

日本における風穴の資料 地形条件・永久凍土などとの関連から

清水 長 正

．はじめに

風穴は、山地または火山地の斜面において、地中の空隙から自然の冷風が吹き出し、ときとして夏季に地下氷が見られる特異な現象として知られている。日本全国各地に点在しており、海外では韓国・北米・ヨーロッパなどでも報告されていることから（田中，1987，Swarzlow,1935, Vincent,1974, Saar,1956, 佐藤，1999など），ある条件のもとでは普遍的な現象と言えよう。風穴から吹き出す冷風の温度が0～5℃と定義したものもあるが（江川ほか，1980），多くは外気温に対し相対的に低温を示すものを風穴または冷風穴，相対的に高温の場合を温風穴ということが一般的である。なお，「地形学事典」「気候学・気象学事典」「地理学事典」（以上，二宮書店）や「地学事典」（平凡社）などでは，主に溶岩トンネルの現象として説明されている。

日本では19世紀・幕末ころから風穴が蚕糸業に関わって注目され天然の冷蔵庫として実際に利用されてきたが，20世紀初頭以降に科学的調査が行われるようになり，気象的研究や冷風の影響による風穴植生の研究などが，その後現在まで続けられている。夏に冷風が吹き出す珍しい現象ということで地域的に脚光を浴びることがあるが，それでも全国的にみれば知名度は低い場合が多い。そうした状況によるせいか，風穴の報告はローカルな雑誌や出版物に掲載されることが多く，文献をあたることも容易でないのが実情である。その結果，関連する文献にもかかわらず後に書かれた報告に引用がなされないことも珍しくない。

本稿では，20世紀初頭以降に公表された日本各地の風穴に関する文献をできるかぎり収集し，それらに記載された風穴が位置する場所（風穴地）を整理して一覧表にまとめ，展望してみた。風穴地の一部については地形図上にその位置をプロットした。そのうえで従来の研究ではあまり紙数が割かれなかった地形条件について，地形図読図・空中写真判読などから記載した。さらに風穴と永久凍土との関連を地形条件や気候帯から若干考察した。

．風穴研究の概要

日本における従来の風穴に関する研究（風穴研究）について，風穴利用，気象的（物理的）研究，地形・表層地質，風穴植生など，主要な文献からそれぞれ概要をまとめた。

1. 風穴利用の経緯

風穴の現象は江戸期なかごろには知られており、長野県稲刻村（現・安曇村）では宝永年間ころ以降、風穴からの冷気を保つ冷蔵庫として漬物保存用に利用され、松本藩主へ献上した漬物を「風穴」と呼んでいた記録がある（江口・日高，1937）。

幕末の慶応元年（1865年）には、蚕種の貯蔵庫（風穴の低温により春夏蚕の孵化を抑制し桑葉が茂る秋期まで遅らせて秋蚕種とする手法）として利用されはじめ、その後の明治期の蚕糸業の振興にともない長野県を中心として本州～九州各地で多くの風穴が利用されるようになった（安曇村史編纂委員会，1998）。明治後期には、こうした蚕種貯蔵を営業とした「風穴業」「風穴蚕種業」が定着していた（野原，1987）。長野県では1906年に「風穴取締規則」を発令し、温度や貯蔵施設などの基準が定められ、県知事への申請が義務づけられた。1910年の全盛期には長野県内で119の風穴が登録され（長野県蚕病予防事務所，1910）、次いで山梨19、岐阜16、山形12、長崎11、福島9など全国で257の風穴が営業していた（江口・日高，1937）。

その後、電気冷蔵庫の普及により大正期半ばころから風穴業は衰退をはじめ、昭和初期以降ほとんどが廃業に至り、今ではその位置も明らかでないものが多いが、小諸の氷風穴と稲核風穴は漬物・花卉・果物・野菜・植林用の種子・酒類などの貯蔵庫として、現代でも利用されている（市川ほか，1993）。

2. 風穴の気象的（物理的）研究

松本測候所長の柳沢巖が著した『風穴論』（1906）・『風穴新論』（1910）は風穴蚕種業最盛期における秋蚕飼育技術書であるが、同時に風穴の温度測定やそのメカニズムにも言及している。柳沢（1906）は、稲核風穴における5日毎の通年気温観測結果から、風穴内温度が4月上旬に氷点より上昇して9月中旬に最高値に達し11月下旬氷点下になることを示した。これは日本における風穴の通年気温観測の最初であろう。さらに、「ゴーロ」という破碎された岩屑の隙間に「風脈」（かぜすじ／ふうみゃく）があること、早春の暖風により雪が融け風脈内に浸透して再び氷りそれが初夏まで保存されること、暖気が風脈の一方より入り長い冷却パイプを通じて冷気を出すことなど、その後の研究で確認された現象がすでに記録されている。

Suzuki and Sone（1914）、曾禰・鈴木（1915）は宮城県七ヶ宿町の渡瀬風穴で、夏季に冷風を吹き出す山腹の風穴が、冬季には逆に吸込み口となり、上方に煙突のように抜け、山上に吹き出すことを確認した。また、風穴内外の気圧測定により以下のような結果を出した。外気温が風穴気温より低い冬季には、外の気圧が大きくなり、風穴内へ気流が入る。外気温と風穴気温が同じならば気流がない。外気温が風穴気温より高い夏には、風穴から気流が吹き出す。さらに、夏季には水分を多く含んだ気流が吹き出し、その水分が蒸発するために熱が奪われて冷却され、氷結が起こる。

江川ほか（1980）は同じ渡瀬風穴で調査し、上記文献の引用はないものの結果として以下の

点が補足されている。冬季には、風穴内の空気は外気に比べて暖かく軽いので上昇して上部で吹き出し、下部からは冷気が吸引されて凍結状態をつくる。夏季には上部から暖風を吸入するが、風穴内では熱容量が大きく冷却され、冷たく重い空気となって下降し冷風穴から吹き出す。

こうした風穴内の対流については、すでに荒谷（1920, 1922, 1926）が秋田県大館北部の^{ながはしり}長走風穴で指摘しており、冬季に山上で温風が吹き出すところを温風穴、夏季に下方で冷風が吹き出すところを冷風穴と呼んだ（荒谷, 1922）。また、冬季の温風穴では最大3 m/sの速さで温風が吹き出すことがあり、温風穴周囲の積雪は融け青草が育ち昆虫の活動が見られるという（荒谷, 1926）。

その後、川西・山崎（1989b）は九重山の大船山風穴内での観測により、3～10月に温度上昇が緩慢で、11～2月には温度低下が数倍の速度になることから、外部との間の熱伝達係数が夏季に小さく冬季に大きくなることを指摘した。

最近では、真木（1998）が山形県天童市東部のジャガラモガラで、Tanaka et al.（2000）や櫻村（2003）が福島県湯野上温泉近くの中山風穴で、澤田・石川（2002）が然別湖南西側の西ヌブカウシヌプリで観測を行っている。

真木（1998）は、ジャガラモガラの凹地底の風穴では5～10月に冷風穴となって冷風を吹き出し、11～4月にそこが冷気の吸い込み口となり、背後の稜線付近に5～10月に吸い込み、11～4月に温風を吹き出す温風穴を認めた。Tanaka et al.（2000）は、中山風穴で、4月～9月に温風穴からの吸い込みと冷風穴からの吹き出し、10月～3月に冷風穴からの吸い込みと温風穴からの吹き出すという対流を認めた。澤田・石川（2002）は西ヌブカウシヌプリの岩塊斜面で同様な対流や冬季の温風穴の存在などを認めたほか、それが永久凍土を生成していること、永久凍土をつくる地下水が冬季よりも4月の融雪水によって生長することを確認した。

以上のように、風穴現象については地中の空隙内の対流による結果として考えている研究が多いが、通年にわたって冷風が吹き出し夏と冬で風向の交替がない風穴もある。これについて櫻村（2003）は対流では説明できないことを指摘し、中山風穴の一部で、冬季に氷点下の空気が地中に入り込んで地下の岩屑を冷却させ、冷えた岩屑は吸い込んだ冷たい空気をさらに冷却して下降させ、冬季にも風穴から冷風が吹き出すことを考察した。

3. 風穴の地形・表層地質条件

地下に空気の対流が生じるような空隙や空洞が存在するという事は、当然その地形・表層地質条件が大きく関与する。最も顕著なものが溶岩トンネルで、粘性の低い玄武岩質溶岩に形成されやすい。

従来の風穴地の記載からは、マトリックスを欠いた崖錐堆積物を風穴の表層地質条件としているものが多い。風穴地に岩屑が磊々と堆積する状況から「累石風穴」と呼ばれ（荒谷, 1926）、溶岩トンネルの風穴と区別するために「累石型風穴」がその後の文献では多く現れる。しかし

「累石」という語が地形・地質用語にないために「累積型風穴」と書かれた報告もある（富岡，2000）。これを地形・地質的に言い改めれば「崖錐（斜面）型風穴」・「（マトリックスフリーのノオープンワークの）岩屑（層）型風穴」となるであろう。

江川ほか（1980）は，風穴地の地形条件として地すべり地形（大崩壊地形）や顕著な崖錐地形を認め，表層地質条件としては大量の岩屑，地質構造としては岩盤中の亀裂や大崩壊を発生させやすいキャップロック構造をあげた。

4. 風穴植生

風穴からの冷気や湿度の影響により，風穴地ではそうした環境に適応した植生が発達する。亜高山帯（亜寒帯）針葉樹林の中にハイマツ・コケモモ・イソツツジの群落があったり（佐藤ほか，1993），コナラやミズナラなどからなる冷温帯林の中にベニバナイチヤクソウ・オオタカネイバラ・コケモモ・ゴゼンタチバナ・ムラサキヤシオツツジ・ナンブソウ・オオバスノキなどの高山性植物がみられる（小荒井，1964，樋口，1971など）。蘚類では，ミズゴケのほか本来ハイマツ群落の下生えとなるべきタチハイゴケ・イワダレゴケなども認められる。以上のような，風穴の影響によってその植生帯より寒冷な植生帯の植物からなる群落が出現する。これを風穴植生（吉岡，1977）または風穴植物群落（飯泉・菊地，1980，佐々木，1985）という。また，これらを氷期の依存種とする見方もある。（樋口，1971，吉岡，1977）。

風穴植生が最初に注目されたのは牧野（1907）や三好（1926）による長走風穴である。周辺にない植物が生育することや因果関係がとらえやすいことなどから，その後現在までの風穴研究の中では風穴植生の報告が最も多い。

．日本の風穴地一覧表

気象関係，植物・生態関係，自然地理関係，蚕糸業史関係などの分野から，全国の風穴に関する文献100篇余を収集した。それらの文献や関連資料から，全国60箇所の風穴地の環境等について一覧表にまとめ（表1 1・1 2），その分布を全国図にプロットした（図1）。60箇所の風穴地は，文献・資料などに何らかの記載があり，地形図上で位置が確認されたか，およその位置がわかった箇所を選んだものである。前述したように明治期には全国で257の風穴が記録され（江口・日高，1937），東北地方で43の風穴があげられているが（佐々木，1986），その位置が地形図上で特定できない風穴は割愛した。なお「北八ヶ岳・冷山」と「穂高・岳沢」については筆者の未公表資料による。

表1には，風穴名・所在市町村・地形図名と図上の風穴表示・標高・緯度・地形・基岩の岩石・従来の調査による温度測定等・植生等・天然記念物指定・過去または現在における冷蔵庫利用・主な文献，などの項目を設けた。風穴地の地形については，記載のある一部を除いて，

