

2017 年 10 月 19 日
産業技術総合研究所

霧島山（新燃岳）2017 年 10 月 14～16 日にかけての降灰量（速報）

霧島山（新燃岳）の 14～16 日の降灰分布と量をまとめた（図）。14 日 8 時 23 分に開始した噴煙高度が 2300m まで上昇して主に北東側に降灰した噴火と、その後、主に 15～16 日朝にかけて西側に降灰した噴火の降灰分布と量である。なお、14 日の噴火の実測値は層厚（mm）、15～16 日の降灰は単位面積当たりの値（ g/m^2 ）を示している。

実測値を基に火山灰の密度を $1 \text{ g}/\text{cm}^3$ として、Fierstein and Nathenson(1992)を手法によって各噴火の降灰量を求めると、14 日の噴火は、18 万トン、15～16 日の噴火は 1.4 万トンとなる。両噴火とも降雨中の調査であったため、それによる流出の影響はある。そのため、今回求めた降灰量は最低値と考えられるが、定量値をとった各地点は、桁違いに薄くなっていないと考えられる部分を注意深く選んだため、桁としては正確であると考えられる。

なお、降灰量の計算法などが異なるが、地震研・防災科研・熊本大が報告した 13 日までの降灰量と単純に足しあわせると、噴火開始の 11 日から 16 日までの降灰量は、26～45 万トンとなる。11～16 日にかけて、およそ数十万トンの噴出物が放出されたと考えられる。



2017年10月19日
産業技術総合研究所

2017 年 10 月 11～16 日の霧島山新燃岳噴出物構成粒子の特徴

2017 年 10 月 11～16 日の霧島山新燃岳噴出物には、マグマ物質と考えられるガラス光沢のある暗色粒子(G)が含まれている。その割合は時間とともに増加しており、マグマの供給が続いていることを示唆する。

10 月 11～16 日の噴出物には、ガラス光沢のある暗色粒子(G)、半透明の淡色粒子(K)、しばしば粒子表面に黄鉄鉱が付着する白色粒子(A)、結晶片(X)が含まれる。マグマ物質と考えられる G 粒子について電子顕微鏡観察(図 1)を行ったところ、これらの粒子には風化・変質が認められなかった。また、G 粒子に含まれるかんらん石の正累帯構造が拡散で消失していないこと(図 2)、石基鉱物の磁鉄鉱は顕著なラメラ構造を示さないことから、G 粒子の冷却速度は比較的早いと考えられる。これらのことから、**G 粒子は 2011 年噴火時の火口内容岩ではなく、新たに供給されたマグマ由来である可能性が高い。**石基鉱物として含まれる磁鉄鉱の化学組成は比較的集中した値を持つ。かんらん石と輝石はしばしば数 μm の反応縁を持ち(図 2)、高温マグマが混合したことを示唆する。

A 粒子は山体を構成する既存の岩石が熱水変質を受けたものだと考えられる。K に分類される粒子は色調や新鮮度が多様であるため、新たなマグマ、2011 年の噴火で火口底に溜った溶岩、その変質したものが含まれると考えられる。

火山灰中に含まれる G 粒子の量は、11 日噴出物から 15～16 日噴出物にかけて増加した。また、12 日および 14 日噴出物中の G 粒子は、11 日および 15～16 日のものに比べて発泡度が高い粒子の割合が増加した。さらに、10 月 14 日と 10 月 15～16 日は、やや濃い色調をもつ K 粒子の割合が増加した。また、よく発泡した淡色火山ガラスからなる軽石(P)がごく少量($<0.1\%$)含まれる。P には風化・変質の痕跡が認められない。

10 月 14 日以降に G 粒子(+K 粒子)の割合が増加し相対的に A 粒子の割合が減少したのは、新たなマグマの関与が増加したためだと考えられる。また、12 日と 14 日に発泡度が高い G 粒子の割合が増加したことは、マグマ噴出率が高かったためであると考えられ、これは両日の噴煙高度が約 2km と高かったことと整合的である。また 14 日以降にごく少量の軽石(P)がみられるようになったのは、深部から急減圧したマグマが存在していることを示唆する。

