

現地災害調査報告

平成24年9月25日に北海道山越郡長万部町で
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

はじめに	1
長万部町花岡(道央自動車道付近)で発生した突風	2
1 概要	
2 突風に関する分析結果	
3 現地調査結果	
長万部町花岡(国道5号線付近)で発生した突風	6
1 概要	
2 突風に関する分析結果	
3 現地調査結果	
気象状況	14
被害集計	17
気象官署が執った処置	17
参考資料	19

平成24年12月3日
函館海洋気象台

はじめに

平成24年9月25日17時15分頃に山越郡長万部町花岡の道央自動車道付近で突風が発生し、倒木等の被害が発生した。また、同日17時20分頃に、同町花岡の国道5号線付近で突風が発生し、倒木やトラック横転等の被害が発生した。

函館海洋气象台及び室蘭地方气象台は、突風をもたらした現象を明らかにするため、9月26日に気象庁機動調査班（JMA-MOT）として職員を派遣し、現地調査を実施した。

調査結果は、以下のとおりである。

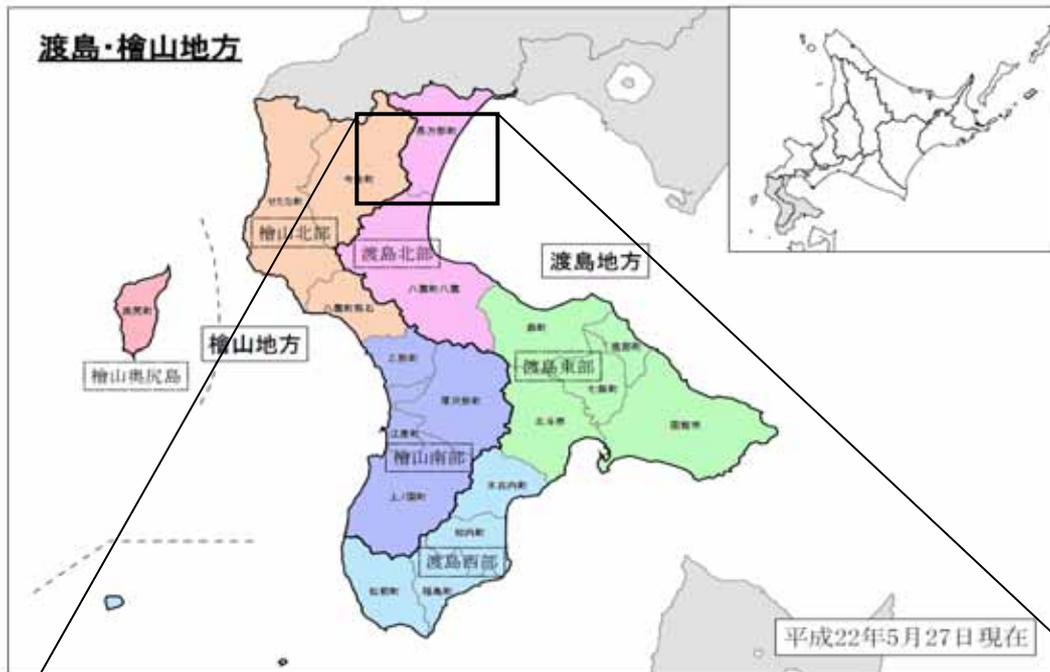


図 I-1 函館地方全体図



図 I-2 突風現象発生位置図

長万部町花岡（道央自動車道付近）で発生した突風

1 概要

9月25日17時15分頃に長万部町花岡（道央自動車道付近）で発生した突風について現地調査を実施した結果、この突風をもたらした現象は竜巻の可能性が高いと判断し、その強さは藤田スケールでF 0と推定した。

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、竜巻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。
- ・被害は狭い範囲ではあるが帯状に分布していた。
- ・被害から推定した風向に収束性を示す部分があった。

(2) 発生時刻と場所

この突風は、17時15分頃に長万部町花岡（道央自動車道付近）で発生した。

(根拠)

- ・気象レーダー観測では、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。

(3) 強さ（藤田スケール）

この竜巻の強さは藤田スケールでF 0と推定した。

(根拠)

- ・根張りの弱い樹木の倒れや傾きが複数あった。

(4) 被害範囲

この突風による被害範囲は、長さ約0.24km、幅約60mであった。

(根拠)

- ・現地調査結果及び部外資料による。

3 現地調査結果

函館海洋気象台及び室蘭地方気象台は、9月26日に長万部町花岡（道央自動車道付近）において、被害を受けた樹木等の分布・被害の程度、風の状況等を現地調査するとともに、同町国縫^{くぬい}地区で漏斗雲を目撃した学校職員から聞き取りを行った。

