

2008年3月から5月にかけて鹿児島県で発生した竜巻等による被害について：いちき串木野市、垂水市、枕崎市および中種子町での被害

友清, 衣利子
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

前田, 潤滋
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

網代, 義文
九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

丸山, 敬
京都大学防災研究所

<https://doi.org/10.15017/19114>

出版情報：都市・建築学研究. 14, pp.79-86, 2008-07-15. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門
バージョン：
権利関係：

2008年3月から5月にかけて鹿児島県で発生した竜巻等による被害について いちき串木野市, 垂水市, 枕崎市および中種子町での被害

Tornado Disasters in Kagoshima Pref. on March through May, 2008
In Ichiki-kushikino City, Tarumizu City, Makurazaki City and Nakatane Town

友清衣利子*, 前田潤滋*, 網代義文*, 丸山 敬**

Eriko TOMOKIYO, Junji MAEDA, Yoshifumi AJIRO and Takashi MARUYAMA

We know many tornadoes hit frequently Kagoshima Prefecture. Since March, 2008 when Japan Meteorological Agency has started release of information calling for attention on a tornado, several tornados have hit Kagoshima Prefecture. Two tornados hit Ichiki-kushikino City and Tarumizu City, Kagoshima Prefecture, on March 27 and more than 80 residential houses and agricultural facilities were damaged. Fortunately, there was no human damage. Some green houses in Makurazaki City have suffered damage due to a tornado on April 9 and gusty winds blew in Nakatane City in Tanegashima Island on May 1. The authors report the outline of damage to buildings and residential houses at Ichiki-kushikino City and Tarumizu City based on the authors' findings of a post disaster investigation.

Keywords: Gusty Wind Hazard, NeWMeK, Tornado
突風災害, NeWMeK, 竜巻

1. はじめに

2006年9月に宮崎県延岡市で^{1),2)}, また同年11月には北海道佐呂間町で発生した竜巻³⁾によって人的被害が発生し, 我が国における竜巻等による突風被害が注目されるようになった。図1は気象庁の竜巻等の突風データベース⁴⁾にもとづく1991年以降に発生した竜巻等の気象現象の件数とそのうちのなんらかの被害が発生した突風の件数である。我が国では竜巻やダウンバーストを含む突風による被害は年間20~30件発生しているが, 1991年以降に発生して死者が出た突風災害は上述の延岡市と佐呂間町の事例を含めてわずかに5件であり, 2006年に発生した2つの竜巻災害は特に注目すべきものであった。

このような竜巻による甚大な災害が連続して発生したことを踏まえ, 気象庁では竜巻などの突風から身の安全を確保することを目的として2008年3月26日から竜巻注意情報の発表を開始した⁵⁾。鹿児島県では翌3月27日17時59分に第1号の竜巻注意情報が発表されたが, 竜巻注意情報が発表される約30分前の17時20分頃に鹿児島県いちき串木野市で突風が発生し, 構造物などが被害を受けた⁶⁾。また, 同日19時頃には垂水市で⁶⁾, 4月9日には枕崎市で⁷⁾, 5月1日は中種子町(種子島)で⁸⁾

竜巻と思われる突風による被害が発生した。

本報告では, 1961年以降に鹿児島県で発生した竜巻等の突風の概要をまとめるとともに, NeWMeK(九州電力(株)広域高密度風観測システム⁹⁾)と気象庁の気象観測記録をもとに突風被害が発生した時の気象状況を整理する。また, 現地被害調査に基づいて3月27日に発生したいちき串木野市と垂水市での突風被害と, 同年4月と5月に発生した枕崎市と中種子町での被害状況を報告する。

2. 鹿児島県での突風事例

2.1 過去の突風事例概要

図1に示すように我が国では年間平均約30件の突風が発生しているが, 竜巻等の突風はあらゆる場所で同じよ

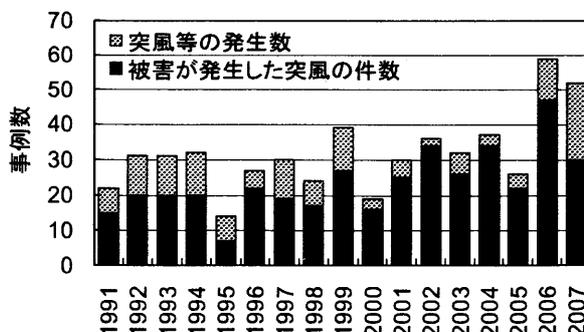


図1 我が国で発生した突風の事例数(1991~2007)

* 都市・建築学部門

** 京都大学防災研究所

うに発生するわけではない。図2は気象庁の突風データベースに基づく竜巻またはダウンバーストの発生地分布図であるが、日本海岸または太平洋岸の海沿いで多く発生している。ここでは発生時の緯度経度が確認されている現象のみを示していることに留意する必要があるが、九州では特に宮崎県と鹿児島県での突風事例が多く報告されている。図3は1961～2007年の九州各県での突風の発生件数である。宮崎県と鹿児島県では1961年から2007年までの47年間で50件以上の突風現象が記録されており、突風は毎年1件以上発生していることになる。竜巻の強さを表すスケールであるフジタスケール¹⁰⁾によって気象庁が分類した鹿児島県内の発生竜巻は26件であるが、その分布は図4のようになる。図中に凡例の大きさと色の濃淡でフジタスケールを示す。竜巻は海岸沿いで発生することが多いが、鹿児島県では特に枕崎付近で強い竜巻の発生が多い。2008年3月以降に発生した4つの事例を図4に四角のマークで示すが、これまでも突風が発生した地域で再び被害が発生している。

