

# 火山噴石対策調査 (概要)

平成29年2月 富山県

## 1. 山小屋建屋の構造等調査結果

昨年2月に活動火山対策特別措置法に基づき弥陀ヶ原が火山災害警戒地域として指定された。このため、地獄谷から半径4kmの範囲内における山小屋12か所を対象に構造等の調査を行うとともに、地獄谷から山小屋までの地形断面図を作成した。

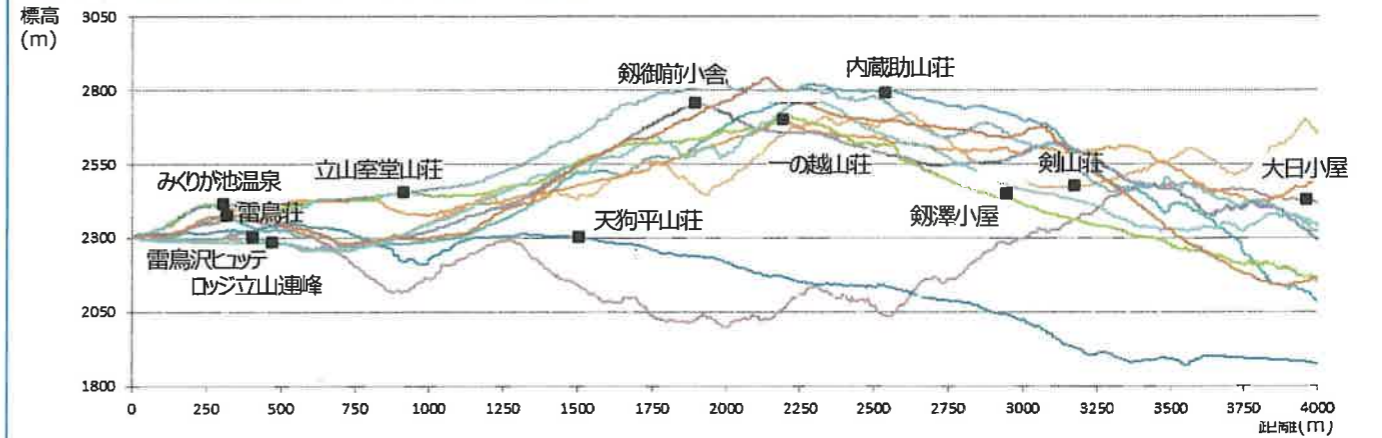
### 1 構造調査結果

施設名	主要構造	収容人数 (人)	屋根面積 (㎡)	主要屋根構造	備考
1 ロッジ立山連峰	本館：木造3階建て 新館：木造2階建て	120	960	野地板、防水シート、金属板 野地板、防水シート、金属板	3階は使用していない
2 雷鳥沢ヒュッテ	RC造地上4階 地下2階建て	250	900	コンクリート	3階までの火口側は斜面で覆われる 4階は倉庫として使用床はプレキャストコンクリート版
3 雷鳥荘	A棟・B棟：鉄骨造地上4階建て C棟：鉄骨造地上2階・地下1階建て	300	1,180	野地板、防水シート、金属板 野地板、防水シート、金属板	床はプレキャストコンクリート版
4 みくりが池温泉	本館：1階RC造 2階鉄骨造 浴室棟：木造地上1階・RC造地下1階 倉庫棟：RC造1階建て	120	970	野地板、防水シート、金属板 野地板、防水シート、金属板 コンクリート	2階床はコンクリート
5 立山室堂山荘	木造2階建て	200	1,060	野地板、断熱材、防水シート、金属板	
6 一の越山荘	木造2階建て	150	810	野地板、防水シート、金属板	
7 天狗平山荘	木造2階建て	70	400	野地板、防水シート、金属板	外壁は煉瓦造り
8 大日小屋	木造平屋建て	36	240	野地板、防水シート、金属板	屋外火口側に石積みあり
9 剣山荘	木造2階建て	170	420	野地板、防水シート、金属板	
10 劔澤小屋	木造平屋建て	64	310	野地板、防水シート、金属板	
11 劔御前小舎	木造2階建て	120	400	野地板、防水シート、金属板	屋外火口側に石積みあり
12 内蔵助山荘	木造2階建て	60	240	野地板、防水シート、金属板	

