

## 雪の結晶の顕微鏡立体写真を撮影する簡単な方法\*

岩 井 邦 中\*\*

### 1. はじめに

雪の結晶は板状結晶とよばれているものも、詳細に見ればC-軸方向に発達しており、2枚以上の板状の結晶からなっている場合が多い(岩井, 1979)。その他、板状と角柱状の組合せ、砲弾集合、立体樹枝、側面結晶等々、立体的に発達している雪の結晶は多い。したがって雪の結晶の顕微鏡立体写真を撮影する簡単な方法があれば、研究上のみならず、教育上においても都合がよい。

しかし、これまで光学顕微鏡による雪の立体写真はほとんど撮影されていないようである。例えば菊地(1979)による雪の結晶の観察の中にも、照明法はいろいろ述べられているが、立体写真法には全くふれられていない。

筆者は以前、角柱結晶のレプリカの立体写真を撮影したことがある(岩井・石井, 1972)。この方法は、実体顕微鏡の両接眼レンズに、別々に撮影装置をとりつけて2枚1組の写真撮影を行なった。しかし、この方法は撮影装置の装着がめんどうであり、昇華蒸発するため、すみやかに撮影しなければならない実際の雪には不向きである。もっとも、顕微鏡撮影装置が2台あるならば、前述の実体顕微鏡の2つの接眼レンズに装着して、同時に2枚の写真撮影を行えば、立体写真が得られるはずである。

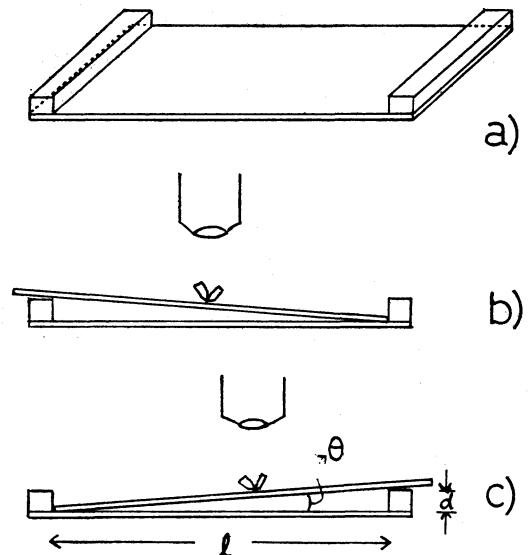
またニコンマルチフォトという機種の顕微鏡には、立体写真用の撮影装置がついているようだが、ここでは、普通の生物用の顕微鏡を用いて簡単に立体写真を撮影する方法と、実際に撮影した雪の結晶について述べる。なお、ここで述べる立体写真撮影方法の原理は新しいものではなく、電子顕微鏡による写真撮影では、以前から行われていた方法である(日本電子顕微鏡学会関東支部編, 1976)。

### 2. 方法

第1図a)に示すように、スライドガラスの両端に細く切ったガラスを、2枚あるいは3枚重ねて接着剤でくっつけたものをあらかじめ作っておく。このスライドガラスを可動性の顕微鏡ステージにつける。

他のスライドガラスに雪を受け、先ず第1図b)の状態の写真撮影する。次にc)の状態にすばやく行って行き、撮影すればよい。なれると5秒以内で2枚目の写真撮影ができるので、蒸発による変形はほとんどない。

深さ方向の長さを知るためには傾けるスライドガラスの傾斜軸の方向と傾斜角度がわからなければいけない。そのためには、1枚目と2枚目の写真がフィルム上で平



第1図 顕微鏡立体写真撮影をする簡単な方法。詳しくは本文を参照のこと。b)とc)の写真の傾斜角  $2\theta$  は  $2 \tan^{-1} d/l$  で表わされる。本論文に示す写真の  $2\theta$  は6.4度である。

\*A simple method for taking stereo-photomicrographs of snow crystals.

