ISSN 2423-9305

市立大町山岳博物館 研究紀要

第 6 号

原著論文
鈴木啓助　大町市とその周辺地域における近年の気候変動 ……1-5
報告
太田勝一　青木湖と佐野坂丘陵の成り立ち（予報）……7-16
千葉悟志　クサレダマの生活史
―日本産草本植物の生活史研究プロジェクト報告第 12 報― ……17-21
短報
藤田淳一　白馬村において新たに観察されたシガオニアザミ ……23-24
栗林勇太　長野県中信地区におけるブッポウソウ *Eurystomus orientalis* の記録
―長野県松本市における観察記録と市立大町山岳博物館収蔵の大町市
及び小谷村の標本記録―……25-27
資料
鈴木啓助　企画展「雪が織りなす物語」 ……29-40
関 悟志　志村寛（号・烏嶺）宛 牧野富太郎筆の書簡
―2020 年度 企画展「博物学と登山」展示資料― ……41-47
他誌掲載の論文・報告等 ……49

2021(令和 3)年 3 月

市立大町山岳博物館

2020(令和 2)年度

市立大町山岳博物館研究紀要編集委員会

Editorial Committee of the Bulletin of the Omachi Alpine Museum for fiscal year 2020

委員長：館長　鈴木啓助

Editor: Director, SUZUKI Keisuke

委　員：副館長　清水隆寿　学芸員　千葉悟志　関　悟志　藤田達也　栗林勇太（事務局）
専門員　太田勝一

Editorial Staff: Vice-director, SHIMIZU Koji　Curator, CHIBA Satoshi　Curator, SEKI Satoshi
Curator, FUJITA Tatsuya　Curator, KURIBAYASHI Yuta (Secretary)
Specialist, OTA Katsuichi

市立大町山岳博物館研究紀要　6：1 - 5（2021）
Bull. Omachi Alpine Museum (6)：1 - 5（2021）

原著論文
Original Articles

大町市とその周辺地域における近年の気候変動

鈴木 啓助

市立大町山岳博物館，〒398-0002 長野県大町市大町 8056-1

Climatic variation in recent years in Omachi City and its surrounding area

SUZUKI Keisuke

Omachi Alpine Museum, 8056-1, Omachi, Omachi City, Nagano Pref., 398-0002, JAPAN

ここ数年は、大町市のみならず全国的にも気温が高めに推移し、冬期の降積雪量も少ない傾向が続いている。降積雪量の変動は、豊富な水資源を有する大町市にとっても重要な関心事である。そこで、気象庁によるアメダス気象観測所でのデータを用いながら、大町市および周辺地域での近年の気候変動について検討を行う。過去は未来を写す鏡であると言われるように、これからの大町市での気候はどうなるのかを考える際には、これまでの観測データを参考にすることが有効なためである。

キーワード：気温、降積雪深、アメダス気象観測所

1 はじめに

2019 年から 2020 年にかけての冬期は、冬型の気圧配置が続かず、寒気の流入が弱かったために記録的な暖冬であった。これに伴い降雪量も全国的に少なかった。一方、低気圧や前線の影響を受けやすかったため、東日本から西日本にかけての太平洋側地域で降水量が多かった。

大町市でも、ここ数年は冬の気温が高く降雪量が少ない傾向である。大町市の水道水はほとんどが湧水起源であると言われるように、地下水が極めて豊富である。大町市街地の西側の飛騨山脈（北アルプス）のみならず東側の東山と呼ばれる山地も水道水の水源となっている。これらの豊富な水資源の涵養に大きな役割を果たしているのが、天然の白いダムと呼ばれる雪である。そのために、降積雪量の変動は市民生活や地域の産業にとっても関心が高い気候要素のひとつである。ここでは、大町とその周辺地域における気温、降水量と降積雪量の変動を中心に検討する。

2 使用データ

ここで使用するのは、気象庁の地域気象観測システム（AMeDAS：アメダス）で観測されたデータである。アメダスは 1974 年 11 月 1 日に運用が開始され、全国の約 1300 カ所で降水量が観測されている。そのうち約 840 カ所では、降水量の他に風向・風速、気温、日照時間も観測されている。雪の多い地域の約 320 カ所では積雪深も観測されている。降水量の多寡は災害に直結するので最多の地点で観測されている。

大町市のアメダス観測所（以降はアメダス大町と呼ぶ）はファミリーマート大町大原店の南側に位置している。降水量は 1976 年 4 月 9 日から、風向・風速、気温と日照時間は 1978 年 11 月 20 日から、積雪深は 1981 年 10 月 21 日から観測が行われている。

3 気温の変動

アメダス大町における 1979 年から 2019 年までの 41 年間の年平均気温変動を図 1 に示す。

ここでは、気候要素の変動を検討するために、長期変動傾向の統計解析に用いられるノンパラメトリック検定のひとつで、外れ値の影響を受けにくいとされる Man-Kendall 検定を用いる。図 1 に示すように、tau の絶対値の最大は 1 で、正負の量は増減を表し、pValue が小さいほど増減傾向が統計的に有意であることを示す。

大町市における近年 41 年間の年平均気温は、有意水準 1 %以下で統計的に有意に上昇している。上昇の度合いは、2.5 ℃/100 年である。ただ、1997 年までと 1998 年からに

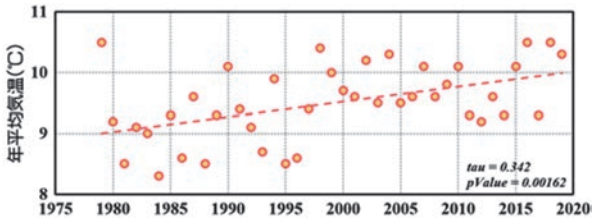


図１　大町における年平均気温変動

分けてみると、それぞれの期間で、年平均気温は（統計的に）ほとんど変化していない。もちろん、それぞれに暖かい年や寒い年はあるが、期間内では上昇傾向も下降傾向もほとんど見られない。このような気温の変動の仕方は、図 2 に示す穂高と白馬における年平均気温変動にも見られる。穂高と白馬は、アメダス観測所としては大町の南北での隣である。穂高では、近年 41 年間では 3.5 ℃/100 年の年平均気温上昇が有意水準 1 %以下で統計的に有意であるが、1997 年までほぼ上昇し、1998 年以降は上昇傾向が認められない。白馬では、近年 41 年間では 2.0 ℃/100 年の年平均気温上昇が有意水準 5 %以下で有意であり、穂高や大町よりも年平均気温の上昇が緩やかである。さらに、白馬でも 1998 年以降の年平均気温の上昇傾向が見られない。

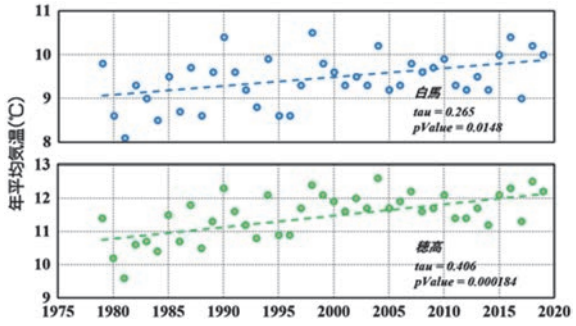


図２　白馬と穂高における年平均気温変動

大町をはじめとして、穂高や白馬でも認められるような、気温の階段状の変動傾向は、ハイエイタスと呼ばれる気温上昇が一時的に停滞する世界的な現象である。このように、気候要素が数十年間隔で大きく変わることを、レジームシフトとか気候ジャンプと呼ぶ。気温や積雪深などの気候要素は、年ごとに緩やかに少しずつ変わるのではなく、数十年間隔で大きく変わることが知られている（見延、2008; Watanabe, et. al., 2014 など）。

大町、穂高と白馬では、近年 41 年間で年平均気温は統計的に有意に上昇しているが、変動傾向に季節性があるのか否かを次に検討する。

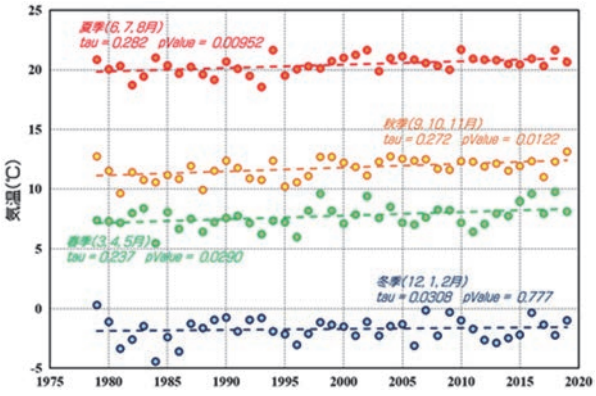


図３　大町における季節ごとの平均気温変動

気象庁による季節分類に準じ、3、4、5 月を春季とし 3 ヶ月ごとに夏季、秋季、冬季とする。アメダス大町における季節ごとの平均気温の変動を図 3 に示す。夏季の平均気温は有意水準 1 %以下で有意に上昇傾向を示す。ついで、秋季と春季の平均気温は有意水準 5 %以下で有意に上昇傾向を示すが、冬季については統計的に有意な変動傾向は認められない。ちなみに、Man-Kendall 検定による tau 値は、7 月の 0.365 が最大であり、1 月の-0.0394 が最小である。これらのことから、大町では年間を通して気温が上昇傾向にあるのではなく、夏季の気温の上昇が年平均気温の上昇傾向に寄与しており、冬季の気温は上昇傾向も下降傾向も示していないことがわかる。夏季の気温上昇は、地球規模での気温変動の影響による可能性があるが、アメダス観測所近傍の土地利用の変化にも起因することが考えられる。これについては、さらなる調査研究が不可欠である。

4 降水量の変動

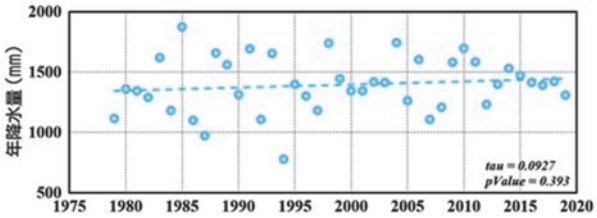


図４　大町における年降水量変動

アメダス大町における 1979 年から 2019 年までの 41 年間の年降水量変動を図 4 に示す。近年の大町における年降水量の変動は極めて大きく、1994 年の 776 mm から 1985 年の 1874 mm まで 2.4 倍もの変動がある。しかしながら近年の 41 年間では年降水量の増減傾向は統計的に認められない。

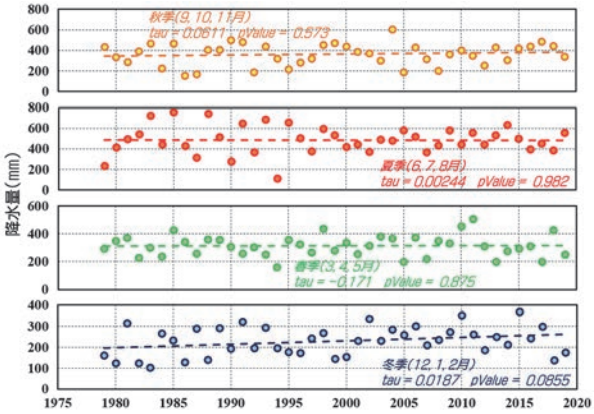


図５　大町における季節ごとの降水量変動

次に、気温と同様に季節ごとの降水量の変動傾向を図 5 に示す。春季から夏季、秋季までは降水量に増減傾向は認められないが、冬季降水量については有意水準 10 %以下で増加傾向が統計的に有意である。

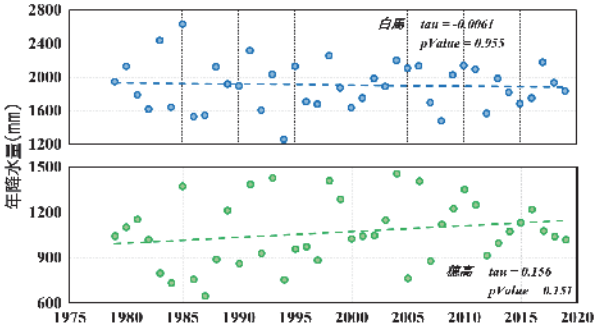


図６　穂高と白馬における年降水量変動

穂高と白馬における年降水量の変動を図 6 に示す。白馬では年降水量の増減傾向は認められないが、穂高での年降水量は、有意水準は 15 %ながら弱い増加傾向が認められる。

５ 降積雪深の変動

1980 年の年末から 1981 年の年始にかけて、大町では記録的な豪雪に見舞われた。この豪雪は、昭和 56 年豪雪と呼ばれ、東北から近畿までの日本海側の広い地域で多量の降積雪が観測された。しかし、アメダス大町で降積雪深が観測されたのは 1981 年 10 月からである。それ以前の積雪深は、現在の長野県大町合同庁舎近傍で観測されていた。わずかに離れた地点でも、積雪深は大きく変わるため、昭和 56 年豪雪時の大町での積雪深とアメダス大町での積雪深の差異を議論することはできない。これについては、別の機会に検討する予定である。

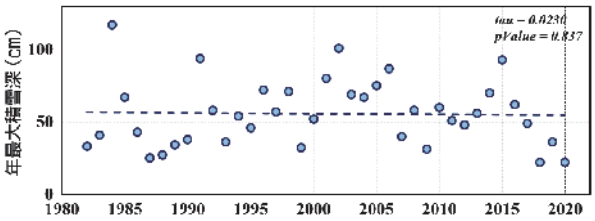


図７　大町における年最大積雪深変動

アメダス大町における 1982 年から 2020 年までの年最大積雪深の変動を図 7 に示す。ここで、2020 年の最大積雪深とは、2019 年初冬から 2020 年春先までの積雪深の最大値を指す。冬季の平均気温には統計的に有意な変動傾向は認められないことを前述したが、年最大積雪深にも統計的に有意な変動傾向はみられない。しかし、年々の変動幅は大きく、1984 年のように最大積雪深が 117 cm に達した冬もあれば、2018 年や 2020 年のように 22 cm にしかならない冬もある。1991 年、2002 年、2015 年のように 100 cm 前後まで雪が積もる冬と、20～30 cm 程度しか積もらない冬が 10 数年ごとに繰り返している。ちなみに、1983 年から 1984 年にかけての冬も、昭和 59 年豪雪と呼ばれ、関東南部や東海地方でも大雪になった冬である。なお、暖冬少雪として記憶に新しい 2020 年冬の最大積雪深は 22 cm で、アメダス大町における観測期間では極端に小さな値ではない。

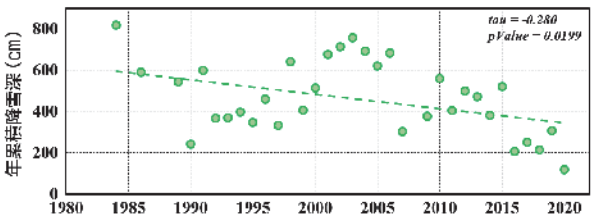


図８　大町における年累積降雪深変動

アメダス大町における 1984 年から 2020 年までの年累積降雪深の変動を図 8 に示す。2020 年の累積降雪深とは、2019 年初冬から 2020 年春先までの 1 時間ごとの降雪深の累計値である。豪雪年の 1984 年からのデータのため、1984 年の最多の累積降雪深と、最近 5 年間の少ない降雪深のために、年累積降雪深は有意水準 5 %以下で統計的に有意に減少傾向を示す。2020 年冬季の累積降雪深は、アメダス大町での観測期間で最も少ない年累積降雪深である。一方、1984 年と最近 5 年間のデータを除いた 1985 年から 2015 年までの期間では、年累積降雪深に統計的に有意な変動傾向は認められなくなる。

アメダスで観測されている降水量は、雪も融けた水の量として計測される。大町では、夏の降水はほとんど雨（時には霰や雹として降ることもある）であるが、冬には雪のみならず雨で降ることもある。大町で降る夏の雨も、ほとんどは雲の中では氷結晶として成長するが、降ってくる途中で融けて雨になる。最近5年間の年累積降雪深は極めて少ないが、前述のように、冬季降水量は必ずしも減っているわけではない。冬季降水量と累積降雪深との関係については後述する。

さて、前述の年平均気温変動に見られるようなレジームシフトが、年最大積雪深の変動には見られないのだろうか。図7に示した最近41年間のアメダス大町における年最大積雪深変動には明瞭なレジームシフトは見られない。そこで、降積雪深の均質なデータが長期間にわたって揃う十日町市における降積雪深の変動を次に検討する。

6 十日町市における降積雪深の変動

新潟県十日町市にある森林総合研究所十日町試験地では、1918年から現在まで途切れることなく積雪深の観測を継続している（竹内ほか、2019）。100年以上にわたり継続的な積雪深のデータが得られている。そこでの年最大積雪深の変動を図9に示す。十日町市では、1945年に424 cmという観測期間では最大の積雪深が観測されている。一方、年最大積雪深が100 cmにも満たない冬がかなりの頻度で見られる。ちなみに、1945年は、日本の年平均気温偏差においてもこれまでの最低の気温である。また、十日町市での2020年はこれまでで最小の積雪深（72 cm）である。100年規模の変動では、年最大積雪深が有意水準10 %以下で統計的に有意に緩やかな減少傾向にある。しかし、レジームシフトが、十日町での年最大積雪深の1940年代までとそれ以降でも見られる。1918年から1948年までと1949年から2020年では、変動傾向が異なり、前者では統計的に有意ではないが緩やかに増加傾向であり、後者では変動に増減傾向は認められない。

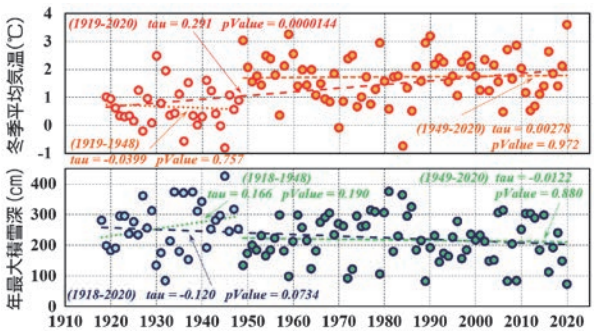


図9　十日町における年最大積雪深と冬季平均気温の

さらに、図9には十日町における冬季平均気温の変動も併せて示す。なお、冬季平均気温については1919年から2020年までである。ここでの冬季平均気温は前年の12月から3月までの平均気温である。1919年から2020年までの十日町における冬季平均気温は統計的に極めて有意に増加傾向が認められる。しかし、年最大積雪深と同様に1948年までと1949年以降ではレジームシフトが認められ、両者の期間では統計的に有意な増減傾向は認められない。つまり、1948年までの冬季は寒冷で積雪深が大きく、1949年以降は、それに比較して温暖で積雪深が小さくなっている。

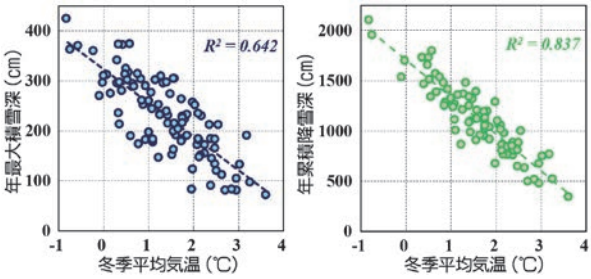


図10 十日町における冬季平均気温と年最大積雪深・年累積降雪深の関係

さらに、図9のふたつのグラフを比較すると、十日町における年最大積雪深と冬季平均気温の変動は、逆相関となっているようである。そこで、十日町における冬季平均気温と年最大積雪深の関係を図10左図に示す。両者は統計的に有意に負の相関を示している。図10右図には、1943年から2020年までの十日町における冬季平均気温と年累積降雪深の関係を示す。冬季平均気温と年累積降雪深の関係は、冬季平均気温と年最大積雪深の関係よりもさらに統計的に有意な負の相関を示す。つまり、全期間を通して、冬季平均気温が低い冬には年最大積雪深と年累積降雪深が大きくなり、冬季平均気温が高い冬は年最大積雪深と年累積降雪深が小さくなる傾向にある。十日町では、冬季平均気温がほとんどの年でプラスの値を示すことから、降雪と降雨の閾値である気温条件で降水が観測されていることがわかる。冬季平均気温が低い年には、降雨よりも降雪となる頻度が多いため年累積降雪深が大きくなり、結果的に年最大積雪深も大きくなる。一方、冬季平均気温が高い年には、降雪よりも降雨となることが多いため年累積降雪深が小さくなり、年最大積雪深も小さくなる。

これは、降水粒子は基本的に氷晶として成長し、落下の過程で気温が高ければ融けて降雨となるが、低温のままであれば降雪となるという基本的な降水粒子形成機構を理解すれば当然のことである。つまり、冬季の気温が降雪と降雨の閾値付近の値を示す地点では、冬季の気温が降雪量の

変動を左右することになる。そこで、次に、大町市とその周辺地域での冬季気温と降雪深の変動を検討する。

7 大町市とその周辺地域における冬季気温と降雪量の関係

アメダス大町観測地点の標高は784mであり、冬季平均気温（12月から3月）はほとんどの年で氷点下の値であるが、時には正の値となる年もある。気温と降雪深を観測しているアメダス観測地点で、大町の近傍で標高が高く気温が相対的に低い地点として菅平がある。また、標高が低く相対的に気温が高い地点として富山県・朝日がある。そこで、これら3地点における冬季平均気温と年累積降雪深の関係（菅平では1982年から2020年、大町では1984年から2020年、朝日では1985年から2020年）を図11に示す。各地点の冬季平均気温は、それぞれの標高と関連し、

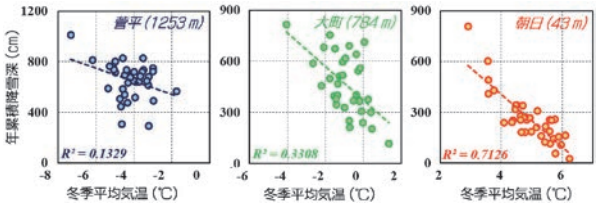


図 11 菅平･大町・朝日における冬季平均気温と年累積降雪深の関係

菅平での冬季平均気温は近年ではいずれの年も氷点下の値である。逆に、朝日での冬季平均気温は近年ではいずれの年も正の値である。大町は、標高と冬季平均気温ともに両地点の間の値を示す。朝日では十日町と同様に、冬季平均気温と年累積降雪深には極めて良好な相関が認められる。逆に、菅平では冬季平均気温と年累積降雪深との関係は不明確となる。観測期間の中で、冬季平均気温が最も低温で年累積降雪深が最も大きな1984年(いわゆる59豪雪の年)を除くと、ほとんど相関が認められなくなる。相関の度合いも、大町では菅平と朝日の間の値を示す。

8 まとめ

ここまでの検討に基づき、大町市および周辺地域における今後の降積雪の変動を考察する。今後とも地球規模での気温上昇が続くとすれば、十日町や朝日などのように、冬季の気温が降雪と降雨の閾値付近の値を示す地点では、降雨の頻度が多くなるため降雪量が少なくなり、結果的には積雪量も少なくなることが考えられる。一方、菅平のように冬季の気温が低い地点では、わずかの気温上昇では降雪が降雨となるようにはならず、これまでのような降積雪量を示すものと考えられ、それらの多寡は、単純な気温との関係ではなく、シベリア高気圧の強弱や偏西風の蛇行などの総観場の影響によるものと考えられる。大町では、菅平と朝日の中間的な冬季気温であることから、暖冬傾向が強い冬には降積雪量が少なくなることが考えられる。しかしながら、大町の水資源の涵養域となっている北アルプスの山々では、降雪が降雨となるような気温まで上昇してしまうとは考えられないので、地球規模での気温上昇に伴い降積雪量が少なくなるとは結論できない。地球規模で気温が上昇すれば蒸発量が増加するのであるから、降雪量は多くなると考えられるのである。

謝　辞

十日町市のデータは、森林総合研究所十日町試験地から提供していただきました。記して謝意を表します。

文　献

見延庄士郎（2008）：北太平洋における気候の数十年スケール変動に関する研究．天気、55、135-147.

竹内由香里、勝島隆史、庭野昭二、村上茂樹、山野井克己、遠藤八十一、小南 裕志（2019）：森林総合研究所十日町試験地の気象100年報（1918年～2017年）．森林総合研究所研究報告、18、35-99.

