

現地災害調査報告

令和3年7月11日に茨城県笠間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3年11月2日

水戸地方気象台

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

7月11日16時10分頃、茨城県笠間市笠間（かさま）、石井（いしい）及び来栖（くるす）で突風が発生し、住家の軽微な被害などがあった。また、同日16時頃、笠間市稲田（いなだ）で倒木被害があった。

この突風をもたらした現象を明らかにするため、7月12日、水戸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。

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

2-1 茨城県笠間市笠間、石井及び来栖

（1）突風が発生した日時

この突風は、7月11日16時10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、ダウンバースト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、面的に分布していた。
- ・漏斗雲または移動する渦の目撃など、竜巻の発生を示唆する情報は得られなかった。
- ・突風は強雨を伴っていたという証言が複数得られた。
- ・激しい風は比較的短時間（1～10分）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30m/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）

- ・住家の軽微な被害

《根拠に用いた被害指標（DI）及び被害度（DOD）》

- ・DI：木造の住宅または店舗
- DOD：目視でわかる程度の被害（代表値）

（4）被害の範囲

被害の範囲の長さは約1.3km、幅は約880mであった。

2-2 茨城県笠間市稲田

(1) 被害が発生した日時

この被害は、7月11日16時頃に発生した。

(2) 被害をもたらした現象の種類

この被害をもたらした現象は、突風とは確認できなかった。

(特定に至らなかった理由)

- ・被害または痕跡、聞き取り調査から突風の種類を確認できる情報が得られなかったため。

※現地調査後の発表では突風被害発生地域を石井及び稲田と公表していたが、その後、笠間市笠間、来栖でも被害が確認された。

2-3 突風被害発生地域



● : 突風被害発生地域

3 現地調査結果

実施官署：水戸地方気象台

実施場所：茨城県笠間市笠間、石井、来栖及び稲田

実施日時：令和3年7月12日 13時10分～15時40分

3-1 被害状況

- ・人的被害 : なし
- ・住家被害 : 屋根の破損
- ・非住家被害 : なし
- ・その他 : 屋根の破損による電線の切断、倒木7件、屋敷内冠水

※ 情報の入手先：笠間市役所総務課危機管理室（令和3年7月13日現在）

3-2 聞き取り状況

A氏（笠間市笠間）

- ・気温は下がったように感じた。雷は一瞬で、それほど強くはなかった。
- ・強い風の時間は15秒～20秒程度だった。

B氏（笠間市笠間）

- ・外を見たとき、隣の家が見えないくらい強い雨が降っていた。

C氏（笠間市笠間）

- ・激しい風が吹いたのは16時少し過ぎで、数分続いた。
- ・家が浮き上がる感じがした。

D氏（笠間市石井）

- ・強い風は16時00分から30分頃だった。
- ・雨がすごかった。風が強くてのぼりが倒れ、さらに風が強くなり、木が倒れた。

E氏（笠間市稲田）

- ・風が南西から北西に変わった。
- ・被害はないが、雷が鳴っていた。

3-3 被害発生地域図



出典：地理院地図

拡大図（笠間市笠間、石井、来栖及び稲田） P. 6

3-4 被害状況写真



① トタン屋根が飛散した住家
(笠間市役所提供、東方向から撮影)



② トタン屋根が飛散した住家
(西方向から撮影)



③ 飛散したトタン屋根
(東方向から撮影)

