

## 日本近海地磁気・重力異常図の刊行と日本南方海域の地磁気異常分布<sup>†</sup>

春日 茂, 林田政和, 大陸棚調査室員\*

### PUBLICATION OF GEOMAGNETIC AND GRAVITY ANOMALY CHART AND CHARACTERISTICS OF THE MAGNETIC ANOMALIES IN THE SOUTHERN WATERS OF JAPAN<sup>†</sup>

Shigeru KASUGA, Masakazu HAYASHIDA, Member of Continental Shelf Surveys Office\*

#### Abstract

The Hydrographic Department of Japan (HDJ) has published a new magnetic map and free-air gravity map at a scale of 1 : 3,000,000 by compiling large amounts of data sets.

The data source of these two maps are mainly composed of homogeneous and high-resolution data collected by the Continental Shelf Surveys Project which has been carried out by the HDJ since 1983, and other data sets provided by Japan Oceanographic Data Center. The maps cover vast area of southern waters of Japan, including two island arc-trench systems, from East China Sea, northern Phillippine Sea to Northwest Pacific Basin.

This paper introduces the outline of the above published maps and summarizes the characteristics of magnetic anomalies and tectonic features related to island arc volcanic activities and seafloor spreading. The type of volcanic activities on several remnant or active island arcs and other submarine elevations are classified into three groups in terms of the characteristics of magnetic anomalies. The difference of these types might be dependent on the distribution of zones of crustal weakness.

Evolutionary process of seafloor spreading in the back arc basins and deep ocean floor are discussed by comparing the pattern of the lineated magnetic anomalies in the Shikoku Basin and Northwest Pacific Basin. Magnetic anomalies show back arc basins tend to have more complicated history of seafloor spreading.

#### 1. はじめに

海上保安庁水路部は、1982年に採択された海洋法条約をうけて大陸棚の範囲の確定と大陸棚の管理、開発、利用のためのデータの整備を目的として、大陸棚調査プロジェクトを開始した(Sato and Oshima, 1988)。1983年以来、測量船「拓洋」により日本南方海域において精密で均質な海底地形、地質、地磁気、重力等のデータが整備されてきた(春日他、

1992)。水路部では、この10年間に大陸棚調査により蓄積された地磁気、重力データに加えて、縮尺20万分の1の大陸棚の海の基本図刊行のために実施された一世代前の大陸棚調査プロジェクトのデータ(大島, 1987, Ganeko and Harada, 1982), 更に, JODC(日本海洋データセンター)に保管されている内外の調査研究機関のデータを編集して、1994年2月に縮尺300万分の1の「日本近海地磁気異常図第2」および「日本近海重力異常図第2」を刊行することに

<sup>†</sup> Received 25th January 1994

\* 大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office.

なった。これらの図は西から東シナ海、フィリピン海北部、北西太平洋にいたる日本南方海域の広大な範囲を含んでいる。

本稿ではこれらの図の概要を紹介するとともに、地磁気異常図から明らかにされた日本南方海域の地磁気異常の分布の特徴とそれから推定される磁性岩体の分布とテクトニクス等について概説する。重力異常の分布に関しては、別の機会に述べることにしたい。

## 2. 図の仕様とデータのソース

地磁気異常図、重力異常図の縮尺は300万分の1、図法はメルカトル図法であり、図の範囲は北緯18度から35度まで、東経120度から150度までの範囲である。これまで水路部では、縮尺300万分の1の海底地形図シリーズとして、日本近海海底地形図第1から第4（図の番号は6301から6304）までの4枚を既に刊行している（Fig.1太枠の範囲）。今回は日本近海海底地形図第2（6302）と同じ範囲、縮尺、図法で、地磁気・重力異常図を初めて刊行することになり、

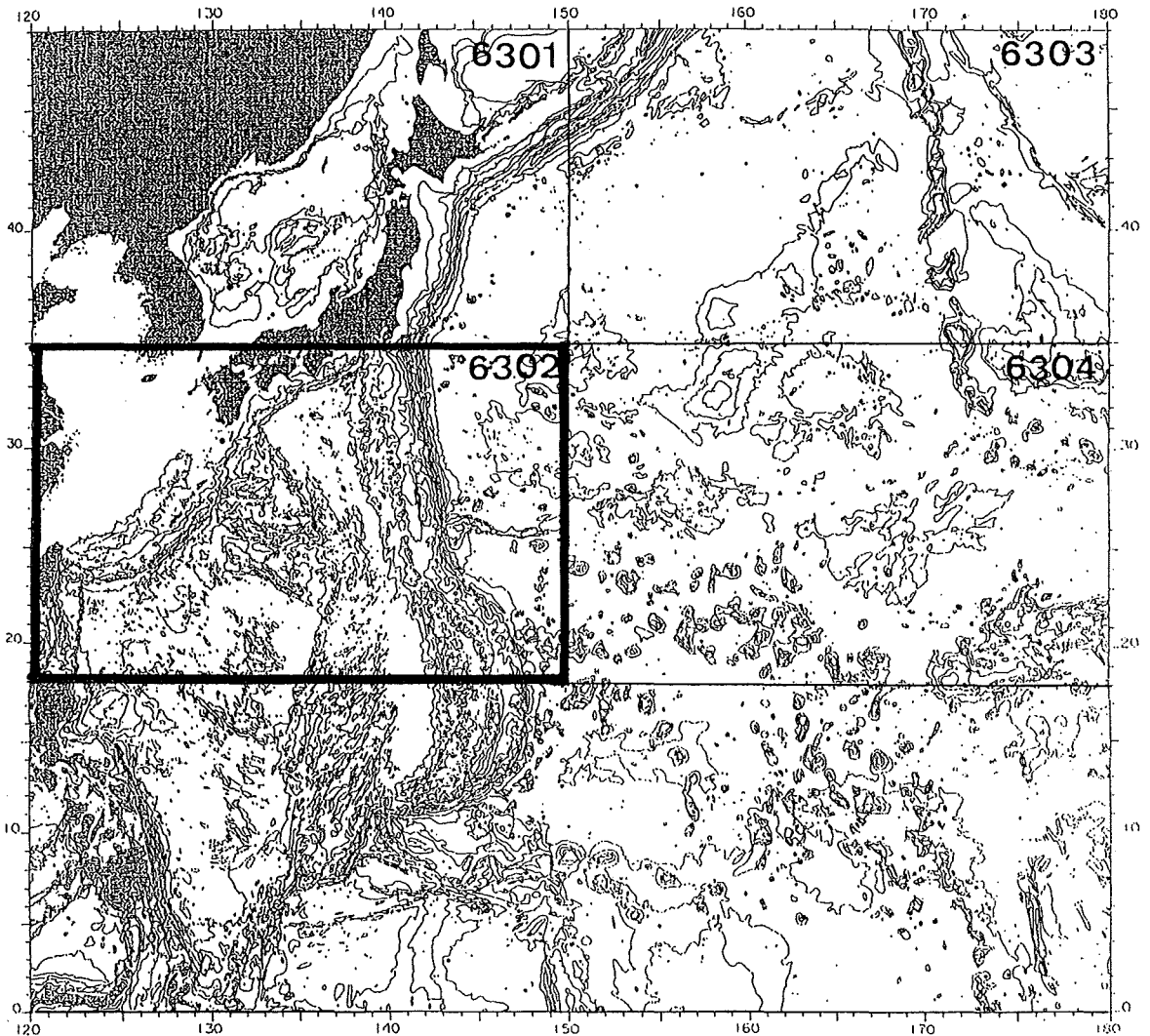


Fig. 1 Index map of published bathymetric chart 6301 to 6304 superposed on GEBCO bathymetric chart.