霧島山(新燃岳)

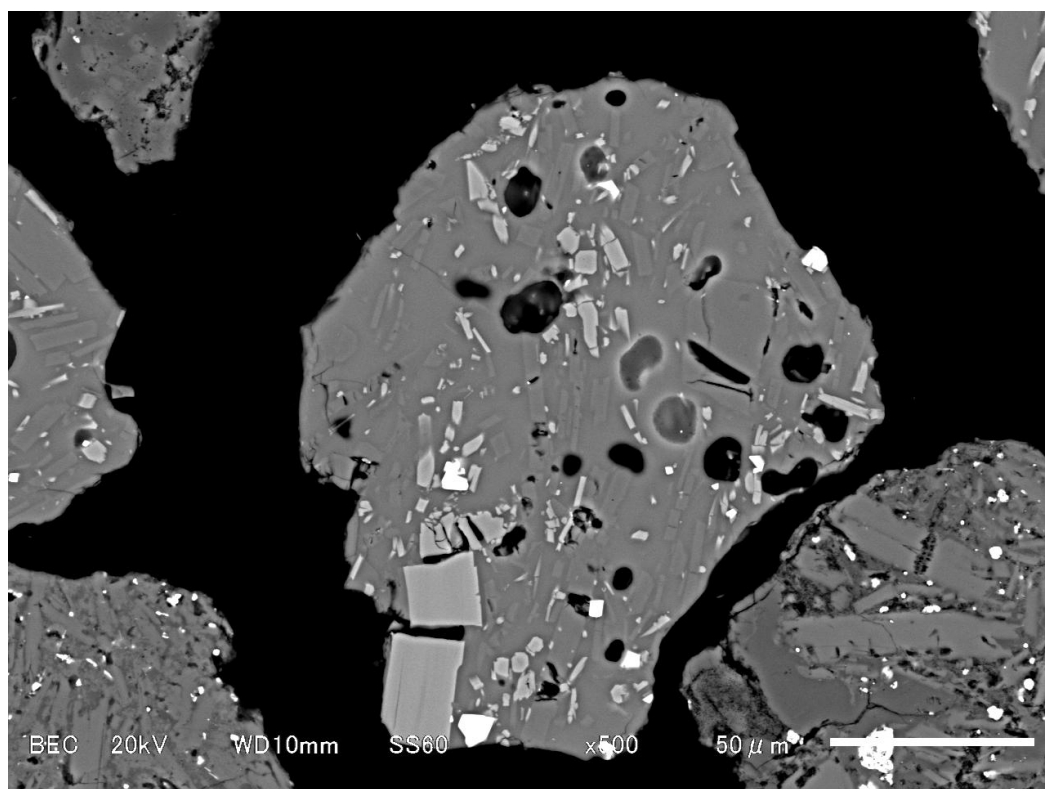


図 1. 代表的な G 粒子（中央）の断面の反射電子像.

