

現地災害調査報告

平成29年6月2日に長野県佐久市で発生した突風
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29年6月23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。

長野地方気象台
東京管区気象台

1 突風の原因

6月2日10時20分頃、長野県佐久市常田（さくしときだ）から佐久市新子田（さくしあらこだ）で突風が発生し、非住家の小屋組の損壊、倒木、農業用ハウスの鋼管の変形や倒壊などの被害があった。

このため6月2日及び3日、長野地方気象台は、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。

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、特定に至らなかった。

（特定に至らなかった理由）

- ・被害や痕跡、聞き取り調査から、被害をもたらした現象を推定できる情報が得られなかった。

（2）強さ（日本版改良藤田スケール）

この突風の強さは、風速約40m/sと推定され、日本版改良藤田スケールでJEF1に該当する。

（根拠）

- ・非住家の小屋組の損壊があった。
- ・樹木の根返りがあった。

《根拠に用いた被害指標(DI)及び被害度(DOD)》

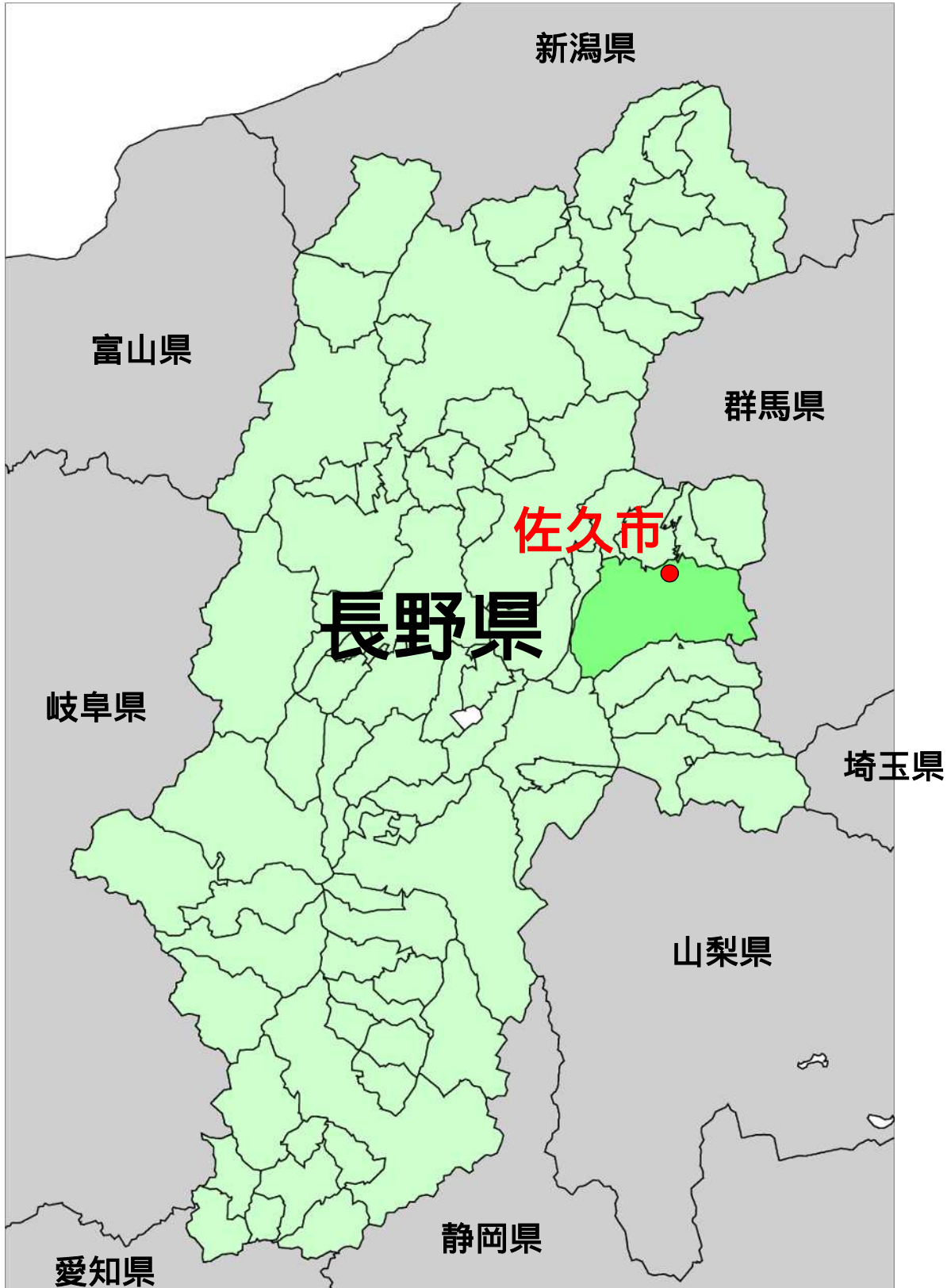
- ・DI：木造の非住家建築物
DOD：屋根の構成部材の破損又は飛散（下限値）
- ・DI：針葉樹
DOD：根返り。幹に亀裂や折れがなく、根系が浮き上がって倒伏又は傾斜（代表値）

（3）被害の範囲

被害範囲の長さは約4.1km、幅は約1300mであった。

1 - 2 突風被害発生地域

● : 突風被害発生地域



2 現地調査結果

実施官署：長野地方気象台

実施場所：長野県佐久市

実施日時：平成29年6月2日 16時40分～18時00分頃

平成29年6月3日 13時30分～16時50分頃

2 - 1 被害状況

- ・住家一部損壊 1棟
- ・非住家 2棟
- ・パイプハウス 8棟

長野県危機管理部調べ（平成29年6月6日15時00分現在）

2 - 2 聞き取り状況

A氏（佐久市佐久平駅南）

- ・激しい風が吹いた時刻は10時30分頃。
- ・激しい風の継続時間は10分以上だった。
- ・強雨やひょうを伴っていた。
- ・屋根の鉄板の一部がはがれた。

B氏（佐久市塚原）

- ・激しい風が吹いた時刻は10時30分前。
- ・激しい風の継続時間は5～10分程度だった。
- ・ゴーという音の移動があった。
- ・雨でひょうが降っていた。

