

平成 29 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：強風防災

研究期間：平成 29 年度

課題番号：172001

研究課題名（和文）：日本における竜巻発生環境の客観的評価

研究課題名（英文）：Objective assessment of tornadogenesis environment in Japan

研究代表者：佐々浩司

交付決定額（当該年度）： 580,000 円

1. 研究の目的

日本において発生が確認された竜巻情報は気象庁により詳細にまとめられているが、これは必ずしも発生数と一致するわけではなく、人口バイアスなどにより地域によって確認数が異なっている。米国では Potvin et al. (2016) により補正モデルなどが提案されている。海上竜巻の場合は、被害痕跡も残らないため、人口バイアスは顕著である。このようなことから目撃情報や被害状況によらない竜巻発生状況の評価が必要とされている。本研究は、日本における竜巻発生可能性の客観的情報を得ることを目的とする。これには、レーダーによる上空の渦の捕捉、地上観測による突風の捕捉といった観測的な統計解析だけでなく、竜巻をもたらしやすい大気環境を客観的に評価するゾンデ観測や再解析データを用いた環境指標を評価することにより、総合的な統計解析を行い、地域特性、季節変化、日変化などを明らかにするとともに、竜巻等突風データベースとの比較により、日本における竜巻発生可能性と人口バイアスの関係を明らかにする。

2. 研究の方法

①レーダーによる渦の統計解析(佐々浩司、鈴木修)

全国 20 箇所の気象庁ドップラーレーダーにより観測されたデータより渦検出アルゴリズムを用いて積乱雲内の渦の発生状況を明らかにするとともに、渦をもたらす降水システムの分類を行なって、地域特性、季節変化、日変化などの統計的特性を明らかにする。

②再解析データを用いた環境場の評価(津口裕茂)

再解析データもしくはメソ解析値を用いて CAPE や SReH など竜巻をもたらす積乱雲の発達指標となる環境パラメータの気候変化、地域特性、季節変化、日変化および、それらの地域特性を明らかにする。

③地上観測データによる突風統計解析(益子渉)

気象官署の地上観測データを統計解析し、突風現象を抽出して、その地域特性、季節変化、日変化などの統計的特性を明らかにする。

④竜巻等突風データベースによる検証とデータベースに載らない事例の実態調査

(小林文明、松井正宏)

気象庁竜巻等突風データベースに記載されている事例に加えて、データベースに載っていないが報道等により事実確認がなされている事例を調査し、上記客観的データと比較検討する。

本年度は公開研究会の代わりに風工学研究拠点が共催となった WRDM の風災害セッションにおける発表としたため発表件数の制約により、上記①レーダーによる渦の統計解析のみに注力し、研究を実施した。また、外部評価として元米国気象局の Doswell 博士を招聘し、WRDM における世界の竜巻発生環境について報告していただくと共に、日本の状況について意見をいただいた。

3. 研究成果

(1) レーダーの視線方向距離依存性

レーダーより渦を検出するにあたってレーダーからの距離が渦解像度に与える影響を調べるため、レーダーから 150km までの範囲で渦径を調べたところ、図 1 に示すように、ビーム幅(0.7°)の気象庁ドップラーレーダーでは渦の下限値に距離依存性が見られた。しかし、計測対象を直径 2km 以上とすることにより、渦径については距離依存性を考慮しなくても良いことを明らかにした。一方、速度差については、分解能が距離と共に劣化することに関して遠方ほど速度差が小さくなることが予想されたが、その効果はあまり大きくなくことを明らかにした。

