

第17回 防災セミナー

「近年の爆弾低気圧の傾向 — 2008年冬期吹雪災害事例を通して —」

防災委員会 情報部会・地盤部会

■まえがき

今回の第17回防災セミナーは、情報部会と地盤部会の主催により、平成20年度の最後のイベントとして、下記の要領で開催された。

講演に先立ち高宮委員長より、平成7年に防災研究会として活動を始め、平成19年からは新たに防災委員会として再出発していること、委員会活動としては、13年と長いことから、委員会や部会構成・活

動等についての見直しも検討課題であるとの話があった。

1. 講演1：「2008年冬期に北海道で発生した吹雪災害の状況と課題について」の概要

寒地土木研究所の伊東講師より、今年の冬に発生した2件の吹雪災害(2月：長沼近郊、4月：釧路・根室地方)の調査概要から今後の軽減へ向けた提案までをご講演をいただいた。以下に、講演概要を報告する。

1.1 気象・災害概要

(1) 気象概要

2月の長沼アメダスの風向・風速、気温・降水量の観測では、10mを越える風が20h程度継続していた。簡便法による規模推定では、20年に1回の吹雪に相当し、1m²当たり4～5m³の吹雪の量であった。

4月の道東災害では、釧路・根室地方において、風速15～20m、1m²当たり4～5m³の雪となっており、根室方面の例年に比較し、50年に一度の規模であり、全体規模も根室の方が大きかったと思われる。



写真-1 司会：熊谷(情報部会員) 挨拶：高宮委員長

日時：平成20年11月11日(火) 15：00～17：20
場所：寒地土木研究所講堂

[プログラム]

15：00 開会 司会：熊谷 健一 (情報部会)
挨拶 北海道支部防災委員会 委員長 高宮 則夫

15：10～講演1：「2008年冬期に北海道で発生した吹雪災害の状況と課題について」
寒地土木研究所 寒地道路研究グループ
雪氷チーム主任研究員 伊東 靖彦 講師

16：05～講演2：「近年の爆弾低気圧の傾向について」
(財)日本気象協会北海道支社
防災対策室長 松岡 直基 講師

16：50～質疑応答

17：20 閉会 出席 55名

17：30～情報交換会 出席 24名



写真-2 伊東講師

(2) 災害概要

2月の道央災害では、長沼町で約140台、千歳で約50台の車両が雪に埋もれ立ち往生した。

道路管理者の対応として、以下を実施した。

- ・可能な限りの人的配備(開発職員21名、維持業者140名)
- ・除雪機械を24台投入
- ・除雪作業に平行した安否確認
- ・食料や燃料、携帯簡易トイレなどの提供
- ・道の駅「マオイの丘公園」の開所(延べ100名程度) 等々

以上の行動により得られた教訓として、道路利用者側の悪天候時の心構えや準備で、被害は軽減できるのではないかと考えられる。

次に4月の道東災害では、国道で最大7路線10区間240.4kmが通行止めとなり、道道では61路線88区間の通行止めとなった。各地で多数の運転不能車が発生した。また、根室市街が孤立状態となった。

50台の立ち往生に対しては、一部燃料補給等により救出も行った。背景には、燃料値下げを目前にした燃料不足の車が多かったことも考えられる。

1.2 吹雪災害と対策

(1) 吹雪について

吹雪とは、地面に積もった雪が風によって空中に舞う現象で、風速によって運動形態が違い、転動、跳躍、浮遊の3形態がある。

吹雪の輸送量は、風速が大きくなると、飛躍的に吹雪量は多くなり、風速の変化に対して吹雪量は対数的な変化をする。

飛雪濃度の鉛直分布では、高さにより指数関数的に急激に減少する。地表面に近いほど、ほとんどが地面に這いつくように移動し、濃度が濃く視程は低下する。

(2) 道路における吹雪災害と対策

開発局の通行止めの比率では、吹雪が4割で一番多い。要因の一つは、吹きだまり(風で運ばれた飛雪が風の変化などによってある場所に大きく堆雪される)、もう一つは吹雪視程障害(風で運ばれた飛雪によって視程が妨げられる)である。

