

# 四国西部で発生した深部低周波微動の周波数構造と時系列的特徴

## The frequency structure and characteristics of the deep low frequency tremor occurring in Western Shikoku

# 中村 祥[1]; 武尾 実[2]; 小原 一成[3]; 岡部 靖憲[4]; 松浦 真也[4]

# Sho Nakamura[1]; Minoru Takeo[2]; Kazushige Obara[3]; Yasunori Okabe[4]; Masaya Matsuura[4]

[1] 東大 地震研; [2] 東大・地震研; [3] 防災科研; [4] 東大・院・情報理工学

[1] ERI, Univ. of Tokyo; [2] ERI, Univ. Tokyo; [3] NIED; [4] Information Science, Univ. Tokyo

### はじめに

深部低周波微動 (LFT) は、2002 年という非常に最近になって発見された現象であり、LFT を理解することはプレート境界での物理過程を解明するうえで重要な手がかりを与えられる。しかし、微動の振幅がノイズに比して非常に小さいため、個々のイベントの詳細な解析は通常の地震で一般的に行われる手法では、十分な成果を得ることが困難である。そのため、微動の詳細な周波数構造の解明やそれに基づいた定量的な物理モデルの構築は現在まで行われていない。

我々の研究では個々の微動イベントの詳細な時系列解析により深部低周波微動イベントのメカニズムを推定することを最終目的とし、本研究においては 2002, 2003 年の 8 月に四国西部で活発化した深部低周波微動波形に対し、KM<sub>20</sub>-Langevin 方程式論による時系列解析法を適用し、微動の特性を考察した。

この解析法はノイズの大きなデータから先験的仮定をすることなく情報を抽出するのに有効であると考えられる。この手法によって得られたパラメータから微動に特徴的な周波数、減衰構造を推定することに成功した。また、LFT の震源決定法として主に用いられて来たエンベロープ相関法と比較して、深さ方向の誤差を少なくすることを目的とし LFT の震源自動決定法の開発を行った。

### Theoretical Background

本研究において用いた解析手法の基本方程式は、任意の一次独立な時系列に対して成立する KM<sub>20</sub>-Langevin 方程式と呼ばれる方程式である。この方程式を用いた手法は、データから切り出した一定区間の時系列の定常性を検定する定常解析を行なうことで始まり、時系列が定常であると判定されれば先験的な情報を与えることなく時系列のパラメータを一意に導出できるという特徴を持つ。これは、LFT のようなノイズに対してシグナルが小さく推定すべきモデルが不確定であるデータに対しては非常に有効であると考えられる。また、非線形、非定常な時系列にも拡張が可能である。

### 深部低周波微動の震源自動決定

微動データから一定区間を切り出して定常解析を行い、切り出す区間を時間軸に沿って動かして行くと、区間が新たな相を含んだ時、その区間は非定常と判定される。この定常性の破れを見ることで孤立的な位相や次のイベントの到来を検出できると考えられる。これを用いて微動および地震波の自動検出アルゴリズムを開発した。震源の深さは約 30km 付近に決定され、対応するイベントで気象庁によって決定されたものと比較するとほぼ同じ位置に震源が決まるなど、妥当と思われる結果を得た。また、気象庁によって決定されなかった震源も検出、決定することができた。

### 平均散逸スペクトル法による周波数、減衰構造の推定

KM<sub>20</sub>-Langevin 方程式を用いた解析により得られたパラメータを同一の物理過程を表現していると考えられる区間に関して平均化し、特徴的な周波数、減衰構造を得る方法である平均散逸スペクトル法(ADS)を用いて、微動の特徴的な周波数構造を求めた。この手法を用いて、2003, 2002 年の微動波形データを解析した。2003 年に関しては約 1.3Hz から 0.5Hz 刻みで 6-7 本のピークが存在した。減衰はバックグラウンドの周波数と比較して大きく、0.18 - 0.21 前後であった。強度が最大の周波数は 1.78Hz 前後のピークであった。

### 議論、今後の展望

今回の研究で得られた特異な周波数構造は、震源モデルを推定するうえで強い拘束条件を与える。今後、周波数の時間変化を精査していくことで、より詳しい LFT の変化を解釈して行きたいと考えている。

また、深部低周波微動に対する定常解析により、LFT は通常は定常性を満たし新たなイベントや位相の到来により定常性を乱されているという結果が得られた。

この結果は、LFT が励起源とそれに続く定常な振動から成っていると解釈することもできる。励起のような非定常時系列を取り扱う上で KM<sub>20</sub>-Langevin 方程式論の非定常時系列への拡張は非常に有効であると考えられる。

今後、微動波形を非定常時系列として解析し、また KM<sub>20</sub>-Langevin 方程式論による非線形解析によって LFT の非線形性を調査することで、未だに明らかでない LFT の震源モデルを導出して行きたい。