

第6章 過去の被害事例との比較

6.1 被害統計と被害分布

表 6.1-1 に平成 2 年（1990 年）以降に日本で発生した主な竜巻の規模や被害の概要を示した^{6.1)}。今回同時に発生したつくば竜巻（2012）、筑西竜巻（2012）、真岡竜巻（2012）は、過去の主な竜巻と比較しても、いずれも被害域が長いのが特徴である。また、市街地を直撃した茂原竜巻（1990）、豊橋竜巻（1999）、延岡竜巻（2006）では、甚大な人的被害や住家被害が発生したが、つくば竜巻（2012）、筑西竜巻（2012）、真岡竜巻（2012）はそれに次ぐ規模の被害であった。

表 6.1-1 平成 2 年以降に発生した主な竜巻と被害の概要^{6.1)}

発生日	発生場所	竜巻規模			人的被害[人]		住家被害 [棟]		
		フジタ スケール	被害域 幅[m]	被害域 長さ [km]	死亡	負傷	全壊	半壊	一部 損壊
1990. 12. 11	千葉県茂原市	F3	500～1200	6. 5	1	73	82	161	1504
1999. 9. 24	愛知県豊橋市	F3	50～550	18. 0	0	415	40	309	1980
2002. 7. 10	埼玉県深谷市	F2	100～150	4. 5	0	11	7	0	87
2004. 6. 27	佐賀県佐賀市	F2	200～400	8. 0	0	15	15	25	305
2005. 12. 25	山形県酒田市 ^{注 1)}	F1	100	9. 0	5	33	0	0	4
2006. 9. 17	宮崎県延岡市	F2	150～300	7. 5	3	143	79 ^{注 2)}	348 ^{注 2)}	753 ^{注 2)}
2006. 11. 7	北海道佐呂間町	F3	100～300	1. 4 15 ^{注 3)}	9	31	7	7	25
2009. 7. 19	岡山県美作市	F2	200	6. 0	0	2	2	11	65
2009. 7. 27	群馬県館林市	F1～F2	50	6. 5	0	21	14	24	286
2009. 10. 8	茨城県土浦市	F1	200～300	2. 8	0	2	1	11	94
	茨城県利根町	F1	100～200	6. 0	0	4	0	5	116
	千葉県九十九里町	F1	20～30	1. 6～ 1. 7	0	0	1	0	36
2011. 11. 18	鹿児島県徳之島町	F2	100	0. 6	3	0	1	0	0
2012. 5. 6	茨城県常総市・ つくば市	F3	500	17	1	37	76	158	400
	茨城県筑西市・桜川市	F1	600	21	0	3	0	1	144
	栃木県真岡市・益子町・ 茂木町、 茨城県常陸大宮市	F1～F2	650	32	0	12	13	35	438
	福島県会津美里町	F0	300	2	0	0	0	0	(不明)

注 1) 竜巻等の突風データベース^{6.1)}上では、山形県酒田市で発生した突風は「その他（不明を含む）」の分類であるが、突風の全部又はその一部が同時間帯に同市浜中・黒森地区で発生した竜巻と同一の可能性があるとされている。

注 2) 他の気象現象による被害数を含む。

注 3) 北海道佐呂間町で発生した竜巻では、飛来物が約 15km 先のサロマ湖周辺まで到達していた。

表 6.1-2 に強風被災度ランクで建築物の被害を調べた延岡竜巻（2006）^{6.2)}、つくば竜巻（2012）のランク別の被災建築物の棟数を纏めた。延岡竜巻（2006）では竜巻が延岡市の中心部を縦断したため被災建築物の棟数が 1000 棟を超えるが、強風被災度ランクで 4 以上の割合は 10%程度である。一方、つくば竜巻（2012）では被災建築物の棟数は延岡竜巻（2006）の約半分であるものの、強風被災度ランクで 4 以上の割合は 20%を超え、甚大な被害を受けた建築物の割合が多い。

表 6.1-2 最近の主な竜巻での強風被災度ランク別の被災建築物の棟数

強風被災度ランク	被害の程度	被害の状況	つくば竜巻 (2012) F3		延岡竜巻 (2006) F2	
			棟	%	棟	%
1	極く軽微な被害	住宅のテレビアンテナが曲がる。樋が落ちる。小枝が折れ、葉が飛散する。	89	16	242	24
2	軽微な被害	瓦がずれる。軒先やケラバなどで部分的に瓦が飛散する。太い枝が折れる。	181	33	344	34
3	顕著な被害	屋根の広範囲で瓦が飛散し、野地板の広い面が見える。部分的に窓ガラスが割れる。太い木が倒れる。	149	27	323	32
4	甚大な被害	屋根の垂木や母屋が破損する。小屋組が壊れる。多くの窓ガラスが割れる。	78	14	77	8
5	壊滅的な被害	家屋が倒壊する。	51	9	30	3
合 計			548		1,016	

