

# 現地災害調査速報

平成23年7月18日に三重県津市及び亀山市で発生した突風について

## 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23年7月25日

注) この資料は、速報として取り急ぎ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。

津 地 方 気 象 台  
東 京 管 区 気 象 台

# 1 突風の原因と気象概況

7月18日19時10分頃に津市河芸町(カゲチヨウ)で突風が発生し、屋根瓦のめくれや落下などの被害が発生した。また、同日19時30分頃に亀山市白木町(シラキヨウ)から関町白木一色(セキヨウシラキイツキ)にかけて突風が発生し、電柱の折れや車の横転などの被害が発生した。

このため21日、津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) 津市河芸町で発生した突風

#### 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、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。
- ・被害や痕跡は、長さ約850m、幅60mの帯状に分布していた。
- ・被害や痕跡から推定した風向の一部に回転性を示す部分があった。
- ・被害地付近で飛散物を巻き上げながら移動する渦の目撃証言が複数あった。

#### 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)

- ・複数の住家で屋根瓦のめくれや落下があった。

### (2) 亀山市白木町から関町白木一色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、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。
- ・被害や痕跡は、断続的に長さ約1400m、幅160mの帯状に分布していた。
- ・被害や聞き取りから推定した風向は多くが東からの風であるが、一部に様々な風向がみられた。
- ・被害地付近で飛散物を巻き上げながら移動する渦の目撃証言が複数あった。

#### ② 強さ(藤田スケール)

この突風の強さは藤田スケールでF1と推定した。

(根拠)

- ・複数の電柱が折れた。
- ・車の横転があった。

### 1-2 気象概況

7月18日は、大型で非常に強い台風第6号が、18時には種子島の南東海上をゆっくり北に進んでいた。三重県ではこの台風の北上に伴い、南からの湿った空気が流れ込んでおり、大気の状態が非常に不安定となっていた。

突風が発生した時間に津市及び亀山市の被害地付近を活発な積乱雲が通過中であった。

### 1-3 突風被害発生地域



### 謝辞

この調査資料を作成するにあたり、関係機関の方々、三重県津市及び亀山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

実施官署：津地方気象台

実施場所：三重県津市、亀山市

実施日時：平成23年7月21日 09時30分～17時00分

### 2-1 被害状況

#### (1) 津市

- ・住家被害：13件（屋根瓦のめくれと外壁の破損）
  - ・非住家被害：4件（倉庫の屋根、外壁の破損）
  - ・その他：3件（門扉、カーポート等の破損）
- （津市による：7月20日17時00分現在）

#### (2) 亀山市

- ・住家被害：7件（屋根瓦のめくれ、工場屋根の飛散）
  - ・その他：複数の電柱の折れ、乗用車の横転等
- （気象台の情報収集による）

### 2-2 聞き取り状況

#### (1) 津市

##### A氏（河芸町）

- ・店の閉店が19時で、その後の店仕舞いをしているとき。
- ・ビニールハウスのビニールが巻いて飛んでいた。
- ・グレーの漏斗状の雲を見た。はじめは細く、次第に太くなり、南から北に移動して行った。
- ・耳鳴り等身体的異常は感じなかった。
- ・強い雷があり、強い雨が降ったが、ひょうは降らなかった。屋外にいて暑かった。

##### B氏（河芸町） ※:上記のA氏とは別の店舗

- ・店は19時閉店で、閉店後の作業をしている19時10分から19時15分頃だと思う。
- ・西方向に細い漏斗状の雲が遠ざかって行くのを見た。
- ・同僚が、自分が漏斗状の雲を見た時間より前に東方向に漏斗状の渦を見たと言っていた。鳥が飛んでいるように飛散物が上空を巻いていた。
- ・「ゴー」という音が5秒程度した。そのとき、下ろしたシャッターが振動しガタガタと音がした。
- ・耳鳴り等身体的異常や、気温変化は感じなかった。
- ・弱い雨が降ったり止んだりしていたが、ひょうは降らなかった。
- ・金網フェンスが西側に傾いていた（物が当たったかは不明）。
- ・駐車場の軽自動車空中に浮いて、その場に落ちた。
- ・駐車場の別の乗用車のバイザーがはずれて飛んだ。

C氏 (河芸町)

- ・家の中にいて外は見えなかったが、「ゴー」と飛行機が降りるようなすごい音とともに、バキバキと音がした。地震の音にも感じた。動けなくてしゃがみ込んでいた。
- ・音は近づいてくるような感じで、2~3分間程度続いた。そのときの時刻は19時00分から10分頃の間である。
- ・耳鳴り等身体的異常は感じなかった。
- ・18時30分頃は強雨であったが、突風の時は弱い雨だったと思う。雷には気付かなかった。ひょうは降らなかった。
- ・自宅東側のウッドデッキが南西側にずれて壊れた。4.5畳ほどの鉄製物置は中身ごとバラバラになり、南西方向に100mにわたって散乱した。

D氏 (河芸町)

