

温風穴のふしぎ

澤田 結基(福山市立大学)

1. はじめに

氷点下の寒い雪の日に温風穴を訪れると、暖かい湯気がもうもうと昇り立っている(写真1)。その周りだけ雪が融けており、積もった葉っぱはじつりと湿っている。風穴がつくる冬の不思議な風景である。温風穴の温度は、時として20℃近くになることもあり、まるで暖房のように感じられる。風穴は夏に涼しいだけでなく、冬に暖かい場所が出現する現象でもある。

風穴の個性は、もしかすると温風穴に現れるのかもしれない。春～夏に涼しい風穴(以下、区別のために冷風穴と称する)の温度は、春までに凍結した土や氷に引きずられて0℃に近い温度になるものが多い。しかし温風穴は氷とは直接の関係がなく、秋までに暖められた斜面地下の温度を反映するので、温暖な地域では、温風穴から吹き出す空気の温度が高いかもしれない。すなわち、自然現象としての風穴の個性は、冷風穴ではなく温風穴の温度変化により明瞭に現れるのではないだろうか。この小文では、これまでに著者が観測してきた5箇所の風穴(北海道2箇所、秋田県、群馬県、島根県)の温風穴の観測データを比較して、温風穴に共通する特徴や、温風穴に発現する風穴の個性を見ていく。まだ研究として途中段階で荒い内容ではあるが、その点はどうかご容赦いただきたい。



写真1(左) 長走風穴(秋田県大館市)の温風穴(W14) 雪が融け、勢いよく温風が吹き出している。

写真2(右) 観音山風穴(北海道様似町)の温風穴 なお観音山風穴の温度変化は澤田・加藤(2020)に詳しい。

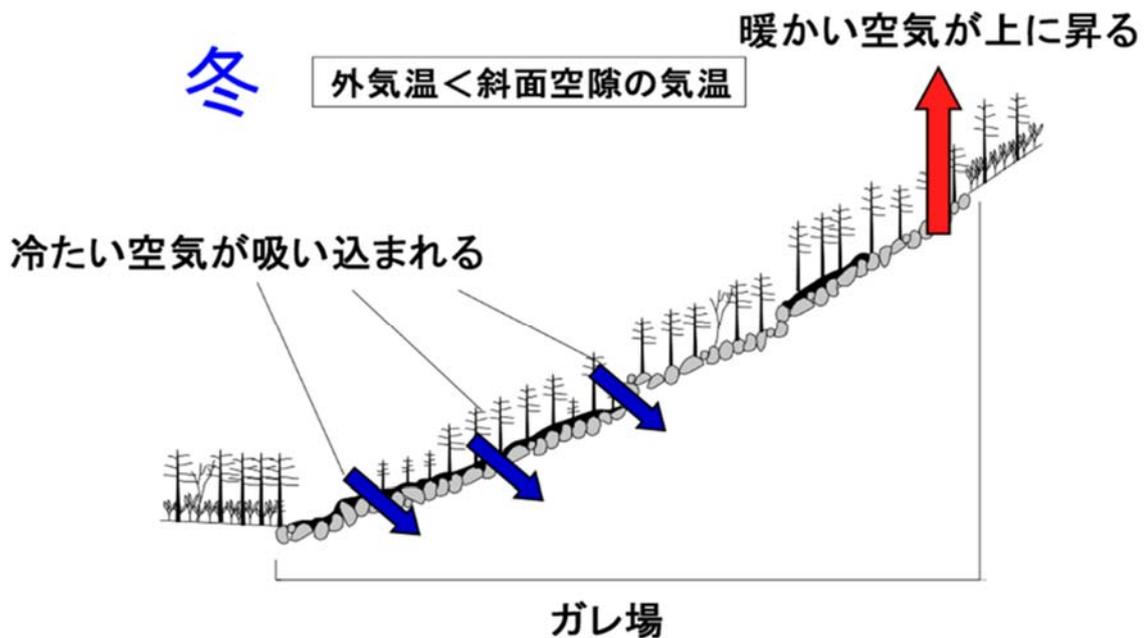


図1 冬に生じる空気対流の模式図 外気温よりも斜面空隙の温度が高いため、空隙の空気が上から吹き出している。

2. 風穴で生じる空気対流

温風穴の前に、まず風穴が生じるしくみについて説明する。ほとんどの場合、風穴は夏に冷風を吹き出す現象、あるいは低温を維持する自然の貯蔵小屋として認識されている。なぜ、夏に冷たい風が吹き出すのだろうか。この問いに対する答えは、今から 100 年前に長走風穴で行われた研究で、ある程度明らかにされていた。陣馬小学校の校長を務めた荒谷武三郎による研究である。我々の観測では、荒谷の研究が正しかったことを追認している。

風穴の冷風は、斜面の地下と外の温度差によって噴き出している。風穴のある斜面地下の隙間の温度は外よりも低い。空気の重さ(密度)は温度によって変わり、冷たい空気ほど重たいので、斜面から冷たい空気が外へあふれ出す。これが夏に生じる冷たい吹き出しを生じさせている。斜面地下の低温環境は、多くの場合、遅くまで残る氷によってつくられると考えられる。長走風穴や、然別風穴地帯(北海道)では、春の融雪水が斜面地下の隙間で凍り付き、氷が成長することが観測で確認されている。

では、なぜ氷が成長するのだろうか。それは、冬に生じる空気対流によって、斜面の地下空隙が冷却されるしくみがあるからである(図 1)。冬の地下空隙の温度は、外気温よりも高い状態にある。そのため、空隙の空気は上昇し、斜面の上の方からちょうど煙突のように排出される。この時に生じる、暖かい空気を噴き出す穴が「温風穴」である。

3. 温風穴の特徴

温風穴の温度変化の特徴を、まず長走風穴のデータから見てみる。図 2 は、気温と温風穴の温度変化を示すグラフである。温風穴の温度は、夏(8月)の間、気温の上下に合わせて小刻みに変化している。この変化は、温風穴から外の空気が吸い込んでいることを示す。斜面下の冷風穴から吹き出す空気を埋め合わせるために吸い込みが生じているのである。秋になると、温風穴の温度は気温変化から上放れ、小刻みな変化がなくなり安定するようになる。すなわち、斜面内部からの温風の吹き出しが始まったと考えられる。斜面下の冷風穴ではまだ冷風が吹き出している時期に、もう温風穴は動き出しているのだ。風穴のある斜面では、夏には下の冷風穴から吹き出して上の温風穴から吸い込み、冬にはその逆になる(曾根, 2015)。細かくみると、秋の一時期にはどちらからも吹き出しが生じる移行期があるようだ。

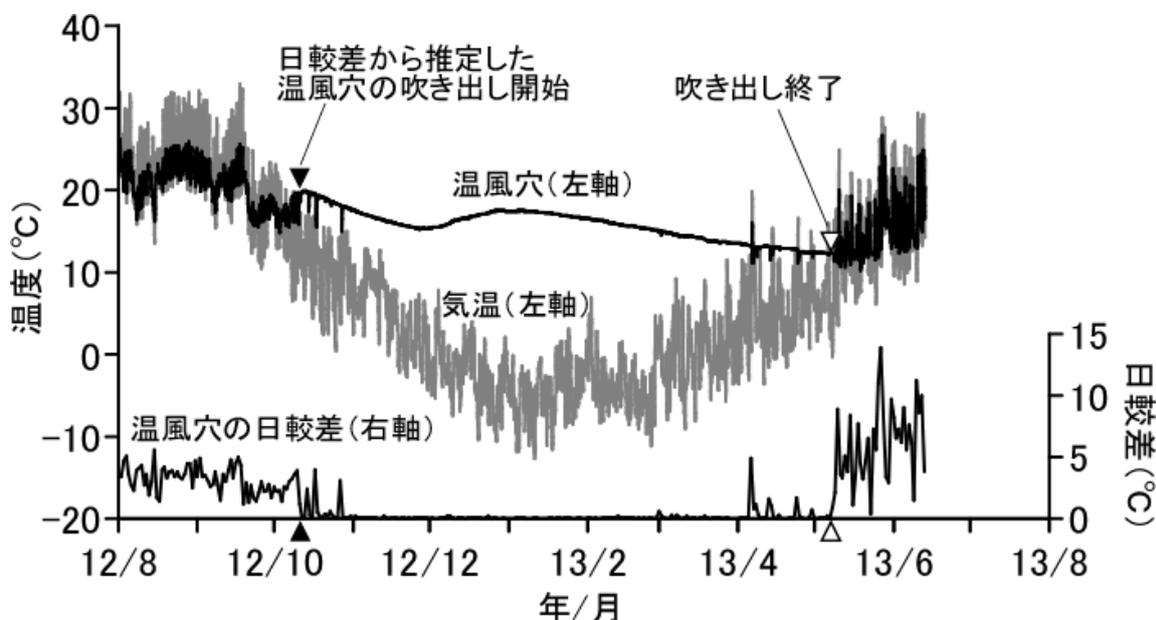


図 2 長走風穴の気温と温風穴(W14)の温度、温風穴の日較差の推移(2012年8月~2013年6月)温風穴の吹き出し開始・終了は、日較差が急減するタイミングを参考に推定した。

4. 温風穴の温度の比較

温風穴の温度は秋に最大となり、春にむけて緩やかに下降する。このような変化の特徴は、他地域の温風穴にも共通している(図 3)。その温度は場所によって異なり、暖かい西日本の八雲風穴では温風穴の温度が高いようだ。そこで、温風穴が吹き出し始める時期の温度を使って、温風穴の温度を比較することにする。温風穴の吹き出しが始まったタイミングをできるだけ客観的に判断するために、ここでは温風穴の「日較差(にちかくさ)」に注目する。温風穴が外気を吸い込む時、温風穴の温度は気温にあわせて変化する。そのため1日の最低値と最高

値には大きな差が生じる。他方、温風穴が中の空気を吹き出す時には、温風穴へ外の空気が入ることは少ないので、日変動は少なくなるはずである。そこで、夏～秋にかけて、温風穴の日較差が小さくなる(概ね 0.5 以下)最初の日の温度を、吹き出し開始時の温度と考えて抽出した。同様に吹き出し終了時の温度も日較差を基準に抽出した。その結果を表 1 に示す。

