

# 「第3回 雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」

## 会 議 次 第

開 催 日：平成27年9月10日（木）

13：30～15：00

場 所：雲仙岳災害記念館 セミナー室

1. 開 会

2. 挨拶

3. 議 事

○ 「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」

設置趣意書・規約等について

・設置趣意書・・・資料-1

・規約・・・・・・・・資料-2

・委員名簿・・・・・・・・資料-3

・配席図・・・・・・・・資料-4

○ 検討次第

雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討について

・・・・・・・・資料-5

○ その他

4. 閉 会

## 雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会

## 設置趣意書

雲仙・普賢岳は平成2年11月17日に198年ぶりに火山活動を再開し、その活発な噴火活動により火砕流が発生し44人の尊い人命が奪われ、さらには降雨による土石流の発生により、地域生活や経済活動に長期にわたって甚大な被害を与えた。

雲仙復興事務所は、雲仙・普賢岳の噴火活動中から現在まで、噴火災害により被害を受けた地域の安全を確保し、早急な災害対策を進め、地域復興に貢献するため、砂防堰堤、導流堤、監視体制の整備などを進めてきた。

現在、一連の噴火活動は終息しているものの、雲仙・普賢岳周辺には、溶岩ドームと呼ばれる巨大な岩塊群が不安定に存在し、崩落等の危険性が懸念されるため、平成23年から24年にかけて「雲仙普賢岳溶岩ドーム崩落に関する危険度評価検討委員会」及び「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊に関する調査・観測及び対策検討委員会」を開催した。これらの委員会により、溶岩ドーム崩壊時に下流に被害発生の可能性があることが示され、今後溶岩ドームの挙動について継続的な調査・観測が必要であること、発生可能性が高い災害に対しては事前にハード対策を行うべきこと、ハード対策だけでなく並列して関係機関が連携して雲仙・普賢岳の防災対策に取り組むべきであることが報告された。これらの報告を受け、雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊に対するソフト対策を検討することとした。

検討にあたっては、溶岩ドーム崩落が火山学や地球物理学からも稀な現象であり、火山防災および砂防に関する高度な学術的知見が不可欠であること、及び関係機関が連携して雲仙・普賢岳の防災対策に取り組む必要があることから、学識経験者や各行政機関関係者から構成される「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」を設置することとする。

## 「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」規約

## 第1条（趣旨）

この規約は、「雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会」（以下「委員会」という。）の設置について必要な事項を定める。

## 第2条（目的）

本委員会は、溶岩ドーム崩壊に関する調査・観測及びソフト対策の検討を目的とする。

## 第3条（組織）

委員会は、事務局が設置する。

- 委員会の委員は、事務局が委嘱する。

## 第4条（委員長）

委員会に委員長を置くこととし、委員の互選によりこれを定める。

- 委員長は、委員会の運営と進行を総括する。
- 委員長に事故があった場合には、委員長が予め委員の中から指名する者が職務を代行する。

## 第5条（委員会）

委員会は、委員長の了解を得て事務局が招集する。

- 委員の任期は原則として1年とし、再任を妨げない。
- 委員会は、委員総数の2分の1以上の出席をもって成立する。なお、行政委員の代理出席も委員会の成立数とする。
- 異常時、緊急時等、臨時に開催する必要がある時は、事務局が委員長の了解を得て臨時委員会を招集するものとする。

## 第6条（報告及び助言）

防災関係機関の実務担当者による溶岩ドーム崩壊対策等の防災に関する検討や実施状況について、事務局より委員会へ報告を行い、委員会から必要に応じ助言を頂くものとする。

## 第7条（公開）

委員会の公開は、傍聴を認めることにより行うものとする。

- 特段の理由がある場合は、委員会の判断により非公開とすることができる。

## 第8条（オブザーバー）

雲仙・普賢岳周辺の関係機関等を委員会のオブザーバーとする。

- 委員会に参加するオブザーバーは、委員会の提言等をふまえ、必要に応じて事務局が変更するものとする。

## 第9条（事務局）

委員会の事務局は、以下の機関が合同で行い、窓口は国土交通省九州地方整備局雲仙復興事務所に置く。

国土交通省 九州地方整備局 河川部

国土交通省 九州地方整備局 雲仙復興事務所

長崎県 危機管理監 危機管理課

長崎県 土木部 砂防課

## 第10条（規約の改正）

本規約の改正は、委員総数の3分の2以上の同意を得てこれを行う。

第11条（雑則）

この規約に定めるもののほか、委員会の運営に関し必要な事項は、委員会に諮って定める。

附則（施行期日）

この規約は、平成26年8月4日より施行する。

雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会  
委員名簿

(順不同・敬称略)

【学識委員】

下川 悦郎	鹿児島大学 地域防災教育研究センター 特任教授 (砂防)
清水 洋	九州大学 大学院理学研究院附属 地震火山観測研究センター 教授 (火山)
山田 孝	三重大学 大学院生物資源学研究科 教授 (砂防)
木村 拓郎	一般社団法人 減災・復興支援機構 理事長 (防災)
高橋 和雄	長崎大学 大学院工学研究科 インフラ長寿命化センター 特任研究員 (防災)
蔣 宇静	長崎大学 大学院工学研究科 教授 (岩盤工学)
國友 優	国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 土砂災害研究室長 (防災)

【行政委員】

米田 隆明	福岡管区気象台気象防災部 火山防災情報調整官
森川 幹夫	九州地方整備局 河川部長
西浦 泰治	長崎県 危機管理監
浅野 和広	長崎県 土木部長【代理：後田 健一 砂防課長】
田代 秀則	長崎県 島原振興局長【代理：田中 比月 建設部長】
古川 隆三郎	島原市長 【代理：安永 宏利 市民安全課長】
松本 政博	南島原市長 【代理：綾部 洋一 総務課長】
金澤 秀三郎	雲仙市長

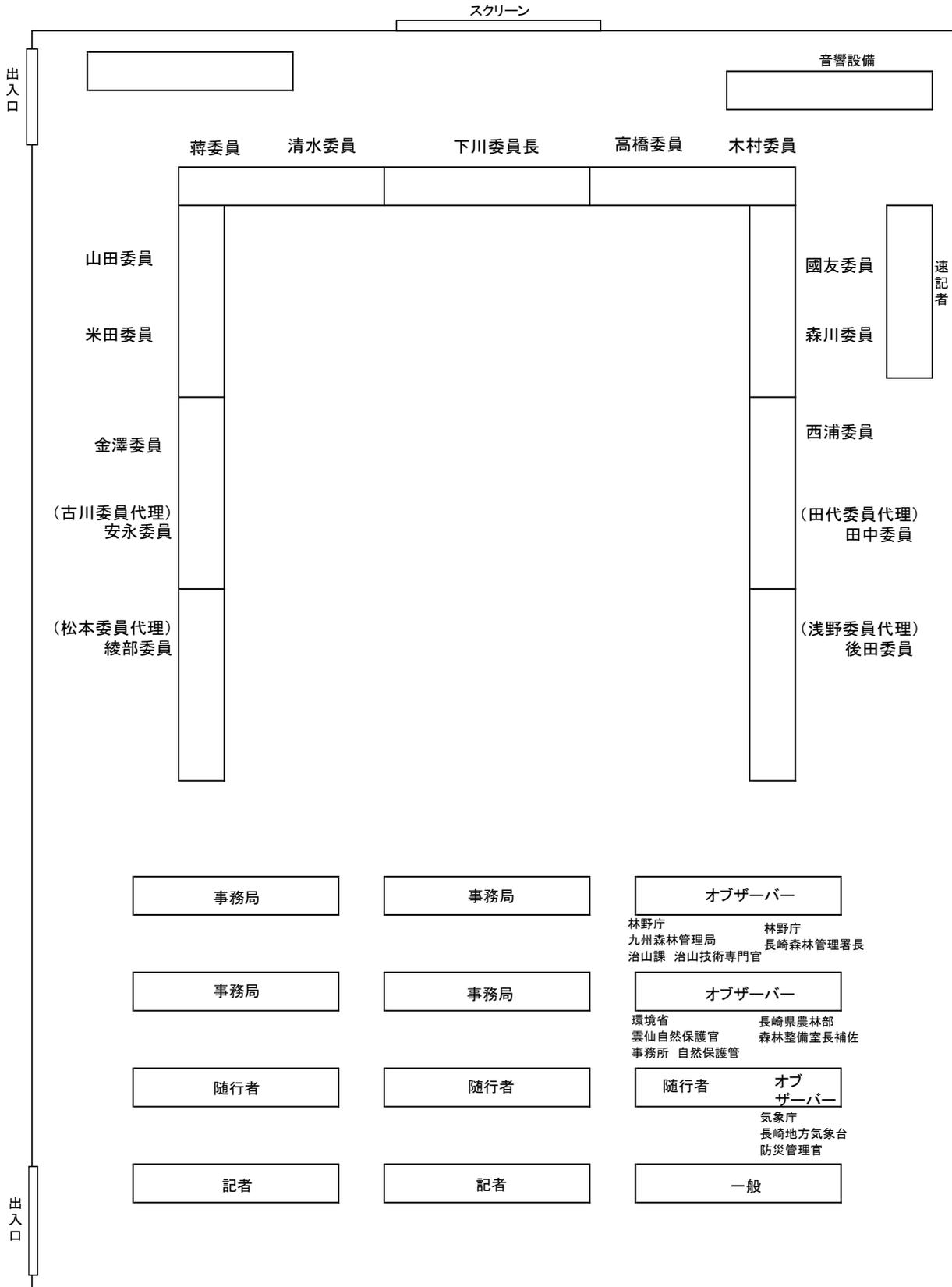
【オブザーバー】

岸田 宗範	環境省 九州地方環境事務所 雲仙自然保護官事務所 自然保護官
岡本 一孝	林野庁 長崎森林管理署長
山下 和也	林野庁 九州森林管理局治山課 治山技術専門官
上野 健志郎	気象庁 長崎地方気象台 防災管理官
内田 陽二	長崎県 農林部 森林整備室長【代理：前田 真二 課長補佐】

【事務局】

国土交通省 九州地方整備局 (河川部、雲仙復興事務所)  
長崎県 (危機管理監、土木部)

# 第3回 雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会 配席図



# 第3回(平成27年度第1回) 雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会 討議資料



# 雲仙・普賢岳溶岩ドーム崩壊ソフト対策検討委員会について

## ■スケジュール(予定)

### 平常時

#### 第1回検討委員会 平成26年8月4日

- 委員会の目的・位置付けの説明
- 監視観測・警戒避難体制の現状と課題の説明
- 地震時における警戒避難基準(案)の検討

#### 第2回検討委員会 平成27年3月6日

- **ソフト対策対応暫定基準(案)の検討・承認**
- 避難訓練を踏まえた防災対応の課題等について報告
- 平成27年度以降の観測体制の方向性の検討

#### 第3回検討委員会 平成27年9月10日(今回)

- 観測体制・観測結果等の報告
- 今後の検討方針(想定崩壊ブロック等の具体化の必要性について)

#### 第4回検討委員会 平成28年2~3月頃(案)

- 想定崩壊ブロックおよび崩壊シナリオの検討
- 暫定管理基準(案)と対応フローの見直し(振動センサーの高度活用、観測機器の増設計画などに対応)
- 平成28年度以降の観測体制(案)について

- 暫定管理基準超過時の緊急調査内容と解除判定基準など
- 観測体制の拡充について
- その他委員の指摘事項の検討

### 緊急時

#### 臨時委員会

- 崩壊危険度の判定
- 推定崩壊規模の設定
- 要避難区域等の設定

平成26年度

平成27年度

平成28年度  
以降

# 第2回委員会で承認された暫定基準

観測機器等	判定可能なデータ取得間隔	即時対応基準	短期対応基準	長期対応基準	危険解除に臨時委員会を要する場合
震度計	リアルタイム (気象庁からの震度情報)	震度4(市への危険情報提供) または 震度3(砂防工事従事者退避)	—	—	余震に関する注意情報がある場合
振動センサー	リアルタイム	稲生山、垂木台地、岩床山のうち複数のセンサーで40mkine以上の振動が30秒以上継続した場合	—	—	40mkine以上の反応が続く場合
光波測距	1回/1日 (毎時観測→1日分を平均)	—	100日間の回帰直線からの乖離が-4cmを超過、又は、2回(2日)連続して-2cmを超過した場合。	100日間の回帰直線の傾きが-0.3mm/日を超過した場合 ※天狗山-P5の組合せを除く。	急激な変位などの異常が見られる場合
GBSAR	1回/2日 (7分毎に観測→2日ごとに変位を算出)	—	2日間の変位が、-2.9mm/2日を超過した場合。 ※ローブ末端4ブロックを対象。	1年間の変位速度が-5cm/年を超過した場合。 ※ローブ末端4ブロックを対象とする。	急激な変位などの異常が見られる場合
GPS	不定期 (約1回/1年)	—	—	前回(約1年前)からの変位が水平方向10cm/年 または鉛直方向-20cm/年を超過した場合	急激な変位などの異常が見られる場合
航空レーザー計測	不定期 (約1回/1年)	—	—	前回または数年前との標高差分でローブ上部で沈降かつ下部で隆起の傾向が顕著に認められた場合	—
雨量計	1回/1時間	—	(連続雨量が200mmを超過したら各観測機器の基準超過状況をチェック)	(連続雨量が200mmを超過したら各観測機器の基準超過状況をチェック)	—
監視カメラ	リアルタイム	(状況確認し参考情報とする)	(状況確認し参考情報とする)	(状況確認し参考情報とする)	異常が確認される場合

