

地殻変動データによる 2016 年熊本地震の震源断層の逆解析と被害分布の関係

東北工業大学	名誉会員	○神山 眞
々	フェロー会員	小出英夫
々		沢田康次
々	正会員	秋田 宏
々	正会員	千葉則行

1. はじめに

2016 年熊本地震では GEONET により詳細な地殻変動データが得られるとともに、各種構造物の被害分布が明らかになっている。本稿では斜面被害の発生分布特徴を明らかにする観点から、地殻変動データと Dislocation 理論による震源断層の食い違い分布の逆解析結果とその特徴を報告する。ここでは、二つの異なる考えに従った仮定断層面に基づき逆解析した結果について斜面被害分布との相関関係から比較考察する。

2. 2016 年熊本地震による斜面被害分布と地殻ひずみ分布の関係

図 1 は 2016 年 4 月 16 日 01:25 (JST) に発生した本震 $M_j 7.3$ による地殻変動から算定した最大せん断ひずみ分布を斜面被害の発生地点と重ねてプロットしたものである¹⁾。最大せん断ひずみの極大領域は震央から北東方向にかなり離れて存在しており、斜面被害の多発領域とほぼ重なっている。加えて、本震発生以降の余震はこの領域にほとんど発生していないで、余震分布の空白領域は最大せん断ひずみの極大領域および斜面被害の多発領域とほぼ重なる(後述の図 2 参照)。問題は、このような現象が生じたのか、である。これに対して、阿蘇カルデラの存在を中心としたローカルサイトの原因があるとの考えと、震源断層メカニズムが原因である、とする二つの異なる解釈が存在する。本稿では後者の考えに従い、震源断層の食い違いの分布を逆解析して、その同定結果から原因分析を試みる。

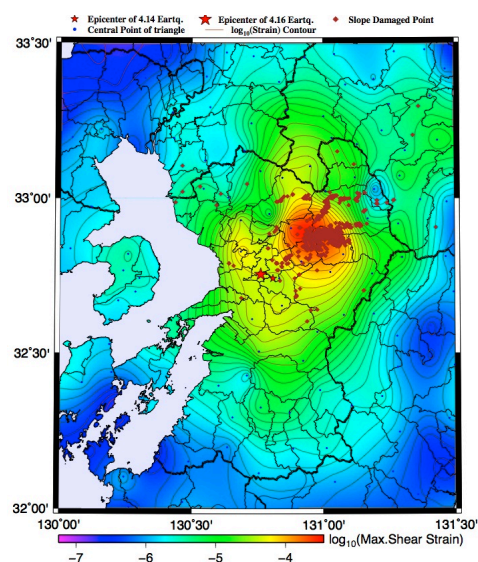


図 1 本震による最大せん断ひずみと斜面被害の分布

3. 震源断層面の仮定と食い違い分布の逆解析

震源断層における食い違いパターンを逆解析するためには、まず震源断層の幾何形状を推定する必要がある。図 2 は 2016 年 4 月 14 日 21 時 26 分の最大前震 $M_j 6.5$ 発生から 4 月 16 日 01 時 25 分の本震 $M_j 7.3$ 発生の翌日 4 月 17 日 24 時 00 分までの期間で発生した全ての地震の震源を Hi-net カタログ²⁾を用いてプロットした結果である(以下、「75 時間地震」と略称)。図 2 で 75 時間地震群が南西から北東方向に至る線状で明確に二つの領域に分離して存在しており、その二つの地震群の間の北緯 32.9 度、東経 130.95 度付近に明白な空白部分が認められる。このことから、震源断層面の仮定には二つの異なる考え方があり得る。一つは余震を震源断層の地震時すべりにおける「すべり残り」とする考えであり、この場合は震源断層の想定は 75 時間地震分布に沿って大小二つの面で構成されると仮定される。他は、第一の考えに正反対の仮定で、余震を本震断層の地震時すべりの余波で誘発されるものと捉えて、余震発生の相対的に少ない空白領域に本震の震源断層面を想定する。いずれの断層面の想定が妥当かについての比較検討は被害地域の要因考察でも重要と考えられる。そこで、本報告では論点を明確にするため、両者の仮定を直接的に取り入れた異なる二つの別個な震源断層面を仮定して結果を比較した。仮定した二つの震源断層面を 75 時間地震分布とともに、それぞれ Fault Model 1 および Fault Model 2 と呼んで、それぞれの地表投影を赤

色、青色で識別して図2に示す。また、75時間地震群の深さ方向分布から仮定した震源断層パラメータをそれぞれのモデルについて表1に示す。

上述の仮定震源断層面の設定に従い、Okada³⁾に Dislocation 理論のコード化ソフト 3d-def⁴⁾を修正するとともに、震源断層面で適宜、食い違い分布を繰り返し設定して変位、ひずみなどの各種物理量を理論的に算定した。ここでは、GEONETにより観測された水平成分の変位観測値をターゲットとして、それに最適な地殻変動の変位を与える理論食い違い変位を震源断層面で同定した。仮定した二つの震源断層面モデルに対する最適に同定された変位分布の実測、理論の比較、および震源断層面での食い違い変位の同定結果を図3、図4に示す。両モデルとも理論変位分布は実測の結果を再現しているが、変位の大きさのコンター分布などの一致度を考慮すると、Fault Model 2の方が実測と理論の変位分布の整合性は高い。図3、図4では Fault Model 2のみの結果が示されている。また、各種ひずみ成分の実測、理論の分布比較でも Fault Model 2は整合性の高い結果を与える（図は省略）。このことから、2016年熊本地震は75時間地震群の空白領域の直下で3m程度の最大食い違いが集中的に生じて、その近傍に大きな地殻ひずみを与えることにより甚大な斜面被害がもたらされたと考えられる。

