

現地災害調査報告

平成24年7月31日に北海道網走市で
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

はじめに	1
網走市新町地区や潮見地区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	
網走市呼人地区と大曲地区で発生した突風	13
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	19
被害集計	24
気象官署が執った処置	24
参考資料	25

平成24年11月1日
網走地方気象台

はじめに

平成24年7月31日13時50分頃から14時30分頃にかけて、北海道常呂郡佐呂間町、北見市常呂町、網走市で突風が発生し、樹木の幹折れなどの被害が発生した。

網走地方気象台では、突風をもたらした現象を明らかにするため、8月1日から7日にかけて気象庁機動調査班（JMA-MOT）として職員を派遣し、現地調査を実施した。

本報告書では、網走市で発生した突風についての現地調査結果を報告する。

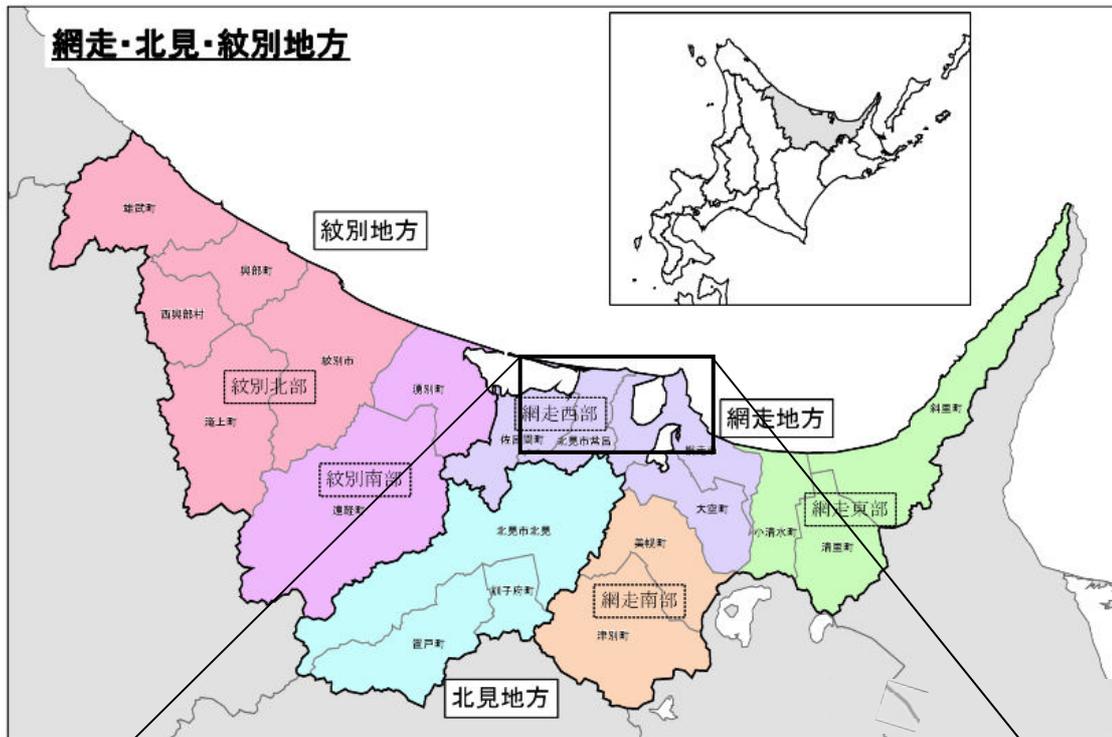


図 I-1 網走地方全体図



図 I-2 突風現象発生全地域 位置図

網走市新町地区や潮見地区付近で発生した突風

1 概要

7月31日14時20分頃に網走市新町地区や潮見地区付近で発生した突風について、現地調査を実施した。

この突風に関する分析結果及び現地調査結果を以下に示す。

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、特定に至らなかった。

(根拠)

- ① 被害や痕跡は帯状や円状等、竜巻やダウンバースト等の特徴的な分布は見られなかった。
- ② 被害や痕跡から推定される風向に収束性や発散性など、竜巻やダウンバースト等の特徴的な分布は見られなかった。
- ③ 被害地付近で漏斗雲とみられる雲の垂れ下がりの目撃があったが、被害をもたらした突風との関係は不明である。

(2) 発生時刻と場所

この突風は、14時20分頃に網走市新町地区や潮見地区付近で発生した。

(根拠)

- ① 気象レーダー観測では、14時20分頃に活発な積乱雲が同地区付近を通過中であった。
- ② 同地区で14時20分頃及びそれ以降に、突風があったとの証言が複数あった。

(3) 強さ (藤田スケール)

この突風の強さは藤田スケールでF 1 と推定した。

(根拠)

倒木や樹木の幹折れが複数あった。

(4) 被害範囲と被害から推定した風向分布

この突風による被害は、網走市新町地区から潮見地区付近にかけての長さ約6.8km、幅約3,600mの範囲に点在しており、風向に収束性や発散性等の特徴は見られなかった。

(根拠)

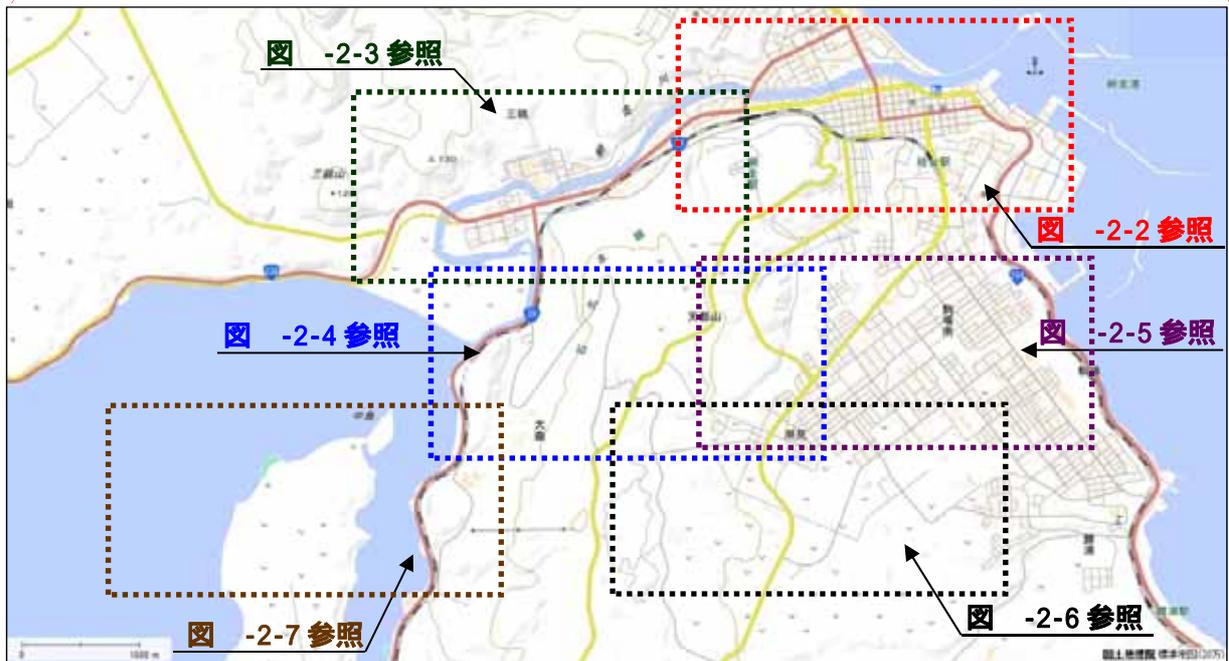
被害範囲及び風向分布は現地調査結果による。

3 現地調査結果（被害状況、聞き取り資料）

網走地方気象台が8月1日から7日に網走市新町地区や潮見地区付近において、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、住民から聞き取り調査を行った。



