

機関番号：12601

研究種目：特定領域研究

研究期間：2004～2009

課題番号：16089204

研究課題名（和文）火山噴火罹災地の埋没過程の復元と火山噴火推移の解析に関する研究

研究課題名（英文）Reconstruction of the burial process of the archaeological site buried by volcanic eruptions and the analysis of the eruption sequence

研究代表者

藤井 敏嗣 (FUJII TOSHITSUGU)

東京大学・地震研究所・名誉教授

研究者番号：00092320

研究成果の概要（和文）：発掘対象としたイタリアのヴェスヴィオ火山北麓の「アウグストゥスの別荘」遺跡を最初に埋没させた噴火は紀元 472 年噴火であることを明らかにするとともに、遺跡内の堆積物の層序、堆積状況の詳細な調査研究から、噴火推移と当該遺跡の埋没過程の推移の関係を復元することに成功した。また、紀元 472 年噴火について、地質学的、岩石学的、古地磁気学的手法を用いて噴火推移、マグマシステム、噴火メカニズムの詳細を明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Based on the combination of petrologic characteristics of the deposits and carbon-14 dating of charcoal pieces, the ancient Roman villa, believed to belong to the first Roman Emperor Augustus, was buried by the pyroclastic materials of AD472 eruption of Mt. Vesuvius. Burial process of the villa and its relation with the eruption sequences were successfully reconstructed through the study of the deposits within the villa. Magma system of the AD 472 eruption and the eruption sequences were clarified through the geological, petrological and palaeomagnetic studies.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2004年度	32,900,000	0	32,900,000
2005年度	28,200,000	0	28,200,000
2006年度	34,400,000	0	34,400,000
2007年度	26,700,000	0	26,700,000
2008年度	28,600,000	0	28,600,000
2009年度	21,300,000	0	21,300,000
総計	172,100,000	0	172,100,000

研究分野：マグマ学、火山学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・岩石・鉱物・鉱床学

キーワード：火山、噴火罹災地、自然災害、考古学、埋没過程、噴火過程

1. 研究開始当初の背景

火山噴火罹災地においては、一般に、ある時代の文化環境や自然環境が噴火堆積物によって密封保存されたものである。このような観点から、これまでも考古学上の興味から噴火罹災地の発掘が行われてきた。しかし、多くの場合、自然科学との共同作業が行われた例は殆ど無いといってもよかった。噴火罹災地の発掘は新たに人工露頭をもたらすもの

であり、火山学にとっても重要な資料となりうる。特に、遺跡建造物と火砕物の関係から、火砕物の温度などについての情報を得ることが可能になる場合がある。また、遺跡建造物と火砕物との関係は火山防災を考える上でも重要な基礎資料となる。このような観点から、考古学グループのヴェスヴィオ火山北麓部での発掘調査に協力して、火山学的研究を行い、噴火罹災遺跡の埋没過程の復元を試

みることにした。

2. 研究の目的

本グループはイタリアのヴェスヴィオ火山北麓の「アウグストゥスの別荘」とよばれる噴火罹災遺跡の埋没過程の復元と、その遺跡を埋没させた火山噴火の推移を明らかにすることをテーマとした研究である。主要な対象はヴェスヴィオ火山であるが、噴火推移の解析手法の開発・検証のために、同火山の主要な噴火をもたらしたフォノライトマグマと同程度の粘性のマグマが活動し、同じような準プリニー式噴火も起こしたことのある富士火山を比較研究の対象とした。

ヴェスヴィオ火山の研究においては、発掘研究と緊密に連携して火山学研究を展開するという文理融合のシナジーにより、新たな研究領域の創造を目指す。

3. 研究の方法

「遺跡の埋没開始から現在に至る過程の解明」のためには、地質学的手法により、遺跡内の堆積物層序を明らかにすると同時に、堆積物中の炭質物の探索をおこない、炭素 14 年代法により、堆積年代の推定を行う。年代の推定については、噴出物の化学組成を遺跡内堆積物と火山周辺のさまざまな年代の噴出物との比較研究から、噴火年代の特定を行う。各層序から回収した火山砕屑物の発泡度、粒径、堆積構造から噴火推移を読み取る。この作業においては、遺跡内のみならず周辺部の地質調査も行い、噴火様式の変化や噴出物分布の不均質性の要因を探る。火砕流、土石流堆積物については古地磁気的手法を用いて、定置温度の推定を試みる。特に、研究の主眼を「遺跡を最初に埋没させた噴火の特定」、「埋没直前の遺跡の状況推定」に置いて進める。

