

十勝岳の全磁力変化と蓄熱過程 (その2)

橋本 武志 [1]; 高橋 裕二 [2]; 森井 敦司 [2]; 清水 淳平 [3]; 井 智史 [3]; 岡崎 紀俊 [4]; 宮村 淳一 [5]; 十勝岳電磁気観測チーム 橋本 武志 [6]

[1] 北大・理・地震火山セ; [2] 札幌管区気象台・火山センター; [3] 地磁気観測所女満別; [4] 道総研・地質研; [5] 北大・理・地震火山センター; [6] -

Heat accumulation beneath Tokachidake volcano as inferred from total magnetic field change (2)

Takeshi Hashimoto[1]; Yuji Takahashi[2]; Atsushi Morii[2]; Junpei Shimizu[3]; Tomofumi I[3]; Noritoshi Okazaki[4]; Jun'ichi Miyamura[5]; Hashimoto Takeshi Joint EM Observation Team for Tokachidake Volcano[6]

[1] ISV, Hokkaido Univ.; [2] Sapporo District Meteorological Observatory, JMA; [3] Memambetsu Magnetic Observatory, JMA; [4] Geological Survey of Hokkaido; [5] ISV, Hokkaido Univ.; [6] -

Introduction: In the summit area of Takachidake volcano, Hokkaido, localized but steady inflation has been observed since 2006 (JMA, 2010). In contrast, no anomalous changes have been observed in seismicity and fumarolic activity. Thus we (Hokkaido Univ., JMA, and Geological Survey of Hokkaido) started geomagnetic repeat surveys aiming for the detection of subsurface thermal changes since October 2008.

Measurements: We conducted the first survey in October, 2008. The same pegs and marks were occupied in July and September in 2009, and July, 2010. We used Overhauser total field magnetometers, GSM-19 (GEM-systems Inc.). Repeat positions have been supplemented as the situation demands and currently more than 30 points, including reference and are in operation.

Continuous demagnetization: Hashimoto et al. (2009; SGEPPS 126 fall meeting), based on the results from the first two campaigns, reported a clear dipolar pattern in magnetic changes, implying the thermal demagnetization at a depth of 180 m beneath the 62-II crater. Further repeat measurements revealed that almost the same position underneath the active crater has been kept on demagnetizing at a constant rate. Comparison between measured and modeled total field magnetic changes at each point is shown in Fig.1, based on the 1st and 4th surveys. The contour lines indicate the modeled magnetic changes on the plane of the 62-II crater bottom. The change of magnetic moment amounts to $1.3 \times 10^6 \text{ Am}^2/\text{yr}$. The maximum magnetic change is about 70 nT, overwhelming the errors due to extra-terrestrial changes, secular changes, or seasonal variations. Assuming the demagnetization rate as 1 A/m/yr, corresponding volume of demagnetized body is $1.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$. The most likely explanation of this demagnetization is, as discussed in Hashimoto et al. (2009), the thermomagnetic effect due to heating beneath the crater.

Implication from magnetic changes in the past: Preliminary magnetic repeat survey was performed on a trial basis by Sapporo district Meteorological Observatory in 1999, 2000, and 2001. We re-examined the results and found that the magnetic changes around 2000 probably indicated the cooling magnetization, which is in the opposite sense to the present state. Unfortunately, Ground deformation in the summit area around that time is unknown since GPS network was not yet build. Much more steam emission was observed from 62-I and 62-II craters as compared to the present activity. This fact implies the cooling magnetization at a shallow part of the summit area due to excessive heat discharge through the vents. In contrast, demagnetizing trend which is kept for at least recent two years should be interpreted as heat accumulation at a shallow subsurface which is brought by the reduction of heat discharge through steam emission (Hashimoto et al., 2010). We suspect that localized magnetic changes and ground deformation around the summit area of Tokachidake may be controlled by the variation of heat discharge rate through steam vents in a time scale of several years to a decade.

