

## 霧島火山新燃岳 2008年8月22日噴火の噴出物

下司信夫\*・宝田晋治\*・筒井正明\*\*・森 健彦\*・小林哲夫\*\*\*

(2009年8月8日受付, 2010年1月18日受理)

Products of the August 22, 2008 eruption of Shinmoedake Volcano,  
Kirishima Volcanic Group, JapanNobuo GESHI\*, Shinji TAKARADA\*, Masaaki TSUTSUI\*\*,  
Takehiko MORI\* and Tetsuo KOBAYASHI\*\*\*

A phreatic eruption occurred on August 22, 2008 from Shinmoedake Volcano, one of the members of Kirishima volcanic group, Kyushu, southwestern Japan. Some explosive craters and eruption fissures aligning in E-W direction for 800 meters were formed inside the summit crater and the western flank of Shinmoedake Volcano. These craters produced clay-rich tephra, consisting of non-juvenile lithic fragments with various degree of hydrothermal alteration. Ballistic blocks distribute in an area within 800 meters from the main crater. The total volume of the tephra produced this eruption is evaluated as  $2 \times 10^8$  kg. Distribution of the tephra indicates that the main source of the tephra is S-17 crater, which is the largest crater located at the center of the crater chain. More than 70% of the tephra deposit inside the area within 1 km from the craters, suggesting the low height of the eruption cloud. Absence of the juvenile materials suggests that this eruption was phreatic caused by a rapid release of steam from the hydrothermal system beneath Shinmoedake Volcano.

**Key words:** phreatic eruption, tephra, eruptive volume, Shinmoedake, Kirishima Volcano

## 1. はじめに

宮崎・鹿児島県境にある霧島火山は2008年8月22日に噴火し、新燃岳<sup>しんもえだけ</sup>山頂火口から北東方向の宮崎県小林市内などに火山灰が降下した。噴火当時は悪天候だったため噴火の目撃記録はなくその活動推移の詳細については不明であるが、この噴火により新燃岳山頂火口南半部から西側山腹にかけて、東西方向に約800mにわたり分布する複数の火口や噴気地帯が形成された。今回の噴火は8月22日の1回で終了したが、形成された火口やその周辺からは水蒸気を主体とする活発な噴気活動が継続している。今回の噴火は顕著な本質物質の噴出を伴わない、いわゆる“水蒸気噴火”と考えられる。新燃岳の地下には熱水系が発達していることが知られており(鍵山・

他, 1996)、また過去にも1959年、1991年噴火等の水蒸気噴火が繰り返し発生している(鍵山・他, 1992; 種子田・松本, 1959)。さらに、享保噴火(1716-1717年)では、水蒸気噴火からマグマ水蒸気噴火、マグマ噴火へと推移したことが知られている(井村・小林, 1991)。従って、今回発生したような水蒸気噴火の経緯やメカニズムを推測することは、将来の新燃岳の活動を予測する上でも重要である。

また、浅部熱水系の活発化に伴う、いわゆる“水蒸気噴火”は一般に小規模ではあるが、最も頻繁に発生する噴火の一つであり、その発生は顕著な前兆現象を伴わないことが多い。従って、今回の噴火の発生メカニズムを理解することは、新燃岳火山の活動の理解に寄与するの

\* 〒305-8567 産業技術総合研究所地質情報研究部門  
産業技術総合研究所地質情報研究部門  
Geological Survey of Japan, AIST, AIST No.7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan.

\*\* 〒331-8638 さいたま市北区吉野町 2-272-3  
株式会社ダイヤコンサルタント砂防・防災事業部  
DIA Consultant Co., Ltd., Sabo and Disaster Prevention Division, 2-272-3 Yoshino-cho, Kita-ku, Saitama 331-8638, Japan.

\*\*\* 〒890-0065 鹿児島市郡元 1-21-35  
鹿児島大学大学院理工学研究科地球環境科学専攻  
Earth and Environmental Science, Graduate School of Science and Engineering, Kagoshima University, 1-21-35 Korimoto, Kagoshima city, Kagoshima 890-0065, Japan.

Corresponding author: Nobuo Geshi  
e-mail: geshi-nob@aist.go.jp

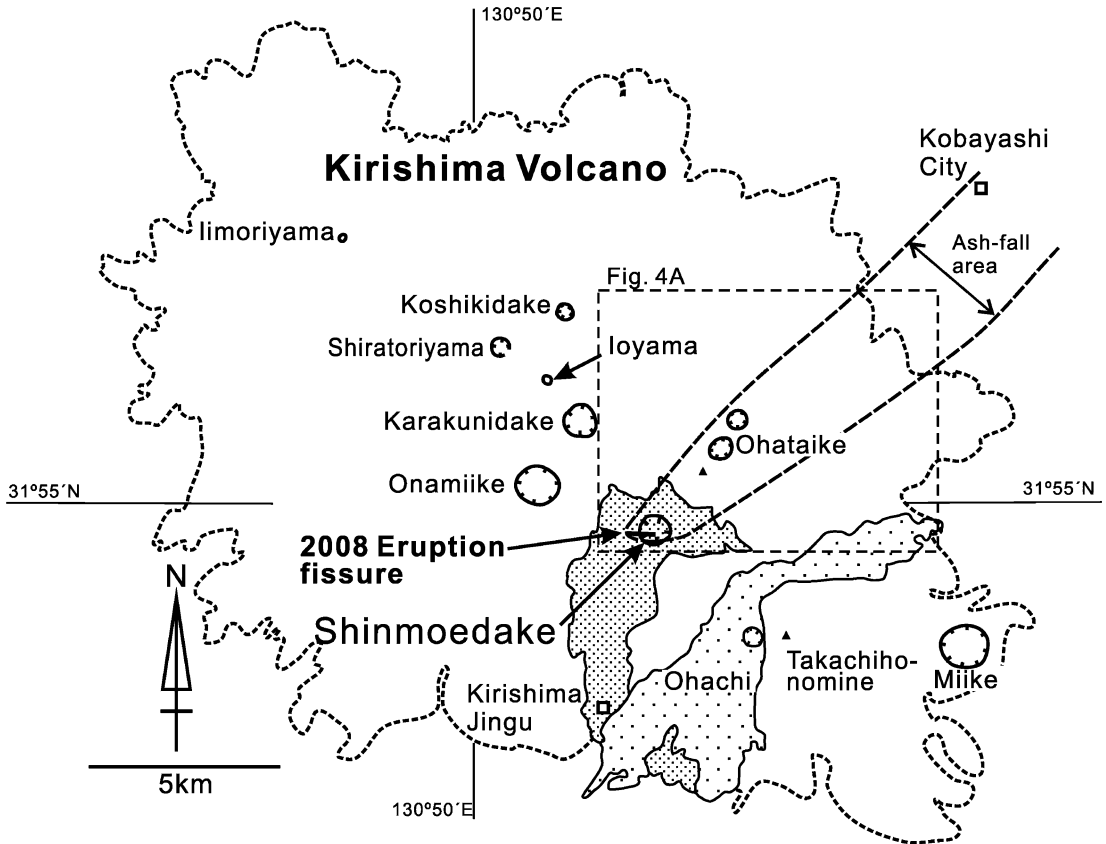


Fig. 1. Generalized map of Kirishima Volcano. Dot-line shows the approximately outline of the volcanic edifice of Kirishima Volcano. Representative craters are also shown. Dotted areas show the areas of the volcanic edifices of Shinmoedake and Ohachi volcanoes. Location of the eruption fissure of the 2008 eruption and the approximately distribution of the ash-fall area are shown.

