

現地災害調査速報

平成23年6月21日に栃木県足利市から
群馬県邑楽郡邑楽町にかけて発生した突風について

目次

- 1 突風の原因と気象概況
- 2 現地調査結果
- 3 気象の状況
- 4 警報・注意報及び気象情報の発表状況
- 5 参考資料

平成23年6月24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
前 橋 地 方 気 象 台
東 京 管 区 気 象 台

1 突風の原因と気象概況

6月21日17時20分頃に、栃木県足利市羽刈町から群馬県邑楽郡邑楽町鶉（おうらぐんおうらまちうずら）、同町中野にかけて突風が発生し、住家の屋根瓦の破損や窓ガラスが割れるなどの被害が発生した。

このため、宇都宮地方気象台及び前橋地方気象台は、22日に職員を気象庁機動調査班として派遣し、現地調査を実施した。

結果は以下のとおりである。

1-1 突風の原因の推定

(1) 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ダウンバーストと推定した。

(根拠)

- ① 突風は強雨やひょうを伴っていたという証言があった。
- ② 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。
- ③ 被害や痕跡から推定した風向分布に発散性がみられた。
- ④ 被害や痕跡は、長さ2.7km、幅1.6kmの面的に分布していた。

(2) 強さ（藤田スケール）

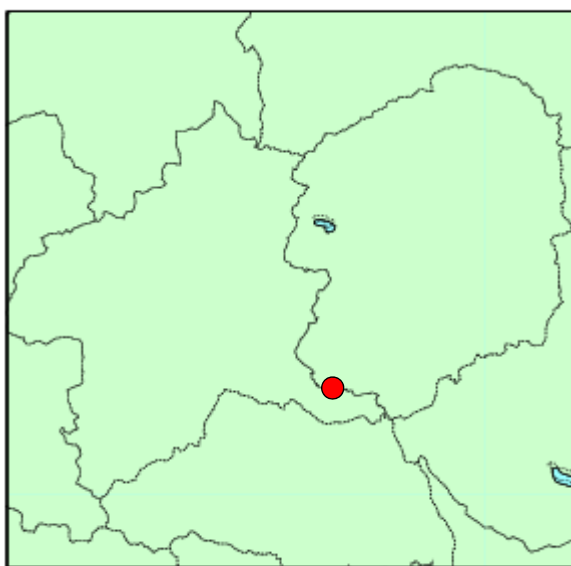
この突風の強さは藤田スケールでF0と推定した。

(根拠)

- ① 住家の屋根の損壊が複数みられた。
- ② 複数の住家でテレビアンテナの倒壊があった。
- ③ 複数の樹木の折損がみられた。
- ④ 窓ガラスが風圧により割れたが、周囲の状況からF1の可能性は低いとみられる。

1-2 気象概況

21日は、梅雨前線が九州から東海沖を通過して関東の南岸に停滞していた。また、上空には寒気を伴った気圧の谷が本州付近を通過していた。栃木県や群馬県では、日中は晴れて気温が上昇し、大気の状態が不安定だった。栃木県足利市から群馬県邑楽郡邑楽町にかけて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。



● : 突風被害発生地域

謝辞

この調査資料を作成するにあたり、関係機関の方々、栃木県足利市及び群馬県邑楽郡邑楽町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 被害状況

当該地域における被害状況は以下のとおり。

実施官署：宇都宮地方気象台

実施場所：栃木県足利市

実施日時：平成23年6月22日 10時30分～17時50分頃

- ・住家一部破損16棟
- ・非住家一部破損29棟
- ・倒木10件
- ・停電2600世帯（東京電力確認）
- ・フェンス破損 1箇所

※足利市役所調べ（23日08時30分現在）

実施官署：前橋地方気象台

実施場所：群馬県邑楽郡邑楽町

実施日時：平成23年6月22日 07時30分～13時00分頃

- ・人的被害 なし
- ・住家被害 一部破損64棟
- ・非住家等被害 約70件
（物置、カーポート等の一部破損、テレビアンテナの折損・落下、立木の折損・倒伏、ビニールハウスの倒壊など）

