

草津白根山における全磁力変化(1989-1992)

気象庁地磁気観測所 山崎 明 ・ 中禮正明 ・ 仲谷 清
角村 悟 ・ 中島新三郎 ・ 下田正人

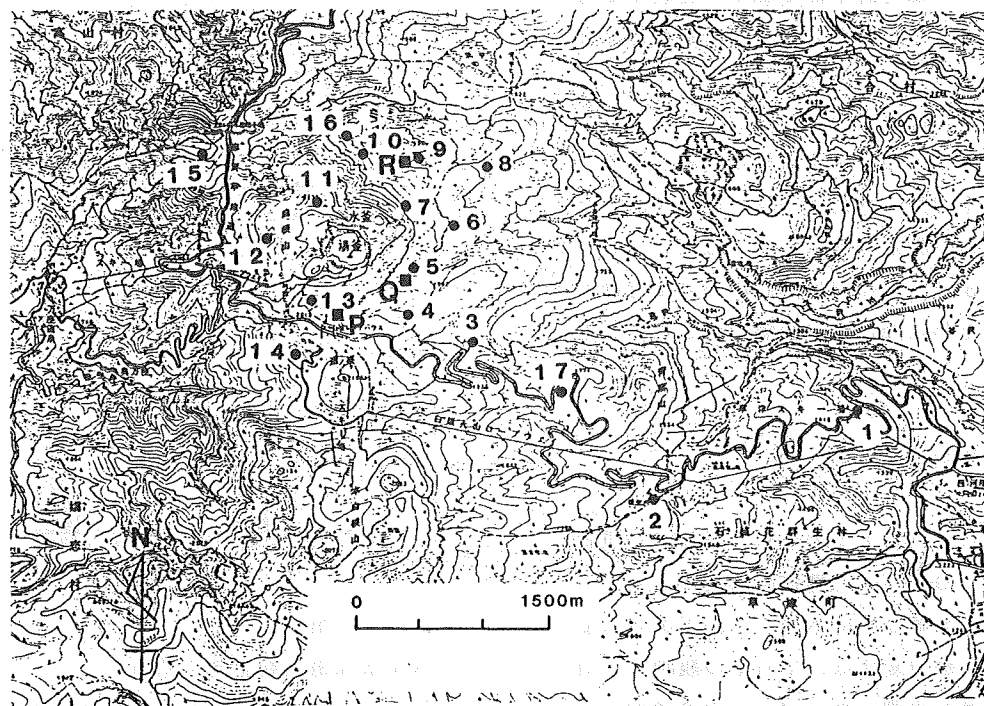
Variations of the Geomagnetic Total Force at Kusatsu-Shirane Volcano from 1989 to 1992

Akira YAMAZAKI, Masaaki CHUREI, Kiyoshi NAKAYA, Satoru TUNOMURA,
Shinzaburou NAKAJIMA and Masato SHIMODA

Kakioka Magnetic Observatory

1. はじめに

草津白根山は有史以降も山頂部でたびたび噴火を繰り返している活火山である。近年では1976年に水釜で、1982~1984年に湯釜付近で小規模な水蒸気爆発を起こしている。地磁気観測所では草津白根山において、火山活動と地磁気変化の対応を調べる目的で、1976年から毎年一回定期的に全磁力の繰り返し観測を実施してきた。



第1図 観測点配置図

- 全磁力連続観測点 (P, Q, R)
- 全磁力繰り返し観測点

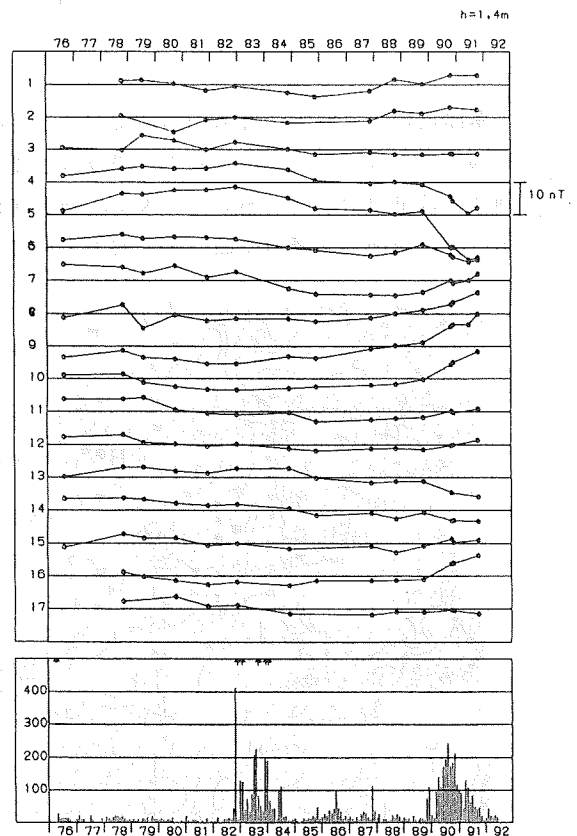
1990年9月の観測において顕著な全磁力変化が検出され、全磁力変化の地理的分布や地震活動との対応などから、湯釜周辺の地下で大規模な熱消磁が発生したものと推定された¹⁾²⁾。これを機会に、我々は急きょ山頂部の3地点にプロトン磁力計を設置し観測を開始した。本報告では1992年5月までの連続観測点の全磁力変化、および1991年9月までの繰り返し観測結果について述べ、熱消磁の推移について考察する。

