



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Eruptive History and Magmatic Evolution of a Subduction Zone Volcano: Geology, Petrology and Geochemistry of Akita-Komagatake Volcano, Northeast Japan Arc
Author(s)	田次, 将太
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第16755号
Issue Date	2026-03-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16755
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99600
Type	doctoral thesis
File Information	Shota_Taji_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博士（理 学） 氏 名 田 次 将 太

審査担当者	主査	教 授	栗 谷 豪
	副査	教 授	青 山 裕
	副査	准教授	吉 村 俊 平
	副査	特任教授	中 川 光 弘（理学研究院）

学 位 論 文 題 名

Eruptive History and Magmatic Evolution of a Subduction Zone Volcano:
Geology, Petrology and Geochemistry of Akita-Komagatake Volcano, Northeast
Japan Arc

（沈み込み帯火山の噴火史とマグマ進化：東北日本弧，秋田駒ヶ岳火山の地質学・
岩石学・地球化学）

博士学位論文審査等の結果について（報告）

沈み込み帯では、ウェッジマントル内で初生マグマが生成され、それが地殻内で様々な組成変化プロセスを経て地表へ噴出する。そのため沈み込み帯火山は、マントルおよび地殻内で生じる複雑なプロセスに起因して、噴出物が多様な化学特性を示すことを特徴とする。沈み込み帯火山における、マントルから地殻までの一連のマグマ供給系の構造とその時間変遷を明らかにすることは、沈み込み帯火成活動の理解に不可欠であるが、これまで十分に議論が進んでこなかった。その理由の1つとして、議論の前提となる「山体発達史」を高い時間解像度で復元することが難しい点が挙げられる。K-Ar や Ar/Ar 年代測定はすでに用いられているが、測定誤差が大きく、特に完新世などの新しい噴出物には適用が難しい。また、山体構成物（溶岩流・火砕丘・火砕流）の直下や層内に有機物があれば、 ^{14}C 年代測定によりその定置年代を推定できる。この方法は精度が高く、更新世末期～完新世まで適用できるが、有機物を見出すことが困難であるため、網羅的な年代決定には限界がある。一方、大規模爆発的噴火史という意味でのテフラ層序学は、降下テフラ層の上下から有機物を容易に取得できるため、火山活動に時間軸を挿入する有効な手段である。しかし、小規模噴火や溶岩流出などは捉えられない欠点がある。本研究では、(1) 新たな山体発達史の解明手法を提案し、高精度な時間軸をもつ山体発達過程を明らかにすること、そして(2) 得られた発達史と岩石学・地球化学的解析を組み合わせ、マントルから地殻までのマグマ供給系の構造と時間変遷を解明することを目的とした。本研究では東北日本弧に位置する秋田駒ヶ岳を対象とした。本火山を選定した理由は、(1) 東北日本弧では稀な苦鉄質噴出物を主体とする火山であり、マントルから地殻に至る一連のプロセス解明が期待できること、(2) 更新世末期から完新世に活動しており、 ^{14}C 年代測定の適用が可能であること、(3) 20 世紀に2度の噴火記録に加え、近年も火山性地震を行うなど、東北地方有数の活動的な火山であるため、防災上も重要であること、である。

まず新たな山体発達史の解明手法を提案し、その手法を秋田駒ヶ岳に適用することで、本火山の山体発達史を解明した。本研究では山体発達史の解明にあたり、「降下テフラと山体構成物との対比」に着目した。従来の研究では、両者を主に「化学組成の一致」に基づいて一対一で対応づける手法が用いられてきたが、本研究ではそれに代わる新たなアプローチを提案した。すなわち(1) 多項目の岩石学・地球化学分析を行い、マグマタイプの多様性とその時間変化を明らか

