



Title	日本周辺域における前線の出現特性及び降雨の地域特性に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	宮本, 真希
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15850号
Issue Date	2024-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91967
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Maki_Miyamoto_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 宮本 真希

審査担当者 主査教授 山田 朋人
副査教授 泉 典洋
副査教授 渡部 靖憲
副査教授 萩原 亨

学位論文題名

日本周辺域における前線の出現特性及び降雨の地域特性に関する研究
(A Study on Appearance of Atmospheric Fronts and Regional Characteristics of Rainfall around Japan)

大気中の前線は、性質の異なる2つの気団の間に形成される密度界面である。特に日本周辺においては5月から7月にかけて前線が停滞し、これを梅雨前線と呼ぶ。梅雨前線に伴い生じる豪雨によって発生する河川の氾濫や土砂崩れの被害は甚大かつ広範囲に及ぶため、温暖化が進行した将来気候における当該パターンの豪雨の発生頻度や降水量の変化を考慮した治水計画の策定が必要である。加えて、前線や台風は日々の天気予報において頻繁に使用される一般にも馴染みの深い用語であるため、これらの位置情報を把握することで防災情報として活用できると考えられる。したがって水害リスクの評価に前線や台風などの気象要因を含めることで、一般に広く理解しやすい情報として利用可能となる。

本研究は過去43年間において日本周辺に出現した前線の出現特性および極端豪雨への寄与を論じている。これは流域スケールにおける豪雨リスクの評価に対して気象学的背景を付与するための分析手法を提案し、豪雨の発生メカニズムの理解に貢献するものである。

第2章では、地上天気図の画像から前線を抽出し、グリッドデータに変換する手法を構築した。当該手法を用いて作成した43年間の前線の位置情報によって、北海道においては8月に出現する停滞性の前線の数が増加していることを示した。近年においては太平洋高気圧の強化とオホーツク海高気圧の弱化により、前線の出現する位置が北上していたことが確認された。

第3章では、全国の一級水系109水系を対象に、大雨事例に対する前線の寄与を評価した。特に、石狩川流域において豪雨をもたらす気象場パターンは主に2つに分けられ、温帯低気圧に伴う前線が4割、前線と遠方の台風の組み合わせが3割を占めることがわかった。特に、既往最大の豪雨事例である1981年8月上旬における豪雨は前線と遠方の台風の組み合わせによるものであることを示した。

第4章では、第2章で作成した前線データに基づき、水平方向の気温勾配と水平風から決定される渦度から構成される無次元数の指標で前線を定義した。前線の出現する領域においては水平方向の気温勾配が大きく、水平風から決定される渦度が正となる。両変数の無次元数を用いた前線の抽出手法を構築することで、大気場からの前線抽出が可能となった。

第5章では、第4章で構築した前線の抽出手法を大量のアンサンブル実験で構成される気候予測情報d4PDFに適用した。気候モデルにより再現・予測された5km解像度の降水量分布に基づく石

狩川流域における豪雨の気象場パターンは第 3 章で示した観測のものと類似していた。特に 1981 年 8 月上旬の豪雨に相当する降雨規模の豪雨の出現頻度は、気候外力の増加とともに 2.3 倍に増加することを示した。そのうち、温帯低気圧に伴う前線による豪雨が 2.4 倍、前線と遠方の台風の組み合わせによる豪雨が 1.5 倍に増加することがわかった。将来気候において既往最大規模の豪雨よりも降水量が多い上位 3 事例は当該パターンの豪雨である。

これを要するに著者らは、地上天気図に基づいて過去 43 年間の前線の位置情報を作成し、これを用いて北海道における停滞性の前線の 8 月の出現数が 1990 年台以降、1.5 倍に増加していることを明らかにした。また、石狩川流域において発生した豪雨事例のうち、温帯低気圧に伴う前線による豪雨が 4 割、前線と遠方の台風の組み合わせによる豪雨が 3 割を占めることがわかった。さらに、大気の状態に基づいて前線の位置を推定する手法を構築した。当該手法を最新の気候予測情報に適用することで、気候変動の影響が顕著な将来気候においては、石狩川流域における豪雨の気象場パターンは現在の気候と同様であることがわかった。その一方で、既往最大事例に相当する降雨規模の豪雨は、観測において確認された前線と遠方の台風の組み合わせによる事例に加えて温帯低気圧に伴う前線による事例が多く、気候外力の増加とともに前者の生起頻度は 2.4 倍、後者の生起頻度は 1.5 倍に増加することを示した。当該パターンの豪雨は将来気候において上位 3 事例を占めており、既往最大規模の豪雨よりも極端な降水をもたらす。

これは流域スケールにおける豪雨の現象解明に寄与するものであり、水工学の発展に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。