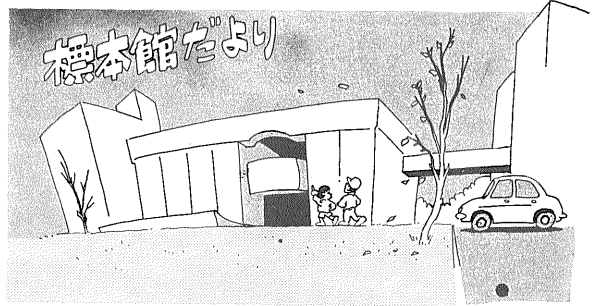


鉱物資源を海底にさぐる ①

海底のなり立ちと海底地形



盛谷 智之

Tomoyuki MORITANI

はじめに

この展示テーマ「鉱物資源を海にさぐる」は 海洋底について これまでの調査で描き出された姿と そこに眠る潜在的な鉱物資源を 調査技術・方法などとともに紹介したものです(図-1)。

当初 設計段階で文字情報は少なくし それは別の説明資料で補うという基本方針があり また 準備作業を移転作業と並行して いわば突貫工事的にやらざるを得なかったため 今となってみるといろいろと誤りや不備な点もあります。

ここでは それらの不備を補うよう このテーマについて必要な場合 展示物以外の図表類も加えて解説してみたいと思います。内容を3つに分け ①海底のなり立ちと海底地形 ②海底の堆積物・岩石と鉱物資源 ③海底調査と鉱物資源採鉱の方法 の順に述べることにします。皆さんが展示をご覧になるときの理解に役立つことができれば幸いです。

生まれる海底

海洋は 地球表面の約70パーセントを占め くぼみを

つくる海底の岩石や堆積物と そのくぼみをおおう海水からなっています。海底は厚い海水で隠され ふつうは直接その様子を見ることはできません。このため海底は大古の昔からあまり変化のない所だろうという印象を与えるかもしれませんが、しかし 実際はこれに反し 海底は絶えず生まれ 移動し やがて消滅していく一連の動きのある場だということがわかってきました。このような海底の生まれる場所が 大洋中央海嶺の中軸部のリフト谷です。ここでは海底の裂け目に沿って深部から熱いマグマが上昇し 冷えて固まり 火山岩(玄武岩)になります。そのさい 海底に流出したマグマは 枕状溶岩とよばれる枕に似た特徴のある形をつくり ます。このようにして新しい海底が生まれ これが側方に年間数 cm の速さで移動し つまり海底が拡大していくのです。

展示写真「大西洋中央海嶺のリフト谷」(図-2)

これは米国ウッズホール海洋研究所の潜水調査船アルビン号によって 大西洋中央海嶺中軸部のリフト谷の水深2,700mの海底の様子を撮影したものです。拡大する海底には 引張りの力が働き岩石に割れ目ができ 表面には玄武岩の枕状溶岩も見えます。また 岩石表面



図-1

「鉱物資源を海底にさぐる」
展示コーナー



図-2
大西洋中央海嶺のリフト谷の
海底写真（ウッズホール海洋
研究所提供）

に花が開いたようなウミニリが付着しており 暗黒の世界にも生物の営みがあることがわかります。写真の中央部に突き出て見えるものは アルビン号の船首に取り付けられた コンパスと装置レバー 採水器などです。

なお 展示写真は 構図の関係とイメージ強調のため 縦と横の位置を逆にしています。

海底地形とその成因

世界の大洋から 海水をすべて取り除いたとした場合に現われる海底の姿が海底地形です。しかし 実際には海水は取り除けないので 長年の調査によって集積された測深データから 海底地形の様子が描かれてきました。

海洋底は 大陸縁辺と大洋底の2つに大きく分けられます(図-3)。大陸縁辺は陸側から海側に向って 平坦

な浅海底面をつくる大陸棚 その外縁(世界の平均で約130m)から勾配(約4度)を増し その脚部(平均水深約4,000m)で大洋底と接する大陸斜面からなっています。大陸斜面と大洋底の境は 海溝がある場合と欠く場合があります 欠く場合には斜面は大洋底まで下ると コンチネンタルライズとよばれるゆるやかな裾野をつくり その先の深海平原へと続いています。

