

# 雲仙科学掘削の概要と山麓掘削

宇都浩三<sup>1)</sup>・星住英夫<sup>2)</sup>・中田節也<sup>3)</sup>

1) 地質調査所地殻化学部同位体地学研究室

2) 地質調査所地質部広域地質研究室

3) 東京大学地震研究所

## 1 はじめに

九州西部の雲仙火山は、1990年11月から5年間続いた火山活動で、多数の犠牲者、多大な損害をもたらした。5年間の噴火活動は、地球物理学、地質学、地球化学、測地学など多面的研究手法により詳細な噴火観測・研究が進められ、マグマの上昇・噴火過程につながる様々な観測データが得られ、それに基づきいくつかの具体的なマグマ上昇・噴火モデルが提唱されたが、全ての観測データを満足するモデルはなく、いずれのモデルも多少の難点を持っている。火山活動の一層の理解のためには、地表での観測を元に構築された地下の諸現象、構造に関するモデルの妥当性を検証し、新たな観測データを積み重ねてより統一的な実証的モデルの構築が不可欠である。地面を掘るということは、モデルの検証および新たな観測データの取得という観点で最も有効な手段である。

我々は、別府島原地溝の中になり、火山体の成長と地溝による沈降を繰り返してきた雲仙火山の50万年間の火山活動史を明らかにし、マグマの上昇噴火機構を明らかにする目的で、科学掘削を中心とした総合的な研究を計画した。それが、科学技術振興調整費による総合研究「雲仙火山：科学掘削による噴火気候の解明とマグマ活動解明に関する国際共同研究」である。

## 2 「雲仙科学掘削」の概要

科学技術庁振興調整費総合研究の課題「雲仙火山：科学掘削による噴火気候の解明とマグマ活動解明に関する国際共同研究」、略して「雲仙科学掘削」は、平成11年度より6年計画として開始され、科学掘削を重要な研究手段として、国際協力の元に雲仙火山におけるマグマの上昇・噴火機構を明らかにし、同火山の形成史、内部構造を解明することを目的としている。本研究は、雲仙火山の三次元構造、マグマ上昇噴火過程の解明のために、科学掘削以外にも多様な研究を盛り込んでおり、産学官の合計16研究機関が参加し、第1期3年と第2期3年の合計6カ年間実施する計画である。計画3年目の秋には中間評価を受け、第2期に移行するかどうかの審査が行われる。第1期では、火山の内部構造、形成発達史の解明を目的とした山麓部での2本の掘削

(750m および 1400m) を、第 2 期では、平成新山溶岩ドームを形成したマグマの供給火道へ達する 1 ないし 2 本の火道掘削 (掘進長 2000m 程度) を、それぞれ計画している (図 1)。さらに、平成 13 年 2-3 月には、火道掘削の技術的デザインを決めるために、掘進長 400m のパイロット掘削を実施中である。火道掘削は、国際陸上科学掘削計画 (ICDP:International Continental Scientific Drilling Program) との共同研究とすべく、現在本プロポーザルを提案中である。

第 1 期の 2 本の山体掘削では、掘削コアの解析および坑内物理計測により、広域的地溝帯内に噴出物を厚く埋積させてきた雲仙火山の成長史、内部構造、水理構造を明らかにし、島弧に特徴的な成層火山体の発達過程やマグマと地下水の相互作用を明らかにすることを目標としている。また、科学掘削という線的な地下情報を面的な理解に広げるため、地表において高密度高分解能の地球物理、地球化学、地質学的調査を平行して実施中である。

第 2 期においては、ICDP との国際共同プロジェクトとして、平成新山の地下にある 1990-95 年噴火マグマの供給火道に到達する火道掘削を行う予定である。それにより、火道内に固結したマグマを取り出すとともに、火道近傍の岩石の物性、構造を直接的に知ることが可能となり、マグマ上昇中における脱ガスプロセスの理論的解明に大きく貢献すると期待される。また、種々の噴火観測により推定されたマグマ上昇機構、山体内の地質・水理・物性構造モデルの妥当性の検証が可能となり、今後の火山観測におけるデータ解析にフィードバックされ、より確かな噴火モデルの構築につながると期待される。さらに、火山体中心部にいたる掘削坑を利用した各種の坑内計測を実施し、より詳細な火山体の物理構造が明らかになると期待される。