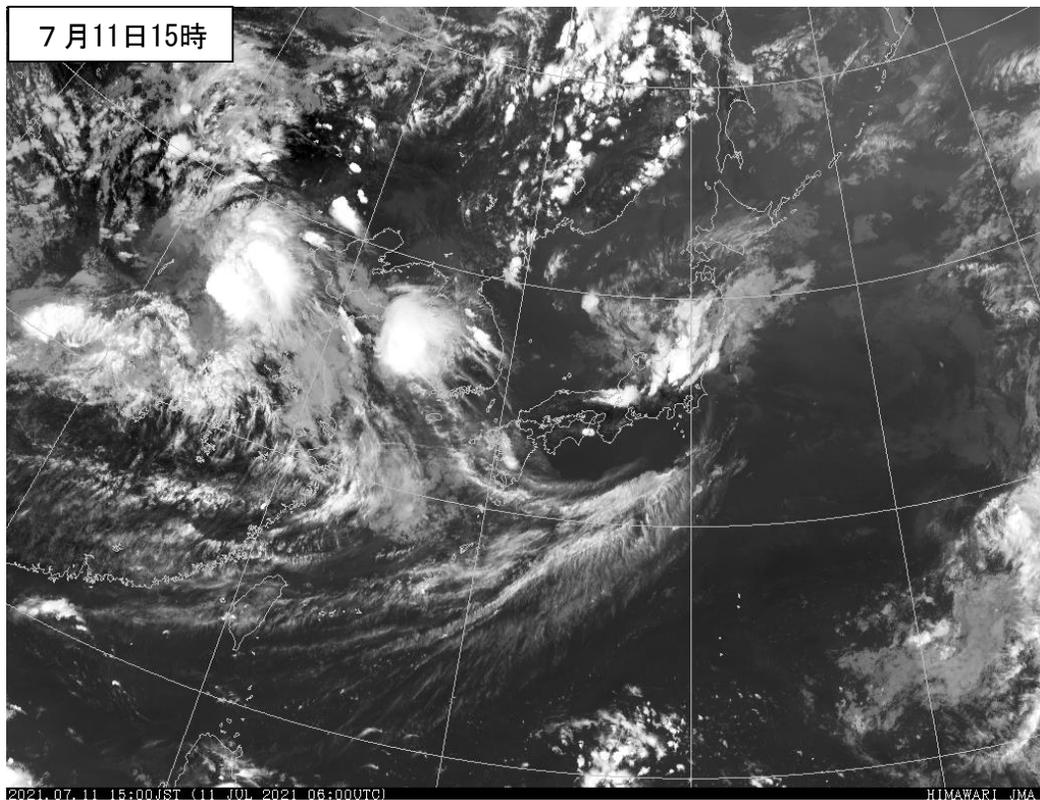
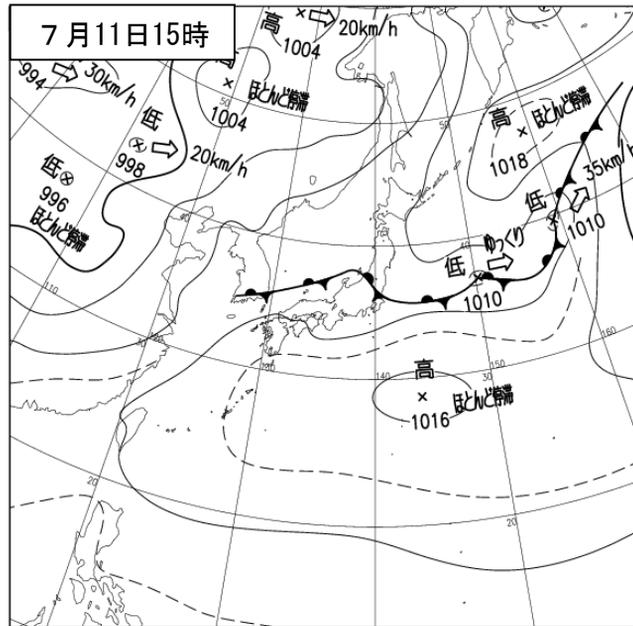


④ 転倒した小型物置
(笠間市役所提供、北東方向から撮影)

