

2006 年度雪氷防災研究講演会 報文集

平成 18 年 10 月

独立行政法人 防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター

2006 年度雪氷防災研究講演会

平成 18 年豪雪災害とその闘いから学ぶこと

期	日	2006 年 10 月 31 日(火)	13 : 15 ~ 17 : 00
会	場	勝山ニューホテル	
		勝山市片瀬 2 丁目 114	電話 : 0779-88-2110
主	催	(独)防災科学技術研究所	雪氷防災研究センター
共	催	福井雪害対策研究会、福井県雪技術研究会	
後	援	福井県、福井県雪対策協議会	
協	賛	(社)福井県管工事設備工業協会	
		福井県融雪設計協同組合	
		異業種協同組合越前クリエイティブ	
		(財)地域環境研究所	

プログラム

開会の挨拶 13:15 ~ 13:30

防災科学技術研究所 理事長 岡田 義光

福井地区実行委員会代表 杉森 正義

第一部 講演

平成 18 年豪雪における建物被害と高齢者問題 13:30 ~ 13:55

福井工業大学 前田 博司

平成 18 年豪雪の新たな課題

—不在家屋と地域ぐるみ除雪— 13:55 ~ 14:20

勝山市役所 危機管理監 松村 誠一

平成 18 年豪雪における雪崩予測 14:20 ~ 14:45

防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター 平島 寛行

危険な冬道と道路雪氷予測 14:45 ~ 15:10

防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター 小林 俊市

休憩 15:10 ~ 15:30

第二部 屋根雪問題討論会 15:30 ~ 16:50

平成 18 年豪雪が提起した屋根雪処理や融雪などの課題について、報告と討論を通して問題の所在や今後の対策について考えます。

コーディネータ 福井県雪対策・建設技術研究所 宮本 重信

報告 ・ 屋根雪処理問題を考える

防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター 阿部 修

・ 屋根融雪に関する研究方向

福井県雪対策・建設技術研究所 青木 靖

・ 屋根雪処理、屋根雪融雪などの取り組みについて 他

閉会の挨拶 16:50 ~ 17:00

防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター長 佐藤 篤司

2006 年度雪氷防災研究講演会報文集目次

ご挨拶 防災科学技術研究所 理事長 岡田 義光

第一部 講演

平成 18 年豪雪における建物被害と高齢者問題 1 - 6

福井工業大学 前田 博司

平成 18 年豪雪の新たな課題 —不在家屋と地域ぐるみ除雪— 7 - 12

勝山市役所 危機管理監 松村 誠一

平成 18 年豪雪における雪崩予測 13 - 20

防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター 平島 寛行

危険な冬道と道路雪氷予測 21 - 26

防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター 小林 俊市

第二部 屋根雪問題討論会

屋根雪問題討論会にあたって 27 - 28

福井県雪対策・建設技術研究所 宮本 重信

報告 ・屋根雪処理問題を考える 29 - 36

防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター 阿部 修

・屋根融雪に関する研究方向 37

福井県雪対策・建設技術研究所 青木 靖

資料・防災科学技術研究所積雪気象観測点白山白峰(標高 835m)の観測データ 38

ご 挨拶

独立行政法人 防災科学技術研究所
理事長 岡田 義光

防災科学技術研究所の雪氷防災研究分野が毎年開催してきましたこの研究講演会も 46 回目を迎えました。昨年は冬の初めの 12 月から全国的な大雪に見舞われ、死者 150 名を超える大災害は「平成 18 年豪雪」と名づけられました。大雪に対して名前が付けられるのは「昭和 38 年豪雪」以来、43 年ぶりのことでした。福井県は新潟、秋田、北海道に次いで雪害による死者数が多く、大きな被害を生じたとのことで、心よりお見舞い申し上げます。この豪雪は、少ない雪に慣れてしまっていた雪国に多くの課題を残しました。過疎、高齢化が進む山間地域に多くの降雪があったため、屋根雪を下ろせない住宅が倒壊したり、あるいは雪処理中に亡くなるなどして、高齢者の被災が多かったことが一つの特徴でした。また、山間部の多量の降雪によって雪崩が多発したほか、道路の途絶や一時閉鎖などにより多くの集落が孤立しました。本講演会では、この「平成 18 年豪雪」が残した課題についてのご講演をいただくほか、特に屋根雪問題について集中した討論が行われます。まさに時宜を得たものであり、その結果には大いに期待したいと思います。

このような企画が可能となったのは、福井県下で雪の防災対策に日頃から取り組まれている方々の層の厚さと熱心さのお陰であると思っております。本講演会の開催にあたって、福井雪害対策研究会と福井県雪技術研究会のご協力や、福井県および福井雪対策協議会のご後援、その他協賛各組織から多くのご支援をいただきました。紙面を借りて厚く感謝申し上げます。

さて、防災科学技術研究所は独立行政法人となり 6 年目に入りました。5 年毎に中期計画を策定しており、今年は第二期の初年度に当たります。研究所が対象とするのは、地震から雪氷災害を含めた気象災害までの広範囲の自然災害ですが、新しくスタートした中期計画では、一旦起きると大きな被害が想定される地震や火山災害に重点的に取り組む一方、毎年のように被害が繰り返される雪氷を含む気象災害や土砂災害にも集中的に取り組んでいく方針です。雪氷防災の分野では、前中期計画の 5 年間、雪氷災害を予測する技術の開発を進めてきました。その成果として、降雪量の予測から始まって、雪崩、吹雪、道路の災害危険度を予測する基本的システム（プロトタイプ）の完成をみることができ、おかげさまで外部からも大変に良い評価をいただきました。結果の一部は本講演会でも発表させていただきますが、今期からはシステムのさらなる実用化を進め、各種防災対策への応用を目指して研究プロジェクトを進めていく計画です。それだけに、現場を担当されている方々や機関との連携がこれからますます重要になると考えております。

今後とも、当研究所の活動にご理解をいただくとともに、皆様からの厳しいご指導ならびにご支援ご協力をお願いする次第です。

平成 18 年豪雪における建物被害と高齢者問題

福井工業大学 前田博司

1．はじめに

平成 17 年 12 月から平成 18 年 2 月にかけての大雪は、全国各地に多くの被害をもたらし、気象庁によって「平成 18 年豪雪」と命名された。福井県においても、12 月 13 日未明から降り出した雪が、翌 14 日には福井で 49cm、大野で 147cm に達し、12 月としては記録的な大雪となった。その後も雪は断続的に降り、木造建物の倒壊や屋根雪下ろし中の転落による死者などの被害が発生した。これらの被害については、既にいくつかの調査報告がなされているが¹⁾、ここでは、福井県内における被害を中心に、建物の被害状況とそれに関連する高齢者問題について報告する。

2．降積雪と被害状況

図 1 は 12 月 13 日から 2 月 14 日までの福井(福井地方気象台)における降積雪状況であり、表 1 は福井県および全国の被害状況²⁾である。

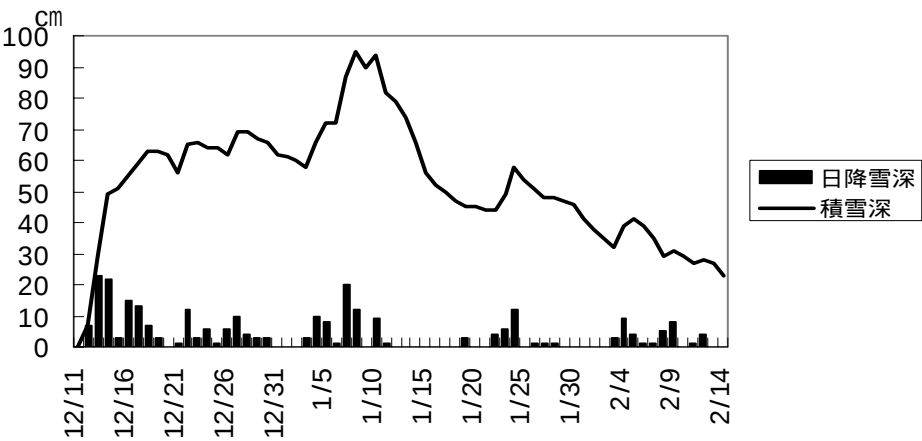


図 1．降積雪状況（福井）

表 1．平成 18 年豪雪による被害状況

県名	人的被害(人)			住家被害(棟)					非住家被害(棟)	
	死者	重傷	軽傷	全壊	半壊	一部破損	床上浸水	床下浸水	公共施設	その他
福井県	14	36	126	1	2	46		2	2	50
全国	151	893	1243	18	26	4661	12	101	145	2314

福井における最深積雪は 95cm (1 月 8 日) であり、これは再現期間 5.7 年に当たる。すなわち、大雪とはいいいながら、福井では平均して 5～6 年に 1 度起きる程度の積雪である。最深積雪および主な被害を、昭和 38 年の「三八豪雪」、昭和 56 年のいわゆる「五六豪雪」と比較したものが表 2 である。

表 2．三八豪雪・五六豪雪との比較

豪雪年	最深積雪 (福井)	死者・行方 不明 (人)	住家被害(棟)			非住家被害(棟)		
			全壊	半壊	計	全壊	半壊	計
昭和 38 年	213cm	25	39	117	156	(内訳不詳)		840
昭和 56 年	196cm	15	29	33	62	319	110	429
平成 18 年	95cm	14	1	2	3	38	14	52

これより明らかなように、積雪深のみならず、建物被害も全壊および半壊棟数も桁違いに少なく、建物被害に関してはこの冬は豪雪というほどのものではなかった。しかし、人的被害、特に死者数は、三八豪雪・五六豪雪に匹敵するものであり、福井県における死者 14 人は全体の 9.3%に当たり、道府県別では全国第 4 位である。この点が福井県における「平成 18 年豪雪」の特徴であるといえる。

3．福井県における建物被害の特徴

図 2 は福井県における建物の被害状況³⁾を時系列で示したものである。

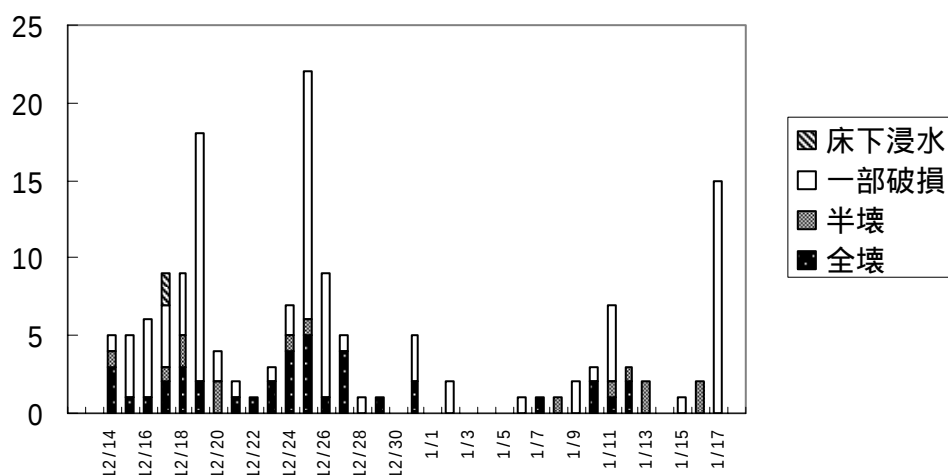


図 2．建物被害状況

建物被害は、雪が降り始めた 12 月中旬から下旬にかけての時期と、積雪が多くなった 1 月中旬に多く発生している。このうち、全壊や半壊といった大きな被害を受けた建物はほとんどが老朽化した木造で、木造以外で規模の大きい被害建物はなかった。図 3 は福井（福井地方気象台）の積雪深と福井県における全半壊棟数の関係を示したものである。12 月 13 日未明から降り出した雪が、翌 14 日には深さが 49cm になったが、この日に福井県内で 3 棟の住家が全壊、1 棟が半壊した。14 日から 31 日までは積雪深は 49cm から 69cm の間で、大きな変化はなかった。しかし、24 日には 5 棟、25 日には 6 棟の全半壊があった。この間の雪荷重の変化を推定するために、累計降水量を求め、積雪深と比較したものが図 4 である。

12 月 14 日から 31 日までは、積雪深はあまり大きな変化を示していないが、累計降水量は急激に増加しており、27 日には 378mm に達し、14 日の約 2.5 倍になっている。1 月 11 日に

