

# 審査の結果の要旨

氏名 多良 賢二

本論文は、海底熱水鉱床を形成する熱水活動域の地下構造を音響学的に推定するため、深海において独立して音響収録が可能なハイドロフォンケーブルと海面および海中音源を効果的に組み合わせた音波探査を実施し、熱水活動域における音波探査記録の解釈および効率的な音波探査の提言を行う論文であり、全6章から構成される。

第1章では、海底熱水活動域で形成される熱水鉱床に関する既往研究を概観し、本論文の研究対象海域である中部沖縄トラフおよび伊是名海穴における熱水活動に関する研究のレビューを行なっている。また、海底熱水鉱床の開発を目的とした熱水活動域の探査については、熱水噴出域に生息する生態系の保護の観点から熱水活動を停止し海底下に埋没した鉱床発見が求められていること、熱水鉱床は周辺堆積物と比較して十分な密度差をもつことから音波探査が有効であることを述べている。一方、従来型の音波探査では、石油・天然ガスの貯留層と比べ1/10程度の規模である海底熱水鉱床の構造を把握することはできず、海底熱水鉱床探査の指標や調査手法は確立されていない現状を指摘している。この問題を解決する方法として、深海で運用可能な音波探査機器を用いた海底近傍での高分解能データ取得を提案し、それによって熱水活動域の海底下イメージングおよび構造解釈を行う本論文の目的を述べている。また、熱水鉱床の分布が既に明らかにされている海域に対して複数の音波探査手法を適用することで、音波探査による熱水鉱床探査の指標の提示や効率的な探査手順の検討が可能であることを述べている。

第2章では、有索式無人探査機によって得られた熱水活動域の海底観察画像と海底下浅部の堆積構造を対象とした高周波音源による構造探査記録を用い、熱水活動域の海底表層の構造に対する音波の応答について議論している。調査の結果、熱水噴出により形成された煙突状の硫化物チムニーや、巨礫に覆われた熱水性の硫化物マウンドでは音波の散乱が認められ、海底下の高精度な構造解釈を行うためには、海底下からの反射波と海底表層からの散乱波を識別できるような調査システムが必要であることを述べている。

第3章では、海底係留方式による独立型ハイドロフォンケーブルによって得られた音波探査記録の解釈について議論している。本手法はハイドロフォンケーブルを鉛直方向に係留することによって、海底下からの反射波と海底表層からの散乱波を識別可能としている。また、海底面に係留したハイドロフォンケーブルに対し、様々な距離から音波を発することで、海底下の速度構造解析を可能としている。この結果、本手法によって熱水活動域に特有の起伏に富んだ地形や海底下構造をイメージングできることを示している。また、海底下に堆積する熱水性硫化物鉱物を高速度異常によって検出可能であるこ

とも示している。

第 4 章では、深海曳航方式による独立型ハイドロフォンケーブルによって取得された音波探査記録の解釈について議論している。ここでは、熱水性硫化鉱物が堆積する熱水活動域だけでなく、その周辺の構造探査記録を連続して取得し、熱水活動域と非熱水活動域の海底下構造の違いに着目している。この結果、熱水性の硫化鉱物が堆積する場所は断続的な反射イベントで特徴付けられることを明らかにした。また、高密度の鉱体が堆積する場所では反射波の位相に変化が現れることを示した。

第 5 章では、熱水鉱床が発見されていない海域で音波探査を実施し、既調査海域で得られた熱水鉱床探査の指標に基づき、海底下の構造解釈および熱水鉱床の形成が見込まれる海域の絞り込みについて議論している。また、それをもとに同海域で得られた掘削コア試料と比較することで、調査海域の構造発達史と熱水活動の履歴について議論し、詳細調査だけでなく広域調査を組み合わせた音波探査の有効性を述べている。

第 6 章は総合考察であり、本論文で実施した各種高分解能音波探査の成果を比較することで、各探査手法の活用方法についてまとめるとともに、現状の課題と今後の方策について述べている。

本論文は、熱水活動域で取得した各種高分解能音波探査記録による海底下のイメージングを行い、熱水活動に関連した断層や亀裂、堆積層中に胚胎する鉱体の分布を震探相解釈や速度解析によって明らかにし、従来にない新しい海底熱水鉱床探査の指標を提示したものとなっている。本研究で得られた知見は当該分野の進展をもたらすものであるとともに、熱水活動域特有の生態系を念頭に置いた環境保護への貢献も非常に大きい。

なお、本論文第 5 章は加藤政史、浅川栄一、芦 寿一郎との共同研究であるが、論文提出者が主体となって行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断される。

以上のことから、博士（環境学）の学位を授与できると認める。

以上 1969 字