HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 開水路流れに見立てたジェット気流の蛇行に基づく大気ブロッキングと大規模自然災害に関する研究［論文内容及び審査の要旨］ |
| Author(s) | 北野, 慈和 |
| Degree Grantor | 北海道大学 |
| Degree Name | 博士(工学) |
| Dissertation Number | 甲第12764号 |
| Issue Date | 2017-03-23 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/65423 |
| Rights(URL) | https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/ |
| Type | doctoral thesis |
| File Information | Yoshikazu_Kitano_review.pdf, 審査の要旨 |

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

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　北野 慈和

審査担当者　主　査　准教授　山田 朋人
副　査　教　授　泉 典洋
副　査　教　授　山下 俊彦
副　査　准教授　渡部 靖憲

学位論文題名

開水路流れに見立てたジェット気流の蛇行に基づく大気ブロッキングと大規模自然災害に関する研究
(A study of atmospheric blocking and large-scale natural disasters associated with the meandering westerly jet resembled to open channel flow)

中緯度地域における気象擾乱がもたらす極端現象の支配的要因の一つとして, 大気ブロッキングが挙げられる。同現象は, ジェット気流が大きく蛇行し水平スケールの大きな高気圧が一地域に留まることによって, 移動性高低気圧の経路が阻害され停滞する現象である。数週間から数カ月といった長い時間スケールで気圧配置が変わらなくなるため, 豪雨や干ばつ, 熱波や寒波などが広範囲に長期間継続することで知られる。

本論文では 2014 年根室高潮災害を引き起こした爆弾低気圧がブロッキング現象に伴い停滞した点を踏まえ, 高潮の代表的な気象外力である台風と爆弾低気圧を強度と停滞性の観点から比較するとともに, ブロッキングと爆弾低気圧との関係について将来気候の予測計算結果も含め, 詳細に解析した。また, 日本の冬季の異常高低温・高降水と北太平洋のブロッキングとの地理的関係を明らかにし, 最新の温暖化予測結果におけるブロッキング発生位置の変化が日本の極端現象に与える影響を明らかにした。さらに, ジェット気流の蛇行を再現する室内流体実験手法をブロッキングの再現の観点から提案した。最後に, 開水路流れの概念をジェット気流に応用する理論を構築し, ジェット気流内部のエネルギー輸送から, ブロッキング形成・持続について説明する理論を展開した。以下に本研究の主要な成果を列挙する。

ブロッキングが爆弾低気圧の停滞性と強度に与える影響を考察するため, 過去 56 年分のデータおよび第 3 期結合モデル相互比較計画の将来予測結果を用い統計解析を行った。爆弾低気圧が停滞する際には緯度にして 15 度北側にブロッキングが発生している場合が多く, さらに強い中心気圧を記録する。これらは日本の東部に生じる Ω 型のブロッキングによる事例であり, 将来気候の予測結果においてもこの地域のブロッキングは北日本周辺で停滞・強化する爆弾低気圧とともに発生しやすい特徴を明らかにした。

2012-13 年の北日本の寒波に代表されるように, 北太平洋付近のブロッキングは日本の冬季の天候に影響を与える。ヨーロッパ中期予報センターの 40 年再解析データおよび第 5 期結合モデル相互比較計画の将来予測結果を用い, 北太平洋ブロッキングの発生位置に応じて, 日本の日単位の高温, 低温, 高降水に与える影響を解析した。オホーツク海付近のブロッキングが高い頻度で日本周辺に一冬に 1 回程度の低温な日をもたらしやすい。既往研究によってオホーツク海付近のブロッキ

ングは将来予測計算結果においては減少すると示されているが, このオホーツク海付近のブロッキングの減少に伴い, 将来気候における一冬に 1 回程度のブロッキングと同時に発生する低温な日は, その厳しさは弱くなり頻度は低下するものの, 一度に日本周辺の広範囲に発生することを解明した。

中緯度域における大気の振る舞いは, ジェット気流の蛇行及び高低気圧の移動によって大きく影響を受け, これは傾圧不安定波として解釈される。代表的な傾圧不安定波の室内実験手法として回転水槽実験が挙げられるが, 本研究では, 底面から温度差を与える条件にて実験を行った。この条件では, 地球における極域の流れの観察が可能であり, また傾圧不安定波の蛇行の振幅も制限されない。この手法を用いて実験を行ったところ, 水槽の中心付近の渦度と周方向流速との間には, 時間とともに同期する関係が見られた。なお, 傾圧不安定波の回転水槽実験としては初めて, Super Resolution Particle Image Velocimetry 法を用い, 中立粒子を混入させ流体内部の挙動を詳細に解析した。

ブロッキングはジェット気流の蛇行として解釈される。本研究では,1950 年代に提案されたジェット気流を開水路に見立ててエネルギー輸送を定量化する Rossby の理論を, ブロッキングが発生している現実大気場に適用可能とした。本研究では, ブロッキングのように流れ場が劇的に変化する場合にも Rossby の理論を適用可能とし, ジェット気流の南北幅が変化しブロッキングの状態に至る遷移過程を明らかにした。さらに, ジェット内部のエネルギーフラックスがある基準値を超えなければブロッキングに特徴付けられる蛇行した流れ場が形成されないことを明らかにした。

以上, 近年の日本における主要な極端現象に関する事例・統計解析を行い, 大規模スケールの気象現象であるブロッキングがローカルな暴風・豪雨豪雪・高潮・寒波・熱波に与える影響について, 気候変動も加味した上での重要な科学的知見を得た。さらに, 当該分野の室内実験手法を前進させるとともに, ブロッキング形成・持続の説明に資する新しい尺度となるジェット気流が有するエネルギーの理論を構築した。これを要するに, 著者は, 日本周辺に発生する水文気象に関する極端現象について重要な知見を得たものであり, ブロッキングの形成機構の解釈について新たな手法により貢献したものである。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。