

本州南方海域の島弧海溝系及び背弧海盆の特徴
——水路部による地球物理学的調査結果の概要——

春日 茂*・加藤幸弘*・木村信介*・沖野郷子*・大陸棚調査室員**

CHARACTERISTICS OF ARC—TRENCH SYSTEMS AND BACK—ARC
BASINS IN THE SOUTHERN WATERS OF JAPAN
——OUTLINE OF THE GEOPHYSICAL SURVEY BY THE
HYDROGRAPHIC DEPARTMENT OF JAPAN——

Shigeru Kasuga*, Yukihiro Kato*, Shinsuke Kimura*, Kyoko Okino*,
Present and former members of the Continental Shelf Surveys Office**

Abstract

The Hydrographic Department of Japan has been conducting detailed bathymetric, geological and geophysical survey under the Continental Shelf Surveys Project since 1983. The purpose of this project is to collect basic information on the exclusive economic zone and the continental shelf of Japan and to prepare bathymetric, geological structure, geomagnetic anomaly and gravity anomaly charts at a scale of 1 to 500,000.

Bathymetric survey by a multi-narrow beam echo-sounder (Seabeam), seismic reflection profiling, magnetic and gravity measurements were carried out in the survey boxes each covering a 3° latitude by 2.5° longitude. Three boxes of them have been surveyed each year. The average spacing between survey track lines were 5 or 6 nautical miles and areas of special interest were covered by closer track lines. Twenty-three survey boxes in the southern waters of Japan were covered by the end of Fiscal Year 1990. This area covers from west to east, the Okinawa Trough, Ryukyu arc-trench system, Daito Ridge Group, Kyusyu-Palau Ridge, Sikoku Basin, Izu-Ogasawara arc-trench system and Ogasawara Plateau.

These systematic surveys has prepared homogeneous and high quality and quantity data in the northern Philippine Sea bordered by the two arc-trench systems. The survey results were compiled in the detailed bathymetric, total magnetic intensity anomaly, Free-air and Bouguer gravity anomaly charts at a scale of 1 to 6,000,000. This paper summarizes the geological and geophysical features revealed mainly by the survey under the Continental Shelf Surveys Project in the southern waters of Japan.

Some of the distinct features are :

- (1) Prominent magnetic anomalies along the Quarternary volcanic front of the Ryukyu arc and Izu-Ogasawara arc, and lineated magnetic anomalies characterized by an echelon pattern in the back arc region of the these arcs,

† Received 15th November 1991

* 大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office

- (2) Low Bouguer gravity anomalies on the Daito Ridge Group and the Kyusyu-Palau Ridge, indicating thick crustal structures below these ridges compared to those below the surrounding basins,
- (3) Steep scarps and several dipole-type magnetic anomalies just below the scarps along the eastern edge of the Kyusyu-Palau Ridge, probably caused by the rifting of the arc with some volcanic intrusion prior to the opening of the Sikoku Basin
- (4) Complicated pattern of lineated magnetic anomalies and well-developed small scale minor ridges and troughs showing three evolutionary stages of sea-floor spreading of the Sikoku Basin,
- (5) Uplifting and deformation, magnetic anomalies and low Bouguer anomaly zones on the landward slope of the Nansaiyoto Trench and Izu-Ogasawara Trench, caused by the subduction of the western extension of the Amami Plateau and Daito Ridge under the Ryukyu arc, and the western extension of the Ogasawara Plateau under the Izu-Ogasawara arc respectively.

1. はじめに

海上保安庁水路部では、我が国の経済水域及び大陸棚の管理、利用、開発に資するための地形、地質、地球物理学的データを整備するため、1983年から測量船「拓洋」による大陸棚調査を開始した。本調査では、緯度3度、経度2.5度の方形区域を一つの測量海域として、毎年3海域ずつ、外洋域としては従来にない詳細な調査により、縮尺50万分の1の海底地形図、地質構造図、地磁気全磁力異常図、フリーエア重力異常図の整備を図っている。1990年3月までに本州南方海域において合計23海域分の調査を実施しており、調査海域はフィリピン海プレート北部とこれと境界をなす二つの島弧海溝系を含み、西側から東側に向かって、東海陸棚、沖縄トラフ、琉球島弧海溝系、大東海嶺群、九州・パラオ海嶺、四国海盆、伊豆・小笠原島弧海溝系、小笠原海台に至るまでの広大な範囲に及んでいる(第1図)。調査項目は地形、反射法音波探査、地磁気、重力測定、海底の岩石採取、深海カメラによる海底写真撮影等であり、測線の間隔を概ね5~6海里とする均質で密度の高い測量を行っている(第2図)。

本論では、これまでの水路部による本州南方海域の大陸棚調査成果を取りまとめて縮尺6百万分の1の海底地形図、地磁気全磁力異常図、フリーエア及びブーゲー重力異常図として図示し、これらの図を基に本州南方海域の地形、地球物理学的な特徴についてその概要を報告する。

2. 大陸棚調査の概要

調査の概要は以下の通りである。

調査船	「拓洋」(2600総トン)
測位	ロランC, NNSSによる複合測位またはGPSによる
地形	ナローマルチビーム測深機(シービームシステム)による
地質構造	表層探査装置(3.5KHzサブボトムプロファイラー)及びエアガン方式の深海用音波探査装置による
地磁気	プロトン海上磁力計による
重力	海上重力計による

これらの調査に加え、一部の測線では、12~24チャンネルのマルチチャンネル反射法音波探査や屈折法音波探査を、又、各海域内の数地点でドレッジによる岩石採取、ピストンコアラによる柱状採泥、海底写真撮影、海底磁力計による地磁気変化測定(金子・大島, 1988)も実施した。

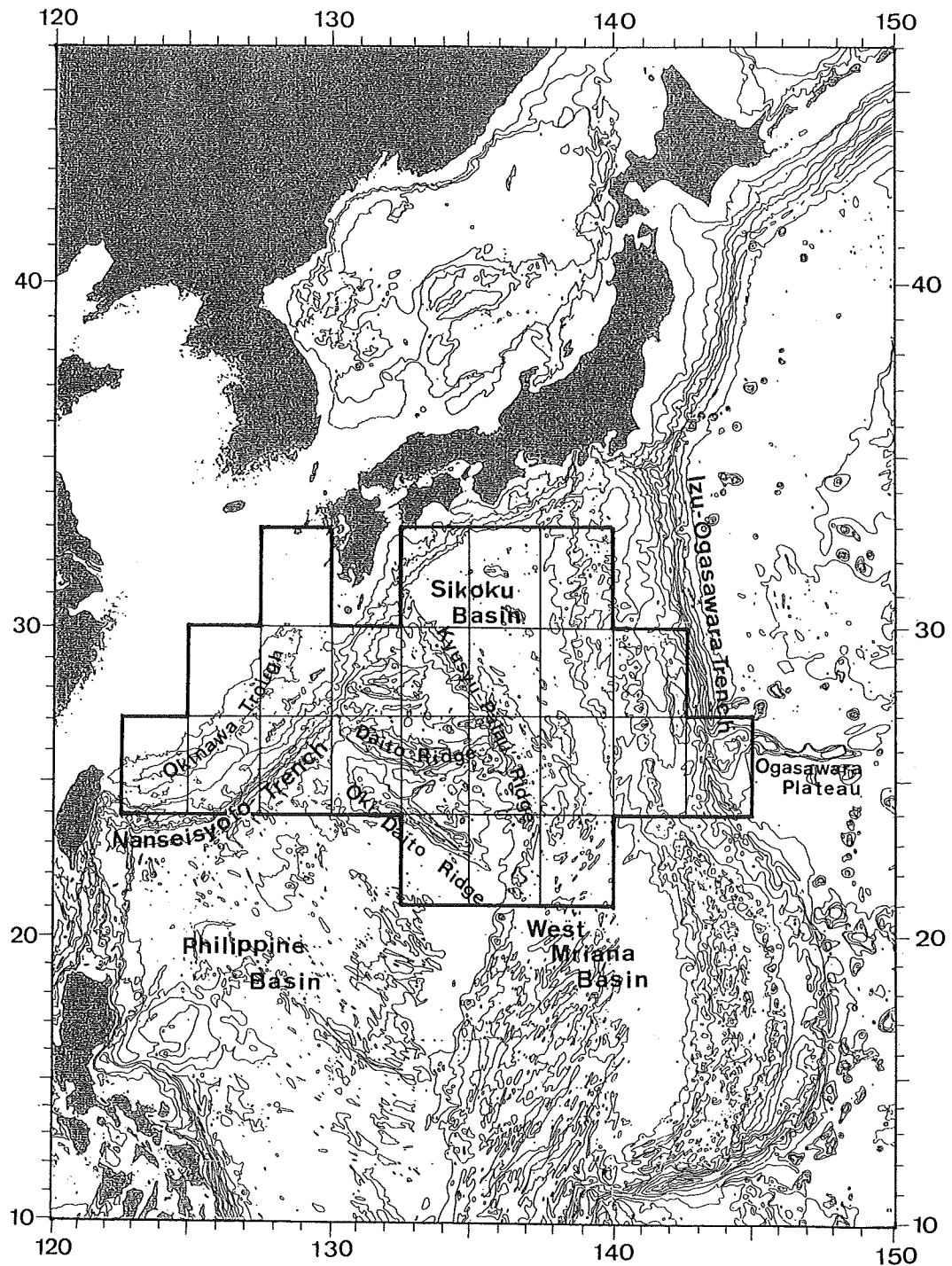


Figure 1. Surveyed areas by the Continental Shelf Surveys Project up to March, 1991.

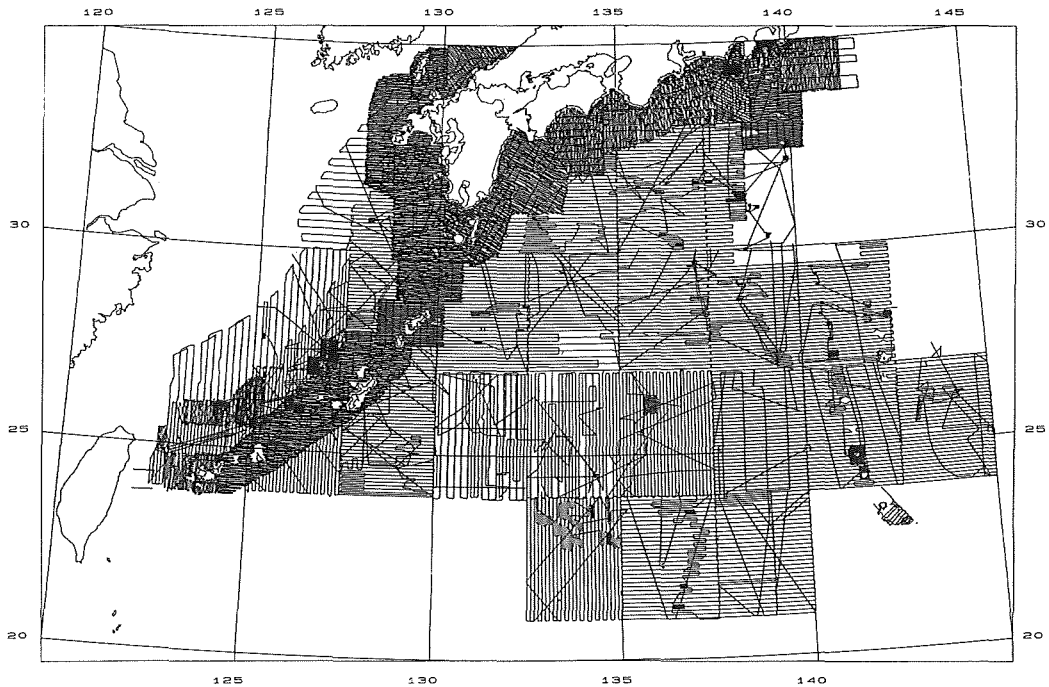


Figure 2. Track chart. Dense track areas around Japan Island and along Ryukyu arc show tracks by previous survey project.

3. データ処理

水深データについては、浅田・中西 (1986) によるシービームデータの処理方法により、海底地形図を作成した。

地磁気全磁力のデータについては、海上保安庁八丈水路観測所、気象庁鹿屋地磁気観測所、同父島観測所のうち、原則として測量海域に近い観測所からデータの提供を受けて測量期間中の外部磁場変化の補正を行った後、測量の時期によりIGRF1980, DGRF1980, IGRF1985の標準磁場を用いて地磁気異常値を算出した。各測量海域の地磁気異常図の作成に際しては、必要に応じて隣接する海域の地磁気異常図とレベル調整を行って、不連続が生じないようにした。ダイポール状の地磁気異常については、3次元角柱モデルの地磁気異常標準曲線と測量された地磁気異常プロファイルとを比較する曲線照合法 (Bhattacharyya, 1964) により、地磁気異常の原因となる磁気基盤岩体モデルの規模、深度及び磁化率等を推定した。

重力のデータについては、東京出港前と入港後の測定値を用いて重力計のドリフト補正を行った後、1967年標準重力式を使用して、フリーエア異常値を算出した。ブーゲー異常の計算は、測量された水深データ及びフリーエア異常データからそれぞれ $3\text{ km} \times 3\text{ km}$ のメッシュデータを作成し、萩原 (1980) の方法で角柱モデルによる地形補正を施して算出した。地形補正に際しては、ブーゲー異常値を求めるメッシュを中心とする東西30km, 南北30kmの正方形で囲まれる範囲の水深メッシュ値を地形補正の対象とした。ブーゲー異常図から地殻構造の議論をするためには、各海域について海底地形とブーゲー異常との相関が最も小さくなるようなブーゲー密度を選択するのが一般的である。しかし、今回は非常に広範囲のブーゲー異常図を作成する

ため、海域全体を均一な尺度で比較することができるように、ブーゲー密度は全域にわたり陸上で標準地殻密度として使われる 2.67 g/cm^3 を用いた。

4. 調査海域の構成と研究史

1983年から開始した大陸棚調査の実施海域は、フィリピン海北部とその西縁を北東—南西方向に延びる硫球島弧海溝系の主要部、東縁を南北に延びる伊豆・小笠原島弧海溝系の南部により構成される複雑な特性を持つ海域であり(図1)、それぞれの海域について従来から数多くの調査・研究がなされてきた。

硫球弧の背後にある沖縄トラフは、浅発の地震活動があること、地殻熱流量が高いことなどから、拡大しつつある縁海の初期を姿を示しているのではないかという説があり(Herman et al., 1979; Letouzey and Kimura, 1985; 小林・中村, 1986, など)、以前より多数の研究者から注目されてきた海域である。

フィリピン海は、周囲を島弧海溝系で囲まれた特異な縁海である。中央を南北に走る九州・パラオ海嶺により、西側のフィリピン海盆、東側の四国海盆及び西マリアナ海盆に二分されており、その東西では地質・地球物理学的特徴が全く異なる様相を呈している。フィリピン海の形成過程については、フィリピン海盆、四国海盆—西マリアナ海盆、マリアナトラフの順に繰り返して背弧拡大することにより形成されたとの説が出され(Karig, 1975)、その後地磁気異常の解析結果や深海掘削による堆積物、基盤岩の年代測定等の資料が蓄積され、さらに具体的な形成モデルも幾つか提案されている(Uyeda and McCabe, 1983; 瀬野・丸山, 1985, など)。フィリピン海盆の北部に存在する奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺の三つの地形の高まりは、大東海嶺群と総称され、ドレッジされた岩石資料や石灰岩に含まれる始新世の貨幣石等から、かつて活動的だった島弧が活動を停止して沈降・沈水した古島弧であると推定されている(水野ほか, 1976)。また、深海掘削による残留磁化の測定結果から、始新世には赤道付近に存在した大東嶺群はフィリピン海と一体になって北上したと推定されている(Kinoshita, 1980; 小林, 1983)。しかし、これらの古島弧群を形成する原因となったはずの沈み込み帯の存在については、大東海嶺群南側から沈み込み(水野ほか, 1976)、北東側(九州・パラオ海嶺の前面)からの沈み込み(小林, 1983)、南大東海盆からの北側への沈み込み(徳山, 1983)など見解が分かれている。

