

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 24 日現在

機関番号：83501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24540447

研究課題名(和文) 火山噴出物と津波堆積物の調査に基づく渡島大島1741年津波の発生原因の再検討

研究課題名(英文) Geological study for the condition of occurrence of the AD 1741 tsunami, Oshima-Oshima Volcano, Hokkaido

研究代表者

吉本 充宏 (YOSHIMOTO, MITSUHIRO)

山梨県富士山科学研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：20334287

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：渡島大島火山1741年津波の発生原因を解明するため、渡島大島および北海道沿岸のテフラおよび津波堆積物の地質調査を実施した。その結果、津波堆積物は渡島大島北方の奥尻島南部でのみ確認できたが、それ以外では確認できなかった。一方、渡島大島山頂部においてこれまで確認されていなかった噴火堆積物を発見し、1741年噴火以前の最近2000年間に4回の噴火を起こしていたことを明らかにした。また、1741年噴火は本格的なマグマ噴火に先立ち、水蒸気噴火およびマグマ水蒸気噴火を起こしており、これらの一部は山体崩壊に伴う噴出物の可能性が高く、1741年津波は山体崩壊によって発生した可能性が高い。

研究成果の概要(英文)：We carried out geological study for the AD 1741 tsunami deposit and eruption products of Oshima-Oshima Volcano, Hokkaido. We did not find the tsunami deposit except for the southern coast of Okushiri Island. We discovered four eruption products of Oshima-Oshima volcano and wide spread tephra such as Ko-d from Hokkaido-Komagatake Volcano and B-Tm from Changbaishan Volcano below the eruption products of the AD 1741 eruption at an outcrop on the summit of the volcano. Considering the thickness of soil layers and C14 dating, those eruption episodes might occur at around AD 1450, AD7-AD116, BC180-BC50 and BC255-BC125. We also identified products of phreatic and phreato-magmatic eruptions accompanying sector collapse just below the 1741 scoria layers. It implies that the 1741 tsunami was caused by the eruption of the volcano.

研究分野：火山地質学

キーワード：渡島大島 津波 火山 噴火 山体崩壊 火山灰 噴火年代

1. 研究開始当初の背景

火山性津波として考えられている渡島大島 1741 年津波は、国内最大級の被害をもたらしたが、その実体には不明な点が多い。この津波については、その発生原因が地震かそれとも火山体の崩壊かの議論が数多く行われてきた(相田, 1984; 羽鳥, 1994; 都司ほか, 1996; 佐竹・加藤, 2001; 今村ほか, 2002 など)。佐竹・加藤(2001)は、火山地形から火山体の崩壊量を算出し、その量を用いた津波の到達範囲の数値計算の結果が、古記録による津波の到達域と一致することから、火山体の崩壊に伴う津波であること主張している。これらはいずれも古記録や数値計算を基にした議論で、物的証拠ともいえる火山噴出物や津波堆積物に基づいた検証は行われていない。また、渡島大島 1741 年噴火の火山灰と津波堆積物が同一地点で明瞭に確認された報告はない。渡島大島の 1741 年津波を発生させたと考えられている崩壊の崩壊壁は北側に開いており、崩壊物は北側の海になだれ込んだとされている。しかしながら、渡島大島北側に位置する奥尻島には、相当量の津波が到達したと考えられるが、奥尻島では 1741 年津波堆積物は未だ確認されていない。また、島の東側の北海道日本海沿岸でも、津波堆積物の確認事例は少ない。このような背景から、物的証拠に基づく検証を行うためにより詳細な分布調査を必要としている。

2. 研究の目的

火山災害としては国内最大級の被害をもたらした渡島大島 1741 年津波の発生原因は、古記録とその情報に基づく数値計算によって考えられてきたが、物的証拠に基づく検証はまったく行われていない。本研究では渡島大島 1741 年津波の発生原因を解明するため、渡島大島の島内での詳細な地質調査を行い、渡島大島火山の噴火履歴、1741 年噴火の推移とその噴出物の特徴と、津波堆積物の分布と特徴を明らかにし、渡島大島 1741 年津波の発生原因を明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

