

学位論文題名

Petrological Study of Miyake-Jima Volcano, Izu-Islands

— Evolution of the Magmatic System since 1469A.D. —

(伊豆諸島三宅島火山の岩石学研究

—特に西暦1469年以降のマグマ供給システムの進化について—)

学位論文内容の要旨

伊豆諸島三宅島火山は、西暦 1085 年以降現在までに計 15 回噴火しており、数十年～数百年単位でのマグマ供給系の変遷について考察するには世界有数の研究対象である。

伊豆諸島三宅島火山の噴火史は、噴火の頻度や噴出様式の違いから 4 つのステージに区分されていた (Tsukui and Suzuki, 1998) が、本研究ではさらに野外調査を行って 82 の噴出物を識別し層序を再構築した。筆者は三宅島火山の活動を、4000 年前以前の主成層火山形成期・4000-2500 年前のカルデラ形成期・2500 年前-西暦 1154 年の雄山期・西暦 1469 年以降の新滞期に分類した。

三宅島火山の岩石は、巨大斑晶 (長径 1cm 以上) を含む岩石・斜長石斑晶に富む岩石 (長径 5mm 程度・斑晶量 10vol%以上) ・無斑晶質な岩石 (長径 2mm 以下・斑晶量 10vol%以下) の 3 つに分類される。すると、主成層火山形成期には巨大斑晶を含む岩石・斜長石斑晶に富む岩石の割合が多いのに対して、新滞期の噴出物はほとんどが無斑晶質な岩石からなる。また、各ステージの岩石は K_2O-SiO_2 , $P_2O_5-SiO_2$ の図でそれぞれ区別することができ、新滞期の噴出物はそれ以前の岩石に比べて K_2O , P_2O_5 含有量が高い。このように火山学的手法によるステージ区分は、岩石学的特徴からも支持されている。

本研究で特に注目する新滞期の噴出物は、大部分が無斑晶質な岩石からなるが、一部に巨大斑晶を含む岩石も認められる。斜長石巨大斑晶 (An_{90} 以上、最大粒径 30mm) はしばしば Fo_{80} 以上のかんらん石と集斑晶を形成しており、その鉱物化学組成・結晶サイズ分析の結果は 1940 年噴火で噴出した深成岩質捕獲岩のものと一致している。かんらん石に変形構造が認められることや斜長石に固体拡散の証拠が認められることを考慮すると、これらは噴火前にすでに形成されていた深成岩起源の捕獲結晶であろう。斜長石巨大斑晶が深成岩起源であるとすると、深成岩が形成される過程で部分的に水に飽和した状態が達成されたために異常に An に富む斜長石が晶出したと考えられ

る。

このような深成岩起源の捕獲結晶を除くと、大部分の新滞期の噴出物中には、安山岩質マグマ起源と考えられる A タイプ集斑晶および玄武岩質マグマ起源と考えられる B タイプ集斑晶の 2 種類が共存している。これは、新滞期の噴出物の多くがマグマ混合によって生成されていたことを示唆している。B タイプかんらん石や玄武岩質端成分マグマの推定液組成は時間とともに分化した組成に変化する。一方、A タイプ輝石の Mg# は複雑に変化している。このような変化から、玄武岩質マグマはより深部に存在していて時間とともに分化しており、断続的に浅部の安山岩質マグマ貯蔵系にマグマを供給していたと考えられる。捕獲結晶は、より深部の玄武岩質マグマが上昇中に深成岩体から取り込んだものであろう。以上の結果と 2000 年噴火で海底に噴出した噴出物中には A タイプ集斑晶、山頂から噴出した噴出物中には B タイプ集斑晶のみが認められるという事実、地球物理学的観測から得られた結果を考慮すると、2000 年噴火ではまず浅部にあった安山岩質マグマが西に移動して一部は海底で噴出、マグマ溜まりはほとんど空になったと考えられる。その後、深部に存在していた玄武岩質マグマが上昇、安山岩質マグマと混合することなく噴出したのであろう。

最後に三宅島火山のマグマ輸送システムについて、1940 年噴出物・1962 年噴出物から考察した。これらの噴火は噴火の経緯が詳しく記録されており、火口の位置も明らかになっている。両者はわずか 22 年の休止期をおいてほぼ同じ位置から噴出しているが、1940 年噴火は山腹噴火の後に山頂からも噴火している。各々の噴出物を噴火火口ごとに採取して斑晶モード組成・全岩化学組成を調べると 1940 年噴出物・1962 年噴出物とも火口ごとに岩石学的特徴の異なる噴出物が噴出している。これはそれぞれの火口群・火口列ごとにマグマの供給火道が異なっていたことを示している。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 宇 井 忠 英
副 査 教 授 渡 辺 暉 夫
副 査 助 教 授 新 井 田 清 信
副 査 教 授 中 田 節 也 (東京大学地震研究所)

