

## 2011年東北地方太平洋沖地震に先立つ異常地震活動の移動パターン Precursory migration of anomalous seismic activity prior to the 2011 Tohoku, Japan, earthquake

河村 将<sup>1\*</sup>, 呉 イーシューアン<sup>2</sup>, 工藤 健<sup>3</sup>, 陳 建志<sup>1</sup>

KAWAMURA, Masashi<sup>1\*</sup>, WU Yi-Hsuan<sup>2</sup>, KUDO, Takeshi<sup>3</sup>, CHEN Chien-Chih<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 台湾国立中央大学地球科学学系 / 地球物理研究所, <sup>2</sup> カリフォルニア大学デービス校地質学系, <sup>3</sup> 中部大学工学部共通教育科

<sup>1</sup>Dep. of Earth Sciences and Graduate Inst. of Geophysics, National Central University, Taiwan, <sup>2</sup>Dep. of Geology, University of California, Davis, <sup>3</sup>General Education Division, College of Engineering, Chubu University

2012年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震発生の準備過程とそれに関連する統計的特徴を明らかにすることは、さまざまな大規模地震の準備過程の解明や地震防災の観点から重要である。特に地震活動データは、他のデータに比べ非常に扱いやすいデータの1つである。この地震活動の時空間分布の観点から、東北地方太平洋沖地震の準備過程に関する情報を得られないか検討するため、我々は、統計的手法の1つである改良パターンインフォマティクス法 (Wu et al., 2011) を、東北地方太平洋沖地震の震源を含む広域の地震活動に適用した。適用手法は、これまで、異常地震活動 (地震活動静穏化、地震活動活発化) 域が時間とともに、将来発生する大規模地震の震央に近づくという特徴を示してきた。これは、適用手法がアスペリティにおける応力蓄積過程を反映している可能性を示唆するものである。この手法を本研究に適用した結果、2011年東北地方太平洋沖地震発生前に先立つ異常地震活動が1997年以降時間とともに震央に近づく傾向が検出された。また、同様の傾向が房総半島沖でも2001年以降続いていることが明らかとなった。

キーワード: パターンインフォマティクス法, 地震活動静穏化, 地震活動活発化, 地震活動, 地震準備過程, 2011年東北地方太平洋沖地震

Keywords: Pattern Informatics method, Seismic quiescence, Seismic activation, Seismic activity, Earthquake migration, The 2011 Tohoku earthquake

## 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う動的応力変化による日本列島の一連の誘発地震 Triggering sequence of seismicity over Japanese Islands by dynamic stress changes from the 2011 Tohoku-Oki earthquake

宮澤 理稔<sup>1\*</sup>

MIYAZAWA, Masatoshi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 京都大学防災研究所

<sup>1</sup> Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

2011年東北地方太平洋沖地震直後に日本列島の地震活動が誘発され、地震波の広がりにあわせて南西方向に伝播した。誘発の伝播速度は表面波伝播速度とほぼ同じ3.1-3.3 km/sであり、震央距離約1,350kmの遠方まで誘発が観測された。北方向の動的応力変化は南西方向に比べ小さく、誘発地震は観測されなかった。遠地における静的応力変化は動的応力変化に比べ1-2桁小さかったことから、本震直後のこれらの誘発地震は動的応力変化によって誘発されたと考えられる。動的誘発に必要な応力変化は約500kPa、歪み変化は約 $10^{-6}$ である。これらの地震活動は、数日から数週間以内に発生した静的応力変化に伴う地震活動とは空間的に異なるパターンを示した。また、スペクトル比解析により、P波による動的誘発の可能性を調べた。P波による誘発は、低周波微動の誘発が観測された場所、およびいくつかの地震発生地域・火山地帯で見つかった。P波による誘発歪みは $10^{-8}$ から $10^{-7}$ のオーダーであり、これは表面波による誘発に必要な誘発歪みより1?桁小さい。

キーワード: 2011年東北地方太平洋沖地震, 動的誘発作用

Keywords: 2011 Tohoku-Oki earthquake, Dynamic triggering

## Tidal triggering of earthquakes in Iwo-jima island Tidal triggering of earthquakes in Iwo-jima island

鴨川 仁<sup>1</sup>, 鶴川 元雄<sup>2</sup>, 渡辺 泰行<sup>1\*</sup>, 上田 英樹<sup>2</sup>, 田中 佐千子<sup>2</sup>

