

平成 28 年 12 月 22 日に和歌山県日高郡印南町
及び御坊市で発生した突風について

現地調査報告書

－ 目次 －

1	はじめに	1～2
2	突風に関する分析結果	3～4
3	現地調査結果	5～14
4	気象の状況	15～16
5	和歌山地方気象台が執った措置	17～18
6	参考資料	19～20

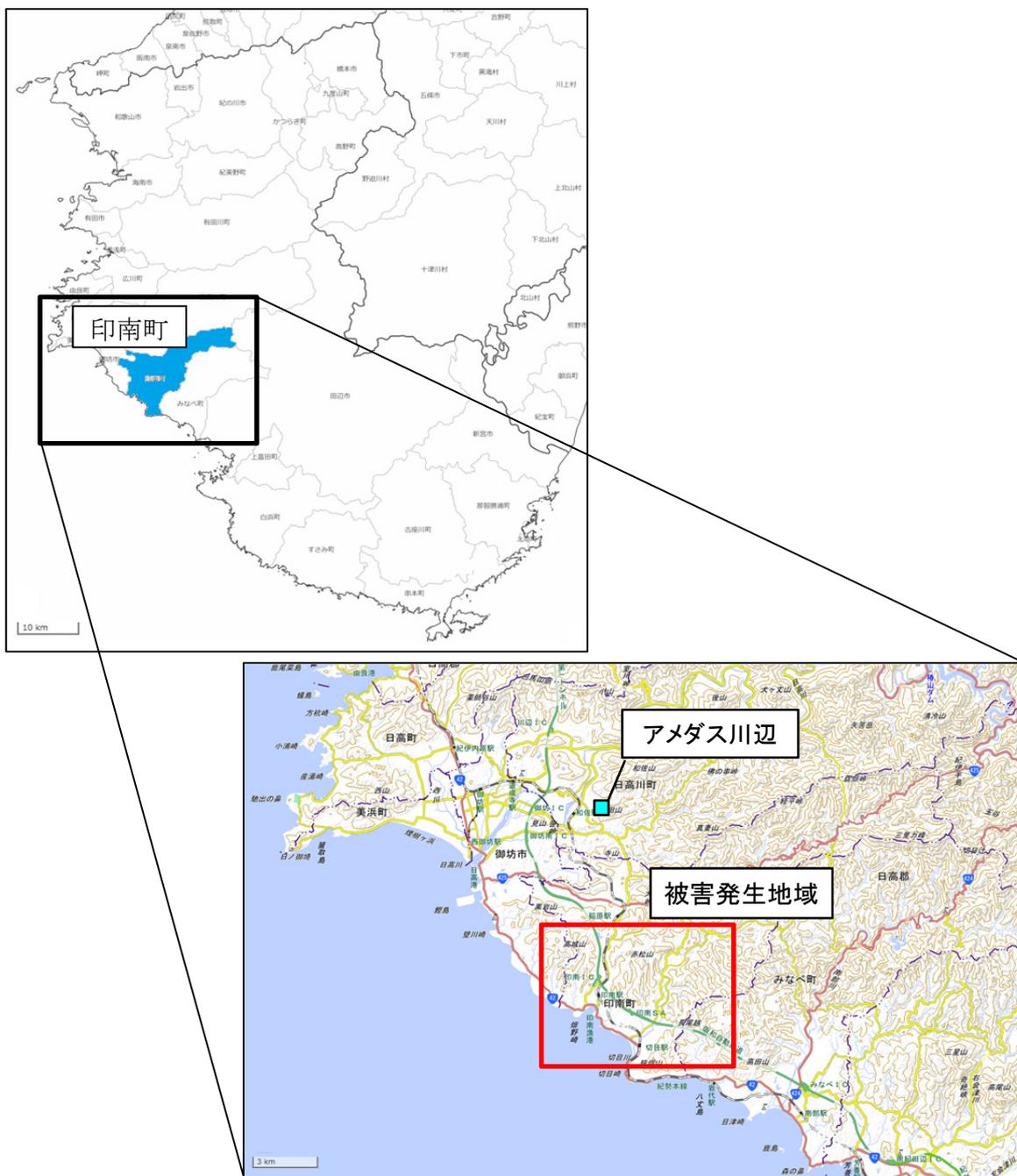
平成 29 年 4 月 10 日

和歌山地方気象台

(注) この資料は、後日内容の一部訂正や追加をすることがある。

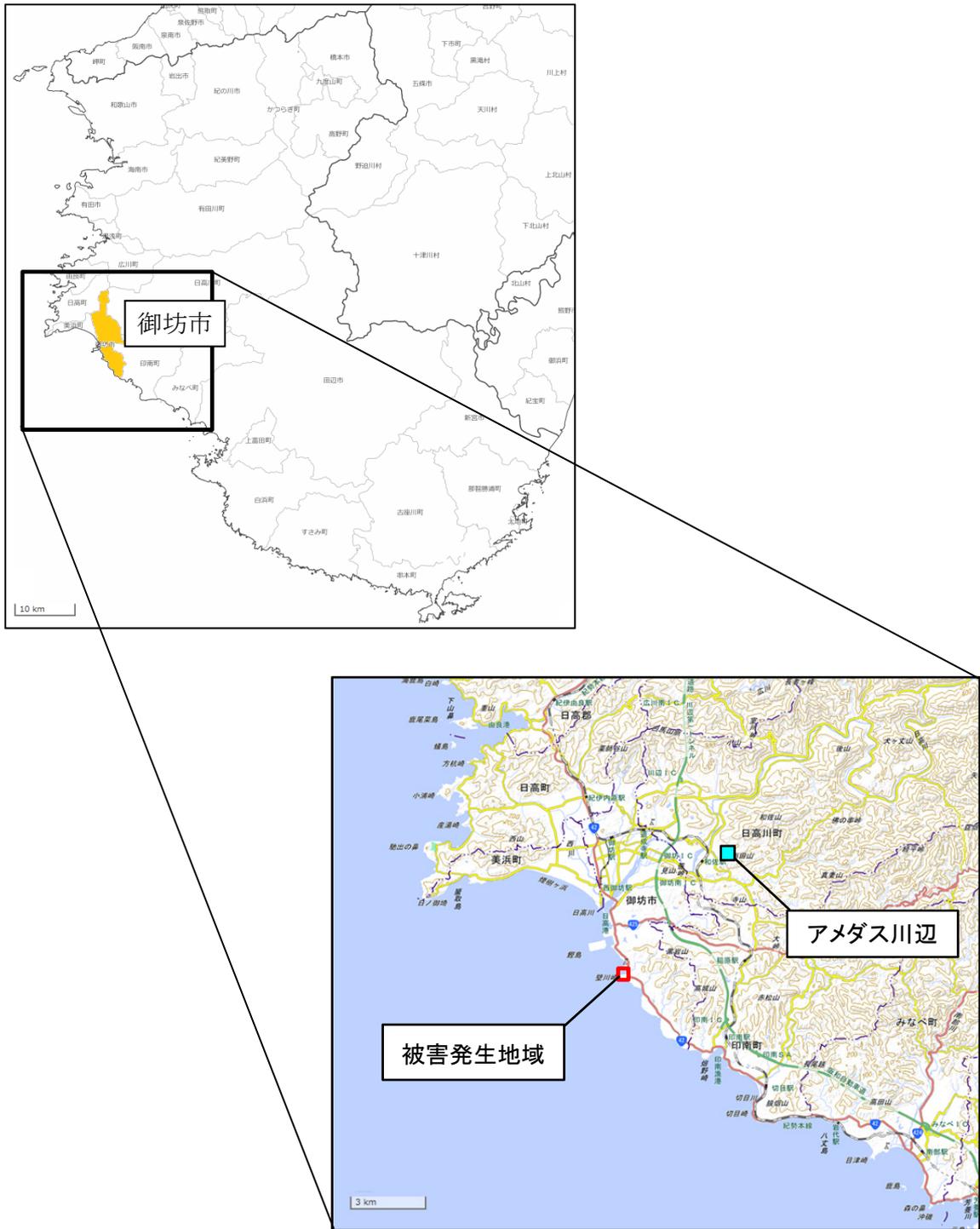
1 はじめに

平成 28 年 12 月 22 日 19 時 50 分頃、和歌山県日高郡印南町大字西ノ地（いなみちようおおあざにしのじ）から羽六（はろく）で突風が発生し、樹木の幹折れや農業用ハウスの鋼管の変形及び倒壊などの被害があった。また、同日 20 時 00 分頃、御坊市名田町野島（ごぼうしなだちょうのじま）で突風が発生し、農業用ハウスの鋼管の変形及び倒壊などの被害があった。和歌山地方气象台では、突風をもたらした現象を明らかにするため、12 月 25 日、職員を気象庁機動調査班（JMA-MOT）として現地に派遣し、現地調査を実施した。



出典：地理院地図

図 1 和歌山県日高郡印南町の位置(上図)と被害発生地域及びアメダス地点「川辺」(下図)



出典：地理院地図

図2 和歌山県御坊市の位置(上図)と被害発生地域及びアメダス地点「川辺」(下図)

2 突風に関する分析結果

2.1 印南町大字西ノ地から羽六

(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の種類は、竜巻の可能性のあるものの特定には至らなかった。

(根拠)

- ① 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。
- ② 被害または痕跡は帯状に分布していた。
- ③ 突風はごく短時間（1分程度）であったという複数の証言が得られた。

(特定に至らなかった理由)

被害、痕跡及び聞き取り資料から、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 50m/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)

- ・ 樹木の幹折れ

《根拠に用いた被害指標 (DI) 及び被害度 (DOD)》

被害指標 (DI) : 針葉樹

被害度 (DOD) : 幹折れ。幹に亀裂または折損。(代表値)

(3) 被害範囲

この突風による被害範囲は、長さ約 4.3km、幅約 270m であった。

2.2 御坊市名田町野島

(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の種類は、特定に至らなかった。

(特定に至らなかった理由)

- ① 被害の痕跡や分布から、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 現象の特定に結びつく有効な目撃情報や証言が得られなかった。

(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 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
- ・ 農業用ハウスの鋼管の倒壊

《根拠に用いた被害指標 (DI) 及び被害度 (DOD)》

被害指標 (DI) : 園芸施設

被害度 (DOD) : パイプハウスの鋼管の変形又は倒壊 (代表値)

