



Title	雪の結晶に附着して凍つた雪粒の形について
Author(s)	小島, 賢治; KOJIMA, Kenji
Citation	低温科学. 物理篇, 13, 111-114
Issue Date	1954-12-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/17892
Type	departmental bulletin paper
File Information	13_p111-114.pdf



雪の結晶に附着して凍つた雲粒の形について*

小 島 賢 治

(低温科学研究所 應用物理學部門)

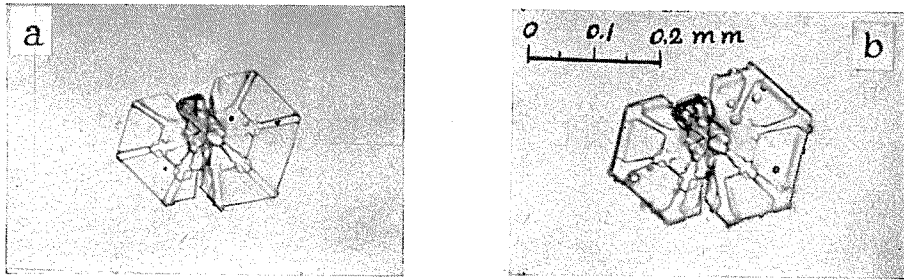
(昭和29年12月受理)

筆者は、「雪の結晶の変形 I」(低温科学5輯)で、雪の平板結晶に「いぼ」のように着いている水の粒の昇華変形を実験的に観察した結果について述べた。この水の粒は始め厚い六角板状の形であるが、水蒸気で飽和している空気中(温度 -15°C)にあるにもかかわらず、次第にまるみを帯びて半球形となり、遂に平板状の母結晶の面に吸収されるようにして消失した。それで、過冷却した雲の粒に落下しつつある雪の結晶が衝突すると、その瞬間に雲の粒の過冷却が破れ、水滴はこれを捕捉した雪の結晶に、それと同じ向きの結晶軸を持つ結晶となつて凍りつき、結晶が六角の平板結晶なら雲粒も厚みのある六角板(又は短い角柱)の形をとつて凍るのであると述べた。降つたばかりの雪の結晶に附着している雲粒には、まるい形のものが多いのであるが、稀に結晶形を持つものも見られる。一方、人工的に「雲粒付きの樹枝状結晶」を作ると、出来たばかりの結晶には、上に述べたような小さい六角の粒が多数ついている。そこで実際の雪では、雲粒が雪の結晶に捕えられた瞬間は六角であるが、これが地上に達するまでにまるい形に変形するものと考えたわけである。しかし、中谷教授の著書“Snow Crystals”によれば、雲粒はまるい形で雪の結晶に凍りつくが、なかには後に六角形になる傾向を持つものもあると述べられている。筆者も、上に述べたような以前の考えに疑問をいだくに至り、更に次のような実験を行った。

顕微鏡に使うスライドグラスの上に雪に似た霜の六角板状の結晶第1図(a)を作り、これを -12°C の低温室で顕微鏡の載物台に載せたまま、結晶から約 50 cm の距離から息を吹きかける。約 1 秒間づつ 2~3 回息を吹きかけると適当な数の霧粒が結晶に捕捉される。これを直に写真に撮したのが第1図(b)である。この写真で見ても、又、顕微鏡で見ながら息を吹きかけて直接水滴が結晶につく有様を観察しても、水滴はまるい形のまま凍りつくことがわかつた。

この方法で得られる水滴の大きさは直径 10μ 以下のものが多い。これを低温室内の空気中に放置すると、附着した霧粒は見るまに蒸発によつて小さくなつて行く。又、この凍つた霧粒を更に過飽和と水蒸気にさらす為に引続き息を吹きかけると、母体の結晶はその底面内に成長する。しかし、結晶の平面上についた霧粒は容易に結晶形をとるようにはならなかつた。

