

岩石の水飽和率－弾性波速度の関係における間隙径分布の影響

Influence of pore size distribution on elastic wave velocities during evaporative drying

*堀川 卓哉¹、横山 正¹*Takuya Horikawa¹, Tadashi Yokoyama¹

1.大阪大学大学院理学研究科宇宙地球科学専攻

1.Department of Earth and Space Science, Graduate School of Science, Osaka University

弾性波速度 (V_p , V_s) は、岩石の水飽和率 (S)、間隙のサイズと形状、間隙水の分布状態、入射波の周波数などに依存することが知られており、その依存性を理解する目的で、Biot理論 (Biot, 1956) に基づいた様々な研究がなされている。しかし、従来の研究では、水飽和状態から完全に乾燥するまでに生じる弾性波速度の複雑な変化の全てを定量的に説明できるには至っていない。本研究では、間隙径の異なるベレア砂岩2種 (浸透率 300 mD, 20 mD; 以下それぞれベレア300, ベレア20と略記) と白浜砂岩1種 (浸透率: 0.6 mD未満) を用いて、乾燥により水飽和率を低下させながら V_p , V_s を測定した (入射P波: 200 kHz, 入射S波: 100 kHz)。間隙径分布 (開口半径) の測定結果から、ベレア300では約5-100 μm 、ベレア20では約1-10 μm 、白浜砂岩では約0.4 μm 未満の間隙が多いことが分かった。 V_p を測定した結果、ベレア300については以下の4段階の変化が見られた [(1) $S=1 \rightarrow 0.5$: V_p 低下、(2) $S=0.5 \rightarrow 0.3$: V_p 上昇、(3) $S=0.3 \rightarrow 0.1$: V_p 低下、(4) $S=0.1 \rightarrow 0$: V_p 上昇]。また、同試料の V_s 変化は以下の通りであった [(1) $S=1 \rightarrow 0.15$: 緩やかな V_s 上昇、(2) $S=0.15 \rightarrow 0$: 急激な V_s 上昇]。ベレア20では、 V_p についてはベレア300における段階1の一部と段階2, 3, 4に相当する傾向が、 V_s についてはベレア300と同様の傾向が見られた。白浜砂岩では、 V_p についてはベレア300の段階3, 4に相当する変化のみが、 V_s についてはベレア300やベレア20と異なり、一旦低下した後上昇する傾向が見られた。乾燥が進む際には、大きな間隙から先に水が失われることが知られている (Nishiyama et al., 2012)。したがって、各岩石の間隙径分布を用いることで、ある水飽和率においてどのサイズ以下の間隙が水で満たされているかが分かる。既存の理論に間隙径分布と体積弾性率の周波数依存性などの情報を加えることにより、 S の変化に伴う V_p , V_s の変化のより正確な再現を試みた。

キーワード: 弾性波、水飽和率、間隙径分布、砂岩

Keywords: Elastic wave, Water saturation, Pore size distribution, Sandstone