

草津白根山で観測された顕著な全磁力変化について

地磁気観測所 中禮正明・山崎明・角村悟

Variations of Geomagnetic Total Force at Kusatsu-Shirane Volcano.

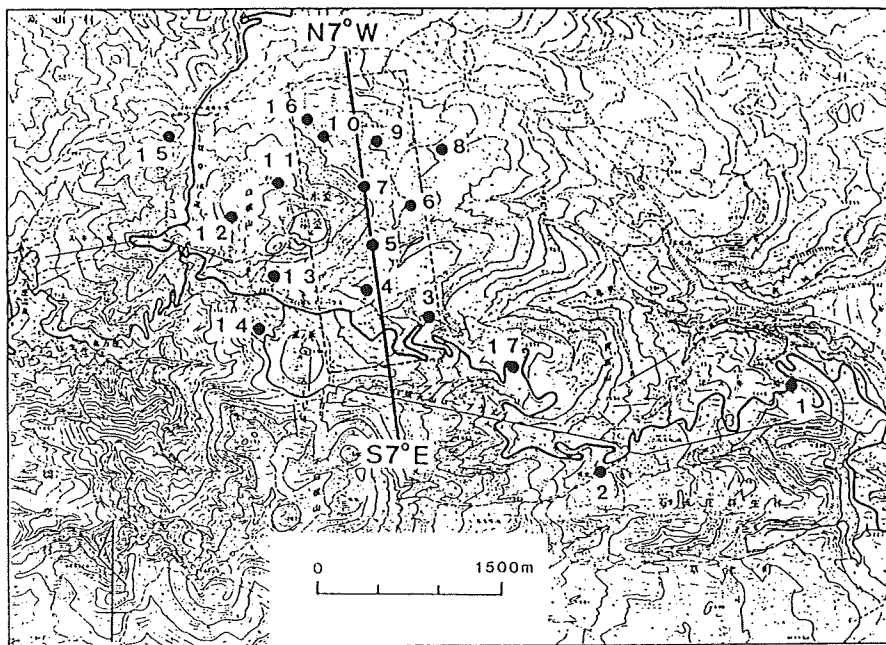
M.CHUREI, A.YAMAZAKI and S.TSUNOMURA (Kakioka Magnetic Observatory)

1. はじめに

地磁気観測所（柿岡）では草津白根山において、1976年3月の水釜における水蒸気爆発以後、ほぼ定期的に全磁力観測を実施し、火山活動との関連を調べてきた。その結果、火山活動が活発であった1982～84年の期間において、湯釜、水釜等の活動域をはさんで北側で全磁力磁力の増加、南側で減少という全磁力変化の分布が見出された¹⁾。これは、水釜北東部の山体地下の熱消磁モデルで説明されることが指摘された²⁾。その後、火山活動が沈静化してからは特に顕著な全磁力変化は見られなかったが³⁾、1990年9月4日～7日の観測で、1989年9月からの一年間に明瞭な変化が見出された。ここではその結果について報告する。

