

火山防災対策を検討するための 白山の噴火シナリオ

令和4年3月29日版
白山火山防災協議会

【凡例】

赤字：現行版シナリオからの修正点

黄塗り：白山火山噴火緊急減災対策砂防計画（令和3年3月）の想定をもとにした修正点

1. 作成の目的

噴火シナリオは、過去の噴火実績等を元に想定したいくつかの噴火ケースについて、各々のケースにおける火山活動の時間的な推移とその影響範囲を表現したものである。

噴火により発生する火山現象がどのような順序で発生し、いつ、どの程度の範囲に被害がおよぶか等について関係機関が共通のイメージを持ち、避難開始時期や避難対象地域を考慮した具体的な火山防災対策の検討に資することを目的として作成されるものである。

白山火山防災協議会では、白山山麓の防災関係機関が将来の噴火に対して共通の認識を持ち、噴火災害の軽減に向けて種々の防災対策を検討するために白山の噴火シナリオ（以下「噴火シナリオ」）を作成した。

2. 噴火資料等の整理

2-1. 白山の概要、地形・構造等

白山火山は、金沢市の南方約 50km の石川・岐阜県境に位置する。侵食・開析によって分断された古白山火山体の南斜面に、10 万年より新しい新白山火山が乗る。最高峰御前峰(ごぜんがみね)は新白山成層火山体頂部の東向き崩壊壁の最高所であり、剣ヶ峰は崩壊跡に生じた新しい山体である。最新期の活動は山頂部に多くの小火口を生じ、1554 年には翠(みどり)ヶ池から小規模な火砕流を生じた。現在、地獄谷・白川谷など山麓に噴気地帯があるが、山頂部には噴気活動は確認されていない。岩石はほとんど安山岩であるが、古白山火山初期の火砕流はデイサイト質である。

白山火山の形成史は、噴出中心を異にする成層火山の形成期と浸食期によって、加賀室火山(活動期 43~25 万年前)、古白山火山(13~6 万年前)、新白山火山(5 万年前から現在)に区分できる(図 3)。山体は主に厚い溶岩流によって構成され、火山碎屑物の占める割合は少ない。プリニー式噴火は新白山火山の活動期間内に 1 度も発生していない。噴出物量は、加賀室火山が 1 km³ 以上、古白山火山が約 15km³、新白山火山が約 1 km³ と推定される。

なお、古白山火山の南東斜面に 2 個の小火山体(うぐいす平火山の噴石丘と溶岩)が存在する。その活動期は新白山火山形成期の 1~2 万年前と推定される(北原・他, 2000)。