2. 連続点での観測

第1図に全磁力連続観測点(P, Q, R点)、および繰り返し観測点(N o. 1~17)の配置を示す。連続観測点のP点は山頂レストハウス付近に位置し、東京工業大学草津白根火山観測所の観測施設を借用してデータを山麓の観測所までテレメールしている。Q, R点は設置当初バッテリー駆動としたが、1991年5月からはソーラーパネルを併設して観測を行っている。冬期はバッテリーおよびプロトン磁力計本体を地下に埋設する方法をとった。冬期の積雪期の観測がうまくゆかかどうか懸念されたが、予想以上に順調に行われた。ただし、R点ではICカードへのデータ収録に問題があり、1991年9月~1992年4月の期間欠測した。全磁力の測定間隔はP点では毎分、R点では5分、Q点では1991年5月までは10分、それ以降は5分間隔で測定している。

3. 観測結果

1991年9月までの全磁力繰り返し観測結果、および火山性地震回数(A点; JMA)を第2図に示す。1990年から始まった全磁力変化は、1991年の観測でも山頂部湯釜北側の測点で全磁力の増加、南側で減少の傾向にあり、依然として熱消磁が進行しているものと推定される。一



第2図

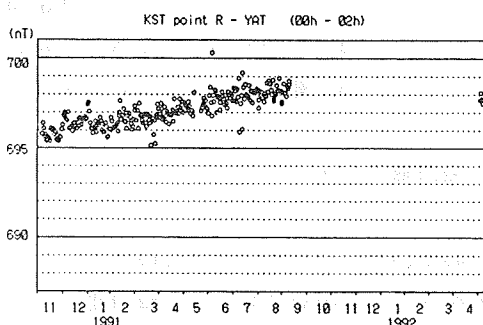
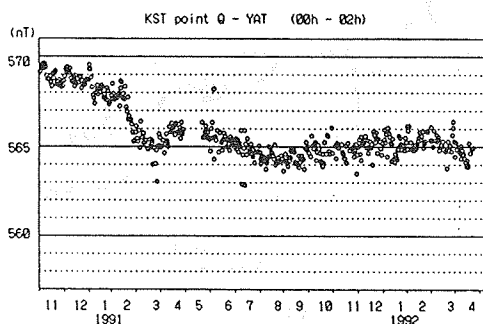
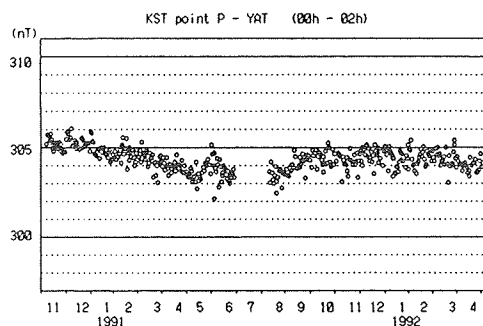
八ヶ岳地磁気観測所を基準にした各測点の全磁力の経年変化と火山性地震の月別回数。↓印は噴火を示す。

方、火山性地震は1991年の中頃から平常レベルの活動に低下してきている。

次に連続観測点の八ヶ岳地磁気観測所を基準とした全磁力変化を示す(第3図)。図の値は、夜間値(00h~02h JST)を用いて日平均値とし、さらに地磁気観測所(柿岡)のH成分の値を用いた外部磁場擾乱補正を行って求めている。外部磁場擾乱補正を行わない場合(第4図)に比べて値のばらつきはずっと小さくなっており、補正が効果的になされていることがわかる。八ヶ岳の地磁気3成分を用いたDI補正を行えばさらによくなるであろうが、これについては今後の課題としたい。