Watanabe, M., H. Shiogama, H. Tatebe, M. Hayashi, M. Ishii, and M. Kimoto (2014): Contribution of natural decadal variability to global-warming acceleration and hiatus. Nature Climate Change, doi: 10.1038/nclimate2355

《 原稿受付 2020(令和2)年11月30日，査読後受理 2021(令和3)年1月26日 》

市立大町山岳博物館研究紀要　6：7 - 16（2021）
Bull. Omachi Alpine Museum (6)：7 - 16（2021）

報　告
Reports

青木湖と佐野坂丘陵の成り立ち（予報）

太田 勝一

市立大町山岳博物館，〒398-0002 長野県大町市大町 8056-1

Formation processes of the Aoki Lake and Sanosaka Hill, central Japan (Predicton)

OTA Katsuichi

Omachi Alpine Museum, 8056-1, Omachi, Omachi City, Nagano Pref., 398-0002, JAPAN

佐野坂丘陵は大小の岩塊からなる崩壊堆積物からなり，かつての姫川を堰き止めて青木湖を形成したと考えられている．しかし，その形成過程には不明な点が多かった．たとえば，① 佐野坂丘陵の西側山地に位置する明瞭な崩壊崖の中軸に比べて，崩壊堆積物の位置は約 200 m 北側に偏り，また，② 崩壊堆積物の構成岩石は崩壊崖の地質構成と異なるなどの問題点が残されている．その原因として，崩壊崖の最大傾斜方向に対して崩壊堆積物が斜め北方向に移動した可能性や，未知の横ずれ活断層により崩壊堆積物が北側に変位した可能性などが考えられる．活断層が関与した場合，断層活動と地震により大規模崩壊が発生し，その後の断層運動と崩壊の繰返しにより，現在の青木湖と佐野坂丘陵が形成された可能性がある．これらの問題について，崩壊崖と崩壊堆積物の地質調査を実施し，既存のデータと統合して，今後の研究のための予察検討を行った．

キーワード：青木湖，佐野坂丘陵，崩壊堆積物，堰き止め湖，神城断層

1 はじめに

長野県北西部の糸魚川ー静岡構造線沿いには，北側から青木湖，中綱湖，木崎湖からなる３連湖があり，仁科三湖と呼ばれている（図 1A）．青木湖の北岸には，東西方向に延びる佐野坂丘陵が存在する．佐野坂丘陵は，糸魚川ー静岡構造線の西側に位置する北アルプスの前山と，東側の低山帯を結ぶ丘陵であり，北に流れる姫川と南流する農具川の分水嶺となっている．

青木湖の成因については，かつての姫川の源流は現在より南側にあり，佐野坂丘陵の出現により堰き止められてできたと考えられている（山下ほか，1985 など）．佐野坂丘陵の成り立ちは古くから注目されており，モレーン説（小川，1931），火山噴火説（八木，1934），西側山地の大規模崩壊説（山下ほか，1985 など）の３つ見解があり，現在では大規模崩壊説が支持されている（多ほか，2000：矢野，2017 など）．

一方，佐野坂丘陵と青木湖の詳しい形成過程と年代については不明な点も多い．特に，佐野坂丘陵の崩壊堆積物と崩壊崖の地質を詳細に比較した研究はこれまでなかった．そこで本稿では，佐野坂丘陵と西側山地で実施した地質踏査結果をもとに，既存のデータを統合して，青木湖と佐野坂丘陵の形成過程解明に向けての，現時点での作業仮説を提示する．

2 地形・地質概説

仁科三湖は北側の白馬盆地と南側の松本盆地の間に位置する，糸魚川ー静岡構造線沿いの狭長な低地に形成されている．仁科三湖の西側は仁科山地，東側は大峰山地からなる（図 1A）．仁科山地は，北の小遠見山（標高 2,007 m）から南の小熊山（標高 1,303 m）にかけて南北方向に続く狭長な尾根地形である．低山ながら，細い稜線と急傾斜の山腹斜面からなり，急峻な山容を示す．これに対して大峰山地は，標高 1,000～1,200 m 程度のなだらかな尾根が続く丘陵性の山地である．

佐野坂丘陵は，東西の延長約 1.7 km，南北の幅約 0.7 km，標高 850～900 m の小規模な丘陵で，大町市と白馬村の行政界をなしている．丘頂部は幅が広く，多数の分離小丘と小凹地が不規則に集中する特異な地形を呈する．佐野坂丘陵は，北側に流下し日本海に注ぐ姫川と南流し高瀬川に合流する農具川の分水嶺となっている．姫川の源流は佐野坂丘陵の北側に位置する湧水で，農具川の源流は青木湖である．

仁科三湖周辺の地質は，東側から小谷ー中山断層，神城断層および鹿島川付近を境に，南北方向に延びる 4 つの地帯に区分される（図 1B）．小谷ー中山断層以東は，水内帯と呼ば

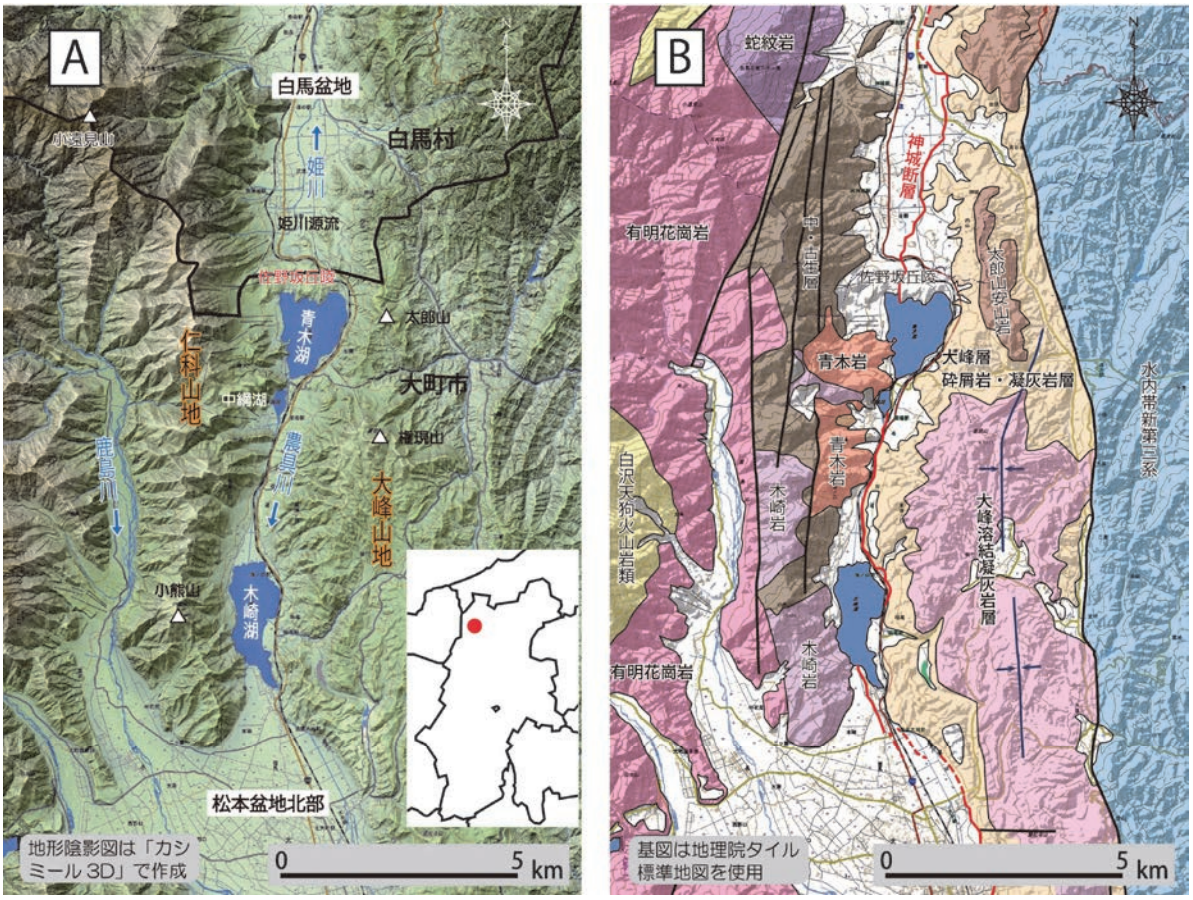


図１　仁科三湖周辺の地形陰影図（A）と編集地質図（B）．編集地質図は，矢野ほか（2016）を一部改変．

れる，おもに砂岩，泥岩からなる新第三紀の海成層である．小谷－中山断層と神城断層の間は，大峰帯と呼ばれる鮮新～更新統の陸生層であり（小坂，1980），砂礫質の扇状地堆積物と酸性凝灰岩類を主とする．大峰山地の山頂部は，権現山付近より南側は大峰溶結凝灰岩層（長橋，1998）に広く覆われ，これより北側には太郎山安山岩などの火山岩類が断続的に分布する．

これに対して，神城断層より西側の仁科山地は，中・古生層と白亜紀末～古第三紀初期の火山岩～深成岩類からなる．また，北側の延長部に古生代二畳紀の貫入と考えられる超塩基性岩が分布する．中～古生層は，古生代二畳紀の神城層と中生代ジュラ紀の木崎層で構成される（加藤ほか，1989）．神城層は，頁岩，塩基性火山岩類，チャートを主とする．木崎層は頁岩を主とし，砂岩を伴う（小林・田中，1953：加藤ほか，1989）．

超塩基性岩はかんらん岩～蛇紋岩からなり，小遠見山から八方尾根，岩岳山にかけて広く分布する．仁科山地の北部では，南北性の断層に挟み込まれて狭長に分布する（山下ほか，1985：加藤ほか，1989）．

白亜紀末～古第三紀初期の火山～深成岩類は，白亜紀末の木崎岩，青木岩と古第三紀初期の有明花崗岩から構成される．木崎岩は流紋岩質溶結凝灰岩，青木岩はおもに花崗斑岩からなり（加藤ほか，1989），両者は火山-深成複合岩体と考えられている（笹倉，1932）．有明花崗岩はおもに粗粒角閃石黒雲母花崗岩からなり，古期岩類，木崎岩，青木岩に熱変成を与えている．また，図 1B の西縁部には，流紋岩質溶結凝灰岩からなる，前期更新世の白沢天狗火山岩類が分布する．

３ 地質踏査結果

佐野坂丘陵付近と，その西側に位置する仁科山地の山腹斜面において地質踏査を実施した．簡略化したルートマップを図２に示し，以下に解説する．本報告では，仁科山地の東斜面に位置する尾根地形と谷地形について，北側から１尾根～７尾根および，１沢～５沢と仮称し，青木湖北西岸の岬と湾を，それぞれＡ岬，Ａ湾と呼ぶ．

（１）凝灰岩類（仮称）

凝灰岩類は，白馬さのさかスキー場から獅子ヶ鼻およびドウカク山付近にかけて，岩塊～角礫として至る所に分布する．ただし露頭は，今回の踏査では，２沢下流部の１箇所のみで確認した．佐野坂丘陵に分布する岩塊については，山下ほか（1985）では「安山岩質岩」，多ほか（2000）では「酸性凝

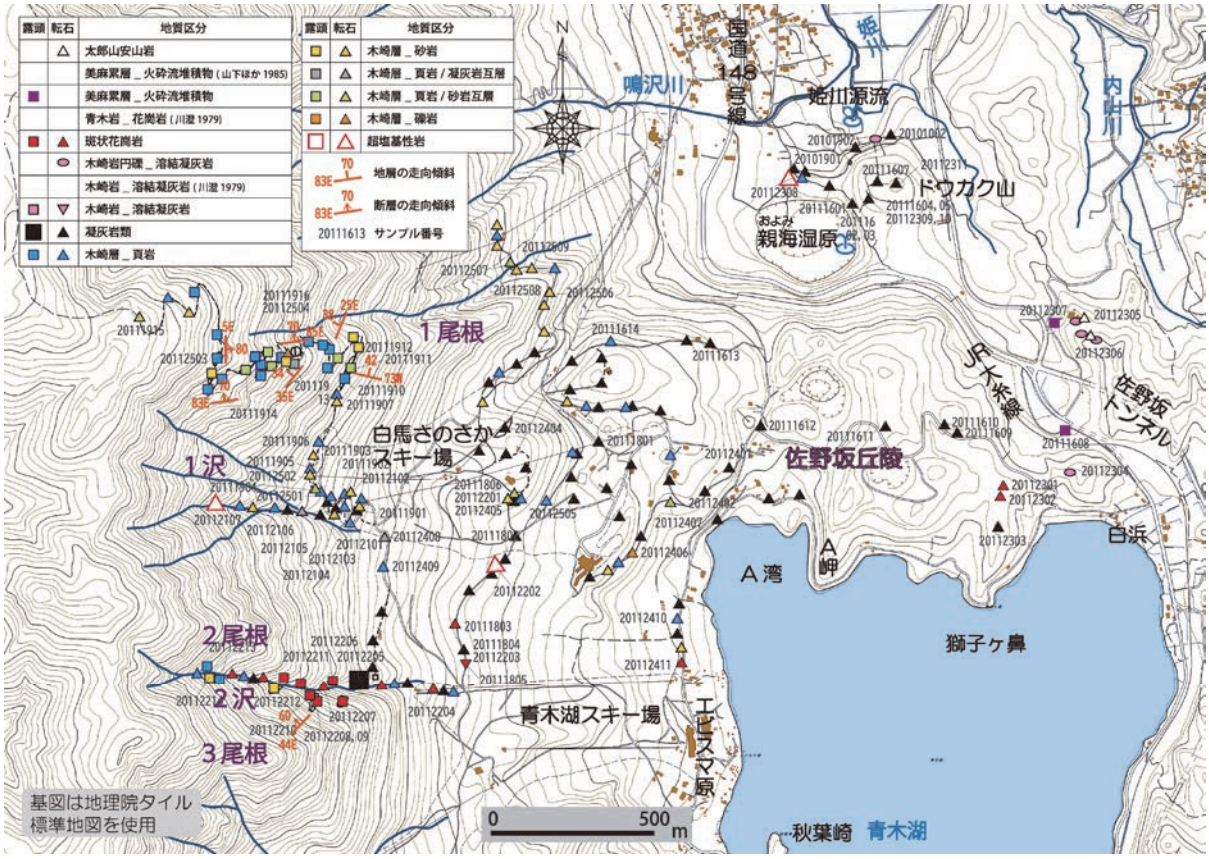


図２　佐野坂丘陵と仁科山地のルートマップ

灰岩」と「角閃石斜長岩」としている．岩塊，露頭ともに熱変成による再結晶化が進んでいるため，厳密な岩石名はこれまでに確定していない．

凝灰岩類の岩塊は，暗緑灰色～灰色で，中粒斑状または細粒緻密である．斑状岩の岩塊は径 2～5 mm の斜長石結晶を多く含み，斜長石結晶は破片状のものが多い．基質は細粒緻密で，斜長石や長柱状の有色鉱物の微小結晶が認められる．また，中粒斑状の部分から細粒または泥質部への級化成層を示す岩塊が多数あり（写真 1，2），頁岩の薄層が挟在する岩塊や，径 0.5～1 cm の暗緑灰色岩片を含む岩塊を混じえる．２沢の露頭は，泥質の斑状岩からなる．

以上の状況から，本岩塊は凝灰岩を主とし，火山礫凝灰岩を部分的に伴う地層が起源と考えた．ただし，岩塊，露頭ともに熱変成による再結晶化が進み，今回の予察では肉眼観察による岩質の判断が難しかった．このため，本報告では「凝灰岩類」と仮称する．砂泥質なものでは，熱変成により細粒の黒雲母が多量に生成し，暗赤紫色を帯びる．

加藤ほか（1989）の地質図では，２沢下流部は神城層の塩基性火山岩類として示されており，塩基性火山岩類はおもに玄武岩質の火山礫凝灰岩と凝灰岩からなるとしている．

なお，今回の踏査では，凝灰岩類が神城層，木崎層のいずれに属するか判断困難であったため，年代不明とする．

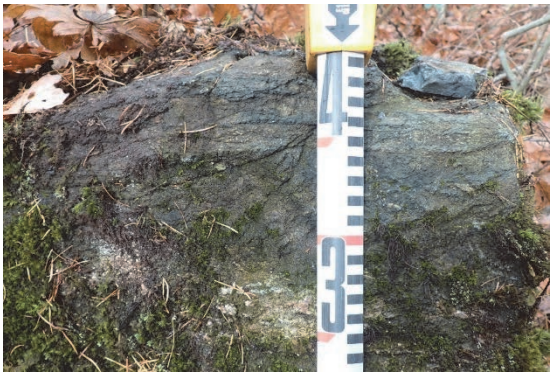


写真１　成層した凝灰岩類の岩塊

写真２　級化構造を示す凝灰岩類の岩塊

（2）木崎層砕屑岩

木崎層の砕屑岩の露頭は１尾根沿いの林道の切土のり面に多数見られ，２沢の上流部でも小規模に分布する（写真 3）．地層の走向・傾斜は N25-35°E・34-42°W 程度のものが多く，ほぼ N-S 方向と E-W 走向で高角の破砕部がしばしば見られた．おもに暗灰色の頁岩からなり，淡灰色の凝灰質砂岩～砂質凝灰岩の薄層がしばしば挟在する（写真 4）．また，デイサイト礫を含む礫岩をまれに伴う．

写真 3　１尾根林道の頁岩の露頭

写真 4　砂質凝灰岩が挟在する頁岩の岩塊

木崎層の砕屑岩からなる岩塊の分布には偏りがある．岩塊の大半は，青木湖の西岸と佐野坂丘陵の A 湾より西側部分および，ドウカク山付近に分布する．

露頭，岩塊ともに，程度の差があるものの熱変成によりホルンフェルス化しており，変成の強いものでは細粒の黒雲母が多量に生成して赤紫色を帯びる．

（3）斑状花崗岩

斑状花崗岩の露頭は，２沢の中流部における約 250 m 間で急崖をなして断続的に分布する．中間部では，N44°E・60°W で幅約 5 m の破砕部が沢を横断する．熱水変質によりマサ化し，急傾斜のガリを形成している（写真 5）．

写真 5　斑状花崗岩の破砕・変質した露頭

写真 6　斑状花崗岩の岩塊

本岩は，灰白色で中粒～粗粒の完晶質岩であり，径 3～6 mm の石英と白色カリ長石の結晶が目立つものが多い（写真 6）．カリ長石結晶の外周を取り巻く，細粒の黒雲母結晶がしばしば見られる．

斑状花崗岩の岩塊は，今回の踏査では２沢沿いと，青木湖北東岸に位置する獅子ヶ鼻の尾根上でのみ確認した．

露頭，岩塊とも，肉眼観察では，有明花崗岩または熱変成した斑状花崗岩と考えられる．

（4）超塩基性岩

今回の踏査では，超塩基性岩の露頭は確認できず，岩塊のみを１沢の上流部，１沢下流側の延長部およびドウカク山付近の３箇所で見出した．岩塊は暗黒色の蛇紋岩からなり，熱変成により針状～繊維状の結晶（透輝石，透閃石などと推定される）と，変質作用による滑石が生成している（写真 7）．

（5）木崎岩

木崎岩につても露頭は確認できず，国道 148 号線の佐野坂トンネル付近における尾根上にのみ，径 30～80 cm の円礫が存在した．亜円形～破片状の石英と白色カリ長石の大きな結晶を多く含み，基質はガラス質で緻密である（写真 8）．大峰層の扇状地堆積物から抜け出した転石と考えられる．

写真 7　超塩基性岩の岩塊

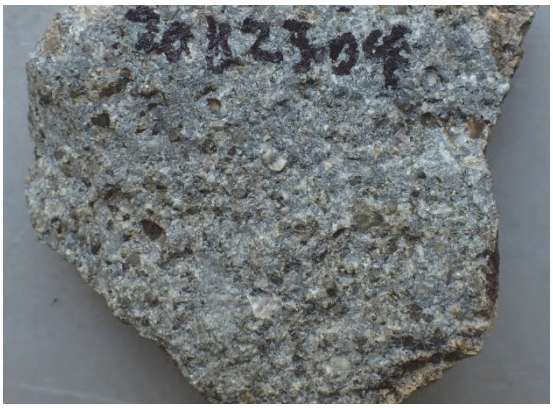


写真 8　木崎岩の円礫の破断面

（6）太郎山安山岩

太郎山安山岩は，国道 148 号線の佐野坂トンネルの北側に位置する尾根上に，径 50 cm 程度の角～亜角礫が分布する．暗灰色の輝石安山岩で気孔を伴い，熱水変質や熱変成作用を受けておらず新鮮である．

（7）美麻累層

美麻累層は，国道 148 号線の佐野坂トンネル付近の２箇所で露頭を確認した．流紋岩質の火砕流堆積物からなり，風化により砂状に崩れやすい（写真 9）．

写真 9　美麻累層の火砕流堆積物

4　青木湖と佐野坂丘陵の形成過程（予察）

佐野坂丘陵と青木湖の形成過程を解明するために，地質踏査結果に地形解析と先行研究データを加えて，現時点での作業仮説を示す．

（1）青木湖の湖底地形

井内ほか（1987）は，音波探査により青木湖の湖底地形と音波探査断面を示した（図 3）．

湖底地形図によると，青木湖の西側半分には水深 55～58 m，幅 300～500 m でほぼ南北方向に延びる溝状の凹地がある．東側半分は水深 35 m 程度より浅い緩斜面からなり，両者の間は比高約 20 m の急崖からなる．音波探査断面による

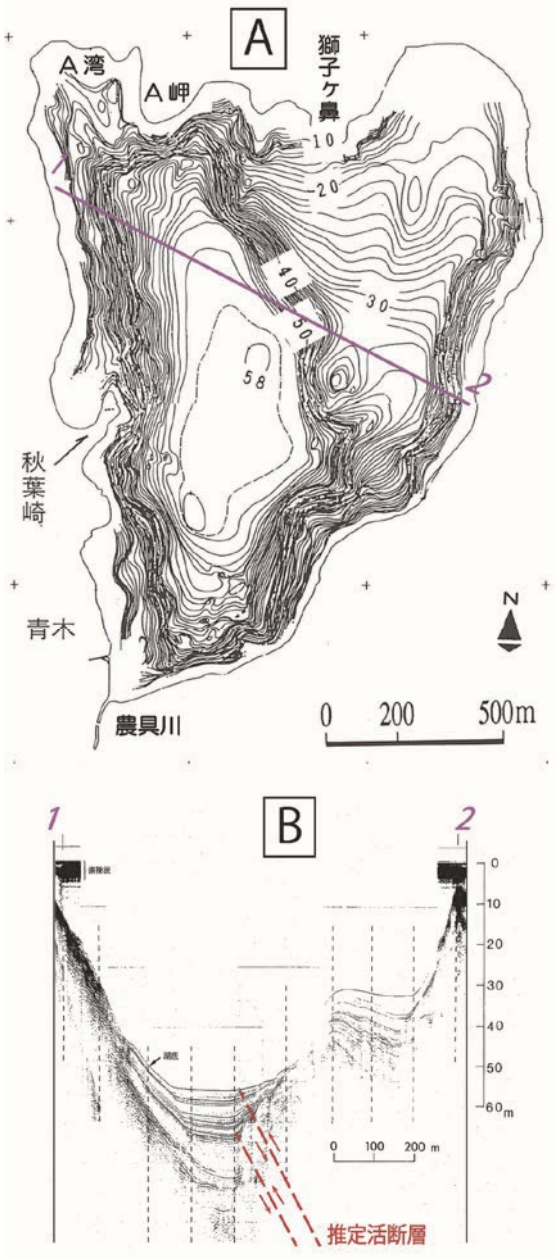


図 3　青木湖の音波探査による湖底地形図（A）と音波断面図（B）（井内ほか（1987）に加筆）

と，この急崖を境に堆積物の変形が見られることから，活断層の存在が推定されている（井内ほか，1990）．

また，溝状凹地の南北の両端部は，ほぼ東西方向の急斜面により仕切られる．凹地の北端部は，直線的な急斜面が特に顕著で，箱状の形態を呈する．

（2）佐野坂丘陵の大規模崩壊

白馬さのさかスキー場から獅子ヶ鼻付近およびドウカク山にかけての範囲には，幅 50～200 m，比高 20～50 m ほどの分離丘と凹地が集中し，不規則な起伏が著しい（図 4）．この範囲内の地表には，仁科山地を起源とする径 0.5～3 m の岩塊が多数分布する．

農具川上流部から姫川源流にかけての南北方向の地形断面図を，国土地理院の 5 m メッシュ DEM データから作成し，青木湖の溝状凹地と中綱湖底の断面を加えた（図 5）．中綱湖の湖底断面は，門ほか（2011）をもとに推定した．これによると，中綱湖の湖底～青木湖底の溝状凹地～親海（およみ）湿原にかけては，なだらかな線で結ぶことができる．このため，山下ほか（1985）や多ほか（2000）など多くの先行研究が示すように，中綱湖～青木湖間の陸地と佐野坂丘陵の地下に，かつての姫川の河道が伏在する可能性がある．

佐野坂丘陵の西側山地では，１尾根から２尾根にかけての山腹斜面が馬蹄形の凹状急斜面をなす．これらのことから，川澄（1979），山下ほか（1985），多ほか（2000），および八木・井口（2015）などが指摘するように，１尾根から２尾根間で大規模崩壊が生じ，崩壊堆積物が旧姫川を堰き止めたことにより，青木湖が形成されたと考える．

獅子ヶ鼻付近の湖底では，湖水面の低下時に，美麻累層の火砕流堆積物の露頭が数箇所で確認されている（山下ほか，1985：多ほか，2000）．このことから，青木湖底の東半分を占める緩斜面の北端部は美麻累層からなる．また，a-b 断面によると，A 湾の湖底とその南側の急斜面は，推定される旧河道より上部に位置することから，旧河道を埋積した崩壊堆積物からなると考えられる（図 4B）．JR 大糸線より東側には，美麻累層の火砕流堆積物の露頭と太郎山安山岩の角礫および，美麻累層から抜け出したと考えられる木崎岩の円礫があり，西側山地起源の岩塊は認められない．

以上のことから，崩壊堆積物の分布範囲は，西側が白馬さのさかスキー場の分離丘，南側がA湾の湖底～獅子ヶ鼻付近，東側が JR 大糸線付近で，北側がドウカク山付近と考えられる（図 4）．