図のタイトルと番号はそれぞれ、日本近海地磁気異常図第2 (6302M), 日本近海重力異常図第2 (6302G) となる。なお、日本近海海底地形図第2 (6302) については、来年度改版する予定である。

地磁気異常図は海上磁力計により測定された全磁力値から標準磁場の値を差し引いて算出された全磁力異常値をもとに作成された。コンター間隔は100 nT であり、16種類の色に段彩する。これに1000 m 毎の地形のコンターが加刷されている。

一方、重力異常図は海上重力計により測定された重力値から標準重力を差し引いたフリーエア異常値をもとに作成された。フリーエア異常のコンター間隔は10 mGal であり、14種類の色に段彩され、地磁気異常図と同様に1000 m 毎の地形のコンターが加刷されている。

データのソースについては、水路部が1983年から開始した縮尺50万分の1の大陸棚調査プロジェクトによる第29回までの調査海域データを中心に、これに1960年代に開始された縮尺20万分の1の大陸棚プロジェクトのデータを加えた。測線間隔は前者の調査が5ないし6海里間隔、後者は概ね2海里間隔である。さらにJODCに保管されている内外の機関によるクルーズデータを加えた。地磁気異常図の陸域については、地質調査所の200万分の1地質編集図(23)「日本の磁気図」(牧野ほか、1992)を基に編集した。重力異常図の陸域については、地質調査所(駒澤ほか、1992)が、国土地理院(Geographical Survey Institute, 1985)及び新エネルギー開発機構(1987)による広域重力図のデータに、地質調査所、金属鉱業事業団等のデジタルデータを加えて編集したブーゲー異常値による。

海域のデータの密度はFig. 2の航跡図に示されるように、水路部による大陸棚調査でカバーしたところは均質で300万分の1の縮尺には十分な密度を持っており、また、データの精度は地磁気で数nT、フリーエア異常で1~数mGal以内にほぼ納まっている。これに対し、大陸棚調査でカバーされていない海域は、多数の機関によりそれぞれ異なる時期に

測定されたデータにより構成されている。これらの海域では測線の密度、クルーズ毎のデータの整合性も不十分であった。図の編集の際に必要なに応じてデータの取舍選択やクルーズ毎のレベル調整を行ったが、地磁気異常図では大陸棚調査海域とその区域外の海域との間に多少の段差が生じている海域もある。全般的に均質で高密度なデータを有する大陸棚調査海域に比べて、大陸棚調査区域外の図の精度はかなり劣っている。

日本近海地磁気異常図(6302M)、同重力異常図(6302G)の図は、大陸棚調査海域を含め、日本南方海域を広くカバーしている。琉球弧-西南日本と続く島弧-海溝系と伊豆・小笠原/マリアナ島弧海溝系を含んでおり、その間に大東海嶺群やフィリピン海盆、図のほぼ中央を南北に走る九州・パラオ海嶺、四国海盆、西マリアナ海盆等、海嶺や背弧海盆を多く含んでいる。

Fig. 3は、地磁気異常図と重力異常図に加刷されている水深1000 m 毎の海底地形図である。この図に日本南方海域の海底地形の特徴はよく表現されており、二つの島弧・海溝系中心にこれに付随する海嶺や背弧海盆、海山列等が多く存在する複雑な地形を呈している。また、四国海盆や西マリアナ海盆等の背弧海盆には、海底拡大の地形的な痕跡と考えられるマイナーリッジ&トラフ群(岩淵、1982)で特徴づけられる起伏の多い地形が表わされている。

Fig. 4とFig. 5に日本近海地磁気異常図第2、同重力異常図第2を示す。原図は多色刷りであり、これに1000 m 毎の海底地形のコンターが加刷されている。

### 3. 地磁気異常分布の概要

日本南方海域の地磁気異常は、Fig. 4に見られるように、全体として非常に複雑で変化に富んだ分布を示している。Fig. 6に地磁気異常のパターンを見やすくするため、データ密度の高い大陸棚調査海域について正負の異常域をそれぞれ塗りつぶした図に海溝軸と火山フロントの位置を記入した図を示す。