- ・車を運転中、突然「ゴー」と音がし、目の前に渦巻きがあり、工事用のカラーコーンが浮いてグルグルと渦を巻いていた。
- ・軽乗用車が2mほど浮き上がって、そのままの姿勢で落ちるのを見た。
- ・弱い雨が降っていたが、雷は見えていないし、ひょうは降らなかった。
- ・時刻は、19時過ぎだったと思う。

(2) 亀山市

E氏 (白木町)

- ・雨は止んでいたが、その前後には降っていた。雷が鳴っていた。
- ・耳鳴り等身体的異常は感じなかった。
- ・道路の電柱6本が西側へ倒れた。
- ・会社敷地内南東側のコンテナウィングがちぎれて北西へ飛んだ。
- ・会社敷地内南西側のプレハブ小屋が南へ飛んだ。

F氏 (白木町)

- ・家の中で風の音がし、窓から外を見たら舞い上がる垂直の渦があった。
- ・「ヒュー」と音がして、巻き上げたとき「ゴー」という音がした。
- ・耳鳴り等身体的異常は感じなかった。
- ・雨がポツポツ降っていたが、雷は見なかった。ひょうは降らなかった。

G氏 (白木町)

- ・家の中で、ジェット機が降りてくるような音を聞いた。その後停電となった。
- ・小雨が降り、雷もあった。ひょうは降らなかった。
- ・停電後、家の外に出たが既に風は吹いておらず、雨も降っていなかった。

