

# 深海掘削で発見される浅海堆積物とジュラ紀以降の海水準上昇 —玄武岩時代の海水準の位置—

柴 正博\*

## Shallow-water sediments discovered by deep-sea drilling

### and sea-level rise since the Jurassic

—Location of sea-level in the Basaltic Stage—

Masahiro SHIBA\*

#### Abstract

Hoshino (1991) argued that the sea-level in the Jurassic Period was at the present depth of 6,000 m, and that the sea-level rise was caused by the uplift of the seafloor including the volcanic activity of flood basalts as well as the uplift of the crust after the Jurassic Period. In order to provide evidence for the Hoshino's sea-level rise theory, this paper investigates the sites where shallow-water sediments and volcanic rocks of subaerial eruption were found in the drilling records of DSDP and ODP. As a result, 256 sites were recovered with sediments and rocks indicating such shallow-water or land. Based on their distribution and assuming that they did not subsident we can estimate that the sea-level was about 6,000 m in the Late Jurassic Period, 5,200 m in the Barremian Age, 4,100 m at the end of the Albian Age, 3,800 m in the Early Eocene Period, 3,400 m in the Late Oligocene Period, 3,400 m in the Middle Miocene Period, and 3,000 m lower at the end of the Miocene Period, or even lower in respectively. This supports the Hoshino's sea-level rise theory. However, according to the sea-level rise curve based on the Haq curve, the sea-level position in each period may have been considerably lower than the past sea-level position estimated from the results of deep-sea drilling, which was about 12 km below the present sea-level at the end of the Jurassic Period, and a new sea-level rise curve is proposed in this paper. Based on the drilling records and the geological structure of each area, it is thought that the deep-sea floor of the Atlantic and Indian Oceans consisted of Proterozoic and Variscan basement rocks until the end of the Palaeozoic, and then to have been covered by flood basalt from the Triassic Period, submerged by rising sea levels, and further deepened by the large-scale sea-level rise from the Cretaceous Period. On the other hand, the deep-sea floor of the Pacific Ocean may consist of Archean rocks, and the Archean basement may have been overlaid by basaltic lava of the Large Igneous Provinces (LIPs), mainly from the Late Jurassic Period, and submerged more than 6,000 m by the volcanic activity.

Keywords: DSDP, ODP, Shallow-water limestone, Subaerial erupted basalt, Atlantic Ocean, Indian Ocean, Pacific Ocean

#### 緒言

星野 (1962) は、新第三紀中新世末期の海水準が現在の水深 2,000 m にあったという説を提唱し、つづけて海溝は不動だとして中期白亜紀の海水準が現在の水深約 4,000 m にあったとした (星野, 1970)。さらに星野 (1991) は、ジュラ紀の海水準が現在の水深 6,000 m にあったとして、ジュラ紀以降の地殻の隆起と、それとともに海底での洪水

玄武岩の火山活動などによる海底の底上げにより、海水準上昇が起こったとした。このような星野の海水準上昇の仮説 (海水準上昇説) を証拠立てる事象のひとつとして、深海底における浅海性堆積物や陸上噴出の火山岩、不整合などの存在があげられる。

花田 (1998) は、星野の海水準上昇説を検証するために、1996 年までに報告された深海掘削計画 (DSDP・ODP) で得られた深海底の浅海堆積物および浅海または陸上域で噴

\* ぶじのくに地球環境史ミュージアム, Email: shiba@dino.or.jp

出した火山岩の分布をリストした。その結果、深海底の浅海堆積物および浅海・陸上域で噴出した火山岩が回収された掘削地点の分布が隆起地形域で行われた掘削点で卓越し、浅海指示層の分布には時代的な偏りがみられ、分布深度からみた各時代の浅海層の深度分布は白亜紀が 4,000 m 以下で、時代を追うごとに浅くなっているという特徴がみられるとした。

深海掘削計画 (DSDP: Deep Sea Drilling Project) は、1968 年から開始され、その後 1985 年から 2002 年まで国際深海掘削計画 (ODP: Ocean Drilling Program), 2003 年から 2013 年には統合国際深海掘削計画 (IODP: Integrated Ocean Drilling Program), そして 2013 年から国際深海科学掘削計画 (IODP: International Ocean Discovery Program) が開始され、アメリカ、ヨーロッパ、日本が提供する、「ジョイデス・レゾリューション」号、特定任務掘削船、「ちきゅう」の 3 隻の深海掘削船を用いて世界中の海底を掘削して調査が行われている。

本稿では、DSDP Leg. 1, Site 1 (The SSP, 1969a) から ODP Leg 210, Site 1277 (SSP, 2004a) までの全掘削記録を閲覧して、その中で浅海堆積物、浅海または陸上噴出の火山岩、深成岩や変成岩からなる基盤岩、陸上侵食不整合などが発見された地点 (Site) を地域ごとに示し、過去の海水準の位置を示す上記の浅海指示岩の証拠から、それらの地域の地史とともに世界的規模で地質時代を通じた海水準の変化を概観する。そして、星野 (1962, 1970, 1991) が提起したジュラ紀以降の海水準上昇について検討し、考察を行う。

なお、本稿で閲覧した深海掘削の記録は 2004 年までのため、更新世の基底は 2009 年以前の定義にしたがい Calabrian の基底として引用している。なお、本文中の引用で著者を SSP としているものは Shipboard Scientific Party を略したものである。

筆者は、星野通平先生から日本海溝と伊豆-小笠原海溝の接合点にある第一鹿島海山の山頂から採取された石灰岩と化石を卒業研究のテーマとして与えられ、その石灰岩から中期白亜紀のサンゴ礁を示す大型有孔虫化石 *Orbitolina* を発見して、その報告 (東海大学海洋学部第一鹿島海山調査団, 1976) にも加わらせていただいた。修士研究では伊豆-小笠原海溝南端の小笠原海台にある矢部海山のリン酸塩岩化しマンガン被覆された石灰岩から中期白亜紀の腹足類や二枚貝類化石および後期白亜紀と始新世の浮遊性有孔虫化石を発見し、矢部海山の地史について報告した (柴, 1979)。その後も東海大学第一鹿島海山調査団に参加させていただき、採集された石灰岩と化石を調べる機会を与えていただき (東海大学第一鹿島海山調査団, 1985)、その結果から第一鹿島海山の地史と白亜紀以降の海水準変動をテーマに研究を行い、その研究で博士論文 (Shiba, 1988) を提出させていただいた。

深海掘削計画 (DSDP) のデータについては、博士論文

作成時に Site 543 (Leg 78A) までを閲覧し、浅海堆積物などの深度をまとめて博士論文の参考資料としたが、その後手つかずになっていた。本追悼論文集への投稿を機会に、筆者のこれまでの海洋地質学の研究テーマを総括する意味も含めて、DSDP および ODP の掘削記録をすべて閲覧してまとめてみることにした。本稿では、IODP のデータまで手が届かなかったが、IODP のデータについては今後の筆者の研究として続けていきたいと思う。

筆者は東海大学海洋学部で星野先生にお会いすることができ、先生からは研究についていろいろと御教授をいただき、また公私ともにお世話をさせていただいた。星野先生には、深く感謝し、ご冥福をお祈りいたします。

なお、DSDP, ODP, IODP の各深海掘削の結果の報告については、以下の Web サイトで閲覧できる。

DSDP: Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project: Vol. 1 (Sites 1-7A) 1969-Vol. 96 (614-624) 1986

[http://deepseadrilling.org/i\\_reports.htm](http://deepseadrilling.org/i_reports.htm)

ODP: Proceeding of the Ocean Drilling Program, Initial Reports: Vol. 101 (Sites 626-3-636) 1986-210 (Sites 1276-1277) 2004

<http://www-odp.tamu.edu/publications/>

<http://www-odp.tamu.edu/publications/IR.HTML>

IODP: Publications of the International Ocean Discovery Program and Publications of the Integrated Ocean Drilling Program

<http://publications.iodp.org/>

### 深海掘削で発見された浅海指示岩と不整合

本章では、浅海堆積物などが発見された掘削 Site について、大西洋・インド洋・太平洋の順に、各海洋の中で地域を分けて記載する。なお、地中海は大西洋に、南極海はインド洋に含めた。Site の位置は、その Site に複数の掘削孔があった場合、掘削深度 (Penetration) の最も深い掘削孔の地点を採用し、水深はその位置の海水面からのドリルパイプでの計測値を用いた。これらの各 Site の位置 (緯度、経度)、水深、掘削深度、浅海指示岩や不整合のあった掘削深度と海面下深度、その浅海指示岩や不整合の年代と内容についての Site 番号順のリストを Supplementary table に示す。なお、本稿で記載した Site に\* が付してあるものは、花田 (1998) ですでにリストされたものであり、花田 (1998) がリストした Site のうち 259 と 465 については浅海化石または浅海堆積物の二次堆積と考えられることから本稿ではリストしなかった。

掘削記録における浅海堆積物および浅海・陸上域で噴出火山岩などの認定については、浅海を示唆する化石の存在があっても乗船研究者の見解がタービダイトや再堆積、氷山による運搬というように結論されている場合は報告書の記載にしたがった。また、基盤岩として深成岩や変成岩な

どがある場合、これら基盤岩が陸上侵食されたものと考えリストした。報告の記載にある不整合については、震探記録からシーケンス境界を不整合としている場合やハイエータスなど堆積層中にみられる時間間隙を不整合としている場合もあるが、本稿では陸上侵食や傾斜不整合が認定されているものを不整合とした。

## 大西洋

大西洋については、メキシコ湾—大バハマ礁、北米コンチネンタルライズ—ニューファンドランド、グリーンランド縁辺南東部、アイスランド—ノルウェー大陸縁辺、西イベリア縁辺—ビスケー縁辺—ガリシア堆、モロッコ西部—ガーナ—アンゴラ大陸縁辺、ワルビス海嶺—ケープ海盆、ギアナ沖のデメララ海膨、ブラジルの沿岸—リオグランデ海膨、フォークランド海台、中央大西洋海嶺、地中海の12の地域に分けて記載する。なお、各 Site の位置は Fig. 1 に示す。

### メキシコ湾—大バハマ礁

**Site 86\*** : メキシコ湾の Champeche Bank の北西縁 (22°52.48'N, 90°57.75'W, 水深 1,462 m). 海底下 610 m (海面下 2,072 m) に Albian の浅海石灰岩があり、その上位は漸深海帯の底生有孔虫を多く含む Danian のナノ化石チョークがある。この Albian と暁新統の不整合は Champeche Bank では広範囲に見られる (The SSP, 1973a).

**Site 94\*** : Champeche Bank の北西縁 (24°31.64'N, 88°28.16'W, 水深 1,793 m). 海底下 635 m (海面下 2,428 m) に Albian の浅海性石灰岩があり、その上位を Danian のナノ化石チョークが覆う。また、海底下 425 m (海面下 2,218 m) に中期始新世と後期始新世の不整合、海底下 290 m (海面下 2,083 m) に前期中新世と後期中新世の不整合、海底下 52 m (海面下 1,845 m) に後期鮮新世と後期更新世の不整合がある (The SSP, 1973b).

**Site 95\*** : Champeche Bank の北東縁 (24°09.00'N, 86°23.85'W, 水深 1,633 m). 海底下 438 m (海面下 2,071 m) に Albian の浅海性の苦灰岩があり、その上位を Santonian の有孔虫軟泥と前期 Campanian のナノ化石チョークが不整合に覆う (The SSP, 1973c).

**Site 540** : フロリダ海峡西部 (23°49.73'N, 84°22.25'W, 水深 2,940.5 m). Albian—Cenomanian の石灰岩のトップの深度、海底下 417 m (海面下 3,357.5 m) に中期白亜紀不整合 (MCU) がある。この MCU はこの地域で広範囲に認められる (SSP, 1984a).

**Site 1001** : カリブ海西部, Lower Nicaraguan Rise の南斜面 (15°45.427'N, 74°54.627'W, 水深 3,259.6 m). 海底下 485.4 m (海面下 3,745.0 m) に中期 Campanian の玄武岩溶岩があり、それに挟まれる石灰岩の底生有孔虫化石が外

側陸棚から上部漸深海帯の古水深を示し、中期 Campanian 以降急激に深海化したことが示唆される (SSP, 1997a).

**Site 1003** : Great Bahama Bank の西縁斜面 (24°32.763'N, 79°15.65'W, 水深 483.3 m). 海底下 (海面下 483.3 m) から掘削基底 (海面下 1,783.3 m) まで、前期中新世—完新世の石灰岩が連続し、その堆積深度は底生有孔虫化石から上部漸深海帯 (水深 200-500 m) とされる (SSP, 1997b).

**Site 1004** : Great Bahama Bank の西縁斜面 (24°33.283'N, 79°14.95'W, 水深 418.9 m). 海底下 (海面下 418.9 m) から掘削基底 (海面下 618.9 m) まで前期鮮新世—更新世の石灰岩が連続し、その堆積深度は底生有孔虫化石から上部漸深海帯 (水深 200-500 m) とされる (SSP, 1997c).

**Site 1005** : Great Bahama Bank の西縁斜面 (24°33.755'N, 79°14.141'W, 水深 351.6 m). 海底下 (海面下 351.6 m) から掘削基底 (海面下 1,051.6 m) まで中期中新世—更新世の石灰岩が連続し、その堆積深度は底生有孔虫化石から上部漸深海帯 (水深 200-500 m) とされる (SSP, 1997d).

**Site 1008** : Great Bahama Bank の西縁斜面 (23°36.64'N, 79°5.01'W, 水深 437.1 m). 海底下 (海面下 437.1 m) から掘削基底 (海面下 571.6 m) まで、更新世末期—完新世の石灰岩が連続し、底生有孔虫化石からその堆積深度は上部漸深海帯 (水深 200-500 m) とされる (SSP, 1997e).

**Site 1009** : Great Bahama Bank の西縁斜面 (23°36.84'N, 79°3.00'W, 水深 307.9 m). 海底下 (海面下 307.9 m) から掘削基底 (海面下 534.0 m) まで、更新世末期—完新世の石灰岩が連続し、底生有孔虫化石からその堆積深度は上部漸深海帯 (水深 200-500 m) とされる (SSP, 1997e).

### 北米コンチネンタルライズ—ニューファンドランド

**Site 384\*** : Grand Banks の Continental Rise 南端, J-Anomaly Ridge (40°21.65'N, 51°39.80'W, 水深 3,919 m). 海底下 202 m (海面下 4,121 m) 以下に、後期 Barremian—Aptian/Albian の浅海性生物源石灰岩が海底下 325 m まであり、その下位に陸上か浅海で流れた玄武岩溶岩がある。なお、浅海性石灰岩の上位には前期 Maastrichtian—中期中新世のナノ化石チョークがある (The SSP, 1979).

**Site 390\*** : Blake Plateau の Blake Nose 北縁 (30°08.54'N, 76°06.74'W, 水深 2,656.5 m). 海底下 161.4 m (海面下 2,817.9 m) に Barremian の浅海性石灰岩があり、その上位に Aptian—Albian の遠洋性軟泥がある。また、その上位の Campanian と Albian と前期始新世—後期漸新世の軟泥は、それぞれ下位とハイエータスをもって重なる (SSP, 1978a).

**Site 392\*** : Blake Plateau の Blake Nose 南縁 (29°54.63'N, 76°10.68'W, 水深 2,606.5 m). 海底下 99 m (海面下 2,705.5 m) に前期 Barremian かそれより古いサンゴ礁石灰岩があり、その上位の Aptian—Albian の軟泥はその上位の上部 Campanian とはハイエータスで重なる (SSP, 1978b).

**Site 605** : 北西大西洋, 北アメリカ東部の Continental Rise

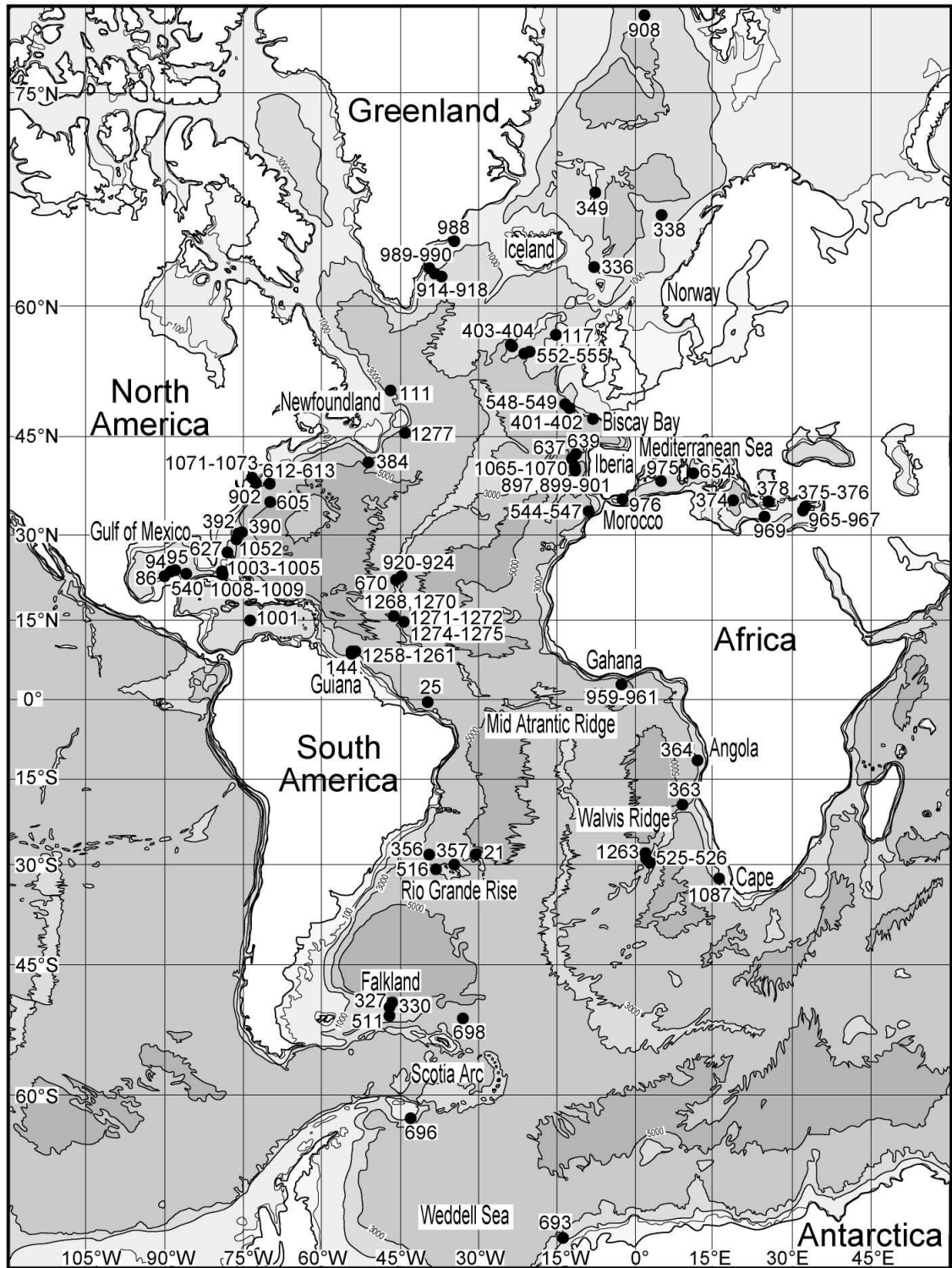


Fig. 1 Sites in the Atlantic Ocean where shallow-water sediments and other rocks have been recovered by DSDP and ODP  
 The black circle is the site location and the number is the site number. Bathymetric map from Bathymetric Data Viewer of NOAA on <https://www.ncei.noaa.gov/maps/bathymetry/>

上部 (38°44.53'N, 72°36.55'W, 水深 2,207 m). 海底下 152 m (海面下 2,359 m) に, 中期始新世前期のナンノ化石チヨークがあり, その上位に更新世の石灰質粘土がある. こ

れら両層の境界は, 大きな時間間隙と急激な岩相変化を伴う不整合の特徴をもち, 震探反射面の AU に相当する. これは侵食イベントと考えられ, 後中新世 (Tortonian-

Messinian) に起こった大規模な海水準低下によって形成され、Vail サイクル (Vail et al., 1977) の TM 3.1 と TM 3.2 に相当する (SSP, 1987a).

**Site 612** : Continental Rise 上部 (38°49.21'N, 72°46.43'W, 水深 1,414.3 m). 掘削された堆積層は、5つの岩相ユニットに分かれ、それぞれの境界に7つの不整合がある。海底下 36.9 m (海面下 1,451.2 m) に上部更新統/上部鮮新統の不整合があり、海底下 88.1 m (海面下 1502.2 m) に下部鮮新統/上部中新統、海底下 136.2 m (海面下 1,550.5 m) に上部中新統/上部漸新統、海底下 181.4 m (海面下 1,595.7 m) に上部始新統/中部始新統、海底下 323.4 m (海面下 1,737.7 m) に中部始新統/下部始新統、海底下 559.4 m (海面下 1,973.7 m) に下部始新統/中部 Maastrichtian、海底下 639.6 m (海面下 2,053.9 m) に下部 Maastrichtian/上部 Campanian の不整合があり、これらの不整合は Vail サイクル (Vail et al., 1977) のシーケンス境界に一致する (SSP, 1987b).

**Site 613** : Continental Rise 上部 (38°46.26'N, 72°30.43'W, 水深 2,333.2 m). 掘削された堆積層は3つの岩相ユニットに分かれ、鮮新世-更新世の泥層と鮮新世の珪質ナノチョークが海底下 268.3 m (海面下 2,601.5 m) まであり、その最下部に鮮新統/中新統の不整合がある。その下位の海底下 278 m (海面下 2,611.2 m) に不整合で中期始新世のナノ化石チョークがあり、海底下 442.1 m から下位は前期始新世のナノ化石チョークまたは石灰岩からなる (SSP, 1987c).

**Site 627** : 北西大西洋の Southern Blake Plateau (27°38.1'N, 78°17.65'W, 水深 1,036 m). 海底下 468 m (海面下 1,504 m) に、最末期 Albian-中期 Cenomanian のチョークの下に後期 Albian の浅海性のドロマイト、石灰岩、石膏がある (SSP, 1986).

**Site 902** : New Jersey 沿岸の上部大陸斜面 (38°56.079'N, 72°46.375'W, 水深 808.0 m). 海底下 680.9 m (海面下 1,488.9 m) に後期始新世の粘土質チョークがあり、その上位の漸新世末期-前期中新世の粘土岩は不整合に重なる。なお、海底下 121.1 m (海面下 929.1 m) にも後期中新世のシルト質粘土層と中期更新世の砂質粘土層との間にも不整合がある (SSP, 1994a).

**Site 1052** : Black Plateau の Blake Nose (29°57.0794'N, 76°37.6094'W, 水深 1,343.5 m). 海底下 633.2 m (海面下 1,976.7 m) に後期 Albian の内側または外側陸棚の環境で堆積した黒色頁岩があり、その上位は深い環境に変化している (SSP, 1998a).

**Site 1071** : New Jersey の大陸棚 (39°22.9321'N, 72°42.9398'W, 水深 90 m). 後期中中新世から更新世にかけての4つの不整合境界を持つシーケンスに分けられ、それらのシーケンスの境界は、震探反射断面ではオフラップによって特徴づけられ、全体的な前進パターンで配置されている。掘削された地層は、若いものから順に海底下

60.9 m (海面下 150.9 m) まで後期更新世 (<0.78 Ma) の砂質シルト、海底下 175.4 m (海面下 265.4 m) まで後期中新世-初期更新世 (7.4-1.4 Ma) のシルト質粘土、海底下 261.9 m (海面下 351.9 m) まで後期中新世 (>7.4 Ma, おそらく >8.6 Ma) のシルト質粘土と砂、それ以下が中期-後期中新世 (>11.4 Ma) のシルト質粘土であり、これらの境界が不整合境界になる (SSP, 1998b).

**Site 1072** : New Jersey の大陸棚 (39°21.9305'N, 72°41.6647'W, 水深 98 m). 後期中新世から更新世にかけての3つの不整合境界を持つシーケンスに分けられる。掘削された地層は、上位から順に、海底下 57.5 m (海面下 155.5 m) が後期更新世 (<0.78 Ma) のシルト質粘土、海底下 254.8 m (海面下 352.8 m) がほぼ鮮新世-更新世 (7.4-1.4 Ma) の砂質シルトと中礫、海底下 274.4 m (海面下 372.4 m) が後期中新世 (>5.9 Ma) の砂質粘土であり、これらの境界が不整合である (SSP, 1998c).

**Site 1073** : New Jersey の大陸棚斜面 (39°13.5214'N, 72°16.5461'W, 水深 639.4 m). 始新世から更新世にかけての4つの不整合境界を持つシーケンスに分けられる。掘削された地層は、若いものから順に、海底下 519.8 m (海面下 1,159.2 m) までが後期更新世 (<0.78 Ma) のシルト質粘土、海底下 542.5 m (海面下 1,181.9 m) までが鮮新世の有孔虫シルト質粘土、海底下 654.1 m (海面下 1,293.5 m) までが漸新世-前期鮮新世のグロコナイト砂質シルト、その下位が始新世のナノ化石チョークからなり、それらの境界が不整合である (SSP, 1998d).

**Site 111\*** : Orphan Knoll (50°25.57'N, 46°22.05'W, 水深 1,797 m). 海底下 189 m (海面下 1,986 m) に Albian-Cenomanian の石灰砂岩と貝殻石灰岩があり、その下位の 249 m 以下からはジュラ紀 Bajocian の粗粒砂岩と頁岩からなる。Albian-Cenomanian の石灰砂岩と貝殻石灰岩の上位は Maastrichtian の軟質チョークに覆われ、中期始新世と中期中新世の2つのハイエイタスがある (The SSP et al., 1972a).

**Site 1277** : Newfoundland Basin に潜在する基盤の高まり (45°11.8002'N, 44°25.5999'W, 水深 4,639.4 m). 海底下 142.1 m (海面下 4,781.5 m) に斑レイ岩と蛇紋岩化した橄欖岩があり、その上位は時代未詳の斑レイ岩の礫を含む粗粒堆積物と玄武岩溶岩がある (SSP, 2004a).

#### グリーンランド縁辺南東部

**Site 908** : Hovgaard Ridge (78°23.112'N, 1°21.637'E, 水深 1,273.6 m), 海底下 185.0 m (海面下 1,458.6 m) に鮮新世-第四紀の粘土または泥と後期漸新世の粘土岩の不整合があり、中新世の堆積物がない (SSP, 1995a).

**Site 914** : Greenland Shelf 東部 (63°27.736'N, 39°43.479'W, 水深 533.2 m). 第四紀の氷河性礫層を含む砂質シルトの下、海底下 187.2 m (海面下 720.4 m) に後期始新世-前期漸新世の塊状の砂岩または砂質シルト岩が

あり、これにはグロコナイトや生物源物質が含まれ、底生有孔虫化石から 100-250 m の海底で堆積したと考えられる (SSP, 1994b).

**Site 915** : Greenland Shelf 東部 (63°28.285'N, 39°46.909'W, 水深 533.1 m). 氷河性礫層を含む第四紀の泥の下, 海底下 84.8 m (海面下 617.9 m) に中期始新世後期-後期始新世の火山砕屑性砂岩と砂質シルト岩があり, 含まれる有孔虫化石は浅海-上部斜面に堆積した. その下位の海底下 187.1 m (海面下 720.2 m) には沖積扇状地に堆積した礫岩があり, 海底下 189.3 m (海面下 722.4 m) にはおそらく陸上で噴出した玄武岩溶岩がある (SSP, 1994c).

**Site 916** : Greenland Shelf 東部 (63°29.137'N, 39°48.400'W, 水深 513.7 m). 第四紀の泥の下, 海底下 78.6 m (海面下 592.3 m) に前期-中期始新世のデルタの浅い海底で堆積した火山砕屑性砂岩と砂質シルト岩があり, その下位の海底下 187.1 m (海面下 700.8 m) には沖積扇状地に堆積した礫岩があり, 海底下 97.0 m (海面下 610.7 m) にはおそらく陸上で噴出した玄武岩の角礫岩がある (SSP, 1994d).

**Site 917** : Greenland Shelf 東部 (63°29.500'N, 39°49.665'W, 水深 508.1 m). 第四紀の氷河性礫層を伴うシルトの下位, 海底下 28.7 m (海面下 536.8 m) に玄武岩の岩片を含む中期始新世後期の砂岩と砂質シルト岩があり, 含まれる底生有孔虫化石から水深 200 m 以下の海底と考えられる. その下位の海底下 37.7 m (海面下 545.8 m) には火山礫岩と赤色泥があり, 海底下 41.9 m (海面下 550.5 m) から玄武岩溶岩があり, 海底下 821.0 m (海面下 1,329.1 m) には石英砂岩があり, 海底下 821.2 m (海面下 1,329.3 m) には変成岩化した粘土岩がある (SSP, 1994e).

**Site 918\*** : Greenland Margin 南東部の大陸縁上部 (63°05.572'N, 38°38.334'W, 水深 1,868.2 m). 海底下 1157.9 m (海面下 3,026.1 m) には前期始新世のグロコナイト砂質シルトがあり, それは底生有孔虫化石から 75-150 m の陸棚で堆積したと推定される. その下位の海底下 1189.4 m (海面下 3,057.6 m) に陸上風化を受けた玄武岩溶岩がある. また, 海底下 1108.2 m (海面下 2,976.4 m) に後期漸新世と中期始新世の不整合がある (SSP, 1994f).

**Site 988** : Greenland 東海岸の東 (65°42.255'N, 34°52.262'W, 水深 262.6 m). 第四紀の氷河性礫層の下位の海底下 10.0 m (海面下 272.6 m) に陸上で噴出した玄武岩溶岩がある (SSP, 1996a).

**Site 989** : Greenland 東海岸の東 (63°31.355'N, 39°54.110'W, 水深 459.5 m). 第四紀の氷河性礫層の下位の海底下 84.2 m (海面下 463.5 m) に陸上で噴出した玄武岩溶岩がある (SSP, 1996b).

**Site 990** : Greenland 東海岸の東 (63°28.372'N, 39°46.808'W, 水深 541.5 m). 海底下 192.4 m (海面下 733.9 m) に変質した玄武岩, 斑レイ岩, ドレライトからな

る前期始新世の大礫からなる礫岩層があり, それは河川, 波の影響を受けた浅い海洋環境または扇状地のデルタなどが推定できる. その下位の海底下 211.9 m (海面下 753.4 m) には陸上噴出した玄武岩溶岩がある (SSP, 1996c).

#### アイスランド-ノルウェー大陸縁辺

**Site 336\*** : アイスランドの東, Iceland-Faeroe Ridge (63°21.06'N, 07°47.27'W, 水深 830.0 m). 海底下 484.5 m (海面下 1,314.5 m) に玄武岩があり, その上位に中期-後期始新世の暗赤色の粘土岩と火山角礫岩がある. 玄武岩は風化し礫化し, おそらく陸上噴出したものであり, 中期始新世から連続して沈降している (The SSP et al., 1976a).

**Site 338** : ノルウェーの西, Vøring Plateau Escarpment (67°47.11'N, 05°23.26'E, 水深 1,315.0 m). 海底下 401.8 m (海面下 1,698.8 m) に基盤の玄武岩があり, その上位に前期始新世の玄武岩角礫層や砂質石灰岩が重なり, 海底下 285 m (海面下 1,582 m) に前期始新世のグロコナイト砂岩と後期始新世の遠洋性軟泥との境界がある (The SSP, 1976b). このこととこの海台周辺のサイトの結果から, この海台が始新世から約 1,450 m 沈降したことが示唆される (The SSP et al., 1976b).

**Site 349** : アイスランドの北東にある Jan Mayen Ridge (69°12.41'N, 08°05.80'W, 水深 928.0 m). 海底下 119.6 m (海面下 1,047 m) に後期始新世の陸源性砂岩と含礫泥岩があり, その上位は漸新世-中期中新世の生物源珪質泥と陸源性砂質泥が重なり, その境界は古い石化した層と若い非固結性の堆積物を分ける基底礫岩によって不整合である (The SSP et al., 1976c).

**Site 117\*** : Rockall Bank 西麓 (57°20.17'N, 15°23.97'W, 水深 1,038 m). 海底下 303 m (海面下 1,341 m) に後期晩新世の貝化石片をとまなう玄武岩質砂岩があり, 貝形虫化石などからは浅海または沿岸に近い環境であり, 前期始新世には約 600 m まで徐々に深くなる (The SSP et al., 1972b).

**Site 403\*** : Rockall Bank 西麓 (56°08.31'N, 23°17.64'W, 水深 2,317 m). 海底下 251 m (海面下 2,568.0 m) に中部と下部始新統を分けるハイエイタスがあり, 海底下 260 m (海面下 2,577.0 m) それより下位は後期晩新世-前期始新世の浅いデルタに堆積した凝灰質岩と泥岩からなり, 漸新世に 1,000 m を超える深さまで沈降した. 最も古い堆積物は後期晩新世のアルコース砂岩である (The SSP and Mann, 1979a).

**Site 404\*** : Rockall Bank 西麓 (56°03.13'N, 23°14.95'W, 水深 2,322 m). 海底下 199 m (海面下 2,521.0 m) に中部中新統と中部始新統を分けるハイエイタスがあり, 海底下 294 m (海面下 2,616.0 m) それより下位は後期晩新世-前期始新世の浅いデルタに堆積した凝灰質岩と泥岩からなる. 最も古い堆積物は後期晩新世の緑泥質砂岩と礫岩でそれにはカキ殻の大きな破片を含む (The SSP and Mann, 1979a).

**Site 552\*** : Rockall Plateau 南西縁 Edras Basin (56°02.56'N, 23°13.88'W, 水深 2,315 m). 海底下 193.5 m (海面下 2,508.5 m) に前期始新世の浅海性底生有孔虫化石を含む凝灰岩があり, 水深 75-100 m の大陸棚の環境に堆積した (SSP, 1984b).

**Site 553\*** : Rockall Plateau 南西縁 Edras Basin (56°05.32'N, 23°20.61'W, 水深 2,339 m). 海底下 261.5 m (海面下 2,600.5 m) に前期始新世の浅海性底生有孔虫化石を含む凝灰岩があり, 水深 75-100 m の大陸棚の環境に堆積した. その上位の中期始新世のナンノ有孔虫チョークは水深 700 m 以上の漸深帯の環境を示し, 急激な深化が起こった (SSP, 1984b).

**Site 554\*** : Rockall Plateau 南西縁 Edras Basin (56°17.4'N, 23°31.69'W, 水深 2,584 m). 海底下 118.8 m (海面下 2,702.8 m) に前期始新世の浅海性の沸石質凝灰質マール岩があり, その上位に基底に 10 cm のマンガン層を境して後期始新世-漸新世の有孔虫チョークが不整合で重なる (SSP, 1984c).

**Site 555\*** : Hatton Bank 南西縁 (56°33.70'N, 20°46.93'W, 水深 1,669 m). 海底下 320 m (海面下 1,986 m) に前期始新世の凝灰質グロコナイト砂岩があり, これには浅海性の底生有孔虫群集が含まれ, 水深 75 m 以浅の大陸棚の環境で堆積した. その下位には海底下 672.3 m から玄武岩溶岩がある (SSP, 1984d).

**Site 548\*** : イギリスの西の Goban Spur (48°54.93'N, 12°09.87'W, 水深 1,256 m). 第四紀から後期 Campanian までの有孔虫軟泥の下の海底下 530 m (海面下 1,791.5 m) に白亜紀と考えられる砂岩があり, その下の海底下 535.5 m (海面下 1,791.5 m) にヘルシニアンの基盤を構成する中期デボン紀のアルコース砂岩がある (SSP, 1985a).

**Site 549\*** : 北東大西洋イギリスの西, Goban Spur の Pendragon Escarpment (49°05.28'N, 13°05.88'W, 水深 2,533 m). 海底下 964.5 m (海面下 3,497.5 m) に中期-後期デボン紀の沿岸で堆積した砂岩があり, それを不整合に覆って前期 Barremian の浅海の潮間帯から沿岸に堆積した石灰砂岩や石灰岩があり, これは海底下 673.9 m (海面下 3,206.9 m) から出現する. この上位には, Aptian-中期始新世のチョークや石灰質泥岩があり, その上位に中期始新世-第四紀のナンノ化石軟泥がある. なお, Albian の石灰質泥岩は沿岸で堆積した (SSP, 1985b).

#### 西イベリア縁辺-ビスケー縁辺-ガリシア堆

**Site 401\*** : ビスケ-縁辺北部の Meriadzek Terrace 南縁 (47°25.65'N, 08°48.62'W, 水深 2,555.5 m). 海底下 247 m (海面下 2,802.5 m) 以下には後期 Aptian の薄い軟泥 (外側陸棚) から Kimmeridgian/Portlandian (Tithonian) の生物源砕屑石灰岩 (サンゴ礁) があり, 陸上侵食をとまなう傾斜不整合でその上位を後期白亜紀-前期始新世の石灰質軟泥が覆う. 後期白亜紀 (Campanian-Maastrichtian)

のチョークは水深 1,500 m で堆積し, 新生代になり現在の水深に近いところで堆積した. その上位の中期始新世のチョークは豊富な生物起源シリカをもち, それは表層および底層の水温の低下と顕著な侵食不整合と関連している (The SSP et al., 1979).

**Site 402\*** : ビスケ-湾北部大陸縁辺の上部斜面 (47°52.48'N, 08°50.44'W, 水深 2,355.5 m). 海底下 175 m (海面下 2,530.5 m) 以下に Aptian-Albian の浅海で堆積した生物源石灰岩や石灰質チョークがある. その上位は, 後期始新世-更新世に斜面上部に堆積したナンノ化石チョークで, 下位の Albian の堆積物との間にハイエイタスがある (The SSP and Mann, 1979b).

**Site 637** : Galicia Bank の南西 (42°05.3'N, 12°51.8'W, 水深 5,321 m). 後期中新世の粘土の下位の海底下 212 m (海面下 5,533.0 m) に, 蛇紋岩化した橄欖岩がある. 橄欖岩の直上の遠洋性粘土の年代については不明 (SSP, 1987d).

**Site 639\*** : ガリシア縁辺 (42°08.6'N, 12°15.3'W, 水深 4,753 m). 地層が東に 20°-30°傾斜していて, 海底下 179.6 m に浅海性の石灰岩起源の苦灰岩があり, 海底下 196.8 m (海面下 4,949.8 m) に Tithonian の浅海性の石灰岩がある. 苦灰岩と石灰岩の厚さは約 300 m と推定され, 石灰岩の基底には礫岩があり, その下位の基盤は流紋岩質の火山岩または火山砕屑岩からなる (SSP, 1987e).

**Site 1065** : Galicia Bank の南西縁 (40°43.447'N, 11°17.724'W, 水深 4,770.1 m). 前期中新世のナンノ化石チョークの下位, 海底下 308.8 m (海面下 5,078.9 m) に中期-後期ジュラ紀 (Tithonian) の粘土岩があり, それは岩相から内側陸棚で堆積した (SSP, 1998e).

**Site 1067** : Galicia Bank の南西の南部 Iberia Abyssal Plain (40°40.950'N, 11°35.750'W, 水深 5,020.9 m). 中期始新世-後期漸新世の粘土岩の下位, 海底下 763.8 m (海面下 5,784.7 m) に縞状の角閃岩とトータル片麻岩からなる基盤がある (SSP, 1998f).

**Site 1068** : Galicia Bank の南西の南部 Iberia Abyssal Plain (40°40.955'N, 11°36.720'W, 水深 5,043.9 m). Berriasian-前期 Aptian の石灰質泥岩を基質とする角閃岩やメタ斑レイ岩などを含む角礫岩層の下位, 海底下 893.1 m (海面下 5,937.0 m) に蛇紋岩または蛇紋岩化した橄欖岩がある (SSP, 1998g).

**Site 1069** : Galicia Bank の南西の南部 Iberia Abyssal Plain (40°43.612'N, 11°46.633'W, 水深 5,074.8 m). 海底下 867.8 m (海面下 5,942.6 m) に後期ジュラ紀の Tithonian? の石灰岩礫からなる礫岩層があり, その上位を侵食不整合で後期 Berriasian-前期? Valanginian のナンノ化石チョークが覆う (SSP, 1998h).

