口永良部島・新岳の2014・2015年噴火：水蒸気噴火の可能性

The 2014 and 2015 eruptions of Shindake Volcano, Kuchinoerabujima Island, southwest Japan: possibility of phreatic eruption

Abstract

小林哲夫*

Tetsuo Kobayashi*

2016年12月1日受付.

2017年4月7日受理.

* 鹿児島大学名誉教授

Emeritus Professor of Kagoshima University,
Kotsuki-cho 22-39, Kagoshima 892-0837,
Japan

Corresponding author: T. Kobayashi,
koba01@cma.bbiq.jp

Japan Meteorological Agency reported that the mode of eruptions of Shindake Volcano in 2014 and 2015 was phreatomagmatic or magmatic, which generated high-velocity pyroclastic flows. This interpretation is based on the presence of fresh glass shards in the tephra deposits. However, the glass shards were non-vesiculated, and their groundmass were almost crystalline, hence they are regarded to have originated from consolidated intrusive bodies in the shallow vent.

Similar examples of ejecta were reported from the violent eruptions of Shindake Volcano in the 20th century. The representative sample consisted of high-temperature large volcanic jointed blocks erupted on 22 June 1966. The eruptions caused a forest fire, indicating high-temperature, probably more than 400 degrees Celsius. They have been interpreted as ejected blocks from a dike in shallow vent. Many explosive eruptions from Shindake Volcano in historical time have generated pyroclastic materials of the same origin. The 2015 eruption clouds, spouted out directly from the crater and flowed down the slope with high speed (>100 km/h), should be classified as a blast.

Keywords: Kuchinoerabujima, Shindake Volcano, phreatic eruption, blast, high-temperature volcanic block, jointed block, pyroclastic surge

はじめに

口永良部島の新岳^{しんだけ}では、2014年8月3日と2015年5月29日に爆発的な噴火が発生した。この2度の噴火では、爆発の規模は異なるものの、ともに火砕流状の噴煙が目撃され、火山噴火予知連絡会はマグマが関与した噴火と判断した(気象庁 2014, 2015a; 防災科学技術研究所, 2014a; 産業技術総合研究所, 2015b; 産業技術総合研究所ほか, 2015; 東京大学地震研究所ほか, 2015)。そのため地下にはまだ多量のマグマが蓄積されており、今後も大きな噴火が発生する可能性があるかと警鐘をならしていた。しかし最後の噴火から1年以上経過したが、ほぼ沈静化した状態に戻っている。筆者は、2014年噴火は水蒸気噴火と酷似した噴火様式であり、火砕流状に流下する噴煙はブラストとして噴出したと主張した(小林, 2015; 下司・小林, 2015)。2015年噴火は爆発の勢いこそ2014年噴火よりはるかに強かったが、火砕流状に流下する噴煙を噴出しており、かつ採集した火山灰の特徴が2014年の火山灰と酷似していたため、やはり水蒸気噴火によるブラストの可能性が高いと考えた。本論では、口永良部島噴火におけるブラストの発生と水蒸気噴火の可能性について議論する。

なおブラストとは1956年の山体崩壊を伴うベズミアニ火山の噴火(Gorshkov, 1956, 1963)や1980年のセントヘレ

ンズ火山の噴火(Kieffer, 1981; Hoblitt et al., 1981)で発生した強烈な爆風状の噴煙がその代表例であり、directed blastあるいはlateral blastなどと呼ぶこともある。山体崩壊を伴わないが、爆発的な噴火で火口から直接斜面沿いに噴煙を噴出し、高速で移動する噴火現象も認められる(噴火事例は小林, 2017を参照)。このような噴煙の発生様式は、噴煙柱崩壊による火砕流などの火砕物重力流(PDC: pyroclastic density current)とは異なっており、本論では簡潔にブラスト(blast)と表記する。

なお口永良部島2014年噴火直後には噴火警戒レベルが3に設定され、2015年噴火直後には5に引き上げられた(気象庁, 2014, 2015a)。そのため2014年噴火以降は、火口近傍～山腹斜面での調査を行っておらず、今回の論文のデータの大半は公表論文および気象庁等の関連機関の発表データに依拠している。また一部はマスコミ報道なども参考にした。

口永良部島火山の地質と噴火記載

1. 地質の概略

口永良部島は鹿児島県薩摩半島の南南西、約86 km 沖合に位置し、行政的には屋久島町に属している(Fig. 1)。その屋久島の北西沖で、西北西–東南東方向に2つの島が連なったような形の火山島である。西側の火山体の最高峰は番屋ヶ峰^{ばんやがみね}であり、10万年よりも古い火山である。一方、東側には

Fig. 1. Location map of Kuchinoerabujima Island. Triangles indicate representative active Volcanoes. Basement map was prepared by KASHMIR 3D. Abbreviations on the map are; Kr: Kirishima Volcano, Sk: Sakurajima Volcano, Km: Kaimondake Volcano, Si: Satsuma-Iodake Volcano, Ku: Kuchinoerabujima Island and Yk: Yakushima Island.

第1図. 口永良部島の位置図。三角印は活火山。地形図はKASHMIR 3D から作成。Kr: 霧島火山, Sk: 桜島火山, Km: 開聞岳, Si: 薩摩硫黄岳, Ku: 口永良部島, Yk: 屋久島。

火山地形の明瞭な多くの火山が集合しており、その大半が10万年よりも若い火山体である(下司・小林, 2007)。なかでも中央に位置する新岳は最も新しい火山であり、歴史時代に多くの噴火記録がある。また新岳の南に隣接する古岳も鮮明な火山地形を保持しており、火口の内部では噴気活動が活発である。

2. 新岳誕生以降の噴火履歴

新岳では火口から西海岸に分布する新岳溶岩が最も古い噴出物であるが、その古地磁気学的年代測定により得られた噴出年代は、約1000年前である(味喜ほか, 2002; Matsumoto et al., 2007)。それゆえ新岳の火山体は、新岳溶岩およびそれ以降の爆発的噴火のテフラの集積により形成されたことになる。その期間に堆積したテフラ層(N-1~N-5)は、主に非変質で比較的均質な岩相の安山岩質の火山礫や火山砂からなるが、熱変質を受けた岩片層や粘土質の細粒層も存在する(下司・小林, 2006)。

歴史時代の最古の噴火記録は1841年であり、それ以前の記録は残されていない。1841年噴火の詳細は不明であるが、元村(向江浜~前田集落付近か?)の多くの家屋が焼失したため、住民の多くが現在の中心地である本村に移住したらしい。詳細な記録が残るのは1931年噴火以降である。そのうち大きな爆発的噴火であったのは、1931年の4月の噴火と

1933年の噴火(本間, 1934; 田中館, 1938)、1966年の噴火(荒牧, 1969 など)である。1968年から1976年にかけて、頻繁に小規模噴火が発生したが、これらはすべてブルカノ式噴火であった(下司・小林, 2006)。なお1945年と1980年には割れ目火口を形成する噴火が発生したが、噴火様式は水蒸気噴火であり、ともに小規模な噴火であった(京都大学防災研究所ほか, 1981)。

