

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Roles of water in subduction zone dynamics and mantle chemical evolution
著者(和文)	中尾篤史
Author(English)	Atsushi Nakao
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10413号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:岩森 光,中島 淳一,横山 哲也,上野 雄一郎,太田 健二
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10413号, Conferred date:2017/3/26, 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	中尾 篤史	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	岩森 光	特定教授 (海洋研究 開発機構)	審査員	太田 健二	講師
	審査員	中島 淳一	教授			
		横山 哲也	准教授			
		上野 雄一郎	准教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Roles of water in subduction zone dynamics and mantle chemical evolution」というタイトルであり、4章から成っている。

第1章「Geodynamics and geochemistry in water planet」では、水惑星である地球に特有のダイナミクス、および惑星内部における水循環を知るための方法について、先行研究を踏まえ、地球物理・地球化学の視点から概観している。マンツルの組成不均質が生まれる上で、地球内部での脱水/加水が重要であると考えられているものの、その不均質の起源・深部構造・進化過程に関しては異なる考え方があり、未解明である。その問題に取り組むためには、マンツル内部における対流・水輸送・同位体進化の同時のモデル化が不可欠となる。本論文では、第2章で“対流”と“水輸送”の相互作用を明らかにした上で、第3章でその両者に影響を受ける“同位体進化”を解くことを目指している。

第2章「Effects of water transportation on subduction dynamics: Roles of viscosity and density reduction」では、海洋スラブから地球内部に輸送される水が、沈み込み帯ダイナミクスに与える影響について検証している。従来のマンツル内部水輸送シミュレーションでは、境界条件として固定した海洋プレートの沈み込み速度や形状等を与える設定が主流であり、プレート-スラブの力学への影響は考慮されてこなかった。そこで本章では、自発的なプレートの沈み込みとマンツル内部水輸送を同時にかつ高解像度で再現する流体力学モデルを提案している。このモデルに基づき、加水に伴う密度・粘性低下を通じ、プレート運動速度・海溝の移動・プレート内部の応力場・背弧海盆の拡大・海洋スラブの形状等がいかなる影響を受けるのかを、包括的に検証することに初めて成功した。その結果、水の効果により、全世界で観測される沈み込み帯の多様性が再現されるとともに、それらの系統的な関係性が明らかとなった。具体的には、水が多量に存在する沈み込み帯では、浮力に伴う沈み込みの原動力の低下と、プレート同士の力学的結合の低下により、遅い沈み込み速度・海溝前進・スラブの660-km不連続面貫通・やや深発地震域でのDown Dip Tension型応力場が同時に発生することを示した。また、それらの特徴が揃うマリアナ地域のダイナミクスは、沈み込むスラブの高含水量により説明可能であり、前弧域での蛇紋岩ダイアピルの存在と整合的であることを示した。

第3章「A new mechanism to produce chemical heterogeneity of Earth's mantle: Slab dehydration at 660-km phase boundary」では、第1章での問題設定のもと、第2章の数値モデルにMarker in Cell法による複数の元素輸送・同位体進化(Pb, Sr, Nd)を組み込む等の拡張を行い、数億年の地球進化を議論している。特に、マンツルウェッジでの脱水/加水に加えて、近年の高圧実験や地震学的観測から予測される下部マンツルにおける脱水/加水反応にも着目し、モデル化を行っている点に特徴がある。シミュレーションの結果、マンツルウェッジの脱水/加水で発生する元素の不均質は、プレート-スラブの近傍(高粘性域)で発生するため、マンツル全体にわたって簡単には混合しないことが再現された。一方で、海洋スラブが660-km不連続面を貫通する際には、含水リングウッジの分解に伴ってマンツルの広い領域で自由流体が発生し、それに伴う広域な物質分化と効率的な不均質の輸送が再現された。その際、親水成分に富む含水ブルームの発生を伴う結果もみられた。この過程で発生する不均質の分布と元素濃度変化が、下部マンツルの最大含水量、および各元素の下部マンツル鉱物/水間での分配係数に強く依存することを示し、今後高圧実験により、この新たな分化過程の妥当性が検証可能であることを提案した。章末では、超大陸の集合時にこの660-km脱水-分化プロセスが強く働くことで、地球史を通じて同位体進化に重要な役割を果たしてきた可能性について議論を行っている。

第4章「Integration of geodynamics and geochemistry in future」では、本研究の結果がまとめられ、今後の地震学観測・高圧実験・マンツル対流の理論計算の課題、およびそれらが融合してゆくことの重要性が論じられている。

以上の通り、本論文は海洋スラブから供給される水が沈み込み帯の多様性に寄与することを明らかにするとともに、全球規模の同位体不均質生成過程に関する新たな仮説を提唱した。本論文の結果は従来の数値モデルでは再現されていない新しい地球マンツルの姿であり、今後の地震学観測・高温高圧実験・マンツル対流の理論計算に新たな方向性を与えるものである。よって、博士(理学)の学位を与えるにふさわしいものと認める。