

紀南海底崖の地形と地質

—第176, 177潜航の結果—

沖野 郷子*1 藤岡換太郎*2

四国海盆の中央部 (19~15Ma) と東部 (23~19Ma) の境界に位置する紀南海底崖において、南北に約135km離れた2点で「しんかい6500」による潜航調査を行った。紀南海底崖はほぼ南北に伸びる長大な断層崖で、N18~30°Wの方向を持つ数十kmの崖が雁行配列することにより構成されている。崖の比高は最大800mである。急崖は大部分マンガンクラストで覆われていたため層序の観察はできなかった。崖は急崖と平坦面の繰り返しからなり、急崖には枕状を示す舗装型マンガンクラストが、平坦面の一部にはマンガンジュールの集まった薄いシートが分布し、崖趾はマンガンで表面を被覆された泥岩、玄武岩で埋積されている。また、海盆拡大末期に粘性の低い溶岩が流れたと思われる縄状溶岩が発見された。観察された舗装型マンガンクラストは琉球海溝の海側斜面で第178潜航で発見されたものと全く同じ形態のものであり、ヤップ海溝海側斜面で第195潜航で発見されたものと併せて新しいタイプのマンガンの産状として重要である。また、マンガンの産状や形態は急崖の水深や傾斜に関連して変化することがわかった。縄状溶岩は粘性の低い玄武岩であり、これらは従来中央海嶺や背弧海盆の拡大軸などから得られている。四国海盆で発見されたのは今回が初めてであり、四国海盆を担う玄武岩の化学組成変化を知るうえで重要である。

キーワード：舗装型マンガンクラスト、紀南海底崖、縄状溶岩

Geomorphology and Geology of the Kinan Escarpment in the Shikoku Basin

—Results of Dive #176 and #177—

Kyoko OKINO*3 Kantaro FUJIOKA*4

Two dives of "Shinkai 6500" were carried out at the Kinan Escarpment, which marks the boundary between the central part (19–15Ma) and the eastern part (23–19Ma) of the Shikoku Basin. The Kinan Escarpment is a long fault scarp extending from north to south and consists of several segments trending N18–30°W, which show right-stepping en-echelon structure. The maximum relative height exceeds 800m. During two dives, the almost whole surface of the scarp is covered with manganese crust, so we were not

*1 海上保安庁水路部

*2 海洋科学技術センター深海研究部

*3 Hydrographic Department, Maritime Safety Agency

*4 Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

able to observe the real outcrop or the succession of the sediment. The scarp is composed of the very steep cliff and the gentle slope. We observed that the pavement type manganese crust which looks like pillow lava covers the steep cliff. On part of the flat seafloor, the small round manganese granules are amalgamated and make thin sheet. Various sizes of manganese encrusted basalt breccias and mudstones were found in debris flow deposits or talus. We found ropy lava on the middle of the scarp, which is considered as the result of low viscosity lava flow in the last stage of the Shikoku Basin opening. The pavement type manganese crust we found is similar to the manganese crust observed at the seaward wall of the Ryukyu Trench (#118). This type of manganese crust is important as well as a new type of manganese crust found at the seaward wall of the Yap Trench (#195). It is considered that the type of manganese crust is related to the slope angle and the depth. The ropy lava which indicates the low viscosity lava flow is commonly observed on the Mid-Atlantic Ridge as well as the spreading center of backarc basins, however, it is the first time that they are observed in the Shikoku Basin. These samples are of particular importance to understanding the change of chemical components of basalts forming the Shikoku Basin.

Key words : Pavement type manganese crust, Kinan Escarpment, Ropy lava

1. はじめに

四国海盆(図1)はフィリピン海プレートの北端に位置し、かつての伊豆・小笠原弧の背弧海盆として形成された。これまで主として地磁気異常のデータの解釈により海盆拡大の過程が研究されており(Shih, 1989など)、拡大は26Maころ始まり、途中2回の拡大軸方向の変化を経て15Maには終了したと考えられている。また、国際深海掘削計画IPOD Leg58においてSite442, 443, 444の3点の掘削が行われ、四国海盆拡大に関する地質学的大枠が明らかにされた(Klein and Kobayashi, 1980)。しかしながら、拡大直前のリフティングのステージや海盆底形成後の変形や火成活動などについては未知の部分が多い。

特に四国海盆の東端部は西七島海嶺の活動によって拡大時の海底の一部が西七島海嶺下にあると考えられ、伊豆・小笠原弧の本州弧への衝突による地殻の変形も著しく、地磁気異常は明瞭ではない。海盆東部の地形は海盆南西部に見られる南北方向のminor ridge and troughの配列とは対照的で、全体としては緩やかで円錐状の小海丘が点在する。海盆の東縁には西七島海嶺を構成する海山、小海嶺がNE-SW方向に雁行配列している。海盆東部で最も顕著な地形は137°E線上に26°30'Nから

