

# 沖縄トラフにおける海底地磁気観測

金子康江・大島章一 : 大陸棚調査室

OBM Observation of Geomagnetic Field at Okinawa Trough

Yasue Kaneko, Shoichi Oshima : Continental Shelf Surveys Office

## 1. はじめに

あまり離れていない2地点で、地磁気短周期変化の様相が著しく異なるということが、各地で知られているが、これは、海水も含めた地殻やマントル上部の電気伝導度の不均一性により、誘導電流が局地的に異なるために生じる現象であると考えられる。これを、電気伝導度異常 (Conductivity Anomaly : CA) という。CAについては世界各地で調べられてきたが、陸部が中心であった。縁海やサブダクションゾーンなどの電気伝導度構造を調べるには海底観測は不可欠であるが、海底において地磁気の時間変化を測り、海底での電気伝導度の異常が求められるようになったのは1967年 (Fillouxによる) のことであり、我が国で海底磁力計による地磁気観測が行われるようになったのは、ここ数年のことである (Yukutake et al. 1983, Naito et al. 1984)。

現在、大陸棚調査室では、大陸棚調査の一つとして地磁気全磁力の測定を行っているが、その日変化補正に使うために海底磁力計によって地磁気の時間変化を観測している。第4回大陸棚調査(1984年10月~11月)では、海底磁力計を沖縄トラフの中ほど(北緯26度31分, 東経126度32分, 水深1,851m, の地点)に投入した。そこで、沖縄トラフ付近の地下深部の構造についての情報を得るために、その海底磁力計で得たデータを使って、沖縄トラフにおけるCAについて調べてみることにした。

## 2. 海底磁力計とそのデータについて

使用した海底磁力計(ガウス社製; OBM S<sub>4</sub>)は、超音波の信号を合図に、おもりを電食によって切り離す自己浮上型で、センサと記録部及び電池(リチウム電池)は、球形のガラス製耐圧容器に入っている。センサはフラックスゲート型で、3つのセンサがそれぞれ直交するようとりつけられており、背景磁場打ち消し方式により0.1nTの分解能で地磁気3成分が測定できる。データは紫外線消去式PROMに書きこまれ、変化分データ360計測ごとにその時点の打ち消し磁場の値を記録するという方法で、64,800データ(1分計測で45日間)収録可能である (Segawa et al. 1982, Segawa et al. 1983)。

今回は、1984年10月14日2時25分から11月13日19時26分(U.T.) (ただし、10月16日9時2分から10月18日15時38分までは欠測) までの1分毎の地磁気3成分を測定した。

得られる3成分については、センサがジンバルで吊り下げられているので、傾いた姿勢で海底に置かれても、鉛直成分は鉛直になるようになっている(補償範囲 $\pm 30^\circ$ )。また、水平面内での向きは、測定されたXおよびY成分の磁場の強さから平均的な磁場の方向を求め、それがその地点での磁場の方向と一致しているとして、X軸とY軸がそれぞれどの方角を指しているかを推定した。

海底磁力計によって得られたデータの日平均を時間軸に対してプロットすると、値が大きくドリフトして

いることがわかる(第1図)。これは、電池の起電力の低下と磁性によるらしく、メーカーはその影響を取り除く方法を検討中である。改良型のOBM S<sub>5</sub>では、電池を容器の外に出したものが作られている。このドリフトを補正するため、台湾のルンピン(北緯25度0分, 東経121度10分; 交通部電信研究所)における地磁気データの日平均と海底磁力計データの日平均との差をとり、その差を時間に関する三次関数で近似して、海底磁力計データに上のせした。

解析には、ドリフト補正済みの海底磁力計データのうち、磁気あらしのあった10月19日の3時0分から10月20日の18時59分までの毎分値を使った。また、付近の観測点として鹿児島県の鹿屋(北緯31度25分, 東経130度53分; 気象庁地磁気観測所)における同じ期間の毎分値についても、同じ解析を行った。