4. 研究成果

(1) ソンマ遺跡内の地質調査に基づき、以下の点を明らかにした。遺跡内の堆積物は腐食土壌および風化火山灰層を境に、下位から G1, G2, G3A, G3B, G3C に区分される火山性イベントの堆積物で埋め立てられている。遺跡は 3 つの水平面レベルで構成されているが、いずれのレベルでも建造物を直接覆うのは G1 に属する共通の降下火山灰層であり、厚さは数 cm から 30cm まで変化し、一部に火砕サージ堆積層を含む。この火山灰層は G1 の土石流堆積物で覆われる。

(2) 地質調査の結果に基づき、遺跡の埋没が以下のような推移であることを明らかにした。

掘削区域北端部の最もレベルの低い Area11 を埋没させたものが最も早期の土石流で、Vano1-4 などにみられる堆積物は、よ

り後期の土石流に由来する。最下位の土石流は建物の北東部から建物に到達し、ワイン製造場のある Area11 を埋めた後、その水位が上昇し、2 段目のレベルの Vano7-8 まで一旦埋め立てたが、最上位の Vano1-4 のレベルまでには達しなかった。この土石流堆積物の一部は間もなく浸食され、遺跡の北部には深いチャンネルが出来た。その後の土石流はソンマの山体を浸食して巨礫を含むものとなり、建物の南部から到達し、遺跡の一部を破壊しながら遺跡内に厚く堆積し、早期の土石流堆積物のチャンネルも埋没させた。

その後、静穏期が続き土壌が形成された後、再び火山活動が活発化しては土石流が発生して遺跡の埋没が進行するプロセスが複数回繰り返され (G2~G3C)、建物はほぼ完全に埋没させられた。

(3) 堆積物中に含まれるスコリア、軽石など火山噴出物の化学分析、炭質物の放射年代測定を行った結果、G1 に属する最下位の降下火山灰層および土石流堆積物は、紀元 472 年噴火噴出物と直後の土石流堆積物である事が判明した。遺跡内堆積物の最後期の G3C は、含まれるスコリアの化学組成から 1631 年噴火に関係していると考えられる。

(4) 遺跡およびヴェスヴィオ火山周辺の地質調査、古地磁気調査および噴出物の岩石学的解析によって判読した紀元 472 年噴火の推移は以下ようになる。

最初に、深さ 4 km ほどにあった 800°C のフォノライトマグマに、より深部 (およそ 8 km) にあったテフリフォノライトマグマが貫入、これが引き金となってサブプリニー式の噴火が発生しフォノライトからテフリフォノライトマグマが順次噴出した。テフリフォノライトマグマが噴出する時期になると、噴煙柱の崩壊にともなう火砕流が次々と発生して、山麓を埋め立てた。この火砕サージの一部は遺跡に達した。その後、火道の拡大を伴うマグマ水蒸気爆発が発生して、本質岩片だけでなく火道周辺の岩石をも多量に含む、火砕流が発生するようになった。その後、火砕流の一部は降雨によって浸食され土石流となって山麓に展開し、遺跡を埋め立てた。このように遺跡のかなりの部分が 472 年およびそれ以降の噴火噴出物とそれから派生した土石流により埋め立てられたことが判明した。

(5) 2009 年以降の発掘により、Vano3 の南の発掘地域では 472 年堆積物より下位に、人工的埋め立て層が、また更に下位には薄い土石流堆積物が発見された。この白色軽石を多量に含む土石流堆積物は、Vano3 の南に分布する石畳を直接覆っていた。また、Area11 北東端で行われた掘り下げ孔では、Vano10 の壁下の基礎部分の人工的埋設物中に軽石、炭質物が発見された。これらの区域の白色軽石、

土石流堆積物中の炭質物の解析から、建物の建造時代は紀元2世紀頃との新たな知見が得られた。

(6) 比較研究の対象とした富士火山の研究からは、以下の点が明らかになった。

富士火山においては主要なマグマだまりが深さ20-25kmにあり、これから上昇したマグマの内、噴火未遂に終わったマグマが深さ5km程度の深部に副マグマだまりを形成し、結晶分化によって安山岩～デイサイトマグマに変化している。噴火の度に深部から上昇する玄武岩マグマは副マグマだまりの分化マグマと混合して噴出するが、全体としては玄武岩質のままである。副マグマだまりのマグマがデイサイトまで分化している場合にはマグマ混合が進行せず、宝永噴火のように分化マグマの爆発的噴火に引き続いて、玄武岩マグマが噴火するような様式をたどる。

