

高圧下における岩石の地震波速度測定：コヒスタン島弧下部地殻岩の例

Measurement of seismic wave velocities up to 1.0 GPa : an example of Kohistan arc lower crustal rocks

河野 義生[1], 石川 正弘[2], 有馬 眞[3]

Yoshio Kouno[1], Masahiro Ishikawa[2], Makoto Arima[3]

[1] 横浜国大・教育・地学, [2] 横浜国大・教育人間科学・自然環境, [3] 横国大・教育人間科学

[1] Geological Inst., Yokohama National Univ, [2] Dept of Environmental Sci, Yokohama National Univ, [3] Geolo. Instit. Yokohama Natl. Univ.

コヒスタン島弧下部地殻岩のP波速度を高温高圧下で測定した。圧力1.0GPa, 温度25 条件下のP波速度はそれぞれ 単斜輝石-斜方輝石グラニュライトで7.29km/s 7.38km/s, ざくろ石-単斜輝石グラニュライトで7.28km/s, 7.68km/s, ざくろ石-輝岩で7.91km/s, 8.39km/sである。単斜輝石-斜方輝石グラニュライトからざくろ石-単斜輝石グラニュライトに置換する脱水反応によって, 主要化学組成はほとんど変化しないが, 0.31km/s の大幅なP波速度増加が見られた。

地震波速度(P波, S波)やポアソン比は, 岩石の鉱物組成, 組織を反映しており, 地球内部の構造を議論するための貴重な情報である。近年, 多くの研究者達によって岩石の地震波速度が測定されてきている。しかし, 実際に露頭で観察される岩石の変形, 反応との対応や高温高圧条件下における鉱物種, 粒度等を含めた地震波速度の評価はまだあいまいな点が多い。そのため, 地震波速度測定における高温高圧下の試料の岩石学的評価と地震波速度の対応を議論する必要がある。

パキスタン北部, コヒスタン地域は上部マントルから上部地殻まで連続的に露出しており, 島弧地殻深部構成岩石を直接観察することができる。本研究では, コヒスタン島弧の下部地殻構成岩石の地震波速度を高温高圧下(圧力; 最大1.0GPa, 温度; 最大400)で測定し, 地震波速度と化学組成や密度の関係を議論した。測定に用いた岩石は単斜輝石-斜方輝石グラニュライト, ざくろ石-単斜輝石グラニュライト, ざくろ石輝岩である。なお, 単斜輝石-斜方輝石グラニュライトは脱水反応によりざくろ石-単斜輝石グラニュライトに置換された岩石である。実験に用いた岩石の粒径は, 単斜輝石-斜方輝石グラニュライトで0.5-1.0mm, ざくろ石-単斜輝石グラニュライトで0.5-1.0mm, ざくろ石輝岩で0.5-2.0mmである。

岩石試料を長さ12mm, 直径14mmの円柱状コアに成型し, 内径34mmのピストン・シリンダー型高圧発生装置を用いて, 岩石中を伝搬する地震波波形をデジタルオシロスコープで測定した。解析に使用する地震波波形は4096回のアペレージングを施した。

圧力を変化させる場合, 昇圧(または減圧)してからP波速度が安定するまでの時間を調べた。昇圧では, すべての圧力において0.5時間の安定時間を要した。一方 減圧においては0.1GPaで4時間, 0.3GPaで3時間, 0.5GPaで3時間, 0.7GPaで2時間, 0.9GPaで2時間の安定時間を要した。同圧力における昇圧時と減圧時のP波速度を比較すると, 減圧過程で測定されたP波速度は, 昇圧過程で測定されたP波速度と比べて, 0.1-0.4GPaの間で0.51-0.92km/s, 0.4-0.7GPaの間で0.01-0.51km/s速く, 0.7-1.0GPaの間でほぼ同じ速度である。圧力0.7-1.0GPa, 温度25 条件下のP波速度測定結果をまとめると, 単斜輝石-斜方輝石グラニュライト2試料はそれぞれ7.25~7.29km/s(密度=2.96g/cm³, SiO₂量=48.94wt.%), 7.33~7.38km/s(密度=3.01g/cm³, SiO₂量=48.19wt.%), ざくろ石-単斜輝石グラニュライト2試料はそれぞれ7.23~7.28km/s(密度=3.15g/cm³, SiO₂量=51.85wt.%), 7.65~7.68km/s(密度=3.19g/cm³, SiO₂量=49.17wt.%) , ざくろ石-輝岩2試料はそれぞれ7.90~7.91km/s(密度=3.37g/cm³, SiO₂量=47.57wt.%), 8.37~8.40km/s(密度=3.53g/cm³, SiO₂量=41.19wt.%)である。温度を25 から400 に上昇させた結果, すべての岩石において1.0GPaで0.01~0.07km/s, 0.7GPaで0.06~0.11km/s, 0.4GPaで0.21~0.42km/sのP波速度低下がみられた。

単斜輝石-斜方輝石グラニュライトとざくろ石-単斜輝石グラニュライトの全岩化学組成はほぼ同一であるが, 鉱物組成の違いを反映し, 0.31km/sの大幅なP波速度増加が見られた。島弧地殻岩のP波速度とSiO₂量(wt.%)を比較すると, 脱水反応によってざくろ石が生成されている岩石と, ざくろ石を含まない岩石ではP波速度とSiO₂量(wt.%)の関係に違いがみられた。本研究の結果より, 下部地殻において, 脱水反応により化学組成はほとんど変化しないものの, 物性は大きく変化することが示された。

また, 島弧, 陸弧のP波速度断面と比較すると, シエラネバダ地域は, コヒスタン島弧とよく似たP波速度構造であることが分かる。