

奄美海台の地質構造と地形

加藤幸弘*

Geological Structure and Topography of the Amami Plateau†

Yukihiro Kato

Abstract

The Amami Plateau is situated at the northwest part of the Philippine Sea Plate. The plateau is characterized by three seamount chains, which trend east-northeast. The north seamount chain is made of submarine conical volcanoes. The center and south seamount chains are composed of ridge-like seamounts trending in an easterly or northeasterly direction. Small basin, which are elongated in a same direction of central seamount chain, are situated between the center and south seamount chains. The southern slope of these seamount chains of the ridge shows horst and graben structures. The Kita-Daito Basin, which is situated between the Amami Plateau and the Daito Ridge, has two magnetic lineation which strike N10°E. And the northern slope of the Daito ridge shows horst and graben structures. It indicates from the above that the Amami Plateau is separated from the Daito Ridge in Eocene time.

1. はじめに

フィリピン海プレートは太平洋プレートなどの代表的な海洋プレートとは異なり、現在活動的な伊豆・小笠原孤，マリアナ孤を除くと、過去の島孤（古島孤）およびそれに付随する背孤海盆から構成される（Karig1975）。古島孤のいくつかについては、海面からの各種地球物理学的観測や採泥，DSDPによるDrilling調査が行われてきているが、古島孤の大部分は沈水しているためフィリピン海プレートの形成過程を解明するデータが少ないのが現状である。特に、フィリピン海プレートの中で最も古い地質要素から構成されると考えられる北西部の大東海嶺群周辺海域については、地質要素が他のところに比べ、連続性が少なく、複雑なため、その形成過程については不明な点が多い。

水路部では、フィリピン海プレート北部において、精度が高く、均質な地球物理データの観測を行っている。我々は、これらのデータを用い、フィリピン海プレートの形成過程のより正確なモデルの構築を目指している。既に、大東海嶺群の大東海嶺，沖大東海嶺の成因を検討を行ってきている（岩淵他1986，春日他1986，沖野・加藤1992）。今回、大東海嶺群のなかで最も古い地質要素とされている奄美海台について、地形・地質構造の検討を行い、奄美海台の形成過程について新たな知見を得たので報告する。

† Received

*大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office.

2. 使用データ

今回使用したデータは、海上保安庁水路部、昭和62年及び昭和63年に測量船「拓洋」によって実施した大陸棚調査の際、観測されたものである。大陸棚調査では、東西方向に5海里間隔の測線を取り（一部は、10海里間隔）、ナローマルチビーム測深機（Seabeam System）による地形探査、エアガン（352cbi）を音源とするシングルチャンネル音波探査、プロトン磁力計による地磁気全磁力計測、重力測定を行っている。さらに、18チャンネルおよび24チャンネルのマルチチャンネル音波探査を各1測線実施した。なお、調査の詳細については、林田他（1989）及び加藤他（1989）で述べられているので、そちらも参照されたい。また、南西諸島周辺海域においては、一部昭和48年から57年に実施した調査のデータも併せて使用している。

3. 奄美海台周辺海域の地質

奄美海台が位置するフィリピン海プレートの北西部は、九州・パラオ海嶺を境界とし、北側は南海トラフ、西側では南西諸島海溝でユーラシアプレートと接する。フィリピン海プレートのユーラシアプレートに対する収束速度は、北西部では現在NW方向に4 cm/yrである（Seno1977）。

南西諸島海溝北部に沈み込むフィリピン海プレート上には、北から奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺がほぼ東西ないし西北西―東南東方向の走向を持ち、分布している（Figure 1, Figure2）。また、各海嶺、海台の形成年代については、ドレッジにより採取された岩石やDSDPによるDrilling調査により明らかにされている。奄美海台については、 82.4 ± 2.2 、 85.1 ± 2.1 と 48.5 ± 2.1 および 69.5 ± 2.0 、 75.1 ± 2.4 (Ma) のK-Ar年代が得られている（松田他、1975、Ozima et al 1980）。また、大東海嶺については、 59.0 ± 3.0 MaのK-Ar年代が報告されている（Ozima et al 1980）。

海嶺や海台の間には、喜界海盆、北大東海盆、南大東海盆が分布し、海盆中にもいくつかの海山、海丘が分布している。奄美海台と大東海嶺や、その周辺海盆は、現在北西端を南西諸島海溝で区切られているが、地磁気異常のパターンが琉球弧の前弧域まで続いていることから、現在海底に認められる高まりと海盆はその延長部が琉球弧の下に沈み込んでいると推定される（加藤、金子1989）。

奄美海台以外の沖大東海嶺、大東海嶺群については、既に、水路部大陸棚調査データを用い、その地形、地質構造の概要について報告されている（岩渕ほか1986、春日ほか1986、沖野、加藤1992）。

4. 奄美海台の地形

奄美海台は水深3,500mの平行四辺形をした台地状の高まりの上に、東西方向に延びた3列の高まりが存在する地形的な高まりである（奄美海台は、従来の調査で、海底地形特に海嶺状海山の形を明確に捉えておらず、海山がのっている台地状の高まりに注目し、海台という地形属名が与えられている。しかし本来の海台（Plateau）とは異なり、南に分布する大東海嶺や沖大東海嶺と地形的に属名で区分する程の違いは存在しない。）（Figure2）。この小文では、この3列の海山列を北から北列、中央列、南列と仮称する。北列は、円錐状の独立したあるいはそれらが数個集合した比高1,500m前後の海山から構成される。北列の西方延長上の大陸斜面基部に、比高約2,000mの海山（喜界海山）が存在する。この海山は地形的には琉球弧の大陸斜面の一部となっているが、音波探査記録の上では奄美海台の基盤と連続しており（Tokuyama et al. 1986、徳山1985）北列の一部と考えられる。一方、北列の東延長は、湾海山まででそれより東に分布していない。北列と中央列との間には中央列から北あるいは北西に向かって緩やかに傾斜する海盆が存在する。奄美海台の東半分では北列が存在しないため中央列から緩傾斜で北列を東に延長した線まで続き、その場所から斜面の傾斜が急

