

松代での全磁力観測 1988年4月-1991年12月

日本大学文理学部応用地学科	大志万直人
東京大学地震研究所	小山茂
東京大学地震研究所	笹井洋一
東京大学地震研究所	石川良宣

Tectonomagnetic Observation in Matsushiro during the period from April, 1988 to December, 1990

N. Oshiman	Dept. of Earth Sciences Nohon Univ.
S. Koyama	Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.
Y. Sasai	Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.
Y. Ishikawa	Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.

1. はじめに

1965年8月の始めごろから始まった、長野県松代町を中心とした、群発地震の際には、 20×50 Kmの地域に6台のプロトン磁力計が設置され全磁力観測が行なわれた (Rikitake et al. 1966a; 1966b; 1966c; 1966d; 1967a; 1967b)。当時としては、画期的なプロトン磁力計の台数である。

有感地震の回数が多くなった1966年8月-9月の活動期間には、松代町平林 (Station B) に設置された観測点において、数 n T の全磁力の増加が検出され、この測点の北6 Kmにある別の観測点では、約5 n T の減少が観測されている (Rikitake et al. 1967a)。さらに、3年後に再開された、1969年11月-1970年2月の4カ月にわたる、平林での観測により、1966年11月の値から、約10 n T の減少があったことが判明した (Yamazaki and Rikitake, 1970)。

しかし、皆神山での観測を中心とする、松代地域での全磁力観測はその後、全くなされていない。1987年末、佃 (私信) の松代周辺での地震活動のパターンに変化が現れたのではないかという指摘により、我々は、1988年3月下旬から、図1に示すような2測点で、プロトン磁力計による全磁力連続観測を開始した。1990年末までに得られた結果をここに、簡単に報告する。

2. 観測点

図1に示すように、2観測点MKY、KYTを1988年3月下旬に設置し、毎分計測の全磁力連続観測を開始した。2測点の内、皆神山山頂に設置された、MKYは、松代郡発地震の際に設置された、連続観測点 (Rikitake et al. (1966a) ではNo.19または、A Station) から、約10 mほど西に位置している。

Rikitake et al. (1966a) により、皆神山の周辺で、伏角 I 、全磁力 F 、水平成分 H 、鉛直成分 Z の測量が実施され、皆神山の山体に伴う顕著な磁気異常の存在が報告されている (Rikitake et al. (1966a) の Fig.5 参照)。従って、表 1 に示すように、 MKY における地磁気の各成分の値が、周辺と大きく異なっている。なお、表 1 の No.3 Takimoto は、測点 KYT に最も近い Rikitake et al. (1966a) で設置された測点のため、ここに参考として示した。また、八ヶ岳 (YAT) は、基準点として用いたため、合わせて Yukutake et al. (1975) による結果を示した。

以上のように、測点 MKY は、非常に大きな磁気異常の中に位置している。

各観測点での伏角 I ・偏角 D ・全磁力値 F		
B Station (皆神山) MKY の東約 10 m	I_M	$54^{\circ} 19.3'$
	D_M	$8^{\circ} 31.1' W$
	F_M	49460 nT
	Rikitake et al. (1966a) による	
八ヶ岳地磁気観測所 YAT	I_Y	$48^{\circ} 58.0'$
	D_Y	$6^{\circ} 29.0' W$
	F_Y	46189 nT
	Yukutake et al. (1975) による	
No.3 Takimoto (滝本) KYT に最も近い	I_T	$49^{\circ} 21.0'$
	D_T	————
	F_T	46520 nT
	Rikitake et al. (1966a) による	

第 1 表 各観測点での伏角 I ・偏角 D ・全磁力値 F

3. 観測結果

図 2 に 1988 年 5 月から 1991 年 12 月までの MKY 、 KYT 、および YAT の 3 観測点相互の夜間 0 h - 4 h のデータを用いた地点差の日平均値を示す。所々に見える、プロットされた \bigcirc 印に付いている縦棒は、 $\pm 2\sigma$ (σ : 標準偏差) を示すエラーバーである。ほとんどの地点差では、 \bigcirc 印の直径の方が、エラーバーの長さより大きいので、そのエラーバーが目立たない。従って、一般的には、各測点での地点差の値のエラーバーは、 \bigcirc 印の直径程度かそれ以内である。

