

現地災害調査速報

平成23年7月5日に新潟県燕市及び三条市で発生した
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13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。

新 潟 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5日9時20分頃に新潟県燕市で突風が発生し、瓦のめくれなどの被害が発生した。また、同日9時30分頃に三条市三貫地新田（さんがんじしんでん）から柳川新田でも突風が発生し、瓦のめくれなどの被害が発生した。

このため、新潟地方気象台は、5日及び6日に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）燕市で発生した突風

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ガストフロントの可能性が高いと判断した。

（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。
- ・被害地に近い三条地域気象観測所の観測データで、ガストフロント通過時に特徴的な風速の急増、風向の急変、気温の急下降が9時20分頃にみられた。
- ・風が最も強かったのは9時20分頃で15～20分くらい続いたとの証言があった。
- ・漏斗雲の目撃や耳に異常を感じたなどの竜巻を示唆する情報は得られなかった。

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）

- ・瓦のめくれがあった。
- ・枝の折れがあった。
- ・根の弱い樹木が倒れた。

③被害範囲

現地調査の結果、被害範囲は長さ2.8km、幅2.0kmであった。

（2）三条市三貫地新田から同市柳川新田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、ダウンバーストと推定した。

（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。
- ・被害や痕跡から推定した風向分布に発散性がみられた。
- ・被害は、面的に分布していた。
- ・漏斗雲の目撃や耳に異常を感じたなどの竜巻を示唆する情報は得られなかった。

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）

- ・瓦のめくれがあった。
- ・根の弱い樹木が倒れた。

③被害範囲

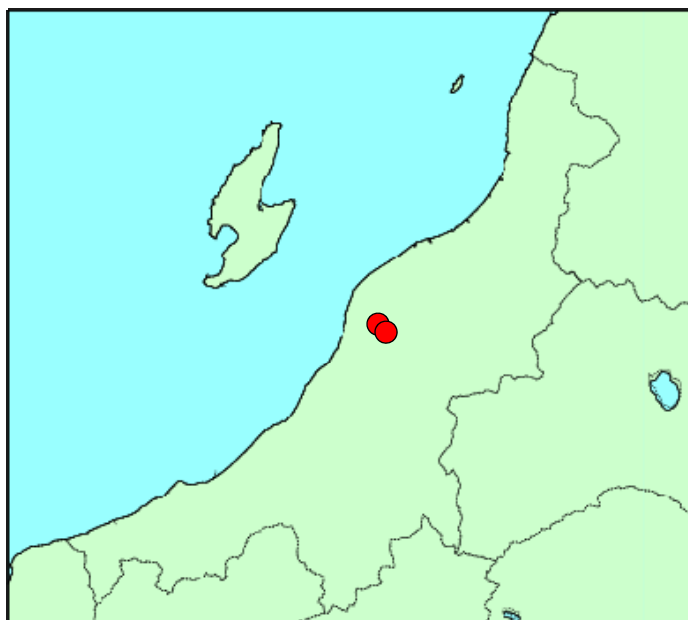
現地調査の結果、被害範囲は長さ1.6km、幅0.6kmであった。

1-2 気象概況

7月5日は、梅雨前線が本州をゆっくり南下し、9時には関東地方から東海沖を通過して九州南部に停滞していた。北陸地方では、上空に寒気を伴った気圧の谷が通過しており、新潟県は大気の状態が不安定となっていた。

突風が発生した時間に燕市及び三条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



● : 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、新潟県燕市及び三条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：新潟地方気象台

実施場所：新潟県燕市、三条市

実施日時：平成23年7月5日13時00分～7月5日18時00分頃

平成23年7月6日10時30分～7月6日17時00分頃

2-1 被害状況

新潟県防災局危機対策課による（7月11日14時30分現在）

（1）燕市

・人的被害（軽傷）：10名

（燕北中学校で風に煽られた樹木枝によりガラスが割れ、生徒10名負傷）

・教育施設被害：4棟（窓ガラスの破損等）

（2）三条市

・一部損壊に至らない軽微な被害（住家被害：9棟、非住家被害：12棟）

2-2 聞き取り状況

（1）燕市

A氏（燕市三王淵）

- ・8時過ぎから雷がずっと鳴っていた。
- ・黒い雲が接近し、暗くなった。
- ・9時20分頃に、2階で教室のガラスが割れて生徒がケガをした。
- ・雨で視界が悪いこともあり、漏斗雲や渦巻きは見なかった。
- ・耳鳴りなどの体の異常は感じなかった。