## 第2回委員会での主な指摘と対応

項目	指摘	対応
クレープ以外の破壊現象、前兆現象について	現在、クレープ現象を中心に考えているが、それ以外のシナリオも検討する必要がある。	岩盤崩壊とその前兆現象観測事例を調査中である。調査結果をふまえて想定崩壊シナリオを検討する。次回委員会で報告予定。 →第5章 P30～34 <b>対応①</b>
	クレープのように加速せずに、崩壊前兆として落石・小崩落が連続する可能性もある。それを振動センサーによって検知できないか検討すること。	振動センサーによって落石の増加を定量的に計測する手法を検討する。次回委員会で報告予定。
	ケース5ではクレープ的かもしれないが、ケース3では挙動が異なるかもしれない。崩壊のメカニズムや観測体制を検討する必要がある。	崩壊ブロック区分と、それぞれで想定される崩壊形態を検討中である。それを踏まえて観測体制を検討する予定である。次回委員会で報告予定。 →第5章 P30～34 <b>対応②</b>
	解除基準も検討する必要がある。	上記の検討結果を踏まえて再検討する。次回以降の委員会で報告予定。
防災体制について	基準と防災行動(例えば避難勧告や指示)との対応関係を、市との間ですり合わせておく必要がある。	第3回溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議で検討した。今後も引き続き検討する予定。 →第4章 P25～26 <b>対応③</b>
	臨時委員会について、実務レベルの具体的な内容まで検討しておく必要がある。	今後検討予定。
	臨時委員会招集の訓練なども検討すること。	今後検討予定。

## 今回の委員会での説明・審議の内容

1. 平成26年度までの観測成果等 【説明】
2. ヘリコプター等による調査結果 【説明】
3. 監視・観測体制拡充の進捗状況 【説明】
4. その他ソフト・ハード対策の進捗状況等 【説明】
5. 今後の検討方針について 【審議】  
(想定崩壊ブロック等の具体化の必要性について)
6. 次回委員会の予定 【説明】

# 1. 平成26年度までの観測成果等

(2014年4月～2015年3月)

1.1 監視・観測体制の概要

1.2 観測の主な成果

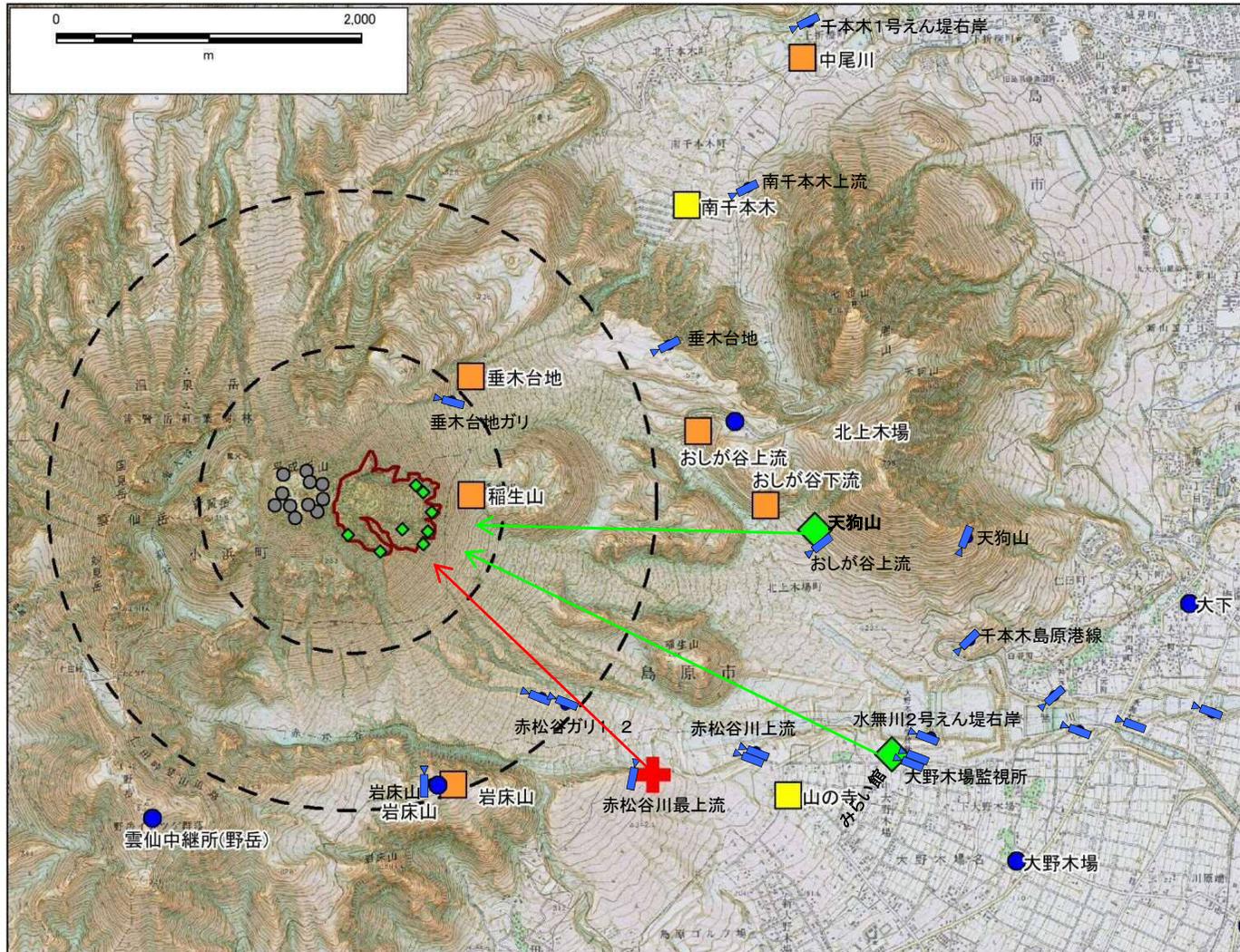
(1)光波測距 (2)GBSAR (3)振動センサー (4)GPS

(5)監視カメラ (6)雨量計

1.3 平成27年の土石流発生時の状況

# 1.1 監視・観測体制の概要

● 観測機器は、光波測距、GBSAR、振動センサー、GPS、監視カメラ、雨量計である



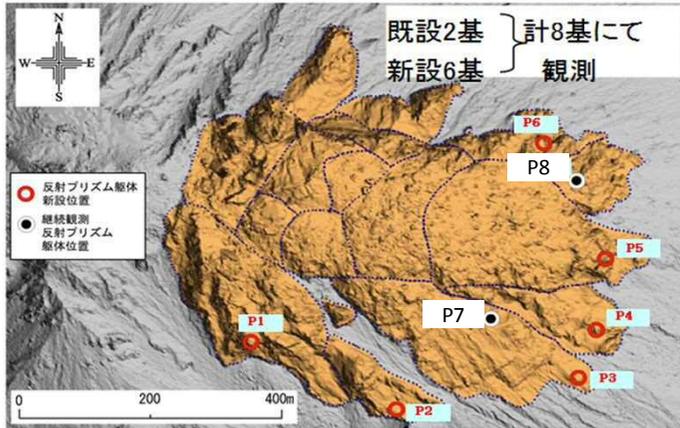
- 凡 例
- ◆ 光波測距観測器 (トータルステーション)
  - ◆ 光波測距ターゲット (プリズム)
  - ✚ GBSAR
  - 振動センサー
  - 地震計(九州大学)  
※振動センサー・地震計ともに振動波形を記録するもの。
  - GPS観測点 (九州大学・気象庁等)
  - ▶ 監視カメラ
  - 雨量計

※従来稼働していた地震計のうち、気象台の山の寺・薊谷はH27に撤収。九州大学の普賢4は流失、普賢1・2は頻繁に断線するなど不安定な状態なため図には表示していない。

機器種類	光波測距	GBSAR	振動センサー	GPS	監視カメラ	雨量計
目的	溶岩ドームの変位を計測する	溶岩ドームの変位を全天候で計測する	土砂移動をリアルタイムに検知する	溶岩ドームの変位を計測する	遠隔地から目に見える状況を把握する	土砂移動の原因としての雨量を計測する

# 1.2 観測の主な成果 —(1)光波測距

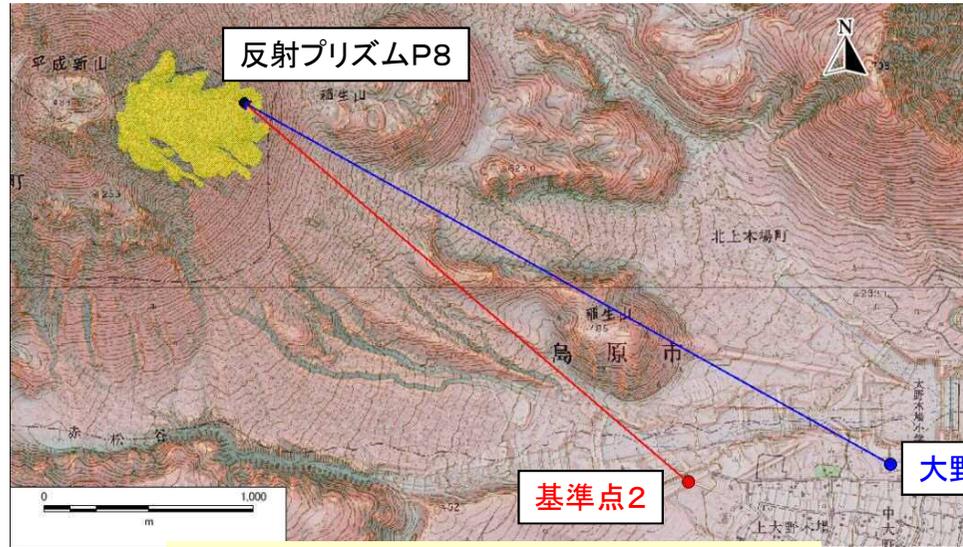
- 観測間隔は1時間毎で、測定精度は、±10～15mmである。
- 約18年間で約1.2mの変化量(6.6cm/年) : H26年度も従来の傾向から変化なし。



反射プリズム設置位置



光波反射プリズム観測機器の設置(計8基)



トータルステーション設置位置(観測基準点)

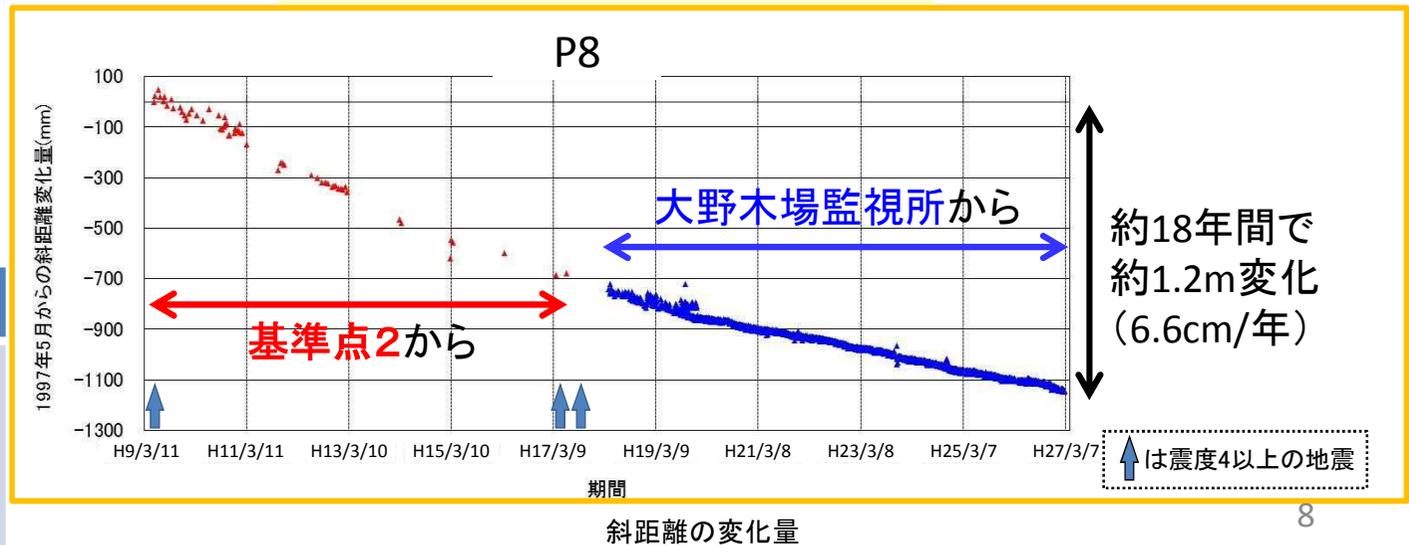


自動観測小屋

大野木場監視所

## 観測諸元

観測開始年月	観測間隔	位置、数量	測定精度
H9年(1997年)3月	1時間ごと	トータルステーション: 2箇所 (大野木場監視所、天狗山)  反射プリズム: 8箇所(ドーム上)	±10～15mm

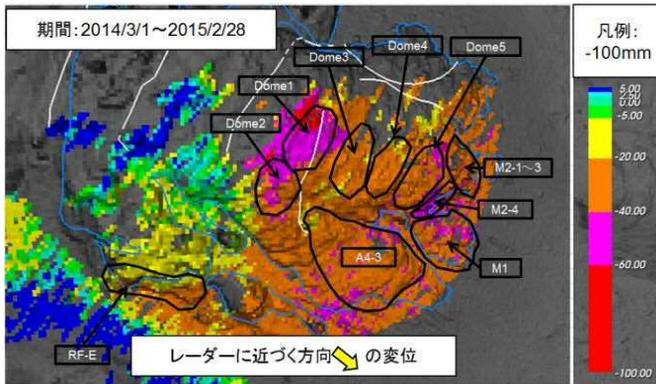


約18年間で約1.2m変化(6.6cm/年)