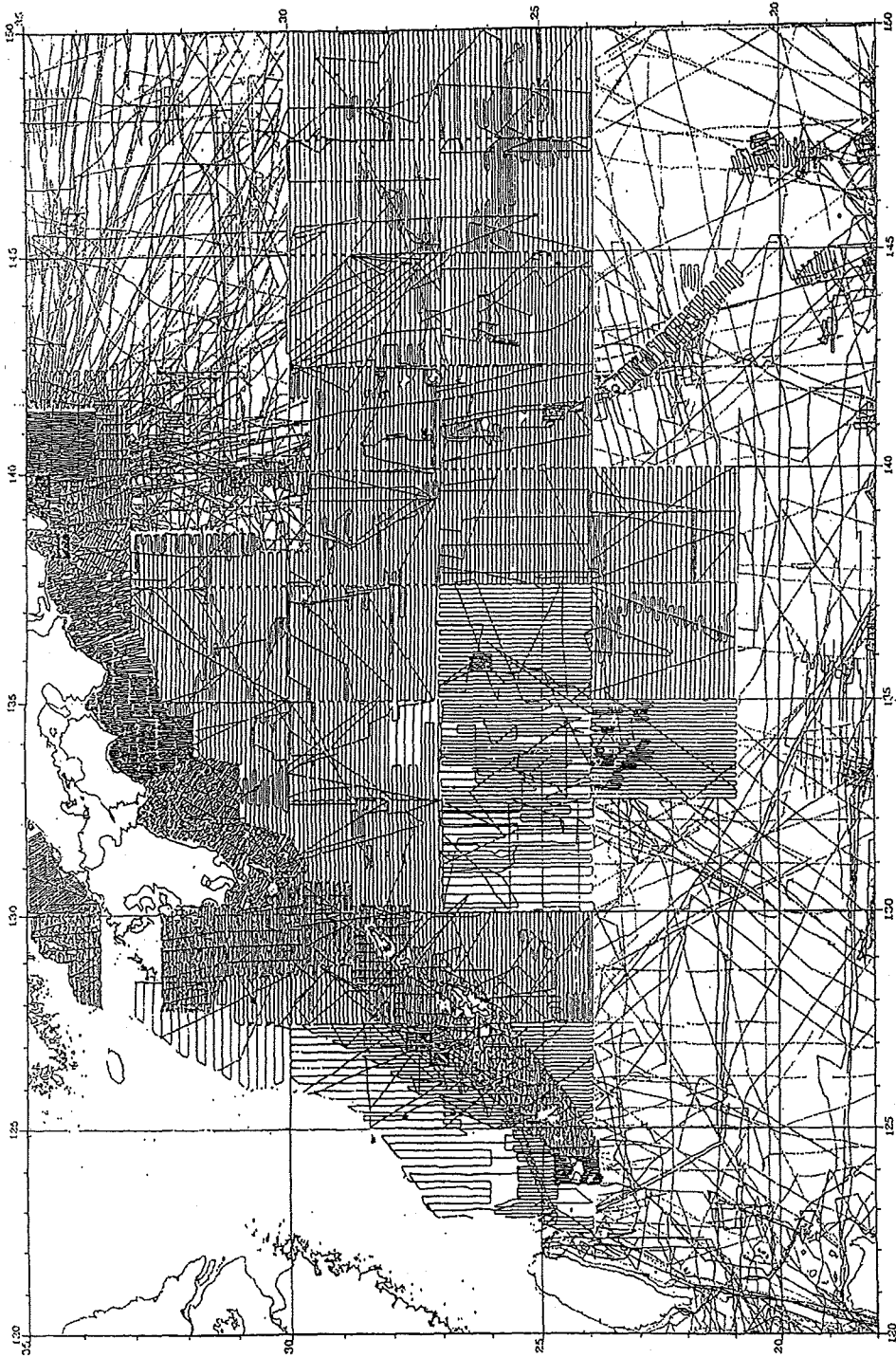


Fig. 2 Shipborne gravity survey tracklines used for compilation of the gravity anomaly chart.

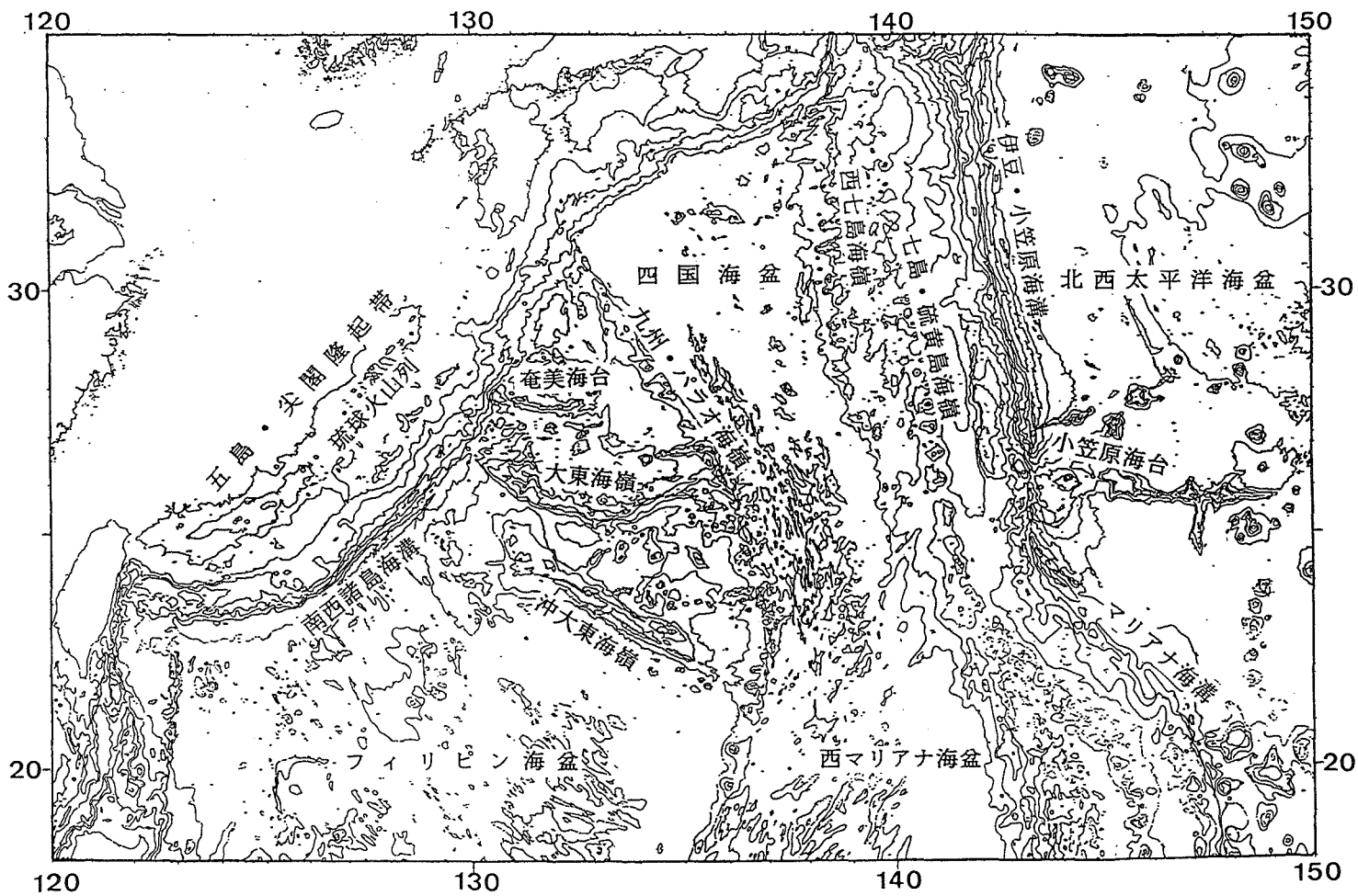


Fig. 3 Bathymetric chart with major topographic names. Contour interval is 1,000 m.

