

第2章 火山現象と監視体制

1. 日光白根山の想定される火山現象（噴火シナリオ）

噴火シナリオは、次の日光白根山の噴火ではどのような噴火が発生す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、約2万年前から活動を開始した日光白根山の主に過去1万年間の活動を参考として噴火シナリオを作成した。

○過去1万年間の日光白根山の噴火様式を参考に、以下の2パターンを想定

・ケース1（水蒸気噴火）：小規模噴火（大きな噴石）

・ケース2（マグマ噴火）：中規模噴火

（大きな噴石、溶岩流、溶岩ドーム、火砕流）

*火砕流については、過去の噴火でまれにしか発生していない（佐々木，1994）が、雲仙岳1990-1995年噴火のような溶岩ドーム崩落型の火砕流発生の可能性もあると思われることから考慮に入れる。

（1）想定される噴火場所

日光白根山の過去1万年間の噴火発生場所はいずれも山頂周辺（白根山山頂・座禅山・血の池地獄付近）であるが、本噴火シナリオでは、近年の噴火履歴から現在の溶岩ドームである白根山山頂部（山頂から半径500m）での噴火を想定する。（下図を参照）



日光白根山想定火口図：赤実線が想定火口（山頂から半径500m以内）

（2）想定される噴火現象

ケース1（水蒸気噴火）：噴石、降灰、空振、土石流・泥流

ケース 2 (マグマ噴火) : 噴石、火砕流、融雪型火山泥流 (積雪期)、溶岩流、溶岩ドーム、降灰、空振、土石流・泥流

(3) 各ケースで想定される影響範囲

○ケース 1 (水蒸気噴火) : 噴石の影響範囲は想定火口から概ね半径 1.5km まで

- ・過去の噴火での観測事例はないため、他の火山での例を参考とした。
- ・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によるものとする。

○ケース 2 (マグマ噴火)

主たる火山現象は、大きな噴石、溶岩流、火砕流及び融雪型火山泥流 (積雪期のみ) とする。

- ・大きな噴石 : 想定火口から概ね半径 3.0km まで
- ・溶岩流 : 想定火口から 6.0km まで

- ・大きな噴石の影響範囲は、他の火山での例を参考とした。
- ・溶岩流の影響範囲は、過去の実績に基づき想定した。流下方向については、山頂付近の地形及び過去の実績から、北～北西方向に流れやすいと考えられるが、今後検討を要する。
- ・火砕流、融雪型火山泥流は、過去に実績はないが、発生することが想定されることから、今後検討する。

2. 日光白根山火山噴火ハザードマップ

日光白根山の噴火警戒レベル 3 における火山活動に伴って発生する現象の影響範囲を示した「日光白根山火山噴火ハザードマップ」を作成した (P10～P12 のとおり)。