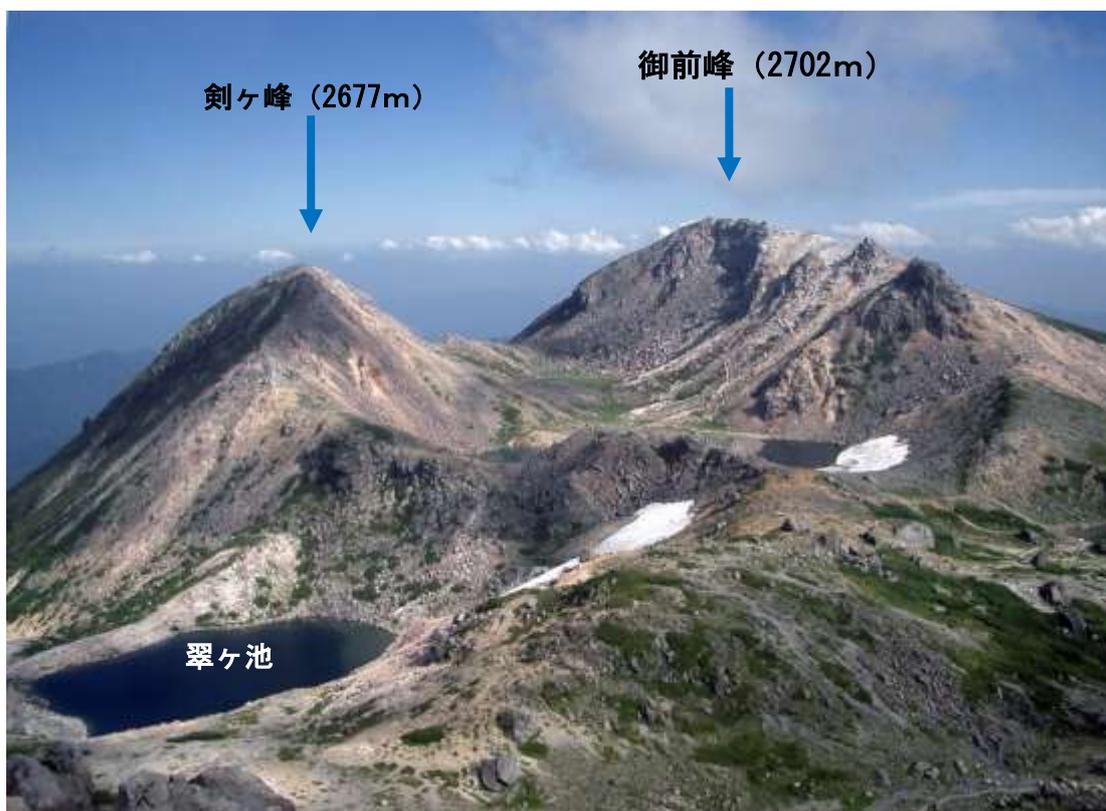


図1 白山山頂部の写真（左の火口湖は翠ヶ池） 平松良浩氏 撮影



図2 白山山頂部の地図

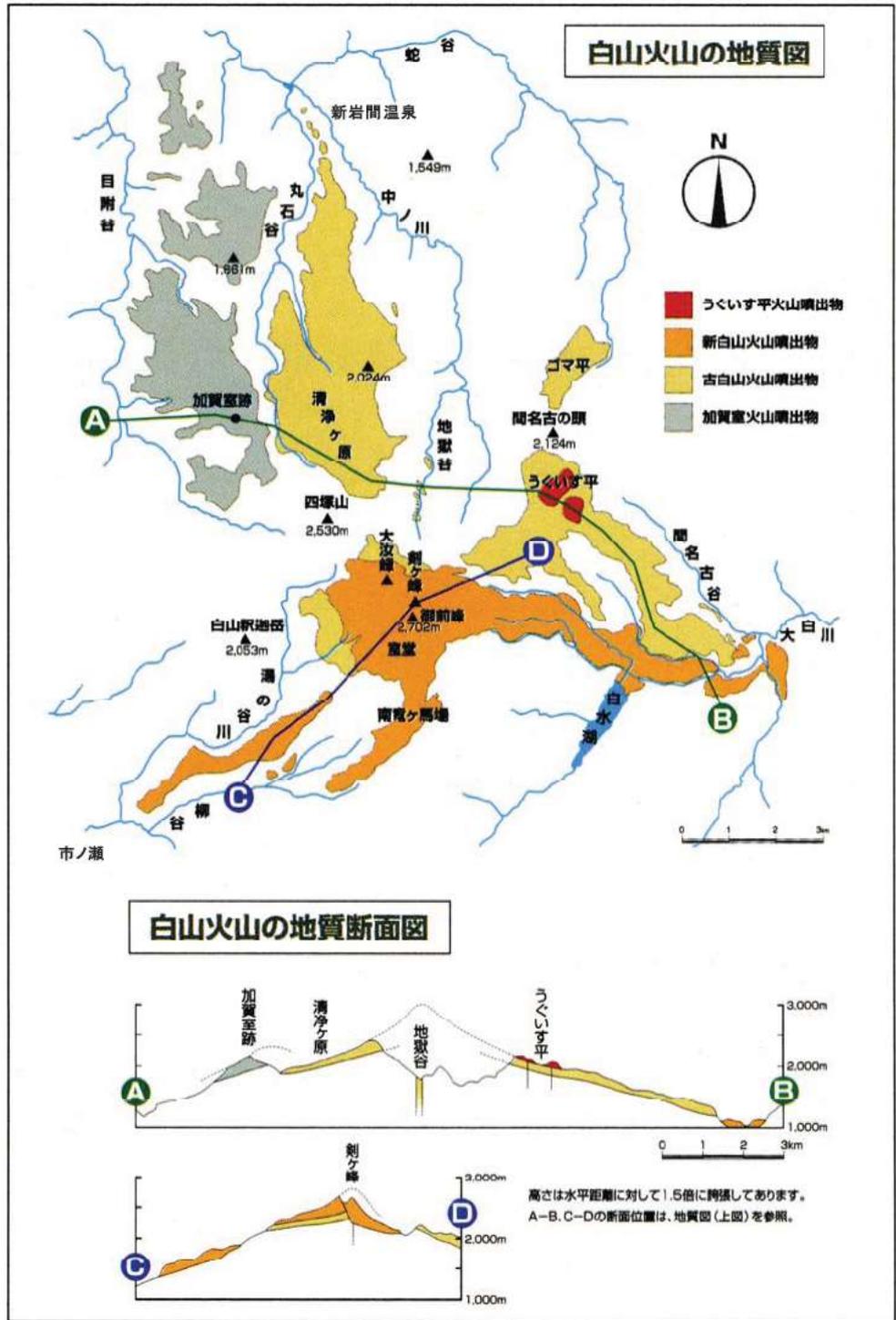


図3 白山火山の地質図

加賀室火山、古白山火山、新白山火山の噴出物の分布域が示されている。東野(2008)の図2(長岡・他(1985a, 1985b)、粕野(2001)を基に編図、簡略化)を転載。本文中に示した各活動期の年代は、次の文献の数値年代データに基づく: 酒寄(2020)、Hasebe *et al.* (2016)、北原・他(2000)、酒寄・他(1999)、清水・他(1988)、東野・他(1984)。

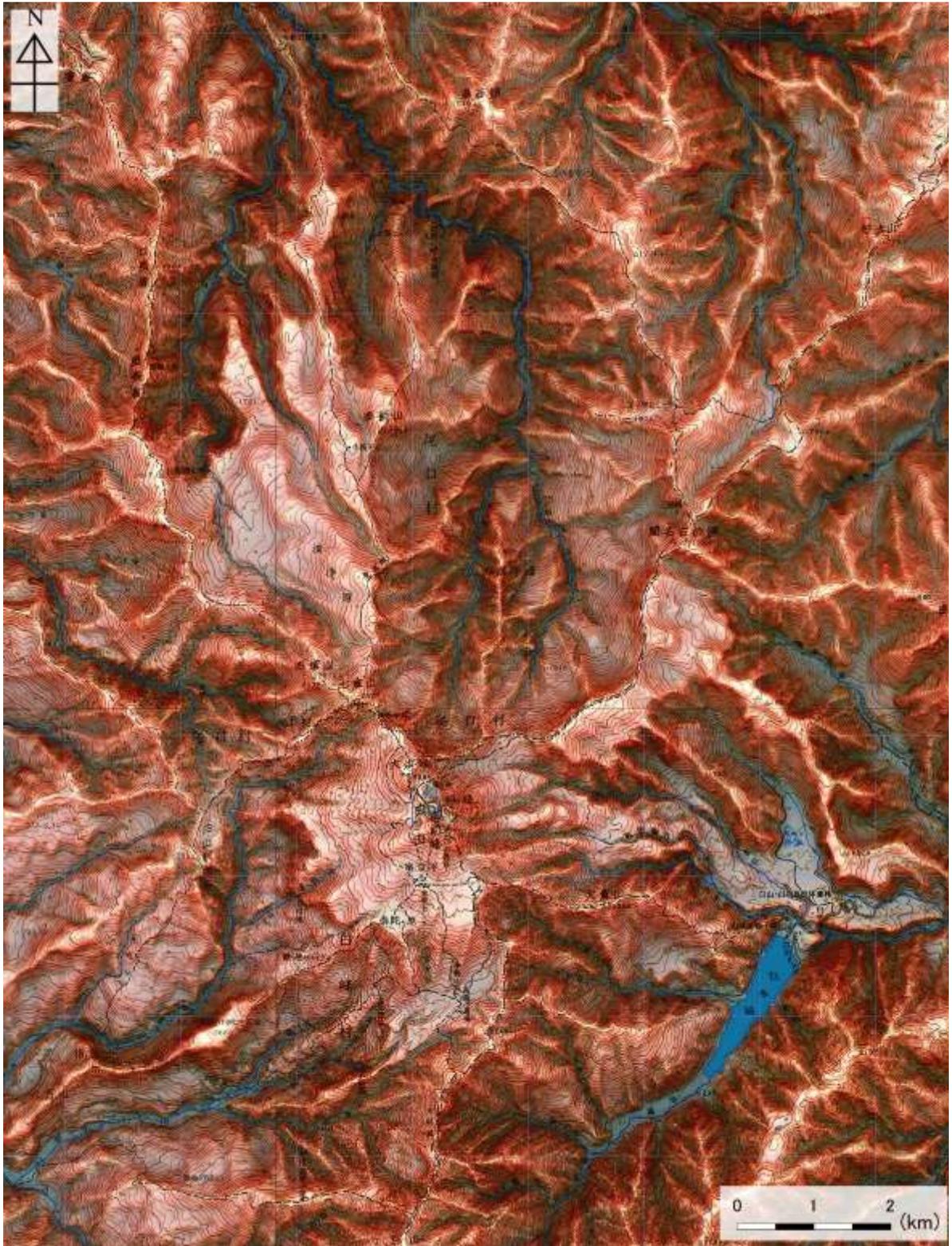


図4 白山の地形図.
国土地理院発行の5万分の1地形図(越前勝山、白山、白峰、白川村)及び
数値地図50mメッシュ(標高)日本活火山総覧(第4版)より引用

2-2. 白山の過去の噴火実績

(1) 白山（新白山火山）の活動史の概要

約5万年前に活動を開始した新白山火山は、現在の山頂部を活動の中心とする成層火山である。山体の東側は大白川谷へ急傾斜しており、約5,400~4,900年前、当時の山頂部が東に崩壊して、東へ開いた馬蹄形の凹地が形成された（山崎・他, 1987）。この崩壊から取り残された最高所が、現在の山頂である御前峰であると考えられている。その後、崩壊による馬蹄形凹地の中央からの新たな噴火により、約2,200年前、白水滝溶岩が流出するとともに、剣ヶ峰溶岩ドームが形成された（長岡・他, 1985；北原・他, 2000）。

その後の新白山火山の活動は、剣ヶ峰、御前峰、大汝峰の間を中心とする山頂火口で起こり、小火口での小規模な噴火が断続的に繰り返され、歴史時代に及んでいる。白山の歴史時代の噴火記録は10回程度あり、このうち1554年の噴火では翠ヶ池から小規模な火砕流が発生したと考えられている（Yamasaki et al., 1964）。1659年の噴火を最後に静穏な状態が続いている。

2005年、2014年12月、2017年11月、2020年6月や2021年9月などに山頂直下で群発的な地震活動（2005年に最大マグニチュード4.5）が発生した。その原因は明らかではないが、火山体直下での流体の移動や応力状態の変化が原因である可能性もあり、長期的には噴火の前兆である可能性もある（平松・和田, 2008）。

(2) 過去1万年間の噴火活動（日本活火山総覧（第4版）をもとに作成）

最近1万年間の活動は、火砕物降下を伴う噴火を主とし、溶岩流出や溶岩ドームを形成する噴火も起きている。5,400~4,900年前頃に山体崩壊が起き、山体の東側が消失した。2,200年前頃には崩壊した凹地の中で噴火が起こり、剣ヶ峰の溶岩ドームが形成され、白水滝（しらみずのたき）溶岩が流出した。その後、山頂部の翠（みどり）ヶ池などの小火口群が形成された。