みならず、他の火山における水蒸気噴火による災害の軽減に対しても重要である。

我々は霧島火山新燃岳 2008 年噴火の規模や推移、発生メカニズムなどを明らかにするため、噴火直後の 8 月下旬から 9 月上旬にかけて火口から約 2~10 km の地域での降灰分布等の調査を行った。また噴火から約半年後の 2009 年 2 月には山頂火口周辺の噴出物や形成された火口等の分布調査を行った。その結果、この噴火によって形成された火口の分布や、噴出物の分布、層序および噴出量等を明らかにすることができたのでここに報告する。

## 2. 霧島火山新燃岳のこれまでの活動

霧島火山は琉球弧火山フロント上に位置し、宮崎・鹿児島県境に沿った約 20 km × 30 km の範囲に、北西-南東方向に配列する複数の火山体の集合からなる第四紀火山である (Fig. 1) (井村, 1995; 井村・小林, 1991; 鍵山,

1994; 沢村・松井, 1957 など)。霧島火山を構成する火山体の多くは、新燃岳のような小型の成層火山であるが、火砕丘、溶岩流やマールなどの単成火山も存在する。霧島火山の噴出物の大部分は輝石安山岩であり、その他にカンラン石玄武岩や角閃石デイサイトが知られている (井村・小林, 2001; 沢村・松井, 1957)。霧島火山における歴史時代の噴火活動は、南東部の御鉢および中央部の新燃岳で繰り返し発生しているほか、1768 年には北西部の硫黄岳でも溶岩が流出している (井村, 1995; 井村・小林, 1991; 筒井・他, 2005)。

新燃岳 (標高 1421 m) は霧島火山のほぼ中央部に位置する安山岩質の成層火山で、山頂部には直径約 800 m、深さ 180 m のほぼ円形の火口 (本論では新燃岳山頂火口と呼ぶ) が存在する (Fig. 1)。新燃岳誕生の時期は明らかではないが、隣接する韓国岳起源の小林軽石 (16.7 cal ka BP) より古い噴出物が新燃岳西側山腹斜面上に分布

することから、少なくともそれ以前に山体の形成が開始していたと考えられる(井村・小林, 1991)。新燃岳付近を起源とする比較的規模の大きな降下テフラは、瀬田尾軽石(10.4 cal ka BP)と前山軽石(5.6 cal ka BP)があり、その上位に享保軽石(西暦 1716~1717 年)が存在する(井ノ上, 1988)。これらの層序から、現在見られる新燃岳の山体は少なくとも数回の大噴火により段階的に成長したと推定される。享保軽石の下位には厚い腐植土壌が存在しており、それ以前には数千年にわたる活動の不活発な期間があったと考えられる(井村・小林, 1991)。なおこれらの放射性炭素による暦年較正年は、奥野(2002)による。

享保噴火(1716~1717 年, 享保元~二年)は新燃岳で知られている最大の噴火であり、東方の広範囲にわたり軽石が降下したほか、火砕流がほぼ全方向に流下し、山麓にまで達した。享保噴火によって、現在みられる新燃岳の滑らかな山体地形の大部分が形成されたと考えられる。また火口内の同心円状に窪んだ溶岩も享保噴火に伴うものと考えられる。1822 年(文政四年)の噴火では、小規模な降灰、硫黄混じりの泥水の噴出と土砂の河川への流入等が記載されているだけで大きな被害は報告されておらず、小規模な水蒸気噴火であったと思われる。なお、新燃岳は 1771~1772 年(明和八~九年)にも噴火したと考えられた(井村・小林, 1991)が、噴火記録の再検討から、この噴火は御鉢で発生したことが明らかにされた(筒井・他, 2005)。1959 年(昭和 34 年)2 月には新燃岳西側斜面で水蒸気噴火が発生し、東西方向に配列する延長約 500 m の火口列が形成された(種子田・松本, 1959)。火口から約 2 km 以内には大量の火山岩塊が飛散したほか、宮崎県内の広い範囲に火山灰が降下し、山林および農地に被害が生じた。この噴火による噴出量は 860 万トンと推定されている(気象庁, 1959)。1991 年には新燃岳山頂火口東部の噴気孔から少量の火山灰が放出された(鍵山・他, 1992)。新燃岳山頂火口内および西側山腹の 1959 年火口内には、今回の噴火以前から複数の噴気域が存在していた(気象庁, 2005)。

### 3. 2008 年噴火の推移

新燃岳直下では 2008 年 8 月 19 日ごろから火山性地震が増加し、噴火当日の 22 日には 312 回の地震が観測された。22 日 16 時 34 分ごろから連続的な火山性微動が発生し、350 分間継続した(福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2008)。同日夕刻に新燃岳から北東に約 10 km 離れた小林市内で火山灰混じりの降雨が観測され、この微動に伴い噴火が発生したと推測された。新燃岳山頂は厚い雲に覆われていたため噴煙は目撃されていない。新燃岳

の南西約 50 km の鹿児島地表面気象台における高層風の観測データによると、8 月 22 日 21 時の風向は、標高約 3000 m 以下では南西西の風 11~15 m/s であった。噴火から 2 日後の 24 日には上空からの観測がおこなわれ、新燃岳山頂火口南半部から西側山腹にかけて複数の火口や噴気地帯が形成されたことが明らかになった(福岡管区気象台・鹿児島地方気象台, 2008)。噴火の発生は 8 月 22 日のみで、その後は開口した火口群やその周辺からの水蒸気の放出が継続している。また、新燃岳からの二酸化硫黄ガスの放出は 2008 年噴火以前には検知されていなかったが、噴火約 10 日後の 9 月 1~2 日に実施された COMPUSS (Mori *et al.*, 2007) による計測では、数 10 トン/日の放出が認められた。

### 4. 形成された火口

8 月 22 日に形成された火口群は、新燃岳山頂火口の南半分から新燃岳西側斜面上部にかけての東西約 800 m の範囲に分布する(Figs. 2 and 3A)。本論における火口等の名称は、気象庁福岡管区気象台の呼称\*に従う。

#### 4-1 新燃岳山頂火口内

新燃岳山頂火口の南西隅には、今回の活動における最大の火口(S-17)が形成された(Figs. 2 and 3B)。S-17 火口は新燃岳山頂火口壁下半分に発達する崖錐斜面の上部に開口している。この火口の大きさは東西 90 m, 南北 30 m, 深さ約 10~30 m である。S-17 の底および火口壁には多数の噴気孔が発達している。なかでも、火口のほぼ中央部に位置する噴気孔が最も活発で、噴気孔の周囲には少量の硫黄が付着している。噴出物の層厚は S-17 の周辺で最大となる。

S-17 の北方 80 m には、やや小規模な火口が形成されている(S-14; Figs. 2 and 3C)。S-14 はほぼ円形で直径は約 40 m, 深さは 10 m 以上と推測されるが噴気のため測定できなかった。S-14 はほぼ垂直あるいはやや外側に傾斜するオーバーハングした壁でかこまれたピットクレータ状の形状をしている。S-14 の形成位置は、噴火以前に知られていた S-10 (気象庁, 2005) の位置にほぼ一致する。S-17 の東方約 100 m には、直径数 m から 10 m 程度の複数の火口あるいは陥没孔が開口している(S-16)。S-14 や S-16 の周辺では噴出物の層厚は厚くならず、陥没孔からはほとんど噴出物が放出されなかったことを示している。陥没孔内部にはしばしば、堆積物がブロック状に崩落している。