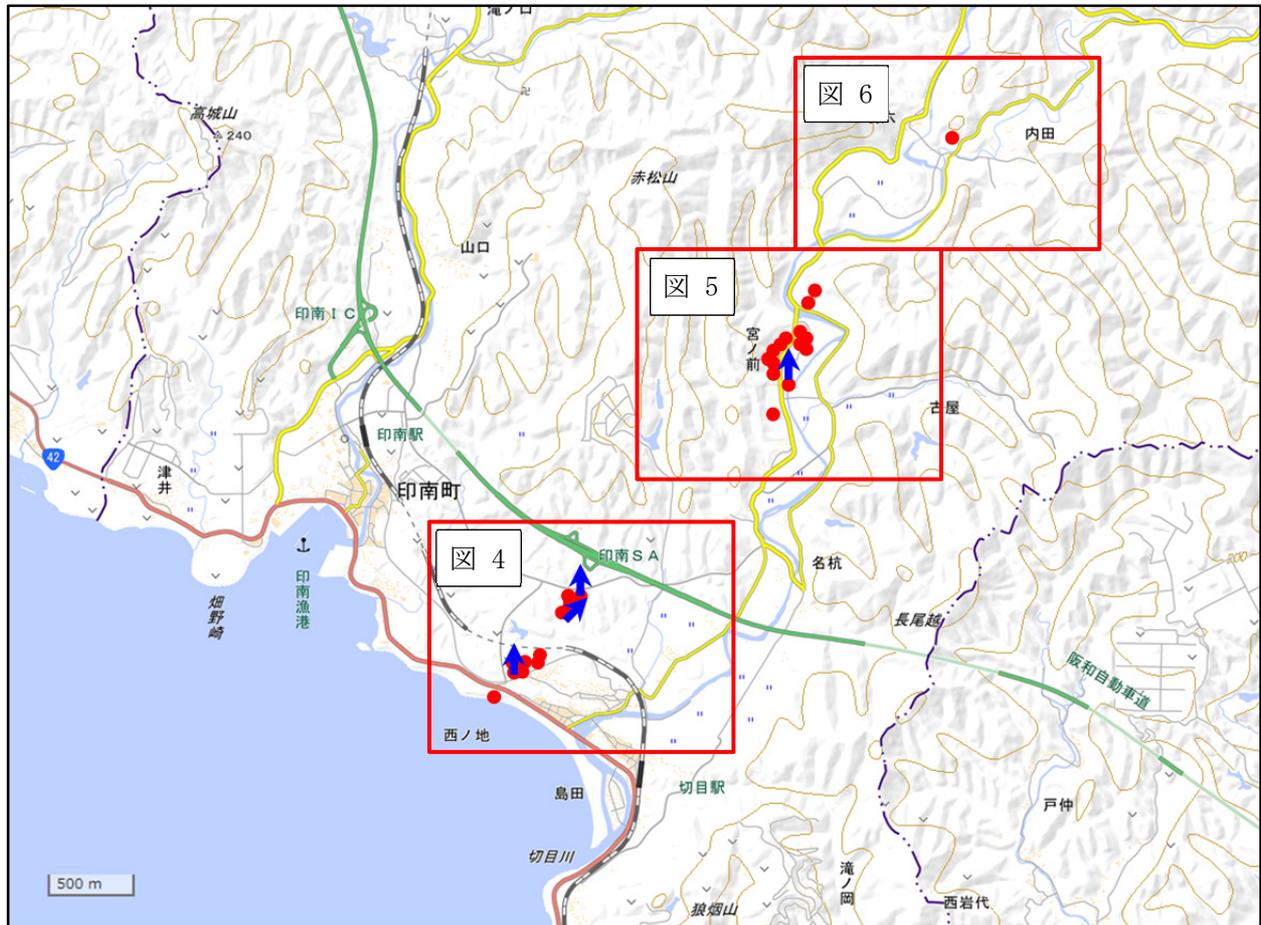
(3) 被害範囲

この突風による被害範囲は、長さ約 0.1km、幅約 60m であった。

3 現地調査結果

3.1 印南町大字西ノ地から羽六

(1) 被害状況及び聞き取り地点



出典：地理院地図

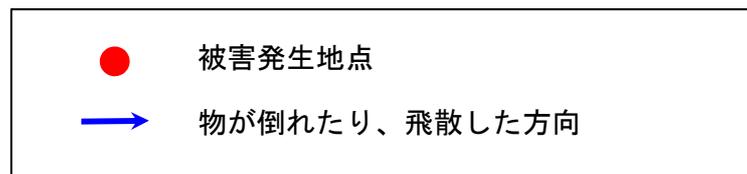


図3 被害状況分布図（印南町大字西ノ地から羽六）



出典：地理院地図

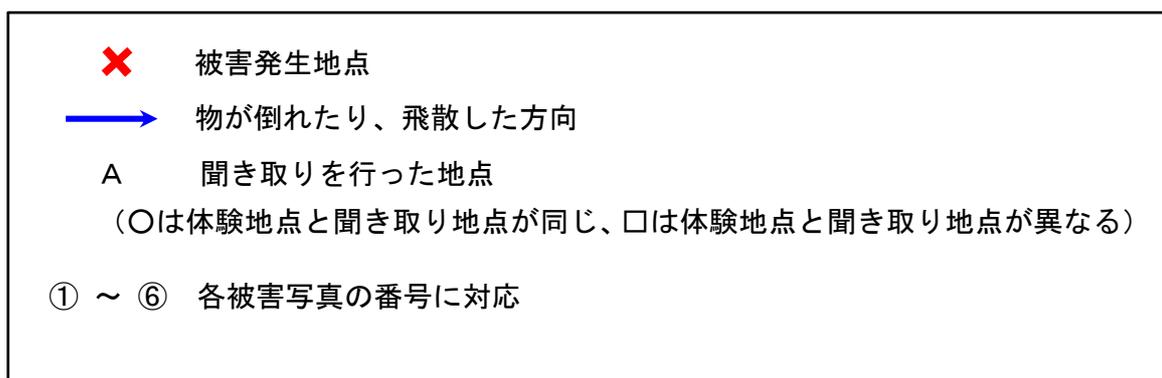


図4 被害状況分布図



① 倒壊したパイプハウス



② 倒壊したパイプハウス



③ 幹が折れた針葉樹



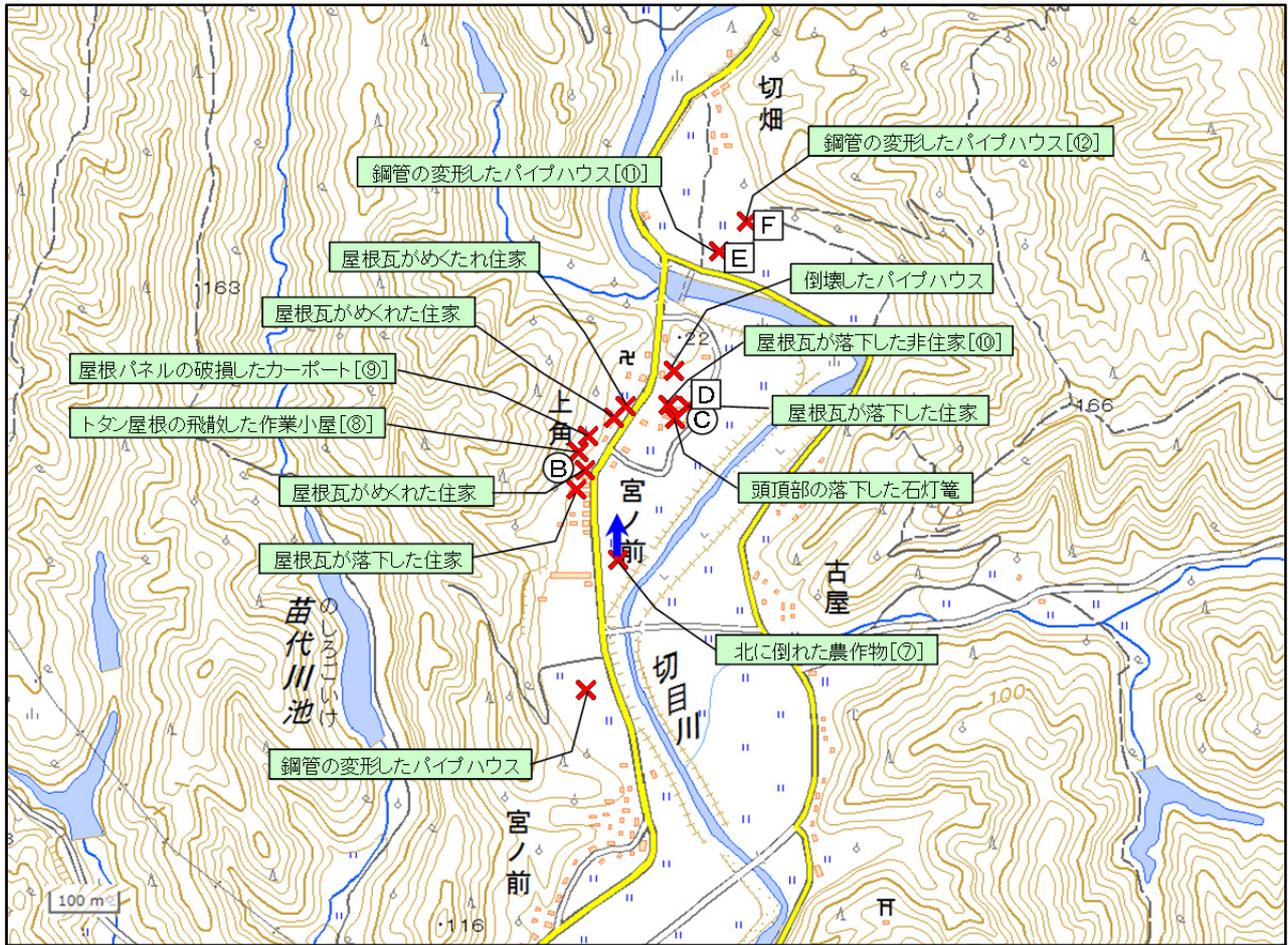
④ 幹が折れた針葉樹



⑤ 枝が折れた広葉樹



⑥ 倒伏した農作物



出典：地理院地図

× 被害発生地点
→ 物が倒れたり、飛散した方向
 B ~ F 聞き取りを行った地点
 (○は体験地点と聞き取り地点が同じ、□は体験地点と聞き取り地点が異なる)
 ⑦ ~ ⑫ 各被害写真の番号に対応

図5 被害状況分布図



