

平成 21 年 6 月 10 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19740269

研究課題名（和文） 稠密地震観測データを用いた非火山性深部低周波微動の発生過程の解明

研究課題名（英文） Research on non-volcanic tremor occurrence process using dense seismic array observation

研究代表者

氏名 藏下 英司（KURASHIMO EIJI）

所属機関・所属部局名・職名 東京大学・地震研究所・助教

研究者番号：00302620

研究成果の概要：西南日本の沈み込み帯では非火山性深部低周波微動が観測されているが、その発生過程に関する明快な結論は得られていない。紀伊半島南部で取得した稠密アレイ観測データと既存データの統合解析の結果より、反射法断面図で確認できるフィリピン海プレートに対応する反射層の層厚は一定ではなく、定常滑り領域下で厚くなっていること、低周波地震は、反射層が厚くなる領域内で発生し、微動発生域の近傍では、Low  $V_p$ 、high  $V_p/V_s$  の特徴を示すことが明らかになった。これらのことから、微動の発生過程において流体の関与が示唆される。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,600,000	0	2,600,000
2008 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	210,000	3,510,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・固体地球惑星物理学

キーワード：非火山性深部低周波微動・地震波速度構造・フィリピン海プレート・稠密地震計アレイ観測・反射法断面図・地震現象

## 1. 研究開始当初の背景

フィリピン海プレートが沈み込む駿河トラフから南海トラフにかけてのプレート境界域では、巨大地震が繰り返し発生している。これら巨大地震の発生様式を考える上で、フィリピン海プレートの沈み込み過程に関する知見は必要不可欠である。近年の日本列島における地震観測網の整備に伴い、西南日本の沈み込み帯では、非火山性深部低周波微動が発生していることが明らかになった（Obara, 2002）。微動波形から P 波や S 波初

動を検出して通常の震源決定を行うことは困難なため、Obara (2002) は、微動の発生位置を推定するために開発した手法（エンベロ-プ相関法）を定常観測点のデータに適用し、微動の震央分布が沈み込むフィリピン海プレートの形状の走向に平行な帯状になっていることを示した。このことから、微動がフィリピン海プレートの沈み込みに起因した現象であることが考えられ、プレートの沈み込み過程を考える上でも、微動の発生過程を明らかにすることは重要である。微動の活

動源としては、沈み込むプレートからの脱水反応で生じた流体の関与が考えられていたが、その決定的証拠は得られていなかった。

## 2. 研究の目的

非火山性深部低周波微動の発生過程を考える上で、微動の発生場所に関する知見は必要不可欠である。紀伊半島では、数多くの地殻構造探査が実施され、紀伊半島下に沈み込むフィリピン海プレートの形状に関する知見が得られている。しかし、これら構造探査で得られている結果と対応可能な精度で微動の発生場所は推定されていない。たとえば、Obara(2002)で示された微動の発生場所の深さ方向における精度は約10 kmとされている。そこで、微動の発生場所を高精度に把握する為に、紀伊半島南部において稠密地震計アレイによる低周波微動観測を実施する。微動が発生している場所を高精度で把握するためには、微動発生領域を含む地殻内の3次元高分解能地震波速度が必要である。紀伊半島には、既存の地殻構造探査データや自然地震観測データが複数存在するが、それらを統合したデータを用いた解析は実施されていない。そこで、それら既存地震観測データの統合解析を実施し、紀伊半島下の地震波速度構造と沈み込むプレートの形状を3次元的に把握する。微動の発生場所を推定する際には、統合解析により得られた地震波速度構造を用いることで震源の位置決定精度を向上させる。得られた微動の発生分布と地殻構造との対比を行い、微動の発生過程に対する考察を行う。

## 3. 研究の方法

紀伊半島に於いては、2004年に大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環として南北に縦断する探査(Ito et al., 2005)と、地震研究所所長裁量経費により紀伊半島南