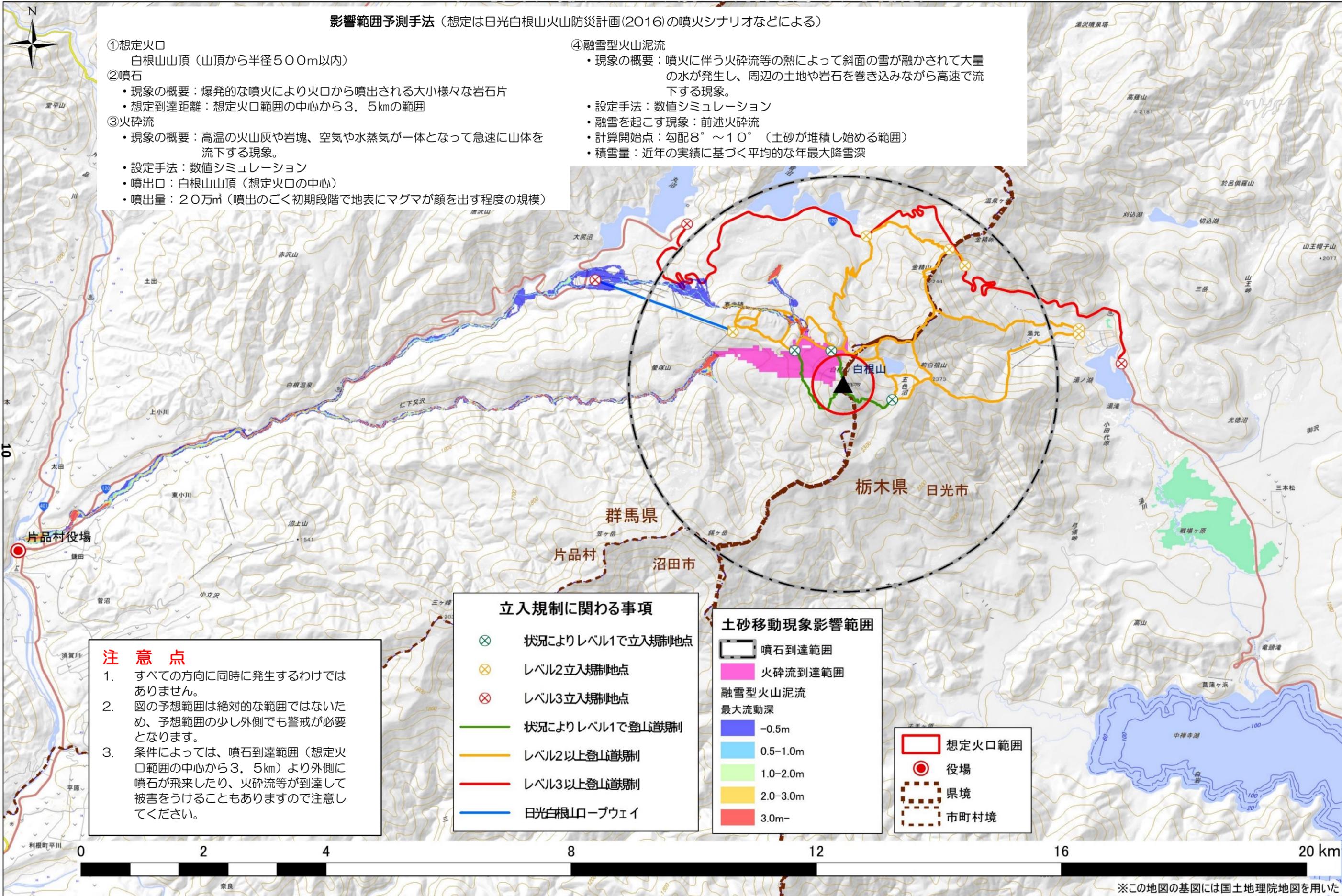
なお、影響範囲予測手法は、各ハザードマップに記載のとおり。

2. 日光白根山火山噴火ハザードマップ(噴石・火砕流・融雪型火山泥流)

影響範囲予測手法 (想定は日光白根山火山防災計画(2016)の噴火シナリオなどによる)

- ①想定火口
白根山山頂 (山頂から半径500m以内)
- ②噴石
 - ・現象の概要: 爆発的な噴火により火口から噴出される大小様々な岩石片
 - ・想定到達距離: 想定火口範囲の中心から3.5kmの範囲
- ③火砕流
 - ・現象の概要: 高温の火山灰や岩塊、空気や水蒸気が一体となって急速に山体を流下する現象。
 - ・設定手法: 数値シミュレーション
 - ・噴出口: 白根山山頂 (想定火口の中心)
 - ・噴出量: 20万 m^3 (噴出のごく初期段階で地表にマグマが顔を出す程度の規模)

