

2012年5月に北関東で発生した竜巻被害

Damage due to Tornadoes Occurred in North Kanto Area, Japan on May 2012

丸山 敬

Takashi MARUYAMA

Synopsis

Outline of the damage due to tornadoes occurred in North Kanto Area, Japan on May 2012 was reported. The meteorological environment of the supercell thunderstorms from which the tornadoes developed and the wind characteristics of the vortices in the tornadoes are presented. The disaster was mainly reported from the view point of damage to residential buildings. A survey of the human casualty and behavior of victims was also described briefly.

キーワード: 竜巻, 被害, 北関東, 2012年5月

Keywords: tornado, damage, North Kanto Area, May 2012

1. はじめに

平成24(2012)年5月6日正午頃, 北関東の広い範囲で複数の竜巻が発生し, 被害範囲は茨城県, 栃木県および福島県を含む広範囲にわたり, 死者1人と重軽傷者54人の犠牲者を出し, 約2,600棟におよぶ建物・施設(住家106棟, 非住家230棟が全壊)が被害を受けた。過去に日本で起こった竜巻による甚大な被害である平成18年9月の宮崎県延岡市や, 同年11月の北海道佐呂間町, あるいは平成11年9月の愛知県豊橋市で発生した竜巻によるものに比べても, 今回の被害は被害面積と被害程度の両方でより大きなものであった。

今回の被害の特徴としては, 木造家屋の全壊家屋数の多さだけでなく, 5階建てコンクリート造集合住宅の全階層に及ぶ被害や, コンクリート基礎を含めた木造家屋の横転, 工業団地オフィス建物の開口部や屋根部などの被害, 多くの電柱(配電柱や電信柱)の折損に留まらず, 高圧送電設備への被害など, わが国でこれまであまり知られていない被害形態が見られた。さらに, この竜巻は日中に発生したこともあり, 多くの目撃証言や, 被害映像が残された。また, この竜巻および被害に関しては, 多くの行政, 教育, 研究機関の担当者・研究者が被害調査を行い,

多角的な視点から被害データを収集することができた竜巻被害でもあった。以下では, 被害の概要を報告する。

2. 竜巻の概要

2.1 竜巻をもたらした気象場

被害をもたらした竜巻は, 北関東地方に発達した大型積乱雲(スーパーセル)から発生したもので, 大きく分けて, 以下の4つの竜巻(T1~T4)に分けられる(Fig. 1, 2)。

T1: 常総市・つくば市の竜巻 F3~4前後P4P3 (風速70~100m/s前後, 被害面積17km×500m)

T2: 筑西市等の竜巻 F1P4P3 (風速33~49m/s, 被害面積21km×600m)

T3: 真岡市・益子町等の竜巻 F1~2P4P3 (風速33~69m/s, 被害面積32km×650m)

T4: 福島県会津美里町の竜巻 F1P3P1 (風速33~49m/s, 被害面積 2km×300m)

ここで, $F * P * P$ の * 値は, 風速(F)と被害面積(距離(P)×幅(P))を表すフジタ・ピアソンスケール(FPP)で表す被害規模である。

竜巻をもたらした親雲は, わが国では珍しい直径13~14kmの円に相当する大型の積乱雲(スーパーセ

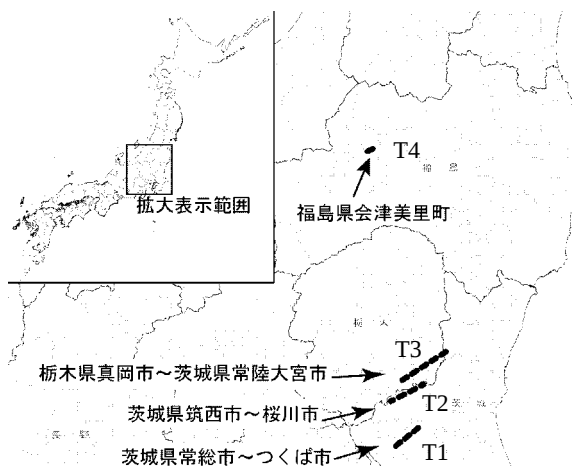


Fig. 1 Areas of disaster due to tornadoes
(quote from the report of KAKENHI, 2013)

