

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Quantification of the climate change impacts on extreme rainfall and the associated risk in Southeast Asia
著者(和文)	ZHAOWenpeng
Author(English)	Wenpeng Zhao
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12226号, 授与年月日:2022年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:木内 豪,神田 学,中村 恭志,高木 泰士,VARQUEZ ALVIN CHRIST
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12226号, Conferred date:2022/9/22, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Zhao Wenpeng	
論文審査 審査員	主査	氏名	職名	氏名	職名
		木内 豪	教授	Alvin Christopher Galang Varquez	准教授
	審査員	神田 学	教授		
		中村恭志	准教授		
		高木泰士	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Quantification of the climate change impacts on extreme rainfall and the associated risk in Southeast Asia」と題し、5章から構成されている。

第一章「Introduction」では、地上気象観測データに限られる東南アジア地域を念頭に、将来の気候変動に伴う極端降雨の増大と降雨強度の強化に対応したインフラ施設の計画・設計に必要な降雨強度と継続時間・生起頻度の関係 (IDF 曲線) を推定する手法確立の必要性を述べるとともに、地域スケールの降雨災害リスク評価に基づく社会的対応の必要性を指摘した上で、本研究の目的と構成を述べている。

第二章「Establishment of IDF curves in data-sufficient and -scarce cities」では、東南アジアの複数都市を対象として、地域気候ダウンスケーリング実験 (CORDEX) による高解像度地域気候モデル (RCM) シミュレーションデータに時間的ダウンスケーリング (DS) として ANN を、空間的 DS として 3 つの異なる手法 (QM, QDM, NQM) を選択的に適用して将来の時間スケールの IDF 曲線を推定する手法を提案し、ベトナム南部の 2 都市に応用している。その結果、ANN による時間的 DS は既存の手法に比べて優れた性能を示すとともに、選択的な空間的 DS の導入により各 RCM の持つ系統的な誤差を最小化させることで将来の IDF 曲線推定における不確実性を最小化している。RCP4.5 と RCP8.5 のシナリオに基づく CORDEX の将来気候予測データに本手法を適用した結果、再現期間が長く発生頻度の低い降雨に対して将来の降雨強度の増大割合が高いことを示している。また、同一の気候・地理条件下にあって日降雨量データしか得られない都市に本手法で導かれた確率密度分布のパラメータを適用することで、データが限定された地域でも新たな IDF 曲線が作成できることを示している。

第三章「Establishment of IDF curves in data-scarce countries by using auxiliary datasets: changes, physical mechanisms, and associated risks」では、詳細な時空間スケールの降雨実測データが存在しないカンボジア王国を対象として、第二章で適用した時間的 DS 手法をさらに発展させ、CORDEX の 3 時間毎の気象解析データと ERA5 の毎時の気象再解析データを用いて月最大時間雨量を推定する時間的 DS 手法 (CANN モデル) を構築するとともに確率密度分布に Zero-Inflated 一般化極値分布 (ZIGEV) を適用し、年最大値に対する一般化極値分布 (GEV) との比較により CANN モデルと ZIGEV を用いることで時間雨量推定の不確実性が大きく軽減されることを示している。また、本手法と RCP8.5 シナリオのモデルデータを用いて継続時間 1 時間～48 時間の極値を求め、将来の確率降雨量の相対変化は再現期間が長いほど、また、継続時間が短いほど大きくなり、特に今世紀末ではカンボジア南部の沿岸域や中央部で相対変化が 100% を超える地域が広がることを明らかにするとともに、その要因は大気中の水蒸気量の増大や対流活動の活発化にあることを定量的に示している。さらには確率降雨量の将来変化と行政区域単位の資産や過去の水害実態を考慮した新たな洪水リスク変化の指標を提案し、継続時間 1 日以下の短時間降雨に対しては首都圏を含む南東部でリスクの変化が大きく、長時間継続する降雨に対しては南東部に加えて農業が盛んな北西部でもリスクの変化が大きいことを示し、降雨や地域の特性に応じた適切な適応策を提案している。

第四章「Uncertainty quantification in the development of IDF curves」では、将来の IDF 曲線推定結果に含まれる不確実性を定量化するため、RCM、RCP シナリオ、確率密度分布のパラメータ推定手法の違いやバイアス補正の影響について分析を行っている。その結果、全体的には RCM の違いによりもたらされる不確実性が最も大きく、次いで、バイアス補正、RCP シナリオ、パラメータ推定手法の順で不確実性が大きいことを示している。

第五章「Conclusion and future study」では、本研究を総括して主要な結論を述べるとともに、今後の課題をまとめている。

以上を要するに、本論文は地上気象観測データに限られる東南アジア地域を対象として、将来の気候変動に伴う極端降雨の変化を推定する手法を構築して IDF 曲線を推定するとともに、不確実性要因の定量化や極端降雨によりもたらされる水害リスクの評価を行ったものであり、気候変動下における極端降雨の統計的予測手法の進展に資するところが大きい。よって、博士 (工学) の学位に値すると判断される。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。