30°30'N付近まで伸びる長大な西落ちの断層崖(紀南海底崖)である。崖の比高は最大800mに達し、崖の東側では水深は4,000~4,200mと浅くなり西七島海嶺脚部へ続く(Hydrographic Department, 1991)。この崖は北端部では比高を減じ、30°30'N付近で消滅するが、そのさらに北では南北の崖に代わって銭洲海嶺に見られるものと同様の南北圧縮による東西方向の褶曲+逆断層の変形が観察できる。紀南海底崖の東側ではこのような南北圧縮の構造が見られないが、表層に比高10m、波長50mほどの小規模の変形構造が存在することが過去の調査から明らかになっており、最近の変動を受けたことを示唆している。紀南海底崖はちょうど地磁気の縞状異常の方向が変わる境界と一致し、崖の西側は19~15Maの海盆拡大最後のステージに生成されたNW-SE方向のリネーションを持つ海底、東側は南北のリネーションに特徴づけられる19~23Maのステージの海底と考えられる(Okino et al., 1994)。IPODのSite443, 444はこの崖にきわめて近いところに位置するが、崖の西側の海盆拡大最終ステージに形成された海底で行われており、崖の東部では掘削などによる年代、層序の決定的なデータはない。従って、この紀南海底崖の潜航は、1)断層崖を観察し、断層運動の方向、変位、時期の手がかりを得



図1 四国海盆とその周辺の海底地形図。太線は紀南海底崖の位置を示す。
 Fig. 1 Topography of the Shikoku Basin and its adjacent area. Thick line shows the location of the Kinan Escarpment.

る、2)これまでわかっていない海盆東部の層序を観察する、3)岩石採取により基盤の年代決定を行うことを目的として行った。

2. 紀南海底崖の地形

潜航前に「よこすか」搭載のマルチナロービームHS 10により紀南海底崖の一部(28°N~29°50'N)の地形調査を行った。この結果、紀南海底崖は1本の連続した崖ではなく、複数の直線的な崖がright stepping(ミの字)の雁行配列していることがわかった(図2)。個々のセグメントの長さは短いものもあるがおおむね30~40 km、最大の比高は800mである。海底崖の走向はNNW-SSEであるが、個々のセグメントの向きは29度以北ではN18~23°W、南ではN25~30°Wと変化している。また、セグメント間の重複は南で大きい。崖の頂部には一部で崖の走向と平行に延びた高まり(比高20~40m)が見られ、それを越えると海盆東翼のごく緩傾斜の斜面に続く。また、比高200mを超える海丘が崖の頂部に点在し、これらはセグメントの端近くに位置することが多い。

3. 潜航概要

3.1 第176潜航

第176潜航は紀南海底崖北部の北緯29度30分付近で行われた。着底地点は崖の脚部にあたる29°29.427'N, 137°30.805' E、深さ4,644mの平坦な泥地で、着底後は針路を崖の最大傾斜の方向90°にとり、岩石、堆積物の採取、目視観察を行った(図3)。紀南海底崖の潜航地点での走向はN-S、比高およそ660m、平均傾斜は30°である。崖の傾斜は一様ではなく約50°と推定される切り立った部分と、泥がちな緩い傾斜地、及びその遷移部分(およそ30°)が繰り返して現われる。崖の走向も微視的にはN-Sを中心にE-WからNE-SWの間を変化する。着底点では泥岩の礫が分布する緩やかな泥の斜面であったが、水深4,595mで急崖に達し、傾斜変換点付近にはマンガンでコーティングされた巨大な角礫が累積していた。水深4,545~4,480mは傾斜50°以上の急な斜面で崖一面が厚みを持ったマンガンで覆われている。マンガンの形状は枕状溶岩によく似ており、南西諸島海溝海側(第118~121潜航)で観察されたものと同様のものと思

