

氏 名	佐 藤 和 彦
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 2883 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	Scale-dependence of Earthquake Initiation and Rupture Complexity (地震の初期過程と複雑さの地震規模依存性)

(主 査)
論文調査委員 教 授 Mori James Jiro 教 授 川 崎 一 朗 教 授 竹 本 修 三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、地震の初期破壊過程およびその地震規模との関係について研究を行っている。はじめに、中規模から大規模地震という幅広い規模の地震に対し、高速破壊を始めた時のクラックサイズを見積もった。ここでは、震源近傍の観測点で収録された高品質地震記録を用い、Sato and Kanamori[1999] によって提唱された震源モデルに基づいて解析を行った。地震波伝播経路における非弾性減衰および震源における応力降下量を考慮に入れて、トリガ係数および初期クラックサイズという2つの初期破壊に関するパラメータを推定した。解析は日本および台湾で発生したマグニチュード3.5から7.9の35つの地震を対象に行った。その結果、いずれの地震も小さなトリガ係数で観測波形がよく説明でき、初期クラック半径は12~96mと求まった。これは地震の最終的な大きさに比べると、はるかに小さな値となっている。初期クラック半径が最終規模と比例するという関係は見られず、中~大規模地震はいずれも数十 m という同じオーダーの大きさから高速破壊を始めていることがわかった。

次に、最近発生した2つの地殻内地震とその余震を対象に、地震波形の複雑さと地震規模の関係について調べた。2003年宮城県北部地震の47イベントおよび2004年新潟県中越地震の95イベントを対象に解析を行い、複雑な地震波形を持つものと単純な地震波形を持つものの地震数を調べた。マグニチュードの範囲は3.1~6.8である。データは震源距離30km以内の観測点で収録された地震波形とし、表層地盤の影響の小さい観測点を選んで解析した。解析には地表およびボアホール内の両センサーを用いている。地震波形の複雑さは、加速度波形においてゼロを切る回数をカウントすることによって行っている。その結果、小さい地震では単純な波形と複雑な波形の両者が混在するものの、大きな地震では複雑な波形のみが見られることがわかった。その境界は2つのデータセットともにM4.0~4.5であった。このことは、境界となるサイズより小さな地震は、Nucleation model に従って単純な破壊様式で発生するのにに対し、大きな地震は Cascade model のような階層構造を持つ破壊様式で発生することを示唆していると考えられる。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

申請者の研究はさまざまな規模の地震について、その始まりの波形を詳細に調べたものである。申請者は主に最近日本で記録された中規模から大規模地震のデータを使用した。このように質のよく、震源近くで記録されたデータは数年前には入手できなかった。これほど広い範囲にわたるマグニチュードの地震の始まりについて定量的に調べた研究は初めてであり、特に震源近くで記録された大規模地震(M>7)に関しては貴重な成果を含んでいる。

この研究の重要な結果のひとつは、どのような地震も、始まりの大きさはおよそ同じサイズだということである。M3.5からM7.9の地震では、最終的な大きさにはそれぞれ数キロから数百キロという差があるが、始まりのサイズは12mから96mとあまり変わらない。つまり、中規模から大規模地震は同じような破壊過程で始まり、最終的なサイズと始まりのサイズの間に相関関係はないということを、この結果は示している。ただし、小規模地震についてはこれが当てはまらないとす

る研究もある。

地震の始まりのサイズに加えて、申請者は地震の始まりにおける破壊の複雑さについても調べた。申請者は地震の複雑さを評価する方法を開発し、それぞれの地震を単純な破壊と複雑な破壊に分けた。これは地震の規模によって破壊の複雑さがどう変わるかを調べた最初の研究のひとつである。宮城県北部地震と新潟県中越地震およびそれらの余震についてデータを調べた結果、M4以上の地震はすべて複雑な地震であることがわかった。それより規模の小さい地震には単純なものと複雑なものが両方含まれていた。従って、中規模から大規模地震はすべて複雑な破壊が成長したものである。つまり、長くスムーズな破壊が成長して大規模地震に発展することはないのである。

この研究の優れた点は、どの地震も始まりのサイズはほぼ同じであるという結果と、破壊の複雑さを結びつけて、中規模および大規模地震の破壊過程は cascade process になると示したことである。この結果は大規模地震の震源過程を理解する上で重要である。また、この成果は現在日本で開発されているリアルタイム地震情報システムのためにも実用的な意味を持っている。このシステムでは地震の最初の数秒の波形から最終的な規模がどうなるかを知る必要があるからである。

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。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。