

平成 30 年 6 月 18 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00969

研究課題名(和文)古海底火山を用いた理科教育・災害科学教育

研究課題名(英文)Science and Disaster Teaching contents of ancient submarine volcano

研究代表者

藤林 紀枝 (Fujibayashi, Norie)

新潟大学・人文社会・教育科学系・教授

研究者番号：20238603

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：研究成果の概要(和文)：佐渡島小木半島に分布する中新世海底火山の地層の研究から、火口から離れて斜面を流れ下って形成される'jumbled sheet flow'の存在と枕状溶岩の累進的な定置過程を明らかにし、それらを基に海底火山活動の様子を復元した。また、比較により、火山活動の特徴は東太平洋中央海嶺で観測されている溶岩流とよく似ていることが明らかとなった。これらの研究成果を基にした学習内容を作成した。また、日本海東縁部の津波堆積物、火山泥流、海底火山の地滑り堆積物についての研究を基に、地震災害、火山災害についての学習内容を作成した。

研究成果の概要(英文)：Geological study of the Miocene submarine volcano exposed at the Ogi Peninsula, Sado island, Japan, has revealed the emplacement of jumbled sheet flows and pillow lava flows on a flank of flat submarine volcano, and enabled reconstruction of the volcanic activities. The lava flows resemble those formed at the Mid-Ocean Ridges. Teaching contents about this ancient submarine volcano were provided. The contents of disaster science were also suggested from the study of Tsunami deposits at the eastern margin of Japan Sea and from that of the volcanic mudflow (lahar) and slump deposits underwater environments.

研究分野：地質学, 地学教育

キーワード：地学教育 海底火山 海底溶岩流 火山噴火 地震津波 海底地滑り ピクライト 小木半島

1. 研究開始当初の背景

佐渡島小木半島は、日本海東縁ひずみ集中帯の断層運動によって上昇・陸化し、複数の段丘地形を形成している。また江戸時代の小木地震(1802年)により離水した隆起海食台が広く地層を露出させている。研究代表者の藤林は、これまで小木半島に分布する小木玄武岩の地質調査を行い、約1400万年前の日本海で形成された枕状溶岩とそれを覆う火山砕屑岩からなる平坦な古海底火山を示した(Fujibayashi et al., 2014)。このような古海底火山の地層から、粘性の小さい玄武岩質マグマの噴火について学ぶことは、地質素材に恵まれた地域のメリットである。マグマや火山噴火についての良い学習素材となる(藤林ほか, 2010; 藤林, 2011)。また、2011年の東北日本太平洋沖地震の地震・津波被害、近年頻発している集中豪雨にともなう地盤災害等により、我々は身近な地域の自然災害を知ることが重要だという教訓を得ている。地域の災害科学的特徴を学習する内容を専門的立場から作成することは、喫緊の課題である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、日本海形成期の中新世海底火山を用いて理科教育および災害科学教育の内容を作成することである。佐渡島小木半島に分布する約1400万年前の古海底火山(小木玄武岩)が、繰り返しの断層運動によって上昇・陸化した。地層から古海底火山の三次元構造を観察・学習できる絶好の場所であると同時に、大地の変動を実感できる点で災害科学教育にも適した場所である。本研究では、小・中学校の教員や理科教育専修の大学生が、このような地域素材を活用し「大地の変動」と「火成岩のつくり」の学習指導をできる内容を作成することを目指した。

3. 研究の方法

- (1) まず、佐渡島小木半島の隆起海食台に広く露出する中新世海底火山の調査を行い、火山噴火の特徴を明確にした。その上で、オーストラリアタスマニア島の第三紀ホットスポットの火山の地層を観察し、比較資料を収集した。中央海嶺の溶岩については最新の文献資料を収集し、共通点や相違点を比較した。
- (2) 枕状溶岩及びピクライト質玄武岩の岩石薄片を作成し、斑晶の組成像を作成して結晶作用を視覚化することを試みた。
- (3) 地震災害については、特に津波による災害に焦点を当て、日本海東縁部の津波堆積物についてレビューを行った。
- (4) 現世の火山や海底地滑り堆積物の研究から、火山泥流や海底地滑りの発生、定置過程についての概念化を試みた。

