

旭岳で観察された低温型の雪結晶「鷗状結晶」

Low-temperature type snow crystals observed at Mt. Asahidake

尾関 俊浩

Toshihiro Ozeki

Corresponding author: Ozeki.toshihiro@s.hokkyodai.ac.jp (T. Ozeki)

We have been taking pictures of snow crystals and observing snow layer for many years using the education and research facility of Hokkaido University of Education in Asahidake-Onsen. This year's observation session was held in 12–15 February 2019 when Hokkaido was just hit by a cold wave, and snow crystals were also seen in a different kind from the ordinal year. Low-temperature type snow crystal "Seagull" was observed in the morning of 15 February. It was suggested that the temperature above the observational site was cold enough to grow low-temperature type crystals at that time.

1. はじめに

北海道教育大学札幌校では、学部学生の実験・実習として、旭岳温泉にある本学教育研究施設を使って雪結晶の撮影と積雪の観測を行ってきた。2019年2月に行った実習は折しもこの冬一番の寒波が到来した時期と重なり、雪の結晶も例年とは違った種類が見られた。中でも、低温下で降ることが知られている「鷗状結晶」を旭岳で観察することができたので報告する。

2. 北海道教育大学札幌校における雪氷教育

北海道教育大学は道内に5キャンパスを有し、札幌校は旭川校、釧路校とともに教員養成を担っている。札幌校の理科教育分野では、雪や氷を学習するいくつかの授業が開講されている。現在の中等教育では、中学校理科第2学年の気象の中で雪結晶について学習する構成となっている。また、平成23年の東日本大震災など、近年は日本が自然災害に見舞われていることから、現行の中学理科の教科書では自然災害を扱ったページ数が増加しているが、雪氷災害は大雪についての記述にとどまっている。一方、札幌市は札幌らしい特色ある学校教育として「雪」「環境」「読書」を”中核をなす3つのテーマ”として平成21年から取り組んでおり、10年を経過した今年度からはリニューアルしてさらに同テーマを継続している状況である。札幌校理科ではこれらのニーズに応えられるカリキュラムとして、以下の授業が活用されている。



図1 雪洞（撮影室）の制作。上：積雪の掘り下げとブロックの積み上げ。下：ブルーシートにより冷却を促す天井と入口。

学部第2学年の基礎実験において、地学領域では札幌キャンパスのある「あいの里」の地の利を生かして構内の積雪断面観測が行われている。物理領域では、1月の実験に積雪の構造物「イグルー」作りを行い、雪を用いた実験を取り入れている（力の分解の応用）。学生はこれらを通して、積雪の掘り方やブロックの作り方の基礎についても学ぶことになる。

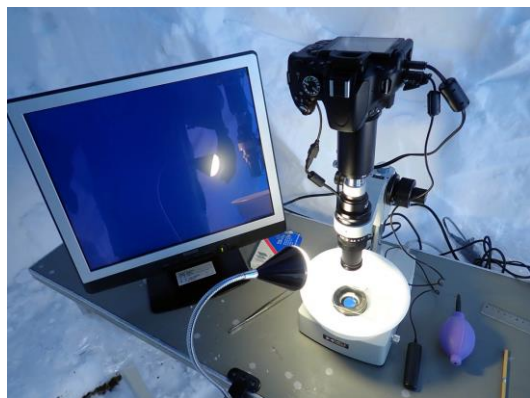


図2 顕微鏡撮影装置。



図3 旭岳ビジターセンター前駐車場における積雪断面観測。積雪深は約2 m。

物理領域第3学年にはゼミ学生が旭岳温泉大雪山教育研究施設「六稜山荘」(旭川校)に3泊4日で合宿しながら、低温撮影室の制作、雪結晶の顕微鏡撮影、同レプリカの作成、積雪断面観測などを実習する。図1は六稜山荘前に制作する雪洞「低温撮影室」である。積雪の掘り下げとブロックの積み上げには、前年の実習が生かされている。また、天井と入り口はブルーシートにより作成され、外気により冷却されやすい構造となっている。図2はこの雪洞の中に設置した、顕微鏡(MS-50DR, メイジテクノ)、カメラ(D5100, ニコン)、モニターの組み合わせによる雪結晶顕微鏡撮影装置である。照明は暗視野照明に加えて簡易的に

