

12 - 17 2016 年熊本地震の活動について (序報)

Seismic activity and background of 2016 Kumamoto earthquake sequence

九州大学大学院理学研究院

京都大学防災研究所

2016 年熊本地震合同地震観測グループ

Institute of Seismology and Volcanology, Kyushu University

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

Group for urgent joint seismic observation of the 2016 Kumamoto earthquake

はじめに

2016 年熊本地震は 4 月 14 日 M6.5 (最大震度 7) から始まり、最大地震 4 月 16 日の M7.3 (最大震度 7)、さらに多くの規模の大きな地震が発生した。この地域は、従来から微小地震活動が活発な地域であると同時に、活断層として布田川-日奈久断層帯が中央部に位置する地域である。この地域では一連の地震発生前に大学、防災科研、気象庁による定常的な地震観測網のほかに約 40 点の臨時観測点が展開されていた。地震発生後、大学および産総研、防災科研などが協力し、熊本から大分にかけての広範囲に稠密臨時地震観測点を展開し、現在 (2016 年 7 月時点) も継続中である。この臨時地震観測ではオンライン観測点 9 点およびオフライン観測点 59 点が展開されている。ここでは、地震発生前および発生後 2016 年 5 月 16 日までのデータを用いた解析結果を述べる。ただし、このデータには地震発生後に展開されたオフラインデータを含んでいない。

震源分布の特徴

収録されている地震波形から手動検測によって決定された震央分布を第 1 図に示す。震源は九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センターにおけるルーチンの速度構造を用いて決定された。図中の震央は地震前 (1996 年～) [期間 1]、4 月 14 日 M6.5 以降～4 月 16 日 M7.3 前 [期間 2]、それ以降 [期間 3] で色を変えている。また、M5 以上の震央は星印で示している。発震機構については初動極性によるものをグレーで示し、気象庁による CMT 解をカラーで示している。図中には活断層の地表トレースもプロットしている。

この地域の通常発生している地震活動は期間 1 の分布から見て取れるように、断層およびその周辺の広範囲に分布している。このうち 1999 年から 2000 年においては日奈久断層沿いに最大マグニチュード 5 の地震が発生している。M6.5 の地震はこの震源域よりやや西に位置し、発生後は日奈久断層のトレースよりやや西側で震央が分布していることがわかる (期間 2 の震央分布)。M7.3 発生後は日奈久断層、布田川断層沿いだけでなく広範囲に活発な地震活動が起こっている。発震機構解を見ると、M6.5 の初動解は東落ちの高角な横ずれ断層である。走向は日奈久断層のよりやや時計周りに回転している。一方、CMT 解はほぼ日奈久断層走向と一致している。また、M7.3 についてはその走向が初動解と CMT 解でかなり異なることがわかる。このように、熊本地震は複雑な断層形状を持つ活動であることが明らかになった。第 2 図、第 3 図には布田川断層、日奈久断層にそれぞれ直交する断面における震源分布を示す (第 1 図中の破線で示した断面)。布田川断層近傍は断面 A7 で見られるように、北西落ちの断層面が考えられる震源の並びが見られる。しかしながらこれ以外においては多くのクラスターが見られ、明瞭な断層面が震源からは見られない。

一方、日奈久断層に対応する断面においては比較的明瞭な断層面と考えられる震源分布が見られる。特に、南部（B1-6）は高角の断層面が複数確認できる。熊本地震の活動だけでなく、従来の活動においても異なった断層面を認識することができる。このように、日奈久断層周辺においては断層が複数存在する特徴が見られる。

熊本地震の発生場

この地域においては地震以前の発震機構解を用いて応力テンソルインバージョン解析がなされている¹⁾。第4図にその結果を引用する。九州全体においては南北もしくは北北西—南南東の方向を向く主張力軸が大きな特徴として挙げられる。熊本地震の発震機構解もこの特徴を持っている。応力比の解析から、別府—島原地溝帯および震源域においては最大主圧縮応力と中間主応力が近い値を取ることが明らかになっている。これは、地震発生メカニズムとして横ずれ断層、正断層のどちらでも起こりうる応力場であることを示している。この応力場の状態が横ずれ断層や正断層成分を持つ地震が混在し、複雑な活動様式を示す2016年熊本地震に影響していると考えられる。

