

東北の雪と生活

第 38 号

2023

公益社団法人 日本雪氷学会東北支部

東 北 の 雪 と 生 活

目 次

巻頭言	日本雪氷学会東北支部の活動状況	若林裕之	1
論 文	2019 年 12 月および 2020 年 2 月に秋田県内陸北部で発生した着氷性の雨の発生事例	鳥潟幸男	3
報 告	山形蔵王における雪氷現象の観測(2022/2023 冬季)	沖田圭右, 山谷 睦, 沼澤喜一	9
	山形蔵王の低標高にできる樹氷 —2014/2015 冬季~2021/2022 冬季—	沼澤喜一, 山谷 睦, 沖田圭右	12
	無散水消融雪施設の効率的な稼働に向けた検討(その 6)	山口正敏, 服部恭典, 福井秀樹	17
	GEE を使用した山形県の積雪後方散乱特性解析	若林裕之	19
	5 km メッシュ大規模地域気候アンサンブルシミュレーションによる 降雪日数・極端降雪の将来変化	山崎 剛, 川瀬宏明, 橋本 健	23
	吹雪時における吹きだまり量の推定について(Ⅱ) —全吹雪輸送量の経験式を用いた吹きだまり量の評価—	根本征樹, 富樫数馬	29
	令和 5 年(2022/23 年)冬期における新庄の積雪変化について	小杉健二, 富樫数馬, 荒川逸人, 田邊章洋, 安達 望, 佐藤研吾, 根本征樹	32
	2022/2023 年冬期に発生した 3 件の雪崩調査報告	荒川逸人, 安達 聖, 小杉健二	34
	八甲田山バックカントリーのツアールート その 1	佐々木幹夫	40
	八甲田山バックカントリーのツアールート その 2	佐々木幹夫	46
	2022/23 年 青森県の雪況	小関英明	52
	秋田県およびその周辺における 2022-23 年冬季の積雪の特徴	本谷 研	58
	衛星リモートセンシングを用いた伊南川流域の地すべり分布の推定	磯田侑杜, 朝岡良浩	62
	非破壊三次元計測による積雪粒子径の計測 —X 線 CT を用いた湿雪試料の計測例—	安達 聖, 荒川逸人	65

資 料

東北雪氷賞受賞理由	69
東北雪氷賞（功績賞）をいただいて	小杉健二 71
公益社団法人日本雪氷学会 2023 年度東北支部理事会 議事録	73
公益社団法人日本雪氷学会 2023 年度東北支部総会 議事録	74
2022 年度（公社）日本雪氷学会東北支部事業報告・収支報告書	75
2023 年度（公社）日本雪氷学会東北支部事業計画・収支予算案	83
公益社団法人日本雪氷学会東北支部 支部規程施行内規	87
東北雪氷賞受賞者選考規程	89
東北雪氷賞受賞者リスト	91
日本雪氷学会東北支部「東北の雪と生活」投稿規程	93
「東北の雪と生活」原稿執筆要項	94
「東北の雪と生活」著作権譲渡承諾書	96
2023・2024 年度 公益社団法人 日本雪氷学会東北支部役員	97
（公社）日本雪氷学会東北支部 特別会員・賛助会員	99

巻頭言



日本雪氷学会東北支部の活動状況

公益社団法人 日本雪氷学会東北支部 支部長 若林 裕之

このたび 2023・2024 年度日本雪氷学会東北支部長を拝命いたしました。2021・2022 年度に引き続いての再任となります。2021・2022 年度の期間は、新型コロナウイルス感染症の影響が大きく、東北支部の様々なイベント開催が難しい状況が続きましたが、2023・2024 年度については、感染症法の扱いが 2 類から 5 類に変更されたことや、私自身が東北支部長を 2 年間経験して東北支部の役割について理解が進んだこともあり、東北支部長としての使命を全うすべく支部活動にさらに貢献できるように努力してまいります。

毎年 5 月頃に開催している東北支部大会については、2020 年始めからの新型コロナウイルス感染症の影響で、2020 年度はやむなく開催中止になりましたが、関係役員のご協力のおかげで、2021 年度および 2022 年度はオンラインで開催することができました。また、2023 年度は、5 月 8 日の感染症法取り扱い変更後に、福島県郡山市にて、感染症のリスクを少なくするために、一日のみの対面開催を実施しました。これを東北支部大会対面開催の再スタートとし、対面開催を基本として開催場所を持ち回ることにはしたいと思っています。

東北支部の機関誌である「東北の雪と生活」ですが、前述した東北支部大会における研究発表会の内容等について、発表者に改めて「論文」または「報告」として投稿していただいたものを記事として出版しているものです。前述したように 2020 年度の東北支部大会自体は開催中止となりましたが、2020 年度も「東北の雪と生活」は出版され、毎年途切れることなく出版されています。機関誌への投稿は東北支部大会での研究発表の有無にかかわらず可能ですので、研究結果等を積極的に投稿していただきたいと思います。なお、機関紙には、東北支部の活動状況として、支部総会や支部理事会の議事録、前年度の事業・決算報告、発行年度の事業・予算計画等について資料として掲載されています。2016 年度からの機関紙は PDF 版として出版されていて、東北支部ホームページ上から内容すべてを閲覧できるようになっています。

2015 年度以前の機関誌は紙媒体のみの出版だったため、現在の東北支部ホームページ上では目次のみが閲覧できる状態になっていますが、内容を含めて PDF 公開できるように準備を進めていて、技術的には公開できる状態になっています。しかし、2015 年度以前に掲載された機関誌記事については、著作権が著者にあることから、PDF 公開するためには著者に対して日本雪氷学会への著作権譲渡の可否について伺いして了承を得る必要があります。その手順が 2023 年度の東北支部理事会および東北支部総会にて了承されました。該当記事の著者の皆様には、担当者から著作権譲渡についての問い合わせが行われている状態ですので、関係皆様のご対応をお願いいたします。

雪氷学会東北支部が開催している「積雪観測講習会」については、積雪断面観測を伴う講習であり、積雪観測方法の講義と野外における実習を行っているため、対面開催でないとは実施困難であるという判断から、2020 年度と 2021 年度の開催は見送りました。2022 年度については、防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター・新庄雪氷環境実験室の全面的な協力を受けて、同所の支部会員が講師となり、同所の敷地内で開催することができました。3 年ぶりの開催ということで、学生、賛助会員、および一般会員の多く(合計 19 名)が参加しました。2022 年度の講習会は、感染症リスク低減化のため、午前中のみ短時間開催でしたが、積雪観測関係の講習会は、他支部においてはここ数年オンライン開催のみであったためか、他支部の会員にも参加していただきました。2023 年度以降も積雪観測講習会は対面開催する予定になっています。数少ない積雪断面観測が経験できる講習会であり、毎年場所を変

更して開催されますので、以前の参加者もリピータとして参加していただきたいと思います。また、関連する職場の皆様や積雪観測が必要な業種の皆様に勧めていただければ、雪氷学会東北支部の普及啓発活動や社会貢献となり、公益社団法人としての役割にもつながると考えています。

毎年東北支部大会中の支部総会の最後に「東北雪氷賞」の授賞式が行われます。東北雪氷賞は雪氷学会東北支部が授賞する賞で、5つの区分(学術賞、学術奨励賞、技術賞、功績賞、特別功績賞)からなります。東北支部会員からの受賞候補者の推薦を受け、東北雪氷賞選考委員会が選考を行うというプロセスになっています。1988年度から2023年度にかけて毎年授賞者を選考して表彰していますが、選考手順の第一ステップである支部会員からの推薦が少ないことが懸念されます。受賞者の将来研究等への励みや功績の周知になるものなので、毎年の推薦時期に積極的に候補者推薦をしていただけるようお願いいたします。

日本雪氷学会と日本雪工学会が合同で開催している「雪氷研究大会」は日本雪氷学会の4支部(北海道、東北、北信越、関東・中部・西日本)が持ち回りで開催場所を決定して開催しています。2023年度は東北支部が担当し、9月初旬に福島県郡山市にある日本大学工学部郡山キャンパスで開催されました。雪氷楽会を含め4年ぶりに完全対面で開催された大会でしたが、400名近くの会員に参加していただきました。東北支部は会員数が少ないこともあり開催県内の会員のみならず、東北支部全体で大会実行委員会を組織する必要があり、多くの会員にご協力していただき感謝しています。今後も4年間隔で東北支部内で雪氷研究大会開催があり、皆様のご協力が必要になります。

以上、長々とここ数年の日本雪氷学会東北支部の活動状況についてまとめました。新型コロナウイルス感染症の影響はまだまだ収束せず、インフルエンザの感染者数が増加している状況です。東北支部としては注意をしながら、対面開催のイベントを増やしていこうと思います。そのためには、東北支部会員の皆様のご協力が不可欠と思いますので、引き続き、皆様にご支援とご協力を賜りますようお願いいたします。

2019 年 12 月および 2020 年 2 月に秋田県内陸北部で発生した 着氷性の雨の発生事例

鳥瀧幸男（大館市教育委員会）

Case studies of freezing rains in the inland of northern part of Akita Prefecture observed in December 2019 and in February 2020

Yukio TORIGATA (Odate City Board of Education)

1. はじめに

着氷性の雨 (Freezing rain) とは、 0°C より低温の雨のことであり、過冷却の状態で地上に落下して、地面や地物または飛行中の航空機に当たると着氷（水と 0°C の氷の混在）を起こす（気象庁，1998）。

着氷性の雨が発生する気象条件は、上空に降雪粒子を融解して雨滴にする暖気層（気温 0°C 以上）があり、その下層に雨滴を冷却して過冷却状態とする寒気層（気温 0°C 以下）が存在することである（松下・西尾，2004; National Weather Service）。この寒気層が適度に薄ければ過冷却された雨滴は液相のまま地上に落下し「着氷性の雨」として観測され、厚ければ再凍結して「凍雨」として観測される（松下・西尾，2004; National Weather Service）。このほか、頻度は低いが大気全層が気温 0°C 以下の状態で暖かい雨のプロセスを経て過冷却雨滴が成長する場合もある（松下・西尾，2004；WW2010）。

松下・西尾（2004）は、全国 153 地点の気象官署における 1989 年 11 月から 2003 年 5 月までの 14 冬季間のデータを解析して、日本で観測された着氷性の雨、着氷性の霧雨、凍雨の観測回数を調べた。その結果、着氷性の雨は、中部地方から東北地方にかけての内陸山間部と、東北地方から北海道地方にかけての太平洋側の平野部で発生率が年間 0.2 回（5 年に 1 回）以上と高かった。着氷性の霧雨も、同様の分布であるが、頻度が高いのは長野県の内陸部と北海道東部で、年間 0.1 回以上であった。これらは、気象官署に限定された記録であり、気象官署がない市町村での発生の実態は不明なことが多い。東北地方で発生したものとしては、1989 年 12 月 14 日に発生した仙台平野（田所，1997）、1995 年 1 月 22 日に発生した石巻（松下・西尾，2004）、1998 年 1 月 18 日と 2006 年 1 月 13－14 日に発生した新庄（松下・西尾，2004；松下，2006）の事例などが報告されている。

2019 年 12 月から 2020 年 2 月にかけて秋田県内陸北部に位置する大館市において着氷性の雨による雨氷 (glaze) が筆者により 2 回観察された。このうち、市街地で発生した場合は歩行者の転倒や自動車の滑走事故が相次いだ。山地で発生した場合は登山道沿いの樹木から剥がれ落ちた雨氷の氷片が登山者に衝突する様子が観察された。本稿ではこの 2 事例について発生時の気象条件や発生した災害の詳細について整理して報告するとともに考察を行う。

2. 研究対象地域および方法

研究対象地域は秋田県内陸北部の北鹿地方（北秋田市，上小阿仁村，大館市，鹿角市，小坂町）である（図 1）。米代川沿いに位置し、鷹巣盆地，大館盆地，花輪盆地を有する。本稿ではこの地域を 3 区域に分けて取り扱うこととし、北秋田市と上小阿仁村を「北秋田」、鹿角市と小坂町を「鹿角」、大館市を「大館」とする。

気象条件の解析にあたっては、気象庁による地上気象観測および高層気象観測の観測値、ならびに各種天気図等を用いた。雨氷災害のうち交通事故統計については、対象地域内の各警察署および高速

道路交通警察隊の事故統計データを秋田県警察本部より入手した。各地域の滑走事故件数は、各警察署と各高速道路警察隊における件数を合算した。対象期間は2019年12月1日から31日で、人身事故と物件事故の件数を合計した。

凍結路面に伴う転倒事故の把握にあたっては、対象地域内の広域行政組合消防本部または市町村消防本部から救急搬送にかかる統計データを入手して解析した。凍結路面で転倒して搬送された場合は救急搬送人員の内訳で「一般負傷」に区分されるため、本稿では「一般負傷」の数値を参照することとした。なお、12月10日については路面凍結に伴うけが人の発生状況について全件の詳細を得た。

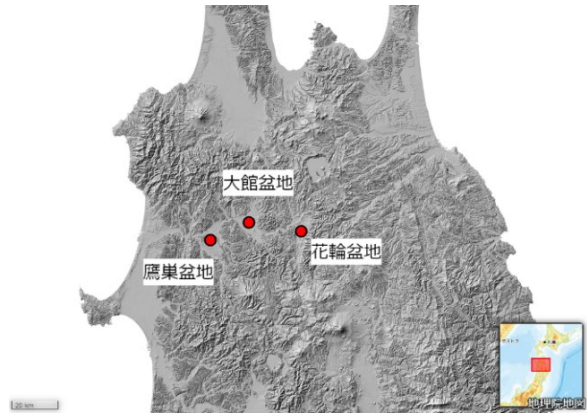


図1 研究対象地域位置図。作成にあたっては地理院タイルの陰影起伏図を使用した。

3. 結果

3.1 2019年12月10日の発生事例

12月10日8時20分ごろ、大館の住宅街の路面やフェンスで着氷が観察された(図2,3)。路面やフェンスが透明な氷でコーティングされていた。米代川沿いの盆地群(鷹巣盆地, 大館盆地, 花輪盆地)ではこの雨水によると考えられる交通事故や歩行者の転倒事故が多発した。



図2 アスファルト路面に付着した雨水(2019年12月10日8時20分ごろ筆者撮影)。



図3 フェンスに付着した雨水(2019年12月10日8時20分ごろ筆者撮影)。

3.1.1 気象条件

当地方は前日まで高気圧に覆われよく晴れたため(図4)放射冷却により気温が低下し、12月10日朝の最低気温は、鷹巣 -3.8°C (3:59JST)、大館 -5.4°C (4:01JST)、鹿角 -7.5°C (4:57JST)であった。10日6時のアメダス観測所における気温分布図を図5に示す。これ

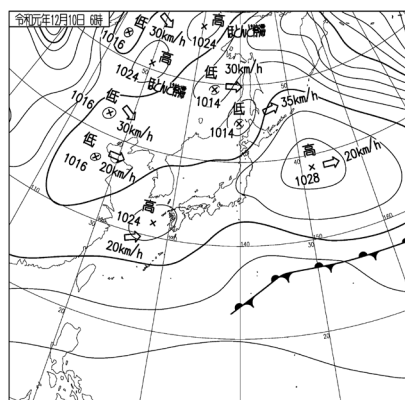


図4 2019年12月9日6時の地上天気図(気象庁SPAS)。

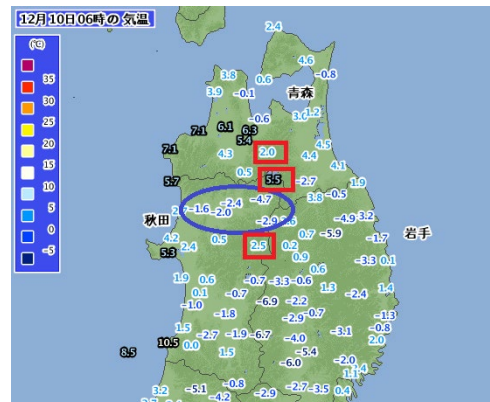


図5 2019年12月9日6時の気温分布。気象庁ホームページ「アメダス」に追記。赤枠は高標高域、青丸は低標高域。

によると米代川流域の盆地部（鷹巣：標高 29m，大館：標高 49m，鹿角：標高 123m）で氷点下の気温となっており（青い丸で囲った領域），標高の高い酸ヶ湯（標高 890m），休屋（標高 414m），八幡平（標高 578m）ではそれぞれ 2.0℃，5.5℃，2.5℃とプラスの気温で盆地部より高くなっていた（赤枠で囲った領域）．12 月 10 日は日本海北部を低気圧が北東進し，低気圧から南にのびる地上のシアラインが早朝から昼ごろにかけて東北地方に接近・通過した．これに伴う降水域は日本海から弱まりながら秋田県に接近し，大館のアメダスでは氷点下の気温で 5 時 50 分から 8 時 10 分にかけて 2.5mm の降水が観測された（図 6）．その後 8 時 40 分から 11 時 20 分にかけて風向・風速は欠測となったが，これは着氷による欠測と考えられる．10 日 9 時の秋田（大館の南西 70km）の高層気象観測による鉛直プロファイルによれば，高度 1440m 付近より下層で気温が 0℃以上であり，気温の逆転層が高度 443m（気温 7.0℃）付近より下層に形成されていた（図 7）．よって，高度 440m 付近で液体であった降水粒子は，盆地内の氷点下の気層を落下中に過冷却され，地表の地物に衝突して着氷現象が発生したものと考えられる．

3.1.2 雨氷災害

12 月 10 日朝，歩行者の転倒事故や車両の滑走事故が相次いだ．歩行者の転倒事故などが含まれる一般負傷による救急搬送人員は鹿角 1 人，大館 9 人，北秋田 4 人の計 14 人であり 12 月としては突出して多かった（図 8）．大館では 9 人とも路面凍結により滑って転倒した事例であり，このうち自宅前での転倒が 6 人であった．消防署における覚知時刻は当日の 6 時 47 分から 13 時 59 分の間であったが，このうち 89%が午前中であった．筆者の自宅前でも通学中の児童らが繰り返し転倒して大騒ぎしながら登校する姿が見られた．

滑走事故は鹿角で 50 件，大館で 17 件，北秋田で 5 件の計 72 件であった（図 9）．この日は交通事故の 95%が滑走による事故であった．鹿角ではこの日 1 日だけで 12 月の月間滑走事故件数の 45.9%を占めた．

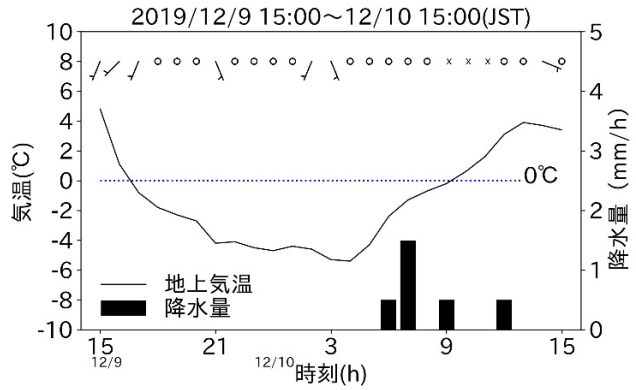


図 6 2019 年 12 月 9 日 15 時から 10 日 15 時にかけての大館における地上気温，降水量，風向風速の経過．短矢羽 1m/s，長矢羽 2m/s，旗矢羽 10m/s，○静穏，×欠測．気象庁アメダス観測による．

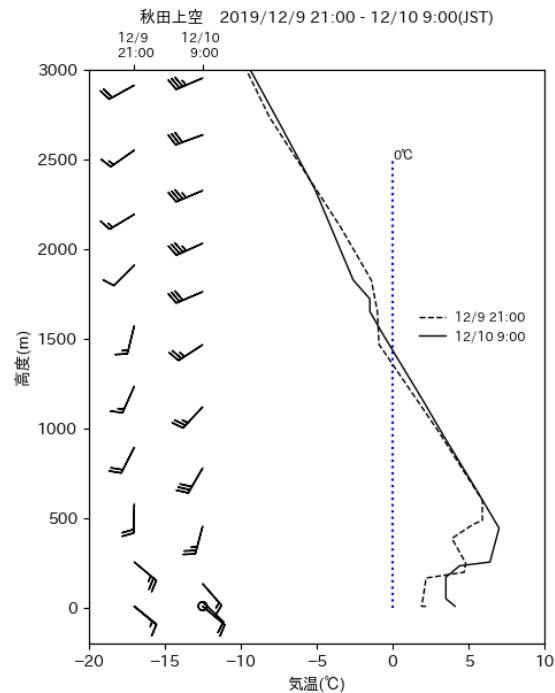


図 7 2019 年 12 月 9 日 21 時および 10 日 9 時の秋田上空の気温と風向風速．短矢羽 5kt，長矢羽 10kt，旗矢羽 50kt．気象庁高層観測による．

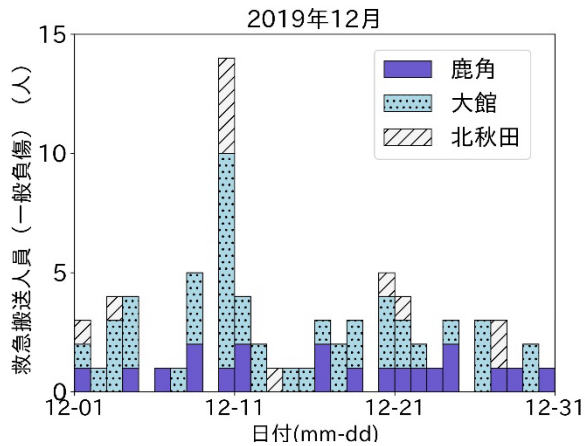


図8 鹿角・大館・北秋田警察署管内の救急搬送人員数（一般負傷）．対象地域内の各消防本部提供データによる．

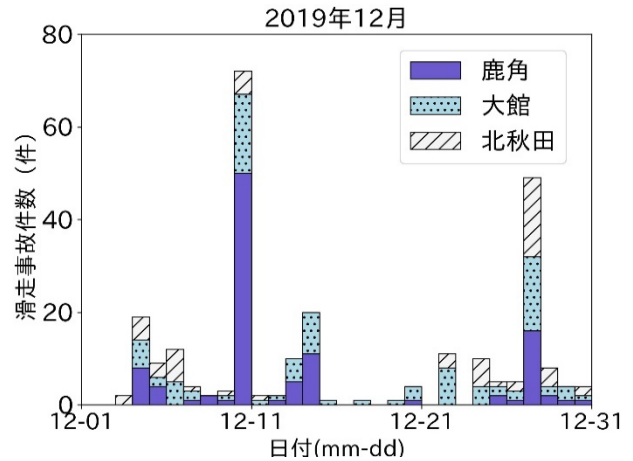


図9 鹿角・大館・北秋田警察署管内における滑走事故件数（人身＋物件）．秋田県警察本部提供データによる．

3.2 2020年2月17日に発生した事例

2月17日10時30分ごろから11時30分ごろにかけて、大館の鳳凰山（標高520.4m）の登山道沿いで8合目付近（標高400m付近）から山頂にかけて着氷現象が筆者により観察された（図10左）．幹や枝葉が透明な氷で包まれ、太陽光が当たるときらきらと光り幻想的な光景が見られた．山頂付近の小枝に着氷した雨水の厚さは最厚部で21mm、最薄部で14mmであり、それらの平均値は17.5mmであった（図10右）．

なお、大館の市街地（標高60m～80m）では着氷現象は観察されなかった．



図10 樹枝に付着した雨水(2020.2.17筆者撮影)．右図は左図の一部の氷にスケールを当てて拡大撮影したものである．

3.2.1 気象条件

2月16日21時、500Pa面において日本海西部に寒冷渦があり、17日9時にかけて南東進するとともに、地上では二つ玉低気圧が日本列島を通過していた（図11）．大館アメダスではこれに伴う降水が16日15時から17日9時にかけて観測された（図12）．秋田の高層観測（図13）によれば16日21時は上空の暖気移流が強く0℃高度は2600m付近にあり、900m付近より下層に気温の逆転が見られた．ところが500m付近の気温は5℃を超えており、過冷却降水の条件をみたしていなかった．17日9時の鉛直プロファイルでは気温の逆転はなく0℃高度は1000m付近であったため、落下する降水粒子が融解過程を経て500m付近で再冷却されるというような場にはなっていなかった．

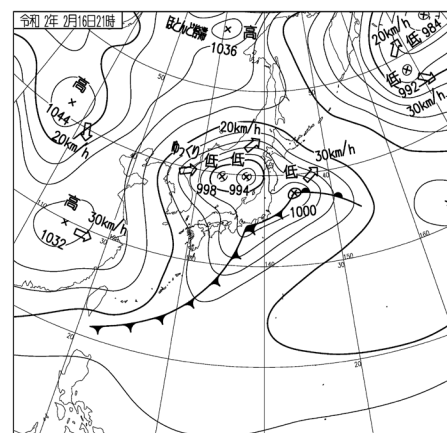


図11 2020年2月16日21時の地上天気図（気象庁SPAS）．

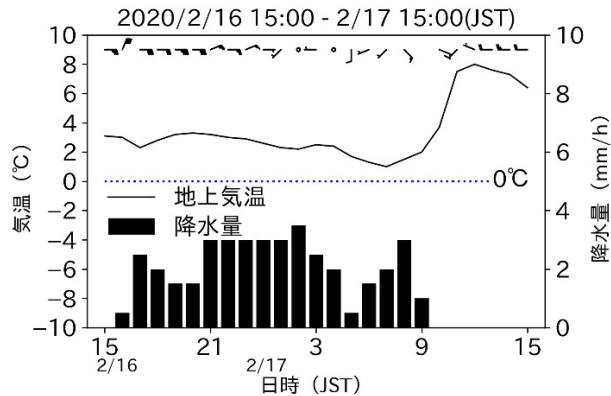


図 12 2020 年 2 月 16 日 15 時から 17 日 15 時にかけての大館における地上気温、降水量、風向風速の経過。短矢羽 1m/s、長矢羽 2m/s、旗矢羽 10m/s、○ 静穏、× 欠測。気象庁アメダス観測による。

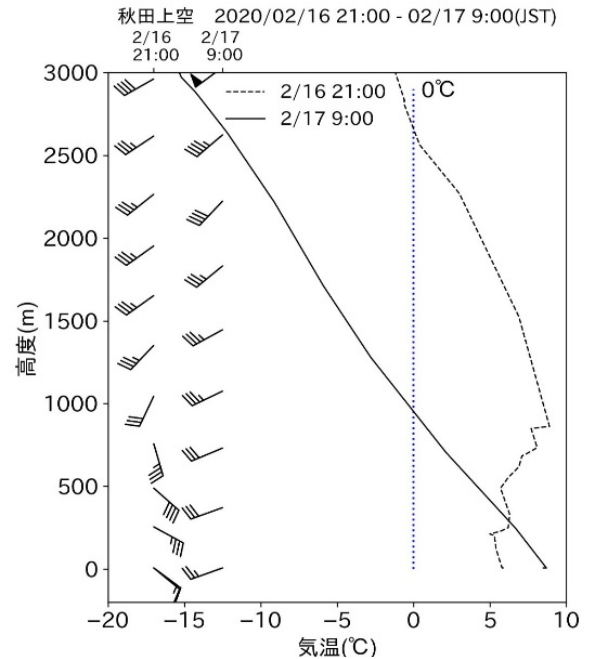


図 13 2020 年 2 月 16 日 21 時および 17 日 9 時の秋田上空の気温と風向風速。短矢羽 5kt、長矢羽 10kt、旗矢羽 50kt。気象庁高層観測による。

3.2.2 雨氷災害

2 月 17 日 11 時ごろ、高度 500m 付近での実測気温は 2.1°C で樹木に付着した雨水は融解して剥離しつつあった。樹木の幹回りに付着した氷膜と樹皮との間には隙間ができ、その隙間を融解水が樹幹流となり流下する様子も観察された。また、強風によって氷片が樹木から剥がれ落ち（図 14）、長径数 cm の無数の氷片が、登山者を直撃する様子が観察された。筆者にも直撃し痛さとともに恐怖を感じたため樹林の下から一時退避した。

このほか、着氷による重みで樹木が折損している様子が一部で見られた（図 15）。



図 14 樹木から剥離して地面に落下した氷片。



図 15 着氷による重みで折損して落下した枝。

4. 考察

2019 年 12 月 10 日の事例では、当地方の盆地群は放射冷却で生成された滞留寒気により低温になっており（冷氣湖）、その上空に暖気が流入することにより、鉛直方向に気温の逆転層が形成され、融解過程を伴う着氷性の雨が発現しやすい状況であったと考えられる。当地は盆地であるため、地形上このような気象場が形成されやすく、着氷性の雨は今後も一定頻度で発生するものと考えられる。

2020 年 2 月 17 日の事例は、二つ玉低気圧の通過に伴うものである。一つ目の低気圧は日本南岸を

通過し、二つ目の低気圧は日本海を北上していた。16日21時の秋田の高層観測では高度900m以上の層に南西からの暖気が流入しており900m以下の層において気温の逆転が見られた。12時間間隔の高層観測のデータからは900m以下の層に氷点下の気層は見られないが、大館の500m高度で雨氷が観察されているという事実があることから、秋田から北東へ70km離れている大館のこの高度付近では、低気圧の北東側をまわる東寄りの風が氷点下になっていた時間帯があったものと考えられる。

「着氷性の雨」は、当地域に気象台等の有人気象観測所が無く観測体制が無いことや、そもそもその現象の発生頻度が低いことから、当地域においてもほとんど知られていない。また、その過冷却雨滴が地物に着氷して発生した雨氷がもたらす危険性もほとんど知られていない。過冷却状態の雨が市街地に降った場合は、路面の凸凹は雨氷で滑らかに覆われるため、路面には極めて滑りやすいブラックアイスバーンが形成され、歩行者の転倒事故や車両の滑走事故を多発させる。2019年12月の事例では自宅前で転倒した歩行者が多かった。これは、当時の着氷時の路面は凍結状態というよりは一見雨上がりのような「濡れ」状態に見えたため、凍結していることに気づかぬままに歩いてしまった場合も多かったのではないかと考えられる。他方、山地に降った場合は、融解時には樹木から剥離・落下した氷片が登山者の身体を直撃することがある。これらの雨氷災害を減じるためには、当地域においても雨氷が発生する可能性があるということ、また市街地で発生した場合、路面は雨上がりのように見えるが実は極めて滑りやすいブラックアイスバーンになっているということ、そして山地で発生した場合は融解時に氷片の落下によりケガをする可能性があるということを地域住民に広く啓発して、認知度を高めておくことが肝要であると考えられる。

5. おわりに

本稿では、2019年12月から2020年2月に大館周辺で着氷性の雨が2回発生したという事実、およびその際発生した雨氷災害の規模を明らかにすることができた。当地域で発生した雨氷の過去事例については、ごく少数の地域住民からわずかに伝え聞くことはあるが、その危険性についてはほぼ知られていない。本稿のような事例解析を蓄積することにより、その地域における雨氷災害の発生頻度や災害規模を把握することができるため、地域の雪氷防災に資することができると考えられる。

謝辞

秋田県警察本部、北秋田市消防本部、大館市消防本部、鹿角広域行政組合消防本部の担当者の皆様には事故統計データの抽出および提供において大変お世話になった。ここに謝意を表する。

【引用文献】

- 気象庁 (1988) : 気象観測の手引き. https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/kansoku_guide/tebiki.pdf (2021.3.9 閲覧).
- 松下拓樹 (2006) : 2006年1月に山形県新庄で発生した雨氷現象の特徴. 2006年度日本雪氷学会全国大会講演予稿集, 151, doi:10.14850/jssi.2006.0.151.0.
- 松下拓樹・西尾文彦 (2004) : 着氷性降水の気候学的特徴と地域性について. 雪氷, **66**, 541-552.
- National Weather Service : What is the Difference between Sleet, Freezing Rain, and Snow ? <https://www.weather.gov/iwx/sleetvsfreezingrain> (2023.6.3 閲覧).
- 田所 裕 (1997) : 雨氷ギャロッピング現象事例解析. 研究成果報告書第4号, 北見工業大学地域共同研究センター, 1-6. 国立国会図書館デジタルコレクション <https://dl.ndl.go.jp/pid/3201585> (2023.6.3 閲覧).
- WW2010: Supercooled Warm-Rain Processes. Department of Atmospheric Sciences (DAS) at the University of Illinois at Urbana-Champaign. [http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/cld/prcp/zr/prcs/swrp.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/cld/prcp/zr/prcs/swrp.rxml) (2023.6.3 閲覧).

山形蔵王における雪氷現象の観測(2022/2023 冬季)

沖田圭右・山谷 睦・沼澤喜一※(日本地下水開発株式会社 蔵王雪氷研究グループ)

Observation of icing and snow accretion Jyuhyo (Ice Monsters) at Mt. Zao (2022/2023 winter)

Keisuke OKITA・Mutsumi YAMAYA and Kiichi NUMAZAWA

(Mt. Zao Snow and Ice Research Group, JGD)

1. はじめに

当社は1997/1998 冬季から26シーズンに亘って山形蔵王の地蔵山付近で着氷雪現象及び積雪の観測を実施している。観測の目的は、山形大学地球環境研究会(1995)で矢野が指摘した地球温暖化に起因するとみられる樹氷形成下限標高の上昇が、その後どのように変化しているのかを明らかにすることである。観測内容は樹氷(Ice monsters)の高度変化観測、地蔵山頂付近での積雪断面観測、蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅気象データの収集・解析である。

2. 蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅付近での気象観測結果と樹氷形成状況

蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅における2022/2023 冬季の積雪深、気温及び平均風速を図1に示した。

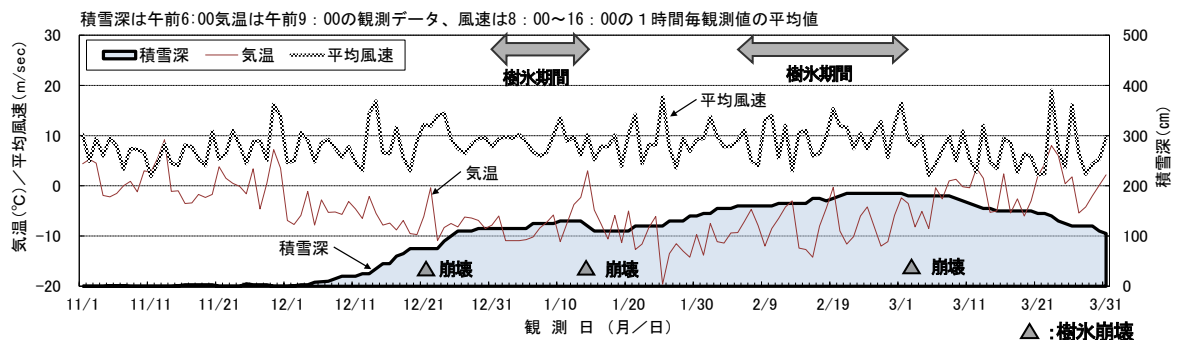


図1 蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅における2022/2023 冬季の積雪深、気温および平均風速。

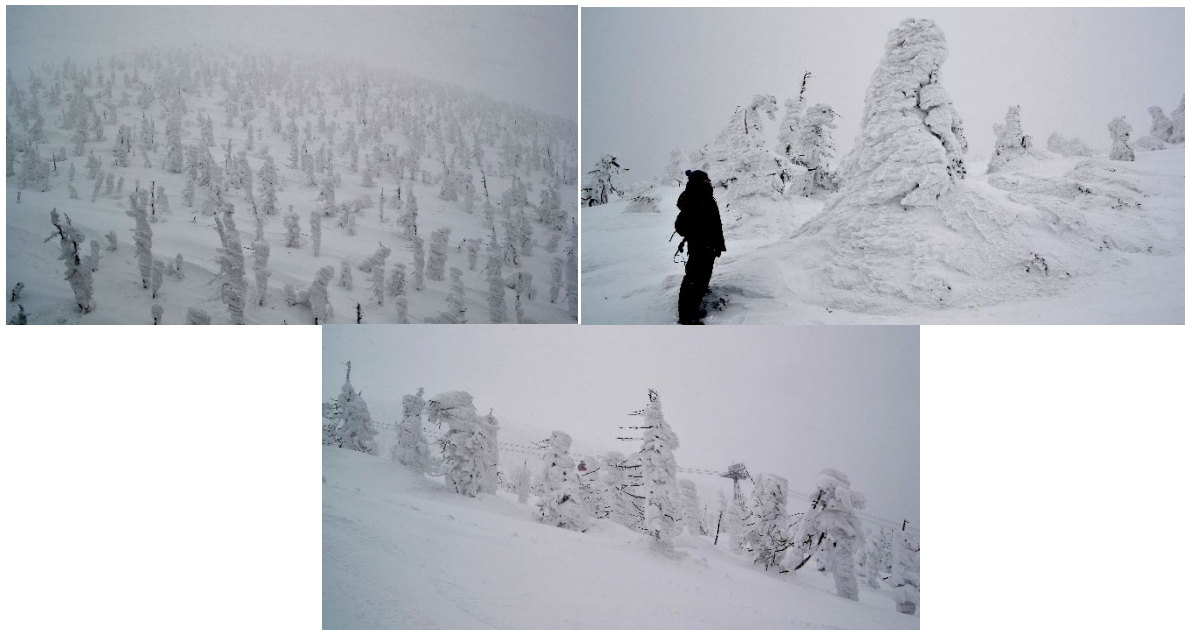


図2 樹氷形成状況(左上標高1660m付近・右上1630m付近・下段1590m付近(90番)(2023年2月10日)).