図Ⅱ-1 突風現象発生地域 位置図



図Ⅱ-2-1 調査を行った地域（広域図）

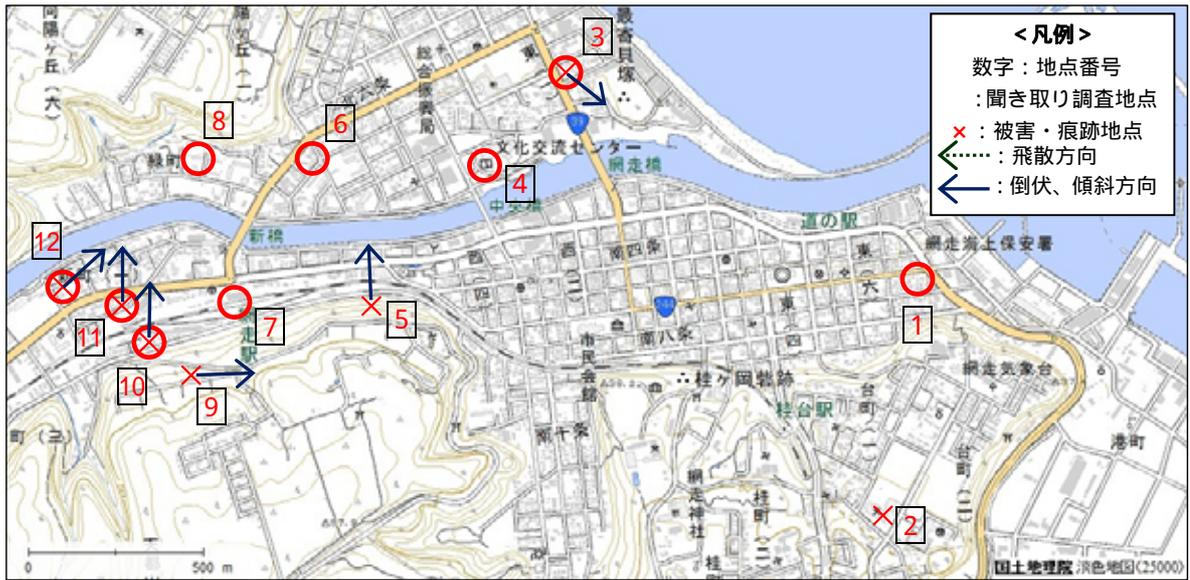


図 II-2-2 調査を行った地域（被害地と聞き取り場所）

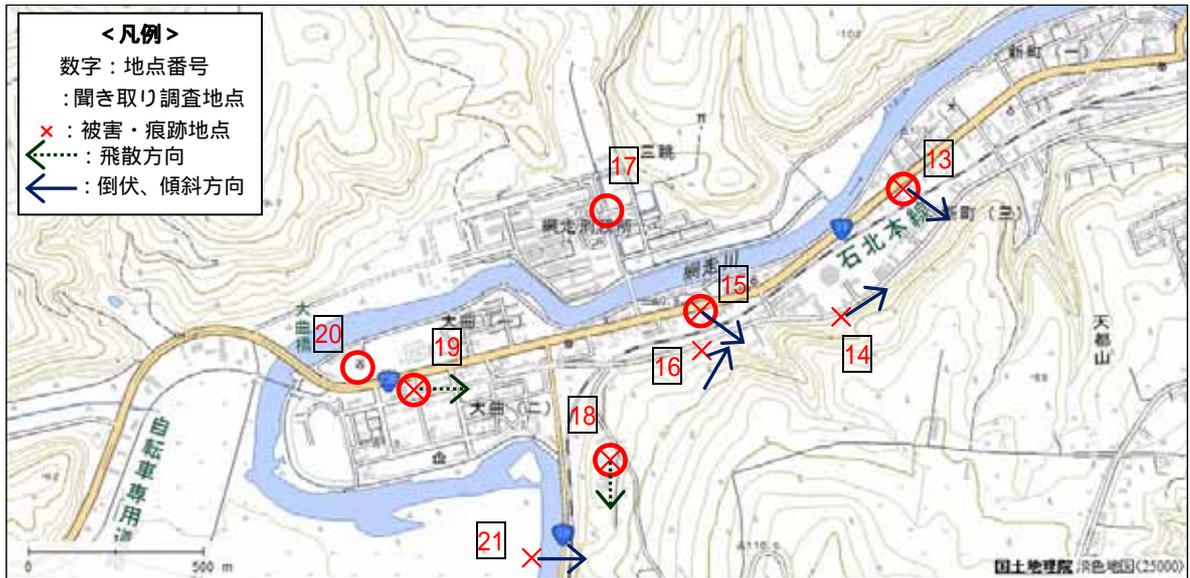


図 II-2-3 調査を行った地域（被害地と聞き取り場所）

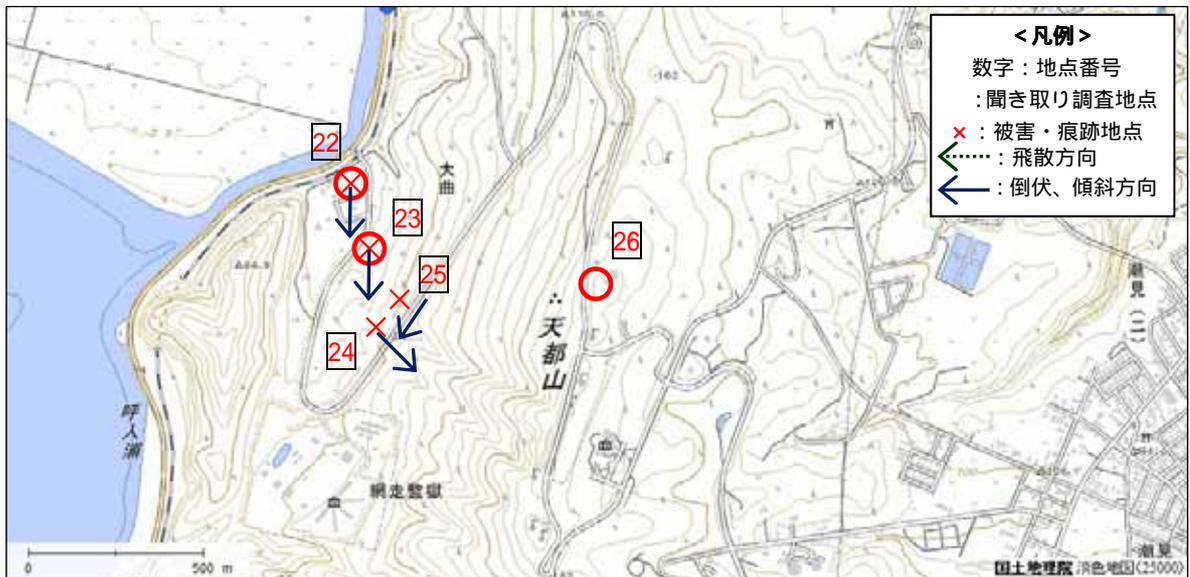


図 II-2-4 調査を行った地域（被害地と聞き取り場所）



図 II-2-5 調査を行った地域（被害地と聞き取り場所）

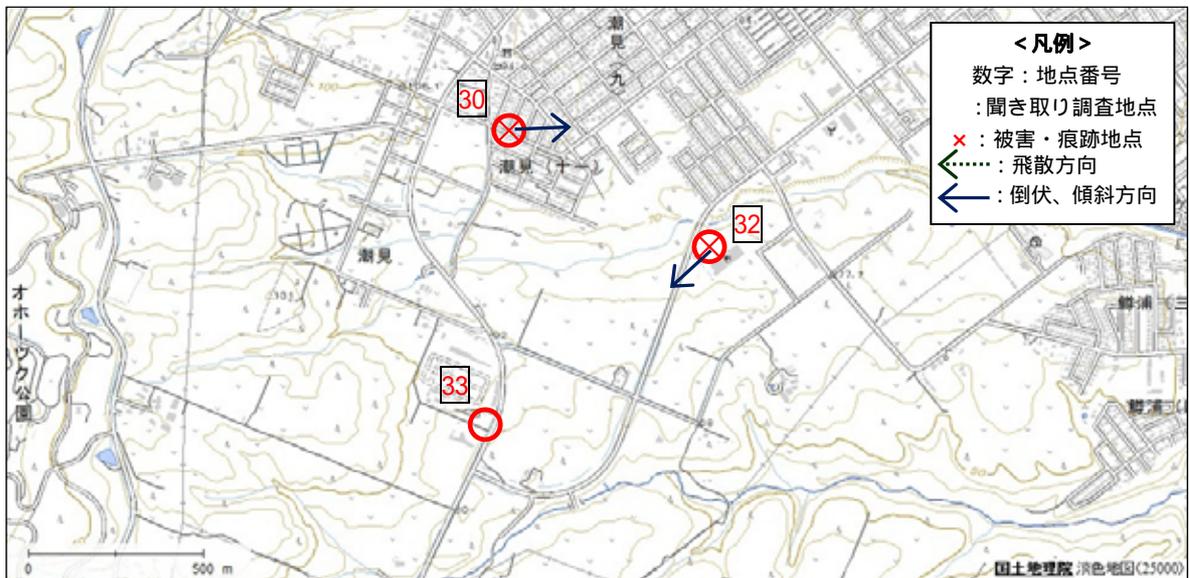


図 II-2-6 調査を行った地域（被害地と聞き取り場所）

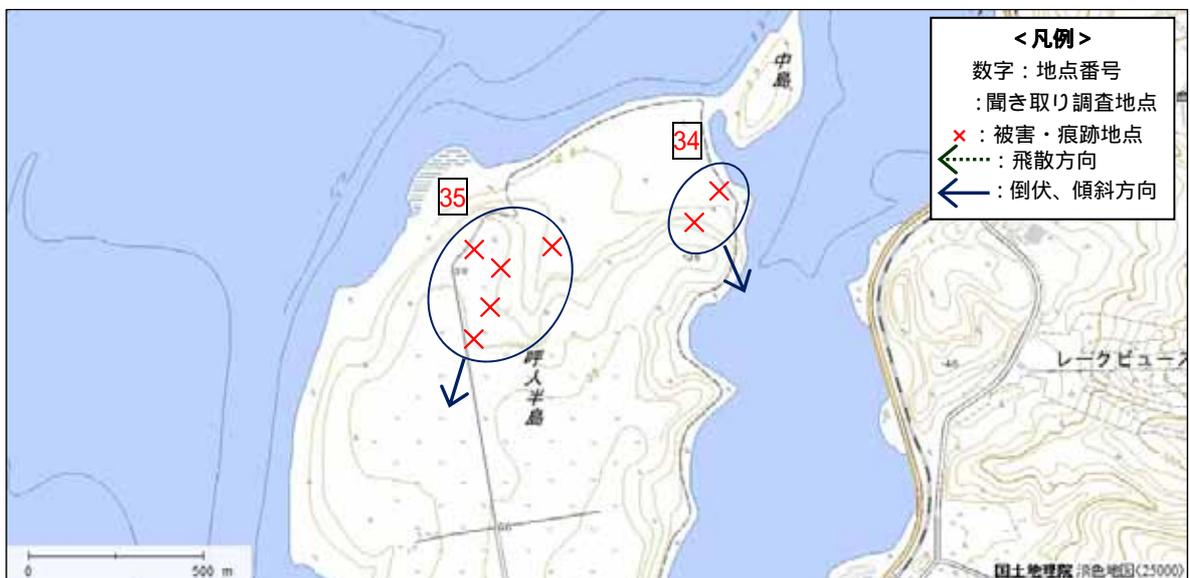


図 II-2-7 調査を行った地域（被害と聞き取り場所）

①聞き取り状況

聞き取り状況の地点は、図Ⅱ-2-2～Ⅱ-2-7の地点番号に対応している。

・地点1

時刻は14時30分～14時40分にかけて。雷は14時頃から鳴っていた。漏斗雲は見えていない。現象は雷、風、ひょう、雨の順で、全体で10分位。風は西北西からのみ吹いた。

・地点3

時刻は不明。空が全体に真っ黒で漏斗雲はなかった。現象は雷、風、強雨、ひょう、強雨の順で、風が吹き始めてから短い時間のうちにひょうが降った。風向きは北西のみで旗が倒れた、風は10分間も継続しなかった。

・地点4

時刻は14時頃から～14時20分くらい。漏斗雲はなく、低い雲だった。風は北西の風でその後雨とひょうが降り、全体で20分くらい続いた。雨が強い時は西風だった。

・地点6

時刻は不明。二重の雲を見た。漏斗雲は見えていない。現象は雷、雨、ひょうの順でそのあと風と雨が同時に強まった。全体で30分間位吹いていたと思う。風は西～西北西で風向が変化したイメージはない。

・地点7

14時05分～14時10分頃、南西方向の呼人側に雲が二重で切れ目に明るい隙間がある雲を見た時には雨は降っていなかったが、雲が見えてから雷が鳴った。雲は漏斗雲ではなく真っ黒い低い雲。14時20分～14時23分頃には、大粒の雨がひどくなった。14時15分頃、風が強くなったので駅舎の窓を閉めた。風は西～西北西で14時25分に雨・風・ひょうのため列車の運行を停止した。

その後、14時32分頃に風と雨は収まって前が見えるようになった。現象の順序は強風、雨、ひょう、雨で、風が収まってくるまで、この間5～10分間。その後は強い風は吹かず、強風は1回だけだった。（時刻は列車ダイヤを基準にしているので正確）

・地点8