大洋底には 巨大な海底山脈をつくる大洋中央海嶺 その側方に向って広がる深海平原 その単調さを破って 各所に散らばる海山の群 また それらに囲まれた深海盆地などが分布しています。

このような海底地形をつくる主な原因は 1)プレートテクトニクス説で説明される海底の構造運動 2)第四紀(約200万年前以降)の氷河作用に伴う海水準変化 3)主として陸地の侵食によってもたらされる堆積物の供給の諸作用です。

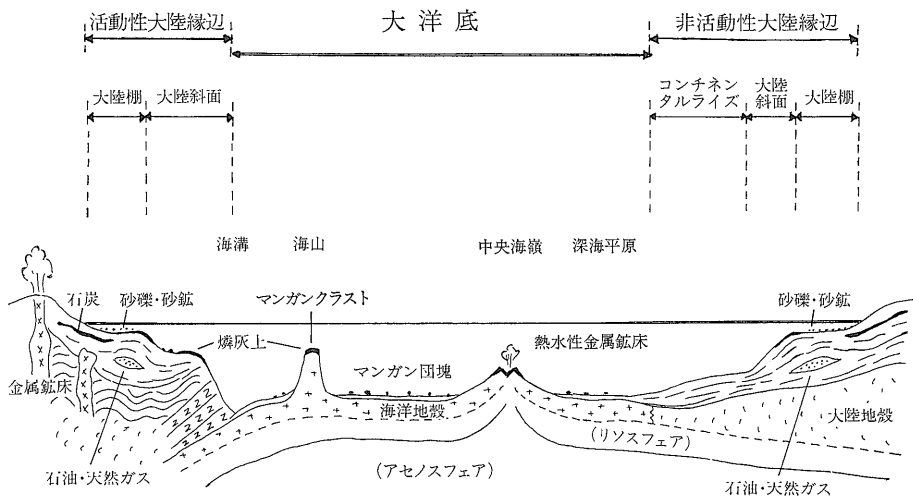


図-3
海洋底の地形区分
と鉱物資源の分布



図-4
太平洋の海底地形模型

プレートテクトニクス説によると 地球表面の大陸地殻 海洋地殻 及びマントルの一部を含むリソスフェア(岩石圏)が いくつかの剛体のプレート(板)に分かれ 下位の熱く流動性をもつアセノスフェア(弱圏または岩流圏)の上に浮かび マントル対流あるいは沈み込むプレートの自重によって これらが相対的に異なる方向に動き その結果 さまざまな地質構造や地質現象を とくにプレートの境界部で生じさせています。

プレート境界には 離れる型 ぶつかる型 すれちがう型の3型があります。 離れる型の境界は拡張の場で 裂け目に沿って熱いアセノスフェアからもたらされるマグマが上昇し 冷え固まり 新しい海底が生産され これが側方に移動し つまり海底が拡大して 大洋中央海嶺が形成されるのです。 ぶつかる型の境界は 圧縮の場で 大陸地殻と海洋地殻がぶつかる と 重い海洋地殻が大陸地殻の下に沈み込み 海溝を形成するとともに沈み込むプレートの上部が溶け マグマが発生 上昇することにより 大陸地殻側に島弧を形成するのです。 また 一部の海洋地殻は 大陸地殻の先端部に付加されたり 押し上がったります。 さらに島弧の背後には

部分的に拡張の場が生じ 背弧凹地が出現し 縁辺海をつくります。 なお 大陸地殻どうしがぶつかり合うと 重さが同じなので沈み込まず 両者が押し上がって 山脈帯をつくります。 すれちがう型の境界は トランスフォーム 断層(両端が海嶺や海溝など別の形態の構造に変換される 特殊な横ずれ断層)の場で これに沿って断裂帯がつくられます。 一方 移動する海洋地殻プレート内では ホットスポットやプレート内部のマグマ溜りからマグマが上昇して火山をつくり これが海山になります。