にした上で、(2) 同一のマグマタイプに分類される降下テフラと山体構成物を対比する、という手法である。その結果、本火山由来の 13 枚の降下テフラは、Sr-Nd 同位体比と、 K_2O や Rb などの LIL 元素の含有量に基づいて、5 つのマグマタイプに区分されることが分かった。一方、山体構成物は火口位置・噴火様式・被覆関係に基づいて 9 つのユニットに区分され、さらに降下テフラと同じマグマタイプ区分を適用できることが分かった。そこで、同一のマグマタイプに分類される降下テフラと山体構成物とを対比することで、本火山の山体発達過程に時間軸を導入することが出来た。また、降下テフラと山体構成物の両者を統合してマグマ噴出量階段図を作成した結果、本火山は(1)初期の爆発的噴火による大量のマグマ放出期、(2)それに続く非爆発的な溶岩流出による山体成長期、(3)その後の噴出率の漸減期、という変遷を示すことが明らかになった。そしてこれらの活動の推移に伴って、マグマタイプも変化していくことも分かった。

次に、明らかになったマグマタイプの多様性の成因を解明し、マントルから地殻内に至る一連のマグマ供給系の構造とその時間変遷を議論した。本火山では、同位体比の異なる 3 つのマグマタイプが認められた。これらのマグマタイプはいずれも共通のマントル物質にスラブ由来流体が付加することで初生玄武岩質マグマが生成されたと考えられる。そしてマントル物質に付加したスラブ由来流体の比率の違いによって、3 つのマグマタイプの同位体比の差異を説明できることから、各マグマタイプは初生マグマの時点で異なる同位体比を持っていたと結論づけた。その後、これらの初生玄武岩質マグマは地殻へと上昇した。地殻内では AFC プロセス（同化分別結晶作用）を受けたと考えられ、初生玄武岩質マグマは地殻由来物質を同化（混合）しながら玄武岩質安山岩～デイサイト組成へと変化した。この際、同化した地殻物質の同位体比は同様であることが示唆された。したがって、秋田駒ヶ岳における噴出物組成の多様性は、異なった同位体比をもつ初生マグマと共通した地殻成分の混合に起因すると結論づけた。さらに山体発達史とあわせると、本火山ではスラブ由来流体の比率が高い 2 つのマグマタイプと、流体の寄与が小さいマグマタイプとが、交互に噴出したことが分かった。このことから、生成するマグマタイプの決定要因は、初生マグマ生成時における、ウェッジマントル内に付加したスラブ由来流体の相対量であり、また秋田駒ヶ岳の火山活動の長期的変遷は、「海洋プレートからマグマ生成場（マントル）へのスラブ流体の（数千年ごとの）パルス的な供給により支配されている」と結論付けた。

総括として、本研究で提案した山体発達史の解明手法により、降下テフラから得た高精度の年代軸を山体発達過程に導入できた。その結果、爆発的噴火史と山体発達史の双方について、噴出年代・噴出物量・噴火様式といった状態量を完備した噴火史を構築することに成功した。さらに、従来の研究で用いられてきた「化学組成の一致に基づく対比手法」で生じうる対比の不確実性を排除することにも成功した。世界中の沈み込み帯火山では、その活動を通じて多彩なマグマタイプを噴出していることが報告されている。そのため、本研究で提示した発達史の解明手法は、他の多くの沈み込み帯火山でも適用可能であると予想される。また、本火山で認められたマグマタイプの多様性については、その成因をマントル内と地殻内の双方のプロセスに求めた。本研究は、マントルから地殻内に至る一連のマグマ供給系の構造とその時間変遷を明らかにした、東北日本弧で初の成果である。東北日本弧の諸火山でも複数のマグマタイプの噴出物が知られているが、その多くは中間質～珪長質組成を示し、マントル内のプロセスまで追跡した事例はない。一方、本研究で提案した、「マントル内での多様なマグマタイプの生成メカニズム（初生マグマ生成時にマントル内に付加されたスラブ由来流体の相対量が生成するマグマタイプを決める）」および「秋田駒ヶ岳の火山活動の長期的変遷は、海洋プレートからウェッジマントルへのスラブ流体のパルス的な供給により支配されている」は、極めて単純なモデルである。そのため、東北日本弧の諸火山で認められるマグマタイプの多様性や火山活動の長期的変遷の要因についても、本研究のモデルを適用できると考えられる。

以上の通り、著者は沈み込み帯のマグマ活動について新知見を得、さらにテフラと山体構成物の対比に関する新しい方法論を提案するに至った。またこれら本論文に関わる研究活動を通して、重要な研究テーマを見出す能力、研究背景を把握する能力、研究を着実に遂行する能力など、自立した研究者に必要な素養を十分に身に着けた。

よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。