

研究航海報告：

西南日本太平洋側海底地質研究
—GH75-4 調査航海報告—

井上英二（編）

緒 言

地質調査所は昭和49年度より53年度までの5カ年計画で、工業技術院特別研究「日本周辺大陸棚海底地質総合研究」を実施している。本研究は日本列島周辺の大陸縁辺部を調査研究して、社会に海底に関する地質学的情報を提供することを目的とする。研究結果は縮尺20万分の1海底地質図及び表層堆積図、あるいは縮尺100万分の1広域海底地質図にまとめられる。本研究の実施にあたっては、金属鉱業事業団所有の「白嶺丸」を使用している。

昭和50年度における本研究の調査航海は以下のとおりである。

GH75-2	10日間	4月	相模灘海域・狭域海底地質調査と海底試錐機 MD300PT の実験。
GH75-3	30日間	5-6月	相模灘の表層堆積調査及び紀伊水道南方の狭域海底地質調査。
GH75-4	22日間	6-7月	西南日本太平洋側広域海底地質概査。
GH75-5	38日間	7-8月	琉球島弧周辺の広域海底地質概査。

本報告は、上記航海のうち、GH75-4 調査航海に関する概要と予察結果をまとめたものである。

調査海域の特徴

調査海域はフィリピン海の北縁にあたり、遠州灘・熊野灘及び日向灘を含む。本海域は黒潮の影響下にあつて、黒潮は西から東へ蛇行しながら、流速2ないし4ノットで流れている。黒潮本流と沿岸とのあいだには、年によってさまざまに流れを変えるいくつかの支流がある。

地形的にみると、本海域は、北から南へ狭長大陸棚、途中に広い海段または平坦面をもつ大陸斜面、南海舟状海盆、そしてその南に広く広がる深海原—四国海盆が配列する（第1図）。

大陸斜面途中に存在する海段または平坦面は、水深1,000～2,000mにあつて、東から熊野海段・室戸海段・土佐海段及び日向海段とよばれる。これらの海段は深海平坦面と称され、田山利三郎博士（1950）によると、第三紀に形成された浸食平坦面と考えられていた。しかし、その後の研究によって、この深海平坦面は、大陸斜面の凹部に集積した堆積物であることが明らかにされている（HILDE, *et al.*, 1969; 佐藤任弘, 1969; 吉井敏尅他, 1970）。

深海平坦面外側隆起部より海側の大陸斜面は起伏に富む地形をなし、水深4,000m前後で南海舟状海盆に連なる。大陸斜面のこの部分は地質構造的にも複雑であり、いわゆるアクリーション・ゾーンに属する。

南海舟状海盆は幅せまく、かつ浅い底をもつ狭長な凹部である。水深は3,000mから4,500m以上で、東から西へ深くなる。本舟状海盆は、フィリピン海プレートがアジアプレートの下にもぐりこむサブダクション・ゾーンにあたる。

四国海盆は平坦な深海原で、平均水深約4,000m、東は伊豆・小笠原海嶺、西は九州・パラオ海嶺に境されている。海盆のほぼ中央を南北に走る火山列があり、その最北端に、頂部の水深2,180mをもつ膠州海山がある。DSDP 深海掘削によると、南海舟状海盆と四国海盆には、中新世の基盤上に、厚い堆積層が分布している。

調査航海の概要

GH75-4 調査航海は西南日本太平洋側の遠州灘・熊野灘・日向灘で、22日間実施された。航海の目的は本海域の地質構造を明らかにし、かつ第四紀堆積物を検討することである。この結果は、縮

尺100万分の1広域海底地質図としてまとめられる。

調査船と人員

使用した調査船は、金属鉱業事業団から傭船した白嶺丸(1,821トン)である。船員は土岐正治船長以下31名、研究班は第1表に示すように、地質調査所員7名及び各大学の学生(船上研究作業補助員6名)からなる。その他、和歌山大学助教授原田哲郎氏、及び北海道大学から R. GRAPES 博士が乗船、研究に協力した。

調査方法

船位決定は人工衛星測量(NNSS)とロランCの併用で行われた。測深は12kHzのNS-16型PDRである。重力探査は船上重力計(Lacoste & Romberg社)、磁力探査はプロトン磁力計で実施された。音波探査は容量120立方インチのエアガンを使用して行われた。また、表層堆積物調査に、3.5kHz地層探査機を使用した。音波探査の測線は、第2図を見るように、本海域をジグザグに横断した。本海域中央部は測線が粗であるが、これは主として、東京大学海洋研究所の既知のデータが存在することに由来する。音波探査時の船速は、10ノットである。

物理探査は主として夜間実施され、採泥作業は昼間行われた。

岩石はチェーンバッグ・ドレッジと円筒型ドレッジによって採取された(第3図)。ドレッジ時間は1カ所あたり27~82分であった(第2表)。表層堆積物の採取には、長さ6mのピストンコアラーを使用した(第4図)。

調査経過

6月16日船橋港を出港し、遠州灘・熊野灘を10日間調査後、6月26・27日両日、高知港に清水補給と人員交代のため寄港した。28日出港後7月6日まで日向灘海域の調査、及び熊野灘の補備的調査を行い、7日船橋港に帰投した。以上の経過は、第3表に要約される。

取得データ

全航海距離	3348.2カイリ
音波探査測線長	2983カイリ
全測点数	23(St. 356-378)
ドレッジ試料	14(D108-121)
コア試料	7(P57-63)
海底カメラ観察	1(St. 371)

1. 音波探査結果(奥田義久・玉木賢策・上嶋正人)

GH75-4調査航海における音波探査測線は、第1-1図に示される。また、音波探査観測条件は第1-1表のとおりである。音波探査測線総延長は2983カイリであった。

本海域中央部の紀伊水道南方での層序は、かつて奥田(1974, 1976)によってスパーカを使用して調査されたが、その結果は第1-2表に示すとおりである。

本調査航海を通じて得た層序は、大陸斜面では下位から音響的基盤岩(M層ないし火成岩)・T層・K層及びP層が識別される。一方、南海舟状海盆から四国海盆にかけての海域では、音響的基盤岩の上に、最下部不透明層、下部透明層、中部不透明層、上部透明層及び上部不透明層が識別される。DSDP深海掘削Site 297の結果、ならびに陸域地質との対比によると、各層の地質時代は第1-3表に示される。熊野海段・土佐海段・日向海段及び南海舟状海盆を横断する音波探査断面は、これらの層序関係を明瞭に示している(第1-2図)。また、大陸斜面における堆積層の等層厚線図を、第1-3図に示す。

遠州灘-熊野海段(第1-2図A)

熊野海段では、T、K及びP層からなる厚い堆積物が2の構造的隆起体によってダムアップしている。外側斜面は、岩淵(1970)の“ridge and trough zone”とよばれる起伏の激しい地形を示す。熊野海段下にも、基盤岩の隆起が認められる。

駿河湾の石花堆から金洲の瀬堆を経て熊野海段の外側斜面に至る地帯に認められる構造的隆起部は、金洲の瀬隆起帯と仮称する。この隆起帯の外側の起伏に富む斜面は、音探記録から、変形した新第三紀堆積物と推定される。これらの厚い堆積層が ridge and trough zone を構成しているために、海底谷が深く刻まれており、したがって斜面を横切る断面では、海底谷が trough 状を呈するように見える。小隆起部と凹部の方向は隆起帯と斜面に発達した方向に斜交しており、これらが海底谷と小さな溝の発達を複雑にみせている。

金洲の瀬隆起帯内側の隆起帯は、御前崎沖の海脚から熊野海段外縁部の内側を通り、潮之岬沖の斜面を通過して、室戸（土紀）舟状海盆にのびている。この隆起体を、御前崎隆起帯と呼称する。本帯頂部は中新世 T 層からなり、T 層の変形は御前崎に近づくにつれ強くなる。T 層は St. 362 でドレッジされた固結泥岩に対比される。K 層は T 層を傾斜不整合で覆う。御前崎隆起帯は K 層堆積前に形成された。

