

現 地 災 害 調 査 速 報

平成26年6月21日に栃木県日光市で発生した突風について

目 次

- 1 突風の原因
- 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26年6月23日

(平成26年6月30日更新)

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

1-1 突風の原因の推定

6月21日12時30分頃、日光市板橋（いたばし）から土沢（どさわ）にかけて突風が発生し、プレハブ小屋の飛散や住家のトタン屋根のめくれなどの被害が発生しました。

このため6月22日、宇都宮地方気象台は職員を気象庁機動調査班（JMA-MOT）として派遣し、現地調査を実施しました。

結果は以下のとおりです。

（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、ダウンバーストまたはガストフロントの可能性が高いと判断した。

（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つた。
- ・被害や痕跡は、断続的であるが面的に分布していた。
- ・被害や痕跡から推定した風向の一部に発散性がみられた。
- ・突風は強雨やひょうを伴っていたという証言が複数あつた。
- ・漏斗雲の目撃や耳に異常を感じたなどの竜巻を示唆する情報は得られなかった。
- ・風は急に強くなり、その状態が10分以上続いたという証言が複数あつた。

（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）

- ・プレハブ小屋の飛散があつた。
- ・比較的風に弱い樹種の幹折れがあつた。

（3）被害の範囲

被害範囲は東西に約1.2km、南北に約1kmであつた。

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、栃木県日光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 実施官署：宇都宮地方気象台

実施場所：栃木県日光市

実施日時：平成26年6月22日 09時30分～17時30分頃

2-2 被害状況

※日光市総務課危機管理放射能対策室調べ（6月23日08時30分現在）

○栃木県日光市における突風による被害状況

- ・ 住家被害 ： 2軒（屋根）
- ・ 非住家被害 ： 1軒（小屋の屋根の飛散と車庫の倒壊）
 上記により、近隣4棟に被害
- ・ 倒木 ： 4箇所

2-3 聞き取り状況

① A氏（日光市土沢）

- ・ 雨がすごく何も見えなかった。
- ・ 西方向からの強風であった。
- ・ 外に出たら雨とひょうが吹き込んできた。室内がひょうで白く積もった。

② B氏（日光市土沢）

- ・ 雨がザーッと降ってきた。すぐにひょうも降ってきて、一面真っ白になるほど降り積もった。

③ C氏（日光市土沢）

- ・ 12時30分頃、倉庫、物干し部屋の屋根が飛ばされたのに気づいた。

④ D氏（日光市土沢）

- ・ 降り始めは小雨だったが、暫くして大雨となりひょう、雷、風が強くなった。
- ・ 強い雨は30分くらい続いた。

⑤ E氏（日光市土沢）

- ・ 西からの風であった。
- ・ 雨は12時前から降り始めた。
- ・ 5mmくらいのひょうであった。

⑥ F氏（日光市土沢）

- ・ 雨が小降りだったが突然強くなり、ひょう、雷を伴って強まった。
- ・ ガラスの外は真っ白で見えないくらいだった。
- ・ 強い風により、路面の水溜りの水がはね上がっているようだった。

⑦ G氏（日光市土沢）

- ・突然、ひょうを伴った雨となり風も吹いた。

⑧ H氏（日光市土沢）

- ・北東からの風であった。
- ・突然、雨風が強まった。

⑨ I氏（日光市土沢）

- ・冷たい西風が吹き、雨が激しくなった。そのうちに風向が変わったように感じた。

⑩ J氏（日光市板橋）

- ・雨、風が突然降ってきた。ひょうも降ってきた。
- ・瓦（スレート）が飛んできて、カーポートの屋根が一部破損した。
- ・桃の木が根こそぎ倒れた。塀が歪んだ。

