

平成 25 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書（研究集会）

研究分野：強風防災

実施期間：H 2 5

課題番号：134003

研究集会名（和文）：関東地方に発生する竜巻等の突風とそれによる被害

研究集会名（英文）：Damage due to tornado and other gusty winds in Kanto Area

研究代表者：前田 潤滋

交付決定額（当該年度）：200,000 円

※平成 25 年度で終了となる研究課題は最終成果報告書となりますので、下記項目について詳細な報告をお願いします。

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用させていただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

1. 研究集会の開催趣旨

突風による建築物や構造物の被害の報告は後を絶えず続いている。近年特に竜巻による甚大な被害が顕在化しており、例えば 2012 年 5 月には、北関東地方に複数の竜巻が同時多発的に発生し、建築物の倒壊に伴って死者も出ている。このような竜巻やダウンバーストのような突風は発生が局所的であるため、観測網にかかることは稀であり、被害実態からその強さ等を評価せざるを得ない。2012 年 5 月につくば市 F3 の竜巻以降、2013 年に入っても、不安定な大気の状態が続き、突風災害が続出している。本研究集会では、これまでに関東地方で発生している竜巻について、現地調査に基づく被害概要と、建築物や構造物に対する被害の発生メカニズムなどの考察について、研究者相互の情報交換を目的に実施するものである。

2. 開催年月日、場所、講演者数、参加者総数（講演者含む）

開催日時：2014 年 1 月 29 日（水） 9：20～12：15

開催場所：東京工芸大学 中野キャンパス 1 号館 地下 1 階 大講義室

3. 講演プログラムと講演概要

主旨説明 前田 潤滋（九州大学）

被害事例 1 茂原竜巻 1990.12.11 事例報告 神田 順（日本大学）

被害事例 2 2012 年 5 月 6 日に北関東一帯を襲った竜巻の場合 野田 稔（徳島大学）

被害事例 3 統計と被害調査結果 松井 正宏（東京工芸大学）

気象学的な特徴 1 小林 文明（防衛大学校）

気象学的な特徴 2 気象レーダー解析に基づくつくば竜巻の特徴 山内 洋（気象研究所）

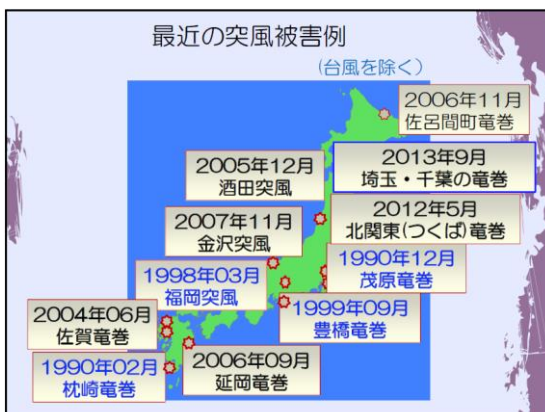
まとめ 前田 潤滋（九州大学）

東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会
2014年1月29日

関東地方に発生する 竜巻等の突風、被害と特徴

2012年5月と2013年9月に、茨城県つくば市をはじめ北関東地方に竜巻による甚大な被害が続いています。

本研究集会は、関東地方で発生している竜巻等の突風について、その被害や気象学的な特徴について、情報交換を目的にしています。



1990年以降での F2 以上の主な竜巻					
発生年	竜巻発生地	被害距離(km) ×最大被害幅(m)	全壊 棟数	半壊棟 数	フジタ スケール
1990	茂原市	5×1000	85	176	F3
1999	豊橋市	19×550	40	309	F3
2002	群馬県埴町, 埼玉県深谷市	5×100	7	31	F2
2004	佐賀市	8×300	13	34	F2
2006	延岡市	7.5×250	71	317	F2
2006	北海道 佐呂間町	1.4× 100~300	7	7	F3
2012	つくば市・常総市	17×500	89	191	F3~
2013	越谷市, 野田市	19×100~200			F2



茂原竜巻1990.12.11事例報告

2014. 1. 29.
日本大学特任教授
神田 順

茂原竜巻について 1

文部省科学研究費(No.02306029)
突発災害調査研究
1991.3
代表 桂 順治

- 発生機構:
光田 寧、林泰一、浅井富雄、岩谷祥美
- 被害と発生機構:
足立一郎、羽倉弘人、小泉俊雄、丸太栄蔵、神田亮、谷池義人
- 防災減災方法:
坂本功、神田順、桂順治、奥田泰雄

茂原竜巻について 3

被害概要

	鴨川市	茂原市
発生時刻	17:50	19:15
負傷者数	4	74
住家全壊	3	82
住家半壊	13	161
住家一部破損	254	1,504
断水(戸)		18
電話不通(力所)	72	約1,000
停電(戸)	約300	約14,600
公共施設被害額	5,151千円	60,513千円
住家被害額	131,650千円	3,365,361千円
農産被害額	135,696千円	32,439千円
被害総額	422,147千円	3,717,683千円
範囲	曾呂、田原、西条、東条	1km x 3km (700m x 100m)