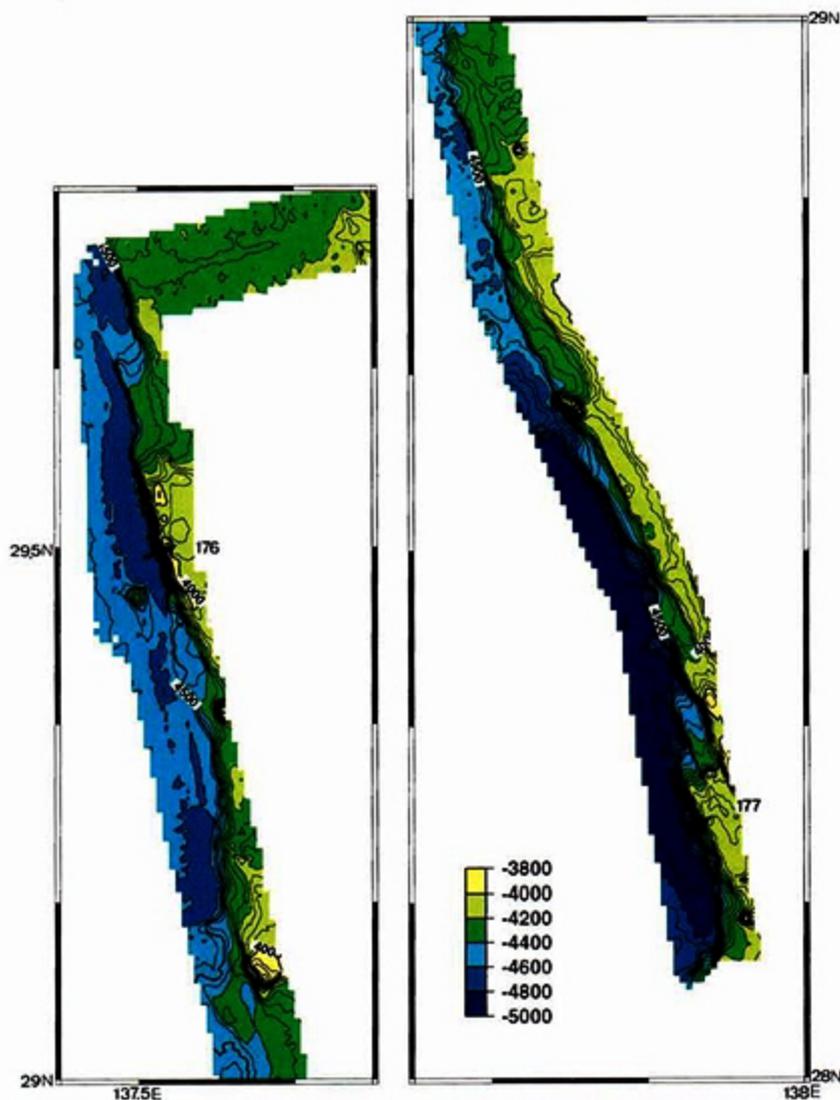


図 2 HS10のデータを用いた紀南海底崖の地形図 (コンター間隔は50m)。矢印は潜航地点を示す。崖が雁行配列するセグメントで構成されていることがわかる。

Fig. 2 Detailed topography of the Kinan Escarpment using HS10 data. Contour interval is 50 m. Arrows indicate the dive sites. The Escarpment shows en-echelon structure.

われる。その後、水深4,350m付近まではやや緩傾斜の部分で、崖面には大小の礫が分布する。これらの礫の多くは表面がマンガでコーティングされた泥岩であると推定され、上部の崖から崩れてきたものであろう。一部ではこれらの礫が互いに固着し、でこぼこした板のようになっているところも観察できた。水深4,300m付近のきわめて傾斜の緩い海底では、薄く堆積した泥の下に黒く丸い粒が連続してシート状になっている様子が見え、柱状採泥の結果これは厚さ2mmのマンガのシートであることがわかった。これより上部では、水深4,260m

付近と4,200m付近で再び急傾斜となり、崖一面がマンガクラストで覆われていた。これらの急傾斜地では崖があたかも1枚の板で覆われているようで、一部に崖下部の急傾斜面で見られる枕状マンガに近いものが見られた。急傾斜の海底にはさまれた比較的緩い傾斜の部分には、表面をマンガで覆われた角礫が海底を埋めていた。

3. 2 第177潜航

第177潜航は第176潜航の南およそ135kmの地点で行われた (図4)。紀南海底崖はこの付近で最も比高が大

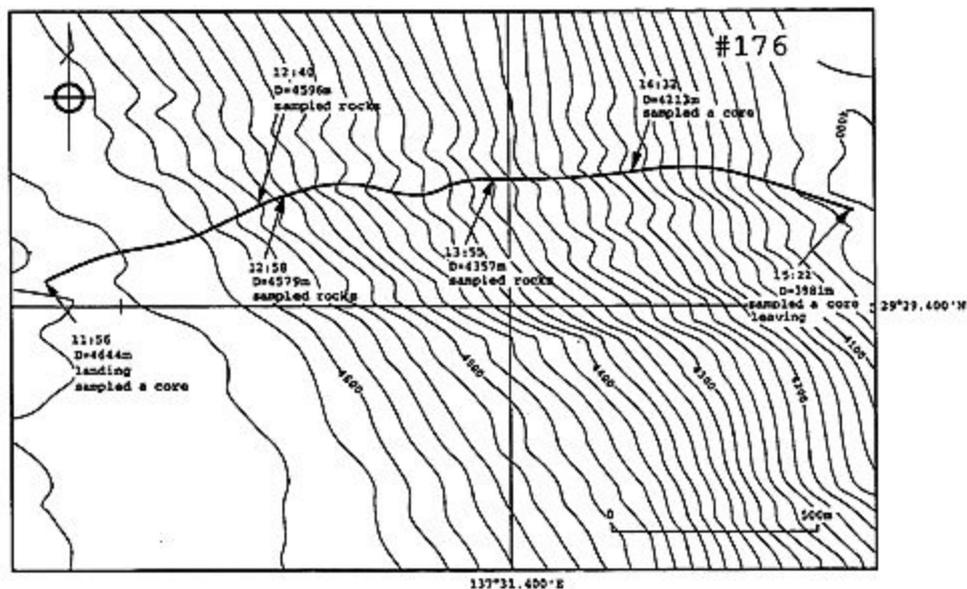


図3 #176潜航地点の地形と航跡図
Fig. 3 Ship's track of the dive #176 and the topography.