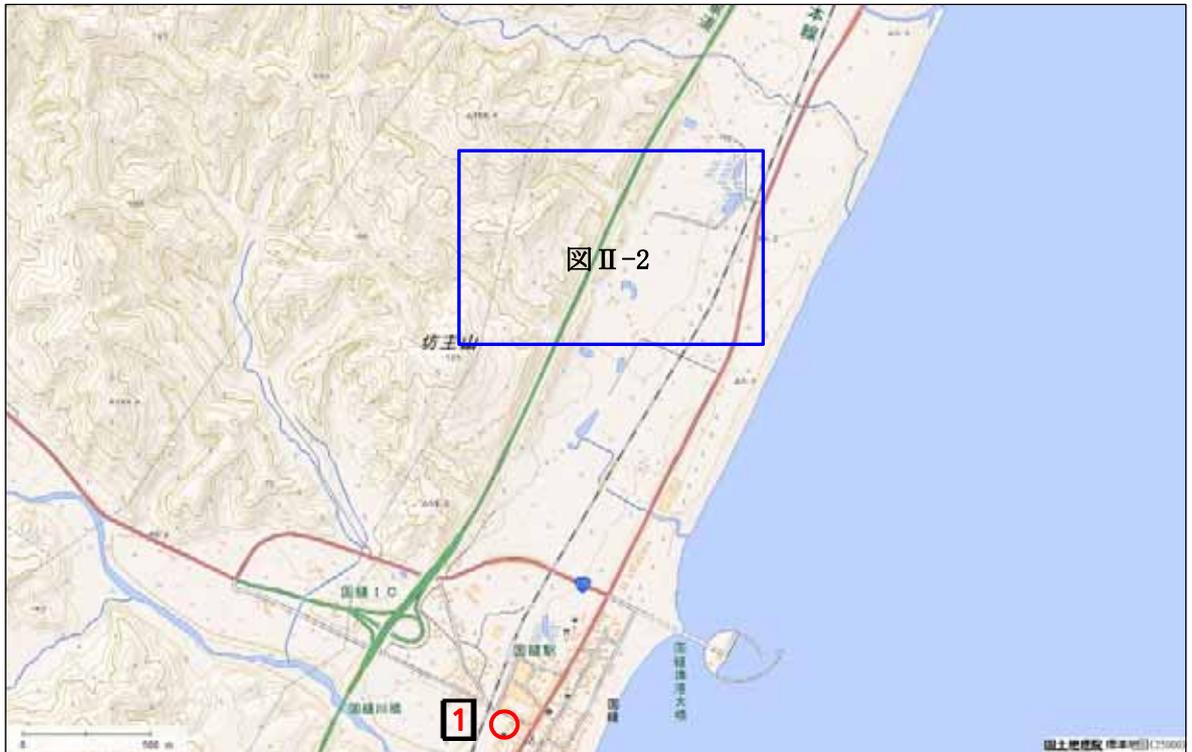


図 II-1 調査を行った地域（聞き取り場所）

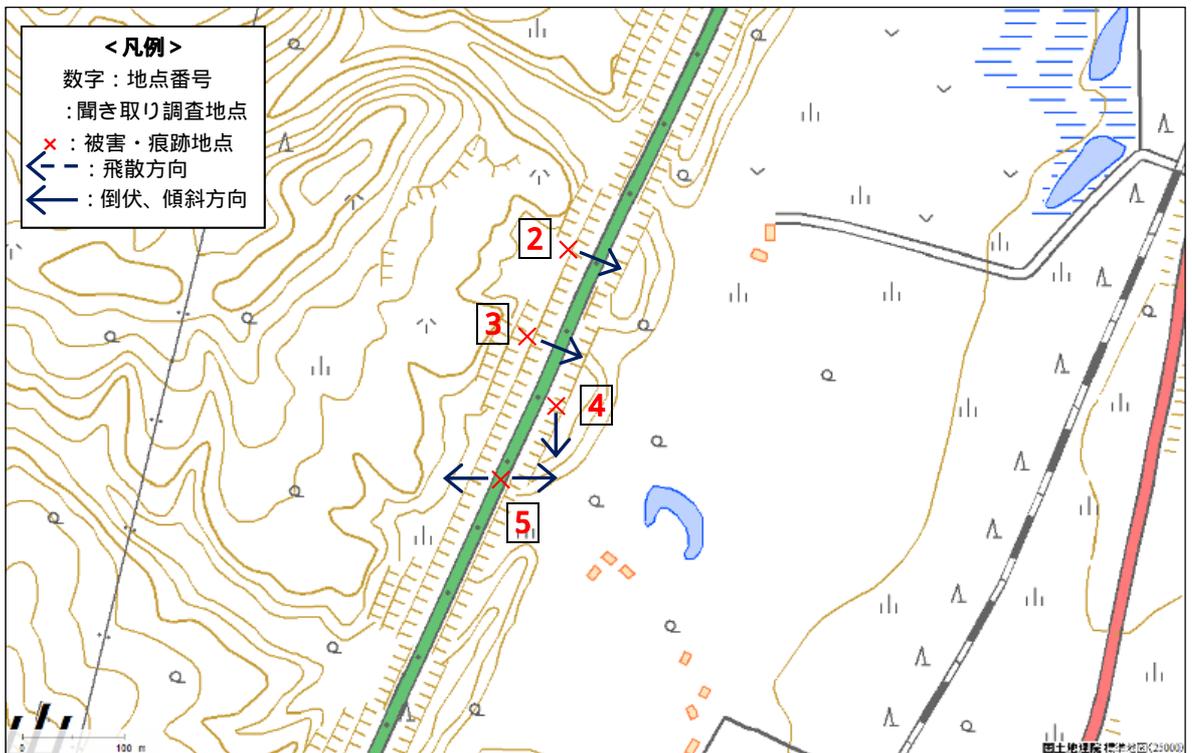


図 II-2 調査を行った地域（被害地点）

(1) 聞き取り状況

聞き取り状況の地点は、図Ⅱ-1、Ⅱ-2の地点番号に対応している。

・地点1（学校職員）

17時10分頃、山（北北西側）の向こう側に、渦を巻いている黒い雲が地面方向に伸びている状況を確認した。ひょうは降っていないが、30分ほど前から雨と風が強まってきていた。その後6分程度で現象は消滅したように見えた。