St. 377 と St. 363 でのピストンコアの試料は、貝殻・植物片まじりの粗粒堆積物であって、これは浅海相を示し、K 層に対比される。

熊野海段下に認められる小隆起帯は、志摩半島の海脚から、酸性岩が露出する潮之岬一熊野付近まで追跡できる。したがって、この隆起帯は上記の火成活動に関係があると推測される。これを潮之岬隆起帯と仮称する。

熊野海段内に認められる盆地を埋める堆積物は、熊野海段に向かって層厚を増す。

一方、南海舟状海盆には、厚い堆積層がある。南海舟状海盆の駿河湾から遠州灘までの部分では、上部タービダイトが、下位の堆積層中に形成された小さい溝にアバットしている。このタービダイトは舟状海盆に沿って、さらに西へのびる。その下の厚い地層は著しい褶曲をうけている。

舟状海盆南側にある銭州海脚は主として音響的基盤岩よりなる。この基盤岩は、St. 361 におけるドレッジによると、火成岩である。この海脚の頂部は、比較的薄い堆積物がかぶっている。

四国海盆の下部タービダイトは音響的基盤表面に平行に、北に傾斜する。下部タービダイトの南限は St. 364 付近である。この場所におけるタービダイトの水深は、南海舟状海盆の北部におけるよりも、約 2,000m も浅い。このことは、舟状海盆の北部が、タービダイトの堆積後、四国海盆に比べて 2,000m ほど沈降したことを示す。

室戸（土紀）海盆と土佐海段（第 I-2 図 B）

金洲の瀬隆起体は、土佐碯南斜面より室戸海丘東斜面につながる。御前崎隆起体は室戸岬にのび、したがって、土佐海段の外縁主軸を形成するように南西へのびる。潮之岬隆起帯は土佐碯堆の北部を通って、室戸岬にむかって走り、土佐海段の外縁の内側を形成している。

潮之岬隆起帯と外側隆起帯は熊野灘海域では分離しているが、土佐碯では 3 隆起帯がほぼ一体となり、室戸岬を通して土佐海段の外縁にのびている。土佐碯堆の頂部では、東西方向に発達する 1 小 graben が認められ、さらにその南側斜面に、東西方向に連続する 1 隆起帯が発達している。したがって、これらの隆起帯間には堆積盆は存在せず、室戸海盆、土佐海段のような、単一的な堆積盆が存在するに過ぎない。

本海域でも、T・K 両層間は傾斜不整合である。

四国海盆の下部タービダイト層と音響的基盤は北方に傾斜し、大陸斜面下に連続してもぐり込んでいる。

日向海段（第 I-2 図 C）

土佐海段の外縁隆起体は、足摺岬沖で終る。本海域には東落ちの NNW 性正断層が、四万十川沖合に存在する。この断層は水深 1,000m の海底まで南へのびる。本断層の西に、基盤の 3 隆起帯が NNE-SSW 方向にのびて存在する。この方向は阿蘇山・桜島の火山列に平行であり、琉球島弧の方向でもある。この隆起帯の内側には、厚い堆積層が存在する。

もし、熊野酸性貫入岩類と足摺花崗岩類が同一であるとすれば、潮之岬隆起帯は明らかに不連続である。この不連続線は NNW-SSE に走り、さらに南へ、四国海盆内の西落ち基盤断層に対比す

ることができる。

K・T 両層間の不整合は、日向海段外縁隆起帯でも認められる。K 層と推定される浅海堆積物が、St. 371 で採取された。また、T 層に対比される固結凝灰質泥岩が St. 372 でドレッジされた。

現世タービダイトは、日向海段沖の南海舟状海盆にはほとんど発達しない。

II. 南西日本沖のフリーエア重力異常 (石原丈実・奥田義久)

フリーエア重力異常を第 II-1 図に示した。重力異常の走向は、御前崎から熊野灘にかけ NE 方向、室戸海盆で NNW 方向、土佐海段で NE 方向、宮崎沖で琉球島弧に平行に NNE 方向である。深海平坦面の重力異常の最小は、熊野海段で -80 mgal、土佐海段で 0 mgal、宮崎沖の大陸棚で -100 mgal 以下になる。これらの異常は音響的基盤の深度と対応している。南海舟状海盆では熊野灘沖で負異常の振幅が小さく、駿河湾沖と宮崎沖で大きい。錢洲の地域では正の重力異常が存在し、海底地形と対応する磁気異常の振幅も大きいところから、この海嶺は St. 361 で採取された安山岩のような火山岩よりできていることが考えられる。

III. 西南日本海域の磁気探査 (上嶋正人)

1974 年以前の四国海盆の磁気データによれば、SSE-NNW の方向性がみられる (友田等, 1975) が、本航海においても南海トラフの南では、同上の方向性がみとめられた。このパターンは水深 $2,000\sim 3,000$ m まで続くが、後は異常が小さくなり不明になる。種子ヶ島東方 150 km ほどの海山では南側に正異常、北側に負異常がみとめられ、正帯磁を思わせる。宮崎県の沖と紀伊半島の沖に正の異常帯がみられ、これはエアーボーンの調査でもまた確認されている。紀伊半島でもまた房総半島でも半島沖の磁気正異常は、重力の正異常に対応しているが、宮崎県沖の磁力正異常では重力は負異常になっている。ここには厚い堆積層がみられ、重力は負異常を引きおこしているが、磁力については渡辺 (1976) が断層によって磁力正異常が生じていると論じている。また伊豆半島沖の浅海部では磁力異常の変動が大きく波長は短いので、フィルター操作でも行わないかぎりくわしい下部構造は不明である。

IV. 西南日本太平洋側大陸斜面と南海舟状海盆からの採取堆積物と岩石 (木下泰正・奥田義久・Rodney Grapes・井上英二)

本海域において、大陸斜面の 3 測点から岩石を採取した。海段の外縁隆起部と大陸斜面の 10 測点から、堆積物を採取した。また、膠州海山頂部では、石灰質軟泥が採取された。

堆積物のコアは、海段・南海舟状海盆及び四国海盆底から計 7 本が採取された。以上の採取物は第 IV-1 表に示される。

岩石試料の記載

1) St. 357—試料番号 D 109

本試料は駿河湾口付近の金洲の瀬堆の南斜面の水深 $1,100\sim 1,440$ m からドレッジされたものである。本試料には 4 種類の堆積岩が含まれる。

含礫泥岩：緑灰色半固結シルトで多数の小礫を含む。岩質から更新世堆積物に対比される。礫は円磨度から 2 種類にわけられる。円礫は大部分珪岩・黒色頁岩・グレイワック・赤色珪岩及び花崗岩である。これらはフォッサ・マグナ西側に分布する瀬戸川一四万十帯に由来するものと推定される。この泥岩には、三波川変成岩の礫は認められなかった。

暗灰色泥岩：半固結で、鮮新世掛川層群の泥岩に類似する。これと似た泥岩が St. 362, St. 373 及び St. 376 でも採取された。

シルト岩：灰白色を呈し、先鮮新世の花粉化石 *Liquidamber*, *Keteleeria* 及び *Carya* を産することから (黒田富美雄の通信)、上部中新世相良層群に対比される。これと同質のシルト岩が St. 362, St. 373 及び St. 376 からも採取された。

石灰質礫岩：礫岩は白色で、基質は粗粒石灰岩である。礫は大部分、円磨された砂岩・珪岩・黒色頁岩及び石英であり、稀に赤色珪岩が含まれる。これらは瀬戸川一四万十帯からもたらされたものである。