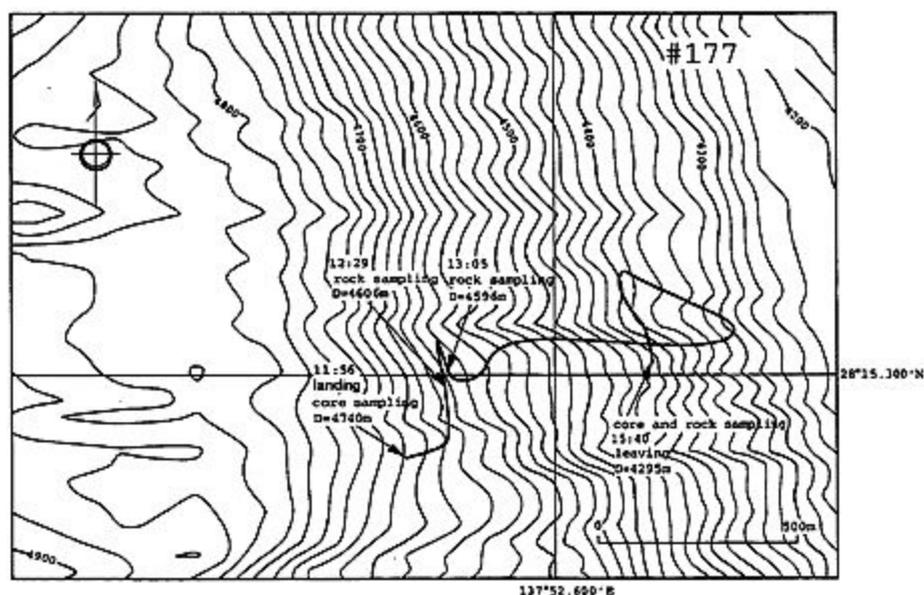


図4 #177潜航地点の地形と航跡図
Fig. 4 Ship's track of the dive #177 and the topography.

きくおよそ800mに達する。水深の深いところは徐々に傾斜を増す地形であるが、浅いところでは急崖と平坦面の繰り返しである。着底点は $28^{\circ}15.186'N$, $137^{\circ}52.373'E$, 水深4,739m。崖の斜面下部の小さなガレの中で、白い堆積物に厚く覆われ表面に生底や礫が分布する。水深4,689mまでは厚い堆積物に埋積されたガレで、ところどころに緩く下に傾いたマンガンの層が見られる。マンガンのは泥岩である。急崖にさしかかると、ラブルサ

イズの礫が崖面を構成している。見られる地層は水深の深いほうへ緩く傾斜した白い泥岩で有孔虫やナノプランクトンを含んでいる。ガレの中心はこれらの土石流堆積物に覆われ、壁は泥岩とマンガンの地層からなりラブルに覆われているところがある。水深4,554m付近ではガレに沿ってマンガンの被覆がはずれて中の岩石が顔を出しており、サイコロ状の溶岩が確認された。4,395mから4,300mにかけては急崖と平坦面の繰り返しが頻繁

に現われた。急崖は傾斜最大のところではほぼ垂直で、第176潜航で見られたものと同様の厚い枕状マンガンで覆われていた。マンガンの厚みは20cm以上あることがサンプリングによってわかった。4,300m以浅は堆積物の厚くたまった平坦面であったので、再び4,300mまで戻り、ほぼ同じ深さのところを崖に沿って南に移動した。この付近は枕状マンガンとラブルの繰り返しである。4,298mのラブルを登ったところで、表面に縄模様をついた溶岩を発見した。表面の縄は溶岩が水深の深い方へと流れたことを示し、粘性の低い玄武岩である。縄状溶岩の分布範囲はたかだか3m四方で、この場で形成されたものかどうかは定かでない。

4. マンガンの産状

紀南海底崖の2潜航を通じて、マンガンの被覆により露頭が直接海底に出ているところはほとんど見つからなかった。一方、表面に見られるマンガンの産状は変化に富み、以下のように大きく3つの型に分類できる。

(a) 舗装型 (pavement type)

崖の表面にコンクリートを吹き付けたように厚く一面に広がるもの。急傾斜地に分布する。

① 枕状マンガン (pillowy type)

形態は枕状溶岩に似て、滑らかな凸面が連なる(写真1)。崖下部の急傾斜面はほとんどがこのタイプのマンガンで覆われている。南西諸島海溝海側の潜航調査においても同様の枕状マンガンが急崖を覆っているところが観察されており、マンガンによる舗装が急崖を崩壊しにくくしていると考えられている(藤岡ほか、本書;加藤, 1993)。第177潜航では枕状マンガンが一部崩落しているところを利用してサンプリングに成功し、このマンガンの厚さ20cm以上にもなることが明らかになった。

