

平成22年9月28日に静岡県焼津市で発生した 突風被害について

目 次

- 1 突風の原因と気象概況
- 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22年10月6日

注) この資料は、速報として取りまとめたもので、後日内容の一部訂正や追加をすることがあります。

1 突風の原因と気象概況

9月28日09時15分頃に静岡県焼津市田尻で突風が発生し、工場の屋根損壊や駐車中の車の接触などの被害が発生した。

このため、静岡地方気象台は同日、職員を気象庁機動調査班として現地に派遣し、調査を実施した。

現地調査の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竜巻と推定した。

(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。
- ・被害地で竜巻と見られる渦巻きの日撃が複数あった。
- ・被害や痕跡から推定した風向は様々であった。

(2) 強さ (藤田スケール)

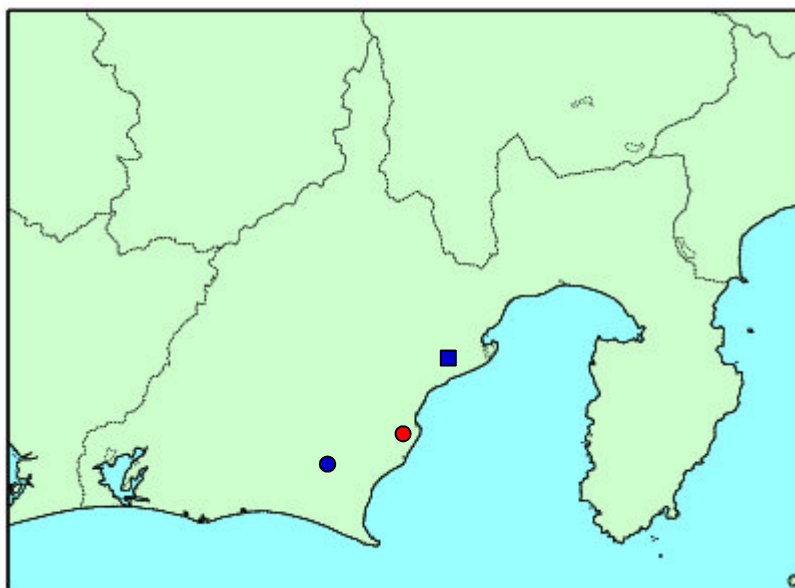
この突風の強さは、藤田スケールでF0と推定した。

(根拠)

- ・複数の工場等の屋根の損壊があった。

1-2 気象概況

前線を伴った低気圧が太平洋沿岸を東北東に進み、28日09時ころ静岡県付近を通過した。また、別の前線を伴った低気圧が沿海州を東北東に進んだ。これらの前線や低気圧に向かって南から暖かく湿った空気が流れ込み、大気の状態が不安定となったため、災害発生当時、活発な積乱雲が被害地付近を通過した。



● : 突風被害発生地域

■ : 静岡地方気象台

● : 静岡空港

2 現地調査結果

実施官署 静岡地方気象台

実施場所 静岡県焼津市田尻

実施日時 平成22年9月28日 13時から17時

2-1 被害状況（焼津市消防防災局防災課調べ）

建物の被害 5件

- ・工場屋根の一部剥離
- ・事務所屋根の一部破損
- ・事務所屋根の一部（空調）破損
- ・事務所外壁の一部破損
- ・工場屋根の一部破損

その他の被害 3件

- ・工場敷地内の社員用車両4台破損
- ・フェンス一部破損(2件)