※元 日本地下水開発株式会社

今冬季は12月上旬から本格的な降積雪となり、12月中旬の寒波で積雪量が増加したが、12月22日頃の高温と強風により樹氷形成途中での崩壊があった。その後年末の寒波で積雪量が増加し、降雪と共に樹氷形成も進み、地蔵山頂駅付近では1月初めより樹氷鑑賞が可能となった。1月14日には高温と降雨により樹氷が崩壊した。その後はようやく継続した寒気と降雪により樹氷形成が進み、2月上旬から細身の樹氷が確認されるようになった。3月1日頃の気温上昇と降雨により樹氷が崩壊し、その後は樹氷が再形成されるほど寒気が続かなかった。今冬季は2月に観測した樹氷の形状やエビのしっぽの付き具合より最盛期に標高1590m付近(番号標90番付近)より上部で樹氷の分布が確認されたと推定された(図2)。今冬季の樹氷鑑賞期間は1月初めから1月14日までと、2月上旬から3月初めまでの、合計で約35日間であった。1月14日の樹氷崩壊や樹氷形成時期の崩壊があったため、樹氷が大きくなりづらい状況が続いたと考えられる。

3. 積雪断面観測結果

積雪断面観測は4月5日に1回行い、積雪の成層構造(雪質、粒度、雪温、密度、硬度の鉛直分布)を観測した。観測地点は過年度と同様に地蔵山頂駅舎の南西150m付近である。積雪断面観測結果を図3に示す。4月の積雪断面観測では、断面観測地点の積雪深は175cm、表層を含む全層がざらめ雪で所々氷板が分布していた。雪温は全体に0℃付近を示しており、融雪が進んでいる状況が確認された。

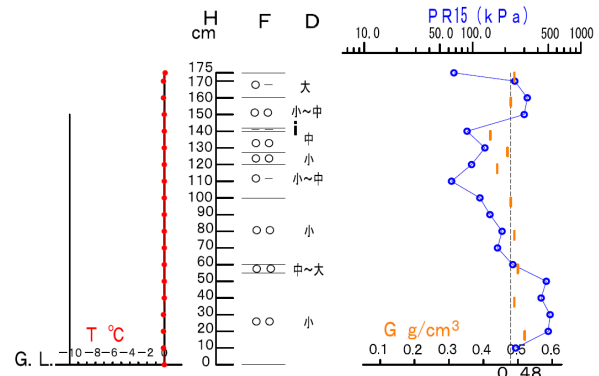


図3 積雪断面観測結果 (2023年4月5日)。

4. 樹氷の高度変化

今冬季実施した目視による樹氷の高度変化観測より、地蔵山頂(標高1736m)から連続的に分布が確認された樹氷形成下限標高は1590m付近(番号標90番付近)と判断した。図4にこれまでの樹氷形成下限標高と、冬季平均気温(12,1,2月午前9時データ:山頂駅観測)、及び冬季平均風速(12,1,2月8~16時平均データ:山頂駅観測)をまとめた。今冬季の平均気温は-7.9℃で、観測を実施した26冬季の平均値-8.4℃より0.5℃高い値を示した。今冬季の平均風速は8.9m/sであり26冬季の平均値(9.4m/s)よりも小さい値を示したが、山頂駅舎を建て替えた2003/2004年以降の近年の測定結果では平均値よりも大きな値を示した。

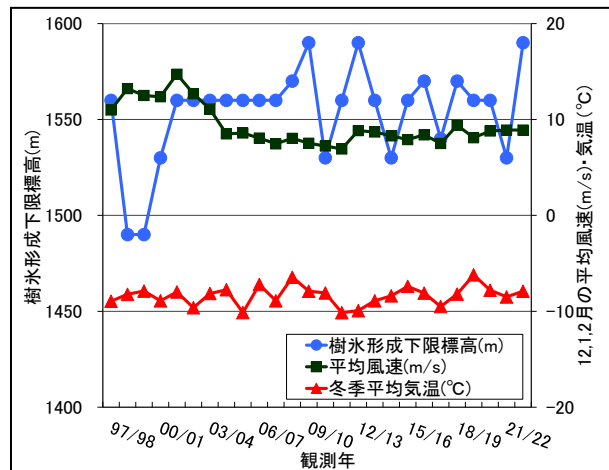


図4 樹氷形成下限標高と冬季平均気温・風速。

5. アオモリトドマツの枯木について

現在、樹氷形成範囲と重複する地蔵山頂駅周辺から標高1550m付近に分布するアオモリトドマツは殆ど枯れている(図5)。これは、2013年以降の蛾の幼虫(トウヒツヅリヒメハマキ)によるアオモリトドマツの針葉の食害被害と、トドマツノキクイムシの穿入被害による



図5 アオモリトドマツの幹折れ状況 (2023年4月5日)。

ものである。図 5 より積雪で埋まる付近あたりでの幹折れが多く確認されている。積雪が多い時期は埋ってしまう木が多くなっており、樹氷の分布密度が低下している。

6. まとめ

気象庁(2023)によると、平地の山形市における今冬季 12 月～2 月の降水量は平年値の 109%である 267.5mm であったが雨の日もあり、最深積雪は 43cm で平年値(51cm)の 84%と少なかった。山形市の 12 月～2 月の平均気温は平年値と同じ 0.9℃であった。

地蔵山頂駅の観測による今冬季の最深積雪は 185cm で、これまで 26 冬季の観測結果の平均値である 236cm より少ない値であった。平地(山形市)では降水量は多く最深積雪は少なく、気温は平年値と同様であった。山地(地蔵山頂駅)では積雪が少なめで気温はこれまでの平均より高めの状況であり、上昇傾向が確認されている。今冬季の樹氷形成下限標高は 1590m と 26 冬季の平均値 1554m よりも高く、年ごとの変動が確認されている。地蔵山頂駅付近では 1 月初めから樹氷鑑賞が可能となった(図 6)。1 月後半は崩壊があり、樹氷鑑賞期間は約 35 日間であった。

謝辞

蔵王ロープウェイ株式会社から研究に必要な気象観測データを提供頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

【引用文献】

気象庁(2023)：冬(12～2 月)の天候，別紙。

https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/stat/tenko2023djf_besshi.pdf (2023 年 4 月 19 日)

山形大学地球環境研究会(1995)：検証・ヒトが招いた地球の危機，東京，講談社，37-56。

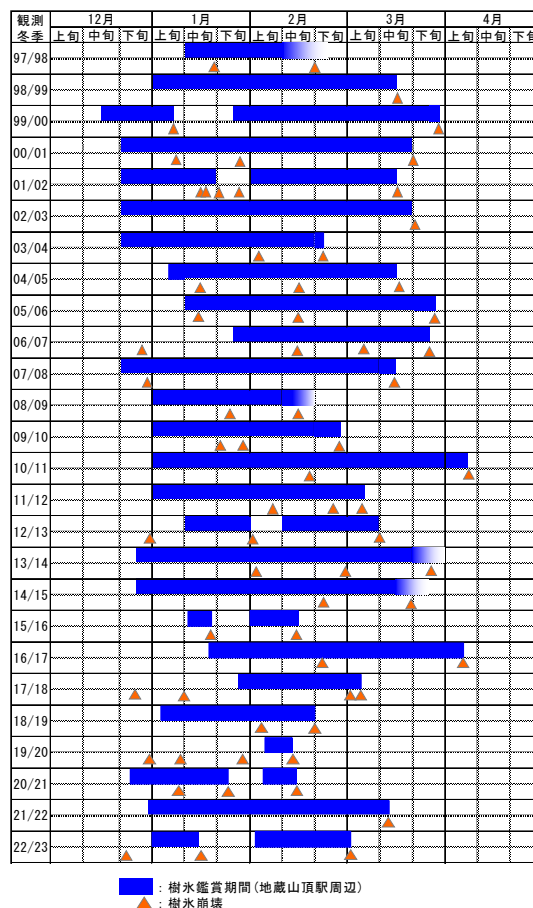


図 6 地蔵山頂駅付近の樹氷鑑賞期間。

山形蔵王の低標高にできる樹氷 —2014/2015 冬季～2021/2022 冬季—

○沼澤喜一※, 山谷 睦, 沖田圭右
(日本地下水開発株式会社 蔵王雪氷研究グループ)

Ice Monster formed completely at lower altitude of Mt. Zao
- 2014/2015winter ~2021/2022winter -
Kiichi Numazawa, Mutsumi Yamaya and Keisuke Okita
(Mt. Zao Snow and Ice Research Group, JGD)

1. はじめに

山形大学地球環境研究会(1995)で矢野が指摘した, 山形蔵王における地球温暖化に起因すると見られる樹氷形成下限標高の上昇が, その後どのように変化しているかを明らかにすることを目的に, 観測地点を定め, 1997/1998 冬季から 25 シーズン継続して樹氷の高度による変化を観測し, 樹氷が形成される下限標高を調べている. 調査を進めている中で地蔵山頂付近からの連続性は見られないが, 低標高でも局所的に短期間, 樹氷が形成されることがあり, 2014/2015 冬季から低標高での観測地を設定し, 樹氷形成に必要な諸条件を把握するため, 8 シーズン継続し観測を行っている.

2. 観測地点

1997/1998 冬季から続けている樹氷の高度変化観測は, 山形蔵王地蔵山の蔵王ロープウェイ山頂駅からザング坂, 樹氷原コースを経てユートピアゲレンデまでの区間で行っている. 山頂駅からスキーコースに沿ってほぼ等間隔に指導番号標が設置されており, 山頂駅近傍が 100 番(標高 1660m)で, ユートピアゲレンデの観測終了点が 45 番(標高 1340m)である. 2014/2015 冬季からは低標高(55 番から 50 番まで:1420m~1390m)における樹氷形成観測に, 広範囲に観測できるユートピアゲレンデ最上部の連絡コースを追加した(図 1, 図 2).

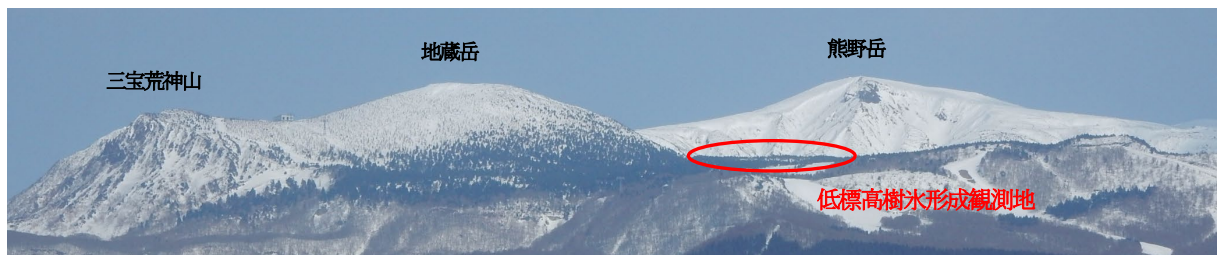


図 1 低標高(55 番から 50 番まで:1420m~1390m)における樹氷形成観測位置.



2015. 1. 21 撮影



2018. 2. 22 撮影

図 2 ユートピアゲレンデ最上部の連絡コース(標高 1420m~1400m) .

※元 日本地下水開発株式会社

3. 観測方法

低標高での樹氷の形成については、2014/2015 冬季から本格的に観測地点を追加し、観測を開始している。低標高の観測地である連絡コースで樹氷が形成される位置は、おおむね地形的に季節風が強いユートピアゲレンデ最上部周辺(標高 1420m～1400m)にあたっている。番号標 45 番の近傍に蔵王ロープウェイ山麓線樹氷高原駅があり山頂駅と同内容の日中定時観測している積雪深、気温、風速、風向、天候等の気象データの提供を受け、データを整理し、解析を行っている(図3、図5、図7)。

低標高での樹氷の形成については、阿部(1979)が述べている「蔵王山の樹氷はアオモリトドマツの大木が着氷と雪でおおわれて巨大な固まりに成長したもの」を判定基準としている。枝の分離がなく、着氷と雪で一体化しているものを目視で、同標高付近の樹氷個体の半数以上がこの条件を満たしているか否かを観測している。低標高での樹氷形成は、移動しながら、樹氷をカメラで撮影するとともに、樹氷の様子を目視観測し、判定している(図4、図6、図8)。

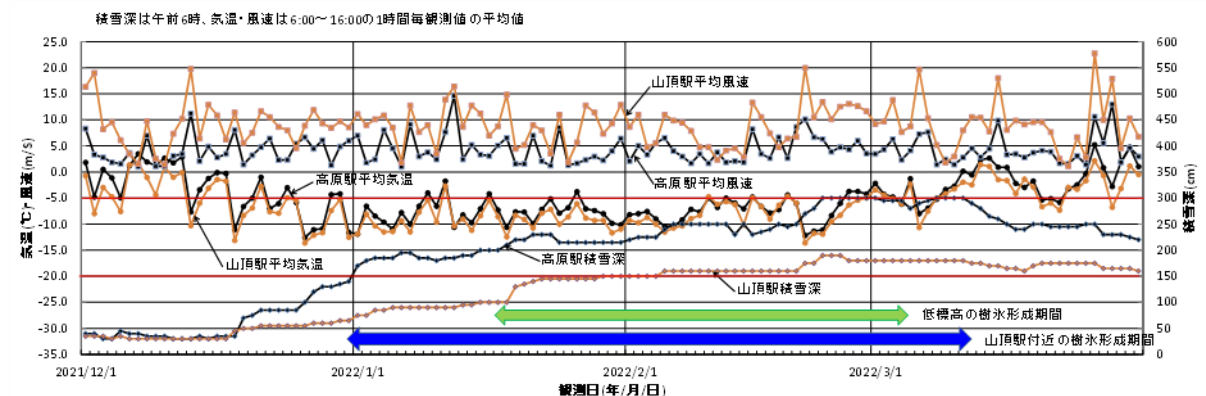
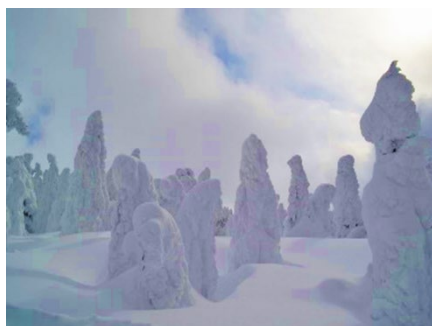


図3 蔵王ロープウェイ山頂駅・樹氷高原駅における 2021/2022 冬季の積雪深、平均気温及び平均風速の推移。



2022. 1. 20 撮影(完全な樹氷)



2022. 2. 25 撮影(完全な樹氷)

図4 2021/2022 冬季のユートピアゲレンデ最上部の連絡コース(標高 1420m～1400m)。

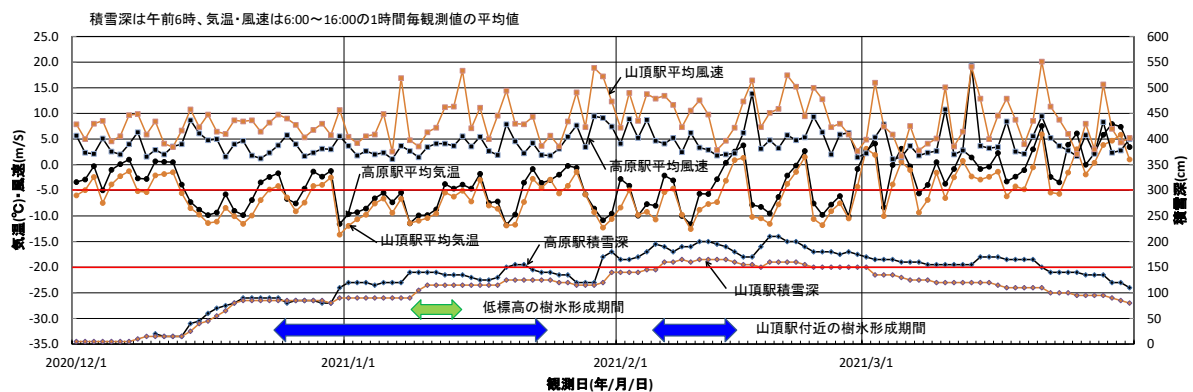


図5 蔵王ロープウェイ山頂駅・樹氷高原駅における 2020/2021 冬季の積雪深、平均気温及び平均風速の推移。



2021. 1. 15 撮影(完全な樹氷)



2021. 2. 12 撮影(不完全な樹氷)

図 6 2020/2021 冬季のユートピアゲレンデ最上部の連絡コース(標高 1420m~1400m).

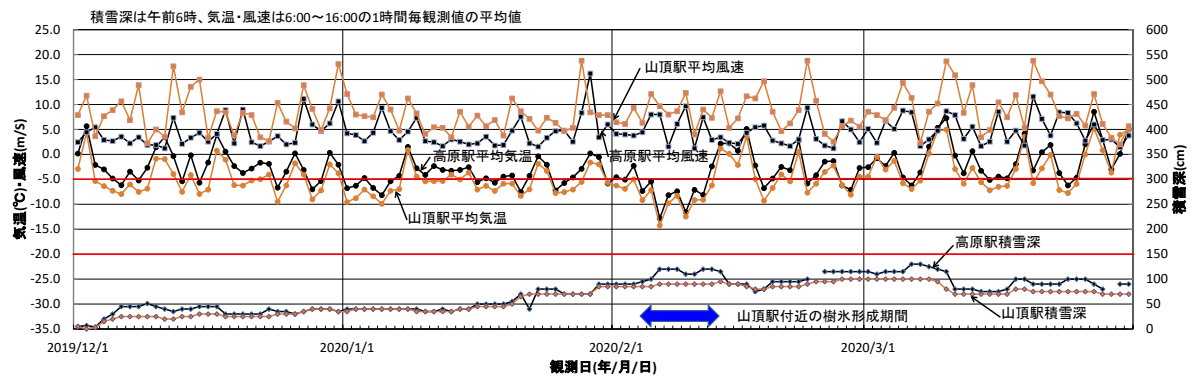


図 7 蔵王ロープウェイ山頂駅・樹氷高原駅における 2019/2020 冬季の積雪深、平均気温及び平均風速の推移.



2020. 2. 7 撮影(不完全な樹氷)



2020. 2. 12 撮影(不完全な樹氷)

図 8 2019/2020 冬季のユートピアゲレンデ最上部の連絡コース(標高 1420m~1400m).

4. 低標高の樹氷形成

2014/2015 冬季から低標高での樹氷形成の観測を開始してから 8 シーズンとなるが、2019/2020 冬季と 2015/2016 冬季は樹氷形成が不完全であった。樹氷形成が不完全であった要因として降積雪が少なかったことが挙げられる。低標高では樹氷の土台形成は冠雪主体であり、風上側はえびのシッポが形成されていても、風下側への雪の回り込みによる着雪が成長せず枝毎分離しているものが多く、完全な樹氷には至っていない。2021/2022 冬季は長期間連続し完全な樹氷が確認された(図 3, 図 4)観測を実施した 8 シーズンで完全な樹氷が確認されたのは 6 シーズンとなった。また、樹氷形成期間が山頂付近と比べ短いのは樹氷崩壊の要因である晴れた日や東~南よりの風の頻度が多く、気温が高いことが挙げられる。(図 9, 図 10, 図 11, 図 12, 表 1, 表 2, 表 3)。

これまで 8 シーズンの観測で得た知見から、低標高の樹氷形成は日平均気温が -5°C 以下の日が連続し、降雪が続き積雪深が 150cm を超える条件が揃うことが重要であると推定される。

今後も観測を続け気象データをもとに、低標高での樹氷形成に必要な条件を見だし、山形蔵王におけ

る地球温暖化に起因すると見られる樹氷形成下限標高の上昇がその後どのように変化しているかを明らかにすることを進めていきたい。

観測 冬期	観測 位置	12月			1月			2月			3月		
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
14/15	山頂駅												
	低標高												
15/16	山頂駅												
	低標高												
16/17	山頂駅												
	低標高												
17/18	山頂駅												
	低標高												
18/19	山頂駅												
	低標高												
19/20	山頂駅												
	低標高												
20/21	山頂駅												
	低標高												
21/22	山頂駅												
	低標高												

■ : 山頂駅付近の樹氷鑑賞期間
■ : 低標高の樹氷鑑賞期間

図9 観測8 冬季の山頂駅付近と低標高の樹氷鑑賞期間.

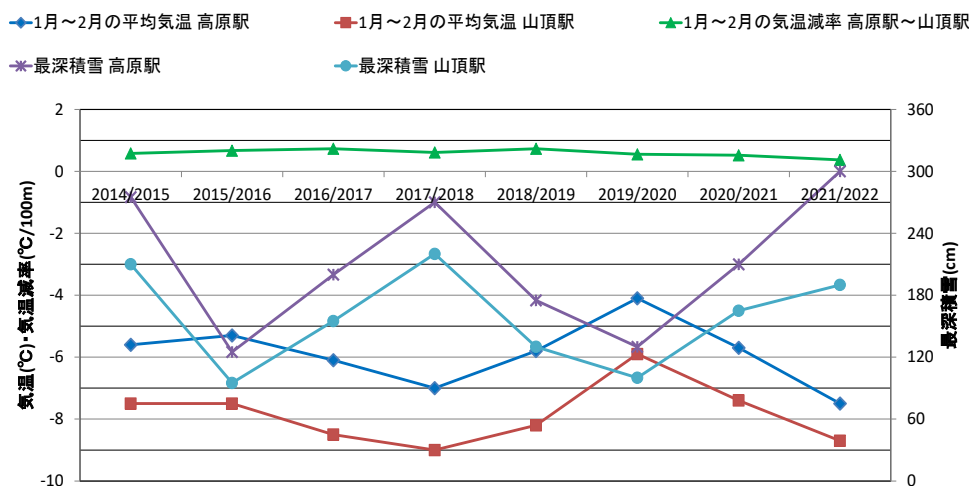


図10 観測8 冬季の1月～2月の平均気温と気温減率および最深積雪.
(1日の平均気温は定時観測8:00～16:00の平均とした)

表1 観測8 冬季の1月～2月の平均気温と気温減率および最深積雪.
(1日の平均気温は定時観測8:00～16:00の平均とした)

冬季	1月～2月の平均気温(°C)		1月～2月の気温減率(°C/100m)	最深積雪(cm)	
	高原駅	山頂駅	高原駅～山頂駅	高原駅	山頂駅
2014/2015	-5.6	-7.5	0.58	275	210
2015/2016	-5.3	-7.5	0.67	125	95
2016/2017	-6.1	-8.5	0.73	200	155
2017/2018	-7.0	-9.0	0.61	270	220
2018/2019	-5.8	-8.2	0.73	175	130
2019/2020	-4.1	-5.9	0.55	130	100
2020/2021	-5.7	-7.4	0.52	210	165
2021/2022	-7.5	-8.7	0.37	300	190
平均	-5.9	-7.9	0.61	211.0	159.0

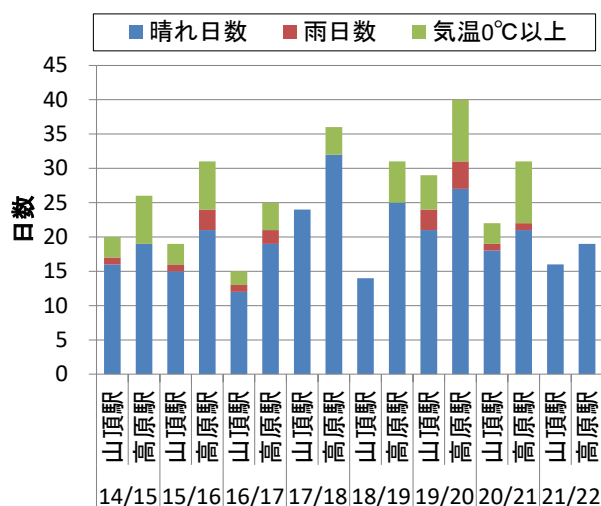


表2 気象現象による樹氷衰弱・崩壊要因.

気象現象		晴れ日数	雨日数	気温0℃以上
2014/2015	山頂駅	16	1	3
	高原駅	19	0	7
2015/2016	山頂駅	15	1	3
	高原駅	21	3	7
2016/2017	山頂駅	12	1	2
	高原駅	19	2	4
2017/2018	山頂駅	24	0	0
	高原駅	32	0	4
2018/2019	山頂駅	14	0	0
	高原駅	25	0	6
2019/2020	山頂駅	21	3	5
	高原駅	27	4	9
2020/2021	山頂駅	18	1	3
	高原駅	21	1	9
2021/2022	山頂駅	16	0	0
	高原駅	19	0	0

図11 気象現象による樹氷衰弱・崩壊要因.

(表2および図11は定時観測8:00~16:00で1日1回以上の現象があった日数の1月,2月の合計)

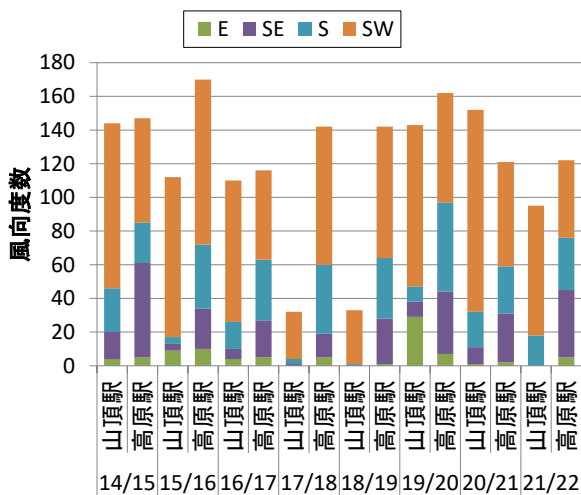


表3 風向による樹氷衰弱・崩壊要因.

風向頻度		E	SE	S	SW
2014/2015	山頂駅	4	16	26	98
	高原駅	5	56	24	62
2015/2016	山頂駅	9	4	4	95
	高原駅	10	24	38	98
2016/2017	山頂駅	4	6	16	84
	高原駅	5	22	36	53
2017/2018	山頂駅	0	1	3	28
	高原駅	5	14	41	82
2018/2019	山頂駅	0	0	1	32
	高原駅	1	27	36	78
2019/2020	山頂駅	29	9	9	96
	高原駅	7	37	53	65
2020/2021	山頂駅	1	10	21	120
	高原駅	2	29	28	62
2021/2022	山頂駅	0	0	18	77
	高原駅	5	40	31	46

図12 風向による樹氷衰弱・崩壊要因.

(表3および図12は定時観測8:00~16:00で1時間毎の1月,2月の東~南よりの風向出現回数合計)

謝辞

蔵王ロープウェイ株式会社から研究に必要な気象観測データを提供頂いた. ここに記して感謝の意を表する.

【引用文献】

- 山形大学地球環境研究会(1995): 検証・ヒトが招いた地球の危機. 東京, 講談社, 37-56.
 阿部正二郎ほか(1979): 蔵王樹氷のすべて. 山形, 東北出版企画, 81-95.

無散水消融雪施設の効率的な稼働に向けた検討（その6）

山口正敏 （日本地下水開発株式会社）

服部恭典 （日本地下水開発株式会社）

福井秀樹 （日本地下水開発株式会社）

Consideration for Efficient Operation of Non-sprinkling Snow Melting Facility (Part 6).

Masatoshi YAMAGUCHI (Japan Groundwater Development CO., LTD)

Yasunori HATTORI (Japan Groundwater Development CO., LTD)

Hideki FUKUI (Japan Groundwater Development CO., LTD)

1. はじめに

無散水消融雪施設が稼働する条件としては、①降雪を検知した場合、②気温低下して路面凍結が懸念される場合がある。これまで以上に効率的で省エネな稼働を目指すために、複数のシーズンを通じて施設稼働時間および発停信号種別（融雪運転・凍結防止運転）を観測して分析を行ってきた。

本報では、2022/2023 冬期の観測結果について報告する。

2. 過去の気象状況

山形市における過去 10 冬季のシーズン累計降雪量と気温 1℃以下の時間を図 1 に示す。2022/2023 冬期のシーズン累計降雪量は 221cm/シーズン（10 年平均 260cm/シーズン）、気温 1℃以下の時間は 1,277h/シーズン（同 1,317h/シーズン）であった。降雪量は少なく、冷え込みは平年的な状況であったと言える。

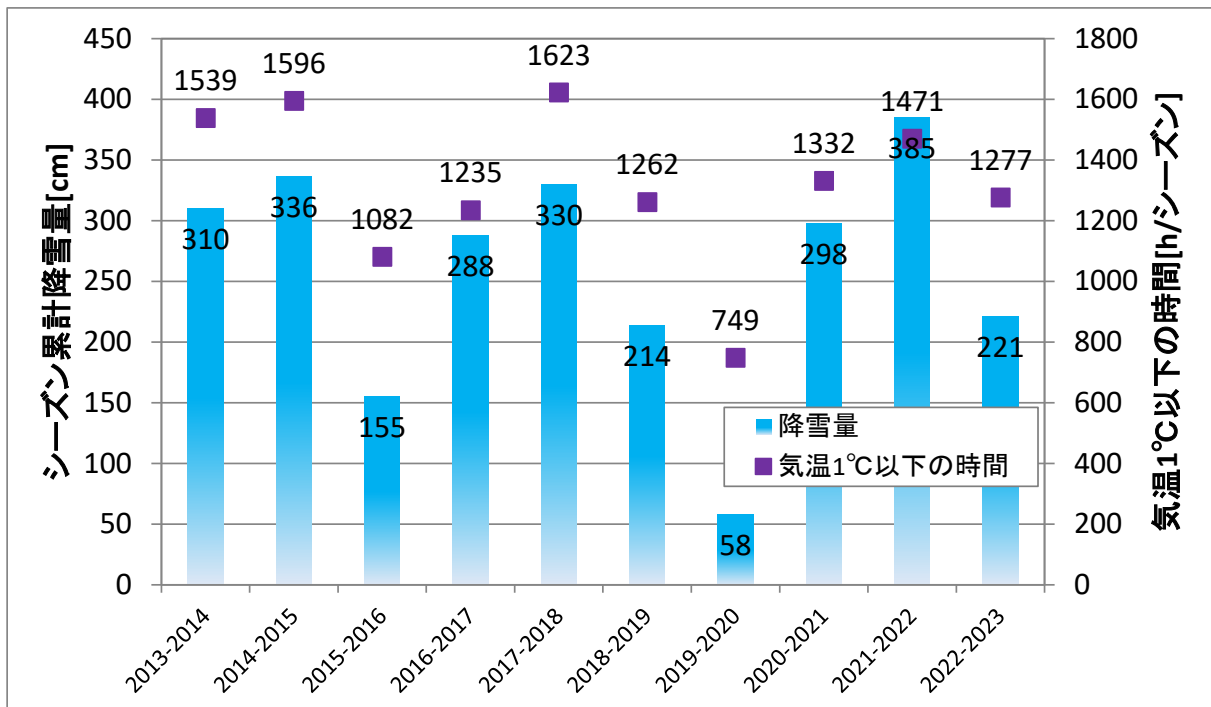
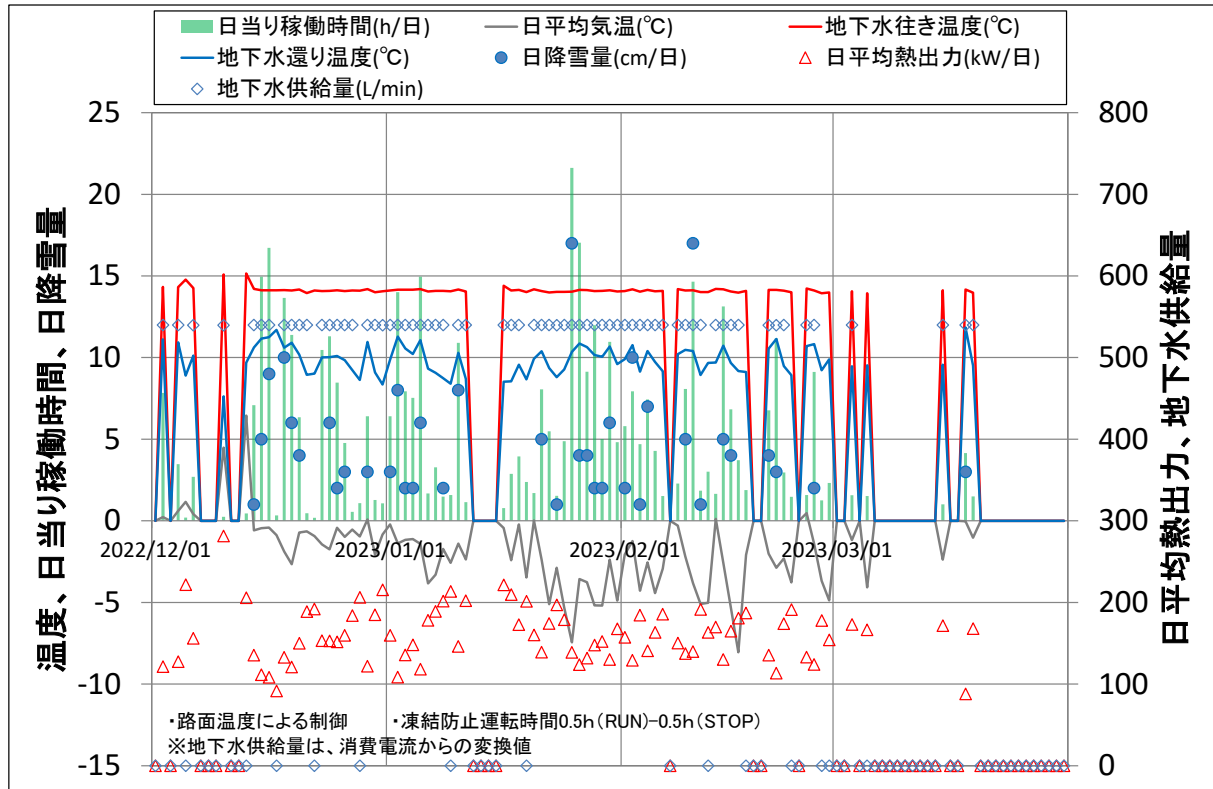


図 1 山形市における過去 10 冬季のシーズン累計降雪量と気温 1℃以下の時間。

3. 観測結果

昨冬期までの凍結防止運転では、1hの運転後に0.5hの休止を挟む間欠稼働で観測を行ってきたが、2022/2023 冬期は、0.5hの運転後に0.5hの休止を挟む間欠稼働と設定変更した。稼働時間を短くすることで、冬期シーズン全体の施設稼働時間削減を狙ったものである。施設稼働状況は、図2の通り。



結果として、2022/2023 冬期では、シーズン累計稼働時間 450h/シーズン（日平均 3.7h/日）となった。信号別の稼働時間は、降雪信号 341h、凍結防止対象となった時間 901h、路面温度低下による検知時間 190h であった。降雪信号の時間は、そのまま施設稼働に反映されるため、今冬期では、凍結防止運転は 109h（＝450－341）行われたことになる。凍結防止運転は、0.5h 運転-0.5h OFF のサイクル稼働であるため、検知時間 190h の 1/2 程度が実際に稼働したものとなる。今冬期は、降雪そのものが少なかったことが大きく稼働時間の減少につながったものと考えられるが、凍結防止運転における運転時間の短縮も寄与してくる。従来は、1h 運転-0.5hOFF のサイクル稼働のため、路面温度低下による検知時間の 2/3（約 67%）が実際に稼働した時間としてカウントされるが、今回は同 1/2（50%）が実際に稼働した時間として稼働したことになるため、従来より約 17%を削減できる結果となったものと考えられる。なお、シーズンを通して、降雪時には連続的に施設稼働するために融雪機能は確保されていた。

路面凍結を起こさない範囲で、凍結防止運転時の運転時間の短縮を行うことは、シーズン全体の稼働時間短縮につながってくる。引き続き、効率的な稼働を目指した各種設定の模索に供したいと考える。

GEE を使用した山形県の積雪後方散乱特性解析

若林裕之（日本大学工学部）

Backscattering characteristics for snow cover in Yamagata Prefecture using GEE

Hiroyuki WAKABAYASHI (College of Engineering, Nihon University)

1. はじめに

合成開口レーダ(SAR)データは、能動型マイクロ波センサの特徴である全天候性に加え、高空間分解能および多偏波観測による散乱メカニズム抽出の可能性から、様々な分野において応用研究が進められている。雪氷に関連する分野については、海水や陸氷の高分解能観測に使用されることが多いが、積雪範囲の把握等にも活用されている。観測対象である地表面からの後方散乱の大きさは、地表面上の積雪有無によって変化することがわかっているため、最近では広域積雪域のマッピングやサブキロメートル程度の中分解能積雪深推定等に使用されるようになっている (Lievens *et al.*, 2017, Karbou *et al.*, 2021)。

Google Earth Engine (GEE)は、地球観測衛星が取得したデータや画像の分析ができる、オンラインのプラットフォームのことである(Gorelick *et al.*, 2017)。Google 社のクラウド上に蓄積されたオープン・フリーのリモートセンシングデータが使用可能であり、クラウド上のコンピュータリソースを使用して広域のデータ解析を行うことが可能である。

本研究では、広範囲の積雪モニタリングに寄与するため、積雪状態変化に伴う SAR 後方散乱特性を解析することを目的とし、GEE を使用して山形県内の Sentinel-1 で観測した 2019 年から 2023 年にかけての時系列後方散乱係数の広域解析を行った結果について報告する。

2. GEE について

GEE は、Google 社によって 2004 年に導入されたプログラミングモデルの MapReduce 上に構築された、ペタバイト規模の地理空間分析プラットフォームで、コンピューター機器クラスターでの巨大なデータセットに対する分散コンピューティングを支援する目的で開発された。前述したようにクラウドベースでリモートセンシングデータ解析が可能であり、Google 社の巨大ストレージ上に蓄積している Landsat シリーズや Sentinel シリーズ等のオープン・フリーのリモートセンシングデータの解析が可能である。また、ユーザが準備した地上観測データや GIS データをアップロードして解析することも可能である。Google 社のサーバに指示を送り、サーバ上で計算処理が行われ、解析結果が返ってくるので、ユーザが使用する PC の計算速度や搭載メモリ容量への制約はほとんどない。

GEE を使用した具体的な解析方法は、プログラムエディタである Code Editor を使用して、JavaScript で解析プログラムを記述することになるが、すでに登録されている様々な命令(メソッド)を組み合わせることによって、高度な解析処理が可能である。本研究のように後方散乱係数の時系列変化を出力する解析の場合は、解析対象領域をポリゴン指定して、解析期間のセンサデータのポリゴン内の平均値を算出した結果を、グラフ出力することが可能である。解析結果のグラフについては CSV 出力が選択できるため、他アプリケーションに解析結果データを取り込むことによって、さらに高度な解析が可能である。