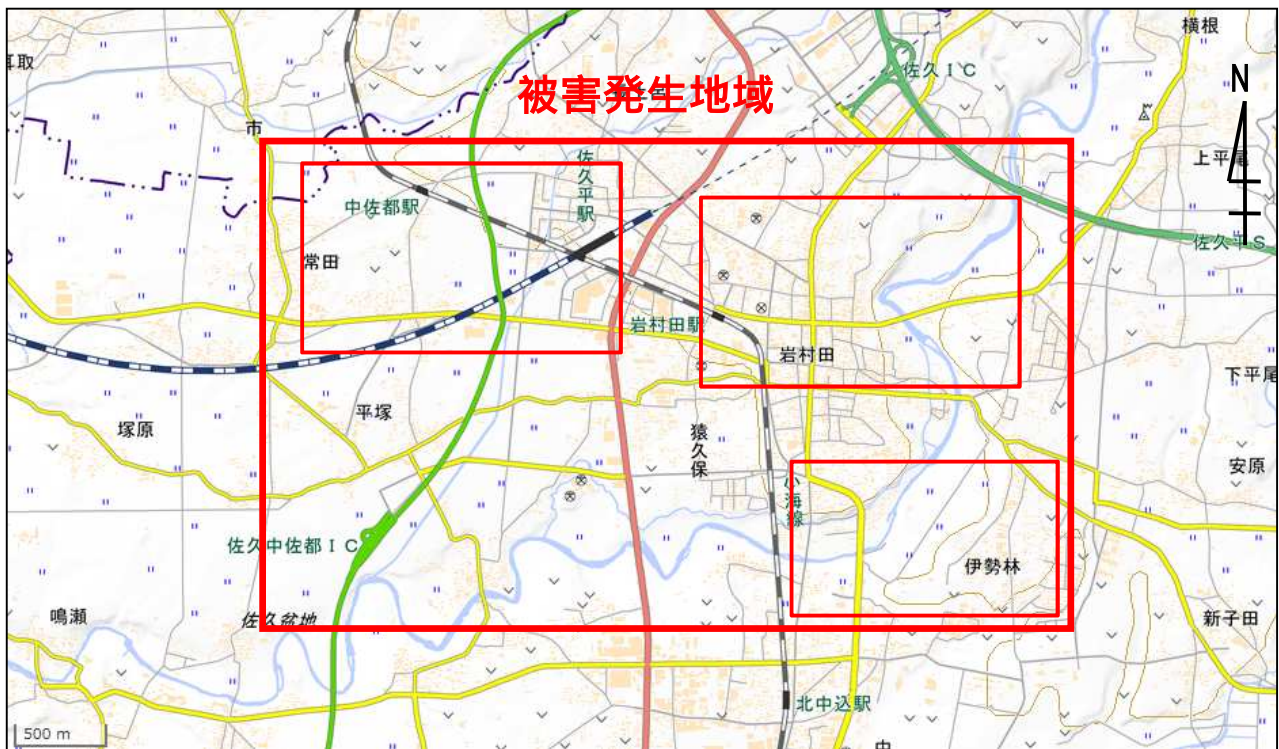
C氏（佐久市常田）

- ・激しい風が吹いたのは10時30分頃。
- ・物置の屋根が飛んで家に直撃し、ベランダ、屋根瓦、窓ガラスが破損した。
- ・激しい風の継続時間は10分程度だった。
- ・強雨やひょうを伴っていた。

