

現地災害調査速報

平成26年8月10日に栃木県栃木市、下都賀郡壬生町、鹿沼市で発生した突風について

目次

- 1 突風の原因
 - 1 - 1 突風の原因の推定
 - 1 - 2 突風被害発生地域
- 2 現地調査結果
 - 2 - 1 栃木県栃木市、下都賀郡壬生町、鹿沼市
 - 2 - 2 栃木県鹿沼市
- 3 気象の状況
- 4 特別警報・警報・注意報及び気象情報の発表状況
- 5 参考資料

平成26年8月18日

注) この資料は、最新の情報により内容の一部訂正や追加をすることがあります。

宇 都 宮 地 方 気 象 台
東 京 管 区 気 象 台

1 突風の原因

8月10日11時30分から11時50分頃、栃木市平柳町（ひらやなぎまち）から下都賀郡壬生町七ツ石（しもつがぐんみぶまちななついし）を経て、鹿沼市上石川（かみいしかわ）にかけてと、8月10日11時40分頃、鹿沼市みなみ町から鹿沼市茂呂（もろ）にかけて発生した突風により、住家の屋根の飛散、コンクリート製電柱の折損などの被害が発生した。

このため、11日に宇都宮地方気象台と東京管区気象台が、12日には宇都宮地方気象台が職員を気象庁機動調査班（JMA-MOT）として派遣し現地調査を実施した。

調査結果は以下のとおりである。

1-1 突風の原因の推定

（1）栃木市平柳町（ひらやなぎまち）から下都賀郡壬生町七ツ石（しもつがぐんみぶまちななついし）を経て、鹿沼市上石川（かみいしかわ）にかけて発生した突風

突風をもたらした現象の種類

この突風をもたらした現象は、竜巻と推定した。

（根拠）

- ・被害の発生時刻に被害地付近を活発な積乱雲が通過中であった。
- ・被害の発生前後に被害地付近で飛散物を巻き上げながら移動する渦を目撃したという証言が複数あった。
- ・被害や痕跡は帯状に分布していた。

強さ（藤田スケール）

この竜巻の強さは藤田スケールでF1と推定した。

（根拠）

- ・コンクリート製電柱の折損があった。
- ・ビニールハウスの倒壊が複数あった。
- ・倒木や幹折れが複数あった。
- ・屋根が飛散した住家があったが、周囲の状況からF2との特定には至らなかった。

被害の範囲

被害範囲の長さは約15.0km、幅は約600mであった。

（2）鹿沼市みなみ町から鹿沼市茂呂（もろ）にかけて発生した突風

突風をもたらした現象の種類

この突風をもたらした現象は、竜巻と推定した。

（根拠）

- ・被害の発生時刻に被害地付近を活発な積乱雲が通過中であった。
- ・被害の発生前後に被害地付近で飛散物を巻き上げながら移動する渦を目撃したという証言が複数あった。
- ・被害や痕跡は帯状に分布していた。

強さ（藤田スケール）

この竜巻の強さは藤田スケールでF0と推定した。

（根拠）

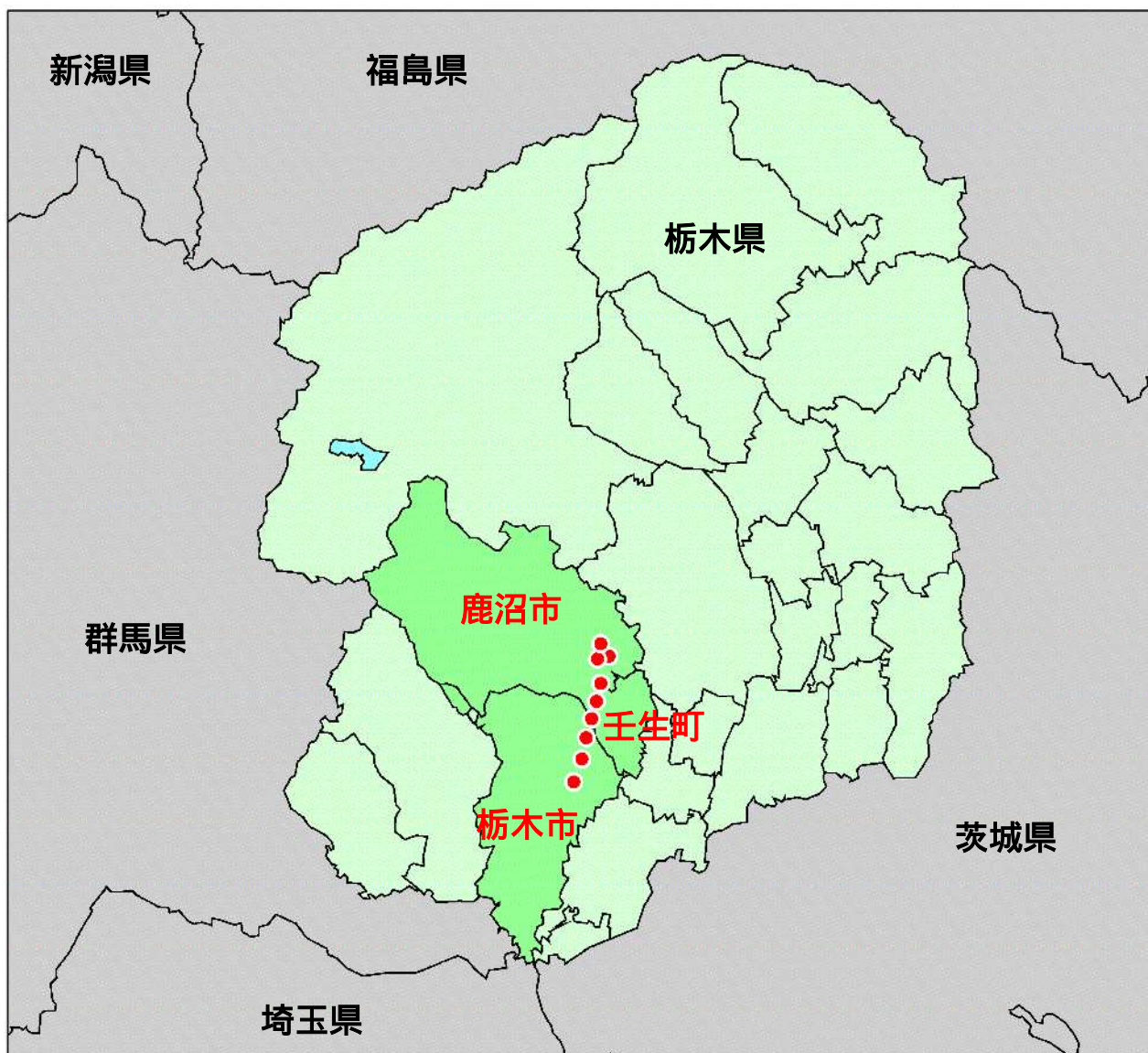
- ・住家の屋根瓦のめくれがあった。
- ・比較的風に弱い樹種の幹折れがあった

被害の範囲

被害範囲の長さは約1.8km、幅は約200mであった。

1 - 2 突風被害発生地域

● : 突風被害発生地域



謝意

この調査資料を作成するにあたり、関係機関の方々、栃木県栃木市、下都賀郡壬生町、鹿沼市の住民の方々にご協力いただきました。ここに謝意を表します。

2 現地調査結果

2 - 1 栃木県栃木市、下都賀郡壬生町、鹿沼市

2 - 1 - 1 現地調査実施官署及び現地調査実施場所

実施官署：宇都宮地方气象台、東京管区气象台（1日目）

実施場所：栃木県栃木市、下都賀郡壬生町、鹿沼市

実施日時：平成26年8月11日 09時30分～18時00分頃

平成26年8月12日 09時30分～15時00分頃

2 - 1 - 2 被害状況

栃木県 消防防災課（11日16時現在）、栃木市 危機管理課（11日12時現在）、
鹿沼市 総務課防災対策室（13日10時現在）

- ・人的被害 負傷者 2名（軽傷）
- ・住家被害 半壊 6棟、一部損壊 225棟
- ・非住家被害 227棟

2 - 1 - 3 聞き取り状況

A氏（栃木市都賀町合戦場）

- ・11時30分頃に、窓から南方向に竜巻が見えた（ゴミが舞っていた）。
- ・竜巻は南から北に移動した。
- ・竜巻は1～2分で通過した。

B氏（栃木市都賀町合戦場）

- ・12時少し前に、竜巻（渦巻き）を見た。
- ・塵が地面付近で巻いていた。
- ・一瞬で過ぎた。

C氏（栃木市都賀町家中）

- ・11時30分頃に、竜巻、上空の漏斗雲、柱上の雲や塵を見た。
- ・雲や塵が地上付近で渦を巻いていた。
- ・音の変化、耳の異常、気温の変化を感じた。
- ・強い風は1～2分であった。

