

2018/2019 年寒候期の利尻島における森林内の積雪深の季節変化

吉田圭一郎¹⁾・比嘉基紀²⁾

¹⁾ 〒 240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-2 横浜国立大学教育学部

²⁾ 〒 780-8520 高知県高知市曙町 2-5-1 高知大学理工学部

Seasonal Variations of Snow Depth in the Forests of Rishiri Island during the Winter 2018/2019

Keiichiro YOSHIDA¹⁾ and Motoki HIGA²⁾

¹⁾College of Education, Yokohama National University, 79-2 Tokiwadai, Hodogaya-ku,

Yokohama, Kanagawa, 240-8501 Japan

²⁾Faculty of Science and Technology, Kochi University, 2-5-1 Akebono-cho, Kochi-shi, Kochi, 780-8520 Japan

Abstract. We conducted continuous measurements of snow depth during the 2018/2019 winter (from November 2018 to April 2019), in order to investigate the seasonal variations of snow depth in the forests of Rishiri Island, Hokkaido, Japan. We installed the interval digital cameras at Rishiri Town Museum (25m altitude) and on the west-facing slope of Mt. Rishiri (200m altitude), and interpreted snow depths from the daily images of the measuring tape on a tree trunk. The first snow cover was recorded in late November, and the continuous snow-cover period started at the beginning of December at both observation sites. The snow depth at the higher altitude site was always greater than at the lower site throughout the 2018/2019 winter. The snow depths rapidly decreased during periods when the mean daily temperature was continuously above freezing at both observation sites. Reflecting the altitudinal difference in air temperature, the continuous snow-cover period on the west-facing slope of Mt. Rishiri was 25 days longer than at the Rishiri Town Museum. These results suggest that mountainous terrain and altitude affect the amount of snowfall, and that was significantly correlated with the air temperature during the snowmelt season on Rishiri Island.

1. はじめに

日本列島の日本海側は世界有数の多雪地域である。北海道日本海側の最北部に位置する利尻島は、平地でも最大積雪深が約 1m となる多雪地域であり、利尻島の中央を占める利尻岳の高標高域ではさらに積雪が多くなる。実際、利尻岳南東側のヤムナイ（豊仙）沢の源流部には、雪崩によって涵養される多年生雪渓（万年雪）がみられ（河島ほか、2000）、利尻島の積雪量の多さを示している。

利尻島における積雪深については、これまでに

いくつか報告がある。北海道の最深積雪を等値線図にまとめた増田（1983）では、1962～1981 年における杓形と仙法志の平均最深積雪はそれぞれ 128cm と 77cm で、最も積雪が多かった年では 219cm と 202cm であった。また、気象庁が作成したメッシュ平年値 2010（気象庁、2012）では、大きな誤差を含む可能性が高いものの、利尻島における最深積雪の平年値は平地で 90cm 程度とされている。これらの他に、一時的な観測も行われており、例えば、小杉（2005）では 2004 年 3 月 2 日

に南浜湿原の積雪深が154cmであったことを報告しており、荒川(2012)では2012年2月28日に仙法志で148cmの積雪深を記録している。

多雪地域であるにもかかわらず、利尻島で利用可能な積雪の観測データは限られている。現在、利尻島には2箇所のアメダス観測所(杓形および本泊)が設置されているが、積雪深や降雪量は観測されていない。そのため、積雪については、近接する稚内地方気象台における観測データを代用せざるを得ない。ただし、稚内地方気象台は利尻島から西方約50kmも離れており、利尻島での積雪は稚内地方気象台のものとは異なる可能性が高い。一般に、空間的な変化が大きい気象要素の観測は現地での観測が必要とされる。したがって、利尻島における積雪の空間的な変化や季節変化を明らかにするためには、積雪深や降雪量などの継続的な現地観測が必要となる。

