

# 海洋地質調査法と成果：京都府北方

辻野 匠<sup>1)</sup>・山本 博文<sup>2)</sup>・片山 肇<sup>1)</sup>・村上 文敏<sup>1)</sup>  
荒井 晃作<sup>1)</sup>・野田 篤<sup>1)</sup>・田村 亨<sup>1)</sup>・菅沼 悠介<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

2005年京都で開催された地質情報展の海洋に関するコーナーでは海洋地質調査の方法の展示と、その一例としてグラブ採泥器の模型をつかったマンガン団塊採取体験、調査の成果である「経ヶ岬沖」海域の海洋地質図の展示を行いました。海の地質は、島弧の成立や環境変動、現在進行形の堆積作用の理解など学問として重要なだけでなく地震や火山活動、鉱物・燃料資源の面で社会的にも重要なテーマです。しかし、海の地質調査は陸上と異なるところが多く、陸上の地質に詳しい人であっても今ひとつイメージがわきにくい分野の一つと考えられます。そこで、展示・体験コーナーでは海洋地質調査をどうやっているかパネルとグラブ採泥器の模型をつかって紹介しました。そして、調査により得られた試資料を解析した成果のひとつである海洋地質図を紹介しました。本稿では、これらの簡単な解説と当日の様子を報告します。

## 2. 海の底の調べ方

海の底の調査は大きくわけて、海底下を間接的に調査する方法と直接モノを採る方法に分類できます。間接的な調査方法は航走観測と呼ばれており、リモートセンシングに属します。たとえば、音波探査は船の上から音を発振して地層境界で反射してかえってきた音をもとに地下構造を推定する方法で代表的な航走観測です（一昨年の地質ニュース（荒井ほか、2004）に簡単な解説があります）。他にも産総研では測深および重力・磁力探査を実施しています。一方、直接モノを採ってくる方法の代表例は採泥です。産総

研ではグラブ採泥器による表層採泥に加えて、ロックコアラーやドレッジによる岩石採取、ピストンコアラー、グラビティーコアラーによる柱状採泥あるいはマルチプルコアラーによる採泥、採水などを行っています。

産総研で行っている日本列島周辺海域の海洋地質調査では、主に夜間には航走観測、昼間は採泥をしています。採泥の作業は昼間の明るい時に行った方が効率がよく、逆に航走観測は明るくなくても調査できるので、一日24時間を効率よく調査するために、うまく組み合わせ調査しています。情報展では、これらの調査方法をポスターとパソコン映像で紹介いたしました（第1図）。簡単な解説を海洋地質研究グループのホームページ（<http://unit.aist.go.jp/igg/rg/mgl-rg/index.html>）に掲載しています。より詳細な調査方法をお知りになりたい方は海洋調査技術学会編（1993, 2004）、日本海洋学会編（1986）および日本鉱業会編（1975）をご覧ください。

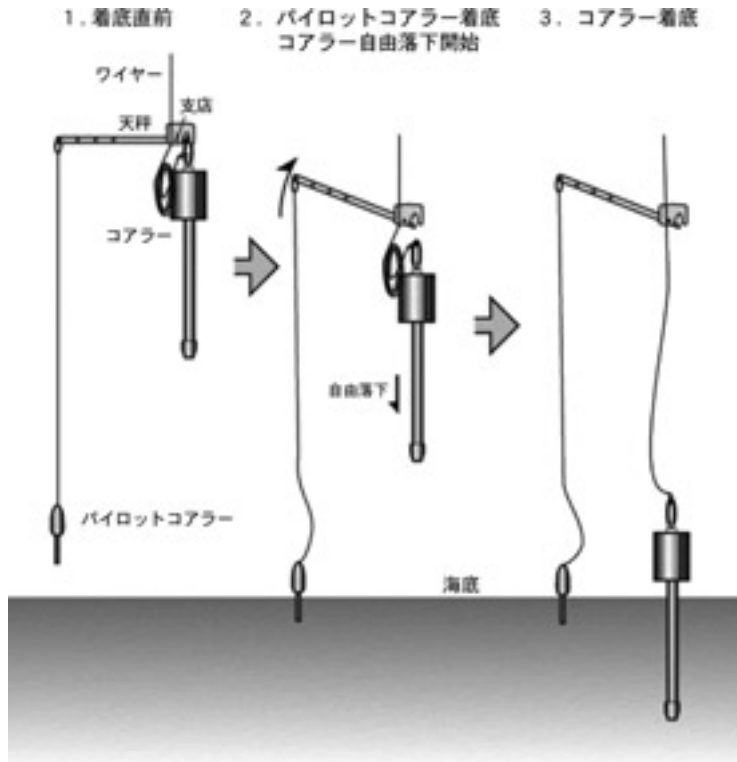
海の底は直接調査することが難しいため、いろいろな調査機器を使って調べます。調査機器には多く