表 1 温風穴の温度変化に関わる数値一覧

風穴名	都道府県・市町村	年平均気温	秋季(吹き出し開始時)の温度(°C)	春季(吹き出し終了時)の温度(°C)	秋季と春季の温度差(°C)	観測年	吹き出し開始日	吹き出し終了日	温風穴の吹き出し期間	温風穴の標高(m)	冷風穴の標高(m)	標高差(m)
然別風穴地帯(西ヌプカウシヌブリ)	北海道鹿追町	0.7	10.7	2.2	8.5	2001-2002	9月12日	4月7日	207	1250	1100	150
観音山風穴	北海道様似町	8.6	18.5	6.1	12.4	2019-2020	10月16日	4月17日	184	80	35	45
長走風穴(W14)	秋田県大館市	8.8	19.9	12.3	7.6	2012-2013	10月12日	5月7日	207	405	230	175
荒船風穴	群馬県下仁田町	10.3	19.6	10.1	9.5	2020-2021	9月15日	4月27日	224	900	835	65
八雲風穴	鳥取県出雲市	13.7	23.5	11.2	12.3	2015-2016	8月13日	3月28日	228	185	165	20

年平均気温は、風穴の観測値(然別、観音山、長走)または近傍のアメダス観測点からの推定値(荒船、八雲)を使用し、観測1年目の1月-12月の平均値を示した。長走風穴の冷風穴の標高は、高山植物群落保護指定地の標高を採用した。吹き出し開始日と吹き出し終了日は温風穴の日較差から推定した。推定結果は、図 1 および図 2 中に▲で示す。

温風穴の吹き出し開始時の温度は、最大 23.5°C(八雲風穴)、最小 10.7°C(西ヌプカウシヌブリ)で、その差は約 12°Cにも及ぶ。やはり暖かい地域にある風穴ほど、温風穴の温度は高くなるようである。この温度と年平均気温の関係をみると、気候が温暖な場所ほど温風穴の温度が高い傾向が明瞭に現れる(図 4)。温風穴を測定した年や測り方が違うので厳密な比較ではないが、温暖な地域にある風穴ほど温風穴の温度が高いという全体的な傾向は認めてよさそうである。興味深いことに、5箇所どの風穴でも、吹き出し開始時の温風穴の温度は年平均気温より約 10°C高くなっている。

吹き出し終了時の温度はやや傾向が変わり、八雲風穴(11.2°C)よりも長走風穴(12.3°C)のほうが高くなっている。この違いは、吹き出し期間中に生じる温度低下の度合いが風穴によって異なることから生じるようだ。温風穴の秋季と春季の温度差を比べると、観音山風穴と八雲風穴では約 12°Cの温度差があるいっぽう、他3箇所では約 8~10°Cにとどまっている。このような違いは、斜面の大きさに関係するかもしれない。冬に吹き出す温風穴の熱源は、春から秋までに吸い込んだ空気や地面から伝わる熱で暖められた斜面内部の熱である。斜面をタンクに例えると、タンクが大きいほど貯めることのできる熱エネルギーは大きい。観音山風穴と八雲風穴のように秋と春の温度差が大きいということは、タンクが小さく冷えやすいと考えることができる。実際、これら2つの風穴斜面は規模が小さく、冷風穴と温風穴の標高差も小さい(表 1)。他方、長走風穴は秋から春の温度変化が小さく、タンクが大きいようである。このような斜面規模の違いが、温風穴の温度低下の度合いと関係していると考えることができよう。

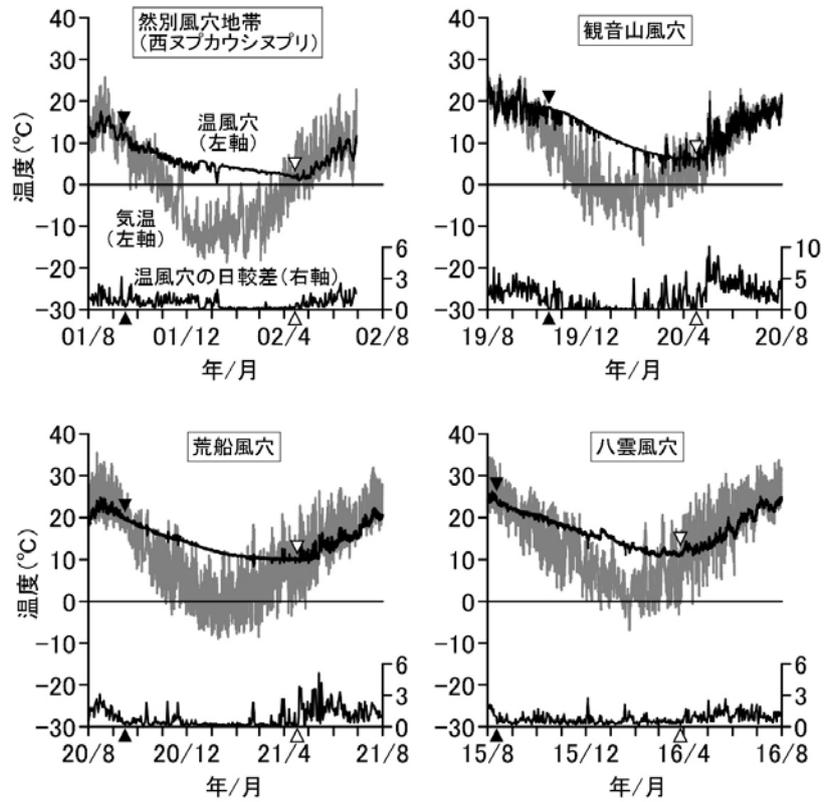


図3 然別風穴地帯, 観音山風穴, 荒船風穴, 八雲風穴の気温と温風穴の温度, 温風穴の日較差の推移

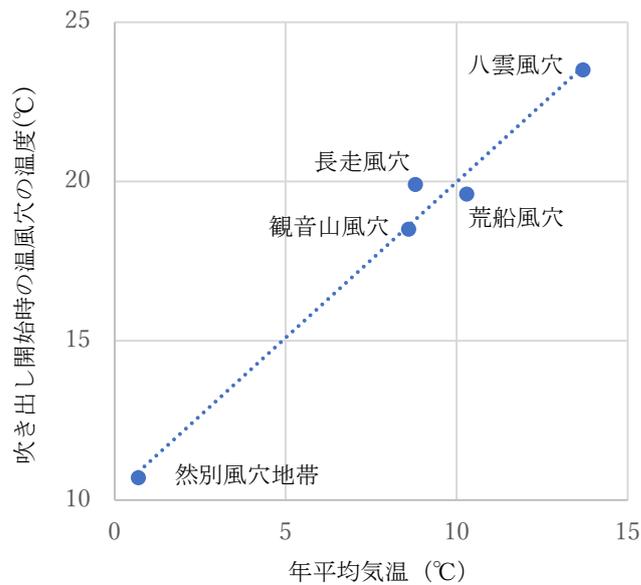


図4 年平均気温と吹き出し開始時の温風穴の温度の関係値は表1に同じ。

4. おわりに

氷が融ける温度 (0℃) の影響を強く受ける夏の冷風穴に対して、温風穴はその温度や温度変化量が様々であり、各地の風穴の個性がよく現れると考えられる。従来の風穴研究は、冷たい風や氷がなぜ生じるのかに注目する研究が多かったが、温風穴にも注目すると新しい発見がまだ見つかかりそうである。この小文では著者が観測に関わっている風穴のデータを比較したが、ネズミ対策で土をかぶせたセンサーがある一方で隙間に露出するセンサーもあるなど厳密な比較にはやや難があり、工夫と議論の余地は大きい。試行的な比較としてご容赦いただきたい。

大館市で開催される風穴サミットは、史上初めて冬の開催であり、温風穴を見学する機会も用意されている。大館市の風穴では、勢いよく温風を吹き出す見事な温風穴を見ることができ、温風穴での吹き出しがあるからこそ冷風穴で吸い込みが生じ、夏の冷たい風穴を生み出す「冷熱」が蓄積されていく。すなわち冷風穴を生み出す空気対流システムの一側面が温風穴である。高知県の白髪山風穴のように、むしろ温風穴が地元で「風穴」と呼ばれているものもある。このサミットを機会に、温風穴の理解と議論が進むことを期待したい。

引用文献

澤田結基・加藤聡美 (2020) : 様似町観音山風穴における冷風穴と温風穴の温度変化, 様似郷土館紀要, 2, 21-30.

曾根敏雄 (2015) : 風穴風の吹き出しと吸い込み, 日本の風穴, 清水長正・澤田結基編, 古今書院, 92-101.

長走風穴の林業利用について

香月英伸(東北森林管理局)

概要

長走風穴種子貯蔵庫は、明治 45 年に秋田県矢立村(現在の大館市)の長走風穴地帯の一角に農商務省山林局秋田大林区署白澤小林区署(現在の林野庁東北森林管理局米代東部森林管理署)が整備したスギ等の造林用種子の貯蔵施設である。

林業専用の種子貯蔵のための冷蔵施設としては国内初のもので、東北地方の造林用種子貯蔵の中核的な施設として昭和 30 年頃まで利用された。施設の貯蔵庫部分はほぼ完全な形で現存しており、その価値が認められ、令和 4 年 5 月 20 日、日本森林学会が選定する林業遺産に登録された。



写真 1 : 現在の長走風穴 3 号倉庫

長走風穴一帯では、最盛期には大小合わせて 20 以上もの風穴を利用した貯蔵施設が整備されており、そのうち林業専用施設は 1~2 施設程度と数の上では主役ではないものの、長走風穴の利用期間である明治末から昭和 30 年代の、最も早い時期から最も遅い時期まで造林種子貯蔵という林業用途として利用され続けた。

歴史

(1) 長走種子貯蔵庫整備の背景

国内林業においては、明治以降、国内で造林面積が急増し、不定期の数年おきに豊作となるスギ等造林用種子の貯蔵施設の整備が急務となり、国の林業試験場長の白沢保美林業博士が明治 43 年に種子貯蔵の風穴利用を提唱^{1) 2)}。

同 44 年の高知県の白髪山の蚕種貯蔵風穴での種子貯蔵試験³⁾に続き、秋田大林区署は、同 45 年 6 月に、矢立村(現在の大館市)村有地 15m² を借り受け国内初となる林業専用の種子貯蔵施設を整備した⁴⁾。12 月よりスギ種子の貯蔵試験を開始するとともに、同時に秋田県三関村関口(現在の湯沢市)の風穴を利用した蚕種貯蔵所の一角でも貯蔵試験を実施。大正 3 年 5 月に発芽試験を行い、両風穴ともに良好な成績を収めた⁵⁾。羽州街道(国道 7 号)に近接し交通の便の良い長走風穴が種子貯蔵庫として用いられることとなり、借地面積を 15m² から 40m² に拡張し、木造柿葺平屋 16.5m² の種子貯蔵庫が 11 月 30 日に整備された⁶⁾。