図 4　大規模崩壊平面図

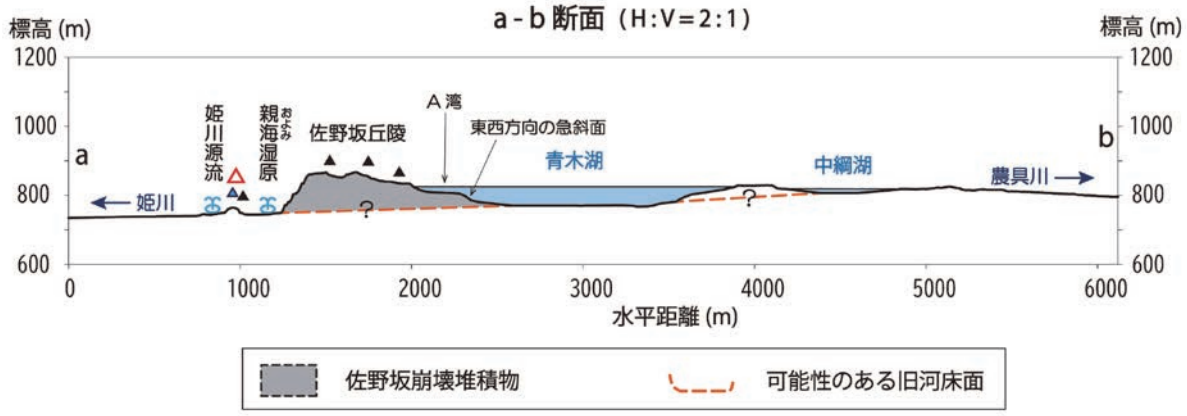


図５　姫川源流～農具川上流部の地形断面図（a-b 断面線の全体は図６に示す）

（３）可能性のある活断層

神城断層は糸魚川ー静岡構造線 活構造帯のうち，小谷村中土から木崎湖までの区間を指し，東側上がりの逆断層で左横ずれを伴う（活断層研究会，1991 など）．都市圏活断層図「大町 改訂版」（国土地理院，2017）によると，調査地付近での神城断層は，北側から姫川源流，親海湿原，および青木湖のＡ湾から溝状凹地の東側の縁に沿って通過し，これ以南はほぼ農具川沿いに位置する（図 6A）．

一方，仁科山地では，これまで活断層の報告がなかった．そこで，本稿では地形陰影図と空中写真を用いて，予察的な地形判読を試みた．その結果，やや不明瞭ではあるが，ほぼ N-S 方向の活断層の可能性が見出された（以下，「可能性のある活断層」とする）．本断層に沿って，４尾根の鞍部，４沢の中流部，５尾根の中央部，５沢と６沢の屈曲部および，６尾根と７尾根の上部において，左横ずれセンスの系統的な変位を生じている可能性がある．大規模崩壊部での断層位置は不明瞭だが，崩壊崖と崩壊堆積物の間に予想される．

また，都市圏活断層図「大町 改訂版」（国土地理院，2017）では，木崎湖付近の東側に左横ずれの活断層が２本示されている（図 6B）．可能性のある活断層が存在する場合，これらと同系統と考えられる．

（４）形成過程の仮説

佐野坂崩壊堆積物の分布位置は崩壊崖の直下ではなく，崩壊崖の北側に偏っている（図 4）．また，崩壊崖の北側半分は木崎層の頁岩砂岩層からなると考えられるのに対して，崩壊堆積物は大半が凝灰岩類の岩塊からなる．しかし，従来の研究では，その理由について論考されたことはなかった．そこで本稿では，「斜め移動案」と「断層変位案」の２つの仮説による説明を試みる．

① 斜め移動案

木崎層の頁岩砂岩の岩塊の最も北側の分布地はドウカク山付近であり，１尾根の崩壊崖からは ENE 方向に当たる（図７）．また，獅子ヶ鼻に続く尾根の上には斑状花崗岩の岩塊が存在し，川澄（1979）でもＡ岬～獅子ヶ鼻にかけて斑状花崗岩と木崎岩の岩塊が報告されている．これらの岩塊は，２尾根付近の崩壊崖からもたらされたと考えられ，ENE 方向の対応関係を示す．

これらにより，大規模崩壊は斜面の最大傾斜方向ではなく，ENE 方向発生した可能性がある．その原因としては，姫川の旧河道に沿って崩壊堆積物が流下したことなどが候補に挙げられる．

② 断層変位案

崩壊堆積物の分布が崩壊崖直下の北側に偏在する理由には，活断層が関与した可能性も考えられる（図８）．大規模崩壊が崩壊崖の最大傾斜方向（東方向）に発生したとすると，崩壊崖の中心線と崩壊堆積物のおおよその分布中軸は，北側に約 200 m ずれたことになる．その原因としては，東方向に崩落した後に，可能性のある活断層により左ずれ変位したことが考えられる．

また，崩壊堆積物の東側部分では，ドウカク山の崩壊堆積物のみが，佐野坂丘陵の北側にせり出している．青木湖の北岸では，崩壊堆積物の南限がＡ湾底に推定されるが，Ａ岬より東側ではこれより北側に位置する．これらも，神城断層の左横ずれ運動により生じた可能性がある．

大規模崩壊の発生時期については，崩壊堆積物の上に Dpm 火山灰が載ることから 10 万年以上前とする説（町田，1979）と，AT 火山灰が青木湖底堆積物の基底付近に挟在し，佐野坂丘陵崩壊堆積物を覆うことから約３万年前とする説（多ほか，2000）がある．前者は，旧河道の閉塞により青木湖が形成される前にも，崩壊が発生したことを示す可能性がある．

また，崩壊発生後の堆積物の変位量を 200 m とすると，可能性のある断層の平均水平変位速度は，崩壊発生が 10 万年前の場合は２ mm /年以下，３万年前の場合は約７ mm /年と試算される．

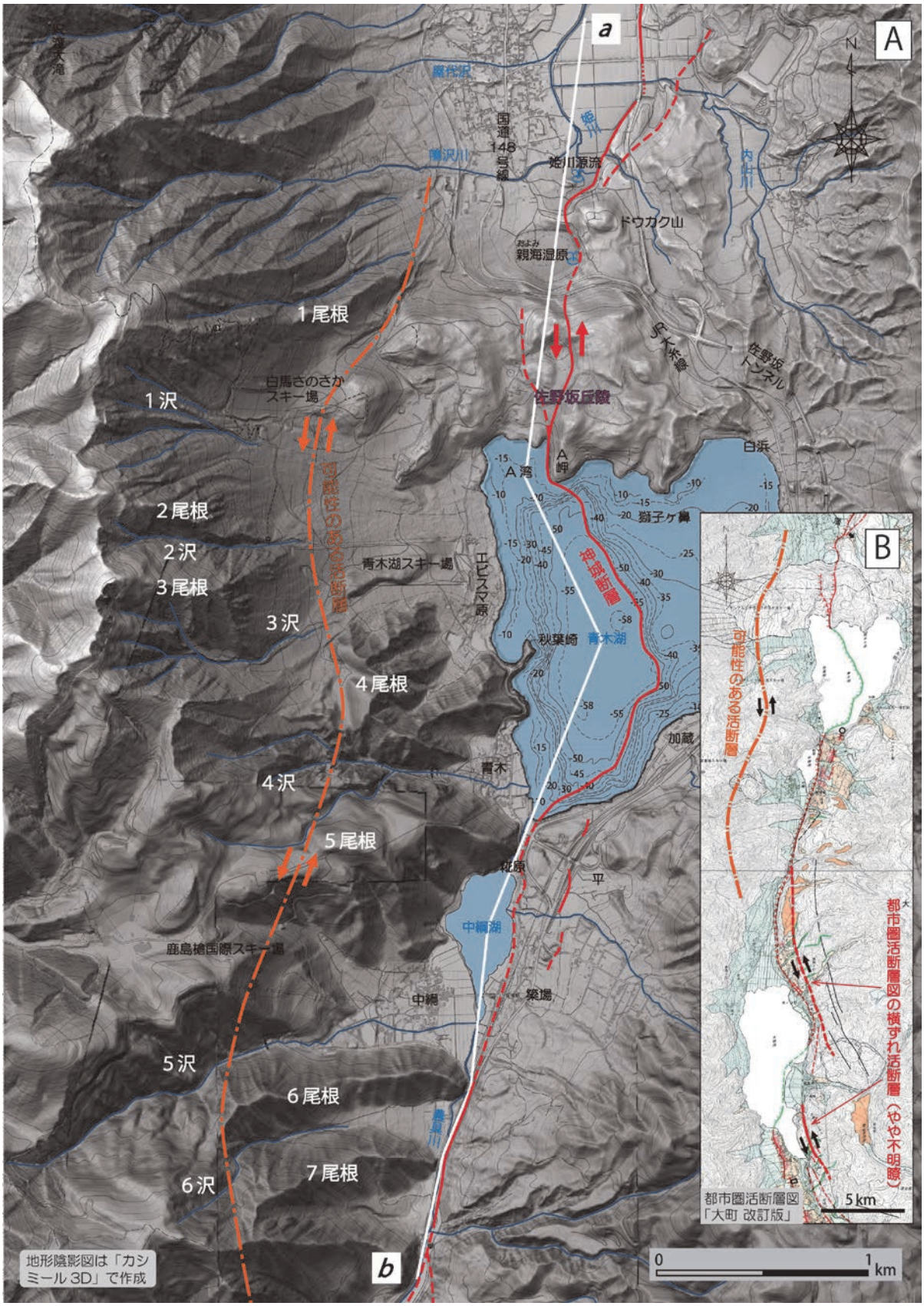


図6　(A) 姫川源流付近から農具川上流の神城断層と可能性のある活断層．神城断層の位置は，都市圏活断層図「大町 改訂版」による．(B) 木崎湖から姫川源流付近の都市圏活断層図「大町 改訂版」に，可能性のある断層などを加筆．

図 7　崩壊堆積物の斜め移動案のモデル

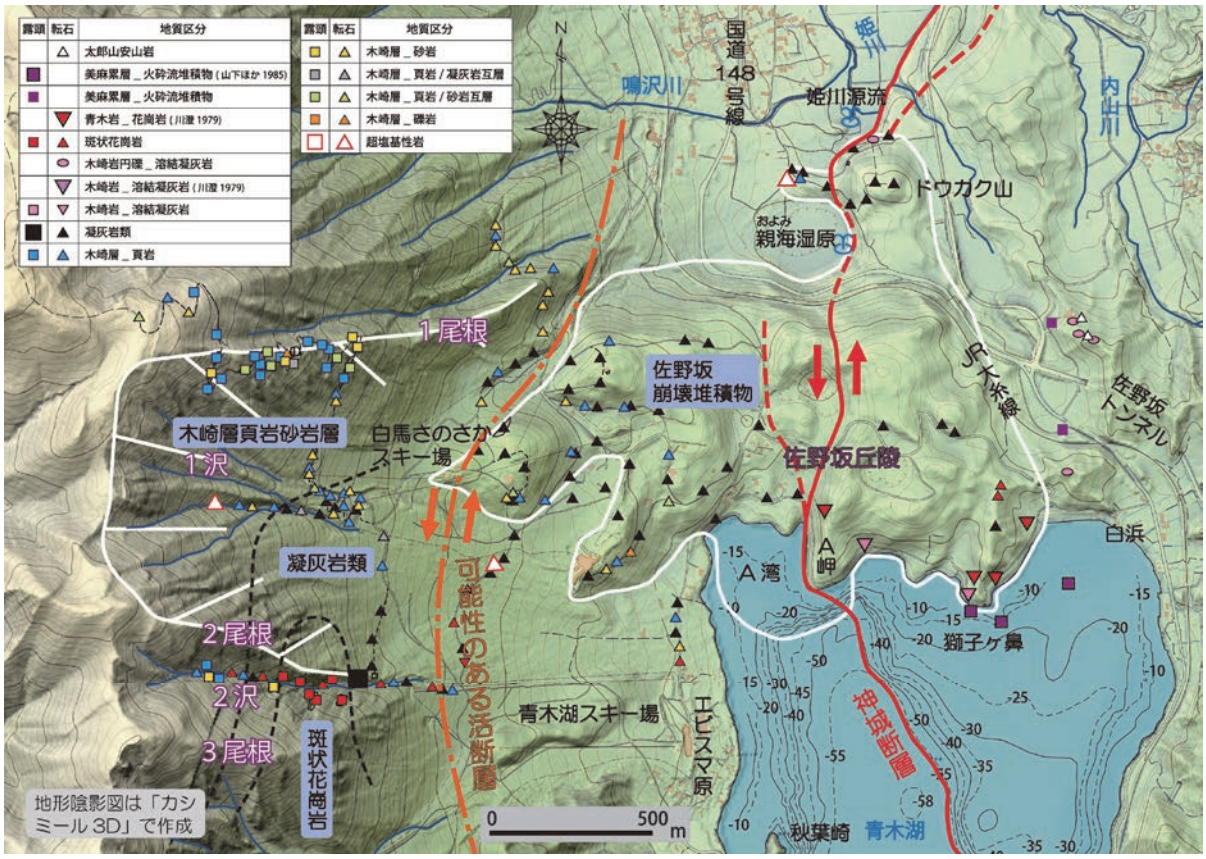


図 8　崩壊堆積物の断層変位案のモデル

一方，神城断層の平均変位量については，水平変位に関する研究はないが，3 万年前以降の平均垂直変位は 2.6-2.7 mm/年，ネットスリップで約 5.2 mm/年と見積もられている（松多ほか，2001）．大規模崩壊の発生年が 3 万年前の場合，崩壊堆積物の断層変位速度がこれに比べて大きすぎることから，斜め移動案などとの複合案が考えられる．

5 まとめと今後の課題

本稿では，佐野坂丘陵付近の地質踏査結果にもとづいて，佐野坂丘陵と青木湖の形成過程について，今後の研究に向けての予察を行った．その結果，大規模崩壊の形成過程の作業仮説としては，崩壊堆積物が斜面の最大傾斜方向と斜交して ENE 方向に移動した案と，最大傾斜方向に崩落した後に，活断層により崩壊崖の北側へ約 200 m 変位した案，およびこれらの複合案などが現時点では候補に挙げられる．

今後は，青木湖周辺においては，西側山地と崩壊堆積物の岩石学的な検討を進め，対応関係を明確にする．また，ピットによるテフラ調査などにより，崩壊堆積物の年代を検討する予定である．その後に，調査範囲を仁科三湖周辺の全域に拡大し，先行研究や既往のボーリングデータを考慮しながら，仁科三湖の成り立ちの復元を進めたいと考えている．

謝辞

大町山岳博物館の元専門員 小坂共栄博士からいただいたご意見により，本稿は大きく改善された．また，現地調査の際に，大町市山田町の西村彦一氏に同行していただいた．(株)山水の原田晋太郎氏には，国土地理院の DEM データから地形断面図を作成していただいた．以上の方々に，記して厚くお礼申し上げます．

文 献

多 里英・公文富士夫・小林舞子・酒井潤一（2000）長野県北西部，青木湖の成因と周辺の最上部第四紀層．第四紀研究，39 巻，1-13 頁．

小川琢治（1931）中央日本の洪積世氷河作用に就いて，(一)，(二)．地球，16 巻，321-332 頁，401-408 頁．

小坂共栄（1980）大峰帯の礫岩．信州大学理学部紀要，15, 31-46.

八木浩司・井口 隆（2015）糸魚川-静岡構造線沿いの地すべりダム湖・青木湖． 日本地すべり学会誌，52 巻, 40-42 頁．

山下 昇・小坂共栄・矢野賢治（1985）長野県青木湖北岸の佐野坂山の崩壊堆積物．信州大学理学部紀要，20 巻，199-220 頁．

八木貞助（1934）仁科三湖の地質と其成因．地学雑誌，46 巻，372-382 頁．

廣内大助・澤 祥・杉戸信彦・鈴木康弘・松多信尚（2017）都市圏活断層図「大町 改訂版」．国土地理院技術資料，D1-No.884.

井内美郎・山崎晴雄・下川浩一（1987）長野県青木湖の音波探査結果．日本第四紀学会講演要旨集，17 巻，116-117 頁．

井内美郎・徳岡隆夫・高安克己・安間 恵・牧野泰彦・楡井 久（1990）湖沼の成因と環境・地質．地質学論集，36 号，資料 12.

小林国夫・田中邦雄（1953）長野県の中生代層．長野県の地学，2，159-169，長野県地学会．

長橋良隆（1998）中部日本，大峰地域の鮮新世火砕流堆積物―層序・記載岩石学的特徴―．地質学雑誌，104, 184-198.

加藤碵一・佐藤岱生・三村弘二・滝沢文教（1989）大町地域の地質．地域地質研究報告（5 万分の 1 図幅），地質調査所，111 頁．

門 雅莉・水元 健・福島和夫（2011）日本の内陸湖沼堆積物における人為起源の多環芳香族炭化水素の分布について－長野県仁科三湖と野尻湖－． Researches in Organic Geochemistry，27 巻，117-127 頁．

活断層研究会編（4991）新編 日本の活断層－分布図と資料，439 頁．東京大学出版会・

町田 洋（1979）第 1 編 信濃川上流と姫川の自然と歴史，第 1 章 自然．国土交通省松本砂防事務所編「松本砂防のあゆみ－信濃川上流直轄砂防百年史－」，1-77 頁．

笹倉正夫（1932）信濃仁科山脈に産する石英閃長岩様アルカリ岩類（摘要）．地質学雑誌，39 巻，279-281 頁．

川澄隆明（1980）青木湖周辺の地質と地形．信州大学理学部地質学科卒業論文，129，1-48 頁（手記）．

松多信尚・池田安隆・今泉俊文・佐藤比呂志（2001）糸魚川－静岡構造線活断層系北部神城断層の浅部構造と平均すべり速度（浅部反射法地震探査とボーリングの結果）．活断層研究，20 巻，59-70 頁．

矢野孝雄（2017）青木湖の生い立ち．山と博物館，2017 冬号研究ノート，市立大町山岳博物館．

矢野孝雄・小坂共栄・原山 智・宮澤洋介・竹下欣宏・近藤久雄・勝部亜矢（2017）神城断層トレンチ（大町市借馬）で掘削された礫層と北アルプスの隆起プロセス．市立大町山岳博物館研究紀要，2 巻，9-8 頁．

《 原稿受付 2021（令和 3）年 1 月 20 日，査読後受理 2021（令和 3）年 1 月 26 日 》

市立大町山岳博物館研究紀要　5：17 - 21（2021）
Bull. Omachi Alpine Museum. (5)：17 - 21（2021）

報　告
Reports

クサレダマの生活史
―日本産草本植物の生活史研究プロジェクト報告第 12 報―

千葉 悟志

市立大町山岳博物館，〒398-0002 長野県大町市大町 8056-1

The Life History of the *Lysimachia vulgaris* L. subsp. *davurica* (Ledeb.) tatew －project report for the life history flora of the Japanese herbaceous angiosperms angiosperms XII－

CHIBA Satoshi

Omachi Alpine Museum, 8056-1, Omachi, Omachi City, Nagano Pref., 398-0002, JAPAN

観察から，発芽した実生は一年目から匍匐根茎によるクローン成長を行い，開花は実生からクローン成長した娘ラメットで翌夏に生じた.花梗や花柄は花序の下部で対生につくが，上部になるに従い左巻きの螺旋状となる傾向にあり，花弁や萼片においても左巻きの片巻き状で，葉序においても左巻きの螺旋葉序と捉えられた．開花は天候に左右されずに生じ，寿命は 2 ～ 3 日でその間，わずかに花弁の開閉が生じた．花にはミツバチ上科とヒラタアブ亜科が訪れていたが，行動からミツバチ上科が花粉媒介を担っていることが考えられた.

蒴果は熟すまでに約 3 ヶ月を要し，完熟種子を乾燥下で低温処理を施さず翌春に播種した実験では，短期間のうちに相当数の発芽が生じた．これは，種子が二次休眠に誘導されない状態で越冬し，低温により発芽が抑制されているのだろうと考えられた.

キーワード：クサレダマ，生活史，繁殖，開花様式，種子散布

1 はじめに

サクラソウ科オカトラノオ属クサレダマ *Lysimachia vulgaris* L. subsp. *davurica* (Ledeb.) tatew は，南千島，北海道，本州，九州，朝鮮半島，中国，アムール・ウスリー・シベリア・サハリンに分布する多年草で，山中の湿地に生育し（高橋 2017），調査地のある白馬村等では，7 月中旬 ～ 下旬にかけて開花する．花粉の送受粉は分泌される油脂を報酬に日本ではクサレダマバチ属 2 種がクサレダマと狭訪花性の関係にあるとされている（田中 2004，宮永 2014，村尾 2014，石井 2020）が，クサレダマの繁殖様式の詳細を明らかにした研究はほとんど例がない.

そこで，本研究では長野県北安曇郡白馬村の落倉湿原や親海湿原より採取した種子を播種し，発芽様式のほか，開花に至るまでの地上部や地下部の形態的特徴を捉えながら一連の生活史について観察した．さらに，花の形態，開花様式，果実の形態，種子数，また訪花動物の行動についても観察を行ったことからここに報告する.

2 材料と方法

（1）花の形態と開花様式

2001 年 8 月 14 日 ～ 15 日に大町市の筆者宅（標高約 720 m）で，開花様式について観察を行い，2001 年 8 月 25 日に市立大町山岳博物館（標高約 780 m）で栽培する個体を用いて，花の形態について観察を行った.

2010 年 11 月 9 日に博物館で栽培する 5 個体を対象に 1 個体あたりに開花する花数を調べた.

2010 年 7 月 13 日 ～ 17 日に博物館で栽培する個体を用いて，9 花を対象に開花様式の観察を行った.

（2）果実の形態と種子数

1999 年 9 月 27 日に白馬村落倉自然園に隣接する落倉湿原（標高約 820 m）において 20 個体から各 1 花を採取し，果実の形態の観察と 1 花あたりの種子数を求めた．また，2009 年 10 月 13 日に白馬村親海湿原において 11 個体から各 1 花，2010 年 10 月 13 日に市立大町山岳博物館で栽培する個体より 24 花を採取し，種子数を求めた.

（3）発芽様式

1999 年 11 月 11 日（1999 年 11 月 7 日 採集）に，バーミキュライトを用土とした 20 個のポリポット丸型

（12 cm）に落倉湿原で採取した 50 種子をそれぞれ播種した（秋播き）．あわせて，採取した種子を封筒に入れ室内の自然状態で保管した後，2000 年 5 月 15 日に，5 個のポリポット丸型にそれぞれ 50 種子を播種し（春播き），発芽様式の観察を行った．

管理は市立大町山岳博物館敷地内の野外とし，適宜，如雨露による潅水を行った．

なお，発芽は通常，幼根が種子の外に突き出した状態を指す（鷲谷 2010）が，ここでは，子葉が展葉した状態のものとした．各部位にかかる用語は基本的に清水・梅林（1995）や清水（2001）に従い，種子の形態については，中山ほか（2000）を参考とした．

（4）発芽から開花に至るまでの形態

2000 年の春に発芽した個体（1999 年 9 月 27 日 播種）を用いて，成長の段階に応じ，2000 年 6 月 2 日，7 月 4 日，29 日，9 月 14 日，2001 年 4 月 26 日，5 月 6 日，14 日，8 月 1 日に地上部と地下部の観察を行った．

また、2010 年の春に発芽した個体（2009 年 11 月 6 日播種）を用いて，開花に至るまでの間（2010 年 5 月 8 日，27 日，6 月 16 日，22 日，29 日，7 月 18 日，10 月 7 日，2011 年 6 月 3 日，7 月 28 日，8 月 5 日，10 日），地上部と地下部の観察を再度，行った．観察した発芽個体や小型の実生個体は可能な限り 70 %エタノール溶液で固定し，後で見返すことができるよう観察材料とし，市立大町山岳博物館植物標本庫に収めた（未登録）．

（5）訪花動物

2010 年 7 月 16 日，28 日に親海湿原において訪花動物について記録し，行動を観察した．

3 観察結果と考察

（1）花の形態と開花様式

花序は円錐花序．1 茎あたりに開花する花数は，232 － 53 花，127 ．8 ± 60 ．3（n = 5，平均 ± 標準偏差）と個体により大きく異なる．花梗は葉腋につき，上部になるに従い葉と上出葉の区別が曖昧になる．花梗や花柄には短い腺毛が密生し，茎の下部では対生につくことが多いが，上部になるに従い左巻きの螺旋状につくようになる（図 1a）．子房上位．放射相称花で（図 1b），片巻き状（左巻き）．萼片は黄緑色で角卵形，全縁で先端は鋭頭．裏面の縁は朱色で縁取られ，縁や裏面全体に短い腺毛が生える（図 1c）．花冠は 5 枚からなり深裂し，裂片は楕円形，光沢のある黄色を呈し基部が癒合する（図 1 d）．表面は短い腺毛が密に生える一方，裏面は無毛．

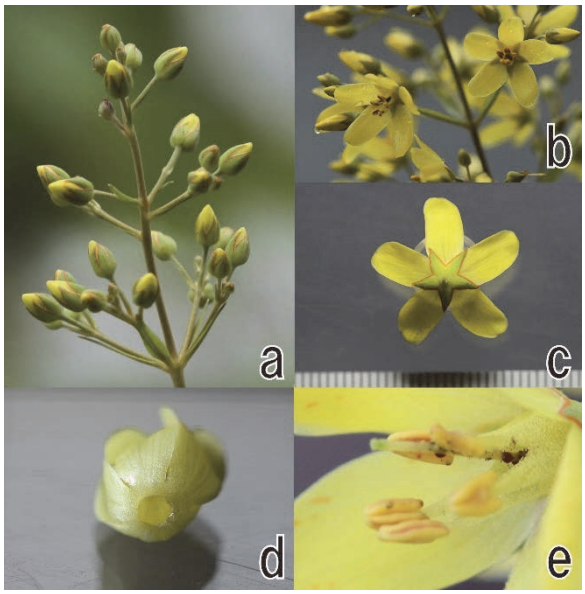


図 1　花の形態

花序の上部は螺旋葉序と捉えることができる（a）．放射相称花（b）．萼片の裏面は朱色で縁取られる（c）．花冠は深裂し基部で癒合する（d）．花糸の長さは一番上につく 1 本の雄しべが最も短く，次いで中間の 2 対の雄しべ，その下に位置する 2 対の雄しべの順となる（e）．

雄しべは花冠上生し，下部の 2 / 3 が他の花糸と癒合するため，五角柱を呈す．花糸には黄色の腺毛が密に生えるが，葯との接合部付近になるに従い無毛となる．葯は底着で内向葯．縦裂し，花粉は黄色．花糸の長さは位置により異なる（図 1 e）．花柱は円柱で黄白色を帯び，赤紫色～茶褐色の短い腺毛がまばらに生える．雄しべよりも長く突出し，柱頭は花柱の先端にあり緑白色．開花は天候に関係なく日中に生じるが，花弁は雨天時や夜間は半開きの状態となる．開花すると葯の裂開が進行するが，雨天時は裂開せず，葯は雨滴で濡れても腐食等は見られない．1 花あたりの寿命は 2 ～ 3 日であるが，雨天が続く条件では延長される傾向にある．