記録に残る噴火はすべて新岳で発生したが、古岳でも比較的新しい時期に噴出したテフラが見つかっている。古岳火口から東に流下する沢沿いには、多数の炭化木片を含み、未固結で岩塊質の七釜火砕流堆積物(下司・小林, 2006)が分布する。その炭化木片から得られた ^{14}C 年代は、 200 ± 80 BP(藤野・小林, 1993)、その後の別試料での測定では 175 ± 30 BP(小林ほか, 2002)であった。後者の暦年校正の年代は1725~1813年(58.0% probability)である。それゆえこの火砕流噴火は、記録に残る新岳の最古の噴火(1841年)よりはやや古く、1700年代の後半(江戸時代)であったと推定される。

2014年・2015年噴火の記載

1. 2014年噴火

気象庁(2014)によると、2014年の噴火は顕著な前兆現象なしに、8月3日の昼の12時24分ごろに爆発的な噴火が発生した。噴煙は約800mの高さまで上昇したが、それとは別に火口から南西と北東の2方向に流下する低温の火砕流(火砕サージ)が発生した。この噴火で山頂火口縁は破壊され、西と南方向に延びた割れ目火口が形成された(Fig. 2)。このうち南に延びた割れ目火口は、山頂火口の中心を僅かにはずれるような位置に形成された。火口の北~北東縁は吹き飛ばされたか、あるいは火口内に崩落したために拡大していた。

京都大学防災研究所ほか(2014)は、割れ目火口を加えた被災区域の分布図を公表した。またこの噴火でプラストが発生し、火口から1.1kmまで到達し、低温の火砕流(火砕サージ)は2.1kmまで達したと報告した。倒木も認められたが、多くの樹木は倒れておらず、葉もついたままだった。葉には火山灰が付着していたため、流下した噴煙の分布範囲は容易に識別できた。その範囲内には火山灰が薄く分布するだけであり、一般的な火砕流堆積物は見出されていない。それゆえサージ状の流れであったと推定される。噴火直後の樹木の葉は付着した火山灰のため灰色であったが、次第に褐色に変色した。このような葉の変色は、筆者が観察した1980年の降灰域の変色パターンと酷似しており(京都大学防災研究所ほか, 1981)、火山灰中の可溶ガス成分の影響で葉の変色が進行したものと推定される。

防災科学技術研究所(2014a)は火山灰中にごく少量の新鮮なガラス質石基をもつ溶岩片を確認したため、今回の噴火は水蒸気爆発の可能性が高いが、マグマの関与も否定できないと判断した。東京大学地震研究所ほか(2015)は、新鮮なガラス質粒子の量は細粒テフラ全体の10%程度以下で、発泡したような形態のガラスも存在すると指摘した。噴出量につ

Fig. 2. Fissure vents around the summit crater of Shindake Volcano, generated during the eruption on 3 August 2014 (modified from Japan Meteorological Agency, 2014). Contour lines are 5 m interval.

第2図. 2014年8月3日の噴火で、新岳火山の山頂火口周辺に生じた割れ目火口(気象庁(2014)を修正). 等高線は5m間隔.

いての報告はないが、後に議論する2015年噴火の噴出量と比較すると、多めにみても数万トン程度と推定される。

また防災科学技術研究所(2014b)によると、噴火発生時に火口西山麓の周回道路脇でボーリング作業中の数名がこの噴煙に包まれたが、噴煙の温度は生暖かい程度(40℃?)であり、熱傷を負うことなく無事に脱出することができた。噴煙は山体斜面に沿って流下したが、火口から1.5 km離れた現場付近では10 m/s(36 km/h)ほどの低速であった。本村西の監視カメラの映像では、噴火発生から約2分後の12時

26分15秒には噴煙が道路付近に到達している(気象庁, 2014)。映像では流下する噴煙は道路付近で急激に膨張し、減速したことがわかる。流下開始時刻は特定できないが、噴出から1~2分で道路に到達したと仮定すると、平均速度は90~45 km/hとなる。斜面に噴出した直後はかなりの高速であったことが推定される。

2. 2015年噴火

2015年には爆発的噴火が2回発生した。気象庁(2015a)によると、最初の噴火は5月29日に発生したが、この噴火の前には火山ガス(SO₂)の増加や火山性地震の発生など、火山活動は高い状態を維持していた。2015年3月24日の夜からは高感度カメラで火映が確認されるようになった。5月23日には震度3の直下型の有感地震が発生し、ついに5月29日朝の9時59分に爆発的な噴火が発生した。しかし島民が気付くような直前の前兆現象はなかった。

噴煙高度は9000 mに達し、その噴火に数10秒ほど遅れて、別の噴煙が火口から斜面に沿うように噴出した。火口の北西方向にある向江浜へ向かった噴煙は、気象庁の監視カメラの映像では、噴火発生後の20~30秒後には斜面を下る噴煙が確認でき、約2 km先の向江浜に1分以内で到達したように見える。映像を詳細に解析した報告(国際航業株式会社, 2015)では、海拔180 mの山体斜面での流下速度は約200 km/hであり、海岸付近の向江浜でも約100 km/hの高速であった。火口から海岸までの平均流速として既報の115 km/hが記されているが、実際はそれよりも高速(~150 km/h)であったかもしれない。向江浜では噴煙にまかれた住民1人が熱傷を負い、屋久島の病院に入院し治療を受けた。

気象庁(2015b)によると、5月29日の噴火は非常に爆発的であったが、山頂の火口地形に大きな変化はなかった。夜間の高感度カメラでは、5月30日の午前4時ごろに新岳北西山腹の谷底で赤熱する現象が捉えられた。また火砕流により、広い範囲で樹木が倒され、残った葉も熱で枯れたように見えた(Fig. 3; 気象庁(2015c))。福岡管区気象台・鹿児島地方気象台(2015)は、この噴火をマグマ水蒸気噴火と判断

Fig. 3. Photograph showing the devastated area by the blast generated by the explosive eruption of 29 May 2015 from Shindake summit crater (taken on 24 July 2015 by Japan Meteorological Agency). Trees were blown down or seared to brown color by the high-temperature blast. Devastated area is outlined by white line.

第3図. 2015年5月29日、新岳の山頂火口での爆発的な噴火で生じたブラストによる被災状況の写真(2015年6月24日、気象庁撮影)。高温のブラストにより、樹木が倒され、葉は焦げて褐色に変色していた。被災地域は白線の内部。

Fig. 4. Distribution of the volcanic products, such as air-fall tephra, high-temperature large volcanic blocks, and pyroclastic flow from the eruption on 22 November 1966 (modified from Geshi and Kobayashi, 2007; Kagoshima Local Meteorological Observatory and Yakushima Weather Station, 1967).

第4図. 1966年11月22日の噴火による降下テフラ、高温岩塊、火砕流の分布(下司・小林, 2007; 鹿児島地方気象台・屋久島測候所, 1967を修正).