○被害発生地域図（三重県津市、亀山市）



亀山地域気象観測所

津地方気象台

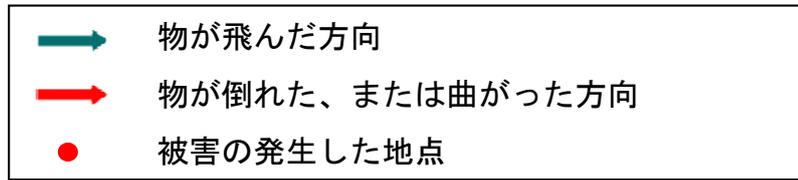
被害発生地域拡大図①（津市河芸町） . . . . . P.6

被害発生地域拡大図②（亀山市白木町～関町白木一色） . . . . . P.7

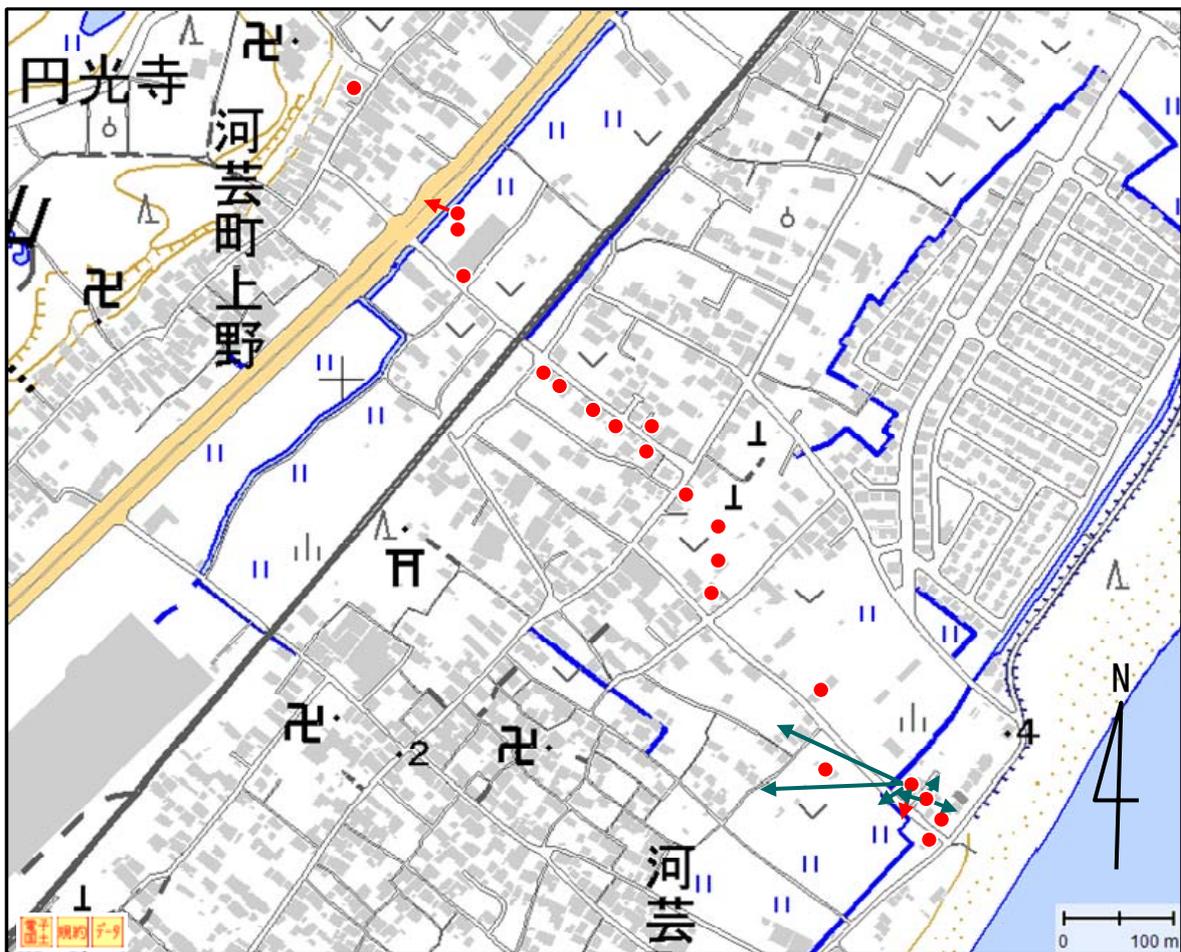
津地方気象台 時系列データ . . . . . P.12

亀山地域気象観測所 時系列データ . . . . . P.12

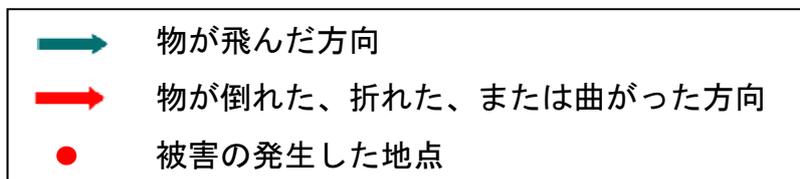
# ○被害発生地域拡大図



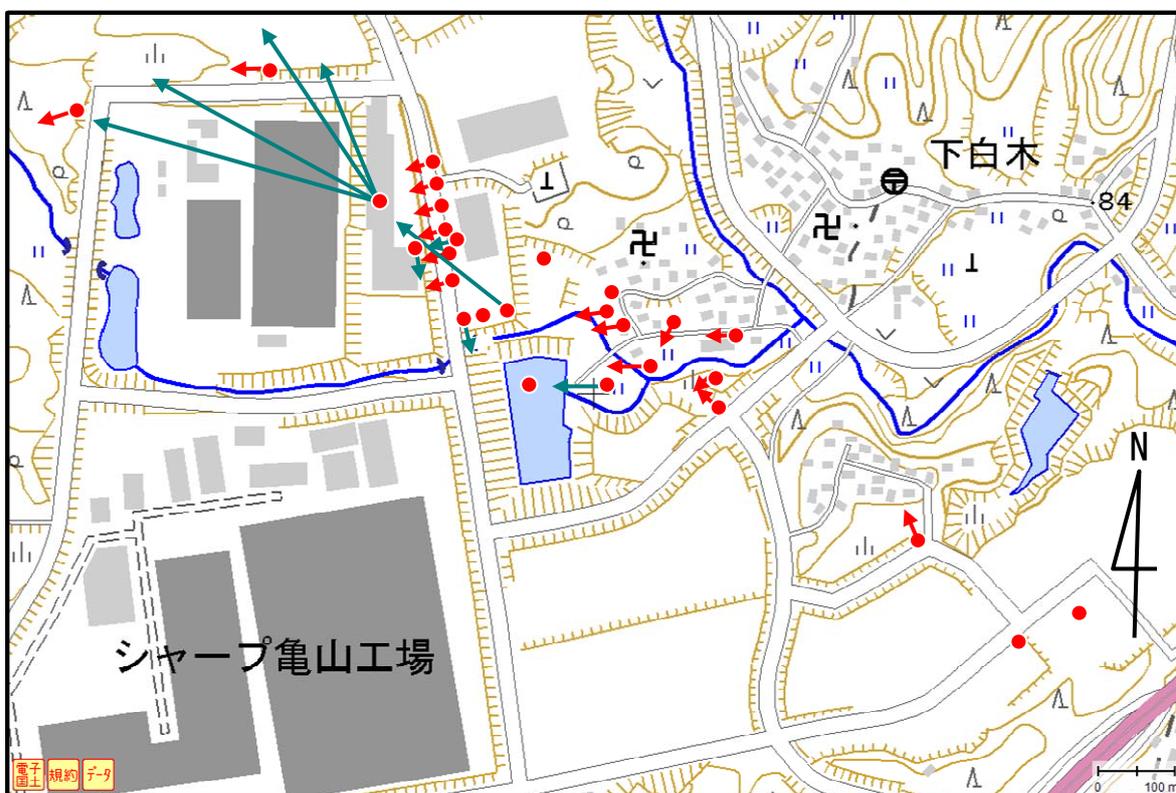