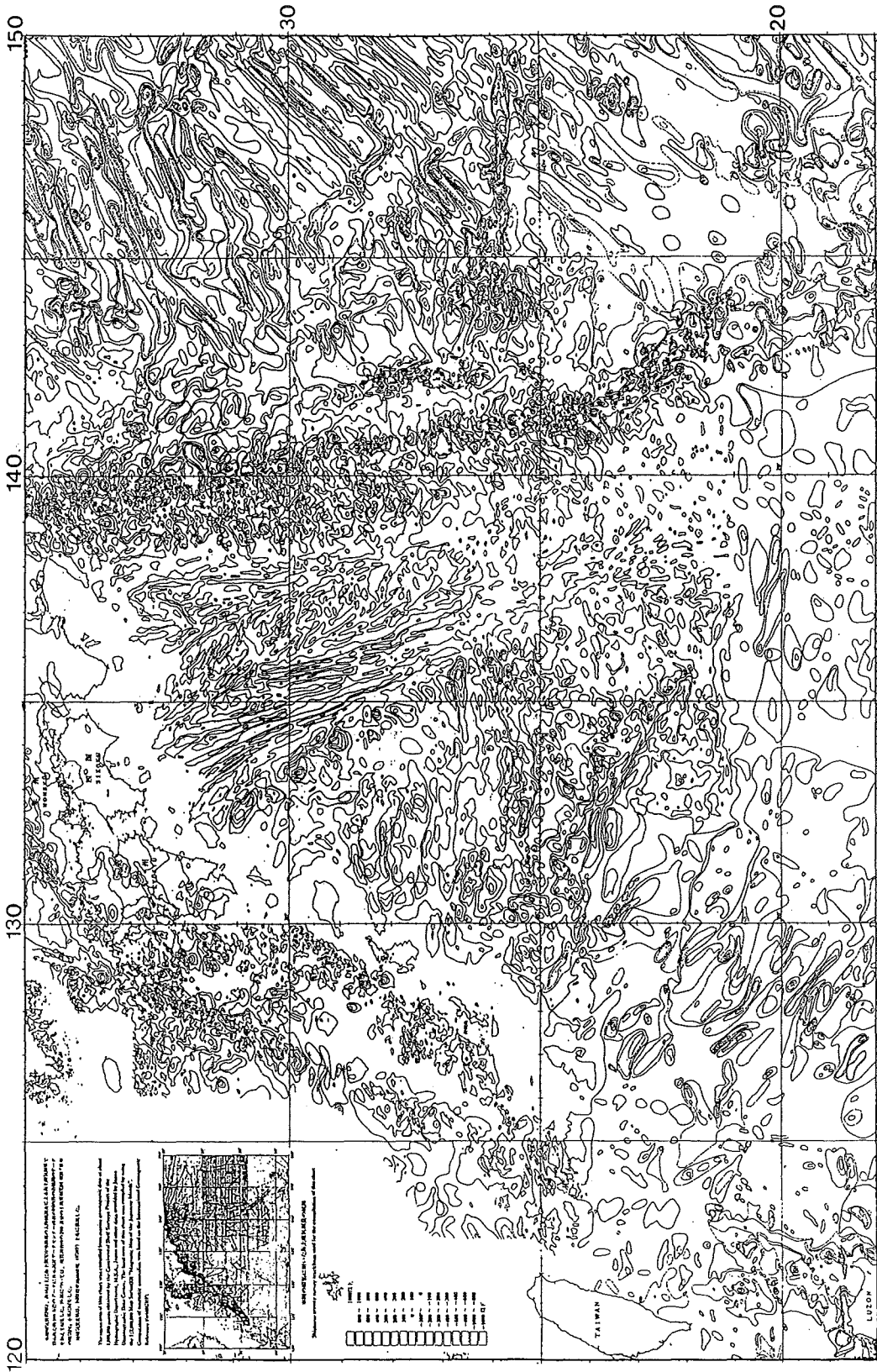


Fig. 4 Magnetic anomaly chart. The scale of the original chart is 1 : 3,000,000. Contour interval is 100nT.

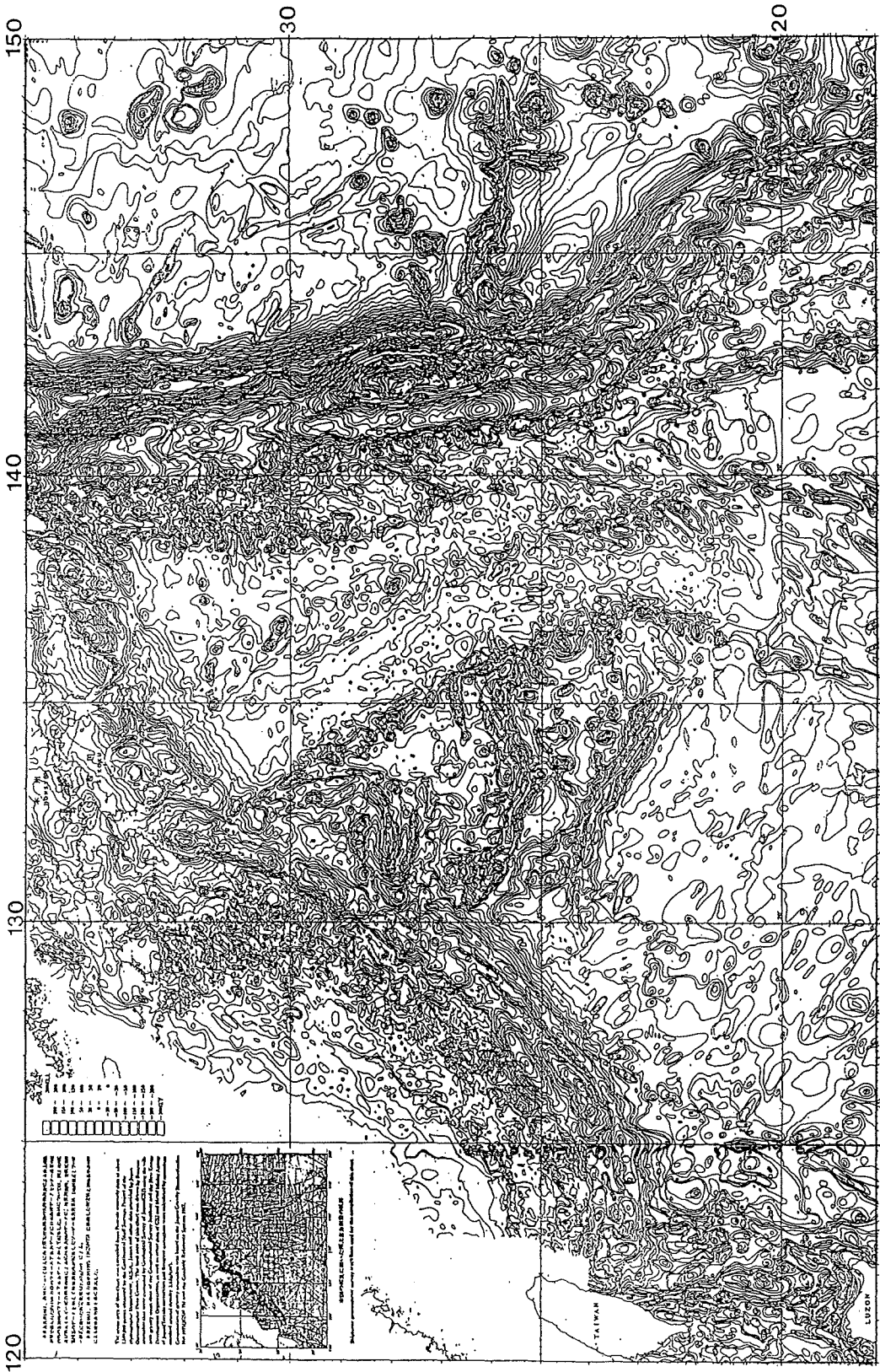


Fig. 5 Gravity anomaly chart. The scale of the original chart is 1 : 3,000,000. Contour interval is 10mGal.

