

Agricultural Snow Damage Risk Assessment in Southern Sorachi Subprefecture in 2012 Heavy Snow Winter.

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): pipe house, return perio 作成者: 井上, 聡, 廣田, 知良, 濱寄, 孝弘, 根本, 学 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001395

平成24年南空知豪雪による農業雪害とリスク評価

井上 聡, 廣田知良, 濱寄孝弘, 根本 学

摘 要

2011年から2012年にかけて豪雪が発生し、積雪調査の結果、南空知地方に集中したことが明らかになった。岩見沢での最深積雪（208cm）や長期積雪期間（163日）は、気象庁統計史上最大であった。重回帰分析の結果、冬型と低温が要因として説明できた。農業雪害として、積雪深がハウス骨組みの肩を超え、沈降力により倒壊被害が多数生じた。今回の積雪深の再現期間は73年になり、肩（145cm）を超える再現期間は4年であった。長期積雪期間の再現期間は83年になり、9月多雨の影響もあり、秋まき小麦の雪腐病被害が甚大となった。消雪日は4月25日と最も遅くなった（再現期間42年）が、生育遅れはその後回復した。

キーワード：農業用ハウス，再現期間

I. はじめに

2011年から2012年にかけての冬季、北海道では多くの地点で気象庁観測史上最大の最深積雪を記録した。特に、岩見沢市を中心とした南空知地方において大雪となり、様々な雪害が生じた。

豪雪状況および雪害の概要については、著者（井上）も調査および執筆に参加した報告書が発行された（公益社団法人日本雪氷学会北海道支部，2012）。しかし、その農業被害のリスク評価については触れていない。南空知地方は、水田や転換畑を中心とした農業地帯であり、農業への雪害被害も深刻であった。本論文は、この農業雪害について、その被害背景や発生リスクを含めて解析し、リスク評価を行うことを目的とする。

なお、本論文では慣例に従い平成24年南空知豪雪と呼ぶ。積雪期間は年をまたぐため、以後前年秋から当年春までの寒候年を使用する。

II. 方 法

1. 積雪調査

気象庁の積雪観測地点のみでは地点数に限りがあり、また観測地点は市街地に位置するため、農地における積雪分布の実態が分からない。そこで、2012

年3月1日と2日に、南空知地方を中心に、積雪状況の現地調査を行い、目盛付ゾンデ棒（雪崩被災者探索のため積雪を測る棒状の用具）を使用して積雪深を測定するとともに、積雪状況を記録した。

2. 豪雪発生 of 気象学的検討

平成24年豪雪の発生原因については、気象庁からは偏西風の南への蛇行によって説明されている（気象庁，2012）。通常の偏西風コースに比べて南下することにより北からの寒気の進入量が増え、北日本全域が低温になったのが、特徴の1つとされている。また、シベリア高気圧が発達し、西高東低の冬型の気圧強度が高かったことも要因として挙げられている。そこで、毎年の冬季平均気温および冬型強度指標を説明変数とし、毎年の最深積雪と長期積雪初終日期間（いわゆる根雪期間）を目的変数とする重回帰分析を行い、要因評価を行った。解析対象期間は、1980年代後半の気候ジャンプ以前を避け、1990年以降とした。

冬季平均気温として気象庁岩見沢観測地点での12月～2月の月平均気温の3ヶ月平均値を用いた。

冬型強度の指標として、モンスーンインデックス（MOI）を使用した。MOIは、シベリア高気圧（西高）としてロシア・イルクーツク付近の気圧、アリューシャン低気圧（東低）として根室付近の気

圧，両気圧差を指標とするものである。ただし，現在，イルクーツクの地上気圧観測値は公表されていないため，川村（2006）と同様にNCEP/NCARの大気再解析データの両地点近傍値の12月から2月の平均値を使用した。