（2）果実の形態と種子数

果実は蒴果．特立中央胎座．萎凋した花は萼片が片巻き状に閉じるとともに押し出されるように花冠ごと落下する（図 2 a）．子房は数日で萼片の 2 倍ほどの大きさに成長し，蒴果の色は緑青色の後，種子散布期には濃茶褐色となる．蒴果は，約 3 ヶ月で熟し，子房線に沿って縦裂し（図 2b），風で揺れることで種子が外にこぼれ落ちる重力散布と推測される．

種子は黄褐色～茶褐色（図 2c）．背面は平らで不均等の

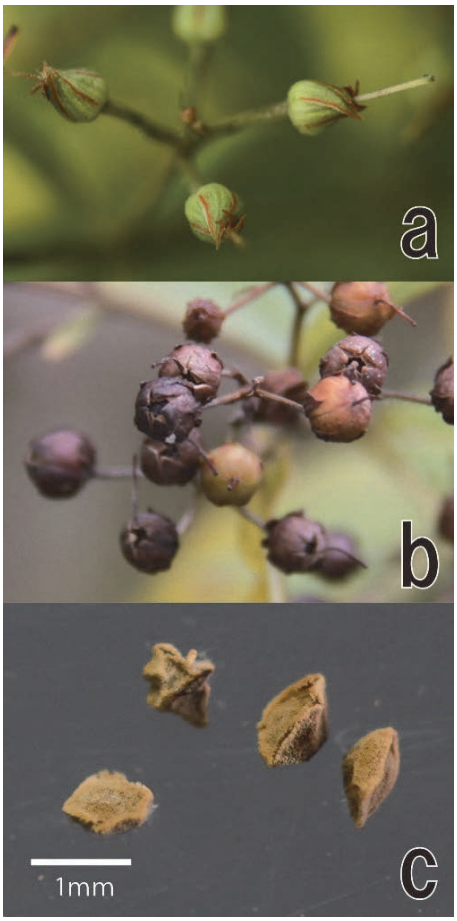


図 2　花の形態

花冠を押し出した萼片は左巻きの片巻き状に閉じる（a）．熟した蒴果は子房線に沿って裂けるが、深裂はしない（b）．種子の大きさは 1 mm内（c）．

5 ～ 6 角形，角錐台状で，へそは広線形．表面はビロード状の突起で覆われる（cf．中山ほか 2000）．1 蒴果あたりの種子数は 1999 年が 44 － 22 個，32．1 ± 6．39 (n＝20)，2009 年が 48 － 16 個，35．8 ± 8．66 (n＝11)，2010 年が 50 － 13 個，36．9 ±8．81 (n＝24) であった．

（3）発芽様式

秋播き条件（11 月 7 日 播種）の種子による発芽は年内中には認められず，翌年 4 月下旬 ～ 5 月上旬に発芽が認められ，発芽数は，37 － 9 個，28．4 ± 7．14 (n = 20)であった．一方，春播き条件（5 月 15 日 播種）は 6 月 8 日の時点ですでに発芽した状態にあり発芽数は，28 － 15 個，22．2 ± 4．21 （n＝5）であった．

この結果から，種子は越冬の間に二次休眠に誘導されることなく，発芽能力を保持したまま翌春を迎えていると推測される．

（4）発芽から開花に至るまでの形態

子葉は角三角形．全縁で先は鈍形．表裏面にわずかに腺毛が見られる．色は濃緑色．葉柄は短い．当年生実生の場合，最初のころに展葉する本葉の葉形は広楕円形であるが（図 3 a），上部の葉になるに従い狭楕円形となり，葉裏には黒色の腺点が認められる．

本葉は無柄葉，全縁で先は尾状鋭尖形．色は濃緑色～緑色．表裏全体に腺毛が見られ，特に裏面主脈上や葉縁は密に生える．対生葉序または輪生葉序であるが（岩瀬・大野 2004），部分的に互生が生じることがあり，そのような場合は，2/3 葉序 （開度 240°）で，左巻きの螺旋葉序として見ることができる（図 3 b）．また、ジェネットにおいて対生，3 輪生，4 輪生が見られることは，葉数が遺伝的に固定されているものではないことを示していると言える（図 3 c）．

茎は中実，円柱状．腺毛が密生．茎は単一で分枝しないが，茎の一部に枯損が生じたり，倒伏したりすると葉腋から側枝が発達することがある（図 3 c）．

主根は乳白色で，6 月中旬の観察では，盛んに側根を分枝しながら伸長し，また不定根においても側根を盛んに分枝していた（図 3 d ，e）．主根や不定根，側根には短い根毛が疎らで部分的に認められるが，宿存はしない．

根茎は直立根茎で短く，7 月上旬の観察では根茎の肥大成長とともに上部に 5 mm ほどに成長した 1 個の短い匍匐根茎の形成が認められたのみであったが，7 月中旬の観察では 3 ～ 7 cm ほどに伸長した 6 本の匍匐根茎が認められた（図 3 f）．このため，クサレダマの地下茎は直立根茎と匍匐根茎を併せ持つ複合根茎と判断できる．匍匐根茎は，伸長初期においては黄白色だが，やがて退紅色 ～ 暗紅色となる．単軸分枝で，10 月上旬の観察では，さらに伸長し，長いもので約 40cm に達していた（図 3 g）．節間には 2 対の鱗片葉が認められ，先になるに従い節間が狭まり，地上に向け曲がる（図 3 h）．狭まった節間から発根する根は長い節間の根よりも明らかに太く，十字対生あるいは並列してつき，娘ラメットが形成されつつあった．親ラメットと娘ラメットをつなぐ匍匐根茎は親ラメットの枯死により分断されて独立し，開花は前年に形成された娘ラメットからの出芽により 8 月に生じた（図 3 i）．

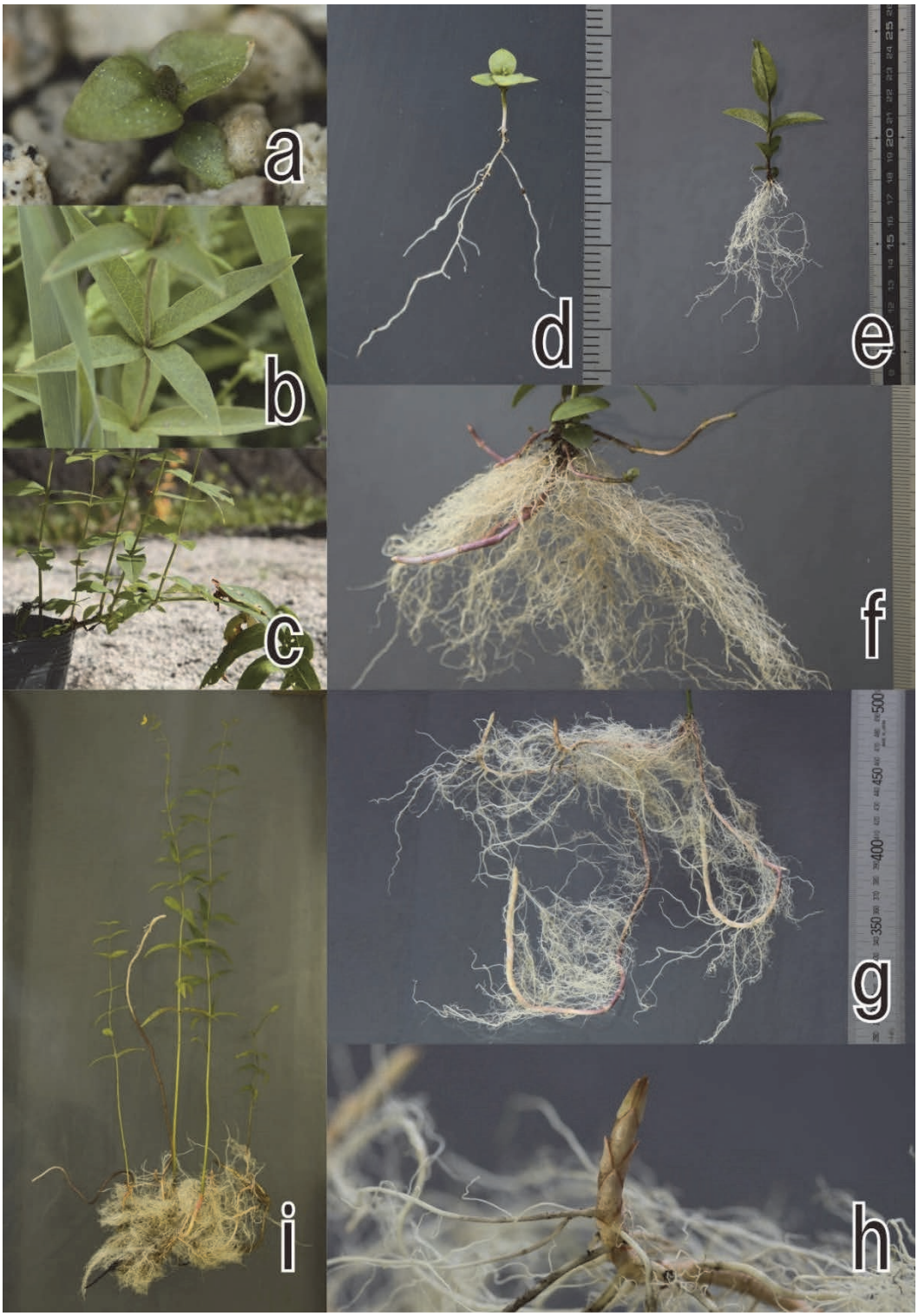


図 3　発芽から開花に至るまでの形態

子葉と本葉 (a：2010 年 5 月 27 日撮影).　4 輪生の葉序だが螺旋葉序と捉えることもできる(b).倒伏した茎の葉腋から新たな側枝が発生した個体(c).発芽後約 30 日を経過した個体(d：2010 年 5 月 27 日 撮影).発芽後約 55 日を経過した個体.短い直立根茎には匍匐根茎が発達しつつあり，定根と不定根からの側根の発根や分枝が盛んであることがわかる(e：2010 年 6 月 22 日 撮影).　短期間のうちに伸長する匍匐根茎(f).　匍匐根茎は節の近い部分から 2 対で発達している(g：2010 年 10 月 7 日 撮影).単軸分枝で伸長する匍匐根茎，新たに形成されたラメット(h).　ジェネットのなかには対生もあれば 3 輪生のものもある.黒色の棒状のものは前年の地上茎が枯死したもので，すでに娘ラメットとは節で外れている(i).各スケールの 1 メモリは 1 mm を示す.

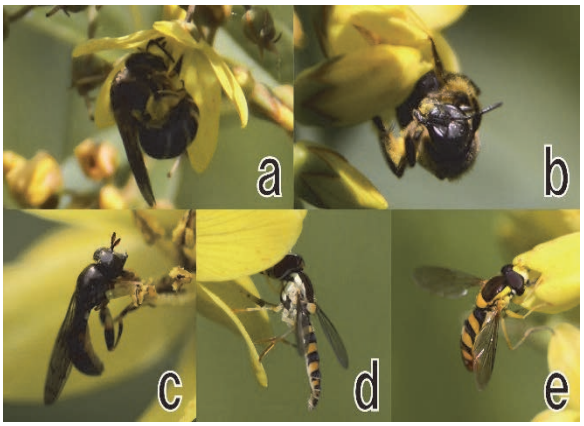


図 4　主な訪花動物

雄しべ群を抱きかかえるようにして集粉するミツバチ上科の 1 種．体にはたくさんの花粉が付着している（a ，b）．花粉を舐め取りに訪花したヒラタアブ亜科．体に付着する花粉はミツバチ上科に比べ少ない（c ，d ，e）.

（5）訪花動物

親海湿原において，クサレダマと開花期が重なる主だった植物は，コオニユリやドクゼリ，サワギキョウで，訪花動物は，コオニユリには主にキアゲハやミヤマカラスアゲハが吸蜜に訪れ，ドクゼリには花粉の集粉や舐め取り，吸蜜に多様な種が訪れていた．また，サワギキョウには主にトラマルハナバチやオオマルハナバチのほか，イチモンジセセリやセイヨウミツバチなどが吸蜜に訪れていた.

クサレダマへの訪花動物は，主にミツバチ上科の 1 種とヒラタアブ亜科の数種が訪れ，ヒメギス，ヤブキリ，ハラクシケアリ隠蔽種群が稀に訪れることがあった.

ミツバチ上科の 1 種は，訪花すると雄しべ群と雌しべを抱くように掴まり，行動から油脂とともに花粉を集粉しているものと推測され（図 4 a ，b），体には花粉塊をつけた後脚脛節以外にも花粉の付着が認められた．一方，ヒラタアブ亜科の種は葯や花糸，花冠裂片を足掛かりにとまり，花粉や葯を舐め取る行動が見られたが，体表に付着する花粉は撮影した画像から少ないものと考えられた（図 4c ,d ，e）.

このため，ヒラタアブ亜科が花粉媒介に貢献しているのか判断はできなかったが，ミツバチ上科については，クサレダマバチ属の行動と類似していて，花粉の送受粉を担っている可能性が考えられた.

なお，ミツバチ上科はコオニユリにも訪花し，花粉の集粉をしていたほか花被片に見られる暗赤紫色の斑点模様の部分をしきりに齧る行動が複数の個体で観察され，ミツバチ上科の習性による行動と考えられた.

謝　辞

白馬村での湿原調査は白馬村教育委員会の許可を得て行いました．大町山岳博物館友の会会員である有川美保子氏，板橋和子氏，細川武子氏（当時），宮澤陽美氏には，長年にわたり自生地での調査にご協力いただきました．アリは上田正平氏（大阪府立大学第 4 学系群緑地環境系）に同定していただきました.

ここに記してお礼申しあげます.

参考文献

石井　博（2020）花と昆虫のしたたかで素敵な関係 受粉にまつわる生態学．ベレ出版，東京.

岩瀬　徹・大野啓一（2004）野外観察ハンドブック 写真で見る植物用語．全国農村教育協会，東京.

宮永龍一（2014）生態．　日本産ハナバチ図鑑．文一総合出版，東京.

村尾竜起（2014）ケアシハナバチ．日本産ハナバチ図鑑．文一総合出版，東京.

中山　至・井之口希秀・南谷忠志（2000）日本植物種子図鑑．東北大学出版会，宮城.

清水建美・梅林正芳（1995）日本草本植物根系図説．平凡社，東京.

清水建美（2001）図説 植物用語事典．八坂書房，東京.

高橋英樹（2017）改訂新版 日本の野生植物 4．平凡社，東京.

田中　肇（2009）昆虫の集まる花ハンドブック．文一総合出版，東京.

鷲谷いづみ（2010）保全生態学の技法 調査・研究・実践マニュアル．東京大学出版，　東京.

《 原稿受付 2020（令和 2）年 11 月 30 日，査読後受理 2021（令和 3）年 1 月 26 日 》

市立大町山岳博物館研究紀要　6：23 - 24（2021）
Bull. Omachi Alpine Museum (6)：23 - 24（2021）

短　報
Short Reports

白馬村において新たに確認されたシガオニアザミ

藤田 淳一

長野県植物研究会，〒390-0313 長野県松本市岡田下岡田 243-2 サープラス I アルプ 203 号

New locality of *Cirsium* × *sigaense* Y.Matsuda nom. nud. from Nagano Prefecture , found in Hakuba Village.

FUJITA Junichi

The Botanical Society of Nagano, 243-2 SurplusOne Alp203, Okadashimokada, Matsumoto City, Nagano Pref., 390-0313, Japan

シガオニアザミ *Cirsium* × *sigaense* Y. Matsuda nom. nud. は，ノアザミ *C. japonicum* Fisch. ex DC. とオニアザミ *C. nipponense* (Nakai) Koidz. の推定雑種であり，長野県においては，山ノ内町志賀高原のみで認識されていた．今回，白馬村において生育が確認されたため，報告する．

シガオニアザミの学名は裸名で，長野県植物誌補遺(3)（清水　編，2000）において原記載文なしで提唱されたものである．2020 年 9 月 6 日，大町山岳博物館友の会活動の調査が実施され，生育が確認された．生育環境は，現行田の畦畔であり，周辺は，チガヤ *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch. var. *koenigii* (Retz.) Pilg. が優占し，シロトダシバ *Arundinella hirta* (Thunb.) Tanaka var. *glauca* (Koidz.) Honda，ツリガネニンジン *Adenophora triphylla* (Thunb.) A. DC. var. *japonica* (Regel) H.Hara 等が混生，生育地の土質は砂礫質であった．確認した個体は，地上部を採集し，さく葉標本を作製した．周辺には標本にした個体以外にも数個体生育していた．

証拠標本：長野県白馬村大字北城深空，採集日：2020 年 9 月 6 日，採集者：藤田淳一，同定者：藤田淳一，標本番号：OAM10414 (TCCN20-755)（OAM は市立大町山岳博物館，TCCN は個人）

シガオニアザミは，オニアザミに酷似するが，頭花が点頭せず，直立し，総苞片に腺体が発達するというノアザミの特徴を兼ね備えている．ノアザミとオニアザミが混生する場所は，長野県内に多く存在する．しかし，その雑種となると長野県内の山ノ内町，白馬村の 2 地域に限定される．このことは，通常は，ノアザミとオニアザミの間にある程度の生殖的隔離が存在し，雑種が形成される場所において，開花フェノロジーの一致や気候等の雑種の形成を阻まない要因が存在する可能性を示唆している．

図1　シガオニアザミ標本
OAM 10414（TCCN20-0755）

謝辞

市立大町山岳博物館の千葉悟志氏には，同博物館植物標本庫（OAM）への標本登録，登録後の画像提供をして頂きました．白馬村の吉沢敏江氏には，現地のご案内をして頂きました．ここに記して御礼申し上げます．

引用文献

大塚孝一・星山耕一・藤田淳一・尾関雅章・石田祐子 (2017) 長野県植物目録. 長野県植物目録編纂委員会

清水建美 編 (2000) 長野県植物誌補遺(3). 長野県植物研究会誌 33 号

米倉浩司・梶田忠 (2003) 「BG Plants 和名－学名インデックス」(YList), http://ylist. info (2020 年 11 月 17 日現在)

《 原稿受付 2020(令和2)年 11 月 30 日, 査読後受理 2021(令和3)年 1 月 26 日 》

市立大町山岳博物館研究紀要　6：25 - 27（2021）
Bull. Omachi Alpine Museum (6)：25 - 27（2021）

短　報
Short Reports

長野県中信地区におけるブッポウソウ *Eurystomus orientalis* の記録

ー長野県松本市における観察記録と市立大町山岳博物館収蔵の大町市及び小谷村の標本記録ー

栗林 勇太

市立大町山岳博物館，〒398-0002 長野県大町市大町 8056-1

Record of Broad-billed Roller Dollarbird (*Eurystomus orientalis*) in the central part of Nagano Prefecture:Observation record in Matsumoto City, Nagano and Specimen record in Omachi City and Otari Village collected by Omachi Alpine Museum

KURIBAYASHI Yuta

Omachi Alpine Museum, 8056-1, Omachi, Omachi City, Nagano Pref., 398-0002, JAPAN

ブッポウソウは近年個体数が減少し，絶滅が危惧されている．長野県内においても観察や繁殖記録が減少し，長野県版レッドリストにおいて絶滅危惧ⅠA類と評価されている．本稿では，2020年に得られた松本市北部において初とみられる目撃情報と，当館収蔵の当該種の剥製の情報について報告する．これは，広く生息情報などの情報を共有することで，当該種の情報の蓄積を行い，種の保全に貢献することを目的とするものである．

キーワード：ブッポウソウ *Eurystomus orientalis*，絶滅危惧種，博物館収蔵資料

1 はじめに

ブッポウソウ *Eurystomus orientalis* は，日本には5月の初めに南から渡来し，本州，四国，九州で繁殖する夏鳥で，冬には東南アジアに渡って越冬する鳥である．近年個体数が著しく減少し，現在では環境省のレッドリストにおいて絶滅危惧ⅠB類，また長野県版レッドリスト2015において絶滅危惧ⅠA類と評価されており（長野県2015），長野県の天然記念物にも指定されている．長野県内では，50年ほど前までは各地で繁殖していたが，その後個体数が減少し，現在では県北部の栄村と県南部の天龍村などに計20つがいほどが繁殖する（中村2004）ほか，中川村で3つがいの繁殖行動が確認されている（東海旅客鉄道株式会社2015）のみである．

長野県中信地域のうち，松本市以北の範囲においては，大町市では大町市史に記録が残るものの具体的な情報の記載がなく（大町市1984），安曇野市においては安曇野市版レッドデータブックにも記載がされておらず（安曇野市2014），松本市においては1960年以前に生息地が消失したこととされており（中村2004），当該地域における過去の観察事例は極めて少ないことがわかる．

この度，松本市北部の混交林において，成鳥1羽，幼鳥1羽を確認し，当該地域においては公表されているものの中で初とみられる情報が得られた．

ブッポウソウの生態は未解明なことが多く，今後の保護にあたっては生息環境等の情報の蓄積が重要である．

この新たな情報に加え，数十年前から当館に収蔵されていたものの広く公開されなかった大町市及び小谷村で採取された2体の剥製の情報をここに合わせて報告し，長野県中信地域（松本以北）における生息状況の共有を図る．

2 松本市における観察記録

種名：ブッポウソウ *Eurystomus orientalis*

観察羽数：2羽

観察者名：栗林勇太

観察日時：2020年8月9日　15時36分頃～41分頃

発見距離：約50m

観察した環境：松本市北部の針葉樹と広葉樹の混交林．

観察した行動：成鳥の鳴き声を聞き，広葉樹の枝に成鳥及び幼鳥それぞれ1羽ずつ止まっているところを確認．同じ木の枝を挟んで上下に止まっていた．成鳥は断続的に鳴き声を上げ，観察時間の間に2度，枝から谷に向かって下降し，何かを咥えて枝のところに戻ってきた．幼鳥は同じ場所にとどまり，羽繕いのような行動が観察された．数分の観察時間の後，林の中へ飛去した．

写真（図1，2，3）

図１　広葉樹に留まる２羽のブッポウソウ

図２　観察された成鳥のブッポウソウ

図３　観察された幼鳥のブッポウソウ

３　当館収蔵のブッポウソウの剥製

（１）大町市採取の剥製

採集地：大町市社地区

採取日：1953 年 9 月 10 日

採取者：羽田健三

収蔵状況：剥製

性別：メス

資料番号：B243

写真：図 4

（２）小谷村採取の剥製

採集地：北安曇郡小谷村中土鎌池

採取日：1950 年 7 月 25 日

採取者：羽田健三

収蔵状況：剥製

性別：オス

資料番号：B108

写真：図 5

図４　大町市で採取されたブッポウソウの剥製

図５　小谷村で採取されたブッポウソウの剥製

4 考察

（1）松本市北部における初確認について

針広混交林である確認地点は，ブッポウソウは栄村では集落や農耕地に隣接したブナ林の樹洞などに営巣する（中村 2012）ことから，繁殖環境と合致する場所であり，同地点において幼鳥が観察されたことにより，一時的な飛来ではなく，当該地点において繁殖が行われている可能性が示唆される．

長野県内では，確認されている繁殖地において巣箱かけが行われており，個体数の維持や増加の効果が表れている（長野県 2012）ことから，県内に分布を広げた可能性もある．一方で繁殖地における開発などから，繁殖地が変化した可能性も考えられる．

警戒心の強い種（中村 2004）であることから，観察地点より近づくことができず，成長の咥えているものについては観察できなかった．当該種は幼鳥にコガネムシ科を主とした昆虫類を与える（中村 1990）ほか，消化を助ける碾き臼として貝殻などを巣に運ぶ（NAKAMURA1988）ことが報告されているが，本観察では幼鳥に与えている様子は見られず，同じように何かを咥えて戻ってくる様子が観察されたことから，幼鳥に餌の取り方を学習させていた可能性が示唆される．

ブッポウソウは例年同じ場所に営巣に戻ってくる習性が強いことが示唆されている（水野 2011）ことから，来年以降も同地点において観察される可能性が高い．

（2）剥製について

大町市におけるブッポウソウは前述の通り大町市史に記録を残すのみで，過去の具体的な生息状況は不明である．小谷村においても，1970 年代に生息地が消失したとされている（中村 2004）ことから，当該種の生息記録としてどちらの剥製も貴重な資料と言える．

5 おわりに

適切な保護対策を講じるためには発見された場所の共有は必須となる．松本市での確認がなされた現在，当館の位置する大町市周辺においても，剥製の事例を通して今後生息が確認される可能性が示された．

保全を行っていく上では，生息状況の把握が重要であることから，観察の見られた地域における継続的なモニタリングや生息可能性のある地点での生物相の把握が今後必要と考える．

謝辞

本稿を執筆するにあたって助言いただいた，長野県環境保全研究所・堀田昌伸氏に感謝申し上げる．

引用文献

安曇野市（2014）安曇野市版レッドデータブック．安曇野市.

大町市（1984）大町市史第 1 巻自然環境資料．大町市.

東海旅客鉄道株式会社（2015）確認調査結果【長野県】

長野県（2012）ブッポウソウ保護回復事業計画.

長野県（2015）長野県版レッドリスト～長野県の絶滅のおそれのある野生動植物（動物編）2015．長野県環境部自然保護課・長野県環境保全研究所自然環境部.

NAKAMURA，H.，&T. TABATA（1988）Why does the Broad-billed Roller *Eurystomus orientalis* bring strange objects to the nest? Jap．j．Ornithol．36:137-152.

中村浩志・田畑孝宏（1990）日本鳥学会誌 38（3）: 131-139

中村浩志（2004）甦れ，ブッポウソウ．山と渓谷社．東京.

