

岩石のアナログ物質を用いた地震波減衰の実験：より低温・高周波を目指して Experimental study of seismic attenuation by using a rock analogue

柄澤 史也^{1*}, 武井 康子¹

KARASAWA, Fumiya^{1*}, TAKEI, Yasuko¹

¹ 東京大学地震研究所

¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

本研究では地震波帯域における岩石の非弾性特性の解明を目指している。地震波の観測から得られた3次元地震波速度構造のインバージョンによって上部マントルの温度不均質やメルト分布を定量的に推定するためには、マントル岩石の非弾性特性を詳細に知ることが不可欠である。非弾性とは弾性と粘性の間の遷移的な物性のことである。地震波速度を変化させる要因には、非調和効果による影響と非弾性効果による影響があり、非調和効果に関しては定量的に評価できているが、非弾性効果に関してはよくわかっていない。この非弾性効果のメカニズムを解明するために、実験によって地震波帯域での減衰 Q^{-1} とその周波数依存性、温度依存性、粒径依存性、メルト量依存性を調べるのが重要となる。我々はマントル岩石のアナログ物質として有機多結晶体（ボルネオール）を用い、独自に開発した強制振動型の非弾性実験装置で実験を試みている [Takei et al., 2011]。

先攻研究 [McCarthy et al., 2011; McCarthy and Takei, 2011] では、温度、粒径、メルト量をパラメータとして変化させたときの、有機多結晶体のヤング率 E の分散と減衰 Q^{-1} のスペクトルを求めた。この測定により5桁にわたる周波数範囲での Q^{-1} スペクトルが得られた。さらに各温度、粒径、メルト量において測定した粘性と、超音波帯域で測定したヤング率 E_U から、マクスウェル周波数 $f_M = E_U/\eta$ を求め、 Q^{-1} スペクトルを規格化周波数 f/f_M の関数としてプロットすると全ての Q^{-1} スペクトルが1つのマスターカーブにのることが分かった。他研究 [Gibb and Cooper 1998; Jackson et al, 2002] から得られたオリビン多結晶体の Q^{-1} スペクトルもマクスウェル周波数による規格化で同じマスターカーブにのった。このようにマクスウェル周波数で規格化できることから、実験周波数帯域での非弾性の支配的なメカニズムが「拡散をとまなう粒界すべり」であることが強く示唆された。しかしマントルのマクスウェル周波数で規格化した地震波帯域は、実験で求めた帯域よりも2桁以上高周波側であり、より高周波、低温、粗粒での実験の必要性が明らかとなった。

これをうけて本研究は、まず高いサンプリング周波数に対応した高速の変位計に交換し、高周波（100Hzまで）の測定が可能になった。また低温での運転が可能なインキュベーターを用いることで、先攻研究では行えなかった規格化温度0.61以下の温度での実験が可能になった。これにより地震波帯域により近い帯域でのデータが取れるようになった。しかし試料の Q^{-1} が小さくなる高周波、低温、粗粒での実験では、実験装置の剛性が問題になってくることが分かってきた。これからの課題として、より剛性の高い実験装置を開発していく必要性が生じている。また小さな Q^{-1} を精度良く測るためには計測機器のもつ僅かな時間遅れが問題になる。このため、変位計やロードセルのキャリブレーションを行っている。この結果を踏まえて、先行研究の高周波側での Q^{-1} スペクトルの形を再確認する予定である。

参考文献：

Takei, Y., K. Fujisawa, and C. McCarthy, 2011, JGR, 116, doi:10.1029/2011JB008382

McCarthy, C., Y. Takei, and T. Hiraga, 2011, JGR, 116, doi:10.1029/2011JB008384

McCarthy, C., and Y. Takei, 2011, GRL, 38, doi:10.1029/2011GL048776

Gibb, T. T., and R. F. Cooper, 1998, JGR, 103

Jackson, I., J. D. Fitz Gerald, U. H. Faul, and B. H. Tan, 2002, JGR, 107, doi:10.1029/2001JB001225

キーワード: 非弾性, 地震波減衰

Keywords: anelasticity, seismic attenuation