

電位差計による海底観測

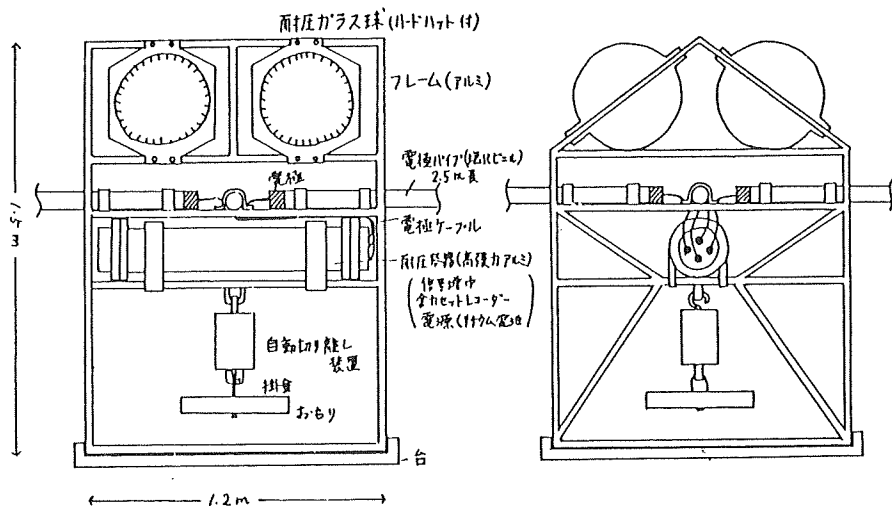
東京大学地震研究所 浜野 洋三・行武 毅
東京大学海洋研究所 瀬川 爾朗・浅岡 達史
東京大学地震研究所 歌田 久司・中川 一郎
笹井 洋一

1. はじめに

海底電位差計に用いる電極に関しては、室内実験の範囲内ではほぼ満足のいくものが得られた。¹⁾しかし実際の海底観測で信頼できる結果を得るためには、実験室内の実験だけでは不十分である。海底下での電位差変化の観測では $0.1 \mu\text{V}$ 程度の分解能を必要とするが、通常の実験室内での外部ノイズのレベルはこれ以上であるため、電極や測定系に起因するノイズを精密に調べることは困難である。また実験室内では温度等の外部環境が変化するので、長期にわたるドリフトの有無を判断するのはむずかしい。海底観測で電位差計の設定の際の機械的な擾乱や温度、圧力の急激な変化が、電極や測定系に致命的な影響を与えるおそれもある。以上のようなことを調べるには、実際に海底環境下で装置をテストすることが必須であると判断し、海底観測を実施した。本稿ではこの観測の結果について述べる。

2. 海底電位差計の概略

今回の海底観測は電極及び測定系のテストを主目的とするものであるが、用いた装置は自己浮上型の海底電位差計として必要な条件をすべて備えている。海底電位差計としては、電極及び測定系以外に、記録部、耐圧容器、浮力材及び切り離し装置を必要とする。第1図には今回使用した海底電位差計の概略を示すが、耐圧容器、時限式切り離し装置、うき用ガラス球及び全体のフレームはC型海底磁力計²⁾に用いたものと同じである。この装置では水平2成分の電位差を測定するが、電極間隔は 4 m とした。各成分の電極間電位差はチョッパーアンプとアイソレーションアンプを組み合わせたアンプ系により500倍に増巾された後に16ビット十符号ビットを持つAD変換器によりデジタルに変換され、カセットレコーダーに記録される。測定の間隔は1分毎で行った。測定の分解能は入力に換算して $0.12 \mu\text{V}/\text{bit}$ であり、電極間隔 (4 m) を考えると $0.03 \mu\text{V}/\text{m}$ の信号分解能を持つ。この分解能は海底電位差計として十分実用となるものである。測定及び記録のための電源は、耐圧容器に内蔵されたリチウム電池を用いた。



