

2016年熊本地震本震の断層近傍から阿蘇カルデラにかけての地震動
Strong Ground Motions in near-fault area and Aso Caldera during the 2016 Kumamoto earthquake

○浅野公之・岩田知孝

○Kimiyuki ASANO, Tomotaka IWATA

The source rupture process of the mainshock of the 2016 Kumamoto earthquake sequence is analyzed by the kinematic waveform inversion method using strong motion data with following improvements. 1) The source fault model is represented by five planar fault planes with different strike and dip angles. 2) Point sources are densely distributed over the fault planes in order to express finite fault effects on near-fault ground motions. 3) velocity structure models for calculating Green's functions are calibrated by modeling of aftershock waveforms. The obtained source model reproduces near-fault ground motions observed at Mashiki and Nishihara. The ground motion in the Aso Valley area inside the Aso Caldera could be explained by a lateral sliding of surface layer induced by forward directivity pulse.

1. はじめに

2016年4月16日1時25分に発生した2016年熊本地震の本震 ($M_{JMA}7.3$, $M_w7.1$) では、上益城郡益城町役場及び阿蘇郡西原村役場での震度7の観測を初め、熊本県の平野部から阿蘇カルデラにかけて広域に強い地震動に見舞われた。1995年兵庫県南部地震以降に整備された強震・震度観測網により、断層近傍域の記録を含む多数の貴重な強震波形記録が得られた。この地震の震源モデルは、Asano and Iwata (2016, EPS) によって、強震波形記録のインバージョン解析により推定されている。それによると、本震の破壊は日奈久断層帯で始まり、その後、布田川断層帯に沿って北東方向に破壊伝播し、阿蘇カルデラ西部まで破壊が及んだことが分かった。本研究では、本震の震源過程を再解析し、震源近傍域から阿蘇カルデラ内にかけての地震動の再現を試みた。

2. 震源過程の解析

解析手法はAsano and Iwata (2016) と同様にマルチタイムウィンドウ線形波形インバージョン法 (Hartzell and Heaton, 1983) を用いた。ただし、以下の改良を行った。1) 震源断層をより詳細に表現するため、大学合同地震断層調査グループによる地表地震断層トレース (熊原・他, 2016) 及び余震分布にできるだけ忠実に従い、5枚の断層面からなる断層モデルを設定した。2) サブ断層を表現する点震源近似と断層の有限性の関係が断

層近傍地震動に及ぼす影響を適切に評価できるよう、1.8 km×1.8 kmのサブ断層内に0.2 km間隔で多数の点震源を配置した。各点震源の各タイムウィンドウのすべり量は、サブ断層の中心での値を線形補間することで与えており、未知パラメータの総数やインバージョン解析の枠組みは従来手法と同等である。3) 余震波形記録のモデリングにより、Green関数計算のための一次元速度構造を観測点毎に改良した。解析対象周波数帯は0.05-1 Hzとし、速度波形を解析した。(研) 防災科学技術研究所 K-NET、KiK-net、F-net の強震記録に加え、気象庁及び熊本県の震度計記録を用いた。

図1に得られた最終すべり分布を地図上に示す。すべりの最も大きいところは布田川断層帯の中央付近のやや深部にあり、この領域での地震発生直後24時間以内の余震は少ない。浅部のすべり分布の特徴は、地表地震断層の分布に対応している。また、浅い部分の破壊は、深部の破壊に比べ相対的にやや遅れているように見える。阿蘇カルデラ内でのすべりは浅部に集中している。日奈久断層帯沿いのセグメントでは、右横ずれ成分のすべりが卓越しているのに対し、布田川断層帯沿いでは正断層成分を含む斜めずれの断層運動が推定された。

3. 断層近傍から阿蘇カルデラにかけての地震動
得られた震源断層モデルを用いて、震源断層近

傍に位置する益城町役場 (93051) 及び西原村役場 (93048) の観測記録の再現を試みた。両観測点の記録とも、断層平行方向に周期数秒で大振幅の速度をもつとともに、正断層成分を含む右横ずれ運動に対応する永久変位が観測されている (岩田・浅野, 2017, 本講演会)。本研究で得られた震源モデルは、これら 2 点の観測記録の特徴を速度、変位ともによく再現している。

阿蘇カルデラ内の阿蘇谷地域では北東-南西方向に分布する亀裂群や凹地状の地盤変状が生じている。これら亀裂群に近い KiK-net 阿蘇 (KMMH04) 及び阿蘇市内牧支所震度計の記録には、北西方向に 3m 程度の永久水平変位が記録されている。これらの地震波形記録から、阿蘇谷地域の地盤は亀裂に直交する方向に水平変位していることになり、右横ずれ断層である本震の地震断層に関連した運動により生じた亀裂と考えることは困難である。

本研究で得られた震源断層モデルから計算された地震動と実際の観測地震動を比較すると、布田川断層のアスペリティからの断層直交方向に卓越するディレクティブパルスが到達して地盤が強く揺すられたことにより、北西方向に約 10 秒程度の時間をかけて、ゆっくり減速しながら地盤が水平に移動したと解釈することで観測記録を説明できることが分かった。このことから、阿蘇谷地域は強い地震動によって、何らかの水平方向の地盤の移動が誘発され、結果として亀裂群や凹地状の地盤変状が生じたものと考えられる。

謝辞

本研究は科学研究費補助金特別研究促進費「2016 年熊本地震と関連する活動に関する総合調査」の一部として実施しました。国立研究開発法人防災科学技術研究所 K-NET、KiK-net、F-net 広帯域強震計、気象庁計測震度計、熊本県震度情報ネットワークシステムの強震波形記録を使用し

ました。

参考文献

- Asano and Iwata (2016), *Earth Planets Space*, **68**:147, doi:10.1186/s40623-016-0519-9.
- Hartzell and Heaton (1983), *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **73**, 1553–1583.
- 岩田・浅野 (2017), 平成 28 年度京都大学防災研究所研究発表講演会, A02
- 熊原・他 (2016), 日本地球惑星科学連合 2016 年大会予稿集, MIS34-05.

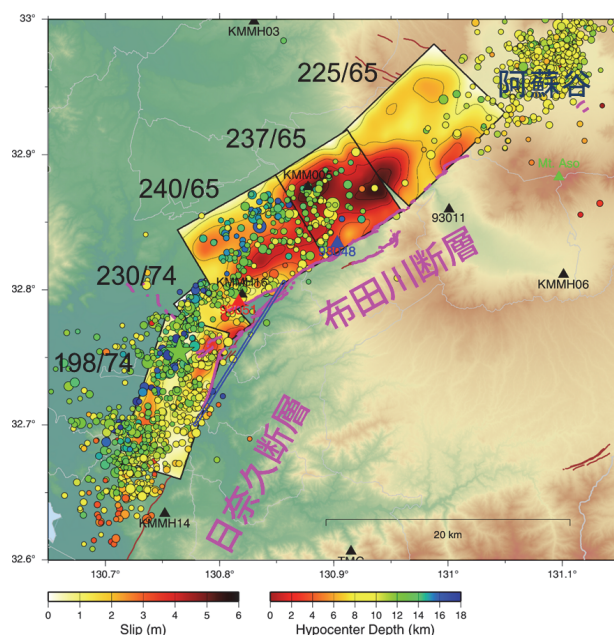


図 1 : 2016 年熊本地震本震の最終すべり分布。○印は本震後 24 時間以内の余震の震央を表す。桃線は熊原・他(2016)によって報告されている地表地震断層。数字は設定した断層モデルの走向及び傾斜を表す。