⑦ 倒伏した農作物



⑧ トタン屋根が飛散した作業小屋



⑨ 屋根パネルの破損したカーポート



⑩ 屋根瓦が落下した非住家



⑪ 鋼管の変形したパイプハウス



⑫ 鋼管の変形したパイプハウス



出典：地理院地図

- ✕ 被害発生地点
- G 聞き取りを行った地点
(○は体験地点と聞き取り地点が同じ、□は体験地点と聞き取り地点が異なる)
- ⑬ 被害写真の番号に対応

図6 被害状況分布図



⑬ 鋼管の変形したパイプハウス

(2) 聞き取り資料（聞き取り地点は図4～図6参照）

A 地点

南風が強く、ヒューという音を聞いた。強い風は10分以上続いた。風が強くなったのは竜巻注意情報が出たあとだった。

B 地点

ゴーという風の音を聞いた。地響きみたいな感じだった。時刻は20時にはなっていないかと思う。

C 地点

19時50分頃、ゴーという風の音を聞いた。風の音はごく短時間だった。音は移動しているように聞こえた。

D 地点

ここから1kmほど先の集会所で会合に出ていた。その最中にゴーという大きな音を聞いた。ゴーという音は1分以内におさまった。20時に会合が終わったので、音を聞いたのは19時50分頃だと思う。