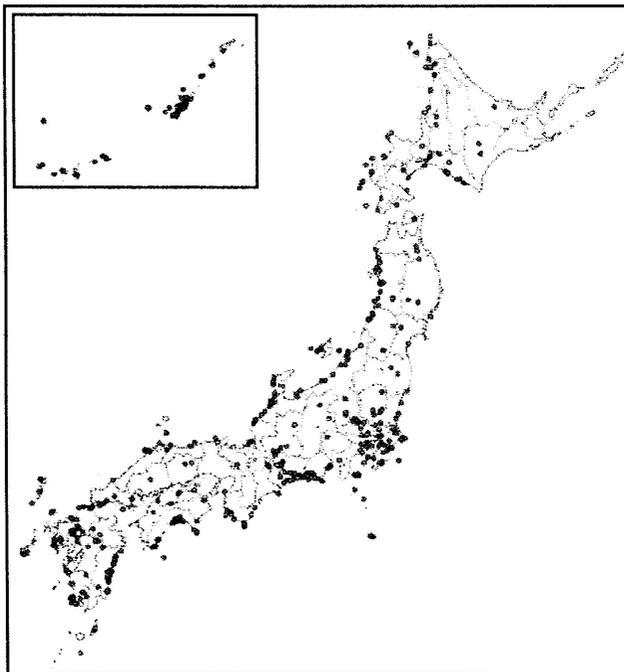


図2 竜巻等の突風分布図(1961～2007)

気象庁 HP より引用⁹⁾

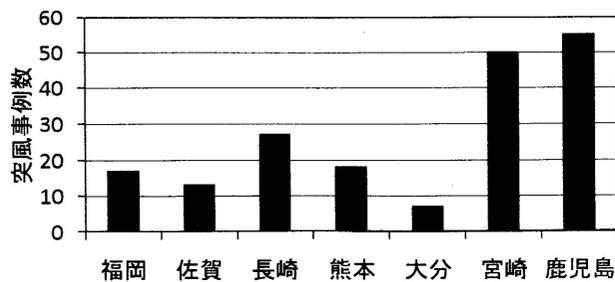


図3 九州の県別突風発生数(1961～2007)

2.2 2008年3月から同年5月にかけて発生した突風の概要

2008年3月27日17時20分頃に鹿児島県いちき串木野市で、同日19時頃に垂水市で竜巻と考えられる突風が発生したほか、4月9日には枕崎市で、5月1日には種子島の中種子町でも突風による被害が発生した。突風の発生位置は図4と図5に示すとおりである。いずれの突風も強度はF0からF1程度でそれほど強いものではなかったが、気象庁による竜巻注意情報の発表が2008年3月26日から開始されたことを受けて注目を集めた。図5に突風発生位置と後述するNeWMeK、アメダス及び気象官署の観測点を示す。以降では、事例ごとに突風発生時の気象概要を述べる。

(1) 3月27日いちき串木野市と垂水市付近の気象概要

鹿児島地方気象台の報告⁹⁾によれば、いちき串木野市と垂水市で突風被害が発生した3月27日は上空に寒気を伴った低気圧が東シナ海にあって大気の状態が不安定で、積乱雲が発達していた。鹿児島県では夕方から夜にかけて強い雨雲が観測されており、発達した積乱雲によって竜巻などの突風が発生しやすい状況であった。

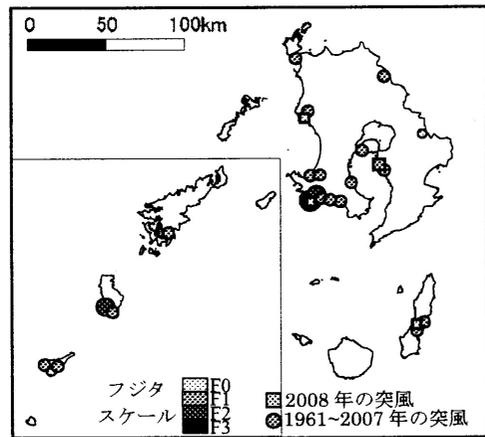


図4 鹿児島県内の突風分布図(1961～2008.5)

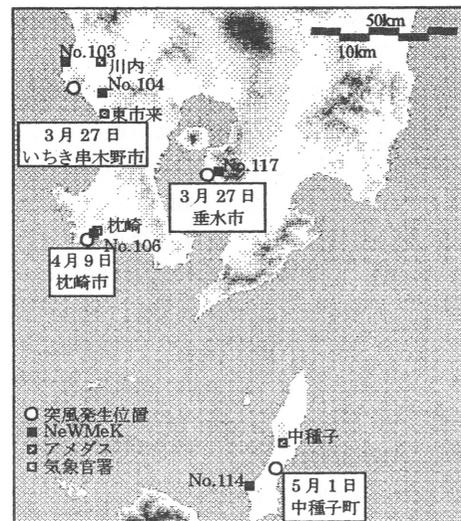


図5 鹿児島県の突風発生位置と観測点配置

図6と図7にいちき串木野市の被災地に近いアメダスのうち東市来と川内での風向風速の時刻歴波形を示す。突風発生地域と観測点との距離はそれぞれ約15kmと約14kmである。また、図8、図9、図11にNeWMeK観測点No.103(標高97m, 風速計設置高度70.5m)とNo.104(標高102m, 風速計設置高度43.3m)での風向風速および海面更正気圧の時刻歴波形を示す。なお、現地での気温測定は行っていないが、気温設定が海面更正値へ及ぼす影響は小さいので、ここではアメダス東市来での気温を参考に15℃と仮定して海面更正¹⁾を行った。No.103とNo.104観測点といちき串木野市の突風発生位置との距離は約7.5kmと約12kmである。いちき串木野市で突風が発生したのは17時20分頃であるが、図6から図9に示すようにいずれの観測点でも構造物に被害をもたらすほどの強い突風は記録されていない。図6と図9より突風発生地域の東側に位置するアメダス東市来観測点とNeWMeKのNo.104では約12m/sの瞬間風速を記録しているが、実際に突風被害をもたらした強風を捉えたものではなくその成因となった積乱雲による気象変化である