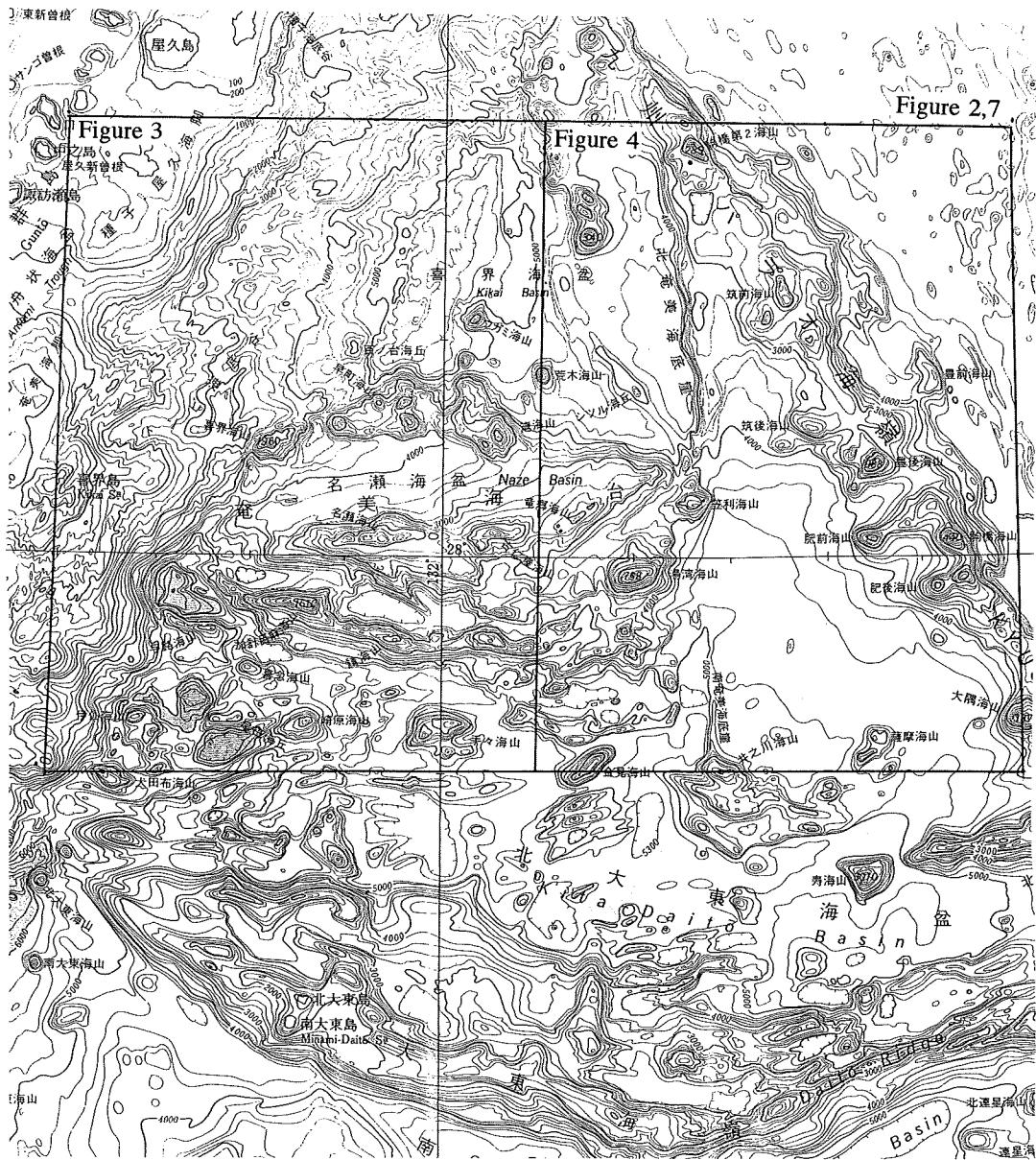


Figure 1 Topography of Daito Ridges with the major topographic names.