S-17 の東方 300 m の新燃岳山頂火口南部には噴気地帯が形成された(S-15; Figs. 2 and 3D)。噴気地帯の規模\*第 114 回火山噴火予知連絡会資料(平成 21 年 10 月 5 日)による。



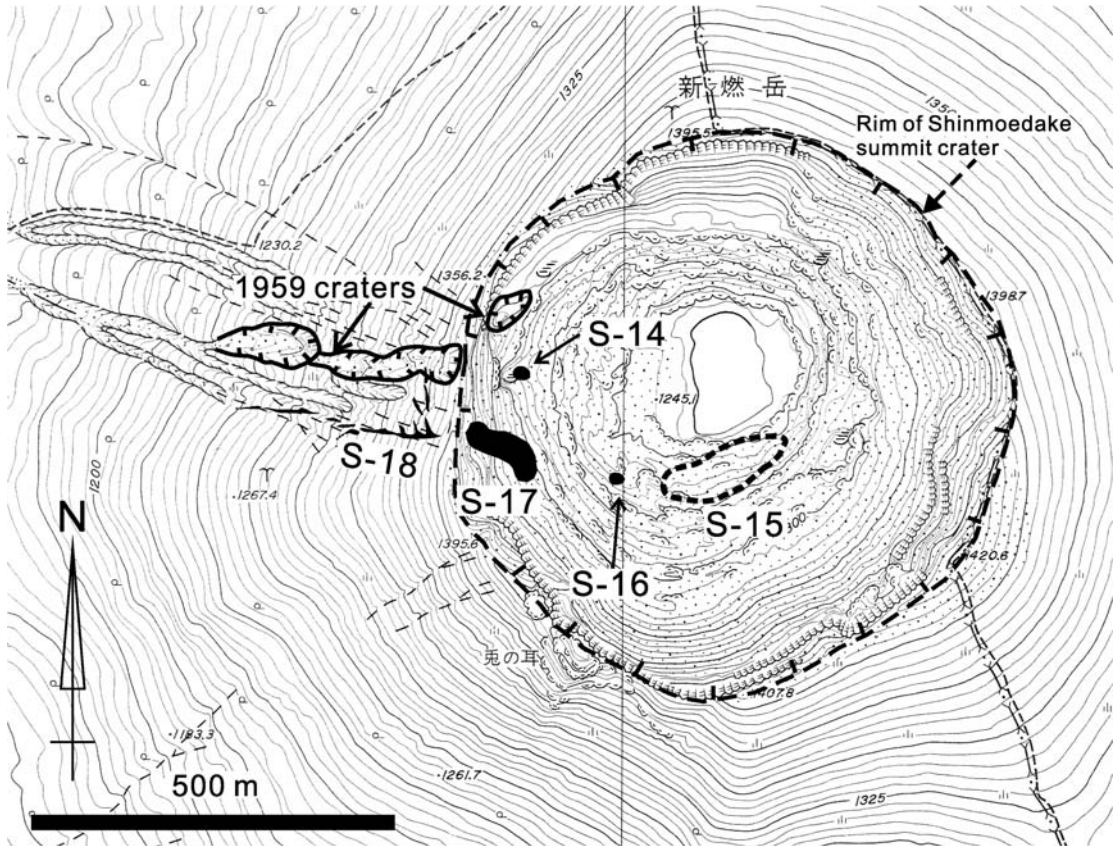


Fig. 2. Distribution of the new craters (S-14~18) formed at the August 22, 2008 eruption. Base map is the 1: 5,000 Geographic Map of “Kirishima-yama” published by Geographical Survey Institute.

は南北約 100m, 東西約 200m である。噴気地帯内には多くの噴気孔が分布し、ジェット音を伴いながら活発に水蒸気を噴出している。噴気孔の周辺には硫黄が付着している。後述するように、S-15の周辺にも粘土質の噴出物が堆積しており、S-15の噴気群の形成時に伴い噴出物が放出されたことを示している。

#### 4-2 新燃岳西側斜面

S-17の西側に当たる新燃岳山西側山腹には割れ目火口が形成された (S-18; Figs. 2 and 3E)。この割れ目火口は1959年2月噴火で形成された火口列の南側70~80mにはほぼ平行に発達している。割れ目火口は、新燃岳山頂火口の西縁(標高約1370m)から、新燃岳西側山腹の標高約1250m地点付近にかけて発達しており、その水平延長は約350mである。また、割れ目火口の上半部では、割れ目火口から北側に分岐する小規模な割れ目が複数見られる。割れ目火口は最大幅約10mで、雁行配列する複数のセグメントから構成される。主要なセグメントは右雁行配列している (Fig. 2)。割れ目の開口幅は噴出物の

放出や割れ目壁の崩壊によって部分的に拡大しているが、セグメント末端部などでは比較的垂直あるいはオーバーハングした割れ目壁が保たれており、割れ目火口全体にわたって1~2m程度の開口変位が推測される。なお、部分的な割れ目火口壁の崩壊に伴う局所的なものを除き、割れ目に平行に発達する正断層などは観察できなかった。

各セグメントの中央部からは、活発な噴気活動が見られ、噴気孔の周辺には少量の硫黄が付着している。また割れ目火口の周辺から北側にかけては、割れ目火口からもたらされた噴出物が堆積している。噴出物は割れ目火口のうち、噴気活動が活発な各セグメントの中央部近傍で特に厚くなっている。