地点1（北北西方向を撮影、部外資料）
北北西方向に漏斗雲を確認

・地点2（道路管理者）

26日の道路パトロールで倒木を確認した。地点5の倒木については、中央分離帯の樹木2本が西方向や東方向へ倒れていた。

(2) 被害状況の写真

写真の地点は、図Ⅱ-2の地点番号に対応している。



地点 2 (北西方向を撮影、部外資料)
道路敷界付近で東南東方向へ倒れた樹木



地点 3 (北西方向を撮影、部外資料)
切土法面で東南東方向へ倒れた樹木



地点 4 (東方向を撮影、部外資料)
道路敷界付近で南方向へ倒れた樹木

長万部町花岡（国道5号線付近）で発生した突風

1 概要

9月25日17時20分頃に長万部町花岡（国道5号線付近）で発生した突風について、現地調査を実施した結果、この突風をもたらした現象は竜巻と推定し、その強さは藤田スケールでF 1と推定した。

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、竜巻と推定した。

(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。
- ・被害や痕跡は帯状に分布していた。
- ・被害から推定した風向に収束性を示す部分があった。
- ・激しい風は短時間であったという証言があった。
- ・漏斗雲から垂れ下がった渦管を見たという証言があった。

(2) 発生時刻と場所

この突風は、17時20分頃に長万部町花岡（国道5号線付近）で発生した。

(根拠)

- ・気象レーダー観測では、17時20分頃に被害地付近を活発な積乱雲が通過中であった。
- ・同地区で17時20分頃及びそれ以降に、非常に激しい雨やひょうの目撃や突風被害があったとの証言が複数あった。

(3) 強さ（藤田スケール）

この竜巻の強さは藤田スケールでF 1と推定した。

(根拠)

- ・トラックの横転が複数あった。
- ・コンクリート製支柱の折損があった。

(4) 被害範囲

この突風による被害範囲は、長さ約1.1km、幅約430mであった。

(根拠)

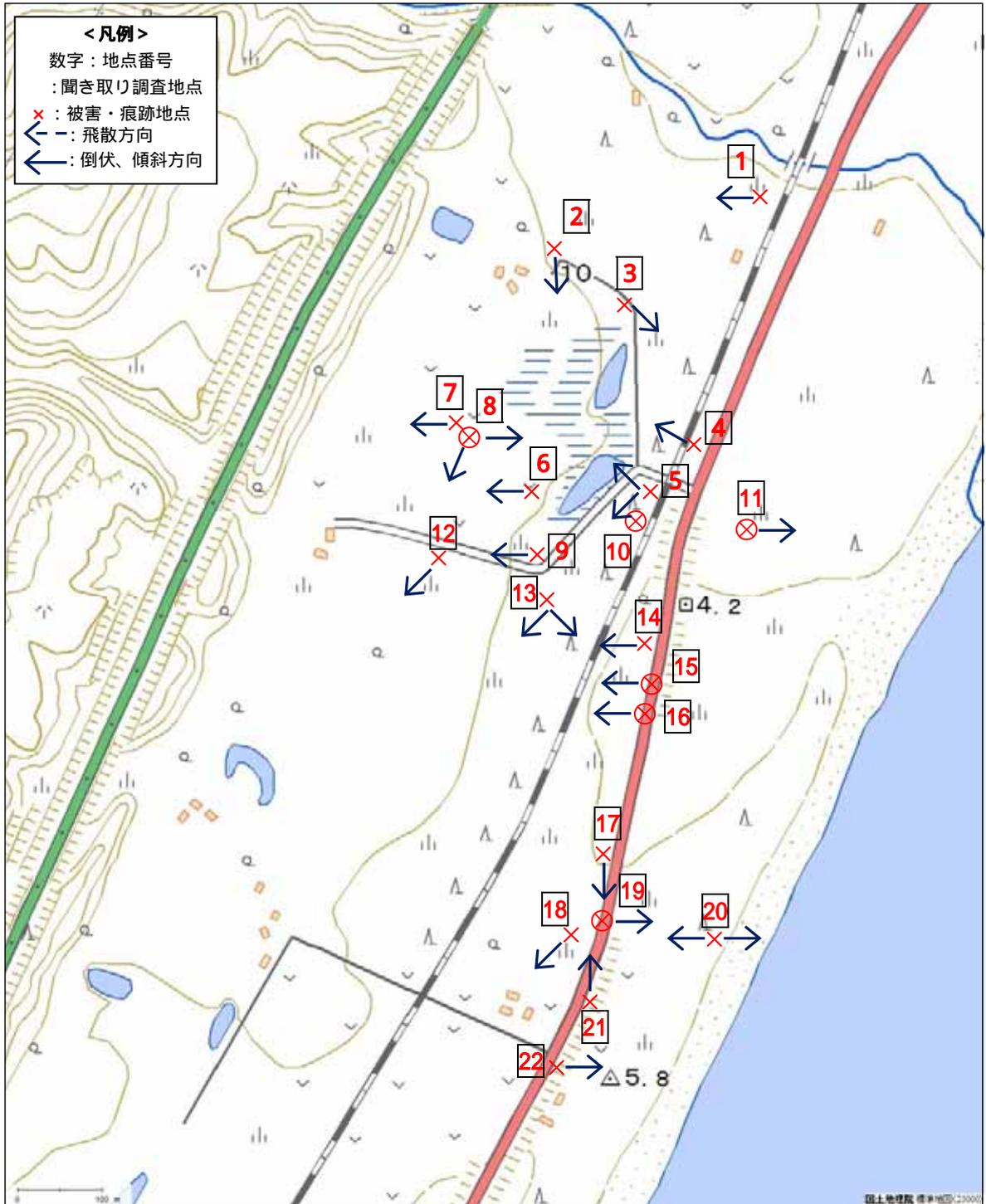
- ・現地調査結果による。

3 現地調査結果

函館海洋気象台及び室蘭地方気象台は、9月26日に長万部町花岡（国道5号線付近）において、被害を受けた樹木等の分布・被害の程度、風の状況等を現地調査するとともに、横転したトラック運転手、倒木により停車した鉄道車両の乗務員、付近の住民から聞き取り調査を行った。