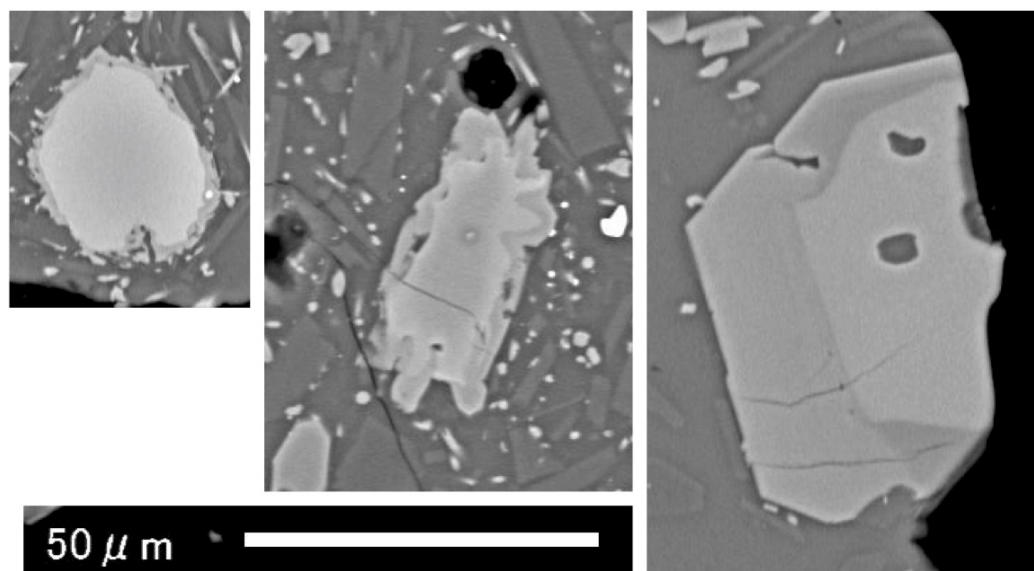


図 2. G 粒子の石基鉱物の反射電子像. (左, 中) 累帯構造が見られるかんらん石, 斜方輝石の反応縁を持つ. (右) 単斜輝石の反応縁をもつ斜方輝石.

霧島山（新燃岳）

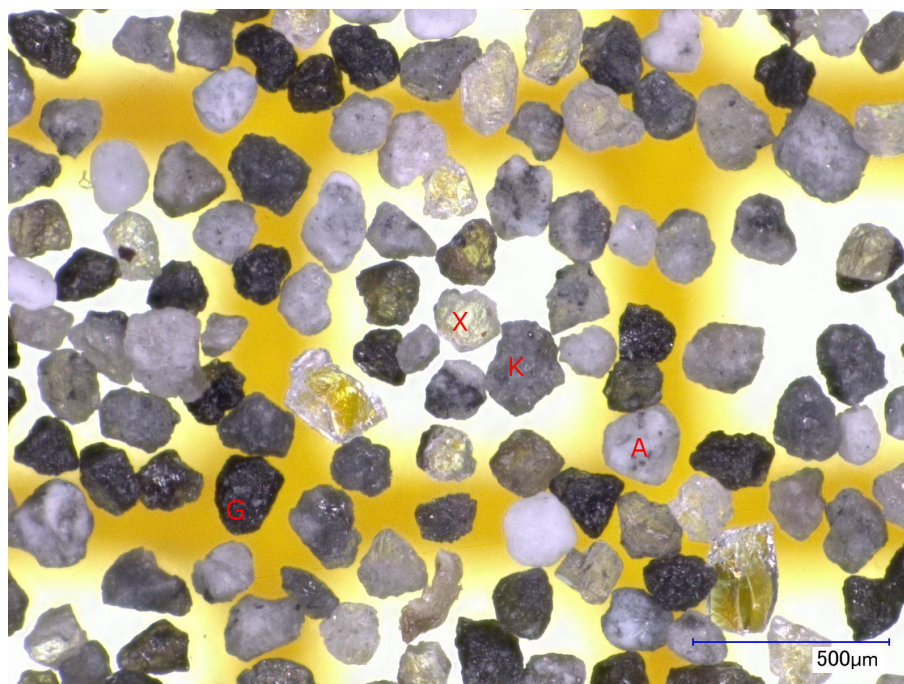


図 3. 2017 年 10 月 11 日噴出物（直径 125～250 μm ）の実体顕微鏡写真.

