

吹雪災害と吹雪への備え

丹治和博（一般財団法人 日本気象協会）

1. 北国の住民でも吹雪は怖い

北海道をはじめとする北国では、毎年冬には吹雪による災害や事故が発生しています。2013 年 3 月には非常に発達した低気圧により北海道各地で猛吹雪となり 9 名の方が亡くなりました。うち 7 名が自動車での走行中のことで、農業用 D 型ハウスの傍らで我が娘を庇いながら凍死した父親のニュースを覚えている方も多いことでしょう。吹雪災害は決して北海道だけとは限らず、2010 年 2 月には新潟市で激しい地吹雪によって 90 台以上の車両が立ち往生したこともありました。

口では「吹雪の運転には慣れている」とは言っても、北国に住む人はドライブ中に吹雪に巻き込まれることに不安をいつも感じています（写真 1）。吹雪災害の影響を最も受けやすいのは道路や鉄道、飛行機などの交通網です。激しい吹雪は、道路の通行止めや多重事故、公共交通機関の運休や欠航を引き起こします。広域的な交通網の障害は住民の足を奪うだけでなく、生活物資や農産物などの物流輸送も滞り、北国の社会生活や経済活動に多大な弊害をもたらします。さらに、吹雪に対する恐れは、北国に住む人々の自動車運転への不安をもたらし、移動機会の損失にもつながります。



写真 1 吹雪の中を走行する乗用車

いくら雪道に慣れた北国のドライバーであっても、このような吹雪の中での運転はやはり嫌なものなのです。

吹雪の影響をもっと受けやすいのは道路交通ですから、ここでは主に道路を対象に吹雪災害について述べます。なお、夏季大学の参加者の方々には、雪国の事情に明るくない方も多いと思われるので、吹雪が発生するメカニズムや吹雪対策の概要を述べながら、吹雪災害に遭わない方法や知恵を考えていきたいと思います。

2. どうやって吹雪が発生するのか

一般に雪粒子が風によって空中に舞う現象を吹雪と呼びます。吹雪のうち降雪を伴わない場合は、地吹雪と呼んで区別することもあります。地吹雪での雪粒子の動きは複雑ですが、一般的には「転がり (creep)」「跳躍 (saltation)」「浮遊 (suspension)」の 3 つに区分されます（図 1）。風が弱いときの吹雪は「転がり」と「跳躍」のみで構成されますが、風が強くなると吹雪は「浮遊」を含めたすべての運動形態をとるようになります。前者を低い地吹雪と呼び、後者は高い地吹雪と呼びます。

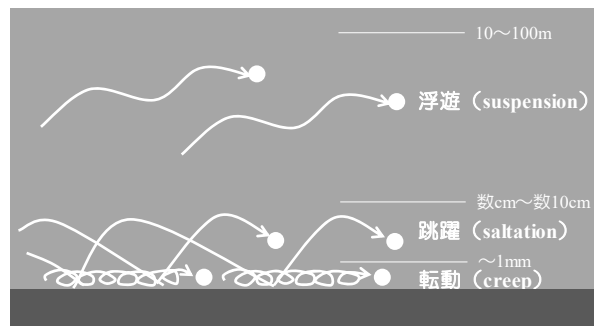


図 1 地吹雪の運動形態

積雪表面の雪粒子が風によって、転動（転がり）、跳躍、浮遊しながら移動する現象が地吹雪です。

吹雪の発生や程度には雪質や気温だけではなく、風速が最も強く関係することが知られています。また、風上側に十分な雪粒子の供給源があり、地吹雪を発達させるだけの助走距離（吹走距離）があることも条件です。すなわち、風上側に平坦な

