

現地災害調査報告

平成27年8月11日に北海道帯広市で発生した突風について
(気象庁機動調査班[JMA-MOT]による現地調査の報告)

目次

1	概要	1
2	突風に関する分析結果	1
3	現地調査結果	2
4	気象状況	8
5	被害集計	11
6	気象官署が執った措置	11
7	参考資料	13

平成27年10月30日
釧路地方气象台

注) 本資料は、最新の情報により内容の一部訂正や追加をすることがあります。

1 概要

平成27年8月11日15時30分頃に帯広市緑ヶ丘公園から東7条南23丁目にかけて突風が発生し、樹木の幹折れなどの被害が発生した。

釧路地方气象台と帯広測候所は、突風をもらした現象を明らかにするため、8月12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。

調査結果は以下のとおりである。

2 突風に関する分析結果

（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、ダウンバーストまた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。
- ・被害地付近の帯広測候所の観測データで、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、気温の急降下などがみられた。
- ・被害から推定した風向に一部発散性が見られた。
- ・激しい風は、比較的長時間（10分以上）であったという証言が複数あった。
- ・突風は強雨やひょうを伴っていたという証言が複数あった。
- ・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F 1と推定した。

（根拠）

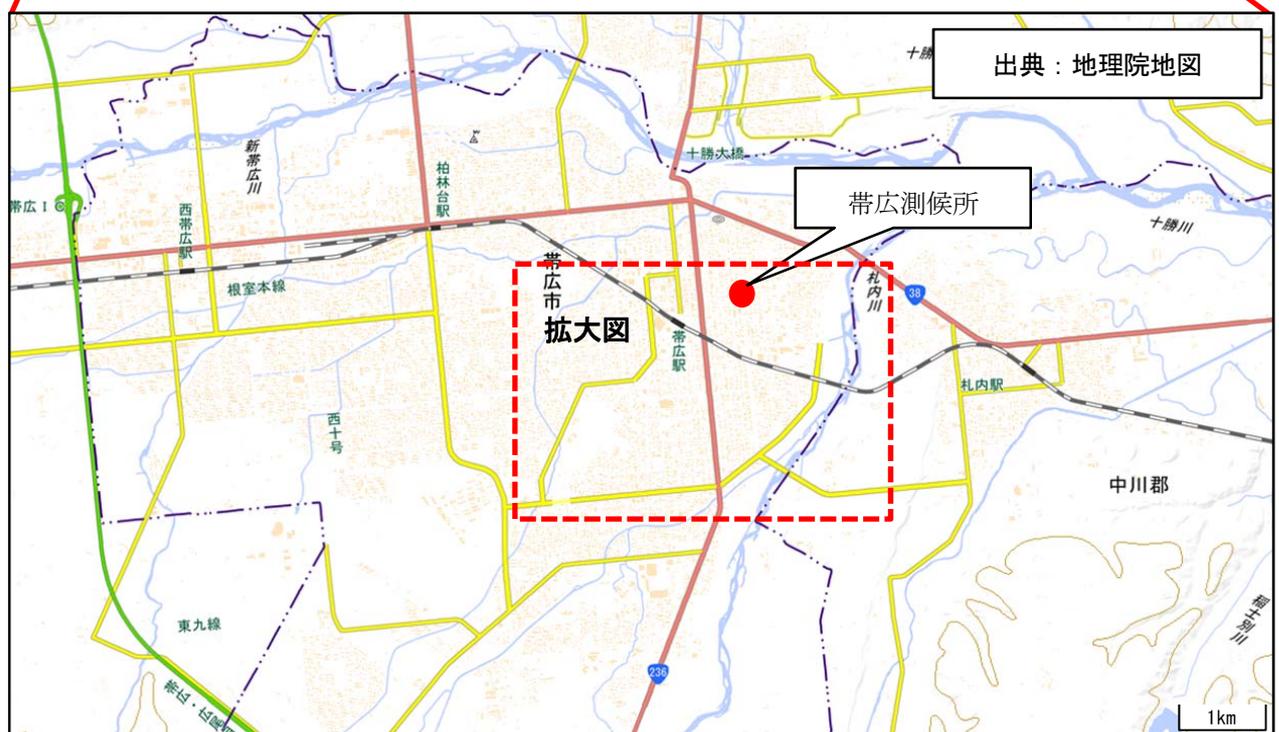
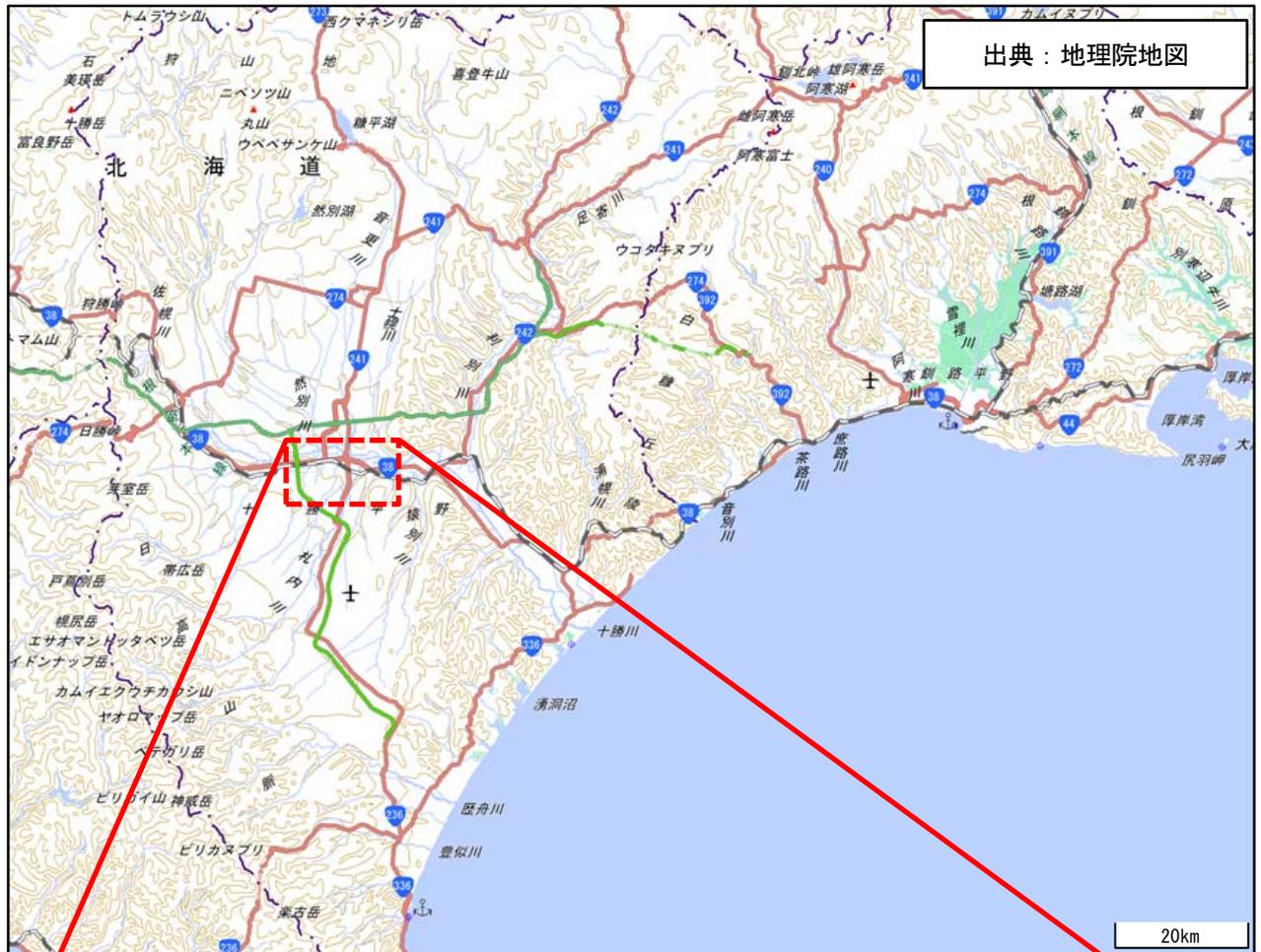
- ・樹木の幹折れが複数あった。