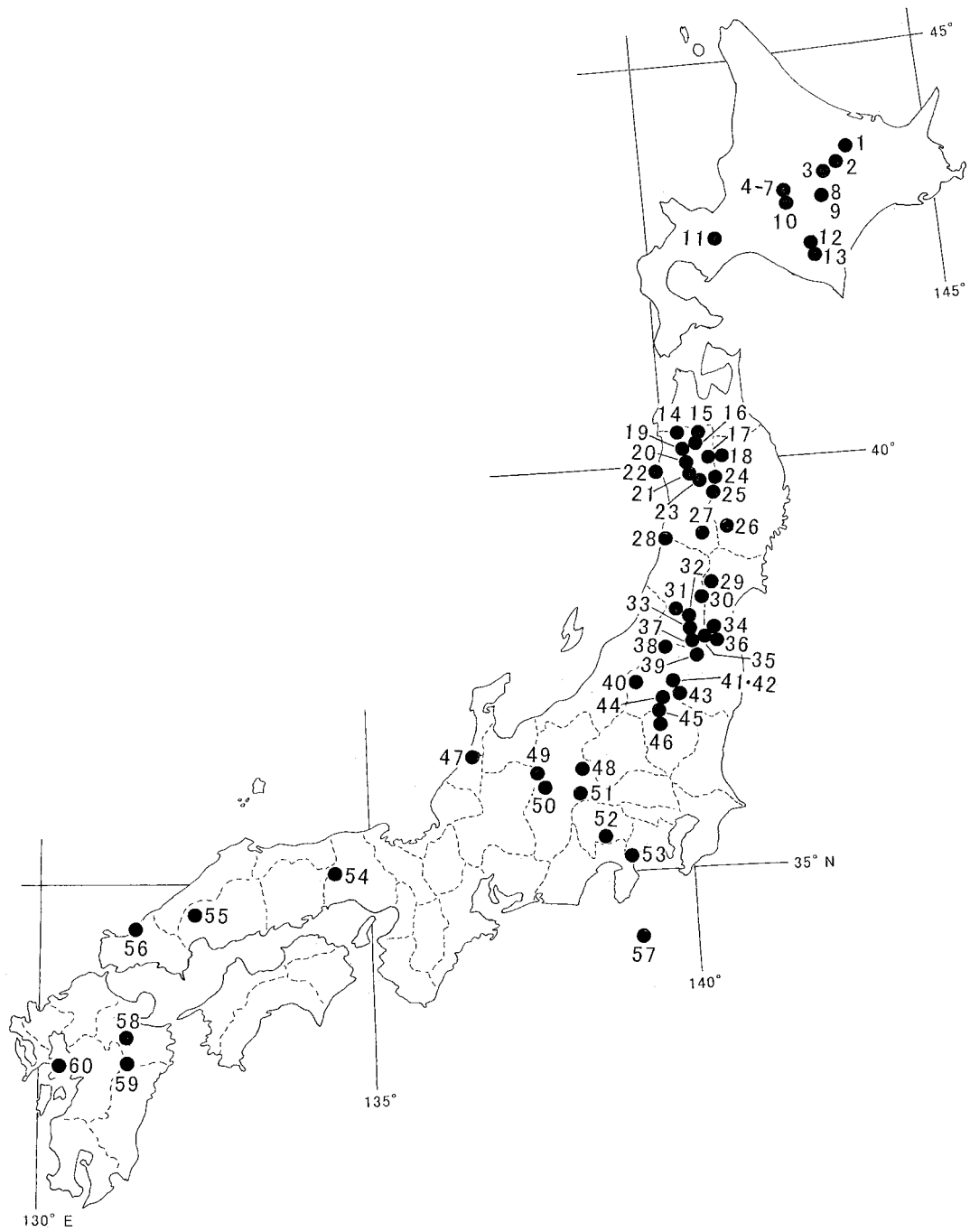


図1 日本における風穴の位置
 気象・植生等の調査が行われた風穴のみ (番号：風穴名は表1 参照)

表1 1 日本の風穴地一覧表(1)

場所/風穴名	都道 市町村	1/2.5万 地形図名 表示有☆	標高 (m)	緯度	地 形	基岩の岩石	温度 測定	夏季 温度	夏季 凍結	越年 凍結
1 温根湯 つつじ山風穴	北海道 留辺蘂町	留辺蘂西部	290	43° 45'	崖 錐	流紋岩	通年	0~ 2℃	○	--
2 鹿ノ子大橋	北海道 置戸町	常元	500	43° 37'	崖 錐	凝灰角礫岩	通年	-0.3 ℃	○	
3 十勝三股 十四之沢	北海道 上士幌町	十勝三股	840	43° 31'	崖 錐	溶結凝灰岩	通年	0℃	○	○
4 鳥沼	北海道 富良野市	富良野	190	43° 20'	崖 錐	流紋岩	--	--	--	--
5 O号	北海道 富良野市	布部	300	43° 19'	崖 錐	流紋岩	--	--	--	--
6 扇山	北海道 富良野市	布部	300	43° 19'	崖 錐	流紋岩	夏期	3.8~ 4.1℃	--	--
7 布部	北海道 富良野市	布部	360	43° 18'	崖 錐	溶結凝灰岩	春~ 冬期	1~ 3℃	--	--
8 東ヌプカウシ ヌプリ	北海道 鹿追町 上士幌町	然別湖	900~ 1180	43° 17'	岩塊斜面	安山岩	--	--		
9 西ヌプカウシ ヌプリ	北海道 鹿追町	然別湖	1120	43° 17'	岩塊斜面	安山岩	秋~ 春期	--	○	○
10 東山砂金沢	北海道 富良野市	山部	325	43° 13'	崖 錐	溶結凝灰岩	--	--		--
11 定山溪漁入	北海道 札幌市	札幌岳	725	42° 50'	地すべり	安山岩	春~ 秋期	4~ 10℃	○	
12 札内川八の沢	北海道 中札内村	札内川上流	725	42° 38'	崖 錐	黒雲母片麻岩	--	--		
13 札内川七の沢	北海道 中札内村	札内川上流	710~ 720	42° 36'	崖 錐	黒雲母片麻岩	--	--		
14 立俣風穴	秋田県 藤里町	尾太岳	650	40° 26'	地すべり	安山岩 凝灰岩	--	--	--	--
15 長走風穴	秋田県 大館市	白沢 ☆	180~ 230	40° 22'	地すべり	デイサイト	通年	5~ 8.2℃	○	--
16 片山風穴	秋田県 大館市	大館	60	40° 16'	崖 錐	流紋岩	通年	3~ 9℃	--	--
17 鞍山風穴	秋田県 鷹巣町	鷹巣東部	220	40° 14'	地すべり	流紋岩	夏期 1回	4℃	--	--
18 天狗森 夏氷山風穴	岩手県 安代町	田山	440~ 460	40° 09'	地すべり	流紋岩	春~ 秋期	0~ 10℃	○	--
19 非瀬沢風穴	秋田県 鹿角市	湯瀬	350~ 400	40° 08'	地すべり?	デイサイト	--	--		--
20 小又風穴	秋田県 森吉町	阿仁前田	230	40° 04'	地すべり	流紋岩 火砕岩	夏期 1回	5℃	--	--
21 阿仁鉦山芝森	秋田県 森吉町	阿仁合	188~ 225	39° 59'	地すべり?	流紋岩	--	--		--
22 寒風山風穴	秋田県 男鹿市	寒風山	230	39° 56'	火 口	安山岩	--	--		--
23 葡萄森風穴	秋田県 西木村	戸島内	500~ 530	39° 51'	地すべり	凝灰岩 頁岩	--	--		--
24 田沢湖高原 風穴	秋田県 田沢湖町	秋田駒ヶ岳	600	39° 47'	地すべり?	安山岩	--	--		--
25 秋田駒ヶ岳 小岳風穴	秋田県 田沢湖町	国見温泉	1130~ 1150	39° 44'	溶岩トンネル (クリンカー?)	玄武岩	夏期 1回	1℃		
26 経塚山風穴	岩手県 和賀町	夏油温泉	1150	39° 11'	地すべり	安山岩	夏期 1回	4℃		--
27 三関風穴	秋田県 湯沢市	稲庭	210~ 250	39° 08'	地すべり	流紋岩	--	--		--
28 鳥海山猿穴	秋田県 象潟町	小砂川☆	730	39° 07'	火 口	安山岩	夏期 1回	0℃	○	
29 前森	宮城県 小野田町	銀山温泉	570	38° 31'	地すべり	安山岩	夏期 1回	0℃	○	

植生帯	周辺の森林植生	主な風穴植生 (蘇苔類を除く)	天然 記念物	冷蔵 利用	主な文献
針広混交林帯		エゾムラサキツツジ イソツツジ ツジ ゴゼンタチバナ	—	—	志保井(1974)
針広混交林帯	カラマツ植林	—	—	—	福田・成田(1980) 曾根(1996)
亜高山帯	トドマツ林	アカエゾマツ イソツツジ コケモモ	上士幌 町1976	—	近堂ほか(1973) 鈴木ほか(1987) 加藤ほか(1992) 清水・山川(2001)
針広混交林帯	ミズナラ林	ゴゼンタチバナ ナンブソウ	—	—	富良野高校科学部(2000)
針広混交林帯	シラカバ林	コケモモ ゴゼンタチバナ	—	—	富良野高校科学部(2000)
針広混交林帯	ミズナラ林	コケモモ ゴゼンタチバナ	—	—	富良野高校科学部(2000)
針広混交林帯	アカエゾマツ トドマツ林	コケモモ ゴゼンタチバナ エゾムラサキツツジ	—	—	斎藤(1953) 中西(1959) 佐藤(1995) 富良野高校科学部(2000)
亜高山帯	トドマツ林 ダケカンバ林 ミズナラ林	ハイマツ アカエゾマツ コケモモ ゴゼンタチバナ エゾムラサキツツジ	—	—	佐藤(1995)
亜高山帯	針・広混交林	アカエゾマツ イソツツジ ハイマツ	—	—	澤田・石川(2002)
針広混交林帯	ドイツトウヒ植林	コケモモ イソツツジ	—	—	斎藤(1953) 中西(1959) 佐藤(1995)
針広混交林帯	針・広混交林 (ミズナラ トドマツ)	アカエゾマツ イソツツジ ハイマツ コケモモ	—	—	佐藤ほか(1993) 佐藤(1995)
亜高山帯	アカエゾマツ トドマツ林	エゾムラサキツツジ イソツツジ ガンコウラン	—	—	佐藤(1995)
亜高山帯	アカエゾマツ トドマツ林	エゾムラサキツツジ イソツツジ コケモモ	—	—	佐藤(1995)
冷温帯	ブナ林	ヒロハカツラ オガラバナ ハクサンシャクナゲ	—	—	沖田(2000)
冷温帯	コナラ-ミズナラ林	コケモモ オオタカネイバラ ゴゼンタチバナ ナンブソウ ヤナギラン	国指定 1926.2	○	牧野(1907) 荒谷(1920,1922,1926) 三好(1926) 東海林(1966) 高安・白田(1979) 島山(1984) 沖 田(1986) 菊地(1987) 大館市教育委員会(1993) 三浦ほか(1995) 渡辺(2001)
冷温帯	ミズナラ林	オオタカネイバラ ベニバナイチヤクソウ	—	—	荒谷(1923) 沖田・菊地(1996)
冷温帯	コナラ林	オオタカネイバラ	—	—	高橋・藤原(1979) 沖田(1986)
冷温帯	ブナ-ミズナラ林 カラマツ植林	ダケカンバ ミヤマザクラ ナンブソウ チョウチンゴケ	岩手県 1974.2	—	村井ほか(1972) 江川ほか(1980)
冷温帯	落葉広葉樹林 スギ植林	ナンブソウ アイズシモツケ エゾノシロバナシモツケ	—	—	沖田(1989)
冷温帯	スギ植林	ベニバナイチヤクソウ フジノマンネングサ	—	—	高橋・藤原(1979) 島山(1984) 沖田(1986)
冷温帯	ミズナラ林	ナンブソウ ウサギシダ	—	—	白沢(1991)
冷温帯	ススキ・シバ草原	エゾヒョウタンボク エゾメシダ	—	—	環境庁(1979b)
冷温帯	スギ植林 ミズナラ-ブナ林	ナナカマド コヨウラクツツジ オオバノキ ゴゼンタチバナ	—	—	沖田(1992)
冷温帯	ブナ-ミズナラ林	コヨウラクツツジ アラゲヒョウ タンボク ムラサキヤシオ	—	—	沖田(1990)
亜高山帯?	ササ原 ダケカンバ林	—	—	—	林・和知(2001)
冷温帯	ブナ林	コメツガ ダケカンバ ゴゼンタチバナ	—	—	樋口(1971) 樋口(1978) 江川ほか(1980)
冷温帯	クリ-ミズナラ林 スギ植林	ナナカマド クロズル アカミノイヌツゲ イワナシ	—	○	沖田(1991)
冷温帯	クリ-ミズナラ林	—	—	—	林ほか(2003)
冷温帯	ダケカンバ林	コヨウラクツツジ ハクサン シャクナゲ ナナカマド	—	—	環境庁(1979a)