D氏（壬生町七ツ石）

- ・11時30分～40分頃に、竜巻を見た。
- ・ゴーという音がした。

E氏（壬生町七ツ石）

- ・11時30分～12時00分頃、北西方向から竜巻が来るのを見た。
- ・バケツ等が巻き上がっているのを見た。

F氏（壬生町七ツ石）

- ・11時30分～11時40分頃に、雷の音がした後、ゴーと音がして被害にあった。
- ・雨が強かった。

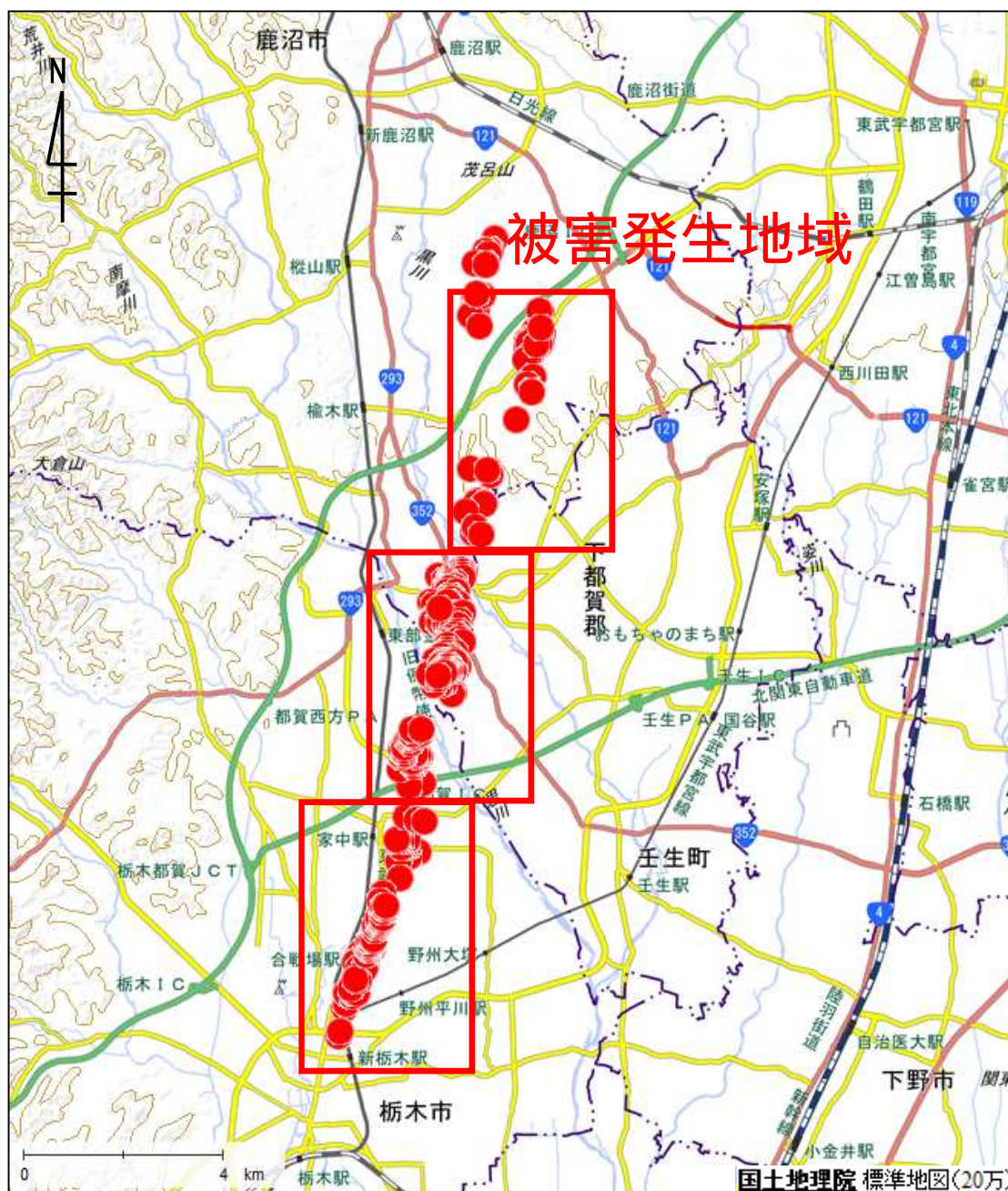
G氏（壬生町羽生田）

- ・11時40分頃に、南から北へ進む竜巻を見た。
- ・低気圧性の循環で土が舞い上がっているのを見た。

- H氏（壬生町羽生田）
- ・ 11時30分～11時33分頃、竜巻を見た(風が巻いていた)。
- I氏（鹿沼市北赤塚町）
- ・ 11時30分から35分頃、雲・塵が渦を巻いて、ごみが回って飛んでいた。
- J氏（鹿沼市北赤塚町）
- ・ 11時30分頃に、南から黒い雲が近づいて来た。
 - ・ ゴーという音とバリバリという音がした。音の時間は数秒程に感じた。
- K氏（鹿沼市北赤塚町）
- ・ 11時45分頃に、物が渦状に舞い上がるのを見た。
 - ・ 強い風は2～3分程度であった。
- L氏（鹿沼市藤江町）
- ・ 11時45分頃に、雷が鳴り始め、その後に強い雨と強い風が吹いた。
- M氏（鹿沼市上石川）
- ・ 11時40分～50分頃に、急に東風が強くなった。
 - ・ 強い風は5分程度であった。

2 - 1 - 4 被害発生地域図

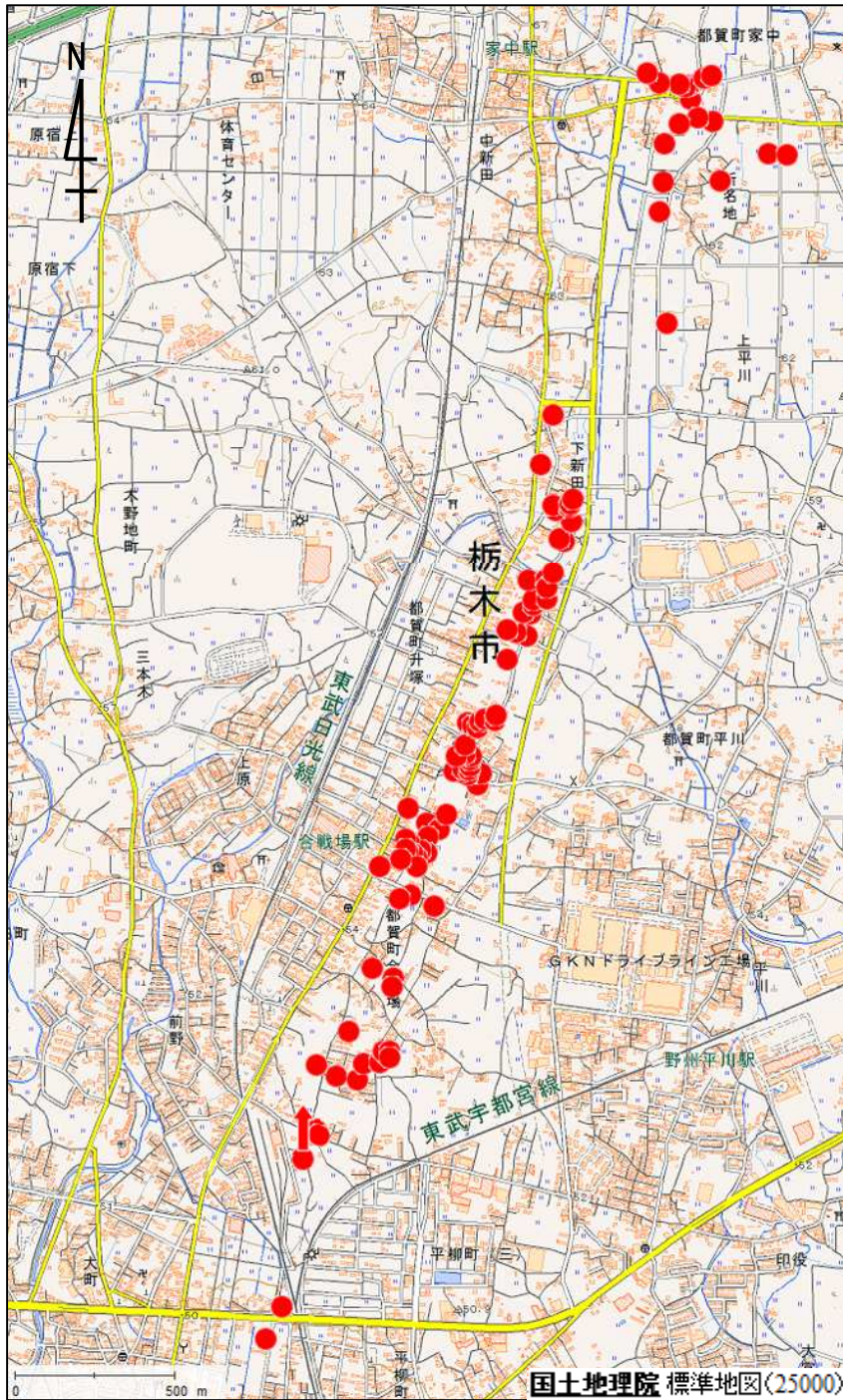
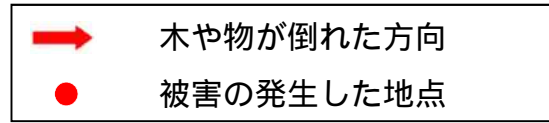
(栃木市平柳町 ~ 下都賀郡壬生町七ツ石 ~ 鹿沼市上石川)



