化が進む想定 of シナリオ。政策的な地球温暖化の緩和策を行われず、放射強制力が 2100 年の時点で 8.5 W/m^2 を超え（現在よりも地球上の平均気温が 3 度以上高くなる）、その後も気温の上昇が続く。

【本件に関する問い合わせ先】

気象研究所企画室

029-853-8535（直通）

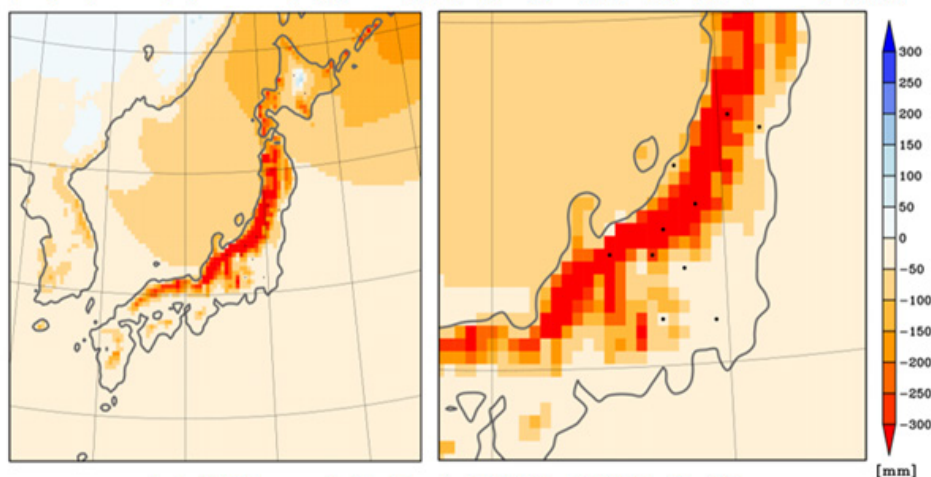
本研究の成果の詳しい解説

気候シミュレーションデータベース d4PDF によれば、地球温暖化が進行した状態では日本域の降雪は全体的には減少しますが、気温が零度以下となる本州や北海道の内陸部では大気中の水蒸気の増加などの理由で、たまに起こる極端な降雪が増大します（図 1）。中部日本内陸部（図 1 下段右図の X の地点）での、現在気候における日別降雪量の頻度分布（灰色）と将来気候におけるもの（赤）を比較すると、現在気候で 60mm 以上（降水換算、およそ十年に一度頻度）の降雪量の多い部分では統計的に有意に発生頻度が増大しているのが分かりました（図 2）。

現在および将来ともに、極端な降雪が起きる際には冬型の気圧配置が強まり、日本海に風の収束帯（JPCZ）ができます（図 3）。将来の JPCZ は現在よりも強化される傾向が見られ（図 4）、豪雪頻度の増加と対応しています。

北陸地方の沿岸部では、温暖化による気温上昇のために雪ではなく雨として降りますが、温暖化が進んでも気温が零度以下となる内陸部や山岳部では降雪となりますので、依然として、豪雪への備えが必要であると考えられます。

冬季(11月～3月)の総降雪量(気候値)の変化



10年に一度の大雪(日降雪量)