**Site 1070** : Galicia Bank の南西の南部 Iberia Abyssal Plain (40°47.779'N, 12°43.430'W, 水深 5,321.8 m). 後期 Aptian のナンノ化石チョークの下位, 海底下 658.4 m (海面下 5,980.2 m) に蛇紋岩の角礫層が約 20 m の厚さであ

り、その下位には斑レイ岩や蛇紋岩化した橄欖岩がある。なお、このサイトは後期 Aptian には CCD の上にあり、それ以後急激に深化し、深海粘土が堆積し、後期始新世?—前期漸新世には浅くなり CCD の近くにあった (SSP, 1998i)。

**Site 897** : 西イベリア縁辺の深海底の高まり (40°50.31'N, 12°28.51'W, 水深 5,315.8 m)。海底下 693.8 m (海面下 6,009.6 m) に橄欖岩のメガクラストを含む Hauterivian—後期 Aptian の砂岩、苦灰岩、石灰岩があり、その直下に蛇紋岩化した橄欖岩がある (SSP, 1994g)。

**Site 899** : 西イベリア縁辺の深海底 (40°46.347'N, 12°16.063'W, 水深 5,291.0 m)。海底下 484.2 m (海面下 5,775.2 m) 以下に Barremian—前期 Aptian の粘土岩が挟まる角礫化した蛇紋岩化した橄欖岩と斑レイ岩がある (SSP, 1994h)。

**Site 900** : 西イベリア縁辺の深海底 (46°40.994'N, 11°36.252'W, 水深 5,036.8 m)。後期暁新世の粘土岩の下位の海底下 748.9 m (海面下 5,785.7 m) に変成を受けた微斑レイ岩がある (SSP, 1994i)。

**Site 901** : 西イベリア縁辺の深海底 (40°40.477'N, 11°03.587'W, 水深 4,718.5 m)。海底下 182 m (海面下 4,900.5 m) まで後期 Aptian—更新世?のナンノ化石粘土があり、その下位は木片を含む前期 Tithonian の嫌気的なシルト質粘土岩がある (SSP, 1994j)。この粘土岩には浅海性の底生有孔虫化石を含む (Collins et al., 1996)。なお、その上位の後期 Aptian のナンノ化石粘土も浅海性の底生有孔虫化石群集で特徴づけられる (Kuhnt and Collins, 1996)。

#### モロッコ西部—ガーナ—アンゴラ大陸縁辺

**Site 544\*** : モロッコ西部の Mazagan Escarpment 北西に伸びる高まり急崖斜面 (33°46.0'N, 9°24.3'W, 水深 3,617 m)。海底下 103.8 m (海面下 3,720.8 m) から Oxfordian の浅海性石灰岩があり、その下位に砂岩と礫岩があり、海底下 184.3 m (海面下 3,801.3 m) で基盤の花崗片麻岩を不整合に覆う (SSP, 1984e)。

**Site 545** : Mazagan Escarpment 北西麓斜面 (33°39.86'N, 9°21.88'W, 水深 3,160 m)。中新世—更新世のナンノ軟泥またはチョークの下位に後期 Aptian—中期または後期 Cenomanian の緑色粘土岩層があり、海底下 530.7 m (海面下 3,690.7 m) に後期ジュラ紀—Neocomian?の浅海で形成された碎屑性の苦灰岩化した石灰岩があり、635.5 m (海面下 3,795.5 m) から掘削深度基底 (海面下 3,861 m) までアンモナイトをとともなう中期?ジュラ紀または Oxfordian の苦灰岩化した砂質石灰岩がある (SSP, 1984f)。

**Site 546** : Mazagan Escarpment 北西麓の小海丘 (33°46.71'N, 9°33.86'W, 水深 4,002 m)。後期中新世と更新世のナンノ軟泥と中期中新世の粘土岩の下、海底下 155.5 m (海面下 4,157.5 m) にジュラ紀 (Hettangian) または三疊紀 (Rhaetian) の岩塩層があり、岩塩層は全体と

してダイアピアー構造を示す (SSP, 1984g)。

**Site 547\*** : Mazagan Escarpment 北西麓 (33°46.84'N, 9°20.98'W, 水深 3,951.0 m)。後期 Albian—第四紀のナンノチョークや泥層または泥岩があり、海底下 773-923.5 m (海面下 4,724-4,874.5 m) に前期白亜紀から前期ジュラ紀 (後期 Hettangian—前期 Sinemurian) の石灰角礫岩や石灰質泥岩などがあり、海底下 923.5 m (海面下 4,874.5 m) に三疊紀—ジュラ紀 (Rhaetian—Hettangian) の沖積扇状地に堆積した砂質泥岩がある (SSP, 1984h)。

**Site 364\*** : アンゴラ大陸縁辺 (11°34.32'S, 11°58.30'E, 水深 2,439 m)。海底下 427.5 m (海面下 2,866.5 m) に、Aptian の蒸発層と岩塩層の直上にある後期 Aptian—前期 Albian のドロマイト質の石灰岩と腐泥質頁岩がある。その上位には中期 Albian—中期始新世の石灰岩とチョークが重なる。上部始新統—漸新統の大部分が侵食されていて、中部始新統の頂部、すなわち侵食不整合面は海底下 250 m (海面下 2,689 m) にある。中新世から上位の地層は陸源性の堆積物である (The SSP, 1978a)。

**Site 959** : ガーナ大陸縁辺の Cote d'Ivoire-Ghana Marginal Ridge 北部 (3°37.656'N, 2°44.149'W, 水深 2,090.7 m)。前期 Turonian—前期 Coniacian の砂質苦灰岩の下、海底下 1062.7 m (海面下 3,153.4 m) に時代未詳の浅海の礁性石灰岩があり、その下位の海底下 1081.7 m (海面下 3,172.4 m) に後期 Albian の浅海性砂岩がある (SSP, 1996d)。

**Site 960** : Cote d'Ivoire-Ghana Marginal Ridge 北部 (3°34.979'N, 2°44.009'W, 水深 2,048.3 m)。海底下 185.3 m (海面下 2,233.6 m) に Turonian かそれより古い礁性浅海石灰岩があり、その下位に海底下 329.0 m (海面下 2,377.2 m) に不整合で時代未詳の急傾斜した砂岩がある (SSP, 1996e)。

**Site 961** : ガーナ大陸縁辺の Deep Ivorian Basin (3°26.556'N, 3°3.560'W, 水深 3,292.0 m)。海底下 188.5 m (海面下 3,480.5 m) に時代未詳 (Bajocian—Maastrichtian) の浅海に堆積した砂岩があり、その上位は後期暁新世—前期始新世と時代未詳のナンノ化石チョークからなる (SSP, 1996f)。

#### ワルビス海嶺—ケープ海盆

**Site 363\*** : Walvis Ridge の Frio Ridge 北斜面の基盤の高まり (19°38.75'S, 09°02.80'E, 水深 2,247 m)。海底下 696 m (海面下 2,943 m) に前期 Aptian の浅海性石灰岩があり、それより上位は前期 Aptian とそれより若いナンノ化石マールでアンモナイトや *Inoceramus* の貝殻も含まれる。ここでは、Albian 以降に沈水した (The SSP, 1978b)。

**Site 525** : Walvis Ridge の NNW-SSE 方向のブロックの頂上 (29°04.24'S, 2°59.12'E, 水深 2,478.9 m)。海底下 575 m (海面下 3,053.9 m) から下は Campanian の玄武岩溶岩とそれに挟む擾乱されたマール石灰岩と火山性堆積



物であり (SSP, 1984i), 玄武岩の変質粘土鉱物は Campanian と Maastrichtian の間に陸上で発生した可能性がある (Maillot and Robert, 1984).

**Site 526\***: Walvis Ridge の Site 525 の南 (30°07.36'S, 3°08.28'E, 水深 1,065.5m). 海底下 221.6 m (海面下 1,287.1 m) の下位 134.4 m は後期暁新世-中期始新世の化石を含む石灰岩で, その中に豊富な貝殻の破片や緑泥石が存在し, 一部の粒子には酸化鉄のコーティングがされていることから, これらの堆積物は酸素濃度の高い陸棚の海に堆積したと考えられる. また, 上部暁新統と下部始新統にはハイエイタスがあり, その上位の遠洋性堆積物の中にも, 最下部漸新統と中部中新統-中部鮮新統上部にハイエイタスが見られる (SSP, 1984j).

**Site 1263**: Walvis Ridge の南北セグメントの高まり (28°31.970'S, 2°46.769'E, 水深 2,717.1 m). 海底下約 50 m (海面下 2,767.1 m) に下部漸新統と中新統の不整合があり, 上部漸新統と中新統のほとんどが欠層する (SSP, 2004b).

**Site 1087**: 南アフリカ沖の南部 Cape Basin (31°27.9137'S, 15°18.6541'E, 水深 1,374.2 m). 海底下 424.8 m (海面下 1,799.0 m) まで中期中新世後期-前期更新世までの有孔虫-ナンノ化石軟泥が連続し, その下位に不整合で後期始新世-中期中新世の有孔虫-ナンノ化石軟泥がある. この上部始新統-中部中新統の間に 2 つの不整合があり, それらは海底下 452 m (海面下 1,826.2 m) に下部中新統/中部漸新統の不整合と, 海底下 444 m (海面下 1,818.2 m) に中部中新統/下部中新統の不整合である (SSP, 1998j).

#### ギアナ沖のデメララ海膨

**Site 144\***: Demerara Rise 縁辺 (9°27.23'N, 54°20.52'W, 水深 2,957 m). 海底下 280 m (海面下 3,237.0 m) に前期 Aptian-後期 Albian の貝片石灰岩と炭酸塩質粘土を含む石英質マール岩があり, 含まれる底生有孔虫と貝形虫, 二枚貝, 腹足類から堆積環境が比較的浅い陸棚と考えられる (The SSP, 1972).

**Site 1258**: Demerara Rise 西斜面 (9°26.000'N, 54°43.966'W, 水深 3,192.2 m) 海底下 449.6 m (海面下 3,641.8 m) に浅海で堆積した前期 Albian のリン酸塩岩化したアンモナイト化石など含まれる石灰質粘土岩があり, それを不整合に覆い後期 Albian-Turonian の黒色頁岩があり, その上位に Campanian-中期中新世のナンノ化石チョークと軟泥からなる堆積物が重なる (SSP, 2004c).

**Site 1259**: Demerara Rise 北斜面 (9°17.999'N, 54°11.998'W, 水深 2,353.8 m). 海底下 549.1 m (海面下 2,902.9 m) に干潟を含む浅海で強い生物攪乱を受けた砂岩があり, その上位に不整合で閉鎖された浅海で堆積した Cenomanian-Santonian の層状の石灰質泥岩がある. 海底下 492.9 m (海面下 2,846.7 m) から上位は Campanian-中期中新世までの有孔虫ナンノ化石軟泥またはチョーク

からなるが, 海底下 37.9 m (海面下 2,391.7 m) に中期中新世/前期中新世の傾斜不整合がある (SSP, 2004d).

**Site 1260**: Demerara Rise 北西斜面 (9°15.931'N, 54°32.652'W, 水深 2,548.8 m). 海底下 483.6 m (海面下 3,032.4 m) に浅海で堆積した前期-後期 Albian の石英を含む粘土石灰岩があり, その上位に不整合で Cenomanian-Coniacian の石灰質粘土岩が覆う. この Site の最上部には前期漸新世の有孔虫ナンノ化石軟泥を覆って厚さ 1 m の更新世のナンノ化石泥がある (SSP, 2004e).

**Site 1261**: Demerara Rise 北西斜面 (9°2.918'N, 54°19.049'W, 水深 1,899.7 m). 海底下 650.2 m (海面下 2,549.9 m) に浅海で堆積した Albian の石英砂岩があり, その上位に後期 Cenomanian-Santonian の石灰質粘土岩, 後期 Campanian-中期始新世の石灰質チョークがあり, 海底下 369.3 m (海面下 2,269.0 m) にそれらを不整合に後期中新世-更新世のナンノ化石軟泥が覆う (SSP, 2004f).

#### ブラジルの沿岸-リオグランデ海膨

**Site 21\***: リオグランデ海膨の北東縁 (28°35.10'S, 30°35.85'W, 水深 2,102 m). 海底下 105.9 m (海面下 2,305.9 m) に大陸棚で堆積した Maastrichtian のコキナや *Inocelamus* の化石片や石灰藻の石灰岩があり, その上位を Maastrichtian-中期始新世のチョーク軟泥が覆う. ここでは中期始新統と後期鮮新統の間に海底下 38 m (海面下 2,140 m) に不整合が推定される (The SSP, 1970a).

**Site 25\***: 南西大西洋ブラジルの北東沖の大陸斜面から連続する海嶺 (0°31.00'S, 39°14.40'W, 水深 1,916 m). 海底下 54.9 m (海面下 1,970.9 m) に浅海石灰藻石灰岩があり, その上位に中期中新世の軟泥があり, 海底下 33.5 m から上位は後期中新世-鮮新世の有孔虫軟泥であり, その間が欠層する (The SSP, 1970b).

**Site 356\***: São Paulo Plateau (28°17.22'S, 41°05.28'W, 水深 3,175 m). 最古の堆積物は海底下 708 m (海面下 3,883 m) 以下にある Albian に堆積したドロマイト質または石灰質泥岩で, 中程度の深さ (1,000 m 以浅) で堆積したものである. これらの上位には, 有機物に富む Turonian-Coniacian の礫岩や泥岩 (海底下 665-708 m) が重なり, これらは少なくとも部分的には地域的に制限された盆地で形成された. Coniacian 後の堆積物は, ほとんどが開放的な海洋盆で堆積した遠洋性の生物起源の炭酸塩であり, Coniacian 以後に沈水した (The SSP, 1977a).

**Site 357\***: リオグランデ海膨 (30°00.25'S, 35°33.59'W, 水深 2,086 m). 海底下 358 m (海面下 2,444 m) に中期始新世の火山角礫と浅海の化石片や石灰岩片からなる. また, 海底下 700 m 以下は Santonian のチョークからなり, ここには *Inoceramus* の大型貝片が多数含まれる (The SSP, 1977b).

**Site 516\***: リオグランデ海膨 (30°16.59'S, 35°17.10'W, 水深 1,327.9 m). 海底下 1248.6 m (海面下 2,576.5 m) に

Coniacian の淘汰の良い生物殻からなる石灰砂岩があり、含まれる底生有孔虫化石から水深 20 m 以下の流れの早い環境で堆積した。この石灰砂岩は基盤の玄武岩を直接覆っていて、その上位の石灰岩の堆積環境は急速な沈降を示している (SSP, 1983a)。

#### フォークランド海台

**Site 327\***: フォークランド海台東部末端の Maurice Ewing Bank (50°52.28'S, 46°47.02'W, 水深 2,411 m). 海底下 324 m (海面下 2,735.0 m) に Neocomian?—後期 Aptian の腐泥岩層があり、これは有孔虫化石から現在の低緯度の陸棚 (100-400 m) で堆積したと考えられる。この上位には Albian のナンノ軟泥と、Turonian—Coniacian のハイエイタスを伴う Santonian の沸石粘土層があり、その上位にはナンノ軟泥や珪質粘土層があるが、後期 Maastrichtian—後期暁新世と始新世—第四紀までの大きなハイエイタスがある (The SSP et al., 1977a)。

**Site 330\***: Maurice Ewing Bank (50°55.19'S, 46°53.00'W, 水深 2,636 m). 海底下 550 m (海面下 3,186 m) に片麻状ペグマタイトからなる原生累代の基盤があり、その直上に不整合で Oxfordian の河川堆積物があり、Oxfordian—Aptian の腐泥岩層が海底下 271.5 m (海面下 2,907.5 m) までである。その上位は前期 Albian—Cenomanian のナンノ軟泥で、前期 Albian からの海水準上昇でこの海台は沈水した (The SSP et al., 1977b)。

**Site 511\***: フォークランド海台 (51°00.28'S, 46°58.30'W, 水深 2,602 m). 海底下 432.5 m (海面下 3,034.5 m) の下位は後期ジュラ紀—Albian の黒色頁岩で、含まれる有孔虫化石と *Aucellina* などの二枚貝化石から浅海と考えられる。ハイエイタスが、第四紀/鮮新世、鮮新世/初期漸新世、暁新世または始新世/Maastrichtian, Cenomanian/Albian, 下部白亜紀/上部ジュラ紀の境界にある (SSP, 1983b)。

**Site 698**: フォークランド海台の東, Northeast Georgia Rise (51°27.51'S, 33°05.96'W, 水深 2,138 m). 海底下 4.25 m から後期 Maastrichtian—中期始新世のナンノ軟泥があり、その下位に Campanian の砂質泥があり、その下位に玄武岩と粗面岩があり、海底下 219.28 m (海面下 2,357.3 m) 以下の玄武岩は陸上?で強風化を受けている (SSP, 1988a)。

#### 中央大西洋海嶺

**Site 670**: 中央大西洋海嶺北部の地溝帯 (23°09.995'N, 45°01.930'W, 水深 3,625 m). 海底に蛇紋岩化した橄欖岩 (ハルツバージャイト) が直接露出する。岩石の年代や成因については不明 (SSP, 1988b)。

**Site 920**: 中央大西洋海嶺の西部中央谷壁 (23°20.322'N, 45°01.044'W, 水深 3,327.5 m). 海底下 (海面下 3,327.5 m) から蛇紋岩化した橄欖岩または輝緑岩, メタ斑レイ岩があ

る。この地点は中央大西洋海嶺に平行に 20 km 以上伸びる幅 2 km の帯状の蛇紋岩化した橄欖岩の岩体が海底に露出する (SSP, 1995b)。

**Site 921**: 中央大西洋海嶺の西部中央谷壁 (23°32.328'N, 45°01.878'W, 水深 2,444.9 m). 海底下 (海面下 2,444.9 m) に有孔虫軟泥や貝殻片の薄い堆積物があり、斑レイ岩がある (SSP, 1995c)。

**Site 922**: 中央大西洋海嶺の西部中央谷壁 (23°31.368'N, 45°01.926'W, 水深 2,600.8 m). 海底下 (海面下 2,600.8 m) にトロクトライトおよび斑レイ岩, メタ斑レイ岩がある (SSP, 1995d)。

**Site 923**: 中央大西洋海嶺の西部谷壁 (23°32.556'N, 45°01.896'W, 水深 2,428.7 m). 海底下 (海面下 2,428.7 m) に斑レイ岩とトロクトライトがある (SSP, 1995e)。

**Site 924**: 中央大西洋海嶺の西部中央谷壁 (23°32.496'N, 45°00.864'W, 水深 3,165.7 m). 海底下 (海面下 3,165.7 m) に斑レイ岩とトロクトライトがある (SSP, 1995f)。

**Site 1268**: 15°20' Fracture Zone 南部の中央大西洋海嶺 (14°50.7552'N, 45°4.6409'W, 水深 3,007.0 m). 海底下 (海面下 3,007.0 m) にハルツバージャイトとダナイトがある (SSP, 2004g)。

**Site 1270**: 15°20' Fracture Zone 南部の中央大西洋海嶺 (14°43.2702'N, 44°53.0839'W, 水深 1,816.9 m). 海底下 (海面下 1,816.9 m) にハルツバージャイト/ダナイトとガブロナイトがある (SSP, 2004h)。

**Site 1271**: 15°20' Fracture Zone 南部の中央大西洋海嶺 (15°2.1888'N, 44°56.9119'W, 水深 3,584.9 m). 海底下 (海面下 3,584.9 m) にダナイト/斑レイ岩がある (SSP, 2004i)。

**Site 1272**: 15°20' Fracture Zone 南部の中央大西洋海嶺 (15°5.6665'N, 44°58.3003'W, 水深 2,559.8 m). 海底下 (海面下 2,559.8 m) に輝緑岩があり、その 56 m 下位からハルツバージャイトがある (SSP, 2004j)。

**Site 1274**: 15°20' Fracture Zone 北部の中央大西洋海嶺 (15°38.8669'N, 46°40.5824'W, 水深 3,939.8 m). 海底下 (海面下 3,939.8 m) にハルツバージャイトがある (SSP, 2004k)。

**Site 1275**: 15°20' Fracture Zone 北部の中央大西洋海嶺 (15°44.4396'N, 46°54.2173'W, 水深 1,553.6 m). 海底下 (海面下 1,553.6 m) にトロクトライトと斑レイ岩がある (SSP, 2004l)。

#### 地中海

**Site 374**: Messina Abyssal Plain (35°50.87'N, 18°11.78'E, 水深 4,088 m). 海底下 381.5 m (海面下 4,469.5 m) に後期中新世 (Messinian) の石膏とドロマイト層があり、海面下 4,524 m から下位は硬石膏と岩塩からなる。Messinian の堆積層の上位には、鮮新世—第四紀のナンノ化石泥や軟泥が重なる。岩塩層は震探記録では 1,000 m の厚さがあり、

採取されたものは地中海蒸発岩層の上部蒸発岩部層に限られる。上部鮮新統の底生有孔虫化石は、中層上部 (>1000-1300 m) や中層中部 (>1800 m) の種であり、現在の水深が 4,000 m であることを考えると、より深い要素が存在しない。この違いから鮮新世以降の深化の可能性もある (The SSP, 1978c)。

**Site 375\***: キプロス島の西の Florence Rise (34°45.74'N, 31°45.58'E, 水深 1,914 m)。海底下 137.5 m (海面下 2,051.5 m) に Messinian の石膏とマール岩があり、185 m 以下は前期-中期中新世のマール岩からなる (The SSP, 1978d)。

**Site 376**: Florence Rise (34°52.32'N, 31°48.45'E, 水深 2,117 m)。海底下 140.5 m (海面下 2,247.5 m) に Messinian の石膏とマール岩があり、海底下 185 m 以下は前期-中期中新世のマール岩からなる (The SSP, 1978d)。

**Sites 378\***: North Creta Basion (35°55.67'N, 25°06.97'E, 水深 1,845 m)。海底下 308 m (海面下 2,153 m) に後期中新世の Messinian のドロマイト質の石膏石灰岩があり、その上位は前期鮮新世の腐泥層を挟在するナンノ化石を含むマール岩からなる。石膏石灰岩は、浅い水底環境で堆積し、陸上での続成作用があったと考えられる (The SSP, 1978e)。

**Site 654**: Tyrrhenian Sea の上部 Sardinian Margin (40°34.76'N, 10°41.80'E, 水深 2,218.4 m)。海底下 416 m (海面下 2,634.4 m) に後期中新世 Tortonian の礫を含む石灰質砂泥岩があり、その下位に礫質泥岩と中礫や大礫からなる礫岩層がある。この礫岩層の下位には震探記録から侵食された不整合があり、礫の多くが強い赤色化されていて、侵食された時期に高温の乾燥-半乾燥の気候であったことが示唆される。また、礫質泥層に含まれる底生有孔虫化石群集は塩湖のような非常に浅海の異常な海洋状態を示す (SSP, 1987f)。

**Site 965**: キプロス島の南、Eratosthenes Seamount の斜面 (33°55.080'N, 32°42.785'E, 水深 1,506.6 m)、海底下 29.3 m (海面下 1,535.9 m) に中新世?の浅海性の礁性石灰岩があり、その上位に前期鮮新世の石灰質粘土と後期鮮新世-前期更新世のナンノ化石軟泥が重なる (SSP, 1996g)。

**Site 966**: Eratosthenes Seamount の頂部 (33°47.858'N, 32°42.093'E, 水深 922.9 m)。海底下 96.2 m (海面下 1,019.1 m) に中新世?の浅海性礁性石灰岩があり、その下位の海底下 298.5 m (海面下 1,221.4 m) には中期始新世の遠洋性の有孔虫石灰岩がある。礁性石灰岩の上位は前期鮮新世の腐泥と石灰岩角礫層と、前期鮮新世-完新世のナンノ化石軟泥が覆う (SSP, 1996h)。

**Site 967**: Eratosthenes Seamount の北斜面 (34°04.106'N, 32°43.525'E, 水深 2,552.7 m)。海底下 427.0 m (海面下 2,979.7 m) に後期白亜紀の浅海性石灰岩があり、その上位は後期白亜紀-中期始新世の有孔虫ナンノ化石チョークからなり、海底下 128.7 m (海面下 2,681.4 m) から上位に前期鮮新世以降のナンノ化石軟泥がある (SSP, 1996i)。

**Site 969**: クレタ島の南の Mediterranean Ridge (33°50.399'N, 24°53.065'E, 水深 2,200.3 m)。前期鮮新世-完新世までのナンノ化石軟泥と布腐泥を含むナンノ化石粘土の下、海底下 102.8 m (海面下 2,303.1 m) に不整合で時代未詳の汽水性の粘土層がある (SSP, 1996j)。

**Site 975**: 西地中海の Balearic Margin 南部, Menorca Rise の斜面の小盆地 (38°53.786'N, 4°30.596'E, 水深 2,415.5 m)。海底下 307.0 m (海面下 2,722.5 m) に中新世の石膏または有孔虫化石を含む石膏質チョークがあり、その上位は中新世?-鮮新世の石灰泥からなる (SSP, 1996k)。

**Site 976**: Spanish Margin, Alboran Basin 西部 (36°12.313'N, 4°18.763'W, 水深 1,108.0 m)。海底下 669.7 m (海面下 1,777.7 m) に高変成度の片岩や片麻岩からなる変成岩があり、その上位に中期中新世の砂岩と礫岩がある。海底下 660.2 m (海面下 1,768.2 m) より上位は中新世-完新世のナンノ化石泥からなる。基盤の高変成度の変成岩は、スペインの西部 Betic Cordillera の Alpujarride 複合岩体に属する岩石 (放射年代で前期中新世) と類似する (SSP, 1996l)。

## インド洋

インド洋については、紅海、東経 90°海嶺とブローケン海嶺、インド海嶺南西部とケルゲレン海台、マスカリン海台とオマーン大陸縁辺、オーストラリア西縁、大オーストラリア湾とタスマン海膨、南極海の 7 の地域に分けて記載する。なお、各 Site の位置は Fig. 2 に示す。

## 紅海

**Site 225\***: 紅海北部, Atlantis II Deep の約 16 km 東のトラフ海側 (21°18.58'N, 38°15.1'E, 水深 1,228 m)。海底下 176 m (海面下 1,404 m) に後期中新世の蒸発岩があり、中新世には浅い海に制限された蒸発岩が優勢であり、鮮新世および更新世にはより外洋性の状態に徐々に変化したことが示される (The SSP, 1974a)。

**Site 227\***: Atlantis II Deep の約 5 km 東のトラフ軸縁部 (21°19.86'N, 38°07.97'E, 水深 1,795 m)。海底下 229 m (海面下 2,021 m) に後期中新世の蒸発岩があり、その上面は紅海の震探反射面 S に対応する (The SSP, 1974b)。

**Site 228**: Atlantis II Deep の約 5 km 東のトラフ軸縁部 (19°05.16'N, 39°00.20'E, 水深 1,038 m)。海底下 287 m (海面下 1,325 m) に後期中新世のシルト岩層を挟む硬石膏岩層があり、その上位に鮮新世のシルト岩と軟泥の連続がある (The SSP et al., 1974a)。

## 東経 90° 海嶺とブローケン海嶺

**Site 214\***: 東経 90°海嶺 (Ninety east Ridge) の頂上 (11°20.21'S, 88°43.08'E, 水深 1,665 m)。海底下 390 m (海面下 2,055 m) にほとんどが陸上で堆積した火山砕屑

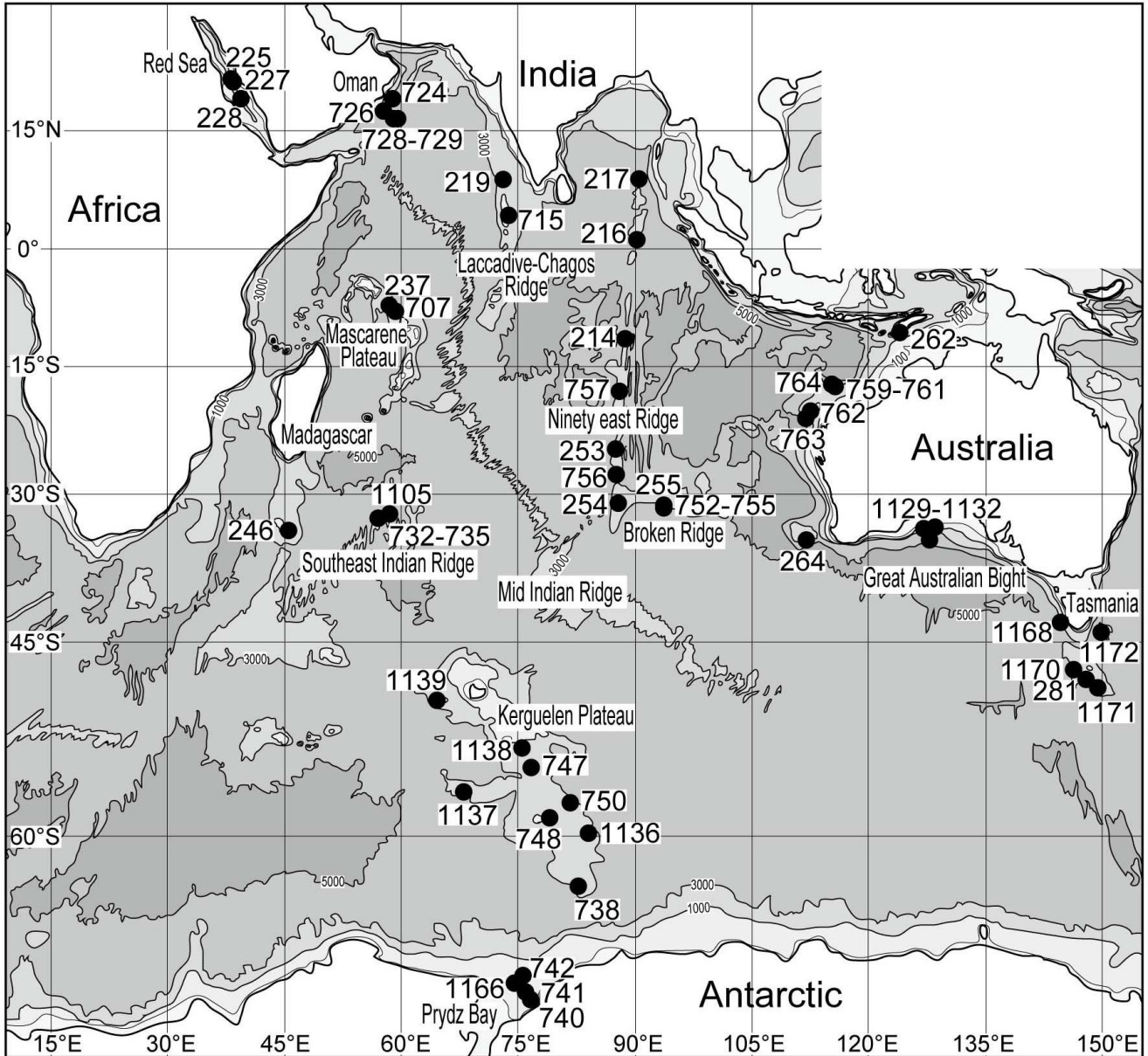


Fig. 2 Sites in the Indian Ocean where shallow-water sediments and other rocks have been recovered by DSDP and ODP

The black circle is the site location and the number is the site number. Bathymetric map from Bathymetric Data Viewer of NOAA on <https://www.ncei.noaa.gov/maps/bathymetry/>

物があり、その上位は暁新世の火山岩片やグロコナイト、貝片を含む石灰質シルトまたは石灰岩が重なる。ここでは、暁新世には玄武岩の陸上火山活動があり、始新世に海底となったと考えられる (The SSP, 1974c).

**Site 216\*** : 赤道に近い東経 90°海嶺の頂上 (1°27.73'N, 90°12.48'E, 水深 2,247 m). 海底下 457 m (海面下 2,704 m) に玄武岩があり、その直上の堆積物は後期 Maastrichtian の火山灰層、チョーク、火山性粘土からなる。この堆積物に含まれる微化石、軟体動物相および海緑石から、その堆積環境は浅海と考えられる (The SSP,

1974d).

**Site 217\*** : 東経 90°海嶺の東側側面 (8°55.57'N, 90°32.33'E, 水深 3,020 m). 海底下 600 m (海面下 3,620 m) に後期 Campanian の貝化石を含む苦灰岩があり、底部に向かって浅海化する (The SSP, 1974e).

**Site 219\*** : インド半島南西にある Laccadive-Chagos Ridge (9°01.75'N, 72°52.07'E, 水深 1,764 m). 海底下 280 m (海面下 2,044 m) に浅海で堆積した後期暁新世の石灰岩、砂岩、シルト岩があり、その上に始新世のチョークや軟泥が重なる。海底が約 2,000 m 沈み始めたのは始新世初期で、始新世には生物起源のシリカが多くチャートが見ら

れる (The SSP et al., 1974b).

**Site 715\***: Maldives Ridge の東縁 (5°04.89'N, 73°49.88'E, 水深 2,272.8 m). 海底下 104.6 m (海面下 2,377.4 m) に前期始新世の礁性石灰岩があり, その下位の海底下 211.3 m から下位には陸上噴出の橄欖石玄武岩溶岩がある (SSP, 1988c).

**Site 253\***: Broken ridge の北西の東経 90°海嶺上 (24°52.65'S, 87°21.97'E, 水深 1,962 m). 海底下 405 m (海面下 2,367 m) に玄武岩があり, その直上の有孔虫化石を含む中期始新世のガラス質火山灰は内側陸棚の深い部分 (50-150 m) で堆積した (The SSP, 1974f).

**Site 254\***: 東経 90°海嶺南端 (30°58.15'S, 87°53.72'E, 水深 1,253 m). 海底下 200 m (海面下 1,453 m) に浅海で堆積した後期始新世か前期漸新世の *Amussiopecten* など貝化石を多量に含む玄武岩の砂や礫を含むシルト質砂岩があり, その 300 m 下位には橄欖石玄武岩がある (The SSP et al., 1974c).

**Site 756\***: 東経 90°海嶺の最南端の頂部 (27°21.288'S, 87°35.843'E, 水深 1,513.1 m). 海底下 139 m (海面下 1,652.1 m) まで, 後期始新世—更新世のナンノ化石軟泥で, その最下部は非常に硬い石灰岩からなり, その下位は陸上噴出した玄武岩溶岩からなる (SSP, 1989a).

**Site 757\***: 東経 90°海嶺の頂部 (17°01.389'S, 88°10.812'E, 水深 1,643.6 m). 海底下 212 m (海面下 1,855 m) まで後期始新世—更新世のナンノ化石軟泥があり, その下位は後期漸新世の凝灰岩からなり, 下部は玄武岩の礫岩からなる. この凝灰岩に含まれる底生有孔虫化石から, 堆積環境は水深 100-200 m の外側陸棚と考えられる. また, 海底下 369 m (海面下 2,012.6 m) 以下には陸上噴出した玄武岩溶岩がある (SSP, 1989b).

**Site 255\***: Broken Ridge 南西端 (31°07.87'S, 93°43.72'E, 水深 1,144 m). 海底下 75 m (海面下 1,219 m) に Santonian の石灰岩と中期始新世の砂岩との傾斜不整合がある (The SSP, 1974g).

**Site 752\***: Broken Ridge の頂部 (30°53.483'S, 93°34.652'E, 水深 1,086.3 m). 海底下 113 m (海面下 1,199.3 m) に後期始新世の貝化石片や礫を含む浅海の石灰質軟泥と前期始新世のナンノ化石チョークの境界があり, この境界は前期始新世 (54 Ma) 以降, 中期始新世以前の波食不整合を示す. 不整合上の後期始新世—更新世の堆積物は 200-600 m から現在の約 1,000 m まで, 上方に向かって徐々に深くなる (SSP, 1989c).

**Site 753**: Broken Ridge の頂部 (30°50.310'S, 93°35.394'E, 水深 1,176.1 m). 海底下 43.6 m (海面下 1,219.7 m) に前期中新世—鮮新世のナンノ化石軟泥の下位に中期始新世の石灰質チョークがあり, その境界面は不整合で, その上面には石灰岩の中礫層がある (SSP, 1989d).

**Site 754\***: Broken Ridge の頂部 (30°56.439'S, 93°33.954'E, 水深 1,065.5 m). 海底下 151 m (海面下 1,216.5 m) に後

期始新世—更新世の有孔虫軟泥の下位に, 不整合で前期 Maastrichtian (Campanian?) のチョークと石灰岩がある (SSP, 1989e).

**Site 755\***: Broken Ridge の頂部 (31°01.786'S, 93°32.803'E, 水深 1,057.9 m). 海底下 65.5 m (海面下 1,123.4 m) まで中期中新世—更新世の有孔虫軟泥があり, その最下部には軟体動物, 褐虫藻, サンゴの断片が含まれ, その下位は不整合で Turonian—Santonian の凝灰質な石灰岩からなる. 底生有孔虫の研究によると, 堆積深度は白亜紀後期—古第三紀初期には 200-600 m の範囲で, 中期期始新世には中部漸深海から下部漸深海帯の海底まで深くなった. 傾斜不整合の上では, 新第三系の堆積深度は現在とほぼ同じ深さの中漸深海帯であった (SSP, 1989f).

#### インド海嶺南西部とケルゲレン海台

**Site 732**: Southwest Indian Ridge の Atlantis II Transform 北部 (32°32.81'S, 57°03.289'E, 水深 4,920.5 m). 海底下 (海面下 4,920.5 m) に斑晶玄武岩, 変質玄武岩, 輝緑岩, 斑レイ岩, 蛇紋岩, 蛇紋岩化した橄欖岩, 角閃岩, 砂岩などの垂角礫がある (SSP, 1989g).

**Site 733**: Southwest Indian Ridge の Atlantis II Transform 北部 (33°04.92'S, 56°59.39'E, 水深 5,242.5 m). 海底下 (海面下 5,242.5 m) に変質斑レイ岩と角閃岩がある (SSP, 1989h).

**Site 734**: Southwest Indian Ridge の Atlantis II Transform 北部 (32°06.87'S, 57°08.24'E, 水深 3,417.4 m). 前期更新世のナンノ軟泥の下位, 海底下 23.50 m (海面下 3,440.9 m) に蛇紋岩や角閃岩, メタ斑レイ岩, メタ玄武岩の角礫がある (SSP, 1989i).

**Site 735**: Southwest Indian Ridge の Atlantis II Transform 北部 (32°43.395'S, 57°15.959'E, 水深 719.9 m). 海底下 (海面下 719.9 m) から 500 m 下位まで斑レイ岩が連続した (SSP, 1989j).

**Site 738\***: Kerguelen Plateau 南部 (62°42.54'S, 82°47.25'E, 水深 2,252.5 m). 海底下 379.9 m (海面下 2,632.4 m) の後期 Maastrichtian の石灰岩に含まれる底生有孔虫から, この石灰岩は外側陸棚で堆積したと考えられ, さらに下位からは Turonian またはそれより古い玄武岩の角礫が, さらにその下位には玄武岩溶岩があり, それらは陸上で噴出したと考えられる (SSP, 1989k).

**Site 747\***: Kerguelen Plateau の北部と南部の漸移部 (54°48.68'S, 76°47.64'E, 水深 1,695.2 m). 中期中 Campanian—更新世のナンノ軟泥またはチョークの下位に, 海底下 296.6 m (海面下 1,991.8 m) に前期 Santonian のグロコナイトを含む石灰岩があり, その直下に不整合で陸上噴出の角礫化した玄武岩溶岩があり, この地点は中期 Campanian 以降急激に深海化した (SSP, 1989l).

**Site 748\***: Kerguelen Plateau 南部 (58°26.45'S, 78°58.89'E, 水深 1,290.5 m). 前期鮮新世—後期更新世の

珪藻軟泥と後期暁新世－前期中新世のナンノ化石軟泥の下位の海底下 389.1 m (海面下 1,679.6 m) に後期 Albian－Turonian－後期暁新世の礫性石灰岩があり、海底下 897.6 m (海面下 2,188.1 m) から玄武岩の礫岩層が約 10 m あり、その下位に陸上噴出した玄武岩溶岩がある (SSP, 1989m).

**Site 750\*** : Kerguelen Plateau 南部 (57°35.52'S, 81°14.37'E, 水深 2,030.5 m). 海底下 623.5 m (海面下 2,654 m) に海生化石を含まない Albian の石炭や礫層を挟む赤色から暗灰色の粘土岩層があり、海底下 675.5 m (海面 2,706 m) から下位は陸上または浅海で噴出した玄武岩溶岩からなる (SSP, 1989n).

**Site 1105** : Southwest Indian Ridge の東部 Atlantis II Transform に沿った Atlantis Platform (32°43.1346'S, 57°16.6518'E, 水深 702.9 m). 海底下 15.0 m (海面下 717.9 m) から斑レイ岩がある (SSP, 1999).

**Site 1136** : Kerguelen Plateau 南部 (59°39.1'S, 84°50.1'E, 水深 1,930.6m). 海底下 89.5 m (海面下 2,020.1 m) に後期 Albian の浅海陸棚で堆積した石灰質シルト質粘土があり、その下位の海底下 128.1 m (海面下 2,058.7 m) に陸上噴出したと思われる玄武岩溶岩がある。なお、この Site では暁新世／上部白亜系と更新統／漸新統の2つの期間にハイエイタスがある (SSP, 2000a).

**Site 1137** : Kerguelen Plateau 西部の高まりである Elan Bank の頂上 (56°50.0'S, 68°05.6'E, 水深 1,004.5 m). 海底下 199.5 m (海面下 1,204.0 m) にグロコナイトを含む Campanian の貝片からなる浅海性石灰岩があり、その下位の海底下 219.5 m (海面下 1,224.0 m) には陸上噴出の玄武岩溶岩がある。Campanian の石灰岩の上位には始新世－後期中新世のナンノ化石軟泥と更新世の珪質軟泥があり、それらの境界はそれぞれ大きなハイエイタスになっている (SSP, 2000b).

**Site 1138** : Kerguelen Plateau 中部の Heard Island の南東の高まり (53°33.1'S, 75°58.5'E, 水深 1,141.4 m). 海底下 655.6 m (海面下 1,797.0 m) に Turonian－Santonian の浅海で堆積したグロコナイト石灰質砂岩があり、その下位河川成の礫岩、さらに海底下 698.2 m (海面下 1,839.6 m) に陸上噴出の玄武岩溶岩がある (SSP, 2000c).