伊豆・小笠原／マリアナ弧と琉球弧に伴う短波長、大振幅の地磁気異常群が特に顕著であり、どちらも現世の火山フロント沿いとその背弧側に新旧2列の帯状に連なる地磁気異常群が存在する。背弧側の地磁気異常群は、杉の字型の雁行配列を示しているように見える。このほか奄美海台、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伴っていずれも顕著な地磁気異常が認められる。

四国海盆と北西太平洋海盆では、海底拡大の痕跡である明瞭な地磁気縞模様が認められる。フィリピン海盆、西マリアナ海盆にも不明瞭ながら地磁気縞模様が見られるが、これらの海域ではデータの密度が低いこともあり、これが海底拡大の痕跡といえるかどうかはこの図だけからははっきりしない。

一方、琉球弧の火山フロントより海溝側の琉球前弧域から西南日本前弧域にかけては、地磁気異常は100nT間隔のコンターにはほとんど表れておらず、磁氣的に静穏な海域となっている。ただし、大東海嶺、奄美海台、九州・パラオ海嶺の延長部では、これらの地形的高まりに伴う地磁気異常が海溝軸を超えて磁氣的に静穏な陸側斜面まで突き出すように振幅を減じながら伸びている。また、四国海盆の地磁気縞模様も、振幅を減じながら南海トラフの中軸部を約120km超えて陸側斜面まで伸びている。このような海溝軸を横切る地磁気異常の分布は、フィリピン海プレートの琉球弧・西南日本弧下への沈み込みを示す証拠と考えられる。

#### 4. 議論

海域における地磁気異常の分布を調べることは、海底の拡大様式や火成活動により生じた磁性岩体の分布を推定するうえで極めて有効であり、これまで多くの研究成果が出されている。今回作成された地磁気異常の分布から、日本南方海域の地質構造やテクトニクスに関する情報をいくつか読みとることができる。ここでは火山の分布や海底の形成過程等を

示唆するものとして、

#### (1) 島弧の火成活動、(2) 海底拡大の痕跡

の2点を地磁気異常から指摘したい。以下にこれらの地磁気異常の分布の特徴とそれから推定されるテクトニクスについて概要を記述する。

#### (1) 島弧の火成活動

日本南方海域には活動中の島弧と既に活動を終えて沈水した島弧、あるいは島弧とは種類の異なると考えられる高まり、海嶺、海台など多くの地形的な高まりが存在しているが、いずれの高まりも顕著な地磁気異常を伴っており、磁性岩体の高まりが存在することが推定される。地磁気異常の分布を見ると、これらの高まりの成因や応力場の違いによる磁性岩体の分布を反映して、それぞれ特徴的な様相を示している (Fig. 6)。それらは地磁気異常の特徴から、以下の三つのタイプに分けることができる (Table 1)。

1番目はダイポール列タイプと呼ばれるもので、正負が一对となった局所的な目玉のような短波長高振幅の異常が列をなして直線状に点々とある間隔で分布している状態を言う。このタイプには琉球火山列や七島・硫黄島海嶺のような現在活動的な島弧の火山弧に伴う地磁気異常にみられる。また、非活動的な海嶺では九州・パラオ海嶺などがこのタイプに属する。

2番目は帯状に伸びた異常を示す帯状タイプと呼ばれるもので、大東海嶺群の奄美海台、大東海嶺、沖大東海嶺等がこれに属する。小笠原海台東部の東西に伸びる海嶺状の細長い高まりもこのタイプに近い。これらの帯状タイプは、高まりが概ね東西方向に伸びているため、南北に伸びる海嶺よりも地球地場の特性により東西に伸びた帯状に見え易い特性はあるものの、実際に海底地形をみても大東海嶺や沖大東海嶺、小笠原海台東部等は海嶺らしく細長く伸びた形状を呈しているのに対し、ダイポール列タイプの地磁気異常を伴う九州・パラオ海嶺や七島・硫黄島海嶺は土台となる海嶺状の高まりの上に海山列のように海山が点々と分布している (Fig. 7)。これ



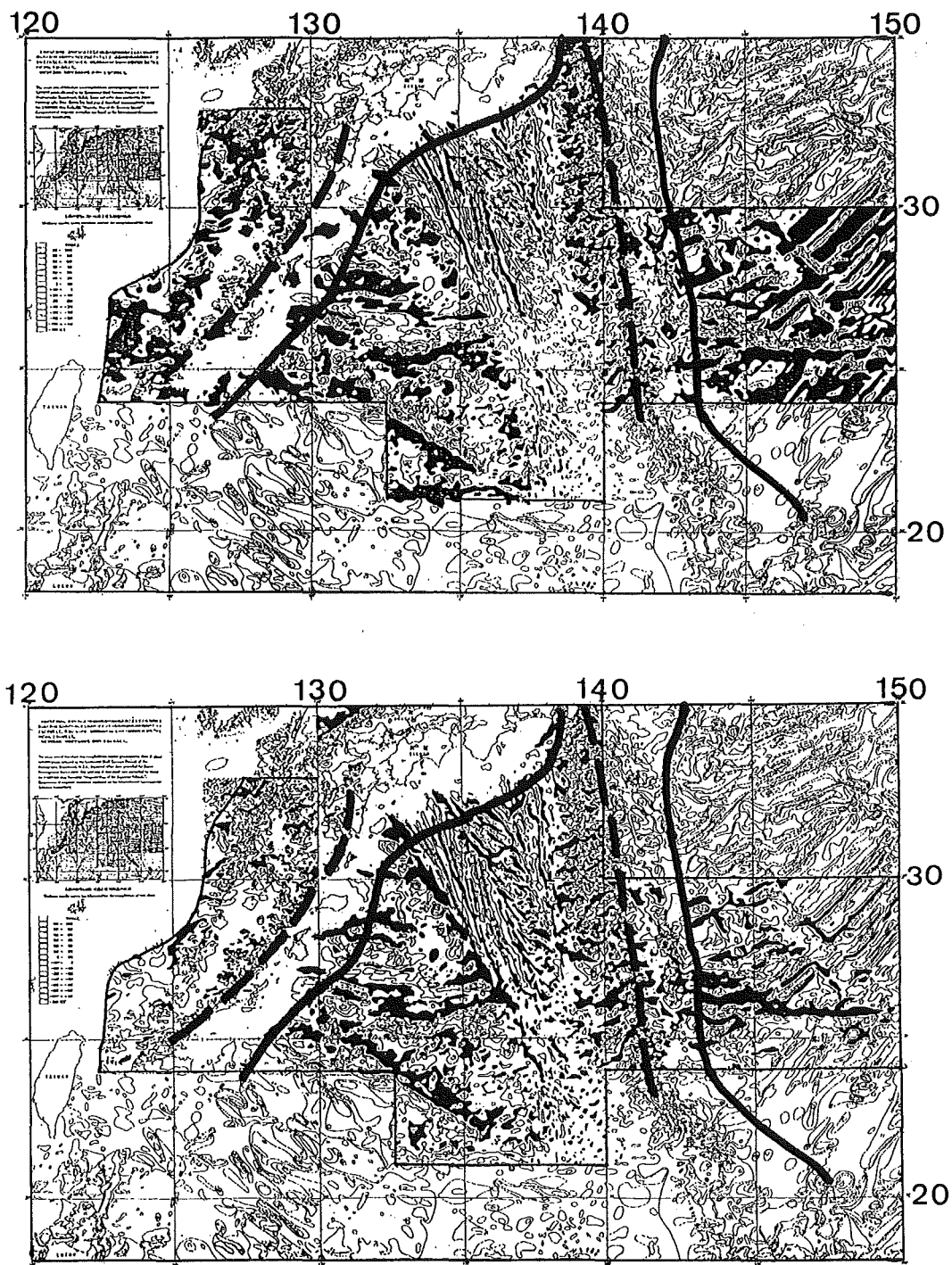


Fig. 6 Characteristics of magnetic anomalies in the southern waters of Japan.

