

論文審査の結果の要旨

氏名 馬 場 慧

本論文は、日本周辺のプレート境界におけるスロー地震のうち超低周波地震帯域での滑り現象に着目し、陸上および海底の観測網を用いた地震波観測に基づき、一様な基準で時空間的な発生様式を特徴づけ、それらを支配する物理機構の解明を目指したものであり、五章からなる。

第一章は、序論であり世界各地でのプレート境界におけるスロー地震の既往の観測事実が概観され、超低周波地震が、低周波微動や短期的スロー地震など同期する他の帯域の滑り現象の一部であると述べられる。これまでも各地のスロー地震の特徴を比較した研究はあったものの、様々なデータセットと解析手法で得られた検知能力や解像度が異なる結果に依拠していたため、時空間特性を規定する物理的・構造的な要因については必ずしも明らかではなかった問題点が指摘される。そこで本研究では、日本周辺の稠密観測網を活用することで、初めて同じデータセットと手法に基づき、南海トラフと日本海溝の沈み込み帯の全域に渡って、超低周波地震の時空間変化を統一的に明らかにするとの研究目的が設定される。

第二章では、日本周辺での広域スケールで統一的な地震波データ解析を行い、震源特性の時空間変化とテクトニックな条件との関係を解明している。まず陸域の広帯域地震観測網（F-net）の観測波形データに Matched filter 技術を用いることで、沖合側と陸側に位置する超低周波地震を同等の感度で検知できることが確認され、10 年間の均質なカタログを作成することに成功した。そのカタログをもとに、地震モーメント解放率や弾性放射エネルギー、群発率などの震源特性量の時空間変化を定量化した。その結果、超低周波地震の空間分布は、深部で発生するものより浅部で発生するものの方で不均質性が強いことが示された。この結果を、既往研究で測地学的に推定されたプレート境界の固着率分布と比較したところ、プレート間固着が強い場所では超低周波地震の発生が低調であるとの傾向を示すことが発見された。一方、この結果を既存の地震波速度構造と比較したところ、超低周波地震は低速度域で活発であることが見いだされ、プレート境界周辺の間隙流体圧の大きさが活動度に影響したと解釈している。また時間方向についても、深部より浅部で発生する超低周波地震の

方が、間欠的に群発イベントが生じ易いという新たな知見が得られた。

第三章は、前章の解析で超低周波地震活動が最も活発であることが明らかとなった日向灘地域での、海底地震計観測データも使用した詳細スケールでの解析である。本地域では、九州パラオ海嶺が沈み込んでいることが知られており、解析で得られた超低周波地震の震源特性と構造との対応関係を、より詳細に定量化することに成功している。今回の解析によって、超低周波地震の規模や波動放射などの活動性と活動域の移動速度が、海嶺の外部では大きく、内部では小さいことが明らかとなった。この結果は従来の物理モデルに基づくと、海嶺内部の方が外部より摩擦強度の低いパッチ領域が存在すると解釈されることが定量的に示された。ところが、プレート間固着率の観測的推定を参照すると、固着の程度は海嶺内部の方が外部より大きいことが示唆されるため、固着率の観測は超低周波地震の観測や物理モデルによる解釈とは一見矛盾する結果ともなっていることが指摘された。しかしながら、海嶺内部は通常地震の発生域とも一部重なっていることを指摘し、海嶺内部は強度の弱いパッチ領域のみならず強い領域も混在し、スロー地震では強度の低い領域のみ破壊し、通常地震では強度の高い領域を破壊すると考えれば矛盾なく解釈できるとの、新たなモデルが提示された。

第四章は本論文の結論である。

第五章は、将来構想であり、今後期待される海域観測の発展に基づき、時空間的に高精度かつ均質なスロー地震カタログを作成することの重要性が述べられている。

以上のように、本論文では日本周辺において均質な観測データと一様な基準に基づき高品質な超低周波地震の震源カタログを構築し、測地観測と構造探査、物理モデルによる知見とを統合することで、スロー地震の時空間変化を決定する要因を定量的に明らかにした。ここで用いられた手法と得られた結果は、地震学の発展に大きな貢献となると評価できる。

なお本論文の第二章は、竹尾明子、小原一成、松澤孝紀、前田拓人、武村俊介、野田朱美、栗原亮、第三章は、小原一成、武村俊介、竹尾明子、Geoffrey Abers、山下裕亮、篠原雅尚の各氏との共同研究であるが、論文提出者が主体となって解析及び解釈を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。