し、火砕流が発生したと説明した。しかし爆発が激しかったため、噴火当日の夜のニュースでは、マグマ噴火の可能性を指摘する研究者の意見も報道された。

今回の噴出物にも新鮮なガラス質物質が存在していた。その含有量は、東京大学地震研究所ほか(2015)は前年と同量～やや少量と見積もったが、産業技術総合研究所ほか(2015)および伊藤ほか(2015)は前年の値(10%以下)の3倍ほど(～30%)に増えたと報告した。しかし発泡した火山ガラス片は確認できていない。また石基の結晶度が高く、噴火の際にはほとんど流動できない状態の岩体が破壊されたものと推定された(産業技術総合研究所, 2015b)。

6月18日の昼頃(12時17分)にもやや大きな爆発があったが、天候不良のため噴煙は目撃できなかった。また火砕流の発生も確認されなかった。しかしこの噴火直後に、警戒中の第十管区海上保安本部の監視船の甲板に、直径が2 cm大の火山礫が落下した(気象庁, 2015d)。この噴火による火山灰の特徴は5月29日の火山灰とほぼ同様であった(伊藤ほか, 2015)。小規模な噴火が当日の夕方と翌日の午前中にも発生したが、それ以降、噴火は発生していない。

2015年噴火の噴出量の見積もりは誤差が大きい、数10万トン程度と推定されている(伊藤ほか, 2015)。

1900年代に発生した類似噴火の記載

歴史時代に口永良部島・新岳で発生した噴火は、爆発的なブルカノ式噴火(マグマ噴火)あるいは小規模な水蒸気噴火のどちらかであった(下司・小林, 2006)。そのうち、山火事を発生させ、かつ噴出物が特定できるのは、1966年11月と1933年12月の2つの噴火だけである。また1931年4月の噴火では山火事は発生しなかったが、赤熱した噴石が目撃され、温度の高い噴煙が山麓まで流下した。ここではこれら3つの噴火の詳細を検討する。

1. 1931年の3回の噴火

1931年には4月2日、5月15日、6月6日に、3回の爆発的な噴火が発生した。田中館(1938)に記載された3回の噴火状況は以下のようであった。

最初の4月2日の噴火では、火口西縁を吹き飛ばす割れ目火口が形成され、赤熱の岩塊を放出し、その一部が向江浜の集落付近にも落下した。集落一帯は熱を帯びた噴煙につつまれ、人の頬は熱く感じ息が詰まるほど苦しかったが、10分ほどで黒煙は薄れた。噴火は単発的で、その後は白煙をあげるのみであった。馬1頭が噴石の直撃を受け死亡、1名が負傷した。煙は火山灰に埋まり、火山砂礫などが人家の中にも入り込んだ。翌日に火口の状況を調べに登山した数名の目

Fig. 5. Rough surface along the floor of Noike crater due to the ballistics of large blocks (left), and the occurrence of a broken jointed block (right) erupted on 22 November 1966. The diameter of Noike crater floor is about 100 m wide.

第5図. 左: 1966年11月22日の噴火による高温岩塊の弾道落下により生じた凹凸の激しい野池火口底、右: 同噴火で放出されたジョイントブロックの産状。野池火口底の直径は約100 m。

撃談では、山腹の杉は悉く倒れていたが、山火事は発生していなかった。また火口西縁は破裂し外側に割れ目が生じていたが、風上側にあった硫黄採掘の道具類はそのままであった。この噴火の後、有志数十名を残し、残りの島民約 1100 名は屋久島に一時避難した(鹿児島地方気象台・屋久島測候所, 1967)。

5 月 15 日の噴火では、火口南縁に割れ目火口が形成された。4 月 2 日と類似の噴火であったと推定されるが、詳細は不明である。

6 月 6 日の噴火は前の 2 回の噴火とは異なり、中央火口底で発生した。この噴火で火口は拡大し、火口底も深くなったが、北壁より火口底に歩いて下ることが可能であった。

2. 1933 年 12 月 24 日の噴火

本間(1934)によると、この噴火は 12 月 24 日の早朝(4 時 10 分)に発生し、噴煙高度は 700 m 程度であった。激しい噴火活動は 10 分間ほど続き、赤熱した大きな岩塊が主に東方に落下した。火口の南東山麓にあった七釜集落は全焼し、死者 8 名、負傷者 27 名をだした。集落付近に落下したのは握り拳大の岩塊が多かったが、それらは本質物質ではなく火口内に存在していた古い岩塊であった。大音響とともに赤熱岩塊が山頂から湧き出るように放出された(田中館, 1938)。この記述は火砕流の発生を想起させるが、本間(1934)にはそのような堆積物の記載は見られない。

3. 1966 年 11 月 22 日の噴火

鹿児島地方気象台・屋久島測候所(1967)によると、前兆地震は観測されなかったが、11 月 22 日の爆発的な噴火の一か月前から直前にかけて、噴気量が非常に減少した、また爆発の 20~30 分前に、新岳 8 合目あたりに帯状に点在する白煙が目撃されるなど、噴気・噴煙や温泉の温度の異常などの前兆現象が報告されている。噴煙は 5000 m の上空に達し、4 分後にも小爆発があった。Fig. 4 に噴出物の分布を示す。通常の降下テフラは火口から南東方に分布したが、大きな岩塊は火口の北~北東側に集中的に落下した。負傷者 3 名、牛 1 頭が死亡した。

一方、荒牧(1969)によると、大型の火山岩塊は山火事を起こすほど高温であったが、熔融状態のマグマ由来の本質物質はなかった。噴火では上昇する噴煙とともに、海拔 300 m 付近まで斜面を流下する火砕流のような黒煙が認められた。黒煙の形態および樹木の被害状況(葉は枯れているが、樹皮は炭化していない)をもとに、低温の火砕流が発生したと推定した。しかし山腹での堆積物はごく僅かしか残っておらず、細粒火山灰はその後の雨で洗い流されていた。

1900 年代に発生した類似噴火に共通する現象

上記した歴史時代の噴火のうち、やや規模の大きな噴火(1931 年, 1933 年, 1966 年, 2015 年)に共通する現象としては、まず第 1 は高温の岩塊を放出する噴火であったこと、第 2 は「火砕流」のように流下する噴煙を伴ったが、火砕流堆積物はほとんど確認できていないこと、第 3 はいずれの噴火も長期にわたる活動ではなかったことがあげられる。以下にこれら 3 点を整理する。

まず第 1 の高温の岩塊が最も多量に噴出したのは、1966 年の噴火時である。その噴出物は新岳火口から野池火口にかけて散在しており、直径が 2 m 大の巨大な岩塊もあった(Fig. 5)。表面は平滑面で囲まれており、その表面から内部にむかって冷却による柱状節理が生じていた。その節理面を境に、岩塊の表面部ほど大きく分離するため、一見するとパン皮状火山弾と似ているが、内部もすべて緻密で発泡により膨張した痕跡はない。いわゆるジョイントッドブロック(jointed block: 山岸, 1998)であり、落下時の衝撃で節理面が離れ、パン皮状~菊花状の形態になったものである。それゆえ本論では「高温岩塊」と記述する。荒牧(1969)はこれらの岩塊を類質物質と判断した。

七釜集落跡付近に散在する 1933 年の噴出物は握り拳大であるが、火災を発生させるほど高温であった。しかし本間(1934)は、これらの噴出物を類質岩塊と記載している。1931 年の噴出物は特定されていないが、遠目に赤熱していたことから、やはり高温岩塊であった可能性が高い。

