

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)	氏名	岡田 郁生
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目			
斑晶化学組成からの安山岩成因の解明 (The genesis of the andesite from the chemical composition of phenocrysts)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	柴田 知之	
審査委員	教 授	安東 淳一	
審査委員	教 授	井上 徹	
審査委員	教 授	片山 郁夫	
審査委員	教 授	須田 直樹	
審査委員	教 授	藪田 ひかる	
〔論文審査の要旨〕			
<p>沈み込み帯のマグマ活動の理解は、マグマや大陸地殻の発生・進化過程を解明する上で重要である。沈み込み帯では多様なマグマが活動するが、最も卓越する安山岩マグマの成因を明らかにすることは沈み込み帯のマグマ活動を理解する上で重要である。しかしながら、安山岩マグマはマグマ混合や地殻物質の同化などの複雑なプロセスによって生成されるため、全岩では物理化学的に非平衡な状態で、その起源物質の決定や分化過程の推定が困難であるため、安山岩マグマの成因は未だ不明な点が多い。一方、安山岩中の斑晶鉱物は、晶出時には周りのメルトと平衡であったと考えられ、理論的には斑晶鉱物の化学的特徴から晶出時の温度や圧力、平衡なメルトの化学組成を推定できる。しかしながら、このような推定はこれまで全岩で物理化学的平衡が成り立っていることを前提として行われてきたため、安山岩に適用することは不可能だった。ところが、近年機械学習や人工知能の飛躍的発展に伴い、膨大な量の高温高压実験の結果を多変量解析することによって、例えば、斑晶鉱物として一般的な角閃石の主成分元素組成の測定結果から、角閃石晶出時の温度や圧力、さらには平衡なメルトの主成分化学組成を推定できるようになった、また、角閃石とメルト間の微量元素の分配係数は、メルトの主成分元素組成や温度などの条件で大きく変動するのだが、これも角閃石の主成分元素組成から正確に求めることができるようになった。これらの、一連の多変量解析による成果を組み合わせることで、角閃石の主成分元素組成から、平衡なメルトの温度・圧力条件、主成分元素組成、さらに微量元素の分配係数を系統的に決定できるはずだが、実際にこれを天然試料に応用した例はない。そこで、岡田氏は、これらの方法を九州北東部に位置する第四紀由布火山の安山岩中の角閃石に適用した。</p> <p>角閃石の主成分元素分析の結果、由布岳安山岩中には、パーガサイトとマグネシオ-ホルンブレンドの二つの異なる種類の角閃石が非平衡に共存していることが明らかになった。また、それぞれの角閃石の主成分元素組成を多変量解析による一連の研究に適用したところ、2種類の角閃石は異なる温度・圧力条件で晶出し、かつ、平衡なメルトの主成分</p>			

元素組成も異なることが明らかになった。このことは、異なる深度に存在した異なる二つのマグマが混合することにより、由布岳安産岩が形成されたことを示す。さらに、角閃石の微量元素組成を測定し、多変量解析の研究を適用して求めた分配係数から、平衡なメルトの微量元素組成も推定した。このようにして推定した、平衡なメルトの主成分・微量元素組成と安山岩の全岩組成を系統的に解析した結果、これまで不可能だったマグマの混合にかかわった二つの端成分マグマの主成分・微量元素組成を、分析データから直接導き出すことに、初めて成功した。一般に、角閃石は安山岩中に斑晶として含まれることが多い。したがって、岡田氏の研究を世界の角閃石を含む安山岩に適用することで、安山岩成因論が飛躍的に発展すると期待される。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（理学）の学位を授与される十分な資格があるものと認める。

公表論文

- (1) 岡田郁生, 柴田知之, 石橋秀巳, 杉本健, 芳川雅子, 竹村恵二, 角閃石の岩石学的特徴を用いた由布火山第四紀マグマの進化過程, 月刊地球号外, 69 (2018), 160-166.
- (2) Okada, I., Shibata, T., Yoshikawa, M., Ishibashi, H., Sugimoto, T., Hayasaka, Y., Deductive estimation of physicochemical properties of magmas before mixing. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, in revision.

参考文献

- 1) Kawaguchi, K., Kimura, K., Hayasaka, Y., Hoshino, K., Okada, I., Kuroshima, K., Discovery of Early Permian tonalite from the high P/T Triassic Suo Metamorphic Complex, Eastern Yamaguchi Prefecture, SW Japan. *地質学雑誌*, 127 (2021), 293-304.
- (2) Chakraborti, T.M., Ray, A., Okada, I., Yoshikawa, M., Shibata, T., Deb, G.K., Hayasaka, Y. *Lithos*, High temperature fluid-rock interaction recorded in a serpentized wehrlite from eastern Singhbhum Craton, India: Evidence from mineralogy, geochemistry and in situ trace elements of clinopyroxene. 404–405 (2021), 106498.