※群馬県危機管理室による（22日20時30分現在）

2-2 聞き取り状況

（1）現地での聞き取り内容

① A氏（栃木県足利市小曾根町）

- ・17時20分から30分頃に雨、風が強く、10メートル前が見えなかった。
- ・カキの枝が持ち上がっていた。

② B氏（栃木県足利市小曾根町）

- ・雨がすごくて雲の状態はわからなかった。
- ・強い雨、風が「ゴー」と鳴って、家の中にいたが風で振動がすごかった。
- ・ひょうが降った。

③ C氏（栃木県足利市小曾根町）

- ・風は北から吹いていて、「ゴー」という音がして台風のような感じだった。
- ・なにか物が飛んだ音がしたので見たらプレハブ小屋が壊れていた。
- ・雷が鳴り、ひょうが降った。

④ D氏 (栃木県足利市小曾根町)

- ・横風が強く、ゆるいスロープを土砂を含んだ水が駆け上がっていた。その後、家が細かく揺れたので屋内に避難した。
- ・風の方向は北から南に吹いていた。

⑤ E氏 (栃木県足利市高松町)

- ・窓の外をみたら先が見えないくらい真っ白で風の音もすごかった。20分後に外にでたら飛んできたものが散乱していた。
- ・耳の異常があった。
- ・大きな風の音がしていた。

⑥ F氏 (群馬県邑楽郡邑楽町鶉)

- ・北の方向から雷鳴と共に真っ黒い雲が近づいてきた。18時頃、小雨から急に強くなり、ひょうが混じっていた。
- ・強い雨の中、急に辺りが突風と共に真っ白になった。
- ・次の瞬間には雨どいが壊れ、室内に雨水が入ってきた。
- ・風は北から南に抜けて行ったようだ。

⑦ G氏 (群馬県邑楽郡邑楽町鶉)

- ・17時から18時頃に、周りが真っ白で何も見えないほど、雷と強い北風を伴った激しい雨が降った。時間は短く、2、3分位に感じた。
- ・自宅のすぐ隣にある敷地内の木の枝が折れて落下していたが、風が強く何の音も聞こえなかった。

(2) 電話での聞き取り内容

① H氏 (栃木県足利市羽刈町)

- ・17時00分～17時30分頃、風と雨が強く、3メートル先が見えなかった。
- ・「ゴー」という音がした。
- ・窓ガラス(厚さ5～6ミリ)が14枚割れ、フェンスが倒れた。
- ・看板が飛んできていた。

② I氏 (栃木県足利市百頭町)

- ・17時頃から、ポツポツと雨が降りだし、17時15分頃、急に雨と風が強くなった。前が見えない位の雨で、風は東側から吹いていた。17時25分頃おさまった。
- ・雷は遠くで鳴っている程度。

③ J氏 (群馬県邑楽郡邑楽町鶉)

- ・17時過ぎに、辺り一面が雨で真っ白になった。
- ・風は北から南に吹いていた。
- ・雨が止む間に大きくはないがひょうが降った。
- ・周囲での被害は無いが、足利市方面で被害が出ているとの話を聞いた。

④ K氏 (群馬県邑楽郡邑楽町鶉)

- ・北から西よりの風が吹いていた。
- ・雨、雷鳴、ひょうの降る音がした。
- ・17時00分から17時30分頃の間、風が強く吹き、特に強かったのは5分間位だった。
- ・耳の痛みはない。
- ・雨とひょうが強まり、風が強くなった。
- ・北側の家の物置(パイプ&ビニール)が南側に飛んで、駐車場の車にかぶさった。
- ・3階建ての屋根の上のアンテナ支柱が南側に折れた。
- ・3階建ての東にあるカーポートの最も北側の屋根パネル1枚が剥がれた。

⑤ L氏 (群馬県邑楽郡邑楽町中野)

- ・強い雨、雷、ひょうが降った。
- ・母屋と北側の庇の間から雨が吹き込んだ。時間は15分位だった。

⑥ M氏 (群馬県邑楽郡邑楽町中野)

