
報 告

石狩・空知・後志地方の暴風雪警報の高度化へ向けた調査

青木 篤史*・水上 涼介**・小谷野 陽介***

要 旨

札幌管区気象台では、暴風雪警報の高度化のために、ふぶきの発生メカニズムを考慮した視程予測についての調査研究を継続して行ってきたが、その成果が予報当番者に活用されるまでは至らなかった。その理由として、「暴風雪警報や風雪注意報が対象とする災害のレベルが明確になっていない」、「現場の気象状況（風速・降雪量・気温・視程など）と災害の関係が十分に把握できていない」といった課題が挙げられた。そこで、2017年度から2018年度にかけては、石狩・空知・後志地方における暴風雪対象災害の明確化のために過去の暴風雪災害事例を抽出し、情報のユーザーである関係機関の意見も踏まえて暴風雪災害の現象レベルの作成を行った。その結果を用いて、レベル分けした暴風雪事例データベースを作成することで、災害特性の把握を行うことが出来た。2018年度の冬期は、作成したデータベースを用いて、暴風雪警報発表基準の1つである「雪による視程障害」を伴うかどうかの客観的な判断ができるワークシートを作成し、予報作業としての標準化を検討している。今後、札幌管区としての運用基準を確立するために、北海道内の各地方においても同様の調査を実施する予定である。

1. はじめに

石狩・空知・後志地方の陸上に対する暴風雪警報の発表基準は、2002年10月1日に改正され、「風速16m/s以上かつ雪による視程障害を伴う」となっている。

この基準改正以降も北海道地方では、暴風雪警報基準の課題が明らかとなったふぶき災害が発生している。代表例を2つ取り上げる。1事例目は、ふぶきの発生メカニズムを考慮することが必要との認識ができた2008年2月23日から24日にかけて長沼町でふぶきにより140台の車が立ち往生した事例、2事例目は、「数年に一度の猛ふぶき」のキーワードを使って警報よりも一段高い警戒を呼びかける気象情報の運用につながった2013年3月2日から3日にかけての発達した低気圧に伴

う暴風雪の事例である。この2事例の概要を、「2基準改正以降の代表的な暴風雪災害事例」に示す。

これらの災害を受けて、札幌管区気象台では、ふぶきの発生メカニズムを考慮した視程予測についての調査研究を行ってきた。「3これまでの札幌管区気象台による調査研究の成果」にその概要を示す。しかしその成果は、予報者に活用されるまでは至らなかった。その理由として、「暴風雪警報や風雪注意報が対象とする災害のレベルが明確になっていない」、「現場の気象状況（風速・降雪量・気温・視程など）と災害の関係が十分に把握できていない」といった課題が挙げられた。

以上のような背景を踏まえて、2017年度から2018年度にかけて、関係機関への聞き取りなどで暴風雪災害のレベル作成を行い、これまでの視

* 稚内地方気象台 ** 予報部予報課 *** 観測部観測課
(令和2年2月12日発行)

程予測の調査研究と組み合わせることで、災害との対応が良い暴風雪警報等に関するワークシート作成の段階まで到達することができた。「4 暴風雪災害の現象レベル作成」では、関係機関への聞き取りによって作成した暴風雪災害のレベルについて示す。「5 暴風雪災害特性調査」では、過去の災害事例を第 4 章で作成したレベルに分類したデータベースを作成し、地図上で可視化できるようにした調査について述べる。「6 ワークシートの作成」では、作成中のワークシートの概要について述べる。

2. 基準改正以降の代表的な暴風雪災害事例

2.1 2008 年 2 月 23 日～24 日の事例

2008 年 2 月 23 日から 24 日にかけての事例では、胆振地方の豊浦町で吹きだまりにより車両が埋もれて 1 名が亡くなり、空知地方の長沼町ではふぶきにより 140 台の車が立ち往生するなど、社会的に大きな影響が出た。（武知ほか，2008）

この時のアメダス長沼の観測値を第 1 図に示す。この事例では、気圧の傾きが大きく風が強い状態が 23 日から 24 日にかけて継続していたが、立ち往生が発生した 23 日夜遅くは、アメダス長沼の観測値では、降水が終了し、気温が -10°C 近くまで低下し、風速が強まった時間に対応してい

