

三日月町における地磁気観測結果について

京大理竹田雅彦
京大理鈴木亮
鳥取大教養宮腰潤一郎
京大教養住友則彦

§ はじめに

三日月町の観測点は山崎断層より約10km離れたところにあつて、我々はこゝを断層による地磁気変化をみる上での一つの根拠地と考えている。しかし、そのような地磁気変化があつたときに、この地点が変化と無関係な点となるか、あるいは変化が生ずる点となるか、あるいはまた一番中途半端な点となるのかは、今後の観測を積み重ねてゆかなければわからない。ともあれ、この観測点では第1回の共同観測（1975年12月）以来、フラックスゲート磁力計による地磁気遅まわし観測が続いている（但し、現時点では故障のため中断）。それに加えるに、今回の第2回共同観測（1976年11月）では誘導型磁力計による早まわし観測をも実施した。この報告では、第1部でフラックスゲート磁力計による観測結果、第2部で誘導磁力計による観測結果を報告する。特に、第2部では従来あまりされることのなかつた微分磁場（ \dot{H} , \dot{D} , \dot{Z} ）の変換函数について討論する。

§ 1. フラックスゲート磁力計観測結果

上に述べたように、この観測は活断層の何らかの動きを磁場変化でとらえようとするのが目的である。そのためには、長期間の観測があつて初めて議論ができることである。現在のところ、まだ資料は1年足らずしかなく（器械故障のため）、その意味では非常に不十分で、結論は勿論のこと、推定も推測も不可能である。

図1には変換函数を75年12月、76年4、5月、および9月と代表的に3つの期間で求めたものを3種の線で図示している。曲線はかなりのばらつきを見せているが、このばらつきは変換函数特有のもので、地下構造の変化に起因するものとは考えられない。図では10分以下の短周期についても書いているが、記録読み取り間隔（2.4分）から考えて無意味である。それ以上の周期のところを見ると三日月における変換函数の一般的特徴が読取れる。たとえば、4つの係数とも小さいこと（約0.1、またはそれ以下）、Auが途中で符号を変えること、Buが負である

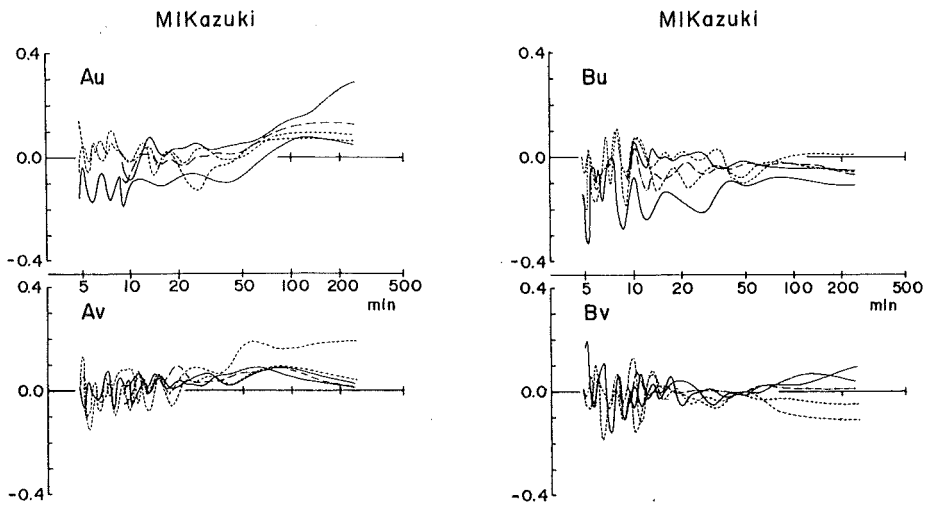


図1. 75年12月(点線), 76年4, 5月(実線), 9月(一点鎖線)における変換函数 A_u , B_u (実部), A_v , B_v (虚部)。横軸は周期。