2. 観測結果

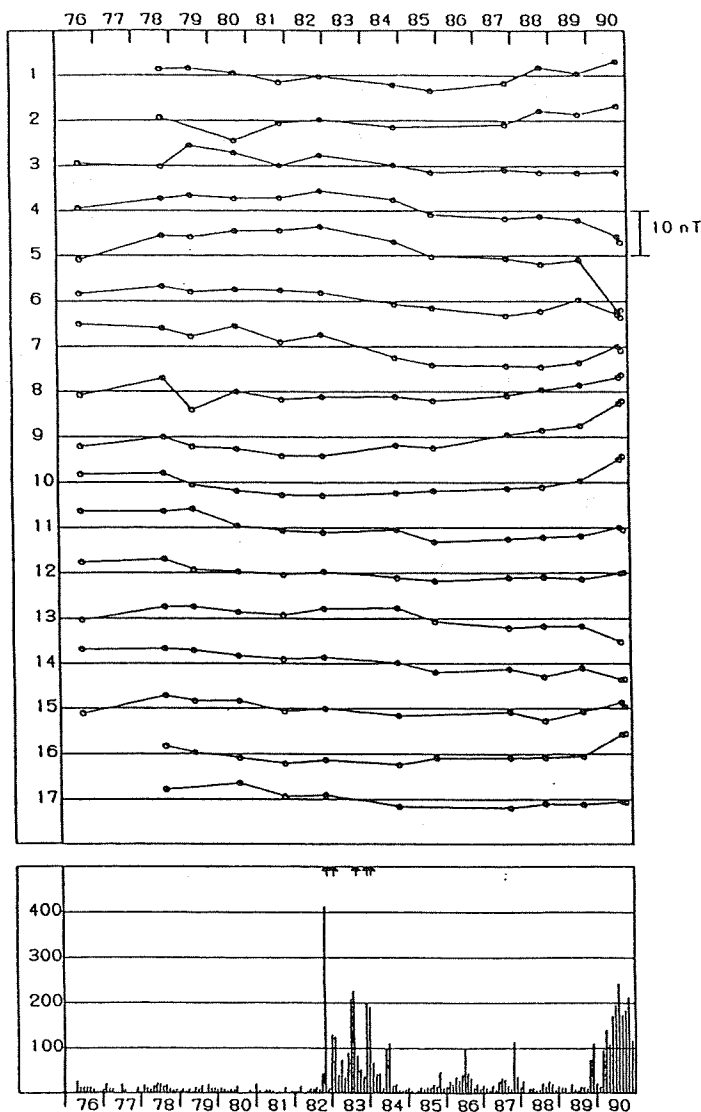
第1図には全磁力観測点の配置図を示す。全磁力の観測点は17点あり、主として水釜、湯釜付近を中心に配置されている。観測は正分をはさむ5個の値の平均で全磁力毎分値とし、



第1図 全磁力観測点分布。破線枠内の測点の値を消磁域推定の計算に使用した。実線は磁北方向を示す。

10分間の毎分値の平均で1つの測定値とした。観測に使用している磁力計はG816型携帯用プロトン磁力計で、センサーの高さは1.4mで測定している。また、日変化等の外部磁場変化を補正するために水釜南東側ふもとにプロトン磁力計を設置し、毎分値の連続観測を行った。最終的な値は、日変化補正した後、連続観測点と八ヶ岳地磁気観測所（東大地震研究所）との夜間値単純差により、八ヶ岳を基準とした値に化成している。