D氏（佐久市岩村田）

- ・激しい風が吹いた時刻は10時20分頃。
- ・激しい風の継続時間は5分程度だった。
- ・強雨やひょうを伴っていた。
- ・南西の風が強かった。

2 - 3 被害発生地域図（長野県佐久市）

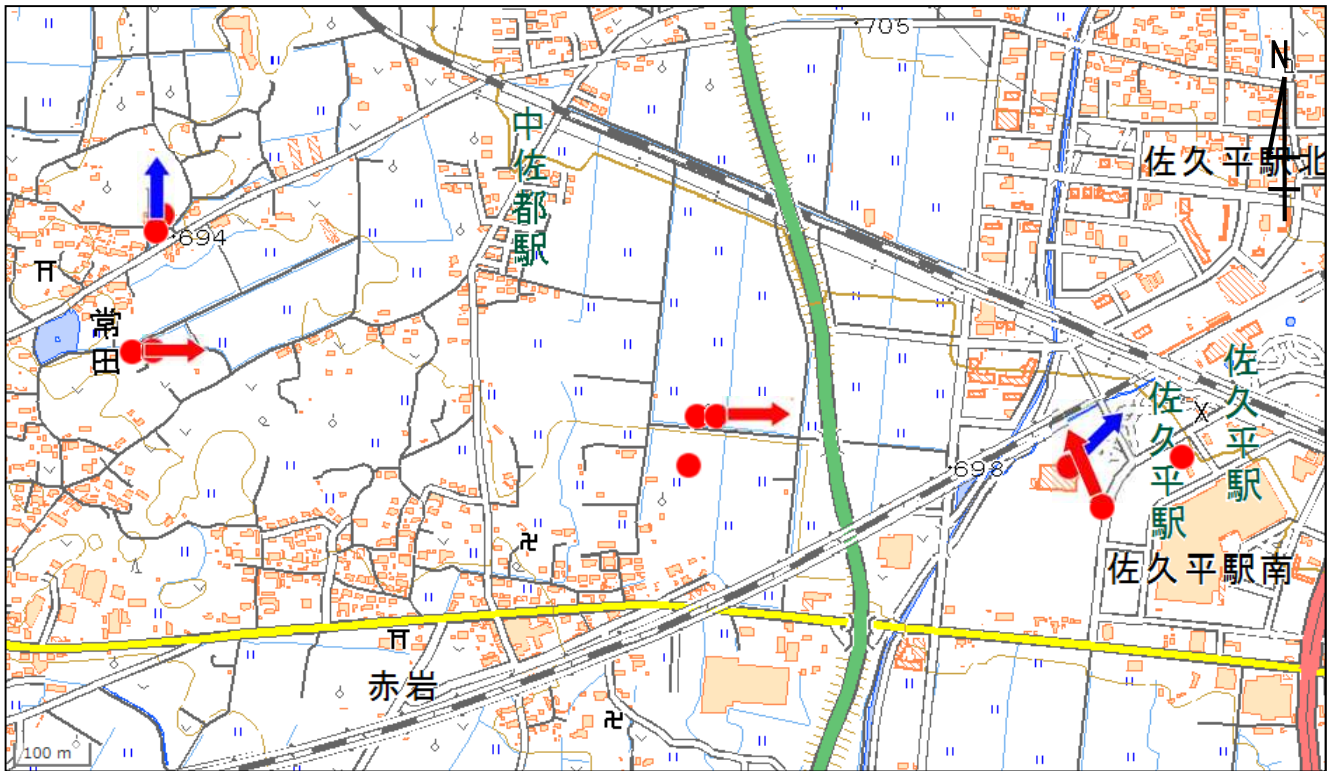


出典：地理院地図

- 拡大図（佐久市常田から佐久平駅南）・・・・・・・・・・ P5
- 拡大図（佐久市岩村田から安原）・・・・・・・・・・ P6
- 拡大図（佐久市新子田）・・・・・・・・・・ P7

被害発生地域拡大図（長野県佐久市常田から佐久平駅南）

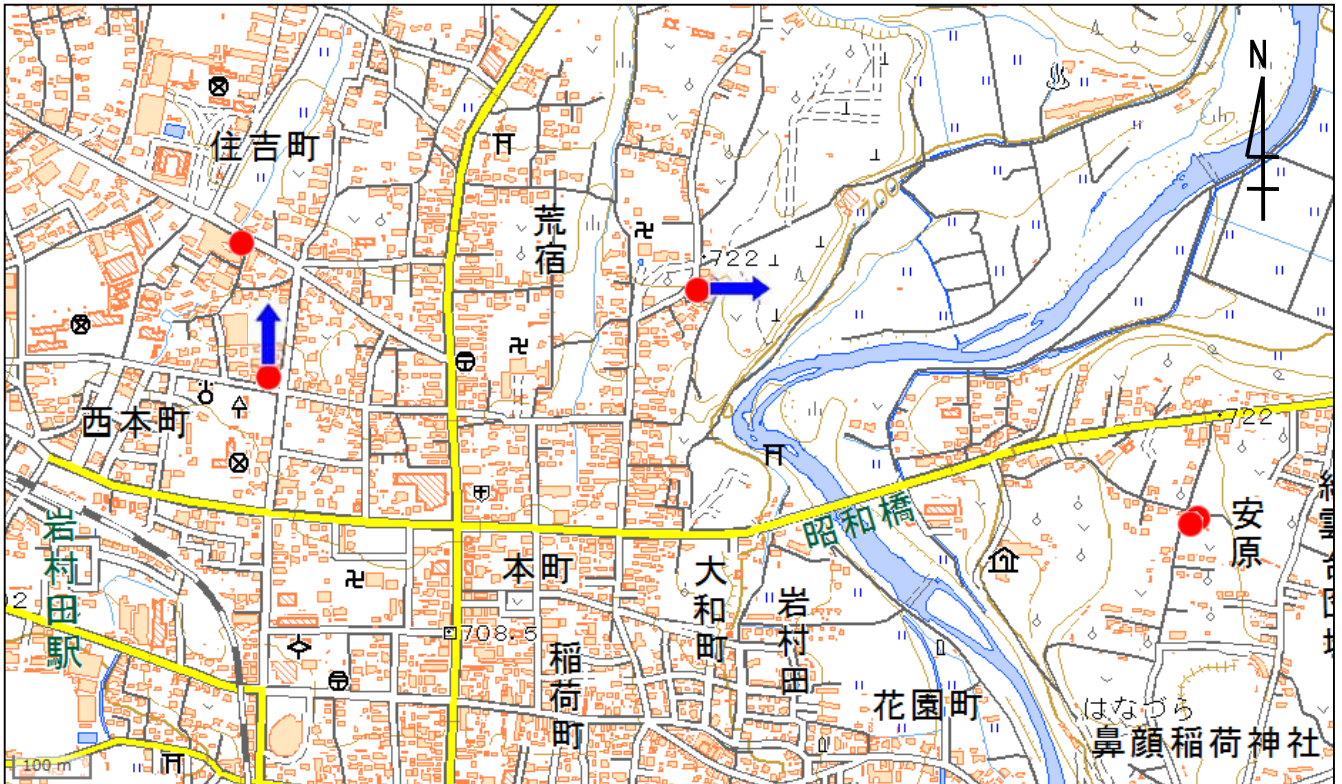
- 被害の発生した地点
- ➡ 木や物が倒れたり移動した方向
- ➡ 屋根瓦や物が飛んだ方向