B氏（燕市花園町）

- ・雷がすごかった。
- ・雨は南西からの風に流されていた。
- ・漏斗雲は見えない。
- ・耳鳴りなどの身体的な違和感は無かった。

C氏（燕市灰方）

- ・風雨が最も強かったのは9時20分頃に15～20分くらい続いた。
- ・耳鳴り等の身体的異常は感じなかった。
- ・西から黒い雲が接近し、9時前から雷がずっと鳴っていた。
- ・漏斗雲は見なかった。

D氏（燕市三王淵）

- ・9時30分頃、雨が強く降り、外が白く見えた。
- ・強風は20分くらい続いた、今までに経験したことのない強さの風だった。
- ・竜巻は見えない。
- ・自宅の南側の瓦が3枚ズレた。
- ・耳鳴り等の身体的異常は感じなかった。

(2) 三条市

E氏（三条市三貫地新田）

- ・ 栗の木が北方向に倒れた。
- ・ 雨が滝のように激しく降っていた。白い煙のようだった。
- ・ 雨、雷、ひょうの音がした。
- ・ 耳鳴りなどはなかった。
- ・ 漏斗雲は見えていない。

F氏（三条市三貫地新田）

- ・ 壊れたパイプハウスのパイプとビニールが、北東方向に飛んだ。
- ・ 雨は20分間くらい、滝のように降っていた。
- ・ 雨、雷、ひょうの音がした。
- ・ 耳鳴りなどはなかった。
- ・ 漏斗雲は雨が強く見えなかった。

G氏（三条市三貫地新田）

- ・ あられが降ったのを見た。
- ・ 9時から10時の間で雨と風が強かった。
- ・ 9時30分頃に雷がなった。
- ・ 雨や風が強かった時の5分位の間、頭が痛かった。
- ・ 漏斗雲は見なかった。

H氏（三条市三貫地新田）

- ・ 雨は激しく降り、煙のようだった。
- ・ 9時30分頃に雷が2回あって家に避難した。
- ・ ひょうのパラパラという音とゴーという音が、同時にすぐそこで聞こえた。
- ・ 耳鳴りなどはなかった。
- ・ 漏斗雲は見なかった。

I氏（三条市柳川新田）

- ・ 雨と風は同じタイミングで強くなった。
- ・ 雨は滝のように降った。
- ・ 耳鳴りなどはなかった。
- ・ 漏斗雲は見なかった。

○被害発生地域図（新潟県燕市、三条市）



三条地域気象観測所

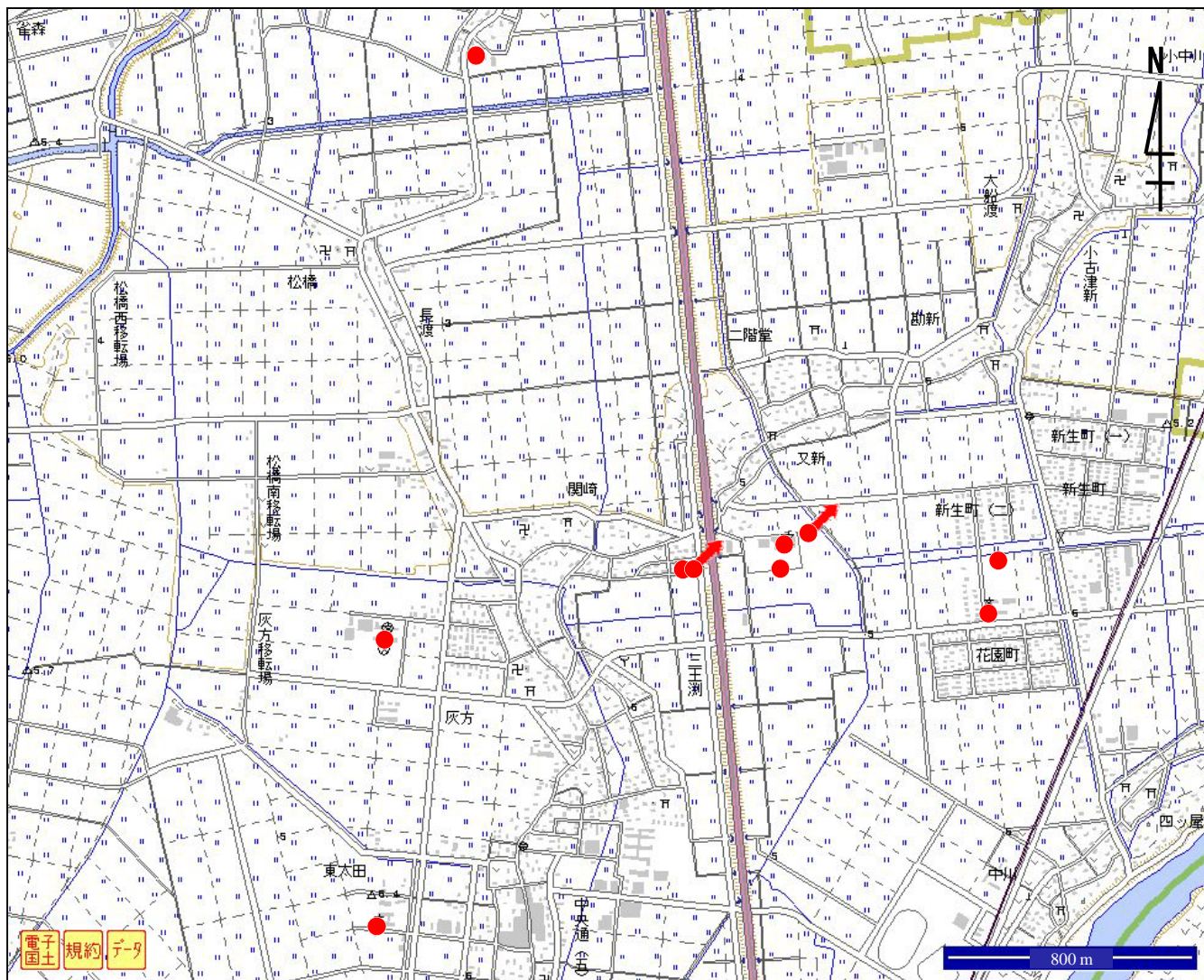
- 被害発生地域拡大図①（燕市） P6
- 被害発生地域拡大図②（三条市三貫地新田～柳川新田） . . . P7