## 拡大図①（津市河芸町）



# ○被害発生地域拡大図



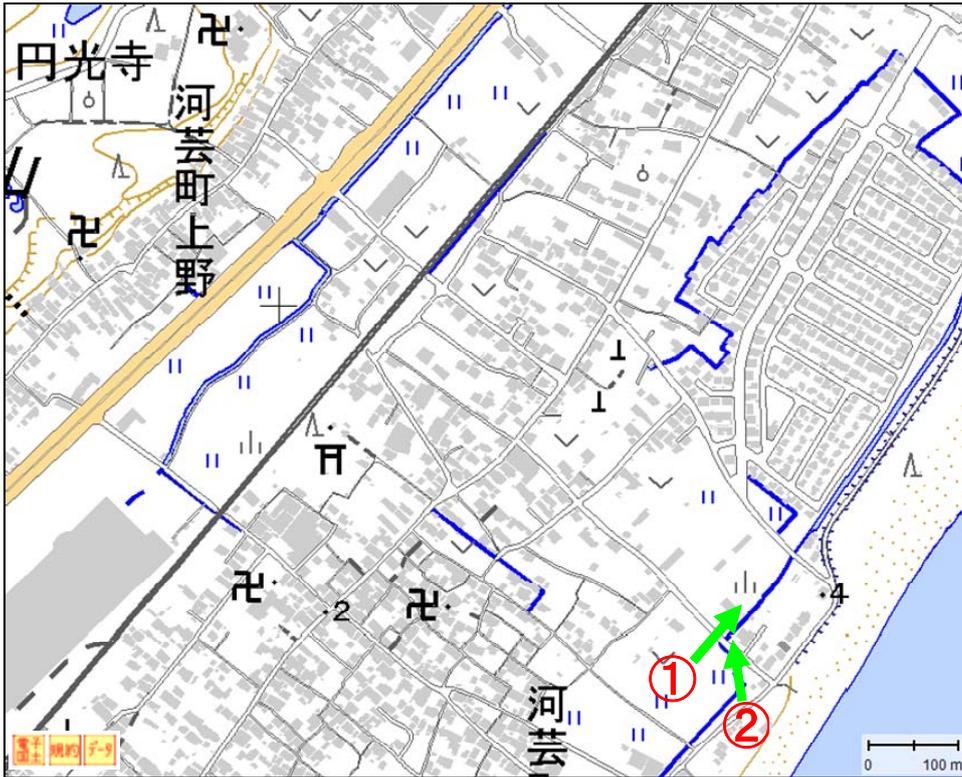
拡大図②（亀山市白木町～関町白木一色）



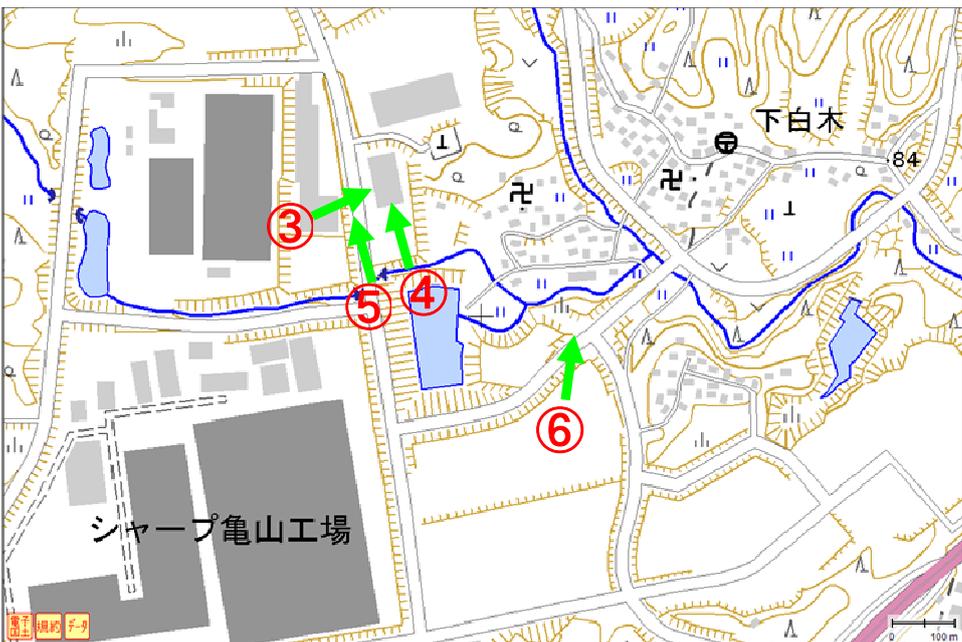
# ○写真撮影位置方向図

➡ 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。

拡大図①（津市河芸町）



拡大図②（亀山市白木町～関町白木一色）



## ○被害状況写真



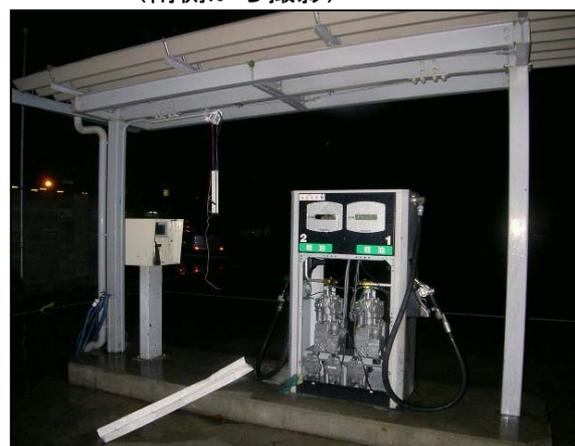
① 津市 スチール製物置飛散（跡）  
本体と中身は南西100mに散乱  
（南西側から撮影）