- ・17時頃に雨雲が前橋方面から近づいてきて雷と突風が吹いてきた。
- ・大雨により視界が見えない状態であった。
- ・雨水が溜まり、建物に入って来られない状態であった。
- ・これが40~50分続いた。風は栃木県の方(北東)からであった。

⑦ N氏 (群馬県館林市日向町)

- ・突風、強い雨とひょうが降ってきた。ひょうの大きさは5mm程度。
- ・雨の降り方は土砂降り、ひょうが降るぱちぱちという音がした。
- ・耳の痛みはない。

⑧ O氏 (群馬県館林市日向町)




- ・風と雨が強く、洗車機の中にいるようだった。
- ・風は全方向から吹きつけた感じ。
- ・風と雨の音がすごかった。サッシが震えていた。30分位継続したと思う。
- ・全方向から水が吹き込んできた。
- ・耳の痛みはない。

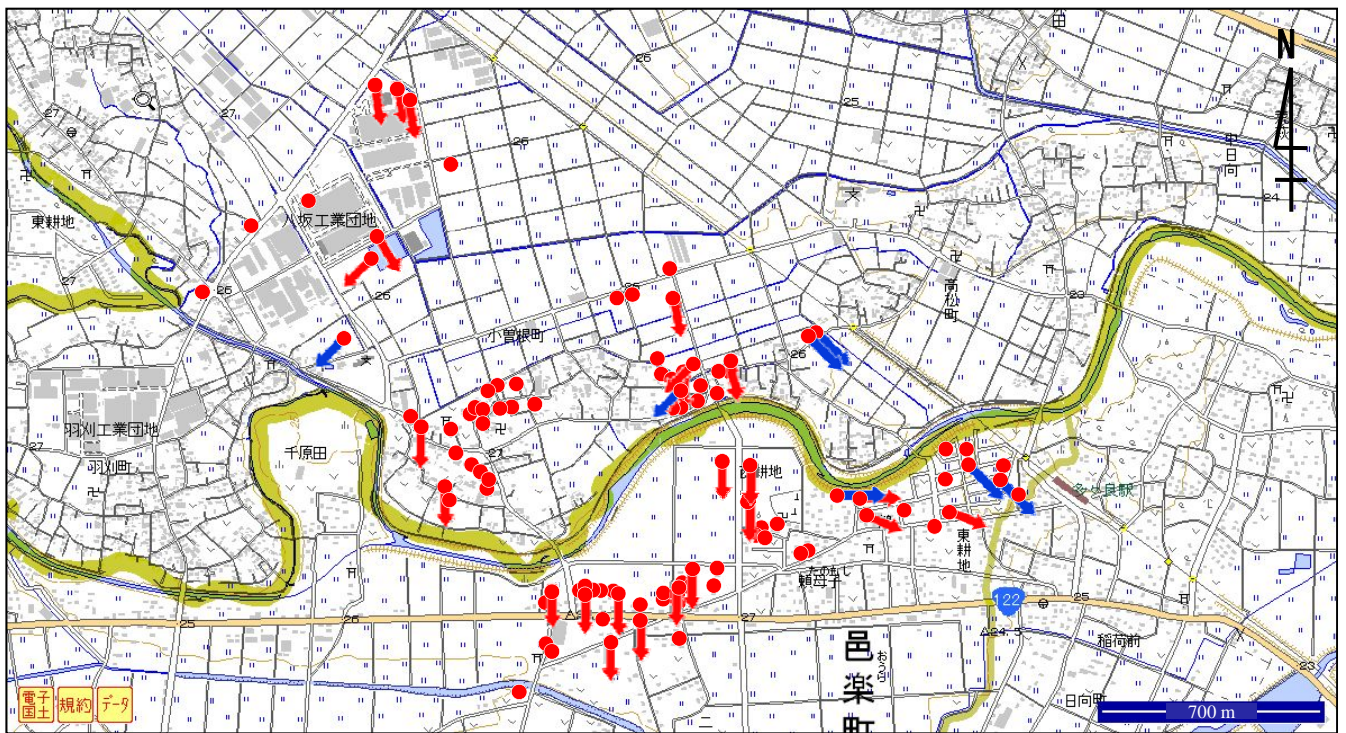
○被害発生地域図（栃木県足利市～群馬県邑楽郡邑楽町）



○被害発生地域拡大図

(栃木県足利市羽刈町～群馬県邑楽郡邑楽町鶉、中野)