2-2 聞き取り状況

A氏（焼津市田尻）

- ・09時15分ころ、雨が1分ほど急に強くなり、渦を巻いていた。
- ・建物が地震のように揺れた。
- ・激しい雨の音、風の音がした。

B氏（焼津市田尻）

- ・09時15分前後に、幅15メートルほどの渦巻きを30秒くらい見ていた。
渦の上部の状態は不明。

C氏（焼津市田尻）

- ・09時20分ころ、二階事務所窓から地面付近で渦が巻いているのを見た。
- ・外に居られない位の強い風と強い雨。

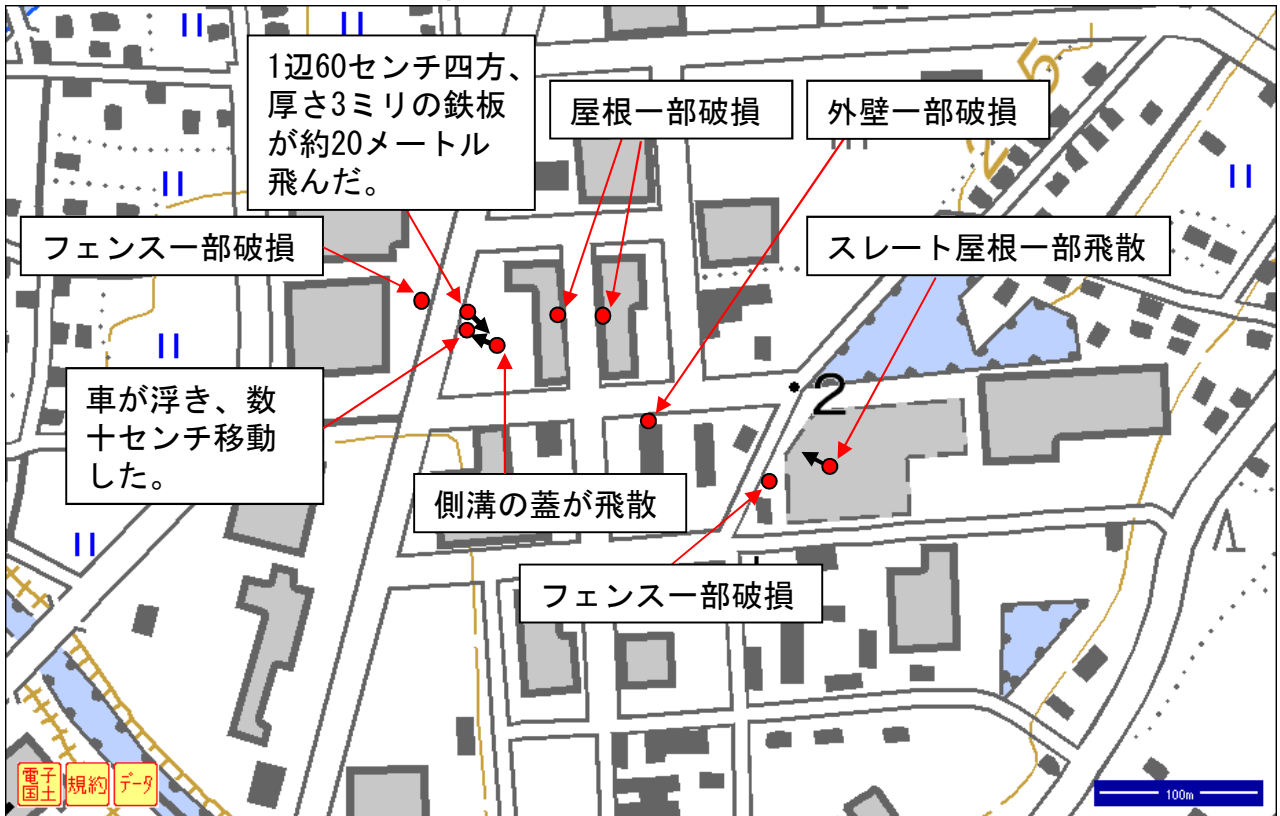
D氏（焼津市田尻）

- ・09時20分から30分の間くらいにドカンという雷のような音がした。

○ 被害発生地域図（静岡県焼津市田尻）



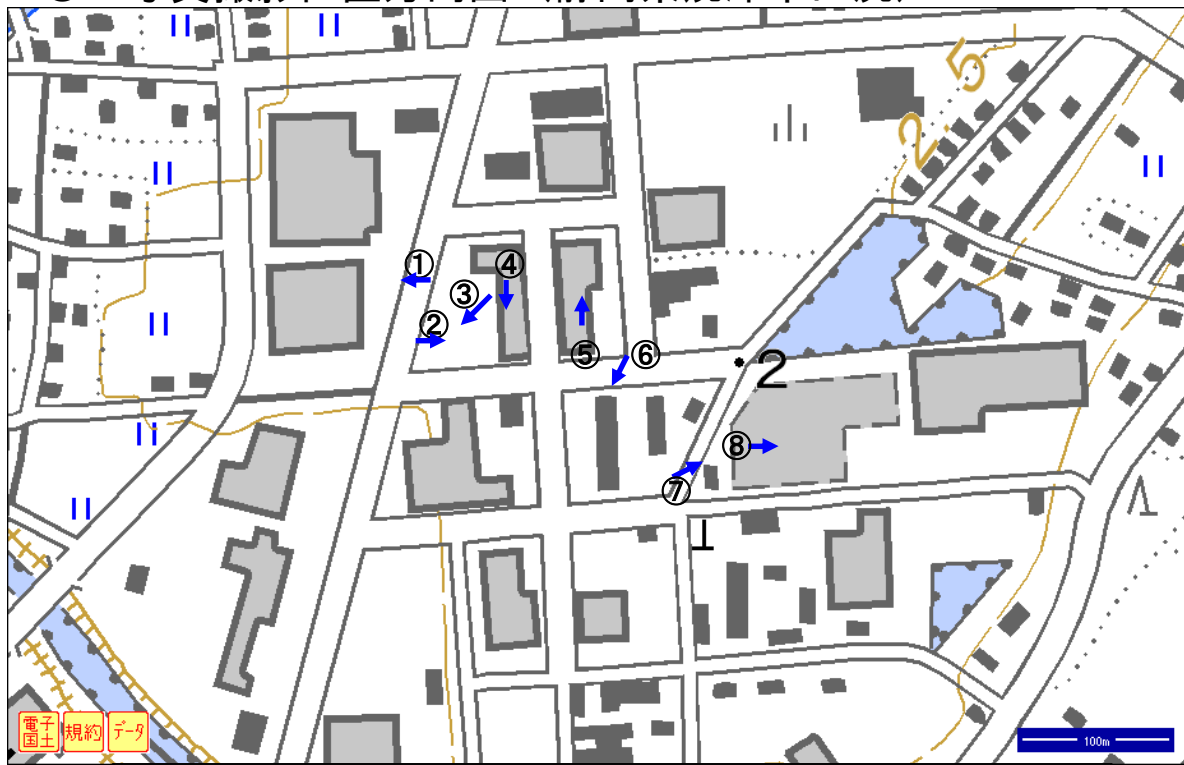
○ 被害発生地域拡大図（静岡県焼津市田尻）



黒実線矢印は物が飛んだ方向を表している。

● 被害の発生した地点

○ 写真撮影位置方向図（静岡県焼津市田尻）



番号は各被害写真番号に対応し、青矢印は撮影方向を表している。

○ 被害状況写真（焼津市田尻）



① 工場で作業中に積み上げていたコンテナが突風で落下し、破損したフェンスとガードレール



② 突風により、車が浮き上がって移動し、隣の車に接触した



③ 側溝の蓋が飛散



④ 屋根が剥離



⑤ 屋根の一部破損



⑥ 外壁の一部破損



⑦ 破損したフェンス

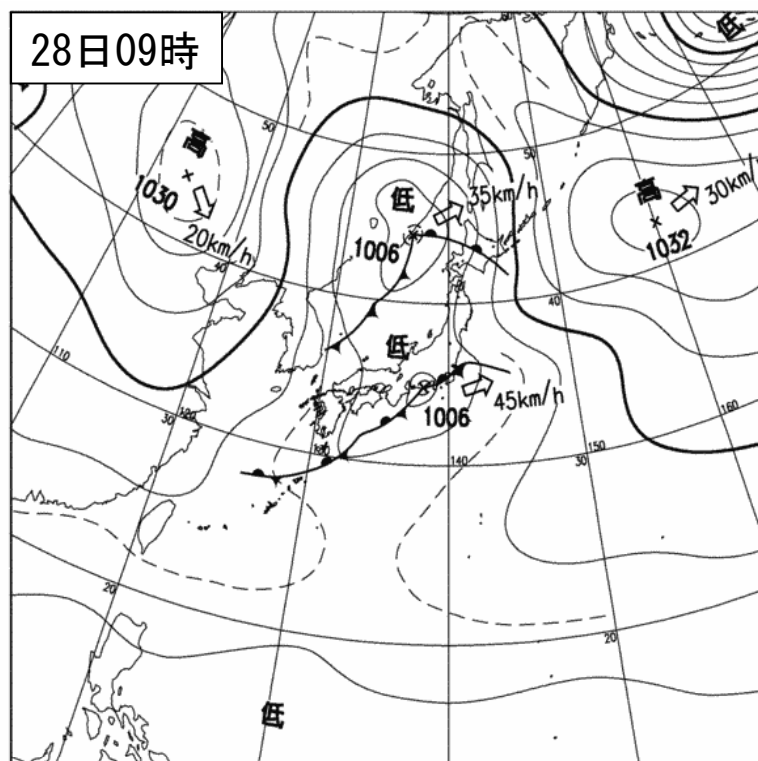


⑧ 破損したスレート屋根

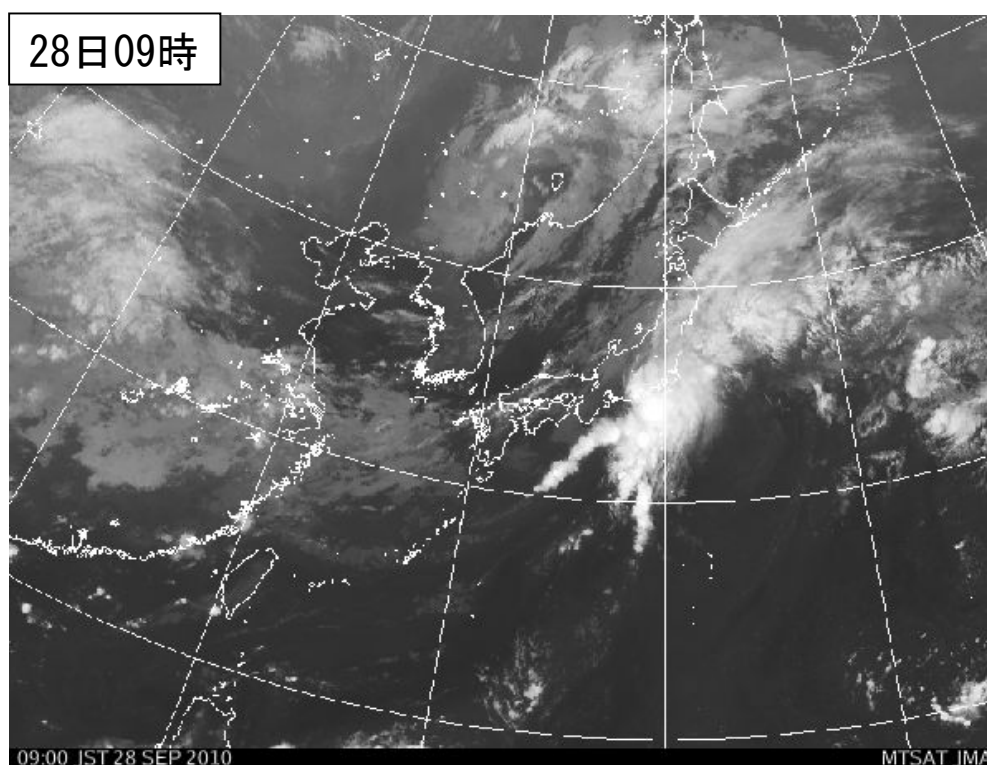
* 掲載写真のうち、①②③④⑥は、焼津市消防防災局提供

3 気象の状況

3-1 地上天気図および気象衛星画像

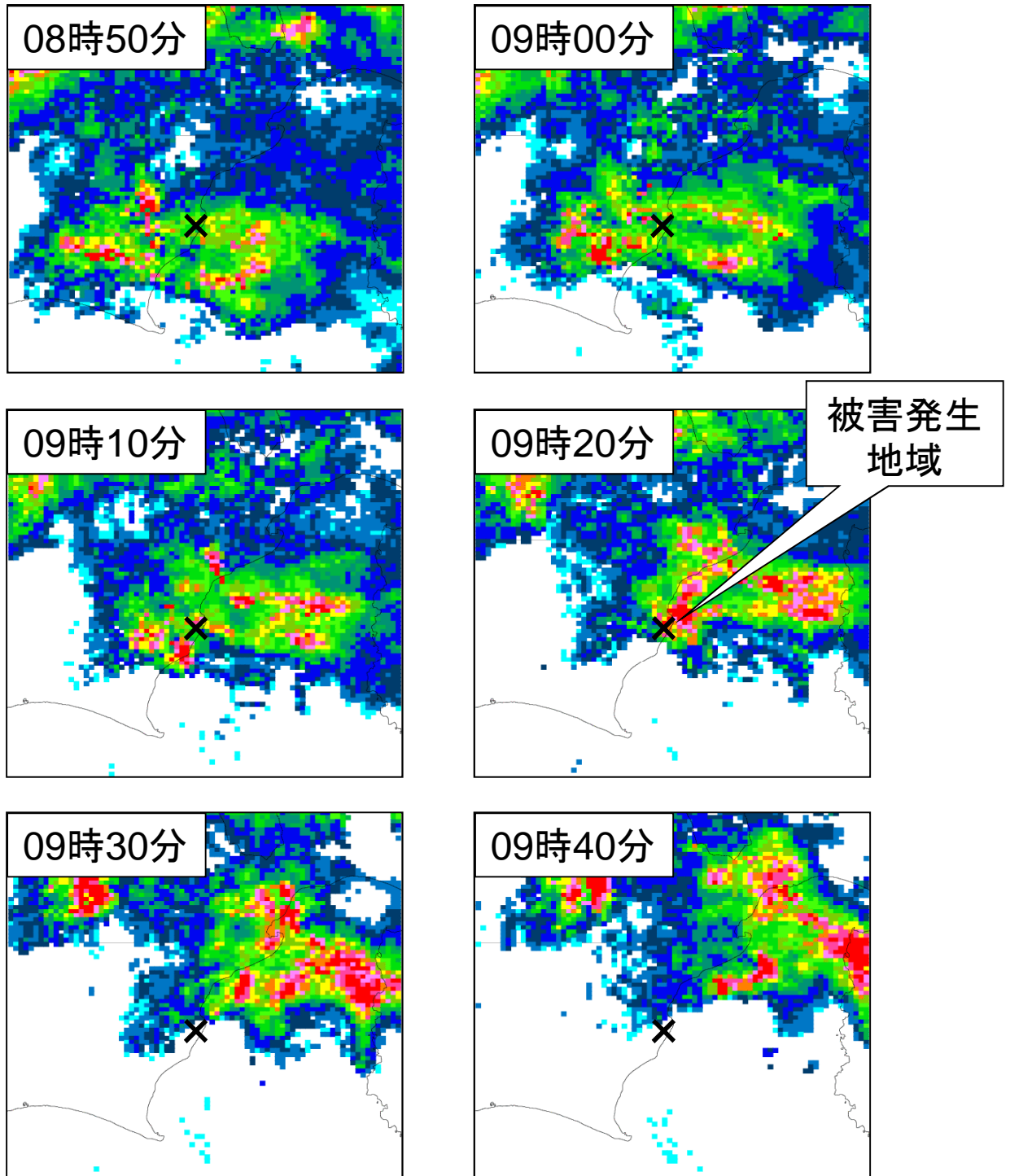


地上天気図 9月28日09時

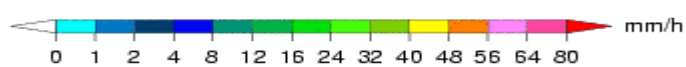


気象衛星「ひまわり7号」赤外画像9月28日09時

3-2 静岡県焼津市で突風害の発生した時間帯のレーダーによる雨雲の様子



レーダーエコー強度図（全国合成レーダー）



平成22年9月28日08時50分～09時40分

图中×印は被災発生地域を示す。

