

カルデラ形成に伴うマグマ水蒸気噴火噴出物からみた噴火メカニズム

Mechanism of phreatomagmatic eruptions associate with caldera collapse:

下司 信夫[1]

Nobuo Geshi[1]

[1] 産総研・地球科学情報

[1] GSJ, AIST

苦鉄質火山の山頂部における陥没カルデラの近傍には、しばしばマグマ水蒸気噴火を示唆する細粒火山灰を主体とする噴出物が発達しており、陥没カルデラの形成に伴ったマグマ水蒸気噴火の産物であると考えられている。ここでは、陥没カルデラの形成プロセスとそれに伴うマグマ水蒸気噴火のメカニズムを明らかにするために、陥没カルデラの形成に関係すると考えられる三宅島 2000 年噴出物と、ハワイキラウエア火山山頂カルデラ(キラウエアカルデラ)が形成された 1790 年噴火の噴出物と考えられているケアナカコイ火山灰に含まれる本質物質の特徴を検討した。

三宅島 2000 年噴火では、山頂陥没カルデラの形成に関連してカルデラ内からの断続的なマグマ水蒸気噴火が発生し、約 2.2×10^{10} kg の火砕物が噴出し、カルデラ周辺に堆積した。カルデラ縁近傍での噴出物は淘汰の悪い火山角礫層～火山灰層で、粒径や構成粒子の比率の違いにより複数の降下ユニットに識別される。高速の火砕流やサージの特徴を持つ堆積物はカルデラ外では確認されていない。噴出物の大部分は既存の山体を構成していたさまざまな程度に熱水変質を受けた岩石片からなるが、新鮮なスコリアからなる本質物質を最大 40%程度含む。これらの本質物質はさまざまな程度に発泡した黒色スコリア片からなる。それぞれのスコリア粒子は比較的平滑な破断面で囲まれた外形を呈する。石基中の気泡は直径数～数 10 ミクロンの球～楕円状を呈し、ほとんど連結していない。石基部分の発泡度は 10～50%の範囲で、結晶度は 10～60%である。単一の火砕物粒子(径数 mm)の内でも石基の結晶度・発泡度に不均質が見られる。石基の結晶度と発泡度には正の相関があり、ガラス質のスコリア片中には数 10 ミクロン以上の大型の気泡が散在するのみで、全体の発泡度は低いのに対し、石基結晶度の高いスコリア片では径数ミクロンの細かい気泡の存在によりスコリア全体の発泡度が高くなっている。粉碎された本質片を含み、かつ熱水変質鉱物に富む噴出物の特徴は、カルデラ成長過程において、地下の熱水系とマグマとの接触によってマグマ水蒸気噴火が発生したことを示唆している。

キラウエア火山ケアナカコイ火山灰は、よく成層し斜交層理の発達した細粒の火山灰層と、それに挟在する火山角礫層からなる。ケアナカコイ火山灰層の下部から中部にかけては比較的細粒で斜交層理の発達した細粒火山灰からなり、しばしば径数 mm の火山豆石を多く含む。上部は淘汰の悪い火山角礫層からなり、その間に細粒成層した薄い火山砂～火山灰層がはさまれる。ケアナカコイ火山灰層に含まれる本質物質は、極めてよく発泡した淡褐色ガラス質のスコリア～軽石片からなり、しばしばペレーの毛を含む。本質物質の発泡度は 50 - 90%である。細粒火山灰の大部分(>60%)はガラス質の本質物質からなり、既存の溶岩片からなる類質岩片は三宅島 2000 年噴出物に比べるとはるかに少ない。

三宅島 2000 年噴火では、陥没カルデラ床に貫入したマグマが地下水と接触しマグマ水蒸気噴火が発生した。三宅島 2000 年噴火本質物の石基ガラスには 1.5%程度の水が含まれており(宮城・森下, 2001)、数 10MPa の平衡圧力が推定される。また、噴火中にはカルデラ床には地表水は認められず、さらにカルデラ床に開口していた火口からはしばしば熱水の湧出が観測されていることや、地表付近にはほとんど見られない熱水変質岩片が噴出物中に多量に含まれていることなどからも、マグマ水蒸気噴火に関与した水は地下 1km～数 km に存在した熱水であったと推測される。一方、キラウエアカルデラのケアナカコイ火山灰に含まれるよく発泡した本質物質は、ケアナカコイ噴火が地表付近まで上昇し十分減圧したマグマによって引き起こされた噴火であることを示唆し、地表水の進入によるマグマ水蒸気爆発が提唱されている(Mastin, 1997)。カルデラ形成に関係するこれらのマグマ水蒸気噴火のメカニズムの違いは、カルデラが形成された火山体本体の構造や、陥没プロセスの違いを反映していると考えられる。三宅島 2000 年噴火では、山体に貫入していたマグマと地下水が陥没による山体の破壊によって機械的混合しマグマ水蒸気噴火が発生したと考えられる。