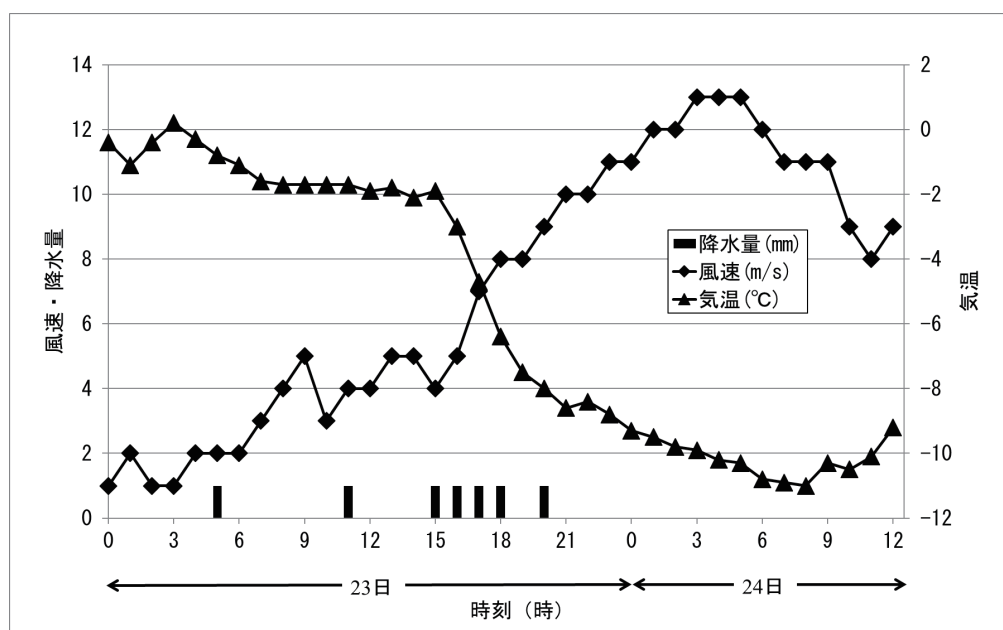
る。

気象台は、23 日から 24 日にかけて、長沼町を含む南空知に大雪注意報や風雪注意報を発表していたが、予想や実況で暴風雪基準未満の風速であったため、暴風雪警報の発表が無いなかでこのような重大な災害が発生した。

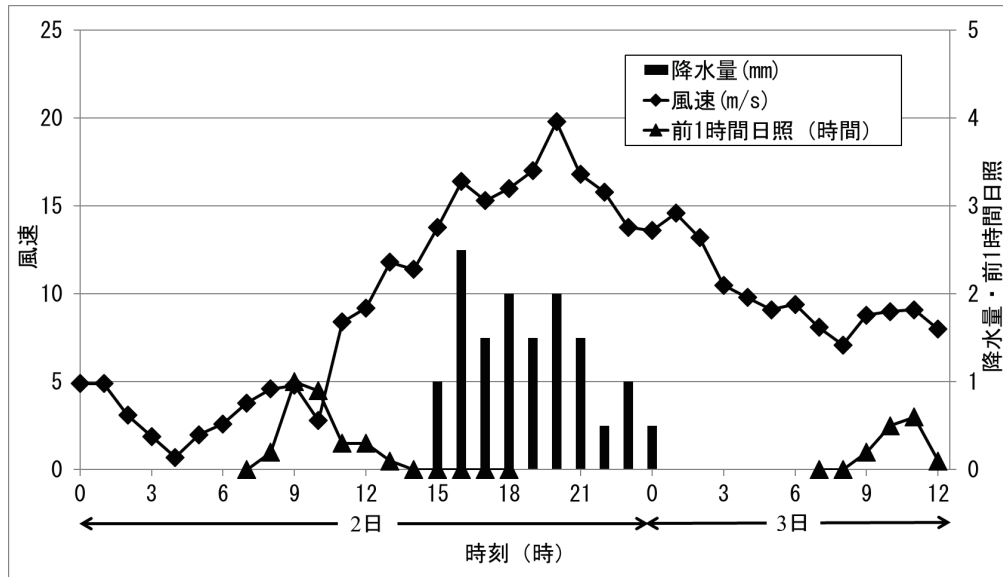
暴風雪警報や風雪注意報は現在でも数値基準としては風速のみで判断しているが、この災害のように、内陸部においては比較的弱い風速でも社会的影響の大きな災害が発生する。一方で、風の吹きやすい沿岸部では暴風雪警報の発表頻度は高いものの、災害の発生事例が少ないという課題もあった。札幌管区気象台では、この災害をきっかけとして、風速以外の数値基準を考慮した、ふぶきの発生メカニズムに基づく暴風雪警報の運用を視野に入れた調査研究が始まった。

2.2 2013 年 3 月 2 日～3 日の事例

2013 年 3 月 2 日から 3 日にかけての発達した低気圧に伴う暴風雪の事例では、オホーツク海側と太平洋側東部を中心とした広い範囲で猛ふぶきとなり、9 名の方が亡くなる災害が発生した。（木立ほか，2013）この時の紋別地方のアメダス湧別の観測値を第 2 図に示す。人的被害が発生した 2 日夕方におけるアメダス湧別の観測値を確認する



第 1 図 2008 年 2 月 23 日から 24 日にかけてのアメダス長沼における 1 時間ごとの気温、降水量、前 10 分間平均風速の観測値



第2図 2013年3月2日から3日かけてのアメダス湧別における1時間ごとの降水量，前10分間平均風速，前1時間の日照合計時間の観測値

と、2日午前中は平均風速がおおむね5m/s以下と弱く、日照も観測され穏やかな天気であったが、2日午後から降雪を伴って風が急激に強まり、夕方ごろから15m/sを超える強い風が吹き、急に猛ふぶきとなった。また、2日の最高気温は-0.7℃と真冬日であった。

この甚大な災害を踏まえて、北海道は2013年5月15日に「平成25年度道路管理に関する検討委員会」(以下「検討委員会」とする)を設置し、暴風雪災害の予防策が検討された。また、この災害後、防災機関や報道機関等から札幌管区気象台に対して防災気象情報の改善についての要望が寄せられ、広い範囲で記録的な暴風雪になる際には、受け手に災害への危機感が伝わるような防災気象情報が求められた。札幌管区気象台は検討委員会に対して、2013年3月の暴風雪のような現象が予想される場合に、危機感を伝えるためのキーワードの検討を依頼したところ、「外出」をキーワードとした意見が多く挙げられた。札幌管区気象台では、この災害と同程度の記録的な暴風雪災害が見込まれる場合は、関係機関との調整のもと、気象情報で「数年に一度の猛ふぶきとなるおそれがあります。外出は控えてください。」のキーワードを用いることとし、2013年12月25日から運用している。(大山ほか, 2016)

