

現地災害調査報告

平成25年8月20日に北海道恵庭市、千歳市及び夕張郡長沼町で
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 はじめに
- 2 突風に関する分析結果
- 3 現地調査結果
- 4 気象状況
- 5 警報・注意報及び気象情報の発表状況
- 6 参考資料

平成25年10月1日
札幌管区气象台

注) この資料は、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 はじめに

8月20日12時頃に恵庭市春日、千歳市中央及び夕張郡長沼町三十一区付近などで突風が発生し、樹木の幹折れなどの被害が発生した。

札幌管区気象台は、被害をもたらした現象を明らかにするため、8月21日から22日にかけて、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。
- ・被害域は断続的であるが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。
- ・突風は強雨やひょうを伴っていたという証言があった。
- ・風は急に強くなり、その状態が10分以上続いたという証言があった。

（2）強さ（藤田スケール）

この突風の強さは、藤田スケールでF 1と推定した。

（根拠）

- ・樹木の幹折れが複数あった。

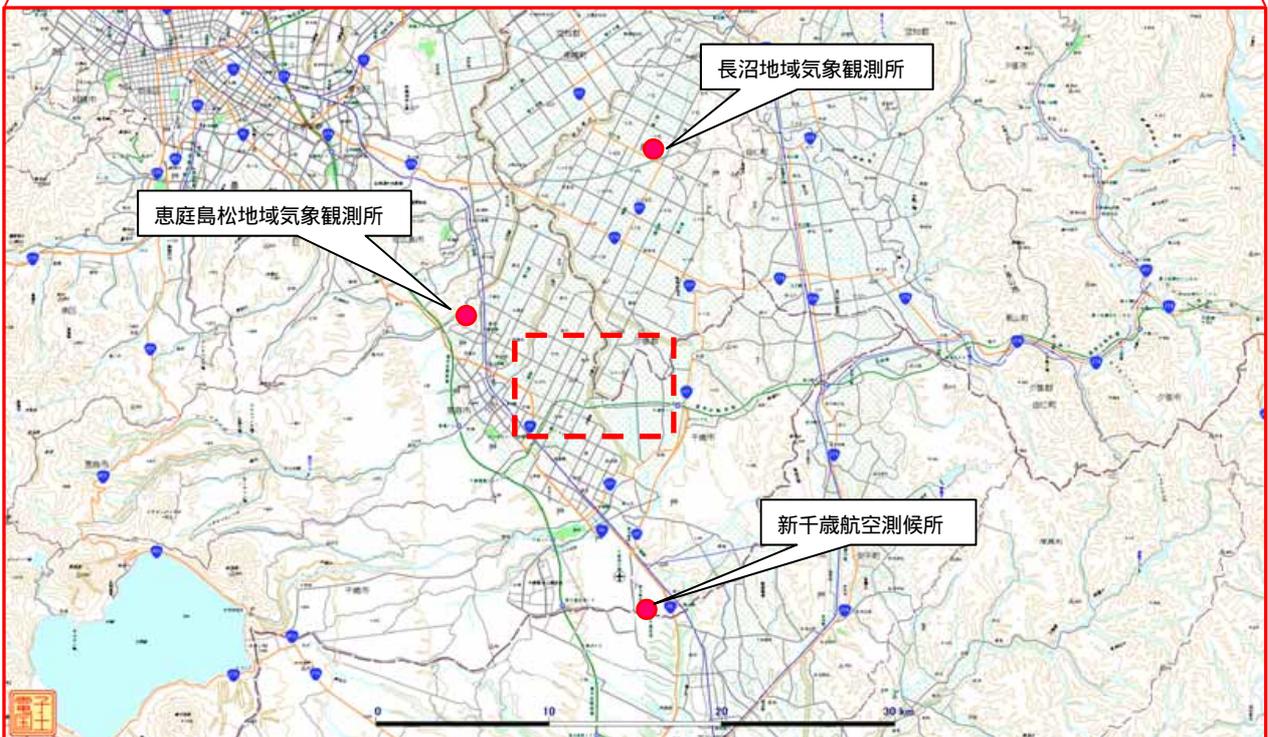
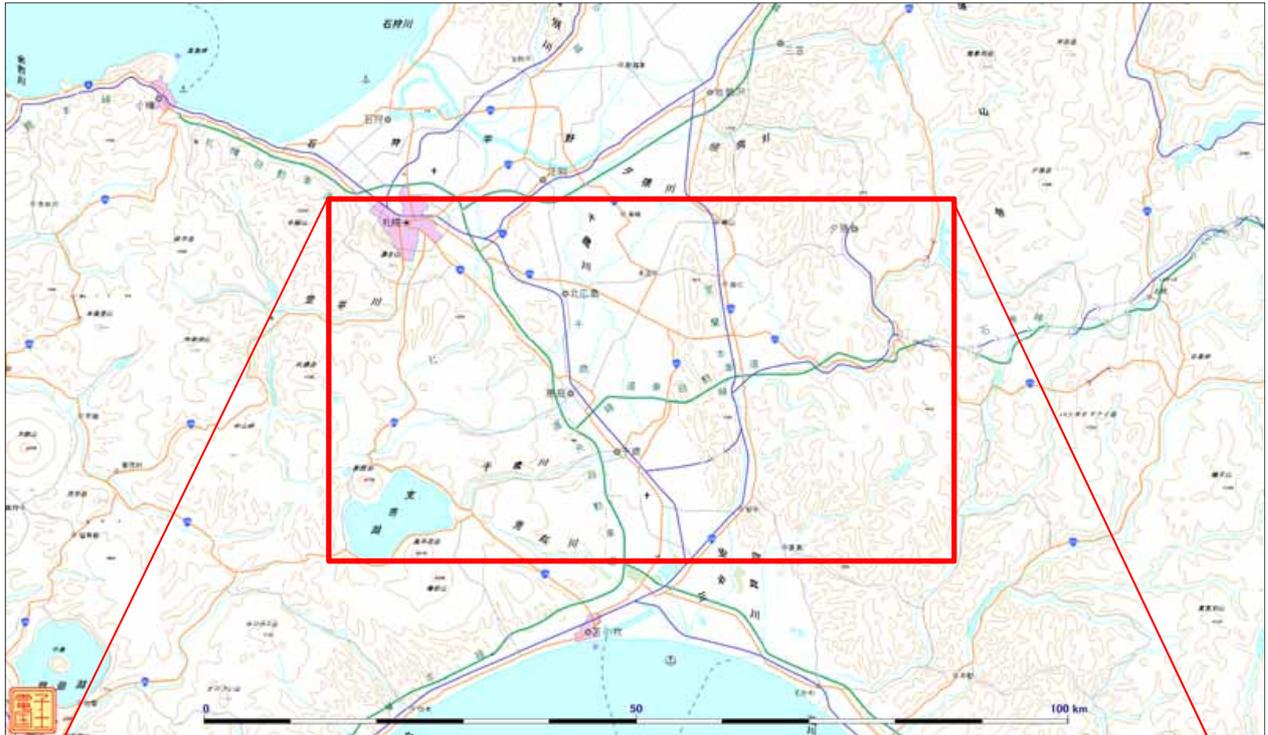
（3）被害範囲

