

地殻構造のランダム不均質性による地震波の振幅のばらつき - P波とS波の比較 -

吉本和生¹・小林学¹・武村俊介² (¹横浜市立大学, ²防災科学技術研究所)

1. はじめに

高周波数域 (約 1 Hz 以上) では、観測される地震波の振幅に大きなばらつきがみられる。この要因には、地盤増幅や震源輻射特性の他に、地殻構造のランダム不均質性による地震波散乱の影響が指摘されている。小林・他 (2016 JpGU) は、中国地方の地殻内地震の波形を解析し、P波とS波の振幅のばらつきが震源距離・周波数依存性を示すことを報告した。本研究では、1次元の地殻構造の影響を考慮することで、地震波の振幅のばらつきの震源距離・周波数依存性をより厳密に評価した。また、その特徴を地震波散乱の数理モデル (Yoshimoto et al., 2015) を使用して再現できるか検証した。

2. データ・解析方法

解析には中国地方の地殻内で発生した横ずれ型の31地震 (マグニチュード3.1-5.7) のHi-net速度波形記録を用いた (図1)。小林・他 (2016 JpGU) の解析手法に倣い、1-2, 2-4および4-8 Hzのバンドパスフィルターをかけた震源距離75 km以内の地震の速度波形を使用し、震源経過時間60-70秒の平均S波コード振幅で規格化した3成分合成最大P波振幅およびS波振幅 (以下、単にP波振幅, S波振幅) を評価した。また、震源の輻射特性の影響を最小化するために、Hi-netの震源決定で使用されている地震波速度構造モデル (鶴川・他 1984) を仮定し、初動発震機構解から予測されるP波およびS波の輻射特性係数が0.8以上のデータだけを使用した。

3. 結果・まとめ

P波振幅とS波振幅のばらつきは、震源距離とともに増大し、高周波数ほどその傾向が顕著であることが確認された。例えば、周波数1-2 Hzでは、P波振幅のばらつきは全範囲 (20-70 km) で震源距離とともに増大するものの、S波振幅のばらつきは震源距離の小さい範囲 (< 30 km) では漸増するが、それ以遠では概ね頭打ちになる傾向が見られた (図2a, b)。周波数2-4 Hzでは、P波振幅, S波振幅ともにより小さい震源距離 (それぞれ、30-40 kmと20 km程度) で頭打ちになる特徴が見られた。周波数4-8 Hzでは、P波振幅とS波振幅のばらつきは震源距離20 km程度から大きく、それ以遠での震源距離変化は見られなかった。

以上の解析結果を踏まえ、観測された地震波の振幅のばらつきを地震波散乱の数理モデルによる再現を試みた。Kobayashi et al. (2015) により推定された地殻構造のランダム不均質性を仮定したところ、周波数4 Hz以下における解析結果については概ね再現できることを確認できた (図2a, bに1-2 Hzの結果を示す)。このような本研究の結果は、地殻の地震波速度構造のランダム不均質性による地震波散乱がP波振幅とS波振幅のばらつきの要因であることを示す。その一方で、4 Hz以上の地震波振幅のばらつきについては、その特性を地震波散乱の数理モデルにより説明できないため、震源輻射振幅のダブルカップル型点震源モデルからの乖離などの要因を含めて評価する必要があると考えられる。

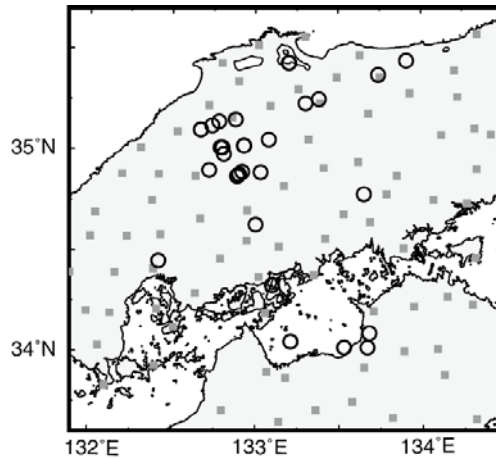


図 1. 震央 (○印) および Hi-net 観測点 (□印) の分布.

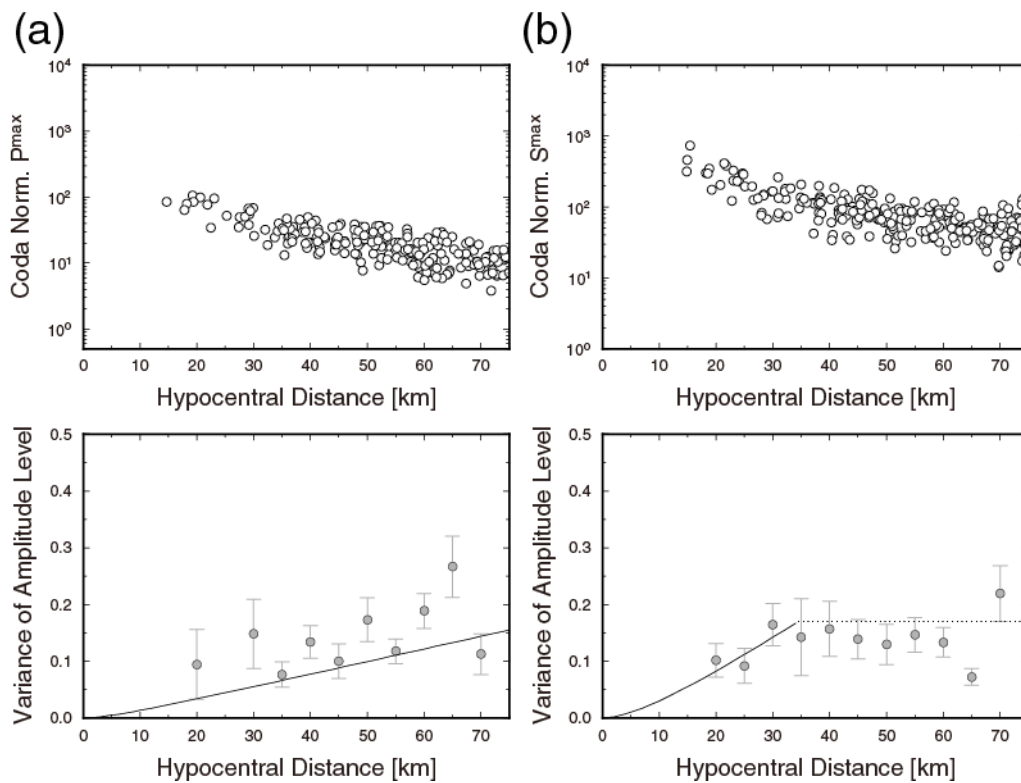


図 2. P 波と S 波の振幅のばらつきの震源距離変化. (a) P 波振幅の解析結果 (周波数 1-2 Hz) : 上図は P 波振幅の震源距離変化, 下図は P 波振幅のばらつきの震源距離変化 (5 km 移動平均区間でデータ数 7 以上の結果を表示). 実線は地震波散乱の数理モデルによる予測値 (Kobayashi et al. (2015)の地殻構造のランダム不均質性の推定値 (指数関数型不均質性, 相関距離 1 km, ゆらぎの大きさ 0.03) を仮定). (b) S 波振幅の解析結果 (周波数 1-2 Hz). 表示方法は P 波振幅と同じ.

謝辞

本研究では防災科学技術研究所の高感度地震観測網Hi-netの波形記録と震源カタログを使用しました. 地震動シミュレーションには東京大学地震研究所の計算機システムを利用しました. 記して感謝いたします.