表1 2 日本の風穴地一覧表(2)

場所/風穴名	都道県 市町村	1/2.5万 地形図名 表示有☆	標高 (m)	緯度	地 形	基岩の岩石	温度 測定	夏季 温度	夏季 凍結	越年 凍結
30 ジャガラモガラ	山形県 天童市	天童 ☆	540	38° 20'	地すべり	流紋岩	春～ 秋期	8～ 10℃	—	—
31 朝日風穴 (黒鴨風穴)	山形県 白鷹町	荒砥	440	38° 14'	地すべり	泥岩・砂岩 花崗岩?	—	—	—	—
32 石畑風穴	山形県 南陽市	羽前中山	380	38° 06'	地すべり	流紋岩	夏期 1回	7～ 8℃	—	—
33 小湯山	山形県 高島町	赤湯	700	38° 05'		火砕岩?	—	—	—	—
34 渡瀬風穴	宮城県 七ヶ宿町	白石南部	250～ 300	37° 58'	地すべり	安山岩 凝灰質砂岩	通年	-1～ 11℃	○	—
35 御在所山風穴	福島市	中茂庭	360	37° 52'	地すべり	流紋岩	夏期 1回	14℃	—	—
36 平沢風穴	福島市	中茂庭	330	37° 51'	地すべり	安山岩	夏期 1回	10℃	—	—
37 穴平風穴	福島市	栗子山	890	37° 51'	地すべり	流紋岩	夏期 1回	5℃	—	—
38 大平風穴	福島県 熱塩加納村	川入	470	37° 45'	地すべり	凝灰岩 砂岩?	夏期 1回	9.5℃	○	—
39 天狗の庭風穴	福島市	安達太良山	1160	37° 40'	地すべり	安山岩 火砕物	夏期 1回	8℃	—	—
40 浅草岳	福島県 只見町	只見	720	37° 22'	地すべり	安山岩	夏期 1回	9.5℃	—	—
41 中山風穴	福島県 下郷町	湯野上☆	500～ 560	37° 17'	地すべり	デイサイト	通年	0.1～ 1.2℃	○	—
42 和田山風穴	福島県 下郷町	湯野上	540	37° 17'	地すべり	デイサイト	—	—	—	—
43 観音山	福島県 下郷町	甲子山	990	37° 11'	地すべり	玄武岩 火山礫凝灰岩	—	—	—	—
44 南会津郡荻野	福島県 田島町	糸沢	710～ 1000	37° 05'	崖 錐	流紋岩	通年	2～ 5℃	○	—
45 赤下風穴	栃木県 栗山村	五十里湖	610	36° 56'	崖 錐	流紋岩	夏期 1回	5℃	—	—
46 日陰風穴	栃木県 栗山村	川治	650	36° 52'	崖 錐	流紋岩	夏期 1回	1℃	○	—
47 金沢城本丸	金沢市	金沢	50	36° 34'	人工石垣	—	夏～ 春期	12.2 ℃	—	—
48 氷風穴	長野県 小諸市	小諸	580～ 650	36° 19'	地すべり	泥流堆積物	通年	8～ 11℃	—	—
49 穂高岳沢	長野県 安曇村	穂高岳	1700	36° 16'	崖 錐	溶結凝灰岩	秋期 1回	-0.4 ℃	—	—
50 稲核風穴	長野県 安曇村	古見	820～ 840	36° 09'	崖 錐	砂岩	通年	平均 10℃	—	—
51 北八ヶ岳冷山	長野県 茅野市	蓼科	2080	36° 04'	岩塊斜面	安山岩	夏期 1回	2.8℃	—	—
52 富士風穴	山梨県 上九一色村	鳴沢 ☆	1120	35° 28'	溶岩トンネル	玄武岩	通年	0℃	○	○
53 箱根早雲山	神奈川県 箱根町	箱根	1220	35° 14'	崖 錐	安山岩	夏期 1回	0.1℃	—	—
54 船越山池ノ谷	兵庫県 南光町	千種	450	35° 06'	崖 錐	流紋岩 凝灰角礫岩	—	—	—	—
55 来見	広島県 加計町	飯室	100	34° 33'	崖 錐	泥岩	通年	10～ 14℃	—	—
56 笠山風穴	山口県 萩市	越ヶ浜	15	34° 27'	崖 錐	安山岩	夏期 1回	13℃	—	—
57 神津島	東京都 神津島村	神津島	160	34° 12'	溶岩ドーム斜面	流紋岩	—	—	—	—
58 大船山風穴	大分県 久住町	大船山☆	1250	33° 06'	崖 錐	安山岩	通年	0.3～ 5.7℃	○	—
59 祖母山	宮崎県 高千穂町	祖母山	1450	32° 49'	崖 錐	火山岩類	—	—	○	—
60 普賢岳鳩穴	長崎県 島原市	島原 ☆	1280	32° 46'	溶岩トンネル	安山岩	夏期 1回	2℃	○	—

植生帯	周辺の森林植生	主な風穴植生 (蘚苔類を除く)	天然 記念物	冷蔵 利用	主な文献
冷温帯	コナラ-ミズナラ林	レンゲツツジ ベニバナイチヤクソウ ヤナギラン ヒョウタンボク	山形県 1995.3	—	安斎(1943) 梅本(1994) 阿子島・興野(1996) 真木(1998) 真木(1999)
冷温帯	コナラ林		—	○	江川ほか(1980)
冷温帯	コナラ林 スギ植林	ベニバナイチヤクソウ ヤナギラン	—	—	樋口(1971)
冷温帯	ミズナラ林	コケモモ オオタカネバラ タカネイバラ ゴゼンタチバナ	—	—	環境庁(1979c)
冷温帯	オノオレカンバ林 コナラ林	ベニバナイチヤクソウ アイズシモツケ キリンソウ	—	○	曾禰・鈴木(1915) 江川ほか(1980) 環境庁(1979a) 材木岩・虎岩・風穴地域植物調査会(1979)
冷温帯	アカマツ -落葉樹林	アイズシモツケ	—	○	樋口(1969) 江川ほか(1980)
冷温帯	コナラ-クリ林		—	○	樋口(1969) 江川ほか(1980)
冷温帯	アカマツ -落葉樹林	オオタカネイバラ ベニバナイチヤクソウ	—	○	樋口(1969) 樋口(1971) 江川ほか(1980)
冷温帯	スギ植林	アイズシモツケ ベニバナイチヤクソウ	—	—	樋口(1968)
亜高山帯	オオシラビソ -ダケカンバ林	コメツガ オオシラビソ ダケカンバ アカミノヌツゲ	—	—	樋口(1970) 樋口(1971) 江川ほか(1980)
冷温帯	サワグルミ林		—	—	樋口(1972) 江川ほか(1980)
冷温帯	コナラ-ミズナラ林 ケヤキ林	シラカバ オオタカネイバラ ベニバナイチヤクソウ	国指定 1964.6	○	佐野(1962) 小荒井(1964) 佐々木(1985) 下郷町教育委員会(1998) Tanaka et al.(2000) 樫村(2003) 田中ほか(2004)
冷温帯	コナラ林		—	—	佐野(1963) 馬場(1966)
冷温帯	ブナ林		—	—	小荒井(1964) 江川ほか(1980)
冷温帯	カラマツ・アカマツ ・ミズナラ林	ダケカンバ オオタカネイバラ ベニバナイチヤクソウ	—	—	馬場(1966) 三野・長谷川(1969)
冷温帯	落葉広葉樹林 (二次林)	ツルネコノメソウ ベニバナイチヤクソウ	—	—	長谷川(1997) 樋口・福田(2001)
冷温帯	ミズナラ-コナラ林	ツルキケマン フジノマンネングサ	—	—	長谷川(1997) 樋口・福田(2002)
暖温帯	スギ林		—	—	大串(1995)
冷温帯	コナラ林		—	◎	市川ほか(1993)
亜高山帯	シラビソ林	トウヒ コケモモ ゴゼンタチバナ	—	—	—
冷温帯	落葉広葉樹林		—	◎	柳沢(1906) 宮野・半澤(1978a,b) 野原(1987) 安曇村誌編集委員会(1998)
亜高山帯	シラビソ林	ハイマツ コメツガ コケモモ ハクサンシヤクナゲ	—	—	—
冷温帯	ヒノキ林		—	○	Ohata et al.(1994a,b)
冷温帯	ミズナラ林		—	—	藤原(1985)
暖温帯	スギ林	(蘚苔類3種)	—	—	中西(1959)
暖温帯	スギ・ヒノキ植林		—	○	福岡(1994)
暖温帯	エノキ林	コタニワタリ ホソイノデ ヒョウタンボク	—	—	鈴木(1948) 塩見(1973)
暖温帯			—	—	角田(1998)
冷温帯	ブナ林		—	○	大分県蚕糸業史編纂委員会(1968) 川西・山崎(1989a,b)
冷温帯	ブナ林		—	○	加藤(1959)
冷温帯	ヤマグルマ- ヒカゲツツジ群落		—	○	関(1912) 鈴木(1948) 石井(1966) 中西(1986)

地形図読図や空中写真判読により判断した。また、地質や植生について記載のないものは、地質図や現存植生図などを利用した。文献に記載もなく資料からも判断がつかねる場合は空欄にしてある。以下、この表から日本の風穴の現況を展望してみよう。

地形図上の風穴の表示は全国的にもきわめて少なく、国指定天然記念物の長走風穴・中山風穴のほか富士風穴・風穴（九重山^{たいせん}大船山）があり、猿穴（鳥海山）・ジャガラモガラ・鳩穴（普賢岳）は地名としての表示である。また、表1にあげた以外では富士山北麓に鳴沢氷穴・富岳風穴など10以上が表示されている。他の大多数の風穴については地形図上に表示がなく、地元でもあまり知られていないのが実情である。十勝三股十四之沢は上士幌町天然記念物、天狗森夏氷山^{なつこおり}風穴は岩手県天然記念物に指定されているが、地形図上の表示はない。

風穴地の地形については、後述するように地すべり地形が多数を占め、その他崖錐斜面・岩塊斜面・火口・溶岩トンネルなどがある。それらの地形を構成する基岩の岩石は、流紋岩・安山岩などの火山岩類が多い。

文献に示された風穴内または風穴の地表部での温度は、各風穴とも夏期に0～14の範囲であり、一部では夏期に凍結が認められている。いくつかの風穴で行われた通年温度測定からは、越年凍結する風穴は十勝三股十四之沢・西ヌブカウシヌプリ・富士風穴などがあるが、その他の夏期に凍結が認められる風穴でも9～11月には氷点より上昇する場合が多い。

風穴が分布する気候帯（植生帯）としては、東北地方の風穴の大半が冷温帯に位置するが、北海道東部では亜寒帯に多数分布し、中部山岳の亜高山帯にもある。いっぽう、伊豆諸島神津島や山口県萩市の笠山など西日本の暖温帯の領域にも分布する。したがって、日本列島では亜寒帯（亜高山帯）・冷温帯・暖温帯のいずれの気候帯にも分布するといえる。

風穴植生については、そのフロラを中心に記載されている風穴が多く資料は豊富である。前述したように、その植生帯より寒冷な植生帯の植物からなることが一般的で、特殊植物群落として注目・記載されていることが多い。

明治～大正期に利用された蚕種貯蔵庫の石垣等が残存する風穴を で示した。これらは福島県・長野県などに多く残っており、蚕糸業史の一側面をなす重要な遺跡であろう。現在でも漬物等の貯蔵庫として利用されている氷風穴・稲核風穴は で示した。

