

地震波屈折・広角反射法を用いた地殻と沈み込み帯の中の帯水層の検知

Detection of aquifer at the subduction zone and/or in the crust by means of seismic refraction/wide-angle reflection method

笠原 順三 [1]; 鶴我 佳代子 [2]

Junzo Kasahara[1]; Kayoko Tsuruga[2]

[1] 静岡大学地球科学、日本大陸棚調査; [2] 地科研

[1] JCSS; [2] JGI

1. はじめに

近年、地震発生や火山活動や断層運動など地球物理的、地質学的現象を理解するために地殻内やマントル内の帯水層の重要性が認識されつつある。バルバドスの沈み込み帯においては、深海掘削によってプレート境界付近から帯水層が見つかった (Moore and Klaus et al., 1998)。帯水層の厚さは $\sim 20\text{m}$ 程度であり、3次元地震波探査により負の極性を持った強い反射面 (ブライト層) が確認された。このブライト層はデコルマであるが、帯水層は小さな V_p を持つために、強い反射強度は前弧海盆と沈み込むプレートの間の低 V_p 層として説明可能である。デコルマ層の性質は必ずしも同じではないが、南海トラフや日本海溝でも確認されている。藤江他 (2002) は、海底地震計を用いた屈折法・広角反射法により三陸沖の沈み込み帯でブライト層を見つけ、その強反射を帯水層のような低 V_p 層で説明した。そこで、研究では、デコルマを含めた付加体・沈み込み帯での地下の水の分布を調査する際に重要となる地震学的基礎情報を得るため、屈折法・広角反射法を用いた地震探査を想定した波形シミュレーションを実施した。

2. 波形シミュレーションと走時の計算

波形シミュレーションを用いて沈み込み帯における屈折法・広角反射相を調べた。与えた構造モデルでは、水深 6 km に海底を設定した。モデル空間の中央 ($X=100\text{ km}$) に海溝軸をもち、 $X=0-100\text{ km}$ 区間において島弧の前弧海盆の下に海洋地殻 (厚さ 7 km) が沈み込み (傾斜角は 6% 程度)、 $X=100-200\text{ km}$ 区間には海洋性地殻が分布するとした。

前弧海盆の厚さは海溝軸に向かい薄くなる (最大 6 km 厚)。沈み込むプレートの上面に $1.6-2.2\text{ km/s}$ の速度をもつ厚さ 500 m の帯水層 (或いは柔らかい堆積物) をおいた。海洋マントルの最上部の $V_{\text{pha}} 8.0\text{ km/s}$ とした。

波形計算は2次元の有限差分法 (Larsetn, 2000)、走時の計算はグラフ理論 (Kubota et al., 2005) による。P波速度 (V_p)、S波速度 (V_s)、Qと密度の2次元構造 (水平方向 200 km 、深さ 35 km) を仮定した。海底に設置したOBSで取得する地震記録を想定し、震源-受振点間の相反定理の成立を仮定し、海底に爆発型震源、海面下 30 m に受振点群を設定し、震源ギャザー記録を計算した。震源時間関数には 4 Hz のゼロ位相 Ricker 波を用いた。空間的なグリッドは 30 m 、計算時間ステップは 2 ms とした。

3. 結果

すべての場所で負の極性を持つ強いデコルマからの反射が認められる。0 - オフセットでのデコルマからの反射波の往復走時はデコルマの深さと共に変わる。

1) 海溝軸から前弧側へ 100 km での位置では、海底下 6 km のデコルマからの反射と、沈み込む海洋地殻のモホからの反射P波 (P_mP) が認められる。デコルマからの反射波はオフセット距離 $0-30\text{ km}$ で大振幅をもち、 P_mP は $30-50\text{ km}$ において大振幅になる。海洋性マントル内を伝わる P_n も認められる。

2) 海溝軸から 50 km 位置の震源ギャザー記録においても、上述 1) (100 km) の場合と同様な特性を持っている。

3) 海溝軸直上の記録では、海洋側に向かって、典型的な海洋地殻を伝搬する地震波記録に似た特徴を呈する。海洋地殻内を伝わる P_g と P_mP が認められる。 P_n も海溝軸の両側で認められる。近距離での P_mP の振幅は小さいが、オフセット距離 $20-40\text{ km}$ で大きな振幅を持つ。

4. 議論と結論

屈折法・広角反射法探査を想定した場合の波形シミュレーションを用い沈み込み帯における帯水層 (或いは低速度層) の影響を評価した。デコルマの低速度層の厚さを少し厚く (0.5 km) したが、0 オフセットから数 10 km の距離まで強い広角反射波ができることが分かった。より高周波数の震源関数 (例えば 16 Hz) を用いたなら、仮定した低速度層の厚さは 125 m 程度とみなせる。反射相の負の極性は反射境界における速度の逆転を示す。低速度層が純粋な帯水層でなくても強い地震波の反射が観測されると期待される。帯水層の速度や厚さを変えたシミュレーションも実行中である。

このようにシミュレーション結果から、もし帯水層が海底下 10 km 程度にあり、厚さ $10\text{ m}-100\text{ m}$ 程度の連続した層として存在するならば、屈折法・広角反射法探査によって、その存在の検知は十分に可能と期待される。