第 2 は斜面を流下した噴煙の実態について整理する。1966 年の流下噴煙は堆積物をほとんど残さず、低温かつ低速の火砕流と推定された(荒牧, 1969)。1933 年の噴火でも火砕流の発生を想起させる記載が残されているが、堆積物としての痕跡はなかった(本間, 1934)。1931 年の向江浜に達した噴煙は多少熱を帯びていたが、砂~細礫サイズのテフラが主体の希薄な流れであった。このように、1931 年 4 月、1933 年 12 月、1966 年 11 月の噴火で発生した火砕流状の噴煙は、薄い砂礫を残すような希薄な流れであったことが推定される。

第 3 の噴火の継続時間であるが、1931 年 4 月の噴火、1933 年 12 月の噴火、1966 年噴火では、爆発的な噴火は 10 分程度で終了している。ただし活動期間としてとらえると、1931 年には約 2 か月間に 3 回の噴火が発生し、また 1933~34 年噴火では、ほぼ 1 月以内に 3 回の噴火が発生した。1966 年 11 月 22 日の爆発的な噴火の後には、同日の夕方および 23 日に各 1 回、24 日に 5 回、27 日に 1 回の小噴火が続いた。しかしそれらの噴火は非常に小規模で、人家に被害を与えることはなかった。

マグマ噴火か、水蒸気噴火か？

まず議論に入るまえに、マグマ噴火と水蒸気噴火に代表される噴火様式をどうとらえるかについての著者の考え(小林, 2012; 遠藤・小林, 2012)を簡潔に述べる。マグマ噴火には、熔融状態のマグマ中のガス成分の発泡・破裂により生じる爆発的な噴火と、熔融状態のマグマが連続流体としてあふれ出す流出的噴火の 2 つのタイプがあるが、ここでは爆発的なマグマ噴火のみを対象とする。水蒸気噴火とは深部の熱源により加熱された水蒸気が爆発するタイプであり、熔融状のマグマ物質は噴出しない。その場合にも 2 つのタイプが考えられ、第 1 は深部のマグマ活動の活発化により地下水が加熱され爆発するケースで、活火山で発生する水蒸気噴火の大半がこのケースかもしれない。第 2 は高温岩体の周辺で生成された水蒸気の上昇通路が塞がれ、加圧された蒸気が爆発

Fig. 6. Volcanic lapilli fallen on the deck of a patrol ship of Japan Coast Guard on 18 June 2015.

第6図. 2015年6月18日の噴火で、海上保安庁の巡視船の甲板上に降ってきた火山礫。

的に噴出するケースである。地熱地帯で発生する蒸気爆発がこの例に相当する。また長期にわたり活動的でない火山の火道中では、マグマがほぼ固結した岩脈などが存在する。本論では、火道内でマグマがほぼ固結した状態であっても、高温状態を維持していれば高温岩体とよぶ。高温岩体の急冷部以外の石基はほぼ結晶化しており、物質的には固体である。このような高温岩体が熱源となった噴火は、「水蒸気噴火」と同じ爆発的な噴火を生じうる。口永良部島火山の2014年・2015年噴火は、このような例に当てはまると考えている。

マグマと外来水が反応し噴火が発生した場合は、一般的に「マグマ水蒸気噴火」と呼ばれ、英語では *phreatomagmatic eruption* と表記されるが、マグマと外来水との反応の程度には様々なケースが考えられる。噴火活動の初期は本来の水蒸気噴火であっても、活動が継続すると微量のマグマ物質が検出されることもある。しかし地表での噴火現象は、それ以前の水蒸気噴火とほとんど変わらない。そのため新鮮な物質が見つかったとしてもごく微量であれば、噴火現象としては水蒸気噴火と呼んで問題はないと考える。次第に水と反応するマグマの比率が変化すれば、噴火様式も通常の水蒸気噴火とは異なった爆発的な噴火 (*surtseyan eruption* など) となり、急冷破碎した多量のマグマ物質が放出される。本来はこのように多量の水冷破碎したマグマ物質が放出される噴火を、*phreatomagmatic eruption* と定義したのであろう。現状では“*phreatomagmatic eruption*”の捉え方に、共通認識があるとは思えないが、著者はこれを「水蒸気マグマ噴火」と訳すのが正しいと考える。マグマに対する外来水の関与の比率と噴出物の特徴を基準に噴火様式を区分すると、マグマ噴火–水蒸気マグマ噴火–水蒸気噴火(2つのタイプ)の区分が明瞭になる。もちろん自然現象なので、厳密な境界がある訳ではないが、火山地質学の立場からは、噴出物の野外観察だけで、簡単に“*phreatomagmatic eruption*”と判断できる基準が必要と考えている。

本題にもどるが、2014年噴火の噴出物の大半は類質物質であったが、ごく少量の新鮮なガラス質石基をもつ溶岩片が含まれていた。そのため防災科学技術研究所(2014a)は、マグマの関与が推定されるが、基本的には水蒸気爆発であった

と判断した。2015年噴火は2014年噴火にくらべ非常に爆発的であったため、マグマ水蒸気噴火(福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2015)～マグマ噴火の可能性(報道)が指摘された。採取された火山灰試料には、新鮮でガラス光沢をもつ粒子が含まれていたが、発泡した火山ガラスは認められなかった(東京大学地震研究所ほか, 2015; 産業技術総合研究所, 2015b; 伊藤ほか, 2015)。石基の結晶度は高く、ほぼ固結した状態のマグマ体が爆発で粉碎されたものと判断された(産業技術総合研究所ほか, 2015)。

2014年噴火では、火道中の岩脈(高温岩体)を避けるように上昇した噴煙が、火口縁を破壊するように横方向へ噴出し、割れ目が形成されたものと推定される。噴煙は低温であり、かつ噴出物中に新鮮なガラス質石基をもつ溶岩片や発泡の痕跡が認められたガラス物質がごく少量しか存在しないのは、高温岩体を激しく破碎することなく、その周辺の急冷相の破片のみを取り込んだためと考えられる。一方、2015年噴火の噴煙が高温で、かつ噴出物中に新鮮でガラス光沢をもつ粒子が多量に含まれていたのは、高温岩体(岩脈)が激しく破壊され噴出したためと推定される。

なお6月18日の噴火で巡視船上に降った火山礫は、全般的に緻密で新鮮そうに見えるが、溶融したマグマが急冷したような光沢はなく、変質作用を受けたようなくすんだ色であった(Fig. 6)。この火山礫は1966年の噴火で放出された高温岩塊と酷似していた。火山灰に含まれていた新鮮な火山ガラスの形態・内部構造等は、5月29日の火山灰とほぼ同じである(東京大学地震研究所ほか, 2015; 産業技術総合研究所ほか, 2015; 伊藤ほか, 2015)。5月29日の噴出物を現地で確認できていないが、6月18日の噴出物と同じものであれば、やはり高温岩体の破片と判断される。

