

偏光干渉色による雪結晶の顕微鏡カラー写真撮影

油川英明 (北海道教育大学 大雪山自然教育研究施設),
小林裕美, 津田将史 (北海道教育大学 札幌校)

1. はじめに

これまで Bentley (1931) や Nakaya (1954) などにより行われてきたように、微細で変形の生じやすい雪結晶について鮮明かつ印象的な顕微鏡写真を得ることは、その形態学的な解析資料としてだけでなく、科学的な探求心を誘起させ得るものとして意義のあることと考えられる。

従来、顕微鏡による雪結晶のカラー写真撮影法は、照明光の全体乃至はその一部に適当な色のフィルターを挿入することにより、カラーの背景色をもとに、雪結晶を白く写し出すというものであった (樋口, 1962 ; 小林, 1969 など). このような撮影法に関連して、今回、顕微鏡の照明に新たな方法を施して雪結晶の撮影を試みたので、以下にその概略を述べる。

2. 偏光干渉色による撮影法

顕微鏡の視野は、特殊な場合を除いて、照明光に挿入されたフィルターの色により決められ、視野の色を変えたい時はフィルターそのものを交換する。このとき、雪結晶の質感に適合した色彩の視野 (背景) を得るためには、フィルターの選択や光量の調整など、幾つか試行錯誤的なことが求められ、時として困難を感じることもある。また、フィルターを通した照明光は、一般的には単色光で、色彩は単調になる傾向がある。このことについて、以下のような改良を試みた。すなわち、顕微鏡の照明は偏光による干渉色の色彩とし、さらに、光学的異方性を有するフィルターを顕微鏡の光路に挿入して、その回転により視野の背景色が連続的に変化するようにした。このような方法により、雪結晶は適当に選択された干渉色によるカラーの背景のもとで白く撮影されることになる。

今回の撮影方法は、基本的には油川 (2009) と同様のものであるが、そのときに用いられた色フィルターに替え、偏光板二枚をクロスニコルとし、その間に鋭敏色板と光学的異方体のフィルターを挿入することにより、適度な干渉色の背景を得るというものである。

3. 撮影装置の操作手順

図-1 に沿い撮影の手順等を述べる。まず、光源からの照射光は凹面鏡により反射され、雪結晶の試料を照射するわけであるが、こととき、顕微鏡の対物レンズの視野を覆うように、適当な径の偏光板を凹面鏡の中心部に水平に取り付ける。凹面鏡の一部が偏光板で覆われることにより、顕微鏡の視野には偏光だけが、また、試料の雪結晶には、偏光に加えて凹面鏡からの斜めの光 (対物レンズには入射しない通常光) によっても照射される。そして、雪結晶に照射された通常光は、試料により反射及び屈折を生じることになるが、それらの光のなかで対物レンズの開口角に入るものは顕微鏡に入射し、通常光 (白色光) による雪結晶の像を結び、顕微鏡の視野において白く輝くことになる。

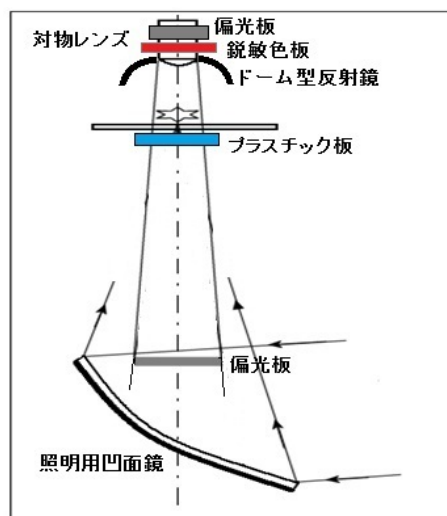


図-1 偏光干渉色による照明法

ところで、先ほどの偏光板を通過した光は、図-1の対物レンズを通過して第二の偏光板に入る。この偏光板の方向は第一の偏光板と90度に交差され、一般の偏光顕微鏡におけるクロスニコルと同様に、顕微鏡の視野は光が遮断されて暗視野となり、そのなかで、上述の通常光による雪結晶の像が白く輝いて見える。この状態において、第二の偏光板の前に鋭敏色板(530nm)を挿入すれば、視野は鮮やかなピンクの干渉色となる。この鋭敏色板の特性を利用して、クロスニコルの中にさらに光学的異方性を有するフィルターを挿入すれば、他の色の干渉色が比較的容易に得られるわけである。