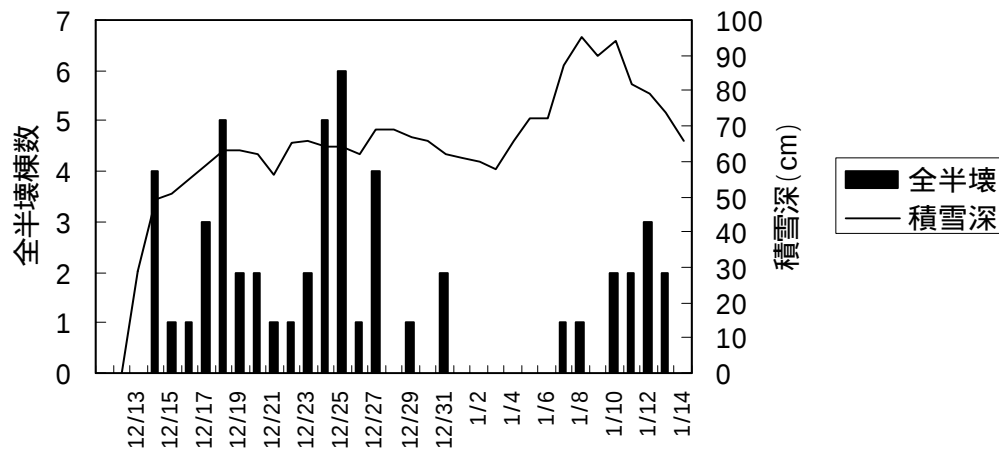


図 3 . 福井の積雪深と福井県における全半壊棟数

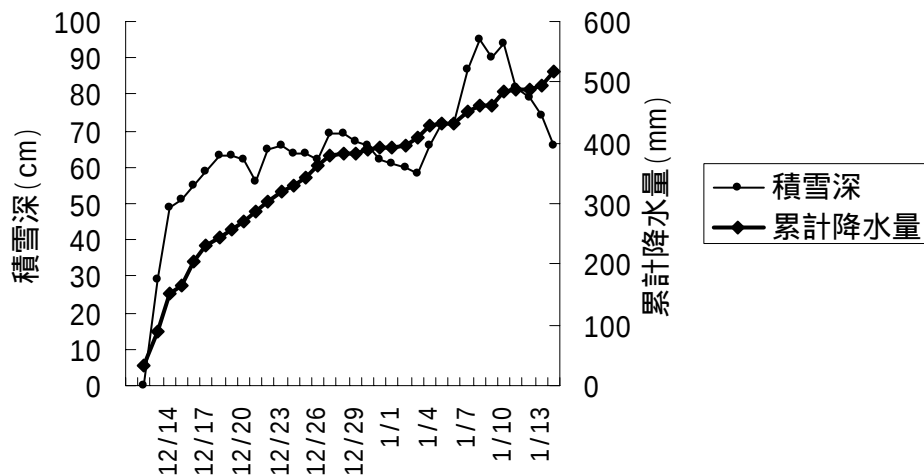


図 4 . 福井における積雪深と累計降水量

福井工業大学キャンパス（福井市）で測定したところ、雪荷重は 2.75kN/m^2 であった。雪荷重が累計降水量に比例すると仮定すれば、雪荷重と住家全半壊棟数の関係は図 5 のようになる。

この図より、福井市で雪荷重が 1kN/m^2 を超えると福井県内で住家の被害が多発し始め、 2.5kN/m^2 を超えると再び被害が増加することがわかる。併せて、新聞記事などによって被害発生状況を検討すれば、福井市で雪荷重が 1kN/m^2 を超えた頃に福井県内（福井市内に限らず）で老朽化した木造住宅に倒壊などの被害が出ており、 2.5kN/m^2 を超えると管理の悪い建物が倒壊している。これは、積雪深ではそれぞれ約 60cm と約 90cm になったときであり、同様の傾向は昭和 56 年の豪雪時にも見られた⁴⁾。したがって、これがこの地方の木造住宅の雪に対する安全性を推定する目安となると考えられる。すなわち、福井県内各地の木造建物は、雪が降り積もって福井市で 60cm 程度になると老朽化したものは倒壊するおそれがあり、 90cm 程度になると雪下ろし等の管理ができないものが大きな被害を受ける。

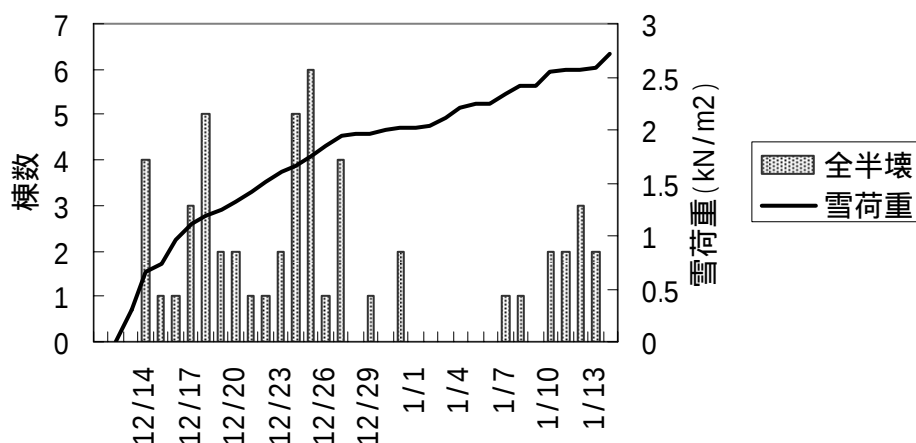


図 5 . 雪荷重（推定値）と全半壊棟数

今冬の豪雪による建物被害は、このような過去の豪雪時にも見られたような被害のほかに、これまでこの地方ではあまり生じなかった雪庇による被害もあった。すなわち、新築工事中的大野市の複合施設の雪止めが破壊し、大量の屋根雪が滑落して、窓ガラスや外壁の一部が破損した。この建物は、小学校と生涯学習センター、公民館の機能を備えており、教室棟と体育館棟が全体としてL字形に配置されている。構造は鉄骨造平屋建（一部2階建）、延床面積 9847m²である。1月5日に体育館棟の屋根（遮熱フッ素アルミ板葺、勾配 0.625/10～1.667/10）の雪止めが一部破壊し、屋根雪が落下、窓ガラスが破損した。これを皮切りに、次々に雪止めが破壊して、各部の破損を招いた。この要因としては、雪止め設計時に雪庇を考慮せず、屋根面の積雪の滑落方向の力だけで雪止めの負担面積を決定したことにある。この地方では、建築物の屋根に大規模な雪庇が見られることはあまりないので、雪止め設計時に考慮しなかったのであろうが、今冬は降積雪の時期が比較的早く、含水率の高い雪であったと推定され、大規模な雪庇が形成されたものと考えられる。

4 . 建物被害と高齢者問題

この冬の豪雪被害の特徴の一つは人的被害、特に死者数がきわめて多いことである。そして、それは建物被害と深い関わりがある。

福井県における死者の概要と原因別死者数²⁾をそれぞれ表 3 および表 4 に示す。死亡原因を見ると、「除雪作業中の屋根からの転落」が最も多く、「除雪作業中の発病」がこれに続いている。また、65 歳以上の高齢者が 71%に上っている。特に注目すべき点は、屋根雪下ろし等除雪作業中の死者は 65 歳以上の方が多いことと、倒壊した家屋の下敷きによる死者が 65 歳以上(72 歳)であることである。これは、多雪地では高齢化が進んでおり、高齢者のみの世帯が増加していることが背景にある。そのために、高齢者自身が屋根に上って雪下ろしをして落下したり、雪下ろしができずにいて建物が倒壊したのである。大野市では、市街地で積雪深が 1mを超えた 12 月 13 日から屋根雪下ろしの照会が急増し、14 日までに 95 件に達し、依頼に応じられない状況となった。そこで、15 日には、市職員が独り暮らしの高齢者や老夫婦に代わって屋根雪下ろしなどの除雪作業を行った。これは、65 歳以上の独居老人など除雪作業が困難な市民を対象に

表 3 . 死者の概要

市町村	性別	年齢	概要	発生日
福井市	男	78	除雪作業中に発病（脳疾患）し死亡	12/14
	男	69	除雪作業中に屋根から転落し死亡	12/21
大野市	男	62	除雪作業中に屋根からの落雪に埋もれ死亡	12/14
	男	66	除雪作業中に発病（心疾患）し死亡	12/14
	男	79	水路に転落し死亡	12/24
	男	59	除雪作業中に発病（脳疾患）し死亡	12/18
勝山市	男	54	除雪作業中に屋根から転落し死亡	12/14
	男	67	除雪作業中に屋根から転落し死亡	12/18
	男	72	雪の重さで倒壊した家屋の下敷きになり死亡	12/24
	男	77	除雪作業中に屋根から転落し死亡	12/28
上志比村	男	76	除雪作業中に発病（心疾患）し死亡	12/16
南越前町	女	58	崩壊した雪に埋もれ死亡	12/24
越前市	女	86	屋根からの落雪に埋もれ死亡	1/8
	男	71	除雪作業中に死亡（屋根から転落したと思われる）	1/8

表 4 . 原因別死者数

死亡状況	65 歳未満	65 歳以上	合計
屋根からの転落	1	4	5
除雪作業中の発病	1	3	4
落雪等	2	1	3
倒壊した家屋の下敷	0	1	1
その他	0	1	1
合計	4	10	14

した「地域ぐるみ雪下ろし支援事業」の一環で、本来は地域住民が連携して除雪を手伝うことに対して助成する事業であるが、急激に雪が積もったため人手不足となり、市職員が緊急に出動することになったものである。

筆者らが平成 12 年に行った調査⁵⁾では、福井県内屈指の豪雪地である和泉村（現：大野市和泉地区）は人口 814 人 217 世帯で、高齢化率は 28.8%であった。全世帯にアンケート調査を行い、147 世帯から回答を得たが（回答率 67.7%）、高齢者のみの世帯は 23 世帯で、全体の 16%に上った（図 6）。また、平成 14 年に行った福井県今庄町（現：南越前町）での調査⁶⁾では、回答者（119 世帯）の 25%（30 世帯）が高齢者のみの世帯であった（図 7）。65 歳以上に「冬の積雪期に困ること・心配なことは何か」と尋ねたところ（複数回答）「雪下ろしや雪かき」が群を抜いており、実に回答者の 79%があげている（図 8）。このことから、高齢化が進む多雪地では高齢者のみの世帯が多く、そのほとんどが冬の積雪期に屋根雪下ろしなどの除雪に困

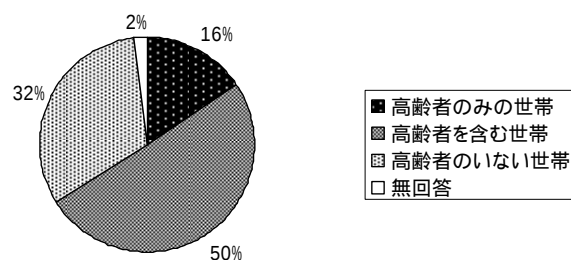


図 6 . 和泉村の家族構成

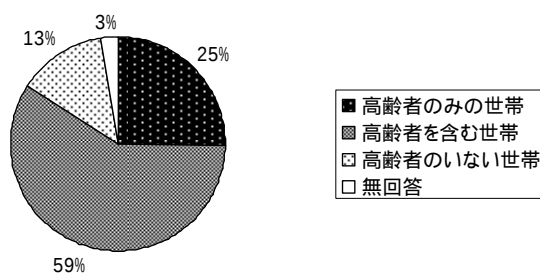


図 7 . 今庄町の家族構成

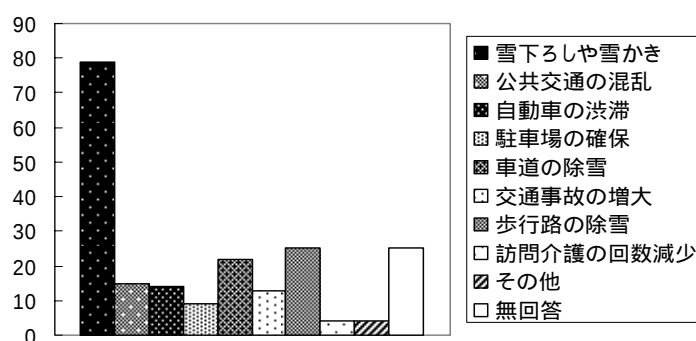


図 8 . 積雪期に困ること・心配なこと

っていることが明らかである。このような状況の中で発生した今冬の豪雪被害は、多雪地における高齢者問題の深刻さを浮き彫りにし、これを見越した大野市の「地域ぐるみ雪下ろし支援事業」でさえも、豪雪時には十分に機能を発揮できなかったことを教訓として、今後の対策に取り組まなくてはならない。

5 . むすび

平成 18 年豪雪における福井県内の被害は、建物についてはあまり多くなかったが、死者は 14 人で、全国第 4 位であった。死者の内、高齢者が 10 人（71%）で、その多くが屋根雪下ろしなど建物の雪処理に関係している。このように、この冬の豪雪では、高齢者の雪処理作業による被害が大きな問題となった。