この突風による被害範囲は、幅約2,800m、長さ約7.4kmであった。

3 現地調査結果

3 - 1 被害状況調査

(1) 被害発生地域図



破線枠：被害状況分布図（全体図1・2の範囲）

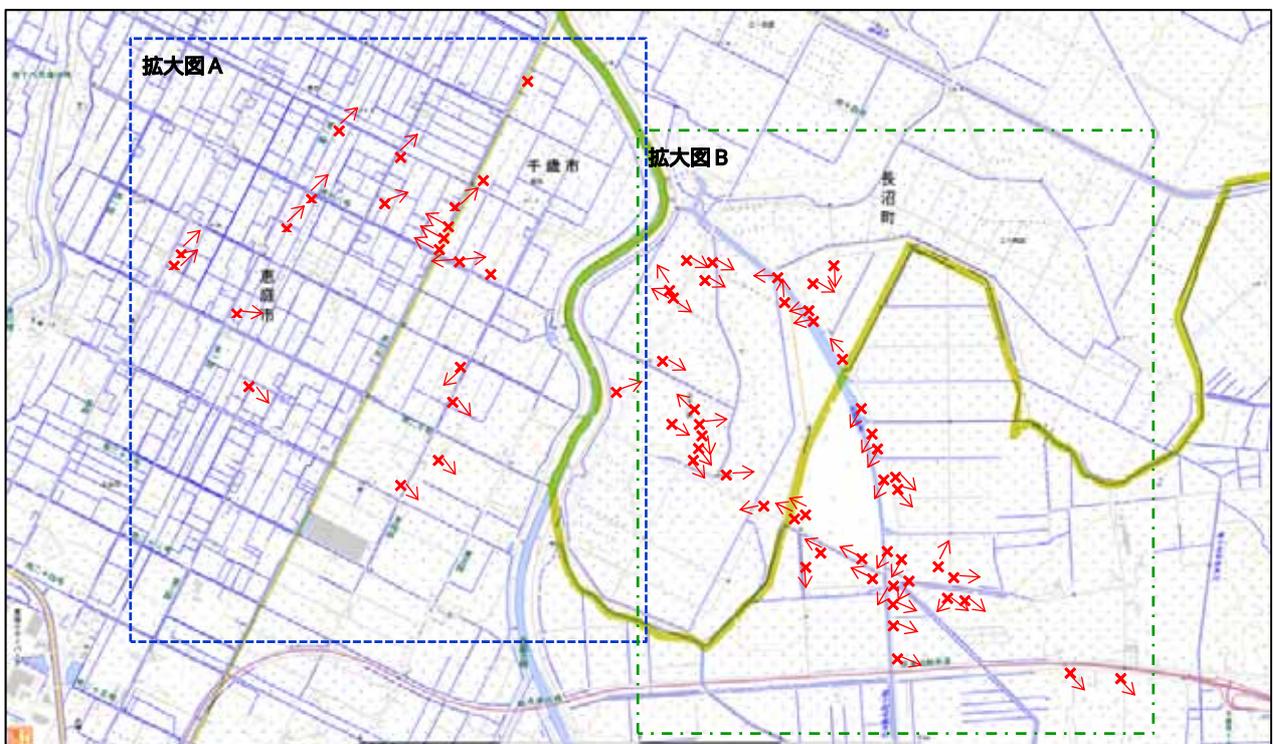
(2) 被害状況分布

・全体図 1



図中のカタカナは聞き取り調査地点を示す。

・全体図 2



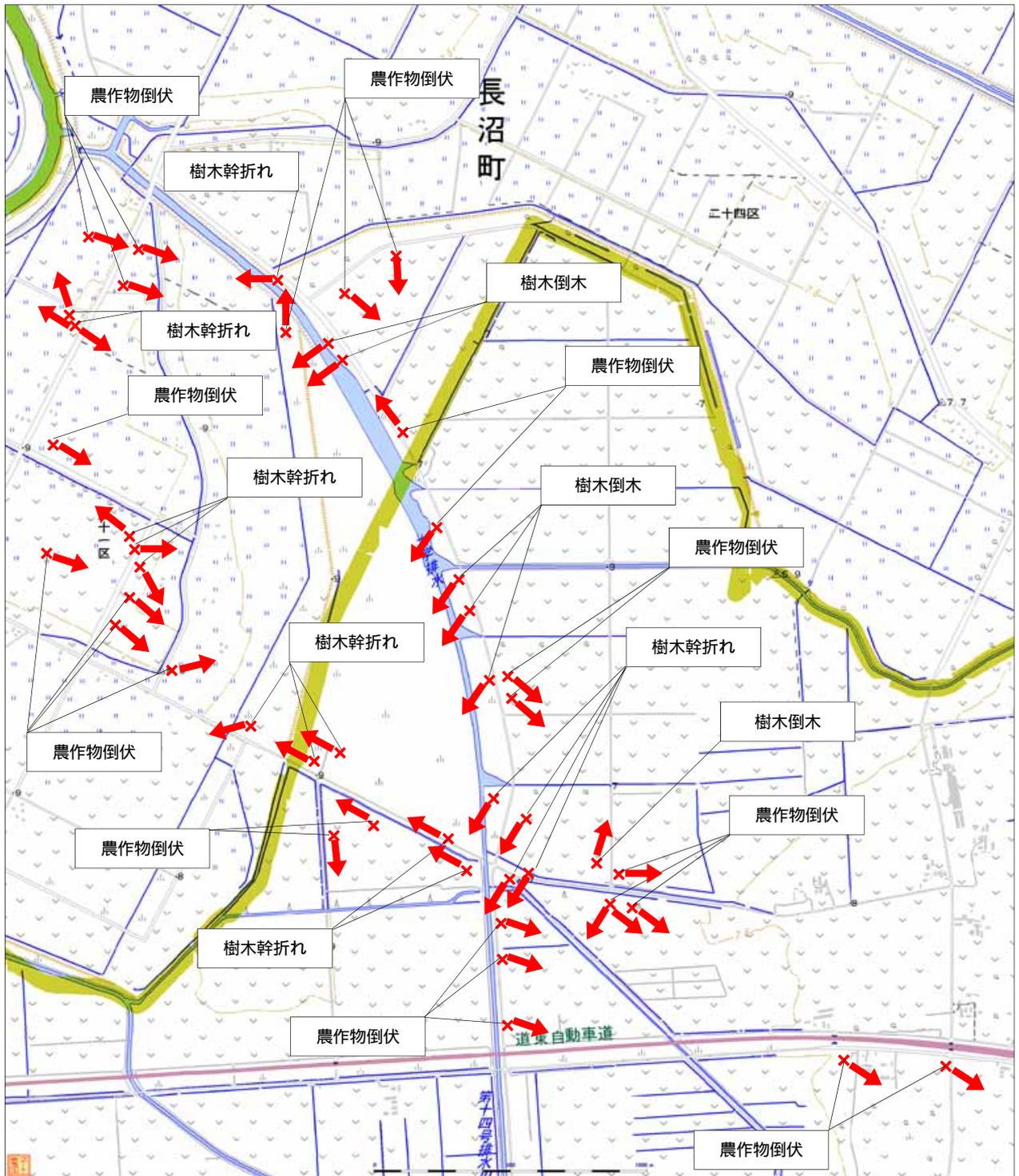
- × : 被害の発生した地点
- : 倒木・倒伏等方向

・拡大図 A



- × : 被害の発生した地点
- × : 飛散物
- ➡ : 倒木・倒伏等方向
- ➡ : 物の飛んだ方向

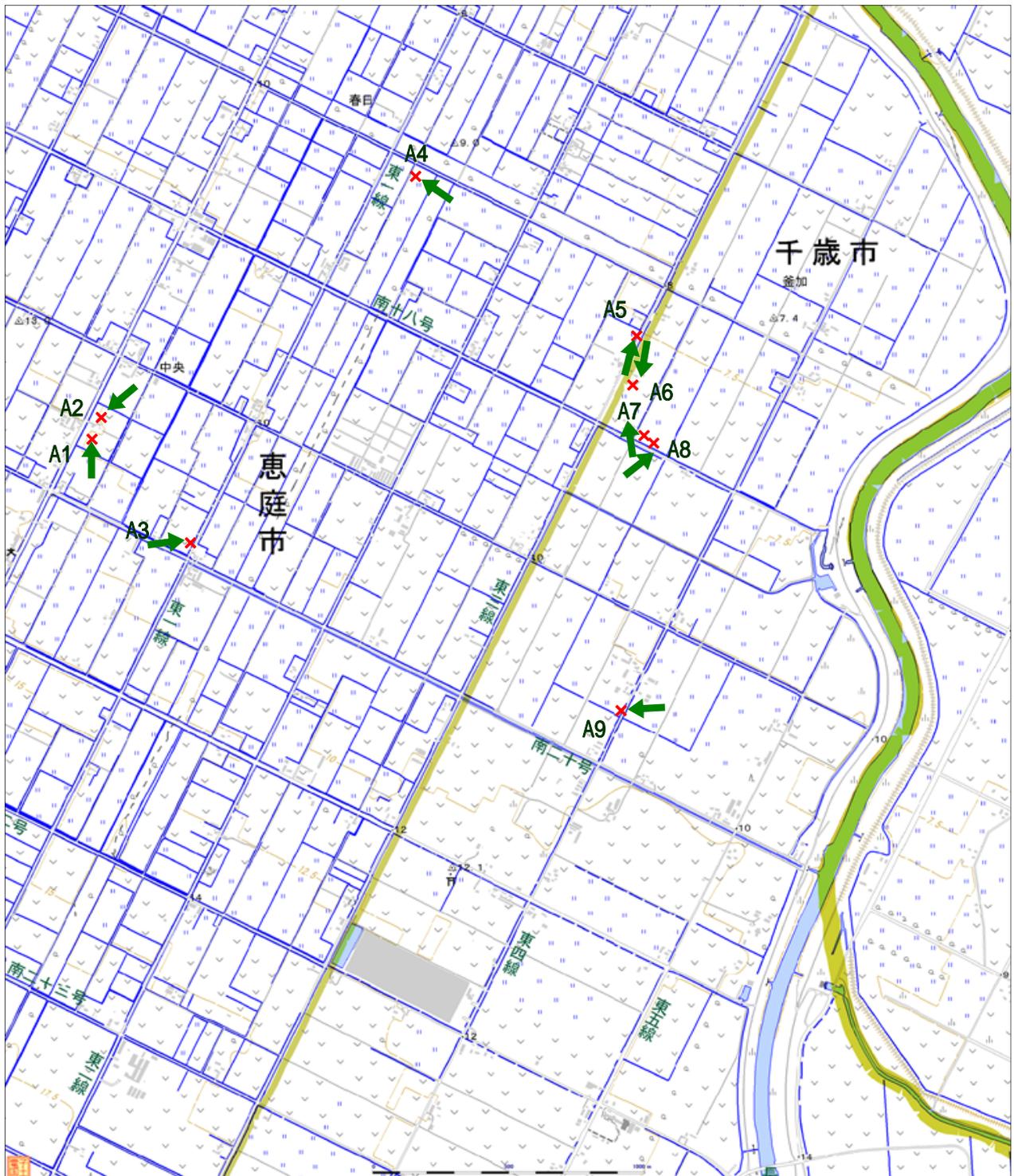