3. 解析結果および考察

3.1 積雪による後方散乱係数変化解析結果

防災科学技術研究所・雪氷防災研究センター・新庄雪氷環境実験所の敷地内における積雪深等が公開されている(防災科学技術研究所, 2023).2019 年度から 2022 年度までの 4 シーズンの積雪深は、各シーズンの 12 月～3 月までの間ほぼ 10 日間隔で取得されている。Sentinel-1 データの取得は 12 日間隔なので、照合を行う積雪深データについては、Sentinel-1 データ観測日の積雪深として、前後の積雪深から線形補間して求めたものを使用した。Sentinel-1 データのサンプリングについては、新庄雪氷環境実験所の敷地内と東側の水田圃場にポリゴンを設定した。後方散乱係数の時系列変化から、4 シーズン共に最大積雪深を記録した前後で後方散乱係数が最小値を示していることがわかった。

図 1 に積雪深と VV および VH 偏波の相関関係を示す。新庄雪氷環境実験所敷地内においては、VV および VH 偏波ともに相関係数 0.7 程度で、積雪深の増加によって後方散乱係数が減少することがわかった。また、水田圃場の方が実験所敷地内より 0.1 程度相関係数が大きいことから、積雪下層が均一と考えられる場所においては、後方散乱係数を使用した積雪深推定が高精度になる可能性が示唆された。なお、VV 偏波と VH 偏波の相関係数に大きな差がないことから、観測偏波に関する優位性を見出すことはできなかった。

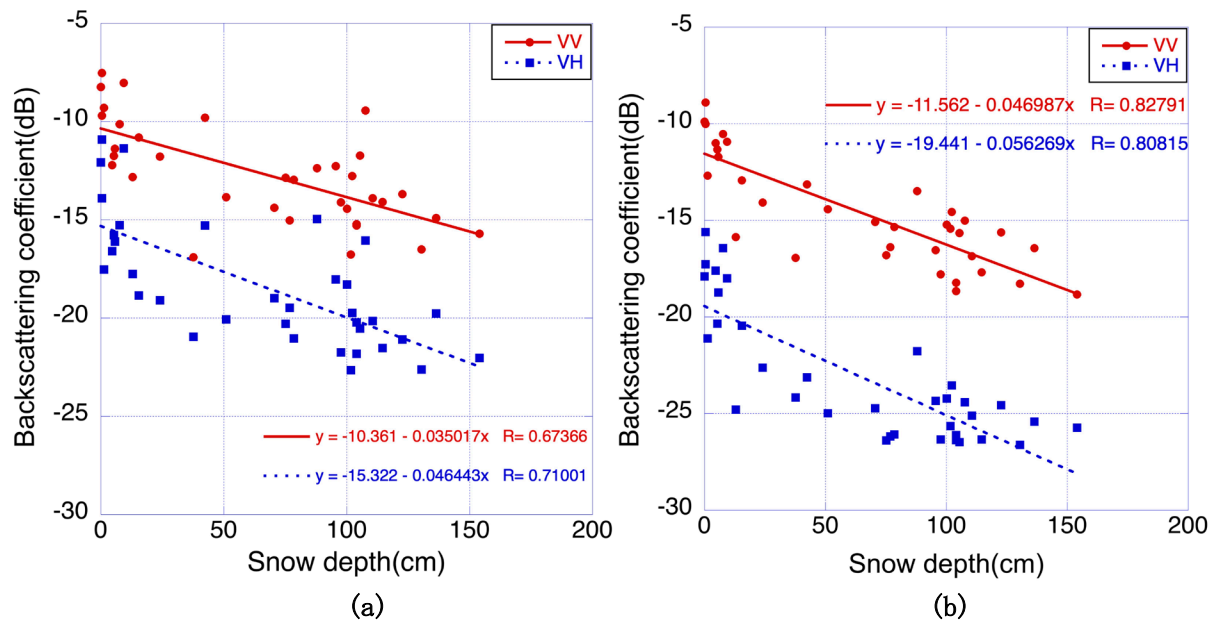


図 1 積雪深と後方散乱係数の関係

(a)新庄雪氷環境実験所の敷地内, (b) 新庄雪氷環境実験所東側の水田圃場。

3.2 山形県内の標高による広域領域内の解析結果

2 章で記述したように、広域の時系列後方散乱係数変化を求めるのに GEE は適している。積雪深の傾向は標高により異なると考え、山形県内を標高により分割した領域 (図 2) における、時系列後方散乱係数の解析を行った。まず、Shuttle Radar Topography Mission(SRTM)の 3 秒メッシュ標高データをベクトル化し、標高 0-500m, 500-1000m, 1000m 以上に分割したポリゴンを作成した。3.1 同様に 2019 年度から 2022 年度までの 4 シーズンの後方散乱係数の時系列変化を標高毎に求めた結果、標高 0-500m および 500-1000m については、3.1 における時系列変化(積雪深が大きくなるにつれて後方散乱係数が低下する)と同様な結果を示したが、図 3 に示すように、標高 1000m 以上については、シーズン始めに後方散乱係数が上昇するという逆の傾向を示すことが確認された。

特に VH 偏波の増加が多かったため、標高が高い(1000m 以上)場所では、乾雪による後方散乱係数増加の可能性が示唆された。

4. まとめ

本研究では、GEE の機能を使用して、Sentinel-1 SAR で観測された、山形県内の積雪による後方散乱特性を解析した。その結果、新庄雪氷環境実験所の積雪深と後方散乱係数の関係が負の相関を持つことが確認でき、積雪下の地面の状態によって相関係数が変化することがわかった。広範囲の後方散乱係数の時系列変化から、標高の高い場所については、積雪による体積散乱の増加が確認できた。

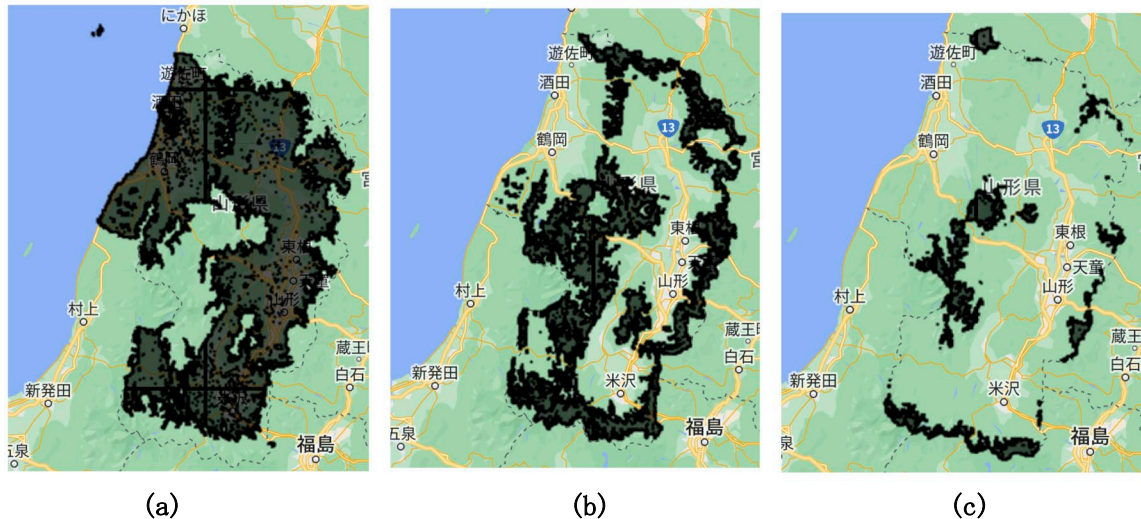


図2 広域時系列変化を取得した山形県内のサンプリング領域
(a) 標高 0-500m, (b)標高 500m-1000m, (c)標高 1000m 以上。

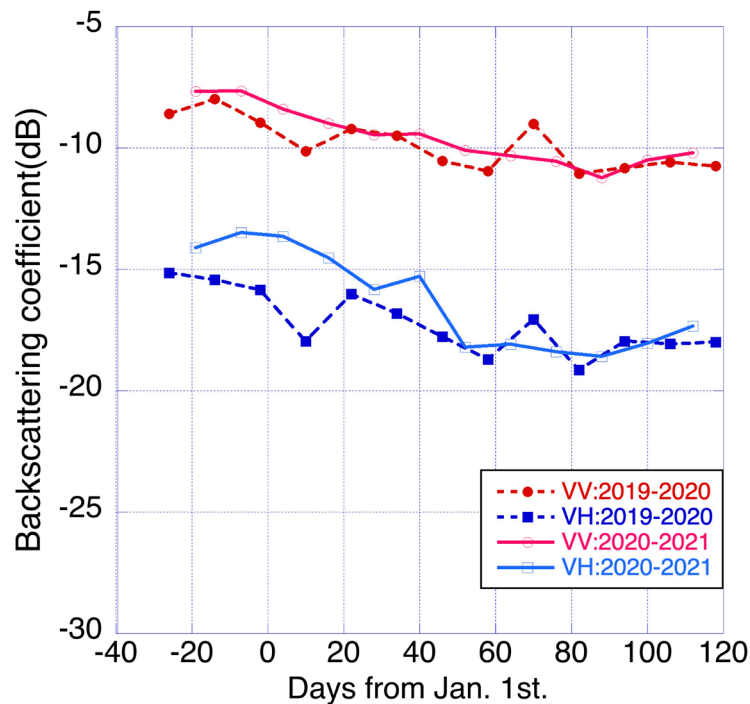


図3 2019-2020 および 2020-2021 の標高 1000m 以上の後方散乱係数時系列変化。

謝辞

本研究で使用した積雪深データは防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所サイトからダウンロードした。本研究の一部は、千葉大学環境リモートセンシング研究センター共同利用研究により実施された。また、使用した Sentinel-1 データはヨーロッパ宇宙機関 (ESA) から提供されたものである。ここに謝意を表する。

【引用文献】

- 防災科学技術研究所ホームページ, <https://www.bosai.go.jp/seppyo/> (2023 年 6 月 16 日確認).
- Gorelick, N., M. Hancher, M. Dixon, S. Ilyushchenko, D. Thau, and R. Moore, 2017: Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone, *Remote Sensing of Environment*, **202**, 18-27.
- Karbou, F., G. Veyssière, C. Coleou, A. Dufour, I. Gouttevin, P. Durand, S. Gascoin, and M. Grizonnet, Monitoring Wet Snow Over an Alpine Region Using Sentinel-1 Observations, *Remote Sensing*, **13(3)**:381.
- Lievens, H., I. Brangers, H. Marshall, T. Jonas, M. Olefs, and G. De Lannoy, 2022: Sentinel-1 snow depth retrieval at sub-kilometer resolution over the European Alps, *The Cryosphere*, **16(1)**, 159-177.

5 kmメッシュ大規模地域気候アンサンブルシミュレーションによる 降雪日数・極端降雪の将来変化

山崎 剛 (東北大学大学院理学研究科)

川瀬宏明 (気象庁気象研究所/気象業務支援センター)

橋本 健 (パシフィックコンサルタンツ株式会社)

Future changes in snowfall days and extreme snowfall by 5km mesh large-scale regional climate ensemble simulation

Takeshi YAMAZAKI (Graduate School of Science, Tohoku University)

Hiroaki KAWASE (Meteorological Research Institute)

Ken HASHIMOTO (PACIFIC CONSULTANTS CO., LTD.)

1. はじめに

Kawase *et al.* (2018) により, 5 km メッシュ大規模地域気候アンサンブルシミュレーションを用いた現在気候における降雪日数や降雪の極値に関する評価が行われた. Sasai *et al.* (2019) は地球温暖化により中部山岳域で豪雪がより強くなることを示している. しかし, 降雪日数や極端降雪についての基本的な解析は行われていない. そこで, この報告では降雪日数や極端降雪の将来変化についての評価結果を示す.

2. データと研究手法

使用したデータは, 気候変動適応技術社会実装プログラム SI-CAT により作成された解像度 5 km の本州のほぼ全域をカバーする「大気近未来予測力学的ダウンスケーリングデータ (東北から九州) by SI-CAT」(SI-CAT DDS5TK) である (山崎ほか 2019). SI-CAT DDS5TK は, 現在気候, 2°C 上昇, 4°C 上昇それぞれ 372 年分 (31 年分×12 メンバー) のデータからなる.

このデータにより, Kawase *et al.* (2018) と同様の手法を用いて, 降雪, 極端降雪の将来変化を評価した. まず, 現在気候, 2°C 上昇, 4°C 上昇時の降雪日数, 日降雪量の 99 パーセンタイル値と最大値を調べた. 続いて, 対象領域の 10 地点 (秋田, 新庄, 仙台, 十日町, 長野, 富山, 福井, 東京, 名古屋, 鳥取) について, 日降雪量の累積頻度分布を調べた. 最後に降雪時の気圧配置割合の将来変化を解析した. 気圧配置の分類は Kawase *et al.* (2018) の方法を用いた. 具体的には, 日降雪量 1cm 以上の日を対象に, モデルの各格子を中心に南北 3 度 (+3 度, -3 度), 東西 3 度の海面更正気圧の差を計算して降雪時の気圧パターンを下記のように分類した.

南北気圧差 $dP_{ns} = P_n - P_s$, ここで, P_n : 北側+3度の気圧(hPa), P_s : 南側+3度の気圧(hPa)

東西気圧差 $dP_{we} = P_w - P_e$, ここで, P_w : 西側+3度の気圧(hPa), P_e : 東側+3度の気圧(hPa)

$dP_{ns} > 5hPa$: 南岸低気圧型

$5hPa \geq dP_{ns} > 0hPa$ and $dP_{ns} \geq dP_{we}$: 南岸低気圧型

$5hPa \geq dP_{ns} > 0hPa$ and $dP_{ns} < dP_{we}$: 西高東低型

$dP_{ns} \leq 0hPa$ and $dP_{we} > 0hPa$: 西高東低型

$dP_{ns} \leq 0hPa$ and $dP_{we} \leq 0hPa$: その他の型 (日本海低気圧, 二つ玉低気圧など)

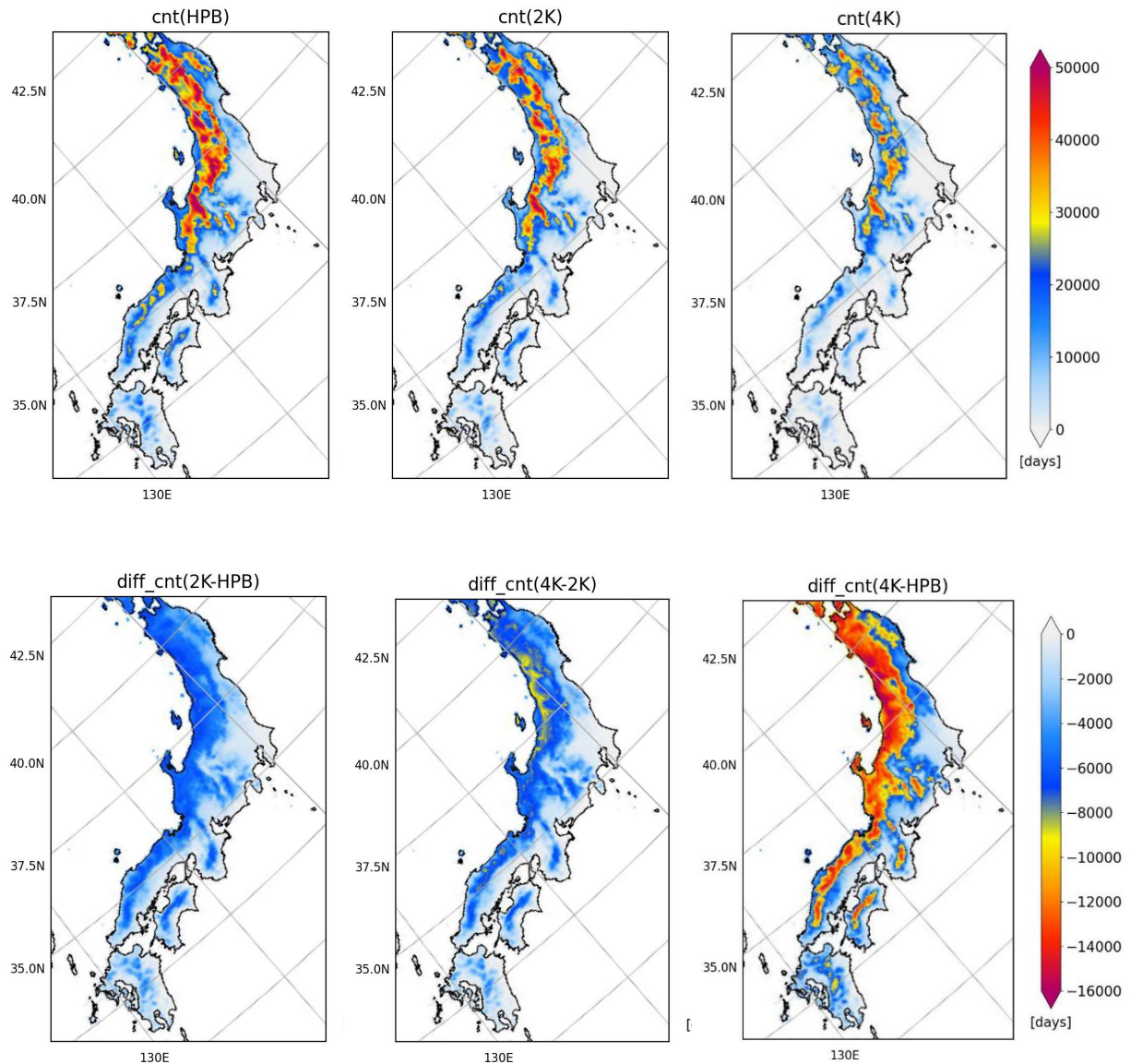


図1 降雪日数（上段左：現在気候，中：2℃上昇，右：4度上昇，下段左：2度上昇－現在気候，中：4℃上昇－2℃上昇，右：4℃上昇－現在気候）。

3. 結果

図1はそれぞれ延べ372年について、1 cm以上の降雪があった日数をカウントした結果である。各実験の差分を取ると、降雪日数は全域で減少する予測となっている。もともと日数が多い日本海側や山地での日数減少が著しい。

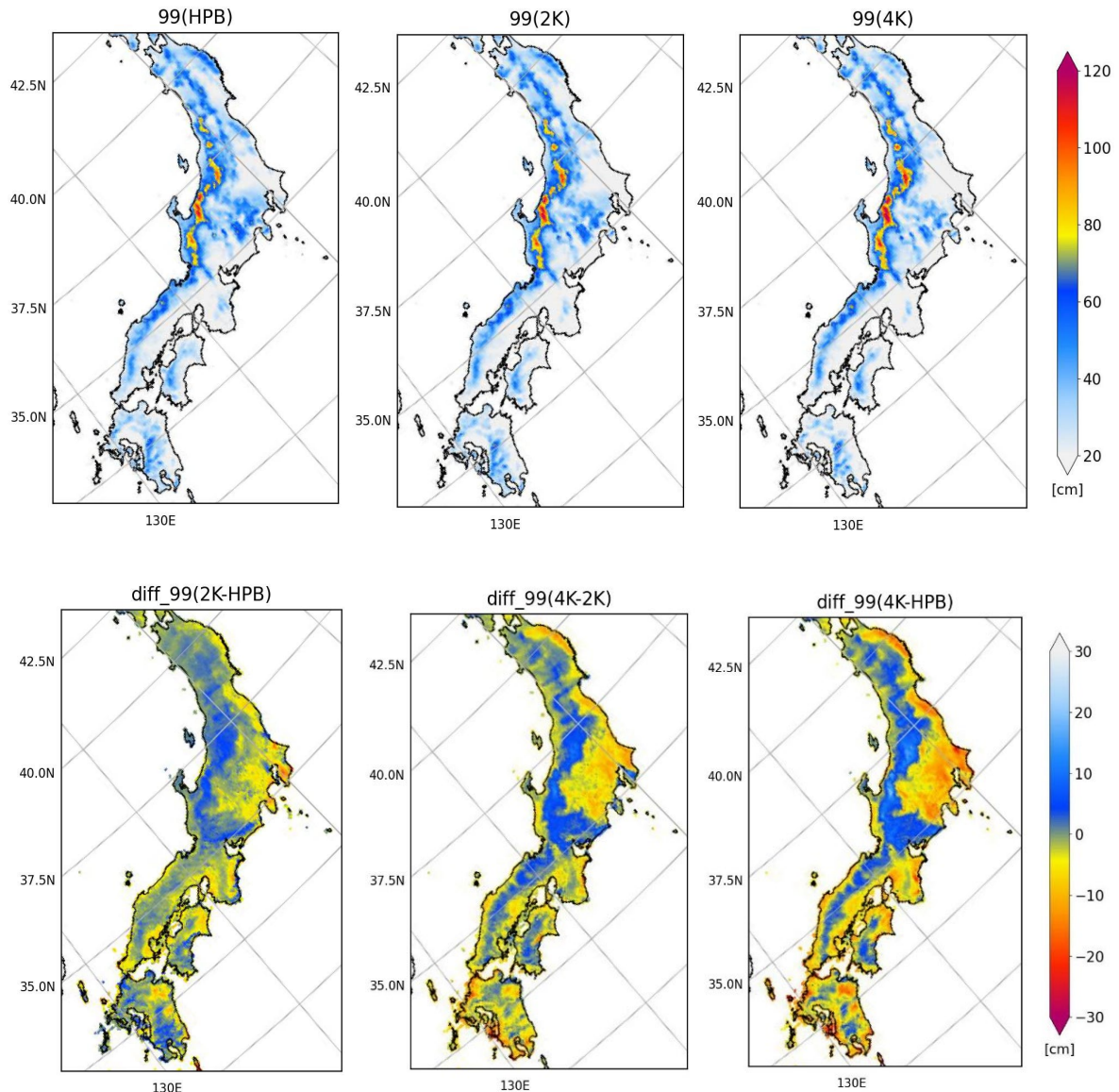


図2 図1と同じ。ただし、日降雪量の99パーセンタイル値。

図2に1 cm以上の降雪日の日降雪量の99パーセンタイル値を示す。将来の温暖化した気候下では北アルプスをはじめ、中部、北関東、南東北の高標高地域で増加する予測となっている。これは、Sasai *et al.* (2019) が示した、中部山岳での豪雪の強化に対応するものである。一方、東海地方を除く関東をはじめとする平野部や東北太平洋側、中国地方日本海側、九州などの沿岸部では減少が予測された。2℃上昇では減少量は一部を除き大きくはないが、4℃上昇では、これらの地域の減少は顕著であった。

各グリッドでの日降雪量の最大値を調べると、主に山岳域で増加、平野部や沿岸部で減少するのは99パーセンタイル値の場合と同様であった。最大値は特定事例を拾うことになるので、現在気候との差の分布はやや乱雑な傾向を示した。

図3に日降雪量の累積頻度分布の一部（秋田、仙台、東京、名古屋）を示す。秋田や仙台のように多くの地点では大雪の頻度は減る。太平洋側の東京では大雪の頻度は大きく減少するが、名古屋では見かけ上、大雪頻度の変化は小さく見える。名古屋について各メンバーを見ると（図3最下段右）、多くのメンバーは大雪頻度が減っているものの、極端な大雪を含むものがある。これにより、全体としては頻度の変化が小さく見えているようである。

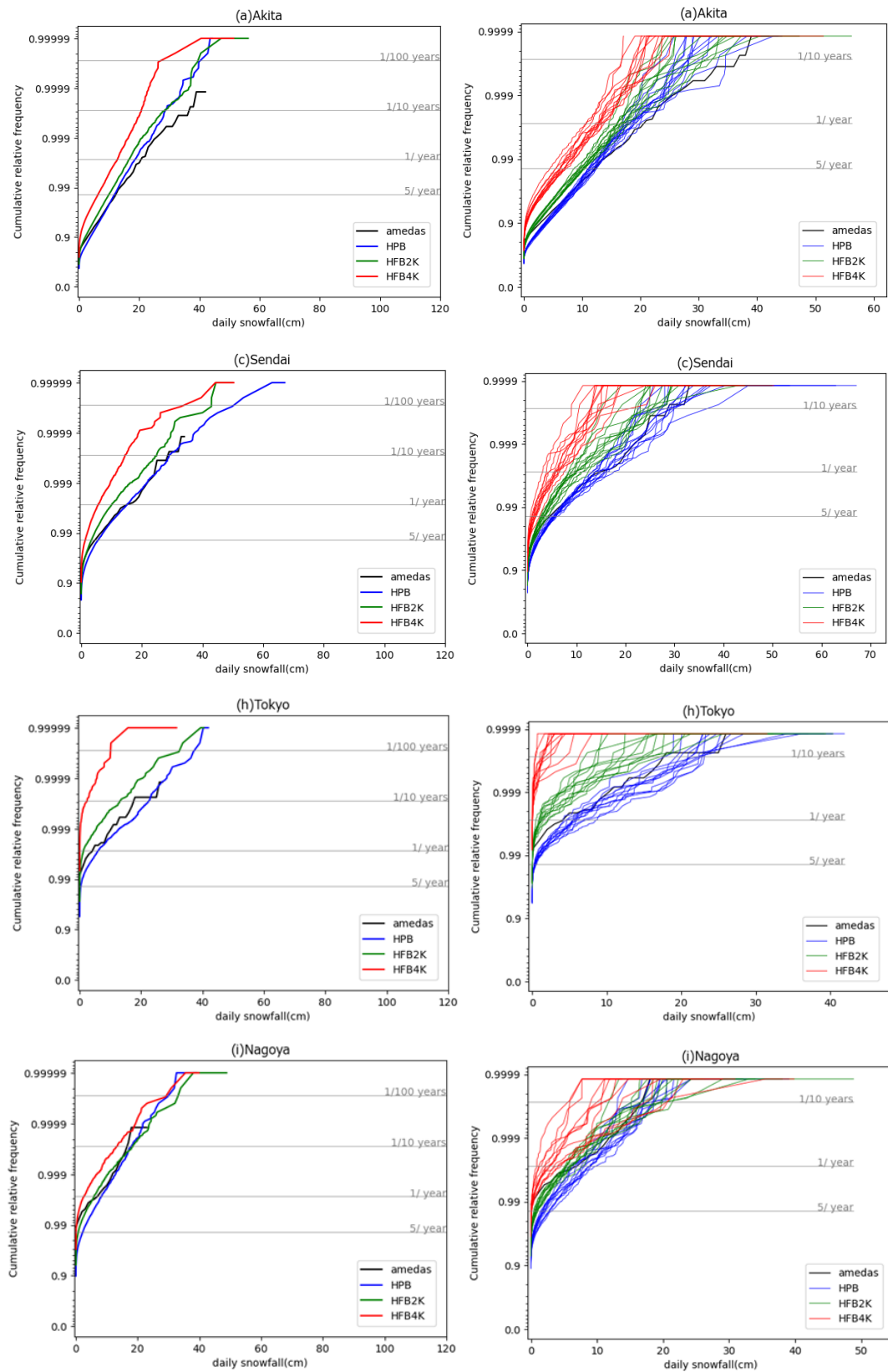


図3 主な地点での日降雪量の積算頻度分布. 上から秋田, 仙台, 東京, 名古屋. 左は延べ372年分をまとめたもの. 右は31年分の各メンバーについて. 黒: アメダス, 青: 現在気候, 緑: 2℃上昇, 赤: 4℃上昇.

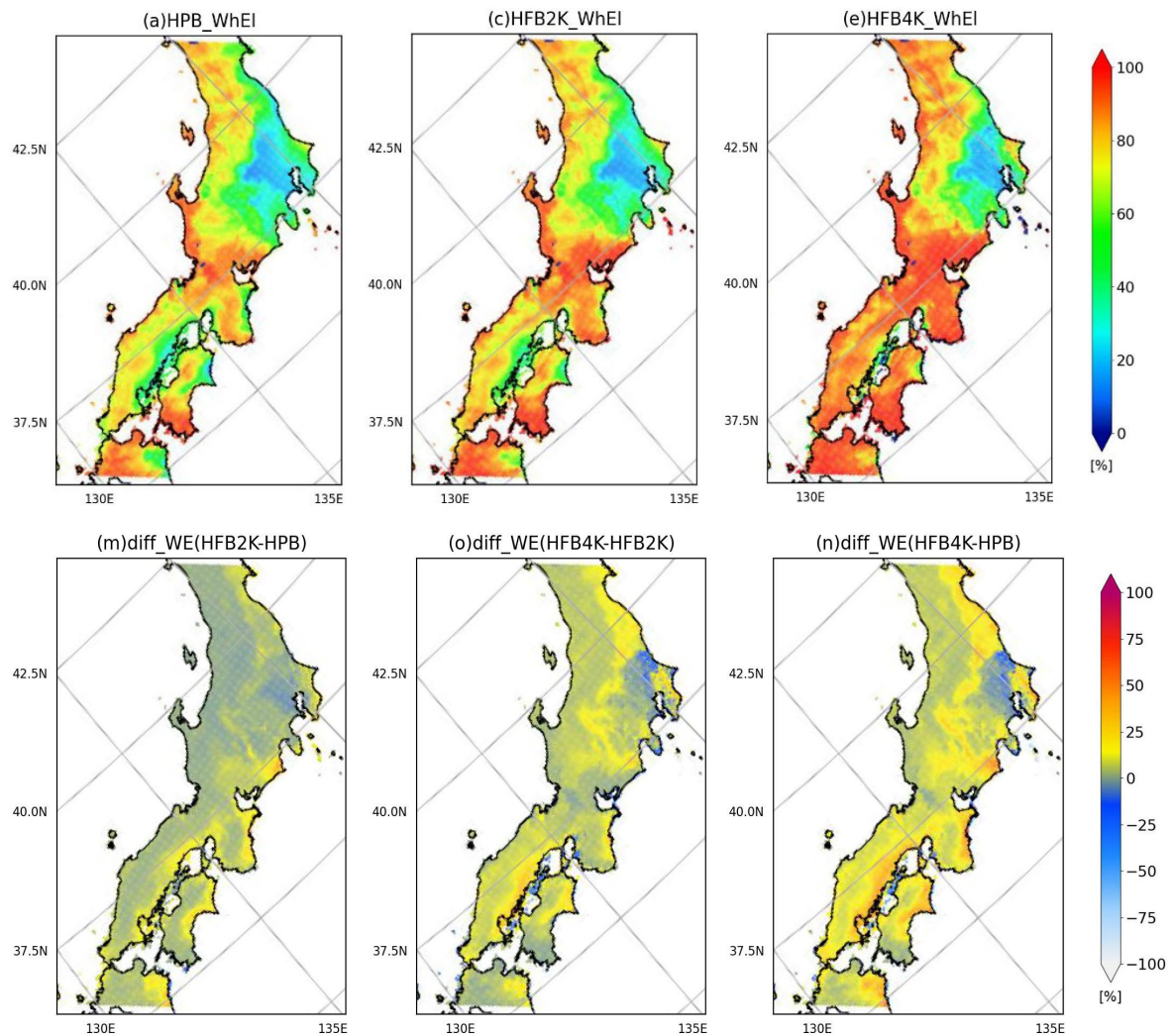


図4 1cm以上の降雪日を対象とした西高東低型の割合（上段左：現在気候，中：2℃上昇，右：4℃上昇，下段左：2℃上昇－現在気候，中：4℃上昇－2℃上昇，右：4℃上昇－現在気候）。

図4に1cm以上の全降雪日を対象とした場合の西高東低型の割合を示す。関東以外では西高東低型の割合が増加する結果となった。南岸低気圧のパターンはほぼ西高東低型の裏返しで、減少する結果となった。降雪量のトップ30例に絞って解析すると、関東以外では西高東低型の割合が増加する傾向がより鮮明になった（図5）。特に紀伊半島以西の太平洋側でその傾向が顕著であった。

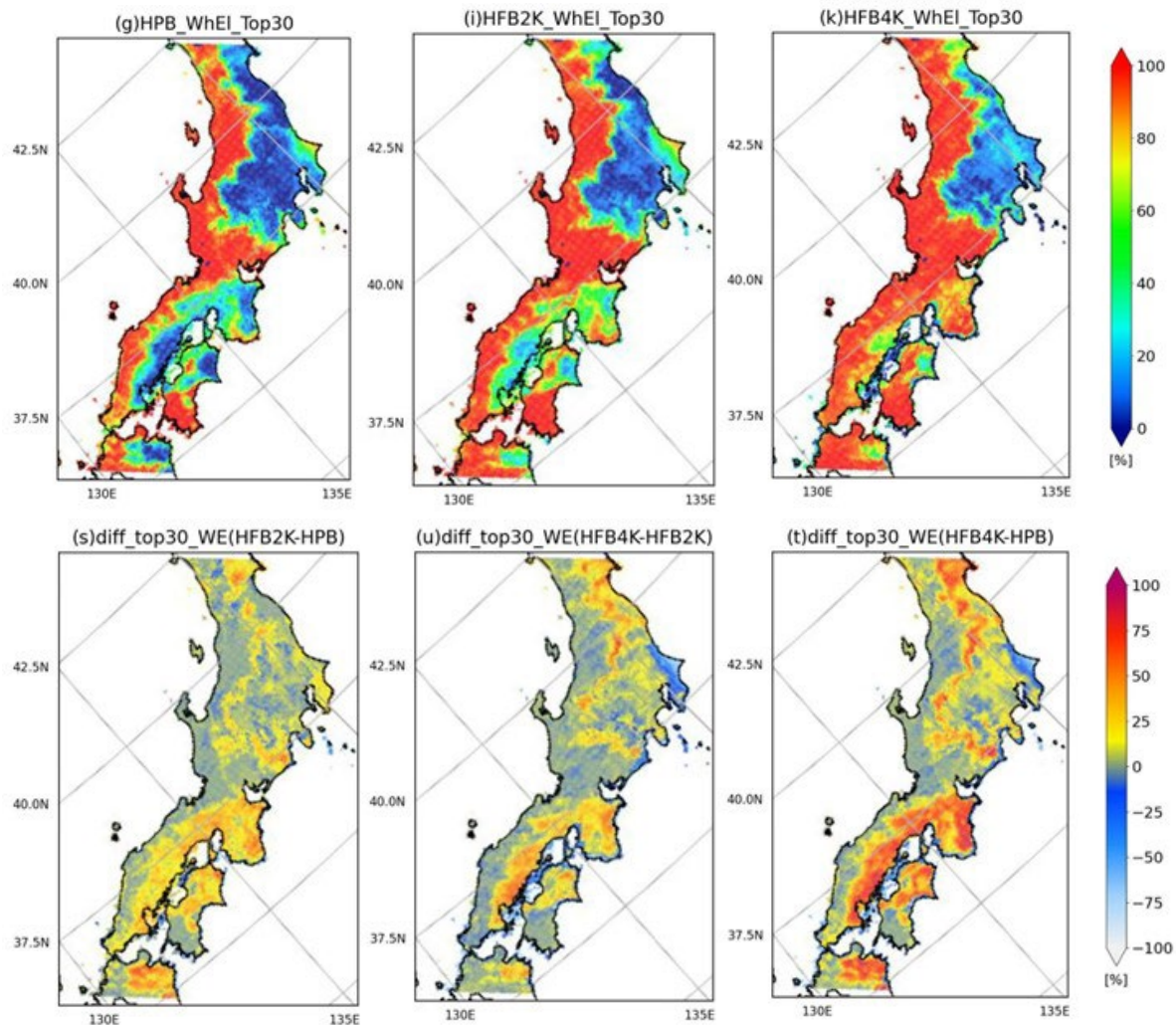


図5 降雪量上位30の降雪日を対象とした西高東低の割合（上段左：現在気候，中：2℃上昇，右：4度上昇，下段左：2度上昇－現在気候，中：4℃上昇－2℃上昇，右：4℃上昇－現在気候）。

謝辞：本研究は，文部科学省気候変動予測先端研究プログラム JPMXD0722680734 の助成を受けた。

【引用文献】

- Kawase, H., Sasai, T., Yamazaki, T., Ito, R., Dairaku, K., Sugimoto, S., et al. (2018): Characteristics of synoptic conditions for heavy snowfall in western to northeastern Japan analyzed by the 5 - km regional climate ensemble experiments. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **96**(2), 161 - 178. <https://doi.org/10.2151/jmsj.2018-022>
- Sasai, T., H. Kawase, Y. Kanno, J. Yamaguchi, S. Sugimoto, T. Yamazaki, H. Sasaki, M. Fujita, T. Iwasaki (2019): Future Projection of Extreme Heavy Snowfall Events With a 5-km Large Ensemble Regional Climate Simulation, *J. Geophys. Res.*, **124**, 13975-13990, doi: 10.1029/2019JD030781.
- 山崎剛, 佐々井崇博, 川瀬宏明, 杉本志織, 大楽浩司, 伊東瑠衣, 佐々木秀孝, 藤田実季子 (2019): 5km 力学的ダウンスケーリングデータセット (SI-CAT DDS5TK) の概要. シミュレーション, **38**(3), 145-149.

