

平成 22 年 7 月 26 日に北杜市高根町 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 気象注意報及び気象情報発表状況
- 5 参考資料

平成 22 年 8 月 24 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。

甲 府 地 方 気 象 台

1 突風の原因と気象概況

7月26日18時過ぎに山梨県北杜市高根町清里で突風が発生し、住家の一部損壊や倒木などの被害が発生した。

27日、甲府地方気象台は職員を気象庁機動調査班として派遣し、現地調査を実施した。28、29日も継続して情報収集を行った。

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、竜巻と認められる。

(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。
- ・被害の発生時刻に被害地付近を移動する漏斗雲を撮影した映像が、複数の方角からあった。
- ・木の葉や枝を巻き上げながら被害地域を移動する渦の目撃証言があった。
- ・被害や痕跡は断続的であるが帯状に分布していた。
- ・被害や痕跡から推定される風向に、収束性がみられた。

(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)

- ・細い樹木の倒れや幹折れが複数あった。
- ・住家の屋根の一部損壊があった。

1 - 2 気象概況

日本付近は、太平洋高気圧に覆われていたが、上空に寒気が入り大気の状態が不安定となっていた。この影響で県内は所々で積乱雲が発生し、北杜市高根町清里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。



竜巻発生地点

謝辞

この資料を作成するにあたっては、関係機関の方々、山梨県北杜市や住民の方々にご協力いただきました。ここに御礼申し上げます。

2 現地調査結果

2 - 1 目撃証言地図



目撃証言1

18時過ぎ(体感)に南方向に普段見られない雲を見た(矢印 は見た位置と方向)

目撃証言3

漏斗雲の動画撮影

(東北東方向を撮影)

18時06分48秒 雲の回転を確認

18時11分45秒 現象が概ね終息

矢印 は撮影地点と撮影方向(範囲)

目撃証言2

18時12分家屋2階より南南西方向を撮影

矢印 は撮影地点と撮影方向



目撃証言4

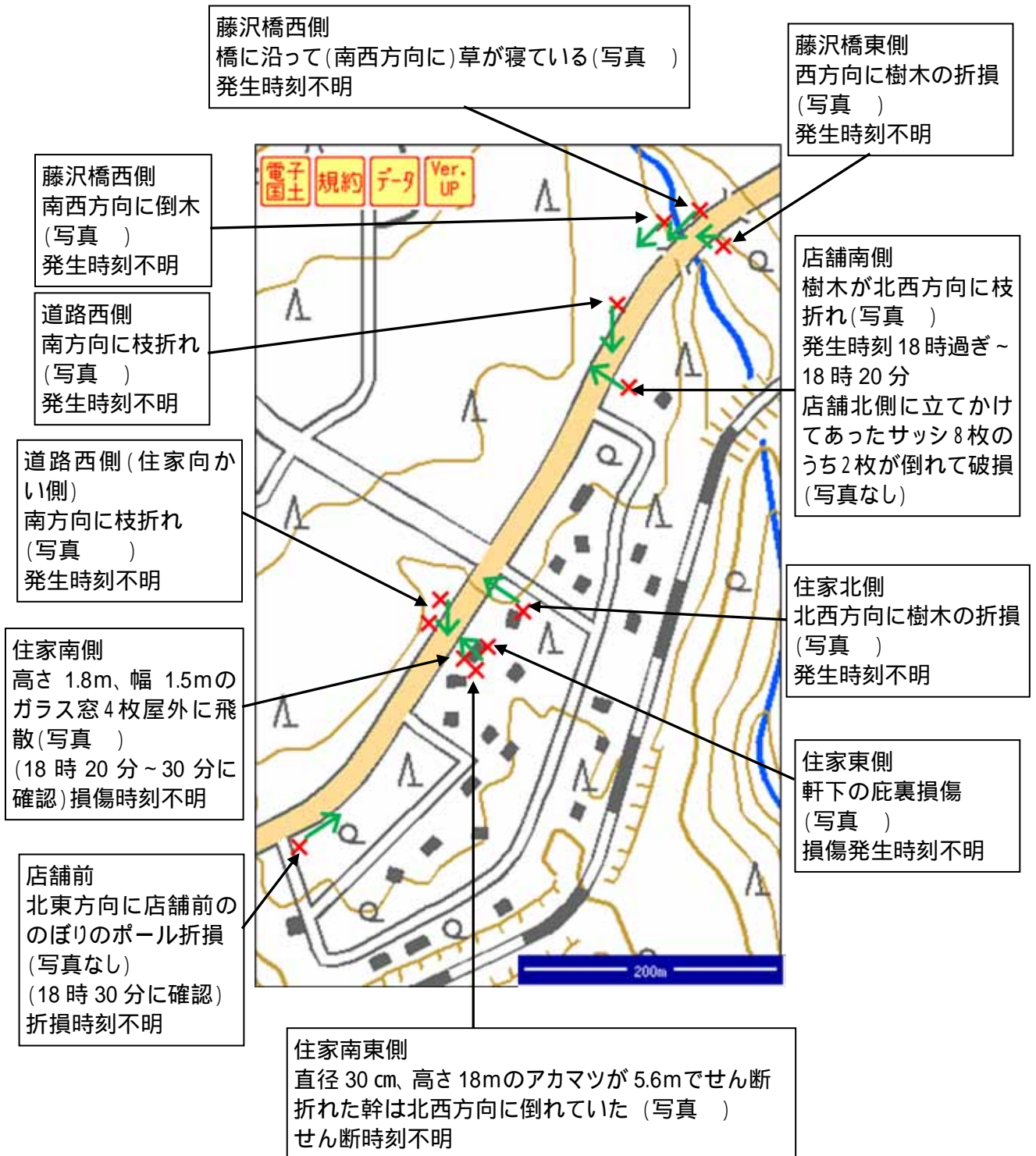
白い煙を巻き上げているのを見た
東の方向。時刻は18時台前半
漏斗雲の途中が切れたような状態であったが、
地形の影響により下は見えなかった
木の葉や枝が落ちてきた(雲を見ている間及び消
えた後ともに)移動方向は自分に向かっている
矢印 は見た地点と方向