おわりに

2016年熊本地震は複雑な活動様式を示すことが震源分布、発震機構解から明らかになった。この地域は従来、複雑な構造を持つことが考えられることから、今後、多くの臨時観測点データを用いた3次元不均質構造推定やそれらを考慮した詳細な震源分布、断層面形状を明らかにする必要がある。

参考文献

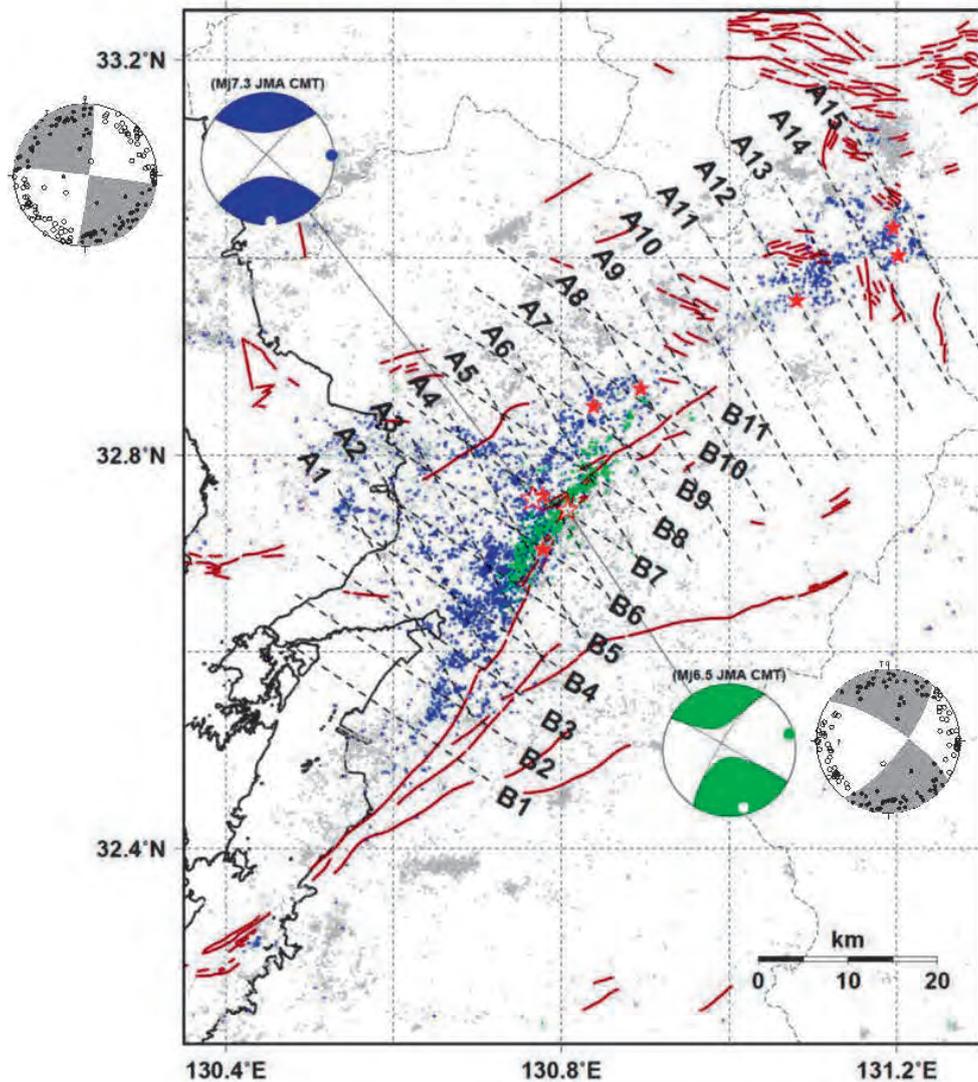
- 1) Matsumoto, S., S. Nakao, T. Ohkura M. Miyazaki, H. Shimizu, Y. Abe, H. Inoue, M. Nakamoto, S. Yoshikawa, Y. Yamashita (2015), Spatial heterogeneities in tectonic stress in Kyushu, Japan and their relation to a major shear zone, *Earth Planets Space*, 67:172, doi:10.1186/s40623-015-0342-8.