時刻は14時10分～14時25分頃の間で、南向きの窓から見ていた。竜巻や漏斗雲は見えていない。風は網走川の川上から川下方向に（西から東）吹いていた。気温の変化は不明で耳の異常はなかった。凄い雷で外を見ると、青い筋が入った雲が見えたので写真を撮った。その5分後位に突然、雨・風・ひょうがほぼ同時に降り、風が吹き出し、10分位続いた。

・地点10

屋内にて風とひょうのばちばちという音を聞いた。強い雨と強い雷で、直径1cm以上のひょうが降った。風の音はゴーゴーという音で耳の異常はなかった。風が強かったのは10分間

位で気がつく と 玄関前の木が倒れていた。

・ 地点11

現象は風、雨、ひょうの順番で、風は一瞬（十数秒）吹いた。風向きは不明だが、ガソリンスタンドの旗（のぼり）が全部北方向（道路側）に倒れた。竜巻や漏斗雲は見えない。

・ 地点12

時刻不明。強い風は5分くらい。ガソリンスタンドの旗（のぼり）が北東方向へ倒れた。漏斗雲は見えない。

・ 地点13

低い雲が速度を速めて近づいてきた。普段見たことのない雲と雲の間に青い筋があるのを見た。竜巻のような雲は見えない。雨とひょうは同時。風は北西、旗（のぼり）が南東方向へ倒れた。2～3分間、かなりの強い風で恐怖を感じた。風が強まったのは14時25分頃。

・ 地点15

14時20分頃、雨とひょうが同時に降り、その後、風が強まり数十秒間続いた。TVアンテナが南東方向に倒れた。漏斗雲や竜巻は見えない。

・ 地点17

14時15分頃に始まった。黒い雲、ひょう、ひょうと雨（10～15分間）、西風の強風（2～3分間）、風の変化はなし。竜巻や漏斗雲はなかった。

・ 地点18

ホテルの中において雲は見えないが、風が回っている様で、枝が飛ばされていた。また、玄関先の看板が南方向へ2m位飛ばされた。

バチバチとひょうの音を聞いたが、耳の異常は感じなかった。強い雨と雷、ひょうは2cm位。曇りからひょうになり雨が降った。雷、ひょう、雨の順番で外は真っ白になった。

・ 地点19

14時過ぎ。低い雲がすごく早く近づいてきた、漏斗雲は見えない。気温も下がった。その後、風が吹いた。雨・風・ひょうで視界不良。向かいの木が倒れたが方向は不明。冷たい風、雨、ひょう・雨・強風の順で、ひょう・雨・強風は10～15分位（最初の5分が特に強い）。ガソリンスタンドの客を店内に避難させた。スタンド内のワイパーラックが東方向へ飛ばされた。

・ 地点20

雨が降ってきて、次に先が見通せないほどのひょうとなった。雨、雷、ひょうは強かった。また、西風も強かった（風の変化は不明）。渦のようなものは無かった。

・地点22

雲は見えていないが、暗くなって、雨が降ってきた。北から南に葉が飛んで行った。ゴロゴロという雷の音を聞いたが、耳の異常は感じなかった。

強い雨と雷、ひょうはゴルフボール位の大きさだった。雷から雨でひょうの順番。全体的な時間は5分くらいで10分もなかったようだった。暑かったが、気温の変化は不明。家の北側の網戸が破れていたが、ひょうによるものだと思う。