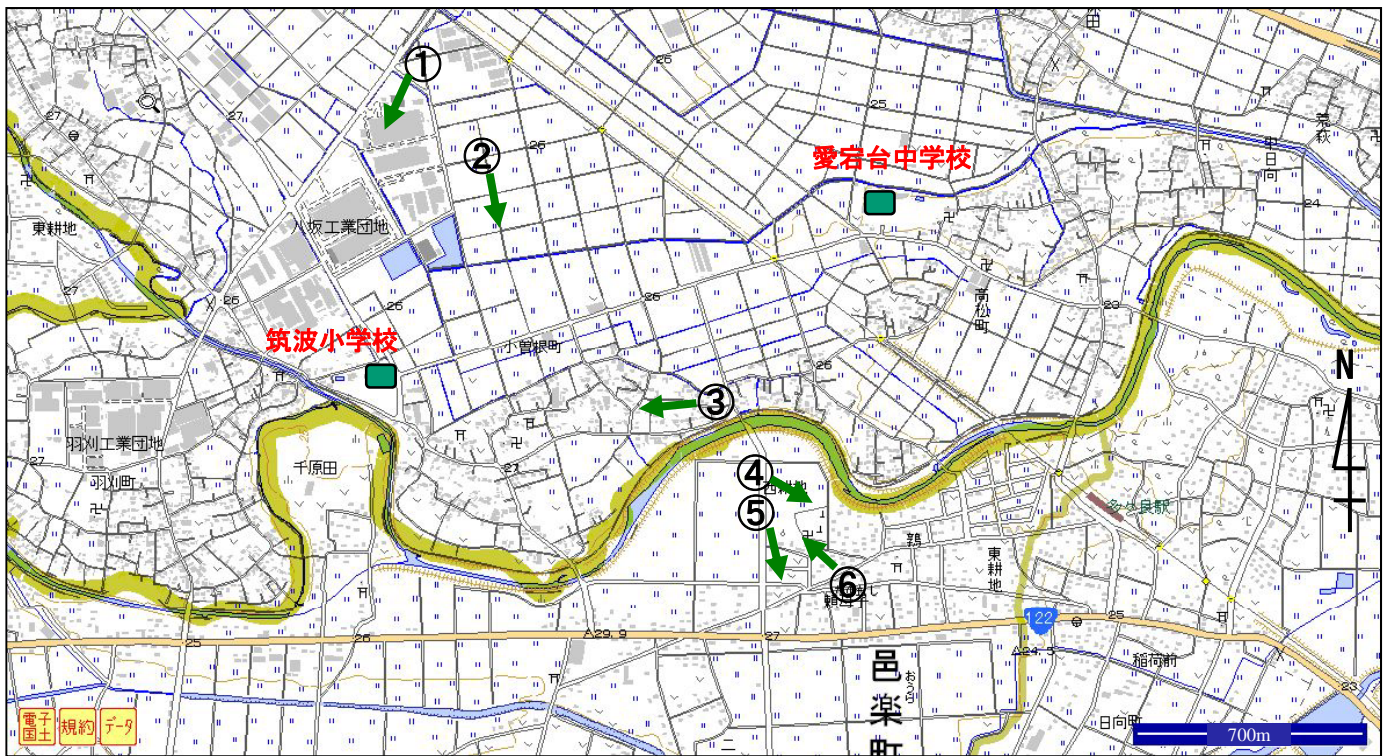
	物が飛ぶ、または移動した方向
	物が倒れる、折れる、または曲がった方向
	被害の発生した地点



○写真撮影位置方向図

(栃木県足利市羽刈町から群馬県邑楽郡邑楽町鶉、中野)