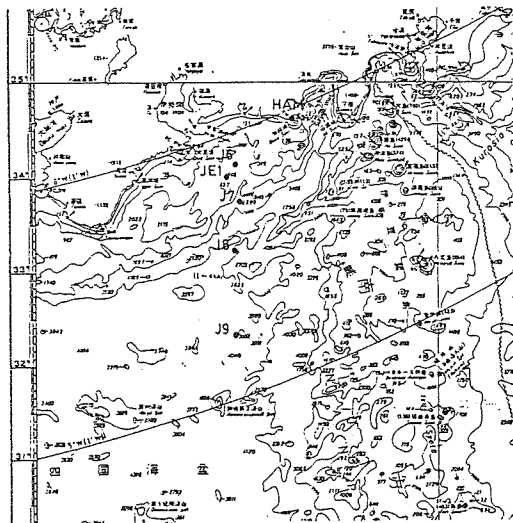
第1図 海底電位差計の概要を示す。

海底電位差計では以上の他に、海底での装置の方向を知ることが必要となる。このために TRM コンパスと名付けた装置を新たに作成して使用した。この装置は電位差計に固定された磁性試料を海底着地後一定時間を経た後に加熱して熱残留磁化を獲得させ、装置回収後にこの残留磁化方向を測定して、電位差計の海底での姿勢を求めめるものである。今回の観測ではこの TRM コンパスは十分その機能を果たすことができた。

3. 海底観測

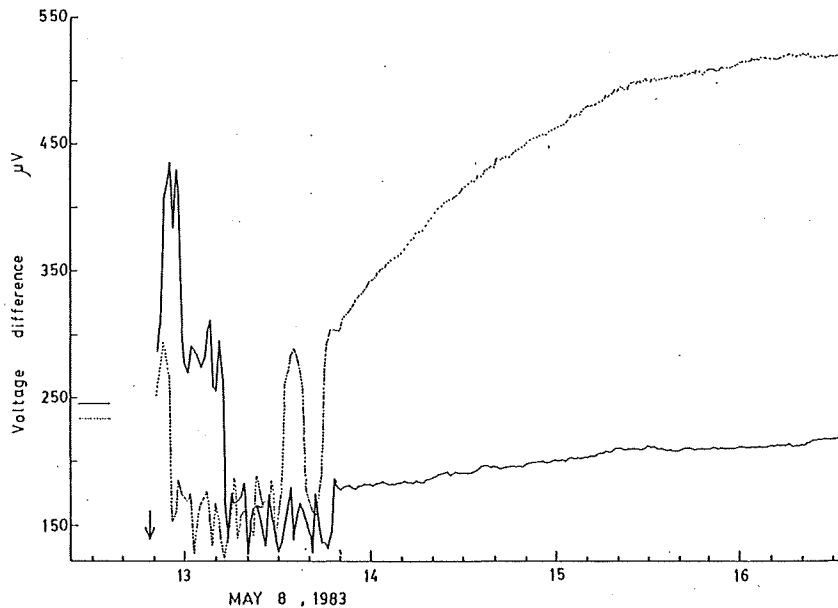
今回の電位差計による海底観測は 1983 年 5 月 8 日～11 日の期間、海底磁力計回収のための東大海洋研淡青丸の航海を利用して行われた。観測地点は第 2 図に示す J E 1 点 ($33^{\circ} 58.7' N$, $137^{\circ} 27.0' E$) であり、水深は 1688 m である。第 2 図には海底磁力計の観測地点 (J 6～J 9) 及び陸上の観測点 (HAM) も同時に示す。電位差計は 5 月 8 日 12 時 49 分に投入され、5 月 11 日午前 9 時におもりが切り離され浮上を開始した。船上への回収は午前 10 時過ぎであった。電位差計にはこの全期間の記録が得られている。