目撃証言5

18時過ぎ煙のようなものが下から上に上がっ
ている光景を北の方向に見た
矢印 は見た地点と方向

2 - 2 被害分布地図

×:被害地点 ←:倒木や樹木の枝折れ等の方向

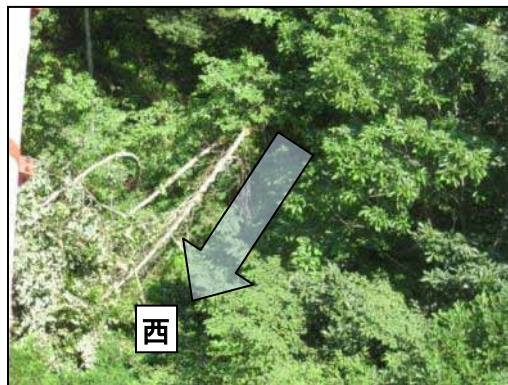


2 - 3 被害及び痕跡写真

写真



写真 藤沢橋東側
橋梁上より直下を撮影
3本の樹木が西方向に曲げられている



写真

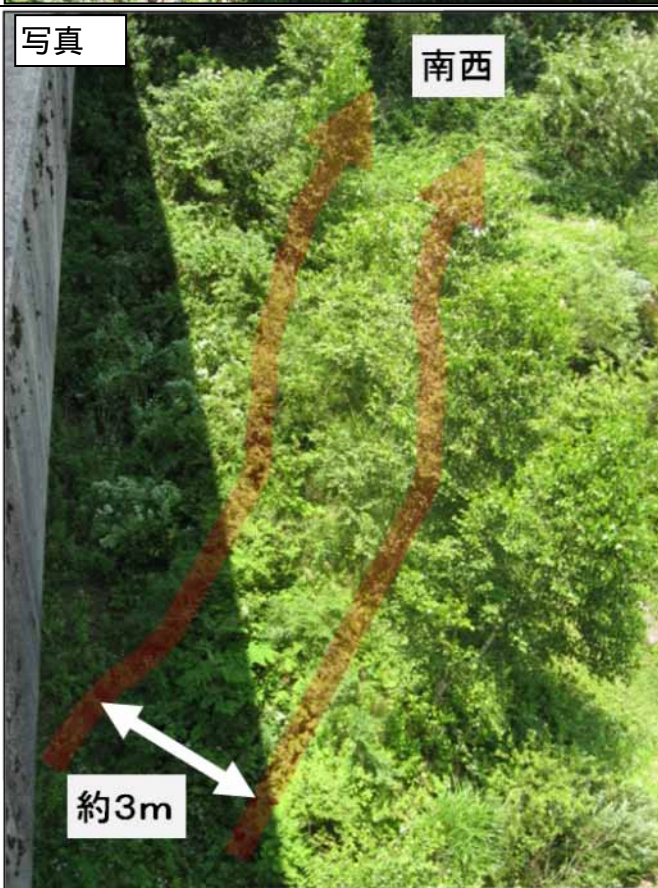


写真 藤沢橋西側
橋梁上より直下を撮影
約3m幅で南西方向に蛇行しながら草が倒れている

写真



写真 藤沢橋西側
橋梁上より西方向を撮影
樹木が南西方向に倒れている

写真



写真 道路西側
道路上、北東位置より南西方向に撮影
南方向に枝が折れ曲がっている

写真