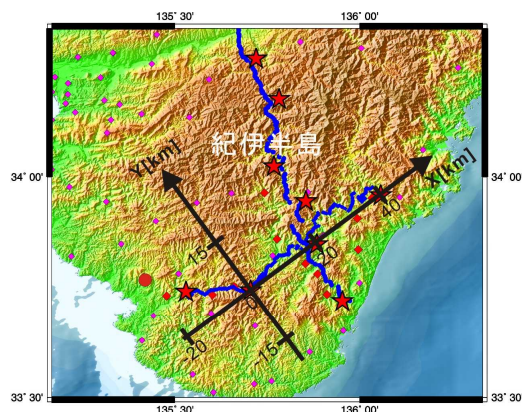


図1: 既存地殻構造探査測線と自然地震観測点配置図  
 — 制御震源探査測線 (Ito et al., 2005; Kurashimo et al., 2005)  
 ★ 発破点  
 ◆ 臨時自然地震観測点 (2004年1-2月)  
 ● アレイ観測点 (2007年12月-2008年5月)  
 ◆ 定常観測点  
 X-Y軸トモグラフィー解析, 反射法解析用に設定した座標軸を示す。

部に於いて東西に横断する探査(Kurashimo et al., 2005)が、それぞれ同時期に実施されている(図1)。それぞれの探査測線上ではダイナマイト発震が行われ、両探査測線上に数百メートル間隔で高密度に設置した受信点で観測されている。解析は、それぞれのプロジェクト毎に行われ、各探査測線下の地震波速度構造や反射法断面図が得られている。しかしながら、両探査データを統合した解析は実施されていない。また、南北・東西両探査測線上に設置されたレコーダでは自然地震も記録されている。これら南北・東西両探査測線上での発破と紀伊半島で発生した自然地震を、両探査測線上の観測点及び近畿地方にある定常観測点で観測したデータから読み取ったP波・S波の初動走時データと、2004年1月-2月に紀伊半島南部で実施した臨時自然地震観測で得た走時データを用いてトモグラフィー解析を実行し、紀伊半島下の地震波速度構造を求めた(図2)。得られた速度構造を基に、南北・東西両測線で得られた地殻構造探査データに対して共通反射点重合法による反射法解析を行ない、両探査測線下の反射法断面図を得た(図3)。

稠密地震計アレイによる低周波微動観測は、低周波微動の発生が特に集中している和歌山県田辺市において、2007年12月20日から2008年5月6日まで実施した(図1)。観測には、固有周波数1 Hzの地震計と連続記録型オフラインレコーダを用い、観測点を16箇所に200m-300m間隔で十字型になるように設置して、上下動および水平動3成分観測を行なった。得られたアレイ観測データと定常観測点データを用いて、低周波微動の発生場所の推定を行った。

## 4. 研究成果

トモグラフィー解析により得られた紀伊半島下の地震波速度構造を図2に、南北・東西両探査測線で得られたデータの統合解析により得られた反射法断面図を鳥瞰表示したものを図3に示す。