4 気象の状況

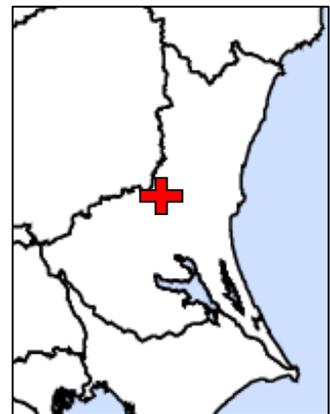
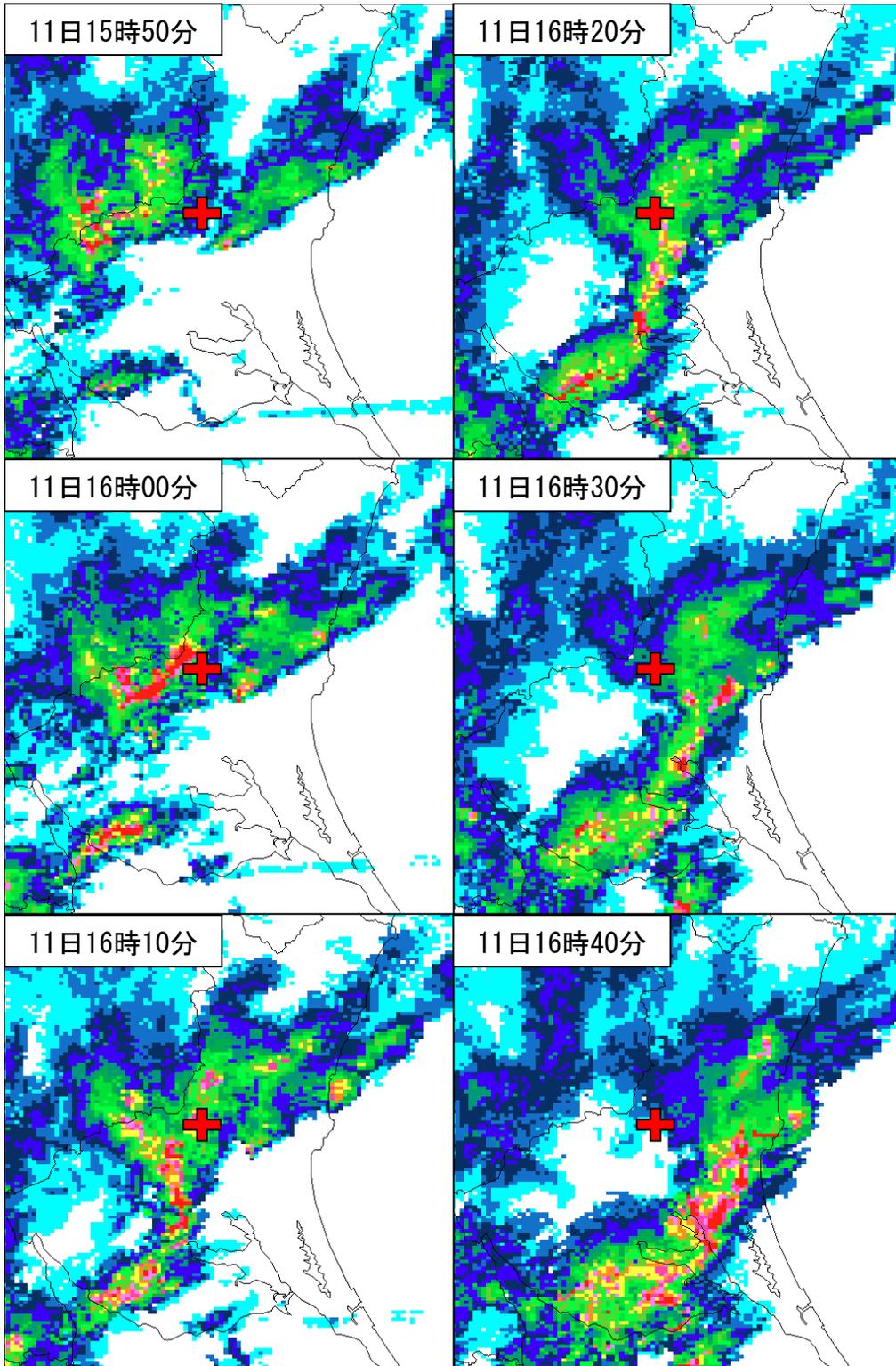
7月11日、梅雨前線が本州付近に停滞し、前線に向かって暖かく湿った空気が流れ込み、日中の地上気温の上昇や上空の寒気の影響もあり、大気の状態が非常に不安定となり、発達した積乱雲が発生した。