\*\*Kunimoto Iwai, 信州大学教育学部地学教室

—1981年2月27日受領—

—1981年4月6日受理—

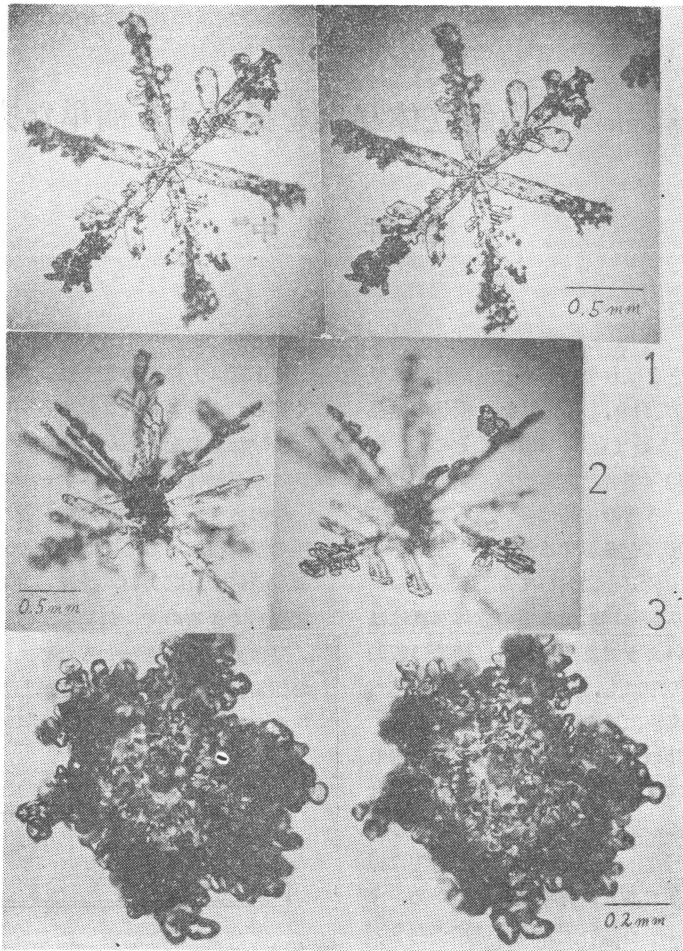


写真 1

行になるようにスライドグラスをきちっと装着する必要がある。なお、深さを求める方法について、ここでは述べないが、文献に示す電子顕微鏡の本の中に書かれているので参照されたい。

### 3. 雪の立体写真の例と考察

写真1-1に雲粒付きの樹枝状の雪を示す。立体視することによって、付着している凍結雲粒から立体的のびているのがよくわかるであろう。注目すべき点は雲粒が雪の結晶の一方の側に多く付着していること、および、結晶の中央部に不等辺の六角板が主枝とは高さや異にしており、雲粒が多く付着している側につき出ていることである。このことは2枚板の結晶の場合、小さな結晶を

下側にして落下していることを意味していると考えられる。

写真1-2は放射状樹枝である。右と左の焦点の合わせ方が違っているので、必ずしも立体的によく見えないかも知れない。しかし両方合わせると、全体としてピントがあって見える利点もある。この雪は1981年2月4日、志賀高原で半日に50 cm以上積もった大雪のときに降っていたものであり、通称、いがぐりとよばれているものである。

写真1-3は濃密雲粒付きである。1枚の写真だけなら、周辺部に多く付着しているという情報しか得られない。しかし立体写真では多く付着している部分と中央部の付着の少ない部分とで高さや異なっている様子がよく