4. むすび

甚大な斜面被害の原因解明の観点から2016年熊本地震の震源断層メカニズムが75時間地震分布によるサイスミシティを考慮して逆解析された。ここでの結果から震源断層の食い違い分布と地震前後のサイスミシティには何らかの相関が存在することが示唆される。

謝辞：本研究はJSPS科研費（15K06190）の助成によるものであることを付記して謝辞とする。

参考文献：1) 神山他，土木学会論文集A1, 73巻，4号，p. 270-281, 2017. 2) 防災科学研究所：Hi-net ホームページ. 3) Okada, Y. :

Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 82, pp. 1018-1040, 1992. 3) Gombert, J. and Ellis, M. : Journal Geophysical Research, Vol. 99, No. 20, pp. 299-31, 1994.

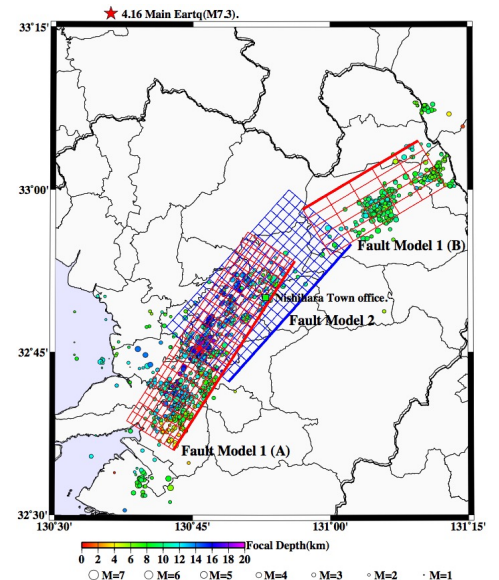


図2 75時間地震群の分布と仮定された二つの異なる震源断層面モデルの地表投影

表1 仮定された二つの異なる震源断層面モデルのパラメータ

断層モデル	Fault model 1		Fault model 2
パラメータ/断層面	A	B	
走向	N216° E	N56° E	N223° E
傾斜	65°	60°	43°
長さ(km)	38	22	31
幅(km)	22	18	19
分割	20 × 10	5 × 5	20 × 10

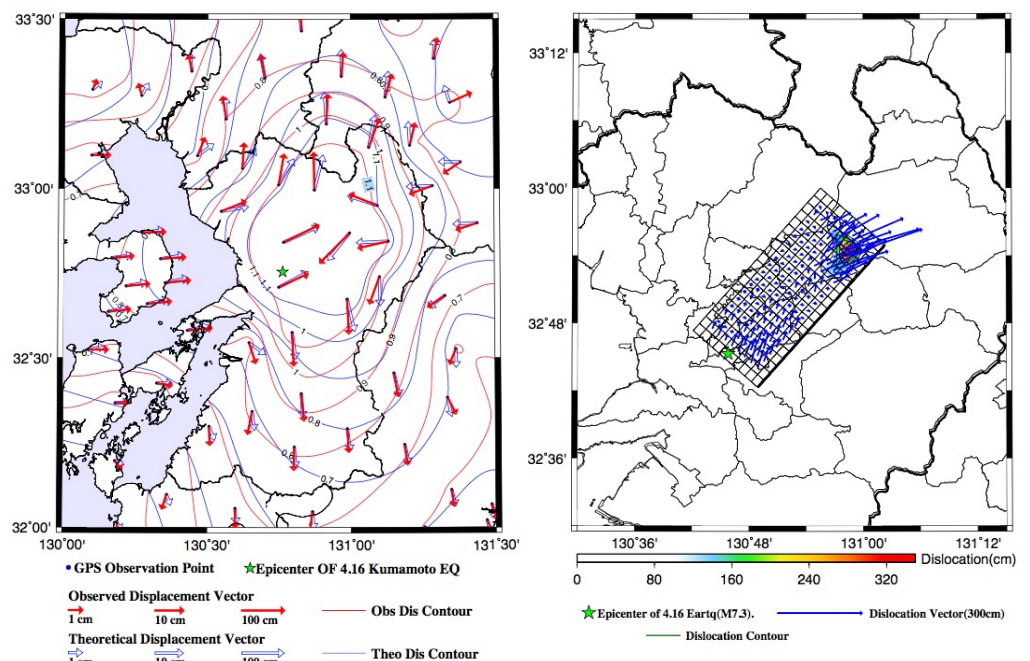


図3 食い違い理論による理論変位と実測変位の比較 (Fault Model 2の理論変位との比較)

図4 逆解析された震源断層での食い違い変位分布 (Fault Model 2による食い違い変位分布)