4. 研究成果

(1) 中央海嶺の研究により、中～高速拡大海嶺には溶岩平原を作るような平坦な溶岩流が特徴的で、噴火の後期には、その上に、割れ目火口に沿って枕状溶岩の小高い丘や嶺が形成されること、中軸谷からほぼ垂直に側方へと広がる溶岩デルタを作る場合があることなどが明らかになっている(Smith et al., 1995; Perfit & Chadwick, 1998; McClinton & White, 2015)。佐渡島小木半島に露出する玄武岩～玄武岩質安山岩の海底溶岩の内部構造の地質学的調査をしたところ、中央海嶺で発見された jumbled sheet flows (Ballard & Moore, 1977) に類似する溶岩や、マシブな溶岩から枕状溶岩に変化する溶岩が露出していることがわかってきた(藤林, 2017; Fujibayashi et al., 2014)。これらの溶岩はいずれも、溶岩の先端でピローを形成し、溶岩の流量が増加するとそれを乗り越えた溶岩が流れ下る過程を繰り返している(図1, 2)。溶岩の流速が早い場合には($>3000 \text{ m}^3/\text{s}$; Griffiths & Fink, 1992), 固結した表面の変形と角礫化が起きるため

jumbled sheet flows となる (図2). 枕状溶岩は,玄武岩質溶岩の流速が $<1 \text{ m}^3/\text{s}$ と遅い場合に形成されることが実験的に示されており,チャンネル状溶岩流の末端部で形成されたと考えられる.これらは,中央海嶺中軸谷から漏出した厚さ5-10mの薄いチャンネル状の溶岩流(Chadwick et al., 2013)によく似ている.研究成果は,海洋研究者が集まる国際会議(学会発表6))で報告し,また済州島世界地質遺産のサイエンスセッションに招待され講演した(学会発表1)).地域教材としても重要な事から,地学教育研究会誌で解説した(論文6)).

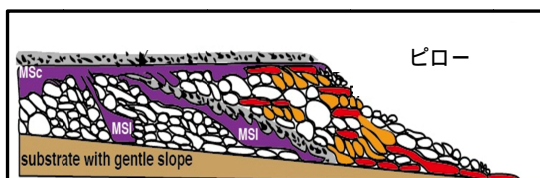


図1 枕状溶岩の累進的な定置過程

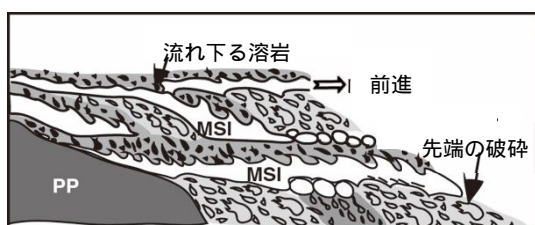


図2 jumbled sheet flow の累進的な定置過程

(2) 小木半島に分布するピクライト質ドレライトのかんらん石の斑晶が,先立って活動した高マグネシウム安山岩質マグマから形成された深成岩体から捕獲された可能性を示した(学会発表8)と9)).これはソロモン諸島のピクライト質玄武岩の例に類似しており,大量に含まれる斑晶の結晶核としての役割を果たしていることがわかった.

(3) 小木半島の隆起海食台そのものが地震活動の痕跡で教材となるが,地震津波の堆積物と考えられる堆積物が,佐渡島の北部海岸部に分布する.波浪による堆積物ではなく津波による堆積物であることを示すためには,広域的な堆積物の調査が必要なため,本研究

ではまず日本海東縁部に分布する津波堆積物についてのレビューを行った(論文3)と4)).また,堆積物の解析の基礎的データのの一つとなる礫の円磨度に関する新しい手法を提案し(論文9)),この論文は年間最多アクセス賞を受賞した.

(4) 火山性の海底地滑りについて,陸域の火山で発生する火山泥流や火山性の土石流との作用や堆積物の違いを明らかにするため,本研究ではIODP Exp.340で乗船研究した小アンチレス諸島沖の現世火山性地滑り堆積物の堆積学的な研究を行い,発生から定置に至るまでの過程を概念化した(論文7),13)).海底地滑りについての貴重な成果と言える.

