

5. むすび

関係各機関の支援を受け、近畿圏における 2 測線の地殻構造探査では良好なデータを取得できた。大阪平野南方の和泉山脈を横断する 20km の測線（和泉測線）において、東西走向の大規模な活断層である中央構造線断層帯の深部形状を明らかにするために反射法地震探査を実施した。この結果、断層は地下 7km 程度まで追跡され、深さ 1km 程度までは 30 度、それ以深では約 40 度の北傾斜を示すことが明らかになった。すなわち大阪平野の南部がこの断層の震源域にかかることが確認された。丹波高原から琵琶湖・養老山地を経て濃尾平野にいたる 110 km の測線（近江測線）で、大規模な地殻構造探査を実施した。この探査によって、琵琶湖西岸断層帯が約 30 度の西傾斜で、花折断層よりも西方に伸びることが明らかになった。鈴鹿東縁断層帯や養老断層の深部形状も明らかになった。さらに、養老山地下から近江盆地では地殻最下部と接して、フィリピン海プレートが位置することが明らかになった。とくに、浅いフィリピン海プレートの形状は、フィリピン海プレート境界で発生する地震のセグメンテーションの問題を明らかにしていく上で、また被害地震の震源としても重要な問題を提起している。近畿圏では、平成 16 年に実施した近畿地方を南北に縦断する地殻構造探査（新宮-舞鶴測線）や同年に実施した近畿地方を東西に横断する測線（大阪-鈴鹿測線）と合わせ、沈み込んでいるフィリピン海プレートの形状が、三次元的に明らかになった。とくに、新宮-舞鶴測線ではフィリピン海プレートの上面が従来の地震分布から求められる面より、約 7-10km 浅いことがわかった。さらに、近畿北部に無地震のプレートと推定される反射面を見いだすことができた。地殻深部から上部マントルの構造を明らかにするために継続して新宮-舞鶴測線上の稠密自然地震観測網によって自然地震データが蓄積された。これらのデータによるレーバ関数解析によって、フィリピン海プレートの構造を得るとともに、明瞭なモホ面の構造を得た。この結果は、自然地震によるより広域の構造解析の道を開くものと考えられる。

首都圏では 4 年間にわたって継続して観測された房総アレイによる自然地震観測と房総 2003 測線によって実施された制御震源も加えた統合的な地震波トモグラフィ解析やレーバ関数解析によって、これまでにない精度で、関東地域東部の三次元速度構造が明らかになった。これによって、深部フィリピン海プレートの形状やその内部構造が明らかになった。とくに、制御震源による探査によって、フィリピン海プレート上面の形状モデルが一新した。防災科学技術研究所の高感度地震観測網（Hi-net）等で得られた観測データのトモグラフィ解析により得られた関東地方の三次元地震波速度構造から、相似地震が沈み込むプレート上部の海洋性地殻内で比較的高速度域に発生していることが明らかになった。また既存の反射法地震探査断面、房総沖測線でイメージングされたフィリピン海プレート上面の弱反射領域は、1923 年関東地震の最大余震のアスペリティに相当する可能性の高いことが明らかとなった。これまで得られた三次元速度構造・微小地震の震源分布・相似地震分布・発震機構解・反射法探査などの結果を総合的に解釈して関東東海地域にかけてのフィリピン海プレート上面のモデルを得た。また、首都圏での大都市圏地殻構造探査のデータは既存のデータとともに、関東平野の地下構造データベースとして整理された。

大深度ボーリングでは、茨城県つくば市で深さ 1,000m 級のボーリングを掘削した。音波検層、密度検層等により各地層の直接測定を行った。また、ボーリングから得られたコア、スライム等から地層対比を行い当地の地質構造などについての考察を行った。首都圏で行

った大深度ボーリングや、既存の反射法地震探査断面、地表地質のデータをもとに、首都圏の地下構造モデルを提示した。調査後のボーリング孔を活用して高感度地震計・強震計を地震基盤に設置し、防災科学技術研究所の高感度地震観測網（Hi-net）等と一体的な運営を開始した。

「断層モデル等の構築」についての研究では、多数の研究者が参画し研究が進展した。首都圏についての研究では、近年格段に進歩したプレート境界地震のアスペリティの位置と面積の情報を活用した海溝型地震の強震動予測手法が提案され、首都圏等において相模トラフや南海トラフ沿いに想定されている海溝型地震の強震動予測がなされた。とくに震源インバージョンによってのみ得られていたアスペリティ位置や面積が、探査・地震活動・トモグラフィー等からも示唆されるようになり、これらを拘束条件とすることで震源のモデル化の可能性が拡大した。関東地震については、大深度弾性波探査によってフィリピン海プレートの上層深さが従来よりも浅く推定された結果をうけて、震源モデルおよび地下構造モデルが再構築された。震源インバージョンにより推定された東側のアスペリティ位置が東京湾に近づいたものの、やや深くなったため、長周期地震動の励起は半分程度になったが、震度に影響する短周期地震動がやや増大したことが確認された。想定首都直下地震では、従来のフィリピン海プレート上層深さと新しく推定された上層深さの両モデルについて強震動予測を実施し、プレートが浅くなったことによって強震動が幾分増加する試算を得た。また、首都圏の複雑な基盤形状によって、関東平野西縁での表面波の反射や、北西部の回廊が地震波伝播に及ぼす影響などが再現され、決定論的な強震動予測の重要性が確認できた。想定東海地震では、適切な震源パラメータと海域や地殻・プレートへ三次元的に拡張した広域地下構造モデルの高精度化によって、特性化震源モデルとハイブリッド合成法の組み合わせによる広帯域強震動予測が現実的に行えることを示した。また、南海トラフ沿いの海溝型巨大地震によって、首都圏における長周期地震動の励起が顕著であることが確認され、さらなる高度化をはかるためには、地下構造モデルの三次元的な拡張だけでなく、中小地震の観測記録を用いて、付加体などの細部を含む地下構造モデルのチューニングを行うことが不可欠であることがわかった。

近畿圏については、地震学的手法に基づいて、震源断層、特に活断層に関係する震源断層の形状や断層面上の不均質性を推定する方法についての研究が進展した。活断層に関して発生している微小地震活動、発震機構の空間変化、地震波伝播速度の不均質、地殻内の散乱強度分布などを活断層領域において求め、そこから推定される震源断層の形状や破壊開始点、アスペリティ位置の候補を挙げる方法論を組み立てて、花折・琵琶湖西岸断層帯、有馬・高槻構造線等の活断層帯に適用した。この方法は地震学的知見に基づく想定地震の設定方法を新たに提案するものである。測地学的な情報を基に、近畿圏に甚大な地震被害を及ぼす南海トラフのプレート境界巨大地震震源域のカップリング率分布を精査し、発生が逼迫する次の東南海・南海地震の震源破壊シナリオに資する破壊領域や破壊開始点の特定を行った。その結果、紀伊半島沖からの破壊開始の可能性はプレート間のカップリング率からも高いと考えられる。大規模地殻構造探査やボーリング調査によって得られた地殻・地盤情報と、これまでに蓄積されてきた堆積盆地等の地下構造モデルを組み合わせ、京阪神地域に被害を及ぼす内陸活断層に関する地震や南海トラフのプレート境界巨大地震時の強震動予測に資する、近畿圏地盤・地殻構造モデルを構築した。強震観測網で得られた既往

の地震記録の再現を通して、この構造モデルが、上記の強震動予測に妥当であるかを検証した。構築された地盤・地殻構造モデルは直接地震動予測の高精度化につながるとともに、新たな地震記録や調査情報を加えて改良されていくべきものである。