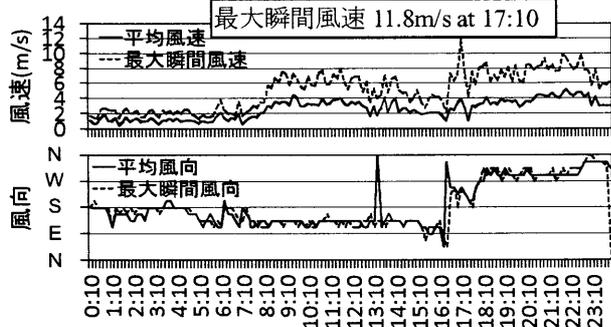


図6 アメダス東市来 風向風速時刻歴波形(2008/3/27)

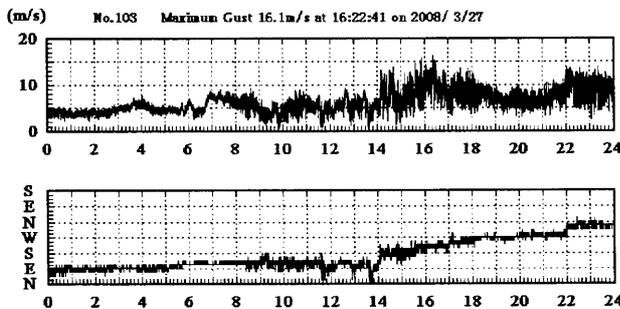


図8 NeWMeK No.103 風向風速時刻歴波形(2008/3/27)

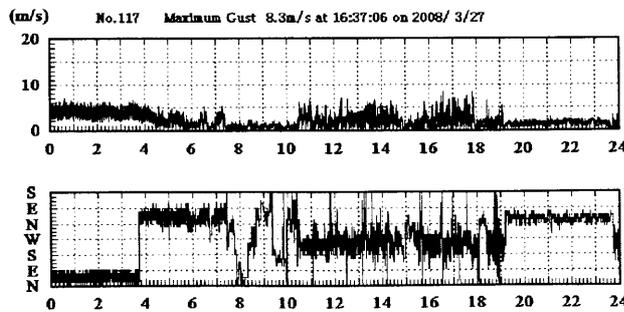


図10 NeWMeK No.117 風向風速時刻歴波形(2008/3/27)

可能性が高い。図11は突風が発生した頃に気圧が最も低下したことを示しているが、観測地点が遠いため竜巻による気圧変化を捉えることはできなかった。

図10と図12に垂水市の被災地から約5km離れたNo.117観測点(標高29m, 風速計設置高度24m)での風向風速と海面更正気圧の時刻歴波形を示す。No.117観測点は突風発生地域に比較的近い観測点であったが、19時頃の風速は約5m/sで強風は捉えられていない。図12は19時頃に気圧のわずかな変動を示しているが、突風に関連した気圧の変動ではないと考えられる。

(2) 4月9日枕崎市付近の気象概要

17時過ぎに枕崎市で突風による被害が発生した4月9日は、低気圧が東シナ海を東進して大気の状態が不安定になり、積乱雲が発達して突風が発生しやすい状況であった⁷⁾。発達した積乱雲をもたらした低気圧の位置はいちき串木野市と垂水市で突風が発生した3月27日に類似している。

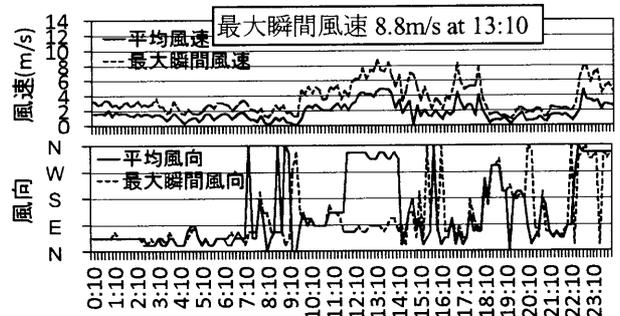


図7 アメダス川内 風向風速時刻歴波形(2008/3/27)

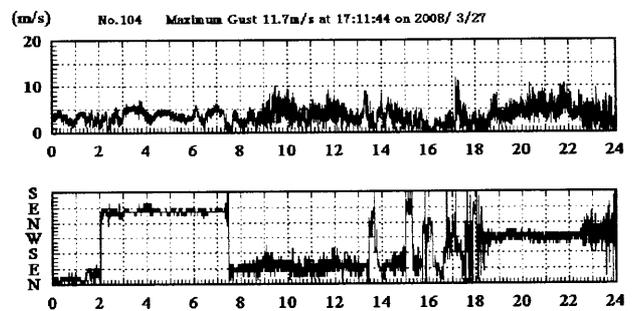


図9 NeWMeK No.104 風向風速時刻歴波形(2008/3/27)

