

論文内容要旨 (和文)

平成 16 年入学 大学院博士後期課程 地球共生圏科学専攻 環境保全科学講座

氏 名 廣谷 志穂



論文題目 Magma Feeding System of Shirataka Volcano, Back Arc Region of NE Japan

(東北日本、背弧地域、白鷹火山のマグマ供給システム)

白鷹火山は東北日本の森吉火山列に属する成層火山 (0.9-0.7Ma) である。我々は岩石学的特徴に基づいて分類される G1: 虚空蔵溶岩下部に産する low-K 岩石, G2: 虚空蔵溶岩上部に産する medium-K 岩石, G3: 沼田火砕流堆積物中の軽石 (medium-K), G4: 沼田火砕流堆積物中のスコリア (medium-K), G5: 萩野火砕流堆積物中のブロック (medium-K), G6: 白鷹山・狐越・西黒森山・東黒森山溶岩円頂丘群 (medium-K) の 6 グループのカルクアルカリ岩とそれらに含まれる苦鉄質包有物について岩石学的研究を進めてきた。今回は、これまで得られた各グループの詳細な岩石学的特徴を総括してマグマ供給系の変遷について検討した結果を報告する。

各グループの噴出物は、鏡下観察や全岩・鉱物組成より 2 端成分マグマ混合によって生成されたこと、また G1・2・5 では 2 種類の苦鉄質端成分 (高 Cr タイプ・低 Cr タイプ) が存在することが判明した (G3・4 は各々混合岩だがその組成範囲は狭く端成分組成の推定は困難)。尚、推定された G1・2・5 の両端成分マグマの斑晶組成・温度圧力条件はグループ毎に若干異なっており、G6 のものは G5 と似たような特徴を示す。

G1・2・5 では、高 Cr タイプ苦鉄質 - 珪長質端成分よりも低 Cr タイプのものが高 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を有する。各タイプの両端成分は同様の $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比を持つ。また G6 は低 Cr タイプ苦鉄質 - 珪長質端成分のみが認められる。微量元素組成を検討したところ、珪長質端成分は、同グループ且つ同タイプの苦鉄質マグマからの斑晶鉱物の結晶分化では生じ得ず、地殻内で固結した同グループ且つ同タイプの苦鉄質マグマの再溶融 (residue: 斑レイ岩) で生成可能との結果を得た。また高 Cr タイプ苦鉄質端成分 (A マグマとする) と低 Cr タイプ苦鉄質端成分 (B マグマとする) の成因関係について全岩・Sr 同位体組成に基づき定量的に検討した結果、A マグマの同化分別結晶作用 (AFC) により同グループの B マグマが生じ得ると結論づけた。

(10pt 2,000 字程度 2 頁以内)

以上より、G1・2・5において、同一グループ内でも A マグマに起因する場合と A マグマからの AFC によって生成される B マグマに起因する場合で異なる以下のようなマグマ供給系を考える必要がある。前者の場合には、未分化で低 Sr 同位体比をもつ A マグマが地殻深部で固結し、繰り返し上昇してくる A マグマによって再溶融して珪長質マグマが生成、浅部でマグマ溜りを形成したと考えられる。そして再度上昇してきた A マグマと混合し噴出する。後者の場合には、一部の A マグマが地殻深部で固結し、次々に上昇する A マグマは固結したものに上昇が遮られるためその直下で結晶分化するに伴い Sr 同位体比が高い地殻物質等の混染を被って(AFC)、B マグマとなり固結し、繰り返し形成される B マグマにより再溶融して再び浅部珪長質マグマ溜りを形成し、これに B マグマが注入し噴出すると考えられる。尚、G1・2・5ではグループ毎に大本の A マグマの組成が若干異なり、それに伴って上記のようなマグマ供給系が繰り返し形成されたと推定される。さらに、G6はG5と岩石学的特徴が似ており、且つG6がB マグマのみの活動であることから、G5の連続した活動中にG6のB マグマが生成され火道を変えて噴出した可能性が高い。