② 板状 (platy type)

崖一面が厚くコーティングされている点は枕状と同様であるが、枕のような凹凸がなく、ゆるやかに崖に沿った形で広がる(写真2)。第176潜航の後半(水深4,120m付近)の急傾斜地に見られ、枕状のものが発達する崖下部では見られなかった。曲率の小さい枕状をなす部分や、屋根瓦のように板状のものが並んでいる部分もあり、より厚い枕状マンガンへと遷移していく可能性も考えられる。

(b) アマルガム型 (amalgamating type)

マンガンコーティングされた隙やマンガンノジュールの間にさらにマンガンが補填され、相互につながり大きな塊やシートになっているもの。比較的傾斜の緩いとこ

ろで多く見られる。

① 粒状~シート (granule-sheet type)

第176潜航、水深4,290~4,210mの間のほぼ平坦な海底で認められた。丸みを帯びた数mm以下のマンガンの粒が集まって1枚のシートとなり海底を覆っている(写真3)。柱状採泥の結果、このマンガンシートの厚さはおよそ2mm、シートの下は黄褐色の泥であった。シートの上にはごく薄く、マンガン粒が透けて見える程度に白い泥が堆積していた。第177潜航では平坦面は厚く白い泥で覆われていることが多く、このタイプは認められなかった。

② 角礫集合 (breccia type)

傾斜30°程度の斜面に多く分布する。マンガンをコーティングされた角礫が集まったもので、ごつごつした礫の形が認識できる(写真4)。第176潜航でこのタイプのマンガン塊からなる崖の一部を採取したところ、中は黄褐色の泥岩、礫岩、パミスであった。

(c) 礫型 (pebbly type)

泥岩、火山岩の礫が薄くマンガンを被覆されているもの。採取試料によるとマンガン層の厚さは数mm程度であった。急崖の崖麓部はほとんどこのような礫で埋積されている。

5. 火山岩の記載

紀南海底崖の潜航でいくつかの火山岩が採集された。第176潜航では表面を薄いマンガンを被覆された軽石が採集されているが、これは近くの火山から海流によって運ばれてきたものであろう。そのほか泥岩の中に岩片として含まれる玄武岩は、近くで火山活動があったことを反映している。また、やわらかい泥に塩基性の火山岩が貫入したものも得られている。第177潜航では chilled margin をもった basalt の pillow lava や pillow breccia が得られている。また、第176潜航で見られたようなやわらかい堆積物に貫入した basalt も得られている。第177潜航の離底地点では、やや平坦な部分に縄状の表面を持つ basalt の ropy lava が見られ採集されている。薄片を観察すると pillow はカンラン石と斜長石の斑晶を持ち、一部単斜輝石の斑晶を持つものがあり variolitic texture から intergranular texture を呈する。斜長石は急冷結晶の形態を持っており海底に噴出して急冷されたことを示す。泥に貫入した玄武岩も同様であった。デブリとして産出するものには ophitic から subophitic texture (doleritic texture) を呈するものがあった。これらの試料は紀南海底崖に沿って海底玄武

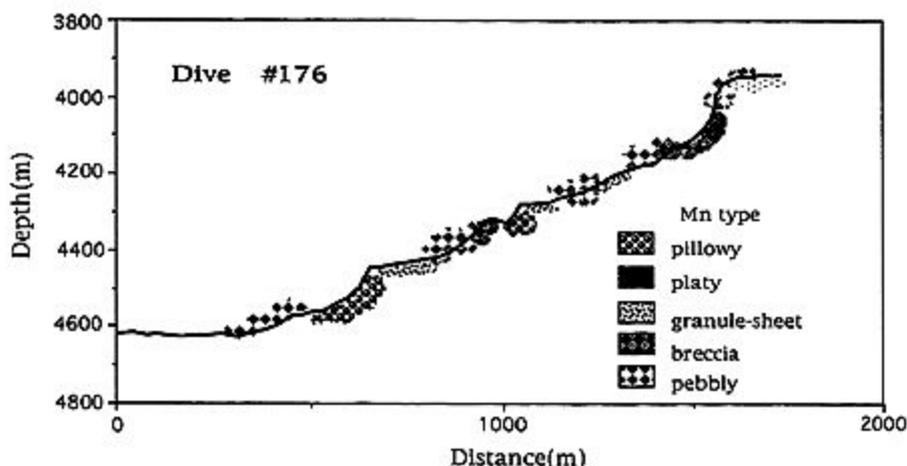


図5 #176潜航に沿った紀南海底崖の模式的な地形断面とマンガンクラストの分布
Fig.5 Cross section and the distribution of manganese crusts along the #176 dive route.