- 拡大図 (栃木市平柳町 ~ 栃木市都賀町家中) P6
- 拡大図 (栃木市都賀町家中 ~ 下都賀郡壬生町七ツ石 ~ 鹿沼市北赤塚町) . . . P7
- 拡大図 (鹿沼市藤江町 ~ 鹿沼市上石川) P8

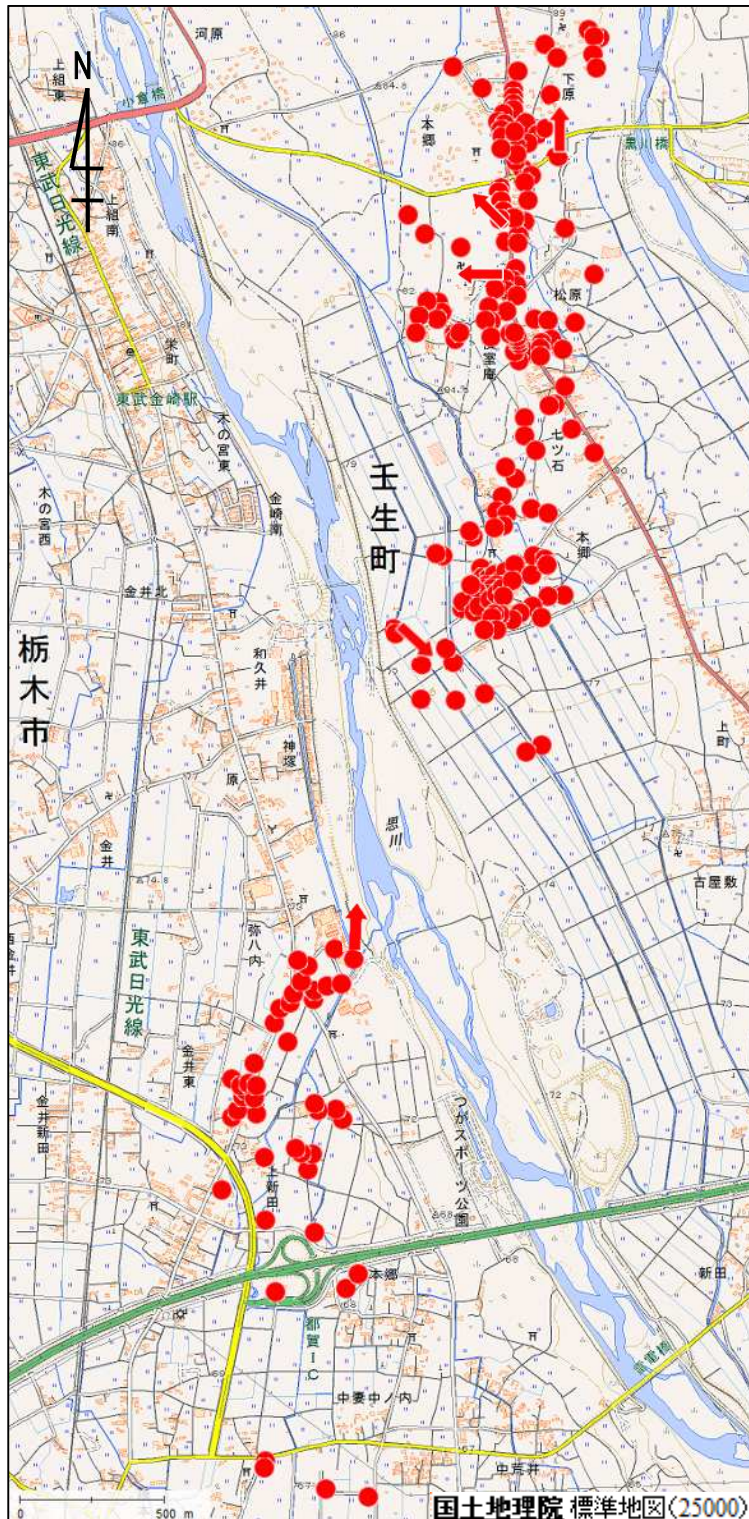
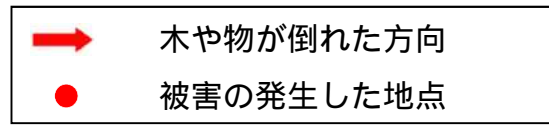
被害発生地域拡大図

栃木市平柳町～栃木市都賀町家中



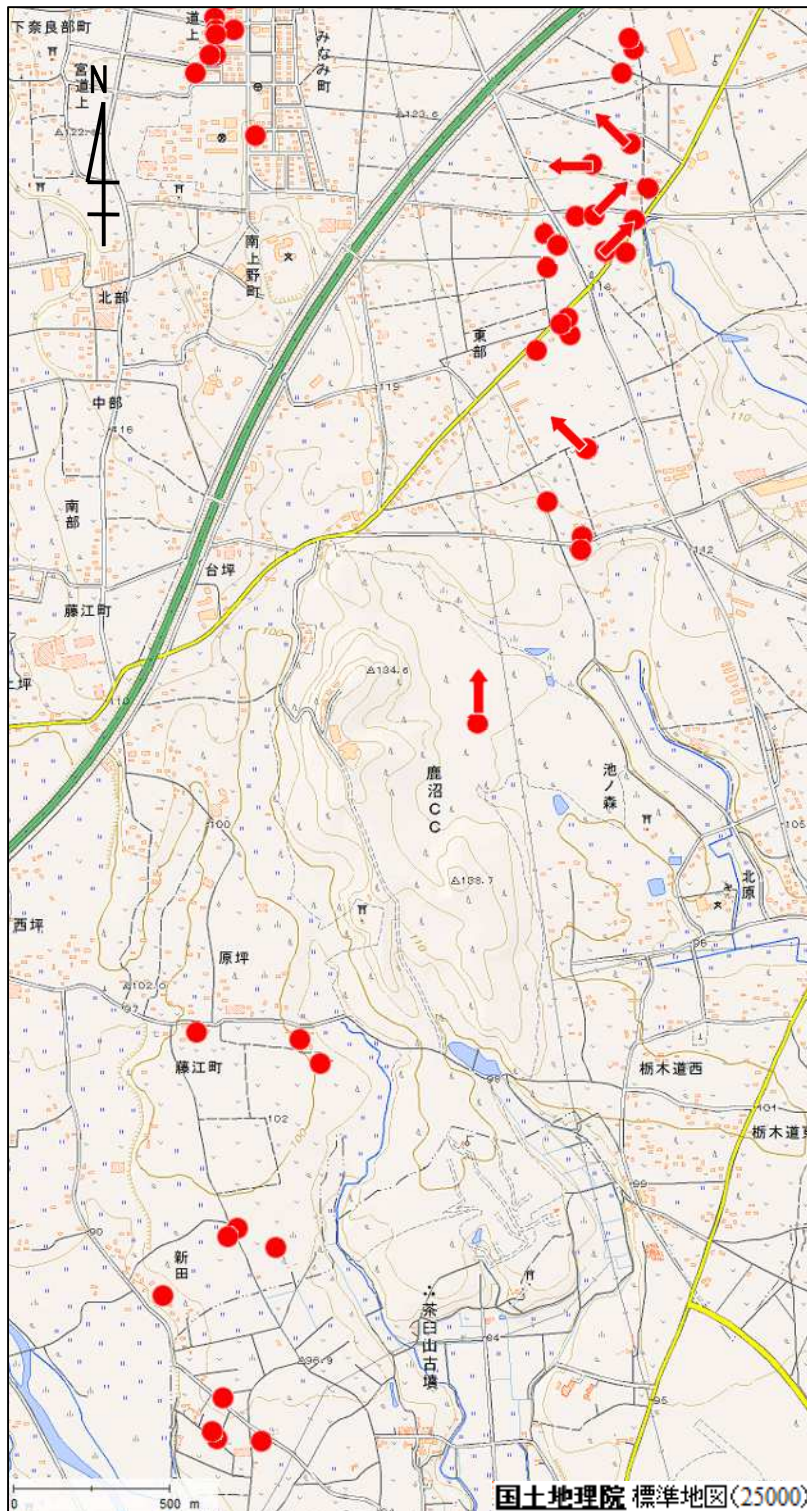
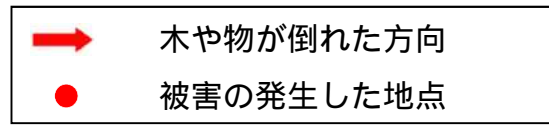
被害発生地域拡大図