表1 白山 過去1万年間の噴火活動（日本活火山総覧（第4版）より引用）

噴火年代	噴火場所	噴火様式	主な現象・マグマ噴出量
9.6←→9.5ka	新白山火山山頂部	?	火砕物降下（Hm-1）。
9.6←→8.5ka	新白山火山山頂部	?	火砕物降下（Hm-3）。
8.6←→8.5ka	新白山火山山頂部	マグマ噴火？	火砕物降下（弥陀ヶ原火山灰層（Hm-4））。
7ka	新白山火山山頂部	?	火砕物降下（Hm-5）。
6.1←→5.7ka	新白山火山山頂部	?	火砕物降下（Hm-7）。
6.1←→5ka	新白山火山山頂部	?	火砕物降下（Hm-8）。
5.4←→4.9ka	（新白山火山山頂部）	（山体崩壊）	岩屑なだれ（堆積物：0.13km ³ ）。
4.7←→4.4ka	新白山火山山頂部	?	火砕物降下（Hm-9）。
2.2ka	剣ヶ峰	マグマ噴火	溶岩流、火砕流、溶岩ドーム、火砕物降下（白水滝溶岩・剣ヶ峰溶岩ドーム・南竜火山灰層（Hm-10））。マグマ噴出量は0.1~1.0 DRE km ³ 。
2.2←→1.4ka	山頂小火口群	?	火砕物降下（Hm-11）。
2.2←→1.4ka	山頂小火口群	?	火砕物降下（Hm-12）。
1.6←→1.4ka	山頂小火口群	?	火砕物降下（Hm-13）。
1.2←→1ka	山頂小火口群	?	火砕物降下（Hm-14）。

※年代、噴火場所、噴火様式、噴火イベント等については、（独）産業技術総合研究所の活火山データベース（工藤・星住, 2006-）を参考に修正。なお、年代は暦年代で示す。表中の「ka」は「1,000年前」を意味し、西暦2,000年を0 kaとして示した。

A←→B：A年からB年までの間のどこかで起こった噴火イベント。

マグマ噴出量（DRE km³）について、マグマ噴火およびマグマ水蒸気噴火による総噴出物をマグマの容積に換算。

表2 白山 有史以降の火山活動（▲は噴火年を示す。日本活火山総覧（第4版）に追記）

噴火年代	現象	活動経過・被害状況等
▲1042(長久3)年	水蒸気噴火、 (泥流)	火砕物降下。噴石、室が埋まる。噴火場所は翠(みどり)ヶ池火口あるいは千蛇(せんじゃ)ヶ池火口。
1177(治承元)年	噴火?	5月11日。詳細不明。
1239(延応元)年	噴火?	詳細不明。
▲1547(天文16)年	噴火	6月～。火砕物降下。白川郷穀物不作。
1548(天文17)年	噴火?	詳細不明。
▲1554～56(天文23 ～弘治2)年	マグマ噴火	5月～。火砕物降下、小規模火砕流（噴火場所は翠ヶ池火口及び周辺火口群）。噴石、社堂破壊。手取川濁り、川魚が死ぬ。
▲1579(天正7)年	噴火	9月16日あるいは9月18日。火砕物降下。噴石、社堂破壊。
▲1659(万治2)年	噴火	4月21日、7月27日、8月6-8日。火砕物降下。
1935(昭和10)年	噴気	3月。千仞谷(せんじんだき；白山山頂の南西約2km)付近に噴気孔が出現し、数ヶ所から地鳴りを伴い吹き上がる(無風時で100m)。噴気活動はまもなく鎮まった。
2005(平成17)年	地震	2月、4月、8月、10月に山頂直下で群発的な地震活動。10月3日13時59分、気象庁マグニチュード4.5(京都大学によるとM4.2)。
2011(平成23)年	地震	3月。東北地方太平洋沖地震(2011年3月11日)以降、山頂直下での微小地震活動が活発化。
2014(平成26)年	地震	12月16日に山頂付近で一時的に地震増加。01時32分、気象庁マグニチュード3.4(石川県白山市、福井県大野市、岐阜県高山市で震度1を観測)
2017(平成29)年	地震	11月29日に山頂付近で一時的に地震増加。05時06分、気象庁マグニチュード2.8の地震が最大規模(石川県白山市で震度1を観測)
2020(令和2)年	地震	6月19日～20日にかけて、山頂付近北側で群発的な地震活動。最大規模の地震は6月19日05:08に発生した気象庁マグニチュード2.0。
2021(令和3)年	地震	9月21日、山頂付近で一時的に地震増加。最大規模の地震は9月21日06:03に発生した気象庁マグニチュード1.6。

※年代、噴火場所、噴火様式、噴火イベント等については、(独)産業技術総合研究所の活火山データベース(工藤・星住, 2006-)を参考に修正、文献の追記等を行った。

過去 1 万年間の活動のうち、主な 3 回の活動について以下に概要をまとめる。

●5,400～4,900 年前の山体崩壊

当時の山頂部の東側が崩壊して、東へ開いた馬蹄形の凹地が形成された。この崩壊から取り残された最高所が、現在の山頂である御前峰であると考えられている。崩壊物質は岩屑なだれとなって大白川谷に流下し、最大厚さ約 150m に堆積した。この岩屑なだれ堆積物の体積は 0.13km³ と推定される（守屋・他，2001）。この山体崩壊の直接の原因として、噴火・地震・豪雨が考えられるが、詳細は不明である。この頃発生した噴火（5,400～4,900 年前の火山灰層が泥炭層に残されている）や、四塚断層^{よつづか}に関係する地震の可能性がある（長岡，1989）。

●2,200 年前のマグマ噴火

2,200 年前に剣ヶ峰付近でマグマ噴火が発生した。この噴火により、白水滝溶岩と剣ヶ峰溶岩ドーム、南竜火山灰が噴出した。白水滝溶岩の流下距離は約 7 km で、噴火初期にはマグマの流動性が大きく、溶岩流として流下することができたが、時間が経つにつれマグマは流動性を失い、最後には盛り上がり剣ヶ峰を形成したと考えられる（守屋・東野，1992）。白水滝溶岩（5 枚以上の溶岩からなる）の間に火砕流堆積物が存在することが北原・他（2000）、酒寄・他（2002）によって確認されている。また、山頂の東方約 5 km の地点で、白水滝溶岩直下の火砕流堆積物の存在が酒寄（2014）により報告されている。

●1554～56 年のマグマ噴火

1554 年に翠ヶ池火口及び周辺火口でマグマ噴火が発生し、小規模な火砕流（最大到達距離 1 km 程度）が発生した。その堆積物は翠ヶ池の西側斜面と東側の小白水谷に分布しており、径数 m の本質岩塊が散在する。この噴火で翠ヶ池南ドームという溶岩ドームが形成された可能性がある（田島・他，2005）が、この溶岩ドームと火砕流との関係について詳細は不明である。Yamasaki *et al.*（1964）は、1554 年 10 月に手取川に火山灰が流れ込んだことから、山頂付近で火砕流が発生したと推定した。

2-3. 火山活動の特徴

白山の過去の噴火様式は、不明のところが多いが、過去1万年間の噴火活動のなかで水蒸気噴火、マグマ噴火が発生している。過去(2,200年前、1554~1556年)のマグマ噴火から分かるようにマグマ噴火が発生した場合は溶岩流や溶岩ドーム、火砕流の発生を伴う可能性がある。また、土石流(泥流を含む)も発生している。

過去1万年間の噴火場所はいずれも山頂火口部(御前峰~大汝峰付近)である。なお、山頂北東に位置するうぐいす平火山は側火山であるが、その活動期は前述のように1万年以前の古い時代と推定されることから、今回の噴火シナリオでは考慮しない。

以上から、噴火様式を水蒸気噴火とマグマ噴火の2つに大きく区分し、それぞれの噴火に伴って発生する火山現象を表3のとおり整理する。なお、水蒸気噴火の噴出物総量については、白山での実例が不明なため、他の火山での実例に基づいたものとし、御嶽山2014年噴火で火砕流が発生したことを踏まえ、水蒸気噴火による火砕流等も想定する。

表3 白山の噴火のまとめ

噴火様式	噴出物総量	噴火場所	噴火に伴う現象
水蒸気噴火	(数万~数百万 m ³) 記録がないため他火山を参照	山頂部	噴石、火砕流*、融雪型火山泥流、降灰、泥流、空振
マグマ噴火	数十万~数十億 m ³	山頂部	噴石、火砕流*、融雪型火山泥流、溶岩ドーム、溶岩流、降灰、泥流、空振

※ 噴出物堆積後に、降雨によって土石流が発生する可能性がある。

(*火砕サージ含む)

2-4. 噴出物の到達距離、分布範囲

① 大きな噴石の到達距離

過去の噴火による大きな噴石(風の影響を受けず弾道を描いて飛散する噴石)の飛散距離は不明である。

② 火砕流の到達距離

過去1万年間で分布が明示された火砕流は、Yamasaki *et al.* (1964) が示したものが唯一であり、それは約1 km 流下している。この他、北原・他(2000)、酒寄・他(2002)によって、到達範囲は不明であるが、山頂周辺火口から東側に火砕流が流下したことが確認されており、さらに、酒寄(2014)、田島・東野(2015)や東野・田島(2016)によると、山頂の東方約5 km の地点で火砕流堆積物が確認されている。