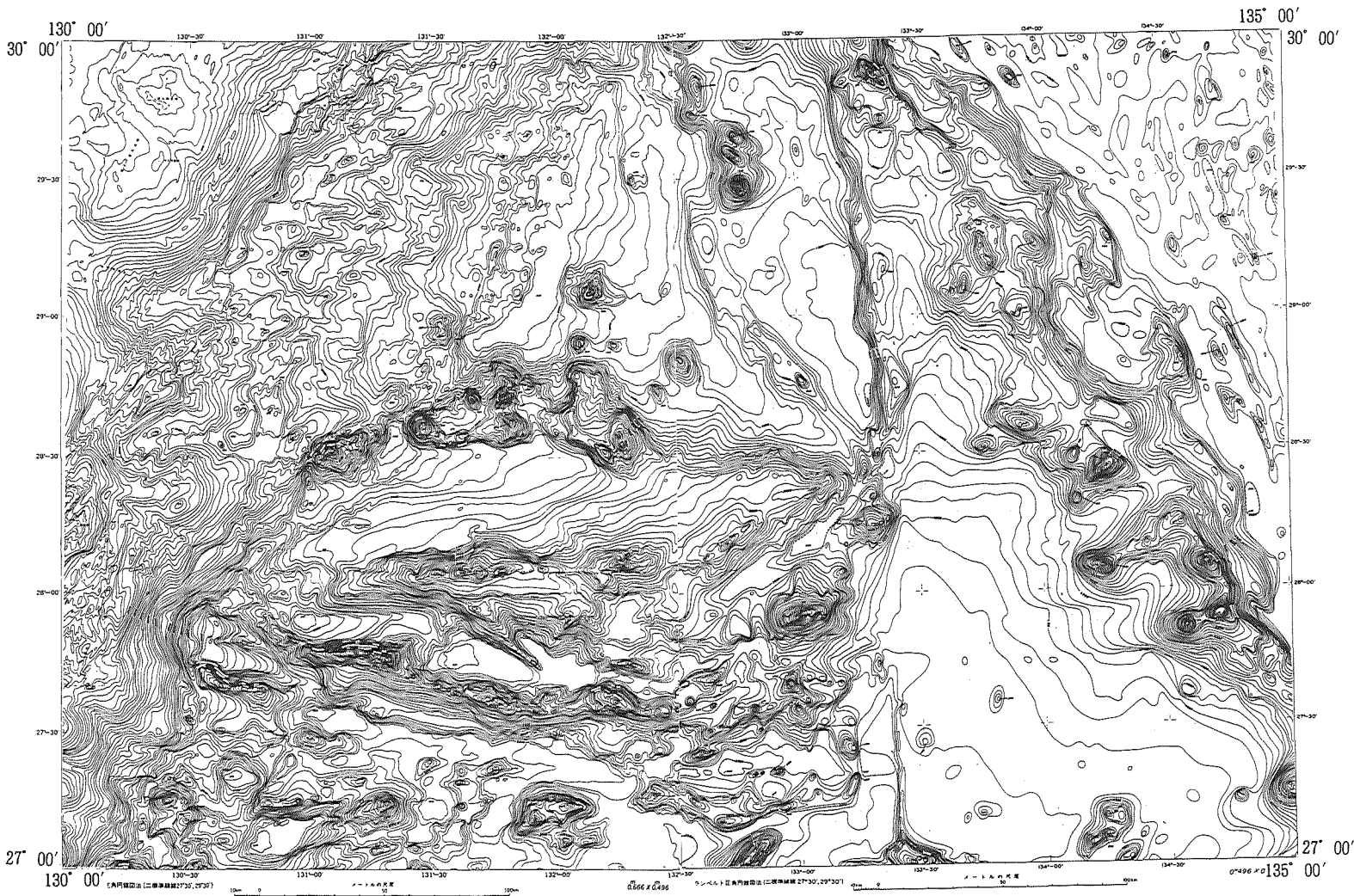


Figure 2 Topography of the Amami Plateau and adjacent area. Contour interval is 100m.

になり、喜界海盆へと続く。中央列はほぼ東西方向に伸びる140kmの海山(名瀬海山、古仁屋海山)及び東経132度30分の線より東の北東方向に延びる長さ70kmの海山(竜郷海山)から構成される。中央列の海山のうち名瀬海山は、北斜面も南斜面も急傾斜の斜面となっているが、古仁屋海山と竜郷海山は、北側斜面は、比較的傾斜が緩いのに対し、南側斜面は、直線的で急斜面をなし、非対称な地形を呈している。南列は東経132度30分より西方では東西方向に伸びる長さ40から60kmの比高1,000から2,000mの海嶺状の海山から構成される。海山の北側斜面は、急で直線的な斜面となっている。一方の北大東海盆側の斜面には、いくつかのベンチが存在し、北大東海盆へと連続している。南列の東経132度30分から東側では西側のような東西に伸びた海山は認められなくなり、九州・パラオ海嶺の西側に分布する海山と同規模の円錐状の海山が多く分布するようになる。中央列と南列の間には、南北幅10から15kmで東西方向40から60kmの細長い盆地が海嶺状の海山に付随するような形で分布する。また東経132度30分より東には北東方向に伸びた幅10km、長さ70kmの海底地溝が存在する。

北大東海盆には東西方向に伸びた小海嶺および東西方向にやや伸びた海山と小海盆が分布する。このような小海嶺は、堆積層が厚く均積していない背弧海盆例えば四国海盆南部やパレスペラ海盆、西フィリピン海盆に広く認められる小海嶺とその比高、長さ、幅が極めて似ている。また、海盆の地形は特に海溝に近づくにつれて起伏が大きくなる傾向が認められる。

5. 奄美海台の地質構造

音響層序

奄美海台周辺で行ったシングルチャンネルの音波探査を用い、奄美海台を構成する地層を音響的な岩相によって、下位からApX, ApIV, ApIII, ApII, ApIの5層に区分した(Figure3,4,5)。

ApX層は、音響的散乱層で、奄美海台の基盤をなし、海山のピークの周辺では海底面に露出する。採泥あるいは音波探査から推定するとApXは奄美海台の基盤をなす火成岩及び火砕物から構成されると考えられる。

ApIV層は、散乱状の記録であるがきわめて強い反射記録を示し、ApX層とは区分される。本層は海山近傍では下位のApX層と指交関係にある。火成岩で構成されると考えられるApX層と指交関係にあることから火砕物の堆積物と推定される。

ApIII層は連続するはっきりした反射面を持ち、奄美海台の上の海盆及び北大東海盆に分布する地層である。また、本層は下位のApIV層に対してアバットする。また南列と中央列の間に存在する海底地溝を形成しているのはApIV層以下であり、ApIII層は形成された地溝を埋積する最初の地層である。

ApII層は、連続するはっきりした反射面を持ち、奄美海台の上の海盆及び北大東海盆、北奄美海盆の分布する地層である。下位のApIII層とは整合関係である。ApII層は奄美海台上の中央列と北列の間の海盆では、周辺に比べてきわめて強い反射面を示す。