lower : black areas show negative anomalies less than 100nT.

upper : black areas show positive anomalies.

thick line : trench axis ; broken line : volcanic front

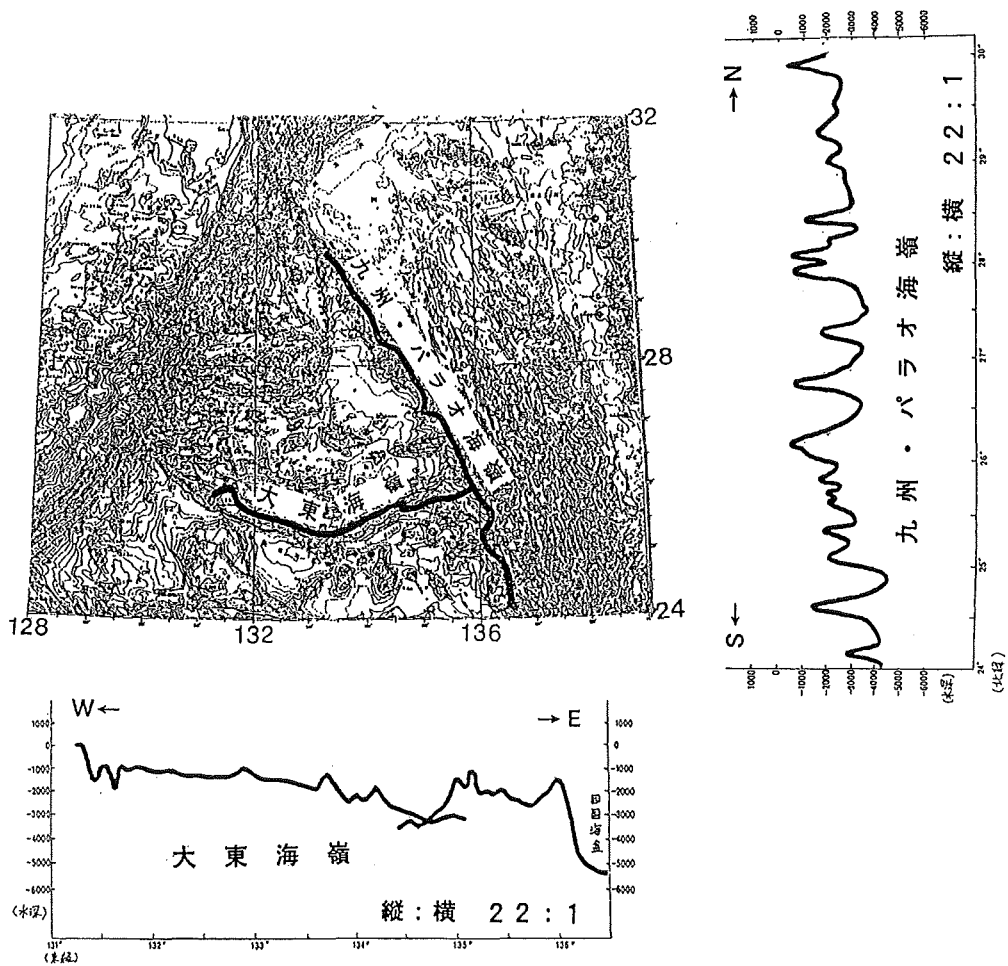


Fig. 7 Topographic section along the ridge axis of Daito Ridge (lower figure) and Kyusyu-Palau Ridge (right figure).

Table 1 Classification by the feature of magnetic anomalies related to volcanic activities on the major submarine elevations or basement highs in the southern waters of Japan.

type of magnetic anomaly	topographic name
chain of dipole anomaly	Ryukyu Volcanic Chain Sitito-Iwo Sima Ridge Kyusyu-Palau Ridge
belt of lineated anomaly	Amami Plateau Daito Ridge Oki-Daito Ridge Ogasawara Plateau
en echelon anomaly	Goto-Senkaku Belt Nisi-Sitito Ridge

らの高まりのうち、大東海嶺、沖大東海嶺、奄美海台、九州・パラオ海嶺はかつて活動的であった島弧が活動を終えて沈水した古島弧（水野ほか，1976，など）、七島・硫黄島海嶺は現在も活動的な島弧である。

3番目は雁行状に地磁気異常の配列が見られるタイプで、西七島海嶺や地形的高まりではないが東海陸棚東縁の基盤の隆起帯である五島・尖閣隆起帯（相場・関谷，1979）もこのタイプに属する。これらは島弧海溝系において現在活動的な火山弧よりも背弧側に杉の字型の雁行配列をとりながら火山弧とほぼ並走するように分布している点が共通している。

このような三つに分類される地磁気異常分布の特徴の違いは、何故生じるのであろうか。

火山フロントに対応する七島・硫黄島海嶺は、地

形的にも海嶺状の土台の高まりの上に海山がある間隔をおいて分布しており（Yuasa et al., 1991），それぞれの海山は大きな地磁気異常を伴っている。七島・硫黄島海嶺の西之島から硫黄島付近に至る地磁気異常の分布から、火山フロントのラインと西七島海嶺から七島・硫黄島海嶺にかけて雁行配列する地磁気異常ベルトとのちょうど交点に、硫黄島をはじめとする大きな海山や島が形成されていることが指摘されている（金子ほか，1988）。

Fig. 8 に七島・硫黄島海嶺において北緯30度付近の孀婦岩から七曜海山列等を経て北緯24度付近の南硫黄島へと続く海山列の地形図と地磁気異常図を比較して示す。これらの海山は、概ね30~60km程度の間隔で分布しており、地磁気異常図をみると、西七島海嶺から七島・硫黄島海嶺にかけて雁行配列する

