

現 地 災 害 調 査 速 報

平成27年8月2日に栃木県日光市及び宇都宮市で
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 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27年8月11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

1 - 1 突風の原因の推定

8月2日14時40分から15時00分頃、日光市長畑（ながはた）から日光市木和田島（きわだしま）で突風が発生し、住家のスレート屋根のめくれや樹木の幹折れなどの被害が発生した。

このため3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、現地調査を実施した。

また、8月2日15時00分から15時30分頃、宇都宮市駒生町（こまにゅうまち）からインターパークにかけて突風が発生し、倒木や樹木の幹折れの被害が発生した。

このため、宇都宮地方気象台は宇都宮市役所及び住民の方々から電話による情報収集を実施し、観測資料等と合わせ調査した。

これらの調査結果は以下のとおりである。

1 - 1 - 1 日光市長畑から日光市木和田島にかけて発生した突風

（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った。
- ・被害や痕跡は面的に分布していた。
- ・突風は強雨やひょうを伴っていたという証言が複数あった。
- ・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。

（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）

- ・住家の屋根のスレート板やトタンのめくれが複数みられた。
- ・比較的風に弱い樹種の倒木や幹折れが複数みられた。

（3）被害の範囲

被害範囲は長さ約6.1km、幅は約3300mであった。

1 - 1 - 2 宇都宮市駒生町からインターパークにかけて発生した突風

（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はあるものの、特定に至らなかった。

（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。
- ・突風は強雨やひょうを伴っていたという証言があった。
- ・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。

（特定に至らなかった理由）

- ・被害や痕跡の分布からは、ダウンバーストやガストフロントと推定できる根拠が得られなかった。

（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）

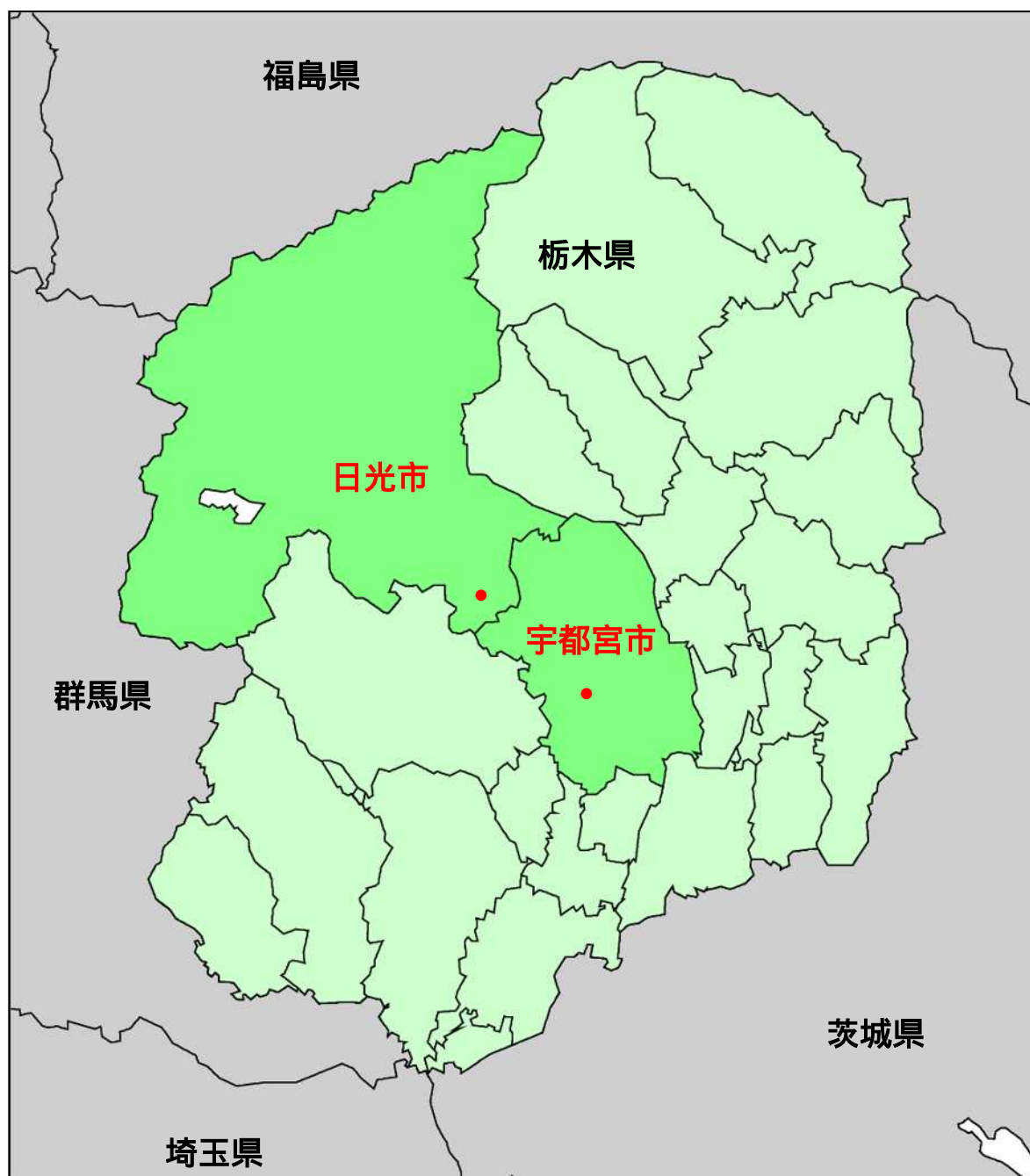
- ・比較的風に弱い樹種の幹折れや倒木が複数あった。

（3）被害の範囲

長さや幅は特定に至らなかった。

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、栃木県日光市及び宇都宮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