### 3. 解析方法

湾型変化などの地磁気の短周期変化を調べると、他の地域に比べて大きな鉛直成分の変化がしばしば見出されるが、その場合、鉛直成分の変化の形が、水平成分の変化の形とほとんど同じである(第2図)。鉛直成分の変化と水平成分の変化がたいへん良い相関をもつことから、直角座標における変化ベクトルの3成分を、 $\Delta H$ (北向き)、 $\Delta Z$ (下向き)、 $\Delta D$ (東向き)とすると、各周波数( $f$ )に対して

$$\Delta Z(f) = A(f)\Delta H(f) + B(f)\Delta D(f)$$

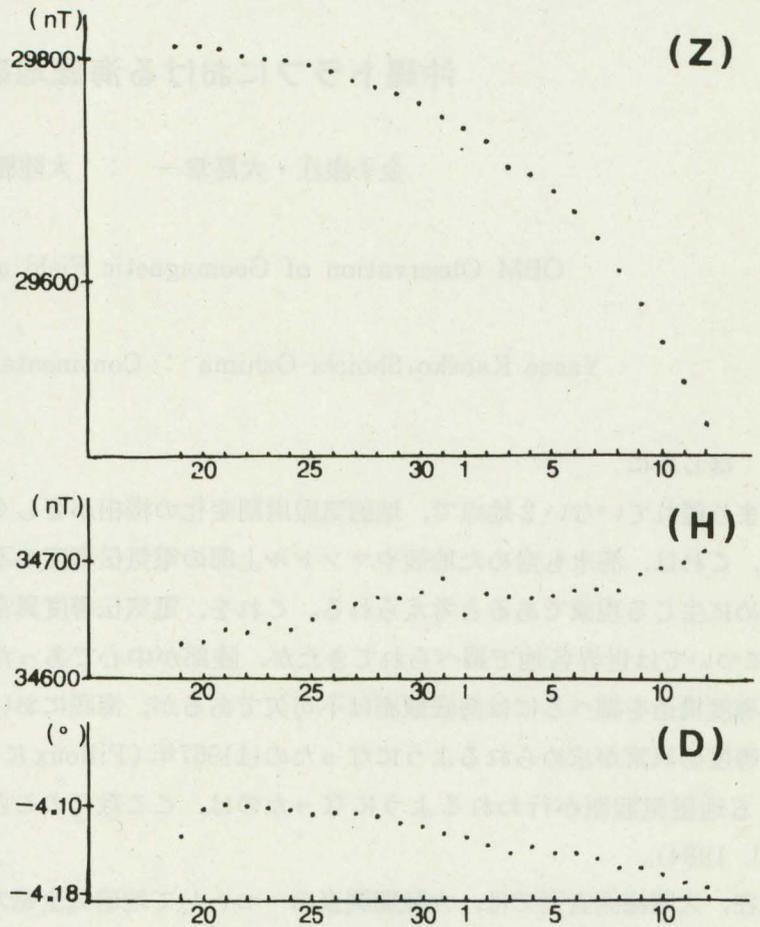
という関係が、近似的に成り立つ。ここでA, Bは周波数に関する複素関数で、変換関数(transfer function)と、よばれる。これらはそれぞれ、次の式によって得られる。

$$A = \frac{P_{DD} P_{ZH} - P_{DH} P_{ZD}}{P_{HH} P_{DD} - P_{HD} P_{DH}}$$

$$B = \frac{P_{HH} P_{ZD} - P_{HD} P_{ZH}}{P_{HH} P_{DD} - P_{HD} P_{DH}}$$

ここで、 $P_{HH}$ と $P_{DD}$ はそれぞれ、 $\Delta H$ 、 $\Delta D$ のパワースペクトルで、 $P_{HD}$ や $P_{ZH}$ などは、 $\Delta H$ と $\Delta D$ の、あるいは $\Delta Z$ と $\Delta H$ の、クロススペクトルである。

このA, Bの実部をそれぞれ $A_u$ ,  $B_u$ とおくと、これらを使って、長さが $(A_u^2 + B_u^2)^{\frac{1}{2}}$ で、南から時計