**Site 1139** : Kerguelen Plateau 北部の Skiff Bank (50°11.1'S, 63°56.2'E, 水深 1,415.3 m). 海底下 383.5 m (海面下 1,798.8 m) に始新世またはそれより古い浅海性の砂質石灰岩があり、その下位の海底下 461.7 m (海面下 1,877.0 m) には溶結粗面岩から流紋岩の火山砕屑岩と陸上で噴出した流紋岩と粗面岩－玄武岩の溶岩がある (SSP, 2000d).

#### マスカリン海台とオマーン大陸縁辺

**Site 237\*** : Mascarene Plateau (7°04.99'S, 58°07.48'E, 水深 1,623 m). 海底下 402 m (海面下 2,025 m) から下位は

前期－後期暁新世の石灰質ナンノ苦灰岩があり、そこにはグロコナイトや浅海の化石片が含まれ、浅い水深であったことを示唆される (The SSP, 1974h).

**Site 707\*** : Mascarene Plateau の北西部 (7°32.72'S, 59°01.01'E, 水深 1,551.9 m). 海底下 280.3 m (海面下 1,832.2 m) に後期暁新世－中期始新世の浅海性石灰質泥岩を挟む石灰質チョークがあり、その下位の海底下 358.2 m (海面下 1,910.1 m) には前期－中期暁新世の苦灰岩化した礫性石灰岩が、375.6 m 以下は中期暁新世の浅海性石灰岩を挟む斑晶玄武岩溶岩からなる (SSP, 1988d).

**Site 246\*** : Madagascar Ridge の Walters Shoals (33°37.21'S, 45°09.60'E, 水深 1,030 m). 海底下 125 m (海面下 1,155 m) に浅海で堆積した前期始新世または前期始新世中期の岩石化した礫質の石灰質火山砂岩があり、その下 52 m からは前期始新世前期のグロコナイト質の石灰質砂岩がある (The SSP, 1974i).

**Site 724\*** : Oman Continental Margin (18°27.713'N, 57°47.147'E, 水深 602.0 m). 海底下 248 m (海面下 850.0 m) の前期鮮新世の粘土質シルトに浅海性底生有孔虫化石が含まれ、3-4 Ma以降この Site は沈降した (SSP, 1989o).

**Site 726\*** : Oman Continental Margin (17°48.965'N, 57°22.290'E, 水深 340.1 m). 海底下 131.1 m (海面下 471.2 m) から下位に始新世の苦灰岩化した *Nummulites* を含む礫性石灰岩があり、それは Masirah Island のオフィオライト基盤を覆う石灰岩と年代や岩相が類似する (SSP, 1989p).

**Site 728** : Oman Continental Margin (17°40.790'N, 57°49.553'E, 水深 1,435.8 m). 海底下 163 m (海面下 1,598.8 m) の前期鮮新世ナンノ化石軟泥に含まれる底生有孔虫から浅海環境が明らかになり、この Site の堆積物は後期中新世には上部漸深海帯で堆積し、前期鮮新世には浅海で、後期鮮新世と更新世の中部漸深海帯で堆積し、急速な垂直移動を示している (SSP, 1989q).

**Site 729** : Oman Continental Margin (17°38.715'N, 57°57.221'E, 水深 1,403.8 m). 更新世－完新世のナンノ化石軟泥の下位、海底下 28.4 m (海面下 1,432.2 m) に始新世と思われる大型有孔虫や石灰藻を含む浅海性石灰岩がある。この浅海性石灰岩は 60 km 西の基底隆起部にある Site 726 の石灰岩と特徴や岩相が類似している (SSP, 1989r).

#### オーストラリア西縁

**Site 262\*** : オーストラリア北西縁の Timor Trough 南西端 (10°52.19'S, 123°50.78'E, 水深 2,298 m). 海底下 427 m (海面下 2,725 m) に鮮新世の非常に浅い海洋性ドロマイトと貝殻石灰質砂岩があり、その上位に第四紀および上部鮮新世の浮遊性軟泥と浅海性有孔虫ドロマイト泥が重なる (The SSP and Erickson, 1974).

**Site 264** : オーストラリア南西端沖 (34°58.13'S,

112°02.68'E, 水深 2,873 m). 海底下 171 m (海面下 3,044 m) に Cenomanian または先 Cenomanian の玄武岩の火山砕屑性礫岩の上位に不整合で Cenomanian-Santonian のチョークが重なる (The SSP, 1975a).

**Site 759\***: Wombat Plateau の南東麓 (16°57.24'S, 115°33.63'E, 水深 2,091.6 m). 海底下 40.5 m (海面下 2,132.1 m) に後期三畳紀 (Norian-Carnian) の浅海性石灰岩があり, その上位に不整合で前期中新世の陸源性と遠洋性の堆積物が覆う (SSP, 1990a).

**Site 760\***: Wombat Plateau の頂部 (16°55.32'S, 115°32.48'E, 水深 1,969.7 m). 前期始新世のナンノ化石軟泥の下位に時代未詳のマンガンジュールを含む砂質シルトの薄層があり, 海底下 84.9 m (海面下 2,054.6 m) から, 後期三畳紀 Norian の黒色-暗灰色の粘土岩がある. この地層の土壤断面と, 根, 藻類, 石炭が含まれること, 海生化化石が存在しないことから, この堆積環境は断続的に空中に露出していた沼地からラグーンのような周縁-海洋環境と考えられ, より下位には Carnian-Norian の干潟をもつ炭酸塩礁の堆積物がある (SSP, 1990b).

**Site 761\***: Wombat Plateau の中央部 (16°44.23'S, 115°32.10'E, 水深 2,167.9 m). 海底下 259.5 m (海面下 2,427.4 m) に後期三畳紀 Rhaetian の浅海性石灰岩があり, その下位は陸棚の粘土岩, Norian のデルタ平野の石炭を含む粘土岩からなる. 後期三畳紀の堆積物の上位の海底下 2,423.3 m に後期 Berriasian-前期 Valanginian の砂岩があり, その上位に後期 Maastrichtian-第四紀のナンノ化石チョークまたは軟泥が重なる (SSP, 1990c).

**Site 762\***: Exmouth Plateau の中央部 (19°53.23'S, 112°15.24'E, 水深 1,360.0 m). 海底下 848.5 m (海面下 2,208.5 m) に前期白亜紀の Berriasian-前期 Valanginian の水深 200-500 m に堆積したと推定される粘土岩がある. その上位は Albian-第四紀の遠洋性ナンノ化石チョークまたは軟泥からなる (SSP, 1990d).

**Site 763\***: Exmouth Plateau の中央部 (20°35.21'S, 112°12.51'E, 水深 1,367.5 m). 海底下 570.0 m (海面下 1,937.5 m) に後期 Albian のシルト岩や砂岩があり, アンモナイトやグロコナイトを含み, 下位の Barremian のシルト岩を不整合に覆う外側陸棚の堆積物と考えられる (SSP, 1990e).

**Site 764\***: Wombat Plateau の北東縁 (16°33.96'S, 115°27.43'E, 水深 2,698.6 m). 海底下 49.56 m (海面下 2,748.2 m) 以下に後期三畳紀 Rhaetian の浅海性サンゴ礁複合体があり, その上位には Coniacian-後期 Maastrichtian の遠洋性チョーク, 後期始新世-中期中新世と第四紀の有孔虫ナンノ化石軟泥が重なる (SSP, 1990f).

#### 大オーストラリア湾とタスマン海膨

**Site 1129**: 大オーストラリア湾 (Great Australian Bight) の Eucla Shelf 縁 (33°17.7887'S, 128°28.8675'E, 水深

202.1m). 海底下 (海面下 202.1-353.3 m) には更新世の上部漸深海帯のコケムシ礁性石灰岩がある (SSP, 2000e).

**Site 1130**: Eucla Shelf の上部斜面 (33°25.1988'S, 127°36.1248'E, 水深 488.1 m). 海底下 369.5 m (海面下 857.6 m) に後期始新世の浅海で堆積した石灰質砂岩があり, その上位は後期漸新世のナンノ化石軟泥が覆う (SSP, 2000f).

**Site 1131**: Eucla Shelf の大陸棚縁 (33°19.5655'S, 128°28.8721'E, 水深 333.6 m). 海底下 (海面下 333.6 m) から更新世の上部漸深海帯のコケムシ礁性石灰岩があり, 海底下 531.7 m (海面下 865.3 m) に上部鮮新統と中部-下部中新統との不整合がある (SSP, 2000g).

**Site 1132**: Eucla Shelf 縁 (33°18.9624'S, 127°36.1235'E, 水深 218.5 m). 海底下 (海面下 218.5 m) に上部漸深海帯のコケムシ礁性石灰岩があり, 海底下 517.7 m (海面下 736.2 m) に中期-後期始新世の生物源浅海石灰岩がある. この Site は, 始新世の浅い陸棚から, 中期漸新世と中期中新世には深い斜面, そして後期鮮新世-更新世に上部斜面, 外側陸棚の浅海に戻るといふ, 深海化から浅海化の移行を示している (SSP, 2000h).

**Site 281\***: Tasman Rise 南部 (47°59.84'S, 147°45.85'E, 1,591 m). 海底下 160 m (海面下 1,751 m) に石英黒雲母片岩からなる基盤と後期始新世の生物片を含むグロコナイト質砂と砂岩や片岩の角礫岩層との不整合がある (The SSP and Wilson, 1975).

**Site 1168**: Tasmania の西部縁辺 (42°36.5809'S, 144°24.7620'E, 水深 2,463.3 m). 海底下 762.0 m (海面下 3,225.3 m) に後期始新世のシルト質粘土岩があり, それは浅海から汽水の低酸素環境を示す (SSP, 2001a).

**Site 1170**: South Tasman Rise の西側 (47°09.0107'S, 146°02.9829'E, 水深 2,704.7 m). 海底下 497 m (海面下 3,201.7 m) に底生有孔虫化石から中浅海 (50-100 m) に堆積した中期始新世の暗灰色のシルト岩がある (SSP, 2001b).

**Site 1171**: South Tasman Rise の南端の南西側 (48°29.9975'S, 149°06.7222'E, 水深 2,147.8 m). 海底下 343.5 m (海面下 2,491.3 m) に底生有孔虫化石から中浅海 (50-100 m) に堆積した中期始新世のシルト岩がある (SSP, 2001c).

**Site 1172**: East Tasman Plateau の西側 (43°57.5545'S, 149°55.7169'E, 水深 2,621.7 m). 海底下 361.1 m (海面下 2,982.8 m) に底生有孔虫化石から浅海に堆積した中期-後期始新世の珪藻-ナンノ化石粘土岩がある. その上位には始新世末期-漸新世の上部漸深海帯に堆積した粘土岩がある. また, 下位には後期白亜紀の上部漸深海帯に堆積した粘土岩がある (SSP, 2001d).

#### 南極海

**Site 270\***: 南極ロス海 (77°26.48'S, 178°30.19'W, 水深 634

m). 海底下 383.3 m (海面下 1,017 m) に厚さ 2-5 m の中期-後期漸新世のグロコナイト砂と炭質砂岩があり, その下には厚さ約 30 m の角礫岩がある. 基盤はその直下 (海面下約 1,050 m) にあり, 礫から推定して古生代初期の大理石や珪酸片麻岩からなる. なお, 前期鮮新世/前期中新世の不整合は海面下 1,019 m にある (The SSP, 1975b).

**Site 273\***: 南極ロス海 (74°32.29'S, 174°37.57'E, 水深 495.0 m). 中期更新世の礫質砂-シルトの下, 海底下 42.5 m (海面下 537.5 m) に中期-後期中新世の半固結の礫質砂-シルトがあり, それに含まれている有孔虫化石から水深 100-300 m の堆積環境が推定される (SSP, 1975c).

**Site 693\***: 西南極の Weddell Sea 縁 (70°49.892'S, 14°34.410'W, 水深 2,359 m). 海底下 409.0 m (海面下 2,768 m) から底生有孔虫化石から水深 500 m 付近に堆積したと考えられる中期 Albian の粘土質泥岩があり, 含まれる底生有孔虫化石から水深 500 m 付近に堆積したと考えられる (SSP, 1988e).

**Site 696\***: 南極の South Orkney Microcontinent (SOM) 南西縁 (61°50.959'S, 42°55.996'W, 水深 650 m). 海底下 606.9 m (海面下 1,256.9 m) に前期暁新世-始新世の砂質泥岩があり, 含まれる底生有孔虫化石群からわずかに高塩分環境で低酸素状態にある内側陸棚環境で堆積したことを示している. 堆積物には, 軟体動物や刺胞動物の豊富な群集が含まれていて, 多様な石灰質ナンノ化石群は始新世の南洋の温暖さを示している (SSP, 1988f).

**Site 740\***: 南極東部の Prydz Bay 内部 (68°41.22'S, 76°43.25'E, 水深 807.5 m). 後期鮮新世-完新世の 23.2 m の厚さの珪藻軟泥の下位に片麻岩や火山岩の掘削角礫があり, 海底下 56.6 m (海面下 864.1 m) から下位は河川性の赤色砂岩層からなる. その時代については不明だが, ペルム紀の可能性もある (SSP, 1989s).

**Site 741\***: Prydz Bay 内部 (68°23.16'S, 76°23.02'E, 水深 551.4 m). 海底下 4.1 m までが第四紀の粘土質シルトで, その下位に変成岩片があり, 海底下 24.05 m (海面下 575.5 m) から下位が炭化した植物片や礫層を挟む砂岩層からなり, それは河川または海岸平野の堆積環境と考えられ, その形成時代は花粉化石から Albian の可能性がある (SSP, 1989t).

**Site 742\***: Prydz Bay 内部 (67°32.98'S, 75°24.27'E, 水深 415.7 m). 海底下 304.3 m (海面下 720.0 m) 以下に前期始新世-漸新世の石炭や植物片を含む非海洋性の粘土岩と砂岩がある (SSP, 1989u).

**Site 1166**: Prydz Bay の大陸棚 (67°41.8'S, 74°47.2'E, 水深 475.4 m). 海底下 156.5 m (海面下 631.9 m) に始新世の扇状地で堆積した粗粒砂岩があり, その下位の海底下 276.4 m (海面下 751.8 m) にある Turonian の炭質粘土は潟湖環境下で堆積した. また, 最上部の鮮新統 (3.2 Ma) と漸新統の間に不整合がある (SSP, 2001e).

## 太平洋

太平洋については, 中央太平洋海山群などのギョー, 天皇海山列の海山, 大規模海膨, オーストラリア東方縁辺とニュージーランド南西, パプアニューギニアとバヌアツ島弧, パラオー九州海嶺, 伊豆-小笠原海溝, マリアナ海嶺, 日本海溝と日本海, 中央アメリカ海溝, ペルー海溝の 11 の地域と特徴的な隆起地形に分けて記載する. なお, 各 Site の位置は Fig. 3 に示す.

### 中央太平洋海山群などのギョー

**Site 171\***: 中央太平洋海山群の Horizon Guyot 頂上のサドル (19°07.9'N, 169°27.6'W, 水深 2,295 m). 海底下 345 m (海面下 2,640 m) に Aptian-Albian のサンゴ礁石灰岩があり, その上位は不整合で Cenomanian の基底礫を伴う砂岩とシルト岩が重なる. Cenomanian の前には浅海または陸上の火山活動があり, この島は後期 Coniacian まで存在し沈降した (The SSP and Drugg, 1973).

**Site 202\***: Ita Mai Tai Guyot 山頂東端 (12°48.9'N, 156°57.2'E, 水深 1,505 m). 海底下 74 m (海面下 1,579 m) に年代不明のウーイド石灰岩があり, その上に中期始新世の有孔虫砂岩と前期鮮新世の有孔虫砂がある. 始新世以前にかつてここは裾礁が形成された島があり, 水没したことが示唆される (The SSP, 1973d).

**Site 865\***: Mid-Pacific Mountains 西部 Allison Guyot の頂部 (18°26.410'N, 179°33.339'W, 水深 1,518.4 m). 海底下 139.7 m (海面下 1,658.1 m) に後期 Albian の浅海性の礁性石灰岩があり, その下位 731 m がほぼ同じもので構成される. この石灰岩の直上には Turonian-Coniacian の遠洋性石灰岩が重なり, その上位に後期暁新世-更新世末期の有孔虫砂とナンノ化石軟泥が覆う (SSP, 1993a).

**Site 866\***: Mid-Pacific Mountains 西部の Resolution Guyot の頂部 (21°19.953'N, 174°18.844'E, 水深 1,361.8 m). 海底下 19.6 m (海面下 1,381.4 m) に Aptian-Albian の浅海性の礁性石灰岩があり, その下位海底下 1,203.4 m (海面下 2,565.2 m) に Barremian の苦灰岩化した浅海性の礁性石灰岩があり, Aptian-Albian の浅海性の礁性石灰岩の厚さは 1,183.8 m になる (SSP, 1993b).

**Site 867\***: Resolution Guyot の頂部北縁 (21°20.959'N, 174°18.561'E, 水深 1,352.2 m). 海底面には始新世のマンガン被覆のあるリン酸塩化したナンノ化石石灰岩があり, 海底下 0.29 m (海面下 1,352.5 m) に Albian のリン酸塩化した浅海性の礁性石灰岩があり, それは海底面から 18.3 m 以下ではリン酸塩岩化していない (SSP, 1993c).

**Site 868\***: Resolution Guyot の頂部北縁 (21°21.171'N, 174°18.564'E, 水深 1,385.0 m). 海底面 (海面下 1,385.0 m) に Albian の浅海性の礁性石灰岩がある (SSP, 1993c).

**Site 871\***: Marshall Islands 南部, Limalok (Harrie) Guyot の中央部 (5°33.438'N, 172°20.658'E, 水深 1,254.6



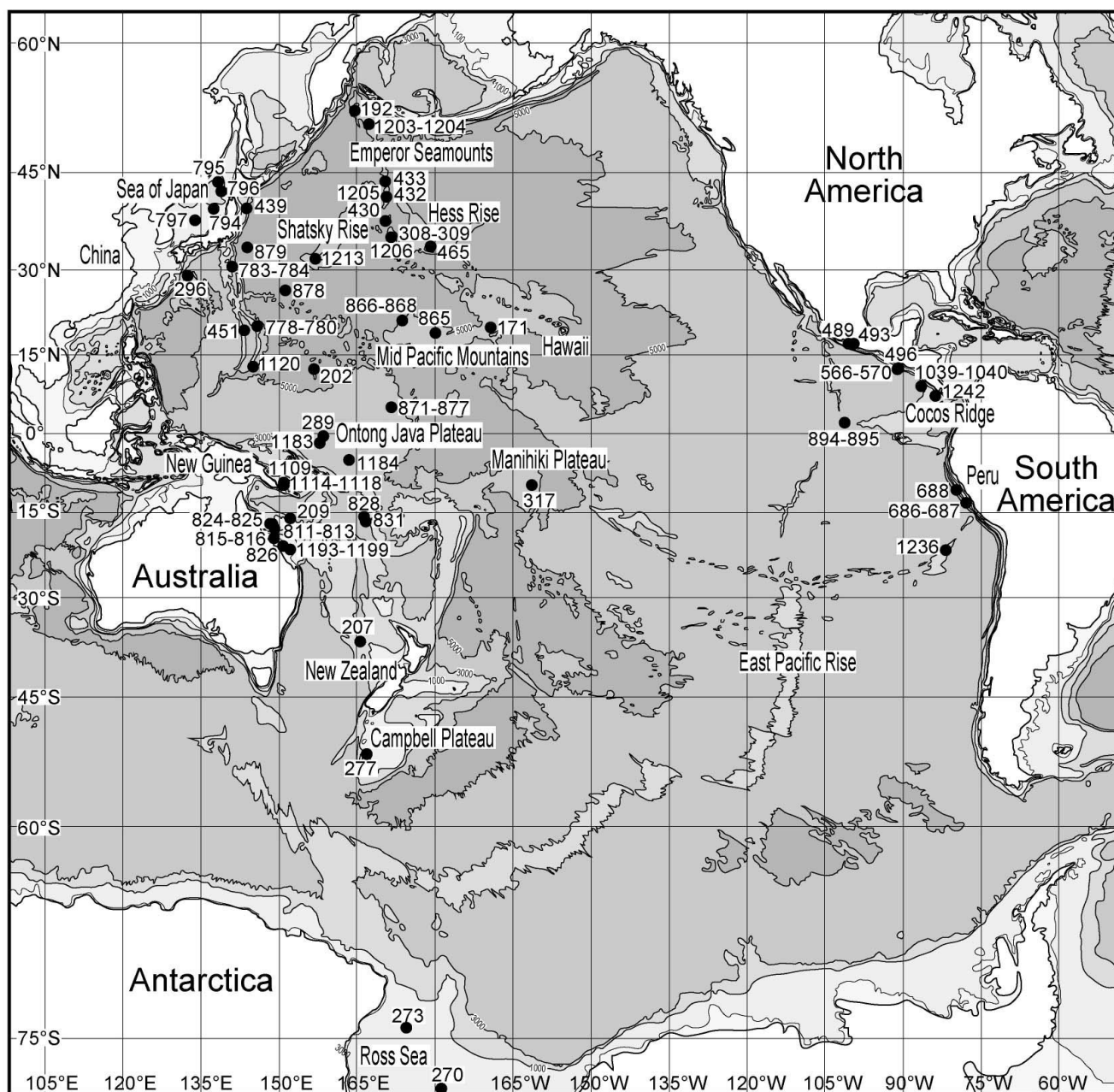


Fig. 3 Sites in the Pacific Ocean where shallow-water sediments and other rocks have been recovered by DSDP and ODP

The black circle is the site location and the number is the site number. Bathymetric map from Bathymetric Data Viewer of NOAA on <https://www.ncei.noaa.gov/maps/bathymetry/>

m). 海底下 133.7 m (海面下 1,388.3 m) に *Nummulites* を含む後期暁新世-中期始新世の浅海性の礁性石灰岩がある。上位の前期中新世-更新世の有孔虫軟泥との境界には鉄マンガン酸化物とリン酸塩岩の硬い岩石があり、それは、後期漸新世前期の有孔虫化石が含まれる。海底下 451.6 m (海面下 1,706.2 m) から下位は陸上噴出のネフェリン玄武岩溶岩からなる (SSP, 1993d)。

**Site 872\***: Marshall Islands 北部, Lo-En Guyot の中央部 (10°05.808'N, 162°51.996'E, 水深 1083.6 m)。海底下

135.4 m (海面下 1,219.0 m) に陸上噴出したアルカリ橄欖石玄武岩溶岩があり、その亀裂を埋める後期 Turonian の浮遊性有孔虫化石が含まれる遠洋性堆積物は深さとともにリン酸塩化が進んでいる (SSP, 1993e)。

**Site 873\***: Marshall Islands 北部, Wodejebato (Sylvania) Guyot の北東側 (11°53.796'N, 164°55.188'E, 水深 1,335.0 m)。海底下 58.0 m (海面下 1,393.0 m) に後期 Campanian-Maastrichtian の浅海性礁性石灰岩があり、その上位 4 m は中期始新世のマンガンに被覆されリン酸塩

岩化した石灰岩礫からなる。海底下 151.5 m (海面下 1,486.5 m) に玄武岩溶岩流の垂熱帯風化による粘土岩があり、海底下 175.1 m (海面下 1,510.1 m) にアルカリ玄武岩がある (SSP, 1993f)。

**Site 874\*** : Wodejebato Guyot の北東側 (12°00.228'N, 164°56.388'E, 水深 1,374.9 m)。海底面に中期始新世のマンガンを被覆されリン酸塩岩化した石灰岩礫があり、この礫は後期暁新世—中期始新世後期のリン酸塩岩化した遠洋性堆積物によりセメントされている。海底下 0.1 m (海面下 1,375.0 m) に後期 Campanian—Maastrichtian の礁性石灰岩があり、海底下 162.8 m (海面下 1,537.7 m) に玄武岩溶岩が陸上風化した粘土岩があり、海底下 177.7 m (海面下 1,552.6 m) から下位はアルカリ橄欖石玄武岩からなる (SSP, 1993g)。

**Site 875\*** : Wodejebato Guyot の北東縁 (12°00.756'N, 164°56.466'E, 水深 1,408.8 m)。海底下 0.14 m (海面下 1,408.9 m) に中期—後期 Maastrichtian の浅海性礁性石灰岩があり、海底下 126 m (海面下 1,534.8 m) にアルカリ橄欖石玄武岩がある。Maastrichtian の礁性石灰岩の表面がマンガンを被覆したリン酸塩岩化した石灰岩し、その上位に中期始新世の有孔虫石灰岩がある (SSP, 1993h)。

**Site 876\*** : Wodejebato Guyot の北東縁 (12°14.796'N, 164°55.908'E, 水深 1,398.8 m)。海底下 0.84 m (海面下 1,399.6 m) に中期—後期 Maastrichtian の浅海性礁性石灰岩があり、海底下 145.5 m (海面下 1,544.3 m) にアルカリ橄欖石玄武岩がある。Maastrichtian の礁性石灰岩の表面がマンガンを被覆したリン酸塩岩化した石灰岩し、その上位に中期始新世の有孔虫石灰岩がある (SSP, 1993h)。

**Site 877\*** : Wodejebato Guyot の北東縁 (12°01.146'N, 164°55.326'E, 水深: 1,354.8 m)。海底にマンガンを被覆したリン酸塩岩化した始新世の石灰岩があり、海底下 0.2 m (海面下 1,355.0 m) に Maastrichtian の浅海性礁性石灰岩がある。海底下 183 m (海面下 1,537.8 m) に後期 Campanian の陸上風化した粘土岩があり、その下位 186 m (海面下 1,540.8 m) にアルカリ玄武岩の角礫岩がある (SSP, 1993i)。

**Site 878\*** : Wake Group の Massachusetts Institute of Technology (MIT) Guyot (27°19.143'N, 151°53.028'E, 水深 1,323.2 m)。海底下 3.2 m (海面下 1,326.4 m) に前期 Aptian—Albian の浅海性礁石灰岩があり、その表面には後期中新世—前期更新世のマンガノジュールをとまなう有孔虫軟泥からなる。マンガノジュールにはリン酸塩岩化した後期 Albian—前期始新世の遠洋性石灰岩を含む。海底下 722.5 m (海面下 2,045.7 m) にアルカリ玄武岩溶岩と角礫層がある (SSP, 1993j)。

**Site 879\*** : Japanese Seamount Province の Seiko Guyot (拓洋第三海山) (34°10.46'N, 144°18.56'E, 水深 1,500.8 m)。海底下 (海面下 1,500.8 m) から後期 Aptian—Albian の浅海性礁石灰岩があり、海底下 169.7 m (海面下 1,670.5 m) に火山角礫の組織を残す粘土岩があり、海底下 191.0

m (海面下 1,691.8 m) から下位は角礫岩を挟む玄武岩溶岩からなる (SSP, 1993k)。

#### 天皇海山列の海山

**Site 192**: 天皇海山列北端の Meiji Guyot 頂上 (53°00.57'N, 164°42.81'E, 水深 3,014 m)。海底下 1,044 m (海面下 4,058 m) に浅海か陸上で噴出したアルカリ玄武岩と粗面玄武岩の溶岩流の複合体があり、その上位に後期 Maastrichtian—後期始新世のチョークまたは石灰質粘土岩が重なる。上部始新統と上部 Maastrichtian の間は大規模なハイエータスである (The SSP, 1973e)。

**Site 308\*** : Kōko Guyot (34°54.32'N, 171°33.67'E, 水深 1,346 m)。海底 (海面下 1,346 m) からコア全体が前期始新世の、コケムシ、サンゴ、貝化石片、底生有孔虫やウーイドを含む浅海性の生物源火山シルト岩と砂岩 (50 m 以下の水深で形成) である (The SSP, 1975d)。

**Site 309\*** : Kōko Guyot (34°54.32'N, 171°33.67'E, 水深 1,470 m)。海底 (海面下 1,470 m) に後期漸新世の大型有孔虫化石を混在した生物源石灰砂岩が得られ、初期中新世または後期漸新世の比較的浅い場所であり、火山活動も継続していた可能性がある (The SSP, 1975e)。

**Site 430A\***: Ojin Seamount 山頂 (37°59.29'N, 170°35.86'E, 水深 1,485.5 m)。海底面から深さ 59.3 m まで後期暁新世—前期始新世の浅海のサンゴ礁の環境を示す礫質の石灰質軟泥や砂、火山砂があり、その下位 (海面下 1,544.8 m) に陸上噴火の玄武岩溶岩がある (SSP, 1980a)。

**Site 432\*** : Nintoku Seamount 山頂 (41°20.03'N, 170°22.74'E, 水深 1,320.0 m)。海底下 39 m に厚さ 3.52 m の後期暁新世—前期始新世の石灰質セメントされた礫岩と砂岩、赤色粘土があり、その下位 (海面下 1,362.5 m) に陸上で噴出した玄武岩溶岩がある (SSP, 1980b)。

**Site 433\***: Suiko Seamount 山頂 (44°46.60'N, 170°01.26'E, 水深 1,874.0 m)。海底下 52.5 m (海面下 1,926.5 m) まで鮮新世—更新世と中新世の軟泥があり、その下位は暁新世のサンゴ礁石灰岩があり、海底下 163.5 m より下位は玄武岩溶岩からなる。Suiko Seamount は、中期暁新世には堡礁をもつ島であったと考えられる (SSP, 1980c)。

**Site 1203** : Detroit Seamount の頂上 (50°56.9976'N, 167°44.3969'E, 水深 2,604.4 m)。海底下 457.5 m (海面下 3,061.9 m) に Campanian の浅海または陸上で噴出した玄武岩溶岩と火砕岩があり、その上位には中期始新世のナンノ化石チョークが重なる (SSP, 2002a)。

**Site 1204** : Detroit Seamount の頂上北縁 (51°11.6406'N, 167°46.4217'E, 水深 2,381.0 m)。海底下 814.0 m (海面下 3,195.0 m) に Campanian の浅海または陸上で噴出した玄武岩溶岩と火砕岩があり、その上位には礫岩層があり、その上位に Campanian—後期暁新世のナンノ化石チョークが重なる (SSP, 2002b)。

**Site 1205** : Nintoku Seamount の頂上北西縁

(41°19.9986'N, 170°22.6992'E, 水深 1,321.0 m). 海底下 (海面下 1,321.0 m) に前期始新世の海岸や浅海で堆積したシルト質砂岩や礫岩があり, 海底下 35.2 m (海面下 1,356.2 m) に前期始新世かそれ以前の陸上で噴火した玄武岩溶岩と火砕岩がある (SSP, 2002c).

**Site 1206** : Kōko Seamount の南東側頂上下部 (34°55.5485'N, 172°08.7536'E, 水深 1,557.0 m). 海底下 57 m (海面下 1,614.0 m) から浅海または陸上で形成された火山砕屑層と玄武岩溶岩, その上位には中期始新世の浅海性の石灰質泥岩がある (SSP, 2002d).

### 大規模海膨

**Site 1213** : Shatsky Rise の南部の高まりの南麓 (31°34.649'N, 157°17.861'E, 水深 3,883 m). 海底下 447.8 m (海面下 4,330.8 m) に最前期 Berriasian のチャートの下に輝緑岩がある. この上位の堆積物には 2 つの大きなハイエイタスがあり, ひとつは Berriasian - Cenomanian のチャートと Santonian - Coniacian のナンノ化石軟泥との間, 2 つめはそれと前期鮮新世 - 完新世のナンノ化石軟泥との間にある (SSP, 2002e).

**Site 465\*** : Southern Hess Rise (33°49.23'N, 178°55.14'E, 水深 2,165.5 m). 海底下 411.7 m (海面下 2,577.2 m) で粗面岩があり, その上位に後期 Albian - 前期 Cenomanian の葉理状の石灰岩が覆う. 粗面岩は浅海または陸上で噴出した. 葉理状の石灰岩の石灰岩は数 100 m の水深の海底で堆積したと考えられる (SSP, 1981a).

**Site 317\*** : 南太平洋の Manihiki Plateau の中央部 (11°00.09'S, 162°15.78'W, 水深 2,613.8 m). 海底下 910 m (海面下 3,523 m) に玄武岩があり, その上には Barremian - Aptian<sup>?</sup> の二枚貝化石を含む火山砕屑性砂岩とシルト岩が重なる. 玄武岩の多孔性は比較的浅海で形成されたことを示唆する (The SSP, 1976).

**Site 289** : Ontong-Java Plateau 北部 (0°29.92'S, 158°30.69'E, 水深 2,224 m). 海底下 1,271 m の基底には玄武岩が, その上位に海底下 1,262 m (海面下 3,486 m) まで先前期 Aptian の石灰岩と凝灰岩があり, その上位に Aptian - 後期始新世の放射虫を含む石灰岩と珪質石灰岩のナンノ有孔虫チョークがあり, 海底下 969 m から上位は後期始新世から更新世のナンノ有孔虫軟泥とチョークからなる (The SSP, 1975f).

**Site 1183** : Ontong Java Plateau の主稜の頂部 (1°10.6189'S, 157°00.8988'E, 水深 1,804.7 m). 海底下 1088.8 m (海面下 2,893.5 m) に Aptian - Albian の石灰岩があり, これに含まれる底生有孔虫化石からそれは陸棚中部 - 外側の堆積環境を示す. なお, 海底下 1,130.4 m (海面下 2,935.1 m) には Aptian の玄武岩溶岩があり, 比較的浅い海底噴火によって形成された (SSP, 2001f).

**Site 1184** : Ontong Java Plateau の東支稜の北部海嶺 (5°00.6653'S, 164°13.9771'E, 水深 1,661.5 m). 海底下

201.1 m (海面下 1,862.6 m) 以下に遠洋性の堆積層が挟まない中期始新世の火山礫凝灰岩があり, その下部の海底下 380.5 m (海面下 2,042.0 m) では斜交層理があり, それは波浪限界付近の浅海で堆積した可能性がある. 中期始新世の火山礫凝灰岩の上位には前期中新世の遠洋性のナンノ化石軟泥が重なる (SSP, 2001g).

### オーストラリア東方縁辺とニュージーランド南西

**Site 209\*** : オーストラリア東方縁辺の Queensland Plateau の東北縁 (15°56.19'S, 152°11.27'E, 水深 1428 m). 海底下 275 m (海面下 1,703 m) に中期始新世の浅海性の有孔虫石灰岩があり, その上位は中期 - 後期始新世の上部漸深帯の有孔虫軟泥からなる (The SSP and Burns, 1973).

**Site 811\*** : Queensland Plateau の西縁 (16°30.948'S, 148°9.454'E, 水深 937.0 m). 海底下 269.5 m (海面下 1,206.5 m) に前期 - 中期中新世の生物源礫性石灰岩があり, 礫性石灰岩は掘削基底の海底下 392.5 m (海面下 1,329.5 m) までつづき, その年代は前期 - 中期始新世になる (SSP, 1991a).

**Site 825** : Queensland Plateau の西縁 (16°30.961'S, 148°9.457'E, 水深 939.3 m). 海底下 305.4 m (海面下 1,244.7 m) に前期中新世後期の生物源礫性石灰岩があり, 海底下 408.4 m (海面下 1,347.7 m) に中期始新世 - 後期漸新世の大型有孔虫を含む生物源の浅海性石灰岩があり, その下位の海底下 453 m (海面下 1,392.3 m) に時代未詳のメタ堆積物またはメタ火山岩がある (SSP, 1991a).

**Site 812\*** : Queensland Plateau 南縁 (17°48.842'S, 149°36.306'E, 水深 461.6 m). 海底下 141.6 m (海面下 603.2 m) に中期中新世の浅海性石灰岩があり, 後期中新世 - 前期鮮新世にかけて堆積環境が浅海 (0-200 m) で, 後期鮮新世 - 更新世にかけて上部漸深帯 (200-600 m) へと徐々に深くなる (SSP, 1991b).

**Site 813\*** : Queensland Plateau 南縁 (17°49.959'S, 149°29.669'E, 水深 539.1 m). 海底下 195 m (海面下 734.0 m) に中期またはより古い中新世の苦灰岩化した礫性石灰岩があり, その上位には中期 - 後期中新世の陸棚 (50-200 m) で堆積したチョークがあり, 底生有孔虫化石から鮮新世と更新世には上部漸深海帯の環境 (200-600 m) へと水深が徐々に増加した (SSP, 1991c).

**Site 814\*** : Queensland Plateau 南縁 (17°49.985'S, 149°30.831'E, 水深 520.4 m). 海底下 136.0 m (海面下 656.4 m) に中期中新世の苦灰岩化した礫性石灰岩があり, その上位に中期中新世の外側陸棚 (100-200 m) の石灰岩があり, 鮮新世から更新世には上部漸深海帯の環境 (200-600 m) へと水深が徐々に増加した (SSP, 1991d).

**Site 824\*** : Queensland Plateau 西斜面 (16°26.690'S, 147°45.753'E, 1,001.9 m). 海底下 242.3 m (海面下 1,244.2 m) に中期 - 後期中新世の生物源礫性石灰岩があり, 海底下 338.7-401.9 m (海面下 1,340.6-1,403.8 m) には後期漸

新世—前期中新世の礁性石灰岩があり、その下位は時代未詳の強く風化した土壌に覆われた千枚岩と塩基性火山岩がある (SSP, 1991e).

**Site 815\***: グレートバリアリーフ東方の Marion Plateau 北西縁 (19°9.034'S, 149°59.508'E, 水深 465.5 m). 海底下 425.3 m (海面下 890.8 m) に前期中新世から後期中新世の陸棚炭酸塩岩があり、その上位に後期中新世—鮮新世の半遠洋性堆積物がある。その中新世末期の堆積物に含まれる底生有孔虫群集は、浅海性の外側陸棚の水深 (100-200 m) を示しているが、再堆積したサンゴ礁の分類群も含まれている。半遠洋性の堆積期間中に、この Site は上部漸深海帯の水深 (200-600 m) まで深くなった (SSP, 1991f).

**Site 816\***: Marion Plateau 北縁 (19°11.911'S, 150°0.608'E, 水深 437.8 m). 海底下 93.0 m (海面下 530.8 m) に中期中新世の苦灰岩化した礁性石灰岩があり、その上位に前期鮮新世—更新世の半遠洋性のナンノ化石軟泥がある。なお、鮮新統と中新統は不整合関係にあり、また中新世の石灰岩全体が淡水での続成作用を受けていることから、中新世の炭酸塩礁は中新世末期に陸上に露出した間にカルスト地形が発達していた (SSP, 1991g).

**Site 826\***: Marion Plateau 北西縁 (19°13.530'S, 150°0.597'E, 水深 425.3 m). 海底下 98.5 m (海面下 523.8 m) に中期中新世の苦灰岩化した礁性石灰岩がある (SSP, 1991h).

**Site 1193**: Marion Plateau 北部 (20°14.495'S, 151°47.538'E, 水深 348.3 m). 海底下 35.0 m (海面下 383.3 m) に中期—後期中新世の礁性の浅海性石灰岩があり、その上位は後期中新世—更新世の浮遊性有孔虫を含む石灰岩からなる。なお、海底下 385.1 m (海面下 733.4 m) に前期中新世の浅海性石灰岩があり、その下位の海底下 531.4 m (海面下 879.7 m) に玄武岩溶岩がある (SSP, 2002f).

**Site 1194**: Marion Platform (20°14.554'S, 151°58.991'E, 水深 373.9 m). 海底下 117.4 m (海面下 491.3 m) に中期中新世の浅海性コケムシ石灰岩があり、その上位は後期中新世—更新世の浮遊性有孔虫を含む石灰岩からなる。なお、海底下 421.1 m (海面下 795.0 m) に時代不詳の玄武岩の貫入岩体があり、その上位には不整合で石灰岩からなる前期中新世の浅海性海進堆積物が重なる (SSP, 2002g).

**Site 1195**: Marion Platform (20°24.283'S, 152°40.243'E, 水深 419.2 m, 水深 521.2 m). 海底下 517.5 m (海面下 936.7 m) に前期始新世の礁性の浅海性石灰岩があり、その上位の海底下 255.9 m (海面下 777.1 m) に前期中新世の礁縁の *Nummulites* 石灰岩が重なり、その上位の中期中新世の石灰岩はより深い礁縁の堆積物となる (SSP, 2002h).

**Site 1196**: Marion Platform (21°00.371'S, 152°51.512'E, 水深 304.2 m) 海底面 (海面下 304.2 m) に後期中新世の苦灰岩化した礁性石灰岩があり、海底下 672.2 m (海面下 976.4 m) の掘削基底には後期漸新世の砂岩があり、そこまで炭酸塩プラットフォームで形成された主に礁性石灰岩と

苦灰岩からなる (SSP, 2002i).

**Site 1197**: Marion Platform 南部 (21°04.574'S, 153°03.943'E, 水深 348.3 m). 海底下から炭酸塩礁縁辺の石灰質の堆積物であるが、海底下 601.7 m (海面下 950.0 m) に前期中新世の大型有孔虫を多く含む石灰岩があり、これは水深 100 m 以下の炭酸塩礁縁辺の堆積物である。その下位の海底下 656.1 m (海面下 1,004.4 m) には沖積扇状地の岩屑流により堆積した玄武岩の火山砕屑物がある。なお、上部中新統?—鮮新統?と中部中新統上部の間に不整合がある (SSP, 2002j).