出典：地理院地図

被害発生地域拡大図（長野県佐久市岩村田から安原）

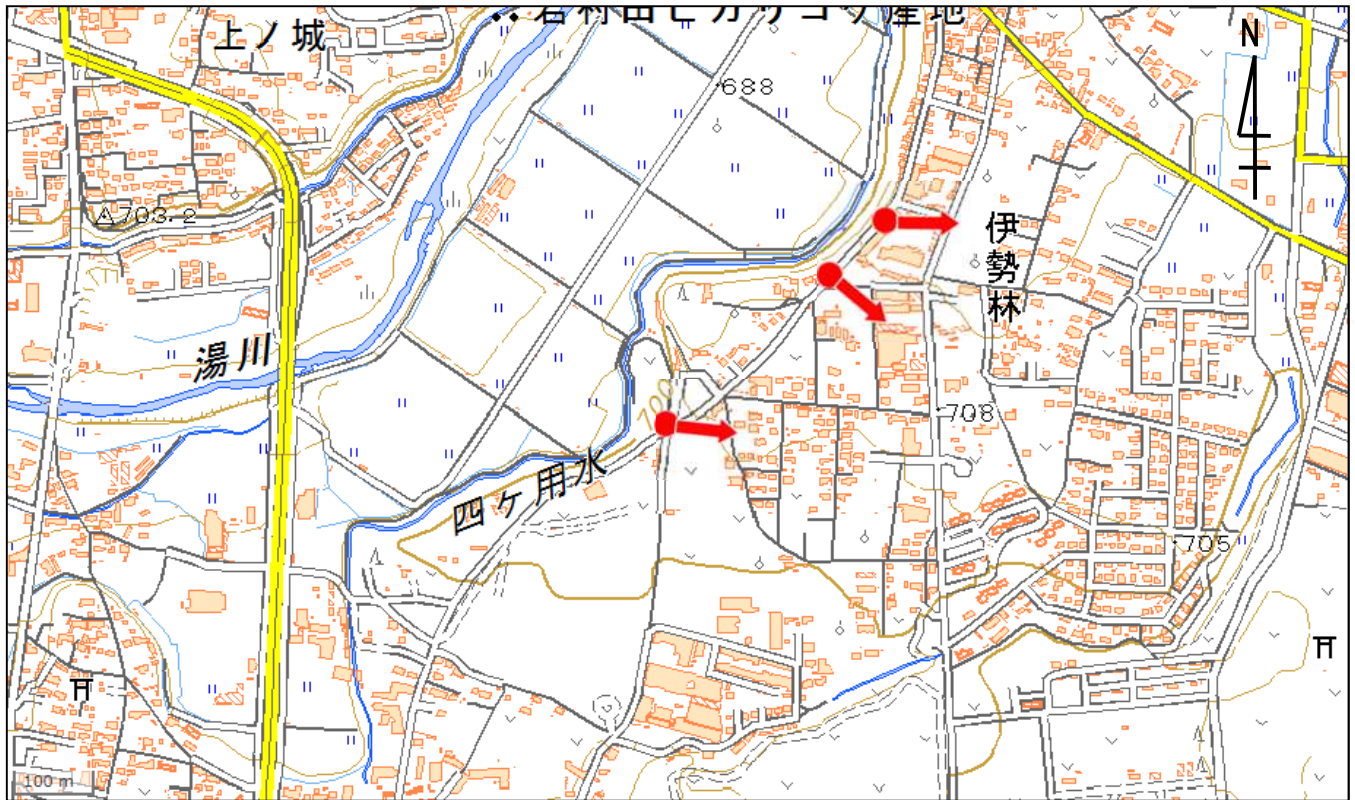
- 被害の発生した地点
- ➡ 木や物が倒れたり移動した方向
- ➡ 屋根瓦や物が飛んだ方向