第四紀(約200万年前以降)の地質時代には 何回か氷河が発達しました。 この消長に伴う海水準変化が 海陸境界域の侵食・堆積による地形の形成に重要な影響を及ぼしました。 とくに最終氷期(約3万年前に始まり1万8千年前頃ピークに達した)には 海水準低下が -130m(あ

るいは-80mともいわれる)に達し 現在の世界の大陸棚の部分のほとんどが陸上に現われ 侵食作用と堆積作用によって平坦な面がつくられ これが1万8千年前頃以降の海水準上昇により沈水して大陸棚となったのです。

陸地から海洋へ供給される堆積物は ときに混濁流として大陸斜面を流れ下り 海底谷を刻むとともに海底の凹所を埋め平坦化し また 大量にもたらされると海底の堆積盆地をつくります。

展示模型「太平洋の海底地形」(図-4)

この地形立体模型は 米国ラモント・ドハティ地学研究所の故ブルース・ヒーゼン博士とマリー・サーブ女史の共同研究の結果である「世界の海洋底概観図」をもとに作成したものです。 このような大局的な概観図は 絶えず進歩する調査事実 理論 仮説などを総合化しながら地形の成因についての考えをまとめたり 海底地形を組みたてていくのに重要です。 この素晴らしい概観図は 調査船に乗船し実際の調査をされたことのないマリー・サーブ女史が 他の研究者が持ち帰る一本一本の測線に沿う 測深(地形)断面や 海底地形調査データをもとに 研究室で想像力も働かせて描かれたものといわれています。 同女史は 模型作成当時 この図の販売会社 “海洋地図製作者 マリー・サーブ”をやっておりましたが 心よく使用許可をいただきました。

さて もとの概観図は芸術作品ともいえるような立体感の良くてた地図ですが 実際に凹凸をつけた立体模型をつくるには 製作会社は一苦勞だったようです。 原地図の凹凸は陰影によって表現され 等水深線が入っていないからです。 このため この概観図の海溝 深海平原 海山 大洋中央海嶺などに点で示された水深値と似た縮尺の他の海洋地図の粗い等水深線から 基準となるような箇所の高さを決めたのです。 実際の作業では 模型が縦300cm 横390cmと大きいので 原地図をこの寸法の写真に引伸し 横に2分 縦に4分し計8つの区画に分け 各区画を各2人の工芸専門家が分担し 概観図を見ながら粘土で凹凸の形をつくり上げました。 そ

の後8つの区画を合成し全域の粘土型とし これをもとに鋳型をつくり これにFRPを流し込んで固めて色を塗り 海底地形立体模型ができ上がったのです。また海溝と大洋中央海嶺の部分にはグラスファイバーを埋め込み 内部照明でそこが浮き上がって見えるように工夫されています。このように製作会社の努力によって見事なできばえで この展示コーナーの中心的展示物としてふさわしいものとなりました。

さて 太平洋の海底地形の様相は 皆さん自身で この立体地形模型から確かめてもらいたいと思います。そのさい参考になることを少し述べておきます。

まず この模型の縮尺は 垂直方向が水平方向の約30倍に誇張してあります。日本列島が日本海溝の崖の縁にあるように見えるのはこのためです。

太平洋は周囲を陸地によってとり巻かれています。その陸地のまわりには いろいろな幅をもつ平坦な大陸棚があり その外縁から大陸斜面が大洋底に向かって誇張のため急勾配で下っています。多くの部分では海溝となっていますが 米国西海岸沖などでは海溝がなく 斜面の麓にはコンチネンタルライズが形成されています。これら斜面の脚部から沖合いに大洋底が広がっています。東南部には 巨大な海底山脈をなす中央海嶺(東太平洋海嶺)が走り また海嶺の軸と直交して多くの断裂帯(トランスフォーム断層)が見られます。海嶺の側方に向っては深海平原が広がり その各所に海山が散らばり とくに西半分に多く あるものは列をなして分布しています。