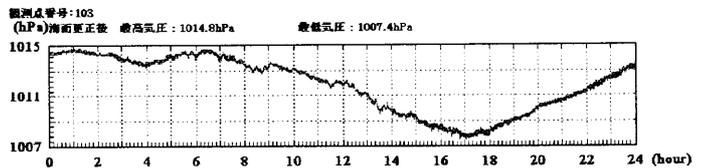


図11 NeWMeK No.103 気圧時刻歴波形(2008/3/27)

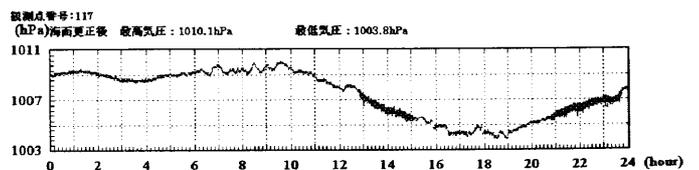


図12 NeWMeK No.117 気圧時刻歴波形(2008/3/27)

図13と図14に枕崎特別地域気象観測所での平均風向風速と海面更正気圧の時刻歴波形を示す。観測所と突風発生位置との距離は約2.5kmであるが、図13には突風に伴う強風は記録されていない。突風が発生した17時頃に海面更正気圧は最も低くなり999.5hPaであったが、これは突風をもたらした低気圧による気圧変化を捉えたものと考えられる。図15と図16に突風発生地点から3km離れたNeWMeKのNo.106観測点(標高18m, 風速計設置高度25.5m)での1秒平均風向風速と1分平均海面更正気圧の時刻歴波形を示す。ここでは枕崎観測所で記録された気温をもとに気温を18℃として海面更正を行った。突風が発生した17時過ぎには風向が南から西に急激に変化して風速が低下したが、構造物に被害をもたらすような強風は観測されなかった。17時3分には最低海面更正気圧1000.1hPaを記録している。図17は午後16時から18時までの2時間の1秒平均風向風速を示したもので、約10m/sの比較的強い風が吹いていたにも拘わらず17時14分には0.5m/sまで風速が低下しており、突風そのものの風速を捉えていないが、この時刻に気象の変化があったと考えられる。

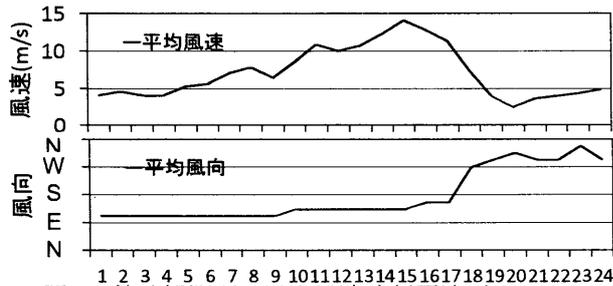


図13 枕崎観測所 風向風速時刻歴波形(2008/4/9)

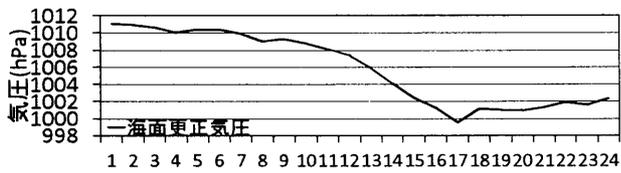


図14 枕崎観測所 更正気圧時刻歴波形(2008/4/9)

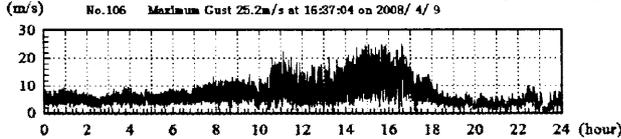


図15 NeWMeK No.106 風向風速時刻歴波形(2008/4/9)

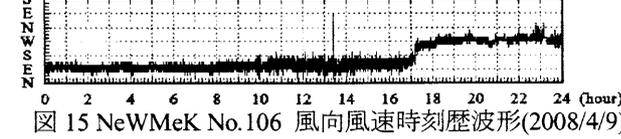


図16 NeWMeK No.106 更正気圧時刻歴波形(2008/4/9)

3) 5月1日中種子町付近の気象概要

種子島の中種子町では5月1日18時過ぎに突風が発生した⁸⁾。当日は前線を伴う低気圧が沖縄地方を通過した影響で大気の状態が不安定となっていた。3月27日と4月9日の突風は東シナ海を東進する低気圧の南東側で発生していたのに対して中種子町での突風は低気圧の北東側で発生した。

図18にアメダス中種子観測点での風向風速波形を、図19と図20にNeWMeKのNo.114(標高4m, 風速計設置高度26m)での風向風速及び海面更正気圧の時刻歴波形を示す。ここではアメダス中種子での気温を参考に18℃として海面更正を行った。突風発生地域と観測点との距離はそれぞれ約10kmと約12kmでやや離れている。図18よりアメダス中種子観測点では10分ごとの平均風向風速を記録しているが、突風が発生した18時頃には風向風速ともにほとんど変化しておらず、突風を捉えていない。図19と図20より、NeWMeK観測点No.114においても風向風速および気圧の変化は特に捉えられておらず、10km以上離れた観測点では突風に関わる気象変化を記録することはできなかった。