（3）被害の範囲

この突風による被害範囲は、幅約600m、長さ約2.6kmであった。

3 現地調査結果

(1) 被害発生地域図



(2) 被害状況分布及び聞き取り調査位置図 (詳細図)



- ✕：被害の発生した地点
- △：飛散物着地点
- ➡：非住家等の飛散などの方向
- ➡：倒木・倒伏などの方向
- カタカナ：聞き取り調査地点
- ：帯広測候所
- ：隔測観測露場（風向風速・日照）

(3) 写真撮影位置方向図 (詳細図)



- ✕：被害の発生した地点
- ➡：写真撮影方向
- 番号：被害状況写真番号
- ：帯広測候所
- ：隔測観測露場 (風向風速・日照)

(4) 被害状況写真



① 屋根のトタンが南南東方向に一部飛散した住家



② 屋根のトタンが南方向に剥離した住家



③ 南方向に倒伏した農作物（トウモロコシ等、倒伏の範囲は幅約8m×長さ約6m）



④ 屋上の防水シートが西南西方向に飛散した住家（写真はシートを撤去後のもの）



⑤ 南南西方向に倒れた樹木



⑥ 南南西方向に幹折れした樹木（太さ30cm）



⑦ 南南西方向に幹折れした樹木（太さ40cm
2本）



⑧ 南南西方向に幹折れした樹木（太さ30cm）



⑨ 南南西方向に倒れた樹木（写真は一部伐採
後のもの）



⑩ 南方向に幹折れした樹木（太さ60cm、中心
部腐れあり）



⑪ 南方向に幹折れした樹木（太さ30cm、写真
は伐採後のもの）

(5) 聞き取り調査（調査地点は「被害状況分布及び聞き取り調査位置図」に示す）

・ア地点

15時30分から10分程度ゴーという音がしたので外を確認したところ、強雨と雷があり、近隣の住家屋根のトタンの一部が道路に飛散していた。

風は北から吹いていた。竜巻のような渦は目撃していない。

・イ地点

15時30分頃、風と雨が強くなり大きな音がした。家から外を確認したところ、近隣住家屋根のトタン半分が南方向に剥がれめくれていた。竜巻のような渦は目撃していない。

・ウ地点

15時30分頃、急に風が強くなり雨も強く降り出したので、外に出しているのぼりを片付けた。その2～3分後、ビル屋上の防水シートが剥がれて落ちてきた。

風は西から東に変わり、雷やひょう（1 cm程度）を目撃した。

竜巻のような渦は目撃していない。

・エ地点

15時30分頃、急に雨と風が強くなってきたので、外を確認したところ公園の樹木が3～4本南方向へ倒れていた。

風は南から北へ急変し、雷やひょうを目撃した。

竜巻のような渦は目撃していない。

・オ地点

15時15分頃から30分程度雨と風が強まり、視界のきかない程の雨が10分程度あった。

風は北風になって強まり、雷やひょうも5～10分程度目撃した。

竜巻のような渦は目撃していない。

・カ地点

15時00分から15時30分頃、公園内でパークゴルフ中に急に雨と風が強まり、雷やひょう（1 cm程度）を目撃した。15時30分頃、公園近くの自宅に戻ったところ、風が南から北に急変し公園内の樹木が倒れるのを目撃した。

