

## 論文審査の結果の要旨

氏名 麥 琛 (メク サム)

本論文は4つの章と5つの補遺からなる。第1章はイントロダクションであり、本論文研究の問題設定とそれを取りまく近年の地震学の発展の概要がまとめられている。

第2章では、本研究のテーマである日本列島中部以北で発生する地震の波形データに顕著に見られる長周期(20-40秒)の後続波(論文では coherent seismic coda と呼んでいる)について、観測波形の詳細な解析結果がまとめられている。日本列島に展開された700点ほどの稠密な観測網 Hi-net の傾斜計記録を長周期地震計として使い、アレイ解析等の手法を駆使し、注目している後続波が仮想散乱点方向から来る transverse 成分に卓越していることから、地震表面波のうち Love 波であることを明らかにした。次に全観測網を複数の小さなアレイに分け、beam forming 等により後続波の励起領域の推定をおこなうとともに、アレイごとでの波動場の時間発展の解析により、後続波の継続時間の特徴、到来方向の特徴を、解析期間中に起きた24個の地震について抽出した。この結果、継続時間200秒ほどの連続する後続波が、特定の方向から伝搬していることを明らかにした。そして最後に後続 Love 波と後続 Rayleigh 波の振幅比の特徴を明らかにし、その振幅比が地震源からアレイに到達する直達 Love 波と直達 Rayleigh 波の振幅に顕著に依らないことを示した。このことにより、ここでいう後続波が Love 波を選択的に散乱/トラップさせるような構造に起因するものである可能性を強く示唆する結果を得た。章の最後にはまとめとして、後続波の推定励起領域周辺における特徴的なテクトニックな構造が議論されている。様々な解析手法を駆使し大量の地震アレイデータを丁寧に解析したことにより、見通しの良い結果を得たことは特筆に値する。

第3章では、有限要素法を用いた地震波動場の数値シミュレーションにより、第2章で明らかにされた後続波の励起メカニズム、励起を起こす構造の推定を行っている。まず海底地形やテクトニクスなどからの考察により、九州パラオ海嶺などの大規模海底山脈が励起源の候補に挙げられている。また海溝軸より陸側の、これまであまり励起源として注目されてこなかった付加体の構造にも着目し、地震波探査などの結果に基づき、どのような構造があり得るかの問題設定を行った。これらの考察を踏まえ、後続波の原因として、海底山脈と低速度付加体が考えられると結論し、数値シミュレーションにより、後続波の励起効率等が第2章のデータ解析結果と整合的であるかが議論されている。その結果、後続波の性質は、これまで先行研究で考えられてきた海底山脈による反射波と考えるよりは、地震波構造探査などから示唆されている九

州南東部の付加体内に存在する著しい低速度領域に散乱／トラップされた Love 波に起因すると考えるのが妥当であることを明らかにした．第3章の後半では，付加体に存在する Love 波低速度領域の散乱特性を明らかにし，入射波との関係，低速度領域の形状・大きさと散乱波の関係等をシミュレーションにより明らかにし，最終的にそれほど広くない低速度領域（60km 四方程度）がひとつ，または複数個存在することで観測事実が説明されると結論した．3次元波動場シミュレーションによる散乱源推定はオーソドックスではあるが，丁寧にひとつひとつ問題点を明らかにしていくアプローチは科学的謎解きとしても極めて興味深い．

第4章では，本論文で明らかになった結論がまとめられている．地震波探査によりその存在が示唆されている付加体の中の不均質構造（Love 波低速度領域）により，本論文で観測される顕著な後続波が励起されることを明らかにしたことは，高密度地震観測網で捉えられた波動場から不均質地下構造を詳細に推定するという地震学の近年の潮流の中で極めて重要である．本研究により日本列島のテクトニックな構造に起因する強い散乱波の生成領域が存在することが明らかになったことは，地震波干渉法などのランダムな波動場を仮定する解析手法に新たな考察すべき問題が提起されたといえる．日本列島周辺における付加体の構造は世界の沈み込み帯のなかで最も良く調べられていると考えられるので，本研究により得られた知見は他の沈み込み帯にも適用される可能性が高い．その意味で地球上での波動場の理解に新たな問題を提起した論文とも言える．

なお，本論文第2・3章は，西田究・瀬戸一樹との共同研究であるが，論文提出者が主体となって解析を行ったもので，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．