《参考文献》

- 1) 佐藤篤司(代表): 2005-06 年冬期豪雪による広域雪氷災害に関する調査研究, 科研費研究成果報告書, 2006
- 2) 消防庁: 今冬(平成 17 年 12 月以降)の雪による被害状況(第 61 報), <http://www.fdma.go.jp/detail/649.html>
- 3) 福井県危機対策防災課HP, <http://info.pref.fukui.jp/kikitaisaku/H17yukisaigai.html>,
- 4) 昭和 56 年豪雪被害調査報告, 日本建築学会, 1981
- 5) 前田博司・他: 福井県和泉村における高齢者介護福祉施設, 福井工業大学研究紀要, 第 32 号, 2002
- 6) 前田博司・他: 福井県今庄町における高齢者介護福祉施設, 福井工業大学研究紀要, 第 34 号, 2004

平成 18 年豪雪の新たな課題

- 不在家屋対策と地域ぐるみ除雪 -

勝山市危機管理監 松村誠一

1. はじめに

「平成 18 年豪雪」命名された今冬の豪雪は、昨年 12 月 4 日の初雪であり根雪となった、例年になく早い雪から始まった。早すぎた雪は 10 日後の 14 日には 130 c m の積雪を記録し、昨今の暖冬の影響から冬支度の遅れがちな生活空間や農業施設を直撃した。

しかも勝山市の高齢化率は、27.1 パーセントに達し、老夫婦や一人暮らし老人も多い。また市街地には、かつて隆盛を極めた繊維の空き工場や人口減少による空き家など空洞化が目立ち、加えて郊外集落では過疎化も振興している。



市道除雪中のロータリー車

間断なく降り続いた 12 月の降雪は累計で 447 c m、最大積雪は市街地で 174 c m、山間部集落では優に 2 m を超え、12 月として記録的な豪雪は、大きな爪あとを残すこととなった。21 年ぶりに災害対策室を設置して防災体制を整えたが、死者 4 人、建物全壊が 12 棟、ビニールハウス倒壊 82 棟をはじめ各方面で被害が発生し除雪経費は過去最高の 4 億 5 千万円に上った。

勝山市は、江戸時代小笠原藩の時代から疎水が流雪溝として旧町内にくまなく整備され、自宅前の雪は自分で除排雪する習慣が身についた土地柄である。また繊維産業や農林業が就業人口の多くを占めていた昭和の時代は、働き盛りが人口の枢要を占め、屋根雪下ろしや家周りの除雪は住民にとって冬季の日常的な作業であった。

しかし、高齢化の進行とマイカー通勤による市外への通勤の激増、加えて人口減少による市街地空洞化と山間集落の過疎化は、市民の自助による除雪能力を衰退させ、コミュニティーの希薄化の中で共助も後退し、結果として公助による除排雪要請が高まっている。

このような状況下での豪雪は、まさに、「高齢化、過疎化、空洞化」の著しい地方都市の地域力が現実に試され、雪害対策に関する新たな課題が浮き彫りになった。

２．屋根雪下ろし作業の要請

勝山市では、例年公募により雪下ろし作業員の登録を１２月初旬から開始し市民の方に紹介している。早すぎた雪、集中してやってきた雪は、当初市民の要請に全く対応できなかった。早すぎた雪ということもあり、作業員の登録は数人にとどまっていた。

１２月１４日には、市街地で１．５ｍを超え、山間集落では２ｍに達し、市民からの作業員照会が相次いだ。ピークには１日１００件近い照会があり、電話対応はパニック状況となった。

これまでにない状況はなぜ生じたか。集中的な降雪、高齢者や一人暮らし世帯の増加、隣近所の共助コミュニティの希薄化などが原因と考えられた。



市内の屋根雪下ろし作業

市の除雪支援体制は、一人暮らし高齢者世帯や障害者世帯など市の福祉票に登録されている方は福祉事務所がサポートし、所得制限はあるが屋根雪下ろし助成制度も設けている。また県・市の補助事業で整備された屋根融雪戸数は１，０００戸に達している。

今回は、殺到する市民の照会に２．３日待ちの対応をお願いするなど心配をおかけする結果となったが、マスコミを通じての作業員募集により市内外から５９団体、約２４０人の登録があり、作業員を紹介できた件数は福祉関係を除き２８０件となった。中でも地元建築組合の戦力は際立ったものであった。

その他の課題として、屋根雪下ろしの標準単価の設定がなく紹介後市民から屋根雪下ろしの費用が高額であったとの苦情が多かった。費用はあくまで当事者間の事前交渉をお願いしていたが、県外からの悪徳業者も現れ、消費者センターと連携した対応を迫られた。

また福井県には、県の出資を資金源とするボランティアセンターがあるが、災害対策本部設置時には派遣することで協議していたものの、屋根雪下ろしはボランティア対象外と言うことで屋根雪おろしに実際に活用することができない。

今後の市の対策として次のことを検討することとした。

屋根雪下ろし作業員登録の早期構築。

屋根雪下ろしの標準単価の設定。

３．不在家屋の対応

「不在家屋対策」、所有者または相続人がいながら屋根雪おろしを行わず、近隣の市民から倒壊等の危険についての苦情が相次いだ。そして市から連絡しても十分な対応が図られない物件の「不在家屋」１５件の空き家や空き工場の除排雪対策を講じた。

降雪前、勝山地区区長会で雪害としての空き家対策について問われた。市では、「個人の財産であり所有者の自己管理が原則。所有者等の所在が不明のときは、情報提供に協力するので地域ぐるみの協力をお願いしたい。」と教科書的な答弁してきたが、現実には市として厳しい対応を迫られることとなった。

老朽家屋の対応については、以前、顧問弁護士に相談をしておいたので、それを参考に対応策を協議した。ケーススタディは、震災などの危険物除去で次のように示されていた。

隣家が倒れかかり二次的な災害や損害を及ぼす恐れがあるときは、隣家に対し予防措置を請求できる。

隣家が応じない場合や連絡が取れない場合、裁判所に予防措置をとることを求める仮処分申請の手続きを経て、除去や防止措置がとれる。

緊急性があり、仮処分の申請を経てでは間に合わないときは、緊急避難・正当防衛として自力で隣家の建物を除去できる。（民法７２０条第２項）

しかしながら、防衛されるべき法益（本人）と侵害されるべき法益（隣家）のバランスが大事で、過剰避難、過剰防衛ということで自力救済といえども完全に違法性が阻却されず、損害賠償が発生する余地がある。

上記のことからあくまで民対民を原則に対応してきたが、１２月末に一部損壊不在家屋の隣家である高齢者夫婦から倒壊の不安があり、避難をしたいと申し出があった。年末も押し迫った１２月１８日には、教育会館に「避難所」を開設し移転してもらったが、奥さんは体が不自由なので、特別養護老人ホームのショートステイをお願いした。私どもは、避難所での生活が長くないよう、少なくとも正月までに解決したいと考えた。

家屋の登記上の持ち主はすでに死亡、相続人は金品を払い第三者に譲渡したと主張、地権者を巻き込み家庭裁判所調停に及んだ事案であった。最終的には調停事項にある「地権者で取壊しても所有者等は異議を述べない。」に基づき、地権者等と協議し、危険が迫ってきていることから災害対策基本法に基づく危険物除去を行うこととした。二階屋根部分が抜けており家屋を解体整理し、後の処分は地権者で対応していただくこととした。

高齢者夫婦には、正月を前に帰宅願えたが、家屋管理者が不明な調停で原因者に費用負担が求められない異例の事例となった。

4 , その後の不在家屋対策

市や地元区の対応にもかかわらず、不在家屋や空き工場を中心に 12 棟の全壊、10 棟の半壊、一部損壊は 290 棟を数えた。

新年度に入り、不在家屋対策マニュアルを作成する必要があった。

不在家屋の態様は次のようなものであった。

相続人が明らかでなく管理放棄。

本人または親族が市外にいて管理されていない。

本人が居住しているが、財政的な理由から空き工場の解体、除雪ができない。

(1) 不在家屋対応マニュアルの作成

顧問弁護士相談、土木事務所と協議し次のとおり行政指導することとした。

不在家屋 Q&A を作成し、区長連合会で説明。

所有者または相続人に対し建物の安全管理指導

(戸籍調査、家裁への相続放棄照会などで相続人を特定し文書通知)

・建物を放棄し隣家等に被害を与えた場合、法的に賠償責任を負うこと

・倒壊部分の放置については市環境美化条例に基づき指導

県に対し、建築基準法に基づく措置命令等を要請

(2) 現在の状況

冬季不在家屋対応	18 件	
行政指導件数	14 件	
解決数	8 件	解体
未解決数	6 件	うち空き工場 2 件

(3) 未解決事例

● その 1 A 氏管理空き工場一部倒壊

・住宅地域にある個人機業場(廃業)の一部が 1 月に倒壊し、市道部分にも倒壊木材が散乱。市道部分に散乱した木材は敷地内に整理・積み上げた。費用は A 氏に請求するも未だ納入されていない。

・財政的な理由から倒壊部分の撤去がなされず、夏場になり悪臭が発生。倒壊部の地主である隣家の B 氏、倒壊木材が障となっている同じく隣家の C 氏など近隣からの苦情が市に寄せられた。

・市が同席し区長を交えた話し合いで夏までに処分計画を示すという約束は反故にされていた。

・B、C 氏には話し合いで解決しない場合、それぞれ土地の明渡し請求、妨害除去請求など法的に解決する方法があることを示すが、「費用負担したくない。たとえ勝訴しても本人が対処しなければ当方の負担で行うこと

になる」との理由で、「市に何とか A 氏を指導してほしい」と訴える。

市では悪臭対策としての消毒作業、A 氏家族と折衝を重ねるなか、ようやく、A 氏妻の実家の支援で、業者が手仕事で解体部分の処理に当たっている。しかし空き工場全体の対応は示されず、冬季に向け課題を残す。

空き工場などは、所有者、相続人に多重債務者が多く対応が十分でなく困難事例となる。市が条例を制定し、「代執行」することも可能であるが、費用回収、他の物件への波及から慎重に検討されるべきと考える。



大雪で倒壊した家屋

● その２ 相続放棄された不在長屋

- ・ 住宅地内に数年来、管理放棄の２軒長屋住宅があり地元区長より市での対応を要請される。冬季は緊急を要するため、市で除雪を行った。
- ・ その後の相続人調査で１軒は相続人全員が相続放棄、もう１件は相続人が相続放棄してあったが、不完全なものであった。
- ・ 全員の相続放棄が確定した場合の対処について、家庭裁判所の指導を受け次のように対応する予定である。

相続人不在のため、利害関係人が家庭裁判所へ相続財産管理人の選任の申し出を行う。この場合近隣住民も可能だが、市が防災上の観点から行政（市）が申し出ることできる。市議会の理解が得られれば、市で相続財産管理人の費用（５０万から１００万円）解体費用の予算付けを行い、その証明を添付して申請する。行政の申請では、土地は寄付扱いとなる。

こうした相続放棄の土地、家屋が市で十分把握できない要因として、課税物件であっても同一市町村区域内で所有する土地、家屋などのそれぞれ課税標準が免税点以下になった場合（土地３０万円、家屋２０万円）課税されないため所有者、相続人の追跡がなされないこともその一つである。

5. 地域コミュニティの強化

- 地域ぐるみ除雪体制の確立を

不在家屋などの市民からの苦情、屋根雪おろしの要請が多かった昨冬の事情から確実に地域コミュニティ希薄化が顕著になってきていると考えられる。

向こう三軒両隣や親戚などで屋根雪下ろしを協力する姿は、事実少なくなっている。福祉票に登録する要援護者は福祉事務所、社会福祉協議会、民生委員といった共助、公助を期待し、核家族化の中で都会にいる肉親のサポートが遠ざかっている。

要援護の対象とならない一定の所得のある高齢者は、屋根融雪装置の設置や委託による除雪を期待するが、補助制度の枠や委託業者とのコネクション不足の壁に悩まされる。また屋根融雪装置を設置してありながら「もったいない」という気持ちから稼働が遅れ、装置、屋根瓦ともに損壊した事例が多くあった。

(1) 地域ぐるみ除雪体制の構築を

こうした状況下にあって、地域ぐるみ除雪体制により要援護者などの家庭の除排雪が適確に行われている地区もある。降雪期をまえに、区長、民生委員などが、それぞれの役割や屋根雪下ろし当番を決めてサポートする。実戦部隊は壮年会メンバーが主力だ。地域を知り、雪を知る頼もしい力だ。モデルケースが広がるよう行政としてPRしていきたい。

また地域貢献を目指す県立大学との除雪サポート協定も準備中である。災害対策室設置時の有償ボランティアを想定している。屋根雪下ろしの即戦力としては無理であるが、雪害圏域外からの支援、学生の地域貢献による学習など今後につながる成果は期待できると考える。