新岳では約1000年前に溶岩流を噴出して以来、マグマ物質は火砕物(テフラ)として放出されてきた。過去1000年間の総テフラ量でも 10^7 m^3 のオーダーであり、溶岩流の体積には及ばない(下司・小林, 2006, 2015)。1992年以降の地震活動の推移(京都大学防災研究所, 2015)をみると、小規模なマグマの活動が継続していたことが推定される。ただしマグマの供給量が非常に小さいため、供給されたマグマは火道内で固結しやすく、2015年噴火ではほぼ固結した岩脈状の岩体が爆発により破碎され、高温岩塊～新鮮な火山灰粒子として放出されたものと考えられる。爆発の原因としては、高温岩体と地下水の反応で蓄積された水蒸気圧の急激な増大が想定されるが、現地調査ができていない現段階では、火道深部でのマグマの発泡(マグマ噴火)の可能性を、完全に否定することはできない。

ブルカノ式噴火では、1)発泡したマグマ物質、2)急冷され固結したマグマ物質、3)高温～常温の類質物質が様々な割合で放出される。噴出物の主体が1)と2)であればマグマ噴火と判断しやすいが、噴出物の主体が3)であればマグマ噴火とは即断できない。しかし3)のケースでも、そのような噴火が継続するのであれば、火道の浅部まで上昇したマグマ物質が火道内で破碎され、一度に噴出するのではなく、その後の噴火でも再利用され噴出していることが推定される。

しかし口永良部島噴火で放出された新鮮な火山灰粒子は上記した3つのタイプとは異なり、火道内ではほぼ固結し流動化できなくなった高温岩体が破碎されたものと考えざるをえない。

著者は過去の噴出物を研究する立場から、噴出物の大部分が類質物質であれば、仮に新鮮なガラス質物質がわずかに存在しても、水蒸気噴火と判断すべきと提唱した(小林, 2012; 遠藤・小林, 2012)。テフラ中に新鮮なガラス質物質が見つかっただけでは、火道深部に次の噴火をもたらすマグマが存在しているとは言えないからである。このような視点にたてば、2014年噴火も2015年噴火も「水蒸気噴火」と類似した噴火であったと判断せざるをえない。ただし活動を始めた火山のテフラ中に、発泡した(あるいは急冷破碎した)火山ガラスが見出されるようになると、噴火活動の推移を見通す判断材料となりうる(たとえば新燃岳の2011年1月26日の本格的なマグマ噴火に先行した1月19日の噴火: Suzuki et al., 2013)。そのため、このようなチェックは非常に重要であるが、微細なガラス物質のみから、火道下部のマグマの存

在状態や噴火の推移を推定するには、慎重な判断が求められるであろう。

高速で流下する噴煙(ブラスト)の発生メカニズム

口永良部島2014年噴火は水蒸気噴火であったが割れ目火口が出現したことから、噴煙が高速で山腹を流下した現象は、割れ目火口から横方向～斜め下方に爆発的に噴出したブラストであったと考えた(小林, 2015)。1888年の磐梯山噴火で発生したブラスト(紺谷・谷口, 2003)と類似した成因とみなせる。2015年噴火では、高温の粉体が斜面を高速で流下する現象が、監視カメラで鮮明に捉えられた。その映像からも、斜面を流下する噴煙は噴煙柱の崩壊によるものではなく、横方向に初速をもって噴出したとみるのが自然である。2015年噴火でさらに高速のブラストが発生したが、新たな割れ目や亀裂などは形成されなかった。そのため2015年噴火のブラストは、小林(2015)とは異なる発生メカニズムを考えねばならない。

口永良部島2015年噴火と非常によく似た噴火が、Mont-

Fig. 7. Map of the area impacted by the 2015 blast from Shindake Volcano (modified from National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (2015a)). p: thick pyroclastic deposits, d: area completely damaged by blast, s: area impacted by blast. Arrow represents the direction of fallen tree, c: area thinly covered by tephra from blast. Black area represents pyroclastic flow deposit.

第7図. 新岳火山の2015年噴火で発生したブラストによる被災区域図(産業技術総合研究所(2015a)を修正). p: 厚い火砕堆積物, d: ブラストで激しくダメージを受けた範囲, s: ブラストによる影響を受けた範囲, 矢印は倒木の方向を示す, c: ブラストからの薄い降灰域. 黒色部は火砕流堆積物.

Fig. 8. Photographs of eruption column from Shindake Volcano taken on 10 March 1969 (courtesy of Kanagatake Junior High School). Small-scale pyroclastic flow was generated by the partial collapse of eruption column.

第8図. 1969年3月10日に撮影された新岳の噴煙の写真(金岳中学校提供). 噴煙の部分崩壊により小規模な火砕流が発生している。

serrat島のSoufrière Hills火山の1997年噴火で発生した。この噴火は軽石(マグマ物質)を噴出した典型的なブルカノ式噴火であった。Druitt et al. (2002b)によると、噴火開始10秒後には放出岩塊を伴うジェットが発生し、20秒後には噴煙全体の崩壊(fountain collapse)が始まったが、50秒後には火口縁から高速の火砕サージ(100~200 km/h)が全方位に広がった。噴火の映像などからも、この火砕サージは噴煙柱の崩壊により発生したものではなく、本論で議論するブラストと同じ成因と推定される。では山体に割れ目火口を形成せずに、すでに開口している山頂火口からブラストを発生させるには、どのようなメカニズムが必要であろうか。確定的なモデルはないが、最初の爆発直後に火口に栓ができる状態が必要と考える。この栓は噴出物の火口内への急激な落下や火口縁の一部が火口内へ崩落するなどして、瞬時に生じるものかもしれない。

ブラストと火砕流の成因関係

口永良部島2015年噴火では、ブラスト通過の範囲内に小規模な火砕流堆積物が確認できた(Fig. 7)。ブラストは非常に高速(150 km/h?)で広範囲に拡散し、特に北西の沢に沿った流れは正面の尾根を乗り越え直進している。それに反し、火砕流堆積物は谷底を埋めるように分布しているだけであり、地形的障害には乗り上げていない。また西山腹にも小規

模で層厚も2 m未満の火砕流堆積物が分布するが、その分布域内にいくつもの立木が確認できる(産業技術総合研究所, 2015a)。これらの2例は、高速のブラストに伴って、低速の火砕流が発生したことを示唆している。

類似例としては、上記したSoufrière Hills火山の1997年噴火で発生した高速の火砕サージの分布の先端から、谷沿いに流下した特殊な火砕流が挙げられる。この火砕流は噴煙柱の崩壊により発生したものではなく、火砕サージから派生しており、surge-derived pyroclastic flowと命名された(Druitt et al., 2002a)。また1951年1月にLamington火山で発生した噴火では、12 kmほど上昇した噴煙の基底から、高速のash hurricaneが全方向に広がり、230 km³の地域を破壊した(Taylor, 1958)。堆積物は全域を通じて細粒砂が主体のテフラであったが、火口に近づくにつれ軽石礫の割合および大きさが増大した。層厚は分布限界付近で10~15 cm程度であり、火口に近づいても1 mほどであった。爆発的な噴火初期の横方向に進む噴煙の発生状況、分布、堆積物の特徴から、ash hurricaneはブラストであったと推定される。一方、この薄いブラスト堆積物とは別に、地形的に明瞭に識別できる、厚い谷埋め型のash flow(火砕流)も同時に発生した。その大半はブラストによる破壊域内で停止したが、西方の谷沿いでは破壊域の限界をこえ、さらに6 kmほど流下した。この火砕流はブラストから派生したものであ