中村浩志（2012）栄村におけるブッポウソウの生息状況と震災の影響．長野県北部地震災害調査研究報告書 43-47.

水野聖子・峯光一・木村裕一・山田明代・三枝誠行（2011）岡山県吉備中央町におけるブッポウソウの繁殖生態．日本鳥学会誌 2011 年度大会講演要旨集.

《 原稿受付 2020（令和 2）年 11 月 30 日，査読後受理 2021（令和 3）年 1 月 26 日 》

市立大町山岳博物館研究紀要　6：29 - 40（2021）
Bull. Omachi Alpine Museum (6)：29 - 40（2021）

企画展「雪が織りなす物語」

鈴木 啓助

市立大町山岳博物館，〒398-0002 長野県大町市大町 8056-1

Special exhibition: The story of snow

SUZUKI Keisuke

Omachi Alpine Museum, 8056-1, Omachi, Omachi City, Nagano Pref., 398-0002, JAPAN

真っ白な雪は、とても綺麗で繊細なことから、山部赤人による「田子の浦ゆ　打ち出でて見れば　真白にぞ　富士の高嶺に　雪は降りける」（万葉集）のように歌に詠まれ、絵画や楽曲など広く芸術の素材となり、古今東西で人々に親しまれています。雪の結晶は、六角形を基本としながら様々な形で降ってきますが、それぞれの雪結晶の形には、雲の中の情報が暗号文として記されているのです。雪は大気中の塵や埃などを付着させながら降ってくるので、空の掃除屋さんとも呼ばれています。地上に積もってから、しまり雪、ざらめ雪、さらには、しもざらめ雪などに変態していきますが、降る途中で大気中から付着させた化学物質も、雪粒子が変態し、融けるまでに不思議な振る舞いをします。日本は比較的低緯度で標高が低いにもかかわらず、大量の雪が降るのは、シベリア高気圧、チベット・ヒマラヤ山塊、暖流の日本海、そして脊梁山脈の絶妙な地理的配置の賜なのです。脊梁山脈に降る雪は「白いダム」と呼ばれ、水資源としての貴重な役割を担っています。さらには、大量の降雪が雪渓や氷河の涵養源となっています。しかし、一方では、大雪による災害を引き起こすこともあります。

2020 年 10 月 3 日から 2021 年 1 月 17 日に開催された企画展「雪が織りなす物語」の展示内容を、ここでは記録として残します。

キーワード：水循環、豪雪地、冬型の気圧配置、雪質、氷河

第 1 章　雪が降る星：地球

皆さんには、雪は珍しくないかもしれません。しかし、雪が降ることはそう簡単なことではありません。雪が降るためには、水が 3 相（気相：水蒸気、液相、固相：氷）で存在できることが必要です。偶然にも、地球はその条件（温度と圧力）を満たしています。太陽からの距離と惑星としての反射率、そして大気の温室効果が適度だからです。

そのために、海や湖沼・河川・土壌からは蒸発が起こり、植物からは蒸散も起こります。こうして、大気中には水蒸気が供給されます。この水蒸気から雲が形成されるのですが、皆さんは、雲の中で水蒸気から水滴ができると思っていませんか。水蒸気から水滴になるよりも、水蒸気から氷晶（雪結晶）になる方がずっと効率的なのです。ある条件下（温度：－10 ℃、水に対する過飽和度： 0.25 %）で、最初の直径が 1 μ m の水滴や雪結晶が、雲から落下するのに必要な大きさ（直径 200 μ m）になるのに要する時間は、水滴の場合は数時間必要ですが、雪結晶の場合は 10 分ほどで済みます。

ただ、雪結晶になるはじめには、氷晶核と呼ばれる鉱物粒子や有機物などの、いわゆる塵や埃が必要です。水滴の場合も、はじめは凝結核が必要です。

温度や圧力の条件が揃っても、もし、地球大気が塵や埃も無いような極めて清浄だったとすれば、雪は降らなかったかもしれません。

さらに、氷点下の雲の中に水滴と氷晶が共存すると、水滴からは蒸発が起こり、できた水蒸気は氷晶に凝華していきます。（注：氷点下の温度で存在する水滴を過冷却の状態にあると言います。）つまり、図 1-1 のように、雲の中では水滴が次第に無くなり、氷晶がどんどん大きくなっていくのです。

なぜ、水滴から氷晶へ水分が移動するのかは、図 1-2 に答えがあります。この図は、氷面と水（過冷却状態）面での飽和水蒸気圧が温度によって異なることを示します。この関係によれば、-10℃の時には 1 割、-20℃の時には 2 割、水滴上の方が氷晶上よりも飽和水蒸気圧が高いのです。つまり、圧力の高い水滴から蒸発が起こり、水蒸気は圧力の低い氷晶に凝華していきます。このことからも、雲の中では、水滴が成長するよりも氷晶が成長する方が効率的であることがわかります。

暖かい季節などには、水滴である雨が降ってきますが、

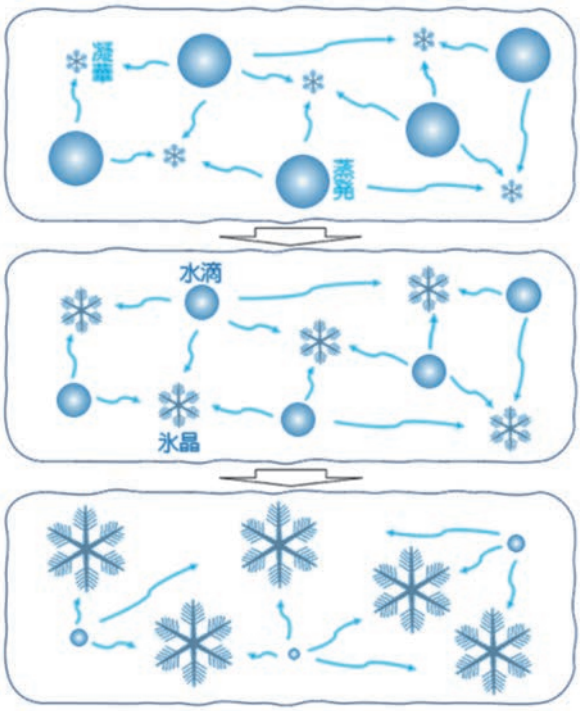


図 1-1　氷晶と水滴との共存

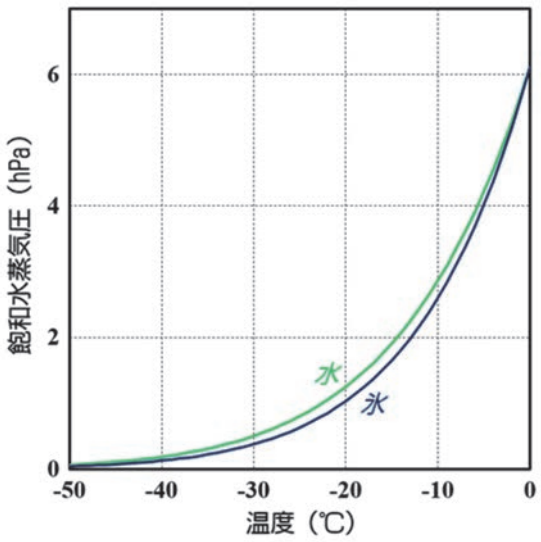


図 1-2　飽和水蒸気圧の温度依存性

これは雪結晶が降ってくる途中で融けたものです。ただ、例外的に、波飛沫などの塩分濃度の高い水滴が多数ある海洋上の積雲などでは、落下できる大きさまで、衝突併合過程により水滴が成長する場合もあります。

第 2 章　地球を巡る水：水循環

海や湖沼・河川などから蒸発した水蒸気が、降水粒子となって山に降り、地面に浸透し川となって流れ下るので、陸上の生物は生きながらえることができます。海に戻った水が再び蒸発するので、水は地球を循環しているといいます。水循環系は、塩分を多く含む海水から純水を作り出す蒸留装置でもあり、重力に逆らって水を高い場所に運び上げる運搬装置でもあります。高い場所にもたらされた水は、重力によって再び海まで流れ下りますが、その過程では、人間を含む陸上生物の営みを支えるのみならず、栄養物質や土砂を運び、海洋生物を支え、白砂青松の景観を作り出しています。森が海産物を育てると言いますが、山や森からのミネラルや栄養塩を海まで運ぶのも水循環のなせる技です。河が土砂を運ぶことによって砂浜が形成されるのです（図 2-1 参照）。

太陽系の惑星で活発な水循環が起こっているのは地球のみですが、それは、地球でのみ、水が気体・液体・固体の３つの状態で存在できるからです。海からの蒸発は、液体から気体（水蒸気）への変化、山の雪が融けて流れ下るのは、固体（氷）から液体への変化です。水循環系で最も不思議なのが、雲の中で降水粒子ができる際には、気体の水蒸気から固体の氷晶（雪結晶）ができることです。水蒸気から水滴になるのはとても大変ですが、雪結晶には素早く成長できるのです。この仕組みは、第１章で説明しています。地球上では、水循環に伴って物質循環も起こっています。山から海への物質循環は上述しましたが、逆もあることがわかっています。つまり、サケなどの魚が海から河を遡上して産卵する際に、クマなどによって捕獲されることは、多くの陸上生物の大切な栄養物質になっていることもわかっています。

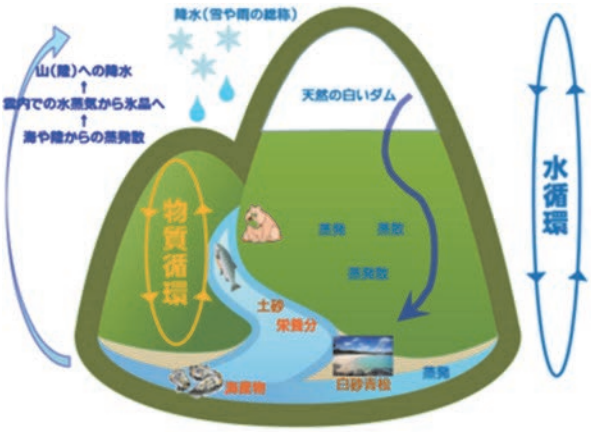


図 2-1　水循環と物質循環の模式図

第 3 章　世界有数の豪雪地

図 3-0　市立大町山岳博物館から望む爺ヶ岳と鹿島槍ヶ岳

南米パタゴニア、ロッキー山脈、カムチャッカ半島などが世界の豪雪地として知られています。しかし、わが国の日本海側地域も、それらの地域に負けず劣らずの豪雪地です。国外の豪雪地のほとんどは、緯度 40 度よりも高緯度側や高標高地域に分布していますが、日本の豪雪地は標高も高くはなく、北緯 36 度から 38 度程度の地域です。緯度も標高も比較的低い日本海側地域が、なぜ、豪雪地域になるのでしょうか。結論を先に述べると、シベリア大陸、チベット・ヒマラヤ、日本海そして脊梁山脈の絶妙な配置のなせる技です（図 3-1 参照）。

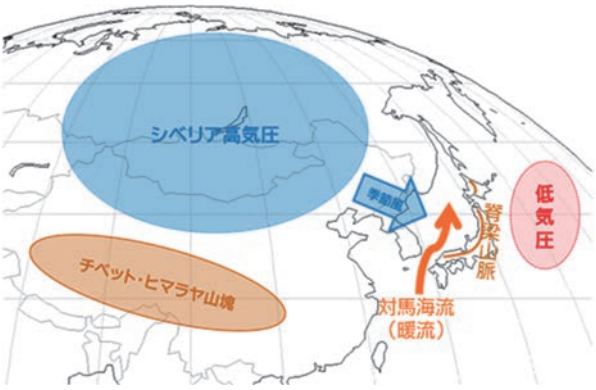


図 3-1　日本が豪雪地となる地理的位置

冬の間、シベリアでは太陽高度がとても低くなりますから、太陽からの日射量よりも、地面から空に向かう放射量の方が大きくなり、放射冷却が起こります。 冷えた地面の上の空気も冷やされ収縮し重くなりますから、シベリアには高気圧が形成されます。重い空気は周りに流れ出そうとしますが、シベリアの南側にはチベット・ヒマラヤ山塊があるため、堰き止められます。冬の間、日本の東側を低気圧が頻繁に通過し、西高東低の気圧配置になることや、日本上空では強い偏西風が吹くことにより、シベリアの寒冷で乾燥した気塊は、東側へと吹き出します。大陸から吹き出したところは暖流である対馬海流が流れる日本海です。大陸から吹き出す寒気は、500hPa の高度で-20℃から-40℃程度にもなります。また、日本海の海面水温は、冬期でも 10℃前後です。つまり、5000m 程度の高度差で 30℃から 50℃もの温度差が生じます。下層が暖かく上層が冷たい強い不安定な状態になります。そのため、対流性の雲、つまり積雲が次々と生まれることになります。寒気は、日本海から熱と水蒸気の供給を受け続けますから、積雲はどんどん成長していきます（図 3-2 参照）。その積雲が、わが国の脊梁山脈にぶつかり強制的に上昇させられるので、それほど標高が高くはなく、比較的低緯度に位置している北アルプスが、世界でも稀な豪雪地になるのです。

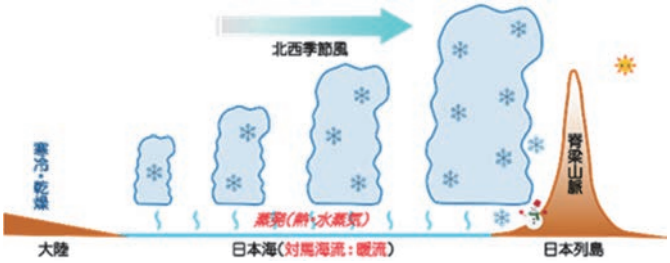


図 3-2　日本海上での雪雲の形成

第 4 章　美しい雪結晶

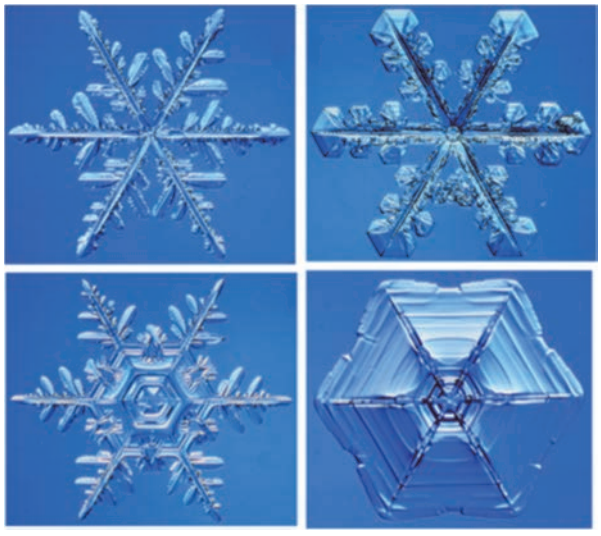


図 4-0　様々な雪結晶　左上：樹枝状，右上：角板付樹枝，左下：樹枝付角板，右下：角板
（撮影：北海道大学 古川義純名誉教授）

空から降ってくる雪結晶の形をまじまじとご覧になったことがありますか？雪結晶は、六角形が基本ですが、六角柱や六角板だったりするのみならず、六つの方向に樹枝状に伸びたり（樹枝状六花）、枝の先にさらに六角形ができていたり（広幅六花）と、いろいろな形があることは、昔から知られていました。基本的に六角形であることも古くから知られており、日本でも平安時代には「六つの花」と呼ばれていたようです。江戸時代の古河藩主である土井利位は、雪の結晶を丹念に観察し、その成果を「雪華図説」として出版したことにより、雪華模様が庶民にまで流行したそうです。綺麗な六角形ではあるが、それぞれの形は気まぐれに降ってくるのか、ある規則性があるのかは、なにせ空の中での出来事ですから、長い間わからずじまいでした。

雪結晶のそれぞれの形は、ある規則性によることを世界で初めて示したのが、北海道大学の教授であった中谷宇吉郎です。中谷は、温度と水蒸気の量を制御できる装置によって、雪の結晶は、成長する際の温度と水蒸気の量によって決まることを明らかにしました。まず、中谷は、天然の雪結晶を図 4-1 のように分類しました。

図 4-1　雪結晶の分類図（中谷宇吉郎雪の科学館）

中谷は、雪結晶を実験室で人工的に作ることに取り組みました。その実験装置が図 4-2 です。実験装置は、シンプルであればあるほど良いと言われますが、この装置はガラス管内の温度と水蒸気量を変えるだけの単純なものです。つまり、この装置全体を低温室に設置し、低温室内の温度を調整すれば、ガラス管内もその温度に設定することができます。そして、ガラス管の底に電熱線を置き、水を入れておきます。電流を調整することにより、水からの蒸発量を調整できますから、ガラス管内の水蒸気量を制御することができます。これで、雪結晶が成長する際に変数となる温度と水蒸気量を自由にコントロールすることができます。

図 4-2　人工雪実験装置（中谷宇吉郎雪の科学館）

しかし、これだけでは、ガラス管内に雪結晶はできません。氷晶核となる物質が必要です。核となる物質をガラス管内に漂わせると、雪結晶はできますが、すぐに落下してしまうので観察することができません。そこで、中谷は糸状のものをガラス管内の上から垂らすことにしました。糸状の材質の選定には難航したようですが、ウサギの毛のコブが核として有効であることに気づきました。

ガラス管内の温度と水蒸気量をいろいろと変えて、ウサギの毛にできる雪結晶の形を観察しました。そして完成したのが図 4-3 のナカヤ・ダイヤグラムです。温度と水蒸気量によって、成長する雪結晶の形が決まっていることがわかります。

中谷は、1938 年に創刊された岩波新書 20 冊のうちのひとつとして、「雪」を著しました（図 4-4 左参照）。この中で、人工雪実験の様子を記すとともに、雪結晶を見れば、その結晶を成長させた雲の中の気温と水蒸気の量がわかることを、「雪は天から送られた手紙である」と表現しました。手紙に書かれた暗号を読み解く鍵がナカヤ・ダイヤグラム

です。「雪」は優れた科学随筆のため、1994 年に岩波文庫として復刻されました（図 4-4 右参照）。

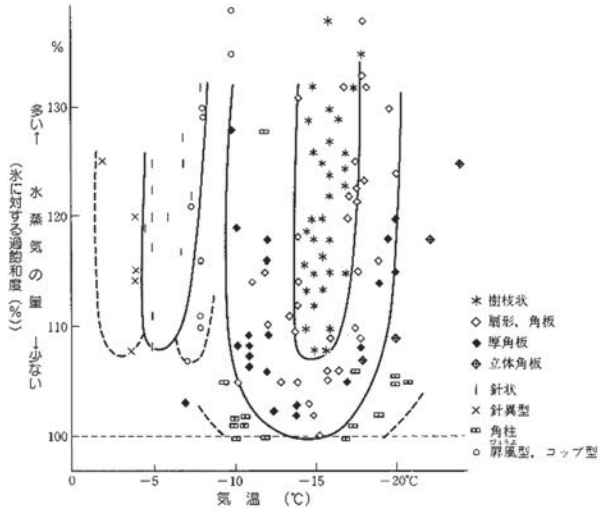


図 4-3　ナカヤ・ダイヤグラム（中谷宇吉郎雪の科学館）

図 4-4　岩波新書「雪」と岩波文庫「雪」

広幅六花結晶や鼓型結晶のように、複数の雪結晶の特徴を併せ持つ場合も、図 4-5 のように読み解くことができます。ある条件でできた雪結晶も、条件が異なる雲の中では、それに応じた結晶形が成長し始めるのです。

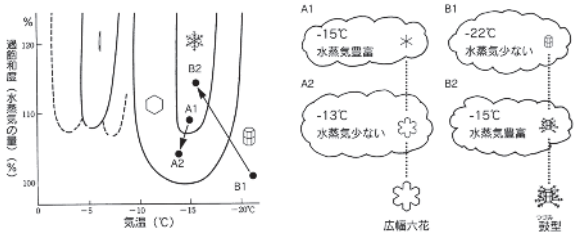


図 4-5　広幅六花結晶と鼓型結晶のでき方（中谷宇吉郎雪の科学館）

第 5 章　雪は空の掃除屋さん

第 4 章で紹介した雪結晶は綺麗なものばかりでしたが、実際の雪結晶には、図 4-1 の雪結晶の分類図の下段にあるような「雲粒付」の雪結晶が多く見られます。雪結晶に粒々がたくさん付着している結晶ですが、この粒々を雲粒と言います。雲粒の正体のひとつは、海塩粒子です。冬の日本海上では風が強いので、波飛沫から海水が水滴となって空中に飛び出します。これらの海塩粒子は、ナトリウム・イオンや塩化物イオンを多く含みます。日本海上を吹走する積雲の中では活発な対流が起こりますから、雪結晶に海塩粒子が付着していきます。

雪結晶に付着するのは、海塩粒子ばかりではなく、いわゆるエアロゾル（海塩粒子もエアロゾルの一種ですが、ここでは便宜的に使い分けます）も付着します。人間活動による化石燃料の燃焼によって、硫黄酸化物や窒素酸化物が大気中に放出されます。それらが酸性のエアロゾルとなって浮遊しますから、雪結晶に付着していきます。

前述の積雲対流による雪結晶への海塩粒子の付着によって、結果的には、雪結晶の落下とともに海塩粒子が大気中から除かれますから、雲内除去と言います。また、雲から落下した雪結晶に、浮遊する海塩粒子やエアロゾルが付着することを雲底下除去と言います。積雲では、周りの大気から空気が引き込まれますが、その際には広義のエアロゾルも引き込まれます。そして、雲粒付雪結晶となって落下します。さらに、雪結晶の雲からの落下途中にもエアロゾルを付着していきます。

落下途中で気温が高くなれば、雪結晶が融けて雨となりますが、雪や雨が降った後には、すっきりと遠くまで見通せるようになるのは、降水粒子が大気中の塵や埃を除去してくれるからです。それで、雪は空の掃除屋さんであると言います。

第 6 章　雪に書かれた手紙文

雪結晶を観察していると、ある時には雲粒が付着していない綺麗な雪結晶が降ってきたり、また、ある時には雲粒がたくさん付着した雪結晶が降ってきたりします。なぜでしょうか？

海塩粒子やエアロゾルが雪結晶に付着しているとすれば、化学的な量が異なることが予想されます。そこで、札幌と新潟・十日町で、降ってくる雪を採取して、それらの化学分析を行いました。

降雪の化学分析の結果の一部を図 6-1 に示します。

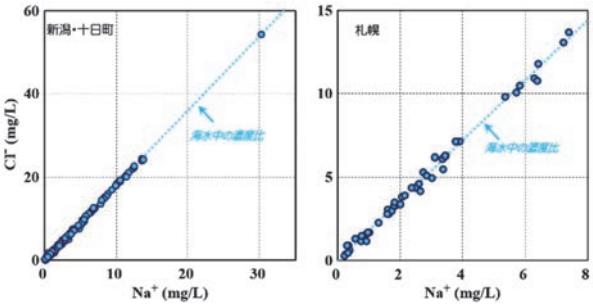


図 6-1　札幌（鈴木, 1983）と新潟・十日町（Suzuki and Endo, 1995）における降雪中のナトリウム・イオンと塩化物イオンの関係

図 6-1 に示すように、ふたつのイオンの濃度は、札幌でも新潟・十日町でも降雪ごとに大きく異なります。しかし、どちらの地点でも、ナトリウム・イオン濃度と塩化物イオン濃度がある一定の関係にあることがわかります。この関係は、ふたつのイオンの海水中の濃度比を示します。ふたつのイオンは塩化ナトリウム（いわゆる食塩）を構成しますから、降雪中のふたつのイオンは、海塩を起源とすることがわかります。さらに、降雪中のナトリウム・イオン濃度と塩化物イオン濃度は、札幌の方が新潟・十日町よりも低くなっています。

でも、どうして、ある時は、塩化ナトリウムの濃度が高かったり（塩っぱい＝海塩粒子がたくさん付着している雪結晶）、またある時は、濃度が低かったり（海塩粒子があまり付着していない雪結晶）するのだろうか？

まず、札幌での気象条件を検討してみると、海塩粒子がたくさん付着した雪結晶が降る時は、西高東低の冬型の気圧配置で、積雲からの雪です。一方、海塩粒子があまり付着していない雪は、低気圧前面の層雲から降っていることがわかりました。積雲と層雲の大きな違いは対流活動です。第４章で説明したように、雲の中で対流が起こると、雪結晶と海塩粒子などの雲粒が衝突する頻度が多くなり、雲粒付雪結晶が形成されます。一方、層雲の場合は、雲中への周りの大気からの取り込みも少ないし、雪結晶が（シンシンと）降りますから、雲粒が付着しません。

そこで、札幌管区気象台での高層気象観測データから、降雪時の積雲対流の高さを計算し、降雪中のナトリウム・イオン濃度との関係をプロットすると、図 6-2 の「札幌」の関係が得られました。確かに、積雲の高さが高い（対流活動が活発）と、そこで形成される雪結晶のナトリウム・イオン濃度が高く、対流が起こっていない雲から降る雪結晶のナトリウム・イオン濃度は低いことがわかります。

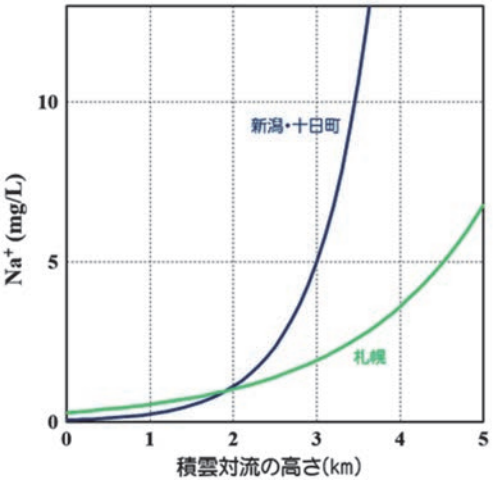


図 6-2　雪雲の積雲対流の高さと降雪中のナトリウム・イオン濃度の関係　（Suzuki and Endo, 1995 を改変）の関係

次に、新潟・十日町での雪についてです。十日町では高層気象観測は行われていませんから、冬型の気圧配置の際の風上に当たる輪島でのデータを用います。十日町での降雪中のナトリウム・イオン濃度と輪島での積雲対流の高さとの関係が、図 6-2 の「新潟・十日町」の関係です。札幌と同様に、十日町でも積雲対流の高さとナトリウム・イオン濃度との間には明瞭な関係が認められます。しかし、積雲対流の高さに対するナトリウム・イオン濃度の値が、十日町では札幌よりも大きくなっています。