竜巻のような局所的な突風では影響を受ける範囲が非常に狭いため、観測点との距離が今回のように数km以上離れている場合にはその気象の変化を捉えることは難しい。

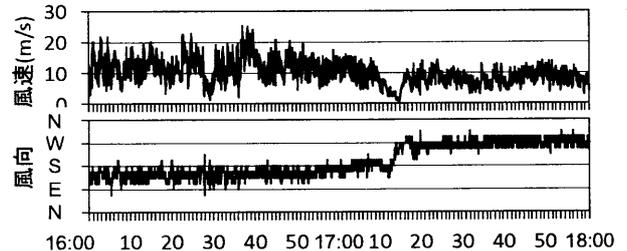


図17 NeWMeK No.106 風向風速時刻歴波形(2008/4/9 16:00-18:00)

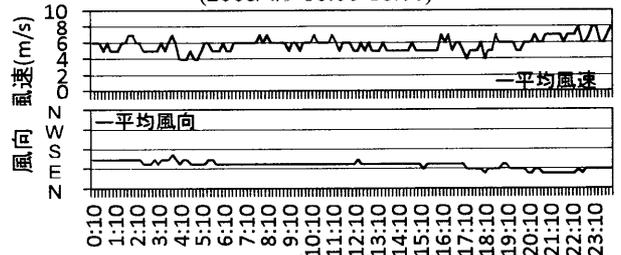


図18 アメダス中種子 風向風速時刻歴波形(2008/5/1)

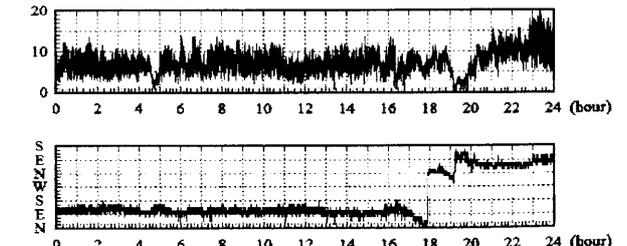


図19 NeWMeK No.114 風向風速時刻歴波形(2008/5/1)

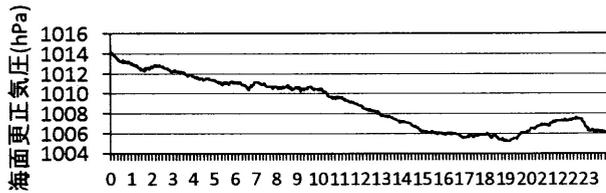


図 20 NeWMeK No.114 更正気圧時刻歴波形(2008/5/1)

3. 突風による構造物被害

3.1 いちき串木野市での被害

鹿児島地方気象台の報告⁶⁾によれば、17時20分頃いちき串木野市で発生した突風は竜巻によるものと判断され、その被害範囲は幅40～50m、長さ約700mであった。竜巻の強さはフジタスケールでF0～F1程度である。図21に竜巻による被害が発生したいちき串木野市羽島地区の被害分布を示す。同地域では17時頃から雷を伴ってひょうが降り出し、その後竜巻が発生して東北東に移動したとの証言が得られている。構造物の被害は住家の一部損壊が42件、非住家の一部損壊被害が6件で、中学校の校舎と体育館でも窓ガラスが破損する被害が発生した¹²⁾が、人的被害はなかった。

突風による被害状況を写真1～9に示す。写真の撮影位置と方向を図21に示す。構造物被害は写真1～4に示すような突風による屋根葺材などの外装材の飛散や写真5～7に示すような飛来物が衝突することによる二次被害が多い。竜巻は東北東に進んだと報告されているが、竜巻に面した構造物の南西面だけでなく写真3および写真8に示すように北東面での外装材被害も多く見られ、突風によって構造物背面に負の風圧力が発生したことで構造物が被害を受けたと考えられる。構造物の南西面では突風そのものによる被害だけでなく、写真5～7に示すよ

うな飛来物による被害が多かった。飛来物の大きさにもよるが、写真7に示すように飛来物による窓ガラス等の破損を防ぐためには格子や雨戸などの設置が有効であることが分かる。また、写真9は突風によって被害を受けなかった構造物の一例であるが、屋根瓦をしっくい等でしっかり固定した構法が突風による被害を軽減した例といえる。