引用文献

Ballard R.D., Moore J.G.(1977)

Photo-graphic Atlas of the Mid-Atlantic Ridge Rift

Valley, Springer-Verlag, 114pp.;

Chadwick W.W., et al.,(2013) *Geochem*

Geophys Geosyst, 14, 3939-3968.;

Fujibayashi N., et al. (2014) *Island Arc*

23, 344-364.; 藤林紀枝 他 (2010) *地質ニュー*

ース, 699, 69-73.; 藤林紀枝 (2011) *第四*

紀研究, 50, 151-158.; 藤林紀枝 (2017) *新潟県地学教育研究会誌*, 47, 2, 1-9.;

Griffiths R.W., Fink J.H.(1992) *J Geophys*

Res 97, 19729 -19737.;

McClinton, J.T., White S.M.(2015) *Geochem,*

Geophys Geosyst, 16, 899 -911.; Perfit

M.R., Chadwick W.W. (1998) *In Faulting and*

Magmatism at Mid-Ocean Ridges, eds. Buck

W.R., et al., 59-116, *Am Geophys Union.*;

Smith D.K., et al. (1995) *J Volcanol*

Geotherm Res, 67, 233-262.

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) Attitude Survey Regarding Science and Academic Records of Elementary Teacher Trainees in Japan. , Nakai M., Hashimoto M., Fujibayashi N.(8 番目)他 7 名 ,2017, The Journal of East Asian Educational Research , 4 , 87-98. (査読有)
- 2) 理科教育専修の授業における「月と太陽と地球の位置関係」の理解 ,藤林紀枝, 他 2 名 , 2017, 新潟大学教育学部研究紀要 , 10, 1, 45-54. (査読無)
- 3) 日本海東縁の津波とイベント堆積物 , 川上源太郎,高清水康博 (4 番目), 他 3 名 , 2017, 地質学雑誌 , 123 , 857-877. (査読有) DOI:10.5575/geosoc.2017.0054
- 4) 日本各地の津波堆積物 ,高清水康博, 他 4 名 , 2017, 地質学雑誌 , 123, III-IV. (査読有) DOI:10.5575/geosoc.2017.0062
- 5) 砂丘地形を利用した気象観測実習 , 高清水康博, 他 6 名 , 2017, 新潟大学教育学部紀要 , 10, 1, 55-63. (査読無)
- 6) 近年の海底溶岩流の研究成果と中期中新世小木玄武岩に見られる玄武岩質安山岩溶岩の jumbled sheet flows (解説) , 藤林紀枝・丸山貴利 , 2017, 新潟県地学教育研究会誌 , 47 , 2 , 1-9. (査読無)
- 7) The relationship between eruptive activity, flank collapse, and sea level at volcanic islands: A long-term (>1 Ma) record offshore Montserrat, Lesser Antilles , Ussens, M., Wall-Palmer. D., Kataoka, K. (17 番目) , 他 19 名 , 2016, Geochemistry, Geophysics, Geosystems (G3), 17 , 2591-2611. (査読有)
- 8) Reworked Tsunami deposits by bottom currents: Circumstantial evidences from Late Pleistocene to Early Holocene in the Gulf of Cádiz , Takashimizu Y., Kawamura R., 他 6 名 , 2016, Marine Geology ,

377 , 95-109. (査読有)