また G3・4 は同時期の噴出物であり、G3 は全岩組成で Zr・Nb 等の含有量が高く、G4 は珪長質由来と考えられる輝石の晶出温度が他のグループよりもやや高い。一方で Sr 同位体組成は先行する G2 の低 Cr 岩石と同様の値を示す。以上のことから、G3・4 の噴出物は G2 からの連続的な活動の中でもたらされたものであり、苦鉄質端成分は共通であるが、G3 の珪長質端成分マグマは他とは異なる鉱物組成を持つ岩石を residue とする再溶融で生成された可能性、そして G4 の珪長質端成分マグマは他よりも部分溶融度がやや高い条件で生成された可能性が挙げられる。

論文内容要旨 (英文)

平成 16 年入学 大学院博士後期課程 地球共生圏科学専攻 環境保全科学講座

氏 名 廣谷 志穂



論文題目 Magma Feeding System of Shirataka Volcano, Back Arc Region of
NE Japan

(東北日本、背弧地域、白鷹火山のマグマ供給システム)

Eruptive products in the Shirataka volcano (0.9-0.7 Ma) of back arc region of NE Japan are calc-alkaline andesite-dacite (57-66 wt% SiO₂), which are divided into six petrologic groups (G1-6), and basalt-andesite (<58 wt% SiO₂) observed as mafic inclusions in G1, G2, G5 and G6. Based on the petrologic data, we examined the generation of mafic and silicic magmas, and interpret the magma feeding system for one such stratovolcano, Shirataka.

The detailed petrologic study revealed that all products were formed by magma mixing/mingling between mafic and silicic end-members. Particularly, considering Cr contents, these inclusions are divided to high-Cr and low-Cr ones. High-Cr inclusions are embraced in high-Cr host rocks, and low-Cr inclusions have low-Cr hosts. The Shirataka lavas and blocks of all groups, and inclusions range in ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratio from 0.70377 to 0.70537; this covers the whole range of the other Quaternary volcano in NE Japan reported so far. Small differences exist within a group, high-Cr inclusions and corresponding hosts are lower value in ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratio than low-Cr inclusions and their hosts, suggesting differences in ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr ratios appears to require the combined effects of fractional crystallization, assimilation and magma mixing. The previous petrologic data revealed that all products were formed by magma mixing/mingling between mafic and silicic end-members. High-Cr and low-Cr mafic end-members (ca.1150 °C, 47-52 wt% SiO₂, olv ± magnesian cpx ± An-rich plg) and corresponding silicic end-members (750-900 °C, 63-68 wt% SiO₂, hbl ± qtz ± low-Mg# px + An-poor plg) were estimated. Considering Sr isotopic data, the tie lines drawn by the estimated compositions for such mafic and silicic end-members of each group are systematically parallel (except for G3 and G4), suggesting that these two end-members of each group have co-genetic relationships. The trace element model calculations indicate that the

(12pt シングルスペース 300 語程度)

estimated silicic end-members can be produced through partial remelting of corresponding solidified mafic end-members leaving a gabbroic residue. Estimated high-Cr mafic and corresponding silicic end-members are also lower value in $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio than low-Cr mafic and corresponding silicic end-members. The quantitative consideration suggests that the low-Cr mafic magma is produced through fractional crystallization of the high-Cr mafic magma with the assimilation of plutonic rocks, which have high $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio. Thus, it is necessary that we estimate two separate models that $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio are different from high-Cr and low-Cr mafic end-members.

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成 19 年 2 月 14 日

理工学研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主 査 伴 雅雄

副 査 齋藤 和男

副 査 中島 和夫

副 査

副 査



印

印

学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 地球共生圏科学専攻

氏 名 廣谷 志穂

2. 論文題目 (英文の場合は、その和訳を併記すること。)

..... Magma Feeding System of Shirataka Volcano, Back Arc Region of NE Japan

..... (東北日本、背弧地域、白鷹火山のマグマ供給システム)

3. 学位論文公聴会

開催日 平成 19 年 2 月 9 日

場 所 理学部先端科学棟大講義室 (S401)

4. 審査年月日

論文審査 平成 19 年 2 月 9 日 ~ 平成 19 年 2 月 9 日

最終試験 平成 19 年 2 月 9 日 ~ 平成 19 年 2 月 9 日

5. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文審査 合格

(2) 最終試験 合格

6. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200字程度)

