

積雪粒子撮影装置の開発と活用

Development of a device for taking close-up photos of snow particles and examples of its use

秋田谷 英次¹, 松浦 孝之², 尾関 俊浩³

Eiji Akitaya¹, Takayuki Matuura², Toshihiro Ozeki³

Corresponding author: akitaya@coral.ocn.ne.jp (E. Akitaya)

雪の粒子を撮影する安価で、小型、軽量の装置を開発し、さらに屋外でも手軽に使えるように改良した。開発にあつたでの留意点は撮影に適した照明法の工夫、および、気温が高いときに粒子の融解を避けるために、素早く粒子を採取し、これらの粒子を重なり合わずに分散させる技法の工夫である。今冬は二つの表層雪崩現場近くで、その雪崩の原因となった弱層を特定して、その粒子を撮影した。撮影された粒子の特徴から、これら弱層の成因を知り、さらに、気象データ解析から雪崩の予知にも適用できる可能性がある。

1. はじめに

著者らは長い間積雪断面観測に携ってきたが、初心者にとっては雪質の判定が難しいと言う。積雪観測法の解説書には各雪質の文章による解説と典型的な雪粒子の写真が載っている。しかし、多様な粒子形態を僅か数個の名称に区分するのは簡単ではない。積雪は時間とともに変化する雪が、雪質 A が突然 B に変化するのではなく、徐々に変化し、A が 3 割、B が 7 割のこともある。さらに、雪質 A,B,C と 3 種類の雪が混在していることも珍しくはない。

近年、AI (人工知能) 技術で人間の顔写真から数億人の中からでも、各個人を特定できる仕組みが実用化している。過去 20 年あまり、一冬に数十回の積雪観測をし、そのたびに特徴的な積雪粒子写真を撮ってきた。この度、ようやく簡単に鮮明な写真撮影ができる装置が完成したので報告する。

雪氷学会北海道支部では雪崩事故があると雪氷災害調査チームを派遣し、雪崩の規模や積雪調査を行っている。その際、発生原因となった破断面の雪粒子の撮影も行っている。この他にも、全国でもたびたび雪崩現場で雪粒子の接写撮影を行っているが、粒子の形状が鮮明に写っている例は非常に少ない。弱層といわれる雪崩破断面の鮮明な粒子写真から、その成因が分かれば、雪崩予知など活用範囲は広い。これまで撮られた写真を見ると、粒同士が重なり合うなど、個々の粒子の形の特徴を掴むのは難しい。

これまで現場での粒子撮影は 1 mm 方眼の粒度ゲージに雪粒を載せて、接写撮影を行っている。その時の光源は自然光 (太陽光) である。この粒度ゲージ上での撮影が鮮明でないのは、光の当て方にあると考えた。

小さな物体の撮影には、古くから顕微鏡が用いられてきた。撮影する物体の性質により光の当て方は 2 つに分けられている。撮影者の背面から物体に光を当て、その反射光で撮影する反射光方式、もう一つは物体の裏側から光を当て、物体を通過してきた光で撮影する透過光方式である。これまでの粒度ゲージに雪粒を載せた撮影は反射光方式である。

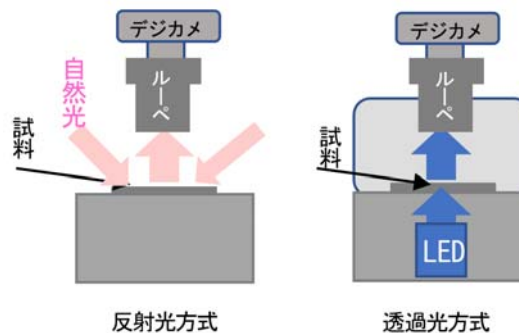


図 1 2つの照明方式の概念図。

2. 透明物体の撮影に適した照明

これまで、多くの人が観測現場で撮影した雪粒の写真は全て反射光方式であった。次に透明物体を 2 つの照明方式で撮った写真を比較してみる。透明物体としてグラニュー糖を用いた。