② 津市 南側にウッドデッキ倒壊  
周辺の木材は倒壊に伴い散乱した  
ものを収集  
（南側から撮影）



③ 亀山市 車が西に5m飛ばされ柵を越えて  
横転  
（西南西側から撮影）



④ 亀山市 照明灯脱落・給油機筐体一部飛散  
【亀山市提供】（南側から撮影）

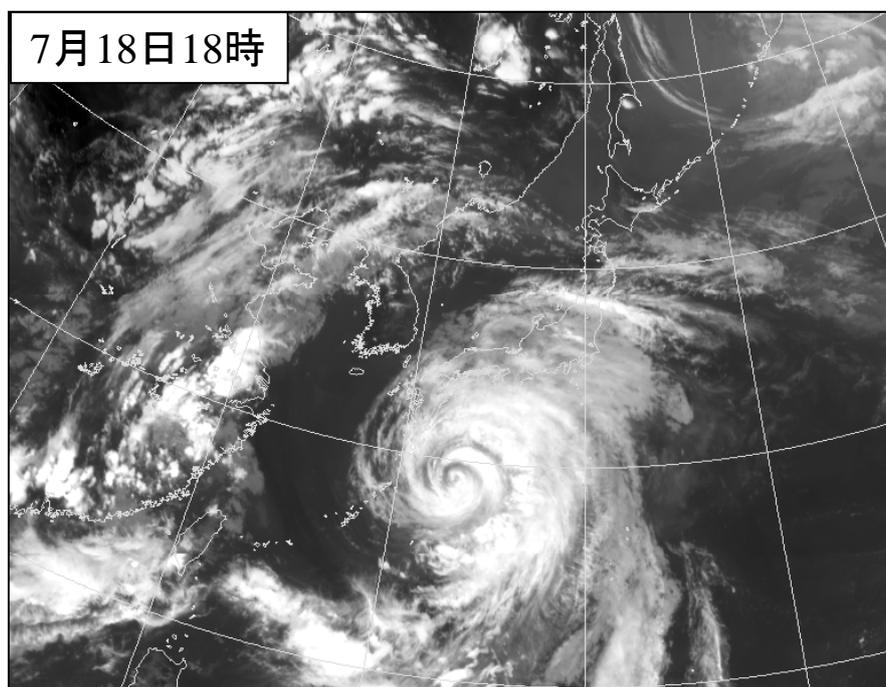
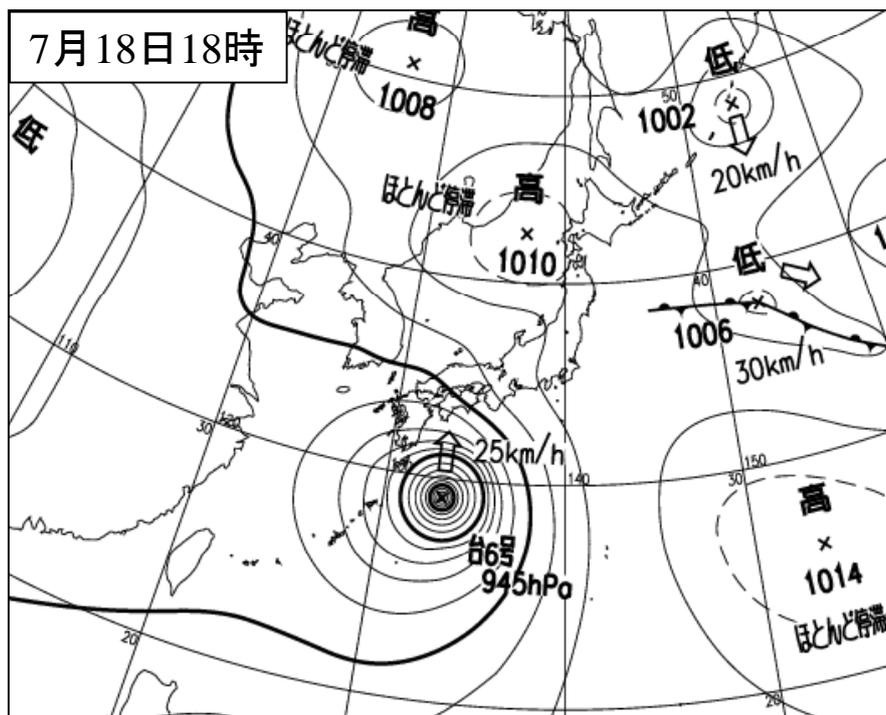