雪結晶を縁取る白色光を作るために藤野¹⁾の方法を模して白い深皿(カップ麺)を使っている。室内はマイナス10度以下に下がるが、外部電源を用いることでどの機器にも故障無く動作することが確認された。

図3は積雪断面観測の様子である。2月下旬の旭岳ロープウェイ山麓駅周辺(標高1100 m)は2 mを超える積雪深であり、地域的特性から融解の影響を受けていないしり雪の層がその大半を占めている。

2018年度の実習は2019年2月12日から15日の4日間行われた。この日程を含む1週間は北海道が寒波に見舞われており、旭岳山麓の志比内アメダス(標高310 m)では最高気温が -8°C までしか上がらない状況であった(図4)。積雪断面観測を行った2月14日午前山麓駅周辺で昼間にもかかわらず $-13^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ の中での観測であった。

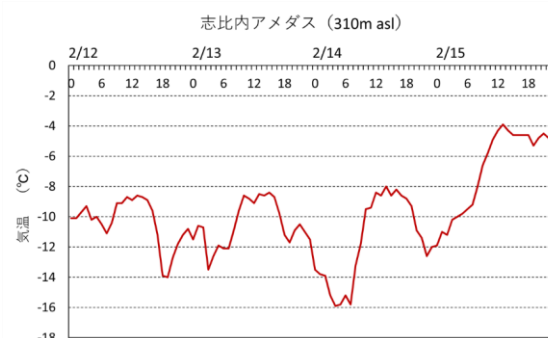


図4 実習期間の旭岳山麓志比内の気温変化(志比内 AMeDAS による)。

3. 雪結晶の観察

雪結晶の撮影は2月13日午後から随時行っていたが、この年はきれいな雪結晶(いわゆる樹枝状結晶など)が降ることがほぼ無く、立体状結晶や放射状結晶が観察された。2月15日早朝もその傾向が続いていたが、06:31に鴉状結晶が観察された(図5)。これは両側に大きく開いた羽根が特徴で、羽根の両側に角板が見られることから図5はCP6c 両側角板付鴉²⁾³⁾と分類した。鴉状結晶は一般に低温下で降ることが知られていることから、この寒気のおかげで、極地で見られる低温型の結晶が旭岳で観察できたのであろう。鴉状結晶の撮影された時刻を境として、雪結晶には変化が見られた。直前には図6に示すような、立

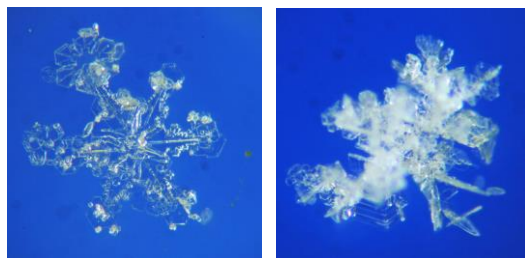
体や、不規則集合の雪結晶が降り続いていた。一方、同日 9 時以降はまだ立体が混じるものの、図 7 に示すように枝付角板や樹枝付角板が主になった。

同地域での鵞状結晶の観察記録は以前から報告に見られる。Nakaya⁴⁾は、"Very complicated side-plane crystal"として鵞状結晶の写真を掲載している。また、南サハリンでも鵞状結晶が撮影されたことを紹介し、このような形の雪結晶が実在していることを示した。

一方、島田（私信）は白銀荘（十勝岳連峰）において 2007 年 3 月 15 日深夜に鵞状結晶を撮影

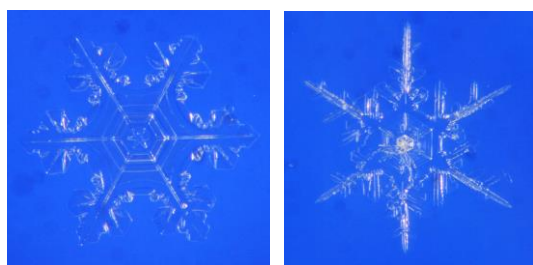


図 5 鵞状結晶 (CP9c 両側角板付鵞). 2019 年 2 月 15 日 6:31 撮影.



