

## 地球を調べる船の旅

### 陸上だけではありません

「地質の調査をしています」というと、どのような光景を想像するでしょうか。山や海岸に出かけては、岩石をハンマーで叩いたり、崖を鎌で削ったり、穴を掘って地面の下を調べたり…というような、陸上での調査を想像する方が多いのではないかと思います。

私も普段は陸上の岩石や地層を調査することが多いのですが、地球の表面の7割は海が占めていますから、地球の地質を知るためには、陸ばかりでなく海の下のこと調べるのが重要です。海底の地形や地質の構造を調べたり、海底下の岩石や地層を採取することによって、陸上の調査だけでは知ることのできない多くの貴重な情報を得ることができるのです。しかし、相手は水の下。一人でふらっとフィールド調査へ、というわけにはいきません。研究者を集めてチームを組み、研究計画を練り、船を借り上げたり、大学や研究機関が所有する研究船の利用を申請したり。長い準備期間を経て、ようやく海洋地質調査の航海に出かけることになります。

山下学芸員や大島学芸員が、潜水調査船「しんかい6500」や無人探査機「ハイパードルフィン」による潜水調査について紹介していますが（「自然科学のとびら」第15巻3号および17巻3号参照）、潜水以外にも様々な方法で海洋地質の調査が行われています。今回は、私が参加している日本海東縁のメタンハイドレート調査を例に、海洋地質調査の航海についてご紹介したいと思います。

### 日本海東縁のメタンハイドレート調査

メタンハイドレートとは、メタンと水分子からなる固体の物質（結晶）で、水分



図1 日本海の海底から回収した塊状のメタンハイドレート（松本良氏撮影）。

子がつくる籠状の構造の中にガス分子を取り込んでいます（図1）。メタン以外にも、エタンや二酸化炭素などの気体を取り込むこともあり、これらを総称してガスハイドレートと呼んでいます。自身の体積の164倍もの大量のメタンを含むため（角砂糖ほどの大きさのメタンハイドレートに牛乳瓶1本ほどのメタンガスを取り込んでいるという計算になります）、新たな天然ガス資源として大きな期待が寄せられています。

近年までその存在が広く知られていなかったのは、我々が暮らす地表の温度や圧力の条件ではメタンハイドレートが安定に存在できず、水とメタンガスに分解してしまうためです。ではどういところで存在しているのかというと、低温で高圧の場所。深海底の堆積物中や永久凍土域に、広く分布していることが分かってきました。

メタンハイドレートは温度が上がったり圧力が下がったりすると、不安定になって分解し、メタンを放出します。そのため、深海底や永久凍土域のメタンハイドレートは気候や海水準などの変動を受けると分解してメタンを放出し、地球の表層環境に影響を及ぼしてきたのではないかと考えられています。最近では、メタンハイドレートは資源としてだけではなく、地球環境の変動に関わる要因の一つとしても注目を集め、研究が進められるようになりました。

このメタンハイドレートが海底に露出したり、メタンが海底からわき出している場所が、日本海東縁の上越沖などで発見されています。メタンハイドレートは、海底から数10メートルから数100メートルの深さの堆積物の中にあることが多いので、海底付近でメタンハイドレートが見られるというのはとても興味深い場所です。東京大学を中心とする研究チームが、日本海東縁のメタンハイドレートに関連した調査を進めており、2010年の夏には、フランス極地研究所のMarion Dufresne号（図2）による約2週間の調査航海を行いました。

### 船での調査と生活

船を使った調査は大がかりなので、船



図2 Marion Dufresne号。

上では多くの研究者が乗り合わせて調査を進めます。普段なかなか手に入らないデータや試料が入手できる貴重な機会なので、いろいろな分野の専門家が協力して調査を行うのです（ちなみに採取されたデータや試料を使って研究に参加する非乗船の研究者もいます）。今回も、メタンハイドレートそのものだけではなく、周辺の海底の地形や温度構造、海底の堆積物、堆積物中に含まれる水やガス、海底に棲む生物や堆積物中の微生物などなど、多種多様な分野を研究対象とする人々が集まりました。大学の教員、研究機関に所属する研究員、大学院生など、年齢も様々。国籍も様々です。普段なかなか関わることのない異分野の研究者たちの話を聞きながら一緒に仕事ができるのも、調査航海ならではの楽しさです。

船の上では人手が限られているため、自分の専門に限らず、お互いに協力して作業を進めなければなりません。研究者たちは限られた航海の時間の中でできるだけ多くのデータや試料を得ようとするので、やらなければならない作業量は膨大です。早朝でも夜中でも、データや試料が取れたら24時間いつでも対応できるように、シフト制で仕事をすることもあります。当然船酔いしている余裕などなく、乗り物にあまり強くない私は、毎日酔い止め薬を飲んで過ごしていました。知力よりも、むしろ体力気力