多雪地域では冬季におけるアクセスの困難さから、これまで山岳域や森林内での積雪に関する観測事例はそれほど多くない。特に、高頻度での観測が必要となる季節変化についてはほとんど観測されてこなかった。しかし、近年ではインターバルカメラを用いて連続的な画像取得による積雪深の連続的な観測事例が蓄積されつつある。例えば、Takahashi *et al.* (2011)では東シベリアの氷河末端近くにおいて、インターバルカメラによる積雪深の連続観測を行っており、また、Kawase *et al.* (2018)では立山黒部アルペンルートに沿ってインターバルカメラを設置し、標高別の積雪深の季節変化を観測した。最近では、比較的安価なインターバルカメラが入手可能になってきており、森林内を含めた多点での積雪深の連続観測も可能になりつつある。

本研究では、利尻島における森林植生への積雪の影響を検討する過程で、インターバルカメラを用いて取得した積雪深の予察的な観測結果を報告する。また、観測結果に基づいて、利尻島における標高による積雪深の差異を明らかにするとともに、杓形のアメダス観測点や稚内地方気象台での観測データとの比較から、気候条件との関連性について検討した。

2. 調査地の概要

利尻島は北緯45度11分、東経141度14分に位置し、北海道最北部の日本海上にある火山島である。島の中央には標高1,721mの成層火山である利尻岳がそびえ、標高400~500m付近の傾斜変換線を境として、山頂までの放射状に侵食された急傾斜の火山体と、海岸までの緩傾斜となる火山麓扇状地により主に構成される(石塚, 1999)。

利尻岳には自然度の高い植生が分布しており、利尻岳斜面に沿って明瞭な植生の垂直分布がみられる(吉田, 2014)。標高100~400mまではエゾマツ *Picea jezoensis* やトドマツ *Abies sachalinensis* が優占する亜寒帯針葉樹林であり、400~500mに位置する森林限界よりも高標高になるとササ草原やハイマツ *Pinus pumila* などがモザイク状に分布している。標高1300m以上になると高山植物群落が出現し、ボタンキンバイ *Trollius altaicus*、リシリブシ *Aconitum sachalinense* var. *compactum*、リシリヒナゲシ *Papaver fauriei* などの高山植物がみられる(佐藤, 2007)。

利尻島はケッペンの気候区分で亜寒帯湿潤気候(Df)に属する。利尻島西部に位置する杓形(標高14m)のアメダス観測点における平年値(1981~2010年)では、年平均気温は7.1℃、年降水量は923.6mmである。利尻島の気候は海洋性の特徴を持ち、寒候期の気温は平年値で-4℃程度で、-10℃近くにもなる北海道の内陸部に比べてそれほど低くなく、気温の年較差は比較的小さい。

利尻島の気候はシベリア気団とオホーツク海気団の影響を強く受ける(田上, 1976)。寒候期には、大陸に発達したシベリア高気圧から東アジア冬季季節風が吹き出し、日本海を北上する対馬海流により水蒸気が供給されることで、利尻島を含む北海道の日本海側には多量の降雪がもたらされる。利尻島に最も近い観測点の稚内地方気象台での年間累積降雪量の平年値(1981~2010年)は656cmで、最深積雪の平年値は81cmである。

3. 調査手法

利尻島における積雪深の観測は、利尻町立博物

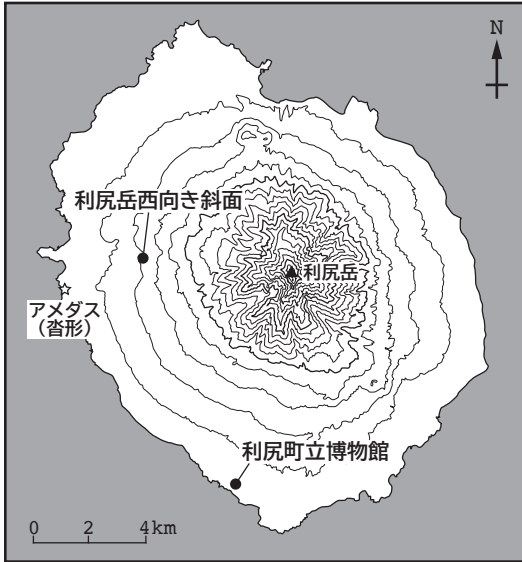


図1. 観測点とアメダス沓形観測所の位置。

Fig. 1. Locations of the observation sites and the AMeDAS Kutsugata station in the Rishiri Island.