図 6.1-1～6.15 に、茂原竜巻（1990）^{6.3)}、豊橋竜巻（1999）^{6.4)}、佐賀竜巻（2003）^{6.5)}、延岡竜巻（2006）^{6.2)}、佐呂間竜巻（2006）^{6.6)}の被害分布を示す。竜巻は上空の親雲に伴って移動するので、被害分布はほぼ直線状に分布することが多い。つくば竜巻でも、つくば市北条地区での被害はほぼ直線状に分布していた（第 2 章の図 2.3-1 や図 2.3-5 参照）。一方、被害分布が曲がる（佐賀竜巻）、蛇行する（豊橋竜巻、延岡竜巻）、被害幅が広がる（茂原竜巻、佐呂間竜巻）といった分布をもつことがある。



図 6.1-1 茂原竜巻（1990）の被害分布 ^{6.3)}

図 6.1-3 佐賀竜巻（2003）の被害分布 ^{6.5)}

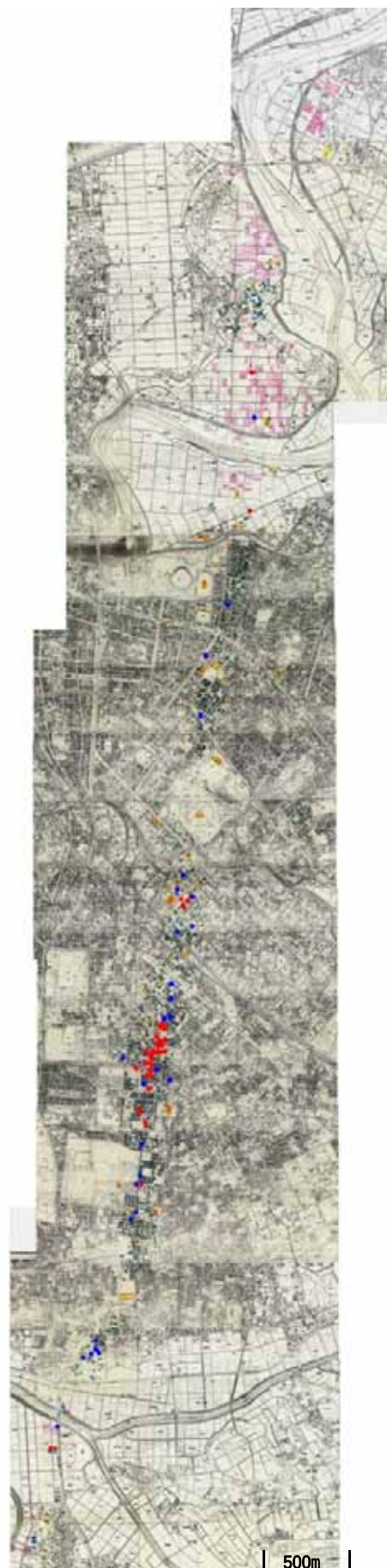
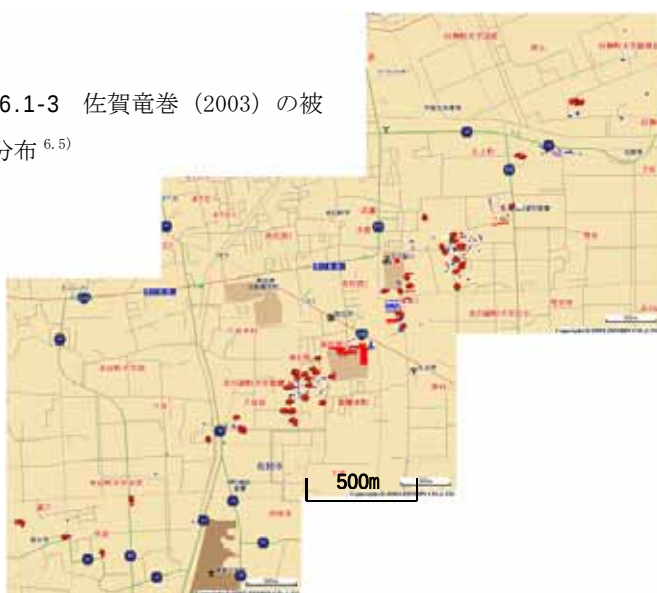