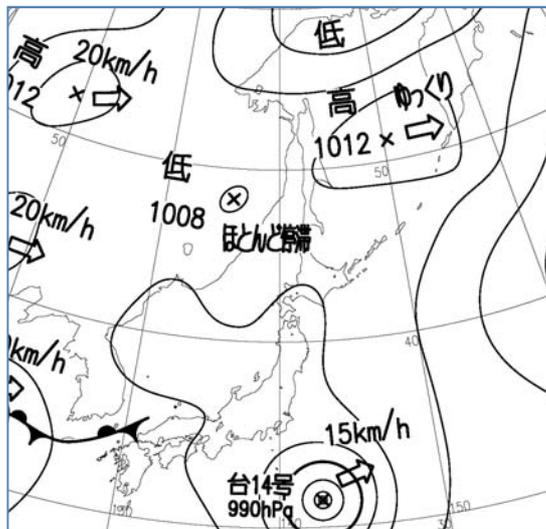
竜巻のような渦は目撃していない。

4 気象状況

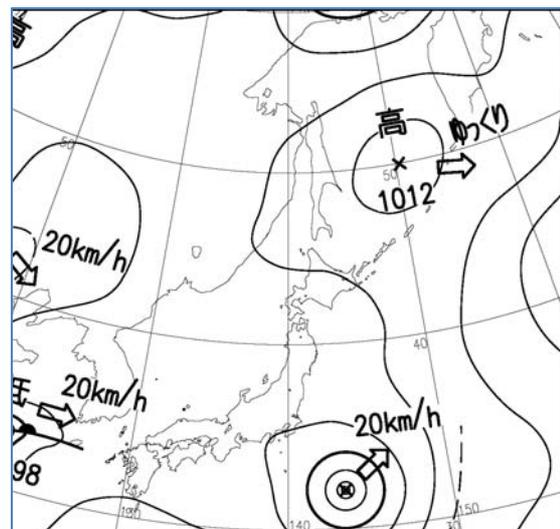
(1) 概要

8月11日09時の北海道付近には、南から暖かく湿った空気が流入し、一方札幌市の上空5,000メートル付近には9月上旬並みのマイナス10℃の寒気が入り、大気が非常に不安定な状態となっていた。このため、十勝地方では8月11日昼過ぎから夕方にかけて活発な積乱雲が通過し、局地的に雷を伴い非常に激しい雨が降った。