地点差 $MKY-YAT$ で、1989 年 6 月 - 9 月の期間に顕著な減少が見られる。もちろんこれは、 MKY での全磁力の減少が原因である。図 3 に、図 2 と同じ期間の YAT での全磁力の夜間値をプロットしたものを参考のために示す。

4. 松代周辺での地震活動度

図4に皆神山を中心として東西、南北に±30 Kmの範囲の地域で、深さ20 Km以浅のマグニチュード1.5以上の地震の震源を3次的にプロットしたものを示す。データセットの期間は、1988年1月から1990年12月までである。ただし、震源が計算上”空中”に出るものは、深さ3 Kmの位置に固定してプロットしてある。皆神山付近に集中した地震活動の存在することが分かる。

さらに図5に、同じ1988年1月から1990年12月までの期間の15日毎に集計した地震回数の時間変化を示す。1988年1月以来回数が増加していたものが、1989年半ばより再び増加に転じているように見え(図中の太い実線でそのトレンドを表現してある)、増加に転じるその折り返し地点に対応する、6月-9月の期間ににわずかながら回数が増えているように見られなくもない。この期間は、ちょうどMKY(皆神山)で全磁力の減少が観測された期間に対応している。

5. まとめ

1989年6月-9月の期間に観測された、MKYでの全磁力の一時的な減少の原因は、現在のところ良く分からない。しかし、サイズミシティーの変化との対応から、なんらかのRegionalな応力場と関連がある可能性が高い。ちなみに、トルコ共和国の北アナトリア断層帯のMudurnu地域で繰り返し磁気測量を実施しているドイツ・グループは、周辺でのサイズミシティーの変化と、全磁力変化に良い相関が存在することを見出だしている(Uhrenbacher, 1988)。Uhrenbacher, (1988)によれば、周りと比べて、強い磁化を持った岩体が存在し、その周辺で観測された、全磁力変化から逆に、その岩体(彼らは、natural geomagnetic stress sensorと呼んでいる)に発生した応力変化を見積もると、この地域でのRegionalな応力変化場と良い一致を示す。そして、このnatural geomagnetic stress sensorが検出した応力変化は、周辺のサイズミシティーの変化と見事な一致を示すのである。

Zlotnicki and Cornet(1986)、Oshiman(1990)、Oshiman et al.(1991)らの研究のように、非均質な磁化構造によるTectonomagnetic effectの増巾効果が存在することも考えあわせれば、皆神山の山体が、高感度のセンサーとして働きうるという考えもできるかもしれない。

一方、測点MKYでは、その偏角、伏角がその周辺、特に、本研究ではKYT、YATと比べて著しく異なる値を示す。この偏角、伏角の2地点間の違いは、笹井・石川(1976)や田中他(1978)で指摘されている、見掛け上の変化を生ずる可能性も大きい。しかし、全磁力のデータではあるが、図4を見るかぎり、見掛け上の変化を生じうるような特別な変動が1989年6月-9月のみ存在するようには見えない。しかし、何れにせよ、1989年6月-9月の期間だけでも三成分を用いた補正による検討を行なう必要はあろう。

