

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)	氏名	東 真太郎
学位授与の要件	学位規則第4条第①・2項該当		
論文題目			
Rheological structure and tectonics of the terrestrial planets (地球型惑星のレオロジー構造とテクトニクス)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	片山 郁夫	
審査委員	教授	日高 洋	
審査委員	教授	関根 利守	
審査委員	教授	須田 直樹	
審査委員	教授	高橋 嘉夫	
〔論文審査の要旨〕			
<p>地球型惑星内部の岩石レオロジーは、地震の発生領域や惑星内部の流動様式などを支配しており、惑星表面もしくは内部のダイナミクスを理解する上で重要な役割を担っている。惑星内部物質のレオロジーは、温度・圧力などの物理量に加え、地殻、マンツルの化学組成に依存し、結果としてレオロジー強度の階層形成につながる。これまでの変形実験では惑星内部の脆性-塑性遷移が推定されており、深さにより変形メカニズムが変化することが報告されている。本学位請求論文では、惑星内部のレオロジーに焦点を当て、地球と金星のレオロジー構造とテクトニクスの関連性、そして月震の発生メカニズムについて考察した。金星については高温高压変形実験と数値シミュレーションという2つの手法から金星内部の新たな対流モデルを提案し、月については高温摩擦試験機を用いた摩擦実験により深発月震は部分熔融相が主要なメカニズムになっているとのモデルを提案した。主な成果は以下の通りである。</p> <p>マゼラン探査機により、金星は温度、水、大気、地形、そして生命において地球とはまったく異なる描像をもつことが分かり、金星ではプレートテクトニクスが働いていないことが明らかにされた。このように同じ地球型惑星でも、金星と地球は全く異なる進化を辿ってきたと考えられている。プレートテクトニクスの存在を考える上で重要なものとして、惑星内部の強度や変形を支配するレオロジー構造が挙げられる。このレオロジーの観点から、金星の下部地殻と上部マンツルの強度コントラストを決定するため、斜長石とオリビンの2相系で変形実験を行った。変形実験の条件は $T = 600-1000\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P = 2\text{ GPa}$ である。無水条件における変形実験により、全ての温度条件でオリビンが斜長石よりも強度が大きいことが確認された。このことは金星のモホ面には大きな強度コントラストを生じるレオロジー構造が存在し、下部地殻と上部マンツルはデカップリングを起こしていると考えられる。金星では、弱い下部地殻の存在によって強度の強い上部マンツルが地殻から切り離され、地殻の沈み込みを妨げていると推察される。このデカップリングの効果は2次元の対流シミュレーションにおいても検証し、地殻とマンツルのデカップリングが金星のプレートテクトニクスを阻止した1つの要因ではないかと考えられる。</p>			

これまでアポロ計画の月震観測によって、12,000以上の月震イベントが観測されている。そのうち深発月震は月の半径が約1735 kmに対して、800–1100 kmの深さで観測されている。そのような深度では塑性変形が支配的であるにもかかわらず、月内部で破壊や滑りがどのようなメカニズムで発生しているかはまだよく分かっていない。本研究では、部分溶融が月震を引き起こす1つの原因であるという仮説を立て、低温で部分溶融を起こすことのできるアナログ物質(Borneol-diphenylamine)を用いて、2軸高温摩擦変形試験機を使用して摩擦実験を行った。その結果、部分溶融度が大きくなればなるほど摩擦係数が低下し、その変化は溶融相と固相との間の濡れ角に依存することが明らかとなった。これはメルトが界面を完全に濡らすことで、力学的挙動がメルトによって完全に支配されていることが原因であると推察される。以上の結果、摩擦係数におけるメルトの効果は3つあり、1) 摩擦係数を下げる効果、2) メルトが間隙圧として働く効果、3) メルトによって周囲の水を抜き取ることで剪断の局所化が誘発される効果がある。この3つの効果を考慮すると、塑性変形領域でもメルトの存在によって摩擦による局所的な変形が発生し、月内部の摩擦強度が劇的に変化することで月震を引き起こすものと考えられる。

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

- Azuma, S., Katayama, I., Nakakuki, T., Rheological decoupling at the Moho and implication to Venusian tectonics, *Scientific Reports*, (in review).
- Azuma, S., Katayama, I., Hirauchi, K. and Yamashita, S. (2010) Strength contrast between plagioclase and olivine at water-rich Moho depths. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 105, 286-290.

参考論文

- 片山郁夫, 東真太郎, 武藤潤 (2012) 海洋モホ面でのレオロジー的不連続性, 月刊地球, 34, 217-220.