●日光市

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27年8月3日 10時30分～15時30分

2 - 2 被害状況

○栃木県日光市における突風による被害状況

日光市総務部総務課危機管理放射能対策室調べ（8月4日17時00分現在）

- ・建物被害 : 17箇所
- ・倒木による道路被害 : 16箇所

2 - 3 聞き取り状況

A氏（日光市明神）

- ・北北東の強い風が10分程度吹いた。
- ・雨が降り、雷とひょうを伴っていた。
- ・ヒューという風の音がし、気温が下がったと感じた。

B氏（日光市板橋）

- ・14時から15時頃、強い雨が降り、雷とひょうを伴っていた。

C氏（日光市板橋）

- ・何度も降ひょうや強風が発生した。
- ・雪止めが南東方向へ飛んだ。

D氏（日光市板橋）

- ・14時40分頃、雨からひょうに変わり強風が何度も吹いた。

E氏（日光市板橋）

- ・14時30分頃、ひょうが降ってきた。
- ・雨が降り、雷が鳴っていた。
- ・木が倒れ、屋根のトタンがはがれた。

F氏（日光市板橋）

- ・14時30分から14時40分頃に、ゴーという音がした。
- ・強い雨が降り雷とひょうを伴っていた。
- ・強風とひょうは同時であった。

G氏（日光市板橋）

- ・ 14時30分から15時頃に、強い雨が降り、雷とひょうを伴っていた。
- ・ 強風とひょうは同時であった。
- ・ ヒューという風の音がし、気温が下がったと感じた。