2) St. 361—試料番号 D 111

この試料は南海舟状海盆南の海脚の南西縁の小丘から採取された。試料は多くのマンガンに被膜された岩石片を含む石灰質軟泥である。岩石片は角閃石・斜方輝石・カンラン石・普通輝石安山岩、及び普通輝石・カンラン石玄武岩である。安山岩の斑晶は斜長石・砂時計構造をもつ普通輝石・褐色スピネルを包含するカンラン石、鉄鉱物、斜方輝石および角閃石である。石英の捕獲結晶が含まれる。石基は淡褐色ガラス・斜長石・斜方輝石・単斜輝石及び鉄鉱物からなる。

玄武岩は新鮮な斜長石・褐色スピネルを有するカンラン石、及び普通輝石の斑晶を有し、石基は斜長石・単斜輝石・鉄鉱物・カンラン石とケイチョウ岩質メソスタシスである。

3) St. 364—試料番号 D 113

本試料は膠州海山の東頂上部から採取された。これは小マンガン団塊を含む石灰質軟泥である。団塊の核の岩石は、カンラン石玄武岩であり、斑晶はカンラン石と斜長石、石基は斜長石・カンラン石及び淡褐色ガラスである。

V. 西南日本外帯沖の大陸斜面と深海底から得た堆積コアの予察的研究（井上英二）

1. コア採取位置

本海域の第四紀堆積状況を知る目的で、四国海盆、南海舟状海盆及び大陸斜面の深海平坦面の7地点から、6m長のピストンコアを用いて柱状採泥を行った（第V-1表）。P 57 と P 63 は熊野海段の縁辺部、P 59 は土佐海段、P 61 は日向海段から採取された。

P 60 と P 62 は南海舟状海盆底の水深 4,400 及び 4,890m の地点から、P 58 は四国海盆の膠州海山麓の水深 4,000m の地点からそれぞれ採取された。各コア採取位置付近における海底地形と堆積状況は、3.5 kHz 地層探査機記録に示される（第V-1図）。

2. コアの記載

各海段から採取されたコアは、緑灰色シルトと明灰色砂からなり、しばしば細礫または中礫を含む。数層準に黄白色の火山灰の薄層が介在する。深海底からのコアは緑灰色シルト及び粘土からなり、微細粒砂のラミナを有する。数層準に黄白色火山灰の薄層を挟む。これらのコアの柱状を第V-3図に示す。

1) 海段から採取したコア

測点 363 の P 57 は、水深 1,775 m の熊野海段の北縁で、志摩半島南東約 40 km の水深 1,775 m の海底から採取された。第V-2図をみるように、この地点では、堆積物は扇状堆積をなし、起伏に富み、第四紀を通じて、強い沿岸流の影響を受けているようにみえる。

コアの貫入深度は 293 cm、採取コア長 228 cm である。堆積物は砂と細礫を含む緑灰色シルトである。コアは 4～5 の堆積サイクルからなり、各サイクルは上方細粒級化を示す（第V-4図）。各サイクルの下部は円ないし亜円礫からなり、礫種は石英・チャート・砂岩及びスレートで、これらは紀伊半島の四万十層群に由来すると推定される。各サイクルの基底には、浸食作用を暗示する削削面がある。各サイクルの上部は、細礫を含むシルトと砂質シルトである。コア頂部から 90 及び 220 cm の層準に、それぞれ 10、12 cm の細礫層がある。このような粗粒堆積相からみて、海水準の低下時代に、堆積物は、強い水流によって周期的に、上部大陸斜面の凹部に運び込まれたと推定される。

測点 377 の P 63 は、熊野海段の南縁付近の水深 2,050 m の海底から採取された。この地点では海底は平滑であり、海段中央部に比較して、堆積物が薄化している。ピストンコアは堆積物を 415 cm 貫通し、327 cm の堆積コアを得た。コアは細粒ないし微細粒の砂ラミナを含む緑灰色シルトと粘土である。砂ラミナはコアの上部に多く、雲状を呈して不規則である。灰白色火山灰層が 2

層準に産する。上部火山灰層はコア頂部より 15cm の層準、下部火山灰層はコア中部に産し、厚さは 20 cm である。さらに、ごく薄い火山灰層がコア頂部から 90 cm の層準に産している。

層準 72.5~85.5cm に植物細片に富む砂質シルトがある (V-4図)。この植物碎屑層は暗褐色を呈し、厚さ 13 cm で、そのうちの 5 cm がとくに植物片に富む。花粉分析によると、この層は草本類花粉に富んでおり、このことは、堆積当時の陸域が現在よりもさらにこの採取地点に近く、強い水流が存在して飛翔力がない草本類花粉を海に運搬したと推定される。

測点 367 の P 59 は、室戸岬南西 70 km の土佐海段の南部から採取された。付近の海底は平坦で、厚い新第三紀~第四紀堆積物が成層して分布する。ピストンコアの貫入は 337 cm で、そのすべてが堆積物コアとして採取された。

コアは砂ラミナを有する緑灰色シルトと粘土である。均質な泥はコア上部に多く、砂ラミナに富むシルトと砂質シルトは下部に優勢である。砂は微細粒、明灰色を呈し、淘汰良好である。砂ラミナはレンズ状または雲状をなしてシルト中に存在する。厚さ 16 cm の火山灰層がコアの中部に 1 枚介在する。火山灰は灰白色で、粒度は粗粒シルトないし微細粒砂である。

測点 371 の P 61 は、日向海段の水深 1,774 m の海底で得られた。3.5 kHz 地層探査記録によると、この地点の海底は起伏に富み、堆積物が薄い (第 V-2図)。

コアは緑灰色砂と砂質シルトからなる。砂は細~粗粒砂で、淘汰不良、層理を示さず、多数の貝殻片を含む (第 V-4図)。砂粒は石英、火山ガラス、スコリア、岩石片及び貝殻細片、有孔虫殻、海綿遺骸等である。貝殻層はコアの数層準に存在し、そのなかの最も顕著な層は、*Amusiopecten praesignis* (YOKOYAMA) と他のペクテン類を含み、また、コア基底部の貝殻層は *Macoma* を産する。貝殻層を通じて、腐泥臭がきわめて強い。

このコアには明確な火山灰層は認められないが、116~126 cm 間に、火山灰のパッチが散点している。

このコアの堆積物は海面低下時代のレリクト堆積物であり、貝殻片は豊後水道を通して、近くの沿岸より運搬されたものと考えられる。

2) 南海舟状海盆と四国海盆から採取したコア

測点 375 の P 62 は、潮之岬南西 95 km で、南海舟状海盆の水深 4,440 m の平坦な海底から採取された。測点付近の堆積物は、あまり明確な層理を示さない。コアは微細粒砂層またはラミナを含む緑灰色シルトからなる。砂層はレンズ状または層状をなし、厚さ数 cm ~ 数 10 cm、最も厚いものはコア基底部にあって、63 cm の厚さである。砂の粒度は細粒~微細粒、色は灰色ないし暗灰色で、淘汰良好である。最も厚い砂層の重鉱物は主として角閃石からなり、紫ソ輝石、ジルコンが普通に存在する。黒雲母・赤鉄鉱・ザクロ石・緑レン石及び黄鉄鉱も含まれる。この重鉱物組成はコア中の火山灰のそれに酷似しており、安山岩質岩石に由来するものと推定される。

コアには 3 枚の火山灰層が介在する。コア頂部の火山灰層は白色で、粗粒シルトないし微細粒砂の粒度であり、層厚は 64 cm である。中部火山灰層は 109~119 cm の層準にあり、白色でシルトである。下部火山灰層は 212~222 cm の層準にあり、帯白黄色、微細粒砂ないし砂質シルトの粒度をもち、上方に細粒級化を示す。

