

海洋性地殻を伝播するトラップ P 波の伝播特性と不均質構造

武村俊介・吉本和生（横浜市立大学）・利根川貴志（海洋研究開発機構）

1. はじめに

本研究では海洋性地殻内を伝播するトラップ波に着目して、観測波形の解析および数値シミュレーションを行い、トラップ P 波の伝播特性および海洋性地殻の不均質構造を明らかにする。海洋性地殻内の詳細な構造を知ることによって、海洋性地殻内で起こる脱水作用や地球深部への流体の移送過程を明らかにすることができる。

2. フィリピン海プレートの海洋性地殻を伝播するトラップ P 波の特徴

茨城県南部の深さ 50-60 km で発生する地震において、震源域から南西方向の観測点でフィリピン海プレートの海洋性地殻を伝播するトラップ波が観測されることが報告されている (Hori, 1990, 2006)。そこで、茨城県南部の深さ 50-60 km で発生した 7 つの地震について、Hi-net で得られた速度波形を解析した。

関東東海地域において観測されたトラップ P 波の例を図 1 に示す。図 1 a の波形は N.NSHH で観測された上下動成分の速度波形にバンドパスフィルターをかけたもので、P 波到来時刻を 0 秒としている。周波数の増大にともない観測波形は複雑になるものの、観測されたトラップ波は周波数を問わず P 波より 2 秒程度遅れて現れる。また、ほとんどの地震において最大振幅はトラップ P 波の初動直後にあらわれ、顕著なピーク遅延を起こしていない。

図 1 a の波形の RMS エンベロープを平均して得られたエンベロープを図 1 b に示す。平均をとったことによりマルチパスの効果は弱まり、エンベロープは震源域から観測点までの平均的な伝播経路の影響を示している。周波数の増大にともないコーダ波が複雑化するもののトラップ P 波に大きな変化は見られず、直達 P の約 2 秒後に現れ、初動直後に最大振幅を迎えるパルス的な波形となる。

3. 2 次元差分法による地震動シミュレーション

観測された分散やピーク遅延をとまなわないトラップ P 波の成因を明らかにするため、差分法による地震動シミュレーションを行った。図 2a の測線 A-A'断面において、Ev. 5 (2012 年 5 月 18 日に発生した Mw 4.8 の地震) の地震の地震動シミュレーションを行った。327.68×102.4 km² の計算領域を 0.015 km で離散化した。JIVSM (Koketsu et al., 2008) による層構造モデル (図 2a 左) を採用し、仮定した速度構造モデルの海洋性地殻内に震源を設定した。

JIVSM による地震動シミュレーションの結果 (図 3a) は、観測波形と異なり分散やピーク遅延を起こし紡錘形のトラップ P 波となった。JIVSM による海洋性地殻は深部まで海洋性地殻第 2 層および第 3 層が沈み込む 2 層構造をしているため、紡錘形の波形が得られたものと考えられる。

相模トラフから沈み込む海洋性地殻は反射法探査 (Kimura et al., 2009) などによって JIVSM と同様に厚さ 3 km 程度の海洋性地殻第 2 層の存在が示唆されている。一方で、深さ 30-40 km において海洋性地殻からの脱水による低速度異常 (LVA) が検知されている (例えば、Matsubara et al., 2005)。このことから、深さ 30-40 km の脱水作用によって海洋性地殻内の速度構造に変化が起きたと考え、計算モデルに LVA と深さ 40 km 以深の海洋性地殻第 2 層に速度増加を取り入れた (図 2b および図 2c)。

LVA と速度増加を取り入れた計算結果を図 3b および図 3c に示す。海洋性地殻第 2 層の P 波速度を 6.0 km/s まで増加させた model A1 (図 3b) では、JIVSM と同様にトラップ P 波は紡錘形となる。海洋性地殻第 2 層と第 3 層を同じ速度 ($V_p = 6.8$ km/s) にした model A2 による計算結果 (図 3c) では、弱い直達 P に続き分散やピーク遅延のないトラップ波が明瞭に観測され、観測波形の特徴を再現している。観測地震動と差分法によるシミュレーションの比較から、分散およびピーク遅延をとまなわないトラップ P 波の成因は深さ 40 km 以深で海洋性地殻が均質な構造をしており、効率的に P 波がトラップされたためと考えられる。

4. 海洋性地殻内の速度変化

Kuwatani et al. (2011) によれば、深さ 40 km での圧力・温度条件下で脱水作用によって Greenschist から Amphibolite へ変化することされており、関東・東海下においても同様の変化によってフィリピン海プレートの海洋性地殻第2層で速度増加が起きているものと考えられる。