吹雪時における吹きだまり量の推定について (II) —全吹雪輸送量の経験式を用いた吹きだまり量の評価—

根本征樹 (防災科研 雪氷防災研究センター)

富樫数馬 (防災科研 雪氷防災研究センター)

An estimation of snowdrifts during blowing snow (II)
- Evaluation with empirical formula for total snow transport rate -
Masaki NEMOTO (Snow and Ice Research Center, NIED)
Kazuma TOGASHI (Snow and Ice Research Center, NIED)

1. はじめに

吹雪に伴い発生する吹きだまりは、交通インフラを著しく阻害するほか、車両スタックによる死亡事故の原因となるなど、深刻な雪氷災害を引き起こす要因となる。吹雪時に発生する吹きだまり量について、風速や吹雪強度に応じた吹きだまり量の推定が可能であれば防災対策上有用であるが、簡易的な評価式などに関する研究例は少ない。それを踏まえて本研究では、質量保存則に基づいた簡易な吹きだまり量の評価式について検討した。前報（根本・富樫, 2022）では吹きだまり量について、質量保存則の式と風洞実験の結果に基づいた導出を試みたが、本研究ではこれまで数多く提案されてきた全吹雪輸送量の経験式を応用した吹きだまり量の導出を検討する。

2. 輸送方程式に基づく吹きだまり量の評価

全吹雪輸送量 Q について、ここでは一例として小林ほか（1969）により提案された式

$$Q = 0.03 \times 10^{-3} U^3 \quad (1)$$

を用いる。ここで U は高さ 1 m の風速である。 Q と U の単位はそれぞれ $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$ および m s^{-1} である。式(1)から任意の風速における Q が得られるが、これを応用して任意風速時における吹きだまり量を評価する。前報（根本・富樫, 2022）で示した様に、一風向のみを考慮し、単位幅を移動する吹雪粒子が距離 Δx (m) 進む間に全て吹きだまると考えた場合、時間変化 Δt の間における吹きだまり高さ変化 ΔH は以下のように表せる：

$$\Delta H = \frac{1}{\rho_{\text{drift}} \Delta x} Q \Delta t \quad (2)$$

式(1)と(2)により、 ΔH は風速の関数として

$$\Delta H = \frac{0.03 \times 10^{-3} \Delta t}{\rho_{\text{drift}} \Delta x} U^3 \quad (3)$$

と表現できる。式(3)で ρ_{drift} , Δx と Δt を与えることにより、吹きだまり深さと風速との関係が得られる。前報の実験結果も参考に $\Delta x \sim 1 \text{ m}$, $\rho_{\text{drift}} \sim 300 \text{ kg m}^{-3}$ とした場合、1 時間あたりの吹きだまり高さ変化量と風速との関係は図 1 の様になる。例えば風速が 10 m s^{-1} の場合、1 時間で形成される吹きだまり高さは 0.36 m となる。

なお小林(1988)は Q について次式

$$Q = 0.01 \times 10^{-3} U^4 \quad (4)$$

を用いて、 10 m s^{-1} の風が 1 時間吹き続ける場合に、凹地には 1 m 幅あたりに 360 kg の吹きだまりが形成され、その際に“除雪によってまわりの雪原より低くなった道路には、深さ 40 cm 、風向方向に長さ 3 m の吹きだまり”ができると記している。この条件の詳細については不明であるが、この場合、吹きだまりの堆積は 1.2 m となることから、密度は $360/1.2 = 300 \text{ kg m}^{-3}$ となり、上記と同程度の密度

が想定されていると考える．なおここで風向方向の吹きだまり長さが 3 m とされているが，一般的な道路の車線幅員は 2 車線の場合で 2.75～3.5 m 程度とされていることから，道路全体に吹きだまる様な状況が想定されている可能性がある．

3. 吹雪鉛直フラックスの水平分布に基づいた吹きだまり分布形状の評価

吹雪時における吹きだまり量は一般に道路路肩周辺にピークが形成され，その形成位置が徐々に風下側に延長し道路全面を覆うように吹雪粒子が堆積する．吹きだまりによる交通障害等を防ぐには，このピーク位置での堆積量や堆積速度が重要である．そのためには吹きだまりの分布形状に関する知見が必要となる．前節で示した吹きだまりの高さは吹きだまり範囲内における平均的なものであり，ピーク位置における吹きだまり量を得る場合，吹きだまりの分布形状に関する知見も必要となる．Hunter (1985) は飛砂を対象として，砂丘頂部の風下付近の堆積量分布について，鉛直堆積フラックスの水平分布の実測データ等に基づいて検討している．これを参考に，本研究では吹雪の鉛直（落下）フラックス G の実測値を用いた吹きだまり分布の推定について検討する．実測値について，風洞実験（防災科研 雪氷防災研究センター雪氷環境実験室の低温風洞施設）において，積雪面端部より風下側に箱型吹雪計（Kobayashi, 1972; Maeno et al., 1995 など）を設置し，吹雪粒子の鉛直フラックスの水平方向への変化 $G(x)$ を測定した（図 2）．

Hunter (1985) は砂丘頂部風下における堆積フラックスの水平分布 $G(x)$ について，頂点風下の任意点 x_* を基準として

$$G(x) = G(x_*) \left(\frac{x}{x_*} \right)^{-n} \quad (5)$$

とべき指数 n のべき関数で表され，この場合に堆積高度 $H(x)$ は式(5)に基づく積分から次式

$$H(x) = \frac{H(0)}{n} \left(\frac{x}{x_*} \right)^{1-n} \quad (6)$$

で表現できるとしている．図 3 に風洞実験から得られた風速 8 m s^{-1} での吹雪の鉛直フラックスの水平分布 $G(x)$ を示す．ここでは箱型吹雪計の風上側第一点の位置を基準点 x_* として，この値およびそこでの測定値 $G(x_*)$ を用いて規格化した結果をプロットしている．結果について式(5)を適用してべき乗近似した場合，図 3 の点線のようになり，べき指数 n は 2.6 程度となる．ただし実測データと近似曲線の差異は大きく，また，むしろ図 3 の一点鎖線で示すように，吹雪を対象とした本研究の場合，式(5)の関係は区分的であるなど，Hunter (1985) の結果とは大きく異なる部分も見られた．これは本実験が一樣水平面での計測であるのに対して，Hunter の例では砂丘頂部風下を対象としているなど，基盤地形の差異が影響している可能性もある．なお砂丘を対象とした研究事例においても， $G(x)$ の分布につ

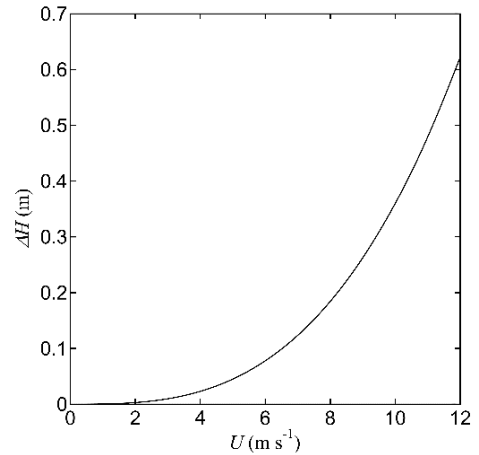


図 1 吹きだまり変化量（1 時間）と風速（高度 1 m）との関係（式 3）．

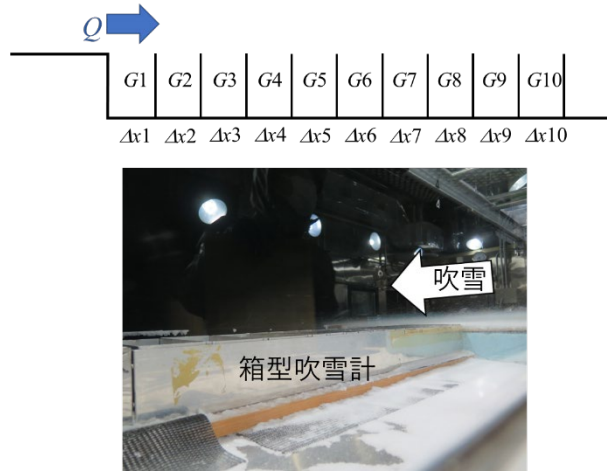


図 2 箱型吹雪計の概念および風洞内部への設置状況．鉛直フラックスを捕捉する箱は全 10 列あり，風に沿って設置される．

いてべき乗よりもむしろ指数分布が適していると指摘した例 (McDonald and Anderson, 1995) もあるなど、検討の余地がある。

4. まとめ

吹雪時における吹きだまり量について、全吹雪輸送量などと同様に、風速などの関数として簡易的な評価が可能であれば防災対策上などにおいて有用であることは前報 (根本・富樫, 2022) でも述べた。本研究では全吹雪量のみを用いた吹きだまり量の推定手法の一例を示した。ただしこれについても、前報の質量保存則に基づいた簡易的な吹きだまり評価手法と同様に、得られるのは平均的な吹きだまり高さとなるほか、吹きだまり密度や吹きだまりが発生する水平距離などの同定が必要となる。ただしこれらは風速や雪質などの影響も加わるため一意的な同定は容易では無い。

吹きだまり分布形状の把握も含めた吹きだまり量の推定については、箱型吹雪計を用いた吹雪鉛直フラックスの水平分布から、関連する様々な知見が得られると考える。事実、Hunter (1985) は砂丘頂部風下を対象として、飛砂粒子の鉛直フラックス分布に基づき、飛砂による砂丘頂部風下の砂面高度変化について検討している。ただし吹雪を対象とした本研究の実験結果とは、分布の形状について違いがあるなど、検討すべき課題も多い。

謝辞

実験において大川元造氏、鈴木紘一氏に多大な貢献を頂いた。ここに記して感謝いたします。

【引用文献】

- Hunter, R. E. (1985): A kinematic model for the structure of lee-side deposits, *Sedimentology*, **32**, 409–422.
- 河村哲也, 菅 牧子, 桑原邦郎, 小柴誠子 (2001): 環境流体シミュレーション, 朝倉書店, 199pp.
- Kobayashi, D. (1972): Studies of snow transport in low-level drifting snow, *Contributions from the Institute of Low Temperature Science*, **A24**, 1–58.
- 小林大二 (1988): 地ふぶきはどんな時に起こるか, 雪と氷のはなし (木下誠一編著), 技報堂出版, 125–129.
- 小林大二, 小林俊一, 石川信敬 (1969): みぞによる地ふぶき量の測定, 低温科学 (物理編), **27**, 99–106.
- Liston, G. E. and M. Sturm (1998): A snow-transport model for complex terrain, *Journal of Glaciology*, **44**, 498–516.
- Maeno, N., K. Nishimura, K. Sugiura and K. Kosugi (1995): Grain size dependence of eolian saltation lengths during snow drifting, *Geophysical Research Letters*, **22**, 2009–2012.
- McDonald R. R. and R. S. Anderson (1995): Experimental verification of aeolian saltation and lee side deposition models, *Sedimentology*, **42**, 39–56.
- 根本征樹, 富樫数馬 (2022): 吹雪時における吹きだまり量の推定について, 東北の雪と生活, **37**, 15–17.

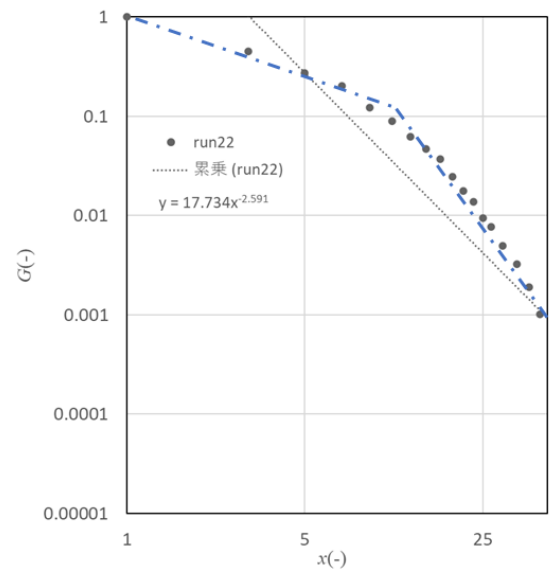


図3 風洞実験から得られた風速 8 m s^{-1} での吹雪の鉛直フラックスの水平分布。箱型吹雪計の風上側第一点の位置を基準点 x^* として、この値およびそこでの測定値 $G(x^*)$ を用いて規格化している。また図中、点線はべき乗近似した結果を示す。べき指数 n は 2.6 程度となるが、実測データと近似曲線の差異は大きい。図中、一点鎖線で示すように、本実験結果の場合、式(5)の関係は区分的であるなど、Hunter (1985) の砂丘頂部風下を対象とした結果とは大きく異なる部分も見られた。

令和5年(2022/23年)冬期における新庄の積雪変化について

小杉健二・富樫数馬・荒川逸人・田邊章洋・安達 聖・佐藤研吾・根本征樹
(防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター)

Changes in snow cover structure at Shinjo in the 2022/23 winter
Kenji KOSUGI, Kazuma TOGASHI, Hayato ARAKAWA, Takahiro TANABE, Satoru ADACHI,
Kengo SATO and Masaki NEMOTO (Snow and Ice Research Center, NIED)

1. はじめに

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 新庄雪氷環境実験所では、雪氷災害の発生や水資源等に関連する基礎資料として、降積雪と気象の観測を毎冬実施している。

本稿では、2022/23年冬期の観測結果とその特徴について述べるとともに、近隣地域で発生した雪氷災害の発生状況を記す。

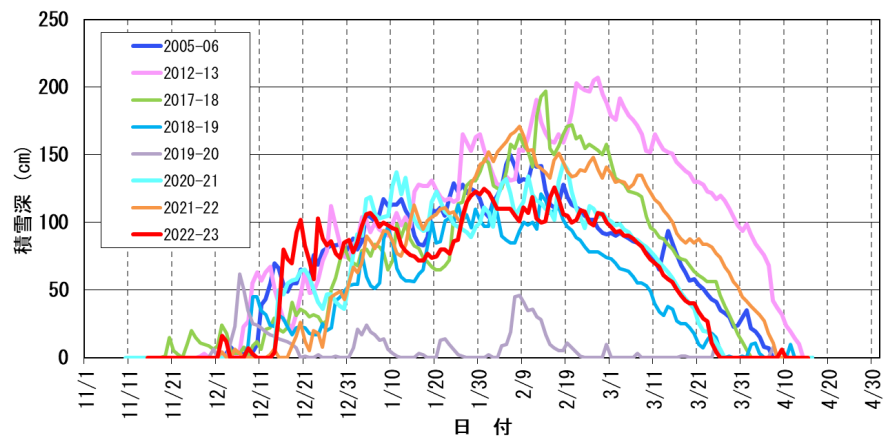


図1 新庄における2005/06年、2012/13年及び2017/18年から2022/23年までの合計8冬期の積雪深の日変化。

2. 降積雪と気温の観測結果と特徴及び発生した主な雪氷災害

図1は2017/18年から2022/23年までの6冬期に、平成18年豪雪となった2005/06年と最大積雪深が2mを超えた2012/13年を加えた合計8冬期の新庄における積雪深の日変化を表す。2022/23年冬期は12月中旬にまとまった降雪があり(図2)、12月15日の新積雪深は71cmを記録し、12月20日には積雪深が1mを超え102cmに達した。この値は上記の他の7冬期に比べても顕著に大きく、この時期としてはかなりの大雪であり、倒木や枝折れ等の被害が発生した。その後1月上旬まで

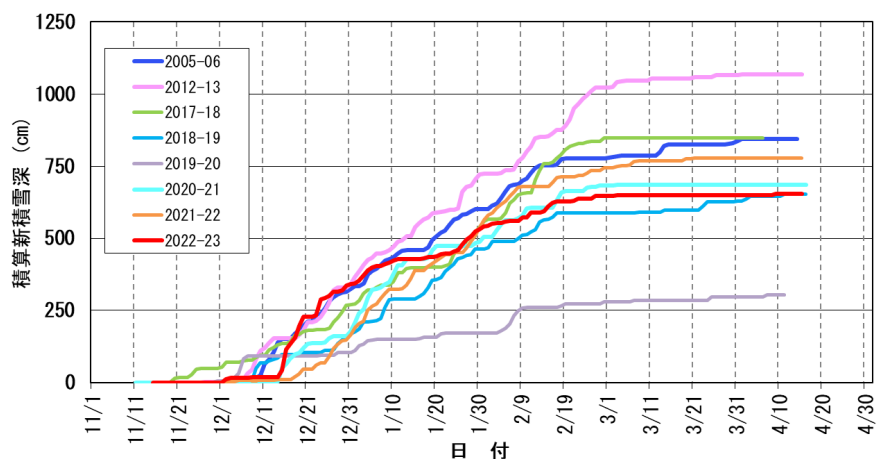


図2 新庄における2005/06年、2012/13年及び2017/18年から2022/23年までの合計8冬期の積算新積雪深の日変化。

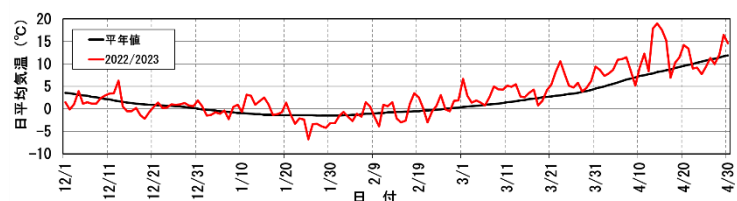


図3 新庄における2022/23年冬期の日平均気温の日変化(気象庁新庄アメダスのデータを使用)。

積雪は増減を繰り返す状況において、12月27日には秋田県由利本荘市鳥海町の市道脇で人が巻き込まれる湿雪全層雪崩が発生した。

1月中旬には気温の高い日が連続し(図3)、一時的に融雪が進んだ。この時、積雪深は減少し、積雪のほぼ全層のざらめ化が進行した(図4)。1月下旬になると寒波に見舞われて積雪深は再び増加傾向となり、2月1日には山形県飯豊町高峰で県道が埋まる面発生湿雪全層雪崩が発生した。

2月に入るとまとまった降雪はあまりなく、積雪深は1mを少し上回る程度で推移した。3月には融雪が卓越して積雪深が減少し、消雪は3月下旬となり、記録的な少雪だった2019/20年を除き、上記の最近の5冬期中で最も早かった。

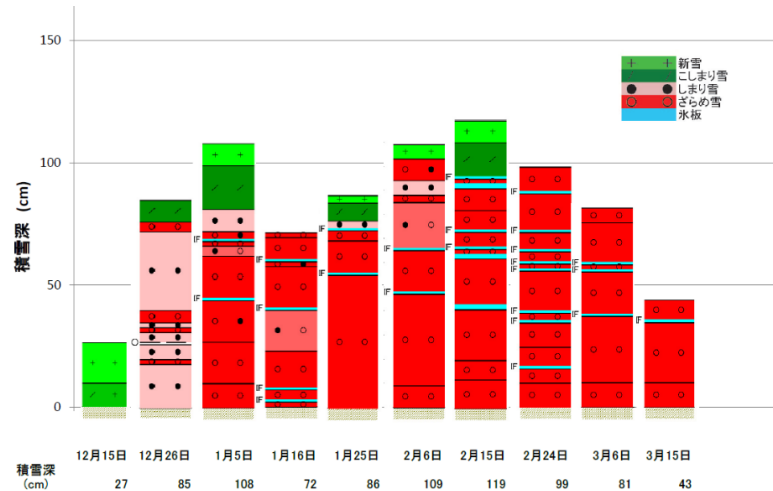


図4 新庄における2022/23年冬の雪質変化図。

3. 雪氷による被害の発生状況

2022/23年冬の山形県における雪氷による被害の原因別発生状況を、新聞記事(山形新聞並びに朝日新聞と河北新報の山形県版)に基づき調べた。その結果は図5の様にまとめられる。

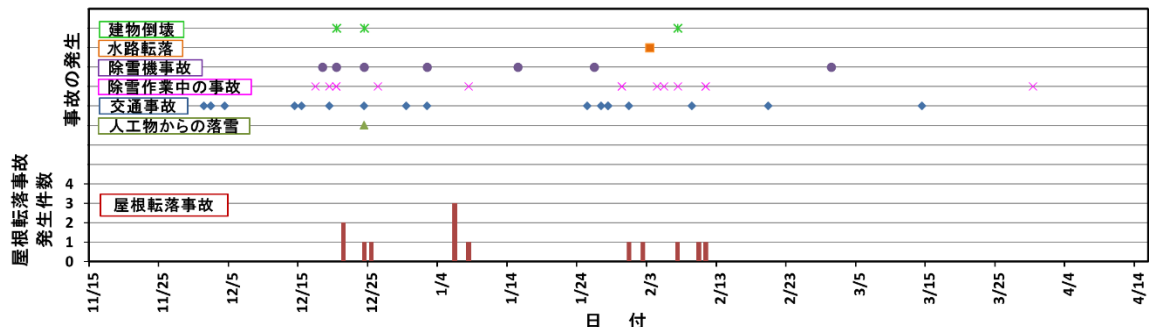


図5 2022/23年冬の山形県における雪氷による被害の原因別発生状況。

初冬の交通事故や、積雪が増加した12月中旬から1月上旬及び1月下旬から2月上旬にかけて除雪機事故、除雪作業中の事故、交通事故および屋根転落事故が多発した様子が分かる。

図6は、2005/2006年以降の18冬期について、各冬期の雪氷の被害による死亡者数と最大積雪深との関係を表す。本冬期のプロットは回帰直線のやや下にあるが、最大積雪深とともに死亡者が増加する傾向は変わらない。事故が多発している、積雪増加時の雪下ろしや雪処理の際の被害防止の取組を一層進める必要がある。

謝辞

観測や機器保守についてお世話になった鈴木紘一氏、大川元造氏、(株)双葉建設コンサルタントの方々、ならびにデータ整理にご協力いただいた青木里美さん、平向洋子さん、矢口瞳さんに深く感謝します。

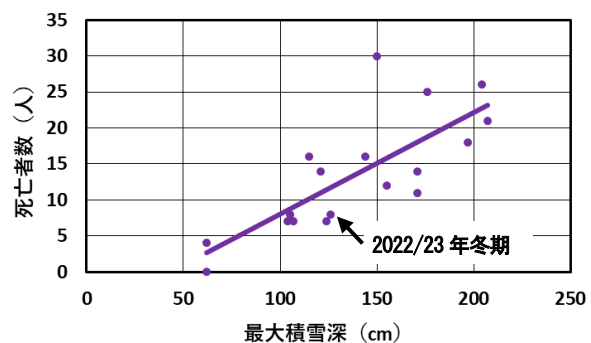


図6 2005/2006年以降の18冬期における各冬期の雪氷の被害による死亡者数と最大積雪深の関係。矢印は本冬期(2022/23年冬期)のプロットを指す。

2022/2023 年冬期に発生した 3 件の雪崩調査報告

荒川逸人・安達 聖・小杉健二（防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター）

Report on three avalanches occurred on 2022/2023 winter
Hayato ARAKAWA, Satoru ADACHI and Kenji KOSUGI (Snow and Ice Research Center, NIED)

1. はじめに

本報告では、防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所（以下、防災科研新庄）が 2022/2023 年冬期に東北地方で発生した雪崩のうち、表 1 に示す調査を実施した 3 件について報告をする。なお、本文 2 件目と 3 件目については、別途詳細な報告を作成予定である。

表 1 2022/2023 年冬期に防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所で調査した雪崩の概要（報道より整理）。

No	発生日	発生地点	事故の状況
1	2022/12/27	秋田県： 由利本荘市鳥海町小川	2022 年 12 月 27 日 10 時頃、秋田県由利本荘市鳥海町の市道で防雪柵設置の作業現場付近で幅 9m にわたり雪崩が発生し作業員 4 人が巻き込まれた。4 人は他の作業員に救助され、このうち 2 人が病院に搬送されたが命に別状はなかった。
2	2023/02/01	山形県： 飯豊町高峰地内 米沢飯豊町線 通称：高峰雪崩	2023 年 2 月 1 日 4:35 頃、主要地方道米沢飯豊線高峰地内で雪崩が発生していたことが確認された。道路沿い擁壁上の落石防護柵が変形し、道路が雪で閉塞し通行不可となったが人的被害はなかった。雪崩発生する危険性があるため、大字須郷～大字高峰の約 6 km 区間を、終日全面通行止めとした。同月 24 日にも雪崩が発生し山側車線を塞いだ。3 月になりポケットの確保、積雪深が低下したため、同月 20 日に片側交互通行（夜間通行止め）により開通となった。
3	2023/02/27	岩手県： 八幡平市八幡平 通称、縦山	2023 年 2 月 27 日 14 時前、岩手県八幡平市の八幡平アスピーテライン御在所駐車場から南西に約 1.5km の通称縦山において雪崩が発生しスノーボードの男性が巻き込まれ両脚を骨折した（報道より）。

2. 今冬期の特徴

2022/2023 年冬期の特徴を、気象庁報道発表資料「12 月の天候」（令和 5 年 1 月 4 日）、「1 月の天候」（令和 5 年 2 月 1 日）、「2 月の天候」（令和 5 年 3 月 1 日）、「3 月の天候」（令和 5 年 4 月 3 日）より抜粋すると以下の通りであった。12 月は強い冬型の気圧配置となる日が多く、下旬に寒気の南下により気温が大きく低下し寒暖の変動が大きくなり、日本海側を中心に大雪となった。1 月は上旬に冬型の気圧配置が緩む時期もあり、北日本や東日本日本海側で日照時間が多くなった。中旬は低気圧が北海道付近を通過するなどまとまった降雪があり、下旬には冬型の気圧配置が緩んだ。2 月は冬型の気圧配置が強い日が多く、日本海側で降水量が多くなった。3 月は寒気の影響が弱まり、気温も高くなり降水量は少なくなった。

3. 雪崩調査

3.1 秋田県由利本荘市鳥海町小川での雪崩

2022 年 12 月 27 日午前、秋田県由利本荘市鳥海町で防雪柵設置の作業現場付近で雪崩が発生し作業員 4 人が巻き込まれた。このうち 2 人が病院に搬送されたが命に別状はなかった。警察によると事故があったのは由利本荘市鳥海町小川の市道脇の防雪柵設置の作業現場で、道路脇の法面の雪が幅およそ 9m にわたって崩れ落ち、男性作業員 4 人が巻き込まれた。4 人は近くにいた他の作業員に救助され、このうち 2 人が病院に搬送され命に別状はなかった（報道より）。



図 1 雪崩調査位置図。地理院地図から作成。

防災科研新庄では翌日の 12 月 28 日に現地調査をおこなった（図 1）。現場ではデブリの排雪作業をおこなっていた（図 2a）。道路から発生区は確認できなかったが、デブリは湿っており樹木や土を含み、湿雪全層雪崩と推察した（図 2b）。工事現場の関係者から聞き取りをしたところ、雪崩は同日 16 時頃にも発生したとのことであった。雪崩走路は南向きの沢地形で、地形図から標高差は約 100m で斜面勾配は約 38° であった。道路は狭く谷あいでは日陰であるが、稜線付近は日当たりがよかったことから斜面上部では融雪が促進されたと推察される（図 2b）。



図 2 雪崩現場付近の状況。a) デブリの除雪作業の様子。道路は谷あいでは日陰である。b) デブリと走路。発生区とみられる斜面上部は日当たりがよい。

現場から南西に約 700m 離れた平坦地での積雪断面観測をおこなった。図 3 は積雪断面観測結果図ある。積雪深 96cm、全層密度 388 kg/m^3 、積雪相当水量 372mm、雪温は全層 0°C で濡れており、雪質はざらめ雪が卓越していた。初冬期から重たい湿った積雪となっていたことがわかる。

図 4 に示した湯沢アメダスでの気象経過図をみると、12 月 18～20 日にかけて積雪深が約 50cm 増加し、22 日には降雨（降水量あり気温がプラス）により積雪深が急激に減少している。23～24 日にかけて再び積雪深が約 40cm 増加した。24 日以降は降水量が記録されているが、気温はプラスで積雪深が低下していることから、みぞれや湿った重い雪が降り続いたと考えられる。このため、発生区では積雪断面観測結果で示されるようなざらめ雪が卓越した重たい積雪となっており、融雪も促進され積雪と地表面が滑りやすい状態になり雪崩が発生したものと考えられる。

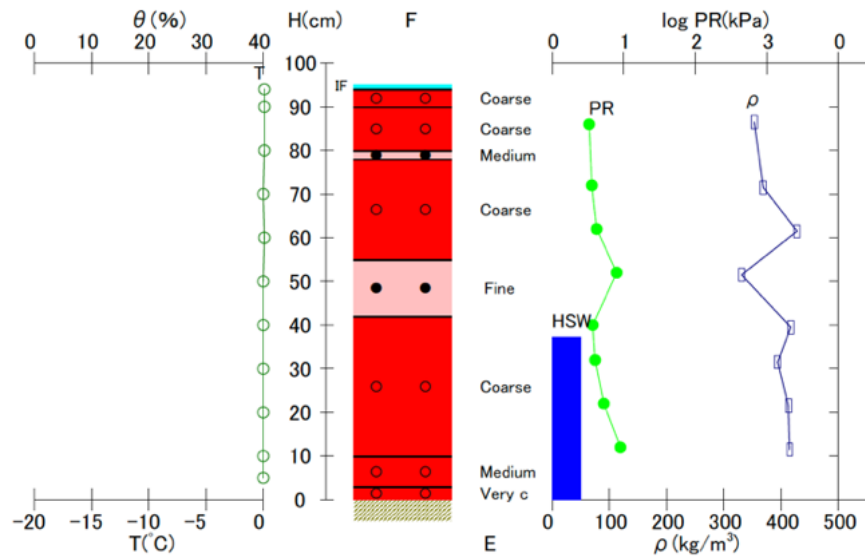


図3 平坦地で実施した積雪断面観測結果図.

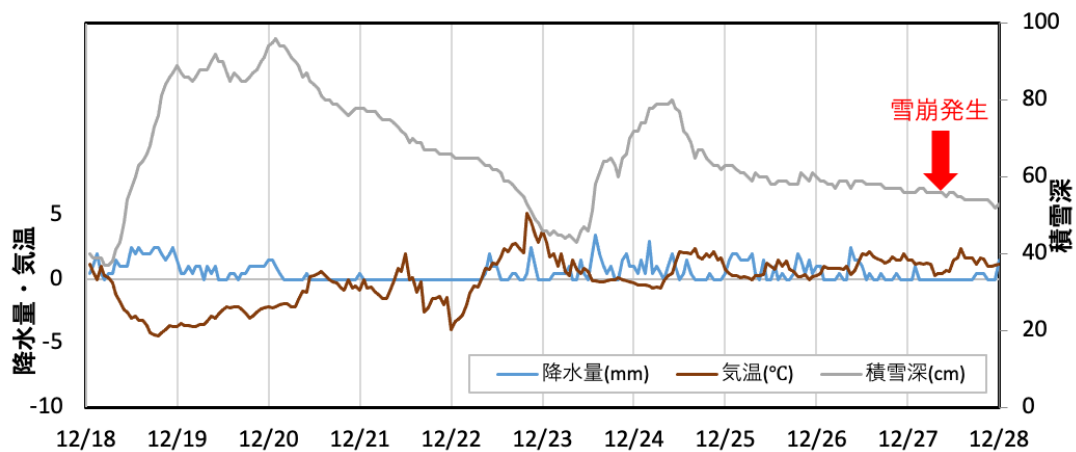


図4 湯沢アメダス気象経過図 (降水量・気温・積雪深). 期間 2022/12/18~12/27.

3.2 山形県飯豊町高峰地内 (米沢飯豊町線 通称：高峰雪崩) での雪崩調査

2023年2月1日4:35頃、主要地方道米沢飯豊線高峰地内で雪崩が発生していたことが確認された(図5)．道路沿い擁壁上の落石防護柵が変形し、道路が雪で閉塞し通行不可となったが人的被害はなかった(図6)．その後も雪崩が発生する危険性があるため、大字須郷～大字高峰の約6km区間を、終日全面通行止めとした(山形県プレスリリース：令和5年2月1日：<https://www.pref.yamagata.jp/documents/32152/r4nadare.pdf>)．迂回路は確保され孤立集落はなかった．



図5 雪崩調査位置図. 地理院地図から作成.

雪崩発生前日（1月31日）と発生直後（2月1日）に山形県が UAV 空撮写真をおこなっており、前日の写真では斜面に顕著な全層雪崩の兆候（雪しわやクラック）は見られなかったが、発生直後の写真を確認し、さらに2月10日に現場付近の道路法面で積雪断面観測を実施したところ、全層ぬれざらめ雪で底面の安定度が低いことが確認されたため、面発生湿雪全層雪崩とした。地形図判読により、斜面方位は北東、雪崩走路は東向きの沢地形で、標高差は約140 m（発生区標高500 m、道路標高360 m）、斜面勾配は約38°であることがわかった。この灌木が初冬期の大雪により一気に寝てしまい、その後の暖気などの影響で融雪が促進され、融雪水が積雪底面に到達し、積雪と地面との境界が滑りやすい状態であったことが推測された。

空撮写真などから落ちきれていない積雪があることや積雪深が2 m以上あったことから、今後も雪崩発生の危険性は高く、落石防護柵やせり出し防止柵が雪で満杯となり、落雪を止める機能が低下しているため、通行規制は継続となった。

同月24日にも雪崩が発生し山側車線を塞いだ（図7）。3月になりポケットの確保作業が行われるとともに、積雪深が低下したため、同月20日に片側交互通行（夜間通行止め）により開通となった。



図6 2月1日雪崩の被災状況。写真は2023年2月1日撮影（山形県提供）。

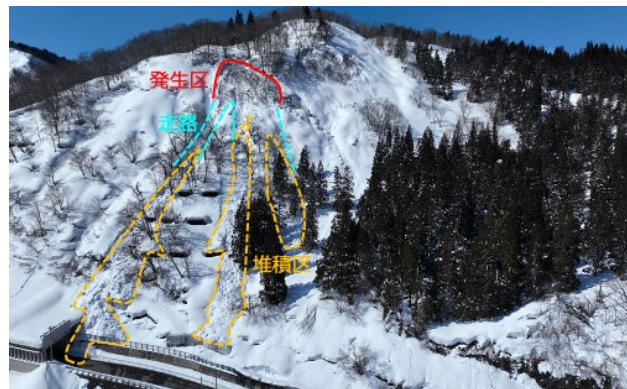


図7 2月24日雪崩の被災状況。写真は2023年2月27日撮影（山形県提供）。

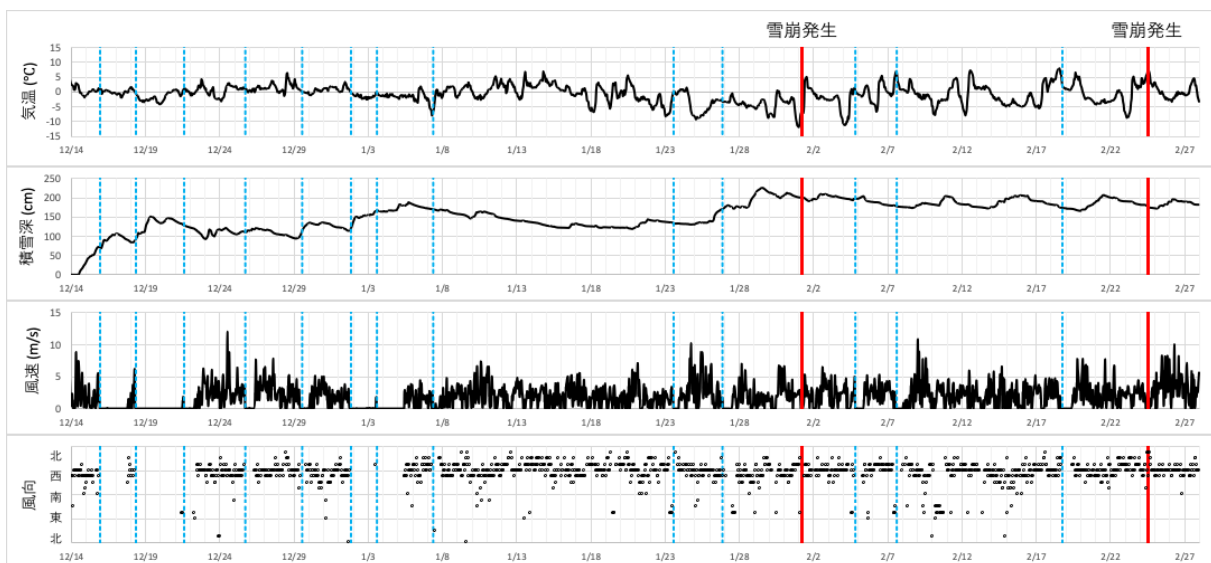


図8 白川ダム管理支所気象経過図。赤太線：雪崩発生時，破線：風向風速が欠測となった期間の開始日時を示す。

図8に白川ダム管理支所の気象経過図を示す。雪崩発生時を太線で示し、風向風速計の観測が欠測となった期間の開示日時を破線で示した。気温がプラスとなっており暖かい日が続いていることがわかる。積雪深は12月14日から19日にかけて150 cm増加している。その後増減を繰り返し、2月1日の雪崩発生直前の1月29日に50 cmの積雪増加がみられた。しかし、気温がプラスとなるような期間には、積雪深が低下しており融雪が促進されていたことが考えられる。風向・風速の欠測期間開始時は気温が0℃前後で積雪深が増加している場合が多くみられ、樹木への着氷雪が起こっていたことが推定された。特に、12月14日から19日にかけての大雪時には、発生区の灌木が寝てしまい積雪中に埋没したことが推定される。5月20日に発生区の状態を確認したところ、根曲がりした樹高5 m程度の灌木（広葉樹）が密生していることが確認された。2月1日の雪崩以降、気温がプラスになる日が多く、また一度の降雪イベントで積雪深が20～30 cm増加している。斜面の積雪が不安定である状態に、降雪と融雪が繰り返され雪崩発生に至ったことが考えられる。

3.3 岩手県八幡平市八幡平（通称、縦山）で発生した雪崩

2023年2月27日14時前、岩手県八幡平市の八幡平アスピーテライン御在所駐車場から南西に約1.5 kmの通称縦山において雪崩が発生しスノーボードの男性が巻き込まれ両脚を骨折した。同行していた男性から消防に通報があり、県の防災ヘリで救助された。（報道より）。これを受けて、防災科研新庄では3月2日に現地調査をおこなった。現地の山岳ガイドが当日に現地を踏査した情報から、雪崩の範囲図を作成した（図9, 10）。破断面は標高1300 m付近と1240 m付近で見られた。雪崩は沢に集中しデブリ末端は1120 m付近まで到達した。調査日には降雪のためデブリの末端位置を確認することはできなかった。

標高1240 m地点で積雪断面観測をおこなったところ、積雪深は3 m以上であった（図11）。表面から深さ76–82 cmにこしまり雪・新雪層があり、雲粒のない降雪結晶の崩れたものが見られた（図12）。コンプレッションテストによりこの層を弱層と判断したため、シアーフレームテストを実施し、積雪安定度SIは2.83と計算され、SIはそれほど低い数値にならなかった（自然発生の目安はSIが1.5以下）。積雪断面観測をおこなった地点はスノーボードの男性が滑った斜面と地形条件が異なるためと考えられる。図13に2月19日～26日の天気図を示す。この期間で降雪イベントが考えられるのは、2月19～22日に低気圧通過から冬型の気圧配置になった時、25～26日に冬型の気圧配置になった時である。近傍の八幡平アメダス（標高578 m）では、この期間に降水量は観測されているが、積雪深の観測が行われていないため、積雪層構造との関連についてはまだ特定ができていない。今後、防災科研の山地積雪観測地点（岩木山や鍋越峠など）の降雪関連観測データの解析をおこない、積雪層構造と気象との関連について検討する予定である。

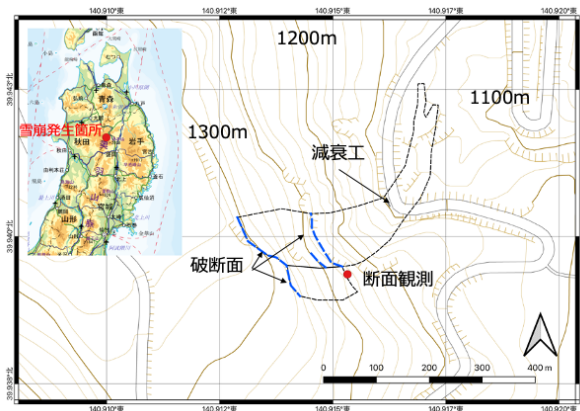


図9 雪崩調査位置図。地理院地図から作成。



図10 雪崩現場の状況。写真は平山順子氏提供（撮影日2023年2月28日）。

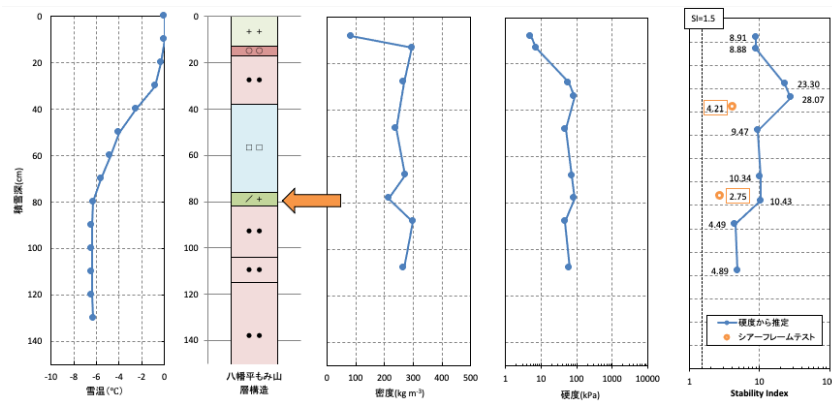


図 11 積雪断面観測結果. 矢印の示すこしまり雪・新雪層が弱層になった可能性がある.

