

2021/22 冬期の屋根雪事故発生危険日予測結果の報告

沼野夏生 (東北工業大学名誉教授・地域社会デザイン研究所)

Report on Prediction of Risky Day for Roof Snow Accidents in 2021/22 Winter Season Natsuo NUMANO (Professor Emeritus, Tohoku Institute of Technology, New Community Design Laboratory for Mesomountainous Region)

1. はじめに

各種の気象条件を説明変数とした数量化Ⅱ類による屋根雪事故発生危険日判別の試み(沼野, 2013, 2019)を踏まえて, 2020/21 冬期には山形県を対象とし, 朝9時前後にその日の危険度を予測するという試みをおこなった(沼野, 2021). その際明らかになった改善課題を念頭に置き, 2021/22 冬期についても引き続き危険度予測を実施したので, その結果を報告する. なお, 県内4地域の代表的な観測点(山形市, 新庄市, 米沢市, 鶴岡市)の最大積雪深(鶴岡市の降積雪の観測点は櫛引)の平均は2020/21年冬期が114cm, 2021/22年冬期が133cmであり, 並雪年と目される前年に対し, 今冬期は豪雪年と位置づけられる. 屋根雪事故が発生した日数と被害者数は2020/21冬期が43日・120人, 2021/22冬期が48日・126人であった.

2. 予測手法の概要

沼野(2019)では, 2010/11 冬期~2018/19 年冬期の9年にわたる毎日の十数種の気象データおよび平日・休日別を説明変数として, 屋根雪関連事故の発生の有無を従属変数とした判別分析および数量化Ⅱ類分析をおこなった. 分析手法・採用変数・冬期のグループ化をさまざまに変えて試行した結果, その成績が最も良好だったのが, 寡雪年と豪雪年を分けて実施した8変数による数量化Ⅱ類分析であった. 2020/21 冬期からはこれを予測モデルとして採用し, 日々の予測結果を地域社会デザイン研究所のホームページに掲載した.

予測手法上の問題として, ①寡雪年か豪雪年かは事後にしか確定せず, どちらのモデルを採用するか予測開始時点では決める基準がないこと, ②予測に用いる気象データ自体が予測値であるものが多く, 確定時には変化する可能性があること, の2点が懸念された. そこで, ①に関しては期間途中で状況に応じて豪雪年モデルに切替える可能性を残しながら当初寡雪年モデルを採用し, ②に関しては後に確定値による判別結果と比較することにした.

2020/21 冬期における予測試行では, 結局豪雪年モデルへの切替えはおこなわなかった. 寡雪年モデルによる予測の結果では, 判別の中率が75%, Fスコア(F値ともいう. 比較的稀に発生する事象に関する予測の性能評価に有効とされる統計値)が0.68と, 実用上許容できる精度となった. ただし, 見逃し率は33%と, 良好とは言えなかった. 事後的に寡雪年モデルと豪雪年モデルを時期によって適切に使い分けた場合, さらに精度は向上した. また, 気象データの確定値による再計算の結果が予測値による結果を上回ることはなかった.

2021/22 冬期は, 空振り率が高くなっても見逃し率を低くしたいという意図から, 寡雪年モデル・豪雪年モデルそれぞれによる判別を行い, いずれか危険度を高めに判定した方を当日の予測結果として公表する手法(複合判定方式)を試行した.