3. 農業雪害記録

農業雪害調査のために，JA美唄，JA岩見沢，北海道，岩見沢市の協力により，公表資料を含む各種統計データの提供を受け，現地農家からの農業雪害の聞き取りを行った。

農業雪害は，直接的雪害としての機械的雪害と生理的雪害，間接的雪害に分類できる（羽生，1986）。機械的雪害とは，積雪荷重および積雪沈力による破壊被害であり，最深積雪や期間降雪深と関連が深く，農業施設や果樹等が対象となる。生理的雪害は，積雪下が暗黒，高湿（または融雪水による冠水），0℃以下の低温条件であることから連続した長期積雪期間（根雪期間）の長期化によって越冬作物が消耗し，雪腐病被害が生じることである。間接的被害とは，消雪遅れによる春作業遅れや生育遅れ，その他の被害である。

4. リスク評価

岩見沢での寒候年最深積雪について，岩井法（高瀬，2003）を用いて超過確率および超過再現期間（平均して何年に1度生じるか）を求めた。岩井法は，水文学において期間降水量の発生確率の計算に広く用いられている手法であり，最大積雪深にも適用できると考えた。また，長期積雪期間（いわゆる根雪期間），長期積雪初日，終日について，同様に求めた。この積雪期間の確率計算には，長期積雪に関する研究事例である山田ら（1998）と同様にワイブル分布を用いた。なお，岩見沢の長期積雪期間は，目視観測を行っていない2007年以降については積雪深計観測値からの推定値である。統計記録と積雪深記録による推定値とを比較した結果同一であったため，推定可能と判断した。

Ⅲ. 結果

1. 積雪調査結果

3月1日，2日の積雪調査結果および3月1日24時の積雪深自動観測データを並べた結果を図1に示す。気象庁岩見沢特別地域気象観測所の積雪深は，

最大値208cm（2月8日）からは減少したが，なお171cmあった。また，公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チーム（2012）による積雪調査，独自積雪調査結果と合わせると，周囲の破線で囲んだ地域も150cmを超え，積雪が南空知地方に集中していることが分かった。一方，積雪深が100cmを超える地域（点線）は深川から夕張を經由し，石狩に至る線の北側であることが分かった。由仁町，長沼町から札幌にかけてのこれより内陸の地点では積雪深は100cmを下回り，豪雪の状況ではなかった。これら南空知地方への豪雪は，冬型で西風が卓越する際に生じるとされているが，平成24年豪雪においても西風の風系が確認された（公益社団法人日本雪氷学会北海道支部，2012）。

