

退避壕整備計画に関する 検討結果（中間報告）について

1. 昨年度の雲仙岳火山防災協議会における説明状況

- ✓ 雲仙市長から以下の発言あり
「登山者・観光客等の安全確保の観点から、シェルターを設置する必要性の有無、設置場所、基数等について幹事会等において早急に議論するよう要望」

2. 平成29年度の検討状況：第1回幹事会における検討

- ✓ 現在の雲仙岳における退避壕等の整備状況を整理
- ✓ 「活火山における退避壕等の充実に向けた手引き（平成27年12月・内閣府作成）」を参考に検討事項を整理
 - 対象火山の利用状況分類に基づく対応の方向性の検討
 - 退避壕を設置する場所
 - 退避壕のタイプ
 - 退避壕の規模及び基数

第1回幹事会における意見

- 登山者が逃げ込むまでの距離が重要。立派なものを1基よりも簡易なものを複数の方が良い。ボックス型と限らずにより簡易な片屋根式なども検討してはどうか。
- 設置場所は、普賢岳山頂直下や立岩の峰には昼食のため滞留する人も多いので良いと思われる。複数を作る方が望ましい。ボックス型なら悪天候などにも活用できるのでは。

➤ 雲仙岳の退避壕整備状況に関する説明資料

退避壕整備計画について

1 経緯及び今後のスケジュール

平成4年度 退避壕整備（長崎県）
雲仙岳ロープウェイ仁田峠駅に隣接する展望所地下部分
鉄筋コンクリート（RC構造）、124㎡

平成6年度 退避舎整備（長崎県）
仁田峠駐車場駅内インフォメーションセンター
鉄筋コンクリート（RC構造）、170㎡、約500人収容可能

平成28年度 雲仙岳火山防災協議会開催
→退避壕設置の必要性・場所・基数等を幹事会で議論するよう要望（雲仙市長）

平成29年度 退避壕整備計画（場所、規模、種類等）の検討協議（計画策定）

平成30年度 退避壕整備工事等の実施
（以降）
（※検討の結果、整備が必要と判断され、計画が整った場合）

（参考）雲仙岳登山道周辺の退避壕等施設

- 雲仙岳ロープウェイ仁田峠駅及び隣接する展望所地下部分
鉄筋コンクリート（RC構造）、124㎡
- 雲仙岳ロープウェイ妙見山駅
鉄筋コンクリート（RC構造）、（面積等不明）
- 仁田峠駐車場駅内インフォメーションセンター
鉄筋コンクリート（RC構造）、170㎡、約500人収容可能
※以上3施設は、新燃山噴火後の消防庁緊急調査で山小屋等として回答

○その他施設：妙見神社、風穴等
※「隠れられる場所マップ」掲載候補地として、各機関に照会予定

退避壕写真
（総務省九州行政評価局「常時観測火山」における雲仙岳等の安全確保に関する調査）

退避壕写真
（総務省九州行政評価局「常時観測火山」における雲仙岳等の安全確保に関する調査）

※退避壕：一時（緊急的）避難する場所
※退避舎：安全な場所に避難までの一定時間退避する場所

雲仙岳火山防災協議会第1回幹事会 平成29年5月18日

長崎県

➤ 退避壕のタイプの検討に関する説明資料

退避壕整備計画について

2 退避壕整備に関する検討内容

(4)退避壕のタイプについて

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	片層板型	トンネル型	埋め戻し型	既製	
				ボックスカルバート型	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、比較的変遷 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、比較的変遷
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"> 厚地盤を大きく改良する・噴火時に確認しにくい 	<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

「活火山における退避壕等の充実に向けた手引き」概要より

雲仙岳火山防災協議会第1回幹事会 平成29年5月18日

長崎県

平成29年度雲仙岳火山防災協議会第1回幹事会説明資料より抜粋

3. 阿蘇山退避壕の視察

- ✓ 阿蘇市（阿蘇火山防災協議会）の協力の下、雲仙市と長崎県の職員が合同で阿蘇山頂地区の入山規制箇所に入入
- ✓ 噴石による被害状況や退避壕等、ロープウェイ駅、登山道等の被災状況について視察を行った。

退避壕整備計画について

2. 阿蘇山火口近傍や退避壕等の視察について

- ✓ 阿蘇山：先進的に退避壕整備を進めており、2016年10月に実際に噴火災害が発生
- ✓ 阿蘇市（阿蘇火山防災協議会）に協力いただき、規制範囲への入山許可を受け、県危機管理課職員及び雲仙市職員で10月12日に現地視察を実施
- ✓ 火口近傍に整備されていた退避壕や周辺の建物等の被害状況について確認