第1図 海の調べ方展示解説の様子。

1) 産総研 地質情報研究部門  
2) 福井大学 教育地域科学部

キーワード：海洋地質図、経ヶ岬、海洋調査、マンガン団塊、グラブ採泥器



第2図 グラビティコアラの動作原理.

の工夫がなされています。グラブ採泥器については、荒井ほか(2005)の解説がありますので、今回はグラビティコアラについて説明します。グラビティコアラの概要は第2図のようになっています。コアラはおもり(ヘッド)の下にパイプ(バレル)をつけた構造になっており、これとパイロットコアラをバランスをとるように天秤で吊っています。これを海底直下で自由落下させ、海底に突きさして堆積物を採取します。これを海底下におろしていくと、まずパイロットコアラが着底します。そうすると天秤のバランスがくずれ、天秤が傾きコアラ本体が落下します。自由落下する高さは堆積物をたくさん採取できるかどうか効いてくる重要なパラメーターで通常は2~3mです。これはパイロットコアラを吊すロープの長さで調整できます。自由落下の勢いで、バレルが海底に刺さり堆積物を柱状に採取します。

### 3. グラブ採泥器によるマンガン団塊採取

2003年に河村幸男氏によって作成されたグラブ採

泥器の模型(荒井ほか, 2004; 2005)に改良を加えて、実際に採泥器をおろしてマンガン団塊を採ってもらい体験コーナーをしました(第3図)。この試みは2003年、2004年の地質情報展においても実施されました



第3図 体験コーナーの様子。自分で採ったマンガン団塊を袋に詰めて持って帰ってもらいました。たくさんの行列ができることもあり、展示員2名で対応しました。

が、模型を空中で停止するためのブレーキが不具合を起こしていたので、それを改良し使用しました。実際に産総研の海洋調査で使用しているグラブ採泥器はKグラブ(木下式グラブ採泥器)と呼ばれていて、表層の堆積物がより乱されないように工夫されたものです(Kinoshita et al, 1975)が、模型はもっと単純なオケヤン式を参考にして作成されています(荒井ほか, 2005)。模型の動作原理は前述のコアラーに似ており、おもりが着底すると天秤のバランスがくずれフックが外れてグラブ採泥器が作動します。海では複雑な装置は大掛りになるので不動作になりやすく、できるだけ単純で確実に動作するように工夫されています。グラブ採泥器の場合はワイヤー一本で、海底に着底し、グラブを閉じサンプルを船までもってこれるような仕掛けがしてあります。