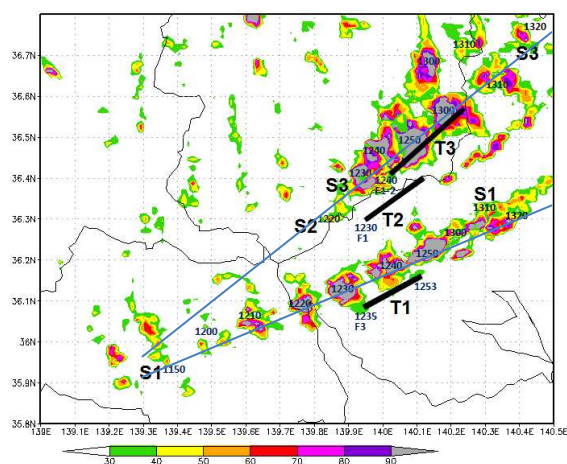


Fig. 2 Evolution of precipitation intensity
(quote from the report of KAKENHI, 2013)

ル) から発生し、それぞれ70～90分の長い寿命を有した。 Fig. 2は6日11時40分から13時20分の間の、気象庁レーダーによって観測された10分ごとの降水強度の分布の変化である。竜巻T1の親雲である積乱雲S1は11時50分に埼玉県中部で発生し、その後80km/hの速度で東北東に進み、13時10分まで存続した。積乱雲S1が千葉県北端を過ぎて茨城県内に入った12時30分～12時50分の期間にT1が発生した。積乱雲S2とS3は12時20分に南西から北東に並んで栃木県と茨城県の県境付近に現れた。S2はその直後の12時30分に竜巻T2を発生させた。一方、S3は竜巻T3を12時40分に発生させた。S2は12時40分までは確認できたが、12時50分にはS3に併合され、大きな積乱雲になったように見えた。なお、13時00分にはS3の進行方向左側に新しい積乱雲が、S3から分裂するようにして発生した。積乱雲S1の移動速度は18m/sという大きな値であった。一方、S1に伴って発生した竜巻T1の移動速度は15m/sと推定され、竜巻は親雲の積乱雲より遅い速度で進行したことになる。当日の風の鉛直シア



Fig. 3 Track of tornado; T1 in Tsukuba area
(quote from the report of KAKENHI, 2013)



Fig. 4 Variation of configuration of tornado
(photo by Oono)

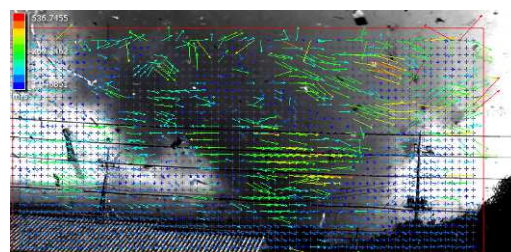


Fig. 5 Analysis of wind velocity by PIV
(photo by Iida)

ーを見たとき、親雲積乱雲は対流圏全層の平均風によって移流し、一方、竜巻は対流圏下～中層の風によって移動したと考えれば理解できる。ただし積乱雲も竜巻もその移動方向は単純に周辺場の風向とは一致していない。

2.2 地上付近の気流性状

今回の竜巻では、地上に残された被害の痕跡だけでなく、携帯電話やビデオカメラなどによる多くの映像が残されており、それらによって、竜巻の移動経路 (Fig. 3)、移動速度、竜巻の形態や構造 (Fig. 4) を知ることができ、さらには、渦中の風速などが推定されている。それらの解析結果 (Fig. 5) によると、つくば市の竜巻T1では移動速度が12～18m/s、渦の直径が15m～20mほどであることがわかった。また、渦内の風速は72m/sに達し、F3に相当する突風が北条地区市街地でも発生していたことが確認された。