茨城県笠間市で突風が発生した時間帯には、発達した積乱雲が通過中であつた。

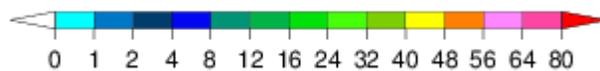


地上天気図及び気象衛星「ひまわり8号」赤外画像

茨城県笠間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)

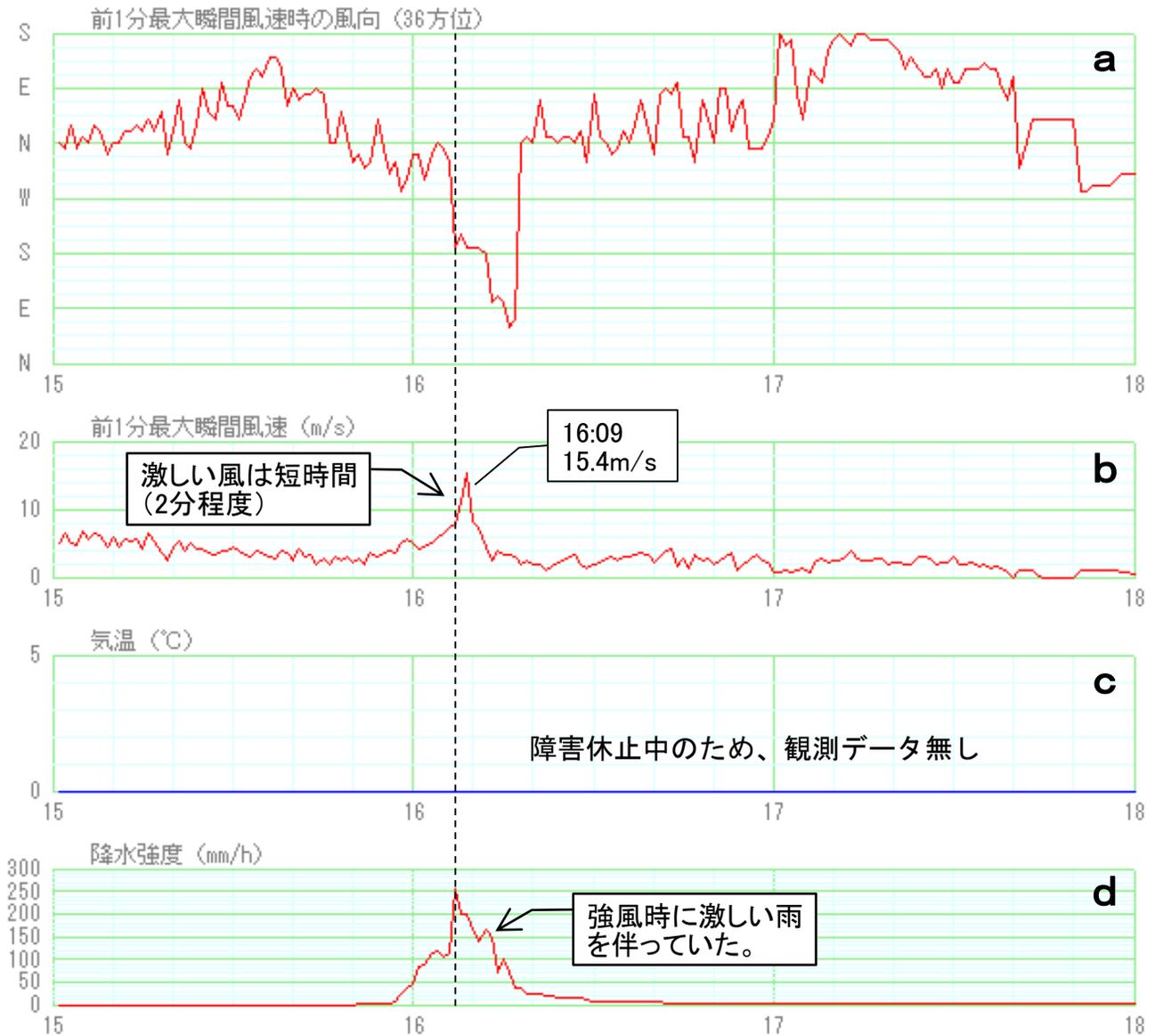


令和3年7月11日15時50分～16時40分
图中 **+** 印は被害発生地域を示す。

アメダス笠間の観測値

被害発生地域の北北西約1~2kmに位置するアメダス笠間では、16時10分頃に風が急に強まり、その後短時間で弱まった。風速が短時間に増減することは、ダウンバーストの特徴の一つである。