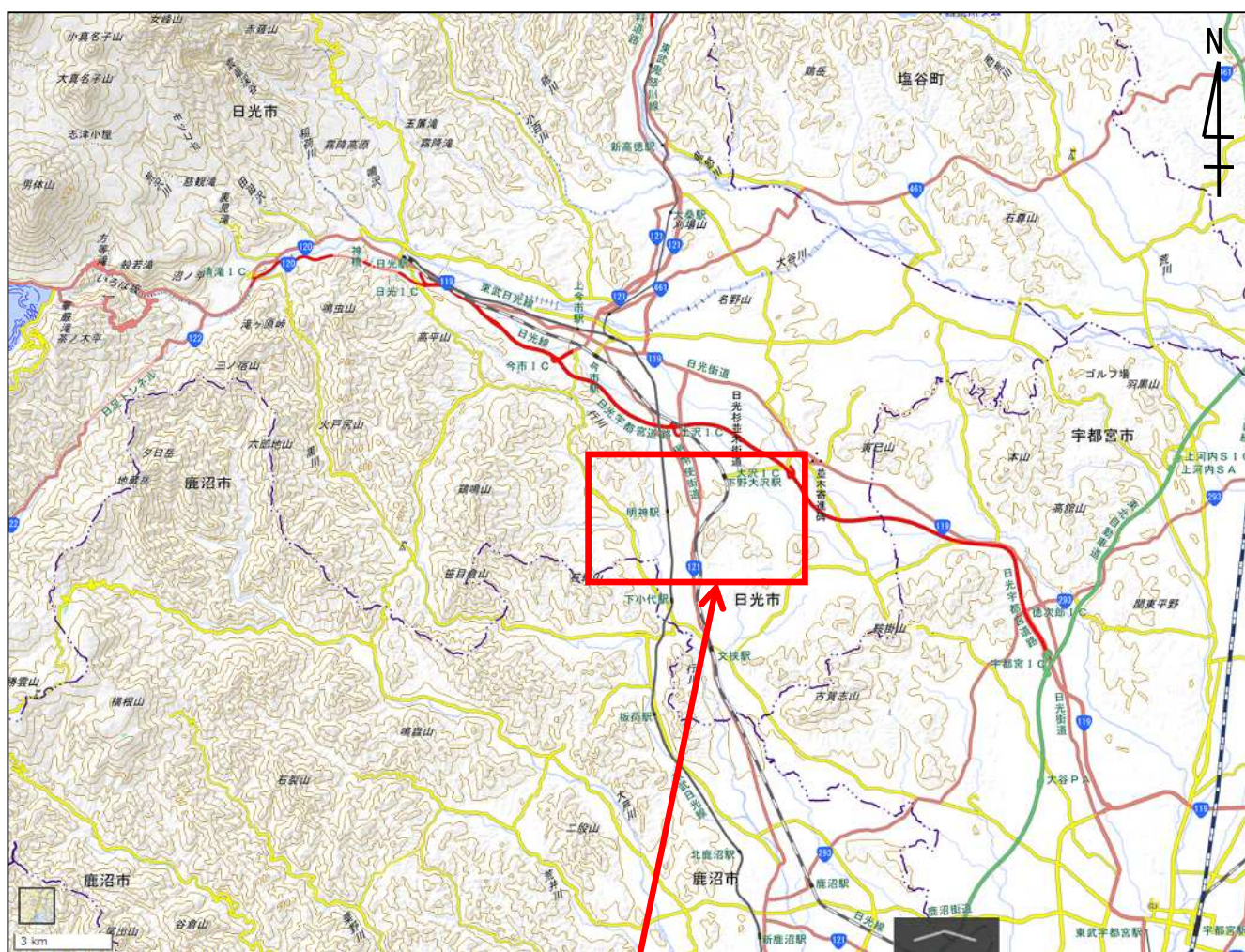
H氏（日光市板橋）

- ・ 14時45分から15時頃、ゴーという風の音がし西風から東風に変わった。
- ・ 強風は10分位続いた。

I氏（日光市木和田島）

- ・ ゴーと音がし、除々に風が強まってきた。
- ・ 北から東の風が5分間くらい強く吹いた。
- ・ 強い雨が降り、雷とひょうを伴っていた。

2 - 4 被害発生地域図（栃木県日光市）

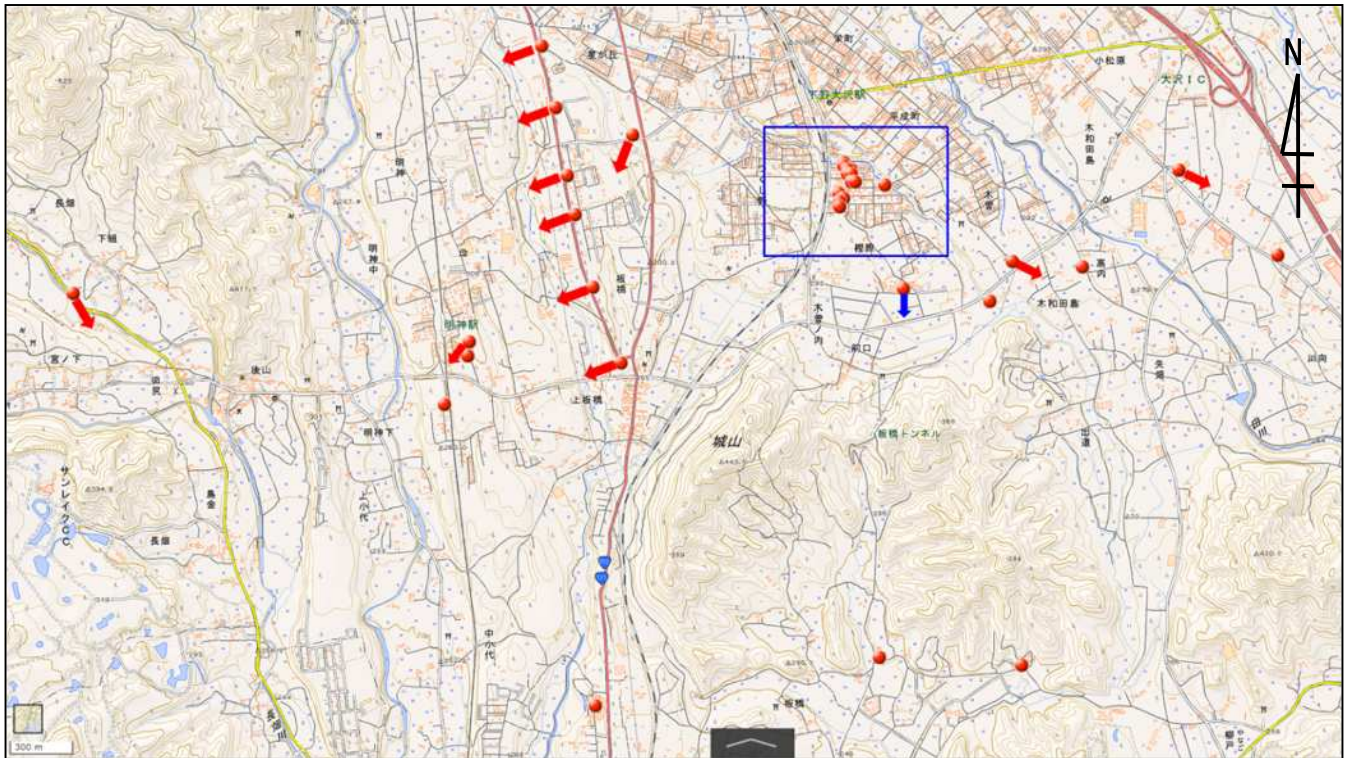
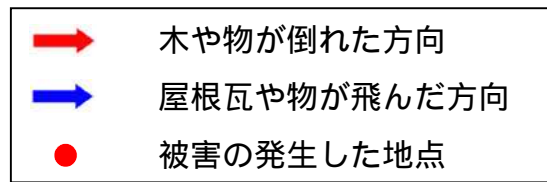


