

令和 6 年 6 月 13 日現在

機関番号：33801

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K05033

研究課題名（和文）ストームに相対的なヘリシティを用いた竜巻等突風予測の高精度化に関する研究

研究課題名（英文）A study on improving the accuracy of predictions of gusty winds such as tornado using storm relative helicity

研究代表者

山根 悠介（Yamane, Yusuke）

常葉大学・教育学部・准教授

研究者番号：10467433

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,800,000円

研究成果の概要（和文）：竜巻等の積乱雲に伴う突風の予測に利用されるストームに相対的なヘリシティの算出において必要となる積乱雲の移動速度はこれまで米国で提案された推定方法が広く使われてきた。気候環境が異なるアジア域でもこの方法を適用することが妥当なのかという問題意識の下、アジア域で過去発生した竜巻の顕著事例として2013年3月にバングラデシュで発生した竜巻に着目し、この竜巻をもたらした積乱雲の移動速度をレーダーエコー画像を用いて求めた。その結果、米国の推定方法による移動速度は気象レーダーから求めたそれよりも50%ほど小さく、これによりストームに相対的なヘリシティにも約5%の誤差が生じていたことがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の問題意識は、突風予測に活用されるストームに相対的なヘリシティの算出に必要な積乱雲の移動速度について、これまで米国の推定方法が広く使われてきたが、気候環境が異なるアジア域にその方法をそのまま適用してよいのかということである。バングラデシュの事例では積乱雲の移動速度を約50%も過小評価していることがわかった。さらに多くの事例を検証することが今後の課題ではあるが、米国の手法をそのまま適用するのではなく、地域ごとに移動速度の実態を把握し、それに基づいた移動速度の推定方法を開発し運用することで竜巻等の突風予測の精度向上が期待されること示唆した点に本研究の学術的及び社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：Storm Relative Helicity (SRH) is widely utilized for the prediction of gusty winds such as tornado. The SRH needs the moving velocity of cumulonimbus cloud associated with gusty winds. The methods for estimating the moving velocity developed in the United States has been utilized all over the world. The present study focused on the tornado that occurred in Bangladesh in March 2013, and measured the moving velocity of the cloud associated with the tornado using radar data, and compared the velocity measured using the radar data to the velocity estimated using the method developed in the United States. The results shows that the moving velocity estimated using the method proposed in the United States is about 50% slower than the actual movement velocity measured using the radar data, and that the difference between the moving velocity estimated using the United States method and actual moving velocity measured using radar data leads to the SRH value error of about 5%.

研究分野：気象学

キーワード：竜巻 突風 ストームに相対的なヘリシティ 予測 気象レーダー アジア域

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究は、強い竜巻やダウンバーストなどを伴うスーパーセル型積乱雲の発生予測の指標の一つとして広く利用されているSRH(Strom Relative Helicity: ストームに相対なヘリシティ)を用いた突風の予測精度向上に資する知見を提供することを目的とするものである。アジア域の中でも竜巻やダウンバーストといった積乱雲に伴う突風が多発する日本とインド亜大陸北東部に焦点をあて、これらの地域におけるSRHを用いた竜巻等突風の予測精度向上に資することを目的とする。これまでSRHの算出に必要なスーパーセルの移動速度について、米国におけるスーパーセルの観測事例に基づいて開発された移動速度の推定方法が広く使用されてきた。しかし、米国とは気候環境が異なるアジア域に対して米国で開発された推定方法をそのまま適用することが妥当なのか、ここに本研究を開始した問題意識がある。そこで本研究は、これまで殆ど調べられてこなかった日本及びインド亜大陸北東部におけるスーパーセルの移動速度の特徴を明らかにし、この実態把握に基づいて既存の移動速度の推定手法の改良とSRHを用いた竜巻等突風の予測の精度向上に資する知見を提供することを目的として開始された。

2. 研究の目的

本研究の目的は、アジア域において竜巻をもたらす積乱雲の移動速度の実態を解明し、その移動速度を算出過程において用いられるSRHの精度向上を目指すものである。これまでSRHの算出に必要な竜巻の親雲となる積乱雲の移動速度を米国で開発された推定方法に基づいて計算されたものが用いられることが殆どであった。しかし、アジア域と米国は気候環境が大きく違っており、米国での推定方法をそのままアジア域に適用することが妥当なのかという問題意識の下、アジア域で過去に発生した竜巻をもたらした積乱雲の移動速度の実態を明らかにし、その結果に基づいてアジア域で適した移動速度の推定方法の構築に資する知見を提供することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 気象レーダーデータ・高層観測データの入手と突風事例データベースの構築