2. 豪雪発生の気象学的検討

1961年以降の最深積雪の年々変動を図2に示す。近年では平成18年が豪雪年だったが，それより平成24年豪雪のほうが最深積雪が大きかった。

1990年以降の毎年の最深積雪を目的変数，冬季（12～2月）平均気温およびモンスーンインデックス（MOI）を説明変数とする重回帰分析の結果，次の重回帰式を得た。

$$Y = 2.7X_1 - 16.8X_2 + 7.3 \quad (1)$$

ただし，Y：最深積雪（cm），X₁：MOI（hPa），X₂：冬季平均気温（℃）。

重決定係数（R²）0.51であり，1%水準で有意と確

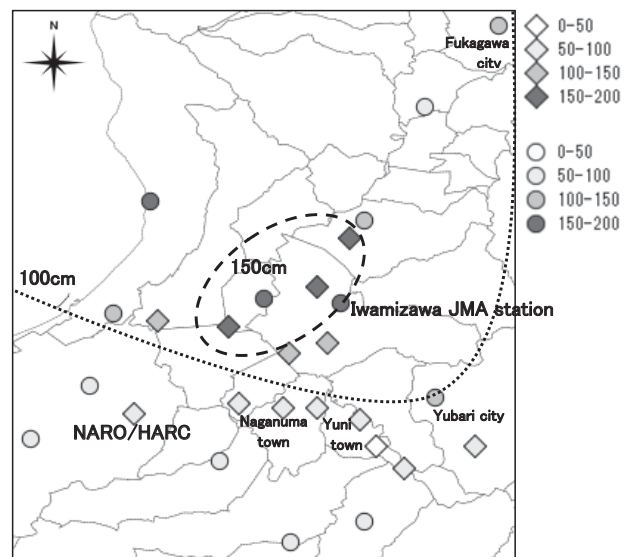


図1 2012年3月1日・2日の石狩空知地方の積雪分布
◇は積雪調査地点、○印は気象庁（JMA）観測点

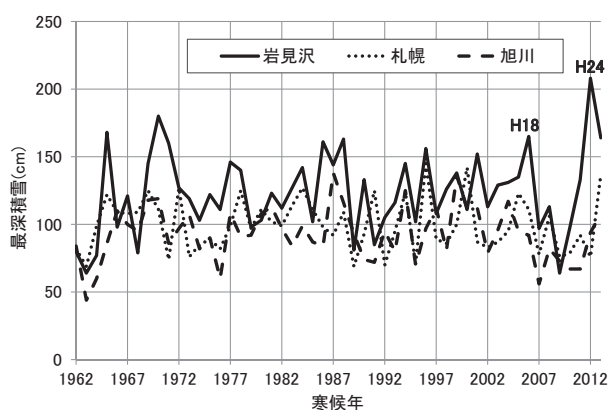


図2 岩見沢での最深積雪の年々変動

認められた。さらに誤差評価としてRMSEが20.4cmであった。

同様に1990年以降の毎年の長期積雪初終日期間を目的変数、冬季平均気温およびMOIを説明変数とする重回帰分析の結果、次の重回帰式を得た。

$$Y = 1.3X_1 - 11.5X_2 + 56.8 \quad (2)$$

ただし、Y：長期積雪日数（日）、X1：MOI（hPa）、



写真1 倒壊したハウス（岩見沢市周辺，農研機構小南靖弘氏 提供）

X2：冬季平均気温（℃）。

重決定係数が0.64であり、1%水準で有意と確認された。さらに誤差評価としてRMSEが10.0日であった。

なお、他の変数の検討は行っていない。また、長期積雪日数とMOIには多重共線性がないことを確認した。

3. 農業雪害調査

機械的雪害については以下のとおりである。北海道農政資料（2012）によると、全空知管内における農業施設では、ハウス被害は5046棟、うち被覆を外したパイプのみのハウス被害（写真1）は4899棟、D型ハウス（写真2）や畜舎等その他の被害で150棟の被害があった。これらは、部分損傷から全損までを含めた合計被害棟数である。被害額では、それぞれ548百万円、518百万円、170百万円であった。また、岩見沢市毛陽地区は果実生産が盛んであるが、りんごでは栽培面積15.41haのうち65.3%に折損被害が生じた（写真3）。ただし、ここでは機械的雪害に加えて、エゾシカによる食害も含まれている（表1）。

生理的雪害では、秋まき小麦で深刻な雪腐病被害が発生した（北海道病害虫防除所資料，2012）。空知管内の作付面積14,951haのうち、雪腐病発生面積率83.7%（平年68.9%）、被害面積率28.5%（平年9.7%）であり、深刻な被害のため廃耕予定面積は946.5ha（平年190.7ha）と大きかった。写真4に美唄市周辺での秋まき小麦圃場の様子を示す。

その他の被害としては、前述した果樹のエゾシカ食害のほかに、消雪遅れによる作業遅れ、生育遅れが見られた。



写真2 倒壊したD型ハウス（美唄市周辺）



写真3 折損後手当てされたリンゴ
(岩見沢市毛陽地区)

表1 岩見沢市毛陽地区の果樹雪害調査結果
(岩見沢市農務課調べ)

	果樹折損面積(ha)	栽培面積(ha)	折損割合(%)
りんご	10.07	15.41	65.3
なし	0.5	1.29	38.8
プルーン	0.34	4.06	8.4
おうとう	1.06	1.3	81.5
醸造用ぶどう	0.98	17.6	5.6
小果樹	1.58	5.78	27.3

シカの食害を含む



写真4 消雪後の秋まき小麦畑の様子(美唄市周辺)

4. リスク評価

2012年の岩見沢での寒候期最深積雪208cmは、1990年以降のみならず、連続観測を行っている1960年以降でも最大であった。岩見沢の最深積雪の超過再現期間を、1981年以降の統計期間で岩井法により計算すると、73年になった。一方、札幌や旭川は平年以下の最深積雪であった。