渡島大島の 1741 年噴火及び津波の痕跡をとらえ、津波の発生過程を明らかにするために野外調査を中心として以下の項目を実施した。

(1) 渡島大島・渡島小島の調査

渡島大島及び渡島小島で島内全域の詳細な調査を実施した(図 1)。調査項目は津波の分布調査、試料採取、噴火層序の調査、岩石サンプルの採取である。渡島大島および小島へは定期航路がないため、漁船をチャーターし、食料と共に輸送した。宿泊は港に設置された仮設宿泊施設を借用した。渡島大島島内での

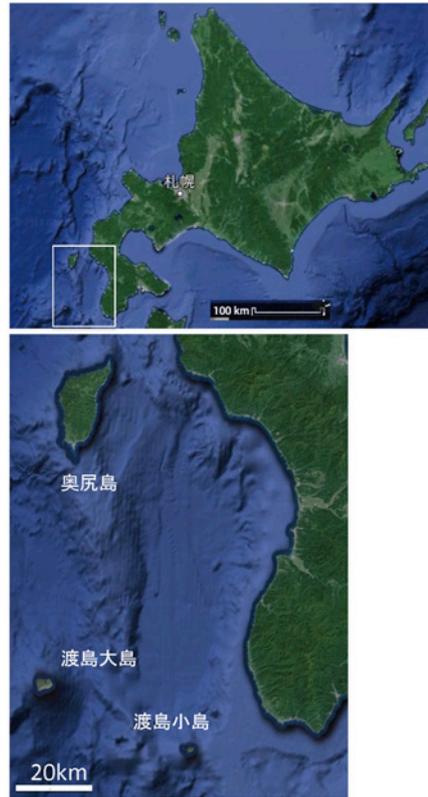


図 1 渡島大島の位置と調査範囲(下図).下図は上図の白枠の範囲

調査は平成 24 年 7 月 27 日～30 日, 9 月 11 日～13 日, 平成 25 年 8 月 3～9 日, 平成 27 年 8 月 9～10 日の 4 回合計 16 日間実施し、渡島小島については平成 25 年 8 月 11 日に実施した。

(2) 北海道沿岸のテフラおよび津波堆積物の分布調査

渡島大島の 1741 年を発生させたと考えられている崩壊の崩壊壁は北側に開いていると推定されているため、渡島大島北側に位置する奥尻島には、相当量の津波が到達したと考えられる。そこで、北海道南部の日本海沿岸および奥尻島において、津波堆積物の有無、津波堆積物の標高等の地質調査を実施した。比較的堆積物の保存の良い湿地帯においてジオスライサーを用いた。

(3) 噴出物および津波堆積物の同定

給源遠方での渡島大島の噴火堆積物(テフラ)と津波堆積物を特定するためには、テフラそのものを同定することと津波堆積物においては前後の地層の年代を同定し絞り込む必要がある。当地域では、道南地域に広く分布する北朝鮮と中国国境にある白頭山由来の B-Tm 火山灰(約 1000 年前: 町田・新井, 2003)や北海道駒ヶ岳 1640 年の火山灰(Ko-d: 勝井・他, 1989)が分布するため、これらの火山灰を同定することにより、年代を推定することが可能となる。特に渡島大島 1741 年火山灰及び津波堆積物は、Ko-d の直上に確認され可能性が高いため、Ko-d の同定が重要である。火山灰の同定にはガラスの組成を使用するのが有効であり(古川ほか,

2006), エネルギー分散型 X 線分析装置 (EDS) による火山ガラスの分析を実施した. 分析には, 北海道大学の SEMS-EDS システム (JEOL-JMS-T330 + LINK ISIS) を用いた. EDS 分析の測定条件は, 加速電圧 15kV, ビーム径 5 μ m, 測定時間 180s, カウントレート 2.0kcp で, 補正計算には ZAF 法を用いた.

また, 噴火年代を決定するために, 地層中の炭化材や木材を試料として, 放射性炭素年代測定を実施した. 測定は (株) パレオラボに依頼した.

さらに, 渡島大島噴出物の特徴を明らかにするために, 全岩化学組成分析を実施した. 分析は, 北海道大学理学部の XRF (スペクトリス社製 MagiX Pro) を使用し, 融剤 (LiB407, LiBO) で 1:2 に希釈してガラスビードを作成し, 測定を実施した.

4. 研究成果

(1) 津波堆積物の分布

渡島大島島内を調査した結果, 島内全域で 1741 年噴火堆積物は確認できるものの, その下位から津波堆積物にと認定できる堆積物は発見できなかった. また, 島内では, 山頂付近の露頭において 1741 年堆積物の下位に 2 層の広域テフラと複数の渡島大島噴出物を確認した.