測点 366 の P 58 は、四国海盆の膠州海山の基底部 4,000 m の水深から得られた。ピストンコアは 518 cm 貫入し、そのうち 485 cm の堆積物コアが得られた。最上部の 25 cm は褐色粘土の酸化層であるが、それ以下は緑灰色シルトと粘土からなり、砂ラミナは少ない。堆積相は、火山灰層を挟在する点をのぞいて、均質に近い。有孔虫遺骸は、コア全般に産する。

火山灰層は 15—54 cm、108—136 cm 及び 198—223 cm の 3 層準に介在する。上部火山灰層は細粒砂とシルトの粒度で白色を呈し、中部及び下部火山灰層はシルトの粒度で灰白色であり、きわめて火山ガラスに富む。これら 3 火山灰の重鉱物は角閃石が最も多く、ついで紫ソ輝石と黒雲母、少量としてジルコン・黄鉄鉱・赤鉄鉱・ザクロ石・カンラン石・電気石及び普通輝石が産する。上部火山灰層には、角閃石がとくに多い。火山灰層のほか、火山灰のパッチが 2~3 層準に認められる。

測点 368 の P 60 は、南海舟状海盆底の水深 4,890 m から採取された。大部分均質な緑灰色粘土ないしシルトからなり、砂ラミナは少ない。最上部 12 cm は褐色粘土である。以下、コアの上半部は緑灰色シルト質粘土で、コアの下半部はシルトと砂質シルト及び粘土である。コア基底部の砂の重鉱物組成は角閃石・黒雲母・紫ソ輝石・赤鉄鉱・黄鉄鉱・ジルコン・ザクロ石及び緑泥石である。

火山灰層は 270~294 cm の層準に 1 枚介在する。火山灰層は灰白色を呈し、シルトないし細粒砂である。重鉱物組成は角閃石・ジルコン・紫ソ輝石・カンラン石・黄鉄鉱・黒雲母・ザクロ石・電気石及び鉄イン石である。この重鉱物組成は、他のコアの火山灰層の組成に類似する。

有孔虫遺骸はきわめて少なく、これは堆積物が炭酸カルシウム補償深度以下で堆積した事実を示すものである。したがって、本海域における炭酸カルシウム補償深度は、有孔虫に富む P 62 の深度 4,440 m と P 60 の 4,890 m の間に存在すると推定される。

3) コア間の層相対比

以上述べたコアは、かなり違った堆積環境での堆積物であるため、堆積相からこれらのコアを対比することは困難である。しかし、火山灰層を利用して、以下のように対比を試みる。

P 58 の 3 火山灰層は、P 62 の 3 火山灰層にそれぞれ対比する。P 58 と P 63 間では、P 58 の上部・中部火山灰層を P 63 の上部及び下部火山灰層にそれぞれ対比する。

南海舟状海盆で得られた P 60 は、火山灰層はコアの下部に 1 枚あるのみであるため、他の深海底コアと対比することは困難である。一方、P 60 のこの火山灰層の産出層準は、土佐海段の P 59 の火山灰層産出層準に対比されるかもしれない。

P 57 及び P 61 は、ともに明確な火山灰層をもたないので対比はできない。

以上をみると、火山灰層による対比が可能な方向は NS 方向であり、これは現在的水深分布や海流の方向、火山灰の一般的な運搬方向（偏西風による）と矛盾している。このことは、過去における海流及び風の方向が現在と若干異なっていたかも知れない。

3. 有孔虫分析

1) 分析方法

有孔虫分析用試料として P 57, P 58, P 59, P 60, P 61 及び P 63 についてサンプリングを行った。サンプリング間隔は P 58 と P 60 が 10~20 cm, P 60 は 10~30 cm 間隔、P 59 は 30~60 cm 間隔、P 57 と P 61 はコアの頂部、中部及び基底部についてサンプリングした。分析は玉野測量設計株式会社経由で石油資源開発株式会社に発注し、同社の新保久弥技師の実験室で実施された。サンプルは 200 メッシュでシービングされ、1 サンプルについて 300 個体数以上の底棲、浮遊性有孔虫を鑑定、計数した。第 V-2 表は浮遊性有孔虫の産出表である。

これとは別に、地質調査所大阪駐在事務所吉田史郎技官が P 57, P 61, P 62 及び P 63 について、予察的に浮遊性有孔虫の産出を調査した（第 V-3 表）。

2) 浮遊性有孔虫

化石層序

第 V-2 表に示すように Blow(1969) の N 22 帯の指示種であり、現世も生存している *Globorotalia truncatulinoides* は全コアを通じて産出しているの、コアは更新世ないし現世の堆積物からなるといえる。N 21 帯から N 22 帯までの range をもつ *Globorotalia tosaensis* は、P 58 ではレベル 5 まで産し、それ以上には産しない。したがって、レベル 5 以下は更新統中部と考えられる。しかし、DSDP の Site 292 の有孔虫研究（氏家、1975）では、*G. tosaensis* は N 23 帯まで産しているの、先に述べたようにレベル 5 以下が更新統中部と速断することはできない。

Blow(1969) によると *Globigerina calida calida* と *Sphaeroidinella dehiscens excavata* は N 23 帯の指示者であるが、本海域のコアでは、その亜種までの鑑定が行われていないので、時代については決定できない。一方、市倉・氏家(1976) は日本海のコアの研究で、更新世一現世の境界の 1 基準として *Globigerina umbiricata* の消滅層準をあげている。P 58 では同種の消滅はレベル 7 であり、

これは *G. tosaensis* の産出範囲内である。したがって、種の産出 range からこれらのコアの更新世と現世の境界を決定することは困難である。

産出頻度の垂直変化

コアの更新世・現世境界を気候変化から推定する目的で、主要種の相対的産出頻度の垂直変化を検討した。第V-5図は重要ないくつかの種の産出頻度曲線である。種の選択は温度指示者となり得る種で比較的多産し、かつ層準によって産出頻度に変化がある点に基準をおいた。更新世後半の指示者である *Globorotalia truncatulinoides* は、産出頻度にあまり変化がないので図から省略した。

多産種は *Globigerina pachyderma*, *G. quinqueloba* 及び *Globorotalia inflata* の3種で、それぞれ数%から数10%の範囲で普遍的に産出する。

最もサンプル数が多い P 58 についてみると、産出頻度の変化は以下のとおりである。

(i) *G. pachyderma* と *G. quinqueloba* は両方とも北太平洋では亜極帯に優勢 (BRADSHAW, 1959) な冷水種であるが、その産出は互いに相反している。

(ii) *Globorotalia inflata* は温暖種 (BRADSHAW, 1959) であり、P 58 での産出は上記の冷水種のそれと逆である。

(iii) *G. pachyderma* と *G. bulloides* のような冷水種の比率はレベル3で減少し、レベル1で最低になっている。一方、中間種ないし温暖種、たとえば *G. inflata* と *Globigerinita guttinata* はレベル1と3でそれぞれ最高の頻度を示す。

(iv) P 58 ではほとんど全般を通じて有孔虫が多産するが、レベル2だけに有孔虫が産しない。これはサンプリングの不手際も考えられるが、先に述べた冷→温変化が生ずる層準でもあり、何らかの大きな環境変化がレベル2の付近で生じたことを反映しているのではないかと考えたい。

P 57 と P 59 における有孔虫分布の垂直変化は、サンプリング間隔が大きいため、P 58 よりも詳細にはわからない。しかし、P 57 と P 59 両方とも、P 58 における(i)と(ii)の変化の特徴をやはり示している。すなわち、冷水種の卓越から温暖種の優勢に変わる層準は、P 57 ではレベル2と3の間、P 59 ではレベル3と4の間である。