出典：地理院地図

被害発生地域拡大図（長野県佐久市新子田）

- 被害の発生した地点
- ➡ 木や物が倒れたり移動した方向
- ➡ 屋根瓦や物が飛んだ方向



出典：地理院地図

2 - 4 写真撮影位置方向図（長野県佐久市）



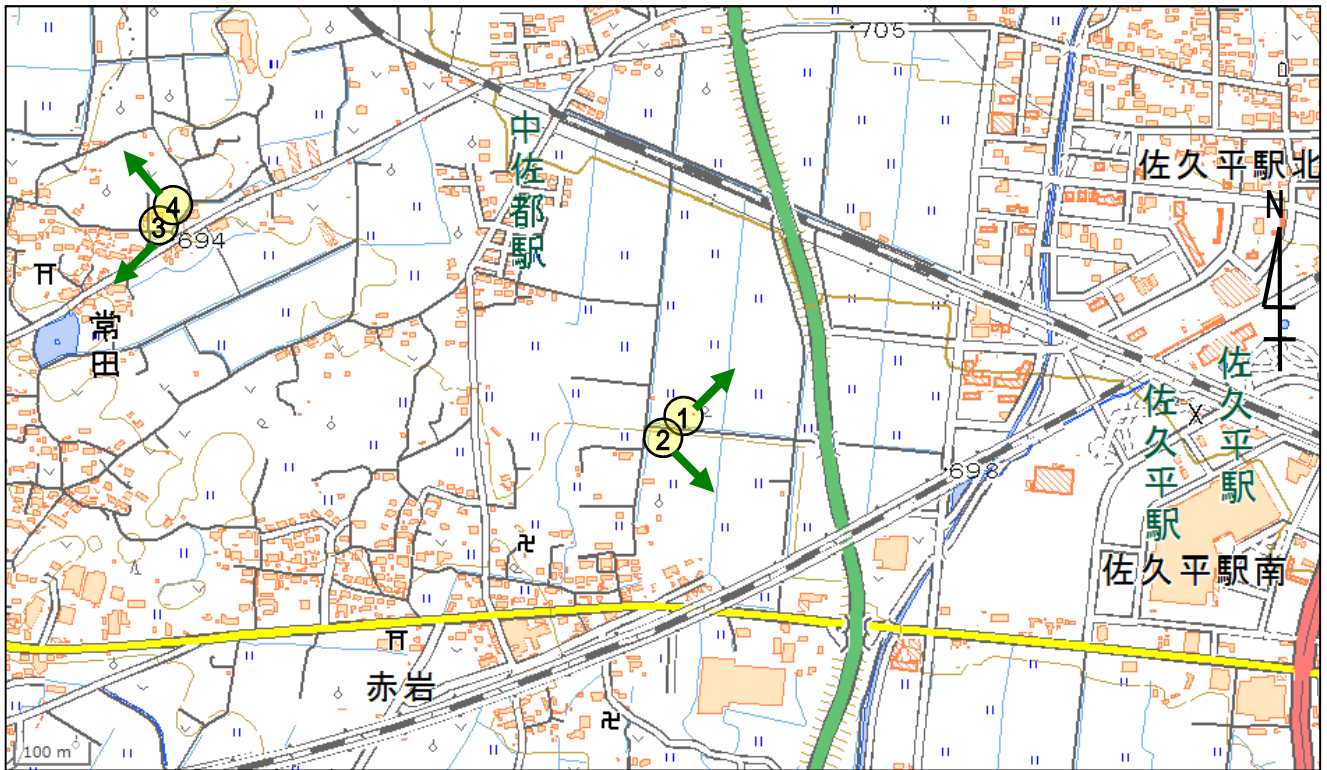
出典：地理院地図

- 拡大図 （佐久市常田から佐久平駅南）・・・・・・・・・・ P9
- 拡大図 （佐久市岩村田から安原）・・・・・・・・・・ P9

写真撮影地域拡大図（長野県佐久市常田から佐久平駅南）

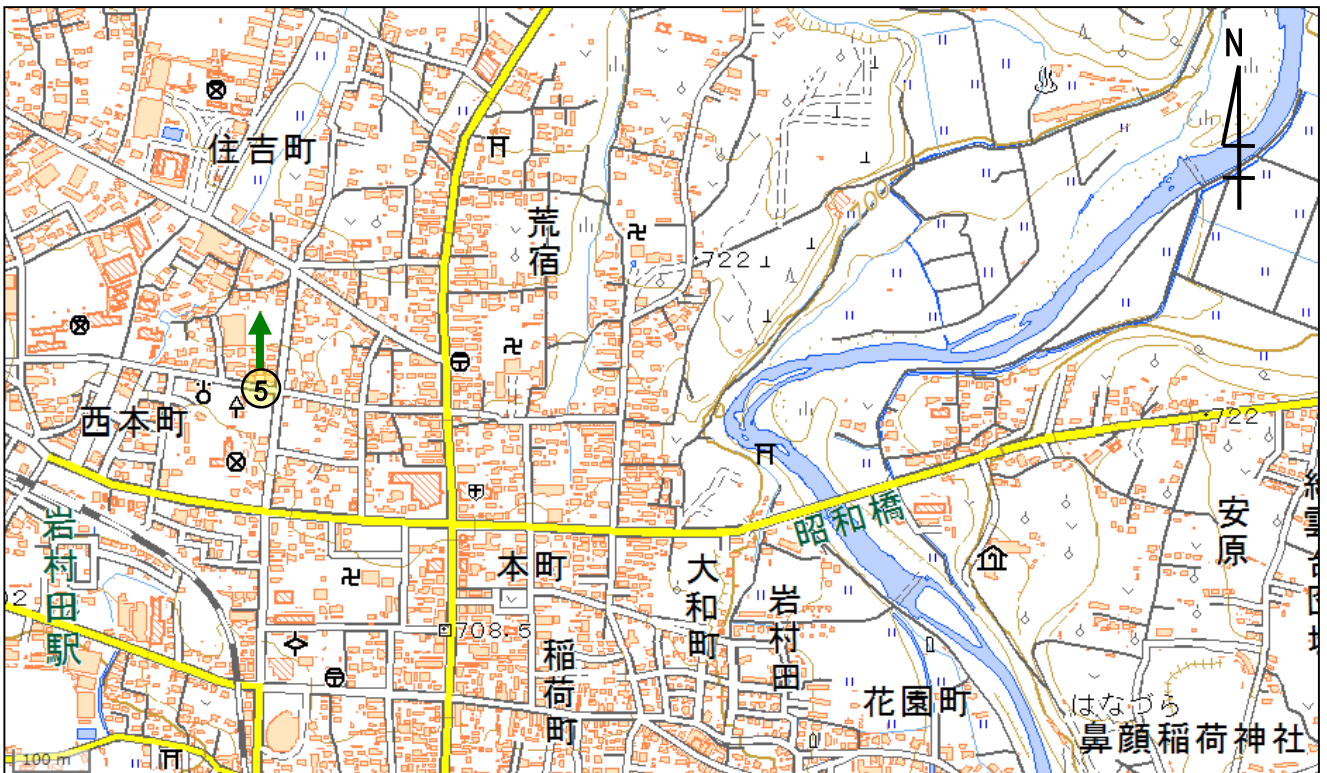
➡ は写真を撮影した方向

番号は写真を撮影した位置（各被害状況写真の番号に対応）



出典：地理院地図

写真撮影地域拡大図（長野県佐久市岩村田から安原）



出典：地理院地図

被害状況写真



根返りした樹木
(南西から撮影)



一部損壊したビニルハウス
(北西から撮影)



屋根が飛散した物置
(北東から撮影)



