

「ちきゅう」船舶ノイズを用いた 潮汐応答する南海トラフプレート境界の弱面の検出

○利根川貴志（海洋研究開発機構），木村俊則・白石和也（海洋研究開発機構），
矢部優（産業技術総合研究所），深尾良夫・荒木英一郎（海洋研究開発機構），
木下正高（東京大学地震研究所），真田佳典・三浦誠一・中村恭之・小平秀一（海洋研究開発機構）

2018年10月から2019年3月にかけて、地球深部探査船「ちきゅう」によって南海トラフC0002孔の掘削が行われた（国際深海科学掘削計画（IODP）第358次研究航海）。この掘削中の海底地震計記録を用いて付加体の構造モニタリングを行うため、2018年11月から2019年5月にかけてC0002孔から半径800 m以内に6点、半径4-10 km付近に4点の海底地震計を設置し、(1)掘削中の海底常時振動の記録、(2)「ちきゅう」からのエアガン発震、(3)海底広域研究船「かいめい」（KM18-10）からのエアガン発震の記録を取得した（Kimura et al. JpGU2019）。観測点6点のうち4点は「ちきゅう」のROVで設置し、その他の6点は深海潜水調査船支援母船「よこすか」（YK18-14）から自由落下で設置した。本研究では、これらの海底地震計の波形記録に相互相関解析を適用して海底下からの反射波の抽出を試みた。また、その結果と船舶によるエアガン記録と比較してそれらの同定を行い、さらに、同定された反射波の位相・振幅の潮汐応答の有無を検証した。

海底地震計と孔内（海底下約900 m）に設置された地震計の波形（ノイズ）記録に相互相関解析を適用したところ、4-20 Hzの帯域で二種類の信号を取得できていることがわかった。一つはロータリー掘削中のドリルビットと地層のトルクによって生じる上向きに伝播するS波（ビットシグナル：ドリルビットで地層を掘削する際の連続的な振動）で、もう一つは「ちきゅう」のアジマススラスタ（船舶の推進装置）や掘削機器の動作による船体振動を震源とする音波が海中を伝わりさらに海底下を下向きに伝播するP波である。これらが卓越する時間帯は、ドリルビットの回転率の情報により区別することが可能なこともわかった。ドリルビットによる地震波の場合は掘削に伴って震源が移動するが、その一方で、船体振動による地震波の場合は震源が海面に固定される。そのため、本研究では船体振動によるものを使用することで、海底下から戻ってくる反射波の抽出を試みた。

C0002孔を通る20 kmの測線（N30°W）上で、「かいめい」によるエアガン発震が行われた。それらの海底地震計記録の水平動成分を見ると、P波から遅れて6秒付近に分岐断層から、8秒付近に海洋性地殻上面からのPs反射波が確認できた。「ちきゅう」の船体振動記録から得た相互相関関数と、「ちきゅう」によるエアガン発震から得た相互相関関数を比較すると、完全に一致とは言えないまでも、非常によく似たフェイズを観測することができた。

付加体の地震波速度構造の潮汐応答を調べるため、分岐断層にかかる潮汐による応力を計算し（Yabe et al. 2015）、その大きさが大きいときと小さいときに分けてPs反射波をスタックした。ここでは、C0002孔から近い6観測点でそれぞれスタックした。その結果、荷重が大きいときのほうが小さいときのものに比べて、反射波の振幅が大きくなることがわかった。その一方で、Ps反射波の走時の変化は見られなかった。その振幅の変化が起きている場所を特定するためP波速度構造（Shiraiishi et al. 2019）とVsへの変換式（Brocher 2005）を用いて振幅差を深度断面でイメージングしたところ、分岐断層と、分岐断層と海洋性地殻上面の間の二つの面に求まった。これは、この二つの面の速度コントラストが潮汐力による圧縮・伸張によって変化していることを示唆している。解釈としては、断層内のクラックに存在している流体が圧縮・伸張によって移動し、クラックが分離・接続することで断

層帯のバルクとしての地震波速度が変化しているということが考えられる。実際にクラックのアスペクト比を変えてPs 反射波の振幅を計算したところ、観測された振幅を説明することができた。

本研究では、「ちきゅう」の船舶ノイズやエアガン、「かいめい」のエアガン、孔内に設置された地震計記録などの情報を駆使し、さらに「ちきゅう」のROVを用いて初めて海底地震計を設置することで、南海トラフプレート境界近傍の弱面を抽出することに成功した。これらの観測および結果は今後の「ちきゅう」観測の新たな方向性を示唆するものとなっている。

謝辞：「ちきゅう」・「かいめい」・「よこすか」の関係者の皆様に感謝申し上げます。

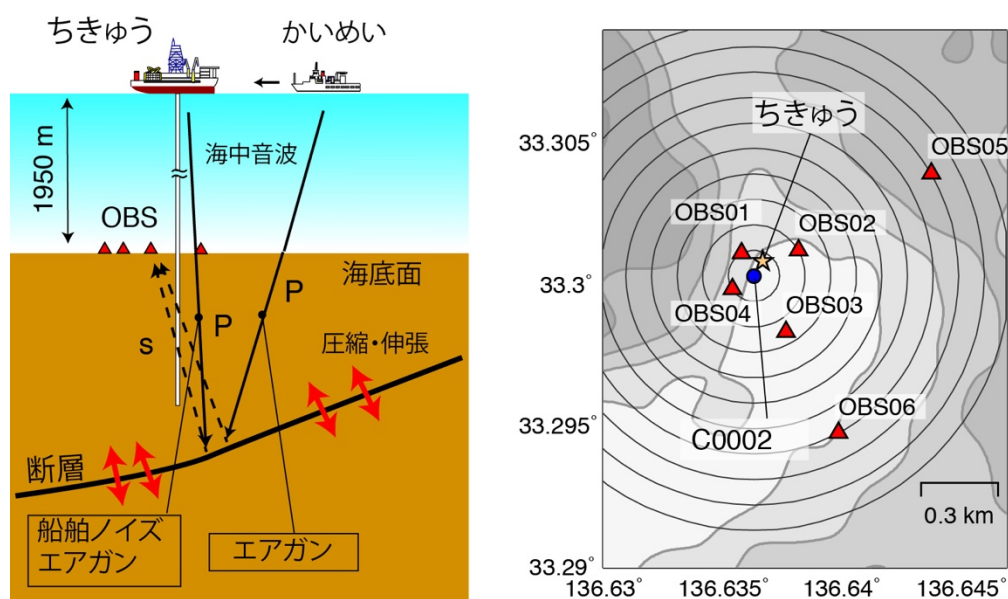


図 1. C0002 孔周囲の「ちきゅう」と海底地震計設置観測. (左)「ちきゅう」および「かいめい」から射出された海中音波 (P 波) が海底下まで達し、反射面から返ってきた S 波を海底地震計 (OBS: 赤三角) で観測. (右) C0002 孔 (青丸)、「ちきゅう」 (黄星)、6 観測点の配置図 (赤三角). 同心円は 100 m ごとのコンター.