三条地域気象観測所 時系列データ . . . P12

○被害発生地域拡大図

→ 物が倒れた方向
● 被害の発生した地点

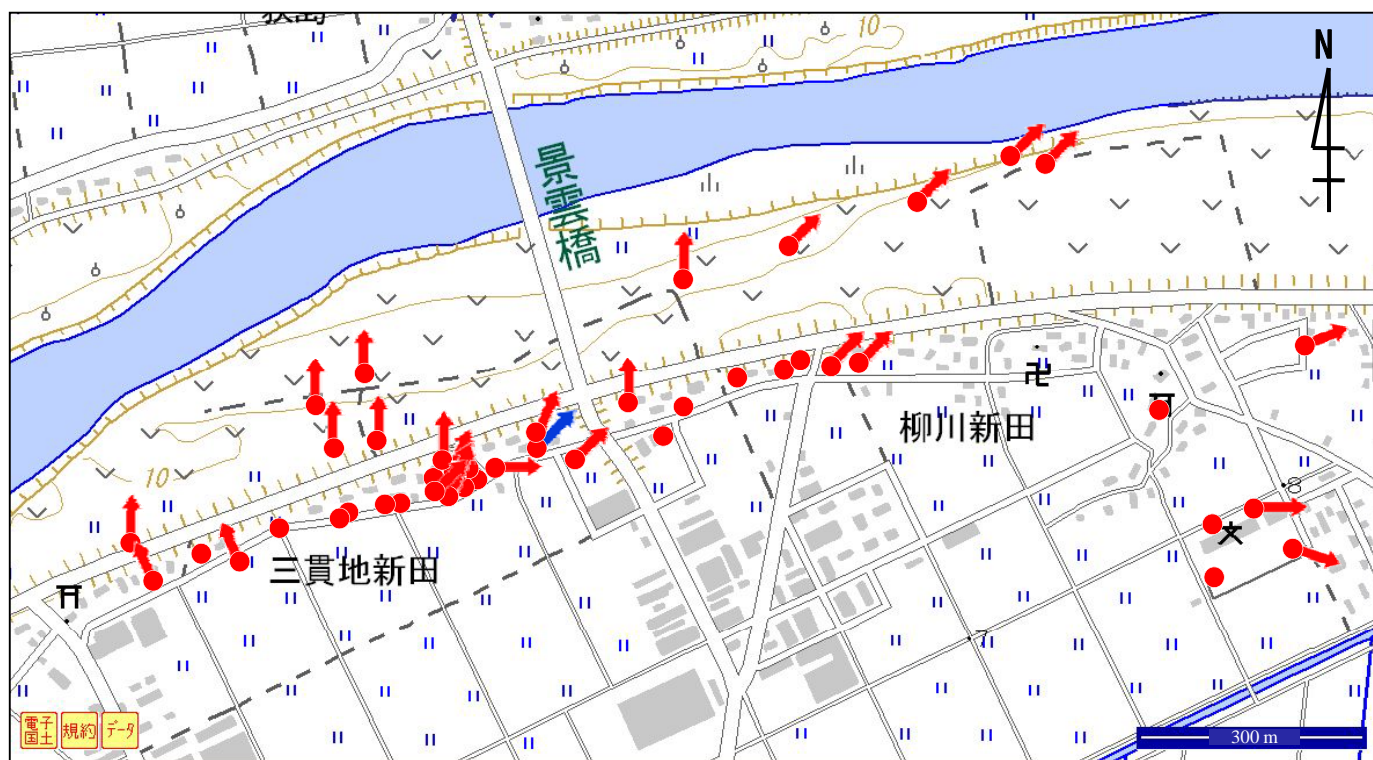
拡大図①（燕市）



○被害発生地域拡大図

- (Blue) 物が飛んだ方向
- (Red) 物が倒れた、または曲がった方向