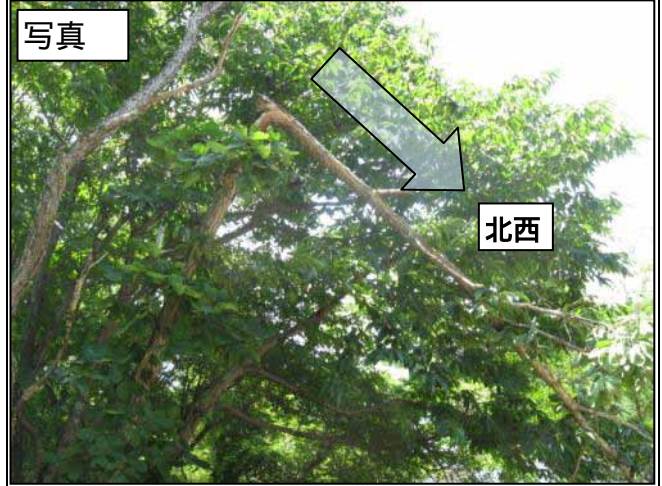


写真 店舗南側
北から南方向に撮影
北西方向に枝が折れ曲がっている

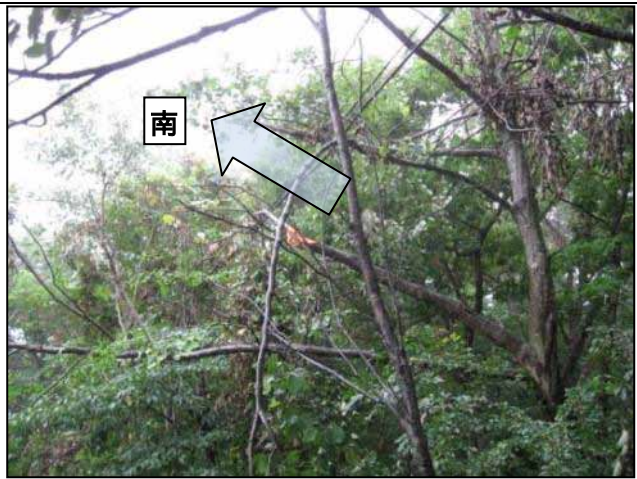


写真 道路西側(住家向かい側)
道路上北東位置より撮影、右の写真は拡大したもの

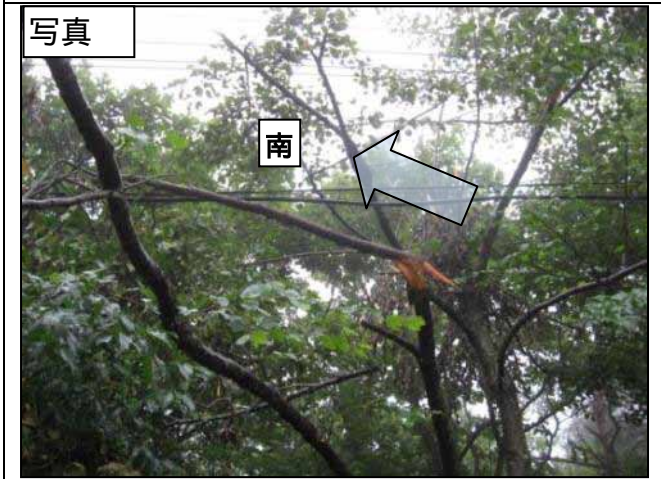


写真 道路西側(住家向かい側)
道路上北東位置より撮影、右の写真は北側から南方向に撮影



写真 住家北側
北から南方向に撮影、右の写真は折損して落下した枝

写真



写真 住家東側
東から西方向に撮影
庇の裏側が損傷

写真



写真 住家南側
道路は盛土になっており、住家の2
階床部分が道路面と同じ高さにあ
る。
破損したガラスは2階部分に設置さ
れていた。
4面のうち1面は窓ではなく壁にガラ
スが貼り付けられていた。