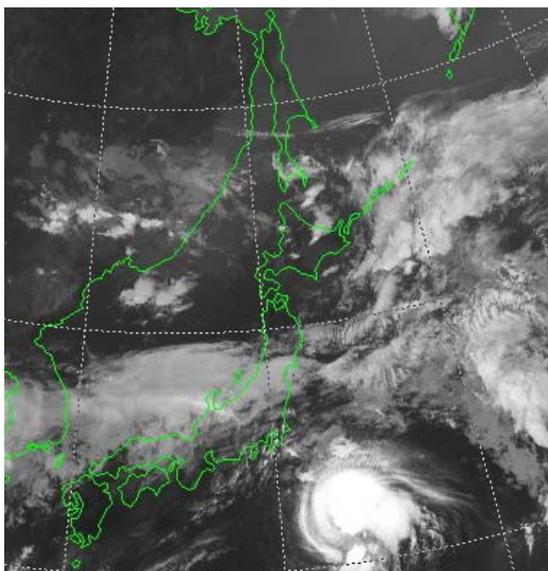
(2) 天気図及び気象衛星画像



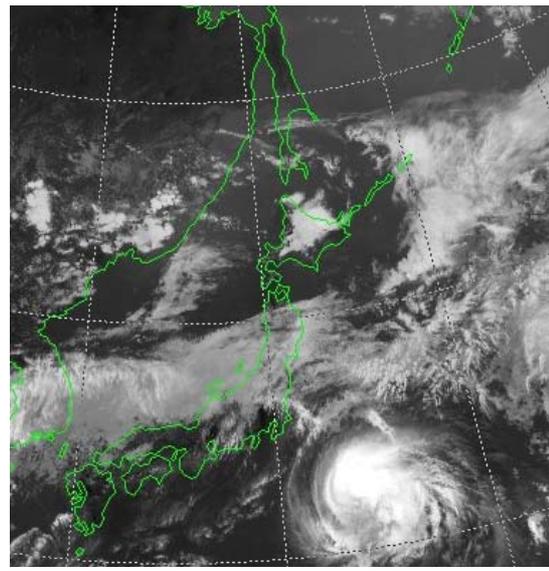
地上天気図 8月11日09時



地上天気図 8月11日15時

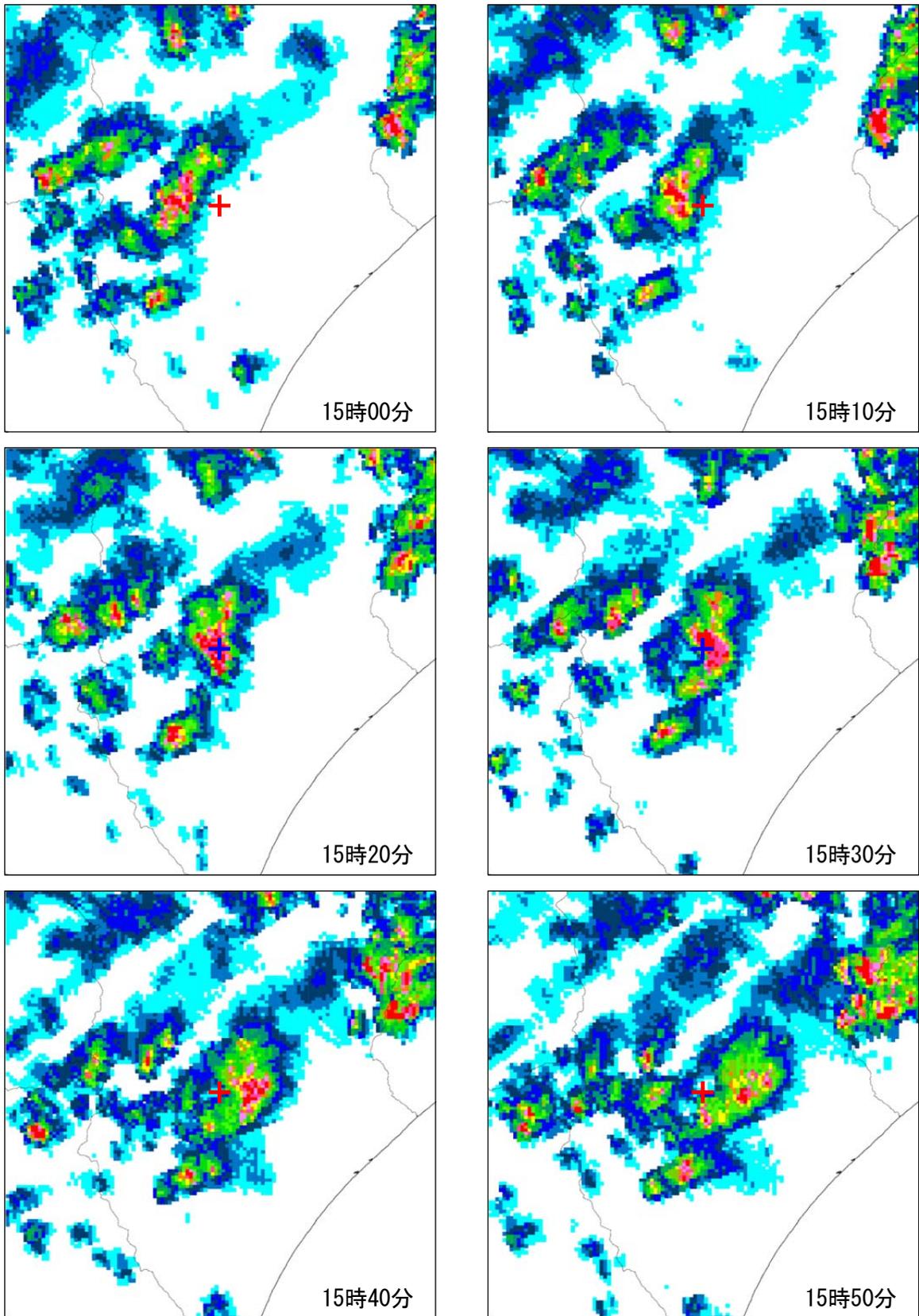


