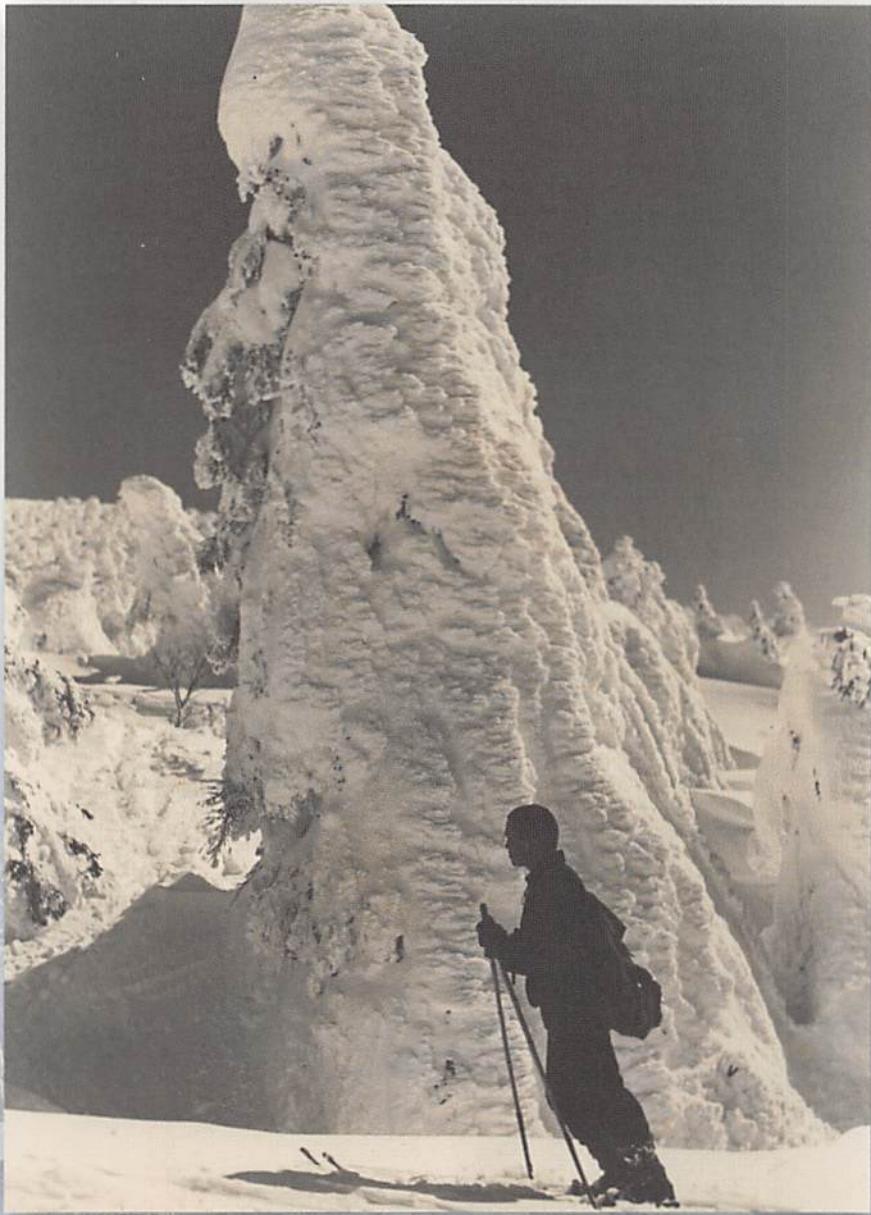


アイスモンスター 樹氷

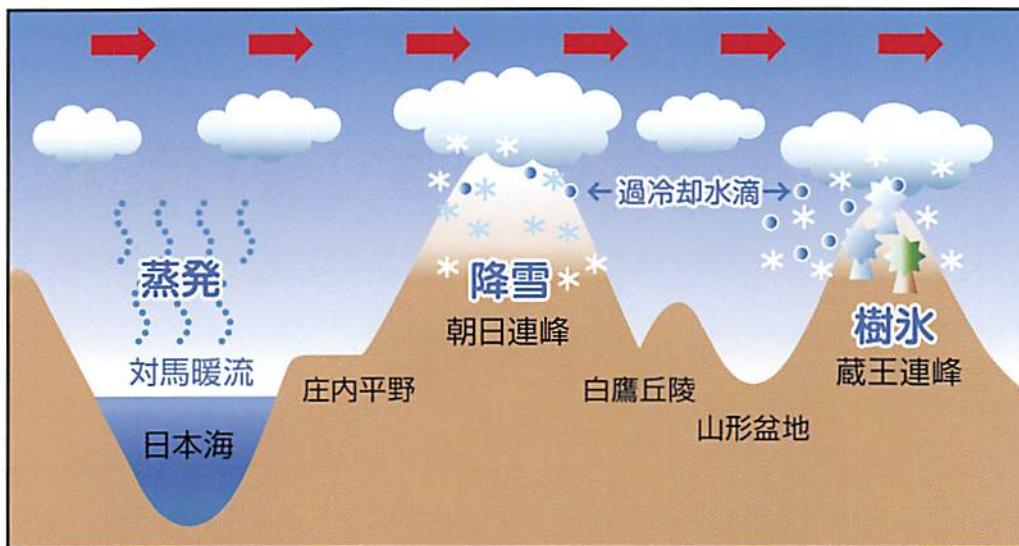


ICE MONSTER

樹氷のできかた

冷たく乾いたシベリアからの季節風が日本海を渡る際に、対馬暖流から多量の水分を供給されます。季節風が朝日連峰にぶつかった際に雪雲を形成され、水分の大部分は降雪として取り除かれます。しかし、降雪に際して雪の核となるべき海塩が消費されてしまうことから、水分の一部は降雪となることができず、過冷却水滴となります。過冷却水滴を含んだ季節風は山形盆地を越えてから蔵王山の斜面を吹き上げられ、山頂付近に自生しているアオモリトドマツに衝突して着氷となります。雪雲内で着氷と雪片がアオモリトドマツに繰り返し付着することで成長し、着氷と雪片が一体化する焼結を経て樹氷(アイスマンスター)となります。

- ① 着氷 雪雲のなかの「過冷却水滴」が枝や葉にぶつかり凍りつく
- ② 着雪 着氷のすき間に多くの雪がとり込まれる
- ③ 焼結 0°C付近の雪は、互いにくっついて固く絞まる



樹氷のできる条件と分布

樹氷(アイスマンスター)は東北地方の一部の山岳地帯(八甲田山、八幡平と森吉山、蔵王山、吾妻山)や、限定的ですが志賀高原の横手山と菅平の根子岳でしか見ることができません。樹氷(アイスマンスター)ができるためには以下のようないくつかの条件が必要ですが、それらの条件を満たす場所が限られるためです。

- (1)常緑の針葉樹の存在(アオモリトドマツ)
- (2)北西～西の適度な強風(10～15m/sec)
- (3)多量の過冷却水滴(平均雲量0.9)
- (4)適度な低温(-10～-15°C)
- (5)適度な積雪量(2～3m)

樹氷の研究

樹氷の成因について大正期より雪説と過冷却水説の二つの説がありました。雪と氷の複合体であることを最初に言及したのは植物学者の田邊和雄氏で、昭和11年のことでした。昭和17年に蔵王小屋で理化学研究所の黒田博士が着氷の実験を行いました。その後、東北帝大の加藤教授、北大の黒岩教授、芝浦工大の小笠原教授、山形大学の阿部教授と矢野教授らの研究によって樹氷の成因が解明されました。

