

熊本県益城町における平成 28 年(2016 年) 熊本地震の余震および常時微動の観測

国際地震工学センター 主任研究員 林田 拓己

I はじめに

2016 年熊本地震によって 2 度にわたり震度 7 の地震動に見舞われた熊本県上益城郡益城町では、町役場南側の住宅地を中心に甚大な被害が生じた。被害は特に県道 28 号線と秋津川の上に挟まれた地域に局在している (図 1) ことから、地震による被害と地盤構造との対応を調査するため、発表者を含む調査チームは本震発生から 2 か月後の 2016 年 6 月 10 日～13 日の 4 日間にわたり、益城町において余震および微動の観測を実施した。

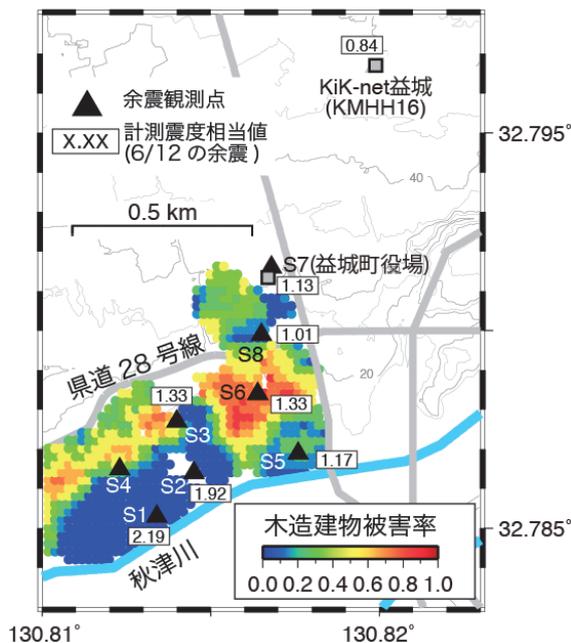


図 1 余震観測点 (S1-S8) の位置
[被害率は山田ら (2017) による]

の過減衰型加速度計 (JEP-6A3 および SMAR-6A3P) を用い、200Hz サンプリングの連続観測とした。気象庁のデータベースを参照し、測定期間内に観測された地震波形記録を抽出したところ、30 個の余震 (気象庁マグニチュード $M_j=1.7\sim 4.3$; 図 2) に伴う地震波が明瞭に捉えられていた。観測した記録には、熊本県八代市で震度 5 弱を観測した余震 (2016 年 6 月 12 日 22 時 8 分、 $M_j=4.3$) を含む。なお、最大前震発生から 1 週間後から 2018 年 1 月末時点までの期間において、熊本県内で震度 5 弱以上を観測した地震はこの余震を含め 3 つである。

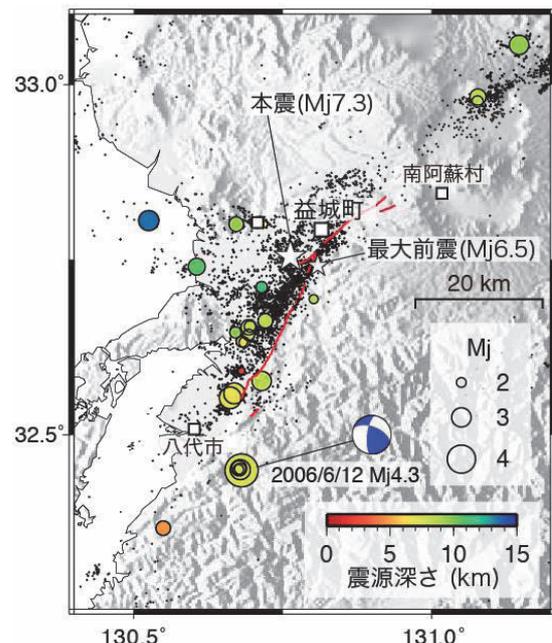


図 2 観測した余震の震央分布 (色丸印)

II 余震および地震観測

(1) 観測の概要

余震観測点は益城町役場の敷地内を含む東西約 500m、南北約 750m の領域に 8 点展開し、4 日間の連続観測を行った (図 1)。8 地点の内 2 点は顕著な被害が無かった区域、5 点は被害が集中している区域およびその周辺、1 点は益城町役場の敷地内に設置した。測定には株式会社 林田 (旧アカシ) 製の

(2) 2016 年 6 月 12 日の余震記録

図 3 には 6 月 12 日に観測した余震の波形、図 4 には各観測点における最大加速度、最大速度の比較を示す (本観測網の北西約 1km の地点に設置されている防災科学技術研究所 KiK-net 益城観測点の地表観測波形との比)。この地震に限らず、観測された全ての余震において、顕著な建物被害が確認されなかった秋津川沿いの区域 (観測点 S1、S2) の地震動は被害が生じた地域に比べて大きくなる傾向が見られた。また、余