り、上記した surge-derived pyroclastic flow と成因が酷似している。口永良部島 2015 年噴火のプラストに伴う火砕流の成因についての研究はなされておらず、今後に残された課題であろう。

なお口永良部島新岳では、噴煙柱崩壊型の火砕流は 1969 年と 1973 年にも発生し、両者とも写真に撮られている。Fig. 8 は 1969 年噴火の連続写真である。このような小規模な火砕流堆積物の集積が、新岳溶岩を覆う現在の火山体を構成しているため、噴煙柱の崩壊を伴うブルカノ式噴火は、過去 1000 年間に頻発した噴火様式であったと推定される(下司・小林, 2006, 2015)。

おわりに：将来の噴火への取り組み

気象庁(火山噴火予知連絡会)は、口永良部島新岳の 2015 年噴火をマグマ水蒸気噴火(～マグマ噴火)と推定したが、噴出したマグマ量は予想外に少なかったため、地下にはまだ大量のマグマが蓄積されていると判断した。そのため今後も大きな爆発的噴火が発生する可能性が高く、噴火は数年にも及ぶかもしれないとの注意喚起がなされた。しかし 2015 年の噴火現象は、高温物質の放出という点を除けば 2014 年噴火と酷似していた。そのため著者は過去の噴火事例を参考に、どちらかと言えば水蒸気噴火の可能性を考え、活動は単発的で、そのまま沈静化する可能性が高いと考えていた。少なくとも噴火後の 1 年間は、6 月 18 日の噴火を除けば、ほぼ想定どおり静穏に推移してきた。未だ現地調査に入っていない段階で、2015 年噴火の評価を下すのは時期尚早かもしれないが、歴史時代の噴火に照らせば、2015 年噴火は比較的短期間で終了する「水蒸気噴火」と酷似した噴火であったと言える。しかしマグマ噴火と水蒸気噴火の判断基準をどう捉えるべきか、ブルカノ式噴火とはどのような噴火なのかに明確な答えは出されておらず、今後に残された課題と考える。

従来は噴火直後に採取した火口近傍の噴出物を研究し、噴火の性質・推移等を考察してきた。しかし今後はそのような研究スタイルが困難になると思われる。そのようなケースでは、過去の噴火履歴も噴火推移を探る重要な判断材料となるはずである。将来の噴火に際しては、蓄積された総合的なデータをもとに、噴火対応にあたらなくてはならないであろう。

謝 辞

下司信夫博士(産業技術総合研究所)には、口永良部島火山地質図の作成時の調査および今回の噴火調査で、様々な議論をしていただいた。奥野 充教授(福岡大学)には年代測定でご協力いただいた。2015 年噴火については中田節也教授(東大地震研究所)、長井雅史博士・三輪学央博士(防災科学技術研究所)、田島靖久博士(日本工営株式会社)、筒井正明博士(株式会社ダイヤコンサルタント)、Hafiz Ur Rehman 博士(鹿児島大学)に議論していただいた。鹿児島地方気象台からは貴重な資料や噴火情報を提供していただき、第十管区海上保安本部からは巡視船に落下した火山礫を観察する機会を与えていただいた。また 2014 年噴火では鹿児島大学の山口健

太氏が卒業論文の一環として、住民の聞き取り調査を行い、前兆現象や噴火の目撃情報など、本論では直接言及されていないが貴重なデータを集めてくれた。Ma. Hannah T. Mirabueno 博士(クライストチャーチ市協議会)には、英文をチェックしていただいた。嶋野岳人博士(常葉大学)と匿名査読者、および編集担当の上澤真平博士(電力中央研究所)からの建設的なコメントにより、本文は読みやすく改善された。以上の方々に感謝いたします。

文 献

- 荒牧重雄(Aramaki, S.), 1969, 口永良部島地質調査報告(Notes on the geology of Kuchi-no-erabu volcano, southern Japan). 火山(Bull. Volcanol. Soc. Japan), 14, 127–132.
- 防災科学技術研究所(National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience), 2014a, 口永良部島 2014 年 8 月 3 日噴火の火山灰試料について(Volcanic ash sample of the August 3, 2014 eruption of Kuchinoerabujima)*. 第 130 回火山噴火予知連絡会資料(その 2)口永良部島(Rep. The 130th Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 2, Kuchinoerabujima), 56–58.
- 防災科学技術研究所(National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience), 2014b, 口永良部島新岳噴火の聞き取り調査(Interview survey on the Shindake eruption of Kuchinoerabujima)*. 第 130 回火山噴火予知連絡会資料(その 2)口永良部島(Rep. The 130th Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 2, Kuchinoerabujima), 59–67.
- Druitt, T. H., Calder, E. S., Cole, P. D., Hoblitt, R. P., Loughlin, S. C., Norton, G. E., Ritchie, L. J., Sparks, R. S. J. and Voight, B., 2002a, Small-volume, highly mobile pyroclastic flows formed by rapid sedimentation from pyroclastic surges at Soufrière Hills Volcano, Montserrat: an important volcanic hazard. In Druitt, T. H. and Kokelaar, B. P., eds., *The Eruption of Soufrière Hills Volcano, Montserrat, from 1995 to 1999*. Geol. Soc., London, Mem., 21, 263–279.
- Druitt, T. H., Young, S. R., Baptie, B., Bandonna, C., Calder, E. S., Clarke, A. B., Cole, P. D., Harford, C. L., Herd, R. A., Luckett, R., Ryan, G. and Voight, B., 2002b, Episodes of cyclic Vulcanian explosive activity with fountain collapse at Soufrière Hills Volcano, Montserrat. In Druitt, T. H. and Kokelaar, B. P., eds., *The Eruption of Soufrière Hills Volcano, Montserrat, from 1995 to 1999*. Geol. Soc. Mem., 21, 281–306.
- 遠藤邦彦・小林哲夫(Endo, K. and Kobayashi, T.), 2012, Field Geology 9 第四紀(Field Geology 9: Quaternary)*. 共立出版(Kyoritsu Shuppan), 231p.
- 嶋野直樹・小林哲夫(Fujino, N. and Kobayashi, T.), 1993, 口永良部島火山の地質と最近の噴火活動(Geology of Kuchinoerabujima volcano and recent eruptions)*. 地球惑星科学関連学会 1993 年合同大会予稿集(Japan Geosci. Union Meet. 1993, Abstr.), 321.
- 福岡管区気象台・鹿児島地方気象台(Fukuoka Regional Headquarters of Japan Meteorological Agency and Kagoshima Local Meteorological Observatory), 2015, 口永良部島の火山活動解説資料(平成 27 年 5 月)(Report of the Monthly Volcanic Activity: Kuchinoerabujima, May, 2015)*. 火山活動解説資料(Report of the Monthly Volcanic Activity), 12p.
- 下司信夫・小林哲夫(Geshi, N. and Kobayashi, T.), 2006, 鹿児島県口永良部島火山最近約 3 万年間の噴火活動(Volcanic activities of Kuchinoerabujima volcano within the last 30,000 years). 火山(Bull. Volcanol. Soc. Japan), 51, 120–135.
- 下司信夫・小林哲夫(Geshi, N. and Kobayashi, T.), 2007, 口永良部島火山地質図 1: 25,000(Geological Map of Kuchinoerabujima volcano 1: 25,000). 地質調査総合センター(Geol. Surv. Japan, AIST).