### 3 山麓掘削 USDP-1 および USDP-2 の概要

平成 11 年度に実施した雲仙火山北東麓の島原市南千本木地区における第 1 号の掘削井 (USDP-1) では、深度 750m のオールコア掘削を行い、90%以上の高回収率でコアを得ることが出来た。また、温度、地震波速度、電気伝導度、密度、などの項目について孔内計測を実施した。掘削坑の利用として、九州大学島原地震火山観測センターにより、深度 350m の位置に地震計を設置予定である。

得られたコアから作成した柱状図および放射年代測定結果を図 2 に示す。掘削地点は、雲仙地溝の北側境界である千々石断層の直ぐ南側に位置し、掘削前の予想により、雲仙火山の基底部分が地表から 600m 下に存在すると推定されていた。ほぼ予想通りの深度約 700m の位置で、雲仙火山より古い約 50 万年前の輝石安山岩に到達した。雲仙火山噴出物の最下位には、軽石を含む火砕流堆積物が確認され、雲仙火山の形成初期には、現在とは異なった爆発的な噴火活動をしていたことが明らかになった。また、その上位にも発泡した本質岩塊を含む火砕流堆積物が厚く累積している。これらの火砕流は、ドーム崩壊型の火砕流とは異なり、火道内で爆発するタイプの火砕流である可能性が高い。これらの火砕流および二次的な土石流堆積物のうち、深度 580m から 100m までの間に厚く堆積する噴出物は、K-Ar 年代測定の結果、約 20 万年前の極めて短い間に噴火堆積したものであることが判明した。これらは、いずれも地形的に低いところに堆積する物であるので、掘削地点は数万年以内の極めて短い間に 500m 近く堆積する間低いところであり続けたことを示している。この時期に、千々

石断層が極めて急速に活動し、大きな変位が生じたと推定される。

平成 12-13 年度の 2 年間をかけて、雲仙火山東麓の深江町大野木場地区において第 2 号の掘削井 (USD P-2) を掘削中である。すでに、平成 12 年度は深度 900m までオールコア掘削した。平成 13 年度について深度 1400m 程度を目標としている。

大野木場地区は、雲仙火山の東斜面の雲仙地溝中軸部に位置し、雲仙火山噴出物が 1000m 以上の厚さで埋積されていると推定される。雲仙火山は、最近 10 万年間の新期雲仙火山の活動中、繰り返し東側に溶岩流、火砕流、土石流などを繰り返し供給したと推定され、最近 10 万年間の火山活動史の詳細が明らかになると期待される。これまでに得られたコアからの予察的なコア柱状図を図 3 に示す。USD P-2 では、得られたコアの岩相が USD P-1 と多少異なっている。まず、火砕流堆積物が薄く、枚数も少ない。土石流堆積物も火砕流の再堆積物的なものは少なく、むしろ豪雨により既存の山体が崩壊して発生したと考えられる通常の土石流堆積物が多い。また、3 枚の山体崩壊により供給されたと思われる岩屑なだれ堆積物が発見された。雲仙火山山頂部には、妙見岳、野岳などの崩壊壁が認められ、これらは山頂部での山体崩壊事件を記憶している可能性がある。さらに、深度 580m 付近から下位に、厚くマグマ水蒸気爆発の噴出物と考えられる火砕岩が得られた。地溝の中軸部にあり、かつて地溝内に有明海が湾入して、マグマと海水が接触する条件があったのではないかと推定される。今後の解析により、より詳細な火山成長史が明らかになると期待される。

## 4 おわりに

以上のように、科学掘削を主体としながらも多面的な研究視点を持ち、国際陸上科学掘削計画などとの国際連携のもとに、総合的に雲仙火山を研究する予定であり、その結果、マグマの上昇過程、噴火機構、および火山体の内部構造について世界で最も良く理解の進んだ火山となると期待している。この成果は、他の活動的火山の内部構造および将来のマグマ活動の理解に対して多大な貢献を出来ると確信している。