図 21 いちき串木野市羽島地区被害分布図

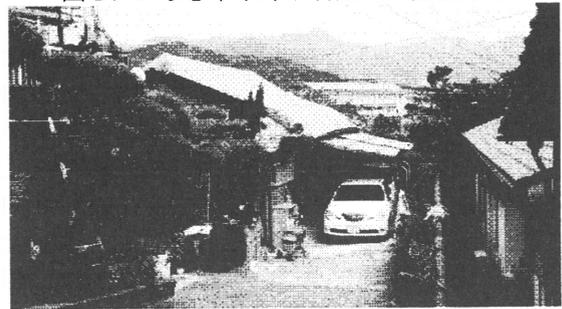


写真1 飛散した屋根にかけられたビニールシート

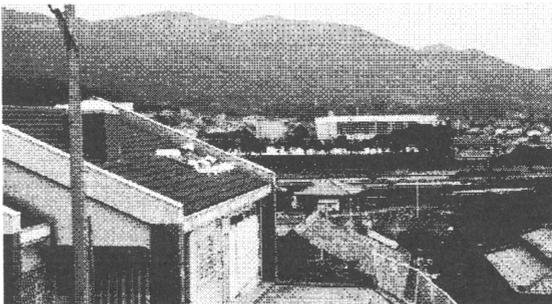


写真2 屋根葺材の飛散

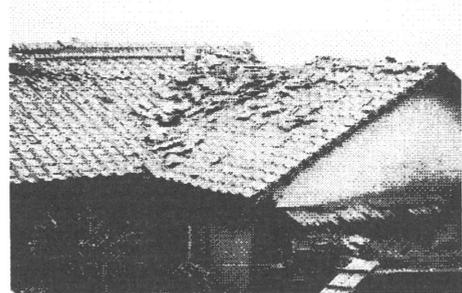


写真3 空き家の屋根瓦の飛散



写真4 屋根構造材の破損

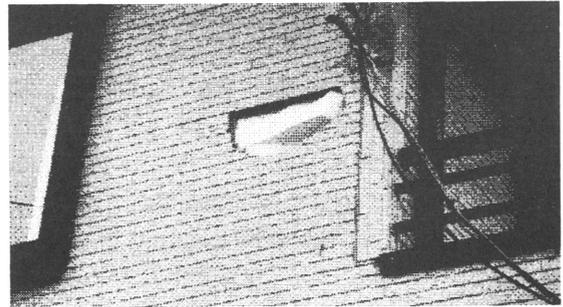


写真5 飛来物による被害

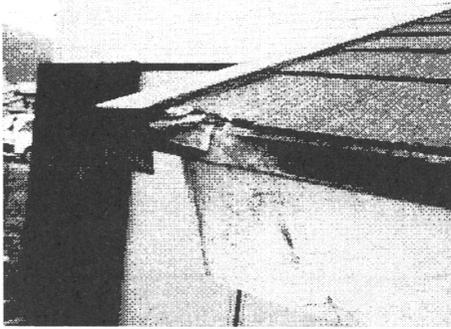


写真6 飛来物による屋根端部の破損



写真8 住宅北東壁面の剥落

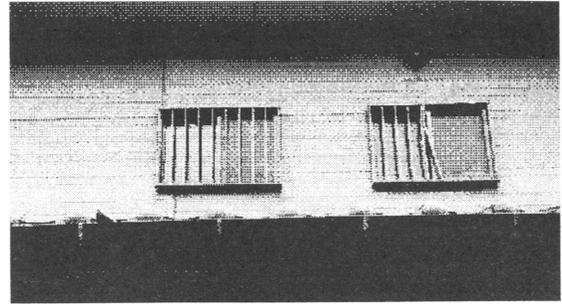


写真7 飛来物によってゆがんだ格子

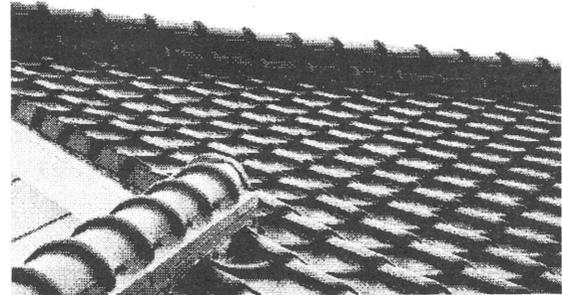


写真9 被害のなかった固定された屋根瓦

3.2 垂水市での被害

3月27日19時頃に垂水市浜平地区で竜巻によるものと思われる突風が発生し、幅約100m、長さ約2kmの範囲で住家や農業施設などが被害を受けた。鹿児島地方気象台の報告⁹⁾によれば、同地域では竜巻による漏斗雲が目撃されており、海上で発生した竜巻は東北東に移動して山間部で消滅した。竜巻経路を図22に示すが、その被害は住家の半壊が2件、一部損壊が19件、非住家被害は全壊7件、一部損壊が9件であった。同地域では農業施設の被害が多く、パイプハウスやその被覆材の被害は82件と報告されており、フジタスケールはF1と推定されている。人的被害はなかった。以下では主に海岸付近に集中して発生した住家と倉庫などの非住家被害について報告することとし、図23に住家被害発生地域を中心とした被害分布図を示す。被害は幅約100m、長さ約300mの狭い地域に集中した。写真10～18に被害の様子を示す。写真の撮影位置とその方向を図23に示す。なお、これらの写真はすべて垂水市役所から提供を受けたものである。写真10～12に示すように屋根葺材の剥離や飛散による一部損壊被害が多い。写真13は半壊住家の一つであるが、竜巻に直面した窓ガラスが破損し、屋根の構造材ごと飛散した。また、写真14と写真15は全壊した非住家の例で、木造の比較的簡素な構造物に被害が集中した。写真16の住家の窓ガラスが破損しているが、その風上側のカーポートの屋根が飛散しており、カーポートからの飛来物によって窓ガラスが破損した可能性がある。写真17と写真18はパイプハウス破損の状況であるが、竜巻によって押しつぶされるようにパイプが変形し、その被覆材が飛散した。