電位差計は水平 2 成分の電位差を測定するが、これを X 成分および Y 成分と呼ぶことにする。TRM コンパスの結果から、X 成分は $N 79^{\circ} W$ の方向を持ち、Y 成分は $N 11^{\circ} E$ の方向であった。X 成分はほぼ東西、Y 成分は南北の方向の電位差を示す。投入直前に船上で電極を同じ



第2図 海底電位差計及び海底磁力計の観測地点を示す。图中J E 1が電位差計, J 6~J 9が磁力計の観測点である。H A Mは陸上の浜岡での観測点であり, 電場及び磁場変動が観測されている。

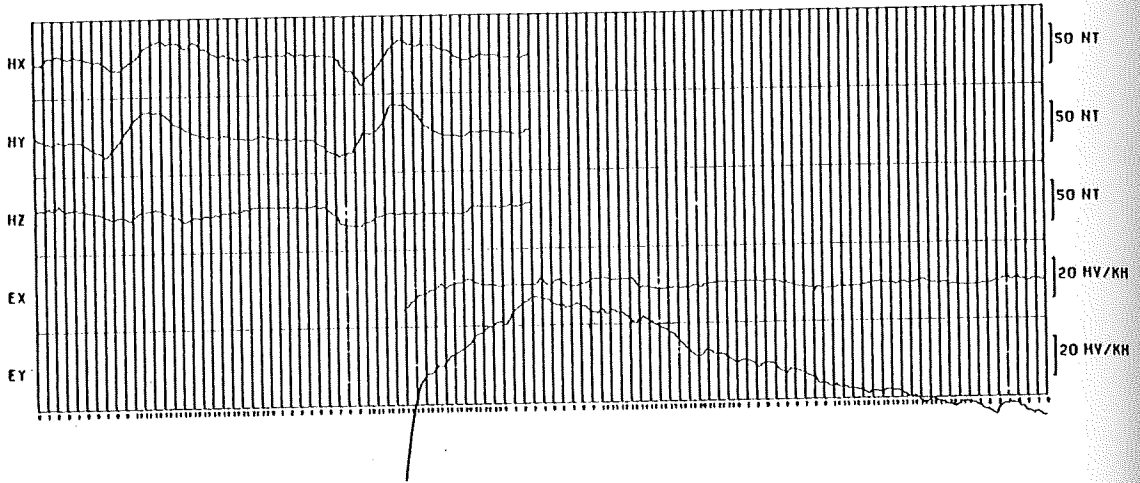
海水中にいた時に各成分の電極の組が示した電位差は, X成分およびY成分がそれぞれ $245 \mu\text{V}$ および $225 \mu\text{V}$ であった。この値は第3図の左端に示す。第3図は投入後数時間間の電位差変化をあらわしている。図からわかるように電位差計は $1,688\text{m}$ の水深を約1時間かけて降下し, 13時50分頃に海底に到達した。この期間の電位差は両成分とも大きく変動している。落下の際の電位差計の回転, 海水に対する相対的な動きおよび温度, 圧力, 塩分濃度等の外部環境の変化がこの電位差変化の原因と考えられる。着地



第3図 電位差計投入後数時間の電位差変化を示す。実線はX成分, 点線はY成分をあらわす。左端の実線と点線は投入前の船上での測定値を示す。

後の電位差の変化は両成分で異なっている。X成分ではドリフトが小さく、 $20\mu\text{V}/\text{hour}$ 程度の変化が着地後からみられる。これは耐圧容器内の測定系の温度が海底での平衡状態に近づこうとしているためと考えてよい。これに対してY成分は初期ドリフトが $200\mu\text{V}/\text{hour}$ と非常に大きい。しかしこの初期ドリフトは着地後2時間後にはかなり小さくなっている。