別紙のとおり

7. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

専攻名	地球共生圏科学専攻	氏名	廣谷 志穂
学位論文の審査結果の要旨			
<p>東北日本島弧は安山岩質成層火山が主体であり、その安山岩質マグマは苦鉄質・珪長質の二端成分マグマ混合で生成されるとされている。しかし、端成分組成を詳細に求めた例は少ない。よって、端成分を特徴づけその起源を明らかにすることは東北日本の火山活動を理解する上で重要である。また、島弧の安山岩には苦鉄質包有物が含まれることが多く、東北日本背弧側のように玄武岩の産出が少ない地域では苦鉄質マグマの組成を理解する上で重要である。本学位論文では、白鷹火山の岩石（母岩・苦鉄質包有物）について、詳細な岩石学的特徴を基に、活動時期毎に混合にかかわった苦鉄質・珪長質マグマの組成や物理化学的特徴を明らかにした上で、それらの成因関係について考察している。さらにそれらを総括して白鷹火山下のマグマ供給システムモデルを提示している。</p>			
<p>第1章では、島弧の安山岩の岩石学的研究における現状と問題点についてグローバルからローカルな背景までまとめると共に、上記のような研究目的を述べている。</p>			
<p>第2章では、白鷹火山本体の形成史及びマグマ成因論に不可欠な基盤岩の地質構造区分を概説している。白鷹火山は東北日本中部、且つ丹波-足尾-美濃帯に位置する。また研究対象としたのはマグマ活動に関与した5つの地質ユニットである。</p>			
<p>第3・4章では、XRF・EPMA・同位体組成等の化学分析の分析方法を述べると共に、斑晶組合せと全岩化学組成（K・Cr量）等から母岩を6つの岩石グループに、苦鉄質包有物を3種類に類型化している。</p>			
<p>第5章では、各岩石グループの母岩と苦鉄質包有物の斑晶鉱物について、記載岩石学的また鉱物化学組成の特徴を詳細にまとめている。全ての岩石グループにおいて苦鉄質・珪長質マグマに由来する斑晶が共存している。</p>			
<p>第6章では、各岩石グループの母岩と苦鉄質包有物について、全岩化学組成とSr同位体組成の特徴が詳細にまとめられている。各グループは独自のトレンドを持ち、グループによってはCr・Ni等の組成図で2本の異なるトレンド（高Cr・低Cr）を持つ。尚、同一グループ内の高Crタイプの岩石は低⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比を、低Crタイプの岩石は高⁸⁷Sr/⁸⁶Sr比を示す。</p>			
<p>第7章では、全体の考察として、詳細な岩石学的特徴よりマグマ混合を示唆する証拠を挙げ、端成分組成を推定し、端成分の成因を考察した上で、さらにマグマ供給システムモデルを提案している。MELTS（熱力学的計算プログラム）や微量元素モデル計算により、同一グループ内で推定される2種類の苦鉄質端成分（高Crタイプ・低Crタイプ）は、高Crタイプマグマの同化分別結晶作用（AFC）により低Crタイプマグマが生じ得るという結果、また珪長質端成分は地殻内で固結した同グループ且つ同タイプの苦鉄質マグマの再溶融（residue：斑レイ岩）で生成可能との結果を得ている。</p>			
<p>また、本研究結果のうち珪長質マグマの成因に関しては国際誌に掲載済み（Journal of Volcanology and Geothermal Research, 156, 229-251）であり、さらに苦鉄質マグマの成因については投稿直前の段階である。また、国際学会3件、国内学会6件を通して研究成果を学界に公表し評価を得てきた。本論文で得られた結果は、従来ほとんどやられていなかった珪長質マグマの成因・苦鉄質マグマの組成変化機構の解明に大きな貢献を果たすことを示した点で学術的価値のある知見を有しており、博士学位論文として十分な価値があるとして合格と判定した。</p>			
最終試験の結果の要旨			
<p>学位論文の内容を要約した口頭発表を最終試験とし、研究のテーマ、研究方法、データの質と量、考察内容、研究結果は関連分野の国際的な研究レベルに達していると判断された。質疑応答の過程で該当分野の基礎的知識を十分に有していること、また今後の展望に対する意見も有していることから課程博士として十分な資質が認められ、最終試験を合格と判定した。</p>			