なお、新燃岳山頂火口直下には、山頂火口縁に平行な開口割れ目が形成され、その一部からも活発な噴気活動がみられる。

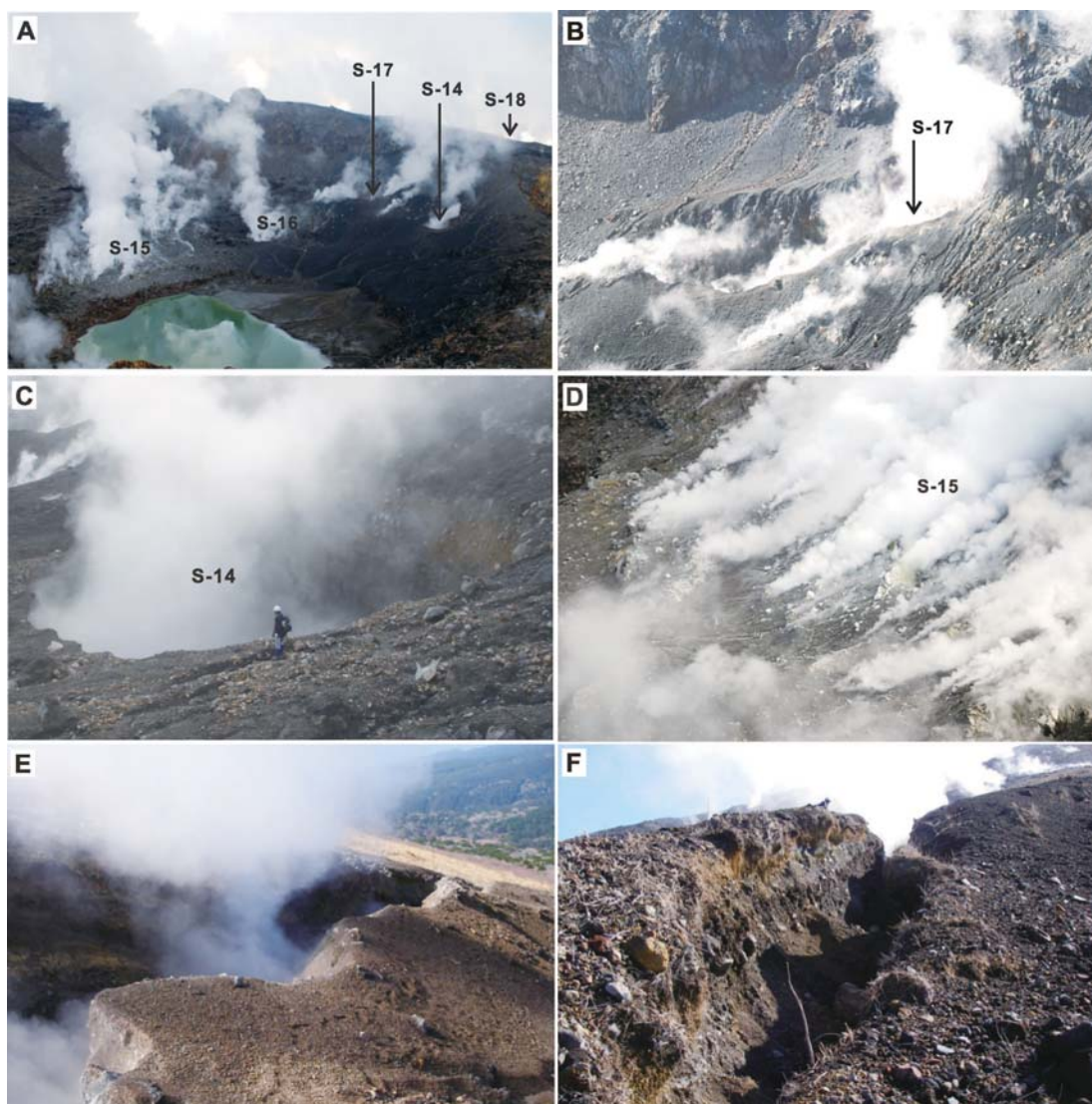


Fig. 3. A: Northern view of the new craters and fumaroles inside the Shinmoedake summit crater. Note the E-W alignment of the craters from S-15 to S-18. B: The northern view of S-17 crater showing E-W elongated outline. C: S-14 crater surrounded by a vertical crater wall. D: Western view of the new fumaroles in S-15 area. E: S-18 crater chain on the western slope of Shinmoedake. F: Fissure at the lowest part of S-18 crater chain. The width of the fissure is about 2.5 m.

## 5. 噴出物

### 5-1 降下火砕物の分布

2008 年噴火噴出物は、新燃岳山頂火口内外に形成された火口周辺から北東方向に飛散・堆積した (Fig. 4)。噴出物は S-17 火口の周辺で最も厚く堆積しており、最大層厚は S-17 火口北縁で約 2 m である (Figs. 4 and 5A)。西側割れ目火口 (S-18) の縁や、東側の噴気地帯 (S-15) 近傍では噴出物の最大層厚は 30~40 cm である。噴出物

は、これらの火口から北東方向に延びるおよそ幅約 2 km の帯状の地域に分布している。分布範囲の中心軸上にあたる新燃岳山頂火口北東縁 (S-17 から約 700 m) で層厚は約 40 mm、大幡山山頂<sup>おおはたやま</sup> (S-17 から約 2 km) で約 5 mm、大幡池北東 (S-17 から約 3.3 km) で約 2 mm であった。S-17 から 7 km 以上離れた山麓部では、層厚は 1 mm 以下であった。

噴火直後に行われた調査では、新燃岳から約 30 km 地



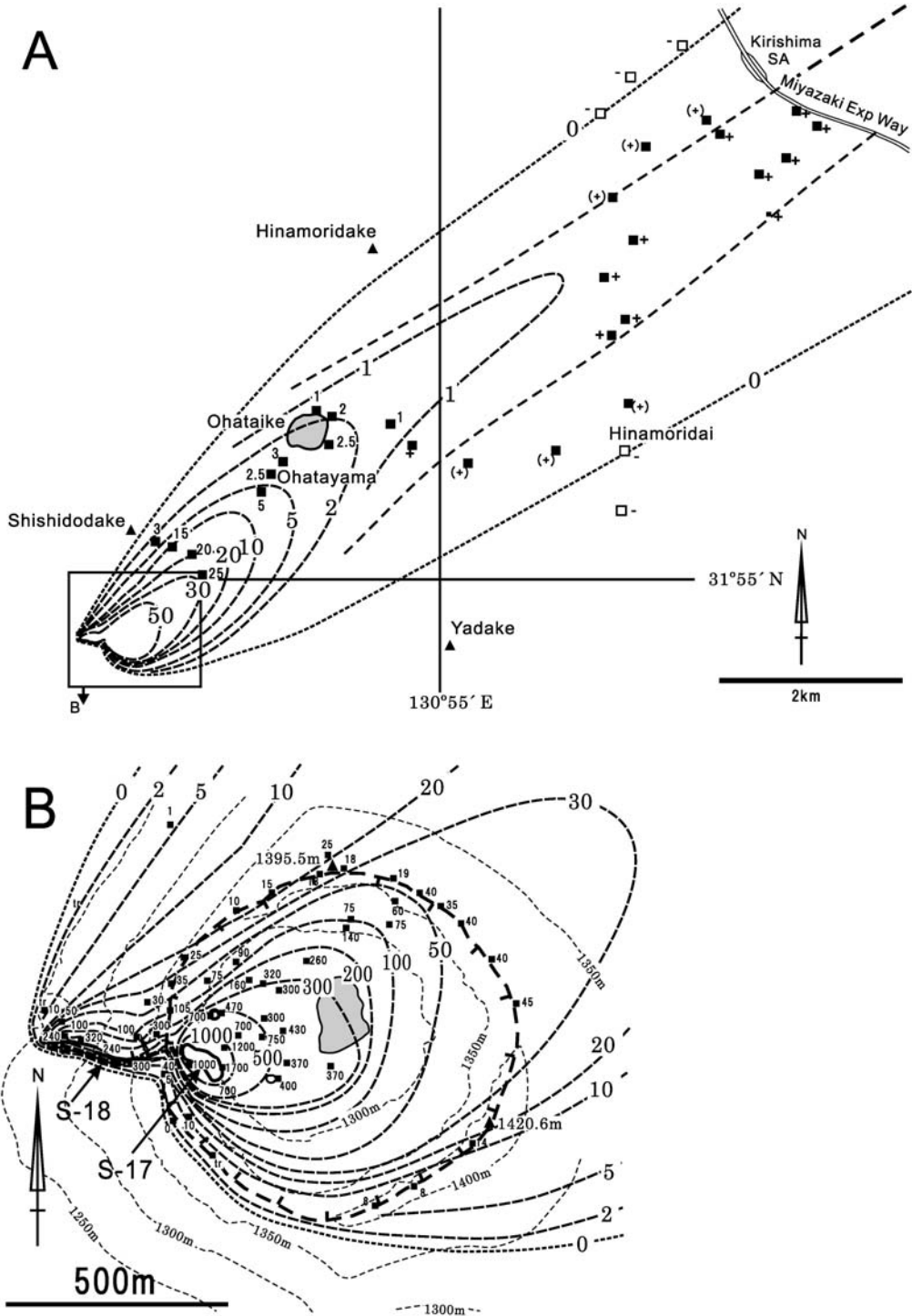


Fig. 4. Distribution of the tephra produced by the 2008 eruption in distal (A) and proximal (B) areas. Unit of isopach is mm. Small solid squares show the observation points of the tephra thickness. Numbers show the thickness of the deposit at each point. Symbols “+” mean that the existence of tephra layer less than 1 mm. Symbols “(+)” means the existence of the trace tephra deposit. Broken line shows the rim of the summit crater of Shinmoedake.



