

潜水調査船

©JAMSTEC/NHK

人類が宇宙空間に飛び出す現代でも、深海にはいまだに謎が多い。深海を調査する潜水調査船は現在世界に数機しかないが、このうちの1つが日本の「しんかい6500」である。運用開始からすでに20年以上を経過し、現在も世界最高の潜水能力を持ち、日本の深海調査の中心的な存在である。

有人潜水調査船「しんかい6500」
全長9.5m、幅2.7m、高さ3.2m、空中重量26.7t、
最大潜航深度6500m、最大速力2.5ノット。写真は
沖縄近海1500mでの調査風景(2006年8月)。

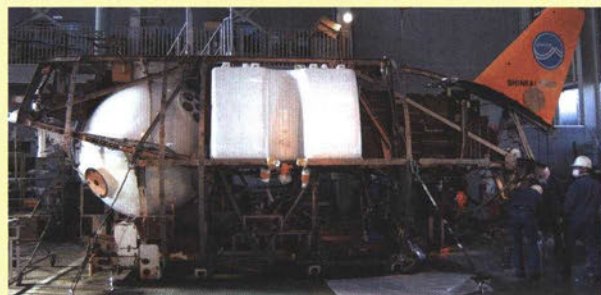
水深6500mの深海を調査する潜水船

地球の表面の70%を占める海。その最も深いところは水深1万メートルを超える。同じ地球上とはいえ、深海は地上や海上と違い、巨大な水圧がかかり、太陽の光の届かない過酷な環境である。しかし、海底の地形や地質、生物を調査することは、地球内部の動きや地球上の生物の進化の道筋を明らかにすることにつながると考えられている。これを行うのが潜水調査船である。

潜水調査船による深海調査は、20世紀前半から本格的に始まった。1960年、アメリカの潜水調査船「トリエステ」が、マリアナ海溝の水深約1万900mの潜水に成功し、この深度が現在までの世界最高記録となっている。しかしこの船は船体が大きく、自由に動くことが難しかった。

1964年に完成したアメリカの「アルビン」は船体が小型、軽量で、調査能力に優れていたため、「近代潜水船の祖」と呼ばれる。これ以後、最新の造船技術や材料を生かしてフランスやロシアなどでも潜水調査船の建造が行われた。

日本では1981年に、海洋科学技術センター(現在の海洋研究開発機構、略称JAMSTEC)により最大潜航深度2000mの「しんかい2000」が建造され、続いて1989年に「しんかい6500」が建造された。以来20年以上が過ぎたが、すでに2007年には通算1000回の



©JAMSTEC

耐圧殻は内径2.0m、殻の厚さは73.5mm。半球状にチタン板をプレス成型し熱処理、表面粗加工などを施した後、2つの半球の赤道部分を電子ビーム溶接し、さらにのぞき窓などを取り付けている。写真は、点検・整備のため機器をとり外したところ(上)、チタン製の半球(下)。



潜航を達成している。

「しんかい6500」の最大潜航深度は6500mで、現存する有人潜水調査船の中では世界一である。なぜ「6500m」なのだろうか。それは、水深6000mまで潜航できれば世界の海の98%が調査可能だと言われているからだ。また、日本列島の東側にある日本海溝では、6200~6500mの海底に地震と関係が深いと考えられる断層状の

地形があり、この海域に潜水できる能力が求められた。このような理由から、最大潜航深度6500mの潜水調査船が開発されたのである。

耐圧殻は直径約2mのチタン製球体

潜水調査を行う海域までは、「しんかい6500」は支援母船「よこすか」に格納されて運ばれ、パイロット2名と研究者1名の計3名を載せて、海の中へと潜っていく。船体は浮力材に覆われ、潜る時には約1200kgの鉄製のおもりを付け重力を利用して潜っていき、海底近くでおもりの半分を投棄して、船体が水中で浮き沈みのない中性状態として調査を行う。浮上するときは、残りのおもりを投棄して船体の浮力により浮上する。鉄製のおもりは、海中に投棄してもいづれ自然に戻る。

1回の潜航時間は約8時間だが、海面から6500mの海底まで潜るのに約2時間半かかるので、調査時間は約3時間と限られている。水深400mを過ぎると海の中に太陽の光は届かないので、強力な投光器を備えているが、海底の視界は平均して6~8mと狭いため、移動速度は、時速1km程度と極めて低速である。海底では、海底の地形、熱水噴出孔、生息する生物などの調査を行う。調査中のパイロットと研究者は目視観察、写真撮影や動画収録、2本のマンビュレータによるサンプル採取などを行う。

さて「しんかい6500」の船体を見ると、直径2mの球形をした耐圧殻を中心に、可変式のバラストタンクや観察機器などがコンパクトにまとまっている。このうち耐圧殻は人間が乗り込む操縦室である。耐圧殻の材質は、軽量で比強度にすぐれる $\alpha+\beta$ 型チタン合金(Ti-6Al-4V-Eli(Extra Low Interstitial))である。チタン板をプレス成型した半球を2つ作り、この2つの半球を突き合わせて赤道部分を電子ビーム溶接して製作された。水深6500mでの水压は約681気圧に達し、圧力による変形を防ぐため耐圧殻はできるだけ真球に近くする必要がある。厚さ73.5mmの耐圧殻の真球度は1.004で、ほぼ真球に近い寸法精度を実現している。

世界初、「硫化鉄のうろこをもつ巻貝」の大群集

2009年11月、「しんかい6500」はインド洋でスケリーフット(和名ウロコフネタマガイ)という珍しい巻貝の大群集に遭遇した。

スケリーフット(Scaly foot)は「うろこのある足」という意味で、世界でただ一つの「硫化鉄のうろこをもつ生物」として知られる。2001年に初めて発見され、これまでインド洋の中の限られた熱水噴出孔だけにごくわずかに生息していると考えられてきた。ところが2009年の調査で、以前はここに多くいたアルピングアイの数が減り、スケリーフットの大群集に様変わりしていることがわかったのである。熱水噴出孔は海底にあって煙突のような形状をしており、硫黄化合物、メタン、重金属等を含む200~400℃の熱水を噴出している。

それにしても、スケリーフットのように、鉄のような金属光沢の貝



殻を持つ巻貝は珍しい。貝殻の断面構造は、柔らかいたんぱく質の層を、外側の硫化鉄層と内側のアラゴナイト層という2つの層が挟み込むサンドイッチ構造であることが明らかになっている。このように硬さの違う層が重なることで、外からの衝撃を吸収し、衝撃に耐えることができる。またうろこにも硫化鉄層が存在することがわかっていて、ここでも外側に硫化鉄、内側にたんぱく質という構造になっている。

JAMSTECでは、2009年にスケリーフットを生きたまま採集し、約1カ月観察をすることに世界で初めて成功した。スケリーフットのうろこの表面にある硫化鉄層を調べたところ、その外側に硫酸還元菌の層が付いていることがわかった。この菌の働きにより硫化鉄の粒が作られるのではないかと考えられている。今後さらに研究を進め、スケリーフットの生態を明らかにしていく予定としている。

熱水噴出孔付近の環境は、地球が誕生したころの環境に似ていると言われ、このような研究は地球上に初めて生物が生まれた頃のような、解明する手掛かりになるかもしれない。だれも見たことのない玉手箱を探して、深海へのチャレンジはこれからも続く。

- 取材協力 (独) 海洋研究開発機構
- 文 杉山 香里