

氏名・（本籍）	おお 太	た 田	たけ 岳	ひろ 洋
学位の種類	博 士（理 学）			
学位記番号	理 第 9 9 2 号			
学位授与年月日	平 成 4 年 6 月 24 日			
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当			
最終学歴	平成元年3月 東北大学大学院理学研究科 （前期2年の課程）地学専攻修了			
学位論文題目	中部九州東部域の後期更新世～完新世火山の地質学的、岩石的研究			
論文審査委員	（主査） 教 授 青 木 謙一郎			
			教 授 秋 月 瑞 彦	教 授 大 沼 晃 助
			教 授 蟹 沢 聡 史	

論 文 目 次

序論

第1章 由布－鶴見火山群の地質学及び岩石学

第1節 地質と岩石

1. 地形
2. 地質
 - 2-1. 概説
 - 2-2. 地質
3. 岩石記載
 - 3-1. 岩石の特徴
 - 3-2. 造岩鉱物の特徴
4. 全岩主成分化学組成
5. 火山岩類の特徴の時間変化

6. 第1節のまとめ

第2節 安山岩マグマの成因

1. 微量成分化学組成と Sr 同位体組成

1-1. 分析方法

1-2. 結果

2. マグマ混合と端成分マグマ

3. マグマ混合モデル

3-1. 混合モデルの岩石学的制約

3-2. 混合モデルの熱的制約

3-3. マグマ混合の物理実験モデル

3-4. 由布-鶴見火山群におけるマグマ混合モデル

4. 第2節のまとめ

第2章 九重火山群の地質学及び岩石学

第1節 テフラ層序と形成史

1. 地形

2. 九重火山群地域のテフラ層序

3. 地質

3-1. 基盤地質

3-2. 九重火山群北部及び西部域の地質

3-3. 九重火山群東部及び中部域の地質

4. 火砕流噴出後の東部及び中部域での山体形成史とテフラ層序

4-1. 中部域の山体形成史

4-2. 東部域の山体形成史

5. 噴出量と噴出率の時間変化

6. 第1節のまとめ

第2節 記載岩石学的特徴とその時間変化

1. 岩石記載

1-1. 概説

1-2. 各論

1-3. 造岩鉱物による岩石のタイプ分け

2. 全岩主成分化学組成

3. 岩石学的特徴の時間変化

4. 琉球弧及び西南日本弧の火山との比較

5. 第2節のまとめ

第3節 マグマの進化とそれに要する絶対時間

1. 微量成分元素組成及び Sr 同位体組成
 - 1-1. 微量成分元素組成
 - 1-2. Sr 同位体組成
2. RM, RP タイプの成因
 - 2-1. マグマ混合と端成分マグマ
 - 2-2. ND タイプデイサイトマグマと混合しやすかったマグマの組成
 - 2-3. Commingled マグマと hybridized マグマ
3. NO, NP タイプマグマの分化機構
4. 九重火山群東部域のマグマ進化
 - 4-1. 西南日本弧的マグマと琉球弧的マグマ
 - 4-2. マグマ進化に要する時間
 - 4-3. マグマ進化モデル
5. 第3節のまとめ

第3章 鬼箕単成火山の岩石学

第1節 非島弧的な地質学的, 岩石学的特徴

1. 地形および地質
 - 1-1. 鬼箕単成火山の全体像
 - 1-2. スコリア丘の内部構造
2. 岩石記載
 - 2-1. 概説
 - 2-2. 鉱物の特徴と化学組成
3. 全岩化学組成
 - 3-1. 主成分化学組成
 - 3-2. 微量成分化学組成
4. 鬼箕単成火山の非島弧性
 - 4-1. 根拠1: 鉱物化学組成
 - 4-2. 根拠2: 全岩化学組成
 - 4-3. 由布・鶴見火山群との比較
 - 4-4. 北西-中部九州の他の玄武岩類との比較
5. 第1節のまとめ