出典：国土地理院

日光市被害発生地域

被害発生地域拡大図（栃木県日光市長畑から木和田島付近）・・・P6

○被害発生地域拡大図（栃木県日光市長畑から木和田島付近）



出典：国土地理院



出典：国土地理院

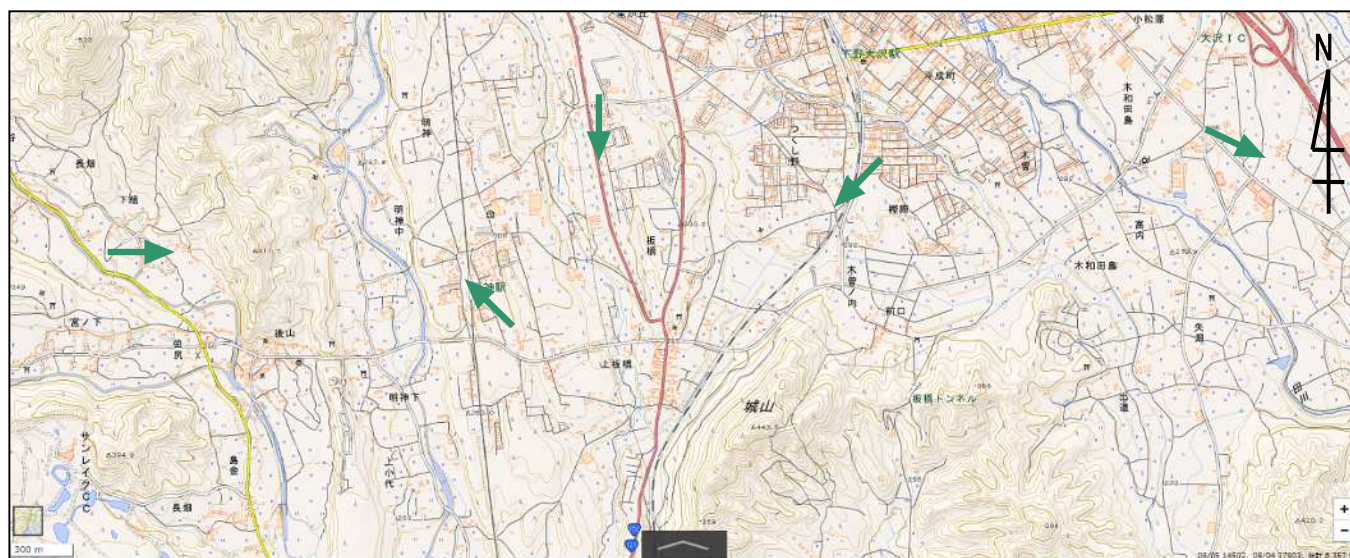
2 - 5 写真撮影位置方向図



出典：国土地理院

→ 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。

日光市（拡大図）



出典：国土地理院

○被害状況写真



根元から倒れた樹木
(西から撮影)



幹が折れた樹木
(北から撮影)



幹が折れた樹木及び傾いた
樹木
(南東から撮影)



固定部分から外れ飛ばされた
雨どい
(北東から撮影)