- (Red) 被害の発生した地点

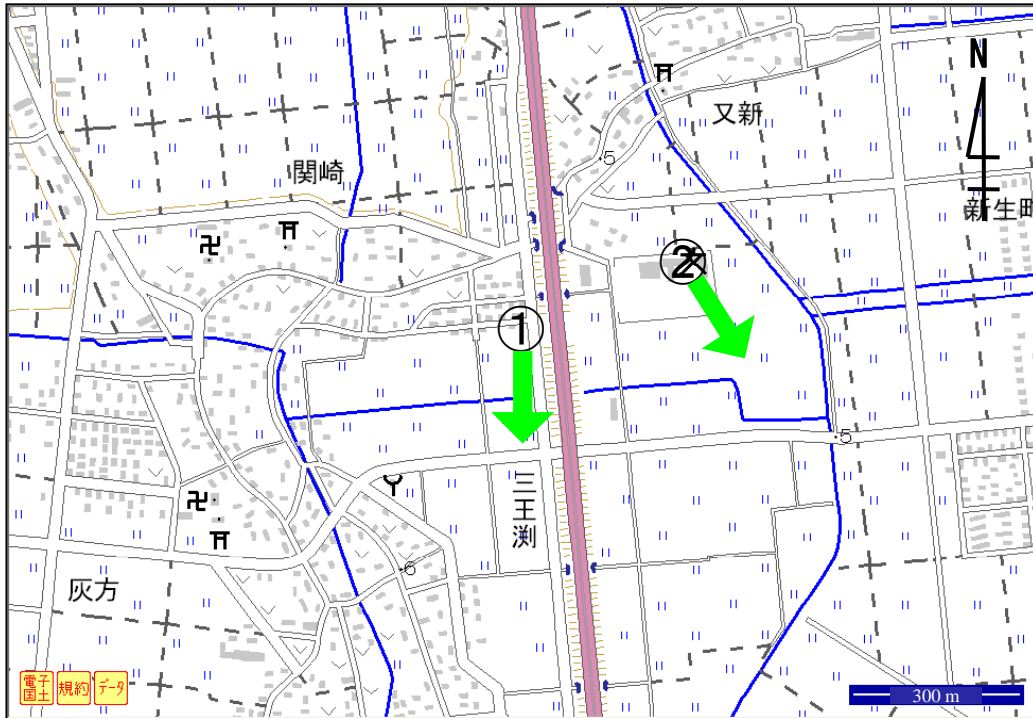
拡大図②（三条市三貫地新田～柳川新田）



○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。

(1) 燕市三王洩付近



(2) 三条市三貫地新田付近



○被害状況写真