⑪ K氏（日光市板橋）

- ・12時30分頃から強い雨、突風が同時に発生し20～30分続いた。
また、ひょうも降った。
- ・屋根がめくれた。

⑫ L氏（日光市板橋）

- ・雨、雷、ひょうも降った。
- ・ガラスが割れそうな風が吹いた。
- ・外側の家まで瓦（スレート）が飛んだ。

⑬ M氏（日光市板橋）

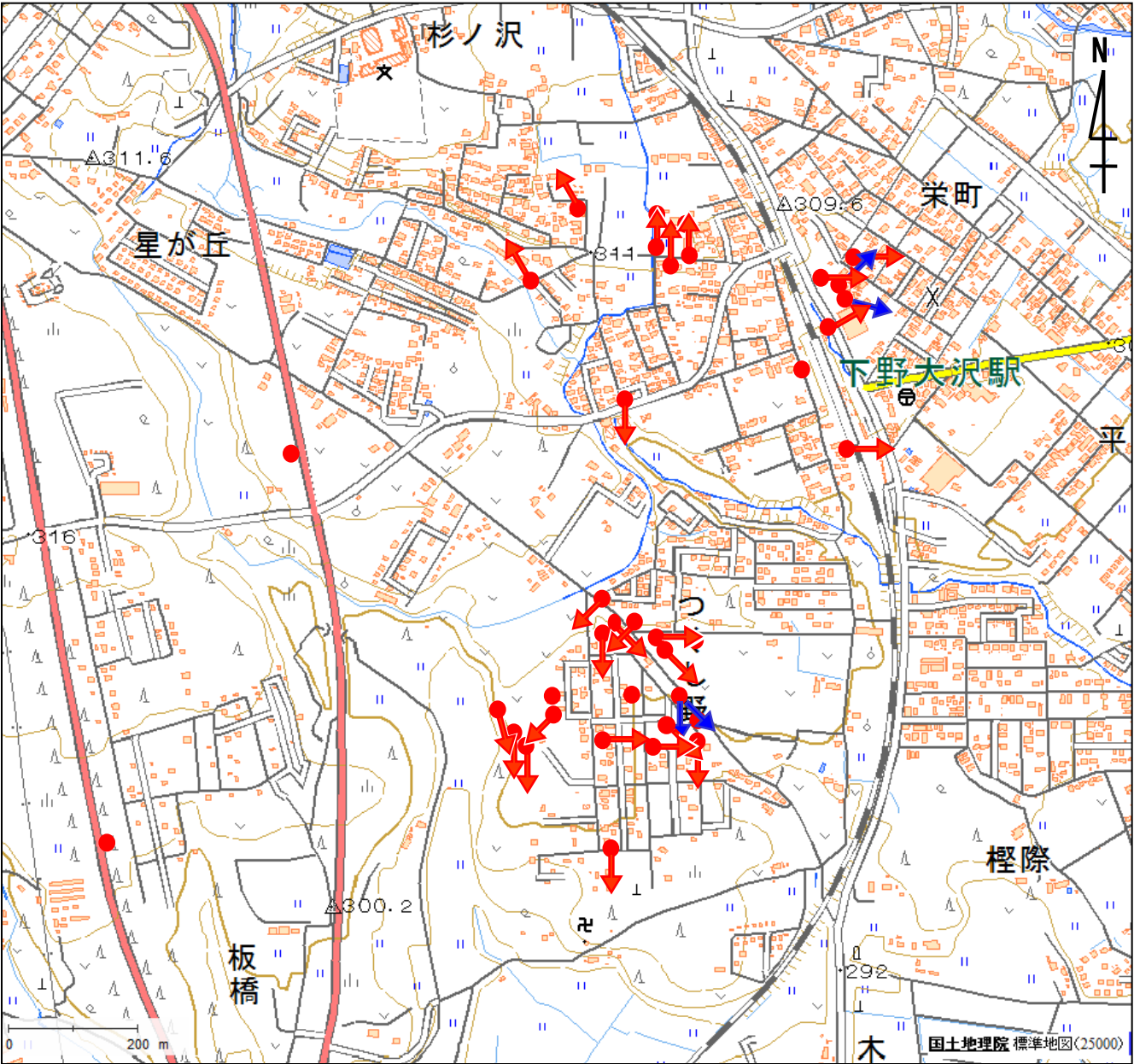
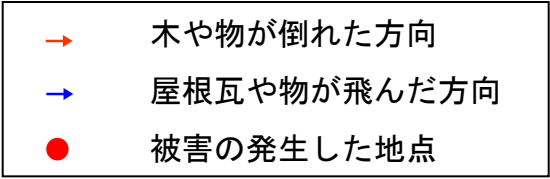
- ・バリバリと音を立ててひょうが降ってきた。