岩の活動があったこと、それらが主として枕状溶岩や pillow breccia であることを物語っている。また縄状溶岩は海底では主として中央海嶺や背弧海盆の拡大軸に見られる粘性の低いシートフローとして産出することが知られており、これらの玄武岩類が紀南海底崖で見つかったことは今後紀南海底崖や四国海盆の形成史を考えるうえできわめて重要である。

6. 考察

6.1 紀南海底崖の形成

紀南海底崖はいつどのようにしてできたのだろうか。前述のように、崖はひとつながりの連続したものではなく、複数のセグメントが雁行配列して成り立っている。模式的な断層の幾何学的配置によると、紀南海底崖に見られるような right stepping (ミの字) の雁行配列は左ずれに対応する。しかしながら、このような模式的配置が単純に適用できるのは、ごく均一な地質構造上に断層が発達する場合か、セグメントが十数m程度の短いものに限られる。セグメントのスケールが数km～数十kmになると地質学的な不均一に影響されて、左ずれでも右ずれでも right stepping を示す可能性がある。この場合、左ずれならば各セグメントが重複する部分は圧縮場となり、右ずれなら伸長場となるはずである。紀南海底崖の場合、配列から直観的には左ずれ成分が想定されるが、個々のセグメントの重複部が小規模ながら深みとなっていて、右ずれの可能性を否定できない。また、この配列は横ずれ運動を示すのではなく、崖生成時にこのような方向に構造的弱線が配列していたためという可能性もある。紀南海底崖の西側、海盆中央の最後のス

テージでできた海底のリネーションの方向は海盆中央ではN45°Wであるが最も外側の崖付近ではおよそN30°Wで、崖の南部のセグメントの方向にほぼ等しい。紀南海底崖が、四国海盆拡大終了後に崖の東西における構造の違い（東側は島弧が支えている？）により西がアイソスタティックに沈降してできたと考えられるならば（春日ほか、1994）、その割れ目がNNW-SSEのリネーションの方向を利用したと考えることもできる。

6.2 マンガンの分布

海底面を覆うマンガンの形態は前述のように枕状、板状、粒状シート、角礫集合、角礫の5つに分けられた。図5は第176潜航において潜水船のたどった航跡に沿った崖の断面図上にマンガンの形態を图示しており、マンガンの各タイプの分布状況は傾斜と密接な関係があることがわかる。平坦な海底では1～2mmのマンガン/ジュールがつながり薄いクラストを形成している。ただし、すべての平坦な海底がこのタイプのマンガンクラストを産するわけではなく、第177潜航のように泥が厚く堆積しているところも多い。一方、急崖はほとんどすべてが厚いマンガンで覆われている。今回の潜航では水深4,300m付近までは枕状、その上部では板状もしくは枕状と板状の遷移型という水深方向の分布の変化が観察された。崖一面を覆う舗装型のマンガンの2つのタイプ（枕状と板状）が、本当に別のタイプで水深などの環境条件によって異なる形態に成長するのか、それともマンガンクラストが球体を目指して成長するために崖の凹凸に沿った板状から枕状へと成長するのかは不明である。平坦面と急崖の傾斜変換点付近には角礫型が分布する。これらはマンガン層の厚さが数mm～数cmで、崖堆

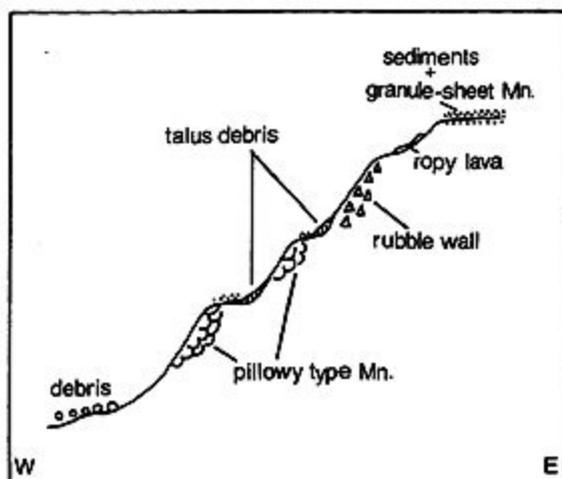


図6 紀南海底崖の地形断面模式図
Fig. 6 Schematic cross section of the Kinan Escarpment.

積物の表面にマンガンの被覆が見られるものである。崖の上部などの傾斜が30°ほどの斜面ではこれらの角礫が連結して崖を覆っているケースが非常に多い。以上のようにマンガンの形態は水深や斜面の傾斜に関連しているようである。図6に紀南海底崖における地形断面とマンガンの産状の関係を示した模式図を示す。

6. 3 生 物

急崖を覆うマンガンの表面には幅5 cm程の黒い蛇行した生痕が多く見られた。これはカクツムリに似た巻貝の跡であることが何箇所かで確認された。この貝はマンガンを酸化するバクテリアを食べているか、マンガンの表面に薄く積もった堆積物中の有機物を食べているかのいずれかであろう。ほかに、2 cmほどのシンカイコシオリエビが単独で存在するところが観察され、熱水などがなくとも1匹程度であれば表層の有機物で生きていけるのかもしれない。

