

日本海溝における顕著な遠地実体波散乱の成因：大規模数値シミュレーションによる検討

Cause of Significant scattering of teleseismic P-wave near Japan Trench as Inferred by Large-Scale Numerical Simulation

前田 拓人^{1*}, 古村 孝志², 小原 一成¹

Takuto Maeda^{1*}, Takashi Furumura², Kazushige Obara¹

¹ 東京大学地震研究所, ² 東京大学総合防災情報センター

¹ERI, The University Tokyo, ²CIDIR, The University of Tokyo

はじめに

2009年7月15日に発生したニュージーランド南島付近(M7.8)では、日本列島の稠密高感度地震観測網(防災科研Hi-net)の20-50秒帯域の記録にきわめて顕著な散乱波が存在することが明らかになっている(前田・他, 2009)。本研究では、稠密記録のアレイ解析によってこの散乱波の起源をより精密に再検討するとともに、「京」コンピュータを用いた大規模な差分法シミュレーションによる地震波伝播の評価によってその成因を明らかにしたので報告する。

散乱波の特徴とその起源

Hi-net記録の周期20~50秒の低周波数帯域での波動伝播の様子を把握するため、Maeda et al. (2009)のデコンボリューションフィルタにより計器特性を補正した上で、地震波位相の空間パターンの時間変化を調査した。その結果、南南東から北北西に向かう長波長のPP波に重畳して、関東地方から同心円状に位相速度約3.5 km/sで広がっていく波群が確認できた。この波形が観測された時間帯に他の大きな地震は無く、また高周波数成分に顕著な振幅が見られないことから、この波群は近地地震の直達波ではなく、日本列島周辺の地下不均質構造に伴う散乱波であると推定される。

その発生位置を推定するため、まず個々の観測点における波形記録を、直達波の波面に沿って重合することで得た平均的な直達波波形と、散乱波を主として含むと期待される残差波形とに分離した。それらのうち、残差波形に対し適当な見かけ速度を仮定したうえでセンブランス解析を行うことで散乱源の同定を行った。その結果、散乱源は千葉県南東沖の太平洋・フィリピン海プレート沈み込み口の三重会合点付近に決定された。アレイ解析に利用した観測点をランダムに変更するジャックナイフ法と、仮定する見かけ速度のグリッドサーチにより推定結果の安定性を評価したところ。推定された散乱源の位置のばらつきはたかだか40km以内、仮定した見かけ速度の違いによる系統的な推定位置のずれはたかだか80km以内に収まり、推定結果はきわめて安定していることが明らかになった。

大規模数値シミュレーションによる検討

散乱波の成因について検討するため、「京」コンピュータを用いてMaeda et al. (2013)の大規模並列差分法コードを用いた数値シミュレーションを行った。計算は三重会合点を含む800 km(南北) x 1200 km(東西) x 600 km(鉛直)の範囲で行い、速度構造モデルは長周期地震動予測地図2012年試作版による全国一次地下構造モデル(暫定版)(Koketsu et al., 2008)とJTOPO30日本近海グリッド水深データを基礎とし、海域の地下構造データ欠落部分に地震活動等にもとづくなめらかなプレート境界を補外したものを利用した。鉛直下方から周期30秒のP波平面波を入射させ、地表面における地震動応答を評価した。

シミュレーションの結果、日本海溝に沿って顕著な散乱波が発生することが確認できた。この散乱波は、西方のプレート沈み込み方向に特に強く伝播する。これは、地表面と沈み込む太平洋プレートの境界面との間で重複反射した地震波がプレートの沈み込み方向に選択的に押し出されたためであると考えられる。同様のメカニズムによる散乱波はメキシコの沈み込み帯でも報告されており(Dominguez et al., 2012)、日本での観測事例はこのメカニズムを支持するものである。さらに、シミュレーションに海水層を考慮すると海水にトラップされた地震動がより継続時間の長い散乱波を生ずることが明らかになった。この効果は特に水深の深い三重会合点付近で顕著である。結果として、海水層を考慮したシミュレーションでは三重会合点付近から同心円状に広がる継続時間の長い散乱波が生成され、観測事実をよく説明する。

以上から、遠地実体波の入射により生成される散乱波は、沈み込むプレート境界面の大規模速度構造と、海水層内の重複反射による地震波増幅効果の複合要因で生成されることが明らかとなった。

謝辞：本研究は文部科学省HPCI戦略プログラム(分野3)「防災・減災に資する地球変動予測」の一環として行った。本研究の数値計算は理化学研究所計算科学研究機構の「京」コンピュータを利用した。記して謝意を表す。

キーワード: 地震波散乱, 沈み込み帯, 数値シミュレーション, ハイパフォーマンスコンピューティング, アレイ解析

Japan Geoscience Union Meeting 2013

(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



STT59-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月20日 18:15-19:30

Keywords: Seismic wave scattering, subduction zone, numerical simulation, high performance computing, array analysis