この災害をきっかけとして、「暴風雪警報級」よりも一段高い「数年に一度の気象情報級」というレベルが設定されたが、数値基準としては風速のみであった。また、防災気象情報のレベルと災害のレベルとの対応づけをより明確にすることが今後の課題とされた。

3. これまでの札幌管区気象台による調査研究の成果

第2章で紹介した災害を含む北海道における暴風雪災害を踏まえて、札幌管区気象台は、「雪による視程障害」を伴うかどうか予報当番者が利用できる客観的な判断指標の作成(暴風雪警報の高度化)が必要と考えて継続的な調査を行っている。「石狩・空知・後志地方の暴風雪警報の妥当性」(廣瀬ほか, 2010)では、風速基準ではなく、ふぶき量や寒地土木研究所の研究成果である視程予測式から推定される視程を用いて災害発生有無の判断を試みた。その結果、「ふぶき量5g/(m・s)以上」が10時間以上かつ「視程200m未満」が5時間以上という災害発生の目安が示された。また、2014年度から2016年度にかけては寒地土木研究所の研究成果(松澤, 2006)である視程予測式を利用してメソ数値予報モデルGPVのデータから面的に視程を予測する調査が行われた。その結果、

「ふぶきの視程予測ツール」が開発された。この調査の詳細は、「暴風雪警報基準の高度化に向けた基礎調査」(宗ほか, 2015)や「北海道日本海側における暴風雪警報の改善」(野村ほか, 2016)にまとめられている。

このように、これまで暴風雪警報高度化の調査が継続して行われてきたが、警報・注意報基準を改定し予報者に活用されるまでは至らなかった。その理由として、「暴風雪警報や風雪注意報が対象とする災害のレベルが明確になっていない」、「現場の気象状況(風速・降雪量・気温・視程など)と災害の関係が十分に把握できていない」といった課題が挙げられた。

4. 暴風雪災害の現象レベル作成

4.1 調査目的及び手法

これまでの調査を踏まえて、2017年度から2018年度にかけての調査では、風雪に関する注警報等を適切に発表するために、暴風雪に関する現象や災害を「風雪注意報級未満(以後、風雪未満)」「風雪注意報級(以後、注意報級)」「暴風雪警報級(以後、警報級)」「数年に一度の気象情報級(以後、数年に一度級)」にレベル分けすることを目的として、第1表の機関への聞き取り調査を2017年度に実施した。ここでは関係機関を大きく「道路・交通関係」「報道関係」「学校関係」「市町村」の4つに分けた。これは、各機関が暴風雪時にとる対応が異なることにより、現象や災害に対する考え方も異なると考えたためである。

聞き取り調査の手法については、「道路・交通

関係」は「暴風雪災害についての意見交換会」で直接意見を聞き取った。「報道関係」はアンケートを送付し回答を得た。「学校関係」は、札幌市小学校長会への直接の聞き取りと教員向け研修会でのアンケートから回答を得た。「市町村」は市町村懇談の場を活用した聞き取りを実施した。聞き取り事項は、レベルごとの「防災対応」「現象・災害のイメージ」「警報注意報等の活用」を基本とした。

4.2 聞き取り調査結果

第1表の各機関から得られた意見の概要は下記のとおりである。

(1) 道路・交通関係機関

道路・交通関係機関については、北海道運輸局の協力も得ながら、札幌管区气象台において「暴風雪災害についての意見交換会」を開催し、意見交換を行った。ここで得られた意見をもとに道路・交通関係機関が持つ暴風雪現象や災害についてのイメージを第2表にまとめた。

警報級以上についての意見が主体で、警報級の現象・災害のイメージが分かりやすくまとまった。意見交換会で得られた重要なポイントは下記のとおりである。

- ・多重衝突事故を含む交通事故は、路面状況なども関係してくるため暴風雪災害とは限らない。
- ・狭い領域での局地的な暴風雪も警報の対象となる。
- ・現象の長期化によって災害レベルは上がる。
- ・国道や道道の通行止めを警報などの情報のみ

第1表 聞き取り調査対象機関一覧

| 分野 | 対象機関 |
|---------|--|
| 道路・交通関係 | 北海道、北海道開発局、札幌開発建設部、北海道運輸局、北海道警察本部、一般社団法人北海道バス協会・ハイヤー協会・トラック協会、北海道旅客鉄道株式会社(JR北海道)、寒地土木研究所 |
| 報道関係 | NHK札幌放送局、HBC北海道放送、STV札幌テレビ放送、HTB北海道テレビ、TVHテレビ北海道、UHB北海道文化放送 |
| 学校関係 | 札幌市小学校長会 教員向け研修会参加者 |
| 市町村 | 石狩市、当別町、新篠津村、札幌市、恵庭市、千歳市 滝川市、砂川市、浦臼町、三笠市、岩見沢市、月形町、長沼町 余市町、倶知安町、京極町、二セコ町、真狩村、共和町、蘭越町、黒松内町 |