視察した感想

- 阿蘇山頂ロープウェイ駅舎や山頂駐車場（火口から3-500m程度）は約1m間隔で噴石が落ちてきた跡（クレーター）が見受けられた。
- 火口見学地にある退避壕は6箇所あり、縁などで噴石落下による破損は見受けられたが、退避壕の内部まで影響があるような破損は見受けられなかった。
- 退避舎（ロープウェイ山頂駅）は2階建ての屋根を1,2階とも突き破り噴石が建物内部にも到達していた。
- 火口付近に落下した噴石は低く飛翔したもので落下の衝撃もその分小さくなる。そのため、クレーターの大きさは単純に距離と比例していなかった。
- 最も大きいものは、2×3m、30-40tに及ぶ噴石だったが、数十cm程度の噴石の数が多と思われる。
- 噴石は落下するものだけではなく、地面に衝突して破砕したものについても衝撃があると感じた。

阿蘇山退避壕の構造

構造：ドーム型、約60名収容可能（2㎡/1人）、直径6m
 壁面：天井は30cmと20cmの二重構造（間に緩衝材として砂）
 強度：1tの岩が100m上空から落ちて耐えられる強度

退避壕整備計画について

○阿蘇山頂・退避壕・退避舎被害状況



4. 第2回幹事会における検討

- ✓ 退避壕整備計画の検討に関する取りまとめの方向性を提示
「**雲仙岳退避壕整備基本方針(案)**」の作成

➤ 目次案は以下のとおり

はじめに

1. 雲仙岳の特徴
2. 雲仙岳の利用状況
3. 登山者の分布
4. 噴石から身を守る所
5. 衝撃耐力
6. その他各種規格
7. 外観
8. 退避壕のタイプ
9. 設置場所候補地
10. 周知方法
11. その他

項目1～4：雲仙岳や登山者等に関する概況等の基本的な項目を記載

項目5～11：退避壕整備に関する具体的な検討内容を記載

- 項目5：どの程度の噴石を想定しどのように強度を得るか
- 項目6：退避壕の収容人数（大きさ）や入口・窓などの構造、資材等
- 項目7：周囲との景観の調和など
- 項目8：ボックスカルバート式等のタイプ
- 項目9：設置場所候補地
普賢岳山頂、立岩の峰一候補地の優先順位を設定
- 項目10：登山者への周知方法等
- 項目11：関係法令の遵守等

第2回幹事会における意見

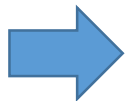
- 阿蘇山のように場所や道路等がないため、本当に設置工事ができるかという懸念
- 想定する噴石や強度、退避壕の構造やタイプなどは更なる調査や検討が必要

5. 視察登山の実施

- ✓ 退避場所整備候補地である「普賢岳山頂付近」及び「立岩の峰」付近について現地確認を実施

6. 第3回幹事会における検討

- ✓ 目次に「退避壕を整備する目的」について追加
→突発的な噴火に遭遇した場合に緊急的に身を隠し、**命を落としたり負傷したりする危険性を減らす**ことを目的。
→全ての火山災害要因に対して安全性を確保するものではなく、安全な地域への退避を基本とする。
- ✓ 想定とする噴石の大きさ及び必要な衝撃耐力並びに退避壕の規格構造（大きさ等）や収容人数の想定に関する事務局(案)を提示



- ✓ 根拠資料の整理や想定検討する事項などについて更なる整理検討が必要と思われる積み残しが一部残存している。
- ✓ 幹事会開催直前(1月23日)に草津白根山噴火が発生し噴石による死傷者が発生した。
この噴火災害に関する情報収集等を行い、教訓とすべき内容を反映させることができないかなど、取りまとめを急がず慎重に検討を重ねるべきと思慮される。
- ✓ 協議会では、**退避壕整備基本方針の検討に関する中間報告**を行う。

➤ 想定する噴石のサイズについて

退避壕整備計画について

3. 修正箇所について

(4) 想定する噴石及び衝撃耐力について

対応方針(案)

【想定する噴石について】

- ✓ 平成2-3年頃の噴火初期における水蒸気噴火の噴石のサイズについて、文献による記録は確認することができなかった。

■各先生方から伺った意見等は次のとおり

- ✓ 渡邊先生ご意見（第2回幹事会）「当時はマグマ物質が出ているかに最も関心があったが、噴火後に現地で確認したところこぶし大の噴石がある程度だった」
- ✓ 清水先生ご意見（視察登山時）「噴火により噴出する噴石は小さいものの、もし溶岩ドームの噴石が噴火の衝撃で飛散するとm級の石が飛来する可能性はある」
- ✓ 松島先生ご意見（個別ヒアリング）「霧島や阿蘇のような厚さが50cmや1mあるような退避壕は少し過剰なのではないか」

渡邊先生が現地確認した証言及び清水先生・松島先生からは大きなサイズの噴石に対する想定が必要との意見が特に無かった。このことから想定する噴石の最大サイズは10cm程度（こぶし大サイズ）～30cm程度以下としたい。

(※突発的な水蒸気噴火に伴い発生する噴石の最大サイズのため大規模な噴火時にはより大きな噴石が発生する可能性があることに留意)

➤ 噴石に対応する衝撃耐力の確保方法について

退避壕整備計画について

【想定する噴石が到達した場合に求められる強度について】

- ✓ 手引きによると、想定する大きさの噴石が100m/s(360km/h)程度で衝突した場合に、退避壕等に避難した人々が負傷等に至らないために必要な構造耐力を確保することが目安として考えられる。