上の写真は、道路脇地面(1階)から
北西方向に撮影
赤点線枠内が破損した箇所。

下の写真は、破損した窓ガラス
写真左部分は壁にガラスが設置して
あった部分、右部分は窓部分。
窓枠は道路上まで飛散していた。

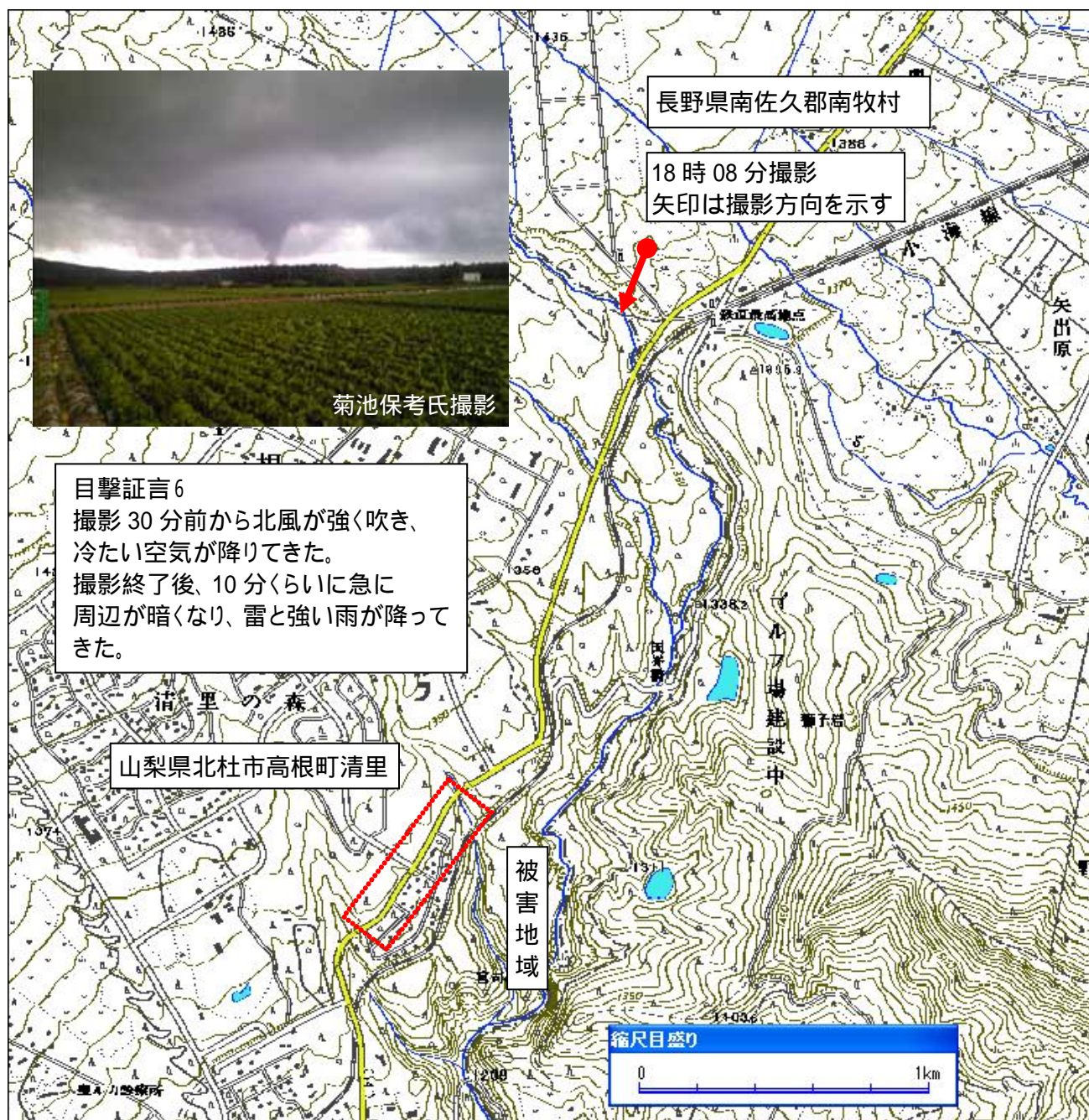


写真



写真 住家南東側
北から南方向に撮影
