



Title	蔵王の樹氷調査報告
Author(s)	黒岩, 大助; KUROIWA, Daisuke; 若浜, 五郎 他
Citation	低温科学. 物理篇, 27, 131-134
Issue Date	1970-03-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18107
Type	departmental bulletin paper
File Information	27_p131-134.pdf



蔵王の樹氷調査報告*

黒岩大助・若浜五郎・藤野和夫

(低温科学研究所)

(昭和44年7月受理)

I. ま え が き

山形県の蔵王の山では、冬季、樹木が着氷ですっかり蔽われ、山頂近くの樹林帯は、美しい樹氷林に変わる。樹氷ですっかり蔽われて特異な形を呈する樹木は、通称モンスターとよばれ、古くからその名が知られている。図版 I-2 は、アオモリトドマツについての樹氷の例である。

一般に樹氷は、過冷却した雲粒や霧粒などが風によって山を越えるとき、樹木に衝突し、凍結してできる。従って、樹氷には指向性があり、風上に向って、えびの尾状にのびることが多い。しかし、蔵王の樹氷は、その全体が過冷却水滴だけでできたのではなく、かなりの量の雪片を混入しているという。あるいは、雪片の量が樹氷全体の半分以上を占め、過冷却水滴は単に雪片を互いに結合させる、いわば糊づけ作用をしているにすぎないともいわれている。

樹氷の形成機構や過程を追求することは、それ自体興味ある問題で、従来も多くの研究者によって調べられてきた^{1),2),3)}。しかし、蔵王のモンスターそのものについて、樹氷の実体を調べた例はほとんどないようである。モンスターの形成機構を明らかにするためには、モンスターを切断して内部構造を調べなくてはならない。

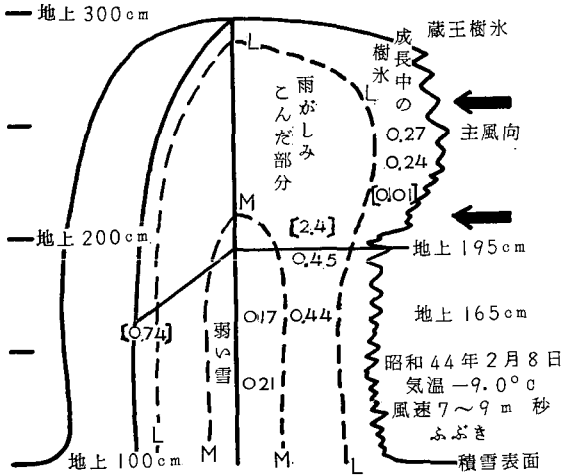
そこで、昭和44年2月上旬、筆者らは、蔵王の樹氷の実体について雪氷学的な立場から予備的な調査を行なった。得られた観測結果を以下に報告する。

II. 樹氷の断面観測結果

蔵王スキー場の上部、通称ざんげ坂を登りつめた尾根筋、海拔1660 mの地点に地藏小屋がある。樹氷観測は、この小屋の近くで行なった。この附近は、冬季、多量の過冷却水滴を含んだ西寄りの季節風が吹きぬける通路に当る。従って、この辺一帯の樹木ははげしい着氷をおこし、有名な蔵王の樹氷原を形成する。

昭和44年2月8日には、上記地藏小屋の近くに立つ高さ3 mの樹氷の断面観測を行なった。図版 I-2 は、この樹氷を風上測からみたところである。正面のやや凹んだところが風の淀み点 (Stau Punkt) である。この樹氷を、第 I 図に略図で示したように、主風向に平行および直角に切り、その断面を観察した。風に平行な断面を図版 I-1 に示す。樹氷内部に、アオモリトドマツの大枝がみえる。通常の色水法を用いて断面を染め、樹氷内部の構造を調べた。図版 I-3,

* 北海道大学低温科学研究所業績 第981号



第1図 2月8日に切った樹氷の内部構造を示す略図。図中、括弧をつけてない数字は g/cm^3 であらわした樹氷の密度，大括弧内の数字は kg/cm^2 であらわした木下硬度である