③ 溶岩流の到達距離

過去1万年間で唯一分布が明らかになっている白水滝溶岩(2,200年前)は山頂周辺火口から約7 km 流下している。

④ 土石流の到達距離

過去の噴火による土石流（泥流を含む）の到達距離は不明である。

2-5. 白山周辺の居住地域と、シナリオの整理に向けた噴火の区分

白山周辺の居住地域の位置を図5に示す。想定火口域に最も近い居住地域は想定火口域から約11kmである。

噴火をその影響範囲によって表4のように区分した。

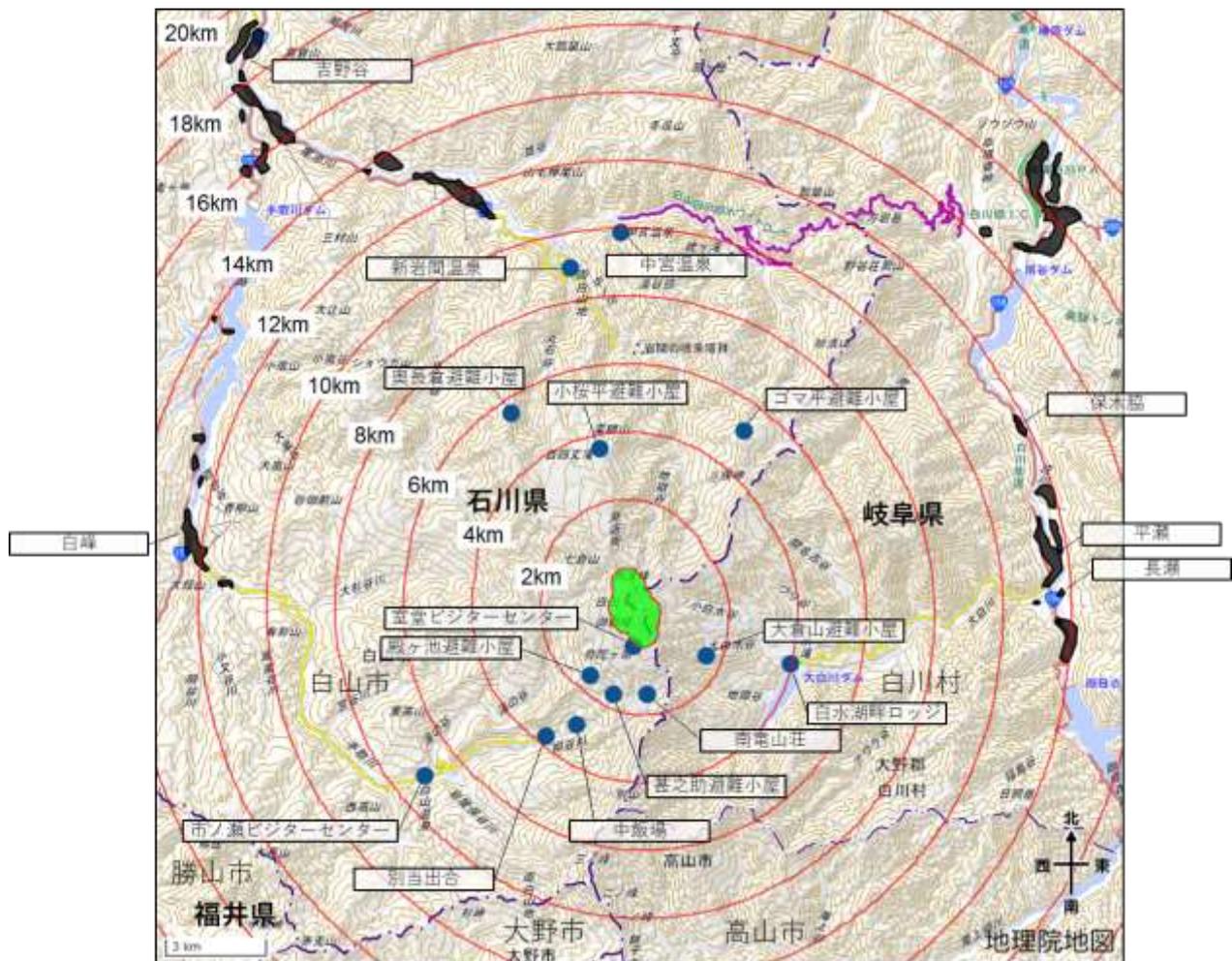


図5 想定火口域からの距離と居住地域

想定火口域及び想定火口域からの同心円は、金沢河川国道事務所（平成25年度）をもとに白山火山防災協議会において設定
緑塗り：想定火口域 黒塗り：居住地域 紫線：市町村境界線

表4 影響範囲による噴火の区分

噴火区分	警戒が必要な範囲 (影響範囲)の目安 (想定火口域からの距離、地域・家屋・施設等)	目安となる主な 建物・場所の名称等	主な噴出物等の種類
小規模	概ね2kmの範囲 (山頂周辺)	室堂ビジターセンター、 南竜山荘	大きな噴石、火砕流*
中規模	概ね4kmの範囲	大白川ダム、白水湖畔ロッジ、 別当出合登山センター	大きな噴石、火砕流*
	概ね8kmの範囲 (範囲内に居住地域なし)	市ノ瀬ビジターセンター	火砕流*、溶岩流
	積雪期 概ね13kmの谷筋の範囲 (一部流域では概ね19km までの河川内)	白山市白峰地区・吉野谷地区の一部※ (※非居住地域)、白川村平瀬・長瀬(稗田を除く)・保木脇地区	融雪型火山泥流

(*火砕サージを含む)

3. 噴火シナリオの作成

3-1. 検討対象とする噴火の想定

この噴火シナリオは、次の白山の噴火ではどのような噴火がありうるのかのイメージを掴むと同時に、住民避難や道路規制等の防災対策に役立てることを目的としている。

今回の噴火シナリオでは、新白山火山の過去1万年間の活動を参考として噴火シナリオを作成する。1万年より前の新白山火山の活動(うぐいす平火山の活動を含む)や、古白山火山及び加賀室火山の活動は考慮しない。

想定噴火として、水蒸気噴火のみで終了する場合と、マグマ噴火に至る活動の2通りを考える。

なお、1554~1556年噴火の火砕流は爆発的噴火に伴って発生したと考えられている(Yamasaki *et al.*, 1964)。剣ヶ峰のように急斜面に溶岩ドームが形成された実績もあり、雲仙岳1990-1995年噴火のような溶岩ドーム崩落型の火砕流が発生する可能性も考えられることから考慮に入れる。

山体崩壊(白山では約5,400-4,900年前に発生)及びそれによって発生した岩屑なだれについては、発生予測が極めて困難であるため、本噴火シナリオでは考慮しない。

以上で見た過去1万年間の白山の噴火様式を参考に、以下の2パターンの噴火シナリオを想定する。

- ・ケース1：水蒸気噴火
 - ・ケース2：マグマ噴火(爆発的なものを含む)
- 2,200年前噴火、1554~1556年噴火 溶岩流、溶岩ドーム、火砕流

3-2. 想定される噴火場所(想定火口域)

白山の過去1万年間の噴火発生場所はいずれも山頂周辺であることから、本噴火シナリオでは山頂周辺(御前峰~大汝峰付近)での噴火のみを想定する。

なお、想定火口域は、過去1万年以内に噴火した溶岩ドーム及び凹地を対象として、火口間平均距離(450m)の範囲を想定火口域に設定した。(図6を参照)