高さ 18m のアカマツの地表から 5.6m (破断部分頂点) でせん断
折れた幹は北西方向に倒れていた。

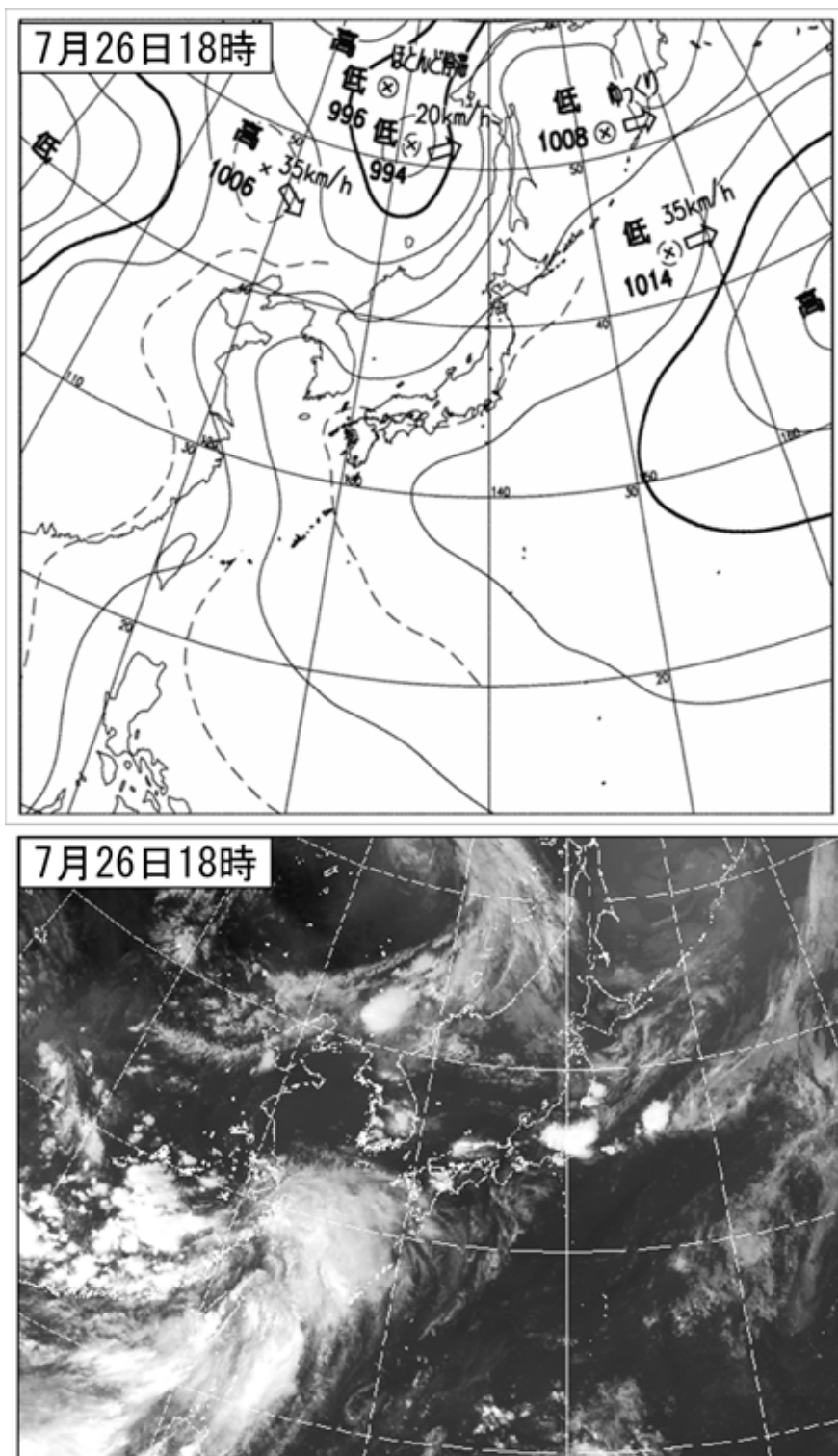
2 - 4 長野県側からの撮影



本報告の地図は、国土地理院「2万5千分の1地形図」より複製しました。(承認番号:平20業複第647号)

