

東北の雪と生活

第 39 号

2024

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 『雪国』の思い出	本谷 研	1
報 告		
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 (2)	山崎 剛, 鈴木真一, 川瀬宏明, 橋本 健	3
霜害が発生する山岳小盆地における冷気の観測	石田祐宣, 江渕竜介	9
Large-Eddy Simulation による吹雪の数値解析	根本征樹	12
吹払柵周辺の雪堤による周辺への影響に関する実験	荒川逸人	16
2023 年 2 月の飯豊町高峰での雪崩発生状況と微地形 ～UAV-LP 計測データからわかること～	落合達也	19
山形蔵王における雪氷現象の観測(2023/2024 冬季) -樹氷形成状況と高度変化-	沖田圭右, 山谷 睦, 沼澤喜一	23
山形蔵王の低標高にできる樹氷 -2014/2015 冬季～2023/2024 冬季-	沼澤喜一, 山谷 睦, 沖田圭右	26
秋田県およびその周辺における 2023-24 年冬季の積雪の特徴	本谷 研	31
令和 6 年(2023/24 年)冬期における新庄の積雪変化について	荒川逸人, 富樫数馬, 田邊章洋, 安達 聖, 佐藤研吾, 根本征樹	35
山形蔵王における雪氷現象の観測(2023/2024 冬季) -積雪断面観測結果-	山谷 睦, 門間洋仁, 沖田圭右	37
放射温度センサーでの路面温度検知を組み込んだ無散水融雪施設稼働の効率化 (1)	伊藤 司, 山口正敏, 福井秀樹	39
2023/24 年 青森県の雪況	小関英明	42
資 料		
東北雪氷賞受賞理由		49
東北雪氷賞(学術賞)を受賞して	石田祐宣	53
東北雪氷賞(学術奨励賞)を受賞して	佐藤研吾	54
東北雪氷賞(功績賞)を受賞して	佐藤 威	55
公益社団法人日本雪氷学会 2024 年度東北支部理事会 議事録		57
公益社団法人日本雪氷学会 2024 年度東北支部総会 議事録		58

2023 年度（公社）日本雪氷学会東北支部事業報告・収支報告書	59
2024 年度（公社）日本雪氷学会東北支部事業計画・収支予算案	66
公益社団法人日本雪氷学会東北支部 支部規程施行内規	69
東北雪氷賞受賞者選考規程	71
東北雪氷賞受賞者リスト	73
日本雪氷学会東北支部「東北の雪と生活」投稿規程	75
「東北の雪と生活」原稿執筆要項	76
「東北の雪と生活」著作権譲渡承諾書	78
2023・2024 年度 公益社団法人 日本雪氷学会東北支部役員	79
（公社）日本雪氷学会東北支部 特別会員・賛助会員	81

巻頭言

『雪国』の思い出

公益社団法人 日本雪氷学会東北支部 副支部長 本谷 研



僭越ながら、2021 年度から弘前大学の石田祐宜先生と共に日本雪氷学会東北支部の副支部長をお任せいただいております秋田大学の本谷（もとや）と申します。若林支部長、石田副支部長の盤石な体制あつてのことですので、小職は枯れ木も山の賑わい、形ばかりの副支部長のつもりでしたが、巻頭言の執筆という重責を担うことがあり得ることをすっかり失念しておりました！お目汚しで大変恐縮ですが、ご笑覧いただけますと幸いです。これまでの巻頭言を確認したところ、研究紹介や東北支部およびその機関紙である本誌「東北の雪と生活」の沿革などについての記述が多い様でした。そこで、最近あまり話題になっていない東北の雪に関する生活や文化に関することについて少々ご紹介したいと思います。

お酒を飲まない方やお酒に興味がない方には大変申し訳ないのですが、みなさんは『雪国』というカクテルをご存知でしょうか？日本発祥ながら世界のカクテルブックにも載っている有名なカクテルで、ショートグラスの底にチェリーが沈み、グラスの淵には砂糖が載った「スノースタイル」が美しい、かなり甘目のお酒です。その名の通り『雪国』酒田発祥のカクテルです。10 年近く前のこと、このカクテル『雪国』考案者の井山計一さんが齢 90 近くなながらご存命で、しかも現役のバーテンダーとして酒田のお店「ケルン」に出られていると耳にして、考案者ご自身による一杯を求め、何度かケルンに足を運びました。

ケルンは不思議なバーで、一通り飲み歩いたお客様がカクテルやウイスキーなどの洋酒を召し上げることも、締めスイーツ（懐かしい感じのパフェがよく出ていました）をいただくことも出来るようでした。『雪国』考案者の井山さんも大の甘党でしたから、甘いカクテルの発案に至ったのは当然の成り行きだったのかもしれませんが、井山さんは軽妙な語り口と屈託のない笑顔が印象的な、どこか少年のような素朴さと柔軟さを持った好々爺で、随分年下の私の方が元気を分けていただいているようにさえ感じるほどでした。

井山さんから聞いた昔話もいつも大変興味深いものでした。太平洋戦争中、東芝の工員であった井山さんは一時、北海道夕張の炭鉱で働いたことがあるとのこと。当時、戦時招集で炭鉱夫も兵隊に取られていくため、生産継続が難しい状況に成っていました。そこで親会社の三菱は「お宅の若い工員を貸して欲しい」と東芝に打診してきたため、これに応じ井山さんも一時北海道に渡ったとのことでした。

戦時の混乱もあつたのでしょうが、東芝社員の身分はそのままに三菱からも給与が出たため、炭鉱での仕事はきつかったが倍の現金を手にすることが出来たそうです。そうは言ってもそれは戦時中のこと、炭鉱の休みの日に街へ買い物に出るも、とにかく売っているものがない状況でした。片や、当時本などの書籍の類は本土決戦で全て灰燼に帰することになるだろうということで、貴重な本も含め二束三文で売り払われていたそうです。そこで、井山さんはこれを買付け、空襲の心配の少ない酒田の実家に何度も送っていたそうです。

こうして戦禍を逃れた貴重な古本の山は、やがて太平洋戦争が終わって書籍不足の折、人気となって良い値段で売ることが出来たため、それを元手の一つに酒田市内に店舗兼住宅のビルを建てることが出来たとご本人からお聞きしました。

さて、井山さんのケルンには立て看板程度のサイズの縦長の黒板があり、ご自身が考えた時期折々の言葉を筆書きで記してありました。大雪だった2018年の2月にケルンを訪れた際、「雪国が 雪に泣くよな 年もあり」とありましたし、寡雪だった翌2019年2月には「待ちかねる 雪国だとして 春祭り」と記してあったことを覚えています。いずれも雪国の生活の喜びや苦労をまとめた名句でした。

90歳を越してもなお現役バーテンダーとしてカウンターに立っていた井山さんでしたが、新型コロナウイルス感染症の猛威により一時お店に出ることも難しくなりました。予防第一とは言え、長年仕事としてだけではなく人生の大きな一部分としてお店に立っていた井山さんにとって、自宅でひっそりと過ごすしかない状況はさぞお辛かったものと想像します。そうした日々が続いた後の2021年5月に酒田の名バーテンダーは逝去されました。以上は、井山さんご本人および近しい方々にお聞きしたことです。

このように仕事と人との交流をこよなく愛した井山さんですが、人との繋がりが大事であることは何もバーの世界や飲食業だけのことではないことでしょう。思えば研究も、独り自然と向き合うような面だけではなく、時に協力し、時に好敵手となる研究仲間や、研究費や研究が出来る世の中全体を支える多くの方々あってのことであることに改めて気づかされます。こうした研究に繋がる有形無形の交流の場は大変貴重なものです。この(公社)日本雪氷学会東北支部も、小規模ながら知る人ぞ知る名店のように、研究に関わる人と人を繋ぐ交流の場所として末永く続いて欲しいと願っております。最後までお読みいただきありがとうございました。

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(2)

山崎 剛, 鈴木真一 (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, part 2

Takeshi YAMAZAKI, Shinichi SUZUKI (Graduate School of Science, Tohoku University)

Hiroaki KAWASE (Meteorological Research Institute)

Ken HASHIMOTO (PACIFIC CONSULTANTS CO., LTD.)

1. はじめに

昨年の支部大会では、本州のほぼ全域をカバーするダウンスケーリングデータ SI-CAT DDS5TK (山崎ほか, 2019) について、降雪日数、日降雪量 99 パーセンタイル値と最大値、主な地点での日降雪量の累積頻度分布、降雪時の気圧配置割合の将来変化を解析した(山崎ほか, 2023)。その結果、降雪日数は全域で減少し、日降雪量の 99 パーセンタイル値や最大値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、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。日降雪量の累積頻度については、多くの地点では大雪の頻度は減るが、名古屋では極端な大雪が起こる可能性があり、頻度の変化は小さい予測となった。降雪時の気圧配置は、関東以外は西高東低型の割合が増加する結果となった。

今回は、新しく整備された全国版 d4PDF ダウンスケーリングデータ (d4PDF_5kmDDS_JP) で同様の解析を行った結果を報告する。

2. データ・研究手法

用いたデータは、全国版 d4PDF ダウンスケーリングデータ d4PDF_5kmDDS_JP (Kawase *et al.*, 2023) である。地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース (d4PDF) (Mizuta *et al.*, 2017; Fujita *et al.*, 2019) から日本全国を対象として、気象庁気象研究所非静力地域気候モデルにより 5 km メッシュにダウンスケーリングしたものである。現在気候、2℃上昇、4℃上昇それぞれ 732 年分 (61 年分×12 メンバー) のデータからなる。

このデータにより、山崎ほか (2023) と同様に Kawase *et al.* (2018) の手法で降雪日数、日降雪量の 99 パーセンタイル値と最大値、15 地点 (釧路、旭川、札幌、青森、秋田、新庄、仙台、十日町、長野、富山、福井、東京、名古屋、鳥取、福岡) の日降雪量累積頻度分布、降雪時の気圧配置割合を評価した。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 1 cm 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)

$dP_{ns} > 5 \text{ hPa}$: 南岸低気圧型

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

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

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

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

3. 結果

図1はそれぞれ延べ732年について、1 cm以上の降雪があった日数をカウントし、1年あたりの日数に換算した結果である。現在気候、2℃上昇、4℃上昇実験の差分を取ると、山崎ほか (2023) と同様に全域で減少する予測となった。もともと降雪日数が多い日本海側や山地での減少が著しい。

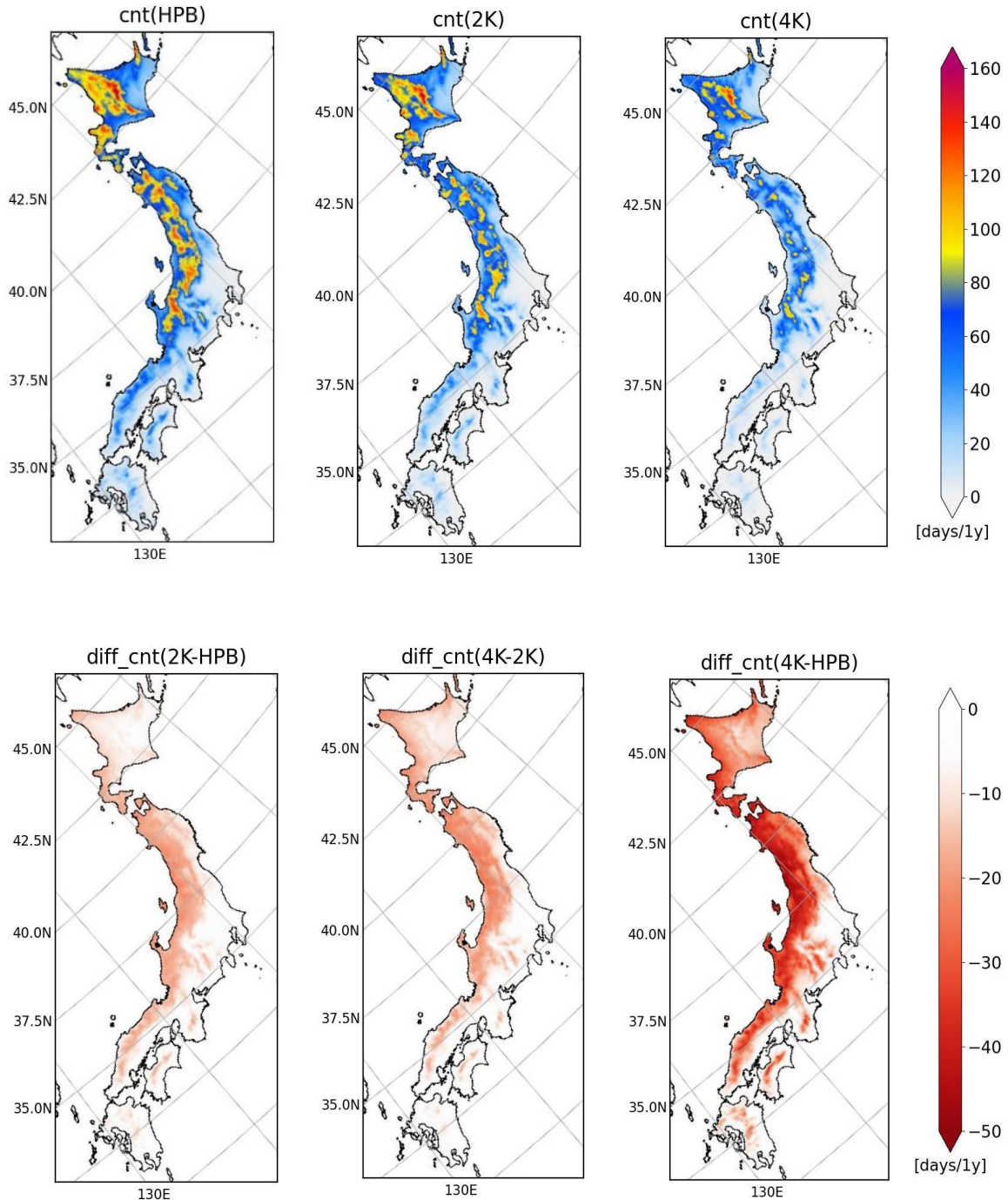


図1 降雪日数 (1年あたりの日数に換算した日数) (上段左: 現在気候, 中: 2℃上昇, 右: 4℃上昇, 下段左: 2℃上昇－現在気候, 中: 4℃上昇－2℃上昇, 右: 4℃上昇－現在気候)。

図2に降雪日の日降雪量の99パーセンタイル値を示す。こちらも山崎ほか(2023)と同様に、将来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た。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、北海道東部、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。各グリッドでの日降雪量の最大値は、99パーセンタイル値の場合と同様であるが、最大値は特定事例を拾うため、現在気候との差の分布はやや乱雑な傾向を示した。

図3に対象領域の15地点のうち札幌、青森、新庄、仙台、名古屋における日降雪量の累積頻度分布を示す。現在気候の結果をアメダスと比べると、札幌、青森、新庄でアメダスよりも降雪の頻度が小さく(他に、旭川、十日町、富山なども)、名古屋では過大傾向であった(福岡も)。将来の変化は、多くの地点では大雪の頻度は減るが、新庄では変化が小さく(旭川も)、名古屋や札幌で将来において、頻度は低いが極端な大雪が起こる可能性が示された(長野も)。

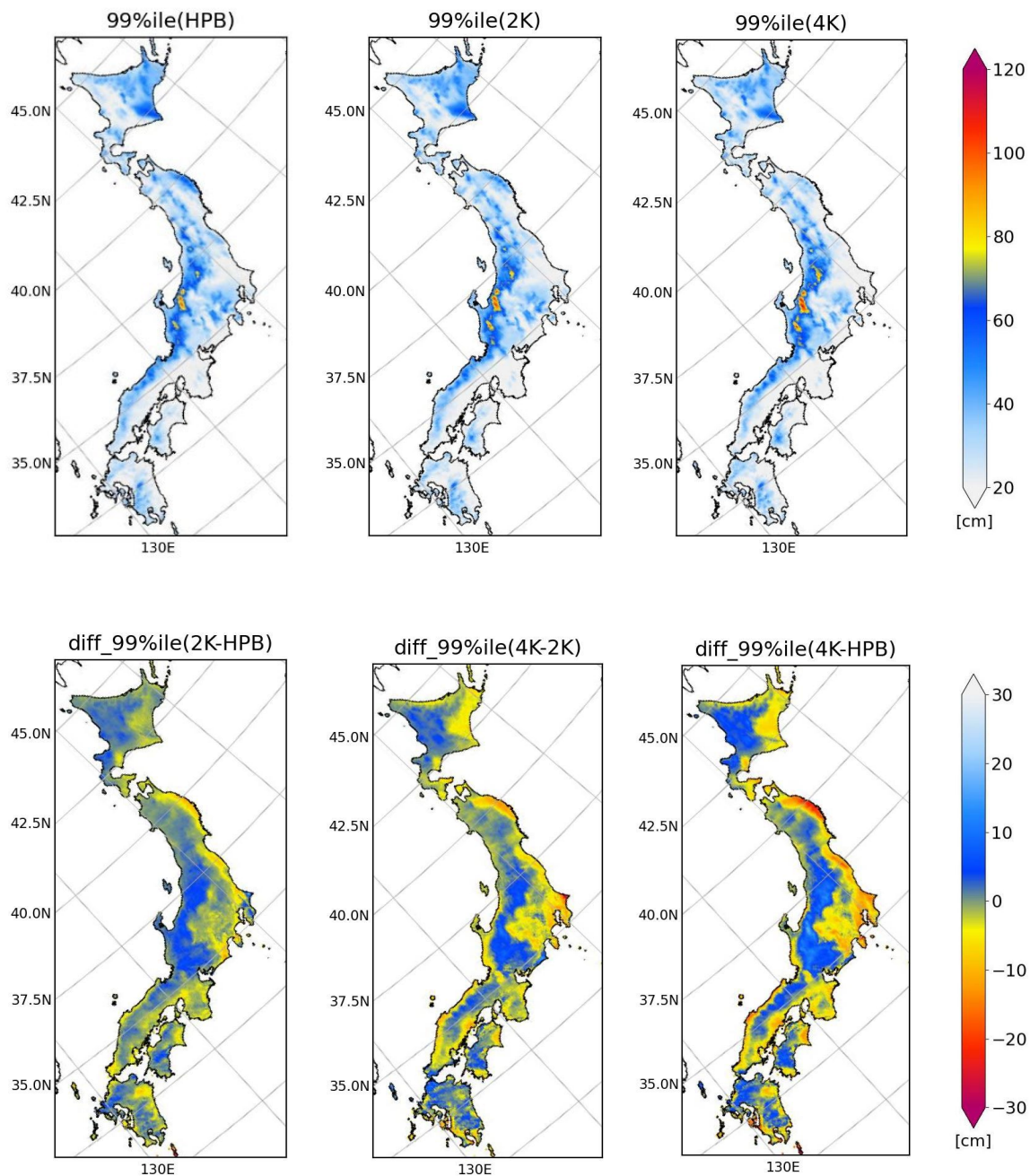


図2 図1と同じ。ただし、日降雪量の99パーセンタイル値。

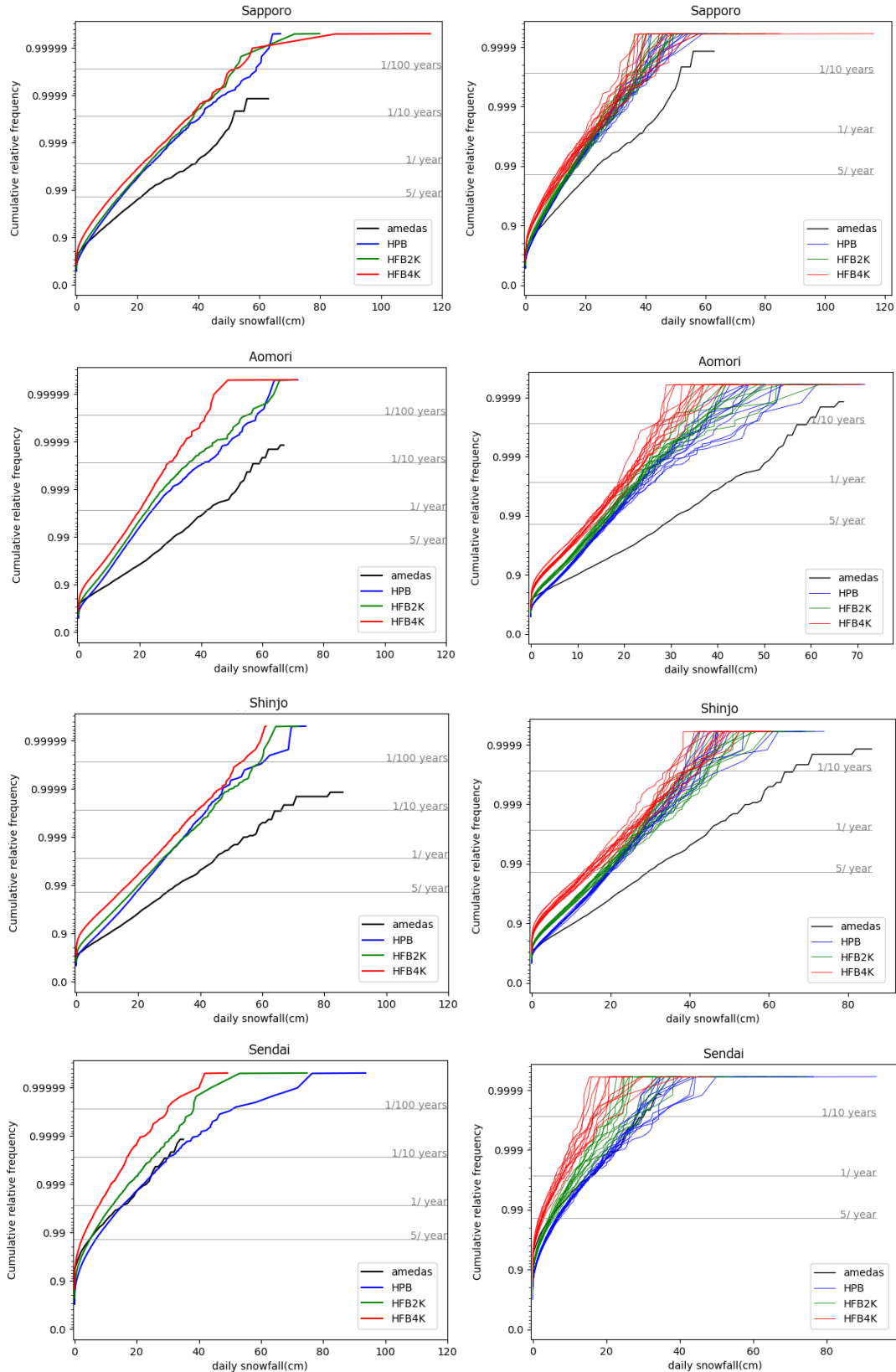


図3 主な地点での日降雪量の積算頻度分布. 上から札幌, 青森, 新庄, 仙台. 左は延べ732年分をまとめたもの. 右は61年分の各メンバーについて. 黒: アメダス, 青: 現在気候, 緑: 2℃上昇, 赤: 4℃上昇.

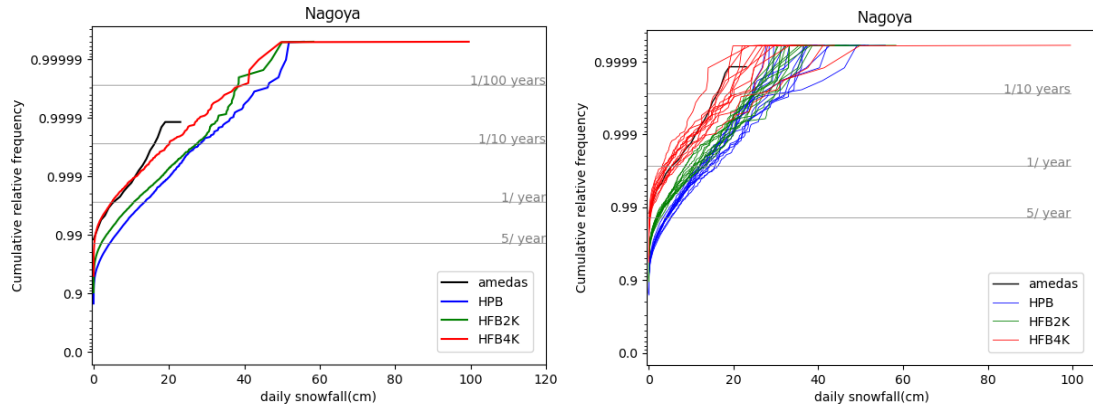


図3（続き）名古屋.

最後に降雪時の気圧配置割合の将来変化について示す. 図4は1 cm以上の全降雪日を対象とした西高東低型の割合である. 関東以外では西高東低の割合が増加し, 南岸低気圧のパターンが減少する予測となった. 降雪量のトップ30例に絞って解析すると, 関東と北海道東部以外では西高東低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.