． 主な風穴地と周辺の地形

風穴地一覧表（表1）のなかで、文献中の位置図または文献の著者や地元での聞き取りなどによって位置が確認できた44箇所の風穴地を2万5千分の1地形図上に示した（図2 1～4）。地形図に付した番号は表1の風穴地の番号に対応している。

以下では、各地の主要な風穴地について、文献や地形図読図、空中写真判読、一部現地調査資料等によって、風穴の概要や周辺の地形について略述する。

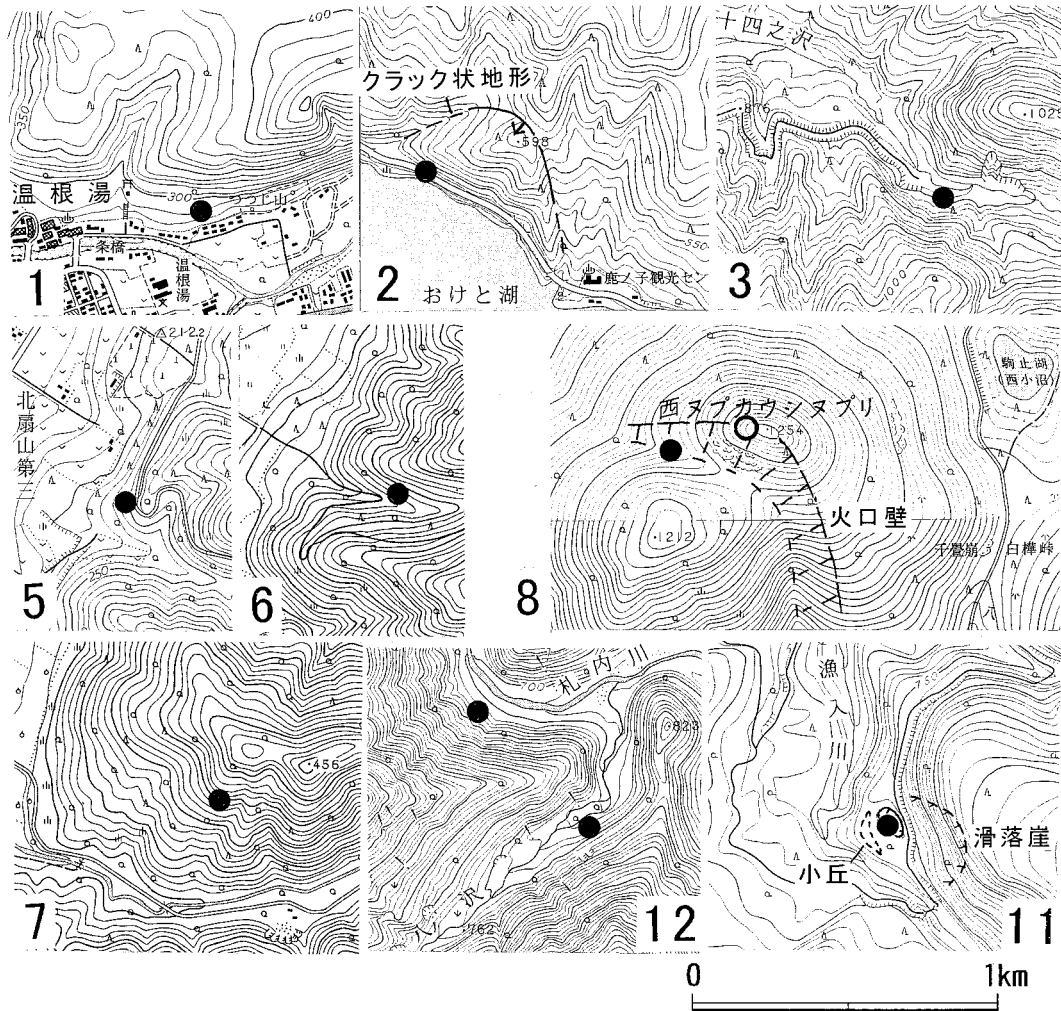


図2-1 北海道の風穴地の地形図

● : 風穴位置 ○ : 温風穴位置

- 1: つつじ山風穴 2: 鹿ノ子大橋 3: 十勝三股十四之沢 5: 0号 6: 扇山
 8: 西ヌブカウシヌブリ 7: 布部 12: 札内川八ノ沢 11: 漁入 (地形図名は表1参照)

1. 北海道

北海道に分布する風穴は、佐藤 (1995) によって風穴植生を中心にまとめられている。近堂ほか (1973) は、十勝三股十四之沢の標高840mで永久凍土を確認し、以後それらは点的永久凍土として研究対象になることが多かった。いっぽう、斉藤 (1953)、志保井 (1974)、佐藤 (1995)、富良野高校科学部 (2000)、澤田・石川 (2002) は、それを風穴現象としてとらえている。ひがし大雪地域を中心とした道東地方に多数分布するが (清水・山川, 2001)、道央や

日高山脈にも認められ (佐藤, 1995), それらは崖錐斜面基部に位置するのが一般的である。鹿ノ子大橋 (図2 1/2): 鹿ノ子ダム工事中の1979年に湛水域左岸側斜面基部の崖錐堆積物中から巨大な氷塊 (平面図と断面図からは約20×7×2m) が見つかった (福田・成田, 1980)。ダム湖湛水以前の空中写真からは, その地形は背後の小谷からの沖積錐とみられる。さらに, この小谷から斜面背後にかけて, 弧状のクラック状地形が認められる。ここの基岩の表層部は空隙や亀裂が多いという調査報告があり (曾根, 1996), 地すべりの影響による基岩中の開口亀裂などの空隙が風穴現象を起し, 氷塊を生長させたと考えられる。

十勝三股十四之沢 (図2 1/3): 近堂ほか (1973) により低標高の永久凍土が最初に確認された場所で, 岩屑層の厚さ4mのうち3m以上が凍土層で, そこから採取された木片の,¹⁴C年代; 4540±105yr.B.P.が出されている。したがって, ここの永久凍土は氷期の化石ではなく完新世半ばころに岩屑が堆積して以降に生じたものである。地形は崖錐斜面で, 1972年の林道工事により凍土が融解した場所は大規模な崩壊地となっている (鈴木ほか, 1987, 清水, 2002)。

西ヌブカウシヌプリ (図2 1/9): 然別火山群の西ヌブカウシヌプリは2つの溶岩円頂丘からなり, 西ヌブカウシヌプリの溶岩円頂丘の南側に生じた爆裂火口中に新しい溶岩円頂丘が形成されたという発達過程が考えられている (守屋, 1983)。2つの溶岩円頂丘の間の細長い凹地底には永久凍土をとまなう風穴, 西ヌブカウシヌプリ山頂付近には温風穴がそれぞれ確認され, その間の岩塊斜面を構成する厚い岩塊堆積物中の空隙に対流が生じている (澤田・石川, 2002)。

漁入 (図2 1/11): 定山溪の奥の豊平川上流域には, 針広混交林の中にハイマツ・イソツツジ・コケモモなどの風穴植生がみられる風穴地があり, 漁入ハイデと名付けられている (佐藤ほか, 1993)。風穴地は深さ20m以上の凹地底で, 西側には漁入川を屈曲させ凹地を閉塞する小丘, 東側 (林道側) には比高150m以上の急斜面がある。おそらく東側から岩盤すべりのような崩落に近いタイプの地すべりが生じ, 移動ブロックの小丘が閉塞するようなかたちで凹地を形成したものであろう。崖錐堆積物 (岩屑) が凹地を埋積しており, 岩屑間の空隙が風穴となっている。

2. 東北

東北地方では43箇所の風穴地がリストアップされている (佐々木, 1986)。20箇所の風穴地については, 地すべり地形や崖錐斜面の幅・長さが計測されている (江川ほか, 1980)。表1 1, 1 2の地形の項からは, 東北地方の風穴の大半が地すべり地形内に存在していることがわかる。小又風穴 (図2 2/20)・前森 (図2 2/29)・ジャガラモガラ・中山風穴などは移動ブロック間に凹地をもつ大規模な地すべり地形であり, 地すべり学会東北支部 (1992) が示した地すべり地形分布内に含まれる。奥羽山脈に風穴地が多いのは地すべり地形が多いことによるものであろう。いっぽう, 秋田駒ヶ岳 (図2 2/25) では溶岩トンネルの可能性が指摘され (林・和知, 2001), 男鹿半島の寒風山風穴 (図2 2/22) や鳥海山猿穴 (図2 2/28) は

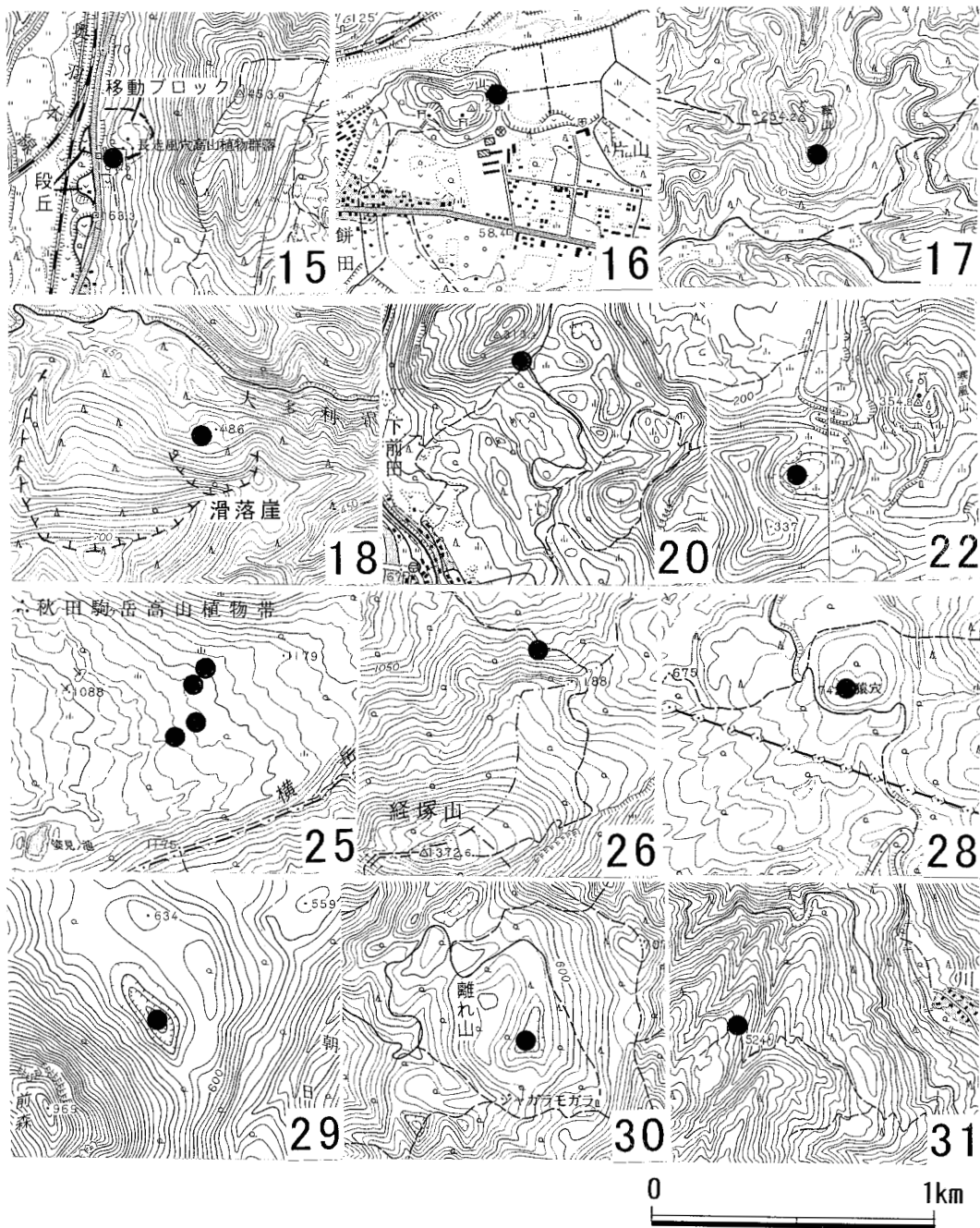


図2 2 東北（北部）の風穴地の地形図
 : 風穴位置

15:長走風穴 16:片山風穴 17:鞍山風穴 18:天狗森夏氷山風穴 20:小又風穴 22:寒風山風穴 25:
 秋田駒ヶ岳小丘風穴 26:経塚山風穴 28:鳥海山猿穴 29:前森 30:ジャガラモガラ 31:朝日風穴
 (地形図名は表1参照)