・地点23

雲は見えていないが、葉やごみが飛ばされて回っていた（上から見ると反時計方向）。北風が主であるが、全体的に牧場内で風が回っているように感じた。ただ、吸い込まれていくという感じではなかった。雷と風のゴーゴーという音があったが、耳の異常は感じなかった。雨と雷は強く、ひょうはピンポン玉位の大きさだった。雷、風、ひょう・雨の順番。風が吹いて（強くなって）全体が収まるまでは5分間から10分間位だった。外は全体的に白っぽく見えた。風が回っているように感じたが、テレビで見るような竜巻ではなかった。

・地点26

出勤時間が14時位なので14時10分～14時20分頃だったと思う。現象は5～10分続いた。

漏斗雲ではないが、大きな風の塊がものすごい勢いで回りながら通り過ぎていった（ゴーゴーという音）。強い風で、初め南寄りの風だったが、遠ざかったら逆の北風が吹いてきた。真黒い雲で、大雨とひょうが降った（吹雪のように真っ白）。ひょうは2 cm位（ピンポン玉より小さい）で音がすごかった。

・地点29

雲はわからないが、北風が自宅の車庫にあたっているようで、ヒマワリが南南東から南の方向に倒れていた。外でサクランボを採っていたが、雷が鳴ったのでサクランボ採りをやめようと思ったら、風と雨が強くなり、そのすぐ後にひょうが降ってきたので家に入った。風と雨のゴーゴーとザーザーの音がしたが、耳の異常は感じなかった。

強い風、雨、雷と2 cm位のひょうが降ったが、これらの現象の時間経過はわからない。

・地点30

現象の始まりは14時30分頃だった。低い雲を見た。風は西から吹いてきて木を倒した。

その前は静かだった。雲が来て、風（木が倒れた）と雨、ひょうが一気にきた。ゴーという音がした。

西風により木が倒れた後に逆の東風が吹いた（風が変わるのに1分も経っていない）。ひょうの大きさは2 cm位でパチンコ玉より大きい。雷は雨の前から始まっていた。

・地点31

時刻は不明で、雲は見えていないが、暗くなってきて危ないと思い、工場内の窓を閉めた。ゴーゴーという風の音があったが、耳の異常は感じなかった。気温は下がったと感じたが、

風の変化はよくわからない。強い雨と雷、ひょうは2 cm位。雷は雨が降る前から鳴っていて、その後に雨とひょうが降ってきた（雨粒が氷に変わった）。

・地点32

漏斗雲は見えないが、真っ黒い雲で病院にかかるくらい低かった。雷の音で始まり、風の音が強かったが、耳の異常は感じなかった。強い雨と雷で、ひょうはゴルフボール位の大きさだった。雷から始まって、風の順番。雨とひょうは同時で外が見えなくなった。病院前の駐車場で葉がぐるぐる回っていた。

・地点33

漏斗雲のようなものを見た。山からの雲と海からの雲、雲と雲がぶつかっているようで、その真中は青白かった。雲が吸い上げられている様にも見えた。その後は雨で前が見えなくなった。

音は不明だが、耳の異常は感じなかった。車内にいて、バラバラと音がしたが、雨かひょうなのかは分からない。雷の次に強風と雨とひょうが同時だった。気温は下がった。風が強くなってから、すべての現象が終わるまでは15分間位だった。

②被害状況の写真

写真の地点は、図Ⅱ-2-2～Ⅱ-2-7の地点番号に対応している。



写真Ⅱ-1
(地点2、南西方向を撮影)
南東方向に傾いた非住家（プレハブ車庫）
当日シャッターが開いていたかは不明



写真Ⅱ-2
(地点9、北方向を撮影)
東方向に幹折れした2本の樹木（太さ30cm
以上・高さ15m）



写真Ⅱ-3
(地点10、南西方向を撮影)
北方向に倒れた樹木（太さ10～20cm・高
さ5m以上）



写真Ⅱ-4
(地点14、南東方向を撮影)
北東方向に倒れた朽ちた樹木（太さ20～
30cm・高さ10m以上）



写真Ⅱ-5
(地点16、南東方向を撮影)
北北東に倒れた4本の樹木（太さ20～
30cm以上・高さ15m）



写真Ⅱ-6
(地点21、南西方向を撮影)
東方向に幹折れした約10本の樹木（太さ
10～20cm）



写真Ⅱ-7
(地点23、東方向を撮影)
南方向へ幹折れした数本の樹木 (太さ20
~30cm)



写真Ⅱ-8
(地点24、南西方向を撮影)
南東方向へ枝折れした樹木 (太さ10cm)



写真Ⅱ-9
(地点25、南西方向を撮影)
南西方向へ幹折れした2本の樹木(太さ10
~20cm)



写真Ⅱ-10
(地点27、南方向を撮影)
東南東方向へ幹折れした樹木



写真Ⅱ-11
(地点28、西方向を撮影)
南西方向に倒伏したヒマワリ



写真Ⅱ-12
(地点30、北北東方向を撮影)
東方向に倒れた樹木 (太さ10~20cm)



写真Ⅱ-13
(地点32、南東方向を撮影)
南西方向へ移動した非住家（プレハブ小屋、移動距離は1.5mで、写真は復旧済みのもの）



写真Ⅱ-14
(地点34、南南東方向を撮影)
南南東方向へ倒れた樹木（太さ55cm・高さ16m・根長径4m・短径2m、砂地）



写真Ⅱ-15
(地点35、北西方向を撮影)
南方向に倒れた樹木（太さ40cm・高さ15m、この付近では、このほかにも南～南南西方向へ幹折れした樹木が複数あり）

網走市呼人地区と大曲地区で発生した突風

1 概要

7月31日14時30分頃に網走市呼人地区と大曲地区で発生した突風について、現地調査を実施した。

この突風に関する分析結果及び現地調査結果を以下に示す。

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)

- ① 気象レーダー観測では、被害発生時刻に活発な積乱雲が同地区付近を通過中であった。
- ② 漏斗雲や渦の目撃証言が複数あった。
- ③ 強い風はごく短時間であったという証言があった。

(2) 発生時刻と場所

この竜巻は、14時30分頃に網走市呼人地区と大曲地区で発生した。

なお、竜巻の進行方向は推定できなかった。

(根拠)

- ① 気象レーダー観測では、14時30分頃に活発な積乱雲が同地区付近を通過中であった。
- ② 同地区で14時30分頃に漏斗雲や湖面の水を渦状に巻き上げる目撃証言が複数あった。

(3) 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)

倒木や樹木の幹折れが複数あった。

(4) 被害範囲と被害から推定した風向分布

この竜巻による被害範囲は、網走市呼人地区と大曲地区の長さ約3.0km、幅は不明であった。

なお、竜巻の回転方向は推定できなかった。

(根拠)

