

山崎断層周辺における地磁気永年変化観測(Ⅲ)

京都大学教養部 住友則彦

1. はじめに

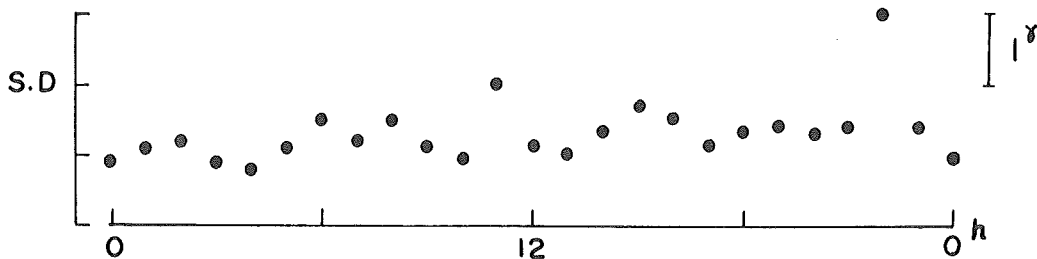
山崎断層周辺では、1975年より、毎年1回精密磁気測量を行なっている。ここでは、1977年11月に実施した3回目の測量結果について報告する。今までの測量結果については、すでに、CA研究会で報告した通りである^{1), 2)}。当該地域のこの間の鳥取に対する平均的な永年変化は、1975～1976年にかけて、約3γの減少、1976～1977年にかけては、逆に約1.5γの増加が見られた。また、1977年9月30日、安富の北方約3kmに発生したM_s4の地震に際して、震央付近で約4γ全磁力の減少があったと思われるので合わせて報告する。

2. 観測方法と精度

観測方法は前回までと全く同じ方法をとった。すなわち、各磁気点ではBARRINGER磁力計6244にて、10～20分間、毎30秒毎の測定を行ない、三日月町高蔵寺では、GEONIX磁力計611G3251により、観測期間中1分毎連続のモニター観測を行なった。これらの観測結果を用いて、まず、各磁気点とモニター点との磁力差を求め、これらに、モニター点と鳥取基準点との磁力差(これは、夜間約6時間の測定期間中全平均値より求める)を加え、すべて、鳥取と各磁気点との磁力差に引き直した。次節で述べる永年変化異常の信頼性を見るため、ここで、以下の4項目について、観測値の精度の検討を行なう。なお、本論文で、精度や誤差を論じる場合、標準偏差の2倍(2σ)を用いることにする。

1) 磁気点とモニター点との磁力差

山崎断層周辺に場所を限定すると、地磁気日変化や短周期擾乱は、異なる2地点で、ほとんど同等と見なして良いことが、1975年の試験観測で確かめられている¹⁾。したがって、モニター点と磁気点との磁力差は、従来の測定法で、±0.5γ以内の精度で確定できるはずである。しかし、三日月モニター点での、1分毎の計測値をよく調べると、GEONIX磁力計個有のものとは思えないバラツキが目立つ時がある。これは、国鉄山陽線(三日月は約2.0km離れている)よりの漏洩電流の影響とも考えられる。もし、そうだとすると、モニター点と各磁気点では、漏洩電流の影響の仕方は若干異なるであろうし、測定時刻の僅かなずれも磁力差のバラツキの原因になり得る。そこで、モニター点の記録から、次の方法で、漏



第1図 電車の漏洩電流による磁場の変動(三日月町)
(縦軸: 20回計測値の標準偏差)

