



天からの手紙

窮理の部屋122

虹のように空に見える気象光

学現象をよく紹介していますが、水滴で見える虹と比べると、小さな氷の粒で見える現象はいろいろあります。太陽から横に22度くらい離れたところに虹のかけらのようなものが見える「幻日」、太陽を中心に半径約22度の円形をした「暈」、暈の上の部分に太陽中心の円ではない形になる「タンジェントアーク」、太陽の上の方に逆さまになった虹のように見える「環天頂アーク」など…。



写真1 小さな氷の粒によるさまざまな現象

このように氷の粒で見える現象のバリエーションが豊富なのは、水滴が球形でどちらから見ても同じ形なのに対して、小さな氷の粒は六角柱の形をしているためです。六角柱の上面(もしくは底面)と側面は直角になっていますが、ある側面と隣の側面は120度、隣の隣の側面とは60度の角度になっています。氷の屈折率では、120度の角はプリズムの役目をしませんが、60度の角はもちろん、90度の角でもぎりぎりプリズムの役目をします。このため、空中に2種類のプリズムが浮かんでいるようなものなのです。

さらにこの小さな氷の結晶は、上空の気温や湿度によって、六角形の板のような形に成長することもあれば、鉛筆のように細長い形に成長することもあります。六角板状の氷の結晶の場合は、落ち葉が縦になってストンと落ちるのではなくヒラヒラ舞い落ちるように、六角形の面がほぼ水平になります。また、鉛筆状の氷の結晶の場合は、逆に六角形の面が縦になり、鉛筆の芯が水平になるような向きになるのです。

このように、空中にある2種類のプリズムの向きが、上空の気温や湿度によって異なるため、太陽のどちら側にどれだけ離れたところにどんな形のものが見えるか

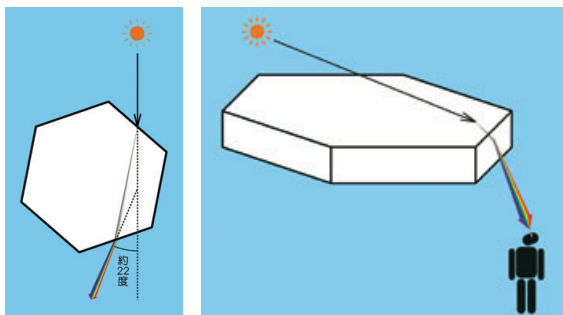


図1 幻日(左)や環天頂アーク(右)となる光の経路

が、その時々で変わるのです。

…と、見てきたかのように書きましたが、例えば幻日が見えている時に、実際に飛行機で飛んでいって空中の氷の粒を採集して顕微鏡で見る…なんてことはできません。小さな氷の結晶が、気温や湿度によってどんな形になるのかは、実験で調べることができます。さらに、六角板状や鉛筆状の結晶が、それぞれ空中でどちらを向くのかも、実験で調べることが可能です。また、このような氷の結晶によって光がどのように屈折して、どの位置にどのような現象が見えるかは、計算で求めることができます。

なので、こんな氷の結晶が上空にあるからこんな現象が見える…というよりは、こんな現象が見えているから上空にはこんな結晶がこんな向きにあるのだろう…とわかるのです。

さらに、このような氷の結晶は、さらに成長して大きくなり、やがて雪となります。雪の結晶といえば、六角柱というような単純な形ではなく、もっと複雑で、しかもい

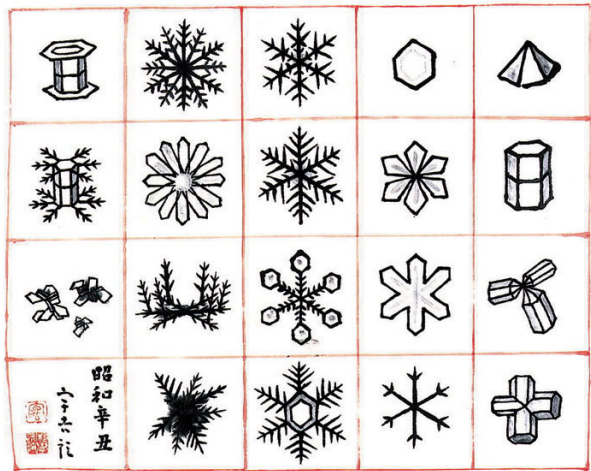


図2 中谷宇吉郎による雪の結晶のスケッチ

ろいろな形がありますね。氷の結晶が大きくなっていくときに、比較的湿度が低くてゆっくり成長する場合には六角形の形が保たれやすいのですが、気温が低くて湿度が高いといった結晶が成長しやすい状況の時には、六角形の角の部分が伸びやすいのです。このため、角の部分からどんどん結晶が伸びて針のようになり、さらにその途中から60度の角度でまた針のような結晶が伸び…と、木の枝のような結晶になります。雪の結晶は、空を舞い落ちながら成長していくので、例えば、まん中の六角形が大きくてまわりが木の枝のようになっていたり、反対に木の枝の先に六角形がくっついていたり…と、途中の気温や湿度によってさまざまな形になるのです。

雪の結晶の研究で有名な中谷宇吉郎は、このように雪の結晶が空の状況を反映した形になることから、「雪は天からの手紙」と表現しました。でも、気象光学現象も同じように「天からの手紙」ではないでしょうか。

長谷川能三(科学館学芸員)