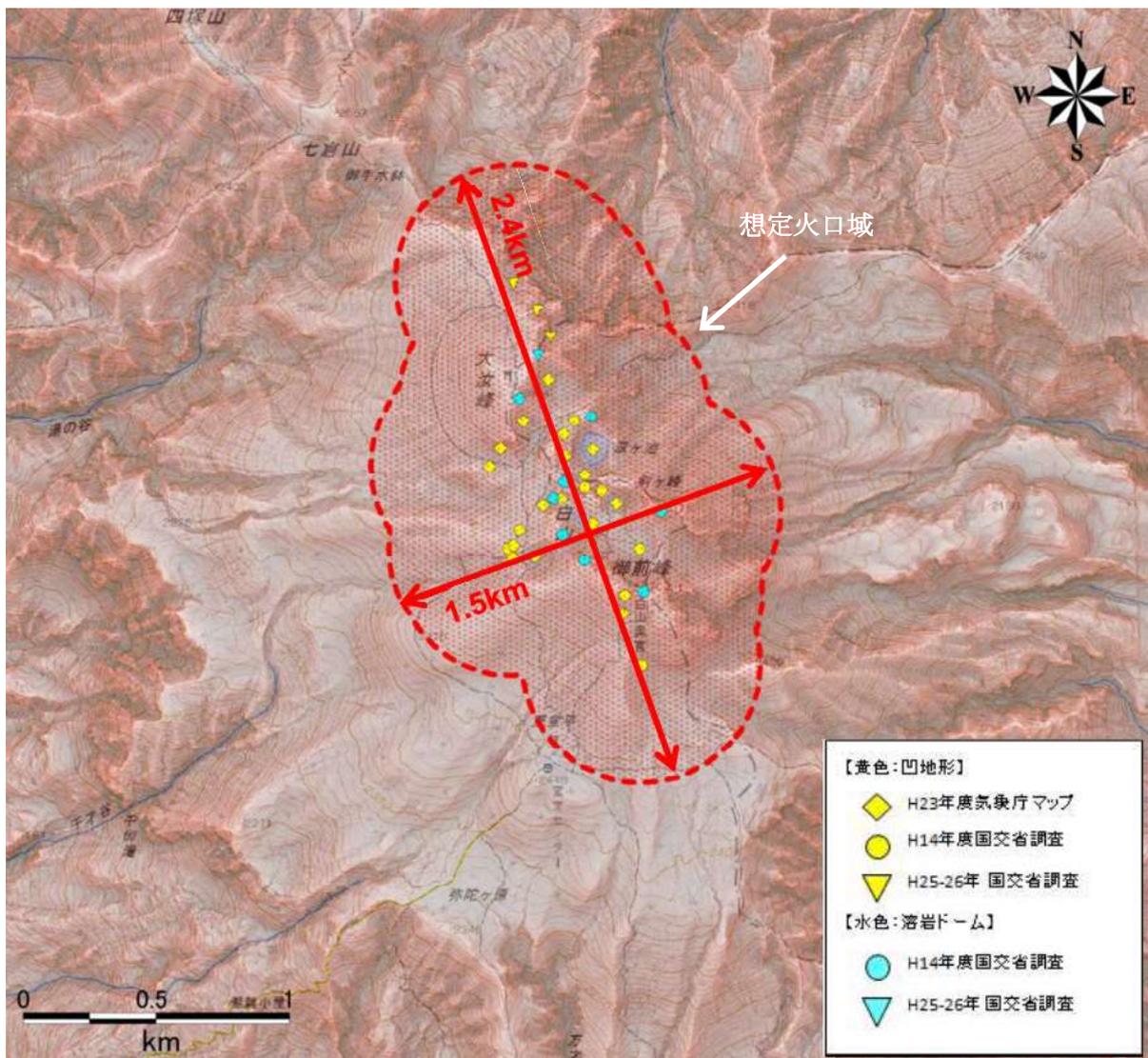


図6 想定火口域図

過去1万年に噴火した溶岩ドーム及び形状から認められたものを含めた火口群について、それらから火口間平均距離450mの範囲を想定火口域とした（金沢河川国道事務所(平成25年度)をもとに白山火山防災協議会において設定）。

3-3. 各ケースで想定される警戒が必要な範囲

■ケース1（水蒸気噴火）

水蒸気噴火における警戒が必要な範囲は、上空の風の影響を受けず弾道を描いて飛散する「大きな噴石」の到達距離とし、他の火山を参考に想定火口域から概ね2 km までとする。

また、「火砕流*」に関しては、最新の知見により、御嶽山 2014 年噴火（水蒸気噴火）と同規模の火砕流による影響範囲をもとに、想定火口域から概ね2 km まで（山頂東方の地獄谷方向では火砕流*は想定火口域から最大で3.3km）とする（図8）。（*火砕サージを含む。ケース2でも同様）

■ケース2（マグマ噴火）

マグマ噴火における警戒が必要な範囲の設定は、大きな噴石、火砕流、溶岩流及び融雪型火山泥流の火山現象によるものとする。

- ・「大きな噴石」については、他の火山での例を参考にして、爆発力の強いマグマ噴火を考慮し、想定火口域から概ね4 km までとする。
- ・「火砕流*」については、今回の想定では過去1万年間で唯一分布が明らかになっている1554年火砕流の実績（山頂付近の火口から1 km まで到達）だけでなく、新しい知見（酒寄, 2014、田島・東野, 2015 など）で火口から東側に溶岩流とともに火砕流堆積物も認められることから、東側以外の方角に対しても同程度の量の火砕流（500 万 m^3 ）が流下することを想定する。白山火山噴火緊急減災対策砂防計画（令和3年3月）によるシミュレーション結果（図9）を参考にして、想定火口域から概ね8 km までとする。500 万 m^3 の想定に関しては、最新の知見において、山頂東方約5 km の地点で確認された火砕流堆積物からその噴出量は数百万 m^3 と推定されたこと、「火山防災マップ作成指針」では規模の大きな火砕流は500 万 m^3 で試行するとよいとの記述があることを踏まえて追加されたものであり、本シナリオでも想定として用いる。
- ・「溶岩流」については、過去の実績（2,200 年前噴火）に基づき、想定火口域から概ね7 km までとする。溶岩流は比較的ゆっくり流下するため、確認してからでも避難できる。
- ・積雪期に噴火に伴って発生した火砕流の熱で火口付近の積雪が融解することによる「融雪型火山泥流」の流下を想定する。積雪量は山頂における推定最大積雪深6 mとして、火砕流（500 万 m^3 ）が発生した場合を想定する。白山火山噴火緊急減災対策砂防計画（令和3年3月）によるシミュレーション結果（図9）を参考にして、想定火口域から概ね13km までの谷筋（一部流域では概ね19km までの河川内）の白山市白峰地区・吉野谷地区の一部※（※非居住地域）と白川村平瀬・長瀬（稗田を除く）・保木脇地区までとする。

※白山火山噴火緊急減災対策砂防計画（令和3年3月）では、火砕流については、平成27年に作成した噴火シナリオにおいて整理した「50 万 m^3 」の場合のシミュレーションも行われた。火砕流50 万 m^3 の火砕流（火砕サージを含む）及び融雪型火山泥流に関する影響範囲については、参考資料1の図10に参考掲載する。

※上記の警戒が必要な現象のほか、「降灰」に関しては、水蒸気噴火で100 万 m^3 （御嶽山2014年噴火程度）、マグマ噴火で1000 万 m^3 （約2,200年前の噴火による南竜火山灰）[いずれも見かけ体積]を想定した白山火山噴火緊急減災対策砂防計画（令和3年3月）によるシミュレーション結果を示す（図8及び図9）。なお、このシミュレーション結果は、過去の高層気象データを

表5 噴火シナリオ作成のための噴火の想定のおまとめ

噴火場所	噴火様式	噴火に伴う現象 ※1	警戒が必要な範囲※2
山頂付近	水蒸気 噴火	大きな噴石、火砕流*、融雪型 火山泥流（積雪期）※3、小さな 噴石・降灰、泥流、空振	想定火口域から概ね2 km の範囲※4 （大きな噴石、火砕流*）
	マグマ 噴火	大きな噴石、火砕流*、融雪型 火山泥流（積雪期）、溶岩流、 溶岩ドーム、小さな噴石・降 灰、泥流、空振	想定火口域から概ね4 km の範囲（大 きな噴石、火砕流*）
			想定火口域から概ね8 km の範囲（火 砕流*、溶岩流）
			【積雪期】 想定火口域から概ね13kmの谷筋の 範囲（一部流域では概ね19kmまで の河川内）（融雪型火山泥流） 居住地域：白山市白峰地区・吉野谷 地区の一部※（※非居住地域）、白川 村平瀬・長瀬（稗田を除く）・保木脇 地区