- ④融雪型火山泥流
 - ・現象の概要: 噴火に伴う火砕流等の熱によって斜面の雪が融かされて大量の水が発生し、周辺の土地や岩石を巻き込みながら高速で流下する現象。
 - ・設定手法: 数値シミュレーション
 - ・融雪を起こす現象: 前述火砕流
 - ・計算開始点: 勾配 $8^{\circ} \sim 10^{\circ}$ (土砂が堆積し始める範囲)
 - ・積雪量: 近年の実績に基づく平均的な年最大降雪深



注意点

1. すべての方向に同時に発生するわけではありません。
2. 図の予想範囲は絶対的な範囲ではないため、予想範囲の少し外側でも警戒が必要となります。
3. 条件によっては、噴石到達範囲(想定火口範囲の中心から3.5km)より外側に噴石が飛来したり、火砕流等が到達して被害をうけることもありますので注意してください。

立入規制に関わる事項

- ⊗ 状況によりレベル1で立入規制地点
- ⊗ レベル2立入規制地点
- ⊗ レベル3立入規制地点
- 状況によりレベル1で登山道規制
- レベル2以上登山道規制
- レベル3以上登山道規制
- 日光白根山ロープウェイ

土砂移動現象影響範囲

- 噴石到達範囲
- 火砕流到達範囲
- 融雪型火山泥流
最大流動深
- -0.5m
- 0.5-1.0m
- 1.0-2.0m
- 2.0-3.0m
- 3.0m-

- 想定火口範囲
- 役場
- 県境
- 市町村境

※この地図の基図には国土地理院地図を用いた

作成日: 平成30年8月22日

2. 日光白根山火山噴火ハザードマップ(噴石・降灰・降灰後の土石流)

影響範囲予測手法 (想定は日光白根山火山防災計画(2016)の噴火シナリオなどによる)

①想定火口

白根山山頂 (山頂から半径500m以内)

②噴石

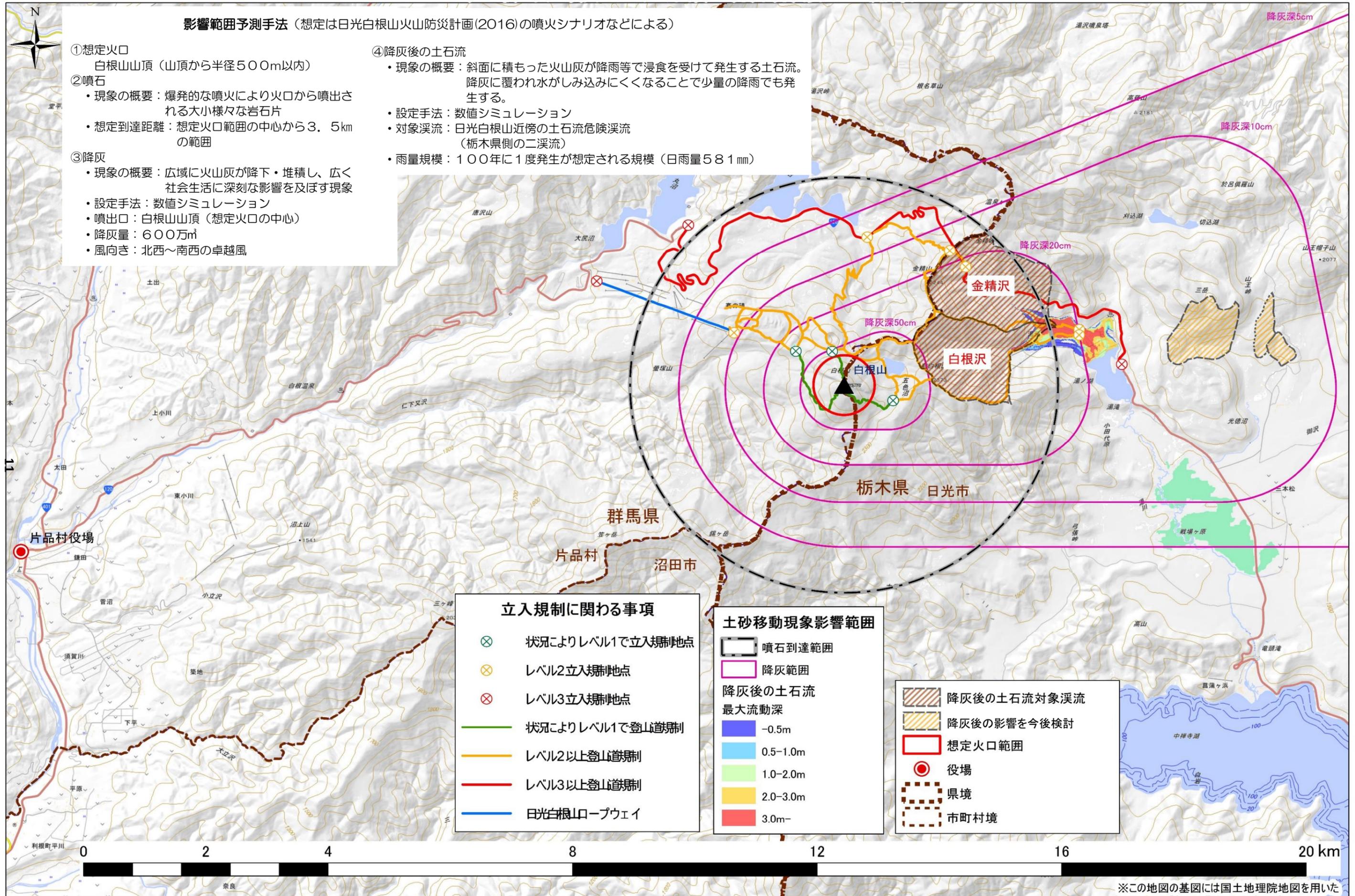
- 現象の概要: 爆発的な噴火により火口から噴出される大小様々な岩石片
- 想定到達距離: 想定火口範囲の中心から3.5kmの範囲

