



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_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 宮本 真希

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)

前線は、大気中に生じる密度の不連続線として定義される密度界面の一つであり、空間スケールが数千キロメートルに及ぶ気象現象である。日本においては1940年代から地上天気図に前線が描かれ始めた。現在に至るまでの数十年間に作成された地上天気図および観測された気象状況から蓄積された知見として、前線の通過時は荒天となることが一般に広く知られる。特に、初夏に前線が日本列島に停滞して長雨をもたらす時期において前線周辺で形成される大規模な収束場による豪雨（平成30年7月豪雨や令和2年7月豪雨など）が発生しやすいことがわかっている。前線が気象予報において気象状況を伝える用語として一般に浸透している一方で、その出現頻度や降雨パターンは定性的な理解にとどまる。本研究は、前線並びにそれに伴う降雨の気候特性を定量化する手法を構築し、当該手法を地域スケールで適用することで前線に伴う降雨の地域特性を評価するものである。はじめにアナログ情報として保管されている地上天気図からRGB値を利用した画像解析により前線を抽出し、グリッドデータに変換することで前線の情報をデジタル化した。作成した長期間の前線データを用いて前線の出現頻度の長期変化および季節特性を定量的に示した。加えて、前線周辺における大雨発生事例を対象に降水量を評価する手法を構築し、当該手法を上記前線データおよび降水量のグリッドデータに適用することで前線からの距離と降水量の関係を明らかにした。

第2章の目的は、数十年間の地上天気図に描かれた前線をデジタル情報として利用可能なものとする手法を構築し、当該手法により作成した長期間の前線データを用いて日本周辺における前線の出現特性を解明することである。気象庁が作成した地上天気図は画像媒体で保存されているため、RGB値により前線を特定することで画素から緯度・経度を座標とするグリッドに前線の情報を複写する。天気図に描かれる前線は、1999年以前は黒色、2000年以降は赤や青色で三角や半円を持つ線（前線記号）として表現されている。1999年以前の天気図に対して前線の着色を実施し、2000年以降の天気図に対して前線記号を線として抽出することで、年代による書式の違いを考慮した同質の前線データを作成した。当該データを用いることで、日本周辺に6月から8月において出現する前線の本数は1978年から2020年にかけて減少傾向であり、特に温暖前線および寒冷前線が減少していることを明らかにした。加えて、北海道における前線の出現頻度は7月下旬から8月上旬にピークとなることを示した。本章で作成した前線データを用いて以降の解析を実施する。

第3章の目的は、物理量による大気場からの前線抽出手法を構築することである。前線は密度の不連続線として定義され、すなわち水平方向の気温勾配の大きい領域に対応する。加えて、一部の前線は大気中に含まれる水蒸気量の違いにより特徴づけられる。また、前線が発達すると正の鉛直渦度が強化される。上記物理量を含め、関連する熱力学変数および力学変数から構成される無次元数を抽出指標として採用して前線抽出を実施した。抽出基準は天気図に示された前線が出現する気象条件を基に決定した。当該手法で用いる物理指標は、前線の発達に伴い大きい値をとり、特に温帯低気圧

の中心付近では熱力学・力学成分の両方が大きい。また、台風や熱帯低気圧のように潜熱が主なエネルギー源として発達する擾乱においては、傾圧性を発達の源とする前線や温帯低気圧と異なり、力学成分が極端に大きくなる。

第4章の目的は、前線周辺における降水量を定量的に評価し、降雨分布やその地域特性を明らかにすることである。前線からの距離と降水量の関係を定量化する手法を構築し、6月から8月において、ある地域で毎年平均4回程度の頻度で発生する大雨事例を対象に当該手法を適用した。前線からの距離が200km以内の地点における大雨は日本海側の地点で生じる大雨の半分以上を占め、特に九州地方においては7割を超える。前線周辺で発生する大規模な収束場の影響範囲に対応すると考えられ、河川の氾濫や土砂災害を引き起こす豪雨パターンの一つである線状降水帯も含まれる。また、西から流入する水蒸気は山地により遮られるため、その影響は日本海側に限定される。その一方で、前線からの距離が200-500km以内の地点における大雨は北日本の地点で生じる大雨を占める割合が比較的高く、前線の周辺に存在する他の気象擾乱の影響を強く受けていると考えられる。

第5章の目的は、北海道における大雨パターンを前線や台風等の天気図スケールの気象擾乱を基に類型化し、発生頻度を定量化することである。北海道で発生した豪雨事例は台風に関連する降雨によるものが多い。加えて、石狩川における代表的な豪雨事例である1981年8月の大雨は前線の影響下で発生したものである。その他、大気上層において寒冷な空気を伴う低気圧性の渦(寒冷渦)の存在は、不安定な大気場をもたらすことから大雨の要因となる。本解析では上記の気象擾乱の組み合わせに着目して大雨事例の発生頻度を明らかにした。例えば、北海道において甚大な被害をもたらした2016年8月30日の気象場は台風と寒冷渦の組み合わせで構成されていたが、1981年8月4日の気象場においては台風と寒冷渦、前線のすべてが存在していた。3つの気象擾乱のどの組み合わせにおいても豪雨の発生数は同程度であるが、台風単体の場合よりも複数の気象擾乱の組み合わせの場合の方が豪雨の発生する確率が高いことが明らかとなった。

以上の通り、地上天気図に示された前線をグリッドデータに変換する手法を開発することで、前線の出現頻度を定量的に評価し、その長期変化や季節特性を示した。加えて、前線の距離100kmごとに降水量を推定し、前線周辺における降雨分布に関する重要な知見を得た。さらに、前線並びに関連する天気図スケールの気象擾乱に基づき大雨発生頻度を明らかにした。