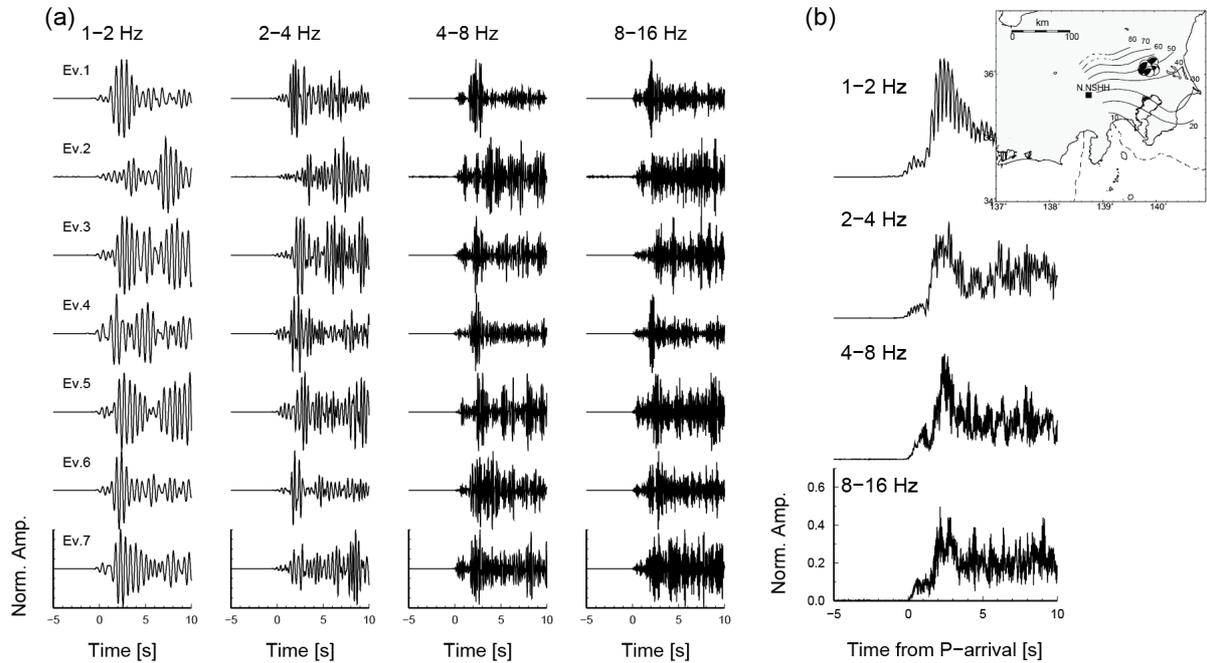


図1. 茨城県南部の深さ50-60 kmで発生した七つの地震においてHi-net N.NSHHの(a)上下成分で観測されたトラップP波の例、(b) スタックした上下動のRMSエンベロープ。時刻はP波到来時刻を0秒とし、振幅は表示されている時間窓内の最大振幅で規格化した。

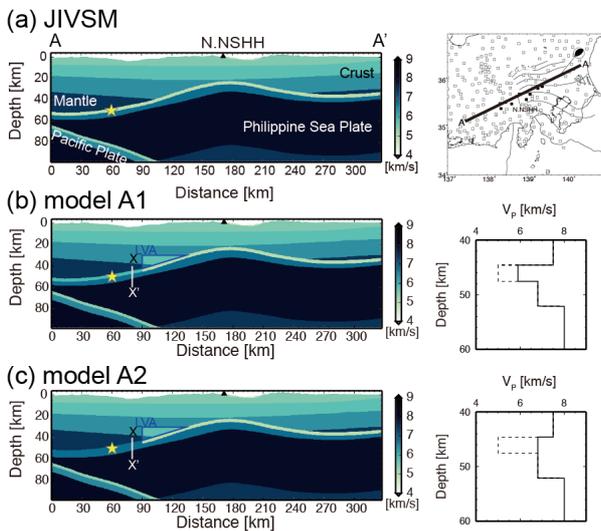


図2. シミュレーションで仮定したP波速度構造。(a) の右端のA-A'測線に沿ってシミュレーションを行った。(b) および (c) の右のグラフは図中X-X'上のP波速度の深さ変化で、点線がJIVSMで実線がmodel A1またはmodel A2。

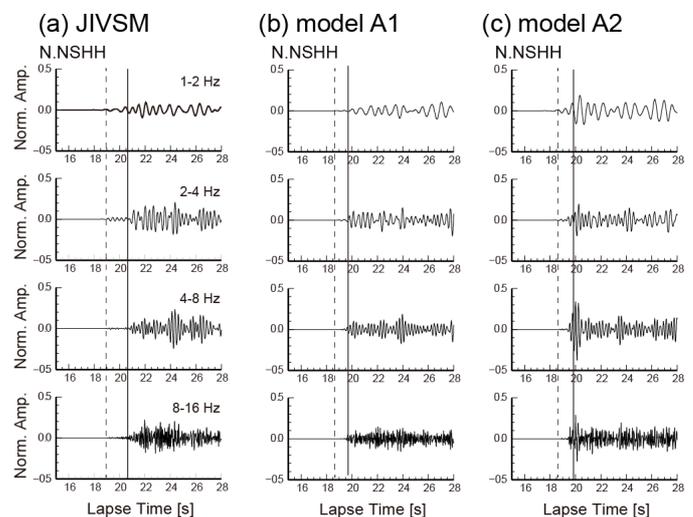


図3. 2次元差分法による上下動の計算波形。振幅は各帯域の最大振幅で規格化されている。図中の点線はP波、実線はトラップP波の走時を表す。

謝辞

防災科学技術研究所のHi-netの波形データとF-netのCMT解を使わせていただきました。また、海洋開発研究機構の地球シミュレータを使用させていただきました。記して感謝致します。