図III-1 調査を行った地域



図Ⅲ-2 調査を行った地域（被害及び聞き取り地点）

(1) 聞き取り状況

聞き取り状況の地点は、図Ⅲ-2の地点番号に対応している。

・地点8

17時過ぎに山側（西方向）に雲から垂れ下がった細い雲を視認した。

ちりなどが巻き上がり近づいてくるので危険を感じ車で函館本線側（東方向）へ避難した。その際、雨も風も強く、草などの飛散物が激しく車両に当たっていた。

函館本線踏み切り手前の三叉路まで移動したところ、さらに風が強まり恐怖を感じたため、一旦停止し17時31分頃に家族に電話した。

その後、線路を越えて逃げるのは危険と判断し、移動してきた道路を戻って行き止まりの林で停止、車内で強風が過ぎるのを待った。

・地点10（鉄道運転士）

国縫^{くぬい}駅までは小雨であったが、下り列車進行方向（北北東方向）に白っぽいもやを確認、速度を落とした。もやに入ると雨は大粒となったが、突風ではなく国縫^{くぬい}駅と同様の強風であった。

惰行運転を続け、国縫^{くぬい}駅から1,728mで線路上に葉・ゴミが舞っている状態を確認、その時点で進路上へ倒木の恐れがあり、非常ブレーキをかけた。国縫^{くぬい}駅から1,970m地点で木々が倒れたが、大粒の雨に変化はなく、風も変わらない状況であった。

・地点10（鉄道車掌）

17時29分に非常ブレーキをかけた。停止までは通常揺れはないが、大きく左右に揺れ、雨、雷（継続的）、ひょう（ゴルフボールぐらい：短時間）を伴っていた。

停止までは、7両編成の後部の車掌室にいたが、停止後、後部から見たのは、真っ暗な景色。

その後「く」の字の様な竜巻が現れた。地上に達しておりその間も雷、ひょうを伴っていた（回転方向不明）。道路に横転したトラックを確認した（いつ横転したか不明）。

竜巻は、西側から東側に移動したが、業務遂行のためその後の動向は不明。

・地点11（廃棄物処理場職員）

17時10分頃退社したが、その時点では雨や風は弱かった。国道5号線を北上し長万部本町に向かったが、その途中から雨が強くなった。26日出社すると仮設トイレが東方向へ転倒していた。

・地点15（横転トラック1台目）

車両は国道5号線を北上中、17時24分頃に車体が揺れ一度、車体右が浮いた。17時26分頃には激しい雨風となり、ゴーと言う音の後、西方向へ横転した。

前方を走行していたタンクローリーはそのまま北上した。また、対向車である2台の乗用車は停止し被害は無かった。

- ・地点16（横転トラック 2 台目）

1 台目のトラックの後方を走行中、前方 1 台目のトラックや自車にも異常を認識し停止したが、1 台目横転後間もなく横転した。また、1 台目と自車の間にトレーラーが走行していたが、横転した 1 台目をかわし北方向へ走行して行った。

- ・地点19（横転トラック 3 台目）

2 台目のトラックの後方を走行中、前方 2 台目のトラック後部が浮き上がる状況を確認し、17時28分頃横転した。

(2) 被害状況の写真

写真の地点は、図Ⅲ-2の地点番号に対応している。



地点1（北西方向を撮影）
西方向に幹折れした樹木（太さ30cm）



地点2（東方向を撮影）
南方向に幹折れした樹木（太さ10～20cm）



地点3（東方向を撮影）
南東方向に倒れた樹木（太さ20～30cm）



地点5（北東方向を撮影）
北西や南西方向に倒れた樹木（太さ20cm）



地点6（北西方向を撮影）
西方向に倒れた樹木（太さ20～30cm）



地点7（北西方向を撮影）
西方向に折損したコンクリート支柱
（太さ30cm）



地点8（南西方向を撮影）
トタン屋根の一部が南南西方向に剥離した非住家（プレハブ小屋）及び東方向へ横転した屋外の冷蔵庫



地点9（北西方向を撮影）
西方向に倒れた複数の樹木（太さ20cm）



地点11（南東方向を撮影）
東方向に横転した仮設トイレ（写真は復旧後）



地点12（西方向を撮影）
南西方向に倒れた樹木（太さ10～20cm）



地点13（南東方向を撮影）
南東及び南西方向に幹折れまたは倒れた複数の樹木（太さ20～30cm）



地点14（北方向を撮影）
西方向に20度傾斜した電柱



地点16 (南方向を撮影、部外資料)
西方向へ横転したトラック



地点17 (南西方向を撮影)
南方向に幹折れした樹木 (太さ30cm)



地点18 (北西方向を撮影)
南西方向に幹折れした樹木 (太さ20cm)



地点20 (北東方向を撮影)
東や西方向に幹折れした樹木 (太さ10~20cm)



