

氏 名（本籍）	おお た やす ふみ 大 田 恭 史 (埼 玉 県)		
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)		
学 位 記 番 号	博 甲 第 3541 号		
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審 査 研 究 科	地球科学研究科		
学 位 論 文 題 目	Mechanical Properties of Basaltic Rocks under Brittle Field Conditions and Implication for Accretionary Prism Formation (脆性領域条件下での玄武岩質岩石の力学特性とその付加体形成における意義)		
主 査	筑波大学教授	理学博士	小 川 勇二郎
副 査	筑波大学教授	理学博士	梶 原 良 道
副 査	筑波大学助教授	理学博士	小 林 洋 二
副 査	筑波大学講師	理学博士	滝 沢 茂

論 文 の 内 容 の 要 旨

岩石の力学挙動は地震や造山運動のようなダイナミックな地球変動を理解する上で直接的に重要な現象であるにも関わらず、未解決の問題が多い。特に、わが国のようなプレート収斂地域での諸現象、たとえば、マントル由来の玄武岩質岩石の付加機構を理解するのに必要な基礎的データは皆無に等しい。著者は、付加体内部の各深度における玄武岩質岩石の力学的挙動を明らかにし、同岩石の付加のメカニズムに対する意義を考察することを目的として三軸圧縮試験を製作し、それを用いて実験的研究を行った。その結果、さまざまな温度、圧力、歪速度（室温と 200℃；0.1, 50, 80MPa（最大約 4km 深度）； 8.0×10^{-8} から 4.5×10^{-4} /s）などの条件下における 2 種類の組織を異にする玄武岩試料の力学挙動を定量的に明らかにすることに成功した。さらに、この分野では初めて高温高压透水試験を行い、玄武岩質岩石の強度および変形特性と破壊形態に与える水の影響を明らかにした。この研究は、単に、岩石の力学的諸性質を理解するだけでなく、地震発生メカニズム、海洋岩石のプレート沈み込み帯での付加のメカニズム、放射性廃棄物の浸透性などについての議論などに応用し得、現在最も重要な課題に解決の糸口を与える画期的研究である。

用いた研究試料は、海山を構成する嶺岡アルカリ玄武岩と、海洋底玄武岩である夜久野ソレイト質玄武岩であり、この二つは粒径分布や組織を異にする。それらの静的物理的性質を、X線 CT、薄片、および SEM を用いた微小スケールの観察によって示した上で、また動的性質は、三軸試験機によって、以下のことを明らかにした。

封圧と温度の影響に関しては、封圧の増加に伴い強度と破壊歪が増加する一方、温度の増加に伴って強度と破壊歪は減少し、それらの減少率はより高封圧条件下になるほど大きくなる。様々な封圧、温度においては、夜久野ソレイト質玄武岩にはヤング率に対する温度の効果が認められ、より高温になるほどヤング率は増加しアルカリ玄武岩のヤング率の値に近づく。これらの結果は、強度については高封圧を被る深部ほど増加し、同深度でも温度勾配が低い部分の方ほど高くなることを示す。また、温度勾配が高い部分では、両玄武岩の強度が漸近することを示した。肉眼で観察できるスケールにおいて、封圧・温度ともに、それらの増加に伴い断層帯が局所化し、低歪速度で剪断帯の幅がより薄くなりほぼ一面の剪断面が形成されるといっ

た、破壊形態の歪速度依存性が得られた。また、高歪速度ほど断層面の方向がより規則的に配列した。

これらの結果により、温度が室温に近い付加体浅部域において玄武岩が変形された場合、静的なプレート運動（クリープなど）は滑らかな断層面、動的なプレート運動（巨大地震時など）は破碎帯を形成しやすいこと、付加体深部においては、浅部とは異なり、静的なプレート運動は断層帯、動的なプレート運動はほとんど一面の断層を形成しやすいことが実験的に示された。さらに水の存在または温度の増加の条件で、玄武岩はより脆性的になるが、これら両者の相互作用によって、玄武岩質岩石をより延性的に挙動させることが明らかになった。またこのことは、薄片やSEMによるマイクロスケールの観察においても、確かめられた。さらに、高温高圧透水試験の結果により、嶺岡アルカリ玄武岩の透水係数は夜久野ソレイト質玄武岩と比較して、約2オーダー低い値を示した。さらに、付加体浅部を想定した条件下（海底下2km以浅、100℃以下程度）では嶺岡アルカリ玄武岩に比べて夜久野ソレイト質玄武岩の強度が高いが、より深部では両玄武岩の強度の値は近づく。このことは、玄武岩はどの岩質でもより深部では等価に変形・付加され得ることを示す。

審 査 の 結 果 の 要 旨

以上の研究は、従来ほとんど知れていなかった玄武岩質岩石の静的・動的力学挙動と水の存在の重要性の詳細を明らかにした点で、顕著な業績と考えられる。さらに、玄武岩質岩石の付加体内部の条件下での破壊挙動をテクトニクスの議論に適用し、性質の異なる岩石もより深部では類似の挙動をとって付加されやすいことを示したことにおいて、重要な貢献であり、高く評価される。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。