**Site 1198**: Marion Platform 南部 (20°57.930'S, 152°44.005'E, 水深 319.4 m). 海底下から炭酸塩礁縁辺の石灰質の堆積物であるが、海底下 503.6 m (海面下 823.0 m) に前期中新世の石灰藻と大型有孔虫を含む石灰岩があり、これは水深 100-150 m の炭酸塩礁縁辺の堆積物であり、その下部ではより浅い環境になり、その下位の海底下 513.2 m (海面下 832.6 m) には玄武岩がある。なお、上部鮮新統と上部中新統上部の間に不整合がある (SSP, 2002k).

**Site 1199**: Marion Platform 南部 (20°58.692'S, 152°54.947'E, 水深 315.7 m). 海底面 (海面下 315.7 m) に後期中新世の苦灰岩化した礁性石灰岩があり、海底下 419.5 m (海面下 735.2 m) の掘削基底には前期中新世の苦灰岩があり、そこまで炭酸塩プラットフォームで形成された主に礁性石灰岩と苦灰岩からなる (SSP, 2002i).

**Site 207\***: South Lord Howe Rise (36°57.75'S, 165°26.06'E, 水深 1,389 m). 海底下 309-357 m (海面下 1,698-1,746 m) に深成岩礫や変成鉱物を含む Maastrichtian のグロコナイト砂岩があり、その下位に陸上噴出の流紋岩がある (The SSP et al, 1973).

**Site 277**: ニューゼーランド南西の Campbell Plateau 南部 (52°13.43'S, 166°11.48'E, 水深 1,232 m). 海底下約 10m (海面下 1,242 m) に、鮮新世—更新世の有孔虫に富むナンノ軟泥と中期晩新世—初期漸新世のナンノ化石チョークとの不整合がある (The SSP, 1975g).

#### パプアニューギニアとバヌアツ島弧

**Site 828**: バヌアツ (ニューヘブリデス) 島弧の d'Entrecasteaux Ridge 北部 (15°17.26'S, 166°16.96'E, 水深 3,082.0 m). 海底下 100.0 m (海面下 3,182.0 m) に中期始新世?のナンノ化石チョークの下位に角礫化した玄武岩と粗粒玄武岩があり、その最上部は海面近くか陸域に形成された土壌層を示している (SSP, 1992a).

**Site 831**: バヌアツ島弧の Espiritu Santo Island の南西 Bougainville Guyot (16°00.56'S, 166°40.36'E, 水深 1,066.4 m). 海底下 102.4 m (海面下 1,168.6 m) に鮮新世—更新世の浅海性の礁石灰岩があり、下位に時代未詳のサンゴ礁石灰岩を挟み、海面下 429.6 m (海面下 1,496.0 m) から下位が後期漸新世—前期中新世のサンゴ礁石灰岩

があり、後期漸新世の石灰岩中には赤色土壌がはさまれる。海底下 727.5 m (海面下 1,793.9 m) には安山岩の凝灰角礫層があり、赤色土壌化している (SSP, 1992b)。

**Site 1109** : パプアニューギニア東部の Woodlark Rise (9°30.380'S, 151°34.355'E, 水深 2,211.0 m)。後期鮮新世—完新世?の火山灰を挟むシルト層の下位の海底下 570.4 m (海面下 2,781.4 m) に前期—中期鮮新世の浅海 (<150 m) で堆積した砂岩や石灰岩があり、その下位の海底下 671.8 m (海面下 2,882.8 m) には時代未詳の礁湖と、海底下 737.1 m (海面下 2,948.1 m) に河川で堆積した火山岩などの円礫からなる礫岩、海底下 772.9 m (海面下 2,983.9 m) には粗粒玄武岩がある (SSP, 2000i)。

**Site 1114** : パプアニューギニア東部の Moresby Seamount 頂上 (9°47.613'S, 151°34.504'E, 水深 406.5 m)。海底下 295.4 m (海面下 701.9 m) に基盤岩の緑色片岩相のメタ粗粒玄武岩がある。その上位は中期—後期鮮新世の上部漸深海帯 (150-500 m) に堆積したタービダイトからなり、その基底は緑色片岩の構造的に破碎された角礫層がある (SSP, 2000j)。

**Site 1115** : Woodlark Rise (9°11.383'S, 151°34.422'E, 水深 1,148.7 m)。海底下 513.4 m (海面下 1,662.1 m) に後期中新世の内側陸棚の浅海 (0-50 m) で堆積したシルト岩があり、海底下 551.8 m (海面下 1,700.5 m) には生物源石灰岩がある。上部中新統の上位の下部鮮新統は上部漸深海帯 (150-500 m) で、上位に深海化する。なお、海底下 571.9 m (海面下 1,720.6 m) から下位は中期中新世の砂質シルト岩からなるが、掘削された最下部は上部漸深海帯 (150-500 m) の堆積環境となる (SSP, 2000k)。

**Site 1117** : Moresby Seamount 北麓 (9°46.526'S, 151°32.945'E, 水深 1,663.2 m)。海底下 (海面下 1,663.2 m) に断層粘土と破碎され、圧砕岩化した斑レイ岩がある (SSP, 2000l)。

**Site 1118** : Woodlark Basin 南部 (9°35.110'S, 151°34.421'E, 水深 2,303.6 m)。前期—中期鮮新世の上部漸深海帯に堆積した砂岩やシルト岩の下位、海底下 857.1 m (海面下 3,160.7 m) に、前期鮮新世かまたは中新世末期の礁性石灰岩があり、さらにその下位には石灰質な礁湖に堆積した推定される中礫—細礫の円礫岩、海底下 873.1 m (海面下 3,176.7 m) には河川で堆積したと推定される粗粒玄武岩の細礫岩がある (SSP, 2000m)。

パラオー九州海嶺, 伊豆—小笠原海溝, マリアナ海嶺

**Site 296** : パラオー九州海嶺の西麓 (29°20.41'N, 133°31.52'E, 水深 2,958 m)。海底下 453 m (海面下 3,411 m) に浅海性の有孔虫化石や藻類の炭酸塩の塊を含む後期漸新世の火山性碎屑物があり、その上位は後期漸新世から更新世にかけての火山灰分を含む粘土質、粘土質のナンノ化石軟泥やチョークがある (The SSP, 1975h)。

**Site 451\*** : 西部マリアナ海嶺の東端 (18°00.88'N,

143°16.57'E, 水深 2,070 m)。第四紀—前期鮮新世までの有孔虫軟泥の下、海底下 36 m (海面下 2,106.0 m) から後期中新世の火山ガラス質凝灰岩からなり、それには浅海性の大型有孔虫やサンゴなどの化石片が含まれる (SSP, 1981b)。

**Site 778** : マリアナ海溝中央部の陸側にある Conical Seamount の南麓 (19°29.93'N, 146°39.94'E, 水深 3,913.7 m)。前期更新世の火山碎屑性砂質マールの下位、海底下 29.8 m (海面下 3,943.5 m) に剪断された蛇紋岩と蛇紋岩の角礫がある (SSP, 1990g)。

**Site 779** : Conical Seamount の南麓 (19°30.75'N, 146°41.75'E, 水深 3,947.2 m)。前期更新世の泥の下位、海底下 10.6 m (海面下 3,957.8 m) にブロック化した蛇紋岩化したハルツバージャイトとダナイトがあり、より下位に斑レイ岩、メタ玄武岩があり、蛇紋岩の細粒粒子の堆積層が挟在する (SSP, 1990h)。

**Site 780** : Conical Seamount の頂上 (19°32.53'N, 146°39.21'E, 水深 3,083.4 m)。更新世の蛇紋岩を含む泥の下位、海底下 14 m (海面下 3,097.4 m) に蛇紋岩化したハルツバージャイトとダナイトがある (SSP, 1990i)。

**Site 1120** : South Chamorro Seamount の頂上 (13°47.0724'N, 146°00.1717'E, 水深 2,932 m)。海底下 (海面下 2,932 m) に後期更新世 (<0.46 Ma) の蛇紋岩のシルト粘土があり、それらは強蛇紋岩化したハルツバージャイトとダナイト (橄欖岩) の岩片からなる (SSP, 2000n)。

**Site 783** : 伊豆—小笠原海溝陸側の前弧域 (30°54.49'N, 141°44.27'E, 水深 4900.8 m)。中期中新世—後期鮮新世の粘土岩の下位、海底下 321.1 m (海面下 4,768.8 m) に剪断化した蛇紋岩の微角礫がある (SSP, 1990j)。

**Site 784** : 伊豆—小笠原海溝の内壁の海山 (30°54.49'N, 141°44.27'E, 水深 4900.8 m)。中期中新世—前期鮮新世の粘土岩の下位、海底下 321.1 m (海面下 5,221.9 m) に剪断化した蛇紋岩の微角礫がある (SSP, 1990k)。

#### 日本海溝と日本海

**Site 439\*** : 日本海溝の陸側斜面にある深海平坦面 (40°37.61'N, 143°18.63'E, 水深 1,666 m)。海底下 1,098-1,145.5 m (海面下 2,764-2,811.5 m) に後期漸新世の陸側の礫岩層の上に浅海の砂岩があり、その下位は白亜紀のシルト岩層がある (SSP, 1980d)。

**Site 794\*** : 日本海の大和海盆北部 (40°11.40'N, 138°13.86'E, 水深 2,809.3 m)。海底下 520.6 m (海面下 3,329.9 m) に中期中新世の石灰質粘土岩があり、底生有孔虫化石から中部漸深帯上部 (水深 500 m) で堆積した (SSP, 1990l)。

**Site 795\*** : 大和海盆北部 (43.987°N, 138.965°E, 水深 3299.0 m)。海底下 596.7 m 以下 (海面下 3,895.7 m) の中期中新世の石灰質粘土岩に含まれる底生有孔虫化石は中部漸深帯上部 (水深 500 m) で堆積した (SSP, 1990m)。

**Site 796\***: 日本海の日本海盆東縁の奥尻海嶺 (42°84900N, 139°41400E, 水深 2,622.6 m). 海底下 416.5 m 以下 (海面下 3,039.1 m) の中期中新世の石灰質粘土岩に含まれる底生有孔虫化石は中部漸深帯上部 (水深 500 m) で堆積した (SSP, 1990n).

**Site 797\***: 日本海盆南部 (38.616°N, 134.536°E, 水深 2,864.6 m). 海底下 646.9 m (海面下 3,511.5 m) から前期中新世の火山性砂岩と玄武岩の互層からなり, それらはおそらくデルタの外側の陸棚や斜面に形成されたものであり, 中期中新世には中部漸深帯下部 (水深 1,500-2,000 m) の海底になった (SSP, 1990o).

#### 中央アメリカ海溝

**Site 489\***: メキシコ西海岸の陸側上部斜面, (16°16.19'N, 99°01.13'W, 水深 1,266.5 m). 海底下 5.5-300 m (海面下 1,566.5 m) まで前期中新世の泥質シルト岩からなり, 第四系一上部中新統が欠如する. 前期中新世の基底の石灰質砂岩は, 外側陸棚で堆積し, 基盤の黒雲母片岩や閃緑岩を不整合で覆う (SSP, 1982a).

**Site 493\***: メキシコ西海岸の陸側上部斜面 (16°22.86'N, 98°55.53'W, 水深 675 m). 海底下 365 m (海面下 1,040 m) に後期中新世一鮮新世の泥岩と前期中新世の泥質シルト岩または砂岩の境界があり, 中部中新統が欠如することと前期中新世の地層が急傾斜することから不整合が推定される. 海底下 652 m (海面下 1,327 m) から下位は先新第三系の閃緑岩からなり, その基盤を不整合に覆う前期中新世の砂岩は有孔虫化石から深い陸棚に堆積したと推定される (SSP, 1982b).

**Site 496\***: グアテマラ縁辺の陸側上部斜面 (13°03.82'N, 90°47.71'W, 水深 2,064 m). 全体に前期中新世一第四紀の緑灰色の泥層からなり, 海底下 283 m (海面下 2,347 m) に浅海で堆積した中期中新世の礫層があり, その上位は石灰質ナンノ化石から中期中新世一第四紀の遠洋性堆積物である (SSP, 1982c).

**Site 566**: グアテマラ縁辺の陸側斜面 San José Canyon (12°48.84'N, 90°41.53'W, 水深 3,673 m). 海底下 109.1 m (海面下 3,782.1 m) 後期中新世の泥岩と砂岩の下位に, 基盤の蛇紋岩化した橄欖岩がある. 基盤は平坦化されている (SSP, 1985c).

**Site 567**: グアテマラ縁辺の海溝底から 550 m 上位の大陸斜面 (12°42.96'N, 90°55.99'W, 水深 5,529 m). 鮮新世一更新世と前期中新世の暗灰色の泥岩, 後期白亜紀 (Campanian-Maastrichtian) の遠洋性石灰岩があり, その下の海底下 368 m (海面下 5,897 m) に玄武岩, 輝緑岩, 斑レイ岩, 橄欖石, 蛇紋岩からなるオフィオライト複合岩体がある. 前期中新世の泥岩には蛇紋岩の中礫層を挟みも後期白亜紀 (Campanian) と中期始新世, 漸新世の角礫や円礫が含まれる (SSP, 1985d).

**Site 569**: グアテマラ縁辺の陸側斜面 (12°56.22'N,

90°50.81'W, 水深 2,814 m). 海底下 351 m (海面下 3,165 m) に変成した斑レイ岩と輝緑岩があり, その上位に前期一後期始新世の泥岩が不整合の覆う (SSP, 1985e).

**Site 570**: グアテマラ縁辺の大陸斜面上部 (13°17.12'N, 91°23.57'W, 水深 1,718.2 m). 更新世と鮮新世の泥層, 前期始新世の石灰岩と砂岩, その基底に礫岩があり, 海底下 374 m (海面下 2,092.2 m) に蛇紋岩化した橄欖岩がある. この Site でも Site 569 と同様に, 基盤上には初期始新世が回収されており, その地殻変動による配置が初期始新世以前であることが確認され, 広い意味でララミー変動に属すると考えられる (SSP, 1985f).

**Site 1039**: コスタリカ縁辺の海溝底 (9°38.383'N, 86°12.002'W, 水深 4,351.4 m). 中期中新世のナンノ化石軟泥の下, 海底下 422.0 m (海面下 4,773.0 m) に斑レイ岩がある (SSP, 1997f).

**Site 1040**: コスタリカ縁辺の海溝底の下部陸側斜面 (9°39.697'N, 86°10.735'W, 水深 4,177.9 m). 中期中新世のナンノ化石軟泥の下, 海底下 422.0 m (海面下 4,599.9 m) に斑レイ岩がある (SSP, 1997g).

**Site 1242**: Cocos Ridge の北東端 (7°51.35'N, 83°36.42'W, 水深 1,364 m). 海底下 250.7 m (海面下 1,614.7 m) に後期鮮新世一完新世 (2.5-0 Ma) のナンノ化石粘土と中期中新世 (13-12 Ma) のナンノ化石軟泥のハイエイタスがある (SSP, 2003a).

**Site 894**: Hess Deep の高まりの頂部 (2°18.059'N, 101°31.526'W, 水深 3,013.7 m). 海底面 (海面下 3,013.7 m) に薄い有孔虫軟泥があり, その下位に玄武岩の砂と角礫, 玄武岩と斑レイ岩がある (SSP, 1993l).

**Site 895**: Hess Deep の高まりの斜面 (2°16.635'N, 101°26.777'W, 水深 3,820.7 m). 海底面 (海面下 3,820.7 m) に直接蛇紋岩化した橄欖岩や斑レイ岩などの深成岩がある (SSP, 1993m).

#### ペルー海溝

**Site 686\***: ペルーの上部大陸斜面 (13°28.81'S, 76°53.49'W, 水深 458.3 m). 海底下 284.8 m (海面下 743.1 m) の第四紀の珪藻泥の底生有孔虫群集は外側陸棚 (水深 50-150 m) の環境で上位に向かって上部漸深海帯の環境になる (SSP, 1988g).

**Site 687\***: ペルーの上部大陸斜面 (12°51.78'W, 76°59.43'W, 水深 317.3 m). 海底下 74-104 m (海面下 391.3-421.3 m) の第四紀の石灰質珪藻泥の底生有孔虫群集が中部一外側陸棚の環境を示す (SSP, 1988h).

**Site 688\***: ペルー海溝の下部斜面 (11°32.28'S, 78°56.65'W, 水深 3,836.3 m). 海底下 678 m (海面下 4,514.3 m) から下位は前期始新世の植物片や中礫を含む石灰質泥岩や砂岩, 貝化石を含む石灰岩からなり, それらは底生有孔虫化石から斜面上部 (150-1,500 m) の堆積物と考えられる. また, 前期中新世と中新世一鮮新世の地層には, 珪藻土と泥岩が

深海掘削で発見される浅海堆積物とジュラ紀以降の海水準上昇

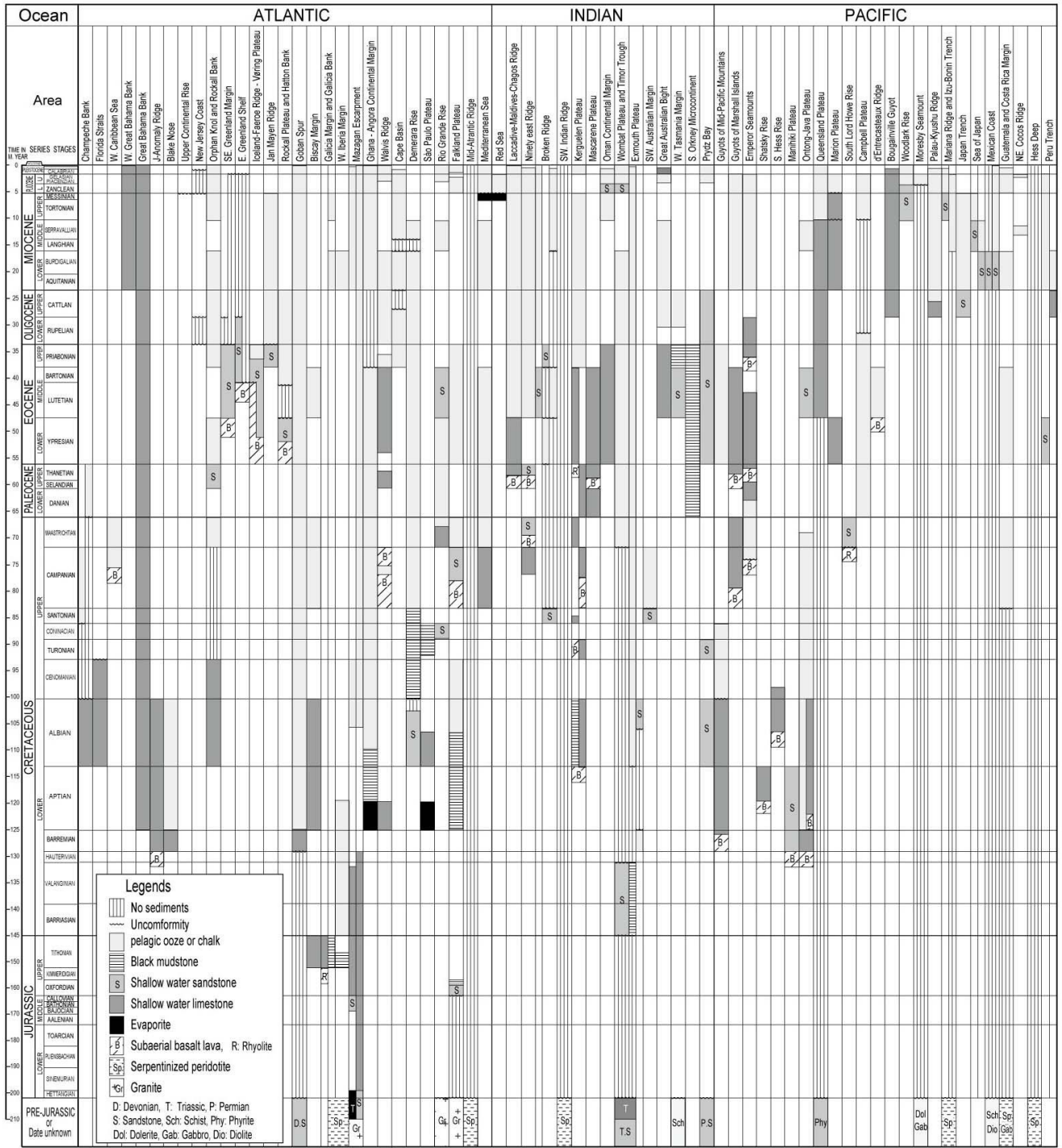


Fig. 4 Lithology and age range of shallow-water sediments and subaerial erupted lavas recovered by deep-sea drilling  
The recovered rocks of Shatsky Rise show the results of Site U1349 of the IODP (Sager et al., 2010).

交互に混ざった細かい層状の堆積物があり，含まれる底生有孔虫化石から下部中新統（海面下 4,391.3-4,429.3 m）と上部中新統（海面下 4,240.3-4,286.3 m）は，この Site の現在の水深よりもかなり浅い上部-中部漸深海帯（500-1,500 m）で堆積したことを示している（SSP, 1988i）.

**Site 1236** : Nazca Ridge 頂部 (21°21.539'S, 81°26.165'W, 水深 1,323 m). 海底下 181.0 m (海面下 1,504.0 m) に炭

酸塩礫の近くの浅海で堆積した後期漸新世の石灰岩があり，その上位には前期中新世のナンノ化石軟泥が重なる（SSP, 2003b）.

浅海性堆積物などの地質年代と深さ

前章で述べた浅海指示岩などが回収された地点は，大西

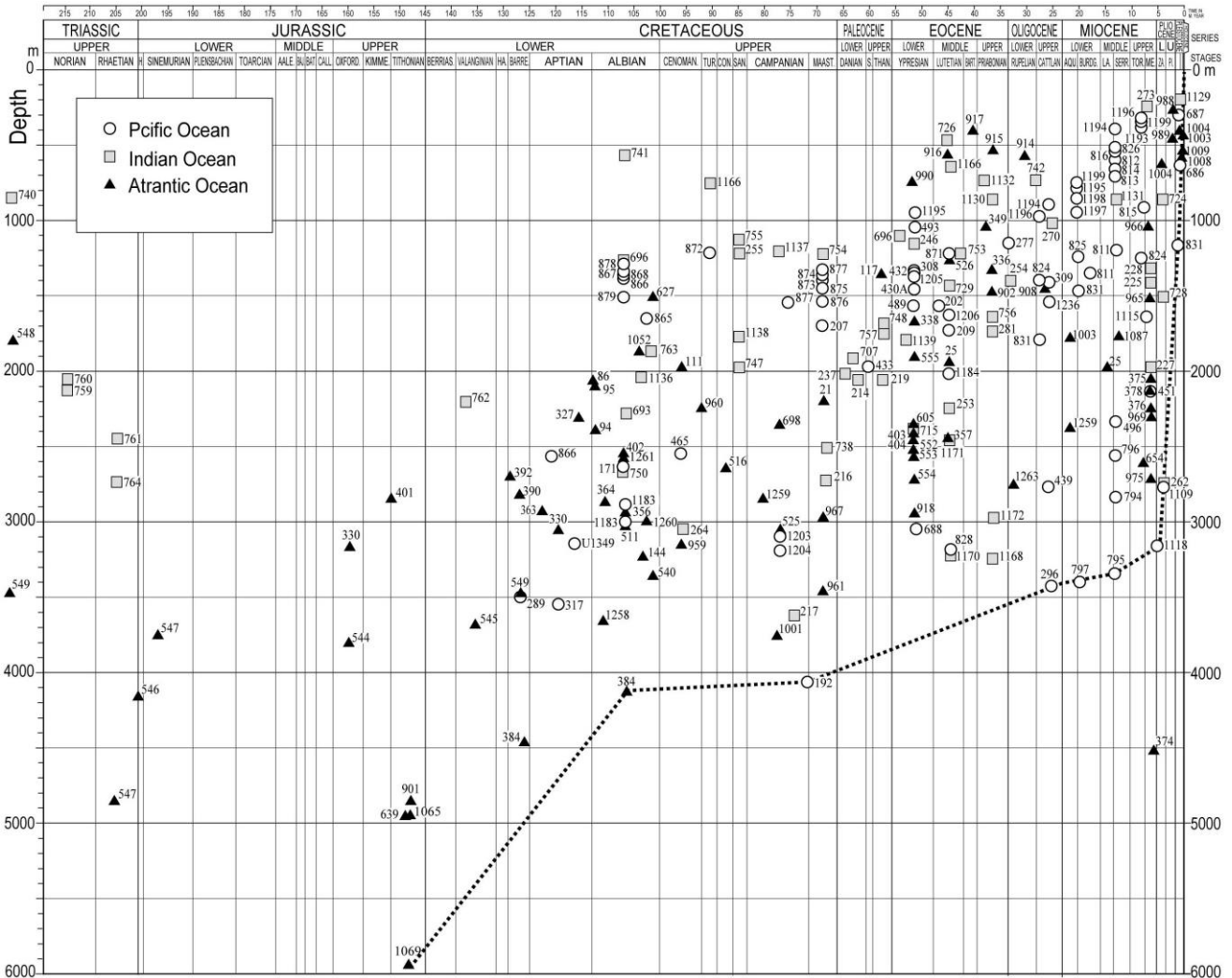


Fig. 5 Age and depth of shallow-water sediments and subaerial erupted lavas recovered by deep-sea drilling. Number shows site number. The dotted line is the estimated position of the sea-level for each age from the deepest depth at which the shallow-water indicator rocks were recovered, except for Site 374.

洋が 108 地点，インド洋が 62 地点，太平洋が 86 地点で，合計 256 地点である。これらの地点の地域ごとの浅海性堆積物や陸上噴出の火山岩などの浅海指示岩とその年代の範囲を Fig. 4 に，Fig. 5 にその年代と現在の海水準からの回収深度を Site ごとに示す。Fig. 4 と Fig. 5 に示した地質年代については，International Commission on Stratigraphy (2021) による International Chrono-stratigraphic Chart に従った。本章では，深海掘削で回収または明らかになった浅海指示岩と不整合などの地質年代ごとの地質学的な特徴とその回収深度を検討し，ジュラ紀以降の海水準の位置を考察する。

Fig. 4 をみると，浅海指示岩が回収された地質年代は，後期ジュラ紀，前期白亜紀，古第三紀の始新世，新第三紀の中新世と鮮新世以降に多くみられる。このことから，以下ではジュラ紀以前，白亜紀，古第三紀，新第三紀・第四紀の 4 つに分けて述べる。Fig. 5 において，浅海指示岩が回収された深度（現在の海水準からの距離）は，時代ごと

に古い方から新しい方に浅くなる傾向がみられ，Site 374 を除いた最大深度を連ねた点線を示した。なお，Fig. 5 の各 Site の深度については，回収された堆積物の推定深度のもっとも深い値をもちいて補正してある。

### ジュラ紀以前

ジュラ紀以前の浅海指示岩などとして，大西洋地域では，メキシコ湾で浅海性堆積物が直接掘削されなかったが，Site 2 の Sigsbee Knolls (23°27.3'N, 92°35.2'W, 水深 3,572 m) で，海底下 136 m (海面下 3,708 m) に石膏を含む方解石結晶があり，それは硫黄，石灰岩，石油，ガス，無水石の痕跡を含み典型的な岩塩層のキャップロックの証拠とされ，その下位にジュラ紀の岩塩層の岩塩ドームの存在が強く示唆された (The SSP, 1969b)。Mullins and Lynts (1977) によると，メキシコ湾—大バハマ礁地域の基盤である先三疊紀の大陸地殻は後期三疊紀—初期ジュラ紀に地



深海掘削で発見される浅海堆積物とジュラ紀以降の海水準上昇

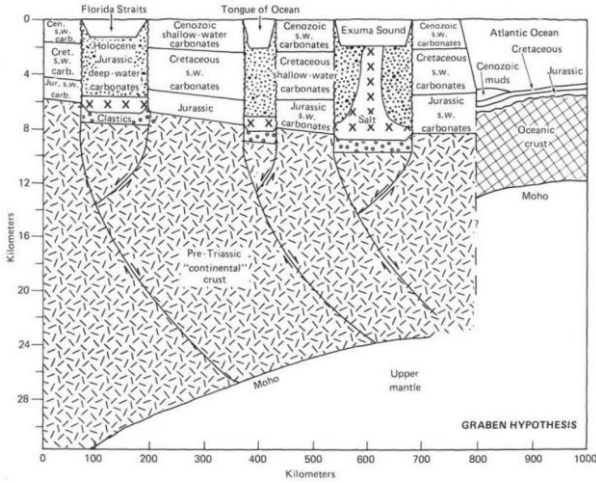


Fig. 6 The origin and evolution of the Bahamas (after Mullins and Lynts, 1977)

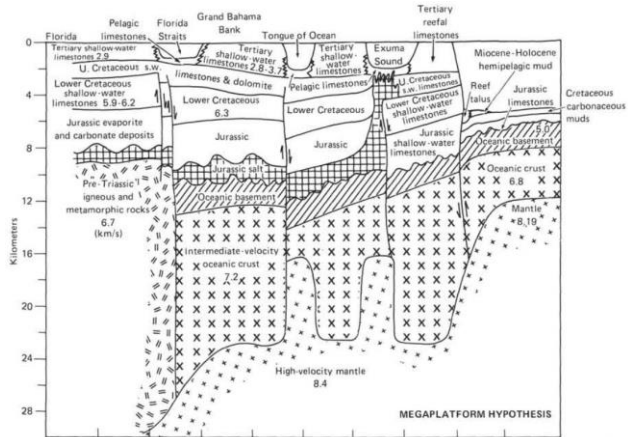


Fig. 7 The origin and evolution of the Bahamas (after Sheridan et al., 1981)

壘と地溝を形成し、その構造を継続しながらジュラ紀以降に沈降したと述べられている (Fig. 6). また, Sheridan et al. (1981) は, Aptian-Albian の浅海石灰岩と Cenomanian 以降の遠洋-半遠洋堆積物の境界を重要視して、それまで均質だった大きな炭酸塩礁プラットフォーム (Megabank) が後期白亜紀から沈水したと述べた (Fig. 7). なお, ジュラ紀の岩塩層の基底深度を Mullins and Lynts (1977) は約 9 km (Fig. 6) に, Sheridan et al. (1981) は約 12 km (Fig. 7) に想定している.

イギリスの西の Goban Spur (Sites 548, 549) では海面下 1,791.5 m と海面下 3,497.5 m に, ヘルシニアン (パリスカン: 中期デボン紀-石炭紀) 造山帯を構成するデボン紀のアルコース砂岩があり (Fig. 8), Goban Spur の位置まで東側のパリスカン基盤が分布する (SSP, 1985a, 1985b).

ビスケー縁辺北部では, 海面下 2,803 m にジュラ紀の

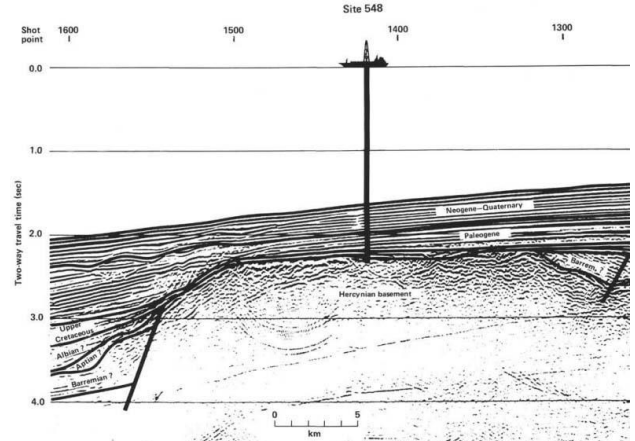


Fig. 8 Segment of multichannel seismic reflection profile OC 202 across Site 548 (after SSP, 1985a)

Tithonian の生物源碎屑石灰岩があり (Site 401), ガリシア縁辺では海面下 4,949.8 m に Tithonian の浅海性石灰岩があり, 基盤は流紋岩質の火山岩または火山碎屑岩からなる (Site 639). Galicia Bank の南西部では, 海面下 5,078.9 m (Site 1065) と 5,942.6 m (Site 1069) に中期-後期ジュラ紀に内側陸棚で堆積した粘土岩や石灰岩礫からなる礫層があり, 海面下 5,700-6,000 m に蛇紋岩または蛇紋岩化した斜長石橄欖岩がある (Sites 1068, 1070). また, 西イベリア縁辺-ビスケー縁辺では, 5,000 m 以深の深海底に白亜系などの下位に角礫化した蛇紋岩化した橄欖岩と斑レイ岩や変成を受けた微斑レイ岩がある (Sites 897, 899). なお, Site 1067 には海面下 5,784.7 m に縞状の角閃岩とトータル片麻岩からなる基盤がある.

Pinheiro et al. (1996) によれば, 西イベリア縁辺はパリスカン造山帯の基盤ブロックから構成されており, パリスカン基盤の NNW-SSE の基盤構造を反映して中生代-新生代には堆積盆地が発達したとした (Fig. 9). このことから, 西イベリア縁辺-ビスケー縁辺で海面下 5,700-6,000 m にある蛇紋岩または蛇紋岩化した斜長石橄欖岩は, パリスカン造山帯に属する岩石と推定される. また, その南側のモロッコ西部の Mazagan Escarpment (Sites 544-547) では海面下 3,700-4,900 m にジュラ紀の浅海石灰岩があり, その下位には三畳紀-ジュラ紀の沖積扇状地堆積物や岩塩層, 花崗片麻岩基盤がある.

南アメリカ東側のリオグランデ海膨では, 深海掘削によってジュラ紀以前の堆積物は発見されていないが, 「しんかい 6500」の潜航により花崗岩の露岩が発見され (北里, 2014), Santos et al. (2019) により 22-5.4 億年前の深成岩と変成岩類がドレッジされ, 原生累代の花崗岩や変成岩類が基盤をなすことが明らかになった. フォークランド海台では Site 330 の海面下約 3,100 m に片麻状ペグマタイトからなる原生累代の基盤があり, その直上に不整合で Oxfordian の河川堆積物があり, Oxfordian と Aptian の腐

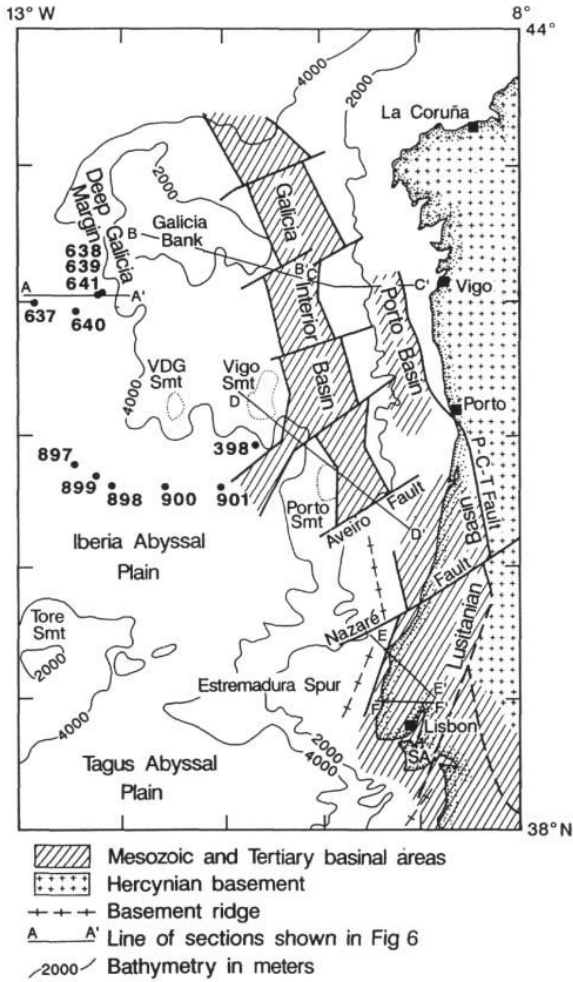


Fig. 9 Sketch map showing the distribution of marginal sedimentary basins along the west Iberian Margin (after Pinheiro et al., 1996)  
 SA: Serra de Arrábida, P-C-T: Porto-Coimbra-Tomar, VDG Smt: Vasco de Gama Seamount.

泥岩層が海面下 3,061 m までである。

海底下の変成岩として、地中海スペイン縁辺の Alboran Basin 西部 (Site 976) の海面下 1,777.7 m に高変成度の片岩や片麻岩からなる変成岩があるが、これはスペインの西部 Betic Cordillera の Alpujarride 複合岩体に属する岩石 (放射年代で前期中新世) と類似する (SSP, 1996)。

インド洋地域では、オーストラリア西部の Wombat Plateau 南東麓 (Site 760) で、海面下 2,054.6-2,748.2 m に後期三畳紀の沼地からラグーンを含む浅海性サンゴ礁複合体があり、後期三畳紀にオーストラリア西部縁辺に陸域が広がっていたことが明らかになった。オーストラリア南東部の Tasman Rise 南部 (Site 281) では海面下 1,751 m に石英黒雲母片岩からなる基盤岩があり、基底礫岩は砂質中礫岩で碎屑粒子はおもに準片岩・石英で構成され、石英砂岩や海緑石、チャート、花崗岩などを含み、Tasman Rise

南部が大陸性の海底隆起部であり (Ovenshine et al., 1975), それらは東オーストラリアのバリスカン褶曲帯の南方延長とみられる (ウージェンチェフ, 1990)。また、南極東部の Prydz Bay の Site 740 では、海面下 864.1 m にペルム紀の可能性のある河川性の赤色砂岩層がある。

太平洋地域では、時代未詳でジュラ紀以前でない可能性もあるが、Queensland Plateau 西斜面 (Site 824) の海面下 1,403.8 m に時代未詳の強く風化した土壤に覆われた千枚岩と塩基性火山岩がある。また、パプアニューギニア東部の Moresby Seamount (Site 1117) では、水深 407 m の頂部で海面下 701.9 m に緑色片岩相のメタ粗粒玄武岩が、北麓では 1,663 m に圧砕岩化した斑レイ岩がある。

中央アメリカ海溝のメキシコ西海岸の陸側上部斜面 (Sites 489, 493) で海面下 1,040-1,566.5 m には先新第三系の黒雲母片岩や閃緑岩からなる基盤がある。グアテマラ縁辺 (Sites 566-570) とコスタリカ縁辺 (Sites 1039, 1040) の海溝底とその陸側斜面では、海面下 2,092.2-5,897 m に玄武岩、輝緑岩、斑レイ岩、橄欖石、蛇紋岩からなるオフィオライト複合岩体があり (Fig. 10), これらの基盤は陸上の地質と類似していて、グアテマラ縁辺部が中央アメリカの大陸骨格に相当する広い意味でラミー変動 (白亜紀末期-古第三紀初期) に属する火成岩体で構成されているとされる (SSP, 1985f)。コスタリカのサンタ・エレナ半島では、オフィオライト複合体と後期白亜紀の遠洋石灰岩の不整合があり、陸上と海溝底に同じものがあることから、陸上のは 6,000 m 以上隆起した (SSP, 1985f) と考えられている。

海嶺と深海底の裂罅帯、海溝斜面などで時代未詳の蛇紋岩化した橄欖岩などの深成岩体や変成岩体があり、それらには以下のものがある。

大西洋では、中央大西洋海嶺の北部の地溝帯 (Site 670) や西部中央谷壁 (Sites 920-924), 15°20' Fracture Zone (Sites 1268-1272, 1274-1275) の海面下 1,553.6-3,939.8 m の海底に露出または薄い堆積物に覆われる蛇紋岩化した橄欖岩などの深成岩体や変成岩体がある。インド洋では、インド海嶺南西部の Atlantis II Transform (Sites 732-735) で海面下 717.9-5,242.5 m の海底に蛇紋岩化した玄武岩、橄欖岩、角閃岩などと、その垂角礫の堆積物がある。太平洋では、Hess Deep の高まり (Sites 894, 895) で海面下 3,013-3,820 m の海底に蛇紋岩化した橄欖岩や斑レイ岩などの深成岩が露出する。マリアナ海溝の Conical Seamount (Sites 779, 780) と伊豆-小笠原海溝の内壁 (Site 783) または海山 (Site 784) の、それぞれ海面下 3,097-3,958 m と海面下 4,769-5,222 m に剪断化した蛇紋岩または蛇紋岩化したハルツバージャイトとダナイトの角礫や微角礫がある。

年代が明確なジュラ紀以前の堆積物でもっとも古いものは、Goban Spur の海面下 1,791.5 m (Site 548) と海面下 3,497.5 m (Site 549) から回収されたデボン紀のアルコー

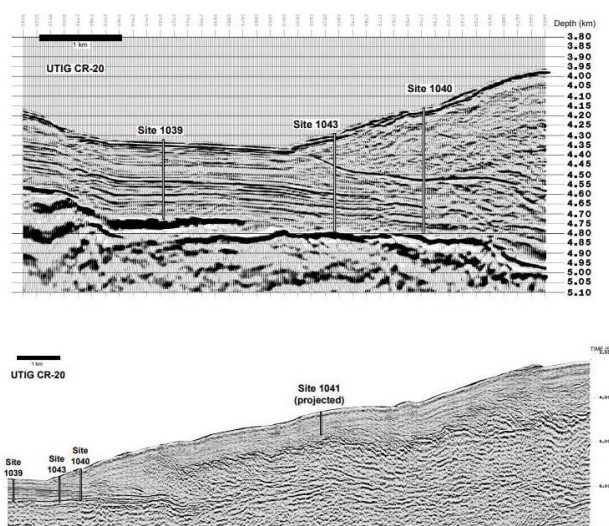


Fig. 10 Sismic profiles and Site locations of the Middle America Trench on the Costa Rica margin (after SSP, 1997h)

ス砂岩であり、これはバリスカン造山帯を構成する。バリスカン造山帯の岩石としては、先白亜紀で年代が未詳であるが、西イベリア縁辺ービスケー縁辺 (Sites 1067, 1068, 1070) の海面下 5,700-6,000 m にある蛇紋岩または蛇紋岩化した斜長石橄欖岩がある。

ジュラ紀の堆積物は、Galicia Bank の南西縁では、海面下 5,078.9 m (Site 1065) と 5,942.6 m (Site 1069) に中期ー後期ジュラ紀に内側陸棚で堆積した粘土岩や石灰岩礫からなる礫層がある。その南側のモロッコ西部の Mazagan Escarpment (Sites 544, 545) では、海面下 3,700-4,900 m にジュラ紀の浅海石灰岩があり、フォークランド海台の Site 330 では海面下約 3,100 m に後期ジュラ紀の河川堆積物がある。

後期ジュラ紀の浅海性堆積物のもっとも深いものは Galicia Bank (Site 1069) の海面下 5,942.6 m にある後期ジュラ紀 (Tithonian?) の石灰岩礫からなる礫岩層がある。また、次に深いものはやはり Galicia Bank (Site 1065) の海面下 5,078.9 m に中期ー後期ジュラ紀 (Tithonian) の内側陸棚で堆積した粘土岩である。その他のものは、それより浅い位置に存在する。これら後期ジュラ紀の浅海性堆積物が沈降したものでないと仮定すれば、後期ジュラ紀の海水準の位置は現在の海水準より約 6,000 m またはそれ以上低いところにあったと考えられる。

### 白亜紀

大西洋における白亜紀の浅海指示岩などとして、メキシコ湾の Champeche Bank (Sites 86, 94, 95) で海面下 2,071-2,428 m に Albian の浅海性石灰岩が広く分布する。

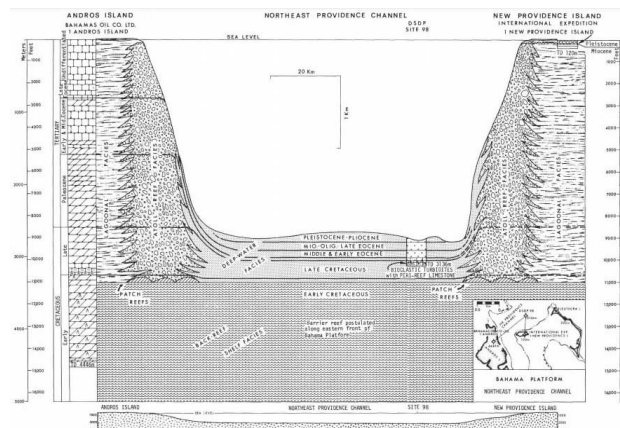


Fig. 11 Cross-section of a portion of the Bahama Platform through Site 98 from Andros Island to New Providence Island showing the relationships of shallow-water bank and shelf fades to the deep-water channel fades (after Paulus, 1972). Time lines are based on ages from the Andros Island well and the Site 98 core hole (Paulus, 1972).