・拡大図 B



- × : 被害の発生した地点
- : 飛散物
- ➡ : 倒木・倒伏等方向
- ➡ : 物の飛んだ方向

(3) 写真撮影位置方向図

・拡大図A

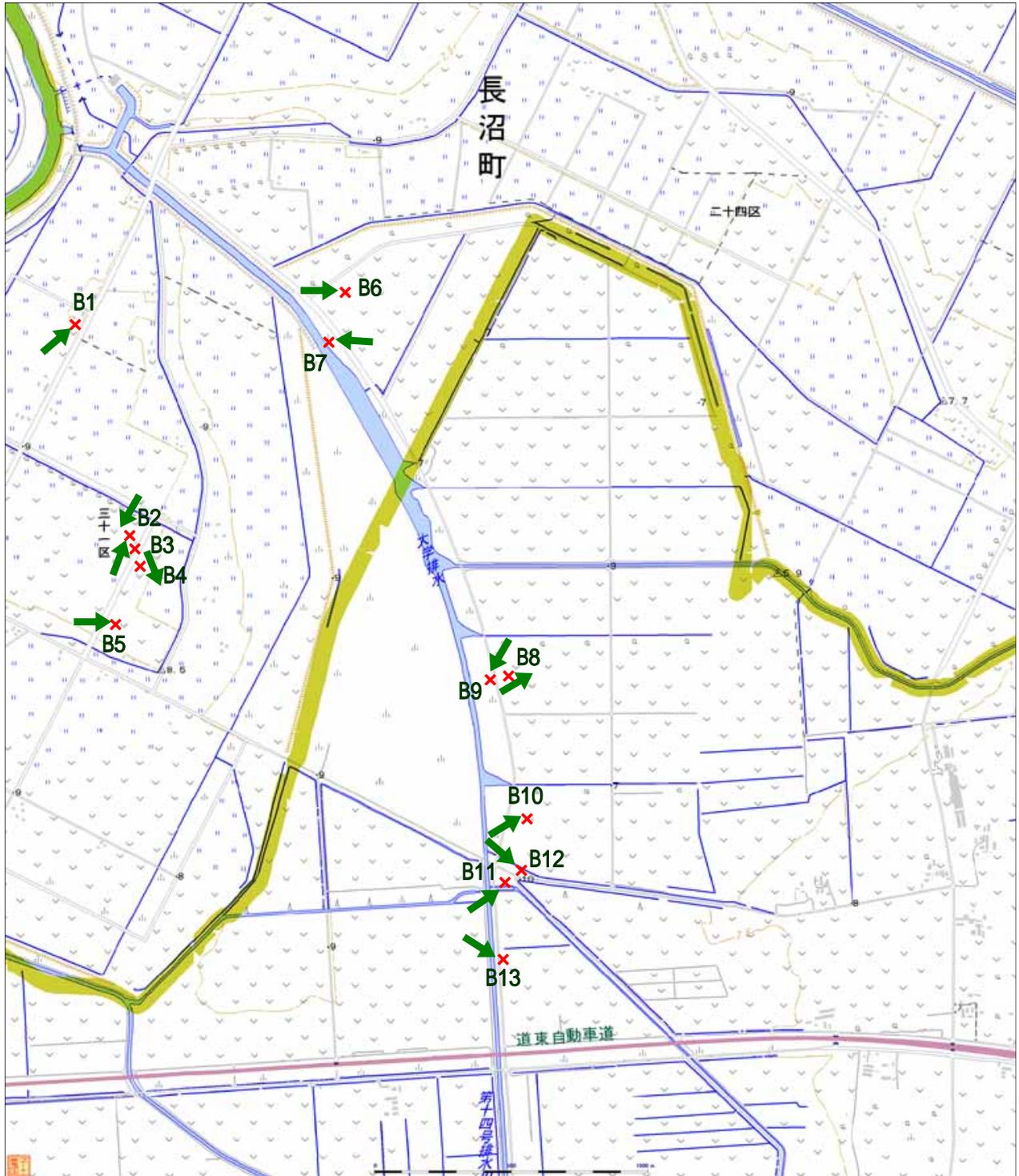


× : 被害の発生した地点

➡ : 写真撮影方向

記号番号 : 被害状況写真番号

・拡大図 B



- × : 被害の発生した地点
- ➡ : 写真撮影方向
- 記号番号 : 被害状況写真番号

(4) 被害状況写真



A 1 樹木が北東方向に幹折れ
(太さ約70cm)



A 2 樹木が北東方向に幹折れ
(太さ約120cm)



A 3 樹木が東方向に幹折れ
(太さ約25cm、他1本)



A 4 樹木が北東方向に幹折れ
(太さ約60cm)



A 5 樹木が北東方向に幹折れ
(太さ約10cm)



A 6 電柱3本が西北西方向に傾斜



A 7 住家屋根トタンが西南西方向に一部飛散



A 8 倉庫トタンが東北東方向に一部飛散



A 9 樹木が南東方向に倒木
(太さ約15cm、他1本)



B 1 樹木が西北西方向と東南東方向に幹折れ
(太さ約30cm)



B 2 樹木が北西方向に幹折れ
(太さ約20cm)



B 3 樹木が東方向に幹折れ
(太さ約20cm)



B 4 樹木が南東方向に幹折れ
(太さ約15cm)



B 5 農作物が南東に倒伏
(とうもろこし)



B 6 農作物が南東方向に倒伏
(ビート)



B 7 樹木が南西方向に倒木
(太さ約10cm)



B 8 農作物が南東方向に倒伏



B 9 樹木が南西方向に幹折れ
(太さ約20cm)



