2. 地形・地質

2.1 広域的地殻構造

村 内 必 典*

Crustal Structure of Oceanic Basins and Ridges Surrounding Iwo-jima

Sadanori MURAUCHI

Abstract

The crustal structures of the basins of Shikoku, Parece Vela (West Mariana) and West Philippine are oceanic in character resembling those of the Pacific Ocean basin. And the crustal structures of the ridges of Izu-Mariana Arc, Kyushu-Palau Ridge and Ryukyu Arc are different from those of basins. The Izu-Mariana Arc and the Kyushu-Palau Ridge are different from the Ryukyu Arc in point of lacking a granitic layer.

I. はじめに

フィリピン海は日本列島、琉球島弧、台湾、フィリピン諸島により北西縁を、本州からハルマヘラ島にのびる、伊豆一小笠原、マリアナ、ヤップ、パラオ等の島々を結ぶ海底海嶺により、東南縁を境されている。フィリピン海の水盆部分は、九州-パラオ海嶺によって東西の両水盆に分けられ、東の水盆はだいたい25°Nを境にして、北を四国水盆、南をパレス・ベラ水盆と呼ばれている。

フィリピン海の水盆構造については、1950~1953年の Challenger 号による一船式地震波屈折法探査 (GASKELL et al. 1958) が行なわれたが、西フィリピン水盆の水深5.2kmの所でも、音速5.7km/secの層が堆積層(音速2.0km/sec)の下にあり、大洋型水盆構造とはちがうと報ぜられた。三東(1968)は、自然地震の表面波の分散現象を解析して、安山岩線(伊豆・マリアナ島弧に相当)より西方に位置するフィリピン海は花崗岩質層をもつ陸的構造であろうと推定した。

1965年以後、しばしば、フィリピン海域において水盆構造の研究が人工地震の方法で、日米の研究者により、より精度高く行なわれた。その結果によれば、フィリピン水盆は典型的大洋型水盆構造をもつことが判明した(村内ら 1968, HOTTA et al. 1970, LUDWIG et al. 1973, YOSHII et al. 1973, HUS-SONG et al. 1978)。

GASKELL らの結果は、旧式のソノブイ利用による一船式観測方法をとっているために、観測の精度がよくなかったことによるのであろう。また、三東の結果は、使用する表面波の周期が十分に長くないことによる深所構造の解析の誤差が大きき、結果がよくなかったと推察される。

以下、硫黄島に関係のある海域に焦点をあわせて、人工地震の方法による、音波伝搬速度からみた水盆構造についてのべてみよう。

II. 四国水盆およびその周辺の水盆構造

村内ら(村内ら 1968)は日米科学協力事業の一環として、コロンビア大学のラモント地質学研究所と

* 元千葉大学理学部 Ex-Professor of Chiba University

第1図 フィリピン海を23°Nに沿い東西に走り、沖縄本島南西沖で琉球島弧を直角に横断し、東支那海の大陸棚に達する測線に沿う地殻構造断面図（数字はP波速度 km/sec）

の共同で、1965年にフィリピン海全域について、二船式探査を行なった。その結果の一部を第1図に示す。この図の測線は、北緯23°に沿い、北西太平洋の西端から、伊豆・小笠原島弧系を横断し、九州・パラオ海嶺、沖大東海嶺を過ぎて、沖縄本島の南西沖で琉球島弧を直角に横断して、沖縄トラフを通過し、東支那海に達するものである。観測点とはとびとびにならざるを得ないので、観測点の間は、地殻構造を破線で結んで示しているが、構造の変化の大きい海域は観測を密に行ない、結論を誤らないように努めている。尚、図中の数字はP波伝搬速度を km/sec 単位で示している。

海嶺では地殻の厚さは増加し、その原因は他の観測結果も勘案すると、所謂大洋層（第3層）即ち6.5～7.0km/sec 層よりも上に位置する層の厚さの増大によると推定される。琉球海嶺は所謂花崗岩質層（6km/sec 層）が存在し、大陸型構造で、話は別である。海嶺域以外の海盆域では、地殻構造はフィリピン海全域の平均をとってみると、太平洋の海盆の地殻構造と全く一致し、前述のようにフィリピン海盆を典型的大洋型構造と推定できる。

四国海盆北部、四国九州沖の海盆域では、1965年の他の測線、1968年の日米科学協力による観測（YOSHII et al. 1973, LUDWIG et al. 1973）による結果があるが、海盆、海嶺の地殻構造は、より入念な観測により、より精度よく得られている。海盆域は典型的大洋型地殻構造であり、九州・パラオ海嶺の構造は、第3層の厚さは海盆域と大体一致するが、その上の4～6 km/sec 層が非常に厚くなり、地殻全体の厚さを大きくしている。