吹雪対策で重視する項目に関しての2003年アン

ケート調査(コンサル・部局)では、1970年代までの吹きだまり対策重視から視程障害対策に重点が変化した。

吹雪への対策の一つとして、防雪柵がある。

防雪柵には、吹きだまり防止や視程障害緩和を図る施設で多種あるが、基本的に3種類に分けられる。

- ①吹きだめ柵：柵の両側に飛雪を捕捉するため、貯める量が一番多く、吹きだまり防止機能を有する。用地の広い箇所採用される。
- ②吹き払い柵：道路路面の雪を吹き払い、視程障害を緩和する機能を有する。
- ③吹き止め柵：柵の風上側に雪を多く捕捉し視程障害の緩和、吹きだまり防止の機能を有する。

1.3 調査のまとめ

長沼町近郊や道東の吹雪災害の調査から、先のアンケート意識とは違い、吹きだまりの問題も存在しており、以下のことが分かった。

吹きだまり箇所の特徴：

- ・道路路面より1～2m程度高い小規模な切土箇所
- ・防雪柵の後背地(風上側)に樹木などがある箇所
- ・防雪策が無く、後背地に家屋がある箇所
- ・樹林帯の端部
- ・水路並行区間は防雪に有利

防雪柵の問題点：

- ・様々な種類の防雪柵が並べて設置されている。
- ・吹き払い柵の最下段柵が低いものは、吹きだまりを誘発する。
- ・有効板の吹き払い柵では、道路上の吹きだまり量が多く感じた。
- ・網状の防雪柵の前後では、道路上の吹きだまりがほとんど形成されていない。
- ・吹きだめ柵の効果はかなり大きい。

通行止め：

- ・通行止めの周知をどのようにするか 不十分さと限界
- ・除雪区間の告知方法(夜間の除雪未実施等)
- ・異常気象時の車の利用方法(少なくとも24時間前に分かるはず)
- ・通行規制のタイミング
- ・枝道からの規制区間への流入



写真－3 セミナー状況

1.4 吹雪災害の軽減へ

今後の吹雪災害の軽減に向けて、以下が必要であると思われる。

①運転モラルの向上と教育について

- ・道路利用者に異常気象の認識を持たせる。⇒一般的な対策には限界がある。
- ・異常気象時に車の利用を控える。
- ・冬道ドライブの装備を持たせる。⇒防寒着、ロープ、ヘルパー、携帯電話、飲料水、おやつ、十分な燃料
- ・除雪区間の違いの認識、ルートを選択
- ・サバイバルの知恵⇒駐車場所、停車（待避）の仕方、仮眠方、連絡方法
- ・交通規制の遵守⇒規制区間に入らせない、入らない。

②運転者、地域への情報提供について

- ・全区間のモニタリングは事実上無理であり、情報提供も難しい。
- ・地域全体を総じた情報は作れないものが課題

③吹雪対策技術、知見の集約について

- ・吹きだまり対策の重点化
- ・ソフト的対策、非常時の対応等の類型化、マニュアル化
- ・経験、技術の伝承
- ・数ある防雪柵の統一的評価

2. 講演2：「近年の爆弾低気圧の傾向について—爆弾低気圧の特徴と気象災害—」の概要

気象協会の松岡講師より、種々の図やグラフを用い、爆弾低気圧の特徴や災害および予測等についての講演をいただいた。以下に概要を報告する。



写真－4 講演者の松岡氏

2.1 爆弾低気圧について

「爆弾低気圧」とは気象用語ではなく、気象庁、NHKの気象解説でも、使用していない。背景には、テロを想定させる、人々を不安にさせる等がある。気象庁では、「急速に発達する低気圧」（実感がわきにくい）としている。