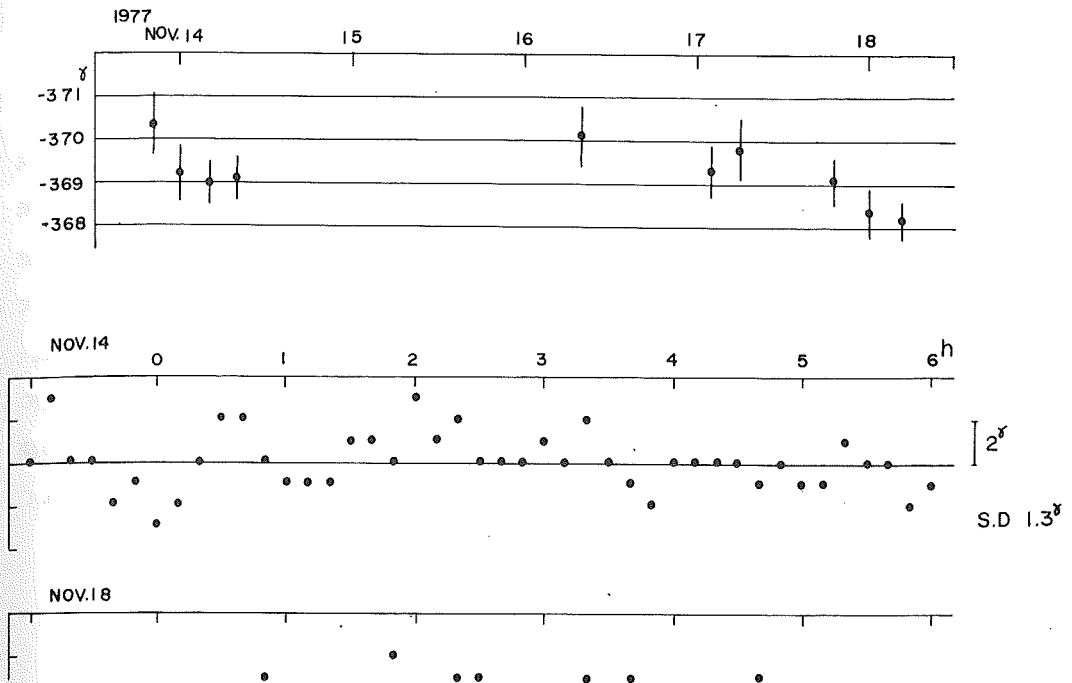
洩電流の影響を調べた。毎正時より1分毎20回の計測値をとり、この期間中は、磁場変化は直線的であると仮定して、この直線のまわりの標準偏差を計算し、これの日変化を第1図に示した。これによると、夜間より昼間の方が標準偏差はやや大きい傾向が見られる。電車の影響が全くない場所での、611Gの20回計測時の標準偏差は、0.9 γ 程度であるので、電車の影響は、昼間で、ほぼ1.3 γ 程度と考えられる。しかし、電車の影響があったとしても、磁力差の20分間平均値の信頼度は、 $\pm 0.4\gamma$ 程度であると考えて良いと思われる。

ロ) モニター点と鳥取との磁力差

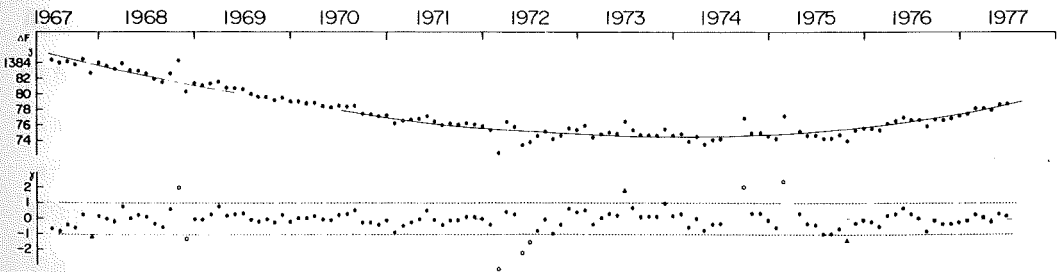
1976年の観測報告¹⁾で述べたように、鳥取と三日月では短周期全磁力変化の振幅は若干異なる。これは、CAのため、鉛直成分の振幅が内陸ほど小さくなることによる。擾乱時には、鳥取と三日月の単純差は数ガンマーを越えることもある。このため、従来より、鳥取と三日月の磁力差を求める際、観測期間中、夜間数時間の全平均値を用いている。但し、サンプリング間隔は10分毎である。第2図に、2夜の観測例を示すと共に、夜間数時間平均値の4日間の変動例を示す。これら平均値の変動は、短周期擾乱による影響が重ね合ったことによると思われる。ここでは、これら4日間の夜間、のべ約25時間の平均値を採用しているので、鳥取-三日月の磁力差に含まれる誤差は、せいぜい $\pm 0.2\gamma$ 以下と見なし得る。

