

氏名	いとうかずひこ 伊東和彦
学位(専攻分野)	博士(理学)
学位記番号	論理博第1392号
学位授与の日付	平成13年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	Measurements of elastic wave velocities of hydrous and anhydrous rocks at high pressures and temperatures (高温高压下における含水および無水岩石の弾性波速度の測定)
論文調査委員	(主査) 教授 島田充彦 教授 古澤保 助教授 中西一郎

論文内容の要旨

日本列島直下などの沈み込むプレートの上面付近には深さ100 km以深まで、地震波速度が周より5~6%程度遅くなる低速度層が存在することが広く知られている。しかしながら、この低速度層の成因については、多くの議論が行われ、いくつかのモデルは提案されているが、比較すべき岩石実験のデータが少ないために、検証されていない現状である。そこで、現在までに提案されている低速度層成因モデルのうち、含水鉱物の存在によって説明する説を検証するため、申請者は、高温高压下における含水および無水岩石の弾性波速度の測定を行った。

申請者は、まず、岩石中の含水鉱物の脱水反応によって生じたH₂Oの量と、それによって弾性波速度が低下する割合との関係を定量的に求めるための実験を行った。蛇紋岩化の程度異なる5つの超マフィック岩石を選び、脱水反応により生じるH₂Oが岩石試料内に閉じ込められるように閉鎖系の試料構成を準備した上で、圧力1 GPa下で温度900°CまでのP波およびS波の弾性波速度の同時測定を行った。その結果、これらの岩石試料は温度600°Cないし800°Cで脱水反応を起こし、温度の増加とともにほぼ一定の割合いで低下を示していた弾性波速度が、その温度での脱水反応に伴って不連続的に急激に低下することを明らかにした。脱水反応後の試料の弾性波速度は、そこでH₂Oが取り除かれたものより低下していることを求め、脱水反応によって生じたH₂Oの量と、それによって弾性波速度が低下する割合との関係を求めると、P波、S波ともに、 $v/V = 1 + 0.0027W$ (W : 脱水反応によって発生した単位体積当たりのH₂Oの量 (kg/m³); V : H₂Oが試料内にとじ込められた岩石の弾性波速度; v : 試料内にとじ込められたH₂Oが取り除かれた場合の岩石の弾性波速度)で表される比例関係にあることを示した。

次に、申請者は、含水鉱物の脱水反応によって生じたH₂Oが、もともと無水の岩石に付加して含水鉱物を生じた場合、無水の岩石にくらべてどの程度弾性波速度が低下するかを調べるために、H₂O以外の化学組成が同一で、鉱物組み合わせ異なるグラニュライトと含水鉱物を含む角閃岩を選び、圧力1 GPa下で温度850°Cまでの弾性波速度の測定を行った。その結果、グラニュライトと角閃岩の弾性波速度はP波、S波とも温度の増加とともに直線的に減少し、グラニュライトの弾性波速度はP波、S波とも、有意に(例えば、温度700°Cでは4~5%)角閃岩のものより大きいことを示した。

以上の実験結果から沈み込み帯スラブの上面付近における5~6%程度の地震波速度の低下を示す低速度層の成因を考察した。これが含水鉱物を含む超マフィック岩石の脱水反応であると仮定すると、最初の5つの超マフィック岩石の実験から5~10%の蛇紋石の存在で説明でき、また、2番目の実験のグラニュライトと角閃岩のような相変化によるものと仮定すると、例えば、無水かんらん岩へのH₂Oの付加による角閃石かんらん岩への相変化で説明することができることを示した。

論文審査の結果の要旨

申請論文では、日本列島直下などの沈み込むプレートの上面付近に深さ100 km以深まで存在すると考えられている地震波低速度層の成因を明らかにすることを目的として、現在までに行われてきた高温高压下の岩石物性データの不備を補うために、新たに2種類の高温高压下における岩石の弾性波速度測定が行われ、これらの結果から、現在までに提案されている

低速度層成因モデルのうち、含水鉱物の存在によって説明されているものが可能かどうかについての考察が行われている。

申請者は、まず、岩石中の含水鉱物の脱水反応によって生じた H_2O の量と、それによって弾性波速度の低下する割合との関係を定量的に求めるための実験を行った。それには、岩石中の H_2O の量が系統的に変化する5個の超マフィック岩石を選び、これらについて、圧力1 GPa 下で温度900°CまでのP波およびS波の弾性波速度の同時測定を行っている。その実験結果によれば、これらの岩石試料は温度600°Cないし800°Cで脱水反応を起こし、 H_2O に対して閉鎖系の条件で発生した H_2O が試料内に閉じ込められ、この H_2O によってその岩石試料の弾性波速度は H_2O が取り除かれたものより低下している。その低下量は、P波、S波ともに、実験式 $v/V=1+0.0027W$ (W : 脱水反応によって発生した単位体積当たりの H_2O の量 (kg/m^3) ; V : H_2O が試料内にとじ込められた岩石の弾性波速度 ; v : 試料内にとじ込められた H_2O が取り除かれた場合の岩石の弾性波速度) で表されることを示した。この定式化によって、従来不可能であった高温高压下での H_2O の量とそれによる弾性波速度の低下の関係を定量的に議論することを可能とした。

申請者は、次に、含水鉱物の脱水反応によって生じた H_2O が、もともと無水の岩石に付加して含水鉱物を生じた場合、無水の岩石にくらべてどの程度弾性波速度が低下するかを調べる実験を行っている。そのために、 H_2O 以外の化学組成が同一で、鉱物組み合わせの異なるグラニュライトと含水鉱物を含む角閃岩を選び、これらについて、圧力1 GPa 下で温度850°Cまで弾性波速度の測定を行っている。グラニュライトの弾性波速度はP波、S波とも角閃岩のものより、例えば、温度700°Cでは4~5%大きいことを示した。

以上の実験結果から申請者は、沈み込み帯スラブの上面付近における5~6%程度の地震波速度の低下を示す低速度層の成因について考察し、5~10%の蛇紋石を含む岩石の脱水反応、あるいは無水かんらん岩への H_2O の付加による角閃石かんらん岩への相変化などで説明することが可能であると結論づけている。

岩石の微細な化学組成の違いまでを考慮した申請者による綿密な実験は、従来議論することが困難であった、高温高压下の岩石物性とその組成について、定量的な取扱いを可能にした点と、現時点で実験技術の限界に近い高压下の温度条件で、弾性波速度のデータを求めた点で価値あるものと評価できる。さらに、これらの結果は、例えば、本研究においても議論されているように、地震学的に存在が推定されている沈み込むプレート上面の低速度層の成因の解明など、地球内部の構造の解明に大きな貢献をするものと評価できる。

よって、本論文は、博士(理学)の学位論文として価値あるものと認めた。そして、平成13年2月1日に論文内容とそれに関連する分野の口頭試問を行った結果、合格と認めた。