③降灰

- 現象の概要: 広域に火山灰が降下・堆積し、広く社会生活に深刻な影響を及ぼす現象
- 設定手法: 数値シミュレーション
- 噴出口: 白根山山頂 (想定火口の中心)
- 降灰量: 600万m³
- 風向き: 北西~南西の卓越風

④降灰後の土石流

- 現象の概要: 斜面に積もった火山灰が降雨等で浸食を受けて発生する土石流。降灰に覆われ水がしみ込みにくくなることで少量の降雨でも発生する。
- 設定手法: 数値シミュレーション
- 対象溪流: 日光白根山近傍の土石流危険溪流 (栃木県側の二溪流)
- 雨量規模: 100年に1度発生が想定される規模 (日雨量581mm)



立入規制に関わる事項

- ⊗ 状況によりレベル1で立入規制地点
- ⊗ レベル2立入規制地点
- ⊗ レベル3立入規制地点
- 状況によりレベル1で登山道規制
- レベル2以上登山道規制
- レベル3以上登山道規制
- 日光白根山ロープウェイ

土砂移動現象影響範囲

- 噴石到達範囲
- 降灰範囲
- 降灰後の土石流最大流動深
- 0.5m
- 0.5-1.0m
- 1.0-2.0m
- 2.0-3.0m
- 3.0m-

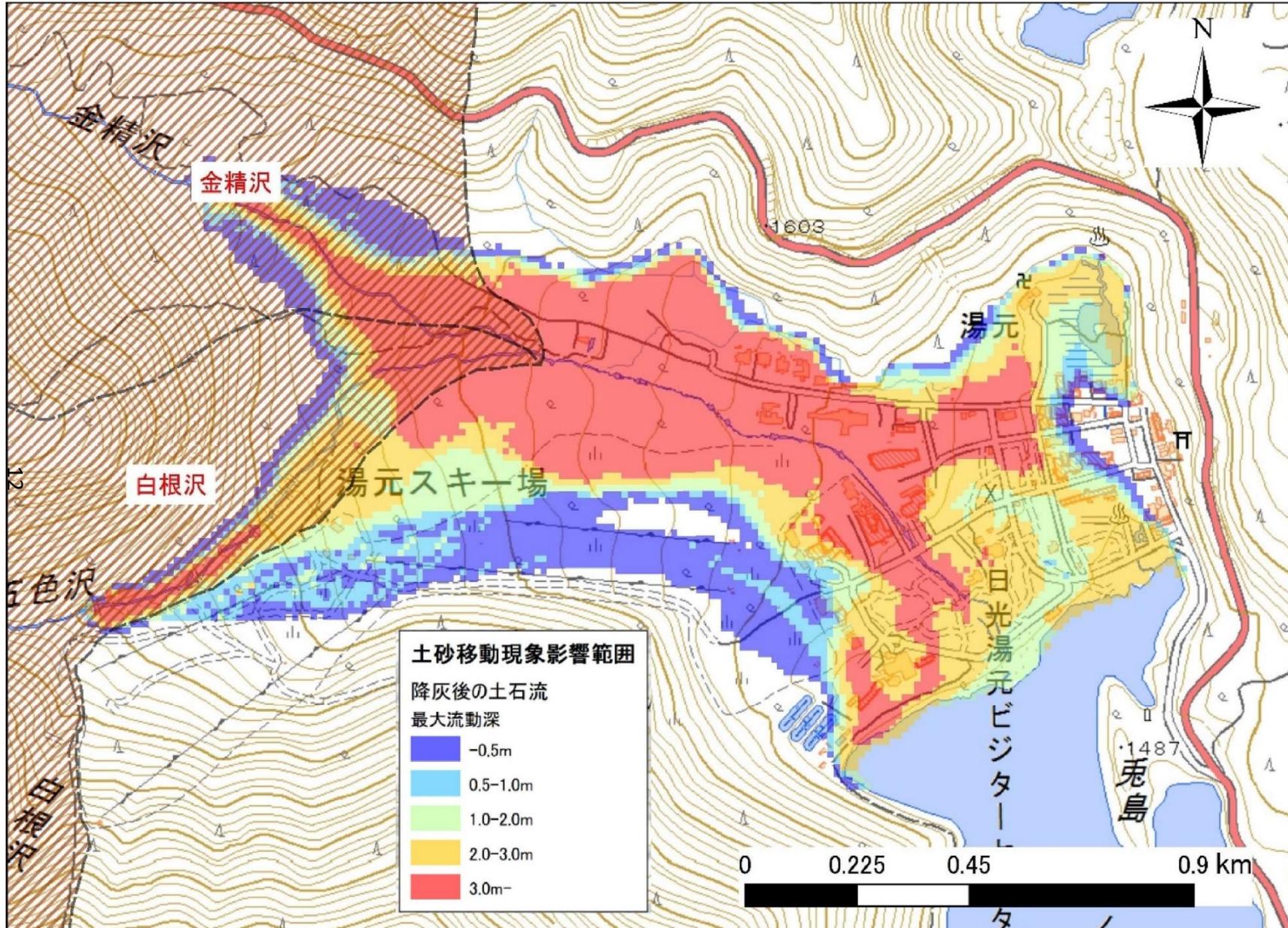
- 降灰後の土石流対象溪流
- 降灰後の影響を今後検討
- 想定火口範囲
- 役場
- 県境
- 市町村境

※この地図の基図には国土地理院地図を用いた

作成日: 平成30年8月22日

2. 日光白根山火山噴火ハザードマップ(降灰後の土石流)

日光市湯元地区拡大図



作成日:平成30年8月22日

3. 日光白根山における噴火警戒レベル(「とるべき防災対応」と「警戒が必要な範囲」)