¹NPO 法人雪氷ネットワーク

²NPO 法人北海道雪崩研究会

³北海道教育大学札幌校

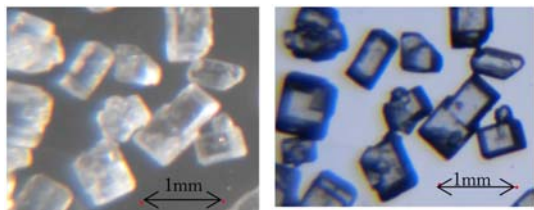


図2 照明方法の比較. 左:反射光, 右:透過光

上の写真から明らかなように、氷のような透明物体は反射光だと全体が白っぽくなり、輪郭が鮮明でない。このような輪郭が不鮮明で、白黒のコントラストが弱い物体にはデジカメの自動焦点には適さないようで、ピンボケも多い。

3. 屋内用撮影装置の概要

これまで著者らが行った多くの積雪観測は自宅から10–20 mほど離れた庭で行ってきた。雪粒撮影用の試料は層ごとに分けて断熱箱に入れ撮影室内に持ってきて撮影した。気温が低い方が融ける心配がないので、早朝、日の出直後から作業を開始した。室内(車庫や物置)は暖まらないように、また雪が吹き込まないように外気が入るが、直射日光が入らないような場所を選んだ。足元は寒く薄暗い場所である。

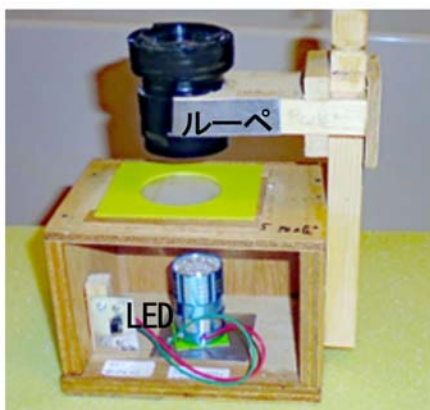


図3 室内で用いた撮影装置(透過光方式)。

その場所の明るさは野帳の読み書きができる程度であった。そこで用いた撮影装置を上にも示す。この撮影場所は薄暗く、LEDの明るさに比べ、上から試料にあたって、反射する光の強さは無視できる。したがって、この装置は透過光による撮影装置である。あらかじめ、デジカメのレンズをルーペレンズの上に軽く載せて雪粒に自動焦点でピントが合う位置にルーペを固定する。ルーペをいったん固定すると、

すべての試料でピントが合うので、その後はルーペの上下移動の必要はない。

雪粒は試料載板に載せる。これは、厚さ1 mm あまりの固いプラスチック板に直径36 mmの円形の穴をあけ、ここに「非常に薄い透明プラスチックシート」を貼りつけてある。初期はガラス板に雪粒を載せていたが、気温がプラスになると試料の融解が早い。この薄いプラスチックシートは熱容量が小さいので、短時間での融解は少ない。春近くなって、気温がプラスになっても撮影できたのは、この試料載板の採用に負うところが大きい。

4. 同時に大きさの違う粒子に焦点を合わせる

雪粒子は大きさの異なる氷(透明)の集合である。小は雲粒(0.01 mm)から大はあられ、しもざらめ、ざらめ(数mm)などの集合体である。試料の横方向の寸法と厚さ(前後)にかなりの差があり、大小の粒子が混在しているが、すべての粒子にピントが合うことが望ましい。一般に被写体に接近すればするほど、全体にピントが合わなくなる。弱層の観察では、全ての粒子にピントあっている写真が必要である。光学の分野ではピント(焦点)の合う範囲を焦点深度という。深度が深い方が大きな粒子も、小さな粒子も鮮明に写る。深度の値は被写体と撮影レンズとの距離に比例する(焦点距離)。被写体とルーペの距離が大きいほど深度は深くなる(粒子から離れる)。低倍率のルーペの方が深度は深いことになる。もう一つはレンズの絞りである。絞り(F値)の値が大きいほど焦点深度が深くなる。使用したデジカメは絞りとシャッタースピードの調整はできない。常に最適な値をカメラ自身が自動的に設定している。試行錯誤の結果、倍率5倍のルーペを採用した。

一つ一つの粒を鮮明に撮るためには、①より近づいてアップで撮ること、②粒子から離れて、焦点深度の深い写真を撮ることである。この矛盾した関係をデジカメの特性を利用して克服できた。

35 mm版のフィルムカメラで数十人の団体写真を撮るとしよう。キャビネ程度に引き伸ばしても全員にピントが合っているのが分かる。しかしA4サイズの大きさに引き伸ばすと、画面はかなり荒れてくる。一方、この団体写真を撮る大型カメラ(6×9 cmフィルム)で撮影し、その中から数人グループの顔を選