このような深部のマグマと浅部のマグマの混合という現象はヴェスヴィオ472年噴火で見いだされた現象と共通するものであることが分かった。

(7) 以上のように、本研究では、発掘対象となった遺跡を最初に埋没させた噴火は紀元472年噴火であることを明らかにしたが、この結論は当該遺跡がポンペイやエルコラーノを滅亡させたヴェスヴィオ火山の紀元79年噴火によって埋没したとしてきた考古学上のこれまでの仮説を覆すものとなった。さらに、考古学の発掘作業と並行して行った遺跡内の堆積物の層序、堆積状況の詳細な調査研究から、当該遺跡の埋没過程を復元することに成功した。また、ヴェスヴィオ火山の紀元472年噴火について、地質学的、岩石学的、古地磁気学的手法を用いて噴火推移や噴火メカニズムの詳細を明らかにした

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14件)

① Suzuki, Y., and Fujii, T. Effect of syneruptive decompression path on shifting intensity in basaltic sub-plinian eruption: Implication of microlites in Yufune-2 scoria from Fuji volcano, Japan, *Jour. Volcanol., Geotherm. Res.*, 198, 158-176, 2010

② Kaneko, T., Yasuda, A., Fujii, T., Yoshimoto, M., Crypto-magma chambers beneath Mt. Fuji, *Jour. Volcanol., Geotherm. Res.*, 193, 161-170, 2010

③ Yoshimoto, M., Fujii, T., Kaneko, T., Yasuda, A., Nakada, S., Matsumoto, A., Evolution of Mount Fuji, Japan:

Inference from drilling into the subaerial oldest volcano, pre-Komitake, Island Arc, 19, 470-488, 2010

④ 前野深, 新堀賢志, 金子隆之, 藤井敏嗣, 中田節也, 鎌田桂子, 安田 敦, 青柳正規, ヴェスヴィオ火山北麓で発見されたローマ時代の遺跡の埋没過程: 2006~2008年に新たに発見された472年噴火による土石流堆積物にもとづく再構築, *地震研彙報*, 84, 271-289, 2009

⑤ 米田穰, 古人骨の同位体分析でみた旧石器時代の食生態の進化. *旧石器研究* 4, 5-13, 2008.

⑥ 藤井敏嗣, 富士宝永噴火のマグマシステムと噴火未遂. *月刊地球*, 号外No. 60, 45-51, 2008.

⑦ Yoneda, M., H. Uno, Y. Shibata, R. Suzuki, Y. Kumamoto, K. Yoshida, T. Sasaki, A. Suzuki and H. Kawahata, Radiocarbon marine reservoir ages in the western Pacific estimated by pre-bomb molluscan shells. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 259, 432-437, 2007

⑧ Nihori, K., Nagai, M., Kaneko, T., Fujii, T., Nakada, S., Yoshimoto, M., Yasuda, A. and Aoyagi, M., Detailed Stratigraphical and Geological Characteristics of Volcanic and Epiclastic Deposits Burying a Roman Villa on the Northern Flank of Mt. Vesuvius (Italy). *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 82, 119-178, 2007.

⑨ 鎌田桂子, 新堀賢志, 金子隆之, 藤井敏嗣 岩石磁気を用いたヴェスヴィオ火山472年火砕流の堆積温度の検討. *地震研究所彙報*, 82, 179-195, 2007.

⑩ 中田節也, 吉本充宏, 藤井敏嗣, 先富士火山群. 「富士火山」, 荒牧・藤井・中田・宮地編, 山梨県環境地学研究所, 69-77, 2007.

⑪ 藤井敏嗣, 富士火山のマグマ学. 「富士火山」, 荒牧・藤井・中田・宮地編, 山梨県環境地学研究所, 233-244, 2007.

⑫ 安田 敦, 金子隆之, 藤井敏嗣, 富士火山, 箱荒沢坑で発見された白色火山灰層の起源, *火山*, 52, 113-120, 2007.

⑬ Yoneda, M., A. Saso, R. Suzuki, Y. Shibata, M. Morita, G. Suwa and T. Akazawa, Chronology of the Yayoi skeletal remains

from the Kanto district, Japan: a preliminary re-evaluation by radiocarbon dating on postcranial materials. *Anthropological Science* **113**, 169-182, 2005.