3-3 静岡県焼津市近隣の風向風速データ (H22.9.28 09:00-09:30)

静岡地方気象台

| 年 | 月 | 日 | 時 | 分 | 前1分最大瞬間風速 (m/s) | 風向 (16方位) |
|------|---|----|---|----|--------------------|--------------|
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 1 | 2.0 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 2 | 1.5 | 北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 3 | 1.3 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 4 | 1.4 | 北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 5 | 1.4 | 北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 6 | 1.5 | 北北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 7 | 2.7 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 8 | 2.7 | 北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 9 | 2.7 | 北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 10 | 2.6 | 北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 11 | 2.3 | 北北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 12 | 2.3 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 13 | 3.0 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 14 | 3.2 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 15 | 3.5 | 北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 16 | 3.0 | 北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 17 | 3.0 | 東北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 18 | 3.0 | 東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 19 | 4.2 | 東北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 20 | 4.2 | 北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 21 | 5.3 | 北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 22 | 3.2 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 23 | 2.4 | 東北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 24 | 3.2 | 東北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 25 | 3.8 | 東北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 26 | 4.2 | 北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 27 | 5.1 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 28 | 3.9 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 29 | 2.2 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 30 | 1.5 | 東北東 |

静岡空港

| 年 | 月 | 日 | 時 | 分 | 前1分最大瞬間風速 (m/s) | 風向 (16方位) |
|------|---|----|---|----|--------------------|--------------|
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 1 | 8.2 | 南南西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 2 | 10.3 | 南南西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 3 | 7.2 | 南南西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 4 | 7.2 | 西北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 5 | 7.7 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 6 | 4.1 | 北北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 7 | 5.7 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 8 | 6.7 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 9 | 5.7 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 10 | 7.2 | 北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 11 | 7.2 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 12 | 6.2 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 13 | 4.1 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 14 | 5.1 | 北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 15 | 5.1 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 16 | 5.1 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 17 | 6.2 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 18 | 6.2 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 19 | 5.1 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 20 | 5.1 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 21 | 5.1 | 北北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 22 | 3.6 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 23 | 2.6 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 24 | 3.1 | 北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 25 | 3.6 | 北北東 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 26 | 6.2 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 27 | 7.7 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 28 | 7.2 | 北 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 29 | 5.7 | 北北西 |
| 2010 | 9 | 28 | 9 | 30 | 5.1 | 北西 |