第4図と第5図は、東京大学地震研究所の佃為成氏に作成して頂いた図を基にしている。
ここに謝意を表します。

参考文献

- Oshiman, N., Enhancement of tectonomagnetic change due to non-uniform magnetization in the earth's crust --two-dimensional case studies--., *J. Geomag. Geoelectr.*, 42, 607-619, 1990.
- Oshiman, N., M.K.Tuncer, Y.Honkura, S.Baris, O.Yazici, and A.M.Isikara, Astrategy of tectonomagnetic observation for monitoring possible precursors to earthquakes in the western part of the North Anatolian Fault Zone, Turkey., *Tectonophysics*, 1991, in press.
- Rikitake, T., Y. Yamazaki, Y. Hagiwara, K. Kawada, M. Sawada, Y. Sasai, T. Watanabe, K. Momose, T. Yoshino, K. Otani, K. Ozawa and Y. Sanzai, Geomagnetic and Geoelectric studies of the Matsushiro Earthquake Swarm (1)., *Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.*, 44, 363-408, 1966a.
- Rikitake, T., Y. Yamazaki, Y. Hagiwara, K. Kawada, M. Sawada, Y. Sasai and T. Yoshino, Geomagnetic and Geoelectric studies of the Matsushiro Earthquake Swarm (2)., *Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.*, 44, 409-418, 1966b.
- Rikitake, T., T. Yukutake, Y. Yamazaki, M. Sawada, Y. Sasai, Y. Hagiwara, K. Kawada, T. Yoshina, K. Kawada and T. Shimomura, Geomagnetic and Geoelectric studies of the Matsushiro Earthquake Swarm (3)., *Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.*, 44, 1335-1370, 1966c.
- Rikitake, T., Y. Yamazaki, M. Sawada, Y. Sasai, T. Yoshino, S. Uzawa and T. Shimonura, Geomagnetic and Geoelectric studies of the Matsushiro Earthquake Swarm (4)., *Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.*, 44, 1735-1758, 1966d.
- Rikitake, T., Y. Yamazaki, M. Sawada, Y. Sasai, T. Yoshino, S. Uzawa and T. Shimomura, Geomagnetic and Geoelectric studies of the Matsushiro Earthquake Swarm (5)., *Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.*, 45, 395-416, 1967a.
- Rikitake, T., T. Yukutake, M. Sawada, Y. Sasai, T. Watanabe and H. Tachinaka, Geomagnetic and Geoelectric studies of the Matsushiro Earthquake Swarm (6)., *Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.*, 45, 919-944, 1967b.
- 笹井洋一、石川良宣、房総半島における地磁気全磁力くり返し測量：1968-1976、*東京大学地震研究所彙報*、51, 83-113, 1976.

田中良和、増田秀晴、河村諱、大地洗、加藤諄司、馬場広成、吉野登志男、

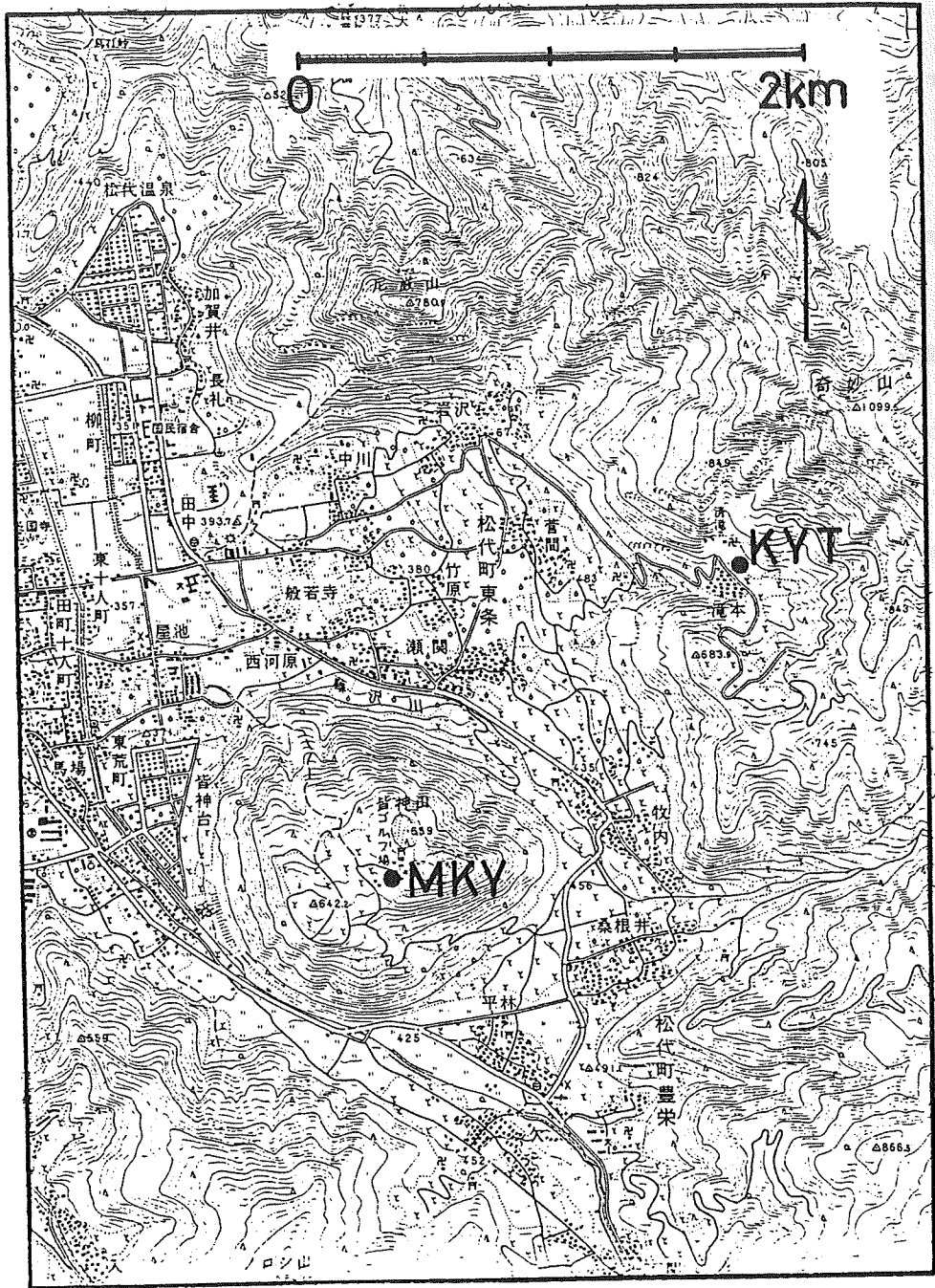
阿蘇火山地域での全磁力測量——(1977)、阿蘇火山の集約総合観測
(第1回1977)報告(久保寺章編)、31-39, 1978.