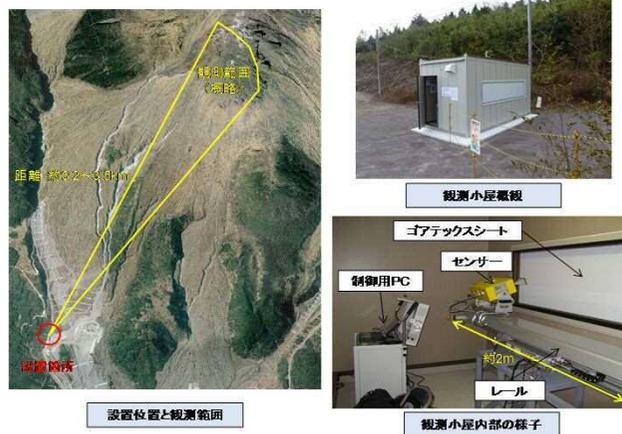
↑は震度4以上の地震

# 1.2 観測の主な成果 – (2)GBSAR

- 変位の大きい領域Dome1～5の変位速度はH24年とH26年で約3～5cm/年、H25年で約2～4cm/年  
→H25年はレーダから遠ざかる向きの変位が出たため評価が難しいが、**変位速度が大きく変化したとは言えない。**
- 暫定基準の着目領域とした4つの領域(M1, M2-4, M2-1～3, A4-3)でも同様である。
- 南西側(特にRF-E)領域では降雨の影響の可能性あり (H24年7月、H26年7月～9月に変位速度が増加)

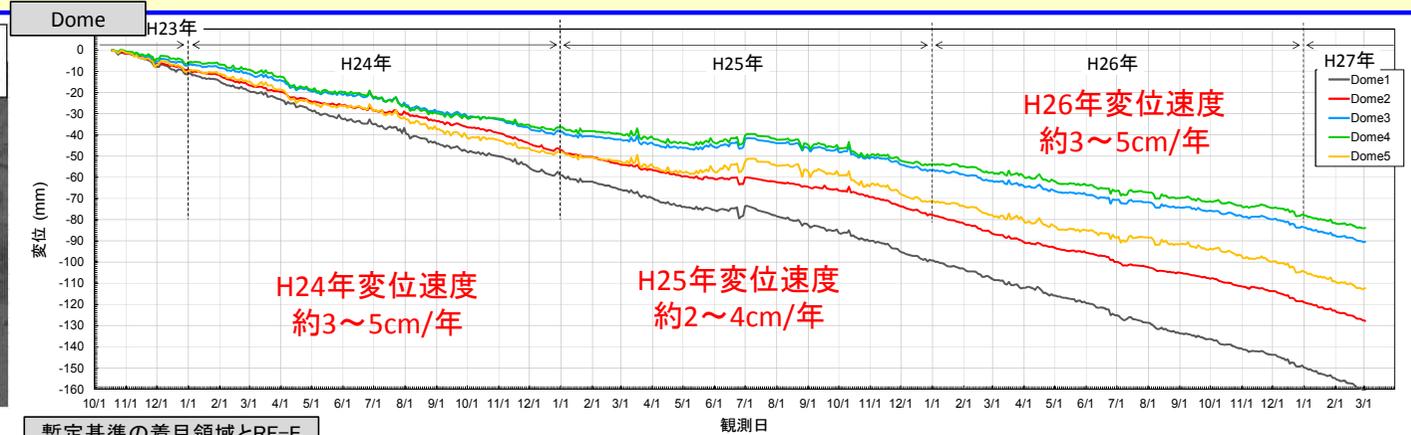


領域位置図

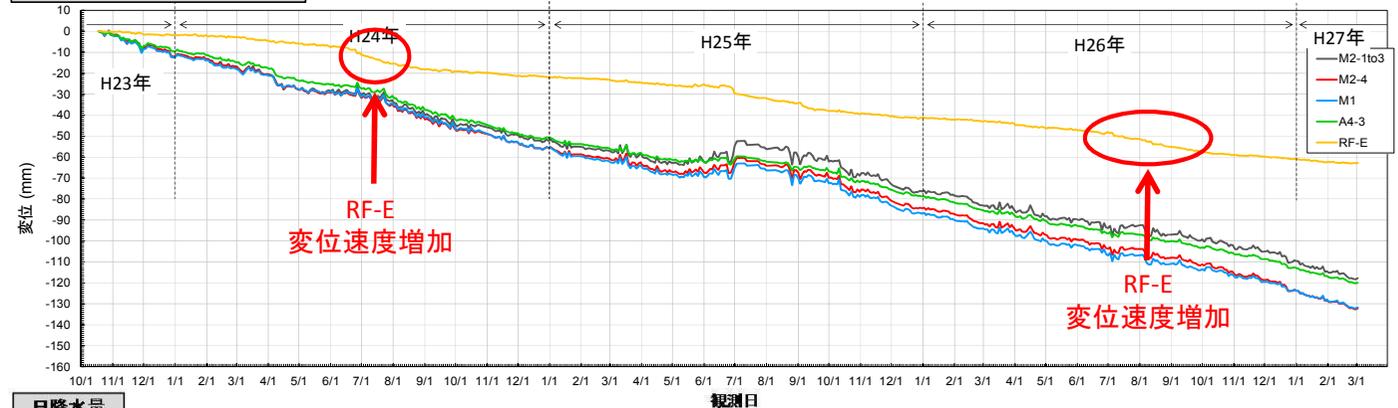


### 観測諸元

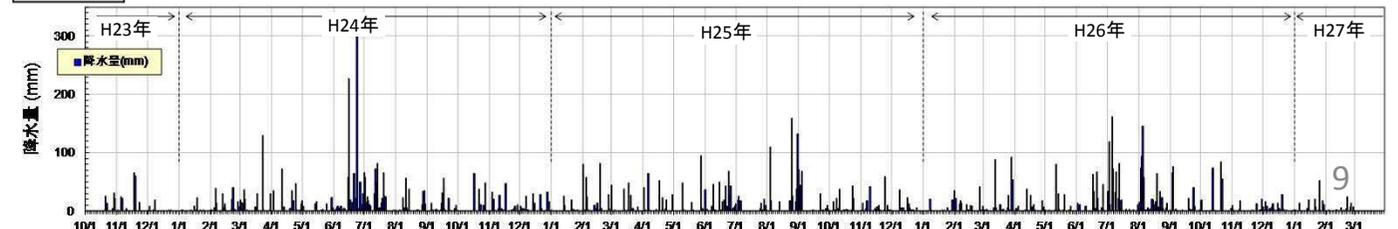
観測開始年月	観測間隔	位置、数量	測定精度
H22年(2010年)	7分間ごと	1箇所(赤松谷右岸)	±1mm以下



暫定基準の着目領域とRF-E

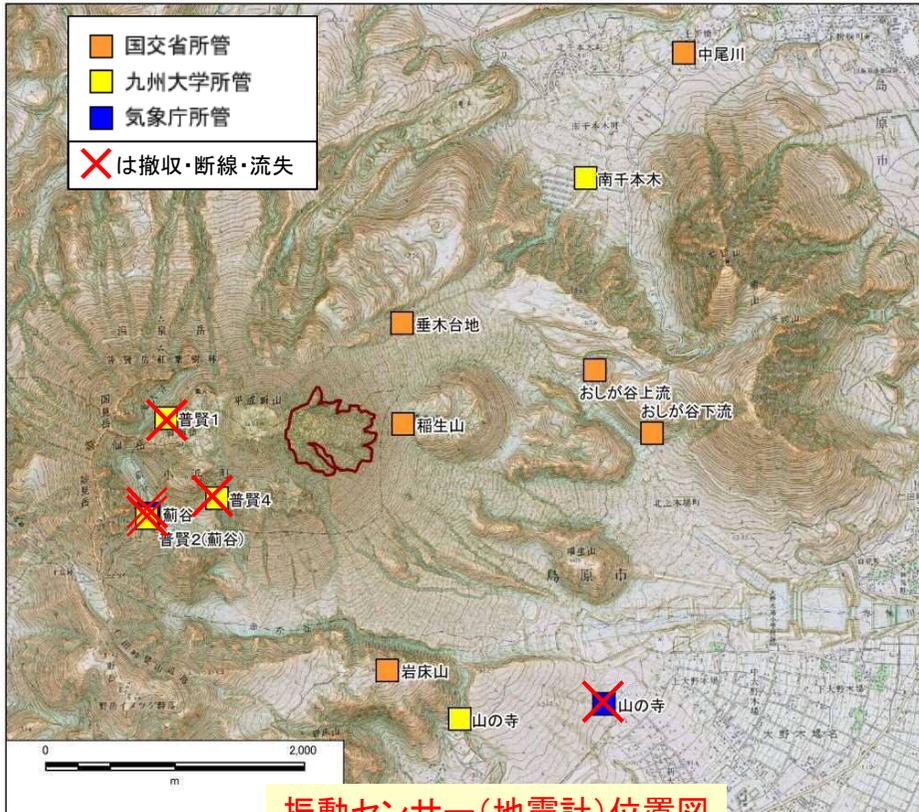


日降水量



# 1.2 観測の主な成果 – (3)振動センサー

- リアルタイム観測可能で、これまでの蓄積から現象ごとの特徴がある程度明らかになっている  
→ 昨年度、「即時対応基準」が設定された(第2回委員会での承認事項)。
- 気象庁の2基がH27に撤収、九大の3基は流失または頻繁に断線するなど不安定 → 赤松谷上流部の観測機器が無い状態。



振動センサー(地震計)位置図

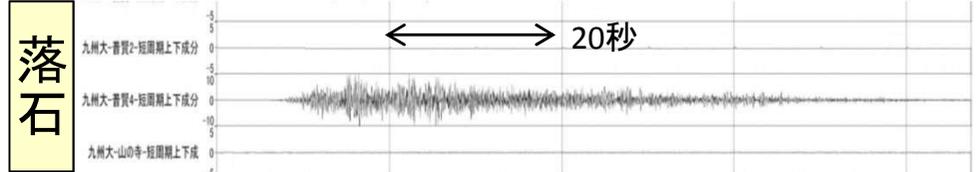
※九州大学および気象庁のデータもリアルタイムで雲仙復興事務所に伝送されている。

### 観測諸元

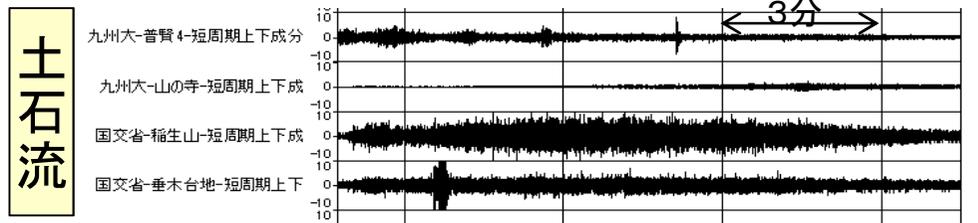
観測開始年月	観測間隔	位置、数量	測定精度
H5年(1993年)以降、順次	リアルタイム	国交省6箇所(7台) 気象庁・九州大学3箇所	長周期: 7.5V/kine 短周期: 0.5V/kine



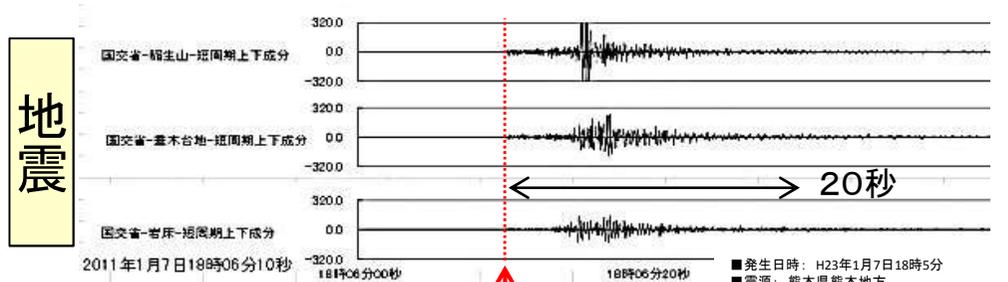
振動センサー(地震計)



- 【特徴】
- 短時間に振幅が増減する
  - 振幅は実績最大20.20mkine
  - 継続時間は多くの場合、数十秒程度



- 【特徴】
- 紡錘状の波形(先頭に急増を含むことあり)
  - 振幅は実績最大36.01mkine
  - 継続時間は数分～数十分程度

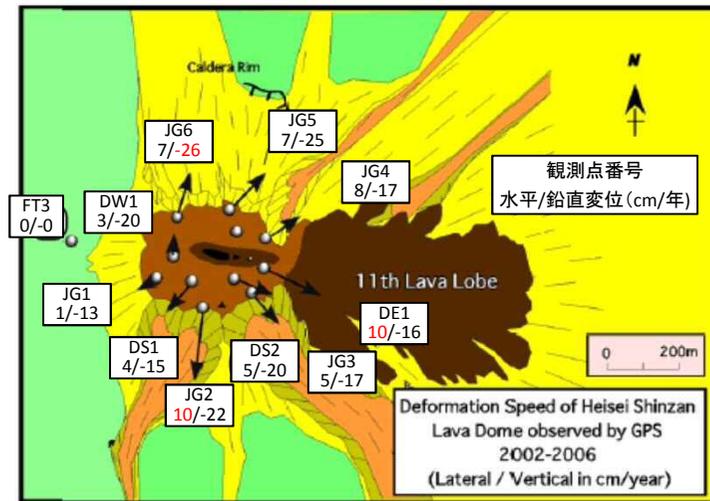


- 【特徴】
- 全観測地点でほぼ同時に反応
  - 振幅は実績最大319mkine (ほか振り切れ事例あり)
  - 継続時間は数分～数十分
- 発生日時: H23年1月7日18時5分  
■ 震源: 熊本県熊本地方  
■ 深さ: 16km  
■ 強さ: M3.9  
■ 震度: 3(雲仙市) 2(南島原市) 1(島原市)

