（１０）　九州大学大学院理学研究院

１．はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震の発生によって地殻の力学的状態が変化し，地震活動に多くの変化が東北地方を中心として見られた．地震発生の予測へ向けたアプローチにとってこれらの変化を検知することは重要であり，いわゆる“地殻応答”を測るという視点を，従来の観測研究に加えて活動を注視した 10 年であったといえる．九州大学大学院理学研究院の地震火山観測研究センターではこれらの活動変化を捉えるために，定常観測網の品質維持や機動観測によるデータ取得をおこなってきた．また，活動や構造の詳細な把握により，地震発生の空間ポテンシャルの推定を目指して研究を進めてきた．しかしながら国立大学法人化以降，実質的な減員や予算の圧縮などと厳しい状況が続いている．

２. 九州内の地殻活動観測

本研究院は第 5 次地震予知計画から参画し，1984 年以来地震予知研究を推進するために活動を行ってきた．現在は災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について（建議）の研究計画の一部を担っている．防災科学技術研究所による Hi-net，気象庁の観測点とあわせて，九州内はほぼ 20km 間隔で地震観測点が設置されている．これにより，通常の地震活動把握は九州内どこでも均一に行うことが可能となり，我々は地震予知研究にとって特に重要な地域，活動にターゲットを絞って臨時地震観測や GNSS 観測を重点的に行うことができるようになった．特に，2000 年に M5.0 の地震が発生し，微小地震活動の活発な別府 - 島原地溝帯西部（布田川―日奈久断層）において重点的地震観測・GNSS 観測を行ってきた．そしてこの領域で，最大震度 7 を記録し，広範に被害を及ぼした，2016 年熊本地震が発生した．この地域は日本国内でも有数の稠密地震観測がなされていた．その結果，詳細な地殻活動の背景が明らかになった（後述）．図 1 に熊本地震発生前 30 年間の震源分布を示す．この図から，熊本地震は活発な浅発地震活動のあった場所で発生したことを見ることができる．

九州内の地殻活動の背景を理解するために，地殻構造の把握が重要である．従来までに 3 次元速度構造はトモグラフィーの手法によって求められてきた．一方，地震発生要件の一つのパラメータである地殻強度に関係した流体分布の情報がなかったことから，九州内ほぼ全域において比抵抗構造調査を精力的に進めた．地震発生域のみではなく，構造を調査して発生要件，すなわち地震発生空間ポテンシャル把握のための重要な情報を得ることができた．

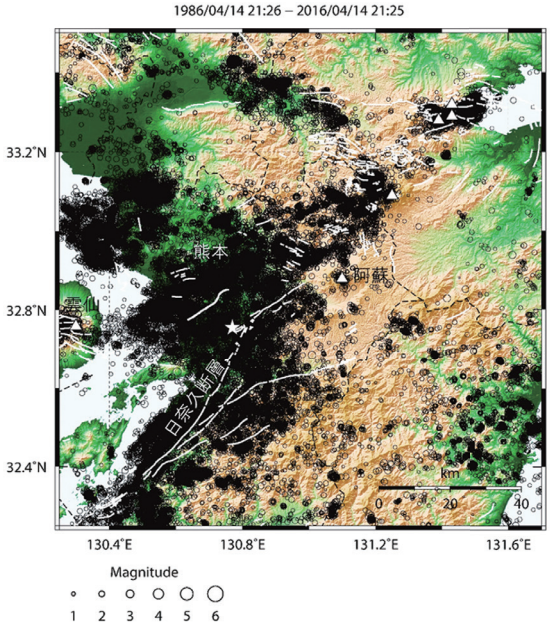

図１　1986 年から熊本地震前までに発生した地震の震央○（当センタールーチン処理による）．白線は活断層，星は熊本地震の震央を示す．

３．機動地殻活動観測

地震火山観測研究センターでは，九州地域以外でも地殻活動を詳細に把握するために，規模の大きな地震が発生した場合，全国の観測研究機関と協力して機動的に観測を行ってきた．この 10 年では，2011 年東北地方太平洋沖地震，2013 年淡路島，2014 年長野県北部，2016 年鳥取県中部，2018 年島根県西部，大阪府北部，北海道胆振東部地震などの活動に対し，地震観測点を速やかに展開し，詳細な震源分布など活動把握に貢献した．

４．熊本地震

熊本地震は布田川―日奈久断層帯において，2016 年 4 月 14 日に M6.5 の地震（最大前震），16 日には M7.3 の本震が発生した．詳細は別章で述べられているのでここでは地球物理学的な観測によって得られたポイントのみについて述べる．先に述べたように，震源域は布田川―日奈久断層に位置し，すでに 10km － 20km 程度の間隔で地震観測点が展開されていた．さらに最大前震発生後，全国の大学と協力して地震観測点が展開された（図 2）．これらの観測により，詳細な震源データが得られ，断層帯を取り巻く速度構造 [1]，余震活動から得た断層構造 [2] や発震機構解から偏差応力場の把握 [2),3)] がなされた．その結果，破壊の開始点は比較的低速度域の上部に位置していることが見いだされ，従来の多くの大地震断層で見