(2) 大正・昭和初期の改築等

その後、大正 11 年度、昭和 3 年 11 月、昭和 7 年 4 月に改築や模様替えが行われ、構造は 2 階建となっていた 7)。

なお、昭和 8 年 4 月から 9 年 5 月まで自動記録計による風穴貯蔵庫内の温度・湿度が計測されており、大館気象観測所が -3.2°C (1 月)～ 27.8°C (8 月)であったのに対し、風穴種子貯蔵庫内は、 -2.3°C (3 月)～ 6.4°C (10 月)と低温が保たれ、最低・最高気温は、外気に対して 2 ヶ月遅れであるとされた。また湿度については 1 年を通じて 100%であった 8)。

昭和 9 年 7 月 4 日の造林種子払下規則の制定による民有林への種子の払い下げの開始に伴い、同年 11 月、大規模な拡張工事を実施。貯蔵棚の整備も行われ、種子貯蔵量は、従来の約 1t から 2.5t に増加 9)。この際の改築に関しては設計図書等が残っており、木造 2 階建で主にスギ材が利用され、土台はヒバ、天井板はマツ材であった、入口は三重戸。戸板は二重張で 30cm の間に鋸屑を充填されていた、天井は水滴落下防止のため弧形とされた、改築前は葎(薄板)であったが保温性の高い萱葎(47cm 厚)とされた、ネズミ対策として壁の石垣に 1cm 目の金網を張った、容器はブリキ缶から陶器製となったことなどが確認できる。

貯蔵種子は、秋田営林局や青森営林局の国有林向けのほか、払い下げ用として、東北 6 県のほか、信越地方や朝鮮半島にも送られた 10)。以上が現在の 2 号倉庫の昭和 10 年までの来歴である。

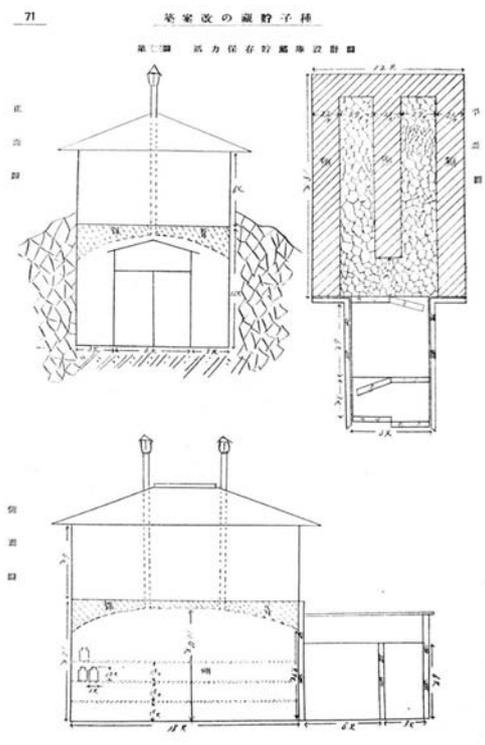


図1:昭和9年改築時の図面

(3) 「長走風穴第二冷蔵庫」の整備

現在の 2 号倉庫とは別に、時期は不詳であるが、現在の 3 号倉庫も種子貯蔵庫として整備された。

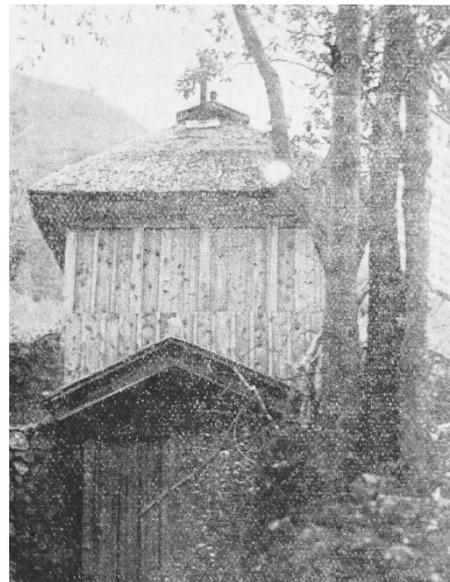


写真 2 : 昭和 9 年改築後の外観

昭和 10 年以前の資料では本施設が確認されないこと、現存する写真で確認できる姿や現存の施設規模は、現在の2号倉庫の昭和9年改築の姿に類似していることから、本施設の建設は昭和 10 年代頃と推測される。

なお、写真3にある入口の看板は、「長走風穴第二冷蔵庫」となっている。

(4)昭和 29 年時点の様子

現在の2号倉庫は、写真4のとおり昭和 29 年時の姿が写真に残されており、2 階部は撤去されて土が盛られ、入口はコンクリートになっている。

入口の看板は、「白沢営林署第三長走風穴冷蔵庫」であり、この時点で白沢営林署が運用する長走風穴の種子貯蔵施設は3つはあったとも受け取ることができる記載ではあるが、実態は不明である。また、この時点で長走風穴を利用していたのは白沢営林署のみであると当時の新聞に記載されている 11)。

現在の2号倉庫、3号倉庫ともに、現在見ることが出来る遺構は鉄筋コンクリート造であるが、いつ木造から鉄筋コンクリート造となる改築が行われたかは不明である。

(5)長走風穴種子貯蔵庫の廃止

昭和 30 年 3 月、神町進駐軍専用送電線から停電のおそれが少ない安定した送電を受けることができることとなったことから、山形県東根町(現在の東根市)に後継施設となる電気式冷蔵庫である若木苗畑種子貯蔵庫が整備された。

昭和 30 年 8 月の資料では、若木苗畑の貯蔵庫と長走風穴の貯蔵庫を併用するような記載があり 12), 後継施設の完成と同時に長走風穴種子貯蔵庫が廃止となった訳ではないことが伺えるが、実際の廃止時期は不明である。

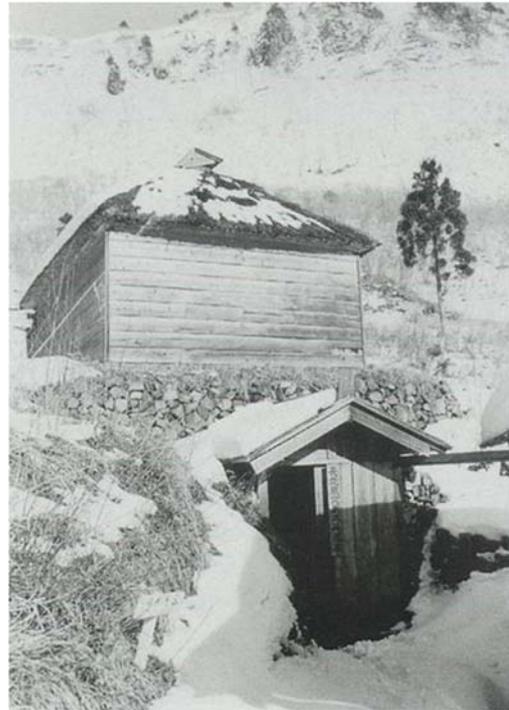


写真 3 : 長走風穴第二冷蔵庫 (撮影時期不明)



写真 4 : 昭和 29 年時の姿 (写真は 大館市所有)

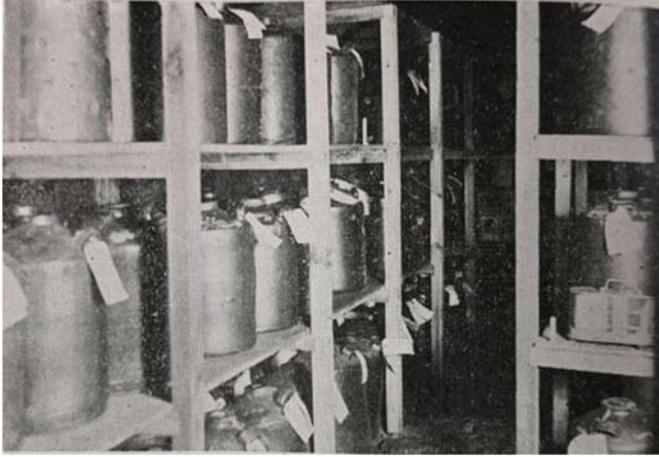


写真5：長走風穴種子貯蔵庫の内観
(昭和9～10年撮影)

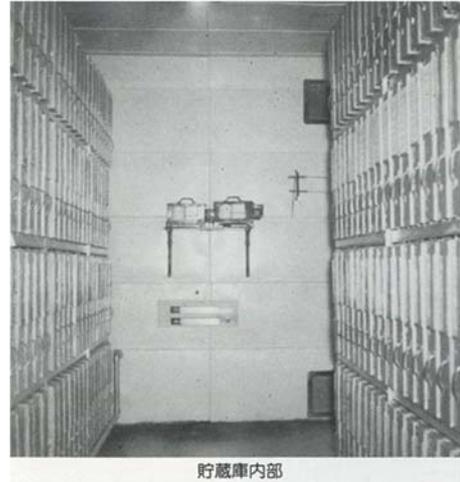


写真6：若木苗畑種子貯蔵庫の内
(昭和30年代)

参考文献

1. 白澤保美(1910) 主要林木種子ノ貯蔵試験. 試験報告(林業試験場)8(6),20
2. 安浪生(1917) 種子の採集及貯蔵に関する調査. 秋田大林区署林曹会会報 7(2),13
3. 農商務省山林局(1912) 風穴ニ種子貯蔵ノ試験成績. 山林公報 12(7),186-190
4. 足立啓次(1929) 長走風穴の利用に就て. 大日本農会報 578(1),37
5. 安浪生(1917) 種子の採集及貯蔵に関する調査. 秋田大林区署林曹会会報 7(2),13-16
6. 彰山生(1923) 風穴の記. 秋田大林区署林曹会会報 67(2),37
7. 石川静一、鹽田勇(1936) 風穴. 69
8. 石川静一(1936) 日林誌 18. 963-966
9. 石川静一、鹽田勇(1936) 風穴. 70-72
10. 杉の種子を風穴に貯蔵する 秋田営林局の計画 (1935) 秋田魁新報. 昭和10年4月21日夕刊1面
11. 村をあげて保護へ 矢立村の長走風穴(1954) 秋田魁新報. 昭和29年11月10日朝刊3面
12. 秋田営林局造林課種苗係(1955) 若木苗畑の種子貯蔵庫について. 蒼林(秋田営林局) 67号(8).9-10(昭和30年)

