

(1) 実施機関名：

北海道大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

試掘探査を基軸とした有珠山における浅部噴火発生場の検証研究

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(3) 地震発生先行・破壊過程と火山噴火過程

(3-3) 火山噴火過程

イ. 噴火の推移と多様性の把握

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(2) 地震・火山現象に関する予測システムの構築

(2-2) 火山噴火予測システム

ア. 噴火シナリオの作成

(5) 本課題の5か年の到達目標：

本計画の目標は、有珠 2000 年新山域を対象に、ボーリング探査を基軸として低高度稠密空中磁気測量や地盤変動などの多項目観測を行い、貫入マグマを示唆する構造や変動源、水蒸気爆発の発生場や噴火活動後に発達した熱水系の実体を検証し、デイサイト質マグマによるドーム形成噴火の理解を深め、その活動予測の高度化を進めることにある。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

2009 年度の計画概要： 次年度の各種観測・探査に先行して 2000 年新山横断水準測量を行い、2000 年新山で進行している沈降の現況把握を行う。また事前調査として、ボーリング探査データの解析に必要とされる基盤地質、地下温度、浅部の水環境などを知ることのできる孔井地質柱状図や検層データの収集を行う。さらに、ボーリング探査の成否を左右する 2000 年新山地域の地下浅部の温度を推定するために噴気温度など噴気諸量を測定する。

2010 年度の計画概要： これまでの観測研究や物理探査結果を参考に、低高度稠密空中磁気測量、地上全磁力観測、地盤変動観測（水準測量、精密重力測量、In-SAR 解析）を行い、2000 年新山直下の貫入マグマと考えられる帯磁源や圧力源の位置を再解析する。熱観測を実施し、地下の温度分布を推定する。2000 年新山地域で実施された MT 探査・地震探査を参考にしながら、人工地震の補完探査を行い、反射面の水平方向への広がり把握する。2 年間にわたって実施した観測・探査の解析結果を総合し、法的な規制などを考慮して、掘削地点を選定する。

2011 年度の計画概要： 火山噴出物の分布と熱水系の発達が想定される地表から深度 200 m までワイヤーライン工法により掘削する。その後、拡孔して検層を行い、その解析を実施する。また、ボーリングコアの火山地質学的・岩石学的解析から噴火履歴や噴火様式の時間変化について検討する。コア物性試験を実施し、必要に応じて観測から推定された構造の再解析を行う。

2012 年度の計画概要： 掘削データやカッティングスの地質学的・岩石学的な鑑定に基づいてスポットコアを採取しながら深度 200 m から 500 m まで掘削し、掘削データや検層結果などに基づいて孔井仕上げを行う。検層と解析、コア・カッティングスの地質学・岩石学的分析、コア物性試験、必要に応じて観測から推定された構造の再解析を行う。

2013 年度の計画概要： 揚水試験などの孔井内計測と、地層水・ガスの採取・分析を行う。多層同時仕上げを試行し、水位・水温観測を開始する。掘削データ、孔井地質、検層解析結果、揚水試験、地層水・ガスの分析結果を総合し、既存の孔井資料と合わせ、水蒸気爆発の発生や熱水系の発達に関係する浅部水環境（透水層分布や透水係数等の水理定数）を把握し、噴火発生場の特性や貫入マグマの冷却過程を検討する。また、現地検討会による総括と取りまとめを行う。

（7）計画期間中（平成 21 年度～25 年度）の成果の概要：

計画前半の 2 年間は低高度稠密空中磁気測量などの多項目観測が展開された。低高度稠密空中磁気測量は 2000 年新山と山頂火口原、昭和新山の 3 領域に明瞭な全磁力変化を抽出し、空中磁気測量による全磁力変化検出の有効性・実用性をさらに確実なものとした。

また人工地震探査により、熱活動の消長や地殻変動に由来する速度構造変化と反射面の変化をとらえたが、説明の難しい変化もあり、時間変化の検出と解釈には慎重な吟味を要することを指摘した。

更に昭和新山南東麓の観測井で得られた孔井資料の解析から、昭和新山溶岩ドームの出現に先立つ一連の水蒸気爆発のうち～後期のマグマ水蒸気爆発の発生環境が高空隙率・難透水性であるという想定を検証した。

この他、水準測量や InSar 解析、全磁力観測や熱観測を通して、2000 新山地域の沈降や冷却帯磁傾向、熱活動の衰退が継続し、収縮源や帯磁源の位置に大きな変化のないことを確認した。

