静 岡 地 方 気 象 台
対象地域　　静岡県

現 地 災 害 調 査 報 告

令和元年12月2日に静岡県掛川市で発生した突風について

目　　次

１　概要

２　突風に関する分析結果

３　現地調査結果

４　気象の状況

５　特別警報・警報・注意報及び気象情報等の発表状況

６　参考資料

令和2年3月25日

静　岡　地　方　気　象　台

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。

１　概要

令和元年12月2日12時20分頃、静岡県掛川市沖之須（おきのす）から大渕（おおぶち）で突風が発生し、農業用ハウスの鋼管の変形などの被害があった。

このため令和元年12月3日、静岡地方気象台は、突風をもたらした現象を明らかにするため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。

２　突風に関する分析結果

（１）発生した時刻

この突風は、12時20分頃に発生した。

（２）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、竜巻の可能性が高いと判断した。

（根拠）

・突風発生時に活発な積乱雲が付近を通過中であった。

・被害や痕跡は帯状に分布していた。

・被害や痕跡から推定した風向は不規則であり、様々な方向がみられた。

・突風はごく短時間（1分程度）であったという証言が複数得られた。

（３）突風の強さの評定

この突風の強さは、風速約35m/sと推定され、日本版改良藤田スケールでJEF0に該当する。

（根拠）

・農業用ハウスの鋼管の変形

《根拠に用いた被害指標（DI）及び被害度（DOD）》

・DI：園芸施設

DOD：パイプハウスの鋼管の変形又は倒壊（代表値）

（４）被害の範囲

被害の範囲の長さは約1.2km、幅は約130mであった。

３　現地調査結果

実施官署：静岡地方気象台
実施場所：静岡県掛川市
実施日時：令和元年12月3日　11時00分～16時30分

３－１　突風被害発生地域図（静岡県掛川市）

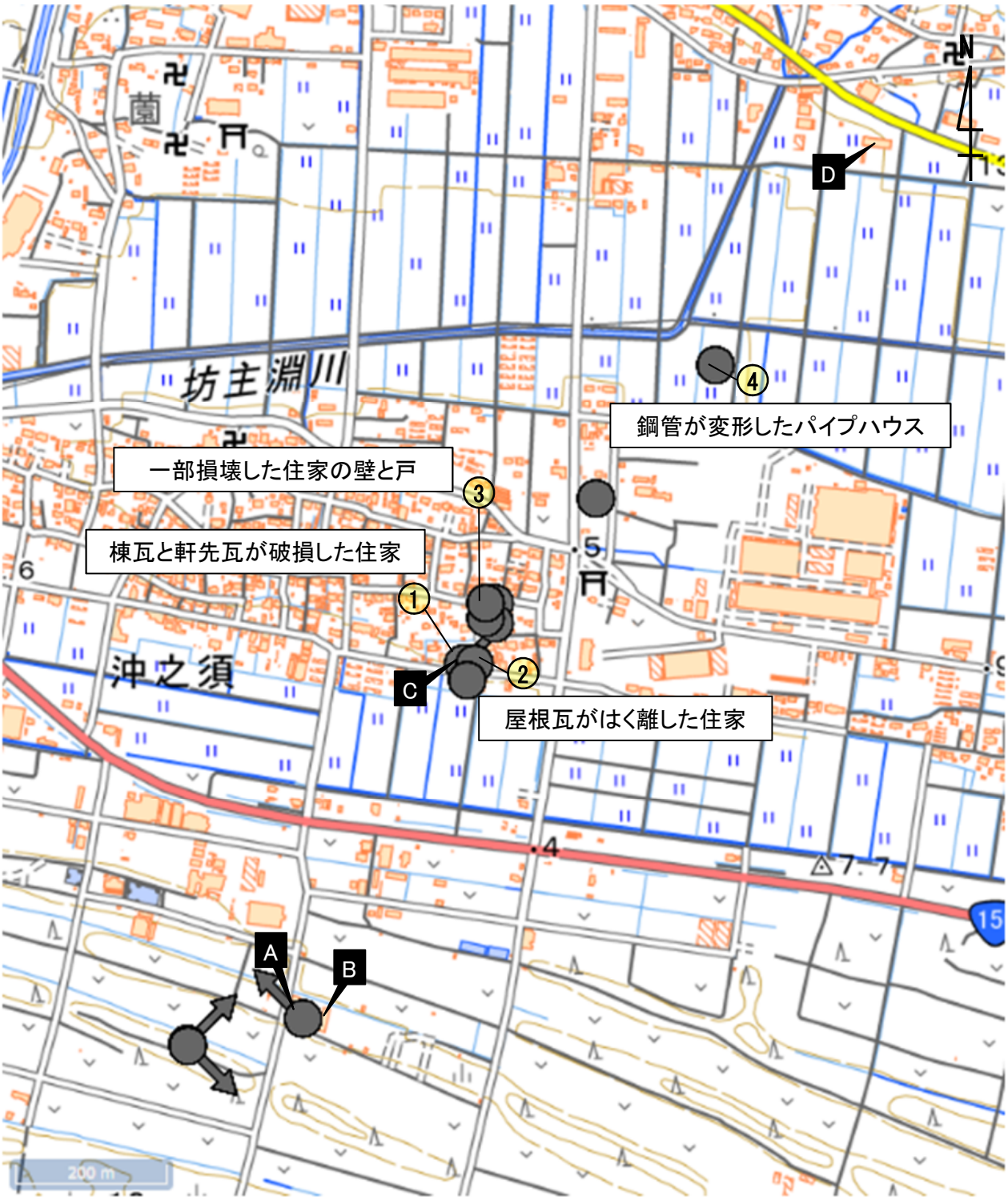
出典：地理院地図

拡大図（静岡県掛川市沖之須から大渕）

・・・P5

●：突風被害発生地域

３－２　被害発生地域拡大図（静岡県掛川市沖之須から大渕）



出典：地理院地図

●	被害の発生した地点
➡	物が倒れたり、飛散したりした方向
A	主な聞き取り地点（聞き取り状況のアルファベットと対応）
①	主な被害地点（被害状況写真の番号と対応）

３－３　被害状況

・人的被害　　：　なし
・住家被害　　：　住家一部損壊　3棟
・非住家被害　　：　3棟
・その他の被害　　：　ビニールハウス倒壊　2棟
※ 情報の入手先：　静岡県危機管理部、掛川市危機管理課（令和元年12月3日現在）

３－４　聞き取り状況

①Ａ氏　（沖之須）
・食事中でテレビを見ていた。激しい風が吹いたのはお昼のニュースの後であった※。
※該当するニュース番組の終了時刻を調べたところ、12時20分と判明した。