島外では, 奥尻島の一露頭のみで渡島大島 1741 年津波堆積物と考えられる堆積物を確認することができた. 奥尻島南部の海岸, 貝取潤 (Loc. 1; 図 2) では北海道駒ヶ岳由来の Ko-d の 2cm 上位に円礫の濃集層があり, 内陸

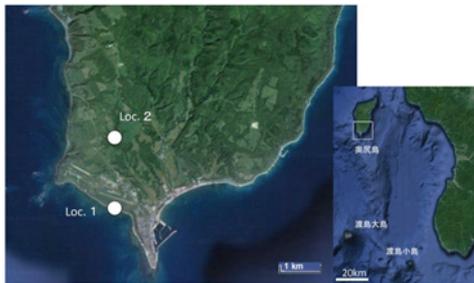


図 2 奥尻島における露頭位置



図 3 奥尻島南部貝取潤 (Loc.1) で確認された駒ヶ岳テフラ Ko-d (白色層) とその上位の渡島大島 1741 津波堆積物 (矢印).

に行くにしたがい粒径が小さくなり, 層厚が薄くなり殲滅する (図 3). 一方, 奥尻島の他地点において, Ko-d は確認することができたが, 堆積物と考えられる堆積物は確認できなかった. その理由として, 海岸線の低地では 1993 年の津波堆積物の保存状態も悪かったため, 波浪等による浸食により削剥された可能性が高い. また, 標高の低い平地はほぼ宅地造成されているため, 海岸線に近い場所に自然, 人工露頭が少なく検出に至らなかったと考えられる.

また, 北海道南西部沿岸, 渡島小島においても地質調査を実施したが, 津波堆積物が検出できなかった. 本研究の結果, 自然露頭調査においては, 渡島大島 1741 年津波堆積物を検出することが難しく, 条件の良いところで掘削調査等の手法の導入が必要である.

(2) 広域テフラの同定

渡島大島島内のテフラの同定を行うために, まず奥尻島内で報告事例のある白頭山 B-Tm および駒ヶ岳テフラ Ko-d の調査を実施した. 奥尻島南部, 右股川の中流の Loc. 2 (図 2) 付近は農耕地 (水田) であるが, 一部で放棄された耕地があり湿地となっている. ハンディジオスライサーで掘削したところ, 地表面直下は水田土壌, 地表面下 20-40cm は Ko-d およびその再堆積層, 40-95cm は泥炭ないし黒泥土層, 95cm 以深は粘土層であった. B-Tm は地表面下 77-80cm に産出する. B-Tm の層厚

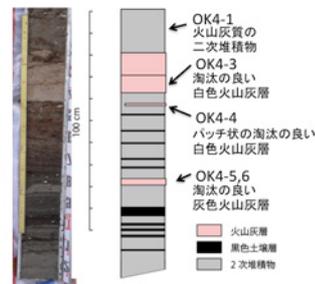


図 4 奥尻島 Loc.2 でジオスライサーで採取された堆積物と柱状図

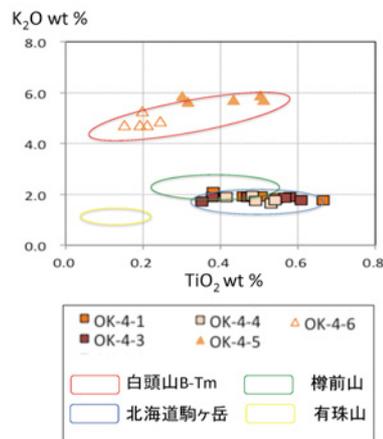


図 5 奥尻島における B-Tm および Ko-d の火山ガラスの主成分化学組成

は最大で 3.5cm になる。B-Tm は灰白色を呈する (図 4)。Ko-d および B-tm 相当層の火山ガラス組成を測定した結果、それぞれこれまで報告されている値と一致した (図 5)。