館および利尻岳西向き斜面の2箇所で行なった(図1)。利尻町立博物館は、利尻島南西部の仙法志にあり、標高は25mで、海岸線から300m程度の平地に位置する。積雪と森林との関係を検討する目的から、積雪深の観測点は利尻町立博物館に未舗装道路を挟んで西側に隣接する小林分内に設けた(写真1)。この小林分は落葉広葉樹が樹高10m程度で優占し、林冠層は連続して閉じて



写真1. 利尻町立博物館における観測点(標高25m)。

Photo 1. The observation site at Rishiri Town Museum (25m altitude).

おり、林床はササによって覆われている。利尻島西向き斜面での観測は、利尻島西部の沓形から見返台園地へ登る道路沿いの標高200mで、道路から50mほど森林に入った亜寒帯針葉樹林内で行なった(写真2)。主にトドマツが樹高20~25mで優占し、林内にはトドマツの稚樹のほか、ノリウツギ *Hydrangea paniculata* やヒロハツリバナ *Euonymus macropterus* などの落葉低木がみられる。この森林は沓形溶岩上に成立しており、基質はマトリックスを欠いた巨礫により構成され、林床にはササがほとんど出現しない。

積雪深の観測には、比較的安価なインターバルカメラ(KINGJIM社製IR-7)を用いた。森林内の立木の高さ1.5mにインターバルカメラを固定し、インターバルカメラから5~10m程度の距離にある立木の幹にあらかじめ2mの測量用リボンロッドを設置して、定期的に撮影した。撮影した画像から、積雪の上面にある測量用リボンロッドのメモリを1cm単位で読み取り、その時点の積雪深として記録した。インターバルカメラによる撮影は、利尻町立博物館が毎日11時、利尻岳西向き斜面が12時に行い、積雪がみられた2018年11月~2019年4月の画像について読み取りを行なった。

インターバルカメラから取得した積雪深データの対比および検証には、利尻島の東方約50kmに位置する稚内地方気象台(標高3m)における観測データを用いた。また、取得した積雪深の季節変化と気



写真2. 利尻岳西向き斜面における観測点(標高200m)。

Photo 2. The observation site at the west-facing slope of Mt. Rishiri (200m altitude).

候条件との関連性について検討するため、利尻島西部の杓形に設置されたアメダス観測点における観測データを利用した。

4. 結果と考察

図2には、2018年11月から2019年4月までの、利尻町立博物館（標高25m）と利尻岳西向き斜面（標高200m）における積雪深（図2a）、杓形のアメダス観測点における日平均気温と気温の通減率（ $0.55^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ ）を用いて推定した標高200mにおける日平均気温（図2b）、および稚内地方気象台における日降雪量と日最深積雪（図2c）を示した。

利尻岳西向き斜面の標高200m地点では、2018年11月21日に2018/2019年寒候期の初めての積

雪がみられた（図2a）。利尻町立博物館では、同日の降雪量が少なく、林床を占めるササに遮断されたため、積雪としての記載はできなかった。その後も降雪があり、11月22日には利尻町立博物館でも4cmの積雪を記載した。利尻岳の初冠雪（10月13日）からはおよそ1ヶ月で平地でも積雪がみられた。稚内地方気象台でも11月21日に2cmの積雪が観測されており（図2c）、2018年の積雪開始は25mと200mとで標高による違いはみられず、また稚内地方気象台とも同じであった。利尻岳西向き斜面（標高200m）では45cmの積雪となったが、杓形のアメダス観測点のデータから、11月下旬には日平均気温が 0°C 以上になる日がほとんどであったため、融雪量が多くなり、11月27日には消雪

