

活火山における退避壕等の 充実に向けた手引き

— 概 要 —

平成27年12月
内閣府(防災担当)

手引き作成に至る経緯

○平成26年9月27日に発生した御嶽山における噴火災害

：戦後最悪の人的被害の発生（死者58名、行方不明者5名（平成27年8月6日現在）、多数の負傷者）



○中央防災会議 防災対策実行会議

「火山防災対策推進ワーキンググループ」（主査：藤井敏嗣（東京大学名誉教授））

：火山防災対策推進に向けて今後取組むべき事項について提言（平成27年3月）

- ・火山防災対策を推進するためのしくみ
- ・火山監視観測体制、情報伝達
- ・適切な避難方策等

⇒ 平成27年7月活動火山対策特別措置法改正

＜退避壕等の整備について＞

- ・退避壕等は噴石から逃れるには一定の効果があること
- ・退避壕等の避難施設の整備のあり方、既存の山小屋等の利活用について検討すべき



○「活火山における退避壕の整備等に関する検討ワーキンググループ」

（座長：石原和弘（京都大学名誉教授）、（平成27年5月～、計9回開催））

- ・退避壕等の整備事例調査、御嶽山の山小屋等の調査、有識者ヒアリング
- ・木造の屋根への噴石の衝突を模擬した衝撃実験（防衛大学校、山梨県富士山科学研究所との共同研究）
- ・衝突耐力についてのシミュレーション等

⇒ 今後の退避壕等の避難施設の整備のあり方や既存施設の活用の方向性等についてとりまとめ

⇒ 自治体関係者の他、民間施設を含めた火口周辺の施設管理者・所有者等の参考資料として活用



図1 御嶽山2014年噴火の状況
（提供：アジア航測株式会社）

退避壕等の役割と検討の流れ

- 退避壕等は、突発的な噴火に登山者等が遭遇した際に、緊急的に身を隠すことで、噴石の衝突により死傷する危険性を減らすことを目的として設置
- 本手引きにおいては、鉄筋コンクリート造等の堅固な退避壕のみならず、屋根等の補強によって噴石への衝撃耐力を高めた木造の山小屋等についても取り扱っている。
- 退避壕等は、巨大な噴石や火砕流といったあらゆる火山災害に対し安全性を確保するものではなく、火山の観測体制や避難情報等の伝達、噴火警戒レベルに応じた迅速な避難、立入規制といった警戒避難体制の充実についても推進することが重要。
- このような火山防災対策の推進にあたっては、火山防災協議会の活用等により、専門家の意見を踏まえつつ、関係者間で情報共有をすることが重要。



図2 噴石が山小屋の梁等に衝突し
貫通を免れた例
(御嶽山・二ノ池本館)



図3 巨大な噴石の例
(浅間山)

優先的に対策を考慮すべき火山災害

- 今後100年程度の中長期的な噴火の可能性及び社会的影響を踏まえ、特に常時観測火山(47火山(さらに3火山を追加予定))について優先的に検討
- 比較的小規模な噴火について優先的に考慮
 - ー 大規模な噴火と比較して、**発生頻度**が高い
 - ー 前兆現象が特にとらえにくく、**突発的**に発生しやすい
 - ー これまでにも、比較的小規模な噴火において、**度々人的被害が発生**
- 想定火口域から2 km以内、特に1 km以内の範囲について、優先的に対策を検討。
また、それ以外の地域についても、人々が比較的長時間とどまりやすい公園や駐車場、バスの停留所近傍等において、必要に応じて退避壕等の充実について検討

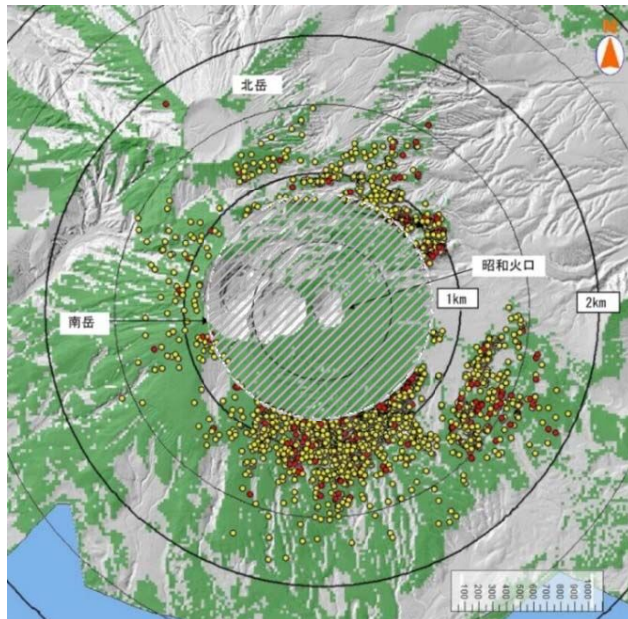


図4 桜島昭和火口から放出された大きな噴石の落下地点 (気象庁, 2015)