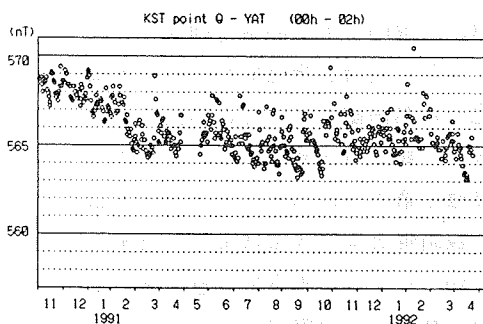
各連続点の変化をみると、P、Q点は1991年8月頃まで全磁力の減少が続いていたが、その後はほぼ一定の状態にある。湯釜北東部に位置するR点では1991年8月までは増加している。その後データが欠測となったが、1992年5月の値は前年8月とほぼ同じであり、欠測期間中も大きな変化はなかったものと推定される。また、Q点では1991年の2~3月にかけて急激に変化しているが、P、R点ではこの変化に対応する変化が認められないことから、Q点付近の比較的局所的な異常変化であろうと考えられる。

各連続点の全磁力変化は、Q点の一時期の異常変化を除けば、熱消磁の推移によって説明可能な変化傾向を示しており、1990年から進行中であつた草津白根山の熱消磁は1991年8月以降停滞してきていると解釈できる。



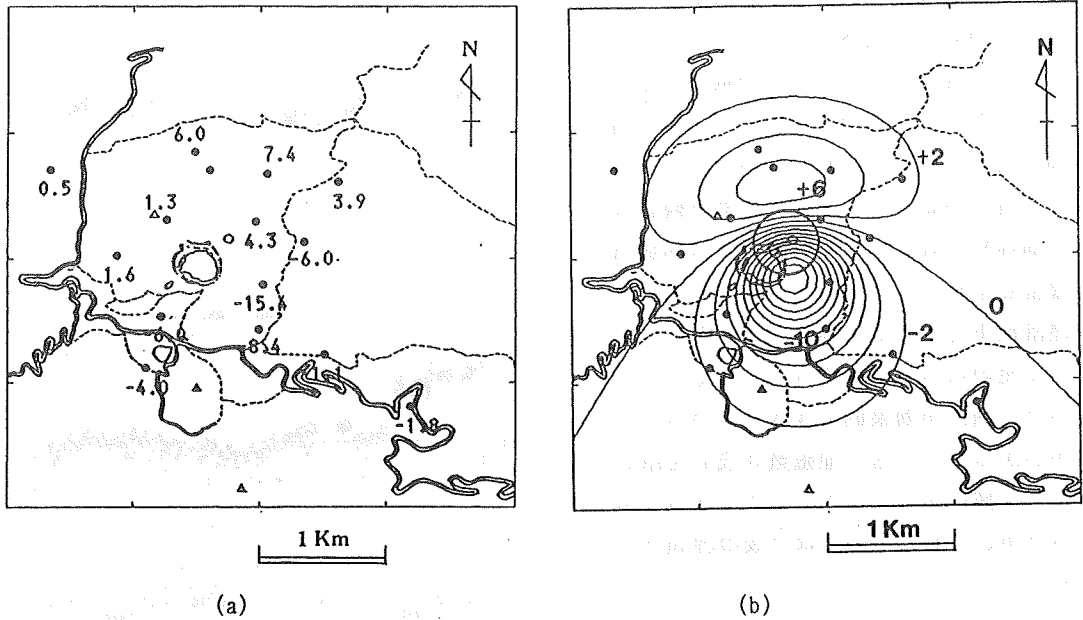
第3図

各連続観測点の全磁力変化。八ヶ岳地磁気観測所を基準とし、柿岡のH成分を用いて外部磁場擾乱の補正をしてある。



第4図

Q点における全磁力変化(補正を行わない場合)



第5図

- (a) 1989～1991年の各繰り返し観測点における全磁力変化 (nT)
- (b) 熱消磁のダイポールモデル。コンター間隔は 2nT。

4. 熱消磁モデル

1989年 9月～1991年 9月までの2年間の繰り返し観測点における全磁力変化量、および変化量から最小二乗法で求めた熱消磁のダイポールモデルを示す(第5図)。ダイポールの位置は湯釜の北東、水釜の直下約700mに求まり、大きさは $5.6 \times 10^7 \text{ A} \cdot \text{m}^2$ である。これは草津白根山の平均的磁化強度を 1.0 A/m とした場合、半径約240mの球形域が完全に熱消磁することと等価である。

次に、観測値と熱消磁モデルによる計算値を第1表に示す。ほとんどの測点で観測値とモデル値はよく一致するが、No. 6, 7 の2測点に有意な違いが認められる。その原因として、No. 6, 7 は推定される熱消磁域から比較的近距

第1表
観測値とモデル値の比較 (nT)

測点 No.	観測値	モデル値	観測値-モデル値
3	-1.1	-2.3	1.2
4	-8.4	-10.2	1.8
5	-15.4	-15.4	0.0
6	-6.0	0.1	-6.1
7	4.3	0.3	4.0
8	3.9	3.2	0.7
9	7.4	6.5	0.9
10	7.4	7.2	0.2
11	1.3	2.1	-0.8
12	1.6	0.7	0.9
13	-6.0	-5.5	-0.5
14	-4.0	-2.3	-1.7
15	0.5	1.1	-0.6
16	6.0	5.2	0.8
17	-1.8	-0.2	-1.6