E 地点

竜巻注意情報が出てから、台風のような風が吹いた。強い風は10分～15分くらい続いた。22時前にハウスを見にきたら被害が出ていた。

F 地点

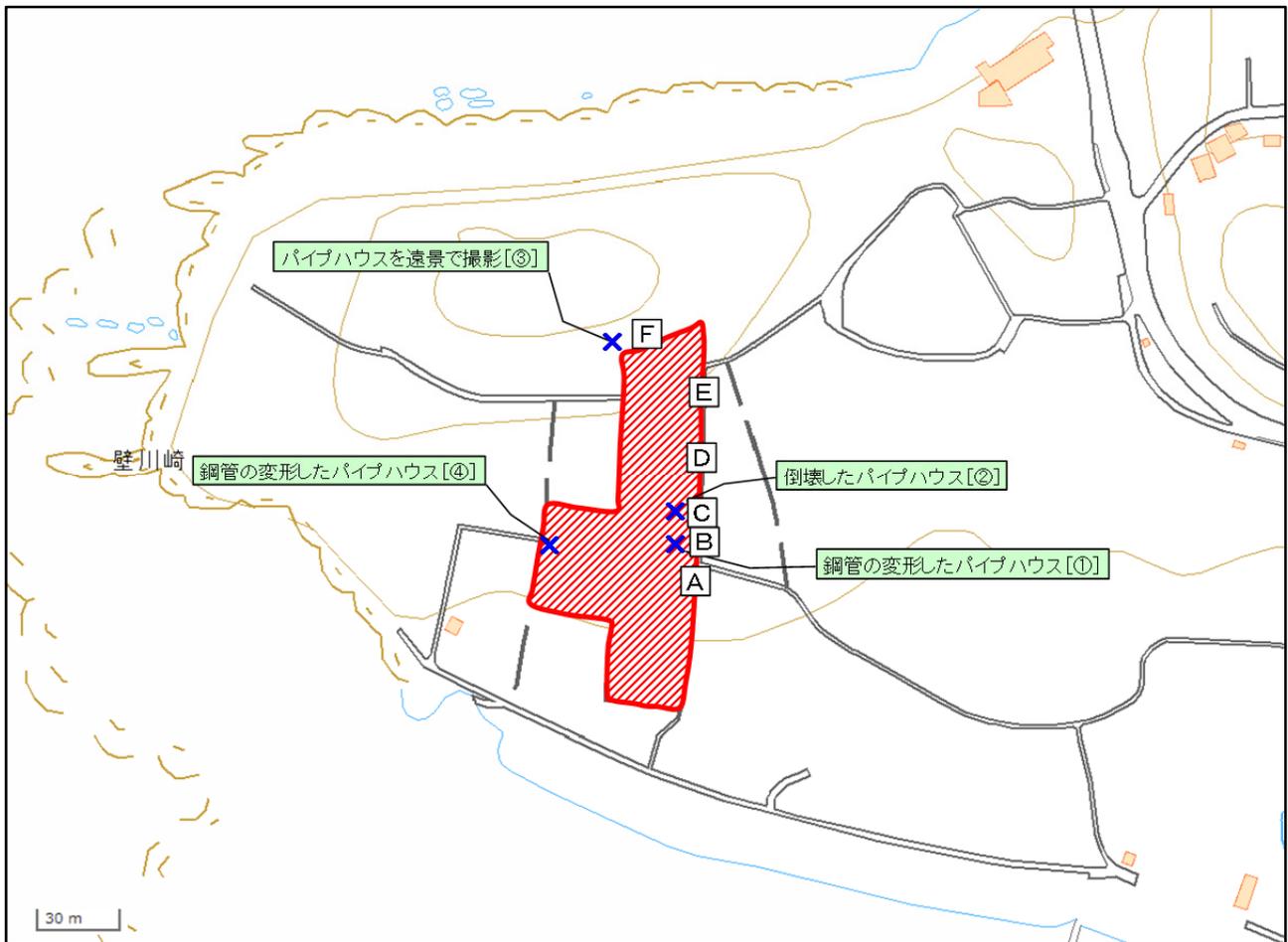
強い風が1分～10分くらい続いた。南からの風だった。22時頃、雨が止んだのでハウスを見にきたら被害が出ていた。

G 地点

竜巻注意情報が出たあと、風が強くなった。風の音は普段よりも大きかった。

3.2 御坊市名田町野島

(1) 被害状況及び聞き取り地点



出典：地理院地図

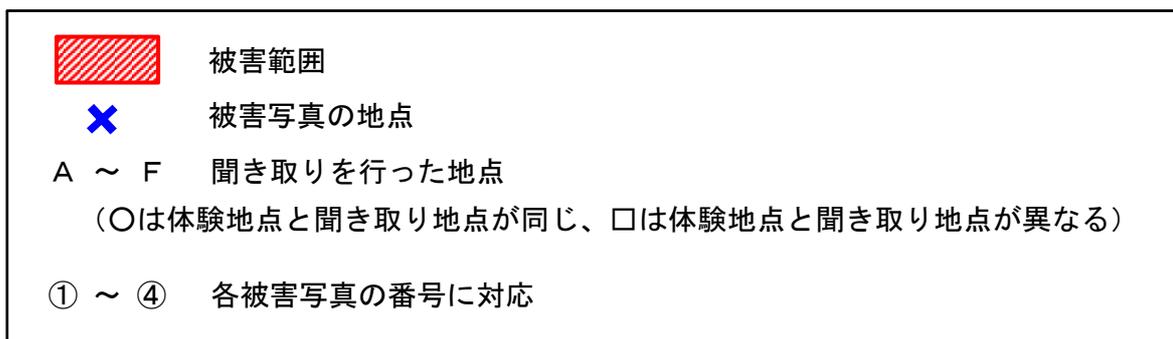


図7 被害状況分布図（御坊市名田町野島）



① 鋼管の変形したパイプハウス



② 倒壊したパイプハウス



③ パイプハウスを遠景で撮影（北から南）



④ 鋼管の変形したパイプハウス

(2) 聞き取り資料（聞き取り地点は図 7 参照）

A 地点

20 時から 21 時の間、自宅脇の倉庫で作業をしていたが、ゴーゴーと風の音がすごく、台風のときのようだった。雨を伴った北からの風が、倉庫の中まで強く吹き込み床が濡れた。風は、20 時 30 分頃が一番強かった。