Fig. 5. A: Tephra deposit at the eastern rim of the S-17 crater. B: Section of the 2008 tephra deposit at the 50 point in Figure 6. C: Section of the 2008 tephra deposit at the 4Q point in Figure 6. D: A ballistic block landed at about 160m southwest of the S-17 crater.

点まで降灰が観測された（福岡管区気象台・鹿児島地方気象台，2008）。層厚が数 mm 以下の地域では，火砕物は泥雨として降下し，着地後に再移動したため，正確な降灰量を知ることは困難であった。

### 5-2 粒径

火口近傍に堆積した噴出物は礫サイズの粒子を多く含む淘汰の悪い火砕物である。特に，S-17 火口や西側割れ目火口の近傍には，投出岩塊と考えられる直径 30 cm を超える大型の岩塊が多数含まれる。火口から離れるにつれて噴出物の粒径は急激に減少し，粒径 4 mm を超える粒子のほとんどは火口から 1 km 以内に降下している。S-17 から約 700 m 離れた分布主軸上にあたる新燃岳山頂火口北東縁における最大粒径は約 5 mm で，粗粒砂サイズの火砕物粒子を多く含む。S-17 から約 2 km 離れた大幡山山頂付近では最大粒径は約 2 mm で，主に砂～シルトサイズの粒子から構成される。大幡池北東（S-17 から約 3.3 km）より遠方では 1 mm 以下の粒子からなり，

シルト～粘土サイズの粒子がその大部分を占める。

### 5-3 層序

火口近傍に堆積した噴出物は，その構成粒子の粒度や色調から複数のユニットが識別できる (Figs. 5 and 6)。たとえば，S-17 から北東に約 150 m 離れた 5J 地点では噴出物層は大きく 3 ユニットに区分でき，これらのユニットは分布主軸に沿って約 1 km にわたり追跡可能である (Fig. 6)。粒径や構成物の違いから，これらのユニットは火口近傍ではさらに複数のサブユニットに区分できる可能性があるが，それぞれのサブユニットの詳細は露出が限られているため困難である。Unit A は淘汰の悪い粗粒砂～細礫からなり，熱水変質および風化を受けた火山岩片を多量に含むため全体にやや黄褐色を呈する。S-14 の北縁部 (Fig. 6 中の 05J 地点) では，Unit A はさらに下半部の粘土質の層と，上半部の角礫を含むより粗粒な 2 層に区分できる。Unit B は灰白色の粘土からなり，シルト～砂サイズの粒子を少量含む。Unit C は最上

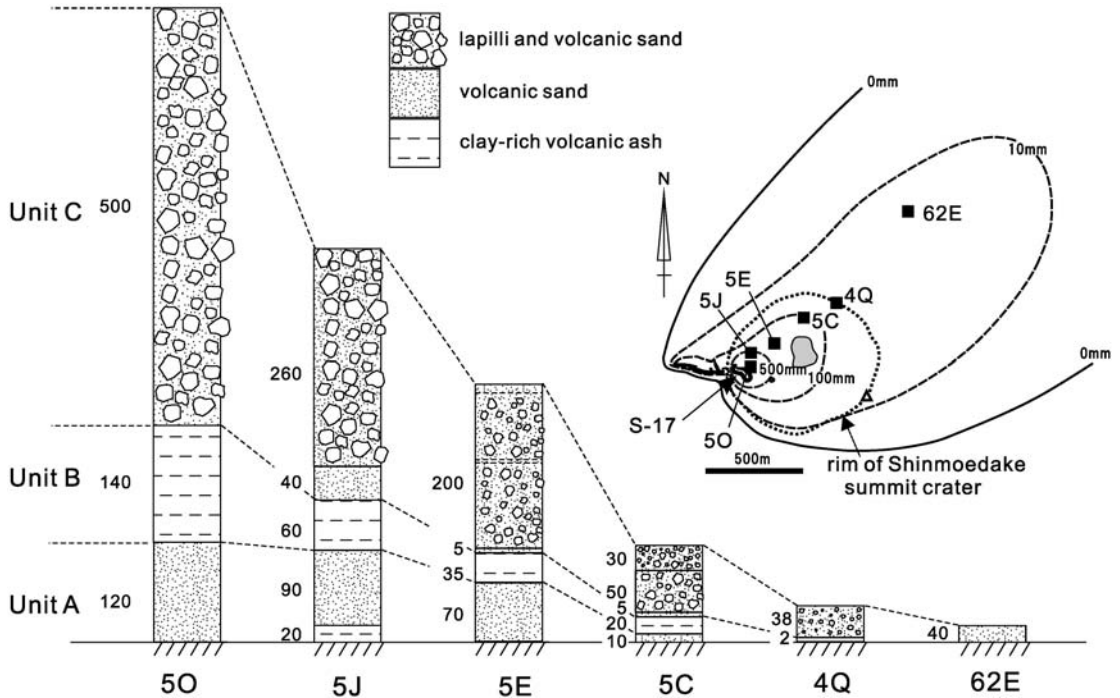


Fig. 6. Representative columnar sections of the 2008 tephra. Thickness of each bed is shown in mm.

位に分布するユニットで、比較的変質の影響が少ない暗灰色～黒色のガラス質火山岩礫に富む。基質は淘汰の悪い砂～シルトサイズの火砕物からなり、暗灰色を呈する。Unit Cの中にはさらに粒度の違いによる幾つかのサブユニットが識別できる場所もある。それぞれのユニットの等層厚線はいずれも S-17 周辺で最も層厚が大きくなること (Fig. 7) から、主要な火砕物ユニットは S-17 から噴出したと推測される。

S-15 の噴気群から北東側にむかって、やや明るい灰色を呈する粘土質噴出物が分布している (Fig. 3A)。この火砕物はその分布から、S-15 から噴出したと推測される。

西側割れ目火口は主に 3 つの右雁行するセグメントからなり、それぞれのセグメントの中央部には噴気孔が形成されている。それぞれの噴気孔の周りに個別の火砕物ユニットが局所的に分布しており、噴気孔の位置からそれぞれ火砕物が噴出したことを示している。

新燃岳山頂火口縁より遠方では噴出物層全体が薄化すること、および降雨による着地後の再移動のため、これらのユニットを識別することは困難である。

#### 5-4 投出岩塊

投出岩塊は S-17 を中心とする約 800 m の範囲に分布している (Fig. 8)。S-17 の近傍には、直径 1 m を超える岩塊が着地している。新燃岳山頂火口縁では、最大直径

50 cm 程度の岩塊が多数着地しており、大型の岩塊は衝突クレーターを形成している。岩塊はすべて既存の山体を構成していたと考えられる、さまざまな程度に熱水変質や風化を受けた溶岩や溶結火砕岩からなる。岩塊の下敷きになっている植物などには特に熱による影響は認められない。衝突クレーターの形状から推測される突入方向の分布は、これらの岩塊が主に S-17 から投出されたことを示している (Fig. 8B)。