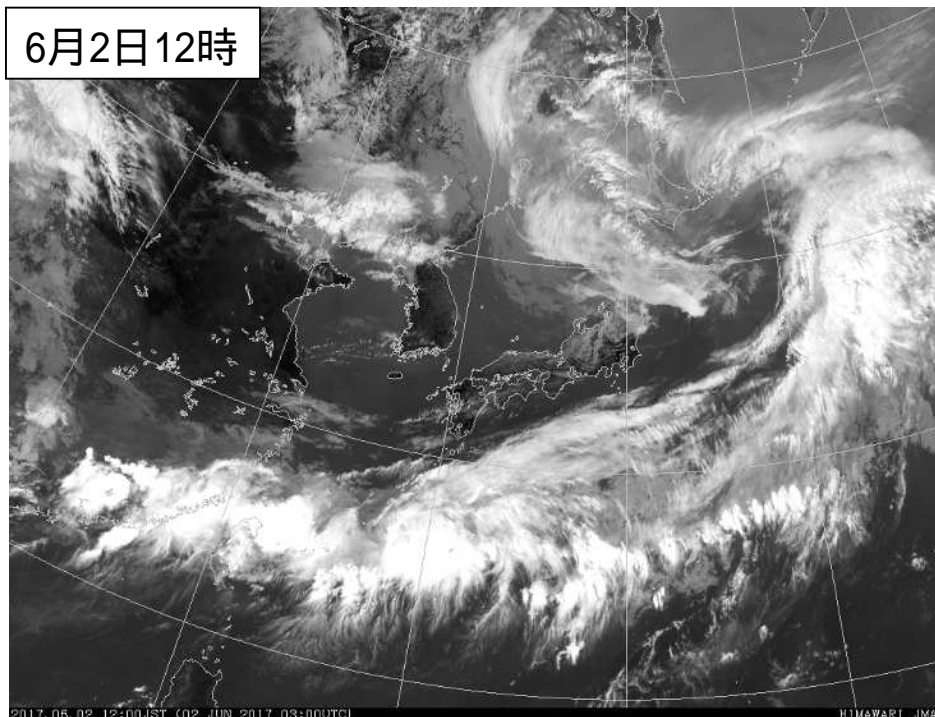
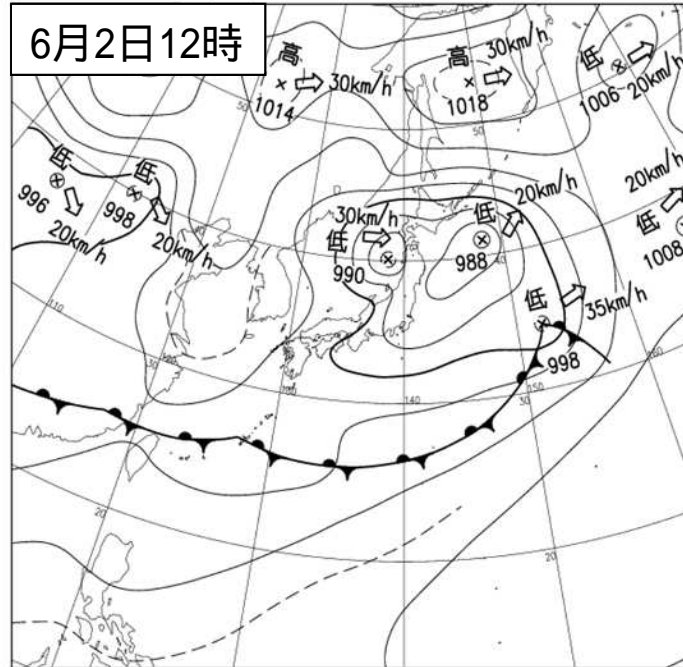
飛散物で損壊した住家
(南東から撮影)



屋根が損壊した倉庫
(南から撮影)

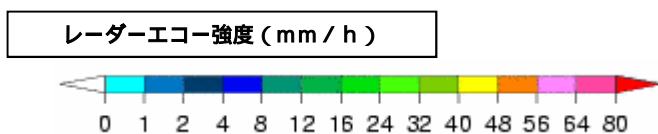
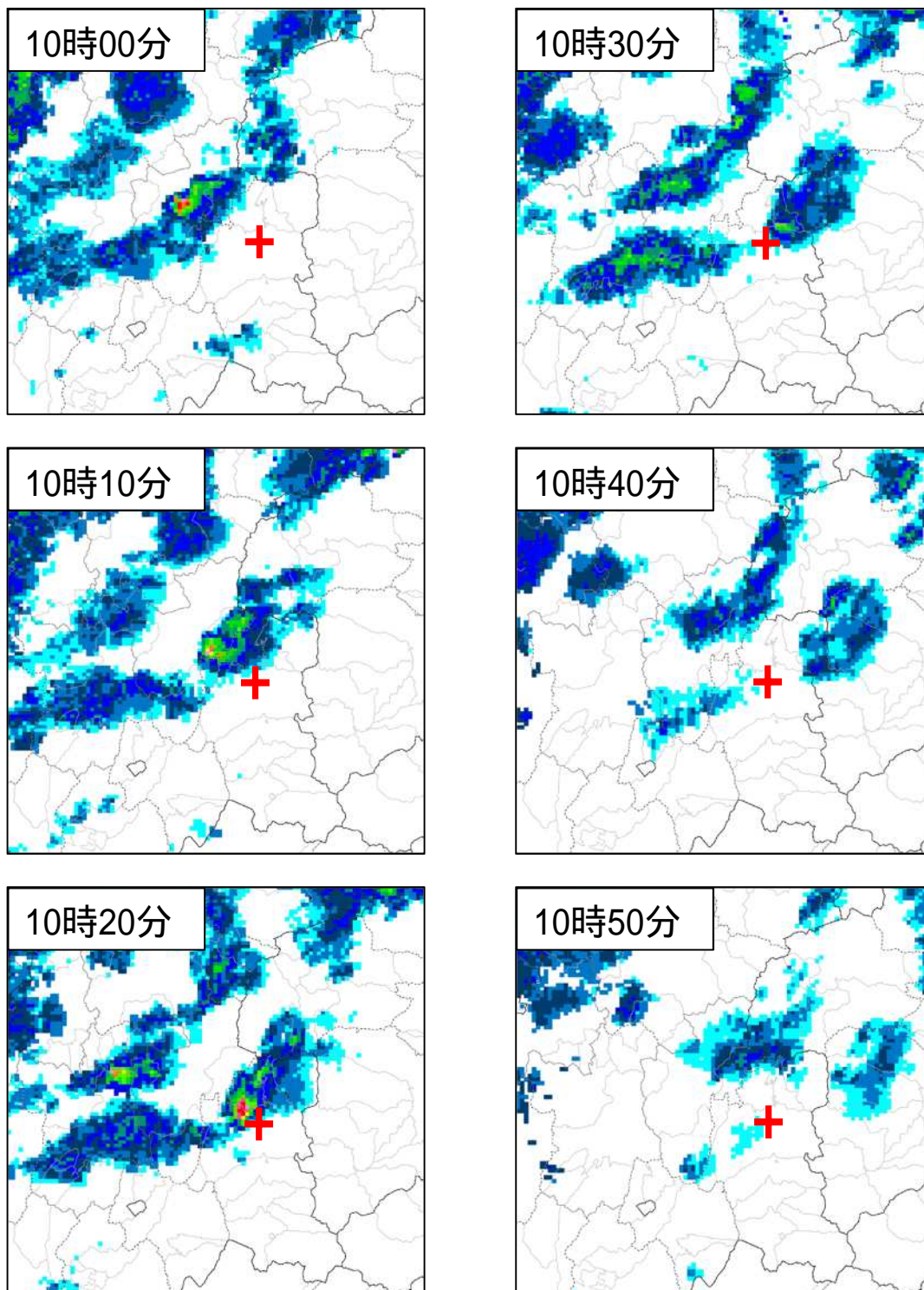
3 気象の状況