計画後半の試錐探査は、上記の結果や確保可能な試錐用地などを考慮し、地震及び MT 探査から推定された貫入マグマを示唆する背斜状構造の北翼にあたる標高約 162m の 2000 年新山北麓で実施した。また掘削行程や孔井仕上げの再検討を行い、孔明管設置・揚水試験は困難と判断し、代わりに地表から孔底まで高い採取率でコアを取得することとした。更に無駄な作業を省いて合理的に探査を進めるために、平成 23 年と 24 年度にわたる探査を一連の探査として実施した。掘削中、孔内崩壊が頻発したほか、200 m 以深では抑留事故の恐れも生じ、それらの対策ために掘削が遅れ、本年度はコアの物質科学的記載、変質解析を主に、物理検層や物性測定値をあわせ、物理探査から推定された構造、水蒸気爆発の発生や熱水系に関係する浅部水環境を検討した。

孔井地質は、地表から深度 10.85 m まで人工擾乱層、深度 10.85～37.70m まで泥流堆積物、深度 37.70m～51.17m までは洞爺火砕流堆積物に由来する湖沼性堆積物で、これ以深は新規安山岩が深度 295.15m まで分布する。この下位には、深度 331.00m～356.90m の間に新規安山岩の岩脈を挟んで、荘珠内川層が孔底（深度 504.0m）まで続き（図 1）、2000 年貫入マグマは確認できなかった。このことから直ちに新山頂部直下の浅部に貫入マグマの伏在を否定できないが、地温分布は 90 m 前後で 65℃を示すものの孔底温度、孔底付近の地温勾配とも有珠山周辺の温泉井で得られる地温分布を示し、浅部に貫入マグマが存在する可能性は低い。また、PS 検層結果と反射断面の整合性は低いが、電気検層結果と比抵抗構造は整合し、貫入マグマを示唆する背斜状構造は地層境界と再解釈された。これらのことは、地殻変動解析による圧力源が深部に貫入したマグマにより変形した内部境界であることを示唆する。

また新規安山岩及び荘珠内川層は変質作用を受け、スメクタイトを主とし、カオリンを部分的に含む。このことは水蒸気爆発による破碎深度は時間とともに浅くなり、4 月中旬以降は深度数 100 m から地表間で発生し、火山灰中のカオリンを増大させたという推定を裏付ける。発泡孔の多い部分や亀裂の発達した部分を除き、変質した新規安山岩と荘珠内川層の空隙率と透水係数は、岩相による違いがあるものの、全体として 50 % 内外、10-13 程度であり、これは高空隙率難透水性の粘土層が水蒸気爆発の発生に重要な役割を果たすという想定を支持する。

熱水系については深度 90 m 及び 370m 付近に顕著な逸泥があり、地温が 65℃を示す深度 90 m 付近では熱水の胚胎は間違いない。一方、370 m 付近の熱水貯留については、温度検層データに地温回復

が認められず、疑問が残る。

この他、全磁力観測から地下に想定された逆帯磁岩体についても、伏角測定により、その存在が確認された。

更に人工的に乱された地表付近を補間するために行ったトレンチ調査や、深度 10.85～51.17m 間の泥流堆積物、湖沼性堆積物に含まれる岩塊の岩石学的検討、および木片の年代測定から外輪山溶岩の活動期は 2 万年以降であることを明らかにした。

(8) 平成 25 年度の成果に関連の深いもので、平成 25 年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

Nishiyama R., Y. Tanaka, S. Okubo, H. Oshima, H. K. M. Tanaka, T. Maekawa, Integrated processing of muon radiography and gravity anomaly data toward the realization of high-resolution 3-D density structural analysis of volcanoes: Case study of Showa-Shinzan lava dome, Usu, Japan, J. G. R., DOI: 10.1002/2013JB010234, 2014.

中田節也、鍵山恒臣、中川 光弘、大島 弘光、津久井 雅志、有珠山の噴火シナリオの作成、日本地球惑星連合 2013 年合同大会予稿集、幕張、2013.

長井雅史、大島弘光、中川光弘、吉本充宏・松本亜希子・山本英二、棚田俊収・檀原 徹・岩野英樹、有珠山壮瞥火山観測井コア試料の岩相と層序、日本火山学会 2013 年度秋季大会、猪苗代町、2013

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道大学大学院理学研究院 大島弘光・橋本武志・青山 裕・森 濟・村上 亮・池田隆司・中川光弘・吉本充宏