第1図 海底磁力計で得られたデータの日平均値

(1984年10月19日~11月12日; Z:鉛直成分 H:水平成分 D:偏角)

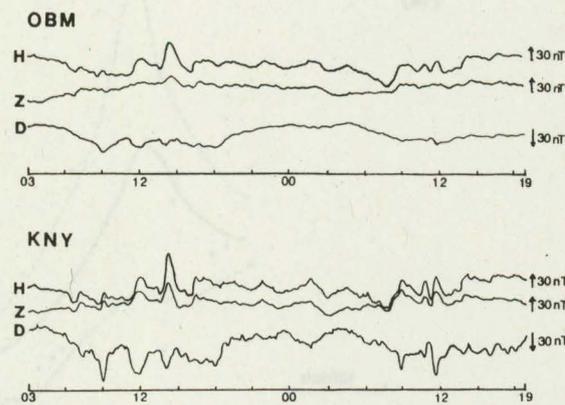
まわりにはかった方向が  $\text{Arctan}(Bu/Au)$  であるようなベクトルを、各周波数に対して書くことができる。このベクトルを induction arrow とよび、それは、地磁気変化の異常の原因となっている高い電気伝導度をもつ媒質の方を指す。

(Honkura 1978)

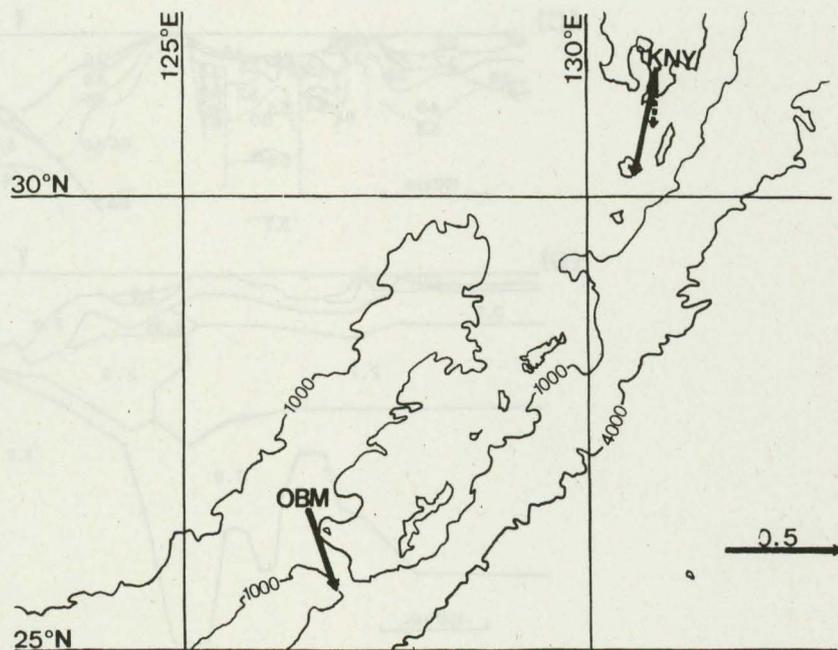
#### 4. 解析結果

計算によって transfer function を求め、その結果得られた、周期60分に対する induction arrow を実線で、周期5分に対する induction arrow を破線で、第3図に示した。ただし、海底磁力計データでは数分程度の短周期の変化は海水によってシールドされてしまったため、周期5分の arrow は得られなかった。周期5分の arrow は、ほとんど海の影響だけを示していると考えられるので、2本のベクトルの長さの違いから、鹿屋では、良導体が海側で盛りあがっているような地下構造が想像される。