6月2日は、上空の寒気や気圧の谷の影響で、未明から昼前にかけて大気の状態が非常に不安定となっていた。このため、長野県佐久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

長野県佐久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29年6月2日10時00分～10時50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29年6月1日～2日

長野県（長野地方気象台発表）

特別警報・警報・注意報の発表状況

・佐久市

●：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

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
2017/ 6/ 1 04:36																		○												
2017/ 6/ 1 09:16																		解					○							
2017/ 6/ 1 16:29																		●												
2017/ 6/ 1 22:28															●			○				●								
2017/ 6/ 2 01:17															○			○				○								
2017/ 6/ 2 04:55															解			○				解								
2017/ 6/ 2 08:24																		○												
2017/ 6/ 2 10:37																		○												
2017/ 6/ 2 16:34																		解												

本表では、期間内における特別警報・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。

長野県竜巻注意情報の発表状況

発表日時	発表情報	発表対象地域
2017/6/1 22:51	長野県竜巻注意情報 第1号	南部
2017/6/1 23:26	長野県竜巻注意情報 第2号	中部、南部
2017/6/2 0:26	長野県竜巻注意情報 第3号	中部、南部
2017/6/2 1:27	長野県竜巻注意情報 第4号	南部

長野県気象情報の発表状況

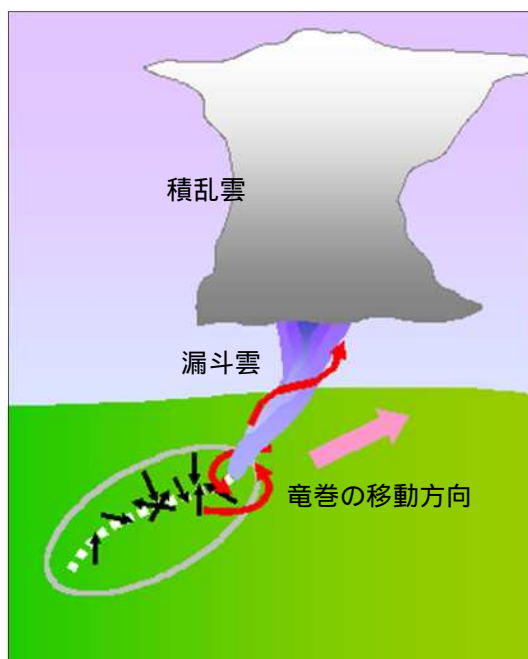
発表日時	発表情報
2017/6/1 23:30	大雨と雷及び突風に関する長野県気象情報 第1号
2017/6/2 5:31	大雨と雷及び突風に関する長野県気象情報 第2号

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せん。また、現象の強さ（風速）については、日本版改良藤田スケール（JEFスケール）により推定しています。ここでは、それぞれの現象とその被害の特徴、及び日本版改良藤田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。

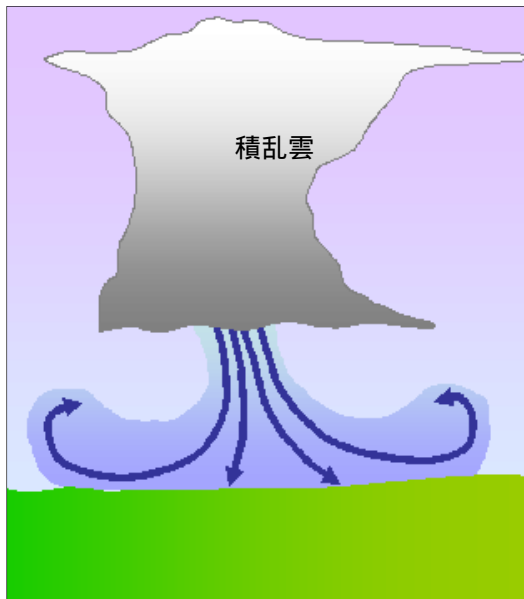
重量物（屋根・扉など）が舞い上げられたように移動する。

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、積乱雲または積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。