# 1.2 観測の主な成果 – (4)GPS

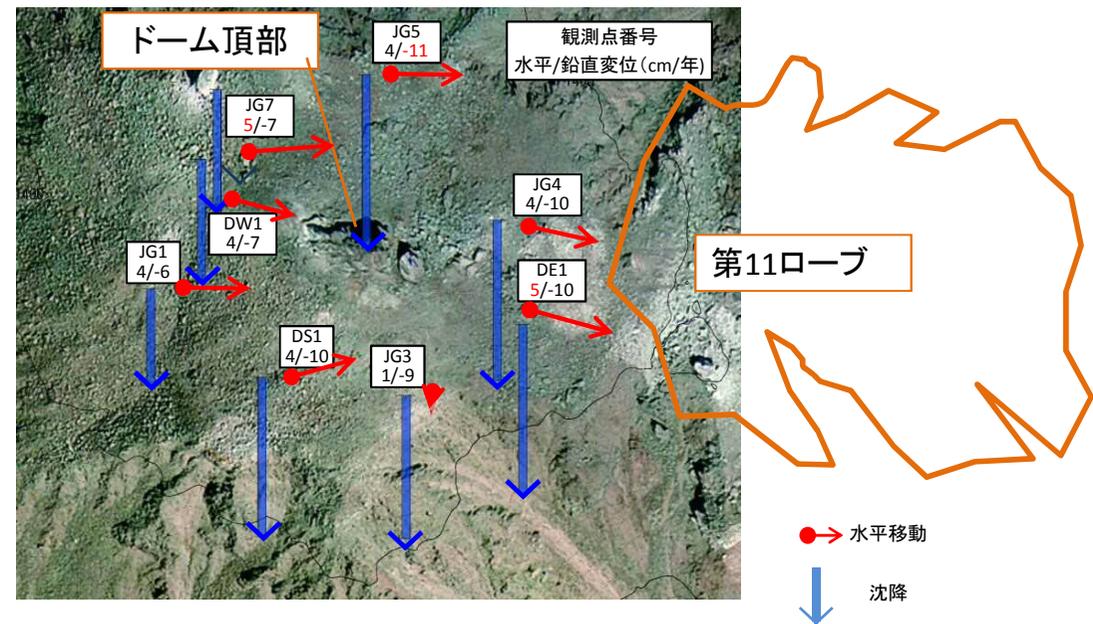
- H14年～H18年：平成新山を中心に放射状に年間1～10cm移動。
- H24年～H26年：概ね東方向に年間5cm程度移動。
- 上記2つの期間の間に、「放射状」から「東方向」に変化し、変位量は減少。
- H26年度も従来の傾向から変化なし。

溶岩ドーム頂部におけるGPS観測結果  
(H14-H18年：九州大学、気象庁)



出典：九州大学地震火山観測研究センター資料(第104回噴火予知連資料)

溶岩ドーム頂部におけるGPS観測結果  
(H24-H26年：雲仙復興事務所)

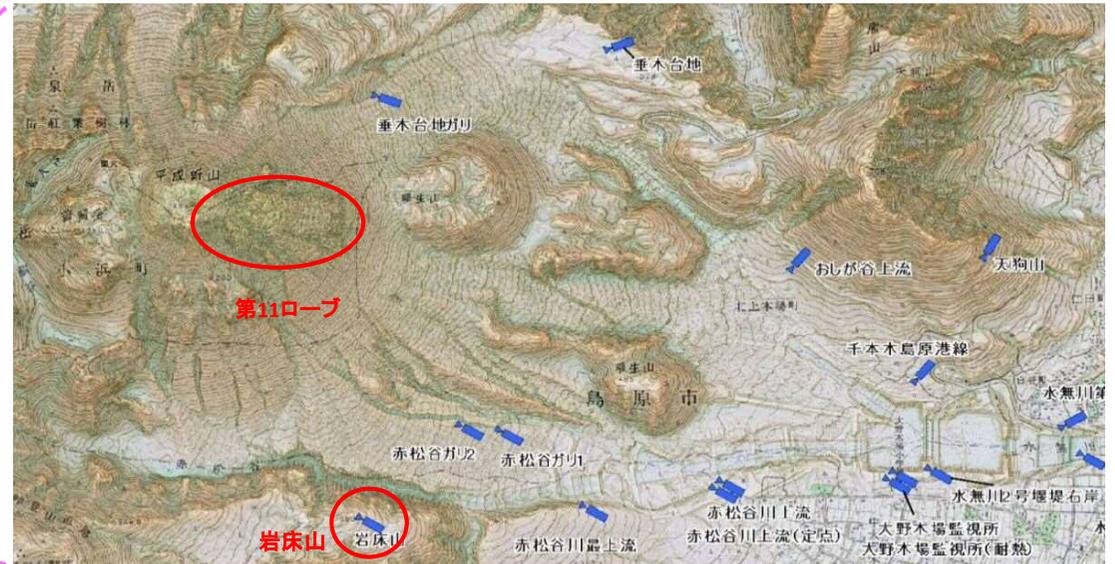
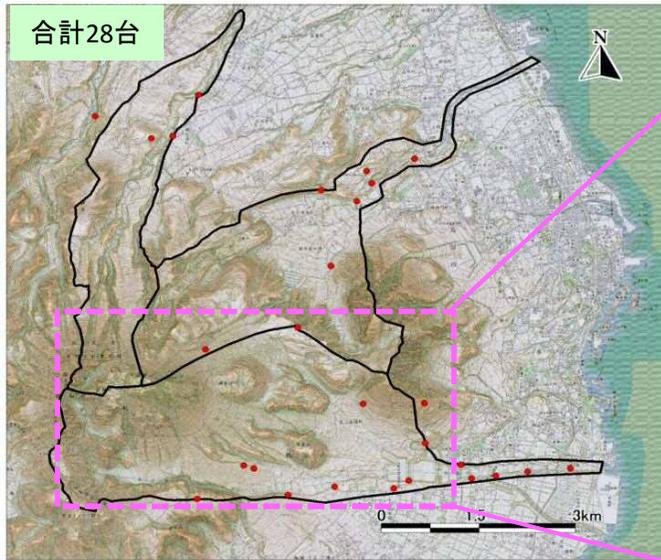


■ 観測諸元

観測開始年月	観測間隔	位置、数量	測定精度
H11年 (1999年)	随時手動観測 (近年は毎年実施)	溶岩ドーム上に 10点	±1cm

# 1.2 観測の主な成果 —(5)監視カメラ

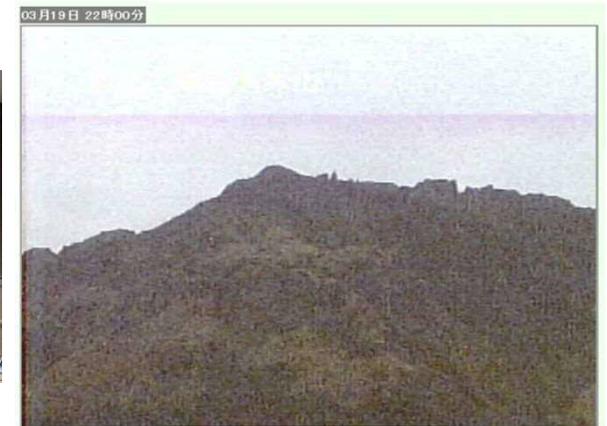
- 第11ローブを監視可能なカメラは複数あるが、夜間監視可能は岩床山のみである。
- H26年度には特段の状況変化なし。



監視カメラ位置図



雲仙復興事務所防災室の監視カメラモニター



岩床山高感度カメラ画像

### ■観測諸元

観測開始年月	観測間隔	位置、数量	測定精度
H3年(1991年)6月以降、順次	リアルタイム	直轄3溪流に28台	キャプチャ画像の画素数(例): 720×480pixel

# 1.2 観測の主な成果 —(6)雨量計

- 溶岩ドーム周辺に多数配置されており、雨量の把握が可能である。
- H26年7月には短時間強雨による土砂流出あり→右下図
- (H27年には大雨により現在までに2回の土石流流出→次頁)



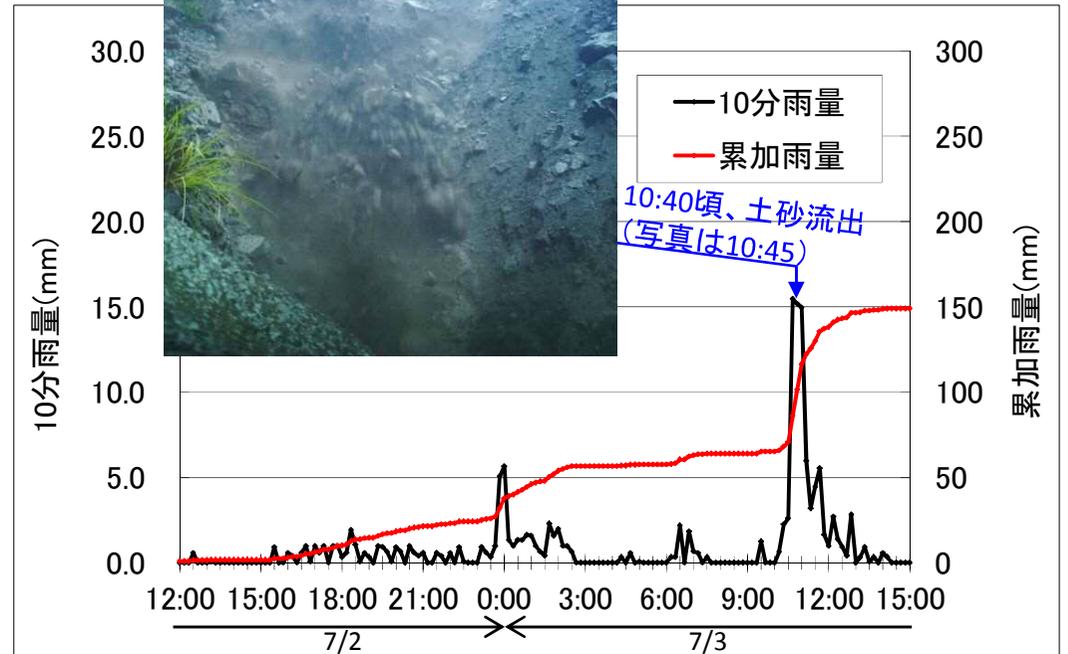
雨量計位置図

観測諸元

観測開始年月	観測間隔	位置、数量	測定精度
国交省はH6年(1994年)から順次、整備	10分ごと	直轄3溪流内および近傍に10基程度 その他島原半島全域に多数 (他機関の所管を含む)	—



H26/7/3 10:45  
赤松谷川支川、炭酸谷での土砂流出状況(インターバルカメラによる撮影)



降雨観測事例(H26/7/2~3、赤松谷川の流域平均雨量)

## 1.3 平成27年の土石流発生時の状況(1)

- 第11ローブ南東側の赤松谷川で、**H27年に2回の土石流発生**。  
6月11日(3年ぶり)、および8月25日。
- 各土石流時の堆積状況変化 → 次頁以降
- 第2回委員会で決定した「暫定基準超過有無をチェックする基準」を超えたため、土石流発生前後の光波測距・GBSAR観測データを確認した。  
→結果、**暫定基準の超過はなし**。(次頁以降)

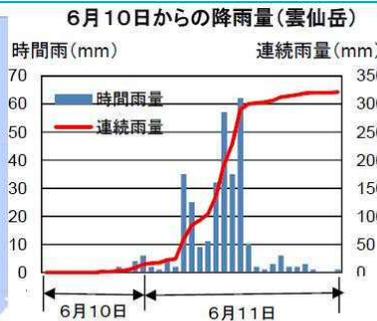
土石流発生日時	平成27年6月11日 11:15分頃	平成27年8月25日 5時～7時頃
連続雨量※	321mm(10日19時～12日0時)	297mm(24日13時～26日11時)
最大時間雨量※	62mm(11日11時～12時)	115mm(25日5時～6時)
堆積土砂量	3.2万m <sup>3</sup>	4.3万m <sup>3</sup>
下流集落の被害	なし	なし
ドーム挙動変化 (光波測距および GBSARによる)	光波測距で一時的に変位増加が見られたが、暫定基準は超えず。	ローブの東側末端部で比較的大きな変位があったが、暫定基準は超えず。

※観測局は気象庁の雲仙岳特別地域気象観測所。ここでいう最大時間雨量は、毎正時毎に観測された1時間降水量のうち、最大値をとったもの。

# 1.3 平成27年の土石流発生時の状況(2)

- 6月11日の土石流： 堆積土砂量3.2万m<sup>3</sup>。
- 11号床固工の上流の治山ダムを流下する土石流の映像を捉えた。
- この降雨による第11ローブの挙動変化→次頁

発 生 日 : 平成27年6月11日 11時15分頃  
 降 雨 状 況 : 連続雨量 321mm  
 (6月10日 19時~6月12日 0時) 雲仙岳  
 最大時間雨量 62mm  
 (6月11日 11時~12時)  
 発 生 箇 所 : 長崎県南島原市深江町 水無川支川赤松谷川



砂防施設で約32,000m<sup>3</sup>の土石流を食い止めました

土石流流下時の映像再生  
 (赤松谷川最上流カメラ)

埋没前の治山ダム (H27年5月26日)