①燕市 根から倒れた樹木（北から撮影）



②燕市 折損した枝（北西から撮影）



③三条市 根から倒れた樹木
（南南西から撮影）



④三条市 めくれた屋根瓦（南西から撮影）

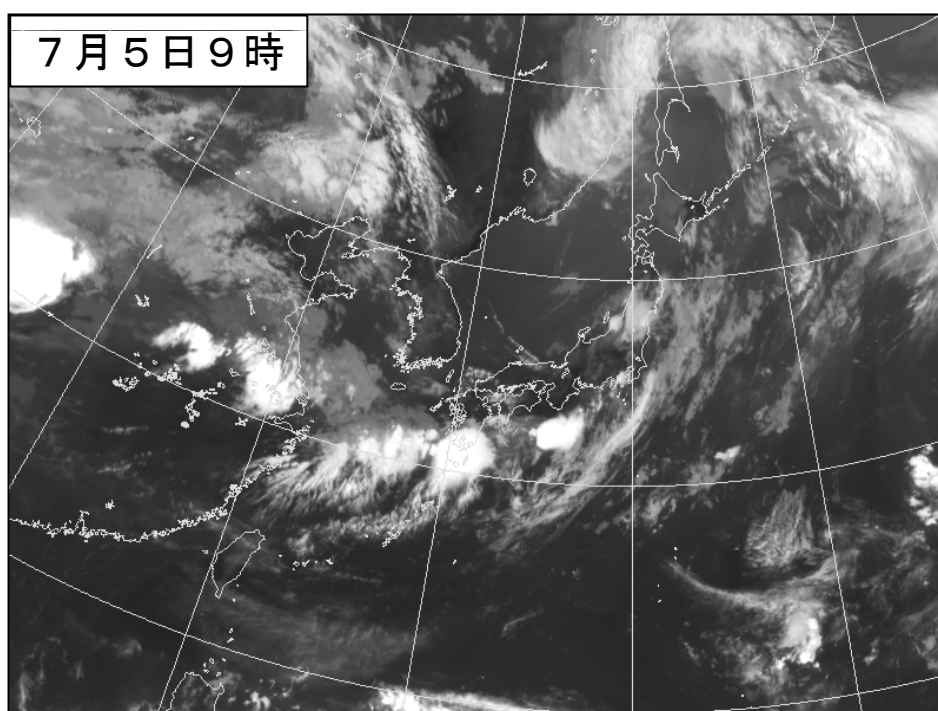
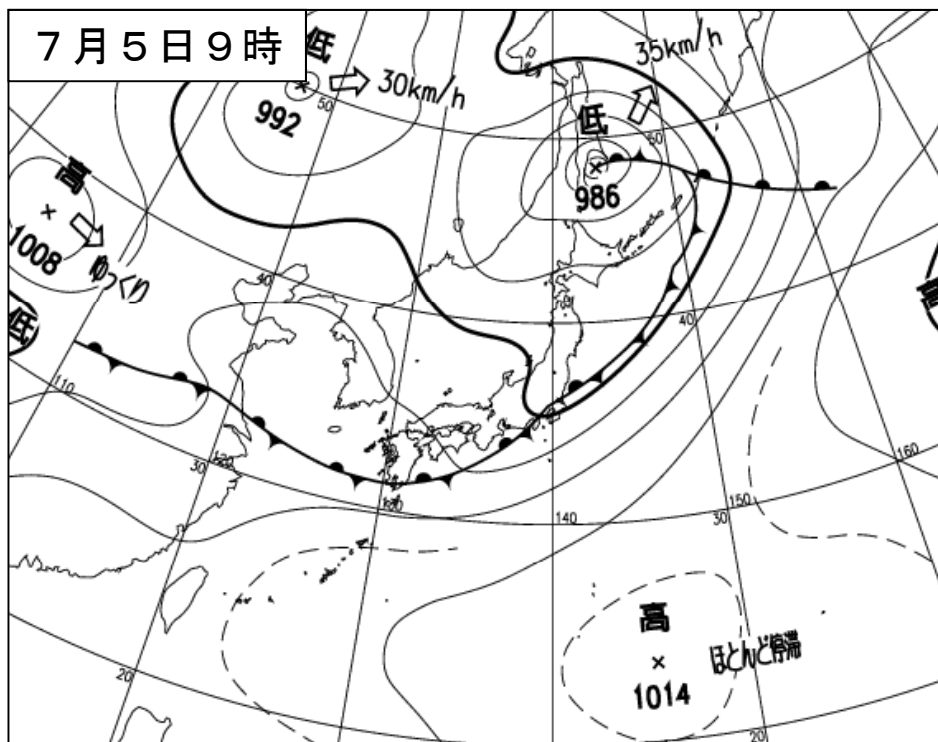