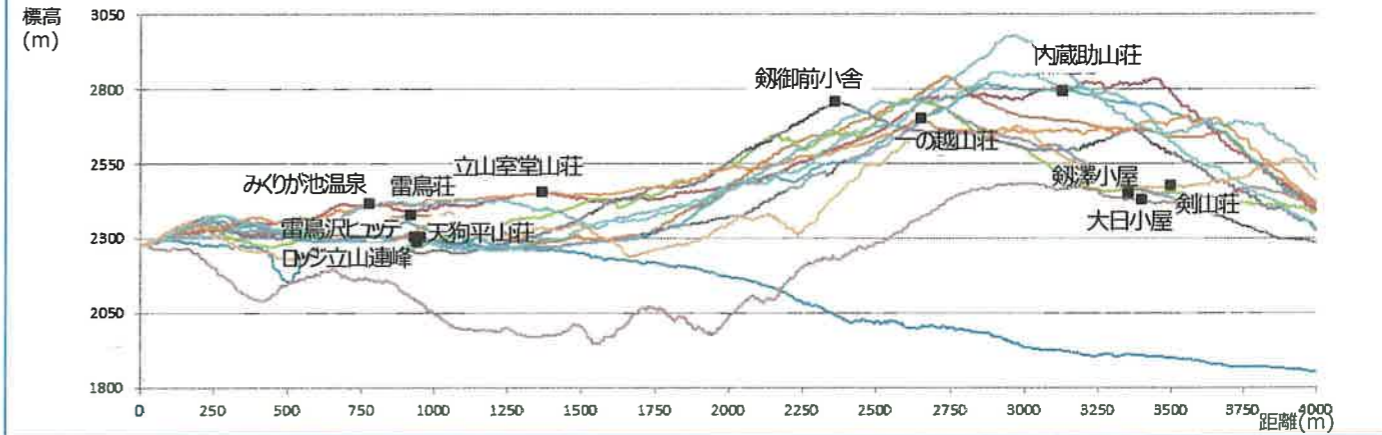
※ 収容人数は、立山町観光協会による宿泊施設収容人数より。

## 2 地形断面図

### (1) 紺屋地獄から山小屋12施設



### (2) 大安地獄から山小屋12施設



## 2. 噴石影響の見積り

平成26年9月に発生した御嶽山における噴火では、噴石に対し、山小屋に避難する行動が身を守るうえで有効であったことを踏まえ、御嶽山の噴火（水蒸気噴火）を参考に噴石が飛散した場合のシミュレーションを実施し、山小屋への影響を見積もった。