被害範囲は現地調査結果による。

3 現地調査結果（被害状況、聞き取り資料）

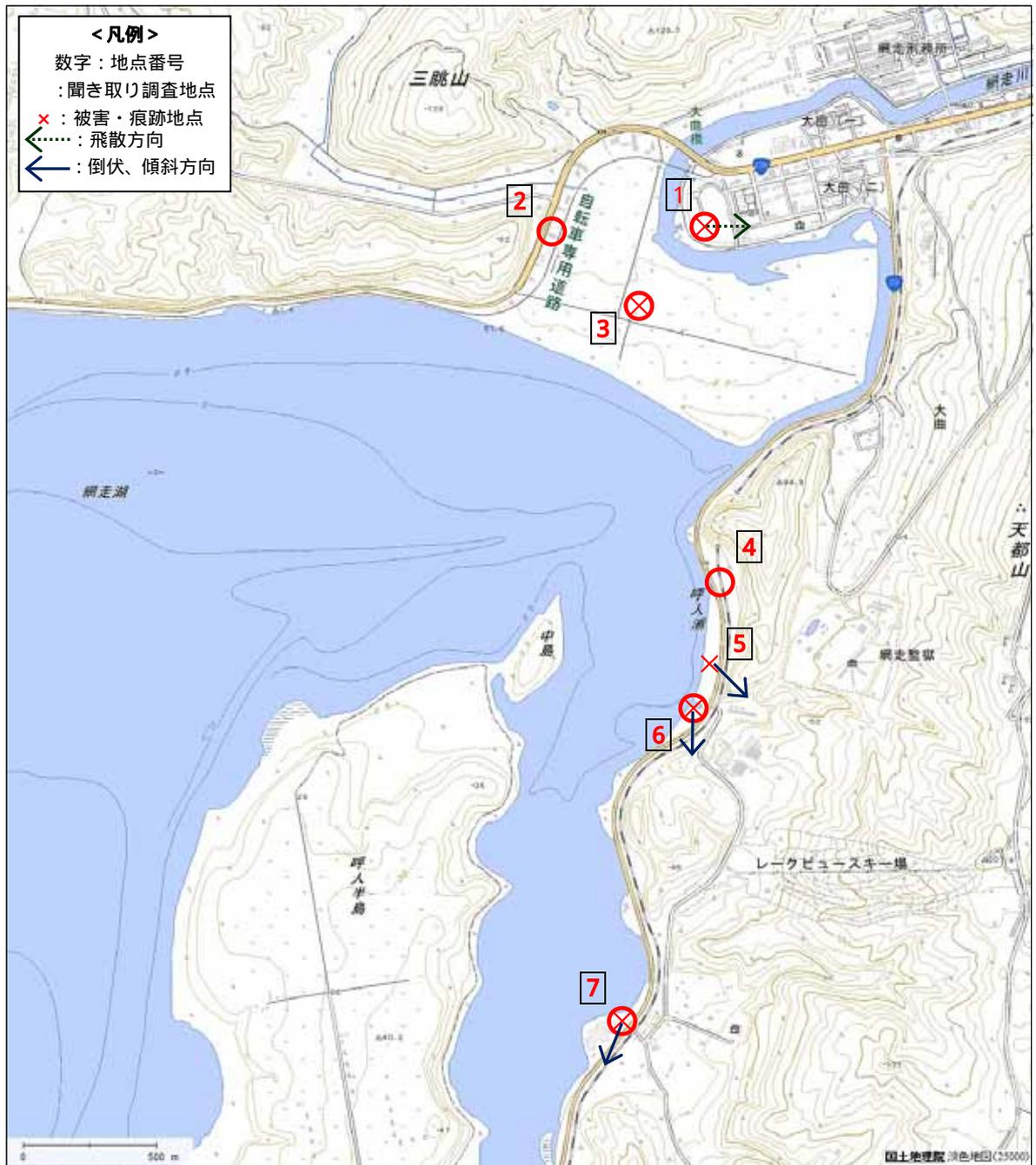
網走地方気象台が8月1日から7日にかけて網走市呼人地区と大曲地区において、被害を受けた樹木等の分布・被害の程度、風の状況等を現地調査するとともに、住民から聞き取り調査を行った。



図Ⅲ-1 突風現象発生地域 位置図



図Ⅲ-2-1 調査を行った地域（広域図）



図Ⅲ-2-2 調査を行った地域（被害と聞き取り場所）

①聞き取り状況

聞き取り状況の地点は、図Ⅲ-2-2の地点番号に対応している。

・地点1

14時25分頃だった（根拠：携帯電話）。東側に積乱雲を見た。

ゴーゴーと風の音がした。気温が急に下がった。強い風は西からほんの数秒間北に変わり、その後多方向に変わった（この間5秒位でゴルフ場脇の並木の揺れ方で判断）。

北西方向から低い雲が近づいてきたと思ったら、ひょう・風・雨が一気にきた。風は5分位、雨は10分位降っていて雨・雷ともに強かった。ひょうは2～3cm。

・地点2

14時30分頃室内から南の方向に漏斗雲のような雲を見た。地上に達していたかは不明。

急にふわっと涼しくなった。渦をまいており、風、雨、小粒のひょう、大粒のひょう（この時は同時に強い雨）の順番であった。ひょうは丸くなく、ゴルフボールより大きい（3×3×5cm位）。形はアイスピックで崩した様であった。

雨の降り始めから降り終わりまで10分位。店の前の旗（のぼり）が東側に倒れたが、旗の基礎が四角のため、風向きどおりに倒れたかは、はっきりしないが、風向は西～北の範囲であった。また、漏斗雲とは別に、駐車場に小さなつむじ風がだんだん大きくなり南西へ進んだ。土埃を巻いた。

・地点3

雷、強い雨・ひょうが降ってきて、その後、風向きは西風から東風となり、5～10分強い風が吹いた。時間は14時過ぎ位。ヒマワリ（畑100m×200m）は強風により、ほぼ全てバラバラの方向に倒れた。なお、ヒマワリ畑から200m以上離れたところでは植物の倒伏痕跡はない。漏斗雲はみしていない。

・地点4

14時30分頃（不確実）に国道39号線沿いの駐車場で、車の中から南西方向の呼人半島と国道39号線の間、網走湖上空に漏斗雲があるのを見た。上空の雲底にロール状の雲が何個か見えて、ひょうが降ってきた頃に雲から上空の半分位まで漏斗雲が下がってきた。漏斗雲の下の湖面では、水が高さ10m以上渦状に巻き上がっていたのを見た。

ゴーという風の音だったが、耳の異常は感じなかった。

強い雨と雷、ひょうは1cm位。初め、風は弱かったが雨が降ってきて、その後、強い雨とひょうが降ってきた。強い雨とひょうが降っている時に漏斗雲を見た。ひょうが降るころに強い西風が吹いてきた。漏斗雲と湖面の水が渦状に舞い上がるのを見たのと西風が強くなり倒木を見たことから、身の危険を感じ車で避難した。

その後、地点6において、陸揚げしていたカヌーが南方向へ10m移動していたことを確認した。

・地点7

雨、強雨、強風の順で起きた。次に枯葉や木くずが風で反時計まわりになぐるぐる回っていた（ドア面の玄関前アスファルトで）。ひょうは降っていない。北西の風が吹いており折れた木が飛んでいたのが見えた。

ホテル正面玄関のガラスから外を見ると一面がベージュ色だった。土も舞いあがっていたかもしれない。正面のガラス一面、高さ3m位までどろだらけになった。風が回るのを見たことがない。外の一面がベージュ色になったのは、14時30分過ぎから5～10分位。

②被害状況の写真

写真の地点は、図Ⅲ-2-2の地点番号に対応している。



写真Ⅲ-1
(地点1、南東方向を撮影)
東方向に屋根が飛散した非住家(物置)



写真Ⅲ-2
(地点3、北東方向を撮影)
不規則な方向に倒れたヒマワリ(網走市より提供)



写真Ⅲ-3
(地点5、南西方向を撮影)
南東方向に倒れた樹木(太さ90cm)

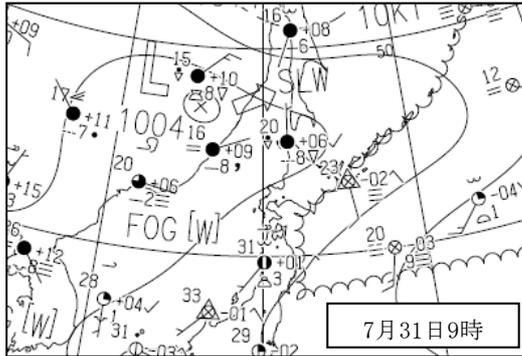


写真Ⅲ-4
(地点7、東北東方向を撮影)
南西方向に幹折れした2本の樹木

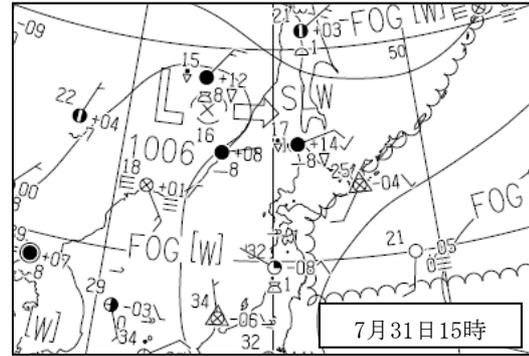
気象状況

1 概要

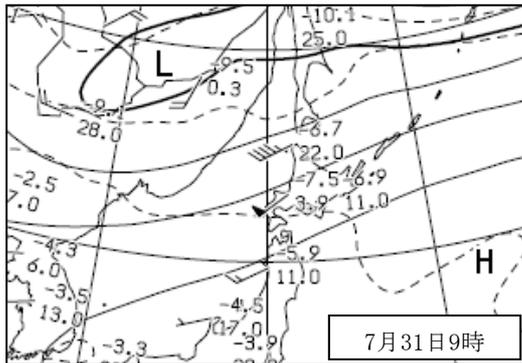
7月31日9時、北海道付近は気圧の谷の中にあり、上空に寒気が流入したため、大気の状態が非常に不安定となった（図IV-1～IV-3）。このため、網走・北見・紋別地方では31日昼過ぎから夕方にかけて、1時間に20mm以上の強い雨が降り、雷やひょう、及び最大瞬間風速10m/s～20m/sの突風を伴った。網走地方気象台では31日14時27分から14時33分に直径10mmのひょうを観測した。