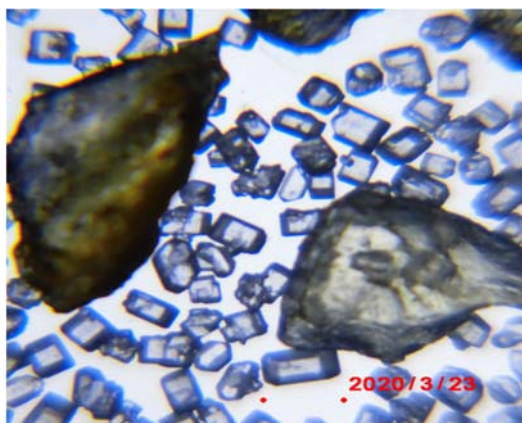


図4 最初からアップで、撮影視野巾 8 mm. 小粒も大粒もピントが合っていない粒子が多い。グラニュー糖 (小粒) とコーヒースーガー(大粒)。

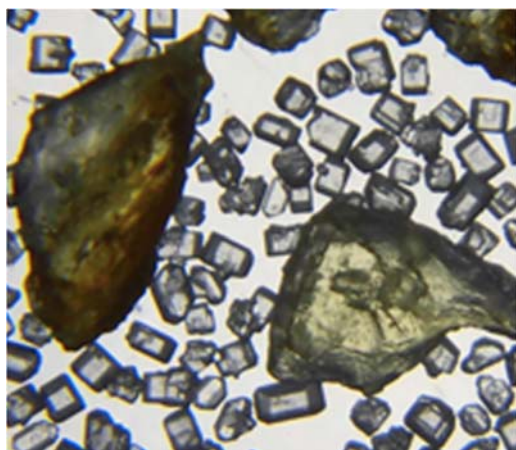


図5 最初は広い視野で撮影 (視野巾 26 mm). 後ほどパソコン上で拡大し一部を切り取った。大小両方の粒にピントがあっている。

び、キャビネ版に引き伸ばしても、顔の表情が分かるほど鮮明であると想像できる。デジタルカメラはこの大型カメラの性能をも持っていたのである。

私が使用した古い、安いデジカメ (Panasonic LUMIX DMC-FH10) の最大撮影画素数は 16 MB である。カメラメーカーの説明によると A2 版までの拡大が可能であるという。すなわち、カメラを最大画素数に設定し、集合写真的な画像を撮る。クローズアップではなく広い範囲が写る集合写真である。カメラのモニター画面を見ると狙った粒子をアップで撮りたいところだが、アップにすると大小両方の粒にピントが合わなくなる。

図4, 5 と二枚の写真で示したようにデジカメの性質を活用して、大小混在した粒でも鮮明な写真撮影が可能となった。

5. 野外用に改良した装置

これまで述べた装置を野外に持ち出すと、試料に直接当たる自然光は LED の光よりもはるかに強い。そのため反射光撮影になり、はなはだ不鮮明な画像となった。そこで、この装置を野外用に改良した。小型軽量と扱いやすさに重点を置いた。

図6 に野外用の装置を示した。ネジ1本で雪堀用シャベルに1分あまりで取り付け可能である。ルーペは外からの光を遮るための小さな箱で囲った。このルーペの箱は案内の金属棒で上下にだけ移動できる。試料載板 (右黄色) は箱を持ち上げて隙間に入れる。

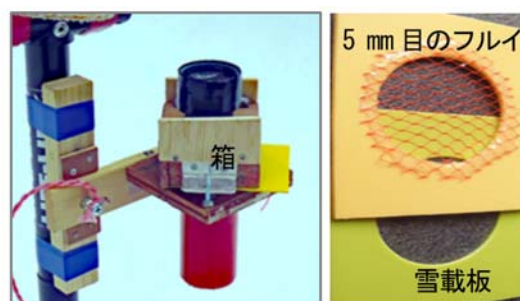


図6 野外用撮影装置と試料調整の小物。

下の赤い筒は雪面真下からの反射光だけを入れるための筒であり、コントラスト調整に必要である。馴れると、試料調整からシャッターを切るまでに1分程度で終わる。雪が降っているときは、ルーペに蓋、デジカメはレンズを出したまま、ポケットにしまうなど屋外作業特有の注意が必要である。試料調整はフルイの上に雪の小塊を割箸で載せて、バラバラにした適量の雪粒を雪載板に落下させる。

6. 雪崩現場近くでの積雪観測

かねてから、山の中の雪崩現場でなくても、麓でも発生原因となったと同じ種類の弱層があると考えていた。この度、2か所の雪崩で調査した。

6. 1 雪崩調査事例1

2020年2月10日羊蹄山で雪崩発生、1名死亡。災害調査チームでは2月12日に現地調査をして弱層を確認している。我々は2月19日羊蹄山麓で断面観測を行い、雪崩現場で確認された弱層と同じ層を観測した。すでに発生から9日経過しているので、弱層テストで破壊はしなかったがその雪粒子の撮影が

できた (図7). 粒子画像から2つの弱層は「こしもざらめ」と判定され, 調査チームの判定と同じであった.