地点21 (南東方向を撮影)
北方向に支柱が折れ曲がった老朽化した看板

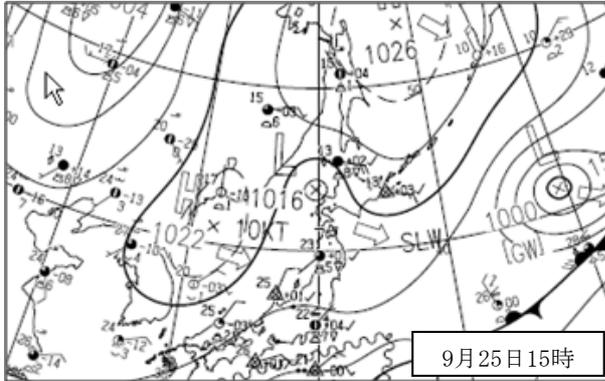


地点22 (北方向を撮影)
東方向に飛散した老朽化したD型ハウス

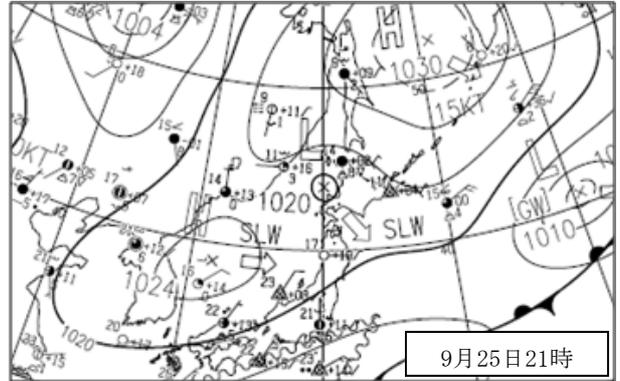
気象状況

1 概要

北海道付近は気圧の谷の中で上空には10月下旬並みの強い寒気が入り、大気の状態が非常に不安定となっていた（図IV-1～IV4）。このため、渡島地方では25日夕方、雷やひょうを伴い1時間に50mm以上の非常に激しい雨が降った。