図版 I-5 が、染めた断面である。いずれの写真でも、風の方角は写真の右から左に向っていた。図版 I-3 の右半分は風に平行な断面、左半分はそれに垂直な断面である。また、図版 I-5 は、風に平行な断面の拡大である。

図版 I-5 および第1図に L および M と印した点をそれぞれ結ぶ破線境界にして、樹氷内部は、3つの領域に分けることができる。これら領域のうち最外側の部分は、現に成長しつつある樹氷である。密度が 0.2 g/cm^3 前後の極めて弱い樹氷である。線 LL と MM とにはさまれた部分は、密度 0.45 g/cm^3 前後、木下硬度 $2\sim 3 \text{ kg/cm}^2$ のかたい樹氷であ

った。今冬1月下旬、蔵王一帯に大雨が降り、雨水が樹氷内部にしみこんだ。雨が降った時点での樹氷の表面は、さきの線 LL であったことは間違いない。滲透水が樹氷の内部で凍結したり、樹氷の組織をざらめ化したりしたため、樹氷が本来もっていた層構造はすっかりうすれてしまった。わずかに図版 I-5 に示したていどに層構造がみられたにすぎない。

樹氷の中心部、樹木の幹の近くには、密度 0.2 g/cm^3 前後、硬度 100 g/cm^2 ていどの極めて脆くて弱い、こしもざらめ状の雪がつまっていた。図版 I-3 の樹氷の奥深くにみえる白い部分、図版 I-5 の左下の白い部分(図の線 MM の下の部分)がこれである。樹氷の表面に成長中の、いわゆる「えびの尾」状の着氷は、極めて軟く、それをこわさずに採取することは非常に困難であった。図版 I-4 に、典型的なえびの尾状着氷を示す。この樹氷は純粋に過冷却水滴だけでできた着氷である。筆者らが、中央アルプス乗鞍岳山頂のコロナ観測所で観察したえびの尾状着氷には、その中心部には例外なく、硬い氷の芯がみられた⁴⁾。蔵王のえびの尾状着氷には、このような硬い芯はみられなかった。しかし中心部は、その周囲の着氷に比べてかなり硬かった。

III. 顕微鏡薄片による樹氷の組織の観察

雨水型の着氷は、実質が氷だから、それを薄片に切って顕微鏡組織を観察するのはたやすい。しかし、蔵王のえびの尾状の樹氷は、前にも述べたように、非常に脆くて、そのままでは、顕微鏡薄片に削ることが到底できない。従来、この種の樹氷の内部組織が不明だったのは、主にこのことによるのであろう。筆者らは、成長しつつあるえびの尾状樹氷などを現場でアニリンで固定し、厚さ 0.2 mm の薄片を作成した。図版 II に、そのいくつかの写真を示した。II-6 は密度 0.25 g/cm^3 のえびの尾の先端に近い部分から切りだした薄片の偏光顕微鏡写真である。着氷の成長方向は、写真の右から左である。

この写真の上半部に、全体として白っぽく明るい領域がみえる。この領域で、樹氷を構成

している莫大な数の凍結した過冷却水滴の結晶方位が揃っていることが、偏光顕微鏡を用いて確認された。このように結晶方位の揃った領域は、えびの尾状樹氷一般にみられ、幅 2~3 mm、長さ 10 mm 程度の、成長方向に細長く伸びたものが多かった。同じようなことは、筆者らが調べた前記コロナ観測所の着氷についても確認された。

次の図版 II-7 は、第 1 図または、図版 II-5 に示した線 LL のすぐ内側、地上 195 cm から切りだした薄片を示す。この写真は偏光ではなく、通常光を用いて撮影された。密度 0.45 g/cm³ のかなり硬い部分であるが、組織にはこのようにむらがある。

図版 II-8 は、えびの尾状着氷の先端部を示す。同じ着氷の、中心部に近いところから切りだした薄片が、図版 II-9 の写真である。前にも述べたが、蔵王の樹氷には、かなり多量の雪片が混入しているといわれている。この II-9 の写真の下半部に見られる細長い形の結晶は、元来が球形の過冷却水滴が凍結してできたものとは到底考えられない。これらの棒状の結晶は、雪の結晶あるいはその破片と考えた方がよさそうに思われる。蔵王の樹氷から合計 4 個の薄片を作って観察した限りでは、いずれも樹氷内部に雪の破片が混入していた。しかし、雪の破片が全体に占める比率を量的に求めることはできなかった。