【必要な強度を得るための方法(案)について】

- ✓ 手引きによると、上記の強度想定において必要な構造耐力を確保するための目安として以下のとおり整理されている。

	10cm以下	30cm以下	50cm以下	
減災対策(例)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 厚さ20cm程度のボックスカルバート 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 厚さ20cm程度のボックスカルバート ✓ 高機能繊維（アラミド繊維）で屋内上部側を補強 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 厚さ20cm程度のボックスカルバート ✓ 外側上部に敷砂等の緩衝材を敷設 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 厚さ40cm程度のRC構造 ✓ 外側上部に敷砂や砂利等を敷設 ✓ 屋内上部側に高機能繊維や剥離予防ネット等で補強

- ✓ 直径30cm程度の噴石の場合、厚さ20cm程度のコンクリートのみでは衝突した衝撃によりコンクリート片が玉突き的に裏面剥離し飛散することなどが想定されることから、高機能繊維織物（アラミド繊維）等や緩衝材（土・砂・砂利等）の敷設等を組み合わせた方法が考えられる。

平成29年度雲仙岳火山防災協議会第3回幹事会説明資料より抜粋

- 平成噴火初期における水蒸気噴火の噴石サイズに関する文献等は確認することができていない。
- 火山専門家の意見等も踏まえて想定する噴石のサイズを検討した。
- 想定される噴石の大きさを基に、内閣府の手引きに沿って必要な衝撃耐力を確保するための減災対策について整理

➤ 退避壕の大きさ及び収容人数に関する検討資料

退避壕整備計画について

【退避壕の大きさ及び収容人数について】

第2回幹事会

- ✓ 第1回幹事会の事務局案：30人程度を収容するサイズ
→「大サイズの退避壕を作成するよりも、小規模なものの方が費用、景観等の面から適しているのでは」との意見有
- ✓ 単位面積あたりの収容人数は4人/㎡程度が目安だが2人/㎡程度が望ましい
(内閣府手引きによる)
※参考：エレベーターの最大積載重量時の状況：5-6人/㎡

◆10～20人程度が逃げ込める程度→5㎡～10㎡程度

(※退避壕を整備する場所の設置可能場所等の状況による)

20人規模が収容できる退避壕を整備することは、施工面及び費用面から困難な可能性が高い。

【退避する登山者数の想定（再検討）】

- ✓ 第1回幹事会の登山者数の想定を再検討
 $96名$ (年間登山者35,000人÷365日) × 1.5倍 (冬季4ヶ月の登山者0の場合8月/12月) ÷ 8時間 (日中8時間) = $18人$ (平常時1時間当たりの想定人数)
- ✓ 周辺に滞留する人数を考慮すると、8～10人程度が収容できれば退避壕周辺の登山者は逃げ込める可能性が高いと想定される。

- 第1回幹事会：ピーク時期想定
- 第3回幹事会：平常時想定

雲仙岳火山防災協議会第3回幹事会 平成30年1月30日

9

退避壕整備計画について

【記載の修正(案)について】

➤ 6. (1) 退避壕の大きさ及び収容人数について

- ✓ 手引きでは単位面積当たり収容人数は、1㎡あたり2人程度が望ましいとされているが、目安とされている1㎡当たり4人程度で想定（施工及び費用面から困難なため）
- ✓ 退避壕に避難できる人数を考慮した必要な収容人数は8～10人程度を想定する。
- ✓ この場合、退避壕の面積は2㎡程度が目安となる。

➤ 8. 退避壕のタイプについて

- ✓ ボックスカルバート式が有効と想定される。
- ✓ 運搬費等の工事費用低減及び現地施工等を可能な限り簡易化するため、小規模な退避壕を複数基に分けて運搬し整備することも検討する。

【(参考)収容可能人数について】

- ✓ 電話ボックス程度のサイズの場合、収容人数は3～4人と想定
(※電話ボックスの寸法は約0.9m×0.9m=0.81㎡程度、手引きの目安が4人/㎡のため)

雲仙岳火山防災協議会第3回幹事会 平成30年1月30日

10

平成29年度雲仙岳火山防災協議会第3回幹事会説明資料より抜粋

- 退避する登山者数の想定に関する再検討を実施
- 退避壕の構造及び大きさについても再検討
→具体的な工事や資材運搬方法等の検討が十分進んでいないため、施工可能な（現実的な）計画となるよう引き続きの検討が必要と整理

7. 今後の進め方について

- ✓ 退避壕整備基本方針に関する引き続きの検討を実施
- ✓ 検討が必要な項目
 - 想定する噴石の大きさ
 - 噴石に対して必要な衝撃耐力
 - 避難が必要な登山者数の想定（推計）及び想定条件の整理
 - 施工可能な工事方法の検討
 - 退避壕の大きさやタイプに関する検討
（工法により制約される可能性がある）

□ 基本方針の取りまとめは**平成30年9月頃**（30年度上半期）をメドに実施することを想定している。