⑤三条市 シャッター、窓、外壁等の被害
があった家屋（南東から撮影）
【三条市役所提供】



⑥三条市 傾いた道路標識（南西から撮影）
【三条市役所提供】

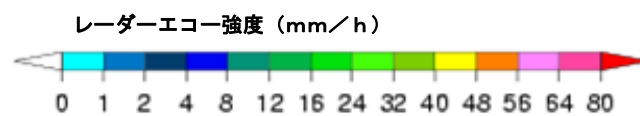
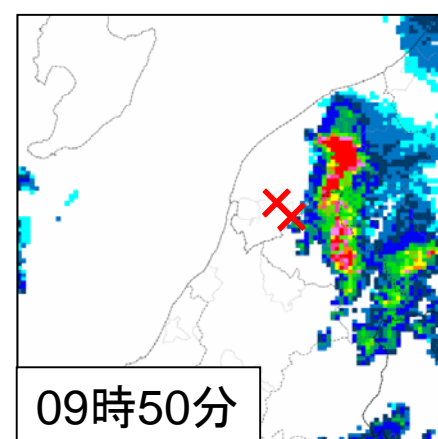
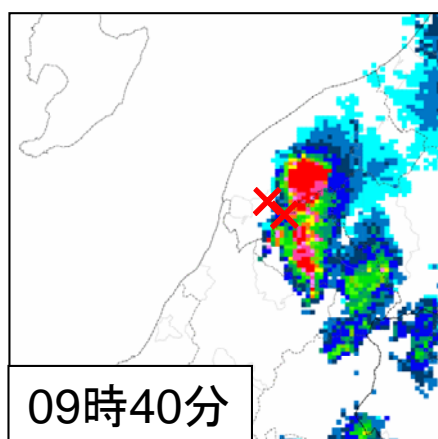
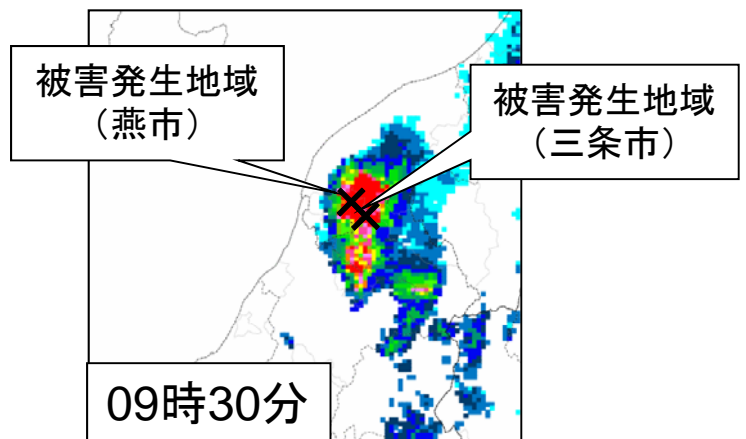
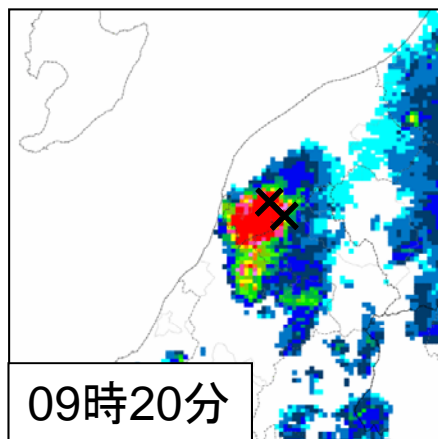
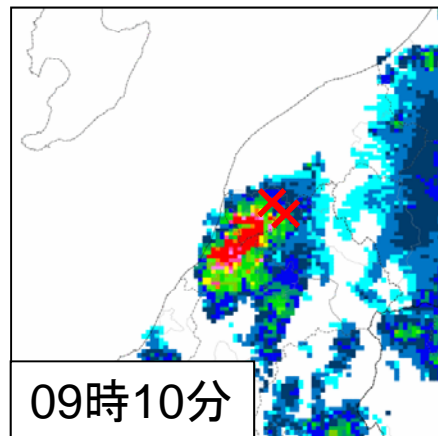
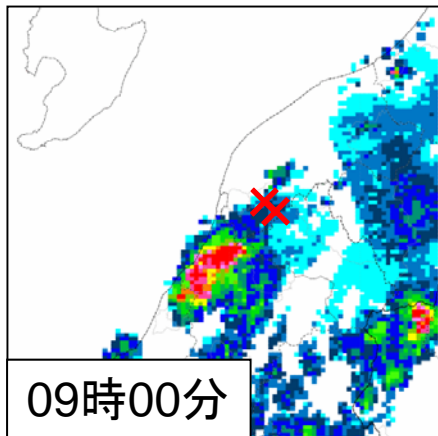
3 気象の状況