フロリダ海峡西部 (Site 540) では、Albian-Cenomanian の石灰岩は海面下 3,357.5 m にあり、その上位層との間に中期白亜紀不整合 (MCU) が広範囲に認められる (SSP, 1984a)。Paulus (1972) は、Andros Island と New Providence Island の掘削結果から、大バハマ礁は白亜紀から現在までの礁が成長したものであり、その礁の基底は下部白亜系の石灰岩礁が海面下 3,000 m 以深にあるとした (Fig. 11)。大バハマ礁の西縁斜面の深海掘削の結果も前期白亜紀以降のサンゴ礁形成を支持する。すなわち、メキシコ湾ー大バハマ礁地域は、ジュラ紀以降に沈水した地域で、前期白亜紀のとくに Albian には大規模に炭酸塩礁 (サンゴ礁) が発達し、その後に隆起した地域にサンゴ礁が発達して現在の半島や島嶼が形成され、それ以外の隆起量の少なかった地域は沈水してメキシコ湾やフロリダ海峡などの深い海底となったと考えられる。

北アメリカ東岸の Continental Rise では、J-Anomaly Ridge (Site 384) で海面下 4,121 m 以下に後期 Barremian-Aptian/Albian の浅海性生物源石灰岩が、Blake Nose 北縁 (Site 390) で海面下 2,817.9 m に Barremian の浅海性石灰岩が、ニューファンドランドの Orphan Knoll (Site 111) では海面下 1,986 m に Albian-Cenomanian の石灰砂岩と貝殻石灰岩がある。

東大西洋のビスケー湾北部の大陸縁辺 (Site 402) では海面下 2,530 m に Aptian-Albian の浅海性石灰岩がある。モロッコ西部の Mazagan Escarpment (Site 545) の海面下 3,690.7 m に後期ジュラ紀-Neocomian? の浅海で形成された碎屑性の苦灰岩化した石灰岩があり、アンゴラ縁辺では Aptian の蒸発層と岩塩層 (Roberts, 1975) の直上の

Site 364 の海面下 2,800-3,200 m に後期 Aptian-前期 Albian のドロマイト質石灰岩と腐泥質頁岩があり, ガーナ大陸縁辺の Cote d'Ivoire-Ghana Marginal Ridge 北部の Site 959 の海面下 3,172.4 m に後期 Albian の浅海性砂岩がある. また, その南の Walvis Ridge の Site 363 の海面下 2,943 m に前期 Aptian の浅海性石灰岩があり, 海面下 3,053.9 m に Campanian の陸上風化した玄武岩溶岩がある.

西大西洋のギアナ沖の Demerara Rise (Sites 144, 1258-1261) では海面下 2,500-3,000 m に浅海で堆積した前期-中期 Albian の石英砂岩と泥岩があり, その上位に不整合を覆って閉鎖海底環境で堆積した Cenomanian-Turonian 黑色頁岩がある. ブラジル縁辺でも, アフリカ西岸と同様に水深 4,000 m の海底に前期白亜紀 Aptian の蒸発岩が分布し (Roberts, 1975), Rio Grande Rise の Site 21 では海面下 2,305.9 m に大陸棚で堆積した Maastrichtian のコキナや海面下 2,576.5 m に Coniacian の淘汰の良い浅海性の石灰砂岩がある. フォークランド海台の Site 330 では, 海面下 3,061 m に Aptian の腐泥岩層があり, Site 698 では海面下約 2,300 m には Campanian の砂質泥の下位に陸上噴出した玄武岩溶岩がある. 地中海キプロス島の南の Eratosthenes Seamount の Site 967 では, 海面下 2,979.7 m に後期白亜紀の浅海性石灰岩がある.

インド洋の東経 90°海嶺の東部側面の Site 217 では, 海面下 3,620 m に後期 Campanian の貝化石を含む浅海性の苦灰岩があり, 海面下 2,704 m に後期 Maastrichtian の浅海性のチョークと火山性粘土の下位に玄武岩がある. Kerguelen Plateau 南部の Site 748 では, 海面下 1,679.6 m に後期 Albian-Turonian の礁性石灰岩があり, 下位に陸上噴出した玄武岩溶岩がある. オーストラリア西縁の Wombat Plateau (Site 761) の海面下 2,208.5 m には Berriasian-前期 Valanginian の水深 200-500 m に堆積したと推定される粘土岩があり (Fig. 12), Exmouth

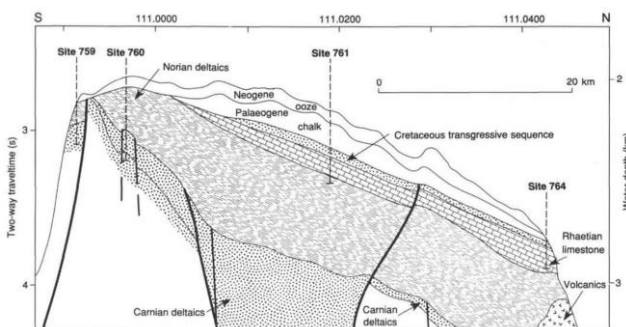


Fig. 12 Structural N-S cross section of Wombat Plateau (after SSP, 1990c)

The Cretaceous transgressive sequence overlay the Triassic (Carnian-Rhaetian) basements, which was deepened in the Paleogene and then tilted to the north.

Plateau の中央部 (Sites 762, 763) では海面下 1,938-2,209 m に前期 Valanginian-Berriasian に外側陸棚に堆積したシルト岩があり, Site 264 では先 Cenomanian の火山砕屑性礫岩 (玄武岩の礫岩) の上に不整合で Cenomanian-Santonian のチョークが重なる. すなわち, オーストラリア西縁は後期三畳紀 (Carnian-Rhaetian) に陸域または浅海で, 前期白亜紀の Berriasian (一部後期 Albian) まで浅海が継続し, その後に深海化したと考えられる. 西南極の Weddell Sea では海面下 2,768 m に水深 500 m 付近で堆積した中期 Albian の粘土質泥岩があり, Prydz Bay の Site 741 では海面下 575.5 m には Albian の河川または海岸平野で堆積した炭化した植物片や礫層を挟む砂岩があり, Site 742 の海面下 751.8 m に潟湖環境下で堆積した Turonian の炭質粘土がある.

太平洋のギョーの多くは, その平坦な山頂部に Aptian-Albian の浅海性の礁性石灰岩をもち, ギョー山頂の Aptian-Albian の礁性石灰岩の厚さの最大値は Resolution Guyot (Site 866) で 1,183.8 m ある. Winterer and Metzler (1984) によると, 中央太平洋海山群では, いくつかのギョーでの震探断面で, 平坦化したギョーのサンゴ礁の厚さが最大で 1,000 m 以上 (Fig. 13) あることが明らかになっている. Marshall Islands の Wodejebato Guyot (Sites 873-877) では後期 Campanian-Maastrichtian に礁性石灰岩がある. なお, 日本海溝の南端にある第一鹿島海山では Aptian-Cenomanian のサンゴ礁が水深約 4,000 m (東海大学海洋学部第一鹿島海山調査団, 1976; Shiba, 1988, 1993) で, 北端にあるエリモ (Sysoev) 海山では白亜紀または後期白亜紀の礁性石灰岩が水深約 4,000 m (Tsuchi and Kagami, 1967) で得られている. また, 中央太平洋海山群の Hess Guyot と Cape Johnson Guyot では

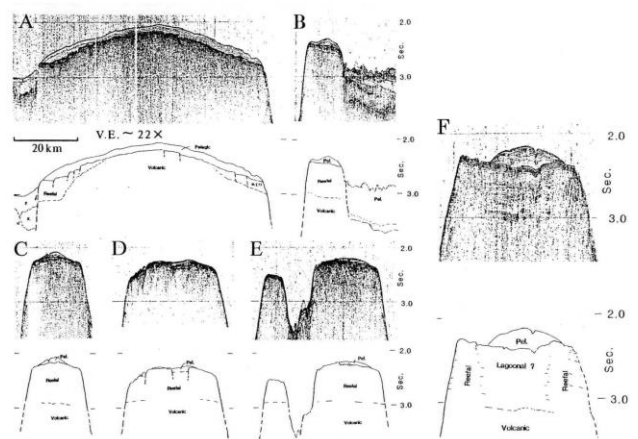


Fig. 13 Topographic sections and seismic profiles of the Mid-Pacific Guyots (after Winterer and Metzler, 1984)

A: Horizon Guyot, B: Lenard Guyot, C: Shepard Guyot, D: Jacqueline Guyot, E: Stedson Guyot, F: Alison Guyot.

Hamilton (1956) により Aptian–Cenomanian の生物礁石灰岩が報告され, Heezen et al. (1973) と Matthews et al. (1974) は, 中央太平洋海山群と日本海山群の Winterer Guyot と Seiko Guyot (拓洋第二海山) から Aptian の礁性石灰岩を, Isakov Guyot から Aptian–Cenomanian の礁性石灰岩を, そして Shepard Guyot と Menard Guyot, Jacqueline Guyot, Makarov Guyot, T. Washington Guyot, Eiko Guyot から白亜紀または後期白亜紀の礁性石灰岩を報告している。ギョーでの Aptian–Cenomanian または白亜紀の礁性石灰岩は, それ以外に小笠原海台の矢部海山 (柴, 1979) と Broken-top Guyot (Konishi, 1985) と, 中央太平洋海山群の Darwin Guyot (Ladd et al., 1974) がある。また, 天皇海山列の Meiji Guyot (Site 192) と Detroit Seamount (Sites 1203, 1204) では, それぞれ海面下 4,058 m と 3,061.9 m で後期 Maastrichtian と Campanian のチョークとそれより古い浅海か陸上で噴出したアルカリ玄武岩・粗面玄武岩と玄武岩溶岩と火砕岩が回収されている。

太平洋の大規模海膨の Shatsky Rise では DSDP と ODP で浅海性の堆積物が回収されていないが, Ori Massif 頂部での IODP の掘削 Site U1349 で海底下 3,300.7 m に先 Albian の浅海の石灰岩があり, その下位に陸上風化した玄武岩溶岩と火砕岩が回収された (Sager et al., 2010)。Manihiki Plateau の Site 317 では海面下 3,523 m に比較的浅海で噴出した玄武岩があり, Ontong-Java Plateau のの北部 (Site 289) と主稜 (Site 1183) には Aptian または先 Aptian の玄武岩溶岩の上, 海面下 2,894–3,486 m に Aptian–Albian の石灰岩がある。これらの大規模海膨は, ギョーと同様に, 先 Aptian または先 Albian に玄武岩質火山活動により形成された海膨または海膨上の島々の上に Aptian から Albian にサンゴ礁が形成し, それがそれ以降に沈水したと考えられる。また, Ontong-Java Plateau の東支稜の北部海嶺 (Site 1184) では中期始新世に浅海での火山活動があり, Manihiki, Danger, Suvarow などの海台の縁にある島々は隆起して, 海水準上昇に合わせて環礁を形成していった (SSP, 2001g) と考えられる。

なお, オーストラリア南東の South Lord Howe Rise (Site 207) では, 海面下 1,746 m に Maastrichtian のグロコナイト砂岩があり, その下に陸上噴出の流紋岩がある。

白亜紀の浅海性堆積物は, Albian を中心に Aptian–Cenomanian のサンゴ礁性石灰岩と岩塩層が大西洋の大陸縁辺と太平洋のギョーや大規模海膨の頂上に広く見られ, それらは後期白亜紀の遠洋性堆積物により覆われる。このことから, Aptian–Cenomanian のサンゴ礁などは Cenomanian または Turonian 以降に急激に沈水して上方成長が中断されたと考えられる。この後期白亜紀初期の急激な沈水の時期がどこでもほぼ共通していることから, 各ギョーの沈水の原因は, Hamilton (1956) が推定したようなギョーの地域的な沈降ではなく, 急激な海水準上昇によってこれらすべての礁がほぼ同時に沈水した (Shiba, 1988, 1993) と考えられる。

太平洋のギョーの Aptian–Albian の時期のサンゴ礁の最大の厚さは, その最大掘削深度と震探記録から 1,100 m 以上に達すると考えられる。サンゴ礁の上方成長量は, そのサンゴ礁の沈降量または海水準上昇量を示すことから, そのサンゴ礁が沈降していないと仮定すると Aptian–Albian の時期に海水準が 1,100 m 以上上昇したと考えられる。すなわち, Aptian–Albian のサンゴ礁の上方成長と Cenomanian 以降のギョーの沈水も, それぞれのギョーの沈降では説明できず, その原因はサンゴ礁形成時期の海水準上昇によるものと考えられる。この Aptian–Albian の大規模な 1,100 m 以上の厚さの礁の形成とその後の急激な海水準上昇の原因は, そのほぼ同時期に起こった太平洋の大規模海膨や海山群などを形成させた巨大火成岩岩石区 (LIPs) の形成が密接に関係していると考えられる。

これらのギョーの礁性石灰岩頂部の現在の海水準面からの距離は, 1,352 m (Site 867) から約 4,121 m (Site 384) とさまざまで, もっとも深いものは Site 384 の J-Anomaly 海嶺の後期 Barremian–Aptian/Albian の浅海性生物源石灰岩である。このことから, Albian 末期の海水準は, 星野 (1970) が示したように現在の海水準より約 4,000 m 低

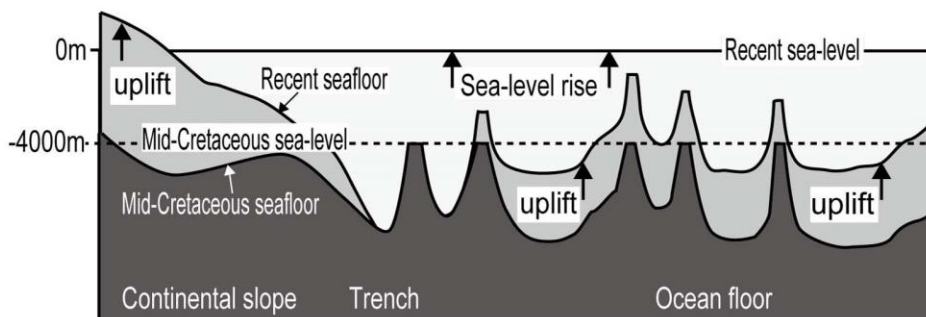


Fig. 14 Middle Cretaceous and present-day modelled topographic sections from the Japan Trench to the Pacific floor (after Shiba, 1988)

The uplift of the island arc and the ocean floor has caused sea-level rise, resulting in the Middle Cretaceous coral reefs of Guyots being topped at various depth.

い、J-Anomaly の礫性石灰岩のデータを用いて約 4,100 m かそれ以上低かったと考えられる。なお、ギョーの礫性石灰岩の厚さから推測されたように Aptian-Albian の時期に海水準が 1,100 m 以上上昇したとすると、Barremian の海水準の位置は現在の海水準に対して約 5,200 m またはそれ以上低かったと考えられる。

Aptian-Albian の浅海性堆積物は、それぞれの地域でさまざまな深さにある。このことは、ギョーが沈水した後の Cenomanian 以降の隆起量がそれぞれの地域で異なっていたためと考えられ、それはそれ以降のそれぞれの地域での海底の隆起量に原因があると考えられる (Fig. 14)。なお、後期 Campanian-Maastrichtian の礫性石灰岩の厚さは、Wodejebato Guyot の 125-183 m であり、このことから後期 Campanian-Maastrichtian での海水準上昇量は 183 m 以上と考えられる。

### 古第三紀

北西大西洋ニューファンドランドの Rockall Bank 西麓 (Site 117) では、海面下 1,341 m に浅海または沿岸に近い環境で堆積した後期晩新世の玄武岩質砂岩があり、前期始新世には約 600 m まで徐々に深くなる。グリーンランド縁辺東部 (Sites 914-917, Sites 988-990) または東南部 (Site 918) では、第四紀の泥の下、海面下 272.6-3,026.1 m に陸上風化を受けた玄武岩溶岩または前期始新世後期-後期始新世の浅海から上部斜面に堆積した火山砕屑性砂岩と砂質シルト岩があり、その下位に陸上風化を受けた玄武岩溶岩があり、前期始新世後期-後期始新世の下位にも陸上風化を受けた玄武岩溶岩がある。また、海面下 2,976.4 m には中部始新統と上部漸新統との不整合がある。

SSP (1994k) によれば、Greenland Shelf にあった Irminger Basin では晩新世に海成頁岩が堆積し、西傾斜の断層により地塊化して隆起し、陸上侵食により平坦化され、陸上に玄武岩の噴火があり、その後侵食され前期始新世に東側に傾斜して、海側が相対的に沈降して海成層に覆われ、中期始新世に Irminger Basin は水深 75-200 m から 200-600 m の海底に沈降したとされる (Fig. 15)。なお、Greenland Shelf 東部 (Site 918) では、第四紀の砂質シルトの下、海面下 617.9-720.4 m に水深 100-250 m の海底で堆積した後期始新世-前期漸新世の塊状の砂岩または砂質シルト岩がある。グリーンランド縁辺南東部の地質断面 (Fig. 16) を見ると、玄武岩層も含めた大陸縁辺の地層と大陸基盤はそのまま海底にも連続していて、斜面縁辺で大陸地殻と海洋地殻が区別されている。Larsen et al. (1994) は、グリーンランドから北海にいたる北大西洋の地図 (Fig. 17) に、グリーンランド東岸と同じ玄武岩と海側に傾斜した地層の分布を示している。

Belousov and Milanovsky (1977) は、アイスランドの地殻は厚さ 50 km もあることから、そこには大陸地殻があ

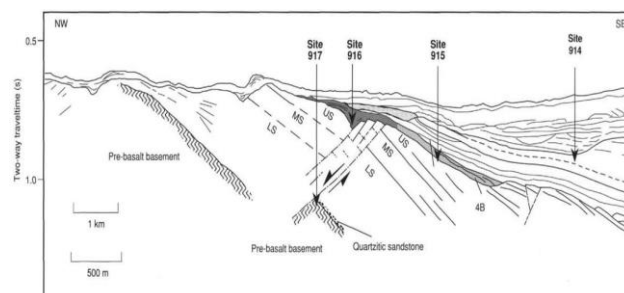


Fig. 15 A reconstruction of the position of the three lava series established in Hole 917A within the innermost part of the seaward dipping reflector sequences on the Southeast Greenland Margin (after SSP, 1994k)

LS: Lower Series, MS: Middle Series, US: Upper Series. The boundary may represent the time of the final rupture of the continent. Drilling at Site 917 probably penetrated the southeastern fault block at the crest of the pre-basaltic basement, implying that only part of the sediments at the breakup unconformity was recovered. About 300 to 400 m of the oldest lavas has not been drilled. Note that the dips are exaggerated; the true dip of the lavas and main normal fault is about 20° to 30°.

ることを指摘している。また、Bott (1968) はグリーンランドとシェットランド諸島を結ぶ海底山脈のうちフェローズ諸島は大陸地殻をもつとしている。Fig. 17 をみると、アイスランドも含めて北大西洋の隆起域は同じ地層や岩石の組み合わせから構成されているように見え、その基盤には大陸地殻が存在すると考えられる。また、Fig. 16 の地質断面で海底地殻とされているものが、もしそのまま深海底に連続する大陸地殻であるとする、大西洋の海洋地殻とされてきたものは玄武岩に覆われた大陸地殻の可能性がある。

アイスランド-ノルウェー大陸縁辺の Iceland-Faeroe Ridge (Site 336) と Vøring Plateau Escarpment (Site 338) で、それぞれ海面下 1,315 m と 1,700 m に、前期または中期始新世の陸上噴火した玄武岩溶岩があり、後期始新世以降に連続的に沈水している。Jan Mayen Ridge (Site 349) では、海底下 1,047 m に後期始新世の陸源性砂岩と含礫泥岩があり、その上を漸新世-中期中新世の堆積物が不整合で覆う。西イベリア縁辺-ビスケー縁辺では、後期白亜紀以降に遠洋性環境となり、晩新世にさらに深くなったが、後期始新世-前期漸新世にそれまで CCD 以下の海底が CCD 付近の海底になった。

Walvis Ridge の Site 526 では、海面下 1,287.1 m に後期晩新世-中期始新世の浅海性石灰岩があり、海面下 2,767.1 m に下部漸新統と中新統の不整合がある。ギアナ沖のデメララ海膨では、始新世/晩新世境界で顕著で急速な地球温暖化 (極域で 5°-7°C)、海洋微生物の大量絶滅、炭酸塩補償深度 (CCD) の広範囲な浅層化が起こったとされる

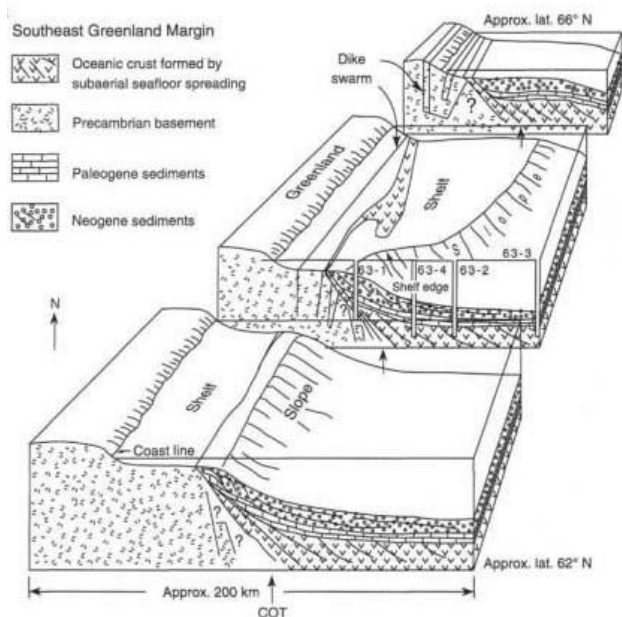


Fig. 16 Main geological features of the Southeast Greenland Margin (after Larsen et al., 1994)

COT: continent/ocean transition. If the COT did not exist and was continuous with the continent, then the deep ocean floor of the Atlantic Ocean would contain continental crust.

(SSP, 2004m). しかし、この CCD の広範囲な浅海化は、海水準上昇のために海底が深海化したために CCD 以下になったと解釈される。

リオグランデ海膨の Site 357 では、海面下 2,444 m に中期始新世の火山角礫と浅海化石片などがあり、暁新世に沈降して中部漸深海帯となり、始新世に火成活動を伴いドーム状に隆起し、海膨頂部は陸上侵食されて平坦化され、その後沈水した (Fioravanti, 2020) とされる。フォークランド海台ではこの時期の浅海性堆積物などが得られていないが、Site 702 の掘削結果によると、中期始新世からこの地域は急激に寒冷化したことから、中期始新世に周南極海流が形成したことが推定される (SSP, 1988j)。

インド洋の東経 90°海嶺頂部の Site 214 や Laccadive-Maldives-Chagos Ridge の Site 219, Broken Ridge 頂部の Site 253 では、海面下 1,500-2,700 m に後期暁新世には陸上火山があり、中期始新世には内側陸棚で、後期始新世から沈水して遠洋の環境になった。なお、Maldives Ridge (Site 715) では前期始新世の礁性石灰岩の下位に陸上噴出の橄欖石玄武岩溶岩がある。また、Kerguelen Plateau 北部 (Site 1139) には、海面下 1,800-2,700 m に始新世かそれよりも古い陸上または浅海で噴出した玄武岩溶岩と流紋岩の火山砕屑層がある。Broken Ridge 頂部 (Sites 752-755) には海面下約 1,200 m に、後期白亜紀のチョークと中期中新世および中期-後期始新世の石灰質軟泥との間にほぼ水平な波食不整合面がある (Fig. 18)。

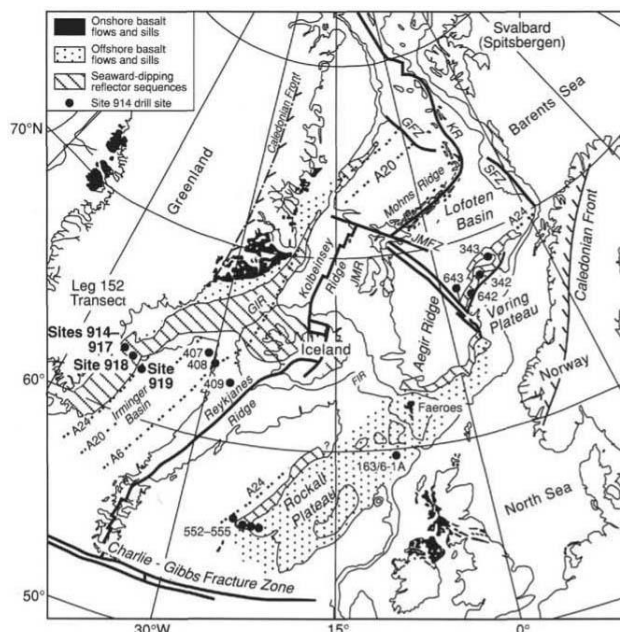


Fig. 17 Map of the Northeast Atlantic Ocean showing the main physiographic features of the region, previous DSDP and ODP drill sites (after Larsen et al., 1994)

The location of the main major early Tertiary basalt outcrop and subcrop, and the broad division into Caledonian and pre-Caledonian crustal blocks (in Greenland and Scandinavia). Abbreviations, from north to south; KR: Knipovich Ridge, GFZ: Greenland Fracture Zone, SFZ: Senja Fracture Zone, JMFZ: Jan Mayen Fracture Zone, JMR: Jan Mayen Ridge, GIR: Greenland-Iceland Ridge, FIR: Faeroes-Iceland Ridge.

アフリカ東方の Mascarene Plateau (Sites 237, 707) と Madagascar Ridge (Site 246) では、海面下 1,155-2,377 m に浅海で堆積した前期暁新世-中期始新世の浅海性石灰質泥岩や礁性石灰岩がある。また、オマーン大陸縁辺 (Sites 724, 726, 728, 729) では、海面下 471-1,432 m に *Nummulites* を含む始新世の礁性石灰岩がある。

大オーストラリア湾の Site 1130 と Site 1132 では、海面下 736-858 m に中期-後期始新世の浅海性石灰岩または石灰質砂岩があり、タスマニアの西部縁辺 (Site 1168) と South Tasman Rise (Site 1770) の西側では、海面下 2,491-3,225 m に後期始新世の浅海から汽水の低酸素環境に堆積したシルト質粘土岩がある (Fig. 19)。この始新世堆積物は、その北西や南の Site 280 と 282 の堆積物と同様に、東部オーストラリア-南極湾に広く見られる後期始新世の貧酸素環境で堆積したもので、これらの大陸縁辺は漸新世の過渡期を経て新第三紀には中深度の酸素の豊富な外洋の環境に変化した (SSP, 2001o)。

南極海の South Orkney Microcontinent の Site 696 で

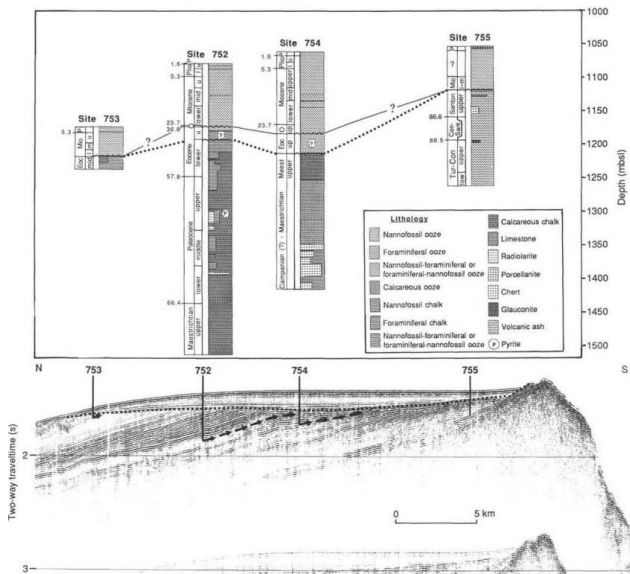


Fig. 18 Correlation of seismic stratigraphy and lithostratigraphy sampled at sites 752, 753, 754, and 755 on Broken Ridge (after SSP, 1989c)  
 The arrows represent the upward continuation of the deepest horizon penetrated at sites 752, 753, and 754 to the angular unconformity, illustrating the amount of stratigraphic section recovered and the stratigraphic overlap—if any—the sites. The dotted line represents the middle Eocene hiatus and the wavy line denotes the Oligocene hiatus. The two hiatuses coalesce at Sites 753 and 755, but the question marks indicate that the position where they coalesce across Broken Ridge is not resolved.

は海面下 1,256.9 m に前期暁新世—始新世の内側陸棚環境で堆積した砂質泥岩がある。南極東部の Prydz Bay の Site 742 の海面下 720.0 m 以下には前期始新世—漸新世の非海洋性の粘土岩と砂岩があり (Fig. 20), Site 1166 の海面下 631.9 m に始新世の扇状地で堆積した粗粒砂岩があり, 漸新世まで陸域の環境が優勢だったと考えられる。

太平洋のギョーでは, Marshall Islands の Limalok Guyot (Site 871) で海面下約 1,400 m に後期暁新世—中期始新世の礫性石灰岩があり, その下位に陸上噴出または陸上風化した玄武岩溶岩がある。Limalok Guyot の浅海性の礫性石灰岩の厚さは 318 m である。Resolution Guyo (Site 867) など白亜紀のギョーでは, マンガン被覆のあるリン酸塩化したナンノ化石石灰岩やリン酸塩化した石灰岩があり, これらは矢部ギョーの頂部縁の石灰岩の産状(柴, 1979)と同様である。Wodejebato Guyot (Sites 873-877) では, 中期始新世の石灰岩礫が中期始新世後期のリン酸塩岩化した遠洋性堆積物によりセメントされていることから, 中期始新世以後にリン酸塩岩化したと考えられる。

天皇海山列のほとんどの海山 (Sites 192, 202, 308-309, 430A, 433, 1203-1206) で海面下 1,300 -2,000 m に後期暁新世—前期始新世のサンゴ礁石灰岩があり, その厚さは Kōko Guyot (Site 1206) で下位の陸上噴出玄武岩溶岩まで 268 m である。Kōko Guyot では前期始新世にサンゴ礁が発達後に, 一度沈水したものの後期漸新世に浅くなり火山活動があった可能性がある。また, Meiji Guyot (Site 192) では海面下 4,058 m に後期 Maastrichtian より古い浅海か陸上で噴出したアルカリ玄武岩と粗面玄武岩の溶岩流があり, Detroit Seamount (Site 1203) では海面下 3061.9 m に Campanian の浅海または陸上で噴出した玄武岩溶岩と火砕岩がある。Suiko Seamount (Site 433) は中期暁新世に堡礁をもつ島だった。

天皇海山列のほとんどの海山は, 暁新世またはそれ以前に火山島として形成されて, 後期暁新世—前期始新世にサンゴ礁となり, 中期始新世に沈水したが, 火山活動が継続した Kōko Seamount は前期漸新世まで礫性環境があった。その沈水の時期は中期始新世で共通していることから, 沈水の原因は白亜紀のギョーと同じく中期始新世の急激な海水準上昇と考えられる。このことは, 太平洋プレートの北上にしたがって天皇海山列の火山島がホットスポットにより形成されてサンゴ礁になり, それらが順次沈降したというストーリーでは説明できないと考えられる。

なお, 天皇海山列のサンゴ礁はコケムシと石灰藻を主体とするもので, Mckenzie et al. (1980) によるとそれらは Coral-Algal facies よりむしろ Bryozoan-Algal facies であるという。Schlanger and Konishi (1966) はサンゴ礁相を Coral-Algal facies と Bryozoan-Algal facies に区別し, それは海水温度と日射度により緯度と対応し, Bryozoan-Algal facies は現在では 23°より高緯度で分布するとした。Schlanger (1981) は, 天皇海山列で発見された Bryozoan-Algal facies から, Suiko Seamount が現在のハワイのホットスポットの緯度より 7°以上北で形成されなければならないとして, 天皇海山列がホットスポットにより形成されたことに疑問を呈した。

Ontong-Java Plateau 東支稜の北部海嶺 (Site 1184) では海面下 1,863 m 以下に浅海で堆積した中期始新世の火山礫凝灰岩がある。オーストラリア東方縁辺の Queensland Plateau の東北縁 (Site 209) と西縁 (Site 811) では, 海面下 1,703-1,345 m に中期始新世と中期始新世—後期漸新世の浅海性石灰岩があり, 西縁ではその下位に時代未詳のメタ堆積物またはメタ火山岩がある。バヌアツ島弧の d'Entrecasteaux Ridge 北部の Site 828 では, 海面下 3,182 m に中期始新世?のナンノ化石チョークの下位に土壌層をもつ角礫化した玄武岩と粗粒玄武岩があり, Bougainville Guyot (Site 831) では海面下 1,794-1,496 m まで後期漸新世—前期中新世のサンゴ礁がある。

パラオー九州海嶺の西麓の Site 296 では, 海面下 3,411 m に後期漸新世の浅海性の炭酸塩岩を含む火山性碎屑物が



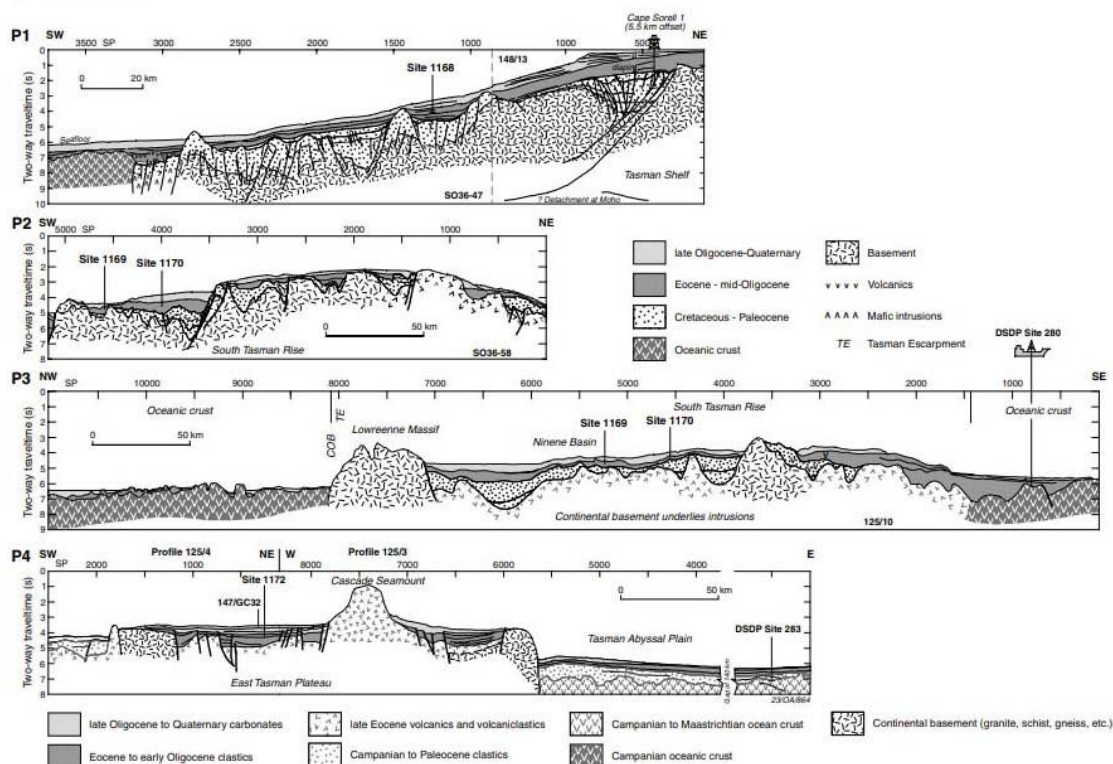


Fig. 19 Pre-drilling cross-sections from seismic profiles across the Tasmania and the South Tasman Rise (after SSP, 2001h)  
 P1: West Tasmania, P2 and P3: South Tasman Rise, and P4: East Tasman Plateau.