今回は、光学的異方性のフィルターとして市販のプラスチック板用い、それを適当に裁断して顕微鏡の載物台に貼り付けた。これを回転することにより、顕微鏡視野の干渉色は、赤から紫、青、緑、黄色等と連続的に変化することになる。実際には、雪結晶を撮影する前にプラスチック板を貼り付けた載物台を適当に回転させて、顕微鏡の視野の色、例えば青色などを選択しておく。

ところで、雪結晶は無色透明であることから、表面に凹凸の少ない単純な角板などは、顕微鏡の背景色と余り変わりのないものになってしまう。このことから、雪結晶の平坦な部分が背景と少しでも差異が生じるように、結晶から反射光を得るように工夫した。すなわち、図-1に示したように、顕微鏡の対物レンズの先端にドーム型の反射鏡を取り付けることである。この反射鏡は凹面鏡状で、その鏡の大きさ(ドームの深さ)は曲率半径の1/2の長さとしてある。この長さは、顕微鏡の焦点が試料に合ったときの対物レンズ先端と載物台との距離にほぼ等しくしてあるので、載物台の下方から照射された光が凹面鏡で反射したとき、その反射光は凹面鏡の焦点の位置、つまりは載物台の中心部分に置かれた雪結晶の近傍に集まる。それが結晶を照らし、その平坦な面からの反射光が得られることになる。なお、このとき雪結晶を載せるプレートは、通常のスライドガラスではなく、反射防止被膜が施されたもの、例えばカメラのレンズ保護用フィルターなどが望ましい。また、このドーム型の反射鏡は顕微鏡の載物台上の雪結晶を覆って空気の流れを抑制することにもなり、結果として雪結晶の昇華蒸発の進行を遅らせる効果も期待できる。

図-2には、上記の方法により撮影された雪結晶の顕微鏡写真の一例を示す。

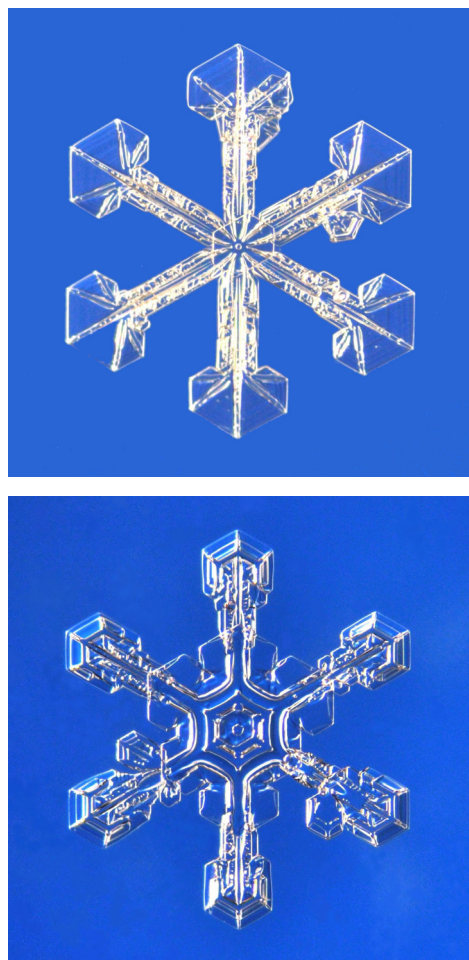


図-2 雪結晶の偏光干渉色による顕微鏡写真

参考文献

- 油川英明, 2009: 雪結晶の観察. 雪氷研究の系譜, 日本雪氷学会北海道支部, 159-162
- Bentley, W.A. and Humphreys, W. J., 1931: Snow Crystals. McGrawHill Book Co., New York, 226pp.
- 樋口敬二, 1962: 雪の結晶の観察と記録. 気象研究ノート, (13), 45-58
- 小林禎作, 1969: 雪の結晶の二色光源による顕微鏡写真撮影法. 低温科学, 物理篇, 27, 395-397
- Nakaya, U., 1954: Snow Crystals - natural and artificial-. Harvard Univ. Press, 510pp.