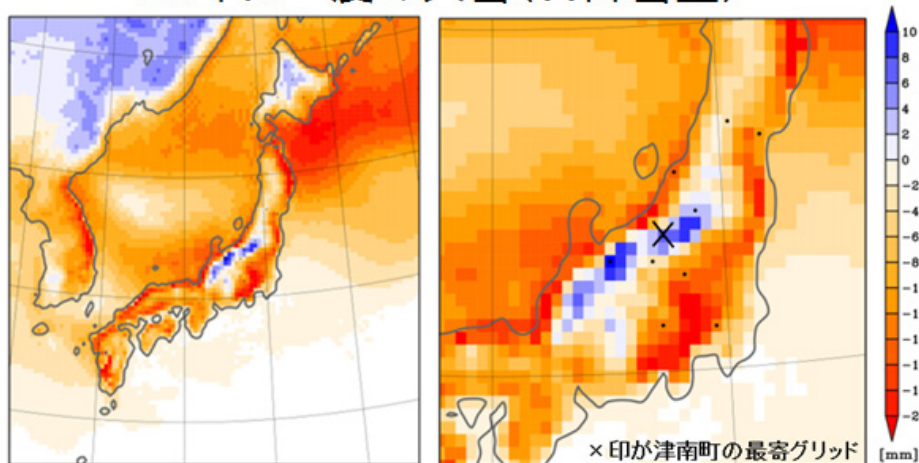


図 1. 日本および日本周辺域における降雪の将来変化の特徴。青い領域で降雪が増加。降雪量は水換算したもの。

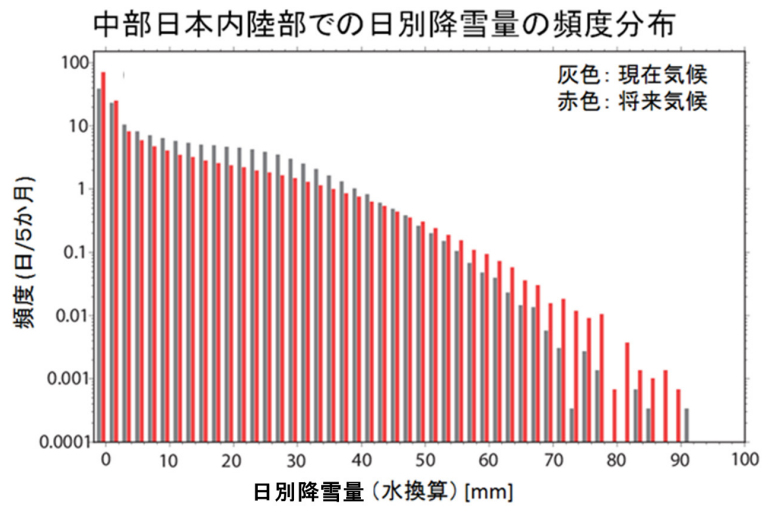


図2. 豪雪の頻度の増加. 中部日本内陸部 (図1下段右図のX)での現在気候における日別降雪量の頻度分布 (灰色)と将来気候におけるもの(赤)を比較。

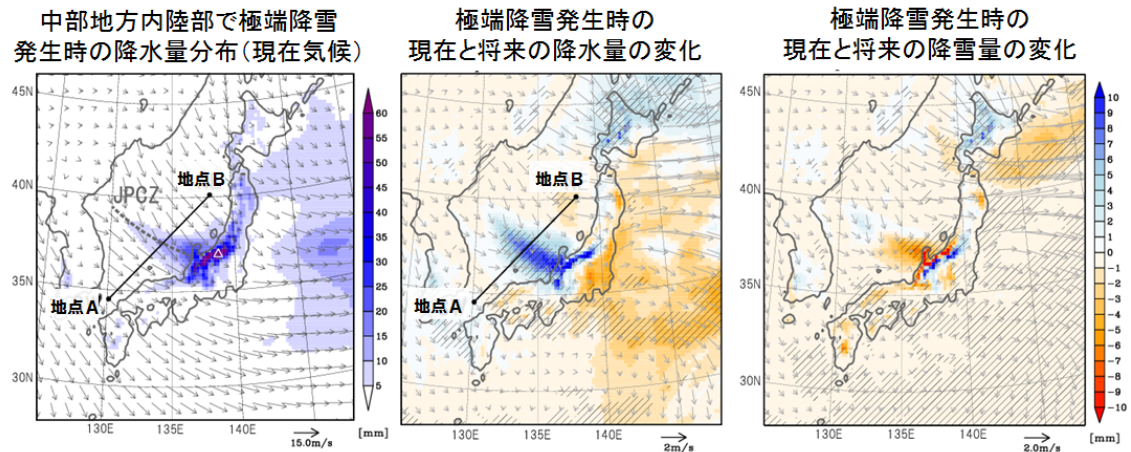
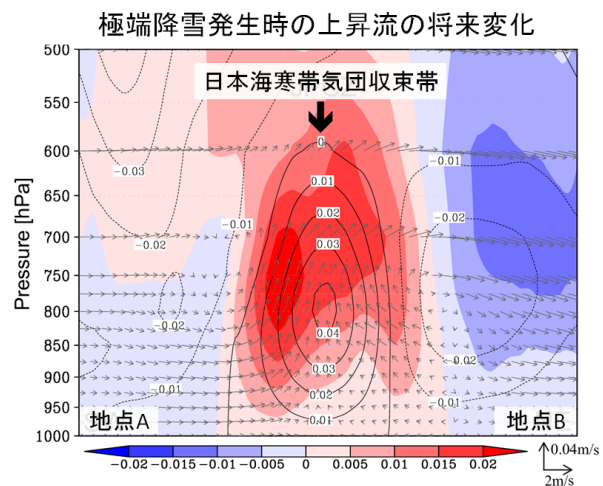