06:20 06:23

図 6 鵞状結晶が観察される直前の雪結晶.



09:16 09:19

図 7 鵞状結晶が観察された後の雪結晶の例 (9 時台).

した。このときは全く冷え込んでおらず、低温下で成長した結晶ではなかったようである。これは、山下^{5) 6)}が低温領域 (-18°C 以下) のみならず高温領域 ($-3 \sim -10^{\circ}\text{C}$) でも鵞状結晶と類似した「V 字氷晶」が成長すると記していることと一致している。

4. 旭岳上空の大気

鵞状結晶が観察された前後の気象状況について考察する。2019 年 2 月の北海道は 8 日に非常に強い寒気が流れ込み、札幌付近の上空約 1500 m の気温は -24.4°C と 1957 年の統計開始以降最も低い気温が観測された⁷⁾。それ以降も 14 日まで北海道全域で低温が続き、15 日にやっと最高气温が平年を上回る地点が多くなった。この傾向は図 4 の志比内アメダスでも同様で、15 日朝から気温が上がり始めていることが分かる。すなわち鵞状結晶が撮影された以降に寒気を脱して地上気温に上昇が見られた。

旭岳六稜山荘地点の上空 (指定気圧面) の相対湿度と気温を図 8 と図 9 に示す。これらのデータは京大生存圏研究所が運営する生存圏データベースによって収集・配布されたものである (<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp>)。ここで上空の指定気圧面のデータは約 10km メッシュの値であり、湿度と雲の有無や雲の中の状態を正確に表しているわけではないことに注意が必要である。つまり相対湿度が 100% でなくても、雲が発生している。時刻は UTC で記されており、日本時間は 9 時間進んでいる。図 8 によると、相対湿度が 90% を超えるのは概ね 800 hPa より気圧の高い領域である。図 9 によると、14 日は 800 hPa は $-20 \sim -30^{\circ}\text{C}$ の領域であったが、21Z (日本時間 15 日 06 時) 以降 $-10 \sim -20^{\circ}\text{C}$ の領域になったことがわかる。つまり、雪結晶が成長する上空の気温が低温領域から板状結晶が成長する領域へと変遷したことにより、雪結晶が図 6 の結晶形から図 7 の結晶形へと変遷したのであろう。

5. まとめ

2019 年 2 月 15 日に旭岳六稜山荘で撮影された「鵞状結晶」について報告するとともに、鵞状結晶の観察された前後の結晶形の変化について示した。また、この冬一番の寒波が居座った時期とこの実習期間が重なっていたことから、旭岳上空の大気の気温、相対湿度について考察し、鵞状

結晶の観察された後は、上空の気温は低温領域から板状結晶が成長する領域へと変遷したことを示唆した。

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、防災科学技術研究所の中村一樹氏から旭岳上空における気温変化、湿度変化の図の提供を受けた。札幌市立白石中学校森山正樹氏に気温データの提供を受けた。中谷宇吉郎雪の科学館元館長神田健三氏、富山大学島田互准教授には貴重な情報の提供を受けた。撮影環境の整備は北海道教育大学札幌校理科教育分野物理領域 3 年の諸君の努力の賜である。ここに記して感謝の意を表す。本研究は JSPS 科研費 18K02929 の助成を受けたものである。

【引用文献】

- 1) 藤野丈志, 2016: 野外で雪結晶を撮影する透過光撮影台と雪結晶の撮影方法. 六花, **46**, 12-13.

菊地勝弘, 亀田貴雄, 樋口敬二, 山下晃, 2012: 中緯度と極域での観測に基づいた新しい雪結晶の分類—グローバル分類—. 雪氷, **74**(3), 223-241.