- ※1 上記の他、噴出物堆積後に、降雨によって土石流が発生する可能性がある。（*火砕サージ含む）
降灰については、上空の風に左右され影響が広範囲に及ぶことから、風の影響を考慮した防災対策を考える必要がある。気象庁の降灰予報の活用が可能である。
- ※2 警戒が必要な範囲については、想定火口縁から噴火したことを想定して想定火口域からの距離を示している。
- ※3 水蒸気噴火による融雪型火山泥流は、発生してもごく小規模で保全対象への影響はないとされており（白山火山噴火緊急減災砂防計画、令和3年3月）、発生しても想定火口域から概ね2 kmの範囲内と想定する。
- ※4 水蒸気噴火に伴う火砕流*は、山頂東方の地獄谷方向では想定火口域から最大で3.3kmまで警戒が必要となるため、これら火砕流*の影響範囲を含む。

もとに噴煙高度に対する風速が最大となるケースの火山灰の到達範囲を計算し、その計算結果から風向を360°変化させたときの到達範囲を降灰厚ごとに同心円状に表示したものであり、実際の降灰範囲は、噴出物量のほか風向・風速の影響を受ける（基本的に風下側で降灰する）ことに留意が必要である。

3-4. 各ケースで想定される火山活動推移の時系列の整理

噴火の想定に基づいて、火山活動の推移を時系列で整理した。活動推移を推移表（表6）及びフロー図（図7）に示す。

なお、推移表は、代表的な事例に基づき作成したものであるが、単純に事実として判明している事項を時系列に並べるのではなく、

- ・その事実がどのような火山現象あるいはマグマ活動に基づくものか
- ・発生する現象が現在の観測網ではどのようなデータとして観測されるか

といった火山学的な解釈や推定を含むものとする。

3-5. 留意事項

本噴火シナリオについては、今後、本火山に対する研究の進展等を踏まえ適宜更新されるものとし、噴火シナリオの活用に当たっては、このことに十分に留意することとする。

なお、山体崩壊については、今後の研究の進展により検討することとする。

参考文献

産業技術総合研究所 活火山データベース <http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db099/>

Hasebe, N., Nakano, Y., Miyamoto, H., Higashino, T., Tamura, A., Arai, S., and Kim, J. Y. (2016) A multi-geochronological study of the Hakusan volcano, central Japan. *Island Arc*, **25**, 111-125.

東野外志男 (2008) 白山火山. 北陸技術フォーラム ‘8 論文集, 3-12.

東野外志男・長尾敬介・板谷徹丸・坂田章吉・山崎正男 (1984) 白山火山及び大日ヶ岳火山の K-Ar 年代. 石川県白山自然保護センター研究報告, **10**, 23-29.

東野外志男・田島靖久 (2016) 小白水谷下流で発見された白山火山起源の降下スコリア堆積物. 石川県白山自然保護センター研究報告, **42**, 51-57.

平松良浩・和田博夫 (2008) 白山の火山活動と 2005 年群発地震. 月刊地球, Vol.30, No.9, 423-430.

気象庁 (2013) 日本活火山総覧 (第 4 版).

平成 25 年度 白山火山噴火に起因した土砂災害予想区域検討業務 (金沢河川国道事務所)

金沢河川国道事務所・神通川水系砂防事務所・石川県砂防課・岐阜県砂防課 (2021) 白山火山噴火緊急減災砂防計画.

北原哲郎・堀伸三郎・小川義厚・前川秀和・石田孝司 (2000) 新白山火山の層序区分一年代測定結果による検討. 日本火山学会 2000 年秋季大会予稿集, 153.

粕野義男 (2001) 石川県地質誌・補遺. 石川県, 194pp.

守屋以智雄・東野外志男 (1992) 白山一噴火と浸食. 白山一自然と文化 総合研究一, 白山総合学術書編集委員会, 42-70.

守屋以智雄・酒寄淳史・東野外志男 (2001) 白山火山の岩屑なだれ堆積物. 日本地質学会第 108 回学術大会見学旅行案内書, 1-15.

長岡正利 (1989) 白山. 空から見る日本の火山, 丸善, 127-130.

長岡正利・岩田次男・東野外志男・山崎正男 (1985) 加賀室火山一白山火山にさきだつ火山一. 石川県白山自然保護センター研究報告, **12**, 1-7.

長岡正利・清水 智・山崎正男 (1985) 白山火山の地質と形成史. 石川県白山自然保護センター研究報告, **12**, 9-24.

酒寄淳史 (2014) 白山火山東麓に分布する 2200 年前の火砕堆積物の特徴と生成機構. 日本火山学会 2014 年大会講演予稿集, 40.

酒寄淳史 (2020) 白山火山列における火山活動の変遷. 金沢大学人間社会研究域学校教育系紀要, **12**, 15-23.

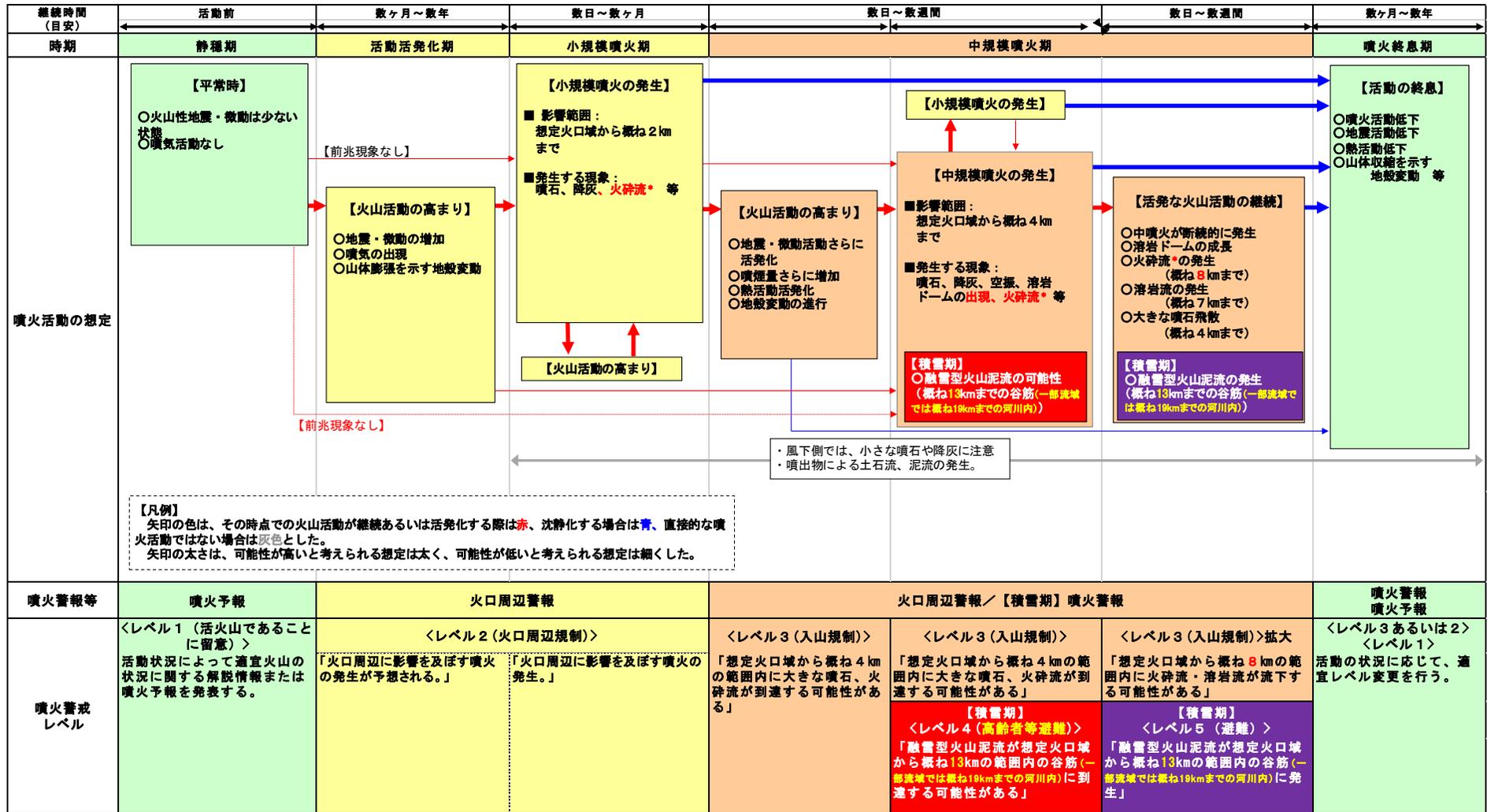
酒寄淳史・東野外志男・梅田浩司・棚瀬充史・林 信太郎 (1999) 古白山火山の溶岩の K-Ar 年

