

濱田（田邊）和雄による アイスモンスター（樹氷）の成因の解明

山形大学学術研究院・山形大学樹氷火山総合研究所 柳澤文孝

1. はじめに

高山治男氏より昭和5年に改造社（注1）より出版された「日本地理大系（山岳編）」（図1・図2・図3）をご寄贈いただきました。

本書より、高山植物を研究されていた濱田（田邊）和雄氏と武田久吉氏による刈田岳で撮影されたアイスモンスター（樹氷）の写真とアイスモンスター（樹氷）についての説明文等が見つかりました（図4・図5）。これまで、アイスモンスター（樹氷）の成因が明らかになったのは昭和40年代半ば以降とされておりましたので、それより30年～40年も前にアイスモンスターの成因が明らかにされていたこととなります（表）。

注1：改造社（1919-1944）、大正15年より 円本の出版開始、昭和5年より 日本地理大系（12巻+別巻5）の出版開始、深田久弥が編集に携わる

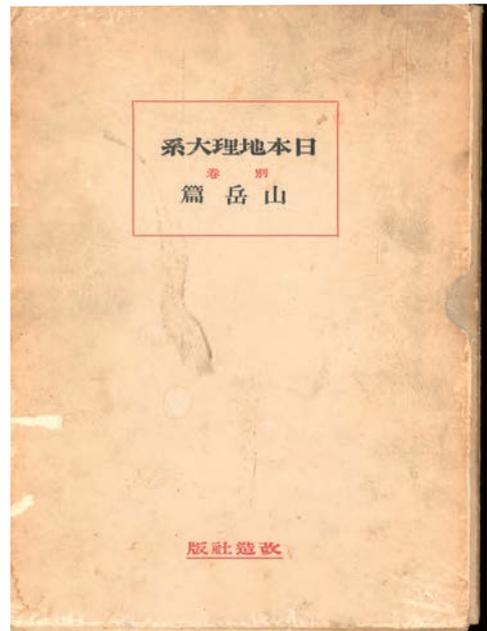


図1 「日本地理大系（山岳編）」の箱



図2 「日本地理大系（山岳編）」の表紙

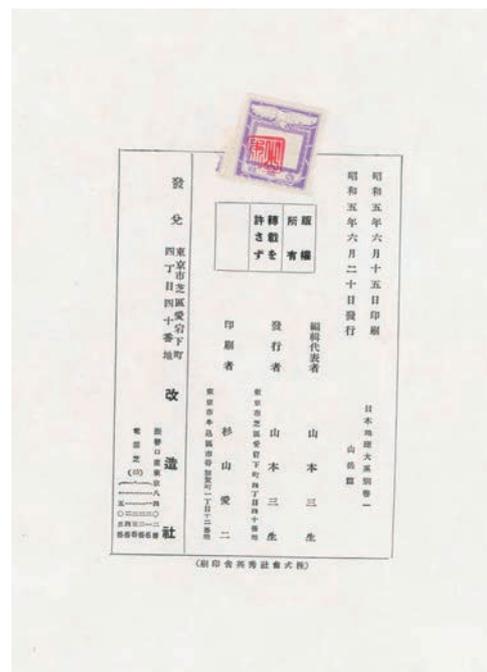


図3 「日本地理大系（山岳編）」の奥付

表 樹氷（エビノシッコ・アイスモンスター）研究史

雪説（雪が凍りついた）	過冷却水滴説	複合体説（過冷却水滴と雪が焼結）	年	武田久吉・濱田（田邊）和雄
神山峯吉らの冬季蔵王初登頂の際に認識され「雪の坊」「雪福」とよばれる			T3 1914	
			T10 1921	武田：丹沢で葉に霧の凍り樹氷となる過程を観察
慶応大学が宮城県側から山形県側へ冬季初踏破			T11 1922	
			T12 1923	「科学知識 武田」1月15日東京で雨氷を報告
「日本アルプス百景 大阪朝日新聞社」雪が樹木に降り積もったもの			T14 1925	
			S2 1927	「冬の八ヶ岳 武田」吹けば舞い立つ粉雪がどうして樹枝の表裏を全く包んでしまったり樹幹にも膠着し得るかといふ疑問を解決したかったからである。降雪時に伴うて起る、過冷却した水滴から成る霧が、風のまにまに吹きつけて、樹枝や樹幹に触れる拍子に凍結し、それがセメントになって、同時に降った雪を結合するからなのである。
「スキーへ 鉄道省」樹木に雪が氷着し時として全体が雪で包まれる雪の塔			S4 1929	
			S5 1930	「冬の杉ヶ峯 武田・濱田」刈田岳下から見た杉ヶ峯の冬景色で、近く立つ石像の如きはヒメコマツに粉雪と霧氷*とが厚い衣を被せたもの、中景の針葉樹はオオシラビソで孤々独立した有様は西欧のタンネを思はせる。「硫黄岳 武田」積雪と霧氷*
「彼岸獅子 渡邊波光」樹枝を雪の包帯でぐるぐるまきにしたみたいなもの			S6 1931	
「山小屋 安齋徹」樹雪の方はまったく樹枝の上面に積もったものであるが、高山のトド松など針葉樹においては、両者が結合してすっかり全木を包んでしまうものもある。			S9 1934	
			S11 1936	「霧氷*の話 濱田」羽翼状の樹木の隙間に普通の雪が語り、次の機会には更に其の上に樹氷を着けて行くらしく見える点もあります。樹氷と雪がどの混合物が出来上がるのが一番多いようであります。