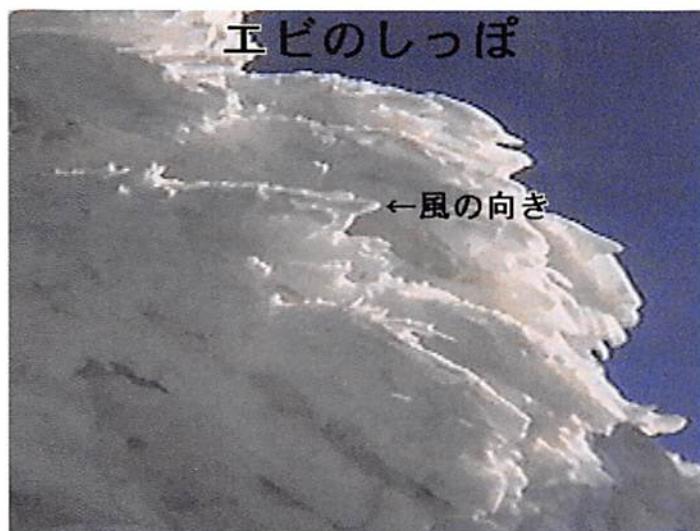
年号	「樹氷」の名前の歴史	アイスマンスターの歴史	
		宮城県側	山形県側
明治 6年	●万国気象会議で英語名「Silver Thaw」「Glazed Frost」が決まる		
明治 8年	●気象観測開始(明治8年はJoyner、明治9年から日本人の傳修生が参加、明治10年Joybner帰国)		
明治 9～10年	●「Silver Thaw」が「樹氷」、「Glazed Frost」が「凝霜」「と和訳される		
明治11年	●1月 国立公文書館で見つかった「樹氷」が記述された最も古い気象観測報告		
明治19年	●気象観測法(第1版)に「樹氷」「凝霜」が掲載される		
明治20年	●中央気象台が開設され、全国的な気象観測が始まる		
明治21年	●気象用語(含樹氷)の全国的統一をはかるため全国の測候所長らを集めた第一回気象観測協議会を開催		
明治25年	●和訳に際し「樹氷」と「凝霜」が取り違えられていたことが発覚		
明治45年	●北海道大学寮歌として作られた「都ぞ弥生は」の中で「樹氷咲く 壮麗の地をここに見よ」と歌われた		
大正 3年			●2月15日 山形師範学校の神山峯吉らによる冬季蔵王初登頂の際にアイスマンスターが認識され、「雪の坊」「雪瘤」とよばれるようになる
大正 4年	●気象観測法(第2版)で「樹氷」が「霧氷」に「凝霜」が「雨水」に改名される		
大正10年 大正11～12年		●1月 賽の磧で慶應大学が初スキーを行い、冬季に初めて宮城県側から山形県側へ踏破する ●旧制二高・東北帝大山岳部が賽の磧で冬季合宿 アイスマンスターを「樹氷」の大きくなつた物と誤解して「樹氷」とよぶようになる	
大正12年	●関東大震災で気象観測法(第2版)の版が焼失		
大正13年 大正14年 昭和 2年		●蔵王(賽の磧)スキー場開設 ●昭和2年の官報でスキーの熟達者に好まれるスキー場として蔵王(賽の磧)スキー場が紹介された	●蔵王温泉スキー場開設
昭和 3年			●蔵王中腹に「コーポルトフュッテ」建設。昭和3年12月30日 コーポルトブーフに九州大学医学部の桜井岡南男氏が「積雪に埋もれ樹氷にとりかこまれたフュッテの姿は何と云う美しさだろう」と記述
昭和 4年	●気象観測法(第2版 新版)で「霧氷」の下に「樹霜・樹氷・粗氷」の三種が作られる		●2月12日 安齋徹教授一行が樹氷を撮影
昭和 5年 昭和 6年		●鉄道省の日本案内記・東北編に「蔵王スキー場が仙台の学生や東京の研究者でぎわっている。樹氷はスキー家でないと見ることができない」と記載(記載内容は昭和元年～2年ころのもの) ●峨々温泉に蔵王案内人	●高湯温泉で冬季の旅客用馬そり運行開始 ●高湯温泉に蔵王案内人
昭和 8年		●仙台鉄道局「陸奥曲」を出版、樹氷の写真(昭和4年に安齋徹教授撮影)の海外初紹介	
昭和10年		●日本山岳会主催で冬季写真展が開催された(8点が蔵王の樹氷の写真)。応募の中から24点が英國山岳会に寄贈された(2点が蔵王の樹氷、撮影者は長澤壽三(利彦)氏と角田吉夫氏)。	●塙本閻治監督による「MOUNT ZAO」完成、昭和11～12年の欧米の映画祭で受賞
昭和11年			●2月24日から3月3日まで蔵王温泉スキー場で「日本スキー発達史」が撮影されるが未編集でお蔵入りとなる(監督:円谷英二) ●「蔵王小屋」建設 ●「蔵王小屋」山頂に移転 ●地蔵山山頂に中央気象台の気象観測所建設
昭和18年 昭和19～23年 昭和47年			●安齋徹教授と慶松光雄教授による「樹氷」名面論争勃発、日本山岳会は慶松教授に軍配を上げる ●結城亮一氏の「翠松の丘」によって「蔵王－白銀の乱舞」が未完成だったことが明らかとなるとともに、同氏の尽力で山形国際ドキュメンタリー映画祭で塙本閻治監督の「Mount Zao(蔵王山)」が上映される
平成19年			●2月21～24日 樹氷国体開催
平成26年			