九州・パラオ海嶺は、伊豆・小笠原弧—マリアナ弧の背弧海盆である四国海盆、西マリアナ海盆が拡大した際に伊豆・小笠原弧—マリアナ弧から分離して形成されたと考えられており(Karig, 1975)、屈折法探査の結果から地殻が約10kmと標準的な海洋性地殻よりも厚いこと(Murauchi et al., 1968)、ドレッジされた岩石資料や深海掘削の結果も、この海嶺が28Maころに活動を終えてその後沈水した古島弧であることを示唆している。

四国海盆では、地磁気の縞状異常が海盆西部で明瞭に認められる。地磁気異常の解析と深海掘削による基盤の年代測定の結果から、四国海盆は概ね28~15Maに拡大したと報告されているが(Kobayashi and Nakada, 1978; Shih, 1980; Chamot-Rooke et al., 1987)、地磁気縞状異常のはっきりしない海盆東部に関しては研究者により見解が一致していない。

伊豆・小笠原弧は、フィリピン海の東縁を南北に延びる直線的な島弧で、本調査海域に含まれる北緯30度以南では西から東へ、西七島海嶺、七島・硫黄島海嶺、小笠原トラフ、小笠原海嶺が南北方向に並走している。伊豆・小笠原弧は、孀婦岩構造線を境に弧の南北で地学現象の違いが指摘されるなど(湯浅・村上, 1985)、構造が単純でなく、その発達史もまだ議論の多い所である。小笠原弧の北部では現世の活動的背弧拡大の場として火山フロント西側に隣接して南北に断続して配列する背弧凹地の存在が指摘され(玉木ほか, 1981)、

これらの地域で海底熱水活動が報告されるなど（湯浅，1986，など），注目を集めているところである。

5. 調査結果

調査結果を縮尺600万分の1の海底地形図，地磁気全磁力異常図，フリーエア重力異常図，ブーゲー重力異常図にまとめ，折込の図に示した。これらの図は，各調査海域毎の縮尺50万分の1の測量原図を写真縮小した後，コンター間隔を半分に間引いて一図に取りまとめて作成されたものである。ブーゲー重力異常図は地形補正計算後，電算機によりコンター図を作成した。地磁気全磁力異常図では -100nT 以下の領域，フリーエア重力異常図では 0 mGal 以下の領域，ブーゲー重力異常図では 300 mGal 以上の領域にそれぞれ影をつけた。以下に海底地形図等にみられる特徴の概略を記する。

（地形）

大陸棚調査を実施した本州南方海域について，主な海底地形名称を入れた海底地形図を第3図に，海底地形図等を基に作成した地形分類図を第4図に示す。調査海域では大地形として，1. 東海陸棚から琉球島弧海溝系にかけての海域，2. フィリピン海盆北側の大東海嶺群の海域，3. 九州・パラオ海嶺から伊豆・小笠原島弧海溝系にかけての海域の三つに分類できる。琉球島弧海溝系とその周辺海域は，西側から東側に向かって，東海陸棚，沖縄トラフ，琉球弧，南西諸島海溝が帯状に配列し，全体に北東-南西方向の走向を持つ。フィリピン海盆北部は，琉球島弧海溝系と九州・パラオ海嶺により三角形に挟まれる海域で，大東海嶺群（北から奄美海台，大東海嶺，沖大東海嶺の地形の高まりと喜界海盆，北大東海盆，南大東海盆の凹地）とその南側にフィリピン海盆があり，地形の走向は主に東西方向である。九州・パラオ海嶺以東の海域では，西側から東側に向かって九州・パラオ海嶺，四国海盆及びその南側の西マリアナ海盆とその接続部，西七島海嶺，七島・硫黄島海嶺，小笠原トラフ，小笠原海嶺，伊豆・小笠原海溝が帯状に配列し，さらにその東側の北太平洋海盆上には小笠原海台がある。ここでは南北方向を主方向とした地形の走向が認められる。

（地磁気異常）

本州南方海域の地磁気異常図をみると，伊豆・小笠原弧と琉球弧に伴う帯状の異常が特に顕著であり，どちらも火山フロント沿いとその後との2列の帯状異常が認められ，背弧側の異常は杉型に雁行状の配列をしている。また，火山フロントに伴う異常について両島弧を比較すると伊豆・小笠原弧の七島・硫黄島海嶺に伴う異常の方が琉球火山列よりも明らかに振幅や分布密度が大きい。また，火山フロントより海溝側の琉球弧前弧域は磁氣的に極めて静穏であるのに対し，伊豆・小笠原弧南部の前弧域は小笠原海嶺などにダイポール異常が目立ち，両島弧海溝系の違いが認められる。奄美海台，大東海嶺，沖大東海嶺，九州・パラオ海嶺，小笠原海台等の地形の高まりにも顕著なダイポール異常がみられる。四国海盆北西部には海底拡大の痕跡を示す地磁気異常の縞模様が明瞭に認められる。

（重力異常）

本州南方海域では琉球島弧海溝系と伊豆・小笠原島弧海溝系に伴う大きな正負のフリーエア異常が目立っている。どちらの島弧海溝系とも海溝軸付近に沿う負異常帯と，海溝軸と火山フロントの間の前弧域にもう一つ負異常帯が2列になって並走しているのが注目される。また，大東海嶺群，九州・パラオ海嶺等の高まりに伴って正の異常があり，一方，フィリピン海盆，四国海盆ではほとんど0に近い均一な異常である。

ブーゲー異常はフリーエア異常に比して海底の起伏の影響が消されているので，一般に地殻構造の違いを反映しやすい。ブーゲー異常の急変域は地殻構造の急変する所に対応している。本州南方海域のブーゲー異常図をみると，南西諸島海溝から南海トラフに沿ってプレート境界に対応する最大級の急変帯になっている。

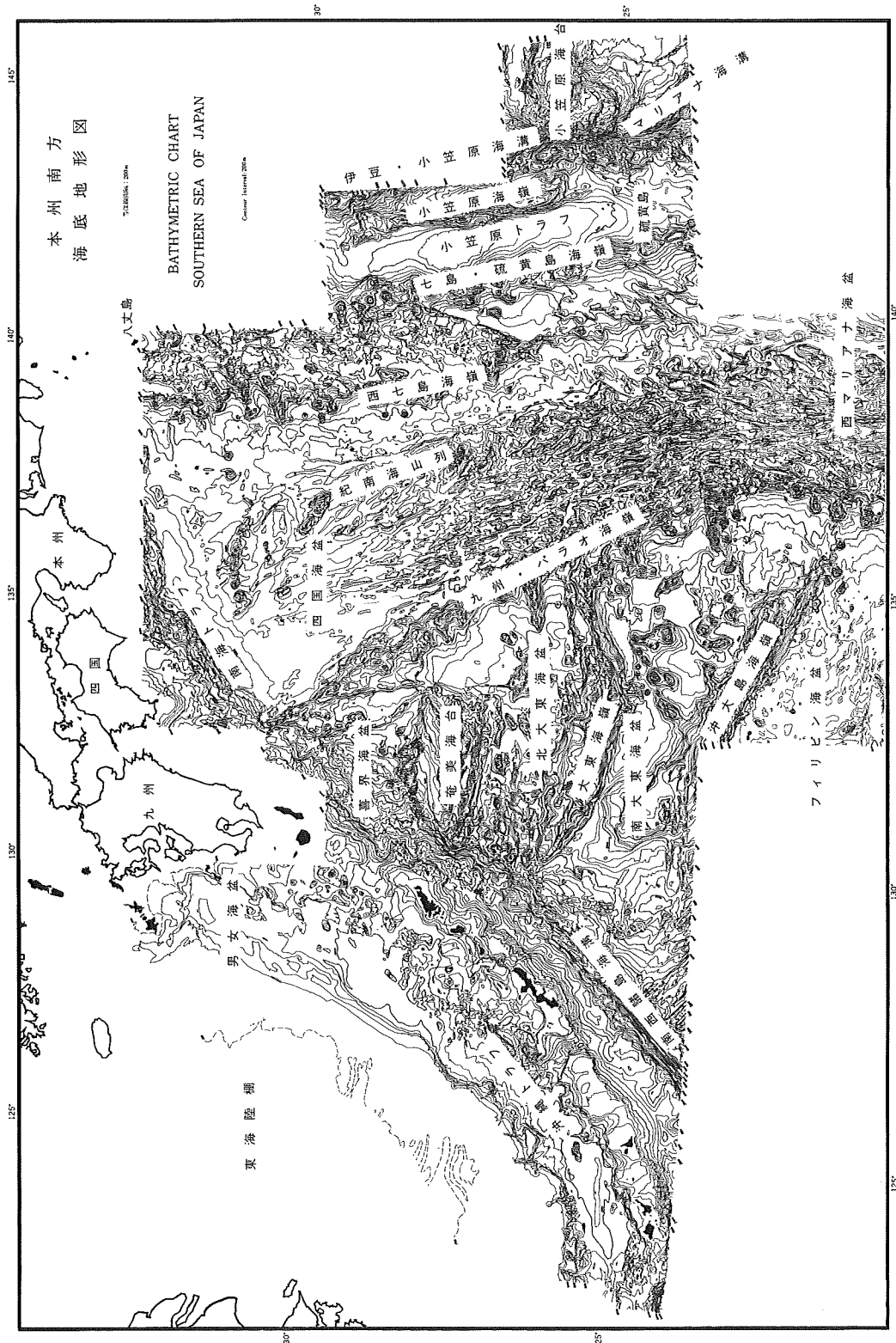


Figure 3. Bathymetric map of the surveyed area with the major topographic names.

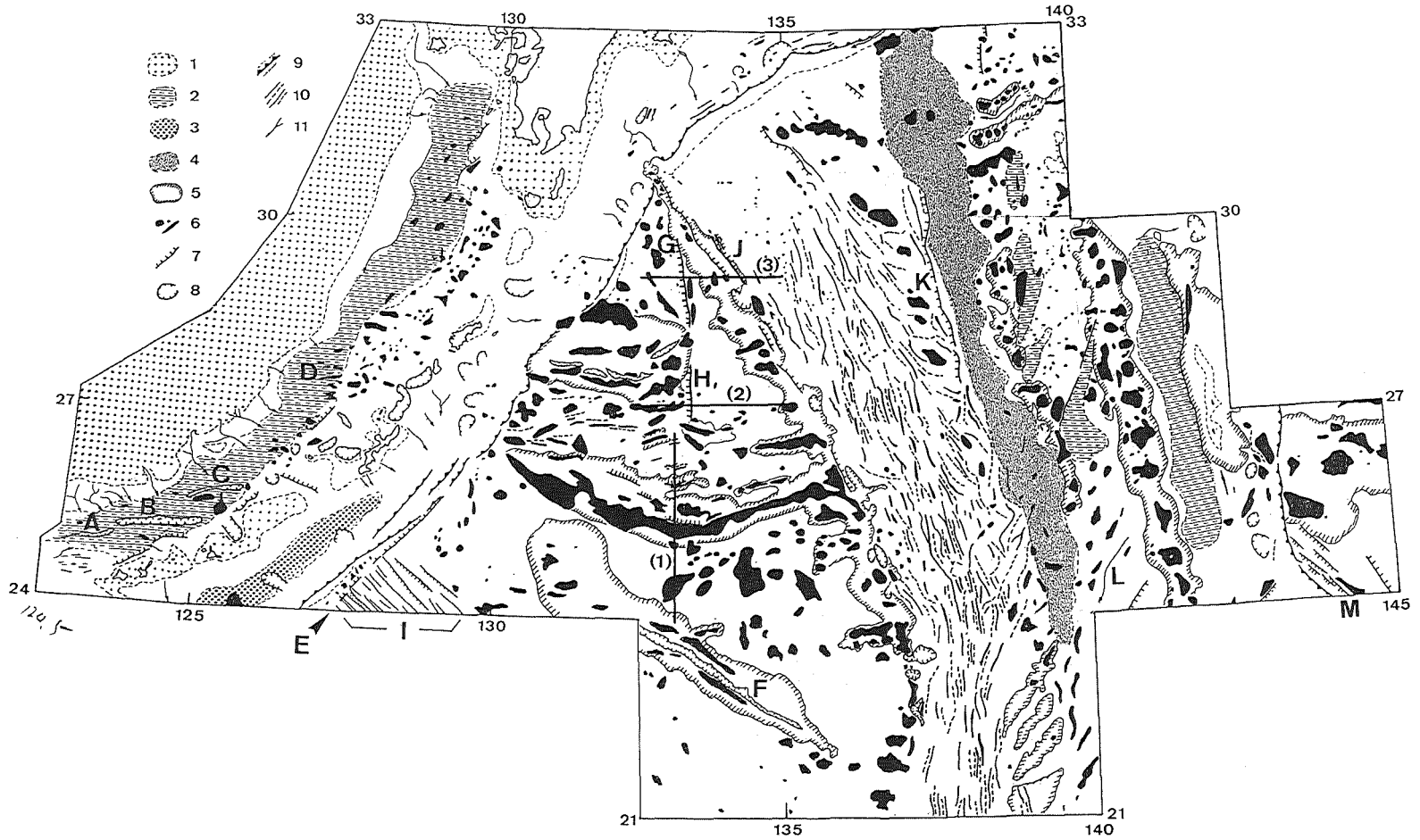


Figure 4. Geomorphological map (slightly modified from Kato et al., 1990, with additions by the authors)
 1: Shelf and shallow waters, 2: Flat floor of trough, 3: Deep sea terrace, 4: Trench and small basin, 5: Ridge and plateau, 6: Seamount, knoll and small ridge, 7: Escarpment, 8: Small depression, 9: Thrust fault along trench axis, 10: Minor ridge and trough, 11: Channel and canyon. A~M: Geomorphological features referred to in section 5.
 (1), (2), (3): locations of profiles shown in Fig. 5, Fig. 6 and Fig. 8 respectively.