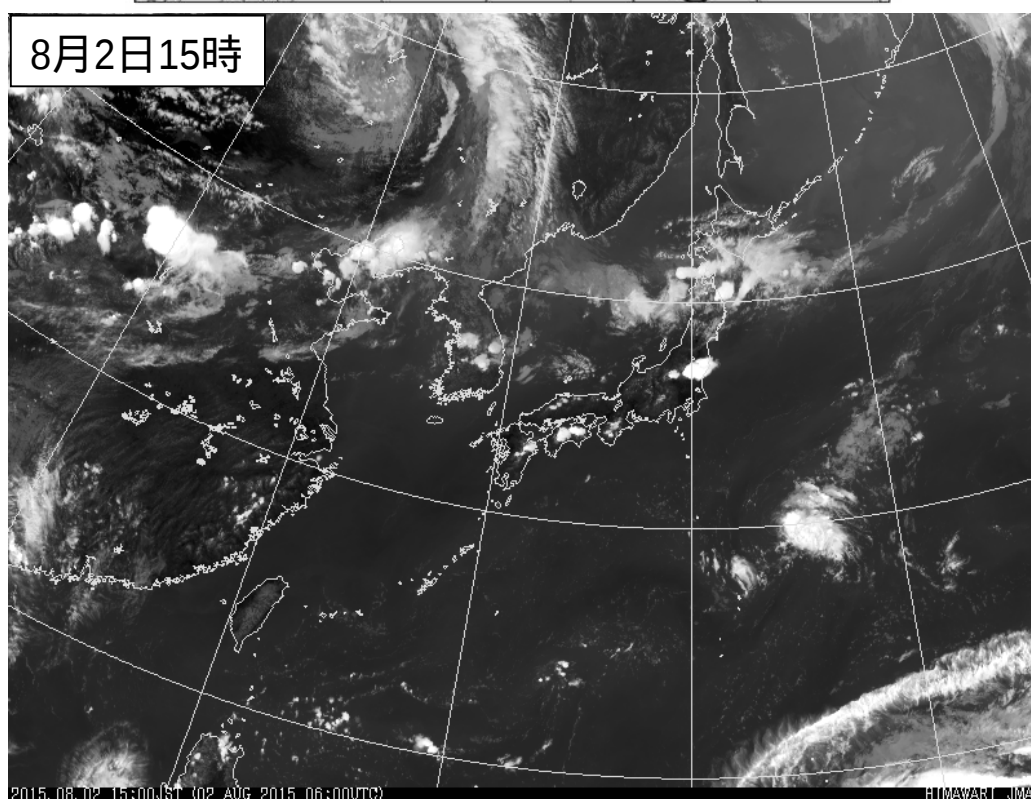
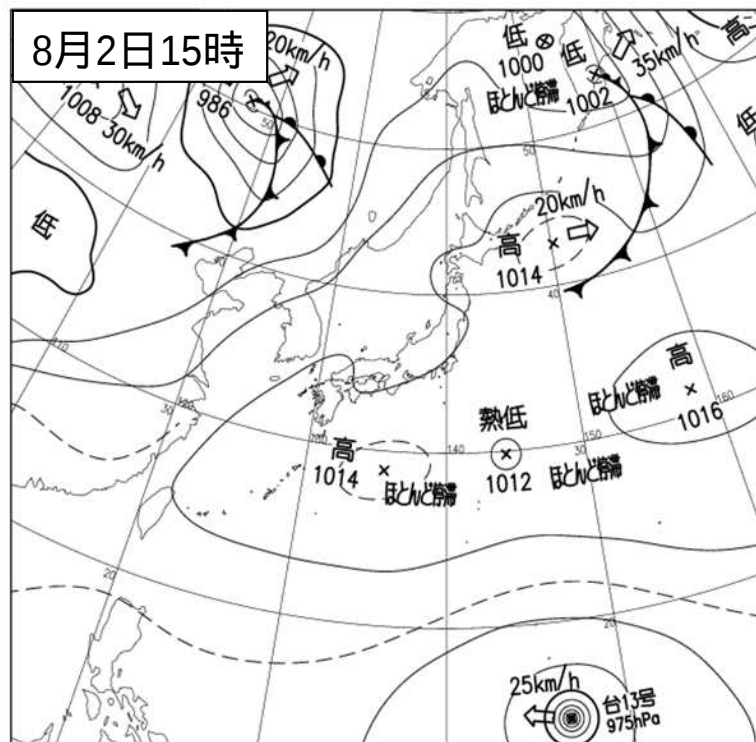
幹が折れた樹木
(西北西から撮影)

3 気象の状況

8月2日、日本付近は高気圧に覆われ晴れたため、日中の気温が上昇した。

午後、関東地方は気圧の谷や上空の寒気の影響で、大気の状態が非常に不安定となり、県内の所々で雷雨となった。

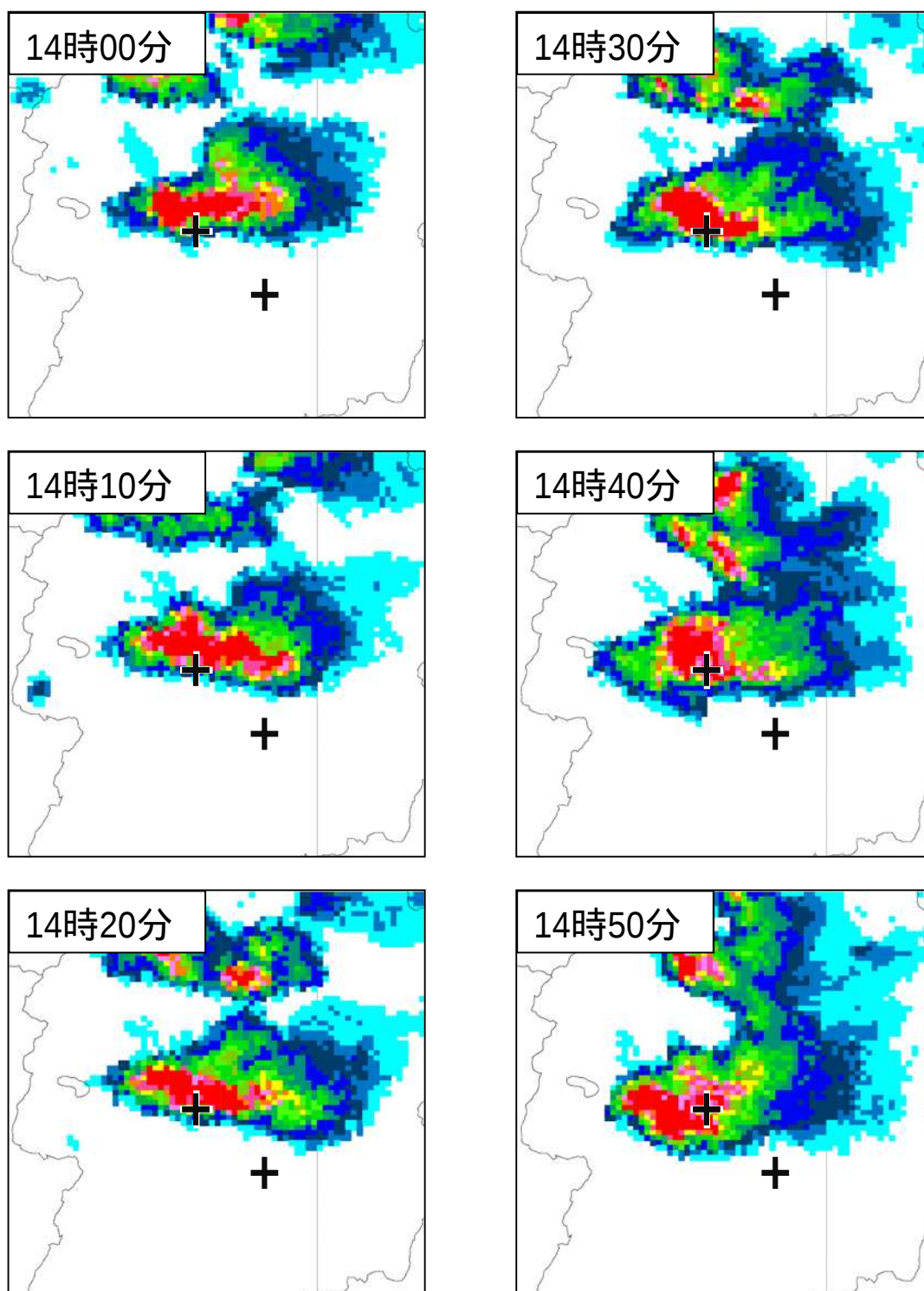
このため、日光市及び宇都宮市で突風が発生した時間帯には、活発な積乱雲が被害地付近を通過中であった。