雪原が広がっているような場所では吹雪が発達しやすいといえます。

吹雪がもたらす現象は「吹きだまり」と「視程障害」です。地吹雪による雪の移動量は大きく、短時間で大きな吹きだまりを生じるため、除雪の障害になるだけでなく、停止している車は簡単に身動きができなくなります(写真2)。視程障害は運転者の視界を奪い事故や道路逸脱の危険を生じます。特に、視界ゼロとなるような激しい吹雪をホワイトアウトと呼ぶことがあります。本来、ホワイトアウトは、積雪と上空を覆う薄い雲によって地表と空の区別がつかず周囲が一様に白く見える現象を指しますが、最近では激しい吹雪を表す言葉としても使われます。このホワイトアウトでは、周囲が白一色の世界となり視界が完全に奪われるため、非常に危険な状態となります(写真3)。



写真2 吹きだまりに埋もれた道路

激しい地吹雪では、防雪柵があったとしてもわずか数日で道路が吹きだまりに埋もれてしまうことがあります。



写真3 地吹雪による激しい視程障害

ホワイトアウトと呼ばれる地吹雪では、道路や地面を含めて視界全体が白一色となり、車の運転が困難になります。

3. まずは道路を吹雪から守る

防雪柵の起源は、家畜用の飲み水を確保するために柵の周りに吹きだまりを作ったことに端を発します。吹きだまりを生じさせる技術は、その風下側に飛雪を及ぼさないための“防雪”としての技術に通じます。日本の道路の防雪柵は、1960年代から日本の雪質や道路事情に合致した防雪柵が編み出されてきました。防雪柵は、柵の構造と形状から「吹きだめ柵」「吹き止め柵」「吹き払い柵」に分けられます。こうした柵の種類や構造は、柵高、柵の空隙率、柵の下部間隙から決まります。設置される防雪柵の種類や構造は、現地の吹雪量や用地条件などから場所ごとに設計されています。

防雪柵のうち、柵の下部間隙から吹き抜ける風を利用した吹き払い柵や、下部間隙をなくし柵の空隙率を小さくした吹き止め柵は、道路用地の狭い日本の事情に合った独自の防雪柵です。こうした防雪柵に加え、防雪林や視線誘導施設の整備が北国の道路では進められています(写真2)。

吹雪対策はデリケートな側面も持ち、個々の気象条件や道路構造に合致した対策工法の選定や設計を行わなければなりませんし、全ての吹雪に万能なわけではありません(写真4)。なお、日本における吹雪対策施設の詳細や適用条件、設計方法については、「道路吹雪対策マニュアル(寒地土木研究所)」に体系的に整理されています。



写真4 道路に設置された様々な吹雪対策施設
左上から順に吹き止め柵、吹き払い柵、道路防雪林、固定式視線誘導柱(視線誘導施設)。

路交通情報を道路利用者に試験的に提供したものの

一方、吹雪によって視界が悪くても路側に目印があれば視環境は多少改善されます。こうした目印(視線誘導施設)として、北海道では矢羽根やスノーポールと呼ばれる固定式視線誘導柱が広く設置されています。運転者の吹雪時の視覚探査活動、運転挙動、交通挙動から、視線誘導施設には「道路線形を知らせる機能」、「視認距離を知らせる機能」、「路側の位置を知らせる機能」があり、吹雪の程度によって視線誘導施設の機能と役割が異なってきます(図2)。

光を利用した視線誘導施設は、発光量が強く目立ればよいと誤解されがちですが、過剰な発光は煩わしさを与えます。さらに、見えないはずの距離をさも見えているように錯覚させるため、かえって運転者を危険に晒すことになります。

4. 君子、吹雪に近寄らず

周辺環境に大きく依存する吹雪の発生は局地性が強いので、吹雪に見舞われている道路を避けて運転することが最良の吹雪対策とする考えが以前からあります。そうした意味では、前述した様々な吹雪対策は、やむを得ず吹雪に巻き込まれてしまった車の安全を確保する対策と位置付けることができます。

そのためには、道路利用者が経路上の吹雪や道路の情報を知る必要がありますが、その情報が安全や安心にどのくらい寄与するのでしょうか。少し古いデータにはなりますが、北海道中央部の主要峠を対象に行った情報提供実験「冬の峠案内」での調査結果を紹介します。この「冬の峠案内」は2002年～2008年にインターネットや携帯電話Web、電子メールなどを通じ、峠の気象情報、道