火口の凹地底に位置する。また、大館西部の片山風穴（図2 2/16）と南会津の山王峠北側の荻野（図2 3/44）は崖錐斜面に位置するようである。

長走風穴（図2 2/15）：1926年に「長走風穴高山植物群落」として日本で最初に天然記念物に指定された風穴である。大館～矢立峠間の国道沿いにあり、見学路が整備され「長走風穴館」というビジターセンターのような施設もあって、さながら風穴公園とでも称すべき状況である（渡辺，2001）。地形は、比高200～150mほどの急傾斜な滑落崖と、表面がやや凸型にふくらんだ中～小規模の移動ブロックからなる地すべり地形とみなされ、岩盤すべりのような移動によるものと考えられる。移動ブロック末端に国道が走り、そこから奥羽本線上り線までの間に小さな段丘がある。移動ブロックはこの段丘を覆っているようである（写真1）。風穴の位置は、滑落崖基部にコケモモが多い第2号指定地のほか、移動ブロックの下半部に倉庫跡の石垣が7箇所残っている。いっぽう、温風穴は滑落崖上部に3箇所確認されており、1つは第2号指定地から比高152m上方に位置する（荒谷，1926）。



写真1 長走風穴周辺の空中写真（国土地理院撮影 TO-70-6Y C7A-18/19）

写真中央の斜面下部に凸型にふくらんだ移動ブロックがあり、風穴はその周囲に位置する。国道に沿って小さな段丘があり、移動ブロックはその段丘を覆っているようで、段丘形成後に移動したと考えられる。

天狗森夏氷山風穴（図2 2/18）：岩手県天然記念物に指定された風穴であるが、報告が少なく知名度も低い。岩手県西端部、JR花輪線田山駅北西3kmほどの大多利沢右岸側で、天狗森山頂からひとつ北側の山の斜面にあたる。稜線部から続く大規模な地すべり地形の移動ブロックが、大多利沢沿いの末端部で再滑動しており、池を含む複雑な凹凸をつくっている。風穴は滑落崖下方の崖錐やガリー状凹地などにみられる。

ジャガラムガラ（図2 2/30）：有名な山寺の北方に位置し、雨呼山西側斜面に発達する大規

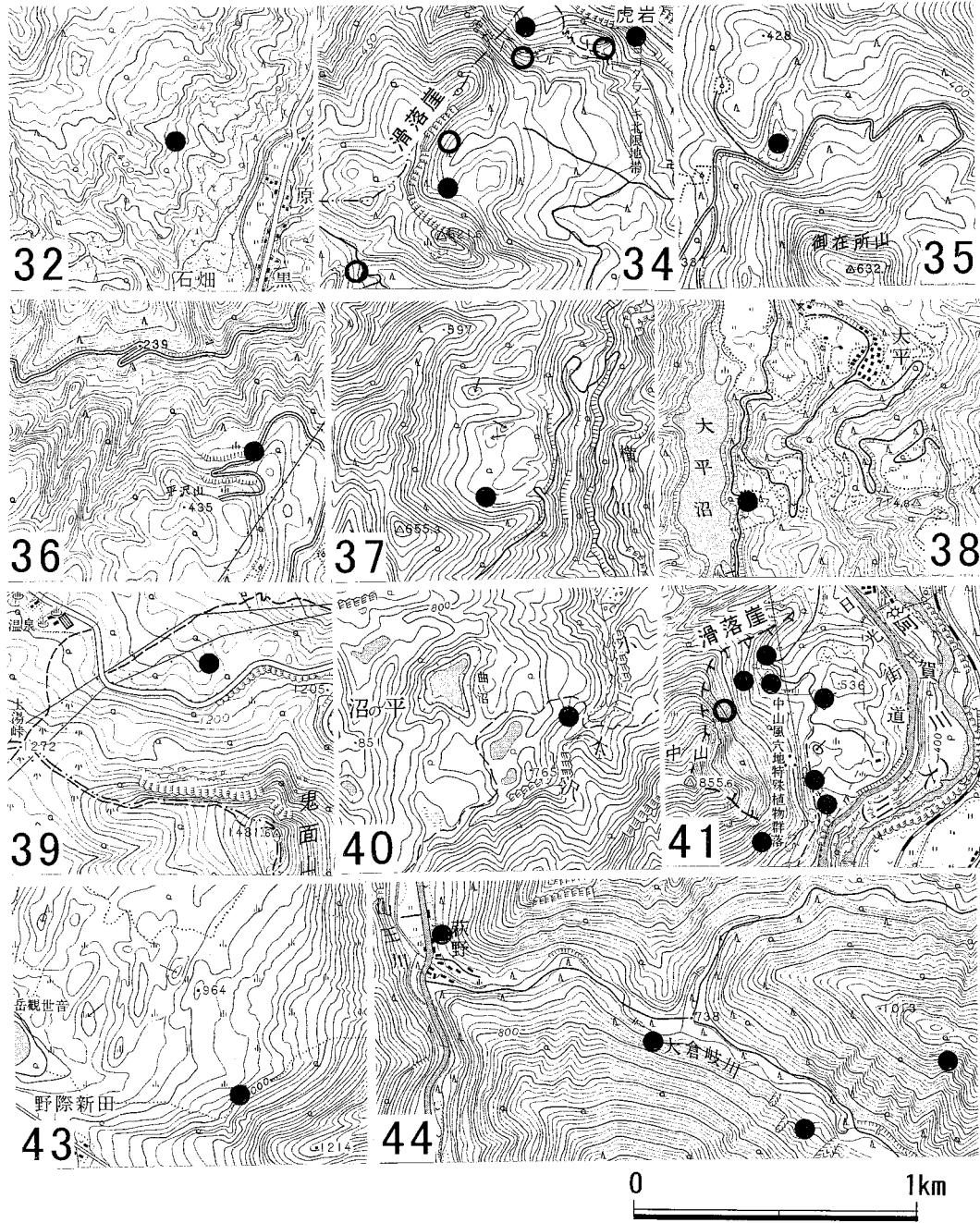


図2 3 東北(南部)の風穴地の地形図

● : 風穴位置 ○ : 温風穴位置

- 32 : 石畑風穴 34 : 渡瀬風穴 35 : 御在所山風穴 36 : 平沢風穴 37 : 穴平風穴 38 : 大平風穴
 39 : 天狗の庭風穴 40 : 浅草岳 41 : 中山風穴 43 : 観音山 44 : 南会津郡荻野 (地形図名は表1参照)

模な地すべり地形で、滑落崖 凹地 移動ブロックがきわめて明瞭である(阿子島・興野, 1996)。ジャガラモガラはその凹地の地名で、その語源については、複雑な地形の「ジャガジャガ」と凸部を示す「モガモガ」(安斎, 1943), 「沙伽羅龍王」の「もがり(昇天)」(旧東村山郡役所資料館, 1996) などの説がある。凹地の深さは閉塞する移動ブロック(離れ山)側から50~30m程度であり、凹地底一帯には径10cm前後の岩屑が堆積し、岩屑の空隙が風穴となっている。滑落崖側上部に温風穴が確認されたことから(真木, 1998), 滑落崖から凹地にかけて堆積した崖錐斜面に対流が生じたものである。

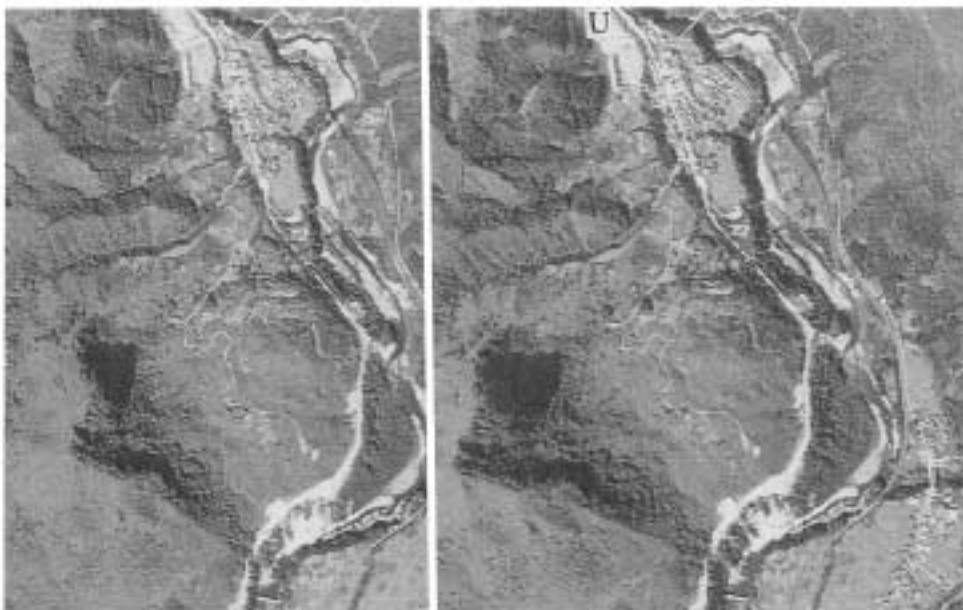


写真2 中山風穴周辺の空中写真(国土地理院撮影 KT-70-10Y C2-9/10)

滑落崖と移動ブロックが明瞭な地すべり地形で、阿賀川の流路を屈曲させている。風穴は滑落崖下や移動ブロック上の凹地に位置する。阿賀川沿いの上位の段丘(U)の段丘崖と移動ブロック末端の阿賀川に面する開析急斜面が連続しているので、地すべり地形の形成は上位の段丘面形成と同時期かそれ以前と考えられる。

渡瀬風穴(図2 3/34):七ヶ宿ダム下流の白石川南側斜面にある。風穴地上方は安山岩のキャップブロック構造からなる地すべり地形で、その下部に冷風穴と上部に温風穴が確認され、破碎された地すべり堆積物中の空隙だけでなく岩盤中の開口亀裂に対流が生じていることが指摘された(江川ほか, 1980)。地すべり地形上端には、地形図上に岩記号で描かれた明瞭な滑落崖があり、凹凸のある移動ブロックを経て下端部は白石川本流に面する開析急斜面となっている。「虎岩風穴」という温風穴と冷風穴(江川ほか, 1980)は、この開析急斜面の上下に位置する。また、地すべり地形上端の明瞭な滑落崖下や滑落崖背後の谷にも冷風穴と温風穴が認められ、

安山岩の岩体内に開口節理が多数あることが考えられている (Suzuki and Sone, 1914, 曾禰・鈴木, 1915)。

中山風穴 (図2 3/41) : 湯野上温泉のやや南にある「中山風穴地特殊植物群落」という国指定天然記念物で、植物関係の報告は多いが (下郷町教育委員会, 1998など)、地形に関する記載はほとんどない。風穴地周辺の地形についてみると、上部にデイサイトからなる比高100m以上の大規模な滑落崖、下部にいくつかの小丘と凹地をもつブロックがつくる顕著な地すべり地形で、ブロックの移動により阿賀川が曲流している。風穴は、滑落崖と移動ブロックの間に広がる崖錐斜面や移動ブロック上の凹地底に点在する。

阿賀川 (大川) 本流沿いには上位から十文字面 (A Tを載せる)・十文字面・左走面の3段の河成段丘が発達する (道場・鈴木, 1993)。地すべり地形と段丘の関係に注目すれば、湯野上の小学校が載る上位の段丘 (十文字面に対比されるか?) の段丘崖と移動ブロック末端の阿賀川に面する開析急斜面が連続していることから (写真2), 地すべり地形の形成は上位の段丘面形成と同時期かそれ以前と考えられる。