気象科学事典等による定義では、中心気圧が24時間で、 $24 \text{ hPa} \times \sin(\phi) / \sin(60^\circ)$ 以上低下する温帯低気圧（ ϕ は緯度）で、例えば北緯 40° なら、 $17.8 \text{ hPa} / 24 \text{ h}$ が基準となり、急激に気圧が下がる状態である。しかし実際に人災や災害が起きるので、説得力のあるのは、「爆弾低気圧」という言葉の方であろう。世界気象機関では、「Bomb cyclones」とあり、学術用語にもなっている。

低気圧は大陸東側の海洋で発達するが、ここには暖流もあり、低気圧が非常に発達することが海難事故等で古くから知られている。

日本の爆弾低気圧研究として、北海道大学における1995～1999年の5冬期にわたる調査があり、最大発達位置と発生場所から、次の3タイプに分類している。

- ① 大陸で発生し、日本海・オホーツク海へ抜ける（どちらかというとな側を抜ける）Aタイプ。

② 大陸で発生して、太平洋へ抜ける（ほぼ日本縦断）Bタイプ。

③ 東シナ海方面で発生し、急速に発達し太平洋側へ抜けるCタイプ。

低気圧のエネルギーは熱の温度差であり、暖かい空気と冷たい空気がぶつかりあうことで、運動エネルギーに変わり低気圧が発達する。爆弾低気圧は、大陸からの乾いた寒気が海洋に放出（上層）され、海洋からの湿った暖気（下層）との堺目で発生する。寒気の入り方により、発生位置が変わる。

寒気への暖かい水蒸気の補給が十分あり、ジェット気流の蛇行（寒気が強くなると大きくなる）によって湿潤な暖気と混ざり合うと、さらに低気圧を発達させる。上昇流が強くて、暖かい湿った空気から水蒸気を運び込むが、上部層では状態を保っていらなくなり、雲が発生する。この時に潜熱が発生するため、ますます上昇気流が起きて発達する。

地球の気象から見ると、地球の南と北の温度交換や南の水蒸気を北に運ぶ、大切な働きをしている。

北側の雪氷等で反射率が上がり、温暖化の緩和にも役立っているとも考えられる。

2.2 近年の爆弾低気圧の特徴

気象協会による、1998～2008年までの10年分の調査によると、爆弾低気圧の出現頻度は年間平均18.3個の割合で発生している。月別では、12月に（クリスマス寒波、クリスマス低気圧として）発達した低気圧が発生している。6、7、8月は一つも発生していないことから、寒気がないと急速に発達することが無いといえる。

爆弾低気圧の発生数は、10年間で多少減少傾向にあるが、最近では急激に発達するタイプ（40 hPa以上）が増えている。

約190個の爆弾低気圧の季節別経路を調べた結果、秋は日本海側の通過がやや多く、冬は日本海と本州東海上北上で総数も多い、春は日本の東海上北上が比較的多い。また10年間の爆弾低気圧を経路別に分けると、前述のAタイプで63例、Bタイプで50例、Cタイプで81例という結果である。

2.3 爆弾低気圧と国道通行止めの関係

爆弾低気圧による通行止めの発生割合は、4割以

上で、低気圧の発生度合いが大きくなると、通行止めの確率も高くなる傾向にある。

海洋で発生して太平洋に抜けるCタイプでは、高い発生率となり、通行止め確率が高い。

開発建設部別の通行止めと低気圧経路の関係を調べると、通行止め回数が多いのは網走、釧路、室蘭、札幌、少ないのは函館、旭川という結果である。

小樽、札幌、留萌、稚内では、大陸で発生して日本海・オホーツク海へ抜けるAタイプで通行止めが多く、網走、釧路、室蘭、帯広では、Aタイプと海洋で発生して太平洋に抜けるCタイプが同等の結果である。また、該当建設部に近い経路を低気圧が通過する場合、通行止めになりやすい。