第V-5図のBは、温暖種と冷水種との各合計個体数の産出頻度の変化を示したものである。冷水種としては *G. bulloides*, *G. pachyderma*, *G. quinqueloba* を選び、温暖種には *Globigerinita guttinata*, *Globorotalia inflata*, *G. menardii*, *G. tumida*, *G. truncatulinoides*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides conglobatus*, *G. sacculifer*, *Pulleniatina obliquiloculata* 及び *Sphaeroidinella dehiscentes* を選択した。この選択は、主として BRADSHAW (1959) の北太平洋のデータにもとづいている。全体を通じて、温暖種は種数において冷水種より多いが、個体数では冷水種のほうが卓越する。第V-5図Bをみるように冷水種と温暖種の頻度の変化は、互いに逆である。P 58 では明瞭な温→冷の変換がレベル3と4の間、P 59 ではレベル3と4の間、P 57 ではレベル2と3の間にそれぞれみられる。この変換点は、温暖から寒冷への環境変化を示すものと解釈される。図中、黒色部分は、統計的に有意差をもつ範囲である (95% レベル)。これで見ると、P 58 では温暖環境期はレベル(3), 2と1, 及びレベル18に存在し、寒冷期はレベル4~7及びレベル15にみられる。これらの期は、おそらく間氷期と氷期に対応するものと考えられる。

一般的にみて、P 58 は6環境期からなる。すなわち、上から温暖、寒冷、中間、寒冷、温暖及び中間の順序であり、最上部の温暖期が現世と解釈される。

3) 底棲有孔虫

P 57, P 58 及び P 59 に産する底棲有孔虫を第V-4表に示す。また第V-6図は、主要種の産出頻度を示す。

P 58

P 58の底棲有孔虫の構成からみると、レベル1と3を除く他のレベルは *Chilostomella-Melonis-Planulina* 群集からなる。この群集の主要種は以下の通りである。

Buccella frigida

Chilostomella oolina

Lagena spp.

Martinotiella communis

Planulina wuellerstorfi

Pyrgo murrhina

Melonis pompilioides

Islandiella cf. *margareta*

ついで普通に産する種は *Bulimina exilis tenuata*, *Pullenia quinqueloba*, *Sphaeroidina bulloides*, *Uvigerina proboscidea*, *Eggerella bradyi*, *Tosaia hanzawai* 及び *Textularia* sp.

以上のほか、さらに34種が少量ないし稀に産する。

東北日本沿岸海域と土佐湾における底棲有孔虫のデータ (石和田, 1962), 駿河湾 (長浜, 1954), メキシコ湾, 中部テキサス大陸棚, メイン湾 (PHLEGER, 1960) の資料によると, 上掲の種の大部分は半深海ないし深海性である。 *Quinqueloculina* や *Elphidium* のような浅海種はこの群集には稀であり, 群集の構成は P 58 の現在の深海環境に調和している。

一方, レベル3と1の群集は上記の構成と異なる。レベル3の群集は下記のとおりである。主要種として

Martinotiella communis

Uvigerina proboscidea

Cibicides pseudoungerianus

Hoeglundina elegans

があり, *Bulimina aculeata*, *Chilostomella oolina*, *Oridorsalis umbonatus*, *Pullenia quinqueloba*, *Sphaeroidina bulloides* と *Pyrgo murrhina* が少量で産する。これらの大部分もまた半深海ないし深海性である。

レベル1の群集には顕著な卓越種はみられない。 *Martinotiella comunis*, *Planulina wuellerstorfi*, *Pullenia quinqueloba*, *Sphaeroidina bulloides*, *Pyrgo murrhina* が少量含まれるほか, 14種が稀に産している。これらは半深海~深海性のものが多い。

Quinqueloculina sp. はレベル, 1, 5, 9, 14, 15及び17にごく少量で産する。しかし, 同種の産出のうち, 中下部の層準に産するのは注目される。

他の浅海種は *Cibicides pseudoungerianus* であり, これはレベル3にやや普通に産している。同種は土佐湾の浅海~半浅海帯で産している (石和田, 1962)。このような浅海種が深海性群集中に混入することは, 更新世における何らかの環境変化を示しているのかもしれない。

P 57 と P 59

P 57 及び P 59 の底棲有孔虫群集は, P 58 の群集と対照的に, 2 の特徴を有する。すなわち, *Melonis pompilioides*, *Chilostomella oolina* は少なく, *Elphidium advenum*, *Bolvina robusta*, *Quinqueloculina* spp. のような浅海種が深海種に混って, やや普通に産している。このような構成は, これらのコアが比較的沿岸近くの海段から得られた事に矛盾しない。

P 59 における各主要種の産出頻度変化は, レベル3と4の間に大きな変化があることを示している。 *Bulimina marginata*, *Elphidium advenum*, *Cibicides pseudoungerianus* のようなむしろ浅海種はレベル4からレベル3にむかって減少し, *Eggerella bradyi*, *Pyrgo murrhina*, *Melonis pompilioides* が増加している。この変化は, 水深がレベル3の堆積以降に増大したことを暗示する。

P 57 における主要種の垂直変化は, サンプリング間隔が大きいために, それほど明瞭な傾向を示さない。しかし, レベル2と3の間に産出頻度に急激な変化を読みとることができる。

以上の3コアを通じて, 底棲有孔虫産出頻度上の急激な変化が, 各コアの上部に生じており, これは第四紀における環境の大変化を示すものと思われる。この変化の層準は, P 58 の浮遊性有孔虫分布の急激な変化層準にほぼ一致している。

4) 炭酸カルシウム補償深度

南海舟状海盆底の 4,880 m の水深から得た P 60 には、石灰質有孔虫遺骸がきわめて少ない。すなわち、同コアを通じて16層準からサンプリングしたが、そのうちレベル10のサンプルだけが有孔虫遺骸を普通に含んでいる。他の4サンプルがそれぞれ数個体の有孔虫を含み、他のサンプルには有孔虫遺骸を発見できなかった。P 60 におけるこのような遺骸の欠除は、このコアが炭酸カルシウム補償深度下にあるためと解釈される。したがって、本海域の補償深度は有孔虫遺骸を多産する P 62 の 4,400 m と P 60 の 4,880 m の間に存在すると推定される。この推定は DSDP の Site 297 の水深 4,458 m のコアの堆積物が石灰質有孔虫を産することとも矛盾しない。

他方、P 60 のレベル10における有孔虫の普遍的産出は、更新世における環境変化の 1 エピソードを示すものと考えられる。しかし、レベル10の時代に水深が小さくなって、炭酸カルシウム補償深度より海底が浅くなったかどうかはわからない。

P 58 では、レベル 2 からは浮遊性と底棲有孔虫遺骸が産しない。この欠除は偶然ではなく、この時代に水温変化や海流の方向が変化するなど、異常な環境変化を反映しているのではないかと考えられる。この事件は、浮遊性・底棲有孔虫の産出頻度の急激な変化期に対応している。

4. 花粉分析

1) 分析方法

P 58, P 59 及び P 63 について、花粉分析を予察的に行った。サンプリング間隔は P 58 で 25~60 cm, P 59 で 50 cm, P 63 で 30~100 cm である。

花粉分析は日本肥糧株式会社に依頼し、徳永重元博士とそのスタッフによって実施された。各サンプルから 20 g の試料を抽出し、HF と HCl で処理したのち、残滓をアセトリシスと KOH で処理した。花粉と胞子はグリセリン・ジェリーで封入され、鑑定された。第 V-5 表は、花粉・胞子の産出表である。

2) 分析結果

これらのコアは、*Sequoia* や *Liquidambar* のような新第三紀型の花粉を産しない。したがって、コアの時代は第四紀である。3 コアを通じて、花粉・胞子の主構成は針葉樹 11~26%、広葉樹 11~62%、及び草本類は 39% 以下である。シダ胞子は 10% 以下の頻度でコアに含まれる。コアにおける花粉・胞子の主要構成は第 V-7 図に示される。P 58 では、針葉樹花粉は一般に 30~60% であるが、レベル 1 では針葉樹花粉の比率が非常に低く、かわって広葉樹花粉が 71% ときわめて高い。一方、草本類花粉はレベル 3 以下では 10~30% の頻度で出現するのに対し、レベル 1 と 2 では草本類花粉が急激に減少する。レベル 1 と 2、あるいは 2 と 3 の間における産出頻度の明瞭な変化は、著しい気候変化に関係している。