気象衛星赤外面像 8月11日09時



気象衛星赤外面像 8月11日15時

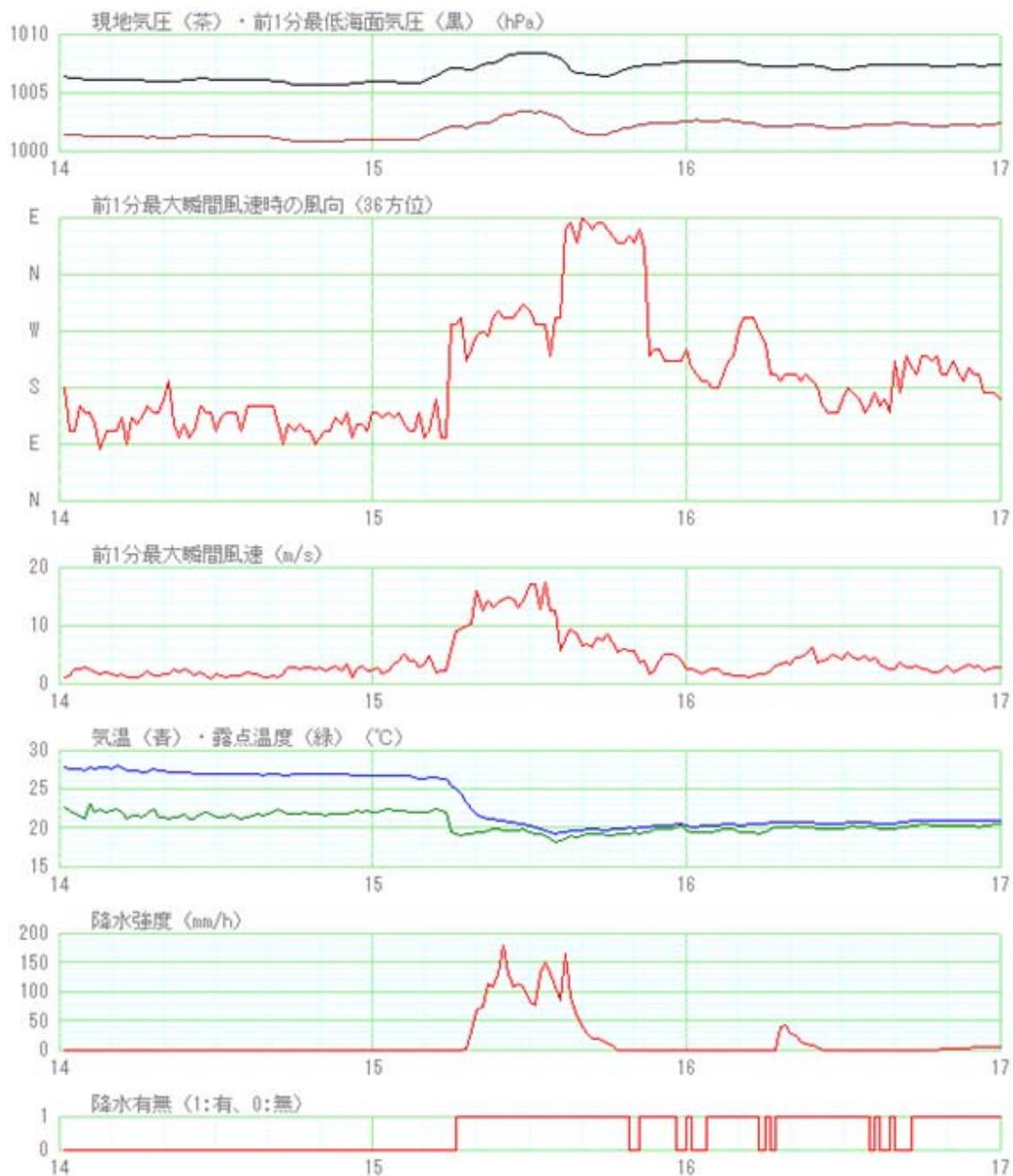
(3) 気象レーダー画像



0 1 2 4 8 12 16 24 32 40 48 56 64 80 mm/h
気象レーダー画像 (降水強度mm/h) 8月11日15時00分～15時50分
(図中+及び+は帯広市緑ヶ丘付近)