図3. 現在気候における極端降雪発生時の降水量の分布(左)と、現在気候と将来気候における極端降雪発生時の降水量の差(中央)と降雪量の差 (右)。斜線は差が有意な場所。将来、日本海に現れる風の収束帯 (JPCZ) が強化されることに伴って、降水量が増える。沿岸部では気温上昇により雪ではなく雨として降るため、降雪量が減少するが、温暖化が進んでも気温が零度以下となる内陸部や山岳部では、降雪量が増える。

図4. JPCZを横切る鉛直断面でみた、現在気候における豪雪時の風 (矢印) と鉛直風 (等値線; m/s)、および将来変化 (カラー)。赤い色はJPCZが強化されていることを意味する。JPCZが強くなることで、水蒸気を多く供給され内陸において降水量が多くなる。



○Climatic Change 8月31日号に掲載された論文

Hiroaki Kawase¹, Akihiko Murata¹, Ryo Mizuta¹, Hidetaka Sasaki¹, Masaya Nosaka¹, Masayoshi Ishii¹, Izuru Takayabu¹, 2016: Enhancement of heavy daily snowfall in central Japan due to global warming as projected by large ensemble of regional climate simulation. *Climatic Change*, doi: 10.1007/s10584-016-1781-3.

1: 気象庁気象研究所

2016年8月31日オンライン発表:

<http://link.springer.com/article/10.1007/s10584-016-1781-3>

地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース [d4PDF] の詳しい解説

地球温暖化への適応策を考えるにあたっては、気候変動の予測結果にどのくらい不確実性があるのか評価すること、つまり温暖化に伴う自然災害がいかなる頻度で生じるのかを知ることが必須です。しかし従来は、発生頻度の低い台風・豪雨などの極端事象についてはアンサンブル実験を行うモデル数が10程度と少なく、信頼性は十分とはいえませんでした。今回、各テーマ間で連携し、世界でも例のない最大100にもものぼる多数のアンサンブル実験を行うことによって、極端事象の再現と変化について十分な議論ができる「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース、database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF)」を作成しました。d4PDFを公開することにより、過去の極端事象の要因分析、将来変化予測の不確実性の理解、影響評価研究などが飛躍的に進むこと、また、各省庁や自治体、産業界での温暖化適応策の策定が推進されることが期待されています。

現在、極端事象の発生頻度や強度の将来変化を解明する研究、将来の高潮や洪水に対する防災研究、農業や環境への影響評価研究等に、d4PDF は活用されています。

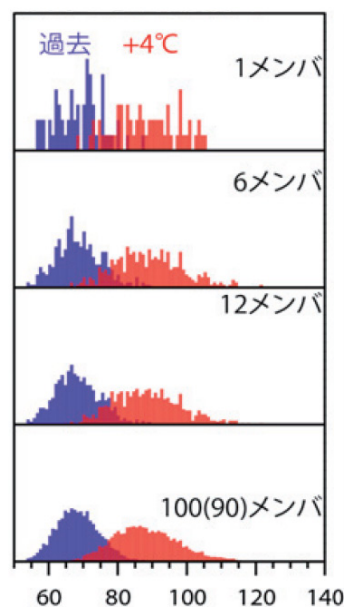
関連情報

<http://www.miroc-gcm.jp/~pub/d4PDF/>

<http://www.jamstec.go.jp/sousei/jp/event/others/d4PDFsympo/index.html>

●d4PDFで豪雨のより正確な予測が可能に

右の図は、中国南部で平均した年最大日降水量の頻度の分布です。図から、モデル数が増えるにつれ頻度分布が滑らかになり、データの信頼性が上がってることが見て取れます。多数アンサンブルでは、平均からはみ出た予測のサンプルが十分に取得できるため、豪雨のようなめったに起こらない現象の起きる確率を知ることができます。



●多数のサンプルから、台風による災害予測の精度も向上

下の図は、アンサンブル実験で得られたすべての台風の経路を示したもので、左図 (a) は、30 年間気候計算によるもの、右図 (b) は d4PDF の全ケースに相当する 5400 年実験 (60年×90メンバー) から求めたものです。

台風による災害が、特定の地域で将来どのように変化するかを確率的に調べるためには十分な数のサンプルが必要です。しかし台風は日本全土でも年間2、3個しか上陸しません。そのため、通常のタイムスライス実験では十分な数のサンプルは得られませんでした (a)。d4PDFならば (b) に見るように非常に大きいサンプル数が得られ、台風による超低頻度のハザードを確率的に調査することができるようになります。