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5日9時

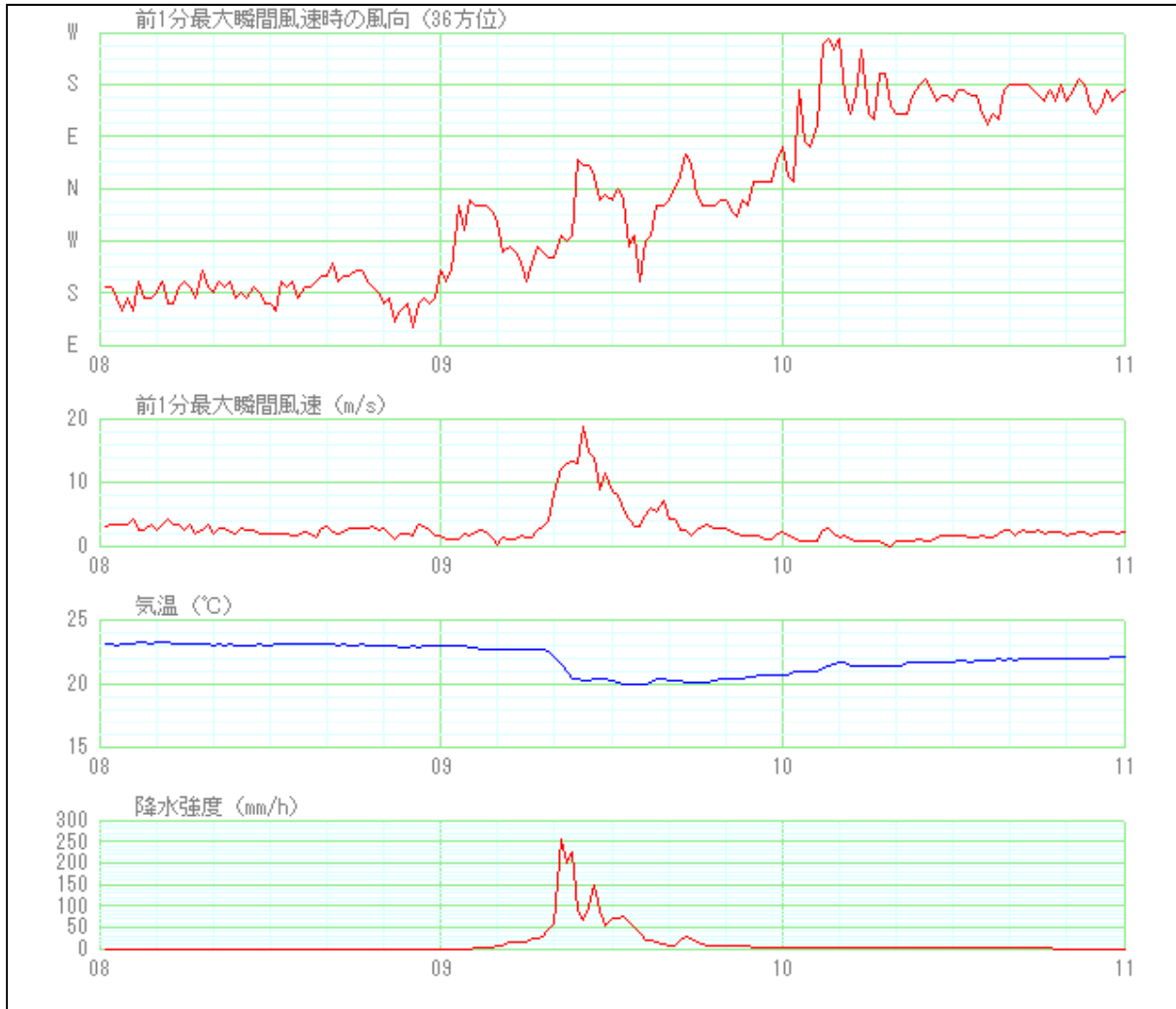
新潟県燕市及び三条市で突風の発生した時間帯の 気象レーダーによる雨雲の様子



レーダーエコー強度図 (合成レーダー)

平成23年7月5日09時00分～09時50分
 図中×印は被害発生地域を示す。

三条地域気象観測所 時系列データ



1 分値時系列データ (7月5日08 時00 分～11 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、降水強度を示す。

4 警報・注意報及び気象情報の発表状況

新潟県（新潟地方気象台発表）

平成23年7月5日

○警報・注意報発表状況

（燕市）

●：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5日 03時43分											●												
平成23年7月5日 04時28分											○												
平成23年7月5日 06時10分											○												
平成23年7月5日 08時52分								●			○				●								
平成23年7月5日 09時25分		浸	●								○												
平成23年7月5日 11時56分								▼			解				▼								
平成23年7月5日 13時57分								○			●				○								
平成23年7月5日 15時44分								解			解				解								