			S12 1937	「思い出の山々 濱田」鳥の羽かエビの尻尾の様な形をした樹木の隙間に、雪が詰まって来る。恐らく樹氷が出来たり雪が吹き付けられたり、又其の上に樹氷が一段と発達したり、段々と怪物化して来るのであらう。」
	蔵王小屋で着氷研究（黒田正夫）		S14 1939	
			S15 1940	「樹氷の話 濱田」この怪物自身を樹氷と誤称している人もあり、又之を形成している材料が純粋な樹氷のみでもない。針葉樹では霧氷*と雪との混合物が稍にしっかりとしがみ付いて、更にその上から同様の混合物で樹木全体を締め付けて了う。恰も樹木全体を縛でぎりぎりに縛り上げて、夫れを砂糖で固めた様にしてるふのである。
	蔵王小屋で着氷実験（小型風洞と模型翼）、		S16 1941	「樹氷 深田久弥」我々は樹氷と一概に呼んでいるが、その方の研究をしている友人の説によると、これは霧氷*と呼ぶべきだそうである。モンスターの大部分はオオシラビソといふ針葉樹だが、それが枝もるとも雪と氷とガッチがらめになされて、思い思いの風貌姿勢で突っ立っているさまは、見事と云はうか、奇怪と云はうか
	蔵王小屋で着氷実験（小型風洞と模型翼）	「樹氷の世界 中谷宇吉郎」所謂モンスターと呼ばれている雪山の怪人は雪片と霧の粒とが混じって凍りついたもので、霧の粒が糊のやうな役目をして雪片を凍りつかせている	S17 1942	
「樹氷の山を探る 安齋徹」雪の水化した刺刺の	蔵王小屋で着氷実験（予備研究）		S18 1943	
	蔵王小屋を山頂に移築し本研究		S19 1944	
	移築した蔵王小屋で本研究		S20 1945	
	「樹氷の話 安齋徹」樹氷となるものはみんな過冷却の水滴ばかりなのです。		S22 1947	
	「山と溪谷 安齋徹」雪片の衝撃液化ではなく、過冷却水滴が雪に混じって吹きつけて、衝突すると同時に氷化付着するのが原因と分かった。	「樹氷の科学 中谷宇吉郎」蔵王の樹氷は針葉樹が全体に雪で蔽われたものである。雪の大きい塊りは、金華山の沖で出来る濃い過冷却水滴の霧がやって来て、それが糊の役目をして、あの山に降る雪の結晶を針葉樹の上へ凍りつかせて出来たものなのである。	S25 1950	「日本高山植物図鑑 武田・濱田」霧氷*は過冷却した霧の水滴がぶつたいに衝突して氷結してできる。石でも木でも積雪の上にも、何でも附着する。それが一面附着すると、それらの隙間に粉雪が詰め込まれ、更にその外側に次の霧氷*が着いて、段々に発達し、積雪を抜いて立つ程の大きな樹木までも、アイスリングをかけた菓子のように、固めつけて取り囲んで了う。
	「蔵王の樹氷 加藤愛雄」過冷却の雲滴が蔵王山の西斜面に吹きよせられて樹木に当たると、枝葉に衝突して直ちに氷結する。蔵王山にはアオモリトド松の森林が多いのでその枝、葉等にこの過冷却の水滴が次ぎ次ぎに氷結して水の小さな滴で被ってしまう。		S30 1955	
		蔵王の樹氷の総合研究（小笠原和夫）・蔵王の樹氷調査報告（黒岩大助ら）で樹氷が着氷（エビノシッコ）と着氷の焼結からできていることが明らかとなる	S43 1968	
		山形大学理学部の阿部正二郎・矢野勝俊らによって樹氷の生成条件解明	S45 1970	