伊豆・小笠原海溝／マリアナ海溝は小笠原海台との会合部付近しか調査海域に含まれていないため本図でははっきりしないものの、海溝に沿って急変する傾向をみせている。この他に九州・パラオ海嶺東側斜面、大東海嶺北側斜面、沖大東海嶺南側斜面に落差100mGalを越す非常にシャープなブーゲー異常急変帯が認められる。仮定したブーゲー密度に変えることによりブーゲー異常値の大きさも変化するが、このような大きいブーゲー異常値の落差が生じていることから、これらが本州南方海域における第1級の地殻構造急変帯であると推測される。

ここでは、地形・地質構造の配列やその形成過程を考慮して、本海域を西側から、(1)北東-南西方向に延びる琉球島弧海溝系及びその周辺海域、(2)主に東西方向に延びる大東海嶺群及びその周辺海域、(3)南北に延びる伊豆・小笠原島弧海溝系及びその周辺海域の三つの海域に分けて、それぞれの地域の地形・地質、地磁気異常、重力異常の特徴について、特に水路部の大陸棚調査を中心に最近の調査により明らかとなったことについてその概要を述べる。なお、沖縄トラフでは特に詳細な調査を実施したが、その調査結果については既に大島(1987)、大島ほか(1988)に詳しく報告されているのでここでは概略のみを記す。また各測量海域毎の調査結果の概要は水路部技術報告に速報として報告されているのでそれらも参照されたい。

5-1 琉球島弧海溝系 (地形・地質構造)

沖縄トラフは、九州西方の男女海盆から沖縄島北西方を経て台湾北部に至る細長い凹地である。トラフ南西部ではトラフ軸部によく発達した階段状の断層で形成された海底地溝が確認され、トラフ最西端より東へ与那国海底地溝、八重山海底地溝、宮古海底地溝と命名されている(第4図のA, B, C)。これらの海底地溝の雁行配列はトランスフォーム断層でずれているという見方もあったが、トランスフォーム断層の存在は認められなかった(桂ほか, 1985)。さらにこれらの海底地溝の軸部には火成岩の貫入を伴う所もある。トラフ中央の地溝部では火成岩の貫入・噴出により、並走する小海丘群(伊平屋海丘群, 第4図のD)とその南約35kmに伊是名海穴がシービームによる詳細なマッピングで発見された(大島ほか, 1988)。伊是名海穴北東斜面では、活動的な海底熱水性鉱床が発見され(加藤・岩淵, 1988)、伊平屋海丘群においても熱水活動が発見されている(木村ほか, 1987; 田中ほか, 1989)。

琉球弧は琉球火山列と琉球前弧域(南西諸島島列~大陸斜面)に分けられる。琉球火山列は現世の火山フロントに当り、琉球弧北部では島棚と別の海嶺を形成するが、中部では島棚と接合しその西縁に分布するようになり、南部では一連の地形的な高まりを形成せず小さな海丘として沖縄トラフ内に分布するという特異な分布を示している(岩淵, 1989)。

南西諸島海溝の陸側斜面は、沈み込むフィリピン海プレートの地殻構造に影響された構造を呈している。すなわち、北緯26度以北の奄美海台、大東海嶺等が沈み込んでいる海域では、沈み込む海山、海嶺が大陸斜面に大きな変形を及ぼしているのに対し、北緯26度以南では海山、海嶺による変形が認められず、大陸斜面は傾斜が急で直線的な崖となっている(加藤ほか, 1989)。特に喜界島東側の隆起部は、後述するように地磁気異常の分布から、フィリピン海プレート上にある奄美海台の西部延長陸側斜面下への沈み込みによるものと考えられる(加藤ほか, 1989)。

南西諸島海溝の最深部は、北緯25度10分、東経128度20分付近に存在し、水深は7460mである。大東海嶺が会合する沖縄島東方沖より北部では海溝軸は奄美海台等の高まりに遮られて屈曲し、水深も浅くなっている。沖縄島南東方の海溝軸付近の大洋側の斜面には、海溝軸とわずかに斜交する比高500から1300mの直線的な急

崖（沖繩海底崖，第4図のE）が発見された。この急崖はフィリピン海盆が拡大により形成された時に存在した断裂帯など構造的弱線が，プレート運動により海溝軸付近まで移動したため再活動して生じたベンディングフォールトであると考えられている（Kato, 1991）。また，フィリピン海盆の北西端に発達する直線的なマイナーリッジ&マイナートラフ群が海溝軸に接する海域では海溝底に格子状の地形が形成されている（Kato, 1991）。

（地磁気異常）

東海陸棚東縁には音波探査記録で明瞭な基盤層が隆起しているのが認められる。この高まりは五島・尖閣隆起帯とよばれている（相場・関谷，1979）。地磁気異常図ではこの基盤の高まりに伴って五島列島から南西に赤尾興付近まで雁行配列をとりながら全体として帯状に地磁気異常が続いている。これより西側では沖繩トラフ内で異常域が染みだしたような分布を示す。角柱モデルを使った曲線照合法による磁気解析の結果によれば，五島・尖閣隆起帯の磁気基盤の磁化率はその大半が $1 \sim 3 \times 10^{-3} \text{emu}$ ，一部が $6 \sim 10 \times 10^{-3} \text{emu}$ で酸性～中性岩がほとんどで一部塩基性岩による異常が混在していることが予想される。

沖繩トラフでは，トラフ北部や中軸部を除いて概して均一な地磁気異常が見られる。沖繩島北西のトラフ中軸部の伊平屋海丘群では一群の縞状異常に似た帯状異常が認められたが，この地磁気異常は，すべて小海嶺状で構成された伊平屋海丘群の地形によく対応した正帯磁のダイポール異常であることが明らかになった（大島ほか，1988）。

現世の火山フロントに相当する琉球火山列は顕著な短波長のダイポール型の地磁気異常を伴っている。琉球弧には九州から続く比較的短波長のダイポール異常が帯状に島弧の走向に沿って帯の幅を減じながら石垣島の北方まで続いている。この帯の東縁は，琉球弧の火山フロントである島列と一致する。一方，帯の西縁の一部は，沖繩トラフ内で第四紀の火山活動が確認されている所，例えば伊平屋海丘群，まで達しており，このことは現在の琉球弧の火成活動がこの地磁気異常で示される帯の範囲で生じていることを示している可能性がある。

琉球前弧域にあたる南西諸島列から海溝陸側斜面域では後述するように奄美海台，大東海嶺の西側延長部を除いて磁氣的に極めて静穏である。地磁気異常の分布からみると，この海域では地下に大きな地磁気異常をもたらすような火成岩体が分布しておらず，過去に火成活動が生じていないと推測される。

（重力異常）

東海陸棚では $0 \sim 30 \text{mGal}$ の弱いフリーエアの正異常であるが，東海陸棚東縁の五島・尖閣隆起帯は， $30 \sim 100 \text{mGal}$ の帯状の正異常域となっており，これは基盤の高まりを反映していると推測される。

沖繩トラフでは，北東部から南西部に向かって水深が深くなるにも関わらず，概ね $0 \sim 30 \text{mGal}$ のフリーエア正異常域であるが，トラフ内の小海嶺，海丘に伴って正異常があり，トラフ南西部の宮古海山では 80mGal の正異常を伴っている。沖繩トラフのブーゲー異常は宮古海山周辺で最も大きく，北部に向かって小さくなる。琉球弧のいわゆる500m島棚域では最高 130mGal に達するフリーエア正異常を有するが前弧域の沖繩・宮古深海平坦面と島棚との境界付近では -100mGal を越える負異常がある一方，外縁隆起帯では 100mGal を越える正異常が目立っている。ブーゲー異常では，沖繩・宮古深海平坦面のフリーエアの負異常域に対応する低異常域が残っているが，フリーエアの正異常域に対応する高異常はみられず，海溝側から陸側に向かって異常値が急減している。これは音波探査記録にみられる堆積層の厚さの分布に対応したものである。沖繩島や奄美大島の東にも -80mGal に達するフリーエアの負異常帯が続き，海溝軸と前弧海盆に沿って2列の負異常帯が走っているように見える。

南西諸島海溝沿いには、 -100mGal を越すフリーエアの負異常があるが、負異常の最大となる位置は海溝軸より0~20km程度陸側にずれている。

5-2 大東海嶺群

(地形・地質構造)

南西諸島海溝と九州・パラオ海嶺に挟まれるフィリピン海盆北部には大東海嶺群を構成する3つの高まりが、いずれも東西に伸びた形で並んでいる。

奄美海台は東西にやや伸びた台地状の高まりの上に並走する3列の小海嶺、海山列により構成されており、小海嶺の間には細長い凹地がみられる。

大東海嶺は、北大東島、南大東島を除くと、海嶺上の海山頂部の水深は1500~2000m前後である。海嶺の走向は、東経133度20分付近で屈曲し、その西側で $N75^\circ W$ 、東側で $N75^\circ E$ となっており、全体として南側に張り出す弧状の海嶺を形成している。大東海嶺は並走する数列の小さな海嶺状の高まりとそれらに挟まれるトラフから構成された地溝・地塁地形を呈し、屈曲点より東側では並走する2列の海嶺により構成されている。海嶺に直交する音波探査記録は著しい非対称断面を示し、南側斜面は直線的な急傾斜が海嶺脚部まで続くのに対し、北側は地溝、地塁が階段状に繰り返す地形を呈している(岩淵ほか, 1986, 第5図)。

沖大東海嶺は、 $N60^\circ W$ 方向に直線状に伸びる長さ約600kmの海嶺である。海嶺の北西部は $N50^\circ W$ 方向に伸びる海台状海山と、これに交わるE-W方向の海丘列から構成されている。海嶺の南西部は直線的な形状をなし、海嶺中軸部に特徴的な地溝状の谷(第4図のF)が伸びている(沖野・加藤, 1992)。

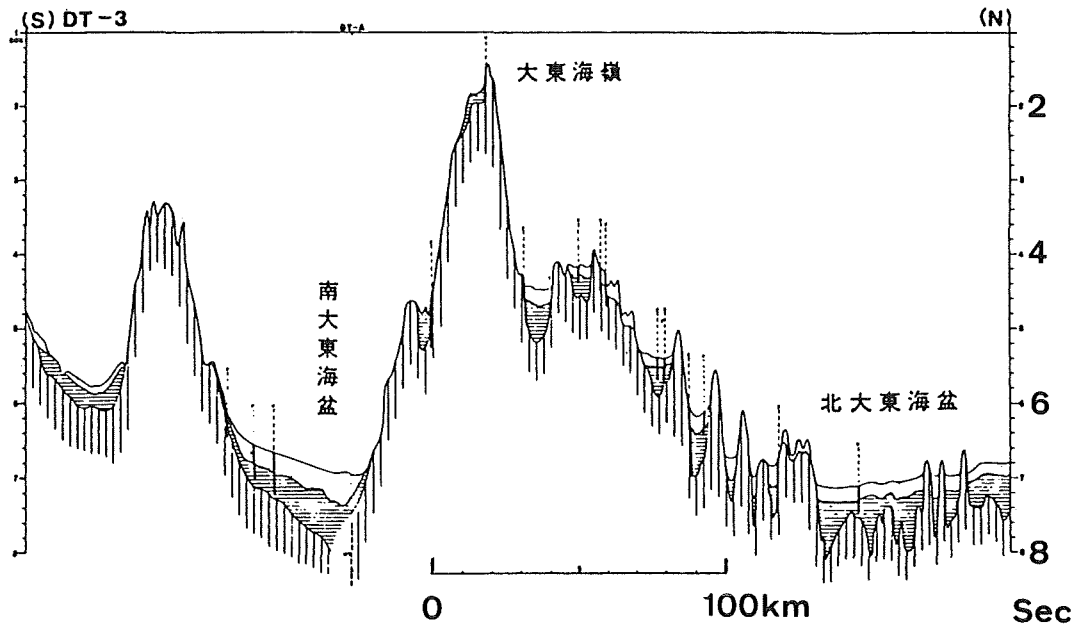


Figure 5. N-S profile of the Daito Ridge (after Iwabuchi et al., 1986)
Location of the profile is shown in Fig. 4 (line(1)).

喜界海盆は、南西諸島海溝、九州・パラオ海嶺及び奄美海台により囲まれる三角形状の海盆である。喜界海盆東縁の九州・パラオ海嶺との境には、奄美海台の東端を切るように南北方向に直線状に延びる比高800mの西落ちの急崖（北奄美海底崖、第4図のG）が発見された。

北大東海盆は奄美海台と大東海嶺に挟まれる水深5000mを越す海盆である。海盆西部には奄美海台と並走する東西方向の海山列、海盆南東部には大東海嶺と並走するN70° E方向の海山列が認められる。また、北奄美海底崖の南の延長に相当する位置に西落ちの急崖（南奄美海底崖、第4図のH）が発見された。音波探査記録断面をみると単に地形の段差があるだけでなく、北奄美海底崖と同じように急崖に沿って東側に音響基盤の高まりが延びており、断裂帯に似た様相を呈している（第6図）。この急崖の西側には東西方向に細長く延びたマイナーリッジが幾つか認められるが、急崖の東側は平坦な海底になっている。また、音響基盤も西側は起伏に富んでいるが、東側は平坦であり、急崖の両側で地質構造の違いが見られる。

南大東海盆は大東海嶺と沖大東海嶺に挟まれ、全体に北側に傾斜した水深5000mを越す海盆である。海盆内には数多くの海山・海丘が分布している。特に、大東海嶺の南側をN75° E方向に並走する海山列（長寿海山群）が目立っている。

フィリピン海盆の北西端ではN40° W方向に直線状に延びる比高600~1000mのマイナーリッジ&トラフ群の発達する特異な構造（南沖縄地塁・地溝地形区、第4図のI）が発見された（Kato, 1991）。

（地磁気異常）

奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺では、概ね北側に負、南側に正の正負一対の地磁気異常が地形の高まりに伴って帯状に数列伸びている。これらの海台、海嶺に伴う磁気異常の解析結果によれば、奄美海台の磁気基盤は磁化率が主として $2 \sim 8 \times 10^{-3} \text{emu}$ 、大東海嶺では $2 \sim 4 \times 10^{-3} \text{emu}$ 、沖大東海嶺では $1 \sim 3 \times 10^{-3} \text{emu}$ であり、奄美海台の北列と中列の小海嶺にやや高い磁化率の磁性岩体が見られる。

奄美海台の西方、南西諸島海溝から20kmの琉球弧前弧域の陸側斜面には、ダイポール地磁気異常が認められる（第7図）。これは、奄美海台の一部が既に南西諸島海溝から陸側斜面下に沈み込んでいることを示唆している。このダイポール異常の解析結果によると磁性岩体の上面深度は約8km、磁化率は奄美海台北列あるいは中列の磁性岩体と同程度の $7 \times 10^{-3} \text{emu}$ と推定され、トラフの北列又は中列の西側への延長部にあった海山が陸側斜面下に沈み込んだものと解釈される。さらに奄美海台北列の西側延長部ではダイポール地磁気異常を伴う海山がちょうど海溝軸を遮るように位置している（加藤ほか1989）。徳山（1985）は、奄美海台は現在琉球弧に衝突・付加しており、フィリピン海プレートと琉球弧の境界は地形的海溝軸より陸側に存在することを反射法音波探査記録等から推定している。大東海嶺においても正負一対の帯状の地磁気異常が海溝軸を越えて琉球弧の前弧域まで伸びている。大東海嶺でも奄美海台と同様に海嶺の西方延長部の沈み込みが起こっているものと思われる。

北大東海盆では、東西方向に伸びた縞状の地磁気異常が見られる。一方、南大東海盆では、全体として静穏な磁気異常であるが、長寿海山群の海山に伴って正負一対のダイポール異常が認められる。これらのダイポール異常には、現在の地球磁場の方向と一致するものと、北西—南東方向にずれているものが混じっており、海山の一部は帯磁した後に反時計回りに回転運動を受けたものと推定されている（植田ほか、1990、沖野・加藤、1992）。

フィリピン海盆北西端では、北西—南東方向に細長く伸びる振幅150nTの正異常が認められる。この磁気異常の解析結果によると、ここでは磁気基盤の段差数百メートルの南落ちの崖が推定されており（金子ほか、1989）、ブーゲー異常でも南側に基盤が深くなる構造を示している。