2.4 爆弾低気圧による気象災害事例（道央、道東）

(1) 道央災害事例について

2月23日～24日に発生した道央中心の猛吹雪による道央圏の大混乱事例（長沼、千歳、札幌～岩見沢周辺通行止め）について、当時の天気図を見ると、22日1008 hPaから23日980 hPaと24時間に28 hPa気圧が低下したことが分かる。一方、高層天気図では、上層にジェット気流、中層に北からの乾いた寒気（-30°C）、下層に南からの湿った暖気が流入していることが分かる。つまり、暖かい空気と冷たい空気がぶつかり合って低気圧が発達していた。

また風向、風速および降水量のグラフからは、アメダス長沼も千歳も、風向きは2日間に渡って北が継続（道央圏では珍しい）していることが分かる。

風速は、長沼で最大12 m/s少し超えた程度、降水量も1 mm程度、千歳では20 m/sなので、瞬間的には40 m/s近くの風が吹いていたと考えられる。

274号の長沼では、北風が吹くと道路の真横から吹いている状態のため、吹きだまりができやすく、除雪が堆積された雪堤の存在により雪も舞い上がり、運転者の視界も悪かっただろうと推測される。

次に、当時のアメダスの風向風速分布図では、石狩平野では北からの強風が石狩平野を長時間吹きぬけていたが、豊浦周辺の風は強くなかった。また車両が多数立ち往生した南空知（長沼町）や死者が出た胆振西部（豊浦町）には、暴風雪警報は発表されなかった。暴風雪警報基準は、平均風速が南空知で

16 m/s、胆振西部で 18 m/s を超えて出されるが、2 月 24 日には、平均風速が基準に達していなかったためである。

大きな被害が出たのに警報が出されていなかったことは、今後の課題である。

豊浦の被災箇所は、気象庁アメダスも局テレメータの観測網も無い観測の空白域で、周辺の観測地では 24 日午前に風速のピークを迎えている。車が埋まり始めた 23 日夕方では、風速が大きくないため、被災箇所の局地的に風速が強かったと想定される。

(2) 道東災害事例について

3 月 31 日～4 月 1 日に、道東の季節はずれの猛吹雪により根室、釧路管内で通行止めが発生した。

この時の低気圧は、海洋起源(本州南海上低気圧)が太平洋側へ抜けるタイプで、まっすぐ根室に向かって北上してきた。31 日の 996 hPa から 4 月 1 日に 952 hPa と 24 時間に 44 hPa も低下し、台風並みの低気圧に発達した。

高層天気図では、上層でジェット気流が深く蛇行し、中層では -30°C の寒気の渦が下層では南から暖気が流入して、条件が全て揃っていたことが分かる。

当時の厚床と根室のアメダスデータからは、北風が継続して吹いており短時間に急速に発達していた。

(3) 吹雪量の推定

吹雪量(主風向に直角な単位幅の垂直面を単位時間に通過する雪粒子の質量($\text{m}^3/\text{m}/\text{hr}$)で表す)は、計算から求めることができる。

気象データを用いての推定が可能で、吹雪が発生するか否かは、降水量、気温、風速によって判定し、吹雪量は風速の 3 乗に比例するとして推定(経験則)する。

2 月 23～24 日の長沼アメダスの結果では、昨年度一冬の吹雪量計算値が $2.5 \text{ m}^3/\text{m}$ に対し、今回の吹雪量は $4.58 \text{ m}^3/\text{m}$ 、3 月 31 日～4 月 1 日の根室測候所での結果からは、 $21.3 \text{ m}^3/\text{m}$ 、厚床アメダスでは $5.28 \text{ m}^3/\text{m}$ の計算値となった。このことから、何らかの通行止め等の指標になる可能性がある。しかし長沼では、風のピークは車が埋まり始めた後に来ていることにも注意が必要である。

2.5 爆弾低気圧は予測できるのか

次に、実況監視の高度化として降雪レーダーの利用および視程メッシュの利用について、実況図を基に説明があった。

(1) 降雪メッシュ、視程メッシュの活用

2 月 23 日～24 日の千歳周辺の降雪メッシュでは、千歳や長沼周辺では、17 時頃から 21 時まで 1 時間に 10 cm の非常に強い雪が観測されている。渋滞から車が埋まり始める時間と合っている。