栃木市都賀町家中～下都賀郡壬生町七ツ石～鹿沼市北赤塚町



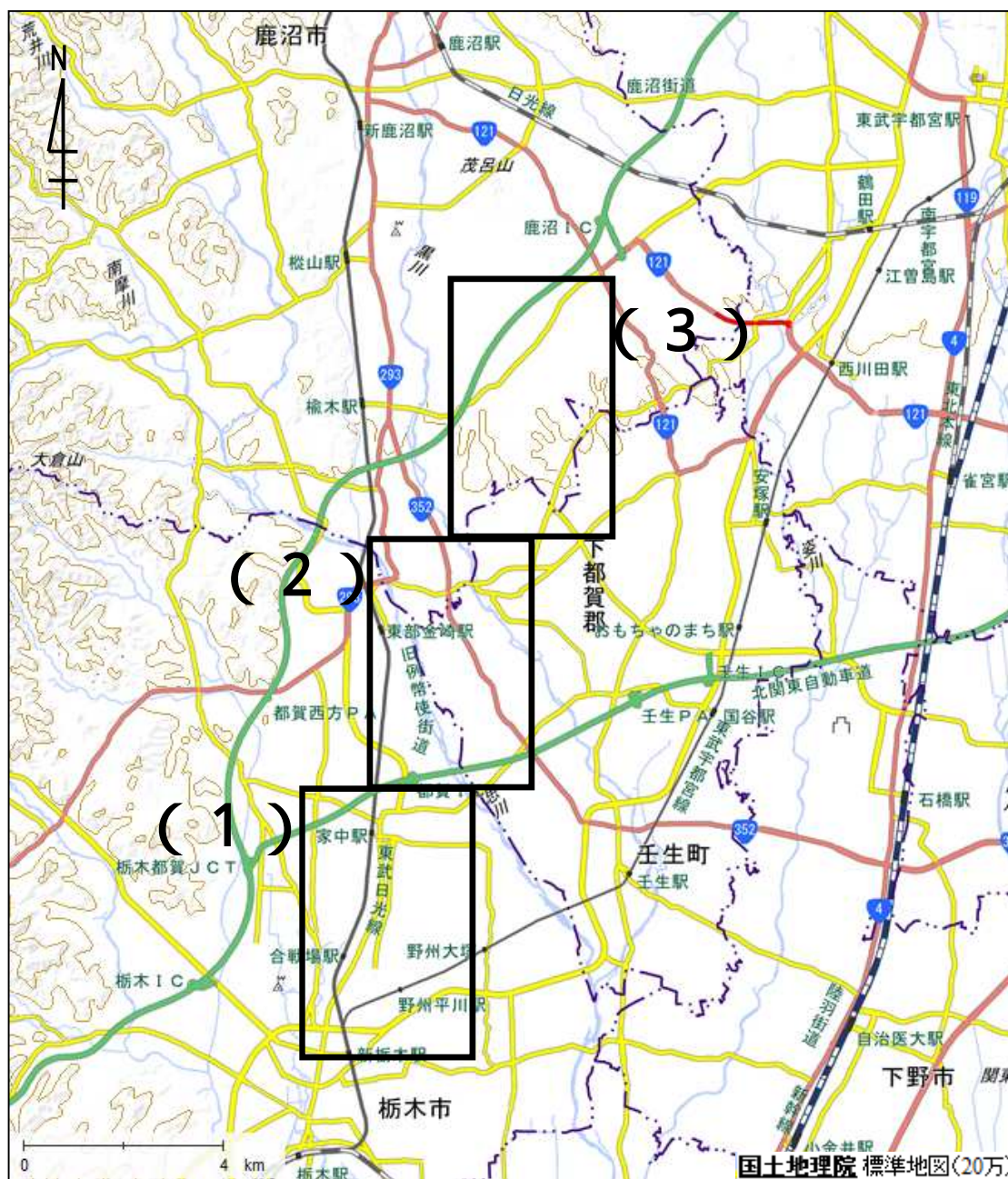
被害発生地域拡大図

鹿沼市藤江町～鹿沼市上石川



2 - 1 - 5 写真撮影位置方向図

(栃木市平柳町 ~ 下都賀郡壬生町七ツ石 ~ 鹿沼市上石川)



拡大図 (1) (栃木市平柳町 ~ 栃木市都賀町家中) P10

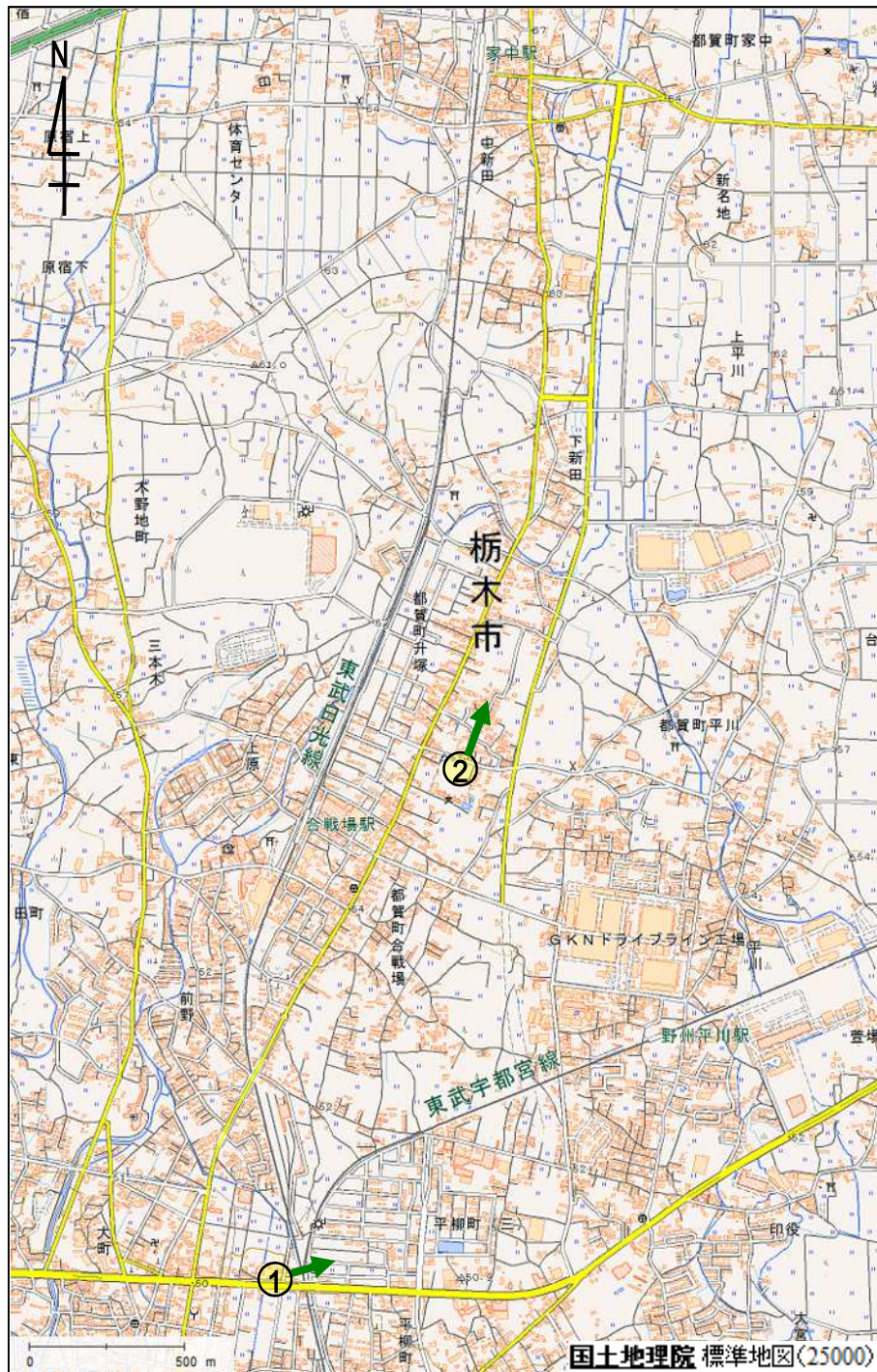
拡大図 (2) (栃木市都賀町家中 ~ 下都賀郡壬生町七ツ石
~ 鹿沼市北赤塚町) . . . P11

