

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	日本列島火山岩のモリブデン同位体組成から探る沈み込み帯の物質循環
Title(English)	Deciphering material cycling in subduction zones through molybdenum isotopic composition of volcanic rocks from the Japan arc
著者(和文)	田村達也
Author(English)	Tatsuya Tamura
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第219号, 授与年月日:2025年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:横山 哲也,中島 淳一,神田 径,石川 晃,太田 健二
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第219号, Conferred date:2025/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	田村 達也	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	横山 哲也	教授	太田 健二	准教授
	審査員	中島 淳一	教授		
		神田 径	准教授		
石川 晃		准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Deciphering material cycling in subduction zones through molybdenum isotopic composition of volcanic rocks from the Japan arc」というタイトルであり、5章から構成されている。

第1章「General introduction」では、プレートテクトニクス確立以降の全球規模の元素循環と沈み込み帯の役割に関する知見に加え、世界中の火山岩のモリブデン(Mo)同位体組成分析の研究についてまとめ、本論文の目的について述べている。沈み込み帯は地球表層物質をマントル中へと輸送する重要な役割を担っている。特に沈み込んだ海洋プレート(スラブ)の脱水は、地震・火山活動を理解する上で重要であるが、水性流体の詳細な起源については未だ不明な点が多い。火山岩の Mo 同位体組成は地球規模の物質循環や沈み込み帯の物質輸送のトレーサーとして近年注目されているが、沈み込み帯の火山フロント(VF)から背弧火山(RA)にかけての Mo 同位体組成の変動に関する研究は限定的であった。本論文の目的は、日本および日本近隣に産する火山岩の Mo 同位体組成と総合的地球化学分析を通じ、沈み込み帯の水性流体の起源を明らかにすることである。

第2章「Molybdenum isotopic composition in volcanic rocks from Northern Izu (N-Izu) islands (Izu-Oshima, Nijijima and Kozushima)」では、北部伊豆諸島の3つの火山島を対象に、Mo 同位体分析を行った。本地域の火山岩は VF の伊豆大島から RA の新島・神津島にかけて、沈み込むスラブ由来の水性流体の減少を示しており、 $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値はこれに対応するように減少する。これらの結果を踏まえると VF 火山岩の  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値は、重い Mo の安定同位体に富むスラブ由来の水性流体の付加によって上昇し、RA 火山岩は水性流体の寄与の減少及び  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値の低い堆積物成分の増加に伴い、枯渇マントル(DM)に類似した低い  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値へと減少することが示された。

第3章「Molybdenum isotopic composition in volcanic rocks from Northeast Japan (NEJ) arc volcanoes」では、東北日本弧の8つの火山における Mo 同位体分析を行った。東北日本弧の VF 火山は、その他の沈み込み帯火山弧より幅広い  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値を示す。これは、スラブ由来流体の不均質に伴うマグマ中の  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値の多様性を反映していると考えられる。一方、RA では、 $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値と Pb 同位体に基づいて、①渡島大島と鳥海山、②三ノ目潟と寒風山の2つの異なるグループに分かれることが新たに示された。前者は伊豆諸島 RA の火山岩に類似した Sr, Nd, Pb 同位体組成や低い  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値を示す一方、三ノ目潟と寒風山の  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  比と  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値は VF と同程度に高く、日本海の拡大による残留地殻リサイクル物質に伴う局所的なマントルの不均質性が示唆された。

第4章「Molybdenum isotopic compositions in volcanic rocks from Southwest Japan rear arc volcanoes (Oki-Dogo, Fukue Island) and Northeast China (Changbaishan volcano)」では、スラブの沈み込みが 200 km 以上と非常に深い隠岐島後、福江島、長白山の火山岩の Mo 同位体分析を行った。いずれの火山岩もスラブ由来の水性流体の寄与は非常に少なく、 $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値は海洋島玄武岩や伊豆・マリアナ弧の RA 火山と類似した低い値を示した。また Sr, Nd, Pb 同位体組成だけでなく、 $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値についても隠岐島後と長白山は EM-1、福江は EM-2 的な値を示しており、リサイクル物質に伴うマントル源の不均質性が  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値にも反映されていることを明らかにした。

第5章「Synthesis」では、世界中の沈み込み帯火山の  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値のデータに基づき、沈み込み帯における水性流体の起源について議論した。沈み込み帯の火山岩は VF から RA にかけて  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値が DM に近づくように減少すること、沈み込み帯火山岩の  $\delta^{98/95}\text{Mo}$  値の変動は Ba/Th 比の減少に伴って増加することが判明した。解析の結果、沈み込み帯の火山岩は、沈み込むプレート由来の堆積物の寄与の観点から、Izu type と NEJ type の2グループに分類可能であることを新たに示した。また、堆積物の寄与に加え、スラブ含水相の連続的な相転移が沈み込み帯の水性流体の起源として重要であり、2つのタイプの島弧火山ごとに、異なる水性流体の起源のモデルが必要であることを示した。

以上の通り、本論文は伊豆弧、東北日本弧、超背弧の火山岩を対象に、Mo 同位体を中心とした総合的地球化学分析を行った。VF から RA までを網羅する多様な火山から得られたデータに基づき、沈み込みに伴うスラブ由来流体の組成変動や物質循環がもたらすマントルの組成不均質性を明らかにした。本論文の結果は沈み込み帯における物質輸送の研究に新たな方向性を与えるものであり、博士(理学)の学位を与えるにふさわしいものと認める。