6. 2 雪崩調査事例2

2020年3月5日午後, ニセコ地区, ニトヌプリで小規模な表層雪崩発生, スキーヤ数名が流され軽傷. 翌日, 現場近くで観測. 当時, 通過した低気圧前面の雲粒なし降雪と, 通過後の雲粒付き降雪の層を確認でき, これらの鮮明な粒子写真の撮影ができた. 以下にこれらの粒子写真を示す.

7. まとめ

雪粒の鮮明な画像からは多くの情報が読み取れる. 雪崩現場での弱層の写真以外にも, 多くの場所で, 定期的に撮影した粒子写真が集積されると様々な活用が期待できる. 街中にある防犯カメラが多くの災害, 事故, 犯罪防止に役立っている様に.

【参考文献】

- 1) さっぽろの積雪情報(2019-20年冬期)第1-47号.
- 2) 事例2020-02-10 羊蹄山.
- 3) 事例2020-03-05 ニトヌプリ.

以上は「雪氷災害調査チーム」のホームページ



図7 羊蹄山の雪崩. 2月10日発生, 観測2月19日, 観測場所:ニセコ地区近藤, 羊蹄山山頂から南西約8 km, 標高272 m, 林地に囲まれた畑地. ①上から58 cmの「しまり」, ②上から75 cmの「こしもざらめ」弱層, ③上から83 cmの「こしもざらめ」弱層. これらの粒子写真は, 2月12日におこなわれた, 災害調査チームの現地調査結果と類似点が多かった. 各写真下方の2つの赤点間の長さは1 mmである.

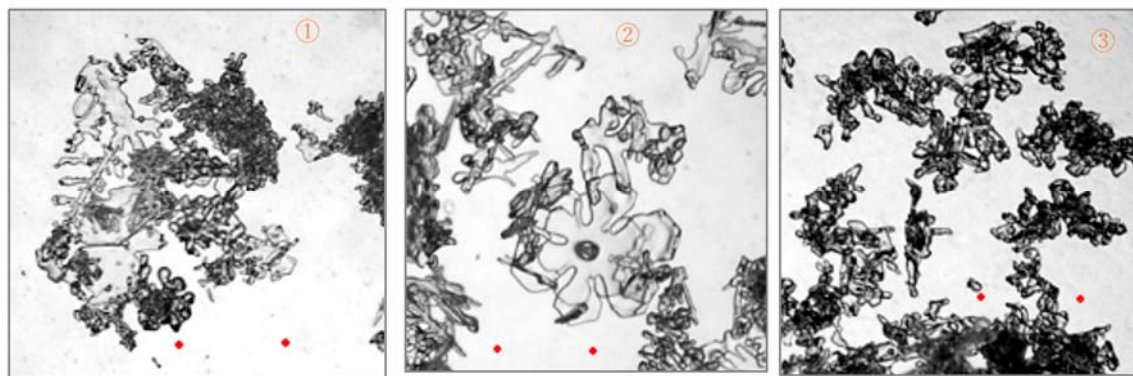


図8 ニセコ地区, ニトヌプリの雪崩 3月5日発生, 3月6日観測, 観測場所:蘭越町湯の里, 雪秩父温泉近くの西向き斜面, 標高620 m付近. 3月5日早朝, 北海道付近を通過した低気圧が原因と考えた. ③低気圧通過前の積雪表面. 上から20 cm, 雲粒付き降雪が「こしまり」化している. 雲粒の集合や, 個々の雲粒の大きさから, 積もってから少し時間が経過したと考えられる. ②低気圧前面の「雲粒なし」降雪, 上から15 cm. この層が弱層になった可能性大. ①積雪表面付近, 低気圧通過後の降雪, 上から4 cm, 冬型気圧配置になり, 雲粒付き結晶が降った.