7. まとめと今後の課題

第176, 177潜航は四国海盆における初めての潜航である。潜航及び潜航前地形調査の結果、1)紀南海底崖がright steppingの雁行を示すセグメントからなること、2)崖には泥岩、枕状溶岩が存在すること、3)崖を覆うマンガンクラストには5つの異なるタイプがあり、その分布と崖の傾斜度が関連していることがわかり、4)やわらかい堆積物の上を流れたと考えられる粘性の低い縄状溶岩が発見された。崖面はマンガンクラストに覆われ露頭がほとんどなく、目的の一つであった海盆東部の層序の観察は不可能であったが、採取された火山岩試料の分析

により、四国海盆拡大末期の火成活動の年代、特徴について検討できるはずである。マンガンについては、組成分析と産状—地形の対応関係の調査を南西諸島海溝のデータも含めて行い、その成因と成長過程を考察する必要がある。また、紀南海底崖については今回の調査海域より北側も含めて地形、重力、音波探査等のデータを再検討し、崖の形成過程と雁行構造の原因を研究すべきである。

謝 辞

潜航調査に際しては、「しんかい6500」運行チーム及び調査船「よこすか」の船長はじめ乗組員の方々に大変お世話になった。乗船研究者の方々には有意義な助言を数多くいただいた。加藤久佳氏、青池寛氏には、採取試料の整理・記載、航跡データの処理を助けていただいた。以上の方々に深く感謝する。図2の作成にあたってはGMT systems ver.2.1 (Wessel and Smith, 1991)を使用した。

参 考 文 献

- 藤岡換太郎ほか (1994) : 伊豆・小笠原弧横断潜航—海洋地殻断面、蛇紋岩海山、マンガン舗装—、JAMSTEC深海研究, 10.
- Hydrographic Department (1991) : Data Report of Hydrographic Observation, Series of Continental Survey, 7, Hydrographic Department, Maritime Safety Agency.
- 加藤幸弘 (1993) : 南西諸島海溝南西部の地形—深海調査船による観察—、第10回しんかいシンポジウム予稿集, 39-41.
- 春日 茂・加藤幸弘・沖野郷子・西澤あずさ (1994) : 日本南東海域の島弧・海溝系の特徴とダイナミクス、月刊地球, 9, 91-97.
- Klein, G.V. and K. Kobayashi (1980) : "Geological summary of the North Philippine Sea, Based on Deep Sea Drilling Project Leg 58." p 951-964. In Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, 58 U.S. Government Printing Office, Washington, D C.
- Okino, K., Y. Shimakawa and S. Nagaoka (1994) : Evolution of the Shikoku Basin. J. Geomag Geoelectr., 46, (in press).
- Shih, T.C. (1980) : "Magnetic lineation in the Shikoku Basin." p 783-788. In: Initial report of

the Deep Sea Drilling Project, 58. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C..

Wessel, P. and W.H.F. Smith (1991) : Free software helps map and display data. EOS (American Ge-

ophysical Union Transactions), 441, 445-446.

(原稿受理: 1994年6月30日)

(注) 写真は次ページ以降に掲載



写真 1 枕状マンガンクラスト (#176 潜航)
Photo 1 Pillowy type of manganese crust (Dive #176).



写真 3 粒状-シート型マンガンクラスト (#176 潜航)
Photo 3 Granule-sheet type of manganese crust (Dive #176).



写真 2 板状マンガンクラスト (#176 潜航)
Photo 2 Platy type of manganese crust (Dive #176).

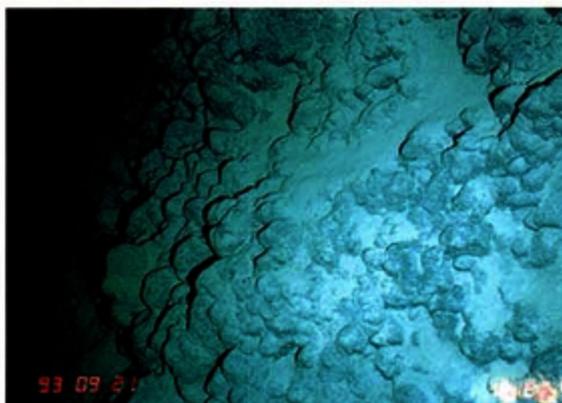


写真 4 角礫集合型マンガンクラスト (#176 潜航)
Photo 4 Amalgamating breccia type of manganese crust (Dive #176).