【 桜島昭和火口から放出された大きな噴石の落下地点 】
黄色の点は2012年4月～2015年1月、赤色の点は2015年2月～2015年5月31日の大きな噴石の落下地点(気象庁, 2015)。

| 火口からの距離 | 大きな噴石の 落下地点数(箇所) | 面積(km ²) | 密度 (箇所/100 m ²) |
|------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|
| 0.8～1.0 km | 5469 | 1.13 | 0.4840 |
| 1.0～1.5 km | 4033 | 3.93 | 0.1026 |
| 1.5～2.0 km | 357 | 5.50 | 0.0064 |
| 2.0～2.5 km | 11 | 7.07 | 0.0002 |
| 2.5 km以上 | 0 | — | — |

【 火口からの距離と個数の関係 】

上記約1200日(約2400回)の噴火による噴石の落下地点数の記録
※ 800m以内は計測の都合上カウント対象外

対象火山の利用状況の把握

- 火山によってその利用状況が異なり、利用者の分布、周辺の施設分布、火口周辺へのアクセスしやすさ等の条件が異なる。
- それぞれの火山の利用状況等に応じた検討が必要。

表1 活火山の利用状況の分類と対応の方向性(案)

| タイプ | 分類 | 退避施設の充実の方向性 | 資機材等の搬入条件 |
|-----|--|--|---------------------------------------|
| A | 登山装備でないと火口周辺に近づくことが困難な活火山 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の山小屋等の補強 ・身を隠す場所が少ない箇所における、避難小屋の新設等の検討 ・登山者が長時間留まることのないような看板の設置等 | 地形的な制約が多く、資機材等の搬入が極めて困難 |
| B | ロープウェイなどにより、軽装で火口周辺に近づくことができる活火山 | <ul style="list-style-type: none"> ・既存の観光施設等の補強 ・身を隠す場所が少ない箇所における、退避施設の新設等の検討 | 車両等による資機材等の運搬が困難。一部の資材は、ロープウェイなどで運搬可能 |
| C | 観光客が火口周辺に容易に近づける活火山。駐車場があり観光バスで大勢の人が近づくことができる活火山 | ・Bに同じ | 車両等による建設資材等の運搬が容易 |
| D | 火口内・火口近傍・火山島に居住している活火山 | <ul style="list-style-type: none"> ・個別の利用状況に応じて検討 ・ただし、特に観光客等が集まるところがある場合には、Cと同様に検討 ・なお、住民等に対しては、別途、退避舎等により安全確保 | Cに同じ |
| E | 利用がない、または無人島。 | <ul style="list-style-type: none"> ・基本的に整備等を実施しないが、利用形態に変化があった場合は、必要に応じて個別の利用状況に応じて検討 | — |

噴石に対する危険性の高い場所等の把握

- 登山者・観光客等の分布を把握し、人々が留まりやすい場所、分布密度等について把握
- 併せて、突発的な噴火時に身を隠す場所（退避壕、山小屋、ビジターセンター、ロープウェイの停留場、ロックシェッド等）の現状について確認
- これらの状況把握を通じて、危険性の高い場所等を把握、対応を検討。