### 1 前提条件

#### (1) 想定火口 紺屋地獄及び大安地獄



#### (2) 噴石の初速度 初速度 150m/s

御嶽山の噴石初速は100～150m/sとされており、最大値の150m/sを設定条件とした。

#### (3) 噴石の密度 2,494kg/m<sup>3</sup>

既往研究に基づき設定条件とした。（弥陀ヶ原には、安山岩が広く分布。）



#### (4) 噴石の直径 10cm

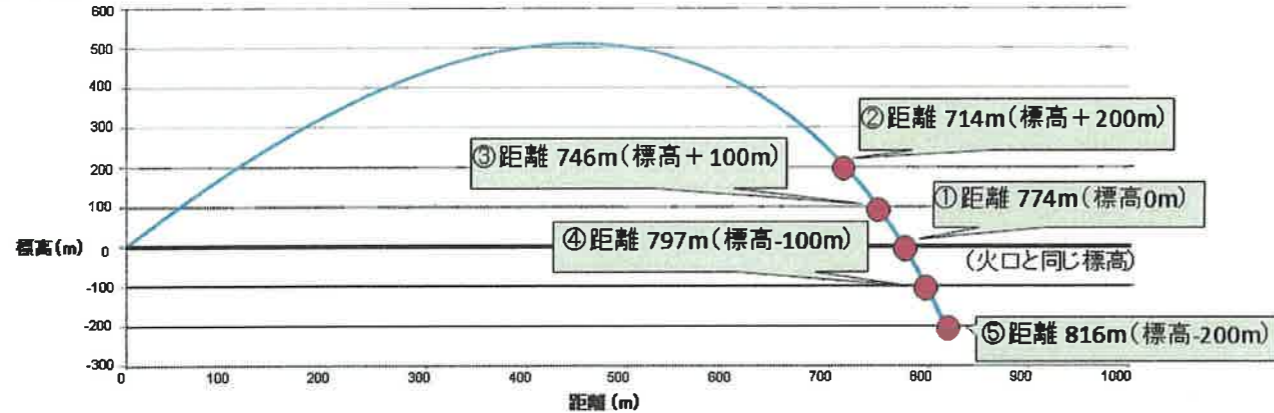
国の減災対策の目安の1つとされている

御嶽山の噴火において多数飛散し、人体に直接衝突した場合、死傷に至る可能性の高い10cm(こぶし大)を設定条件とした。  
 なお、10cmを超える噴石による影響についても、参考として見積もる。

### 2 噴石の影響

#### (1) 火口からの噴石到達距離

到達距離が最大となる角度を設定(63°)し、噴石の到達距離を算出した。  
 火口からおよそ800mの範囲内に噴石が到達する。



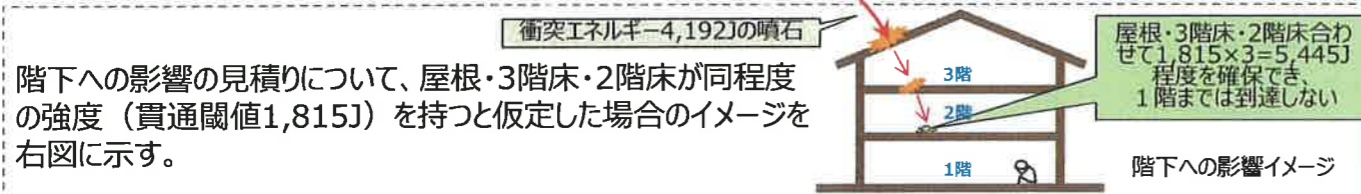
#### (2) 噴石による衝突速度及び衝突エネルギー

上記(1)の噴石到達距離の場合における衝突速度及び衝突エネルギー(J)を算出  
 算式:  $1/2 \times 1.31 \text{ (質量: kg)} \times 80^2 \text{ (衝突速度: m/s)} = 4,192 \text{ (衝突エネルギー: J)}$   
 ※前提条件: 衝突地点が火口と同じ標高

#### (3) 建物への影響

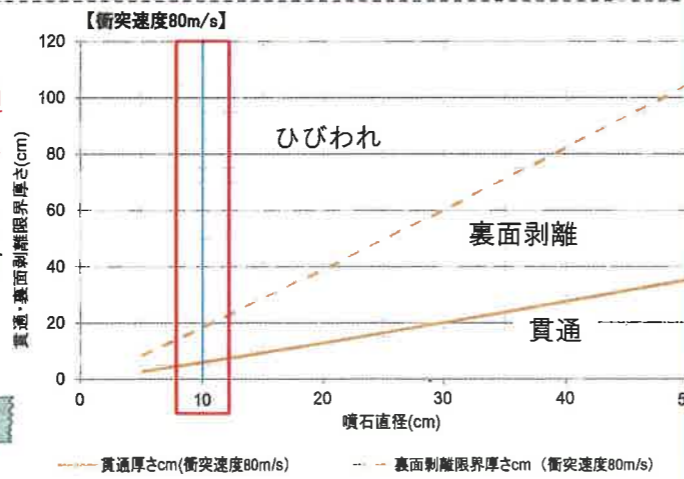
##### ① 木造建物

最上階及びその下の階(例: 3階建てであれば、3階及び2階)へ噴石が到達  
 国の噴石衝突模擬実験によると、衝突エネルギーが1,815Jであった場合は山小屋の屋根(ガルバリウム鋼板等)及び天井板を貫通せず、3,288J以上の衝突エネルギーになると貫通する結果が得られている。  
 このため、貫通閾値を1,815Jとすると、噴石による衝突エネルギーは4,192Jであることから、屋根及び最上階の床を貫通する。



##### ② 鉄筋コンクリート建物

コンクリート版厚が6.1cmより薄い場合に貫通し、6.1cmから18.5cmでは裏面剥離するが、18.5cmより厚い場合にはひびわれにとどまる。  
 噴石がコンクリート版に高速で衝突した場合におけるひびわれや裏面剥離、貫通可能性の有無は関係式を活用。