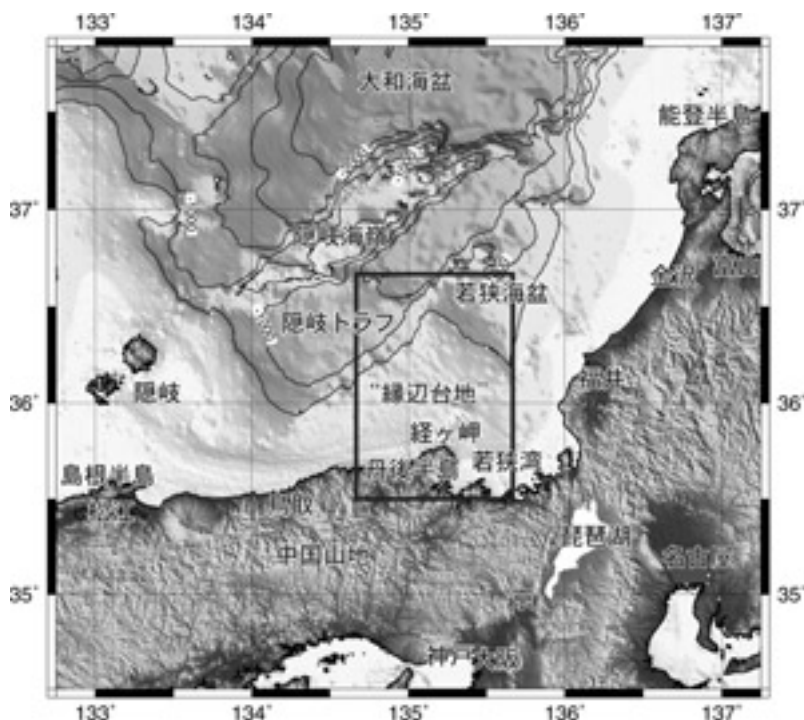
さて、グラブ採泥器の模型の下にはトレーをおき、そこにはマンガン団塊を敷きました。ここに模型をおろしていきます。ここで展示員が動作原理を説明しながら、どういったタイミングで着底させればいいのかアドバイスしました。採泥器がちゃんと作動すれば、その中にはたくさんのマンガン団塊が入ってきます。この試料は実際に海底から採取したものです。採取したマ

ンガン団塊は自分で袋に入れて持って帰って頂きました。

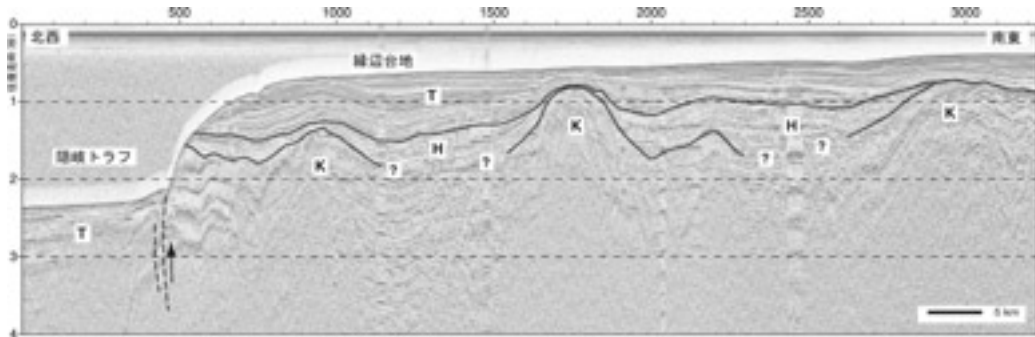
模型をつかって採泥作業を実演することによって、イメージがわきにくい海洋地質調査について親近感をもってもらえたと思います。また、採泥器は単純に見えますが、作業を確実にこなすため様々な工夫がこらしてあることに興味をもっていただけたようで、感想や意見、質問をたくさん頂きました。マンガン団塊は一般には手に入らないため、特に喜んで頂けたと感じています。中には学校で教材に使いたいという先生もいらっしゃいましたので、袋づめしてお渡ししました。

#### 4. 海洋地質図

産総研で出版している海洋地質図シリーズには、海底地質図と表層堆積図があります。海底地質図は海底下の地層の分布を示すもので、表層堆積図は海底の表層堆積物の分布を示すものです。京都府北方の「経ヶ岬沖」海洋地質図は白嶺丸によるGH87-2およびGH87-4航海の試資料に基づいて作成されました(山本ほか, 1993; 片山ほか, 1993; 第4図)。ここでは