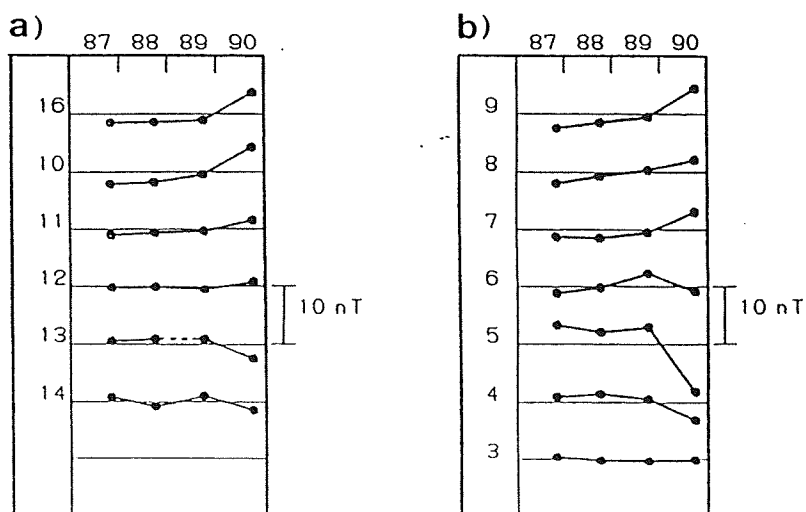
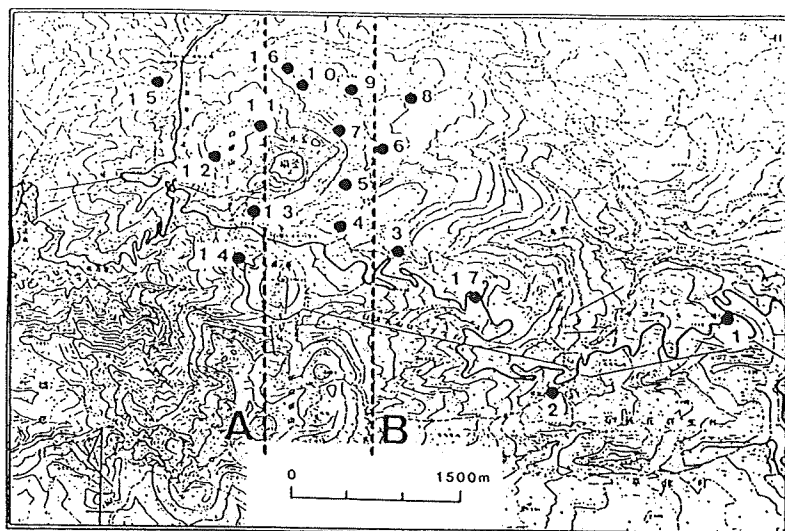
第2図に八ヶ岳地磁気観測所を基準とした各測点の全磁力経年変化を示す。1989年9月から1990年9月の1年間に全磁力が大きく変化しており、よく見ると山頂火口をはさんで北側の地域にある観測点では全磁力が増加し、南側にある観測点では減少している。



第2図 八ヶ岳を基準にした各測点の全磁力差の経年変化と火山性地震の月別回数。

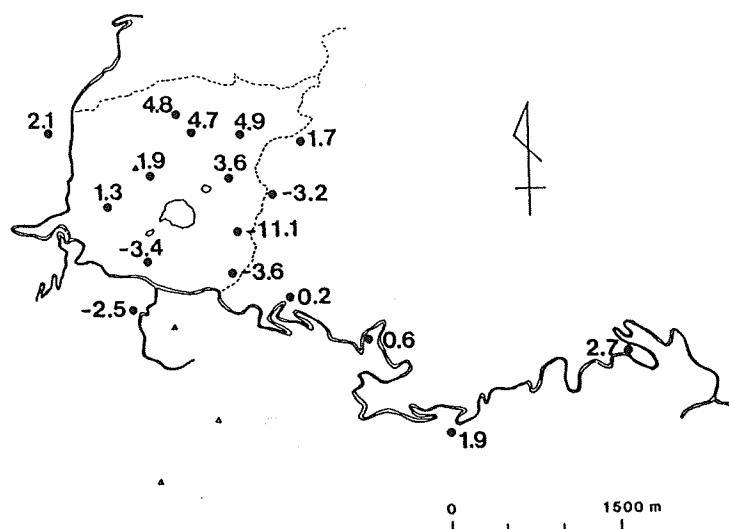
↓印は爆発を示す。

第3図には、1989~90年における顕著な変化の特徴を捉えるため、おおよそ南北方向に並ぶ観測点における変化を同図A、Bの測線に沿ってそれぞれ北側から南側へ順に示した。これを見ると、北側で増加、南側で減少と時間変化している様子が明瞭に見られる。1989年か