P 63 においても、草本類花粉産出頻度の P 58 にみられるような大きな変化が、レベル 1 と 2 の間に認められる。レベル 1 では、広葉樹花粉はきわめて増大し、かわって草本類花粉が著しく減少する。

P 59 では、P 58 及び P 63 のような花粉構成の変化が認められない。草本類花粉はレベル 4 と 5 で増大するとはいえ、針葉樹と広葉樹花粉の産出頻度はそれほど変化しない。したがって、P 59 と他の 2 のコアとの間で、花粉構成から対比を行うことは困難である。

針葉樹花粉は *Abies* (モミ)、*Picea* (トウヒ)、*Pinus* (マツ)、*Tsuga* (ツガ)、*Taxodiaceae* (スギ科)、*Sciadopitys* (コウヤマキ)、*Podocarpus* (イヌマキ) からなり、このうち *Pinus*、*Tsuga*、*Taxodiaceae* が優勢である。広葉樹花粉では *Quercus* (コナラ) と *Alnus* (ハンノキ) が優勢で、ついで *Betula* (カバ)、*Carpinus* (シデ)、*Corylus* (ハシバミ)、*Castanea* (クリ)、*Castanopsis* (クリカシ)、*Fagus* (ブナ)、*Celtis* (エノキ)、*Ulmus* (ニレ) 及び *Zelkova* (ケヤキ) が産する。草本類花粉は大部分 *Artemisia* (ヨモギ)、*Gramineae* (イネ科) 及び *Cyperaceae* (カヤツリグサ科) であり、*Sanguisorba* (ワレモコウ)、*Potamogeton* (ヒルムヒロ)、*Typha* (ガマ) のような沼沢性草本類は少ない。

これら 3 コアの花粉産出ダイアグラムは、第 V-8 図に示される。

P 58

(i) レベル 1 と 2 の間で、*Abies*, *Pinus*, *Castanea*, *Castanopsis* 及び *Quercus* (常緑) の産出頻度に著しい変化がある。*Picea*, *Tsuga* と草本類花粉はレベル 2 と 3 の間で頻度に変化がみられる。本州中部における主要な森林樹の温度範囲によると (田井, 1973), *Abies*, *Picea* 及び *Tsuga* 亜寒帯または寒冷性樹林の要素であり、一方、*Quercus* (常緑), *Castanopsis*, *Castanea* は温暖要素である (田井, 1963)。*Castanopsis* は、中村 (1952) によれば、四国の後氷期に高頻度で産する。したがって、寒冷から温暖への気候変化はレベル 1 と 3 の間に存在すると推定される。

(ii) *Alnus* と草本類はレベル 3 ~ 6 または 7 の間でやや高頻度で産する。これらの花粉は、風によっては長距離にわたって運搬されないといわれている (田井, 1966 b)。P 58 の位置は現在の最も近い海岸より 250 km も離れ、水深は 4,000 m である。したがって、氷河期には古海岸は現在の海岸よりも P 58 の位置に近かったこと、あるいは古海流の現在の海流と違っていたことなどが推測される。

(iii) 花粉の産出頻度のもうひとつの大きな変化はレベル 7 の *Abies*, *Picea*, *Alnus*, *Castanea* + *Castanopsis*, *Quercus* (常緑) で認められる。このレベルでは *Abies* 及び *Picea* のような寒冷要素は減少し、温暖要素が局部的に増加する。これは、レベル 7 堆積当時、温暖気候が存在したことを暗示する。

第 V-8 図 B は、寒冷要素あるいは温暖要素を合計した産出頻度の変化を示したものである。採用した要素は、田井 (1963, 1970, 1973)、中村 (1952)、高橋 (1968) の資料にもとずいて、*Abies*, *Picea*, *Larix*, *Tsuga*, *Sciadopsis* 及び *Betula* は寒冷要素、*Podocarpus*, *Castanopsis*, *Quercus* (常緑)、*Celtis*, *Zelkova* は温暖要素とした。この図によると、明瞭な気候変化が認められる。すなわち、レベル 1 と 2 は温暖気候、レベル 3 ~ 6 は寒冷、レベル 7 は温暖、及びレベル 8 ~ 10 は寒冷気候を示している。結局、P 58 には 2 温暖期と 2 寒冷期が認められる。

P 63

(i) *Abies*, *Picea*, *Tsuga* 及び草本類はレベル 1 で減少する一方、*Quercus*, *Castanea* + *Castanopsis* はこのレベルで著しく増加する。この頻度の変化は、P 58 の上部レベルの変化に類似する。

(ii) Gramineae + Cyperaceae の花粉はレベル 3 で卓越する。このレベルは厚さ 13 cm の植物片碎屑層を挟在しており、同層中の大型植物 (葉・莖) は、細片のために種の同定は不可能であるが、葉脈の特徴などから草本類と考えられる (地質調査所尾上亨技官談)。

P 63 の堆積物の気候変化は、レベル 1 でむしろ温暖、レベル 2 - 5 は寒冷、とくにレベル 5 で寒冷気候を示す。

P 59

花粉産出頻度変化は P 58 と P 63 における変化と異なる。P 59 の上部には、著しい変化がみられない。*Abies*, *Picea* 及び *Tsuga* のような寒冷要素はほとんど変化しない。P 58 と P 63 の最上部レベルで減少する *Pinus* は P 59 のレベル 1 で増加している。*Castanea* + *Castanopsis* はレベル 7 から 2 へ増加し、レベル 1 で減少する。*Quercus* (常緑) は、あまり変化しない。草本類花粉はレベル 2 と 3 で低頻度である。

第 V-8 図 B に示されるように、温暖・寒冷要素の頻度変化からみて、寒冷気候がレベル 6 に存在すること、堆積当時、気候は P 59 の上部と中部は温暖期、下部は寒冷期であることが推定される。したがって、P 59 の花粉分析結果は、P 58 と P 63 の花粉による気候変化と直接対比できない。

5. 考察

P 58 は他のコアに比較してサンプリング間隔が短いので、コア間対比の基準となる。第 V-9 図はこれまでに述べてきた有孔虫分析と花粉分析の結果にもとずいて、コアの気候分帯を行ったものである。

同図をみるように、有孔虫分析の結果得た気候の推定は、花粉分析で得たそれとよく一致しているのがわかる。それによると、P 58 には 8 気候帯が認められる。すなわち、コア頂部から 45 cm ま

で温暖帯、45~130 cm は寒冷帯、130~275 cm はやや寒冷帯、275~335 cm は寒冷帯、335~360 cm は温暖帯、360~410 cm はやや温暖帯、及び 445 cm 以下は中間帯である。最後の帯では有孔虫と花粉による結果が異なっているが、これは当時の陸域と海洋の環境の相違を反映しているのかもしれない。

海段から採取したコア P 57, P 63 及び P 59 の有孔虫と花粉分析の結果は、P 58 におけるような詳細な分帯を示さないが、これらのコアは上部の温暖帯と下部の寒冷帯に2分される。両帯の境界は P 57 では頂部から 55 cm と 95 cm の間、P 63 では 10 cm と 50 cm の間、及び P 59 では 70 cm と 100 cm の間である。これらの境界は P 58 における 45 cm の層準に対比される。P 57, P 63 及び P 59 の下部の寒冷帯は P 58 の 45~335 cm 間の寒冷帯とやや寒冷帯に対比されるであろう。