#### 5-5 構成粒子

S-17 火口から北東に約 2 km 離れた大幡池周辺で採取した 2008 年噴出物の構成粒子を、実体顕微鏡および偏光顕微鏡を用いて観察した。噴出物のうち直径 1 mm 前後の粒子の大部分は、さまざまな程度に熱水変質を受けた火山岩片及び結晶片 (斜長石及び少量の輝石) から構成される (Fig. 9)。比較的変質が弱い岩片は、灰色～淡褐色の安山岩質火山岩片が大部分を占め、ごく少量の黒色ガラス質岩片を伴う。変質岩片としては、石英、粘土鉱物等を主体とする白色岩片が多数含まれる。また黄鉄鉱の細粒結晶が多量に含まれる。また火砕物を水洗した洗浄水を蒸発乾固させると、石膏と考えられる透明針状の結晶が晶出する。



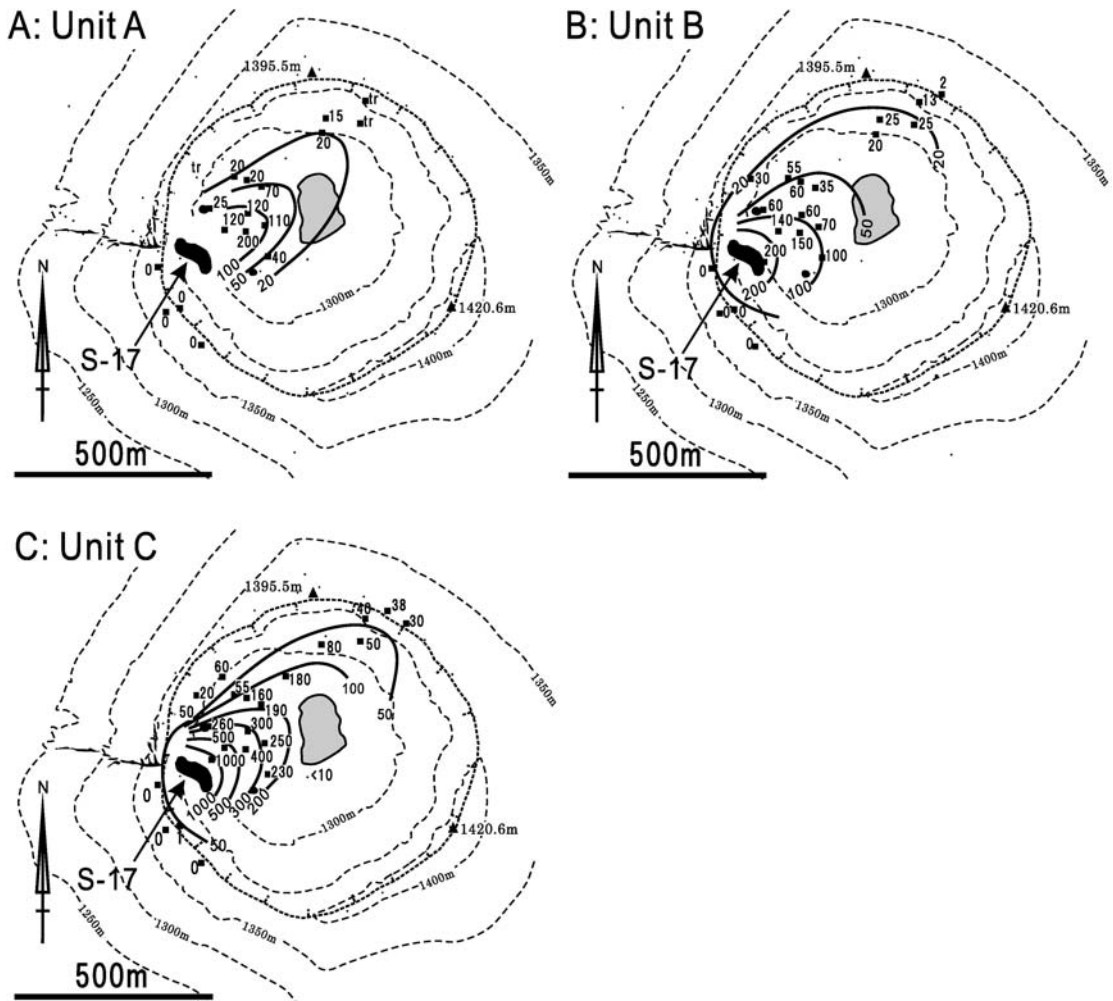


Fig. 7. A, B and C: distribution of Unit A, B and C. Unit of isopach is mm.

## 6. 噴出量の推定

噴出物の分布から、2008年噴火の噴出量を推定した。噴出量の推定には、単位面積当たりの堆積重量を噴出物の分布面積で積分する方法(宝田・他, 2001)に基づき、降灰面積( $x$ )に対する単位面積当たりの降灰量( $y$ )の関係をべき関数 $y=ax^b$ で近似し、降灰面積の全区間を積分することにより総噴出量を計算した。単位面積当たりの降灰量の変化をより良く近似できるように、5区間に区分して積分した(Fig. 10)。火口から2km以内の地域では、噴出物の堆積量を層厚で測定したため、新燃岳山頂付近および大幡山付近の3ヶ所で測定した堆積物の密度(1450, 1490, 1870kg/m<sup>3</sup>)の平均値1600kg/m<sup>3</sup>を用いて、層厚から単位面積当たりの堆積重量に換算した。

その結果、2008年噴火の噴出量は約20万トンと推測さ

れた(Fig. 10)。火砕物の分布は、層厚が50mm以上の地域内(S-17火口からおおむね1km以内の地域で、ほぼ新燃岳山頂火口内に相当する)に全体の約60%にあたる約12万トンの噴出物が堆積していることを示している。一方、層厚2mm以下の地域(分布主軸上で火口群から約3km以遠)に降下した火砕物の総量は全体の10%以下と見積もられる。

## 7. 考 察

2008年噴火の噴出量は約20万トンと見積もられる。この値は新燃岳1959年噴火(860万トン; 気象庁, 1959)よりは小規模である。近年国内で発生した水蒸気噴火あるいはマグマ水蒸気噴火と比較すると、九重山1995年10月噴火(20,000m<sup>3</sup>; 中田・他, 1996)、雌阿寒岳1996