拡大図 (3) (鹿沼市藤江町 ~ 鹿沼市上石川) P12

写真撮影位置方向拡大図

(1) 栃木市平柳町～栃木市都賀町家中

➡ は写真を撮影した方向
番号は写真を撮影した位置で、各被害状況写真の番号に対応している。



写真撮影位置方向拡大図

(2) 栃木市都賀町家中～下都賀郡壬生町七ツ石
～鹿沼市北赤塚町

→ は写真を撮影した方向

番号は写真を撮影した位置で、各被害状況写真の番号に対応している。



写真撮影位置方向拡大図

(3) 鹿沼市藤江町～鹿沼市上石川

→ は写真を撮影した方向
番号は写真を撮影した位置で、各被害状況写真の番号に対応している。



被害状況写真（栃木市、下都賀郡壬生町、鹿沼市）



屋根瓦がめくれた住家
（栃木市平柳町）



屋根の一部が飛散した住家
（栃木市都賀町合戦場）



倒壊したビニールハウス
（下都賀郡壬生町七ツ石）



屋根が飛散した住家
（鹿沼市北赤塚町）

被害状況写真（鹿沼市）



折れたコンクリート製の電柱
（鹿沼市北赤塚町）



横倒しになった倉庫
（鹿沼市北赤塚町）



倒壊したビニールハウス
（鹿沼市藤江町）



幹折れした樹木
（鹿沼市藤江町）

2 - 2 栃木県鹿沼市

2 - 2 - 1 現地調査実施官署及び現地調査実施場所

実施官署：宇都宮地方气象台、東京管区气象台（1日目）

実施場所：栃木県鹿沼市

実施日時：平成26年8月11日 09時30分～18時00分頃

平成26年8月12日 09時30分～15時00分頃

2 - 2 - 2 被害状況

鹿沼市 総務課防災対策室（13日10時現在）

- ・住家被害 一部損壊 8棟
- ・非住家被害 10棟

2 - 2 - 3 聞き取り状況

A氏（鹿沼市上奈良部町）

- ・11時30分から40分頃に、雷が鳴って風が強まり、前方が渦巻いていた。
- ・物が巻き上がり、空気が回転していた。
- ・渦は南から北へ抜けた。
- ・ピシピシという音が強かった。
- ・南からの風であった。

B氏（鹿沼市上奈良部町）

- ・11時30分頃、ゴーという音がした。
- ・強い風は短かった。

C氏（鹿沼市上奈良部）

- ・11時40分頃に、南西方向から渦が来た。すごい回転だった。
- ・雷の後に風雨が強まった。

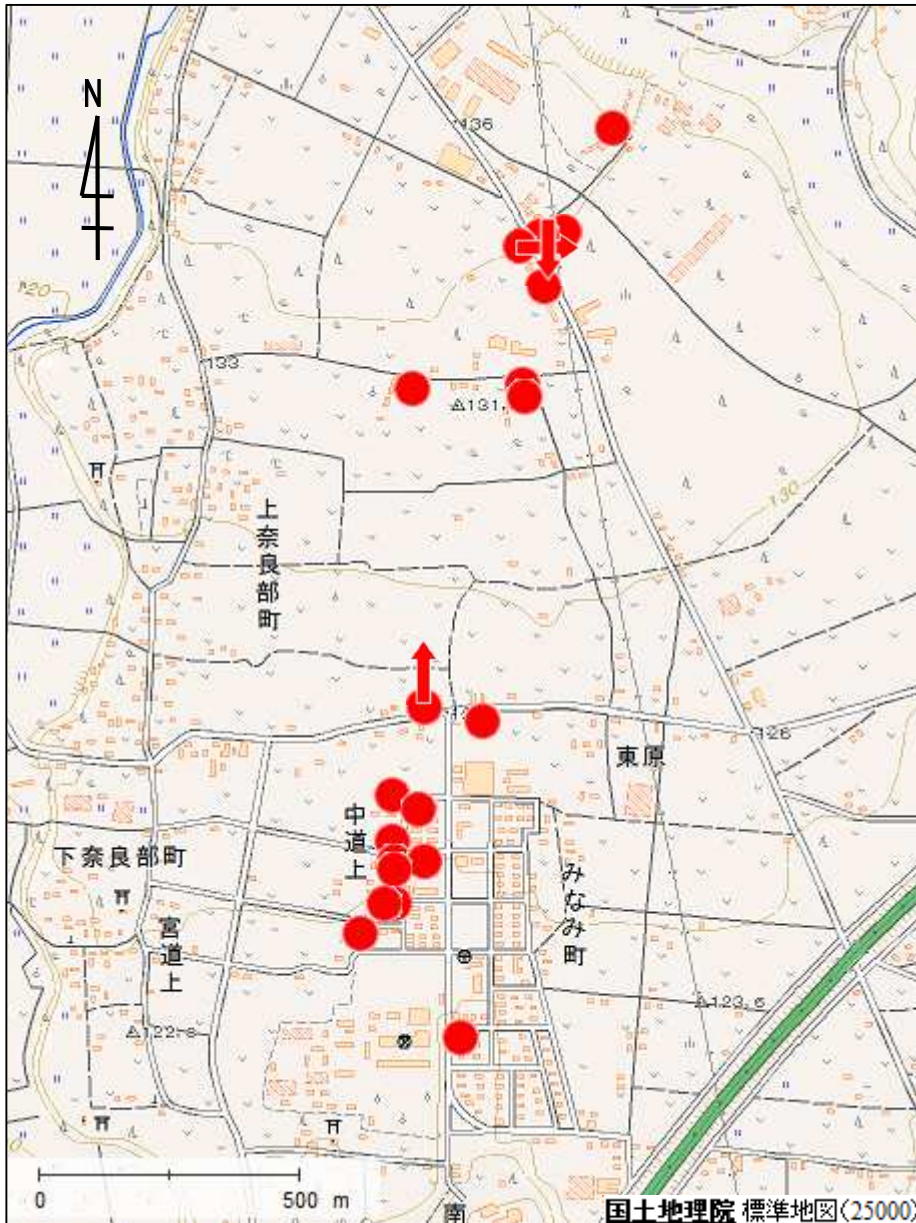
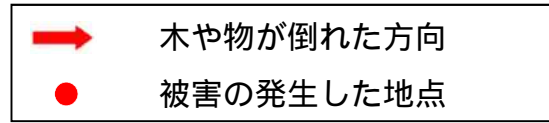
2 - 2 - 4 被害発生地域図
 (鹿沼市みなみ町～鹿沼市茂呂)



拡大図 (鹿沼市みなみ町～鹿沼市茂呂) P17

被害発生地域拡大図

鹿沼市みなみ町～鹿沼市茂呂



2 - 2 - 5 写真撮影位置方向図
 (鹿沼市みなみ町～鹿沼市茂呂)