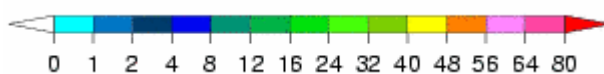
地上天気図および気象衛星「ひまわり8号」赤外画像

平成27年8月2日15時

栃木県日光市及び宇都宮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



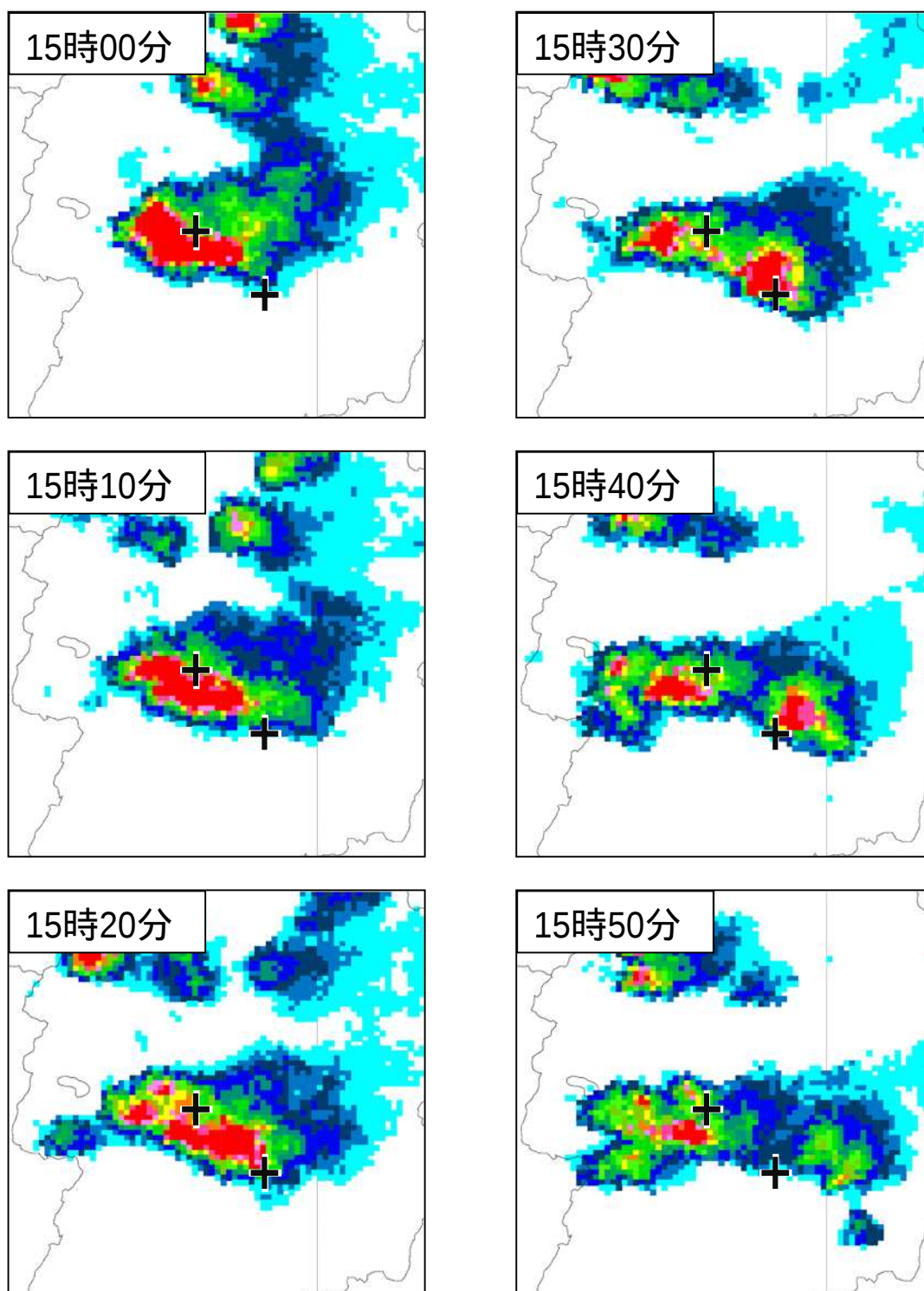
レーダーエコー強度 (mm/h)