2-4 被害発生地域図（栃木県日光市）



被害発生地域拡大図（日光市板橋～土沢） P6

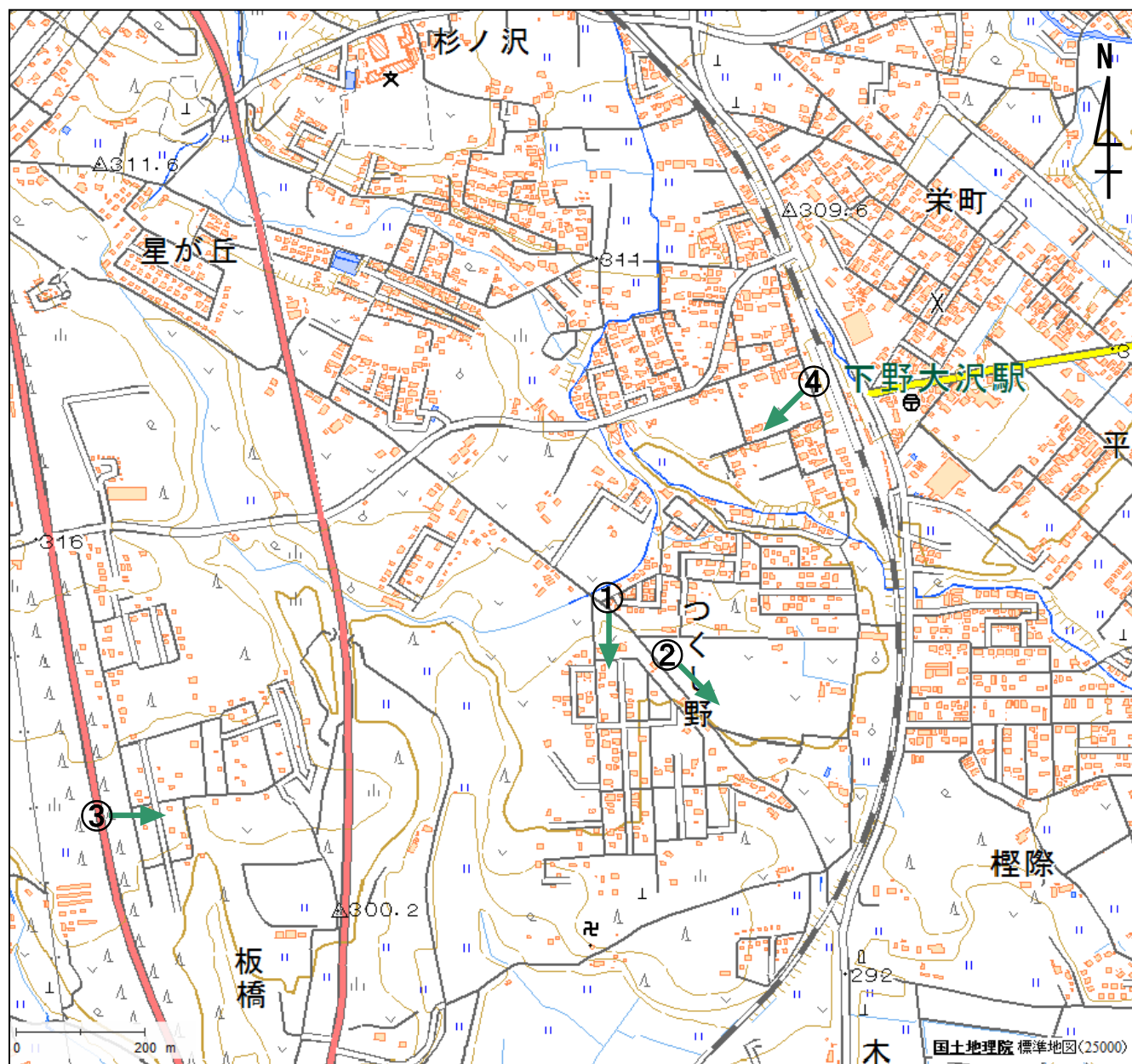
○被害発生地域拡大図（栃木県日光市板橋～土沢）



2-5 写真撮影位置方向図

→ 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 