



Title	総観ならびに対流スケールにおける線状降水帯の出現特性に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	大屋, 祐太
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第15622号
Issue Date	2023-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/90850
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	OHYA_Yuta_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 大屋 祐太

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

総観ならびに対流スケールにおける線状降水帯の出現特性に関する研究

(A Study on Characteristics of Line-shaped rainbands in Synoptic and Meso-Convective Scales)

近年, 我が国では線状降水帯を伴う洪水・土砂災害が頻発している. 線状降水帯は, 線状に並ぶ複数の積乱雲 (以下, 降水セル) によって構成されている. こうした現象は北海道を含む日本全国で確認されており, 面的な分析を可能とする降水レーダーの観測情報が数十年に渡り蓄積されてきた. さらに気候変動に伴う降水外力の変化は, 山間部や局所的な豪雨における増加率が卓越することが既往研究によって示されているなど, 流域スケールの議論に耐えうる高解像度の気候予測情報が利活用されている. 降水セルの時空間的な出現特性に影響を与える周辺環境, 局所的な風速, 地形による効果は事例研究に留まり, またこれらを一貫した体系的な評価はなされていない. 本研究は, 日本において発生した線状降水帯の総観・対流スケールの双方における出現特性を論じている. これは流域スケールにおける降水現象の総観から対流スケールまでの一貫した分析手法を提案し, 線状降水帯を伴う豪雨の周辺環境ならびに内部構造の理解に貢献するものである.

第 2 章では, レーダー解析雨量を用いて線状降水帯を抽出し, 全国的かつ長期的な出現情報を分析した. 時空間的に複雑な構造を有する線状降水帯の出現情報を定量化するために, 線状かつ停滞する大雨事例として定義を設けることで統計的な議論が可能になる. 本章で得られた線状降水帯の出現情報は, 次章以降の分析における対象事例となった.

第 3 章では, 北海道で発生した線状降水帯に関して, 総観スケールの気象場との関係について 2 ヶ月スケールの平均場と日スケールの瞬間値における分析を行った. 線状降水帯の多発年は, 太平洋高気圧が平年よりも張り出すことにより, 南西から同地域に対し暖湿空気が多く流入し, 偏西風の蛇行に伴う上空寒気の流入が有意であることが確認された. 日スケールの気象場情報を用いて統計手法と機械学習を組み合わせる分類手法を提案し, 多発年において発生しやすい天気図パターンを定量化した.

第 4 章では, 最新の気候予測情報に対して, 第 2 章の抽出定義, 第 3 章の分析手法を適用した. 気候モデルによって計算された高解像度の降雨データは, 観測における線状降水帯の出現情報と空間分布と発生頻度が類似しており, 気候外力の増加とともに発生数は増加することがわかった. 線状降水帯が多発する夏季 2 ヶ月平均場は, 観測と同様に太平洋高気圧の卓越に伴う縁辺流の増加が確認された.

第 5 章では, 第 2 章で抽出した線状降水帯のうち, 2 台以上のレーダーの観測範囲内かつ欠損が少ない事例を判定し, 線状降水帯の降水セルを追跡する手法を提案した. 同手法により追跡した降水セル

の速度や間隔, 強化される地域は他の方法で得られた結果と一致し, 手法の妥当性が確認された. さらにこれを数百事例に適用した結果, 7 割を超える事例が降水帯の向きと降水セルの移動方向が概ね一致することに対し, 関東平野で発生する事例は降水帯の向きに直交して降水セルが移動することを示した.

第 6 章では, 第 5 章で得られた結果に対して, バックビルディング現象を伴う代表事例に対して変分原理を適用し, 三次元的な風速場を推定した. 同手法において, 空間解像度と観測仰角, そのタイミングが異なる 3 台のドップラーレーダーを同期し, 時々刻々の風速と反射強度情報を得た. これによりバックビルディング現象によって発生した降水セルの見かけの移動速度が中層 3km 高さの風向・風速と一致することを示した.

これを要するに著者は, 過去 32 年間のレーダー観測情報を用い降雨の時空間特性による線状降水帯を定義し, 日本全国で発生した数千の事例を抽出した. その上で北海道とその周辺海域における線状降水帯の多発年ならびに寡少年の夏季総観場の特徴を明らかにした. 同様の特徴は, 気候変動の影響が顕著な将来気候においても共通することが, 最新の気候予測情報を用いた分析によって判明した. さらに高解像度レーダー網を用いて, 線状降水帯を構成する降水セルの移動速度や降雨強度などの物理量を定量化する新たな手法を開発した. 同手法を過去に発生した線状降水帯事例に適用することで, その長軸方向と降水セルの移動方向の組み合わせから線状降水帯を細分類する方法を提案し, そのおよそ 7 割はバックビルディング型の形成過程であることを明らかにした. 同型の代表事例に対して, 複数のドップラーレーダーの観測値に変分原理を適用することで, 降水セルが移動する方向と速度は対流圏中層の風向と風速に一致することを示した.

これは総観および対流スケールにおける線状降水帯の出現特性を一貫して議論する枠組みを提案したものであり, 我が国で甚大な被害を生む豪雨現象の理解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.