2. 樹氷 (エビノシippo・アイスモンスター) の成因について

「樹氷 (エビノシippo)」とは、風で運ばれてきた過冷却水滴が樹木などに衝突して凍結した着氷のことです。一方、「樹氷 (アイスモンスター)」とは、「樹氷 (エビノシippo)」に着雪し、両者が焼結によって分かちがたく一体化したものです。

樹氷 (アイスモンスター) の成因については以下の3つの説があります。

「雪説」雪が凍りついたもの (大正3年～昭和10年代)

「過冷却水滴説」過冷却水滴が凍りついたもの (昭和10年代～昭和40年代)

「複合体説」過冷却水滴よってできた「エビノシippo」に着雪し、両者が焼結して分かちがたく一体化したもの (昭和40年代半ば以降)

着氷についての研究は昭和10年代から行われましたが、戦時下には航空機への着氷を防ぐにはどうしたらいいのかを主眼として行われていました。その研究の過程で、東北帝国大学の加藤愛雄助教授は樹氷 (アイスモンスター) は過冷却水滴によってできると結論しました。

一方、昭和43-44年の「蔵王の樹氷の総合研究 (芝浦工業大学 小笠原和夫)」、および、昭和44年の「蔵王の樹氷調査報告 (北大低温研究 黒岩大助ら)」によって、樹氷の成長や樹氷の断面の観察が行われ、樹氷 (アイスモンスター) が着氷・着雪の焼結からできていることが明らかとされました。

昭和45年以降は、山形大学理学部物理学教室の阿部正二郎教授・矢野勝俊教授らによって樹氷の生成条件が研究され、現在に至っています。



図4 「日本地理大系 (山岳編)」の「蔵王山: 冬の杉ヶ峰」

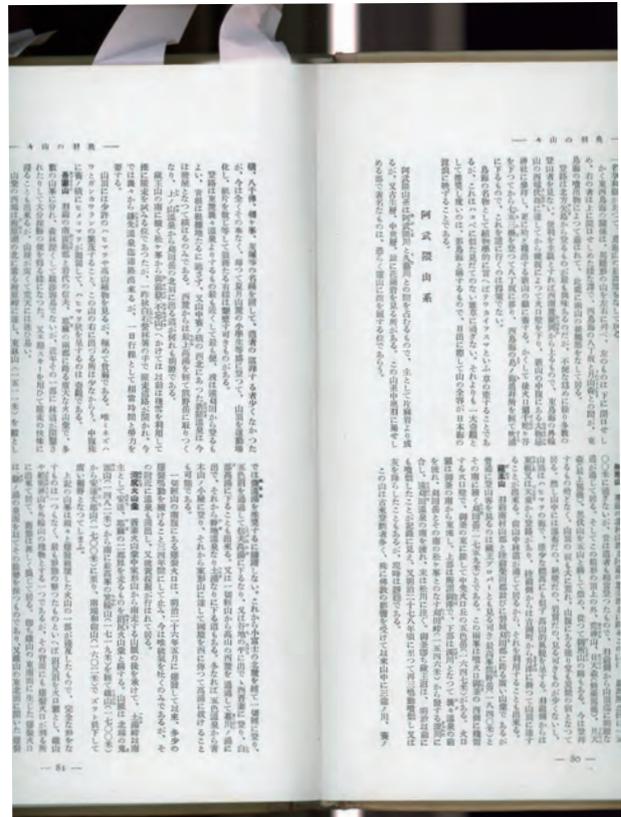


図5 「日本地理大系 (山岳編)」の「東北の山々: 蔵王山」

3. 「日本地理大系（山岳編）」について

「日本地理大系（山岳編）」の「冬の杉ヶ峯」の稿（図4）では、刈田岳で撮影されたアイスモンスターの写真と、アイスモンスターについての説明文が掲載されています。説明文には「冬の杉ヶ峯：刈田岳下から見た杉ヶ峯の冬景色で、近く立つ石像の如きはヒメコマツに粉雪と霧氷（注2）とが厚い衣を被せたもの、中景の針葉樹はオオシラビソで孤々独立した有様は西欧のタンネ（注3）を思はせる。」となっています。このことから、アイスモンスターを雪と霧氷※の複合体であると捉えていたことが分かります。一方、「硫黄岳」（図6）の稿では「硫黄岳：峯の松目の東肩約2500米の地点から東に仰いだ厳冬の硫黄岳で積雪と霧氷※の為めに岩もハイマツも悉く白妙の衣を着」と記載されており、蔵王における「粉雪と霧氷※とが厚い衣を被せたもの」と異なった記述となっています。このことは、霧氷※とアイスモンスターを区別できていたことを示します。また、これらは昭和40年代半ば以降の研究成果と同じです。

