

平成 29 年 6 月 30 日現在

機関番号：30108

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26560027

研究課題名（和文）雪害リスクを生活情報として提供するための研究

研究課題名（英文）Research to provide risk of snow damage as life information

研究代表者

細川 和彦（HOSOKAWA, Kazuhiko）

北海道科学大学・工学部・准教授

研究者番号：10347750

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：積雪地域における人身雪害の発生件数は、防雪技術や除排雪技術が向上した現在でも過去の豪雪害と変わっていないのが現状である。これまで対策は、住民に対する除排雪作業における注意喚起や除排雪の支援制度、ハード面における雪害対策や整備などいわゆる共助・公助が中心であり、防災における最も基本的な自助に対する方策はほとんど見られない。本研究では、自助による雪害対策を促進するため、雪害事故の発生要因を解明し、住民に直接作用する『雪害指数』を構築した。

研究成果の概要（英文）：The number of snow damage occurred in snowy areas has not changed yet. Conventional countermeasures against snow damage mainly focused attention on snow removal work and support system. But this is assistance and public assistance. There is no suggestion for the most important self-help in disaster prevention. In this research, in order to promote measures against snow damage by self-help, we clarified factors causing snow damage accident and attempted to construct "snow damage index" which act directly on residents.

研究分野：雪氷防災

キーワード：雪害

1. 研究開始当初の背景

積雪地域における人身雪害の発生件数は、防雪技術や除排雪技術が向上した現在でも後を絶たない。豪雪年にはその発生数は増大し、多くの死傷者を出す。雪害事故は、豪雪・寡雪に関わらず毎年発生しており、その事故形態も昔から変わっていない。

これまで対策は、住民に対する除排雪作業における注意喚起や除排雪の支援制度、ハード面における雪害対策や整備などいわゆる共助・公助が中心であり、防災における最も基本的な自助に対する方策はほとんど見られない。

2. 研究の目的

本研究では、自助による雪害対策の促進を目的に、過去の事故事例および気象履歴を基に雪害事故の発生状況を分析し、気象予報と共に生活情報として公開する『雪害指数』の構築を試みた。

3. 研究の方法

はじめに、北海道警察本部まとめによる雪害事故データから北海道内における雪害事故発生の全体像を分析した。

次に、札幌市消防局のまとめによる札幌市の救急出動データより雪害事故の特徴を分析する。また、雪害事故発生に影響を及ぼす気象要因を検討するため、札幌市各区の気象データ(最高気温、最低気温、降雪量)を基に雪害発生時の状況を分析した。これらのことから、雪害発生危険度を示す指標を求めた。

4. 研究成果

4.1 雪害事故発生状況

はじめに、北海道警察本部まとめによる「雪害事故資料」を基に、平成9年度～平成27年度(平成19年度欠損)の18冬期に北海道全域で発生した雪害事故を整理した。同資料の収録データは、発生場所(方面、管轄署、市区町村)、発生年月日および時間、年齢、性別、原因(年度により事故詳細を含む)および負傷程度である。

過去18年間に発生した雪害事故の発生件数および道内4都市の最深積雪深の状況を図-1に示す。図のように、雪害の発生件数はのべ1347件で平均すると一冬期に約75件発生している。特に積雪深が多い年には雪害の発生が顕著になっている。また、発生市町村別にみると、札幌市が全体の14.2%と最も多い。

次に、被害者の年齢別事故発生率を見ると図-2となる。図のように60歳以上の高齢者が全体の57%を占めている。特に高齢者の場合重症、死亡の割合が高くなる傾向にある。また、図-3に示す時間帯別発生状況を見ると、9～11時の朝食後、13～14時の昼食後時間帯に多く発生しており、人々の生活行動に非常にリンクしている点も特徴的である。

雪害事故の原因について分類毎の発生件数をみると図-4となる。図のように「雪下ろし

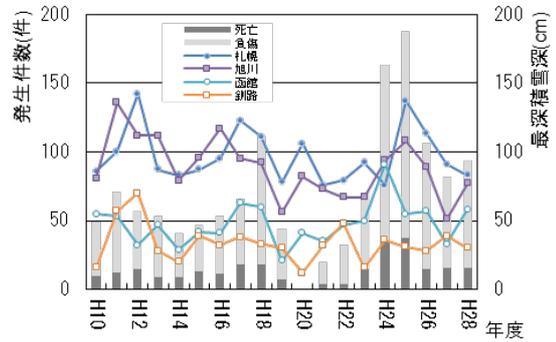


図-1 年度別雪害事故発生件数および最深積雪深(平成20年度はデータ欠損)