SEVO_routine (dep < 20 km)

1996/01/01 00:00 - 2016/04/14 21:25 N=14352

2016/04/14 21:25 - 2016/04/16 01:24 N=723

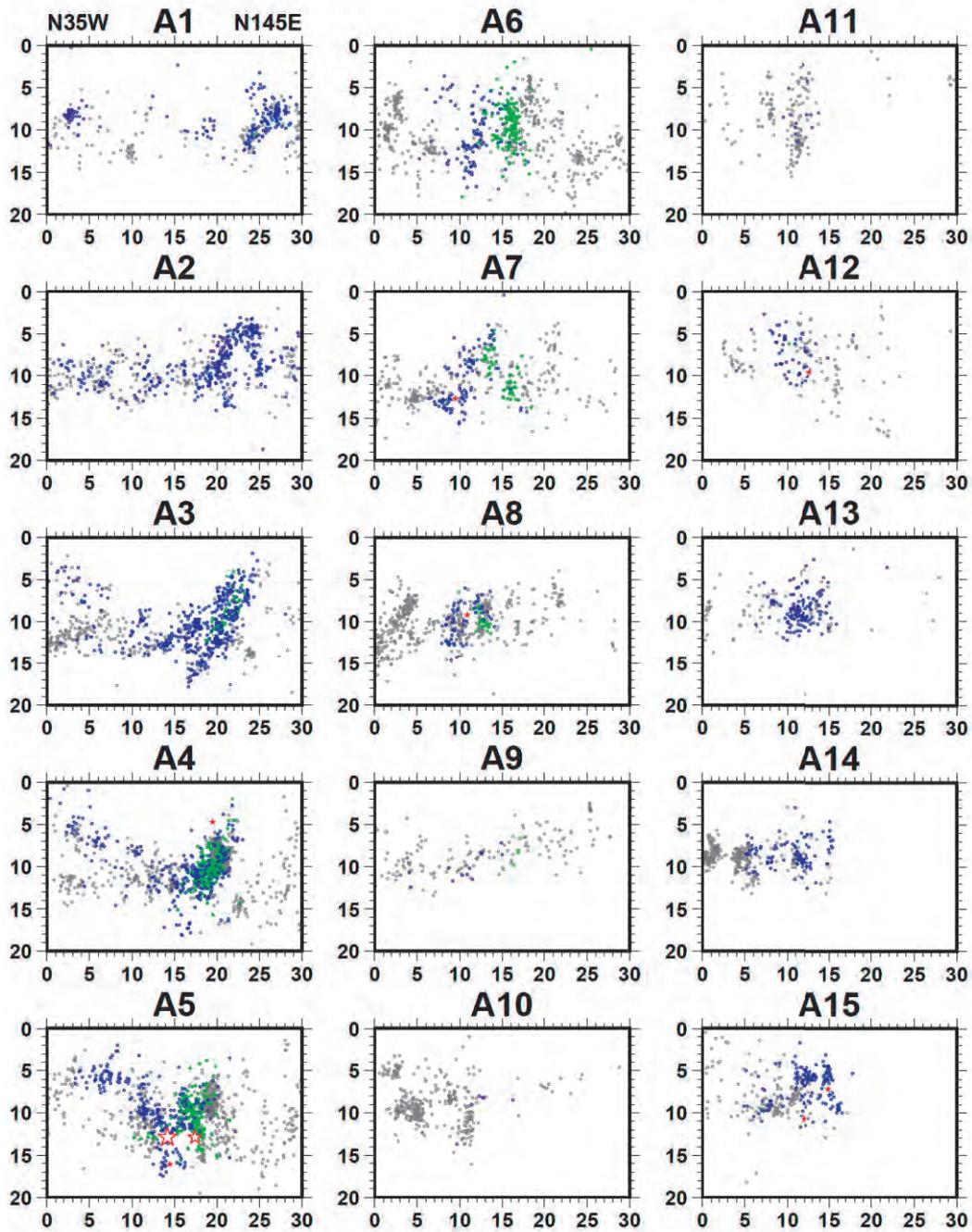
2016/04/16 01:25 - 2016/05/14 23:59 N=2611



第1図 熊本地域および周辺の地震活動。震央の色は図上の期間ごとに分けられている。M6.5, M7.3の地震の発震機構解（灰色：P波初動解，カラー：気象庁によるCMT解）を図中に示す。星印は2016年4月14日以降のM5以上の震央を示す。赤線は活断層の位置を示す。図中の破線は第2, 3図の震源鉛直断面を取った位置。