注2：濱田はエビノシッポである樹氷について霧氷というべきだとしていることから該当箇所は霧氷※と表記しました。なお、この用語の使い方は、厳密には現在の使い方と一致しているわけではありません。

注3：タンネとはドイツ語で、もみの木がクリスマスツリーの様になっている意

これまでに、蔵王の樹氷関連でお二人のお名前が出てきたことはありませんでした。また、アイスモンスターの成因が明らかになったのは昭和40年代の半ば以降とされておりますので、それより30年～40年も前にアイスモンスターについて研究され成因が明らかになっていたこととなります。なお、中谷宇吉郎は雪と過冷却水滴の混合に言及されていますが、過冷却水滴を太平洋起源とするなど現在の考えとは一致しません。

お二人の研究の特徴は観察です。大正10年に丹沢山塊の仮小屋に泊まりウラジロモミの葉に霧の

凍る過程を観察して樹氷となる過程を明らかにされています。また、昭和2年には、冬の八ヶ岳に出向き、過冷却した水滴からなる霧を吹きつけて樹枝や樹幹に触れる拍子に凍結し、それがセメント（注4）になって同時に降った粉雪を結合することを見つけられています。これらの研究を踏まえることで、アイスモンスター成因の解明につながったと考えられます。

注4：接着剤の意

しかし、昭和10年代半ば以降、お二人のアイスモンスターに関する研究は見つけれませんでした。戦時下の蔵王では着氷の研究が行われていましたが、着氷を防ぐ研究が中心であり、お二人の研究は顧みられることなく埋もれてしまったと考えられます。

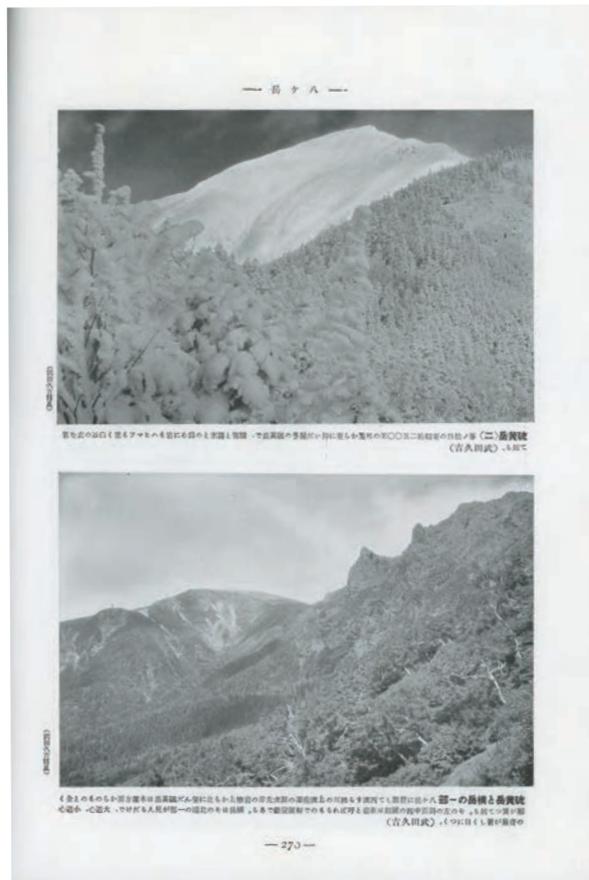


図6 「日本地理大系（山岳編）」の「八ヶ岳：硫黄岳」

人物紹介

* 武田久吉 (1883-1972)

(高山) 植物学者・登山家・「尾瀬の父」・日本山岳創設者の一人イギリスの外交官アーネスト・サトウと武田兼の次男

京都帝大講師の際に東京帝大の濱田(田邊)和雄の卒修論を指導

* 濱田(田邊)和雄 (1900-1961)

(高山) 植物学者・登山家

大正15年 鹿島槍積雪期初登攀

一高・東京帝大(昭和2年卒業・昭和4年修了武田久吉に卒修論の指導を受けた)昭和5年 植物学担当教授として松江高校へ赴任(松江高等学校校長)

大正11年にチヌセブリ、大正12年から蔵王など全国のアイスモンスターを見て歩く

* 深田久弥 (1903-1971)

随筆家・小説家・登山家・日本百名山

大正11年 一高卒(旅行部の先輩である濱田和雄の影響で登山を始める)昭和2年 東京帝大入学・改造社入社(編集に携わる)

昭和5年 東京帝大退学・改造社退社し、作家生活に入る(濱田より霧氷について教わる)