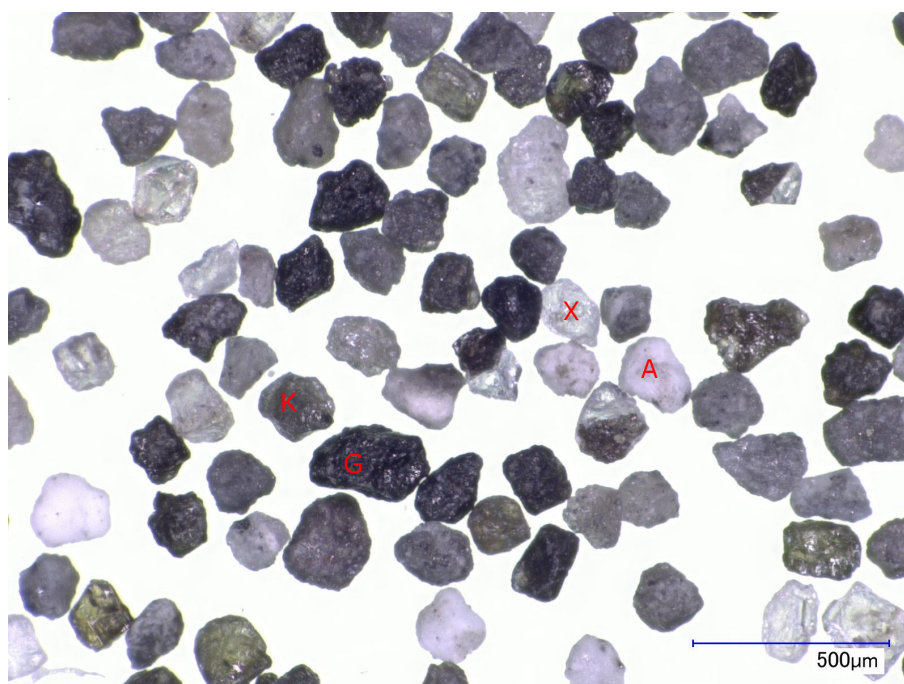


図 4. 2017 年 10 月 12 日噴出物（直径 125～250 μm ）の実体顕微鏡写真.

霧島山（新燃岳）

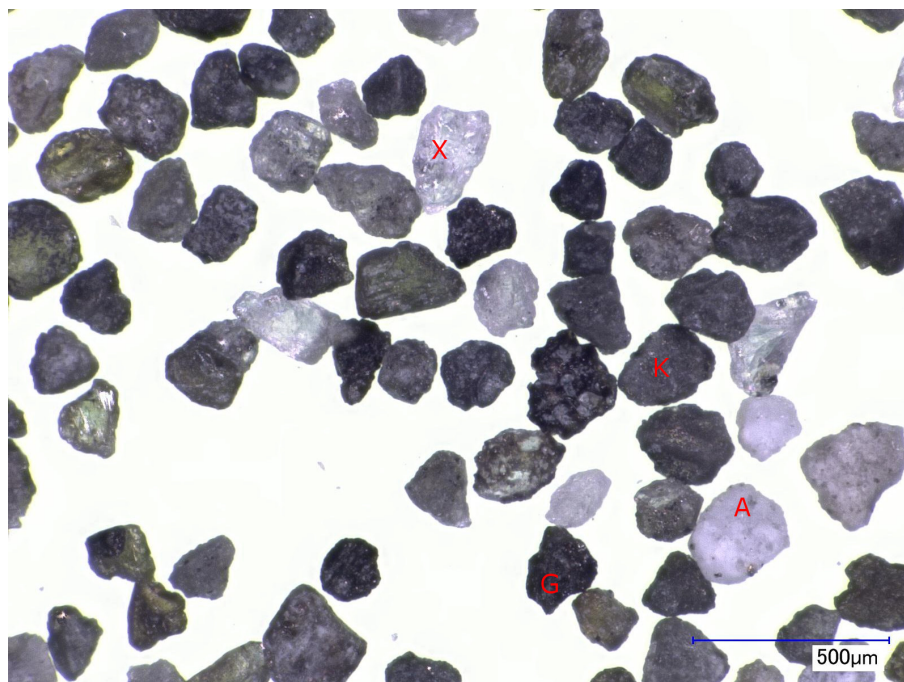


図 5. 2017 年 10 月 14 日噴出物（直径 125～250 μm）の実体顕微鏡写真.

