

MMR 法による新潟沖メタンハイドレートの3次元イメージング

大塚 宏徳 [1]; 島 伸和 [2]; 後藤 忠徳 [3]
[1] 東大・海洋研; [2] 神戸大学内海域センター; [3] JAMSTEC

Three-dimensional imaging of marine methane hydrate structure, off Niigata, Japan Sea, using Magnetometric Resistivity(MMR) method

Hironori Otsuka[1]; Nobukazu Seama[2]; Tada-nori Goto[3]
[1] ORI, Univ.Tokyo; [2] Research Center for Inland Seas, Kobe Univ.; [3] JAMSTEC

Magnetometric Resistivity (MMR) method was conducted in a gas hydrate region, off Niigata during KY05-08 cruise. This method uses an artificial vertical electric current as source field and ocean bottom magnetometers as their receivers, and fluctuation of magnetic field induced by the source field allow us to estimate an electrical resistivity structure of a shallow part of oceanic crust. The purpose of this study is to estimate the spatial distribution of methane hydrate from an electrical resistivity structure. First, 1- dimensional electrical resistivity structure was estimated using the analytic solution of MMR (Edwards et al., 1981) as the ambient structure in this region, Then, we used 3-dimensional forward modeling method developed by Tada et al. (2006) to image 3-D structure. The appropriate models show that an anomalous higher resistivity block with its resistivity of 6-10 Ohm meters is required in the west part of this region by the sea floor. The dimension of this block are 300-1000 meters (North-South), 200-400 meters (East-West), and 50-100 meters in vertical. The higher electrical resistivity anomaly block is probably due to the existence of gas hydrate, because piston cores recovered gas hydrate in same region.

海底下のメタンハイドレートの空間的分布を把握することは、メタンハイドレートの埋蔵量を正確に見積もるための必須課題であり、メタンハイドレートの形成・分解の過程を知る上でも重要である。海底下に存在するメタンハイドレートの探査にはこれまで反射法地震探査が用いられてきた。反射法地震探査では、海底の堆積物中にBSR(Bottom Simulating Reflector)を検出することでメタンハイドレート賦存層の下面と対応させていた。しかしメタンハイドレート自体を地震探査断面図で判別することは困難である。一方でメタンハイドレートは高比抵抗な物質であるため、海底電磁(電気)探査に基づく海底下の比抵抗構造の推定によりメタンハイドレート自体の空間分布を把握できることが期待される。

本研究の目的は、2005年8月の「かいよう」KY05-08航海において、新潟沖におけるメタンハイドレート総合調査の一環として行われたMMR法(Magnetometric Resistivity Method)による探査の磁場データと3次元モデル計算結果との対比から、探査地域の比抵抗構造を推定してメタンハイドレートの空間的な存在範囲を限定することである。

探査地域は新潟沖、北緯37度26分、東経138度00分付近、水深約900mの海域で南北1.8km、東西2.4kmの範囲に設定した。船上から海面付近と海底付近に2つの電極を鉛直に設置し、電極間に16秒周期の交番電流を人工的に流す作業を計43点で行い、探査地域中央に200m間隔で東西に並べて設置した4台の海底電位差磁力計で変動磁場を観測した。解析では、観測した磁場3成分の値から交番電流による変動磁場の振幅を求め、1次元解析で大まかな比抵抗構造を推定した後、3次元解析で周辺と比べて高比抵抗の領域の空間的な広がりを推定した。1次元解析では、電流送信点-観測点間の水平距離と磁場の振幅の関係を用いて比抵抗値を推定した。その結果、探査地域の西側で人工電流を流した時に観測された変動磁場の振幅は、それ以外の領域と比べて小さくなっていた。この西側の領域を除いた探査地域で人工電流を流した時の変動磁場は、一次元で様な比抵抗構造で説明することができ、その比抵抗値は1.8(Ohm-m)と推定された。西側の異常領域は部分的であることから、この地域の平均的な堆積物の比抵抗値は1.8(Ohm-m)であると考えられる。3次元解析では、1.8(Ohm-m)の様な比抵抗構造で説明できない磁場(磁場異常)と3次元比抵抗構造モデルからフォワード計算によって求めた磁場異常の理論値と比較することで、この異常磁場を説明する比抵抗構造を推定した。3次元フォワード解析の手法は多田ほか(2006)により開発されたものを用いた。3次元フォワード計算の結果、高比抵抗の構造体が、西側の領域にあり、その構造は直方体1個で表現され、大きさは南北方向に最小で300mから最大で1000m、東西方向に200mから400m、厚さは50mから100mの範囲に収まる。構造体の上面は海底面に接するモデルが観測値をよく説明することが分かり、構造体の比抵抗値は6(Ohm-m)から10(Ohm-m)と推定された。

探査地域全体の平均比抵抗値1.8(Ohm-m)は、比抵抗値1.0(Ohm-m)から3.0(Ohm-m)といわれている、海水を含んだ堆積物が海底下に広がっていると考えると説明できる。高比抵抗領域の比抵抗値6-10(Ohm-m)は海水を含んだ堆積物の比抵抗値よりも高い値を示す。また同航海ではピストンコアにより高比抵抗領域に該当する場所からメタンハイドレートが採取された実績があるため、高比抵抗領域はメタンハイドレートに対応すると判断した。推定された比抵抗値は、純粋なメタンハイドレートの比抵抗値に比べて1桁以上小さい。このことから高比抵抗領域内におけるメタンハイドレートは純粋なハイドレートの塊ではなく、比抵抗値の低い不純物を内包していると考えられるため、砂泥中の空隙に形成されている可能性がある。また、推定したメタンハイドレート賦存領域は海底面に接しており形状は深度方向に薄く平たい直方体である。この形状はメタンハイドレートの形成・分解の過程を反映したものと考えられる。