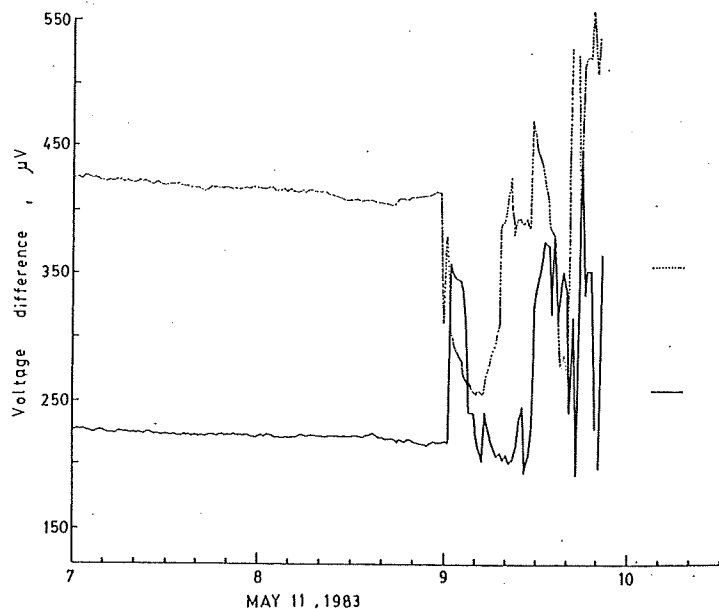
JE1 83/05/07-05/11



第4図 全測定期間の電位差変化を示す。磁場変化はJ6点での記録である。

第4図には全期間の電位差変化の記録を示す。磁場の3成分は近くのJ6点での海底磁力計による測定値である。X成分の電場に関しては初期にみられたドリフトも数時間後にはおさまり、以後の系統的な変化はほとんどない。Y成分では全期間でドリフトがみられる。5月9日の午前3時頃からはドリフトの方向が変化し、その後の変化は初期の大きなドリフトを解消する方向に動いている。

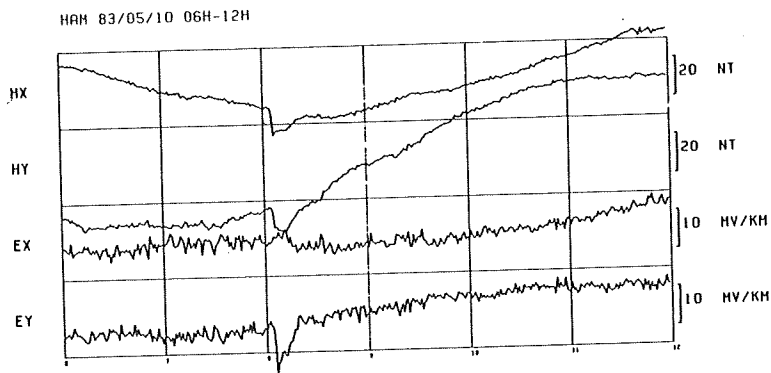
第5図は回収の際の電位差変化を示している。電位差計は5月11日午前9時に切り離された後上昇を開始し、約50分で海面に達した。電位差計の下降及び上昇速度はそれぞれ $28\text{ m}/\text{分}$ 、 $34\text{ m}/\text{分}$ であった。電位差計回収後に電極を取りはずし同一海水中で電位差を測定したところ、X成分は $270\mu\text{V}$ 、Y成分は $360\mu\text{V}$ であった。X成分の電極の組の電位差は投入前とほとんど変わらず、海底での環境が永久的な変化を与えなかったことを示す。測定期間中のX成分のドリフトが小さかったことは、この結果と調和する。Y成分に関しては $130\mu\text{V}$ の増加があったが、この値は、海底着地時の電位差と切り離し直前の電位差の差にほぼ等しい。従ってY成分に見られた初期の大きなドリフトが、投入して半日後から解消の方向に向ったが、2日半の観測期間では十分に回復せず、その差が残ったものと考えられる。2つの成分の電極