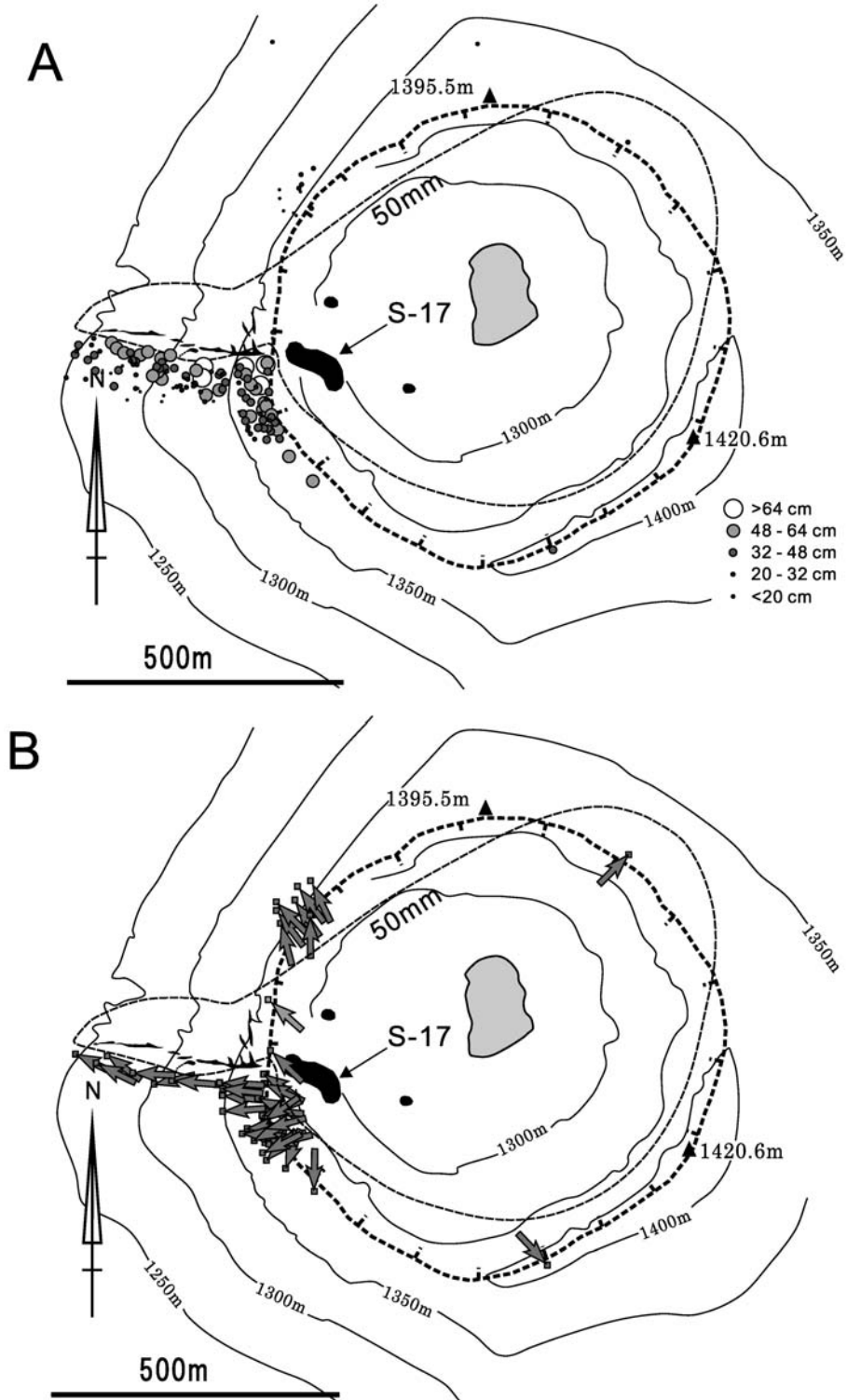


Fig. 8. A: distribution of the representative ballistic blocks. The 50-mm isopach shows the approximate area in which the thick tephra cover prevents the identification of the ballistic fragments. B: the landing direction of the ballistics inferred from the sag structures.

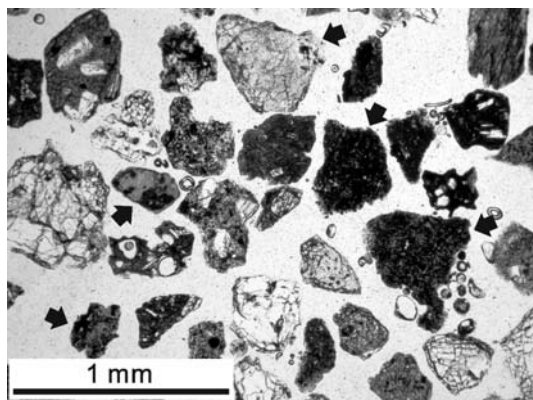


Fig. 9. Thin section of the pyroclastic grains of the 2000 tephra. Arrows show representative grains which was suffered from hydrothermally-alteration.

年 11 月噴火 (3.6 万トン; 広瀬・他, 2007) より大規模で, 北海道駒ヶ岳 1996 年 3 月 5 日噴火 (12 万トン; 宇井・他, 1997), 有珠火山 2000 年 3 月 31 日のマグマ水蒸気噴火 (約 12 万トン; 宝田・他, 2001) とほぼ同程度かやや上回る噴出量となる。すなわち, 最近約 20 年間に国内で発生した水蒸気噴火あるいはマグマ水蒸気噴火の中では最も規模の大きな噴火の一つである。

2008 年噴火噴出物は, すべて既存の山体を構成していた, いわゆる類質物質からなり, 明らかな本質物質は確認されていない。類質物質の大部分はさまざまな程度に熱水変質を蒙った岩片からなる。このことは今回の噴火の直接の原因が火山体内部に発達する熱水系からの水蒸気の噴出による, いわゆる“水蒸気噴火”であり, マグマが浅部まで上昇し, 地表に直接噴出するタイプの噴火ではなかったことを示している。今回の噴火に伴って形成された東西 800 m にわたるほぼ直線的な火口列は, 新燃岳山体を切断する幅 1~2 m 程度の開口割れ目の形成と, それを通路とする新燃岳山体内部の熱水系からの水蒸気の噴出を示している。新燃岳山頂火口内には 2008 年噴火以前から噴気が存在し, 電気伝導度調査から山体直下には大規模な熱水系が発達していることが知られており (鍵山・他, 1996), 今回の噴火はその熱水系の活発化が原因と考えられる。

今回の噴火では, 噴出物の約 60% が火口近傍 1 km 以内に降下したことが特徴的である。特に, 火山礫サイズの火砕物が火口近傍 1 km 以内に集中的に降下している。このような火口近傍に集中する降下火砕物の分布は, 今回の噴火の噴煙の上昇高度が極めて低かったことを示唆している。悪天候のため噴煙は目撃されていないが, 火口直上の噴煙上昇高度が低いことは, 噴煙柱の持つ熱エ

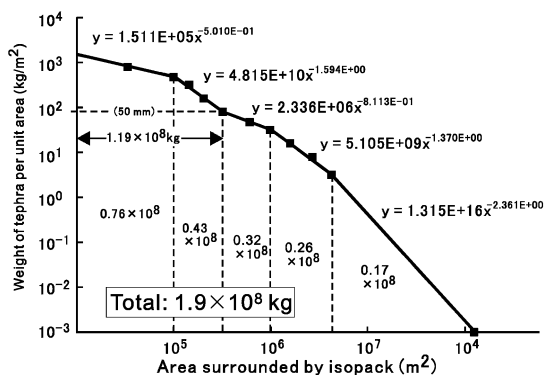


Fig. 10. Relation between area ( $m^2$ ) and weight of each isopack ( $kg/m^2$ ) for the 2008 tephra. The weight of the tephra per unit area was calculated by the thickness and representative density ( $1600 kg/m^3$ ) of the tephra. The total weight of the tephra was calculated by the summation of the integration of the approximation lines in each segment.