Table 1 List of human casualty and damage to residential and nonresidential buildings

地域名	死傷者 (*)	住家			非住家		
		全壊	半壊	一部損壊	全壊	半壊	一部損壊
つくば市	38 (1)	93	197	364	121	67	251
常総市	0	0	0	12	0	0	16
竜巻 T1	38 (1)	93	197	376	121	67	267
筑西市	1	0	0	113	7	1	104
桜川市	2	0	1	29	9	1	42
竜巻 T2	3	0	1	142	16	2	146
真岡市	1	6	9	106	51	20	230
益子町	9	7	25	187	46	35	303
茂木町	3	0	7	125	7	13	217
市貝町	0	0	0	1	0	0	1
常陸大宮市	1	0	1	19	5	2	48
竜巻 T3	14	13	42	438	109	70	799
会津美里町 竜巻 T4	0	0	0	3	0	0	2
合計	55 (1)	106	239	817	230	137	1068

(*) 死者数のうち数，茨城県 10 月 10 日，栃木県 8 月 29 日，福島県会津美里町 5 月 7 日の情報

3. 被害状況

今回の竜巻被害では，多くの機関・研究者が被害調査を行い，多くの情報が集められた．4つの竜巻それぞれで，竜巻の強さや被害範囲（Fig. 6），被害状況も異なるが，Table 1に示すように，人的被害は死者1名，負傷者合計54名，建物被害は住家・非住家を合わせて約2600棟におよんだ．以下では，特徴的な被害について紹介する．

3.1 建物被害

建物被害の特徴としては，250棟を超える全壊建物の多さ，上部構造が飛散した多数の木造住家（Fig. 7），べた基礎ごと横転した木造住家（Fig. 8），5階建て集合住宅の全階層におよぶ開口部と室内の被害（Fig. 9），工業団地オフィスの被害（Fig. 10），道路アスファルトの剥離・飛散（Fig. 11）など，これまでわが国ではほとんど報告のない被害形態が見られた．いくつかの被害状況からは，フジタスケールF3～F4の風速域（70～100m/s前後）が推定された．

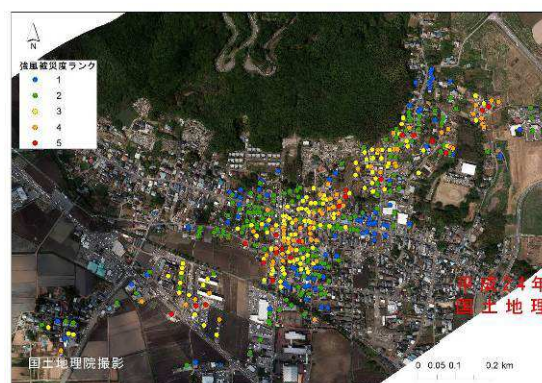


Fig. 6 Distribution of damage in Hojo and Koizumi area
(quote from the report of KAKENHI, 2013)



Fig. 7 Foundation of blown off wooden house
(quote from the report of KAKENHI, 2013)



Fig. 8 Turned over wooden house with mat foundation
(photo by Kyodo News)



Fig. 9 Damage to five storied apartment house
(quote from the report of KAKENHI, 2013)



Fig. 10 Damage to interior wall
(quote from the report of KAKENHI, 2013)



a. Exfoliation of asphalt



b. Dispersion of asphalt particles

Fig. 11 Damage to asphalt road (quote from the report of KAKENHI, 2013)



Fig. 12 Blown off roof
(quote from the report of KAKENHI, 2013)