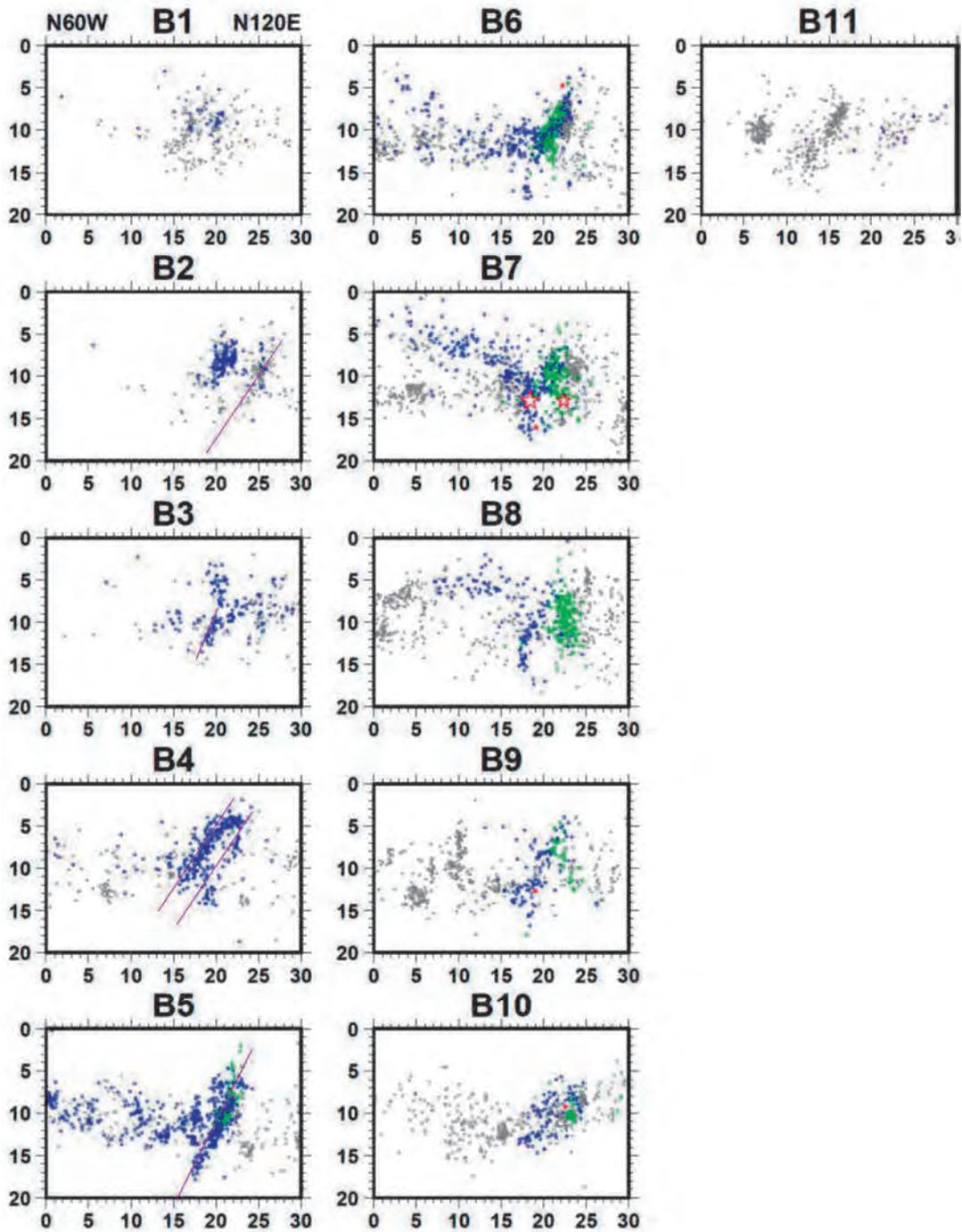
Fig. 1 Seismic activity around the fault of the 2016 Kumamoto earthquake. Dots indicate epicenter of the earthquakes. Gray, green and blue dots correspond to the period of occurrence as listed in the legend. Focal mechanisms for M6.5 and M7.3 events are plotted in the figure. Gray and color focal mechanism are from first P wave polarity observed the present seismic network and centroid moment tensor by JMA, respectively. Stars display epicenter of the event with magnitude greater than 5.0. Red segment shows active faults. Dashed lines indicate horizontal location of the vertical cross section shown in Fig. 2 and 3.