第4図 海洋地質図「経ヶ岬沖」の範囲と周辺の地形。



第5図 「経ヶ岬沖」海域を北西-南東方向に縦断する音波探査記録。往復走時1秒は海水では約750mに相当します。K：香住沖層群，H：浜坂沖層群，T：鳥取沖層群。

各地質図の概略を解説します。地質図作成に供した音波探査記録や採泥試料のデータについてはRIO-DB (<http://riodb.aist.go.jp/db085/>)に公開されています。

#### 4.1 海底地質図「経ヶ岬沖」

海底の地層は音波探査記録の反射パターンの違いに基づいて不整合面を認定し、不整合面を基に層序区分します。採取された底質試料および陸上の層序との対比によって年代を推定しています。この海域の地層は、上から中新統の香住沖層群、鮮新統の浜坂沖層群および上部鮮新統-第四系の鳥取沖層群に分けられます(山本ほか, 1993)。香住沖層群は構造的高まりを構成しており、浜坂沖層群は構造的高まりの間の凹地を埋めるように発達しています。鳥取沖層群は広く海底を覆っています(第5図)。

また、地質構造は反射面(地層)の変形から褶曲や断層を認定します。この海域には2種類の地質構造が発達しています。ひとつは東西方向に伸びる褶曲であり、ふたつめは北西に傾斜した傾動地塊です。褶曲は南部で特に発達しており、褶曲帯をなしています。この褶曲帯は中期中新世前期から後期中新世にかけて形成し、鮮新世には活動を停止したことが地層の発達パターンからわかります。一方の傾動地塊は北西に深くなる堆積盆を形成しています。傾動運動の時期は前期中新世後期から後期鮮新世にかけてと推定できます。つまり、中新世から前期鮮新世までは東西方向の褶曲をつくるような南北圧縮の構造運動が発達しており、それが前期鮮新世後期には北西方向に傾動する運動に変化したことがわかります。この変化は、フィリピン海プレートまたはアムールプレ-

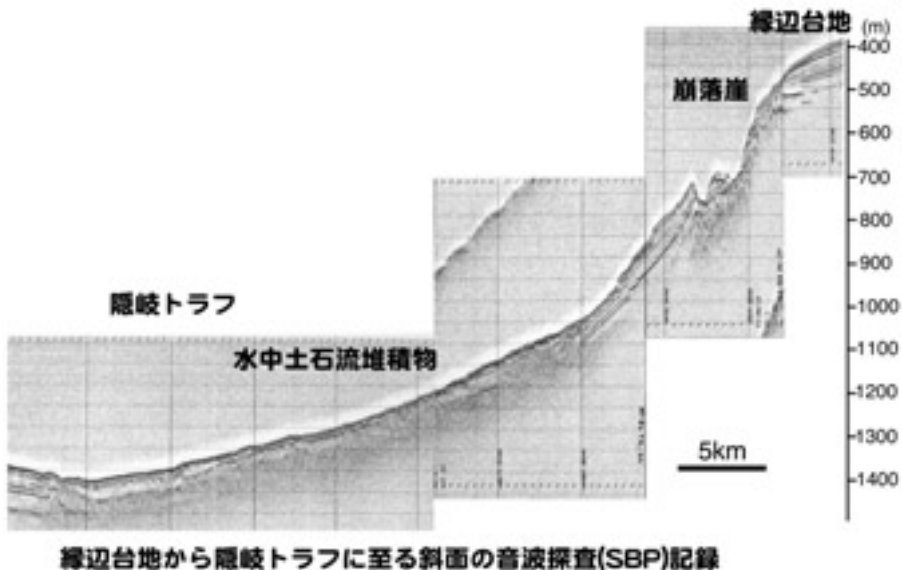
ートの運動方向の変化によるものと推定されています(Yamamoto, 1993)。