第3図 南北方向における全磁力の時間変化。a) 破線Aに沿った測点について
b) 破線Bに沿った測点について。

1989~1990

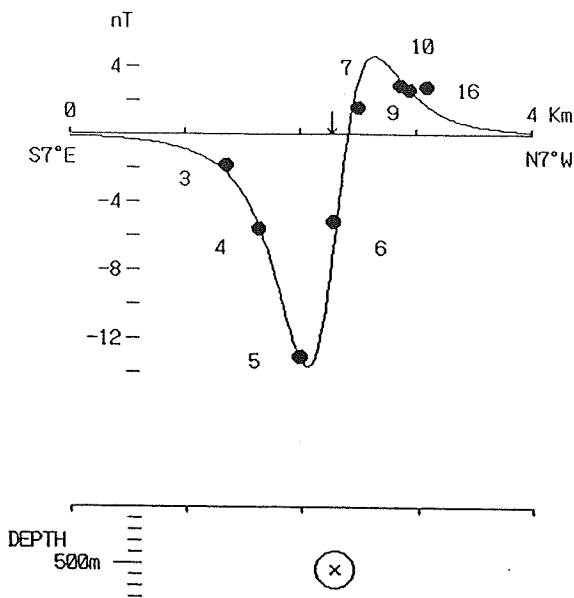


第4図 八ヶ岳を基準にした全磁力差の経年変化の分布(1989~90年)。

らの1年間の全磁力変化について平面的に地図上で見ると第4図のようになり、北側増加、南側減少が湯釜・水釜をはさんで対極的に分布していることがわかる。このような分布は1982年から1984年の噴火活動前後にも認められ、火山体内部で熱消磁が起きたと仮定すれば定性的に説明される²⁾。第2図下段には草津白根山の火山性地震の月別発生回数(A点; JMA)を示してあるが、1990年2月頃から地震発生回数が増加し、地震活動のレベルは1982年から1984年の噴火活動時を上回る状況にある。

3. 消磁モデル

次に簡単な消磁モデルによる解析を行う。ここでは最も簡単化して観測データの説明を試みる。第1図中の直線は、現在の地球磁場方向かつ第4図に示した全磁力の増加、減少の極を通るように引いたものである。同直線付近の破線枠内にある観測点における1989年9月から1990年9月までの1年間の全磁力変化について、点源磁気双極子による消磁を仮定し、最小自乗法によりその位置と強さを求めた。計算の結果、観測点No.5~7付近の深さ約550mにおける大きさ $1.7 \times 10^7 \text{ A} \cdot \text{m}^2$ の磁気双極子が最適解として得られた(第5図)。なお、八ヶ岳との永年変化の差は -2 nT/年 と仮定した。



