北海道の深発地震記録に見られる海洋性地殻トラップ波

Trapped signals in subducting oceanic crust observed in the seismograms of deep-focus earthquakes occurring in Hokkaido

古村 孝志 [1]
Takashi Furumura[1]

[1] 東大地震研
[1] ERI, Univ. Tokyo

１．はじめに

日本列島下に沈み込むプレート深部で発生した深発地震の記録には、プレートを構成する海洋性地殻とマントル、そしてその内部不均質構造を反映した特異な地震波現象が数多く認められる。たとえば、周波数１ Hz 以上の短周期地震波を内部に閉じ込め、遠地の震度が大きくなる異常震域の原因は、硬く冷えた High-Q プレートの物性に加えて、内部に薄く延びた短波長不均質構造（ラミナ構造）における短周期地震波の散乱・導波効果（Furumura and Kennett, 2005; 2007）が強く関係している。また、地震波速度の遅い海洋性地殻と大高速度の海洋マントルの強い速度コントラストは効率的に PS 変換波を作り出す。（e.g., Matsuzawa et al., 1987）。これを用いて海洋性地殻の速度の推定や（Matsuzawa et al., 1990）、遠地地震のレシーバ関数解析によるプレート境界の物性の詳しい評価（e.g., Kawakatsu and Watada, 2007）がこれまで進められてきた。

２．北海道の深発地震に見られる海洋地殻トラップ波

帯広の東南東 35km に位置する浦幌（URH）観測点では、旭川～稚内付近で発生した、太平洋プレートの深発地震において、海洋性地殻をトラップ波として伝わったと考えられる後続層が顕著に認められる。この後続層は、P 波初動の約３～５秒後と、S 波の５～10 秒後に、どちらも上下動と Radial 成分に出現し、震幅が P 波の 2～5 倍以上で継続時間が１～２秒以下と短い、短周期のパルス状の波群を持つ（古村・森谷・鈴木、1989）。これらの波形特性と到着時刻などの特徴を勘案すると、低速度の海洋性地殻トラップ波の可能性が強く示唆され、たとえばマントル深部境界面からの反射波や、プレート上面や地殻内境界面での変換波の可能性は考えにくい。なお、トラップ波が出現する震源方位は URH の北西の± 10 度の狭い範囲に限られ、かつ震源の深さが 200km 以深に限定される。また、URH から東西に 100km 離れた釧路（KSR）や上杵臼（KMU）地点では見られない。

これまで海洋性地殻トラップ波は、フィリピン海プレートの地震について多くの報告があり（e.g., Fukao et al., 1983; Hori et al., 1985; Oda et al., 1990)、いずれの場合も観測点と震源が限られるのが特徴的である。海洋性地殻トラップ波の観測条件として、１）海洋性地殻に地震波が入り込み内部に閉じ込められること、そして２）遠距離を伝播した後に観測点に向けて抜け出すこと、２つの条件が必要であり、これを満足するプレートの形状、震源、観測点配置が限定されることが考えられる。

３．地震波伝播シミュレーション

海洋性地殻トラップ波の生成を確認するために、北海道下の地殻・マントル構造と太平洋プレートをモデル化し、短周期地震波伝播の２次元 FDM シミュレーションを行った。計算領域を 500km ＊ 400km に選び、0.5km の細かな格子間隔で離散化した。地震波速度は ak135 標準モデルに対して、プレート内の温度分布を考慮して、速度を中心部から外側に向けて５～２％高速に、周囲のウエッジマントルは５％低速にした。海洋性地殻の厚さは５ km とし、8～14%の低速度の物性値を設定した。プレート内の短波長不均質構造分布は、プレート沈み込み方向に相関距離が 10km、厚み方向に 0.5km の、標準偏差 4%のフォンカルマン型のものを与えた。ダブルカップル型の震源を、深さ 250km のプレート上面から 2km の位置に置き、最大周波数 16Hz の P 波と S 波を放射させた。

計算から求められた波動伝播のスナップショットを見ると、震源から放射された地震波が海洋性地殻内に入り込み、低速度層内のトラップ波としてゆっくりと伝播していく過程が時間を追って様子が良く理解できる。トラップ波の卓越周期は、海洋性地殻の厚さに良く対応し、地殻が厚いほど低周波が良く伝えられる。トラップ波の震幅と到着遅れは、海洋性地殻の深さ分布と内部の速度に非常に敏感であることも確認できる。前述の観測波形の特徴は、海洋性地殻が周囲のマントルよりも 14%程度遅い速度を維持して、深さ 250km 以上の深部まで存在すること、そして深発地震が低速度層の内部で発生した場合に説明が可能である。ただし、このとき低速度層の上面で P-S 変換波が強く発生し、北海道の広範囲にわたって観測されることが期待されるが、観測波形には当該の相は確認できないなど課題が残される。

また、海洋性地殻は沈み込みとともに脱水し、徐々に高速化することから、一般に深さ 150km 以上まで低速度でありつづけることは説明が難しい。ただし、観測点から見た当該の深発地震の方位では、十勝岳や旭岳などの活発な火山活動とともに火山フロントが 50～100km 以上も内陸に屈曲した形になっており、このような場所の地下では、海洋性地殻の脱水と高速化が起きる深度が島弧の他の地点よりもずっと深いのかもしれない。