

草津白根山の最近の活動状況

平林 順一¹・小川 康雄¹・大場 武¹・野上 健治¹・
森 健彦²・鬼澤 真也¹

1：東京工業大学 火山流体研究センター

2：京都大学 地球熱学研究施設

Recent Volcanic Activity of Kusatsu-Shirane Volcano

J. Hiranatyashi¹, Y. Ogawa¹, T. Ohba¹, K. Nogami¹

T. Mori² and S. Onizawa¹

1: Tokyo Institute of Technology, Volcanic Fluid Research Center

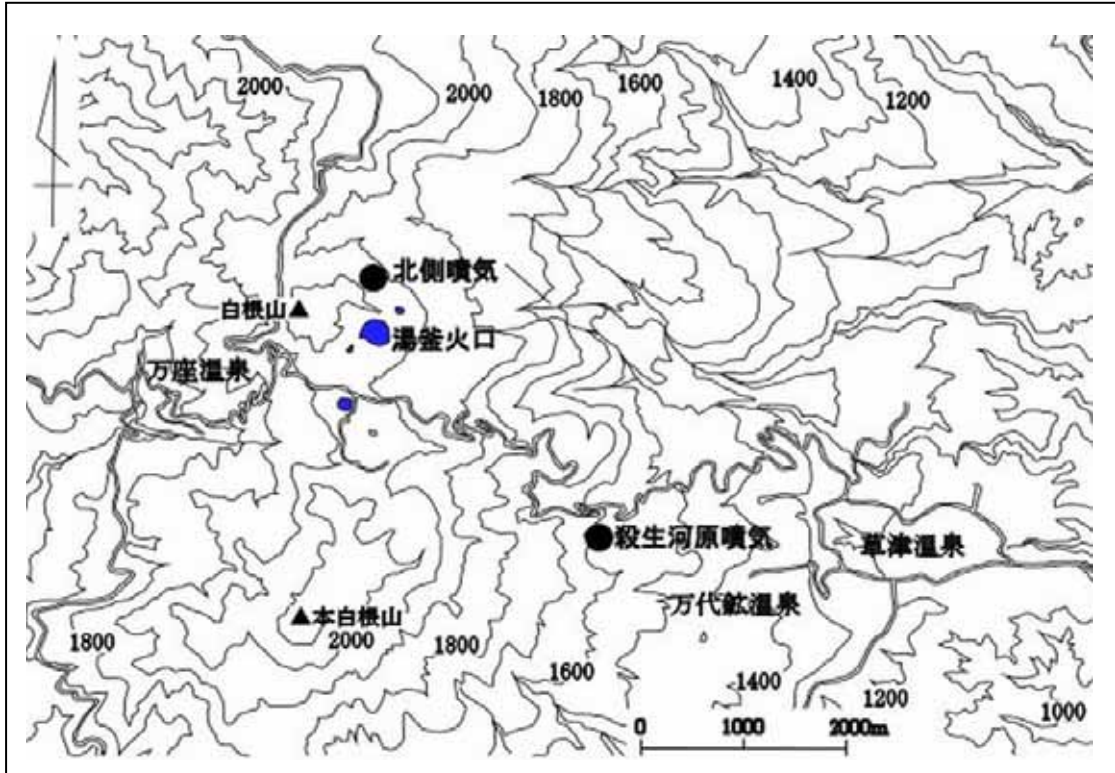
2: Kyoto University, Institute for Geothermal Sciences

1. はじめに

草津白根山は、湯釜火口を中心とした 1982 年 - 1983 年の 5 回の噴火以降やや落ち着いた状態にあったが、1989 年末から地震活動の活発化、全磁力の低下、湯釜火口湖水中の塩化物イオンの上昇、噴気ガス中の硫化水素濃度の低下などが同時に始まり、1992 年頃まで一つの活動期にあった。その後、1996 年 2 月には、湯釜火口で厚さ約 30cm の氷が湖岸に打ち上げられる小規模な噴火が発生し、翌 1997 年 5 月には湯釜西岸で湖面の盛り上がりやガスが突出する活動があった。ここでは、定期観測による最近の火山ガスの化学組成や湯釜湖水中の溶存成分濃度、2001 年に整備した地中地震観測網（本誌、森ほか）による地震活動などから見た最近の草津白根山の活動状態について報告する。