噴火警戒レベルは、火山活動の状況に応じて防災機関や住民等の「とるべき防災対応」と「警戒が必要な範囲」を5段階に区分して発表する指標であり、日光白根山火山防災協議会の合意に基づき、気象庁が、警戒が必要な範囲を明示して噴火警戒レベルを発表する。市村等の防災機関では、入山規制や避難勧告等のあらかじめ合意された防災対応を迅速に行うことができ、噴火災害の軽減につながることを期待されている。

噴火警戒レベルは、「警戒が必要な範囲」が、火口周辺から居住地域に及ばない範囲に限られる場合には、噴火警戒レベル2、3が、居住地域まで及ぶことが予想される場合には、噴火警戒レベル4、5が噴火警報で発表される。なお、対象範囲を居住地域及びそれより火口側とする「噴火警報」は、特別警報に位置付けられている(次頁表参照)。

噴火警戒レベル

種別	名称	対象範囲	レベル (キーワード)	火山活動の状況	住民等の行動及び 登山者・入山者等 への対応	想定される現象等
特別警報	噴火警報（居住地域）	居住地域及びそれより火口側	5 (避難)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生、あるいは切迫している状態にある。	危険な居住地域からの避難等が必要。	●噴火が発生し、火砕流及び融雪型火山泥流が居住地域に到達、あるいはそのような噴火が切迫している。 <u>過去事例</u> なし
			4 (避難準備)	居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生すると予想される（可能性が高まっている）。	警戒が必要な居住地域での避難の準備、避難行動要支援者の避難等が必要。	●噴火活動が高まり、火砕流または融雪型火山泥流が居住地域までに到達するような噴火の発生が予想される。 <u>過去事例</u> なし
警報	噴火警報（火口周辺）	火口から居住地域近くまで	3 (入山規制)	居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。状況に応じて避難行動要支援者の避難準備。登山禁止・入山規制等危険な地域への立入規制等。	●山頂から概ね3.5 kmまで大きな噴石を飛散させる噴火が発生、または予想される。 ●居住地域に到達しない程度の火砕流、融雪型火山泥流、溶岩流を伴う噴火が発生、または予想される。 <u>過去事例</u> なし
		火口周辺	2 (火口周辺規制)	火口周辺に影響を及ぼす（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）噴火が発生、あるいは発生すると予想される。	住民は通常の生活。火口周辺への立入規制等。	●山頂から概ね2 kmまで大きな噴石を飛散させる噴火が発生、または予想される。 <u>過去事例</u> 1649年噴火：山頂噴火、頂上の神社全壊、戦場ヶ原で数十cmの降灰 1952年：噴煙活動活発、山麓で鳴動
予報	噴火予報	火口内等	1 (活火山であることを留意)	火山活動の状態によって、火口内で火山灰の噴出等が見られる（この範囲に入った場合には生命に危険が及ぶ）。	状況に応じて火口内及び近傍への立入規制等。	●状況により火口内に影響する程度の噴火の可能性あり。 <u>過去事例</u> なし
				火山活動は静穏。	住民は通常の生活。規制区間なし。	●火山活動は静穏。