底棲有孔虫分析結果を浮遊性有孔虫と花粉分析結果に対比することは困難であるが、*Chilostomella-Melonis-Planulina* 群集は P 58 の寒冷帯に相当すると考えられる。*Quinqueloculina* は浅海性であるが、寒冷帯にのみ産している。P 59 では、レベル 3 (70 cm) の底棲有孔虫群集はレベル 4 (100 cm) のそれとは異なり、前者は後者よりも、より多くの深海性要素を含んでいる。これは温暖・寒冷帯間の境界に一致している。

コア堆積物の層相からみると、P 58 と P 62 は3枚の火山灰層を挟む。火山灰層の層位と重鉱物組成から、これらの火山灰層は第V-9図のように対比可能である。一方、海段からのコアは3枚の火山灰層を有さず、P 63 では2枚、P 59 で1枚、P 57 と P 61 では明確な火山灰層はない。しかし、P 59 の火山灰層と P 63 中部の火山灰層は、層位的に、また気候分帯との関連からみて、P 58 の中部の火山灰層に対比される可能性がある。

サンプルが少ない P 60 と P 61 を P 58 及び他のコアに対比することは、微化石分析からも困難である。

コアの地質時代は、全コアとも第三紀微化石を含まぬことから、更新世及び現世である。Blow (1969) の浮遊性有孔虫分帯の N 23 帯の指示者の存在を確認していない。しかし、各コアをつうじてその上部に明瞭な気候帯の変化が有孔虫・花粉分析から認められることから、これが氷期と後氷期の境界、すなわち更新世と現世の境界ではないかと考える。

中村(1973)は、本海域中央部の沿岸寄りの土佐碧堆産の花粉について、寒冷群集からなり草本類に富むことを報告し、この花粉を含む堆積物は氷期のものと考えている。奥田(1976)によると、この堆積物は更新世の K 3 層に属する。以上の資料は、P 58 の 45 cm 以下の、草本類を高頻度で含み寒冷要素の花粉からなる堆積物が更新世氷期のものであるという筆者の推定に矛盾しない。

もしこの推定が正しければ、P 58 の更新世一現世の境界はコア頂部から約 45 cm の層準にあるので、境界を1万年前と見積ると、四国海盆北部深海底の堆積速度は 45 mm/1000 年である。この速度は、本海域南西隣の大東海嶺域で行われた残留磁気による堆積速度の推定値 8 mm/1000 年より著しく高い。しかし、本海域の南隣の四国海盆底での DSDP の Site 297 のコアでは、厚い更新統が存在し、平均堆積速度は 22 mm/1000 年と推定されている (INGLE, *et al.*, 1975)。筆者の推定値はほぼこれに近い。これから考えると、大東海嶺域と本海域とは、その間にある九州一パラオ海嶺がバリアリヤとなって、日本列島から供給される陸源碎屑物は、大東海嶺に達しなかったのではないかと考える。

VI. 紀伊半島沖のピストンコアに含まれる第四紀石灰質ナンノプランクトンについて (常世田千春・水野篤行)

石灰質ナンノプランクトンの研究は、この10年間、深海堆積物コアの対比、古環境変化の推定に多大な貢献を行ってきた。しかしながら、日本列島周辺域に関しては、ラumontコア (V21-98)、DSDP コアをのぞいては、ナンノプランクトンの垂直分布の詳細についてはこれまでデータがほとんどなかった。ここでは、GH75-3, GH75-4 両航海において得られた2つのコア (P49, P58) に含まれるナンノプランクトンを予察的に検討した結果を報告する。P 49, P 58 に関する位置・水深

等のデータは第1表に示してある。

コア P 49 (345 cm) は室戸舟状海盆の南部で、音波深査の資料からは P 層 (更新世中期—現世) と K 3 層 (更新世初期—中期) の分布域の境界付近に位置する。コア P 58 (484 cm) は四国海盆北部の膠州海山南麓部から得られたものである。両者は泥質堆積物にとんでいる。

コアからは 10 cm 間隔にサンプリングされ、3,000~5,000 倍で走査型電子顕微鏡のもとで 250 個体を同定した結果をとりまとめた。結果は垂直分布図として第 2・3 両図に示した。

コア P 49 においては *Gephyrocapsa oceanica* が圧倒的に上下を通じて多産する。*Emiliana huxleyi* は下部にはなく、0-240 cm の間に認められ、その消長は *G. oceanica* と逆相関の関係にある。*Cyclococcolithus leptoporus*, *Helicopontosphaera kamptneri* は全体を通じて比較的多い。*Umbilicosphaera mirabilis* も全体にわたるが、量的には少ない。*Coccolithus pelagicus* は 220 cm に目立ち、とくに、260 cm に優勢である。同時に微量ではあるが、コアの最上部にもみられる。*Helicopontosphaera wallichi* は量は少ないが中上部に産する。*H. selli*, *Discolithina japonica*, *Discoaster brouweri rutellus*, *Ceratolithus cristatus* は非常に限られたところにしかみとめられない。

コア P 58 においては、*Ceratolithus rugosus* 以外のものは P 49 に産するものと同種である。ただし、*Coccolithus pelagicus* と *Discoaster brouweri rutellus* はここには産しない。*Gephyrocapsa oceanica* は P 49 と同様に全体を通じて非常に優勢である。*Emiliana huxleyi* も全体を通じてかなりの量で産する。前コアと同様に両種の消長は逆相関の関係にある。

以上の種のうち、*Emiliana huxleyi*, *Gephyrocapsa oceanica*, *Umbilicosphaera mirabilis* は棲息時の水温に依存した内部構造変異を有するといわれているが、その検討はまだ行っていない。しかし、以上のデータから、まだ確実な結論を得ることは困難であるが、コアの微化石層序学の問題、古環境変遷の問題についてある程度議論ができる。

中上部更新統のナンノプランクトン化石帯については、MARTINI (1971), GARTNER (1969) が、*Emiliana huxleyi* 帯、*Gephyrocapsa oceanica* 帯 (*Gephyrocapsa* 帯)、*Pseudoemiliana lacunosa* 帯 (上位から下位へ) を設立した。高山 (1973) は、沖大東海嶺のコアにもとづいて、*E. huxleyi* 帯と *G. oceanica* 帯の間に *Umbellosphaera irregularis* 帯を設定した。ELLIS (1975) は DSDP コア (フィリピン海北部) をあつかった際に、BUKRY (1973 a, b) の区分を適用している。この区分では、*G. oceanica* 帯と *G. caribbeanica* 帯を設けているが、その *G. oceanica* 帯は、MARTINI (1971) の *G. oceanica* 帯と *P. lacunosa* 帯上部を合わせたものにほぼ対応する。いっぽう、NISHIDA (1977) は、MARTINI (1971) の区分が日本列島の陸域・海域を通じて適用できるものとして扱った。GARTNER (1977) は、これまでに行われていた化石帯区分を大きく修正し、従来の *E. huxleyi* 帯から新しく *E. huxleyi* Acme 帯をわけた。さらに *P. lacunosa* 帯以下にたいして従来と異なる区分を提案した。GARTNER (1977) による *E. huxleyi* Acme 帯は 0.07 m.y.—現在、*E. huxleyi* 帯は 0.27 m.y.—0.07 m.y. の時代範囲をもっている。以下、本稿では、この区分を適用して若干の議論をする。なお、従来の *E. huxleyi* 帯にたいしては、便宜時に *E. huxleyi* 帯 (s.l.) として扱うことにする。

コア P 49 については、*E. huxleyi* が中上部に限られていることから、その中上部は *E. huxleyi* 帯 (s.l.) あるいは *E. huxleyi* Acme 帯に対比されるのであろう。もし、*E. huxleyi* Acme 帯とすると、240 cm より下位に同種が欠如していることは Acme 帯以前には同種がそれほど優勢でなかったことに由来するものと解釈されよう。その場合 Acme 帯における堆積速度は 3 cm/1000 年前後となるが、P 49 の既述の地質学的位置からみるとやや大きいようにも思われる。いっぽう、コア中上部は *E. huxleyi* 帯 (s.l.) とした時には、その間に *E. huxleyi* Acme 帯を識別できない。このことは、同帯の期間、堆積が行われなかったか、あるいは *E. huxleyi* がそれほど優勢でなかったか、いずれかによるものであろう。