ハ) 鳥取基準点の変動

はじめに述べたように、山崎地方の鳥取に対する平均的な変動は、1975~1976年にかけて、約3 γ の減少、1976~1977年にかけては、約1.5 γ の増加であった。これは、鳥取を不動と仮定しての結果である。そこで、この間、鳥取が固有の変化をしたか否かを調べるため、柿岡に対する鳥取の相対的変動を調べた。第3図は、1967年以來の鳥取-柿岡間の全磁力差月平均値を示したものである。これは、主に、夜間6~10時間の平均値から得たもので、月平均値の95%信頼区間は、 $\pm 1\gamma$ である。図から分るように、



第2図 三日月と鳥取との全磁力差変動例



第3図 鳥取と柿岡との全磁力差永年変化

1975～1977年の間に、鳥取に特別な変動は見られない。従って、山崎地方の変動は、原因は不明だが、1976年を境に、減少から増加に転じたことは、ほぼ確かである。

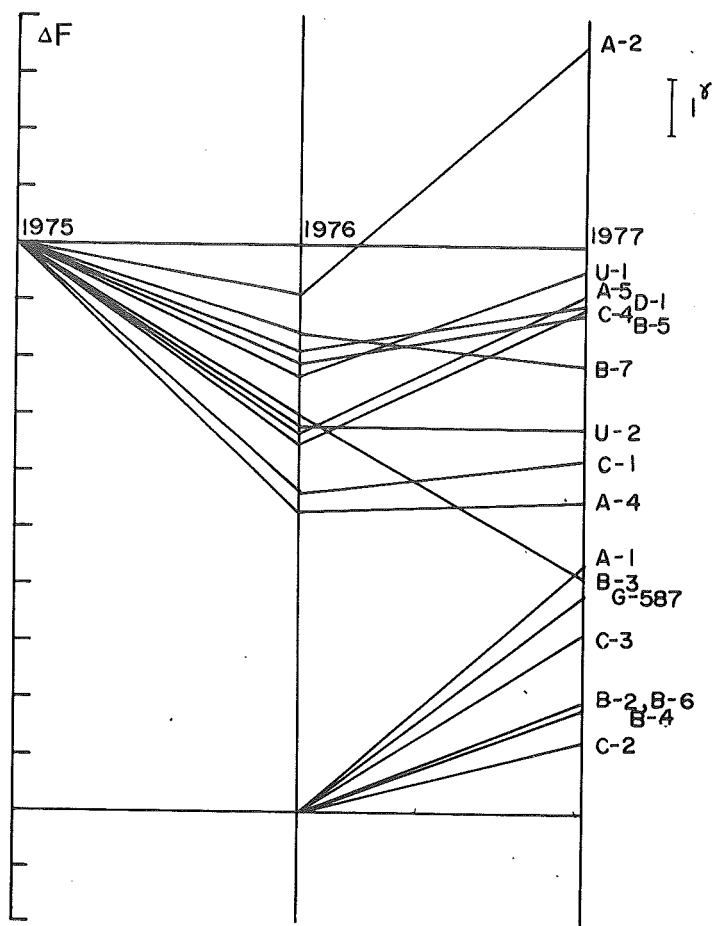
⇒) 磁力計器差について

鳥取に対する各磁気点の磁力差を求める際に、問題になるのは、測定に用いた磁力計 (BARRINGER) と鳥取基準点の磁力計の器差変動の有無である。この際、モニター一点の磁力計との器差は問題にはならない。磁気測量の前後で器差の検定をするべきだが、従来より省略して来た。ただ、参考のため、モニター点で使用するGEONIX 611Gとの器差検定は毎回行っていた。今回、この器差検定で、BARRINGERのセンサー支持棒に欠陥があり、測定高、測定方位によっては、 $\pm 1.5 \gamma$ 程度の誤差を含み得ることが判明した。今までの測定の中で、測定高を地上150cm (GEONIXのセンサー高度) としたものについては、BARRINGERの標準測定高165cmの値に補正した。しかし、センサーの測定方位については不明であるので、これによる誤差 $\pm 0.5 \gamma$ が、今までの測定値に含まれている可能性はある。