幹が折れた樹木
(北から撮影)



② 倒伏した作物
(北西から撮影)



③ 幹が折れた樹木
(西から撮影)

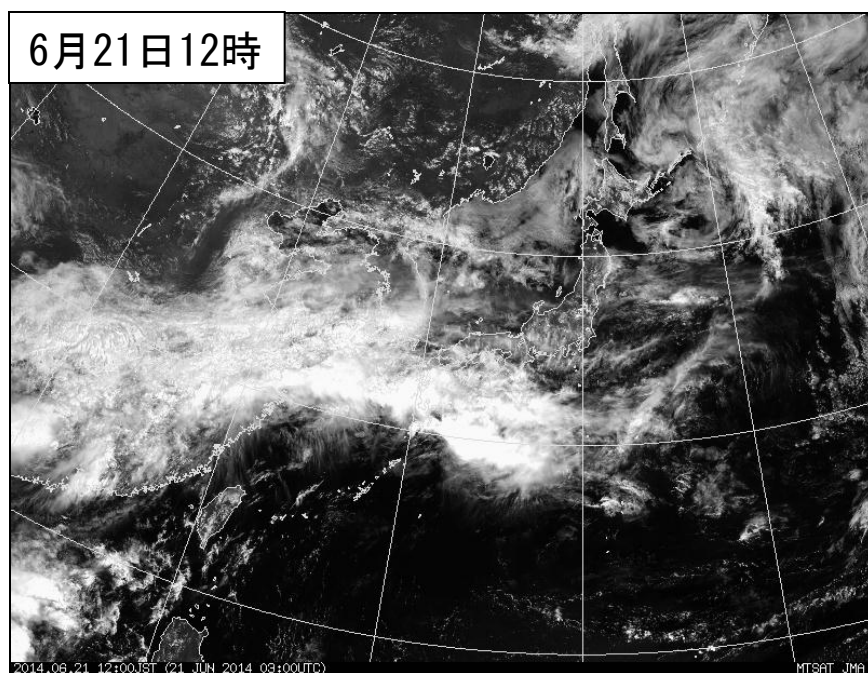
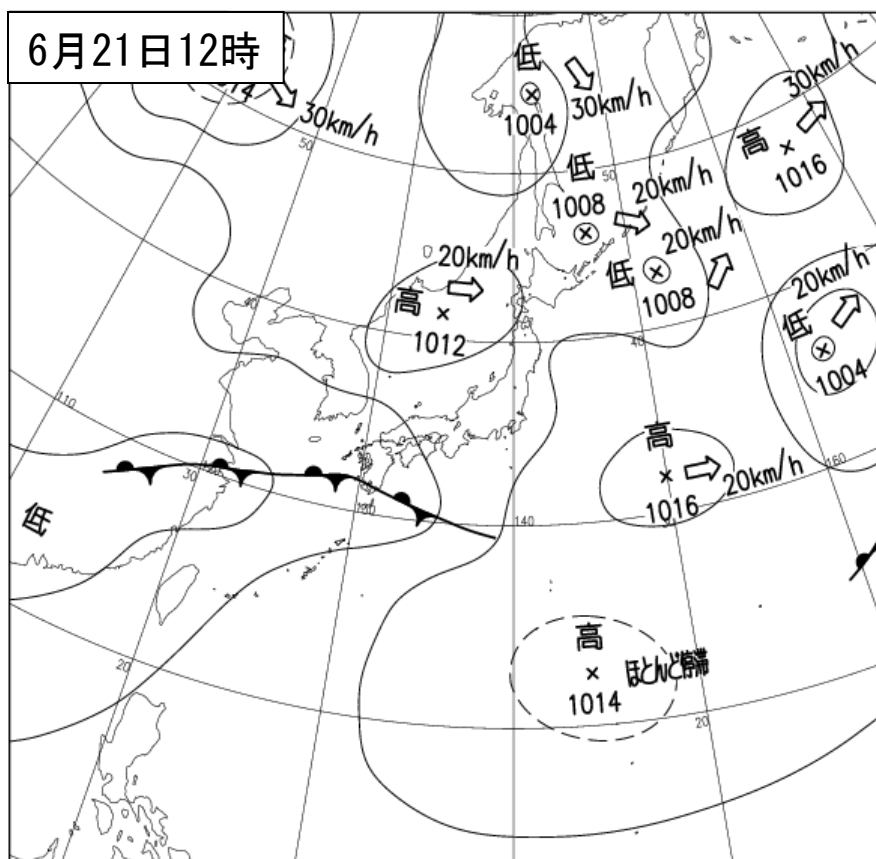