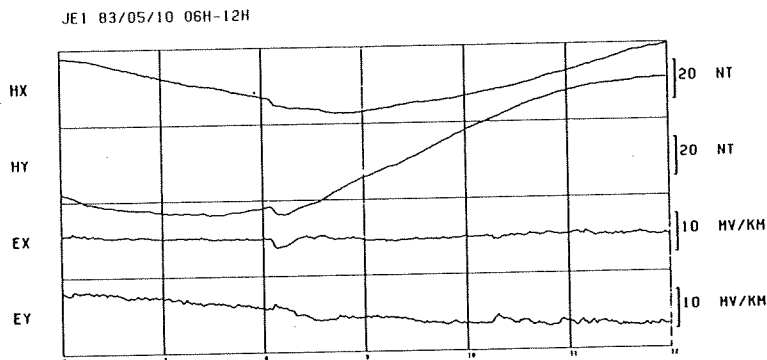
第5図 回収前数時間の電位差変化の記録。実線及び点線は第3図と同じ、右端の実線及び点線は回収後船上で測定された電位差を示す。

のふるまいの差がどういう原因によって生じたものであるかは、今のところ明確でない。初期の電位差は電極の表面電位のバラツキを表わすが、この値は両方の電極ではほぼ同じである。

全体の傾向は別にして、電位差計が短周期の電位差変化の信号を正しく記録しているかどうかを確かめるには、同じ期間の他の記録と比較する必要がある。第4図に示されたように最も近い観測点の海底磁力計の記録は、磁力計が電位差計投入後すぐに回収されたために、記録期間がほとんど重なっていない。従って近くの陸上での観測点(HAM)の記録との比較を行う。浜岡では磁場3成分及び電位差2成分の記録が、海底電位差計の働らいていた全期間を通じて得られている。しかし、この期間は電磁場変動が静かな時であり、あまり特徴的な変化は見られない。第6図に示すのは、浜岡の観測点でこの期間に見つかった唯一の顕著な擾乱であり、磁場にも電場にもあらわれている。この図ではX成分は南北方向、Y成分は東西方向を示す。第7図には同じ時期のJE1点での海底電位差計の記録を示す。図の磁場変動は、浜岡とJ6点のこれ以前の磁場変動の比較から推定したものである。第6図および第7図ではスケールは統一してある。前にも述べたように海底電位差計はExがほぼ東西成分、Eyが南北成分に対応する。長周期のドリフト特性が両成分で違っているので、生のデータを比較するために、座



第6図 1983年5月10日午前6時から12時までの浜岡(HAM)での電場及び磁場変化を示す。8時過ぎに擾乱がみられる。



第7図 JE1点での海底電位差計による観測記録の一部。期間及びスチールは第6図と同じである。

標回転は行っていない。第7図から明らかなように、午前8時過ぎの変動は海底電位差計でも記録されている。この変動は20分程度の周期を持つが、JE1点ではHAMに比べて振巾が数分の1に減少している。これは主に海水によるシールド効果によるものであろう。

4. おわりに

1983年に行った海底観測では、用いた海底電位差計が、ほぼ実用的に使用可能であろうと判断される。特にX成分に用いた電極ではドリフトも小さく、忠実な電位差変化を記録するこ

とが可能であろう。しかしY成分の電極がX成分と違って大きなドリフトを示したことから、電位差計投入前に電極の良否を判断する基準が必要であると考えられる。現在は電極間電位差以外にも、電極と海水との接触抵抗も考慮して、電極の作成及びテストを行っている。

海底観測では電極の問題以外にも、設置、回収に伴う船上での操作に関して、多くの情報が得られた。電位差計の形状、大きさや電極間隔についても、最初の海底観測で得られた情報を元にして、新しい装置を開発する予定である。

参 考 文 献

- 1) 浜野洋三, 行武毅, 瀬川爾朗, 海底電位差計の開発, 電極の製作, 本報告書.
- 2) J. Segawa, T. Yukutake, Y. Hamano, T. Kasuga and H. Utada, Sea floor measurement of geomagnetic field using newly developed ocean bottom magnetometers, *J. Geomag. Geoelectr.*, 34, 571-585, 1982.