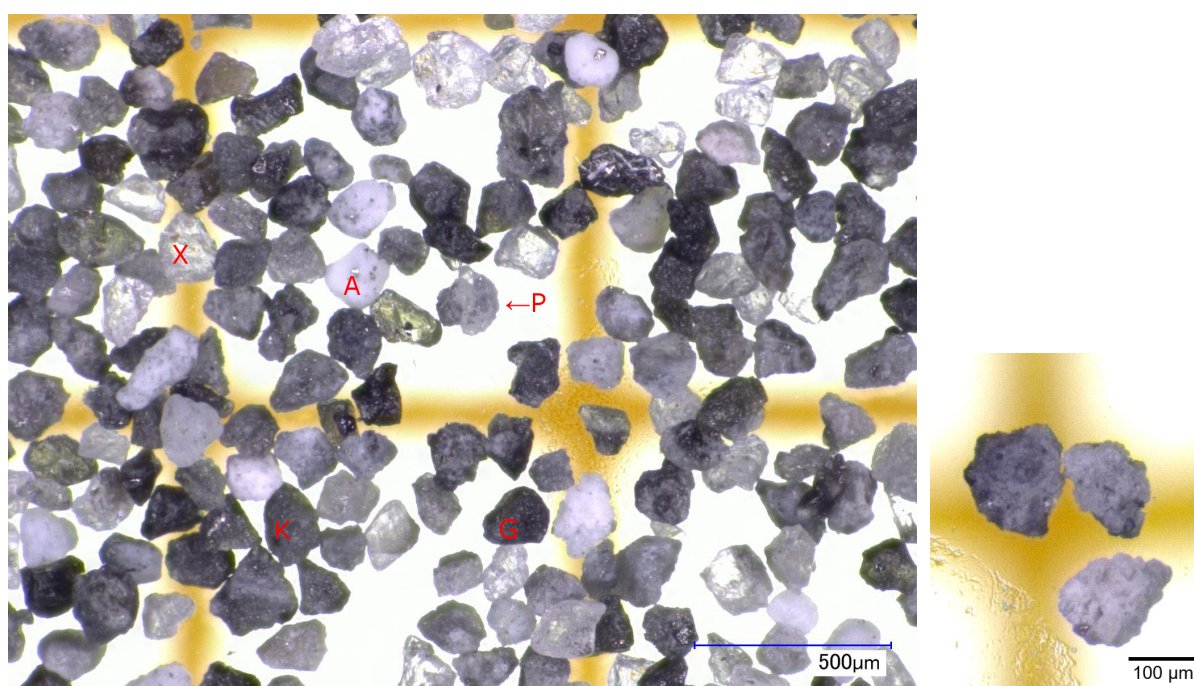


図 6. (左) 2017 年 10 月 15～16 日噴出物（直径 125～250 μm）の実体顕微鏡写真. (右) よく発泡した淡色火山ガラスからなる軽石(P).

霧島山（新燃岳）

霧島山（新燃岳）2017 年 10 月火山灰の構成鉱物分析

霧島山(新燃岳)火山灰の細粒分の構成鉱物分析を行った。その結果、粘土鉱物はほとんど検出できず、今回の噴火が大規模な熱水変質域で発生しその周囲の変質域起源の粒子を多量に放出するような典型的な水蒸気噴火ではないことを示している。