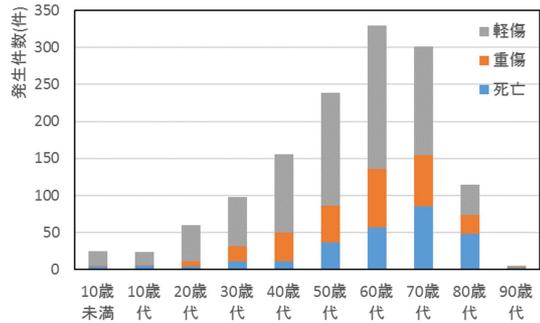


図-2 年齢別事故発生率

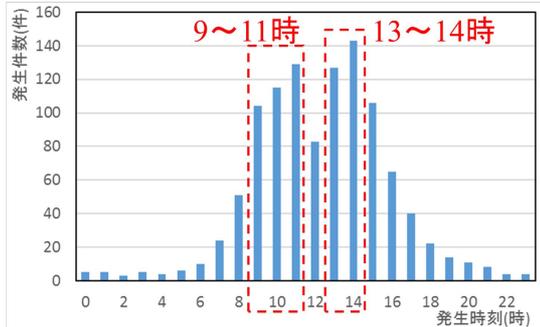


図-3 時間帯別事故発生件数

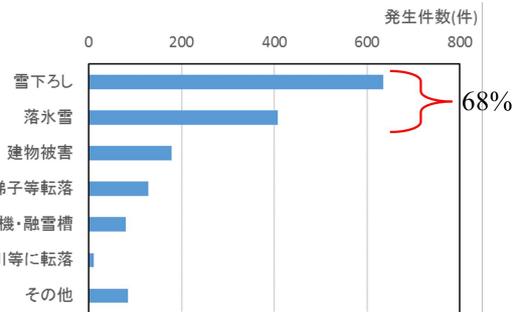


図-4 雪害事故の原因(分類)

表-1 事故の発生状況から分類したタイプ

雪害事故のタイプ分類	雪害事故発生時の被害者の行動	事故発生の要因
1	除雪作業に従事していた	事故の要因となった雪氷に対し手を加えたことによって起きた事故。(雪庇除去や屋根の雪下ろし中など雪の挙動によって起きた事故)
2		事故の要因となった雪氷に対し手を加えていない状態で起きた事故。(軒下の除雪作業中に起きた事故)
3		事故の要因として雪氷が関与していない事故。(屋根に上る途中で梯子から転落するなど雪氷が事故の直接的な原因でない事故)
4	除雪作業とは異なる行動をしていた	事故の要因が雪氷であるものの偶発的に発生した事故。(歩行中などに頭上からの雪氷が原因で起きた事故)

し」および「落氷雪」が合わせて 68%となっており、この二つの原因について注視する必要がある。

前述の雪害事故資料中、事故発生時の状況が詳細に記載されている年度を対象にその要因を分類したものを表-1 に示す。表に示すように、雪下ろし作業中の事故および落氷雪事故について分類すると、事故発生時「除雪作業に従事していた」場合と単なる歩行など「除雪作業とは異なる行動をしていた」場合に二分することができる。後者は、事故の要因が雪氷ではあるものの偶発的に発生した事故と言える。また、前者は、さらに表中に示す3つの要因に分類することが可能であった。この内訳は、「原因となった雪氷に直接手を加えたもの」、「原因は雪氷であるものの軒下で除雪中などに落雪したもの」および「原因は雪氷以外にあり、雪下ろしなどの際に不注意等により梯子等から落下したもの」となる。これらのことから、「外気温や降積雪などの自然条件により落氷雪の危険があり注意喚起が必要である場合」と「雪下ろしや除雪といった行動そのものについて注意喚起が必要である場合」等、事故に至る行動特性を考慮した注意喚起情報の提供が必要である。

以上のことから、北海道における雪害事故を減少させるためには、外気温や降積雪等の気象要因を背景に高齢者が取得しやすい情報を適切な時間に配信できることが重要であると考えられる。

4.2 雪害事故と気象的背景の関係

北海道内で発生した雪害事故のうち市町村単位で最多となった札幌市について、札幌市消防本部のまとめによる救急出動データを基に平成 17 年度～平成 27 年度(ただし、平成 22 年度はデータ欠損。平成 27 年度は 12 月まで)の 10 冬期に発生した雪害事故を整理した。同資料の収録データは、発生場所(区単位)、発生年月日および時間、年齢、性別、原因(要請概要より判断)および負傷程度である。これらのデータより「雪下ろし中の転落事故」、「梯子等からの転落事故」および「落氷雪事故」を抽出した。

次に、気象履歴との関連を検討するため、札幌市全区におけるマルチセンサーデータ(平成 17 年度～平成 27 年度の 10 冬期)を使用した。同資料から日最高気温、日最低気温および日降雪量を抽出しそれぞれの積算値を算出した。