Reference

Hashimoto, T., M. Nishimura, S. Arita, T. Yamamoto, M. Ogiso, N. Shigeno, N. Okazaki, T. Mogi, Heat accumulation beneath Tokachidake volcano as inferred from magnetic changes, *Geophysical Bulletin of Hokkaido University*, 73, 269-280, 2010 (*in Japanese*)

はじめに： 十勝岳の62-II火口周辺では、2006年頃から局所的ながら膨張性の地殻変動が継続している（気象庁、2010; 噴火予知連資料）。一方で、地震活動や噴気活動はむしろ低調に推移している。そこで著者らは、火口周辺地下浅部の温度変化を把握することを念頭においた地磁気全磁力の繰り返し測量を、北海道大学・気象庁（札幌管区気象台・地磁気観測所女満別出張所）・北海道立地質研の共同により2008年10月に開始した。

観測の概要： 2008年10月に磁気点の設置と第1回の測量、2009年6月に第2回、2009年9月に第3回、2010年7月に第4回の測量を実施した。用いた機材はGEM-systems社のGSM-19型オーバーハウザー磁力計である。観測結果を見ながら、磁気点を徐々に補充し、現在は参照点、補助点を含めて30箇所以上で測定を行っている。

消磁傾向の継続： 第2回測量の時点で62-II火口の周辺に明瞭な双極子型の全磁力変化パターンが検出された。橋本・他(2009; SGEPPS第126回講演会)は、この変化が62-II火口の直下約180m（標高1,560m）を中心とした熱消磁でほぼ説明できることを報告した。2010年7月の測量結果から、この消磁傾向は一部を除きほぼ一定の速度で継続していることが明らかになった。図1に、第1回と第4回の全磁力の時間変化から求めた観測値と等価双極子による計算値を棒

グラフで示す．最適モデルによる全磁力変化パターン（62-II 火口底の標高での平面）は等値線で示した．磁気モーメントの変化率は $1.3 \times 10^6 \text{ Am}^2/\text{yr}$ であり，仮に磁化の消失率を 1 A/m/yr とすると，対応する体積は $1.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ となる．観測された積算磁場変化は最大で 70 nT に達しており，超高層起源の磁場変動や永年変動の影響，気温の年周変化に起因する誤差では説明できない．消磁の原因としては，地下の温度上昇による熱磁気効果が引き続き最も有力と考えられる．

過去の変化からの示唆：札幌管区気象台では，1999 年から 2001 年にかけて 3 回の全磁力測量を試験的に行っていた（札幌管区気象台，未公表データ）．我々が，当時の測量結果を再吟味した結果によれば，2000 年前後の全磁力変化は，現在とは逆に帯磁傾向を示していた可能性が高い．当時は，1995 年に 62-0 火口の噴気活動が再開した後，62 火口群の熱活動（噴気量・地温異常）が表面化していく傾向の中にあった．現在の GPS 観測網がなかったため，火口周辺の地殻変動については不明であるが，62 火口群からの噴気活動は現在よりも明らかに活発であった．この時期に地磁気変化が帯磁傾向を示していたということは，2000 年前後には，既に深部からの熱供給は最盛期を過ぎ，顕在化した表面活動による放熱効果が卓越して地下浅部は冷却しつつあったと解釈できる．逆に，2006 年以降は噴気活動が弱まり，ここ数年は低調に推移しているにも拘わらず消磁が継続していることは，何らかの原因で放熱が抑制されたために地下浅部で蓄熱が進行しているためではないかと推測される（橋本・他，2010）．このように，最近の十勝岳において局所的な磁場変化や地殻変動として捉えられている現象は，数年から 10 年スケールの噴気活動の消長に伴う地下浅部の温度・圧力の変化を反映しているのではないだろうか．

引用文献

橋本武志・西村三治・有田 真・山本輝明・小木曾仁・重野伸昭・岡崎紀俊・茂木透，十勝岳の全磁力変化と蓄熱過程（2008-2009 年），北海道大学地球物理学研究報告，73，269-280，2010．