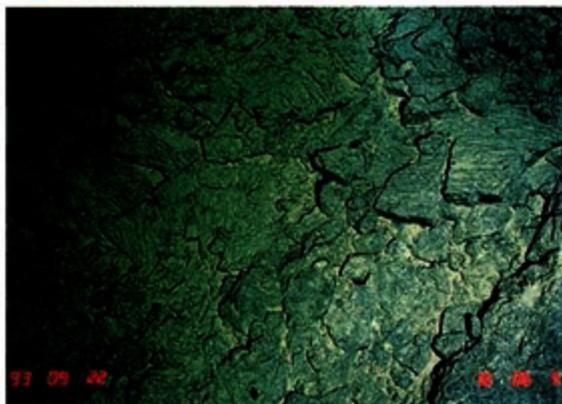


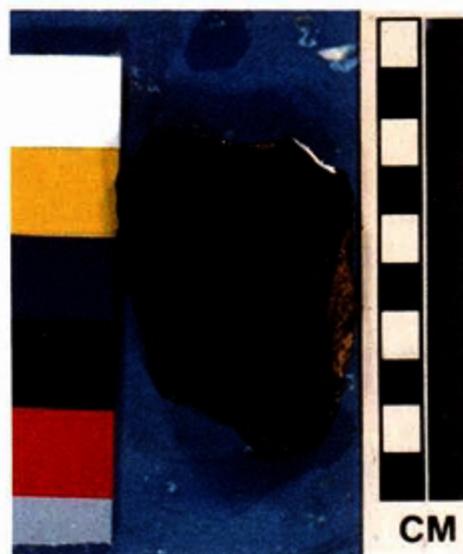
写真 5 縄状溶岩 (#177 潜航)
Photo 5 Ropy lava (Dive #177).



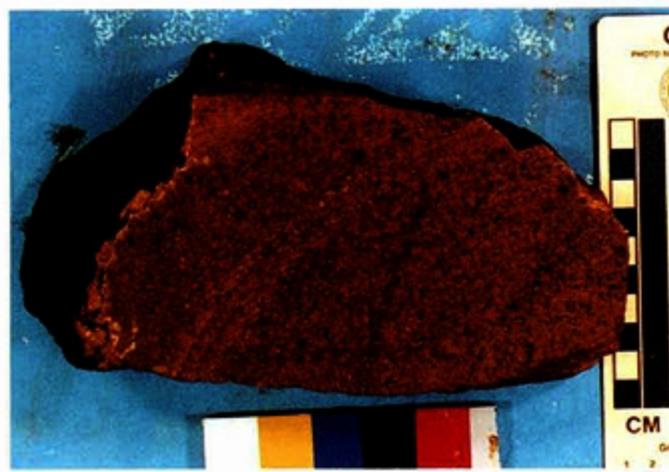
(a)



(c)



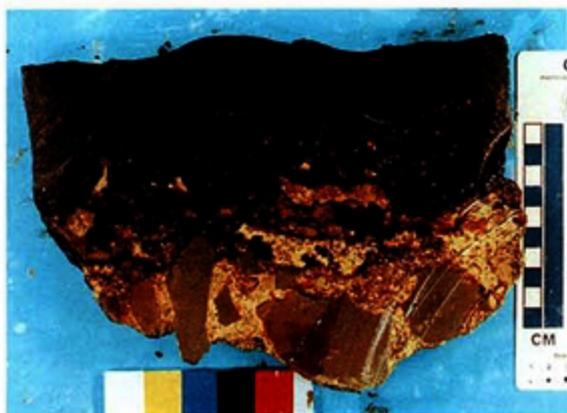
(b)



(d)

- 写真 6 (a) 急冷周縁層を持つ無斑晶枕状溶岩 (#176-R001-01)
 (b) 斜長石の斑晶を持つ玄武岩 (#177-R001-03)
 (c) マンガンに被覆された玄武岩を含む黄褐色の泥岩 (#177-R002-01)
 (d) わずかに変質した斑状玄武岩 (#177-R002-02)

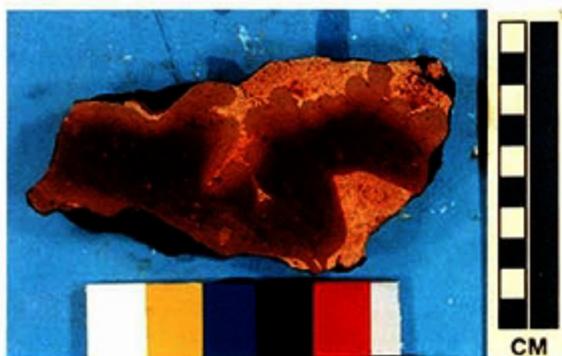
- Photo 6 (a) Aphyric pillow basalt with chilled margin. Dive #176-R001-01.
 (b) Dark gray to brown phyric basalt. Dive #177-R001-03.
 (c) Yellow brown mudstone with manganese coating basalts. Dive#177-R002-01.
 (d) Slightly altered porphyritic basalt. Dive#177-R002-02.



(e)



(g)



(f)



(h)

写真 6 (e) 玄武岩片を含む石灰質堆積物を伴った枕状マンガンクラスト (#177-R003-02)

(f) 柔らかい堆積物中に貫入した玄武岩 (#177-R003-02)

(g) (h) 微化石に富んだ堆積物の上を流れた縄状溶岩 (#177-R004-02)

Photo 6 (e) Manganese pillow with calcareous sediments including basalt breccia. Dive#177-R003-02.

(f) Basalt intruded into soft sediments. Dive#177-R004-01.

(g) (h) Ropy lava flowed on the soft nannofossil rich sediments. Dive#177-R004-02.