②Ｂ氏　（沖之須）
・激しい風の継続時間は短く、とてつもない風であった。

③Ｃ氏　（沖之須）
・激しい風の継続時間は短く、ガラスが割れた。

④Ｄ氏　（大渕）
・当時は強い雨が降っており、12時30分頃に強い風が南から北に吹いた。

３－５　被害状況写真

①　棟瓦と軒先瓦が破損した住家
（南方向から撮影）

②　屋根瓦がはく離した住家
（東方向から撮影）

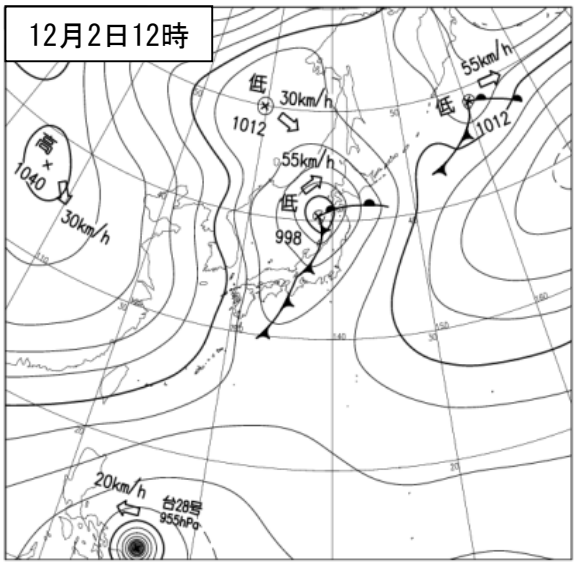
③　一部損壊した住家の壁と戸
（南西方向から撮影）

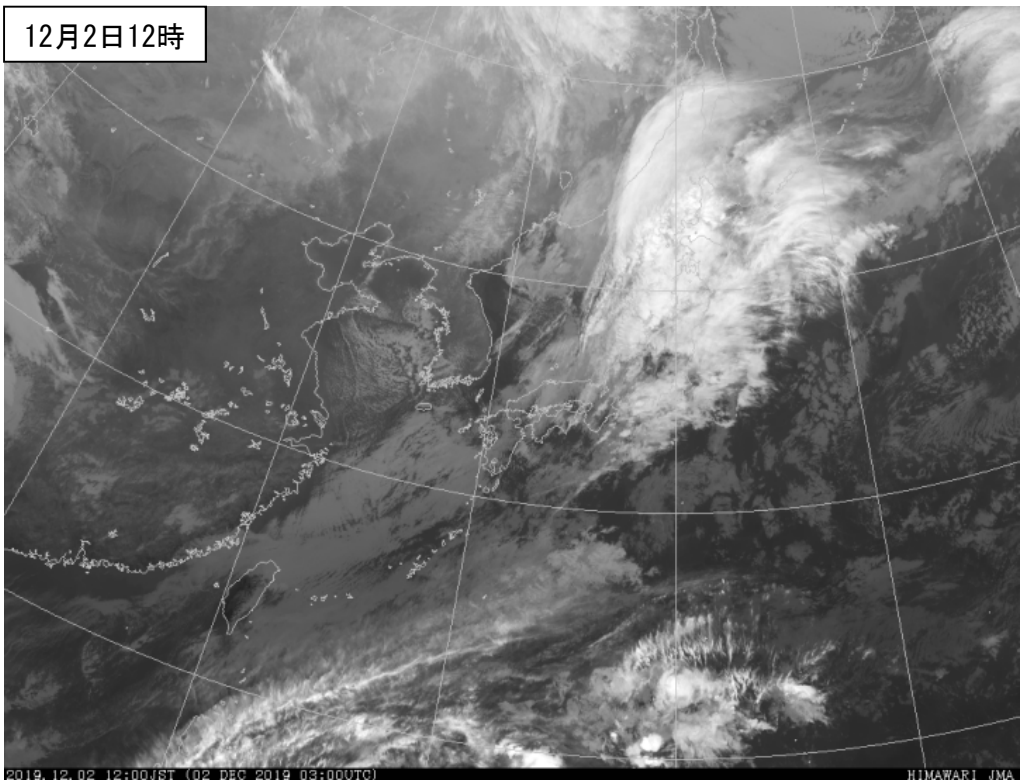
④　鋼管が変形したパイプハウス※
（東方向から撮影）
※元々は直線状であったパイプが湾曲している。

４　気象の状況

令和元年12月2日12時頃、秋田沖には前線を伴った低気圧があって北東へ進んでいた。静岡県では、この低気圧や前線に向かって暖かく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り、活発な積乱雲が発生した。