Fig. 13 Collapsed wooden house
(quote from the report of KAKENHI, 2013)



a. Flying debris twining around power lines



b. Variety of flying debris



c. Flying roof



d. Flying container



e. Flying vehicle



f. Timber stuck into a roof



g. Roof tile stuck into a wall



h. Opening of wired glass

Fig. 14 Various damage to residential house by flying debris
(quote from the report of KAKENHI, 2013)

3.2 その他の被害

その他、竜巻時の被害の特徴としては飛散物による被害が挙げられる。竜巻による強風は局所的に非常に強い風が吹くため、外装材や屋根が飛ばされる（Fig. 12）だけでなく、建物全体が破壊される（Fig. 13）ことにより発生する大小様々な飛散物が他の建築物などに衝突し（Fig. 14）、連鎖的に被害を拡大させることが特徴であり、今回の竜巻でも様々な被害が見られた。

4. 被災住民の行動

被害後の避難状況の実態把握は自治体の復旧・復興計画や生活支援などの行政施策に重要な情報として活用できるので、今回の被害において住宅被害の多かった、つくば市北条地区において被災住民へのアンケート調査を実施した。調査結果から、竜巻発生時の天候状態、危険認知の状況、危険回避行動、被災後の生活状況・復旧状況、竜巻注意情報への要望と期待、自治体の支援施策への要望、などについて分析している。また、1ヶ月後に開催した調査結果速報会では、被災後のケアの方法、被災状況の広報体制、などについて新たな証言を得た。被災自治体へのアンケート調査からは、迅速な救援活動が実施できたが、被災直後のメディアへの対応や被災後のがれき処理などが課題であるとする回答があった。これらのアンケート分析から、竜巻等による突風被害の軽減対策のための指針作成に資する貴重な情報・所見が得られている。以上の詳細は、文部科学省科学研究費報告書（前田ら2013）に詳しい報告があるので参照されたい。

5. おわりに

平成24(2012)年5月6日に北関東で発生した竜巻被害は、被害範囲が茨城県、栃木県および福島県を含む広範囲にわたり、死者1人と重軽傷者54人の犠牲者を出し、約2,600棟におよぶ建物被害を受けるなど、近年日本で起こった竜巻被害では最大規模のものであった。本報では、この竜巻被害について、竜巻の気象学的性質、および、被害の特徴について概観した。

ここで紹介した竜巻のうちの一つは、フジタスケールでF3クラスに分類され、過去日本で起こった竜巻

としては最も強いものであった。竜巻の発生はゴールデンウィークの最終日の日中であったこともあり、多くのビデオ映像などの目撃記録が残され、マスコミでも広く報道されて全国的に話題となった。さらに、気象観測データなどと合わせて、その発生状況や竜巻内の気流性状の詳しい解析が得られた。被害についても、多くの行政、教育、研究機関の担当者、研究者による被害調査が行われ、多角的な視点から被害データが収集された。被害後の被災住民の行動に関しても、組織的なアンケート調査が行われ、竜巻による突風被害の軽減対策のための指針作成に資する貴重な情報・所見が得られたことが特徴であるといえる。

最後に、本報は筆者が京都大学防災研究所、自然災害協議会、および、文部科学省科学研究費補助金（特別研究促進費）による援助を受けて、平成24年5月6日に北関東で発生した竜巻による被害調査・研究に参加し、その成果の概要を報告したものである。この調査には著者以外に京都大学から、林泰一准教授（防災研究所）、石原正仁特定准教授（学際融合教育研究推進センター）が参加した。

謝 辞

本報告に収録されている写真等の資料の多くは、平成24年度文部科学省科学研究費補助金（特別研究促進費）課題番号24900001、研究代表者前田潤滋、2013.2から引用させていただいた。ここに記して、厚くお礼申し上げます。

参考文献

前田潤滋（研究代表者、2013）：平成24年5月6日に北関東で発生した竜巻の発生メカニズムと被害実態の総合調査、平成24年度文部科学省科学研究費補助金（特別研究促進費課題番号24900001）報告書。

（論文受理日：2013年7月8日）