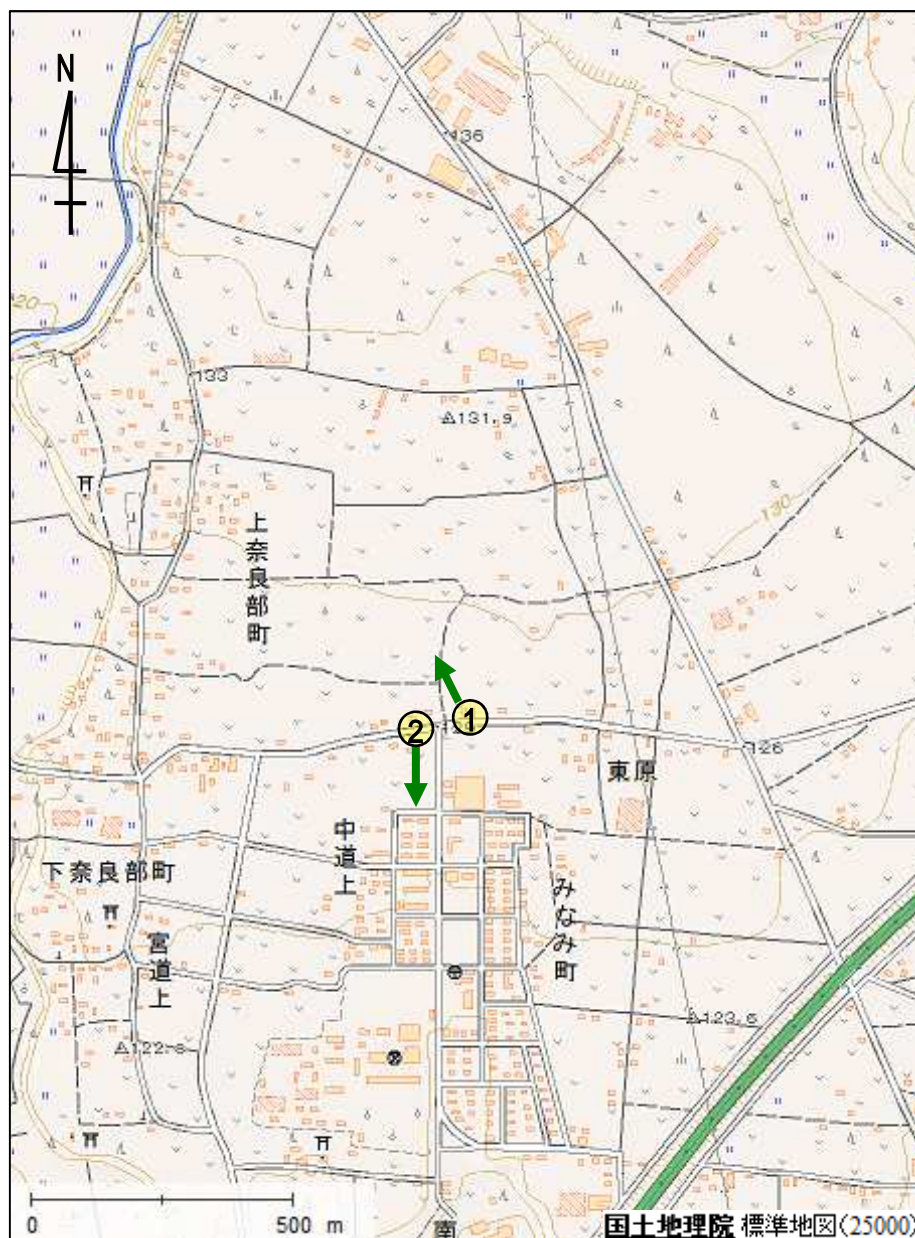
拡大図 (鹿沼市みなみ町～鹿沼市茂呂) P19

写真撮影位置方向拡大図

鹿沼市みなみ町～鹿沼市茂呂

→ は写真を撮影した方向

番号は写真を撮影した位置で、各被害状況写真の番号に対応している。



被害状況写真（鹿沼市）



幹折れした樹木
（鹿沼市上奈良部町）

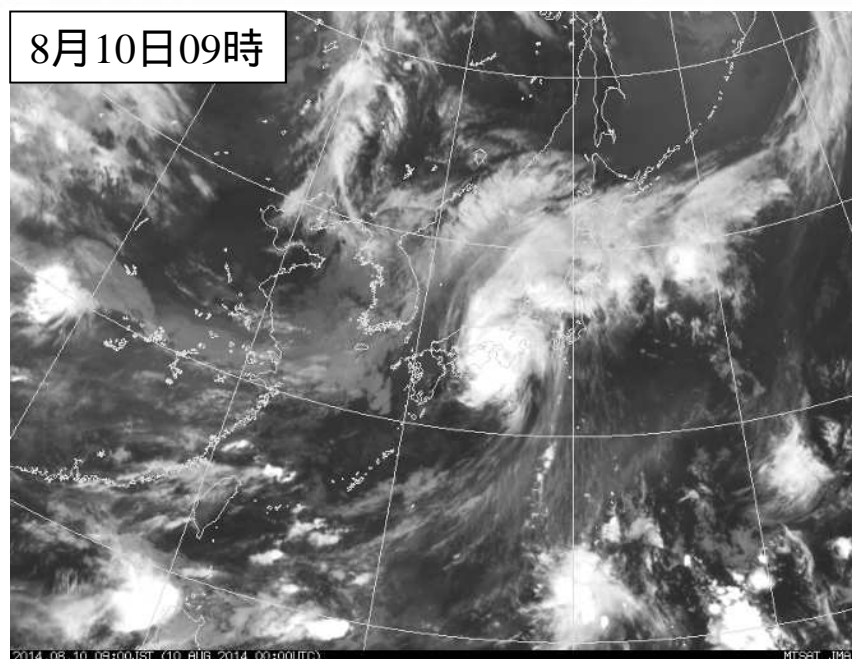
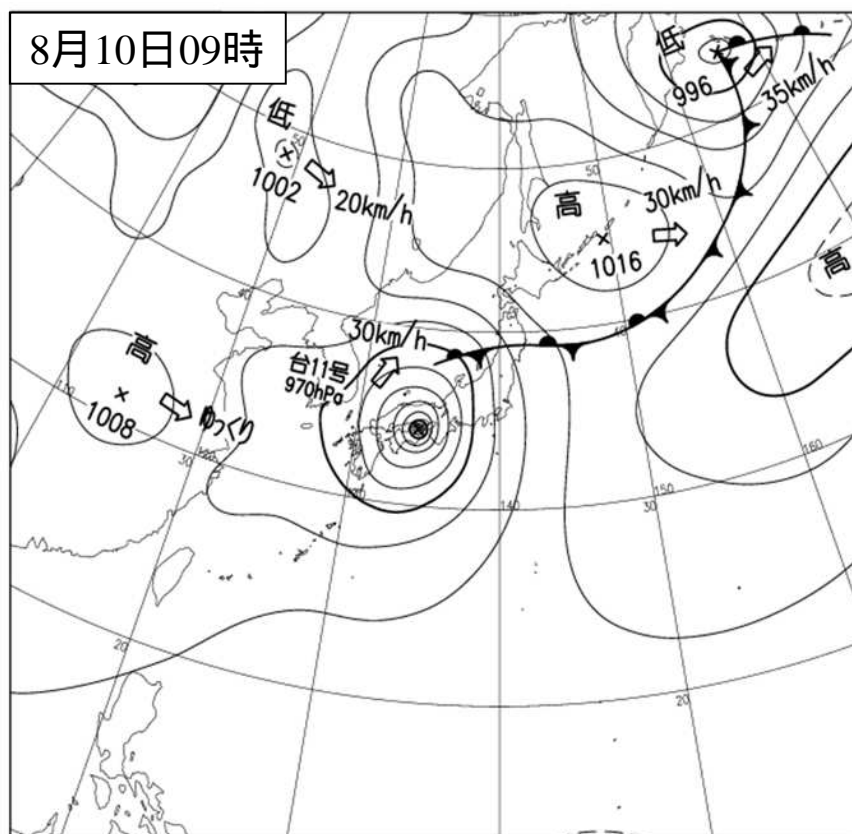


屋根瓦がめくれた住家
（鹿沼市上奈良部町）

3 気象の状況

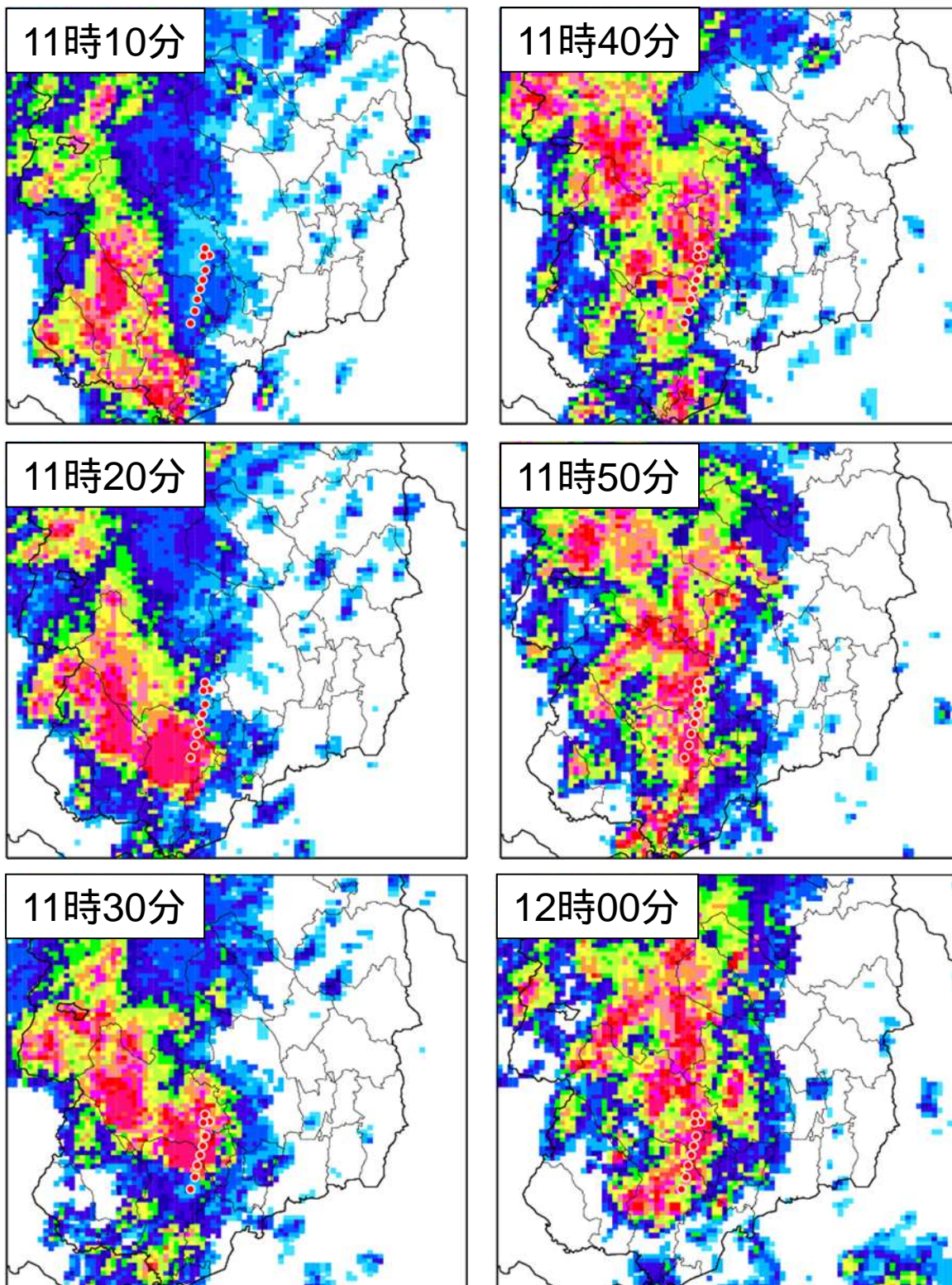
8月10日06時過ぎに、高知県安芸市付近に上陸した台風第11号は、10日09時には阿波市付近を北北東に進んでいた。また、日本の東から東北地方をとり日本海中部には前線があり、栃木県では南から暖かく湿った空気が流れ込み、大気の状態が非常に不安定となっていた。