（三条市）

●：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5日 03時43分											●												
平成23年7月5日 04時28分								●			○				●								
平成23年7月5日 06時10分								○			○				○								
平成23年7月5日 08時52分								○			○				○								
平成23年7月5日 09時25分		浸	●								○												
平成23年7月5日 11時56分			解					▼			解												
平成23年7月5日 13時57分								○			●				●								
平成23年7月5日 15時44分								解			解				解								

※ 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。

○新潟県竜巻注意情報の発表状況

発表時刻	発表情報
平成23年7月5日 09時27分	新潟県竜巻注意情報 第1号
平成23年7月5日 10時26分	新潟県竜巻注意情報 第2号

○新潟県気象情報の発表状況

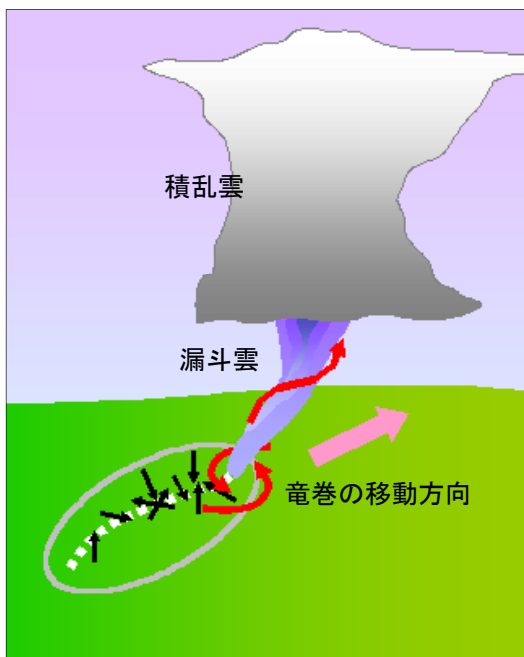
発表時刻	発表情報
平成23年7月5日 09時40分	大雨と雷及び突風に関する新潟県気象情報 第1号

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）

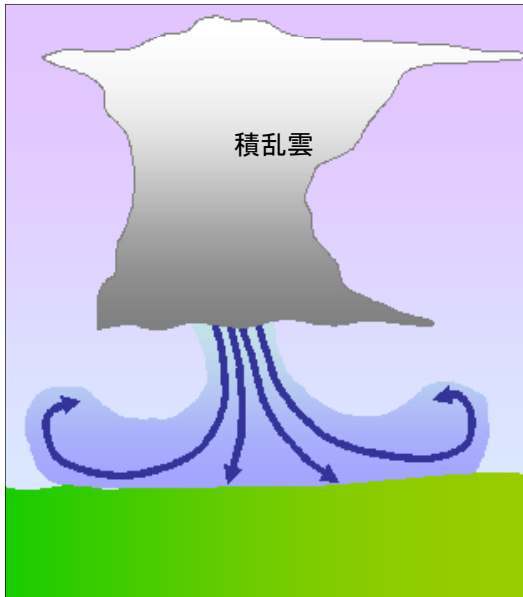
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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。

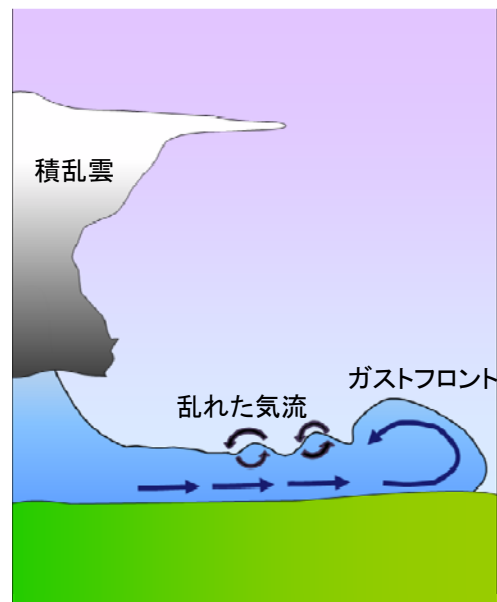


ダウンバーストの被害の様子

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されています。

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

新潟地方気象台 防災業務課

東京管区気象台技術部気候・調査課

※ 本速報は、平成23年7月8日に公開した速報の一部内容を更新するとともに観測データを追加したものです。
※ 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。