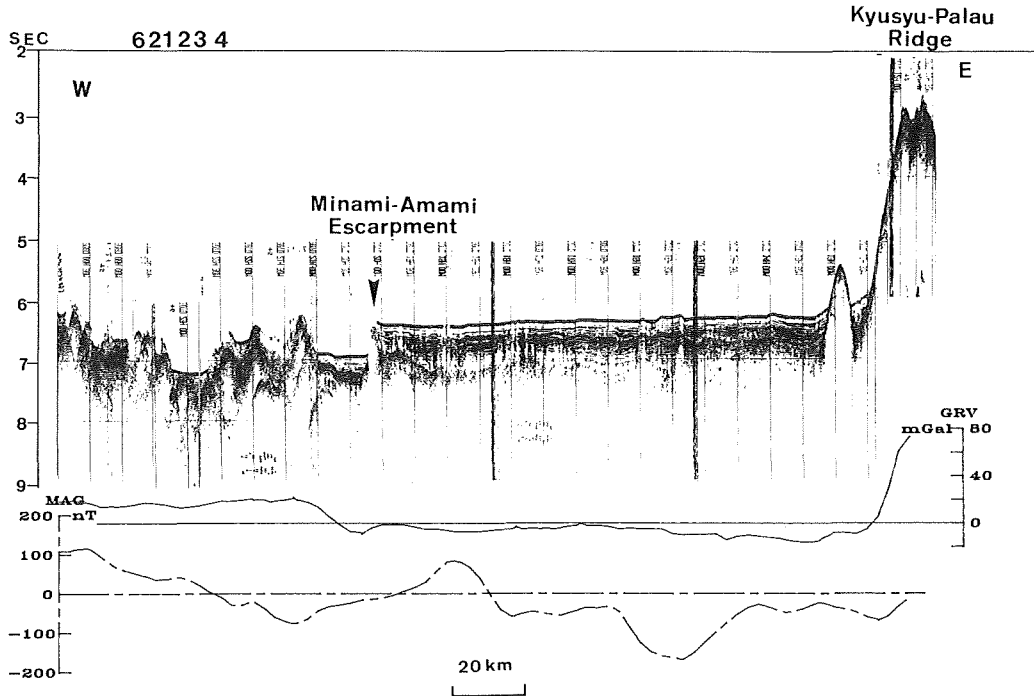


Figure 6. E-W profile of the Minami-Amami Escarpment. Location of the profile is shown in Fig. 4 (line (2)). Solid line: Free-air gravity anomaly, Broken line: magnetic anomaly

(重力異常)

フィリピン海盆北部には、奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺に伴って、最大100~130mGalの正のフリーエア異常域が存在する。一方、喜界海盆、北大東海盆は概ね0 mGalなのに対し、南大東海盆では-60mGalの負異常域が広がっている。

奄美海台では3列、大東海嶺東部、沖大東海嶺東部ではそれぞれ2列の帯状の正のフリーエア異常が配列しているのが注目される。これをブーゲー異常で見ると、奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺では200~300mGalの異常を示し、周囲の海底より相対的に100mGal以上も低異常域となっている。これは、堆積層の厚さやブーゲー密度の違いだけでは説明できず、海台、海嶺の下部で地殻が周囲の海盆域より厚くなっていることに由来するものと考えられ、これらが古島弧であるとする考えを支持するものである。なお、2列ないし3列に見えるフリーエアの正異常帯がブーゲー異常では一本の幅広い低異常帯にまとまっていることは、これらが列状の地殻構造を持つのではないことを示唆している。

喜界海盆の北奄美海底崖は、ブーゲー異常でも南北方向の段差を伴って南奄美海底崖に続いており、地形だけでなく地殻構造もここで急変していることを示唆している。

北大東海盆、南大東海盆は、どちらも水深が5000m程度の海盆であるが、フリーエア異常、ブーゲー異常には顕著な違いがある。すなわち、フリーエア異常が北大東海盆では概ね0 mGal程度であるのに対し、南大東海盆では-40~-60mGalに達する負の異常域となっている。ブーゲー異常でも北大東海盆は南大東海盆に比較して約60mGal大きい異常値を示している。両海盆の堆積層の厚さは大差ないことから、この違いは北大東海盆が南大東海盆に比べて地殻が薄いことに由来すると思われる。

また、南大東海盆では長寿海山群に伴って、60~100mGalの正のフリーエア異常が顕著であるのに対し、

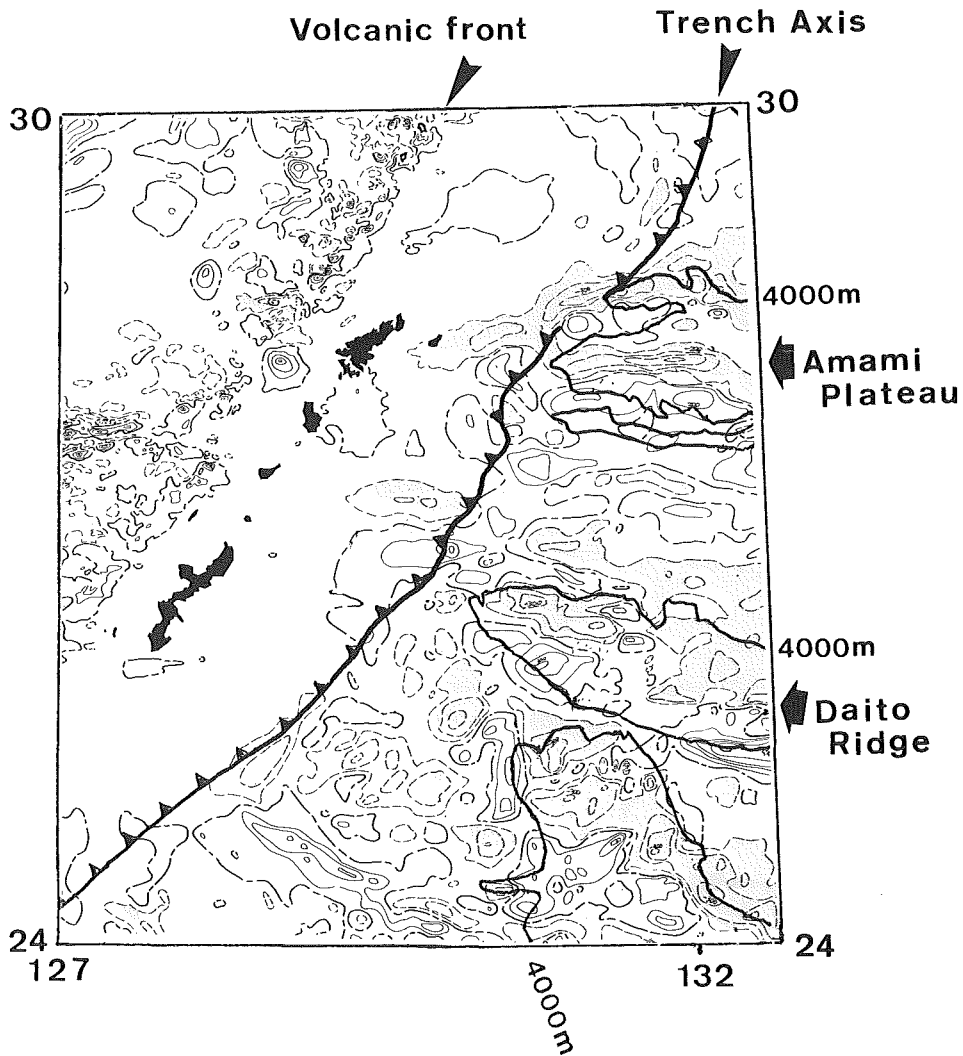


Figure 7. Magnetic anomalies along the Ryukyu arc-trench system.
 Contour interval : 100nT,
 Shaded area : less than -100nT

ブーゲー異常では周囲の海盆底よりもわずかに低い異常値を示すものの、大東海嶺や沖大東海嶺とは異なり長寿海山群に伴う異常はほとんど消えてしまっている。これは、海山の密度がブーゲー異常の計算に用いた密度 2.67g/cm^3 に近いことと、海山の下で局所的に地殻が厚くなっているような、いわゆる根の構造を持っていないことによるものと思われる。

沖大東海嶺より南側のフィリピン海盆では、 0 mGal に近い平坦なフリーエア異常であり、既に地殻均衡に近い状態であることを示唆している。

5-3 伊豆・小笠原島弧海溝系 (地形・地質構造)

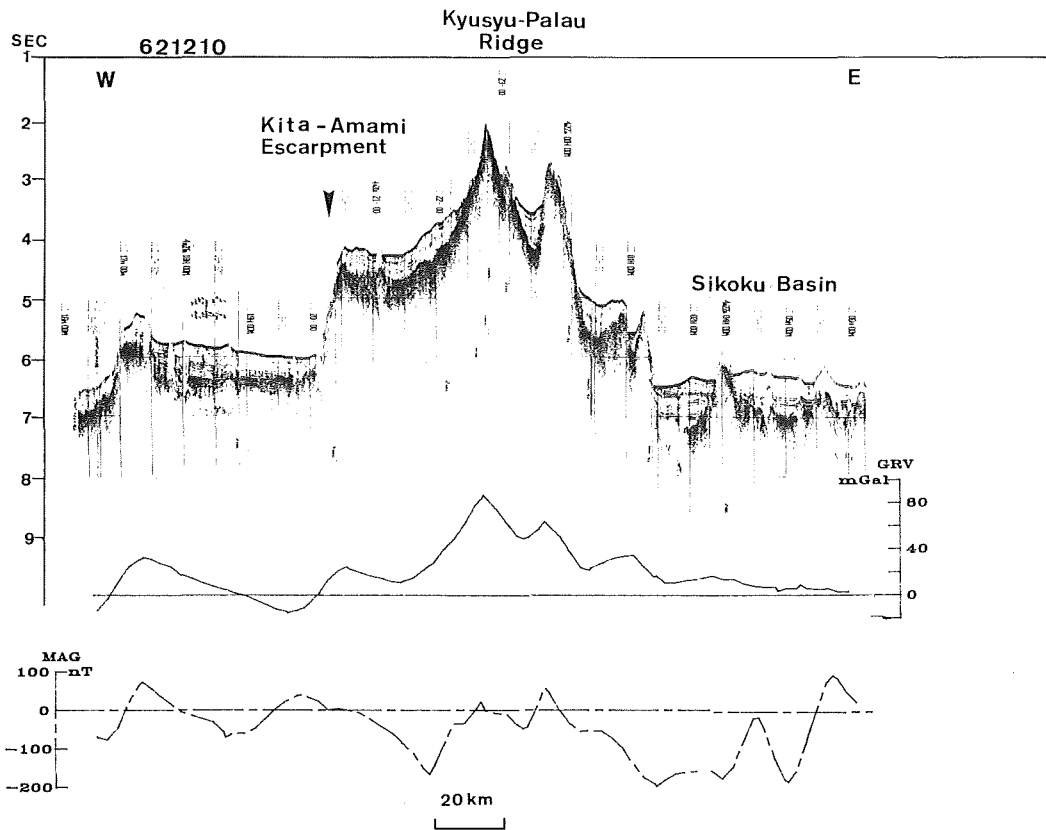


Figure 8. E-W profile of the Kyusyu-Palau Ridge. Location of the profile is shown in Fig. 4 (line(3)).
Solid line: Free-air gravity anomaly, Broken line: magnetic anomaly

九州・パラオ海嶺はフィリピン海を東西に二分する長さ2000kmを越す長大な海嶺であり、北緯24度付近の屈曲点より北では北北西-南南東方向の走向を持ち、南では北北東-南南西方向の走向となっている。屈曲点より北部では海嶺の東側は直線状に続く極めて急峻な階段状の断層崖（第4図のJ）を四国海盆との間に形成している（第8図）。この断層崖は約30Maの四国海盆拡大開始時にリフティングによりできた片側の崖がそのまま残されたものであり、もう一方の崖は西七島海嶺の後世の火成活動により消滅したものと考えられる（春日ほか, 1986）。また、九州・パラオ海嶺北部では海嶺の基部をなす土台の上に海山が載っているような構造を示し、海山は海嶺の走向に対しやや斜交する方向に配列しており、四国海盆側に向かって山体が大きい傾向がみられる。

四国海盆は南北にやや細い扇形の海盆で、北東側が浅く南西部に向かって深くなる傾向がある。北緯30度付近より南部では海盆の中央より九州・パラオ海嶺側にかけて非常に起伏に富んだ地形を示しており、北北西-南南東に延びる比高約500m~1000m、長さ30~50km、幅5~10kmのマイナーリッジ&マイナートラフが顕著である。ただし、九州・パラオ海嶺の屈曲点より南部では西七島海嶺南部の雁行配列と同方向の北北東-南南西に延びるマイナーリッジ&マイナートラフが出現してくる。四国海盆東部には西落ちの断層崖（第4図のK）が認められる。この断層を境に東側は地磁気の縞状異常が不明瞭になり、ブーゲー異常でもこの断層近傍で20~40mGalの段差で東側が低異常域となっていることから、この断層は四国海盆内の形成ステ-

ジが異なる海洋性地殻の境界であるだけでなく、四国海盆全体がアイソスタティックに沈降する際、東西の沈降の差によって海洋性地殻が破断された結果形成されたものと推定される。

西七島海嶺は四国海盆の東縁をほぼ南北方向に走る海嶺であり、北緯30度以北では東北東—西南西方向に海山が並ぶ雁行配列をなしている。個々の海山は南西側に向かって山体が大きくなる傾向にあり、九州・パラオ海嶺と四国海盆を挟んで一対の関係になっているのが興味深い。北緯30度から南では海山の雁行配列はやや不明瞭ながら北東—南西方向に変わり、北緯26度付近よりさらに南部では海山はなくなるが、北東—南西方向の構造的な谷（硫黄海底谷、第4図のL）が発達している。

七島・硫黄島海嶺は伊豆・小笠原弧の現世の火山フロントをなす活動的の海底火山列である。婦婦岩から西之島の間をほぼ一列に分布する七つの大きな海山は七曜海山列と命名され、長岡ほか（1991）は山頂部周辺の詳細な地形図を基にそれぞれの海山の地史について論じている。

伊豆・小笠原海溝は小笠原海台との会合部にある鞍部状の高まり（水深3200m）によりマリアナ海溝と分けられている。マリアナ海溝海側斜面には太平洋プレートの沈み込みに伴って北西—南東方向に走るベンディングフォールト（第4図のM）が発達している。

小笠原海台は台地の上に大小さまざまな海山群と地溝状の凹地を載せている。海台には非常に多数の断層が発達し、これらの断層の性質・分布等を分析した結果、小笠原海台はかつて東西に細長い太平洋プレート上の海山列が伊豆・小笠原弧との衝突により水平移動・集合したものであり、単一の大型海山ではないと推定されている（長岡ほか、1990）。

（地磁気異常）

九州・パラオ海嶺に伴ってダイポール異常が分布している。ただし、九州・パラオ海嶺北部においては、振幅の大きいダイポール異常の中心が海嶺の海山上に位置するのではなく、九州・パラオ海嶺と四国海盆との境界部の急崖上に位置しているのが注目される（第9図）。これらのダイポール異常は、九州・パラオ海嶺の尾根に位置する海底火山体に伴うものではなく、伊豆・小笠原弧にリフティングが起り、伊豆・小笠原弧から分離した九州・パラオ海嶺の東側に残されている島弧の割れ目に相当する急崖が形成されたときに発生したマグマの貫入による火成活動の痕跡を示すものと考えられる。これらのダイポール異常を伴う磁性岩体の磁化率は $2 \sim 4 \times 10^{-3} \text{emu}$ であり、中性～酸性岩に相当する。ただし、北緯24度付近の海嶺屈曲部により南側では、九州・パラオ海嶺東部の急崖が不明瞭になると同時に、上述のようなダイポール異常は認められなくなる。