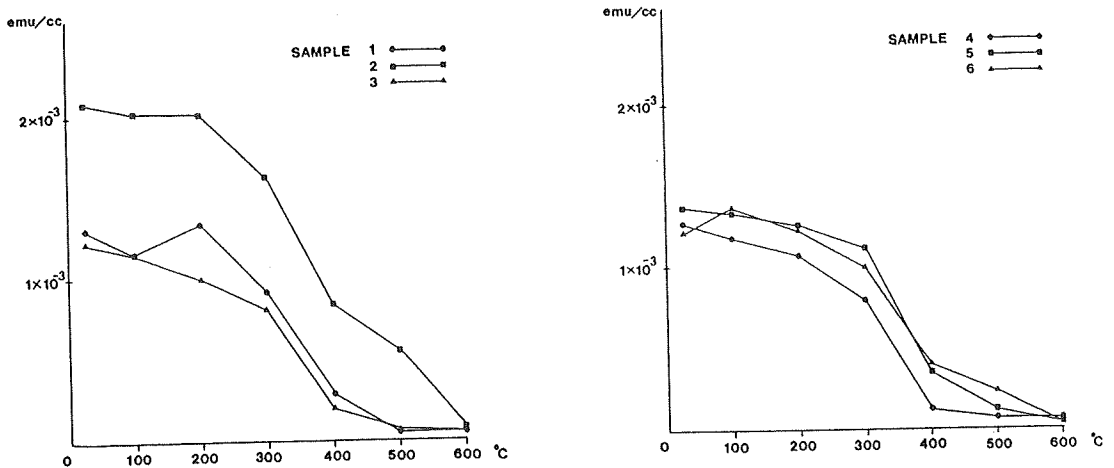
離に位置し、また地表の噴気地帯にも近いことから、No. 6, 7 付近の地下浅所で小規模な熱消磁が発生し、局所的な磁場変化を引き起こしている可能性がある。

5. 岩石磁気の測定

草津白根山で発生した熱消磁から地下の昇温の程度を推定する手がかりとして、簡単な岩石磁気の測定をおこなった。用いたサンプルは湯釜北東部、測点 NO. 6 付近から採取した輝石安山岩 6 個である。サンプル岩は転石であるが、色合い等から風化を受けていない比較的新鮮なものであると判断できる。

残留磁化はスピナー磁力計を用いて測定した。まず、交流磁場が 50 Oe (4000A/m) 刻みで 500 Oe までの交流消磁を行った。交流磁場強度に対する自然残留磁化強度の変化は、各サンプルとも最初の 50 Oe で急激に弱まり、その後はゆるやかに弱まる傾向をみせた。また磁化方向は 50 Oe で大きく変化し、その後はほぼ一定の値となった。50 Oe の交流消磁を行った時点での各サンプルの残留磁化強度は $1.0 \sim 2.0 \times 10^{-3}$ emu/cc ($1.0 \sim 2.0$ A/m) の範囲に入ることがわかった。この測定から熱消磁モデルで用いた磁化強度 1.0×10^{-3} emu/cc がほぼ妥当な値であることがわかった。

また、各サンプルについて空気中で熱消磁特性を測定した。測定は常温～600 °C まで 100 °C 刻みで行った。測定前にあらかじめ 50 Oe の交流磁場をかけてある。各サンプルはほぼ同じ熱消磁特性を示し、300～400 °C の間に最大の勾配が認められた (第 6 図)。



第 6 図
草津白根安山岩の熱消磁特性の測定結果

6. まとめ

1989～1992年の草津白根山での全磁力観測結果から以下のことがわかった。

- (1) 草津白根山で 1989～1991 年に発生した全磁力変化は、水釜の直下約 700m に半径約 240mの熱消磁球が発生したとするとよく説明できる。
- (2) 熱消磁の進行は1991年 8月以降停滞してきている。
- (3) 熱消磁の進行と火山性地震の活動はよい対応関係を示す。

なお、草津白根山は現在も熱的に高いレベルを保持した状態にあると考えられ、今後も観測を継続し、熱的状态を監視していく予定である。

参考文献

- 1) 中禮正明・山崎 明・角村 悟：草津白根山で観測された顕著な全磁力変化について，C A研究会論文集，69 - 75，1991.
- 2) 山崎 明・中禮正明・角村 悟・中島新三郎：草津白根山における全磁力変化の解析—1990年の顕著な全磁力変化と熱消磁モデル—，地磁気観測所要報，Vol.24, No 2, 53 -66, 1992.