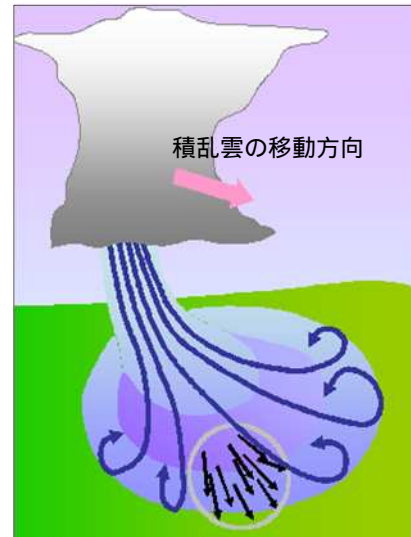
気温や気圧は上昇することも下降することもある。

短時間の露点温度下降を伴うことがある。

強雨やひょうを伴うことが多い。

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。

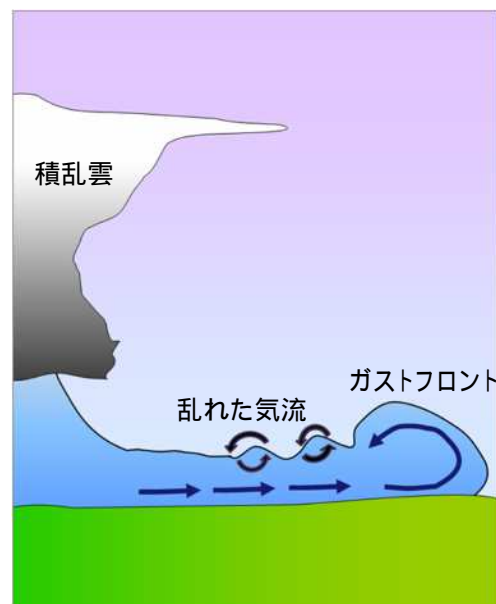


ダウンバーストの被害の様子

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、積乱雲または積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。

日本版改良藤田スケール (JEFスケール)

米国シカゴ大学の藤田哲也により1971年に考案された藤田スケールを、日本国内で発生する竜巻等突風の強さをよりの確に把握できるようにするため、米国の改良スケールを参考にしつつ、日本の建築物等の特徴を加味し、最新の風工学の知見を取り入れて策定した風速のスケールです。

階級	風速 (m/s) の範囲 (3秒値)	主な被害の状況 (参考)
JEF0	25-38	<ul style="list-style-type: none"> ・木造の住宅において、目視でわかる程度の被害、飛散物による窓ガラスの損壊が発生する。比較的狭い範囲の屋根ふき材が浮き上がったり、はく離する。 ・園芸施設において、被覆材（ビニルなど）がはく離する。パイプハウスの鋼管が変形したり、倒壊する。 ・物置が移動したり、横転する。 ・自動販売機が横転する。 ・コンクリートブロック塀（鉄筋なし）の一部が損壊したり、大部分が倒壊する。 ・樹木の枝（直径2cm～8cm）が折れたり、広葉樹（腐朽有り）の幹が折損する。
JEF1	39-52	<ul style="list-style-type: none"> ・木造の住宅において、比較的広い範囲の屋根ふき材が浮き上がったり、はく離する。屋根の軒先又は野地板が破損したり、飛散する。 ・園芸施設において、多くの地域でプラスチックハウスの構造部材が変形したり、倒壊する。 ・軽自動車や普通自動車（コンパクトカー）が横転する。 ・通常走行中の鉄道車両が転覆する。 ・地上広告板の柱が傾斜したり、変形する。 ・道路交通標識の支柱が傾倒したり、倒壊する。 ・コンクリートブロック塀（鉄筋あり）が損壊したり、倒壊する。 ・樹木が根返りしたり、針葉樹の幹が折損する。
JEF2	53-66	<ul style="list-style-type: none"> ・木造の住宅において、上部構造の変形に伴い壁が損傷（ゆがみ、ひび割れ等）する。また、小屋組の構成部材が損壊したり、飛散する。 ・鉄骨造倉庫において、屋根ふき材が浮き上がったり、飛散する。 ・普通自動車（ワンボックス）や大型自動車が横転する。 ・鉄筋コンクリート製の電柱が折損する。 ・カーポートの骨組が傾斜したり、倒壊する。 ・コンクリートブロック塀（控壁のあるもの）の大部分が倒壊する。 ・広葉樹の幹が折損する。 ・墓石の棹石が転倒したり、ずれたりする。
JEF3	67-80	<ul style="list-style-type: none"> ・木造の住宅において、上部構造が著しく変形したり、倒壊する。 ・鉄骨系プレハブ住宅において、屋根の軒先又は野地板が破損したり飛散する、もしくは外壁材が変形したり、浮き上がる。 ・鉄筋コンクリート造の集合住宅において、風圧によってベランダ等の手すりが比較的広い範囲で変形する。 ・工場や倉庫の大規模な庇において、比較的狭い範囲で屋根ふき材がはく離したり、脱落する。 ・鉄骨造倉庫において、外壁材が浮き上がったり、飛散する。 ・アスファルトがはく離・飛散する。
JEF4	81-94	<ul style="list-style-type: none"> ・工場や倉庫の大規模な庇において、比較的広い範囲で屋根ふき材がはく離したり、脱落する。
JEF5	95-	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨系プレハブ住宅や鉄骨造の倉庫において、上部構造が著しく変形したり、倒壊する。 ・鉄筋コンクリート造の集合住宅において、風圧によってベランダ等の手すりが著しく変形したり、脱落する。

【参考文献】

大野久雄著(2001):雷雨とメロ気象.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.

現地災害調査報告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、災害発生の原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「現地災害調査報告」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、この報告が地域の防災機関・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

謝意

この調査資料を作成するにあたり、関係機関の方々、長野県佐久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。

本報告の地図は、国土地理院長の承認を得て、「電子地形図(タイル)」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

長野地方気象台 電話 026-232-3773

東京管区気象台 気象防災部 防災調査課

電話 03-3212-3853

報告の内容について、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。報告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。