DOI:10.1016/j.margeo.2015.09.009

- 9) New parameter of roundness R: Circularity corrected by aspect ratio. Takashimizu Y., Iiyoshi M., 2016, Progress in Earth and Planetary Science, 3, 1-16. (査読有)
- 10) Across-arc variations in geochemistry of Oligocene to Quaternary basalts from the NE Japan arc: Constraints on source composition, mantle melting and slab input composition , Shuto K., Nohara-Imanaka R., Fujibayashi N. (10 番目), 他 7 名 , 2015, Journal of Petrology , 56 , 2257-2294. (査読有) DOI:10.1093/petrology/egv073
- 11) 佐渡島小木玄武岩中に包有されるはんれい岩類 , 片桐初香 , 小川麻衣子 , 藤林紀枝 , 2015, 新潟大学教育学部研究紀要 , 7 , 2, 49-62. (査読無)
- 12) 上流から下流までの河川システムとそれに関連する地形を 理解するための簡易水路教材. 高清水康博, 他 4 名 , 2015, 新潟大学教育学部紀要 , 8, 41-48. (査読無)
- 13) Submarine record of volcanic island construction and collapse in the Lesser Antilles arc: First scientific drilling of submarine volcanic island landslides by IODP Expedition 340 , Le Friant, A., Ishizuka, O., Kataoka, K. (22 番目) , 他 39 名 , 2015, Geochemistry, Geophysics, Geosystems (G3), 16 , 420-442. (査読有) DOI:10.1002/2014GC005652
- 14) 安達太良火山西麓 , 酢川流域に分布するラハール堆積物 : 過去 14000 年間の層序・年代と堆積過程 , 片岡香子, 他 3 名 , 2015, 火山 , 60 , 461-475. (査読有)

【学会発表】(計 10 件)

- 1) Submarine volcanism in Japan, Miocene

- back-arc basin basaltic volcanism. Fujibayashi N., 2017, Jeju World Heritage Global Forum 2017, Finding Outstanding Universal Value of Underwater & Coastal areas.(招待講演)
- 2) Spatial distribution of sedimentary characteristics of the 2011 Tohoku-oki tsunami deposits, Minami-Soma city, Japan., Takashimizu Y., 2017, Workshop "Sedimentary signature of palaeo-tsunamis", Disaster Risk Reduction, French-Japanese Week.
 - 3) Traceable cohesive lahar deposits in volcanic fan, delta, and lake floor environments, Adataro volcano, northeast Japan. Kataoka, K.S., Nagahashi, Y. and Urabe, A., 2017, The IAVCEI 2017 Scientific Assembly conference .
 - 4) Frequent lahars and hidden eruptions at Adataro and Bandai volcanoes unraveled by volcanic sediment density flow deposits in Lake Inawashiro-ko, Fukushima, Japan. Kataoka, K.S. and Nagahashi, Y., 2017, The IAVCEI 2017 Scientific Assembly conference.
 - 5) Low CaO olivine phenocrysts in picritic rocks, formed in a middle Miocene back-arc basin. Fujibayashi N. 2017, JpGU-AGU Joint Meeting 2017.
 - 6) Emplacement processes of channelized submarine lava flows composed of jumbled sheet flows and pillowed flows, inferred from the Middle Miocene Ogi Basalts, Japan. Fujibayashi N., Kataoka K., 他 3 名. , 2017, American Geophysical Union, Chapman Conference, Submarine Volcanism: New Approaches and Research Frontiers.
 - 7) Rhyolite magma intrusion into

- subaqueous unconsolidated sediments; Facies, structures and formation processes. Takahashi T., Kataoka K.S., 他 2 名, 2017, American Geophysical Union, Chapman Conference, Submarine Volcanism: New Approaches and Research Frontiers.
- 8) 小木玄武岩中のピクライト質ドレライト中のカンラン石組成の逆累帯と可能な解釈, 藤林紀枝・高岡美織・佐々木結人, 2016, 日本地質学会第 123 年学術大会.
 - 9) Intermediately low CaO olivine phenocrysts and skeletal macrocrystals in picritic dolerite, formed in a middle Miocene back-arc basin. Fujibayashi N., Takaoka M., Sasaki, Y., 2016, Goldschmidt 2016
 - 10) 中期中新世の平坦な玄武岩質海底溶岩を構成するピローロブの形態変化について, 藤林紀枝・丸山貴利, 2015, 日本地質学会第 122 年学術大会.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

藤林 紀枝 (FUJIBAYASHI, Norie)
新潟大学・人文社会・教育科学系・教授
研究者番号：20238603

(2)研究分担者

片岡 香子 (KATAOKA, Kyoko)
新潟大学・災害復興科学研究所・准教授
研究者番号：00378548

(3)研究分担者

清水 康博 (TAKASHIMIZU, Yasuhiro)
新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授
研究者番号：10446370