1. 分析試料

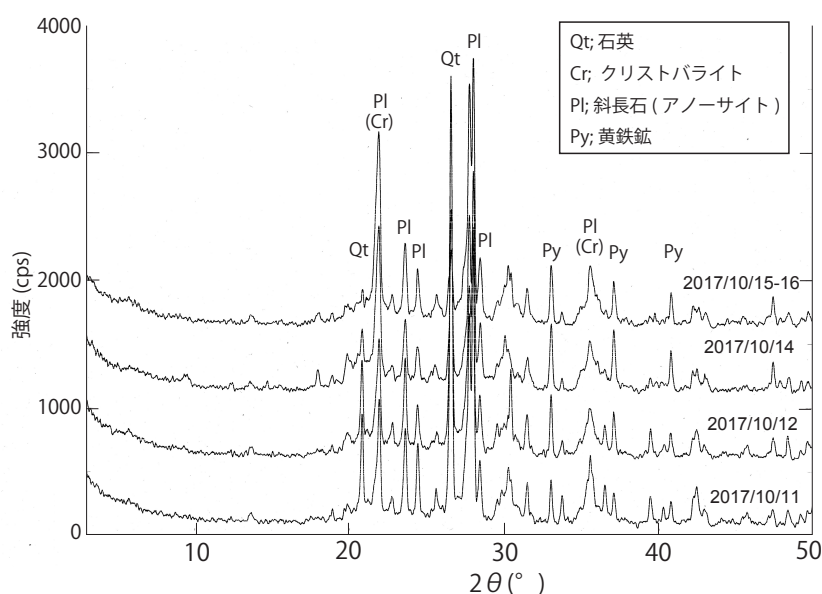
分析を行った試料は、下記の 4 試料である。

- 2017 年 10 月 11 日 18 時採取火山灰 (GSJ Sample ID: 17-K2)
- 2017 年 10 月 12 日 14 時採取火山灰 (17-K5)
- 2017 年 10 月 14 日 11 時採取火山灰 (17-K3)
- 2017 年 10 月 16 日 10 時採取火山灰 (17-K7)

2. 分析手法

サンプルをイオン交換水中に分散後、開口径 $63\mu\text{m}$ のメッシュクロスを通じた細粒成分を蒸発乾固した。その後、メノウ乳鉢を用いた粉碎試料の X 線回折分析 (XRD) を行った。

3. 結果



確認された鉱物は、斜長石(アノーサイト)、石英、黄鉄鉱である。粘土鉱物を示すピークはほとんど確認できない。また、石英のピークは、10/11 および 10/12 火山灰では明瞭であるが、10/14 火山以降ピーク値が低くなるなど、活動継続に共に伴う変化も認められた。

4. 考察

粘土鉱物がほとんど検出されないことから、噴火が大規模な熱水変質域で発生しその周囲の変質域起源の粒子を放出するような典型的な水蒸気噴火ではないと推測される。

2017 年 10 月 12 日霧島新燃岳火山ガス観測報告

10 月 12 日セスナ機を用いた火山ガス組成および SO_2 放出率の観測を実施した。火山ガス組成観測は 10:35-10:45、 SO_2 放出率観測は 9:43-9:53 に得られた結果を解析した結果報告する。

火山ガス組成： $\text{CO}_2/\text{SO}_2 = 1.6$ 、 $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S} = 2.7$ 、 $\text{H}_2/\text{SO}_2 = 0.01$ （モル比）

SO_2 放出率：1-2 万 t/d 程度

（風速 1m/s あたりの放出率 4100t/d、風速 2.6-5.2m/s で算出）

観測時には高度により風向が異なり、図 1 に赤線で示すように噴煙は広範囲に流れていたため、正確な推定は困難であるため概算値。

火山ガス組成は、比較的高い圧力で放出された高温火山ガスを起源とするガスが 400-500 度程度に冷却された際に生ずる組成と考えて矛盾はないが、その他の可能性を排除するだけの根拠はない。 SO_2 放出率は、噴火中の比較的短時間の値としても非常に大きく、火山ガスを供給した大量の起源物質が噴火に関与していたことを示す。

$\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は高温火山ガスとしてはやや小さいが、熱水系を起源とする火山ガスとしては非常に大きく、熱水系起源とは考えにくい。また、2014 年御嶽山噴火後の 0.3 と比較して大きい。2011 年新燃岳噴火、2015 年口永良部島噴火では、いずれも噴火直後には 10 前後であった $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比が、時間とともに 2 程度まで減少しており、脱ガス深度の増加と解釈している。同様に、今回の組成も比較的高い圧力でマグマから分離されたガスである可能性がある。