(2) 道路の除排雪要望の増大

車社会と高齢化により、道路の除排雪の要望は高まるばかりである。勝山市では道路除雪計画延長 212.4 km を市保有車 20 台、民間借り上げ車 56 台で対応している。また排雪用の流雪溝の延長は市街地を中心に約 82 km となっている。

流雪溝による排雪は、市街地の区長会の防災委員などでルールを定めるが、一時の降雪や出勤前の除雪の集中でルールが守られず車道上に溢水し、歩行者が通行困難になるのも日常茶飯事である。また住宅地広がり流雪溝延長が増加し水量不足も深刻となってきている。河川水利用の拡大について、国の理解を求めていく必要がある。

除雪車による早朝除雪も地域により状況が異なる。住宅が連なり排雪場所が少ないところや畑地があっても協力の得られない地域は、時間的にも負荷がかかる。地域による排雪場所の提供などがスムーズな除雪には欠かせない。

市道における融雪装置の設置要望も多く、河川水や区内水路の再利用による装置も国の交付金事業などを活用して施工している。

平成 18 年豪雪における雪崩予測

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 平島寛行

1. はじめに

平成 18 年豪雪がもたらした記録的な大雪は、日本各地で雪崩被害をもたらした。これまで雪崩災害を軽減するために、あらかじめ危険と思われる場所に雪崩予防柵やスノーシェッド等の雪崩対策施設をするなどのハードウェア的な対応が進められてきた。しかしながら、今冬において雪崩の危険のために生活道路が通行止めになり孤立した集落は 11 集落、避難指示、避難勧告がでて避難を余儀なくされた世帯は 17 世帯にもなり 560 名以上の人の生活に影響がでた（消防庁による今冬の雪による被害状況等）。今後、雪崩による被害をより軽減するためには、ハードウェア的な対応のほか、あらかじめいつどこで雪崩が発生するか予測し、雪氷災害に関する情報提供等のソフトウェア的な対策を施すことで、通行止めや避難指示等の的確な判断に資する事も重要である。

防災科学技術研究所（以下、防災科研）では、平成 13 年から始まった中期計画の中で地域気象モデルや積雪変質モデル、災害発生予測モデルを組み合わせることで雪氷災害の発生を予測するシステム（図 1）の開発を行ってきており、そのシステムでは雪崩、吹雪の発生のほか、道路雪氷状態の予測を行っている(佐藤ほか,2003;石坂 2004)。本報告では、雪崩の予測システムに関して、雪崩予測のアルゴリズム及び実際の雪崩災害との比較結果について報告を行う。

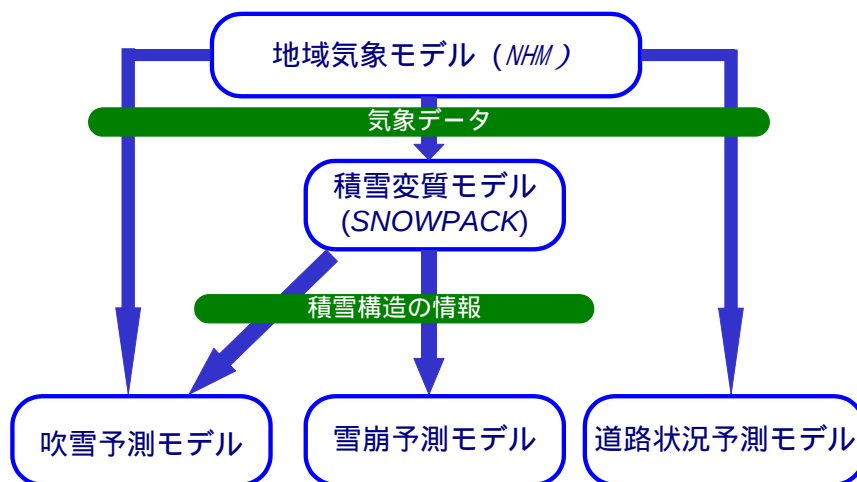


図 1 雪氷災害発生予測システム

2. 雪崩発生予測システム

2.1 雪崩予測の原理

雪崩は、積雪内部をすべり面として上層部の積雪のみが崩落する表層雪崩と、積雪の表面から底面までの全層が崩壊して落下する全層雪崩がある。全層雪崩は発生前にクラックや雪しわ等の前兆現象が見られるのに対し、表層雪崩はそのような前兆現象が見られない。表層雪崩は積雪層内にある弱い層（弱層）が破壊することによって発生するため、予測するためには弱層の存在やその強度といった積雪の内部構造を知る必要がある。雪穴を掘って積雪の内部構造を観測する方法は最も確実な手段であるが、積雪の層構造は時々刻々と変化するためその都度観測をしなければならず、また雪崩が発生しやすい斜面で積雪断面の観測を行うのは危険を伴う。このような問題を解決するためにはモデルを用いた計算による手法が有効である。本プロジェクトの雪崩予測モデルでは、スイスの国立雪・雪崩研究所(SLF)が開発した積雪変質モデル「SNOWPACK」を用いて気象条件に基づいて積雪の温度・密度・雪質・含水率等を予測する。なお、スイスと日本では雪の性質が異なるため、これまでに大気と積雪間の熱交換や積雪変質過程、積雪の強度の推定方法など、日本の雪を再現できるアルゴリズムに改良を加えている。SNOWPACK モデルの概略図を図2に示す。

モデルにより計算された積雪の内部構造に基づいて雪崩の発生を予測する際に、雪崩がどれくらい発生しやすいかを表す指標として積雪安定度(SI)を用いる。表層雪崩発生の様式図を図3に示す。SI は以下の式で計算される。



図2 積雪変質モデルの概略

$$SI = \frac{\sigma}{W \cos \theta \sin \theta} \quad (1)$$

ここで、 σ は対象とする層のせん断強度(Pa)、 W はその層にかかる上載荷重(N/m²)、 θ は斜面の傾斜角である。分母は弱層にかかるせん断応力に相当する。図 3 では斜面に平行にかかる力は $W \sin \theta$ (N)であるが、傾斜角 θ の斜面では水平面の面積 1 に対して斜面の面積は $1/\cos \theta$ (m²)であるため、せん断応力は $W \cos \theta \sin \theta$ (N/m²)となる。

せん断強度は雪質や密度、含水率に依存し、多くの研究者によって雪質ごとのせん断強度と密度の関係式が導き出されている。日本では雪に対するせん断強度 σ の関係は、新雪、こしまり雪、しまり雪及びざらめ雪に対しては、山野井、遠藤(2002)により、あられについては Abe(2004)、こしもざらめ雪及びしもざらめ雪に対しては、阿部ほか(2005)により定式化されている。その関係を図 4 に示す。SNOWPACK ではこの関係式に基づいて、雪質、密度及び含水率の情報をもとにせん断強度を計算し、式(1)を用いることである時間、ある層における積雪安定度の計算を行う。モデル計算結果の一例として、福井県勝山市に設置されているアメダスの気象データを入力として SNOWPACK により計算された一冬期にわたる積雪の変化及び安定度の変化を図 5 に示す。



図 3 表層雪崩発生の様式図

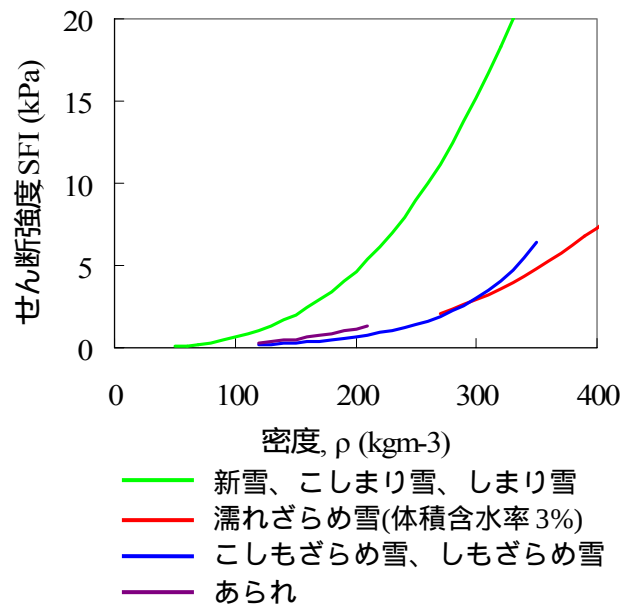


図 4 密度とせん断強度の関係

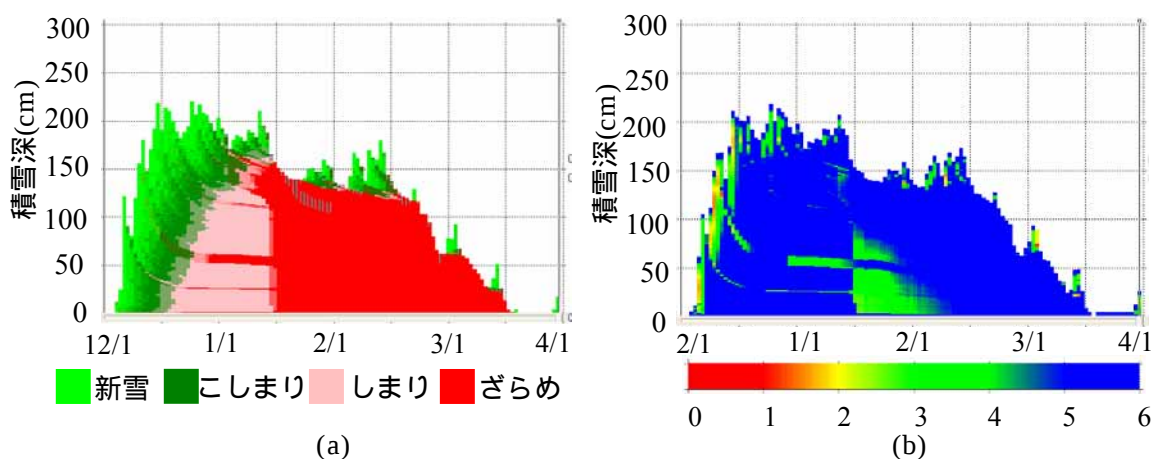


図5 積雪変質モデルで計算した勝山のアメダス地点における雪質(a)及び積雪安定度(b)

3. 新潟県津南町国道405号線周辺における雪崩予測

平成18年豪雪の影響が特に大きかった新潟県津南町では積雪が4mを超え、国道405号線沿いでは雪崩の危険性が高まり通行止め等の対策が行われた。本研究では、通行止めまたは解除の判断基準に資する事を目的として、防災科研の開発した雪崩発生予測システムにより同地域の雪崩発生予測を行った。津南町内のアメダス津南観測点にて観測された値を入力として積雪変質モデルを用いて積雪状態の計算を行った。その結果を図6に示す。また検証のため、アメダス観測地点付近において1月から3月にかけて、6回にわたり積雪断面観測を行った。断面観測と計算結果の比較を図7に示す。雪質は計算と観測でおよそ一致し、密度に関しても厳冬期においてはいい一致がみられた。ほぼ全層がぬれ雪になる2月20日以降は、観測結果では積雪底面で密度が非常に高くなっているが計算ではそれ