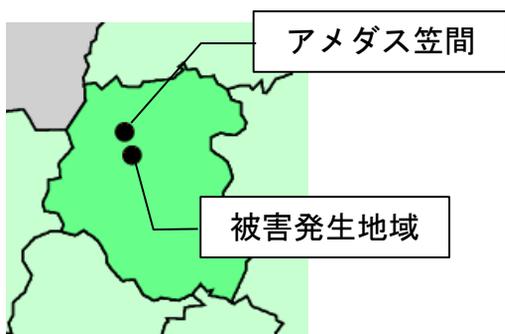
被害発生地域とアメダス笠間の位置関係から、この風速の増減は被害をもたらしたダウンバーストと関係していると考えられる。



7月11日15時00分から18時00分のアメダス笠間の観測値時系列

図 a : 前1分最大瞬間風速を観測した時間の風向、図 b : 前1分最大瞬間風速 [m/s]、
図 c : 気温 [°C]、図 d : 降水強度* [mm/h]

* 降水強度はそのときの雨の強さを1時間の雨量に換算したもの。



5 特別警報・警報・注意報及び気象情報等の発表状況

茨城県

○特別警報・警報・注意報の発表状況（笠間市）

令和3年7月11日 水戸地方気象台発表

●: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	着水注意報	着雪注意報
2021/ 7/11 00:28														○															
2021/ 7/11 04:27														○			●						○						
2021/ 7/11 07:05														解			○						○						
2021/ 7/11 10:18														●			○						解						
2021/ 7/11 13:26														○			○												
2021/ 7/11 14:34														○			○												
2021/ 7/11 14:48														○			○												
2021/ 7/11 15:41									土								○												
2021/ 7/11 16:19								土浸									○					●							
2021/ 7/11 16:34								土浸									○					○							
2021/ 7/11 16:49								土浸									○					○							
2021/ 7/11 17:04								土浸									○					○							
2021/ 7/11 17:32								土浸									○					○							
2021/ 7/11 18:04								土浸									○					○							
2021/ 7/11 19:26								土									○					○							
2021/ 7/11 20:50														▼			○					解							
2021/ 7/11 22:50														○			解						●						

○茨城県竜巻注意情報の発表状況

令和3年7月11日 気象庁発表

発表日時	情報の名称	対象地域
令和3年7月11日15時23分	茨城県竜巻注意情報 第1号	南部
令和3年7月11日15時53分	茨城県竜巻注意情報 第2号	北部・南部
令和3年7月11日17時03分	茨城県竜巻注意情報 第3号	北部・南部

○茨城県気象情報の発表状況

令和3年7月11日 水戸地方気象台発表

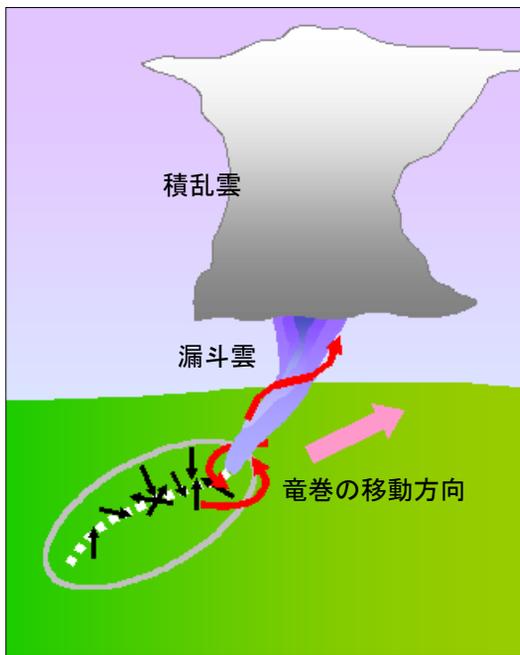
発表日時	情報の名称
令和3年7月11日00時00分	大雨と雷及び突風に関する茨城県気象情報 第5号
令和3年7月11日05時58分	大雨と雷及び突風に関する茨城県気象情報 第6号
令和3年7月11日14時24分	大雨と雷及び突風に関する茨城県気象情報 第7号
令和3年7月11日19時56分	大雨と雷及び突風に関する茨城県気象情報 第8号
令和3年7月11日23時07分	大雨と雷及び突風に関する茨城県気象情報 第9号