3. 測量結果

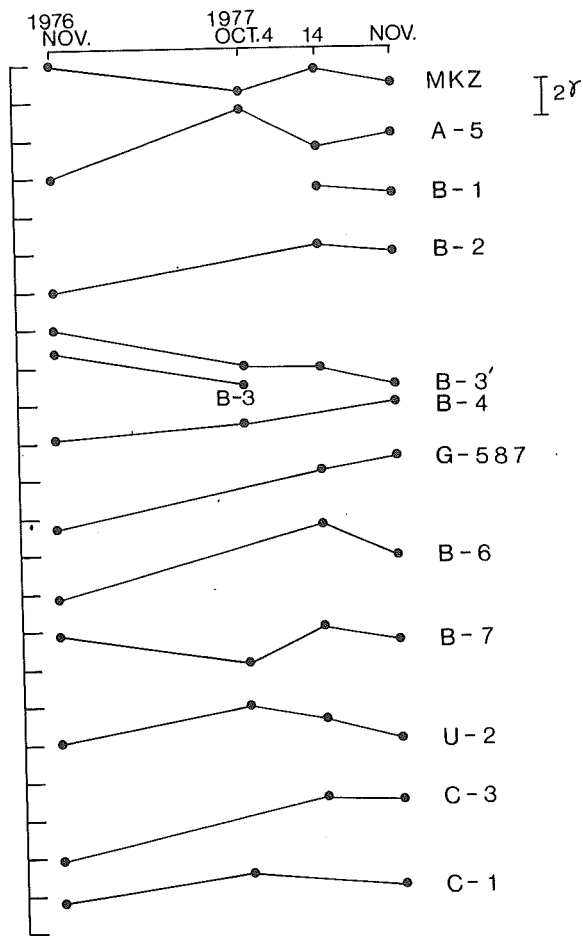
1975年に埋設した磁気点は、17カ所であった。1976年の再測時に、人工的擾乱を受けていたと思われる点が7カ所あった。この時点で、移設・改埋をした点は、6カ所である。第4図に、各磁気点と鳥取との磁力差の永年変化を、1975年を基準として重ね合わせて示した。また、1976年に移設・改埋をした磁気点については、同年を基準にして、同じく重ね合わせて同図に示した。国土地理院2等磁気点G-587については、1975-1976年の磁場変化量が -7γ と大きかったので(この磁気点は、磁場の水平、鉛直勾配がかなり大きい)一応、1976年以降の値を採用した。図から明らかのように、各磁気点での変化は、1976年を境にして減少から増加に転じている。しかし、磁気点〔B-3〕、〔B-7〕は全体の傾向と異なる。すなわち、1976年以降も減少が続いている。また、〔U-2〕、〔C-1〕、〔A-4〕などでは、ほとんど増加が見られない。

ところで、1977年9月30日、安富の北方約3kmの地点に、M_s4の地震が発生した。〔B-3〕は震央距離1km以内と推定される。また、〔B-7〕、〔C-1〕などは比較的震央に近いところに位置している。このことから、上に述べた〔B-3〕、〔B-7〕、〔C-1〕などの点での永年変化が、他の点の変化と傾向を異にしているのは、この地震発生と関連した磁場変化があったことによるとも考えられる。〔B-3〕での異常変化量を見積ると、 -4γ 程度と推定される。〔B-3〕には、たまたま、本点から50mほどの距離に補助点〔B