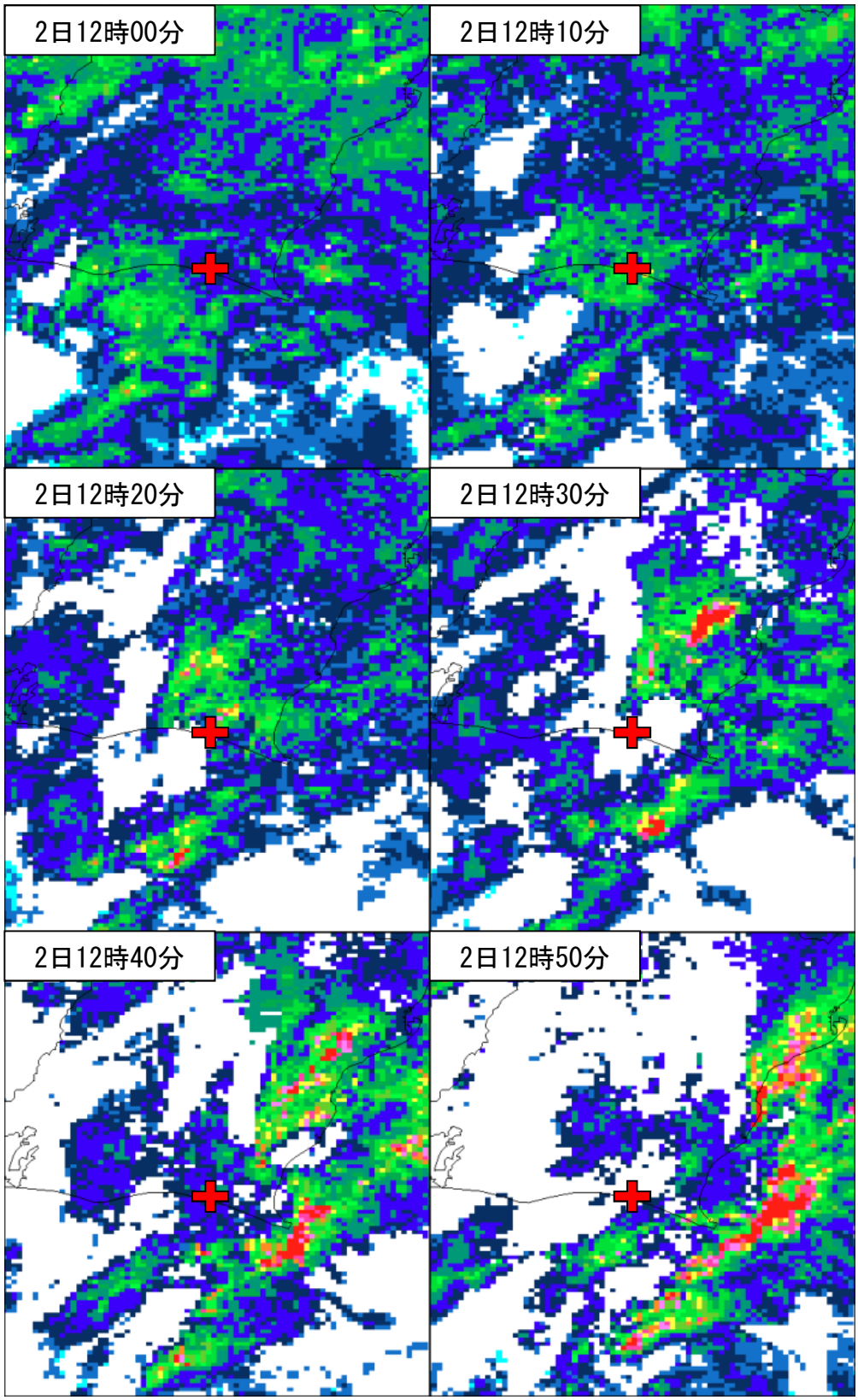
静岡県掛川市で突風が発生した時間帯には、活発な積乱雲が通過中であった。

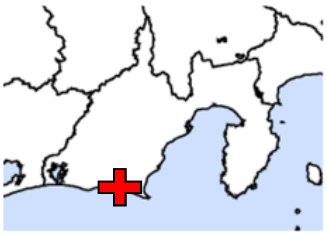




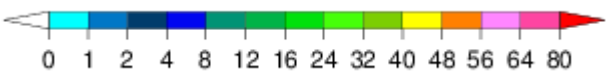
地上天気図及び気象衛星「ひまわり8号」赤外画像

静岡県掛川市で突風が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）



令和元年12月2日12時00分～12時50分

図中 ✚ 印は被害発生地域を示す。

５　特別警報・警報・注意報及び気象情報等の発表状況

静岡県

○特別警報・警報・注意報の発表状況（掛川市）

令和元年12月1日～2日　静岡地方気象台発表

●: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	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	着氷注意報	着雪注意報
2019/12/ 1 21:34																	●	●										
2019/12/ 2 04:38																	○	○	●									
2019/12/ 2 11:54																	○	○	○									
2019/12/ 2 13:08																	○	○	○									
2019/12/ 2 14:42																	○	○	○									
2019/12/ 2 16:20																	○	○	○									
2019/12/ 2 18:29																	解	○	○									
2019/12/ 2 21:04																		○	○									

○静岡県竜巻注意情報の発表状況

令和元年12月2日　気象庁発表

発表日時	情報の名称	対象地域
令和元年12月2日13時15分	静岡県竜巻注意情報　第1号	中部
令和元年12月2日14時34分	静岡県竜巻注意情報　第2号	伊豆、東部
令和元年12月2日15時29分	静岡県竜巻注意情報　第3号	伊豆、東部