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）

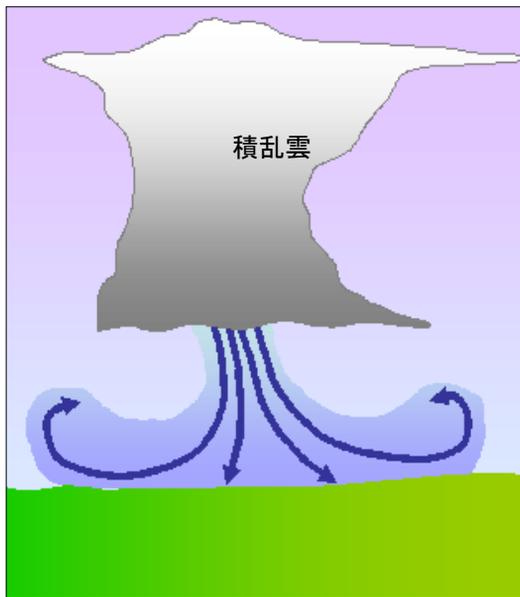
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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。

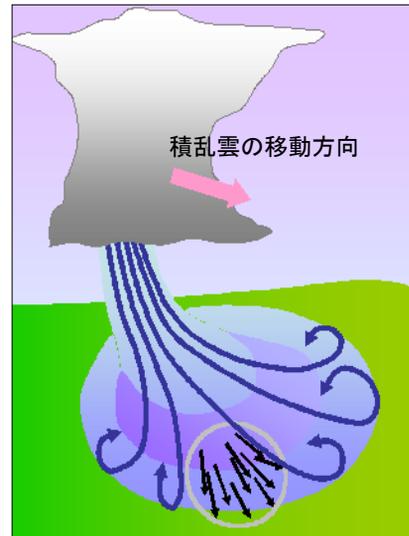


ダウンバーストのイメージ図

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。

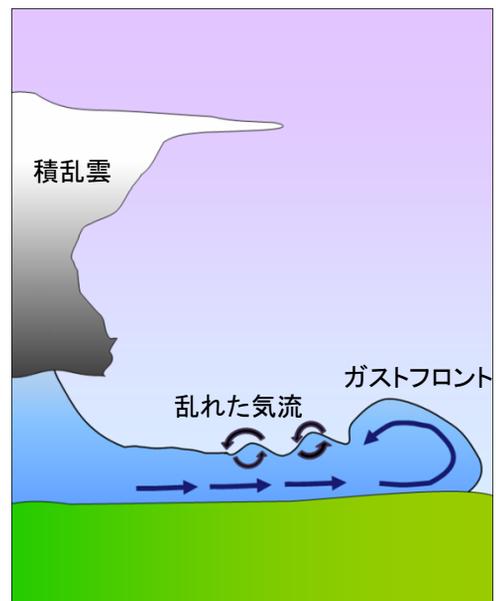


ダウンバーストの被害の様子

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。 ・墓石の礎石が転倒したり、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、茨城県笠間市などの関係機関、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、地理院地図を加工して利用したものである。

※ 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（水戸地方気象台）を明示してください。その他、利用にあたっての詳細は、水戸地方気象台ホームページの利用規約（<https://www.data.jma.go.jp/mito/info/copyright.html>）をご確認ください。

問い合わせ先

水戸地方気象台

電話 029-224-1106

<https://www.data.jma.go.jp/mito/index.html>