

高分解能地震波探査システムによる海底熱水鉱床の多段階調査 Multi-stage Seismic Survey for Seafloor Massive Sulphide (SMS) exploration

*浅川 栄一¹、村上 文俊¹、多良 賢二¹、秀太郎 齊藤¹、李 相均¹、塚原 均¹

*Eiichi Asakawa¹, Fumitoshi Murakami¹, Kenji Tara¹, Shutaro Saito¹, Sangkyun Lee¹, Hitoshi Tsukahara¹

1. J-MARES/(株)地球科学総合研究所

1. J-MARES/JGI, Inc.

伊豆小笠原弧、沖縄トラフの海底熱水活動域周辺では海底熱水鉱床の存在が確認されており、その開発が期待されている。戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「次世代海洋資源調査技術-海のジパング計画」では、海底熱水鉱床の成因研究や探査手法、環境影響評価の技術の開発が進められており、次世代海洋資源調査技術研究組合(J-MARES)は、課題「海洋資源調査システム・運用手法の開発」一環として、高分解能音波探査システムによる海底熱水鉱床の探査手法の開発を行ってきた。

海底熱水活動域は、大小様々な硫化物チムニー・マウンドが数百メートル四方の範囲に分布している。海底熱水鉱床を音波探査によって検出し、形状を把握するには、水平・垂直方向にメートルオーダーの分解能が求められ、また複雑な地形によるノイズを識別、除去する必要がある。海上からの反射法音波探査では、分解能の点からも海底火山の浅部構造、特に鉱体の構造を明瞭に捉えることは困難であり、また鉱体特有の震探相の解釈まで行うことができなかった。我々は、鉱体形成の場だけでなく、火山全体を調査範囲とし、調査スケールに合わせて段階別に探査を行える音波探査ツールを開発し、その結果をから探査の指標となる震探層の解釈を行った。

本発表では、開発した音波探査手法とともに、中部沖縄トラフ、伊是名海穴で実施した既知の海底熱水鉱床における段階別高分解能音波探査の結果を紹介する。

垂直分解能の高いデータ取得には、高周波震源の使用が求められる。そこで、海上震源としてスーパーカーを、深海曳航型震源には東京大学が開発したECHOES 1500を利用したサブボトムプロファイラシステム(SBP)を改造して用いた。また、水平分解能の高いデータ取得には、海底近傍でのデータ取得が求められる。これには(株)地球科学総合研究所が開発した独立型収録装置を備えたハイドロフォンケーブルを用いた。ケーブルには16個のハイドロフォンが5 m間隔で配置されたものを使用した。これら震源や受振器の測位、船の誘導、発震制御は地球科学総合研究所で開発したナビゲーションシステム(vNav)を用いた。これらの探査システムを利用して、段階別探査手法について以下に詳細を示す。

ACS (Autonomous Cable Seismic)

中性浮力をもたせたハイドロフォンケーブルを海底近傍を曳航する探査システム。曳航体の先端にはSBPを取り付け、海上震源と並行して発震を行った。曳航深度は高度100 m程度を一定深度で曳航した。熱水活動を伴う海底火山全体の2次元断面を取得し、熱水活動域と非熱水活動域の識別を目的とした。ACSではハイドロフォンケーブルを海底近傍で曳航することによって、熱水活動域周辺の崖錐などからの側方反射ノイズを識別することが可能である。

ZVCS (Zero-offset Vertical Cable Seismic)

直立させたハイドロフォンケーブルに対しゼロオフセットで発震を行いながら移動する探査システム。ハイ

ドロフォンケーブルの移動にはROVを用い海上震源がゼロオフセットを保つように母船を追従させた。ROVにはSBPを取り付け、海上震源と並行して発震を行った。曳航深度は曳航体最下部が高度10 m程度となるよう一定深度で曳航した。ACSの1/10の速度で曳航を行い、水平方向のデータ密度がACSの10倍となる高密度2次元断面取得を目的とした。ZVCSでは垂直に配列したハイドロフォンの記録を重合することによって直下からの反射イベントのみを抽出することが可能である。すなわち、熱水活動域にみられるチムニーやマウンド等の側方反射ノイズを除去することができる。

3D VCS (3D Vertical Cable Seismic)

海底に複数係留したハイドロフォンケーブルに対し海上発震を行う探査システム。ハイドロフォンケーブルを複数基展開し、地下構造の3次元イメージングを目的とする。未知の地下構造から十分な反射エネルギーを獲得するため、発震測線は展開したハイドロフォンケーブルを中心にサークル発震と放射状発震を行い様々な方位とオフセットからデータ収録を行った。イメージングには水平多層構造を前提としない3次元重合前深度マイグレーション(3D-PSDM)を採用した。また、イメージングエリアの速度解析には等価オフセットマイグレーション(EOM)によって得られる共通散乱点(CSP)ギャザーを用いた。

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP（戦略的イノベーション創造プログラム）「次世代海洋資源調査技術」（管理法人：JAMSTEC）によって実施されました。

キーワード：SIP「次世代海洋資源調査技術」、高分解能音波探査、海底熱水鉱床、VCS

Keywords: SIP "Next-generation technology for ocean resources exploration", High resolution seismic, Seafloor Massive Sulfides (SMS), VCS