ApI層は海山の頂部を除きフィリピン海盆の表層に広く均積する地層である。岩相は透明層あるいは弱い連続性の良い層理を持つ地層である。層厚は、北奄美海盆で0.4秒(往復秒時、以下同様)であるが、奄美海台に近づくにつれて薄くなり0.3~0.2秒となる。北大東海盆では0.3秒の厚さを持つ。

上記の音響層序を、Tokuyama et al. (1986) および徳山(1985)による奄美海台における音響層序と比較すると、ApX層はEに、ApIV層はDに、ApII層とApIII層はCに、そしてApI層はAとBに対比することができる。Tokuyama et al. (1986) が各層に与えた年代をその後、変更すべきデータは存在しないこと

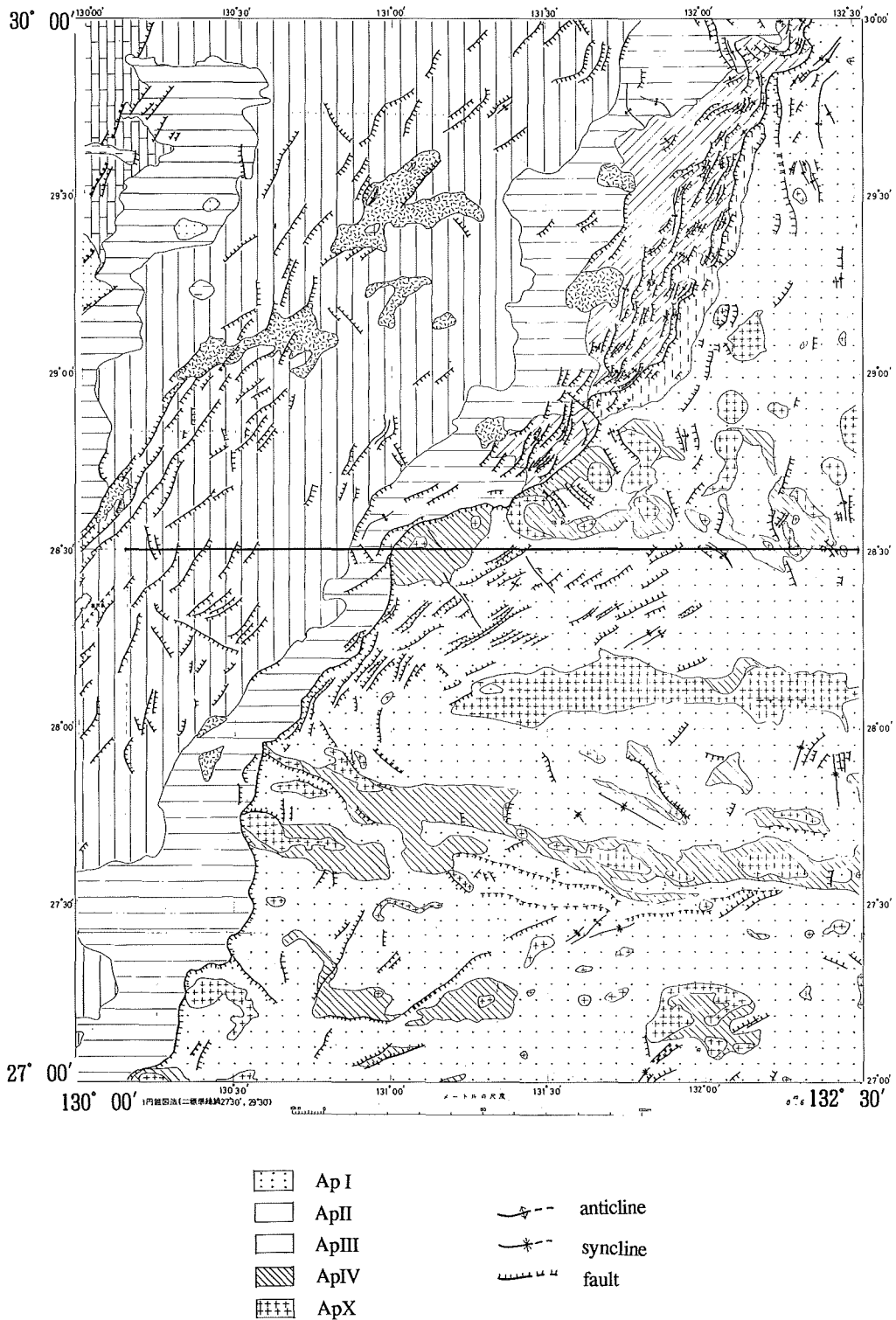


Figure 3 Geological map of the western part of the Amami Plateau.