⑭ Kaneko, T., Nakada, S., Yoshimoto, M., Fujii, T., Yasuda, A., Yoneda, M. & Aoyagi, M., Determination of burial age of the "Augustus' villa" (Italy), *Geochemical Journal*, vol. 39, 573-578, 2005.

[学会発表] (計 15 件)

① 藤井敏嗣, 他 ソンマ遺跡とヴェスヴィオ火山 472 年噴火, ソンマシンポジウム, 東京大学農学部弥生講堂, 2010 年 2 月 11 日

② Fujii, T. et al. Magma reservoir of AD472 eruption of Mt. Vesuvius, Cities on Volcanoes 6, Tenerife, Canary Islands, Spain, 2010. 6. 1

③ 前野 深, 他 ヴェスヴィオ火山472年噴火における噴火様式の変遷と噴出物の特徴, ソンマシンポジウム, 東京大学農学部弥生講堂, 2009年2月11日

④ Kamata, K. et al. International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior General Assembly, Reykjavik, Iceland, August 2009

⑤ Yoneda, M. Radiocarbon age determination of human remains. Kochi University - KIGAM International Symposium (Kochi, Feb. 22, 2008)

⑥ 鎌田桂子, 他 ソンマ遺跡埋没を引き起こしたヴェスヴィオ火山472年火砕流噴火の特徴, ソンマシンポジウム, 東京大学農学部弥生講堂, 2008年2月11日

⑦ Fujii, T. et al. Burial process of Roman villa at Somma Vesuviana, northern foot of Mt. Vesuvius, Cities on Volcanoes 5, Shimabara, Japan, November 2007

⑧ Niihori et al. Burial process of Roman villa at Somma Vesuviana, northern foot of Mt. Vesuvius, International Union of Geodesy and Geophysics General Assembly, Perugia, Italy, July 2007

⑨ 米田 穰 ヴェスヴィオ火山472年噴火における噴火様式の変遷と噴出物の特徴。ソンマシンポジウム, 東京大学理学部小柴ホール, 2007年2月11日

⑩ 新堀賢志, 他 ヴェスヴィオ火山北斜面の地質調査と噴出物の古地磁気分析, ソンマシンポジウム, 東京大学理学部小柴ホール, 2007年2月11日

⑪ 藤井敏嗣, 他 ヴェスヴィオ噴火とソンマ遺跡, ソンマシンポジウム, 国立西洋美術館, 2006年2月 11日

⑫ 米田 穰 古人骨の化学分析で何が出来るか. 第59回日本人類学会大会, 横浜2005年11月.

⑬ 金子隆之, 他 アウグストゥスの別荘の埋没過程と年代, ソンマシンポジウム, 東京大学農学部弥生講堂, 2005年2月11日

⑭ Perrptta, A., Scarpati, C., Luongo, G., Fujii, T., Aoyagi, M. "The Villa di Augusto burial during the 472 AD Vesuvius eruption", International Geological Congress Genral Assembly, Florence, Italy, Aug 21, 2004.

⑮ 金子隆之, 中田節也, 吉本充宏, 藤井敏嗣, 安田敦, C. スカルパティ, P. アナマリア, 青柳正規 "アウグストゥスの別荘の埋没過程と年代", 地球惑星科学合同学会, 2004年5月, 幕張メッセ

[その他]

ホームページ等

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/VOLCANOES/vesuvius/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤井 敏嗣 (東京大学・地震研究所・名誉教授)

研究者番号: 00092320

(2) 研究分担者

中田 節也 (東京大学・地震研究所・教授)

研究者番号: 60128056

安田 敦 (東京大学・地震研究所・准教授)

研究者番号: 70222354

金子隆之 (東京大学・地震研究所・助教)

研究者番号: 90221887

米田 穰 (東京大学・大学院新領域創成科学研究科・准教授)

研究者番号: 30280712

鈴木桂子（神戸大学・大学院理学研究科・准教授）

研究者番号：20192544

前野 深（東京大学・地震研究所・助教）

研究者番号：20444078

吉本充宏（北海道大学・大学院理学研究院・助教）

研究者番号：20334287

(3) 研究協力者

新堀賢志（環境防災総合政策研究機構・研究員）

長井雅史（防災科学技術研究所・研究員）

安田晃子（東京大学・地震研究所・特任研究員）