長期積雪の初終日間日数も163日で、積雪深と同様に最大であり、1961年からの統計期間では、超過再現期間は83年であった。一方、札幌では134日、旭川では142日であり、それぞれ超過再現期間は8年、74年であった。

消雪日に関して、岩見沢は、1961年以降、遅いほうから1位である4月25日であり、超過再現期間は42年であった。札幌は4月11日であり同7年、旭川は4月19日であり同7年であったため、岩見沢の消雪日が突出して遅くなった。

IV. 考察

道央地方平野部において、例年3月上旬は融雪期直前であり、冬季の積雪分布を評価するのに適し

ている。3月1日には、岩見沢の積雪深は最大値208cm(2月8日)からは減少したが、171cmあった。周囲地域も150cmを超え、積雪が南空知地方に集中していることが分かった。著者(井上)も参画した平成24年南空知豪雪調査チーム(2012)では、別途、積雪全層の水当量や積雪層構造まで調査を行った。観測結果からは、岩見沢周辺では 60gcm^{-2} すなわち600mmを超え、水当量としても多雪が確認された。また、新しい積雪層の雪質は、しまり雪を経て、比較的温暖な気温の場合は、ざらめ雪(粒径が大きく、丸い雪質)に変成するが、岩見沢周辺の積雪層の観察結果では、ざらめ雪層が非常に少なかった。この結果からも、冬季を通じて気温が非常に寒冷だったことが分かる(公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チーム, 2012)。また、現地農家からも、積雪層が非常に硬く締まり、雪かきが容易ではなかったとの聞き取り結果を得た。

要因解析では、気象庁から豪雪の要因として説明された冬型季節風、冬季の低温について、それぞれモンスーンインデックス、冬季(12~2月)平均気温を説明変数とし、最深積雪と長期積雪期間を目的

変数とする重回帰分析を行った結果、1%水準で有意な回帰式を得ることが出来た。それらの説明変数によって、豪雪状況の要因評価を定量的に行うことが出来た。

平成24年豪雪の結果、機械的雪害として、農業施設や果樹に甚大な被害が生じた。岩見沢の最深積雪208cmの再現期間は、本解析では73年、原田ら(2012)は349年と推定した。観測記録1位であるため、あてはめた確率分布関数によって差が生じやすいが、いずれも統計期間を大きく超え、極端な豪雪だったことが確かめられた。農業施設では、特に被覆資材を取り払ったパイプのみのハウスで被害が大きかった。積雪地では一般に、何も栽培していない状態のハウスは、倒壊防止のため被覆資材を外してパイプのみの状態で越冬することが推奨されている。例年ならば、ハウスパイプの直立部分までしか積雪しないため積雪の沈降力がパイプにかからないが、平成24年豪雪ではさらに上部の肩を超える積雪のためパイプ上部の屋根部まで雪に埋もれて沈降力がかかり、倒壊が多発した(写真1, 5)(井上, 2012; 宗像, 2012; 山本, 2012)。倒壊したハウスの肩高は、宗像(2012)は145cmの事例を挙げている。これは、同様の方法で再現期間を計算すると4年であるため、4年に3年は無対応であっても倒壊被害は生じないと考えられる。このようなハウス倒壊被害を防ぐには、パイプ径が太く強度の強いパイプを使う、支え棒を入れる、撤去する、棟間隔を空けて除雪機が入れるようにする、といった対策が考えられるが、コスト増加、土地利用効率の低下等が問題となるため、リスク評価との兼ね合いが重要と



写真5 ハウス骨組みの肩を超えた積雪の様子
(美幌市周辺)

なる。

毛陽地区での果樹被害は、雪害による枝折れに加えて、エゾシカによる食害の被害が大きかったとの調査結果であった。エゾシカ個体数の増加は、社会問題にもなっているが、その生態は不明な点も多く、十分な個体数管理も行われていない。個体数の増加および平成24年豪雪による餌場の減少と果樹園への侵入の容易化が食害をもたらしたと考えられるが、その被害発生の確率推計は難しく、今後の課題である。今後の果樹更新も含め、毛陽地区における果樹生産現場の状況を注視する必要がある。