➡ 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



① 幹の折れた樹木（直径約30cm）
（栃木県足利市：北東から撮影）



② 押し潰されたビニールハウス
（栃木県足利市：北から撮影）



③ 飛ばされて落下した折板屋根
（栃木県足利市：東から撮影）



④ 住家屋根の損壊
（群馬県邑楽郡邑楽町：北西から撮影）

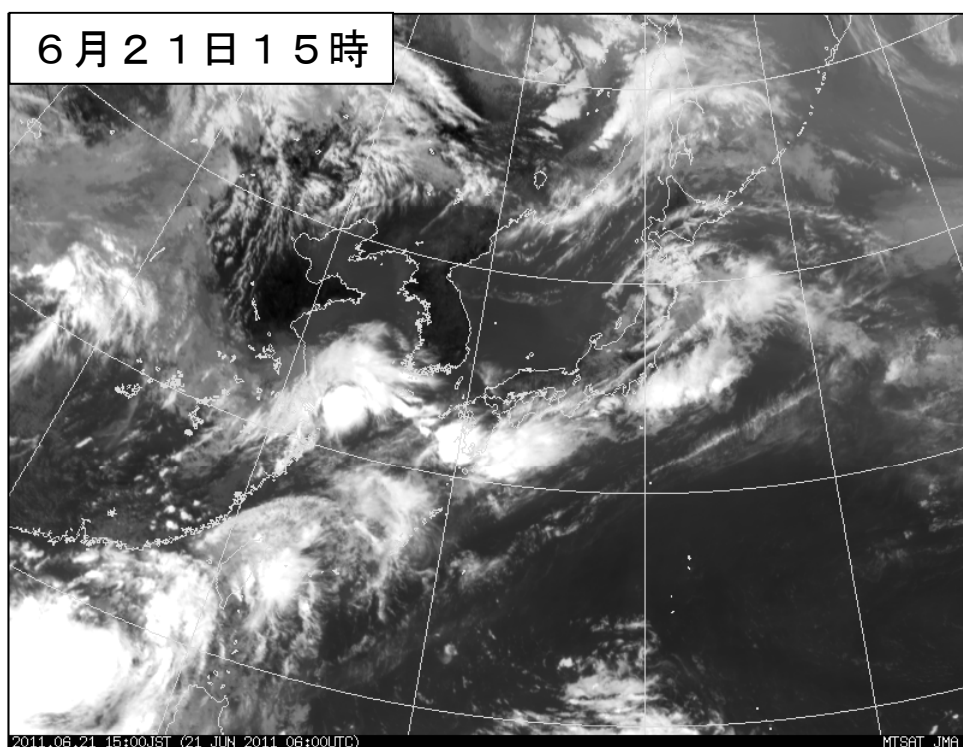
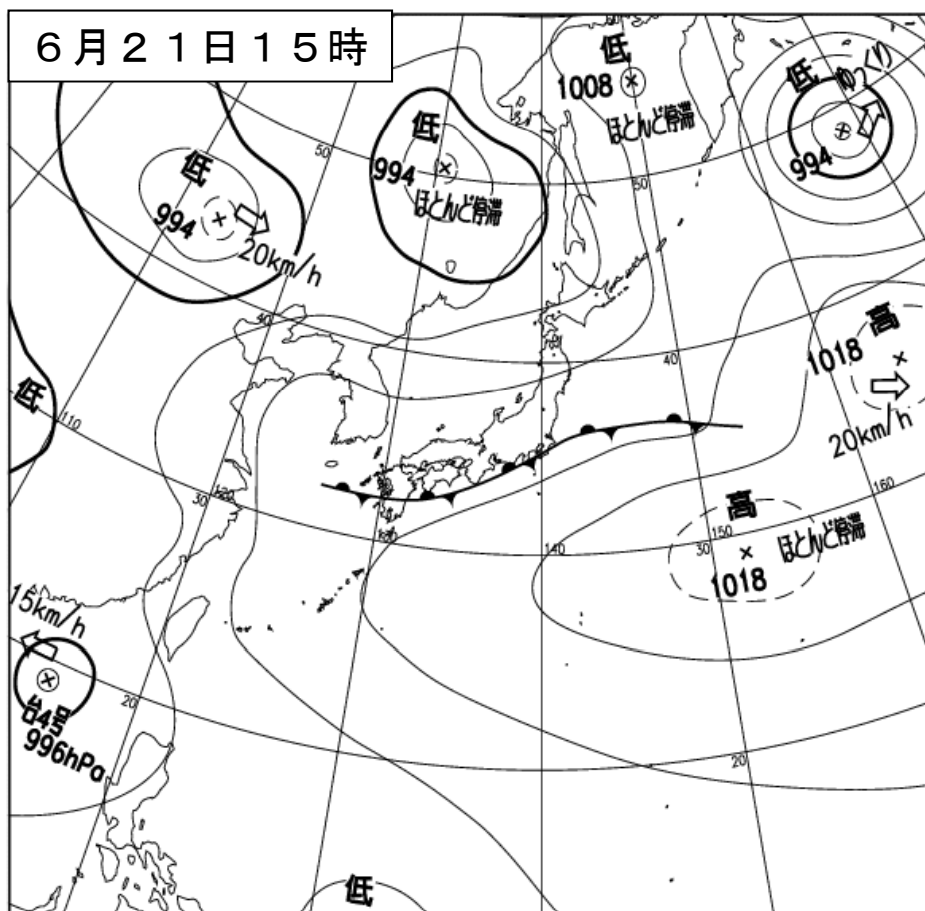