ある。日本海溝の深海平坦面の Site 439 では、海面下 2,764 m に後期漸新世の陸成の礫岩層と浅海の砂岩があり、深海平坦面は後期漸新世には陸域であり、中新世以降に沈水したと考えられる。ペルー海溝の下部斜面 (Site 688) では、海面下 4,514.3 m に水深 150-1,500 m の海底に堆積した前期始新世の植物片や中礫を含む石灰質泥岩や砂岩、石灰岩がある。

古第三紀で多くの浅海性堆積物や陸上火山噴出物が回収された時代は始新世であり、地域的には大西洋ではグリーンランド縁辺からアイスランドーノルウェー大陸縁辺、Walvis Ridge, Rio Grande Rise, インド洋の Ninety east Ridge など海嶺と Kerguelen Plateau, アフリカ東方の海台や海嶺, オーストラリア南部から南極にかけて、Marshall Islands のギョーや天皇海山列のほとんどの海山, オーストラリア東方縁辺の Queensland Plateau, パプアニューギニアとバヌアツ島弧, パラオー九州海嶺や日本海溝陸側斜面などで、その回収深度の多くは 1,000-3,411 m である。このうち、もっとも回収深度が深いのは Site 688 のペルー海溝下部斜面の Site 688 の海底下 4,514.3 m で、得られた斜面上部 (150-1500 m) の堆積環境を示す前期始新世の石灰質泥岩であり、浅海性の炭酸塩岩としては Site 296 のパラオー九州海嶺の西麓の海面下 3,411 m にある後期漸新世の浅海性の炭酸塩岩を含む火山性碎屑物、または

Site 1170 の Tasman Rise 南部の海面下 3,201.7 m の中期始新世に浅海で堆積したシルト岩がある。前者の Site 688 の石灰質泥岩はその堆積深度から推定される前期始新世の海水準の位置が現在より 3,014.3-4,364.3 m となり、その範囲の幅が大きくなる。したがって、後者の Site 296 の海面下 3,411 m にある後期漸新世の堆積物から、後期漸新世の海水準は現在の海水準より約 3,400 m か、それ以上低かったと考えられる。

また、始新世の礁性石灰岩の厚さは厚いもので、Limalok Guyot の後期漸新世-中期始新世の礁性石灰岩が 318 m で、Queensland Plateau の東北縁と西縁で中期始新世と中期始新世-後期漸新世の浅海性石灰岩が 358 m である。これらのことから、中期始新世の海水準上昇量は 310-360 m あった可能性があり、前期始新世の海水準の位置は後期漸新世の海水準の位置と中期始新世の海水準上昇量から推定して、現在より 3,800 m またはそれより低いところにあったと考えられる。

なお、太平洋の Marshall Islands の Eniwetok Atoll での掘削 (Ladd and Schlanger, 1960) では、海面下 1,380 m まで始新世-中新世のサンゴ礁石灰岩があり、その下位に玄武岩溶岩が回収されている (Fig. 21)。そこでは、中新世のサンゴ礁石灰岩の厚さが 630 m で、始新世のサンゴ礁石灰岩の厚さが 540 m になり、中新世の石灰岩の下部から

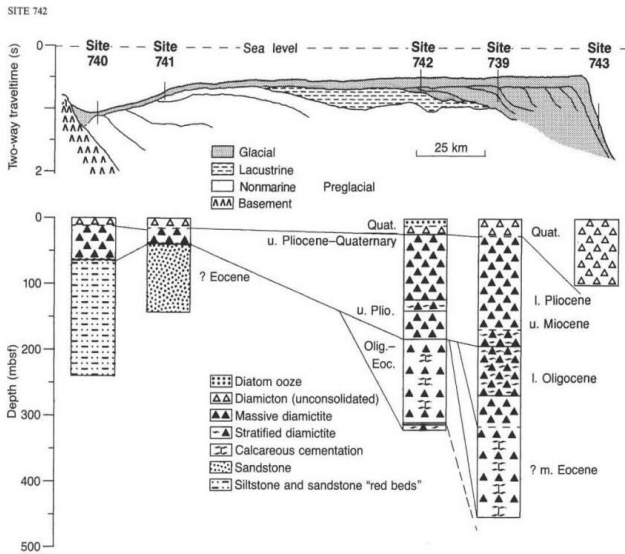


Fig. 20 Representation of the sediment facies recovered from Prydz Bay during Leg 119, based on the collected seismic and stratigraphic data (after SSP, 1989u)

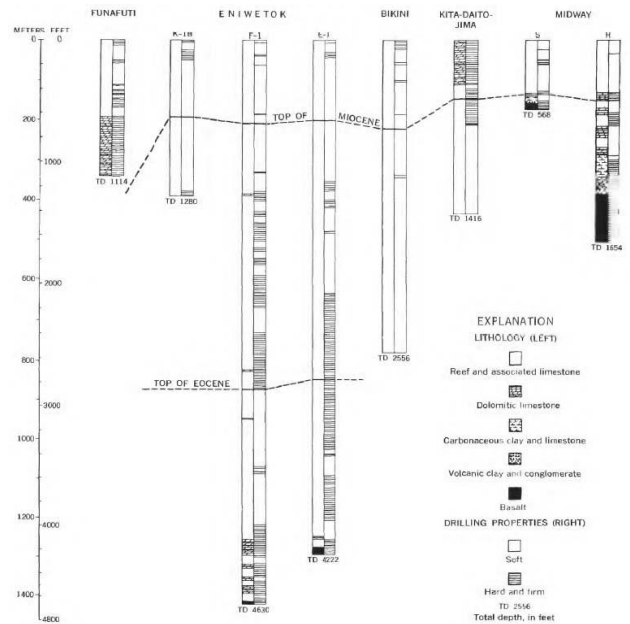


Fig. 21 Summary of results of deep drilling on five atolls in the Pacific Ocean (after Ladd et al., 1970)

始新世の石灰岩の上部にアラゴナイトがないことと、カルサイトが再結晶していることから、環礁の頂部が海面上にあり、大気侵食を受けていたことが推定されている (Ladd and Schlanger, 1960). この結果から、中新世と始新世の海水準上昇量は、それぞれが 630 m と 540 m またはそれ以上と推定でき、深海掘削で求めた海水準上昇量の結果より大きい値となる。

中期始新世の海水準上昇により、アイスランド-ノルウェー大陸縁辺地域ではバリアーリッジとしての Iceland-Faeroe Ridge が沈水し、ノルウェー海の冷たい海水が南へ流入して大西洋底層水となった。一方、南半球では、フォークランド海台からその南東の Scotia Arc とオーストラリア南部から南極にかけての地域がより沈水したことにより、周南極海流が強化されて、南極に氷河が発達しはじめ、現在のような海洋の大循環が開始したと考えられる。このように、中期始新世の海水準上昇は、地球の海水や気候に大きな変化を与え、この変化は海生哺乳類の誕生を含む哺乳類の第二次分散の原因になったことはもちろん、始新世以後の海底の隆起部でのハイエイタスや海山頂部での石灰岩のリン酸塩岩化などと密接に関連すると考えられる。

### 新第三紀および第四紀

深海掘削では、新第三系および第四系の多くは遠洋性堆積物や陸源性堆積物の粘土やシルト、そして turbidites など、浅海性堆積物や陸上火山噴出物は多くない。一方、不整合やハイエイタスはいくつかの Site で観察されている。このことは、新第三紀になると大陸と海洋の地理的分

布が、現在の分布とほぼ同じになったためと考えられる。

大西洋の Continental Rise 上部 (Site 605) では、海面下 2,359 m に上部中新統が侵食された不整合があり、この地域に発達する震探反射面 AU に相当する。また、New Jersey 沿岸の上部大陸斜面では、Site 902 の他に 903, 904, 906 でも中部中新統と上部更新統との間に不整合が認められ、それらは反射法地震探査解析でも重要な境界面とされている (Lorenzo and Hesselbo, 1996). Walvis Ridge の Site 526 では、下部漸新統と中新統の不整合が海面下 2,767.1 m にあり、ケープ海盆では海面下約 1,800 m に中期中新世の侵食不整合面があり、その上位に中期中新世後期の有孔虫-ナンノ化石軟泥が覆う。

地中海では、キプロス島の西の Florence Rise (Sites 375-376) や North Creta Basion (Site 969), Tyrrhenian Sea (Site 975), 西地中海の Balearic Margin 南部 (Site 975) で、後期中新世の Messinian の石膏とマール岩からなる岩塩層が海面下 2,100-2,700 m で回収された。また、Messina Abyssal Plain (Site 374) では海面下 4,469.5 m に Messinian の石膏とドロマイト層があり、海面下 4,524 m から下位は硬石膏と岩塩からなる (Fig. 22)。

Hsü et al. (1978a) によれば、塩分危機 (Hsü et al., 1978b) 以前に今日の地中海盆地のほとんどがすでに存在し、それらは水深が 1,000-1,500 m 以上の海盆で、Messinian には盆地の一部または全部が乾燥化したことが複数回あり、東部および西部の地中海盆地は Paratethys の大陸性海水により浸水されていたという。また、後期 Messinian には Balearic 海盆と Tyrrhenian 海盆が大西洋からの海水が流入したが、その環境は完全に開いた海洋性ではなく、鮮新

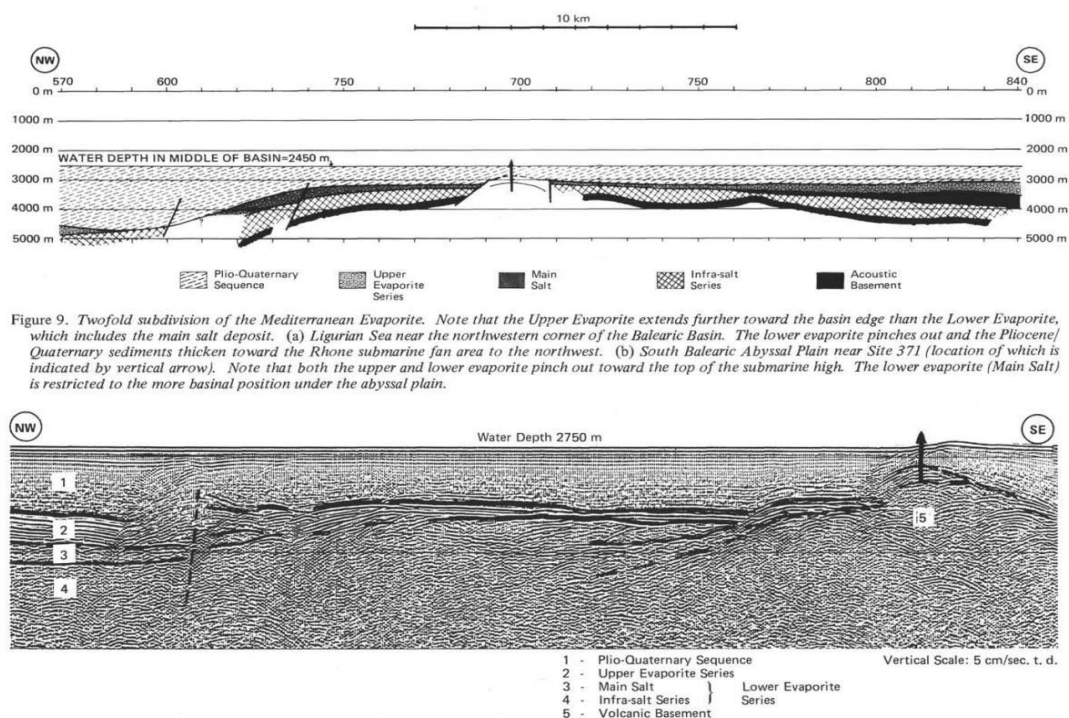


Fig. 22 Sckech section and sismic profile of the Mediterranean Evaporite in the Balearic Basin (after Hsü et al., 1978a)

世初頭に地中海のすべての海盆が再び深く開けた海水の下に沈むようになり、さらに鮮新世から第四紀にかけての沈降によって盆地はさらに深くなった、と述べた。なお、Barber (1981) は、ナイルデルタの詳細な音響調査により、Messinian の塩分危機には現在の水深 2,500 m まで陸上侵食の痕跡が見られると報告した、これらのことから、おそらく地中海は Messinian には現在の水深 2,500-3,000 m まで陸域が分布していたと考えられる。

インド洋の紅海北部の Atlantis II Deep (Sites 225, 227, 228) では、海面下 1,400-2,000 m に後期中新世の蒸発岩があり、その上面は紅海の震探反射面 S に対応する (The SSP, 1974b)。紅海の後期中新世の蒸発岩は、地中海の Messinian の蒸発岩と同様で、おそらくそれと連続したものまたは同様の地質構造的な環境にあったと考えられる。オマーン大陸縁辺 (Sites 724, 726, 728, 729) では、海面下 850-1,600 m に前期鮮新世の粘土質シルトに浅海性底生有孔虫化石が含まれ、3-4 Ma (後期鮮新世) 以降にそれらは沈降した。オーストラリア北西縁の Timor Trough の Site 262 では、海面下 2,725 m に鮮新世の非常に浅い海洋性ドロマイトと貝殻石灰質砂岩があり、その上に後期鮮新世および第四紀の浅海性有孔虫ドロマイトと浮遊性軟泥が重なる。

大オーストラリア湾西部 (Sites 1129, 1131, 1132) では、海面下 202.1-865.3 m に更新世の褐虫藻のマウンド群が冷水性炭酸塩堆積物の特徴の一つとして広範囲に発達す

る (Fig. 23)。また、海面下 759-865.3 m には鮮新統／中新統の大きなハイエイタスまたは不整合がある (SSP, 2000g)。

太平洋では、オーストラリア東部の Queensland Plateau 西縁と南縁 (Sites 812-814) で、海面下 603-734 m に中期または中期-後期中新世の浅海性石灰岩があり、鮮新世から上部漸深海帯の環境へと水深が徐々に増加した。また、西斜面の Site 824 では、海面下 1,244.2 m に中期-後期中新世の生物源礁性石灰岩があり、海面下 1,403.8 m まで後期漸新世-中新世の礁性石灰岩がある。

Marion Plateau (Sites 824-826, 1193) または Marion Platform (Sites 1194-1199) では、海面下 304-950 m に前期-後期中新世の陸棚炭酸塩岩または苦灰岩化した礁性石灰岩があり、その上位に鮮新世の半遠洋性堆積物が堆積する。この中新世の炭酸塩礁は中新世末期に陸上に露出した間にカルスト地形が発達したところもある (SSP, 1991g)。Marion Platform の炭酸塩プラットフォームの岩相変化から、中期と後期中新世の境界では相対的海水準の低下 (隆起) があり、炭酸塩プラットフォームが露出し、後期中新世には海水準上昇により炭酸塩プラットフォームが成長し、そして成長の最後の段階に海底が露出して土壌形成が起こり、その上位に不整合で上部漸深海帯の環境に鮮新統が堆積した (SSP, 2002i)。また、ニュージーランド南西の Campbell Plateau では、下部漸新統と鮮新統の間に不整合があり、中新統がまったく分布しないことから、

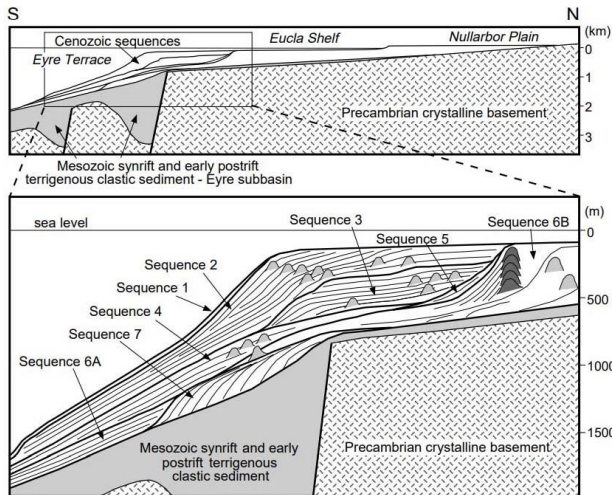


Fig. 23 Schematic north-south diagram from the Nullarbor Plain to the upper continental slope, across the Eyre Terrace (along longitude 128°E) in Great Australian Bight, showing the distribution and internal relationships of seven Cenozoic sequences defined from seismic data, overlying Mesozoic synrift and early postrift siliciclastic sequences and Precambrian crystalline basement. Note the distribution of reefs (dark shading) and biogenic mounds (light shading) within many of the Cenozoic sequences (after Feary and James, 1998)

Vertical scales are approximate.

Campbell Plateau 南部の Site 277 は中新世に陸化していた可能性がある。

バヌアツ島弧の Bougainville Guyot (Site 831) では、海面下 1,794-1,496 m まで後期漸新世-前期中新世のサンゴ礁があり、その後も中期更新世後期まで継続してサンゴ礁が上方に形成し、その後 1,169 m 沈水した。

パプアニューギニア東部の Woodlark Rise の Site 1109 と Site 1118 では、海面下 2,883-3,160 m に礁湖の堆積物があり、その上位に前期-中期鮮新世の浅海 (<150 m) の砂岩と石灰岩または前期鮮新世か中新世末期の礁性石灰岩があり、後期鮮新世以降の堆積物は上部漸深海帯に堆積した砂岩やシルト岩からなる。また、Site 1115 では、海面下 1,662 m に後期中新世の内側陸棚のシルト岩があり、前期鮮新世には深海化した。すなわち、Woodlark Rise は中新世末期に陸上であり、鮮新世以降約 3,000 m 沈水した。

西部マリアナ海嶺の Site 451 では、海面下 2,106 m に後期中新世の浅海性化石片を含む凝灰岩がある。日本海の大和海盆 (Sites 794, 795) では、海面下 3,330-3,896 m が中期中新世には中部漸深帯上部 (水深 500 m) であり、日本海盆東縁の奥尻海嶺 (Site 796) も海面下 3,039 m が中期中新世には中部漸深帯上部 (水深 500 m) の環境だった。

日本海盆南部 (Site 797) では海面下 3,511.5 m が前期中新世にデルタの外側の陸棚や斜面であり、中期中新世には沈水して中部漸深帯下部 (水深 1,500-2,000 m) の海底になった。すなわち、日本海溝の深海平坦面は後期漸新世に陸域で、日本海盆の日本海盆は前期中新世に陸棚であり、どちらもその後沈水して現在のような水深約 3,000 m 以上の深海底となった。このことは、どちらも前期中新世以降の汎世界的な海水準上昇により沈水した海底であり、それらが構造的に沈降したわけではないと考えられる。

メキシコ西海岸の陸側上部斜面 (Sites 489, 493) では、海面下 1,040-1,566.5 m に前期中新世の外側陸棚で堆積した石灰質砂岩があり、基盤の黒雲母片岩や閃緑岩を不整合に覆い、その上位では中部中新統一第四系または中部中新統が欠如する場所がある。また、海面下 2,347 m に前期中新世の浅海性の堆積物と中期中新世-第四紀の遠洋性堆積物堆積物との境界があり、中期中新世以降にこの地域が沈水した。グアテマラ縁辺の陸側斜面の Site 496 では、海面下 2,347 m に浅海で堆積した中期中新世の礫層があり、その上位に中期中新世-第四紀の遠洋性堆積物がある。

Cocos Ridge の北東端では、海面下 1,615 m に中部中新統 (12-13 Ma) と上部鮮新統 (0-2.5 Ma) との間にハイエイタスがあり、Cocos Ridge の北東端 (Site 1242) では、海面下 1,615 m に中期中新世 (12-13 Ma) のナンノ化石軟泥と後期鮮新世 (0-2.5 Ma) のナンノ化石粘土との間にハイエイタスがある。また、この地域の隆起部の南東延長にあたる Carnegie Ridge の Site 1238 では海面下 2,583 m に、Site 1239 では 1,894 m に 12-8 Ma の間の堆積物が欠如するハイエイタスがある (SSP, 2003c, 2003d)。

ペルー海溝の上部大陸斜面 (Sites 686, 687) の海面下 421.3-743 m に外側陸棚 (水深 50-150 m) の環境で堆積した第四紀の珪藻泥があり、上位に向かって上部漸深海帯の環境になる。ペルー海溝の下部大陸斜面 (Site 688) では、中新世-鮮新世の珪藻土と泥岩の互層があり、含まれる底生有孔虫化石から下部中新統 (海面下 4,429.3-4,391.3 m) と上部中新統 (海面下 4,240.3-4,286.3 m) は、この Site の現在の水深よりもかなり浅い上部-中部漸深海帯 (500-1,500 m) で堆積したことを示していて、更新世以降 500-1,500 m 沈水した (SSP, 1988i) と考えられている。

新第三紀および第四紀の浅海性堆積物で注目できるのは、後期中新世の岩塩層も含めた浅海性堆積物と、上部中新統と鮮新統との不整合やハイエイタス、鮮新世からの深海化である。この代表的なものとして、地中海や紅海で見られる後期中新世 (Messinian) の岩塩層がある。後期中新世の石膏とマール岩からなる岩塩層は、地中海では Messina Abyssal Plain (Site 374) の海面下 4,469.5 m にあることを除いて、その他は海面下 2,100-2,400 m に、紅海でも海面下 2,100-2,400 m にみられる。

Site 374 の海面下 4,469.5 m の岩塩層については、Messinian の海水準が現在の水深 3,000 m の位置にあった

としても、海盆底の水深は 1,500 m になる。Hsü et al. (1978a) は、塩分危機以前に今日の地中海盆地の水深が 1,000-1,500 m 以上あったとし、塩分危機にはそれらの一部または全部が乾燥化したとした。黒田ほか (2014) によれば、岩塩は母液が過飽和になれば必ずしも完全な蒸発は必要とせず十分な水深がある状態でもわずか数万年で厚さ数 100 m と急速に成長するという。これらのことから、Messinian の海水準が現在の水深約 3,000 m にあったと仮定して、地中海の閉鎖的で乾燥下の特殊な環境においては、Messina Abyssal Plain の水深 1,500 m の海底に岩塩層が形成される可能性があると考えられる。

中新世の浅海堆積物でもっとも掘削深度の深いものは、Site 795 の日本海大和海盆北部の海面下 3,895.7 m の中部漸深帯上部 (水深 500 m) で堆積したと考えられる中期中新世の石灰質粘土岩であり、この推定水深から中期中新世の海水準の位置を推定すると 3,395.7 m となる。これをもとに、中期中新世の海水準の位置とすると、中期中新世の海水準は現在より約 3,400 m 低かったことになる。

また、上部中新統とその上位の鮮新統との不整合やハイエイタス、または鮮新世の浅海から急激な深海化などの現象は、大西洋の Continental Rise 上部の海面下 2,359 m でみられる不整合や、オマーン大陸縁辺の海面下 850-1,600 m にある前期鮮新世の浅海堆積物、オーストラリア西縁の海面下 2,725 m にある鮮新世の非常に浅い海洋性ドロマイトと貝殻石灰質砂岩、オーストラリア南部と東部でみられる海鮮新統／中新統の大きなハイエイタスまたは不整合や後期中新世の浅海堆積物、Campbell Plateau の鮮新世以降の沈水、パプアニューギニア東部の Woodlark Rise の海面下 2,883 m にある前期鮮新世かまたは中新世末期の礁性石灰岩などがある。

とくに、Woodlark Rise (Sites 1109, 1118) は中新世末期には陸上であり、鮮新世以降約 3,000 m 沈水したことから、地中海の岩塩層の分布などとも合わせて、後期中新世の海水準は現在よりも約 3,000 m 低かったと考えられる。星野 (1962) は、中新世末期の海水準の位置について、現在の海底峡谷の末端水深や深海平坦面の水深が水深 2,000 m に揃うことから、現在の海水準より 2,000 m 低い位置にあったと推定した。しかし、深海掘削の結果では、中新世末期の浅海性堆積物や陸成層が現在の海水準より 3,000 m 低い位置にあることから、本稿では星野 (1962) の位置よりも 1,000 m 低い、約 3,000 m 低い位置にあったと推定する。現在の海底峡谷の末端水深や深海平坦面の地形は、それらが大陸または島弧縁辺にあることから、陸域縁辺の隆起により約 1,000 m 以上上昇したためと考えられる。

中新世においては、とくに中期中新世の海水準上昇も顕著で、中期-後期中新世の浅海性石灰岩の形成や中期中新世からの深海化などがいくつかの地域で観察される。中期中新世以降の海水準上昇により、日本海は約 3,400 m 以上沈水したと考えられる。

また、第四紀については、バヌアツ島弧の Bougainville Guyot (Site 831) で中期更新世後期以降に 1,169 m 沈水している。この現象は、43 万年以降に海水準が 1,000 m 上昇して駿河湾や日本列島の地形が形成されたとする柴 (2017, 2021) の説を支持する証拠と考えられる。43 万年以降の 1,000 m におよぶ海水準の上昇は、大陸縁辺の陸域を沈水させて島嶼をつくり、その島嶼に隔離された動物が固有化した原因になったと考えられる (柴, 2020)。

## ジュラ紀以降の海水準上昇

深海掘削で得られた深海底の浅海堆積物および浅海・陸上域で噴出した火山岩の分布をリストした花田 (1998) は、以下のような結論を示した。

(1) 深海底の浅海堆積物および浅海・陸上域で噴出した火山岩が記載された掘削点は 117 地点あり、それらの分布は隆起地形域で行われた掘削点で卓越している。

(2) 浅海を示唆する堆積物と火山岩の分布は、大洋の中央海嶺からの距離・時代・水深に明確な関連はみられない。

(3) 深海掘削によって知られた深海底に分布する最古の浅海層は、現在のところ、インド洋では三疊紀の Norian (Site 759, 760) のものであり、大西洋ではジュラ紀初期の Sinemurian (Site 547)、太平洋では白亜紀中期の Albian (Site 317, 465, 866, 867, 868, 878, 879) のものである。

(4) 深海底に分布する浅海指示層の分布には、時代的な偏りがみられる。すなわち、圧倒的に多いのは、白亜紀であり、全体の 40% を占めている。これに次いで始新世が 23%、中新世が 17% である。これらの分布深度からみた各時代の浅海層の深度分布は、白亜紀が 4,000 m 以浅であって、時代を追うごとに浅くなっている。

(5) 浅海指示層の分布深度が変化することの原因として、西太平洋に分布するギョーの頂上水深の差にみられるように、海山に楔をうって隆起させる玄武岩層の薄厚にかかわる場合と、日本近海の大陸マージンにみられるように、地殻運動の結果としての隆起量の差に求められる場合がある。いずれの場合も、隆起量と海水準の上昇量とのかねあいで、その分布深度が変化している。

花田 (1998) の (1) については、本稿でも同様の結果で、浅海堆積物および浅海・陸上域で噴出した火山岩が記載された掘削点の分布は隆起地形域で行われた掘削点で卓越する。(2) については、中央海嶺からの距離を測定して浅海を示唆する堆積物と火山岩の時代・水深との関係について本稿では比較していないが、浅海を示唆する堆積物と火山岩の年代と水深は集中する傾向にあり、そのことからそれらは中央海嶺からの距離とは無関係であると考えられる。

(3) については、ODP までの深海掘削で知られる深海底に分布する最古の浅海性堆積物は、大西洋ではモロッコ西部の Mazagan Escarpment の三疊紀-ジュラ紀

(Rhaetian-Hettangian) の沖積扇状地に堆積した砂質泥岩または後期三疊紀 (Rhaetian) の岩塩層であり、インド洋ではオーストラリア西部の Wombat Plateau の後期三疊紀 (Carnian-Norian) の炭酸塩礫の堆積物または南極東部の Prydz Bay のペルム紀の可能性のある河川性の赤色砂岩層であり、太平洋ではギョーなどでみられる Aptian-Albian の浅海性の礁性石灰岩である。

(4) の深海底の浅海指示層の分布にみられる時代的な偏りについては、Fig. 4 と Fig. 5 で示すように礁性石灰岩など浅海指示層が、ジュラ紀以降、後期ジュラ紀-初期白亜紀、前期白亜紀後期の Aptian-Albian, 古第三紀では前期-後期始新世、新第三紀では中新世に集中する。これらにみられる礁性石灰岩などは、陸上火山活動の直後の沈水により形成されている場合が多く、これらの火山活動の時期は大規模な海水準上昇期の直前かまたはほぼ同時期にあたる。そして、その火山活動は、それらと同時またはその直前に起こった海底での巨大火成岩岩石区 (LIPs) の大規模火山活動の時期と一致すると考えられる。

(5) の浅海指示層の現在の分布深度が変化することの原因については、花田 (1998) ですでに述べられているように、海山に楔をうって隆起させる玄武岩層の薄厚にかかわる場合と、日本近海の大陸縁辺にみられるように、地殻運動の結果としての隆起量の差に求められる。いずれの場合も、隆起量と海水準の上昇量との差でその分布深度が変化すると考えられる。

深海底に分布する浅海指示層の分布深度は、古いものから新しいものにその深度が浅海化する傾向が認められる (Fig. 5)。そして、それらの分布から、それらが沈降したものでないと仮定すると、それぞれの時代の海水準の位置を推定できる。前章の各年代の結果を示すと、後期ジュラ紀の海水準は現在の海水準よりも約 6,000 m、白亜紀の Barremian には約 5,200 m、Albian 末期には約 4,100 m、前期始新世には約 3,800 m、後期漸新世には約 3,400 m、中期中新世には約 3,400 m、中新世末期には約 3,000 m 低かったか、それぞれがそれ以上低かったと推定できる。

星野 (2019) は、地球の本質はその微膨張であり、地球の隆起に対応する現象は非隆起であり、火山活動や地層の圧縮による水分の排出がないかぎり、地球の沈降はないと主張し、ジュラ紀以降は上部マントルからのソーレイト質玄武岩マグマの地殻への併入によって地殻は隆起し、海底の隆起により海水準が上昇したと論じた。筆者も地殻の沈降はほとんどなかったと考え、海水準はジュラ紀以降、時代の経過とともに段階的に上昇していったと考える。また、ジュラ紀末期以降に急激な海水準上昇が起こった時期は、深海掘削の結果からもジュラ紀-初期白亜紀の時期と、前期白亜紀の Aptian-Albian, 後期白亜紀、中期始新世、中期中新世の時期と鮮新世以降にみられる。

Fig. 5 に示した点線は、浅海指示岩が回収された最深の深度から年代ごとの海水準の位置を推定した線である。し

かし、この点線 (海水準上昇曲線) では、後期白亜紀 (後期 Campanian-Maastrichtian) における 183 m 以上や、Eniwetok Atoll での始新世の 540 m 以上、中新世の 630 m 以上などの浅海礁の厚さから推定される海水準上昇量や、ジュラ紀以降の段階的で急激な海水準上昇が反映されていない。このため、これらの時期の実際の海水準上昇量はもっと大きかったと考えられ、中新世以前の海水準の位置がここで示した各年代の位置よりもより低い位置にあったと考えられる。

## Haq 曲線をもとにした海水準上昇曲線

Vail et al. (1977) は、石油探鉱の地震波断面から時間層序を組み立てて解析する地震波層序学を提案し、Haq et al.

(1987) はそれをもとに第 3 オーダーの層序学的シーケンス堆積モデルを構築して、三疊紀以降の海水準曲線を提案した。堆積シーケンスは、「不整合面とそれに連続する沖合の整合面」と定義されるシーケンス境界 (Sequence boundary; Mitchum et al., 1977) によって境される堆積層のパッケージであり、これは 20 世紀の石油地質学者たちの実践から創造された地層形成過程を復元するために最も重要な層序学モデルと考えられ、同時に海進期および海水準上昇量を推定するための重要なデータを提供するものとする。

堆積シーケンスは、下位から海水準下降にともないおもにチャンネル・レヴィー複合体からなる海底扇状地に形成された低海水準期堆積体 (Lowstand systems tract: LST) と、その後の海水準上昇により陸棚上に形成された海進期堆積体 (Transgressive systems tract: TST)、その海進の最大海氾濫期以降に沖合に堆積物を累進された高海水準期堆積体 (Highstand systems tract: HST) からなる。この 3 つの堆積体からなるパッケージである堆積シーケンスは、汎世界的な海水準変動により形成されることから、汎世界的な地層の対比に利用することが可能である。このことについては、本論文集の柴 (2022) で詳しく述べられている。

Haq et al. (1987) は、層序学的シーケンス堆積モデルであらわされる地層形成のメカニズムを海水準の変動と地殻の沈降によって説明した。しかし、地層形成のメカニズムの原因は、Haq et al. (1987) が述べた海水準変動と地殻の沈降ではなく、星野 (1983, 1991) が述べた地殻の隆起とそれによる海水準上昇であると、筆者は考える。この観点から、Shiba (1992) は、Vail et al. (1977) の Vail 曲線 (沿岸オンラップ曲線) を海水準上昇曲線と隆起曲線に変換し、ジュラ紀以降の海水準上昇量を 5,000 m と推定した。なお、Vail 曲線では白亜紀の部分が概要のみで曲線の詳細が未公表であった。

本稿では中生代については Haq et al. (1988) を、新生代については Haq (1991) の沿岸オンラップ曲線を用いて、

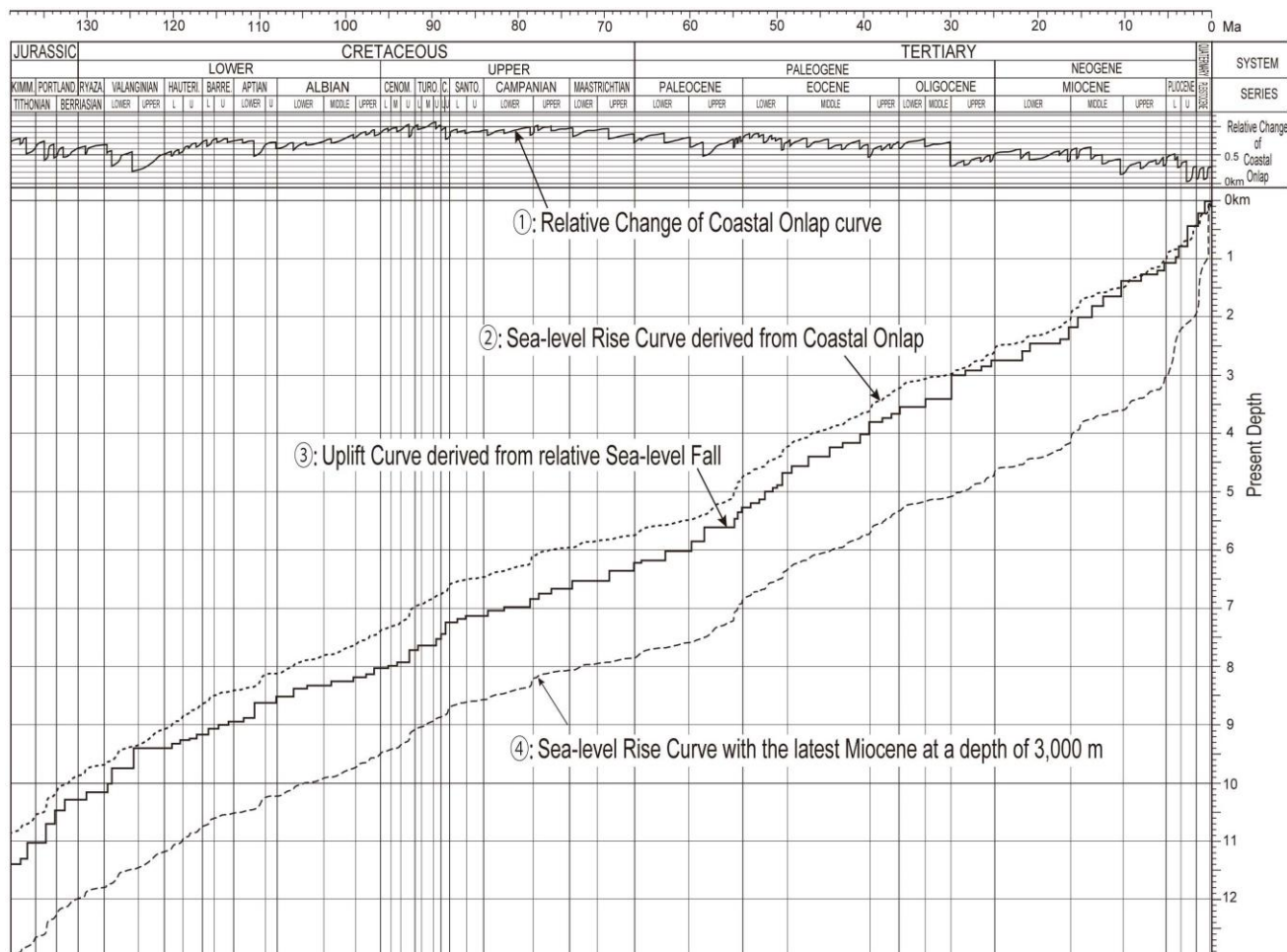


Fig. 24 Post-Jurassic sea-level rise (②: dotted line) and uplift curves (③: solid line) based on the relative sea-level curves from the relative change of coastal onlap (①) by Haq et al. (1989) and Haq (1991)  
The fourth curve (④: dashed line) is a sea-level rise curve with a depth of 3,000 m at the latest Miocene.

Shiba (1992) と同様の方法で、ジュラ紀以降の海水準上昇曲線と隆起曲線を作成した (Fig. 24). なお, Fig. 24 の年代と年代値については, Haq et al. (1988) および Haq (1991) にしたがった.

本稿で示した海水準上昇曲線は, 沿岸オンラップ曲線の海水準上昇量をそのまま累積させることで作成し, 隆起曲線 (線自体は曲線ではなく折れ線であるが) は, 沿岸オンラップ曲線の海水準降下を地殻の隆起と解釈して, 降下量を隆起量に変えてそれを累積させて作成した.

この海水準上昇曲線によれば, ジュラ紀末期以降その海水準上昇量は約 10,000 m と見積もられ, 前期白亜紀末の Albian と Cenomanian の境界からでは約 7,500 m になる. 一方, 中新世末期の海水準の位置は深海掘削の結果では 3,000 m にあるのに対して, 海水準上昇曲線では 1,000 m と相違がある. このように, Haq の沿岸オンラップ曲線を変換した海水準上昇曲線の各年代の値をみると, 本稿で深海掘削の結果から推定した各年代の海水準の位置より漸新世以降は小さく, 始新世以前はより大きな値となる.

ただし, この海水準上昇曲線では, 白亜紀の Aptian-Albian の海水準上昇量が 1,000 m であり, これはギョーのサンゴ礁の厚さから推定した値と一致する. また, 後期白亜紀 (後期 Campanian-Maastrichtian) における 183 m 以上や, Eniwetok Atoll での始新世の 540 m 以上, 中新世の 630 m 以上などの礁性石灰岩の厚さから推定した海水準上昇量については, Haq の沿岸オンラップ曲線を用いた海水準上昇曲線の方が海水準上昇量の値をよく反映している.

本稿では, 後期中新世の海水準の位置を現在より 3,000 m 低い位置と想定して, Haq 曲線をもとにした海水準上昇曲線を後期中新世以前について 2,000 m を加えた値, すなわち海水準上昇曲線を 2,000 m 下方へ移動して, Fig. 24 の破線 (④の曲線) を作成した. そして, 本稿では, これをジュラ紀末期以降の海水準上昇曲線として提案する.

この海水準上昇曲線 (Fig. 24 の④の曲線) では, ジュラ紀末期と前期白亜紀末期の海水準の位置が, それぞれ約 12,000 m と約 9,500 m となる. このことは, 各年代の海

水準の位置が、深海掘削の結果から本稿で推定した過去の海水準の位置よりかなり低かった可能性が示唆される。とくに、ジュラ紀末期の海水準の位置については、メキシコ湾—大バハマ礁地域で Sheridan et al. (1981) が推定した深度 (Fig. 7) と一致する結果となった。新たに提案する海水準上昇曲線をもとにすると、本稿で検討した深海底の過去の浅海堆積物や陸上火山岩は、地殻の隆起のためにより高い位置 (より浅い海底) に垂直方向に移動した可能性がある。

### 深海底の基盤と深海底の形成

Mullins and Lynts (1977) によれば、大西洋のメキシコ湾—大バハマ礁地域は、先三畳紀の大陸地殻が後期三畳紀—ジュラ紀初期に地塁と地溝を形成し、それ以降にその構造を継続しながら沈降したとされる。グリーンランド縁辺南東部では、大陸縁辺の地層と大陸基盤はそのまま海底にも連続して、暁新世に海成頁岩が堆積した後に西傾斜の断層により地塊化して隆起し、陸上侵食で平坦化され、陸上に玄武岩の噴出があり、その後侵食され前期始新世に東側に傾斜して海側が相対的に沈降した (Larsen et al., 1994) とされる。

イギリスの西の Goban Spur で回収されたデボン紀のアルコース砂岩はパリスカン造山帯を構成する岩石であり、堆積岩ではないが西イベリア縁辺の蛇紋岩または蛇紋岩化した橄欖岩なども陸域のパリスカン造山帯の延長部と考えられる (Pinheiro et al., 1996)。リオグランデ海膨では、基盤をなす原生累代の花崗岩や変成岩類を後期白亜紀中ごろ (90-80 Ma) の玄武岩溶岩が不整合で覆う巨大な火山島となり、海岸線が石灰礁に縁どられていて、暁新世に沈降して中部漸深海帯となり、始新世に火成活動を伴いドーム

状に隆起して海膨頂部は陸上侵食されて平坦化され、その後沈水した (矢野, 2021) とされる。また、グアテマラ縁辺部は、ララミー変動に属する中央アメリカの大陸骨格のオフィオライト質の基盤で構成されている (SSP, 1985f)。

その他にジュラ紀以前の基盤が回収されているところとしてはフォークランド海台があり、インド洋のオーストラリア周辺の Wombat Plateau と Tasman Rise, 南極東部の Prydz Bay なども含め大陸縁辺とその延長部にあたる地域は、基本的に大陸基盤が沈水した地域であると考えられる。北大西洋で明らかになった大陸基盤の領域は Goban Spur までに及んでいて、北アメリカ東岸の Continental Rise やグリーンランド縁辺南東部などの大陸縁辺も、中央海嶺域も含めて北大西洋の隆起部は大陸地殻の可能性もある。また、海洋地殻とされている深海底の部分も大陸地殻である可能性があると考えられる。

これら大西洋とインド洋で深海掘削により回収された基盤岩とその分布から、大西洋とインド洋の深海底は古生代末期までは原生累代やパリスカン造山帯を構成する基盤岩類からなる陸域が広がっていたと考えられる。そして、三畳紀以降に断裂による地塁—地溝化や傾動地塊化が活発になり、大陸または海底での洪水玄武岩とそれによる三畳紀以降の海水準上昇も重なり、隆起量の少ない地溝部 (海盆部) は沈水し、白亜紀以降の大規模海水準上昇により深海化したと考えられる。

Hoshino (2014) と星野 (2014) は、中央大西洋海嶺の島々の玄武岩に含まれる大陸性岩石の捕獲岩などを示して中央大西洋海嶺の基盤に大陸地殻があることを推定した。また、矢野ほか (2009, 2011) は、大西洋とインド洋の大陸縁辺と中央海嶺・海膨およびその両翼の海盆の深海底から、大陸地殻が海洋底の深度以深に沈降したものと大陸性の地殻—上部マントル物質またはそれらの部分熔融に由来

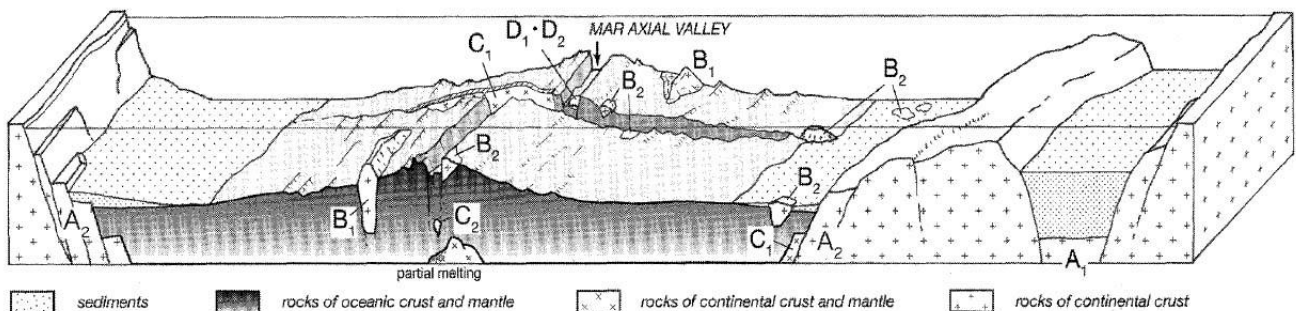


Fig. 25 Schematic diagram showing the classification of ancient and continental rocks in the Atlantic (after Yano et al., 2011)

Ancient and continental rocks exaggerated due to their small spatial extents. Type A: continental blocks in ocean/continent transition zones, submerging deeper than ocean floor (A1: beneaths sedimentary basins in continental margins, A2: in ocean margins), B: continental materials in ocean floor (B1: block, B2: rock masse to minral in size), C: crust and upper mantle materials geochemicall of continental nature (C1) and volcanics derived from their partial melting (C2), D: fossiliferous sediments (D1) and mafic rocks (D2) significantly older than estimated ages of adjacent oceannic plates. MAR: Mid Atlantic Ridge.