- 下司信夫・小林哲夫(Geshi, N. and Kobayashi, T.), 2015, 口永良部島火山の過去 1 万年の活動—安山岩火山の小規模な爆発噴火とそれに伴う火砕流—(Eruptive activity of Kuchinoerabujima volcano within the last 10,000 years: Small explosive activities and pyroclastic flows of an andesitic volcano). 月刊地球 総特集(*Chikyu Monthly, Special Issue*), **37**, 189–196.
- Gorshkov, G. S., 1959, Gigantic eruption of the volcano Bezmyanny. *Bull. Volcanol.*, **20**, 77–109.
- Gorshkov, G. S., 1963, Directed volcanic blasts. *Bull. Volcanol.*, **26**, 83–88.
- Hoblitt, R. P., Miller, C. D. and Vallance, J. W., 1981, Origin and stratigraphy of the deposit produced by the May 18 directed blast. In Lipman, P. W. and Mullineaux, D. R., eds., *The 1980 eruptions of Mount St. Helens, Washington*, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., **1250**, 401–419.
- 本間不二男(Honma, F.), 1934, 昭和八年十二月乃至昭和九年一月の口永良部島新岳の火山活動(Volcanic activities from the December 1933 to January 1934 of Shindake volcano, Kuchinoerabujima Island)*. 地球(*Chikyu, The Earth*), **21**, 243–266.
- 伊藤順一・下司信夫・宮城磯治・斎藤元治・三輪学央・長井雅史・東宮昭彦(Itoh, J., Geshi, N., Miyagi, I., Saito, G., Miwa, T., Nagai, M. and Tomiya, A.), 2015, 口永良部島 2015 年(5/29, 6/18)噴出物の構成物(Component analysis of the May 29 and June 18 ashes from the 2015 eruption of Kuchinoerabujima volcano). 日本火山学会講演予稿集(2015 年度秋季大会)(*Volcanol. Soc. Japan, Fall Meet. 2015, Abstr.*), 120.
- 鹿児島地方気象台・屋久島測候所(Kagoshima Local Meteorological Observatory and Yakushima Weather Station), 1967, 昭和 41 年 11 月 22 日の口永良部新岳の爆発報告(Report on the November 22, 1966 explosion from Shindake of Kuchinoerabujima volcano)*. 福岡管区気象台要報(*Report of Fukuoka District Meteorological Observatory*), **22**, 79–98.
- Kieffer, S. W., 1981, Fluid dynamics of the May 18 blast at Mount St. Helens. In Lipman, P. W. and Mullineaux, D. R., eds., *The 1980 Eruptions of Mount St. Helens, Washington*, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap., **1250**, 379–400.
- 気象庁(Japan Meteorological Agency), 2014, 口永良部島(2014 年 10 月 13 日現在)(Kuchinoerabujima: as of October 13, 2014)*. 第 130 回火山噴火予知連絡会資料(その 2)口永良部島(*Rep. The 130th Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 2, Kuchinoerabujima*), 3–38.
- 気象庁(Japan Meteorological Agency), 2015a, 口永良部島(2015 年 6 月 6 日現在)(Kuchinoerabujima: as of June 6, 2015)*. 第 132 回火山噴火予知連絡会資料(その 1)口永良部島(*Rep. The 132nd Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 1, Kuchinoerabujima*), 3–49.
- 気象庁(Japan Meteorological Agency), 2015b, 口永良部島(新岳火口の比較)(Kuchinoerabujima: Comparison of Shindake crater)*. 第 132 回火山噴火予知連絡会資料(その 11)追加資料(*Rep. Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 11, additional*), 3–5.
- 気象庁(Japan Meteorological Agency), 2015c, 口永良部島(火砕流の流下痕)(Kuchinoerabujima: Trace of the pyroclastic flow)*. 第 132 回火山噴火予知連絡会資料(その 11)追加資料(*Rep. Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 11, additional*), 6–7.
- 気象庁(Japan Meteorological Agency), 2015d, 口永良部島(2015 年 10 月 10 日現在)(Kuchinoerabujima: as of October 10, 2015). 第 133 回火山噴火予知連絡会資料(その 1)口永良部島(*Rep. The 133rd Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 1, Kuchinoerabujima*), 3–28.
- 小林哲夫(Kobayashi, T.), 2012, 水蒸気マグマ噴火のデータベース作成上の問題点(Problems for establishing data base on phreatomagmatic eruptions). 月刊地球(*Chikyu Monthly*), **34**, 299–304.
- 小林哲夫(Kobayashi, T.), 2015, プラストを伴う噴火現象の再検討(Reconsideration of volcanic eruptions associated with blast). 月刊地球 総特集(*Chikyu Monthly, Special Issue*), **37**, 220–227.
- 小林哲夫(Kobayashi, T.), 2017, プラスト噴火と防災(Blast eruptions and disaster prevention). 国際火山噴火史情報研究集会講演要旨集(*Proc. Intern. Meet. Eruptive History and Informatics, Abstr.*), 35–39.
- 小林哲夫・奥野 充・中村俊夫(Kobayashi, T., Okuno, M. and Nakamura, T.), 2002, 口永良部火山の噴火史(Eruptive history of Kuchinoerabujima volcano)*. 薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測(*Joint Observation of Satsuma-Iojima Volcano and Kuchinoerabujima Volcano*), 京都大学防災研究所付属火山活動研究センター(Kyoto Univ.), 169–177.
- 国際航業株式会社(Kokusai Kogyo Co., Ltd.), 2015, 2015 年 5 月 29 日 口永良部島噴火で発生した噴煙および火砕流の監視カメラ画像解析(Image analysis of the eruption plume and pyroclastic flow from Kuchinoerabujima volcano by monitoring camera)*. 第 132 回火山噴火予知連絡会資料(その 11)追加資料(*Rep. The 132nd Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 11, Additional*), 9–12.
- 紺谷和生・谷口宏充(Kontani, K. and Taniguchi, H.), 2003, 磐梯山 1888 年疾風堆積物と被災記録(Surge deposits and disaster record induced by Mt. Bandai 1888 eruption). 地球惑星科学関連学会 2004 年合同大会予稿集(2004 Japan Earth Planet. Sci. Joint Meet, Abstr.), V080-P003.
- 京都大学防災研究所(Disaster Prevention Research Institute of Kyoto University), 2015, 口永良部島における地震活動の推移(Annual frequency number of earthquakes since 1992 in Kuchinoerabujima)*. 第 133 回火山噴火予知連絡会資料(その 1)口永良部島(*Rep. The 133rd Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 1, Kuchinoerabujima*), 35.
- 京都大学防災研究所・産業技術総合研究所(Disaster Prevention Research Institute of Kyoto University and National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 2014, 口永良部島火山 2014 年 8 月 3 日噴火の火口分布および火砕流流下領域(Distribution of vents and pyroclastic flows by the eruption of Kuchinoerabujima Volcano of August 3, 2014)*. 第 130 回火山噴火予知連絡会資料(その 2)口永良部島(*Rep. The 130th Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 2, Kuchinoerabujima*), 47–48.
- 京都大学防災研究所・東京工業大学工学部・鹿児島大学理学部(Disaster Prevention Research Institute of Kyoto University, Faculty of Engineering of Tokyo Institute of Technology, Faculty of Science of Kagoshima University), 1981, 1980 年(9 月 28 日)の口永良部島新岳の噴火(概報)(General Report: Eruption of Shindake, Kuchinoerabujima on September 28, 1980)*. 火山噴火予知連絡会報 第 20 号(*Rep. Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, No. 20*), 1–9.
- Matsumoto, T., Ueno, H. and Kobayashi, T., 2007, A new secular variation curves for South Kyushu, Japan, and its application to the dating of some lava flows. *Rep. Fac. Sci., Kagoshima Univ.*, **40**, 35–49.
- 味喜大介・井口正人・江頭庸夫・Solihin, A. (Miki, D., Iguchi, M., Eto, Y. and Solihin, A.), 2002, 口永良部島新岳の溶岩流の古磁気学的年代測定(Paleomagnetic dating of the Shindake lava flows of Kuchinoerabujima Island)*. 薩摩硫黄島火山・口永良部島火山の集中総合観測(*Joint Observation of Satsuma-Iojima Volcano and Kuchinoerabujima Volcano*), 京都大学防災研究所付属火山活動研究センター(Kyoto Univ.), 159–168.
- 産業技術総合研究所(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 2015a, 口永良部島 2015 年 5 月 29 日噴火の火砕流等の分布(Distribution of pyroclastic flows of the May 29, 2015 eruption of Kuchinoerabujima)*. 第 132 回火山噴火予知連絡会資料(その 1)口永良部島(*Rep. The 132nd Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 1, Kuchinoerabujima*), 83–87.
- 産業技術総合研究所(National Institute of Advanced Industrial