#### 4.2 表層堆積図「経ヶ岬沖」

表層堆積図はグラフ採泥によって得られた海底表層の試料の分析と3.5kHz音波探査(SBP)記録を基に表層の堆積作用を図にしたものです。試料は粒度分析をはじめ様々な分析に供されます。SBP(第6図)では鉛直分解能が数十cmであり、前述の音波探査(第5図)の鉛直分解能の30mよりも分解能は優れています(逆に探査深度は音波探査が1km程度であるのに対してSBPでは200m程度と劣っています。この違いは発振する音の周波数の違いに起因しています。SBPは3.5kHzであるのに対して前述の音波探査では50Hz前後です)。

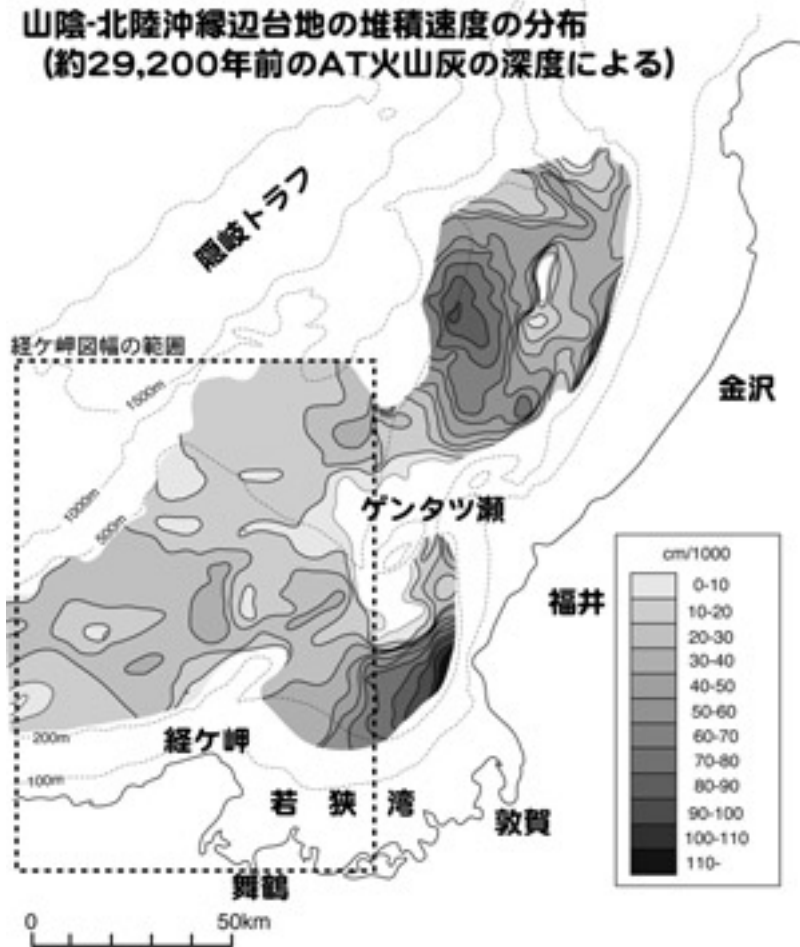
「経ヶ岬沖」海域を含め福井から鳥取沖にかけての日本海には水深150m付近まで傾斜が小さく平坦な面(大陸棚)が発達しています。大陸棚には主に砂が分布しています。大陸棚では波や流れの影響が海底まで及んでいるため、泥は流されてしまい砂が残るためです。大陸棚の砂の多くは低海面期に堆積したものだと考えられます。若狭湾では東側ほど泥の割合が小さくなっており、東側のほうが西側よりも流れの影響が強いことがわかります(片山ほか, 1993)。

大陸棚の沖には縁辺台地と呼ばれる水深200~400mの平坦面が見られます。縁辺台地の沖には傾斜3~6度沖側にむかって傾斜した斜面を経て最大水深1,700mの細長い凹地があります。この凹地は隠岐トラフと呼ばれています。縁辺台地や隠岐トラフには泥が堆積しています。縁辺台地では堆積速度が場所によって大きく異なっています(片山ほか, 2004；



第6図  
縁辺台地から隠岐トラフに至る3.5kHz音波探査(SBP)記録. 斜面には崩落崖と土石流堆積物が発達していることがわかります.