図 6.1-2 豊橋竜巻（1999）の被害分布 ^{6.4)}

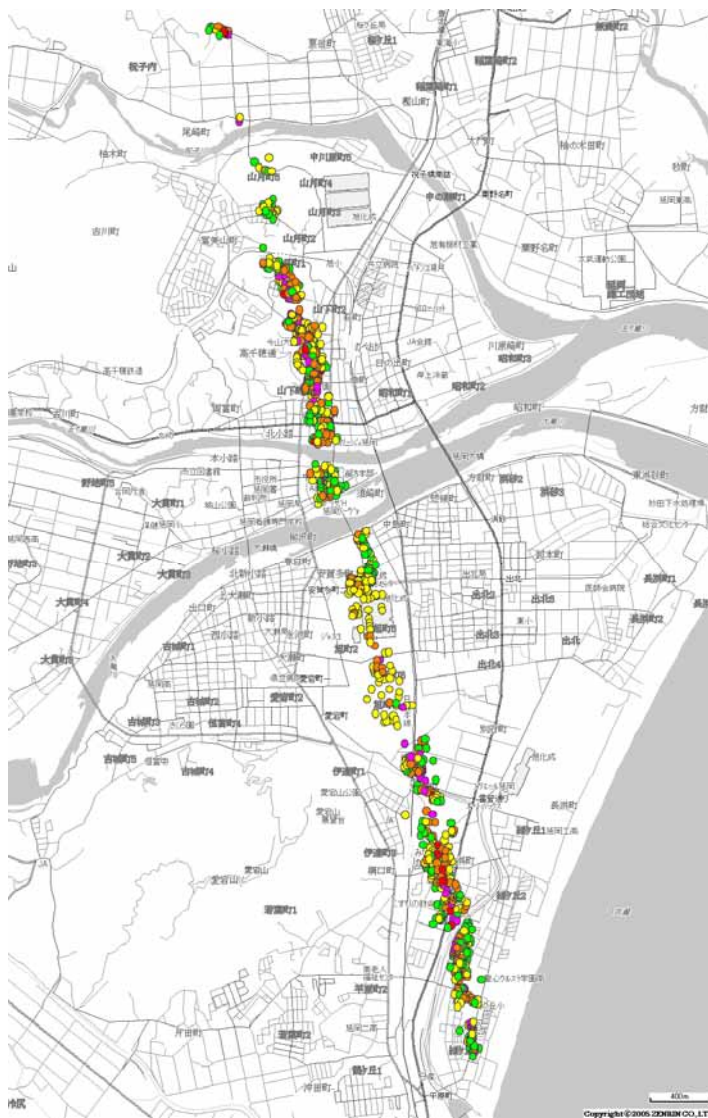


図 6.1-4 延岡竜巻（2006）の強風被災度ランク別の頻度分布 ^{6.2)}



図 6.1-5 佐呂間竜巻（2006）の強風被災度ランク別の頻度分布（矢印は竜巻中心部の経路） ^{6.6)}

6.2 被害形態

(1) 木造建築物

これまでの枕崎竜巻（1990）^{6.7)}、茂原竜巻（1990）^{6.2)}、佐呂間竜巻（2006）^{6.6)}でも木造建築物の上部構造が転倒・倒壊・飛散する被害事例（写真 6.2-1～6 参照）が見られたが、これらは大きな開口部をもつ店舗、作業所との併用住宅、小規模な事務所などが多かった。茂原竜巻（1990）では、転倒・倒壊・飛散した建築物は「平面上に比較的大きな柱・壁なしの空間（8～48 坪）を有していながら、それに対応した構造的配慮が特にはなかった」との報告^{6.8)}があり、多くの一般的な木造住宅では、屋根ふき材の剥離、小屋組みの崩壊までの被害であり、転倒・倒壊・飛散した一般的な木造住宅は報告されていない^{6.8)}。一方、今回のつくば竜巻（2012）のように、柱・壁が適切に配置された一般的な木造住宅が転倒・倒壊・飛散した事例は、過去の被害事例では確認されていない。