前に述べたように プレートテクトニクス説によると 海洋プレートは海嶺軸部で生産され 側方に数cm/年の速度で移動し 海溝で大陸地殻の下に沈み込んでいます。また ホットスポット(熱点)とよばれ マントルから煙突状に熱が供給される固定点の上を海洋プレートが通過するとき マグマを噴出して火山をつくり これが海山列になると考えられています。ハワイ諸島はこのような成因の海山列の典型的な例です。南東端のハワイ島が現在 ホットスポット上にあって 活火山があります。それより北西方向に列をなして延びる島や海山は 離れたものほど古い時期に通過し 休火山や死火山になっています(図-5)。

このように この模型のもとになった「世界の大洋底概観図」は プレートテクトニクス説をもとに描かれています。なお プレートの移動の原動力についてはかつてはアセノスフェアの上に浮かぶ海洋プレート(リソスフェア)が マントル対流によって動くと考えられてきましたが 現在ではマントルに沈み込むプレート自身の重さでプレートが引張られるためだと考えられていま

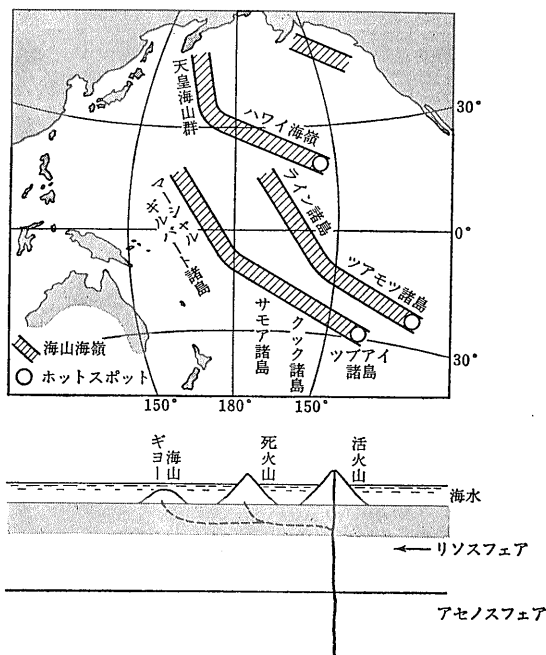


図-5 ホットスポットと海山列の成因(佐藤 1981による)

す。

展示模型「日本列島付近の海底地形と地質」(図-7)

この模型は 海底地形とそこにある程度 地質の状態を示したものです。地形は 海上保安庁水路部発行の300万分の1「日本近海海底地形図」をもとに表現されています。垂直方向は水平方向の約2倍に誇張してありますが 太平洋の海底地形模型に比べると自然に近い表現になっています。地質の状態は1977年当時までに調査されたデータにもとづいています。しかしその後 1983年には300万分の1「日本周辺海底地質図」が地質調査所から出版されるなど より詳しくわかってきています。

日本列島は 太平洋に張り出した弧状の島列(島弧)の集まりからなっています。北から千島弧 東北日本弧 伊豆・マリアナ弧 西南日本弧 琉球弧などが並んでいます。これらの張り出しの前側には 日本海溝と琉球海溝の2つの系列の海溝が 島弧に平行に延びており それらの向こうには北西太平洋 フィリピン海が広がっています。また 島弧の背後側には 日本海の内海と 沖縄トラフと呼ばれる凹地が発達しています。図-6は 水平:垂直比を模型よりも強く誇張したものでこのような特徴を良く示しています。

先に述べたプレートテクトニクス説からみれば 日本列島は ユーラシア大陸プレートに太平洋プレートとフィリピン海プレートがぶつかる境界域に当たり 海洋プ

レートが大陸プレートの下に沈み込んでいます。また北海道から中部地方にかけての部分は、北米プレートが楔状に入り込んでいているとする考えも最近出されています。日本海は島弧の背後の部分が、約1,500万年前頃開口し、日本列島がアジア大陸から分離してでき、沖縄トラフは開口の初期の状態だとも考えられています。

北西太平洋、フィリピン海、そして日本海には海山や海台が分布しています。これらはホットスポットや他の火山活動でできた海洋性のもの、活動を止めた古い島弧が沈降したり、かつての大陸の一部が分かれて残った大陸性のものなど、さまざまな成因が考えられています。これらはプレートによって海溝までくると、島弧の大陸プレートの下に沈み込んだり、それに付加されたりすると考えられています。