生理的雪害としての雪腐病は、長期積雪期間が長いほど被害が急増することが知られている(松本, 2009)。平成24年豪雪では163日と最長であり、被害が甚大となった。同年の長期積雪は、岩見沢では再現期間83年であり、最深積雪同様、稀にみる長期間になった。一方、札幌や旭川でも平均より長く、それぞれ再現期間は8年、74年となった。雪腐病防除は積雪前の適切な薬剤散布が有効である。平成24年豪雪では褐色雪腐病被害が多かったが、例年は菌核系被害が多く、それぞれ対応薬剤が異なる。防除時期が早期化し、薬剤選定が難しかったことが、被害増加要因になった可能性がある。また、空知管内での秋まき小麦の生育調査(空知総合振興局空知農業改良普及センター資料, 2012)をみると2011年10月15日には茎数225.7本/m²であり、同資料平年比を計算すると65.7%であった。岩見沢の2011年9月降水量は283mmであり、平年129mmに対して2.2倍もの大雨であった。このため作業機械が圃場に入れず、播種の遅れが8日であり、生育遅れのまま越冬した結果、雪腐病被害が拡大したと考えられる。

一方、消雪遅れについて、岩見沢では、消雪日(長期積雪終日)は4月25日であり、統計開始以来最も遅かった。積雪深が最大であったことに加えて、気温も冬季から4月上旬まで平年以下だったため、消雪が遅れた。消雪日の1961年以降の平均値は、4月6日であり、再現期間は42年となった。札幌や旭川での再現期間はいずれも7年であったため、岩見沢の消雪のみ突出して遅れたことを意味する。

一般に、融雪促進のため、次の2方法が普及している。一つめは、作業機によって積雪層を乱して表面積を増やし、粗度を増すことによって気温との熱交換を促進させる雪面畝立法である。近年は、雪割

りと称して、チゼルプラウ等を使用して雪面を乱す技術が取り込まれつつある。二つめは、黒色粉末の融雪材を雪面上に散布して日射エネルギーを吸収させて融雪促進する雪面黒化法である。融雪時に本州より気温は低い、晴天が多い道内では、雪面黒化法の融雪効果が高い。融雪材散布したところは、地域差もあるが、統計上の岩見沢消雪日より早く消雪した。

空知管内では、消雪遅れの結果、小麦の起生期も12日と大きく遅れた。水稲についても、育苗ハウス内の消雪が遅れたため播種が5・6日遅れた。しかし4月後半が平年より高温となり、以後も天候不順なく経過したため、消雪遅れによる生育遅れは無事に回復した。

以上、本論文では、2012年の岩見沢を中心とした南空知地域における農業雪害の実態とその発生リスク評価を行った。井上・横山(1998)およびInoue and Yokoyama(2003)では、地球温暖化の進行にともなって全国的な積雪減少トレンドが予測された。これは、気温上昇によって降水形態が雪などの固体から雨などの液体に変わることが原因であるが、道内のように冬季に十分気温が低いところでは温暖化影響として想定される数度の気温上昇では降水形態が変化しない。そのため道内では、冬季降水量が増加すると降積雪が増加するため、引き続き豪雪への警戒が必要である。実際に、本研究での年々変動においては局地的な豪雪が発生し、雪害が発生するリスクが確認された。平成24年のみならず、複数年の積雪と雪害発生事例を組み合わせるにより、リスク評価モデルを構築することができるが、それは今後の課題である。また、岩見沢のみならず季節風型降雪が生じる日本海側農地での広域的な評価も今後の課題である。さらに、現場農家は自分の居住家屋や通路、施設の除雪を行うばかりではなく、地域共同体の一員であって地域としての除雪に対する共助の一端を担っている(公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チーム, 2012)ことから、農業生産だけではない地域全体の雪害対策の観点から、他の雪研究とも連携して、研究を深化させていく必要がある。