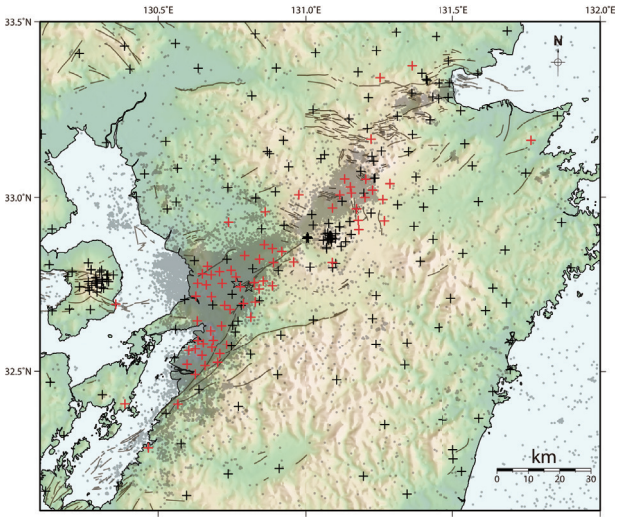

図２　2016 年熊本地震発生領域に展開された地震観測点．＋印が観測点位置．＋は地震発生前から設置，＋は地震発生後に展開された点を示す．

られた特徴を有していることがあきらかになった．また，地震で破壊した断層は日奈久断層走向の北西傾斜した断層①，布田川断層走向の北西傾斜した断層②，①から分岐した南東傾斜の 2 枚の小断層が得られ，最大前震，本震はこれらの小断層から破壊が始まったことが明らかになった．また，地震前応力場は震源域南部で横ずれ，北部で正断層タイプが卓越しており，地震時の複雑な破壊過程[4]に反映していると考えられる．実際，地震前応力場，地震断層形状から期待される地震断層のすべり方向は実際の地震時滑り方向とほぼ一致していることが示され[5]，すべり量は不明なものの，地震前に複雑な滑りの予測可能性が示唆された．また，地震断層は微小地震から求めた非弾性変形領域の端に位置していること[6]，破壊開始点は低比抵抗領域に位置していること[7]などから，地震前に構造・活動を詳細に把握することで，地震発生空間ポテンシャル推定につながることが示された．

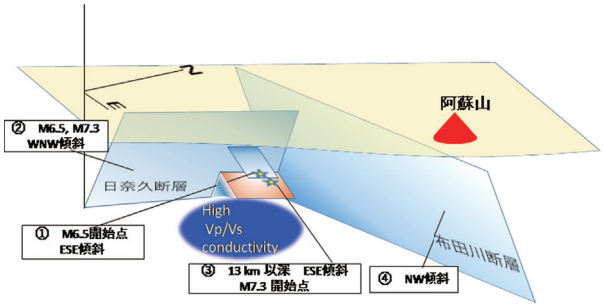

図３　震源分布から求めた断層形状の模式図（光岡・他，2018 を参考）．

5．おわりに

地震火山観測研究センターでは現在も地殻活動把握のための定常･機動地震観測，地殻変動観測を継続している．また，広域な比抵抗構造推定など，他地域では見られない多様で詳細な活動・構造把握を進めている．全国の大学と協力しながら，これらの観測研究を推進してゆく．

（松本　聡）

参考文献

1) Shito, A., S. Matsumoto, H. Shimizu, T. Ohkura, H. Takahashi S. Sakai, S. et al., 2017. Seismic velocity structure in the source region of the 2016 Kumamoto earthquake sequence, Japan. *Geophysical Research Letters*, 44(15), 7766–7772, https://doi.org/10.1002/2017GL074593.

2) 光岡郁穂･松本聡･志藤あずさ･山下裕亮･中元真美･宮崎真大・飯尾能久・酒井慎一・2016 年熊本地震合同観測グループ，2016 年熊本地震震源断層および日奈久断層周辺の応力場の時空間変化について，S08-P15, 日本地震学会 2018 年度秋季大会 .

3) Matsumoto, S., S. Nakao, M. Miyazaki, H. Shimizu et al., 2015. Spatial heterogeneities in tectonic stress in Kyushu, Japan and their relation to a major shear zone. Earth, Planets and Space, 67(1), 172, https://doi.org/10.1186/s40623-015-0342-8.

4) Asano, K., and T. Iwata, 2016. Source rupture processes of the foreshock and mainshock in the 2016 Kumamoto earthquake sequence estimated from the kinematic waveform inversion of strong motion data. Earth, Planets and Space, 68(1). 147. https://doi.org/10.1186/ s40623-016-0519-9.

5) Matsumoto, S., Y. Yamashita, M. Nakamoto, M. Miyazaki, S. Sakai, Y. Iio, Y. et al., 2018. Prestate of stress and fault behavior during the 2016 kumamoto earthquake (M7.3), Geophysical Research Letters, 45 (2), 637–645, https://doi.org/10.1002/2017GL075725.

6) Matsumoto, S., T. Nishimura, T. Ohkura, 2016. Inelastic strain rate in the seismogenic layer of Kyushu Island, *Japan. Earth, Planets and Space*, 68, 207, https://doi.org/10.1186/s40623-016-0584-0.

7) 相澤広記・塚本果織・A. Triahadini・村松弾・林田祐人・湯浅雄平・A. Luthfian・手操佳子・松本 聡，光岡 郁穂，飯尾 能久，酒井 慎一，2016 年熊本地震 合同地震観測グループ，2016 年熊本地震震源域における応力場のモデル化(3)，SSS15-12，日本地球惑星科学連合 2018 年大会 .