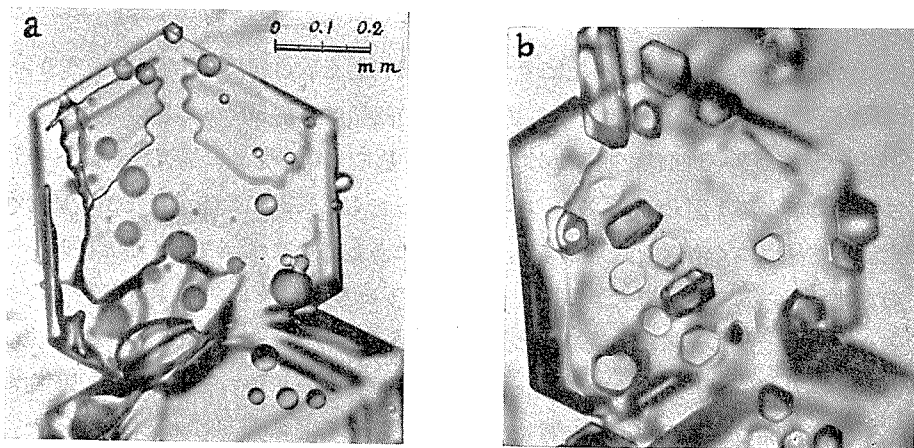
* 北海道大學低温科学研究所業績 第 270 號



第1圖 霜の平板結晶についた霧粒

次に、霧吹器を用いて、もう少し大きい霧粒（直径 30μ 前後）を霜の平板結晶に附着させ、更にこれに水蒸気の凝結を起させる実験をした。室温 -18°C 、スライドガラスと霧吹器との距離は約 3.5 m 、霧吹器の中の水の温度は $+3^{\circ}\text{C}$ であつた。霧粒が霧吹器を出てからスライドガラスに達する迄にどの程度温度が下つたかは明らかでないが、霜の結晶に附着してただちに凍結したことは次のことから解るのである。汚れをよく拭き去つたスライドガラスに常温で霧粒を吹きつけると、霧粒はもとより凍らないが、霧粒の一つ一つは周辺が不規則な扁平な山のような形になる。ところが、上に述べた低温室の条件の下でガラス板に直接霧を吹きつけると、ガラスに捕えられた霧粒は何れも周囲に凹凸のない半球形をして居り、手でこれらに触つてみても凍つてゐることがわかる。このように、吹きつけた霧粒が凍つたか凍らないかは、ガラスの面にあつてはその形を見ただけではつきり区別がつく。上に述べたような条件の下に霜の結晶に霧粒を吹きつけた場合にも半球形をとつて附着するので、これは附着した瞬間に凍結したものと考へてよいであらう。天然の過冷却雲粒が雪の結晶に捕捉される場合も、これと同じつき方をすると見做される。

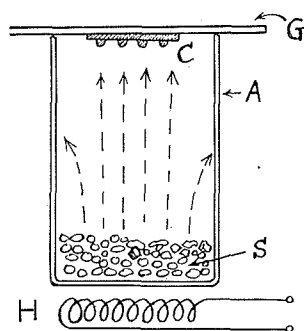
第2図(a)はこのようにして -18°C の霜の平板状結晶に霧粒を附着させた後、 -10°C の室



第2圖 (a) 霜の板状結晶に捕えられた直後の霧粒

第2圖 (b) 水蒸気の凝結により結晶形を持った霧粒

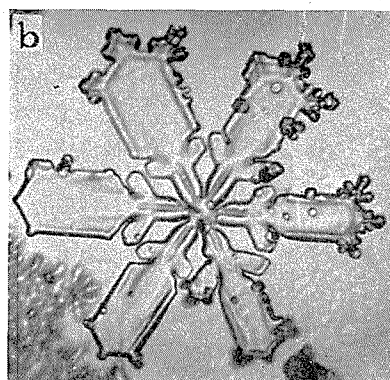
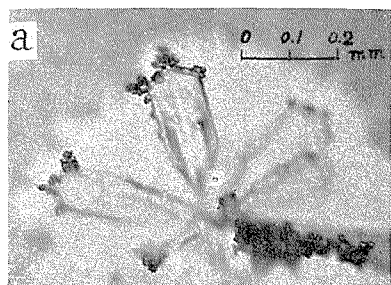
に移してただちに顕微鏡写真に撮したものである。結晶の六角の先端部分についた2箇の霧粒を除いて、結晶の平面上についた霧粒はみな円い形をしている。これに第3図のような装置でゆつくり水蒸気を凝結させたところ、第2図(b)のように、まるい粒が全部六角の結晶形になり、それらの結晶軸は大部分霜の結晶の結晶軸と同じ向きを持っていた。なお、第3図の装置は $-20\sim-15^{\circ}\text{C}$ の室内におき、容器Aの底に入れた雪粒Sが融けない程度にAの下から電熱器Hで暖めたのである。このようにすれば容器内には水蒸気だけがあり、微水滴(湯気)は発生しないので、容器の上部にかぶせたスライドガラスの下面についている霜の結晶Cに対しては、水蒸気だけが供給される。