土石流で埋没した治山ダム (H27年6月15日)

50cm以上の大礫を多く含み、盛り上がった形状をなす、典型的な土石流堆積物。

治山ダム直下の横断図

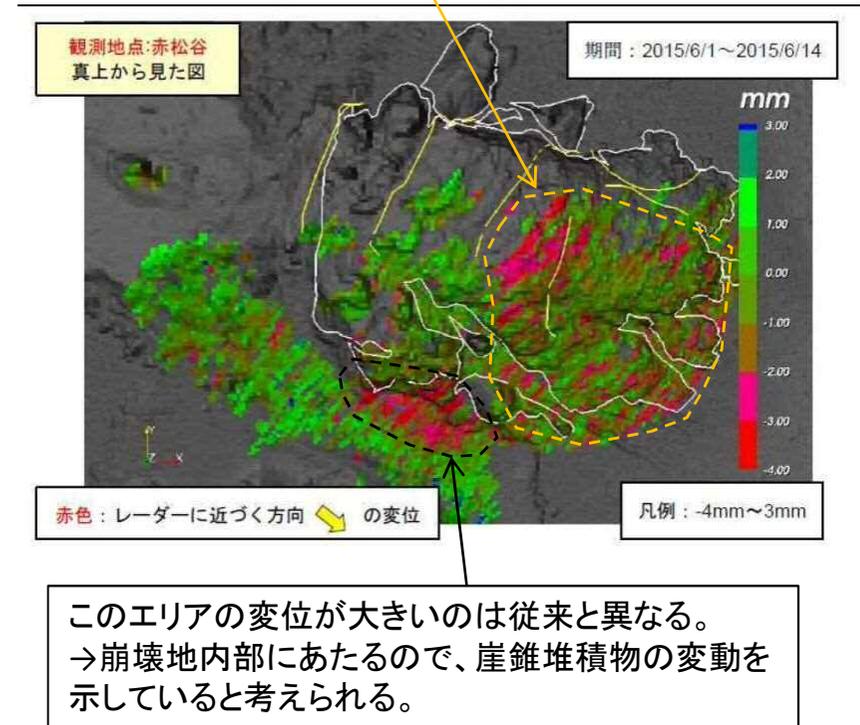
# 1.3 平成27年の土石流発生時の状況(3)

- 6月11日土石流の前後の、光波測距・GBSAR観測データを確認した。
- 結果、第11ローブの不安定化を示す明瞭な変化は、認められない。

P8～天狗山の斜距離は土石流発生後にいったん縮小しているが、その後元の水準に戻っている。全体的傾向としてはほぼ直線的な変位傾向を示す。



このエリア(特に最上部)で変位が比較的大きい点は、従来(p9参照)と同様。



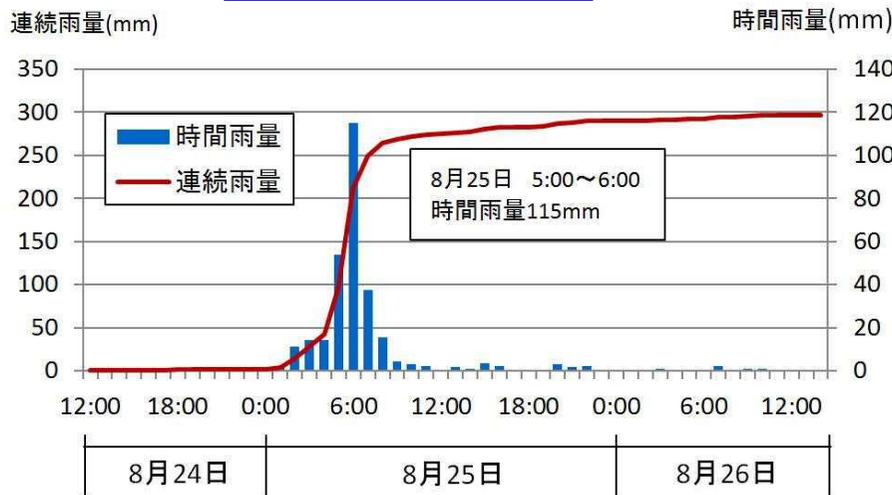
H27(2015)年5月～6月の雨量と、光波測距による斜距離変化量

H27(2015)年6月1日～14日のGBSARによる変位量分布

# 1.3 平成27年の土石流発生時の状況(4)

- 8月25日の土石流： 堆積土砂量4.3万m<sup>3</sup>。
- 2号床固工まで土石流が流下。少なくとも平成21年以降では初めて。
- この降雨による第11ロブの挙動変化→次頁

気象庁雲仙における観測雨量



土石流堆積域付近の平面図



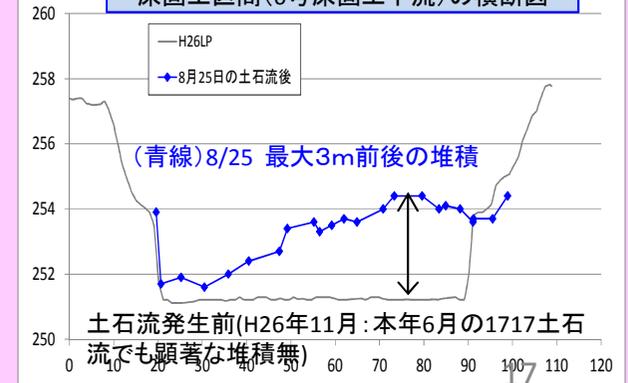
床固工区間の土砂堆積状況(6号床固工: H27年8月28日)



床固工区間の土石流堆積物(H27年8月28日)

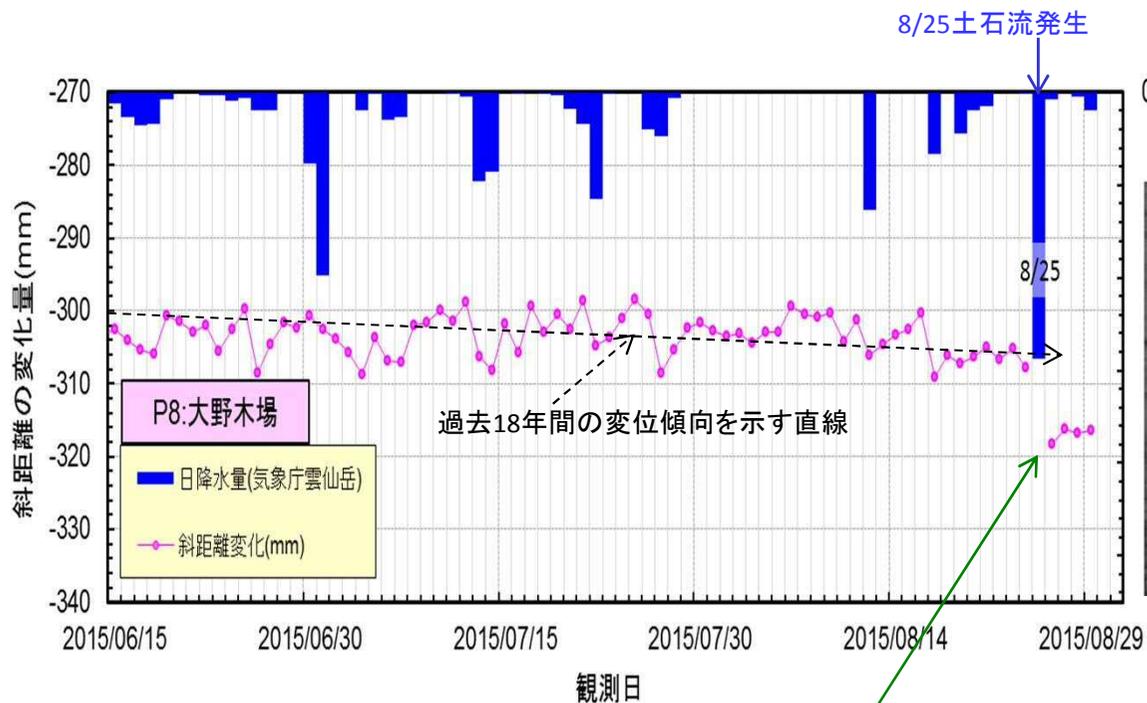


床固工区間(6号床固工下流)の横断面図



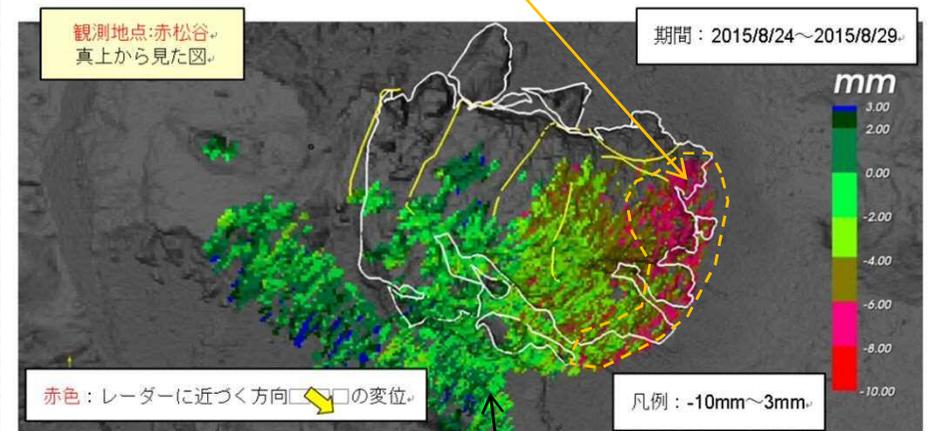
# 1.3 平成27年の土石流発生時の状況(5)

- 8月25日土石流の前後の、光波測距・GBSAR観測データを確認した。
- 結果、第11ローブの不安定化を示す明瞭な変化は、認められない。



P8～大野木場監視所の斜距離は、土石流発生前後の2日間で10mm程度縮小している。しかし短期対応基準を超えるほどではない。

長期的な傾向(p9)とは異なり、東側末端部で変位が大きいのが特徴的。ただし暫定基準は超えていない。光波測距のプリズムP8は矢印の先にあたり、左記の結果と整合的である。



6月土石流時に変位の大きかった崩壊地内部は、今回は大きな変化なし。

H27(2015)年6月15日～8月31日の雨量と、光波測距による斜距離変化量

H27(2015)年8月24日～29日のGBSARによる変位量分布

## 2. ヘリコプター等による調査結果

2.1 調査概要

2.2 地形・被覆等の判読結果

## 2.1 調査概要

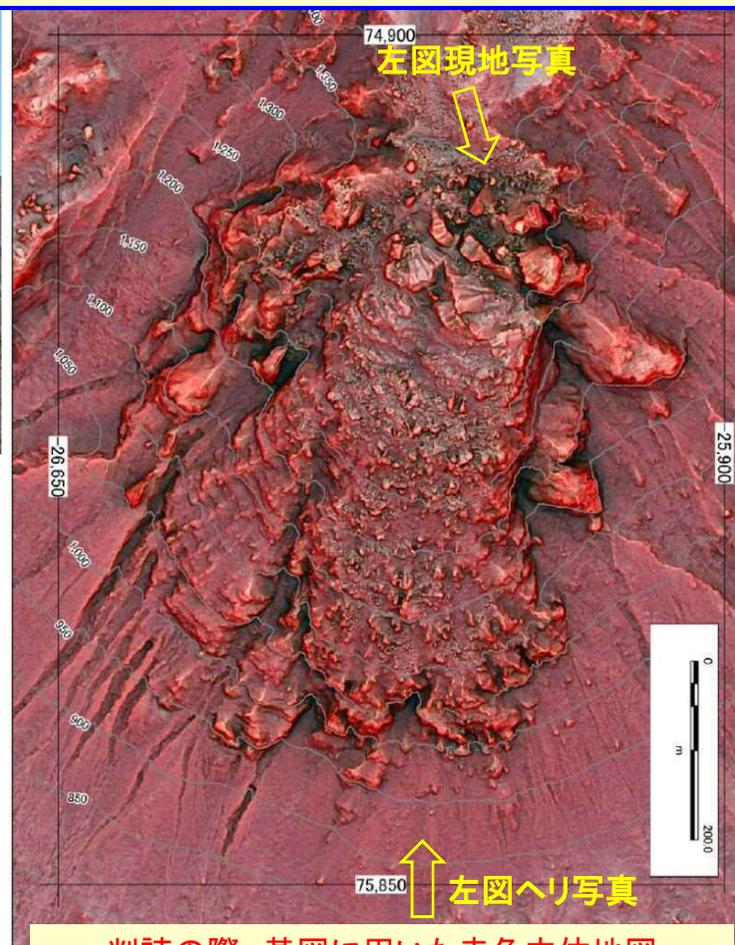
- H26年10月、現地調査およびヘリコプター調査を実施。
- ヘリ写真を基に、パソコン上で自由な視点から鳥瞰表示可能な3Dモデルを製作(→映像デモ)。
- 上記を基に、第11ローブの詳細判読図を作成(→結果は次頁)。



ヘリ調査写真



現地調査写真



判読の際、基図に用いた赤色立体地図

## 2.2 地形・被覆等の判読結果

- ヘリ写真と3Dモデルより、第11ローブの詳細判読図を作成。
- 今後、ブロック区分や崩壊シナリオ検討等に活用する予定。(→第5章)