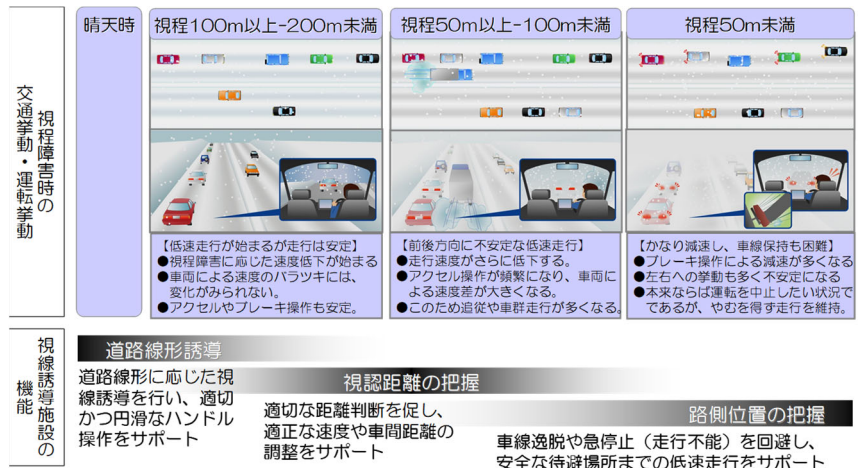
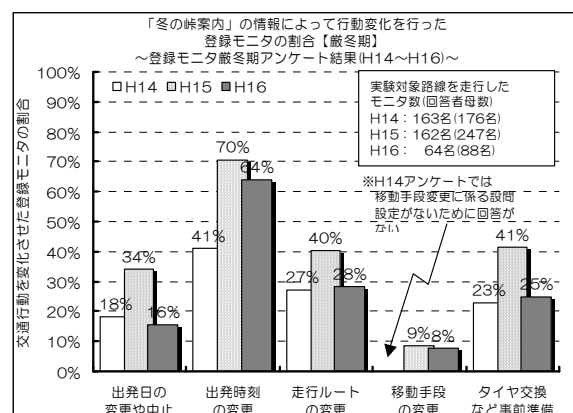


図2 吹雪時の交通・運転挙動と視線誘導施設の機能

低速走行は視程200m以下で始まり、視程100m以下では運転挙動に個人差が生じるため適切な車間距離の保持を促す機能が必要になり、視程50m未満の猛吹雪では安全な場所まで退避するために路側を知らせる機能が重要となります。

です。このうち、電子メールでの情報を得た利用者へのアンケート結果では、情報提供により出発時間を変更した人が41～70%と最も多く、次いで走行ルートの変更、タイヤ交換などの事前準備、出発日の変更や中止となっています(図3)。また、情報提供を得たことで感じた効果は、定時性の確保や時間予測性の向上だけでなく、安心感向上や事故への不安軽減といった心理的效果も大きいことがわかります。「冬の峠案内」は吹雪に限らず路面状態や天候、交通情報を含めた情報提供ですが、時間的にも空間的にも変動の著しい吹雪に対しては情報提供が有効だと考えることができます。