写真 6.2-1 枕崎竜巻（1990）での被害
（鹿児島地方気象台）



写真 6.2-2 茂原竜巻（1990）での被害
（茂原市消防署）



写真 6.2-3 茂原竜巻（1990）での縫製
工場屋根の飛散（茂原市消防署）



写真 6.2-4 茂原竜巻（1990）での作業
所の倒壊（茂原市消防署）



写真 6.2-5 茂原竜巻（1990）での店舗の上部構造の移動（茂原市消防署）



写真 6.2-6 佐呂間竜巻（2006）での店舗併用住宅の飛散（国土交通省北海道開発局）

(2) 鉄骨造及び鉄筋コンクリート造建築物の被害

写真 6.2-7, 6.2-8 は茂原竜巻（1990）での軽量鉄骨造住宅の被害で、開口部だけでなく壁や屋根版が吹き飛ばされた被害があったが、倒壊や飛散といった被害は報告されていない。一方、つくば竜巻（2012）でも軽量鉄骨造住宅の被害で屋根版が吹き飛ばされた被害があった（写真 3.4-16 参照）。



写真 6.2-7 茂原竜巻（1990）での軽量鉄骨造住宅の被害（茂原市消防署）



写真 6.2-8 茂原竜巻（1990）での軽量鉄骨造集合住宅の被害（茂原市消防署）

つくば竜巻では、5 階建ての鉄筋コンクリート造集合住宅に竜巻が直撃したため、窓ガラスやサッシ、ベランダ手摺、内装材、家具等が被害を受けたが、構造躯体の被害は確認されなかった（写真 3.4-26～30）。また、同日に栃木県真岡市で発生した竜巻が 3 階建ての鉄筋コンクリート造校舎を直撃し窓ガラスが破損し、室内の机や椅子が散乱したとの報告^{6.9)}があったが、構造躯体の被害は確認されていない。

これまでも茂原竜巻^{6.3)}、豊橋竜巻^{6.4)}、佐賀竜巻^{6.5)}などのように、竜巻が鉄筋コンクリート造の建築物を直撃したことがあるが、窓ガラス等の外装材及び内装材・家具等が被害を受けたのみであり、構造躯体自体が損傷を受けた事例の報告はない。

参考文献

- 6.1) 気象庁：竜巻等の突風データベース
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html>
- 6.2) 奥田泰雄・村上知徳・喜々津仁密：延岡竜巻による建築物被害の評価、日本風工学会 2006 年台風 13 号および同年 11 月 7 日に北海道佐呂間町で発生した竜巻による強風災害に関する調査報告書、pp. 89-96、2007. 10
- 6.3) 桂 順治・丸田榮蔵・神田 亮・奥田泰雄：1990 年 12 月 11 日千葉県に発生した竜巻による暴風災害の調査研究－被害の調査－、文部省科学研究費（No. 02306029）突発災害調査研究成果、pp. 69-94、1991. 3
- 6.4) 石川裕彦・林 泰一・桂 順治・大澤輝夫・吉野 純・奥田泰雄：1999 年 9 月 24 日に東三河地方で発生した竜巻について、平成 11 年度科学研究費補助金（特別研究促進費）研究成果報告書「台風 9918 号に伴う高潮と竜巻の発生・発達と被害発生メカニズムに関する調査研究」、pp. 165-185、2000. 6
- 6.5) 奥田泰雄・喜々津仁密・村上知徳・石原 直：佐賀市・鳥栖市竜巻 現地被害調査報告、独立行政法人建築研究所 HP、
<http://www.kenken.go.jp/japanese/research/str/list/topics/saga-tatsumaki/index.pdf>、2004. 7
- 6.6) 奥田泰雄・喜々津仁密・村上知徳：2006 年佐呂間町竜巻被害調査報告、独立行政法人建築研究所 HP、2006. 11
<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/kaze/2006saroma/2006saroma.pdf>
- 6.7) 林 泰一・前田潤滋・丸山 敬：報告 1990 年 2 月 19 日に鹿児島県枕崎市で発生した竜巻について、日本風工学会誌 Vol. 43、pp. 45-48、1990. 4
- 6.8) 坂本 功：茂原における竜巻による木造建築物の被害とその考察、1990 年 12 月 11 日千葉県に発生した竜巻による暴風災害の調査研究、文部省科学研究費突発災害調査研究成果「自然災害」総合研究班、pp. 95-102、1991. 3
- 6.9) 日本風工学会風災害研究会：【速報】2012 年 5 月 6 日に北関東地方で発生した広域突風災害について、日本風工学会誌 Vol. 37, No. 3 (No. 132)、pp. 210-222、2012. 7