二種類の「樹氷」:「ライム」と「アイスモンスター」

(1)樹氷(ライム)

風で運搬されてきた過冷却水滴が樹木などに衝突して凍結したもの

明治6年の国際気象会議で定められた用語(Silver Thaw, Glazed Frost)を元に、明治10年頃に日本語化されたもので「V」という大気現象マークが与えられています。日本(北海道から屋久島まで)はもちろん世界中に存在しています。風上に向かって成長する形から「エビのしっぽ」と呼ばれています。



(2)樹氷(アイスモンスター)

アオモリトドマツが着氷と雪片に覆われて巨大な塊となったもの

大正3年(1914)2月15日、蔵王高湯温泉から蔵王山に冬期初登頂した神山峰吉らによって発見され「雪の坊」あるいは「雪瘤」とよばれました。アイスモンスターは、大正11-12年頃から宮城県にあった賽の磧スキーフィールドで冬期合宿を始めた東北帝国大学や旧制第二高等学校の生徒達によって「樹氷」とよばれるようになりました。樹木に降った雪が凍った物を樹氷と呼んでいたことから、樹木全体が雪の凍った物で覆われたアイスモンスターも樹氷と誤解したためです。

蔵王の樹氷は、昭和6年の仙台鉄道局による「陸奥曲(みちのくぶり)」、昭和8年の日本山岳会による冬季写真展、昭和10年の塚本閣治監督による「MOUNT ZAO」、昭和11年の「日本スキー発達史」の撮影などをへて全国的に有名になって行きました。



樹氷(アイスマンスター)の一生(1993-94年頃)

初期 (11月～12月)



アオモリトドマツは、季節風で運ばれた雲粒による着氷と、着雪でおおわれます。

成長期 (1月～2月)



風上に向かってエビのしっぽが発達し、着雪もさかんにおこっています。

着氷と着雪が最もさかんで、大きな樹氷に成長します。



衰退・崩壊期 (3月中旬～下旬)



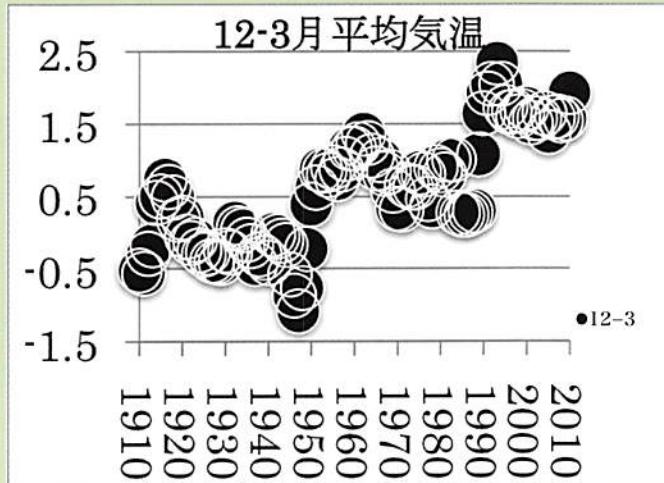
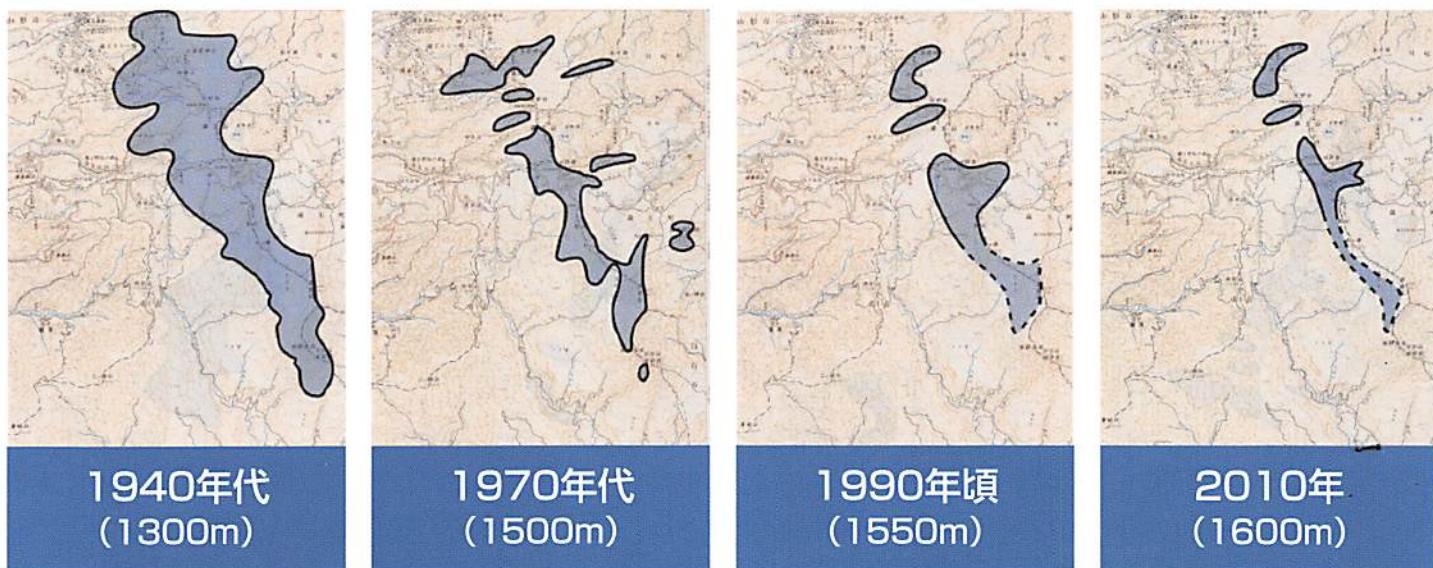
气温の上昇で樹氷はとけて細くなり、また、雨などで一気に崩壊します。