### 謝辞

本プロジェクト研究の企画から実行に当たって、科学技術庁研究開発局海洋地球課の方々には様々な面でご指導を頂いている。また、長崎県、島原市、深江町、小浜町の関係各位、さらには環境庁雲仙公園事務所、建設省雲仙復興工事事務所を始めとする国の各種関係機関の方々には、多大なご便宜ご協力を頂いている。ここに記して、深い感謝を申し上げる。また、京都大学防災研究所の研究集会において研究計画の概要を紹介する機会を与えていただいた鍵山恒臣、井口正人の両氏にお礼申し上げます。

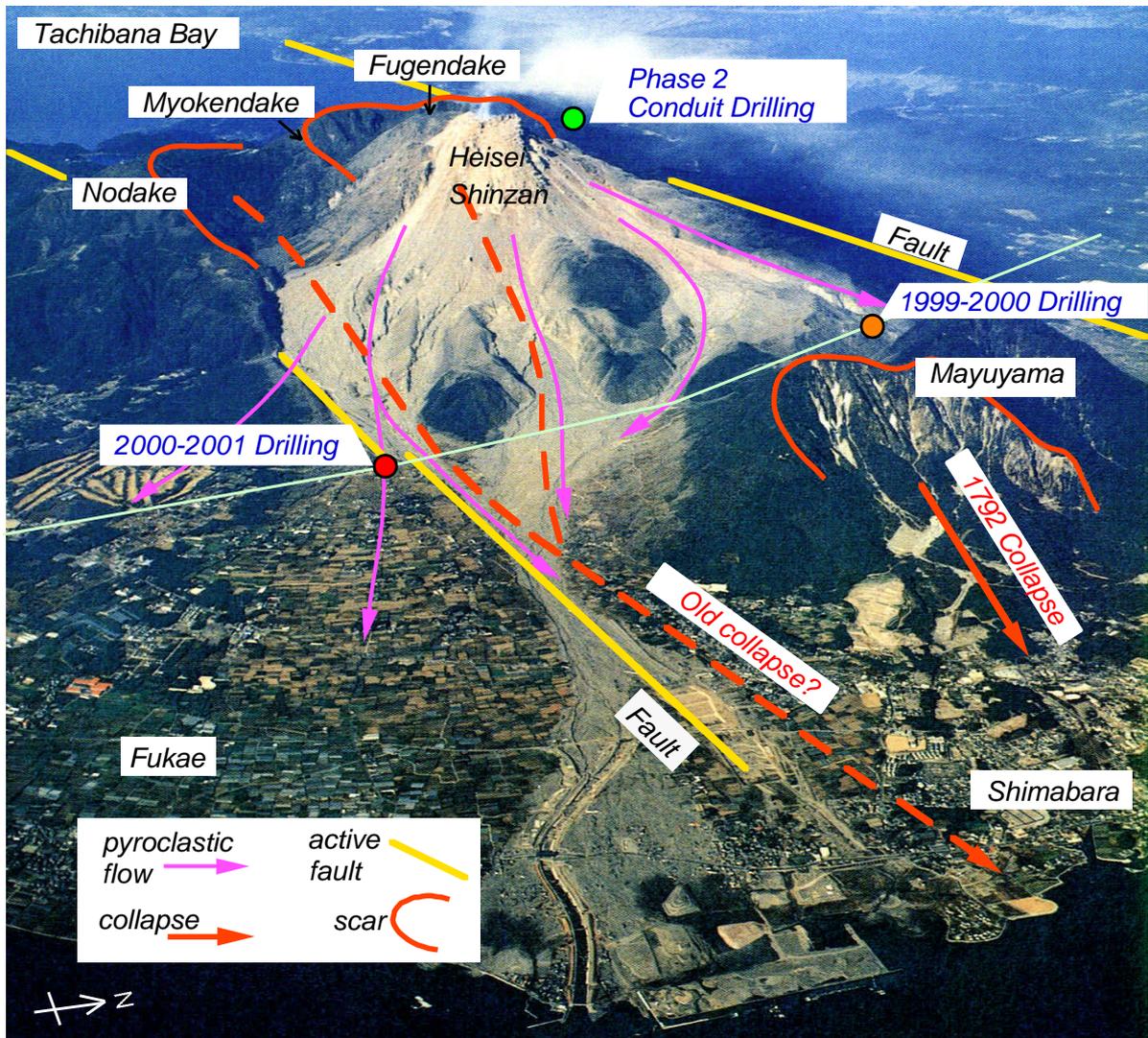
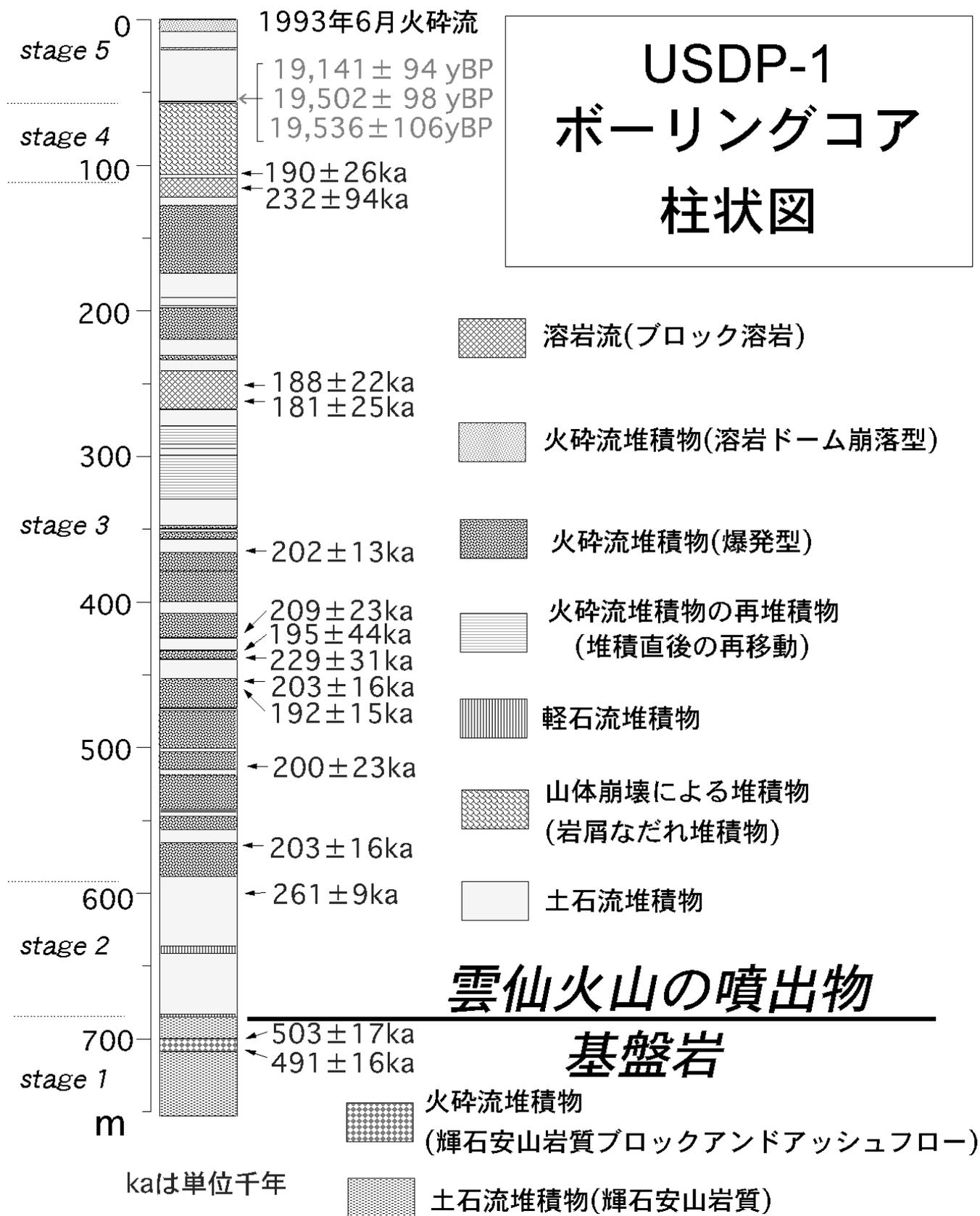