学 位 論 文 題 名

Petrological Study of Miyake-Jima Volcano, Izu-Islands

— Evolution of the Magmatic System since 1469 A.D. —

(伊豆諸島三宅島火山の岩石学研究

— 特に西暦1469年以降のマグマ供給システムの進化について —)

地質学的・岩石学的手法を用いたマグマ供給システムの進化のモデルは、これまで多くの第四紀火山で提唱されているが、その多くは、火山体の発達に伴うマグマ供給システムの進化(数万年 数十万年)を追ったもの、あるいは、噴火経緯のわかっている噴火(数時間 数十年)を対象としたものである。これらに対して最近数百年 数千年間のマグマ供給系について考察した研究例は少なく、またその多くは歴史時代噴出物の成因についてのみ議論したものである。本論文は、伊豆諸島三宅島火山西暦 1469 年以降の噴出物に注目して詳細な岩石学的研究を行い、最近 500 年間のマグマ供給システムの進化について考察することを目的としている。

伊豆諸島三宅島火山は、西暦 1085 年以降少なくとも 15 回の噴火記録を持つ活火山である。伊豆諸島三宅島火山の噴火史は、噴火の頻度や噴出様式の違いから 4000 年前以前の主成層火山形成期・4000-2500 年前のカルデラ形成期・2500 年前-西暦 1154 年の雄山期・西暦 1469 年以降の新濤期の 4 つのステージに区分される。このステージ区分は記載岩石学的特徴・全岩化学組成の違いからも支持されており、本論文では最も新しい新濤期噴出物を対象として、複数種の斑晶鉱物の集合体である集斑晶の鉱物組み合わせとその組成に着目して、新濤期噴出物の成因とマグマ供給システムの進化を明らかにした。新濤期噴出物は、大部分が無斑晶質な岩石からなるが、一部に巨大斑晶を含む岩石も認められる。斜長石巨大斑晶(An90 以上、最大粒径 30mm) はしばしば Fo80 以上のかんらん石と集斑晶を形成しており、その鉱物化学組成・結晶サイズ分析の結果は 1940 年噴火で噴出した深成岩質捕獲岩のものと同じである。また、かんらん石に変形構造が認められることや斜長石・かんらん石に拡散の証拠が認められることから、これらは噴火前にすでに形成されていた深成岩が、機械的に破壊・分散した捕獲結晶であると考えられる。このような深成岩起源の捕獲結晶を除くと、大部分の新濤期噴出物中には、安山岩質マグマ起源と考えら

れるAタイプ集斑晶および玄武岩質マグマ起源と考えられるBタイプ集斑晶の2種類が共存している。新滞期噴出物の incompatible 元素比は一定であり、新滞期噴出物の多くは1つの初生マグマに由来する2つのマグマの混合作用によって生成されていたと考えられる。安山岩質マグマと玄武岩質マグマの深度差を岩石学的に求めることはできなかったが、不均質な噴出物の産状や深成岩と新滞期噴出物の全岩化学組成から、玄武岩質マグマが深成岩を取り込んだものと安山岩質マグマとが混合したことは明らかであり、このことは玄武岩質マグマ溜まりはより深部に、安山岩質マグマ溜まりはより浅部に存在している、捕獲結晶はより深部の玄武岩質マグマが上昇中に深成岩体から取り込んだものであるということを示唆している。深部の玄武岩質マグマは斜長石、かんらん石、単斜輝石の結晶分別作用によって次第に分化しながら、断続的に上昇して安山岩質マグマと混合していた。一方、浅部の安山岩質マグマ溜まりでは斜長石、単斜輝石、磁鉄鉱の結晶分別作用がおこっていたが、深部からの玄武岩質マグマの注入によってその組成は次第に未分化になった。同様に最新の2000年噴出物について検討すると、海底に噴出した噴出物中にはAタイプ集斑晶、山頂から噴出した噴出物中にはBタイプ集斑晶のみが認められる。Aタイプ集斑晶、Bタイプ集斑晶とも新滞期噴出物のなすトレンドの延長にプロットされることから、2000年噴火はいずれも本質物質を噴出していたと考えられる。地球物理学的観測から得られた結果を考慮すると、2000年噴火ではまず浅部にあった安山岩質マグマが西方へ移動して海底から噴出、地下に空洞ができてそれを埋めるように山頂部にカルデラが形成された。その後、深部に存在していた玄武岩質マグマが上昇、山頂から噴出したと考えられる。

最近数百年-数千年のマグマ供給システムの進化を検討する場合、これまでは全岩化学組成の時間変化をもって議論していたが、特に複数の作用がマグマの進化に関わっているときには全岩化学組成は複雑に変化するためマグマの変遷は明らかにならなかった。本研究は、集斑晶に注目することによってマグマ供給システムの進化を検討したという点に重要な意味があり、同様の観点から検討することによって他の火山でもその進化を読み取ることができると考える。

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があるものと認める。