B 1 0 樹木が南西方向に幹折れ
(太さ約15cm)



B 1 1 樹木が南西方向に幹折れ
(太さ約10cm)



B 1 2 樹木が南西方向に幹折れ
(太さ約20cm)



B 1 3 農作物が東南東方向に倒伏
(とうもろこし)

3 - 2 聞き取り調査

(1) 聞き取り調査を行なった地点を「全体図1」に示す。

・ア地点で聞き取り

12時過ぎに、急にひょうが降りもの凄い風が吹いた。西側の窓から吹き込んで家の中がびしゃびしゃになった。

・イ地点での聞き取り

12時30分頃に、表に出られないくらいの風、雨、ひょうだった。
倒木は東の方向で、根が浮いていた。

・ウ地点での聞き取り

12時30分から13時00分の間に、家屋周辺のデントコーンが南から南東方向の範囲に倒伏した。

風は北から東に変化し、雨、風、ひょう、雷があった。

・エ地点での聞き取り

13時過ぎに車で自宅に向かっていたが、雲や雨で真っ暗でほとんど前が見えなかった。

・オ地点での聞き取り

時間を確認した12時23分の時点では既に強風やひょうは始まっていた。

初めは家の後方（北側）から、後に道路側（南側）から風が吹いた。風の強さは風向変化の前後では変わらなかった。

風、雨、ひょうの後に雷、風向変化後にひょうが強くなった。

全体としては1時間くらい続いた。風の強弱があったイメージはあるが、ピークが何回あったかの詳細は分からない。

家の前にあるくるみの木が最初の風（北風）で東側に、風が変わった後に西側に折れた。

耳の異常はなかった。

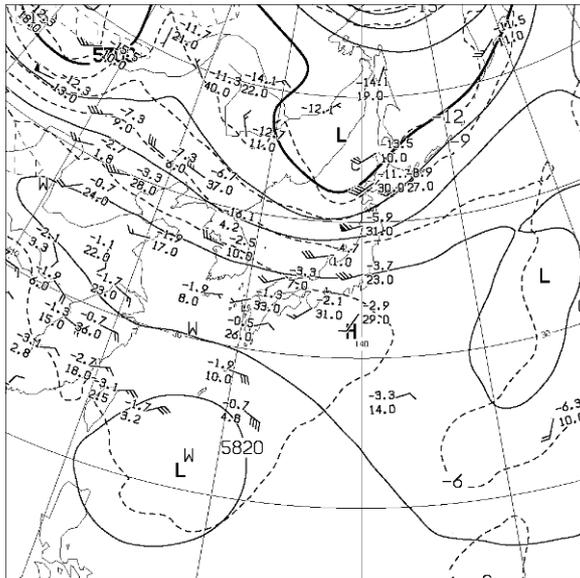
4 気象の状況

(1) 気象概況

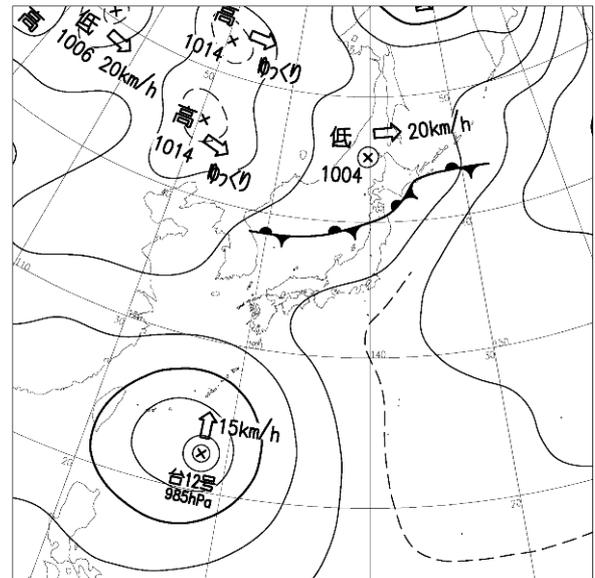
8月20日09時の北海道付近は、前線を含む気圧の谷となっており、また、札幌市の上空約5700mには9月上旬並の氷点下11.7の寒気が入り、大気の状態が非常に不安定となっていた。

