

九州東部の地殻構造 ~ 南九州における地殻変形の構造的要因 ~

Detailed seismological structure of eastern Kyushu - Structural inference on left-lateral motion in southernmost Kyushu-

大津 啓^{1*}, 岩崎 貴哉¹, 加藤 愛太郎¹, 宮町 宏樹²
Hiromu Otsu^{1*}, Takaya Iwasaki¹, Aitaro Kato¹, Hiroki Miyamachi²

¹ 東大・地震研, ² 鹿児島大学大学院理工学研究科

¹ERI, The University of Tokyo, ²Kagoshima university

1. 緒言

九州地方には、フィリピン海プレートが沈み込み、複雑な地質環境下にある。九州北部は、伸張応力場に支配された地域で、別府 - 島原地溝帯は、多数の東西方向の正断層が発達しており、半地溝の形状をしている。その九州中部は、北東 - 南西方向の走行を持つ付加帯の帯状構造によって特徴づけられる。九州南部の構造は、沈み込む九州 - パラオ海嶺や東西方向に背弧拡大する沖縄トラフの影響を受けていると考えられる。古地磁気の解析 (Kodama et al, 1995) によれば、この地域の東部において左横ずれ運動が起きていることが提唱された。この運動は、最近の GPS ネットワークの解析 (Wallace et al, 2009) によって裏付けられた。

九州の地殻・上部マントル構造については、不明の点が多く残されている。別府 - 島原地溝帯について言えば、この地溝帯内の詳細な地震波速度構造やその南縁に位置する大分 - 熊本構造線の詳細な位置や深部までの形状といった基本的な情報についてすらまだ明らかにされておらず、東から別府湾まで続く中央構造線 (MTL) (遊佐・他, 1992) と九州地方との接合関係も不明である。また、九州南部の左横ずれ運動帯に関しては、左横ずれに関する力学的なモデルは提唱されているが、なぜ現在の位置で左横ずれ運動が起きているのか、その地構造的要因がわかっていない。

2. 1994年、1996年制御震源地震探査

1994年及び1996年に、九州東部を南北に縦断する測線で制御震源地震探査が行われた。このデータに基づいて速度構造モデルが提出されているが (田代・他, 1999; 安藤・他, 2002)、走時解析にとどまり、上記の問題点・視点に立った解析・解釈はなされていなかった。本研究では、まずこれらの制御震源データを再解析し、測線下にある主要な地質構造線の深部構造について新たな知見を得ることを試みた。具体的には、初動走時トモグラフィ、初動及び広角反射波の走時・振幅データについて波線追跡法/asymptotic ray theory によって求めた構造モデルを構築した。更に、深部の P 波及び S 波構造を求めめるため、九州地方東部に焦点を当てた制御震源・自然地震統合トモグラフィを行い、地殻深部及び上部マントル構造を求めた。

3. 構造モデルとその解釈

まず、地殻上部の特徴を述べる。測線北部には、別府 - 島原地溝帯の火山堆積物に対応する $3.2\sim 5.1\text{km/s}$ の層が深さ $2\sim 3\text{km}$ まで存在する。大分 - 熊本構造線を境として、その南側の三波川帯の速度は、 5.4km/s と速い。また、OKTL の浅部形状は高角北傾斜であることがわかった。三波川帯の南には、 5.4km/s の秩父帯が続き、その南で日向コンプレックスに対応する $3.9\sim 5.8\text{km/s}$ の層が、厚さ 6.5km で約 15° に北傾斜していることがわかった。この速度境界が NTL と考えられる。その南側では表層から $5.3\sim 5.8\text{km/s}$ の高速度の物質が深さ 3.7km/s まで達している。この領域は測線近傍の尾鈴山に花こう閃緑斑岩が貫入しているためと考えられる。この領域は V_p/V_s が小さく、上記の解釈と調和的である。その南側では $3.3\sim 5.8\text{km/s}$ の低速度の層が南端まで続いている。

広角反射波を加えた波線追跡法、振幅計算によって深部構造を求めた。測線北部では、約 25° で北傾斜する反射面の存在することがわかった。初動解析から、この反射面の直上に OKTL と考えられる速度境界が求められており、この反射面は OKTL の深部延長と考えられる。本研究の測線の東側の別府湾で反射法地震探査が行われ、MTL が約 30° で北傾斜していることが報告されている。この結果は、本研究の結果と良く一致することから、求められた低角北傾斜反射面は MTL の西方延長だと考えられる。

測線南部において制御震源初動走時データから約 45° に高角北傾斜する構造を求められた。更に、広角反射波の解析から、その深部延長に約 20° に低角北傾斜の反射面を求めた。これらは、ほぼ地表から深さ 25km にわたって存在する大規模な構造境界と解釈される。更に自然地震トモグラフィで求めた速度構造及び V_p/V_s 構造は、この北傾斜反射面の存在を強く支持するものであった。求めたモデルと地震分布の関係性を見ると、北傾斜構造の高角部の下部から低角部の上部に沿って地震が起きていることがわかる。NIED によるこの北傾斜構造に沿う $M > 3$ の地震のメカニズムを調べると、左横ずれのメカニズムが卓越している。この北傾斜構造の位置は、さらに北傾斜構造は、Kodama et al, (1995) による古地磁気の解析や Wallace et al, (2009) による GPS の解析から求められた左横ずれ帯の位置とほぼ一致する。この構造に沿った地震活動と考え合わせ、左横ずれ運動はこの北傾斜構造に沿って進行している可能性がある。