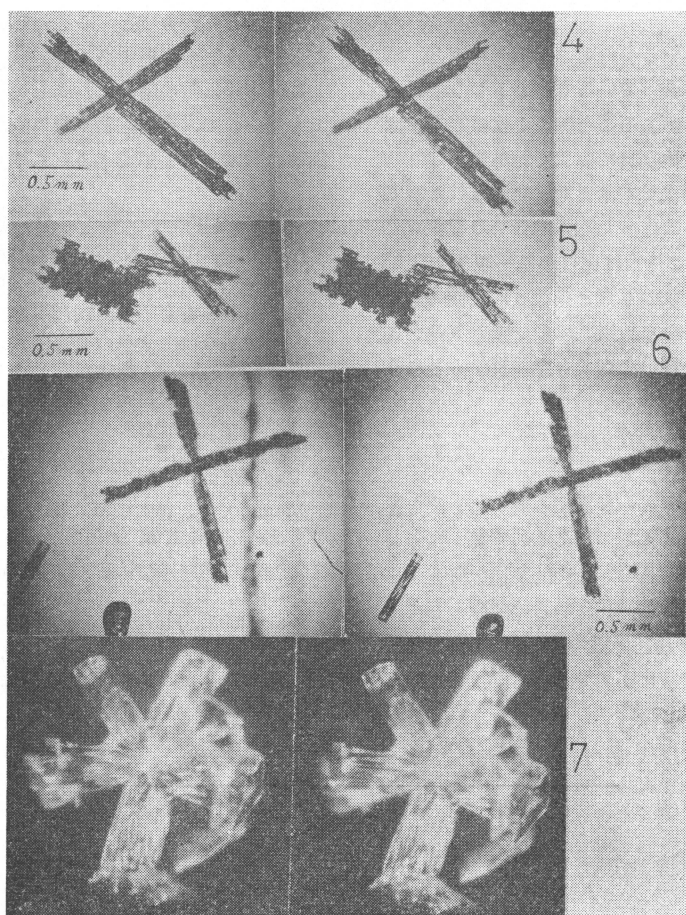


写真 2

わかる。雲粒の付着によって雪の形が変わってくるので、単板の六角板における雲粒の捕捉率とは異なってくることが理解できるだろう。

写真2-4に Magono and Lee (1966) の分類で針組合せとよばれるものを示す。立体視することによって2本の針状結晶は高さを異にして重なっている様子がわかる。しかし大気中でくっついたものか、スライドガラス上でくっついたものかはわからない。

一方、写真2-5に示す針組合せでは、2本の針状結晶が互いに貫入している様子がわかる。2本の針状結晶は紙面内にないので、そのC-軸間の角度はよくわからない。したがって、この結晶は Iwai (1971) が述べた貫入双晶であるかどうかはよくわからない。

写真2-6にも針組合せを示す。2本の針が互いに貫入

しているかどうかよくわからないが、写真2-4に示すような明らかに2本の結晶が重なり合っているものとも考えられない。1本の針の中心部から2本の針がのびているように見える。2本の針の方向が全く一致しているので、写真2-5に示す雪と同様、互いに貫入しているかも知れない。接している部分では、砲弾型のように先がとがっているのが見える。Nakaya (1954) の人工雪の実験では砲弾集合は  $-7 \sim -9^{\circ}\text{C}$  で生じている。これは最近の研究 (例えば Magono and Lee, 1966) では砲弾集合は  $-20^{\circ}\text{C}$  以下で成長するという事実と矛盾しているようにみえる。しかし写真2-5に示すように、中心部からのびている角柱あるいは針状の組合せでは Nakaya (1954) が推定したように比較的、気温の高いところで、昇華過程で砲弾型に近いものが形成される可能性もある

だろう。

針組合せと分類されているものも、詳細に見ると、単に2本以上の針が重なり合っているものと1つの中心から何本かのびているものがあること等、1枚の写真ではよくわからないものが立体写真ではよくわかる。

写真2-7に筆者が第18次日本南極地域観測隊員として昭和基地に滞在したときに作った砲弾組合せの雪のレプリカの立体写真を示す。この雪は明らかに $-20^{\circ}\text{C}$ 以下で成長したものである。1枚の写真と異なり、立体的に見ると、8本の結晶が中心から放射状にのびているのがよくわかるであろう。また細かな点でも立体視するとよくわかる。

#### 4. おわりに

雪の結晶の顕微鏡立体写真を撮影する簡単な方法を述べた。緒についたばかりであるので多くの写真を撮影していないが、今後、雪の結晶の3次元的構造を研究する上で有用であると信じている。これからの問題として、立体的に発達している多結晶の雪のC-軸間の角度を定量的に測定するなど、定量化が必要であろう。また撮影

倍率に応じて、もっともふさわしい傾斜角度を見出すことも今後の課題であろう。

この方法は雪の結晶以外にも適用できることは言うまでもないので、今後鉱物や微生物などいろいろの分野で簡単に試みることができるだろう。

#### 文 献

- Iwai, K., 1971: Note on Snow crystals of spatial type, *J. Met. Soc. Japan*, 49, 516-520.
- 岩井邦中・石井 智, 1972: 寒冷前線通過前後の針状結晶の粒度分布の変化, *天気*, 19, 321-329.
- 岩井邦中, 1979: 板状雪結晶の3次元的な微細構造について, 信州大学教育学部紀要第41号, 197-209.
- 菊地勝弘, 1979: 雪の結晶の観察, *天気*, 26, 31-52.
- Magono, C. and C.W. Lee, 1966: Meteorological classification of natural snow crystals. *J. Fac. of Sci. Hokkaido Univ. series VII*, 2, 321-355.
- Nakaya, U., 1954: *Snow Crystals, natural and artificial.*, Harvard Univ. Press, 277-278.
- 日本電子顕微鏡学会関東支部編, 1976: 走査電子顕微鏡—基礎と応用, 共立出版, 130-133.