IV. ま と め

昭和 44 年 2 月 8, 9 の両日、山形県蔵王の樹氷調査を行なった。今冬は、1 月下旬に異常暖気、季節はずれの大雨に見舞われ、また、筆者らの観測期間中は猛吹雪で、樹氷調査に適さなかった。しかし、蔵王の樹氷の予備調査として、樹氷の断面観測、顕微鏡組織の観察等を行ない、樹氷の実体の一端をつかむことができた。たとえば、えびの尾状の樹氷は、幅 2~3 mm、長さ 10 mm 程度の、成長方向に細長く伸びた領域からなり、各領域では凍結した微水滴の結晶方位が揃っていることを観察したこと、樹氷内部に雪片が混入していることを確認したこと、などが得られた主な結果である。

もっと詳しい本格的な樹氷調査は、今後に俟たなければならない。

この調査を行なうに当たって、芝浦工業大学の小笠原和夫教授に終始絶大なる援助と助言をいただいた。また、富山大学の中川正之教授、林業試験場山形分場石川政幸博士、山形県立宮内高等学校菅井敬一郎氏、山形県観光課長ほか多くの関係者の御協力をいただいた。観測には、芝浦工業大学の川田邦夫氏、富山大学文理学部の伊藤昌三、林巖の両君、および当研究所の八木鶴平、大学院学生河村俊行の両君の協力をえた。

この報告を書くにあたり、当研究所の吉田順五教授にいろいろと教えていただいた。

以上の方々に厚く御礼を申し上げる次第である。

文 献

- 1) 黒岩大助 1956 着氷と着雪. 北海道大学応用電気研究所彙報, **8**, No. 4.
- 2) 高野玉吉 1950 風洞による着氷の研究, I~V. 低温科学, **5**, 1-60.
- 3) 小口八郎 1951 着氷の物理的研究, I~V. 低温科学, **6**, 95-146.
- 4) 若浜五郎・藤野和夫 1969 乗鞍岳山頂, 東京天文台附属コロナ観測所の着氷調査. 低温科学, 物理篇, **27**, 135-142.

Summary

Mt. Zao (altitude 2000 m) at the National park in Yamagata prefecture, is famous place for its giant tree forms entirely covered with thick deposited rime throughout the winter season. The tree covered with rime is called a "Monster". Observations of internal structure, density, hardness and microscopic texture of the deposited rime were carried out by making cross sections of a Monster. A number of fragments of snow crystals were found in the texture of rime, suggesting that the Monster is composed of not only deposition of supercooled cloud droplets but also fragments of snow crystals. The fact that the texture of rime is mainly formed by purely supercooled droplets was observed by a polarized microscope. It was found that the rime is composed of several domains having preferred orientation. The approximate dimension of individual domains was 10 cm in length in the growth direction and 2~3 mm wide.

図 版 説 明

- I-1, 2, 3** 昭和44年2月8日, 蔵王地蔵小屋附近で調査した樹氷。1; 風の方向に平行に切ったところ。2; 切る前に, 風上側から見たところ。3; 切った断面に色水をかけ, パーナーであぶったところ。写真の右半分が風向きに平行, 左半分がそれに直角な断面
- I-4** 典型的なえびの尾状の着氷, 写真の上下の視野が約30 cm
- I-5** I-3と同じ樹氷の風に平行な断面の大写し。樹氷全体が, Lを結ぶ線とMを結ぶ線を境に, 3つの部分に分けられる
- II-6** 成長しつつあるえびの尾状樹氷の先端附近から切りだした薄片の偏光顕微鏡写真。この写真上半部の明るい領域内で, 凍結した過冷却水滴の結晶方位が揃っていた
- II-7** 樹氷の硬い部分から切りだした薄片
- II-8** 成長しつつあるえびの尾状樹氷の最先端部
- II-9** えびの尾状樹氷の中心部に近いところ。雪片と思われる細長い棒状の結晶がみられる