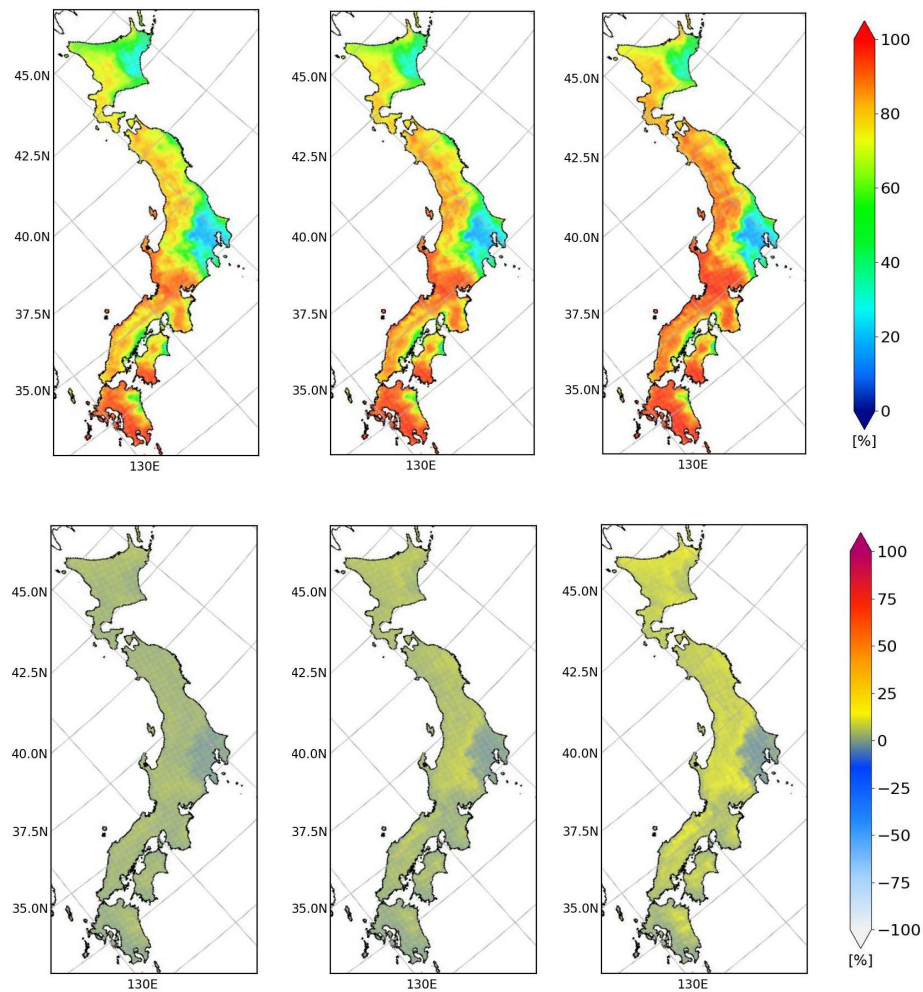


図4 1cm以上の降雪日を対象とした西高東低型の割合(上段左:現在気候, 中:2°C上昇, 右:4°C上昇, 下段左:2°C上昇-現在気候, 中:4°C上昇-2°C上昇, 右:4°C上昇-現在気候).

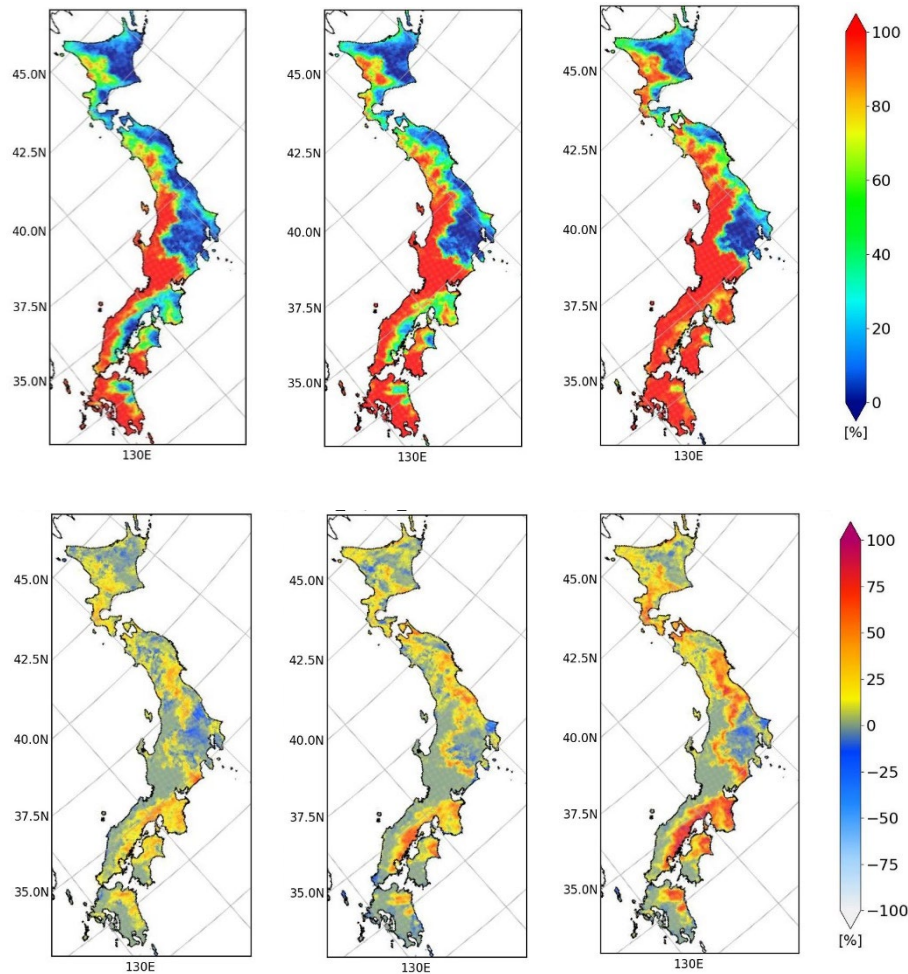


図5 図4と同じ。ただし、降雪量上位30の降雪日を対象とした西高東低の割合。

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】

- Fujita, M., R. and 9 others (2019) Precipitation changes in a climate with 2-K surface warming from large ensemble simulations using 60-km global and 20-km regional atmospheric models. *Geophys. Res. Lett.*, **46**, 435-442. <https://doi.org/10.1029/2018GL079885>.
- Kawase H. and 8 others (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>.
- Kawase H. and 20 others (2023): Identifying robust changes of extreme precipitation in Japan from large ensemble 5-km-grid regional experiments for 4K warming scenario. *Journal of Geophysical Research*, **128**, <https://doi.org/10.1029/2023JD038513>.
- Mizuta R. and 30 others (2017): Over 5000 years of ensemble future climate simulations by 60km global and 20km regional atmospheric models. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, doi:10.1175/BAMS-D-16-0099.1.
- 山崎剛ほか7名 (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.
- 山崎剛, 川瀬宏明, 橋本健 (2023): 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. 東北の雪と生活, 38, 23-28.

霜害が発生する山岳小盆地における冷気の観測

石田祐宣, 江渕竜介 (弘前大学)

Observation of cold air damming in a frost damage occurring small basin

Sachinobu ISHIDA, Ryosuke EBUCHI (Hirosaki University)

1. はじめに

静穏な晴天夜間には、傾斜地で放射冷却によって生成された密度の大きな冷気が斜面を流れ下る。盆地では周囲の斜面から冷気が集まり、下層ほど冷たい空気が層状に堆積することによって冷却が強化され、農作物が凍霜害を受けやすくなる。係留気球などを用いた盆地における冷却を観測した事例はある一方 (Maki *et al.*, 1986; Kondo *et al.*, 1989; Whiteman *et al.*, 1996; Clements *et al.*, 2003 など)、近年はUAVの普及により容易に気温の鉛直プロファイル観測が行える環境が整ってきている。本研究では、ブナの晩霜害が確認された、八甲田山系の北東側斜面上の小盆地となっている田代平 (面積: 約17 km²) を対象とし、夜間の冷え込みの程度や冷気層の厚さについてUAVも用いて観測し、地形や気象条件との関係を考察した。

2. 方法

田代平の南部 (標高592 m, 北緯40度40分0秒, 東経140度57分20秒) において、省電力で比較的精度の良い測定が行える三球温度計を地上1 mと4 mに設置し、2023年10月14日～同年12月5日に気温および大気安定度の観測を行った。さらに、超音波風速温度計 (Model 81000, Young) を三球温度計そば地上2 mに設置し、2023年11月3日～同年12月5日に風況および顕熱輸送量の観測を行った。現地観測データ (10分平均値) と農研機構メッシュ農業気象データ (時別値) の気温の関係を調べ、田代平での冷え込みの程度を明らかにした。また、気象センサー (iMet-XQ2, InterMet) を取り付けしたUAV (Air 2S, DJI) による大気の鉛直プロファイルの測定も11月9日, 11月16日, 11月21日の早朝に行った。この観測により、冷気層の厚さや強度などの特性を調べた。

3. 結果と考察

10月14日から12月5日までの三球温度計による気温観測データ (10分間平均値) と、農研機構メッシュ農業気象データの最寄りグリッドの気温 (時別値) を比較すると、夜間に気温観測値がメッシュデータ値を大きく下回って低下する日もあれば、メッシュ値と同等に下がる日もあった (図 1)。前者の時の気象条件が静穏な晴天であったことから、気温の極端な低下の理由として、夜間の強い放射冷却によって観測点周囲の斜面で生成された冷気が観測点に向かって流れ下り、観測点付近に冷気層を堆積させたことが考えられた。観測期間の中で、前日の昼から当日の早朝にかけて20℃ほど気温が下がる日もあった。

図 2 (左) は現地で極端な気温低下が見られた11月16日の早朝に、観測点付近でUAVにより測定した気温の鉛直分布である。測定結果より、厚さ約80 m程度の逆転層が確認できる。このような強い冷気が堆積する日は、共通して夜間の風速が0.5 m/s未満で風向が南西寄りであったことから、現地での放射冷却に加えて、観測点の南西に位置する八甲田山系の斜面から流れ下る冷気下降流が観測点付近の強い冷却に結びついていることが考えられる。一方で、逆転層の厚さは周囲の山岳 (概ね標高800 m～1,500 m) と盆底との標高差 (200 m～900 m) に比べると明らかに薄い。これは、盆地の北東側に位置する山岳域に標高が一部700 m弱と比較的低い領域があり、盆底に溜まった冷気の上層がこの部分から流出したことが原因と考えられるため、今後検証が必要である。図 2 (右) は、冷え込みが弱か

った11月21日に測定された気温の鉛直分布である．この日は全く逆転層が確認できず，ほぼ中立の気温プロファイルであった．

観測期間の後半は冬型の気圧配置が続いたため，夜間に静穏となることはほとんどなく，寒気の流入により全般的に気温が低下したが気温の低下は田代平に限定されなかった．

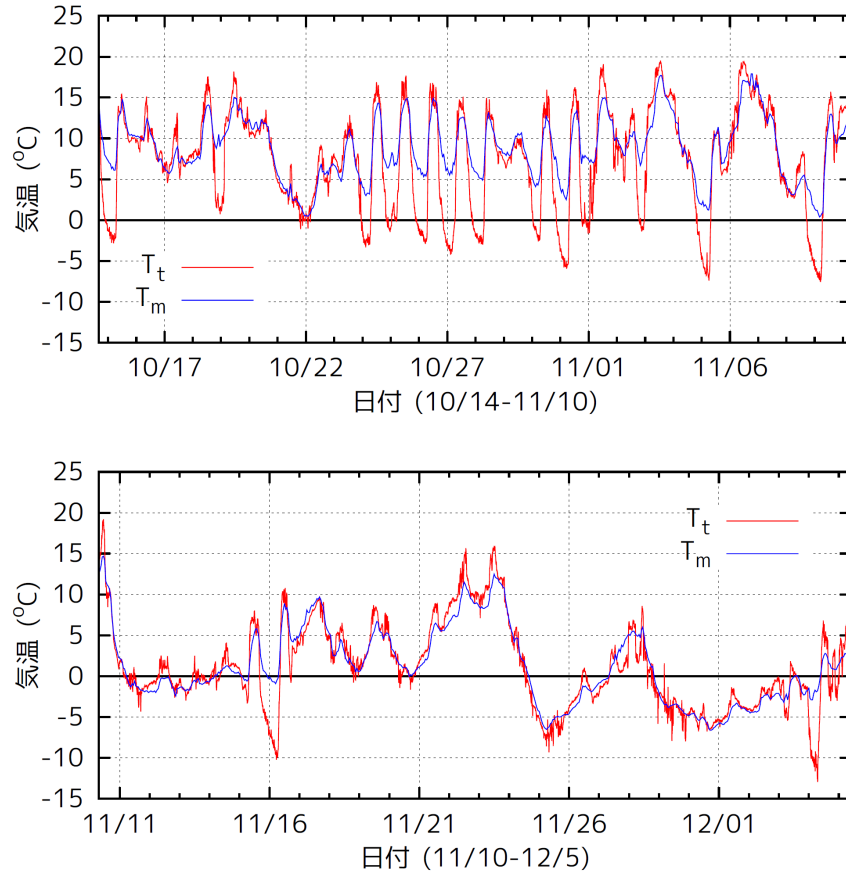


図 1 八甲田田代平において観測された地上気温 T_t (赤) および農研機構メッシュ農業気象データ地上気温 T_m (青) の時系列 (2023年10月14日～12月5日)．

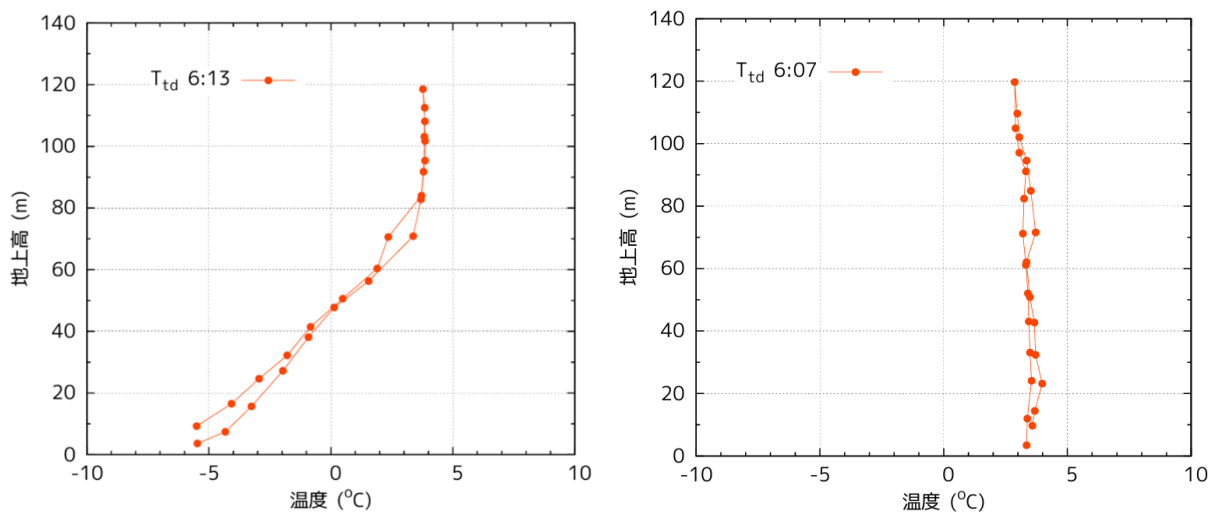


図 2 UAVで測定した気温の鉛直分布 (左: 2023年11月16日, 右: 同年11月21日)．

4. まとめ

八甲田田代平では、静穏な晴天夜間の日に前日の昼から当日の朝にかけて約20°Cの気温低下が観測され、日の出直前には地上80 mほどの冷氣層で覆われていることが分かった。このように地上付近で強い冷え込みが見られた日は風速が0.5 m/s未満で風向が南西寄りであったことから、八甲田山系の斜面から流れ下る冷氣流の影響で田代平では強い冷却が起きたものと考えた。

【引用文献】

- Clement, C.B. and C.D. Whiteman, J.D. Horel (2003): Cold-air-pool structure and evolution in a mountain basin: Peter Sinks, Utah. *J. Appl. Meteor.*, **42**, 752-768, DOI: 10.1175/1520-0450(2003)042<0752:CSAEIA>2.0.CO;2.
- Kondo, J., T. Kuwagata and S. Haginoya (1989): Heat budget analysis of nocturnal cooling and daytime heating in a basin. *J. Atmos. Sci.*, **46**, 2917-2933, DOI: 10.1175/1520-0469(1989)046<2917:HBAONC>2.0.CO;2.
- Maki, M., T. Harimaya and K. Kikuchi (1986): Heat budget studies on nocturnal cooling in a basin. *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, 727-740, DOI: 10.2151/jmsj1965.64.5_727.
- Whiteman, C.D., T.B. McKee and J.C. Doran (1996): Boundary layer evolution within a canyonland basin. Part I: Mass, heat, and moisture budgets from observations. *J. Appl. Meteor.*, **35**, 2145-2161, DOI: 10.1175/1520-0450(1996)035<2145:BLEWAC>2.0.CO;2.

Large-Eddy Simulation による吹雪の数値解析

根本征樹 (防災科研 雪氷防災研究センター)

Numerical analysis of blowing snow by Large-Eddy Simulation

Masaki NEMOTO (Snow and Ice Research Center, NIED)

1. はじめに

吹雪による雪の輸送は、大気乱流による変動を伴う現象である。乱流現象の非定常計算に優れる Large-Eddy Simulation (LES) の発達に伴い、LES の吹雪への応用も近年盛んである。例えば、Okaze *et al.* (2018) や Sharma *et al.* (2018) は、LES による流れ場の計算と Lagrange 的手法に基づく個々の吹雪粒子の運動の計算を統合し、吹雪の跳躍および浮遊運動およびそれらの変動特性に関する数値解析を実施した。こうした状況を踏まえ、本研究では、特に浮遊層に着目した吹雪の LES を実施した。

2. 計算方法

LES について、ローザンヌ工科大学で開発された "Large Eddy Simulations flow solver coupled with a Lagrangian stochastic model" (LES-LSM) を用いた (Sharma *et al.*, 2018 など)。LES-LSM では、乱流モデルにおいて scale-dependent Lagrangian dynamic model が用いられており、LES における標準的な乱流モデルと比較して大気境界層乱流の特性を精度よく解析できる (Bou-Zeid *et al.*, 2005)。このモデルは上述の通り、本来は個々の粒子の運動を Lagrange 的に解析するものであるが、本研究ではこのモデルの気流解析部分のみ利用し、吹雪粒子相の計算には空間フィルタリングされた、Grid Scale (GS) での移流拡散方程式

$$\frac{\partial c}{\partial t} + (u_j - w_f) \frac{\partial c}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(K_m \frac{K_m}{S_c} \frac{\partial c}{\partial x_j} \right) \quad (1)$$

を用いた。ここで c は吹雪の空間濃度 (kg m^{-3})、 u_j は風速成分 (m s^{-1})、 K_m は Sub Grid Scale (SGS) 渦粘性係数 ($\text{m}^2 \text{s}^{-1}$)、 S_c は Schmidt 数である。また w_f は大気中における吹雪粒子の落下速度であり、根本ほか (2010) の検討に基づき 0.2 m s^{-1} とした。式 (1) の下部境界条件として、跳躍層の輸送過程を考慮する必要があるが、本研究では Iversen (1975) による跳躍輸送式を適用した。その際、吹雪発生 の臨界摩擦速度 u_{*c} は様々な既存研究に基づき 0.21 m s^{-1} とした。その他計算条件として、計算領域 $96 \text{ m} \times 96 \text{ m} \times 32 \text{ m}$ 、計算時の設定摩擦速度 u_* は 0.40 または 0.45 m s^{-1} 、粗度 $1.0 \times 10^{-4} \text{ m}$ とした。

3. 結果

3-1 空間濃度の鉛直分布

図 1 に水平風速 (a) および吹雪空間濃度 (b) の断面図 (瞬間値) を示す。それぞれの量の瞬間値において、空間内で非一様な分布となっていることが LES による計算で確認できる。また図 1 (a) における風速の水平断面図において、流れに沿った方向に、低速領域と高速領域が交互に並び、それがスパン (Y) 方向に広がるストリーク構造が見られ、これは多くの境界層乱流と共通である (Foster *et al.*, 2006 など)。一方、吹雪空間濃度 (図 1 (b)) においても同様の構造が見られるものの、スパン方向に対するストリーク構造の幅については風速よりも細かい傾向もあるなどの違いも見られる。

図 2 に高度 1.2 m における水平・鉛直風速と吹雪空間濃度の時間変化を表す。風速・吹雪空間濃度いずれの場合も激しく変動するが、水平風速 (u) について、 10 秒程度の周期を持つ変動が目立ち、それに応じて吹雪空間濃度 (c) も同様の変動傾向が見られる。

図 3 に一様水平面上での c の鉛直分布を示す。式 (1) の移流項について、①擬スペクトル法 (pseudo-spectral)、②一次精度上流差分法 (first-order upwind)、③擬スペクトル法の結果を活用し流れ場の保存性を保ちつつスカラー量に SMART スキーム等を持ちる方法 (Chamecki *et al.*, 2008) の 3 つのスキーマ

ムにより計算した結果を解析解（べき乗関数）と比較した。Chamecki らが提案した③の手法は、①で顕著な Gibbs 現象による振動解を抑制しつつ、②よりも解析解に近い関係が得られるなど、 c の計算に適していることが確認された。なお、図 3 において、Schmidt 数 S_c の値は、一般的なスカラー量の拡散を対象とした数値計算（Chamecki *et al.*, 2008）にならい、 $1/3$ として計算した（図 1, 2, 4 の計算では $S_c=1$ としている）。しかしながら、個々の吹雪粒子運動をラグランジュモデルにより計算して粒子拡散係数 K_s を直接計算した Li and Taylor (2005) の結果から、厳密には K_s は粒径依存性を有する（ $0.9 < K_s/K_m < 1.5$ 程度の範囲で粒径により変化する）ものの、 $K_s=K_m$ とする近似は概ね妥当であるとされており、吹雪においては $S_c=1$ とおくのが妥当と言える。

乱流解析において、平面上での 2 点自己相関を調べることは、その面上における平均的な乱流構造の把握に有用である。図 4 に、水平面（X-Y 面）上の高度 1.2 m における、 u と c の変動に対する 2 点相関係数を示す。上述した様に、主流方向に伸びたストリーク構造が確認できるが、 u と c それぞれについて、2 点自己相関の分布は、特に負の相関となる領域などで違いがある。

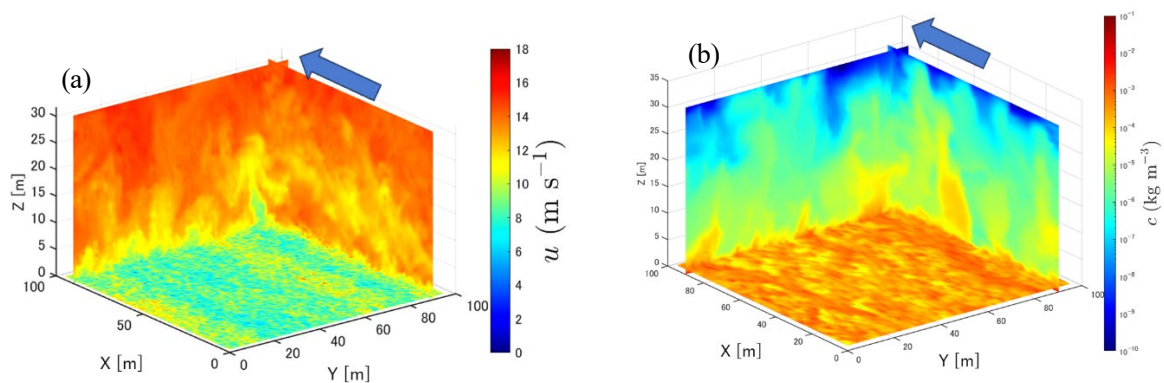


図 1 風速 (a), および吹雪空間濃度 (b) の断面図 (瞬間値). 摩擦速度 $u_* = 0.45 \text{ m s}^{-1}$.

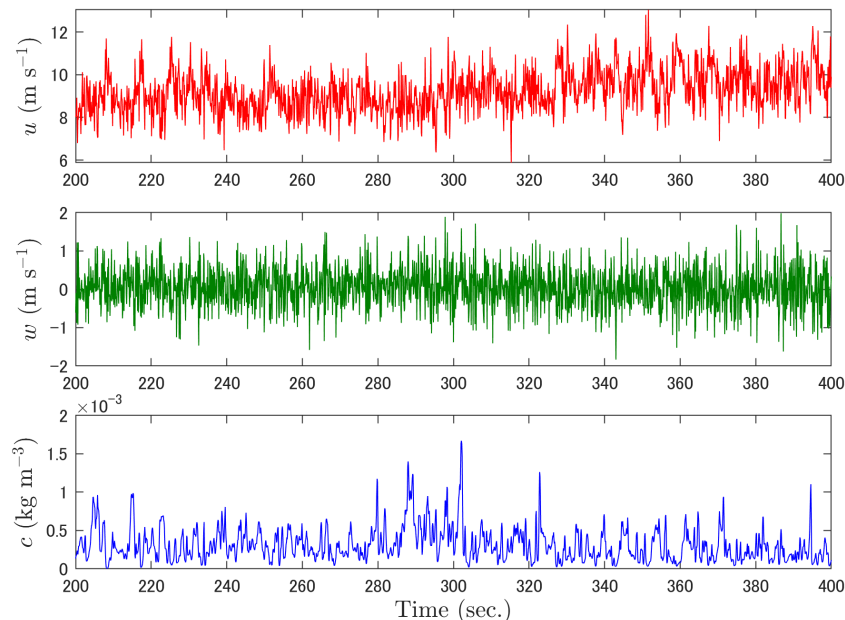


図 2 高度 1.2 m における水平風速 u (a), 鉛直風速 w (b), および吹雪空間濃度 c (c) の時間変化. 摩擦速度 $u_* = 0.45 \text{ m s}^{-1}$.

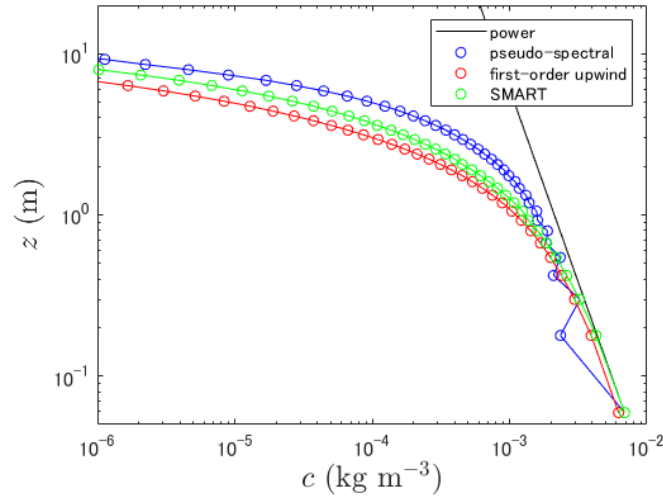


図3 一様水平面上での吹雪空間濃度 c の鉛直分布. 摩擦速度 $u_* = 0.40 \text{ m s}^{-1}$. ここでは式(1)において, $S_c = 1/3$ として計算している.