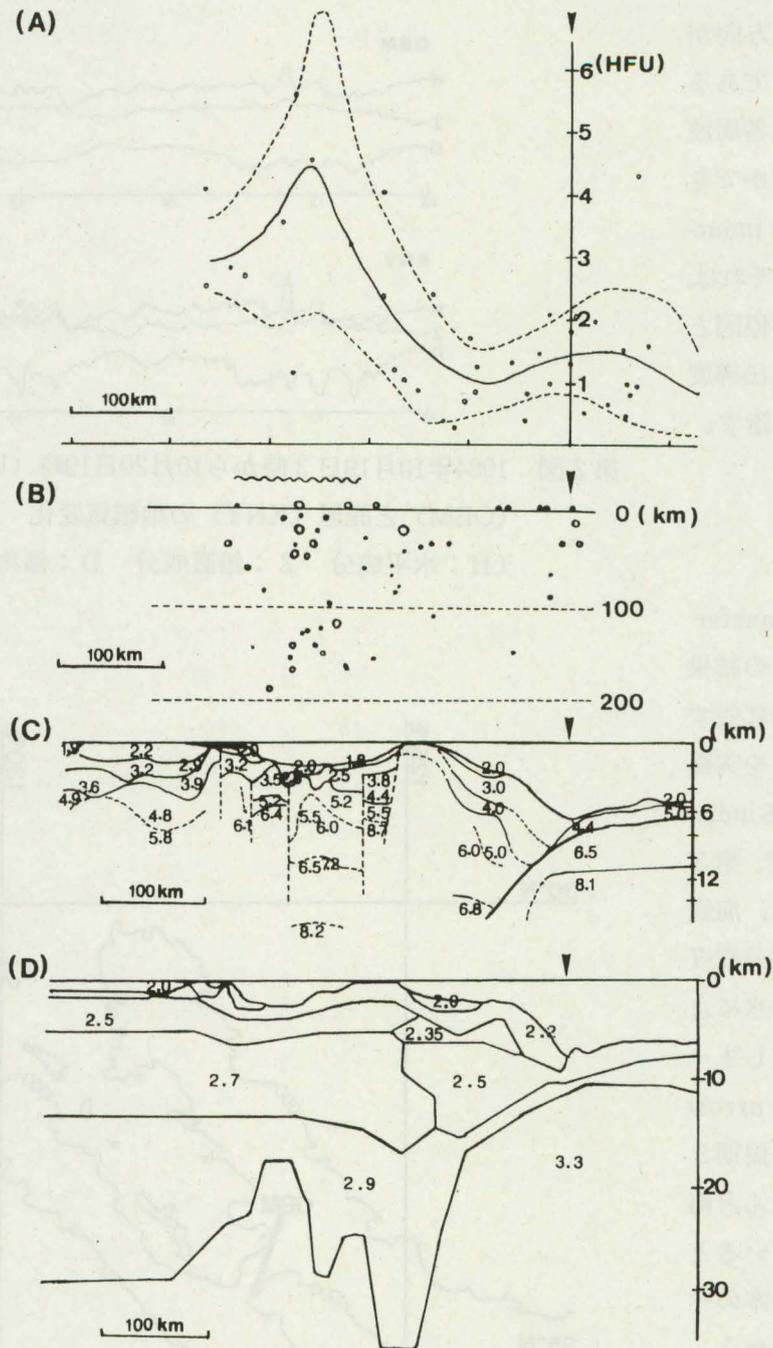
一方、沖縄トラフの海底では、induction arrow は南西諸島側に良導体を示唆している。この arrow の方向について、OBM 設置点付近で今までに得られている地球物理データ（第4図）を参考にして、少し考えてみた。arrow の方向に影響を与えている可能性があることがらとしては、海溝部で海水層が厚いことや、プレートのもぐりこみにより南西諸島の下に水が供給されていること、海溝陸側斜面に厚い堆積層があること、などが考えられるであろう。さらに、このくらいの周期の induction arrow は、上部マントルの部分熔融層を反映していると解釈するのが一般的であり、arrow



第2図 1984年10月19日3時から10月20日19時 (U.T.) までの海底磁力計 (OBM) と鹿屋 (KNY) の地磁気変化 (H: 水平成分 Z: 鉛直成分 D: 偏角)



第3図 沖縄トラフ付近の Induction arrow (実線: 周期60分 破線: 周期5分)



第4図 OBM 設置点付近で今までに得られている地球物理学データ (▼は南西諸島の位置を示し、断面は海溝にはほぼ直交するようにとられている)