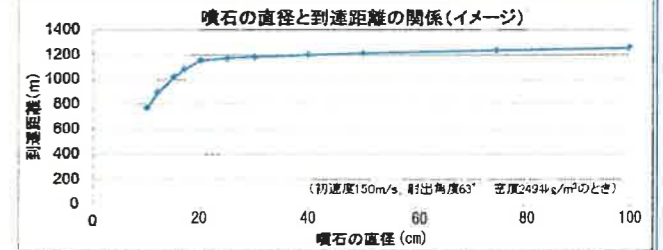


#### (参考)

#### 噴石の直径が10cmを超える場合の影響

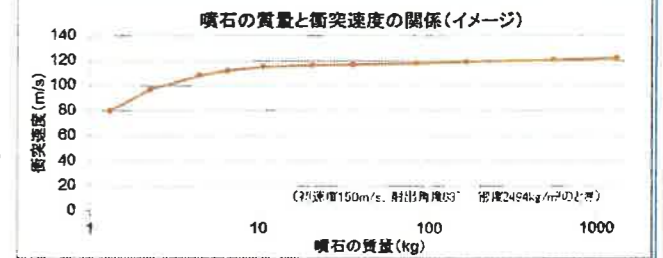
##### (1) 火口からの噴石到達距離

噴石の到達距離は噴石の直径(断面積)に依存する。  
 ※初速度と射出角を固定した場合。



##### (2) 衝突速度

噴石の衝突速度は噴石の質量に依存する。  
 ※初速度と射出角を固定した場合。



##### (3) 衝突エネルギー

噴石の衝突エネルギーは噴石の質量に比例し、衝突速度の2乗に比例する

##### (4) 建物への影響

##### ① 木造建物

噴石の直径に応じて衝突エネルギーが変化するため、個々に示せないが、御嶽山の噴火の例によると、火口から概ね1kmの範囲内の山小屋において、直径の平均値が17~26cmの噴石が屋根を貫通している。



#### ○ 御嶽山の噴火による山小屋屋根の噴石貫通個数※

##### ア 火口からの距離が概ね500mの地点

(ア) 御嶽神社頂上奥社  
 直径の平均値が26cmである噴石12個が屋根を貫通(屋根面積65m<sup>2</sup>)



(イ) 御嶽頂上山荘  
 直径の平均値が26cmである噴石16個が屋根を貫通(屋根面積160m<sup>2</sup>)



(ウ) 御嶽剣ヶ峰山荘  
 直径の平均値は計測できなかったが、噴石20個が屋根を貫通(屋根面積420m<sup>2</sup>)  
 直径約60cmの噴石は山小屋の梁などに衝突し、床上まで落下せず



##### イ 火口からの距離が概ね600mの地点

(ア) 王滝頂上山荘  
 直径の平均値が19cmである噴石5個が屋根を貫通(屋根面積440m<sup>2</sup>)

※出典: 火山噴火予知連絡会御嶽山総合観測班地質チームによる現地調査結果(2015年8月)



## ウ 火口からの距離が概ね 1 kmの地点

(ア) ニノ池本館

直径の平均値が18cmである噴石 1 個が屋根を貫通 (屋根面積390m<sup>2</sup>)

(イ) ニノ池新館

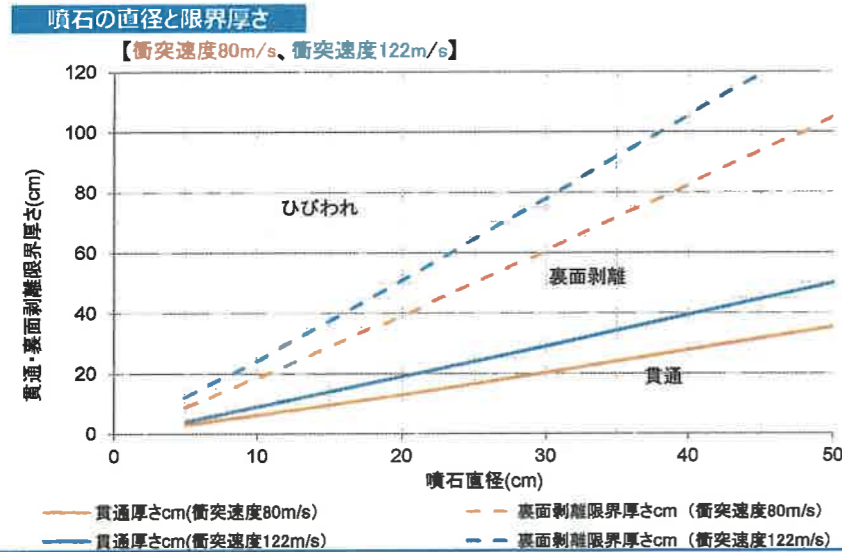
直径の平均値が17cmである噴石 2 個が屋根を貫通 (屋根面積610m<sup>2</sup>)