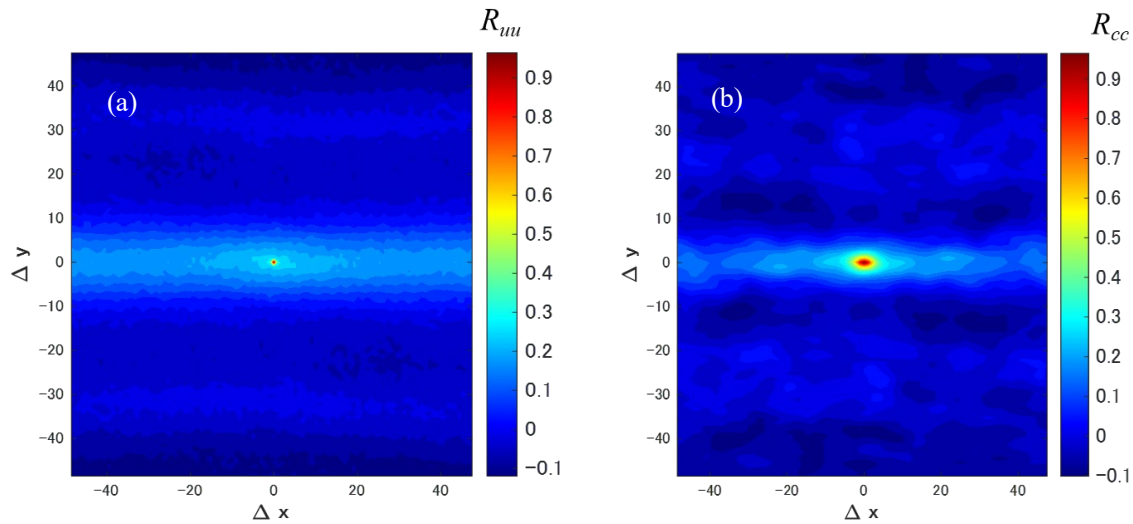


図4 水平断面上における, 物理量の変動成分に関する2点自己相関係数の分布. (a): 風速 u , (b): 吹雪空間濃度 c . 摩擦速度 $u_* = 0.45 \text{ m s}^{-1}$. 高度 1.2 m .

4. おわりに

本研究では吹雪の時空間変動を対象として, LES を用いた吹雪の数値モデルにより, 特に浮遊層に着目して吹雪空間濃度の変動を計算した. LES によるシミュレーションにより, 野外観測で得ることが困難な, 三次元空間内の多点での変動データなどの推定値を得ることが可能となるほか, 乱流構造の影響評価等も可能となる. また野外観測データとの相互比較やそれぞれの結果に基づくフィードバックにより, 吹雪の変動特性に関する様々な知見が得られると考える.

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 17H02073, 22710179 の支援を受けたものである. また LES-LSM の利用について, Daniela Brito Melo 氏, Armin Sigmund 氏, 西村浩一氏に様々なご助言を頂いた. ここに記して感謝いたします.

【引用文献】

- Bou-Zeid, E., C. Meneveau and M. B. Parlange (2005): A scale-dependent Lagrangian dynamic model for large eddy simulation of complex turbulent flows, *Physics of Fluids*, **17**, 025105.
- Chamecki, M., C. Meneveau and M. B. Parlange (2008): A hybrid spectral/finite-volume algorithm for large-eddy simulation of scalars in the atmospheric boundary layer, *Boundary-Layer Meteorology*, **128**, 473-484.
- Foster, R. C., F. Vianey, P. Drobinski and P. Carlotti (2006): Near-surface coherent structures and the vertical momentum flux in a large-eddy simulation of the neutrally stratified boundary layer, *Boundary-Layer Meteorology*, **120**, 229-255.
- Iversen, J. D. and B. R. Greeley, (1975): White and J.B. Pollack: Eolian erosion of the Martian surface, Part 1; Erosion rate similitude, *Icarus*, **26**, 321-331.
- Li, P. Y. and P. A. Taylor (2005): Three-dimensional Lagrangian simulation of suspended particles in the neutrally stratified atmospheric surface layer, *Boundary-Layer Meteorology*, **116**, 301-311.
- 根本征樹, 佐藤威, 小杉健二, 望月重人 (2010): 吹雪の乱流拡散モデルにおける落下速度の与え方について, 寒地技術論文・報告集, **26**, 49-52.
- Okaze, T., H. Niiya and K. Nishimura (2018): Development of a large-eddy simulation coupled with Lagrangian snow transport model, *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, **183**, 35-43.
- Sharma, V., F. Comola and M. Lehning (2018): On the suitability of the Thorpe–Mason model for calculating sublimation of saltating snow, *The Cryosphere*, **12**, 3499–3509.

吹払柵周辺の雪堤による周辺への影響に関する実験

荒川逸人（防災科研 雪氷防災研究センター）

Experiment on the influence of snow bank around blower snow fences in the surrounding area Hayato ARAKAWA (Snow and Ice Research Center, NIED)

1. はじめに

道路吹雪対策のひとつである吹払柵において、下部間隙が確保できなかつたり、風下側に雪堤が形成されたり防風林や構造物があつたりした場合、吹払い効果が低下し道路上に堆雪してしまうなど、吹雪の現状に合っていない対策がなされている区間がしばしば見られる。選定した対策工を入れ替えるといったことは難しく、また、除雪作業において、下部間隙を確保するよう除雪が常にできるとは限らない。本研究は、下部間隙の閉塞や風下側の雪堤などの影響が残っていたとしても可能な限り防雪効果を下げないような状態を調べ、最適な除雪方法を模索することを目的として、低温風洞において吹払柵の吹払い効果についての実験をおこなったので報告をする。

2. 方法

吹払柵の1/20スケール模型（柵高180mm）を使い、 -10°C の低温室にある風洞装置（断面積 $1\text{m}\times 1\text{m}$ 、長さ14m）にて風速や雪の供給量を変化させて、下部間隙を塞いだ状態や風下側に雪堤がある場合などにどのように吹溜まるかを調べた。模擬道路は幅7mの道路を想定し幅350mmとした。測定項目は、熱線風速計による風速分布、飛雪流量計測、一定時間経過後の積雪分布の計測である。実験はこれまで2回実施し、1回目（2023年度）は降雪B、2回目（2024年度）は降雪Aを用いた。降雪AやBは当センター雪氷環境実験棟で作られる人工雪で、降雪Aは樹枝状結晶、降雪Bは球形結晶である。1回目の実験では、下部間隙の閉塞や風下側の雪堤による吹き払い効果の低減による吹き溜まり状況の再現ができなかったことから、2回目の実験では、まずは吹払柵の基本的な効果を再現することを目指すことにした。風洞実験においては、相似則を検討する必要があるが、これまで様々な研究者によって検討されているが、幾何学的条件・風の分布条件・飛雪粒子の運動の相似条件・雪粒子の静止越の相似条件のすべての相似則を満たすことは不可能であり、目的に応じて相似条件を緩和するのが一般的とされている（佐藤, 2003）。高橋ら（2005）による昭和基地主要部の建物周辺での吹き溜まり再現実験では、1/100スケールの模型に対して降雪Bを使用している。実験風速6m/sは実風速12-15m/sに相当するとする一方で、粒径に関する寸法縮尺率が相似条件を満たさないことや、Froude数からの検討から慣性力の影響が大きいことが指摘されている。そこで、具体的な吹払柵の効果は道路2車線分程度と言われていることから、このような吹き払いができるような条件を探すこととした。降雪Aは樹枝状であるため、砕かれれば降雪Bよりも細かい粒子が生成されることが期待されることから、使用する雪結晶を降雪Bから降雪Aに変更した。予備実験をおこない風洞中心風速を6m/sが適していることを確認した。吹き溜まり分布の計測方法については、風洞上部から200枚程度の連続写真を撮影し、SfM（Structure for Motion）により点群データを作成し、積雪分布を求めた。また、吹雪実験に先立ち、風速分布についても計測をおこなった。

3. 結果

3-1 1回目実験結果

1回目の実験では、①下部間隙埋没+風下に雪堤、②下部間隙埋没、③風下に雪堤、④柵のみにつ

いて、吹き溜まり実験をおこなった。風速分布を調べると、①や②では下部間隙が埋まってでも柵から吹き下ろす風で道路上は風速が大きくなることがわかった。①や③のように雪堤がある場合はその手前で風が弱くなった。このことから、下部間隙の雪堤よりも風下側の雪堤の除雪を優先するほうが良いと予想された。図1は①のケースについての事例である。雪の供給量を3 g/s、風洞中心風速5, 10, 15 m/s で5分間吹雪を発生させた場合、5 m/s では雪堤に沿って形成されたが、10 m/s では支柱で風速の弱くなる部分だけに形成され、15 m/s では形成されなかった。そこで風洞中心風速8 m/s で降雪Bの

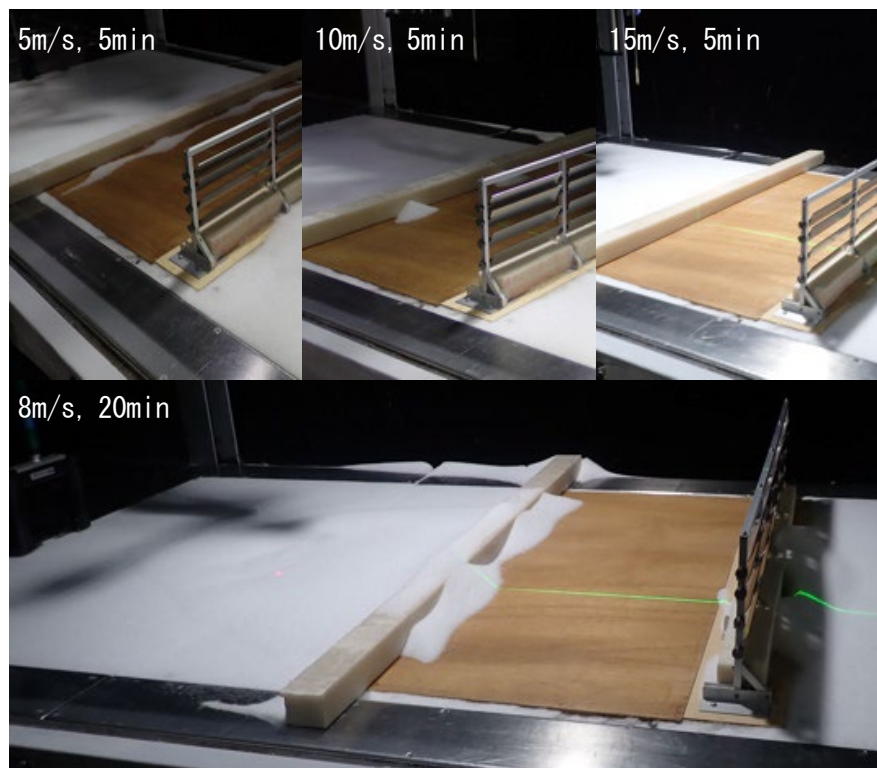


図1 防雪柵模型周辺の吹き溜り結果の例。

供給量を6 g/sとし、20分間吹雪を発生させた。雪堤の風上側に吹き溜まりが形成されるとともに、雪堤の風下側に大きな吹き溜まりの成長がみられたものの、吹払柵の現状を再現するに至らなかった。

3-2 2回目実験結果

2回目の実験では、道路部分の表面に紙やすりを敷き抵抗をつけることで吹き溜まりがしやすい状況を模擬した。実験条件は風洞中心風速6 m/sで降雪Aの供給量を1.6 g/s、60分間吹雪を発生させた。図2は60分頃の実験状況、風速分布、吹き溜まり分布を示す。図2(a)の実験60分頃のビデオ画像から飛雪粒子の状況が観察される。風上側は下部間隙まで吹き溜まりが形成されるが、吹雪粒子を道路に叩きつけている。模擬道路上の視程は良好になっており、道路の風下側で吹雪粒子が密になっている。図2(b)をみると、吹払柵の風上側-500 mmを超えると風速が落ちている。道路上は風速が大きくなり道路を超えた500 mmのあたりから風速が弱くなっている。この影響は1500~2000 mmまで及んでいる。これは柵高のおよそ8~11倍に相当する。図2(c)の60分後の吹き溜まり分布は風洞の縁部の影響を受けているが、風上側・風下側ともに吹き溜まりが形成された。5分から10分ごとに計測した吹き溜まり分布を解析すると、風上側の下部間隙が埋まるのが早く、遅れて風下側の吹き溜まりが成長することがわかった。1回目の実験に比べると雪の供給量は減ったものの風速を小さくしたことと降雪Aを使用したことで、吹き溜まりの形成が顕著になったと考えられる。飛雪流量と吹き溜まりについては現在解析中である。

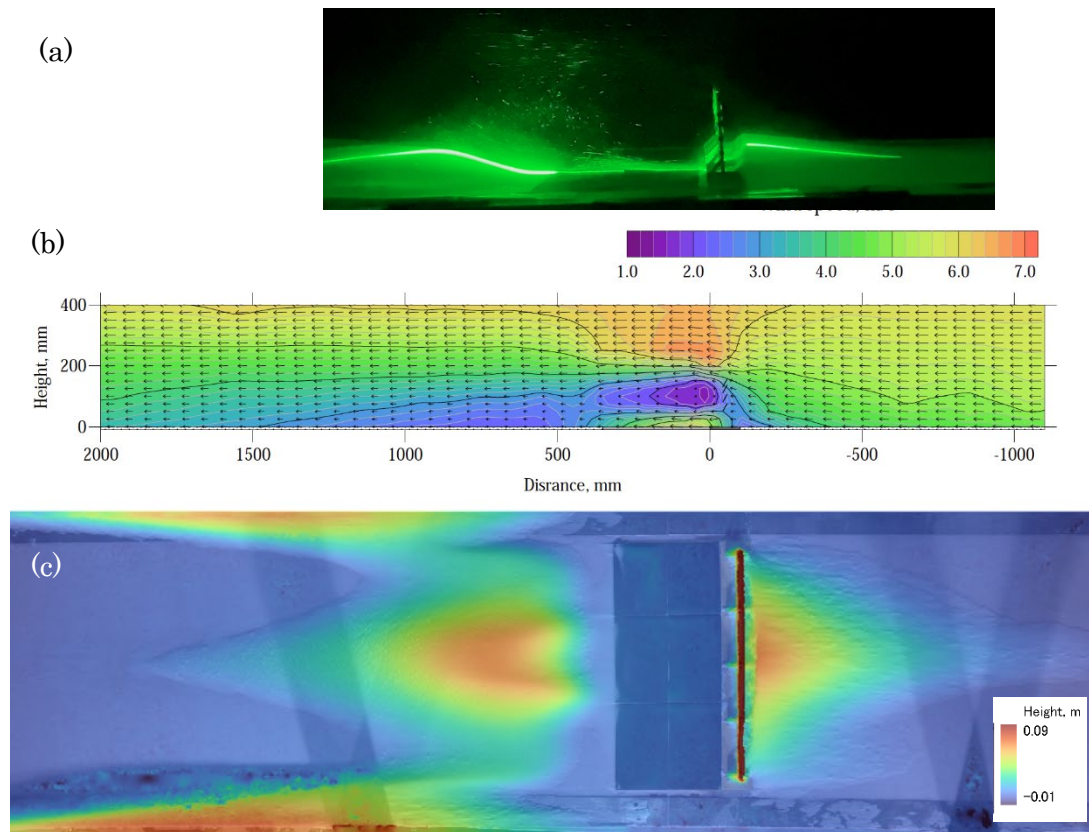


図2 1/20 スケール吹払柵における吹き溜まり形成状況. (a)2次元風速分布. (b)60分経過後の吹き溜まり分布. (c)60分頃の実験状況.

4. まとめ

これからの除雪方法に寄与するために、道路の吹雪対策として多く設置されている吹払柵の吹き払い効果について科学的に明らかにすることを目的に 1/20 スケールの吹払柵模型を使った風洞実験をおこなった. 2回目の実験で吹払柵の拭き払い効果についてある程度模擬できる可能性が見いだせた. しかしながら、実験手法にはクリアしなければならない課題も明らかになってきたのでそれらに取り組みつつ、下部間隙を埋めたり風下側雪堤を模擬したりしながら吹き払い効果について実験を進めていく予定である. 模型実験においては、相似則の問題は重要であることから、今回の実験についての相似則について整理する予定である.

文献：

佐藤威 (2003)：吹雪の風洞実験について，雪氷，**65**(3), 279-285.

高橋弘樹，半貫敏夫，鮎川勝，阿部修 (2005)：昭和基地管理棟後流域建物周辺の吹き溜まり観測と人工雪を用いた風洞模型実験，南極資料，**49**(2)，145-181.

3. 発生直後の UAV レーザ計測データでわかる走路における流下痕跡の微地形

雪崩発生3日後の2月4日に計測された雪面の標高データを、赤色立体地図と呼ばれる地形表現図にしたものを図3～図6に示す。

地形表現図にすると、雪崩発生範囲は概ね幅60m×長さ60mで、元々弱い谷地形の谷頭付近であることからボトルネック状の形状を呈することが、ひとめでわかる(図3、図4および図6)。

発生源がボトルネック状になっていたこともあり、道路に到達した雪崩の走路は発生区の幅と比べて狭く、緩いU字状の谷状部をデブリが流下している。平面的には若干カーブしており、発生直後の雪面の地形を良く観察すると、図5、図6に示すように、カーブ外側はデブリが雪面を削った痕跡があり、走路内では筋状の流下痕がみられ、ある程度の早い速度で流下したことが推察できる。

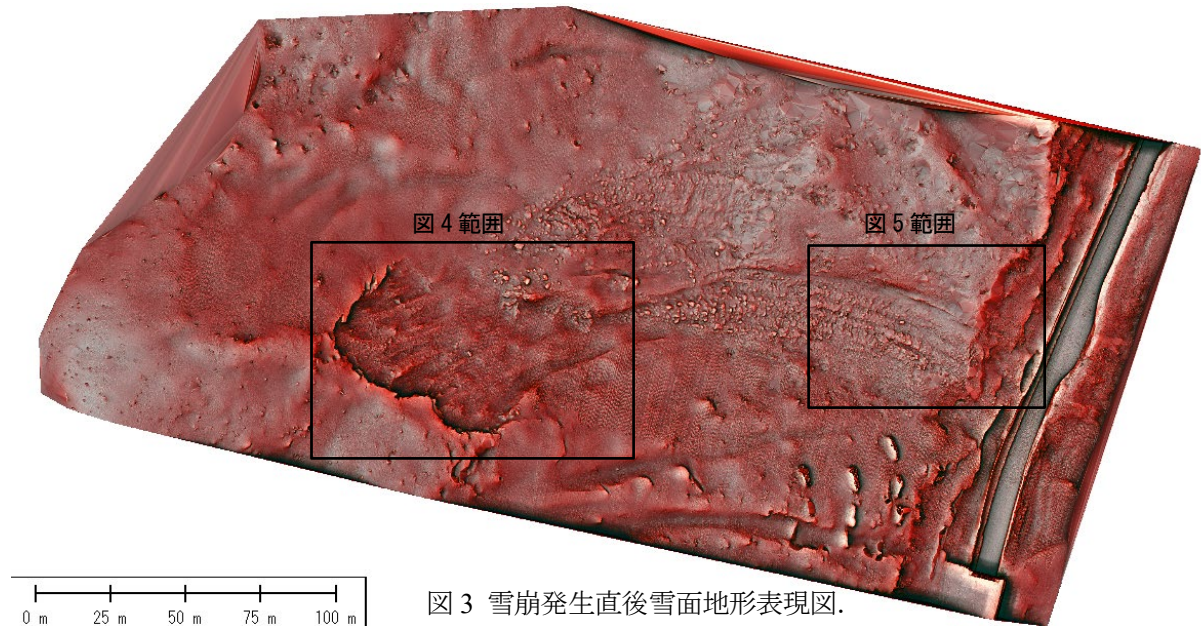


図3 雪崩発生直後雪面地形表現図。

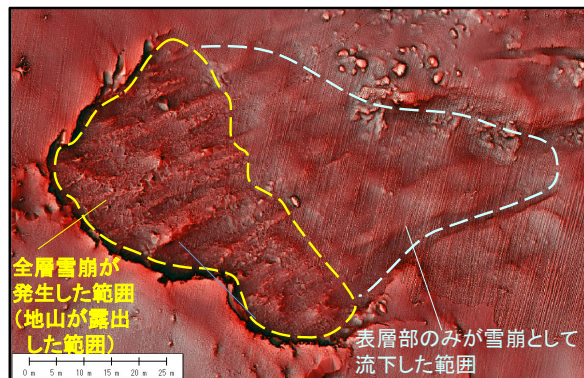


図4 発生区の微地形の拡大。

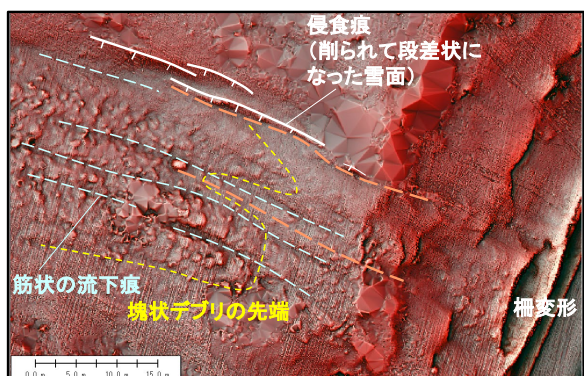


図5 走路下部域の微地形の拡大。

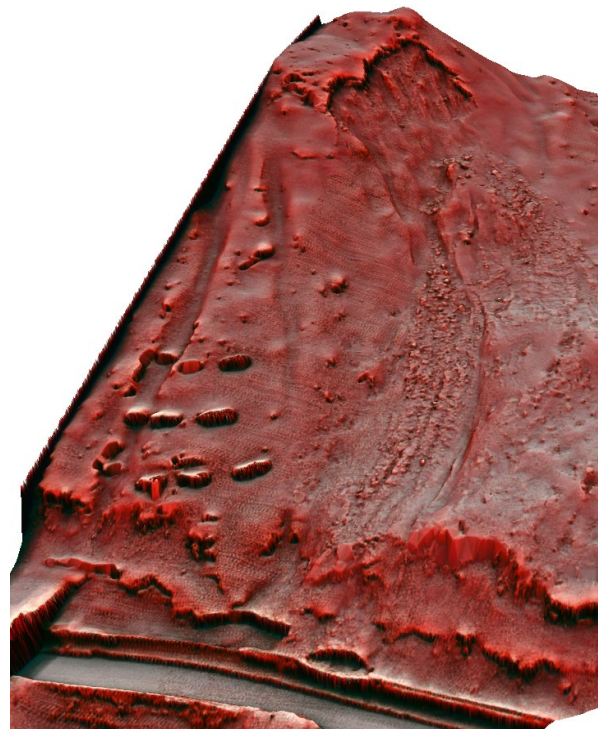


図6 雪崩発生直後雪面の地形表現鳥瞰図。

4. 過去の雪崩発生状況との違い

2月1日の雪崩発生の後、融雪が進んだ2月24日には隣接箇所でも全層雪崩が発生しており、デブリの一部が既存の雪崩予防柵を越えて少量の雪が道路に到達する現象もみられた（荒川ら(2023)で報告済み）（図7, 図9）。

・2/24に雪崩発生 2/1の雪崩箇所 2/28に雪崩発生

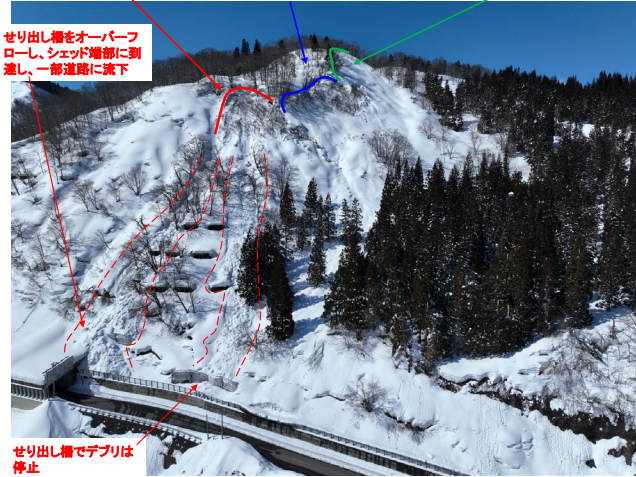


図7 災害箇所付近で災害後の融雪期に発生した雪崩の状況（2月27日撮影）。

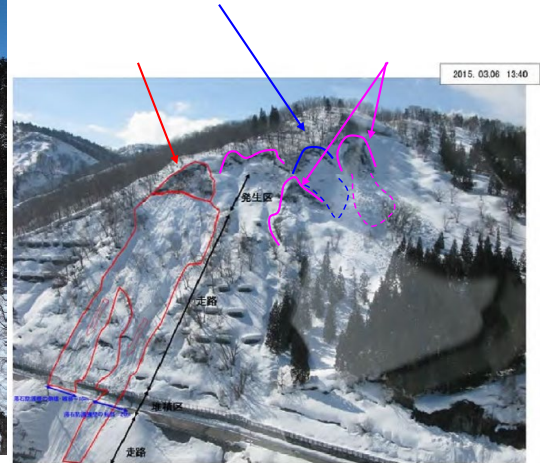


図8 対象箇所付近の過去（H27）の融雪期における雪崩発生例。

このように、この付近は、毎年、融雪期に全層雪崩が多発する地帯である（図8）。2月1日の災害発生箇所でも、過去には何度か雪崩が発生しているが、いずれも、融雪期（2月下旬～3月）であり、少なくとも過去10年間は、雪崩のデブリが道路に到達することはなかった。