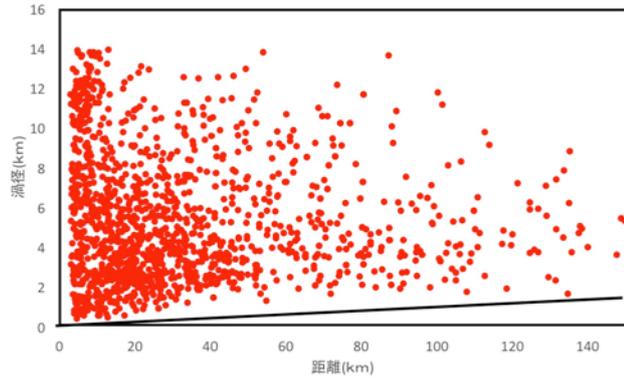


図 1 渦径の距離依存性

(2) 全国の渦分布

2013 年 4 月の各レーダーにより捕捉した渦の軌跡を図 2 に示す。各レーダーサイトにおいて 1 ヶ月間で平均して 30000 個程度の渦シグナルが捕捉されたが、位置時刻の連続性を考慮すると 46 個の渦がメソサイクロンとして認知された。このうち、最も検出数が多かったのは名瀬の 149 個で、最も少なかったのは福岡の 12 個であった。渦の移動方向は概ね西から東、もしくは南西から北東であったが、地域によって発生域の分布は大きく異なっていた。例えば、大阪、福岡、広島は比較的内陸部の発生数が多く、対照的に釧路、函館、種子島は海上の渦が多いことを明らかにした。しかしながら、山岳域はレーダービームの遮蔽効果の影響もあるためか、検出数はあまり多くないことがわかった。

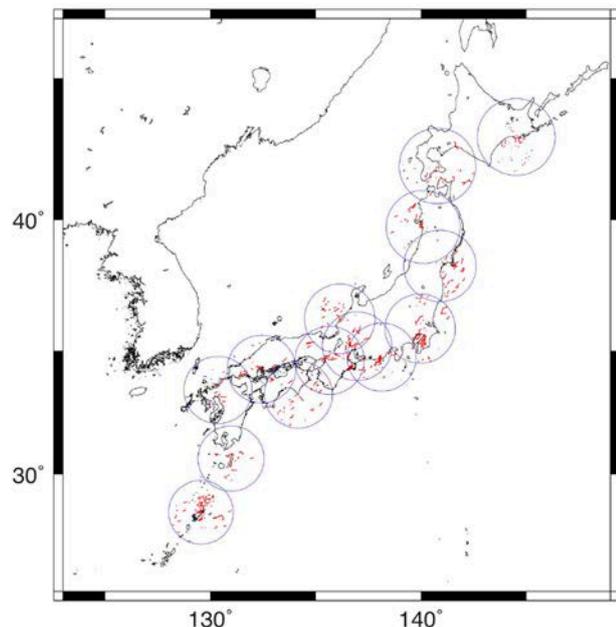


図 2 検出された渦の軌跡(2013 年 4 月)

発生時刻については、図 3 に示すように、深夜から午前中が比較的少ない傾向となり、青線で示す竜巻等突風データベースの時刻別認知数とは異なっていることを明らかにした。これらのことは、遠方の海上や夜間に発生した渦の多くは見逃され、統計に反映されていないことを示す証拠と考えられる。

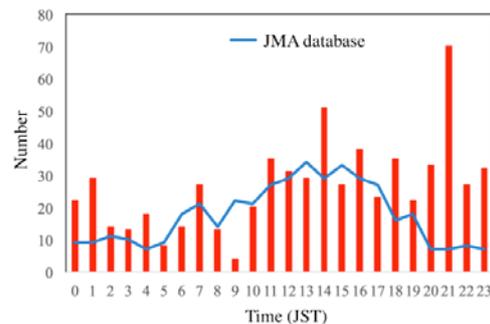


図 3 渦の検出時刻

検出された渦の持続時間については、図 4 に示すように 1 スキャンのみ検出され高度に連続性のある渦が圧倒的に多く、平均持続時間は 8 分であった。このことは、検出されたメソサイクロンと定義した渦の大半はスーパーセルに起因するものではなく、ノンスーパーセル竜巻が雲内で径を拡大して存在している様子を表している。すなわち、スーパーセルの発生頻度はかなり少ないことを明らかにした。

渦径と速度差の関係については、図 5 に示すように明瞭な相関はなく、比較的速度差の小さい渦が幅広い径で存在していることを明らかにした。平均渦径は 6km で平均速度差は 29m/s であった。