第2表 道路・交通関係機関の暴風雪現象・災害に対するイメージまとめ

| 現象の分類 | 災害レベル | | | |
|-------|-------|------|----------------------------|--------|
| | 風雪未満 | 注意報級 | 警報級 | 数年に一度級 |
| 視程 | | | 100m未満 | |
| 道路状況 | | | 走行不可能な吹きだまりの形成 | |
| 通行止め | | | 国道または道道 | |
| 運休 | | | 吹きだまりによるJR運休 運送機関の運行不可能 | |

で行うことはまず無く、現地の状況をパトロール等で確認して判断する。

・視程障害だけで通行止めにするのはあまりなく、除雪が追いつかないような吹きだまりの形成が1つの判断ポイントになっている。

(2) 報道関係機関

報道関係機関については、それぞれの機関にアンケートを送付し、回答を返信いただく形で調査を行った。アンケートから得られた意見をもとに報道関係機関が持つ暴風雪現象や災害についてのイメージを第3表にまとめた。

道路・交通関係機関と似たような傾向がある一方で、報道機関は道道よりも国道、高速道路の通行止めを大きな災害と考えており、さらに通行止め発生数が増えるにつれて災害規模が大きくなると捉えている傾向がわかった。また、多重衝突事故は、警報級以上の意見が多く、人身被害も絡み社会に与える影響が大きいため、道路・交通

関係機関と異なり重大な暴風雪災害と考えられているようである。

報道機関は一般市民の感覚に常に気を配っているため、市民感覚に近いと考えられる。暴風雪災害をなくすためには、報道による一般市民への直接的な情報提供とそれに基づく自助が不可欠である。そういった意味で一般市民の感覚に近い報道の意見は重要であり、交通機関の運休なども主たる暴風雪災害として捉えていく必要があると考える。

(3) 市町村

石狩・空知・後志地方の全市町村への聞き取りは実施できなかったが、事前のアンケート送付と直接の懇談による聞き取りによって、おおむね市町村の意見傾向は把握できた。得られた意見をもとにまとめた市町村が持つ暴風雪現象や災害についてのイメージを第4表にまとめた。

市町村についても道路・交通関係機関と同様

第3表 報道関係機関の暴風雪現象・災害に対するイメージまとめ

| 現象の分類 | 災害レベル | | | |
|-------|--------|--------------|---------|--------|
| | 風雪未満 | 注意報級 | 警報級 | 数年に一度級 |
| 視程 | 250m以上 | 250~150m | 150~80m | 80m未満 |
| 通行止め | | 道道 | | |
| | | 国道 | | |
| | | 高速道路 | | |
| | | 多区間の道路 | | |
| 運休 | | JR運休 | | 100本以上 |
| | | 航空機欠航 | | 100便以上 |
| その他 | | 多重衝突事故 | | |
| | | 吹きだまりによる立ち往生 | | |
| | | 地域の孤立 | | |
| | 停電 | 大規模 | | |
| | | 小中学校の臨時休校 | | |

第 4 表 市町村の暴風雪現象・災害に対するイメージまとめ

| 現象の分類 | 災害レベル | | | |
|-------|--------|--------------|-----------------|--------|
| | 風雪未満 | 注意報級 | 警報級 | 数年に一度級 |
| 視程 | 250m以上 | 250～150m | 150～80m | 80m未満 |
| 道路状況 | | 吹きだまりの形成 | | |
| | | | 吹きだまりによる立ち往生の発生 | |
| | | | 車が埋まる | |
| 通行止め | | 道道 | | |
| | | 主要国道または道道 | | |
| | | 主要国道・道道の大半 | | |
| その他 | | 地域の孤立 | | |
| | | 停電 | | |
| | | 大規模 | | |
| 防災対応 | | 災害対策警戒本部 | | |
| | | 対策本部設置 | | |
| | | 避難所開設 | | |
| | | 防災無線等による注意喚起 | | |
| | | 除雪やパトロール体制強化 | | |

の傾向が見られた。特筆すべき点として、停電は小規模なものであっても冬季であれば避難所の開設を検討する必要がある、警報級以上と考えている市町村が多いことである。道路・交通関係機関同様、自分たちがとる防災対応の程度によって現象や災害の大きさを判断していることが見てとれる。

また、市町村に対しては最近の暴風雪災害事例を7～8事例示し、各事例で起きた最大級の被害が自分の市町村で起きた場合にどのレベルと考えるかという聞き取りを行った。その結果、以下の5つの事例について多くの市町村が数年に一度級との意見であった。②以外は、道内で発生した顕著かつ報道でも大きく取り上げられた暴風雪災害であり、「吹きだまりによる大規模な立ち往生」や「大規模かつ長期の停電」が数年に一度級の暴風雪災害の目安として考えることが出来る。

① 2008年2月23～24日：長沼暴風雪事例。複数の路線で100台以上の立ち往生。

② 2011年12月24～26日：浦臼の国道275号での約100台の立ち往生。

③ 2012年11月27日：室蘭大停電事例。鉄塔倒壊による室蘭・登別の数日間大規模停電。

④ 2013年3月2～3日：道東暴風雪事例。大規模な立ち往生多数。死者9名。

⑤ 2016年2月29～3月1日：石狩・後志「数年に一度級」情報事例。数10台立ち往生や停電等。

(4) 学校関係者

学校関係者については、札幌市小学校長会への直接の聞き取りと、現場の教員を中心とする教員向け研修会でのアンケートによる聞き取りの2つを行った。前者は時間の制約があり多くの意見は得られなかったが、学校の安全管理の責任者である校長から臨時休校等の判断についての意見が得られた。研修会のアンケートでは、子供たちの安全を守る教員としての意見と、一般の災害に関する市民感覚に近い意見が得られたと考える。得られた意見をもとに学校関係者が持つ暴風雪現象や災害についてのイメージは第5表にまとめた。