いずれにせよコア P 49 における *E. huxleyi* の分布範囲の化石層序学的位置に関しては結論をあたえることができないが、今のところではその部分を *E. huxleyi* Acme 帯とすることは、より可能性に乏しいかと思われる。

暫定的に *E. huxleyi* の産出部分を *E. huxleyi* 帯 (s.l.) とみなすと、240 cm 以下の部分は、*P. lacunosa* を欠くので *G. oceanica* 帯となる。その際、GARTNER (1972) により寒冷種とみなされている *Umbellosphaera irregularis* は存在しないことから、高山 (1973) の *U. irregularis* 帯は識別できない。しかし、同様に寒冷種である *Coccolithus pelagicus* は *E. huxleyi* 帯 (s.l.) の下限の直下にかかなりの量で出現している。このことは、その産出部分が 0.27 m.y. 直前の寒冷期 (したがって EMILIANI, 1958 の paleotemperature stage 10 (ミンデル氷期あるいはカンサン氷期) に相当することを示唆するものであろう。

C. pelagicus の産出部分の下位では、*Helicopontosphaera kamptneri* と *Ceratolithus cristatus* がかなりの量でみとめられる。両種とも温暖気候を示すものであり (WISE, 1973; GARTNER, 1972)、この部分は paleotemperature stage 11 (ミンデル-ギュンツ間氷期) に相当するものであるかもしれない。

以上の考えかたによる場合、*Helicopontosphaera selli*, *Discolithina japonica*, *Discoaster brouweri rutellus* の産出は二次堆積によるものと考えられる。

コア P 58 に関しては、*E. huxleyi* が上下を通じて多産するので、全体が *E. huxleyi* (s.l.) に属することは明らかである。しかしながら、ここでも、*E. huxleyi* Acme 帯の識別は不可能である。全体が *E. huxleyi* Acme 帯に属するものである可能性もあろう。しかし、いずれにせよ、*Ceratolithus cristatus* がかなりの量の *Helicopontosphaera kamptneri* と共にコアの中下部のいくつかの層準に出現していることは注目すべきであり、このことは時代は不明であるが温暖期が何回かくり返されたことを示している。

両コアを通じて、*Coccolithus pelagicus* の分布状況は注目すべきである。P 49 では暫定的に対比された *G. oceanica* 帯には顕著であるが、両コアの *E. huxleyi* 帯 (s.l.) では欠けているかあるいは極めて稀である。同種は、沖大東コアでは鮮新世の間に絶滅したと考えられ (高山, 1973)、西田 (1973) によれば、化石層序学的位置は不明確であるが、八丈島北東方の底質中には稀、また拓洋海山城ではかなり豊富である。また、DSDP コア (フィリピン海北部、Sites 296, 297, 298) では *E. huxleyi* 帯に存在するが、稀である。以上のことからみると、*C. pelagicus* は南方では鮮新世に絶滅したが、フィリピン海北縁部では、*G. oceanica* 帯までは豊富に生存し、また *E. huxleyi* 帯 (s.l.) では生存が貧弱となったと考えられる。

他の興味あることは、*E. huxleyi* 帯 (s.l.) における *G. oceanica* と *E. huxleyi* の消長の逆相関関係である。しかし、今のところ、両種とも温度に関する生態型がまだ解析されていないので、その意義は不明確であり、今後の問題として残されている。

Ⅶ. 四国海盆のピストンコアについての残留磁気測定 (上嶋正人)

P 58 の堆積残留磁化を測定した。P 58 はまず 6 本に切断され、さらに任意の方向で縦に 2 つ割りにされている。この断面から 52 cm 間隔でサンプリングし、6 cm ごとに、自然残留磁化、50 Oe 交流消磁後の残留磁化、等温飽和残留磁化を測定した。図 VII-1 に示すように底の 5 m まで反転はみられない。残留磁化/等温飽和残留磁化比は古地球磁場と何らかの関連を持つものと思われるが、今後の課題である。

Ⅷ. 西南日本太平洋側の泥質堆積物の化学組成 (杉崎隆一)

緒言

地質調査所の GH 75-4 航海を通じて、西南日本太平洋側の大陸斜面、南海トラフ及び四国海盆北部から得られた堆積物コアの化学組成を求め、堆積物の供給源を推定する。

分析方法と結果

研究用としてコア P 57 ~ 63 から泥質堆積物 29 試料を抽出した。試料は 110 °C で乾燥後、蛍光 X 線分析法を主体として各主成分元素を測定した (第Ⅷ-1表)。

堆積物は SiO_2 に富み、 MnO が少ないことで特徴づけられる。このような組成は深海底で普通みられる遠洋性堆積物と比較して若干異なっている。各コアの化学組成の垂直変化は明らかでない。

主成分についての特徴は以下の通りである。

CaCO_3 の分布

試料によって CaCO_3 を含むものも含まないものもあるが、第Ⅷ-2図に示すように、試料の水深と CaCO_3 含有量との間には明らかな関係があり、この海域での炭酸カルシウム補償深度は水深 4,500 m 付近ということになる。フィリピン海での補償深度は一般に 4,000 ~ 4,500 m とされているので、この結果と矛盾しない。

P 60 は CaCO_3 分布について、とくに注目される。すなわち CaCO_3 はこのコアの上半部に存在するが下半部では P 60-10 サンプル (深度 325-332 cm) を除いて検出されなかった。このコアの水深は 4,890 m であり、これは明らかに補償深度を超えている。

このコアの CaCO_3 の分布について以下の説明が可能であろう。1) コアの上半部の堆積速度は下半部より速かったので、 CaCO_3 は上半部で溶解から免れて残った。2) 下半部の堆積後、水深が急速に浅くなった。3) 上半部の堆積時を通じて、水深が下半部堆積当時より高くなった。

以上の仮説のうち、どれが適当かは結論づけられないが仮説1)は、コアの下半部が上半部に較べて砂質であることからみて、ありそうにない。これらの解釈については、微化石や同位元素からの情報が必要である。

酸化物濃度

第Ⅷ-1表に示される分析値を CaCO_3 と残留物を除いて、珪酸塩部分として再計算したのが第Ⅷ-2表である。GOLDBERG & ARRHENIUS (1958) による典型的な遠洋性堆積物の化学組成と比較して、本海域の泥質堆積物は SiO_2 富み、 MnO に乏しく、さらにその化学組成が著しく均質である。第Ⅷ-3表に示すように各組成の平均値からの標準偏差は小さい。

これは各試料が 600 km × 300 km という広い範囲から採集されたにも拘らず、泥質堆積物の地球化学的均質性が高いことを示している。

堆積物の構成要素の起源を推定するために、第Ⅷ-3及び-4図を作成した。第Ⅷ-3図は SiO_2 、 TiO_2 及び Al_2O_3 の関係を示す。これらの成分は風化、堆積過程を通じて変化し難い (RANKAMA & SAHAMA, 1950) ので、このダイアグラムは堆積物の起源を推定するのに役立つと考えられる。本海域の泥質堆積物の点はこのダイアグラム上で、日本の花崗岩の平均値の点と第四紀火山岩のそれとを結ぶ線上にプロットされる。このことは、堆積物が主として日本列島から供給され、堆積作用を通じて化学的に均質化されたことを示す。

広域にわたって堆積物の化学組成が極めて類似しているとはいえ、 SiO_2 、 MnO 及び $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ 比の変化はコアの水深の増大に応じて定方向的に変化する。これは大陸縁辺部の堆積物が Si と二価鉄に富み、Mn に乏しいことで特徴づけられていること、深海に向って、低 Si 二価鉄、高 Mn に変移することを示している。