

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 3 日現在

機関番号：82706

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24740313

研究課題名(和文) 陸域・海域地震計記録を用いたプレート境界のモニタリング手法の開発

研究課題名(英文) Developing a method for monitoring the plate interface with land and seafloor observations

研究代表者

利根川 貴志 (TONEGAWA, Takashi)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球内部ダイナミクス領域・研究員

研究者番号：60610855

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円、(間接経費) 720,000円

研究成果の概要(和文)：東北地方沖に展開した海底地震計のノイズ記録を用いて、海底堆積物の底からの反射S波を抽出することに成功した。本研究では、この反射波を用いた海底下の異方性構造モニタリング手法を開発し、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う地震波速度の変化を検出することができた。次に、海域のDONETと陸域の記録を用いてレシーバ関数を作成し、沈み込み帯での地震波速度構造の推定を行った。その情報を参照して、開発したモニタリング手法をDONET記録に適用してみたが、反射波は抽出されなかった。しかし、レシーバ関数が安定的に観測できていたため、今後、レシーバ関数の振幅や位相を用いた構造モニタリングが期待できる。

研究成果の概要(英文)：Using ambient noise records observed at ocean bottom seismometers in the northwestern Pacific, we could detect S reflection from the bottom of marine sediments. In this study, we observed a velocity reduction associated with the 2011 Tohoku-Oki earthquake by travel time of the S reflection. Moreover, we applied receiver function analysis to seismic records observed at DONET and land stations, and revealed a seismic velocity model in the Nankai subduction zone. Although we applied the ambient noise analysis to DONET records, we could not find any reflections, whose travel time can be predicted by the obtained structure. However, we can use receiver functions for monitoring subseafloor structure.

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：レシーバ関数 ノイズ 時間変化 自己相関 海底記録

1. 研究開始当初の背景

海洋研究開発機構では、2010 年末から紀伊半島周辺の海域で DONET と呼ばれる地震計観測網の稼働を始めた。この設置により、紀伊半島周辺では、陸域・海域共に観測網が充実するような状況が実現された。この地域では、東南海地震などのプレート境界型の巨大地震の発生が危惧されている。したがって、陸域・海域の充実したデータを用いてプレート境界近傍の構造を調べ、さらにそのモニタリングも可能になれば、沈み込み帯で発生する現象のメカニズムの解明に大きく貢献できることが期待される。

2. 研究の目的

- (1) 海底地震計記録を用いて地下構造をモニタリングする手法を開発
- (2) 紀伊半島周辺の陸域・海域の地震計記録を用いて、地震波速度構造を推定
- (3) 得られた地下構造の情報と上記のモニタリング手法を用いて、プレート境界近傍のモニタリングが可能かどうかを考察

3. 研究の方法

(1) 海底地震計記録を用いて地下構造をモニタリングする手法を開発
 東北地方沖に設置された広帯域海底地震計(図1)で観測されたノイズ(常時微動)を解析することで、海底下の構造のモニタリングが可能かどうかを検証した。これは、DONET が展開されている場所は、付加体という地震波速度構造的にやや複雑な環境であるため、比較的構造が単純な東北地方沖の太平洋プレートから研究を始めた。

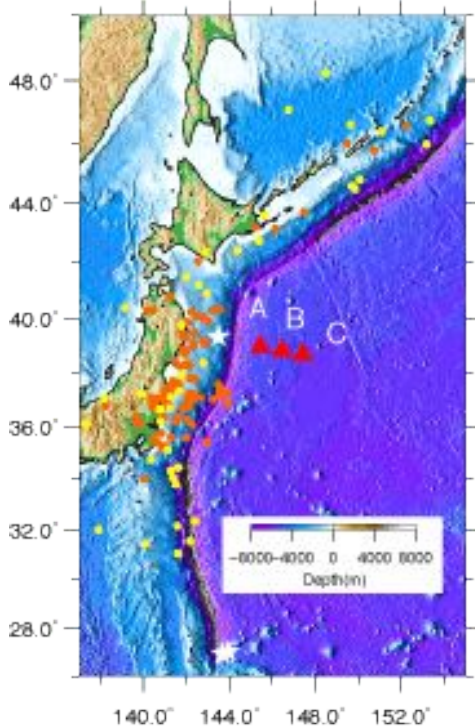


図1. 東北沖に設置された観測点

解析では、まず水平動2成分の海底ノイズ記録を回転させて任意の方位のノイズ記録を合成し、その自己相関関数を計算することで、海底下の不連続面からの反射波を抽出できるかどうかを検証した。