第3図 霧粒に水蒸気の凝結を起させるのに用いた装置

以上の実験から、雪の結晶に過冷却水滴が捕捉されると、捕捉の瞬間にはまるい形のまま凍りつくが、引続きそれらの氷粒に過飽和水蒸気が供給されて水蒸気の凝結が起ると、氷粒は母体の結晶と同じ向きの稜を持つ結晶形に成長することがわかった。(但し、氷粒の大きさが直径 10μ 以下の時にはこれを六角の結晶形に成長させることは困難であつた。)従つて、前の報告で水滴が結晶に捕えられた瞬間六角形に凍ると述べたのは誤りであつた。第2図(a)で結晶の先端部分についた水滴が附着して間もないのに結晶形を示している。これは、 -18°C で霧粒を附着させてから -10°C の室に移したので、暫らくの間は結晶の温度が室内の空気露点温度より低く、写真撮影までの間に、もつとも凝結の起り易い結晶の先端部分に水蒸気の凝結が起つたためである。

六花型の雪の結晶に似た形の霜の結晶をスライドガラスの上に作り、 -15°C くらいの温度の室内でこれに呼吸を強く吹きつけると、六花の先端の尖つた部分に特に多くの霧粒が捕捉されるのを顕微鏡で直接観察することができる。この場合も上に述べたのと同じく、結晶に附着した瞬間の霧粒はまるいが、次々と大体同じ場所に重なりあつて霧粒がつくので、外観は第4



第4図 六花型の霜の結晶の角頂部に捕捉された霧粒

図(a)のように細かい枝分れのある小さい突起の形になる。しかし六花の結晶には此の写真に見られるような直径 10μ 程度の粒が捕捉されるばかりでなく、霧粒が捕捉され易い場所には同時に水蒸気の凝結も起り易い。そのため、霧粒の捕捉で出来た突起は間もなく結晶形を持つた小枝の形に成長する。そこにまた霧粒が捕捉されるというようにして枝が伸びて行く。第4図(b)には、結晶の角の部分に霧粒が捕えられてからそこに水蒸気が凝結して、結晶形を持つ小枝に成長したものが見られる。これらの写真では六花の結晶の底面がガラスの面と或る角度をもつて傾いて居り、又、呼吸を吹きつける方向も結晶の底面に直角でなく、斜めの方向から吹いたので、霧粒のつき方も結晶の成長のしかたも結晶の中心に対して非対称になつている。そして、霧粒が多く捕捉されたのはガラスの面から浮上つている枝の端だけであつて、ガラスと接触している方の端(第4図(b)の結晶の左向きの枝)には殆んど捕捉されていない。第1図の場合にはこのような著しい枝分れが見られなかつたのは、結晶の形にもよるであろうが、一つには結晶がガラスの面に密着しているためと思われる。

雪の樹枝状結晶の生長には、過冷却雲粒が結晶のまわりに存在することが必要であることは既に知られている。しかし、結晶に捕捉された雲粒が枝分れの骨組になる場合があるということは未だ言われていなかつた。ただ、今述べたようなことは直径 10μ 程度の比較的小さい粒についていえることであつて、直径 $20\sim 30\mu$ 又はそれ以上の大きい粒は、その慣性のために特に結晶の先端部分に集ることなく、結晶の面上に一様に分布して捕捉され、そのひとつひとつが小さいこぶとなる(第2図)。直径 $1\sim 2\mu$ というような非常に小さい粒の行方を直接観察した例は、窓霜の成長の際にガラス面に附着している微水滴の果す役割についての吉田教授の研究(1940)があるだけである。それによると、かりに水滴が結晶に捕捉されたとしても、粒としての形は不安定であつて、直ちに母体の結晶の面に拡つてしまふらしいとのことである。