第2節 酸性捕獲岩類及びそのホストマグマへの影響

1. 捕獲岩類の記載的特徴
 - 1-1. 岩石記載による捕獲岩類の分類
 - 1-2. 全岩化学組成

2. 捕獲岩類の源岩
 - 2-1. 鉍物化学組成からの推定
 - 2-2. 全岩化学組成からの推定
 - 2-3. マグマに取り込まれたときの“源岩”の状態
 3. ホストマグマと捕獲岩溶融体との同化作用
 - 3-1. 玄武岩メルトと溶融メルトとの混合
 - 3-2. 鬼箕単成火山マグマの組成変化と捕獲岩類
 4. 第2節のまとめ
- 第4章 中部九州東部域における広域的マグマティズム
- 第1節 深成岩の部分溶融によるデイサイトマグマ生成
 1. デイサイトと捕獲岩類の全岩化学組成
 2. 鉍物組合せ及び鉍物化学組成とガラスの化学組成
 3. デイサイトマグマの成因
 4. 第1節のまとめ
 - 第2節 鬼箕単成火山マグマと琉球弧マグマ及び西南日本弧マグマ
 1. 玄武岩類の比較
 2. 中部九州における地殻の成長とマグマティズムの1モデル

論文内容要旨

本学位論文は中部九州東部域における西南日本弧特有の角閃石安山岩マグマの成因及びその安山岩マグマの生成に関与したデイサイトマグマの成因について求め、さらに一つの火山のマグマ進化の絶対時間を求めることを目的とした。また本地域において会合する西南日本弧と琉球弧の岩石学的関係について考察する。

由布・鶴見火山群の噴出物は高平グループ、鶴見グループ、由布グループに分けられ、高平グループは最も初期の活動による物で、鶴見、由布両グループの噴出物はその後の活動による噴出物であり、最後の活動はA. D. 771年と考えられる。活動初期の噴出物は珪長質な火砕流堆積物が主であり、後期になると苦鉄質な溶岩に変化し、それと共に斑晶鉱物や暗色包有物の含有量が変化する。

これらの岩石は角閃石安山岩からデイサイトで西南日本弧に特徴的な岩石である。安山岩は暗色包有物を含み、次のような非平衡な2グループの斑晶を有する。1) かんらん石, Mgに富む単斜輝石, パーガサイト質角閃石, Anに富む斜長石。2) 石英, Mgに乏しい斜方輝石, マグネシオホルンブレンド, Anに乏しい斜長石。デイサイトの斑晶鉱物はグループ2)であり、暗色包有物にはグループ1)の鉱物が含まれる。また安山岩中の斑晶鉱物の化学組成はデイサイト及び暗色包有物中の鉱物の組成と一致し、これらから安山岩の斑晶鉱物はデイサイト及び暗色包有物に由来すると考えられ、安山岩マグマは暗色包有物組成の苦鉄質マグマとデイサイトマグマの混合により生成したと考えられる。

由布・鶴見火山群の岩石はSiO₂の増加に対し全ての主成分元素及び微量成分元素で顕著な直線的変化傾向を示し、鉄に濃集しないカルクアルカリ岩の特徴をもつ。暗色包有物も噴出物の傾向と一致する。微量成分元素及びSr同位体比から由布・鶴見火山群の安山岩マグマが暗色包有物組成の苦鉄質マグマとデイサイトマグマの混合により生成したことが支持され、その端成分マグマの組成は変化しなかったことが示された。

マグマ混合現象は地下の成層したマグマ溜りの苦鉄質マグマとデイサイトマグマが同時に同一火道を上昇することにより生じ、浅所で均質化した。噴出物の組成の時間変化は層状マグマ中のデイサイトマグマの減少によると考えられる。

九重火山群は山体の分布から西部域、中部域及び東部域に分けられる。中部域、東部域の大部分は焼く30,000-35,000年前の火砕流噴出後に形成され、山体形成と共に約8層のテフラ層が堆積した。そのテフラ層の堆積年代から九重火山群の形成の絶対時間が求められた。九重火山群では西部から東部に活動が推移し、東部域では時間と共に噴出率が增大している。