他機関との共同研究の有無：有

秋田大学工学資源学部 筒井智樹（ 代表者 ）

東北大学大学院理学研究科 植木貞人（ " ）

東京大学地震研究所 中田節也（ " ）

東京工業大学火山流体研究センター 野上健治（ " ）

京都大学大学院理学研究科 鍵山恒臣（ " ）

九州大学大学院理学研究院 松本 聡（ " ）

京都大学防災研究所 井口正人（ " ）

鹿児島大学大学院理工学研究科 小林哲夫（ " ）

研究協力機関

室蘭工業大学大学院工学研究科 後藤芳彦（ " ）

産業技術総合研究所 松島喜雄（ " ）

北海道立地質研究所 岡崎紀俊（ " ）

(10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：0142-66-4011/011-706-4677

e-mail：oshima@uvo.hokudai.ac.jp / hasimoto@mail.sci.hokudai.ac.jp

URL：

(11) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大島弘光

所属：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター（有珠火山観測所）

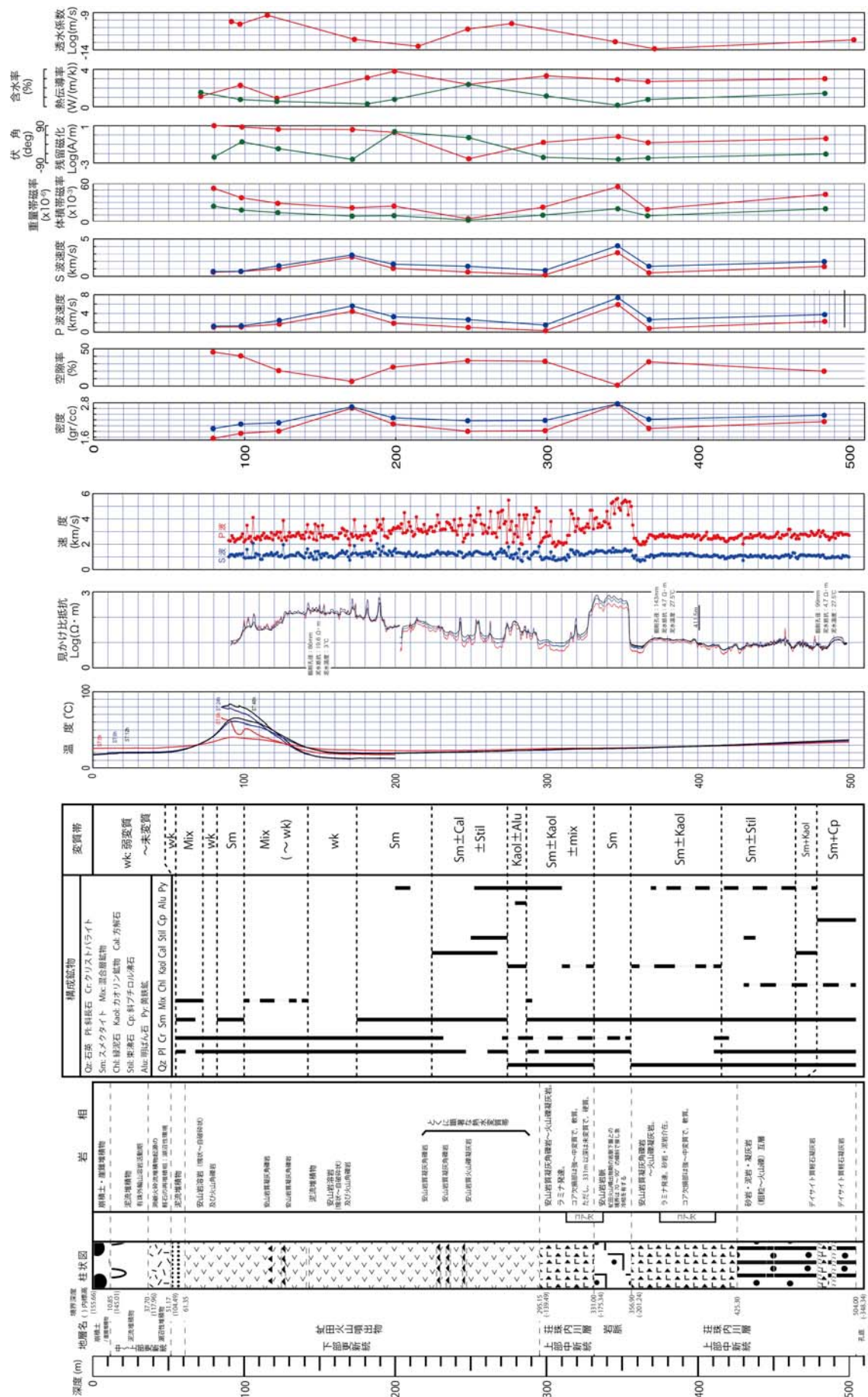


図1. 総合柱状図

試錐地点は、2000年新山頂部から北北東に約325m、NB火口から北北西に260mほど離れた標高が約162mの2000年新山北麓である。この地点の隆起量は約30m、地震およびMT探査から推定された貫入マグマを示唆する背斜状を呈する構造の北翼にあたる。