ニノ池本館

## ② 鉄筋コンクリート建物

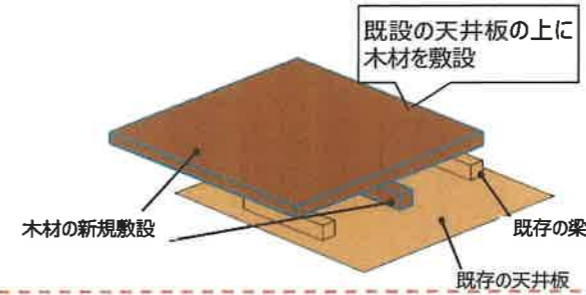
噴石の直径や衝突速度が大きくなるに従い、建物の裏面剥離や貫通が生じるコンクリート版の限界厚さも大きくなる。



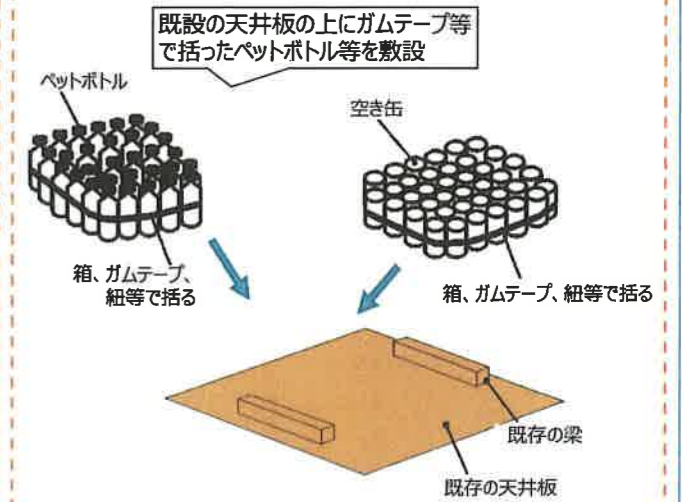
## 2 天井の補強 (木造・コンクリート造山小屋共通)

天井板 (裏側) の上に木材等 (野地板や竹) を敷設すると、噴石の衝突時にはこれらが変形することにより、下層への影響をある程度軽減できると考えられる。なお、敷設するものは、敷き詰めたペットボトルや飲料缶等であっても、補強効果がある。

木材の敷設による天井の補強



ペットボトル等の敷設による天井の補強



竹の敷設による天井の補強



## 3. 補強手法等の検討

噴石影響の見積りでは、木造の山小屋では噴石が屋根等を貫通し、コンクリート造の山小屋でも、ひびわれにとどまらず、裏面剥離や貫通が生ずるおそれがある。このため、噴石の貫通等を抑制し、被害の軽減を図るための屋根・天井や各階の床上の補強手法を検討した。