北海道千歳市、恵庭市、夕張郡長沼町で突風が発生した時間帯には、活発な積乱雲が被害地付近を通過中であった。

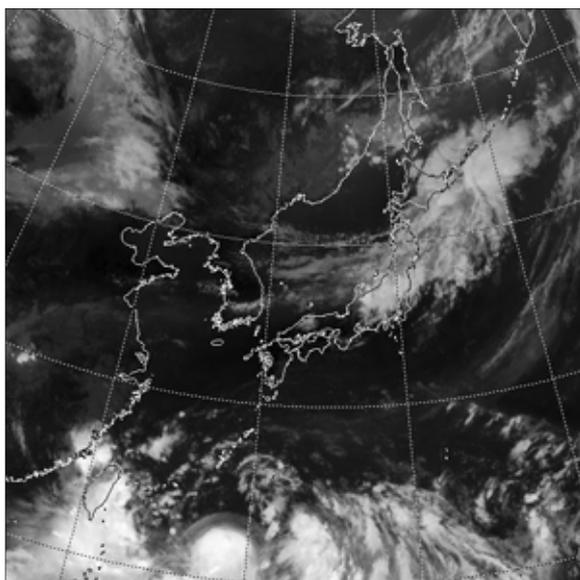
(2) 天気図及び気象衛星画像



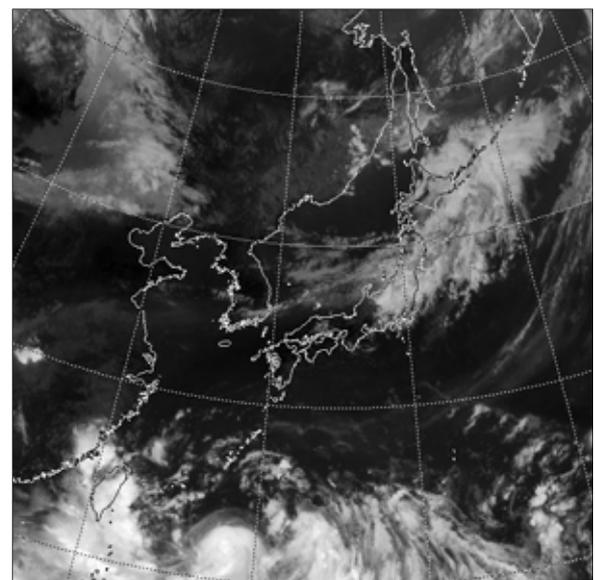
500hPa高層天気図 8月20日09時



地上天気図 8月20日12時

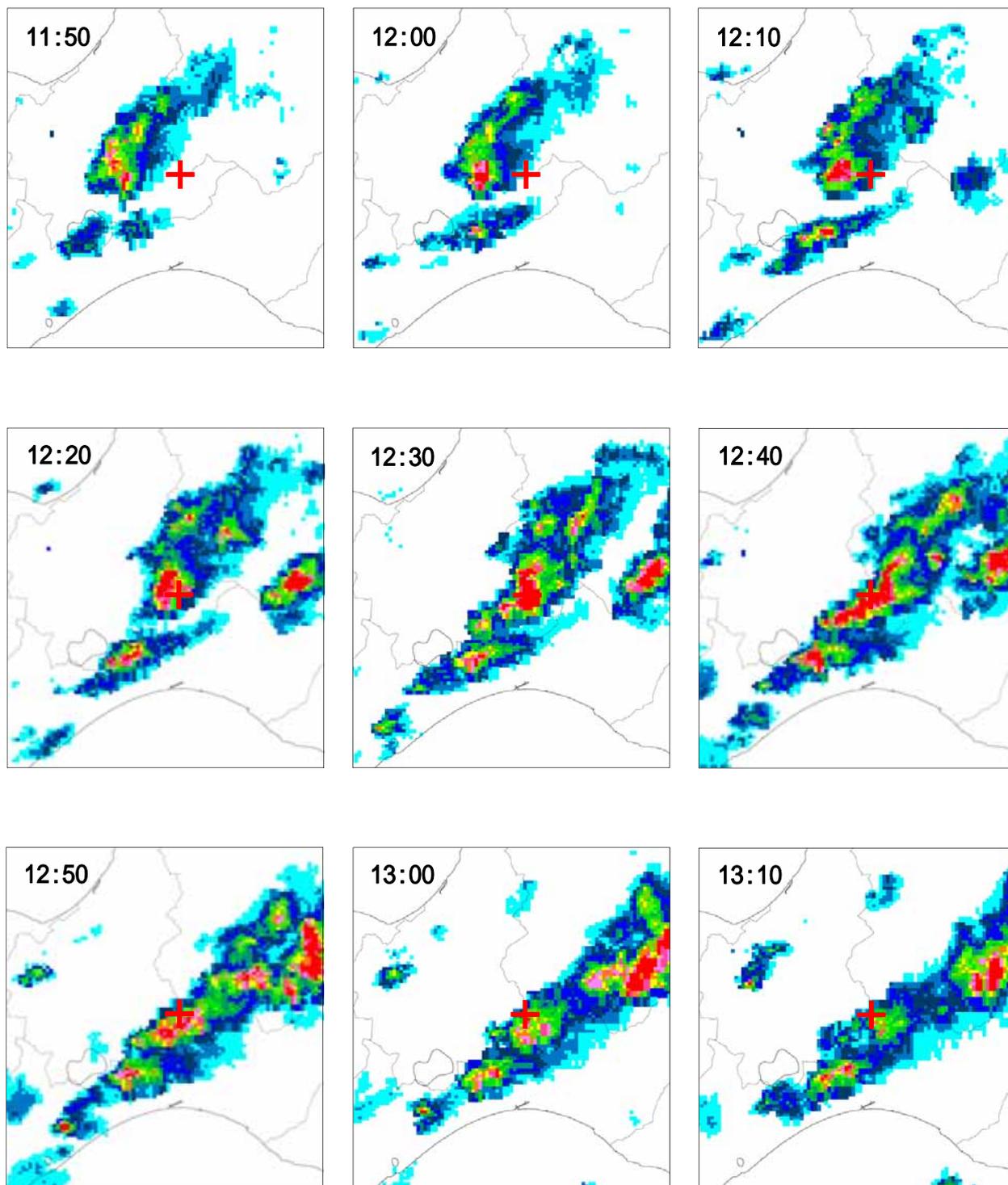


気象衛星「ひまわり7号」赤外画像
8月20日12時



気象衛星「ひまわり7号」赤外画像
8月20日13時

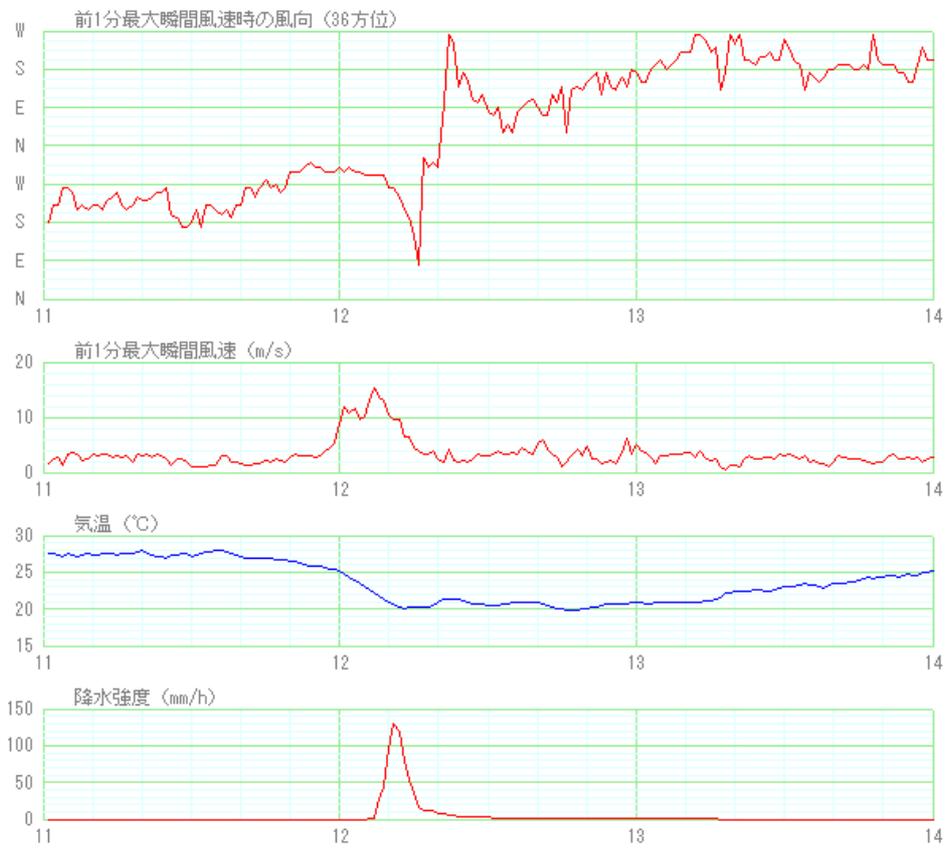