氷風穴の温風穴発見から現在状況について

前田 富孝（氷風穴の里保存会）

氷風穴の里保存会は、2016年(平成28年)2月に地元にある氷風穴を維持管理、保存するために発足した。現在67名の会員によって活動し、各種事業を進めている。

2016年8月に、第3回全国風穴サミット in 信州上田が開催された時に、次の開催地が小諸に決定された。

2017年に入り第4回全国風穴サミット in 信州小諸の準備を進める中で、風穴についてさらに知る必要があると思い、学習会や見学会等を実施した。

そのなかで、清水長正先生を講師に招き風穴に関する学習会をおこない、その時に温風穴という言葉は初めて耳にした。

ほとんどの参加者が、冷風穴は知っていても温風穴のことは知らず、さらには、冷風穴と温風穴が一体のものであることも知らなかった。

そこで、12月に清水長正先生を中心に会員有志で現地調査を行い、冷風穴上部の山沿いに、多数の温風穴を発見することができた。

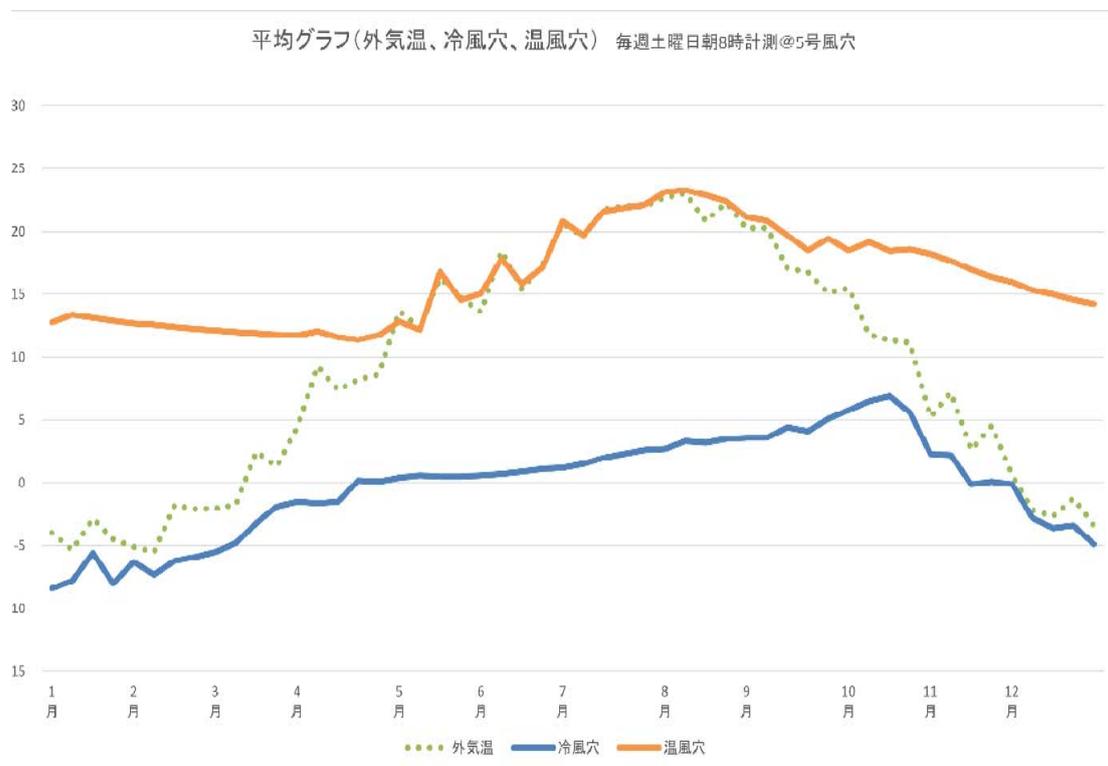


温風穴発見後、温風穴と冷風穴の温度調査を実施することになった。温風穴については、風速も調査した。試験的に梅の鉢を置いたが、残念ながら凍みて枯れてしまった。

また、梅やレンギョウの枝を温風穴に入れておくと、水に入れなくても湿度100%の暖かい空気が出ており、冬期間の氷点下5度～10度であっても半月位で花が咲くことがわかった。本年元日には、温風穴内で梅の花が咲いており、案内して来場者に見てもらった。

次ページのグラフは、2017年から毎週土曜日午前8時に測定した外気温と温風穴・冷風穴の6年間の平均を出した温度グラフである。表示は、点線は外気温、オレンジ線は温風穴、青色は冷風穴である。1月から5月頃までは、外気温より温風穴の温度が高く、そのため温風が吹き出しており、その後は温風穴の温度と外気温がほぼ同温となるが、冷風穴が噴き出しているため温風穴からは、外気の暖かい空気が吸い込まれていて、9月頃から再び外気温よりも高

28 い温風が吹き出し始めている。風穴の現象がわかりやすくなっていると思われる。さらに、下側
29 の線は冷風穴の温度の状況で、温風穴とは逆の現象であることがわかる。



30

31

32 2019年1月に、清水先生、鈴木先生と駒澤大学の学生たちによる風穴調査を実施した際、
33 ドローン撮影による風穴周辺の調査のなかで、新たな温風穴の場所を発見した。

34 前日に積雪があったため、物見山山頂から北側の尾根を100mほど下った場所である(外
35 気温+2.8°C 温風穴温度+14.0°C)。

36 今後は、風穴周辺の自然環境に配慮しながら、冷風穴と共に温風穴の有効利用が出来な
37 いか考えていきたい。

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

男鹿半島・大潟ジオパーク 寒風山・風穴の調査状況

渡部 公成(男鹿半島・大潟ジオパーク推進協議会事務局)

1 はじめに

秋田県男鹿市の東部に位置する標高約 355mの寒風山は、3万年以上前に火山活動を繰り返してできた複成火山である。また、地質学的に貴重であることから男鹿半島・大潟ジオパーク¹の代表的なジオサイトとしている。大部分が安山岩で構成され、3つの火口や溶岩じわ、溶岩堤防、火山岩尖など多様な火山活動の痕跡を観察できる。



写真1 寒風山

また、滝の頭という湧水地があり、その水は飲料水や農業用水として活用され、火山の恵みも享受できる地域にとってなくてはならない存在である。

さらに、令和4年6月には、「未来に残したい草原の里 100 選」に選定された。寒風山は綺麗な草原が広がっているが、自然に出来た草原ではない。地域住民が主体となって山焼きや草刈りなど維持・管理することで半自然の綺麗な草原を維持している。半自然の草原をはじめとした自然環境の豊かさだけでなく、地域住民の活動も評価され、東北で唯一の選定となった。

このように多くの魅力があるが、近年温風穴の存在が知られ、火山である寒風山の魅力がより高まっている。本サミットでは、男鹿半島・大潟ジオパークガイドの会(平成 26 年発足・以下「ガイドの会」という)と協働で行った調査状況について紹介する。



写真2 温風穴

¹ 秋田県男鹿市と大潟村を構成市町村とする男鹿半島・大潟ジオパークは、平成 23 年9月5日に日本ジオパークに認定され、「半島と干拓が育む人と大地の物語」というメインテーマのもと活動を行っている。

82 2 風穴調査ワーキンググループの設立と調査(令和2年度～)

83 寒風山の風穴を調査するため令和2年度に風穴調査ワーキンググループ(以下「ワーキン
84 ググループ」という)が設立された。ワーキンググループの主なメンバーはガイドの会と男鹿半
85 島・大潟ジオパーク推進協議会事務局(以下「協議会」という)であるが、専門家の助言を伺い
86 ながら活動を進めるため、秋田県立博物館と大館郷土博物館よりアドバイザーとして参加いた
87 だいた。

88 目的の1つは、冬季コンテンツ造成に向けた準備である。冷風穴は昔から知られていたが、
89 寒風山に温風穴があるということは近年まで知られていなかった。また、冬季に男鹿半島を楽
90 しんでいただけるコンテンツが少ないため、オンシーズンだけではなく、冬も多くの方から楽し
91 んでいただけるコンテンツの開発に向け、近年発見された温風穴などをガイドが正しい情報をも
92 とに案内するため、基本的な知識習得を目指した。

93 もう1つは、風穴の基礎的な
94 データの蓄積を図るためである。
95 設立当初、寒風山に温風穴と
96 という新たな地域資源があること
97 は分かっていたが、調査が進ん
98 でおらず、温風穴の詳細が分
99 からない状況であった。そのた
100 め、風穴内の温度など記録
101 を蓄積し、学術的な価値を担
102 保することを目指した。



101 図1 風穴の位置図(電子地形図25,000〔国土地理院〕を加工して作成)

103 調査した場所は図1に示すとおり、冷風穴2か所(小噴火口²の中央部と鬼の隠れ里)、温風
104 穴2か所(小噴火口の外輪)である。



105

写真3 風穴の状況

² 寒風山の小噴火口は、第2火口とも呼称されているが、本サミットでは小噴火口という。

106 現地調査は、令和3年2月に合計2回行い、風穴の仕組みや場所、温度など基本的な情報
107 を記録しながら活動を進めた。

108 調査時の温度は、冷風穴が約1℃、温風穴が約 14℃であった。また、積雪がある状況下
109 においても温風穴周辺は雪が溶け、コケ類などが生育しており、エゾデンダ(県・絶滅危惧種 I
110 A類)やエゾヒョウタンボク(国・絶滅危惧種 II類)などの風穴植物の存在も確認した。

111 大館郷土博物館鳥潟氏からは、「立派な温風穴」「規模がコンパクトで冷風穴と温風穴が対
112 になっていて分かりやすい」「ルート周辺の景色も素晴らしく、姫ヶ岳山頂では地球の丸さを感じ
113 取れた」「冬場の見どころとして、観光や子供たちの学習の場などに活用できる」などと評価
114 をいただいた。

115 ワーキンググループの活動は、『寒風山・温風穴調査ワーキンググループ調査結果資料』と
116 して記録を残し、ガイドの会会員へ共有することで終了した。

117

118 3 継続調査(令和3年度～)

119 冷風穴・温風穴に関する基礎的なデータの蓄積を図るため、令和3年度より2～3年間温度
120 の記録を取り、解析することとした。記録を取る場所は、図2に示すとおりワーキンググループ
121 の調査場所である風穴4か所に、小噴火口入口の外気温も加え、合計5か所とした。調査方法
122 は、温度ロガーを設置し、ガイドの会会員が10日に1回程度データを吸い上げるため現地に
123 行くこととした。ロガーはスマートフォンでデータを吸い上げることができ、吸い上げたデータは
124 クラウドへ送信される仕組みである。令和3年11月から記録を取り始め、令和5年1月で428日
125 分のデータをとることができた。本サミットでは外気温(小噴火口入口)と冷風穴(小噴火口中
126 央部)、温風穴(小噴火口外輪の鞍部)の3か所の結果を紹介する。