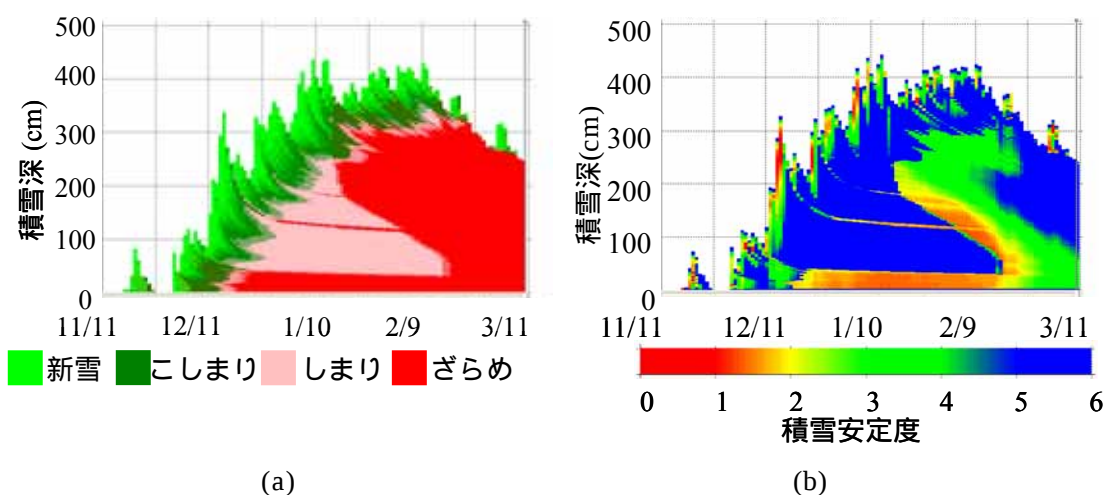
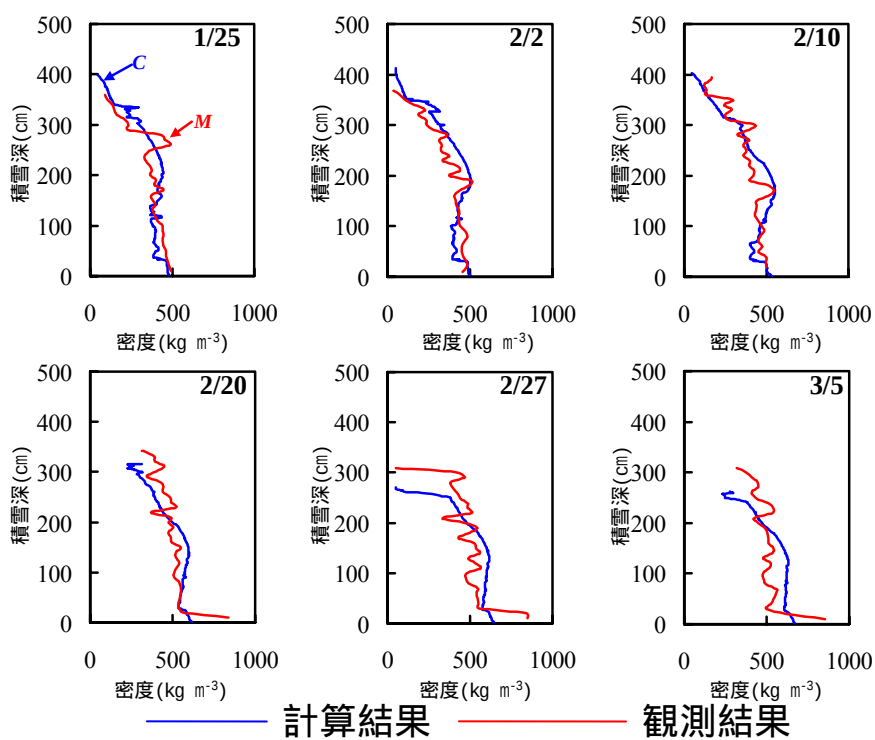
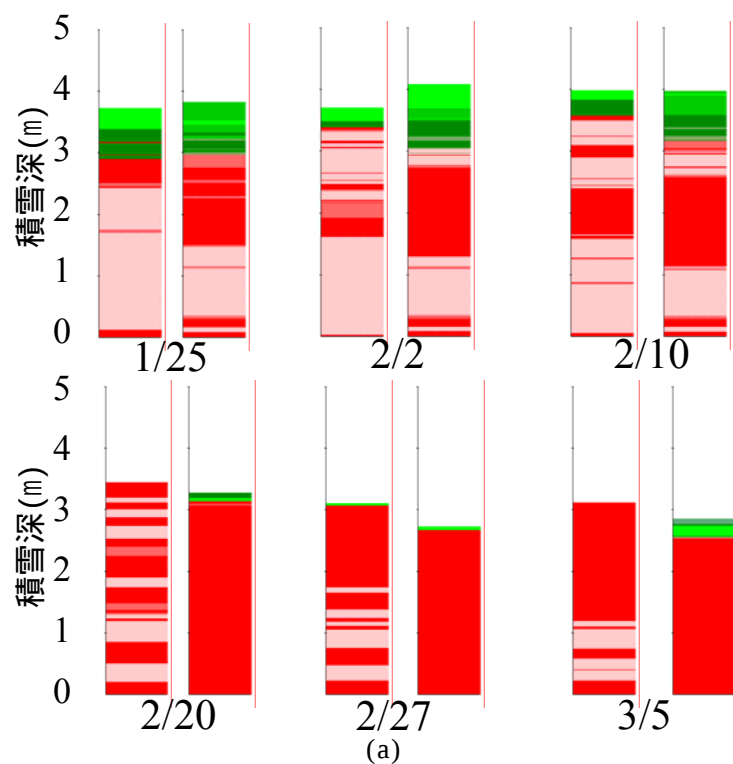


図6 積雪変質モデルで計算したアメダス地点における雪質(a)及び積雪安定度(b)



(b)

図7 断面観測結果との比較 (a)雪質の比較結果。それぞれ左が観測、右が計算結果。色分けは図6と同じ(b)密度の比較結果

が再現されていない。これは底面に帯水層が形成される過程がモデルに組み込まれていないのが原因であり、それは全層雪崩の予測に重要であるため、今後のモデルを改良していく点の一つである。

通行止めとなった国道 405 号線沿いにおいて雪崩危険度を予測するには標高や傾斜による違いを予測する必要がある。国道 405 号線の通行止め区間の入り口付近では標高は 500m 程度であるのに対し、長野県県境付近では標高は 800m 近くに達し、その周辺の山は 1000m を超える。標高が高くなると気温が低下し、その結果雪質も異なるため、標高の違いによる雪質の違いを考慮しなければならない。従って地形情報をもとに 100m あたり 0.65 の気温補正を加えて、各標高条件における雪質の計算を行った。また、同じ雪質でも急な傾斜では雪崩は発生しやすくなる。この影響は式(1)において分母にあたるせん断応力が傾斜によって変わることにより考慮されている。これらを考慮して積雪変質モデルを用いて雪の変質を計算し、各メッシュごとに地形データから算出した傾斜角に基づいて補正を加えることで、標高及び斜面傾斜角を考慮した積雪安定度の空間的な分布を計算した。この結果の一部を図 8 に示す。

図 8 の結果によると、12 月 23 日の時点では雪崩発生危険度が大きい領域 ($SI < 1.5$) がほとんど見られないのに対し、24 日にはあらゆる急斜面で積雪安定度が著しく低下していたことがわかる。その後 25 日には再び SI が大きくなり積雪が安定している。実際に 12 月 24 日は午前 9 時 40 分ごろ大赤沢付近で雪崩が発生し、親子連れ 2 名が乗車したワンボックス

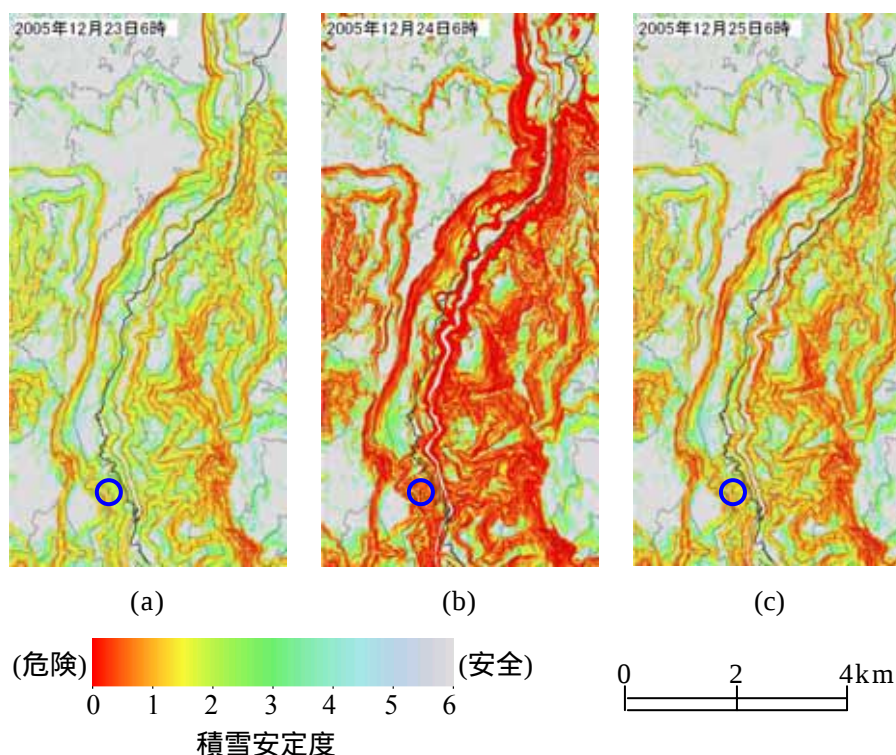


図 8 積雪安定度の変化 ○は雪崩発生地点、(a)12 月 23 日(b)12 月 24 日(c)12 月 25 日

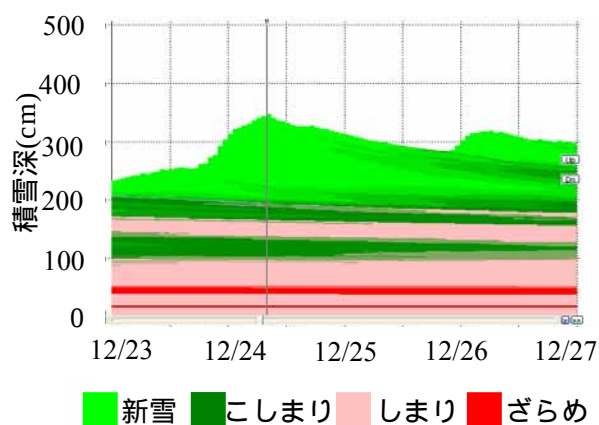


(a)

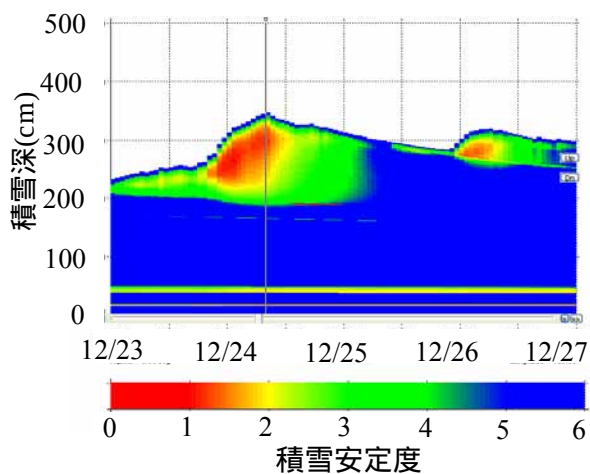


(b)

図 9 津南町大赤沢で発生した雪崩：(a)雪崩の走路、(b)雪崩によって巻き込まれた車



(a)



(b)

図 10 雪崩発生前後における雪質(a)と積雪安定度(b)の断面の変化

カーが雪崩に巻き込まれて中津川側の谷に約 30m 押し流されるという事故が発生している (図 9)。このような積雪の変化過程の詳細を知るために、雪崩事故前後における積雪の変化を図 10 に示す。図 10 によると、雪崩が発生するまでの 24 時間で 70cm も積雪深が増加し、新雪が圧密して強くなる前により新しい雪による荷重が強くなり、雪崩が発生しやすい条件になっていたことがわかる。予測モデルではこの日に雪崩が起こりやすくなる傾向がよく再現された。

4 . 今後の課題

雪崩発生予測モデルを用いることにより、いつ雪崩が発生しやすいか予測することが可能になった一方で、雪崩の発生場所の予測精度に関しては問題点が残る。今後は航空機を用いた積雪深分布の観測や航空写真撮影を行うことで、雪崩の発生分布のデータを収集するとともにモデルの検証データとして用いることで、雪崩予測モデルをより精度の高いものに改良していく事をめざしていく。

また、本研究では表層雪崩に関して予測を行ってきたが、今後は全層雪崩の予測に着手する。全層雪崩は積雪最下層に形成される帯水層の破壊や、積雪 - 地面間の滑りにより発生するため、積雪底面への液体水の供給に強く依存する。そのような全層雪崩も予測可能にするため、今後は積雪中の水の移動に関して実験や観測等を行い、それをモデル化していく予定である。

参考文献

- Abe, O. 2004: Shear strength and angle of repose of snow layers including graupel. *Ann. Glaciol.* **38**, 305—308.
- 阿部修、望月重人、山口悟、平島寛行、佐藤篤司, 2005: しもぞらめのせん断強度について, 寒地技術論文・報告集 Vol.21. 249—252.
- 石坂雅昭, 2004: 雪氷災害予測システムの開発, 2004 年度雪氷防災研究講演会報文集, 38—47.
- 佐藤篤司、石坂雅昭、清水増治郎、小林俊市、納口恭明、西村浩一、中井専入、山口悟、岩本勉之、佐藤威、阿部修、小杉健二、望月重人, 2003: 雪氷災害発生予測システム, 寒地技術論文・報告集 Vol.19. 786—789.
- 山野井克己、遠藤八十一, 2002: 積雪におけるせん断強度の密度および含水率依存性, 雪氷, **64**(4), 443—452.