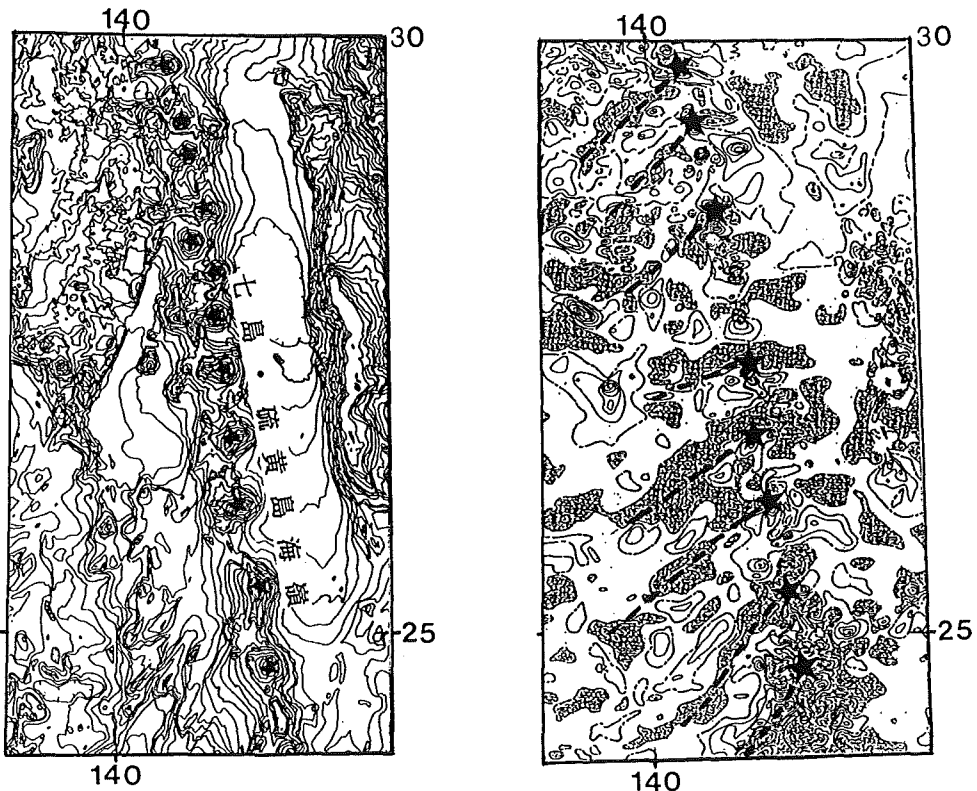


Fig. 8 Bathymetric map and geomagnetic anomaly map of the Sitito-Iwo Sima Ridge and its vicinity. Contour intervals are 200m and 100nT respectively. Shaded areas in the magnetic map show negative anomalies, and broken lines show negative anomaly belt. Star marks show the location of major seamount or island.

負の磁気異常ベルトとの交点に位置している。これらの磁気異常ベルトは海山等の地形的な高まりに対応していないが、硫黄島の西側に海底谷として北東-南西方向に伸びる構造的な地形などに関連しているものと思われる。これは太平洋プレートの沈み込みと島弧の形成に関連して生じたマグマの貫入の痕跡であり、島弧における構造的弱線を反映するものと推定される。又、火山フロントは島弧における最大の構造的弱線と考えられている。従って、火山フロントに対応する構造的弱線と火山フロントより背弧側の海域で雁行配列をみせる弱線との交点に大きな火成活動が生じ易いため、点列状に分布する海山や火山島が形成されると解釈できる。

また、九州・パラオ海嶺では、土台となる高まりの上に点々と続く海山列に伴って振幅の小さなダイポール異常が存在するが、より振幅の大きいダイポール異常が九州・パラオ海嶺東縁の急崖の下に分布している。このダイポール異常列は、よくみると急崖の切れ目や九州・パラオ海嶺の走向に直交ないし斜交する方向の高まりとの交点に分布する傾向がみられる。この急崖は四国海盆形成時の島弧のリフティングの痕跡と考えられており(春日ほか, 1992; Okino et al., 1994), リフティングに伴って生じた構造的弱線を示している。この弱線と九州・パラオ海嶺に直交ないし斜交する弱線との交点にマグマの貫入による火成活動がリフティング時に生じたため、そこに強いダイポール異常ができたと推定できる。

以上のことから、火山フロントや島弧のリフティングにより形成された割れ目のような構造的弱線に沿って噴出したマグマによる海嶺状の高まりが形成され、さらにこの弱線と交差する構造的弱線が存在する所では、その交点に多量のマグマ噴出により大規模な火成活動が生じて、海山・火山島列が形成されるのではないかと考えられる。これが短波長高振幅のダイポール列タイプの地磁気異常生成の原因と推定される。

これに対して、大東海嶺群等のように、連続性の良い帯状の地磁気異常と地形的にも海嶺状の高まり

で特徴づけられるものは、構造的な弱線が海嶺と交わる方向に発達していないと推定される。

## (2) 海底拡大の痕跡

海域における地磁気縞模様の発見は、Vine-Matthewsの仮設が提案されて以来(Vine and Matthews, 1963), 海洋底拡大説の進展に大きな貢献を果たしてきた。

伊豆・小笠原弧の背弧海盆である四国海盆と世界で最も古い海底の一つであるといわれる北西太平洋海盆は、海底拡大の跡を示す地磁気縞模様の存在が報告されている。これまでの地磁気異常の解析や深海掘削による年代測定により、四国海盆は30myから15my前にかけて海底拡大により形成された(Kobayashi and Nakada, 1978, など)。一方、北西太平洋海盆は、中生代の地磁気縞模様群の解析により、海底拡大の年代等が調べられている(Nakanishi et al., 1989, など)。これによれば、今回刊行された日本近海地磁気異常図第2の範囲に入る北緯35度以南、東経150度以西の北西太平洋海盆西端は、地磁気異常M系列のM5(127my)からM25(155my前)にかけて海底拡大により形成されたと推定される。

Fig.4の地磁気異常図及びFig.6の地磁気異常のパターンを見ると、日本南方海域では四国海盆と北西太平洋海盆において海底拡大の証拠となる地磁気縞模様が従来よりも鮮明に認められる。しかし、両者の地磁気縞模様のパターンは明らかに特徴が異なっており、これは海底の拡大様式に違いがあることを示唆している。ここで両方の海底の特性を比較してみたい。

地磁気縞模様の形状をみると、四国海盆では小規模なトランスフォーム断層で細かく切れてセグメント化しており、リニエーションもいくつか異なった方向を有するのに対し、北西太平洋海盆では、それぞれのリニエーションが直線的で連続性が良い代わりに、大規模なトランスフォーム断層で大きくオフセットしている。このことから、四国海盆では拡大軸のジャンプや方向変化等が起こり、海底拡大が比較的不安定で複雑な拡大様式をとったと推定される

のに対し (Okino et al., 1994), 北西太平洋海盆では, トランスフォーム断層で切られ大きくオフセットされた拡大軸から海底拡大が比較的安定して続いていたことが推定される。北西太平洋海盆のトランスフォーム断層は, 海底地形や音波探査記録からも極めて明瞭に確認されており (Nakanishi, 1993; 春日ほか, 1993), 四国海盆に比してはるかに規模が大きく連続性が良いことがわかっている。

水路部の大陸棚調査により, 四国海盆と北西太平洋海盆では海底拡大の地形的痕跡であるマイナーリッジ&トラフの起伏がシービームマップで確認された。これらのマイナーリッジ&トラフは音響基盤の比高は数百メートルから千メートルを越すものまでであるが, 四国海盆北部や北西太平洋海盆では堆積層に被覆されているため海底地形としては百メートル以下の微細な起伏として認められることが多い。リッジの走向は概ね地磁気異常の縞模様と一致している。四国海盆と北西太平洋海盆のマイナーリッジ&トラフの分布を比較すると, 四国海盆の方が北西太平洋海盆に比べると複雑であり, 地磁気異常からの推定と同様に海底拡大様式が複雑であることを示唆している。また, 四国海盆では, シルや小