もうすぐ、蔵王にも遅い春がやってきます。

終

地球温暖化による蔵王の樹氷の分布域の縮小



樹氷ができる12月から3月まで4ヶ月間の山形市の平均気温の変化
100年間でおよそ2度前後の温度上昇が認められる。

樹氷ができる標高や見ごろ期間は年によって変化しますが、全体の傾向として、樹氷の分布範囲が縮小しています。

最近100年間の間で分布範囲が最も広かったのは1940年前後で、樹氷は標高1300m以上の場所で観測でき、見ごろ期間は12月後半から4月初めでした。最も狭かったのは2010年で、標高1600m以上でないと観測できず、見ごろの期間は1月後半から2月前半でした。1940年前後と比べると、樹氷の分布範囲はおよそ4分の1となっています。

この間、山形市の冬季の平均気温は2度前後上がっており、気温の上昇に伴って分布範囲が縮小したと推定されます。

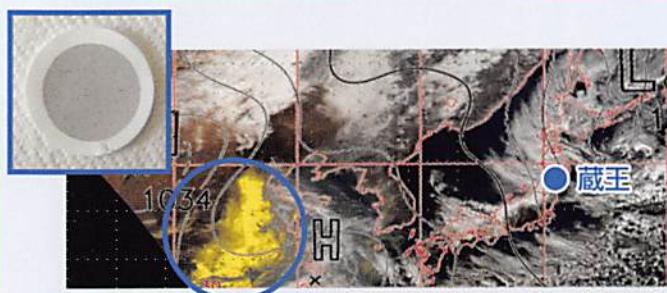
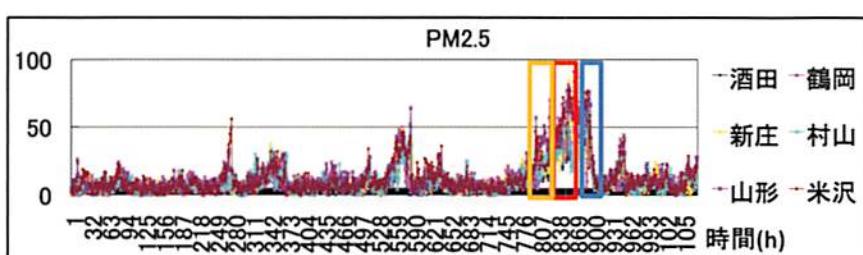
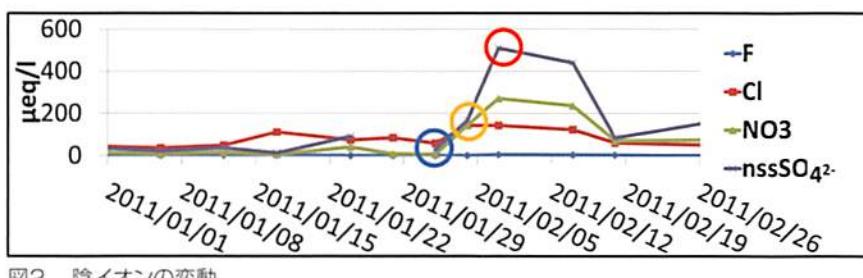
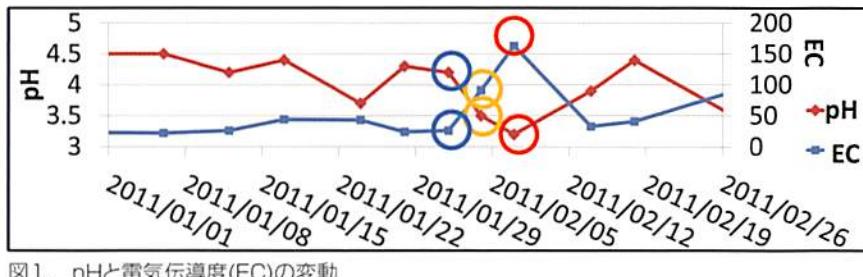
今後も気温の上昇が続ければ、蔵王で樹氷が見られなくなる年が出てきたり、今よりも細身の樹氷になる可能性が考えられます。