④ 枝が折れた樹木
(北東から撮影)

3 気象の状況

6月21日の本州付近は、日本の東と日本海に中心を持つ高気圧があり気圧の谷となった。栃木県では、南からの湿った空気が流れ込んだ影響で、大気の状態が非常に不安定となった。

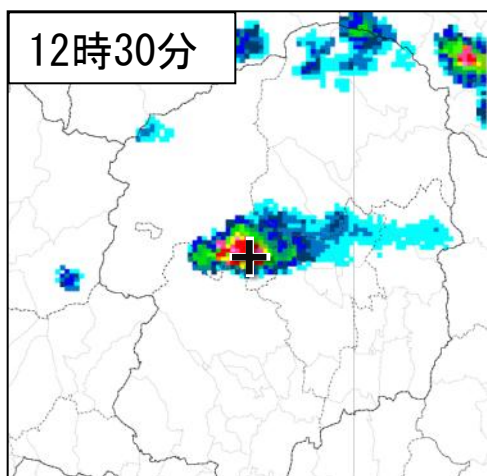
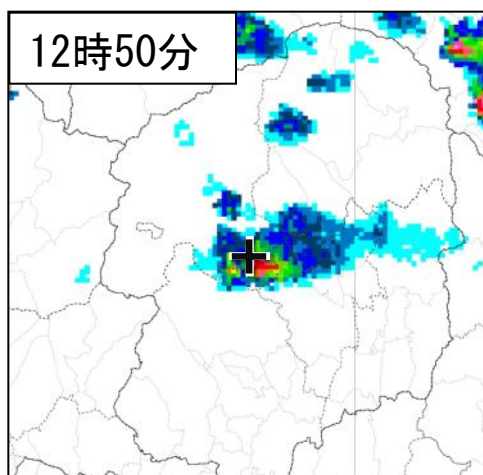
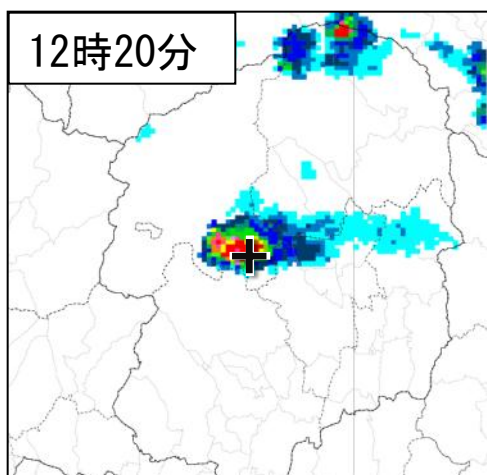
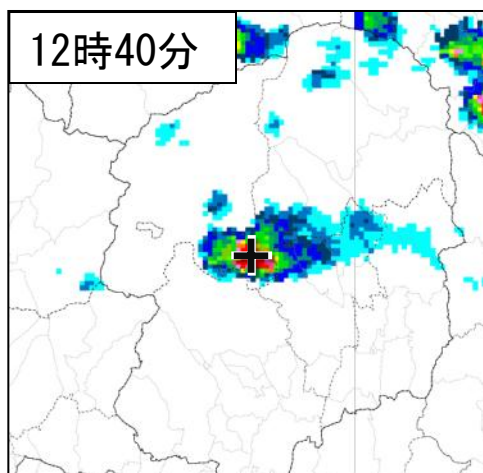
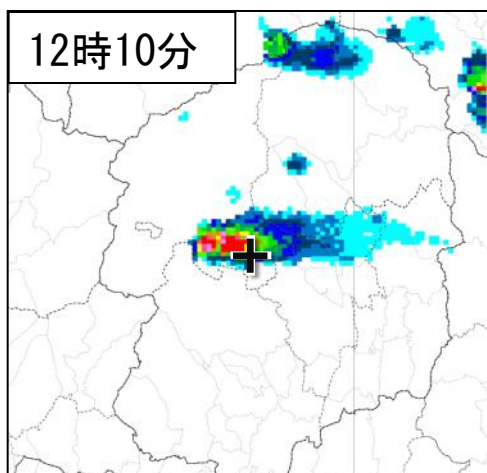
これに伴い、日光市で突風が発生した時間帯には、活発な積乱雲が被害地付近を通過中であった。