注) ここでいう「大きな噴石」とは、主として風の影響を受けずに弾道を描いて飛散する大きさのものとする。

注) 火口とは、想定火口（山頂から半径500m）域を指します。

噴火警戒レベルの判定基準

レベル	当該レベルへの引き上げの基準	当該レベルからの引き下げの基準
5	<p>【居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が切迫、または発生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火砕流が居住地域にまで到達することの切迫または発生 ・溶岩ドームが出現し、溶岩ドーム崩落型火砕流が居住地域にまで到達することの切迫または発生 ・積雪期に融雪型火山泥流が居住地域に達成することの切迫または発生 	<p>活動状況などを勘案しながら、防災対応の状況や、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も踏まえてレベルの引き下げを判断する。</p>
4	<p>【居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・溶岩ドームが出現し、溶岩ドーム崩落型火砕流が居住地域にまで到達する可能性 ・多量のマグマ貫入や上昇を示す顕著な地殻変動等や地震活動（従来観測されたことのないような規模） 	<p>同上</p>
3	<p>【山頂から 2km～居住地域の近くまで重大な影響を及ぼすマグマ噴火の可能性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水蒸気噴火を繰り返す ・二酸化硫黄の放出量がおおむね 1000 トン/日以上 ・噴火の噴出物の中に、新鮮なマグマが認められた場合 ・火山性地震の急増、規模増大（レベル 2 よりも規模大あるいは回数が多い） ・マグマ貫入を示す明瞭な地殻変動 <p>【居住地域の近くまで重大な影響を及ぼすマグマ噴火が発生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・山頂から 2km 付近に大きな噴石を飛散するマグマ噴火の発生。また、火砕流、溶岩流の流出、あるいは溶岩ドームの出現が確認された場合 	<p>山頂から 2km 以遠、居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火の可能性でレベルを引き上げたが、影響範囲が山頂から 2km 付近にとどまる程度の噴火でおさまった、または、噴火の発生はなく、上記現象が見られなくなった場合。</p> <p>居住地域の近くまで重大な影響を及ぼす噴火が発生したが、その後、噴火の発生がない、もしくは、火口周辺のごく限られた範囲に影響を及ぼす程度の噴火にとどまり、活動の低下傾向が認められた場合、その時点の活動評価を基本に、防災対応の状況や、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も踏まえてレベルの引き下げを判断する。</p>
2	<p>【火口周辺に影響を及ぼす噴火の可能性】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・火山性地震の多発（任意の 1 時間に 20 回以上となった場合、または任意の 24 時間で 30 回以上となった場合） ・火山性微動の増加・規模拡大（継続時間の短い火山性微動が多発し、任意の 24 時間で継続時間の合計が 10 分以上、五色沢観測点上下動の最大振幅が $0.1 \mu\text{m/s}$ 以上で継続時間が 10 分以上の場合） ・噴気量や火山ガス量の増加 ・想定火口内（山頂から半径 500m）に影響する程度のごく小規模は噴火が 1 ヶ月に 2 回以上発生した場合 <p>【火口周辺に影響を及ぼす噴火が発生】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・山頂から 2km 程度まで大きな噴石が飛散する噴火が発生 ・噴煙高度が火口上数百 m の噴火が発生 ・空振を伴い、振幅が五色沢観測点上下動で $0.5 \mu\text{m/s}$ 以上の火山性微動の発生（悪天により表面現象が確認できない場合） 	<p>レベル 2 の段階で、噴火の発生がなく、噴煙活動など表面現象が落ち着き、地震・微動が平穏時の状態に戻った、あるいは戻る傾向が明瞭になった段階でレベル 1 に引き下げる。ただし、平穏時に戻る傾向が明瞭であると判断してレベル 1 に下げた後に、再び高まる傾向に転じたことがわかった場合は、上記レベル 2 にあげる基準に達していなくてもレベル 2 に戻す。</p> <p>山頂から 2km 以内に影響を及ぼす噴火が発生した後、噴火が発生しなくなった場合、レベル引き上げの後の活動評価を基本に、防災対応の状況や、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も考慮してレベル 1 に引き下げる。</p>
	<p>・特記なき限り、各項目でいずれかが該当した場合、そのレベルと判定し、該当した項目が複数のレベルとなる場合は最大値でレベルを判定する。</p> <p>・引き下げについては、その時点の各観測データに活動の高まりがみえる場合には引き下げを見送る。</p>	