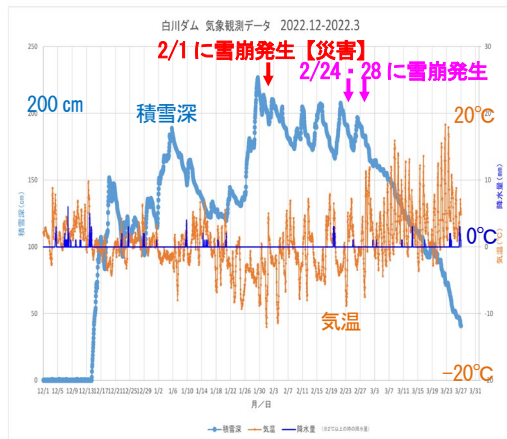


図9 白川ダムにおける2022/2023冬季の気象変化と雪崩発生日。

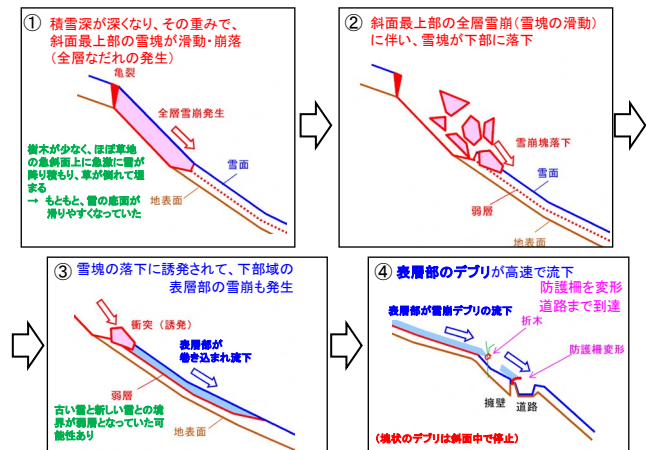


図10 今回の雪崩災害の発生メカニズムのイメージ。

災害箇所における今回の災害と過去の雪崩との大きな違いは、今回は厳冬期に発生した雪崩であることであり、全層雪崩発生箇所の下方の雪面の表層部も巻き込んで高い速度で流下したことにありと考えられる（図10）。

なお、齋藤ら(2024)は、この雪崩災害の再現シミュレーションを実施しており、道路付近の最大速度は、3～5m/s、約2～10kN/m²程度の力が加わっていたことを推察している。当方で、落石防護柵支柱が座屈変形していることから逆算すると、1スパン（2m）あたり30kN/m²程度の外力が働いたと試算でき、上記シミュレーションで結果よりももう少し速い速度が見込まれる。これは、単純な全層雪崩というよりも、下方の表層部の巻き込みや厳冬期であったことに起因している可能性がある。

5. 無雪期の発生源の微地形（雪食地形）と今後の研究課題

融雪後の4月上旬にも、UAVによるレーザ計測が実施された。その融雪後の地表面データを、同様に、地形表現図（赤色立体地図）にしたものを図11～図13に示す。

融雪後の無雪期の地形の詳細データ（図12）をみると、今回や過去の雪崩発生源には、小規模な（幅や長さが5～10m程度の）崩壊跡地形の集合体からなるようなアバランチ・シュートや、筋状地形等の雪食地形が存在していることがわかる。

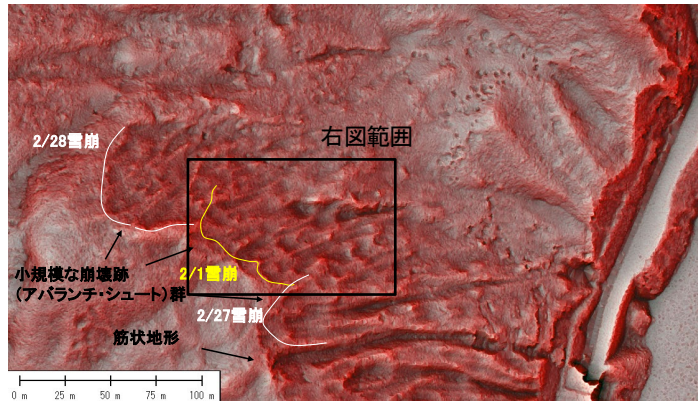


図11 融雪後無雪期地表面の地形表現図。

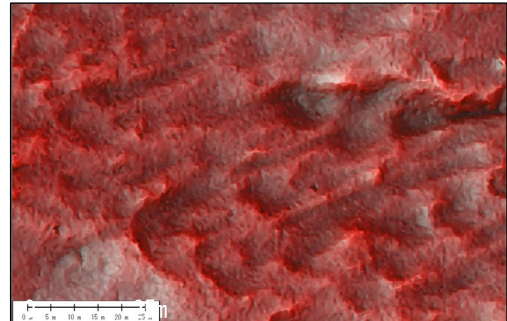


図12 発生区の微地形の拡大。



図13 融雪後無雪期地表面の地形表現鳥瞰図。

当該地のように、毎年のように雪崩が発生する箇所は、植生が薄く（低灌木が主体で）、一部露岩し、全体的には崩壊地形を呈すことから、写真から、雪崩地形があること自体はわかる。関口・秋山(2024)でも、当該地の雪崩地形の存在は指摘されている。

一方で、小規模な雪食地形までは、既往の航空写真からは判読は困難で、樹木繁茂期に実施された航空レーザ計測では不鮮明である。今回、植生繁茂前のUAVレーザ計測の地形データで初めて、その存在が明らかになった。このような小規模雪食地形は、場所や計測時期によっては、通常の航空レーザ計測データでも確認することができる（例えば、奥会津地域等）。

今後、レーザ計測で確認できる雪食地形の特徴や分布域、その成因や形成条件等について調査していきたいと考えている。

謝辞

本報告で利用したデータや写真に関しては、山形県置賜総合支庁建設部西置賜道路計画課より提供を受けたものである。ここにお礼申し上げます。

【引用文献】

荒川逸人, 安達聖, 小杉健二 (2023): 2022/2023 年冬期に発生した3件の雪崩調査報告, 東北の雪と生活, **38**, 34-39.

齋藤佳彦, 荒川逸人, 安達聖, 西村浩一 (2024): MPS法による雪崩シミュレーションの実務利用の検討, 日本雪工学会論文集, **40**, 14-26.

関口辰夫, 秋山一弥 (2024): 山形県飯豊山地北東部の雪崩地形, 2024 年日本地理学会春期学術大会発表要旨集

山形県報道発表資料: 令和5年2月1日. <https://www.pref.yamagata.jp/documents/32152/r4nadare.pdf> (2024.06.17 閲覧)。

山形蔵王における雪氷現象の観測(2023/2024 冬季) - 樹氷形成状況と高度変化 -

沖田圭右・山谷 陸・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 (2023/2024 winter) - Observation of altitude changes in ice monsters - Keisuke OKITA・Mutsumi YAMAYA and Kiichi NUMAZAWA (Mt. Zao Snow and Ice Research Group, JGD)

1. はじめに

当社では1997/1998 冬季から 27 シーズンに亘って山形蔵王の地藏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、蔵王ロープウェイ地藏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藏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藏山頂駅における 2023/2024 冬季の積雪深、気温及び平均風速を図 1 に示した。

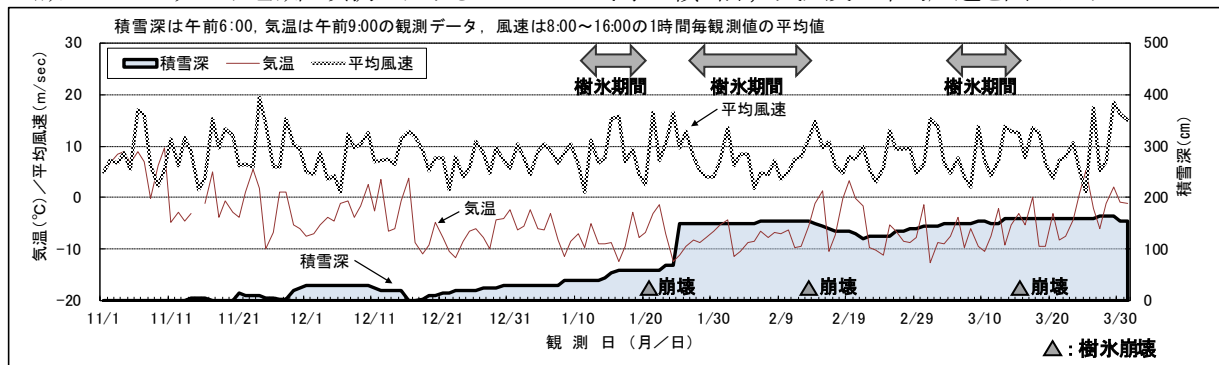


図 1 蔵王ロープウェイ地藏山頂駅における 2023/2024 冬季の積雪深、気温および平均風速。



図 2 樹氷形成状況(左上標高 1660m 付近・右上 1650m 付近(97 番)・下段 1560m 付近(85 番))

(2024 年 1 月 30 日撮影)。

今冬季は12月上旬から本格的な降積雪となったが、12月15日の高温と雨により積雪は一時0cmとなった。12月下旬より積雪量は徐々に増加すると共に樹氷形成も進み、地蔵山頂駅付近では1月11日頃より樹氷鑑賞が可能となった。1月21日には南岸低気圧の影響による高温と東寄りの強風により樹氷が崩壊した。

その後1月24日の大雪を含む寒気により樹氷形成が進み、1月27日頃から樹氷が確認されるようになった。2月14日から高温と強風によって樹氷が崩壊したが、2月下旬の寒気により樹氷の形成が進み、3月5日頃に再び樹氷が確認された。3月16日に高温によって樹氷が崩壊し、その後は多少回復することはあったが樹氷が再形成されることはなかった。

今冬季は1月末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1560m付近(番号標85番付近)より上部で樹氷の分布が確認された(図2)。今冬季の樹氷鑑賞期間は1月中旬と、1月下旬から2月中旬まで、3月上旬から3月中旬までの合計で約40日間であった。今冬季は上述した崩壊の他にも高温や風の影響で樹氷がサイズダウンすることが多かった。

3. 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1560m付近(番号標85番付近)と判断した。図3にこれまでの樹氷形成下限標高と、冬季平均気温(12～2月午前9時データ：山頂駅観測)、及び冬季平均風速(12～2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-6.2℃で、観測を実施した27冬季の平均値8.3℃より2.1℃高く、2019/2020冬季と並んで、これまでで最も高い値を示した。今冬季の平均風速は7.9m/sであり27冬季の平均値(9.3m/s)よりも小さい値を示した。

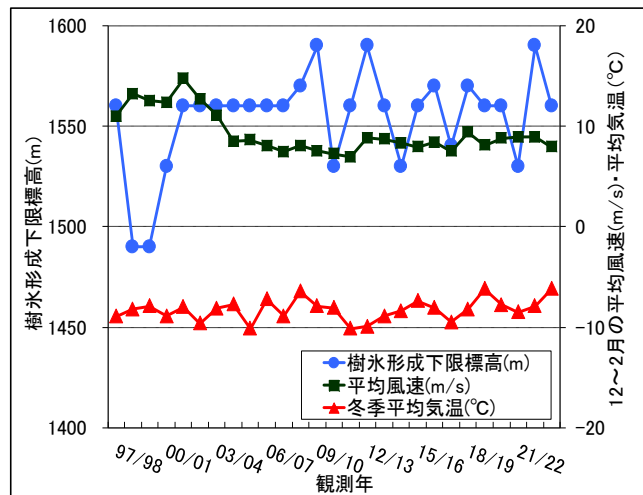


図3 樹氷形成下限標高と冬季平均気温・平均風速。

4. 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4)。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ものである。図4より冬季の積雪表面付近での幹折れが多く確認されている。積雪が多い時期は埋没する木が増加しているため、樹氷の分布密度が低下している。

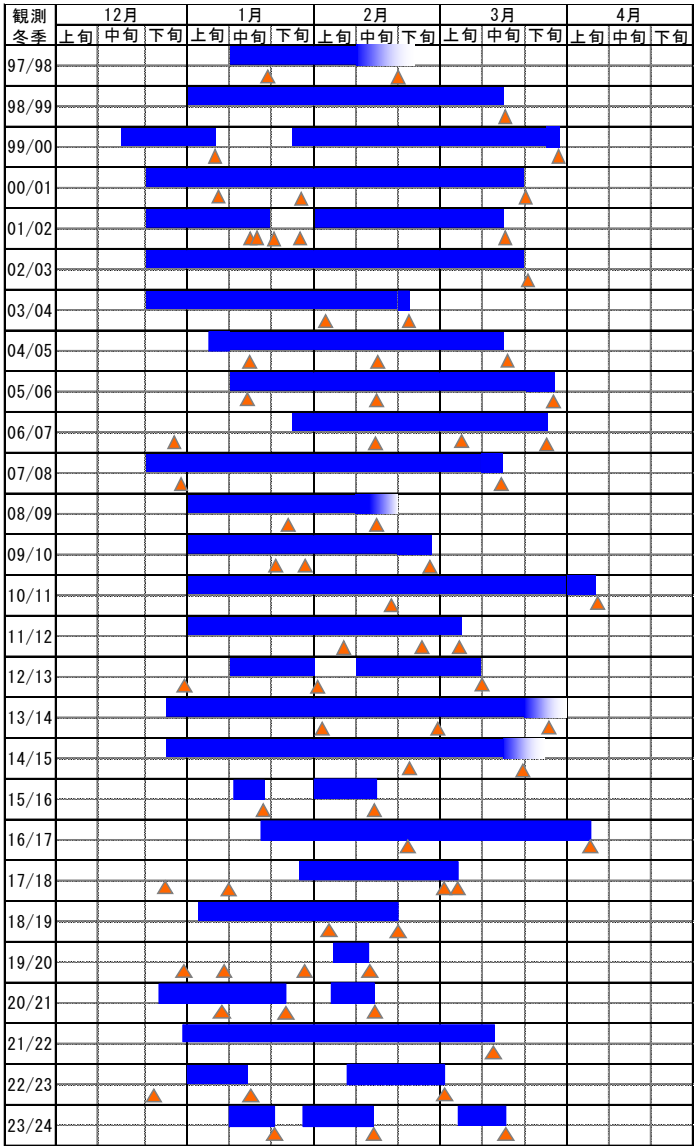


図4 アオモリトドマツ枯木の幹折状況
(2024年4月10日撮影)。

5. まとめ

気象庁(2024)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(246.3mm)とほぼ同じの246mmであったが、雨の日もあったため最深積雪は21cmで平年値(51cm)の41%とかなり少なかった。山形市の12月～2月の平均気温は3.0℃であり、観測データの有る1890年以降で最も高くなっていた。平年値(0.9℃)との差は2.1℃とかなり高かった。地蔵山頂駅の観測による今冬季の最深積雪は165cmで、これまで27冬季の観測結果の平均値である233cmよりは少ない値であった。平地(山形市)では降水量は平年並みであったものの最深積雪はかなり少なく、気温もかなり高かった。山地(地蔵山頂駅)では積雪が少なめで気温はかなり高い状況であり、平地に似た気象状況であった。今冬季の樹氷形成下限標高は1560mと27

冬季の平均値 1554m 付近であり、気温が高かった中でも例年並みの範囲で樹氷が形成されたことが確認された。地藏山頂駅付近では 1 月中旬から樹氷鑑賞が可能となった(図 5)。1 月後半、2 月中頃には崩壊があり、樹氷鑑賞期間は合計で約 40 日間であった。



■ : 樹氷鑑賞期間(地藏山頂駅周辺)
▲ : 樹氷崩壊

図 5 地藏山頂駅付近の樹氷鑑賞期間.

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】

気象庁(2024): 全国気候表(2024 年冬(2023 年 12 月～2024 年 2 月)).
https://www.data.jma.go.jp/stats/stat/202413/kiko_202413.html (2024.04.23 閲覧).
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.

山形蔵王の低標高にできる樹氷 －2014/2015 冬季～2023/2024 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
- 2014/2015 winter ~ 2023/2024 winter -
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 27 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、10 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 1660 m)で、ユートピアゲレンデの観測終了点が 45 番(標高 1340 m)である。2014/2015 冬季からは低標高(55 番から 50 番まで:1420 m～1390 m)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 1 低標高(55 番から 50 番まで:1420 m～1390 m)における樹氷形成観測位置(2024.03.11).



2015.2.17 撮影(完全な樹氷)



2020.2.12 撮影(不完全な樹氷)

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

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 1420 m～1400 m)にあたっている(図 2)。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)。

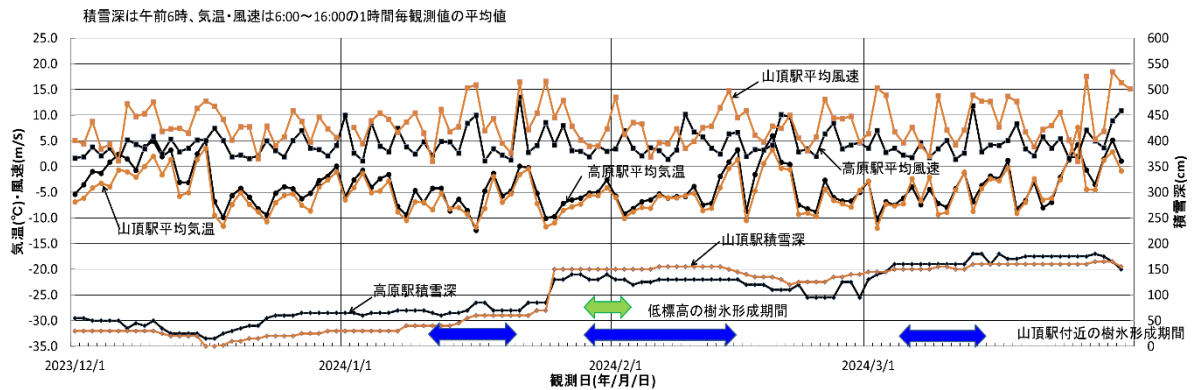


図 3 蔵王ロープウェイ山頂駅・樹氷高原駅における 2023/2024 冬季の積雪深、平均気温及び平均風速の推移。



2024.1.30 撮影(完全な樹氷)



2024.1.30 撮影(完全な樹氷)

図 4 2023/2024 冬季のユートピアゲレンデ最上部の連絡コース(標高 1420 m～1400 m)。

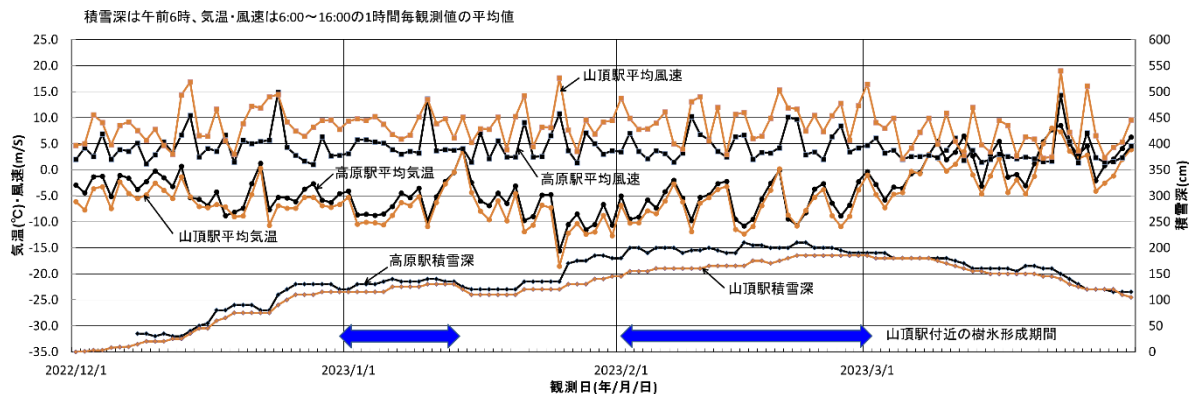


図 5 蔵王ロープウェイ山頂駅・樹氷高原駅における 2022/2023 冬季の積雪深、平均気温及び平均風速の推移。



2023.2.10 撮影(不完全な樹氷)



2023.2.10 撮影(不完全な樹氷)

図 6 2022/2023 冬季のユートピアゲレンデ最上部の連絡コース(標高 1420 m~1400 m)。

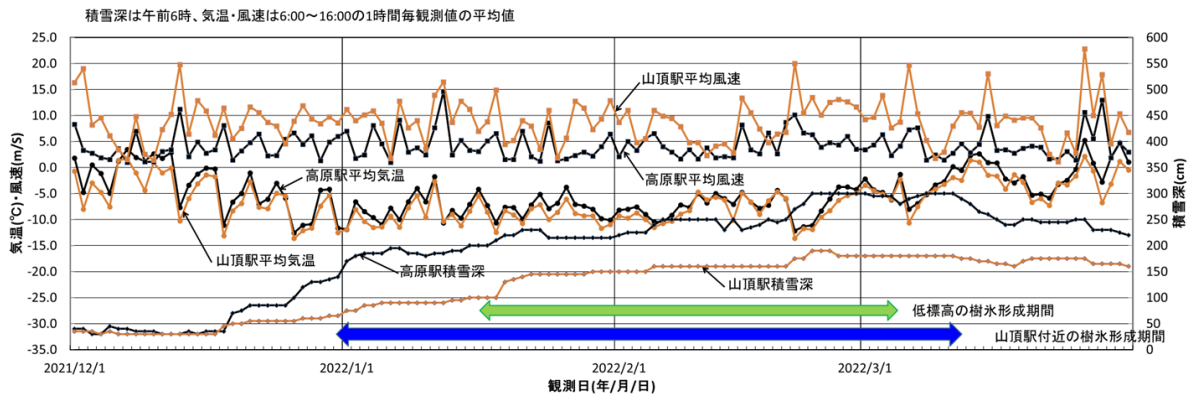


図 7 蔵王ロープウェイ山頂駅・樹氷高原駅における 2021/2022 冬季の積雪深、平均気温及び平均風速の推移。



2022.1.20 撮影(完全な樹氷)



2022.2.25 撮影(完全な樹氷)

図 8 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 1420 m~1400 m)。

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 10 シーズンとなるが、2022/2023 冬季(図 5, 図 6)と 2019/2020 冬季および 2015/2016 冬季は樹氷形成が不完全であった。樹氷形成が不完全な要因は、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。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かった。2021/2022 冬季は長期間連続し完全な樹氷が確認された(図 7, 図 8)。観測を実施した 10 シーズンで完全な樹氷が確認されたのは 7 シーズンとなった。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いほか、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)。

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。

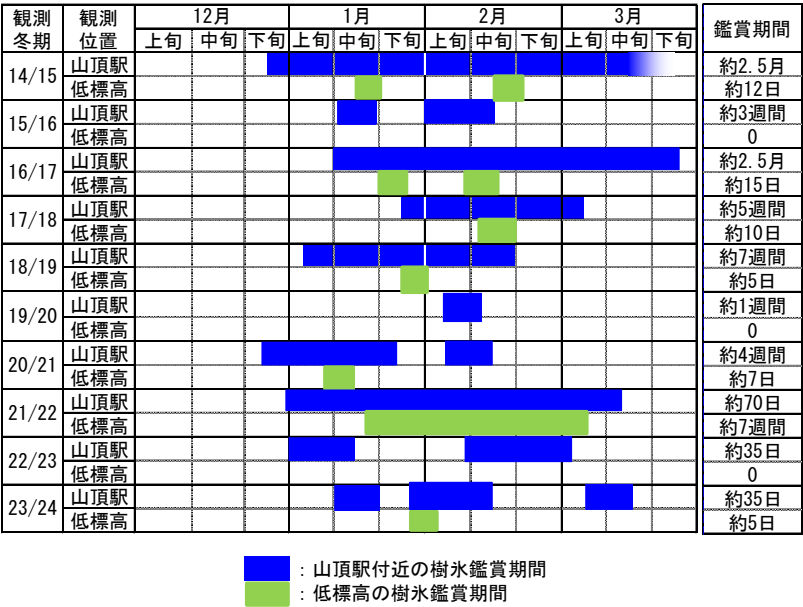


図9 観測10 冬季の山頂駅付近と低標高の樹氷鑑賞期間.

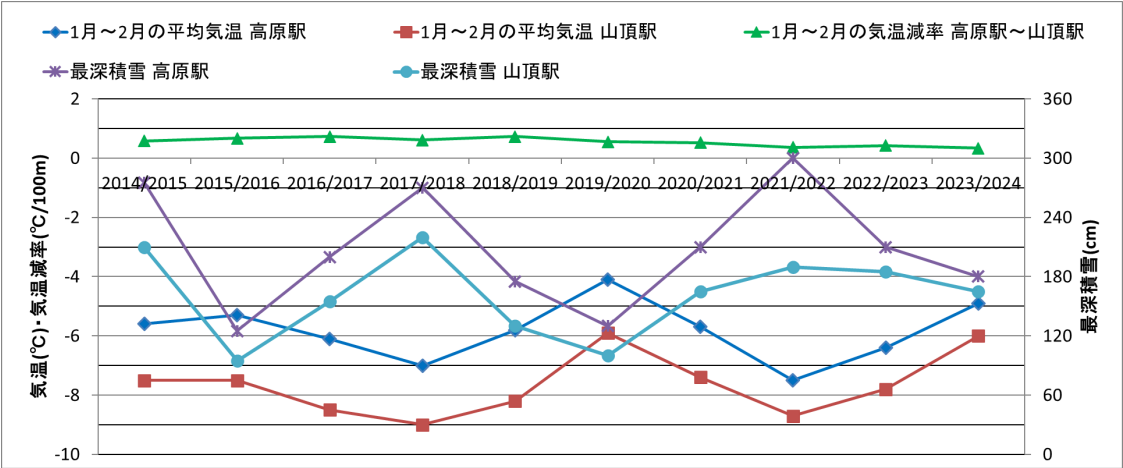


図10 観測10 冬季の1月～2月の平均気温と気温減率および最深積雪.
(1日の平均気温は定時観測8:00～16:00の平均とした)

表1 観測10 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
2022/2023	-6.4	-7.8	0.43	210	185
2023/2024	-4.9	-6.0	0.34	180	165
平均	-5.9	-7.7	0.55	207.5	161.5

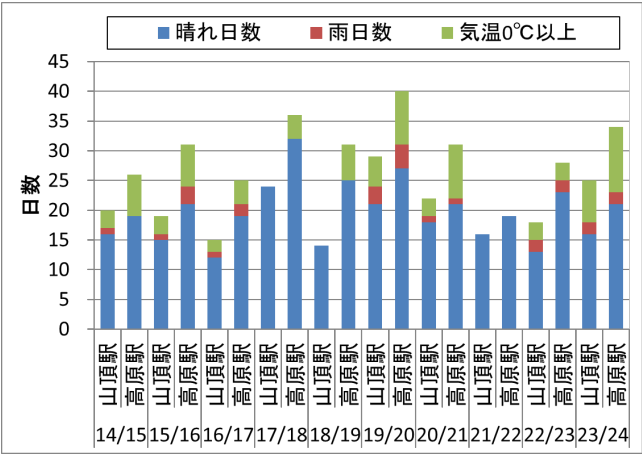


図 11 気象現象による樹氷衰弱・崩壊要因.