3. 2021/22 冬期の予測結果

3-1 予測結果の評価とその比較

日ごとの屋根雪事故発生有無について, 寡雪年モデル, 豪雪年モデルおよび公表に用いた複合判定

方式の3種の予測結果をFスコア、判別的中率、見逃し率および空振り率の4つの評価指標に基づいて整理したのが図1である。

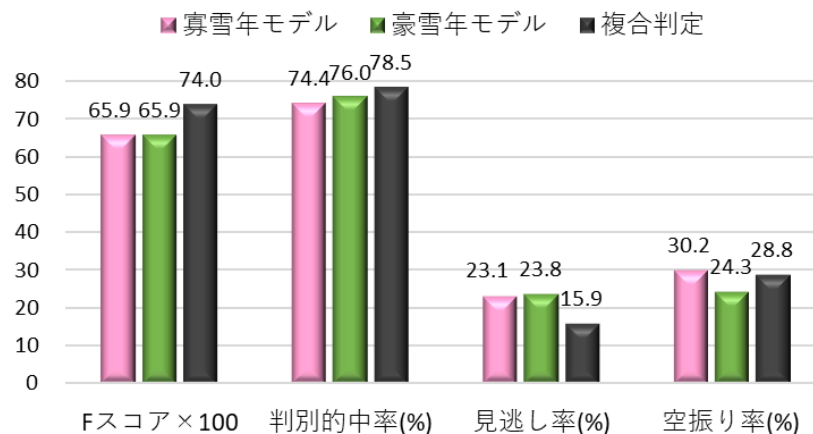


図1 判定方式別にみた危険日予測結果の評価

寡雪年モデルと豪雪年モデルを比較すると、2020/21冬期のように大きな差異はなく、Fスコアは同じで判別の中率はわずかに豪雪年モデルが上回る程度である。両モデルとも、前年に評価が高かった寡雪年モデルとおおむね同等のレベルになっており、見逃し率および空振り率はいずれも低下してほぼ20%台に収まっている。どちらのモデルも、実用上問題のない結果と判定できる。

複合判定方式の結果はさらに高い評価が可能である。特にFスコア(0.740)と見逃し率(15.9%)はかなりの好成績といえる。見逃し率は2020/21冬期の事後的なモデル適用時期の最適化による結果がさらに7ポイント余改善され、一方で空振り率も「オオカミ少年」と言われない程度に収まっている。今回試行した複合判定の手法は、今後とも一定程度有効ではないかと考える。

3-2 確定値を用いた説明変数による判別結果

2020/21冬期には説明変数の確定値を用いた事による判別精度の向上が見られなかったが、今回も予測後に確定した気象データを用いた判別を試みた。図2には複合判定方式による場合の結果を示す。前年同様気象データの予測値を用いた方が確定値によるものに比べ成績は上回っている。なお寡雪年モデルでは逆にすべての指標で確定値を用いた方が好成績で、確定値を用いた豪雪年モデルの成績を上回った。2021/22冬期が豪雪年であったことを考慮すると意外であるが、理由は不明である。

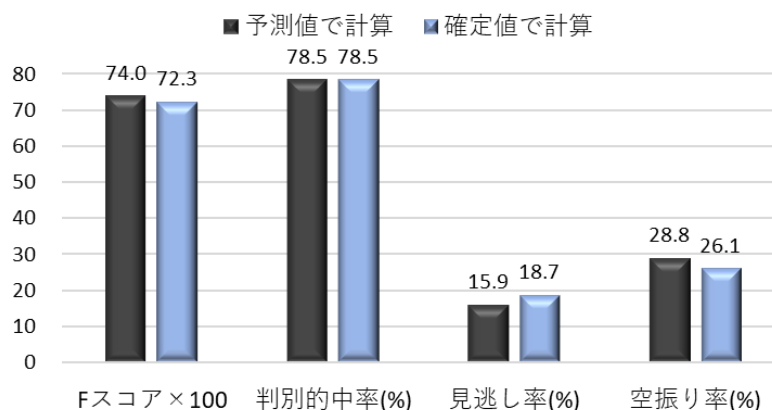


図2 確定した説明変数に差し替えた再計算の結果 (複合判定方式)

以上の検討から言えることは、危険度予測に用いる気象データはその時点での予測値で特に不都合はないことであり、また2つの予測モデルを複合判定する手法の相対的有効性が示されたことである。

4. 4つのレベルを設けた危険度予測に関する考察

日ごとの屋根雪事故危険度予測においては、事故発生の有無の予測に加えて、それぞれをさらに2段階に分けた4つのレベルを設定し、発表してきた。前記の複合判定手法による判別結果について、実際の事故発生の有無および死傷者数と予測された危険度レベルの関係をみた。図3によれば、各レベルと事故発生日の出現頻度の相関は極めて明瞭といえる。また図4ではレベル1の日の死傷者が0.03人であるのに対して、レベル4では2.45人となり、特にレベル2と3の差が大きい。