2011年2月1日から7日にかけて蔵王に飛来した汚染物質

アジア諸国では工業化が進みそれに伴って大気汚染物質の排出量が増加している。山形県蔵王の標高1600m以上では樹氷が見られる。この地点はアジア大陸から北西の季節風が卓越する地理的位置にあり、大気汚染物質が飛来している可能が考えられる。

2010年11月から2011年3月にかけて蔵王の樹氷を採取し分析した。また、山形県内で観測されている大気環境データとの比較や衛星画像との照合を行った。

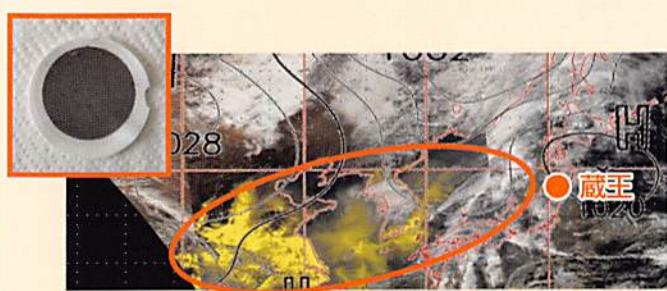
西高東低の冬型がくずれた後に華北平原に進出してきた高気圧の元に大気汚染物質が蓄積した。その後、大気汚染物質は高気圧の移動に伴って朝鮮半島を経由して日本を横断したことが、明らかとなつた。



2011年2月1日

冬型の気圧配置が弱まりつつあり、日本付近に大気汚染物質は認められない。

華北平原には高気圧が移動しており、高気圧の下で大気汚染物質(黄色いところ)が蓄積されつつある。



2011年2月4日

冬型の気圧配置は終息した。華北平原に蓄積した大気汚染物質は高気圧の移動に伴って渤海湾・黄海・朝鮮半島・日本海を経て日本へ流出し始めている。大気汚染物質は東北地方の山岳地帯にある雪雲に流入しているように見えることから、汚染物質は蔵王の樹氷へ混入したと推定される。