図2 ロガー設置場所(電子地形図25,000{国土地理院}を加工して作成)

127 平均温度は、高い順から温風穴14.1℃、外気温9.1℃、冷風穴1.5℃であった。最高温度は、
128 外気温 30.7℃、温風穴 25.4℃、冷風穴 12.1℃であった。最低温度は、温風穴-1℃、冷風穴
129 -7.7℃、外気温-11.3℃であった。

130 **図3**を見ると、冷風穴・温風穴ともに、外気温と気温差がある時期と少ない時期の2つの傾向
131 が見て取れる。気温差が少ない時期は、温風穴・冷風穴ともに外気の吸い込みが生じ、外気
132 温に近い気温となっている。吸い込みの開始時期は、温風穴が4月中旬、冷風穴は 10 月下
133 旬であることが分かる。

134 外気の吹き出しは、外気温とは関係なく、気温がある程度一定の状態になっている時期で
135 ある。吹き出し開始時期は、吸い込み開始時期と同時期であり、冷風穴が4月中旬、温風穴が
136 10 月下旬と考えられ、吹き出しが始まると風穴内に空気の流れができ、吸い込みが生じるこ
137 とが分かる。ただ、具体的な開始時期など詳細の解析は、今後進めていく。

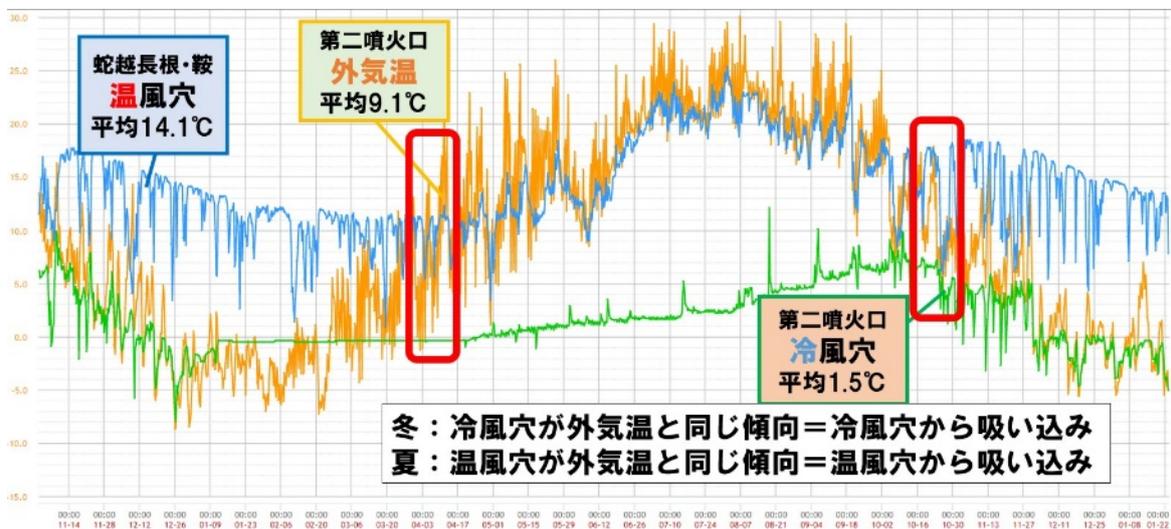


図3 外気温と温風穴、冷風穴の温度変化（428日分）

138

139 4 今後の取り組み

140 風穴の保存と活用を進めるため、引き続きガイドの会と協働で調査を進め、専門家の助言を
141 あおぎながら、基礎データの蓄積を図り、学術的価値を高めていく。その上で、データの解析
142 を進め、科学的根拠に基づいた正しい情報発信を行っていく。

143 また、ガイドの会と協働で調査結果の論文を作成するとともに、全国のジオパーク関係者が
144 一堂に会する日本ジオパーク全国大会において、ポスター発表なども行い、普及啓発を図っ
145 ていく。

146 最後に、本活動の目的の1つとしていた商品開発について、令和5年2月14日に冬季コン
147 テンツの開発に向けたモニターツアーを市観光協会と協働で企画し、参加対象者を旅行業者
148 に絞ってアンケートを取り、商品開発に向けて率直な意見を聴取し、今後の活動の参考にして
149 いく。

150 5 おわりに

151 寒風山の風穴を散策
152 できるおすすめのコース
153 は、妻恋峠駐車場へ駐車
154 し、小噴火口内や外輪を
155 ぐるっと1周するトレッキン
156 グコースである(写真4)。



写真4 冬季の小噴火口

157 コース上には、1か所の
158 冷風穴と2か所の温風穴
159 があり、外気と風穴の温

160 度を比較しながら楽しく散策することができる。さらには、風穴植物をはじめとした季節ごとの植
161 物や、火山活動の痕跡、姫ヶ岳山頂からの絶景を見て回ることができる。

162 総距離は約 1.9km とコンパクトであり、高低差約 100mのアップダウンがあるコースである。
163 冬は2時間程度、夏は1時間 30 分程度要する。

164 夏は冷たい風が吹き出す「寒」風山であるが、冬は暖かい風が吹き出す「温」風山を感じら
165 れる。風穴の魅力をコンパクトに感じられる寒風山へ足を運んでいただき、火山と絶景、そして
166 風をガイドの会会員の案内のもと感じてほしい。

167

168 引用文献

169 江川 良武, 堀 伸三郎, 坂山 利彦(1980):風穴の成因について—過去における低温気候
170 起源説に対する反論—.地学雑誌 89, 2(1980)

171 本谷 研(2009):寒風山風穴の調査報告.「2009 年度 秋田学・白神学の発展的な構築に向
172 けた取り組み」報告書, 43-45

173 男鹿半島・大潟ジオパーク推進協議会, 男鹿半島・大潟ジオパークガイドの会(2021):寒風
174 山・温風穴調査ワーキンググループ調査結果資料

175 国土交通省 国土地理院:地理院地図(電子国土 Web)

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

大館の温風穴

鳥潟幸男(秋田北部風穴研究会)

1 はじめに

秋田県大館市には温風穴現象が明瞭に確認されている風穴が3カ所あり、北から順に長走風穴、岩神風穴、片山風穴である。これらの温風穴は冷風穴に比べてその存在自体があまり知られておらず、市民の間で認知度が低い。よって、全国風穴サミットでは温風穴とはどんな場所でのどのような現象が見られるのかということについて知ってもらうため、動画や静止画で現地の様子を伝えることとした。本稿では当日上映した動画から一部を切り出して紹介する。

2 長走風穴の現況

2023年1月5日、有志8人(伊藤郁夫、渡部道雄、佐藤与一郎、大川美紀、吉田光伸・津谷義仁、藤井美樹子、鳥潟幸男)で映像の収録と現況調査を行った。当日は風穴地帯の現況を動画や静止画で収録するとともに、風穴開口部付近の地下空隙温度を観測した。荒谷(1920)の空気対流説によると、風穴地帯の斜面では、外気と地中の温度差により空気の対流が生じ、地温が外気温より高い冬季の場合は、山頂付近の温風穴では地中から大気中へ、山裾の冷風穴では逆にそれを補うように大気中から地中へと空気が移動する。これを確かめるため温風穴と冷風穴の開口部付近で空気の流れる方向も観測した。

はじめに冷風穴(2号倉庫)の入口で蚊取り線香に火をつけ空気の流れを確認した。その結果、外気が地中に向かって吸い込まれる様子が観察され(図1)、荒谷(1920)の対流説と符号することが確認された。

一行はその後山頂付近の温風穴を目指した。積雪90cmの急傾斜の斜面をラッセルしながら一足ひと足ゆっくりと登ったが、やわらかい新雪の層が厚かったため前進することが容易ではなかった(図2)。

道中複数の小規模な温風穴を確認しながら、目的地である山頂付近の2つの温風穴を目指



図1 冷風穴(2号倉庫)で外気が地下へ吸い込まれていく様子(上映動画より)



図2 風穴温度の年変化(上映動画より)

212 した。風穴館を出発してから 2 時間半後、長走で最も温度が高い温風穴 (W14) に到達した。
213 W14 は暖かな空気を吹き出し周囲の雪を解かしていた (図 3)。温風に吹かれて開口部付近の
214 ササの葉が揺れていた (図 4)。地中から吹き出ししてくる暖気は外気で冷やされて霧 (湯気) が
215 発生していた。温風の吹き出しの勢いをより可視化するため、水蒸気 (気体) から微小水滴 (液
216 体) への相変化が起こっている風穴の開口部付近の空間に凝結核として蚊取り線香の煙を供
217 給した。これにより凝結が促進され、たちまちもうもうとした湯気になった。温風穴を体験する
218 ことが今回初めてという人が多かったため、不思議な温風穴現象を目の当たりにして、一行は
219 興奮に包まれ感嘆の声が飛び交った。急傾斜の積雪斜面をラッセルしてやっとのことで到達
220 したこともあり一行の達成感は一塩であった (図 5)。観測結果は次のとおりである。

221 ■温風穴 W14 (12 時 08 分)

222 温度: 温風穴 (地下空隙) 17.5°C, 外気 -3.5°C

223 風向・風速: 外出, 1 分間平均風速 0.58m/s

224 その後、山頂付近にある W16 の現況を確認した (図 6)。風穴から吹き出す暖気の温度は
225 W14 より 2.5°C 低いものの、風速は 4.2 倍も強く、あたかも温風ヒーターのように感じられた
226 (図 7)。風穴開口部付近のシシガシラが地下から吹き出す風に大きく揺られていた (図 8)。
227 観測結果を下記に示す。

228 ■温風穴 W16 の現況 (12 時 50 分)

229 温度: 温風穴 (地下空隙) 15.0°C, 外気温 -3.8°C,

230 風向風速: 外出, 1 分間平均風速 2.46m/s



図 3 温風穴 W14 #1 (上映動画より)



図 4 温風穴 W14 #2 (上映動画より)



図 5 温風穴 W14 #3 (上映動画より)



図 6 温風穴 W16 #1 (上映動画より)



図7 温風穴 W16 #2 (上映動画より)



図8 温風穴 W16 #3 (上映動画より)