- Science and Technology), 2015b, 口永良部島火山 2015 年 5 月 29 日噴出物に含まれる光沢粒子(Lustrous glassy particles in the pyroclastic materials of May 29, 2015 eruption of Kuchinoerabujima)*. 第 132 回火山噴火予知連絡会資料(その 1) 口永良部島(Rep. The 132nd Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 1, Kuchinoerabujima), 89.
- 産業技術総合研究所・防災科学技術研究所(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology and National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience), 2015, 口永良部島火山 2015 年 5 月 29 日噴出物の構成粒子(Constituent particles of eruptive materials of the May 29, 2015 eruption of Kuchinoerabujima)*. 第 132 回火山噴火予知連絡会資料(その 1) 口永良部島(Rep. The 132nd Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 1, Kuchinoerabujima), 78–82.
- Suzuki, Y., Nagai, M., Maeno, F., Yasuda, A., Hokanishi, N., Shimano, T., Ichihara, M., Kaneko, T. and Nakada, S., 2013, Precursory activity and evolution of the 2011 eruption of Shinmoe-dake in Kirishima Volcano—insights from ash samples. *Earth Planets Space*, **85**, 591–607.
- 田島靖久・下司信夫・中川正二郎・長井雅史(Tajima, Y., Geshi, N., Nakagawa, S. and Nagai, M.), 2015, EAI 法による口永良部島 2015 年 5 月 29 日噴火の降下火山灰量の推定(Estimation of air-fall tephra of the May 29, 2015 eruption from Kuchinoerabujima volcano, using by EAI method)*. 日本火山学会講演予稿集(2015 年度秋季大会) (*Volcanol. Soc. Japan, Fall Meet. 2015, Abstr.*), 14.
- 田中館秀三(Tanakadate, H.), 1938, 口永良部島新岳噴火と火口の形態および向江浜の山津波(Morphology of craters formed by the Shindake eruption of Kuchinoerabujima Island and debris flows towards Mukaehama village)*. 火山, 第 1 集(*Bull. Volcanol. Soc. Japan, 1st Ser.*), **4**, 339–354.
- Taylor, G. A. M., 1983, The 1951 eruption of Mount Lamington, Papua. *Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Bull.*, **38**, 129p.
- 東京大学地震研究所・早稲田大学教育総合科学(Earthquake Research Institute of University of Tokyo and Faculty of Education and Integrated Arts and Sciences of Waseda University), 2015, 口永良部島 2014 年 8 月 3 日噴火および 2015 年 5 月 29 日噴火の火山灰について(Volcanic ashes of the August 3, 2014 and May 29, 2015 eruptions of Kuchinoerabujima). 第 132 回火山噴火予知連絡会資料(その 1) 口永良部島(Rep. The 132nd Coordinating Committee for Prediction of Volcanic Eruption, Part 1, Kuchinoerabujima), 50–52.
- 山岸宏光(Yamagishi, H.), 1998, 火山岩の形態(1) — ジョイントド ブロック — (Morphology of volcanic rock (1) — jointed block —). 地球科学(*Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*), **52**, 244–245.

* English translation from the original written in Japanese

(要 旨)

小林哲夫, 2017, 口永良部島・新岳の 2014・2015 年噴火：水蒸気噴火の可能性. 地質雑, **123**, 309–319. (Kobayashi, T., 2017, The 2014 and 2015 eruptions of Shindake Volcano, Kuchinoerabujima Island, southwest Japan: possibility of phreatic eruption. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **123**, 309–319.)

口永良部島・新岳では、2014 年 8 月と 2015 年 5・6 月に爆発的な噴火が発生した。噴出物中には新鮮な火山ガラスが含まれていたため、マグマ水蒸気噴火ないしマグマ噴火で、火砕流が発生したと報道された。しかし新鮮な物質は非発泡で、石基はほぼ結晶質であったため、マグマが火道中で固結した貫入岩体の破片と推定された。

類似した噴出物の代表例は、1966 年の爆発的噴火で放出された高温のジョイントドブロックである。これら岩塊も高温の岩脈が破碎され噴出したものと判断される。爆発の原因は高温岩体と地下水が反応した蒸気爆発と推定され、噴火メカニズムは水蒸気噴火と酷似していた。新岳の歴史時代の爆発的噴火でも、今回と同じような高温の固結岩塊を噴出した事例が多いかもしれない。なお火口から斜面方向に噴出した噴煙はプラストであったと判断できる。2015 年噴火のプラストは、100 km/h 以上の高速で海岸に達した。

科学論文では、学説の検証可能性を保証することが重要です。そのため、地質学雑誌掲載論文には、重要な証拠となった試料がどこで得られたかを示しているものがあります。言うまでもないことですが、見学や採取を行う場合、各自の責任において地権者や関係官庁への連絡と許可の取得の必要があることにご注意下さい。詳しくは、以下のサイトをご覧ください。

<http://www.geosociety.jp/publication/content0073.html>

一般社団法人日本地質学会