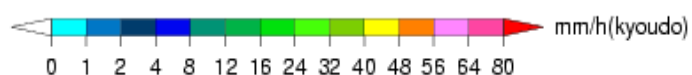
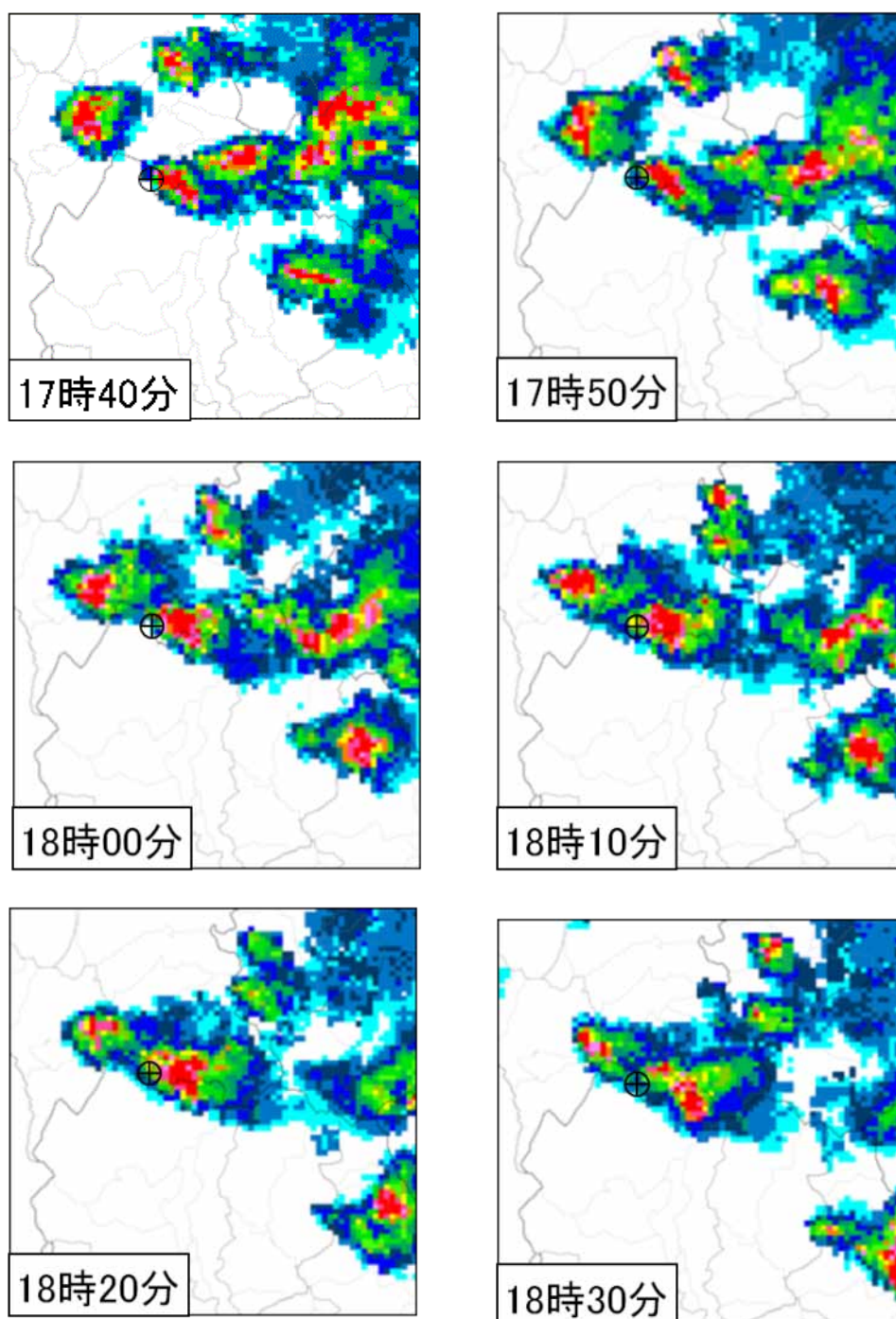
3 気象の状況