231

232 このほか温風穴の周囲を見渡すと、樹木の枝に白色および透明な雪や氷が付着していた
 233 (図9、透明な氷については写真を省略)。このような雪氷の付着状況は冷風穴周辺では観察
 234 されず温風穴周辺でのみ観察されるものであり、片山風穴など他の風穴でも共通している。こ
 235 の独特な雪氷の付着のしかたについては、①温風穴から供給された水蒸気が枝の表面で昇
 236 華凝結したもの(樹霜)、②温風穴起源の水蒸気が外気で冷却されて凝結し、その微小水滴
 237 が枝の表面に付着後に凍結したもの(いったん過冷却状態を経たものがあるかどうかについ
 238 ては不明)、③上空から降った雪が枝に付着したもの(着雪)、④枝にもともと付着していた雪氷
 239 が温風穴から供給された顕熱によって一度融解して再凍結したもの、⑤太陽からの短波放射
 240 により地物表面の温度が上昇してもともと付着していた雪氷が一度融解して再凍結したもの、
 241 などの組み合わせではないかと考えられるが、今後、多様な条件下における観察事例を増や
 242 して引き続き検討していきたい。



図9 温風穴周辺の樹木 (上映動画より)

243 **3 おわりに**

244 本稿では全国風穴サミットで発表した内容のうち、秋田県大館市にある長走風穴の温風穴
245 の様子を振り返った。温風穴が冬季に湯気を上げながら温風を吹き出す様子、冷風穴が外気
246 を吸い込んでいる様子、温風穴が周囲の雪を解かして青々とした植物が地下から吹き出す風
247 に揺られている様子、温風穴の周囲の樹木に付着する雪氷の様子などを紹介した。

248 冬季にその土地の平均的な地温より数度も高い温風を吹き出す温風穴は自然の不思議で
249 あり、実際に体感した人々の関心を引き立て、探究心を芽生えさせる。2010～2020 年代、「温
250 風穴」が注目されるようになり、今回の全国風穴サミットでは主要テーマになった。この機会を
251 生かして多様な角度から温風穴の調査が進められ、解き明かされた謎の結果が後世に伝え残
252 されていくことを期待する。

253

254

255 **引用文献**

256 荒谷武三郎(1920):風穴の研究. 理学界, 18, 208-213.

257 鳥潟幸男(2015):大館の風穴. 清水長正・澤田結基 編 日本の風穴 78-91, 古今書店, 東
258 京

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

種子貯蔵に利用された風穴の現状

清水長正(早稲田大学人間科学部非常勤講師)

長走風穴は全国でも最初に種子貯蔵が行われた風穴のひとつであり、昨年(2022年)日本森林学会によって林業遺産に指定された。これまでの風穴サミットで、風穴の種子貯蔵についてはあまり注目されてこなかったが、ここでその貯蔵目的や、利用されていた風穴の現状に関することがらを整理しておきたい。

風穴への種子貯蔵の概要

明治期以降の農商務省農務局による報告『蚕業取締成績』などに記録された蚕種貯蔵風穴は全国に分布することが知られている。いっぽう、種子保存用の冷蔵倉庫として、全国の営林署管内やその近傍の風穴が利用されていた。最近、東北森林管理局の香月英伸氏により、林業関係の資料のなかから種子貯蔵に関する報告の多くが見いだされてきた。

風穴への種子貯蔵は、明治末年ころからが試験的に開始され、昭和期になって植林用種子の長期保存用の貯蔵庫として全国各地の営林署管内などの多くの風穴が、昭和30年代半ばころまで利用されていた。

現在でも種子や苗木の貯蔵に利用されているのが、松本市稲核(いねこき)の風穴本元で、幕末ころから蚕種貯蔵が行われていた風穴である。風穴本元では、現在でも近隣の種苗業者から種子や苗木を預かって風穴内への貯蔵が行われている。いわば現役の種子貯蔵風穴と言える。

その稲核での種子貯蔵の試験記録として、昭和6年の『林学会雑誌』(13巻6号, 1931)に木地音二郎の講演記録(論文)があり、以下のような、風穴本元での種子貯蔵の試験結果とその目的が述べられている。カラマツ種子の貯蔵試験の結果は、風穴貯蔵して5年後を経たカラマツ種子の発芽率が50.4%~81.2%と好成績が得られた。カラマツ種子は年ごと豊凶の差が大きく、3~5年毎に豊作となるので、豊作年の種子を風穴貯蔵すれば、凶作年も含めて毎年の造林計画に好都合であるという概要である。

風穴へ貯蔵する種子の容器として一斗缶が使われており、それに封入するのが一般的であった。また、その他の種子用の容器として、陶製の壺型をした瓶も利用されており、昭和11年

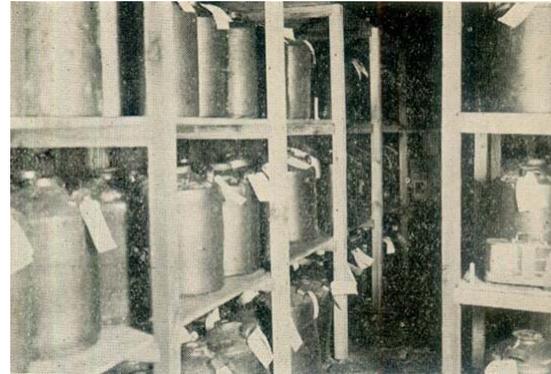


松本市稲核の風穴本元



風穴本元内の種子袋・一斗缶

315 (1936年)に秋田営林局が発行した『風穴』とい
 316 う報告書にも、長走風穴内に種子貯蔵した瓶
 317 が置かれている写真が載っている。この瓶の遺
 318 物は、北海道羊蹄山麓の真狩(まっかり)風穴、
 319 山梨県甲府盆地の狐新居(きつねあらい)風穴、
 320 岐阜県飛騨地域の川上(かおれ)風穴などで見
 321 つかっており、これも一般的に使われていた種
 322 子容器と考えられる。一斗缶にしろ瓶にしろ、
 323 既製品があつてそれを風穴への種子貯蔵容器
 324 として流用したものようである。現在の風穴で
 325 それらが残存していれば、かつて種子貯蔵が
 326 その風穴で行われていた目安になろう。



長走風穴内の壺型容器が並ぶ写真 (秋田営林局『風穴』)

「種子活力保存貯蔵庫」とあり、活力とは貯蔵後の発芽率良好という意味らしい

327

328 各地の種子貯蔵風穴の現状

329 **湯野風穴** 飯坂温泉の上流側にある蚕種貯
 330 蔵風穴跡で、そこが種子貯蔵にも転用された。
 331 2020年に日本森林学会により最初に林業遺産に
 332 指定された。その概要は『第7回全国風穴サミット
 333 記録集 風穴の自然と利用に関する研究』(2020)
 334 に香月氏による報告がある。昭和30年代半ばま
 335 で種子貯蔵が行われていた石積造り蒲鉾形をな
 336 した地下ムロが残っている。風穴内には多数の種
 337 子用の一斗缶や円筒形の缶が散乱していて、缶
 338 には営林署名などが書かれたものもある。



湯野風穴の貯蔵種子容器

339 **矢板営林署種子貯蔵庫** 昭和11年発行の
 340 『国有林』という本に写真が載る。高原火山麓で
 341 日光と塩原を結ぶ観光道路の新湯温泉より下方、
 342 標高875mの道路ぎわにあつた種子貯蔵風穴で、
 343 現在では跡形もなくなっている。背後の崖は2℃
 344 ほどの低温で、そこが風穴であつたことがうかがえ
 345 る。観光地近傍にあるので、貯蔵庫を復元して見
 346 学用に整備されることが望まれる。

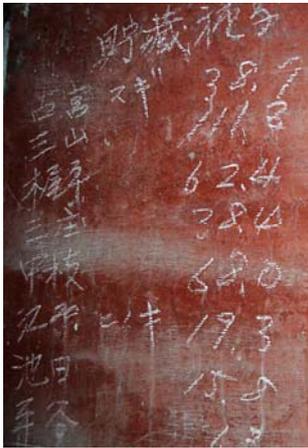


かつての種子貯蔵庫の扉と現状

347 **阿波池田の箸蔵(はしくら)風穴** 阿波池田の吉野川対岸にあつた、かつての蚕種貯蔵風
 348 穴を種子貯蔵用に転用したもの。徳島営林署による記録では、昭和25年に整備され、昭和
 349 35年に廃止されたもので、種子貯蔵庫として10年間使用されている。扉の内側にメモ書きが
 350 残され、貯蔵した種子産地・種類・キロ数を書いたものらしい。内部はコンクリート製の天井や

351 柱が残っているが、床が抜けてボロボロの状態となっている。種子用一斗缶や大きな円筒形の
 352 缶も残っている。

353 **白髪山風穴** 吉野川北側の白髪山中腹、標高 1240 mにある風穴。明治 45 年の『山林広



箸蔵風穴の扉のメモ書き コンクリートの天井と柱 箸蔵風穴内に残された種子用の缶

354 報』に記載があり、長走風穴と同じく、明治末年ころから
 355 種子貯蔵試験が行われていた。農商務省による『蚕業取
 356 締成績』には記録されてなく、秋田営林局『風穴』の全国
 357 リストに記録があるので、当初から種子貯蔵庫として創建
 358 された可能性がある。結晶片岩の岩壁下に石垣囲いの
 359 ムロ跡があり、内部は腐朽した床が残っている。種子貯蔵
 360 庫の廃止後は、登山者の休憩所として使われていたらし
 361 い。

362 **筏場種子貯蔵庫(天城風穴)** 伊豆天城山のカワゴ平
 363 溶岩流末端部にあり、大規模な蚕種貯蔵風穴だった一部
 364 を天城営林署が種子貯蔵庫として再利用した。地下の貯
 365 蔵庫跡には、種子用の容器は残ってなかった。外部には
 366 筏場種子貯蔵庫という表示板があったが、その後失われ
 367 たらしい。

368 **春日風穴(勝山水穴)** 北海道北見地域の道有林(林
 369 務署)管内、中山中腹の標高 535 mにある。木造の貯蔵
 370 庫が残っているが、屋根が落ちて腐朽がすすんでいる。
 371 周辺は北海道の学術自然地区に指定され、近傍の岩塊
 372 地にはナキウサギが生息している。

373 **羊蹄風穴** 羊蹄山の北東麓の道路沿いに、石垣囲い
 374 の貯蔵庫跡が4基残る。道南地域を主として広範囲の種



白髪山風穴



筏場種子貯蔵庫 (天城風穴)



北見中山の春日風穴

375 子貯蔵を大規模に行っていた風穴だった、と近傍の農家から聞き取りした。羊蹄山麓の豊富
376 な湧水が見られるふきだし公園も近いので、京極町が見学用に整備しようとしたが予算がなく
377 実現していない。