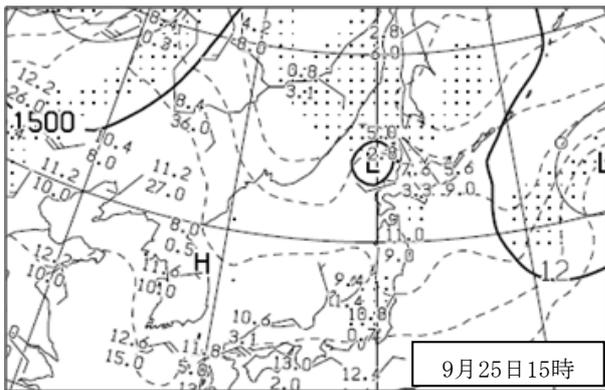


9月25日15時

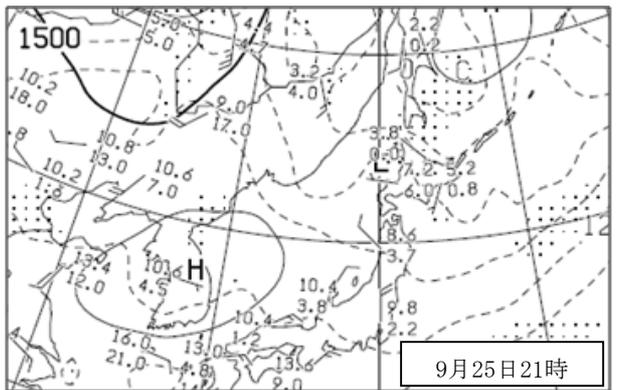


9月25日21時

図IV-1 地上天気図

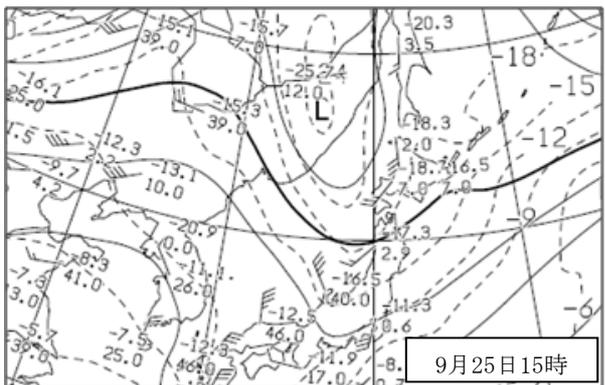


9月25日15時

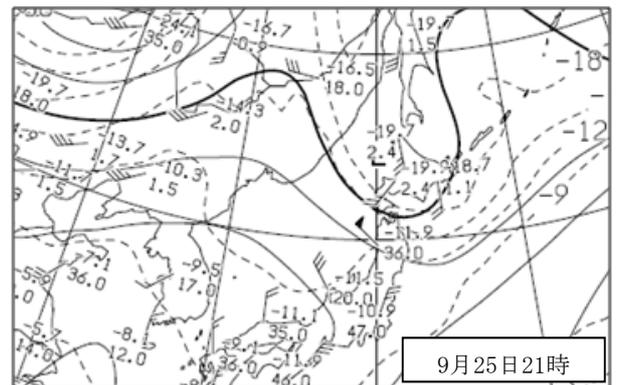


9月25日21時

図IV-2 850hPa高層天気図

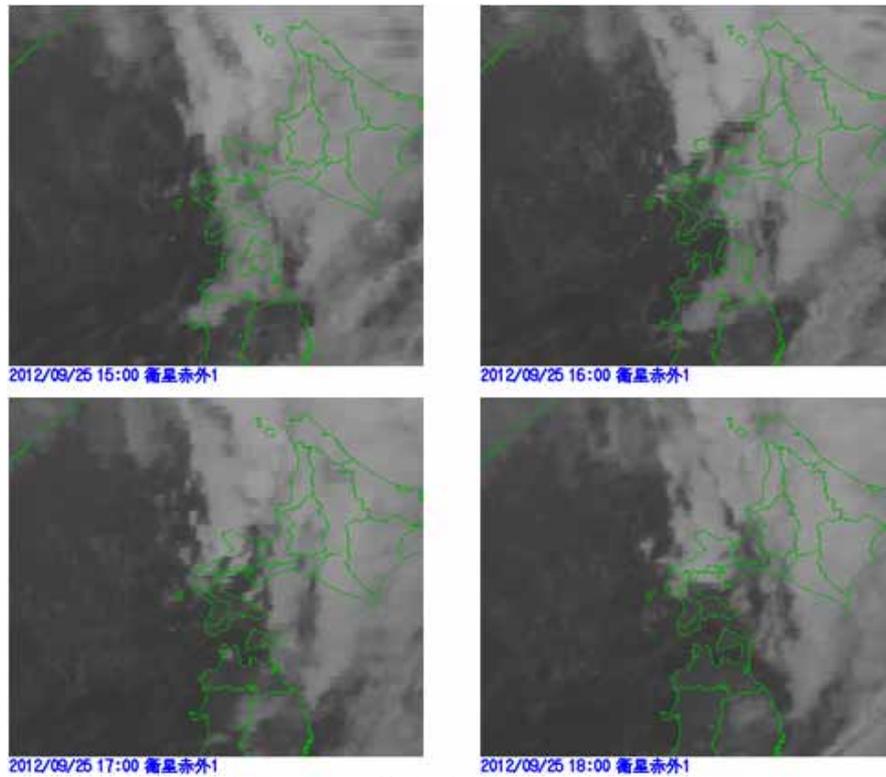


9月25日15時



9月25日21時

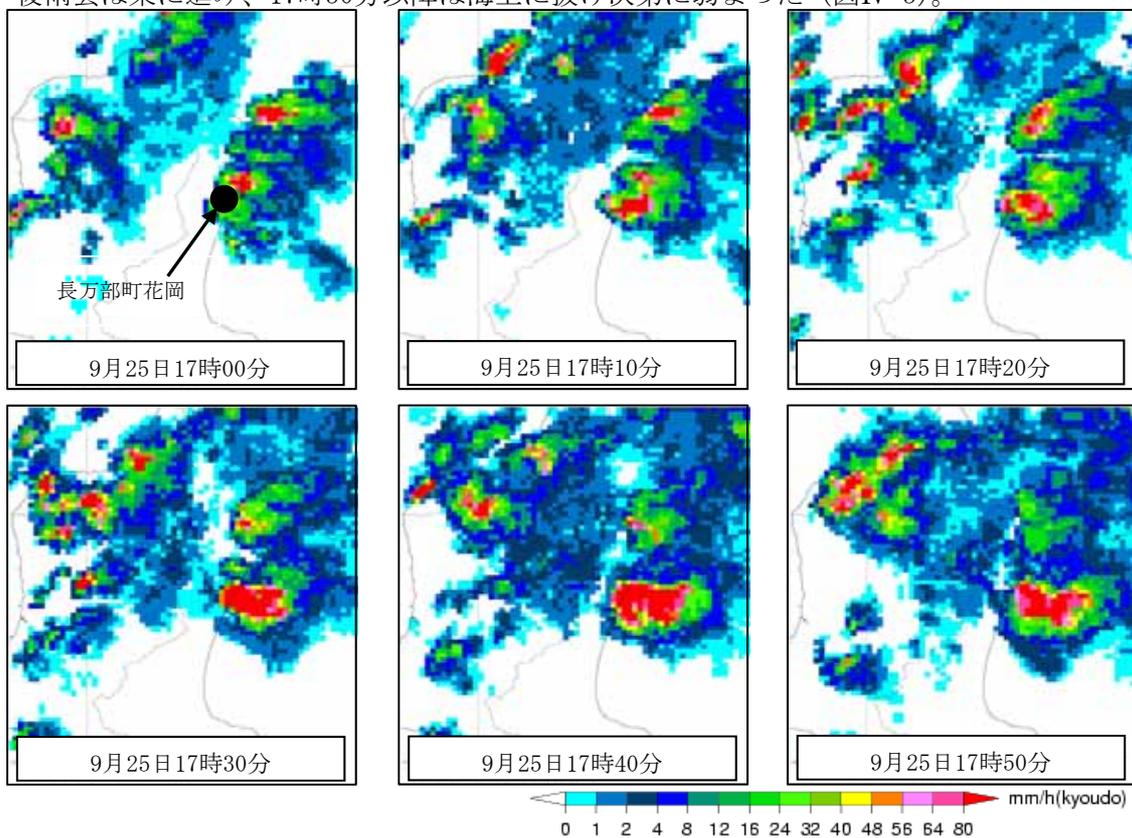
図IV-3 500hPa高層天気図



図IV-4 赤外線画像（15時から18時）

2 レーダー観測による雨雲の動き

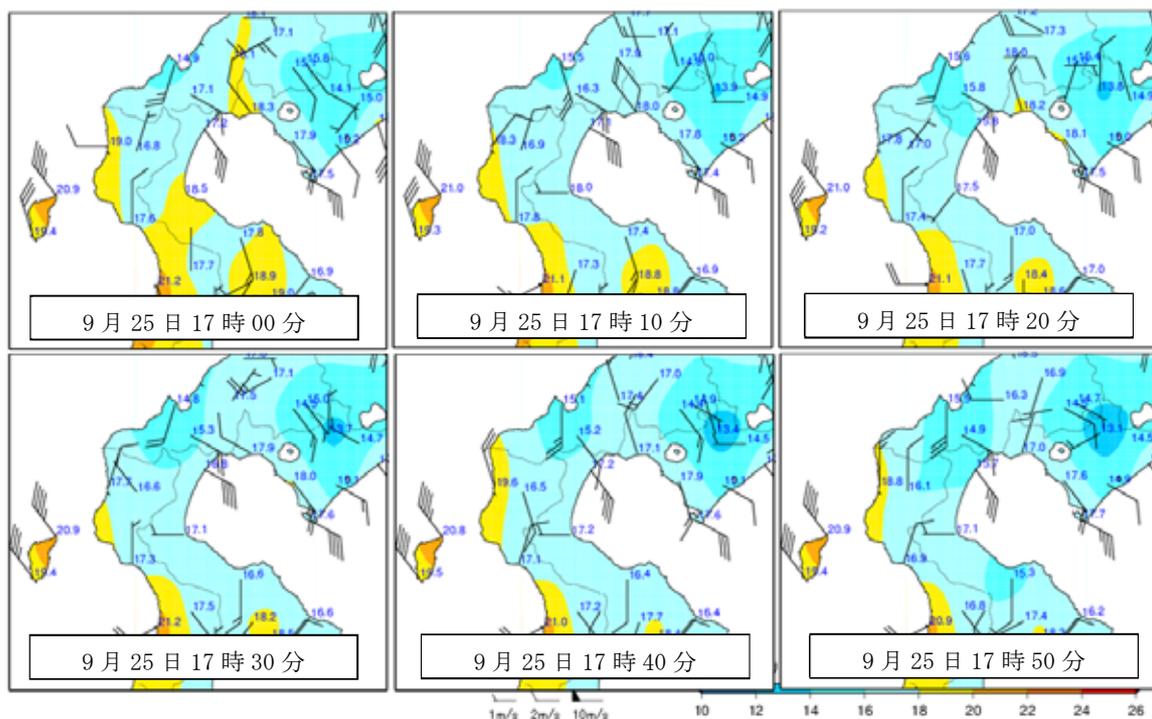
25日17時00分及びそれ以降17時40分頃にかけて長万部町花岡付近を活発な雨雲が通過し、その後雨雲は東に進み、17時50分以降は海上に抜け次第に弱まった（図IV-5）。