(2) 紀伊半島周辺の陸域・海域の地震計記録を用いて、地震波速度構造を推定
 紀伊半島沖の DONET (図2) で観測された記録を用いてレシーバ関数を作成し、海底下からの変換波を抽出できるかどうかを検証した。このとき、遠地震によるものと深発地震によるものを作成し、両者の結果が調和的かどうかを確認することで、その信頼性を確認する。

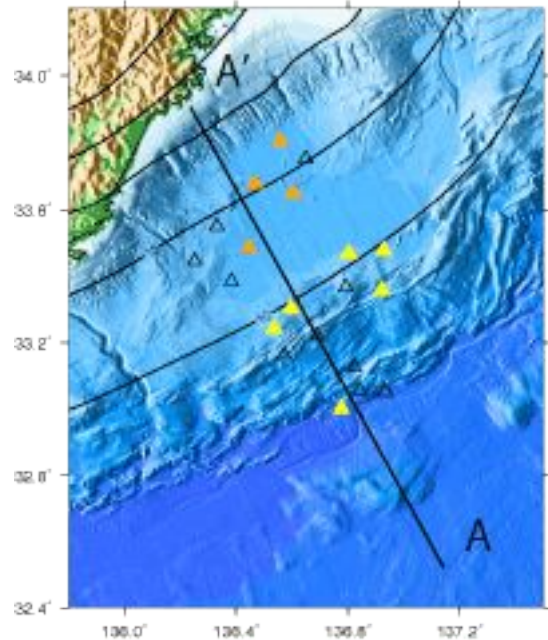


図2. 使用した DONET の観測点

4. 研究成果

(1) 海底地震計記録を用いて地下構造をモニタリングする手法を開発

海底で観測されるノイズ(常時微動)の自己相関関数を計算することで、海底堆積物の底からの反射S波を抽出することに成功した。また、その反射S波の走時は振動方向によって変化している。これは、海底と海底堆積物の底の間に、S波速度の異方性があることを示唆している。その異方性の大きさは約2%ほどで、速い軸はN25°Eと、海溝軸の走向に近いものであった。

その成因として、沈み込みに伴うプレートの折れ曲がりによって、アウターライズ域で、クラックや正断層が卓越しているためだと考えられる。したがって、今後、この異方性の時間変化を長期間調査することで、アウターライズ域での構造の時間変化を調べることができる可能性がある。

使用したデータは臨時観測によるものであるが、その観測期間は2010/7-2011/7で、東北地方太平洋沖地震(M9)の発生時期を含

んでいる。本研究では、上記で抽出された反射S波の走時が、この地震によって変化していることを明らかにした。また、振動方向によって走時の変化が異なることも明らかにした(図3)。

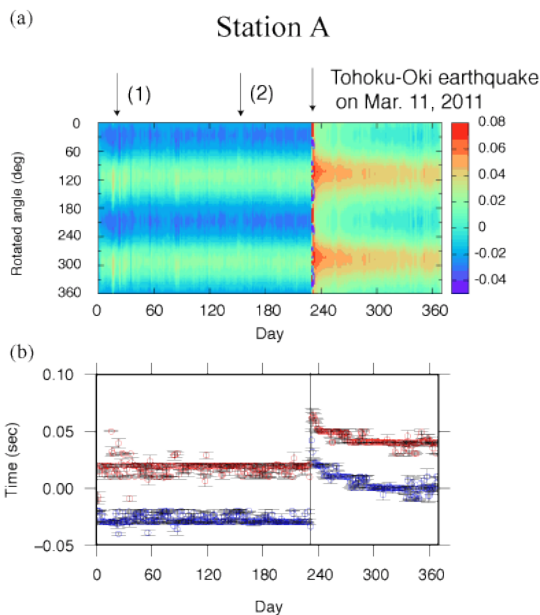


図3. (a)観測点A(図1)における各振動方向の反射S波の相対走時の時間変化。横軸は、観測開始日から終了まで約370日間。(b)速い軸と遅い軸での反射S波の相対走時の時間変化。230日あたりに東北地方太平洋沖地震が起こり、その影響で相対走時が遅れていることがわかる。また、速い軸と遅い軸でその変化量が異なっている。

(2) 紀伊半島周辺の陸域・海域の地震計記録を用いて、地震波速度構造を推定

これまでの研究では、海底記録のノイズが大きいため、海底地震計記録を用いてレーバ関数を作成するのは困難だと考えられてきた。もしくは、作成したとしても長周期成分を用いていたため、上部マントルなどの深部のみしか研究の対象とされてこなかった。