3 - 1 天気図と衛星画像



地上天気図および気象衛星「ひまわり7号」赤外画像 平成22年7月26日18時

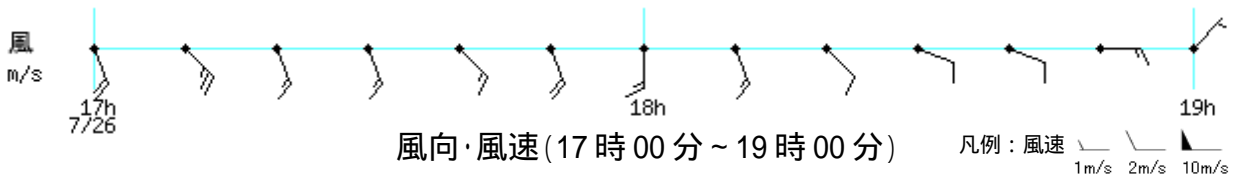
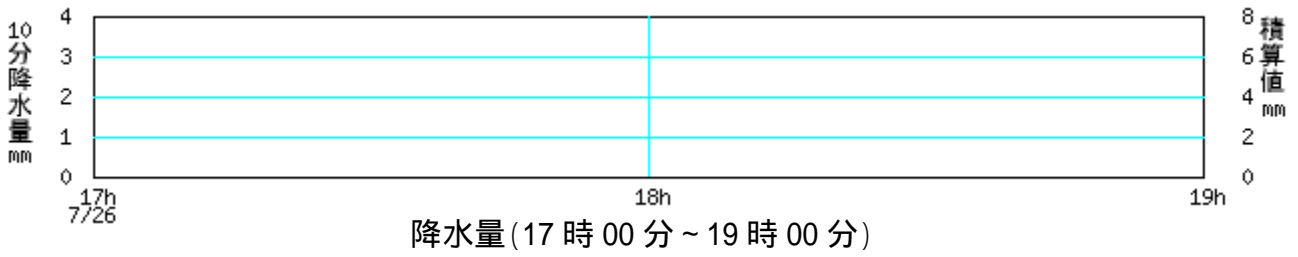
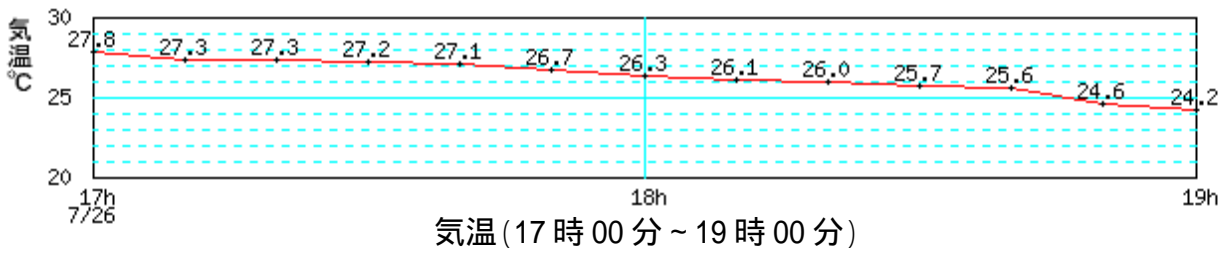
3 - 2 突風の発生した時間帯のレーダーによる雨雲の様子



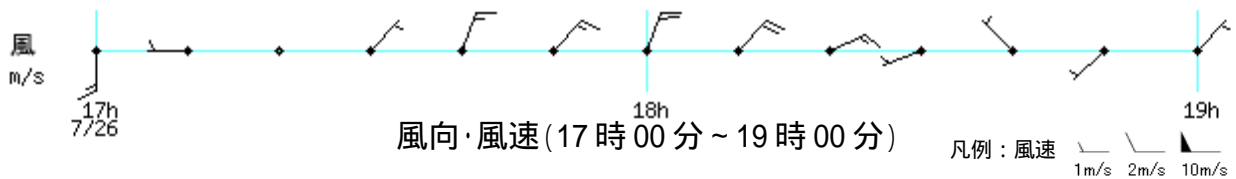
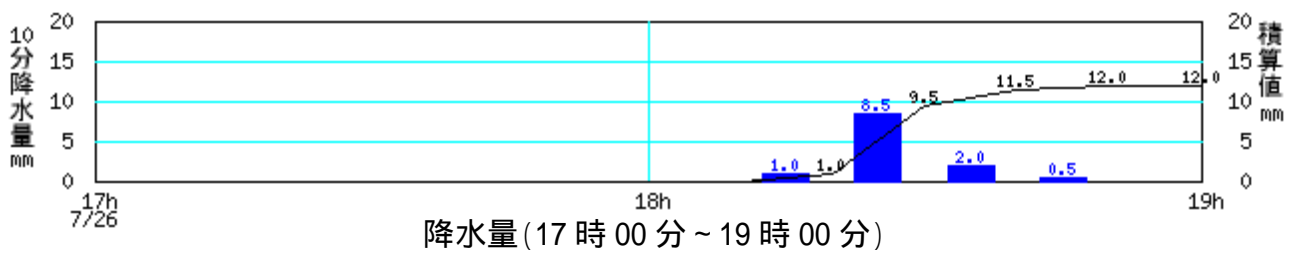
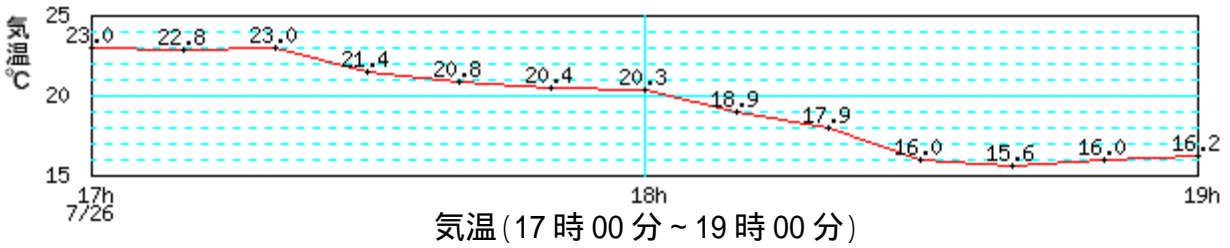
レーダーエコー強度図(全国合成レーダー)
 平成22年7月26日17時40分～18時30分
 地図領域は、山梨県北西部(中北、峡東地域)を示す。
 図中⊕印は被害発生地域を示す。