第4図 各磁気点と鳥取との全磁力差永年変化

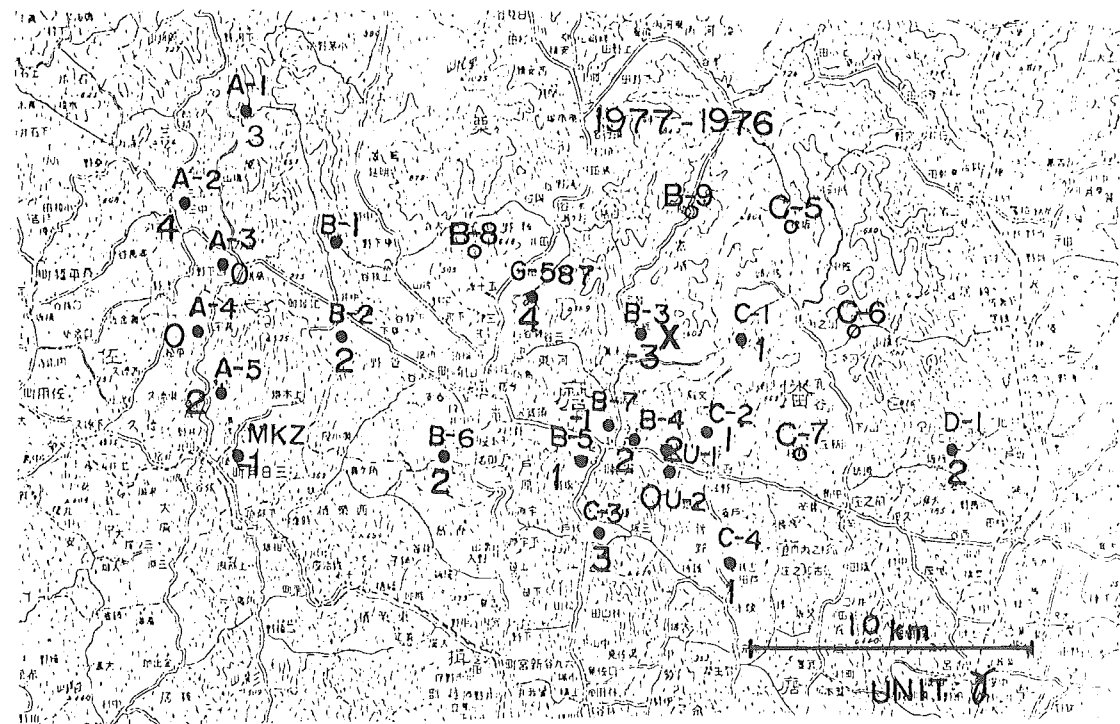
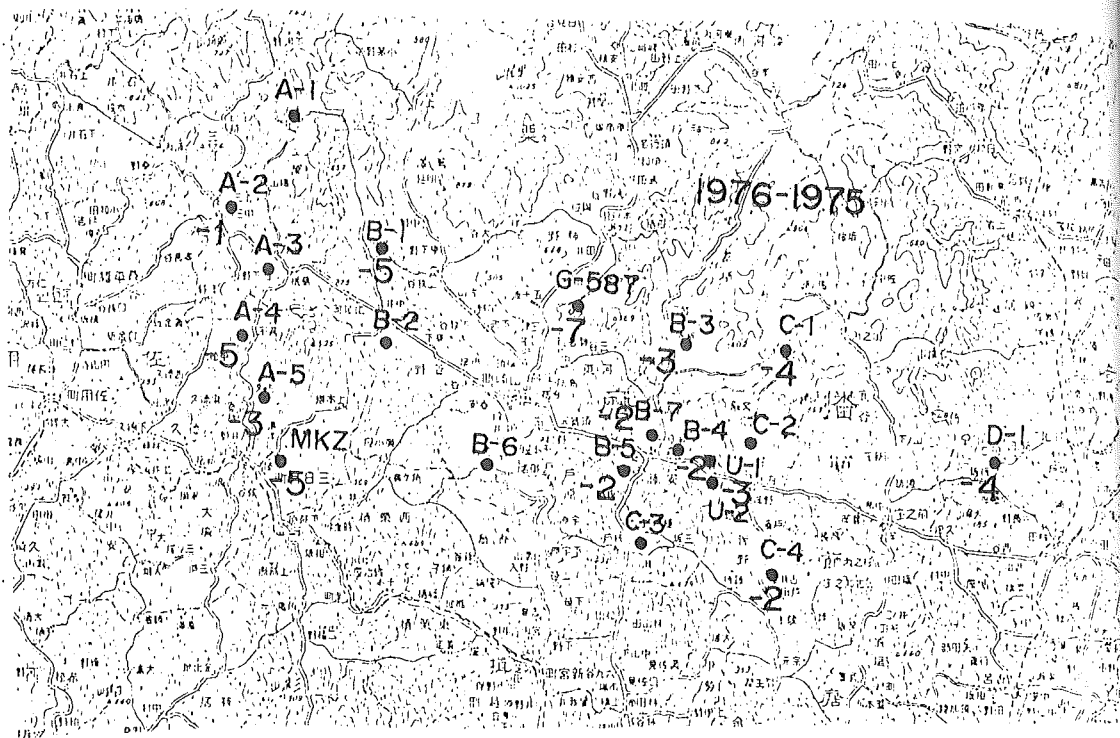
— 3')を設けてあったが、そこでの変化量は、全く本点と同じであった。一部の磁気点で、地震発生後、4日、2週間と2度の臨時観測を行なった。その結果を第5図に示した。地震発生後の約1カ月間では、各磁気点で著しい変化は無かったと思われる。今回の測定結果を、前2回と合せて、第1表に示した。但し、1975年の測定結果には高さの補正を加えた。これは、先に述べた、BARRINGERのセンサー支持棒の欠陥によって生じる測定高の違いに対する補正である。つまり、1975年の測定では、地上高150cmにしていたが、1976年以降は、165cmに統一したことによる補正である。また、各磁気点における永年変化量を第6図にまとめた。