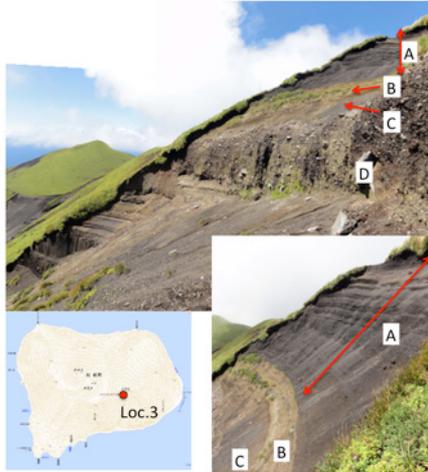


図 6 渡島大島山頂部の崖 (Loc.3) に露出する渡島大島噴火堆積物

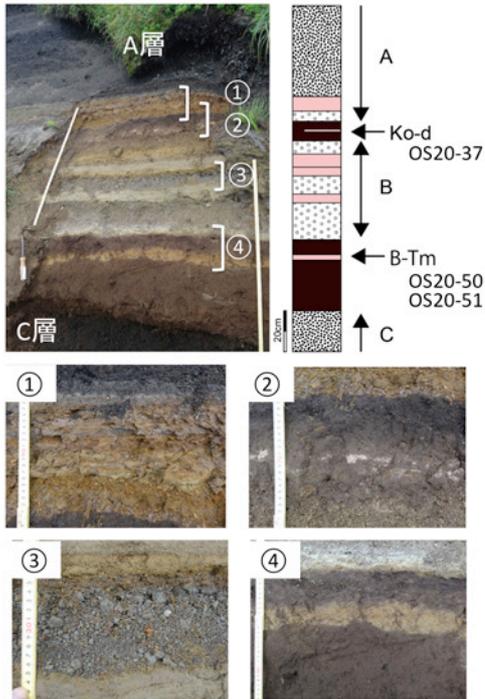


図 7 Loc. 3 における A 層最下部, B 層, 及び Ko-d, B-tm の産状

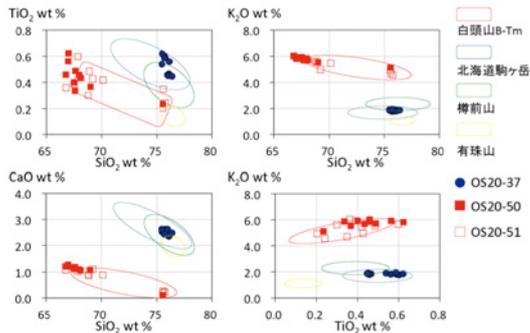


図 8 Loc. 3 における白色火山灰の主成分化学組成。試料は図 7 の柱状図の矢印の位置から採取。

(3) 渡島大島の噴火履歴

北海道南西部に位置する渡島大島火山は 1741-42 年, 1759 年に噴火の記録が残されている。一方, それ以前の活動は歴史記録がなく, 噴火年代や規模は不明であった。また, 本火山は, 海洋島火山で無人島であるため, 研究が進んでいなかった。本調査において渡島大島山頂部の地質調査を実施した結果, 最近 2500 年間に少なくとも新たに 4 層の噴火堆積物を確認した。

渡島大島の表層は, 1741 年以降の黒色スコリアに厚く覆われており, 1741 年以降の堆積物が確認できる場所が乏しい。山頂付近の崩落地形内の露頭 (Loc. 3) において山体を広く覆う黒色スコリアの層の下位に土壌層及び二次堆積層を挟んで少なくとも 4 層の噴火堆積物と 2 層の白色細粒火山灰層を確認した (図 6, 7)。2 層の白色細粒火山灰層は火山ガラスの組成から上位は AD1640 年の駒ヶ岳 d 火山灰 (Ko-d) と下位が約 AD950 の白頭山-苦小牧テフラ (B-Tm) に対比される (図 8)。

本露頭では Ko-d の上位には土壌層 10cm を挟んで 1741 年以降の噴出物 A (淘汰の良い黒色スコリア層) が層厚 3m 以上堆積している。Ko-d と B-Tm の間には, Ko-d の下位に 3cm の土壌層を挟んで, 層厚 50cm の礫サイズの発泡した新鮮な岩片を含む淘汰の良い降下火砕物層 3 層と細粒降下火山灰層 4 層の互層からなる噴火堆積物 B が確認できる。堆積物 B と B-Tm の間には 8cm の土壌層を挟み, B-Tm の下位は, 層厚 25cm の土壌層を挟んで, 淘汰の良い暗茶褐色スコリアないし黒色スコリアからなる堆積物 C が厚く堆積している。堆積物 B はその岩相および構成物からマグマ噴火とマグマ水蒸気噴火の堆積物の互層であると考えられる。D 層は C 層との間に薄い土壌層を挟んで下位に存在する。D 層は層厚 2m に及び褐色の軽石と緻密な岩片・岩塊を多く含む。岩塊の最大粒径は 40cm である。D 層の下位には層厚 30cm の土壌層を挟んで層厚 120cm の褐色の軽石と緻密な岩片を多く含む E 層が存在する。D 層の下位の土壌層中には炭化外が含まれている。