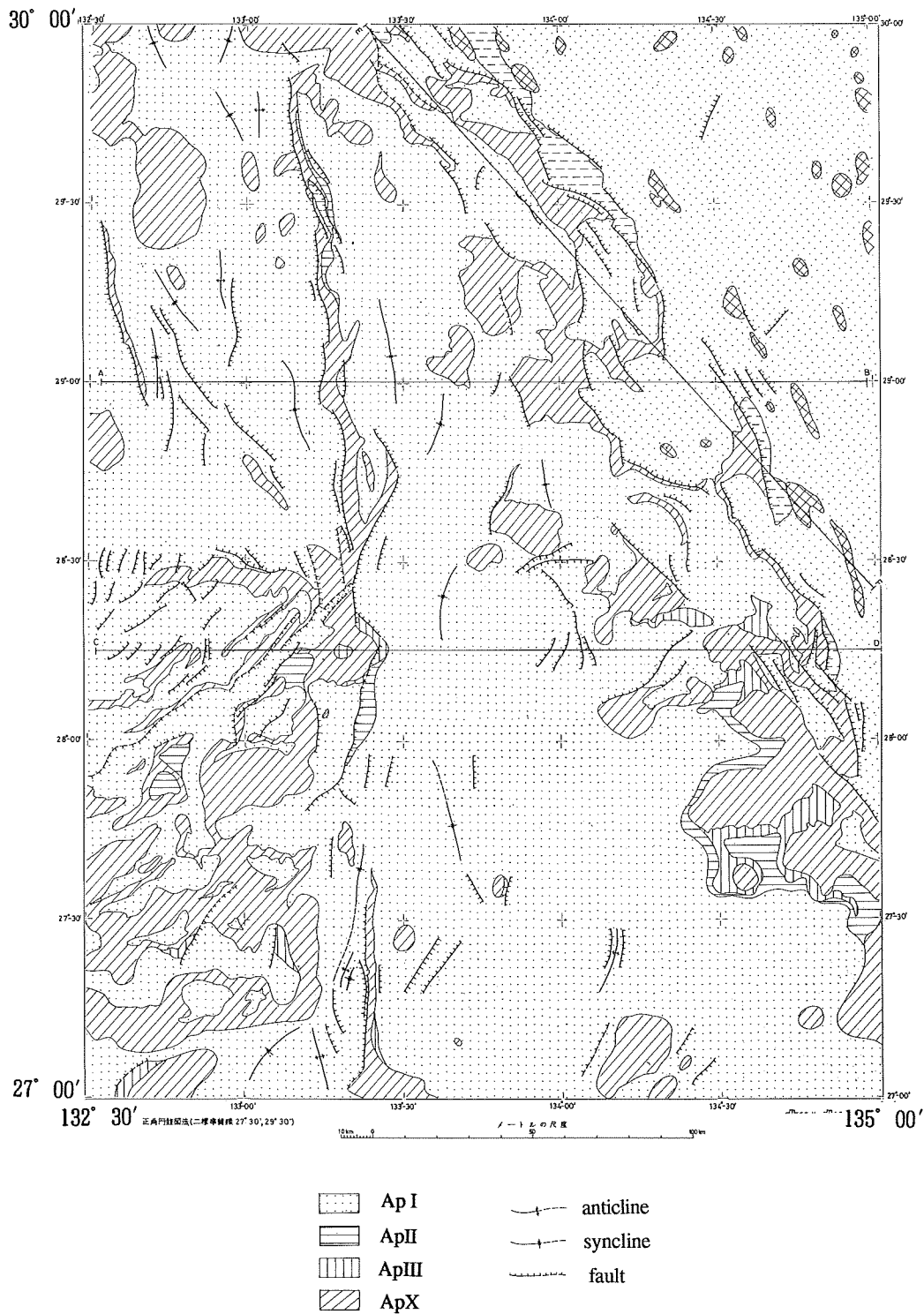


Figure 4 Geological map of the eastern part of the Amami Plateau.

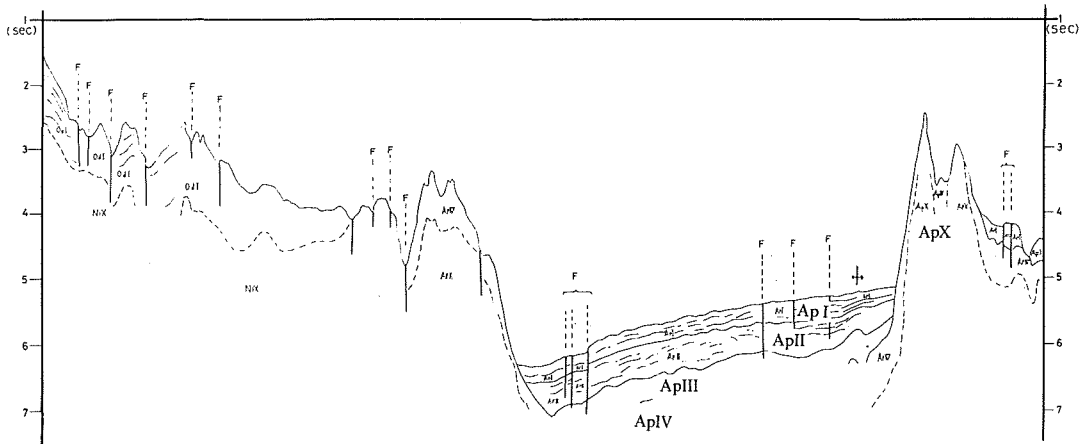


Figure 5 Geological profile of the Amami Plateau. The location of this profile show in Figure 3. ApII and ApIII aren't exposed at the seafloor.

から、今回Tokuyama et al. (1986) の年代をそのまま用いた。したがって各層の年代は、ApX層は後期白亜紀、ApIV層はPaleogene-middle Eoceneに、ApII層とApIII層はlate Eocene-early Oligoceneに、Ap I層はOligocene以降に相当することとなる。

地質構造

奄美海台周辺海域には、フィリピン海プレートが沈み込む事により形成された構造と、それ以前、大東海嶺群が形成された際の構造が認められる。

大東海嶺群が形成された際の構造として、奄美海台の中央列以南から北大東海盆にかけて、東西方向ないし西北西～東南東方向の正断層が顕著である。これらの正断層は中央列と南列の間に海底地溝を形作っている。南列海山の北大東海盆側の斜面にいくつか認められるベンチも、海底地溝を形成したのと同様な正断層で形成されている。