図IV-5 レーダー降水強度（17時00分から17時50分）

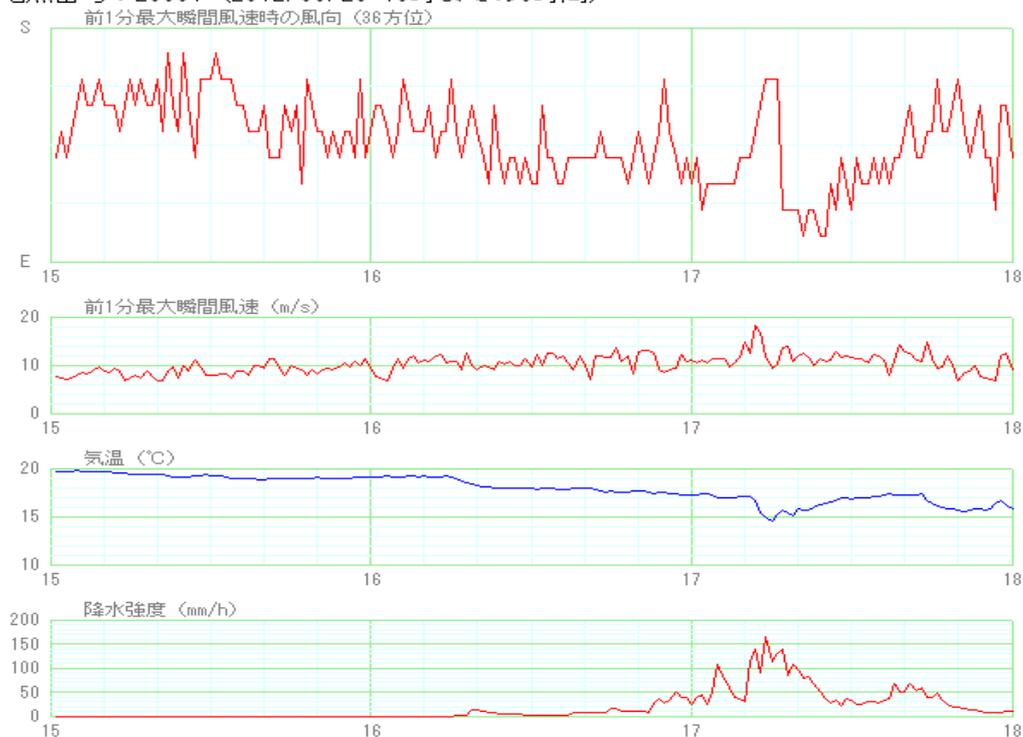
3 アメダスによる渡島地方の気温・風の分布と経過

長万部では活発な雨雲が通過中の17時00分の気温は17.2℃で、雨雲の通過した17時50分には15.7℃まで下がった。降水量は17時21分までの10分間で19.0mmを観測した（図IV-6～IV-7）。



図IV-6 気温と風の分布（9月25日17時00分～17時50分）

地点番号：23031（2012/09/25 18時までの3時間）



図IV-7 アメダス時系列（長万部：25日15時00分～18時00分）

被害集計

表1 人的被害・建物被害（平成24年10月12日17時現在 渡島総合振興局調べ）

市町村	人的被害（人）		住家被害（棟）		
	死者	負傷者	全壊	半壊	一部損壊
長万部町	0	0	0	0	0

その他の被害

- ①長万部町花岡（道央自動車道付近）の被害
樹木：倒木 数本
- ②長万部町花岡（国道5号線付近）での被害
非住家被害：一部損壊 2棟
樹木：倒木及び幹・枝折れ 約200本
車両：トラック横転 3台
支柱：ゴルフ場ネット用コンクリート支柱折損 4本
電柱：傾斜 数本

