

(続紙 1)

京都大学	博士 (理学)	氏名	岡田 悠太郎
論文題目	Activities of short-term slow slip events clarified by a newly developed systematic detection method using decadal GNSS data in the Nankai, Alaska, and Japan subduction zones (GNSSデータから短期的スロースリップイベントを系統的に検出する新手法の開発と南海・アラスカ・日本海溝沈み込み帯における長期間GNSSデータへの適用)		
(論文内容の要旨)			
<p>断層が数日から数年かけて地震波を放出することなく滑る現象であるスロースリップイベント(SSE)は、世界中の沈み込み帯などで発見されている。本論文では、継続期間が数日から数週間である短期的SSEをGNSSデータから系統的に検出する新手法を開発し、西南日本・アラスカ中南部・東北日本における10年以上の長期間のGNSSデータに適用することによって、SSEの発生特性の共通性や地域性を明らかにすることを試みた。また、超低周波地震(VLFE)がSSEと同期して発生する性質を利用して、VLFEが短期間に集中している複数の時期のGNSS時系列をスタッキング処理することで、個々には検出できない微小なSSEの平均的な断層モデルの推定を行った。</p> <p>その結果、西南日本では299個、アラスカでは76個、東北日本では70個の短期的SSEが検出された。西南日本と東北日本では、スタッキングにより日向灘と十勝沖の海溝軸に近い領域に微小なSSEの断層モデルが推定された。西南日本では九州から東海地方にかけて帯状の領域において短期的SSEが発生していることが確かめられた。また、日向灘で発生するスタッキングによって平均的な断層モデルを推定した微小なSSEの中には個別のSSEとして断層モデルを推定可能なものもあるが、その断層モデルの位置は、平均的な断層モデルの位置から離れた位置に推定された。そのため、同じような場所でVLFEが発生していても、同期するSSEの発生場所は異なっていることが示唆される。アラスカ中南部では、Yakutatマイクロプレートが沈み込んでいる領域で多数の短期的SSEが検出された。特に、Upper Cook Inletの周辺には2つの短期的SSEのクラスターがあり、この地域で長期的SSEが発生した際のSSEの発生挙動に違いが見られることがわかった。すなわち、東側のクラスターでは短期的SSEが活発化するものの、西側のクラスターでは活動は変化しない。このような挙動の違いは、2つのクラスターにおいて、長期的SSE発生時の外部からの応力載荷速度に違いがあることを示唆する。アラスカでは先行研究による短期的SSEの検出事例はわずかであり、本研究により初めて短期的SSEの空間分布が明らかになった。東北日本では、短期的SSEは主に南関東地域で発生しており、上盤側のプレートの違いがSSEの発生に影響している可能性が示された。</p> <p>3つの地域に共通な短期的SSEの特徴としては、巨大地震の震源域の深部延長や浅部延長で短期的SSEが発生していること、余効滑りの発生域と短期的SSEの発生域が重なっていることが示された。また、浅部側で長期的SSEが発生している期間に、四国西部やUpper Cook Inletでは短期的SSEが活発化することが認められた。一方、九州やLower Cook Inletで発生する短期的SSEは、同じ場所で発生している長期的SSEのすべりが加速している期間として解釈できる。このような挙動は、プレート境界断層すべりの摩擦特性が複雑であることを示唆する。</p>			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

断層が間欠的に非地震性滑りを起こす現象であるSSEは、GNSSなどの測地観測網により観測され、プレート相対運動の収支や大地震の発生過程を考える上で重要な現象である。断層においては、地震性すべりからSSEや定常クリープまで、多様な時定数と滑り速度をもつ滑り現象が起こっているが、これらの滑り現象の多様性がどのようなメカニズムにより生じ、各現象の間にどのような相互作用があるのかは、21世紀における地震学・測地学における主要な研究課題として取り組まれてきたが、現段階でも十分に理解されているとは言い難い。その一因は、測地学的に観測できるSSEに伴うシグナルが小さいため、観測網の充実した数少ない地域でしかSSEが観測できておらず、現象の普遍性や地域性を議論するための統計解析に耐えうる観測事例が少ないことが挙げられる。

本論文では、プレート境界面で発生する微小で継続時間が数週間以下の短期的SSEをGNSSの時系列データから客観的な基準により検出する手法を開発し、西南日本・アラスカ中南部・東北日本という観測点密度やテクトニックな特徴が異なる3地域のGNSSデータに適用した。その結果、計445個の短期的SSEを検出し、手法の有効性とこれらの地域での短期的SSEの時空間分布を明らかにした。手法の開発においては、プレート境界面の滑りから期待される地表変位に応じた重みづけと観測データのばらつきに応じた重みづけを併用した時系列スタッキング処理により、GNSSデータのみから小規模な短期的SSEの継続時間の推定が可能になった点に特徴がある。また、モンテカルロ法を用いて規模や継続時間などの短期的SSEの平均的な特性を地域別に誤差を含めて推定したことや、超低周波地震とSSEが同期して発生する特性を活かして、個別の検出が難しい十勝沖や日向灘における沖合の領域で発生する短期的SSEの平均的な断層モデルを初めて推定したこともスロー地震研究における重要な進展と認められる。さらに、アラスカ中南部や東北日本では、これまでこの地域全体を対象とした網羅的SSEの検出は行われておらず、本論文によって初めて短期的SSEの時空間分布が明らかになった。これらの地域では、短期的SSEの発生分布が下盤側や上盤側のプレートの違いによって大きく影響を受けている可能性が示され、SSEの発生条件を制約する新たな発見である。

3地域を合わせたSSEの発生分布からは、短期的SSEが巨大地震の震源域の深部延長で多く発生し、巨大地震後の余効すべり域と重なっていることや一部では巨大地震の浅部でも発生していることが示された。そのため、SSEの発生環境は温度に依存するが、摩擦特性や断層帯の周辺物質の特性など温度以外の要因の影響も大きいことが明らかになった。また、長期的SSEと短期的SSEの関係について、短期的SSEは、長期的SSEの加速フェイズに対応するものもあることや、隣接領域で長期的SSEが発生していても短期的SSEの活動度が増加する地域としない地域があることも明らかにした。これらの観測事実は、SSE現象のメカニズム解明に貢献するものである。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る。また、令和6年1月15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