こと等々である。なお、計算はHonkura (1972) のプログラムによっている。

第2図に76年4月と9月の変換函数のパーキンソンベクトルを図示している。それぞれ、7個及び8個の湾型変化から計算したもので、計算プログラムは竹田(第2部参照)のものを用いた。ベクトルは実部、虚部とも北ないしは数度から10度東へ振る方向を向いている。これは山陰、あるいは山陰から中国山脈を越えて山陽に至る地域の、ベクトルの方向と大差ないものである(宮腰, 1976)。ただ、第2部の誘導磁力計から求まるものとは、は

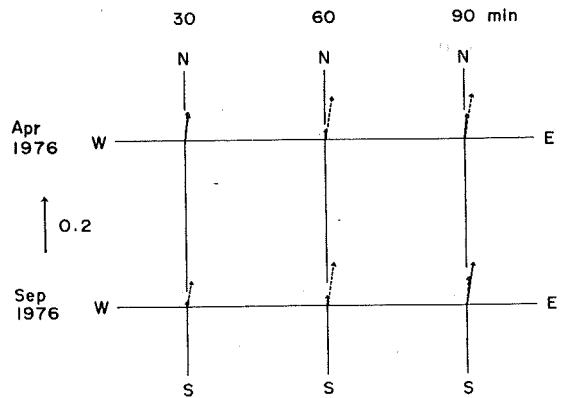


図2. 76年4月と9月における、周期30分、60分、90分の変換函数によるパーキンソンベクトル。実部は実線、虚部は点線で表示。

っきり方向の違いがある。また、4月の結果と9月の結果では細かいところまで見れば差はあるのだが、何らかの地下の動きによるものと断定するようなことは、勿論今の段階ではできない。

§2. 誘導磁力計観測結果

誘導磁力計は各磁場成分の時間微分 (\dot{H} , \dot{D} , \dot{Z}) を記録することになる。こゝでは仮に、

変換函数は磁場そのもの (H, D, Z) について定義された関係, $Z = A \cdot H + B \cdot D$ であると考えるが, しかし, 時間微分磁場に対しても成立する。即ち, $H = \sum_{\omega} H_{\omega} e^{i\omega t}$, $D = \sum_{\omega} D_{\omega} e^{i\omega t}$, $Z = \sum_{\omega} Z_{\omega} e^{i\omega t}$ に対して, $\dot{H} = \sum_{\omega} i\omega H_{\omega} e^{i\omega t}$ (\dot{D}, \dot{Z} も同様) となるから, 誘導磁力計の記録から得られた $\dot{H}, \dot{D}, \dot{Z}$ をフーリエ変換して得られた係数 $H_{\omega 1}, D_{\omega 1}, Z_{\omega 1}$ は, $H_{\omega 1} = i\omega H_{\omega}$, $D_{\omega 1} = i\omega D_{\omega}$, $Z_{\omega 1} = i\omega Z_{\omega}$ となり, $Z_{\omega} = A_{\omega} H_{\omega} + B_{\omega} D_{\omega}$ に対して, $H_{\omega 1}, D_{\omega 1}, Z_{\omega 1}$ に対してもやはり, $Z_{\omega 1} = A_{\omega} H_{\omega 1} + B_{\omega} D_{\omega 1}$ になりたつ。したがって, 誘導磁力計の記録を積分することなしに変換函数が求められることになる。

振巾が $1/e$ になる skin depth は $T = 100$ 秒の変化に対し $\sigma = 4$ mho/m で 2.8 km, 10^{-2} mho/m で 50 km であるから, 誘導磁力計によって地磁気脈動を 3 成分にわたって観測し, 変換函数の手段により 3 ~ 50 km 程度の地下の電気伝導度分布を知る手がかりが得られる。

2. 1 観 測

観測は1976年11月26日~12月2日の間, 3成分誘導磁力計を用いて行った。記録にはペンレコーダーを用い, 紙送りは 1cm/分である。器械系の周波数特性は $T > 5$ 秒で, ほぼ $T^{-0.85}$ に比例している。たとえば, $G(\omega, t) = g_0(\omega) e^{i\omega t}$ と表わされるような現象の時間微分は $\dot{G} = i\omega g_0 e^{i\omega t}$ であり, このことから完全な微分特性であるためには, 振巾は T^{-1} に比例していなければならない。しかし, 今回はその差を無視した。