すると推論される火山岩などのブロックや岩石についてレビューし、大西洋とインド洋の深海底の地下に大陸地殻が広く分布する可能性を述べた (Fig. 25).

これらのことから、大西洋とインド洋の深海底の従来海洋地殻とされていたものは、原生累代や古生代の造山帯または太古累代 (始生累代) の構造をもつ大陸地殻である可能性があり、それがジュラ紀以降に沈水し、同時に大規模な玄武岩の火山活動の場 (LIPs) となり、玄武岩溶岩が噴出して厚く重なり、海底での玄武岩溶岩の堆積による海水準上昇によって、海底はさらに深くなり深海底となったと考えられる。

矢野ほか (2011) は、海洋底での大陸性岩石の報告が調査密度の相違を考慮しても太平洋底で発見された古期・大陸性岩石は少ないとして、その原因は太平洋の地殻が大西洋・インド洋とは異なっていて、本来、苦鉄質組成であることの反映である (Vasiliev, 2006, 2009) とした。

Vasiliev (2006) は、太平洋の海盆底の最上部マントル-地殻の構造に次の3つの地質-構造ステージを識別した (Fig. 26)。第1のステージは、ハルツバージャイト起源の蛇紋岩や角閃岩および緑レン石角閃片岩など変成岩類からなり、これら岩石のうち最古のものは太古累代にさかのぼり、これらの噴出岩マグマを分離したマントル母岩の年代は約 35 億年前と見積もられる。第2ステージは、層状塩基性貫入岩類からなり、カンラン石ハンレイ岩-ノーライトなどの層状塩基性貫入岩類からなり、主要な地形隆起部には例外なくみいだされる。上部は枕状溶岩および、凝灰岩や角礫岩からなり、太平洋巨大海盆底をほぼ完全に覆いつくし、第3ステージの火山岩類とともに海洋地殻第2層を構成し、その層厚はこの広大な領域のほとんどで 2-3

km ある。また、噴出岩の大部分は、ソーレイト-サブアルカリ玄武岩組成を示し、浅海環境で形成され、化学組成などから大陸洪水玄武岩に類似する。第3ステージは後期ジュラ紀-新生代の火山活動と堆積作用であり、その持続期間は地域によりさまざまである。堆積層の層厚は一般に 200-500 m であるが、地溝などでは 1,200 m に達する。太平洋は、後期ジュラ紀以降に著しく沈降し、この沈降運動はブロック運動の様式をとり、沈降運動の時期や速度はそれぞれのブロックごとに異なる。もっとも初期の沈降事件は、巨大海盆の西赤道海域で起こり、堆積層の基底が中期ジュラ紀堆積物で構成されていて、積算沈降量は 6 km に達する。

すなわち、Vasiliev (2006) の見解によれば、太平洋海盆の第1のステージの岩石は太古累代基盤であり、第2のステージの岩石は原生累代から古生代におよぶ可能性があり、第3ステージは後期ジュラ紀以降の火山岩と堆積物となり、海洋地殻とされているものは第2ステージ上部と第3ステージの火山岩からなることになる。また、太平洋では後期ジュラ紀以降に太平洋海盆で起こった巨大火成岩岩石区 (LIPs) の玄武岩溶岩の噴出による海水準上昇により、太平洋海盆は著しく沈降し、中期ジュラ紀以降の積算沈降量は 6,000 m に達するという。

なお、北西太平洋海盆の南部や中央海盆北部、北東太平洋海盆の北緯 20°と北緯 45°の間の広大な海域では、新生代の新第三紀-第四紀堆積物がほぼ完全に欠如する (Vasiliev, 2006)。このことから、新第三紀-第四紀に北西太平洋海盆の南部や中央海盆北部、北東太平洋海盆地域で大規模な洪水玄武岩活動があったことが推測できる。この新第三紀-第四紀における広域の洪水玄武岩活動が、新

Geological-structural stage	Geologic age	Lithologic structure	Constituent	Component rocks	Remarks
THIRD	Cenozoic	reef limestone	sea water		forming the present topographic-geologic structure of the mega-basin block subsidence of the Pacific mega-basin (≤6 km)
		seamount, plateau & rise			
		horst graben	sediments	pillow basalt, hyaloclastite, tuff	
SECOND	Jurassic Triassic	volcanics & intrusives	volcanics	pillow basalt, tuff, breccia, tuffaceous sediments, intrusions	accumulated in shallow marine environments
		massive plutonics	massive plutonics	olivine gabbro-norite, gabbro, gabbro-diabase, metagabbro, epidote amphibolite (originated from diabase)	underlying most part of the Pacific mega-basin
		layered basic intrusions cumulates	layered basic intrusions cumulates	plagioclase wehrlite, websterite, orthopyroxenite, troctolite	structural unconformity
FIRST	Archean (3.5 Ga)	acidic rocks metamorphics	acidic rocks metamorphics	epidote-amphibolite schist, amphibolite schist, epidote amphibolite, pyroxene-plagioclase metamorphic rock, chlorite-talc rock, serpentinite (granite, gneiss, granulite)	outcropping at trenches, fracture zones and plateaus
		ultrabasics	ultrabasics	dunite, lherzolite, wehrlite, garnet peridotite, garnet pyroxenite	occurring as nodules in volcanic rocks on oceanic islands

Fig. 26 Basic structure of the Pacific Giant Basin (after Vasiliev, 2006)

第三紀以降の大規模海水準上昇に大きく寄与した可能性があると思われる。

## 結 論

星野 (1991) は、ジュラ紀の海水準は現在の水深 6,000 m にあったとして、ジュラ紀以降の地殻の隆起とともに海底での洪水玄武岩の火山活動なども含めた海底の底上げにより、海水準上昇が起こったとし、中生代以降のマントル起源の玄武岩質火成活動の時代を「玄武岩時代」と呼んだ。この星野の海水準上昇説を証拠立てるために、本稿では DSDP Leg. 1, Site 1 (The SSP, 1969a) から ODP Leg 210, Site 1277 (SSP, 2004a) までの全掘削記録の中で、浅海堆積物、浅海または陸上噴出の火山岩、深成岩や変成岩からなる基盤岩、陸上侵食不整合などが発見された地点とその記載を示した。その結果、そのような浅海または陸上を示す堆積物や岩石が回収された地点は 256 地点にのぼった。

それらの分布から、それらが沈降したものでないと仮定すると、後期ジュラ紀の海水準は約 6,000 m、白亜紀の Barremian には約 5,200 m、Albian 末期には約 4,100 m、前期始新世には約 3,800 m、後期漸新世には約 3,400 m、中期中新世には約 3,400 m、中新世末期には約 3,000 m またはそれぞれがそれ以上低かったと推定でき、星野の海水準上昇仮説は支持できると考えられる。また、このような海水準上昇は段階的に起こり、とくに急激な海水準上昇は、後期ジュラ紀—白亜紀初期の時期と、前期白亜紀の Aptian—Albian と後期白亜紀の時期、中期中新世と中期中新世の時期、そして鮮新世以降に起こった。なお、Haq 曲線の沿岸オンラップを用いた海水準上昇曲線では、海水準上昇の傾向は一致しているものの、実際の各時代の海水準の位置が、深海掘削の記録から推定した過去の海水準の位置よりかなり低く、ジュラ紀末期で現在の海水準から約 12 km、前期白亜紀末期で 9.5 km 低い位置にあった可能性があり、本稿では新たな海水準上昇曲線を提案した。

また、掘削記録と各地域の地質構造などから、大西洋とインド洋の深海底には古生代末期までは原生累代やパリスカン造山帯から構成される基盤岩からなる大陸地殻が広く存在したと考えられ、大西洋とインド洋の深海底の海洋地殻とされていたものは大陸地殻の可能性があると考えられる。その大陸地殻は、三畳紀以降に断裂により地塁—地溝化、または傾動地塊化して、大陸または海底での洪水玄武岩活動とそれによる海水準上昇により、隆起量の少ない地溝部（海盆部）は沈水した。そして、海盆部は白亜紀以降の大規模海水準上昇により、さらに深海化したと考えられる。

一方、太平洋の海洋地殻とされているものは、原生累代から新生代の玄武岩溶岩の可能性があり、太平洋の深海底の基盤は太古累代（始生累代）の岩石からなる可能性があ

る。すなわち、太平洋の深海底は、太古累代基盤の上にも後期ジュラ紀以降に巨大火成岩岩石区 (LIPs) の玄武岩溶岩が厚く重なり、その火山活動により 6,000 m 以上沈水したと考えられる。

## 引用文献

- Barber, P. M. (1981): Messinian subaerial erosion of the protoNile Delta. *Marine Geology*, 44, 253-272.
- Belousov, V. V. and E. E. Milanovsky (1977): On tectonics and tectonic position of Iceland. *Tectonophys.*, 37, 25-40.
- Bott, M. H. P. (1968): Deep structure and geodynamics of the Greenland-Scotland Ridge: An introductory review. 3-9, in Bott, M. H. P. et al. eds.: *Structure and Development of the Greenland-Scotland Ridge*, Plenum Press, N. Y.
- Collins, E. S., W. Kuhnt, and D.B. Scott (1996): Tithonian Benthic Foraminifers from Hole 901A. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 149, 193-201, doi:10.2973/odp.proc.sr.149.253.1996
- Feary D. A. and N. P. James (1998): Seismic Stratigraphy and Geological Evolution of the Cenozoic, Cool-Water Eucla Platform, Great Australian Bight. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bulletin*, 82(5A), 792-816.
- Fioravanti, C. (2020): Revelations from a submerged archipelago-Beaches, river, and mangroves covered a mountain range that was above sea level 40 million years ago. *Oceanografia*, 282, 56-59.
- Hamilton, E. L. (1956): Sunken islands of the Mid-Pacific Mountains. *Geol. Soc. Amer. Mem.* 64, 1-97.
- 花田正明 (1998) : 深海掘削計画 (DSDP) によって得られた深海底の浅海堆積物および火山岩の分布について. 東海大学紀要海洋学部, (45), 137-166.
- Haq, B. U. (1991): Sequence stratigraphy, sea-level change, and significance for the deep sea. 3-39, in Macdonald, D. I. M. ed., *Sedimentation, Tectonics and Eustasy, Sea-level Changes at Active Margins*, Spec. Publ. int. Ass. Sediment., 12.
- Haq, B. U., J. Hardenbol and P. R. Vail (1987): Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235, 1156-1166.
- Haq, B. U., J. Hardenbol and P. R. Vail (1988): Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. 71-108, in Wilgus, C. K., B. S. Hastings, C. G. Kendall, H. W. Posamentier, C. A. Ross and J. C. Van Wagoner eds., *Sea Level Changes: An Integrated Approach*. SEPM Spec. Publ., 42.
- Heezen, B. C., J. L. Matthews, R. Catalano, J. Natland,

- A., Coogan, M. Tharp and M. Rawson (1973): Western Pacific Guyots. *Initial Report DSDP*, 20, 653-723.
- 星野通平 (1962): 太平洋. 地団研双書, 地学団体研究会, 136pp.
- 星野通平 (1970): 第三紀末期の海水準変化と海溝の形成. 155-177, (星野通平・青木 斌編) 島弧と海洋, 東海大学出版会, 東京.
- 星野通平 (1983): 海洋地質学. 地学団体研究会, 東京, 373pp.
- 星野通平 (1991): 玄武岩時代 地質学の諸カテゴリー. 東海大学出版会, 東京, 456pp.
- Hoshino, M. (2014): The History of Micro-Expanding Earth -The History of the Earth from viewpoint of Sea Level Rise-. E. G. Service Press, Sapporo, 234pp.
- 星野通平 (2014): 地球の歴史—地球微膨張説による—. イー・ジー・サービス出版部, 札幌, 234pp.
- 星野通平 (2019): 地殻の隆起 山はなぜ高いか. イー・ジー・サービス, 札幌, 188pp.
- Hsü, K. J., L. Montadert, D. Bernoulli, M. B. Cita, A. Erickson, R. E. Garrison, R. B. Kidd, F. Mélières, C. Müller, and R. Wright (1978a): History of the Mediterranean Salinity Crisis. *Init. Rep. DSDP*, 42-1, 1053-1078, doi:10.2973/dsdp.proc.42-1.155.1978
- Hsü, K. J., Montadert, L., Bernoulli, D. Cita, M. B. Erickson, A. Garrison, R. E. Kidd, R. B. Mélières, F. Moeller, C. and R. Wright (1978b): History of the Mediterranean salinity crisis. *Nature*, 267, 399-403.
- International Commission on Stratigraphy (2021): International Chronostratigraphic Chart. <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratigraphicChart2021-10.pdf>
- 北里 洋 (2014): 深海, もうひとつの宇宙—しんかい 6500 が見た生命誕生の現場. 岩波書店, 東京, 176pp.
- Konishi, K. (1985): Cretaceous reefal fossils dredged from two seamount of the Ogasawara Plateau. 169-180, in Kobayashi, K. ed.: Preliminary Rept. Hakuho-maru cruise, KH-84-1, 169-180.
- Kuhnt, W. and E. S. Collins (1996): Cretaceous to Paleogene Benthic Foraminifers from the Iberia Abyssal Plain. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 149, 203-2161, doi:10.2973/odp.proc.sr.149.254.1996
- 黒田潤一郎・吉村寿紘・川幡徳高・Jimenez-Espejo, F. J・Lugli, S.・Manzi, V・Roveri, M. (2014): 海盆の蒸発: 蒸発岩の堆積学とメッシニアン期地中海塩分危機. 地質学雑誌, 120, 181-200.
- Ladd, H. S., W. A. Newman and N. F. Sohl (1974): Darwin guyot, the Pacific's oldest atoll. *Proceeding Second. International Coral Reef Symposium*, 2, 513-522.
- Ladd, H. S. and S. O. Schlanger (1960): Drilling operations on Eniwetok Atoll: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 260-Y, 863-905. <https://pubs.usgs.gov/pp/0260y/report.pdf>
- Ladd, H. S., J. I. Tracey Jr, and M. G. Gross (1970): Deep Drilling on Midway Atoll. *US Geol. Surv. Prof. Paper* 680-A, 29pp., <http://dx.doi.org/10.3133/pp680A>
- Larsen, H. C., A. D. Saunders, P. D. Clift, and the Shipboard Scientific Party (1994): Introduction: Breakup of the Southeast Greenland Margin and the Formation of the Irminger Basin: Background and Scientific Objectives. *Proc. ODP, Init. Rep.*, 115, 5-16, doi:10.2973/odp.proc.ir.152.101.1994
- Lorenzo, J. M. and S. P. Hesselbo (1996): Seismic-to-Well Correlation of Seismic Unconformities at Leg 150 Continental Slope Sites. *Proc. ODP, Init. Rep.*, 150, 293-307, doi:10.2973/odp.proc.sr.150.031.1996
- Matthews, J. L., B. C. Heezen, R. Catalano, M. Tharp, A. Coogan, J. Natland, and M. Rawson (1974) Cretaceous drowning of reefs on Mid-Pacific and Japanese guyots. *Science*, 184, 462-464.
- McKenzie, J., Bernoulli, D. and Schlanger, S. O. (1980): Shallow-water carbonate sediments from the Emperor Seamounts, their diagenesis and paleogeographic significance. *Init. Rep. DSDP*, 55, 415-451.
- Maillot, H. and C. Robert (1984): Paleoenvironment evolution of the Walvis Ridge deduced from inorganic geochemical and clay mineralogical data, Deep Sea Drilling Project Leg 74, Southeast Atlantic. *Init. Rep. DSDP*, 72, 663-683, doi:10.2973/dsdp.proc.74.119.1984
- Mitchum, R. M., P. R. Vail and J. B. Sangree (1977): Stratigraphic interpretation of seismic reflection patterns in depositional sequence. 213-248, in Payton, C. E. ed., *Seismic Stratigraphy - Application to Hydrocarbon Exploration*, Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 26.
- Mullins, H. T. and G. W. Lynts (1977): Origin of the northwestern Bahama platform: review and reinterpretation. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 88:1447-1461.
- Ovenshine A., T., B. Csejtey Jr., J. G. Smith and P. B. Andrews (1975): Petrography and Age of the Quartz-Muscovite-Chlorite Semischist, Site 281, South Tasman Rise. *Init. Rep. DSDP*, 29, 1117-1121. doi:10.2973/dsdp.proc.29.140.1975
- Paulus F. J. (1972): The Geology of Site 98 and the Bahama Platform. *Init. Rep. DSDP*, 11, 877-897, doi:10.2973/dsdp.proc.11.130.1972
- Pinheiro, L. M., R. C. L. Wilson, R. Pena dos Reis, R. B. Whitmarsh and A. Ribeiro (1996): The Western Iberia

- Margin: A Geophysical and Geological Overview. *Proceedings of ODP, Scientific Results*, 149, 1-23, 149doi:10.2973/odp.proc.sr.149.246.1996
- Roberts, D. G. (1975): Evaporite deposition in the Aptian South Atlantic Ocean. *Marine Geology*, 18, M65-M72.
- Sager, W. W., T. Sano, J. Geldmacher and the Expedition 324 Scientists (2010): Site U1349. *Proc. IODP*, 324, doi:10.2204/iodp.proc.324.106.2010
- Santos, R. V., C. E. Ganade, C. M. Lacasse, I. S. L. Costa, I. Pessanha, E. P. Frazao, E. L. Dantas and J. A. Cavalcante (2019): Dating Gondwanan continental crust at the Rio Grande Rise, South Atlantic. *Terra Nova*, 31, 424-429.
- Schlanger, S. O. (1981): Shallow-water limestones in Oceanic basins as tectonic and Paleoceanographic indications. *SEPM. Special Publication*, 32, 209-226.
- Schlanger, S. O., H. C. Jenkins and I. Premoli-Silva (1981) Volcanism and vertical tectonics in the Pacific Basin related to global Cretaceous transgressions. *Earth Planet. Sci. Letter*, 52, 435-449.
- Schlanger, S. O. and K. Konishi (1975): The geographic boundary between the Coral-Algal and Bryozoan-Algal facies: A paleolatitude indicator: Theme I, IX Int. Cong. Sedimentology, Nice, 189-190.
- Sheridan, R. E., J. T. Crosby, G. M. Bryan and P. L. Stoffa (1981): Stratigraphy and structure of southern Blake Plateau, northern Florida Straits, and northern Bahama Platform from multichannel seismic reflection data. *AAPG Bull*, 65, 2571-2593.
- 柴 正博 (1979) : 小笠原諸島東方, 矢部海山 (新称) の地史. *地質学雑誌*, 85, 209-220.
- Shiba, M. (1988): Geohistory of the Daiichi-Kashima Seamount and the Middle Cretaceous Eustasy. *Sci. Rep. Natural History Museum, Tokai Univ.*, (2), 1-69.
- Shiba, M (1992) Eustatic rise of sea-level since Jurassic modified from Vail's curve. *Abstracts, 29th IGC*, I-3-17, 95.
- Shiba, M. (1993): Middle Cretaceous Carbonate Bank on the Daiichi-Kashima Seamount at the junction of the Japan and Izu-Bonin Trenches. 465-471, in Simo, T., B. Scott and J-P. Masse eds., *Cretaceous Carbonate Platform*, Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 56.
- 柴 正博 (2017) : 駿河湾の形成 島弧の大規模隆起と海水準上昇. 東海大学出版部, 平塚, 406pp.
- 柴 正博 (2020) : 島嶼固有動物の分布と中期更新世後期以降の 1,000 m の海水準上昇. *化石研究会会誌*, 53, 1-17.
- 柴 正博 (2021) : 本州中央部における鮮新世以降の隆起運動の特徴と海水準上昇. *地球科学*, 75, 37-55.
- 柴 正博 (2022) : 海成上部中新統と鮮新統の堆積過程と海水準上昇—堆積シーケンスによる地層対比と地層形成メカニズム—. *星野通平教授追悼論文集*, 1-20.
- Shipboard Scientific Party (1978a): Sites 389 and 390: North Rim of Blake Nose. *Init. Rep. DSDP*, 44, 69-151, doi:10.2973/dsdp.proc.44.104.1978
- Shipboard Scientific Party (1978b): Site 392: South Rim of Blake Nose. *Init. Rep. DSDP*, 44, 337-393, doi:10.2973/dsdp.proc.44.106.1978
- Shipboard Scientific Party (1980a): Site 430: Ojin Seamount. *Init. Rep. DSDP*, 55, 45-76, doi:10.2973/dsdp.proc.55.103.1980
- Shipboard Scientific Party (1980b): Site 432: Nintoku Seamount. *Init. Rep. DSDP*, 55, 95-125, doi:10.2973/dsdp.proc.55.105.1980
- Shipboard Scientific Party (1980c): Site 433: Suiko Seamount. *Init. Rep. DSDP*, 55, 127-282, doi:10.2973/dsdp.proc.55.106.1980
- Shipboard Scientific Party (1980d): Sites 438 and 439: Japan Deep Sea Terrace, Leg 57. *Init. Rep. DSDP*, 56/57, 23-191, doi:10.2973/dsdp.proc.5657.102.1980
- Shipboard Scientific Party (1981a): Site 465: Southern Hess Rise. *Init. Rep. DSDP*, 62, 199-282, doi:10.2973/dsdp.proc.62.104.1981
- Shipboard Scientific Party (1981b): Site 451: East Edge of the West Mariana Ridge. *Init. Rep. DSDP*, v. 59, 405-483, doi:10.2973/dsdp.proc.59.105.1981
- Shipboard Scientific Party (1982a): Site 489. *Init. Rep. DSDP*, 66, 107-150, doi:10.2973/dsdp.proc.66.105.1982
- Shipboard Scientific Party (1982b): Site 493. *Init. Rep. DSDP*, 66, 341-451, doi:10.2973/dsdp.proc.66.109.1982
- Shipboard Scientific Party (1982c): Site 496: Middle America Trench Upper Slope. *Init. Rep. DSDP*, 67, 143-192, doi:10.2973/dsdp.proc.67.104.1982
- Shipboard Scientific Party (1983a): Site 516: Rio Grande Rise. *Init. Rep. DSDP*, 72, 155-338, doi:10.2973/dsdp.proc.72.105.1983
- Shipboard Scientific Party (1983b): Site 511. *Init. Rep. DSDP*, 71, 21-109, doi:10.2973/dsdp.proc.71.102.1983
- Shipboard Scientific Party (1984a): Sites 535, 539, and 540. *Init. Rep. DSDP*, 77, 25-217, doi:10.2973/dsdp.proc.77.102.1984
- Shipboard Scientific Party (1984b): Sites 552-553. *Init. Rep. DSDP*, 81, 31-233, doi:10.2973/dsdp.proc.81.102.1984
- Shipboard Scientific Party (1984c): Site 554. *Init. Rep. DSDP*, 81, 235-276, doi:10.2973/dsdp.proc.81.103.1984
- Shipboard Scientific Party (1984d): Site 555. *Init. Rep. DSDP*, 81, 277-399, doi:10.2973/dsdp.proc.81.104.1984
- Shipboard Scientific Party (1984e): Site 544. *Init. Rep.*

- DSDP, 79, 25-80, doi:10.2973/dsdp.proc.79.102.1984  
 Shipboard Scientific Party (1984f): Site 545. Init. Rep.  
 DSDP, 79, 81-177, doi:10.2973/dsdp.proc.79.103.1984  
 Shipboard Scientific Party (1984g): Site 546. Init. Rep.  
 DSDP, 79, 179-221, doi:10.2973/dsdp.proc.79.104.1984  
 Shipboard Scientific Party (1984h): Site 547. Init. Rep.  
 DSDP, 79, 223-361, doi:10.2973/dsdp.proc.79.105.1984  
 Shipboard Scientific Party (1984i): Site 525. Init. Rep.  
 DSDP, 72, 41-160, doi:10.2973/dsdp.proc.74.102.1984  
 Shipboard Scientific Party (1984j): SITE 526. Init. Rep.  
 DSDP, 74, 61-235, doi:10.2973/dsdp.proc.74.103.1984  
 Shipboard Scientific Party (1985a): Site 548. Init. Rep.  
 DSDP, 80, 33-122, doi:10.2973/dsdp.proc.80.103.1985  
 Shipboard Scientific Party (1985b): Site 549. Init. Rep.  
 DSDP, 80, 123-250, doi:10.2973/dsdp.proc.80.104.1985  
 Shipboard Scientific Party (1985c): Site 566. Init. Rep.  
 DSDP, 84, 79-109, doi:10.2973/dsdp.proc.84.103.1985  
 Shipboard Scientific Party (1985d): Site 567. Init. Rep.  
 DSDP, 84, 111-166, doi:10.2973/dsdp.proc.84.104.1985  
 Shipboard Scientific Party (1985e): Site 569. Init. Rep.  
 DSDP, 84, 233-281, doi:10.2973/dsdp.proc.84.106.1985  
 Shipboard Scientific Party (1985f): Site 570. Init. Rep.  
 DSDP, 84, 283-336, doi:10.2973/dsdp.proc.84.107.1985  
 Shipboard Scientific Party (1986): Site 627: Southern  
 Blake Plateau. Proc. ODP, Init. Rep., 101, 111-212,  
 doi:10.2973/odp.proc.ir.101.106.1986  
 Shipboard Scientific Party (1987a): Sites 604 and 605.  
 Init. Rep. DSDP, 87, 277-413, doi:10.2973/dsdp.proc.93.103.  
 1987  
 Shipboard Scientific Party (1987b): Site 612. Init. Rep.  
 DSDP, 95, 31-153, doi:10.2973/dsdp.proc.95.103.1987  
 Shipboard Scientific Party (1987c): Site 613. Init. Rep.  
 DSDP, 95, 155-241, doi:10.2973/dsdp.proc.95.104.1987  
 Shipboard Scientific Party (1987d): Site 637. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 103, 123-219, doi:10.2973/odp.proc.ir.103.  
 108.1987  
 Shipboard Scientific Party (1987e): Site 639. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 103, 123-219, doi:10.2973/odp.proc.ir.103.  
 110.1987  
 Shipboard Scientific Party (1987f): Site 654: Upper  
 Sardinian Margin. Proc. ODP, Init. Rep., 107, 747-875.  
 doi:10.2973/odp.proc.ir.107.110.1987  
 Shipboard Scientific Party (1988a): Site 698. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 114, 87-150, doi:10.2973/odp.proc.ir.114.105.  
 1988  
 Shipboard Scientific Party (1988b): Site 670. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 106, 203-267, doi:10.2973/odp.proc.ir.106.  
 109.108.1988  
 Shipboard Scientific Party (1988c): Site 715 Proc. ODP,  
 Init. Rep., 115, 917-1003, doi:10.2973/odp.proc.ir.115.  
 113.1988  
 Shipboard Scientific Party (1988d): Site 707. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 115, 233-399, doi:10.2973/odp.proc.ir.115.  
 106.1988  
 Shipboard Scientific Party (1988e): Sites 693. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 113, 329-447, doi:10.2973/odp.proc.ir.113.  
 109.1988  
 Shipboard Scientific Party (1988f): Site 696. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 113, 607-704, doi:10.2973/odp.proc.ir.113.  
 112.1988  
 Shipboard Scientific Party (1988g): Site 686. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 112, 705-802, doi:10.2973/odp.proc.ir.112.  
 117.1988  
 Shipboard Scientific Party (1988h): Site 687. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 112, 803-871, doi:10.2973/odp.proc.ir.112.  
 119.1988  
 Shipboard Scientific Party (1988i): Site 688. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 112, 873-1004, doi:10.2973/odp.proc.ir.112.  
 119.1988  
 Shipboard Scientific Party (1988j): Site 702. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 114, 483-548, doi:10.2973/odp.proc.ir.114.  
 109.1988  
 Shipboard Scientific Party (1989a): Site 756. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 121, 259-303, doi:10.2973/odp.proc.ir.121.  
 110.1989  
 Shipboard Scientific Party (1989b): Site 757. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 121, 305-358, doi:10.2973/odp.proc.ir.121.  
 111.1989  
 Shipboard Scientific Party (1989c): Site 752. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 121, 111-169, doi:10.2973/odp.proc.ir.121.  
 106.1989  
 Shipboard Scientific Party (1989d): Site 753. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 121, 171-189, doi:10.2973/odp.proc.ir.121.  
 107.1989  
 Shipboard Scientific Party (1989e): Site 754. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 121, 191-236, doi:10.2973/odp.proc.ir.121.  
 108.1989  
 Shipboard Scientific Party (1989f): Site 755. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 121, 237-258, doi:10.2973/odp.proc.ir.121.  
 109.1989  
 Shipboard Scientific Party (1989g): Site 732. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 118, 41-57, doi:10.2973/odp.proc.ir.118.104.  
 1989  
 Shipboard Scientific Party (1989h): Site 733. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 118, 59-76, doi:10.2973/odp.proc.ir.118.105.  
 1989  
 Shipboard Scientific Party (1989i): Site 734. Proc. ODP,  
 Init. Rep., 118, 77-87, doi:10.2973/odp.proc.ir.118.106.

- 1989  
Shipboard Scientific Party (1989j): Site 735. Proc. ODP, Init. Rep., 118, 89-222, doi:10.2973/odp.proc.ir.118.107.1989
- Shipboard Scientific Party (1989k): Site 738. Proc. ODP, Init. Rep., 119, 229-288, doi:10.2973/odp.proc.ir.119.106.1989
- Shipboard Scientific Party (1989l): Site 747. Proc. ODP, Init. Rep., 120, 89-156, doi:10.2973/odp.proc.ir.120.109.1989
- Shipboard Scientific Party (1989m): Site 748. Proc. ODP, Init. Rep., 120, 157-235, doi:10.2973/odp.proc.ir.120.110.1989
- Shipboard Scientific Party (1989n): Site 750. Proc. ODP, Init. Rep., 120, 277-337, doi:10.2973/odp.proc.ir.120.112.1989
- Shipboard Scientific Party (1989o): Site 724. Proc. ODP, Init. Rep., 117, 385-417, doi:10.2973/odp.proc.ir.117.111.1989
- Shipboard Scientific Party (1989p): Site 726. Proc. ODP, Init. Rep., 117, 441-466, doi:10.2973/odp.proc.ir.117.113.1989
- Shipboard Scientific Party (1989q): Site 728. Proc. ODP, Init. Rep., 117, 495-545, doi:10.2973/odp.proc.ir.117.115.1989
- Shipboard Scientific Party (1989r): Site 729. Proc. ODP, Init. Rep., 117, 547-553, doi:10.2973/odp.proc.ir.117.116.1989
- Shipboard Scientific Party (1989s): Site 740. Proc. ODP, Init. Rep., 119, 345-375, doi:10.2973/odp.proc.ir.119.108.1989
- Shipboard Scientific Party (1989t): Site 741. Proc. ODP, Init. Rep., 119, 377-395, doi:10.2973/odp.proc.ir.119.109.1989
- Shipboard Scientific Party (1989u): Site 742. Proc. ODP, Init. Rep., 119, 397-458, doi:10.2973/odp.proc.ir.119.110.1989
- Shipboard Scientific Party (1990a): Site 759. Proc. ODP, Init. Rep., 122, 81-114, doi:10.2973/odp.proc.ir.122.105.1990
- Shipboard Scientific Party (1990b): Site 760. Proc. ODP, Init. Rep., 122, 115-160, doi:10.2973/odp.proc.ir.122.106.1990
- Shipboard Scientific Party (1990c): Site 761. Proc. ODP, Init. Reports, 122, 161-211, doi:10.2973/odp.proc.ir.122.107.1990
- Shipboard Scientific Party (1990d): Site 762. Proc. ODP, Init. Rep., 122, 213-288, doi:10.2973/odp.proc.ir.122.108.1990
- Shipboard Scientific Party (1990e): Site 763. Proc. ODP, Init. Rep., 122, 289-352, doi:10.2973/odp.proc.ir.122.109.1990
- Shipboard Scientific Party (1990f): Site 764. Proc. ODP, Init. Rep., 122, 353-384, doi:10.2973/odp.proc.ir.122.110.1990
- Shipboard Scientific Party (1990g): Site 778. Proc. ODP, Init. Rep., 125, 97-114, doi:10.2973/odp.proc.ir.125.106.1990
- Shipboard Scientific Party (1990h): Site 779. Proc. ODP, Init. Rep., 125, 115-145, doi:10.2973/odp.proc.ir.125.107.1990
- Shipboard Scientific Party (1990i): Site 780. Proc. ODP, Init. Reports, 125, 147-178, doi:10.2973/odp.proc.ir.125.108.1990
- Shipboard Scientific Party (1990j): Site 783. Proc. ODP, Init. Rep., 125, 235-272, doi:10.2973/odp.proc.ir.125.111.1990
- Shipboard Scientific Party (1990k): Site 784. Proc. ODP, Init. Rep., 125, 273-305, doi:10.2973/odp.proc.ir.125.112.1990
- Shipboard Scientific Party (1990l): Site 794. Proc. ODP, Init. Rep., 127, 71-167, doi:10.2973/odp.proc.ir.127.104.1990
- Shipboard Scientific Party (1990m): Site 795. Proc. ODP, Init. Rep., 127, 169-245, doi:10.2973/odp.proc.ir.127.105.1990
- Shipboard Scientific Party (1990n): Site 796. Proc. ODP, Init. Rep., 127, 247-322, doi:10.2973/odp.proc.ir.127.106.1990
- Shipboard Scientific Party (1990o): Site 797. Proc. ODP, Init. Rep., 127, 323-421, doi:10.2973/odp.proc.ir.127.107.1990
- Shipboard Scientific Party (1991a): Site 811/825. Proc. ODP, Init. Rep., 133, 73-134, doi:10.2973/odp.proc.ir.133.104.1991
- Shipboard Scientific Party (1991b): Site 812. Proc. ODP, Init. Rep., 133, 135-176, doi:10.2973/odp.proc.ir.133.105.1991
- Shipboard Scientific Party (1991c): Site 813. Proc. ODP, Init. Rep., 133, 177-201, doi:10.2973/odp.proc.ir.133.106.1991
- Shipboard Scientific Party (1991d): Site 814. Proc. ODP, Init. Rep., 133, 203-242, doi:10.2973/odp.proc.ir.133.107.1991
- Shipboard Scientific Party (1991e): Site 824. Proc. ODP, Init. Rep., 133, 769-803, doi:10.2973/odp.proc.ir.133.117.1991
- Shipboard Scientific Party (1991f): Site 815. Proc. ODP,

- Init. Rep., 133, 243-299, doi:10.2973/odp.proc.ir.133.108.1991
- Shipboard Scientific Party (1991g): Site 816. Proc. ODP, Init. Rep., 133, 301-343, doi:10.2973/odp.proc.ir.133.109.1991
- Shipboard Scientific Party (1991h): Site 826. Proc. ODP, Init. Rep., 133, 805-810, doi:10.2973/odp.proc.ir.133.118.1991
- Shipboard Scientific Party (1992a): Site 828. Proc. ODP, Init. Rep., 134, 139-177, doi:10.2973/odp.proc.ir.134.108.1992
- Shipboard Scientific Party (1992b): Site 831. Proc. ODP, Init. Rep., 134, 317-386, doi:10.2973/odp.proc.ir.134.111.1992
- Shipboard Scientific Party (1993a): Site 865. Proc. ODP, Init. Rep., 143, 111-180, doi:10.2973/odp.proc.ir.143.106.1993
- Shipboard Scientific Party (1993b): Site 866. Proc. ODP, Init. Rep., 143, 181-271, doi:10.2973/odp.proc.ir.143.107.1993
- Shipboard Scientific Party (1993c): Site 867/868. Proc. ODP, Init. Rep., 143, 273-296, doi:10.2973/odp.proc.ir.143.108.1993
- Shipboard Scientific Party (1993d): Site 871. Proc. ODP, Init. Rep., 144, 41-103, doi:10.2973/odp.proc.ir.144.104.1993
- Shipboard Scientific Party (1993e): Site 872. Proc. ODP, Init. Rep., 144, 105-144, doi:10.2973/odp.proc.ir.144.105.1993
- Shipboard Scientific Party (1993f): Site 873. Proc. ODP, Init. Rep., 144, 145-207, doi:10.2973/odp.proc.ir.144.106.1993
- Shipboard Scientific Party (1993g): Site 874. Proc. ODP, Init. Rep., 144, 209-253, doi:10.2973/odp.proc.ir.144.107.1993
- Shipboard Scientific Party (1993h): Site 875/876. Proc. ODP, Init. Rep., 144, 255-286, doi:10.2973/odp.proc.ir.144.108.1993
- Shipboard Scientific Party (1993i): Site 877. Proc. ODP, Init. Rep., 144, 287-312, doi:10.2973/odp.proc.ir.144.109.1993
- Shipboard Scientific Party (1993j): Site 878. Proc. ODP, Init. Rep., 144, 331-412, doi:10.2973/odp.proc.ir.144.111.1993
- Shipboard Scientific Party (1993k): Site 879. Proc. ODP, Init. Rep., 144, 413-441, doi:10.2973/odp.proc.ir.144.112.1993
- Shipboard Scientific Party (1993l): Site 894. Proc. ODP, Init. Rep., 147, 45-108, doi:10.2973/odp.proc.ir.147.103.1993
- Shipboard Scientific Party (1993m): Site 895. Proc. ODP, Init. Rep., 147, 109-159, doi:10.2973/odp.proc.ir.147.104.1993
- Shipboard Scientific Party (1994a): Site 902. Proc. ODP, Init. Rep., 150, 63-127, doi:10.2973/odp.proc.ir.150.106.1994
- Shipboard Scientific Party (1994b): Site 914. Proc. ODP, Init. Rep., 151, 63-71, doi:10.2973/odp.proc.ir.152.106.1994
- Shipboard Scientific Party (1994c): Site 915. Proc. ODP, Init. Rep., 152, 73-87, doi:10.2973/odp.proc.ir.152.107.1994
- Shipboard Scientific Party (1994d): Site 916. Proc. ODP, Init. Rep., 152, 89-105, doi:10.2973/odp.proc.ir.152.108.1994
- Shipboard Scientific Party (1994e): Site 917. Proc. ODP, Init. Rep., 152, 107-158, doi:10.2973/odp.proc.ir.152.109.1994
- Shipboard Scientific Party (1994f): Site 918. Proc. ODP, Init. Rep., 152, 117-256, doi:10.2973/odp.proc.ir.152.111.1994
- Shipboard Scientific Party (1994g): Site 897. Proc. ODP, Init. Rep., 149, 41-113, doi:10.2973/odp.proc.ir.149.104.1994
- Shipboard Scientific Party (1994h): Site 899. Proc. ODP, Init. Rep., 149, 147-209, doi:10.2973/odp.proc.ir.149.105.1994
- Shipboard Scientific Party (1994i): Site 900. Proc. ODP, Init. Rep., 149, 211-262, doi:10.2973/odp.proc.ir.149.107.1994
- Shipboard Scientific Party (1994j): Site 901. Proc. ODP, Init. Rep., 149, 263-268, doi:10.2973/odp.proc.ir.149.108.1994
- Shipboard Scientific Party (1994k): Summary and Principal Results. Proc. ODP, Init. Rep., 152, 279-292, doi:10.2973/odp.proc.ir.152.113.1994
- Shipboard Scientific Party (1994): Shelf Stratigraphic Synthesis. Proc. ODP, Init. Rep., 152, 159-175, doi:10.2973/odp.proc.ir.152.110.1994
- Shipboard Scientific Party (1995a): Site 908. Proc. ODP, Init. Rep., 151, 113-158, doi:10.2973/odp.proc.ir.151.106.1995
- Shipboard Scientific Party (1995b): Site 920. Proc. ODP, Init. Rep., 153, 45-97, doi:10.2973/odp.proc.ir.153.102.1995
- Shipboard Scientific Party (1995c): Site 921. Proc. ODP, Init. Rep., 153, 121-177, doi:10.2973/odp.proc.ir.153.103.1995