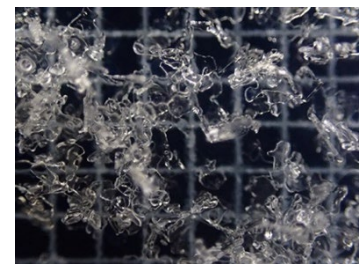


図 12 表面から深さ 76-82 cm で観察されたこしまり雪・新雪層の雲粒のない降雪結晶の崩れたもの. メッシュは 1 mm.

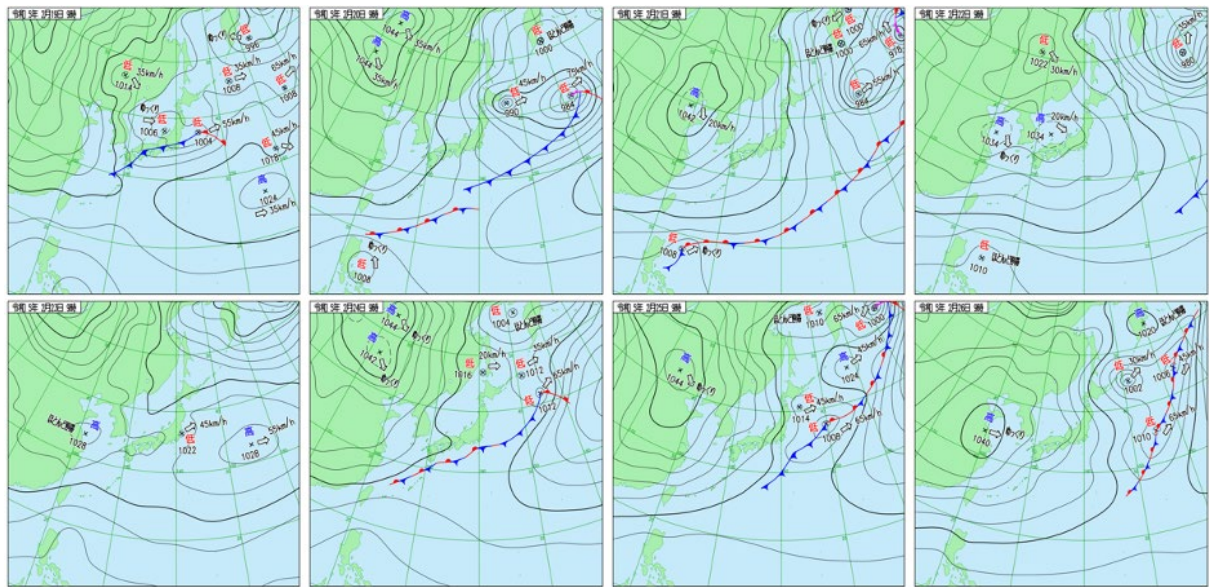


図 13 2023 年 2 月 19 日から 26 日までの 9 時の地上天気図 (気象庁 HP より).

4. まとめ

著者らが調査した 3 件の雪崩について報告をおこなった. はじめの 2 件 (秋田県由利本荘市と山形県飯豊町) は初冬期の多量降雪とその後の暖気の流入による融雪の促進に起因する全層雪崩と考えられた. 3 件目の岩手県八幡平市の雪崩に関しては, 降雪結晶に起因する表層雪崩であると考えられたが, 気象データと積雪層構造の関係付けについては, 今後詳しい解析をおこなう予定である.

謝辞

高峰雪崩に関しては, 山形県県土整備部及び山形県置賜総合支庁建設部, 並びに白川ダム管理支所の職員の方々に, 八幡平樺山雪崩に関しては, 平山順子氏に情報の提供や調査の協力で大変お世話になりました. ここにお礼申し上げます.

八甲田山バックカントリーのツアールート その1

佐々木幹夫 (八戸工業大学)

Routes for a backcountry tour in the Hakkoda mountains, part 1 Mikio SASAKI (Hachinohe Institute of Technology)

1. 八甲田山

八甲田山には「八甲田山」という山はない。八甲田山は南八甲田と北八甲田に分かれており、北八甲田には大岳、小岳、高田大岳、赤倉岳、井戸岳、硫黄岳、前岳、雛岳などがありこれらの山と山地の総称が北八甲田山である。南八甲田には御鼻部山、櫛ヶ峯、横岳、駒ヶ峯、猿倉岳、乗鞍岳、赤倉岳、鳶岳（通称 1001 ピーク）があり北八甲田山と同様にこれらの山と山地を総称して南八甲田山と呼んでいる。したがって、八甲田山は八甲田連峰と表現した方が正確にその意味が伝わると考えられる。八甲田連峰には無数の山スキーコースがある。何故ならば、全山スキー場であり、自分の気に入った斜面は自分で登り滑ればよいのである。4 月になると雪が固くなり、登り易く、滑りやすくなり、快適な山スキーが楽しめる。危険な沢は北八甲田の寒水沢であり、ここは絶対に避けなければならない。その他、沢越えが必要な時は安全を十分確認して渡れば良い。ここに示すツアーコースは私の推奨するルートであり、この通りでなければならないというものではない。本報文に示したルートを参考に自分のルートを確立すると良い。

図 1 に八甲田山の位置を示した。八甲田は青森県中央に位置し、南は十和田湖外輪山御鼻部山、北は青森市八甲田温泉に広がる山域であり、笠松峠を通る道路を境に北側の北八甲田、南側の南八甲田



図 1 南八甲田と北八甲田。

に分かれている。北八甲田は東西 8.6km、南北 8.2km の楕円内に、南八甲田は東西 29.2km、南北 15.7km の楕円内に入り、北八甲田が 55km²、南八甲田が 361km²の広さとなっている。北八甲田は道路に囲まれており、4 月になると道路の除雪が行われており、山で迷っても道路に出ると元の場所に戻ることが出来、バックカントリーには安全な山といえる。南八甲田は深い。山で迷うと 3 日程度山中をさまようことになる覚悟して山に入った方が良い。

2. バックカントリーツアーの原則

2.1 ツアーの時期

八甲田のバックカントリーは 4 月から楽しむと良い。1 月は雪が低温のため固まらないので登りは不可能に近い。転倒すると起き上がるまで 30 分はかかる。ストックと手を突く場所の雪を固めるのに時間が必要だからである。2 月になると雪が少し硬くなり降雪後 2、3 日経過した後であればシールで登ることは可能となる。1、2 月は雪崩にも遭うので斜面の滑降は雪崩に巻き込まれることを覚悟で楽

しむしかない。バックカントリーで滑りたい斜面と雪崩の起きる斜面の斜度は一致しているからである。この時期は樹氷を楽しめる。一度ではあるが2月上旬に谷地温泉から北八甲田に入り小岳に登り仙人岱ヒュッテで一泊して樹氷を鑑賞して谷地温泉に戻り降りたことがある。4月になると雪面が固くなり、全山スキー場となる。雪崩に遭うことはほとんどない。先ず無いと言って良い。雪崩が心配であれば樹木のない雪原の滑降を避けると良い。樹木のある斜面を選べばよいのである。八甲田山は4月下旬でも気温が下がるとマイナス10℃～15℃になるので新雪パウダーを楽しめるときがある。

2.2 ツアーに必要な積雪量

バックカントリーツアーを楽しむには最低でも山に2m以上の積雪が必要である。積雪深は山に入ったとき確認できる。アオモリトマツの周りは空洞になっているのでおよその積雪深は推定できる。2m以上の積雪深であれば予定通りのルートを進むことが可能となる。ブナの木周りの雪が解けて地面が見えるときは1m程度かそれより少ない積雪深なのでルート変更かそれを念頭に進むことになる。積雪深が2m未満の時は雪が早く解けている箇所がある。特に斜面上部や斜面の変わり目に多く見られる。そういうところは藪が出ているので予定したルートを進めない。

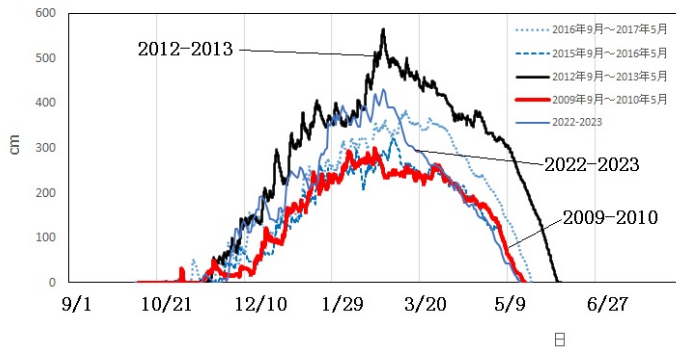


図2 八甲田山の積雪深（気象庁酸ヶ湯観測所）。

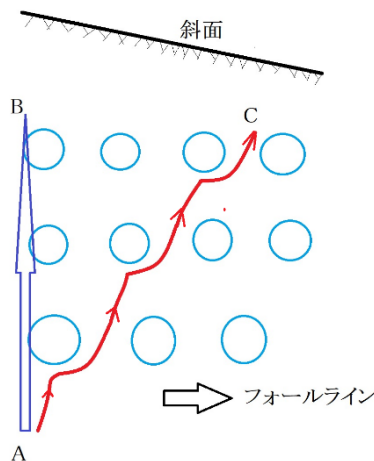


図3 トラバースすると谷底に落ち込む（○印は樹木）。

色が見えなくなり、進むべき方向が分からなくなる。何らかの事情で遅くなり夜になると昼の景色と夜の景色は違ってくるので進むべき方向が不正確になる。選定したルートが尾根伝いであればその尾根を忠実に探し当て進むことである。これがバックカントリースノースポーツを楽しむための絶対条

今年（2023年）の春は雪解けが早く、いつもの年より3週間ほど短く八甲田のスキーを終了した。5月13日（土）に猿倉温泉から上り、乗鞍岳までの往復だったが猿倉温泉近くの山は雪解けが進み雪のつながっている斜面をジグザグしながら行き帰り登って降った。登り始めの山は積雪深が1m未満であった。図2は柿崎・佐々木(2019)が示した気象庁観測の酸ヶ湯積雪深を示している。図には2022年から2023年までの積雪深が著者により追加され

ている。図に示すように2010年の雪は少なく早く解けている。2013年の雪は多く遅くまで残っている。八甲田山は積雪が多いとき遅くまで雪が残る傾向にある。今年の雪は2022-2023年の積雪深に示されているが図より今年は2月上旬まで例年よりも多めの積雪になっている。この積雪だと本来であれば5月下旬までバックカントリースノースポーツを楽しめたはずであった。しかし、雪解けが早く5月中旬初期で酸ヶ湯の積雪は無くなり、それと同時に八甲田におけるバックカントリーツアーも終わってしまった。近年地球温暖化の影響で温かい日が続き山の雪解けが早く進む新たな現象が始まっているように見える。

2.3 コース進行の条件 トラバースは避けるー

山は雲がかかると視界不良のため方向が分からなくなり、予定したルートから外れ予定通り進めないときがある。また、林に入るとそれまでに見えていた周りの景色

件といえる。山には尾根伝いが遠回りで斜面をトラバースすると近道になる箇所が多々ある。しかし、それは絶対に避けなければならない。斜面のトラバースはその斜面のフォールラインに進んでしまい、結果的に斜面の谷底に落ち込んでしまう。目的地にたどり着くためには登り返さなければいけなくなる。図3にトラバースすると谷底に落ちてしまう理由を示している。図のAは出発地、Bは目的地、Cはトラバース結果の進行地であり、地点Aからトラバースすると樹木にあたり、その上を登らずに樹木の下を進む、次の樹木でもその上でなく下を進み、かくしてフォールラインに沿って進む結果となり、距離が長ければ谷底に到達してしまう。林の中に入ってからトラバースはまともに目的地にたどり着くことは稀である。

3. 南八甲田南北縦走 S1 ルート

図4にこのルートの全体概略を示した。図は十和田湖の外輪山御鼻部山展望台駐車場（地点 No.1）から城ヶ倉大橋左岸駐車場（地点 No.17）までのルートの概略を示している。図に示したルートを S1 とし、S1 は南八甲田南北縦走ルートとしている。S1 ルートは地点 No.1 から No.17 まで直線距離でおよそ 16km ある。このルートは 7 年間、十和田湖御鼻部山から櫛ヶ峯に至る地形および積雪状況を



図4 南八甲田南北縦走 S1 ルート全体図.

櫛ヶ峯の頂上より眺めていたことから始まる。時機到来、1993 年 4 月に櫛ヶ峯斜面下にてテント泊、翌日は快晴だったので櫛ヶ峯から御鼻部山までスキーで渡ってみた。御鼻部山に着いたのは昼 12 時過ぎであった。車を配車していなかったのそこから出発地点まで戻るのが大変であった。十和田湖子ノ口まで外輪山の雪のついていところはスキーで 1 時間、それから道路を 3 時間歩いて、子ノ口でタクシーを呼び、車の置いていた睡蓮沼に戻った。着いたのは夜の 19 時ころであった。このルートの問題はツアー終了後の交通手段であった。翌年は南の御鼻部山展望台駐車場からの出発班と北の睡蓮沼からの出発班に分けて、途中で山中にて合流し、車のキーを交換してこのルートのツアーを終了してみた。その後は前日に城ヶ倉大橋駐車場に配車し、御鼻部山から午後に出発、山中にて 1 泊し、櫛ヶ峯、横岳を通り、城ヶ倉大橋に降りて終了するツアーを数年間続けている。一人でこのルートを進んだこともあるがその時は友人に城ヶ倉大橋に迎えに来てもらい、御鼻部山まで送ってもらっている。御鼻部山の道路は 4 月に除雪するが 5 月までは 18 時から翌朝 9 時までゲートが閉まり夜間はいれない。5 月になると夜も入れるようになる。2021 年 5 月には御鼻部山と城ヶ倉大橋のルート両端にテン

トを張り、初日の1日目に城ヶ倉大橋から御鼻部山まで行き、その夜はそこにテント泊、翌日2日目にその帰りのツアーを単独で行う縦走を挑戦してみた。残念ながらこの計画は完了していない。初日に山は雲に覆われ視界10m未満、足元しか見えない状況だった。横岳から櫛ヶ峯に向かう途中でルートが大きく外れ山に迷い込み、結局出発地点の城ヶ倉大橋まで戻るしかなかった。毎年、1回はこのルートのバックカントリーを楽しんでいたが計画倒れになっているのはこの2022年の計画1回だけである。

図5にS1ルート地点No.1～2を示している。御鼻部山展望台駐車場から山に入り、道路を左右両側に控え、No.2まで緩斜面を下るコースである。その先のルートを図6に示した。地点No.2～3までは尾根を下るようになっている。視界が悪いときは北に進路をとり、左右の高いところを進めばよい。



図5 S1ルートNo.1～2.



図6 S1ルートNo.2～3.



図7 S1ルートNo.3～4.



図8 S1ルートNo.4～5.

図7に地点No.3～4のルートを示した。No.3からは912mの小山への登りとなる。この小山への登りを右へ迂回して登らないで進むことは可能であるがこの小山の裏側の北斜面は東に向かっていているので斜面のトラバースとなる。ここは素直に小山に登り、小山に上がった後進路を左にとり、尾根を進んだ方がよい。地点No.4をさらに進み尾根の最後の小山を過ぎると進路を右に向かう下りとなる。わずかの距離であるが滑降を楽しむことができる。図8にそのルートを示した。下りが過ぎると藪に入る。アオモリトドマツが成長して周辺の景色が見えない樹林帯もあり高度を下げないように北北東に進む。ピーク860mおよび890m付近を通り地点No.5まで進めばよい。その先のルートを図9に示した。地点No.7まではシールなしでも到達できるがここからはシールがないと登れない。テント泊をするならばこの地点No.7が最適地となる。ここは三方が山に囲まれており天候がいくら荒れても風の心配は要らない。ここから地点No.8までは尾根伝いに登りやすい斜面を進めばよい。

図10に地点No.8～No.9のルートを示した。このルートはアオモリトドマツの樹林帯と藪を通っている。同様に、No.9～No.10(図11)、No.10～No.11(図12)、No.11～No.12(図13)のルートは林と藪を抜けており、北に向かう緩やかな登りとなっている。図13に示す地点No.12は櫛ヶ峯の下、駒

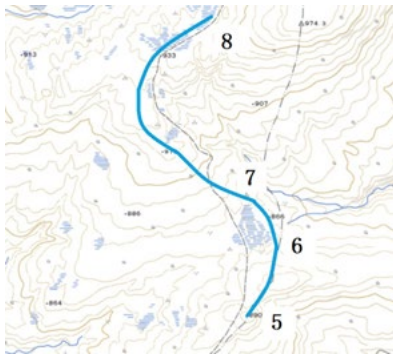


図9 S1 ルート No.5～8.

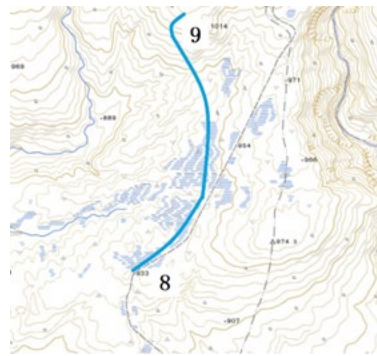


図10 S1 ルート No.8～9.



図11 S1 ルート No.9～10.



図12 S1 ルート No.10～11.



図13 S1 ルート No.11～13.



図14 S1 ルート No.13～14.

ヶ峯につながる尾根にある。No.12～No.13 は櫛ヶ峯の頂上へ向かうルートである。No.12 から櫛ヶ峯頂上までは 40 分程度で着く。図 14 に示す No.13～No.14 は櫛ヶ峯から横岳に向かうルートである。素直に尾根を進むと良い。図 15 に示す No.14～No.15 のルートは横岳山頂手前の登り斜面ルート、横岳山頂（冬期は積雪のためここ横岳山頂尾根東端が一番高い）、山頂からは逆川岳への下り斜面のルートである。横岳山頂は天気の良いと南八甲田と北八甲田を見渡せる景色の良い地点となる。ここでシールを外して城ヶ倉大橋までバックカントリーの滑降を楽しむと良い。

図 16 に地点 No.15～No.16 のルートを示した。このルートは木々の間を抜けるツリーランを楽しむ。地点 No.16 の手前標高 950m から 900m 付近において右に沢があるのでこの沢を右にして下がるが良い。この沢は城ヶ倉大橋の手前で城ヶ倉溪流に落ち込む沢であるので注意を要する。この沢を左にして滑降するとルート終点に辿り着けない。図 17 に地点 No.16～No.17 城ヶ倉大橋駐車場（終点）までのルートを示した。No.16 まで降りたら 830m 付近まで下がり右にある沢を越えて地点 No.17 につながる尾根に渡り、この尾根の斜面を降りれば城ヶ倉大橋駐車場に到達する。横岳山頂からここまでスキーの滑降時間は休憩を入れておおよそ 2 時間程度である。櫛ヶ峯から横岳、城ヶ倉大橋に向かわ

ないで、睡蓮沼まで行くコースもある。このコースをS1Mルートとし、図18に地点No.12～No.21～No.23のルート、図19に地点No.23～No.24睡蓮沼のルートを示した。

図18に示したNo.12～No.21～No.23ルートは櫛ヶ峯～駒ヶ峯～猿倉岳につながる尾根を地点No.22まで進むルートとなっている。地点No.22～No.23、No.23～No.24睡蓮沼終点までは下り斜面のルートとなる。図20に睡蓮沼から櫛ヶ峯に登るときの地点No.23からNo.12へのダイレクトルートをトラバースルートとして示した。このルートは登るときに使っても良いが下るときには避けた方が良い。下るときは図18に示したNo.12～No.21～No.23のルートを使った方が無難である。

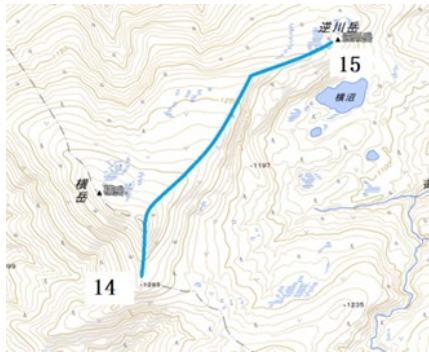


図15 S1ルートNo.14～15.

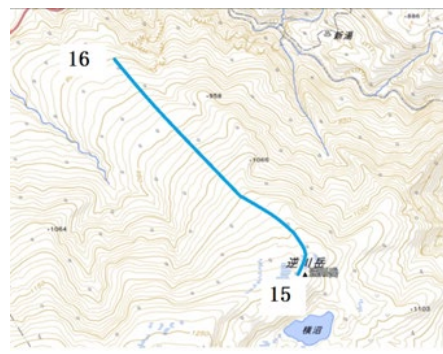


図16 S1ルートNo.15～16.



図17 S1ルートNo.16～17.



図18 S1MルートNo.12～21～23.

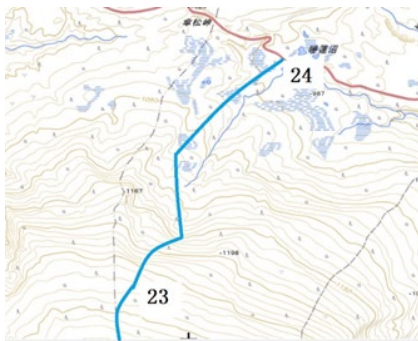


図19 S1MルートNo.23～24.

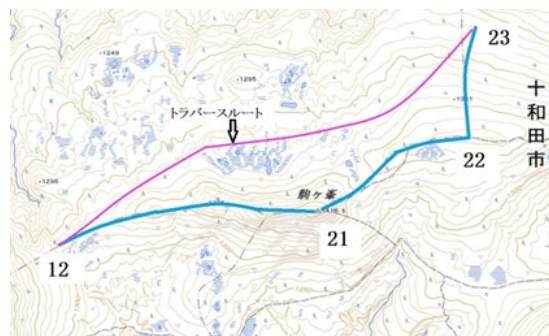


図20 S1MルートNo.23～12（登りは可）.

謝辞 川又憲東北学院大学教授には八戸工業大学在職中にS1ルートの開発・完成、初回および2回目のツアーに参加いただき多大なるご助力を頂いた。大坪秀一（八戸市役所）氏には2回目のツアーでS1ルートの完成にご協力を頂き、また、S1ルート単独挑戦完遂の際には終点の城ヶ倉大橋に迎えに来て頂き始点の御鼻部山まで送って頂いた。ここに両氏に深甚なる謝意を表する。

【引用文献】

柿崎志歩・佐々木幹夫 (2019)：八甲田山における積雪水量に関する研究，東北地域災害研究，55, 67-72.

八甲田山バックカントリーのツアールート その2

佐々木幹夫 (八戸工業大学)

Routes for a backcountry tour in the Hakkoda mountains, part 2 Mikio SASAKI (Hachinohe Institute of Technology)

1. 八甲田山におけるバックカントリーについて

前報告 (佐々木, 2023) に詳述したように八甲田山には「八甲田山」という山はなく, 八甲田連峰の総称を八甲田山, あるいは, 八甲田連峰の山域を八甲田山と呼んでいる. 八甲田山は南八甲田と北八甲田に分かれており, 北八甲田は東西 8.6km, 南北 8.2 km の楕円内に, 南八甲田は東西 29.2km, 南北 15.7km の楕円内に入る広さとなっている. 八甲田は積雪量が多く, 4,5m の積雪深のルートを選ぶこともできる. 4 月になると積雪表面も固まり, 八甲田は全域がバックカントリースノースポーツの対象となり, スキーやボードのコースは無数にできる. 本報文では前報に続き八甲田を縦走するルートについて述べる.

2. バックカントリーの原則

(1) ツアーの時期 八甲田のバックカントリースノースポーツは 4 月から楽しむと良い. 1, 2 月は樹氷を楽しむことができる. バックカントリースキーは 4 月まで待った方が良い.

(2) ツアーに必要な積雪量 バックカントリースノースポーツを楽しむには 2m 以上の積雪深があればよい. 選んだルートの積雪深が 4,5m あれば快適となる.

(3) コース取り 下りのルート進行がある場合は斜面のトラバースは避けた方がよい. 可能な限り尾根のルートを進むことである. 何故ならば, 山に雲がかかると視界不良になるし, 樹林帯に入ると進んでいる方向が分からなくなる場合があるからである.

(4) 他人のスキー跡や足跡に遭遇してもその跡に進路を取らないこと. 他人の跡は信用してはならない. 信用しないことが肝要であり, 常に自分のルートを決めて進むこと.

(5) 迷ったら冷静になること. 山で迷うことは常にある. 迷ったとき自分を見失うほど動揺することがある. それは生きて帰りたいという気持ちが異常に強くなっていることと, 死への恐怖に支配されているからである. その時は死を覚悟し, どのように死ぬか, 自分の死に場所はどこが良いのか探す気持ちに切り替えれば冷静になれる.

3. 南八甲田西東縦走 S2 ルート

図 1 にこのルートの概略を示した. 図の S2 ルートは睡蓮沼から出発し, 猿倉岳, 乗鞍岳, 赤倉岳, 蔦岳 (通称 1001 ピーク) を通るルートとなっている. この S2 ルートは最終地点の蔦温泉付近の林地の雪が早く解けるので 4 月中旬までのルートとなる. 雪の多い年だと 4 月下旬でも大丈夫である. 今年は 4 月 13 日にこの S2 ルートに入る予定を組んだが最終地点の斜面の雪が早く解けて藪が始まったので断念した.

図 2 に地点 No.31~32 を示した. 睡蓮沼 No.31 からシールを付けて南八甲田に入り, 菰を左にして南に進み, 猿倉岳の斜面を標高 1170m の地点 No.32 まで登る. 図 3 に地点 No.32~33 猿倉岳のルートを示した. No.32 からは猿倉岳の少し右の尾根を目指して登り, 尾根伝いに地点 No.33 猿倉岳に向かうと良い. 図 4 に地点 No.33~34 の猿倉岳から乗鞍岳の斜面下までのルートを示した. 猿倉岳から尾根伝いに西に少し進んだところでシールを外し, 駒ヶ峯から乗鞍岳に続いている尾根を利用して乗鞍岳の斜面下地点 No.34 下まで進み, そこでシールを付けて乗鞍岳斜面下 No.34 まで登る.

図5に乗鞍岳、赤倉岳を通る地点No.34～No.37のルートを示した。No.34からNo.35乗鞍岳まで登り、山頂でシールを外し、北東に進み、赤倉岳につながる乗鞍岳の北東斜面を滑降し、乗鞍岳と赤倉岳の鞍部の尾根を進み、赤倉岳への斜面にかかったところでシールを付けて登ると赤倉岳頂上No.36に達する。赤倉岳の頂上は八甲田山の東側が見える眺めの良い地点である。景色を楽しむと良い。図6に地点No.37～No.39のルートを示した。赤倉岳No.36でシールを外し、細尾根をNo.37まで降り、さらにその細尾根を1000m付近まで降りたら葛岳（1001ピーク）南斜面下の沢に向かう急斜面の滑



図1 南八甲田西東縦走 S2 ルート全体図.



図2 S2 ルート No.31～32.



図3 S2 ルート No.32～33.



図4 S2 ルート No.33～34.



図5 S2 ルート No.34～37.

降を楽しみながら降りる。沢近くまで降りたら高度を下げないように左に巻きながら沢越えをして鳶岳の斜面を東に進み、積雪の豊富な東斜面に到達したらシールを付けて鳶岳めざして登る。鳶岳 No.38 でシールを外し、最後の景色を楽しむと良い。ここからは林の中なので方向に注意を図り進路を東にとる。鳶温泉に向かう樹林帯斜面を高度 600m の No.39 まで木の間を抜けて滑降を楽しみ、降りる。この斜面の左は最終地点手前まで崖となっている。

図 7 に地点 No.39～No.40 菅沼沢林道口のルートを示した。No.39 から高度 500m 付近まで降りたら菅沼沢林道に近いので北に進路をとる。No.40 菅沼沢林道口、S2 ルート終点配車場所に到達する。

鳶温泉に降りたい場合は No.39 から標高 550m 付近まで降りる。左に菅沼があるので沼の東側（沼口）に降りて鳶温泉まで遊歩道に従って歩けばよい。降り始めの箇所が分かりにくい。428m ピークの小山があるのでそこを過ぎないように菅沼に降りると良い。



図 6 S2 ルート No.37～39.



図 7 S2 ルート No.39～40 (終点) .

4. 北八甲田南北縦走 N1 ルート

北八甲田の南から北へ縦走する N1 ルートを図 8 に示した。このルートは睡蓮沼から北八甲田に入り、硫黄岳、大岳、井戸岳それぞれの東側下を通り、赤倉岳東側の雪渓頂上からこの大斜面を滑降し、赤倉岳の北東下に降りて、空川林道口に到達するルートである。図 9 に出発地点 No.81 睡蓮沼から硫黄岳の下 No.83 までのルートを示した。睡蓮沼 No.81 からシールを付けて北八甲田に入り、右に迂回



図 8 北八甲田南北縦走 N1 ルートの概略.

路をとり、No.82 まで登り、硫黄岳の東斜面下 No.83 まで登る。No.82 の手前で右に迂回しているのはこの台地の雪が早く解けて藪が出ている時があるためであり、4 月上旬だと雪が付いているので No.81 から No.82 に真直ぐ向かって良い。

図 10 に地点 No.83～No.85 のルートを示した。硫黄岳の東斜面下 No.83 から沢伝いに登り、仙人岱ヒュッテの東側にある沢の右尾根を登り、小岳斜面西側 No.84 を抜け、大岳斜面東側下を通り、井戸岳と大岳鞍部下 No.85 まで登る。図 11 に No.85～No.89 のルートを示した。大岳斜面北東下 No.85 から井戸岳東斜面 No.86 に至り、そこから井戸岳と赤倉岳の鞍部を目指して登り、赤倉岳の東側雪渓頂上 No.87 (箒場岱コース雪渓斜面頂上) に達したらここでシールを取り、No.88 までの大斜面の滑降を楽しむ。この大斜面は 3 回程度の休憩を入れて降りると景色と滑降を心地よく楽しめる。No.88 まで



図 9 N1 ルート No.81～83.



図 10 N1 ルート No.83～85.



図 11 N1 ルート No.85～89.

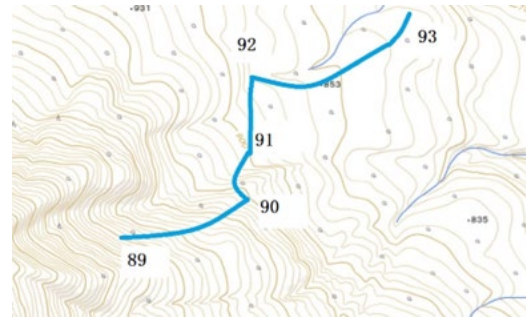


図 12 N1 ルート No.89～93.



図 13 N1 ルート No.93～94.



図 14 N1M1 ルート No.95～97.

降りたら進路を北にとり高度下げないように沢を2つ越えて No.89 に達する。図 12 に No.89～No.93 のルートを示した。No.91 までは滑降を楽しめる。No.90～No.91 はツリーランとなる。No.91 から No.92 までは高度を下げないように進み、空川の沢崖斜面手前 No.92 に至ったら進路を北東方向の沢沿いにとり、空川沿いに No.93 まで進む。図 13 に No.93～94 のルートを示した。No.93 から空川沿いに降り、No.94 の空川林道口終点に達する。このルートでは No.91 以降 No.94 まで林の中に入るので周りの景色は見えない。進むべき方向が分からなくなるので注意を要する。空川と平行に下っている沢がいくつかあるので地点 No.92 および No.93 を確実にとらえて降りることが肝要となる。

図 14 に八甲田ロープウェイを使う別の N1M1 ルートを示した。赤倉東斜面大雪渓頂上地点 No.87 (箒場岱コース雪渓斜面頂上) からのルートは前述の N1 ルート (No.87～No.94) に同じである。八甲田ロープウェイを利用し、山頂駅 No.95 に着く。ここから 1326m ピークまで登り、そこから夏道登山道 No.96 まで移動し、シールで赤倉北西斜面を登り、1521m ピークでシールを外し、尾根伝いに赤倉岳頂上 No.97 に至る。ここから雪渓大斜面頂上 No.87 に移動する。このルートは No.96 からの登り斜面に雪があるかどうか問題となる。登山道の雪が解けるとこのルートは止めた方が良い。4 月上旬はこのルートを進むことが可能となる。



図 15 N1M2 ルート No.95～99～100.



図 16 N1M3 ルート No.95～101～103.

図 15 に八甲田ロープウェイ山頂駅からのさらに別の N1M2 ルートを示した。前述の No.96～No.97 ルートは斜面の雪解けが早くシールを付けての登りは不可能になるので図に示す No.99～No.100 のルートを登るときがある。N1M2 ルートの田茂菴岳北斜面下までは同じで No.95 山頂駅から 1326m ピークまで登り、そこからスキーで田茂菴岳北斜面下まで降りて、田茂菴岳山頂に登り、南斜面の滑降を楽しみ、斜面下の沢を越えて地点 No.99 まで進む。ここでシールを付けて井戸岳と赤倉岳の鞍部に向かって登り、赤倉岳南東の斜面を登り、赤倉岳 No.100 に達する。赤倉岳 No.100 から No.87 (箒場岱コース雪渓斜面頂上) までは N1M1 ルートと同じとなる。地点 No.100 の赤倉岳南東斜面の雪が上までつながっていることを確認してこのルートを登ったらよい。2022 年にこのルートを取り登ったがこの南東斜面の雪が最後 20m 程度解けてなくなっており藪漕ぎとなった。体力の消耗は激しかった。

図 16 に八甲田ロープウェイを利用するさらに別の N1M3 ルートを示した。地点 No.99 までは N1M2 ルートに同じでそこから地点 No.101 に至る。そこから大岳と井戸岳の鞍部を目指し No.102 まで登る。そこから No.103 に至れば N1 ルートと同じとなり、地点 No.87 の赤倉岳東斜面雪渓頂上 (箒場岱コース雪渓斜面頂上) に達する。このルートも地点 No.102 付近の南側斜面の雪が早く解けるので雪がつながっているかどうか確認して登ると良い。

5. 北八甲田西東縦走 N2 ルート

図 17 にこの N2 ルートの概略を示した。酸ヶ湯公共駐車場 No.61 から谷地温泉 No.68 までのルートであり 10km を超えるルートとなる。このルートは今年 4 月 15 日に縦走してみたが小岳山頂付近の南

側斜面の積雪が少なくなっており、大分左に迂回しながら頂上まで登っている。小岳頂上から谷地温泉までは全て下りとなる。

図 18 に酸ヶ湯公共駐車場 No.61～No.63 のルートを示した。酸ヶ湯からシールで小岳頂上まで登る。地点 No.121 から硫黄岳北側斜面下の鞍部を目指して登り、仙人岱ヒュッテの横を通り、小岳の南斜面下 No.63 まで登る。硫黄岳北斜面下の鞍部は雪があっても樹木の枝が進行を遮り登りが大変な時がある。このルートが可能かどうか確認してから登った方がよい。

図 19 に小岳の西および東斜面、高田大岳の南斜面における No.63～No.66 のルートを示した。地点 No.63 から小岳山頂までは頂上付近の南斜面の雪が解けて藪が出ている時が多い。小岳山頂 No.64 に近くなると雪があっても樹木の枝が進行を邪魔するので左に迂回しながら頂上に登るのが普通である。小岳に着いたらシールを外し、小岳の大斜面 No.64～No.65 を楽しむと良い。この雪渓は例年上部が割れているので頂上から高田大岳に向かう尾根を少し降りて大斜面雪渓に渡って山頂近くまで戻り小岳大斜面の滑降を行う。この大斜面では、通常 3 回程度の休憩を入れて No.65 まで降りる。高度 1070m 付近が地点 No.65 であるが小岳の斜面が緩やかになった辺りまで滑降を楽しんで良い。地点 No.65 から沢越えをして高田大岳の斜面に移動し、谷地温泉に向かって地点 No.66 まで緩やかな下りで樹林帯を抜ける。

図 20 に高田大岳南東斜面から谷地温泉までの地点 No.66～No.68 (終点) のルートを示した。地点 No.66 から 974.5m ピークの小山を左にして地点 No.67 まで降りる。ここに至ると樹林帯のため周りの景色は何も見えないので方向に注意しながら斜面を下る。地点 No.67 からの斜面が最後の斜面になるので短いガツリランを楽しむと良い。この斜面を降りて平地部に入ると谷地温泉 No.68 に到着する。



図 17 北八甲田西東縦走 N2 ルート全体図。



図 18 N2 ルート No.61～63.