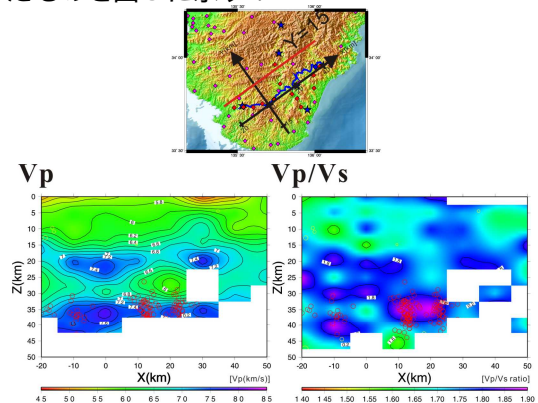


図2: トモグラフィー解析により得られたP波速度構造とVp/Vs構造 (Y=15km)  
 ○ 再決定した低周波地震の震源

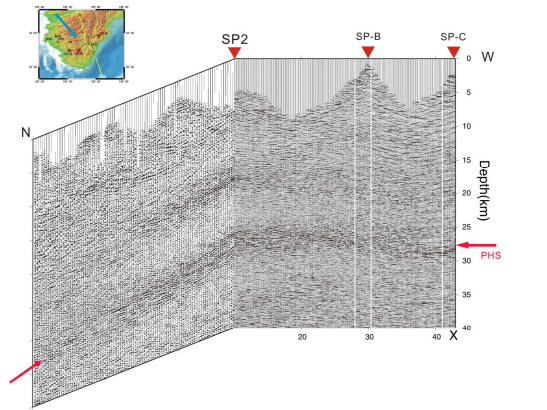


図3: 既存地殻構造探査測線の統合解析により得た反射法断面図の鳥瞰表示結果(北西方向からの鳥瞰表示)  
 →沈み込むフィリピン海プレートに対応する反射面

図3では、深さ25kmから35km付近で北傾斜の明瞭な反射イベントが確認でき、紀伊半島沖で実施された地殻構造探査の結果を考慮すると、沈みこむフィリピン海プレートに対応すると思われる。

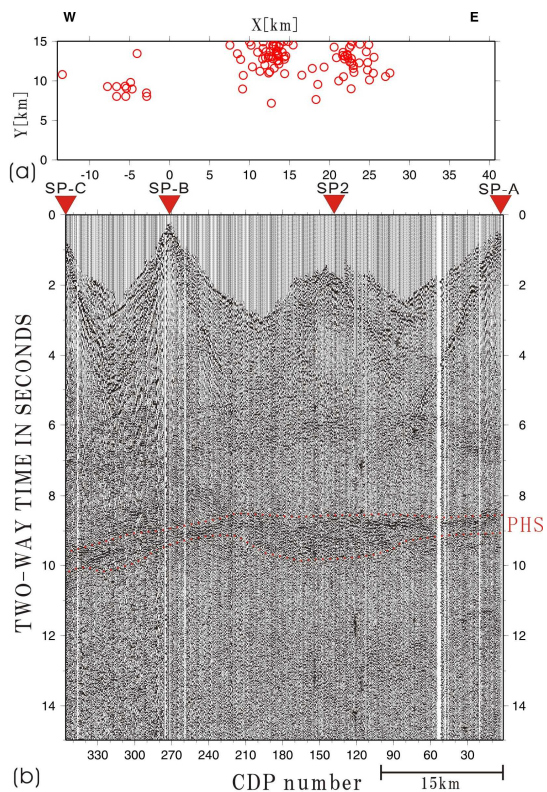


図4: 反射法断面図 (Y=0km) と低周波地震との比較  
 (a) 低周波地震の震央分布 (気象庁一元化震源: 2000年9月1日~2005年1月4日)  
 (b) マイグレーション前CMP重合断面図 (Y=0km)