図3 吹雪の激しい峠の情報による交通挙動変化
吹雪の発生が懸念される北海道の主要峠の気象や道路情報によって、出発時間の変更やルート変更が促されます。

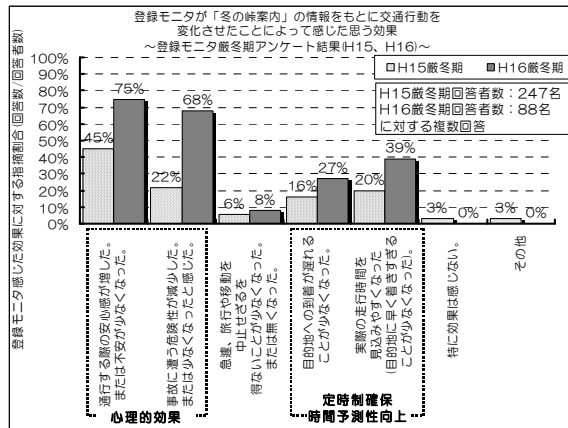


図4 吹雪の激しい峠の情報による心理的効果
吹雪の発生が懸念される道路では、定時性確保や時間予測性だけでなく、安心感などの心理的効果が大きくなります。

通常の天気予報では吹雪の程度を示す予測情報はなく、予測の概況文や暴風雪警報、風雪注意報から吹雪のおよその危険性を知るしかありません。道路交通や住民生活にとっては、吹雪によって視程がどれだけ悪化するのか、吹きだまりがどれだけ生じる恐れがあるのかの量的情報が必要になります。前者の指標としては「視程」であり、後者の指標としては「吹雪量」であり、その量的情報が吹雪情報として提供されることがあります。視程に関する予測情報としては、例えば北の道ナビ (<http://northern-road.jp/navi/>) の「吹雪の視界情報」では、24時間先までの視程予測情報を5段階のランクで市町村別に一般に提供しています。国土交通省の青森河川国道事務所では津軽自動車道の利用者に対して、6時間先までの1kmメッシュの視程予測情報を提供する取り組みも行われています。また、本田技研工業株式会社ではインターナビ会員向けに吹雪視程の1kmメッシュ予測情報を利用した「ホワイトアウト予測情報」を提供しています。

吹雪量は一般には耳慣れない言葉ですが、単位幅あたりを通過する地吹雪粒子の総量として、道路管理者向けに提供されることがある情報です。視程や吹雪量の推定・予測手法は研究機関を中心に研究が進められており、近い将来には一般的な予測情報として得られるかもしれません。

5. そうして吹雪災害は減ってきたのか

これまで述べたように、道路吹雪対策の整備が進み、情報通信技術の発達を背景に住民や道路利用者には様々な気象・交通情報が提供される時代となりましたが、はたして吹雪災害は克服されてきたといえるのでしょうか。

1988年～2010年の北海道新聞の記事から道内の国道での道路吹雪災害を抽出し、その位置を示したのが図5です。図5には2010年以降に発生した規模の大きな吹雪災害として、2013年3月に9名が亡くなった吹雪災害(死亡箇所)と2014年2月の大規模な吹雪災害の範囲も示しています。1988年以降の国道での道路吹雪災害は合計25件に達し、吹雪常襲地域の日本海側だけでなく、比較的雪の少ない道東や襟裳岬周辺にも広く分布していることが分かります。

2013年3月には道央から道東にかけての広範囲で、猛吹雪によって9名の方が亡くなるという吹雪災害が発生しました。9名のうち7名は車を運転中に、2名は徒歩での帰宅中に吹雪に遭難したものです。さらに翌年の2014年2月には道東地方の広いエリアで長期にわたる吹雪災害が発生し、住民生活に深刻な影響を及ぼしました。

このように、道路吹雪災害の十分な克服には残念ながらまだ至っていないのが実情です。

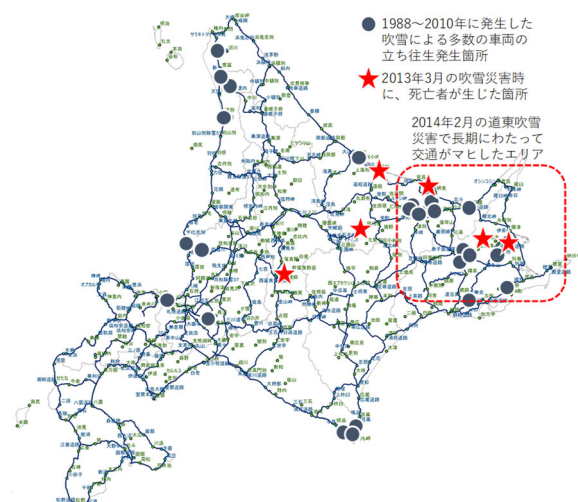


図5 吹雪による立ち往生や災害が発生した箇所
吹雪による多数の車両の立ち往生はほぼ全道で発生し、特に道東地方では甚大な吹雪災害が度々発生しています。

そこで、北海道のドライバーを対象に、遭遇する吹雪に対してどのような認識を持ち、どのような準備を行ったのかの調査結果を紹介します。この調査は2010年3月10～12日の吹雪直後にweb方式でアンケートを行い、吹雪時の長距離ドライブを経験した154人の回答を統計したものです。

