

MCS 反射記録に見られるモホ面 (遷移層) -2. 波形シミュレーションからの考察

Characteristics of the Moho transition zone (MTZ)-2: Evaluation of seismological characteristics using synthetic seismograms

鶴我 佳代子 [1]; 笠原 順三 [2]; 池 俊宏 [3]; 宇納 貞男 [1]

Kayoko Tsuruga[1]; Junzo Kasahara[2]; Toshihiro Ike[3]; Sadao Unou[1]

[1] 地科研; [2] 静岡大学地球科学、日本大陸棚調査; [3] なし

[1] JGI; [2] JCSS; [3] none

1. はじめに

反射法から得られるモホ面の特徴 (池他、本学会) に引き続き、本講演では岩石学から想定される海洋地殻の V_p 構造モデルを用いた地震波形の数値実験からモホ遷移層に関連する波群の特徴を検討する。反射法および数値実験に対する岩石学的考察は笠原他 (本学会) で報告する。

2. 波形・走時計算

波形計算には 2 次元弾性波有限差分法 (Larsen, 2000) を用いた。 V_p 、 V_s 、 密度、 Q 値を与え、海面下 30 m においた爆発型震源 - 受振点アレイでの圧力波形記録を計算した。震源関数は零位相 4Hz リッカー波を用いた。空間グリッドおよび計算時間間隔は 30 m および 2 ms とした。グラフ理論により走時を計算した (Kubota et al., 2005)。

3. 地殻および最上部マンツルの構造モデル

2 次元水平多層構造 (水平 250 km、深さ 45 km) の地震波速度モデルを用いた。水深は 6 km、上部地殻は堆積層 (V_p 波速度 $V_p=1.8-2.2$ km/s) と玄武岩質層 ($V_p=2.5-6.5$ km/s) から成り、下方に下部地殻とマンツルを設定した。海洋地殻として深海掘削から提案されたペンローズ・モデルのほか、岩石学的見地 (例えば Dick et al., 2006) から、次の 4 つの速度構造モデルを検討した。

(A) 地震学的にシャープなモホ面を有するモデル: 下部地殻 ($V_p=6.8-7.0$ km/s) から、最上部マンツルへ不連続に速度増加。標準的な最上部マンツル速度 $V_p=8.0$ km/s と、最上部マンツルに弾性的異方性がある場合を想定した 2 種類の速度 ($V_p=7.6, 8.8$ km/s) を仮定。

(B) ミクシング・モホ遷移層モデル: 下部地殻の底 ($V_p=7.0$ km/s) から最上部マンツル ($V_p=8.0$ km/s) まで遷移的に速度増加。4 種類の厚さ ($h = 0.5, 1, 2, 5$ km) の遷移層を仮定。

(C) 地震学的にシャープなモホ面と最上部マンツル内に速度遷移層を有するモデル: 下部地殻底 ($V_p=7.0$ km/s) からやや速度の遅い最上部マンツル ($V_p=7.6$ km/s) へ不連続に速度増加し、直下に 4 種類の厚さの遷移層 ($V_p=7.6-8.2$ km/s) を仮定。

(D) Hess モデル: 下部地殻上面 ($V_p=6.8$ km/s) からマンツル ($V_p=8.2$ km/s) まで速度が徐々に増加し、明確な速度境界はない。下部地殻に蛇紋岩化した大量のマンツルの存在を仮定。

4. 地殻・マンツル構造モデルの違いによる反射波群の特徴

反射法探査法記録に順じて近距離オフセット ($x < 5$ km 内) でのモホ遷移層からの反射波群の特徴を述べる。

(A) 近距離でもモホ面からの反射波 P_mP が確認され、その振幅は最上部マンツルの速度増加と共に大きくなる。 P_mP の振幅は比較的大きく、海面と堆積層からの反射波の $1/5 \sim 1/3$ 程度。オリビンの高速度 ($V_p=8.8$ km/s) の結晶軸が選択的に垂直方向に揃っている場合にはより大きな振幅 (標準モデルに対して 2 倍程) になる。

(B) 遷移層上面・下面からの反射波 (P_{x1P} 、 P_{x2P}) や遷移層内の屈折波が観測される。 P_{x2P} の走時は遷移層の厚みで異なる。 P_{x1P} 振幅は、遷移層の厚さ 5 km では初動・堆積層の反射振幅に対し $1/50$ 程度、 P_{x2P} 振幅はどのケースでも小さい (P_{x1P} 振幅の $1/4 \sim 1/3$ 程度)。近距離での反射波群の振幅は小さいことから、現実の観測では高 S/N 比が要求される。

(C) 遷移層の厚さに関わらず、遷移層上面からの反射波は明瞭 (モデル A で最上部マンツル速度を $V_p=7.6$ km/s に設定した場合の走時と振幅にほぼ等しい)。遷移層下面からの反射波振幅は極めて小さい。

(D) 初動および地殻内の反射波群以外の明瞭な反射波群は認められない。近距離ではモデル B や C との区別が困難。

4 つの構造モデルによる数値実験の結果から、受振アレイのアパチャーが数 km 程度の反射記録の場合、モホ遷移層を認識できるケースとできないケースがある。しかしより遠方ではモホ付近からの広角反射波や遷移層内の屈折波が認められ、遷移層の有無やその速度・勾配などの情報を得ることができる。よって、下部地殻 マンツル境界域の詳細検討には、受振アパチャーを十分に拡大した反射法探査や、より広角反射と屈折波の情報を得られる OBS などでの高密度屈折法探査を組合わせた観測が有効と考える。

5. まとめ

下部地殻 マンツル境界の構造について、波形数値実験を通して、地震学的情報と岩石学的知見を相互に関係付けるための検討を始めた。単純なモデルによる数値実験ではあったが、その結果はモホ遷移層の速度や勾配で特徴付けられる波群の検討に有用であるとわかった。今後の検討には、地震波探査の膨大な記録の精査や物質科学の見地からの拘束

条件を増やす必要があると考える。