3. 関東・中部

鬼怒川上流域の赤下風穴 (図2 4/15)・日陰風穴 (図2 4/16) は、谷底近くの崖錐斜面に位置する。箱根早雲山 (図2 4/53) の風穴 (藤原, 1985) は神山の火山体上部にあるクラック状谷に岩塊が堆積する場所である。暖温帯に属する神津島 (図2 4/57) では溶岩ドーム斜面の下部で風穴が報告されている (角田, 1998)。

長野県には明治期に119箇所の風穴が利用されていたが、その後ほとんどが調査されず、小諸西部の氷風穴と安曇村の稲核風穴などいくつかは知られるのみである。富士北麓には有名な鳴沢氷穴・富岳風穴などが観光風穴として利用されており、同様な溶岩トンネルの風穴が多数ある。特筆すべきは金沢城本丸の石垣で、そうした人工斜面でも風穴が認められている。

金沢城本丸 (図2 4/47) : 大串 (1995) によって見出されたユニークな風穴で、金沢城本丸北側の石垣から冷風が吹き出すという。この石垣の工法は近世初期の古いタイプ「打ち込みハギ積み」で、大小不揃いの石が積み上げられ空隙が多い。おそらく、表面の石垣の内側にも厚く石が組まれていることが推定される。

氷風穴 (図2 4/48) : 小諸付近の千曲川南岸にある。周辺の地形については羽田野 (1998) によって空中写真判読のコメントがされている (風穴の記載はない)。それによると、千曲川を偏流させる大規模な地すべり地形とその下方の低位段丘で、地すべりの主滑動は低位段丘が形成された1万年前ごろ以前と推定している。氷風穴は地すべり地形の滑落崖下に位置するようである。

稲核風穴 (図2 4/50) : 江戸期から利用されている風穴で、稲核の旧家・前田家の裏の斜面基部には「風穴本元」と書かれた蔵造り冷蔵庫が現存する (写真3)。蔵の斜面側の壁は斜面

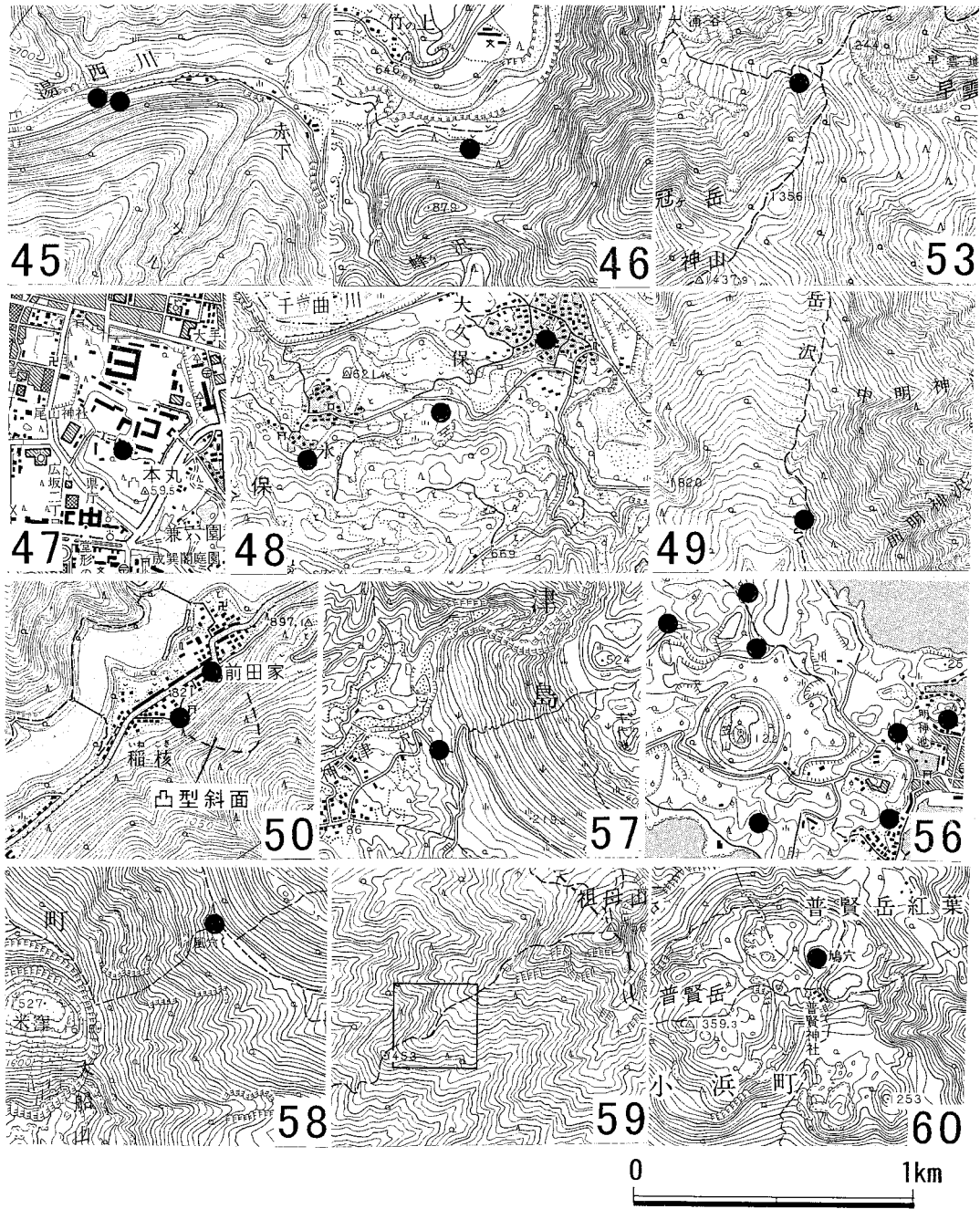


図 2 4 関東・中部・西日本の風穴地の地形図

● : 風穴位置 ○ : およその風穴位置

- 45 : 赤下風穴 46 : 日陰風穴 47 : 金沢城 48 : 水保風穴 49 : 穂高岳沢 50 : 稲核風穴 57 : 神津島
 56 : 笠山風穴 58 : 大船山風穴 59 : 祖母山 60 : 普賢岳鳩穴 (地形図名は表 1 参照)

を開削した法面を石積みにしたもので、その隙間からの冷気が蔵の中を冷却している。風穴の冷蔵庫は他にもいくつかあり、いずれも稲核集落が立地する段丘背後の崖錐斜面下部に位置する。地形図や空中写真からは若干凸型にはらんだ比高200mほどの斜面が認められ、地元での聞きとりによれば、その斜面上部に湧水があるそうである。富士風穴：国内で最も著名な風穴といえる鳴沢氷穴・富岳風穴など、1/2.5万地形図「鳴沢」図副内でも10箇所以上の風穴・氷穴等の注記がある。これらは貞観4年（864年）の青木ヶ原溶岩流下時に形成された溶岩トンネルが風穴となっているものである。富士山の周辺では50箇所ほど分布し、最長のトンネルで長さが300～400mある（野上ほか、1994）。富士風穴は洞穴の長さ180m、高さ7mほどの玄武岩の溶岩トンネルで、深度は最深で30mに達する。洞内の床部には通年にわたり地下水が存し、氷の温度は1～2月に-5℃近くまで下がり5～11月には0℃を保ち続ける。地下水の年間収支は年によって+/-の差がある（Ohata et al., 1994a,b）。



写真3 稲核の旧家・前田家の裏にある蔵造り冷蔵庫（2003年10月31日撮影）

4. 西日本

近畿地方以西の西日本では風穴地の分布は少ないが、兵庫県西部の池ノ谷、広島県北西部の来見、萩市北東の笠山など、暖温帯の領域にも点在する。池ノ谷・来見は谷沿いの崖錐斜面に位置するようである。九州の九重山や祖母山などの中腹には、夏季に地下水が見られる顕著な風穴がある。

笠山（図2 4/56）：西日本で海岸近くの標高15mという温暖な環境下にある風穴として注目すべきであるが、蘚苔類の報告（塩見，1973）があるのみである。阿武火山に含まれる笠山はスコリア丘で、その周囲は溶岩流におおわれる（守屋，1983）。風穴地は溶岩流によって閉塞されたいくつかの凹地に位置する。

大船山風穴（図2 4/58）：九重山の大船山と高塚山の鞍部にあり、「風穴」がその地名になっている。明治期、地元の都野村の木下洋三という人が『風穴論』を読んで発奮し、1904年にこの風穴を発見、ダイナマイトで拡張して蚕種貯蔵を開業したというが（大分県蚕糸業史編纂委員会，1968）、柳沢巖著『風穴論』は1906年発行であり時期が前後する。大船山（4000年前の

溶岩)の東側に、2000年前、高塚山の溶岩ドームが噴出し(鎌田, 1997), その結果形成された細長い閉塞凹地底に風穴は位置する。大船山側には大規模に開析された斜面があることから、崩落による崖錐が閉塞凹地を埋めて厚く堆積し、風穴の条件をつくったのであろう。

祖母山(図2 4/59): 祖母山南西側の五ヶ所からの登山道の標高1450m付近に位置し、岩塊が畳々と重なる斜面の横穴で、部屋状の空間が3室ほどあり、4月上旬ころに横穴を埋め尽くすほどの地下氷が生長し、最奥の部屋には夏季にも氷塊が存するという(加藤, 1959)。地形図や空中写真からは、山腹にわずかな緩斜面があり、小さな地すべり地形のようであるが、風穴のタイプも含めて詳細は不明である。

雲仙鳩穴(図2 4/60): 雲仙岳山頂付近にはいくつかの風穴があることが古くから知られている(関, 1912)。普賢岳東側の鳩穴は直径20mほどの凹地であり、溶岩トンネルが陥没して形成されたもので、凹地底に溶岩トンネルに連続する風穴があった(石井, 1966)。図2 4/60には噴火以前の地形図を示したが、1991~1995年の溶岩ドーム(平成新山)形成以降の地形図によれば、鳩穴が位置する凹地はかろうじて残存しているが、鳩穴の注記はなくなり、普賢岳北側の別の箇所に「風穴」の注記がある。

． 風穴の地形条件と永久凍土との関連

1. 風穴の地形条件

以上に記載した点などから、全国に分布する風穴の地形条件についてまとめてみよう。

「地形学事典」等では、風穴を溶岩トンネルに置きかえて説明されているが、実際には溶岩トンネルの風穴は富士山麓に著名なものが見つかるほかは、秋田駒ヶ岳や普賢岳で指摘されているにすぎない。

表1によっても、日本の風穴地の大多数は地すべり地形に存在すると言える。地すべり地形の中では、滑落崖下の崖錐斜面、移動ブロック間の凹地に位置することが多い。その他、河谷沿いの崖錐斜面、溶岩ドームの形成による閉塞凹地、火口、クラック地形などに風穴地がある。

地すべり地形・閉塞凹地・火口など、陥没したり閉塞されたりして形成された凹地が、空隙をもつ厚い岩屑層を堆積させる受け皿になっていることは疑いえない。このような凹地は、斜面を移動してきた岩屑が堆積し続け、それが侵食・流出することがなく、次々と累重して厚い岩屑層を堆積させる。その結果、岩屑間の空隙が深部までつくられ風穴の条件を高めている。したがって、地すべり地形・閉塞凹地・火口などでも、実際には厚い崖錐堆積物からなる崖錐斜面である場合が多いと思われる。

このほか、地すべりには岩体中の開口節理が付きもので、移動ブロックを構成する大岩塊中の開口節理や、滑落崖背後のクラック地形から基岩中に開口節理が連なる場合がある。こうした条件下では長い煙突状の空気の通路ができるため、風穴の効果がより高められ、顕著な風穴

現象が起こるのであろう。長走風穴や渡瀬風穴は滑落崖の上方に温風穴が確認されているので、岩体中にこうした開口節理が存在する可能性が高い。

ところで、地質的には流紋岩・デイサイト・安山岩などが風穴地の基岩であることが多い。これらの火山岩は節理が数10cm程度の間隔で発達し同サイズの岩屑を生産し、それが適当な空隙をもつ岩屑層を堆積させ風穴の条件を整える。さらには、それらの岩体中に開口節理がつくられやすい点も十分考えられよう。