378 **温泉岳(雲仙岳)風穴** 雲仙
379 普賢岳北側の鬼人谷中腹に蚕
380 種貯蔵風穴跡が9か所あり、そ
381 のうちのひとつ北側風穴という
382 横穴の風穴が、種子貯蔵にも
383 利用されていた。昭和 11 年の
384 『国有林』に、造林用種子貯蔵
385 所として写真が載っている。現
386 在では、島原半島ジオパークの



『国有林』掲載写真と現在のジオサオト西の風穴

387 うち、西の風穴というジオサイトになっているが、解
388 説板に種子貯蔵に関する説明はない。

389 **伏見風穴** 長野県上田市武石(たけし)にある。
390 伏見源太郎という武石の人が経営していた蚕種
391 貯蔵風穴で、武石川の対岸に風穴跡が残る。風
392 穴の石垣囲いの前に錆びた一斗缶があり、石垣
393 の目止めがコンクリートであることから、その後、種
394 子貯蔵された可能性が高い。



伏見風穴に残る一斗缶

395 **皿ヶ嶺風穴** 愛媛県松山郊外の上林森林公
396 園内の標高 960 mにある。種子貯蔵に使われた風穴と推定されるが、利用の記録が見あたら
397 ない。森林公園内にあるので、観賞用にヒマラヤケシのプランターが置かれて、初夏には青い
398 花が咲く。

399

400 種子貯蔵風穴に関する今後の課題

401 当面は、林業遺産(湯野風穴 長走風穴)をベースに、風穴における種子貯蔵の役割を伝
402 えることにあるだろう。『日本の風穴』(2015, 古今書院)でも、ほとんど取り上げられていなか
403 ったテーマであり、まずは現地解説板にその説明を加えるように諮ってゆければと思う。

404 種子貯蔵風穴の全国リストを一部つくり始めているがまだ未完であり、今後の資料収集や現
405 地調査などによりまとめたい。利用過程としては、蚕種貯蔵風穴から種子貯蔵風穴へ転用した
406 もの、当初から種子貯蔵風穴として創設したものの、に大別されよう。

407 現在の種子貯蔵は稲核で細々と続けられているだけだが、今日的なエネルギー高騰による
408 省エネの観点からも、実用の種子貯蔵庫の復活へ向けて、風穴が再利用されることを期待し
409 たい。

410

長走風穴林業利用倉庫の現状

大館・北秋田建築士会青年部
(協力:大館歴史的建造物研究会)

1. はじめに

我々建築士会は地元の建築士で構成された団体で、建築に携わる活動を通して地域発展に貢献することを目的としている。

今回は令和4年5月に林業遺産へ認定された長走風穴2号倉庫及び3号倉庫について建築の視点から風穴へ理解を深めようと思い、現状の建物調査と図面作成を行った。

2. 建物概要

長走風穴種子貯蔵庫は、秋田県大館市に立地する風穴を利用した種子貯蔵施設で、造林用の種子を冷温状態で貯蔵するために1912年(明治45年)に設けられたものである。

大正時代から昭和30年代までの種子貯蔵の中核として利用され、山形県に電気式冷蔵庫が建設された後も併用されていたが徐々に安定した電気式が主流になり現在はその役目を終えている。

記録に残る最古の種子貯蔵施設で今なお現存する建築物として歴史的価値が高いため2022年(令和4年)5月に林業遺産へ登録されている。

3. 調査の概要

まず現地調査にて2号倉庫及び3号倉庫の規模、構造、仕様、劣化状況等の現状把握及び記録、次に今後の維持保全に活用できるよう劣化状況も含めた現状図面を作成。最後に過去の文献の記述や略図を基にその時代の倉庫図面を作成し現状図面と並べ、各特徴を比較した。

現地調査は令和4年11月18日に実施、今回の建物については歴史的な知見が必要なため青年部だけではなく地元のヘリテージマネージャーで構成されている大館歴史的建造物研究会の協力を得て行った。



写真1 地調査集合写真

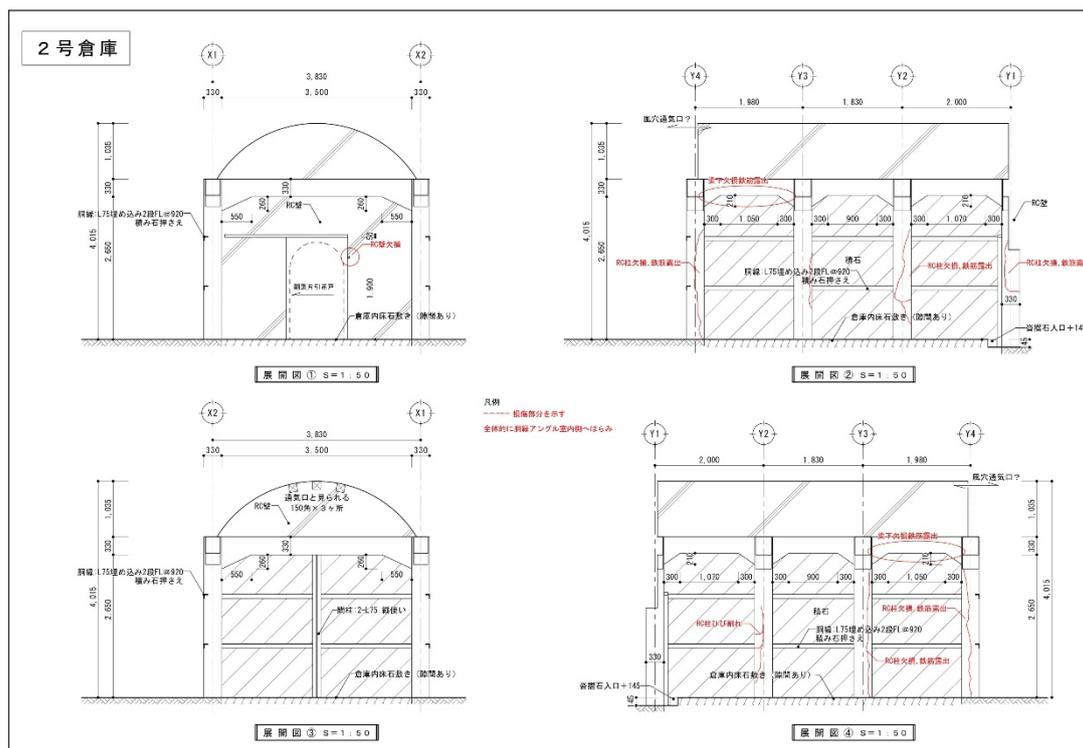


図3 2号倉庫展開図

449

450

451 5. 2号倉庫の所見

452 躯体としては、積石による横方向からの土圧や屋根上の堆積土の重さを受けているほか、
 453 経年劣化も相まって柱や梁が著しい損傷をきたしている。積石を抑えるL型アンクルについて
 454 も土圧により全体的に座屈していた。

455 建物を存続させるためには、横からの土圧の軽減処置・柱や梁の補修が必要である。簡単
 456 な方法として屋根上の堆積土を撤去し、上からの負担を軽減する事も有効であると考え
 457 建築年代について天井で確認されたセメント袋の印刷によ
 458 り2号倉庫は少なくとも昭和38年以前に建築されていたと
 459 思われる。

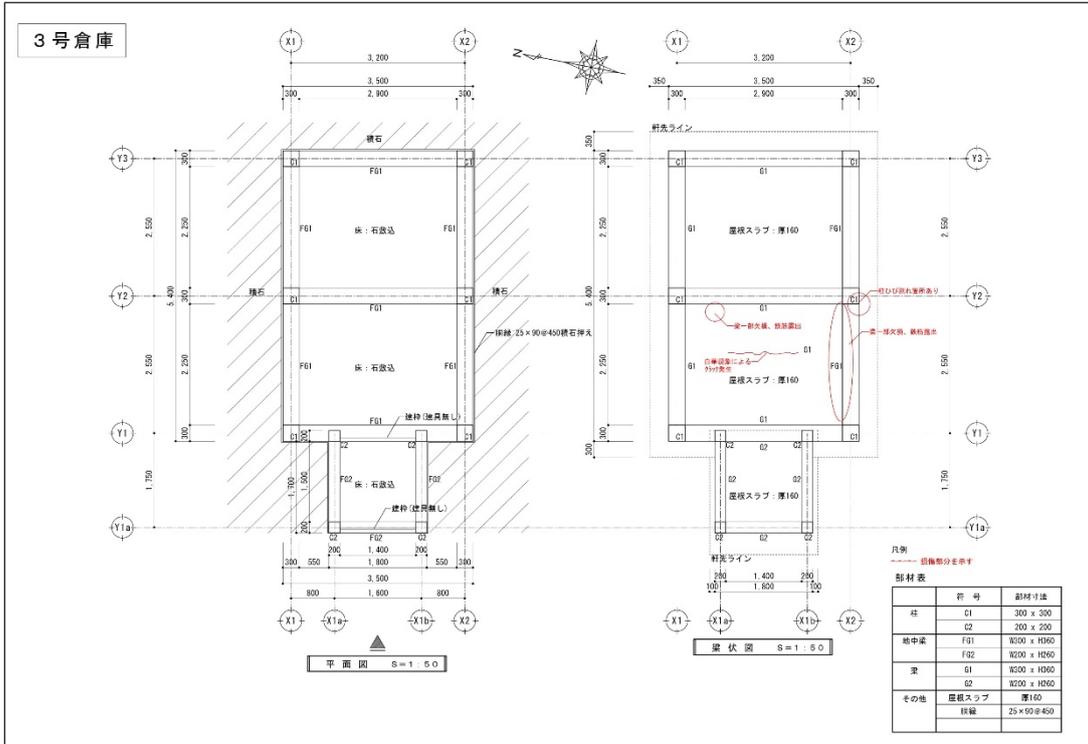
460 また、写真2は昭和29年の秋田魁新報に掲載された2号
 461 倉庫の写真である。当時もすでに鉄筋コンクリート造となっ
 462 ているが入口の形状が現在と違っているため建設後何らか
 463 の改修があったことが明らかである。形状的には現在のコン
 464 クリート擁壁部分が入口だったかと思われるが本調査の段
 465 階では確定につながる情報は得られなかった。堆積土の撤
 466 去に伴い内部だけではなく躯体の外部調査を行うことでよ
 467 り考察が深まる。