- 代. 石川県白山自然保護センター研究報告, **26**, 7-11.
- 酒寄淳史・山田磨未・小林 力・小林宏光 (2002) 新白山火山, 剣ヶ峰および白水滝溶岩における岩石学的多様性. 金沢大学教育学部紀要 (自然科学編), **51**, 1-10.
- 清水 智・山崎正男・板屋徹丸 (1988) 両白-飛騨地域に分布する鮮新-更新世火山岩の K-Ar 年代. 岡山理科大学蒜山研究所研究報告, **14**, 1-36.
- 田島靖久・東野外志男 (2015) 白山火山における歴史時代に発生した火砕流. 日本火山学会 2015 年大会講演予稿集, 116.
- 田島靖久・井上公夫・守屋以智雄・長井大輔 (2005) 白山火山の最近 1 万年間の噴火活動史. 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, G017-P002.
- Yamasaki, M., Nakanishi, N. and Kaseno, Y. (1964) Nuee ardente deposit of Hakusan volcano. Sci. Rept. Kanazawa Univ., **9**, 189-201.
- 山崎正男・富樫茂子・守屋以智雄・清水 智 (1987) 白山火山大白川岩屑流堆積物中の木片の ^{14}C 年代. 火山, **32**, 123-124.

表6 火山活動の推移表

時間経過	想定される火山現象	火山監視体制で捉えられる観測データ	噴火警戒レベル
活動前	■マグマの動きなし	○火山性地震・微動は少ない状態 ○噴気活動はなし	レベル1 (活火山であることに留意) 火山活動は静穏。
数ヶ月～数年	■山体深部へのマグマ貫入	○山体のわずかな膨張を示す地殻変動 ○山体深部でA型地震増加	
数ヶ月～数年	■マグマから分離した高温ガスの上昇により山体浅部で地震活動・熱活動の高まり	○山体浅部での火山性地震・微動増加 ○噴気の出現 ○山体膨張を示す顕著な地殻変動	レベル2 (火口周辺規制) 想定火口域から概ね2kmの範囲内に大きな噴石、火砕流*が到達する可能性あり
数日～数ヶ月	■小規模噴火の発生 ・水蒸気噴火 ・想定火口域から2km以内に大きな噴石飛散 ・水蒸気噴火に伴う火砕流*、融雪型火山泥流(積雪期) ・風下側では降灰 (*火砕サージ含む。以下同様)	○高さ数百～1000m程度の噴煙 ○噴火に伴う地震、微動、空振 ○山体膨張を示す地殻変動の進行	
数日～数週間	■中規模噴火の発生 ・マグマ噴火 ・爆発的噴火に伴う火砕流*、融雪型火山泥流(積雪期) ・想定火口域から4km以内に大きな噴石飛散 ・溶岩ドームの出現とそれに伴う火砕流*、融雪型火山泥流(積雪期) ・風下側では降灰	○高さ数千mの噴煙 ○噴火に伴う地震、微動、空振 ○活発な地震・微動活動 ○山体膨張のさらなる進行	レベル3 (入山規制) 想定火口域から概ね4kmの範囲内に大きな噴石、火砕流*が到達する可能性あり
数日～数週間	■中～小規模噴火を繰り返す ・マグマ噴火 ・爆発的噴火に伴う火砕流*、融雪型火山泥流(積雪期) ・想定火口域から4km以内に大きな噴石飛散 ・風下側では山頂から数km以上まで小さな噴石(火山れき)が降下し、さらに広い範囲で降灰 ・有感地震の発生 ・溶岩流出あるいは溶岩ドームの成長及びそれらに伴う火砕流* ・積雪期に火砕流が発生した場合は融雪型火山泥流の流下	○高さ数千mの噴煙 ○噴火に伴う地震、微動、空振 ○活発な地震・微動活動継続	
数週間～数ヶ月	■噴火活動は次第におさまる ・小噴火が散発的に発生 ・地震、微動活動、熱活動の低下	○火山性地震・微動の減少 ○噴煙量の減少 ○山体の収縮	レベル3 (入山規制) →レベル1 (活火山であることに留意) 状況に応じて段階的にレベル下げ
数ヶ月～数年	■土石流発生	○大雨の度に発生	

※ 火山活動の経過は必ずしも表のとおりには限らず、レベルの数値が順番を超えて(例えばレベル1から3に)上がる場合もあり得ることに留意する必要がある。



- ・ここでいう噴石とは、風の影響を受けない弾道を描いて飛散する大きさのものとする。
- ・これは一つの想定であり、必ずしも起こり得る全ての現象やその推移を網羅したものではない。
- ・気象的な要因に影響されるものの、降雨時には噴火による堆積物が雨と混合して土石流・泥流が発生する恐れがある。

