

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 理学 )	氏名	水戸川 司
論文題目	西南日本のメガスラスト地震サイクルにおける内陸断層の クーロン応力変化に基づく地震活動シミュレーション		
(論文内容の要旨)			
<p>西南日本の南海トラフ沈み込み帯では、プレート境界で発生するM8級のメガスラスト地震が約100-200年間隔で発生する。この地域では過去の歴史記録より、大陸地殻内で発生する内陸地震は、メガスラスト地震の50年前から10年後の期間に発生率が高まることが知られており、「内陸地震の活動期」と呼ばれてきた。内陸地震の活動期は、先行研究によりクーロン破壊応力変化 (<math>\Delta CFS</math>) を用いたモデルによって再現されているが、媒質の粘弾性緩和の影響や近年の測地観測データに基づく地殻変動分布は十分考慮されていなかった。本研究では、弾性・粘弾性2層構造を仮定し、地殻変動観測データを考慮したメガスラスト地震サイクルにおける内陸断層の<math>\Delta CFS</math>の計算から、西南日本の内陸地震の活動期を再現するモデルを構築し、地域や断層タイプごとにモデルから予測される内陸地震の活動時期の傾向を調査した。</p> <p>初めにメガスラスト断層から内陸断層までの距離に着目した2次元モデルを用いて、メガスラスト地震サイクルにおける内陸地震が発生可能な時期を調べた。その結果、逆断層では走向・傾斜によらず、メガスラスト地震前に活発化する傾向があるが、横ずれ断層は走向によって活発化の傾向が異なることが明らかになった。また、西南日本における右横ずれ断層で歴史時代にメガスラスト地震前に地震が起こったものがあることから、内陸断層の見かけの摩擦係数は0.1以下であることが示唆された。内陸断層固有の応力載荷速度は、地質・地震学的ひずみ速度に対応する1kPa/年を与えると活動期が再現されるものの、測地学的ひずみ速度に対応する5kPa/年を与えるとメガスラスト地震サイクルのいつでも内陸地震が発生し、顕著な活動期が再現できないことがわかった。粘弾性の影響を考慮することにより活発期での地震発生率の変化なども再現出来ることがわかった。次に、測地観測データに基づくメガスラスト断層の固着・すべり分布と内陸断層のジオメトリやすべり速度を用いて内陸断層のシミュレーションモデルを構築し、結果を過去の地震活動と比較した。九州を除く西南日本の断層群について地震間10年ごとの過去の地震発生割合を再現するためには、内陸断層の見かけの摩擦係数が0.1以下、粘弾性層の粘性率が<math>1-2 \times 10^{19}</math> Pa s、固着率が0.05-0.10程度であることが必要であることがわかった。このモデルからメガスラスト地震の数十年前から、四国、山陰、近畿地方などで内陸地震が増加し、大規模な内陸地震も発生しやすくなる傾向が予測される。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

西南日本における内陸地震が南海トラフにおける大地震の前後に多く発生していることは、過去の歴史地震の研究から見出され、社会的にも内陸地震の活動期として注目されてきた。このような活動期は、内陸断層固有の応力载荷に加えて、南海トラフ沿いのプレート境界断層の固着と地震による周期的な応力擾乱が加わることによって説明可能であることが先行研究によって示されているが、先行研究ではプレート境界断層による周辺の応力変化の計算に弾性均質媒質が用いられることが多く、内陸断層への応力载荷として一様な東西圧縮応力を仮定すると言った単純化した仮定が用いられていた。また、先行研究では粘弾性を考慮したモデルでも、主に過去の歴史地震活動の再現に主眼が置かれ、西南日本全域を対象にして地域や断層タイプ毎の長期的な地震活動の傾向に着目した研究は行われていない。近年、GNSS等の高精度な測地観測データにより、西南日本の地殻変動分布が詳細に明らかになるにつれて、ひずみ集中帯などのひずみ速度の不均質分布が明らかになるとともに、巨大地震の余効変動の観測事例から、沈み込み帯での地震サイクルに伴う地殻変動や応力変化を考える上で、粘弾性緩和の影響を考慮することが非常に重要であることがわかってきた。本論文は、測地データに基づく南海トラフ沿いの固着分布や内陸域での相対運動速度を用いることにより、現在の地殻変動分布や粘弾性緩和を考慮して $\Delta CFS$ の計算に基づく海溝型地震サイクルにおける内陸地震活動を再現したシミュレーションモデルを構築し、地域や断層タイプ毎の特徴を調査したものであり、中部から九州地方までの西南日本全域の内陸地震の発生時期に関する理解を発展させ、長期的な傾向を予測した研究として評価できる。

実際の過去の地震活動に見られる内陸地震の活動期を再現するためには、内陸断層固有の応力载荷速度が比較的小さく、アセノスフェアの粘性率が $1 \times 10^{19}$ 程度であり、内陸断層の見かけの摩擦係数が小さいことを示したことは、多くの先行研究と調和的であるが、長期的な内陸地震活動の再現という観点からこれらのパラメータが得られたことは注目に値する。一方で、シミュレーションでは過去にはほとんど発生が知られていない南海トラフ地震直後に内陸地震が多発することや特定のブロック断層モデルに準拠したモデル設定から、実際の活断層分布が大幅に簡略化され、断層タイプも実際の活断層と異なるものがあること、発生する内陸地震のすべり量が実際よりも小さい傾向があるといった問題点も散見される。また、地下の粘弾性構造や内陸断層のすべり特性に関しては、極めて単純化したモデルが用いられているといった課題もあるが、論文の中では現状のモデルの問題点や今後の改善点がまとめられており、今後の研究の方向性を示している点は評価できる。

本論文では、次の南海トラフ地震の数十年前から四国、山陰、近畿地方などで内陸地震が増加し、大規模な内陸地震が発生しやすくなる傾向が予測されている。このような知見は、南海トラフ地震の発生が近づいていると考えられる西南日本の今後の地震防災に対しても重要であると評価できる。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3年1月18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