⑤ 亀山市 電柱西側へ倒壊  
【亀山市提供】（南側から撮影）



⑥ 亀山市 ガードレールが北側に横転  
レールに擦痕なし  
（南南西側から撮影）

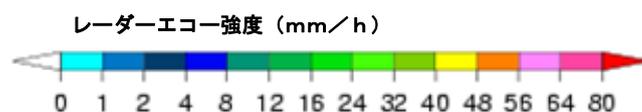
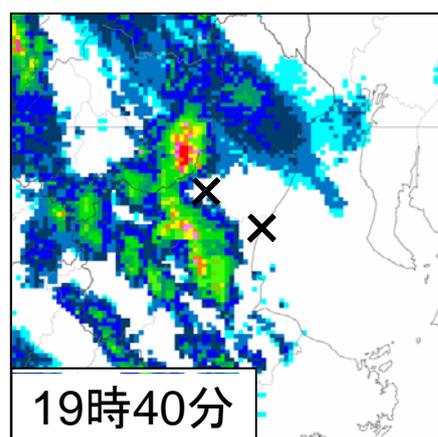
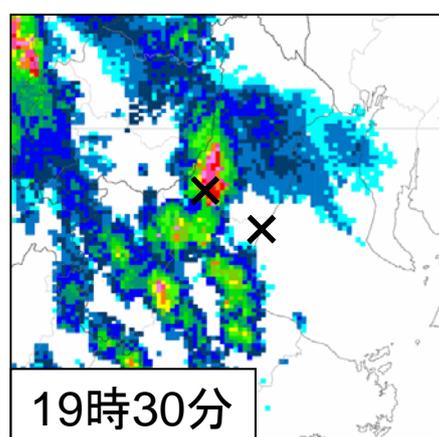
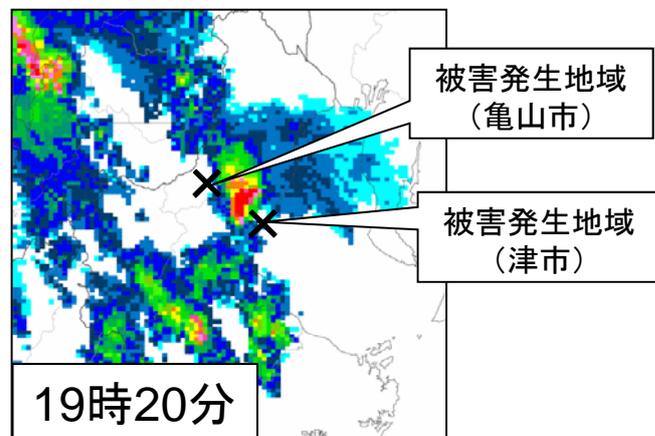
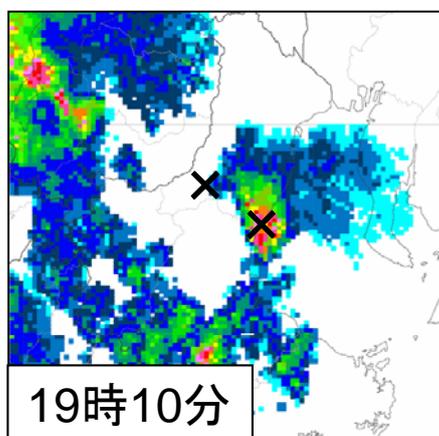
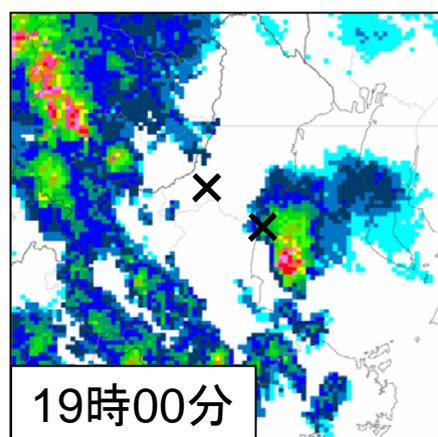
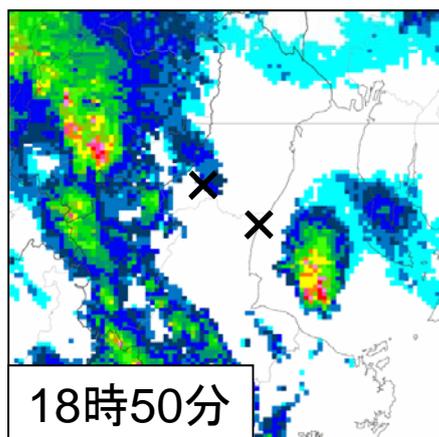
### 3 気象の状況