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
2022/2023	山頂駅	13	2	3
	高原駅	23	2	3
2023/2024	山頂駅	16	2	7
	高原駅	21	2	11

(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)

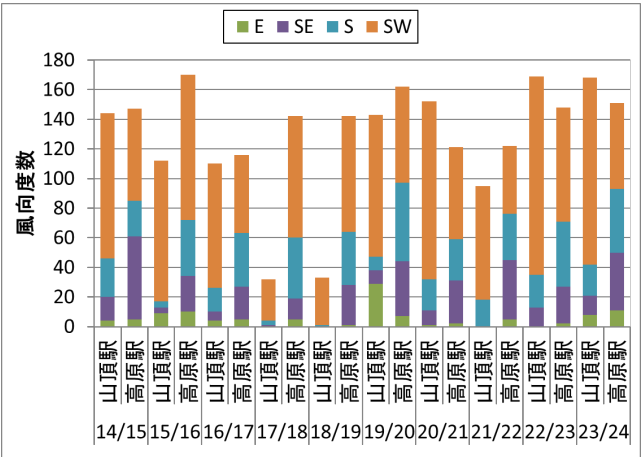


図 12 風向による樹氷衰弱・崩壊要因.

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
2022/2023	山頂駅	0	13	22	134
	高原駅	2	25	44	77
2023/2024	山頂駅	8	13	21	126
	高原駅	11	39	43	58

(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】

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。
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。

秋田県およびその周辺における2023-24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 2023-24 in Akita Prefecture and its surroundings

Ken Motoya (Akita University)

1. はじめに

降積雪現象は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。2023-24 年冬季は、気象庁の資料「日本の気候の特徴とその見通し」(気象庁, 2024a)によれば、「冬型の気圧配置が長続きせず、2 月を中心に南から暖かい空気が流れ込んだ時期があったため、気温は全国的にかなり高く、降雪量は北日本・日本海側でかなり少なく、東・西日本・日本海側で少なかった。」「気温の変動が大きく、12 月の中旬後半から下旬前半にかけてと 1 月下旬には、一時的に冬型の気圧配置が強まって寒気が流れ込み、日本海側の地方で大雪となった所もあった。」とまとめられている。2023-24 年冬季は、冬型気圧配置が例年に比べ持続しなかったために、秋田県でも全体に高温・寡雪傾向で、平地における根雪期間が短くなったり断続的になったりした。東北 6 県全体でみても 2023 年 12 月から翌 1 月にかけて平年並みの積雪増加となった時期もあったものの、例年ならば厳冬期であるはずの 2 月中旬に積雪量が漸減する時期があった。こうした 2023-24 年冬季の積雪量の推移や分布傾向について、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調べた。

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, 2024c)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 50 m および 100 m 格子)から 20 万分の 1 地形図単位毎に 1 km 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

前述の推定気象要素分布データに基づいて、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 の太線枠内、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 2023 年 11 月 1 日を計算開始日として、4 月下旬の終了日まで(本稿作成時 2024/4/23 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2023年12月初めから2024年4月下旬(4/23)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。冬の初めの12月下旬には多くの観測点で平年並みか平年に比べ積雪が多くなるイベントも見られたものの, 持続的な積雪増加は見られず, 2月以降平年と比べ極めて少ない積雪量で推移した他, 雪解けも平年よりも2-3週間早い傾向になったことがわかった。

3-2 2023-24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。2023-24年冬季は東北6県全体として12月中旬から1月下旬までは時折寒気の流下により降雪があり積雪増加となる時期があったものの長続きせず, 雪の増え方が鈍ったり減少が見られたりした。特に例年であれば積雪量が最大となる2月中旬に積雪量は減少しており, 2月下旬から3月上旬の寒気の流下により(気象庁,2024b)再び積雪増加となったものの, 平年よりかなり少ない程度(ここ四十数冬季で3, 4番目に少ない)で推移した。東北6県全体で合計した積雪水量は平年より遅い3/14に最大となったが, 例年よりもかなり少ない $14.39 \text{ km}^3=14.39 \text{ Gt}$ に過ぎなかった。さらに雪解けも早く5/1における雪水総量は最近45冬季で最小(1.72 km^3)となった。

3-3 2023-24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(例として, 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す)。2024年1月は秋田北部の内陸盆地から岩手県内陸北部で, 主に低気圧通過時の降雪によるものと思われるまとまった降雪のため平年並みかやや積雪が多かった領域はあったものの, 東北6県全体でかなり雪が少ない傾向だったことがわかった。

4. まとめ

秋田県およびその周辺を含む東北6県の2023-24年冬季は, 冬型の気圧配置が持続しなかったことと2月の暖気の流入により, 気温はかなり高く, 降雪もかなり少ない傾向だったことが積雪分布やその季節変化からも確かめられた。このため, 主に平地に位置する秋田県内の積雪観測アメダスにおける積雪も平年と比べ極めて少ない傾向で推移し, 雪解けもひと月近く早い時期となった。東北6県全体で合計した雪水総量は2月下旬と3月中旬の2つのピークを持つ季節変化を示し, 最大となったのは平年より遅い3/14で $14.39 \text{ km}^3=14.39 \text{ Gt}$ に留まったほか, 5/1における値は最近45冬季で最小(1.72 km^3)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(2023-01)によりました。また, 半熟リフレッシュの根本はる香さんには変わらぬ励ましを頂きました。ここに記して改めて感謝致します。

【引用文献】

気象庁(2024a): 冬(12~2月)の天候.

<https://www.data.jma.go.jp/cpd/longfcst/seasonal/202402/202402s.html> (2024.04.23 閲覧).

気象庁(2024b): 3月の天候.

<https://www.data.jma.go.jp/cpd/longfcst/monthly/202403/202403m.html> (2024.04.23 閲覧).

気象庁(2024c): 気象庁ホームページ. <http://www.jma.go.jp/> (2024.04.23 閲覧).

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 (2023年12月~翌4月)

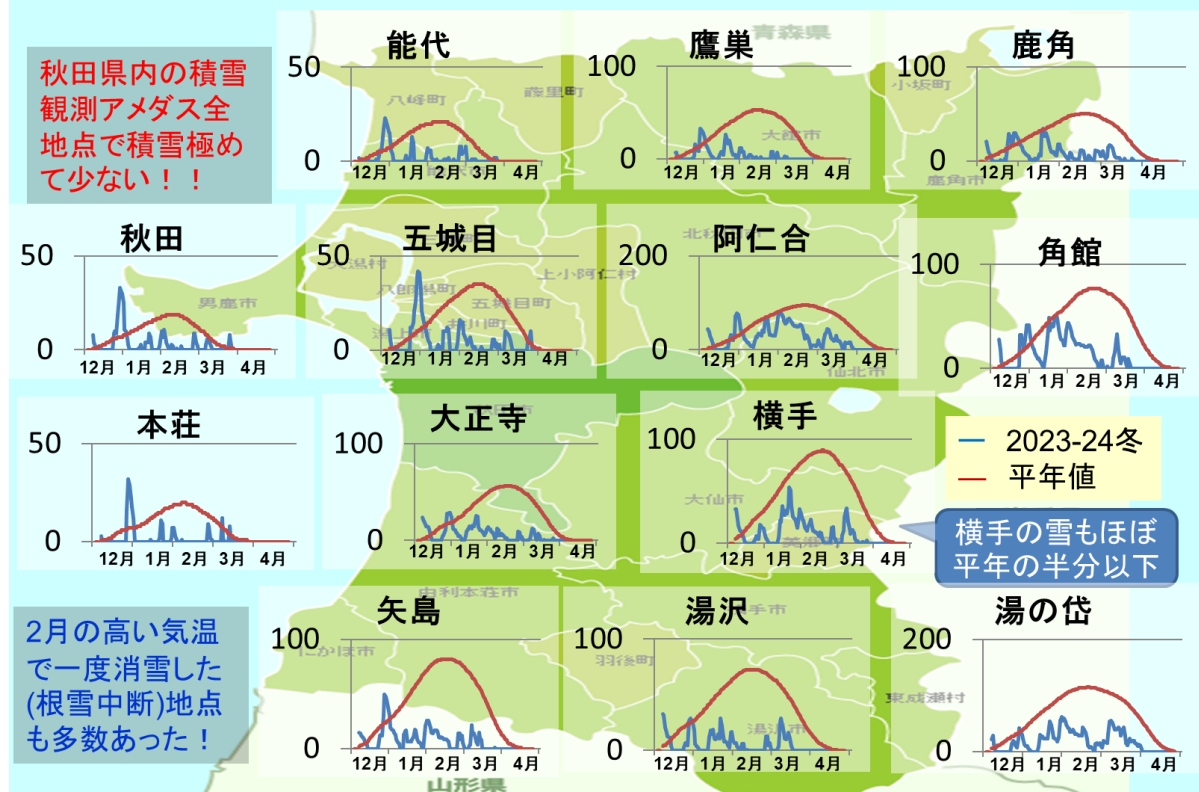


図1 2023-24年冬季の秋田県内積雪深観測アメダス地点における日最大積雪深の季節変化(縦軸の単位はcm).

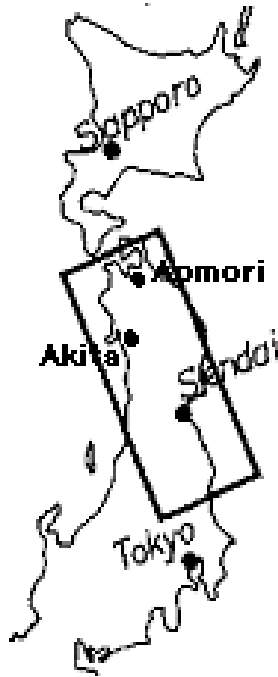


図 2 解析領域(太線四角枠内で示す).

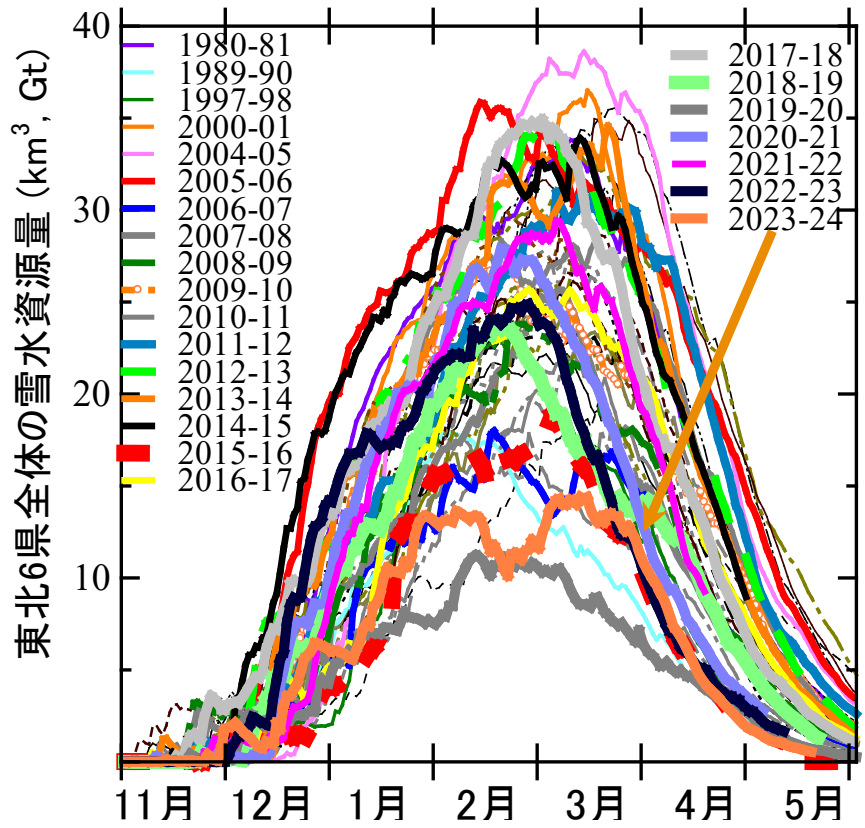


図3 解析領域全体で合計した積雪水量(雪水総量)の季節変化(1980-81年冬季～2023-24年冬季).

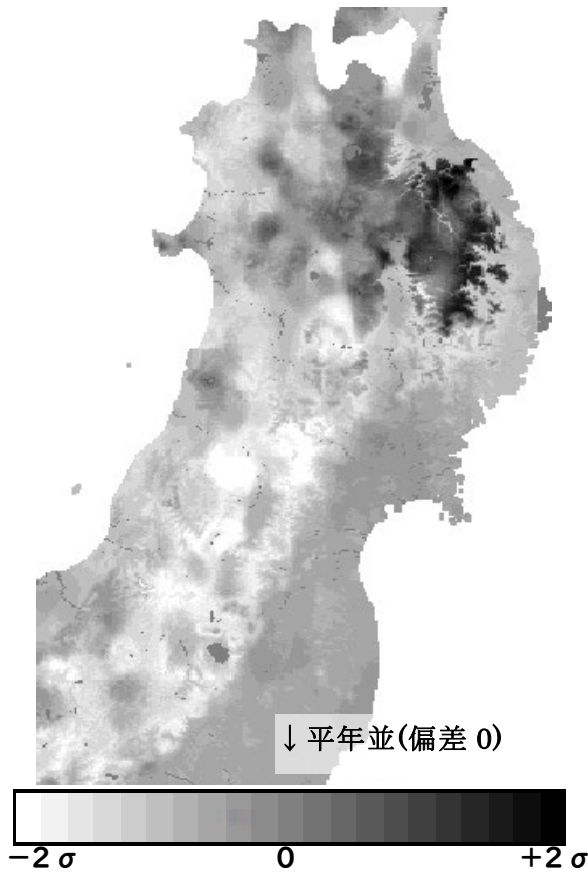


図 4 積雪水量の多寡分布(2024年1月における平均積雪水量の比標準偏差).

令和 6 年(2023/24 年)冬期における新庄の積雪変化について

荒川逸人・富樫数馬・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 2023/2024 winter
Hayato ARAKAWA, Kazuma TOGASHI, 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。本発表では、2023/24 年冬期の観測結果とその特徴について述べるとともに、雪氷関連被害の発生状況についてもふれる。

2. 積雪観測の結果

2023/2024 年冬季の新庄における積雪深及び積算新積雪深の推移を過去 8 冬期（2018/19 年から 2023/24 年までの 6 冬期

及び平成 18 年豪雪となった 2005/06 年と最大積雪深が 2 m を超えた 2012/13 年）を図 1 及び図 2 に示す。また、日平均気温の変化を図 3 に示す。今冬期は積雪初日が 11 月 30 日で過去 6 冬期と同じ傾向であった。2 月中旬まで平均気温が平年よりも高く、降雪はあるものの融雪が促進され、12 月中旬や年始、さらには例年であれば最大積雪深となる 2 月中旬に積雪深が 0 cm となった。2 月下旬から 3 月上旬には平均気温が平年並となり、再び積雪深が観測された。最大積雪深は 47 cm(2024/1/26)であった。暖冬小雪のため長期積雪期間（いわゆる根雪期間）は 57 日と短

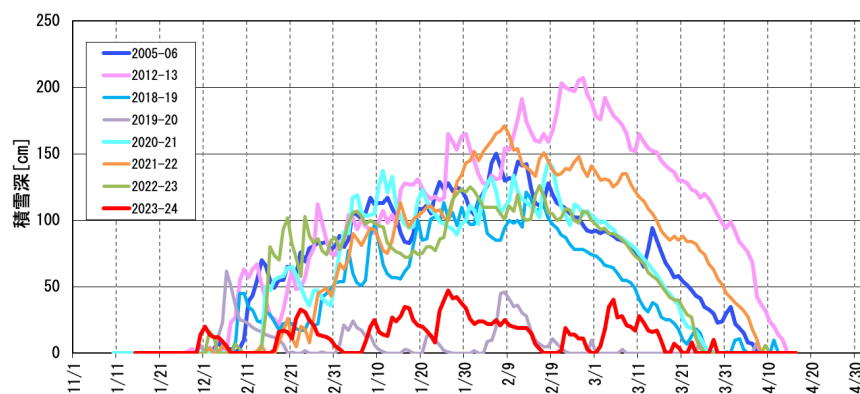


図 1 新庄における 2005/06 年，2012/13 年及び 2018/19 年から 2023/24 年までの 8 冬期の 9 時積雪深経過図。

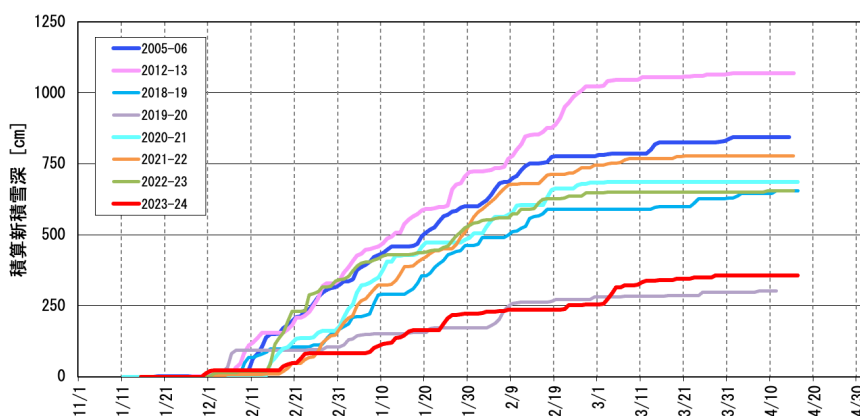


図 2 新庄における 2005/06 年，2012/13 年及び 2018/19 年から 2023/24 年までの合計 8 冬期の積算新積雪深経過図。

かったが、3月に気温が
平年並みに戻ったことか
ら4月にも降雪があり、
初終日期間は短くはなら
なく131日であった。

3. 積雪構造の特徴

雪質変化図を図4に示
す。2章に記載した気候
のとおり、暖冬小雪のた
め、積雪がなくなる日もあ
り、積雪断面観測ができな
い日が3月下旬も含めると
4回あった。降雪直後の
12月25日や1月15日、
25日などは新雪やしまり
雪が観測されたが、それ以
外、特に2月以降はざらめ
雪が卓越した層構造であ
った。

4. 氷関連被害の発生状
況

2023/24年冬期の山形県
における雪氷関連被害の
原因別発生状況を図5に

示す。今冬期は小雪であったが、事故は無くなってはいない。交通事故、屋根転落事故、山岳事故で4名の方が亡くなっている。降雪に事故は発生しやすく、降雪の多寡によらず注意が必要である。

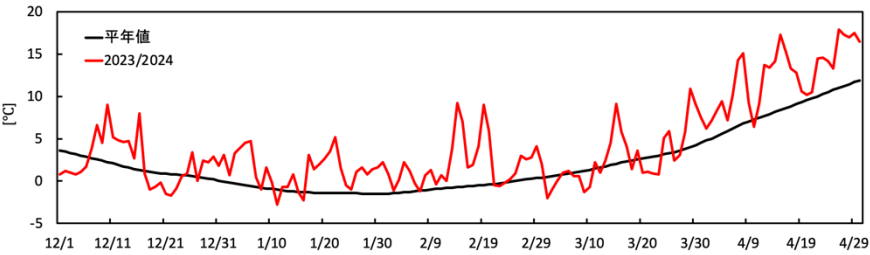


図3 新庄における2023/24年冬季の日平均気温経過図。
(気象庁新庄アメダスのデータを使用)

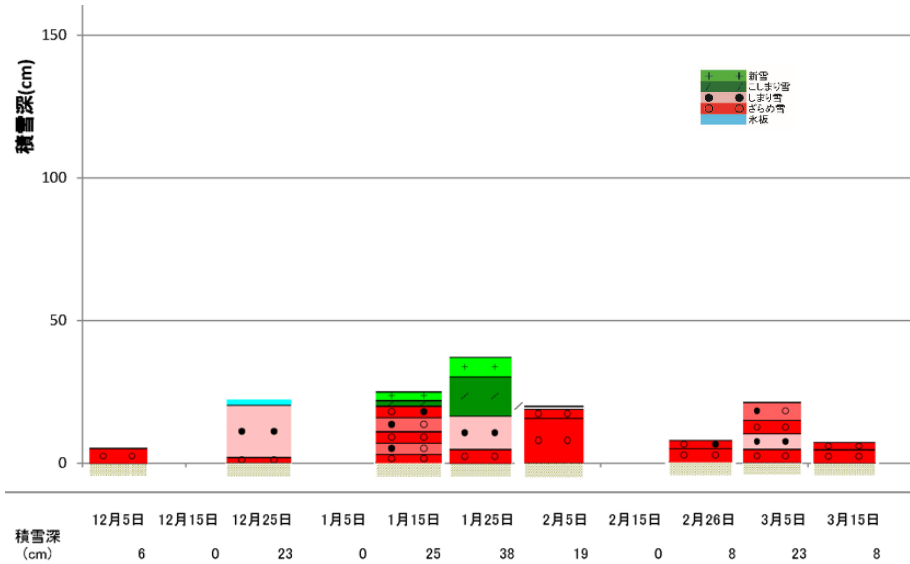


図4 新庄における2023/24年冬期の雪質変化図。

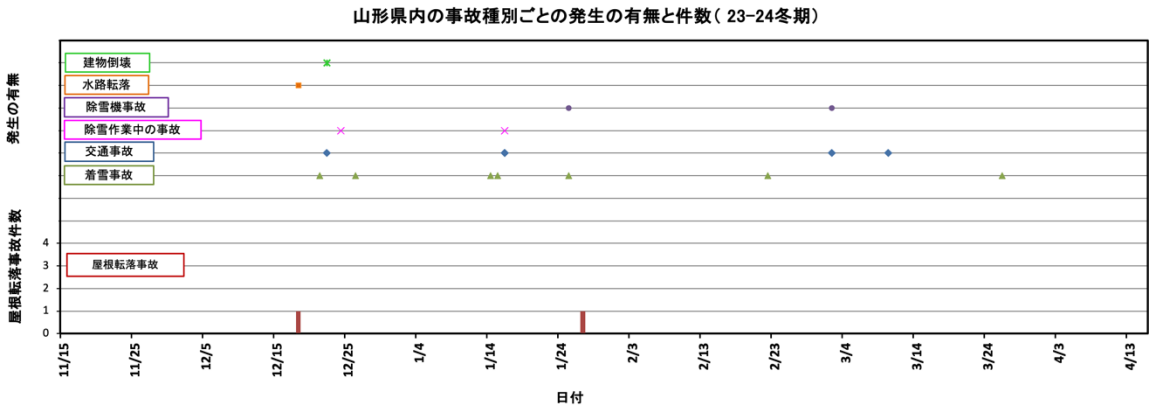


図5 山形県における2023/2024年冬季の雪氷関連被害の原因別発生状況。

謝辞

観測と機器保守を行っていただいた鈴木紘一氏、大川元造氏、(株)双葉建設コンサルタントの方々、及び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。

山形蔵王における雪氷現象の観測(2023/2024 冬季) -積雪断面観測結果-

山谷 睦・門間洋仁・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)

Observation of icing and snow accretion Jyuhyo (Ice Monsters) at Mt. Zao (2023/2024 winter) - Observation results of snow cover structure - Mutsumi YAMAYA・Hiroto MONMA and Keisuke OKITA (Mt. Zao Snow and Ice Research Group, JGD)

1. はじめに

日本地下水開発株式会社の蔵王雪氷研究グループでは、気候変動、水資源等に関連する基礎資料として、蔵王の積雪に関して 1997/1998 冬季から調査を継続している。本稿では地蔵山頂駅近接地において、今冬季に 2 回実施した積雪断面観測結果について報告する。

2. 蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅及び山形市での積雪と気温について

蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅における 2014/2015～2023/2024 冬季の積雪深と毎日の積雪深差の累計を図 1 に示した。地蔵山頂駅における気温測定結果(午前 9 時)を図 2 に示した。今冬季は 11 月から降積雪があったが、12 月 15 日の高温と雨により積雪は一時 0cm となった。12 月下旬より積雪量は徐々に増加した。1 月 24 日の大雪で積雪量は約 80cm 増加したが、2 月中旬には高温等の影響により積雪深が減少した。2 月下旬から 3 月中旬にかけて再び積雪量が増加し、今冬季の最深積雪は 3 月 27 日～29 日に確認された 165cm であった。最深積雪は気温が高かった影響を受けているとみられたが、今冬季の積雪深差の累計は最近の 10 冬季中 3 番目に多く、253cm であった。