(4) 観測所における観測データ

- ・帯広測候所



8月11日14時から17時までの1分値グラフ

(「前1分最大瞬間風速時の風向」グラフのEは東、Nは北、Wは西、Sは南を示す。)

<観測場所住所>

- ・帯広測候所：帯広市東4条南9丁目
- ・隔測観測露場 (風向風速・日照)：帯広市東9条南21丁目

5 被害集計（平成27年8月12日17時現在 帯広市調べ）

（1）人的・建物被害

- ・人的被害 : なし
- ・住家等の浸水被害 : 帯広市で床下浸水6棟
- ・住家等の損壊被害 : 帯広市で一部破損2棟（屋根はがれ）
- ・道路の冠水 : 帯広市で多数

（2）その他

公園内や道路街路樹の倒木・幹折れ : 帯広市で49本

6 気象官署が執った措置

（1）警報・注意報及び気象情報の発表状況

ア. 帯広市の警報・注意報の発表状況（平成27年8月11日） *浸水：浸水害

発表時刻	警報	注意報
8月11日3時53分		雷、濃霧
8月11日6時41分		大雨、雷、濃霧
8月11日10時59分		大雨、雷、濃霧
8月11日14時36分	大雨（浸水）	雷、濃霧
8月11日15時48分	大雨（浸水）	雷、濃霧
8月11日17時53分	大雨（浸水）	雷、濃霧
8月11日20時54分	大雨（浸水）	雷、濃霧
8月11日22時45分		雷、濃霧

イ. 十勝地方府県気象情報の発表状況（平成27年8月9日～11日）

発表時刻	情報名
8月9日17時06分	大雨と雷及び突風に関する十勝地方気象情報 第1号
8月10日5時48分	大雨と雷及び突風に関する十勝地方気象情報 第2号
8月10日16時35分	大雨と雷及び突風に関する十勝地方気象情報 第3号
8月11日6時56分	大雨と雷及び突風に関する十勝地方気象情報 第4号
8月11日11時34分	大雨と雷及び突風に関する十勝地方気象情報 第5号
8月11日16時27分	大雨と雷及び突風に関する十勝地方気象情報 第6号
8月11日23時05分	大雨と雷及び突風に関する十勝地方気象情報 第7号

ウ. 十勝地方竜巻注意情報の発表状況（平成27年8月11日）

発表時刻	情報名
8月11日4時17分	十勝地方竜巻注意情報 第1号
8月11日6時35分	十勝地方竜巻注意情報 第2号
8月11日9時17分	十勝地方竜巻注意情報 第3号
8月11日12時27分	十勝地方竜巻注意情報 第4号
8月11日13時26分	十勝地方竜巻注意情報 第5号
8月11日14時26分	十勝地方竜巻注意情報 第6号
8月11日15時27分	十勝地方竜巻注意情報 第7号
8月11日16時26分	十勝地方竜巻注意情報 第8号
8月11日18時07分	十勝地方竜巻注意情報 第9号

(2) 現地調査の実施日

平成27年8月12日

(3) 突風に関する資料の発表状況

平成27年8月13日：平成27年8月11日に北海道帯広市で発生した突風について
(気象庁機動調査班[JMA-MOT]による現地調査の報告)