四国海盆では、第9図にみられるように北緯26度付近より北側において、海底拡大の跡を示す顕著な縞状異常が認められ、地磁気異常の特徴は海盆西部、中部、東部で異なっている。これらの地磁気縞状異常のパターンから、海底拡大による四国海盆の形成が少なくとも三つの異なる段階を経たことが推定されている（春日ほか、1989；島川ほか、1990；沖野ほか、1991）。一方、北緯26度付近より南側では地磁気異常の分布が不明瞭になる。さらに南側の西マリアナ海盆との接続域では、北西—南東方向に伸びる弱い地磁気異常が分布している。この海域ではフリーエア異常の北東—南西方向の伸びと磁気異常の走向が斜交しており、地磁気異常の形成と地形及びフリーエア異常に見られる地質構造の形成時期が異なっているのかもしれない。

西七島海嶺の地磁気異常分布をみると、海嶺北部では東北東—西南西方向に小規模のダイポール異常が高密度に分布して雁行配列しているのに対し、北緯30度～27度では雁行配列の西端に孤立した規模のやや大きいダイポール異常が目立ち、さらに北緯27度より南側では振幅は小さいものの北東—南西方向に帯状に伸びる地磁気異常の雁行配列が認められる。このような地磁気異常の特徴から、西七島海嶺では北部と南部で磁

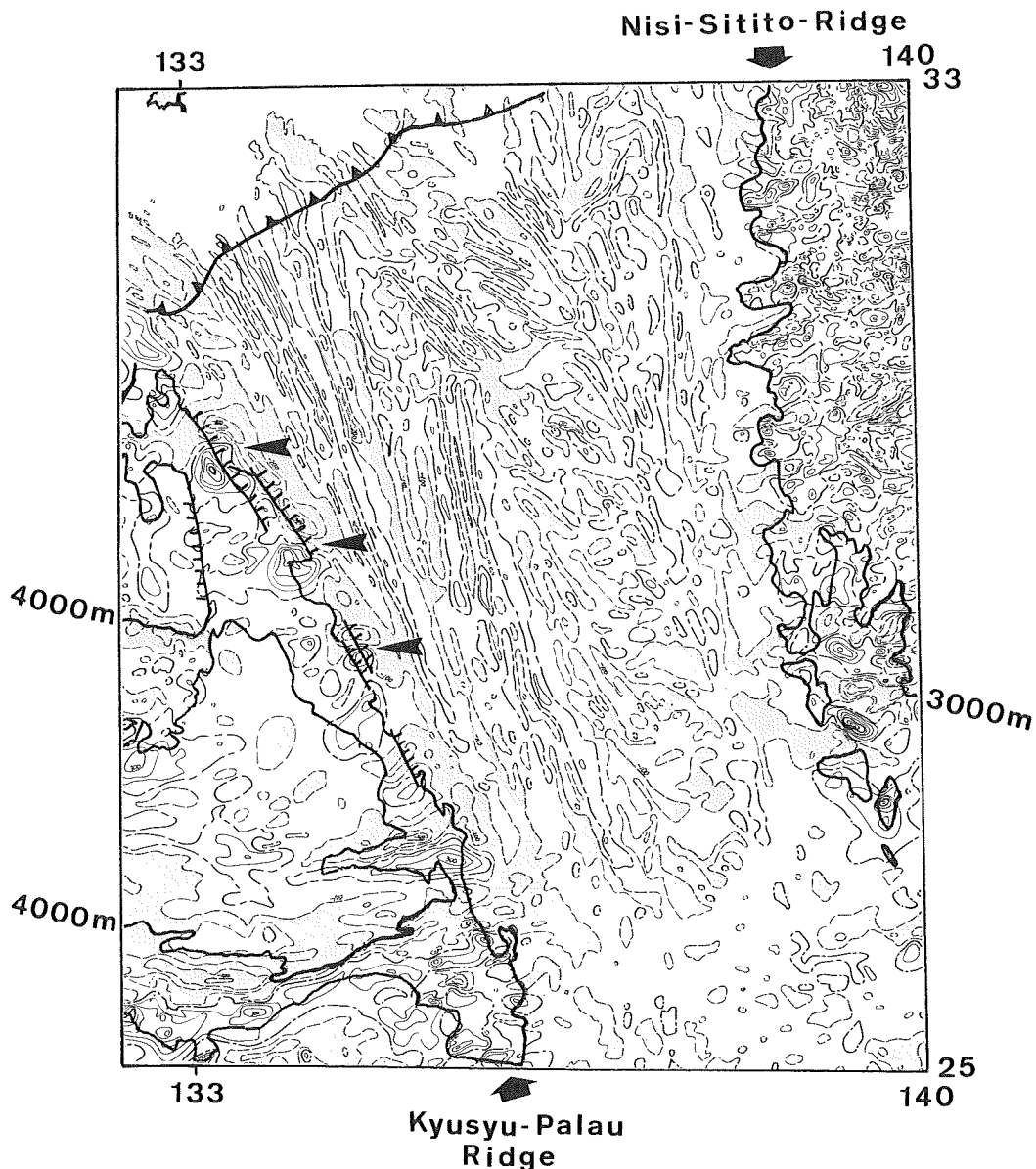


Figure 9. Magnetic anomalies in the Sikoku Basin.

Contour interval : 100nT, shaded area : less than -100nT.

Note several dipole-type magnetic anomalies along the escarpments of the eastern foot of the Kyusyū-Palau Ridge.

気基盤の性質、構造が異なっていることが予想される。

七島・硫黄島海嶺では、火山フロント上の海山列に沿ってダイポール異常が分布している。これらの海山の磁気基盤の磁化率は、 $2 \sim 10 \times 10^{-3} \text{emu}$ と分布の範囲が広く、酸性～中性～塩基性岩にいたる多様な磁性岩体の存在が予想される。西七島海嶺から西南西～東北東ないし西南～東北方向に伸びる雁行配列を示す地磁気異常は火山フロントを越えて前弧域の小笠原トラフまで達しており、現在の火山フロント形成以前に生じた磁性岩体の分布を示すものと考えられる。また、七島・硫黄島海嶺上の海山は雁行配列する磁気基盤の高まりが推定される線上に存在する。これは、雁行する背弧域の弱線と火山フロントの交点では、地殻が最も

弱くなり、そこに大きな海山ができやすいことによると解釈されている（金子ほか，1988）。

小笠原トラフでは、西七島海嶺と伊豆・小笠原海嶺の2列の顕著な地磁気異常帯に挟まれた磁気異常静穏域になっているが、トラフ南部の北緯25度付近では貫入火成岩体によると思われるダイポール異常も存在する。

小笠原海台には東西方向に伸びた正負一對の縞状の異常が配列しており、この異常の西端は伊豆・小笠原海溝軸部を越えて、小笠原海嶺にいたる陸側斜面にまで振幅を減じながら伸びている（第10図）。これは小笠原海台の一部が既に伊豆・小笠原海溝より陸側斜面の下に沈み込んでいることを示唆しているものとして興味深い。

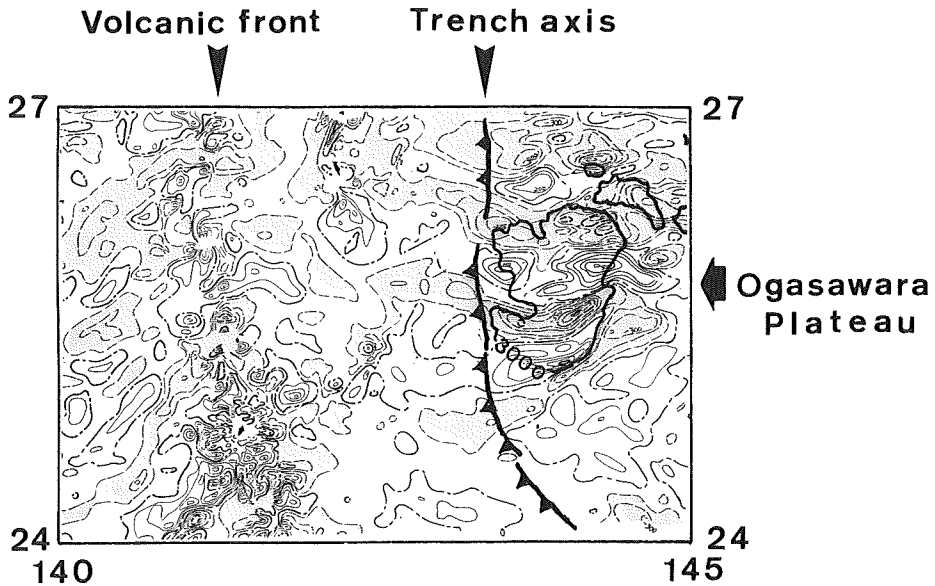


Figure10. Magnetic anomalies around the Ogasawara Plateau.
Contour interval : 100nT, shaded area : less than -100nT.

（重力異常）

九州・パラオ海嶺では、地形の高まりに対応して50~100mGal程度のフリーエア異常が見られる。ただし、フリーエア異常の大きいところは、九州・パラオ海嶺上の個々の海山毎に途切れており、海嶺の土台にあたる連続的な正異常域ははっきりしない。これに対し、ブーゲー異常では、九州・パラオ海嶺北端部から北緯26度付近の南高鵬海山まで、九州・パラオ海嶺東側斜面と四国海盆底との境界に沿って異常の急変ゾーンが連続的に続いている。これは、九州・パラオ海嶺北部では四国海盆に比べて地殻が厚くなっているためと考えられる。ただし、九州・パラオ海嶺が北北西—南南東方向から北北東—南南西方向に走行を変える北緯24度付近の屈曲点より南側ではブーゲー異常の急変ゾーンの連続性が悪くなり、海山列に伴って局所的な低異常域が点在するようになることから、この付近を境にして九州・パラオ海嶺の北側と南側で地殻構造の違いがあることを示唆している。

四国海盆では、フリーエア異常は概ね0 mGalに近い値を示し、フィリピン海盆と同様に既に地殻の均衡に近い状態であることを示唆している。一方、ブーゲー異常は、四国海盆の南西側に向かって徐々に異常値が大きくなる傾向が見られ、これは、堆積層が四国海盆の南西側に向かって薄くなっていることと調和している。また、四国海盆東端では東に向かってブーゲー異常が小さくなっており、西七島海嶺近傍で地殻が厚く

なっていることを示唆している。

西七島海嶺北部では、海山の高まりに伴って、100~120mGal程度の正異常が西南西一東北東方向に雁行配列している。ただし、北緯30度付近より南側では、フリーエア異常でみると西七島海嶺の連続性は不明瞭である。一方、ブーゲー異常では、海底地形やフリーエア異常に見られるような雁行配列は存在しないことから雁行配列構造が地下深部まで及んでいないことも考えられる。

七島・硫黄島海嶺では、火山フロント上の海山に伴って、100~140mGal程度の正のフリーエア異常が、ほぼ一直線上に約50km間隔で規則正しく分布しているのに対し、ブーゲー異常ではこれらの海山列に伴う局所的な異常はほとんど消えている。これは、九州・パラオ海嶺南部の海山列に伴って、周囲の海盆底より局所的な低いブーゲー異常が見られたのと異なっている。七島・硫黄島海嶺は海山の密度が2.60~2.75g/cm³程度で2.67g/cm³に近いものが多いこと（石原，1985）を考慮すると、島弧全体として根に当たる厚い地殻を有しているため、九州・パラオ海嶺南部に見られるような海山の局所的な根に当たる構造が顕著で無いことを反映していると考えられる。

小笠原トラフでは、最大120mGalに達する負のフリーエア異常が存在する。小笠原トラフの最深部は北緯28度付近に位置するのに対し、フリーエア異常は小笠原トラフ南部に向かって負の異常が大きくなり、北緯26度付近に負の最大となる点がある。ブーゲー異常もフリーエア異常と同じ地点で最小となっている。堆積層はトラフの南部に向かって厚くなるような傾向がみられないことから、小笠原トラフでは南部に向かって地殻が厚くなっていることを示唆しており、屈折法探査により得られたトラフの地殻構造（Katao, 1991）と調和的である。

小笠原海嶺では、フリーエア異常がきわめて大きく、300~380mGalの正異常を有する特異な海嶺であり、ブーゲー異常も海洋性地殻を持つと推定される四国海盆やフィリピン海盆と同程度、もしくはそれ以上の400 mGalに及ぶ大きさである。

小笠原海台では、100~160mGalのフリーエア異常が分布している。ブーゲー異常は周囲の太平洋底より低いことから、小笠原海台の地殻は標準的な海洋性地殻より厚いと考えられる。フリーエア異常では小笠原海台と伊豆・小笠原弧前弧域は切れているように見えるが、ブーゲー異常では、小笠原海台に伴う低異常域が海溝軸を越えて伊豆・小笠原弧前弧域まで続いているように見える。陸側斜面に地形の高まりが認められることや、小笠原海台に伴う地磁気の縞状異常が海溝軸を越えて伊豆・小笠原弧前弧域まで伸びていることを合わせて考えると、小笠原海台の一部が既に海溝から陸側斜面下に沈み込んで陸側斜面を變形させつつ、押し上げていると解釈できる。

6. 水深とフリーエア異常の相関からみた本州南方海域の特徴

本州南方海域は、二つの島弧海溝系とそれらに挟まれる縁海が存在し、地形・地質構造が非常に複雑に海域である。特に、フィリピン海北部には多くの海嶺・海台、海盆、トラフ等の名称を有する構成要素が存在する特異な海域である。しかも、これらの構成要素は、活動的な島弧や活動を終えて沈水した島弧等、性格が異なるものが混在している。ここでは、これらの構成要素の成因による性質の違いを見るひとつの試みとして、本州南方海域を地形により区分して、それぞれの地域について水深とフリーエア異常のメッシュ値から水深とフリーエア異常値の関係をグラフに表して、比較検討を行ってみた。

第11図にこれまでの大規模調査によりデータを取得した本州南方海域の水深とフリーエア異常値の相関を示す。この図はブーゲー異常値の算出に使用した、水深値とフリーエア異常値の3 km×3 kmメッシュ値約20

