

弾性波アクロスと地震計アレイによるプレート境界震源域の長期連続監視法 Semi-permanent continuous monitoring of a focal region along an interplate boundary by seismic ACROSS & multi-receivers

鶴我 佳代子^{1*}, 笠原 順三², 羽佐田 葉子³, 藤井 直之²
Kayoko Tsuruga^{1*}, Junzo Kasahara², Yoko Hasada³, Naoyuki Fujii²

¹ 東京海洋大学, ² 静岡大学理学部, ³ 大和探査株式会社

¹Tokyo Univ. Marine Sci. and Tech., ²Shizuoka Univ., ³Daiwa Exploration and Consulting Co. Ltd

プレート境界上の顕著な反射面は、地震発生の要因の1つと考えられる流体の存在を示唆し、三陸沖 (Fujie et al., 2002; Mochizuki et al., 2005) や、中部日本・東海浜名湖周辺 (飯高ほか, 2002) で見つかっている。このようなプレート境界上の強い反射面は地震活動と密接な関係があり、反射波群の連続監視が、震源域の物理状態の変化の検出に有効であることを期待させる。弾性波アクロスは、既知の特性をもつ地震波を地下に繰り返し照射し、観測し続けることで、地下の状態変化を能動的に監視するための計測技術である (熊澤ほか, 2000)。アクロスでは、2004年以來、東海地域での広域観測がなされている。そこで本研究では、同地域のプレート境界上の震源域の変動を想定した地震波伝播の数値実験を行い、波群の微小変化 (差分波形) に逆伝播 time reversal 手法を適用するイメージング法 (Kasahara et al., 2010) を用いて、変化領域の検出を試みた。

数値実験には、東海中部日本海陸統合地殻構造探査の波形記録の解析から得た2次元速度構造モデル (Tsuruga et al., 2005) を用いた。静岡県浜名湖付近および岐阜県土岐市付近にアクロス震源を想定し、有限差分法 (Larsen, 2000) により、受振間隔 500 m ごとに、上下動および水平動成分の理論波形を計算した。プレート境界からの反射波群等の波線経路および走時は、波線追跡法により同定した。深さ約 30 km のプレート境界上の一部 (厚さ 200m 程度) に流体移動を想定し、P波速度が $V_p=3.5\text{km/s}$ から 2.5km/s に、30% 程度低下すると仮定した。波形記録には、震央距離 25~60 km 付近の、走時 10~13 秒にはプレート境界からの顕著な PP 反射波が出現する。

プレート境界からの反射波群を対象に、上下動と水平動の各成分で、変化の前・後の波形記録の差 (差分波形) を、変化前の構造モデルを用いて逆伝播し、イメージングした。その結果、波形変化量の大きな波群は、プレート境界付近の速度変化領域にフォーカシングされ、生じた領域を概ね特定できることが分かった。降雨などの影響を考慮し、表層付近での速度変化が 10% 程度 (P波速度が $V_p=3.5\text{--}4.5\text{ km/s}$ から $3.15\text{--}4.05\text{ km/s}$ 減少) 生じたケースでは、波形変化部が表層付近に集中するものの、本来想定した変化領域よりも下方にまで変化分のエネルギーが染み出す。しかし、この際でも、反射波群が観測される地域が限定されることを利用し、震源と受振点の配置を適切に選択 (観測区間を制限) することによって、表層と深部の変化領域の識別がしやすいイメージが得られることが分かった。

現時点では変動領域の形状などの厳密な決定は難しく、直接速度変化量でのイメージングも今後の課題である。しかしながら、本研究の結果は、アクロスのように連続的に同一信号を送信する震源を用いることによって、仮に単独の震源の場合でも、観測アレイの配置を最適化することで、プレート境界からの反射波群の連続 (繰り返し) 観測が、特定領域での状態の時間変化の有/無や相対的な変化量の追跡に有効であることを示している。

キーワード: 弾性波アクロス, 長期連続監視, プレート境界, タイムラプス, 逆伝搬

Keywords: ACROSS, continuous active monitoring, interplate boundary, time lapse, back-propagation time reversal