(3) 気象レーダー画像



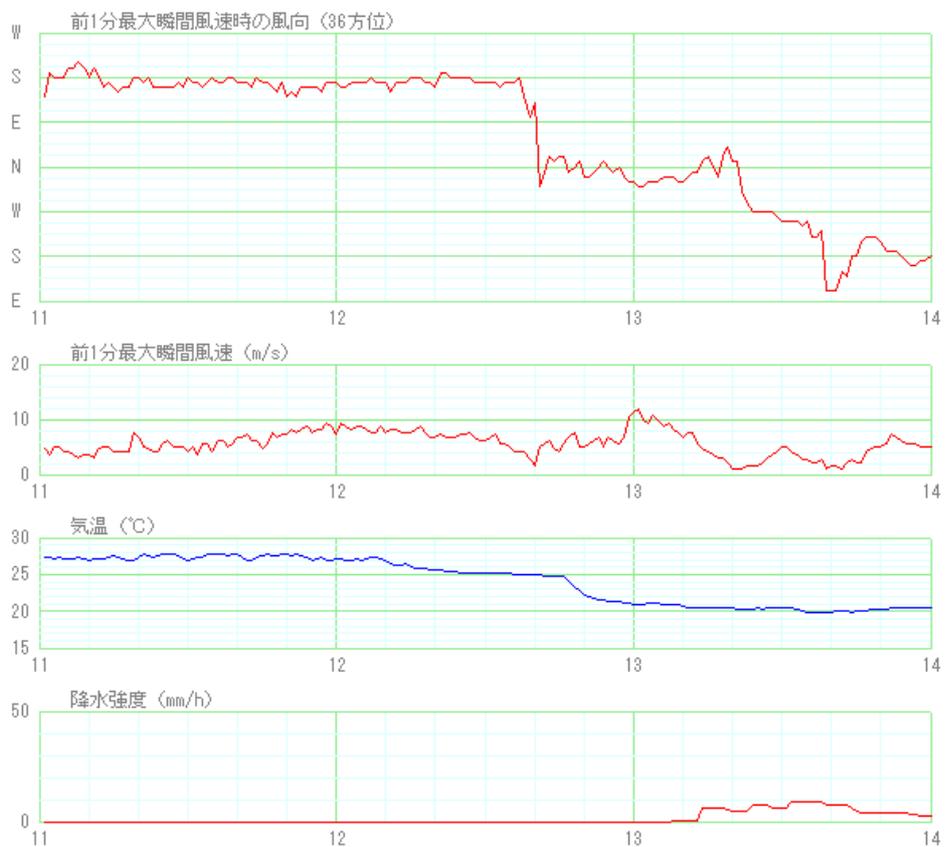
気象レーダー画像（降水強度）8月20日11時50分～13時10分
（図中+ は被害発生地域を示す。）

(4) 観測所における観測データ

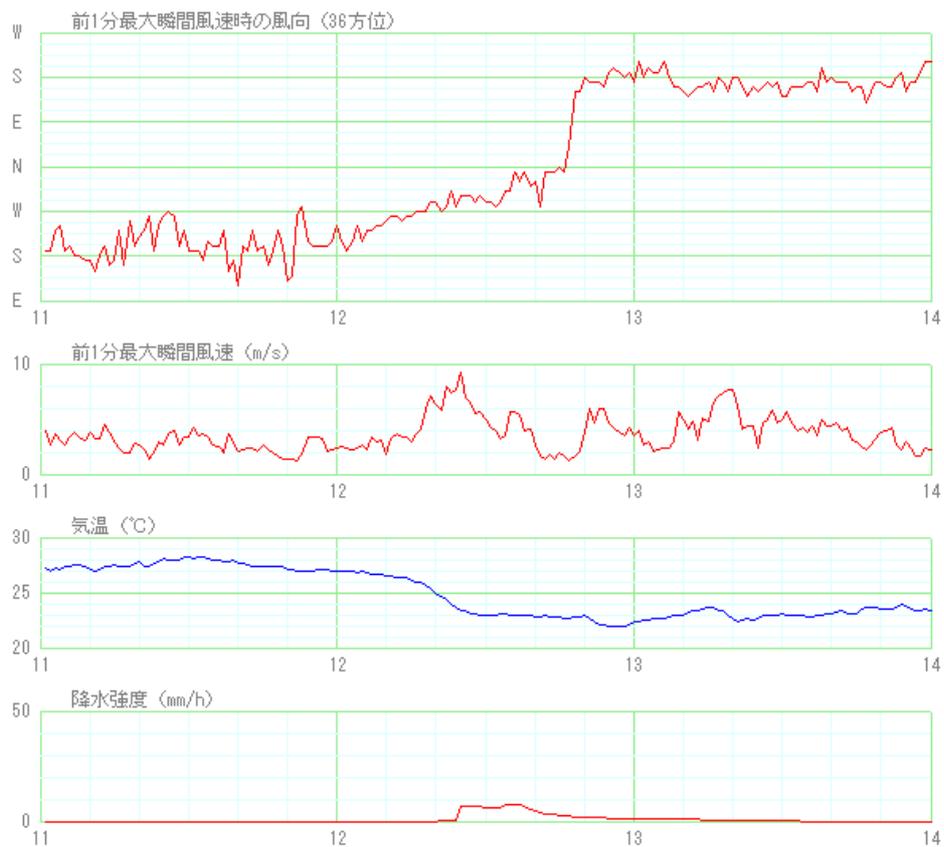
・恵庭島松地域気象観測所



・新千歳航空測候所



・長沼地域気象観測所



各地点の平成25年8月20日11時～14時までの1分値時系列データ
 (上から前1分最大瞬間風速時の風向と風速、気温、降水強度を示す。
 風向のNは北、Eは東、Sは南、Wは西を示す。)