気象官署が執った処置

1 長万部町への気象警報・注意報及び気象情報の発表状況

月 日	発表時刻	種 類	タ イ ト ル
9月24日	16時15分	府県気象情報	大雨と雷及び突風に関する渡島・檜山地方気象情報第1号
	16時26分	警報・注意報	大雨・雷注意報
9月25日	4時18分	警報・注意報	大雨・雷注意報
	5時09分	府県気象情報	大雨と雷及び突風に関する渡島・檜山地方気象情報第2号
	7時42分	警報・注意報	大雨警報・雷注意報
	7時59分	府県気象情報	大雨と雷及び突風に関する渡島・檜山地方気象情報第3号
	11時14分	警報・注意報	大雨警報・雷注意報
	11時55分	府県気象情報	大雨と雷及び突風に関する渡島・檜山地方気象情報第4号
	14時13分	警報・注意報	大雨・雷・波浪注意報
	14時34分	府県気象情報	大雨と雷及び突風に関する渡島・檜山地方気象情報第5号
	16時09分	竜巻注意情報	渡島・檜山地方竜巻注意情報第1号
	17時06分	竜巻注意情報	渡島・檜山地方竜巻注意情報第2号
	17時32分	警報・注意報	大雨警報・雷注意報
	17時51分	府県気象情報	大雨と雷及び突風に関する渡島・檜山地方気象情報第6号
	18時16分	竜巻注意情報	渡島・檜山地方竜巻注意情報第3号
	18時41分	警報・注意報	大雨警報・雷注意報
	19時16分	竜巻注意情報	渡島・檜山地方竜巻注意情報第4号
	19時59分	府県気象情報	大雨と雷及び突風に関する渡島・檜山地方気象情報第7号
21時44分	警報・注意報	大雨・雷注意報	
22時01分	府県気象情報	大雨と雷及び突風に関する渡島・檜山地方気象情報第8号	

2 現地調査の実施状況

平成24年9月26日：長万部町

3 突風に関する資料の発表状況

平成24年9月26日：平成24年9月25日に長万部町花岡で発生した突風について

(気象庁機動調査班による現地調査の報告第1報)

平成24年9月27日：平成24年9月25日に長万部町花岡で発生した突風について

(気象庁機動調査班による現地調査の報告第2報)

謝辞

この資料作成に当たっては、関係機関の方々、長万部町役場及び住民の方々にご協力をいただきました。ここにお礼申し上げます。

問い合わせ先：函館海洋气象台

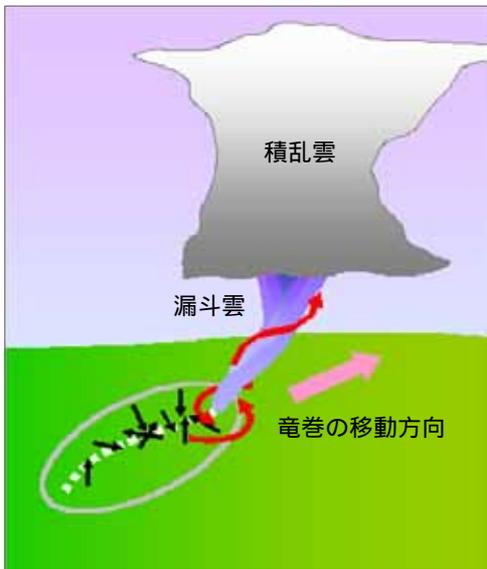
電話0138-46-2211

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）

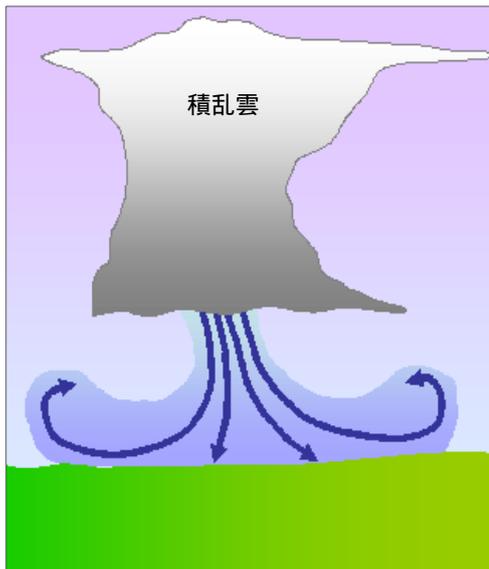
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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えます。



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。

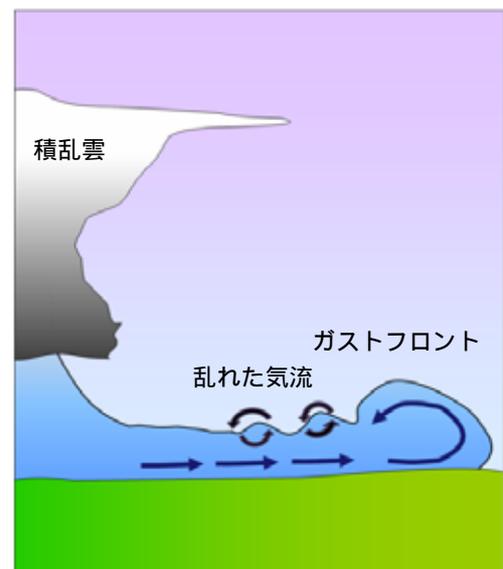


ダウンバーストの被害の様子

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。

F0：17～32m/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。

F2：50～69m/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、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。

F3：70～92m/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。

F5：117～142m/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.