レーダーエコー強度図 (合成レーダー)

平成27年8月2日14時00分～14時50分
図中+印は被害発生地域を示す。

栃木県日光市及び宇都宮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



平成27年8月2日15時00分～15時50分
図中+印は被害発生地域を示す。

○ 1分値時系列データ（8月2日13時00分～16時00分）

被害発生地域付近の観測データ

宇都宮地方気象台

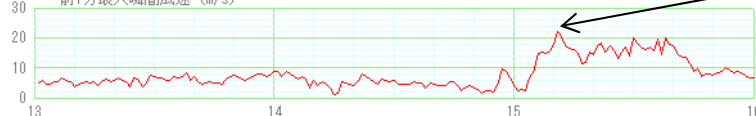
地点番号：41277（2015/08/02 16時までの3時間）

前1分最大瞬間風速時の風向（36方位）

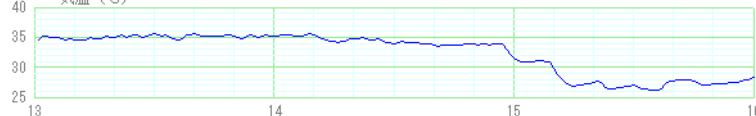


北西 22.2 m/s
（15時11分）

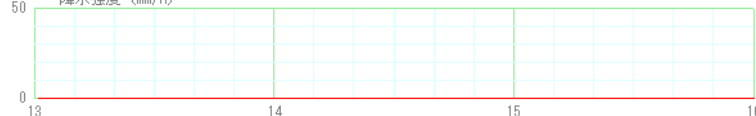
前1分最大瞬間風速（m/s）



気温（℃）



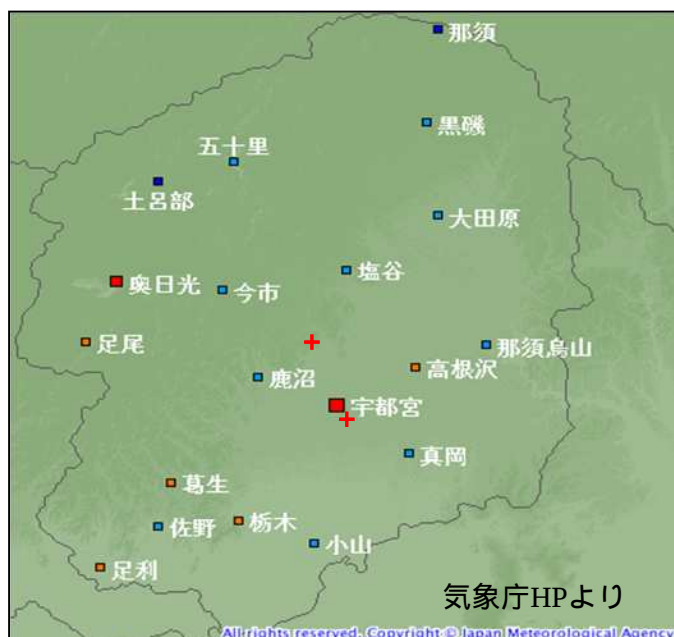
降水強度（mm/h）



データは上から順に

- ・ 前1分最大瞬間風速時の風向
- ・ 前1分最大瞬間風速
- ・ 気温
- ・ 降水強度

気象観測所の配置図



気象庁HPより

+ は被害発生地域付近

4 特別警報・警報・注意報及び気象情報の発表状況

平成27年8月2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 ▼：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

注意報 発表時刻	警報・ 発表時刻	暴風 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 特別警報	大雨 特別警報	洪水 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	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
8月2日 04時08分																		●												
8月2日 12時48分															●							●								
8月2日 14時03分																														
8月2日 15時07分										土浸	●																			
8月2日 16時26分										土浸																				
8月2日 21時07分															▼							▼								
8月2日 22時17分															解			解				解								

宇都宮市

●：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

注意報 発表時刻	警報・ 発表時刻	暴風 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 特別警報	大雨 特別警報	洪水 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	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
8月2日 04時08分																		●												
8月2日 12時48分																														
8月2日 14時03分															●							●								
8月2日 15時07分										浸	●																			
8月2日 16時26分										土浸																				
8月2日 21時07分															▼							▼								
8月2日 22時17分															解			解				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27年8月2日13時06分	栃木県
第2号	平成27年8月2日14時06分	栃木県
第3号	平成27年8月2日15時09分	栃木県
第4号	平成27年8月2日16時06分	栃木県
第5号	平成27年8月2日19時36分	栃木県
第6号	平成27年8月2日20時36分	栃木県