フィリピン海プレートが沈み込む際に形成された構造としては、海溝軸に、平行な方向の断層が認められる。これらの断層は堆積物が厚く堆積する奄美海台上の海盆西部に顕著に発達し、表層のAp I層までを切っており、最近の活動も活動している可能性が高い。また、北大東海盆では海溝軸に近づくにつれて、海溝軸に平行な断層が顕著になり、さらに、前述した東西方向の構造も利用して地形の起伏が大きくなる。一方奄美海台北列では、北北西―南南東方向の断層系が認められるようになる。これらの断層の一部にはあきらかに左横ずれの成分を持つ断層が認められる。喜界海山では海山の裾野に断層による亀裂が生じている。

採泥

今回の調査では、7ヶ所においてチェーンバック式採泥器を用いて採泥を行った(Table1)。そのうち6313 D01においては、多数のMnノジュールが採集され、ノジュールの核として玄武岩が採集された。玄武岩の全岩組成をTable2に示す。

6. 地磁気異常

奄美海台の地磁気異常は、東西方向にのびる2列の、ダイポール型異常が顕著である (Figure7)。北側のダイポール型異常列は、地形の章で述べた、北列に相当し、個々のダイポール型異常は、個々の円錐状海山に

Table 1 List of bottom samples.

No.	Site No.	Position		Depth (m)	Samples
		Lat.	Lon.		
1	6312D01	28° 04' .9N	134° 14' .6E	1500m	Mn nodule Foraminiferaous sand
2	6312D02	27° 06' .1N	132° 49' .1E	4200m	Silt
3	6312D03	27° 04' .3N	132° 50' .0E	3400m	Mn crust, Pumice
4	6312D04	28° 14' .5N	133° 20' .4E	2760m	Pumice, Foraminiferaous sand
5	6312D05	28° 13' .5N	133° 20' .9E	3400m	Pumice, Foraminiferaous sand, Tuff
6	6313D01	28° 06' .7N	132° 15' .9E	1143m	Mn nodule
7	6313D02	28° 32' .8N	132° 17' .2E	1700m	Lime stone gravel

Table 2 Chemical composition of Dredge sample (wt%)

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO
43.16	0.98	16.29	8.74	2.40	0.440	6.35
CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O(+)	H ₂ O(-)	Total
8.86	1.73	3.67	0.330	5.94	0.34	99.230

6313D01

対応している。南側のダイポール型地磁気異常は、北側のものに比べ東西方向に連続した形を取っている。この異常列は、地形の、中列に相当している。

地形と地磁気異常列とを比較すると、北列と中列は、対応するダイポール型地磁気異常列が認められるが、地形的に極めてはっきりしている南列には、対応するダイポール型地磁気異常は認められない。

一方、奄美海台の南、大東海嶺までの間に位置する北大東海盆には、地形の起伏には関係ない、東北東—西南西方向ないし東西方向に伸びる振幅の弱い帯状の地磁気異常が認められる。これらの帯状異常は、北大東海盆中に分布する東北東—西南西方向に伸びる小海嶺と平行である。また、手々海山と金見海山の間では、帯状異常がずれており、その間にトランスフォーム断層が想定される。ほぼ東西方向にのびる帯状異常は、方向は異なるものの、水野ほか(1976)で推定された、北大東海盆の帯状地磁気異常と同一のものであると考えられる。

また、奄美海台と北大東海盆に認められる東西方向の地磁気異常パターンは南・北奄美海底崖で途切れ、その東側には分布しない。

7. 考察

奄美海台の形成史

奄美海台は、採取された火成岩の分析(Tokuyama et al. 1986)と屈折法探査(Nisizawa et al. 1983)により、過去の島弧の一部と推定される。しかし、現在活動的な生きている島弧と比較すると、幅が狭く、連続性が乏しいことから、単一の島弧として、過去に形成されたとは考えにくい。今回は、奄美海台および周辺海域のデータを用い、奄美海台がどのような島弧であったかの復元を試みた。