放射性炭素年代測定及び上下のテフラの年代から各層の噴火年代を推定した。D 層直下の炭化材の放射性炭素年代は, 2100 ± 20 ybp (PLD-23419) の年代値が得られ, 暦年校正年代は BC 180~BC 50 となる。このことから, D 層の噴出年代は BC 180~BC 50 と推定される。一方, B, C, E 層については, 年代測定試料が得られなかったために, Ko-d (AD1640), B-Tm ($AD946 \pm 3$; Xu・他, 2013), D 層 (BC 180~BC 50) の年代から, これらの堆積物間の土壌の形成速度が一定と仮定して年代を推定した。その結果, B 層は AD1450 ごろ, C 層は AD7~AD116, E 層は BC255~BC125 に堆積したと推定できる。一方, これらの堆積物 B および C をもたらした噴火の火山灰は北海道日本海沿岸および奥尻島では確認されていない。本調査の結果, 渡島大島火山は最近 2500

年間に歴史時代噴火を含めて5回の噴火活動を行っていたことが明らかとなった。

(4) 渡島大島 1741年噴火の推移と津波の発生過程

山頂部の露頭 (Loc. 3) において、2m に及ぶスコリア層からなる 1741 年噴火堆積物の最下部に層厚 20cm の水蒸気噴火およびマグマ水蒸気噴火堆積物を検出した(図 7-①)。これらは複数のユニットから構成されており、いずれも連続性よい。最下部 5cm は層圧が均質であるが、非常に淘汰が悪い堆積物となっている。これらの堆積物は、北海道駒ヶ岳 1640 年の山体崩壊に伴うブラスト堆積物(吉本・宇井, 1998) に類似した岩層を呈している。以上のことから、1741 年噴火は、本格的なマグマ噴火に先立ち、水蒸気噴火およびマグマ水蒸気噴火を起こしていた。またこれらの堆積物の一部は山体崩壊に伴う噴出物の可能性が高く、1741 年津波は山体崩壊によって発生した可能性が高い。

<引用文献>

- 相田勇, 1984, 火山により発生する津波の見積もり-1741 年渡島大島の場合-, 東大地震研彙報, Vol.59, pp.519-531.
- 古川 竜太・七山 太 (2006) 北海道東部太平洋沿岸域における完新世の降下火砕堆積物. 火山, 51, 351-372.
- 羽鳥徳太郎, 1994, 1993 年北海道南西沖地震津波の規模および波源域. 地震第 2 輯, 47, 1-9.
- 今村文彦・大窪慈生・伴 一彦・高岡一章・三宮 明・小林英次 2002, 『津軽藩御国日記』の追加による寛保渡島沖津波(1741)の詳細調査, 歴史地震, 18, 166-175.
- 勝井 義雄・鈴木 建夫・曾屋 龍典・吉久 康樹 (1989) 北海道駒ヶ岳火山地質図 (1:50,000). 地質調査所.
- 町田 洋・新井 房夫 (2003) 新編 火山灰アトラスー日本列島とその周辺. 東京大学出版会, 336p.
- 佐竹健治・加藤幸弘, 2002, 1741 年寛保津波は渡島大島の山体崩壊によって生じた. 月刊海洋号外, 28, 150-160.
- 都司嘉宣・西畑剛・佐藤貴史・佐藤一敏, 1996, 寛保元年 (1741) 渡島大島噴火津波の浸水高分布, 地震学会講演予稿集 P81,
- Xu Jiandong・Pan Bo・Liu Tanzhuo・Hajdas Irka・Zhao Bo・Yu Hongmei・Liu Ruoxin・Zhao Ping, 2013, Climatic impact of the Millennium eruption of Changbaishan volcano in China: New insights from high-precision radiocarbon wiggle-match dating. Geophysical Research Letters, 40, 54-59.
- 吉本充宏・宇井忠英, 1998, 北海道駒ヶ岳火山 1640 年の山体崩壊, 火山, 43, 137-148