○静岡県気象情報の発表状況

令和元年12月1日～2日　静岡地方気象台発表

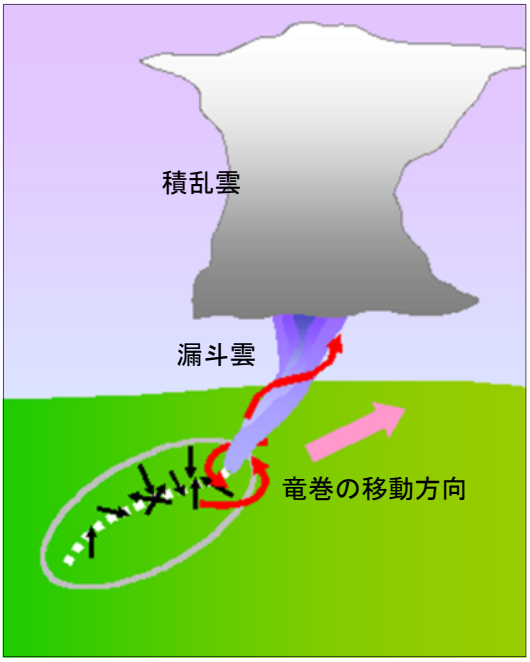
発表日時	情報の名称
令和元年12月1日17時10分	大雨と雷及び突風に関する静岡県気象情報　第1号
令和元年12月2日05時17分	大雨と雷及び突風に関する静岡県気象情報　第2号
令和元年12月2日16時49分	大雨と雷及び突風に関する静岡県気象情報　第3号

６　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、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もできます。

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。

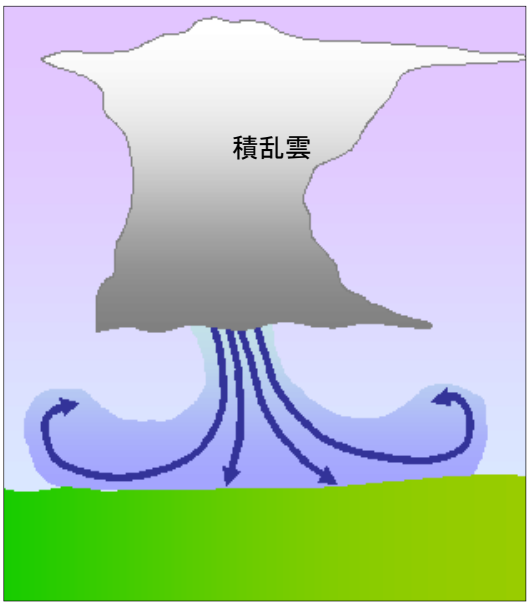
□ 重量物（屋根・扉など）が舞い上げられたように移動する。

□ 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。水平的な広がりの大きさにより２つに分類することがあり、広がりが４km以上をマクロバースト、４km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。

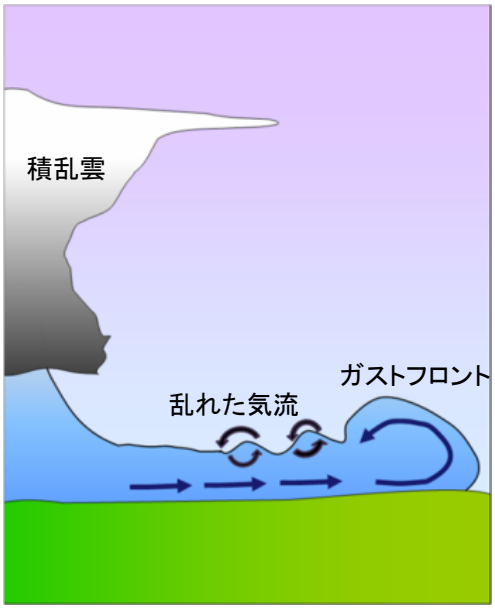
□ 被害地域が竜巻のように「帯状」ではなく、「面的」に広がる。

□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。

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的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	・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	・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	・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	・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	・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—	・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.

現地災害調査報告について

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しています。また、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」を作成し公表しています。

この調査や、調査資料を作成するにあたり、静岡県や掛川市などの関係機関、また、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29情複、第958号）

※ 本資料は、複製、公衆送信、翻訳・変形等の翻案等、自由に利用できます。利用を行う際は適宜の方法により、必ず出所（静岡地方気象台）を明示してください。その他、利用にあたっての詳細は、静岡地方気象台ホームページの利用規約（https://www.jma-net.go.jp/shizuoka/comment.html）をご確認ください。

問い合わせ先

静岡地方気象台
電話 054-286-3521
https://www.jma-net.go.jp/shizuoka/