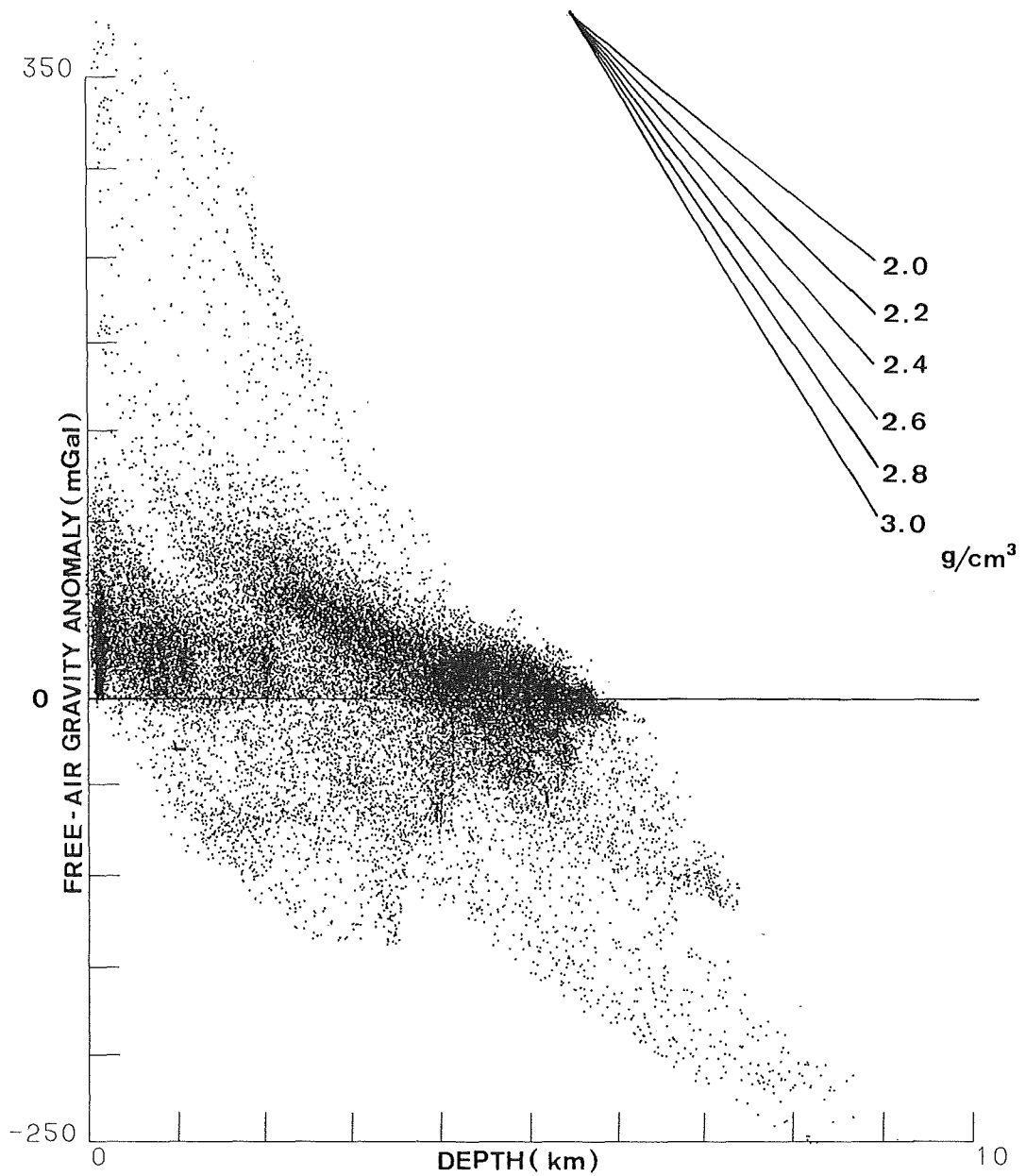


Figure11. Map showing the division of the surveyed area for the plotting of the correlations between bathymetry and Free-air gravity anomaly values

万個について、横軸に水深値、縦軸にフリーエア異常値をプロットしたものである。一般的に海底地形とフリーエア異常の相関を調べることはアイソスタシーの成り立っている度合いを知る目安となる(友田・藤本, 1982)。広い範囲にわたってアイソスタシーが十分に成立していれば、その地域では水深の大小にあまり関係なくフリーエア異常は一定に近くなる。第11図をみると、全体の傾向として水深が大きいほどフリーエア異常値は小さくなり、フリーエア異常値と水深値には負の相関がみられる。調査海域の中でフリーエア正異常のメッシュ値の最大は、小笠原海嶺の380mGal、最小(負の最大)は、伊豆・小笠原海溝及びマリアナ海溝の-200mGalである。メッシュの最大値と最小値とでは約600mGalもの大きな差があるが、フリーエア異常値の全体の平均値は0 mGalに近くなっている。しかし、本州南方海域の地形、地質構造は極めて複雑で、活動的な島弧・古島弧、沈み込み帯など性質の異なる地形要素が混在していることを反映して、フリーエア異常値は相当のばらつきがみられる。第11図からは地域毎の特徴が把握しにくいので、本調査海域を第12図のように主要な地形要素に分割して、それぞれの海域毎に水深とフリーエア異常の相関を調べた。さらに分割された海域を、(1)地形の高まりである島弧・海台・海嶺、(2)平坦な海域である海盆・トラフ・陸棚、(3)プレートの沈み込み帯である海溝・トラフの三つのグループに区分して、以下のように海域を分類した。

- (1) 島弧・海台・海嶺：琉球弧、奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺、九州・パラオ海嶺、西七島海嶺、七島・硫黄島海嶺、小笠原海嶺、小笠原海台
- (2) 海盆・トラフ・陸棚：東海陸棚、沖縄トラフ、北大東海盆、フィリピン海盆、四国海盆、小笠原トラフ
- (3) 海溝・トラフ：南西諸島海溝、南海トラフ、伊豆・小笠原海溝/マリアナ海溝

各海域の水深とフリーエア異常の相関の特徴を明瞭にするため、最小自乗法により、両者の相関を直線で近似して、これを上記の三つのグループに分けて第13図に示した。

まず、(1)のグループを見ると、底質資料やブーゲー異常の特徴等から古島弧と推定される奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺、九州・パラオ海嶺は極めて類似した傾きの小さい分布直線になっているのに対し、現世の活動的火山列よりなる七島・硫黄島海嶺は、古島弧群に比べて分布直線の傾きが明かに大きい。これらの直線の傾きは地形の高まりを構成する山体のみかけの密度の大きさを示す。一般的に、地形の規模が大きい場合は、みかけの密度は地殻の実際の密度に示すものではなく、アイソスタシーの成立具合を示す。古島弧群については直線の傾きから求められるみかけの密度が 1.7g/cm^3 程度であり、想定される地殻の密度に比べてはるかに小さいことは、古島弧群の高まりが既にある程度アイソスタシーに近付いた状態にあることを示唆している。フリーエア異常が0 mGalに対応する水深はどこも4000m付近に集中しているが、それより浅い海山では、七島・硫黄島海嶺の方が古島弧群よりフリーエア異常の値が大きくなっている。これは、プレートの沈み込みに伴う活動的な島弧が、背弧海盆の形成により二つに分離して背弧側の島弧が沈み込み帯から離れたり、沈み込み帯の消失などの原因により非活動的になると、沈み込み帯の支えがとれて、アイソスタティックに沈降するためと考えられる。沈降した古島弧の方が活動的な島弧に比べて分布直線の傾きが小さいことから、地形の高いところほど大きく差別的に沈降して、アイソスタシーの状態に近づいていくことが推測される。

西七島海嶺は、分布直線の傾きが大東海嶺群と同レベルに近い。西七島海嶺北部の海山で得られた玄武岩からは $2.2 \pm 1.1\text{Ma}$ という若いK-Ar年代が報告されているが(Yuasa, 1985)、重力異常からみると西七島海嶺は全体としては古島弧に近い性質をもつものと考えられる。

小笠原海台は周囲の海洋底よりブーゲー異常は小さく、海洋性地殻より厚い地殻を持つと考えられるが、分布直線の傾きが中性から酸性岩を主体とする古島弧群より大きいことは、小笠原海台が玄武岩質の基盤か

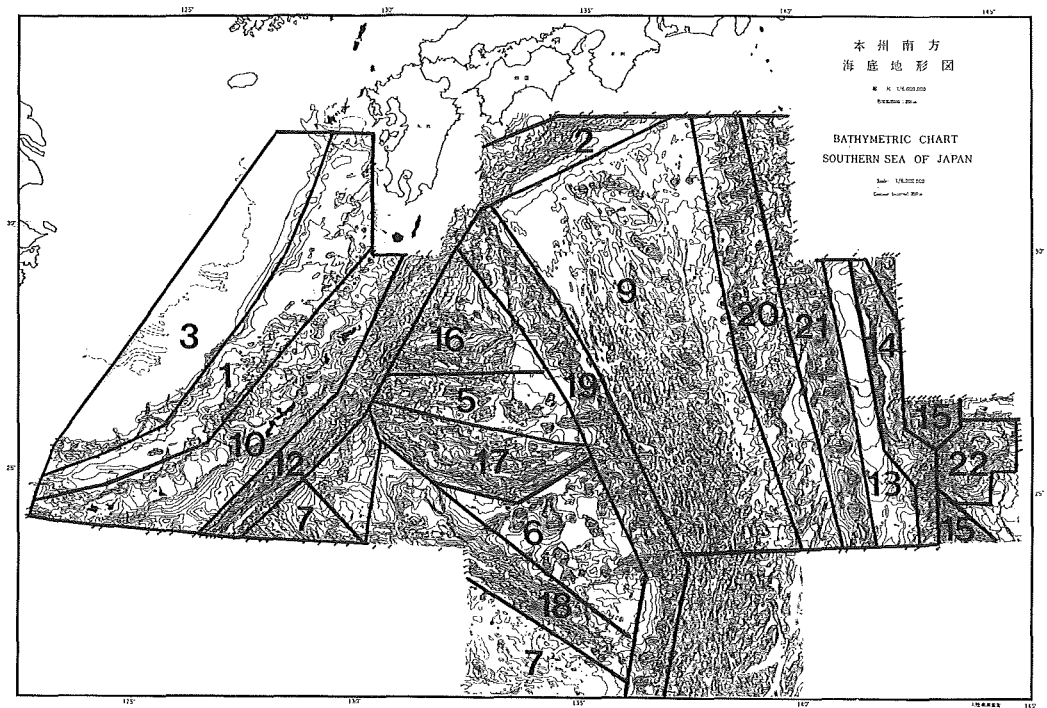


Figure12. Correlation between bathymetry and Free-air gravity-anomaly values in the whole surveyed area

1:Okinawa Trough, 2: Nankai Trough, 3 : Tunghai Shelf, 5: Kita-Daito Basin, 6: Minami-Daito Basin, 7:Philippine Basin, 9: Sikoku Basin, 10: Ryukyu Arc, 12: Nanseisyoto Trench, 13: Ogasawara Trough, 14: Ogasawara Ridge, 14: Izu-Ogasawara Trench, 15 : Izu-Ogasawara/Mariana Trench, 16: Amami Plateau, 17: Daito Ridge, 18: Oki-Daito Ridge, 19: Kyusyu-Palau Ridge, 20: Nisi-Sitito Ridge, 21: Sitito-Iozima Ridge, 22: Ogasawara Plateau

ら構成されていること（長岡ほか，1990）に関係していると推測される。

小笠原海嶺は他の海嶺と比較して高い正のフリーエア異常を有する特異な海嶺であることが明瞭である。海嶺北部における屈折法音波探査の結果から，海嶺の下部でモホ面が上昇していると推測されているが（Hino et al. 1991），地殻隆起の原因についてはまだ良く分かっていない。

次に(2)のグループをみると，全体として水深0から6000mの範囲でフリーエア異常は0 mGalか，ごく弱い正異常の範囲に納まっているが，南大東海盆と小笠原トラフはこれらの傾向から外れている。海洋性地殻を有すると考えられている四国海盆，フィリピン海盆は，水深が4000～5500mの範囲でフリーエア異常が0 mGalに近く，概ねアイソスタシーに近い状態であると思われる。

これまで性格が不明確であった北大東海盆と南大東海盆とでは分布直線の傾向に違いが見られる。北大東海盆は四国海盆，フィリピン海盆に類似した分布曲線を持つことから，これらと同じく海洋性地殻を有する可能性が考えられる。南奄美海底崖より西側の北大東海盆は，海底拡大の痕跡と思われるマイナーリッジ&トラフ及び縞状の地磁気異常を有するなど，四国海盆と類似した背弧海盆としての特徴を持つこともこれに

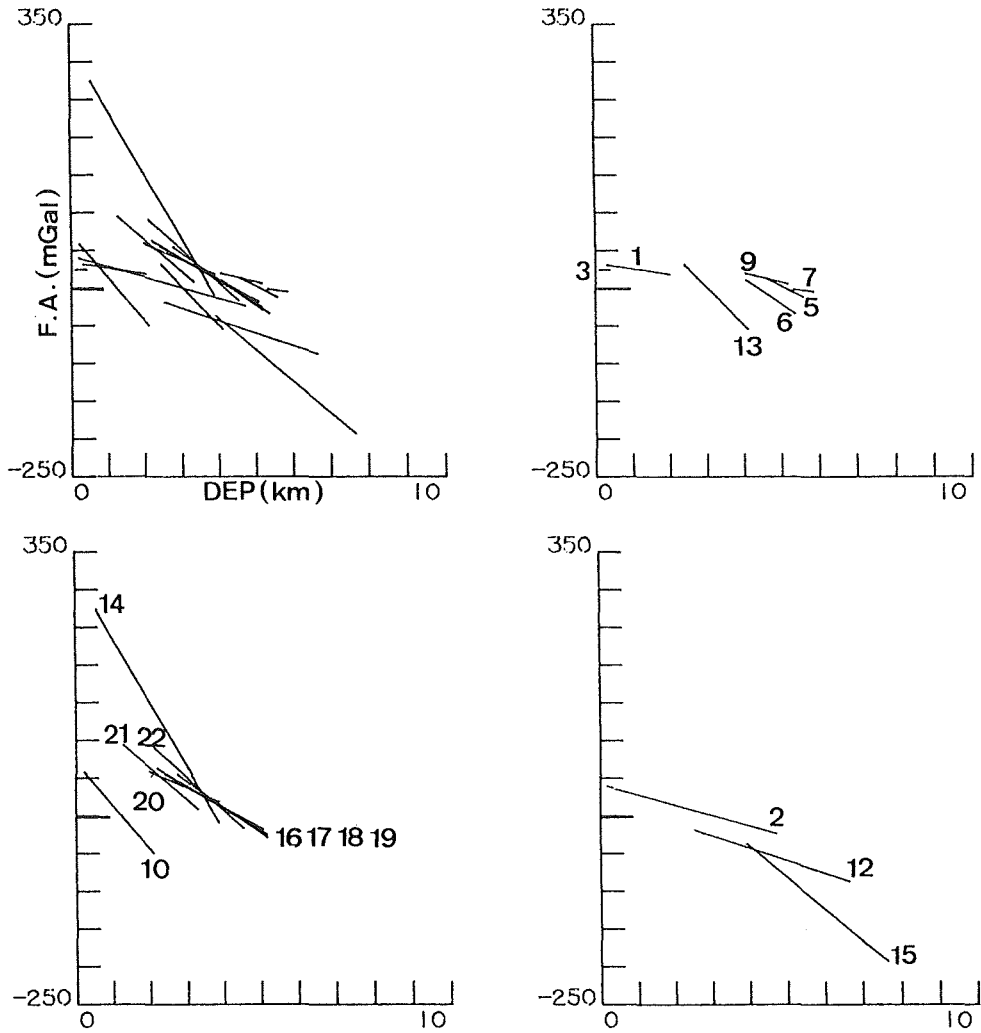


Figure 13. Least square fit of the correlations between topography and Free-air gravity-anomaly values for the each divided area shown in Fig. 12. The line number in this figure corresponds to the area number shown in Fig. 12.

