

深海巡航探査機を用いたマルチビーム測深機およびサイドスキャンソナーによるベヨネーズ海丘カルデラ熱水サイトのマッピング Mapping hydrothermal sites in the Bayonnaise knoll caldera using acoustic sonars with an autonomous underwater vehicle

本荘 千枝^{1*}, 浦環², 浅田昭², 金岡秀², 永橋賢司²

Chie Honsho^{1*}, URA, Tamaki², ASADA, Akira², KIM, Kangsoo², NAGAHASHI, Kenji²

¹ 東京大学大気海洋研究所, ² 東京大学生産技術研究所海中工学研究センター

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo, ² Underwater Technology Research Center, Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

ベヨネーズ海丘カルデラは、伊豆・小笠原弧の背弧リフト東縁に位置する直径約3 kmの海底カルデラである。2003年にカルデラ底南東縁部に大規模な熱水性硫化物鉱床（白嶺鉱床）が発見され、海底資源開発の観点から大きな関心を集めている。我々は、海洋研究開発機構の研究船「よこすか」によるYK11-11航海（2011年12月）において、深海巡航探査機（AUV: Autonomous Underwater Vehicle）「うらしま」を用いた深海音響観測を実施し、カルデラの南半分をカバーするサイドスキャンソナーおよびマルチビーム測深データを得た。

マルチビーム測深データは、ピング毎にデータの外れ値を検出し除外した後、AUVの姿勢データおよび位置データと合わせて各ビームの位置を決定し水深データを作成した。白嶺熱水サイト周辺では特に密な測線が取られたため、隣り合う測線間でかなりの測深データがオーバーラップし、それらには少なからぬ食い違いがあった。これらのミスフィットはAUVの位置データを適切に補正することで大幅に改善され、最終的に数十センチメートル程度の解像度を持つ詳細な海底地形図が作成された。白嶺サイトにおいては、硫化物チムニーや硫化物マウンドと思われる数～十数メートルスケールの起伏に富む特徴的な地形が明瞭に確認された。

サイドスキャンデータについては、まずビーム方向に平坦な海底面を仮定した斜距離補正および反射強度補正を行い、モザイク図を作成した。しかし、起伏の大きい海底を低高度で観測しているため、地形歪みが極めて大きく、また反射強度が海底の傾斜を強く反映したイメージとなった。そこで、マルチビーム測深データを用いて各ピングのフットプリントを確定し、これらの地形歪みと反射強度の補正を試みた。その結果、実際の地形とよく合致し、また、反射強度の入射角依存性が適切に補正されたイメージが得られた。白嶺サイトは、比較的強い反射とごく弱い反射とが短波長で入れ替わる特徴的なパターンを示した。これは、測深データからも確認された地形の細かな起伏による、音響的な光と影を表していると考えられる。また、このモザイク図を用いて海底の底質分類を行ったところ、観測域は複数のカテゴリーに分類され、白嶺サイトはそのうちの一つに分類された。

また、マルチビームの反射強度を用いて、もう一つのモザイク図を作成した。白嶺サイトでは、サイドスキャンイメージに見られたパターンとは異なる、極めて特徴的な斑点状の様相が確認された。両イメージの差は、音波の周波数の違いや、起伏によるサイドスキャンイメージの歪みなどによるものであろう。強い反射を示す斑点は、直径が数メートル～十メートルほどで、測深データとの照合から、チムニー群と思われる地形的な高まりに対応していることが分かった。フィルタリング等の処理により、この特徴的な斑点パターンを抽出し分布を調べたところ、白嶺サイト以外にも複数の場所に同様のパターンが確認された。またこの分布は、サイドスキャンイメージによる底質分類から示された白嶺サイトを含むカテゴリーの分布とよく合致した。これらの結果から、ベヨネーズ海丘カルデラ南部においては、白嶺サイトを含む複数の場所で熱水活動が起きていると考えられる。

本研究により熱水サイトが他と区別可能な音響的特徴を持つことが示唆された。今後の熱水鉱床探査において、AUVによる深海音響観測は、広域を効率的に探査するために極めて有効な手段であると考えられる。

キーワード: 熱水鉱床, AUV, サイドスキャン, マルチビーム

Keywords: hydrothermal sites, AUV, side scan sonar, multibeam sonar