休校など学校の安全管理に関わる災害の認識について詳細に把握することができた。その他の災害についての意見は他の関係機関からの意見とおおむね同様であった。

4.3 意見を踏まえた現象・災害レベルの作成

調査内容は各機関で異なる項目もあるが、イメージを聞き取った現象・災害は「視程」「通行止め」「道路状況」「運休・欠航」「その他の災害」に大別することができる。それぞれに属する現象・災害を第6表のとおり整理した。これらについて個別にレベルを検討した。

まず「視程」については各機関の回答に大きな差はないため、報道関係機関や市町村をベースに

第5表 学校関係者の暴風雪現象・災害に対するイメージまとめ

| 現象の分類 | 災害レベル | | | |
|--------|-------|------|--------------|---------|
| | 風雪未満 | 注意報級 | 警報級 | 数年に一度級 |
| 視程 | | | 約100~200m | |
| 安全管理 | 見守り実施 | | | |
| | | | 登下校時間変更 | |
| | | | 教育委員会からの注意喚起 | |
| | | | 独自判断休校 | |
| 一般的な災害 | | | | 市町村内全休校 |
| | | | 道路の通行止め | |
| | | | JR運休・航空機欠航 | |
| | | | 吹きだまりによる立ち往生 | |
| その他 | | | | 吹雪時の停電 |
| | | | | 登下校は危険 |

第6表 レベル化に用いる現象・災害一覧

| 現象の分類 | 該当事象・災害内容 |
|--------|--------------------------------|
| 視程 | - |
| 通行止め | 高速道路通行止め、国道通行止め、道道通行止め |
| 道路状況 | 吹きだまりの形成、吹きだまりによる立ち往生の発生、車が埋まる |
| 運休・欠航 | JR運休、航空機欠航、その他運送・輸送機関運休 |
| その他の災害 | 多重衝突事故、停電、地域の孤立、臨時休校 |

警報級は「150m～50m」、数年に一度級は「50m未満」とし、補足として「局所的にはホワイトアウト状態が見込まれる」とした。あくまでも目安であり、参考値として考える。

次に「通行止め」について、「国道通行止め」と「道道通行止め」は、道路管理者である道路・交通関係機関の意見を採用し、警報級とした。ただし、一部道道はかなり頻繁にふぶきによる通行止めが実施されているため、この点には過去事例の分類の際に留意した。「高速道路通行止め」については、報道関係機関に対して行った聞き取り結果では警報級であったが、意見が十分ではなく、災害分類においては参考として扱うこととした。また、報道関係機関や市町村の意見を参考に、「主要国道・道道大半の通行止め」を数年に一度級に位置づけた。

次に「道路状況」について、「吹きだまりによる立ち往生」は全ての機関が警報級としている。市町村のみに質問した「吹きだまりの発生」「車

が埋まる」については、相対的な位置づけとして「吹きだまりの発生」を注意報級、「車が埋まる」を数年に一度級とする。「吹きだまり」は注意報や警報の注意警戒事項と整合しており、「車が埋まる」ことによる大規模な立ち往生は、数年に一度級と考えられる過去事例（市町村の項の①②④⑤）で起きた災害とも一致している。

続いて「運休・欠航」については、実際に発生する頻度も考慮し、注意報級に「JR運休・航空機欠航（少数）」、警報級に「JR運休・航空機欠航（多数）」、数年に一度級に「JR運休・航空機欠航（大半）」と設定した。「その他運送・輸送機関運休」については、バス・タクシー・トラック協会からの意見をもとに、警報級に位置づけることとする。ただし、「運休・欠航」の判断は人為的かつ予防的な側面も強いと考えられるため、過去事例の分類には原則用いないこととした。

最後に「その他の災害」について、「多重衝突事故」を災害として扱うかどうか意見が分かれた

ところであるが、起こりうる状況は主に顕著な視程障害の状況であることや、社会的な影響の大きさも考慮し報道機関の意見を参考に警報級と設定した。「停電」については、市町村や学校関係者の意見も参考として、「停電（小規模）」を警報級、「停電（大規模）」を数年に一度級とする。「地域の孤立」については、実際の災害状況を正しく捉えている市町村の意見を採用し警報級とした。「臨時休校」については学校関係者への聞き取り結果を採用して、災害規模から「市町村内全休校」は数年に一度級、「一部臨時休校」を警報級とする。なお、「その他の災害」については、ふぶき以外の要因も大きいと考えられることから「地域の孤立」以外は、災害分類において参考として扱うこととした。

以上の検討結果から作成した暴風雪現象・災害のイメージについてのまとめを第7表に、暴風

雪現象や災害をレベル分けした結果を第8表に示す。これらを基に第5章で抽出した災害事例の分類を行った。

5. 暴風雪災害特性調査

5.1 暴風雪災害データベースの作成

本調査の目的は、過去の暴風雪事例を第4章で作成したレベルに分類したデータベースを作成することである。分類した各レベルの事例を解析することで、暴風雪災害を適切に捕捉できるような気象要素の閾値が得られ、警報注意報基準の見直しや暴風雪警報発表の判断に利用可能なワークシート作成に有用であると考えた。具体的なデータベース作成手法を以下に示す。