図 19 N2 ルート No.63～66.



図 20 N2 ルート No.66～68.

謝辞 毎年 1 回は南八甲田西東 S2 ルートを薦温泉まで降りていた当時、故小笠原哲夫氏には薦温泉から睡蓮沼に置いていた車まで送って頂いていた。ここに、氏に深甚なる謝意を表する。

【引用文献】

佐々木幹夫(2023)：八甲田山バックカントリーのツアールート その 1, 東北の雪と生活, 38, 40-45.

2022/23 年 青森県の雪況

小関英明（正会員）

A profile of snow-phenomena in Aomori (2022/23)

Hideaki KOSEKI (Regular member)

1. はじめに

青森県の 2022/23 年積雪期(2022 年 12 月～2023 年 3 月以下今季)の雪況（日平均気温，最深積雪深，降雪量，降水量，雪関連被災者数）について，青森と弘前を中心にして，2021/22 積雪期(2021 年 12 月～2022 年 3 月以下昨季)および平年値と比較して報告する．気象値については青森県内の気象庁 AMeDAS 観測点で積雪等を測定している 13 観測点のデータと青森県リング研究所より提供されたデータを使用した．雪関連被災者については総務省消防庁（2023）および青森県危機管理局防災管理課提供資料等を用いた．さらに，弘前の降雪量合計と最深積雪深の関係の推移について調べた．

2. 2022/23 年積雪期の青森県の雪況

今季の県内は，12 月 1 日に初積雪を記録した後，12 月中頃までは平年より寒い時期が続いた．1 月中旬には気温が高く積雪深が減少したが，1 月下旬には 10 年に一度といわれる非常に強い寒気の流入と強い冬型の気圧配置により低温，大雪となる時期があった．2 月は高温の時期と低温で強い冬型の気圧配置となる時期が周期的となり，低温の時期に津軽地方を中心に降雪量，積雪深が多くなったが，全般的には昨季ほどの大雪にはならなかった．3 月以降は県内全域で気温の高い日が多く，3 月の月平均気温としてはこれまでで最も高くなり，積雪深も急激に減少した．図 1 に青森と弘前における日平均気温の今季と昨季の経過とその平年値を示す．

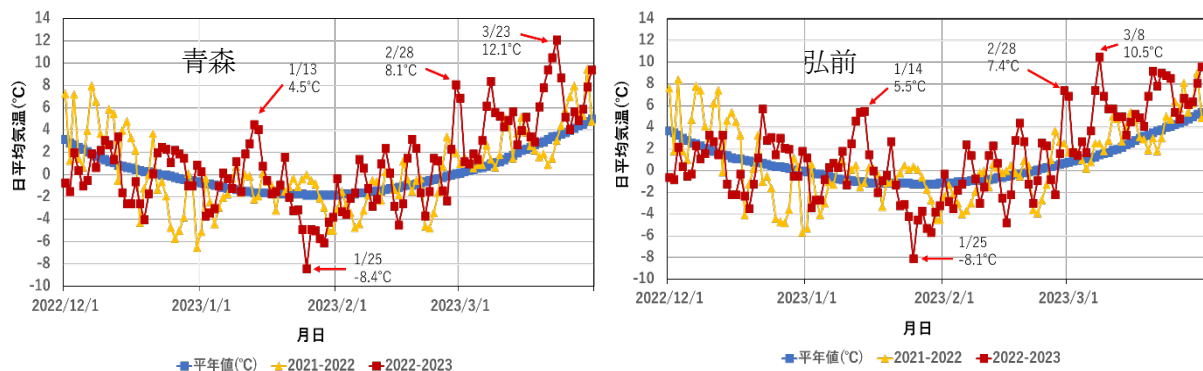


図 1 青森と弘前の日平均気温の経過（気象庁，2023）．

図 1 より，青森，弘前共に 12 月初旬から中頃，さらに 1 月上旬に強い寒気の影響で気温が平年値より低くなったが，1 月中旬では高気圧に覆われ気温が平年値よりかなり高くなり，青森では 1 月 13 日に 1 月の日最高気温としては観測史上 3 位となる 12.4℃，弘前では同 1 位の 12.5℃を記録した．1 月下旬になると高度約 5000m 付近で氷点下 42℃以下という非常に強い寒気が入り，かなり気温の低い日が続いた．2 月になると，高気圧に覆われ気温が平年値より非常に高くなる日と強い寒気の流れ込み気温が平年値より非常に低くなる日が周期的に表れた．3 月になると，気温が平年値より高い日が多く，相当高くなる日もあった．これにより，3 月の月平均気温が青森で 5.9℃(昨季 3.7℃，平年値 2.8℃)，弘前では 5.5℃(昨季 3.3℃，平年値 2.5℃)と，3 月としては観測史上最も高くなった．図 2 には津軽地方と下北・三八上北地方における今季の日平均気温との偏差の経過を示す．

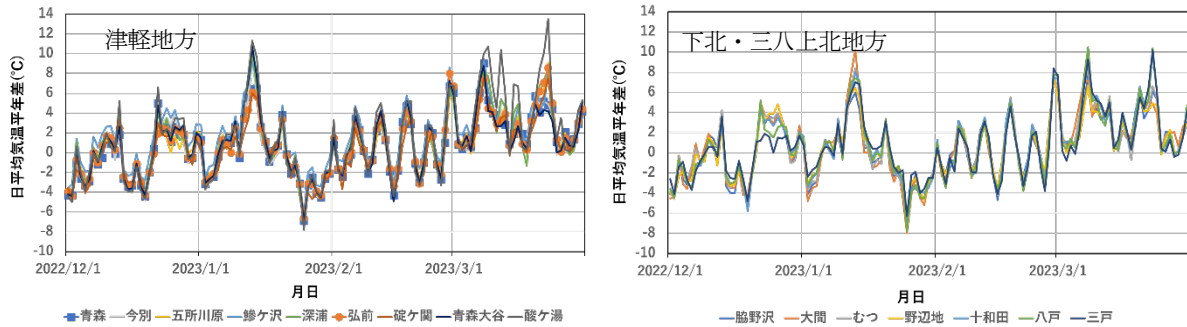


図2 津軽地方，下北・三八上北地方の日平均気温平年差の経過（気象庁，2023）。

図2より，前述と同じように，12月初め頃と中旬，1月上旬では気温が平年値より低く，1月下旬では平年値よりかなり低い．1月中旬と3月以降では平年値より高く，3月1日前後，3月8日，3月23日頃は特に高くなっている．また，2月では，平年値より気温が高い時期と低い時期が周期的に表れている．次に，図3に青森と弘前の今季と昨季の日最深積雪深の経過とその平年値を示す．

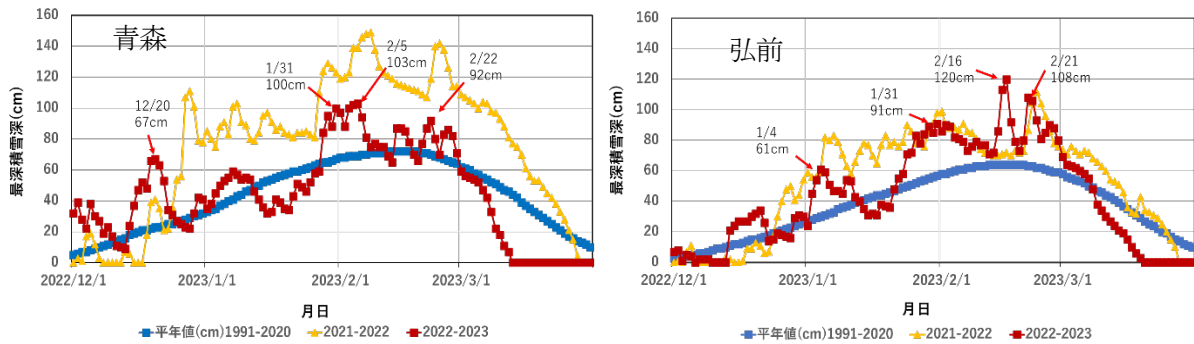


図3 青森と弘前の日最深積雪深の経過（気象庁，2023）。

図3より，青森では今季12月上旬から積雪深が平年値を上回っており，12月20日で67cmと12月の最深積雪深の平年値51cmを超えた．弘前についても12月中旬の寒波により急激に積雪が増加しこの時期には平年値を上回った．さらに弘前では1月上旬の寒波で積雪深が急増し，平年値を大きく上回った．この時期，青森では弘前に比べて緩やかに増加している．1月中旬は平年値より気温の高い時期となり，積雪深は両方とも一時平年値を下回った．1月下旬の記録的寒波では，青森，弘前ともに積雪深が急激に増加し，1月31日に青森で100cm，弘前でも91cmを記録した．青森では2月5日に今季の最深積雪深103cmを記録したが，昨季(149cm)よりは大きく減っている．弘前では2月中旬に津軽地方の大雪により2月13日に日積雪差としては2月の観測史上8位の32cmを記録し，2月16日には昨季(112cm)を超える，今季の最深積雪深120cmを記録した．これは弘前では観測史上8位の記録であり，2月の最深積雪深としては観測史上6位の記録である．その後2月下旬には青森で92cm，弘前では2月21日に2月の日積雪差が観測史上では10位となる29cmを記録し，最深積雪深も108cmと増えたが，それ以降は3月の記録的な高温により，急速に積雪は減少していき，青森では3月13日，弘前でも3月20日には積雪0cmとなった．

また，積雪深が50cm以上の日数は，青森が54日(昨季83日，平年値50.4日)，弘前では51日(昨季75日，平年値42.2日)と共に平年よりやや多いが，昨季よりは少なくなった．次に津軽地方と下北・三八地方の日最深積雪深の経過を図4に示す．

図4より，県内の日最深積雪深の経過は，西津軽では深浦，鰯ヶ沢の2か所とも同様に経過している．また，今季の最深積雪深を記録した時期は，東青津軽，北五津軽では2月上旬となっており，中南津軽，青森大谷では2月中旬ごろに今季の最深積雪深を記録した．下北・三八上北地方では，12月中旬，年末から1月中頃，2月初め，2月の中旬に積雪深が多くなっているが，3月になると急激に減少して，上旬にはすべての地点で積雪深が0cmとなっている．

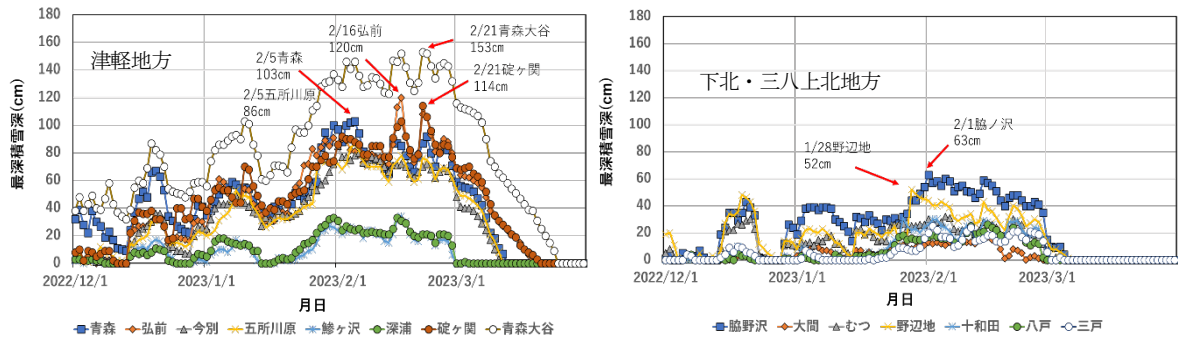


図4 津軽地方，下北・三八上北地方の日最深積雪深の経過（気象庁，2023）。

次に，図5に県内の最深積雪深の今季と昨季および平年値との比較を示す。同様に，図6に降雪量合計，図7に降水量合計の比較をそれぞれ示す。

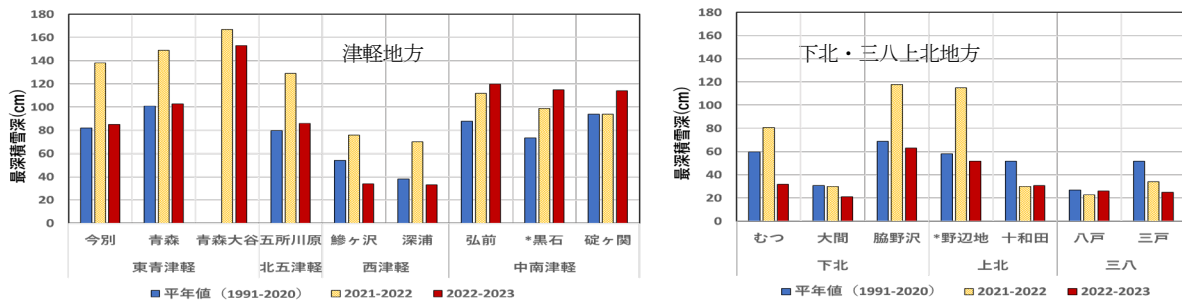


図5 今季・昨季の最深積雪深とその平年値（気象庁，2023）。

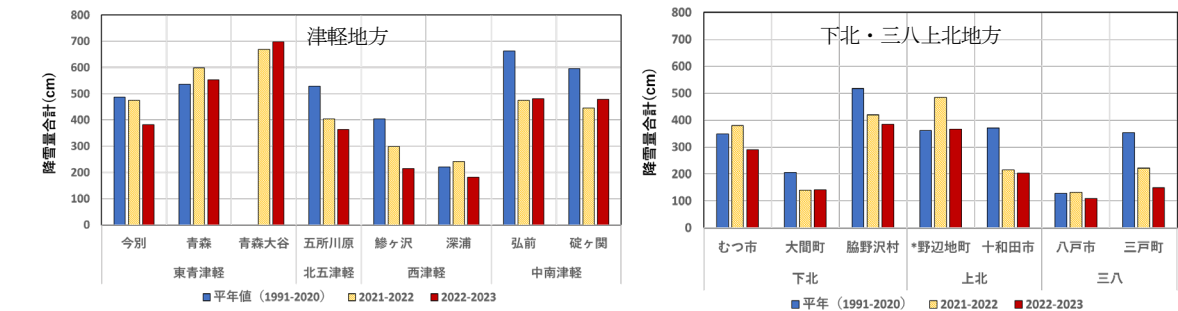


図6 今季・昨季の降雪量合計とその平年値（気象庁，2023）。

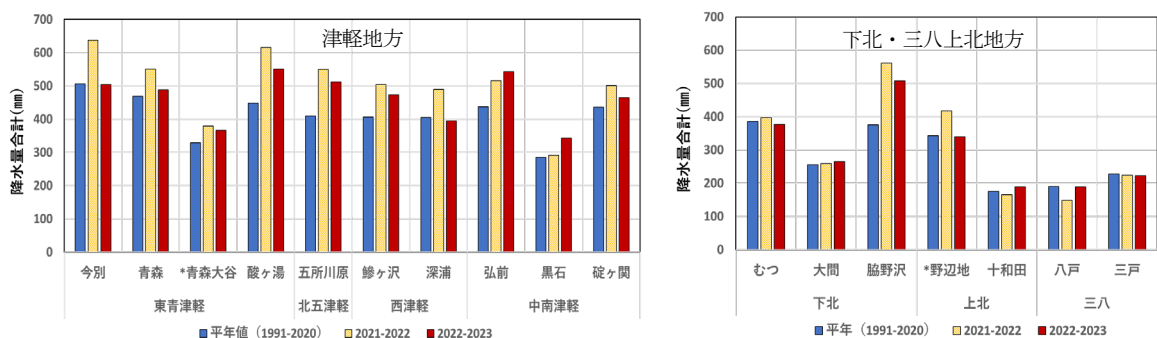


図7 今季・昨季の降水量合計とその平年値（気象庁，2023）。

図5より，最深積雪深について，津軽地方では中津津軽の弘前で120 cm，平年比136%，黒石では156 cmで平年比156%と大きく昨季および平年値を上回った。東青津軽，北五津軽では昨季より大きく減ったものの，ほぼ平年並みとなった。西津軽ではそれぞれ昨季の半分以下と大きく減少し，鰯ヶ沢では平年比63%，深浦でも平年比86.8%と平年値を下回った。下北・三八上北地方では，上北の十

和田と三八の八戸で昨季とほぼ同じであるが、他は昨季と比べて大きく減少した。特に、下北のむつ、脇野沢、上北の野辺地では昨季の半分ほどになった。平年値と比較すると、八戸で平年並みであったほかは平年より少なくなった。特に、むつで平年比 53.3%、十和田が 59.6%、三戸では 48.1%と少なかった。

図 6 より、降雪量合計について、津軽地方では、東青津軽の青森大谷、中南津軽の弘前、碓ヶ関で昨季をやや上回ったが、その他では昨季より少なく、平年値と比較すると東青津軽の青森が平年比 103.2%とやや多かったが、他はほぼ平年並みか平年値より少なく、特に西津軽の鰺ヶ沢では平年比 53.1%と少なかった。下北・三八上北地方では、下北の大間では、ほぼ昨季と同じくらいであるが、他は全般的に昨季より減少しており、平年値と比較すると、上北の野辺地と三八の八戸がほぼ平年並みとなった以外は大きく少なくなっている。

図 7 より、降水量合計については、津軽地方では昨季に比べて中南津軽の弘前と黒石以外は減少している。平年値と比較すると、ほぼ平年並みか平年より多くなっており、特に、酸ヶ湯で平年比 123.0%、五所川原では 125.0%、弘前で 124.1% と多くなっている。下北・三八上北地方では、昨季と比較して、下北のむつ、脇野沢、上北の野辺地で減少したものの、他は昨季とほぼ同様か若干増加している。平年と比べると、下北の脇野沢が平年比 135.4% と大きく増加したが、他はほぼ平年並みとなった。

3. 弘前の最深積雪深と降雪量合計の関係

小関（2019）は、2000 年以降の弘前において降雪量合計に対して最深積雪深が多くなる傾向にあること示した。さらに、小関（2020）では、最深積雪深 $H(\text{cm})$ と降雪量合計 $S(\text{cm})$ の比 R_{HS} を導入し、その経年変化を求め、これが近年増加傾向にあることを示した。今季についても、弘前では降雪量合計は昨年とほぼ同じで平年値の 72.5%であるのに対して、最深積雪深は 120 cm と平年比 136.4% と大きくなっている。そこで、図 8 に 1983 年～2023 年における降雪量合計と最深積雪深の関係を示し、図 9 に同期間の最深積雪深と降雪量合計の比 R_{HS} の経年変化を示す。

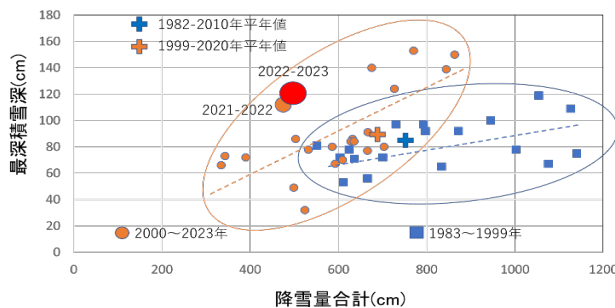


図 8 最深積雪深と降雪量合計の関係。

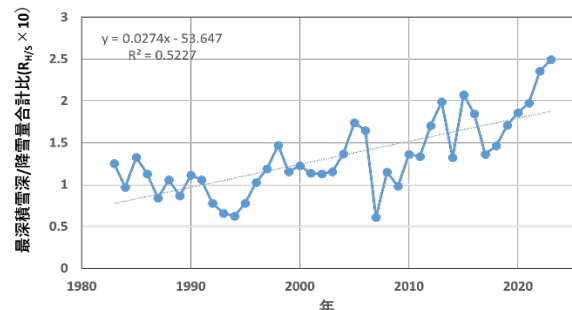


図 9 弘前の最深積雪深と降雪量合計の比。

図 8 では、1983 年～1999 年を青■印、2000 年以降を橙●印(昨季は橙大●), 今季を赤大●印で表している。さらに、1982 年～2010 年平年値を青+, 1991～2010 年平年値を橙+で示している。図中の橙の実線で囲んだ領域は主に 2000 年以降のデータを囲んだもので、青の実線で囲まれた領域は 1983 年～1999 年のデータである。図中の青点線は 1983 年～1999 年の線形近似直線で相関係数は $R=0.45$ 、橙点線は 2000 年～今季までの線形近似直線で相関係数は $R=0.62$ である。また、2000 年以降の近似直線の傾きは 0.141、それ以前では 0.0417 であり、2000 年以降では降雪量合計に対する最深積雪深の増加率が大きくなっている。さらに図 9 に示すように R_{HS} は 6 年連続で増加しており、 R_{HS} の線形近似直線の相関係数も $R=0.72$ と中程度の相関がみられることから、これまでと同様に降雪量合計に比べて最深積雪深の割合が近年増加する傾向にあると考えられる。これに関しては、今季の 1 月から 2 月にあるように、高気圧に覆われると気温が非常に高くなるが、その後非常に強い寒気が流入し冬型の気圧配置が強まることで極端な大雪が続き積雪深が急増するといった、極端な気象現象が増加しているのではないかと考えられる。

4. 雪関連の災害

表1に昨季と今季の雪関連被災者数の月毎の数を示し、表2に雪関連被災者の原因別被災者数を示す。表1より、今季の雪害による人的被害は112人(死者10人、重軽傷者102人)となり、昨年度の219人(死者13名、重軽傷者207)より107人減少したが、一昨季の133人(死者11人、重軽傷者122人)以来3年連続で死者10人以上、負傷者100人以上となった。

表1 青森県内における雪関連被災者数(交通事故を除く)。

	死者(人)	重傷者(人)	軽傷者(人)	行方不明(人)	計
2021年12月	2	14	13	0	29
2022年1月	9	27	79	0	115
2月	1	20	36	0	57
3月	1	3	14	0	18
計	13	64	142	0	219
2022年12月	2	6	21	0	29
2023年1月	2	7	26	0	35
2月	5	10	29	0	44
3月	1	1	2	0	4
計	10	24	78	0	112

(総務省消防庁災害情報, 2023)

表2 雪関連災害の原因別被災者数。

	除雪作業中		落雪(人)	雪崩(人)	倒壊家屋の下敷き(人)	その他の原因(人)
	屋根雪下ろし	屋根雪下ろし以外				
2021-2022年	105	103	6	0	1	0
2022-2023年	48	52	9	0	0	3
増減	-57	-51	3	0	0	3

(青森県危機管理局防災危機管理課提供資料より)

今季は、12月上旬から中旬にかけてまとまった降雪があったため、昨季同様に12月で死者2人、重軽傷者29人と多くの被災者が出た。1月では昨季の115人に対して35人と大きく減少したが、1月中旬には気温が高い時期があり、除雪時の落雪や雪下ろし中の事故が多くなっている。また、1月下旬には非常に強い寒波と冬型の気圧配置により大雪となり積雪深も急増し、多くの地点で2月上旬から中旬にかけて今季の最深積雪深となったことから死者5人、負傷者39人と多くの雪害が生じた。3月に入ると、降雪量が極端に少なく、積雪深も急激に減少したことから、死者1人、重軽傷者3人と昨季の死者1人、重軽傷者17人と比べると死者は同数であるが重軽傷者は大きく減った。

表2より、昨季同様に被災者の多くは除雪作業中であり、屋根の雪下ろし中の事故とそれ以外の除雪作業中の事故がほぼ同数発生しているが今季は屋根雪下ろしよりそれ以外の事故がわずかに多くなった。屋根の雪下ろしの事故では、屋根からの転落が29人(昨季70人)と昨季より大きく減少しており、梯子、脚立からの転落は18人(昨季35人)であった。また、雪下ろしの際に命綱を付けていたがロープが切れて転落した事故が昨年と同じく1件あった。特に近年は、屋根に上がることなく、梯子や脚立の上で屋根雪を除雪しようとして、滑り落ちてきた屋根雪に巻き込まれて転落するしたり、梯子や脚立の上でバランスを崩して転落する事故が増えている。屋根雪以外の除雪中の事故では、転倒が19人と昨季(40人)の半分以上となった。除雪中の落雪事故も13人と減少し、昨季(39人)のほぼ三分の1となった。除雪機による事故は9人と昨季(11人)よりやや減少したものの、全体に対する割合としては増えている。ほかに除雪作業中に病気を発症し死亡したと思われるものが4件あった。

建造物では、平川市での非住居の小屋が倒壊し、さらに2月末までの積雪で、3月2日頃に十和田市の谷地温泉の壁がたわみ、使用できなくなる被害があった。

また、津軽地方を中心に6市町村で豪雪対策本部が設置され、2町と青森県で、豪雪警戒本部が設置された。さらに、14市町村で除排雪費の予算追加が行われた。青森市は過去最高となった昨季に次ぐ55億598万円、弘前市では昨季の17億円より多い18億円、つがる市が8億4408万円などとなっ

ている。青森県でも、3年連続で前の年を上回り、過去最高の65億1690万円となった。

5. まとめ

今季の青森県内は、青森の初雪が11月末と例年より遅かったが、12月1日の初積雪で青森では32cmの大雪となり、中旬ごろまでは、気温が低く、積雪深も多かった。1月上旬ごろにも寒気と冬型の気圧配置により降雪量が多なり積雪深も増えた。1月中頃には高気圧に覆われ気温が上昇し、積雪深が平年より一時減少したが、下旬には上空約5000mで氷点下42℃以下の非常に強い寒気が流入し、冬型の気圧配置が強まったため、津軽を中心に大雪となった。その後は、高温期と強い寒気の流入が交互にあり、寒気が流入する期間で津軽を中心に大雪となった。そのため、主に中南津軽では最深積雪深が昨季および平年を超えたが、その他の地域では、昨季より降雪量、最深積雪深ともに減少した。3月になると気温が平年よりかなり高い日が多く、雪解けが急激に進んだ。

弘前における最深積雪深と降雪量合計の関係については、その関係図より、1983年～1999年までと2000年以降についてそれぞれ線形近似式を求めた。二つを比較すると、線形近似式の傾きが2000年以降では大きくなる傾向にある。さらに、降雪量合計に対する最深積雪深の比 R_{HS} について、近年は大きくなる傾向にあり、線形近似式の相関係数は $R = 0.72$ と中程度の相関関係があると考えられることから、近年は降雪量合計に対して最深積雪深が大きくなる傾向にあると考えられる。この原因としては短期間に強い寒気と冬型の気圧配置により大雪となり、積雪深が急激に増加する傾向にあると考えられる。

雪害については、今季の雪関連の被災者は、112人（死者10人、重傷者24人、軽症者78人）と昨季の219人より大きく減少したが、3年連続で100人を超えた。月別では、2月が44人（死者5人）と最も多くなった。原因別では、除雪作業中によるものが100人と多く、屋根の雪下ろし中の事故とそれ以外の事故がほぼ同数であるが、今季は雪下ろし以外の事故が若干多くなった。また、除雪中に屋根からの落雪による事故や、屋根に直接上らず、梯子や脚立に乗って除雪しようとして、屋根からの落雪に巻き込まれたものや、バランスを崩して梯子、脚立から転落する事故が多数発生した。さらに、除雪機による事故の割合が昨季より多くなっている。

今季についても津軽地方を中心に6市町村で豪雪対策本部が設置され、2町と青森県では豪雪警戒本部が設置された。さらに、14市町村で除排雪費の予算追加が行われ、青森市は過去2番目の55億598万円、弘前市では昨季より1億円多い18億円、つがる市が8億4408万円などとなっている。青森県では、3年連続で前の年を上回る過去最高の65億1690万円となった。

また、中津軽郡西目屋村の乳穂ヶ滝について、今季は1月下旬に10年に1度と言われる記録的寒気が流入したことで完全結氷まであと少しというところで崩落したため完全結氷はしなかった。

謝辞

黒石市における積雪データを提供して頂いた、地方独立行政法人青森県産業技術センターリング研究所、小林達様に感謝申し上げます。また、青森県の雪害資料を提供して頂いた、青森県危機管理局防災管理課、米澤竜一様に感謝申し上げます。

【引用文献】

気象庁（2023）：過去の気象データ検索、

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>（2023年4月9日閲覧）。

小関英明（2019）：2018-2019年 青森県の雪況，東北の雪と生活，**34**，67-72。

小関英明（2020）：2019-2020年 青森県の雪況，東北の雪と生活，**35**，28-33。

総務省消防庁（2023）：今冬の雪による被害状況等（令和4年11月～令和5年4月30日），

<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/setugai202304.pdf>（2023年5月18日閲覧）。

秋田県およびその周辺における2022-23年冬季の積雪の特徴

本谷 研 (秋田大学教育文化学部)

Characteristics of snow cover in the winter of 2022-23 in Akita Prefecture and its surroundings

Ken Motoya (Akita University)

1. はじめに

降積雪現象は時間・空間的に極めて変動が大きい自然現象で、いわゆる雪国であっても積雪量多寡の年々変動は大きい。それゆえ、時々刻々と変化する積雪量の時間的・空間的分布とその変化を適切に把握することが重要である。ところで、気象庁の報道発表資料(気象庁, 2023a)によれば、2022-23年冬季前半の平均気温は、寒気の影響を受ける時期があった北日本で低かったが、3月になると平年に比べかなり高温傾向となったほか、冬の降水量は冬型の気圧配置が強まる時期があったために東日本日本海側で多くなったとされている。同じ様に、北日本日本海側では、厳冬期は平年並みに低温だったものの、気温変動が大きく雪解けが早い傾向となったと考えられる。秋田県でも昨冬期ほどの大雪ではないものの平年並みの降雪量があった。つまり、冬の始まり(12月から翌1月初め)は低温傾向で降雪も平年並みだったものの、1月下旬から2月に入ると降雪は一段落し、3月になると北日本でも気温がかなり高くなって、3月としては1946年の統計開始以降1位の高温となった(気象庁, 2023b)。このために、急速に雪解けが進んだ。こうした2022-23年冬季の積雪の推移と分布傾向について、ルーチン気象データと診断型積雪水量分布モデルや気象資料により特徴をまとめたので紹介する。

2. 使用データ・積雪水量分布モデル

2.1 使用データ

日平均および日最高・最低気温($^{\circ}\text{C}$)、日降水量(mm)、日平均風速(ms^{-1})、水蒸気圧(hPa)、日照時間(hr)、日平均気圧(hPa)などの気象要素の分布をアメダス(図2の解析領域とその周辺で約370地点)と気象官署(同約28地点)のルーチン気象データから推定した。つまり、空間的に離散したデータから距離重み付き内挿と高度分布の仮定により面的な気象要素の分布を推定した。毎日の気象データは、気象庁ホームページ(気象庁, 2023c)から取得して使用した。また、標高・土地利用などの分布情報は国土地理院のデジタル数値地図(それぞれ50mおよび100m格子)から20万分の1地形図単位毎に1km四方で格子平均して用いた。

2.2 積雪分布モデル・解析領域

前節で作成した入力気象データ分布に基づいて、診断型積雪水量分布モデル(Motoya *et al.*, 2001; 本谷, 2008)により、東北6県(図2の太枠内、青森、秋田、岩手、山形、宮城、福島、面積約77000 km^2)における日単位・1kmグリッド毎の積雪水量を、冬の初めの2022年11月1日を計算開始日として、5月上旬の終了日まで(本稿作成時2023年5月13日まで毎日その時点での前日までを準リアルタイム的に)計算した(本谷ほか, 2020)。

3. 結果

3.1 秋田県内アメダスにおける積雪深季節変化の傾向

図1に秋田県内の積雪深観測アメダス(能代, 鷹巣, 鹿角, 秋田, 五城目, 阿仁合, 角館, 本荘, 大正寺, 横手, 矢島, 湯沢, 湯の岱の13地点)における2022年12月初めから2023年4月末までの日最大積雪深(cm)の観測値(青実線)および平年値(赤実線)を示した。冬の初めには県北・県南の内陸部で平年に比べ積雪が多い傾向が見られたが, 2月に入ると積雪増加は伸び悩み, ほぼ平年並みの積雪深で推移した後, 3月には急激に減少となり, 気温が平年よりもかなり高くなって急激な雪解けを迎えたことが分かる。

3.2 2022-23年冬季における雪水総量の季節変化

図3に1980-81年冬季から2022-23年冬季までの解析領域(東北6県)全体で積雪水量を合計した雪水総量(雪水資源量)の季節変化を示す。全体として2022-23年冬季(図中, 濃紺の実線)は, 1月中旬までは雪が多い傾向で推移し, 同時期までは低温傾向が続き積雪も順調に増したものの, その後は雪の増え方は鈍り, 東北6県全体で合計した積雪水量が最大となるピークはほぼ平年並みの2月26日(雪水総量は $24.88\text{km}^3=24.88\text{Gt}$)であった。

3.3 2022-23年冬季における東北地方の積雪多寡分布

図4に東北6県の2022年1月における積雪水量多寡の分布について, 平年値との偏差を30冬季の年々変動の標準偏差(σ)で規格化した比標準偏差で示した。例えば図4中における比標準偏差が $+1\sigma$ とは, 平年値に比べ標準偏差1つ分積雪水量が多いことを表している。2023年1月は秋田県北部の内陸盆地や内陸部, 横手盆地, 山形県の最上地方から庄内地方南部を経て新潟県下越北部の山間に至るまでの一帯で $+1\sigma$ 以上となっており, 平年よりもかなり積雪(ここでは積雪水量)が多かったことが分かる。

4. まとめ

以上をまとめると, 東北6県の2022-23年冬季は, 初冬(12月~翌1月)に冬型の気圧配置や上空への寒気流入のため低温で降積雪が多い傾向であったこと, このため秋田県では, 沿岸部では積雪が少なく内陸ほど平年よりも積雪が多い傾向であり, 特にこの傾向は内陸北部で強かった(大館・鹿角周辺で大雪傾向であった)。その後, 3月以降は気温が上がり, 急激な融雪が進んだため, 雪解けの早かった2020-21年冬季を上回る急速な雪解けとなった。この兼ね合いにより, 東北6県全体で合計した積雪水量のピークは平年並みの時期(2/26)に生じ, $24.88\text{km}^3=24.88\text{Gt}$ 程度となった。

謝辞

気象データや解説資料等は気象庁ホームページを参照・ダウンロードして引用しました。なお, 本研究の一部は新潟大学災害・復興科学研究所共同研究費(2022-04)によりました。また, (漫才コンビ)「半熟リフレッシュ」パートナーの根本はる香さんには, 公私に渡り癒しと励ましをいただきました。ここに記して感謝いたします。

【引用文献】

気象庁(2023a): 冬(12~2月)の天候,

<https://www.jma.go.jp/jma/press/2303/01b/tenko231202.html> (2023年9月13日確認).

気象庁(2023b): 3月の天候, <https://www.jma.go.jp/jma/press/2304/03a/tenko2303.html> (2023年9月13日確認).

気象庁(2023c): 気象庁ホームページ, <http://www.jma.go.jp/> (2023年9月13日確認).

本谷 研(2008): 東北地方における積雪水量の27年平均値と豪雪・寡雪, 雪氷, **70**(6), 561-570.

Motoya, K., T. Yamazaki and N. Yasuda(2001): Evaluating the Spatial and Temporal Distribution of Snow Accumulation, Snowmelts and Discharge in a Multi basin Scale: An Application to the Tohoku Region, Japan, *Hydrol. Process.* **15**, 2101-2129.

本谷 研, 平島寛行, 佐野浩彬, 河島克久(2020): 診断型積雪モデルを応用した東北6県における積雪水量分布の準リアルタイム再現システムの試み, 東北の雪と生活, **35**, 42-45.