雪害事故発生日における気象の特徴を把握するため積算暖度(以下、d)、積算寒度(以下、k)および累積降雪量(以下、s)を算出し、それぞれの積算値が持つ影響度(関連度)について因子分析を行った。ここで、各積算値は、事故発生日を d0,k0,s0 として、直近 10 日間までの累積をそれぞれ d1～d10 のように算出した。

分析の結果、表-2 に示す固有値および寄与

表-2 因子分析結果(固有値・寄与率)

因子	固有値	寄与率	累積寄与率
1	10.1823	30.86%	30.86%
2	9.2728	28.10%	58.95%
3	7.6468	23.17%	82.13%
4	2.0477	6.21%	88.33%

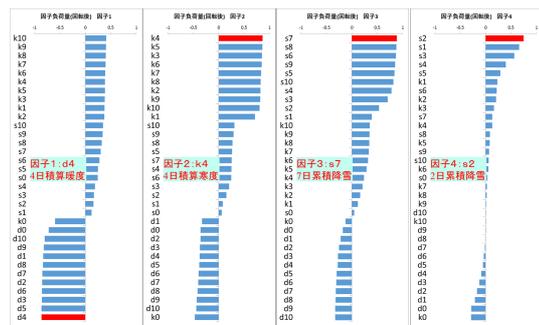


図-5 因子分析結果(因子負荷量)

率を得た。この結果から、雪害事故発生の背景は 4 つの気象履歴(因子)で 88%説明できると考えた。それぞれの因子に影響を及ぼす要素については因子負荷量を図-5 に示す。これにより、4 日積算暖度および積算寒度ならびに 7 日および 2 日累積降雪量が各因子を特徴づける要素であった。これらの要素を対象に以降の分析を行う。

4.3 雪害事故発生日の雪害指数の試算

前述の因子分析により雪害事故の発生には 4 つの因子があることが明らかとなった。事故発生日における 4 つの因子の影響度はそれぞれの因子得点で示すことができる。そのため、各日における 4 つ因子得点の合計を「雪害指数」と定義した。さらに、雪害指数を目的変数、4 日積算暖度、4 日積算寒度、7 日累積降雪量および 2 日累積降雪量を説明変数として重回帰分析を行った。重回帰分析により得られた回帰式を式(1)に示す。

$$S = -0.0362 * d4 + 0.0461 * k4 + 0.0765 * s7 + 0.0093 * s2 - 1.6939 \quad \dots \text{式(1)}$$

($r^2 = 0.978$)

ここで、

- S: 雪害指数
- d4: 4 日積算暖度
- k4: 4 日積算寒度
- s7: 7 日累積降雪量
- s2: 2 日累積降雪量

以上の式より、任意の日における雪害指数は、式中の d4,k4,s7 および s2 を代入することで得られる。

雪害事事故事例から抽出した事故発生日における雪害指数の閾値について図-6 に示す。図に示す閾値つまり指数の取りうる範囲は雪害事故原因により若干異なっており。これ

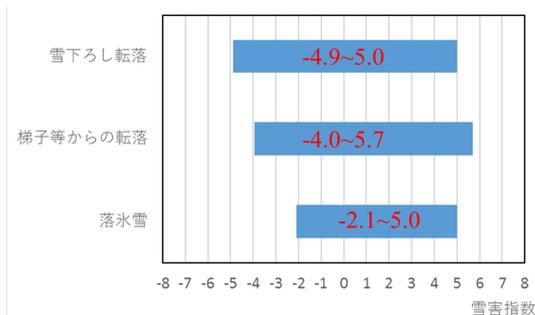


図-6 雪害指数の閾値

らのことから，算出された値に応じた注意喚起を行うことができる．

4.4 まとめ

本研究では，北海道全域における雪害事故事例より，事故の要因を詳細に分類できた．また，雪害事故発生の最多である札幌市の事例を基に事故発生日に至る気象履歴を分析し，雪害指数の算出方法を構築した．

今後は，北海道全域における指数の算出システムのハード的な構築および注意喚起のための情報発信媒体の提供が課題である．

5．主な発表論文等

〔学会発表〕(計 2 件)

細川和彦，二本柳玲子，山形敏明，苫米地司：雪害リスクを生活情報として提供するための研究，2017年度 公益社団法人日本雪氷学会北海道支部 研究発表会，2017年5月

山形敏明，細川和彦，苫米地司：福島県における雪害対策に関する基礎的研究 福島県市町村のアンケート結果，日本建築学会 2016年度大会学術講演梗概集，pp.1159-1160，2016年8月

6．研究組織

(1)研究代表者

細川和彦 (HOSOKAWA, Kazuhiko)
北海道科学大学・工学部・准教授
研究者番号：10347750

(2)研究分担者

山形敏明 (YAMAGATA, Toshiaki)
郡山女子大学・家政学部・教授
研究者番号：00550716