危険な冬道と道路雪氷予測

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 小林俊市

1. はじめに

「平成 18 年豪雪」と名付けられた昨冬の記録的な大雪により、全国で 152 人の犠牲者を生じ、そのうちの約 74%は屋根の雪下ろしなど除雪作業中に死亡したと報告されている（佐藤，2006）。しかし、近年の雪氷災害の発生件数並びにそれに伴う死者数をみると、交通事故に起因するもの、特にスリップ事故によるものが飛び抜けて多いことも報告されている（佐藤，2001）。雪国では道路の除雪体制が整備され、除雪機械の能力も大幅にアップしている。それにもかかわらず、北海道、東北（山形県）、北陸（新潟県）における冬期スリップ事故の発生件数及びそれに伴う死者数は、図 1 から明らかなように一向に減少していない。したがって、冬期のスリップ事故を減らすには、冬道を走行するドライバーが的確に道路上の雪氷の状況を把握した上で、いかに適切な装備と運転を行うかにかかってくる。そのためには、道路上の雪氷の現況のみならず、今後数時間～ 48 時間後の予測を正確にドライバーに伝達することが必要不可欠である。

このような状況を背景にして、本研究では路面状況が積雪、凍結、乾燥、湿潤等のどの状態にあるかを予測するだけでなく、路面のすべりやすさの予測も併せて行うことを目的としている。ここでは、現段階での研究成果を中心にご紹介したい。

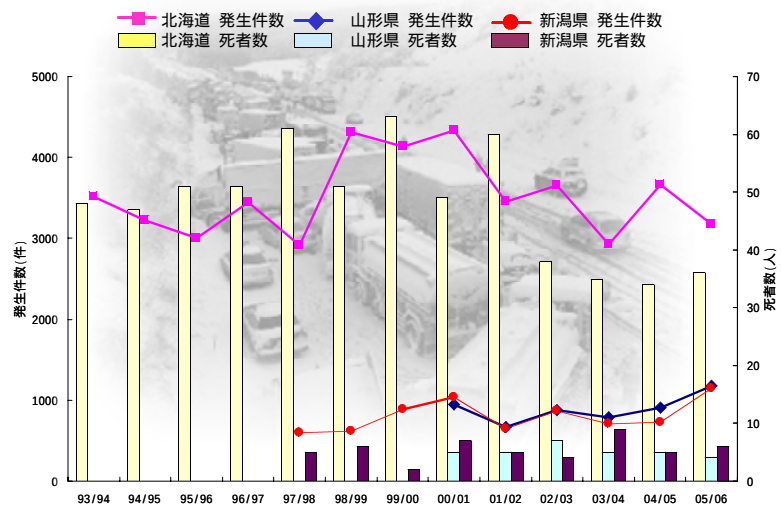


図 1 北海道、山形県、新潟県における冬期スリップ事故件数と死者数（北海道、山形県、新潟県各警察本部調べ）

背景の写真は旧日本道路公団提供

2. 研究の概要

本研究は防災科学技術研究所雪氷防災研究センター（当時は雪氷防災研究部門）において平成13年度から5ヵ年計画で実施した「雪氷災害の発生予測に関する研究」という研究プロジェクト（佐藤ほか，2003）の一環として、“道路雪氷災害の発生機構”の小課題で実施されたものである。研究の流れは図2に示すように、道路雪氷に関する観測及び実験、道路雪氷予測モデルの開発、地域気象モデルとの結合の三つに大きく分けられる。以下それらの内容について述べる。

(1) 道路気象・雪氷の自動観測

道路上の気象・積雪条件と道路の雪氷状態との関係を調べるため、山形県の国道112号（月山道路）の中台観測点において定点観測を行っている（図3参照）。ここでの計測項目は、気温、湿度、風向、風速、短波放射量、長波放射量、降雪強度（パルス数）、路面の放射温度、路面上の積雪深等で、これらの値は10分毎にデータロガーに記録される。また、路面の雪氷の状態は、中台除雪ステーションの門柱に取り付けたカメラにより30分毎に撮影した。

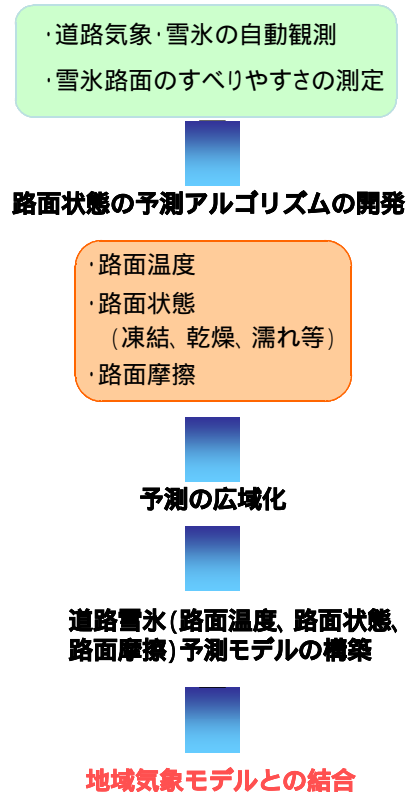


図2 研究の流れ



図3 中台観測点

(2) 路面のすべりやすさの測定実験

雪氷防災研究センター新庄支所にある「雪氷防災実験棟」の低温室において、降雪装置を作動させて得られる樹枝状結晶形の新雪を 0 から-15 までの 5 段階の温度条件のもとで乗用車（1,760cc）により繰り返し踏み固めて、実際の道路上と同じように圧雪を形成させる。それとともに、時々刻々と変化する圧雪の密度・硬さやすべりやすさの目安となるすべり抵抗値を適宜測定した（図 4 参照）。実験結果をもとに交通量（踏み固めた回数）とすべり抵抗値との関係を示した図 5 から明らかなように、温度が-5 以下ではすべりにくく、-3 以上になると滑りやすくなることが分かった。



図 4 実験風景

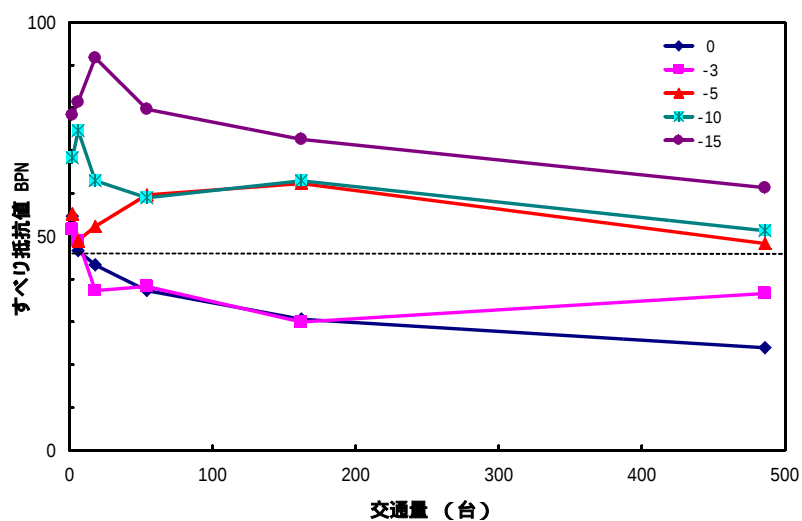


図 5 交通量とすべり抵抗値との関係

(3) 路面温度・路面状態・路面摩擦予測モデルの開発

路面温度については中台観測点で観測された気象データを用いて路面の熱収支を計算し、得られた路面温度と実測値を比較した結果図 6 に示すようにほぼ一致することが分かった。次に地理情報システム（GIS、50m グリッドの数値標高データ）に基づいて 50m の格子間隔で気象要素を推定するアルゴリズムを開発し路面温度の広域分布の予測

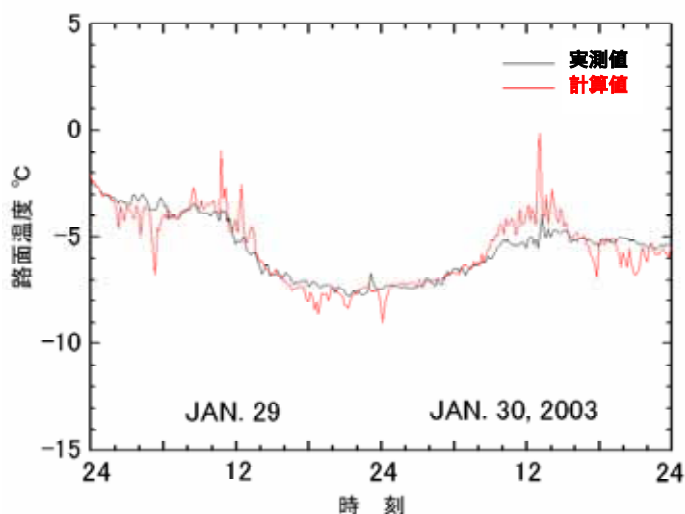


図 6 路面温度の計算値と実測値の比較

を行った。その結果、予測値と実測値の間に最大で 2 程度の違いがみられた。

路面状態については中台観測点において収集した道路気象及び路面雪氷状態の観測結果を用いて、気温、湿度、日射量、長波放射量（下向き）、風速、降雪量、路面温度を説明変数、路面状態（乾燥、濡れ、凍結、水べた雪、圧雪）を目的変数として判別分析法を適用して解析した。その結果、判別的中率は約 78%であった。

また路面摩擦については前節に示した雪氷防災実験棟における室内実験結果を基に路線の摩擦係数分布を求めることにより予測モデルを作成した。

(4) 地域気象モデルとの結合

本研究プロジェクトにおいては、地域気象モデルの出力に基づき冬期の路面状態のほか、雪崩や吹雪の発生予測を加えた「雪氷災害予測システム」の構築を進めている。システムの構築にあたっては、気象庁非静力学モデル（NHM）に基づいて、気温、日射量、風速、湿度、長波放射量（下向き）及び降水量を 2km の格子分解能で求めた。それらの値を用いて路面温度、路面状態、路面摩擦の各予測モデルと結合させることにより、路面温度、路面状態、路面摩擦の予測が可能となった。図 7 に示す国道 112 号の山形県朝日—西川間（42km）を対象とした路面状態及び路面摩擦の予測例をそれぞれ図 8 及び 9 に示す。

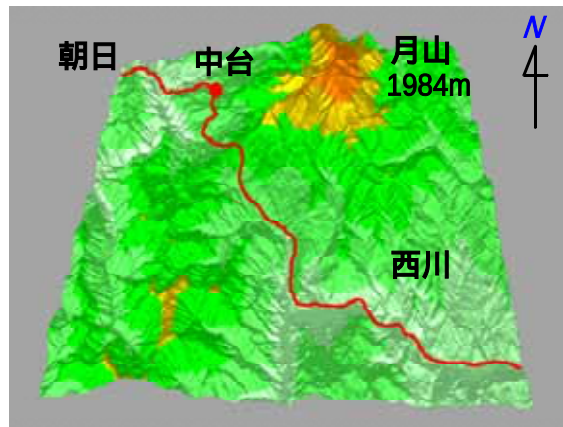


図 7 予測対象地域

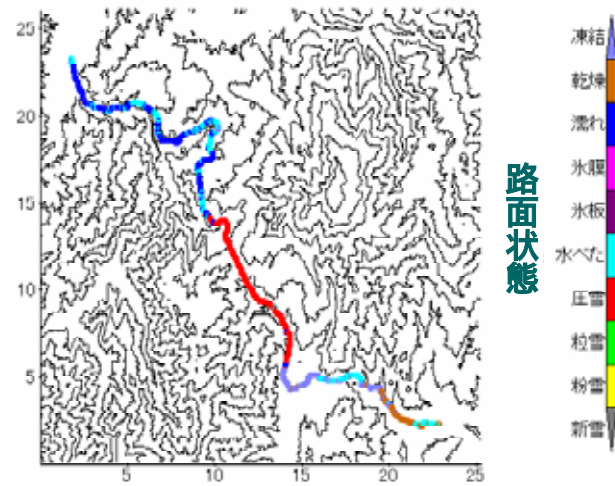


図 8 路面状態予測の例 (2005.12.20 16:00)

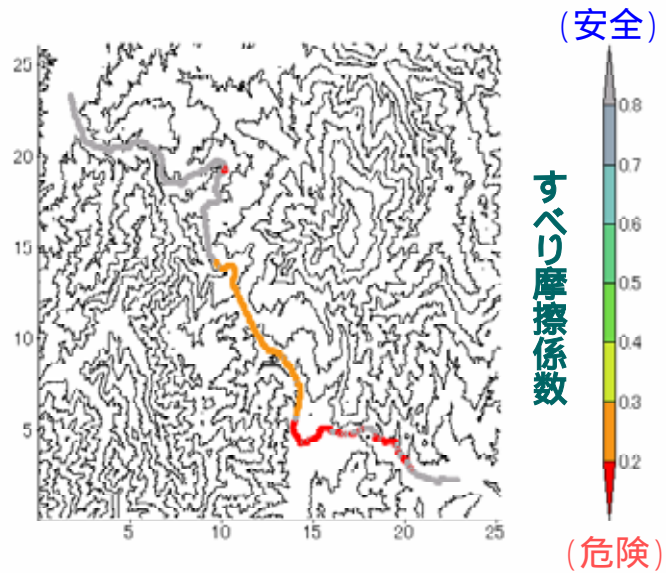


図 9 路面摩擦予測の例 (2005.12.20 16:00)