円錐海丘の形成など海底拡大後の2次的な火成活動が広範囲に起こった可能性もあり (Klein et al., 1978; 春日ほか, 1994), これも地磁気異常分布を複雑にしている要因かもしれない。

四国海盆と北西太平洋海盆の地磁気異常の特徴, 海底拡大速度等を比較して Table 2 に示す。四国海盆に比べて北西太平洋海盆の方が拡大速度が2倍程度早く大規模で安定した拡大が長期間継続しているようである。ただし, 四国海盆は拡大軸付近の海底を見ているのに対し, 北西太平洋海盆では拡大軸付近の海底は既に日本海溝が沈み込んで消滅しており, 拡大軸からはるか遠い海底を見ていることが, 両者の拡大様式の見かけ上の違いに現れているのかもしれない。他の背弧海盆, 例えば西太平洋の最も大きな背弧海盆の一つである南シナ海海盆では, 地磁気リニエーションが細かくオフセットされ, 拡大方向や拡大軸の位置などが頻繁に変化しながら形成されたと推定されている (倉持ほか, 1993)。これは四国海盆の拡大様式に類似しており, 北西太平洋海盆とは異なっている。以上のような拡大様式の違いが背弧海盆と大洋底の形成過程の一般的な違いを反映しているのかどうか, 他の背弧海盆, 特に現在活

Table 2 Comparison of the process of the seafloor spreading between Shikoku Basin (SB) and western part of Northwestern Pacific Basin (NPB) within the area covered by the magnetic map. Age and spreading rate of the SB are derived from Kobayashi and Nakada (1978), and those of NPB from Nakanishi et al. (1989)

	Shikoku Basin	Northwest Pacific Basin
depth range	4500~5000m	5800~6200m
Free-air anomaly	0~20mGal	-10~+10mGal
age	15~30my	130~155my
spreading rate	2~4.5cm/y	6~8cm/y
amplitude of magnetic lineation	100~200nT (P-P)	200~300nT (P-P)
feature of magnetic lineation and minor ridge & troughs	highly segmented by small offset transform fault	segmented by large offset transform fault
spreading direction	unstable	stable

動的な海底拡大軸付近の海底を調べることにより、今後さらに検討を要する。

## 5. おわりに

1983年から開始された測量船「拓洋」による大陸棚調査により、日本南方海域の地形、地質構造、地磁気、重力のデータが飛躍的に増大し、従来よりはるかに詳細な地磁気異常図と重力異常図が今回作成された。海底地形に関しては、北緯24度より北側の日本南方海域を対象として、1990年までの大陸棚調査の成果を中心に編集された、縮尺250万分の1の「日本南方海域」が1991年に刊行されている(加藤ほか, 1992)。1994年度には今回の地磁気・重力図と同範囲の北緯18度までをカバーする縮尺300万分の1の海底地形図「日本近海海底地形図第2」が刊行される予定である。これにより日本南方海域の最新のデータを取り込んだ海底地形、地磁気、重力図が揃うことになり、島弧海溝系と背弧海盆で特徴づけられる西太平洋の海底の姿がより鮮明になることが期待される。

## 6. 謝辞

本図の作成には、水路部の関係者にお世話になりました。地質調査所には陸域の地磁気・重力データの活用にご協力をいただきました。10年間にわたり日本南方海域の大陸棚調査データの収集に尽力されてきた測量船「拓洋」の乗組員の皆様に感謝いたします。

大陸棚調査室員：桂忠彦，加藤幸弘，鶴沢良文，島（平成5年度）村国雅，山崎誠一，霜鳥史朗，鬼丸尚，星野二郎，井上渉

## 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，44，97-108，(1979)
- Ganeko, Y. and Y. Harada：Gravity anomalies around Japan, Report of Hydrographic Reserches, 17, 163-180 (1982)
- Geographical Survey Institute：A new Bouguer anomaly map of Japan (except Hokkaido District). Bull. Geogr. Surv. Inst., 29, 102-103 (1985)
- 岩淵義郎：日本列島周辺海域の海山の分布と海山列，海洋科学，14，70-75 (1982)
- 金子康江・大島章一・小川正泰・河合晃司：フィリピン海25°N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)
- 春日茂・加藤幸弘・木村信介・沖野郷子：本州南方海域の島弧海溝系及び背弧海盆の特徴，水路部研究報告，28，19-53 (1992)
- 春日茂・加藤幸弘・西澤あずさ：小笠原海台周辺海域の断裂帯，地震学会講演予稿集，2，(1993)
- 春日茂・加藤幸弘・沖野郷子・西澤あずさ：日本南方海域の島弧・海溝系の特徴とダイナミクス，月刊地球号外「大洋底のダイナミクス」91-97 (1994)
- 加藤茂・広瀬貞雄・春日茂：水路部120周年記念図：250万分の1海底地形図「日本南方海域」について，月刊地球，158，467-472 (1992)
- Klein, C. D. et al.: Off-ridge volcanism and sea-floor spreading in the Shikoku Basin, Nature 273, p.746-748 (1978)
- Kobayashi, K. and M. Nakada：Magnetic anomalies and tectonic evolution of the Shikoku inter-arc basin, J. Phys. Earth 26, 391-402 (1978)
- 駒澤正夫・石原丈実・広島俊男・山崎俊嗣・村田泰章：日本及び隣接地域重力異常図日本地質アトラス(第2版)，No.13，地質調査所，朝倉書店(1992)
- 倉持智子・石原丈実・木川栄一：南シナ海海盆に於ける地磁気異常解析とその構造発達史について，地震学会講演予稿集，2，p.7 (1993)
- 牧野雅彦・大久保泰邦・中塚正：日本の磁気図，地質調査所「200万分の1地質編集図(23)」，(1992)

- 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**，177-198 (1976)
- Nakanishi, M., K. Tamaki and K. Kobayashi : Mesozoic magnetic anomaly lineations and seafloor spreading history of the North-western Pacific, *J. Geophys. Res.*, **94**, No. B11, 15437-15462 (1989)
- Nakanishi, M. : Topographic Expression of Five Fracture Zones in the Northwestern Pacific Ocean, *Geophys. Monogr.* **77**, 121-136 (1993)
- Okino, K., Y. Shimakawa and S. Nagaoka : Evolution of the Shikoku Basin *J. Geomag. Geoelectr.* (in print, 1994)
- 大島章一：日本周辺海域の地磁気異常分布の特徴，水路部研究報告，**22**，41-73 (1987)
- Sato, T. and S. Oshima : Continental Shelf Survey Project of Japan International Hydrographic Review, **LXV**, 41-63 (1988)
- 新エネルギー総合開発機構：100万分の1全国重力図（ブーゲー異常図）(1987)
- Vine, F. J. and D. H. Mathews : Magnetic anomalies over oceanic ridges, *Nature*, **199**, 947-949 (1963)
- Yuasa M, et al. : Submarine topography of seamounts on the volcanic front of the Izu-Ogasawara (Bonin) Arc, *Bull. Geol. Surv. Japan*, **42**, 703-743 (1991)