⑤ 住家屋根瓦の剥離
（群馬県邑楽郡邑楽町：北から撮影）



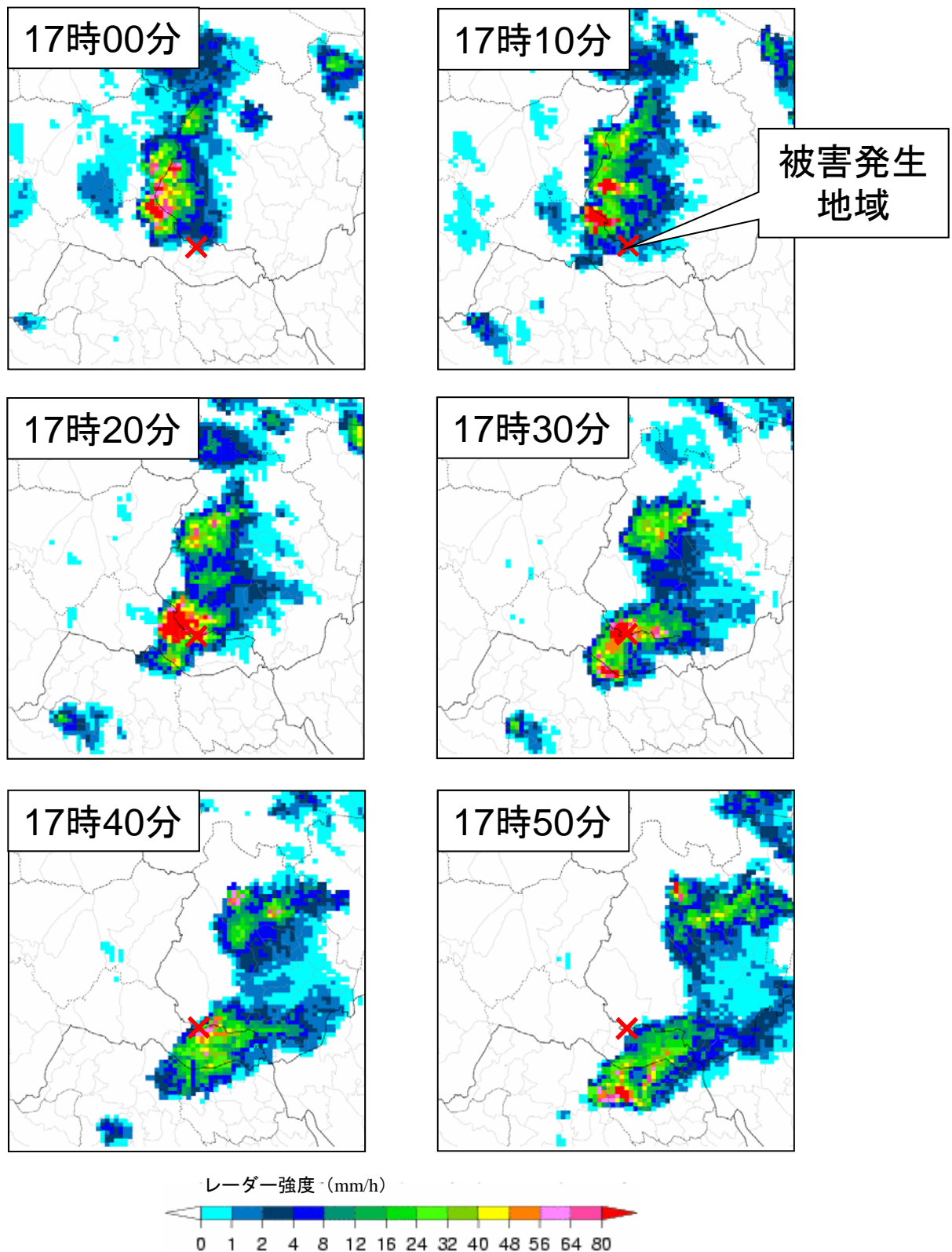
⑥ 倒れたアンテナ
（群馬県邑楽郡邑楽町：南東から撮影）

3 気象の状況



地上天気図および気象衛星「ひまわり7号」赤外画像
平成23年6月21日15時

栃木県足利市、群馬県邑楽郡邑楽町で突風害の発生した
時間帯のレーダーによる雨雲の様子



レーダーエコー強度図 (合成レーダー)

平成23年6月21日17時00分～17時50分
図中×印は被害発生地域を示す。

4 警報・注意報及び気象情報の発表状況

栃木県（宇都宮地方気象台発表） 平成23年6月21日

○警報・注意報の発表状況 （足利市）

●:発表 ▼: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:警報から注意報

発表時刻	暴風雪警報	大雨警報	洪水警報	暴風警報	大雪警報	波浪警報	高潮警報	大雨注意報	大雪注意報	風雪注意報	雷注意報	強風注意報	波浪注意報	融雪注意報	洪水注意報	高潮注意報	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	
平成23年6月21日 04時50分											●													
平成23年6月21日 12時14分											○													
平成23年6月21日 15時22分											○													
平成23年6月21日 19時16分											○													
平成23年6月21日 21時30分											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

発表時刻	発表情報
平成23年6月21日 12時31分	栃木県竜巻注意情報 第1号
平成23年6月21日 18時36分	栃木県竜巻注意情報 第2号

○栃木県気象情報の発表状況

発表時刻	発表情報
平成23年6月21日 11時32分	大雨と雷及び突風に関する栃木県気象情報 第1号

○警報・注意報の発表状況

（邑楽町）

●：発表 ▼：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：警報から注意報

発表時刻	暴風雪警報	大雨警報	洪水警報	暴風警報	大雪警報	波浪警報	高潮警報	大雨注意報	大雪注意報	風雪注意報	雷注意報	強風注意報	波浪注意報	融雪注意報	洪水注意報	高潮注意報	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	
平成23年6月21日 04時45分											●													
平成23年6月21日 14時45分											○													
平成23年6月21日 18時29分											○													
平成23年6月21日 20時20分											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に掲載しています。