調和的である。さらに、北大東海盆と大東海嶺の境界は、地壘・地溝よりなる階段状の地形を呈する（岩渕ほか、1986）。このような地形は四国海盆と九州・パラオ海嶺との境界に見られる階段状の急崖と類似しており（第5図及び第8図）、島弧が割れて背弧海盆が形成されるときに生じたりフティングの崖が残されたものではないかと推測される。これに対して、南大東海盆は水深の範囲は4000~5500mと狭いものの、その分布直線の傾きは他の海盆よりは古島弧のグループのものに近い。したがって、南大東海盆は海洋性地殻をもつと推定される北大東海盆西部とは異なり、島弧的地殻構造を持つ海盆であると予想され、フリーエア異常やブーゲー異常が四国海盆、北大東海盆等に比べて小さいことや海底拡大の痕跡を示唆する縞状の地磁気異常及びマイナーリッジ&トラフ群が見られないことと調和している。

また、沖縄トラフと小笠原トラフには顕著な違いがある。琉球火山列の背後に隣接して島弧的火成活動とそれに伴うリフティングなどの地殻変動が進行中である沖縄トラフでは（大島ほか、1988）、水深500~2000

mの範囲で水深の大小にほとんど関係なく（分布直線の傾きが0に近く）、フリーエア異常は10~30mGalに分布しているのに対し、小笠原トラフでは分布直線の傾きが大きく、負異常の顕著な南大東海盆よりさらに水深に比してフリーエアの負の異常が極めて大きくなっている。小笠原トラフと類似のフリーエア負異常の顕著な海盆として、琉球弧前弧域の沖縄・宮古深海平坦面がある。どちらもブーゲー異常図でも周囲より相対的に低い異常域がはっきりと残っており、火山フロントより海溝側にある前弧海盆の成因に関係が深いと思われる。

なお、(3)のグループでは沈み込むプレートの年代が古い順に、水深とフリーエアの負異常の絶対値がともに大きい傾向にある。

7. まとめ

本州南方海域は、二つの活動的な島弧一海溝系と数多くの海盆、海台、海嶺、海山列等が分布しており、極めて複雑な様相を示している海域である。このような複雑な地形、地質構造は、本州南方海域の地史が単純でないことを示唆しており、島弧一海溝一背弧海盆系のテクトニクス研究を発展させる上でも、非常に重要な海域と言える。本論では当海域の包括的な地史を論じるまでには至らなかったが、大陸棚調査プロジェクトによる詳細な調査により、本州南方海域の地球物理学的特徴がある程度明確になってきた。以下に幾つかの重要と思われる点を挙げる。

- (1) 琉球島弧海溝系と伊豆・小笠原島弧海溝系ではどちらも火山フロントに伴うダイポール異常列とその背弧側に杉型に雁行配列する地磁気異常により特徴付けられている。火山フロントに伴うダイポール異常列の振幅、分布範囲・密度は伊豆・小笠原弧の方が明らかに大きく、両島弧の火成活動の強さの違いを示唆している。
- (2) 大東海嶺群や九州・パラオ海嶺ではブーゲー異常が周囲の海盆に比べて100mGal程度低い値になっており、これらの地形の高まりにおいて地殻が周囲の海盆より厚くなっていることを示している。また、九州・パラオ海嶺と四国海盆、大東海嶺と北大東海盆、沖大東海嶺とフィリピン海盆との境界ではブーゲー異常が120mGal以上もシャープに急変しており、これらは海洋性地殻と島弧性地殻との境界に対応する地殻構造の急変帯と考えられる。
- (3) ブーゲー異常の急変する九州・パラオ海嶺北部の東側斜面は階段状の急崖で四国海盆と境されている。この急崖は、伊豆・小笠原弧にリフティングが起こり九州・パラオ海嶺が伊豆・小笠原弧から分離し始めたときの島弧の割れ目の跡が残されたものであり、リフティング時の火成活動の跡を示唆するダイポール地磁気異常も急崖に沿って分布している。大東海嶺北側の北大東海盆に至る斜面にも類似した特徴がみられる。
- (4) 四国海盆中・北部には明瞭な地磁気異常の縞模様が認められ、中・南部ではマイナーリッジ&トラフ群が発達している。縞模様のパターン等から、四国海盆は島弧のリフティング後に3つの異なる海底拡大様式を経て形成されたと推定される。
- (5) 南西諸島海溝と奄美海台、大東海嶺が会合する海域では、陸側斜面における地形の高まり、ダイポール地磁気異常、局所的な低ブーゲー異常域の存在等の特徴を有する。これは、奄美海台や大東海嶺の西側延長部が既に南西諸島海溝から陸側斜面下に沈み込んで陸側斜面の一部を変形・隆起させていることを示唆している。伊豆・小笠原/マリアナ海溝に小笠原海台が会合する海域でもこれに類似した現象が見られる。

おわりに

1983年から開始した測量船「拓洋」による大陸棚調査は、1990年3月までに調査日数が合計904日、総測線長は約13万8千海里に及んでおり、外洋域においてこれほど広範囲の系統的な海底調査が実施されるのは初めてである。大陸棚調査によって沖縄トラフに伊是名海穴が発見されたことがその後の潜水船調査等による日本近海で初の海底熱水鉱床の発見に大きく寄与したように、大陸棚調査で得られた均質で精度の高いデータは、今後とも多くの調査・研究に役立つものと期待される。

これまでに本調査に尽力された測量船「拓洋」船長以下乗組員の方々と大陸棚調査全般にわたりご指導頂いている奈須紀幸東京大学名誉教授、石和田靖章資源観測解析センター顧問、友田好文東京大学名誉教授、小林和男東京大学教授に深く感謝いたします。

**大陸棚調査室員（*印は平成3年度の室員）

大島章一，中嶋暉*

池田清，沖野睦登*，荻野卓司，桂忠彦，加藤茂，毛戸勝政，高梨政雄，平尾昌義*，掘井孝重，

池田耕作，鶴沢良文*，内田摩利夫，岡崎勇，川尻智敏，小山薫，島川康江（旧性金子），

登崎隆志，林田政和，永野真男，山内明彦*

岩淵洋，小川正泰，河合晃司，篠美幸，霜島史郎*，瀬田英憲，長岡信治，寺井賢一*，宗田賢二

参考文献

- 相場惇一・関谷英一：南西諸島周辺海域の堆積盆地の分布と性格，石油技術協会誌，44，5，p.97—108，（1979）
浅田昭・中西昭：シービームデータによる海底地形図の作成，水路部研究報告，21，p.89—112，（1986）
Bhattacharyya：Magnetic anomalies due to prism shaped bodies with arbitrary polarization, Geophysics, 29 p.517—531（1964）
Chamot-Rooke, N., V., Renard and X., Le Pichon：Magnetic anomalies in the Shikoku Basin; A new interpretation, Earth and Planetary Science Letters, 83, p.214—228,（1987）
萩原幸男：地球重力論，共立全書，共立出版，242p.（1978）
Herman, B. M., R. N. Anderson and M. Truchan：Extensional tectonics in the Okinawa Trough, Mem. Amer. Assoc. Pet. Geol. Bull., 29, p.199—208,（1978）
Hino R., A., Nishizawa, K., Suyehiro and H., Kinoshita：Deep seismic crustal structure beneath the Bonin Trough, Tectonophysics, 200, p.249—266,（1991）
石原丈実：小笠原弧の海山の重力異常，月刊地球，7—12，p.689—693，（1985）
岩淵洋・永野真男・桂忠彦：大東海嶺周辺海域の地質構造発達史，水路部研究報告，21，p.49—64，（1986）
岩淵義郎：水路部の火山噴火予知計画，水路部研究報告，25，p.1—72，（1989）
Letouzey, J. and M. Kimura: Okinawa Trough Genesis: Structure and evolution of back-arc basin developed in a continent, Marine and Petroleum Geology, 2, p.111—130,（1985）
金子康江・大島章一・小川正泰・河合晃司：フィリピン海25°Nのトランセクト III. 地磁気・重力，地震学会講演予稿集，1，p.136（1988）
金子康江・大島章一：水路部における海底地磁気観測の現状，月刊地球，8—9，p.538—542,（1986）
Karig, D. E.：Basin genesis in the Philippine Sea, Init. Rep. Deep Sea Drilling Project, 31, p.857—879,（1975）

- 桂忠彦・大島章一・荻野卓司, 池田清, 永野真男, 内田摩利夫, 林田政和, 小山薫, 春日茂: 沖縄トラフ南西部海域の地質・地球物理学的諸性質, 水路部研究報告, 21, p.21—48, (1986)
- 春日茂・岩淵洋・加藤茂: 四国海盆・西マリアナ海盆接続部における海底調査成果, 水路部研究報告, 22, p.113—134, (1987)
- 春日茂・金子康江・加藤幸弘・加藤茂: 四国海盆の形成過程, 地震学会講演予稿集, 1, p.35, (1989)
- Katao H., R., Hino, H., Kinoshita and S., Nagumo: Crustal structure of the Bonin Trough, *Tectonophysics*, 181, p.345—350, (1990)
- Kato S.: A geomorphological study on the classification and evolution of trenches around Japan, *Rept. Hydrographic Researches*, 25, p.1—57, (1991)
- Kato, S., S., Kasuga, Y., Shimakawa, Y., Kato and H., Seta: Consinental Shelf Survey Project of Japan, *Proceedings of the Fourth Pacific Congress on Marine Science and Technology*, p.79—84, (1990)
- 加藤幸弘・岩淵洋: 沖縄トラフ, 伊是名海穴の海底地質について, 海洋科学技術センター試験研究報告, 第5回「しんかい2000」研究シンポジウム, p.71, (1988)
- 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年学術大会, p.469, (1989)
- 木村政昭・加藤祐三・田中武男・仲二郎・蒲生俊敏・山野誠・安藤雅孝・上田誠也・酒井均・大森保・井沢英二・兼永勝・小野朋典・押田淳: 沖縄トラフ中央地溝の研究, 海洋科学技術センター試験研究報告, 第3回「しんかい2000」研究シンポジウム, p.165—196, (1987)
- Kinoshita, H.: Paleomagnetism of sediment cores from Deep Sea Drilling Project Leg 58, Philippine Sea, In Klein, G., K., Kobayashi et al., *Initial Rept., DSDP*, 58, p.951—962, (1980)
- 小林和男: フィリピン海の海底地学, 地質学論集, 第22号, p.159—165, (1983)
- Kobayashi, K. and M., Nakada: Magnetic anomalies and tectonic evolution of the Shikoku Inter-Arc Basin, *J. Phys. Earth*, 26, p.391—402, (1978)
- 小林和男・中村一明: 縁海拡大のテクトニクス, *科学*, 53, p.448—455, (1983)
- 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)
- Murauchi, S., Den., N., Asano, S., Hotta, H., Yoshii, T., Asanuma, T., Hagiwara, K., Ichikawa, K., Sato, T., Ludwig, W. J., Ewing, J., Edgar, N. T. and Houtz, R. E.: Crustal structure of the Philippine Sea, *J. Geophys. Res.*, 73, p.3143—3171, (1968)
- 長岡信治・内田摩利夫・春日茂・金子康江・加藤幸弘・河合晃司・瀬田英憲: 小笠原海台のテクトニクス, 水路部研究報告, 25, p.73—92, (1990)
- 長岡信治・沖野郷子・加藤茂: ナローマルチビーム測深機による伊豆・小笠原弧中部の海底火山地形図, 水路研究報告, 27, p.145—172, (1991)
- 沖野郷子・島川康江・長岡信治: 四国海盆の形成, 地球惑星科学関連学会, 共通セッション予稿集, p.197, (1991)
- 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, (印刷中), (1992)
- 大島章一: 沖縄トラフの海底は拡大していない, *科学*, 57—2, p.105—109, (1987)
- 大島章一・高梨政雄・加藤茂・内田摩利夫・岡崎勇・春日茂・川尻智敏・金子康江・小川正康・河合晃司・瀬田英憲・加藤幸弘: 沖縄トラフ及び南西諸島周辺海域の地質・地球物理学的調査結果, 水路部研究報告, 24, p.19—43, (1988)
- 瀬野徹三・丸山茂徳: フィリピン海のテクトニクス, *地学雑誌*, 94—3, p.1—15, (1985)
- Shih, J.: Magnetic lineations in the Shikoku Basin, In *Init. Repts. DSDP*, 58, p.783—788, (1980)
- 島川康江・長岡信治・春日茂: 四国海盆の形成過程, 地震学会講演予稿集, 1, p. (1990)

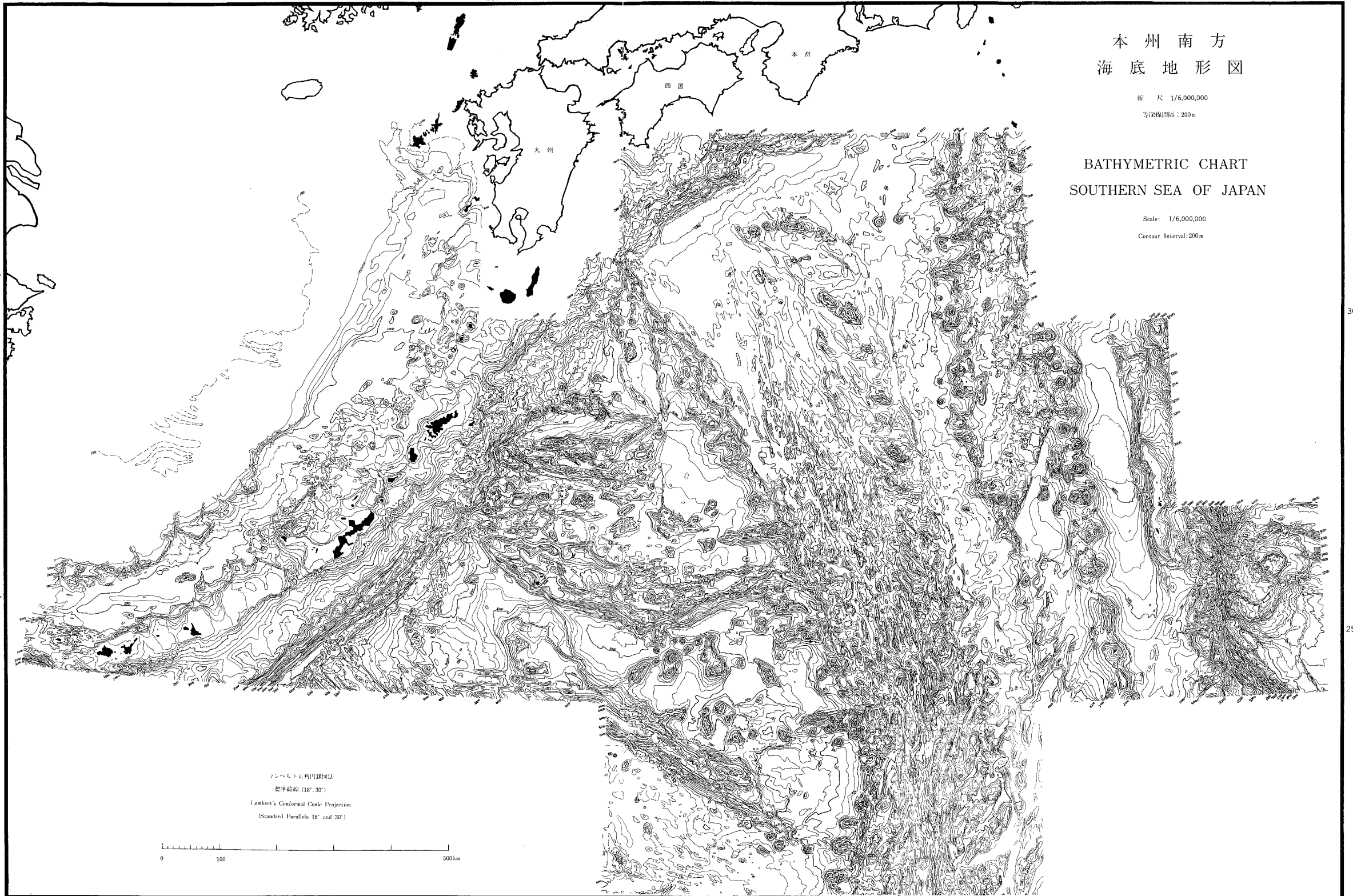
- 玉木賢策・井上英二・湯浅真人・棚橋学・本座栄一：小笠原弧の第四紀背弧拡大活動の可能性について，地球，3，p.421—432，(1981)
- 田中武男・満澤巨彦・堀田宏：沖縄トラフ伊平屋小海嶺東部の1988年潜航調査について，海洋科学技術センター試験研究報告，第5回「しんかい2000」研究シンポジウム，p.267—282，(1989)
- 徳山英一：大東海嶺域の発達史，地震学会講演予稿集，1，p.100，(1983)
- 徳山英一：奄美海台と琉球弧の衝突，月刊地球，7—12，p.700—708，(1985)
- 友田好文・藤本博巳：西太平洋の重力異常とその成因の考察，最近の海底調査 その2，日本水路協会，p.1—20，(1982)
- Uyeda, S. and MaCabe, R. : A possible mechanism of episodic spreading of the Philippine Sea, "Accretion Tectonics in the Circum-Pacific Regions, edited by M. Hashimoto and S. Uyeda, p. 291—306, (1983)
- 植田義夫・熊川浩一・春日茂：大東海嶺周辺の海山の磁気異常とテクトニクス，水路部研究報告，26，p. 241—260，(1990)
- Yuasa, M. : Sofugan Tectonic Line, a new tectonic boundary separating northern and southern parts of the Ogasawara (Bonin) Arc, northwest Pacific. In Nasu, N. et al. eds. : Formation of Active Ocean Margins. Terra Pub. Tokyo, p.483—496, (1985)
- 湯浅真人：日本近海の海底熱水活動—伊豆・小笠原海域を例に一，地学雑誌，95—7，p.32—40，(1986)
- 湯浅真人・村上文敏：小笠原弧の地形・地質と孳婦岩構造線，地学雑誌，94—2，p.47—66 (1985)