KAMOGAWA, Masashi<sup>1</sup>, UKAWA, Motoo<sup>2</sup>, WATANABE, Yasuyuki<sup>1\*</sup>, UEDA, Hideki<sup>2</sup>, TANAKA, Sachiko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東京学芸大学物理学科, <sup>2</sup> 防災科学技術研究所

<sup>1</sup>Dpt. of Phys., Tokyo Gakugei Univ., <sup>2</sup>Nat. Res. Inst. For Earth Sci. & Disaster Prevention

Tidal triggering of earthquakes clearly appears in Iwo-jima volcanic island, 1250 km south of Tokyo. This tidal earthquake occurs only in the northern area of the island although the seismicities in the northern and southern are the similar for the 7-year record. In the statistical analysis, the maximum of the number of low- and high-frequency earthquakes per an hour in the northern area coincides with the minimum of sea level and probably with the maximum of the volume strain, respectively. We speculate that the low- and high-frequency earthquakes triggered by the ocean and solid-earth tides is caused not by the tidal stress but by the cavitation of groundwater containing gas at the fault and the stress drop due to the groundwater intrusion into the fault, respectively

キーワード: 地震活動, 誘発地震, 潮汐

Keywords: Seismicity, Triggering, Tide

## 2012年1月28日山梨県東部の地震活動と丹沢地域のテクトニクスとの関係 Detailed analysis of hypocenters and mechanisms of the M5.4 Eastern Yamanashi Prefecture earthquake on 28 January, 2012

行竹 洋平<sup>1\*</sup>, 原田 昌武<sup>1</sup>, 本多 亮<sup>1</sup>, 伊東 博<sup>1</sup>, 吉田 明夫<sup>1</sup>

YUKUTAKE, Yohei<sup>1\*</sup>, HARADA, Masatake<sup>1</sup>, HONDA, Ryou<sup>1</sup>, Hiroshi Ito<sup>1</sup>, YOSHIDA, Akio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 神奈川県温泉地学研究所

<sup>1</sup> Hot Springs Research Institute of Kanagawa Prefecture, Kanagawa, Japan

### 1. はじめに

2012年1月28日7時43分、山梨県東部の深さ20km付近において気象庁マグニチュード(Mjma)5.4の地震(以下、本震と呼ぶ)が発生した。この地震により山梨県東部・富士五湖で震度5弱が、関東・中部の広い範囲で震度4が観測された。本震が発生する直前の7時39分に本震震源の近傍で4.9(Mjma)の地震(以下、前震と呼ぶ)が発生し、さらに翌日1月29日16時46分には本震震源のやや北側で4.7(Mjma)の地震(以下、最大余震と呼ぶ)が発生した。

今回の地震発生域は丹沢山地直下であり、伊豆衝突帯北縁部に位置する。同地域は丹沢地塊、伊豆地塊と本州側のプレートが多重に衝突する地殻構造が複雑な場所(例えば、Arai et al., 2009; Taira et al., 1998)。常時地震活動が高い。吉田(1990)及びYukutake et al., (2012)は丹沢山地域で定常的に発生する地震活動を詳細に調べ、地震活動域が東西2つの領域に分かれること、さらに今回の活動があった西側の領域で発生する地震は伊豆地塊と本州側のプレートの衝突の影響を強く受けて発生している可能性があることを指摘した。

本発表では、今回の地震活動について、その震源及びメカニズム解の詳細な分布を明らかにして、この地域の応力場の推定を行い、伊豆半島北縁部のテクトニクスとの関係を考察する。

### 2. 震源及びメカニズム解分布

解析には丹沢山地周辺に展開されている、温泉地学研究所、防災科研Hi-net、東大地震研、気象庁、中感度地震観測網(MeSO-net)の観測点データを使用した。震源決定には、Double Difference法(Waldhauser and Ellsworth, 2000)を用い、メカニズム解の決定には精度を高めるため、P波初動極性データに加えて、P波並びにSH波の震幅情報も合わせて用いた。

本震震源近傍で発生した余震は南東方向に高角に傾斜する面上に集中して分布していることが分かった。本震のメカニズム解は北西-南東方向にP軸を持つ逆断層タイプであり、防災科研F-netのCMTカタログのものと同様一致する。余震の震源分布と本震メカニズム解の南東傾斜の節面がほぼ一致することから、本震の震源断層は南東方向に高角に傾斜していたことが示唆される。最大余震は本震から北に約5km離れた場所で発生し、それに伴う2次的な余震もその近傍で発生した。一連の地震活動は、前震及び本震の震源近傍と、最大余震の震源近傍の2つのクラスターに明瞭に分かれる。最大余震の震源近くで発生した余震の震源は、東西走向で北へ高角に傾斜する面上に集中して分布する。最大余震のメカニズム解は、P軸が鉛直に近く、正断層成分を含んでいて、本震のメカニズム解とは特徴が異なる。

