

火山灰の色から火山弾の温度を推定する方法：三宅島2000年8月18日のカリフラワー状火山弾

Temperature estimation of volcanic bomb using color of oxidized ash underneath: The August 18, 2000 eruption of Miyakejima

宮城 磯治[1], 東宮 昭彦[2]

Isoji Miyagi[1], Akihiko Tomiya[2]

[1] 地調, [2] 産総研・地調

[1] GSJ, [2] GSJ, AIST

<http://www.gsj.go.jp/~imiyagi/Works/Event/Miyake2000/>

はじめに

三宅島は2000年8月18日に一連の活動のなかで最大規模の噴火をしたが、この噴火が水蒸気噴火かマグマ水蒸気噴火かいずれであるかについては議論があった。なぜなら、明らかに高温物質が出たという証拠が当時見つかっていなかったからである。

この噴火では見かけがカリフラワーに似て表面がモコモコした火山弾（以後「カリフラワー状火山弾」と呼ぶ）が放出されたが、特にサイズの大きなもの（10cm以上）ではその底部が平たく塑性変形しているように見えること、底に敷いた火山灰が赤く変色（酸化）していることから、これが高温であったことが示唆された。しかし、落下時の具体的な温度は不明だった。もし火山弾の温度がマグマと同程度であれば、この噴火でマグマが放出されたことは明らかであると考えられる。

そこで、本研究では底に敷かれた火山灰の色（赤みの強さ）をもちいて、それが加熱された温度の推定を試みた。さらに、熱伝導計算により、火山灰をその温度まで加熱させた火山弾の温度を見積もった。

手法と条件

角閃石粉末が空気中で加熱されたときの色と温度の関係についてはMiyagi et al., 1998 (Geochem. J., vol. 32, 33-48)の研究がある。今回はそれを応用して、角閃石粉末の代わりに8月18日の火山灰を出発物質として加熱実験を行なった。火山灰試料数グラムを磁製のつぼに入れ、あらかじめ実験温度にした大気雰囲気電気炉の中で、11種類の温度(200~600)・時間(6~360分)による加熱実験を行なった。加熱された火山灰と、火山弾の下に敷かれていた火山灰を、土色計(Minolta SPAD-503)を用いて測色した。

熱伝導計算は以下の仮定に基づいて行なった：火山弾は円筒形、着地時は均温（落下中の冷却が無視できる程度に大きいことが前提～目安は10cm以上）、円筒の一方の端面は半無限の地表面に接触し熱伝導により冷却、空気と接するその他の面は線型熱伝達により冷却。熱拡散係数は火山弾も地面も同じ $10^{-6} \text{m}^2/\text{sec}$ とした。

分かったこと

8月18日の火山灰が加熱されたときの色の変化は角閃石粉末を加熱した時とほぼ同じであり、色と加熱温度の間には良い相関があることが判明した。実験によって得られた温度と色の相関を用いて(1)火山弾に直接附着していた火山灰と、(2)火山灰の下約1cmの火山灰の加熱温度を推定したところ、(1)は約500、(2)は約350であることが分かった。

一方、加熱シミュレーション計算の結果、半径10cmの火山弾の場合、着地面(1)は火山弾初期温度との温度差の約半分弱まで加熱されること、接地面から1cm下の火山灰(2)は約3分の1強まで加熱されることが判明した。

解釈

室内実験から推定された火山灰の加熱温度をこれに適用すると、(1)附着した火山灰および(2)1cm下の火山灰から推定される火山弾の初期温度は(1)も(2)も約1000と推定された(ただし誤差が少なくとも100は見込まれる)。

よって、8月18日の噴火のカリフラワー状火山弾はこの噴火に直接関与したマグマ物質であることが示された。

なお、8月18日の噴火で高温のカリフラワー状火山弾が放出されたのは一連の堆積物の最上部(噴火末期)であって、その下位は同年7月14日のマグマ水蒸気噴火同様火山灰が主体である(伊藤ほか)。噴火の末期に高温の火山弾が放出されたことから、8月18日のマグマ水蒸気噴火は後半ほどマグマ噴火的だった可能性がある。そこで現在8月18日の全層準の火山灰粒子について、組織観察と分析を行いつつある。