はじめに、2006年1月から2017年4月までの気象災害報告、新聞記事及び部外機関から受領した国道・道道通行止めデータから、主に石狩・空知・

第7表 暴風雪現象・災害に対するイメージまとめ

| 現象の分類 | 災害レベル | | | |
|--------|--------|--------------|-----------------------|------------|
| | 風雪未満 | 注意報級 | 警報級 | 数年に一度級 |
| 視程 | 250m以上 | 250～150m | 150～50m | 50m未満 |
| 通行止め | | | 国道または道道 | 主要国道・道道の大半 |
| 道路状況 | | 吹きだまりの形成 | 吹きだまりによる立ち往生 車が埋まる | |
| 運休・欠航 | | JR運休・航空機欠航少数 | 多数 | 大半 |
| その他の災害 | | | その他運送・輸送機関運休 | |
| | | | 多重衝突事故 | |
| | | | 停電 | 大規模 |
| | | | 地域の孤立 | |
| | | 一部臨時休校 | 市町村全休校 | |

第8表 暴風雪現象・災害のレベル分け

| 風雪未満 | 風雪注意報級 | 暴風雪警報級 | 数年に一度の気象情報級 |
|-----------|---------------------------------|---|---|
| ・災害は発生しない | ・吹きだまりの形成 ・少数のJR運休や航空機欠航が生じる | ・道道/国道通行止め ・吹きだまりによる立ち往生の発生 ・多数のJR運休や航空機欠航が生じる ・バスやトラック等輸送機関の運休が生じる ・多重衝突事故の発生 ・小規模な停電 ・地域の孤立 ・一部学校が臨時休校 | ・大半の主要国道/道道の通行止め ・吹きだまりで車が埋まる ・大半のJR運休や航空機欠航が生じる ・大規模な停電 ・市町村内のほぼ全ての学校が臨時休校 |

後志地方において発生したふぶきが一因と判断した災害 186 事例を抽出した。さらにこの 186 事例について気象観測値等を用いて絞り込みを行い、ふぶきが災害の主要因と考えられる 132 事例を抽出した。気象台における過去の調査では、気象災害報告のみから災害を抽出した調査が主であったが、本調査では新聞記事等を加えることで、気象災害報告のみから抽出した場合に比べて約 4 倍の災害事例を抽出することができた。

次に、「高速・国道・道道通行止め」「立ち往生の発生」「地域の孤立」「その他」の災害種別に分類し、第 4 章で述べた調査結果によりこれらの災害事例をレベル分けした。「その他」の災害には、「バス運休」「交通事故」「休校」「停電」「航空機欠航」「鉄道運休」などが該当する。これらの災害を「その他」とした理由は、第 4 章で述べた調査からふぶき以外の要因も大きいと考えられることから、ワークシート作成には用いない災害であると判別するためである。

災害データの例を第 9 表に示す。データの要素は、「開始年月日時分」、「終了年月日時分」、「災害レベル」、「災害種別」、「発生市町村」、「気圧配置」、「情報源」、「検討フラグ」である。なお、「気圧配置」は、事例の解析に有用であると考えて追加した項目で、次の 4 つに分類した。1 つ目は、「総観スケールの低気圧前面又は直下」、2 つ目は「冬型の気圧配置へ移行する前の総観スケールの低気圧後面」、3 つ目は「冬型の気圧配置時に出現するメソスケールの低気圧」、4 つ目は「低気圧の影響が小さい冬型の気圧配置」である。また、「情報源」は、事例の情報源を再確認する場合に有用であると考えて追加した項目で、「新聞記事」な

どである。「検討フラグ」は、例えば災害レベル分類の際に「警報級」か「数年に一度級」かの判断に迷ったなど後日検討が必要な可能性のある項目を抽出したものであり、各事例について各項目に該当すれば丸印や具体的な検討内容が設定される。

作成したデータベースは、5. 2 節で述べる災害事例データの可視化や第 6 章で述べるワークシート作成のための調査に利用した。

5.2 過去の暴風雪災害の可視化

5.1 節で作成したデータベースから過去のふぶき災害発生箇所を速やかに把握できるように、地図上に可視化した。

可視化するためのツールとして、Geographic Information System ソフト（以降 GIS ソフト）と Microsoft Excel（以降 EXCEL）のマクロ機能を用いた。GIS ソフトとは、地理情報閲覧等の機能を有するソフトウェアである。具体的な手順を以下に示す。