このため、栃木県栃木市、下都賀郡壬生町、鹿沼市で突風が発生した時間帯には、活発な積乱雲が被害地付近を通過中であった。

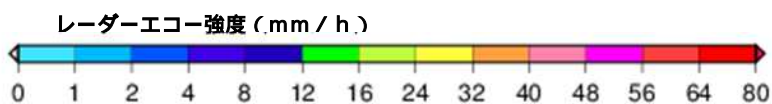


地上天気図および気象衛星「ひまわり7号」赤外画像
平成26年8月10日09時

栃木県栃木市、下都賀郡壬生町、鹿沼市で突風の発生した時間
帯の気象レーダーで観測された雨雲の様子



レーダーエコー強度図（合成レーダー）



平成26年8月10日11時10分～12時00分
図中 印は被害発生地域を示す。

4 特別警報・警報・注意報及び気象情報の発表状況

平成26年8月10日

栃木県（宇都宮地方気象台発表）

特別警報・警報・注意報の発表状況（鹿沼市、下都賀郡壬生町、栃木市）

：発表 ：特別警報から警報 ：特別警報から注意報 ：警報から注意報 ：継続 解：解除
 浸：浸水害 土：土砂災害 土浸：土砂災害、浸水害 **斜体字：発表** **下線：特別警報から警報**

・鹿沼市

発表時刻	特別警報 警報 注意報	暴風雪特別警報	大雨特別警報	暴風特別警報	大雪特別警報	暴風雪警報	大雨警報	洪水警報	暴風警報	大雪警報	大雨注意報	大雪注意報	風雪注意報	雷注意報	強風注意報	融雪注意報	洪水注意報	濃霧注意報	乾燥注意報	なだれ注意報	低温注意報	霜注意報	着水注意報	着雪注意報	
2014/ 8/10 04:46																									
2014/ 8/10 11:04																									
2014/ 8/10 12:35																									
2014/ 8/10 15:25																									
2014/ 8/10 19:53																									
2014/ 8/10 21:35																									解

・下都賀郡壬生町

発表時刻	特別警報 警報 注意報	暴風雪特別警報	大雨特別警報	暴風特別警報	大雪特別警報	暴風雪警報	大雨警報	洪水警報	暴風警報	大雪警報	大雨注意報	大雪注意報	風雪注意報	雷注意報	強風注意報	融雪注意報	洪水注意報	濃霧注意報	乾燥注意報	なだれ注意報	低温注意報	霜注意報	着水注意報	着雪注意報	
2014/ 8/10 04:46																									
2014/ 8/10 11:04																									
2014/ 8/10 12:35																									
2014/ 8/10 15:25																									
2014/ 8/10 19:53																									
2014/ 8/10 21:35																									解

・栃木市

発表時刻	特別警報 警報 注意報	暴風雪特別警報	大雨特別警報	暴風特別警報	大雪特別警報	暴風雪警報	大雨警報	洪水警報	暴風警報	大雪警報	大雨注意報	大雪注意報	風雪注意報	雷注意報	強風注意報	融雪注意報	洪水注意報	濃霧注意報	乾燥注意報	なだれ注意報	低温注意報	霜注意報	着水注意報	着雪注意報	
2014/ 8/10 04:46																									
2014/ 8/10 11:04																									
2014/ 8/10 12:35																									
2014/ 8/10 15:25																									
2014/ 8/10 19:53																									
2014/ 8/10 21:35																									解

本表では、期間内における警報・注意報の発表、切替、解除の全てを時刻順で掲載しています。

栃木県竜巻注意情報の発表状況

情報番号	発表日時	対象地域
第1号	平成26年8月10日10時46分	栃木県
第2号	平成26年8月10日11時45分	栃木県
第3号	平成26年8月10日12時40分	栃木県
第4号	平成26年8月10日13時36分	栃木県
第5号	平成26年8月10日14時36分	栃木県
第6号	平成26年8月10日15時37分	栃木県

栃木県気象情報の発表状況

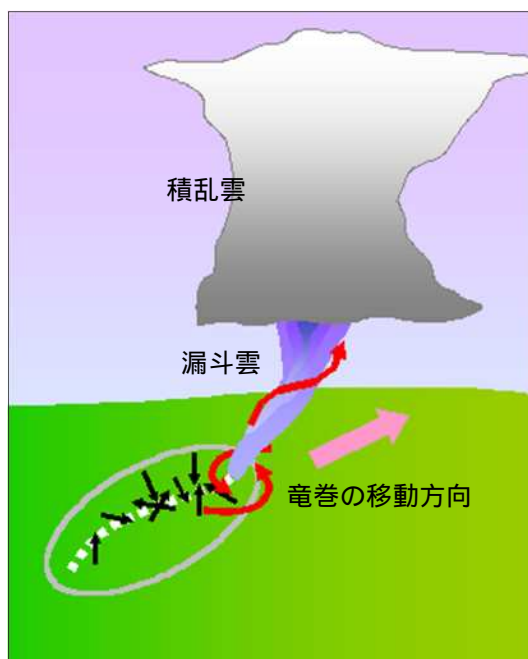
情報番号	発表日時	情報の名称
第5号	平成26年8月10日05時53分	平成26年台風第11号に関する栃木県気象情報
第6号	平成26年8月10日11時22分	平成26年台風第11号に関する栃木県気象情報
第7号	平成26年8月10日16時58分	平成26年台風第11号に関する栃木県気象情報
第8号	平成26年8月10日23時22分	平成26年台風第11号に関する栃木県気象情報

5 参考資料

突風に関する現地災害調査報告では、被害状況や聞き取り調査から突風が、「竜巻」、「ダウンバースト」、「ガストフロント」など、どの現象によってもたらされたかを推定しています。また、竜巻やダウンバーストによる被害などから、「Fスケール（藤田スケール）」というものさしを使って現象の強さ（風速）を推定しています。ここでは、それぞれの現象とその被害の特徴、Fスケールについて紹介します。

竜巻とは

竜巻とは、積乱雲または積雲に伴って発生する鉛直軸をもつ激しい渦巻きで、しばしば漏斗状または柱状の雲（「漏斗雲」といいます。）を伴っています。また、竜巻の中心では周囲より気圧が低いため、地表面の近くでは空気は渦の中心に向かうように吹き込み（収束）、回転しながら急速に上昇します。



竜巻とその被害の様子

赤矢印は空気の流れ、黒矢印は樹木等の倒壊方向、白点線は竜巻の経路を表しています。竜巻の発生時にはしばしば積乱雲から漏斗状の雲がのびています。竜巻は周囲の空気を吸い上げながら移動しますので、倒壊物等は竜巻の経路に集まる形で残ります。



竜巻の移動経路と風向分布の例（新野他、1991）

平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

竜巻の現象・被害等の特徴をまとめると次のようになります。

竜巻の移動とともに風向が回転する。

発生場所付近に対応するレーダーエコーがある。ただし、積雲に伴う場合には、ないこともある。

気圧が下降する。急激な気圧低下に伴って、耳に異常を訴える場合がある。

被害地域は細い帯状となることが多い。

残された飛散物や倒壊物はある点や線に集まる形で残ることがある。

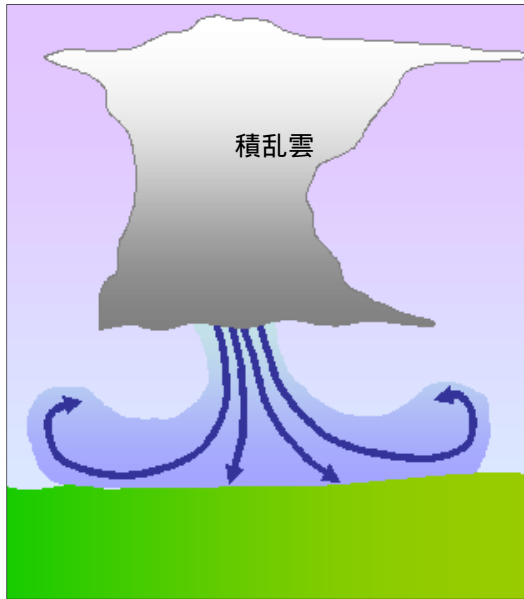
重量物（屋根・扉など）が舞い上げられたように移動する。

漏斗雲が目撃されたり、飛散物が筒状に舞い上がっているのが目撃されることが多い。飛散物が降ってくる。

ゴーというジェット機のような轟音がすることが多い。

ダウンバーストとは

ダウンバーストとは、積雲や積乱雲から爆発的に吹き下ろす気流とこれが地表に衝突して周囲に吹き出す破壊的な気流のことをいいます。水平的な広がり大きさにより2つに分類することがあり、広がり4 km以上をマクロバースト、4 km未満をマイクロバーストといいます。