もう少し具体的にするための手法として、降雪強度と風速を使って視程を計算する寒地土木研究所の業務で確立した経験式がある。この手法による千歳市周辺の視程メッシュからは、視程の低下した地域を表現しており、強い降雪のあった 17 時から 21 時に掛けて、広い地域で視程が 100 m 程度となったことが、計算値から分かる。

このような事が定常的に計算できれば、問題のあるエリアの予測が可能になろう。

同様に 4 月 1 日の道東の降雪メッシュからは、北風がオホーツク海から入り、北側に雪雲を沢山付けている。釧路、根室、厚床では、強い降雪は観測されていないが、道東の山間部では 1 時間に 10 cm 程度の非常に強い雪があることが分かる。一方海岸部では、それほど強い降雪強度ではなかった。

次に視程メッシュでは、降雪の強い地域で視程が低下していることの他、降雪では表現できない箇所でも視程の悪化を捕捉している。レーダーでは、太平洋側の雪が少なかったが、視程メッシュでは、太平洋側も視程が悪いことも分かる。交通障害を考えるとこの手法が現実に近いと思われる。

(2) 実況監視の限界

23 日の長沼の降雪量では、予測が合っていない例もあり、また視程の悪化に対する予想精度が悪くなるため、予測は難しい。ただし、吹雪量は実況監視には有効だろう。

豊浦での計算では、局地的な吹雪を再現することができなかった。これは、現在の観測体制では風に関する観測所が無いため、実況の風速が得られなかったためである。

平野部では、計算による推定は可能と考えられる

が、山間部の地形が複雑な箇所では、以上の手法では、まだ推定ができない。

(3) 早期予測の可能性

18時間ほど前の予測天気図は実況天気図と非常に合い、発生位置や予想気圧はかなりの精度で当たることが分かる。普段からの天気図を比較しても、明日が何か大変なことになるという予測はできる。

ただし、どの場所でどの程度という具体的な現象(降雪位置、降雪量等)に対しては、精度が下がり予想が難しい。しかし、予測天気図は合うので、今後は、予測図と経験則を合わせて、何らかの気象現象にいかにか結びつけるかがポイントとなる。

2.6 まとめと今後の課題

講演のまとめと今後の課題として以下が示された。

- 爆弾低気圧の発生数は、最近10年間では増加していない。
- 近年は24時間で40hPa以上の猛烈に発達する低気圧が出現している。
- 爆弾低気圧が発生すると、国道では40%以上の確率で通行止めが生じる。⇒今後の防災対策に使えるのではないか。
- 観測地を基にした視程メッシュによる吹雪の発生状況は、平野部では的確に捉えられる可能性が高い。
- 視程メッシュの予測では、風と降雪の予測精度については向上が必要である。
- 現在の気象観測網はかなり充実(アメダス網や局のテレメータ等)しているが、局地的な吹雪を把握できない地域がある。
- 気象情報の高度化によって、爆弾低気圧については冬期道路管理の向上が期待できる。

3. おわりに

今回の防災セミナーでは、伊東講師から、吹雪災害の現地調査を通じて得られた情報とそれらを踏まえた吹雪災害軽減へ向けた提案について、また松岡講師からは、世界一の気象観測網を生かした爆弾低気圧の予測の可能性と局所的な問題に対する限界等についてのお話がありました。

また講演後には、3名の方から質問があり、活発

な質疑応答が行われました。

これから冬を迎えるにあたり、吹雪災害に関して再認識することができ、さらに今後の防災委員会活動に対しても、有意義なセミナーになったのではないかと思います。

今回のセミナーは、講演会出席者55名、その後の情報交換会にも24名の出席を頂き、全体として大変盛況に終えることができました。多数のみなさんのご参加に感謝いたします。

(文責：防災委員会地盤部会幹事 河村 巧)



写真-5 活発な質疑応答状況