この発表に際して Doswell 博士からレーダーの距離依存性に関して質問があり、(1)の結

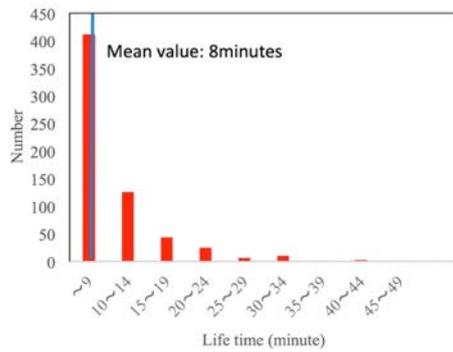


図4 渦の持続時間

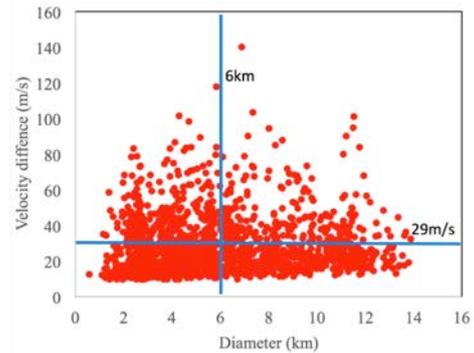


図5 渦の直径と速度差の関係

果を考慮して今回の解析結果にはあまり依存性は寄与しないものとした。

WRDMにおいてDoswell博士は *On the global variability of environments favorable for tornadogenesis* と題した講演を行い、世界の竜巻発生環境の特徴を述べ、米国では特にCAPEとSReHが大きいためスーパーセルが発生しやすい状況にあることを明らかにした。

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0件)

なし。

〔学会発表〕(計 3件)

1. 佐々浩司, 西藤大輝, 鈴木修, ドップラーレーダーにより検出される渦の視線距離依存性, 日本流体力学会年会 2017 講演予稿集, 2017, 1page.
2. 西藤大輝, 佐々浩司, 気象庁レーダーを用いた日本の竜巻発生可能性の分布, 京都大学防災研究所研究発表講演会, 2018, 1page.
3. Koji Sassa, Daiki Nishifuji, Osamu Suzuki, Climatology of Mesocyclone Observed by Doppler Radars in Japan, Proc. of WRDM, 2018, 6pages.

〔図書〕(計 0件)

なし。

〔その他、産業財産権、ホームページ等〕

なし。

5. 研究組織

(1) 研究代表者

佐々浩司(高知大学)

(2) 研究分担者

1. 鈴木修(気象研究所)
2. 益子渉(気象研究所)
3. 津口裕茂(気象研究所)
4. 小林文明(防衛大学校)
5. 松井正宏(東京工芸大学)

6. 要約(Abstract)

研究課題名 日本における竜巻発生環境の客観的評価

研究代表者名 佐々浩司(高知大学)

要約(700文字以内)・図

気象庁竜巻等突風データベースは被害調査や目撃証言によって得られた認知された竜巻発生数であり、人口バイアスや夜間認知されていない竜巻の存在など、実際の発生状況を反映していない可能性もある。そこで、本研究ではレーダーにより全国の渦の分布を捉える、数値モデルにより発生環境を地域特性を明らかにする、などの手法により客観的に竜巻発生状況を把握することを目的として研究を進めた。

レーダーの分解能は距離依存性があるため、事前に検出される渦の依存性を調べ、直径2km以上の渦については距離依存性を考慮しなくてもよいことを示したのち、全国20サイトのレーダーについて解析したところ、2013年4月において各サイトから平均30000個の渦が検出され、このうち、誤検出でない渦は平均46個が見つかった。検出された渦の経路は図に示すように西から東あるいは南西から北東が多く、地域によって内陸部の多く発生する箇所と海上に多く発生する箇所の違いが見られた。発生時刻については竜巻等突風データベースの傾向とは異なっていた。また、持続時間は平均して8分であり、スーパーセルのメソサイクロンと認知される長寿命のものはほんの数例であった。渦径は平均6km、速度差は29m/sであり、これらに相関関係は見られなかった。