○ 栃木県気象情報の発表状況

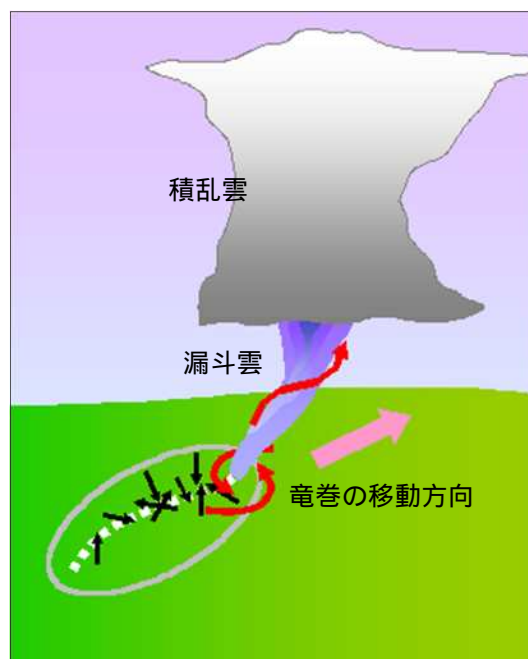
情報番号	発表日時	情報の名称
第4号	平成27年8月2日05時22分	雷と突風及び降ひょうに関する栃木県気象情報
第5号	平成27年8月2日17時01分	大雨と雷及び突風に関する栃木県気象情報
第6号	平成27年8月2日23時22分	雷と突風及び降ひょうに関する栃木県気象情報

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）

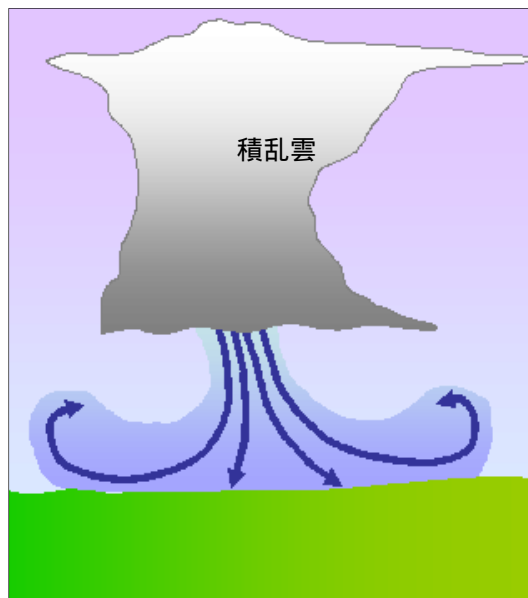
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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。

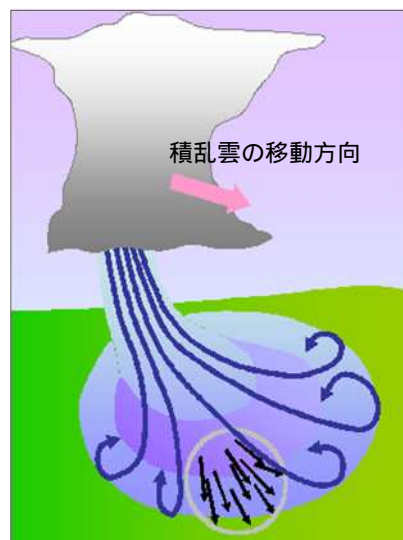


ダウンバーストのイメージ図

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。

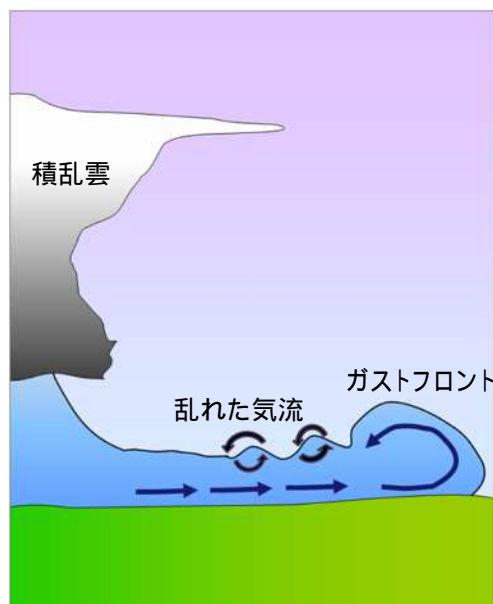


ダウンバーストの被害の様子

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。

じん旋風

晴れた日の昼間に地上付近で発生する鉛直軸を持つ強い渦巻きで、突風により巻き上げられた砂じんを伴う。竜巻と違い積雲や積乱雲に伴わず、地上付近の熱せられた空気の上昇によって発生する。

その他の突風

自然風は絶えず強くなったり弱くなったり変化しており、その中で一時的に強く吹く風をいう。また、これ以外にガストフロントに伴う旋風などもある。

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)と与えられ、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って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

本報告の地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の「2万5千分の1地形図」「20万分の1地形図」を複製したものである。（承認番号：平26情複第658号）

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。