2011年2月6日

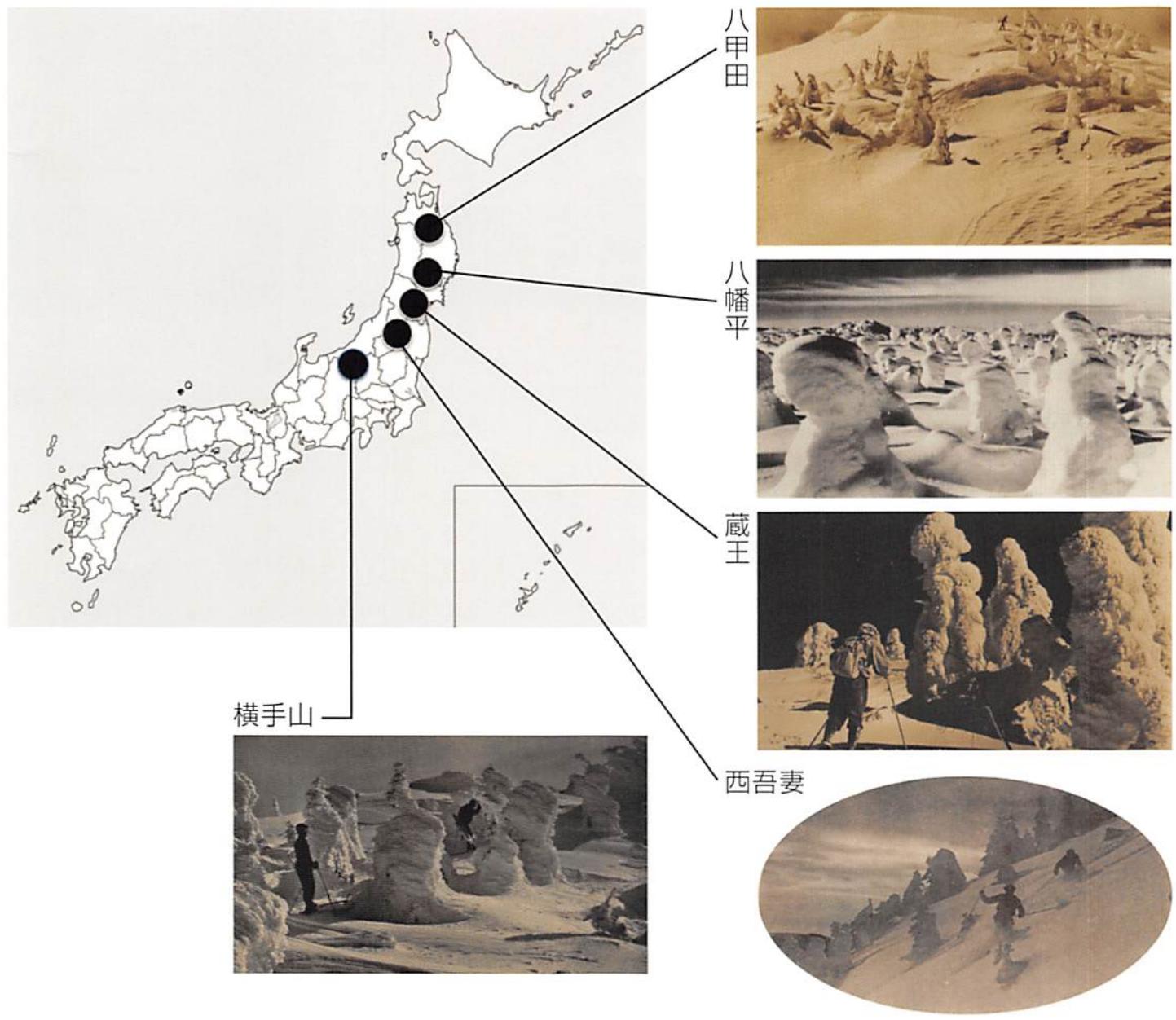
華北平原から流出している大気汚染物質は日本上空を通過している。大気汚染物質は雪雲に継続的に流入しているように見えることから、汚染物質は蔵王の樹氷へ連続して混入して高濃度の汚染となったと推定される。

樹氷(アイスマンスター)と樹氷(ライム)の分布

樹氷(アイスマンスター)

北から八甲田山(1300m)、八幡平と森吉山(1400m)、蔵王山(1600m)、吾妻山(1700m)、志賀高原の横手山と菅平の根子岳(2200m)。横手山と根子岳は限定的である。

日本海から約70km内陸の山岳地帯に存在しており、北に行くほど低地で生成している。



樹氷(ライム)

ニセコアンヌプリ、伊吹山、氷ノ山、富士山、宮之浦岳、大峰山、大台ヶ原、御嶽山、八ヶ岳、霞沢岳、比良山、大山、谷川岳、立山など

詳しくは環境保全「樹氷・蔵王特集号」をご覧下さい。

15号：<http://www.id.yamagata-u.ac.jp/EPC/21kouhou/no15s.pdf>

16号：<http://www.id.yamagata-u.ac.jp/EPC/21kouhou/no16s.pdf>

17号：<http://www.id.yamagata-u.ac.jp/EPC/21kouhou/no17s.pdf>

表紙

昭和10年3月15日、
長澤壽三(利彦)氏撮影
蔵王の樹氷(アイスマンスター)