（*火砕サージを含む）

図7 白山火山活動フロー

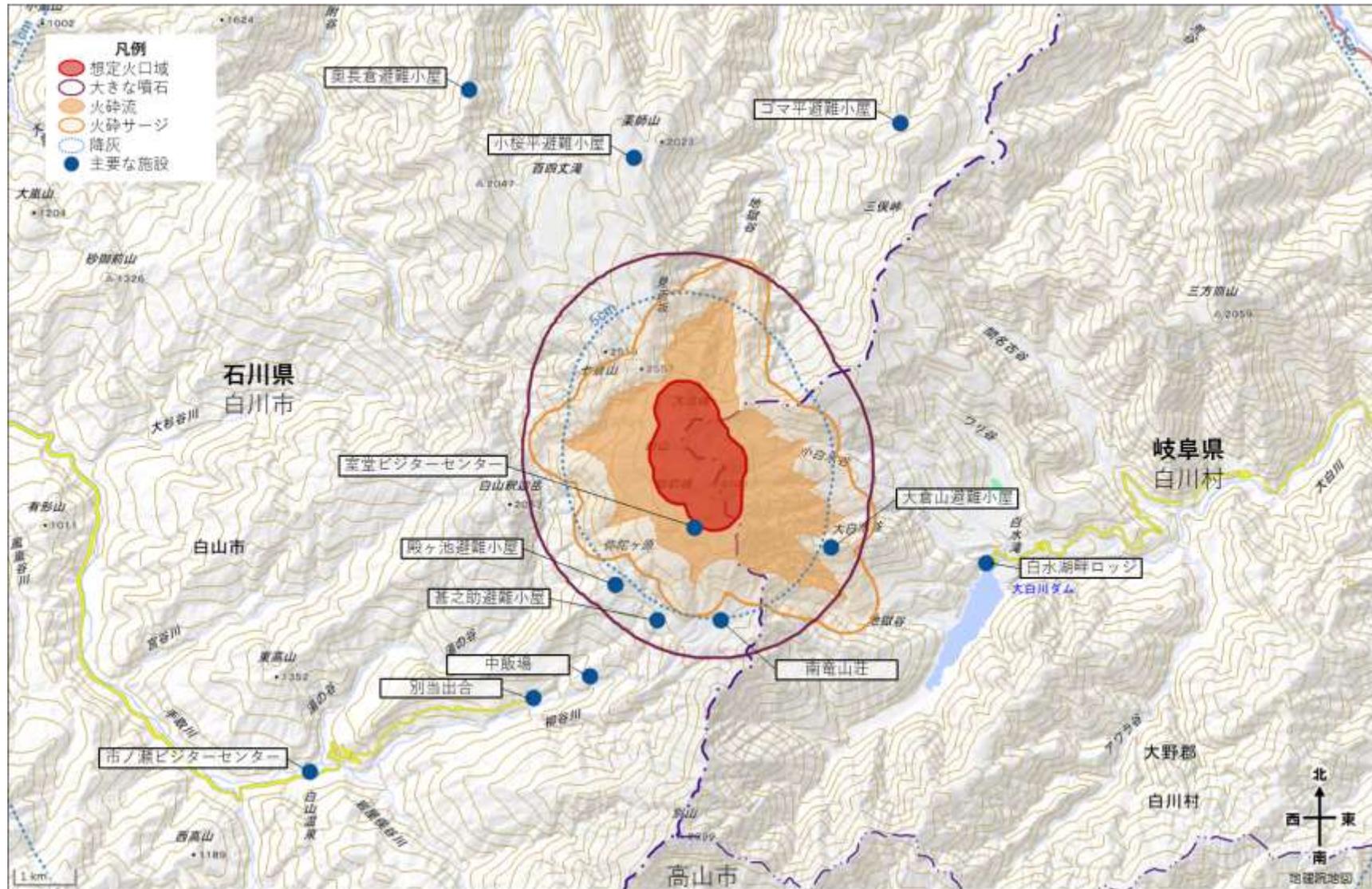


図8 白山 水蒸気噴火による影響範囲（白山火山噴火緊急減災対策砂防計画（令和3年3月）より）

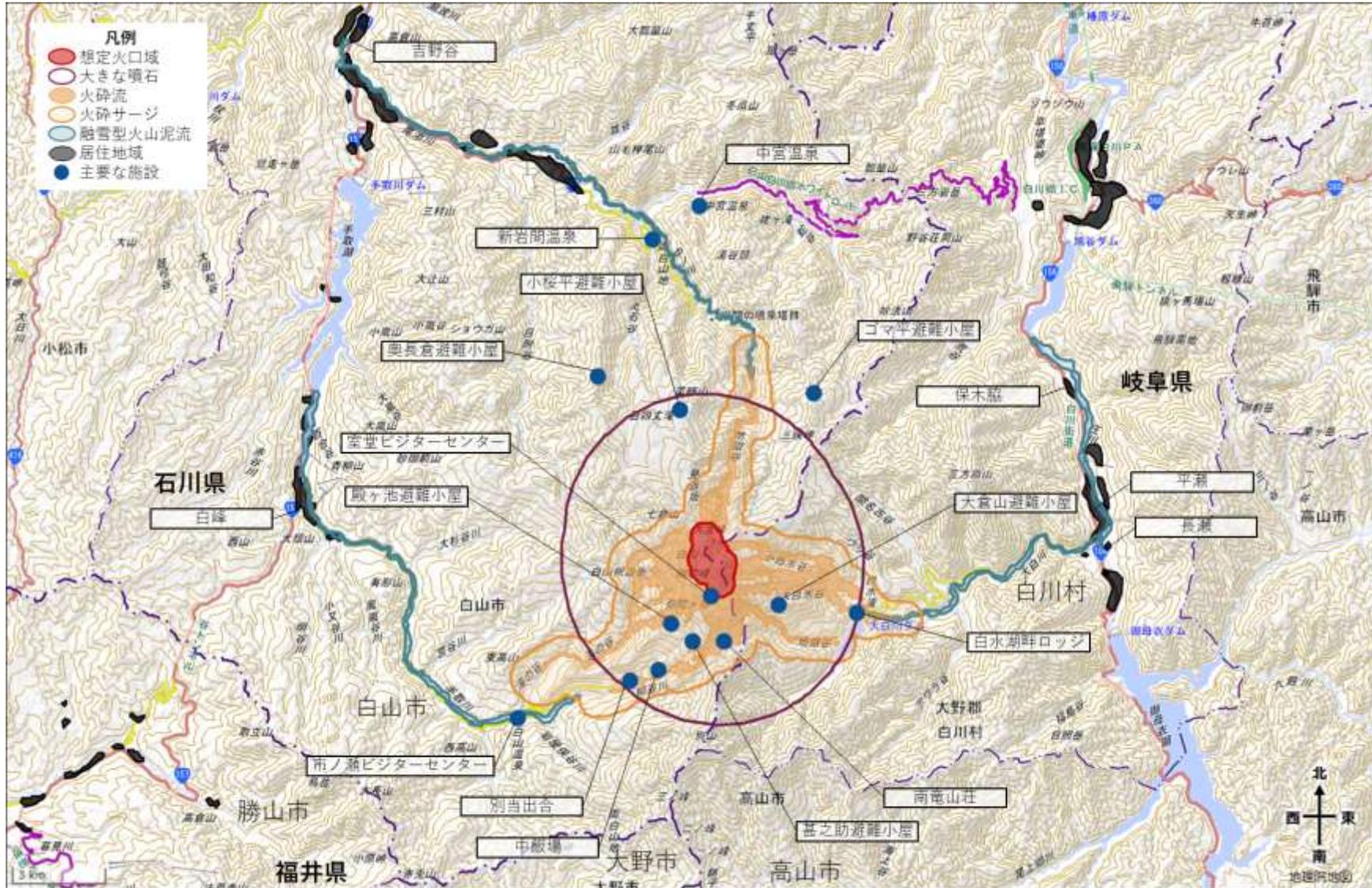


図10 白山 マグマ噴火による影響範囲②（参考；白山火山噴火緊急減災対策砂防計画（令和3年3月）より）
 火砕流規模を50万 m^3 とし、融雪型火山泥流に関して山頂付近の積雪深を6mと想定
 注）1回の噴火で全ての方向に火砕流、火砕サージ、融雪型火山泥流が流下するわけではない。

用語集

・水蒸気噴火

火山の地下にある水が加熱され、または減圧により、急激に水蒸気となって膨張することを駆動力とする噴火のこと。

・マグマ噴火

マグマが放出される噴火のこと。噴火様式はマグマの性質によってストロンボリ式噴火、ブルカノ式噴火、プリニー式噴火がある。

・火山性地震

火山体またはその周辺で発生する地震のこと。マグマの動きや熱水の活動等に関連して発生するものや、噴火に伴うものもある。火山によっては火山活動が活発化すると多く発生する傾向がある。

・A型地震

火山性地震のうち、P波、S波の相が明瞭で、比較的周期が短い地震、火山以外で一般的に起こる地震と同様、地殻の破壊によって発生していると考えられ、火山活動に直接関係する発生原因の例としては、マグマの貫入に伴う火道周辺での岩石破壊が知られている。

A型地震：P,S相が明瞭で卓越周波数は10Hz前後と高周波の地震



・低周波地震

低周波成分が卓越し、相対的に高周波成分が乏しい地震のこと。

P波、S波の相が不明瞭なため震源を求められるのは少数である。火山の周辺で発生する低周波地震としては、火口周辺の比較的浅い場所で発生するものと、火山体等の深い部分で発生するものがある。プレート境界付近でも低周波地震が発生することが知られている。

BL型地震：P,S相が不明瞭で卓越周波数が約3Hz以下の地震



・火山性微動

火山体またはその周辺で発生する火山性地震よりも継続時間の長いもの。

震動の始まりと終わりがはっきりしない。

地下のマグマや火山ガス、熱水などの流体の移動や振動が原因と考えられるものや、微小な地震が続けて発生したことによると考えられるものがある。火山活動が活発化した時や火山が噴火した際に多く観測される。

振動には振幅や周波数が比較的一定のもの、変化の大きいものがあり、継続時間も極めて短いものから、常時発生しているもの（連続微動）までである。

- ・噴石

噴火に伴って、火口から吹き飛ばされる噴出物で、時には、火口から数 **km** 程度まで飛散することがある。噴石の大きさにより、風の影響の程度が違い飛散範囲が大きく異なることから気象庁では「大きな噴石（概ね **20～30cm** 以上の、風の影響をほとんど受けずに弾道を描いて飛散する噴石のこと）」と「小さな噴石（直径数 **cm** 程度の、風の影響を受けて遠方まで流されて降る噴石のこと）」に区別している。

- ・火山碎屑物（火砕物）

火山から噴出された破片状の固体（火山灰や噴石）のことで、流体の溶岩と区別して火山碎屑物（略して火砕物）という。

- ・火砕流

噴火により放出された破片状の固体物質と火山ガス等が混合状態で、地表に沿って流れる現象のこと。火砕流の速度は時速百 **km** 以上、温度は数百℃以上に達することもあり、破壊力が大きく、重要な災害要因となりえる。

- ・火砕サージ

火砕流の一種で、火山ガスを主体とする希薄な流れのこと。流動性が高く、高速で流れ、尾根を乗り越えて流れることがある。

- ・融雪型火山泥流

火山活動によって火山を覆う雪や氷が融かされることで発生する火山泥流のこと。流速は時速数十 **km** に達することがあり、谷筋や沢沿いを遠方まで流下することがある。