- これまで観測されたことのないような観測データの変化があった場合や新たな観測データが得られて総合的に評価した上でレベルを判断することもある。
- レベルの引き上げ基準に達しない程度の火山活動の高まりや変化が認められた場合（例えばレベル1の状況において、噴気や地熱域が出現した場合またはレベル2の基準に達しない程度の火山性地震・微動の発生等）などには、臨時的「火山の状況に関する解説情報」を発表することで、火山の活動状況や警戒事項をお知らせする。
- 以上の判定基準は、現時点での知見や監視体制を踏まえたものであり、今後随時見直しをしていくこととする。

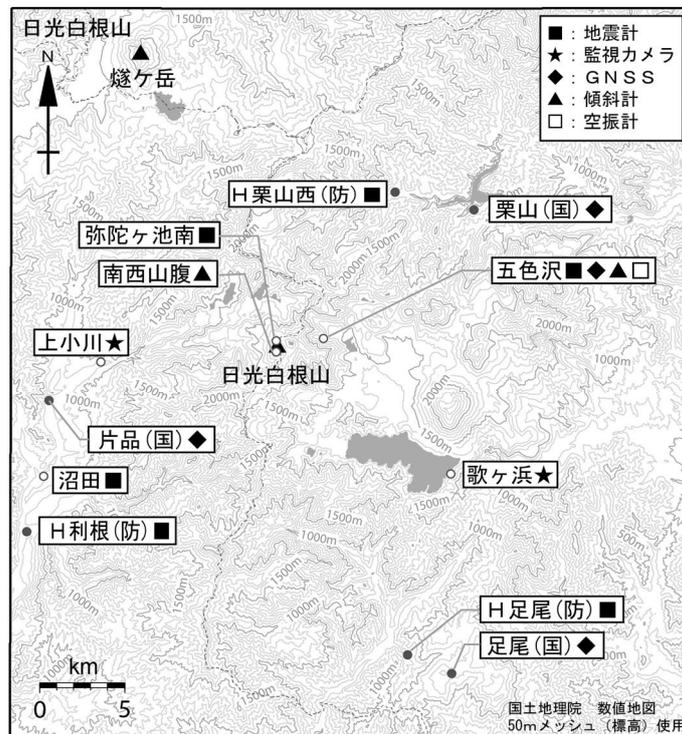
4. 監視・観測体制

(1) 火山の監視・観測体制

日光白根山の火山活動については、噴火の前兆を捉えて噴火警報等を適確に発表するために、気象庁が観測施設（地震計、傾斜計等）を整備し、国土地理院、防災科学技術研究所からのデータ提供も受け、全国4箇所に設置された「火山監視・警報センター」（札幌・仙台・東京・福岡）のうち、東京の「火山監視・警報センター」において、24時間体制で監視している。

火山活動の評価により居住地域や火口周辺に危険を及ぼすような噴火の発生が予想された場合には、「警戒が必要な範囲」を明示して噴火警戒レベルを発表する。

日光白根山観測点配置図（令和3(2021)年2月5日更新）



小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
 (国) : 国土地理院、(防) : 防災科学技術研究所

気象庁観測点（詳細）

測器種類	地点名	位置			設置高 (m)	観測開始日
		緯度	経度	標高(m)		
地震計	五色沢	36° 48.22'	139° 24.46'	1642	-71	2010.12.10
	沼田	36° 43.81'	139° 13.40'	722	0	2021.2.5
	弥陀ヶ池南	36° 48.18'	139° 22.45'	2338	-1	2016.12.1
傾斜計	五色沢	36° 48.22'	139° 24.46'	1642	-71	2011.4.1
	南西山腹	36° 47.75'	139° 22.38'	2418	-15	2016.12.1
空振計	五色沢	36° 48.22'	139° 24.46'	1642	7	2010.12.10
G N S S	五色沢	36° 48.22'	139° 24.46'	1642	11	2010.11.20
監視カメラ	歌ヶ浜	36° 43.80'	139° 29.40'	1270	10	2010.4.1
	上小川	36° 47.45'	139° 15.60'	901	5	2019.11.1