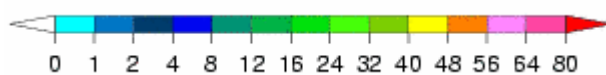
地上天気図および気象衛星「ひまわり7号」可視画像

平成26年6月21日12時

栃木県日光市で突風の発生した時間帯の気象レーダーによる 雨雲の様子



レーダーエコー強度 (mm/h)



レーダーエコー強度図 (合成レーダー)

平成26年6月21日12時10分～13時00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

平成26年6月21日

栃木県（宇都宮地方気象台発表）

○警報・注意報の発表状況

日光市

●：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

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	波浪特別警報	高潮特別警報	暴風雪警報	大雨警報	洪水警報	暴風警報	大雪警報	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26年6月21日04時34分																		●												
平成26年6月21日11時11分															●			○				●								
平成26年6月21日11時41分															○							○								
平成26年6月21日12時08分										浸	●							○												
平成26年6月21日12時34分										土	○							○												
平成26年6月21日15時47分															▼			○				▼								
平成26年6月21日16時17分																		○				○								
平成26年6月21日16時35分																		○				○								
平成26年6月21日17時23分																		○				○								
平成26年6月21日17時52分																		○				○								
平成26年6月21日21時11分																		○				○								

※ 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26年6月21日13時25分	栃木県竜巻注意情報 第1号
平成26年6月21日16時56分	栃木県竜巻注意情報 第2号
平成26年6月21日17時56分	栃木県竜巻注意情報 第3号