本州南方
海底地形図

縮尺 1/6,000,000
等深線間隔: 200m

BATHYMETRIC CHART
SOUTHERN SEA OF JAPAN

Scale: 1/6,000,000
Contour Interval: 200m



ランペルト正角円錐図法
標準緯線 (18°、30°)
Lambert's Conformal Conic Projection
(Standard Parallels 18° and 30°)



本州南方
地磁気全磁力異常図

縮尺 1/6,000,000

等値線間隔: 100nT

実線は正異常、破線は負異常を示す

TOTAL MAGNETIC INTENSITY
ANOMALY CHART
SOUTHERN SEA OF JAPAN

Scale: 1/6,000,000

Contour Interval: 100 nT

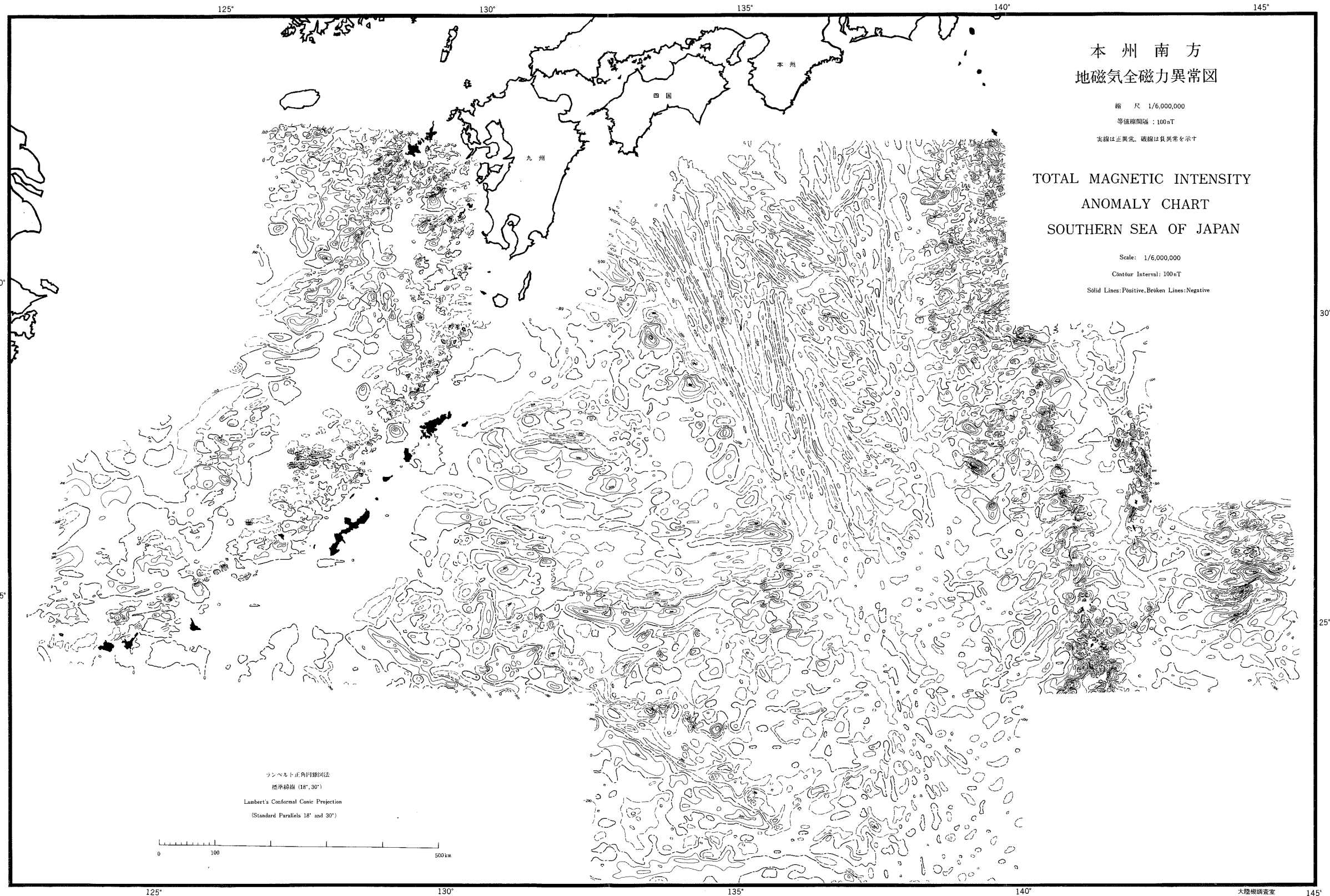
Solid Lines: Positive, Broken Lines: Negative

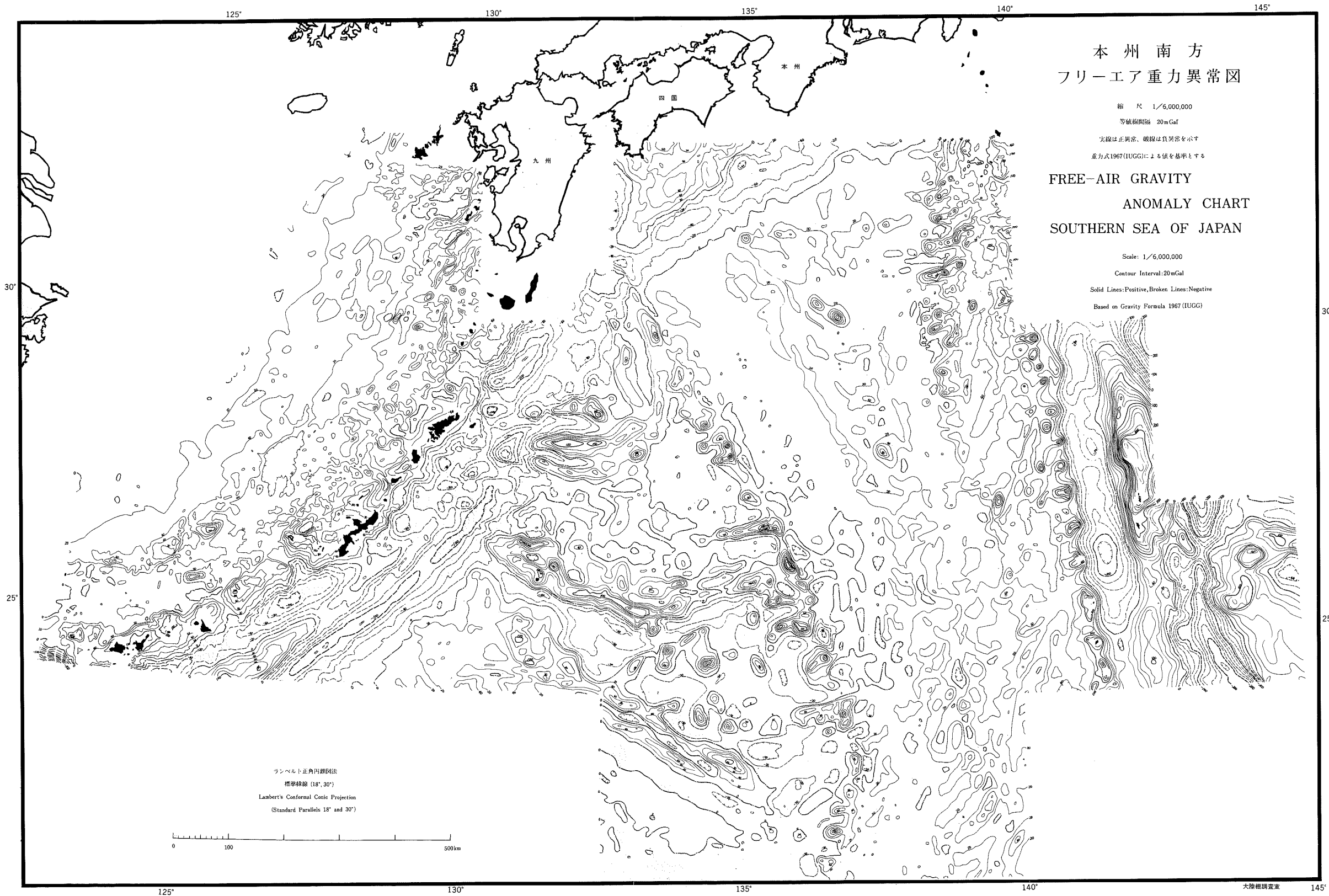
ランベルト正角円錐図法

標準緯線 (18°, 30°)

Lambert's Conformal Conic Projection

(Standard Parallels 18° and 30°)





本州南方
フリーエア重力異常図

縮尺 1/6,000,000
等値線間隔 20mGal

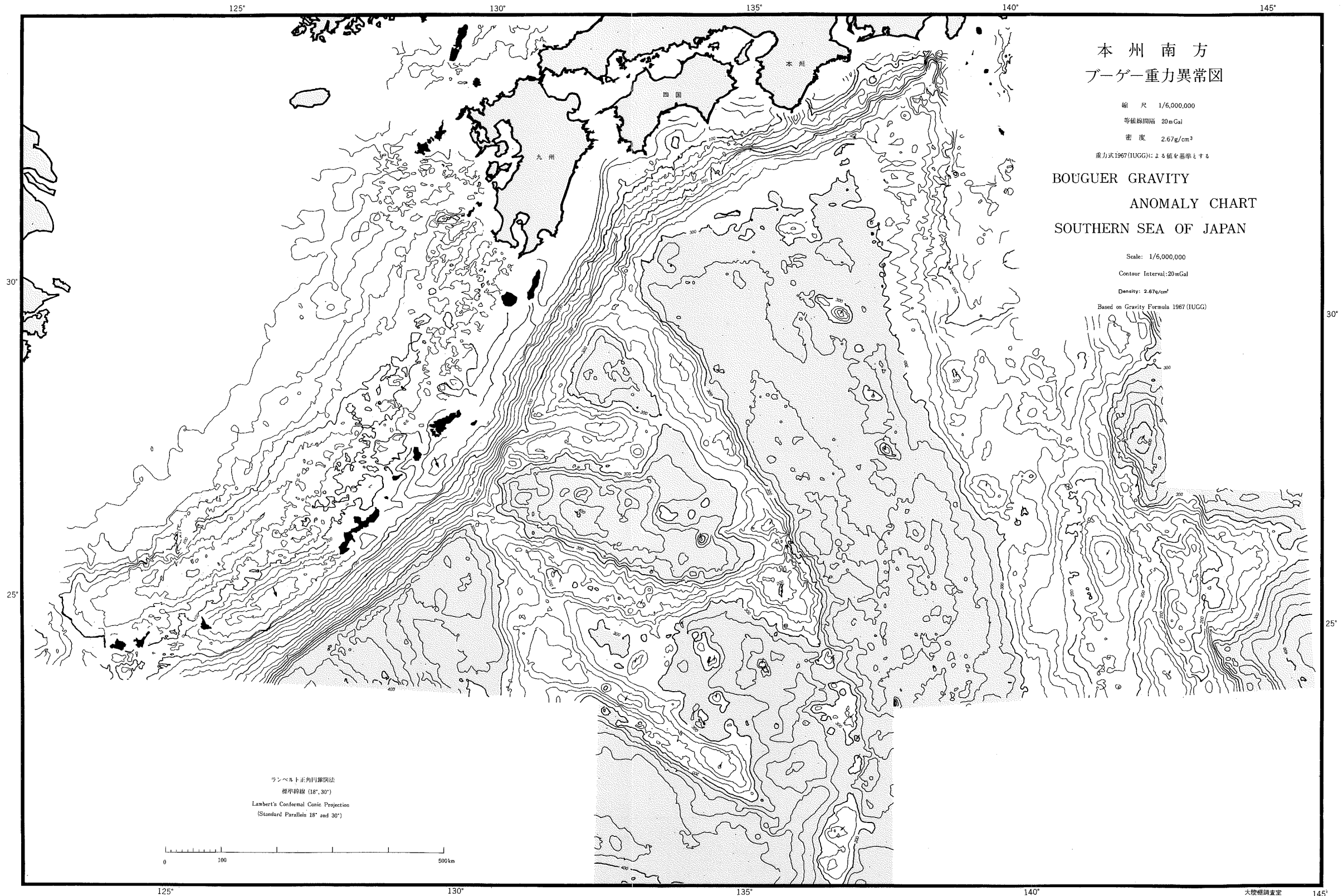
実線は正異常、破線は負異常を示す
重力式1967 (IUGG)による値を基準とする

FREE-AIR GRAVITY
ANOMALY CHART
SOUTHERN SEA OF JAPAN

Scale: 1/6,000,000
Contour Interval: 20mGal
Solid Lines: Positive, Broken Lines: Negative
Based on Gravity Formula 1967 (IUGG)

ランペルト正角円錐図法
標準緯線 (18°, 30°)
Lambert's Conformal Conic Projection
(Standard Parallels 18° and 30°)





本州南方
ブーゲー重力異常図

縮尺 1/6,000,000
 等値線間隔 20 mGal
 密度 2.67 g/cm³
 重力式1967(IUGG)による値を基準とする

BOUGUER GRAVITY
 ANOMALY CHART
 SOUTHERN SEA OF JAPAN

Scale: 1/6,000,000
 Contour Interval: 20 mGal
 Density: 2.67 g/cm³
 Based on Gravity Formula 1967 (IUGG)

ランペルト正角円錐図法
 標準緯線 (18°, 30°)
 Lambert's Conformal Conic Projection
 (Standard Parallels 18° and 30°)