図3.に記録のトレース例を示す。

2. 2 解析方法及び結果

観測された脈動のうち, 比較的振巾の大きな15個について解析を行った。読み取りは6秒(記録紙上 1mm)毎で, 解析方法は Everett and Hyndman (1967) により, 直接フーリエ変換し, 15個全部から最小二乗法によって求める方法と, 個々に相関函数を用いて変換函数を求める方法の2つについて行った。

プログラム作成にあたっては Honkura (1972) を参考にし, 計算は京大大型計算機センターに行った。こゝでは, 主として前者の方法による結果を扱う。

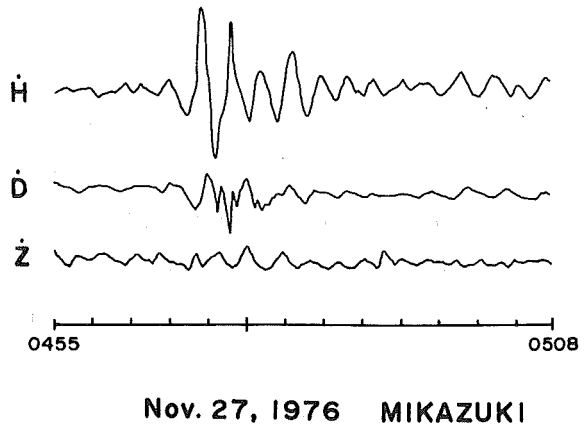


図3. 観測記録例。感度は3成分ともほぼ同じ。

まず、パワースペクトル分布は図4の通りで、3成分にわたって周期70~80秒にピークを持ち、いわゆるPC4脈動がよく現われている。ピークのパワーでH:D:Z=20:5:2で、これはもとの振巾の比が約5:3:2のものが多いことに対応している。しかし、ここで注意すべきことはHやDに全然信号が受かっていないのに、Zに40~80秒ぐらいのかなりの振巾がしばしば存在することで、Zの振巾が過大評価されている可能性がある。

求まった変換函数を図5に、またそれから求めたパーキンソンベクトルの例を図6に示す。また、前述の后者の方法との比較のため、図7に、例として周期70秒のパーキンソンベクトルについて、直接フーリエ変換したものを矢印で、個々に相関函数を用いて求めたものを+印で示す。この周期はパワーの大部分のため、バラツキも小さくなっている。

2.3 考察

図5の変換函数を見ると、Auはほぼ全周期に対して正で0~0.2ぐらい、Avは-0.2~0、Buは-0.5~0、Bvは-0.2~0.1ぐらいの範囲の値をとる(40秒程度以下の短周期変化を除く)。その結果、実数部のパーキンソンベクトルは、大体において南東を向く。しかし、特にパワーが大で信頼度が高い70~80秒に限れば、

|Bu|が大であるのと、反対にAuが小であるため、ベクトルはほぼ東を向く(図4~7)。

この方向は、第1部に述べた長周期成分の結果とは大きく異なり、浅い層では東西方向で誘導電流が非一様で、東側で電流密度が大になっていると考えれば説明がつく。兵庫県地質鉱産図