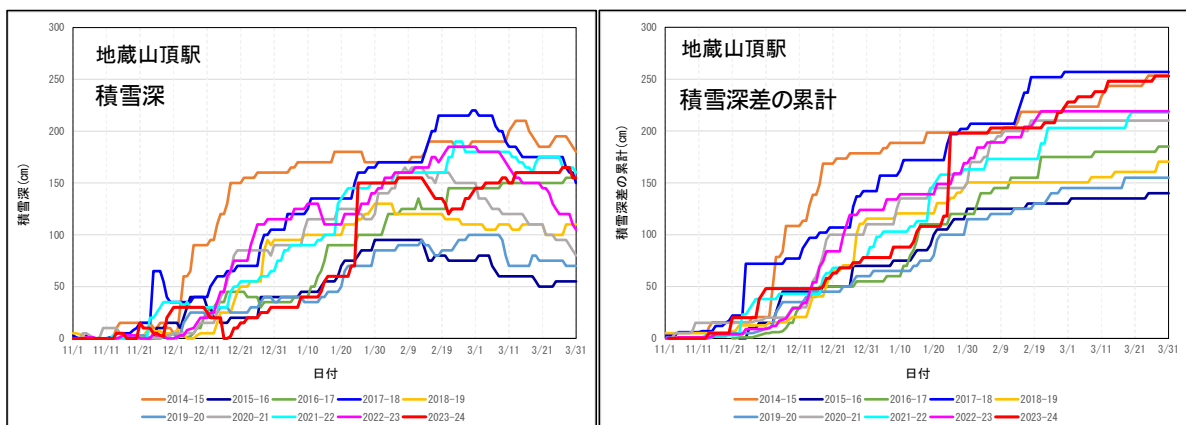


図 1 蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅における積雪深(左図)と積雪深差の累計(右図)
(2014/2015～2023/2024 冬季, 蔵王ロープウェイデータ)。

山形市における 2014/2015～2023/2024 冬季の積雪深と累加降雪深を図 3 に示した。また、山形市における日平均気温を図 4 に示した。山形市では冬季(12 月～2 月)降水量は平年値(246.3mm)とほぼ

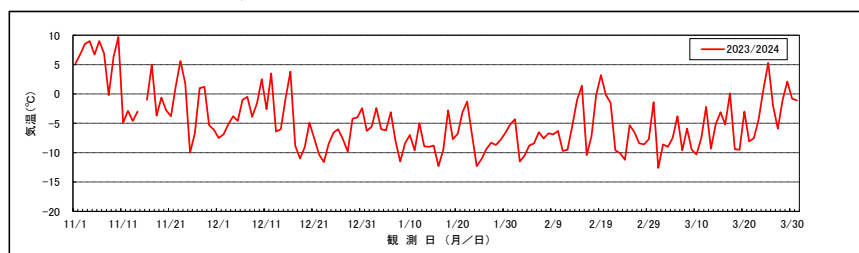


図 2 地蔵山頂駅における 2023/24 冬季の気温(午前 9 時)。

同等の 246mm であった。気象庁(2024)によると山形市の 12 月～2 月の平均気温は 3.0℃であり、気象台の観測データがある 1890 年以降で最も高くなっていた。今冬季の山形の降水量は、気温が高く推移した影響で降雨として供給された割合が多く、降雪による供給は少なかったものと推察された。

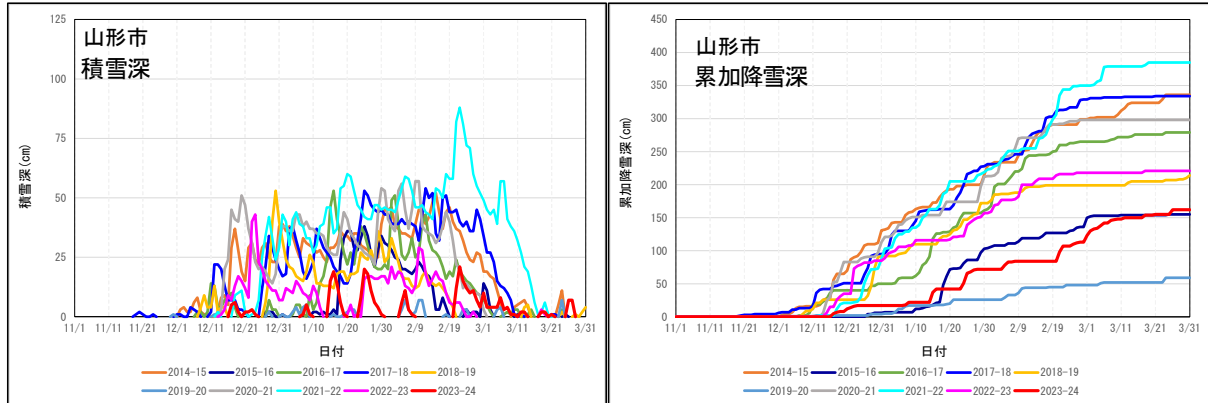


図3 山形市における積雪深(左図)と累加降雪深(右図) (2014/2015～2023/2024 冬季、気象庁データ使用)。

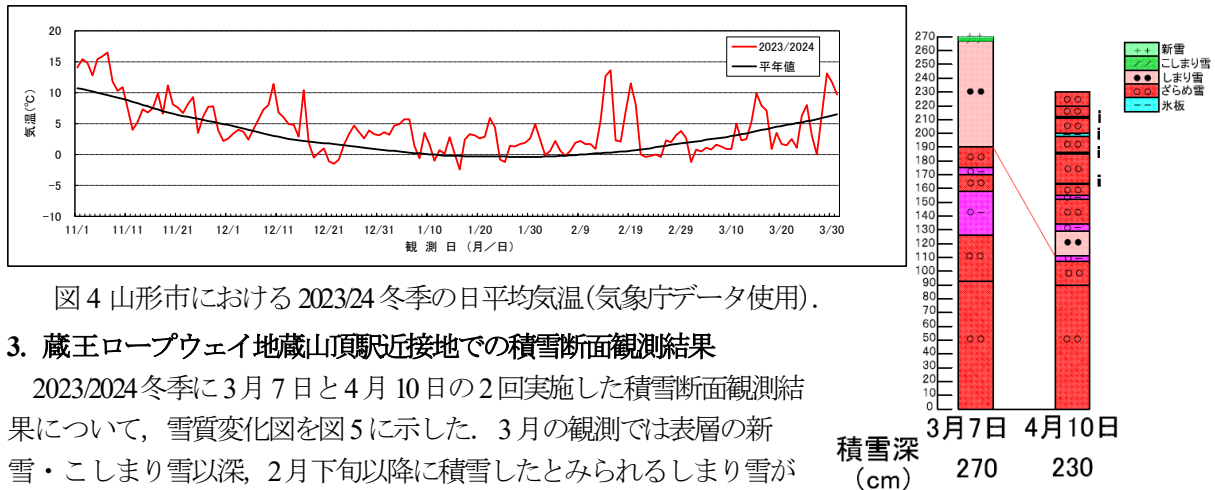


図4 山形市における 2023/24 冬季の日平均気温(気象庁データ使用)。

3. 蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅近接地での積雪断面観測結果

2023/2024 冬季に 3 月 7 日と 4 月 10 日の 2 回実施した積雪断面観測結果について、雪質変化図を図 5 に示した。3 月の観測では表層の新雪・こしまり雪以深、2 月下旬以降に積雪したとみられるしまり雪が厚く堆積しており、以深はざらめ雪で所々氷板混じりの状況が確認された。4 月の観測でしまり雪が確認されたのは積雪深 111cm～129cm の区間であった。このため、しまり雪より上は一部雪質変化しているものの、殆どは 3 月の積雪断面観測以降の積雪と推定した。

積雪深 (cm) 270 230

図5 地蔵山頂駅近接地における 2023/2024 冬季の雪質変化図。

4. まとめ

蔵王ロープウェイ地蔵山頂駅近接地において、今冬季に 2 回実施した積雪断面観測について報告した。山形市の気象より今冬季 3 月は平年並みの気温であったものの、12 月～2 月は気温がかなり高い状況であることを確認した。地蔵山頂駅においても気温の高い傾向は同様であった。3 月 7 日の積雪断面観測では平均密度が 371kg/m³、平均硬度が 232kPa であった。4 月 10 日の観測では、平均密度が 503kg/m³、平均硬度が 587kPa であり、融雪に伴い積雪深は減少したが、密度・硬度の増加が確認された。

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る。

【引用文献】

気象庁(2024): 全国気候表(2024 年冬(2023 年 12 月～2024 年 2 月))。

https://www.data.jma.go.jp/stats/stat/202413/kiko_202413.html (2024.04.23 閲覧)。

放射温度センサーでの路面温度検知を組み込んだ 無散水融雪施設稼働の効率化 (1)

伊藤 司, 山口正敏, 福井秀樹 (日本地下水開発株式会社)

Efficient Operation based on Road Surface Temperature for Non-sprinkling Snow Melting Facility using Radiation thermometer (Part 1). Tsukasa ITO, Masatoshi YAMAGUCHI, Hideki FUKUI (Japan Groundwater Development CO., LTD)

1. はじめに

著者らは無散水消融雪施設において、これまで以上に効率的で省エネな稼働を目指し、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。

2023/2024 冬期にはこれまでの路面温度センサーによる制御から、シーズン途中で放射温度センサーに変更して稼働制御を行った。本報では 2023/2024 冬季の稼働結果及び放射温度センサーによる施設稼働制御の状況について報告する。

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。2023/2024 冬期のシーズン累計降雪量は 162cm/シーズン（10 年平均 244cm/シーズン）、気温 1℃以下の時間は 1,028h/シーズン（同 1,265h/シーズン）であった。降雪量は例年よりも少なく、冷え込みも例年に比べ短い状況であったと言える。

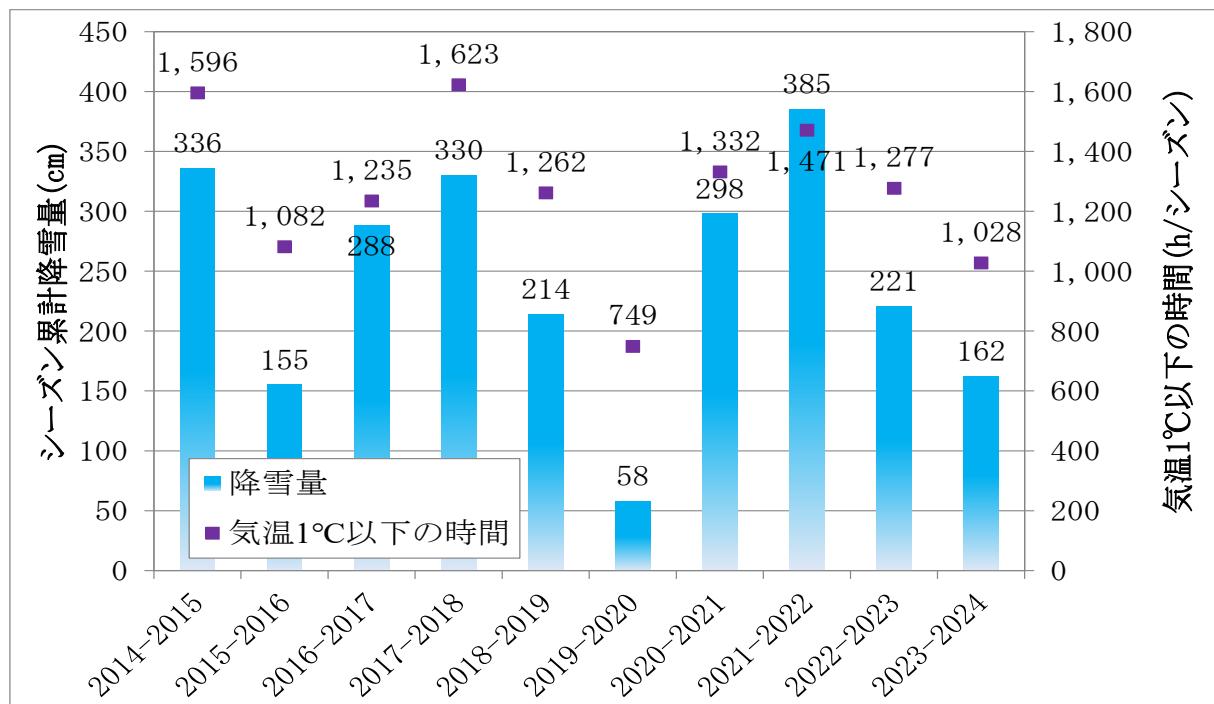


図 1 山形市における過去 10 冬季のシーズン累計降雪量と気温 1℃以下の時間。

3. 放射温度センサーの設置と観測結果

3-1 放射温度センサーの設置

気温が低下して路面凍結が懸念される場合に稼働する凍結防止運転は、気温で発停が制御されるが、路面温度センサーを制御要素に加えることで施設稼働時間を大きく短縮できる。この制御システムを既存設備に組込むためには、路面温度センサーを設置するための工事が必要となる。放射温度センサーによる路面温度検知が出来れば、大掛かりな工事を必要とせず既存設備へ容易にこの制御システムを組込むことができる。そこで、2024/2/10に放射温度センサーを用いた路面温度検知による制御に切替えて施設稼働を行った。

今回設置した放射温度センサー及び本体を図2に示す。センサー部は盤上部の降雪センサーに隣接して取付、一方、本体は盤内に設置した。

制御設定は路面温度3℃で稼働信号出力、4℃で稼働信号解除とした。尚、条件合致時には30分稼働、30分休止の間欠稼働を繰り返すことになる。



図2 放射温度センサー。

3-2 観測結果

図3に2023/2024冬季の施設稼働状況を示す。

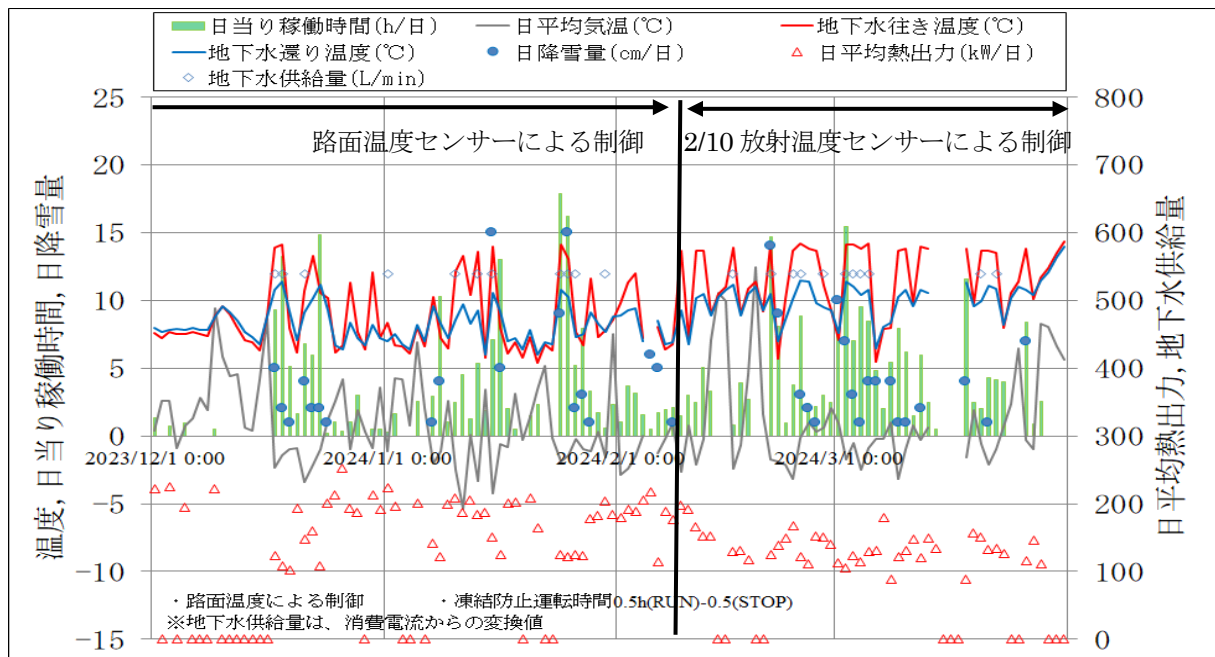


図3 2023-2024 冬季の稼働結果。

12/1～2/9 までは昨冬季までと同様に路面温度センサーによる稼働制御であり、2/10 より放射温度センサーによる稼働制御を行った。

2023/2024 冬期は、シーズン累計稼働時間 394h/シーズン（日平均 3.2h/日）であった。信号別の稼働時間は、降雪信号 271h、凍結防止対象となった時間 779h、路面温度低下による検知時間 222h であった。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、路面温度低下による検知時間 222h の 1/2 程度が実際に稼働したことになる。

ここで、放射温度センサーに変更した後の 2/11～13 における外気温度、路面温度の変化に加えて、施設稼働状況(ON/OFF)を図 4 に示す。

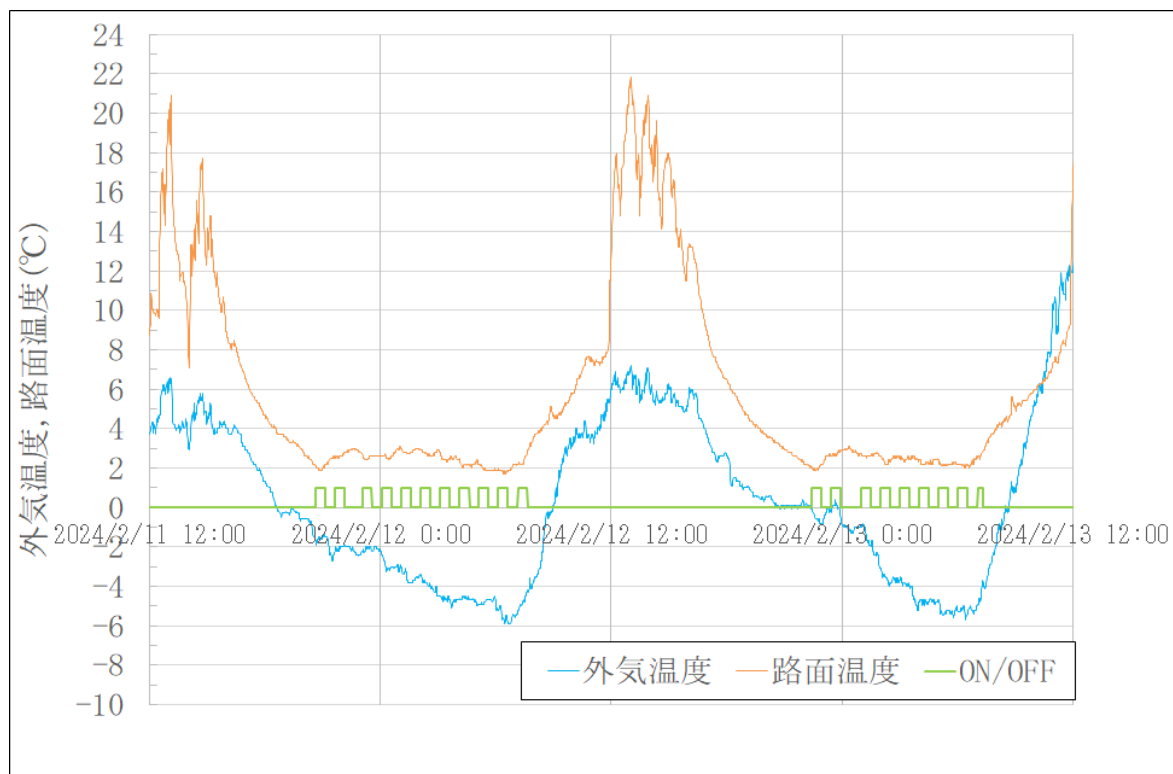


図 4 2023-2024 冬季の 2/11～2/13 稼働状況。

放射温度センサーによる稼働は路面温度が 3°C にて稼働開始、4°C にて稼働停止という条件の稼働設定であったが、路面温度 2°C まで低下した段階で施設稼働していることが伺える。放射温度センサーが検知している場所と観測している路面温度センサー位置が異なることが原因でこのような状況となった要因と考える。また、稼働後も気温が低いために路面温度が上がらず、間欠運転を繰り返していることが確認できる。施設稼働停止は、路面温度が上昇してきたことで、信号が解除され稼働停止に至ったことが確認できる。放射温度センサーは検出する表面の状態によって放射率も変わるため、検知する対象の放射率に差異があった可能性も考えられるため、今後検討を続けたい。

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。

謝辞

放射温度センサーは(株)スノーテック新潟様より提供を受けました。ここに感謝の意を記します。

2023/24 年 青森県の雪況

小関英明 (日本気象予報士会)

A profile of snow-phenomena in Aomori (2023/24) Hideaki KOSEKI (Certified and Accredited Meteorologists of Japan)

1. はじめに

青森県の2023/24年積雪期(2023年12月～2024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, 2022/23積雪期(2022年12月～2023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17観測点のデータと黒石市にある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経過について引き続き調べた.

2. 2023/24年積雪期の青森県の雪況

今季の県内は, 11月下旬に初積雪を記録した後, 一時的に強い冬型の気圧配置となり寒気が流れ込み, 局所的に降雪量や積雪深が平年値を大きく上回る時期があったが, 期間全体としては, 降雪量合計, 最深積雪深ともに, 多くの地点で平年値よりかなり少なかった. 特に降雪量合計は八戸など太平洋側の一部を除き, 極端に少なかったが, 降水量合計については全般的に平年並みか平年値よりも多くなっている.

気温は期間全体を通して高く, 暖冬となった. 特に1月は今別を除いたすべての観測点で1月の月平均気温としては観測史上1位となる高温を記録した. さらに2月の中旬は強い暖気が入り気温が上がった. 図1に青森と弘前における今季と昨季の日平均気温の経過とその平年値を示す. また, 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の平年値との偏差の経過を示す.

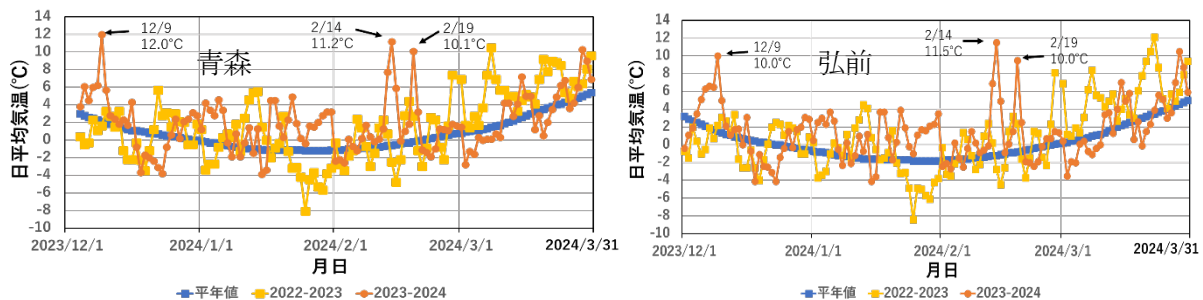


図1 青森と弘前の日平均気温の経過 (気象庁, 2024).

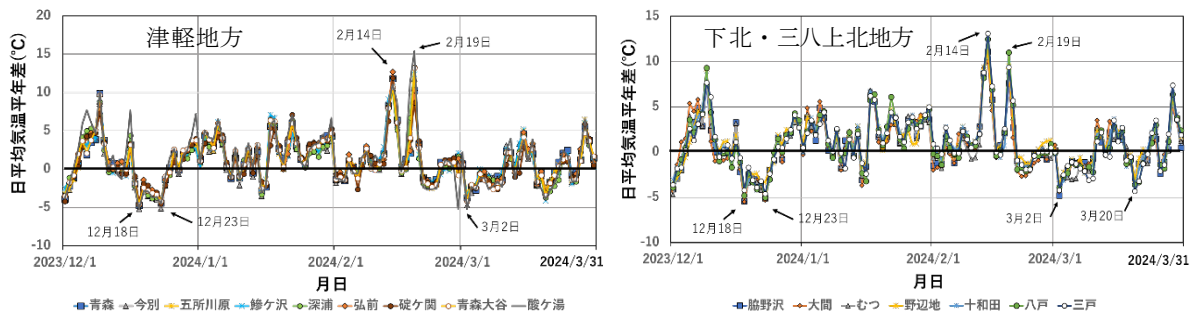


図2 津軽地方, 下北・三八上北地方の日平均気温平年差の経過 (気象庁, 2024).