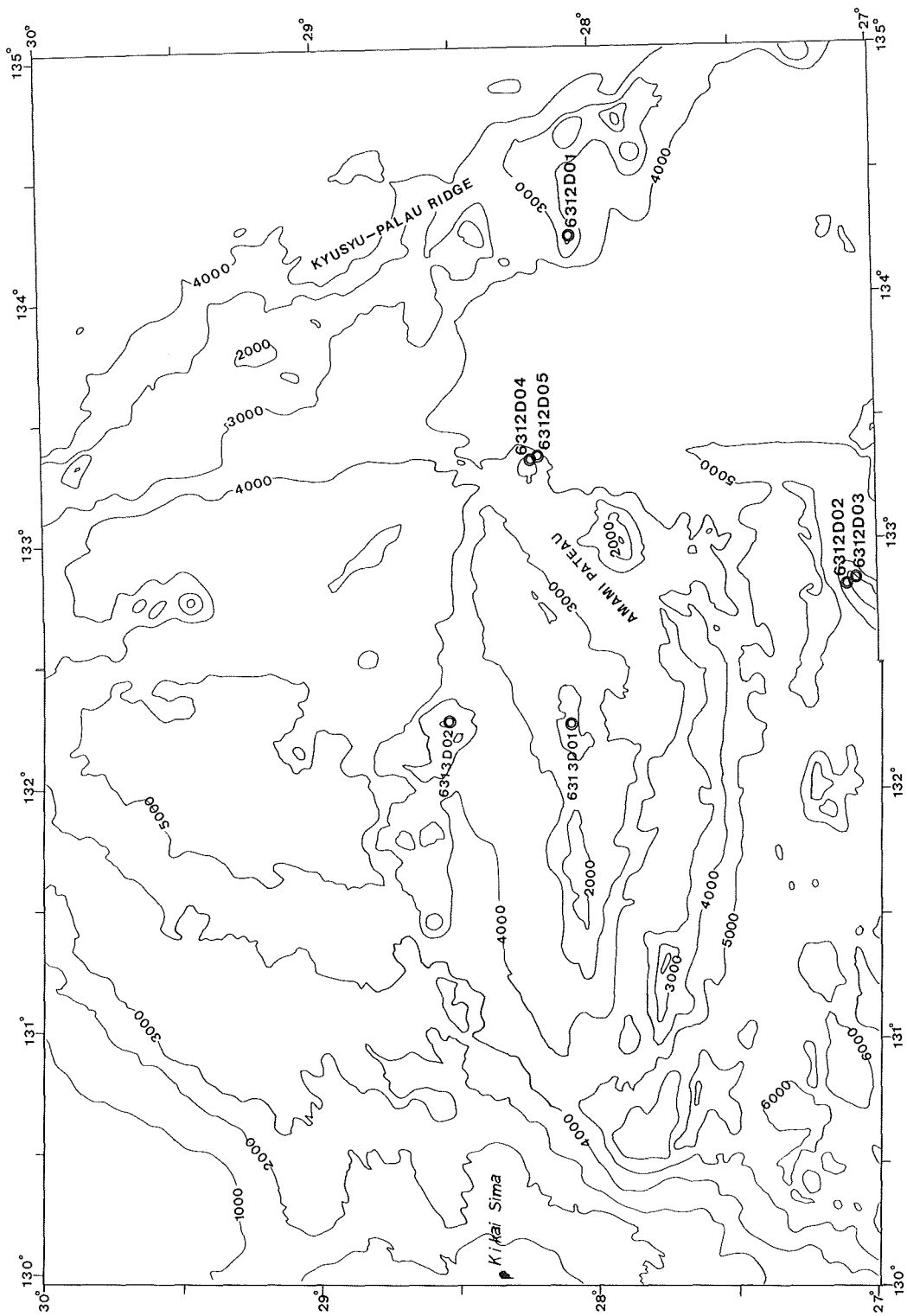


Figure 6 Location of dredge point at the Amami Plateau.

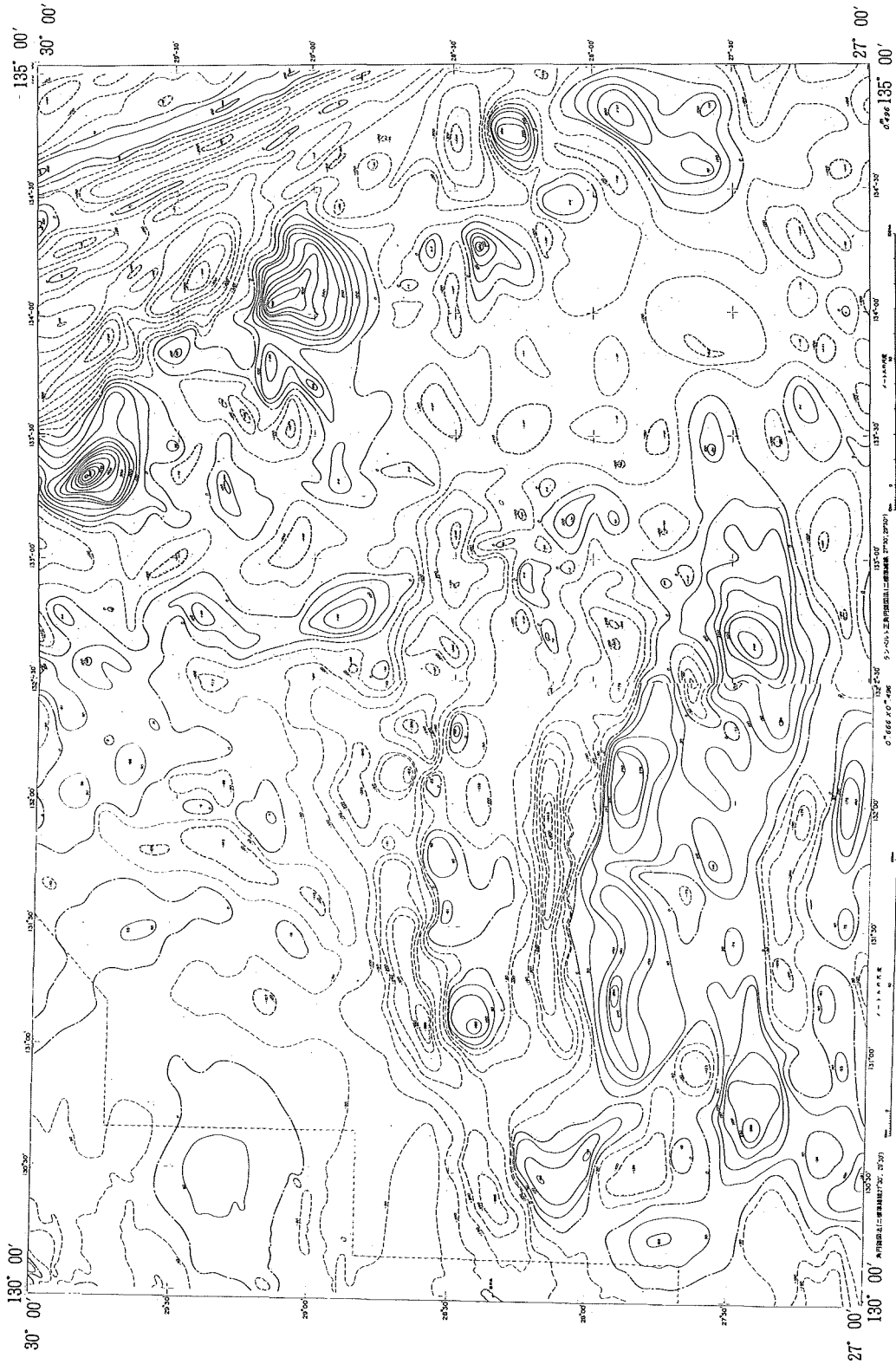


Figure 7 Geomagnetic total intensity anomalies. Contour interval is 20nT. Solid lines are positive and dotted lines are negative.