通常マグマ中の S 濃度は 0.1wt%以下であり、マグマから火山ガスを放出するためには SO_2 放出量の 500 倍以上の重量のマグマを必要とする。 SO_2 放出率 10,000t/d での噴火継続時間を 2.4 時間とすると、少なくとも 50 万 t の未脱ガスのマグマを必要とする。

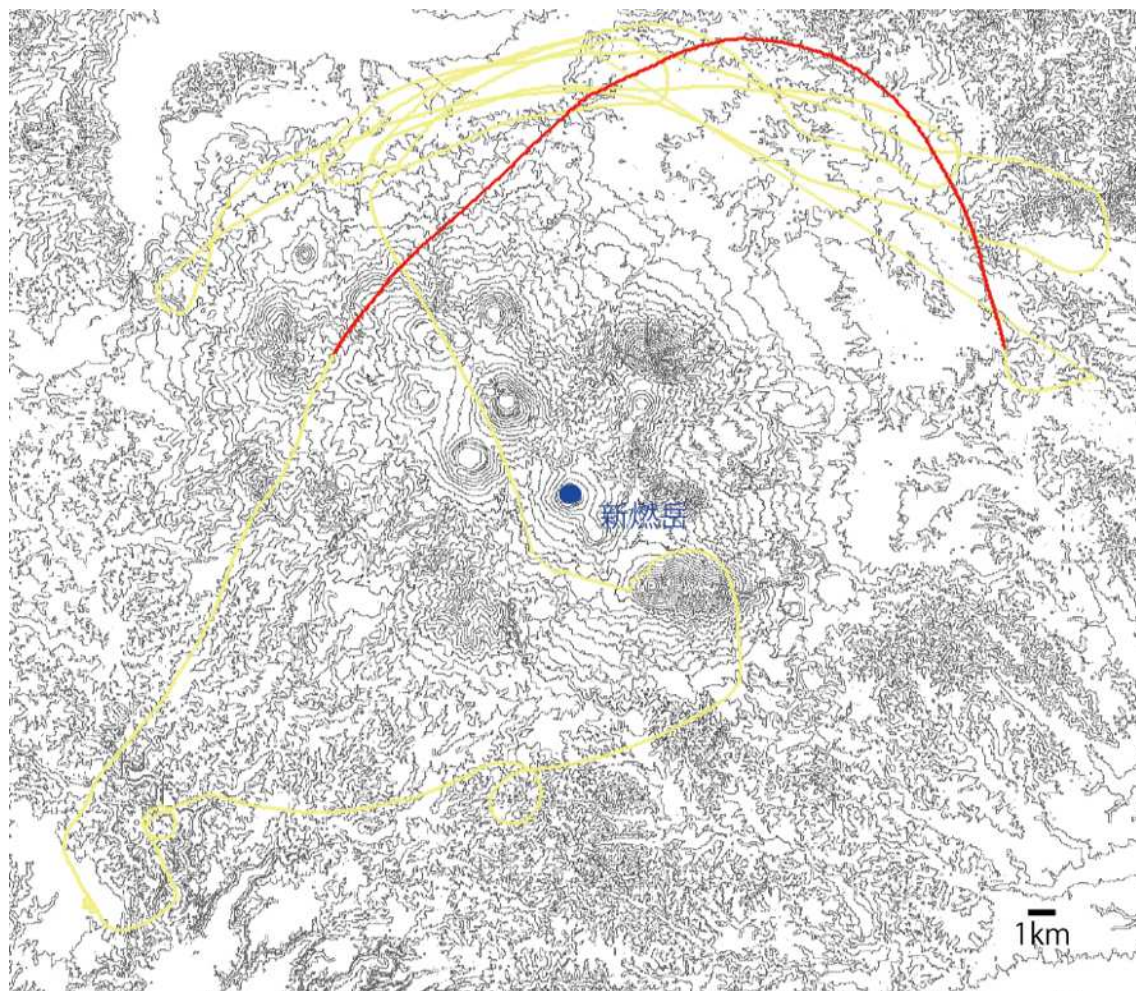


図1 セスナ観測のフライトルート（黄色）。赤は SO_2 放出率測定時の軌跡。
地図作成にあたり、国土地理院発行の基盤地図情報を使用した。

新燃岳 2011 年火口内溶岩湖の熱的検討 - 第 2 報

新燃岳 2011 年噴火で形成された火口内溶岩（溶岩湖）は、厚さ最大 100m 強、直径 500–600m に達し、蓄える熱エネルギーは膨大である。この溶岩がまだ高温状態を保っているかを、簡単な熱伝導冷却モデルにより検討した。その結果、

- ☆ 形成後 80 ヶ月が経過し、表面付近は冷却が進んだが、中心部は依然高温と考えられる。
- ☆ 中心部が完全に冷却するまでに、数十年の時間を要する。

（本資料は 2011 年 3 月 22 日開催の第 119 回火山噴火予知連絡会に提出した資料を元としている。）

【熱モデル】

新燃岳の火口内溶岩は厚さに対して広がりが大きいため、その形状を 1 次元平板で近似。

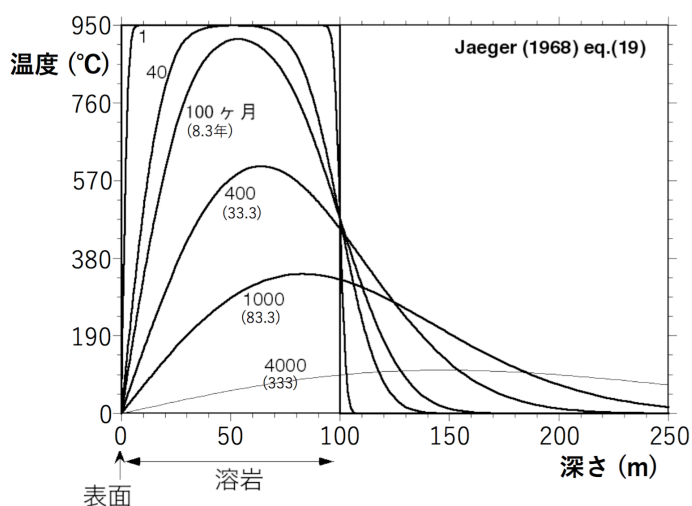