5 警報・注意報及び気象情報の発表状況（札幌管区气象台発表）

（1）警報・注意報の発表状況（平成25年8月20日）

・恵庭市、千歳市

：発表 ：警報から注意報 ：継続 解除：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
2013/ 8/20 05:41																		
2013/ 8/20 09:09																		解
2013/ 8/20 13:27																		
2013/ 8/20 17:38																		
2013/ 8/20 20:51								解										

・夕張郡長沼町

：発表 ：警報から注意報 ：継続 解除：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
2013/ 8/20 05:41																		
2013/ 8/20 09:09																		解
2013/ 8/20 13:27		浸																
2013/ 8/20 17:38																		
2013/ 8/20 20:51								解										

（2）石狩・空知・後志地方竜巻注意情報の発表状況（平成25年8月20日）

発表時刻	情報名
2013/8/20 10:50	石狩・空知・後志地方竜巻注意情報 第1号
2013/8/20 12:27	石狩・空知・後志地方竜巻注意情報 第2号
2013/8/20 13:28	石狩・空知・後志地方竜巻注意情報 第3号
2013/8/20 14:29	石狩・空知・後志地方竜巻注意情報 第4号
2013/8/20 15:29	石狩・空知・後志地方竜巻注意情報 第5号

（3）石狩・空知・後志地方気象情報の発表状況（平成25年8月19～20日）

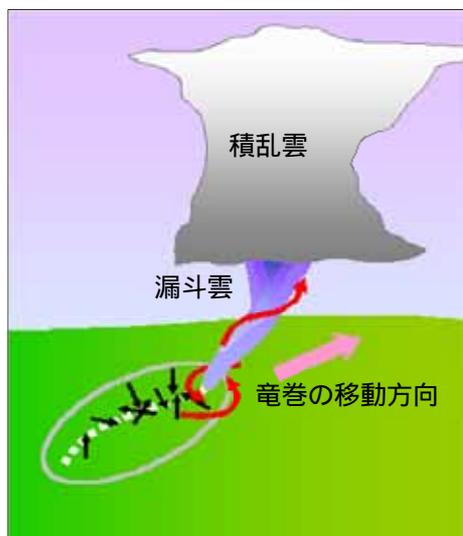
発表時刻	情報名
2013/8/19 16:46	雷と突風に関する石狩・空知・後志地方気象情報 第1号
2013/8/20 13:50	大雨と雷及び突風に関する石狩・空知・後志地方気象情報 第2号
2013/8/20 18:15	大雨と雷及び突風に関する石狩・空知・後志地方気象情報 第3号

6 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ってのように吹き込み（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。

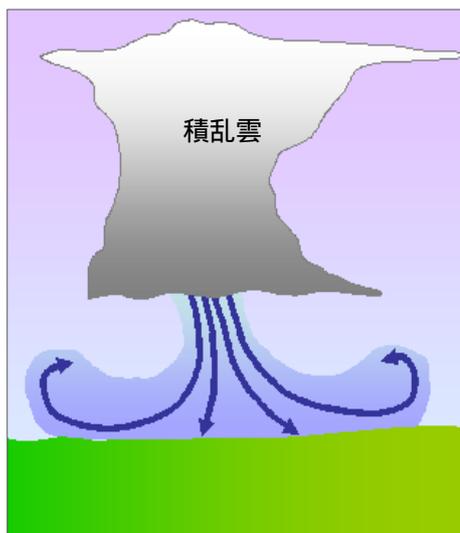
重量物（屋根・扉など）が舞い上げられたように移動する。

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。

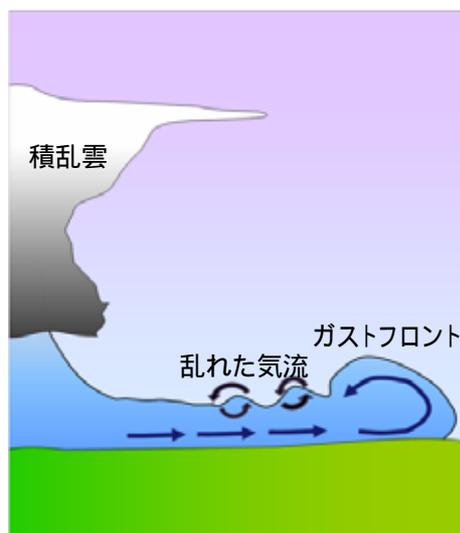


ダウンバーストの被害の様子

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ります。

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

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

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）、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。

F0：7～32m/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。

F1：33～49 m/s（約10秒間の平均）

屋根瓦が飛び、ガラス窓は割れる。またビニールハウスの被害甚大。根の弱い木は倒れ、強い木の幹が折れたりする。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。

F2：50～69 m/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、またねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、また汽車が脱線することがある。

F3：70～92 m/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、自動車が持ち上げられて飛ばされる。森林の大木でも、大半は折れるか倒れるかし、また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あたりに飛散し、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。1t以上もある物体が降ってきて、危険この上ない。

F5：117～142 m/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、列車などが持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.

謝意

この調査資料を作成するにあたり、恵庭市役所、千歳市役所、夕張郡長沼町役場等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：

札幌管区气象台 気象防災部 防災調査課

電話 011-611-6149