奄美海台は東西方向の走向の海山列から構成されるが、南北方向の地形は非対称となっている。中列から北側は、緩傾斜の斜面が、円錐状の海山でより北側の喜界海盆と連続している。一方、中列から南側では途中ベンチ、海盆を挟む急傾斜の斜面となっており、南側の北大東海盆へと連続している。音波探査記録では、南斜面の海盆は、正断層によって形成されたハーフグラブであることが読み取れる。

北大東海盆を挟んで南側には、大東海嶺が位置している。大東海嶺も奄美海台と同様東西方向の一般走向を示す海嶺であるが、その南斜面と北側斜面では、地形が大きく異なり、非対称となっている。大東海嶺の南側斜面は、単一の急傾斜な斜面になっているのに対し、北側斜面はいくつかの階段状の地形をなしている(岩渕ほか1986)。地形図では、この階段状の地形は、大東海嶺北部に連続していくつか分布する、海底地溝であることが分かる。このように北大東海盆を挟んで南と北に位置する奄美海台と大東海嶺群の両側に、正断層で形成されたリフト地形が残されている。このリフト地形と北大東海盆に認められる帯状地磁気異常の存在は、かつて大東海嶺と奄美海台は、1つの島弧を形成しており、ある時期にリフティングが起こり海洋性地殻からなる北大東海盆が形成され、現在のように大東海嶺から奄美海台が分離したことを示唆している。もし、大東海嶺群や奄美海台のリフトの形成と、北大東海盆との形成時期が離れておらずば地質時代として連続しておこったものだとすれば、奄美海台が大東海嶺と分離した形成時期は、大東海嶺のグラブで行われたDSDPsiteが示す最下部の砂岩層の示す時代(middle Eocene)から北大東海盆の2本の帯状地磁気異常が形成される間の時期と考えられる。

また、北大東海盆における帯状地磁気異常の分布が南・北奄美海底崖以西に限られることは、このopeningは、海底崖以西に限られたことを示唆している。したがって古大東島弧から分離したのは海底崖以西の部分(現在の奄美海台)のみで、それより東側の部分はそのまま残されたと考えられ、その際南・北奄美崖は右横ずれの断層して活動したと推定される。

北大東海盆を閉じて、古大東島弧を復元すると、奄美海台の南列は、中列と一体となり、さらに大東海嶺の南北大東島が乗っている南部の高まりと一緒に、1つの高まりを構成する。そして名瀬海盆を挟み北列の円錐形の海山が分布する島弧となる。

本稿を終えるにあたり、大陸棚調査室に尽力された測量船「拓洋」の船長以下の乗組員の方々、および、有益な議論を頂いた大陸棚調査室員の方々には感謝の意を表します。また、奄美海台東部の地質図は、現在長崎大学に勤務されている長岡信治氏作成によるものであることを記し、感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 林田政和・長岡信治・加藤 茂・春日 茂・小川正泰・瀬田英憲・川尻智敏・内田摩利夫・河合晃司：奄美海台東部の大陸棚調査速報，水路部技報，7，25—38，(1989)
- 岩渕 洋・永野真男・桂 忠彦：大東海嶺周辺の地質構造発達史，水路部研究報告，21，p.49—64，(1986)
- Karig, D. E. : Basin genesis in the Philippine Sea, *Init. Rep. Deep Sea Drilling Project*, 31, p.857—879, (1975)
- 春日 茂・小山 薫・金子康江：大東海嶺周辺海域の地磁気・重力異常，水路部研究報告，21，p.65—76，(1986)
- 加藤幸弘・高梨政雄・金子庫江・河合晃司：奄美海台西部の大陸棚調査速報，水路部技報，7，39—48，(1989)
- 加藤幸弘・金子康江・加藤 茂：南西諸島海溝北東部の地質構造，日本地質学会，第96回学術大会，p.469，(1989)

- 松田准一・斎藤和男・座主繁男：西フィリピン海，奄美海台におけるアンガンノジュール中岩石のK-Ar年代およびSr同位体比研究，フィリピン海域の地質学的諸問題，地質学会82回学術大会討論資料，99-101，(1975)
- 水野篤行・奥田義久・玉木賢策：大東海嶺群領域の地質とその起源に関する問題，琉球列島の地質学研究，1，p.177-198，(1976)
- Nisizawa, A., Suehiro, K. and Shimizu H. : Seismic refraction experiment at the Amami Plateau, *J. Phys. Earth*, 31, p. 159-171, (1983)
- 沖野郷子・加藤幸弘：沖大東海嶺とは何か，水路部研究報告，28，p.269-292，(1992)
- Ozima, M. Takigami, Y. and Kaneoka, I. : 40Ar-39Ar geochronomological studies on rocks of Deep Sea Drilling Project sites 443, 445 and 446, *Init. Repts. DSDP*, 58, 917-920, (1980)
- Seno, T. : The instantaneous rotation of the Philippine Sea plate relative to the Eurasian plate, *tectonophysics*, 42. (1977)
- 徳山英一：奄美海台と琉球弧の衝突，月刊地球，7-12，p.700-708，(1985)
- Tokuyama, H., Kagami, H. and Nasu, N.: Marine geology and subcrustal structure of Shikoku Basin and the Daito Ridges region in the northern Philippine Sea, *Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo*, 22. (1986)