3. おわりに

雪国では冬期間毎日天気予報が発表される際に、「スリップ注意報」も適宜発令され、ドライバーに危険な冬道での注意を喚起している。しかしながら、スリップ注意報だけでは具体的にどの路線で路面がどんな状態になってどの程度すべりやすくなるかは全く分からない。そこで、路面状態や路面摩擦の予測が確立されればドライバーにとっては安全運転をアシストする大きな武器になると考えられる。それに伴って、スリップ事故も確実に減少するものと予想される。さらに、道路管理者にとっても、きめ細かな除雪を実施するための有力な手段となりうるものと期待される。しかし、今回開発したモデルは現在はまだ国道 112 号の一部区間での適用にとどまっているし、精度面についても十分満足できる段階とは言い難い。今後、精度の向上と雪国各地で適用できるように研究を進めていきたい。

参考文献

- 平島寛行ほか (2007): 平成 18 年豪雪時における路面雪氷状態予測 . 第 19 回ゆきみらい研究発表会論文集 (投稿中) .
- 小林俊市・小杉健二・佐藤威・望月重人 (2003): 道路圧雪の圧密過程の特性 . 寒地技術論文・報告集 , 19 , 136-139 .
- 小林俊市 (2006): 冬道はこんなに危険—路面状態・路面摩擦を予測する— . 防災科学技術研究所 第 5 回成果発表会 講演・ポスター概要集 , 72 .
- T. Kobayashi, *et al.*, (2006): Consolidation, Melting and Refreezing Process of Snow on Roads by Vehicles, Proceedings of the Standing International Road Weather Conference 2006, 123-127.
- 小杉健二ほか (2004): 国道 112 号における路面雪氷状態と気象条件の関係について . 寒地技術論文・報告集 , 20 , 639-643 .
- 西村浩一ほか (2005): 道路雪氷状態の広域予測 . 第 17 回ふゆトピア研究発表会論文集 , 44-48 .
- K. Nishimura, *et al.*, (2006): Snow Disaster Forecasting System on Roads. Proceedings of the Standing International Road Weather Conference 2006, 67-72.
- 佐藤篤司 (2001): 2000-2001 年の北日本の雪氷災害について . 2001 年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集 , 40 .
- 佐藤篤司ほか (2003): 雪氷災害発生予測システム . 寒地技術論文・報告集 , 19 , 786-789 .
- 佐藤篤司 (2006): 平成 18 年豪雪 . 自然災害科学 , 25-1 , 71-81 .

屋根雪問題討論会

屋根雪問題討論会にあたって

コーディネータ

福井県雪対策・建設技術研究所 宮本重信

今年3月、地中熱利用の冷暖房の成果発表会と引き続いてパネル討論が東京大学で行われた。先駆的に地中熱利用をやっていたことからパネラーに呼び出された私は、いつものようにパワーポイントを準備した。このコーディネーターから、それは要らないとメールが届いた。ぶっつけ本番に、彼から挑発的な質問を各パネラーは受けた。限られた時間、必死で最適な回答を探した。フロアーには彼に招かれた地中熱利用に懐疑的な著名な先生方がおられて厳しい質問が浴びせられた。多様な意見、対立する意見の大切さを思った。熱い議論で新しい対策のあり方を考える契機になればと思います。参加の皆さん、よろしくお願いします。

第二部 屋根雪 討論・報告のアウトライン

福井県雪対策・建設技術研究所
宮本重信

1

死者150人:戦後三番目の被害

死亡者の3分の2が65歳以上の高齢者
過疎化 高齢化

屋根雪
気象 福井では12月で重たい雪

2

A.溶かす

どれくらいの燃料(エネルギー)とコスト?

3

最小限溶かす(屋根に雪を残す)

熱的なロスを最小限に

4

過疎地にあるものを生かせないか
(村おこし論 内発的发展論)

1. 沢の水

2. 森の木

5

B. 落とす

自然に 動力で 人力で
需要が一時に集中する
安全性確保を含めて
よい方法等があれば

落としたものは

B - 1 溶かす

B - 2 動かす

6

B. 落とせない(市街地)

福井市内では

耐雪にして(積んだまま)
で十分?

なぜ普及しないのか?

7

新築以外で,

補強という方法はないのか

1. 今庄の通りでは

冬になると玄関や表通りを
柱と横板で補強しているが

2. 家の中を冬だけ補強

3. 耐震を兼ねて簡易な補強

8

ソフト面での対応

9

屋根雪処理問題を考える

(独) 防災科学技術研究所雪氷防災研究センター

阿部 修

1. はじめに

「平成 18 年豪雪」では 152 名もの尊い命が失われた。そのほとんどが屋根雪処理に関する事故によるものであった(消防庁, 2006)。これほど多数の方が亡くなられた要因は次のようなものと考えられる。

- (1) 高齢者が無理をおして屋根や住宅周りの除雪をせざるを得なかった。
- (2) いつもは雪の降らない地方で豪雪があり住民が除雪に不慣れであった。

当センターでは、前進である雪害実験研究所の設立(1964 年)の直後から屋根雪問題の重大性に着目しこれに取り組んできた(斉藤, 1969; 木村, 1989)。長年にわたる研究により、この問題は解決したかに見えたが、近年になっても屋根雪処理に関する事故は減らないばかりか逆に増加した。

本報告では、これまでの当センターにおける屋根雪問題に関する研究を振り返るとともに、今後どうすればよいかを考える。



図 1 自然滑落方式(左)と耐雪方式(右)の住宅

2. 屋根雪問題に対する取り組み

2.1 中越地震以前

(1) 部分融解方式

最初に屋根雪問題に取り組んだのは木村・清水(1969)で、屋根を融雪する際は全部融かさずに一部残しておくという“部分融解方式”を提案した。雪には断熱性があるので一部残しておいた方が融雪効率は高くなるというわけである。実証試験の結果、 1m^2 当たり 24 時間

に 20kgの融雪を行えば，豪雪地帯の十日町における 30 年間最強の降雪に対しても屋根雪荷重を 400kg/m^2 以内に抑えられるという．熱効率を 90%とした場合の投入熱量で表すなら 86W/m^2 である（木村，1997）．このとき問題になったのは屋根面と屋根雪底面の接触状態である．融雪状態に不均一性ができるとう空洞が発生し外気とつながって，せっかくの熱量が大気に奪われてしまうことであった．木村（同上）は屋根葺き材が折半だと空洞ができにくいと報告している．

(2) 軒下落雪の堆積形状

屋根の傾斜を利用して屋根雪を自然滑落させる方式はエネルギーを使わない点で優れているが，どれくらいの堆積スペースを確保すればよいのであろうか（図 2）．中村（1978）は，新庄市内の建物の軒下落雪の形状を調べ，平屋の建物では落雪形状がほぼ相似形であると仮定し，屋根幅と最大積雪深の 2 つのパラメータを用いて軒下の堆積幅を求める実験式を提案した．これは長岡ニュータウンの敷地幅を検討する際に参考にされるなど大いに利用された（地域振興整備公団，1979）．しかし，誤った利用のされ方もした．中村の実験式は屋根雪が庇から飛び出さずに直下に落ちることを前提にしたものであったのに，これをそのまま大型の建築物に適用してしまうケースがでてきた．こうなると今度は屋根雪の運動が問題になり，場合によっては，勢いよく飛び出した屋根雪が中村の実験式で求められる堆積幅を超えてしまうのである．中村・阿部（1981）は屋根雪が衝突した場合の衝撃力の測定を行い，高密度の屋根雪ではかなり大きな衝撃圧が生じることを示した．阿部（1998）は大型屋根から飛び出す屋根雪の運動を調べ，屋根上でも雪崩のように崩れて落下するケースがあり，十分なスペースと緩衝領域を設ける必要があることを提示した．



図 2 自然滑落方式の軒下落雪．初冬時でまださほど堆積していない．

(3) 屋根雪の積もり方

これは簡単ようでまだ解決されていない問題である。無風であればさほど困難はないのだが、2m/s を超える風が吹くと、屋根形状により吹き払われたり、吹き溜まったりするからである。また、屋根雪は建物内部からの熱量により融解される。中村・阿部（1978）は、3種の建物の屋根上と地上で同一日に断面観測を行い、屋根面に接している積雪層の厚みに相違があるのは、屋根面からの熱流量が異なるからだと考え、それぞれの熱流量を見積もった。これによれば暖房の有無で大きな差があることがわかった。ただし、現在の高断熱住宅では放熱量はかなり少ないと考えられる。一方、平らな屋根上での風による吹き払い効果に関する調査が行われ、ある程度強い風が吹くと全く積もらなくなる臨界風速が存在し、これが温度によって異なることも知られるようになった（阿部・中村，1984；阿部ほか，2004）。

(4) ホームページの作成

阿部（1999）は、屋根雪処理に関する様々なレベルの問い合わせに対処するため、ホームページ（一般住宅における屋根雪処理のための設計指針）を作成した*。

*：<http://www.bosai.go.jp/seppyo/>

この中で、一般住民が屋根雪処理の問題につきあたる原因として、次の3つをあげた。

- 1) 施工主の関心が薄い。
- 2) 工務店が屋根雪処理の専門的知識を持っていない。
- 3) 行政のチェック機構が働かない。

1)は忙しいとつい工務店任せになってしまうこと、2)は工務店側が住宅の外見だけを重視して屋根雪処理のことをおろそかにすること、3)は行政の担当者は屋根雪処理まではチェックできないこと、というのが主な理由と考えられる。

本設計指針では、これまでに用いられている耐雪、自然滑落、融雪および雪下ろしの4方式（図1に前者2つを例示）を区分するには、屋根雪荷重、堆積領域、運用経費によって決められることを示した。ただし、個別の問い合わせもあったことから、まだ決定版とはいえない。なお、北海道立北方建築総合研究所からは、北海道の建築に関する相談に答えるためのホームページが公開されている（<http://www.hri.pref.hokkaido.jp/022-2/index.html>）。

2.2 中越地震

中越地震は積雪期を目前にした積雪寒冷地を襲った地震としてこれまでに例のないものとなった（佐藤，2005）。中越地震・雪氷災害調査検討委員会（委員長：小林俊一）が設立された*（図3）。この建築ワーキンググループにより「震災後の住宅チェックシート」および「屋根雪処理の判断基準の提言」が発信された（同委員会，2005）。当センターでは、全壊は免れたものの屋根が破損し、一時しのぎにブルーシートが敷かれた住宅が多くみられたことから、雪氷防災実験棟を用いてブルーシート上での摩擦係数を測定した（図4）。そして、この結果に基づいて算出した典型的な家屋における屋根雪の飛び出し距離を、「屋根にブルーシー

で次の3点を呼びかけた．なお，(2)と(3)にはビデオ画像も添付してわかりやすくした．

(1) 屋根から落ちないように注意!

(2) 落雪に埋まらないように注意!

(3) 落雪にぶつからないように注意!