余震のメカニズム解の空間分布に着目すると、本震周辺のクラスターでは逆断層タイプの余震が卓越しているのに対して、最大余震周辺のクラスターでは正断層タイプや横ずれタイプの余震も発生していることが分かった。応力逆解析法(Horiuchi et al., 1995)を用いて、2つのクラスター領域での応力状態を定量的に推定したところ、本震周辺では1軸が水平で3軸が鉛直方向の逆断層型の応力場であるのに対して、最大余震周辺では1軸がほぼ鉛直に近い正断層型の応力場という違いがあることが分かった。

### 3. 議論

過去のこの地域の地震活動の震源分布(Yukutake et al., 2012)と比較すると、東西に分かれる地震活動のうち今回の地震活動は西側の領域で発生した。津村ほか(1993)が、S-P変換波を用いて丹沢地域西部におけるPHP境界位置をイメージした変換面は、今回の一連の活動の上限に位置する。変換面の形状と余震分布及びメカニズム解に基づいた本震の断層配置が一致しないことから、一連の地震活動はPHP内部で起きたと推定される。Yukutake et al., (2012)は丹沢山地西側の領域で発生する地震活動は、PHP内部に形成されたフラクチャー構造を反映して発生している可能性を指摘しており、本震はそうしたプレート内部のフラクチャーと関係して発生したと考えられる。また、本震周辺と最大余震周辺の2つのクラスター間でメカニズム解の特徴が異なっていたことは、この地域での応力場の不均質を示唆する。

謝辞

本研究では、防災科研Hi-net、東京大学地震研究所、気象庁、MeSO-netの地震波形記録を使用させていただきました。

# Japan Geoscience Union Meeting 2012

(May 20-25 2012 at Makuhari, Chiba, Japan)

©2012. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SSS30-04

会場:302

時間:5月24日 16:15-16:30

キーワード: 丹沢山地, テクトニクス, 伊豆衝突帯

Keywords: Tanzawa Mountains, Tectonics, Izu collision zone

## 岐阜県美濃東部の地震 (2011/12/14; M5.6) の発生メカニズム Source process of an east-Mino earthquake (12/14/2011; M5.6) in Gifu prefecture, Japan

雑賀 敦<sup>1\*</sup>, 大久保 慎人<sup>1</sup>

SAIGA, Atsushi<sup>1\*</sup>, OKUBO, Makoto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 財団法人 地震予知総合研究振興会 東濃地震科学研究所

<sup>1</sup>Tono Research Institute of Earthquake Science, Association for the Development of Earthquake Predict

2011年12月14日13時01分、岐阜県瑞浪市の下を震源とするマグニチュード5.6のスラブ内地震が発生した。東濃地震科学研究所 (TRIES) のある岐阜県瑞浪市では最大震度4と揺れも大きく、地元自治体などでは関心が高い地震であった。TRIESで高密度な地震観測網を展開した2000年以降、美濃東部におけるこのような大きなスラブ内地震は観測されていない。我々はTRIES地震観測網の地震波形データに高密度地震観測網 (Hi-net) の地震波形データを加えて、本震やそれに続く余震の詳細な震源決定と発震機構解の推定を行った。

本震の震源の深さは49kmであり、余震は本震の破壊域を含む東傾斜の断層面上で発生している。この地域のスラブ上面の深さはおよそ40kmであり、本震は上面から約9km下のスラブ内で発生したと考えられる。発震機構解からは、本震、余震、12/5の地震に共通して東西方向にT軸 (最小主圧縮軸)、スラブ面の法線方向にP軸 (最大主圧縮軸) をもつ正断層型の地震と推定される。また、この地域では下に凸のスラブ形状が示唆されている。これらのことから、スラブが法線方向に圧縮、東西方向に伸長の変形をした結果、地震が発生した可能性が考えられる。既存の地下構造からは、今回地震が発生した場所はスラブがマントルウェッジと接している場所であることが示唆されている。このようなスラブより剛性率が低いと考えられるマントルウェッジが存在する場所で、スラブ内が上下に圧縮変形する応力状態となる地震発生メカニズムを明らかにする必要がある。

キーワード: フィリピン海プレート, スラブ内地震, 発震機構解, 震源分布, 断層面, 応力場

Keywords: the Philippine Sea plate, slab earthquake, focal mechanism, hypocenter distribution, fault plane, stress field