硫黄島に関係はないが、最近話題になっているので、少しふれるが、沖縄トラフの地殻構造は、観測線P-15の南北端の構造の平均を採用すると、7.24km/sec という速度の高い層が、沖縄トラフの直下で海面下11km まで、上昇しているようにみえる。トラフ軸に沿って地殻熱流量が極度に高い所のあることとあわせて、興味あることである。

III. 伊豆・小笠原海嶺下の地殻構造

伊豆・小笠原海嶺は島弧で、海溝を東側にもち、活火山をもつ、生きた海嶺で、死んでいる、九州・パラオ海嶺や大東海嶺とは違う点のあることが期待される。第2図は北緯32°線に沿い、北西太平洋から、小笠原海溝を横断し、八丈島と硫黄島の間を通過する線上に、附近で行なわれた、人工地震探査の結果をできるだけ多くのせたものである。P-1, P-2, P-3, P-4の測線は32°N 線上で、1965年に海洋地震探査グループ（HOTTA 1970）により UMP の下で行なわれたもの、P-5*, P-6*, P-7*, P-8* は前述の北緯23°線に沿うもの、その他は、村内が関係した観測航海で、ソノブイ方式の地震探査で得られたものである。このように多くの観測結果を参照すると、堀田の断面図（HOTTA 1970）を訂正し、島弧直下のマントル

第2図 32°N 線に沿い、西太平洋から小笠原海溝を横断し、八丈島、硫黄島の間を通る線上の構造断面図

第3図 38°40'N に沿う線上に近傍の観測結果を編集して作った東北日本沖海域の構造断面図

表層と、太平洋プレートのマントル表層は別のもので、後者を地下深所へ沈みこむというプレート・テクトニクスの説を支持する構造とした方がよいようである。1965年の観測では、伊豆・小笠原島弧の地殻中には、薄いながらも 6 km/sec 層が存在するように推定されたが、データが増えると、6 km/sec 層は存在

第4図 18°N 線に沿い、マリアナ島弧、マリアナ・トラフを横断する線上の地殻構造断面図 (HUSSONG et al. による)

しないと考えた方がよさそうである。

この図は鉛直方向を水平方向より13倍に拡大して書いてあるので、沈み込むプレートは急傾斜のように見えるが、実際は海溝軸の下で約6.5°である。島弧そのものの構造は東方に海溝軸から約25kmまで続くが、それから東方へは、観測点がない為に不明である。

第3図に、村内らの観測した三陸沖、38°~39°Nの緯度線にはさまれた海域の地殻構造断面を示したが、島弧の地殻構造は東方に日本海溝軸から約25kmまでつづき、それより海溝軸までの間は、堆積層の集積場となっているようである。この堆積物質はプレートに乗って、西進してきた深海性堆積物が、日本島弧前縁により沈み込むプレートからけずりとられたというよりは、島弧斜面より落下してきたものというのが、現在までにわかった DSDP (深海掘さく計画) の結果である。沈み込むプレートと共に、大部分の深海性堆積物、それに含まれる海水その他の物質が、地下深所に運びこまれると考えられる。このことは、島弧の火山活動にも大きな関係があろう。

第4図に、HUSSONG et al. (1978) の発表したマリアナ島弧を横断する、北緯18°線に沿う構造断面図を示す。Fig. 2と大体似た構造であるが、Back-arc 海盆では現在、海洋底拡大がすすんでいることが、示されている。これより西、パレス・ベラ海盆、西フィリピン海盆は死んだ、火山活動のない海盆で、その構造は、1965年の村内らの観測結果にその構造をみる事ができる。

第5図 伊豆・マリアナ島弧に沿う震央分布 (1961~1972年)

第6図 伊豆・マリアナ島弧に沿って発生する地震の震源分布より求めた、沈み込むプレート上面の形

プレートの上面を紙面上に画いた。寸法は水平、鉛直1:1である。太平洋プレートが伊豆マリアナ島弧の下へ沈みこむ形が、大体眼に見えるようにしたものである。短冊の中心線の方角、即ち短冊の方角により、沈み込むプレートの形も変化するであろうが、この方法でも一応の形が理解できると思う。

第7図に、東北大学の地震観測データを用いて、東北日本島弧下、 $38^{\circ}\sim 39^{\circ}\text{N}$ 線の間におこる地震の震源分布と、第3図の地殻構造を重ねて図示すると（下の図；垂直拡大率2:1）太平洋プレートの上面が和達・ベニオフ帯の上面に一致するとみられる。このような次第で、第6図から沈み込むプレートの上面の形をみることができると考えることも許されるであろう。

さて、沈み込むプレートの傾斜は、東北日本の下におけるより、伊豆小笠原では急になり、北緯 27° あたりからは鉛直をこえて、反転するようにみえる。 25°N から 20°N の間では、この現象はみられなくなるが、 20°N から 16°N の間で再びプレートの先端は鉛直を越して反転の傾向を示す。