468

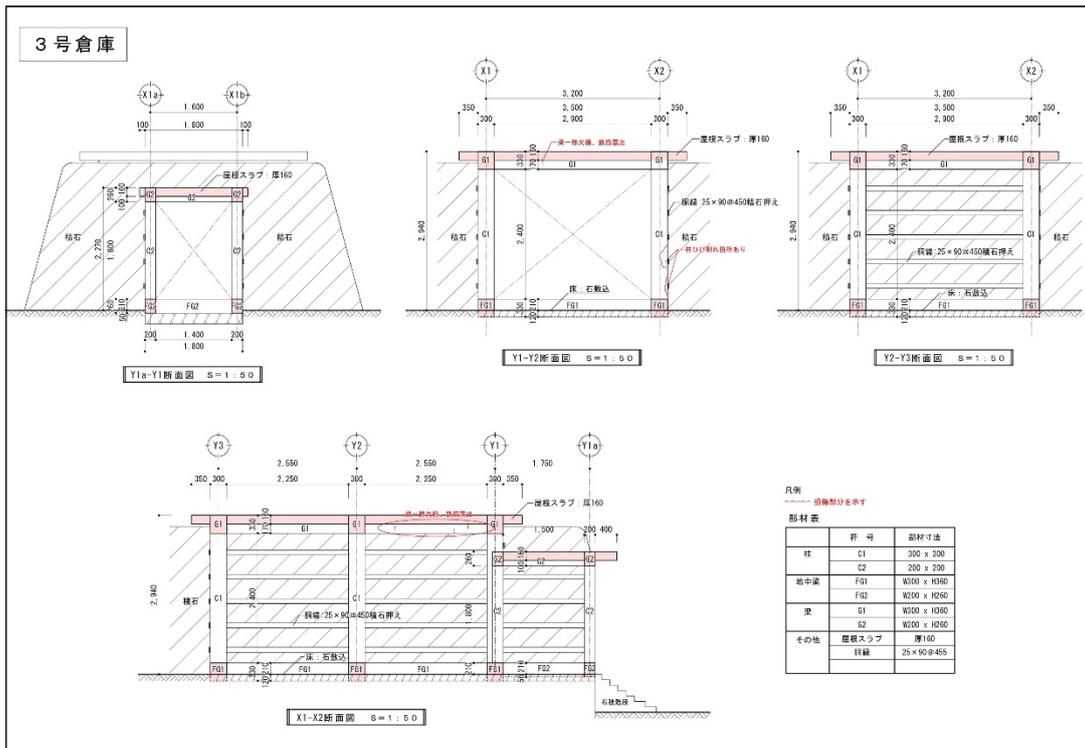


写真2 昭和29年記事に掲載された2号倉庫入口

469 6. 3号倉庫の現状図面



470 図4 3号倉庫平面図・梁伏図



471 472 図5 3号倉庫断面図

473 7. 3号倉庫の所見

474 躯体としてはコンクリートの部分的な剥離が発生している。また天井には雨水侵入痕が確認
 475 された。またこちらも土圧が建設当時より増しているためか、胴縁が全体的に屋内側に孕んで
 476 いる。

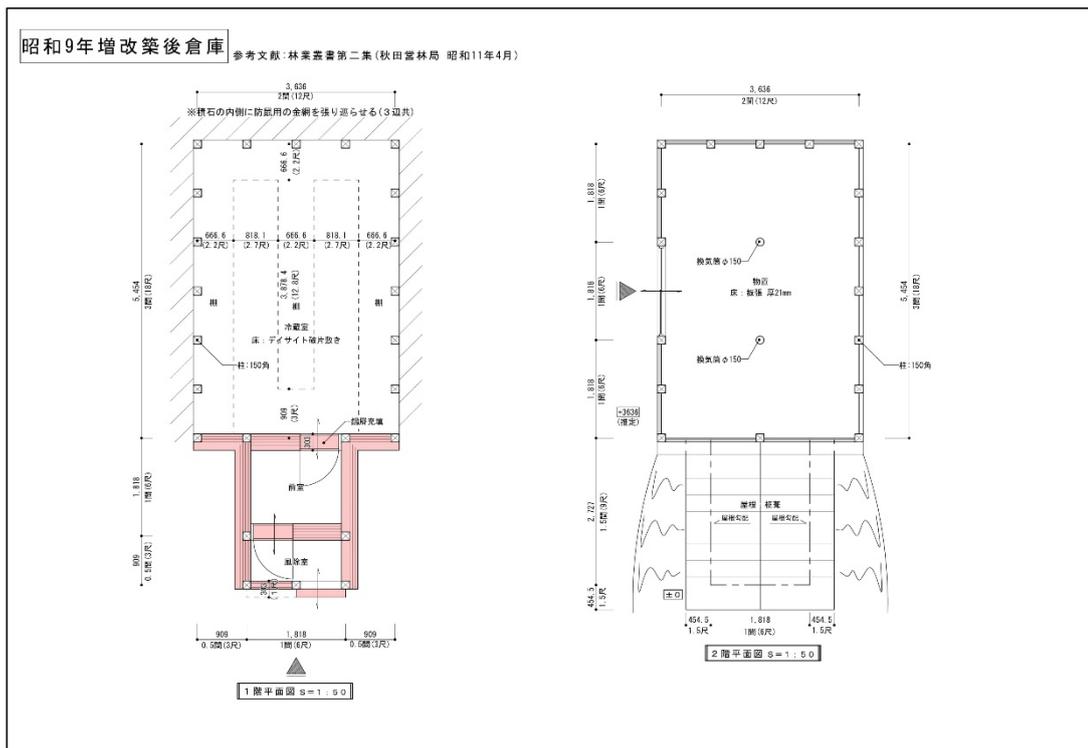
477 2号倉庫より比較的劣化が少ない為、横からの土圧の軽減処置やコンクリート劣化箇所の
 478 部分補修、屋根防水の施工を早期の処置を行えば費用面でも大掛かりにならないと考える。

479 使用された型枠やディティール、劣化状況の差などから3号倉庫は2号倉庫よりも後に現在
 480 の建物に改修、若しくは改築されたと思われるが年代の特定までには至らなかった。

481

482 8. 既存図面の作成

483 昭和11年に秋田営林局が発刊した「林業叢書第二集風穴」によれば種子貯蔵庫は大正11
 484 年建設→昭和3年改築→昭和7年模様替え→昭和9年増改築したとされている。その中で詳
 485 細な記述があるのは昭和9年増改築前後のみである。文献内の記述や増改築概略図、数量
 486 表を基に増改築後の倉庫図面を作成し、現在の倉庫図面と並べて特徴を比較した。



487

図6 増改築後倉庫 平面図・正面図・断面図

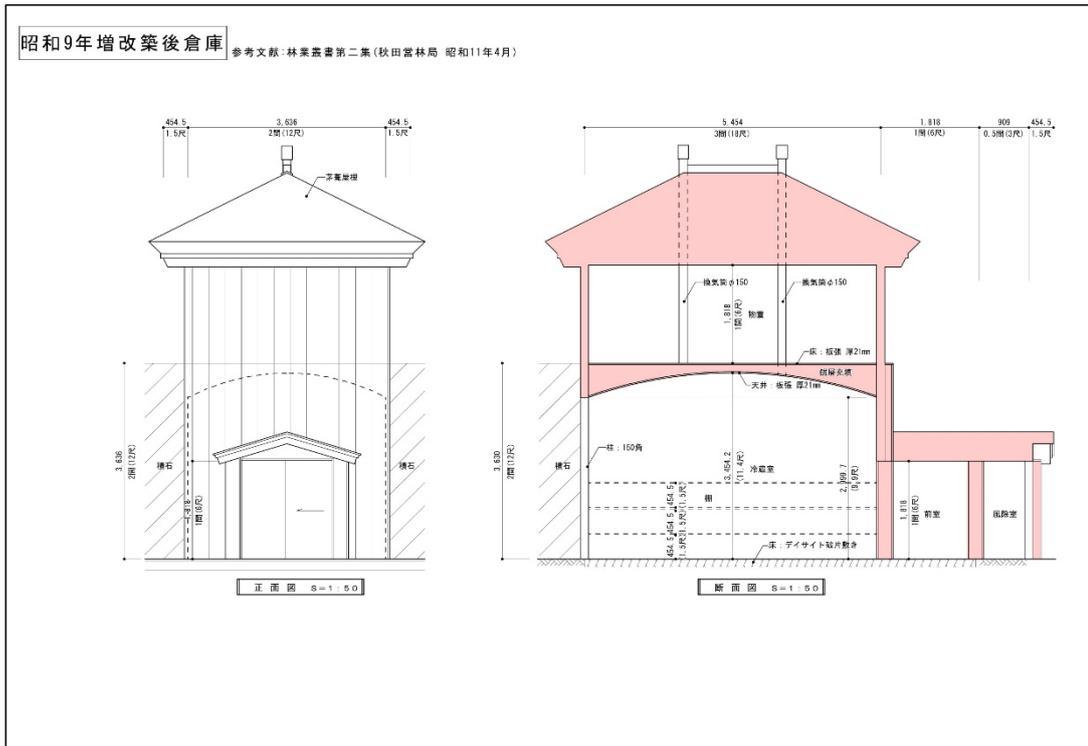


図7 増改築後倉庫 正面図・断面図

488
489

490 9. 図面比較

491 どちらも倉庫自体の規模や棚のレイアウト、天井がアーチ構造であることなど同様の箇所が見
492 られるが、前室や風除室であった箇所が通路の
493 みになっていること、改築時の特徴の一つであ
494 った3重戸自体が無くなっていた。現存していた
495 鋼製建具についても気密性や断熱性が取れる
496 物では無かったため現状のまま貯蔵庫にして
497 いたとは考えにくいと思える。

498
499
500
501
502

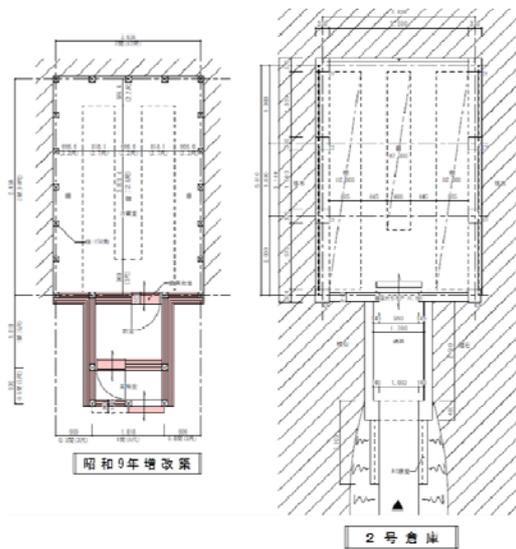


図8 比較図面

504 10. さいごに

505 近年の世界的な CO2 排出量削減の動きをみると、冷蔵保存という今までの利用方法の復活
506 自体に有効性があると考えられる。今回作成した図面を基にさらなる調査を重ねることで考察
507 を深め、建物の保存に繋がるような活用方法にも着目していきたい。