九重火山群東部域の岩石はすべてSiO₂が増加しても鉄は濃集せずカルクアルカリ岩の特徴を有するが、造岩鉱物の特徴からNO, NP, RM, RP, ND, RDの6タイプに分けられる。RM, RPタイプの岩石は角閃石安山岩でその鉱物化学組成の特徴はマグマ混合により生成したことを示しており、NO, NPタイプの岩石はかんらん石玄武岩及び輝石安山岩でマグマ混合の証拠は

みられない。RM, RP, ND タイプの岩石は西南日本弧に特徴的な安山岩, デイサイトであり, NO, NP タイプの岩石は琉球弧の火山に似た岩石である。各タイプはほぼ一時期にだけ噴出し, その順序は RM, NP, NO, RD + ND, RP である。

RM, RP タイプマグマはマグマ混合により生成されたが, その端成分マグマは微量成分元素及び Sr 同位体から NO または NP タイプ玄武岩質安山岩マグマと ND タイプデイサイトマグマと推定される。RM, RP 両タイプマグマは噴出時期は異なるが 1 回のマグマ混合による産物であり, 不均質な commingling 状態のマグマが最初に噴出した RM タイプマグマで, それが均質化 (hybridization) し後に噴出したのが RP タイプマグマと考えられる。この均質化には約 3,000 年から 19,000 年要した。NO, NP タイプ安山岩では斑晶鉱物は正累帯を呈するが Sr 同位体比が SiO₂ の増加にともない上昇することから, その安山岩マグマは NO タイプ玄武岩マグマが地下深部で地殻物質の同化をともなった分別結晶作用により生成したと考えられる。この分化過程では玄武岩質安山岩マグマから安山岩マグマに至るのに 1,000 年以上要するが 17,000 年のはかからなかったと考えられる。以上のことから九重火山群東部域における本質的なマグマは NO タイプ玄武岩マグマと ND タイプデイサイトマグマであり, 前者は琉球弧的マグマで後者は西南日本弧的マグマである。

中部九州東部域は島弧であると共に正断層の発達した“別府-島原地溝”の一部でもある。特に由布・鶴見火山群地域は正断層が発達し由布-鶴見地溝を形成している。鬼箕単成火山は由布・鶴見火山群と共にその地溝帯内に位置し, 2 枚の溶岩流とスコリア丘からなる。噴出時期は約 22,000 年前以降で 6,000-6,500 年前よりも以前で, 由布・鶴見火山群及び九重火山群と活動時期は一致する。

鬼箕単成火山の岩石は角閃石含有単斜輝石かんらん石玄武岩から斜方輝石含有単斜輝石角閃石かんらん石安山岩で, SiO₂ 含有量は 51-54.5 wt % で, K₂O 量は high-K, medium-K の境界で由布・鶴見火山群や九重火山群よりも高い。鬼箕単成火山群の岩石の鉱物化学組成及び全岩化学組成の特徴は島弧の火山岩の特徴を示さず, 全ての点でプレート内玄武岩に見られる特徴を有し, 隣接する由布・鶴見火山群の岩石が島弧火山群の特徴を示すことと対照的である。

鬼箕単成火山には多量の酸性捕獲岩類が含まれており, これらは記載岩石学的に深成岩様組織の A タイプ, 軽石状組織の B タイプそして砂岩様組織の C タイプの 3 つに分類される。A, B タイプ捕獲岩類の全岩化学組成, 鉱物化学組成は母岩の鬼箕単成火山の岩石や周辺の深成岩体の岩石とは似ておらず, 隣接した由布・鶴見火山群の岩石と似ている。これから A, B タイプ捕獲岩の源岩は由布・鶴見火山群マグマに関連した物質であると考えられる。また捕獲岩の鉱物の形状や鉱物-ガラス間分配が成立しないことから源岩は A タイプのように固結しており, マグマに取り込まれ溶融して B タイプ捕獲岩となったと考えられる。

また捕獲岩中のガラス (溶融メルト) とホストマグマである玄武岩質メルトとの混合現象がみられる。鬼箕単成火山マグマの組成変化に捕獲岩が関与していることが考えられ, その組成変化は捕獲岩を混染物質とする分別結晶作用により説明可能である。