B 地点

風や雨の音が大きかったので、20 時過ぎに農業用ハウスの様子を見に行ったらハウスがつぶれていた。他のハウスにも被害が出ていたので、被害を受けたハウスの所有者に電話をした。

C 地点

ゴーという強い風の音を聞いた。風の音はごく短時間だった。時刻は 20 時頃だったと思う。そのあとで、知人（B 地点の証言者）からハウスに被害が出ていると電話をもらった。

D 地点

台風のときと同じくらい風と雨の音がすごかった。時刻はおぼえていない。テレビで竜巻注意情報のテロップが流れた頃だった。

E 地点（同内容の証言者が 2 名）

20 時頃から 1 時間程度は、北からの風が強かった。

F 地点

ゴーという強い風の音を聞いた。時刻は 20 時から 21 時の間だったと思う。翌日、所有するブロッコリー畑へ行くと、ブロッコリーが渦を巻くような形状で倒れていた。

4 気象の状況

12月22日は、日本海の低気圧からのびる寒冷前線が、夜のはじめ頃から夜遅くにかけて近畿地方を通過した。寒冷前線の周辺では、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。気象レーダーによる観測では、印南町及び御坊市で突風が発生した時刻には、活発な積乱雲が被害発生地域を通過中であった。

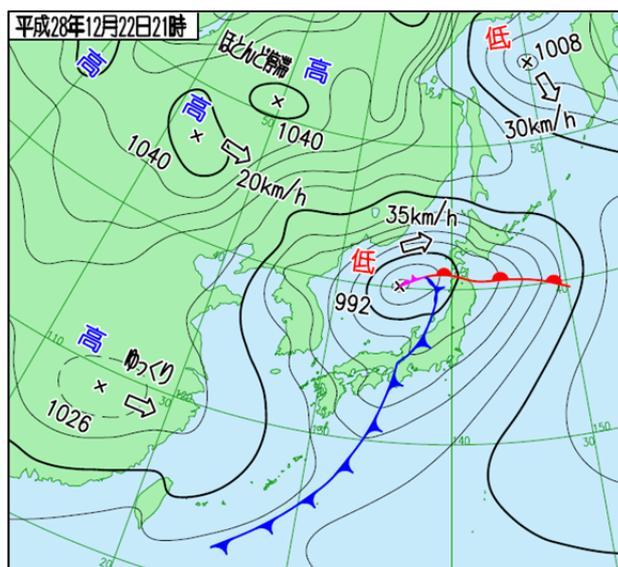


図8 地上天気図 (12月22日21時)

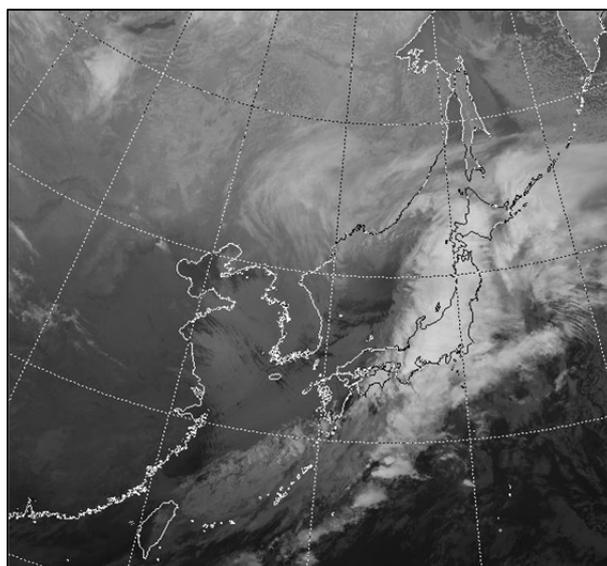


図9 気象衛星赤外画像 (12月22日21時)