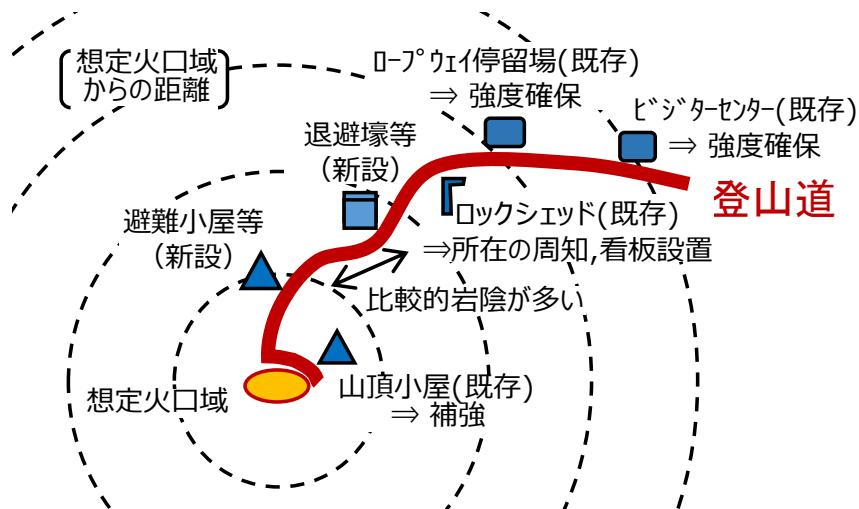


図5 現地調査・施設配置のイメージ

<身を隠す場所の例>

- ・鉄筋コンクリート造の退避壕、ビジターセンター、ロープウェイの停留場、休憩所等
- ・落石対策用ロックシェッド
- ・木造の山小屋、登山者用の避難小屋
- ・岩屋等の地形・地物 等

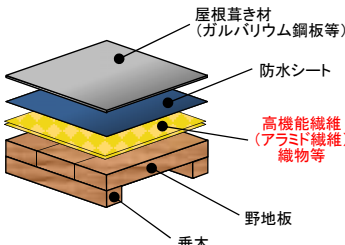
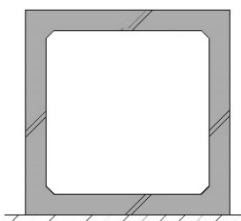
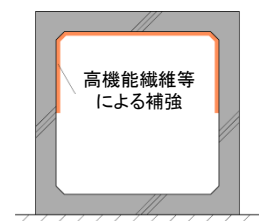
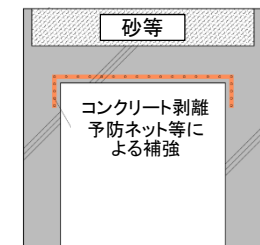
<身を隠す場所の配置イメージ>

- ・登山道沿いにあること
- ・人々が留まりやすい場所（傾斜変化点、眺望の良いところ、平地など）の付近にあること
- ・突発的な噴火時に登山者等が短時間で逃げ込みやすい間隔でバランスよく配置されていること
- ・火山ガスが滞留しやすい場所や、火砕流が流れやすい谷地形を避けること

退避壕等に期待される減災対策の目安と対策例

- 退避壕等の充実にあたっては、噴火時に多数飛来するおそれのあるこぶし大(10 cm)以下の噴石の衝突に耐えることが可能な強度の確保を目指す。
- また、それぞれの火山の特性や利用実態、施設の施工条件等を勘案しながら、必要に応じて、時折飛散するおそれのある30cm程度の噴石や、まれに飛散する可能性のある50cm程度の噴石にも耐えられる強度の確保を目指す。

表2 減災対策の対象とする噴石の大きさと対策例

| 対策の対象とする噴石の大きさ | 10cm(こぶし大) 以下 | 30cm以下 | 50cm以下 | 50cm超 | |
|----------------|--|--|--|--|------------------------------|
| 噴石の飛散の傾向※ | 多数飛散 | 時折飛散 | まれに飛散 | 極めてまれに飛散 | |
| 対策例 | <div>木造の屋根等を高機能繊維織物により補強等</div> <div></div> | <div>既製のRC造ボックスカルバートの活用等 (厚さ約20cm)</div> <div></div> | <div>既製のRC造ボックスカルバートに裏面剥離対策等 (厚さ約20cm+裏面剥離対策)</div> <div></div> | <div>現場施工RC造の上部に緩衝材の敷設等 (厚さ約40cm+敷砂約50cm)</div> <div></div> | (噴火警戒レベル等に応じてあらかじめ登山・立入の自粛等) |