○群馬県竜巻注意情報の発表状況

発表時刻	発表情報
平成23年6月21日 12時31分	群馬県竜巻注意情報 第1号

○群馬県気象情報の発表状況

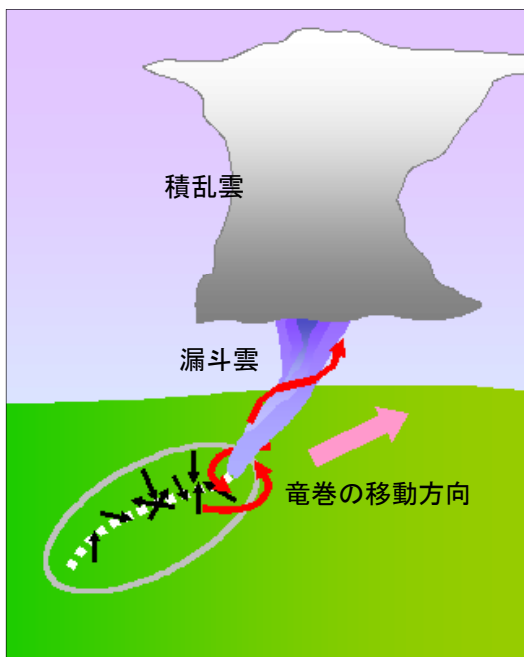
発表時刻	発表情報
平成23年6月21日 06時20分	大雨と雷及び突風に関する群馬県気象情報 第1号

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）

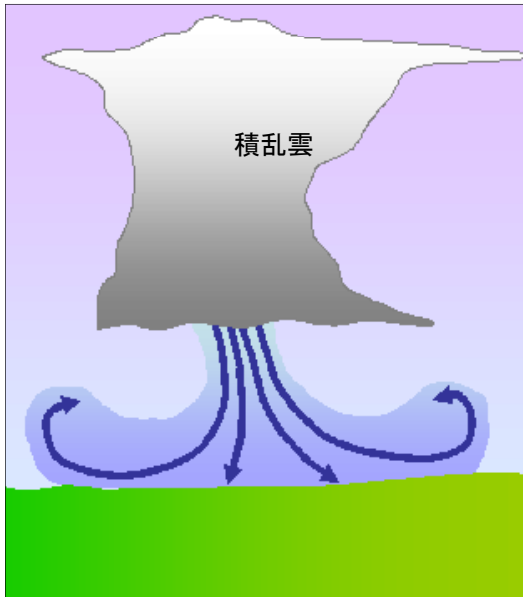
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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以下をマイクロバーストといいます。

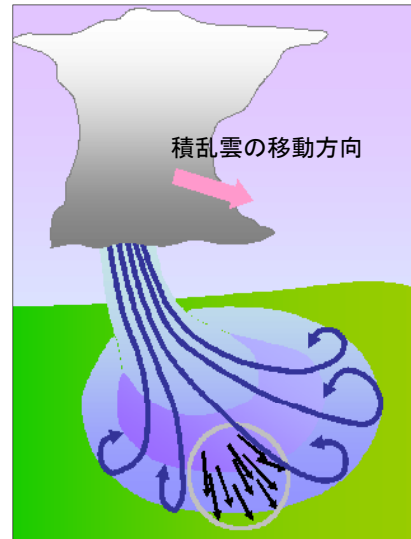


ダウンバーストのイメージ図

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。
- 強雨や雹を伴うことが多い。
- 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。

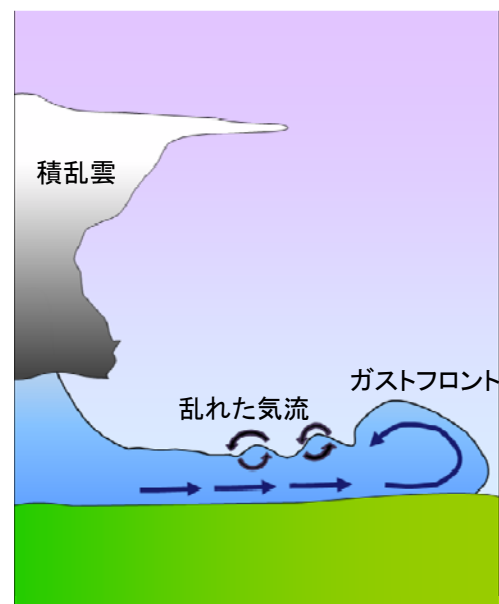


ダウンバーストの被害の様子

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、大雨や暴風等によって人的な被害等を伴う災害が発生した場合、災害発生の変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。

東京管区気象台技術部気候・調査課

問い合わせ先

宇都宮地方気象台 防災業務課

前橋地方気象台 防災業務課

東京管区気象台技術部気候・調査課

※ 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。