秋田県内各地における積雪深の推移 (2022年12月~翌4月)

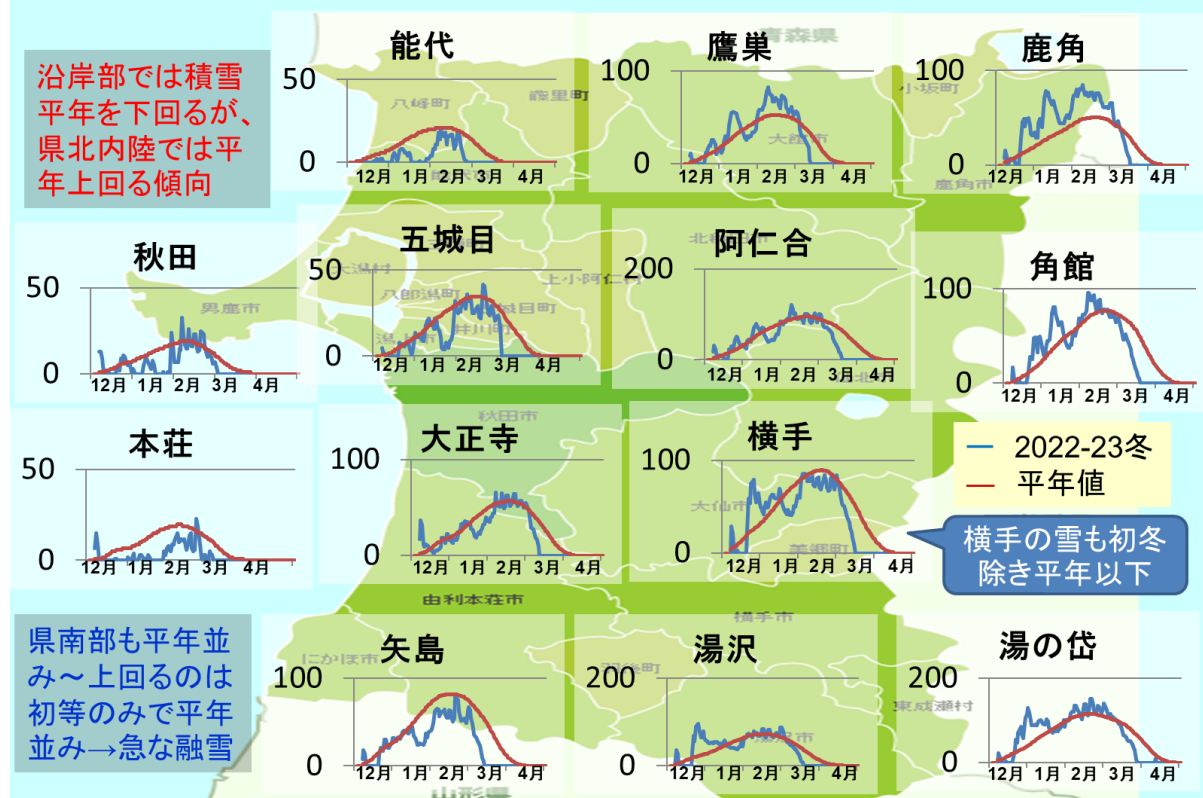


図1 2022-23年冬季の秋田県内積雪深観測アメダス地点における日最大積雪深の季節変化 (縦軸の単位は cm).

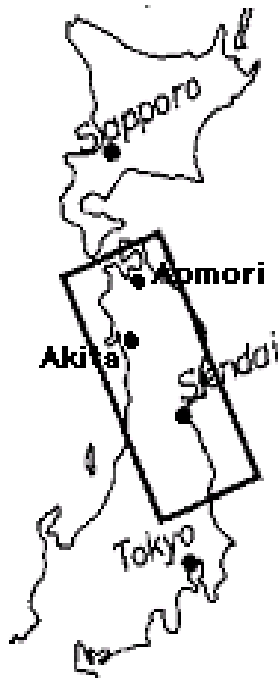
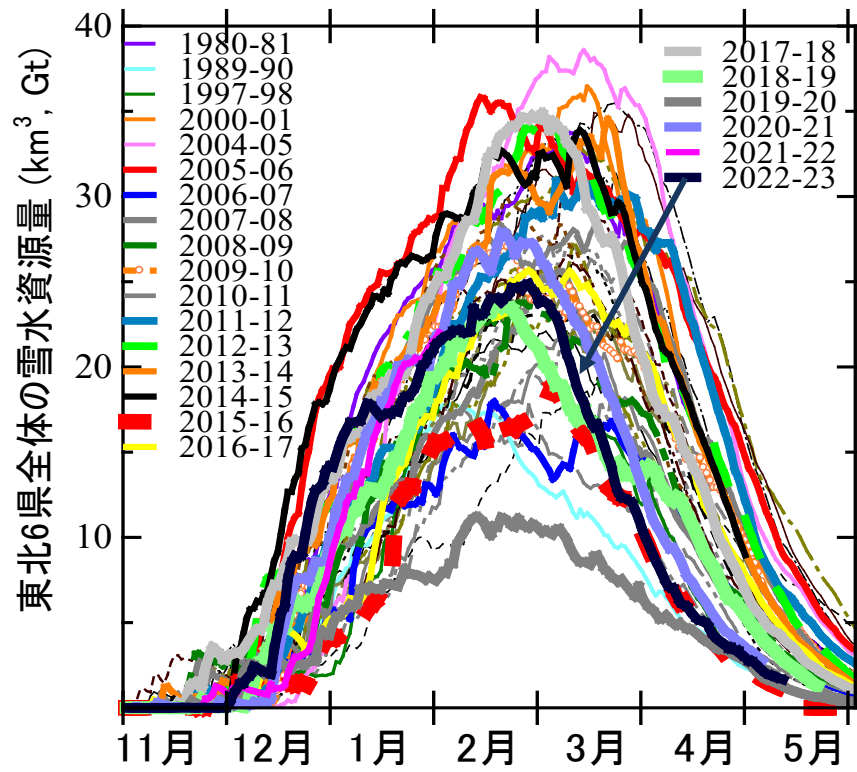


図 2 解析領域(太い四角枠内で示す).



©秋田大本谷研

図 3 解析領域全体で合計した積雪水量 (雪水総量)の季節変化.

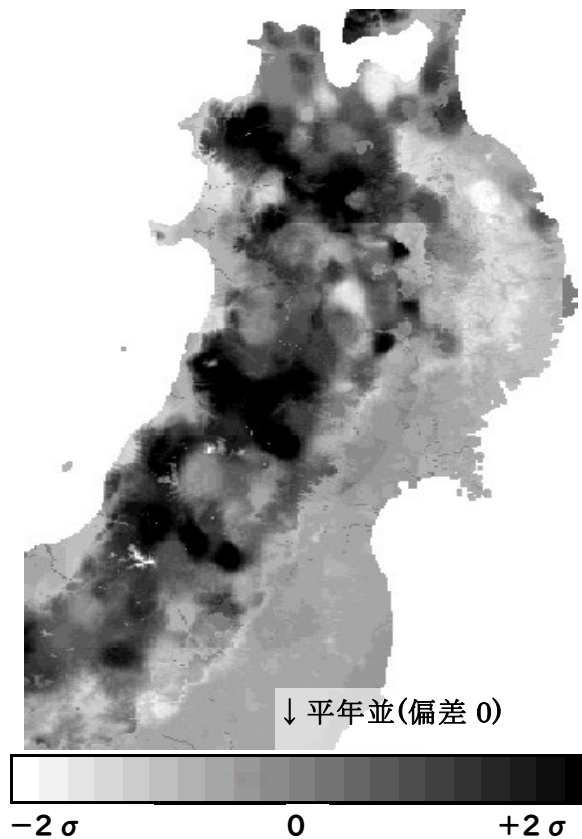


図 4 積雪水量の多寡分布(2023 年 1 月における平均積雪水量の比標準偏差).

衛星リモートセンシングを用いた伊南川流域の地すべり分布の推定

磯田侑杜 (日本大学大学院工学研究科)

朝岡良浩 (日本大学工学部)

Estimating landslide distribution in the Ina River basin using satellite remote sensing

Yuto ISODA (Graduate School of Engineering, Nihon University)

Yoshihiro ASAOKA (College of Engineering, Nihon University)

1. はじめに

近年、極端降雨の発生回数が増加傾向にあり、総合土砂管理の必要性が高まりつつある。総合土砂管理とは山地・山麓部、扇状地、平野部、河口・海岸部などの河川流域で発生する土砂生産に対して砂防・ダム・河川・海岸といった個々の領域で対策するだけでは解決できない場合、土砂が移動する場合全体を流砂系という概念で捉え、流砂系一貫として土砂生産の抑制、流出の調整などの対策を講じることをいう。

日本の地質は脆弱であることに加えて山岳域では地形も急峻であるため斜面浸食が生じやすく、山岳域で生産された土砂が流水によって下流に運ばれ扇状地や沖積平野を形成し、海に至り堆積や漂砂によって海岸線を形成する(有働ら, 2016)。土砂は水と異なり、堆積と移動を繰り返しながら不連続的に移動し、国土の形状に変化を与える。近年、流出土砂による河床上昇や河道・河口閉鎖が洪水氾濫の危険性を増大させているほか(山野井・藤田, 2015)、ダムへの堆砂により河床の粗粒化が生じ、河川環境にも影響を及ぼす(溝口ら, 2018)。

本研究が対象とする伊南川流域は豪雪地帯に位置し、融雪出水期には土砂流出によって下流に位置する滝ダムの堆砂が深刻な流域である(古川ら, 2018)。また、伊南川流域には地すべり地が多く分布し、土砂生産を推計する上で地すべり地の抽出が重要な情報となる。以上の背景を踏まえて、本研究は人工衛星のデータを用いて伊南川流域の地すべり地の抽出を目的とする。

2. 対象地域

伊南川(図1)は只見川の支川で、流域面積1,058km²、流路延長80km、流域の標高は369mから2,283mである。流域面積の約95%を山地が占

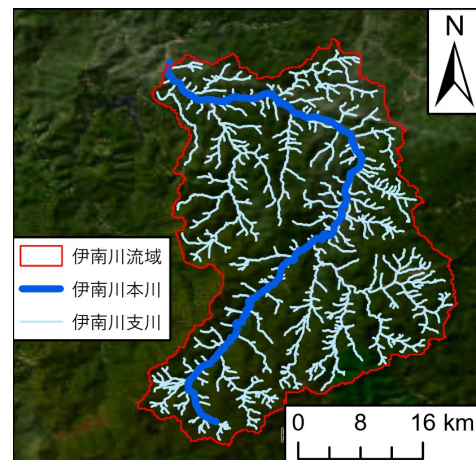


図1 伊南川流域.

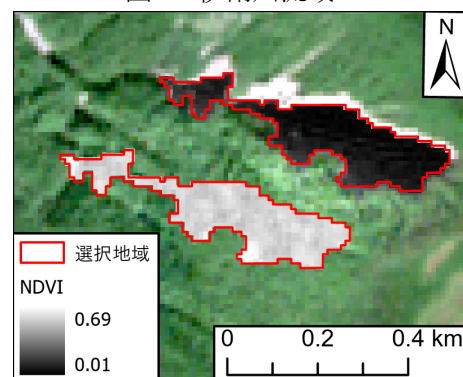


図2 裸地域と森林域のNDVI.

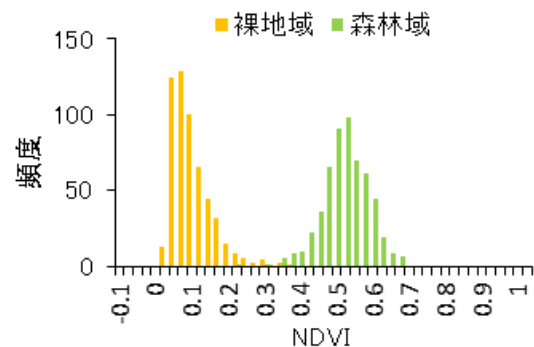


図3 NDVIのヒストグラム.

め、冬季には積雪が2mを超す豪雪地帯である。福島県南会津郡桧枝岐村の栃木県との境に位置する帝釈山脈に源を発する実川が桧枝岐川となり、南会津で館岩川と合流して河川名が伊南川となる。水源より北東へ流れ、徐々に北西へ向きを変え只見町で尾瀬を源とする只見川に合流する。

3. 研究手法

地すべり分布の抽出には人工衛星 Sentinel-2 の 2022 年 7 月 1 日と 2022 年 9 月 29 日の画像を用いた。Sentinel-2 の空間分解能は 10m である。まず、フォールス画像上で大規模な地すべり跡地 5 ヶ所をマニュアルで抽出して、ポリゴンを作成して地すべりの実績地とした。次に実績地 5 箇所と同面積かつ同じ形状の森林域のポリゴンを作成した(図 2)。裸地域の実績地 5 箇所と森林域 5 箇所を一括して様々な波長帯と指標のヒストグラムを作成したところ、NDVI (正規化植生指数) のヒストグラムで明確な双峰性(図 3)を確認した。Otsu 法(大津, 1980)を適用して NDVI から森林域と地すべり地に二値化する閾値(NDVI=0.32)を決定した。NDVI を次式に示す。

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

ここで RED は可視光(赤)の反射率、NIR は近赤外光の反射率である。一般に雲や影の影響を受ける画素で NDVI は低下する。実際に 7 月の画像には流域内の一部に雲被覆があり、9 月の画像には地形の影がみられたことから、7 月と 9 月の NDVI 画像を最大値合成した画像を作成して雲と影の影響を除去した。

4. 結果

地すべりの実績地(ポリゴン)を対象として NDVI から地すべり地を抽出した結果を図 4 に示す。地すべり地の境界で多少の誤差がみられるものの、概ねアウトラインを抽出できることを確認した。次に流域全体に NDVI の閾値を適用して、他の地すべりを抽出したところ、図 5 のようにアウトラインを捉えた地すべりもあるが、一方で雲や影の影響を十分に除去できず、裸地域と誤判定しているエリアも見られた。

5. まとめ

本研究は衛星リモートセンシングを用いて伊南川流域の地すべりを抽出し、概ね妥当な結果であることを確認した。今後は伊南川の地すべり分布の抽出結果を流域の土地被覆データに反映させて土砂生産量を推計する。

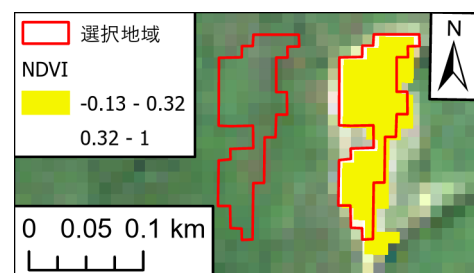
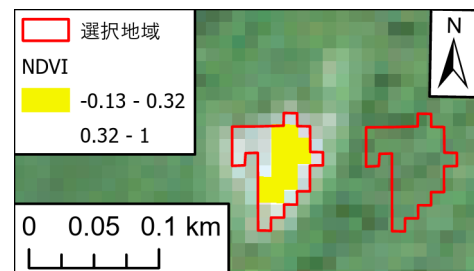
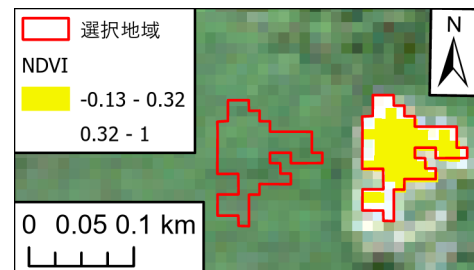
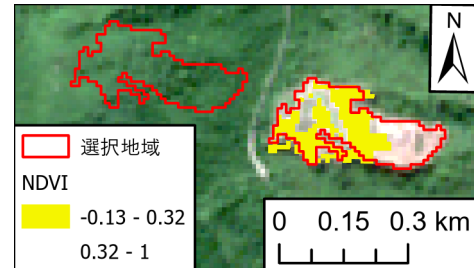
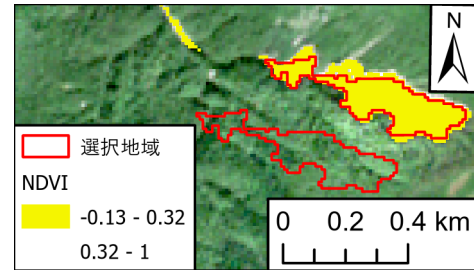


図 4 地すべり実績地の抽出結果.

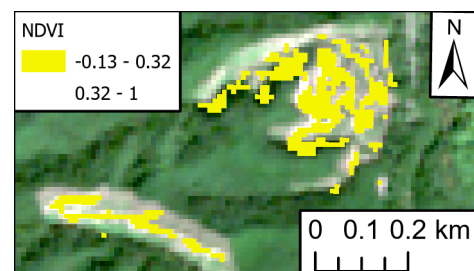


図 5 地すべりの抽出結果.

【引用文献】

- 古川仁志, 小森 歩, 猪股重光, 朝岡良浩, 長林久夫(2018): フローセル型超音波減衰スペクトル計による融雪出水期の浮流砂輸送量の観測方法の検証, 土木学会論文集 B1 (水工学), **74**, I_847-I_852.
- 溝口裕太, 田中規夫, 高橋忠臣(2018): ダム下流域での土砂還元が河床細粒化と底生動物群集構造に与える効果, 土木学会論文集 B1 (水工学), **74**, I_595-I_600.
- 大津展之(1980): 判別および最小 2 乗規準に基づく自動しきい値選定法, 電子情報通信学会論文誌 D, **J-63D**, 349-356.
- 有働恵子, 武田百合子, 横尾善之(2016): 日本全国の河川から海岸への土砂供給ポテンシャルと砂浜侵食との関係, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), **72**, I_799-I804.
- 山野井一輝, 藤田正治(2015): 大規模な土砂生産および洪水後の土砂管理に関する研究, 土木学会論文集 B1 (水工学), **71**, I_961-I_966.

非破壊三次元計測による積雪粒子径の計測 -X線CTを用いた湿雪試料の計測例-

安達 聖, 荒川逸人 (防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター)

Measurement of snow particle size by using nondestructive three-dimensional measurement

-Measurement of wet snow samples by using micro-X-ray CT-

Satoru ADACHI, Hayato ARAKAWA (Snow and Ice Research Center, NIED)

1. はじめに

一般に非破壊3次元構造解析ではX線CT, MRI, 超音波などが用いられている。雪氷分野において積雪試料の解析には主にX線CTが用いられ、湿雪試料ではMRIが用いられる。湿雪試料は、氷、水、空気の3要素で構成されているが、X線CTおよびMRIによる単独での撮像では、撮像原理的にこれらの3要素を明確に判別することは困難である。まず、X線CTでは撮像対象に含まれる物質のX線吸収係数の違いが輝度値の差として描画される。X線吸収係数は物質の化学組成と密度に依存しており、水と氷のX線吸収係数の差は密度の違いによるもので、わずかな差であることから、湿雪試料のX線CT画像では水と氷を明確に判別することが困難である。また、MRIでは対象に存在する液体の水からNMR信号を取得し、その信号強度の強弱が輝度値コントラストとして描画され、水分分布が可視化される。しかし、固体の水である氷からはNMR信号が非常に微弱であることと、空気からはNMR信号が取得されないことから、氷と空気を明確に判別することができない。そのため、安達ら(2017)は同一の湿雪試料に対してX線CTとMRIを用い撮像し、両者の画像を合成することで湿雪試料の3要素を明確に判別可能な3次元画像を取得することを試みた。しかし、使用したMRIの仕様上、空間分解能は72 μm 程度であること、X線CTとMRIの撮像時間が合わせて数十時間から日単位になることから、対馬(1978)のような水に浸った微小な雪粒子が短時間で急激に粗大化する様子を連続的に計測するには不向きであった。そこで、本報告では湿雪試料から水分を除去した微小な雪試料に対し、MRIに比べ、比較的高い空間分解能を有するX線CTのみを用いた粒子径計測手法の検証結果について報告する。

2. 計測手法

本稿で使用した湿雪試料は、0°Cに設定した恒温水槽内に収めた保存容器内で蒸留水に浸した人工雪の粒子(球形、粒径25 μm ~100 μm)を使用した。水分除去には大浦ら(1954)に倣い、遠心分離をおこなった。サンプルホルダーの底部には遠心分離により除去された水分を吸収するためにペーパータオルを敷き詰めた。このサンプルホルダーに湿雪試料を入れ、電動式の遠心分離機により水分を除去した。

X線CT装置は-15°Cの低温室内に設置した $\mu\text{CT}35$ (Scanco Medical社製)を使用した。遠心分離器にかけた湿雪試料をX線CT用のサンプルホルダーに詰め替え、20 μm の空間分解能で撮像をおこなった。画像解析にはImageJおよびImageJのPlug-inの一つであるMorphoLibJを使用した。ImageJ/MorphoLibJにより、X線CT画像の2値化、ノイズ除去、関心領域の設定、3D-Watershed法を用いて隣り合った雪粒子を個の粒子への分割などの1次処理を行った。その後、MorphoLibJの3次元画像解析により各雪粒子の体積の取得し等体積相当球径を得た。表1に本稿で使用した各ツールの設定値をまとめた。

表 1 ImageJ/MorphoLibJ の使用ツールと設定値.

Process	Tool	Options
Binarization	Threshold	Otsu's method
Filtering (Denoise)	Median filter	Radius: 1 pixel
3D Segmentation	Distance Transform Watershed 3D (MorphoLibJ)	Distance: Svensson
		Dynamic: 1.0
		Connectivity: 26
3D Analyze	Analyze Regions 3D (MorphoLibJ)	Surface area method: Crofton (13 dirs.) Euler Connectivity: 26

3. 遠心分離による水分除去結果

表 2 に、水を加えた乾き雪試料に対して遠心分離機による水分除去を行なった結果を示す. 脱水後の雪の質量は乾き雪時と比べ 4 回の平均で -0.06 g となり、乾き雪の状態とほぼ同じ質量となった. このわずかな質量変化は、サンプルホルダーの壁面やペーパーホルダーに付着し収集しきれなかった微小な雪粒子が存在したためと考えられる. また、目視による確認ではあるが、脱水後の結晶の写真画像からは水が残っている様子はなかった.

表 2 遠心分離による水分除去前後の雪試料の質量の変化.

試料	雪の質量 (g)	加えた水の質量 (g)	脱水後の雪の質量 (g)
1	4.16	6.82	3.95
2	3.95	6.24	3.9
3	3.89	6.93	3.91
4	4.17	6.65	4.17

4. 画像解析結果

図1にX線CT画像より計測した雪粒子径の分布を示す. 浸水前の雪粒子 (46704個) は粒径約 0.2 mm にピークを持ち $0.1 \sim 0.4 \text{ mm}$ の範囲で分布している. 浸水から93時間経過した雪粒子 (2466個) では、粒径約 0.8 mm にピークを持ち、粗大化が進んでいることが明らかである. また、粒径の分布は $0.1 \sim 2 \text{ mm}$ と広く分布していることが分かる. この粒子径分布の変化は対馬 (1978) と同様の傾向を示している.

5. まとめ

湿雪粒子から水分を除去することにより粗大化を抑制することで、乾き雪試料と同様に微小な粒径を計測することができた. 本稿の遠心分離機を使用し水分を除去する手法では、同一の試料での継続的な計測は行うことはできないが、相当量の湿雪試料を準備することにより、雪粒子の粗大化の様子を連続的に捉えることが可能だと考えられる.

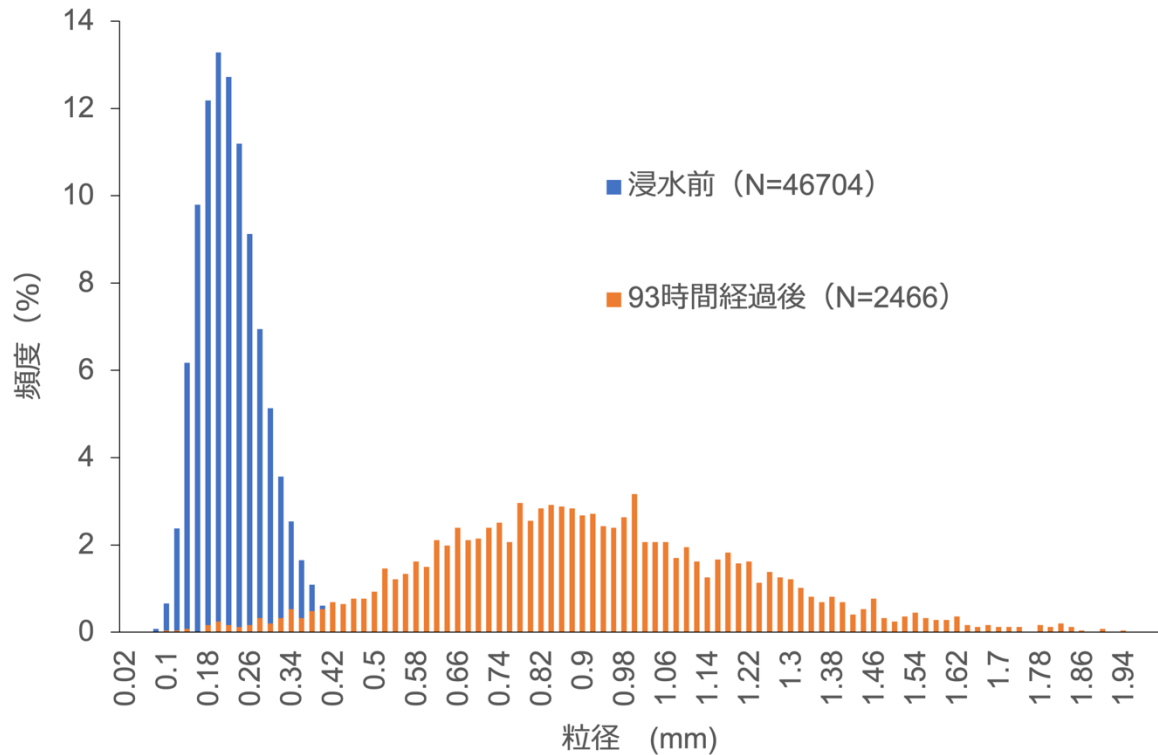


図1 X線CT画像から得られた雪粒子径の分布.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP20K04091 の助成を受けたものです.

【引用文献】

- 安達聖, 勝島隆史, 山口悟 (2017): 雪氷用 X 線 CT 装置を用いた湿雪試料中の水分分布の可視化, 東北の雪と生活, **32**, 69-72.
- 大浦, 木下 (1954): 手廻し遠心分離機による雪の含水率の測定. 低温科学. 物理篇, **12**, 61-72.
- Schneider, C.A., Rasband, W.S., Eliceiri, K.W. (2012): NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nature Methods **9**, 671-675.
- 対馬勝年 (1978): 水に浸った雪の粗大化. 雪氷, **40 (4)**, 1-11.

令和5年度東北雪氷賞受賞者の選考結果について

東北雪氷賞（功績賞）

受賞者：小杉健二（国立研究開発法人 防災科学技術研究所，雪氷防災研究部門，
上席研究員，博士（理学））

受賞標題：雪氷防災に関する研究と日本雪氷学会東北支部への貢献

受賞理由：

小杉健二会員は長年にわたり東北地方の雪氷防災に取り組んでこられた。その研究成果については2009年に「低温風洞実験による吹雪微細構造の研究」というタイトルで東北雪氷賞（学術賞）が授与されている。低温風洞実験により吹雪の室内実験を行い，条件を変化させて雪面近くの吹雪の構造と運動を調べたものであり，現実存在する様々な雪面状態に対応した吹雪の強さの評価や，吹き溜まり・視程の評価が可能にしたものである。その後も，家屋周囲で発生する雪氷災害の予測・対策，吹雪，融雪の計測技術に関する研究，雪氷災害調査等を研究テーマとして研究を継続している。

一方，2009年度から2012年度に日本雪氷学会東北支部の理事を務め，2015年度から2016年度まで同副支部長，2017年度から2020年度まで同支部長の重責を担い，日本雪氷学会東北支部の発展に大きく貢献してきた。

以上の理由により，東北雪氷賞受賞者選考規程3（4）（功績賞）「雪氷学の発展に対する基礎的貢献，および雪国の発展，ならびに東北支部の運営，発展に関して，著しい貢献をした者」に該当するものとして選考した。

参考資料：

T. Sato, K. Kosugi, S. Mochizuki, M. Nemoto, Fracture and accumulation conditions of snowflakes on the snow surface, Proceedings of ISSW 2006, 03-210, 2006.

佐藤 威，小杉健二，根本正樹，望月重人，吹雪による積雪面の削剥現象に関する風洞実験，東北の雪と生活，22, 55-56, 2007.

小杉健二，佐藤威，望月重人，吹雪により発生する音の特徴について，東北の雪と生活，23, 45-46, 2008.

佐藤威，杉浦幸之助，小杉健二，根本征樹，望月重人，吹雪による積雪面の削剥現象に関する風洞実験(その2)，東北の雪と生活，23, 107-108, 2008.

T. Sato, K. Kosugi, S. Mochizuki, M. Nemoto, Wind speed dependences of fracture and accumulation of snowflakes on snow surface, Cold Regions Science and Technology, 51, 229-239, 2008.

鈴木貴，根本征樹，小杉健二，望月重人，佐藤威，西村浩一，発達過程にある吹雪の質量フラックスと粒径分布の特徴，寒地技術論文・報告集，24, 72-77, 2008.

佐藤威，杉浦幸之助，小杉健二，根本征樹，望月重人，吹雪跳躍粒子による積雪面の削剥過程について，寒地技術論文・報告集，24, 78-82, 2008.

根本征樹，佐藤威，小杉健二，望月重人，降雪時における吹雪跳躍層の内部構造に関する研究，

寒地技術論文・報告集, 24, 63-65, 2008.

中村一樹, 小杉健二, 2014 年 2 月中旬の南岸低気圧により関山峠で多発した雪崩, 東北の雪と生活, 29, 21-26, 2014.

M. Nemoto, T. Sato, K. Kosugi, and S. Mochizuki, Effects of Snowfall on Drifting Snow and Wind Structure Near a Surface Boundary-Layer, Meteorol., 2014.

阿部修, 中村一樹, 佐藤健吾, 小杉健二, 2014 年 2 月中旬の南岸低気圧により関山峠で多発した雪崩, 東北の雪と生活, 29, 76-79, 2014.

望月重人, 小杉健二, 根本征樹, 中村一樹, 佐藤健吾, 阿部修, 平成 27 年(2014/15 年)冬期の豪雪における新庄の積雪変化について, 東北の雪と生活, 30, 17-21, 2015.

小杉健二, 望月重人, 根本征樹, 樹枝状雪を用いた吹雪発生時の風洞実験, 東北の雪と生活, 30, 55-56, 2015.

佐藤研吾, 望月重人, 小杉健二, 単純形状部材を用いた着雪現象の湿度依存性の検討, 東北の雪と生活, 30, 65-68, 2015.

小杉健二, 阿部修, 平山順子, 地震に誘発された 2015 年 2 月の八幡平の雪崩について, 東北の雪と生活, 30, 69-70, 2015.

小杉健二, 阿部修, 中村一樹, 佐藤研吾, 2015 年の融雪期に湯沢市と飯豊町で発生した全層雪崩について, 東北の雪と生活, 30, 71-72, 2015.

阿部修, 中村一樹, 小杉健二, 丹治和博, 加藤嘉憲, 東北地方の降雪結晶の弱層により発生した表層雪崩, 東北の雪と生活, 30, 73-74, 2015.

中村一樹, 阿部修, 小杉健二, 雪氷用 μ -CT を用いたフィールドの積雪の 3 次元微細構造分析手法確立と表層雪崩弱層の分析への適用, 東北の雪と生活, 30, 75-80, 2015.

阿部修, 小杉健二, 山形県内の積雪荷重推定のための積雪全層平均密度, 東北の雪と生活, 31, 39-40, 2016.

佐藤研吾, 小杉健二, 着雪現象解明のための単純形状部材を用いた観測, 東北の雪と生活, 31, 51-54, 2016.

小杉健二, 安達 聖, 根本征樹, 佐藤研吾, 阿部修, 平成 29 年(2016/17 年)冬期における新庄の積雪変化について, 東北の雪と生活, 32, 52-53, 2017.

小杉健二, 安達 聖, 根本征樹, 佐藤研吾, 平成 30 年(2017/18 年)冬期における新庄の積雪変化について, 東北の雪と生活, 33, 41-42, 2018.

小杉健二, 雪塊と太陽電池板との動摩擦係数について, 東北の雪と生活, 34, 44-46, 2019.

佐藤研吾, 小杉健二, 荒川逸人, 根本征樹, 安達 聖, 平成 31 年(2018/2019 年)冬期における新庄の積雪変化について, 東北の雪と生活, 34, 47-48, 2019.

小杉健二, 荒川逸人, 安達 聖, 佐藤研吾, 令和 2 年(2019/20 年)冬期における新庄の積雪変化について, 東北の雪と生活, 35, 26-27, 2020.

小杉健二, 荒川逸人, 根本征樹, 安達 聖, 佐藤研吾, 田邊章洋, 令和 3 年(2020/21 年)冬期における新庄の積雪変化について, 東北の雪と生活, 35, 22-23, 2022.

小杉健二, 田邊章洋, 荒川逸人, 根本征樹, 安達 聖, 佐藤研吾, 富樫数馬, 令和 4 年(2021/22 年)冬期における新庄の積雪変化について, 東北の雪と生活, 37, 41-42, 2022.

東北雪氷賞（功績賞）をいただいて

小杉健二（防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所）



このたびは東北雪氷賞（功績賞）をいただき大変光栄に存じますとともに、ご推薦いただきました方、選考委員会の皆様、そして東北支部の皆様にご心よりお礼申し上げます。「雪氷防災に関する研究と日本雪氷学会東北支部への貢献」の標題で賞をいただいたことを、大変有り難く感じております。約30年にわたり東北支部において研究発表を行い、支部会員の方々と議論や意見交換することにより研究を更に進める事ができ、また支部の方々と協力して支部の活動や運営を行い、それを通じて私自身も成長してきたと感じているからです。

私が携わった研究の多くは職場である新庄雪氷環境実験所の研究職員とともに行ったものであり、関係者に深く感謝しております。雪氷防災研究の最も基礎的なものとして、冬期気象観測や積雪断面観測が挙げられます。いずれも当職場の定常観測として位置付けられ継続して実施されてきたものですが、約30年を振り返ると光学（レーザー）式積雪深計や着雪氷対策型超音波式風向風速計の使用、気象データ記録装置や記録媒体の変更、新型積雪含水率計や断面観測結果作図ソフトの導入、雪質分類記号の国際表示への切り替えなどの進歩がありました。定常的な観測研究が注目を受ける事はあまり多くないと思いますがこのように進展を続けていますし、2000年代に世界的に大きく発展した積雪変質モデルの研究との関係で、信頼できる長期にわたり継続した観測結果として見直されるようになりました。気象や気候が生活に及ぼす様々な影響に人々の関心が集まる時代となり、雪質を含む積雪の長期の観測は今後一層重要になると考えています。

職場に赴任して数年の後に、新たな雪氷防災の実験施設が完成しました。それを用いて雪氷防災研究を進める事ができたのはもちろん幸運に思っておりますが、外部の研究機関との共同研究も数多く実施する中でそれまで経験した事のなかった種々の雪氷実験に関わることを通じて自分の研究の幅を広げられたと感じました。雪崩や吹雪などの災害調査では東北地方で発生する雪氷災害の多様さを実感し、その現場では東北支部会員の方々にご協力いただいたこともたびたびあり、感謝しております。

東北支部の活動としてはいくつかの委員、事務局、理事などを担当した後に支部長を務めました。支部長在任中は事務局、理事会、各委員会の方々に、また2019年秋に山形市で開催された雪氷研究大会では実行委員会の皆様に多大なご支援とご協力をいただきました。予期せず起きた新型コロナウイルス感染症拡大時にも、一部に制限はあったものの関係者のご協力のおかげで支部活動を継続できました。先輩支部会員のもつあたたかみや包容力を感じた若年の頃から長年にわたり過ごしてきた東北支部と支部会員の皆様に心から感謝しております。

公益社団法人日本雪氷学会 2023 年度東北支部理事会 議事録

日 時：2023（令和 5 年）年 5 月 17 日(水)
10：00～11：00

開催方式：オンライン

出席者：12 名（支部長・理事 9 名，監事 2 名，事務局 1 名）

配付資料：

資料 1 2022 年度事業報告

資料 2 2023 年度会計報告

資料 3 2023 年度事業計画

資料 4 2023 年度予算計画

資料 5 2023 年度東北雪氷賞受賞者の選考

資料 6 支部機関誌文献データベースの公開

資料 7 次期各委員長の選任について

資料 8 2022 年度事業監査報告

資料 9 雪氷研究大会(2023・郡山)の準備状況

議事：若林支部長挨拶の後，定足数(過半数)を確認し，若林支部長が議長となり議事に入った。

審議 1．2022 年度事業報告

荒川会計幹事より，資料 1 に基づき説明があり，審議の結果，2022 年度事業報告は承認された。

審議 2．2022 年度会計報告

荒川会計幹事より，資料 2 に基づき説明があり，審議の結果，2022 年度会計報告は承認された。

報告 1．2022 年度東北支部監査報告

佐々木監事及び柳澤監事より，資料 8 に基づき，2023 年度事業内容に関する監査結果が報告された。

審議 3．2023 年度事業計画

荒川会計幹事より，資料 3 に基づき説明があり，審議の結果，2023 年度事業計画は承認された。

審議 4．2023 年度予算計画

荒川会計幹事より，資料 4 に基づき説明があり，審議の結果，2023 年度予算計画は承認された。

審議 5．2023 年度東北雪氷賞受賞者の選考

山崎東北雪氷賞選考委員長より，資料 5 に基づき，2023 年度東北雪氷賞受賞者の選考結果が示され，1 名の功績賞の授賞が審議の結果，承認された。

審議 6．支部機関誌文献データベース公開

荒川会計幹事より，資料 6 に基づき，支部機関誌文献データベースの東北支部 HP 上での公開準備ができ，公開までの手順が説明され，審議の結果，承認された。故人や退会者が非公開を希望していた場合の情報提供を呼びかける文言を含んだ案内文に修正することとした。

審議 7．次期各委員長の選任について

報告 2．次期支部長の選任について

若林支部長より，資料 7 に基づき，次期役員案が提案され，各種委員会委員長について，審議の結果，承認された。理事については支部総会で決定される。また，副支部長，県幹事及び委員会委員については今後選任することになる。支部長については 5 月 22 日の本部理事会にて決定されることが説明された。

報告 3．雪氷研究大会(2023・郡山)の準備状況

若林支部長より，資料 9 に基づき，雪氷研究大会(2023・郡山)について，重要な日付，開催期間，日程，会場，開催方法等の期間準備状況，要旨集は PDF のみ配布などの準備状況が説明された。

以上

公益社団法人日本雪氷学会 2023 年度東北支部総会 議事録

日 時：2023 年 5 月 20 日(土) 10:00～11:00
開催地：日本大学工学部（福島県郡山市田村町
徳定字中河原一番地）

出席者：18 名(うち委任状 2 名)

配付資料：公益社団法人日本雪氷学会東北支
部 2023 年度総会資料

資料 1：2022 年度事業報告

資料 2：2022 年度会計報告

資料 3：2023 年度事業計画

資料 4：2023 年度予算計画

資料 5：支部機関誌文献データベースの公開

資料 6：次期役員(案)