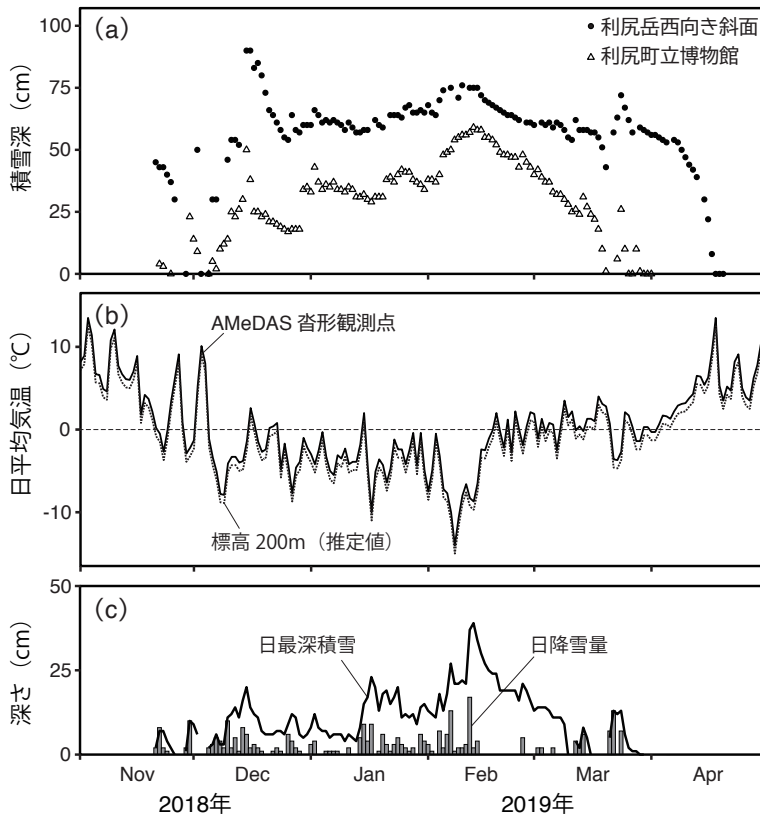


図2. 2018/2019年寒候期における、(a) 利尻町立博物館と利尻岳西向き斜面の積雪深、(b) アメダス杓形観測点の日平均気温とそこから推定した標高200mの日平均気温、(c) 稚内地方気象台の日降雪量と日最深積雪。

Fig. 2. (a) Seasonal variations of snow depth observed using interval cameras at Rishiri Town Museum and the west-facing slope of Mt. Rishiri for 2018/2019 winter. (b) Daily air temperature at the AMeDAS Kutsugata station and the estimated air temperature at 200m altitude, and (c) daily snowfall and snow depth at Wakkanai Local Meteorological Observatory.

した。

2018/2019年寒候期では、12月上旬以降に連続した積雪期間となった。最深積雪は利尻町立博物館で58cm(2019年2月13日)、利尻岳西向き斜面(標高200m)で90cm(2018年12月15日)であった。増田(1983)に示された仙法志の1962~1981年における平均最深積雪は77cmであり、観測点が落葉広葉樹林内で樹冠による降雪の遮断量がほとんどないことを考慮すると、利尻町立博物館における2018/2019年寒候期の最深積雪は例年に比べて少なかったものと考えられる。実際、稚内地方気象台における同期間の日最深積雪は39cm(2019年2月13日)で、平年値(81cm)に比べ半分以下であった。また、2018/2019年寒候期は全国的に降雪量が少なかったことが報告されており(気象庁, 2019)、利尻島も同様の傾向であったことが推察される。

両観測点ともに、12月中旬以降は積雪深に大きな変化はみられなかった。積雪深は、利尻町立博物館では30~60cm、利尻岳西向き斜面(標高200m)では60~80cmで推移しており(図2)、積雪深は常に利尻岳西向き斜面(標高200m)の方が大きくなっていった。標高が高くなるほど積雪深が増加することは、これまでよく知られており(山田・河島, 2005; 若林ほか, 2007)、利尻島でも同様であることが示唆される。ただし、標高だけでなく、両地点間の積雪深の差異には、利尻岳の地形的な影響についても考慮する必要がある。なぜなら、利尻岳西向き斜面では、利尻岳の南西側に位置する仙法志よりも降雪量が多くなり、積雪深が大きくなる可能性があるためである。こうした利尻島における積雪深の空間的な差異と標高を含めた地形との関連性については、本研究で得られた2地点の積雪深データから検討することは難しく、島内での観測点の増設を含めて、今後の課題である。

積雪深は異なるものの、積雪期間における積雪深の季節変化は、利尻町立博物館と利尻岳西向き斜面(標高200m)とでほとんど同様であった。これは、両地点で降雪イベントが共通していたことを示している。一方で、利尻島の2地点と稚内地方気