地形模型上に表現した地質は、このような海底地形をつくる基盤の地質時代や岩石の種類を、プレート区域のちがいがわかるように太平洋プレート、フィリピン海プレート、ユーラシア大陸プレートの3区域に分けて示してあります。また、海底の多くの部分が若い第四紀の堆積物で覆われていますが、これは便宜的に3つの区域でちがった色で示してあります。図-7はこのような模型上に表現した、日本周辺海域の海底地質の概略図です。

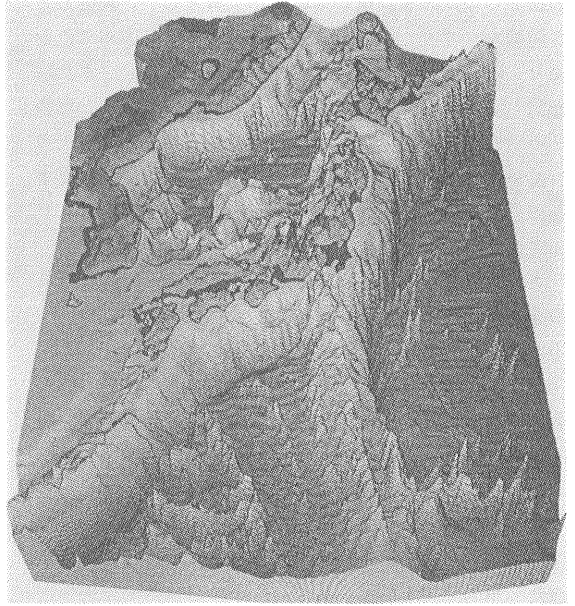


図-6 日本列島周辺の海底地形概観図
(岸本 1983による)

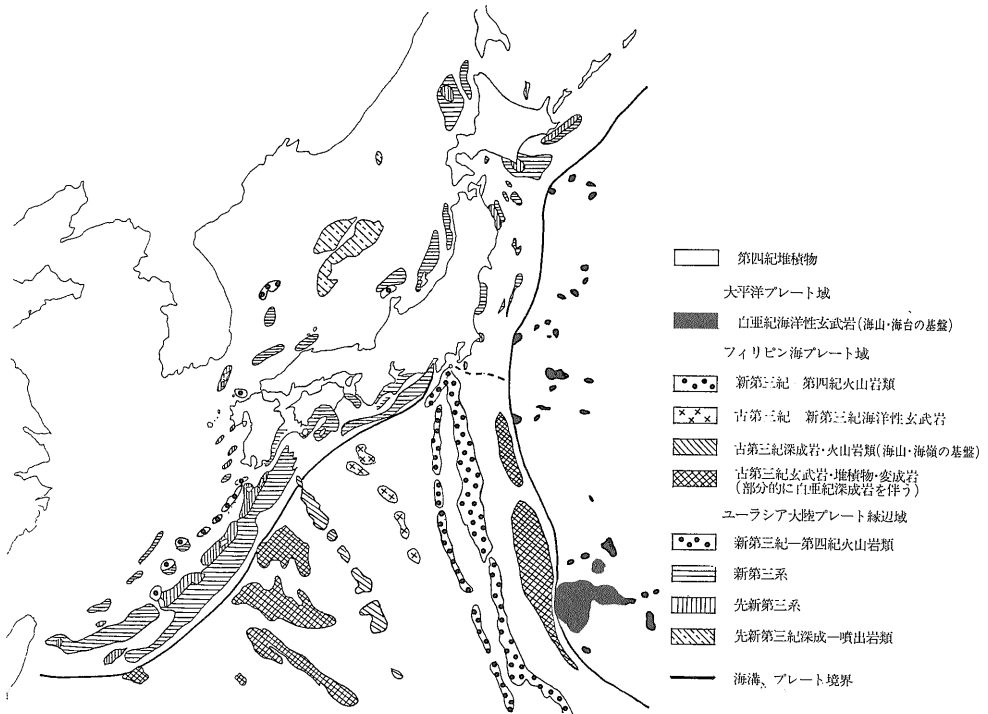


図-7 日本列島周辺の海底地質図