東西測線下の反射法断面図(図4)では、フィリピン海プレートに対応すると思われる反射層の層厚が、水平方向で変化していることがわかる(図4中の赤点線)。

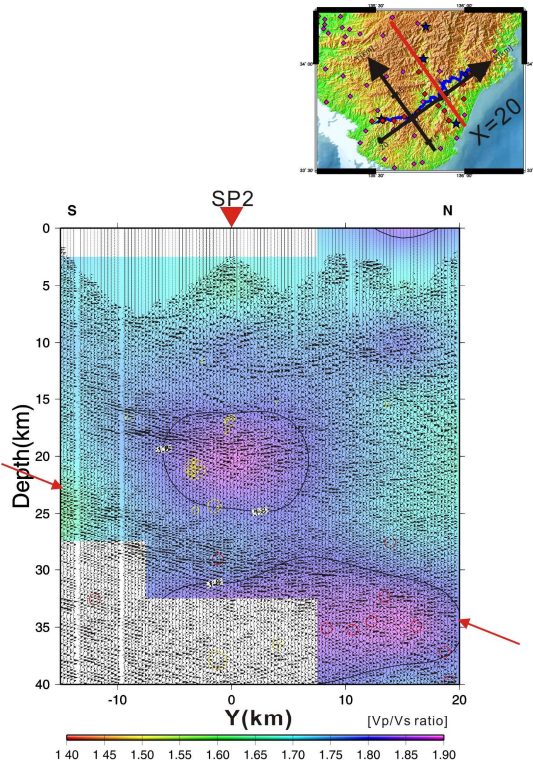


図5: 反射法断面図 (X=20km) と Vp/Vs 構造・低周波地震との比較

- 再決定した低周波地震の震源
- 再決定した通常の自然地震
- 沈み込むフィリピン海プレートに対応する反射面

また、南北測線下の反射法断面図(図5)で確認できるフィリピン海プレートに対応する反射層の層厚変化と測地学的研究や地球熱学的研究などにより示されている定常滑り領域と比較すると、定常滑り領域下で層厚が厚くなっていることがわかる。西南日本において、このような構造探査等で得られる地殻構造に関する情報(プレートの形状・地震波速度構造)と低周波地震の震源分布との対応関係に関する研究は、これまでに殆ど無かったが、図4・図5より、反射層が厚くなる領域では、低周波地震が発生し、低周波地震は、Low Vp, high Vp/Vs の特徴を示す領域に位置することが明らかになった(図2, 図5)。これらは、低周波地震の発生過程を考える上での新たな地震学的拘束条件である。

和歌山県田辺市において収録した稠密地震計アレイ観測データでは、2008年2月中旬、3月中旬から3月下旬、4月下旬に低周波微動が確認でき、特に、3月10日から3月21日頃にかけて顕著な低周波微動が観測された。得られたアレイ観測データと定常観測点データを用いた解析の結果、微動は、紀伊半島南西部から中部にかけて発生しており、稠密地震計アレイの設置場所から震央距離40km程度離れた紀伊半島中部(奈良県南部)で発生した微動も観測できた。微動の発生場

所の深さは、30 - 35 km 付近に求まった。トモグラフィ解析で得られた3次元地震波速度構造と比較すると、Low Vp, high Vp/Vs の特徴を示す領域に位置する。一般的に Low Vp, high Vp/Vs は流体の存在が示唆(例えば, Zhao et al. 1996)されるため、微動の発生過程においては、流体の関与が示唆される。北アメリカのカスケード地域の沈み込み帯では、反射層の厚さとプレート間カップリングの関係に関する研究結果が得られており、反射層が薄い領域は固着域に対応し、反射層が厚い領域は非地震性滑り域に対応するとされている(Nedimovic et al., 2003)。これらの結果より、フィリピン海プレートに対応すると思われる反射層の層厚の変化は、流体に起因したプレート間の固着の程度を反映していると考えられ、プレート境界域で発生する巨大地震の発生様式を考える上でも重要な知見である。

### (3)連携研究者

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 2 件)

Eiji Kurashimo, Aitaro Kato, Naoshi Hirata, Takaya Iwasaki, Takashi Iidaka, Kiyoshi Ito, Fumihito Yamazaki, Kaoru Miyashita, Kazushige Obara, Three-dimensional Seismic Structure of the Locked Sliding Transition on the Subducting Plate Boundary beneath the Southern Part of Kii Peninsula, Southwestern Japan, 2007 AGU Fall meeting, 2007年12月13日, USA・San Francisco

Eiji Kurashimo, Aitaro Kato, Naoshi Hirata, Takaya Iwasaki, Takashi Iidaka, Kiyoshi Ito, Fumihito Yamazaki, Kaoru Miyashita, Kazushige Obara Detailed structure of the locked sliding transition on the subducting plate boundary beneath the southern part of Kii peninsula, southwestern Japan, Deep Seismic Profiling of the Continents and, their Margins, 2008年6月8日, Finland・Saariselka

#### 6. 研究組織

##### (1)研究代表者

藏下 英司 (KURASHIMO EIJI)  
東京大学・地震研究所・助教  
研究者番号：00302620

##### (2)研究分担者