図5に屋根雪崩の写真を示したが，平成18年豪雪時の落雪等による死者は全体の13%にのぼった．

当センターでは2001/02年冬期からインターネットによる，長岡および新庄の積雪観測データの公開*を開始していたが，平成18年豪雪の直前には中越地方や山地積雪観測データについても公開した．これにより，積雪深や積雪重量の日ごとの値が誰でも見られるようになり，観測点に近い地方ではいつ屋根雪下ろしを実施したらよいかなど判断できるようになった．

* : (<http://www.bosai.go.jp/seppyo/>)



図5 突然起こる屋根雪崩

3. 問題解決のために

3.1 地域だけの問題ではない

これまでは，屋根雪処理は個人の問題として片づけられてきた．すなわち，各家庭には働き盛りの男性がいて各自の力量で雪処理できるものとして扱われてきた．しかし，この考え方では日本的な風土をもつ中山間地は今後10年もたたずに荒廃してしまうであろう．地域全体として考えなければいけないのはもちろんであるが，財政難にあえぐ自治体だけで対処するのは困難である．美しい日本の国土を守るためには国全体として何らかの財政的な措置を考える時期にさしかかっているといえる．

3.2 コミュニティーの構築

一方，都市域ではボランティアにより高齢者世帯を支援するなど，コミュニティ単位でその地域を維持していくという共同体の意識を持つことが大切となる．弱者が住めない地域はいずれ空洞化してしまうからである(沼野，1992)．町内会単位であらかじめ設定した日に道路を閉鎖し，一斉に屋根雪下ろしを実施して共同の経費で除雪するという方法もある．

3.3 情報の伝達

積雪地域の自治体では、広報を通じて屋根雪下ろしの危険性や公用地である道路と私有地の雪処理の区分などの情報を流している（図6）。しかし今後は、常日頃大雪が降らない地方の自治体でも、多雪地域の自治体と情報交換を図り、いざというときのために同様のサービスができるように備えておく必要がある。現在は、雪国・非雪国間の人間の移動も多いことから、初めて雪下ろしをする人のための注意点などをわかりやすく説明したパンフレットなども必要である。

インターネットによる注意の喚起は様々な応用が利く便利さはあるものの、被害の最も多い高齢者世帯はそもそもインターネットにアクセスできる環境にはなく、もっと身近なメディアを通じて広く呼びかける必要がある。



図6 新庄市広報（左：2005年12月9日、右：翌年2月9日発行）

3.4 行政のチェック機能

長期的な戦略として、2.1(4)で述べたように、建築確認申請のときに行政が屋根雪処理を行う上で問題がないかチェックすることがあげられる。都市域においては個人が実施する屋根雪処理と行政が実施する道路除雪は密接に絡み合っていて、屋根雪処理がうまくいけば道路除雪の負担も減ると考えられる。長岡市では平成2年3月に「長岡市建築物の屋根雪処理に関する指導要綱」を告示している。（http://www.city.nagaoka.niigata.jp/reki/reki_honbun/）

3.5 残されている研究要素

はじめに述べたように、屋根雪処理に関する研究要素はほぼ完了していると考えられていた。ただし、これまでの個々の研究成果を有機的に結合して、住宅環境、家族構成および投入可能経費によってどのような屋根雪処理を選べばよいかわかるようにしておく必要があ

る。また、原油価格の上昇にともなうエネルギー事情の変化により、さらに効率的な雪処理が求められるようになってきた。一方、高熱伝導率の素材、高効率の電気ヒータなどが開発されてきており、融雪効率の向上を図ることも可能となってきた。

屋根雪に埋没した場合や屋根から落下した場合の危険性などに関する、科学的なデータを提示する必要がある。前者に対しては雪崩に埋没したときの、後者に対しては自動車の衝突事故の資料が参考になるが、直接調査された事例はまだ少ない(阿部・小杉, 2001)。また、雪下ろしの際の命綱についても改良の余地がある。最近、冬期間の住民の行動パターン(藤野ほか, 2003)や除雪作業の健康に与える影響(森野ほか, 2006)などの調査が行われるようになってきたが、今後はヒューマンファクターを考慮した雪対策が求められる。

4. おわりに

屋根雪問題は多くの境界領域にまたがる総合科学とも位置づけられる。それぞれの立場の人間が結集してこれに当たらなければいつまでも解決できないのではないかと、そして今がその時期といえるのではないかと。

引用文献

- 阿部修(1998): 大型傾斜屋根の軒下落雪に関する研究. 克雪技術研究協議会調査研究報告書, 26-47.
- 阿部修(1999): 一般住宅における屋根雪処理のための設計指針. 寒地技術論文・報告集, 15, 704-709.
- 阿部修・小杉健二(2001): 物体落下時の積雪の緩衝効果に関する予備実験-屋根雪下ろし中の落下事故に関連して-. 東北の雪と生活, 16, 55-56.
- 阿部修・小杉健二・佐藤威・佐藤篤司(2004): 大型建築物における屋根雪の積もり係数の風速・温度依存性. 寒地技術論文・報告集, 20, 1-6.
- 阿部修・中村勉(1984): 陸屋根上の日降雪深に及ぼす風の影響. 国立防災科学技術センター研究報告, 32, 73-87.
- 藤野邦夫・小林俊一・西脇友子(2003): 積雪地域の気象条件と住民の外出行動に与える要因の研究. 寒地技術論文・報告集, 152-159.
- 木村忠志(1989): 屋根雪処理技術の変遷と最近の開発状況. 雪氷, 51 巻, 2 号, 111-117.
- 木村忠志(1997): 屋根雪対策法-部分融解方式-. 雪氷防災(高橋・中村編), 白亜書房, 268-272.
- 木村忠志・清水増治郎(1969): 屋根雪処理に関する研究(第1報). 日本積雪連合資料, No.94, 9-26.
- 森田勲・須田力(2005): 高齢者の人力除雪で発揮される体力要素. 雪氷, 67, 233-243.
- 斉藤博英(1969): 屋根雪処理の現状と将来. 日本積雪連合資料, No.94, 1-8.
- 佐藤篤司(2005): 地震災害と雪害の2重災害構造. 地球, 号外 No.53, 201-206.

佐藤篤司(研究代表者)(2006-a): 2005-06 年冬期豪雪による広域雪氷災害に関する調査研究 .
平成 17 年度科学研究費補助金 (特別研究促進費) 研究成果報告書 , 198pp .

佐藤篤司 (2006-b): 平成 18 年豪雪 . 自然災害科学 , Vol.25 , No.1 , 71-81 .

佐藤篤司 (2006-c): 平成 18 年豪雪について . 月刊消防 , Vol.28 , No.5 (通巻 321 号) , 24-29 .

佐藤威・阿部修・小杉健二・根本征樹・望月重人 (2005): ブルーシートで覆われた屋根からの雪の滑落現象について . 寒地技術論文・報告集 , 21 , 468-475 .

消防庁 (2006): 今冬の雪による被害状態 (第 62 報) . 総務省消防庁ホームページ ,
(<http://www.fdma.go.jp/detail/649.html>)

地域振興整備公団 (1979): 雪国の住まい-北陸の冬を快適に-. 212pp .

中越地震・雪氷災害調査検討委員会 (2005): 地震後の豪雪を乗り越えて-中越地震と 2006 年豪雪が残した課題-. 80pp .

苫米地司・高橋徹 (2006): 建築関連の被害 . 2005-06 年冬期豪雪による広域雪氷災害に関する調査研究 , 平成 17 年度科学研究費補助金 (特別研究促進費) 研究成果報告書 , 154-160 .

中村勉・阿部修 (1978): 陸屋根上の積雪の断面観測とその積雪底部での融解 , 国立防災科学技術センター研究報告 , 19 , 219-228 .

中村秀臣 (1978): 滑落した屋根雪の堆積形状 . 雪氷 , 40 , 37-41 .

中村秀臣・阿部修・中村勉 (1981): 滑落する屋根雪の壁面に及ぼす衝撃力 その 1 . 国立防災科学技術センター研究報告 , 25 , 169-189 .

沼野夏生 (1992): 現代社会の雪害・雪害と雪害観の変遷 . ゆき , No.9 , 83-86 .

屋根融雪に関する研究方向

福井県雪対策・建設技術研究所

青木 靖

屋根融雪に関する研究方向

福井県雪対策・建設技術研究所

1

背 景

平成17年度の大雪では福井県内においては屋根雪が原因となった事故が多発

死 者	6名	重軽傷	72名
家屋の全壊	39棟	一部損壊	112棟



2

屋根融雪装置の問題点

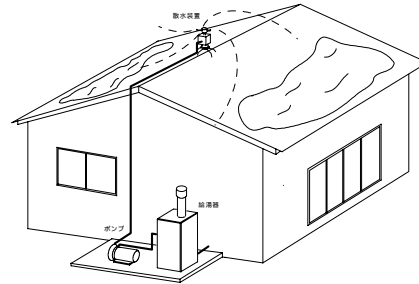
一般的な屋根融雪装置
比較的高価格(100m²当たり200万以上)

近年の北陸地方は暖冬傾向
→普及が進まない

17年12月には、融雪装置の準備を行う前に大雪
→融雪装置や瓦の損傷

3

簡易な屋根融雪



4

沢水利用落雪型屋根雪消雪



5

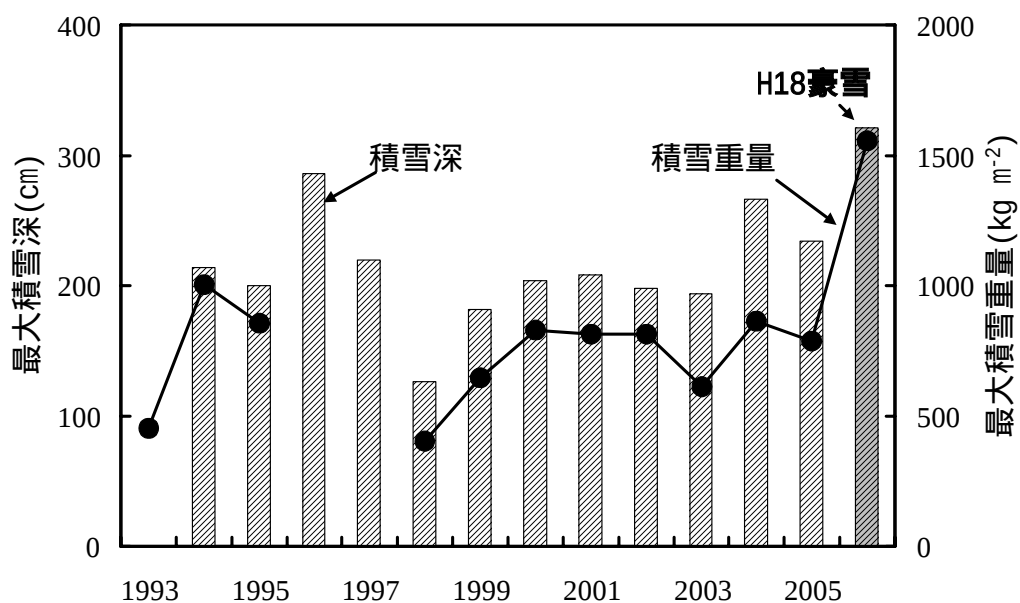
解決すべき課題

- 屋根散水方式
 - ・エネルギーロスの少ない散水方法の検討
 - ・散水直後の一時的な屋根荷重増加による、建物への影響
 - ・凍結の問題
- 沢水利用落雪型屋根雪消雪
 - ・水源の問題
 - ・消雪方法の検討
 - ・凍結の問題
- その他にも簡易な融雪方法がないか検討

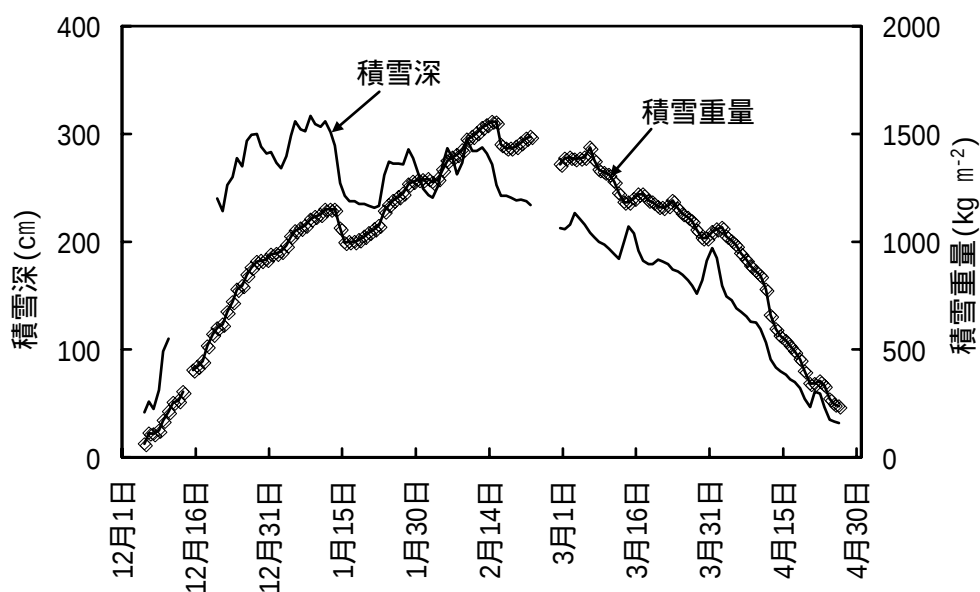
6

資料 防災科学技術研究所積雪気象観測点白山白峰(標高 835m)の観測データ

白山白峰における最大積雪深・積雪重量の経年変化



2005/06冬期白山白峰における積雪深・積雪重量の時間変化



2006 年度雪氷防災研究講演会報文集

平成 18 年 10 月 31 日発行

発行者 独立行政法人 防災科学技術研究所
雪氷防災研究センター

〒940 - 0821 新潟県長岡市栖吉町前山 187 - 16

電 話 (0258) 35 - 7520 (代)

ファックス (0258) 35 - 0020