

岩石の弾性波速度から密度の推定-速度・間隙率・密度の関係-

Estimation from elastic velocity to density - relation between velocity, porosity and density -

東方 外志彦[1], 亀山 真典[2], 金田 義行[2], 河野 芳輝[3]

Toshihiko Higashikata[1], Masanori Kameyama[2], Yoshiyuki Kaneda[3], Yoshiteru Kono[4]

[1] 海洋センター・フロンティア, [2] 海技センター・フロンティア, [3] 金大大学院・自然・物質

[1] JAMSTEC Frontier, [2] FRPSD, JAMSTEC, [3] JAMSTEC, Frontier, [4] Earth Science, Graduate Schl. Nat. Sci. Tech., Kanazawa Univ.

岩石の物理モデルに基づいて、弾性波速度から空隙率・密度を得る関係式を導出した。岩石は一様な大きさの粒の集合であり、粒の配列の変化によって弾性波速度・密度が変化するとした。岩石内部の粒の配列は空隙率によって一意に決まると仮定した。この関係式により得られた密度を(1)ODP コアサンプルの測定値、(2)経験則 (Nafe and Drake, 1957)と比較したところ、測定誤差等による若干の不確定性を除いて整合的な結果が得られた。ここで得られた関係式は、重力異常の解析にあたり、地殻内部の地震波速度構造から密度構造を推定する際に有用であると期待される。

<はじめに>

地下の密度分布を知ることは重力異常の解釈をする上で非常に重要である。地下の密度分布を知る手段は、直接的な手法と間接的な手法に分けられる。直接的な手法とは、コアサンプルの物性を実際に測定することで、正確な値が得られる反面、広域的な物性を測定できないという欠点がある。

一方、間接的な手法とは、地球物理学的観測データから推定する方法で、地震波速度構造を基にして推定することが現在最も一般的に行なわれている。この方法は、広範囲にわたって物性を知ることができるという利点があるが、弾性波速度と他の物理量との間の関係をあらかじめ精度よく決めておかなければならない。

従来は経験則に基づいて弾性波速度から密度を推定していたが、この経験則から得られる密度は不確かさが大きく、精度よい密度分布を推定することが困難である。

そこで本研究では、粒状媒質モデルを用いて弾性波速度から空隙率・密度を求める関係式を導出する。そしてODPで得られたコアサンプルのデータとの比較を行ない、モデルの妥当性を検証する。

<岩石モデル>

Dvorkin et al. (1999)は岩石を粒状媒質の集まりとしてモデル化し、空隙率・有効圧力(岩石に加わる圧力から静水圧を差し引いた値)から弾性定数とP波速度を求めている。このモデルの長所は岩石の圧力依存性を考慮に入れてあることで、弾性波速度の圧力依存性を良く説明することができる。本研究ではこの岩石モデルを用いてP波速度から空隙率・密度を求める。ただし、空隙率(ϕ)と全岩密度(ρ)の関係は

$$\rho = \phi \rho_f + (1 - \phi) \rho_m$$

を用いている。 ρ_f は空隙に含まれる流体の密度、 ρ_m はマトリックスの密度。

<データ>

使用するデータは、(1)ODPのLeg131 site808のCore Sample Data、(2)Leg172 site1063のCore Sample/Logging Dataについて解析を行った。

<結果・考察>

Site808のコアサンプルを用いて弾性波速度から密度を計算した場合、観測値よりも約0.15g/cc低い値が求まった。この理由は、現在調査中である。

Site808のUnit5では、弾性波速度から求めた空隙率の深さ方向の変化率は、観測値と比べてゆるやかになっている。その要因として、テクトニックな応力により、ここで仮定した有効圧力よりも高い圧力がはたらいていることが考えられる。Unit5はデコルマン面の直下にあるため、プレート運動による応力の集中(剪断応力の増加?)が起こり、その結果Unit5では実効的な圧力が高くなっているためではないかと思われる。

Site1063のコアサンプルでは、P波速度が深度71.01mbsf以深で測定されていないために、理論値と観測値を単純に比較することはできない。また、測定されたP波速度が1500m/s(水中の音波速度)以下で、空隙率・密度を求めることができない場合もあった。

速度と密度の関係においては、Nafe and Drake(1957)の測定値の存在範囲内に理論値が含まれた。このことにより、経験則に対し、整合性のある解が得られたといえる。また、圧力依存性についてであるが、モデルにおい

で密度一定として、有効圧力変化に対する速度変化を計算した。この結果からは有効圧力の 0 から 10MPa の変化は 0.2 から 0.4km/s の速度変化を示す。経験則における、速度と密度の存在範囲は大きく、有効圧力の変化だけで経験則の速度と密度の関係すべてを説明するはできない。が、有効圧力による速度変化の量から経験則の存在範囲の広さを説明する要因の一つといえる。その他の要因として挙げられることは、鉱物量比の違い、つまり岩石組成の違いにより生じていると推測される。

これらの事から、岩石における速度と密度の関係は、有効圧力・岩石組成を用いた今回のモデルにより良く説明づけられた。