○ 栃木県気象情報の発表状況

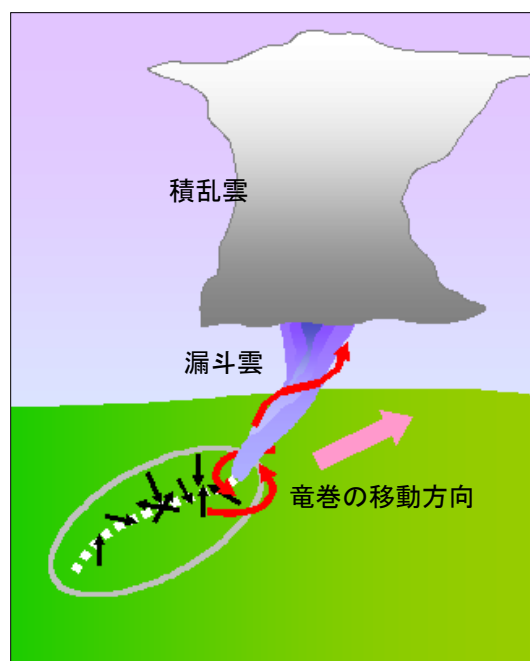
発表時刻	発表情報
平成26年6月21日17時17分	大雨と雷及び突風に関する栃木県気象情報 第1号
平成26年6月21日21時22分	大雨と雷及び突風に関する栃木県気象情報 第2号

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）

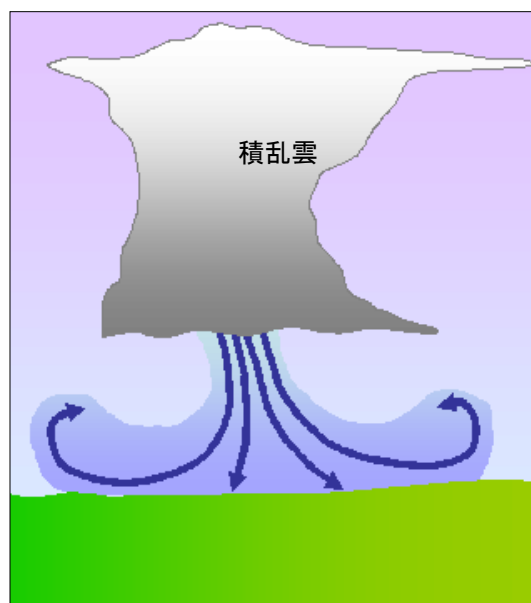
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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。水平的な広がり的大小により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。

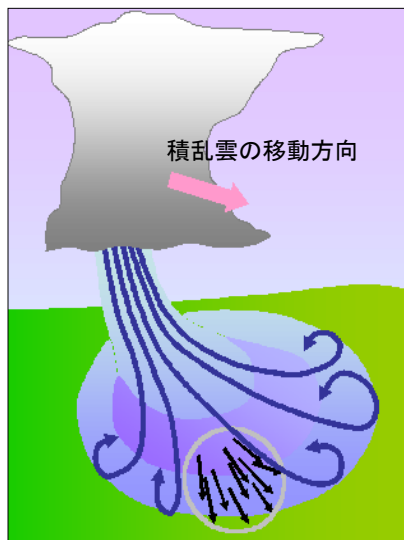


ダウンバーストのイメージ図

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。

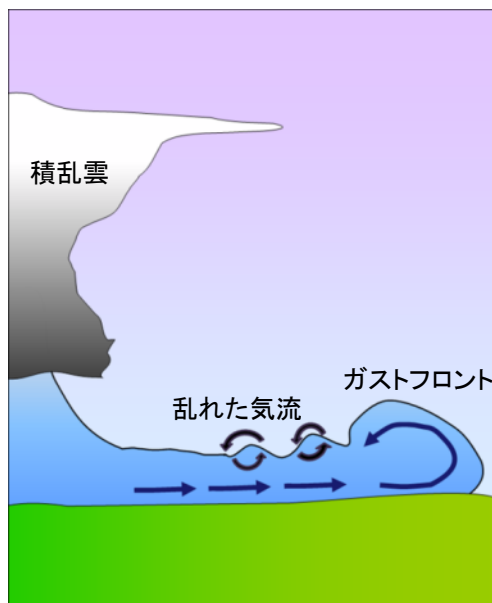


ダウンバーストの被害の様子

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（冷氣外出流といいます。）、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、青矢印は冷氣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
 $V = 6.3 (F + 2)^{1.5} \text{ (m/s)}$

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、危険この上もない。

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。