茂原竜巻について 5

風速の推定 調査研究第3章より

番号	対象物	推定風速
1	国道沿い電柱1	50m/s < U
2	国道沿い電柱2	35m/s < U
3	交差点電柱	65m/s < U
4	交差点信号電柱	95m/s < U?
5	架線電柱	55m/s < U
6	鉄筋	60m/s < U
7	病院窓ガラス	50m/s < U
8	広告塔1	U < 90m/s
9	広告塔2	U < 100m/s
10	看板1	20m/s < U
11	看板2	70 m/s < U
12	墓地墓石	50m/s < U < 60m/s

茂原竜巻について 13

発生頻度の推定

千葉県年平均 10⁴km²あたり 1.88個
(光田: 科研報告1983年)

千葉県の総面積 5114km² なので 約1個
山間部を除き 4000km²

強風領域として 100m X 700m とすると
70000/(4000x10⁶) = 1.8 x 10⁻⁵ /年

さらに、茂原竜巻なみのものは、10回に1回
概ね 2x10⁻⁶ /年

茂原竜巻について 14

まとめ

- 1990年12月11日茂原市に発生した竜巻による被害状況を考察
- 窓ガラス全損、飛来物による壁貫通、土台ごと飛散、多風向への風力、などなど
- 住家被害 全半壊で243戸
- 推定最大風速としては、60m/s から100m/s
- 千葉県平地部の推定発生頻度は、2x10⁻⁶

茂原竜巻について 15

東京工芸大学・風工学共同研究拠点
公開研究会

関東に発生する竜巻等の突風、被害と特徴～被害事例

2012年5月6日に北関東一帯を襲った竜巻の場合

徳島大学 野田 稔

2014/1/29 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」 2

Minoru NODA, Development of Civil and Environment Engineering

2012年5月6日に北関東を襲った一連の竜巻

記号	被災地域	Fスケール	長さ	幅	人的被害 人(死者)	住家被害 棟(全半壊)	非住家被害 棟(全半壊)
竜巻A	茨城県常総市～つくば市	F3	17km	500m	38(1)	673(280)	460(185)
竜巻B	栃木県真岡市～茨城県常陸大宮市	F1～F2	32km	650m	14(0)	491(55)	488(132)
竜巻C	茨城県筑西市～桜川市	F1	21km	600m	3(0)	145(1)	164(18)
竜巻D	福島県会津美里町	F0	2km	300m	0(0)	3(0)	2(0)
計					55(1)	1,313(336)	1,114(335)

人的被害: 55名(死者1名)
家屋被害: 2,427棟(全半壊671棟)

2014/1/29 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」 3

Minoru NODA, Development of Civil and Environment Engineering

竜巻Aと竜巻Bの被災地の特徴

茨城県常総市～つくば市 栃木県真岡市～茨城県常陸大宮市

つくば市に比べて、痕跡がまばらであり、風速推定の根拠が弱い

2014/1/29 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」 26

Minoru NODA, Development of Civil and Environment Engineering

栃木県で発生したアスファルト剥離・飛散被害

写真提供: 助産大学校 小林文昭氏
写真提供: 杉浦雅尚氏

2014/1/29 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」 27

Minoru NODA, Development of Civil and Environment Engineering

2012年5月6日に北関東を襲った竜巻被害より

- フジタスケールで評価できない被害形式の存在
 - 日本では初めて確認された被害形式: 基礎ごとの住家転倒
 - アスファルト剥離・飛散被害
- これらの被害から推定された風速 (F4前後)
 - 住家転倒 ⇒ 109 ~ 121m/s
 - アスファルト剥離 ⇒ 74 ~ 104 m/s
 - アスファルト飛散・ガードレール破壊 ⇒ 92 ~ 133m/s
- 被害が残らなければ、竜巻は存在しなかったことに?

2014/1/29 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」 44

Minoru NODA, Development of Civil and Environment Engineering

謝辞

- この竜巻によってアスファルト剥離の被害が発生したことを知らせていただいたNHK宇都宮放送局の多大なるご協力を頂きました。
- 竜巻被害発生直後の現地調査においては、京都大学防災研究所自然災害研究協議会のご支援をいただきました。さらに、その後の研究遂行においては、科研費特別研究促進費(2490001)、JSPS科研費(24560583)の助成を受けました。
- 解析の実施に対しては、大学院生の二宮めぐみ氏、政井一仁氏に協力いただきました。
- ここに記し感謝の意を表します。

2014/1/29 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」 45

JURIC TPU

東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会
「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」