2. 風穴と永久凍土

風穴は夏季に地下水がみられる場合も多々あり、北海道では点状的永久凍土とされている場所もあるので、風穴と永久凍土の関連について考察してみよう。

北海道の風穴では、十勝三股十四之沢（加藤ほか，1992）、西ヌブカウシヌプリ（澤田・石川，2002）で越年凍結の観測結果が得られている。温根湯つつじ山では地下2.5m深で秋季（9～11月）に氷点より上昇し（志保井，1974）、鹿ノ子大橋では氷塊の確認当初には越年凍結していたものの最近の観測によれば秋季に氷点を上回る（曾根，1996）。

東北以南の冷温帯では夏季に氷点を上回る風穴が多く、14 というやや高い温度の風穴もある。鳥海山猿穴、前森、渡瀬風穴、中山風穴など夏季に氷点に近い温度の風穴はあるが、9月から11月の秋季には氷点を上回るのが一般的である。ただし、富士風穴については、溶岩トンネル底に越年性の地下水がみられ、この状況は、冬季の寒気と乾燥のほか、洞穴の構造が考えられている（Ohata et al.,1994a）。おそらく、地下の大規模な空洞が氷室ひむろのような効果をもたらし、夏～秋季にも地下水が保存されると思われる。

以上のように風穴は、夏季において冷風が吹き出し一部で凍結がみられるという異常な低温現象であるものの、その大半が秋季には融解する。したがって、日本の風穴の大半は永久凍土ではない。

ところが、北海道の亜寒帯に位置する十勝三股十四之沢や西ヌブカウシヌプリは越年凍結する風穴で、その結果からは永久凍土に違いないことになる。しかし一般に永久凍土は、寒冷地で地上の寒気が地表から地下に伝わって凍結しそれが夏季になっても融けきらずに越年するもので、主に気候条件に支配された現象をいう（Washburn, 1979, フレンチ, 1984など）。いっぽう、斜面上方から地中の空隙を通して寒気が降下し斜面下部が凍結する風穴現象は、気候条件よりも地形・表層地質条件に大きく支配されるものである。それによって生じた永久凍土はやや変則的なタイプであり、いわば風穴型の永久凍土とすべきであろう。

Sone (1990) は大雪山一帯の温度データなどから、点状的永久凍土が、年平均気温 0～3.5℃、標高1300～650mの領域に生じていることを述べた。十勝三股十四之沢、西ヌブカウシヌプリはこの領域内にある。このような気候条件も含めて勘案すれば、北海道の650m以高（およそ亜寒帯または亜高山帯）の領域において、風穴を形成する地すべり地形や崖錐斜面などの

地形条件が整うと、風穴型の永久凍土が生じると考えられる。

なお、富士風穴のような地下水が保存されやすい溶岩トンネルでは、亜寒帯より1レベル温かい冷温帯でも越年凍結が生じる可能性がある。こうしたやや温かい気候帯での氷室のような地下空洞内に地下水が保存される現象について、それを永久凍土と呼ぶのには疑問がある。

． あとがき

本稿では、文献に記載のある日本国内 60箇所の風穴を資料としてあげた。このほか、かつて利用されていたがその後未確認となっている風穴や、新たに確認される風穴は、今後の調査によって各地から続出するだろう。文献についても、見逃したものがまだいくつかはあると思われる。なお、秋田営林局（1936）『風穴』という刊行物があるが、今回までに入手できなかった。

風穴については不明な点や今後の有効利用などの問題もあり、以下に若干の指摘をしておく。

崖錐型の風穴と溶岩トンネルの風穴では、地下の空隙の大きさや状態が全く異なるので、風穴のメカニズムにも多少とも相異があると思われる。オーストリア・ザルツブルクの石灰岩地域では鍾乳洞に地下水が存し（Saar, 1956）、日本でも西日本の一部では鍾乳洞を風穴と呼ぶことがあるが（佐々木, 1985）、そこに地下水を含む風穴現象が生じているとの報告はないようである。また、花崗岩地域では粗大な岩塊が堆積する斜面が多いが、花崗岩地域での風穴の報告例がない。これらについては今後の調査が待たれる。

ところで、金沢城の石垣に風穴現象が認められることは、現在の環境下で人工的に風穴をつくるのが可能なことを指示している。風穴の有効利用として、人工トンネルでのカンキツ類の貯蔵（伊庭, 1988）、ビルの地下にコンクリートブロックを積み上げた人工風穴による冷房の省エネルギー化（阿子島・興野, 1996）なども考えられている。

謝 辞

本稿作成のきっかけは、『日本の地形2 北海道』（東大出版会）編集委員の小疇 尚（明治大学）・野上道男（日本大学）両先生による「風穴は永久凍土か？」という編集作業上の談話をたまたま傍聴したことから得られた。示唆を与えていただいた両先生に御礼申し上げます。

各地方・県レベルの文献収集・風穴地の位置の情報・一部の現地調査等で、次の方々（敬称略）には大変お世話になった。記して深謝いたします。

北海道：佐藤 謙（北海学園大学）川辺百樹（ひがし大雪博物館）山川信之（芝浦工大付属高校）

秋田県：栗山知士（能代工業高校）菊地卓弥（鷹巣高校）成田典彦（上川沿小学校）本郷敏夫

岩手県：遠藤治勝（安代町ふるさと資料館）

山形県：阿子島 功（山形大学）飯沢達男（白鷹町議会）佐藤イズミ（山形市）

福島県：樋口利雄（福島県植物研究会）秋山好則（都立武蔵高校）玉川直之（下郷町教育委員会）

長野県：山本信夫（安曇村地域資料室）小沼祐子（横浜国立大学）
広島県：福岡義隆（立正大学）
山口県：草野隆司（萩市観光課）

文 献（日本の風穴に関するもの）

- 秋田営林局（1936）：『風穴』。秋田営林局，106p.
- 阿子島功・興野寛久（1996）：天童市ジャガラモガラのふしぎ。『天然記念物ジャガラモガラ』（旧東村山郡役所資料館），15～69.
- 安斎 徹（1943）：天然記念物ジャガラモガラ並びに三ツ石調査報告書。『史跡名勝天然記念物調査第2報』（山形県），1～16.
- 荒谷武三郎（1920）：風穴の研究。理学界，18（3），208～213.
- 荒谷武三郎（1922）：矢立風穴。地学雑誌，34，161～164.
- 荒谷武三郎（1924）：秋田県片山風穴。地学雑誌，36，732～738.
- 荒谷武三郎（1926）：秋田県長走風穴に就て。地球，8，426～441.
- 安曇村誌編纂委員会（1998）：『安曇村誌第三巻 歴史 下』。833p，安曇村.
- 馬場義仲（1966）：中山風穴と和田山風穴の蘚苔類について。福島生物，9，7～9.
- 馬場義仲（1966）：萩野風穴の植物。会津生物同好会研究誌，4，7～8.
- 江川良武・堀伸三郎・坂山利彦（1980）：風穴の成因について - 過去における低温起源説に対する反論 - 。地学雑誌，89，85～96.
- 江口善次・日高八十七編（1937）：『信濃蚕糸業史 中巻』。1254p，大日本蚕糸会信濃支会。（信濃毎日新聞社，1975復刻）
- 藤原滋水（1985）：箱根早雲山の累石風穴。気象，29，8135～8137.
- 福田正己・成田英器（1980）：置戸町で発見された地下水について。低温科学物理篇，39，201～205.
- 福岡義隆（1994）：風穴の微気象に関する研究。気象利用研究，7，13～16.
- 富良野高校科学部（2000）：富良野市にある風穴地の植生について（第1報）（第2報）。北海道富良野高校科学部1990～2000研究収録，121-136.
- 長谷川順一（1997）：栗山村日陰風穴と赤下風穴の植物。フロラ栃木，6，79～88.
- 畠山陽一（1984）：『秋田野の花山の花』。175p，無明舎出版，秋田.
- 林信太郎・和知 剛（2001）：秋田駒ヶ岳南部カルデラ，小岳溶岩風穴群の発見。秋田地学，49，15～17.
- 林信太郎・堀井 愛・毛利春治・斉藤一樹・横山正義（2003）：鳥海山西部から猿穴風穴の発見。秋田地学，53，13～14.
- 樋口利雄（1968）：福島県に産する蘚類 - 耶麻郡風穴地帯の蘚類。福島生物，11，32～37.
- 樋口利雄（1969）：福島県に産する蘚類 - 県北地方風穴地帯の蘚類。福島生物，12，11～19.
- 樋口利雄（1970）：福島県に産する蘚類 - 天狗の庭の蘚類。福島生物，13，1～5.
- 樋口利雄（1971）：東北地方の風穴地における蘚類植生。蘚苔地衣雑報，5，174～177.
- 樋口利雄（1972）：福島県に産する蘚類XI - 浅草岳の蘚類。福島生物，15，15～18.
- 樋口利雄（1978）：東北地方の風穴地における蘚類の特性。吉岡邦二博士追悼植物生態論集，318～331.
- 樋口利雄・福田廣一（2001）：栃木県栗山村赤下風穴の植生。栃木県立博物館研究紀要 自然，18，31～44.

- 樋口利雄・福田廣一 (2002) : 栃木県栗山村日陰風穴の植生. 栃木県立博物館研究紀要 自然, 19, 75~85.
- 伊庭慶昭 (1988) : 気象の有効利用によるカンキツ類の貯蔵. 気象利用研究, 1, 11~14.
- 市川健夫・柳町 治・柳町晴美 (1993) : 風穴. 『小諸の風穴と町並み』(日本アソシエイト), 5~19.
- 飯泉 茂・菊池多賀夫 (1980) : 『植物群落とその生活』. 201p, 東海大学出版会.
- 石井哲夫 (1966) : 鳩穴と風穴. 外山三郎編 『雲仙・長崎の自然』(六月社), 31.
- 環境庁 (1979a) : 『第2回自然環境保全基礎調査 特定植物群落調査報告書[4]宮城県』. 226p, 環境庁.
- 環境庁 (1979b) : 『第2回自然環境保全基礎調査 特定植物群落調査報告書[5]秋田県』. 275p, 環境庁.
- 環境庁 (1979c) : 『第2回自然環境保全基礎調査 特定植物群落調査報告書[6]山形県』. 169p, 環境庁.
- 榎村利通 (2003) : 福島県中山風穴の冷却機構に関する一考察. 福島生物, 46, 1~4.
- 加藤亜紀子・金りち子・安田康子 (1990) : 長走風穴植物群落の微気象について. 五城目高校生徒会誌, 20, 55-63.
- 加藤数功 (1959) : 祖母山の風穴. 加藤数功・立石敏雄編 『祖母大崩山群』(しんつくし山岳会), 144~147.
- 加藤 誠・近堂祐弘・小崎 隆 (1992) : 東大雪山麓における点位的永久凍土の土壤温度測定. ひがし大雪博物館研究報告, 14, 75~87.
- 川辺百樹 (2001) : クマネシリ岳の山腹に風穴地帯. ひがし大雪だより (ひがし大雪博物館友の会), 36, 10.
- 川西 博・山崎真一 (1989a) : 大船山風穴の微気候. 大分大学教育学部研究紀要, 11(1), 91~100.
- 川西 博・山崎真一 (1989b) : 大船山風穴の気温変動と冷却機構. 大分大学教育学部研究紀要, 11(2), 211~218.
- 菊地卓弥 (1987) : 長走風穴のフロラに3種のシダを追加する. 秋田自然史研究, 21, 20~21.
- 小荒井実 (1964) : 風穴植物の生態 (). 福島生物, 7, 33~36.
- 近堂祐弘・野川潔・右谷征清・瀬川秀良 (1978) : 十勝三股の永久凍土. 地団研専報22 『十勝平野』, 335~341.
- 旧東村山郡役所資料館 (1996) : 『天然記念物ジャガラモガラ - 歴史・地理・植物の謎を探る - 』. 126p, 天童市立旧東村山郡役所資料館.
- 牧野富太郎 (1907) : 羽後長走の小丘. 植物学雑誌, 240, 20.
- 真木太一 (1998) : ジャガラモガラ風穴・盆地の地形, 気象および植生の特徴. 農業気象, 54, 255~266.
- 真木太一 (1999) : 天童市ジャガラモガラ盆地の風穴と乾燥地トルファンのカレーズの気候特性. 沙漠研究, 9, 61~71.
- 松山 忠 (1979) : 長走風穴の植生. 秋田県 『自然環境保全地域等調査報告書No.4』, 48~59.
- 三野与吉・長谷川 力 (1969) : 福島県南会津郡茨野における風穴地区の微気象について. 地域研究, 11, 9~18.
- 三浦 修・佐々木洋・竹原明秀 (1995) : 二次植生の保護と保全 - 長走風穴のコケモモ -. 季刊地理学, 47, 49~52.
- 宮野秋彦・半澤重信 (1978a) : 倉の収蔵環境に関する研究 (第16報) (安曇村稲核の風穴の倉1). 日本建築学会東海支部研究報告, 117~120.
- 宮野秋彦・半澤重信 (1978b) : 倉の収蔵環境に関する研究 (第17報) (安曇村稲核の風穴の倉2). 日