第5図 全磁力繰り返し測定の例

第1表 全磁力測量結果(各磁気点と鳥取基準点との全磁力差)

STATION	1975	1976	1977		
			Oct. 4	Oct. 14	Nov. 14-18
A-1	-229.9 γ	-233.1 γ	γ	γ	γ
A-1'		-174.8			-171.8
A-2	-234.8	-235.7			-231.3
A-3	-279.9	-291.0			-279.7
A-3'					-240.2
A-4	-313.2	-317.9			-317.7
A-5	-324.9	-328.2	-324.5	-326.4	-325.8
B-1	-353.0	-357.5		-347.7	-347.9
B-1'					-395.0
B-2'		-280.0		-277.6	-278.0
B-3	-360.3	-363.3	-365.1		
B-3'		-334.1	-336.0	-336.1	-337.0
B-4'		-426.9	-426.2		-425.0
B-5	-442.6	-444.5	-443.6		
B-6'		-420.7		-415.9	-418.7
B-7	-382.6	-384.2	-385.8	-383.8	-384.7
B-8					-178.2
B-9					-315.6
C-1	-295.9	-300.3			-299.7
C-1'			-292.4		-293.1
C-2'		-249.0	-247.7		
C-3'		-519.1		-515.7	-515.9
C-4	-566.9	-569.0			-568.1
C-5					-360.3
C-6					-414.9
C-7					-314.5
D-1	-329.8	-333.3		-330.9	
U-1	-452.4	-454.7		-452.9	
U-2	-425.2	-428.4	-426.6	-427.2	-428.4
G 587	-237.6	-244.9		-241.8	-241.1
MKZ		-368.1	-369.4	-368.3	-369.1



第6図 鳥取を基準にした山崎断層周辺の全磁力永年変化
 (×印は1977年9月30日に発生した地震の震央)
 (○印は新設磁気点)

4. まとめ

新しい測点も含め、25カ所で磁気測量を行なった。鳥取基準点との磁力差の精度は、 $\pm 0.5 \gamma$ である。BARRINGERセンサー支持棒欠陥のため、前2回の測定値には、 $\pm 0.5 \gamma$ の不確実性が含まれるが、全体の傾向として、1976年を境として、約 3γ の減少から、約 1.5γ の増加へ転じたことは、ほぼ確かである。この変化は、山崎地方個有のものである可能性が高いが、原因は明かでない。

M₄の地震発生に関連したと思われる変化が、〔B-3〕で、約 4γ の減少とし観測された。山崎地方は東西圧縮力場であるので、地震に伴って応力解放があったとすれば、圧磁気効果で定性的には説明し得る。しかし、地震の規模から考えて、応力低下は数パーセント以下と思われるので、これより予想される理論上の磁場変化は、観測結果より、はるかに微量のほずである。あるいは、全く別の原因、例えば、地下水の流動変化に伴う流動電位などに関係するものかも知れない。今後、更に観測例を増す必要があろう。

最後に、磁気測量に協力下さった、秋田大学高橋利昌氏、京都大学水内俊雄、横井悟、服部保孝、飯尾能久諸氏、また京都大学防災研究所見野和夫氏に対し、心から感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 住友則彦, 井内 登, 山崎断層周辺における地磁気永年変化観測, 変動電磁界による地下導電率分布の研究, 91-96, 1976
- 2) 田中良和, 住友則彦, 山崎断層周辺における地磁気永年変化観測(II), 地磁気観測所技術報告, 第17巻特別号, 101-104, 1977