※2014年御嶽山噴火に伴う噴石の飛散状況等による

木造の山小屋等の衝撃耐力の向上

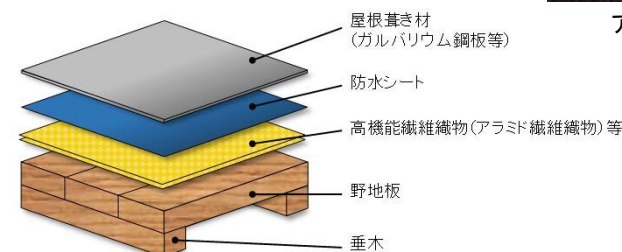
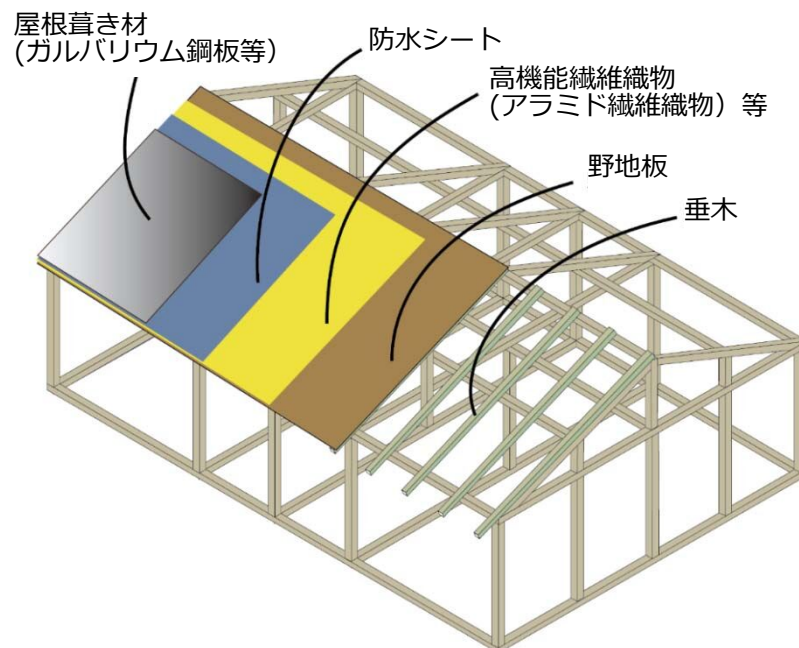
- 木造の山小屋等の屋根や、2階の床上等を、高機能繊維(アラミド繊維)織物等で補強することで噴石への衝撃耐力を向上。
- 防衛大学校、富士山科学研究所とともに、噴石を模擬した衝撃実験を実施(平成27年5月～10月、27回)。10cm程度の噴石が時速300kmで衝突した場合でも屋根を貫通しない性能が確保できることを確認。

＜アラミド繊維織物の特徴＞

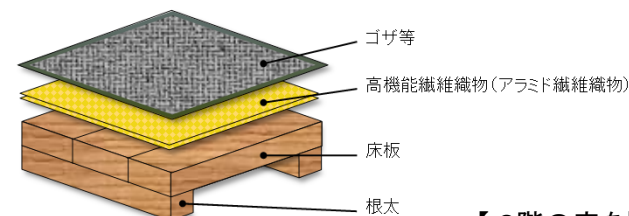
- ・ 防弾チョッキ等に用いられるなど、軽量で強度が高い(人力により標高の高い山小屋等に搬入可能)
- ・ 施工が容易(既存の屋根の葺替え時にタッカー(建築用ホッチキス)等により取付け可能)
- ・ 熱分解点が400℃以上と高く、また火山性ガスに伴う酸による防錆性に優れる。
- ・ アラミド繊維織物は1万円/㎡程度。



アラミド繊維織物



【屋根を補強する場合】



【2階の床を補強する場合】

図6 屋根補強等のイメージ図

鉄筋コンクリート造の退避壕等の事例

- 鉄筋コンクリート造の退避壕としては、現場打ちコンクリートにより施工するタイプと、既製品のボックスカルバート等を設置する場合等がある。
- 屋根が平らな形状の場合、敷砂等の緩衝材を上部に敷設しやすい。
- 鉄筋コンクリート造の退避壕は、現場への資機材の搬入の容易さ等により大きく施工性が異なることから、それぞれの火山の実状に応じた対応が必要。

表3 一般的な退避壕のタイプと特徴

| 分類 | 片屋根型 | トンネル型 | 埋め戻し型 | 既製 ボックスカルバート型 | 既製 アーチカルバート型 |
|--------|---|---|--|--|--|
| イメージ写真 |  |  |  |  |  |
| 長所 | <ul style="list-style-type: none"> ・壁面等の形状が変えられる ・コンクリート厚を自由に設定できる ・上部に敷砂緩衝材を設置できる | <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート厚を自由に設定できる | <ul style="list-style-type: none"> ・比較的目立ちにくい ・埋め戻すことによる強度増加が期待される | <ul style="list-style-type: none"> ・設計が簡便で、比較的安価 ・上部に敷砂緩衝材を設置できる | <ul style="list-style-type: none"> ・設計が簡便で、比較的安価 |
| 短所 | <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートの現場打ちが必要 | <ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートの現場打ちが必要 ・上部に敷砂緩衝材を設置できない | <ul style="list-style-type: none"> ・原地盤を大きく改変する ・噴火時に視認しにくい | <ul style="list-style-type: none"> ・形状が固定される | <ul style="list-style-type: none"> ・形状が固定される ・アーチ部の形状によっては、上部に敷砂緩衝材を設置できない |