図3 Marion Dufresne号の食堂。

とチームワークが要求される航海の日々ですが、その大変さを共有するだけに、1週間もすれば立場も専門も関係なく、何とも言えない特別な連帯感や仲間意識が芽生えます。調査航海に一度参加すると、また何度でも乗船したいと思う人と、もう二度と行きたくないという人にわかれるという話を聞いたことがあります。確かに普段の生活ではなかなか味わえない楽しさと辛さがあり、どちらの気持ちも分かるような気がします。

長いような短いような航海の日々、一番の楽しみはもちろん(?) 食事です(図3)。一日中立ちっぱなしで作業をしていると、ゆっくり座れるというだけでも嬉しい時間です。食事の内容や形式は船によって様々で、日本の調査船だと日本食が出たりもしますし、地球深部探査船「ちきゅう」ではバイキング形式。娯楽の少ない船上生活を慰めるためか、どの調査船でも概して食事は美味しいようです。今回の Marion Dufresne 号はさすがフランスの船だけあって、昼と夜は前菜・主菜・チーズに、フルーツやデザートまで付くコース料理。飲酒禁止の船も多い中、この船ではワインも飲み放題(アルコール類が飲めない私には全く恩恵はありませんでしたが…)。食後には、食堂横に設置されたバーでコーヒーを飲んだり、少しだけゲームをしたり。つかの間の休息を楽しんで、またすぐに作業に戻っていくという生活でした。

### 海底コアから分かること

今回の航海では、船から音波を出して海底の地形を調べたり、温度計で海底の温度を測ったりもしましたが、調査の中心となったのは、海底下の堆積物



図4 海底に下ろされるピストンコアラー(村松康行氏撮影)。



図5 船上に引き上げられた海底コアを観察する研究者たち。

を採取した「海底コア」です。中にプラスチックチューブを入れた金属の長い筒に、錘を付けてクレーンで海底まで下ろし、堆積物を筒の中に貫入させて引き上げると、海底の堆積物を乱さず連続的に採取することができます(図4, 5)。Marion Dufresne 号では、50メートル以上の長いコアを回収することが可能です。ちなみに、いつも必ずうまく回収できるというわけではなく、海底で固いものに当たったりすると、少ししか回収できなかったり、コアが曲がってしまったりすることもあります。

船上に引き上げたコアは、長いままではその後の処理が難しいので、1.5メートルずつの長さに輪切りにします。メタンハイドレートが入っている場合は、すぐに回収して冷やさないとどんどん分解してしまうので、まずは温度センサーを使って周囲の堆積物よりも低温のハイドレートが入っているかどうかを確認し、入っていた場合には急いで処理をします。今回の航海でも、何本かのコアでメタンハイドレートを回収し、貴重なデータを得ることができました。

輪切りにしたコアは、更に縦に半分に分けて、半分を保存用、半分をサンプリング用にします(図6)。保存用の半割コアは、記載班のテーブルに運んで岩相(堆積物の特徴)を記録。サンプリング用の半割コアを囲んだ研究者たちは、測定装置をさしたり写真を撮ったりしながら、試料を採取したい箇所を検討します。火山灰が欲しい人、砂を研究したい人、堆積物を絞った水を分析したい人など、研究の目的は様々。限られた分量のコアを効率よく分配するため、希望する箇所に楊枝を立てるなどしながら、話し合って調整します(図7)。コアが研究者たちに取り囲まれ、次々と取り分けられていく様子は、まるでケーキが大勢の人につつかれてあっという間に食べられて減っていくかのような光景です(図8)。



図6 縦に半分に分かれた半割コア。半割される前のコアが奥(写真左上)に並ぶ。



図7 希望箇所に楊枝をさし、試料を分取。

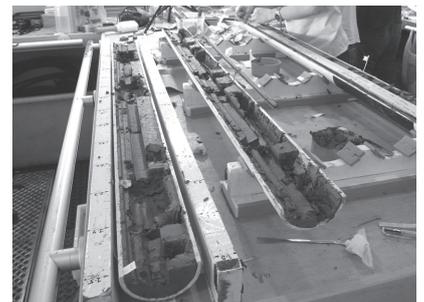


図8 次々に取り分けられて減っていくサンプリング用の半割コア(村松康行氏撮影)。

海底には時とともに堆積物が順を追ってたまり、その堆積物の中には過去の地球の歴史が記録されています。海底コアを調べることにより、その地球の変動の歴史を解き明かすことができます。今回の航海でも、過去13万年間の日本海の歴史を記録した貴重な海底コアを得ることができ、メタンハイドレートとそれに関連した過去の環境変動などについて、これらのコアを使って研究が進められています。船を下りた後には、大量に採取されたデータや試料の処理が待っています。私の担当は、堆積物に含まれる小さな化石、有孔虫の殻を構成する元素の同位体を用いた古環境の復元。今もまだ大量の試料の処理に追われています。どんなふうにして処理をして、どんな成果を得られたのか、それについてはまた別の機会にご紹介したいと思います。

※この航海はメタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)のサポートにより行われました