3 - 3 アメダスによる気温、降水量、風向・風速の経過

大泉地域気象観測所(山梨県)



野辺山地域気象観測所(長野県)



3 - 4 アメダス大泉及び野辺山の観測所配置図



4 気象注意報及び気象情報発表状況

4 - 1 北杜市に発表した気象注意報(:発表 :継続 解:解除)

発表時刻	大雨注意報	雷注意報	洪水注意報
2010/7/26 10:56			
2010/7/26 14:04			
2010/7/26 17:24			
2010/7/26 18:59			
2010/7/26 21:06	解		解
2010/7/27 02:09		解	

4 - 2 府県気象情報の発表状況

発表時刻	情 報
2010/7/26 16:47	山梨県竜巻注意情報 第1号
2010/7/26 17:46	山梨県竜巻注意情報 第2号
2010/7/26 18:45	山梨県竜巻注意情報 第3号

本資料は、私的使用又は引用等著作権上認められた行為を除き、甲府地方気象台に無断で転載等を行うことはできません。また、引用を行う際は必ず出所(甲府地方気象台)を明示してください。

問い合わせ先
甲府地方気象台防災業務課
電話:055-222-9101

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）

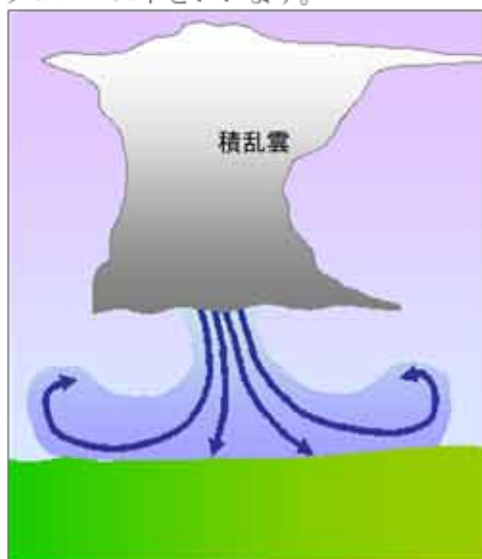
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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。

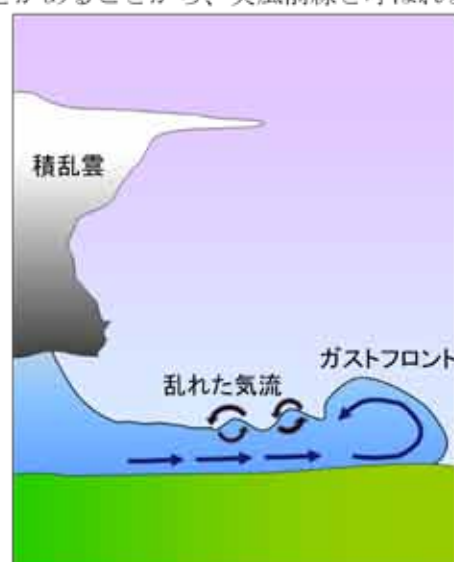


ダウンバーストの被害の様子

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（冷気外出流といえます。）、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、危険この上もない。

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.