地上天気図および気象衛星「ひまわり7号」赤外画像

平成23年7月18日18時

三重県津市及び亀山市で突風の発生した時間帯の気象レーダーによる雨雲の様子

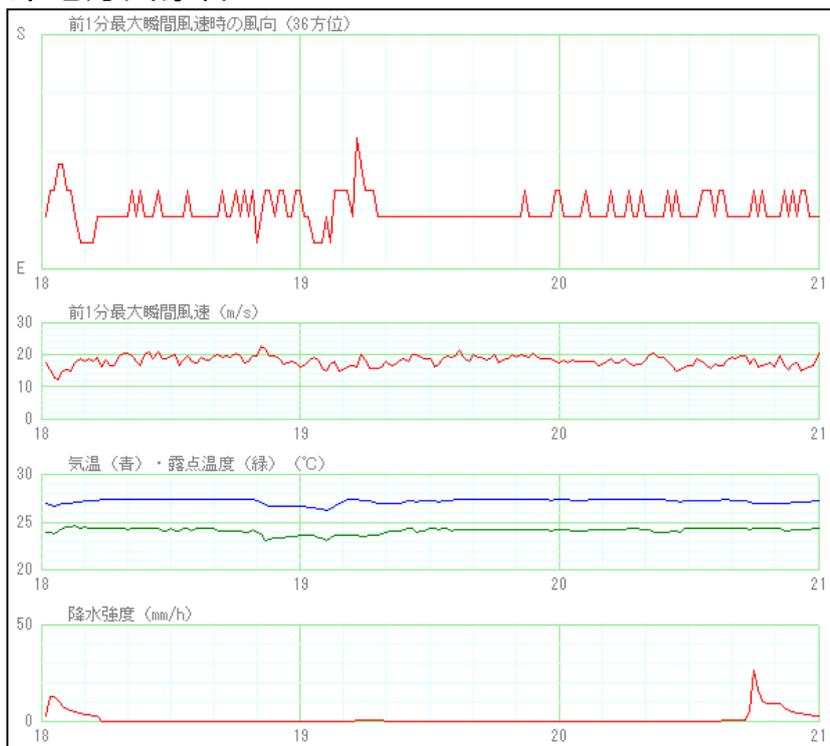


レーダーエコー強度図 (合成レーダー)

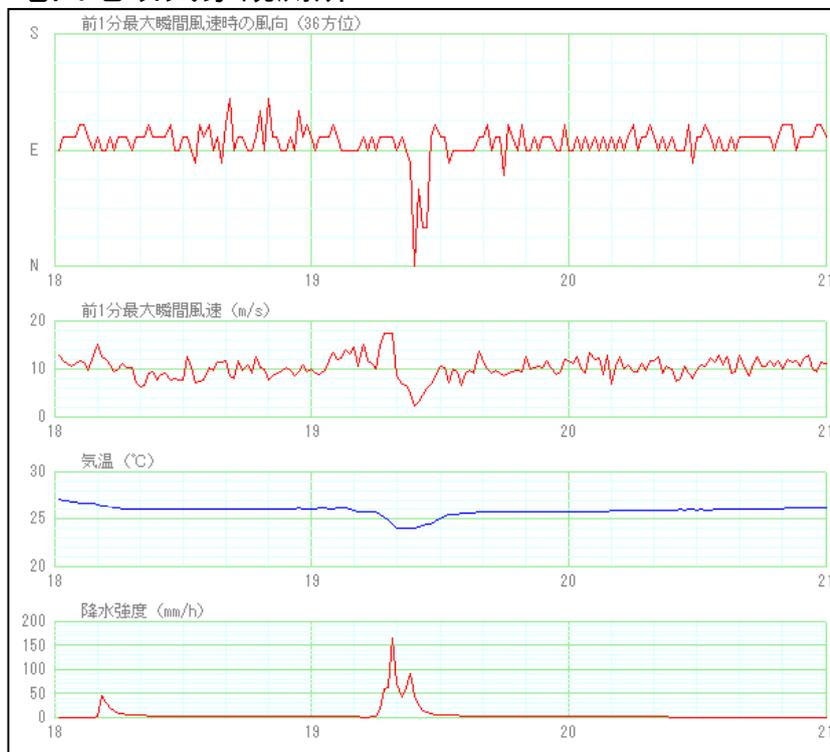
平成23年7月18日18時50分～19時40分  
 図中×印は被害発生地域を示す。

# 津地方気象台及び亀山地域気象観測所 時系列データ

## 津地方気象台



## 亀山地域気象観測所



1分値時系列データ(7月18日18時00分～21時00分)

上から前1分最大瞬間風速時の風向、前1分最大瞬間風速、  
気温(津は気温と露点温度)、降水強度を示す。

## 4 警報・注意報及び気象情報の発表状況

三重県（津地方気象台発表）

平成23年7月18日

### ○警報・注意報

（津市）

●：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 下線：警報から注意報

| 発表時刻              | 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 |  |
|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|-------|-------|--|
| 平成23年7月18日 00時37分 |       |      |      |      |      |      |      |       |       |       | ●    |       | ○     |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 02時02分 |       |      |      |      |      |      |      |       |       |       | ○    |       | ○     |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 15時46分 |       |      |      |      |      |      |      | ●     |       |       | ○    | ●     | ○     |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 17時44分 |       |      |      |      |      |      |      | ○     |       |       | ○    | ○     | ○     |       | ●     |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 18時33分 |       | 土    |      |      |      |      |      |       |       |       | ○    | ○     | ○     |       | ○     |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 23時14分 |       | 土    |      |      |      |      |      |       |       |       | ○    | ○     | ○     |       | ○     |       |       |       |        |       |      |       |       |  |

（亀山市）

●：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 下線：警報から注意報

| 発表時刻              | 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 |  |
|-------------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|-------|-------|--|
| 平成23年7月18日 00時37分 |       |      |      |      |      |      |      |       |       |       | ●    |       |       |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 02時02分 |       |      |      |      |      |      |      |       |       |       | ○    |       |       |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 15時46分 |       |      |      |      |      |      |      | ●     |       |       | ○    |       |       |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 17時44分 |       |      |      |      |      |      |      | ○     |       |       | ○    |       |       |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 18時33分 |       |      |      |      |      |      |      | ○     |       |       | ○    |       |       |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |  |
| 平成23年7月18日 23時14分 |       |      |      |      |      |      |      | ○     |       |       | ○    |       |       |       |       |       |       |       |        |       |      |       |       |  |