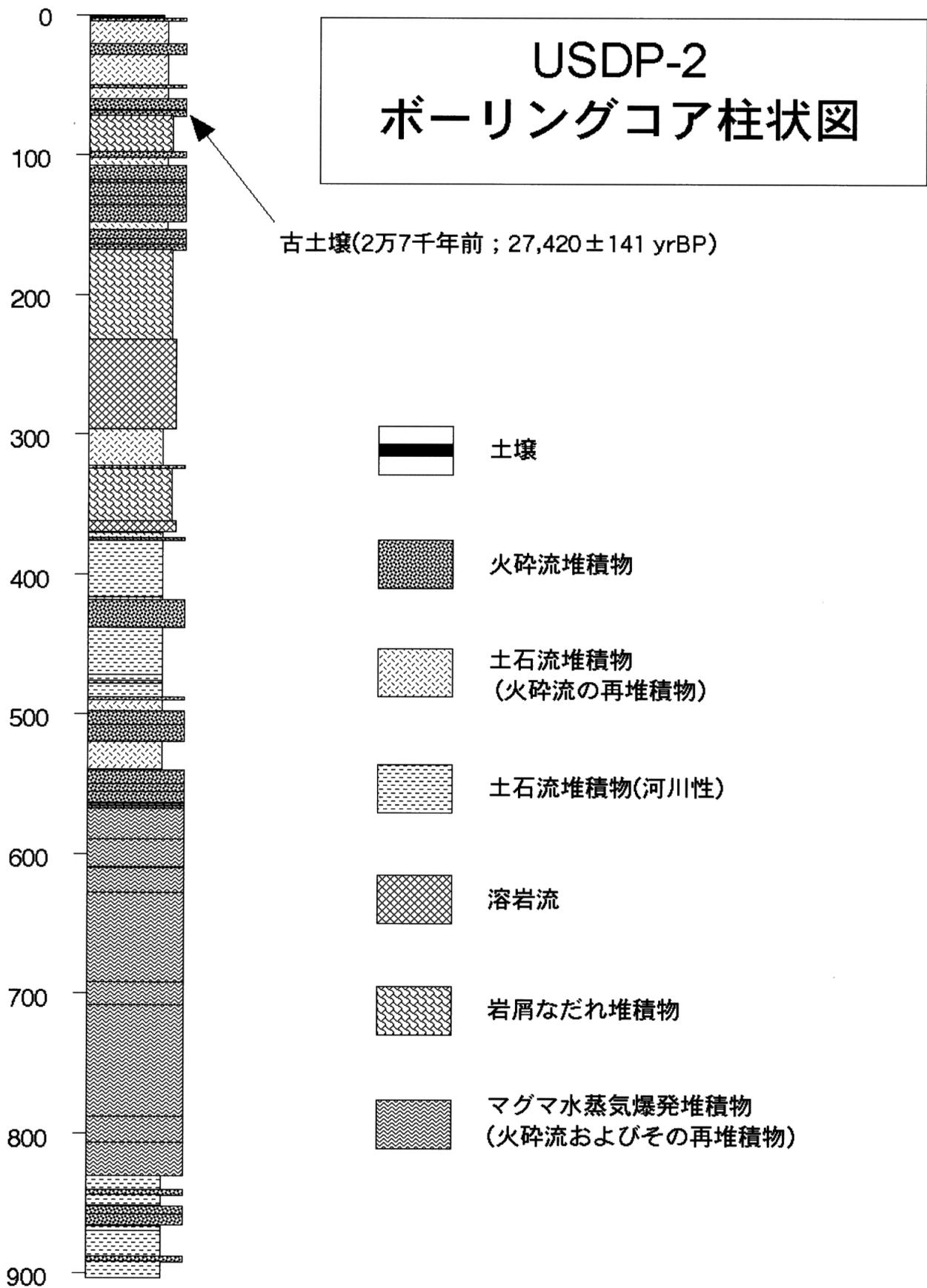


图1: 雲仙科学掘削掘削予定地。



H11年度掘削柱状図

図2: USDP-1 (島原市南千本木) 掘削模式柱状図(14C年代: 徐・他, 未公表資料; K-Ar年代: 松本・他, 未公表資料)。



H12年度掘削柱状図  
 図3: USDP-2 (深江町大野木場) 掘削模式柱状図。