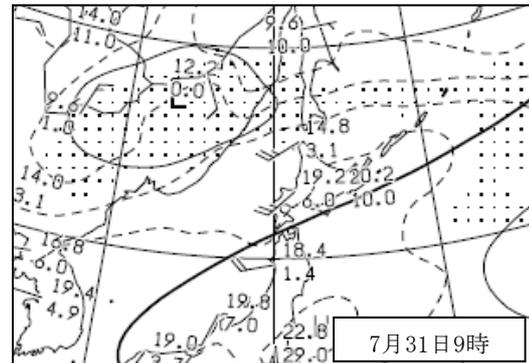
図IV-1-1 地上天気図



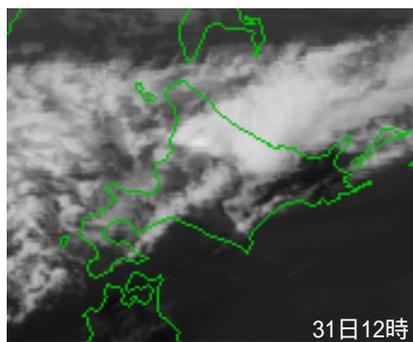
図IV-1-2 地上天気図



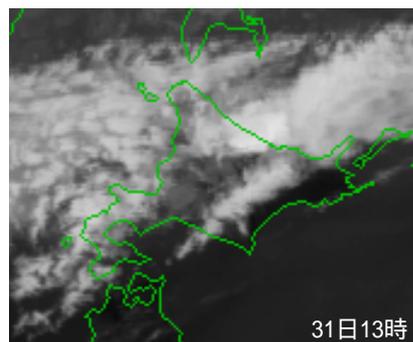
図IV-2-1 500hPa 高層天気図



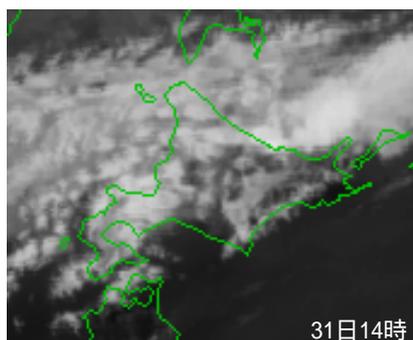
図IV-2-2 850hPa 高層天気図



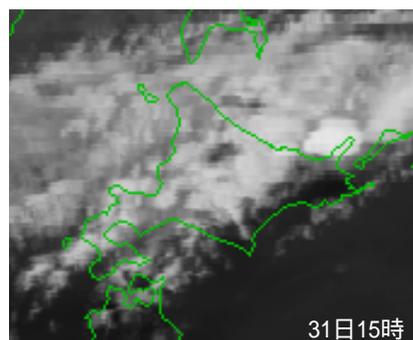
31日12時



31日13時



31日14時

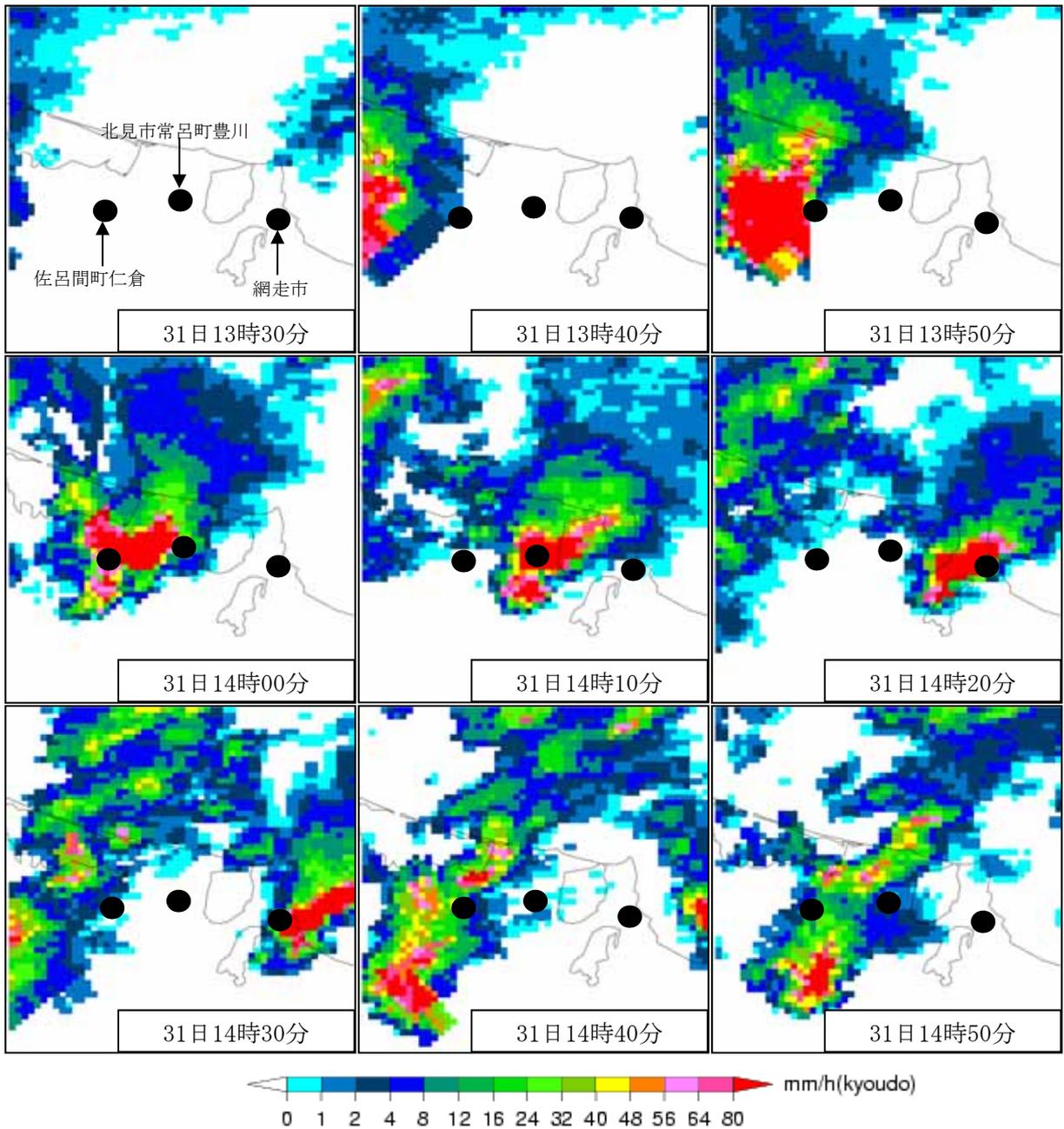


31日15時

図IV-3 衛星赤外画像（7月31日12時00分～15時00分）

2 レーダー観測による雨雲の動き

31日13時50分頃に佐呂間町仁倉に活発な積乱雲が移動し、その後活発な積乱雲は東に進み14時00分には北見市常呂町上空に至った。積乱雲はさらに東に進み14時20分から30分頃にかけて網走市を通過した（図IV-4）。