Uhrenbacher, R., A new method for interpreting tectonomagnetic field changes
using a natural geomagnetic stress sensor: Contribution to
the Joint German-Turkish Earthquake Prediction Research Project.,
PhD. thesis, Kiel Univ. p.218, 1988.

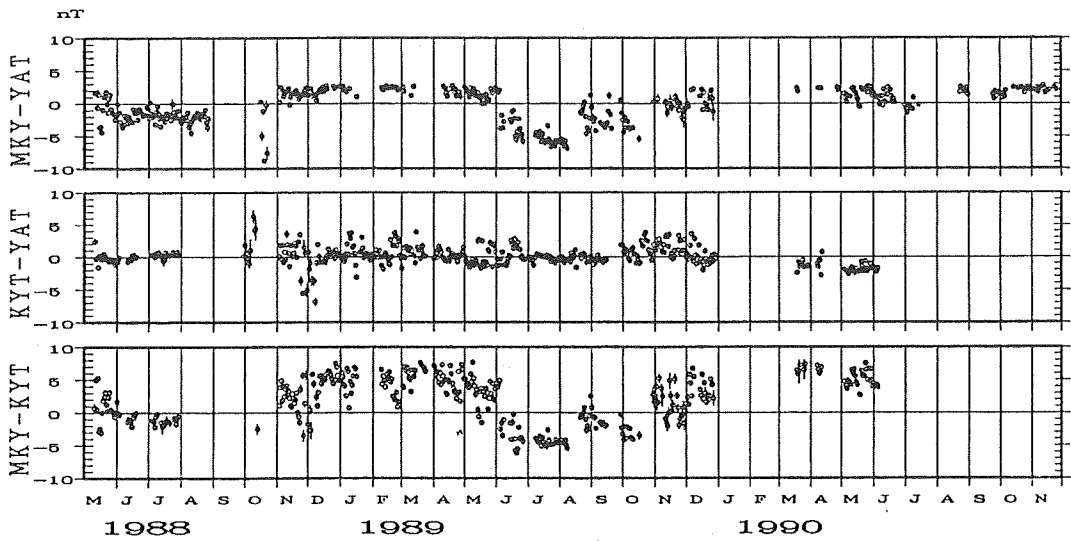
Yamazaki, Y. and T. Rikitake, Local anomalous changes in the geomagnetic field
at Matsushiro., *Bull. Earthq. Res. Inst., Tokyo Univ.*, 48, 637-643,
1970.

行武毅、小山茂、吉野登志男、八ヶ岳地磁気観測所構内およびその周辺地域における
全磁力観測、東京大学地震研究所彙報、50, 73-81, 1975.