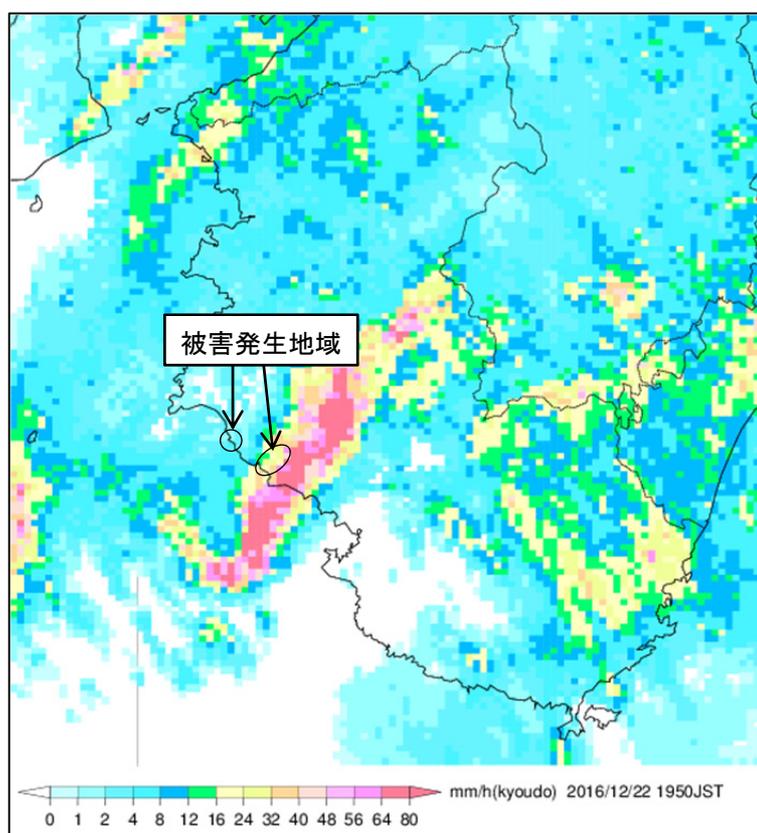


図10 気象レーダー画像 (降水強度) (12月22日19時50分)

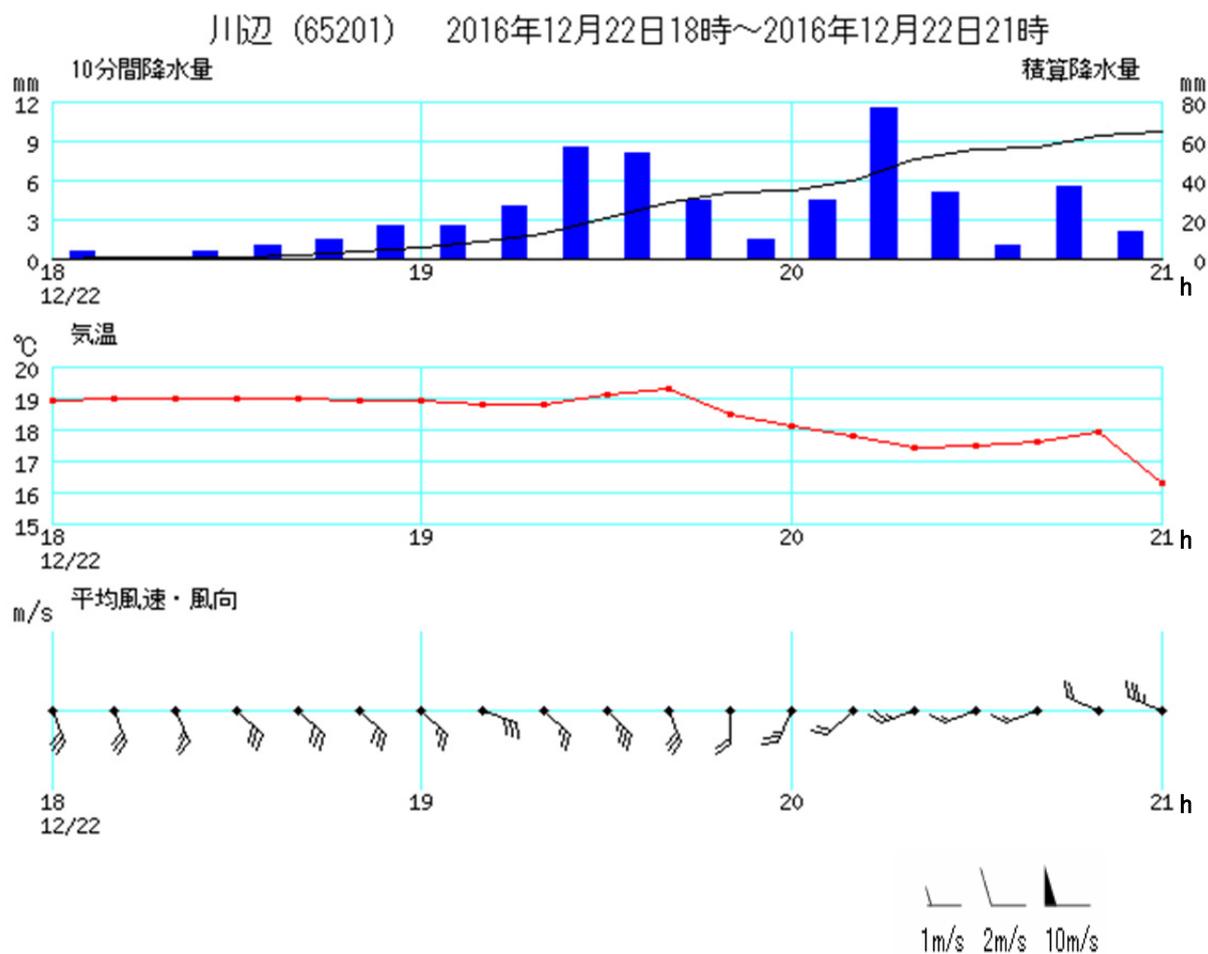


図 11 アメダス時系列グラフ (12月22日18時～21時)

5 和歌山地方気象台が執った措置

(1) 印南町の警報・注意報発表状況

※12月21日から12月23日発表分

12月21日 16時32分 強風、波浪注意報
12月22日 10時29分 雷、強風、波浪注意報
12月22日 13時08分 雷、強風、波浪注意報
12月22日 16時34分 大雨、雷、強風、波浪、洪水注意報
12月22日 20時59分 大雨(浸水害)、洪水警報、雷、強風、波浪注意報
12月22日 21時41分 大雨、雷、強風、波浪、洪水注意報
12月22日 23時40分 雷、強風、波浪注意報
12月23日 01時47分 強風、波浪注意報
12月23日 04時19分 強風、波浪注意報
12月23日 18時04分 解除