- 本建築学会東海支部研究報告, 121 ~ 124.
- 三好 學 (1926): 長走風穴地帯高山性植物群落他. 天然記念物調査報告 (植物の部), 6, 107 ~ 110, 内務省.
- 村井貞允・村井三郎・瀬川経郎 (1972): 安代町天狗森夏氷山風穴調査. 『天然記念物調査報告』(岩手県教育委員会), 4 ~ 10.
- 長野県蚕病予防事務所 (1910): 『長野県風穴調』. 93p, 長野県蚕病予防事務所, 長野.
- 中西こずえ (1986): 雲仙風穴の蘚苔類. *Hikobia*, 9, 395 ~ 400.
- 中西 哲 (1959): 風穴で見られる蘚苔類の異常分布. 植物研究雑誌, 34, 211 ~ 214.
- 野上道男・守屋以智雄・平川一臣・小泉武栄・海津正倫・加藤内蔵進 (1994): 『日本の自然地域編 4 中部』. 182p, 岩波書店.
- 野原建一 (1987): 長野県の風穴について. 産業考古学会報, 43, 2 ~ 6.
- 沖田貞敏 (1986): 県北地方における 3 風穴の植物について. 秋田自然史研究, 20, 21 ~ 30.
- 沖田貞敏 (1989): 非瀬沢風穴の植物について. 秋田自然史研究, 25, 1 ~ 6.
- 沖田貞敏 (1990): 田沢湖高原風穴の植物について. 秋田自然史研究, 26, 1 ~ 5.
- 沖田貞敏 (1991): 三関風穴の植物について. 秋田自然史研究, 27, 9 ~ 13.
- 沖田貞敏 (1992): 葡萄森風穴の植物について. 秋田自然史研究, 28, 70 ~ 75.
- 沖田貞敏・菊地卓弥 (1996): 片山風穴の植物について. 秋田自然史研究, 32, 1 ~ 8.
- 沖田貞敏 (2000): 立俣風穴の植物について. 秋田自然史研究, 40, 1 ~ 4.
- 大館市教育委員会 (1993): 『国指定天然記念物長走風穴高山植物群落調査報告書』. 97p, 大館市教育委員会
- 大串龍一 (1995): 『城跡の自然誌 金沢城跡の動物相から』. 133p, 十月社, 金沢.
- Ohata, T., Furukawa, T., and Higuchi K. (1994a): Glacioclimatological study of perennial ice in the Fuji ice cave, Japan. Part1. Seasonal variation and mechanism of maintenance. *Arctic and Alpine Research*, 26, 227 ~ 237.
- Ohata, T., Furukawa, T., and Osada, K. (1994b): Glacioclimatological study of perennial ice in the Fuji ice cave, Japan. Part2. Interannual variation and relation to climate. *Arctic and Alpine Research*, 26, 238 ~ 244.
- 大分県蚕糸業史編纂委員会 (1968): 『大分県蚕糸業史』. 410p, 大分県養蚕販売農協連合会.
- 斎藤 実 (1953): 風穴地帯に於ける地中温度と植物群落との関係. 生態学会報, 2(4), 151 ~ 155.
- 佐野 実 (1962): 風穴と高山植物群落. 採集と飼育, 24, 30 ~ 35.
- 佐野 実 (1963): 風穴植物の生態 (). 福島生物, 6, 29 ~ 36.
- 佐々木 洋 (1985): 東北地方の風穴. 東北の自然, 9, 8 ~ 11.
- 佐々木 洋 (1986): 東北地方における風穴の地理的分布. 東北地理, 38, 34 ~ 35.
- 佐藤 謙 (1995): 北海道の風穴植生概説. ひがし大雪博物館研究報告, 17, 107 ~ 115.
- 佐藤 謙・工藤 岳・植村 滋 (1993): 定山溪漁入ハイデの風穴植生. 日本生態会誌, 43, 91 ~ 98.
- 澤田結基・石川 守 (2002): 北海道中央部西ヌブカウシヌブリにおける岩塊斜面の永久凍土環境. 地学雑誌, 111, 555 ~ 563.
- 関善太郎 (1912): 『嶋原半島風光記』. 298p, 大黒屋, 長崎.
- 志保井利夫 (1974): 北海道常呂郡留辺蘂町, 温根湯つつじ山の風穴について. 地学雑誌, 83, 89 ~ 102.
- 塩見隆行 (1973): 萩市笠山風穴地の蘚苔類. *Hikobia*, 6, 253 ~ 259.
- 清水長正・山川信之 (2001): ひがし大雪地域における夏期凍結層の確認 (). ひがし大雪博物館研究報告, 23, 21 ~ 31.

- 清水長正 (2002) : 十四之沢の永久凍土を訪ねて. ひがし大雪だより (ひがし大雪博物館友の会), 38, 10.
- 下郷町教育委員会 (1998) : 『中山風穴地の自然』. 235p, 下郷町.
- 東海林安次 (1996) : 秋田長走風穴の植物相. 生物秋田, 10, 5~8.
- 白沢芳一 (1991) : 北秋田地方で発見した風穴と植物. 秋田自然史研究, 27, 14~21.
- 曾禰 武・鈴木清太郎 (1915) : 風穴に就いて. 気象集誌34(4), 174~186.
- 曾根敏雄 (1996) : 北海道置戸町鹿ノ子ダム, 鹿ノ子大橋左岸の永久凍土上の衰退. 季刊地理学, 48, 293~302.
- 角田清美 (1998) : 神津島の風穴. 季刊地理学, 50, 208~210.
- Suzuki, S. and Sone, T. (1914) : A wind-cave at Watarase, Japan. Science Reports, Tohoku Imperial University, 3(3)101~111.
- 鈴木清太郎 (1948) : 『農業物理学 (第4版)』. 養賢堂, 286p.
- 鈴木由告・清水長正・山川信之 (1987) : 十勝三股十四之沢の永久凍土上の森林植生. ひがし大雪博物館研究報告, 9, 1~14.
- 高橋祥祐・藤原陸夫 (1979) : 鞍山風穴の植生. 秋田県 『自然環境保全地域等調査報告書No.4』, 1~20.
- 高橋祥祐・藤原陸夫 (1979) : 小又風穴の植生. 秋田県 『自然環境保全地域等調査報告書No.4』, 33~47.
- 高安泰助・臼田雅郎 (1979) : 長走風穴の地質. 秋田県 『自然環境保全地域等調査報告書No.4』, 60~69.
- Tanaka, H.L., Yokoi, M., and Nohara, D. (2000) : Observational study of summertime ice at the Nakayama Wind-Hole in Shimogo, Fukushima. Science Reports, Institute of Geoscience, University of Tsukuba, Section A, 21, 1~21.
- 田中 博・村 規子・野原大輔 (2004) : 福島県下郷町中山風穴における風穴循環の成因. 地理学評論, 77, 1~18.
- 富岡 敬 (2000) : 風穴地のあるところ. 地質と調査, 2000年(2), 47~50.
- 梅本 亨 (1994) : 山形県天童市ジャガラモガラ付近の気温について. 季刊地理学, 46, 198.
- 渡辺次男 (2001) : 長走風穴の現状について. 火内, 2, 47~54.
- 柳沢 巖 (1906) : 『風穴論』. 35+29p, 梅丸商店, 松本.
- 柳沢 巖 (1910) : 『風穴新論』. 112p, 秋蚕専修学校, 豊科村.
- 横井みずほ・田中 博 (2000) : 中山風穴における風穴現象について. 気象利用研究, 13, 57~60.
- 吉岡邦二 (1977) : 風穴植生. 北沢ほか編 『自然と生態学者の目』 (共立出版), 108~111.
- 材木岩・虎岩・風穴地域植物調査会 (1979) : 『宮城県材木岩・虎岩周辺植物調査報告書』. 218p, 白石市教育委員会・七ヶ宿町教育委員会・建設省東北地方建設局七ヶ宿ダム工事事務所.

文 献 (その他)

- フレンチ H.M.著, 小野有五訳 (1984) : 『周氷河環境』. 411p, 古今書院.
- 地すべり学会東北支部 (1992) : 『東北の地すべり・地すべり地形』. 地すべり学会東北支部, 142p.
- 羽田野誠一 (1998) : 『羽田野誠一地形学論集』. 427p, 古今書院.
- 鎌田浩毅 (1997) : 『宮原地域の地質』. 127p, 地質調査所.
- 道場孝之・鈴木毅彦 (1993) : 南会津下郷地域における最終氷期以降の地形発達史. 日本地理学会予稿集, 44, 172~173.

- 守屋以智雄 (1983) : 『日本の火山地形』. 135p, 東大出版会.
- 田中 博 (1987) : 韓国ウールムゴルにおける夏季氷結現象の数値実験. 地理学評論, 70A, 1~14.
- Saar, R. (1956) : Eishohlen ein meteorologisch-geophysikalisches Phanomen. Geografiska Annaler, 38, 1~63.
- シェフトライン H. 著, 佐藤 謙訳 (1999) : シュラトミング・タウエルン山地の特殊な高層湿原. 北海学園大学学園論集, 99, 93~115.
- 佐藤 謙 (1999) : オーストリアのシュラトミング風穴地. 北海道の自然, 37, 72~76.
- Sone, T. (1990) : The permafrost environment of the Daisetsu Mountains, Central Hokkaido, Northern Japan. Environment Science, Hokkaido University, 13(2), 1~28.
- Swarzlow, C.R. (1935) : Ice caves in northern California. Journal of Geology, 43, 440~442.
- Vincent, W.B. (1974) : Environmental influence of the glaciers of the Pryor Mountains, Montana. The National Speleological Society Bulletin, 36, 13~21.
- Washburn, A.L. (1979) : Geocryology. 406p, Edward Arnold, London.

An information on the cool air blow holes(wind-holes)
including the ice caves in Japan : References to the
surrounding landforms and the existence of
sporadic permafrost

Chousei SHIMIZU

The blow holes(wind-holes) discharging cool air in summer occur at many places on the mountain and volcanic slopes in Japan. Ground-Ice is also found in some wind-holes during summer. These phenomena are known to occur due to the convection of the air in the underground hollow. In this paper, the author compiled the 60 documents on wind-holes in Japan from more than 100 literatures since 1906 detailed with the meteorology, the physical geography, the botany, and the cold storages for silkworm eggs. In addition, the author described the relationship between landforms and sporadic permafrost around the wind-holes.

The landforms around the wind-holes in Japan include landslide and talus slopes, volcanic crater, and depression between two lava domes. The surfaces of these landforms are composed of debris with no matrix suitable for the formation of wind-hole. There are many wind-holes on the lava slopes of Mt.Fuji. Most of them are originated from lava tubes formed in the lava flowing down in A.D.864.

The inside temperatures of the wind-holes distributed in the southern area from the Tohoku District are usually above 0 during autumn(September to November). Therefore, these are not permafrost. On the other hand, the inside temperatures of a few wind-holes in central Hokkaido belonging to the subarctic zone are lower than 0 during all year round.