山陰-北陸沖縁辺台地の堆積速度の分布  
(約29,200年前のAT火山灰の深度による)



第7図  
「経ヶ岬沖」海域付近の堆積速度分布. 1,000年で堆積した地層の厚さを色わけしています. 場所によって随分と異なっています.

第7図)。単純に上から堆積物が降り積もるのではなく、海底近くで粒子が流されて凹んだところを埋めるように堆積しているためと考えられます。縁辺台地と隠岐トラフの間の斜面には、崖崩れのあとがいくつも認められます。崩れた堆積物は土石流となって、まともに隠岐トラフに運ばれています(片山ほか, 1993; 第6図)。

## 5. おわりに

「グラブ採泥器」の体験コーナーは2003年に出展して以来海洋関連の展示では一番の人気です。小さい子供達に喜んでもらえて、何回も繰り返し挑戦する子供達が大勢いました。グラブ採泥器の重さは、幼稚園から小学生くらいの子供たちにとっては軽いのですが、それ以下の幼児にとっては重すぎるようです。それでもチャレンジしようとする子供達の好奇心には、こちらが逆に感心しました(重すぎる場合は展示員がお手伝いしました)。採泥器やマンガン団塊など、手にとって触れるものの魅力(教育効果?)を感じました。このようなイベントにより、好奇心が発展していきます。地質学や理科がより身近なものになることを望みます。また、今回も体験コーナーの人気が高く、展示コーナーの説明がおろそかになりがちでした。体験コーナーと展示コーナーの両方で説明できるように増員を考える必要もありそうです。

## 文 献

- 荒井晃作・池原 研・岡村行信・辻野 匠・倉本真一・野田 篤・板木拓也・大村亜希子・片山 肇(2004): 駿河湾・東海沖の海底を探る。地質ニュース, 594, 20-22.
- 荒井晃作・棚橋 学・辻野 匠・野田 篤・田村 亨(2005): 「海の底に調べ方」とグラブ採泥器模型によるマンガン団塊採取。地質ニュース, 60, 26-29.
- 海洋調査技術学会編(1993): 海洋調査フロンティア-海を計測する。海洋調査技術学会, 304p.
- 海洋調査技術学会編(2004): 海洋調査フロンティア-海を計測する増補版。海洋調査技術学会, 249p.
- 片山 肇・佐藤幹夫・池原 研(1993): 経ヶ岬沖表層堆積図および同説明書。地質調査所, 48p.
- 片山 肇・板木拓也・池原 研(2004): 山陰-北陸沖縁辺台地の堆積速度の時空変動とその原因。日本地質学会第111年学術大会講演要旨, 73.
- Kinoshita, Y., Maruyama, S., Honza, E., Yamakado, N., Usami, T. and Handa, K. (1975): Technical notes on deep sea bottom sampling, Cruise Report, 4, 49-61.
- 日本海洋学会編(1986): 沿岸環境調査マニュアル。恒星社厚生閣, 266p.
- 日本鉱業会編(1975): 海底サンプリングハンドブック。ラテイス, 310p.
- Yamamoto, H. (1993): Submarine geology and post-opening tectonic movements in the southern region of the Sea of Japan. Marine Geology, 112 133-150.
- 山本博文・上嶋正人・岸本清行(1993): 経ヶ岬沖海底地質図および同説明書。地質調査所, 39p.

TSUJINO Takumi, YAMAMOTO Hirofumi, KATAYAMA Hajime, MURAKAMI Fumitoshi, ARAI Kousaku, NODA Atsushi, TAMURA Toru and SUGANUMA Yusuke (2005): A short introduction to marine geologic survey and its result of the north of Kyoto.

<受付: 2005年9月26日>