4 注意報・警報・気象情報の発表状況

静岡地方気象台発表

焼津市の警報・注意報発表状況

| 発表時刻 | 警 報 | | 注 意 報 | | | |
|-----------------|-----|----|-------|----|----|----|
| | | | 雷 | 洪水 | 雷 | |
| 2010/9/27 18:15 | | | 雷 | | | |
| 2010/9/27 23:50 | | | 大雨 | 洪水 | 雷 | |
| 2010/9/28 04:56 | | | 大雨 | 洪水 | 雷 | |
| 2010/9/28 07:22 | 大雨 | | 洪水 | 雷 | | |
| 2010/9/28 08:34 | 大雨 | 洪水 | 雷 | | | |
| 2010/9/28 09:49 | 大雨 | | 洪水 | 雷 | 強風 | 波浪 |
| 2010/9/28 11:29 | | | 大雨 | 洪水 | 強風 | 波浪 |

注 27日18時から28日12時までに発表した警報・注意報を対象とした。

静岡県気象情報の発表状況

| | |
|-----------------|-------------------------|
| 2010/9/28 01:02 | 大雨と雷及び突風に関する静岡県気象情報 第1号 |
| 2010/9/28 05:46 | 大雨と雷及び突風に関する静岡県気象情報 第2号 |
| 2010/9/28 11:35 | 大雨と雷及び突風に関する静岡県気象情報 第3号 |

静岡県竜巻注意情報の発表状況

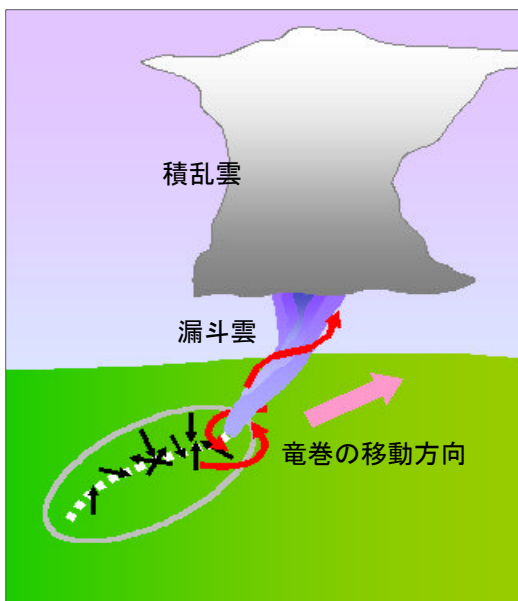
| | |
|-----------------|---------------|
| 2010/9/28 08:26 | 静岡県竜巻注意情報 第1号 |
| 2010/9/28 09:27 | 静岡県竜巻注意情報 第2号 |

5 参考資料

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の原因を「竜巻」、「ダウンバースト」、「その他の突風」のうち、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の場合には、「Fスケール」というものさしを使って被害の状況から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くなっていますので、地表面の近くでは風は渦に向かって内側に、普通は反時計回りの方向に回転しながらせん状に吹き込み、漏斗雲の中に急速に巻き上がっていきます。



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。



実際の竜巻の移動経路と風向分布

(新野ほか、1991)

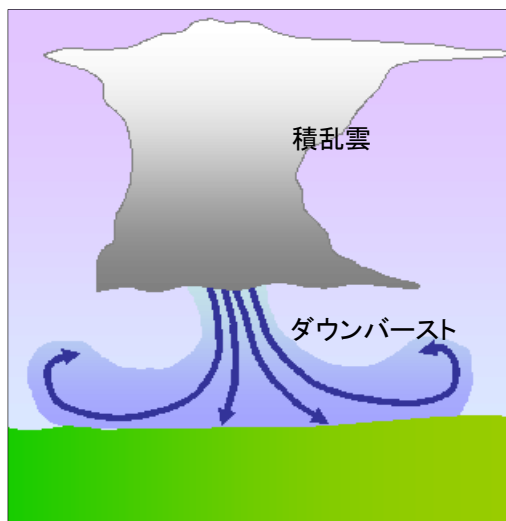
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級ともいわれる竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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。
- 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。
- 重量物（屋根・扉など）が舞い上げられたように移動する。
- 漏斗雲を目撃したり、飛散物が筒状に舞い上がっているのを目撃する。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