震記録の振幅スペクトルから類推される各地点の卓越周波数は既往の微動探査によって示唆された値と調和的であった。既往の微動アレイ探査およびボーリング調査の結果では、川沿いの区域でS波速度が極めて低い(100m/s未満)堆積層が厚く存在する可能性が指摘されており、余震発生時にはこの低速度層の影響によって地震波が顕著に増幅されたものと考えられる。今後は最大前震・本震時と余震時の地盤の挙動の違いも含めた詳細な考察が必要になるであろう。

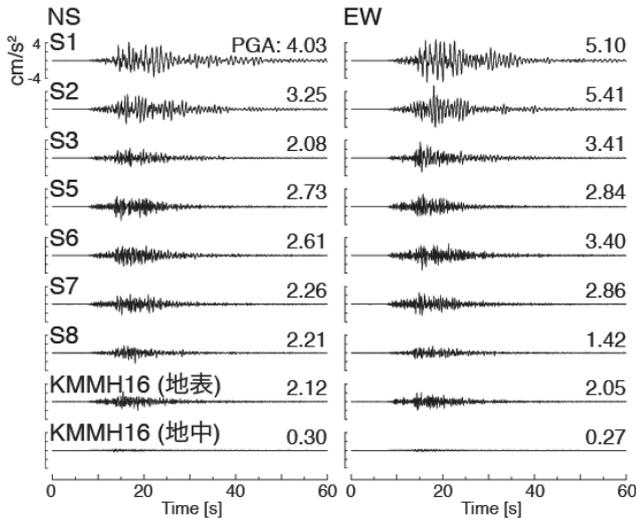


図3 2016年2月12日の余震観測波形記録(水平動成分)

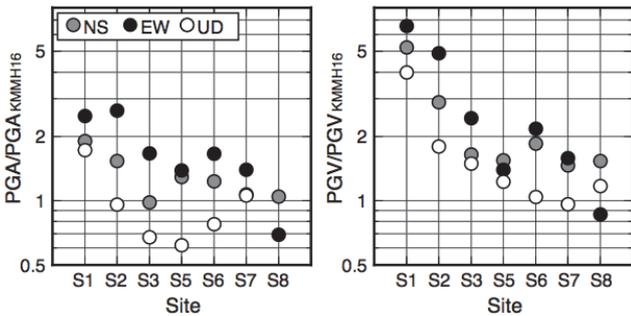


図4 観測点毎の最大振幅(最大加速度、最大速度)とKiK-net 益城観測点(KMMH16)における観測値との比

III 余震記録を用いた深部地盤構造の推定

既往の微動アレイ探査の多くは、益城町の地表から数10m程度の表層地盤構造に焦点を置いており、数10m~数100mの深さをターゲットとした地盤構造の検証事例は少ない。被害域における本震時の地震応答解析を行う際に、KiK-net 益城観測点の地中観測記録(深度234m)を入力として用いる事例や、KiK-net 益城観測点直下の地震波速度構造モデル(PS検

層)を被害域の地盤モデルとして外挿する事例もあることから、KiK-net 観測点から被害集中域の間の深い地盤構造に差異があるかを把握しておくことが重要である。本研究では、余震記録を用いたセンブル解析、連続微動記録を用いた2点SPAC法に基づいてRayleigh波の位相速度を推定し(図5)、深部地盤構造の検証を行った。その結果、当該地域における深部地盤のS波速度はPS検層の結果と比較して有意に低くなる可能性、S波速度が2700m/sとなる岩盤層の上面深度が既往の推定深度より200m程度深くなる可能性があることを示した(図6:暫定結果のため、今後若干修正される可能性があります)。

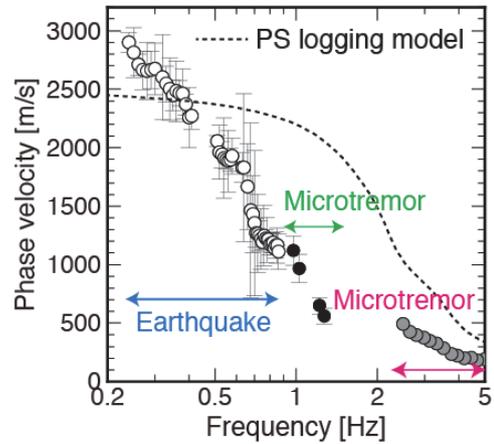


図5 微動および地震記録のアレイ解析によって推定したRayleigh波の位相速度

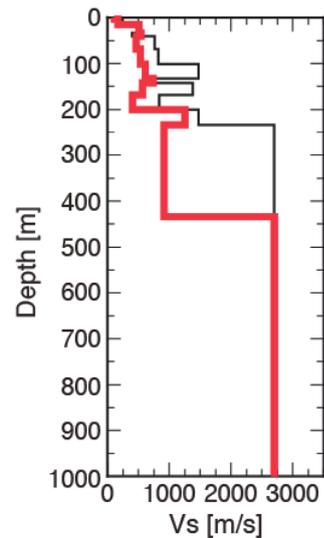


図6 本研究により推定した益城町直下のS波速度構造(赤線)とKiK-net 益城観測点における既往の速度構造(黒線)との比較