### 1 屋根の補強 (木造山小屋)

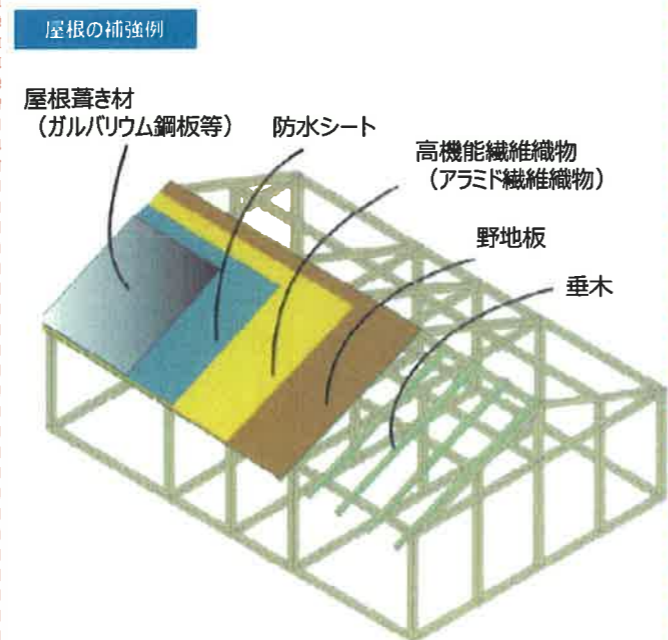
一般的に屋根は、野地板の上に防水シートを重ね、ガルバリウム鋼板等の屋根葺き材で覆われている。

噴石に対する山小屋の衝突強度を向上させるため、山小屋 (木造) の屋根に高機能繊維織物 (アラミド繊維織物) を追加する。

国の噴石衝突実験によると、アラミド繊維織物を2枚張った場合、衝突エネルギーが13,273Jであっても貫通しない結果が出ていることから、複数枚の追加がより効果がある。

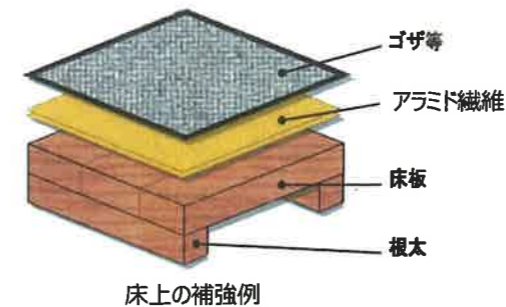
また、アラミド繊維織物は、水分を含んだ場合、衝撃に耐える力が低下するおそれがあることから、防水シートの下に張る。

※アラミド繊維織物は1万円/m<sup>2</sup>程度



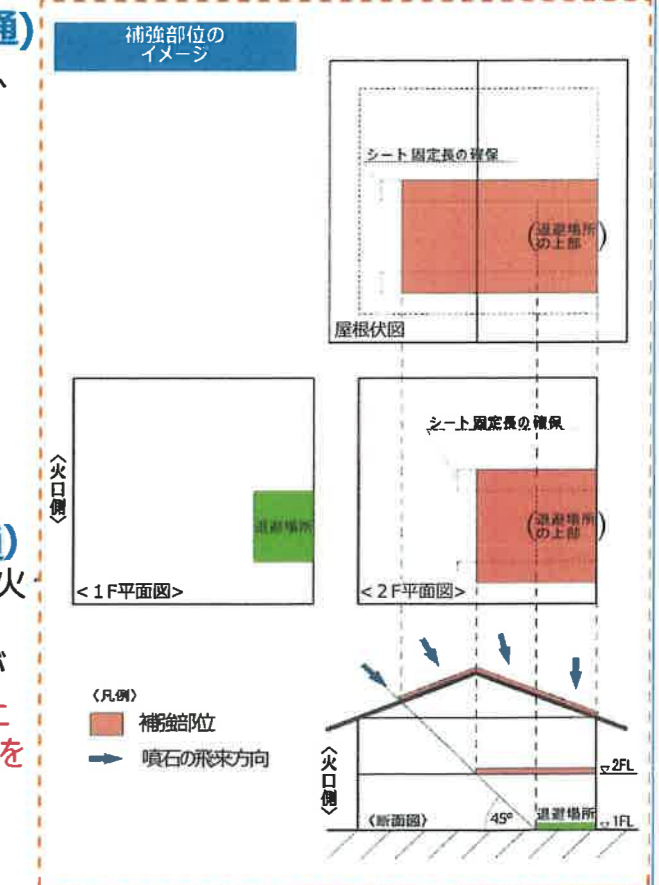
### 3 床上の補強 (木造・コンクリート造山小屋共通)

直径が大きい噴石が屋根を貫通した場合であっても、できるだけ下の階への貫通を防ぐため、床上へアラミド繊維を敷設する。



### 4 補強部位 (木造・コンクリート造山小屋共通)

御嶽山の噴石による被害では、山頂部の山小屋の火口側が著しく破壊されていたことを踏まえ、できる限り火口側から離れた位置に退避場所を確保することが必要となる。このため、噴石の飛来方向を踏まえた上で避難場所を包括できる範囲の屋根や天井、床上を補強部位とする。