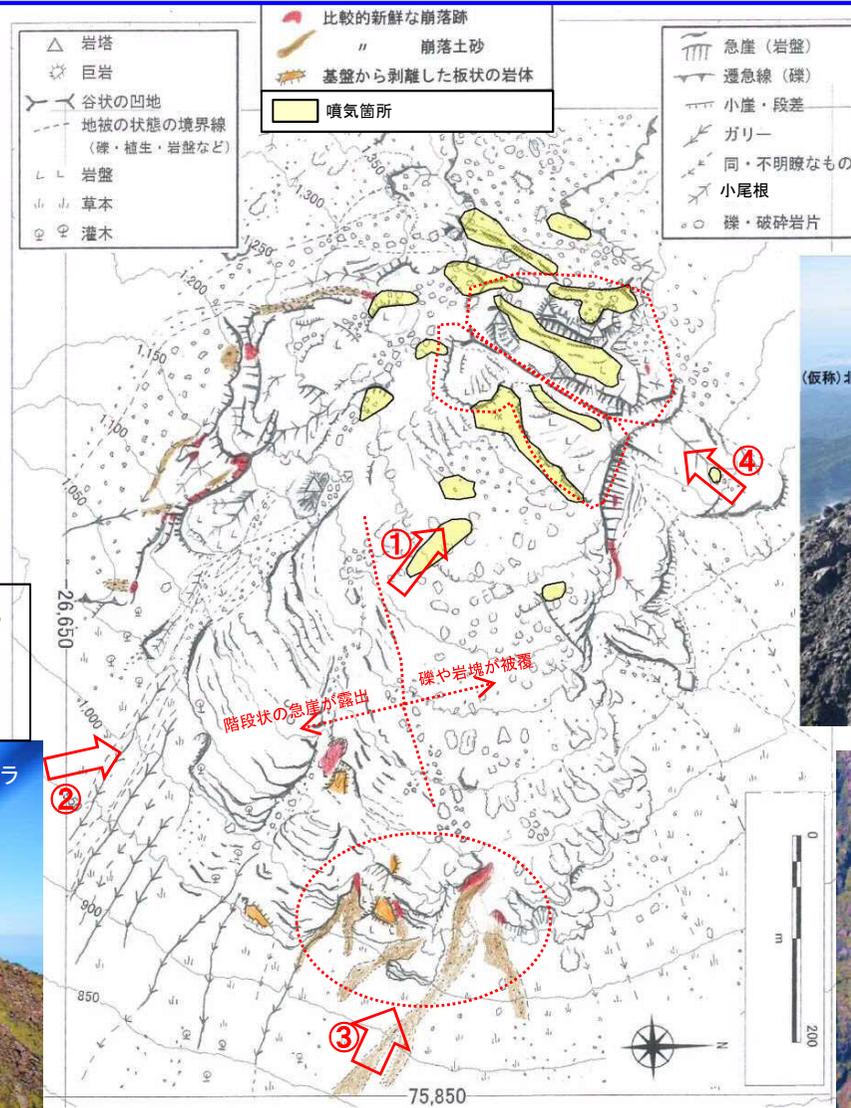
①第11ローブ上方には、噴気や、熱水変質による白色変色域が多数認められる。



②表面の堆積構造に下記のような違いがある。  
右: 礫や岩塊に覆われた比較的緩い斜面。  
左: 階段状の急崖が見える急斜面。  
植生が進入しつつある。



※彩度とコントラストを調整した画像



④2列の急峻な岩塔列と、その下の花びら状の岩盤が、特徴的である。溶岩の湧き出し口であった事を示す。  
岩塔列の間の凹地や周辺には噴気がある。  
手前は急崖で一部オーバーハングをなす。



※彩度とコントラストを調整した画像



③第11ローブの末端には新鮮な崩壊跡が多数認められる。図の下側と左側(東と南)で多い。

### 3. 監視観測体制拡充の 進捗状況

# 3. 監視観測体制拡充の進捗状況

- H27年度の設置予定機器
  - GBSARターゲット(試験用) → GBSARの高精度化が期待される。
  - 高感度カメラ → 第11ローブ周辺の4方向(既設岩床山を含む)から夜間撮影可能になる。
- H28年度以降の設置予定・目標機器は下記の通り。

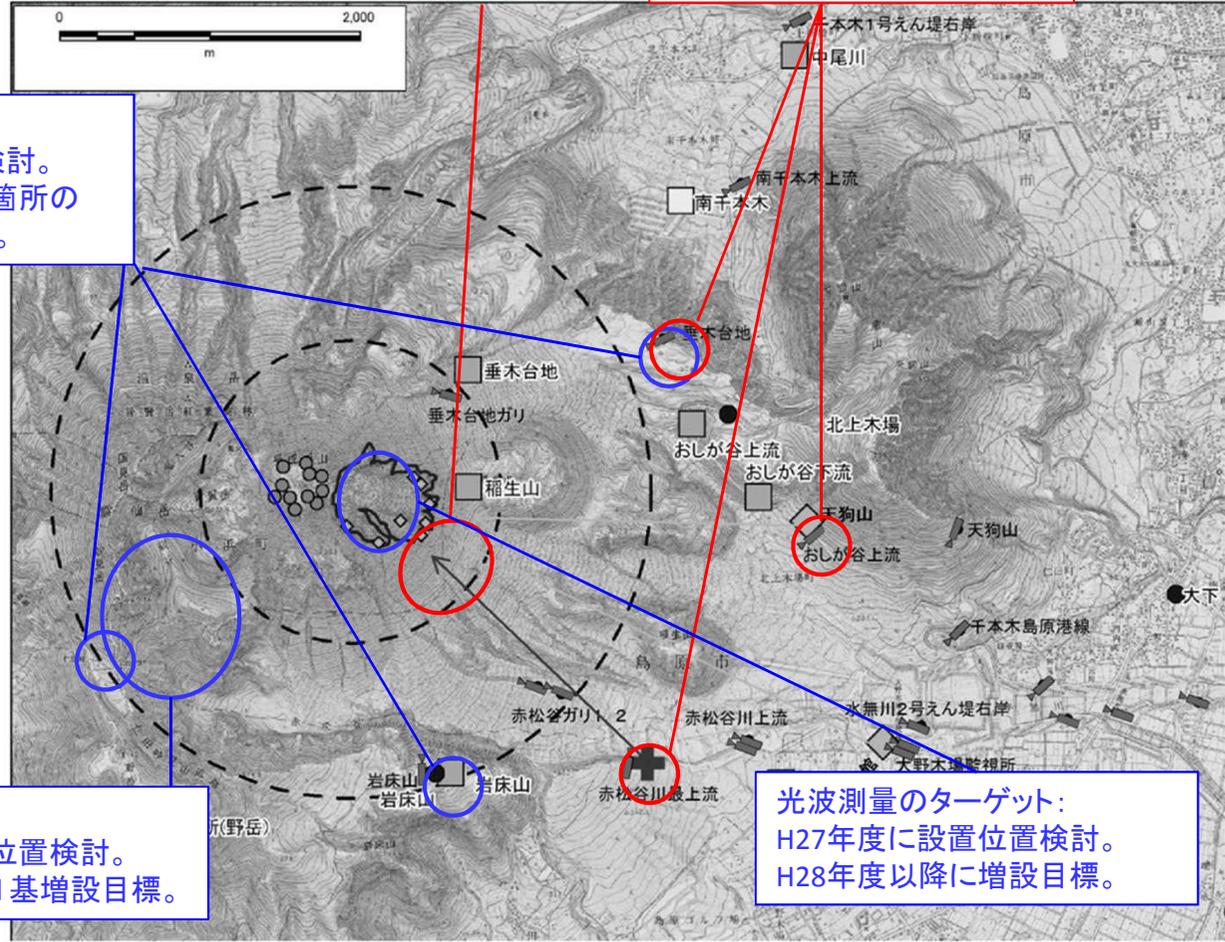
GBSARのターゲット:  
H27年度に1箇所(試験用)、H28年度に4箇所(本設) 設置予定。

高感度カメラ:  
H27年度に3箇所設置予定。

震度計:  
H27年度に設置位置検討。  
H28年度以降、候補3箇所のうち2箇所に設置目標。

振動センサー:  
H27年度に設置位置検討。  
H28年度以降に1基増設目標。

光波測量のターゲット:  
H27年度に設置位置検討。  
H28年度以降に増設目標。



凡 例

- ◆ 光波測距観測器 (トータルステーション)
- ◇ 光波測距ターゲット (プリズム)
- ✦ GBSAR
- 振動センサー
- 地震計(九州大学)  
※振動センサー・地震計ともに振動波形を記録するもの。
- GPS観測点 (九州大学・気象庁等)
- ▶ 監視カメラ
- 雨量計

※従来稼動していた地震計のうち、気象台の山の寺・薊谷はH27に撤収。九州大学の普賢4は流失、普賢1・2は頻りに断線するなど不安定な状態なため図には表示していない。

## 4. その他ソフト・ハード対策の 進捗状況等

- 4.1 溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議の進捗・課題等
- 4.2 避難訓練・出前講座等の状況
- 4.3 水無川砂防堰堤嵩上げの進捗状況

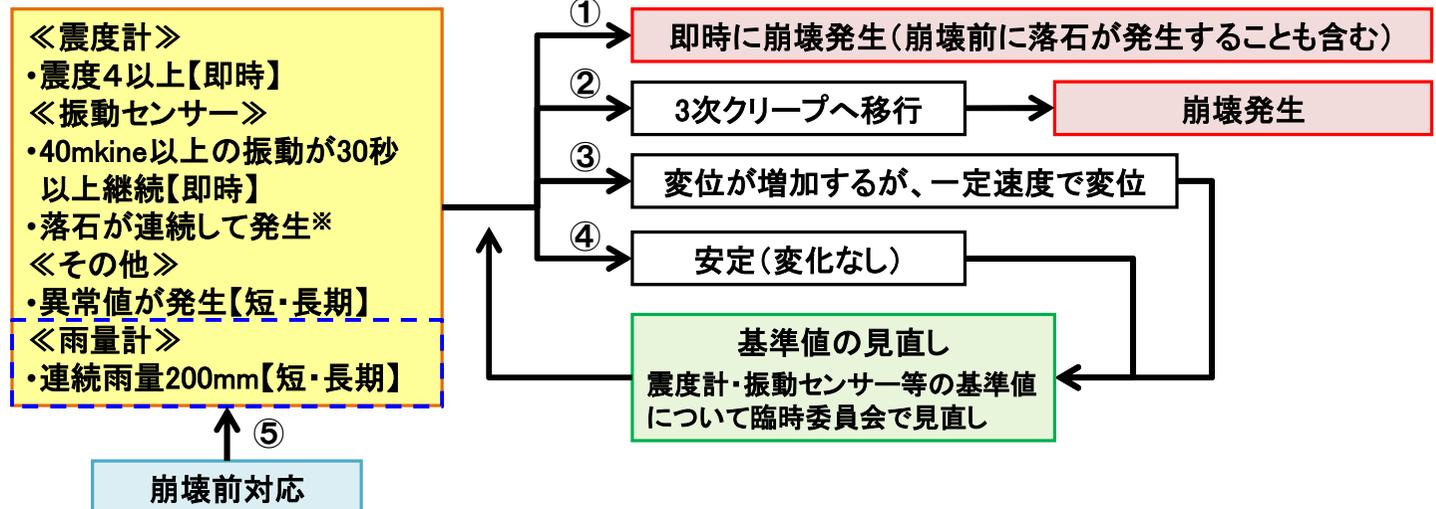
# 4.1 溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議の進捗・課題等

- 第2回委員会の結果を受けて、防災実務担当者からなる**溶岩ドーム崩壊ソフト対策会議(第3回:H27年3月16日)**にて、具体的な対応行動を検討・共有した。
- そこでは、地震・降雨等による暫定基準値超過以降、5パターンの推移を想定し、それぞれについて**防災行動の内容と開始するタイミング**を検討  
→事前防災行動計画(タイムライン)案を共有した→次頁参照 ※決定事項ではない。
- H27年度も引き続き、より具体的な対応を検討する予定(特に避難勧告、住民やドライバーへの情報発信など)。