関東地方で発生する竜巻被害統計と被害調査結果

東京工芸大学
松井正宏, 田村幸雄, 吉田昭仁, 岡田玲

2014/1/29 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」

集中して発生しているように見える地域の発生数

独立行政法人原子力安全基盤機構の委託研究
平成21～22年度原子力安全基盤調査研究(平成22年度)竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究、平成23年2月、東京工芸大学に基づき

2014/1/29 東京工芸大学・風工学共同研究拠点・公開研究会「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」

関東地方の竜巻発生数統計的性質 まとめ

- 関東地方の竜巻発生数統計は、
 - 人口密度が高いので山岳部を除き、補足割合は比較的高いと考えられる。
 - 平均的には、海岸から1kmの範囲で $6\sim 7 \times 10^{-3}$ 個/年 km^2
 - 日本全体では、中位の発生頻度と位置付けられる。
- 注意:広い地域での平均値は、
 - 日本 0.054×10^{-3} 個/年 km^2 、米国 0.086×10^{-3} 個/年 km^2 となる。(Niino et al., 1997)

2013年の竜巻

	日本全国	関東地方
竜巻等の突風	82	15
うち、竜巻	46	7

気象庁:「竜巻等の突風データベース」による

竜巻の発生月は、7月2件、9月5件
台風や台風に起因する前線での発生が多い

2013年9月2日～4日の突風

観測区別	発生日時	発生場所	暴風スケール	被害種	被害長さ	主な被害状況			
						m	Km	死者	負傷者
竜巻	2013/09/02 14:00頃	埼玉県 さいたま市	F2	300	19	0	64	14	27
竜巻	2013/09/03 15:35頃	鹿児島県 (海上)	不明	不明	不明	0	0	0	0
竜巻	2013/09/04 06:30頃	高知県 宿毛市	F0			0	0	0	0
竜巻	2013/09/04 11:50頃	高知県 安芸市	F0			0	0	0	0
竜巻	2013/09/04 12:20頃	栃木県 鹿沼市	F1	300	6	0	2	0	2
竜巻	2013/09/04 12:50頃	栃木県 塩谷郡塩谷町	F1	200	11	0	1	0	0
竜巻	2013/09/04 14:20頃	三重県 伊勢市	F0	100	3.5	0	0	0	0

2013年9月15～16日の突風

観測区別	発生日時	発生場所	暴風スケール	被害種	被害長さ	主な被害状況			
						死者	負傷者	住家半壊	住家半壊
竜巻	2013/09/15 17:10頃	和歌山県 東牟婁郡本町	F1	200	0.6	0			
竜巻	2013/09/15 14:35頃	和歌山県 東牟婁郡本町	F1	100	9	0	2		
竜巻	2013/09/15 21:10頃	三重県 志摩市	F0	60	0.3	0	0	0	1
竜巻	2013/09/15 22:30頃	栃木県 那須郡那須町	F0	150	2	0	0	0	0
竜巻	2013/09/16 01:30頃	埼玉県 比企郡滑川町	F1	200	13	0	6*	10*	12*
竜巻	2013/09/16 02時頃	埼玉県 熊谷市	F1	300	8	0	6*	10*	12*
竜巻	2013/09/16 02:30頃	埼玉県 行田市	F1	250	3	0	0	0	0
竜巻	2013/09/16 02:40頃	埼玉県 行田市	F0	200	3	0	0	0	0
竜巻	2013/09/16 02:20頃	群馬県 みどり市	F1	200	5	0	2	0	0
その他(不明を含む)	2013/09/16 15時過ぎ	宮城県 石巻市	F0						
ダウンバースト	2013/09/16 18:30頃	北海道 厚岸郡厚岸町	F1	1600	3.9	0	0	0	0

建築物被害の特徴

- 屋根ふき材、外装材、窓ガラスの被害
- 飛散物による2次被害、被害の連鎖
- 軽量で簡易な構造に大きな被害が発生
- 各被害は、個別の要因で異なる特徴を有しているが、被害モード(パターン)は共通

謝辞

- 日本の竜巻統計に際しては、気象庁の竜巻等突風のデータベースを利用した。
- GISを用いた発生数統計分析には、川名清三氏の協力を得た。
- 被害調査には、現地の方々をはじめ、自治体、企業の方に多大な協力をいただきました。
- ここに記して謝意を表します。

風工学共同研究拠点公開研究会20140129

「関東地方に発生する竜巻等の突風、被害と特徴」

気象学的特徴1

小林文明
(防衛大学校・地球海洋学科)

関東の竜巻発生パターン

- 低気圧: 時期、場所、時刻を選ばない?
- 台風: 台風中心付近の竜巻=海岸線離れた場所の竜巻=内陸
- 熱雷: 夏は少ない(夏はDB)
5月、10月=熱界雷
- 海上竜巻: “waterspout”的な竜巻とそうでない竜巻の2種類が発生
- その他: ガストフロント通過、つむじ風による被害もしばしば報告