ダウンバーストのイメージ図

薄青の領域は周囲より冷たくて重いダウンバーストの空気を、また、青矢印はダウンバーストの空気の流れを表しています。

ダウンバーストの現象・被害等の特徴をまとめると次のようになります。

地上では発散的あるいはほぼ一方方向の風が吹く。

発生場所付近に対応するレーダーエコーがある。

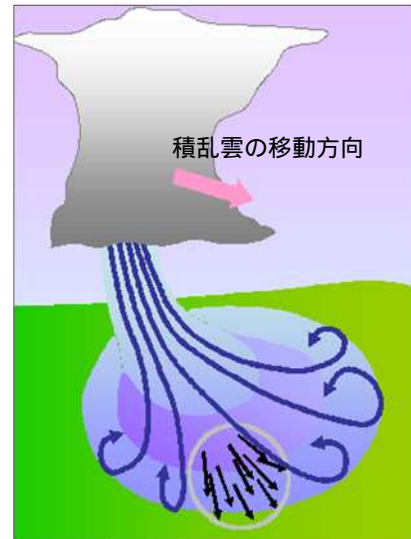
気温や気圧は上昇することも下降することもある。

短時間の露点温度下降を伴うことがある。

強雨や雷を伴うことが多い。

被害地域が竜巻のように「帯状」ではなく、「面的」に広がる。

物の飛散方向や倒壊方向は同じか、ある点から広がる形となる。

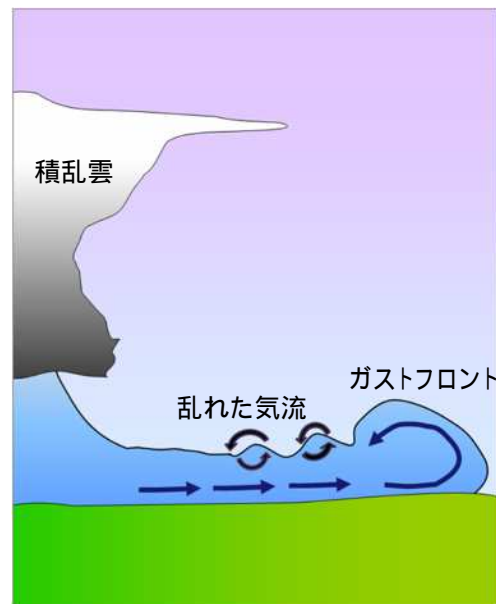


ダウンバーストの被害の様子

青矢印はダウンバーストの空気の流れ、黒矢印は樹木等の倒壊方向です。積乱雲が移動している場合には、このように移動方向の吹き出しのみが強くなる場合がほとんどです。吹き出しの強さに対応して倒壊物の方向も一方向や扇状になることが少なくありません。

ガストフロントとは

ガストフロントとは、積雲や積乱雲の下に溜まった冷気が周囲に流れ出し（冷気外出流といいます。）、周囲の空気との間に作る境界のことをいいます。突風（ガスト）を伴うことがあることから、突風前線と呼ばれます。



ガストフロントのイメージ図

薄青の領域は周囲より冷たくて重い空気を、また、青矢印は冷気外出流を表しています。黒矢印は乱れた気流を表しています。

ガストフロントの現象等の特徴をまとめると次のようになります。

降水域から前線状に広がることが多い。

風向の急変や突風を伴い、しばらく同じ風向が続くことが多い。

気温の急下降や気圧の急上昇を伴うことが多い。

降水域付近のみでなく、数10kmあるいはそれ以上離れた地点まで進行する場合がある。

その他の突風

その他の突風には、じん旋風などがあります。じん旋風は竜巻と同様に鉛直軸をもつ強い渦巻きですが、積乱雲や積雲に伴って発生する竜巻とは異なり、晴れた日の昼間などに地表面付近で温められた空気が上昇することによって発生します。

F スケール（藤田スケール）とは

F スケール（藤田スケール）とは、竜巻やダウンバーストなどの風速を、構造物などの被害調査から簡便に推定するために、シカゴ大学の藤田哲也博士により1971年に考案された風速のスケールです。日本ではこれまでF 4以上の竜巻は観測されていないと言われています。

F スケールの各スケールの風速の下限Vは
 $V=6.3(F+2)^{1.5}$ (m/s)

で与えられ、F 1はビューフォートの風力階級（気象庁風力階級）の第12階級（開けた平らな地面から10mの高さにおける10分間平均風速で32.7m/s以上）、F 12はマッハ1（音速：約340m/s）になるよう定義しています。ただし、ビューフォートの風力階級のような10分間の平均風速に基づくものではなく、ある点を吹きぬけた空気が1/4マイル（約400m）

遠方まで達するのに要する時間内の平均風速によると考えて求めたものです。各スケールと被害との対応は、藤田によると次のとおりとなります。

F0： 17～32m/s（約15秒間の平均）

テレビアンテナなどの弱い構造物が倒れる。小枝が折れ、根の浅い木が傾くことがある。非住家が壊れるかもしれない。

F1： 33～49m/s（約10秒間の平均）

屋根瓦が飛び、ガラス窓が割れる。ビニールハウスの被害甚大。根の弱い木は倒れ、強い木は幹が折れたりする。走っている自動車が横風を受けると、道から吹き落とされる。

F2： 50～69m/s（約7秒間の平均）

住家の屋根がはぎとられ、弱い非住家は倒壊する。大木が倒れたり、ねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、汽車が脱線することがある。

F3： 70～92m/s（約5秒間の平均）

壁が押し倒され住家が倒壊する。非住家はバラバラになって飛散し、鉄骨づくりでもつぶれる。汽車は転覆し、自動車はもち上げられて飛ばされる。森林の大木でも、大半折れるか倒れるかし、引き抜かれることもある。

F4： 93～116m/s（約4秒間の平均）

住家がバラバラになって辺りに飛散し、弱い非住家は跡形なく吹き飛ばされてしまう。鉄骨づくりでもペシャンコ。列車が吹き飛ばされ、自動車は何十メートルも空中飛行する。1トン以上ある物体が降ってきて、危険の上もない。

F5： 117～142m/s（約3秒間の平均）

住家は跡形もなく吹き飛ばされるし、立木の皮がはぎとられてしまったりする。自動車、列車などがもち上げられて飛行し、とんでもないところまで飛ばされる。数トンもある物体がどこからともなく降ってくる。

【参考文献】

大野久雄著(2001):雷雨とメソ気象.東京堂出版,309pp.
新野宏・藤谷徳之助・室田達郎・山口修由・岡田恒(1991):1990年12月11日に千葉県茂原市を襲った竜巻の実態と

その被害について.日本風工学会誌,第48号,15-25.
日本気象学会編(1998):気象科学辞典.東京書籍,637pp.
Fujita,T.T.(1992):Mystery of Severe Storms.The University of Chicago,298pp.

現地災害調査速報の作成主旨について

気象台では、突風災害等が発生した場合、災害発生の要因となった現象と災害との関係等を迅速に把握するため、可能な限り速やかに災害が発生した地域に職員を派遣し調査を実施することとしている。さらに、現地調査終了後、その調査結果に加えて気象現象の発生状況、実況資料、気象台の執った措置等を速やかに取りまとめ「現地災害調査速報」を作成し、地方公共団体や報道機関等に対して説明を行うこととしている。

気象台として、この速報が地域の防災機関・報道機関とのさらなる連携強化及び地域防災力の向上に役立つことを願っている。

東京管区気象台気象防災部 防災調査課

問い合わせ先

宇都宮地方気象台 電話 028 - 635 - 7260

東京管区気象台 気象防災部 防災調査課

電話03 - 3212 - 3853

速報の内容について、私的使用又は引用等著作権法上認められた行為を除き、東京管区気象台に無断で転載等を行うことはできません。また、引用を行う際は適宜の方法により、必ず出所（東京管区気象台）を明示してください。速報の内容の全部または一部について、東京管区気象台に無断で改変を行うことはできません。