図IV-4 レーダー降水強度（7月31日13時30分～14時50分）

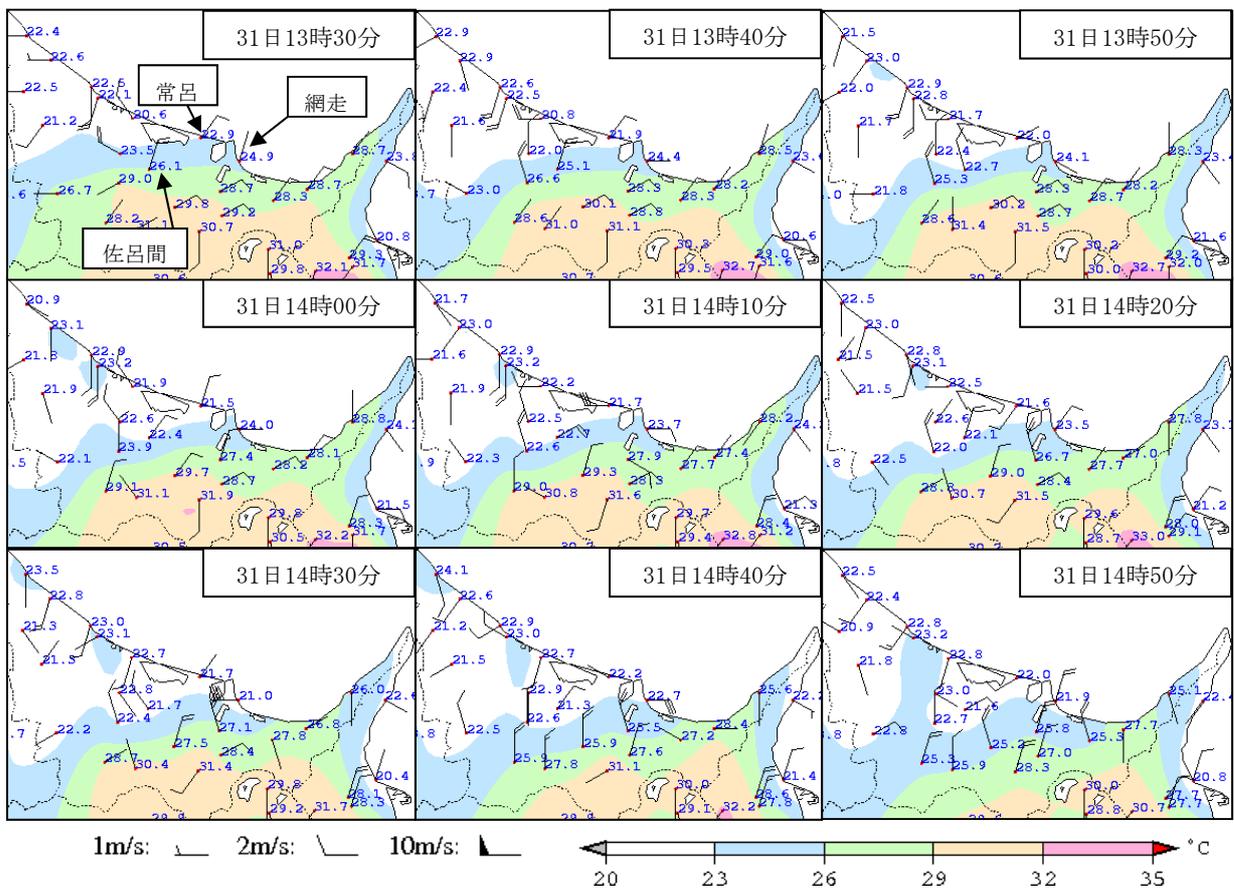
3 地上気象観測及びアメダスによる網走・北見・紋別地方の気温・風の分布と経過

佐呂間では活発な積乱雲が通過する前の13時30分の気温は26.1℃を観測していたが、積乱雲の通過する13時50分には22.7℃まで下がった。

北見市常呂では13時10分の気温は24.7℃を観測していたが、13時30分には22.9℃まで下がった。降水量は14時17分までの10分間で11.0mmを観測した。

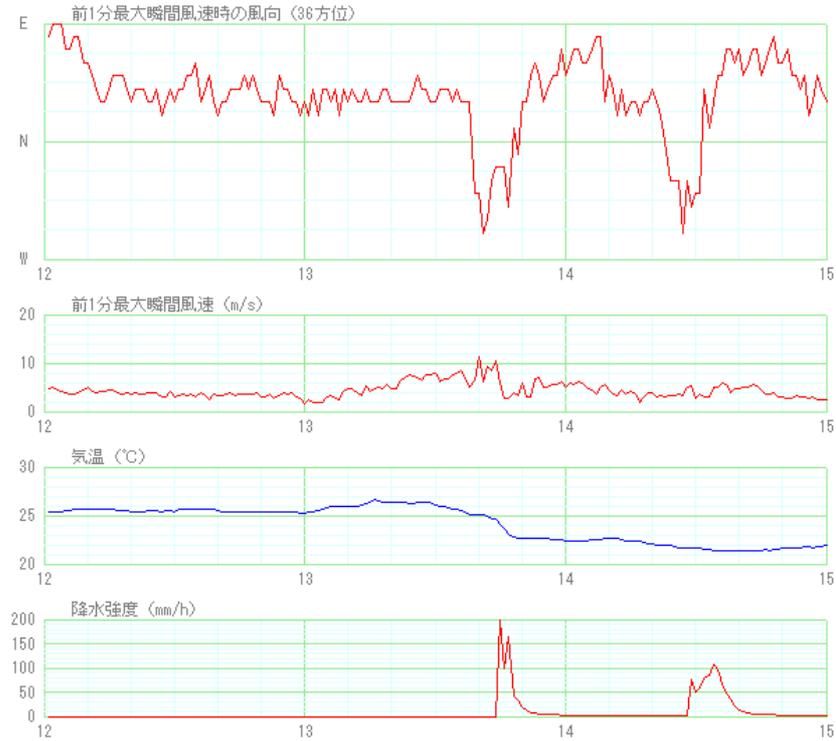
網走では14時20分の気温は23.5℃であったが、14時30分には21.0℃まで下がり、気圧は14時10分から14時30分にかけて上昇しその後下降した。日最大瞬間風速は14時32分に東の風19.5m/sを観測、降水量は14時33分までの10分間で25.5mmを観測した。

(以上、図IV-5～IV-6)



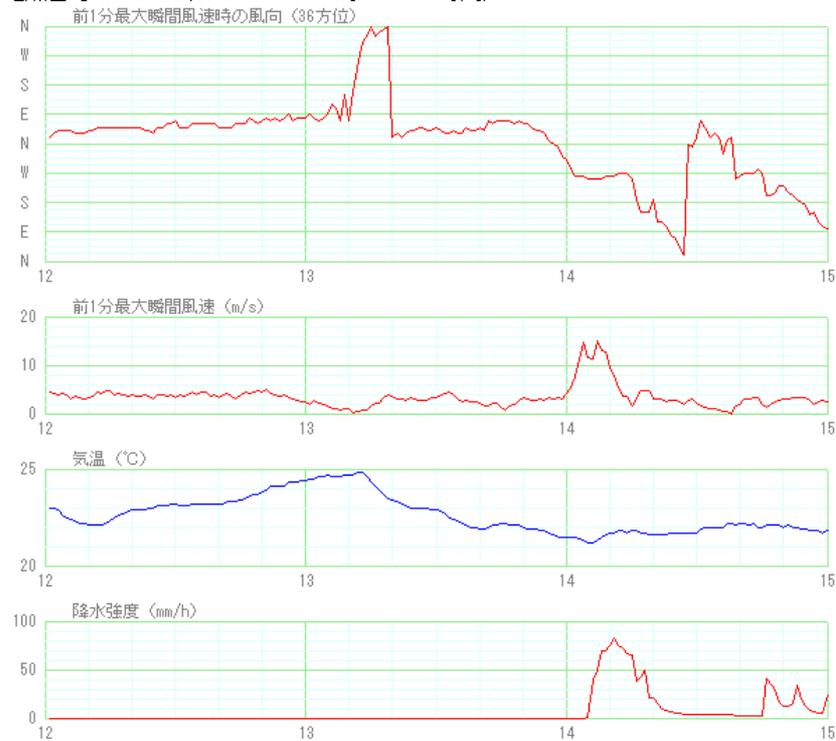
図IV-5 気温と風の分布 (7月31日13時30分～14時50分)

