

氏 名	いた ば さと し 板 場 智 史
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 2876 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	Development of the Quantitative Evaluation Method of Seismic Activity around Active Faults, and Seismicity Cycle (活断層における地震活動度の定量的評価手法の開発と地震活動サイクル)
論文調査委員	(主 査) 助教授 渡 辺 邦 彦 教授 竹 本 修 三 教授 Mori James Jiro

### 論 文 内 容 の 要 旨

活断層に関わる地震活動を対象として、①地震活動度の定量的評価手法を開発し②そのグローバルな適用例としてサンアンドレアス断層の地震活動の評価を行い、この手法を敷衍して③長期にわたる活断層の活動繰り返し間隔のほぼ全期間にわたって大森公式が適用できることを示した。以下、要旨を示す。

#### ①地震活動度の定量的評価手法の開発

地震活動度の定量的評価は地震学の基礎である。最初に、地震活動は活断層に集中し断層から離れるに従って減少する場合が多いという観測結果に基づき、活断層に関わる地震活動度を定量的に評価する手法を開発した。方法は、

- 1) 地表の断層トレースから一定距離ごとの領域を区切り、夫々の領域内に発生した地震数を観測期間と領域面積で割って、地震個数密度を求める。傾斜断層については断層面傾斜の補正を行う。
- 2) 断層から離れるに従い地震個数密度は減少する場合が多い。それが周辺の地震活動レベルに落ち着いたと判断される距離を、断層影響距離と定義する。
- 3) 断層影響距離内の地震数をその領域面積で割ったものを地震活動度とする。
- 4) 具体的実施においては GIS を活用し、普遍性を損なわない閾(しきい)値を採用することによる客観的な評価手法を開発した。

この方法で、気象庁による統合震源データ(97年~03年)を用い、地震調査研究推進本部が調査対象とした98本の活断層について解析した結果、断層影響距離は概ね3~5km程度であり、地震活動度は、中部近畿が高く東北北海道が低いという地域性があることを示した。

#### ②サンアンドレアス断層(San Andreas Fault System; 以下SAFS)への適用

この方法がSAFSに適用できることを確認し、その地震活動度を評価した。SAFSの断層影響距離は3~6km程度であり、地震活動度には南東部に高く中部に低いという地域性が認められた。スリッププレートはSAFSの方が日本より数十倍大きいにもかかわらず、地震活動度は日本の場合と殆ど同程度であった。

#### ③内陸活断層における地震活動サイクル

内陸活断層では、大地震を基準とした繰り返し活動サイクルが認められることが多い。その繰り返し間隔は数百年~数万年とまちまちで非常に長い。本論文では、上述の定量的評価手法を用いて活断層の一般的な活動サイクル特性を求め、個々の活断層がそのサイクルの中でいかなるステージにあるかを推定した。対象とした断層及び解析に用いた地震データは上述①と同じである。

その手法として、夫々の活断層ごとに、前回の大地震からの経過時間を平均繰り返し間隔で除した経過率(LR)と1LR当たりの地震活動度を求めた。これら二つの新しいパラメータの導入によって、断層ごとの平均活動間隔と地震活動度のばらつきが規準化され、断層重ね合わせによる全体像が求められた。

その結果、LRと地震活動度の関係から、活断層における地震活動が活動サイクルのほぼ全期間という長期間にわたって時間に逆比例して減衰していること、すなわち、余震に関する大森公式に調和的であることを見出した。このことは、余震活動が非常に長期間にわたって継続していることを示している。

今後、活断層の平均的活動サイクルと比較することで、個々の活断層の現在の地震活動状態の活発・不活発を数値的に表し得る可能性も述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は大きく二つの研究を行っている。最初に、活断層に関わる地震活動の評価手法を開発し、それをグローバルに適用してその汎用性を確認した。この手法は地震学の基礎資料の作成に非常に有効である。次にこれを用いて、活断層に関わる地震活動が、その繰り返し活動間隔程度の長期にわたって余震の大森公式に調和的であることを示した。この研究過程で、経過率という新しい概念を導入することで、活動間隔が長期間でかつ異なる多数の活断層の活動を同じ時間スケールで見ることが可能にした。この経過率は長期にわたる断層活動の解析に関して新しい知見を得ることを可能にする考え方として、斬新であり価値あるものである。以下、具体的にそれらの独創性と有効性を述べる。

内陸地震が活断層に沿って発生する場合は多いが、その活動度を定量的に表現する手法はまちまちであった。本論文において申請者は、GISを用いて客観的、定量的かつ容易に活断層に関わる地震活動度を求める手法を開発した。まず、活断層の周囲に断層線から一定距離毎の領域をとり、その範囲内の地震数密度を求める。断層から離れるにつれてこの密度が低下し、バックグラウンドレベルに達した距離を断層影響距離 (Fault Influence Distance; FID) と定義した。このFID範囲内の地震をその領域面積と観測期間で割ってその活断層の地震活動度と定義する方法である。この手法によって、活断層周囲の空間的な地震活動度を客観的に評価することが可能となった。これは、従来ともすれば主観的判断によることが多かった活断層周辺の地震活動の定量的評価に、基準となる手法を提供するもので、地震学の基礎資料作成に大いに貢献するものである。

申請者はこの手法をサンアンドレアス断層系 (San Andreas Fault System ; SAFS) に適用し、その汎用性を確認した。日本の内陸活断層とSAFSの比較から、SAFSの方がスリッププレートは数十倍大きいにも拘わらず、地震活動度は同程度であることを発見している。この原因として活断層の活動様式の違いが推測され、今後の地震発生機構研究に重要な示唆を与えた。

次に、個々の活断層は大地震から次の大地震まで数百年から数万年という長時間間隔で繰り返し活動しているが、上述の手法を活用して、現時点でその活断層が繰り返しサイクル内のいかなる活動ステージにあるかを求めた。ここで、経過率 (Lapse Rate; LR) という新しい概念を導入し、更にLR単位の地震活動度を用いることで、繰り返し間隔が異なる活断層の活動サイクルを同一時間スケールで見ることが可能にした。その結果、長時間でかつまちまちの繰り返し間隔のほぼ全期間にわたって、余震に関する大森公式が適用できることを初めて示した。このLRの導入は、従来、自然と人間の時間尺度の違いが大きな障害となっていた地殻活動研究に関して、独創的で大きなブレークスルーになると評価できる。このLRは、長時間にわたる地殻活動パターンに関する議論において有力な武器となるであろう。将来は地殻活動パターンからのずれを解析して長期の地震発生予測に有用なデータを得られる可能性もある。

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、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。