※ 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。

### ○三重県竜巻注意情報

| 発表時刻              | 発表情報          |
|-------------------|---------------|
| 平成23年7月18日 12時56分 | 三重県竜巻注意情報 第1号 |
| 平成23年7月18日 19時36分 | 三重県竜巻注意情報 第1号 |

### ○三重県気象情報

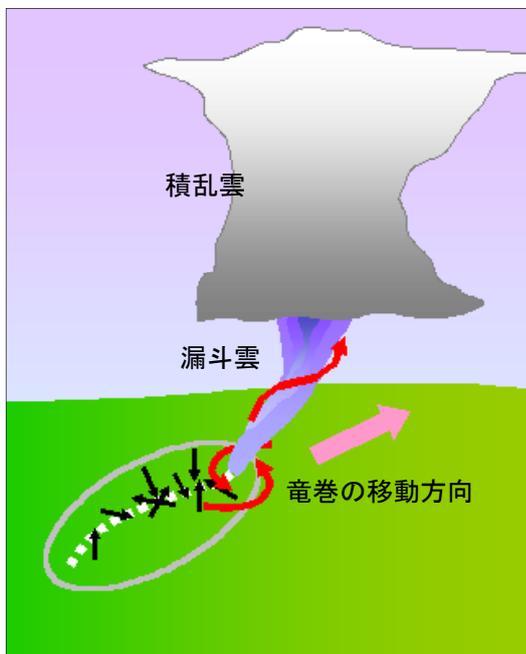
| 発表時刻              | 発表情報                 |
|-------------------|----------------------|
| 平成23年7月18日 05時30分 | 台風第6号に関する三重県気象情報 第2号 |
| 平成23年7月18日 17時13分 | 台風第6号に関する三重県気象情報 第3号 |

## 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）

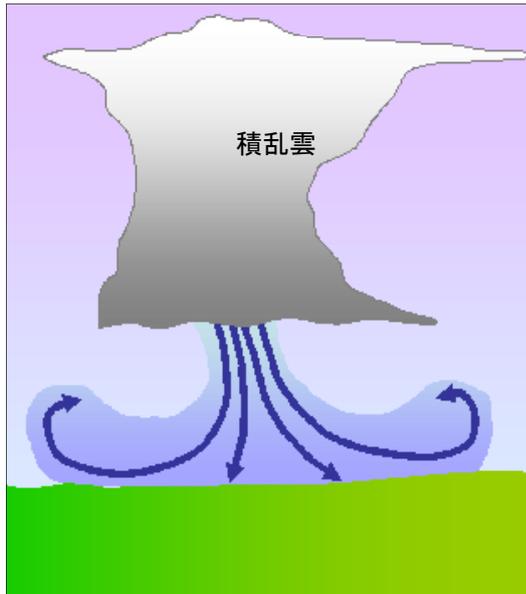
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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。水平的な広がり大きさにより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。

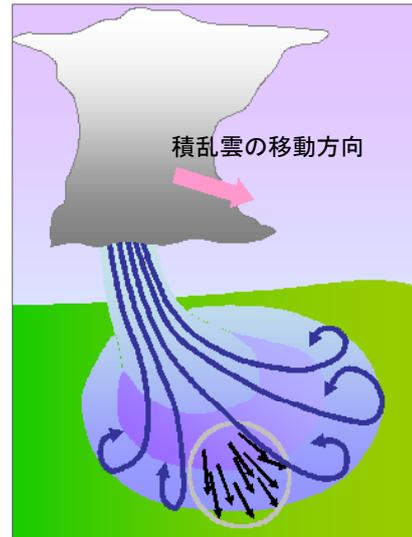


ダウンバーストのイメージ図

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。

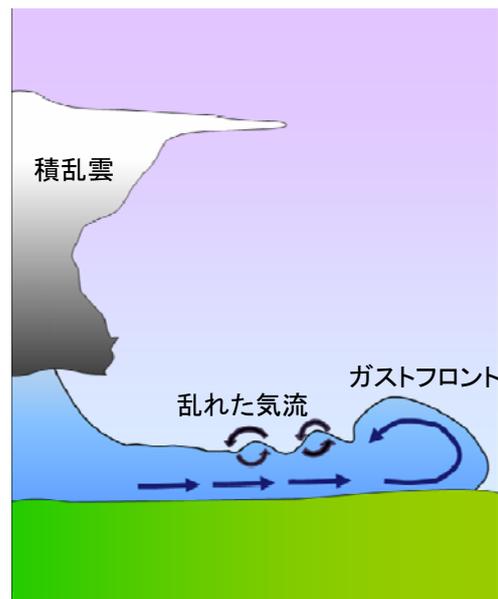


ダウンバーストの被害の様子

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。

## その他の突風

その他の突風には、じん旋風などがあります。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、積乱雲や積雲に伴って発生する竜巻とは異なり、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)

で与えられ、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。

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。

## 【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、大雨や暴風等によって人的な被害等を伴う災害が発生した場合、災害発生の変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。

東京管区気象台技術部気候・調査課

問い合わせ先

津地方気象台 防災業務課

東京管区気象台技術部気候・調査課

※ 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。