

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 理学 )	氏名	千葉 慶太
論文題目	Relation Between Focal Mechanism Changes and Moment Release for the 2011 off Pacific Coast of Tohoku Earthquake		
( 論文内容の要旨 )			
<p>本論文は、2011年東北地方太平洋沖地震による地震モーメント解放量分布と地震メカニズム解の時空間変化の関係を調べたものである。</p> <p>東北地方太平洋沖地震は、断層の幅が約200kmにも及ぶ超巨大地震であり、断層の上盤側は、海溝軸付近の柔らかい堆積物から、島弧地殻、東北地方沿岸付近のウェッジマントルと変わっており、弾性定数の不均質が大きいため、その基本的な震源特性についても、未だに議論の的となっている。</p> <p>本論文では、最も基本的な震源特性の一つであるモーメント解放量分布を明らかにすることを目的とし、高い信頼性をもってそれを拘束するために、地震メカニズム解の時空間変化に着目した。地震メカニズム解を用いる利点は、それを規定している応力場が媒質の大規模な不均質構造の影響を受けにくいことであり、様々なモーメント解放量モデルに基づいて計算された応力場と観測された地震メカニズム解の空間分布を比較することにより、大局的なモーメント解放量分布を拘束することが可能となった。これまで解析されていなかった、本震震源と海溝軸との間の下盤側、および本震震源と断層の下端の間の特徴的なメカニズム解を解析に用いた。さらに、地震メカニズム解の逆解析から応力場を推定し、東北地方太平洋沖地震前後の変化を解析することにより、初期応力場に関する定量的な推定も行った。</p> <p>本震震源と海溝軸との間の下盤側では、南北方向のP軸を持つ横ずれ型の余震が卓越していることを見出し、応力逆解析から、地震後には、最大圧縮応力軸がプレートの沈み込み方向とほぼ直交する南北方向であることが推定された。これまでの震源過程解析から2種類のモデルが想定されたが、上記の特異な余震は、海溝軸近傍にモーメント解放量分布のピークを持つモデルではなく、本震震源付近でピークを持つモデルによる応力変化で説明できることが分かった。</p> <p>本震震源と断層の下端の間では、上盤側におけるプレート境界にほぼ直交するP軸を持つ正断層型の地震、下盤側におけるプレート境界にほぼ平行するP軸を持つ逆断層型の地震から成るペアを発見した。このペアは、弱い断層の下端付近における地震すべりによる応力変化と調和的であり、地震による応力変化に関係していると考えられる。また、上盤側の正断層型の地震のメカニズム解について、P軸の傾斜角が陸側に向かって急激に小さくなることを見出した。断層下端付近のモーメント解放量分布を変化させて、P軸の空間変化との対応を詳細に調べた結果、初期応力の空間分布を考慮することにより、モーメント解放がこの正断層型の地震群より深部に及んでいるモデルにより、P軸の傾斜角の空間変化を説明出来ることが分かった。正断層型の地震群の直ぐ陸側に1978年宮城県沖地震を起こしたアスペリティが存在するが、上記の結果は、このアスペリティが本震時に破壊した可能性が高いことを示している。また、初期応力の推定結果から、宮城県沖のアスペリティ領域では地震前の差応力が5-10MPaであるのに対して、それより浅部、本震震源との間のゆっくりすべりが起こっていると推定されていた領域では差応力がより小さかった可能性を指摘した。このことは、宮城県沖においては、アスペリティは周囲に比べて強度が大きい可能性を示唆している。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

東北地方太平洋沖地震は稠密な観測網の下で発生した初めての巨大地震であり、世界中の研究者の大きな注目を集め、数多くの論文が既に出版されているが、未だに未解明な問題が数多く残されている。例えば、海溝付近で 50m にも及ぶような地殻変動が起こって巨大な津波が引き起こされたが、その原因が特定されていないし、断層の下端側に関しても、想定宮城県沖地震の震源域まで破壊が及んだかどうか良く分かっていない。

断層の上盤側に大規模な不均質があるために、震源過程が精度良く推定されていないことが大きな問題の一つである。申請者は、媒質の不均質構造が精度良く把握されていない場合でも、すべり分布に比べて安定して推定可能なモーメント解放量分布に着目し、地震メカニズム解という、震源過程の解析にはこれまでほとんど用いられたなかったデータを活用することにより、問題の解決を試みた。地震メカニズム解は応力場を反映しているが、申請者は、理論的な考察から、応力場が大規模な不均質構造の影響を受けにくいことを導き、この手法の有効性も示した。媒質に不均質がある場合は、理論的な解を得ることが難しいため、一般的にはデータ解析が困難となるが、申請者は、震源過程の解析において、そのような場合でも有効となる可能性のある手法を提示したことは重要な貢献であると評価出来る。

申請者は、本震震源と海溝軸との間の下盤側で、南北方向の P 軸を持つ横ずれ型の余震が卓越していることを見出し、この余震群は、海溝軸近傍にモーメント解放量分布のピークを持つモデルではなく、本震震源付近でピークを持つモデルによる応力変化で説明できることを示した。このことは、東北地方太平洋沖地震のモーメント解放量分布について、これまでと異なった視点から得られた信頼できる結果であり、東北地方太平洋沖地震の震源過程を明らかにする上での重要な貢献であると評価出来る。

本震震源と断層の下端の間では、上盤側におけるプレート境界にほぼ直交する P 軸を持つ正断層型の地震、下盤側におけるプレート境界にほぼ平行する P 軸を持つ逆断層型の地震から成るペアを発見し、初期応力の空間分布を考慮することにより、モーメント解放が従来言われているより深部にまで達し、宮城県沖のアスペリティにまで及んでいる可能性が高いことを見出した。この解析は、断層下端付近のモーメント解放量分布に関しても、新たな視点から結果を提示したものであり、今後の研究により検証すべき新たな震源モデルを提示したと評価出来る。また、初期応力の推定結果は、宮城県沖のアスペリティ領域は、周囲に比べて強度が大きい可能性を示唆しており、その実体が不明であるアスペリティの成因に関して、重要な知見を提供したものと評価出来る。

このように申請者は、特徴的な地震メカニズム解を見出し、それを活用して東北地方太平洋沖地震のモーメント解放量分布の拘束に成功した。また、不均質構造の影響を受けにくいモーメント解放量分布の推定手法に道を拓いた。アスペリティの成因についても、独自の解析により重要な知見を提供した。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値があるものと認める。また、平成 26 年 1 月 21 日に、論文の内容および地球物理学の学識に関する試問を行った結果、合格と認めた。