- 2) 菊地勝弘, 2012: 雪結晶のグローバル分類における CP6 (骸晶状結晶) ~CP9 (鴉状結晶) について. 北海道の雪氷, **31**, 105-106.
- 3) Nakaya, U., 1954: Snow crystals: natural and artificial. Harvard Univ. Press, Cambridge, 510 pp.
- 4) 山下晃, 1974: 大型低温箱を使った氷晶の研究. 気象研究ノート, **123**, 49-94.
- 5) 山下晃, 1979: 自由落下中に成長する人工雪の結晶—凍結微水滴からの成長—. 日本結晶成長学会誌, **6**, 41-51.
- 6) 札幌管区気象台気象防災部地球環境・海洋課, 2019: 平成 31 年(2019 年)北海道地方 2 月の天候. 気象庁札幌管区気象台, 3pp.

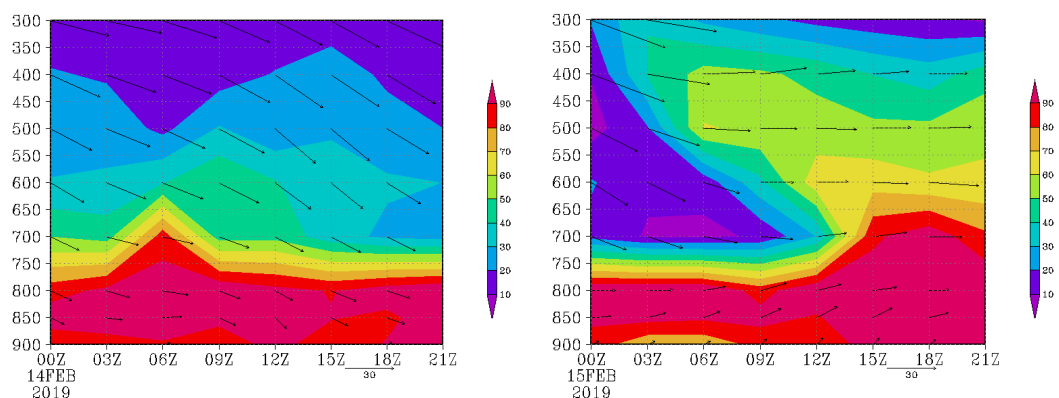


図 8 旭岳六稜山荘地点の上空（指定気圧面）の相対湿度。時刻は UTC（JST は+9 時間）

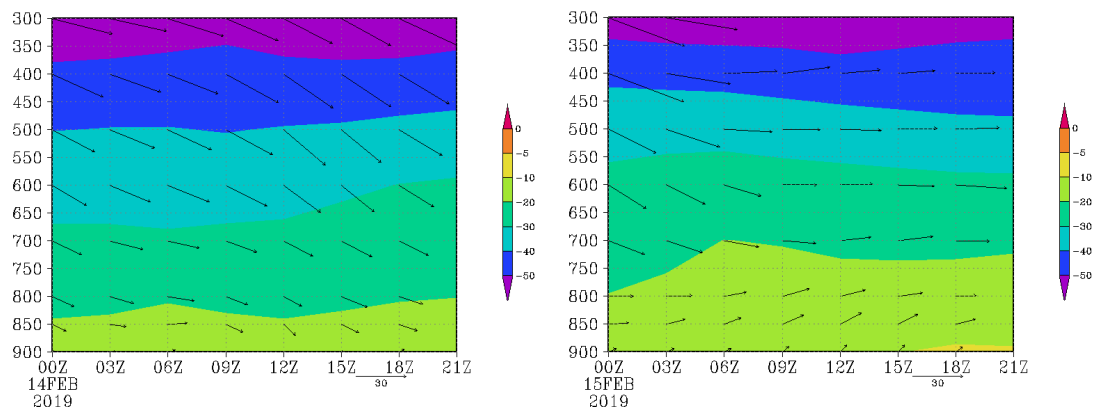


図 9 旭岳六稜山荘地点の上空（指定気圧面）の気温。時刻は UTC（JST は+9 時間）