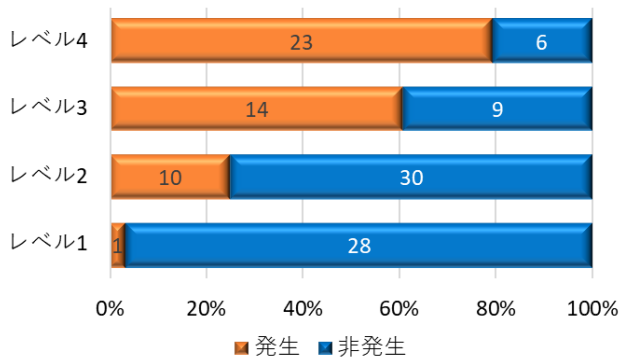


図3 危険度レベル別・事故発生日数の比率

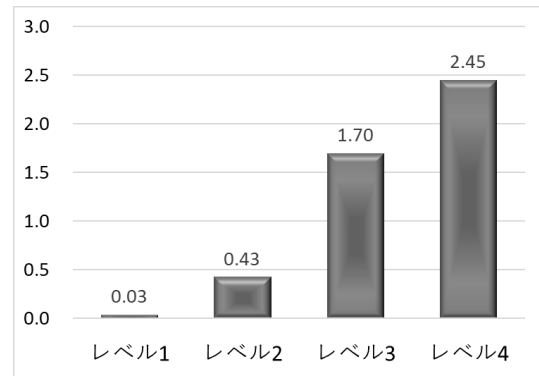


図4 危険度レベル別・一日当り死傷者数

これを発生日1日あたりの人数で見ると、レベル1と2が各1人と1.7人、3と4が各2.8人と3.1人となり、レベルが上がるほど事故が多発することが明らかである。特に1日で5人以上が事故に遭った多発日に限ると(図5)、レベル2以下にはなく、9例中7例までがレベル4と予測された日に集中している。

5. まとめ

屋根雪事故は自然現象ではなく、気象条件で予測しきれものではない。しかしプラグマティックな視点から、本研究では注意喚起に実用的な程度まで実態に適合する予測を目指してきた。ここ2年にわたる試験的な危険度予測の実施で、ある程度まで信頼に足る結果が得られたと考える。今後さらに、多年次にわたる予測結果の安定性の確認をおこなうとともに、モデルの再構築なども視野に入れて試行を続けていきたい。

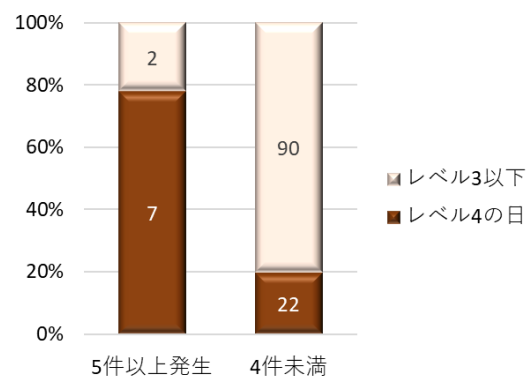


図5 事故多発日と危険度レベル

【引用文献】

- 沼野夏生(2013): 屋根雪関連事故発生条件に関する一考察—山形県における最近3年間のデータを用いて—, 雪氷研究大会(2013・北見)講演要旨集, 114.
- 沼野夏生(2019): 数量化Ⅱ類による屋根雪事故発生危険日予測の試行—山形県における最近9冬期のデータを用いて—, 雪氷研究大会(2019・山形)講演要旨集, 75.
- 沼野夏生(2021): 屋根雪事故発生危険日予測結果の報告—2020/21冬期・山形県—, 雪氷研究大会(2022・千葉オンライン)講演要旨集, 93.