積雲や積乱雲から爆発的に吹き下ろす気流およびこれが地表に衝突して吹き出す破壊的な気流をダウンバーストといいます。ダウンバーストはその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呼んでいます。



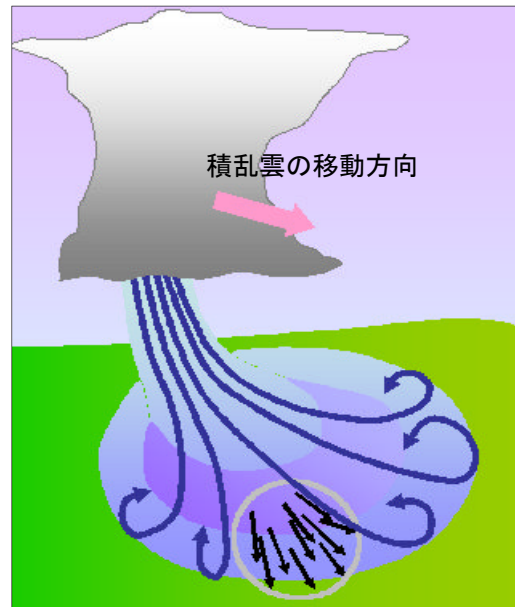
ダウンバーストのイメージ図

ダウンバーストは積乱雲から発生する、冷えて重くなった強い下降流のことで、地面に到達後激しく発散します。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。

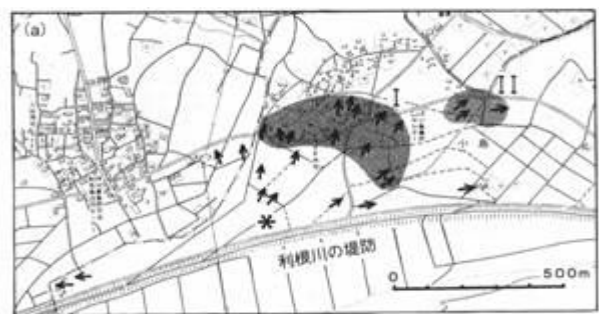
- 強風の吹き始めから終わりまでほぼ風向が一定である。
- 発生場所付近に対応するレーダーエコーがある。
- 気圧が上昇する。
- 強風の開始と同時に気温が下降し、湿度が上昇する。
- 被害地域が竜巻のように「帯状」ではなく、「面的」に広がる。
- 残された飛散物の飛散方向や倒壊物の方向は同じか、ある点から広がる形となる。

□竜巻の時のようなゴーという音はしない。



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。



実際のダウンバーストの被害

(大野、2001)

平成2（1990）年7月19日午後、埼玉県妻沼町で発生したダウンバーストの被害の調査結果です。矢印はとうもろこしや樹木が倒れたり、屋根が飛んだ方向を示しています。*印のところから放射状に被害が広がっています。影域は被害が甚大な領域で、大木が折れたり家屋が倒壊したりしました。

その他の突風

その他の突風には、ガストフロントによる突風やじん旋風などがあります。ガストフロントは雷雨から流れ出して周囲へと広がる冷気の手先で、“突風前線”と呼ばれることもあります。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、竜巻のように積乱雲や積雲に伴って発生するのではなく、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(藤田のスケール)とは

Fスケール(藤田のスケール)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により1971年に考案された風速のスケール(日本気象学会編、1992)です。日本ではこれまでF4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

$$V=6.3(F+2)^{1.5} \quad (\text{m/s})$$

で与えられ、F1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)、F12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に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。

【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

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。

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.

本資料について

今回、竜巻と推定される現象確認の作業を実施したことから本資料を作成しました。

この調査資料を作成するにあたり、焼津市消防防災局や被災された方々から、多くのご協力をいただきました。あらためて、ここに謝意を表します。

静岡地方気象台

問い合わせ先

静岡地方気象台 防災業務課

電話：054-286-3521