噴石の衝撃耐力を向上させた施設の例

- 退避壕等の充実にあたっては、既存施設を改修・補強したり、新規に設置する場合にあっても兼用の施設（休憩所、トイレ、レストハウス、バス停等）とすることにより平常時から利活用することができる。
- 平常時から利活用することで、退避壕等の設置場所の周知にもつながる。



ロープウェイ山頂駅
(有珠山)



あずま屋
(桜島／有村溶岩展望所)



トイレ
(草津白根山)



バス停
(桜島)



火山の展示館
(浅間山。左下部分が退避壕)



レストハウス
(草津白根山)



電話ボックス
(桜島)



小学校
(三宅島。手前が脱硫装置)
(提供: 三宅村)

図7 兼用の施設の例

景観への配慮、退避壕等の設置場所の周知等

- 自然公園等においては、周囲の景観や自然環境に配慮することが必要。
- 一方で、景観に配慮して目立たなくすると、発災時の退避壕等の所在の視認性を低下させることから、平常時から退避壕等の場所を周知・確認しておくことが重要。
- 退避壕等の防除能力には一定の限界があることについて周知しつつも、噴火が起こった場合には、最寄りの退避壕等に迅速に身を隠すことが重要である点についても周知。



図8 退避壕の位置を示す看板(霧島山)



図9 退避壕内のハザードマップ等の掲示物の例(霧島山)

退避壕等の整備にあたっての手続き、補助金等

- 自然公園等において整備を計画する場合には、必要に応じて環境大臣等に許可申請等を行う。
- 国有林、保安林において整備を計画する場合には、森林管理署への国有林野の貸付申請や、農林水産大臣等への保安林の解除申請等を行う。
- 文化財(天然記念物等)の現状を変更する場合には、文化庁長官等への許可申請を行う。

- 退避壕の整備にあたっては、消防防災施設整備費補助金や、起債措置(緊急防災・減災事業債)(消防庁)等が活用できる。

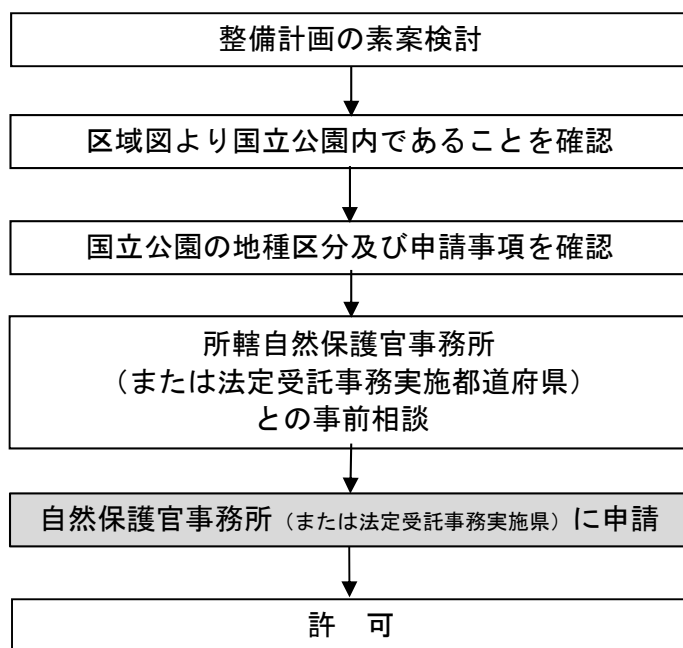


表4 補助金等の例

○消防防災施設整備費補助金

- ・補助対象 : 地方公共団体
- ・補助率 : 1/2
(活火山法に規定される避難施設緊急整備計画に掲げる施設の場合) 等

○地方債(緊急防災・減災事業債)

- ・起債充当率 : 100%
- ・交付税措置 : 元利償還金の70%を基準財政需要額に算入
- ・事業年度 : 平成26年度
~平成28年度

図10 国立公園における許可手続き例