

氏名	はら だ まさ たけ 原 田 昌 武
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	理 博 第 2612 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 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	A Study on Temporal and Spatial Variations of Crustal Strains Observed with Extensometers in Tectonically Active Regions (伸縮計による地殻歪の時空間変化に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 古 澤 保 教 授 竹 本 修 三 教 授 岡 田 篤 正

論 文 内 容 の 要 旨

伸縮計や傾斜計を用いた地殻変動連続観測は多数の観測点で長期の観測がなされ、データの蓄積もかなりの量になっている。しかし、その高感度性のために、種々の要因による観測点固有の変動も大きく、歪場の空間特性に関する研究が遅れている。

申請論文は、伸縮計データを用いて、はじめに理論的に予測可能な地球潮汐歪の詳細な解析を行い、各観測点のデータの等質性を吟味したうえで、地殻歪の時間的、空間的变化について調べている。

最初に、天ヶ瀬観測室におけるスーパーインヴァール棒伸縮計（現在多くの観測点で連続観測に使用されている）によるデータの地球潮汐歪解析をおこなった。この観測所は、すでに高精度のレーザー干渉計方式の歪観測による潮汐成分の値が求められており、観測点特性が既知である。得られた潮汐成分の値が理論から予測される値をほぼ説明できることから、計測システムの精度と信頼性を確認した。さらに地球潮汐歪の振幅の方位特性を調べ、同観測室の坑道方向が01分潮（1日潮）の振幅がM2分潮（半日潮）より大きくなる特異な方位にあることを明らかにした。また、観測された潮汐歪の時間変化を数年間にわたって調べ、解析期間中周辺地域に活発な地震活動が見られない天ヶ瀬観測室では、潮汐歪の振幅・位相の長期変化と歪のトレンド変化に相関があることを示し、これら変化の原因が坑道周辺の地下水位変動によるものと推定した。

次に、日向灘地域の地震に関係する地殻活動の検出を主目的に設置されている日向灘地殻活動総合観測線の伸縮計データを使って潮汐歪解析を行い、潮汐の観測値が理論値とおおむね一致することを確認し、観測点相互のデータの等質性を明らかにした。その上で、1996年日向灘にM6.9とM6.7、1997年薩摩半島北西部にM6.3とM6.2の地震が連続して発生するなど地殻活動が活発な期間の歪場の時空間変化について調べた。

まず、客観的かつ効率的にデータの1次処理を行うために、データに含まれる欠測や跳びの補正、外因性の異常値の除去、潮汐成分の除去等を行う方法として、カルマンフィルターなどの時系列解析手法を適用したシステムを開発し、データベースの再構築を行った。得られた時系列データを観測点間で同方向における歪を比較できるように変換し、観測点相互の相関関数ならびに各観測点での自己相関関数を求めた。その結果、365日のtime windowを設定した相互相関関数の時間変化から、1997年中頃、日向灘沿岸から内陸部にかけての広範囲にわたる歪場が同時期に変化したことを見出した。また、time windowを設定せずに全データを1日ずつずらして求めた自己相関関数から、1995年末の宮崎観測点から宮崎県西部に位置する高城観測点（1996年中頃）、鹿児島県北東部の伊佐観測点（1996年末）とパターンの変化が時間的に遅れて表れることも見出した。さらに、得られた歪のパターン変化から、日向灘から九州内陸部へ向かって90-140km/yrの速さで伝播する歪の存在を示唆した。なお、相関関数の変化は、気象要因による年周変化の影響により見かけ上発現するものではないことも確認している。また、同地域のGPS観測による変位データを歪データに変換して同様の相関解析を行ったが、GPSデータが問題とする時期を十分カバーしていないためか、伸縮計データの解析結果を補強する結果は得られなかった。

論文審査の結果の要旨

横坑での伸縮計、傾斜計による地殻変動連続観測の歴史は古く、長年にわたるデータの蓄積がある。一方、近年 GPS 等の宇宙測地技術で地震前後の地殻変動が捉えられるようになってきている。空間的広がりを持った広域の地殻歪場の変動を見るには GPS データの利用が優位であるが、連続観測データは観測期間の長さや高感度性において勝っており、連続観測データによる歪の時空間特性の研究も重要な課題である。このような観点から申請論文は伸縮計データの解析より地殻歪の時間的・空間的变化を調べ、地殻活動が活発な南九州地域において新たな知見を得ている。

伸縮計では 10^{-10} オーダーの微小歪を検出できるが、強制変位を与える等の方法でこのオーダーの計器較正を行うことは不可能であり、成分間の感度の相違等の問題が残っている。申請論文では、理論的に予測可能な地球潮汐歪の詳細な解析を行い理論値と比較することにより、計測システムの精度の確認、異なる観測点データ間の比較解析が可能であることを明らかにした。また、地球潮汐歪の振幅と位相の時間的变化を使って地殻内部の弾性定数の変化を求める多くの研究がなされているが、申請論文では周辺地域の地震活動が低い天ヶ瀬観測点での数年間の潮汐歪の時間変化と歪トレンドの変化に相関が見られることを示した。この結果は観測坑道周辺の地下水位変動と弾性定数の変化の関係を示唆するものであり、観測された潮汐歪の時間変化の有意性を示したものである。

地殻変動連続観測記録の解析は、長期間の連続データを処理するため、データに含まれる外因性の異常値の除去、欠測や跳びの補正、潮汐成分の除去等の 1 次処理が必要になる。申請論文では、カルマンフィルターなどの時系列解析手法を適用した半自動処理システムを開発し、客観的、高速・高精度でデータベースの再構築を行っている。これは今後のデータ解析の効率化に寄与するものである。

以上のようにして得られた日向灘地殻活動総合観測線の伸縮計記録の時系列データを用いて申請者は、M6 級の地震が短期間に連続して発生している南九州の歪場の時空間特性を調べた。解析には新たな手法として相関法を適用し、365 日の time window を設定した観測点相互の相関関数の時間的推移から 1997 年中頃に南九州の広範囲にわたってほぼ同時に歪場の変化が生じたことを見出した。この変化は観測記録の長期トレンドには明瞭に表れていないが、同年 3 月と 5 月に連続した M6.3、M6.2 の鹿児島県北西部地震に関係するやや長期の歪場変化を検出したものと考えられ、新たな知見を与えるものと評価し得る。また、各観測点の自己相関関数の時間変化から見出された日向灘から内陸部へ向かって時間的に移動する歪パターンの変化は、起源、その発生機構、および観測された歪変化様相の異りに関しては未解決として残るものの、伝播性地殻変動の存在を示唆するものとして評価し得る。

以上により、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。

なお、論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。