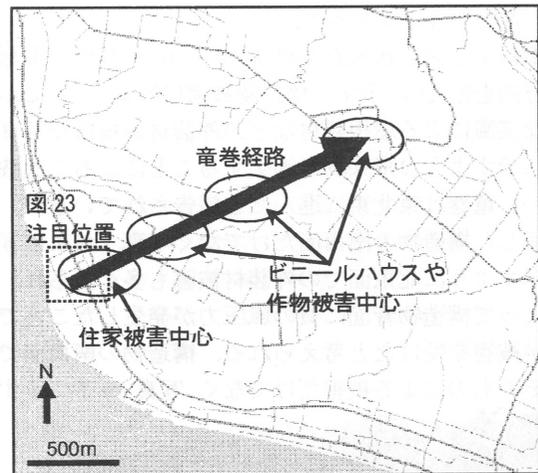


図22 垂水市浜平地区周辺での竜巻経路

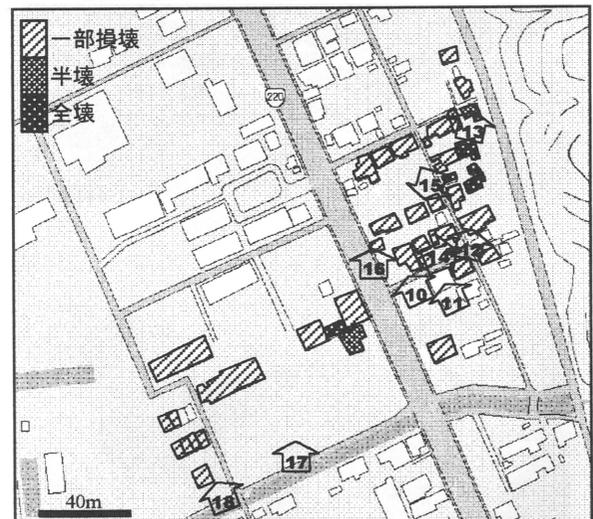


図23 垂水市浜平地区の住家被害分布図



写真 10 屋根葺材のめくれ (垂水市役所提供)

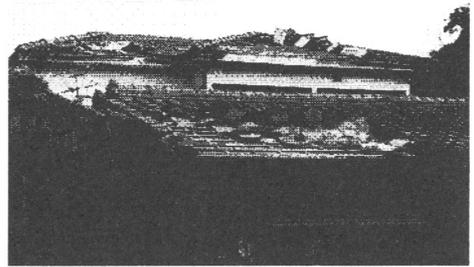


写真 11 屋根瓦の飛散 (垂水市役所提供)



写真 12 屋根瓦の飛散 (垂水市役所提供)

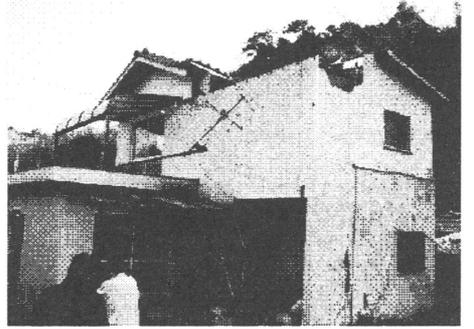


写真 13 屋根構造材が飛散した半壊住家 (垂水市役所提供)

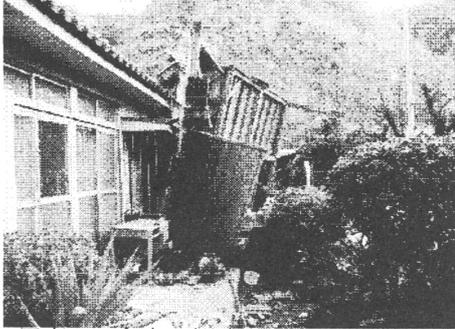


写真 14 倉庫の倒壊 (垂水市役所提供)

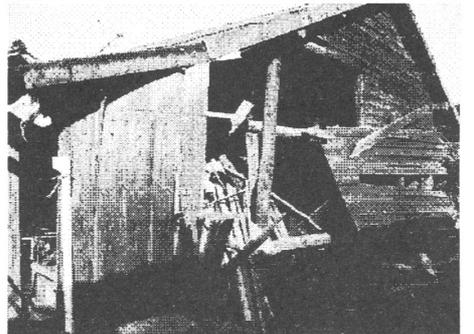


写真 15 倉庫壁面の破損 (垂水市役所提供)

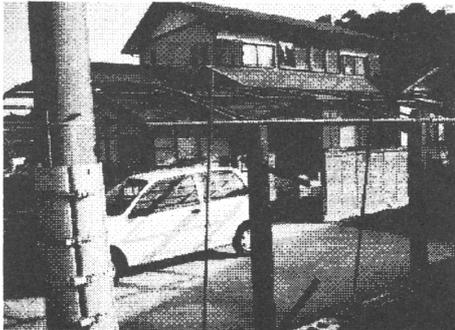


写真 16 カーポート屋根の飛散と窓の破損 (垂水市役所提供)

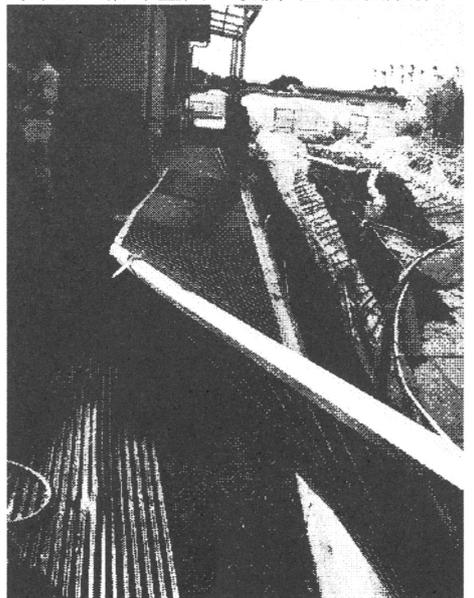


写真 18 ゆがんだ柵とビニールハウスの破損 (垂水市役所提供)

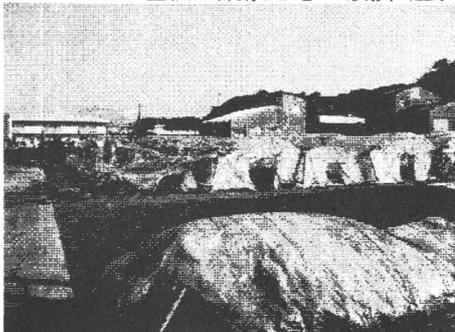


写真 17 パイプハウスの破損 (垂水市役所提供)