象台とでは、積雪深の季節変化に差異がみられた。例えば、稚内地方気象台では、2019年1月15~17日や2月12日に多くの降雪が観測され、積雪深が明瞭に増加したが、利尻島の2地点における積雪深の変化は小さかった。降雪量や降雪の空間分布には、雪雲の発生状況に加え、風向や地形などの影響が影響する(例えば、河村, 1961; 力石ほか, 1989; 藤吉ほか, 1996)。利尻島と稚内とでは、こうした降雪にかかわる要因に差異があり、降雪量や降雪日に差異が生じた可能性が示唆される。したがって、利尻島における積雪深の季節変化を明らかにするためには、利尻島内での現地観測が必要であると考えられる。

利尻町立博物館では、2月下旬より積雪深が減少した。3月29日には消雪しており、消雪日は稚内地方気象台とほぼ同じであった。一方、利尻岳西向き斜面(標高200m)では、4月上旬まで積雪深の変化は小さかったが、4月中旬以降に積雪深の急速な減少がみられた。その後、10日程度で50cmあった積雪深が0cmとなり、4月18日に消雪した。

本研究の結果から、両地点における積雪深の減少は気温とよく対応していた。特に、日平均気温が0°C以上となる日が継続することで、急速に融雪していた。利尻町立博物館では、杓形のアメダス観測点における日平均気温が0°C以上となる日が出現し始める2月中旬以降に(図2b)、積雪深が減少傾向となり、日平均気温が0°C以上の日が継続する3月上旬から積雪深は急減した。また、気温の通減率を0.55°C/100mとして日平均気温を算出すると(図2b)、利尻岳西向き斜面(標高200m)は日平均気温が0°C以上となる日が継続する4月4日以降に、急速に積雪深を減らしていた。融雪と気温とは強く関連しており、融雪量は気温に融雪係数を乗じた単純なモデル式によって推定することができる(宮田ほか, 2012)。予察的な調査であるため、本研究の結果から融雪量や融雪係数について検討することはできないものの、利尻島においても気温によって融雪する時期を推測可能であることが明らかとなった。

利尻町立博物館と利尻岳西向き斜面(標高200m)とでは、積雪期間に25日の差がみられた。

長期積雪（根雪）の期間も同様に、利尻岳西向き斜面（標高 200m）が 19 日程度長くなっていた。積雪期間は気温や降雪量と対応し、標高が高いほど積雪期間は長くなる（石田，2006）。2018/2019 年寒候期の利尻島では、両観測点とも積雪開始日がほぼ同じであったことから、積雪期間には融雪期の違いが寄与していた。すなわち、融雪期における気温の違いを反映して、積雪期間の標高差が生じていたことが分かった。融雪期には 1 日あたり 5～10cm と積雪深が急速に減少していたことから、利尻島では積雪深や降雪量の多寡よりも、むしろ融雪期である 2～4 月の気温上昇の程度が消雪日や積雪期間の長さに影響するものと推察される。

5. まとめ

本研究では、森林植生と積雪との関連性について検討する過程で得られた、利尻島における 2018/2019 年寒候期の積雪深の季節変化を報告した。

積雪深の観測を実施した利尻町立博物館（標高 25m）と利尻岳西向き斜面（標高 200m）では 2018 年 11 月下旬に積雪がみられ、12 月上旬から長期積雪（根雪）の期間となった。両観測点間で積雪開始日や積雪深の季節変化には差がみられなかったが、積雪深は常に標高の高い利尻岳西向き斜面で大きかった。両観測点では、日平均気温が 0°C 以上となる日が継続するとそれぞれ急速に積雪深が減少しており、融雪期における気温の標高差のため、利尻岳西向き斜面（標高 200m）の積雪期間は利尻町立博物館（標高 25m）に比べて 25 日長くなっていた。

これまで、山岳域における積雪深の観測は難しく、観測事例は限られてきた。特に、亜寒帯針葉樹林など一年中樹冠に覆われている森林内では、積雪深は現地観測が必要であり、現地へのアクセスの困難さから連続的な観測はほとんど行われてこなかった。本研究では、比較的安価なインターバルカメラによって森林内の積雪深とその季節変化を、予察的ではあるが記録することができた。このことは、積雪深の観測におけるインターバルカメラの有用性の一端を示しており、今後は同様の観測を継続しつつ、観測地点を増やすことで、利尻島における積雪