この吹雪に際しては、前日から気象庁や報道機関が暴風雪に対する注意を広く呼びかけていたにも関わらず、吹雪に遭遇する可能性を7人は「知らなかった」、47人は「可能性はあると思ったが知らなかった」と回答しています(図6)。後者の47名は一般的な冬の知識としての回答ですから、約1/3の人は吹雪に遭遇することを事実上認識していなかったことを意味しています。

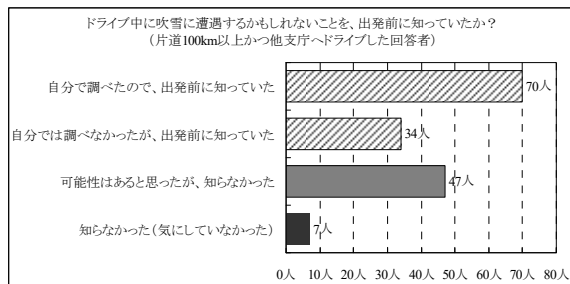


図6 吹雪に遭遇することを出発前に知っていたか
長距離運転をする前に、吹雪に遭遇する恐れをあらかじめ認識していた人は、全体の2/3にとどまっています。

さらに、吹雪に遭遇することを可能性も含めて認識していた人に対して、実際に吹雪に対する備えや準備をしたかを質問しました。その結果、吹雪の遭遇する可能性を認識しながらも、半数近くは好天時と同様に長距離ドライブに出かけています(図7)。吹雪に対する準備を行わない理由としては、出発時点の天候や大した悪天候にはならないという自己判断や通り慣れた道といった油断のほか、運転への自信や車両性能といった過信が多くなっています。

こうしたドライバーの吹雪に対する油断や過信の背景には、温暖な冬の到来や道路管理レベルの向上、四輪駆動車の普及やスタッドレスタイヤの性能向上があり、普段の冬の走行環境が夏と変わらないほど良くなっていることも考えられます。

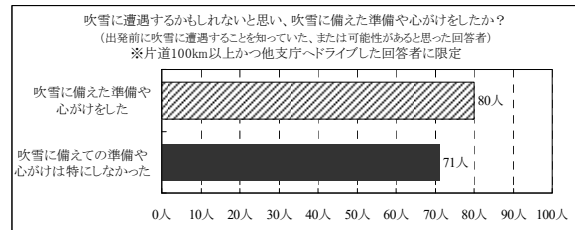


図7 吹雪に対する道路利用者の準備や心構え
吹雪に遭遇する可能性を十分に認識しながらも、吹雪に備えた準備を行わずにドライブする人が約半数に達します。

6. 吹雪から身を守るために

前章で吹雪に遭遇することを認識していなかった人に対し、この吹雪に遭遇することが事前にわかっていたとしたら、22%がドライブを中止する、35%は出発時間や経路を変更すると回答しています。これは、現地の気象・交通情報を得ることに加えて、自分が吹雪に巻き込まれることを明確にイメージできていれば、状況に応じた交通行動をとっていたことを意味します。他の気象災害でも同じように言えることですが、吹雪に遭遇した時に自分がどのような状況になるかを十分に理解しておくことが本当に必要です。

吹雪に関する直接的な予測情報は前述した「吹雪の視界情報」などごく一部しかありません。しかし、吹雪の発生メカニズムや特性を理解しておけば、どこで吹雪に遭遇する恐れがあるかはある程度予想することができます。前述したように、吹雪(特に地吹雪)に最も影響する気象は、風速、気温、降雪量です。気温-5℃の条件では、風速がおよそ5m/s以上で低い地吹雪が発生し、風速8m/s以上では高い地吹雪が発生するという調査結果があります。