3.3 枕崎市及び中種子町での被害

枕崎市での突風は4月9日17時過ぎに発生した。被害範囲は幅10~20mで長さは約1kmの带状で、竜巻によるものであると考えられる。被害は牛舎の屋根が破損したほか、パイプハウス等の破損が17件であった。5月1日18過ぎに種子島の中種子町で発生した突風もまた竜巻であると考えられ、その被害長さは約1.5km、幅は約20mの带状であった。住家の屋根瓦が飛散したほか、テラスの一部損壊、工所用フェンスの倒壊などの被害が発生した。図24と25に竜巻の発生地域と被害分布を示すが、どちらの竜巻もいちき串木野市と垂水市で発生したのものより規模は小さく、フジタスケールはF0と推定されている。いずれの突風でも人的被害はなかった。

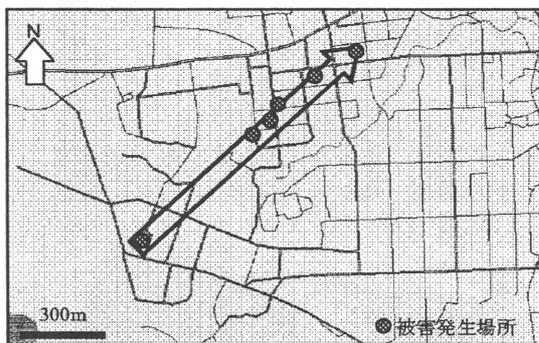


図24 枕崎市火之神北町から大塚南町の被害分布図

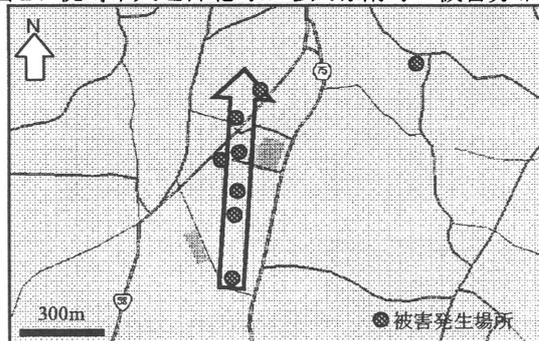


図25 中種子町野間の被害分布図

4. まとめ

本報告では、1961年以降の鹿児島県で発生した竜巻の概要を整理するとともに、気象庁の竜巻注意情報の発表開始後に鹿児島県で発生した竜巻による被害をまとめ、特に住家への被害が多かったいちき串木野市と垂水市での突風被害状況を中心に整理した。

2006年に宮崎県延岡市と北海道佐呂間町で発生した竜巻によって多くの死傷者が出たことで、突風から身を守ることを目的とした竜巻注意情報の発信が開始された。本報で報告した竜巻による4つの突風では、幸いにも人的被害は発生しなかったが、住家や農業施設などが被害を受けた。竜巻のような突発的局所的な災害に対してはまず身の安全を確保することが重要であるが、屋根葺材

の固定や雨戸の設置などの日常的な対策で構造物被害を軽減できる事例を紹介した。

謝辞

現地調査に関して鹿児島県垂水市、いちき串木野市および九州電力(株)川内電力所の関係者の皆様にご協力を得ました。また、NeWMeKの維持管理・記録収集に関しまして、九州電力(株)工務部送電グループの皆様にご多大なるご援助・ご協力を得ました。また、本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金(「スーパータイフーンが住家被害の拡大に及ぼす影響因子の共分散構造分析」,若手研究(B)課題番号19760390,H19~20,代表者:友清衣利子)の援助を受けました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 前田潤滋, 友清衣利子, 前田久雄, 石田伸幸: 2006年台風13号にともなう突風被害について(速報), 都市・建築学研究九州大学大学院人間環境学研究院紀要第11号, pp. 79-88, 2007.1.
- 2) 真木太一(研究代表者, 2007): 2006年台風13号に伴う暴風・竜巻・水害の発生機構解明と対策に関する研究, 平成18年度科学研究費補助金(特別研究促進費: 研究課題番号18900002)研究成果報告書
- 3) 田村幸雄(研究代表者, 2007): 北海道佐呂間町で発生した竜巻による甚大な災害に関する調査研究, 平成18年度科学研究費補助金(特別研究促進費: 研究課題番号18900003)研究成果報告書
- 4) 気象庁ホームページ: 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>.
- 5) 気象庁: リーフレット・竜巻から身を守る・竜巻注意情報, 2008.1.
- 6) 鹿児島地方気象台: 災害時気象資料「平成20年3月27日に鹿児島県いちき串木野市と垂水市で発生した突風について」, 2008.5.
- 7) 鹿児島地方気象台: 平成20年4月9日に鹿児島県枕崎市で発生した突風に関する現地調査報告, 2008.4.
- 8) 鹿児島地方気象台: 平成20年5月1日に鹿児島県熊毛郡中種子町で発生した突風に関する現地調査報告, 2008.5.
- 9) 前田潤滋, 石田伸幸: 広域高密度風観測システムによる強風分布特性のモニタリング, 第14回風工学シンポジウム, pp.1-6, 1996.
- 10) 藤田哲也: たつまき-渦の驚異(上), 科学ブックス, 20, 共立出版, pp183-188, 1973.
- 11) 気象庁: 気象観測の手引き, (財)気象業務支援センター, 平成10年, 9月.
- 12) 鹿児島県ホームページ: 平成20年3月27日の竜巻に関する情報, <http://www.pref.kagoshima.jp/bosai/index.html>, 2008.4.

(受理:平成20年6月5日)