SEVO_routine Cross:A-section (A55.cross)



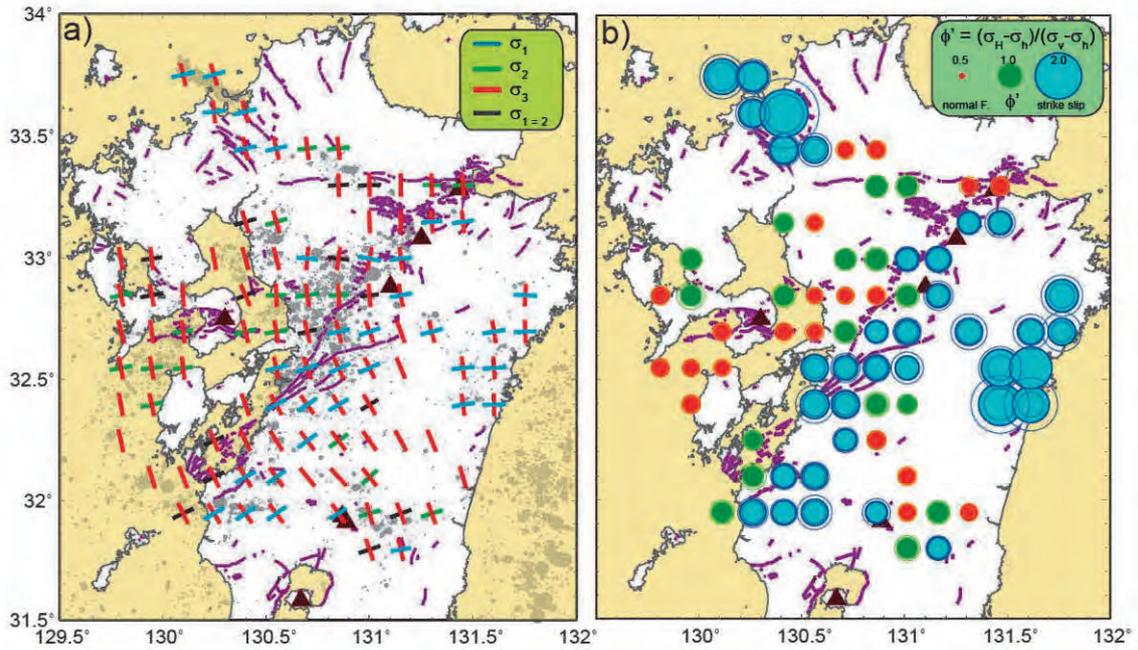
第2図 N55° E に直交する断面での震源分布. 断面位置は第1図に示す. 図中のシンボルは図1と同じ.
 Fig. 2 Vertical cross section normal to Futagawa fault strike (N55E). Symbols are same as in Fig. 1.

SEVO_routine Cross:B-section (A30.cross)



第3図 N30° Eに直交する断面での震源分布. 断面位置は第1図に示す. 図中のシンボルは図1と同じ. 震源分布のリニアメントから推定した断層位置をピンクの線で示した.

Fig. 3 Same as Fig. 2 except cross section normal to Hinagu fault.



第4図 九州地域における応力場 (Matsumoto et al., 2015). 左図) 水平に近い2つの主応力軸の方向を示す. 右図) 応力比の分布. 値については図右上の凡例を参照.

Fig. 4 Stress field in Kyushu, Japan (Matsumoto et al., 2015). Right). Principal direction of the stress tensor at the grid points. Two of the eigen directions of the stress tensor close to the horizontal plane are plotted. Blue and red segments are the directions of σ_1 and σ_3 , respectively, and the green segment shows the moderate principal-stress direction of σ_2 . Black segment indicates stress condition with $\sigma_2 \approx \sigma_1$ from the obtained stress ratio. Gray circles denote the hypocenters in this area. (Right) Stress ratios $\phi' = (\sigma_{Hmax} - \sigma_{Hmin}) / (\sigma_V - \sigma_{Hmin})$ at the grid points. Blue, green, and red circles denote stress ratio ranges $\phi' > 1.05$, $1.05 - 0.95$, < 0.95 , respectively; their radii are proportional to the ratio. The outer and inner circles of the estimated value indicate the 95% confidence range.