

先カルデラ火山活動の長期変遷に関するバリ地域とジャワ東部テンガー火山地域との地質学的比較

Comparing long-term variation of pre-caldera volcanic activity in Bali and in Tengger caldera region, East Java

土志田 潔^{1*}, 竹内 晋吾¹, 古川 竜太², 高田 亮², ANDREASTUTI, Supriyati³, KARTADINATA, Nugraha³, HERIWASESO, Anjar³, PRAMBADA, Oktory³, MULYANA, Rosgandika³, NURSURIM, Asep³
 TOSHIDA, Kiyoshi^{1*}, TAKEUCHI, Shingo¹, FURUKAWA, Ryuta², TAKADA, Akira², ANDREASTUTI, Supriyati³, KARTADINATA, Nugraha³, HERIWASESO, Anjar³, PRAMBADA, Oktory³, MULYANA, Rosgandika³, NURSURIM, Asep³

¹ 電力中央研究所, ² 産総研地調, ³ CVGHM

¹ CRIEPI, ² AIST, GSI, ³ CVGHM

大規模火砕噴火を発生するカルデラ火山の長期評価は火山学や噴火の影響評価において重要な課題である。大規模火砕噴火は大量のマグマを長時間かけて蓄積した火山で発生すると考えられる。カルデラ火山の長期的な変化を検討するため、インドネシア・スンダ弧の Bali 島・東部 Java 地域に分布する活動的なカルデラ火山の周辺地域を踏査した。現地踏査では先カルデラ火山岩類を対象に網羅的な地形観察・岩石試料採取を実施し、採取した試料の斑晶量・全岩化学組成・K-Ar 年代測定を進めている。

Bali 地域では、Batur, Bratan 両カルデラ火山において最近 3 万年間に大規模噴火が繰り返し発生している。Bali 地域の先カルデラ活動について、1.6Ma, 0.7-0.5Ma, 0.2Ma-現在、の計 3 回の活動期と各活動期を挟む休止期が K-Ar 年代測定により見出された。Batur, Bratan カルデラ火山の外輪山は、ともに 0.6-0.5Ma の地形が開析された火山と、これを覆う 0.2Ma より新しい火山とから構成され、カルデラは複数の時代に形成された火山体の中間位置に形成されたことが明らかになった。0.2Ma より新しい火山は、0.5Ma より古い火山と比べ体積が大きいことから、Bali 地域では最近 100 万年間以上の期間では長期噴出率が増加傾向にあるといえる。噴出物のうち安山岩類の斑晶鉱物組合せは活動時期ごとに変化し、角閃石斑晶を含む安山岩は第四紀前期、斜方輝石斑晶を含む安山岩は 0.5Ma の活動期までに出現が限られるのに対し、単斜輝石斑晶は全活動期の安山岩に出現する。これら単斜輝石斑晶は薄片では淡色であり、Mg#が比較的高いことを示し、高温のマグマに由来すると考えられる。0.2Ma より新しい活動期には、無斑晶質安山岩溶岩が特徴的に噴出し、Batur, Bratan 両カルデラの外輪山を構成する巨大な盾状火山を形成するとともに、盾状火山の外部に位置する小型の火山を形成した。この無斑晶質安山岩類は、Bali 地域の他の安山岩類と比べ、全岩化学組成の FeO*/MgO 比が大きく、K₂O, TiO₂ に富む。

東部 Java の Tengger カルデラ火山は、Sand Sea カルデラに分布する中央火口丘 Bromo が活火山であり 2010-2011 年にも噴火した。Tengger 火山地域では、1.7Ma, 0.5Ma, 0.3Ma, 0.1Ma-現在と、少なくとも 4 回の活動期が見出された。Tengger 地域の活動開始時期は Bali 地域と同様であるが、2 回発生したカルデラ形成噴火は Bali 地域と比べはるかに古い。このうち 2 回目の Sand Sea カルデラ噴火時に噴出した溶岩の K-Ar 年代は 0.3Ma である。また、カルデラ北壁の玄武岩溶岩から 0.5-0.45Ma, 南壁の玄武岩質安山岩溶岩から 0.3Ma の年代が得られたことから、Tengger 火山でもカルデラ外輪山は複数の時代に形成された火山体が重なり合い形成されたことが明らかとなった。各年代値から、0.45-0.3Ma の間に 1 回目の Ngadisari カルデラ噴火とイントラカルデラ期の活動が起きたと考えられる。

Tengger 火山の長期活動変化には、この他にも Bali 地域との類似点が認められる。単斜輝石安山岩は各活動期に共通して活動することに対し、斜方輝石安山岩はカルデラ形成以前の活動期に限り活動した。これらの単斜輝石斑晶は鏡下で淡色であり、Mg#が比較的高いことを示し、高温のマグマに由来すると考えられる。また、イントラカルデラ期に新たに無斑晶質安山岩溶岩が噴出し、この無斑晶質安山岩溶岩はカルデラ形成噴火の火砕物と全岩化学組成が類似し、これ以前の活動期の安山岩と比べ FeO*/MgO 比が大きく、K₂O, TiO₂ に富む。

イントラカルデラ期の活動では、初期に不均質な岩石組織を有する玄武岩質安山岩が噴出し、後期に均質かつ無斑晶質安山岩が噴出したことが見出された。この無斑晶質安山岩の全岩化学組成は 2 回目のカルデラ形成噴火である Sand Sea 噴火の火砕物と類似する。よって、イントラカルデラ期には、時間の経過と共に安山岩マグマが蓄積したことが示唆される。Tengger 火山の現状について Bromo など中央火口丘の火山弾や溶岩をイントラカルデラ期・カルデラ形成噴火の噴出物と比較すると、安山岩類の全岩化学組成は互いに類似している。一方、岩石組織は不均質でありイントラカルデラ期と異なる。

本研究の地質調査は、JST-JICA-RISTEK-LIPI の地球規模課題対応国際科学技術協力事業「インドネシアにおける地震火山の総合防災策」の一部として 2009-2011 年度に実施した。

キーワード: カルデラ, 斑晶量, カリウム-アルゴン法, 第四紀, スンダ弧, インドネシア

Keywords: caldera, phenocryst modal abundance, K-Ar dating, Quaternary, Sunda arc, Indonesia