この違いは次のように考えることができます。

図 6-3 は、西高東低の冬型の気圧配置の時の雲画像の例です。日本海上には積雲の列が筋状に並んでいます。積雲と積雲の間には雲がありませんから、人工衛星から見ると白い点々が並んでいるように見えます。筋状雲の向きが風の流れを表しています。

大陸から寒気が吹き出し、日本海に出て積雲が生成されてから、日本列島にぶつかるまでの距離は、日本海の幅に規制されます。図 6-3 の雲画像を見ると、北陸地方にやってくるまでの雲の筋が最も長くなっています。それに対して、北海道の風上の雲列は比較的短くなっています。つまり、北海道にやってくる積雲に比べて、北陸地方に雪をもたらす積雲は、相対的に長い時間にわたり対流を続けていることになります。

このために、わが国で雪を降らせる積雲の対流の高さが同じ程度でも、長い時間にわたり対流を続けることにより、雪結晶と海塩粒子が衝突する頻度が高くなり、札幌と新潟・十日町では図 6-2 のような差異を生じると考えることができます。

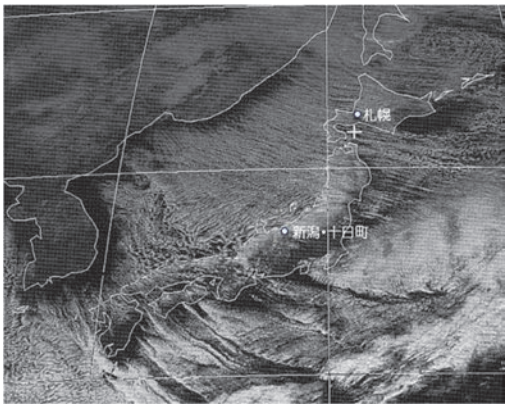


図 6-3　西高東低の冬型の気圧配置の時の雲画像（気象庁）

実は、図 6-2 も雪に書かれた暗号を読み解く鍵なのです。地上で採取した雪の中の海塩物質（ナトリウム・イオンや塩化物イオン）濃度が低ければ、その雪をもたらした雲は層状の雲であり、海塩物質濃度が高ければ、その雪をもたらした雲は対流性の雲であることになります。そして、対流の高さや対流の継続時間によって、雪の中の海塩物質濃度は変わることになります。

さらに、雪結晶を形成する水分子の同位体組成が、雪雲の雲頂の温度によって決まることもわかっています（Suzuki and Endo, 2001）。

雪に書かれた手紙には、結晶の形のみならず、化学的な性質についても文章が綴られていることになります。

雪が降るときの気象条件によって、降雪粒子に含まれる化学物質の量は様々に変化します。降雪ごとに順番に積もって積雪を形成しますが、積雪中での堆積の様子を図 6-4 に示します。

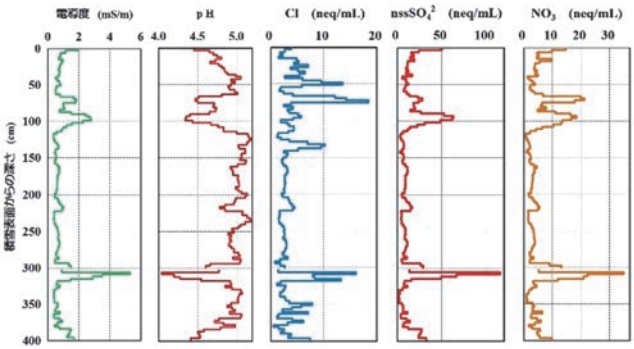


図 6-4　積雪中の電導度、pH と化学物質濃度のプロファイル（鈴木ほか、2011）

この図は、厳冬期に西穂山荘の近くで積雪を 4m掘り下げ、積雪層を 3cm ごとに採取し、化学分析した結果を示します。すべての分析項目が、層ごとに大きく異なっています。雪試料を採取した時は、融雪が起こっていませんから、降ってきたときの情報をそのまま保存しています。硫酸と硝酸の濃度が高い時には pH が低く酸性になっています。ちなみに、pH が 5.62 よりも低いと酸性降水と呼びますが、西穂に降る雪はすべて酸性降水ということになります。強い酸性の雪が降る時は、南岸低気圧による降雪で、塩化物イオンが高い時は冬型の気圧配置による降雪ですから、このプロファイルから、それぞれの層がいつ降った雪なのかを特定することができます。これらの情報から、西穂の観測地点では年間降水量が 5400mm 程度であると推定することができます（鈴木ほか、2011）。降水量を直接的に計測できないような山岳地域の地点の降水量を推定できるのですから、雪に書かれた手紙は多くの情報を含む名暗号文ですね。

第 7 章　雪の七変化

様々な情報を携えて空から降ってくる雪は、時間の長短はあれ地上に堆積します。するとそこから七変化が始まります。降ったばかりの雪はサラサラ（フワフワ）しています（ベタベタした雪が降ることもありますが・・・）が、次第に硬くなったりベチャベチャしたりと変わっていくのをご存じですよね。

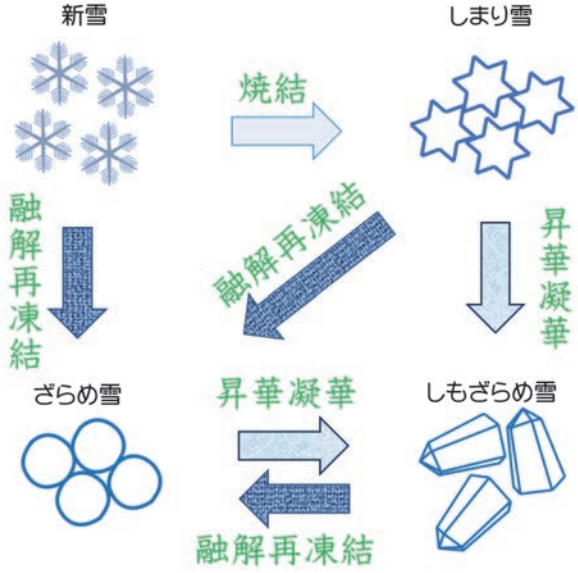


図 7-1　雪質の変化

その変化の代表的な例を示したのが図 7-1 です。降ったばかりの雪を「新雪」と呼びますが、その後に氷点下の気温が続いても雪の結晶は変化していきます。0℃以下を氷点下と言い、我々には寒いと感じますが、0℃は絶対温度では 273.15K で、氷にとっては融ける寸前の温度です。固

体粉末を融点よりも低い温度まで加熱すると固まることを焼結と言いますが、例えば、粘土を融点より低い温度まで加熱して陶器を作ることも焼結です。つまり、降ったばかりの雪結晶はバラバラですが、次第に結晶同士がくっつきあい、結晶も丸みを帯びるようになります。この状態の雪を「しまり雪」と呼びます。新雪の上を歩くと沈んでしまい歩きにくいですが、しまり雪になると歩きやすくなります。

雪が降ってから氷点下の気温が続けば、基本的には「しまり雪」の状態が継続することになります。しかしながら、気温が上昇し、雪結晶が融け始めると大きな変化が起こります。そのまま水として流れてしまうこともあるでしょうし、日中にちょっと融けても、夕方からまた気温が低下して再凍結すると「ざらめ雪」に変わります。「新雪」から直接に「ざらめ雪」となることもあります。「ざらめ雪」は、必ず液体の状態を経ていることになります。

雪山では「しまり雪」や「ざらめ雪」は歩きやすいですが、「新雪」が深ければラッセルすることになります。それ以上にやっかいなのが「しもざらめ雪」です。深い「しもざらめ雪」は、橇（かんじき）やスノーシューでも難儀します。「しもざらめ雪」は雪結晶同士がくっついていないからです。どうして「しもざらめ雪」はできあがるのでしょうか。「しもざらめ雪」の形成には、「しまり雪」や「ざらめ雪」の層の上下で大きな温度勾配が不可欠です。つまり、それぞれの層の上が下よりも十分に低温であることが必要です。相対的に温度が高い下部では、雪結晶が昇華して水蒸気となり、上部に移動します。上部は相対的に温度が低いので、凝華（気体から直接固体になること）によって霜の結晶になります。このようにして、結晶同士がバラバラで比較的大きな形状を持つ「しもざらめ雪」ができあがります。十分な低温となることが不可欠なので、わが国で「しもざらめ雪」が形成されるのは、北海道の内陸や標高の高い場所のみです。

「しもざらめ雪」が融解すれば、「ざらめ雪」に変わることがありますので、このふたつの雪質の変化のみは両方向です。

第 6 章で紹介したような、化学物質がたくさん付着した雪結晶が変態したらどうなるのでしょうか。

雪結晶が「新雪」から「しまり雪」そして「ざらめ雪」へと変態すると、化学物質は図 7-2 のように結晶中で移動していくと考えられます。「新雪」から「しまり雪」になる際には、焼結によって雪結晶が丸みをおびていくだけですから、化学物質は動くことができません。ところが、「ざらめ雪」になるためには融解し液体の水になることが必要です。水の中では化学物質は溶解します。その水が「ざらめ雪」となる際には再凍結が起こります。純粋な水と化学物質が溶けた溶液では、凝固点が異なりますから、先に純粋な水から凍結を始めます。そして後から凝固点が低い溶液が凍結します。

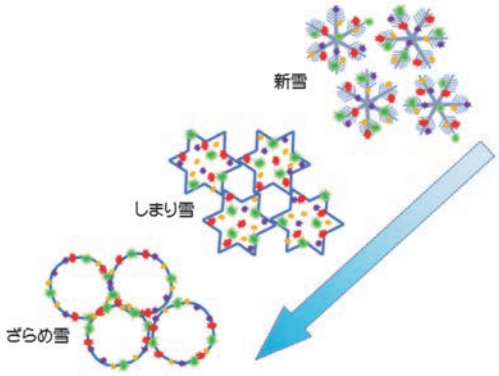


図 7-2　雪結晶の変態に伴う化学物質の析出

豆知識

純粋な水と溶液では、凝固点が異なることは、カチカチの雪面に塩化カルシウムを撒くと、溶解熱で雪面がちょっと融け出した後も、なかなか凍らないことを思い出すとわかりやすいと思います。

「新雪」にランダムに付着していた化学物質は、「ざらめ雪」になると結晶の表面に集まることになります。このことを化学物質が析出すると言います。

春先には、積雪の表面から融雪が起こります。化学物質が雪粒子の表面に析出した「ざらめ雪」の層を、融雪水が流下するとどうなるでしょうか。当然ながら、雪粒子表面の化学物質を溶かし込んで流下します。融雪水中の化学物質濃度は高くなっていきます。

積雪から流下してくる融雪水を集めて計測した例を図 7-3 に示します。融雪水量が増えている時に、融雪が起こっています。その時には、融雪水の電導度が高くなり、pH が低くなっています。電導度とは、水の電気を通しやすさを示しますから、電導度が高い水は化学物質をたくさん溶かし込んでいることになります。水素イオン濃度が高いと pH は低くなりますから、融雪が起こる度に融雪水中の化学物質濃度が高くなっていることがわかります。これも、雪粒子の七変化のなせる技です

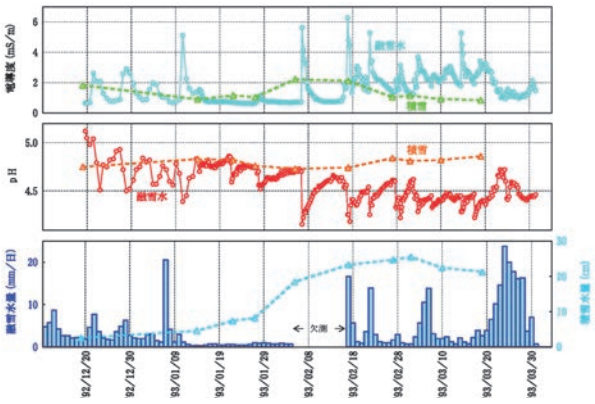


図 7-3　融雪水量の変化と融雪水の pH と電導度の変化（Suzuki, 2003）

豆知識

融雪期には、積雪全体の pH よりも低い pH の融雪水が流下していきます。これによって、融雪期に河川や湖沼の pH が低下することをアシッド・ショックと言います。スカンジナビアやカナダでは、深刻な問題となった時期があります。

融雪期には、積雪から流下する融雪水中の化学物質濃度が高くなり、pH が低くなることを説明してきましたが、その水が流れ込む渓流水はどうなるのでしょうか。

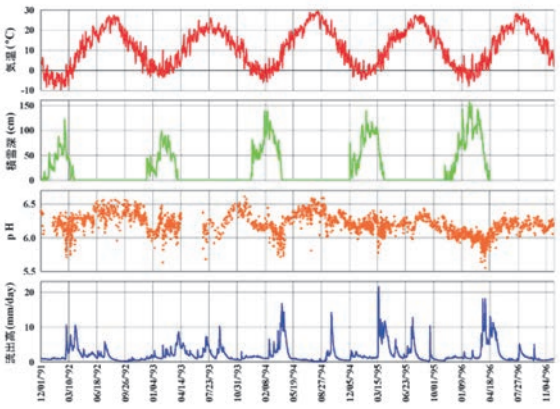


図 7-4　乗鞍・前川における日流出高、渓流水の pH と電導度および気温の変動（Suzuki et. al., 2009）

乗鞍岳剣が峰から流下する前川流域における、日流出高、渓流水の pH と電導度および気温の変動を図 7-4 に示します。流出高は毎年の融雪期に最も大きくなり、梅雨や台風の際にも増えています。融雪期には、渓流水の pH が低下することが明瞭に示されています。さらに、寒冬の際には積雪深が大きくなり、暖冬の際には積雪深が小さくなりますが、積雪深が大きい冬の融雪期には、渓流水の pH が大きく低下することもわかっています。

雪の七変化が、液体の水に戻る渓流水の水質の変動にも影響を及ぼしているのです。

第 8 章　天然の白いダム

晩秋には、平地では雨でも、山岳地域では雪が降り出します。里山の紅葉と高標高域の真っ白な積雪のコントラストはとても綺麗です。山岳地域では、降雪量そのものが多いのですが、平地に比べて気温が低いので、冬の間に降った雪は、融けることなく長い期間そこに留まっています。その様子が「天然の白いダム」と呼ばれる所以です。平地での年最大積雪深は 2 月頃に観測されることが多いのですが、山岳地域では 3 月になっても雪が降り続け、さらになかなか融けないので、年最大積雪深が 3 月から 4 月にかけて観測されます。ゴールデンウィークの頃も、高い山では雪が降る冬山で、登るためにはそれに対応した装備が不可欠です。

春になると太陽高度が高くなり、日射量は大きくなりますが、真っ白な雪面は反射率が大きいので、雪に届く日射エネルギーはそれほど大きくはなりません。高い山では気温も低いままですから、なかなか雪は融けません。低い所の雪が融けると、そこから塵や埃が舞い上がり高い山の雪面も次第に汚れていきます。そうすると、日射エネルギーが雪面にも届くようになります。その頃には、高い山でも気温が高くなりますから、気温と風による顕熱によっても雪が融け出します。ちなみに、雪渓上で見ることのできるスプーン・カット（図 8-1）も、顕熱によって形成されます。

図 8-1　スプーン・カットの例（乗鞍岳の雪渓）

初夏になり、日射エネルギーと顕熱により高い山の雪が融け出し、融雪水は川を流れ下ることになります。平地では梅雨の前はあまり雨が降りませんが、この雪融け水が田畑を潤しますので、雪国で渇水になることはありません。さらには、美味しい水を我々に供給してくれます。

白いダムの効果はどのくらいの量なのでしょうか。槍ヶ岳を源流とし、大町市域を流下する高瀬川の流域で確かめてみましょう。東京電力ホールディングス株式会社が管理する高瀬ダムでは、高瀬川から流入する水量が計測されています。その流入量を流域面積で除すると、降水量と同じ単位の流出高を算出することができます。1988 年から 2019 年までの高瀬川の月平均流出高を、アメダス大町の月平均降水量と一緒に示したのが図 8-2 です。標高が高くなると、一般的に降水量も多くなりますが、高瀬川の月平均流出高は、大町での降水量に比べて多くなっており、特に、高い山での融雪期である 5 月から 7 月にかけては 3 倍以上になっています。この流出高と降水量の差し引き分が、高瀬川の上流に白いダムとして冬の間に蓄えられていた大量の雪が融けた水の量なのです。

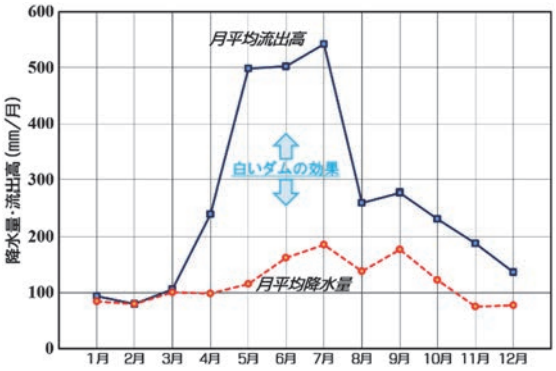


図 8-2　高瀬川の月平均流出高とアメダス大町の月平均降水量

第 9 章　北アルプスの氷河

北アルプス（飛騨山脈）は、世界の氷河分布域に比べて標高も低く、低緯度に位置しています。しかし、鹿島槍ヶ岳北峰の北側に位置するカクネ里氷河をはじめとして、7 つの氷河が現存しています（図 9-0 で示した 6 つの氷河と唐松沢氷河）。それは、氷河が夏に融解する量よりも、冬に涵養される雪の量が十分に上廻っているためです。

北アルプスに大量に雪が降る理由は第 3 章で説明しました。雪が降る時の多くは、西高東低の気圧配置（日本の西側に高気圧、東側に低気圧）で北西からの風によって雪雲が運ばれます。つまり、北アルプスでは西側が風上になり東側が風下になります。富山県や岐阜県側に雪雲がある時でも、松本平では晴天のことが多いのもそのためです。北アルプスの西側斜面に大量の雪が降るのですが、北西からの風も強いために、それらの雪は吹き飛ばされて、東側斜面に吹溜まることになるのです。カクネ里氷河をはじめとして、北アルプスに分布する氷河や雪渓のほとんどが、主稜線の東側斜面に分布するのはこのためです。西側斜面には雪があまり堆積しないので、凍結融解作用により、一般的になだらかな斜面となります（図 9-1 参照）

図 9-0　カクネ里氷河をはじめとする北アルプスの氷河

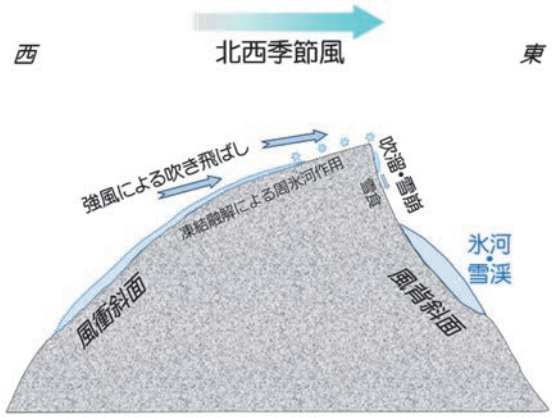


図 9-1　北アルプスの東西斜面の模式図

東側斜面に吹溜まった雪は、雪崩れて谷底に堆積していきます。吹溜り涵養と雪崩涵養により、多くの氷河や雪渓は維持されています。

ちなみに、氷河と呼ぶには「氷体が流動している」ことが必要です。わずかな動きは、近年の GPS 技術によって計測できるようになりました。

前述のように、北アルプスは標高も低く低緯度に位置しているため、暖候期の消耗（融解）量も大きくなります。しかし、ほとんどの氷河が主稜線の東側に位置していることが、消耗量を少なくしています。

雪氷を融解させるエネルギーのほとんどは、太陽からの日射に起因します。地面からの熱量も無視できませんが、太陽高度が低い寒候期には融けずに、太陽高度が高くなる暖候期になって融け出すことからも、日射の効果がわかると思います。日射エネルギーそのものの他に、日射によって暖められたプラスの気温と風によってもたらされる顕熱、水の相変化に伴う潜熱が、雪氷を融解させる主なエネルギーです。

東側斜面には午前中に日射があたりますが、気温が上昇途中のため顕熱による融解熱量が大きくありません。ところが、西側斜面には気温が上昇した午後に日射があたり、谷を吹き上がる風も吹くので、顕熱による融解熱量が大きくなるのです。北東向きの斜面の場合は、日射も遮られる時間が長いので、さらに融解熱量が小さくなります。

北アルプスに氷河が現存している谷は、雪の涵養量がとても多く、消耗量が少ないと言う条件に恵まれています(図9-2参照)。

しかし、氷河は、微妙なバランスの上に成立していると言えますから、気候変動によって、今後どのようになっていくのか見守る必要があります。

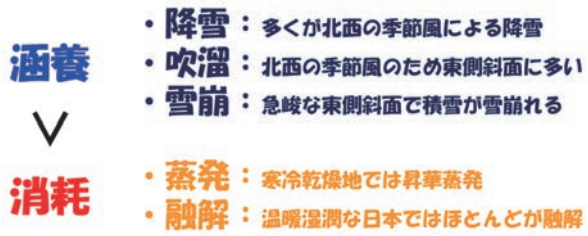


図9-2　氷河の涵養と消耗の各要素

第10章　大町での56豪雪

40年前の1980年から1981（昭和56）年にかけての冬は、日本海側の広い地域で大雪に見舞われました。大町では、1980年の年末から1981年の年始にかけてが大雪のピークでした。その時の大町の様子を信濃毎日新聞と大糸タイムスの紙面から紹介します（図 10-0、10-1）。多くの地域では、昭和56年にかけての大雪のため、「５６豪雪」と呼ばれています。

年配の方は記憶に残っているかと思いますが、年末から年始にかけての時期のため、帰省客に加えてスキー客も多く、交通機関は大混乱だったようです。

大町区内観測所（現在の大町市役所付近）での「５６豪雪」時の積雪深と日降雪深（当日の9時から翌日9時までに新しく降った雪の深さ）の変化を図 10-2 に示します。12月14日に日降雪深が36cmを記録し、23日には31cm、

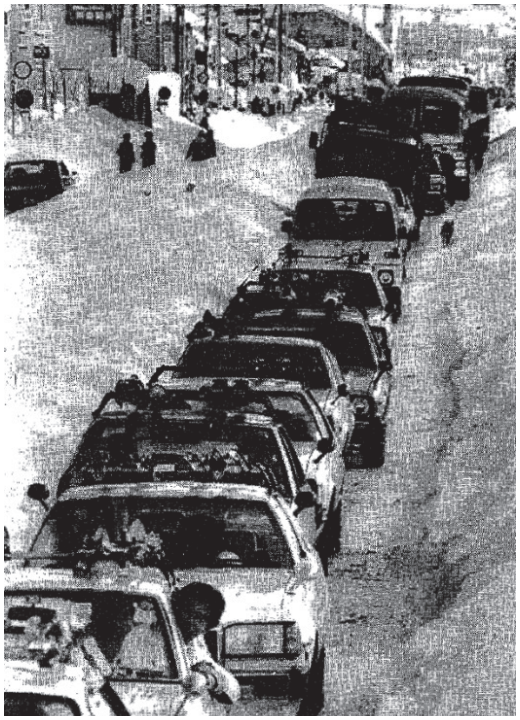


図10-0　1980(昭和55)年12月30日の信濃毎日新聞紙面（大町市大黒町）

図10-1　1981(昭和56)年1月9日の大糸タイムス紙面

そして 27 日と 28 日には、それぞれ 45cm と 65cm の降雪があり、29 日に当期の最大積雪深 120cm を示しています。27 日の積雪深は 40cm ですから、2 日間で積雪深が一気に 80cm も増えたのです。この大雪は、いわゆる年末寒波の影響です。年末年始の休暇には、スキー客が多くなりますから、クリスマス寒波や年末寒波は、スキー場などには歓迎されます。しかし、「５６豪雪」のように居住地域にまで雪が多いと災害となってしまいます。

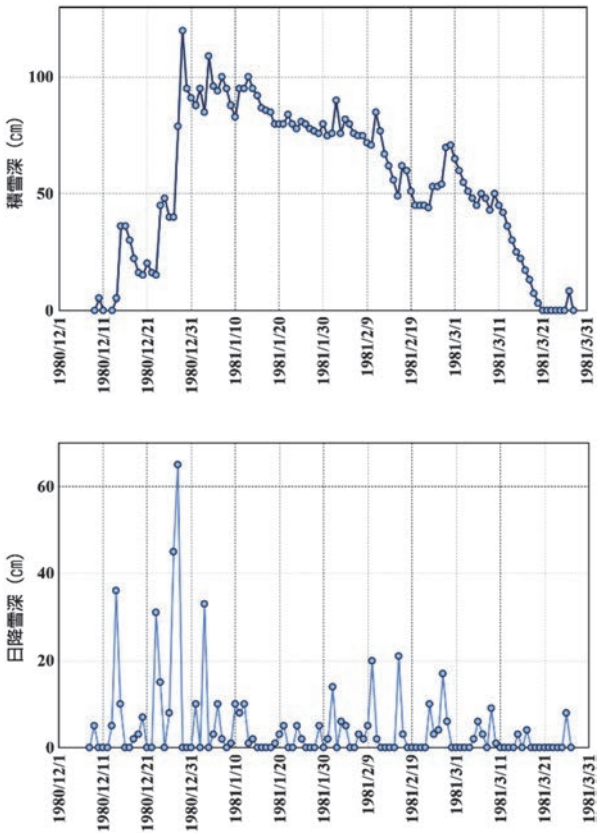


図 10–2　56 豪雪時の大町区内観測所での積雪深（上図）と日降雪深（下図）の変化（長野県気象月報）

謝辞

第４章の写真や図は、中谷宇吉郎雪の科学館及び同館館長の古川義純・北海道大学名誉教授のご厚意により掲載を許可していただきました。ここに記して感謝します。

文献

鈴木啓助 (1983)：札幌における降雪の化学的性質－とくに海水起源物質濃度の成因について－．地理学評論，56，171–184.