図1より、青森、弘前共に12月中頃に強い寒気が流れ込み平年値を下回ったが、12月末以降は概ね気温の高い状態が続いた。さらに、2月中旬には暖気の流入により気温が上がった。特に2月14日は青森で日最高気温が14.6℃と2月としては観測史上4位の高い気温となり、弘前でも同日の日最高気温が14.0℃と2月の観測史上6位となる高い気温となった。また、2月19日には青森では日最高気温が19.4℃、弘前でも同日の日最高気温は17.8℃と、それぞれ共に2月の観測史上1位となる高い気温を記録した。これにより2月の月平均気温は青森で1.3℃、弘前では0.7℃とそれぞれ2月の月平均気温としては観測史上3位の高い値となった。2月下旬頃から3月中旬頃にかけては断続的に寒気が入り、平年値より気温の低くなる日があったが、3月の下旬は平年値より高い日が多くなった。

図2より、津軽地方、下北・三八上北地方ともに12月20日前後、および2月の下旬から3月上旬と3月20日頃に強い寒気が入り気温が平年値を下回ったが、12月下旬以降は全般的に平年値を上回っている。さらに、2月中旬は気温が非常に高く、2月14日、2月19日前後では、太平洋の東に中心を持つ高気圧からの暖かい南寄りの風が入り気温が高くなった。特に2月19日の日最高気温は、青森、弘前のほか今別、五所川原、鱒ヶ沢、碓ヶ関、酸ヶ湯、脇野沢、むつと津軽地方と下北地方の各地で2月の観測史上1位となる高温を記録した。

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。

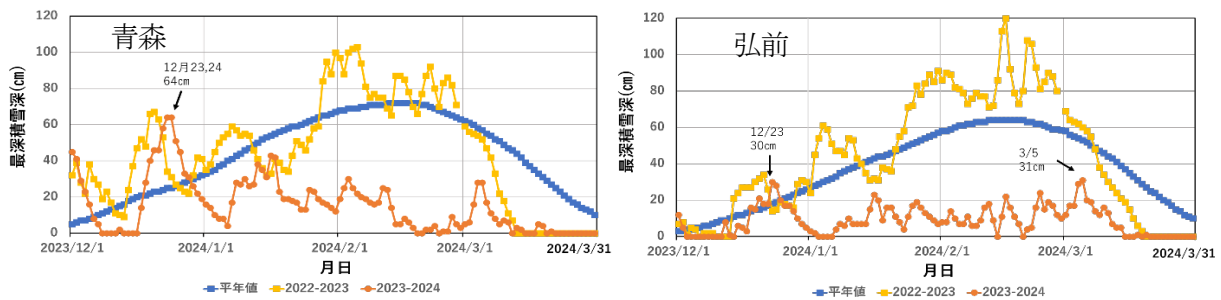


図3 青森と弘前の日最深積雪深の経過(気象庁, 2024)。

図3より、青森では今季12月上旬に平年値を超えていたが、中旬になるといったん0 cm となりその後、12月18日からの寒波と冬型の気圧配置により積雪深が急増し、12月23日、24日には平年値の2倍以上となる64 cm を記録したが、これが青森の今季の最深積雪深になった。その後は時折冬型の気圧配置となり強い寒気が入ると一時的に積雪深が増えたが、1月以降は平年値を下回った。さらに、2月中旬の高温により、2月19日には積雪深が0 cm となった。青森で2月中に積雪深が0 cm になるのは2020年以来である。特に2月の最深積雪深30 cm は、2月としては観測史上最も小さい値となった。弘前も同様に、12月中旬に一時平年値を超えて積雪深が30 cm となったが、それ以降は積雪深は小さく、1月の最深積雪深は23 cm、2月の最深積雪深は24 cm と、共にそれぞれの月の観測史上最も小さい値となった。今季の弘前の最深積雪深は3月上旬の寒波による31 cm であるが、これは3月の月最深積雪深の平年値の半分以下であり、年平均値88 cm の約35%で、弘前で年の最深積雪深の観測史上最も小さい値である。弘前においても2月14日には積雪深が0 cm となり、2月中に積雪深が0 cm となるのは2007年以来である。また、積雪深が50 cm 以上の日数は、青森が4日(昨季54日、平年値50.5日)、弘前では0日(昨季51日、平年値42.2日)と、共に昨季および平年値よりかなり少なく、弘前で0日となったのは2006/07の冬季以来2度目である。

図4には、津軽地方と下北・三八上北地方の日最深積雪深の経過と共に、主な地点の最深積雪深を記録した日付とその値を示す。黒石の積雪深については、AMeDAS 観測点では積雪について計測していないが、黒石市にある青森県リンゴ研究所では午前9時に積雪深を計測しており、これを日最深積雪深として使用した。また、酸ヶ湯については観測点が山岳部にあるため、ここでは表記していない。

図4より、津軽地方では、12月の初め、12月23日前後、1月半ば、2月半ば、3月初めといった時期に積雪深が急増している。ただし、今季最深積雪深を記録した時期は、東青津軽地域でも青森は12月23日、24日に記録したが、同じ地域の今別では1月半ばに記録している。同様に、西津軽地域の

深浦は12月23日であるが、鰯ヶ沢では3月初めというように、地点によって今季の最深積雪深となった時期が異なっている。東青津軽地域の青森大谷では他の地点に比べて積雪深が大きくなっているが、これは標高がやや高く、八甲田連峰に近いためと考えられる。下北・三八上北地方でも、津軽地方の場合と同じような時期に積雪深の急増がみられる。特に太平洋側では、1月21日頃と2月の中旬以降には南岸低気圧の影響により、湿った雪が短時間に降り積雪深が急増する「ドカ雪」となった時期があった。

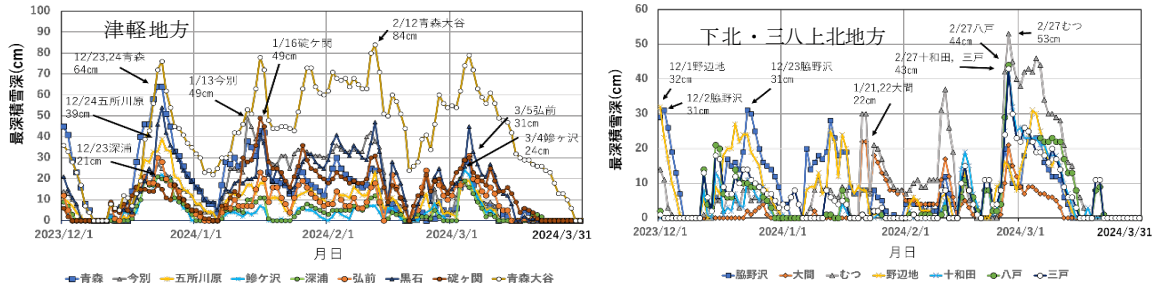


図4 津軽地方、下北・三八上北地方の日最深積雪深の経過 (気象庁, 2024)。

次に、図5に今季と昨季の最深積雪深およびその平年値との比較を示す。津軽地方の黒石は、前述のリング試験場より提供してもらったデータを用いた。また、下北・三八上北地方の野辺地の平年値は2008年から2020年の値である。同様に図6には期間降雪量合計を示し、図7には期間降水量合計を示す。図7の津軽地方の青森大谷の平年値は2003年から2020年の値である。

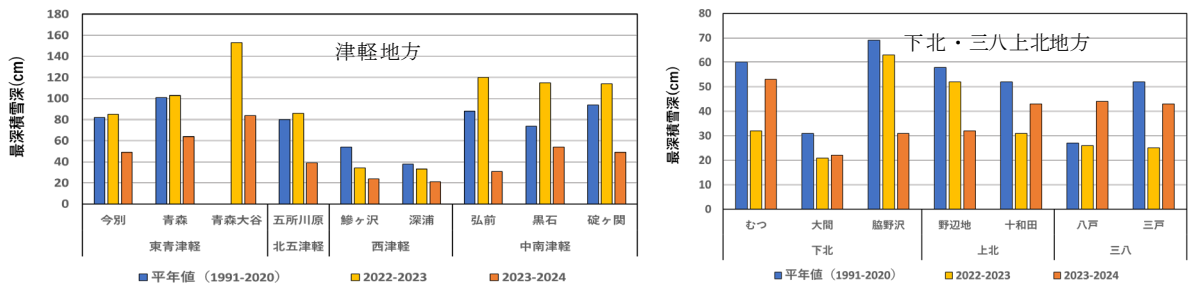


図5 今季・昨季の最深積雪深とその平年値 (気象庁, 2024)。

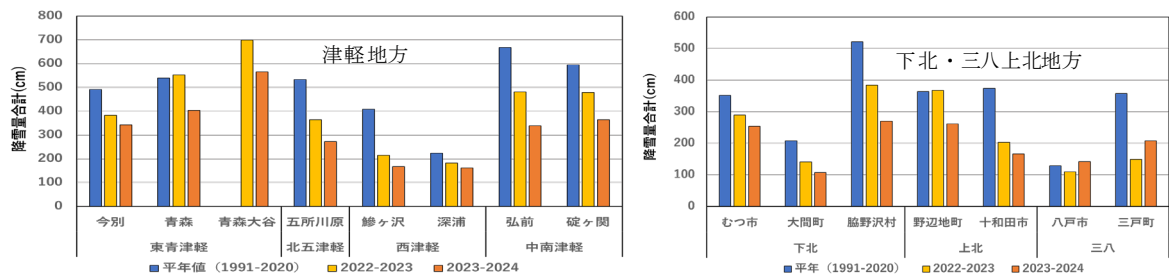


図6 今季・昨季の降雪量合計とその平年値 (気象庁, 2024)。

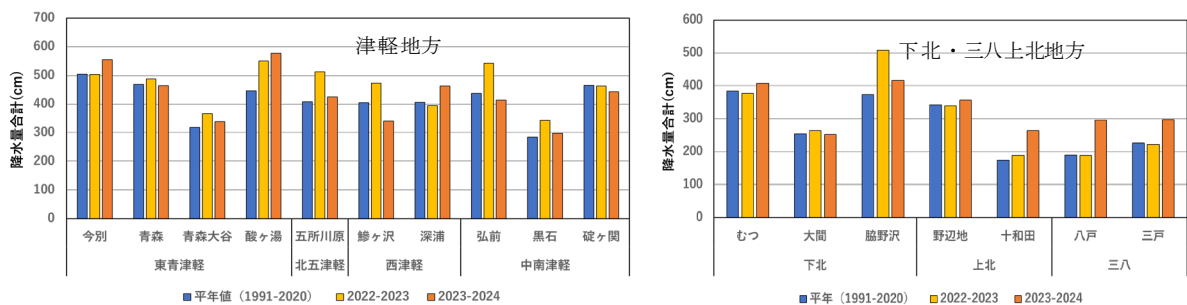


図7 今季・昨季の降水量合計とその平年値 (気象庁, 2024)。

図5より、最深積雪深については、津軽地方では平年値および昨年を大きく下回った。前述の弘前と同じ中南津軽地域の碓ヶ関でも観測史上3位の49 cmと小さくなっている。また、西津軽地域の鰯ヶ沢では24 cmで、これまで最も小さかった1993年の20 cmに次いで2位の小さい値となった。下北・三八上北地方では、下北地方の脇野沢が31 cm、上北地域の野辺地で32 cmと昨季より大きく減少したが、その他の地点では昨季より増えている。特に平年値を超えたのは三八地域の八戸だけで、平年値の約1.5倍となる44 cmを記録し、ほぼ平年値だった昨季の26 cmより大きく増加している。

図6より、降雪量合計については、津軽地方では北五津軽地域の五所川原が272 cmと平年値の半分ほどと少なく、西津軽地域の鰯ヶ沢でも167 cmで、平年値の41.2%と非常に少なかった。さらに中南津軽地域の弘前では339 cmと平年値のほぼ半分、同じ地域の碓ヶ関でも364 cmで平年値の約6割とそれぞれ平年値および昨季より大幅に減少した。下北・三八上北地方では、下北地方の大間で107 cm、脇野沢で270 cmとそれぞれ平年値のほぼ半分となっている。さらに、上北地域の十和田では167 cmで、平年値の43.3%と少なかった。三八地域の三戸も208 cmで平年値の57.5%と少ないが、昨季よりは16.3%増えている。同じ地域の八戸では昨季が110 cmと平年値の82.7%に対して、今季は142 cmで平年値の106.8%と昨季および平年値を上回っている。これは、今季は太平洋側を北上する南岸低気圧が多く発生したことによると考えられる。

図7より、降水量合計については、津軽地方では東青津軽地域の酸ヶ湯で577 mmと、昨季の551 mmより多く、平年値の447 mmを大きく上回った。同じ地域の今別では556 mmとほぼ平年並みだった昨季をやや超えている。西津軽地域の深浦では463 mmと、昨季および平年値を上回っている。同じ地域の鰯ヶ沢では、今季は341.5 mmと平年値405.4 mmを下回った。そのほかの地点では昨季よりは減少したものの、ほぼ平年並みである。下北・三八上北地方では、昨季と比較して下北地方の脇野沢では減少したが、それ以外の地点では昨季を上回っている。平年値と比較すると、全般的に平年並みか平年値を上回っている。特に、上北地域の十和田では今季は264.5 mmで平年値の151%、三八地域の八戸では296.5 mmで平年値の156.5%、同じ地域の三戸では297 mmで、平年値の131.1%と多くなっている。

県内全般的に、降水量合計は平年並みか平年値より多かったが、冬型の気圧配置が長続きしなかったことに加え、期間の平均気温が高くなったことから、特に津軽地方では降雪量合計が少なく、最深積雪深も小さくなったと考えられる。下北・三八上北地方では、気温が高かったが、南岸低気圧が通るタイミングで寒気が入り、太平洋沿岸に近い南部の地点で降雪量合計、最深積雪深が大きくなったものと考えられる。

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。図8に1983年～2024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。

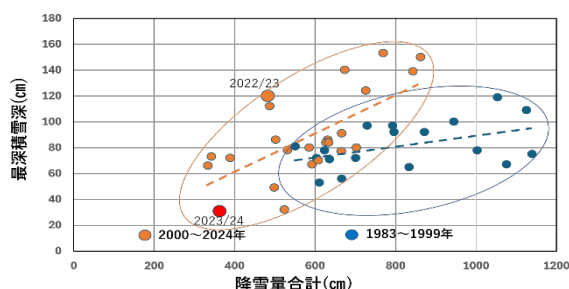


図8 最深積雪深と降雪量合計の関係。

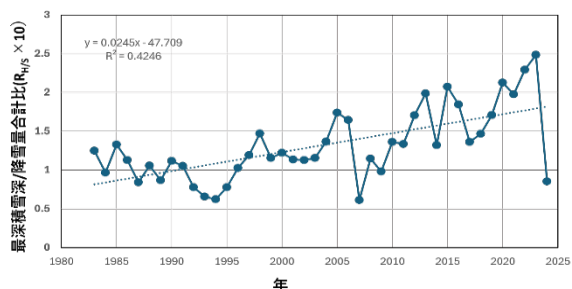


図9 弘前の最深積雪深と降雪量合計の比。

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。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 $R = 0.47$ 、橙点線は 2000 年～今季までの線形近似直線で相関係数は $R = 0.66$ である。また、2000 年以降の近似直線の傾きは 0.147、それ以前では 0.0424 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る傾向にあると考えられる。今季は、最深積雪深、降雪量合計ともに少ないが、1983～1999 年のグループとは大きく異なっていると考えられる。

次に図 9 より、昨季までのここ数年は R_{HS} が増加傾向であったが、今季は昨季より大きく減少した。これは、今季は、弘前では降雪量合計および最深積雪深が小さかったことによると考えられる。同様に R_{HS} の小さい 2007 年と比較すると、2007 年では最深積雪深は 32 cm と今季とほぼ同じであるが、降雪量合計が 524 cm、平年値の 77.1%であり、近年の降雪量合計と比較すると多くなっている。また、降雪量合計が同程度の 34 cm の 2019 年、334 cm の 2020 年と比べると、最深積雪深がそれぞれ、73 cm、66 cm と今季の 2 倍以上になっている。特に今季は 2 月の降雪量合計が 120 cm であったが、同月の最深積雪深は 24 cm と前の月の 1 月の最深積雪深 23 cm からほとんど変わっていない。これは、2 月は例年にない暖気が入り、高温だったことによると考えられる。また、前回大きく減少した 2007 年では、それ以降には増加していることから、今季も大きく減少したものの、長期的には大きくなる傾向にあると考えられる。

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。今季の雪害による人的被害は、表 1 には載っていないが、2023 年 11 月 30 日に発生した死者 1 名を加えると、死者 3 人、重軽傷者 27 人の合計 30 人となり、昨年度の 112 人(死者 10 名、重軽傷者 102 人)より 82 人減少し、4 年ぶりに 100 人を大きく下回った。これは、全体としては暖冬少雪だったことが減少の一因と考えられる。

今季の死者は 3 人(11 月 30 日の死者 1 人を含む)であるが、すべて除雪作業中における体調の急変によると思われるものである。今季は 11 月末から 12 月初めと 12 月中旬に大雪となったことから、12 月の被災者が 11 人と月別では最も多くなった。さらに 2 月下旬から 3 月中旬にかけて南岸低気圧による湿った大雪となったことから、2 月に 9 人(死者 1 人)、3 月に 6 人(死者 1 人)の被災者があった。

表 2 より、被災者はすべて除雪作業中であり、屋根の雪下ろし中の事故が約 4 割、それ以外の除雪作業中の事故が約 6 割となっている。屋根の雪下ろし中の事故では、屋根からの転落が 12 人(昨季 48 人)と昨季より 36 人減少している。そのなかで、梯子、脚立からの転落は 5 人(昨季 18 人)であった。屋根雪以外の除雪中の事故では、転倒が 5 人と昨季(19 人)のほぼ 4 分の 1 となった。除雪中の落雪事故も 2 人と、昨季の 13 人から大きく減少した。除雪機による事故は 4 人と昨季(9 人)よりほぼ半減したが、全体に対する割合はあまり変わっていない。除雪作業中に病気を発症したと考えられる事例が 5 件あり、その内 3 人が死亡している。また、雪下ろし以外の落雪による被災者は出なかった。

建造物では、積雪による被害はなかったものの、強風による被害があった。1 月 14 日につがる市で発生した竜巻により、住宅の屋根が剥がれる被害があったほか、2 月 26 日から 27 日にかけて、急速

表 1 青森県内における雪関連被災者数(交通事故を除く).
(青森県危機管理局防災危機管理課提供資料より)

	死者 (人)	重傷者 (人)	軽傷者 (人)	行方不明 (人)	計
2022年12月	2	14	13	0	29
2023年 1月	9	27	79	0	115
2月	1	20	36	0	57
3月	1	3	14	0	18
2023年12月	0	1	10	0	11
2024年 1月	0	2	1	0	3
2月	1	3	5	0	9
3月	1	1	4	0	6

表 2 雪関連災害の原因別被災者数.
(青森県危機管理局防災危機管理課提供資)

	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				
2022/23年	48	52	9	0	0	3
2023/24年	13	17	0	0	0	0
増減	-35	-35	-9	0	0	-3

に発達する南岸低気圧による強風で、八戸市では県の重要文化財に登録されている対泉院山門が、倒れた木により破損する被害や、同じく八戸市にある第2養護学校の体育館わきのフェンスが倒れる被害があった。

5. まとめ

今季の青森県内は、11月末から12月初めと12月中旬から下旬にかけて強い寒気が入り、各地で積雪が多くなり、積雪深も一時平年値を超えて大きくなったが、1月以降は気温の高い日が多く、特に1月の月平均気温は今別を除き観測史上最も高い記録となったことから、積雪深は小さくなった。さらに、2月にも中旬に暖気の影響で記録的な高温となったこともあり、積雪深が減少した。2月の下旬から3月の中旬にかけては南岸低気圧の接近と寒気の流れ込みにより、特に太平洋側で降雪量が増え、積雪深も大きくなったが、全般的には暖冬少雪となった。しかし、降水量合計は各地でほぼ平年並みか多いことから、気温が高いことにより融雪が進んだことと、降水が雪ではなく雨になる場合が多くなったことが、最深積雪深が小さくなった一因であると考えられる。

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ったが、今季は全般的に高温となり、津軽地方全般的に最深積雪深が小さくなったことから、 R_{HS} は小さくなった。ただし、長期的には R_{HS} は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、30人(死者3人、重傷者7人、軽症者20人)と昨季の112人より大きく減少し、4年ぶりに100人を下回った。これは、多くの地点で最深積雪深が小さく、積雪量合計も少なくなったことによると考えられる。月別では、12月が11人と最も多くなった。これは、11月末から12月初めと中旬頃に冬型の気圧配置となり強い寒気流れ込んだために、積雪深が急増したことによると考えられる。雪害の原因別では、すべて除雪作業中によるもので、屋根の雪下ろし中の事故13人、それ以外の事故が17件である。また、除雪中に体調の急変により死亡したと思われる事例が3件あることから、屋根の雪下ろしに限らず、除雪作業を行うときは必ず複数で行うことが必要であると考えられる。

また、今季は各地で暖かく、雪が少なくなったことから、冬季のイベントの中止が相次いだ。青森市の青森雪まつりや南津軽郡田舎館村の田んぼアート、上北地域の小川原湖の姉沼のワカサギ釣りなどが中止になり、上北地域の七戸市や北五地域の五所川原市金木などでは、スキー場がオープンできなかった。南津軽郡大鰐町の大鰐温泉スキー場では、スキーの大会が中止になるなど、冬季のスポーツや観光に大きな影響があった。さらに、中津軽郡西目屋村の乳穂ヶ滝については、昨季に続いて今季も結氷しなかった。

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、真柄元博様に感謝申し上げます。

【引用文献】

気象庁(2024): 過去の気象データ検索,

<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2024年4月11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.

令和6年度東北雪氷賞受賞候補者の選考結果について

東北雪氷賞（学術賞）

受賞者： 石田祐宣（弘前大学 大学院理工学研究科 准教授，博士（理学））

受賞標題： 青森県周辺を対象とした雪氷気象現象の解明および克雪技術開発に関する研究

受賞理由：

石田祐宣会員は、熱収支や水循環など、大気陸面過程に関する高度な専門的知見に基づき、青森県をはじめとする東北地方の雪氷現象および克雪技術についてそれらの知見を応用することで、様々な研究課題に取り組んできた。たとえば太陽光集熱パネルを用いた融雪システムを提案するとともに性能評価によりその効果を検証し、日射エネルギーの30%近くを融雪に利用できることを明らかにしたほか、太陽熱のほかに融雪槽も活用し、日没時にも安定した融雪機能を発揮するシステムを提案するなど、自然エネルギーを活用した融雪技術に関して幅広く取り組んだ。また、岩木山など青森県西部の地形が及ぼす降積雪状況に関する解析を推進し、青森市と弘前市の大雪について、発生地域が周辺の大気安定度と風速によりパターン化されることなどを明らかにした。さらに青森県および他地域における雪崩災害についても気象学的な知見から発生条件や要因について解析するなど、雪氷防災分野でも活躍されている。近年では、特に世界自然遺産である白神山地での自然環境に関して、特に土壌呼吸(CO_2 排出)とメタン(CH_4)吸収の季節変化について、消雪のタイミングが季節変化に影響することを明らかにするなど雪氷環境も含めた解析も推進するなど、東北地方での自然環境について総合的視野に立った幅広い活動を推進している。

以上の通り、石田会員は雪氷学における積雪－気象相互作用に関わる多彩な分野で様々な貢献が認められることから、同会員は令和6年度東北雪氷賞（学術賞）の受賞者に選考した。

参考資料：

- 1) Ito, D., S. Ishida, 2023, The effect of periodical grass mowing and various meteorological factors on CO_2 flux in a sod-cultured apple orchard, *Journal of Agricultural Meteorology*, 79, 18-27.
- 2) Moritani, S, T. Segal, S. Ishida, S. S. Mar, B. Ahmed Ould Ahmed, 2022, Regional climate fluctuation analysis using convolutional neural networks, *Earth Science Informatics*, 15(1), 281-289.
- 3) 北川澄人, 石田祐宣, 2019, 十勝山系における雪崩発生の気象条件, *東北の雪と生活*, 34, 13-16.
- 4) Ishida, S., 2019, General meteorological conditions of the Shirakami Natural Science Park, *SHIRAKAMI-SANCHI*, 7, 1-8.
- 5) 石田祐宣, 2019, 農耕地における地表面交換係数, *低温科学*, 77, 117-124.
- 6) Teramoto, M, N. Liang, S. Ishida, J. Zeng, 2018, Long-Term Stimulatory Warming Effect on Soil Heterotrophic Respiration in a Cool-Temperate Broad-Leaved Deciduous Forest in Northern Japan, *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 123(4), 1161-1177.
- 7) 高橋采伽, 猪股南, 石田祐宣, 2016, 青森県西部の地形が青森市・弘前市の降雪に与える影響, *東北の雪と生活*, 31, 8-10.
- 8) 石田祐宣, 清水健太, 佐藤咲季, 児玉安正, 田邊真輝, 丹波澄雄, 2015, ひろだい白神レーダーがとらえた津軽地方の冬季降水, *東北の雪と生活*, 30, 99-101.
- 9) 石田祐宣, 鎌田弘輝, 2014, 仮想融雪槽を用いた太陽熱利用融雪実験, *東北の雪と生活*, 29, 37-40.
- 10) 石田祐宣, 2012, 弘前大学白神自然観察園における積雪観測と2010, 2011年度の積雪概況, *東北の雪と生活*, 27, 35-37.
- 11) 伊藤大雄, 石田祐宣, 2012, 落葉果樹園における様々な日別融雪熱量予測式, *生物と気象*, 12, 36-45.
- 12) 石田祐宣, 2011, 太陽エネルギー利用の融雪技術, *東北の雪と生活*, 東北支部 25 周年記念誌, 143-148.
- 13) 升光智久, 石田祐宣, 力石國男, 2010, 太陽熱利用型駐車場融雪システムの性能評価と効率化, *東北の雪と生活*, 25, 48-50.
- 14) 石田祐宣, 松島大, 樋口篤志, 檜山哲哉, 戸田求, 浅沼順, 玉川一郎, 宮崎真, 田中賢治, 杉田

倫明, 永井秀幸, 田中久則, 飯田真一, 小林菜花子, 2001 年筑波大学陸域環境研究センター (TERC)における乱流計測機集中観測:機器比較と校正による誤差の解析, 水文・水資源学会誌, 17, 43-60.