ネルギーが小さいことを示しており, 水蒸気噴火による比較的低温の噴煙の形成を支持する。

今回の噴火のメカニズムの理解には, なぜこのような開口割れ目が形成され, 熱水系の水蒸気が噴出したのかを理解することが重要である。S-17 火口から 800 m 以上の距離まで岩塊が飛散したことは, 爆発的な水蒸気の放出が発生したことを示しており, 開口割れ目の形成とあわせて, 熱水系の増圧が生じたことを示唆している。噴出物中には本質物質は見出されていないが, 噴火直後に数 10 t/日の二酸化硫黄ガスの噴出が認められたことは, マグマから分離した火山ガスが熱水系に供給されたことを示唆している。高温の火山ガスの注入が熱水系の活発化を促し, 噴火を誘発する可能性は他の火山でも推測されている。たとえば, 阿蘇中岳でしばしば発生している微噴火も, マグマ性の火山ガスが火口湖 (湯だまり) に注入されることがトリガーとなっていると考えられている (Miyabuchi *et al.*, 2008)。新燃岳でも深部のマグマからの火山ガスが熱水系に常時供給されているモデルが提唱されており (鍵山・他, 1996), 何らかの原因によりそのフラックスが増加したことが今回の噴火のトリガーとなった可能性がある。新燃岳では 1959 年, 1991 年に, それぞれ規模は異なるものの水蒸気噴火が発生しており, 今後もこのような水蒸気噴火が繰り返し発生するものと思われる。

## 8. まとめ

霧島火山新燃岳 2008 年 8 月 22 日噴火は, 新燃岳山頂



火口南部から西側山腹にかけて形成された、東西方向に伸びる延長約 800 m の火口列から噴火が発生した。火口列は、火口列中央部に開口した径 90 m × 30 m の火口 (S-17) と、その周辺より小さい火口群、東部の噴気地帯、新燃岳西側山腹の割れ目火口からなる。

2008 年噴火の噴出量は約 20 万トンと推定される。噴出物はすべて降下火砕物である。噴出物の大部分は火口列中央部に開口した S-17 火口から放出された。また投出岩塊は S-17 火口から約 800 m の範囲に飛散した。噴出物の 60% 以上は火口列から 1 km 以内の領域に降下した。特に、火山礫サイズの火砕物のほぼすべては火口列から 1 km 以内に降下した。一方、層厚 2 mm 以下の地域 (分布主軸上で火口群から約 3 km 以遠) に降下した火砕物の総量は全体の 10% 以下である。

噴出物は既存の山体に由来する類質岩片からなり、さまざまな程度に熱水変質を蒙った岩片を含む。また、黄鉄鉱や粘土鉱物などの熱水変質物に富む。

類質岩片からなり熱水変質物を多量に含む噴出物や、噴出物分布から推測される低い噴煙高度は、2008 年噴火が比較的低温の水蒸気を噴出したいわゆる水蒸気噴火であったことを示唆する。

## 謝 辞

現地調査に当たっては、気象庁地震火山部火山課、福岡管区気象台火山監視・情報センターには現地情報の提供や火口近傍調査中の火山活動の監視に協力いただいた。また、福岡火山活動監視・情報センター山内 博所長には、現地状況や火口名称についてご教示いただいた。環境省九州地方環境事務所、林野庁鹿児島森林管理署、霧島市役所には現地調査にあたり便宜を図っていただいた。また、廣瀬 亘・大場 司両氏による丁寧な査読および川輝樹編集担当委員によるコメントによって、本論文は大幅に改善された。以上の各機関および関係者の皆様に感謝します。

## 引用文献

福岡管区気象台・鹿児島地方気象台 (2008) 霧島山の火山活動資料 (平成 20 年 8 月)。火山活動解説資料 (平成 20 年 8 月)。  
 広瀬 亘・中川光弘・宝田晋治・吉田真理夫・岡崎紀俊・石丸 聡・佐々木寿・荒井健一・児玉 浩・佐藤十一・札幌管区気象台・釧路地方気象台・宇井忠英 (2007) 1996 年 (平成 8 年) 11 月および 1998 年 (平成 10 年) 11 月に発生した雌阿寒岳噴火。北海道立地質研究所報告, 78, 21-35。  
 井村隆介 (1995) 霧島火山の地質。東京大学地震研究所彙報, 69, 189-209。

井村隆介・小林哲夫 (1991) 霧島火山群新燃岳の最近 300 年間の噴火活動。火山, 36, 135-148。  
 井村隆介・小林哲夫 (2001) 霧島火山地質図。火山地質図 11, 地質調査所。  
 井ノ上幸造 (1988) 霧島火山群高千穂複合火山の噴火活動史。岩鉱, 83, 26-41。  
 鍵山恒臣 (1994) 霧島一や張力的応力場に生成した火山群。地学雑誌, 103, 479-487。  
 鍵山恒臣・歌田久司・増谷文雄・山口 勝・笹井洋一・田中良和・橋本武志 (1992) 霧島火山群・新燃岳 1991-92 年微噴火と電磁気観測。CA 研究会 1992 年論文集, 279-296。  
 鍵山恒臣・歌田久司・上嶋 誠・増谷文雄・神田 径・田中良和・増田秀晴・村上英記・塩崎一郎・市来雅啓・行武 毅・茂木 透・網田和宏・大志万直人・三品正明 (1996) 霧島火山群中南東部の比抵抗構造。火山, 41, 215-225。  
 気象庁 (1959) 気象要覧 714 号, 70-73。  
 気象庁 (2005) 日本活火山総覧 (第 3 版)。524-536。  
 Miyabuchi, Y., Ikebe, S. and Watanabe, K. (2008) Geological constraints on the 2003-2005 ash emissions from the Nakadake crater lake, Aso Volcano, Japan. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 178, 169-183。  
 Mori, T., Hirabayashi, J., Kazahaya, K., Mori, T., Ohwada, M., Miyashita, M., Iino H. and Nakahori, Y. (2007) A compact ultraviolet spectrometer system (COMPUSS) for monitoring volcanic SO<sub>2</sub> emission: validation and preliminary observation., *Bull. Volcano. Japan*, 52, 105-112。  
 中田節也・渡辺一徳・渡辺公一郎・本村慶信・檀原 徹 (1996) 九重火山, 1995 年 10 月-1996 年 1 月噴火: 地質と岩石。文部省科学研究費 (No. 07300017) 突発災害調査研究成果 1995 年 10 月九重火山の水蒸気爆発の発生機構と火山活動推移の調査・研究 研究成果報告書, 33-39。  
 奥野 充 (2002) 南九州に分布する最近約 3 万年間のテフラの年代学的研究。第四紀研究, 41, 225-236。  
 沢村孝之助・松井和典 (1957) 5 万分の 1 地質図「霧島山」及び説明書。地質調査所, 58p。  
 宝田晋治・吉本充宏・北川淳一・平賀正人・山元孝広・川辺禎久・高田 亮・中野 俊・星住英夫・宮城磯治・西村裕一・三浦大助・廣瀬 亘・石丸 聡・垣原康之・遠藤祐司・八幡正弘・野呂田 晋・新井田清信・石塚吉浩・工藤 崇・相沢幸治・本間宏樹・江草匡倫・石井英一・高橋 良 (2001) 有珠火山 2000 年噴火の降灰と火口近傍の状況。地質調査研究報告, 52, 167-179。  
 種子田定勝・松本征夫 (1959) 霧島火山新燃岳 1959 年 2 月の爆発。地質学雑誌, 65, 703-704。  
 筒井正明・富田克利・小林哲夫 (2005) 霧島・御鉢火山における 2003 年 12 月以降の噴気活動と明治~大正時代の火山活動。火山, 50, 475-489。  
 宇井忠英・吉本充宏・佐藤十一・橋本 勲・宮村淳一 (1997) 北海道駒ヶ岳 1996 年 3 月噴火の噴出量の再検討。火山, 42, 429-431。

(編集担当 及川輝樹)