第5図 モデル計算から推定される消磁域の位置とその大きさ。

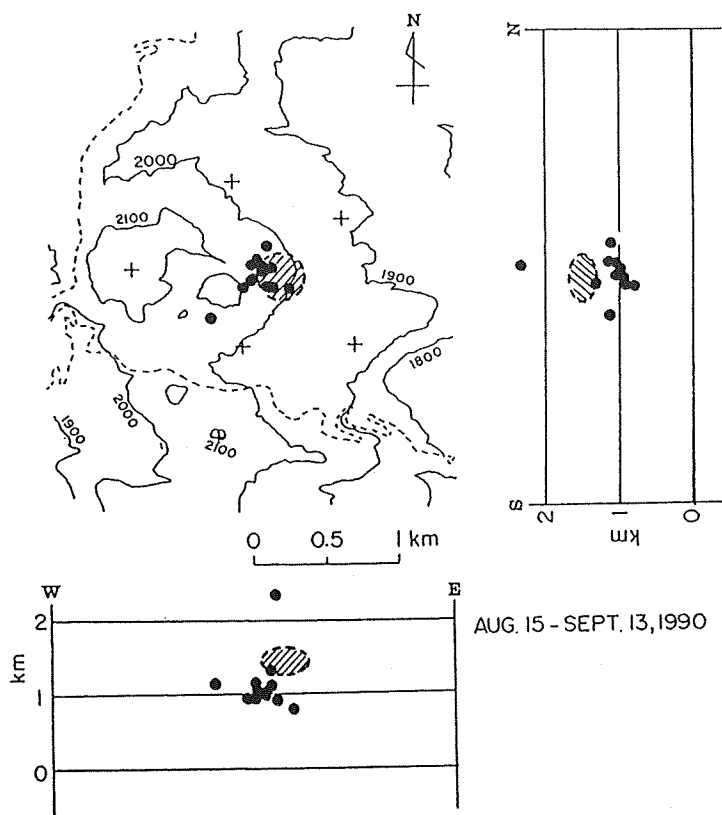
(上) 観測値 (黒丸) と理論曲線、(下) 消磁域の深さと大きさ。

山体を構成する岩石の帯磁強度がわかれば、磁気双極子の強さから消磁域の体積を推定することができる。群馬県企業局⁴⁾によれば草津白根山の新鮮な溶岩の帯磁強度は $5 \sim 6 \times 10^{-3} \text{ emu/cc}$ である。草津白根山は山頂付近でもかなり熱水変質しており、実際の帯磁強度はこの値より小さいと推定される。ここでは1つを目安として帯磁強度を 10^{-3} emu/cc と仮定、消磁の効率が完全であるものとし球状モデルで消磁域の体積を計算すると、半径約160mの球と見積られる。この値は完全に消磁が行われた場合に相当する。

以上は単純化したモデルによるものであるが、第一近似として観測データをよく説明しているといえる。

4. まとめ

前節では最も簡単なモデルで観測データの説明を試みたが、一方、点源磁気双極子と同じような全磁力異常を地表(観測点)にもたらす消磁のモデルはいくつか知られている。円柱(あるいは円盤)モデルや円錐モデルなどでもほぼ同等な全磁力異常を与える。火山活動に伴う消磁の原因としてはまず第1に熱消磁が考えられるが、その場合、円柱モデルや円錐モデルは最も現実的なモデルの1つとして考えやすい。例えば、火口に向かってマグマの垂直な上昇があれば細長い円柱モデルが、あるいは一つの火山堆積層に平行に熱水が貫入するケースでは円盤または薄い円錐モデルが想定される。しかし、実際に草津白根山においてどのモデルがあてはまるかは、全磁力データのみから推定することは不可能である。火山体地下での消磁の原因を究明するには、ELFやVLF、比抵抗など電磁気学的な観測は無論のこと他の地球物理学的観測データとも調和的でなければならない。



第6図 火山性地震の震源分布（東京大学地震研究所）と磁気双極子モデルによる消磁域。

第6図には草津白根山で発生した火山性地震の震源（東京大学地震研究所；第56回火山噴火予知連絡会資料）と前出のモデルにより推定した消磁領域を示してあるが、両者がほぼ一致しているのは注目に値する。深さ方向については、震源域の方が消磁領域より約500mほど深い所に求められている。中川他⁵⁾によれば1983年三宅島噴火後の全磁力変化の等価双極子の位置は、1962年の噴火後に続いた地震活動の震源域にほぼ一致している。前者と後者では全磁力の変化と地震活動との時間的關係にギャップはあるが、いずれにしてもこれらは今後消磁の原因やモデルを構築していくうえで重要なポイントとなる。

草津白根山では1990年2月頃から地震活動が活発化し、火山性微動も発生、現在(1991年5月現在)も地震活動は高いレベルにある。また東京工業大学(私信)によれば1989年末頃から硫化水素濃度が急激な減少傾向を示し、現在も低いレベルで推移している。今後全磁力がどのように変化し火山活動の消長とどのように対応していくのか興味深い問題である。

参 考 文 献

- 1) 原田朗・大地洗・山本哲也・仲谷清・徳本哲男(1985)：草津白根山における全磁力および電気抵抗測定，第2回草津白根山集中総合観測報告，55-62.
- 2) K. Ohchi (1987) : Observation of the geomagnetic total force at Kusatu-Shirane volcano, Mem. Kakioka Mag. Obs., 22-1, 1-9.
- 3) 気象庁地磁気観測所(1990)：草津白根山における地磁気観測 (Ⅷ)，火山噴火予知連絡会会報，42, 48-50.
- 4) 群馬県企業局(1989)：草津白根山周辺地熱調査報告書，29-40.
- 5) 中川一郎・笹井洋一・歌田久司・石川良宣・小山茂・大地洗・徳本哲男(1984)：1983年10月三宅島噴火に関連した地磁気変化，火山，第2集，第29巻，101-112.