東北雪氷賞（学術奨励賞）

受賞者： 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

・先端的研究施設 利活用センター雪氷防災実験棟戦略室研究室長，博士（工学））

受賞標題： 着雪の発生メカニズムおよび災害対策技術に関する研究

受賞理由：

佐藤研吾会員は、これまで着雪現象に関わる発生メカニズムならびに着雪災害対策技術に関わる研究を実施してきた。特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に赴任後は、雪氷防災実験棟において効率的な着雪実験手法を確立するために、湿雪作成装置の開発や湿雪降雪の自動化などを成功させて、着雪実験手法の発展に大きな貢献をした。また他の大学や研究機関と協力して多数の共同実験を推進し、国内の着雪研究のレベル進展に寄与するなど、着雪研究を通じて産官学の連携推進にも多大な貢献をしてきた。またそうした経験に基づき、着雪実験手法の標準化を産官学で推進するなど、今後の着雪対策品などの試験手法の標準化の確立にも資する重要な役割を果たしている。その他、雪氷防災実験棟における着雪実験や東北地方における着雪観測に基づく着雪予測モデルを構築し、着雪リアルタイムハザードマップを提案するほか、予測モデルの試験運用により、各種インフラにおける着雪災害対応の高度化にも貢献している。

この様に、着雪に関する多様な研究活動を通じ雪氷研究の進展にこれまで大きく貢献してきたことから、佐藤研吾会員を令和6年度東北雪氷賞（学術奨励賞）の受賞者に選考した。

参考資料：

- 1) 武藤嶺奈, 五十嵐若菜, 佐藤研吾, 岩井憲一, ムハンマド・ヴィルク, 今井 健一郎, 中根一郎, 木村茂雄, 2023, 小規模着氷時の風車運用について, 風力エネルギー学会論文集, 47(2), 62-72.
- 2) 佐藤研吾, 富樫数馬, 2022, 着雪現象の相対湿度依存性に関する風洞試験, 雪氷, 84(2), 175-186.
- 3) 佐藤研吾, 中村一樹, 富樫数馬, 2021, 着雪の現況把握手法の検討, 東北の雪と生活, 36, 58-61.
- 4) 鎌田慈, 室谷浩平, 中出孝次, 高橋大介, 佐藤研吾, 根本征樹, 2021, 鉄道車両に用いる着雪シミュレータの開発(その1)-実験による着雪発達条件の検討-, 雪氷, 83(1), 79-95.
- 5) Yamamoto, K, H. Matsumiya, K. Sato, M. Nemoto, K. Togashi, H. Matsushima, T. Sumita, S. Sugimoto, 2020, Evaluation for characteristics of wet snow accretion on transmission lines - Establishment of an experimental method using a vertical plate, Cold Regions Science and Technology, 174, 103014.
- 6) 木村茂雄, 守田克彰, 佐藤研吾, 2019, 着雪氷問題と塗料による対策の展望, 塗装工学, 54(12), 427-445.
- 7) 佐藤研吾, 富樫数馬, 阿部修, 2017, 着雪実験のための湿雪供給方法の自動化に向けて, 東北の雪と生活, 32, 60-62.
- 8) 佐藤研吾, 小杉健二, 2017, 強制通風方式による湿雪作成装置, 雪氷, 79(6), 565-571.
- 9) 佐藤研吾, 小杉健二, 2016, 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.
- 10) 佐藤研吾, 望月重人, 小杉健二, 2015, 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, 30, 65-68.
- 11) 佐藤研吾, 小杉健二, 望月重人, 2013, 着雪現象の降雪種依存性に関する基礎的研究, 寒地技術論文・報告集, 29, 83-86.

東北雪氷賞（功績賞）

受賞者： 佐藤 威（元 国立研究開発法人防災科学技術研究所，理学博士）

受賞標題： 吹雪をはじめとする雪氷学および雪氷防災学への貢献，
ならびに日本雪氷学会東北支部の発展に寄与した貢献

受賞理由：

佐藤 威氏は、日本雪氷学会に入会以降、それまで培ってきた大気境界層の乱流構造に関わる高度な研究手法を吹雪現象に応用し、野外観測や風洞実験より吹雪の跳躍層および浮遊層の内部構造や運動メカニズムについて数多くの成果を創出した。また所属する防災科学技術研究所雪氷防災研究センターにおいて、山形県新庄市の雪氷防災実験棟の設立に尽力し、低温風洞装置や人工降雪装置を活用した雪氷現象の実験的研究推進の拠点となる施設の運営について主導的な役割を担った。そこでの成果は吹雪発生条件の温度や雪面硬度依存性の解明をはじめ、実験成果等に基づく吹雪予測システム、さらには雪氷災害発生予測システムの構築に至った。他にも屋根雪関連事故の発生条件についても実験的に検討し、観測結果も踏まえた上で、山形県が発表する「雪下ろし・落雪事故防止注意喚起情報」の基準にも反映される研究成果を創出するなど、雪氷研究成果の防災分野への応用面においても顕著な貢献をなした。

東北支部への貢献においては、度々実施されてきた支部主催の講演会や積雪観測講習会について中心的な役割を担ってきたほか、東北支部設立 25 周年記念誌の編集委員長を務めた。さらに、副支部長 2 期 4 年に加え、長年、理事職を務め、東北支部の発展に大きく寄与した。また、東北支部が担当する全国大会について毎回要職を務め、研究大会をその都度成功に導くなど、著しい功績が認められる。

以上のように、佐藤 威氏は吹雪をはじめとする雪氷学および雪氷防災学の進展に大きく寄与してきたほか、(公社)日本雪氷学会東北支部の発展に寄与した功績は顕著であることから、令和 6 年度東北雪氷賞（功績賞）の受賞者に選考した。

参考資料：

- 1) 佐藤威, 2011, 人工雪を用いた雪氷研究の進展と課題, 東北の雪と生活, 東北支部 25 周年記念誌, 179-191.
- 2) 佐藤威, 小杉健二, 根本征樹, 2009, 吹雪粒子の跳躍距離の温度依存性に関する風洞実験（硬い雪面の場合）, 東北の雪と生活, 24, 22-26.
- 3) Sato, T., Kosugi, K., Mochizuki, S. and Nemoto, M., 2007: Wind speed dependences of fracture and accumulation of snowflakes. Cold Regions Science and Technology, 51, 229-239.
- 4) 佐藤威, 小杉健二, 根本征樹, 阿部修, 望月重人, 2007, 屋根雪の滑落条件について, 東北の雪と生活, 22, 5-6.
- 5) 佐藤威, 小杉健二, 阿部修, 根本征樹, 佐藤篤司, 2006, 東北地方における「平成 18 年豪雪」の降積雪の特徴, 東北の雪と生活, 21, 29-30.
- 6) 佐藤威, 望月重人, 小杉健二, 根本征樹, 2005, スノー・パーティクル・カウンター(SPC) による飛雪硫量測定に及ぼす飛雪粒子の形状の影響, 雪氷, 67(6), 493-503.
- 7) 佐藤威, 根本征樹, 小杉健二, 望月重人, 2005, 吹き払い式防雪柵の構造と防雪性能の関係, 東北の雪と生活, 20, 40-43.
- 8) 佐藤威, 2005, ビニールシートで覆われた屋根からの雪の滑落(2)滑落現象の野外観測, 東北の雪と生活, 20, 46-49.
- 9) Sato, T., Kosugi, K. and Sato, A., 2004: Development of saltation layer of drifting snow. Annals of Glaciology, 38, 35-38.
- 10) 佐藤威, 2003, 吹雪の風洞実験について, 雪氷, 65(3), 279-285.
- 11) 佐藤威, 東浦将夫, 2003, 吹雪跳躍層の鉛直構造と気象・積雪条件の関係, 雪氷, 65(3), 197-206.
- 12) Sato, T., Kosugi, K. and Sato, A., 2001: Saltation layer structure of drifting snow observed in wind tunnel. Annals of Glaciology, 32, 203-208.

東北雪氷賞(学術賞)を受賞して

石田 祐宣(弘前大学 大学院理工学研究科 気象学研究室)



このたびは、令和6年度東北雪氷賞(学術奨励賞)という名誉ある賞を頂き大変光栄に思います。支部長をはじめ、選考委員会の皆様、そして研究活動を暖かく見守ってくださった支部会員の皆様に心より感謝申し上げます。「青森県周辺を対象とした雪氷気象現象の解明および克雪技術開発に関する研究」という受賞標題に挙げていただいたように、雪氷学の基礎研究というよりは地域に密着した応用研究として評価されたことは、私の目指していたことでもあり誇りに思います。

弘前大学に赴任してからまず取り組んだテーマは、自身の専門である熱収支の研究を活かした太陽熱融雪でした。試行錯誤に5年を要しましたが、太陽電池パネルよりもエネルギー効率の良いプロトタイプができ、東北雪氷賞(学術奨励賞)を頂戴しました。この受賞は、その後の雪氷研究を継続していく上でとても励みになっており、今でも感謝しております。次に取り組んだテーマは、青森県津軽地方における地形性降雪のメカニズムです。このテーマは、弘前大学名誉教授の力石先生が取り組まれていたテーマでもありました。津軽地方は盆地に似た地形をしています。北側は開けており、また季節風の風上にあたる西側の山岳もあまり高くないため、雪雲の侵入は阻止されません。そんな環境の中、孤立峰である岩木山が地域の降雪の多寡に影響を与えます。地元市民にとって、青森側と弘前側でどちらが多く雪が降るのかは冬季の関心事であり、これが研究のきっかけとなりました。気象庁 AMeDAS 等の地上気象観測データだけでなく、再解析データによる上空の環境場も用いることでパターン化が容易になり、風向と安定度によって、弘前側と青森側どちらで降雪が多くなるのか、判断基準を整理することができました。次に取り組んだのは雪崩予測です。雪崩といえば急な大量の降雪や極端な気温上昇がトリガーとなることが定説であり、気象庁の注意報基準にも採用されています。十勝地方では多くの雪崩事例がデータベース化されていたため、そのデータ(場所・発生時期)を元に直近のトリガーとなり得る共通の気象条件を探りました。その結果、雪崩発生前4日程度の積算降雪量や気温に加え、厳冬期には強風がトリガーとなり得ることを突き止めました。この傾向は他の地域にも当てはまるのか、今後見極めたいです。ここまで、どちらかというと雪氷の防災面に焦点を当てた研究でしたが、私のもう1つのライフワークである森林生態系の炭素収支と積雪変動の関係もテーマとしています。森林は陸域の重要な二酸化炭素およびメタンの吸収源ですが、冬季は落葉や積雪の影響によりその吸収量は落ち込みます。また、植物の季節変化(フェノロジー)は積雪により規定される部分もあるため、根雪期間の変動が森林生態系の炭素循環に影響をおよぼすことは想像に難しくなく、世界自然遺産である白神山地の現地観測により検証しました。

日本の寒冷地において、冬季の雪は市民の生活に入り込んでおり、防災面だけでなく気候変動とも相互に影響を及ぼしあう重要な学問分野です。これからも、いろいろな視点から雪氷研究に取り組みたいと思います。今後ともご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

東北雪氷賞(学術奨励賞)を受賞して

佐藤 研吾 (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・学術奨励賞をいただき、誠にありがとうございます。推薦者をはじめ選考委員会の皆様方に深く御礼申し上げます。「着雪メカニズムの発生および着雪対策技術に関する研究」という標題で頂きました。これまで実験や観測に協力頂いた技術スタッフや共同研究者の皆様、ご指導頂いた皆様にこの場を借りて感謝申し上げます。

着雪研究は、前職の電力中央研究所で初めて携わり、所員の皆様には3年間にわたり観測や実験など多くの学ぶ機会を頂きました。

2011年からは現在の所属となり、雪氷防災研究棟での実験や露場での観測を継続的に実施してきました。基礎的なメカニズムに関する研究に取り組んでいました。一方、その頃から関東や普段あまり雪の降らない地域で南岸低気圧に起因する降雪が増え、湿雪による着雪被害が増加し、雪氷防災実験棟を活用した着雪メカニズムの解明や難着雪対策品の開発や効果の検証など応用的な研究、社会インフラを管理する現業に近い研究について多く共同研究者と取り組む機会が増え、研究が社会に生かされることを実感することも増え防災研究の重要性を再認識することとなりました。

私が当所にて着雪研究に取り組んで十数年しか経っていませんが、着任当初は従来から被害の多い鉄道や電力に関する設備の実験でしたが、徐々に材料や塗料による難着雪技術の開発や製品の効果検証などが増加し着雪対策の社会的ニーズの高まりがあり、さらに近年はスマートシティ構想の課題として通信機器への着雪による電波障害の問題、自動運転に利用されるセンサーの性能低下など、着雪課題がより多様化していることを実感しています。

これらの着雪現象は東北地方でも憂慮すべき課題でありますので、東北支部の皆様と研究を推進するとともに、支部活動においてもご指導頂き尽力していきたいと思っております。最後に、これまでご指導頂きました、諸先輩方と同僚の皆様に感謝申し上げます。これからもいままで以上に研究に尽力します。今後ともよろしくお願い致します。この度は有難うございました。

東北雪氷賞（功績賞）を受賞して

佐藤 威（元 国立研究開発法人防災科学技術研究所）



このたびは「吹雪をはじめとする雪氷学および雪氷防災学への貢献，ならびに日本雪氷学会東北支部の発展に寄与した貢献」との標題で東北雪氷賞（功績賞）を頂き，身に余る光栄に存じます．ご推薦いただいた方，選考委員会ならびに東北支部の皆様には，心よりお礼申し上げます．

私は 1988 年末に国立防災科学技術センター新庄雪氷防災研究支所(現在の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)に赴任し，2010 年度まで新庄にて雪氷防災研究に従事しました．大学時代の気象境界層の研究(主に地表面に近い接地境界層における風や熱輸送を対象とした)の応用として吹雪の研究を中心に，屋根雪の研究など身近なテーマにも取り組みました．その後，2011 年度～2012 年度には長岡の雪氷防災研究センターへ移り，さらに 2013 年度～2023 年 8 月までつくばで防災科学技術研究所の監事という慣れない仕事をしていました．つまり，私の雪氷防災研究の大半は新庄時代に行ったものであり，雪氷学会活動においても東北支部での活動が最も長いものでした．

吹雪の研究は，弘前大学の協力を頂きながら行った青森県津軽平野での野外観測から始まり，北海道石狩平野でも観測を続けた後，新庄雪氷防災研究支所に完成した雪氷防災実験棟における風洞実験が主になりました．成果をまとめるのに時間がかかりましたが，最終的に吹雪予測システムとして形を成すことができました．また，屋根雪を研究対象としたきっかけは平成 18 年豪雪でした．被害は全国に広がり，秋田・山形の死者数が多かったことにショックを受け，何かできることはないかと模索した結果，屋根雪関連事故の発生条件を明らかにすることができました．これらの研究が雪氷(防災)学に貢献したと認めていただいたことは，この上ない喜びです．

東北支部での活動を振り返ると，当時の力石國男支部長の発案でとりまとめた 25 周年記念誌と，久しく途絶えていた積雪観測講習会の復活が強く思い出されます．ともに東北支部の皆様と新庄支所の職員の協力なくして成しえなかったもので，改めて関係の皆様に感謝いたします．私は，秋田市で生まれ 60 才近くまで東北で暮らしてきました．そして，ありがたいことにまだ東北支部に所属させていただいております．新庄時代の東北支部での活動の背景には，東北支部を何とか盛り上げようという気持ちもありました．この意味で今回東北支部より功績賞を頂いたことは二重の喜びです．

公益社団法人日本雪氷学会 2024 年度東北支部理事会 議事録

日 時：2024 年 5 月 18 日(土) 11:00～12:00

開催地：東北大学 大学院理学研究科・理学部

青葉サイエンスホール（宮城県仙台
市青葉区荒巻字青葉 6-3）

出席者：8 名（支部長・理事 7 名（委任状 2 名），
監事 1 名，事務局 2 名）

配付資料：

資料 1 2023 年度事業報告

資料 2 2023 年度会計報告

資料 3 2024 年度事業計画

資料 4 2024 年度予算計画

資料 5 2024 年度東北雪氷賞受賞者の選考

資料 6 2023 年度事業監査報告

された。

審議 5．2024 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，2024 年度東北雪氷賞受賞者の選考結
果が示され，学術賞 1 名，学術奨励賞 1 名，功
績賞 1 名の授賞が審議の結果，承認された。

以上

議事：若林支部長挨拶の後，若林支部長が議長
となり議事に入った。

審議 1．2023 年度事業報告

荒川幹事長より，資料 1 に基づき説明があ
り，審議の結果，2023 年度事業報告は承認さ
れた。

審議 2．2023 年度会計報告

山口会計幹事より，資料 2 に基づき説明が
あり，審議の結果，2023 年度会計報告は承認
された。

報告 1．2023 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（荒川幹事長代理報告）。

審議 3．2024 年度事業計画

荒川幹事長より，資料 3 に基づき説明があ
り，審議の結果，2024 年度事業計画は承認さ
れた。

審議 4．2024 年度予算計画

山口会計幹事より，資料 4 に基づき説明が
あり，審議の結果，2024 年度予算計画は承認

公益社団法人日本雪氷学会 2024 年度東北支部総会 議事録

日 時：2024 年 5 月 18 日(土) 13:00～14:30
開催地：東北大学 大学院理学研究科・理学部
青葉サイエンスホール（宮城県仙台
市青葉区荒巻字青葉 6-3）

出席者：23 名(うち委任状 3 名)

配付資料：公益社団法人日本雪氷学会東北支
部 2024 年度総会資料

資料 1：2023 年度事業報告

資料 2：2023 年度会計報告

資料 3：2024 年度事業計画

資料 4：2024 年度予算計画

資料 5：2023 年度事業監査報告

資料 6：2023 年度東北雪氷賞受賞者の
選考結果

審議 4．2024 年度予算計画

山口会計幹事より、資料 4 に基づき説明が
あり、審議の結果、2024 年度予算計画は承認
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 6 に基づき山崎東北雪氷賞選考委員会
委員長から、3 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。

以上

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 1．2023 年度事業報告

荒川幹事長より、資料 1 に基づき説明があ
り、審議の結果、2023 年度事業報告は承認さ
れた。

審議 2．2023 年度会計報告

山口会計幹事より、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 1．2023 年度東北支部監査報告

荒川幹事長および梅村監事より、資料 5 の
2023 年度事業内容に関する監査結果が報告さ
れた。

審議 3．2024 年度事業計画

荒川幹事長より、資料 3 に基づき説明があ
り、審議の結果、2024 年度事業計画は承認さ
れた。

2023 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：2023 年 5 月 20 日（土）11:30～12:15, 13:30～15:30

開 催 地：日本大学工学部 62 号館(ハット NE)3 階 6232 会議室(AV 講義室)

共 催：日本雪工学会北東北支部

(2) 講習会の開催（1ヶ所）

日 時：2024 年 2 月 17 日（金）9：00～14：30

開 催 地：秋田県立田沢湖スポーツセンター（秋田県仙北市）

参 加 者：16 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：2023 年 5 月 20 日（土）10:00～11:15

開 催 地：日本大学工学部

(2) 東北雪氷賞選考委員会の開催

期 間：2024 年 3 月 15 日

開 催 地：Zoom（オンライン）

3. 出版事業

(1) 機関誌「東北の雪と生活」38 号の刊行

発 刊 日：2023 年 11 月 1 日

(2) ニュースレターの刊行（2 回）

76 号：2023 年 5 月 16 日：2023 年度東北支部大会の開催案内②

77 号：2024 年 3 月 31 日：2024 年度東北支部大会の開催案内①

4. その他

(1)2023 年度支部理事会の開催

開催期間：2023 年 5 月 17 日 10:00～11:00

開催地：Zoom（オンライン）

(2)2023 年度支部総会の開催

日時：2023 年 5 月 20 日 10:00～11:15

開催地：日本大学工学部 62 号館(ハット NE)3 階 6232 会議室(AV 講義室)

(3)支部ホームページの運営（随時）

(4)支部メーリングリストの管理

2023年度 東北支部 収支報告書

				2023年度予算	2023年度決算	備考
収入合計				110,500	91,500	
事業収入	研究会講習会	研究発表会		37500	65,000	
		特別講演会		-	-	
	出版収入	講習会		28000	17,500	
		出版収入		45000	9,000	
支出合計				275,500	187,094	
事業費				275500	152,094	
	研究会講習会	研究発表会	研究発表会	49000	21,880	経常費用から会場費と褒章を除く
			支部表彰	-	-	
		特別講演会	諸謝金	30500	0	
		講習会		55000	12,591	
	出版支出	褒章	東北雪氷賞	-	6,113	
		支部機関紙		141000	111,510	
		ニューズレター発行		-	-	
				-	-	
管理費				0	35,000	
会場費				-	35,000	
収支差額				165,000	95,594	

2023年度 東北支部 収支報告書

事業名：東北支部 研究発表会の開催

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 研究大会事業収益	15,000 50,000	会員参加費（1,000円×15人） 前渡資金
	経常収益合計	65,000	
経常 費用の 部	科 目	金 額	備 考
	事業費 消耗品費（賞状丸筒代） 会場費 臨時雇賃金 褒章記念品 手数料	780 35,000 21,000 6,113 100	日本大学工学部（福島県郡山市） 対象：アルバイト3名@7,000 対象：1名 振込手数料（ゆうちょ口座間電信振替）
	経常費用合計	62,993	
	当期経常増減額	2,007	

2023年度 東北支部 収支報告書

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		
	経常費用合計	0	
	当期経常増減額	0	

2023年度 東北支部 収支報告書

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

	科 目	金 額	備 考
経常収益の部	事業収益		
	研修会事業収益	10,000 6,000 1,500	会員参加費（1,000円×10人）※ 非会員参加費（2,000円×3人） 学生会員参加費（500円×3人） ※特別・賛助会員含む
	経常収益合計	17,500	
経常費用の部	科 目	金 額	備 考
	事業費		
	旅費交通費 レンタル料 消耗品費 手数料	8,000 1,830 2,558 203	講師 宿泊費（8,000円×1人） プロジェクター コピー用紙（修了証書）等 振込手数料
	経常費用合計	12,591	
	当期経常増減額	4,909	

2023年度 東北支部 収支報告書

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

	科 目	金 額	備 考
経常収益の部	事業収益		
	出版事業収益	9,000	冊子代（3,000円×3冊：会員）
	経常収益合計	9,000	
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	103,620 7,890	冊子30冊（賛助・特別会員等15＋会員15）
	経常費用合計	111,510	
	当期経常増減額	-102,510	

2024 年 4 月 28 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 赤田 尚史



2023 年 4 月 1 日から 2024 年 3 月 31 日までの 2023 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 2023 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。

2024 年 5 月 7 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 梅村 順



2023 年 4 月 1 日から 2024 年 3 月 31 日までの 2023 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 2023 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。

2024 年度(公社)日本雪氷学会東北支部事業計画 (案)

1. 研究会・研修会事業

(3) 研究発表会の開催

日 時：2024 年 5 月 18 日（土）15:00～17:00

19 日（日）9:20～12:30

開 催 地：東北大学 大学院理学研究科・理学部

青葉サイエンスホール（合同 C 棟 2 階）（宮城県仙台市）

共 催：日本雪工学会北東北支部

(4) 特別講演会の開催

開催予定

(5) 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

(3) 東北雪氷賞授賞式の開催

日 時：2024 年 5 月 18 日（土）13:00～14:30

開 催 地：東北大学 大学院理学研究科・理学部（宮城県仙台市）

(4) 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」39 号の刊行

(2) ニュースレターの刊行（2 回）

4. その他

(1) 2024 年度支部理事会の開催

日 時：2024 年 5 月 18 日（土）11:00～12:00

開 催 地：東北大学 大学院理学研究科・理学部（宮城県仙台市）

(2) 2024 年度支部総会の開催

日 時：2024 年 5 月 18 日（土）13:00～14:30

開 催 地：東北大学 大学院理学研究科・理学部（宮城県仙台市）

(3) 支部ホームページの運営（随時）

(4) 支部メーリングリストの管理

2024年度 東北支部 収支予算案

事業名：東北支部 研究発表会の開催

2024年4月1日から2025年3月31日まで

	科 目	金 額	備 考
経常収益の部	事業収益 研究大会事業収益	41,000	会員参加費（1,000円×30人） 非会員参加費（2,000円×3人） 学生参加費（1,000円×5人）
	経常収益合計	41,000	
経常費用の部	事業費 消耗品費 会場費 臨時雇賃金 褒章記念品 手数料	6,500 20,000 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） 褒章記念品（2名） 振込手数料
	経常費用合計	60,000	
	当期経常増減額	-19,000	

2024年度 東北支部 収支予算案

事業名：東北支部 特別講演会

2024年4月1日から2025年3月31日まで

	科 目	金 額	備 考
経常収益の部	事業収益		
	経常収益合計	0	
経常費用の部	事業費 諸謝金 旅費交通費	20,000 20,500	講師（非学会員1名） 旅費交通費、宿泊費（20,500円×1名）
	経常費用合計	40,500	
	当期経常増減額	-40,500	

2024年度 東北支部 収支予算案

事業名：東北支部 講習会の開催

2024年4月1日から2025年3月31日まで

	科 目	金 額	備 考
経常収益の部	事業収益 研修会事業収益	10,600	会員参加費（1,000円×5人）※ 非会員参加費（2,000円×2人） 学生会員参加費（500円×2人） 学生非会員参加費（300円×2人） ※特別・賛助会員含む
	経常収益合計	10,600	
経常費用の部	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	講師 旅費交通費、宿泊費（20,500円×2人） 当日配布資料 会場・備品使用料 コピー用紙（修了証書）等 振込手数料
	経常費用合計	55,000	
	当期経常増減額	-44,400	

2024年度 東北支部 収支予算案

事業名：東北支部機関誌「東北の雪と生活」39号の刊行

2024年4月1日から2025年3月31日まで

	科 目	金 額	備 考
経常収益の部	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	事業費 印刷製本費	141,000	冊子作成（梱包・郵送費含） 30冊（賛助・特別会員等15＋会員15）
	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
10	平成 9(1997)	佐藤 篤司	山谷 睦	(特)渡邊善八(故人)
11	平成 10(1998)	柳沢 文孝	なし	(特)北村昌美 土屋 巖 PSG 工法研究会
12	平成 11(1999)	佐藤幸三郎	なし	なし
13	平成 12(2000)	なし	なし	矢野 勝俊(故人)
14	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
15	平成 14(2002)	佐藤 威	鈴木 和良	(特)高橋 喜平
16	平成 15(2003)	阿部 修	なし	塚原 初男
17	平成 16(2004)	堀井 雅史	なし	なし
18	平成 17(2005)	なし	なし	安彦 宏人 梅宮 弘道
19	平成 18(2006)	なし	赤田 尚史 根本 征樹	佐藤 清一
20	平成 19(2007)	渡邊 明	蔵王雪氷研究グループ	伊藤 驍
21	平成 20(2008)	なし	原田鉦一郎 山口 正敏	なし
22	平成 21(2009)	小杉 健二	本谷 研	なし
23	平成 22(2010)	なし	石田 祐宣	佐藤幸三郎
24	平成 23(2011)	なし	梅村 順	東浦 将夫(故人) 三崎 安則
25	平成 24(2012)	なし	朝岡 良浩	力石 國男
26	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
37	令和 6(2024)	石田 祐宣	佐藤 研吾	なし	佐藤 威

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(東北学院大学大学院人間情報学研究科教授)

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

(2024.6.20. 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39号

令和6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

©2024（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。