深の時空間分布について明らかできると考える。一方で、インターバルカメラを用いた積雪深の観測データの精度については、本研究では検証することができなかった。利尻島における森林植生の分布と積雪との関連性について検討することと合わせ、今後の課題としたい。

6. 謝辞

現地調査では宗谷森林管理署および利尻森林事務所の方々に調査許可申請や情報提供などお世話になった。また、観測点の設置に際して、利尻町立博物館の佐藤雅彦氏にご協力とご助言をいただいた。ここに記して御礼申し上げます。なお、本研究には JSPS 科研費 JP15K01160 の一部を利用した。

引用文献

- 荒川逸人，2012. 資料編：2011-2012 冬期における北海道内の広域積雪調査データ。北海道の雪氷，(31): S1-S14.
- 藤吉康志・藤田岳人・武田喬男・小尻利治・寶馨・池田繁樹，1996. 複雑山岳地形が風下の降雪分布に及ぼす効果 - 濃尾平野を例として -. 天気，43(6): 391-408.
- 石田仁，2006. 富山県の森林帯における年間積雪期間の標高傾度 - 林床地表面温度からの推定 -. 雪氷，68(5): 489-496.
- 石塚吉浩，1999. 北海道北部，利尻火山の形成史。火山，(44): 23-40.
- Kawase, H., A. Yamazaki, H. Iida, K. Aoki, W. Shimada, H. Sasaki, A. Murata, & M. Nosaka, 2018. Simulation of extremely small amounts of snow observed at high elevations over the Japanese Northern Alps in the 2015/16 winter. *SOLA*, 14: 39-45.
- 河村武，1961. 北海道における冬季の降水分布の総観気候学的考察。地理学評論，34(11): 583-595.
- 河島克久・納口恭明・小林俊市・佐藤雅彦，2000. 表層コア掘削による利尻山の多年性雪渓の雪氷学的調査。利尻研究，(19): 79-87.

- 気象庁, 2012. メッシュ平年値2010. 気象庁. 東京.
- 気象庁, 2019. 冬(12~2月)の天候. 気象庁報道発表(平成31年3月1日). 気象庁. 東京.
- 小杉和樹, 2005. 利尻島南浜湿原の保全と利用のための科学的調査報告. 第19回(平成16年度)TaKaRa ハーモニストファンド研究助成報告, 5-18.
- 増田久夫, 1983. 北海道積雪分布図(平均最深). 新技術情報No.6. 札幌.
- 宮田俊介・朝岡良浩・風間聡, 2012. 全国のAMeDAS観測点におけるDegree-Day法および融雪係数の検証. 土木学会論文集B1(水工学), 68(4): 343-348.
- 力石國男・菅谷重平・前田秀樹, 1989. 青森市の降雪特性. 雪氷, 51(4): 253-264.
- 佐藤謙, 2007. 北海道高山植生誌. 北海道大学出版会. 札幌. 688pp.
- Takahashi, S., K. Sugiura, T. Kameda, H. Enomoto, Y. Kononov, M. D. Ananicheva, & G. Kapustin, 2011. Response of glaciers in the Suntar-Khayata range, eastern Siberia, to climate change. *Annals of Glaciology*, 52(58): 185-192.
- 田上善夫, 1976. 利尻島における偏形樹の形成要因について. 地学雑誌, 85(1): 28-42.
- 若林隆三・伊東義景・原田裕介・北村淳・杉山元康・明石浩司・前原徹・戸田直人・土屋勇満・加藤久智・池田慎二・D. M. Ryan, 2007. 山岳積雪の高度依存性. 信州大学農学部AFC報告, (5): 107-131.
- 山田知充・河島克久, 2005. 山地積雪. 日本雪氷学会監修, 雪と氷の事典: 122-129. 朝倉書店. 東京.
- 吉田圭一郎, 2014. 利尻島における森林植生の垂直分布. 植生史研究, 22(2): 45-46.