- Shipboard Scientific Party (1995d): Site 922. Proc. ODP, Init. Rep., 153, 179-215, doi:10.2973/odp.proc.ir.153.104.1995
- Shipboard Scientific Party (1995e): Site 923. Proc. ODP, Init. Rep., 153, 217-258, doi:10.2973/odp.proc.ir.153.105.1995
- Shipboard Scientific Party (1995f): Site 924. Proc. ODP, Init. Rep., 153, 259-274, doi:10.2973/odp.proc.ir.153.106.1995
- Shipboard Scientific Party (1996a): Site 988. Proc. ODP, Init. Rep., 163, 23-30, doi:10.2973/odp.proc.ir.163.103.1996
- Shipboard Scientific Party (1996b): Site 989. Proc. ODP, Init. Rep., 163, 31-46, doi:10.2973/odp.proc.ir.163.104.1996
- Shipboard Scientific Party (1996c): Site 990. Proc. ODP, Init. Rep., 163, 47-68, doi:10.2973/odp.proc.ir.163.105.1996
- Shipboard Scientific Party (1996d): Site 959. Proc. ODP, Init. Rep., 159, 65-150, doi:10.2973/odp.proc.ir.159.105.1996
- Shipboard Scientific Party (1996e): Site 960. Proc. ODP, Init. Rep., 159, 151-215, doi:10.2973/odp.proc.ir.159.106.1996
- Shipboard Scientific Party (1996f): Site 961. Proc. ODP, Init. Rep., 159, 217-249, doi:10.2973/odp.proc.ir.159.107.1996
- Shipboard Scientific Party (1996g): Site 965. Proc. ODP, Init. Rep., 160, 125-153, doi:10.2973/odp.proc.ir.160.106.1996
- Shipboard Scientific Party (1996h): Site 966. Proc. ODP, Init. Rep., 160, 155-213, doi:10.2973/odp.proc.ir.160.107.1996
- Shipboard Scientific Party (1996i): Site 967. Proc. ODP, Init. Rep., 160, 215-287, doi:10.2973/odp.proc.ir.160.108.1996
- Shipboard Scientific Party (1996j): Site 969. Proc. ODP, Init. Rep., 160, 336-375, doi:10.2973/odp.proc.ir.160.110.1996
- Shipboard Scientific Party (1996k): Site 975. Proc. ODP, Init. Rep., 161, 113-177, doi:10.2973/odp.proc.ir.161.105.1996
- Shipboard Scientific Party (1996l): Site 976. Proc. ODP, Init. Rep., 161, 179-297, doi:10.2973/odp.proc.ir.161.106.1996
- Shipboard Scientific Party (1997a): Site 1001. Proc. ODP, Init. Rep., 165, 291-357, doi:10.2973/odp.proc.ir.165.106.1997
- Shipboard Scientific Party (1997b): Site 1003. Proc. ODP, Init. Rep., 166, 71-151, doi:10.2973/odp.proc.ir.166.106.1997
- Shipboard Scientific Party (1997c): Site 1004. Proc. ODP, Init. Rep., 166, 153-169, doi:10.2973/odp.proc.ir.166.107.1997
- Shipboard Scientific Party (1997d): Site 1005. Proc. ODP, Init. Rep., 166, 153-169, doi:10.2973/odp.proc.ir.166.108.1997
- Shipboard Scientific Party (1997e): Sites 1008/1009. Proc. ODP, Init. Rep., 166, 347-373, doi:10.2973/odp.proc.ir.166.111.1997
- Shipboard Scientific Party (1997f): Site 1039. Proc. ODP, Init. Rep., 170, 45-93, doi:10.2973/odp.proc.ir.170.103.1997
- Shipboard Scientific Party (1997g): Site 1040. Proc. ODP, Init. Rep., 170, 95-152, doi:10.2973/odp.proc.ir.170.104.1997
- Shipboard Scientific Party (1997h): Introduction. Proc. ODP, Init. Rep., 170, 7-17, doi:10.2973/odp.proc.ir.170.101.1997
- Shipboard Scientific Party (1998a): Site 1052. Proc. ODP, Init. Rep., 171B, 241-320, doi:10.2973/odp.proc.ir.171B.106.1998
- Shipboard Scientific Party (1998b): Site 1071. Proc. ODP, Init. Rep., 174A, 37-97, doi:10.2973/odp.proc.ir.174A.103.1998
- Shipboard Scientific Party (1998c): Site 1072. Proc. ODP, Init. Rep., 174A, 99-152, doi:10.2973/odp.proc.ir.174A.104.1998
- Shipboard Scientific Party (1998d): Site 1073. Proc. ODP, Init. Rep., 174A, 153-191, doi:10.2973/odp.proc.ir.174A.105.1998
- Shipboard Scientific Party (1998e): Site 1065. Proc. ODP, Init. Rep., 173, 65-104, doi:10.2973/odp.proc.ir.173.103.1998
- Shipboard Scientific Party (1998f) Site 1067. Proc. ODP, Init. Rep., 173, 107-161, doi:10.2973/odp.proc.ir.173.105.1998
- Shipboard Scientific Party (1998g): Site 1068. Proc. ODP, Init. Rep., 173, 163-218, doi:10.2973/odp.proc.ir.173.106.1998
- Shipboard Scientific Party (1998h): Site 1069. Proc. ODP, Init. Rep., 173, 219-263, doi:10.2973/odp.proc.ir.173.107.1998
- Shipboard Scientific Party (1998i): Site 1070. Proc. ODP, Init. Rep., 173, 265-294, doi:10.2973/odp.proc.ir.173.108.1998
- Shipboard Scientific Party (1998j): Site 1087. Proc. ODP, Init. Rep., 175, 457-484, doi:10.2973/odp.proc.ir.175.



- 115.1998  
 Shipboard Scientific Party (1999): Site Abstracts. Proc. ODP, Init. Rep., 179, doi:10.2973/odp.proc.ir.179.102.1999  
 Shipboard Scientific Party (2000a): Site 1136. Proc. ODP, Init. Rep., 183, doi:10.2973/odp.proc.ir.183.104.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000b): Site 1137. Proc. ODP, Init. Rep., 183, doi:10.2973/odp.proc.ir.183.105.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000c): Site 1138. Proc. ODP, Init. Rep., 183, doi:10.2973/odp.proc.ir.183.106.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000d): Site 1139. Proc. ODP, Init. Rep., 183, doi:10.2973/odp.proc.ir.183.107.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000e): Site 1129. Proc. ODP, Init. Rep., 181, doi:10.2973/odp.proc.ir.182.107.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000f): Site 1130. Proc. ODP, Init. Rep., 182, doi:10.2973/odp.proc.ir.182.108.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000g): Site 1131. Proc. ODP, Init. Rep., 182, doi:10.2973/odp.proc.ir.182.109.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000h): Site 1132. Proc. ODP, Init. Rep., 182, doi:10.2973/odp.proc.ir.182.110.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000i): Site 1109. Proc. ODP, Init. Rep., 180, doi:10.2973/odp.proc.ir.180.106.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000j): Sites 1114. Proc. ODP, Init. Rep., 180, doi:10.2973/odp.proc.ir.180.108.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000k): Site 1115. Proc. ODP, Init. Rep., 180, doi:10.2973/odp.proc.ir.180.105.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000l): Site 1117. Proc. ODP, Init. Rep., 180, doi:10.2973/odp.proc.ir.180.111.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000m): Site 1118. Proc. ODP, Init. Rep., 180, doi:10.2973/odp.proc.ir.180.112.2000  
 Shipboard Scientific Party (2000n): Site 1120. Proc. ODP, Init. Rep., 181, doi:10.2973/odp.proc.ir.181.104.2000  
 Shipboard Scientific Party (2001a): Site 1168. Proc. ODP, Init. Rep., 189, doi:10.2973/odp.proc.ir.189.103.2001  
 Shipboard Scientific Party (2001b): Site 1170. Proc. ODP, Init. Rep., 189, doi:10.2973/odp.proc.ir.189.105.2001  
 Shipboard Scientific Party (2001c): Site 1171. Proc. ODP, Init. Rep., 189, doi:10.2973/odp.proc.ir.189.106.2001  
 Shipboard Scientific Party (2001d): Site 1172. Proc. ODP, Init. Rep., 189, doi:10.2973/odp.proc.ir.189.107.2001  
 Shipboard Scientific Party (2001e): Site 1166. Proc. ODP, Init. Rep., 188, doi:10.2973/odp.proc.ir.188.104.2001  
 Shipboard Scientific Party (2001f): Site 1183. Proc. ODP, Init. Rep., 192, doi:10.2973/odp.proc.ir.192.103.2001  
 Shipboard Scientific Party (2001g): Site 1184. Proc. ODP, Init. Rep., 192, doi:10.2973/odp.proc.ir.192.104.2001  
 Shipboard Scientific Party (2001h): Leg 189 Summary. Proc. ODP, Init. Rep., 189, doi:10.2973/odp.proc.ir.189.101.2001  
 Shipboard Scientific Party (2002a): Site 1203. Proc. ODP, Init. Rep., 197, doi:10.2973/odp.proc.ir.197.103.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002b): Site 1204. Proc. ODP, Init. Rep., 197, doi:10.2973/odp.proc.ir.197.104.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002c): Site 1205. Proc. ODP, Init. Rep., 197, doi:10.2973/odp.proc.ir.197.105.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002d): Site 1206. Proc. ODP, Init. Rep., 197, doi:10.2973/odp.proc.ir.197.106.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002e): Site 1213. Proc. ODP, Init. Rep., 198, doi:10.2973/odp.proc.ir.198.109.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002f): Site 1193. Proc. ODP, Init. Rep., 194, doi:10.2973/odp.proc.ir.194.104.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002g): Site 1194. Proc. ODP, Init. Rep., 194, doi:10.2973/odp.proc.ir.194.105.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002h): Site 1195. Proc. ODP, Init. Rep., 194, doi:10.2973/odp.proc.ir.194.106.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002i): Sites 1196 and 1199. Proc. ODP, Init. Rep., 194, doi:10.2973/odp.proc.ir.194.107.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002j): Site 1197. Proc. ODP, Init. Rep., 194, doi:10.2973/odp.proc.ir.194.108.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002k): Site 1198. Proc. ODP, Init. Rep., 194, doi:10.2973/odp.proc.ir.194.109.2002  
 Shipboard Scientific Party (2002l): Leg 194 Summary. Proc. ODP, Init. Rep., 194, doi:10.2973/odp.proc.ir.194.101.2002  
 Shipboard Scientific Party (2003a) Site 1242. Proc. ODP, Init. Rep., 202, doi:10.2973/odp.proc.ir.202.113.2003  
 Shipboard Scientific Party (2003b): Site 1236. Proc. ODP, Init. Rep., 202, doi:10.2973/odp.proc.ir.202.107.2003  
 Shipboard Scientific Party (2003c): Site 1238. Proc. ODP, Init. Rep., 202, doi:10.2973/odp.proc.ir.202.109.2003  
 Shipboard Scientific Party (2003d): Site 1239. Proc. ODP, Init. Rep., 202, doi:10.2973/odp.proc.ir.202.110.2003  
 Shipboard Scientific Party (2004a): Site 1277. Proc. ODP, Init. Rep., 209, doi:10.2973/odp.proc.ir.210.104.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004b): Site 1263. Proc. ODP, Init. Rep., 208, doi:10.2973/odp.proc.ir.208.104.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004c): Site 1258. Proc. ODP, Init. Rep., 207, doi:10.2973/odp.proc.ir.207.105.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004d): Site 1259. Proc. ODP, Init. Rep., 207, doi:10.2973/odp.proc.ir.207.106.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004e): Site 1260. Proc. ODP, Init. Rep., 207, doi:10.2973/odp.proc.ir.207.107.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004f): Site 1261. Proc. ODP, Init. Rep., 207, doi:10.2973/odp.proc.ir.207.108.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004g): Site 1268. Proc. ODP, Init. Rep., 209, doi:10.2973/odp.proc.ir.209.103.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004h): Site 1270. Proc. ODP,

- Init. Rep., 209, doi:10.2973/odp.proc.ir.209.105.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004i): Site 1271. Proc. ODP, Init. Rep., 209, doi:10.2973/odp.proc.ir.209.106.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004j): Site 1272. Proc. ODP, Init. Rep., 209, doi:10.2973/odp.proc.ir.209.107.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004k): Site 1274. Proc. ODP, Init. Rep., 209, doi:10.2973/odp.proc.ir.209.109.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004l): Site 1275. Proc. ODP, Init. Rep., 209, doi:10.2973/odp.proc.ir.209.110.2004  
 Shipboard Scientific Party (2004m): Leg 207 Summary. Proc. ODP, Init. Rep., 207, doi:10.2973/odp.proc.ir.207.101.2004  
 The Shipboard Scientific Party (1969a): Site 1. Init. Rep. DSDP, 1, 10-83, doi:10.2973/dsdp.proc.1.101.1969  
 The Shipboard Scientific Party (1969b): Site 2. Init. Rep. DSDP, 1, 84-111, doi:10.2973/dsdp.proc.1.102.1969  
 The Shipboard Scientific Party (1970a): Site 21. Init. Rep. DSDP, 3, 367-411, doi:10.2973/dsdp.proc.3.111.1970  
 The Shipboard Scientific Party (1970b): Site 25. Init. Rep. DSDP, 4, 59-76, doi:10.2973/dsdp.proc.4.104.1970  
 The Shipboard Scientific Party (1972): Sites 143 and 144. Init. Rep. DSDP, 14, 283-338, doi:10.2973/dsdp.proc.14.110.1972  
 The Shipboard Scientific Party (1973a): Site 86. Init. Rep. DSDP, 10, 25-47, doi:10.2973/dsdp.proc.10.103.1973  
 The Shipboard Scientific Party (1973b): Site 94. Init. Rep. DSDP, 10, 195-258, doi:10.2973/dsdp.proc.10.111.1973  
 The Shipboard Scientific Party (1973c): Site 95. Init. Rep. DSDP, 10, 259-295, doi:10.2973/dsdp.proc.10.112.1973  
 The Shipboard Scientific Party (1973d): Oolitic limestone on the Ita Maitai Guyot, Equatorial Pacific: DSDP Site 202. Init. Rep. DSDP, 20, 97-102, doi:10.2973/dsdp.proc.20.108.1973  
 The Shipboard Scientific Party (1973e): Site 192. Init. Rep. DSDP, 19, 413-461, doi:10.2973/dsdp.proc.19.111.1973  
 The Shipboard Scientific Party (1974a): Site 225. Init. Rep. DSDP, 23, 539-594, doi:10.2973/dsdp.proc.23.115.1974  
 The Shipboard Scientific Party (1974b): Site 227. Init. Rep. DSDP, 23, 601-676, doi:10.2973/dsdp.proc.23.117.1974  
 The Shipboard Scientific Party (1974c): Site 214. Init. Rep. DSDP, 22, 119-190, doi:10.2973/dsdp.proc.22.105.1974  
 The Shipboard Scientific Party (1974d): Site 216. Init. Rep. DSDP, 22, 213-265, doi:10.2973/dsdp.proc.22.107.1974  
 The Shipboard Scientific Party (1974e): Site 217. Init. Rep. DSDP, 22, 267-324, doi:10.2973/dsdp.proc.22.108.1974  
 The Shipboard Scientific Party (1974f): Site 253. Init. Rep. DSDP, 26, 153-231, doi:10.2973/dsdp.proc.26.105.1974  
 The Shipboard Scientific Party (1974g): Site 255. Init. Rep. DSDP, 26, 281-294, doi:10.2973/dsdp.proc.26.108.1974  
 The Shipboard Scientific Party (1974h): Site 237. Init. Rep. DSDP, 24, 392-467, doi:10.2973/dsdp.proc.24.108.1974  
 The Shipboard Scientific Party (1974i): Sites 246 and 247. Init. Rep. DSDP, 25, 237-257, doi:10.2973/dsdp.proc.25.108.1974  
 The Shipboard Scientific Party and W. G. Deuser, M. H. Delevaux, and B. R. Doe (1974a): Site 228. Init. Rep. DSDP, 23, 677-751, doi:10.2973/dsdp.proc.23.118.1974  
 The Shipboard Scientific Party, N. Hamilton, J. Hunziker and Paleontological Laboratories of the Geological Survey of India (1974b): Site 219. Init. Rep. DSDP, 23, 35-115, doi:10.2973/dsdp.proc.23.103.1974  
 The Shipboard Scientific Party, H. J. Oertli and P. Jung (1974c): Site 254. Init. Rep. DSDP, 26, 233-279, doi:10.2973/dsdp.proc.26.107.1974  
 The Shipboard Scientific Party (1975a): Site 264. Init. Rep. DSDP, 28, 19-48, doi:10.2973/dsdp.proc.28.102.1975  
 The Shipboard Scientific Party (1975b): Site 270, 271, 272. Init. Rep. DSDP, 28, 211-334, doi:10.2973/dsdp.proc.28.108.1975  
 The Shipboard Scientific Party (1975c): Site 273. Init. Rep. DSDP, 28, 335-367, doi:10.2973/dsdp.proc.28.109.1975  
 The Shipboard Scientific Party (1975d): Site 308: Kōko Guyot. Init. Rep. DSDP, 32, 215-226, doi:10.2973/dsdp.proc.32.107.1975  
 The Shipboard Scientific Party (1975e): Site 309: Kōko Guyot. Init. Rep. DSDP, 32, 227-231, doi:10.2973/dsdp.proc.32.108.1975  
 The Shipboard Scientific Party (1975f): Site 289. Init. Rep. DSDP, 30, 231-398, doi:10.2973/dsdp.proc.30.107.1975  
 The Shipboard Scientific Party (1975g): Site 277. Init. Rep. DSDP, 29, 45-120, doi:10.2973/dsdp.proc.29.104.1975  
 The Shipboard Scientific Party (1975h): Site 296. Init. Rep. DSDP, v. 31, 191-274, doi:10.2973/dsdp.proc.31.

- 107.1975  
 The Shipboard Scientific Party (1976): Site 317. Init. Rep. DSDP, 33, 161-300, doi:10.2973/dsdp.proc.33.105.1976
- The Shipboard Scientific Party (1977a): Site 356: São Paulo Plateau. Init. Rep. DSDP, 39, 141-230, doi:10.2973/dsdp.proc.39.105.1977
- The Shipboard Scientific Party (1977b): Site 357: Rio Grande Rise. Init. Rep. DSDP, 39, 231-327, doi:10.2973/dsdp.proc.39.106.1977
- The Shipboard Scientific Party (1978a): Angola Continental Margin—Site 364 and 365. Init. Rep. DSDP, 40, 357-455, doi:10.2973/dsdp.proc.40.104.1978
- The Shipboard Scientific Party (1978b): Walvis Ridge—Sites 362 and 363. Init. Rep. DSDP, v. 40, 183-356, doi:10.2973/dsdp.proc.40.183.1978
- The Shipboard Scientific Party (1978c) Site 374: Messina Abyssal Plain. Init. Rep. DSDP, 42-1, 175-217, doi:10.2973/dsdp.proc.42-1.105.1978
- The Shipboard Scientific Party (1978d): Sites 375 and 376: Florence Rise. Init. Rep. DSDP, 42-1, 219-304, doi:10.2973/dsdp.proc.42-1.106.1978
- The Shipboard Scientific Party (1978e): Site 378: Cretan Basin. Init. Rep. DSDP, 42-1, 321-357, doi:10.2973/dsdp.proc.42-1.108.1978
- The Shipboard Scientific Party (1979): Site 384: The Cretaceous/Tertiary Boundary, Aptian Reefs, and the J-Anomaly Ridge. Init. Rep. DSDP, 43, 107-154, doi:10.2973/dsdp.proc.43.104.1979
- The Shipboard Scientific Party, F. Aumento, B. D. Clarke, J. R. Cann, P. J. C. Ryall, P. A. Sabine, R. H. Benson, A. H. Cheetham and E. Håkansson (1972b): Sites 116 and 117. Init. Rep. DSDP, 12, 395-671. doi:10.2973/dsdp.proc.12.108.1972
- The Shipboard Scientific Party, M. Bourbon, D. N. Lumsden and D. Mann (1979): Site 401. Init. Rep. DSDP, 48, 73-123, doi:10.2973/dsdp.proc.48.104.1979
- The Shipboard Scientific Party and D. Burns (1973): Site 209. Init. Rep. DSDP, 21, 333-367, doi:10.2973/dsdp.proc.21.109.1973
- The Shipboard Scientific Party, D. Burns, W.A. Watters and P. N. Webb (1973): Site 207. Init. Rep. DSDP, 21, 197-269, doi:10.2973/dsdp.proc.21.107.1973
- The Shipboard Scientific Party and W. S. Drugg (1973): Site 171, Init. Rep. DSDP, v. 17, 283-334, doi:10.2973/dsdp.proc.17.109.1973
- The Shipboard Scientific Party and A. J. Erickson (1974): Site 262. Init. Rep. DSDP, 27, 193-278, doi:10.2973/dsdp.proc.27.105.1974
- The Shipboard Scientific Party, W. K. Harris and W. V. Sliter (1977a): Site 327. Init. Rep. DSDP, 36, 27-86, doi:10.2973/dsdp.proc.36.103.1977
- The Shipboard Scientific Party, W. K. Harris and W. V. Sliter (1977b): Site 330. Init. Rep. DSDP, 36, 207-257, doi:10.2973/dsdp.proc.36.106.1977
- The Shipboard Scientific Party, R. Løvlie, S. B. Manum, H. Raschka, F.-J. Eckhardt and H.-J. Schrader (1976a): Sites 336 and 352. Init. Rep. DSDP, 38, 23-116, doi:10.2973/dsdp.proc.38.102.1976
- The Shipboard Scientific Party, S. B. Manum, H. Raschka, F.-J. Eckhardt and H.-J. Schrader (1976b): Sites 338-343. Init. Rep. DSDP, 38, 151-387, doi:10.2973/dsdp.proc.38.104.1976
- The Shipboard Scientific Party, S. B. Manum and H.-J. Schrader (1976c): Sites 346, 347 and 349, Init. Rep. DSDP, 38, 521-594, doi:10.2973/dsdp.proc.38.108.1976
- The Shipboard Scientific Party and D. Mann (1979a): Sites 403 and 404. Init. Rep. DSDP, 48, 165-209, doi:10.2973/dsdp.proc.48.106.1979
- The Shipboard Scientific Party and D. Mann (1979b): Site 402/Hole 402A. Init. Rep. DSDP, 48, 125-164, doi:10.2973/dsdp.proc.48.105.1979
- The Shipboard Scientific Party, H. Nelson, P. A. Hacquebard, T. W. Bloxam, G. Kelling, N. P. James, J. C. Hopkin, S. A. J. Pocock, J. A. Jeletzky, E. A. Pessagno, Jr. and J. F. Longoria T (1972a): Site 111. Init. Rep. DSDP, 12, 33-159. doi:10.2973/dsdp.proc.12.103.1972
- The Shipboard Scientific Party and G. J. Wilson (1975): Site 281. Init. Rep. DSDP, 29, 271-315, doi:10.2973/dsdp.proc.29.108.1975
- 東海大学海洋学部第一鹿島海山調査団 (1976) : 第一鹿島海山の地形と地質. 地球科学, 30, 222-240.
- 東海大学海洋学部第一鹿島海山調査団 (1985) : 第一鹿島海山. 東海大学出版会, 東京, 156pp.
- Tsuchi and Kagami (1967): Discovery of nerineid gastropoda from seamount Susoev (Erimo) at the junction of Japan and Kuril-Kamchatka Trenches. Rec. Ocean. Works Japan, 9, 1-6.
- ウージェンチェフ, G. B. (1990) : 大洋底の地形と地質構造. (押手 敬・花田正明・石田光男訳編), 地球科学研究センター, 143pp.
- Vail, P. R., R. M. Michum, Jr. and S. Thompson. III (1977): Global cycle of relative changes of sea level. 83-97, in Payton, C. E. ed., Seismic Stratigraphy - Application to Hydrocarbon Exploration, Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem., 26.
- Vasiliev, B. I. (2006) : 太平洋の地質構造および起源. 地

- 球科学, 60, 185-196.
- Vasiliev, B. I. (2009) : *Geologica Structure and Origin of the Pacific Ocean*. Dalnauka, Vladjvostok, 559p. [in Russian] (Vasiliev, B. I., 2016: 太平洋の地質構造と起源. 星野通平監修, 石田光男・杉山 明訳, 413pp. 「太平洋の地質構造と起源」刊行会).
- Winterer, E. L. and C. V. Metzler (1984): *Origin and subsidence of Guyots in Mid-Pacific Mountain*. *Jour. Geophys. Res.*, 89, 9969-9979.
- 矢野孝雄・Gavrilov, A. A.・宮城晴耕・Vasiliev, B. I. (2009) : 大西洋底の古期岩石と大陸性岩石. *地球科学*, 63, 119-140.
- 矢野孝雄・Vasiliev, B. I.・Choi, D. R.・宮城晴耕・Gavrilov, A. A.・足立久男 (2011) : インド洋底の大陸性岩石—海洋底に分布する大陸性岩石の意義—. *地球科学*, 65, 199-215.
- 矢野孝雄 (2021) : 大西洋底に沈んだ大陸塊—リオグランデ海膨—. *地学教育と科学運動*, 87, 37-46.

## 要 旨

星野 (1991) は, ジュラ紀の海水準が現在の水深 6,000 m にあったとして, ジュラ紀以降の地殻の隆起とともに海底での洪水玄武岩の火山活動なども含めた海底の底上げにより, 海水準上昇が起こったとした. この星野の海水準上昇説を証拠立てるために, 本稿では DSDP と ODP の掘削記録の中で, 浅海堆積物や陸上噴出の火山岩などが発見された地点を調査した. その結果, そのような浅海または陸上を示す堆積物や岩石が回収された地点は 256 地点あった. それらの分布から, それらが沈降したものでないと仮定すると, 後期ジュラ紀の海水準は約 6,000 m, Barremian には約 5,200 m, Albian 末期には約 4,100 m, 前期始新世には約 3,800 m, 後期漸新世には約 3,400 m, 中期中新世には約 3,400 m, 中新世末期には約 3,000 m, またはそれぞれがそれ以上低かったと推定できる. このことは, 星野の海水準上昇説は支持できると考えられる. ただし, Haq 曲線をもとにした海水準上昇曲線によると, 各時代の海水準の位置が, 深海掘削の結果から推定した過去の海水準の位置より, ジュラ紀末期で現在の海水準から約 12 km とかなり低かった可能性があり, 本稿では新たな海水準上昇曲線を提案した. また, 掘削記録と各地域の地質構造などから, 大西洋とインド洋の深海底は古生代末期までは原生累代やバリスカンの基盤岩からなり, 三疊紀以降の洪水玄武岩により海水準上昇により沈水し, 白亜紀以降の大規模海水準上昇により深海化したと考えられる. 一方, 太平洋の深海底の基盤は太古累代の岩石からなる可能性があり, 太古累代基盤の上におもに後期ジュラ紀以降に巨大火成岩岩石区 (LIPs) の玄武岩溶岩が重なり, その火山活動により 6,000 m 以上沈水したと考えられる.

キーワード: DSDP, ODP, 浅海石灰岩, 陸上噴出玄武岩, 大西洋, インド洋, 太平洋

Supplementary table

This table shows the sites where shallow-water sediments and volcanic rocks of subaerial eruption were found in the drilling records from DSDP to ODP

This table lists the location (latitude and longitude), water depth (Depth), penetration depth (Penetr.), depth below sea floor of finding shallow-water indicator rocks (Dep. F), depth below sea-level (Dep. Sl), and age (Age) and content (Sediments and rocks) where shallow-water indicator rocks have been recovered from deep sea drilling. Sites marked with \* are those already listed in Hanada (1998). Neog.: Neogene, Paleog.: Paleogene, Creta.: Cretaceous, Jura.: Jurassic, Trias.: Triassic, Perm.: Permian, Devon.: Devonian, Mediter.: Mediterranean Sea.

Leg	Site	Ocean	Area or Position	Lat.	Long.	Depth	Penetr.	Dep.F	Dep.Sl	Period	Age	Sediments and rocks	
3	21	*	Atrantic	Rio Grande Rise	28°35.10'S	30°35.85'W	2,102.0	133.0	105.9	2,207.9	Creta.	Maastrichtian	Algal limestone
3	21	*	Atrantic	Rio Grande Rise	28°35.10'S	30°35.85'W	2,102.0	133.0	38.0	2,140.0	Neog.		L. Pliocene/M. Eocene unconformity
4	25	*	Atrantic	NE. of Brazil	0°31.00'S	39°14.40'W	1,916.0	66.0	54.9	1,970.9	Neog.	Pre-M. Miocene	Shallow algal limestone
10	86	*	Mexico	Champeche Bank	22°52.48'N	90°57.75'W	1,462.0	686.0	610.0	2,072.0	Creta.	Albian	Shallow-water limestone
10	94	*	Mexico	Champeche Bank	24°31.64'N	88°28.16'W	1,793.0	660.0	635.0	2,428.0	Creta.	Albian	Shallow-water limestone
10	94	*	Mexico	Champeche Bank	24°31.64'N	88°28.16'W	1,793.0	660.0	425.0	2,218.0	Paleog.		L. Eocene/M. Eocene unconformity
10	94	*	Mexico	Champeche Bank	24°31.64'N	88°28.16'W	1,793.0	660.0	290.0	2,083.0	Neog.		L. Miocene/E. Miocene unconformity
10	94	*	Mexico	Champeche Bank	24°31.64'N	88°28.16'W	1,793.0	660.0	52.0	1,845.0	Neog.		L. Pleistocene/L. Pliocene unconformity
10	95	*	Mexico	Champeche Bank	24°09.00'N	86°23.85'W	1,633.0	463.0	438.0	2,071.0	Creta.	Albian	Shallow-water dolomite
12	111	*	Atrantic	Orphan Knoll	50°25.57'N	46°22.05'W	1,797.0	250.0	189.0	1,986.0	Creta.	Albian-Cenomanian	Calcareous, shelly limestone
12	117	*	Atrantic	Rockall Bank	57° 20.17'N	15° 23.97'W	1,038.0	313.0	303.0	1,341.0	Paleog.	L. Paleocene	Basaltic sandstone
14	144	*	Atrantic	Demerara Rise	9° 27.23'N	54° 20.52'W	2,957.0	327.0	280.0	3,237.0	Creta.	E. Aptian-L. Albian	Marlstone with shelly limestone
17	171	*	Pacific	Horizon Guyot	19°07.9'N	169°27.6'W	2,295.0	479.0	345.0	2,640.0	Creta.	Aptian-Albian	Reef limestone
19	192		Pacific	Meiji Guyot	53°00.57'N	164°42.81'E	3,014.0	1,057.0	1,044.0	4,058.0	Creta.	Pre-Maastrichtian	Subaerial erupted basalt and trachyte lava
20	202	*	Pacific	Ita Mai Tai Guyot	12°48.9'N	156°57.2'E	1,505.0	153.5	74.0	1,579.0	Paleog.	Pre-Eocene	Ooid limestone
21	207	*	Pacific	Lord Howe Rise	36°57.75'S	165°26.06'E	1,389.0	513.0	309.0	1,698.0	Creta.	Maastrichtian	Glauconitic sandstone
21	207	*	Pacific	Lord Howe Rise	36°57.75'S	165°26.06'E	1,389.0	513.0	357.0	1,746.0	Creta.	Maastrichtian	Subaerial erupted rhyolite
21	209	*	Pacific	Queensland Plateau	15°56.19'S	152°11.27'E	1,428.0	344.0	275.0	1,703.0	Paleog.	M. Eocene	Shallow-water foraminiferal limestone
21	209	*	Pacific	Queensland Plateau	15°56.19'S	152°11.27'E	1,428.0	344.0	357.0	1,785.0	Paleog.	M. Eocene	Shallow-water foraminiferal limestone
22	214	*	Indian	Ninety east Ridge	11°20.21'S	88°43.08'E	1,665.0	494.5	390.0	2,055.0	Paleog.	Paleocene	Pyroclastic rock
22	216	*	Indian	Ninety east Ridge	1°27.73'N	90°12.48'E	2,247.0	477.5	457.0	2,704.0	Creta.	L. Maastrichtian	Tuff, Chalk, Clay
22	217	*	Indian	Ninety east Ridge	8°55.57'N	90°32.33'E	3,020.0	663.5	600.0	3,620.0	Creta.	L. Campanian	Dolomite
23	219	*	Indian	Laccadive-Chagos Ridge	9°01.75'N	72°52.07'E	1,764.0	411.0	280.0	2,044.0	Paleog.	L. Paleocene	Limestone, Sandstone, Siltstone
23	225	*	Indian	Red Sea	21°18.58'N	38°15.11'E	1,228.0	230.0	176.0	1,404.0	Neog.	L. Miocene	Evaporite
23	227	*	Indian	Red Sea	21°19.86'N	38°07.97'E	1,795.0	359.0	229.0	2,024.0	Neog.	L. Miocene	Evaporite
23	228		Indian	Red Sea	19°05.10'N	39°00.20'E	1,038.0	325.0	287.0	1,325.0	Neog.	L. Miocene	Anhydrite and siltstone
24	237	*	Indian	Mascarene Plateau	07°04.99'S	58°07.48'E	1,623.0	693.5	402.0	2,025.0	Paleog.	L. Paleocene	Calcareous nanofossils dominate
25	246	*	Indian	Madagascar Ridge	33°37.21'S	45°09.60'E	1,030.0	203.0	125.0	1,155.0	Paleog.	E. Eocene	Calcareous volcanic sandstone
26	253	*	Indian	Ninety east Ridge	24°52.65'S	87°21.97'E	1,962.0	559.0	405.0	2,367.0	Paleog.	M. Eocene	Volcanic ash
26	254	*	Indian	Ninety east Ridge	30°58.15'S	87°53.72'E	1,253.0	343.5	200.0	1,453.0	Paleog.	L. Eocene-E. Oligocene	Basaltic sandstone
26	255	*	Indian	Broken ridge	31°07.87'S	93°43.72'E	1,144.0	108.5	75.0	1,219.0	Creta.	Santonian	Limestone
26	255	*	Indian	Broken ridge	31°07.87'S	93°43.72'E	1,144.0	108.5	75.0	1,219.0			M. Eocene/Santonian unconformity
27	262	*	Indian	Timor Trough	10°52.19'S	123°50.78'E	2,298.0	442.0	427.0	2,725.0	Neog.	Pliocene	Dolomite and calcareous sandstone
28	264		Indian	Naturaliste Plateau	34°58.13'S	112°02.68'E	2,873.0	215.5	171.0	3,044.0	Creta.	Cenomanian or older	Volcaniclastic conglomerate
28	270	*	Southern	Ross Sea	77°26.48'S	178°30.19'W	634.0	422.5	383.3	1,017.3	Paleog.	L. Oligocene	Glauconitic sandstone
28	273	*	Pacific	Ross Sea	74°32.29'S	174°37.57'E	495.0	346.5	42.5	537.5	Neog.	L. -M. Miocene	Semilitified pebbly sand-silt
29	277		Pacific	Campbell Plateau	52°13.43'S	166°11.48'E	1,232.0	472.5	10.0	1,242.0			Pliocene/E. Oligocene unconformity
29	281	*	Indian	Tasman Rise	47°59.84'S	147°45.85'E	1,591.0	169.0	160.0	1,751.0	Paleog.	L. Eocene	Glauconitic sandstone
30	289		Pacific	Ontong-Java Plateau	00°29.92'S	158°30.69'E	2,224.0	1,271.0	1,262.0	3,486.0	Creta.	Pre-Aptian	Limestone
31	296		Pacific	Palau-Kyushu Ridge	29°20.41'N	133°31.52'E	2,958.0	1,087.0	453.0	3,411.0	Paleog.	L. Oligocene	Shallow-water pyroclastic rock
32	308	*	Pacific	Koko Guyot	34°58.94'N	172°08.98'E	1,346.0	68.5	0.0	1,346.0	Paleog.	E. Eocene	Biogenic volcanic sandstone
32	309	*	Pacific	Koko Guyot	34°54.32'N	171°33.67'E	1,470.0	12.0	0.0	1,470.0	Paleog.	L. Oligocene-E. Miocene	Biogenic volcanic sandstone
33	317	*	Pacific	Manihiki Plateau	11°00.09'S	162°15.78'W	2,613.8	943.5	910.0	3,523.8	Creta.	Pre-Barremian-Aptian?	Basalt
36	327	*	Atrantic	Falkland Plateau	50°52.28'S	46°47.02'W	2,411.0	469.5	324.0	2,735.0	Creta.	Neocomian?-Aptian	Sapropelic claystone
36	330	*	Atrantic	Falkland Plateau	50°55.19'S	46°53.00'W	2,636.0	575.5	271.5	2,907.5	Jura.-Creta.	Oxfordian-Aptian	Sapropelic claystone
38	336	*	Atrantic	Iceland-Faeroe Ridge	63°21.06'N	7°47.27'W	830.0	515.0	484.5	1,314.5	Paleog.	Pre-M. Eocene	Subaerial erupted basalt
38	338		Atrantic	Vøring Plateau	67°47.11'N	5°23.26'E	1,297.0	427.5	285.0	1,582.0	Paleog.	E. Eocene	Glauconitic sandstone
38	349		Atrantic	Jan Mayen ridge	69°12.41'N	8°05.80'W	928.0	319.5	119.6	1,047.6	Paleog.	L. Eocene	Sandstone
39	356		Atrantic	São Paulo Plateau	28°17.22'S	41°05.28'W	3,175.0	741.0	708.0	3,883.0	Creta.	Albian	Dolomitic and calcareous mudstone
39	357	*	Atrantic	Rio Grande Rise	30°00.25'S	35°33.59'W	2,086.0	796.5	358.0	2,444.0	Paleog.	M. Eocene	Fossil bearing volcanic breccia
40	363	*	Atrantic	Walvis ridge	19°38.75'S	9°02.80'E	2,247.0	715.0	696.0	2,943.0	Creta.	E. Aptian	Shallow-water limestone
40	364	*	Atrantic	Angora Continental Margin	11°34.32'S	11°58.30'E	2,439.0	427.5	427.5	2,866.5	Creta.	L. Aptian-E. Albian	Dolomitic limestone and sapropels
42-1	374		Mediter.	Messina Abyssal Plain	35°50.87'N	18°11.78'E	4,088.0	457.0	381.5	4,469.5	Neog.	L. Miocene	Dolomitic mudstone and Gypsum
42-1	375	*	Mediter.	Florence Rise	34°45.74'N	31°45.58'E	1,914.0	821.5	137.5	2,051.5	Neog.	L. Miocene	Gypsum and marlstone
42-1	376		Mediter.	Florence Rise	34°52.32'N	31°48.45'E	2,117.0	216.5	140.5	2,257.5	Neog.	L. Miocene	Gypsum and marlstone
42-1	378	*	Mediter.	North Creta basion	35°55.67'N	25°06.97'E	1,845.0	343.5	308.0	2,153.0	Neog.	L. Miocene	Gypsum
43	384	*	Atrantic	J.-Anomaly ridge	40°21.65'N	51°39.80'W	3,919.0	330.3	202.0	4,121.0	Creta.	Barremian-Aptian/Albian	Shallow-water bioclastic limestone
44	390	*	Atrantic	Blake Nose	30°08.54'N	76°06.74'W	2,656.5	206.0	161.4	2,817.9	Creta.	Barremian	Shallow-water limestone
44	392	*	Atrantic	Blake Nose	29°54.63'N	76°10.68'W	2,606.5	349.0	99.0	2,705.5	Creta.	E. Barremian	Shallow-water limestone
48	401	*	Atrantic	Biscay Margin	47°25.65'N	8°48.62'W	2,555.5	341.0	247.0	2,802.5	Creta.	L. Aptian-Tithonian	Bioclastic limestone
48	402	*	Atrantic	Biscay Bay	47°52.48'N	8°50.44'W	2,355.5	469.5	175.0	2,530.5	Creta.	Aptian-Albian	Shallow-water limestone
48	403	*	Atrantic	Rockall Bank	56°08.31'N	23°17.64'W	2,317.0	489.0	260.0	2,577.0	Paleog.	L. Paleocene-M. Eocene	Volcaniclastics and mudstones
48	404	*	Atrantic	Rockall Bank	56°03.13'N	23°14.95'W	2,322.0	389.0	294.0	2,616.0	Paleog.	L. Paleocene-M. Eocene	Volcaniclastics and mudstones