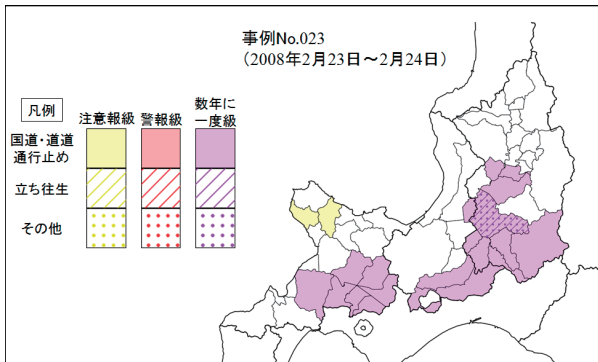
第 10 表 GIS ソフトで表示させるデータベースの形式

| | A | V | W | X | Y | Z |
|----|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | SBN2 | 事例0021 | 事例0022 | 事例0023 | 事例0024 | 事例0025 |
| 2 | 石狩市 | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 当別町 | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 新篠津村 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 |
| 5 | 札幌市 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 江別市 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 千歳市 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 |
| 8 | 恵庭市 | 0 | 0 | 300 | 0 | 0 |
| 9 | 北広島市 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 深川市 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 妹背牛町 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 秩父別町 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 北竜町 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 沼田町 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 芦別市 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 赤平市 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 滝川市 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18 | 砂川市 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 歌志内市 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20 | 奈井江町 | 0 | 0 | 300 | 0 | 1 |

第 9 表 災害データ入力表の一部

| 年 | 月(開始) | 日(開始) | 時(開始) | 月(終了) | 日(終了) | 時(終了) | 災害レベル | 災害種別 | 市町村 | 気圧配置 | 情報源 | 検討1 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|------|----------|-----|
| 2008 | 2 | 24 | 200 | 2 | 24 | 1700 | 数年に1度 | 国道通行止 | 長沼・由仁 | 低 | 道路通行止データ | |
| 2008 | 2 | 24 | 815 | 2 | 24 | 1700 | 数年に1度 | 国道通行止 | 由仁 | 低 | 道路通行止データ | |
| 2008 | 2 | 24 | 610 | 2 | 24 | 1700 | 数年に1度 | 国道通行止 | 長沼 | 低 | 道路通行止データ | |
| 2008 | 2 | 24 | 610 | 2 | 24 | 1315 | 数年に1度 | 国道通行止 | 長沼・南幌 | 低 | 道路通行止データ | |
| 2008 | 2 | 24 | 未明 | | | | 数年に1度 | 立ち往生 | 岩見沢 | 低 | 新聞記事 | |
| 2008 | 2 | 23 | 1800 | 2 | 24 | 2030 | 数年に1度 | 道道通行止 | 蘭越・ニセコ・倶知安・真狩 | 低 | 道路通行止データ | |
| 2008 | 2 | 24 | 330 | 2 | 24 | 2000 | 数年に1度 | 道道通行止 | 真狩・留寿都・京極・喜茂別 | 低 | 道路通行止データ | |
| 2008 | 2 | 24 | 930 | 2 | 25 | 100 | 数年に1度 | 道道通行止 | 恵庭・千歳 | 低 | 道路通行止データ | |
| 2008 | 2 | 24 | 900 | 2 | 24 | 1830 | 数年に1度 | 道道通行止 | 恵庭・千歳・夕張・安平・長沼・由仁 | 低 | 道路通行止データ | |
| 2008 | 2 | 23 | 2000 | 2 | 25 | 200 | 数年に1度 | 道道通行止 | 新篠津・岩見沢・美唄・奈井江・浦臼・栗山 | 低 | 道路通行止データ | |
| 2008 | 2 | 23 | 1530 | 2 | 25 | 1430 | 注意報 | 道道通行止 | 古平・神恵内 | 低 | 道路通行止データ | 998 |

はじめに、5.1節で作成したデータベースを第10表で示すようにGISソフトで表示できる形式に変換した。変換はEXCELのマクロ機能を用いたツールで自動的に行った。変換したデータは、100の位は国道通行止め又は道道通行止め、10の位は立ち往生、1の位はその他の災害を示し、各位の値は3が数年に一度級、2が警報級、1が注意報級を意味する。



第3図 GISソフトで可視化した2008年2月23日の暴風雪災害事例

次に、変換したデータベースを、GISソフトに読み込ませると、任意の暴風雪災害発生事例日を市町村単位で地図上に表示することができる。2008年2月23日の長沼の暴風雪災害事例を可視化した図を第3図に示す。

本調査により、5.1節のデータベースを作成すれば、簡単な操作で地図上に過去の暴風雪災害を表示できるようになった。このデータベースと可視化ツールは今後、予報現業者の過去の暴風雪災害把握のための参考資料に活用する予定である。

6. ワークシートの作成

2018年度の冬期は、暴風雪警報の発表基準の1つである「雪による視程障害」を伴うかどうかの客観的な判断ができるワークシートを作成し、予報作業の標準化を検討している。

作成しているワークシートは、飛雪流量などのふぶき時の視程に関連する物理量により、対応

初期時刻 < 最新 > 2019010409 UTC 移動

| | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 風 | 降水量 | 気温 | 積算飛雪流量 | 地点 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