資料 7：2022 年度事業監査報告

資料 8：2023 年度東北雪氷賞受賞者の選考
結果

資料 9：雪氷研究大会（2023・郡山）の準備
状況

議事：若林支部長挨拶の後、支部長が議長とな
り議事に入った。

審議 1．2022 年度事業報告

荒川会計幹事より、資料 1 に基づき説明が
あり、審議の結果、2022 年度事業報告は承認
された。

審議 2．2022 年度会計報告

荒川会計幹事より、資料 2 に基づき説明が
あり、審議の結果、2022 年度会計報告は承認
された。

報告 1．2022 年度東北支部監査報告

荒川会計幹事より、資料 7 の佐々木監事及
び柳澤監事からの 2023 年度事業内容に関する
監査結果が報告された。

審議 3．2023 年度事業計画

荒川会計幹事より、資料 3 に基づき説明が

あり、審議の結果、2023 年度事業計画は承認
された。

審議 4．2023 年度予算計画

荒川会計幹事より、資料 4 に基づき説明が
あり、審議の結果、2023 年度予算計画は承認
された。

審議 5．支部機関誌文献データベース公開

荒川会計幹事より、資料 5 に基づき、支部機
関誌文献データベースの東北支部 HP 上での
公開準備ができ、公開までの手順が説明され、
審議の結果、承認された。

審議 6．次期支部役員について

報告 3．次期支部長の選任について

若林支部長より、資料 6 に基づき、顧問及び
各種委員会委員長が発表された。理事につい
ては本総会で承認された。副支部長、県幹事及
び委員会委員については今後選任することにな
る。

また、支部長については 5 月 22 日の本部理
事会にて決定されることが説明された。

報告 2．2023 年度東北雪氷賞受賞者の選考結
果について

資料 7 に基づき山崎東北雪氷賞選考委員会
委員長から、1 件の推薦があり、理事会におい
て承認された旨の報告があった。

報告 4．雪氷研究大会(2023・郡山)の準備状況

若林支部長より、資料 9 に基づき、雪氷研究
大会(2023・郡山)について、重要な日付、開催
期間、日程、会場、開催方法等の期間準備状況、
要旨集は PDF のみ配布などの準備状況が説明
された。

以上

2022 年度(公社)日本雪氷学会東北支部事業報告

1. 研究会・研修会事業

(1) 研究発表会の開催

日 時：2022 年 5 月 21 日（土）10:45～12:00, 15:15～16:30

22 日（日） 9:00～11:30

開催方式：オンライン（Zoom）

接 続 数：51

共 催：日本雪工学会北東北支部

(2) 特別講演会の開催

日 時：2022 年 5 月 21 日（土）13:15～14:45

開 催：オンライン

接 続 数：51

共 催：日本雪工学会北東北支部

参 加 費：無料

配信方式：Zoom 及び YouTube Live

講 演 者：

・谷川朋範氏（気象研究所）

「積雪の光学特性と衛星リモートセンシング」

・永井裕人氏（早稲田大学）

「衛星搭載合成開口レーダーを利用した積雪深空間分布推定」

(3) 講習会の開催（1ヶ所）

日 時：2023 年 3 月 24 日（金）9:00～12:00

開 催 地：防災科学技術研究所新庄雪氷環境実験所（山形県新庄市）

参 加 者：19 名

後 援：防災科学技術研究所雪氷防災研究センター

参 加 費：学会員 1,000 円，学生 500 円，一般 2,000 円

内 容：基礎学習（座学）：降雪のメカニズムや降雪種，積雪の性質や観測方法，
雪崩や吹雪などの災害を引き起こす要因などの講義および野外実習（積
雪断面観測）を実施。

2. 普及・啓発，表彰事業

(1) 東北雪氷賞授賞式の開催

日 時：2022 年 5 月 21 日（土）9:15～10:30

開催方式：オンライン

(2) 東北雪氷賞選考委員会の開催

期 間：2023 年 3 月 6～14 日

3. 出版事業

(1) 機関誌「東北の雪と生活」37 号の刊行

発 刊 日：2022 年 11 月 1 日

(2) ニュースレターの刊行（2 回）

74 号：2022 年 5 月 17 日：2022 年度東北支部大会のご案内_研究発表プログラム

75 号：2023 年 3 月 17 日：2023 年度東北支部大会の開催のご案内

4. その他

(1) 2022 年度支部理事会の開催

開催期間：2022 年 5 月 18 日 10:00～11:30

開催方式：オンライン

(2) 2022 年度支部総会の開催

日 時：2022 年 5 月 21 日（土）9:15～10:30

開催方式：オンライン

(3) 支部メーリングリストの管理

2022 年度 収支報告書

				2022年度予算	2022年度決算	備考
収入合計				53,900	18,000	
事業収入	研究会講習会	研究発表会		37,500	-	オンライン開催。予算は現地開催の場合。
		特別講演会		-	-	
		講習会		19,400	18,000	
	出版収入	出版収入		34,500	-	
支出合計				209,600	175,161	
事業費				209,600	175,161	
	研究会講習会	研究発表会	研究発表会 支部表彰	48,000	5,944	オンライン開催。予算は現地開催の場合。 講師が学会員のため謝金は発生せず
		特別講演会	諸謝金	30,500	-	
		講習会		51,100	30,217	
		褒章	東北雪氷賞	-	-	
	出版収入	支部機関誌		69,000	139,000	支部表彰に含む
		ニューズレター発行		11,000	-	
管理費				-	-	
	会場費			-	-	
収支差額				-155,700	-157,161	

2022 年度 収支報告書
事業名：東北支部 研究発表会の開催（オンライン）

2022 年 4 月 1 日から 2023 年 3 月 31 日まで

経常 収益の 部	科 目	金 額	備 考
	事業収益 研究大会事業収益	0	
	経常収益合計	0	
経常 費用の 部	科 目	金 額	備 考
	事業費 褒賞記念品 通信運搬費 通信運搬費 消耗品	3,780 1,210 84 870	褒賞記念品（1名分） 記念品発送費 委嘱状発送費 賞状筒代金
	経常費用合計	5,944	
	当期経常増減額	-5,944	

2022 年度 収支報告書
事業名：東北支部 特別講演会

2022 年 4 月 1 日から 2023 年 3 月 31 日まで

経常 収益の 部	科 目	金 額	備 考
	事業収益		
	経常収益合計	0	
経常 費用の 部	科 目	金 額	備 考
	事業費		
	経常費用合計	0	
	当期経常増減額	0	

2022 年度 収支報告書
事業名：東北支部 講習会の開催

2022 年 4 月 1 日から 2023 年 3 月 31 日まで

経常 収益の 部	科 目	金 額	備 考
	事業収益 研修会事業収益	18,000	一般参加費 (2,000円×2人) 学会員参加費 (1,000円×11人) 学生参加費 (500円×6人)
	経常収益合計	18,000	
経常 費用の 部	科 目	金 額	備 考
	事業費 消耗品費 消耗品費 消耗品費	2,200 26,169 1,848	クリップボードA5×20枚(880円+1,320円) ルーペ, 粒度ゲージ用パウチフィルム 賞状用紙
	経常費用合計	30,217	
	当期経常増減額	-12,217	

2022 年度 収支報告書
事業名：東北支部機関誌「東北の雪と生活」37 号の刊行

2022 年 4 月 1 日から 2023 年 3 月 31 日まで

経常 収益の 部	科 目	金 額	備 考
	事業収益 出版事業収益		
	経常収益合計	0	
経常 費用の 部	科 目	金 額	備 考
	事業費 印刷製本費 通信運搬費	132,000 7,000	冊子30冊 (賛助・特別会員等15+会員15) レターパック20部
	経常費用合計	139,000	
	当期経常増減額	-139,000	

棚卸資産

担当	機関誌名	原価	2021年度末(22/3/31)		2022年度末(23/3/31)	
			在庫数	資産額	在庫数	資産額
本部	雪氷83巻1号	1,023	30	30,690	-	0
	雪氷83巻2号	1,003	77	77,231	-	0
	雪氷83巻3号	972	148	143,856	-	0
	雪氷83巻4号	601	162	97,362	-	0
	雪氷83巻5号	886	97	85,942	-	0
	雪氷83巻6号	743	100	74,300	-	0
	雪氷84巻1号	1,046	98	102,508	-	0
	雪氷84巻2号	580	-	-	-	0
	雪氷84巻3号	428	-	-	-	0
	雪氷84巻4号	1,283	-	-	-	0
	雪氷84巻5号	839	-	-	-	0
	雪氷84巻6号	599	-	-	-	0
	雪氷85巻1号	623	-	-	-	0
	小計			611,889		0
	雪崩・積雪分類	248	94	23,312	0	0
	小計			23,312		0
	2021予稿集	1,400	5	7,000	-	0
	2022予稿集		-	-	-	0
北海道支部	小計			7,000		0
	BGR No.37-38	2,753	10	27,530	-	-
	BGR No.39-40			0	-	0
	積雪観測ガイドブック	2,000	24	48,000	0	0
	小計			75,530		0
	本部 計			717,731		0
	北海道の雪氷No.40(モノクロ)	1,250	1	1,250	-	0
	北海道の雪氷No.40(カラー)	4,000	1	4,000	-	0
	北海道の雪氷No.41(モノクロ)	1,717	-	-	-	0
	北海道の雪氷No.41(カラー)	1,717	-	-	-	0
東北支部	東北の雪と生活No.36	4,400	8	35,200	-	0
	東北の雪と生活No.37	4,400	-	-	13	57,200
北信越支部	雪氷北信越No.41	957	7	6,699	-	0
	雪氷北信越No.42	878	-	-	-	0
合 計				764,880		57,200

2023年5月2日

東北支部監査報告書

公益社団法人 日本雪氷学会
東北支部 支部長 若林 裕之 殿

公益社団法人 日本雪氷学会
東北支部 監事 佐々木幹夫



2022年4月1日から2023年3月31日までの2022年度における東北支部事業について
行った監査について以下のように報告する。

1. 監査方法

東北支部の事業について、2022年度東北支部事業計画に基づいて、業務執行の妥当性を検討した。

2. 監査意見

東北支部の2022年度事業計画と2022年度事業報告を照合した結果、適切に事業が行われていることを確認した。

2022年4月1日

東北支部監査報告書

公益社団法人 日本雪氷学会
東北支部 支部長 若林 裕之 殿

公益社団法人 日本雪氷学会
東北支部 監事 柳澤 文孝



2022年4月1日から2023年3月31日までの2022年度における東北支部事業について行った監査について以下のように報告する。

1. 監査方法

東北支部の事業について、2023年度東北支部事業計画に基づいて、業務執行の妥当性を検討した。

2. 監査意見

東北支部の2022年度事業計画と2023年度事業報告を照合した結果、適切に事業が行われていることを確認した。

2023 年度(公社)日本雪氷学会東北支部事業計画

1. 研究会・研修会事業

(1) 研究発表会の開催

日 時：2023 年 5 月 20 日（土）11:30～15:30

開 催 地：日本大学工学部（福島県郡山市）

共 催：日本雪工学会北東北支部

(2) 特別講演会の開催

開催予定

(3) 見学会または雪に関する講習会の開催（1ヶ所）

開催予定

2. 普及・啓発、表彰事業

(1) 東北雪氷賞授賞式の開催

日 時：2023 年 5 月 20 日（土）10:00～11:15

開 催 地：日本大学工学部（福島県郡山市）

(2) 東北雪氷賞選考委員会の開催

3. 出版事業

(1) 機関誌「東北の雪と生活」38 号の刊行

(2) ニュースレターの刊行（2 回）

4. その他

(1) 2023 年度支部理事会の開催

日 時：2023 年 5 月 17 日（水）10:00～12:00

開催方式：オンライン

(2) 2023 年度支部総会の開催

日 時：2023 年 5 月 20 日（土）10:00～11:15

開 催 地：日本大学工学部（福島県郡山市）

(3) 支部メーリングリストの管理

2023 年度 収支予算

				2022年度予算	2023年度予算	備考
収入合計				53,900	73,000	
事業収入	研究会講習会	研究発表会		37,500	37,500	現地開催(福島県郡山市)
		特別講演会		-	-	
		講習会		19,400	28,000	参加費の値上げ
	出版収入	出版収入		34,500	45,000	冊子単価の値上げ
支出合計				209,600	275,500	
事業費				209,600	275,500	
	研究会講習会	研究発表会	研究発表会 支部表彰	48,000	49,000	現地開催(福島県郡山市)
		特別講演会	諸謝金	30,500	30,500	
		講習会		51,100	55,000	
		褒章	東北雪氷賞	-	-	支部表彰に含む
	出版収入	支部機関誌 ニューズレター発行		69,000 11,000	141,000 -	印刷業者への発注 郵送の廃止
管理費				-	-	
会場費				-	-	
収支差額				▲155,700	▲202,500	

2023 年度 東北支部 収支予算

事業名：東北支部 研究発表会の開催（現地開催の場合）

2023 年 4 月 1 日から 2024 年 3 月 31 日まで

経常 収益の 部	科 目	金 額	備 考
	事業収益 研究大会事業収益	37,500	一般参加費（1,000円×30人） 学生参加費（500円×3人） 非会員参加費（2,000円×3人）
	経常収益合計	37,500	
経常 費用の 部	科 目	金 額	備 考
	事業費 消耗品費 会場費 臨時雇賃金 褒賞記念品 手数料	6,500 9,000 21,000 12,000 500	コピー用紙代等 会場・備品使用料 アルバイト代（3名分） 褒賞記念品（2名分） 振込手数料
	経常費用合計	49,000	
	当期経常増減額	-11,500	

2023 年度 東北支部 収支予算

事業名：東北支部 特別講演会

2023 年 4 月 1 日から 2024 年 3 月 31 日まで

経常 収益の 部	科 目	金 額	備 考
	事業収益		
	経常収益合計	0	
経常 費用の 部	科 目	金 額	備 考
	事業費 諸謝金 旅費交通費	10,000 20,500	講師（非学会員1名）謝礼金 旅費交通費、宿泊費（20,500円×1人）
	経常費用合計	30,500	
	当期経常増減額	-30,500	

2023 年度 東北支部 収支予算
事業名：東北支部 講習会の開催

2023 年 4 月 1 日から 2024 年 3 月 31 日まで

経常 収益の 部	科 目	金 額	備 考
	事業収益 研修会事業収益	28,000	一般参加費 (2,000×8人) 学会員参加費 (1,000円×8人) 学生参加費 (500円×8人)
	経常収益合計	28,000	
経常 費用の 部	科 目	金 額	備 考
	事業費 旅費交通費 資料代 会場費 消耗品費 手数料	41,000 2,000 10,000 1,500 500	旅費交通費、宿泊費 (20,500円×2人) 当日配布資料 会場使用料 コピー用紙 (終了証書) 等 振込手数料
	経常費用合計	55,000	
	当期経常増減額	-27,000	

2023 年度 東北支部 収支予算
事業名：東北支部機関誌「東北の雪と生活」38 号の刊行

2023 年 4 月 1 日から 2024 年 3 月 31 日まで

経常 収益の 部	科 目	金 額	備 考
	事業収益 出版事業収益	45,000	冊子代 (3,000円×15冊：会員)
	経常収益合計	45,000	
経常 費用の 部	科 目	金 額	備 考
	事業費 印刷製本費 通信運搬費	132,000 9,000	30冊 (賛助・特別会員等15＋会員15) 郵送代
	経常費用合計	141,000	
	当期経常増減額	-96,000	

公益社団法人日本雪氷学会東北支部 支部規程施行内規

- 第1条 本支部は公益社団法人日本雪氷学会東北支部と称する。
- 第2条 本支部は公益社団法人日本雪氷学会定款第3条の目的を達成する為に下記の事業を行なう。
1. 雪氷および寒冷に関する調査および研究
 2. 研究会、講演会、見学会等の開催
 3. 支部会誌その他資料の刊行
 4. その他本法人の目的達成に必要な事業
- 第3条 本支部の会員は東北地方の日本雪氷学会名誉会員、終身会員、正会員、特別会員、賛助会員、団体会員および東北地方以外の希望する会員とする。
- 第4条 本支部に次の役員を置く。
- | | |
|------|-------------|
| 支部長 | 1名 |
| 副支部長 | 若干名 |
| 顧問 | 若干名 |
| 理事 | 10名以上、15名以内 |
| 監事 | 2名 |
| 幹事 | 若干名 |
- 第5条 支部長は支部からの推薦に基づき、定款施行細則第28条により、定款第20条に定める理事の中から理事会において選出する。
- 第6条 理事および監事は、支部総会において支部会員の中から選任する。ただし、理事については原則として各県1名以上とする。
- 第7条 副支部長は必要に応じてこれを理事の中から支部長が委嘱する。
- 第8条 幹事（幹事長、総務幹事、会計幹事、各県幹事）は支部会員の中から支部長が委嘱する。ただし、各県幹事は必ずしも会員であることを問わない。
- 第9条 支部長は本支部を代表しその会務を総理する。
- 第10条 副支部長は支部長を補佐し、支部長に事故あるときは、あらかじめ支部長が指名した順序でその職務を代行する。
- 第11条 理事会は支部長、副支部長、理事で構成され、重要な事項を決議する。
- 第12条 監事は支部の事業を監査する。
- 第13条 幹事会は幹事長、幹事で構成され、支部長の指示を受けて会務ならびに会計を処理する。
- 第14条 支部長の任期は2年とする。ただし、通算4年を超えて在任することはできない。
- 2 支部長を除く役員の任期は2年とする。ただし、原則として連続する2期を超えて同一役職を務めることはできない。
 - 3 補欠による役員の任期は、前任者の残任期間とする。
- 第15条 本支部に顧問をおくことができる。顧問は理事会の議を経て支部長がこれを委嘱する。
- 第16条 本支部は、必要に応じて各種の委員会を設けることができる。委員会の委員長は理事会の議を経て支部長がこれを委嘱する。
- 第17条 本支部は毎年1回定期総会を開くほか、必要に応じ臨時総会を開く。
- 第18条 総会において下記事項の承認を受けなければならない。
1. 会務の報告
 2. 新年度の事業方針
 3. 役員の決定
 4. 支部規程施行内規の変更
 5. その他重要な事項

第19条 本支部の事業年度は毎年4月より翌年3月までとする。

附 則 本内規は平成25年5月31日から施行する。

附 則 本内規は平成29年5月12日から一部改正する。

東北雪氷賞受賞者選考規程

昭和 63 年 4 月 1 日施行
平成 12 年 5 月 12 日改正
平成 13 年 5 月 18 日改正
平成 15 年 5 月 16 日改正
平成 19 年 5 月 11 日改正
平成 21 年 5 月 8 日改正
平成 25 年 5 月 31 日改正
平成 27 年 5 月 15 日改正
令和 2 年 8 月 31 日改正

公益社団法人日本雪氷学会東北支部規程施行内規第 2 条第 4 項による東北雪氷賞は、その受賞者をこの規程によって決定する。

1. 支部長は、受賞候補者を選定するために、東北雪氷賞受賞候補者選考委員会（以後、委員会という）を設ける。
2. 委員会は数名をもって組織し、委員長をおくこととし、支部長がこれを委嘱する。
3. 支部長は、毎年、支部会員等により下記の項目に該当する候補者の推薦を求める。推薦は自薦も含み、また委員会委員も候補者を推薦することができるものとする。
 - (1) 東北雪氷賞（学術賞）……雪氷学の発展に貴重な貢献を与える研究をなした者。ただし、学会誌に掲載論文を有する者とする。
 - (2) 東北雪氷賞（学術奨励賞）……原則として 40 歳以下の者で、現在の研究が今後発展して、雪氷学の発展に貴重な貢献をなすと考えられる者。
 - (3) 東北雪氷賞（技術賞）……雪氷技術の発展に貴重な貢献となる研究または開発を行った者および雪氷技術を通して社会に著しい貢献をなした者。
 - (4) 東北雪氷賞（功績賞）……雪氷学の発展に対する基礎的貢献、および雪国の発展、ならびに東北支部の運営、発展に関して、著しい貢献をなした者（団体、個人を問わない）。
 - (5) 東北雪氷賞（特別功績賞）……長年にわたり、東北地方において、雪氷学ならびに雪国社会文化発展に著しい貢献度を有するもの。
4. 候補者を推薦する者は、毎年 2 月末日までに、下記の項目を記載した書類を委員会委員長に提出するものとする。
 - (1) 東北雪氷賞（学術賞）、東北雪氷賞（学術奨励賞）、東北雪氷賞（技術賞）、東北雪氷賞（功績賞）、東北雪氷賞（特別功績賞）の区別。
 - (2) 推薦者の氏名、所属、職名。
 - (3) 受賞候補者の氏名（または団体名）、所属、職名、学位。
 - (4) 推薦理由書（○○○に関する研究、○○○の功績、などの標題を掲げ、500 字ほどに纏めたもの）。
 - (5) 東北雪氷賞（学術賞）、東北雪氷賞（学術奨励賞）の候補者の推薦にあたっては、該当する論文、著書、またはその写しを添付する。
 - (6) 東北雪氷賞（功績賞・特別功績賞）、東北雪氷賞（技術賞）の候補者の推薦にあたっては、著書・新聞記事の写しなど、その賞に値するもの、あるいは、客観的評価を得たものがあればそれを添付する。

5. 委員会は、推薦書類に基づき、その年の受賞候補者を項目ごとに選考し、3月末日までに推薦書類等を添付して選考結果を支部長に報告する。
6. 受賞者は、理事会の議を経て決定する。
7. 東北雪氷賞は、賞状および記念品とし、通常総会においてこれを贈呈する。
8. 本規約は改正の日から施行する。

東北雪氷賞 受賞者リスト

回	年度	学術賞	学術奨励賞	功績賞
1	昭和 63(1988)	なし	なし	中村 勉 桂木 公平
2	平成 元(1989)	鈴木 道也	なし	太田 祖電
3	平成 2(1990)	石橋 秀弘	なし	高橋喜一郎
4	平成 3(1991)	佐藤 清一	阿部 修 堀井 雅史	小島忠三郎
5	平成 4(1992)	塚原 初男	力石 國男 山形大学農学部附属演習林グループ 東北電力(株)応用技術研究所雪氷技術研究室	なし
6	平成 5(1993)	矢野 勝俊	佐藤 威 太田 岳史	なし
7	平成 6(1994)	伊藤 驍	大谷 博弥	日本地下水開発(株)
8	平成 7(1995)	卜蔵 建治	小杉 健二	なし
9	平成 8(1996)	東浦 将夫	飯田 俊彰	安濃 恒友 小畑 勇 篠島 健二
1 0	平成 9(1997)	佐藤 篤司	山谷 睦	(特)渡邊善八(故人)
1 1	平成 10(1998)	柳沢 文孝	なし	(特)北村昌美 土屋 巖 PSG 工法研究会
1 2	平成 11(1999)	佐藤幸三郎	なし	なし
1 3	平成 12(2000)	なし	なし	矢野 勝俊(故人)
1 4	平成 13(2001)	力石 國男 山崎 剛	なし	防災科学技術研究所・長岡雪氷防災研究所新庄支所
1 5	平成 14(2002)	佐藤 威	鈴木 和良	(特)高橋 喜平
1 6	平成 15(2003)	阿部 修	なし	塚原 初男
1 7	平成 16(2004)	堀井 雅史	なし	なし
1 8	平成 17(2005)	なし	なし	安彦 宏人 梅宮 弘道
1 9	平成 18(2006)	なし	赤田 尚史 根本 征樹	佐藤 清一
2 0	平成 19(2007)	渡邊 明	蔵王雪氷研究グループ	伊藤 驍
2 1	平成 20(2008)	なし	原田鉦一郎 山口 正敏	なし
2 2	平成 21(2009)	小杉 健二	本谷 研	なし
2 3	平成 22(2010)	なし	石田 祐宣	佐藤幸三郎
2 4	平成 23(2011)	なし	梅村 順	東浦 将夫(故人) 三崎 安則
2 5	平成 24(2012)	なし	朝岡 良浩	力石 國男
2 6	平成 25(2013)	赤田 尚史	なし	秋田雪の会

回	年度	学術賞	学術奨励賞	技術賞	功績賞
27	平成 26(2014)	後藤 博	なし	阿部 孝幸	横山 孝男
28	平成 27(2015)	なし	なし	望月 重人	(特)沼野 夏生 渡邊 明
29	平成 28(2016)	なし	なし	なし	阿部 修
30	平成 29(2017)	根本 征樹	なし	なし	佐々木 幹夫
31	平成 30(2018)	なし	なし	平山 順子	なし
32	令和元(2019)	若林 裕之	なし	なし	山崎 剛
33	令和 2(2020)	なし	なし	なし	沼澤 喜一 柳澤 文孝
34	令和 3(2021)	なし	金 高義	なし	なし
35	令和 4(2022)	なし	なし	なし	堀井 雅史
36	令和 5(2023)	なし	なし	なし	小杉 健二

昭和 63 年度に制度制定、(特)は特別功績賞

技術賞は平成 26 年度より制定

日本雪氷学会東北支部「東北の雪と生活」投稿規程

平成 20 年 6 月 30 日施行

平成 28 年 3 月 18 日改定

1. 投稿資格

投稿の著者（連名の場合は 1 名以上）は、日本雪氷学会の会員でなければならない。ただし、特に編集委員会が認めたものについてはこの限りではない。

2. 投稿手続き・受理

2.1 投稿できる原稿は、5. に定める論文、報告、解説、資料、その他とする。

2.2 投稿原稿は、6. に定める規定ページ数を守らなければならない。満たさない場合は原稿を返却する。

2.3 投稿にあたっては、原稿執筆要項にしたがい A4 用紙 1 段組で完成原稿としてそのまま印刷可能な形にして提出するものとする。なお、提出は、PDF もしくは MS-Word とする。原稿は要請が無ければ返却しない。

なお、カラーの図表を用いる場合は、白黒でも判別可能なものとする。

2.4 原稿は、自筆署名を行った著作権譲渡承諾書とともに編集委員長宛に提出すること。受理日は到着日とするが、大会で報告したものについては大会開催日とする。なお、提出締め切りは大会毎に定める。

2.5 一連の研究を投稿する場合も、各報の論文題名は同一のものであってはならない。同一の場合は I, II の記号を題目に明記すること。

3. 原稿の採否

投稿原稿の採否は編集委員会が決定する。編集委員会は投稿原稿について訂正や種別の変更を求めることがある。訂正を求められた原稿が指定された返送日より遅延した場合は掲載しないことがある。

4. 原稿の取下げ

4.1 原稿を取下げたい場合は、執筆者が編集委員長宛にその理由を提出しなければならない。

4.2 一度取下げた原稿の再投稿は、すべて新原稿として受理する。

5. 投稿原稿の種別

5.1 論 文

論文は、その内容が未発表のものであって、理論、実験等に誤りがなく、雪氷に関して独創的な研究で、価値ある結論あるいは事実を含むものとする。

なお、未発表のものとは、類似の内容が本会の受理日以前に国内外の印刷物に投稿または掲載されていないものをいう。

5.2 報 告

雪氷に関する調査の結果等をまとめたもので、会員の研究推進に役立つものとする。

5.3 解 説

雪氷に関するこれまでの研究成果や技術等に関する解説を行い、会員への研究成果、技術の広報、普及に役立つものとする。

5.4 資 料

雪氷に関する学術的、技術的に価値があり、会員の研究に参考資料として役立つものとする。

5.5 その他

事務局報告等編集委員会が必要と認めたものについて掲載することができる。

6. 投稿原稿の規定ページ数

投稿原稿の 1 編につき規定の刷上りページ数は、6 ページ以内とする。編集委員会が認めた場合はこの限りではない。

「東北の雪と生活」原稿執筆要項 (14pt 明朝・太字)

東北太郎 (所属) (12pt 明朝・太字)

雪氷花子 (所属) (12pt 明朝・太字)

Tohoku Journal of Snow and Life (12pt TimesNewRoman, bold)

Taro TOHOKU (Affiliation; 10.5pt TimesNewRoman, bold)

Hanako SEPPYO (Affiliation; 10.5pt TimesNewRoman, bold)

1. ページ

原稿の長さは原則として、6 ページ以内とします。

2. 原稿

原稿はワープロを用いて、A4 判サイズで作成ください。上端マージン 25mm, 下端マージン 25mm, 左端マージン 25mm, 右端マージン 25mm, 字数は 45 字×45 行で一段組とします。

ただし、この字数で印字できない場合は、文字数や行数を調整してマージンに、はみ出さない様にしてください。電子版(PDF 版)は原稿をそのまま利用しますが、冊子版では原稿をオフセットし、A4 判の大きさに白黒印刷します。

3. 書き出し

第 1 ページは題目を第 1 行から書きだし、1 行あけて所属、著者名を中央に揃えて書き、続けて英文題目、英文著者名を書きます。著者名は所属ごとに改行してください。1 行空けて本文を書き出してください。第 2 ページからは第 1 行目から書いてください。

題目は明朝 14pt, 著者名と所属は明朝 12pt, それ以外は節題を含め 10.5pt のフォントを用い、題目、著者名、節題はボールドで強調して下さい。句読点は「,」「.」を用いてください。本文の英数字は半角にして、数字、単位や化学式は立体にしてください。量・数を表す記号、変数、学名・英語の雑誌名および *et al.* などのラテン語由来の用語はイタリックにしてください。カタカナ表記するものは、動植物の和名、外来語、外国の地名・人名（原語によらない場合）です。また、ページ番号は印刷しないでください。この案内は執筆要項の様式に従って書いてあります。

4. 図・表

図(写真も含む)・表は白黒印刷に耐えられる鮮明なものを、表の説明(キャプション)は表の上に、図の説明は図の下に記載してください。図・表番号はそれぞれ通し番号(図 1, 表 1)としてください。また、本文中でも必ず触れるようにしてください。

5. 引用文献

本文中の引用は、著者の姓(発表年)、文末の場合は(著者の姓, 発表年)とし、本文末尾の文献リストと対応させて下さい。文献リストは、第 1 著者姓のアルファベット順に並べて下さい。引用文献の記載方法は「雪氷」に準じます(東北・雪氷, 2015)。

5-1 文献リスト

引用文献は表 1 に示すような順番に並べてください。第 1 著者姓のアルファベット順、主著者が同じ場合は、1 名、2 名、3 名以上で並べます。2 名、3 名以上は発行年順に並べます。

表1 文献リストの順番.

A (2006):
A (2010):
A and C (1999): (2 名, 発行年順)
A and B (2001a):
A and B (2001b):
A and E (2001):
荒川, 加藤 (2000):
A, B, C and D (2003a): . (3 名以上, 発行年順)
A, B and E (2003b): . .
A and 9 others (2003b): . . . (著者が 10 名以上の場合の記載方法)
A and 9 others (2005): . . . (著者名全員もしくは, and 9 others のように記載可能)
D (2001):
加藤ほか 9 名 (2001) . . . (著者名全員もしくは, ほか 9 名のように記載可能)

5-2 雑誌掲載論文

雑誌掲載論文は以下の書式で記載してください。欧文誌名の省略・略記法については、<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals> に従ってください。不明な場合には全部書き出してください。

著者名 (西暦年): 表題. 雑誌名 (英文はイタリック), 巻(号), 引用ページ, doi 情報. (doi がある場合).

5-3 単行本

単行本の引用につきましては、以下の書式で記載してください。英文の単行本で、編者が 1 名の場合は ed., 2 名以上の場合は eds. を編集者名の後に加える。

著者名 (西暦年号): 表題. 単行本名 (英文はイタリック), 編集者名, 発行地, 発行所, 引用ページ (全頁の場合は全頁 pp. とする。この場合、表題は省略化)。

5-4 オンライン上に掲載されている文献等

オンラインの文献等の引用につきましては、以下の書式で記載してください。複数日に参照した場合、最新の参照日のみを記載してください。インターネットに掲載されている文献を引用せずに、その存在だけを示す場合には、本文中に直接 URL を記載しても構いません。脚注の使用は避けてください。

著者名 (西暦年): 文献名. 表題, 引用ページ. URL (検索日).

6. 締切期日

各年度の原稿提出締切は事務局より連絡いたします。遅れた場合は掲載しません。

【引用文献】

東北太郎, 雪氷花子(2015): 「東北の雪と生活」原稿執筆要項, 東北の雪と生活, **15**, 1-2.

著作権譲渡承諾書

公益社団法人 日本雪氷学会 殿

原稿タイトル名：

全著者名：

上記の原稿は、今までに他の雑誌・書籍に掲載されたり、投稿中でないことを誓約いたします。また他の著作物の著作権を侵害していないこと、著作権許諾が必要な引用については無償での転載許可を書面で得ていることを誓約します。

この原稿が(公社)日本雪氷学会東北支部機関誌「東北の雪と生活」に掲載された場合は、(公社)日本雪氷学会著作権規程のとおり、その著作権を(公社)日本雪氷学会に譲渡することに同意します。

なお、この著作権譲渡の承認に関して、他の共著者全員の同意を得ていることを保障いたします。

代表者署名：_____（_____年____月____日）

（署名は自筆でお願いします。捺印は不要です。原稿投稿時に添付して下さい。）

2023・2024 年度 公益社団法人 日本雪氷学会東北支部役員

支部長 若林 裕之(日本大学工学部教授)

副支部長

石田 祐宣(弘前大学大学院理工学研究科准教授)

本谷 研(秋田大学教育文化学部准教授)

理事

朝岡 良浩(日本大学工学部教授)

石田 祐宣(弘前大学大学院理工学研究科准教授)

沖田 圭右(日本環境科学株式会社)

菊地 卓郎(福島工業高等専門学校都市システム工学科教授)

小関 英明(日本気象予報士会)

佐藤 研吾(防災科学技術研究所雪氷防災研究センター主任研究員)

常松 佳恵(山形大学学術研究院准教授)

本谷 研(秋田大学教育文化学部准教授)

武藤 由子(岩手大学農学部准教授)

山崎 剛(東北大学大学院理学研究科教授)

監事

赤田 尚史(弘前大学被ばく医療総合研究所教授)

梅村 順(日本大学工学部専任講師)

顧問

伊藤 驍(国立秋田高専名誉教授)

中村 勉(元岩手大学農学部教授)

力石 國男(秋田看護福祉大学教授)

阿部 修(元防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄支所長)

幹事長 荒川 逸人(防災科学技術研究所雪氷防災研究センター契約研究員)

総務幹事 荒川 逸人(防災科学技術研究所雪氷防災研究センター契約研究員)

会計幹事 山口 正敏(日本地下水開発株式会社)

各県幹事

青森県 藤崎 和弘(弘前大学大学院理工学研究科准教授)

秋田県 鳥潟 幸男(大館市教育委員会)

岩手県 真坂 一彦(岩手大学農学部教授)

宮城県 加茂 祐一(柴田町しばたっ子応援団)

山形県 佐藤 寛稔(雪の里情報館)

福島県 鈴木美穂子(日本大学工学部)

事業委員会

委員長 沖田 圭右(日本環境科学株式会社)

委員 佐藤 研吾(防災科学技術研究所雪氷防災研究センター主任研究員)

服部 恭典(日本地下水開発株式会社)

「東北の雪と生活」編集委員会

委員長 朝岡 良浩(日本大学工学部教授)

委員 加茂 祐一(柴田町しばたっ子応援団)

田邊 章洋(防災科学技術研究所雪氷防災研究センター契約研究員)

東北雪氷賞選考委員会

委員長 山崎 剛 (東北大学大学院理学研究科教授)

委員 赤田 尚史(弘前大学被ばく医療総合研究所教授)

小杉 健二(防災科学技術研究所監事)

柳澤 文孝(山形大学蔵王樹氷火山総合研究会副会長)

山谷 睦 (日本地下水開発株式会社)

以上

(公社) 日本雪氷学会東北支部 特別・賛助会員名簿

(2023.6.19. 現在)

特別会員

会 員 名		所 在 地	電 話	会員区分
大蔵村役場	〒996-0212	山形県最上郡大蔵村大字清水2528番	0233-75-2111	3級
鮭川村	〒999-5202	山形県最上郡鮭川村佐渡2003-7	0233-55-2111	3級
新庄市	〒996-8501	山形県新庄市沖の町10番37号	0233-22-7891	3級
西和賀町役場	〒029-5512	岩手県和賀郡西和賀町川尻40地割40番地71	0197-82-3284	3級
舟形町役場	〒999-4601	山形県最上郡舟形町舟形263	0233-32-2111	3級
最上町	〒999-6101	山形県最上郡最上町向町644	0233-43-2111	3級

賛助会員

会 員 名		所 在 地	電 話	会員区分
日本地下水開発 (株)	〒990-2313	山形県山形市大字松原777	023-688-6000	1級
T N - P S G 工法研究会	〒990-2305	山形県山形市蔵王半郷字松尾川94-7 共和防災建設株式会社内	023-688-8784	1級
(株) シンワ	〒990-0051	山形県山形市銅町1-1-36	023-641-7456	3級
東光計測 (株)	〒990-2161	山形県山形市漆山字梅ノ木1985-4	023-686-4952	3級
東邦技術 (株)	〒014-0041	秋田県大仙市大曲丸子町2-13	0187-62-3511	3級
東北企業 (株)	〒990-2431	山形県山形市松見町11-19	023-622-7201	3級
東北電力ネットワーク (株)	〒980-8551	宮城県仙台市青葉区本町1-7-1	022-225-2111	3級
(株) ネクスコ・エンジニアリング東北	〒980-0013	宮城県仙台市青葉区花京院2-1-65	022-713-7277	3級
(株) 双葉建設コンサルタント	〒996-0002	山形県新庄市金沢字谷地田 1399-11	0233-22-0891	3級

題字：渡辺善八

東北の雪と生活 第38号

令和5年11月1日発行

発行 公益社団法人日本雪氷学会東北支部

編集委員長：朝岡 良浩

事務局 〒996-0091 山形県新庄市十日町高壇 1400

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター 新庄雪氷環境実験所

幹事長：荒川 逸人

TEL 0233-22-7550

FAX 0233-22-7554

©2023（公社）日本雪氷学会

掲載された記事等の著作権は（公社）日本雪氷学会に属する。