しかし、本研究では、海底記録の短周期成分を用いれば、レーバ関数によって浅部の構造を解析できることを明らかにした。

遠地地震および深発地震を用いてレーバ関数を作成し、付加体の底と海洋性地殻に起因するPs変換波を抽出することに成功した。また、付加体内部での多重反射波を用いることで、付加体内部のVp/Vsを推定することにも成功し、その値はおおよそ1.9-2.3ほどであった。これは過去の研究結果(例えば、Tsuji et al. 2011)との非常に良い一致を示す。本研究では、これまでの研究では得られていない、「変換波が発生した深さ」も推定しており、付加体の底はおおよそ10 kmほどであった。

海域だけでなく、陸域の記録(Hi-net: 防災科学技術研究所)も使用してレーバ関数を作成した。その結果、海洋性地殻に起因するPs変換波を抽出した。

海洋性地殻に起因する変換波は、陸域・海域共に異方性もしくは傾斜面の影響を受けていること示唆していた。したがって、今後、これらの変換波を詳細に調べることで、海洋性地殻近傍の異方性構造の情報を抽出できる可能性がある。

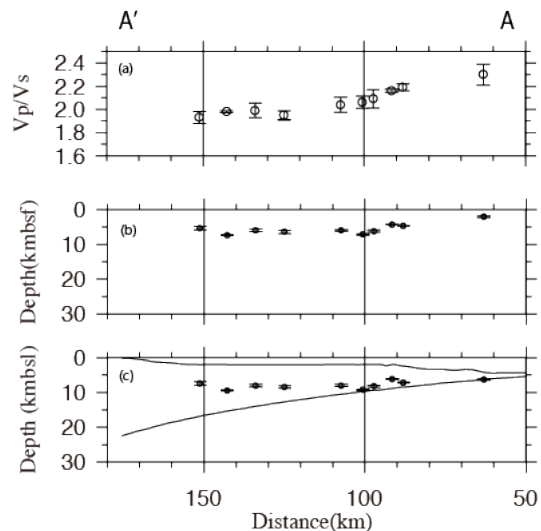


図4. (a)簡易スタック法によって求めた、各観測点下における付加体の底までの平均的なVp/Vs。測線A-A'の場所は図2参照。(b)簡易スタック法によって求めた各観測点下の付加体の底までの深さ。(c)図4(b)の深さに各観測点の水深を加えた深さ。上の黒線:海底面、下の黒線: Baba et al. (2002) および Nakajima and Hasegawa (2007) によるスラブ表面の深さ。

(3) 得られた地下構造の情報と上記のモニタリング手法を用いて、プレート境界近傍のモニタリングが可能かどうかを考察

海底ノイズ記録を用いて自己相関関数を計算したが、プレート境界からの反射波は得られなかった。したがって、今後、プレート境界をモニタリングするためには、レーバ関数だとプレート境界からのPs変換波が抽出されているので、この変換波の振幅や走時の時間変化を調べることで可能となるかもしれない。

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)

[雑誌論文](計 1件)

Tonegawa, T., Y. Fukao, K. Nishida, H. Sugioka, A. Ito, A temporal change of shear wave anisotropy within the marine sedimentary layer associated with the 2011 Tohoku-Oki earthquake, J. Geophys. Res., 査読有, 118, 2013, pp.1-9.

〔学会発表〕(計 4 件)

利根川貴志、深尾良夫、荒木英一郎、藤
亜希子、石原靖、高橋成実、DONET 記録を
用いたレシーバ関数解析、日本地震学会
2013 年度秋季大会、2013 年 10 月 7 日、神
奈川県民ホール・産業貿易センター(神奈
川県横浜市)

Tonegawa, T., Y. Fukao, K. Nishida, H.
Sugioka, and A. Ito, A temporal change of
shear wave anisotropy within the marine
sedimentary layer associated with the 2011
Tohoku-Oki earthquake, *Abstract*
S43F-2521 presented at 2012 Fall Meeting,
AGU, San Francisco, Calif., 3-7 Dec,
2012.

利根川貴志、深尾良夫、藤亜希子、石原
靖、高橋成実、DONET 記録を用いた付加体
底部からの反射 S 波の検出 - 付加体内部
の S 波異方性構造の推定 -、日本地震学会
2012 年秋季大会、2012 年 10 月 17 日、函館
市民会館・函館市民体育館(北海道函館市)

利根川貴志、深尾良夫、西田究、杉岡裕
子、伊藤亜妃、BBOBS 連続記録から抽出さ
れた反射波を用いた S 波速度および異方性
構造のデイリーモニタリング、日本地球惑
星科学連合 2012 年大会、2012 年 5 月 24 日、
幕張メッセ国際会議場(千葉県千葉市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

利根川 貴志 (TONEGAWA, Takashi)

独立行政法人海洋研究開発機構

地球内部ダイナミクス領域・研究員

研究者番号：60610855