

論文審査の結果の要旨

氏名 鳴橋 竜太郎

内陸型地震災害を軽減するためには、震源となる活断層の将来の活動度を評価することが重要である。そのためには、過去の活動履歴に基づいて、断層活動の再来間隔を復元する必要がある。再来間隔の推定精度は、基にする地震イベントの数とその年代の精度に依存する。しかし、内陸活断層の活動間隔は一般に千年から万年オーダーと長いために、単一の活断層を対象として多くの地震イベントを認定することや、地震の発生日代を高精度で推定することは困難であった。とりわけ、日本列島に多く分布する逆断層に関しては、困難を極めているのが現状である。

この問題を解決するために、本研究は、地形的・地質的に好条件がそろっている逆断層である中部日本の桑名断層をモデルフィールドに選定した。そして、過去約7~2千年前の5千年間という長期にわたって、断層を覆って堆積を続けてきた浅海底泥層を対象として、高精度な堆積モデルを構築した。そして、断層をはさんだ上下盤での堆積速度の周期様変動に着目して、従来にない高時間分解能で逆断層の活動履歴を復元した。

第1章で本研究の背景と目的を述べるとともに、桑名断層周辺地域が、融氷河性海面上昇に伴う堆積空間の増大と、河川からの供給土砂による堆積とがバランスする安定した環境下に、過去約7~2千年前の間、置かれていたことを指摘した。

第2章では、断層を横断する方向に採取された3本のオールコアを対象として、計52個の年代値を用いて高精度な堆積曲線を作成し、断層の下盤側コアと上盤側コア間で、過去約7千年間の平均堆積速度を比較した。その結果、前者は約2mm/年であり、後者の約2倍であることを明らかにした。また、前者の堆積曲線は階段状を示すことを発見し、過去の断層活動を表していると考えた。

次いで、高い時間分解能でイベント時期を検出するために、横軸に暦年代をとり、上盤の堆積曲線と下盤の堆積曲線の標高差を縦軸にプロットして「標高差曲線」を作成した。標高差曲線は、同時代に堆積した上下盤の地層が現在有する標高差を示すので、この曲線をもとに縦ずれイベントによる断層変位の累積過程を解読可能である。また曲線の変曲点から断層イベント発生日代を推定可能である。この方法によって、桑名断層では2回の歴史地震を含めて、過去7千年間に7回の活動があったことが判明した。それらの時期は、約6600 cal yBP, 約5700 cal yBP, 約4000 cal yBP, 約3600 cal yBP, 約2100 cal yBP, A. D. 745, A. D. 1586 と推定された。

第3章では、桑名断層の活動の指標値としてコアの堆積物粒度・EC値・帯磁率を測定し、これらの変動値を、第2章で得られたイベント層準と比較することにより、イベントの指標値として利用することの可能性を検討した。また、これらの指標値をもとに、浅海底における断層崖の埋積モデルを構築した。粒度組成、帯磁率、ECに地震イベントと連動した変化が認められた。特にECは明瞭な対応を示し、下盤ではイベントを境に増加、上盤では減少し、両者は鏡像関係にあるとみ

なされた。また、下盤側の深度 23~24m (7.5-8 ka), および 28~29m (9ka) 付近で、粒度・帯磁率・EC は、下盤側における地震イベント前後の変化と類似した変化を示すことから、これらの層準に第 2 章で明らかにされたものよりも更に古い 2 つの地震イベントが存在する可能性を指摘した。

内湾浅海底の逆断層周辺の地層には、co-seismic なイベント層準と post-seismic な埋め戻し過程に対応する層準の 2 種の特徴的な堆積相が存在していること、縦ずれイベント後の断層崖の埋め戻し過程は、断層崖に近い場所から開始され、プログラデーションしていると考えられることを論じた。

第 4 章では、 ^{14}C 測定にもとづく堆積曲線・標高差曲線を用いて復元した桑名断層の活動履歴をもとに、内陸逆断層である当断層の変位量、ばらつき具合、発生確率を評価した。桑名断層の活動間隔は平均 1039 年と求められ、桑名断層の過去 7 千年間の平均上下変位速度を、標高差曲線の回帰直線の傾きで代表させると、約 1mm/年となった。

さらに、見積もったイベント時期をもとに累積分布関数を用いて、桑名断層の更新過程モデルを作成したところ、実際の累積頻度は対数正規分布と近似し、桑名断層の地震の発生間隔がランダムではなく、繰り返し発生であるということを支持する結果となった。対数正規分布に基づく、桑名断層の平均活動間隔 (1039 年) の標準偏差は 477 年、相対的ばらつき (標準偏差を平均値で割ったもの) は 0.46 であった。今後 30, 50, 100 年以内の発生確率はそれぞれ 7.5, 8.8, 12.4% となった。この結果は従来の発生確率よりも 1 ケタ以上高い値となっている。

以上のように、本論文は、活断層型地震の発生予測上、極めて重要な、地震再来間隔のばらつき値を従来にない高精度で明らかにするとともに、現状のばらつき値が過小値に評価されている可能性を示した。したがって、博士 (環境学) の学位を授与できることを認める。