竜巻をもたらした積乱雲の移動速度を調査するための気象レーダーデータ及び移動速度を既存の方法から推定する際に使用する高層観測データを入手する。日本の観測データは気象業務支援センターより購入する。インド亜大陸北東部における観測データについては、現地の気象局(バングラデシュ気象局、インド気象局)に赴いて入手を試みる。

過去の突風事例の収集整理を行う。日本の事例については気象庁HPで公開されている「竜巻等の突風データベース」(1961年～現在)より収集する。バングラデシュとインドアッサム州については、申請者のこれまでの調査により既に突風被害のデータベース(1920年代～2016年まで)を構築済みでありこれを利用する。

(2) スーパーセル移動速度の実態把握のための事例解析

構築した突風データベースに基づき突風事例ごとに気象レーダーデータを用いてスーパーセルの移動速度を調べる。スーパーセルの目印となるフック状エコー(メソサイクロンの存在を示すもの)をレーダー画像において目視で確認し、その移動の速さと方向を調べる。

米国で開発された既存の推定方法によりスーパーセルの移動速度を算出する。算出した移動速度の推定値とレーダー画像から直接求めた移動速度(実測値)を比較し、既存の移動速度の推定方法の精度を検証する。

4. 研究成果

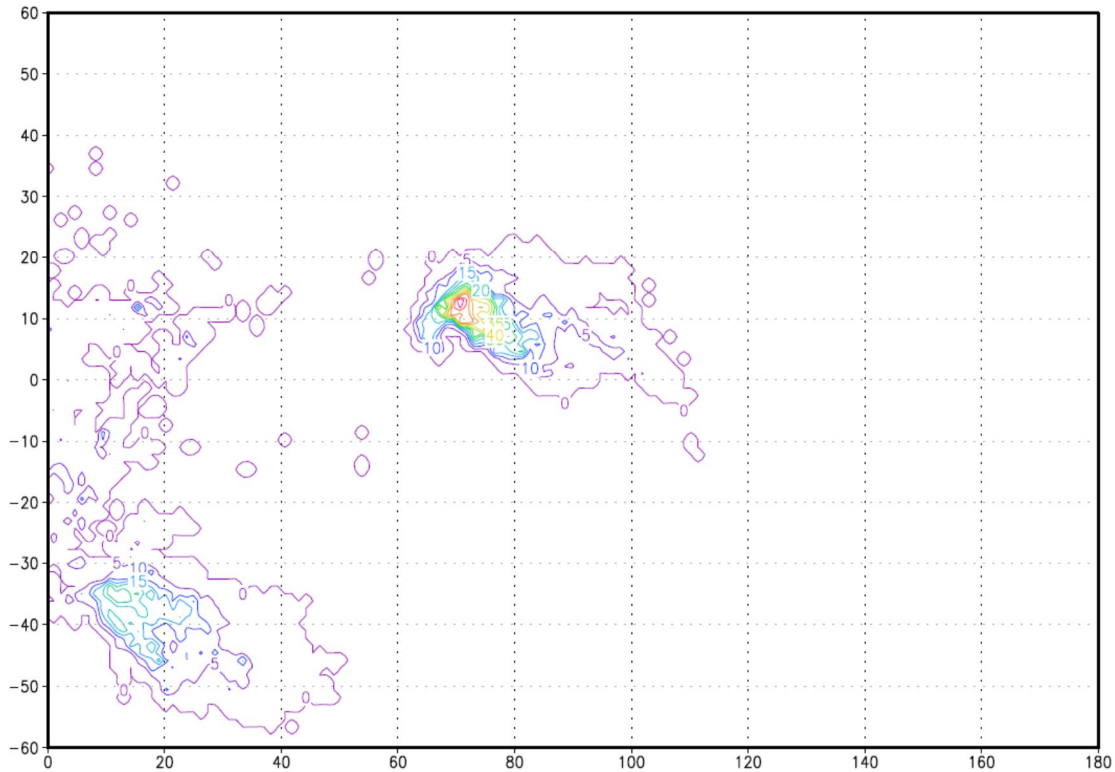
本研究では顕著な竜巻事例に着目し、その事例において竜巻をもたらした積乱雲の移動速度について調べた。解析対象とした顕著事例は2013年3月22日バングラデシュのBrahmbaria県で発生した竜巻である。この竜巻は、近年バングラデシュで発生したものの中では比較的多くの死者数が発生した事例である。この竜巻による死者は36人、負傷者は388人であった(Fatima and Ishikawa(2014))。本研究ではバングラデシュ気象局によって観測された気象レーダーデータを防災科学技術研究所上米良秀行氏から提供いただき解析に利用した。