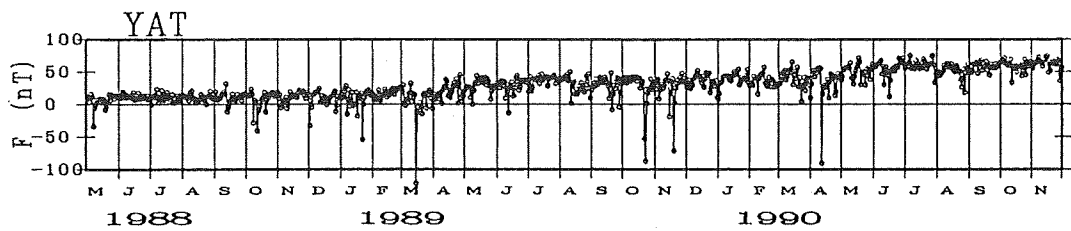
Zlotnicki, J. and Cornet, F.H., A numerical model of earthquake-induced
piezomagnetic anomalies. *J. Geophys. Res.*, 91, 709-718, 1986.



第1図 松代での測点配置図（地図は、国土地理院25万分の1地形図「信濃松代」昭和61年11月30日発行による）



第2図 夜間の0h-4hの全磁力データによる地点差平均値の時間変化

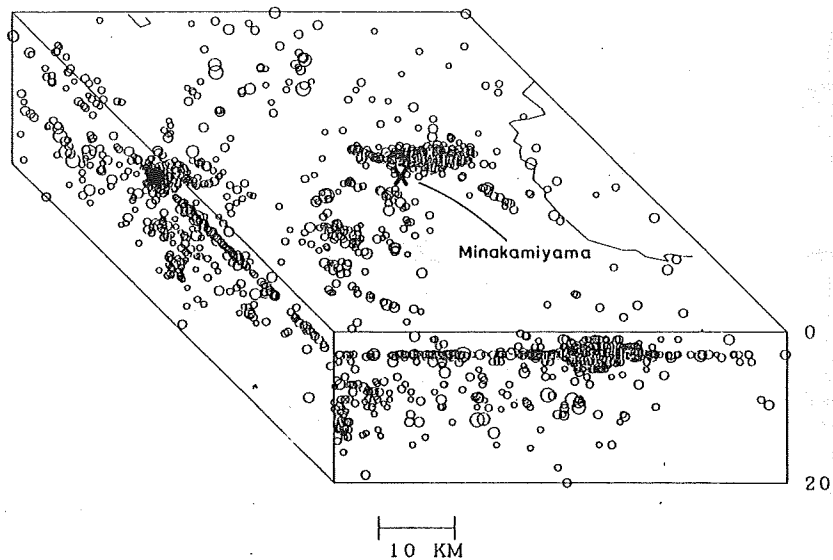


第3図 八ヶ岳地磁気観測所での全磁力値の夜間平均値



AROUND MATSUSHIRO 1988-1990 $M \geq 1.5$

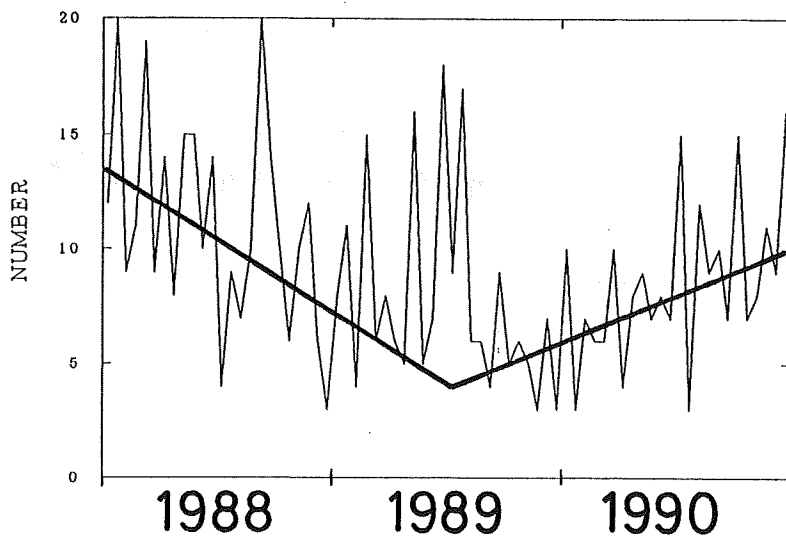
N = 664



第4図 皆神山を中心として東西、南北それぞれ±30Km地域内で、深さ20Km以浅の地震 ($M \geq 1.5$) の震源の3次元プロット

MATSUSHIRO

$M \geq 1.5$ $H \leq 20\text{KM}$



第5図 第4図の範囲内で発生した地震回数の時間変化