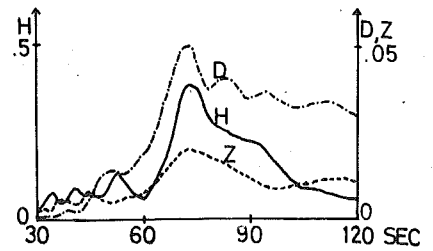


図4. 脈動のパワースペクトラム。
HとD、Zで目盛が違うことに注意。

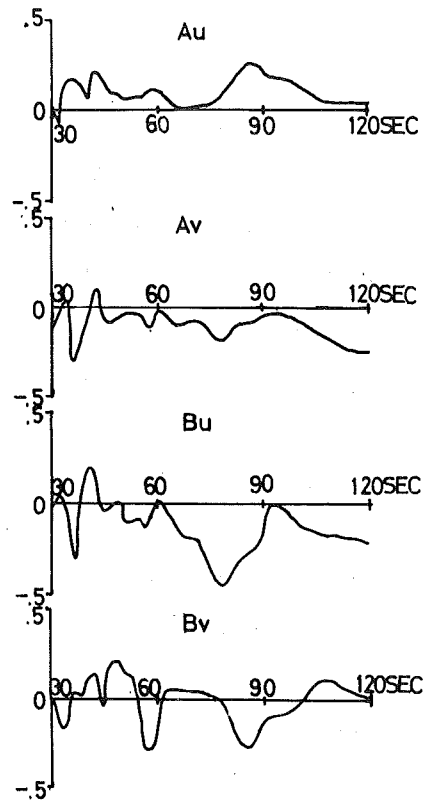


図5. 脈動の変換函数。

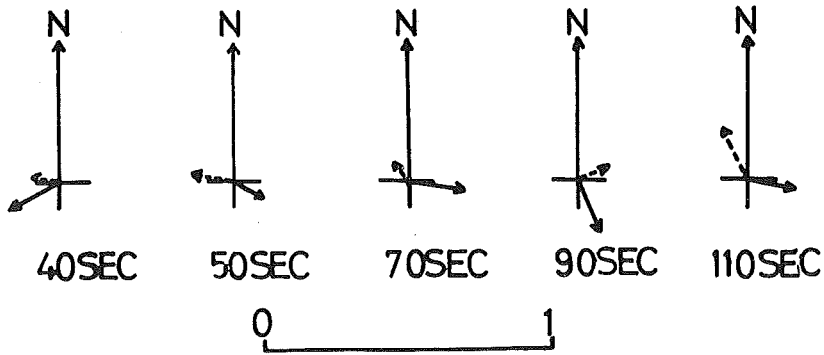


図6. 脈動のパーキンソンベクトル。実部（実線）と虚部（点線）。

(兵庫県, 1961)によると、観測点付近は古生層の砂岩または頁岩で、地上に表われている部分を見る限りでは特に組成の非一様性は見られない。ただ、南北方向に断層が2, 3本描かれており、それに沿って電流が流れている可能性はある。しかし、いずれにしても、正確な議論をするには付近の多くの地点での観測——それも、特にZ成分の雑音の存在を越えて信頼性が得られる程の量の観測——が必要であろう。

謝 辞

観測の場所を提供して下さるなど、いろいろご協力下さいました高蔵寺の皆さんに、心からお礼を申し上げたいと思います。

参 考 文 献

Everett, J. E. and R. D. Hyndman, 'Geomagnetic variations and electrical conductivity structure in southwestern Australia, Phys. Earth Planet. Interiors, 1, 24-34, 1967.

Honkura, Y. Geomagnetic variations anomaly on Miyakejima Island,

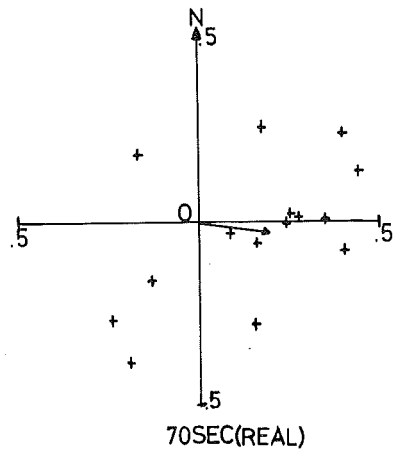


図7. 2つの解析方法による周期70秒のパーキンソンベクトルの比較。+印は現象毎、矢印は一括して求める方法によるもの。

J. Geomag. Geoelectr., 23, 307 - 333, 1972.

兵庫県, 兵庫県地質鉦産図, 1961.

宮腰潤一郎, 山陰・山陽地方のCA, 変動電磁界による地下導電率分布の研究 (工業技術院),

1976.