由布・鶴見火山群及び九重火山群のデイサイトは共に SiO_2 含有量が約65 wt %であり、その他の主成分元素、微量成分元素含有量も類似している。また鉱物組合せも石英+斜長石+角閃石+黒雲母±斜方輝石と同じであり、その化学組成も類似している。これらのことから中部九州東部域におけるデイサイトマグマは広域的に似たマグマであり、同様の成因により生成したと考えられる。これらのデイサイトの岩石学的特徴は鬼箕単成火山のBタイプ捕獲岩類の特徴と同様であることから、デイサイトマグマの成因はBタイプ捕獲岩の成因と同様と考えることができる。前述のようにBタイプ捕獲岩は地下で固結していた深成岩が溶融することによって生成したと考えられることから、中部九州東部域のデイサイトマグマの成因も溶融である可能性が考えられる。

以上から中部九州東部域では琉球弧的な玄武岩質マグマ、深成岩の溶融により生成した西南日本弧に特徴的なデイサイト質マグマそしてプレート内玄武岩マグマの特徴を有する非島弧的マグマの3種類の本質的マグマが存在すると考えられる。そして大部分のマグマは前2者のマグマの分化作用、混染作用そして混合作用により生成したと言える。

論文審査の結果の要旨

太田岳洋提出の論文は中部九州東部域における西南日本弧特有の角閃石安山岩の成因およびその安山岩マグマの生成に関与したデイサイトマグマの成因について考察し、さらに一つの火山のマグマの進化の絶対時間を求めることを目的としたものである。

由布・鶴見火山群の噴出物は時間と共に珪長質なものから苦鉄質なものへと変化し、それと共に斑晶鉱物や暗色包有物に変化する。噴出物の岩質は角閃石安山岩からデイサイトで、安山岩には2グループの鉱物が含まれ、一つは暗色包有物と同じ組合せで同じ化学組成であり、もう一つはデイサイトと同様である。これと全岩化学組成から由布・鶴見火山群の安山岩マグマは暗色包有物組成の苦鉄質マグマとデイサイトマグマの混合により生成したことが示され、混合は両マグマの上昇過程で生じ浅所で均質化したと考えられる。

九重火山群の中部域、東部域は約30,000–35,000年前の火砕流噴出後に形成され、その形成史はテフラ層の堆積年代から絶対時間が求められた。東部域の岩石は造岩鉱物組合せの特徴からNO, NP, RM, RP, ND, RDの6タイプに分類され、NO, NPタイプ安山岩はNOタイプ玄武岩マグマが混染作用を伴う分別結晶作用により生成され、RM, RPタイプマグマはNO, NPタイプ安山岩質玄武岩マグマとNDタイプデイサイトマグマの混合により生成した。そのマグマ混合は不均質な状態から均質化するのに3,000–19,000年要した。また九重火山群の本質マグマは琉球弧的なNOタイプ玄武岩マグマと西南日本弧的なNDタイプデイサイトマグマである。

本地域は正断層が発達し、地溝帯が形成されており、その一部の由布・鶴見地溝に鬼箕単成火山が分布する。この火山は由布・鶴見及び九重火山群と同一時期に活動したが、それらと異なりプレート内玄武岩の特徴を有する。また酸性捕獲岩が含まれ、これが深成岩の溶融により生成した可能性がある。この酸性捕獲岩と由布・鶴見及び九重火山群のデイサイトの岩石学的特徴が類似することからデイサイトマグマの成因が深成岩の融解である可能性が考えられる。

これらのことから本地域では琉球弧的なマグマ、深成岩の融解により生成した西南日本弧的なデイサイトマグマとプレート内玄武岩マグマの3種が本質的なマグマであり、噴出した大部分が前2者の分化、混染及び混合作用により生成したと考えられる。

これらの成果は西南日本の火山地質学、岩石学及び地球化学的研究の発展に大きく貢献するものである。以上のごとく太田岳洋提出の論文は著者が自立して研究を行うに必要な高度の研究能力と学識を有することを示している。よって太田岳洋提出の論文は博士（理学）の学位論文として合格と認める。