判定結果→ 注意報未満 注意報級(参考) 警報級

↑クリックすると、帳票で該当級判定以上の行のみ表示↑

2019010409 UTC 初期値 MSM

| 日時(JST) | | 5 | | | | | |
|---------|---------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|
| | | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 | 21 |
| 浜益 | 風(m/s) | WNW10 | WNW10.1 | WNW12.7 | NW12.1 | NW10.2 | NW8.1 |
| | 降水量(mm) | 0.3 | 0.1 | 0.4 | 1.3 | 0.2 | 0.3 |
| | 気温(℃) | -0.7 | -1.4 | -0.7 | -1.2 | -1.6 | -1 |
| 石狩北部 | 風(m/s) | WNW7.8 | WNW8.8 | WNW10 | WNW11.1 | NW8 | NW5.1 |
| | 降水量(mm) | 0.4 | 0.3 | 0.4 | 1.6 | 0.3 | 0.8 |
| | 気温(℃) | -1.3 | -1.5 | -1.2 | -2 | -2.3 | -1.8 |
| 石狩中部 | 風(m/s) | WNW3.6 | WNW4.7 | WNW6.2 | WNW7.1 | NW7.3 | WNW7.1 |
| | 降水量(mm) | 0.9 | 0.3 | 0.7 | 2.7 | 1.4 | 2.8 |
| | 気温(℃) | -1.8 | -1.8 | -2.2 | -3.2 | -1.9 | -3 |
| 石狩南部 | 風(m/s) | WNW2.4 | NW3.5 | NW4.3 | NW6.8 | NW6.2 | NW5.1 |
| | 降水量(mm) | 0.5 | 0.1 | 0 | 1.7 | 2.4 | 1.9 |
| | 気温(℃) | -4 | -3.3 | -1.8 | -2.6 | -3.3 | -3.1 |
| 北空知 | 風(m/s) | SW2.9 | SSW4.1 | W4.8 | NW7.7 | NW3.6 | WNW3.1 |
| | 降水量(mm) | 0.3 | 0.3 | 1.6 | 1.7 | 1.2 | 1.1 |

第4図 作成中のワークシートツール画面

物理量や、それに対応する災害レベルを領域ごと、時間ごとに表示して確認するためのツール。入力値とする物理量の値はガイダンスから決定される。

する災害レベルを推定するものとして設計している。この物理量と災害レベルの関係を推定するために、過去のアメダス観測データと、第4章で求めた災害レベルとの対応を学習サンプルとして利用した。物理量と災害レベルとの関係式に対し、ガイダンスによって推定された物理量を入力して各時刻に発生する災害レベルを推定するものとなっている。

推定に用いる物理量の選択においては、吹きだまりなど、長期にわたって悪条件が続くことによって発生する通行止め等の交通障害が対象災害に含まれていることを意識し、推定式の精度検証結果も比較しながら利用する物理量の時間スケールについて検討を行っており、現在のところ12時間程度の時間スケールが最も良く災害レベルを適切に推定できると考えている。

この推定手法をワークシートとして予報作業で運用可能とするため、第4図のようなツールを作成しており、現在このツールを用いた予報作業の手順や運用の可否について検討を行っている。

7. まとめ

本調査では、石狩・空知・後志地方における暴風雪対象災害の明確化のために、情報のユーザーである関係機関の意見を踏まえて災害レベルを作成した。災害レベルは、「風雪注意報級未満」「風雪注意報級」「暴風雪警報級」「数年に一度の気象情報級」の4段階である。そして過去約11年分の暴風雪災害事例を抽出し、作成した災害レベルによりレベル分けを行うことで、暴風雪災害特性の把握を行うことができた。

関係機関からの意見収集にあたっては、気象台における意見交換会の開催やアンケートの送付など積極的な調査を行った。また、過去の暴風雪災害事例の抽出にあたっては、新聞記事等も調査することにより、過去の調査に比べてより多くの災害事例を抽出することができた。

そして、それらの事例をデータベースとして整理すると共に可視化ツールを作成して過去の暴風雪災害の把握を容易にした。

更に、「雪による視程障害」を伴うかどうかの客観的な判断ができるワークシートを作成し、予

報作業の標準化を目指して検討を進めている。

8. 今後の取り組みの方針

今後は、ワークシートやレベル推定のための閾値検討、推定式の検証などを行い、予報作業標準化に向けた作業を行っていく。

また、暴風雪警報を高度化させるためには、石狩・空知・後志地方の「雪による視程障害」の客観化だけでは不十分で、札幌管区としての運用基準を確立させる必要がある。そのためには、道内の各地方においても過去の災害と視程の関係調査や関係機関への聞き取り調査などを実施しなければならない。その後、警報注意報基準の見直しを検討したい。

参 考 文 献

- 武知 洋太, 伊東 靖彦, 松下 拓樹, 山田 毅, 松澤 勝, 加治屋 安彦 (2008) : 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 (1) ~ 2008年2月・長沼近郊での事例について ~. 北海道の雪氷, 第27号, 99-102.
- 木立 兼徳, 渡辺 寛幸, 田野平 聡 (2013) : 平成25年3月2日から3日にかけての暴風雪の調査と現象の把握. 平成25年度札幌管区気象研究会誌, 75-80.
- 大山 哲男, 竹田 康夫 (2016) : 北海道地方における暴風雪に対する取り組み, 量的予報技術資料, 第21巻, 160-165.
- 廣瀬 直之, 吉田 誠哉, 前田 潔史 (2010) : 石狩・空知・後志地方の暴風雪警報の妥当性について. 平成22年度札幌管区気象研究会誌.
- 松澤 勝 (2006) : 吹雪時の視程推定手法とその活用に関する研究. 寒地土木研究所報告, 第126号.
- 宗信宏, 佐藤直喜, 小谷野陽介, 前田潔史, 久保田隆信 (2015) : 暴風雪警報基準の高度化に向けた基礎調査. 平成27年度札幌管区気象研究会誌.
- 野村達郎, 堀田純司, 前田潔史 (2016) : 北海道日本海側における暴風雪警報の改善. 平成28年度札幌管区気象研究会誌.