硫黄島は、丁度、沈み込むプレートの傾斜が急変する辺りに位置するが、同火山の活動とどんな関連があるのだろうか。

マリアナ・トラフの拡大軸の下は、海洋底地殻の生産される場所で、地殻が薄く示されているがこれは観測では求められていない。推定して示したにすぎない。アラマガン火山という活火山の下に、マグマ溜りが図示されているが、これも推定したにすぎない。現在の技術では、地震探査の方法で、このようなこまかい構造までも探査することは、不可能といえる。第2図の構造も、この意味において、平均的層構造を示すもので、マグマ溜りが存在しないというものではない。

IV. 伊豆マリアナ島弧系下の深所について (震源分布より)

現在、自然地震の常時観測は、海底や人もすまない大洋中の離島では行なわれないのでフィリピン海盆の中央で地震が発生しているかどうか、そのマグニチュードが2~3以下の小地震ではわからない。大きなものが最近発生していないことは確かのようなのである。

第5図は1961年から1972年までの間の地震につき、U.S.C.G.S, I.S.C, U.S.N.O.A の報告を用いて、伊豆マリアナ島弧に沿う地震の震央をプロットしたものである。図中、場所によっては緯度に沿い島弧に直交して一度幅で区域わけをしてある。この短冊の中の地震につき、短冊の中心線を通る鉛直面に、その短冊内の地震の震源を投影し、震源の列びの上面を平滑して、沈み込むプレートの上面と一応考えることにした。第6図には第5図の短冊の中心線毎に、上のようにして考えたプ

第7図 東北日本弧のフリーアアー重力異常（上の図），地殻構造断面（中の図，垂直拡大率4：1），震源分布（下の図，垂直拡大率2：1）

V. おわりに

硫黄島火山に関係ある地殻構造をもっとこまかく，火山直下の深い所までの構造について記したかったが，データを持たず不可能であった。広く大局的な構造を記すだけで責をまねがれたい。所謂“和達・ベニオフ・ゾーン”についてもふれて，硫黄島が，特別な地点に位置することも示唆した。われわれ地震屋の仕事は，靴をへだてて，痒い所を搔くもいい所で，くわしいことは，それぞれ別の方法を開発して研究

してもらいたい。この小論も、一応の資料を披露させていただいたという所である。

参考文献

- GASKELL, et al. (1958): Seismic measurements made by H. M. S. Challenger in the Atlantic, Pacific, and Indian Oceans. *Trans. Roy. Soc. London*, A, 251.
- HOTTA, H. (1970): A Crustal Section across the Izu-Ogasawara Arc and Trench System. *J. Phys. Earth*, 18, 79-113.
- HUSSONG, D. M. et al. (1978): Deep Sea Drilling Project Leg 60; Cruise Objectives, Principal Results, and Explanation Notes. *Initial Rep. D. S. D. P.*, 60, 3-30.
- LUDWIG, W. et al. (1973): Structure of East China Sea—West Philippine Sea Margin off southern Kyushu, Japan. *J. G. R.*, 78, 2526-2536.
- MURAUCHI, S. et al. (1968): Crustal Structure of the Philippine Sea. *J. G. R.*, 73, 3143-3171.
- 三東哲夫 (1968): 地震学的应用. 地震・火山・岩石物性, 148-184, 共立出版.
- YOSHII, T. et al. (1973): Structure of Southwest Japan Margin off Shikoku. *J. G. R.*, 78, 2517-2525.

2.2 硫黄島と周辺海底の地形

貝塚爽平* 加藤 茂**
長岡信治* 宮内崇裕*

Geomorphology of Iwo-jima and Surrounding Sea Floor

Sohei KAIZUKA, Shigeru KATO, Shinji NAGAOKA
and Takahiro MIYAUCHI

Abstract

Iwo-jima volcano is a stratovolcano of 1500~2000 m in elevation, having a caldera of about 10 km in diameter. Marine terraces on the island, classified into more than 20 treads, indicate the rate and mode of uplift during the past several centuries. Distribution of active faults, concentrated in Chidorigahara isthmus, are related to the mode of Chidorigahara elliptical uplift. Comparison among the 1934, 1945 and 1981 bathymetries shows that uplift has occurred at shallow waters around the island but it has not reached the caldera rim.

I. 海底地形——昭洋による海底地形地質調査と硫黄島火山の地形

硫黄島周辺の海底地形は第1図に示すようにかなり詳しく明らかにされている。これは、1981年、海上保安庁水路部が国土庁の依頼により実施した海底地形地質調査の結果作成されたものである。この調査は、測量船「昭洋」により、東西方向の主測線を1海里間隔、南北方向の交差測線を4海里間隔として調査されたもので、音響測深機による海底地形調査、エアガン方式の音波探査と3.5kHzの表層探査による海底地質構造調査、地磁気全磁力測量、重力測量及びドレッジによる底質採取が行われた。ただし、島周辺の

* 東京都立大学理学部 Faculty of Science, Tokyo Metropolitan University

** 海上保安庁水路部 Hydrographic Department, Maritime Safety Agency