Suzuki, K. (2003): Chemistry of stream water in a snowy temperate watershed. Hydrorogical Processes, 17, 2795-2810.

Suzuki, K. and Endo, Y. (1995): Relation of Na^+ concentration and $\delta^{18}O$ in winter precipitation with weather conditions. Geophysical Research Letters, 22, 591-594.

Suzuki, K. and Endo, Y. (2001): Oxygen isotopic composition of winter precipitation in central Japan. Journal of Geophysical Research, 106, 7243-7249.

Suzuki, K., Kuramoto, T. and Tanaka, M. (2009): Hydrologic and geo-chemical balance in a mountainous catchment, Northern Japan Alps. Publication of the International Association of Hydrological Sciences, 326, 70-81.

鈴木啓助・池田　敦・兼子祐人・鈴木大地・槇　拓登 (2011)：雪氷化学的手法による山岳地域の冬季降水量算定．雪氷，73，281-294.

※本稿の文体は記録を忠実に残すため、企画展の文体のまま掲載している。

《 原稿受付 2020(令和 2)年 11 月 30 日，査読後受理 2021(令和 3)年 1 月 26 日 》

市立大町山岳博物館研究紀要　6：41 - 47（2021）
Bull. Omachi Alpine Museum (6)：41 - 47（2021）

資　料
Data

志村寛（号・烏嶺）宛 牧野富太郎筆の書簡
—2020 年度 企画展「博物学と登山」展示資料—

関 悟志

市立大町山岳博物館，〒398-0002 長野県大町市大町 8056-1

The Letter written by MAKINO Tomitaro to SHIMURA Hiroshi (Urei) : The Material displayed at 2020 Exhibition of Omachi Alpine Museum “Relationship between Natural History and Mountaineering”

SEKI Satoshi

Omachi Alpine Museum, 8056-1, Omachi, Omachi City, Nagano Pref., 398-0002, JAPAN

本書簡は 2020（令和 2）年度に市立大町山岳博物館が開催した企画展「博物学と登山 —大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ—」における展示資料で、2016（平成 28）年の同館収蔵以降、これが初めての展示公開となった。これは 1905（明治 38）年に牧野が志村に宛て執筆した書簡で、その内容は、かねてから依頼を受けていた植物標本の同定に関した連絡などである。このとき志村が牧野に同定を依頼していた標本というのは、志村が 1904（明治 37）年に白馬岳等で採集したヒメウメバチソウとシロウマオウギの高山植物 2 種であった。両種は牧野によって、いずれも新種として植物学分野の学術誌に記載されている。本書簡について詳細な画像や翻刻等を掲載することで、その資料情報を広く共有したい。

キーワード：志村寛（烏嶺），牧野富太郎，白馬岳，高山植物，博物学

1 はじめに

市立大町山岳博物館（以降、当館）では、2020（令和 2）年度企画展として「博物学と登山 —大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ—」と題した展示を 2020（令和 2）年 7 月 18 日から 9 月 27 日まで特別展示室で開催した[1)]。

本稿では、この企画展における展示資料のひとつである当館所蔵「志村寛（ひろし）（号・烏嶺（うれい））宛 牧野富太郎筆の書簡」について、その画像や翻刻等の資料情報をもって紹介する。企画展開催時には、会場の展示スペースや展示解説書（図録）誌面の都合上、当該資料に関して解説プレートや解説書において翻刻や読み下し文といった詳細な資料情報を提供することがかなわなかったことから、本誌掲載によってそれらの情報をあらためて広く共有したい。

なお、本資料について、収蔵以降、当館ではこの企画展が初めての展示公開となったことを申し添える。

2 収蔵の経緯

2014（平成 26）年、東京都内の古書店業者の販売カタログに本資料を含む志村寛宛 牧野富太郎筆の書簡 4 通が掲載されているのを筆者が確認し、2016（平成 28）年に当館でそれら一式を購入した。

志村[2)]は高山植物研究に邁進した博物学者・教育者である。志村は生涯で 4,000 種もの植物腊葉標本を作製したといわれ、その標本は本人や長男の志村濟美氏などにより、植物友の会（現公益社団法人日本植物友の会）をはじめ、国立科学博物館（TSN）や東京都立大学牧野標本館（MAK）、栃木県立佐野高等学校資料室、そして当館に収められた。当館には志村に関係した資料約 180 点（一括資料の件数を含む）が残されている。それらには、詳しく後述する本書簡に記された 2 つの高山植物の腊葉標本をはじめ、1,400 を超える志村による採集植物が含まれている。

こうしたことから、当館で所蔵する既存の志村関係資料の一群に本書簡を加えることで、その資料群（コレクション）としての価値をより高められると考え、収蔵に至った。

3 書簡の概要

本資料は、巻紙の和紙に毛筆書きされた 1905（明治 38）年 2 月 16 日付の志村寛宛 牧野富太郎筆の書簡。

書簡の内容は、当時、東京帝国大学理科大学の助手であった植物学者・牧野[3)]が受け取った白馬連山採集の植物標本同定に関した志村への連絡などである。ここでは、ウメバチソウの一種について、新種として学名とともに和名ヒメウメバ

チソウと称して『植物學雜誌』の欧文欄内へ投稿したと伝えている。また、オウギの一種について、果実がないため同定が難しく、もし果実を採集できる機会があればご注意願いたいとも伝えている。

ここに記された牧野が受け取った標本というのは、前年1904（明治37）年8月に志村が自身第1回目となる白馬岳登山で大雪渓上部の葱平付近で採集したヒメウメバチソウと鑓ヶ岳山頂付近で採集したシロウマオウギの2種の植物腊葉標本のことである。書簡にある通り、志村はこれらを牧野の元へ送って同定を依頼していたのであった。この書簡で同定困難との連絡を受けたオウギの一種は、その後に新種であることが認められたシロウマオウギである。新種と確認された両種とも、牧野によってそれぞれ和名が命名されている。

本書簡の資料情報を以下にまとめる。

（1）通番 8260 整理番号 S69-178④ ※通番・整理番号は当館付番

日　付：1905（明治38）年2月16日　※日付は筆記日

差出人：牧野富太郎

宛　名：志村寛

内　容：前述の通り。52行。

形　状：和紙（巻紙）・毛筆書き

寸　法：L102.5×W18.2cm ／ 重　量：3.3 g

本書簡と同時購入したほかの3通の書簡についても参考までに資料情報を以下に記す[4]。

なお、本書簡含め4通全て封筒欠。それぞれに二次資料として第三者によるものと推察される釈文付（洋紙・ペン書き）。

（2）通番 8260 整理番号 S69-178①

日　付：1902（明治35）年25日（月の記載なし）

差出人：牧野富太郎

宛　名：志村寛

内　容：問い合わせの樹はクスノキであることを連絡。18行。

形　状：和紙（巻紙）・毛筆書き

寸　法：L62.0×W16.4cm ／ 重　量：1.3 g

（3）通番 8260 整理番号 S69-178②

日　付：4月23日（年の記載なし）

差出人：牧野富太郎

宛　名：志村寛

内　容：多忙のため種の特定が困難であることなどを伝えている。51行。

形　状：和紙（巻紙）・毛筆書き

寸　法：L141.5×W17.8cm ／ 重　量：6.3 g

（4）通番 8260 整理番号 S69-178③

日　付：1902（明治35）年5月30日

差出人：牧野富太郎

宛　名：志村寛

内　容：送られてきた標本について別紙のとおり連絡する旨と（別紙は欠）、送られてくる標本を見ることが楽しいことを伝えている。38行。

形　状：和紙（巻紙）・毛筆書き

寸　法：L107.3×W18.1cm ／ 重　量：4.9 g

4 画像・翻刻

本資料の画像ならびに翻刻については、本文の末に一括して掲載する【図1ほか】。

なお、読み下しを容易にするために、翻刻に対してルビとして振り仮名等を付す形で記した。

5 むすびに

本稿では、第2章で当該資料の収蔵経緯、第3章で収蔵した書簡の概要について資料情報を添えて記した。第4章で書簡の画像ならびに翻刻を示した（本文末に一括掲載）。

むすびに代えて、この書簡の内容にかかわる志村・牧野両者による記述を参考までに挙げて擱筆したい。

（1）志村による植物採集

先述した通り、志村が牧野に同定を依頼した標本は、志村自身第1回目となる1904（明治37）年の白馬岳登山において、8月20日に大雪渓上部の葱平付近において採集したヒメウメバチソウと、翌21日に鑓ヶ岳山頂付近において採集したシロウマオウギの2種である。

志村は、新種となるヒメウメバチソウを白馬岳葱平付近で採集したときの様子を次のように述べている。

「余獨り四近を探りて、しきりに採集す。こゝに一草を得たり、ウメバチサウに似たれども形態頗る痩少可憐、一見して其の新種たるべきを認めたり。ウメバチサウ屬には、ウメバチサウ及シラヒゲサウの二種あるのみ。若し新種ならんには、本邦のフロラに一品を加ふるものなり。十數種を採り、歸來理科大學牧野氏の鑑識を乞ふ、果して新種なり。本種はパーナシャ、アルピコラなる學名と、ヒメウメバチサウなる和名とを得たるものなり。」[5]

同じく新種となるシロウマオウギを鑓ヶ岳山頂付近で採集したときの様子について、志村は次のように述べている。

「鑓ヶ岳の裏面に至り、余は又一新種を發見せり。荳科に屬するもの、新學名をアストラガルス、シロウマインシス和名をシロウマワウギと呼ぶ。イハワウギに比すれば全躰痩少、蓎黑色を帶び、花瓣白し。イハワウギの花瓣は帶黃色なり、莢は兩者の概形に大差あり。昨はヒメウメバチサウの新種を得、今又シロウマワウギの新種を得たり、一擧して日本のフロラに二新種を加ふ、余の喜び知るべきなり。」[6]

志村は「ヒメウメバチサウ Parnassia alpicor Makino. に

就きて」と題したヒメウメバチソウの記相文を寛の名で『信濃博物學雑誌』第14号（信濃博物學會、1905）に投稿しているが、掲載の際には、その発見の経緯等の記事が「冗長に失する」という理由で削除されたという[7)]。

なお、博物学による植物調査を目的としたこの白馬連山における2泊3日の縦走登山で採集した標本は180種に達したと志村自身が後述している[8)]。

（2）牧野による論文掲載

牧野が新種として『植物學雑誌』（東京植物學會発行）へ投稿したと志村に書簡で伝えたヒメウメバチソウは、1904（明治37）年発行の同誌第18巻第214号に掲載され、同定が困難なためその果実の採集を所望したオウギの一種についてもその後、1906（明治39）年発行の同誌第20巻第229号に新種シロウマオウギとして掲載される。

前者については、「Observations on the Flora of Japan. (*Continued from p. 138.*) By T. Makino. 」（日本植物考察）と題された牧野による論文中、「Parnassia alpicola Makino sp. nov. 」の項でヒメウメバチソウについての記述がなされ、文中には「Nom. Jap. *Hime-umebachisō* (nov.). 」「*Hab.* Prov. SHINANO : Alpine summit of Mt. Shirouma (*Kwan Shimura* ! August 20, 1904). 」との記載がある[9)]。

一方、後者については、「Observations on the Flora of Japan. (*Continued from p.* 12.) By T. Makino.」と題す牧野の論文中、「Astragalus (Phaca, Hemiphaca?) shiroumaensis Makino sp. nov. 」の項でシロウマオウギについて述べており、文中に「Nom. Jap. *Shirouma-ōgi* (nov.). 」「*Hab.* Prov. SHINANO : Mt. Shirouma (*K. Shimura* ! Aug. 1904 ; *H. Takeda* ! Aug. 1905 ; *T. Uchiyama* ! herb. Sc. Coll. Imp. Univ. Tokyo, Aug. 1905). 」と記載されている[10)]。

上記の記載によると、同定が困難であったことから果実の採集に留意を求めたシロウマオウギについて、志村とは別の2人が1905（明治38）年8月にそれぞれ採集した標本を牧野が追加入手し、新種として認識するに至ったことが判る。その2人とは「*H. Takeda*」「*T. Uchiyama*」と記された武田久吉（1883～1972年）と内山富次郎（1851～1915年）である。両者はそれぞれ高山植物採集を目的とした白馬岳登山を1905（明治38）年8月に行っており、その際に各々採集したシロウマオウギを牧野が同定に用いたのであった[7･11)]。武田は植物学者で、東洋初の山岳団体となる日本山岳会（発足当時は日本博物学同志会内の支会「山岳会」）創立に発起人のひとりとして参加し、後に同会第6代会長を務めた。内山は小石川植物園（現東京大学大学院理学系研究科附属植物園）園丁を務めた植物学者である。

なお、志村については「*K. Shimura*」と記載されており、前述した牧野による書簡の冒頭で照会があった志村の名「寛」について、「ヒロシ」ではなく「クワン」（カン）という字音による読み方が採用されている。

注記・引用文献

1）展示名：渡邊敏没後90年　令和2年度 市立大町山岳博物館 企画展
「博物学と登山 ―大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ―」
会　期：2020（令和2）年7月18日（土）～9月27日（日）
会　場：市立大町山岳博物館 特別展示室
内　容：大正登山ブームや信州理科教育のさきがけともなった明治・大正・昭和初期における博物学と登山のかかわりについて紹介。博物学に通じた長野県内の教諭の士々が残したゆかりの品々約30点を展示。
その他：本展開催にあわせ、企画展の内容を詳しくまとめた展示解説書（体裁：A4判 カラー 36頁）を発行。

2）志村寛（号･烏嶺）：1874（明治7）年、栃木県那須郡烏山町（現那須烏山市）生まれ。1961（昭和36）年没。「烏嶺」は出身地にちなむ号。栃木県尋常師範学校（現宇都宮大学教育学部の前身のひとつ）卒業後、栃木県などの小中学校や師範学校で教員を務め、1903（明治36）年に長野県立長野中学校（現長野高等学校）へ博物科（兼地理）教師として赴任。翌1904（明治37）年8月、30歳のときに初めて白馬岳に登り、葱平でのお花畑の光景の美しさに心打たれ、高山植物研究の道に一層邁進する。こうした高山植物研究の契機は、植物学者・三好學による植物の垂直分布に関する当時の見聞によってであり、高山植物の観察・採集を行った八ヶ岳でその研究に専念する決心をしたのであった。明治後期から大正初期、日本近代登山の黎明期にあって、高山植物研究と写真撮影を二大目的とする山行を重ねた。
当館が所蔵する志村旧蔵の写真や著書の一部は志村本人から寄贈された品々。1956（昭和31）年、83歳にして13回目、最後の白馬岳登山の折、当館に来館した志村から、開館5年を迎える当館の活動を激励していただき、後日、自身の写真や著書を恵送いただいた。

3）牧野富太郎：1862（文久2）年、土佐国高岡郡佐川村（現高知県高岡郡佐川町）生まれ。1957（昭和32）年没。日本における植物分類学の基礎を築いたひとり。幼少期から寺子屋や私塾などで和漢のほか西洋の近代科学を含めた多様な学問を学び、やがて本格的に植物学を志す。1884（明治17）年に帝国大学理学部（後に東京帝国大学理科大学、現東京大学理学部・同大大学院理学系研究科）植物学教室へ出入りしての文献や資料の使用を許可され、以降、植物分類学の研究に没頭する。1893（明治26）年には同大学理科大学の助手となり、1912（大正元）年からは同大学講師を務める。退官後の1940（昭和15）年に刊行された『牧野日本植物図鑑』は長年にわたる日本産植物研究の集大成であった。「牧野式」と称される自身手描きによる細密な植物図をもとにした図版を掲載したこの図鑑は現在に至るまで改訂を重ね、植物図鑑として広く支持され続けている。
その生涯において牧野が学名命名を手掛けた植物は約1,500種以上、収集した植物標本は個人所蔵分だけでも約40万点、蔵書は約4万5千冊という。学名命名に関し、長野県産植物では、本稿に挙げた2種のほかにもコマクサなど221種（亜種・変種・品種・間種を含む）にのぼる。

4）通番8260 整理番号S69-178①～③の内容については、『森井書店古書目録』第56号（2014年12月）22頁に掲載の記述による。

5）志村烏嶺著「白馬嶽 第一回登山記」志村寛（烏嶺）・前田次郎（曙山）共著『やま』（橘南堂、1907）14頁（引用箇所は振り仮名を含めて原文ママ）

6）志村烏嶺著「白馬嶽 第一回登山記」志村寛（烏嶺）・前田次郎（曙山）共著『やま』（橘南堂、1907）25-26頁（引用箇所は振り仮名を含めて原文ママ）

7）武田久吉著「白馬岳初期登山者・その外 ―Ⅳ･完―」『山』No.258（日本山岳会、1966）4-5頁

8）志村寛（烏嶺）著「日本山岳会創立前后之見聞」『山岳』Vol. L（日本山岳会、1957）81頁

9）T. Makino 著「Observations on the Flora of Japan」『植物學雑誌』第18巻第214号（東京植物學會、1904）140-141頁
「sp. nov.」はspecies nova 新種、「Nom.」はNomen 名、「*Hab.*」はHabitat 生育地、「Prov.」はProvince 州・地方の略。

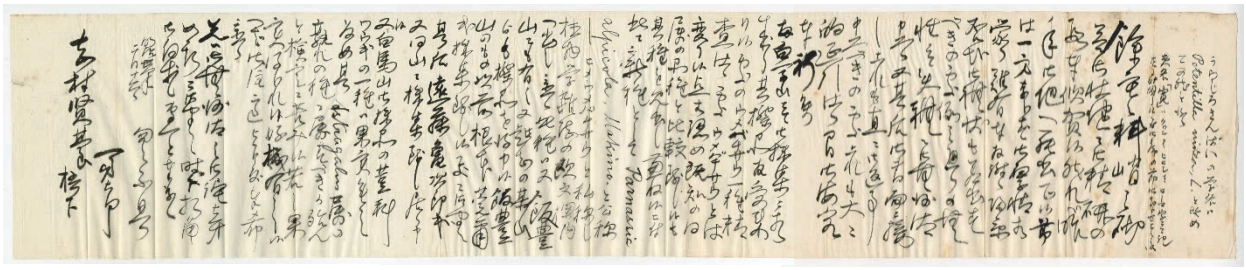
10）T. Makino 著「Observations on the Flora of Japan」『植物學雑誌』第20巻第229号（東京植物學會、1906）23-24頁
「herb.」はherbalist 植物（草木）学者の略。「Sc. Coll. Imp. Univ. Tokyo」はScience College, Tokyo Imperial University（The College of Science, Imperial University of Tokyo） 東京帝国大学理科大学の略。

11）武田久吉著「白馬岳初期登山者・その外 ―Ⅱ―」『會報』256（日本山岳会、1966）2頁

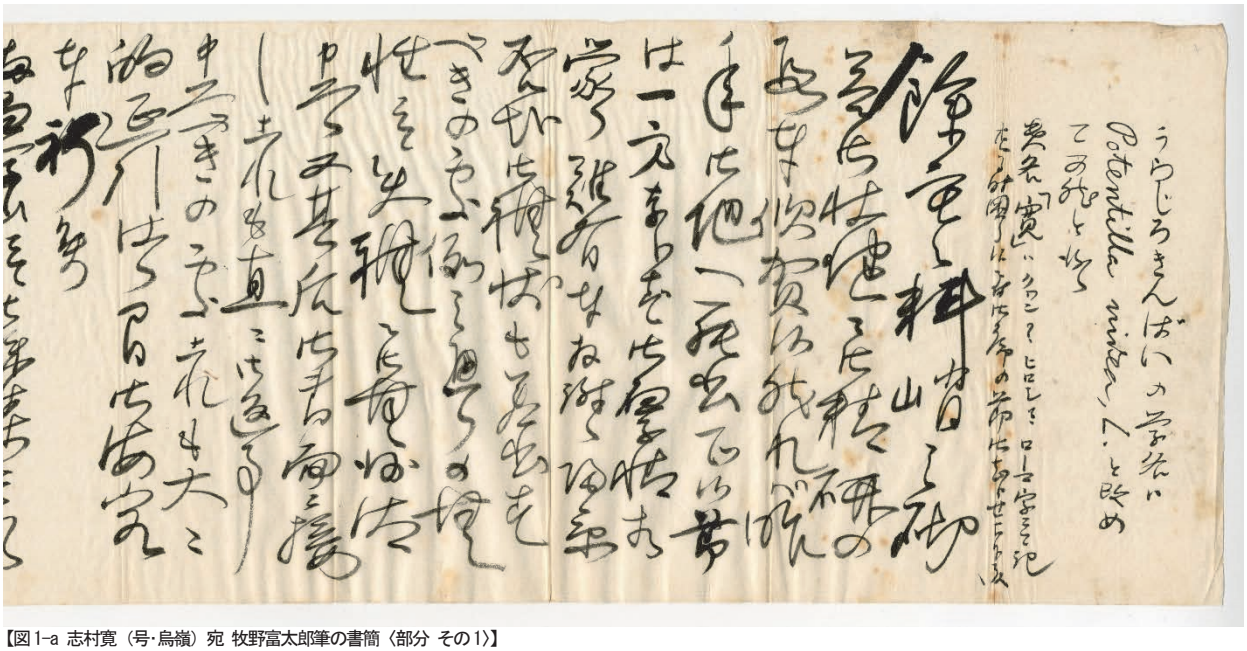
参考文献

志村烏嶺著「白馬岳及鑓ヶ岳」『山岳』第1年第2號（山岳會、1906）
志村寛・前田次郎共著『やま』（橘南堂、1907）
志村烏嶺著「日本アルプス縦走記」『山岳』第3年第2號（山岳會事務所、1908）
志村寛著『高山植物採集及培養法』（成美堂書店、1909）

沼尻好著「白馬嶽植物採集記」（「雑錄」欄）『山岳』第 4 年第 2 號（日本山岳會事務所、1909）
志村烏嶺著『千山萬岳』（嵩山房、1913）
志村烏嶺著「高瀬入り湯殿の思ひ出」『山』第 1 巻第 1 號（梓書房、1934）
志村烏嶺著「近代登山黎明史　はしがき 五十餘年前の那須岳登山」『山と溪谷』第 90 號（山と溪谷社、1946）
志村烏嶺著「近代登山黎明史　第一章 志賀矧川とウエストン」『山と溪谷』第 91 號（山と溪谷社、1946）
志村烏嶺著「近代登山黎明史　續・第一章 ウエストン氏の功績」『山と溪谷』第 92 號（山と溪谷社、1946）
志村烏嶺著「近代登山黎明史　第三章 山岳會設立以前」『山と溪谷』第 93 號（山と溪谷社、1946）
志村烏嶺著「近代登山草わけのころ」大町山岳博物館編『山と博物館』第 3 巻第 5 号（大町山岳博物館、1958）
志村寛著「高頭仁兵衛氏との交友五十余年」『岩と雪 I 』1958 SUMMER（山と溪谷社、1958）
武田久吉著「白馬岳初期登山者・その外 1」『會報』255（日本山岳会、1966）
武田久吉著「白馬岳初期登山者・その外 —Ⅲ—」『會報』257（日本山岳会、1966）
山崎安治著「山の恩人・武田久吉博士」大町山岳博物館編『山と博物館』第 28 巻第 10 号（大町山岳博物館、1983）
峯村隆著「長野時代の志村烏嶺」大町山岳博物館編『山と博物館』第 31 巻第 1 号（大町山岳博物館、1986）
長沢武著『北アルプス白馬連峰 —その歴史と民俗』（郷土出版社、1986）
中山珖一著『山岳宗徒烏嶺小伝』（なかやま出版、1989）
富山県[立山博物館]編『山を撮る 山へカメラを向けた人たち—①』（富山県[立山博物館]、1998）
『別冊太陽 No.103 Autumn 1998　日本のこころ 人はなぜ山に登るのか 日本山岳人物誌』（平凡社、1998）
東京都写真美術館企画・監修『山を愛する写真家たち 日本山岳写真の系譜』（日本写真企画、1999）
市立大町山岳博物館編『よみがえる 高嶺の草花 —志村烏嶺 旧蔵植物標本— 近代日本登山の先駆者が遺した山の宝物』（市立大町山岳博物館、2007）
「人物伝 植物学者 牧野富太郎 なぜ、どう描いたのか」『Science Window』2013 年春号（4-6 月）／第 7 巻 1 号（科学技術振興機構、2013）
「言葉の山旅 山の文学アンソロジー　稀代の植物学者が教える山の楽しみ方『植物随想』より二題 牧野富太郎」『岳人』2019 年 4 月号 NO.862（ネイチュアエンタープライズ、2019）
「植物学者 牧野富太郎の仕事」『岳人』2019 年 6 月号 NO.864（ネイチュアエンタープライズ、2019）
市立大町山岳博物館編『博物学と登山 —大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ—』（市立大町山岳博物館、2020）
牧野富太郎研究所（漉川葵人）「牧野富太郎の書簡の特徴」（「牧野富太郎人物像」項） http://makino-tomitaro-kenkyujyo.com/link/mt/mt_3.html （最終閲覧 2020 年 10 月 29 日）
新・花の仲間調べ「木の上笹蘭（キノエササラン）」（「蘭図鑑」の項） http://hanazukusi.blog.shinobi.jp/ラン科/木の上笹蘭（キノエササラン）（最終閲覧 2020 年 10 月 29 日）