謝 辞

本研究におきまして、JA美唄 栗崎弘利様、JA岩見沢 崎田忠邦様、河合則之様、西飯弘之様、宮越

祐二様、岩見沢市農務課 加藤様、北海道農政部農政課 大西峰隆様、北海道農業共済組合連合会 武井幸弘様、公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害調査チームの皆様、日本農業気象学会リスクマネジメント部会の皆様、地方独立行政法人北海道総合研究機構農業研究本部根釧農業試験場 牧野司様、同北見農業試験場 藤井弘毅様、北海道大学 松本直幸様、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センター 菅野洋光様、大野宏之様、北海道農業研究センター 小南靖弘様、奥村健治様、村上則之様には、ご多忙のところ、雪害調査へのご協力や解析への貴重なご意見をいただきました。また、文科省科研費基盤C22580293から研究費の提供を受けました。ご厚意に深く感謝して、ここに記します。

引用文献

- 1) 原田裕介, 松澤勝, 上田真代, 松下拓樹(2012) 北海道における2011年度冬期の最大積雪深の再現期間と大雪事例について. 北海道の雪氷. 31, 131-134.
- 2) 羽生寿郎(1986) 雪害, 農業気象用語解説集. 167.
- 3) 北海道農政部資料(2012) 今冬期の大雪による営農施設被害状況調査結果(確報)について.
- 4) 北海道病害虫防除所資料(2012) 病害虫発生情報第3号4月月報.
- 5) 井上聡, 横山宏太郎(1998) 地球環境変化時における降積雪の変動予測. 雪氷. 60, 367-378.
- 6) Inoue S. and Yokoyama K. (2003) Estimates of snowfall depth, maximum snow depth, and snow pack conditions in Japan by using five global warming predicted data. Journal of Agricultural Meteorology. 59, 227-236.
- 7) 井上聡(2012) 平成24年(2012年)豪雪. 北海道の気象と農業. 41-43.
- 8) 川村隆一(2006) 平成18年豪雪をもたらしたラージスケールの大気循環場の特徴. 科研費報告書.
- 9) 気象庁(2012) 平成24年冬の天候と大気の流れの特徴について ~ 異常気象分析検討会の分析結果の概要 ~. 報道発表資料.
- 10) 公益社団法人日本雪氷学会北海道支部雪氷災害

- 調査チーム（2012）2011－2012年冬期に北海道岩見沢市を中心として発生した大雪に関する調査報告書.
- 11) 松本直幸(2009)雪腐病(1). 北農. 76, 143-149.
 - 12) 宗像政美(2012)2011年度豪雪の教訓. ニューカントリー. 2012年11月号, 10-12.
 - 13) 空知総合振興局空知農業改良普及センター資料(2012)農作物生育状況.
 - 14) 高瀬信忠(2003)河川工学入門. 森北出版. 全245p, p. 84.
 - 15) 山田一茂, 廣田知良, 城岡竜一(1998): Weibull分布を用いた積雪の長期継続期間とその初日, 終日の解析. 農業気象, 54, 63-69.
 - 16) 山本正浩(2012)雪降る前と冬季間にできること. ニューカントリー. 2012年11月号, 13-15.

Agricultural Snow Damage Risk Assessment in Southern Sorachi Subprefecture in 2012 Heavy Snow Winter.

Satoshi INOUE, Tomoyoshi HIROTA, Takahiro HAMASAKI and Manabu NEMOTO

Summary

Heavy snow cover and agricultural snow damage occurred in the 2011–2012 winter. The heavy snow cover was localized in Southern Sorachi Subprefecture. The maximum snow depth (208 cm) and long-term snow cover (163 days) in that winter set new records for data collected by the Japan Meteorological Agency in Iwamizawa. Results of regression analysis showed that the combination of a strong monsoon condition and low air temperature lead to the record-breaking maximum snow depth and long-term snow cover. The flames of plastic greenhouses were destroyed by the settlement force of snow cover that exceeded the height of the base of curved roof.

The return period (the recurrence interval) of maximum snow depth (208 cm) is 73 years, and the return period of maximum snow depth exceeding the base of the curved roof of a flame (145 cm) is 4 years. The return period of long-term snow cover is 83 years. Hard snow mold diseases occurred because of long-term snow cover and heavy rain in September 2011. The last day of long-term snow cover (April 25) in 2012 is also a new record for data estimated by Iwamizawa JMA station snowdepth data. The return period of the day is 42 years. The delay of the agricultural calendar recovered in 2012.

Key Words: pipe house, return period