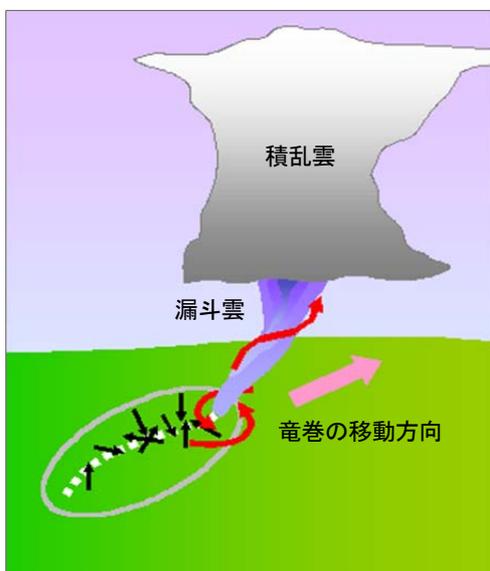
※本報告に使用している地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の『電子地形図（タイル）』を複製したものである。（承認番号 平26情複、第658号）

7 参考資料

この資料では、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）

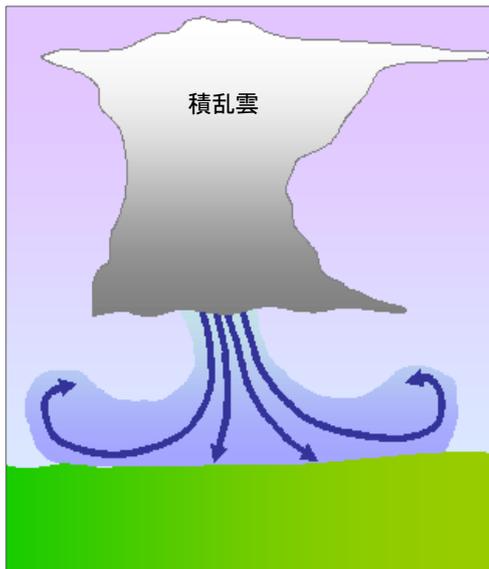
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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未満をマイクロバーストといいます。

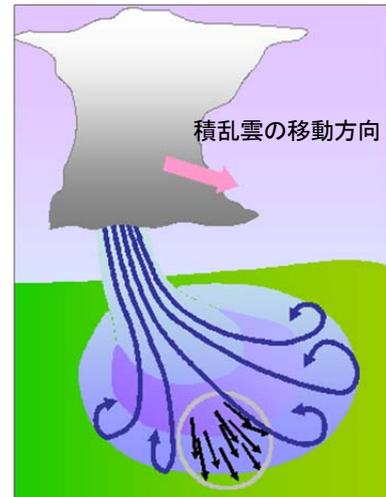


ダウンバーストのイメージ図

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。
- 強雨やひょうを伴うことが多い。
- 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。

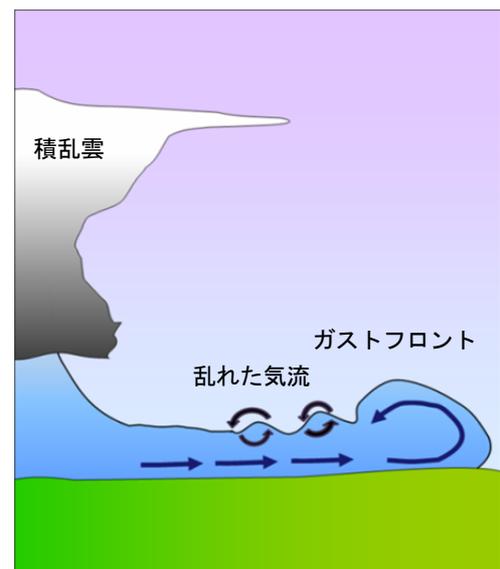


ダウンバーストの被害の様子

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（冷氣外出流といいます。）、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

薄青の域は周囲より冷たくて重い空気を、また、青矢印は冷氣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・被害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、

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

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段階（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 : 93~116 m/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mも空中飛行する。1t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t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.

謝意

この調査報告を作成するにあたり、帯広市役所をはじめ各機関の関係者及び地域住民の方々に多大なるご協力をいただきました。ここに謝意を表します。

問い合わせ先：釧路地方気象台
電話 0154-31-5146