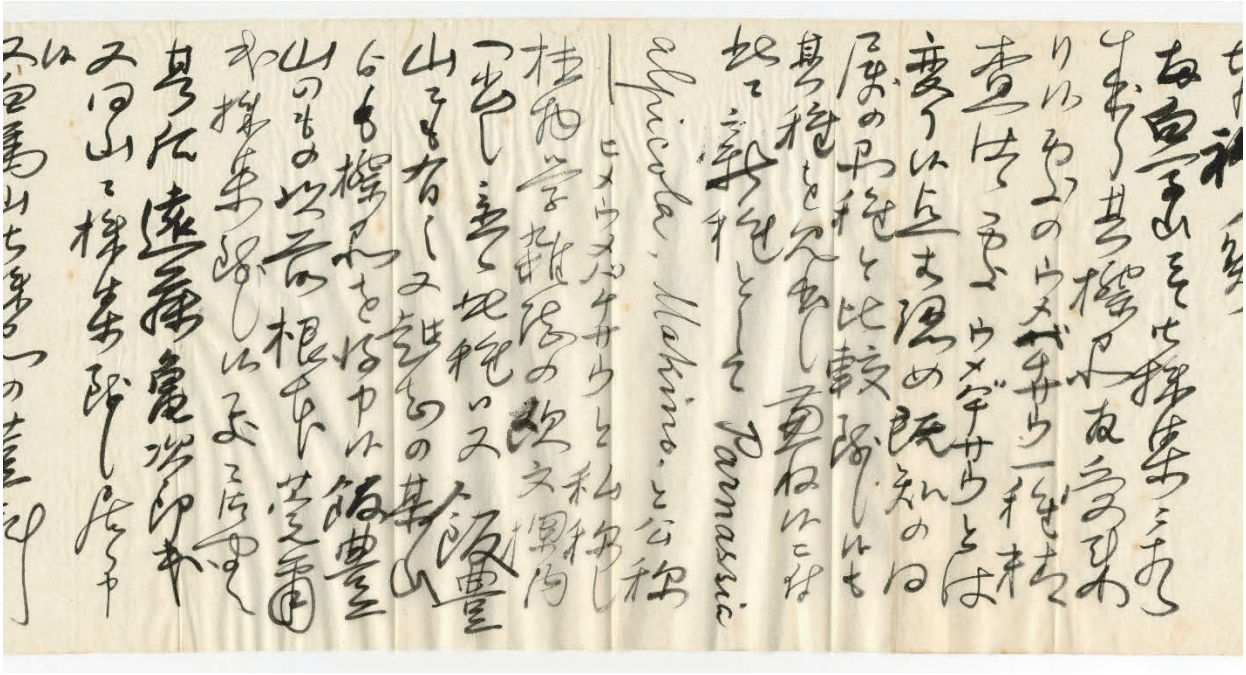
【図1 志村寛（号·烏嶺）宛 牧野富太郎筆の書簡〈全体〉　1905（明治38）年　市立大町山岳博物館蔵〈通番8260 整理番号S69-178④〉】



【図1-a 志村寛（号·烏嶺）宛 牧野富太郎筆の書簡〈部分 その1〉】

【翻刻】

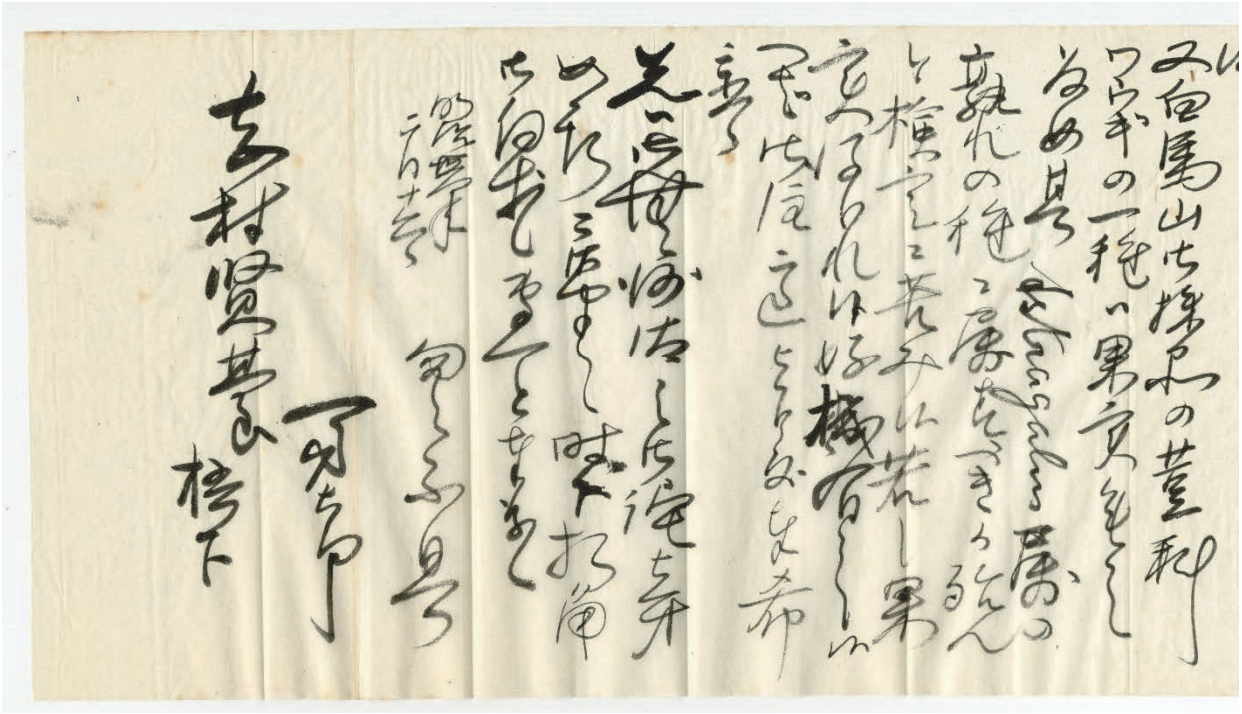
うらじろきんばいの学名ハ
Potentilla nivea, L. と改め
て可然と存候
貴名「寛」ハクワン？ヒロシ？ローマ字ニて記
する時困り候 ニ付 御序の節 御知らせ被下度候
餘寒料峭之砌
益御壮健ニ御精研の
段奉欣賀候 然れバ昨
年御地へ罷出で候節
は一方ならず御厚情相
蒙り難有奉拝謝候 帰京
否哉御禮状も差出す
べきの處例之通りの無
性ニて失禮ニ御無沙汰
申上候 又其后御書面ニ接
しおれも直ニ御返事
申上べきの處おれも大ゝ
的延引仕候間御海容
奉祈候



【図 1-b 志村寛（号·烏嶺）宛 牧野富太郎筆の書簡〈部分 その 2〉】

【翻刻】

扨白馬山ニて御採集ニ相
成り其標品拝受来
り候 處のウメバチサウ一種精
査仕 候 處ウメバチサウとは
変り 候 点相認め既知の同
属の品種と比較致し 候も
其種を見出し兼ね 候 ニ付
此ニ新種として *Parnassia*
alpicola, Makino. と公称
しヒメウメバチサウと私称し
植物学雑誌の欧文欄内
へ出し置 候 此種ハ又飯豊
山にも有之又越前の 某山
ゟも標品を得申 候 飯豊
山のもの以前根本莞爾
氏採集致し 候 處ニ御座 候
其后遠藤亀次郎氏
又同山ニ採集致し居申
候



【図1-c 志村寛（号・烏嶺）宛 牧野富太郎筆の書簡〈部分 その3〉】

【翻刻】

又白馬山御採品の荳科（まめか）
ワウギの一種ハ果実無之（なし）
為（た）め其 *Astragalus* 属の
孰（いず）れの種ニ属すべきう殆（ほと）ん
ど検定ニ苦み候（そうろう） 若（も）し果
実得られ候（そうろう） 好機有之（ありし）候（そうろう）は
ば御注意被下度（くだされたく） 奉（こいねがいたてまつり）
置候（おきそうろう）
先（まず）ハ御無沙汰之御詫旁（おわびかたがた）
如斯（かくのごとく）ニ御座（ござ）候（そうろう） 時下折角（せっかく）
御自愛専一と奉存（ぞんじたてまつりそうろう）候
明治卅八年（さんじゅう） 匆々不具（そうそうふぐ）

二月十六日

富太郎

志村賢臺（けんだい）

梧下（ごか）

《 原稿受付 2020(令和2)年11月30日，査読後受理 2021(令和3)年1月26日 》

他誌掲載の論文・報告等
Articles, reports, etc. of other journals

2020(令和 2)年度に市立大町山岳博物館の職員が他誌に発表した論文・報告等は下記のとおり。

この他、当館職員による資料収集保管・調査研究・教育普及事業にかかわる執筆活動の実績については当館編集・発行の当該年度『年報』に別途掲載する。

関悟志 編著　企画展の展示解説書(図録):市立大町山岳博物館編『博物学と登山 ―大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ―』(市立大町山岳博物館、2020 年) 1-37 頁

関悟志「活躍する先生たち ―国語読本の「白馬岳」と松岡邦松、高山館と馬場治三郎―」「博物館や学校が所蔵する標本の価値」「山小屋物語 ―北ア最初の近代登山者向け営業小屋・白馬頂上小屋を開設した松沢貞逸―」「雪形伝承と山名考 ―小蓮華山の「コウマ」と白馬岳の「シロカキウマ」」市立大町山岳博物館編『博物学と登山 ―大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ―』(市立大町山岳博物館、2020 年) 14・16・25・26 頁

鈴木啓助「北アルプスは世界屈指の豪雪地」市立大町山岳博物館編『博物学と登山 ―大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ―』(市立大町山岳博物館、2020 年) 23 頁

太田勝一「白馬大池火山の地形・地質」市立大町山岳博物館編『博物学と登山 ―大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ―』(市立大町山岳博物館、2020 年) 23 頁

千葉悟志「白馬連山高山植物帯」市立大町山岳博物館編『博物学と登山 ―大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ―』(市立大町山岳博物館、2020 年) 24 頁

栗林勇太「小蓮華山付近に生きるライチョウ」市立大町山岳博物館編『博物学と登山 ―大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ―』(市立大町山岳博物館、2020 年) 24 頁

藤田達也「白馬大池のクロサンショウウオ」市立大町山岳博物館編『博物学と登山 ―大正登山ブームと信州理科教育のさきがけ―』(市立大町山岳博物館、2020 年) 25 頁

市立大町山岳博物館 研究紀要　編集要項

2015(平成 27)年 8 月 25 日 制定
2020(令和 2)年 3 月 31 日 改正

（目的）
第１　この要項は、市立大町山岳博物館研究紀要（以下「研究紀要」という。）の編集について必要な事項を定めることを目的とする。

（編集・発行の趣旨）
第２　研究紀要は、博物館業務から得られた調査研究の成果やそれに関する情報のほか、関係各分野におけるさまざまな調査研究の情報及び知見を、市民等の個人や各学術分野の関係機関等に広く提供するとともに、記録・保存し、博物館における資料収集・保存管理事業や展示等の教育普及事業に有効活用するために編集・発行する。

（名称・発行）
第３　研究紀要は市立大町山岳博物館（以下「博物館」という。）が定期的に発行する学術雑誌であり、その名称は「市立大町山岳博物館研究紀要」とする。
２　研究紀要は、原則として年１回発行する。ただし、第４条で定める編集委員会が必要と認めた場合は、この限りではない。

（編集委員会）
第４　第２条の趣旨にもとづき、研究紀要を編集・発行するために、市立大町山岳博物館研究紀要編集委員会（以下、「編集委員会」という。）を置く。
２　編集委員会は、館長、副館長、学芸員、専門員、指導員により構成する。
３　編集委員会には委員長を置き、館長を充てる。館長が不在の時は副館長が代行する。
４　編集委員会の庶務は、事務局で処理する。事務局は学芸員の担当者により構成する。
５　編集委員会は、必要に応じて、構成員以外の者の出席を求め、その意見を聴くことができる。

（掲載原稿の内容）
第５　掲載する原稿の内容は、北アルプスやその周辺地域を中心とした山岳にかかわる自然科学分野、人文・社会科学分野の調査研究に関するものとし、具体的には次の各号に掲げるとおりとする。
（１）　登山・スキー・紀行・随想
（２）　考古・歴史・民俗・美術
（３）　地質
（４）　植物・動物
（５）　自然の開発と保護
（６）　社会教育・生涯学習・博物館学
（７）　総合・観光・その他
２　上記以外の内容であっても、編集委員会が特に認めたものは受理し掲載することができる。

（掲載原稿の種類）
第６　掲載する原稿の種類は、次の各号に掲げるとおりとし、内容は別に定める「市立大町山岳博物館研究紀要投稿規程」（以下「投稿規程」という。）による。
（１）　原著論文
（２）　総説
（３）　報告
（４）　短報
（５）　資料
（６）　その他

（投稿者）
第７　研究紀要への投稿者は次のいずれかに該当するものとする。
（１）　博物館職員
（２）　博物館職員との共同調査研究者又は共著者
（３）　博物館が連携協定を締結する研究機関等の職員
（４）　博物館友の会会員
（５）　編集委員会が依頼した者（特別寄稿）又は認めた者（一般投稿）

（原稿の提出）
第８　投稿者は、別に編集委員会が定める期日までに、投稿規程に定められた形式の原稿を編集委員会に提出する。
２　受付日は編集委員会に原稿が到着した日とする。

（原稿の審査・査読）
第９　前条の規程により提出された原稿は、編集委員会において審査を行い、採択を決める。
２　編集委員会は、原著論文等の審査に際し、原則として編集委員から原稿内容に応じた適任者２名以上を査読者に選任して原稿の評価を行う。なお、必要に応じて外部の学識経験者に査読を依頼し、意見をもとめることができる。
３　審査にあたって、編集委員会は投稿者に対して原稿の修正を求めることができる。
４　受理日は編集委員会が原稿の採択を決定した日とする。

（査読規程）

第 10　提出された原稿の査読に関して、前条の規定にある体制等のほか、手続き等の必要な事項については次のとおり定める。

2　査読結果について、査読者は所見とともに以下の区分をもって評価を行い、編集委員会に報告する。

（1）評価 A：様式等の軽微な修正を除き、内容について修正の必要がなく、そのまま掲載可

（2）評価 B：一部内容の適切な修正を前提とした条件付での掲載可

（3）評価 C：内容の大幅な修正と修正後の再審査が必要

（4）評価 D：掲載不可

（5）評価 E：審査困難

3　評価 E と評価された場合には、編集委員会は直ちにほかの査読者を選任し、査読を依頼する。

4　編集委員会は査読結果にもとづき、掲載可、条件付掲載可、修正再審査、掲載不可の判定を行い、審査結果および査読者の所見を投稿者に通知する。なお、修正再審査の場合には、あわせて原稿の修正・再提出を求める。

5　査読結果によっては、投稿者に承認を得たうえで、掲載原稿の種類を変更することがある。

（その他）

第 11　この要項に定めるもののほか、編集に関して必要な事項は別に定める。

附　則

この要項は、2015(平成 27)年 8 月 25 日から施行する。

この要項は、2020(令和 2)年 4 月 1 日から施行する。

市立大町山岳博物館 研究紀要　投稿規程

2015(平成 27)年 8 月 25 日 制定
2020(令和 2)年 8 月 31 日 改正

（目的）
第１　この規程は、市立大町山岳博物館研究紀要（以下「研究紀要」という。）への投稿について必要な事項を定めることを目的とする。

（原稿の内容及び投稿者）
第２　研究紀要への掲載原稿の内容及び投稿者資格は、市立大町山岳博物館研究紀要編集要項（以下「編集要項」という。）による。

（原稿の種類）
第３　掲載原稿の種類は、原著論文、総説、報告、短報、資料、その他とし、その内容は以下のとおりとする。
（1）　原著論文
　オリジナルな研究論文で、印刷公表されていないもの。
　日英表題、要旨（５字以内のキーワードを添付する）、本文および図表、写真等の図版、引用文献からなり、十分な考察がなされているもの。
（2）　総説
　ある分野の論文や学説などを総括、解説、あるいは紹介したもの。
　日英表題、要旨（５句以内のキーワードを添付する）、本文および図表、写真等の図版、引用文献からなるもの。
（3）　報告
　研究に関係する調査結果をとりまとめたもの（報告書）。
　日英表題（英は省略可）、要旨（省略可）、本文および図表、写真等の図版、引用文献からなるもの。
（4）　短報（速報、研究ノート等）
　新規性があり、かつ公表の意義が高いもの。新たに収集した資料や情報の紹介、既成の知見を確認する報文や貴重な観察・観測結果等の簡潔な報告（速報）。研究途中であるが今後の研究によっては新たな知見が期待できそうな独創性や有用性がある調査や事例等を簡潔にとりまとめたもの等（研究ノート）。
　日英表題（英は省略可）、要旨（省略可）、本文および図表、写真等の図版、引用文献からなるもの。
（5）　資料
　博物館の業務や各分野の調査等で得られた観察・測定結果、知見、記録などを簡潔にとりまとめたもの。表題、データ等からなるもの。
（6）　その他
　(1)から(5)に該当しないもので、市立大町山岳博物館研究紀要編集委員会（以下「編集委員会」という。）が認めたもの。

（原稿の書式）
第４　原著論文、総説、報告、短報、資料の書式については、第５条～12 条に従う。他も可能な限り従うものとする。なお、編集委員会が必要と認めたものはこの限りではない。

（原稿の作成と様式）
第５　原稿はパソコン等に入力して作成し、その様式はＡ４判縦の白紙に原則として横書き、２段組みで、１段あたり横 25 字×縦 45 行に整えたものとする。ただし、人文科学分野においては、必要に応じて縦書きも可とする。その場合は、段組みや文字は同様とする。

（原稿の長さ）
第６　原稿の長さは、要旨、本文中の図・表・写真等の図版を含め原則として刷り上がり 10 頁以内とする。なお、掲載原稿の種類別の長さの目安については下記のとおりとする。
（1）　原著論文：おおむね 10 頁以内。
（2）　総説：おおむね 10 頁以内。
（3）　報告：おおむね 10 頁以内。
（4）　短報（速報、研究ノート等）：おおむね５頁以内。
（5）　資料：おおむね５頁以内。
（6）　その他：掲載原稿の内容によって編集委員会が定める。

（原稿の要旨）
第７　原著論文、総説、報告、短報の原稿には、本文の内容を簡潔に説明する要旨を付す。要旨の冒頭には表題、著者名、所属等を付加し、これらを含めて和文は 500 字以内、英文は 250 語以内とする。

（原稿の文体）
第８　原稿の文体は「～である」体に統一する。ただし、詩歌、文芸作品、歴史資料等で特別の理由がある場合はこの限りではない。
２　新仮名遣いにより、学術用語以外は常用漢字を用いる。原稿中に欧語を用いるのは、その必要がある場合に限る。
３　その他文章の書き方、本文中の番号の記載順序は、原則として大町市の公文書作成の手引きに従う。（例　１―(１)―ア―(ア)― a　など）

（原稿の表記）
第９　原稿に用いる各表記は次のとおりとする。
（1）　カタカナ：表記はすべて全角入力とする（半角カタカナは使用しない）。
（2）　数字：半角で入力し、３桁ごとにカンマ（,）を入れる。ただし、人文科学分野で縦書きの場合はこの限りではない。
（3）　英文：半角で入力し、カンマ（,）、ピリオド（.）も半角とする。なお、単語と単語の間には半角スペース（_）を、カンマ及びピリオドの後には半角スペース（_）を入れる。
（4）　動物・植物等の和名：全角カタカナ書きとし、学名はイタリックとする。単位は慣用となっている略字によって記載し、ピリオドをつけない。
（5）　単位：慣用となっている略字によって記載し、ピリオドをつけない。単位、数は半角表記とする。
（6）　句読点：自然科学分野においては、原則的に句点を全角ピリオド（.）、読点を全角カンマ（,）とする。
（7）　暦年：人文科学分野等において暦年を用いる場合は、原則的に西暦・和暦を併記する。（例 2015(平成27)年）

（原稿の図表・図版）
第 10　次の３種類にわけ、それぞれ番号をつける。
（1）　図（Fig.）：本文中に入れる図および写真。
（2）　表（Table）：本文中にいれる記号、文字、罫のみからなるもの。
（3）　図版（Plate）：独立の頁として印刷される写真。図版として示すべき十分な理由があり、かつ原図が鮮明なものに限る。
（4）　図および写真、図版は下端に、また、表は上端にそれぞれ通し番号（図１、表１など）をつけた表題を付す。必要に応じて上端外に著書名、通し番号をつける。表題や注には英文を併記することができる。

（原稿の注記・引用文献）
第 11　注記と引用文献は、本文中の該当箇所に通し番号を記載し、文末に一括して掲載する。脚注等は用いない。
２　注記の記載は通し番号順とし、文献の記載は原則としてアルファベット順とする。ただし、人文科学分野等における文献の記載はこの限りではない。
３　文献の記載において、誌名の略記法は和文の場合は慣例により、一般的な略称を用いてもよい。巻通しページがある場合は巻のみとし、ないときは、巻（号）を併記する。
４　文献の記載については、各分野における一般的な記載方法を用いるものとする。

（原稿の提出）
第 12　投稿者は、別に定める期日までに、投稿規程に従って作成された原稿を編集委員会事務局に提出する。提出は電子データで行うものとし、原則として本文はワード形式で図表はエクセル形式で、写真等の図版はPDF・JPEG・TIFF ファイル形式で、電子メールに添付等するか CD 等の電子媒体１組に保存したものを添付する。なお、原稿の返却は、原則として行わない。

（原稿の修正）
第 13　投稿された原稿は、編集要項にもとづき審査を行い、掲載の可否を決定するとともに、審査結果により修正を求める場合がある。

（抜刷）
第 14　著者が抜刷を必要とする場合は、必要とする部数を編集委員会事務局に連絡することとする。
２　抜刷に関わる費用は、全額を著者の負担とする。

（著作物の取り扱い）
第 15　研究紀要に掲載された著作物の著作権は市立大町山岳博物館に帰属するものとし、あわせて同館はその出版権を有するものとする。
２　著者が他の学術誌等へ転載する場合には、編集委員会に申し出てその許可を受けることとする。
３　発行された研究紀要の内容は、当館のウェブサイト上で公開されるとともに国立研究開発法人科学技術振興機構が運営する総合学術電子ジャーナルサイト J-STAGE（科学技術情報発信・流通総合システム）に公開される。ただし、生物の保護、環境保全上等に支障が生じるおそれのあるデータなどは公開しない。

附　則
この規程は、2015(平成 27)年 8 月 25 日から施行する。
この規程は、2020(令和 2)年 9 月 1 日から施行する

市立大町山岳博物館研究紀要
第 6 号

発行日　2021(令和 3)年 3 月 31 日
編集者　市立大町山岳博物館研究紀要編集委員会
（委員長 鈴木啓助）
発行者　鈴木啓助
発行所　市立大町山岳博物館
〒398−0002 長野県大町市大町 8056−1
TEL：0261−22−0211／FAX：0261−21−2133
E-mail：sanpaku@city.omachi.nagano.jp
URL：https://www.omachi-sanpaku.com
印刷・製本所　株式会社奥村印刷所
〒398−0002 長野県大町市大町 2470
TEL：0261−22−0205／FAX：0261−22−1345

Bulletin of the Omachi Alpine Museum
No. 6

Issued: March 31, 2021
Editor: Editorial Committee of the Bulletin of the Omachi Alpine Museum (SUZUKI Keisuke)
Issuer: SUZUKI Keisuke
Published by the Omachi Alpine Museum
8056-1, Omachi, Omachi City, Nagano Pref., 398-0002, JAPAN
TEL: +81-261-22-0211 / FAX: +81-261-21-2133
E-mail : sanpaku@city.omachi.nagano.jp
URL : https://www.omachi-sanpaku.com
Printing and binding by Okumura Printing Co., Ltd.
2470, Omachi, Omachi City, Nagano Pref., 398-0002, JAPAN
TEL: +81-261-22-0205 / FAX: +81-261-22-1345

©Omachi Alpine Museum　2021　Printed in JAPAN

Bulletin of the Omachi Alpine Museum
No. 6

(Issued: March 31, 2021)

Original Articles
SUZUKI K. :
Climatic variation in recent years in Omachi City and its surrounding area ····· 1-5
Reports
OHTA K. :
Formation processes of the Aoki Lake and Sanosaka Hill, central Japan (Predicton) ····· 7-16
CHIBA S. :
The Life History of the *Lysimachia vulgaris* L. subsp. *davurica* (Ledeb.) tatew
－project report for the life history flora of the Japanese herbaceous angiosperms
angiosperms Ⅻ－ ····· 17-21
Short Reports
FUJITA J. :
New locality of *Cirsium* × *sigaense* Y.Matsuda nom. nud. from Nagano Prefecture ,
found in Hakuba Village. ····· 23-24
KURIBAYASHI Y. :
Record of Broad-billed Roller Dollarbird (*Eurystomus orientalis*) in the central part of
Nagano Prefecture:Observation record in Matsumoto City, Nagano and
Specimen record in Omachi City and Otari Village colldected by Omachi Alpine Museum ····· 25-27
Data
SUZUKI K. : Special exhibition: The story of snow ····· 29-40
SEKI S. :
The Letter written by MAKINO Tomitaro to SHIMURA Hiroshi (Urei) :
The Material displayed at 2020 Exhibition of Omachi Alpine Museum “Relationship between
Natural History and Mountaineering” ····· 41-47
Articles, reports, etc. of other journals ····· 49

Omachi Alpine Museum
8056-1, Omachi, Omachi City, Nagano Pref., 398-0002, JAPAN