(2) 御坊市の警報・注意報発表状況

※12月21日から12月23日発表分

12月21日 16時32分 強風、波浪注意報
12月22日 10時29分 雷、強風、波浪注意報
12月22日 13時08分 雷、強風、波浪注意報
12月22日 16時34分 大雨、雷、強風、波浪、洪水注意報
12月22日 20時59分 大雨、雷、強風、波浪、洪水注意報
12月22日 21時41分 大雨、雷、強風、波浪、洪水注意報
12月22日 23時40分 雷、強風、波浪注意報
12月23日 01時47分 強風、波浪注意報
12月23日 04時19分 強風、波浪注意報
12月23日 18時04分 解除

(3) 竜巻注意情報発表状況

※12月22日発表分

12月22日 19時27分 和歌山県竜巻注意情報 第1号 (対象地域：北部)
12月22日 19時57分 和歌山県竜巻注意情報 第2号 (対象地域：北部、南部)
12月22日 20時58分 和歌山県竜巻注意情報 第3号 (対象地域：北部、南部)
12月22日 21時57分 和歌山県竜巻注意情報 第4号 (対象地域：北部、南部)

(4) 和歌山県気象情報発表状況

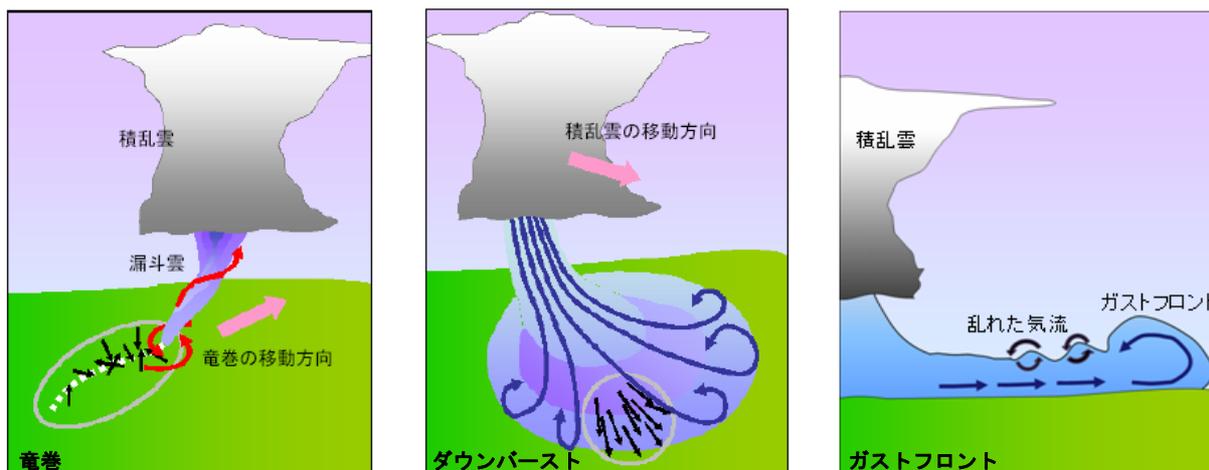
※12月21日から12月23日発表分

12月21日 16時44分	強風と高波及び落雷に関する和歌山県気象情報	第1号
12月22日 05時42分	強風と高波及び落雷に関する和歌山県気象情報	第2号
12月22日 13時28分	暴風と高波及び落雷に関する和歌山県気象情報	第3号
12月22日 16時54分	暴風と高波及び大雨に関する和歌山県気象情報	第4号
12月22日 22時23分	大雨と強風及び高波に関する和歌山県気象情報	第5号
12月23日 00時37分	大雨と突風及び高波に関する和歌山県気象情報	第6号
12月23日 02時15分	大雨と突風及び高波に関する和歌山県気象情報	第7号

6 参考資料

突風の種類

現象	特徴
竜巻	積雲や積乱雲に伴って発生する鉛直軸を持つ激しい渦巻きで、漏斗状または柱状の雲を伴うことがある。地上では、収束性で回転性の突風や気圧降下が観測され、被害域は帯状・線状となることが多い。
ダウンバースト	積雲や積乱雲から生じる強い下降気流で、地面に衝突し周囲に吹き出す突風である。地上では、発散性の突風やしばしば強雨・ひょうを伴い露点温度の下降を伴うことがある。被害域は円または楕円状となることが多い。周囲への吹き出しが 4km 未満のものをマイクロバースト、4km 以上のものをマクロバーストとも呼ぶ。
ガストフロント	積雲や積乱雲から吹き出した冷気の先端と周囲の空気との境界で、しばしば突風を伴う。降水域から前線状に広がるのが多く、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。地上では、突風と風向の急変、気温の急下降と気圧の急上昇が観測される。
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。
漏斗雲	竜巻と同様の現象だが、渦は地上または海上に達しておらず、地表付近で突風は生じない。
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い発生する旋風などもある。



↑ 竜巻の模式図 (左)

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。

↑ ダウンバーストの模式図 (中)

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。

↑ ガストフロントの模式図 (右)

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。

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。

日本版改良藤田スケールに関するガイドライン

http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/kentoukai/kaigi/2015/1221_kentoukai/guideline.pdf

謝辞

この資料を作成するにあたっては、関係機関の方々、和歌山県日高郡印南町及び御坊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。

本調査報告に使用している地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の『電子地形図（タイル）』を複製したものです。（承認番号 平 26 情複、第 658 号）」

本報告書の問い合わせ先

和歌山地方気象台

電話 073-422-5348