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 5 件)

- ① 吉本充宏・千葉達朗, 2016, 火山による災害特性と防災技術-火山における直接・間接的災害の携帯とその特性-. 地盤工学会誌, 64-6, 49-56.
- ② Nakada, S., Zaennudin, A., Maeno, F., Yoshimoto, M., Hokanishi, N., 2016, Credibility of Volcanic Ash Thicknesses Reported by the Media and Local Residents Following the 2014 Eruption of Kelud Volcano, Indonesia. Journal of Disaster Research, 11, 53-59
- ③ 安田敦, 吉本充宏, 藤井敏嗣, 2015, 始良火砕噴火のマグマ溜まり深度. 火山, 60, 381-398.
- ④ Miyabuchi, Y., Okuno, M., Torii, M., Yoshimoto, M., and Kobayashi, T., 2014, Tephrostratigraphy and eruptive history of post-caldera stage of Toya Volcano, Hokkaido, northern Japan. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 281, 34-52.
- ⑤ 金子隆之・安田 敦・嶋野岳人・吉本充宏・藤井敏嗣, 2014, 富士火山, 太郎坊に露出する新期スコリア層の全岩化学組成ー富士黒土層形成期付近を境とするマグマ供給系の変化ー. 火山, 59, 41-54.

[学会発表] (計 9 件)

- ① 亀谷伸子・石崎泰男・濁川暁・吉本充宏・寺田暁彦・上木賢太, テフラ層序からみた草津白根火山の最近 5000 年間の噴火活動, 日本火山学会, 富山市, 2015 年 9 月.
- ② 安田敦・金子隆之・嶋野岳人・吉本充宏・藤井敏嗣, 2015, 斑晶とメルト包有物の組成および組織から推定する富士山宝永噴火の珪長質マグマ溜まりでのマグマプロセス (P65) 日本火山学会, 富山市, 2015 年 9 月.
- ③ 濁川暁・石崎泰男・吉本充宏・寺田暁彦・上木賢太・中村賢太郎噴出物の層序と全岩組成からみた草津白根火山本白根火砕丘群の完新世の噴火履歴, 日本火山学会, 福岡. 2014, 11 月 (P1-21)
- ④ 宮縁育夫・奥野 充・鳥井真之・吉本充宏・小林哲夫 (2014) テフラ層序からみた洞爺火山の後カルデラ活動日本火山学会, 福岡. 2014, 11 月 (A1-29)
- ⑤ 吉本充宏・中田節也・Zaennudin Akhmad・Prambada Oktory・外西 奈津美・高木菜都子・Hendraso Muhamad・井口正人 (2014) インドネシア, シナブン火山の活動履歴と噴火シナリオ, 地球

惑星科学連合，横浜．2014，5月
(SVC54-01)

- ⑥ 吉本充宏・中村有吾・福原絃太・西村裕二，渡島大島火山におけるAD1741以前の噴火痕跡の発見，SVC54-P07，地球惑星科学連合2014，横浜（パンフィコ横浜），2014．5．1
- ⑦ 吉本充宏・中村賢太郎・濁川暁・寺田暁彦・上木賢太・石崎泰男（2013）草津白根火山山腹域のテフラ層序（序報），火山学会，猪苗代．2013，9月
- ⑧ 藤根久・遠藤邦彦・鈴木茂・中村賢太郎・パレオ・ラボ AMS年代測定グループ・鈴木正章・吉本充宏・後藤 翠・千葉 達朗（2013）善光寺岩屑なだれの年代観について，地球惑星科学連合，幕張，2013年5月（HQR24-11）
- ⑨ 吉本充宏（2013）北海道駒ヶ岳の噴火シナリオと火山災害対策，地球惑星科学連合，幕張，2013年5月（SVC49-P05）

〔図書〕（計 1件）

- ⑥ 吉本充宏，2012，北海道駒ヶ岳1640年津波．歴史災害事典（北原糸子ほか編），吉川公文書館，194-195．

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉本 充宏 (YOSHIMOTO, Mitshiro)
山梨県富士山科学研究所火山防災研究部
主任研究員
研究者番号：20334287

(2) 研究分担者

西村 裕一 (NISHIMURA, Yuichi)
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 助教
研究者番号：20208226