また、吹雪が発生するためには、雪面に舞い上がりやすい雪の量が十分にあることが必要です。雪粒子は時間とともに焼結によって積雪表面から舞い上がりにくくなるので、低温かつ新雪であればあるほど地吹雪が発生しやすくなります。さらに地吹雪は跳躍した雪粒子が新たな雪粒子を積雪表面から弾き出すことで成長するので、風上側に十分な広がりを持った平坦地で発達します。こう

した条件をまとめると、新雪が多く積もった平坦地が風上側にあり、気温が低く風が強い場所では地吹雪に遭う可能性が高くなります。道路わきの雪山が高い道路では、そこから吹き込む地吹雪がドライバーの目線を遮り視程障害を生むこともあります。このほか、地形の急変箇所などのように風が収れんしやすい箇所も要注意です。

万が一、運転中に吹雪に巻き込まれてしまったら、ヘッドライトを点灯し、速度を落として車間距離を十分に取るようにしましょう。猛烈な地吹雪では周囲が白一色となり方向感覚さえつかめなくなりますが、急ブレーキは後方からの追突事故を招く恐れがあり危険です。危険を感じるような吹雪に遭遇したら、道の駅やコンビニなどの安全な場所に退避し、吹雪が収まるのを待ちましょう。

猛烈な地吹雪では視界不良と吹きだまりにより道路上で身動きが取れなくなる場合があります。この時、車外に出て外を歩くのは極めて危険です。吹雪により道路上で立ち往生してしまったら、マフラーが吹きだまりに埋もれて一酸化炭素中毒の恐れがあります。そのため、エンジンは停止したほうが安全です。暖を取るためやむを得ずエンジンをかける場合には、車の周囲を確認し、マフラー付近の除雪をしてください。こうした事態に備えて、気象情報を確認するとともに、防寒服や除雪スコップ、食べ物などを車の中に備えておくことも重要です。

吹雪災害は他の気象災害と異なり建物の中が最も安全です。そのため、吹雪災害に遭わないためには、気象情報や道路情報を十分に収集して、不要不急の外出を避けることが最も重要です。北海道の地吹雪の激しい地域では、猛吹雪の発生が予測されると予め数日間の生活物資や食料品を確保し、吹雪の間は外出しない方も多くいます。

冬期道路の吹雪対策では、防雪柵や防雪林などのハード対策の整備に始まり、道路管理者などによる情報提供といったソフト対策が次第に進められてきました。それでもまだ、道路利用者の情報リテラシーの向上といった課題がまだ残され、吹

雪災害の克服には至っていません。運転中に遭遇する吹雪のレベルやその深刻性を直感的にイメージできることと、吹雪に遭遇しない回避行動を積極的にとることが、吹雪災害を防ぐうえでの大きな課題です。近年の地球温暖化が叫ばれる中、日本の雪国での吹雪が必ずしも減少しているわけではありません。スキーや旅行で雪国をドライブする際にはこの拙文を少しでも思い出して頂けたら幸いです。

<引用文献>

- 1) 丹治和博：積雪寒冷地の道路吹雪対策とこれからの課題。技術士 2011.9 号、(公社)日本技術士会、pp12-15.
- 2) 丹治和博：吹雪に対する道路利用者の準備と交通行動について、寒地技術論文・報告集 Vol.26、(一社)北海道開発技術センター、pp.130-135、2010.12
- 3) 國分優希：積雪寒冷地の峠における道路情報提供の効果と今後のあり方、第 26 回日本道路会議論文集、(公社)日本道路協会、2005.10.

<参考文献>

- 1) (独) 土木研究所寒地土木研究所：道路吹雪対策マニュアル、2011.03.
- 2) 加治屋安彦：降雪・吹雪による視程障害条件下でのドライバーの運転挙動に関する一考察、寒地技術論文・報告集 Vol.20、(社)北海道開発技術センター、pp.325-331、2004.10.
- 3) 日刊工業新聞社：トコトンやさしい異常気象の本、一般財団法人日本気象協会編、2017.02.