

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	伊 東 優 治
論文題目	Crustal Deformation Model of the Southern Kurile Subduction Zone Inferred from Geodetic Observation Data (測地観測データに基づく千島沈み込み帯南部の地殻変動モデル)		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>沈み込み帯では、プレート境界断層において巨大地震がたびたび発生し、巨大地震を繰り返す過程は地震サイクルと呼ばれている。地震サイクルは、地震前、地震時、地震後のステージからなり、プレート境界断層の振る舞いが異なっているが、プレート境界断層でのすべりの挙動やそのメカニズムは十分理解されていない。本研究は、17世紀に津波を伴った巨大地震が発生した千島沈み込み帯の南部に注目し、そこで発生した2003年十勝沖地震(M_w8.0)の地震前、地震時、地震後の地殻変動を全地球衛星測位システム(GNSS)と海底水圧計(OBP)のデータを用いて解析し、プレート境界断層でのすべりと固着過程を明らかにしたものである。</p> <p>まず、地震時及び地震後のGNSSとOBP時系列データから、粘弾性緩和を考慮したインバージョン手法により、地震時と地震後のすべりの時空間発展を推定した。その結果、十勝沖地震に伴う地震時と地震後のすべり領域は異なっており、17世紀の巨大地震の主要な破壊域とも重ならないことがわかった。地震後のすべりの時間発展は、すべり速度状態依存摩擦則から期待される対数関数で近似され、その時定数の違いはプレート境界断層の摩擦特性を反映している可能性が示唆された。</p> <p>次に、2003年の地震前のGNSSデータを説明するために、地震間の粘弾性緩和と陸側弾性プレートの不均質な媒質特性を考慮したモデルを構築した。地震間のGNSS速度場を説明するためには、火山弧及び背弧領域での弾性プレートがより変形しやすい特性を持つことが必要であり、これらの領域の下部地殻は粘弾性媒質としての特性を持つと考えられる。特に火山弧が変形しやすい特性を持つことは、火山弧において地殻熱流量が高く、地震波の高減衰・低速度領域が見つまっていることと調和的である。千島弧南部では、先行研究においてプレート間相対運動速度を超えるすべり欠損速度が推定されているが、そのような大きな速度が推定された原因は、陸側プレートでの媒質特性の不均質を無視したためだと考えられる。次に、このような不均質媒質特性や過去の固着及びM8級巨大地震の粘弾性緩和を考慮して、地震前の固着モデルを検討した。完全に固着している領域の下限は、2003年十勝沖地震などの過去の巨大地震の震源域よりも浅く推定された。それにもかかわらず地震時に震源域で大きくすべったことは、2003年の地震に先立って固着域が縮小していたか固着度が低い領域への動的破壊が進展したのいずれか、あるいは両方だと解釈される。17世紀巨大地震の破壊域の主要な部分では、2003年の地震前には固着しており、2003年の地震時や地震後のすべりも発生していないため、2003年の地震に関連してすべり欠損は解放されていないと考えられる。一方で、海溝軸付近の固着とすべりは陸上GNSSデータからは十分に解像できず、海底地殻変動観測の必要性を強く示すものである。</p> <p>本研究で得られたすべり・固着の履歴の特性は、摩擦則を用いた数値シミュレーションと調和的であり、このようなすべり・固着履歴から摩擦特性を推定し、長期間の地震活動における断層のすべり挙動の理解につながることを期待される。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

千島海溝の南部では2003年十勝沖地震のようなM8級の地震が繰り返し発生し、GNS Sに代表される測地観測によって地震前・地震時・地震後の豊富な地殻変動データが蓄積されている。またこの地域では、地質学的データから17世紀に巨大津波を伴ったM9級の超巨大地震が発生したと考えられており、地殻変動データからプレート境界断層における固着・すべりの履歴を明らかにすることは、沈み込み帯のプレート境界断層におけるひずみの蓄積解放過程を理解するだけでなく、将来千島海溝で発生するであろう超巨大地震の発生場や断層摩擦特性を理解する上でも極めて重要である。この地域の地殻変動を解析し、プレート境界断層におけるすべり・固着の分布を推定した先行研究は存在するが、陸域のデータだけでは沖合のすべりの分解能がない点やプレート収束速度を超えるようなすべり欠損速度が推定されている点など、データ及びモデリング手法の両方に起因する様々な問題が指摘されていた。

本論文はデータとして、陸上のGNSSデータだけでなく、従来は1年以下の短期間の上下変動解析にのみ用いられていた海底水圧計(OBP)データを丹念に解析することにより、十勝沖地震後7.5年にわたる長期間の地殻変動を明らかにした。モデリング手法においては、粘弾性緩和を考慮して地震時及び地震後の地殻変動時系列データからすべり分布の時空間発展を推定する手法を開発し、2003年十勝沖地震のデータに適用することで、十勝沖地震の余効すべり域が本震のすべり域と重ならないだけでなく、周辺で発生した巨大地震の主要な地震時すべり域とも重ならず、余効すべりの時定数の地域性があることを見いだしたことは高く評価できる。また、粘弾性的な性質を持つマントルや深部でも弾性体として振る舞う沈み込んだ海洋プレートなどの現実的な構造を考慮して、有限要素法による地殻変動の計算からプレート間の固着分布を推定した。この中で、地震間の地殻変動の解析には陸側プレートの変形特性が前弧、火山弧、背弧で大きく異なることを見だし、弾性厚さが火山弧と背弧においては、前弧に比べて弾性層の厚さが1/2~1/3程度であり、剛性率についても火山弧では周辺に対して1/3程度とすると、地震間及び地震の地殻変動を合理的に説明できることを示したことを世界で初めて示した。さらに、2003年十勝沖地震前の完全固着域の下限は、M8級地震の震源域よりも浅くなっていた可能性を指摘した。

このように本論文は、沈み込み帯での地殻変動モデリングにおける重要な問題点を解決し、千島弧だけでなく世界中の沈み込み帯の地殻変動モデリングにも大きなインパクトを与えるものである。また、本研究で推定された固着・すべり分布は、沈み込み帯のダイナミクスや地震サイクルにおけるプレート境界断層のすべり特性を解明する上で非常に重要な知見として評価できる。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和2年1月14日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降