

## 沿岸域での海底地震計の展開に関する取り組みと課題

野 徹雄・佐藤 壮・小平 秀一（海洋研究開発機構）・佃 薫・寺田 育正・前川 拓也・  
清水 賢・横田 哲也（日本海洋事業）・畠山 清・三浦 誠一（海洋研究開発機構）

日本海は、2007年新潟県中越沖地震や1964年新潟地震など海陸境界域や沿岸域に分布している断層が作用した被害地震が過去に多く発生し（e.g. 宇佐美・他，2012）、近年公表された震源断層モデルにおいても沿岸域に多くのM7クラスの震源断層が設定されている（e.g. 日本海における大規模地震に関する調査検討会，2014）。一方、日本海は太平洋側と比べると、調査・観測が遅れている現状であり、それは震源断層モデルの構築の高精度化において重要な課題となっている。特に、沿岸域や海陸境界域では深部構造の情報が極めて少ない。そこで、2008年～2012年まで実施されたひずみ集中帯重点的調査観測・研究プロジェクトでは新潟地域にて沿岸域及び海陸統合探査が実施され（佐藤，2013）、2013年からスタートした日本海地震・津波調査プロジェクトでは新潟地域以外の日本海の沿岸域にて海陸統合探査を実施してきた（e.g. 佐藤・他，2018）。これまで実施されてきた日本海での海陸統合探査の結果では、東京大学地震研究所などが行った海底着底ケーブルの展開や2船式地震探査が海陸接合部を含む沿岸域において有効な深部構造イメージングを得ることができている（e.g. 阿部・他，2010；佐藤，2013）。しかし、予算状況が厳しい昨今、これらの手法・システムを選択することが簡単ではない。そこで、できるだけ海底地震計（OBS）を活用して、沖合から陸域まで観測点間隔が空かないように展開し、沿岸域及び海陸接合部の深部構造イメージングを得ることが必要となる。ただし、陸に近い沿岸域における調査ほど漁業活動や航行船舶との兼ね合いを考慮しなければならない。本発表では、KR16-08とKM17-06Cの調査航海で実施した沿岸域でのOBSの展開に関する取り組みと今後の課題について報告する。

JAMSTECが実施する日本海の地震探査では、他の海域の地震探査航海と同様に1航海の中で反射法地震探査とOBSを用いた地震探査を組み合わせ実施しているが、KR16-08（兵庫沖～鳥取沖）では他機関による地震探査との競合より、調査実施期間が短縮された。そこで、OBSを用いた地震探査を重点的に行い、OBSをできるだけ沿岸域まで設置した。その沿岸域に設置した8台のOBSを無人探査機（ROV）で回収した。ROVによるOBS回収は、JAMSTECでも過去に「ハイパードルフィン」などを使って南海トラフやオホーツク海でも実施されたことがあったが、日本海での実施は初めてであった。この作業はKR16-08とは別な航海で実施し、海洋エンジニアリング株式会社の「第一開洋丸」に搭載されているROV「KAIYO3000」を用いて行った。ROVを用いて回収したOBSは、通常取り付けているフラッシャーとビーコンを取り外し、その代わりにROVでのOBS探索支援として、ROVホーマーを取り付け、反射シートをOBS本体に多く貼り付けた。その結果、ROVが海底に着底した近傍にOBSを見つけることができ、全8台問題なく回収した。この方法は、ROVが潜航できる水深であれば、アンカーも含めたOBSを確実に回収することができるという利点がある一方で、通常の地震探査で使用しないROVに関するコストを負担しなければならないため、その費用の確保が課題となる。

KM17-06C（北海道北西沖）では、3つの方法で沿岸域のOBSの設置を行った。1つ目は日本海地震・津波調査プロジェクトの航海で多く使用しているOBS（林田・他，2005）のアンカーとは異なる円型のものを作成し、KM17-06Cで初めて使用した。このアンカーは、角張った部分や突き出した部分をほ

とんど無くす形で作成し、調査前に JAMSTEC 横須賀本部の多目的実験水槽で OBS 設置時及び浮上時の状態を確認した上で用いた。この航海では、円型のアンカーを水深 200 m ~ 500 m に設置した OBS6 台に用いた。標準的に使用されている OBS のアンカーと比較すると、底曳き網漁等に対しては配慮された形状となっており、設置水深にも制約がない利点がある一方、アンカーは残置されるという欠点がある。

2 つ目は、OBS 本体とアンカーをロープで接続して、そのロープをアンカーに設置されたケースに収納した状態で OBS を投入し、OBS を音響切り離しで浮上された後、ロープを手繰ってアンカーを引き揚げる方式である。この方式はこれまで南海トラフ等の他の航海でも実施された実績があり、KM17-06C では水深 100 m 以浅の 5 台に用いられた。この方法は安価で、OBS がトラブルなく浮上し、ロープが切れなければ確実にアンカーも含めてすべて機材を回収できるが、ロープの強度・長さの関係とロープを収納するケースの大きさの関係で水深 100 m を超えた海域での使用は現時点ではできない。

3 つ目は、OBS2Q (Shimizu et al., 2012) をベースに日本海洋事業株式会社が構築した OBN (Ocean Bottom Node) システムである。このシステムは、両端の海面には旗とフラッシャーを取り付けたブイが浮いていて、その直下の海底にアンカーが設置されており、その間に OBN が一定間隔に取り付けられている。このシステムを JAMSTEC の船舶で使用するのは初めてで、KM17-06C では 60 観測点のうちの 1 観測点に展開した。このシステムは 100 m 以深でも ROV を用いずに海底に設置されて機器も含めてすべて回収できる。さらにこの OBN システムで取得されたデータは、通常の屈折法地震探査だけではなく、このデータだけを用いた反射法地震探査的な解析によるイメージングも行うことが可能である (e.g. Grion et al., 2007)。しかし、通常の OBS よりシステム構成が大掛かりなため設置回収作業に多くの時間を要し、さらに KM17-06C で実施した方法の場合はブイを海面に設置しているため、エアガンやストリーマケーブルの曳航時に影響を受ける問題点がある。

現時点では何れの方法も一長一短あり、予算、調査上の優先順位、漁業活動との関係等を総合的に考慮した上で選択していくしかない。今後新たな手法も含めて、引き続き検討を進めていきたい。

#### 【参考文献】

- 阿部・他 (2010) : マルチスケール・マルチモード型反射法地震探査データにおける深部地殻構造イメージングの高精度化, 物理探査学会第 125 回学術講演会, 13.
- Grion et al., (2007): Mirror imaging of OBS data, First Break, 25, no. 11, 37-42.
- 林田・他 (2005) : 大東海嶺群における精密地殻構造調査, 海洋情報部技報, 23, 33-45.
- 日本海における大規模地震に関する調査検討会 (2014) : 日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書, 国土交通省, 470pp.
- 佐藤比呂志 (2013) 反射法・屈折法による地殻構造調査, ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究総括成果報告書, 文部科学省研究開発局・独立行政法人防災科学技術研究所, 57-63.
- 佐藤壮・他 (2018) : 地震探査による日本海・北海道西方沖~石狩平野海陸境界域の地殻構造, 日本地震学会 2018 年秋季大会, S06-03.
- Shimizu et al., (2012): A new generation of ocean bottom seismometer for 3D-grid extensive observation, OCEANS 2012 Yeosu, doi:10.1109/OCEANS-Yeosu.2012.6263592.
- 宇佐美・他 (2013) : 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会, 724pp.