地点番号：17316 (2012/07/31 15時までの3時間)



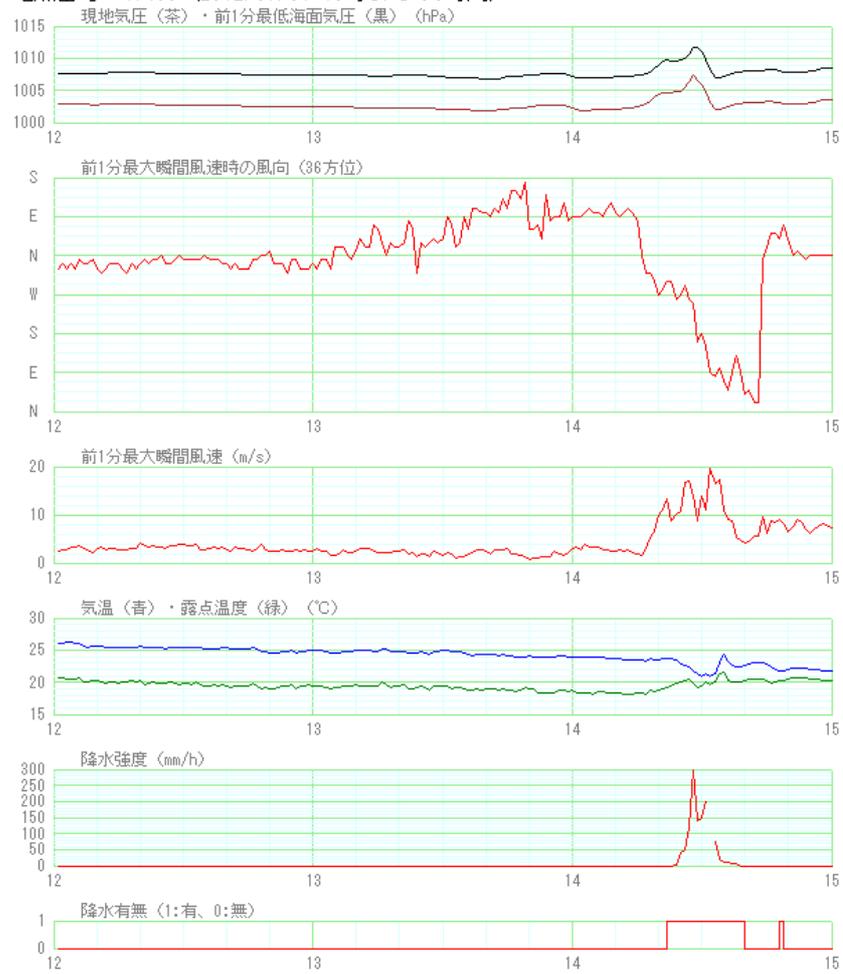
図IV-6-1 アメダス時系列 (佐呂間：31日12時00分～15時00分)

地点番号：17246 (2012/07/31 15時までの3時間)



図IV-6-2 アメダス時系列 (常呂：31日12時00分～15時00分)

地点番号：47409 (2012/07/31 15時までの3時間)



図IV-6-3 地上気象観測時系列 (網走：31日12時00分～15時00分)

被害集計

- ・倒木及び樹木の幹折れ複数
- ・非住家一部損壊複数

気象官署が執った処置

1 気象警報・注意報及び気象情報の発表状況

発表時刻	種類	種類
7月31日5時28分	府県気象情報	雷と突風に関する網走・北見・紋別地方気象情報第1号
7月31日7時38分	注意報	雷注意報
7月31日11時51分	府県気象情報	雷と突風に関する網走・北見・紋別地方気象情報第2号
7月31日12時30分	竜巻注意情報	網走・北見・紋別地方竜巻注意情報 第1号
7月31日13時27分	竜巻注意情報	網走・北見・紋別地方竜巻注意情報 第2号
7月31日13時35分	府県気象情報	雷と突風に関する網走・北見・紋別地方気象情報第3号
7月31日14時22分	警報発表・注意報	大雨警報、雷注意報
7月31日14時31分	竜巻注意情報	網走・北見・紋別地方竜巻注意情報 第3号
7月31日14時36分	府県気象情報	雷と突風に関する網走・北見・紋別地方気象情報第4号
7月31日15時31分	竜巻注意情報	網走・北見・紋別地方竜巻注意情報 第4号
7月31日18時19分	警報解除・注意報	大雨注意報、雷注意報、濃霧注意報
7月31日18時41分	府県気象情報	雷と突風に関する網走・北見・紋別地方気象情報第5号

2 突風に関する資料の発表状況

平成24年8月7日：平成24年7月31日に網走市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)

謝辞

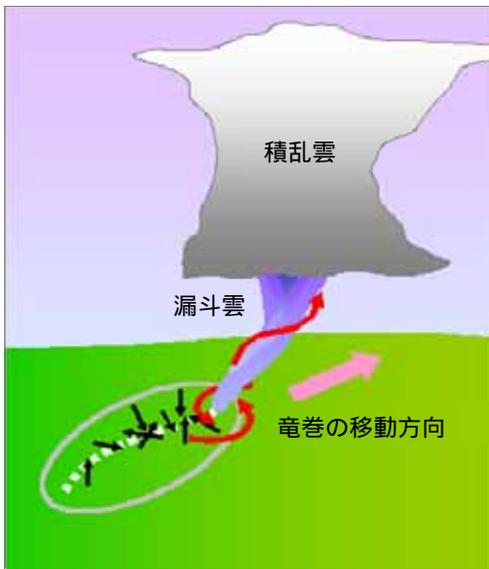
この資料作成に当たっては、関係機関の方々、網走市及び住民の方々にご協力をいただきました。ここにお礼申し上げます。

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）

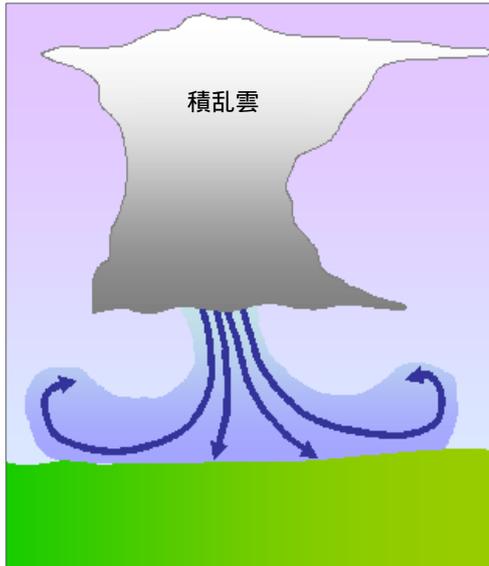
平成2（1990）年12月11日千葉県茂原市で日本では戦後最大級の竜巻が発生しました。この図は、地面近くの構造物や畑の作物の倒れ方の調査から推定した竜巻の移動経路（点線）と風向分布（矢印）です。このように、現地調査を行うことで竜巻の移動経路や風向を知ることができます。また被害の程度から竜巻の強さを知ることができます。

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。

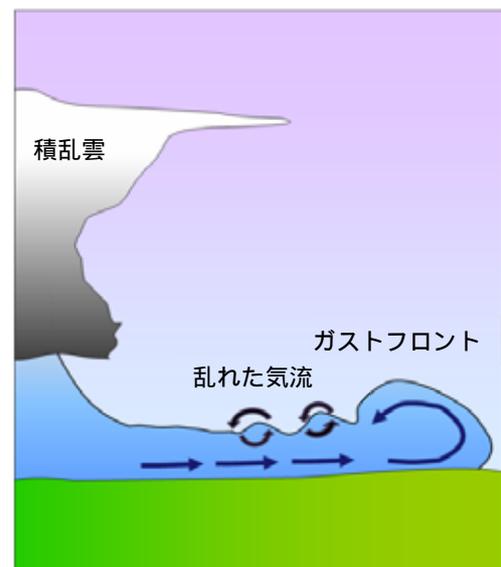


ダウンバーストの被害の様子

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、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.