バングラデシュ気象局では気象レーダーを1時間稼働して2時間休止するという不連続な観測を行っている。このような状況ゆえ竜巻のような稀な現象をもたらした積乱雲を捉えた事例が殆どない。当該事例においては極めて幸運なことに、竜巻を発生させている時間とその前後の積乱雲の挙動が気象レーダーによって捉えられており、そのデータを入手することができた。

図1にバングラデシュ気象局によって観測された気象レーダーエコー画像を示す。当該竜巻が発生したのは現地時刻の16時55分から17時10分の間とされており(Fatima and Ishikawa(2013))その時間内の17時8分における画像である。これを見ると、竜巻発生地点付近にフックエコーの形状を呈した強エコー領域が明瞭に確認される。フックエコーはスーパーセル型積乱雲の典型的な特徴であり、本事例の竜巻がスーパーセル型積乱雲によって発生したものであ

ることを示唆している。竜巻はこのフックエコーの近傍で発生した。

201303221708



GrADS: COLA/IGES

2024-05-10-16:41

【図1】2013年3月22日17時8分（ Bangladesh現地時刻）における Bangladesh気象レーダーによるダッカ気象レーダーのレーダーエコー画像。

これらのレーダーエコー画像において強エコー領域の幾何学的な中心の位置を16時48分、16時58分、17時3分、17時8分、17時13分の各時刻で求め、これらの位置の変化から強エコー領域の移動速度を求めた。この結果、強エコー領域の移動速度は東南東の方向におよそ毎秒13mであった。この移動速度を用いて現地時刻6時のダッカの高層観測データを用いて算出したストームに相対的なヘリシティは103.1であった。

次に、米国で提案され広く利用されている推定方法（地上から高度6kmまでの平均風速を70%減じ、風向を30°右にずらした速度をストームの移動速度とする方法）によって計算された親雲ストームの移動速度を算出し、これを用いてストームに相対的なヘリシティを求めた。その結果、米国で開発された推定方法から求めた移動速度は東南東に約5m/sであった。この値は上記のダッカの気象レーダーエコー画像から求めた移動速度よりも半分以下の値である。また、ストームに相対的なヘリシティはレーダーエコー画像から求められた移動速度よりも約5%大きい値（108.9）であった（表1）。

【表1】竜巻をもたらした積乱雲の移動速度とストームに相対的なヘリシティ（SRH）のダッカ気象レーダーエコー画像から求めたものと米国の推定方法から求めたものの比較

気象レーダーから求めた移動速度とSRH	米国の推定方法から求めた移動速度とSRH
移動速度：東南東 13m/s	移動速度：東南東 5m/s
SRH：103.12	SRH：108.94

本研究では、偶然竜巻をもたらしたスーパーセルを捉えたレーダーデータが利用可能であった1例を対象とした結果であり、一般的なことは言えないが、 Bangladeshにおける実際のストームの移動速度と米国での推定方法によって求めた移動速度には大きな違いがあり、結果としてストームに相対的なヘリシティにも違いが生じたことから、さらに利用可能なレーダーデータを探索し多くの事例における移動速度を調べることで、 Bangladeshに適したストームの移動速度の算出方法を構築し、その算出方法によるストームに相対的なヘリシティの推定手法を確立することで、竜巻突風等の予測精度の向上を図ることが可能となることが示唆された。

日本における竜巻をもたらす積乱雲の移動速度についても同様に、気象レーダーを入手し顕著事例を中心に移動速度の実態について調査し、米国の推定方法との比較を現在行っているところである。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------