- (A) 地殻熱流量分布 (Watanabe 1977)
- (B) 震源の垂直分布 (木村他 1983) (○の大小はマグニチュードの大きさを、図上の波線は沖縄トラフの位置を示している)
- (C) 地殻断面図 (木村 1983) (数字はP波速度 (km/sec) を表わす)
- (D) 地殻構造のみによって重力異常が説明されるという立場から得られた地殻断面図 (瀬川 1976) (数字は密度 ( $g/cm^3$ ) を表わす)

の方向からすると、フィリピン海プレートの下のアセノスフェアの影響か、南西諸島の下の部分溶融層の影響をうけていると考えられる。しかし、沖縄トラフ側では、地殻熱流量がたいへん高く、浅いところに高熱源が考えられるので、arrow がその影響をうけていないように見えることは、たいへん興味深い。今後、さらに解析をすすめると同時に、付近の他の地点についても観測を行って、それがどういう状態を示しているのか、トラフ下の浅いところでは、高温だけれども高い電気伝導度を示すほどには部分溶融がすすんでいない、と解釈して良いのかどうか、などについて調べていかなければならない。具体的には、鹿屋のデータを基準にして、海底磁力計の水平成分のデータの周波数に関する減衰曲線を求めて、モデル計算によるfittingを行い、沖縄トラフの下の電気伝導度構造を推定していくつもりである。

#### 謝 辞

東京工業大学理学部の本蔵義守助教授には、計算に必要なプログラムを使わせていただいたり、解析の理論についていろいろと教えていただいたりしました。深く感謝いたします。

また、データの取得に御尽力くださいました、測量船「拓洋」の吉田弘正船長以下乗組員の方々、大陸棚調査室の皆様に、心から御礼申し上げます。

#### 参 考 文 献

- T.Yukutake, J.H.Filloux, J.Segawa, Y.Hamano, and H.Utada 1983: "Preliminary Report on a Magnetotelluric Array Study in the Northwest Pacific", *J.Geomag. Geoelectr.* 35 575—587
- Y.Naito, Y.Tomoda, A.Uchiyama, Y.Ohkura, Y.Nagayama, and Y.Takahashi 1984: "Geomagnetic Observations at the Sagami Trough by Use of a New Type of Three-Component Ocean Bottom Magnetometer", *J.Geomag. Geoelectr.* 36 239—256
- J.Segawa, T.Yukutake, Y.Hamano, T.Kasuga, and H.Utada 1982: "Sea Floor Measurement of Geomagnetic Field Using Newly Developed Ocean Bottom Magnetometers", *J.Geomag. Geoelectr.* 34 571—585
- J.Segawa, Y.Hamano, T.Yukutake, and H.Utada 1983: "A New Model of Ocean Bottom Magnetometer", *J.Geomag. Geoelectr.* 35 407—421
- Y.Honkura 1978: "Electrical Conductivity Anomalies in the Earth", *Geophysical Surveys* 3 225—253
- T.Watanabe, M.G.Langseth, and R.N.Anderson 1977: "Heat Flow in Back-Arc Basins of the Western Pacific", *Island Arcs, Deep Sea Trenches, and Back-Arc Basins*; American Geophysical Union 137—161
- 木村政昭, 麻植誠二郎, 笠原順三 1983: "琉球列島及び周辺地域における地震活動", *月刊地球* vol. 5 No.12 753—758
- 木村政昭 1983: "沖縄トラフの陥没構造形成に関する考察", *地質学論集* 第22号 141—157
- 瀬川爾朗 1976: "フィリピン海とその周辺島弧の重力・地殻・マントル", *海洋科学* vol. 8 No. 3 206—212

報告者紹介



Yasue Kaneko  
金子 康江 昭和61年3月現在,  
本庁水路部海洋調査課大陸棚調査室  
大陸棚調査官付



Shoichi Oshima  
大島 章一 昭和61年3月現在,  
本庁水路部海洋調査課大陸棚調査室  
長