■ 会議開催状況写真



■ 暫定基準超過以降の推移パターン①～⑤



# (参考) 溶岩ドーム崩壊を想定した事前防災行動計画(タイムライン)素案例

事象	住民	市 (島原市・南島原市・雲仙市)	長崎県	国土交通省 (九州地方整備局・雲仙復興事務所・長崎河川国道事務所)	雲仙普賢岳溶岩ドーム崩壊 ソフト対策委員会
◆溶岩ドームの移動 (変位)に変化なし		<input type="checkbox"/> 溶岩ドーム崩壊時の役割分担に関する協議 <input type="checkbox"/> 合同防災訓練の実施 <input type="checkbox"/> 危険箇所等の把握(ハザードマップ・警戒区域等) <input type="checkbox"/> 災害発生情報の連絡先の確認 <input type="checkbox"/> 対応基準の周知	<input type="checkbox"/> 溶岩ドーム崩壊時の役割分担に関する協議 <input type="checkbox"/> 合同防災訓練の実施 <input type="checkbox"/> 危険箇所等の把握(ハザードマップ・警戒区域等) <input type="checkbox"/> 災害発生情報の連絡先の確認	<input type="checkbox"/> 溶岩ドーム崩壊時の役割分担に関する協議 <input type="checkbox"/> 合同防災訓練の実施 <input type="checkbox"/> 危険箇所等の把握(ハザードマップ・警戒区域等) <input type="checkbox"/> 災害発生情報の連絡先の確認	<input type="checkbox"/> 住民避難等に係る基準(閾値等)の設定
● 日後に台風が 島原半島へ接近 の見込み	<input type="checkbox"/> 対応基準の確認				
降雨開始		<input type="checkbox"/> 長崎地方気象台が開催する台風説明会へ参加 <input type="checkbox"/> 気象情報の収集 <input type="checkbox"/> (必要に応じて)体制の移行 <input type="checkbox"/> 自主避難所の開設準備を検討	<input type="checkbox"/> 県庁での台風説明会の開催要請・準備 <input type="checkbox"/> 長崎地方気象台が開催する台風説明会へ参加 <input type="checkbox"/> 気象情報の収集 <input type="checkbox"/> (必要に応じて)体制の移行	<input type="checkbox"/> 気象情報の収集 <input type="checkbox"/> (必要に応じて)体制の移行 <input type="checkbox"/> 緊急点検を想定した協定業者への連絡 <input type="checkbox"/> 情報連絡員(リエゾン)派遣の準備	
◆大雨注意報の発表 ◆大雨警報の発表	<input type="checkbox"/> 体制状況の把握	<input type="checkbox"/> 気象情報の収集 <input type="checkbox"/> (必要に応じて)体制の移行 <input type="checkbox"/> 防災情報システムによる体制状況の共有	<input type="checkbox"/> 気象情報の収集 <input type="checkbox"/> (必要に応じて)体制の移行 <input type="checkbox"/> 防災情報システムによる体制状況の共有 <input type="checkbox"/> 体制の移行について一般へ周知	<input type="checkbox"/> 気象情報の収集 <input type="checkbox"/> (必要に応じて)体制の移行	
	<input type="checkbox"/> (必要に応じて)自主避難の実施	<input type="checkbox"/> 各避難所への市職員の配置 <input type="checkbox"/> 避難所の電源などライフラインの確認 <input type="checkbox"/> 避難所のスペース(避難者収容、防災資機材設置等)の確保 <input type="checkbox"/> 避難所における情報収集・発信手段(テレビ、ラジオ、双方向防災無線等)の確保 <input type="checkbox"/> 早期避難に対応した避難所の開設 <input type="checkbox"/> 避難所開設の広報	<input type="checkbox"/> 道路パトロールの準備 <input type="checkbox"/> 道路パトロールの開始	<input type="checkbox"/> 道路パトロールの準備 <input type="checkbox"/> 道路パトロールの開始	
	<input type="checkbox"/> (必要に応じて)自主避難の実施	<input type="checkbox"/> 避難状況、災害発生情報等の報告を依頼 <input type="checkbox"/> 長崎県防災システムへ避難状況、災害発生情報等を登録	<input type="checkbox"/> 避難状況、災害発生情報等の報告を依頼 <input type="checkbox"/> 長崎県防災システムへの登録承認 <input type="checkbox"/> (規定雨量を超過した場合)通行規制の実施 <input type="checkbox"/> 通行規制情報を一般へ周知	<input type="checkbox"/> (規定雨量を超過した場合)通行規制の実施 <input type="checkbox"/> 通行規制情報を一般へ周知	
◆今後降雨が激しくなる 予報が出される	<input type="checkbox"/> 通行規制情報の把握			<input type="checkbox"/> (累積雨量200mmを超過する危険がある場合)「溶岩ドームの挙動が早まった実績がある」旨を記者発表 <input type="checkbox"/> 各観測機器の基準超過状況を確認	
連続雨量200mm を超過				<input type="checkbox"/> (累積雨量200mmを超過する危険がある場合)「溶岩ドームの挙動が早まった実績がある」旨を記者発表 <input type="checkbox"/> 各観測機器の基準超過状況を確認	
				<input type="checkbox"/> 観測機器の状況に応じてパターン①またはパターン②へ	

## 4.2 避難訓練・出前講座等の状況

### ■平成26年度雲仙岳大規模土砂災害合同防災訓練

- 開催日：平成26年12月25日
- 参加人数・機関：総計27名
  - ・島原市、南島原市、雲仙市
  - ・長崎県危機管理課、長崎県砂防課、島原振興局
  - ・国土交通省九州地方整備局、長崎河川国道事務所、雲仙復興事務所
- 訓練内容：
  - ・各種法律や連携要領等に基づく各機関の対応
  - ・情報伝達・共有体制
  - ・住民の避難行動計画の検討・支援に関する対応 等
- 訓練方式：学習型訓練

学習型訓練の実施



### ■島原市避難訓練

- 開催日：平成26年11月15日～16日
- 参加人数・機関：総計 約750名
  - ・島原市、島原消防署、島原警察署、島原市消防団、島原市安中地区自主防災会 等
  - ・長崎県島原振興局
  - ・地震火山観測研究センター
  - ・陸上自衛隊大村第16普通科連隊、陸上自衛隊長崎地方協力本部島原地域事務所
  - ・国土交通省雲仙復興事務所
- 訓練内容：
  - ・溶岩ドーム崩落に対する住民の避難訓練
  - ・雲仙復興事務所による溶岩ドーム観測状況説明 等

開会式



雲仙復興事務所による溶岩ドーム崩落に関する説明



### ■平成26年度雲仙復興事務所「出前講座」

- 開催回数：25回(平成26年4月～平成27年3月)
- 参加人数・機関：総計637名
  - ・島原市立湯江小学校、南島原市立大野木場小学校 等
  - ・京都大学大学院、筑波大学、長崎大学 等
  - ・熊本県治水砂防協会及び熊本県砂防ボランティア協会
  - ・JICA研修(ラオス等)、JICE(台湾)
  - ・陸上自衛隊
  - ・民間企業 等



小学生の現地見学

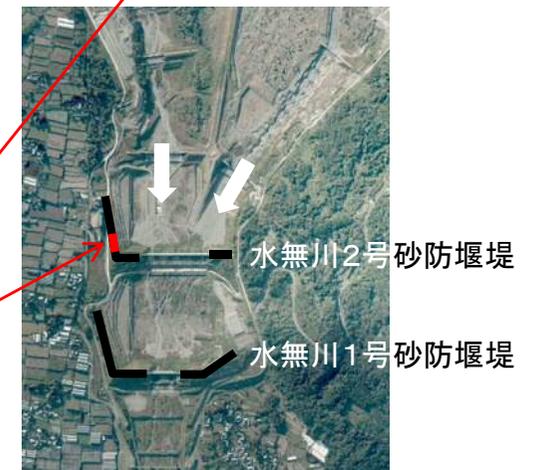
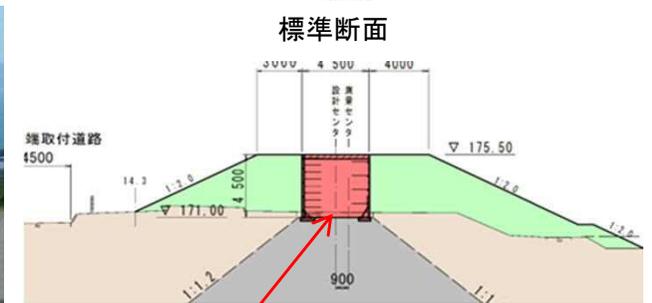


海外視察の受入れ  
(無人化施工操作)

# 4.3 水無川砂防堰堤嵩上げの進捗状況

平成27年8月末現在

- 事業進捗率 **6.3%**(水無川砂防堰堤改築全体事業に対する)
- 現在の工事内容 溶岩ドーム崩壊後の土石流から下流の保全対象を守るため、砂防ソイルセメントを用いた水無川2号砂防堰堤右岸袖部の躯体部嵩上げ工事が、211mのうち140m完成。現在、継続工事発注手続き中。



# 5. 今後の検討方針について

- 5.1 想定崩壊ブロック等の具体化の必要性
- 5.2 岩盤崩壊の形態と前兆現象等
- 5.3 想定崩壊ブロックの具体化のイメージ
- 5.4 想定崩壊シナリオ作成のイメージ

## 5.1 想定崩壊ブロック等の具体化の必要性

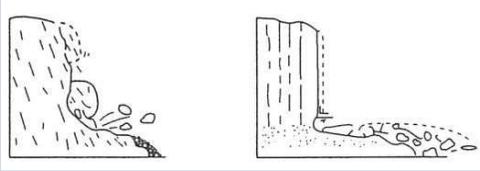
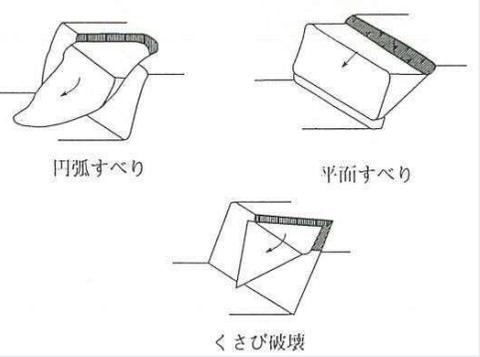
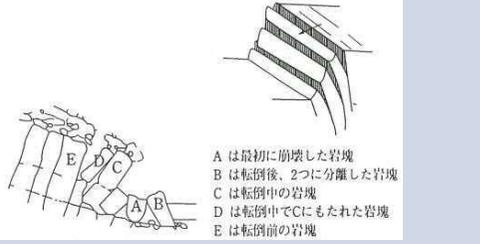
- 溶岩ドーム崩壊から最短5分程度で保全対象まで到達すると予想されるため、**崩壊発生後には瞬時の検知**が必要である。
- ケース3まではハード対策で対応可能であり、それを超えると避難等のソフト対策が必要となるため、特に**ケース3を超える規模の崩壊の検知**が必要である。
- さらに可能であれば、事前避難等の対応のために、**前兆現象の検知**ができることが望ましい。



上記のためには、下記の点が必要である。

- ある規模を対象とした、崩壊発生検知のための観測機器（センサー）が必要。  
→崩壊ブロックと不動域の境界を明確化することが必要。  
→すなわち**想定崩壊ブロックの具体化**が必要。
- 前兆現象の種類や、要注目地点、崩壊までの余裕時間等の想定が必要。  
→すなわち**前兆～崩壊発生までの崩壊シナリオの想定**が必要。

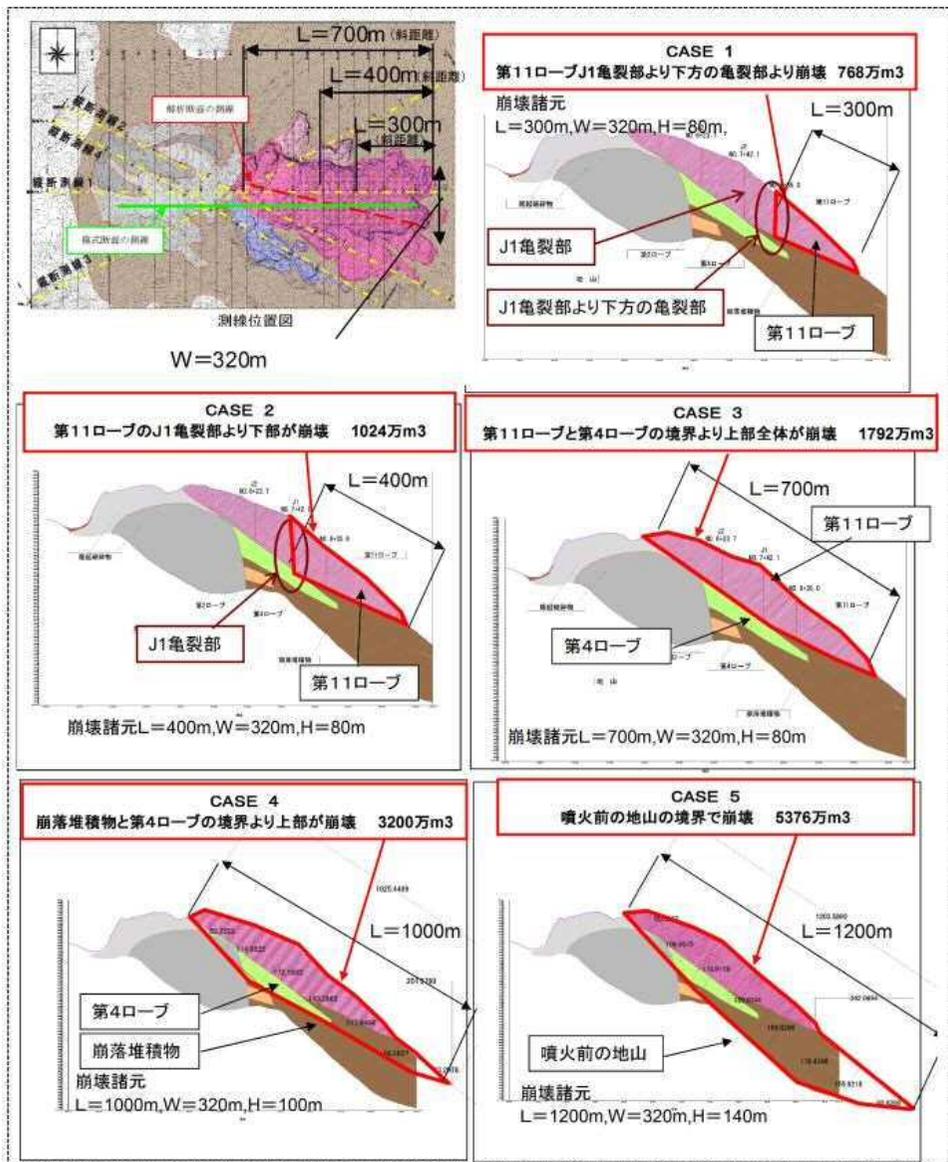
## 5.2 岩盤崩壊の形態と前兆現象等

形態	模式図	前兆現象等	第11ローブでの発生実績と想定
崩落		<ul style="list-style-type: none"> <li>・岩のゆるみ</li> <li>・開口亀裂</li> <li>・小崩落、落石 など</li> </ul>	縁辺部で小崩落、落石がしばしば発生している。
すべり	 <p>円弧すべり      平面すべり</p> <p>くさび破壊</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開口亀裂、挟まれた岩片</li> <li>・頭部の沈下、段差地形</li> <li>・圧縮亀裂</li> <li>・脚部のせり出し</li> <li>・脚部の水平亀裂 など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●ローブ自体の崩壊 (平面すべりorくさび崩壊) →ケース1～3</li> <li>●溶岩ローブを上載する火砕流堆積物の崩壊 (円弧すべり) →ケース4,5</li> </ul>
転倒 (トッピング)	 <p>A は最初に崩壊した岩塊 B は転倒後、2つに分離した岩塊 C は転倒中の岩塊 D は転倒中でCにもたれた岩塊 E は転倒前の岩塊</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岩のゆるみ、剥離</li> <li>・開口亀裂</li> <li>・落石</li> <li>・傾斜、転倒 など</li> </ul>	縁辺部に剥離岩体が散見される。
座屈		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水平方向の曲げ圧縮亀裂</li> <li>・上盤側のせり出し など</li> </ul>	現時点では該当する現象は想定されない

