

## 論文審査の要旨

報告番号	理工研 第438号	氏名	Iyan Eka Mulia
審査委員	主査	浅野 敏之	
	副査	安達 貴浩	柿沼 太郎
		齊藤 竜彦	

2011年東北地方太平洋沖地震において、GPS津波波源計の観測データを用いた津波波源の逆解析によって正確な地震規模が予測され、地震波の詳細解析に基づくものよりも早く津波警報を更新した。従来の津波波源解析が、地殻-上部マントルの不均質な媒体を伝搬する地震波に基づくものに対して、均質媒体である海水中の波動伝搬は、既知量である海底地形分布の関数としてその挙動は明確であり、津波警報の代替手法として注目が集まっている。本論文は、計算知能技術を導入することで、津波波源の推定ならびに津波波形の予測に対する新たな解析手法を提案したものである。本論文は以下に示す7つの章から構成されている。

第1章では、本研究を取り巻く社会的な要請と学術的に期待される背景を述べた後、この分野の最近の研究動向を概説し、本研究の位置づけを明確にした。

第2章では、本研究で展開した津波波形の逆解析のコアとなるアルゴリズムを解説した。逆解析で安定な解を求めるために導入する平滑化手法や、波源域の時間変動を再現するための多段窓解析を説明した。

第3章では、逆解析におけるパラメータ推定に用いた計算知能アルゴリズムについて解説した。単位波源の最適位置と時間遅れに関するパラメータ推定には、遺伝的アルゴリズム (GA) と、パターンサーチ (PS) を用いており、それらの考え方と数学的記述を展開した。また、津波のリアルタイム予測では、トレーニングスピードが速いことに特徴があるエクストリーム・ラーニング・マシン (ELM) を用いており、その考え方と数学的記述を示した。

第4章では、理想化された津波波源モデルを想定した解析を実施した。海面波形を順解析した結果を真値として目標時系列とし、GA/PSを導入した逆解析を行ったところ、従来の最小2乗法に基づく逆解析よりも正確に時系列を再現できることを示した。本手法によれば単位波源の個数を減少できると同時に、計算の安定性も増すことが確認された。

第5章では、2011年東北地方太平洋沖地震における実際の観測波形を使った波源推定を実施した。沖合・沿岸各地でGPS波浪計、海底水圧式波浪計などで観測された津波時系列を逆解析に用いた。本研究では単位波源の位置について、ランダムに分布させるのではなく、初期分布として適切なポイント群を選び出す手法を提案し、また断層破壊の時間進行のパラメータ推定にGAやPSといった計算知能を活用した点に新規性があると判断された。

第6章では、本研究で提案する解析手法の津波リアルタイム予測への応用を検討した。津波警報としての提供が目的であるから、地震発生から短時間で逆解析と順解析を完了する必要がある。本章ではELMを用いた解析手法を提示し、結果の精度、計算速度、安定性などを議論した。その結果、提案した手法は安定で一貫した予測能力を持つことが確認された。

第7章では、得られた結果をまとめるとともに、今後の解明すべき課題について提示した。

以上、本論文は逆解析による津波波源の推定と津波波形の予測の解析に計算知能の手法を導入したもので、この分野の既往研究ではほとんど取組まれなかった独創性の高いものである。得られた結果も実際に発生した断層破壊の時間発展過程を説明するものであり、また沿岸への津波来襲をリアルタイムで予測できる点で、将来の新たな津波警報発令手法の実用化に大きく寄与するものと思われる。よって審査委員会は博士 (工学) の学位論文として合格と判定した。