図 1: 厚さ 100m・初期温度 950°C の板の熱伝導による冷却 (Jaeger, 1968). 表面は温度 0°C に保たれ、板の内部とその下 (100m 以深) は熱伝導で冷却。

表面は温度 0 に保たれ、板 (溶岩) の内部とその下 (母岩) は熱伝導で冷却。深さ無限大で温度 0。固化潜熱等は無視した。

【新燃岳への適用】

熱拡散率 $\kappa \doteq 1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, 溶岩の厚さ 100m・初期温度 950°C とする。たとえば冷却開始 100 ヶ月後 (現在の状態に近い) においても、内部は依然高温で、800–900°C 程度になる (図 1)。中心部が顕著に冷却するには、数十年の時間を要する。

本モデルは、潜熱の効果 (冷却が遅れる) を無視しているが、一方で降雨が溶岩内部に浸透・蒸発して熱を奪う効果 (冷却が早まる) も大きいと言われている (対流の効果は小さいと言われている)。いずれにせよ、冷却時間はオーダーでは変わらないと考えられる。

【ハワイの溶岩湖との比較】

キラウエア火山 1959 年噴火でできたキラウエア・イキ溶岩湖は深さ最大 120m で、本例と同規模である。内部の熔融層の消失まで 22 年、完全固化まで 35 年ほどを要している。

ただし、キラウエア溶岩は玄武岩、新燃岳溶岩は安山岩であり、新燃岳溶岩のほうが流動性に乏しいと考えられる。