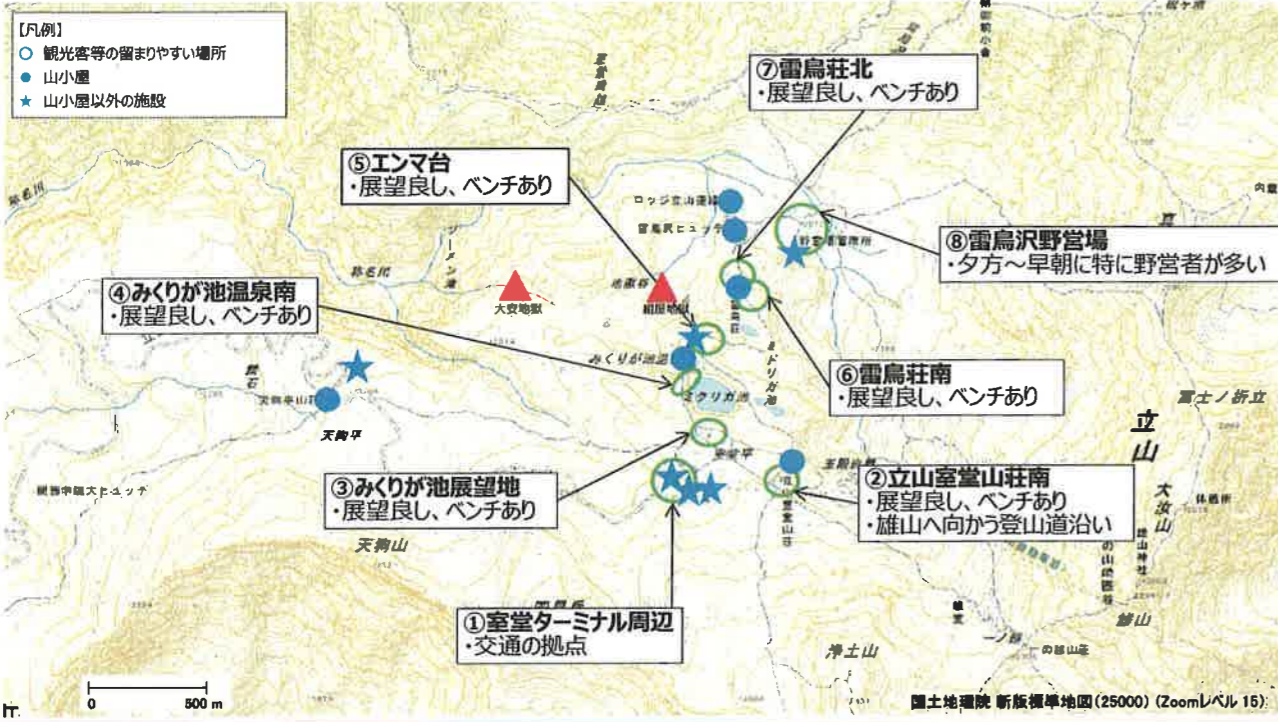




# 4. 噴石から身を守る場所の検討

御嶽山の噴火災害の例でも、山小屋が観光客や登山者の退避場所として活用可能であることから、観光客等が留まりやすい場所を把握し、噴石から身を守る場所を検討した。

## ○観光客等の留まりやすい場所及び山小屋の位置



## ○想定される退避場所

	観光客等滞留場所	想定される退避場所
①	室堂ターミナル周辺	室堂ターミナル、ホテル立山
②	立山室堂山荘南	立山室堂山荘
③	みくりが池展望地	要検討
④	みくりが池温泉南	みくりが池温泉
⑤	エンマ台	みくりが池温泉
⑥	雷鳥荘南	雷鳥荘
⑦	雷鳥荘北	雷鳥荘
⑧	雷鳥沢野営場	要検討



## ○雷鳥沢野営管理所

主要構造	屋根面積	屋根構造	火口側の主な利用状況	備考
木造平屋建て	152㎡	野地板、金属板瓦棒葺	従業員室、厨房	屋根裏あり