※土木研究所資料「岩盤崩壊トッピング要領」、平成16年1月、p2-2 より要約・加筆

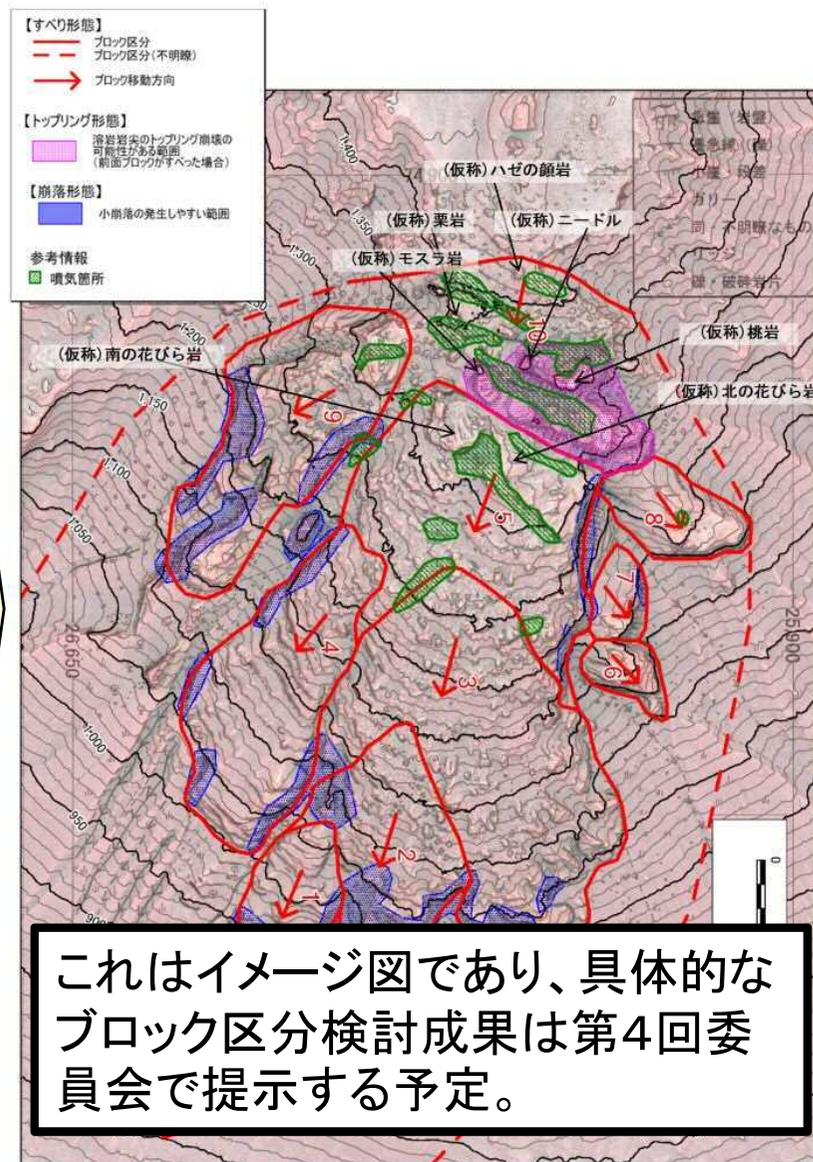
# 5.3 想定崩壊ブロックの具体化のイメージ

## ■ 既往検討による崩壊ケース



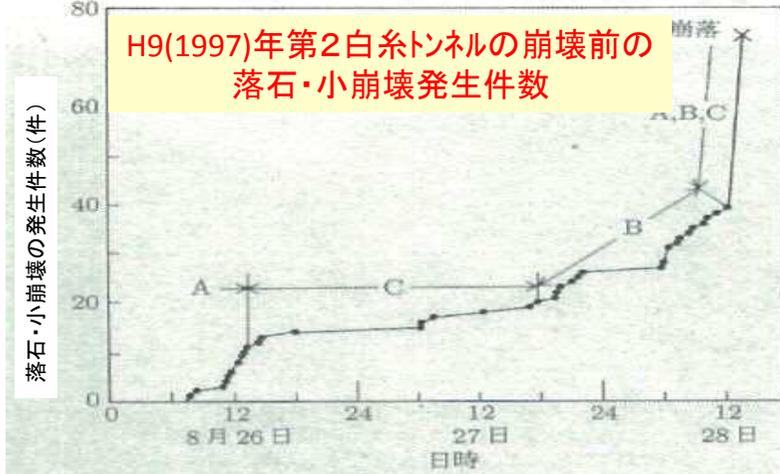
ブロック区分具体化

## ■ ブロック区分 (イメージ)

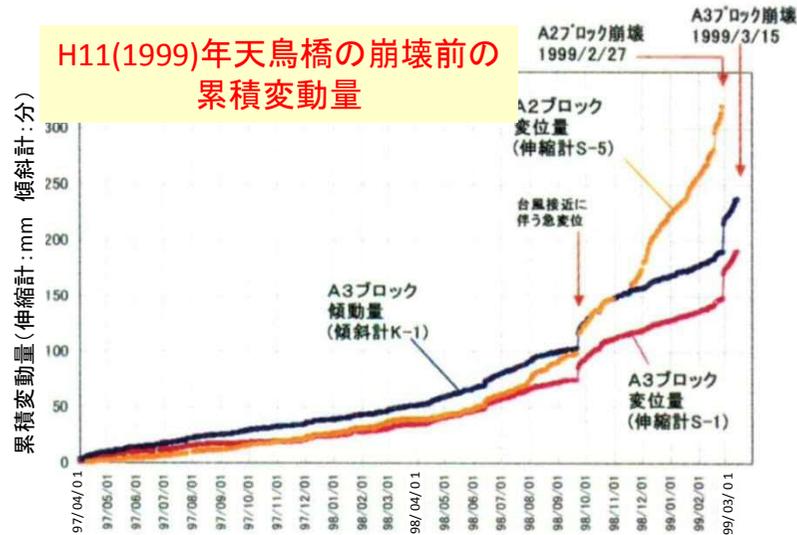


# 5.4 想定崩壊シナリオ作成のイメージ

## ■岩盤崩壊発生の前兆現象観測事例



出典：神尾ら(1997), 国道229号第2白糸トンネルにおける岩盤崩落, 土木技術資料39-11

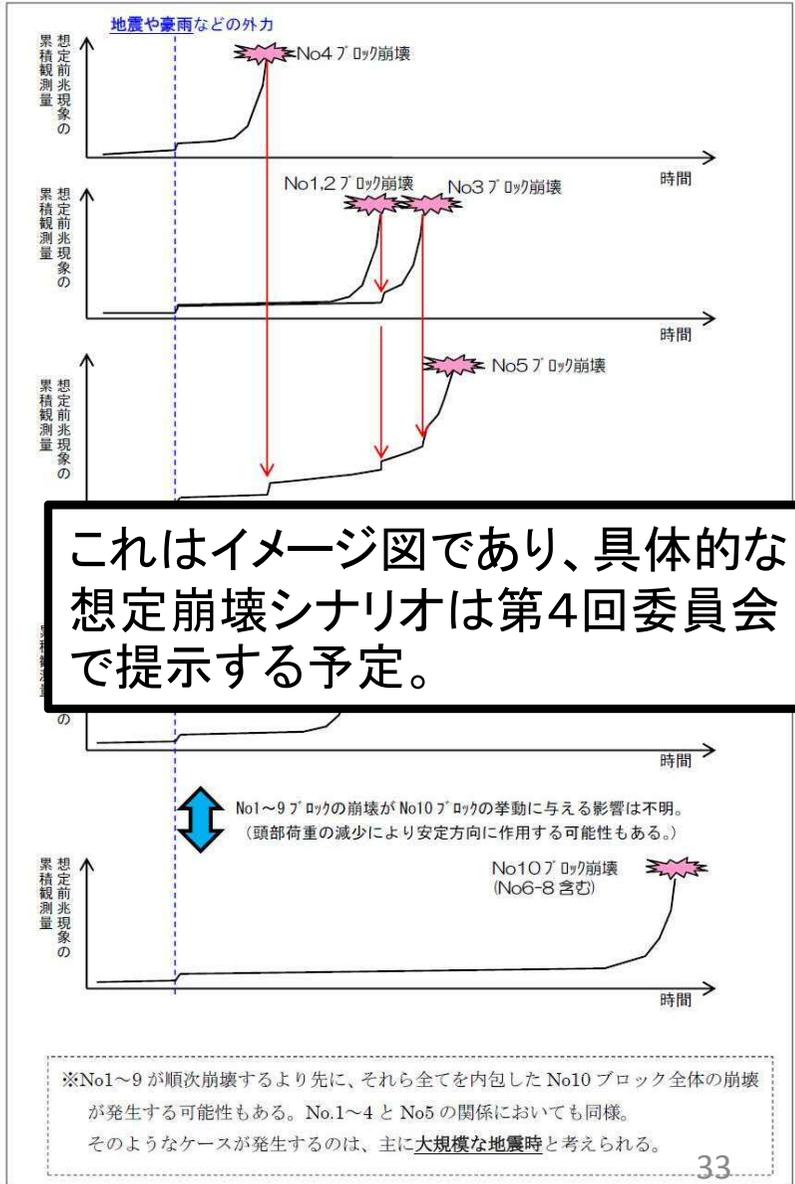


出典：門間ら(2002), 岩盤崩壊モニタリング箇所での転倒崩壊に至るまでの変位挙動の計測例, 地すべり39-1

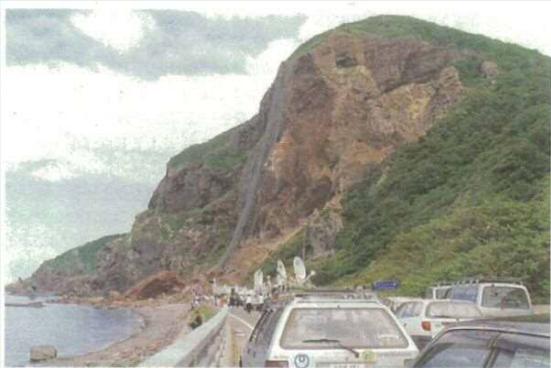
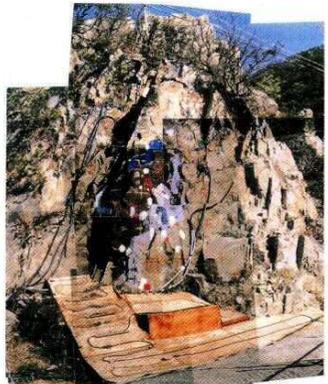
左記事例やブロック区分等を基にしてシナリオを想定する。

## ■想定崩壊シナリオ(イメージ)

縦軸は必ずしもすべり変位ではなく、落石回数や傾動など、想定される前兆現象の累積増加を意味する。



## (参考)前ページで示した岩盤崩壊事例について

	H9年 第2白糸トンネル	H11年 天鳥橋
発生場所	北海道後志支庁島牧村、国道229号の第2白糸トンネル函館側坑口付近。	和歌山県西牟婁郡すさみ町、国道42号線
発生日時	8月25日14:30頃、および28日13:00過ぎ。	2月27日2:15、および3月15日14:15
地形	海食崖	海食崖
地質	下位からシルト岩、水冷破碎岩(これが崩壊主部)、火山円礫層。	四万十帯の古第三紀系硬質塊状砂岩。
形態	1回目は不明、2回目はすべり。	転倒。
概略規模	1回目は高さ約70m、幅約30m、厚さ約10m、体積約20,000m <sup>3</sup> 。2回目は体積約3,800m <sup>3</sup> 。	高さ約8m×幅約6m。
その他	1回目の崩落后、土木研究所職員が派遣されていたため、2回目の崩落では兆候から活動終了までを詳細に観察することができた。	H8年豊浜トンネル事故を受けて、国土交通省・土木研究所によって全国13箇所で行われた岩盤崩壊モニタリングの成果。
写真	 <p>出典：神尾ら(1997), 国道229号第2白糸トンネルにおける岩盤崩落, 土木技術資料39-11</p>	 <p>※観測のために、岩盤斜面へのペイントや、各種観測機器設置がなされている。</p> <p>出典：門間ら(2002), 岩盤崩壊モニタリング箇所での転倒崩壊に至るまでの変位挙動の計測例, 地すべり39-1</p>

## 6. 次回委員会の予定

## 第4回検討委員会：平成28年2～3月頃開催予定

➤ 想定崩壊ブロックおよび崩壊シナリオの検討

➤ 暫定管理基準(案)と対応フローの見直し

- 想定崩壊ブロックおよび崩壊シナリオの検討結果
  - 振動センサーの高度活用(第2回委員会指摘事項)
  - 観測機器の拡充計画
- } などに対応

➤ 平成28年度以降の観測体制(案)について