2. 火山ガスおよび湯釜湖水の化学組成

草津白根山の山頂には強酸性の火口湖湯釜があり、その湖底からは火山ガスや熱水の噴出が見られる。また、山頂の北側には噴気・地熱地帯が、東山腹殺生河原や西山腹万座地域などにも噴気地帯がある。東山麓には草津温泉が、西山腹には万座温泉などの火山性酸性温泉が湧出している。筆者らは、これら噴気ガスのうち山頂北側（北側噴気）、殺生河原（殺生河原噴気）、万座地域（万座空噴）で定期的な火山ガス調査を実施している。このうち、万座空噴は 2000 年の台風による斜面崩落で噴気孔がつぶれ現在定期観測は行っていない。また、湯釜湖水、草津湯畑温泉、万代鉱温泉、万座湯畑温泉などについても定期的な現地調査を実施している。第 1 図に定期観測指定の噴気孔、温泉などの位置を示した。また、地震および傾斜観測点については、本誌（森ほか参照）。

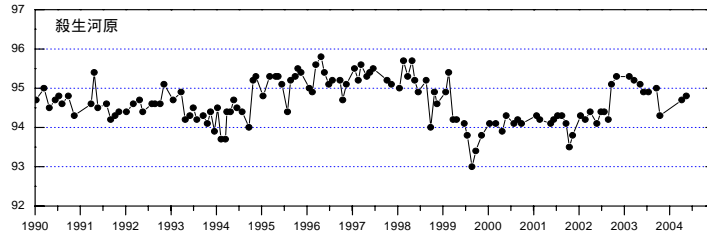
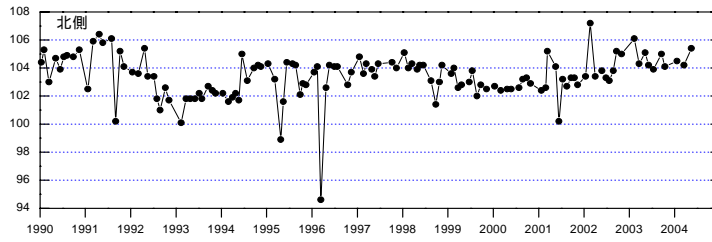


第 1 図 草津白根山と噴気ガス、温泉水の定期調査地

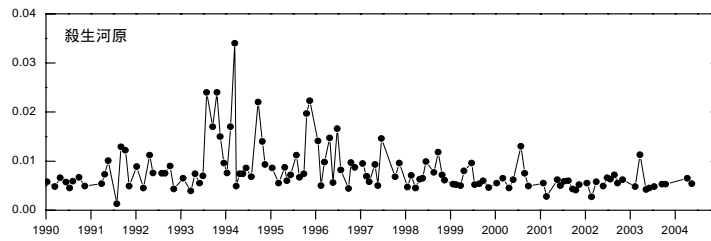
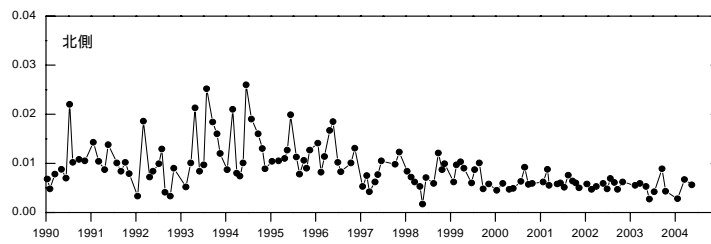
2.1 火山ガスの化学組成

第 2 図に北側噴気ガスおよび殺生河原噴気ガスの温度変化を示した。北側噴気の温度は、1994 年頃から 104 前後で推移していたが、1999 年～2001 年には 102 ～ 103 と若干低下した。しかし、その後は徐々に上昇に転じ 2003 年 2 月には 106 となった。最近では 104 ～ 105 とやや高い温度で推移している。一方、殺生河原噴気の温度も、1994 年～1999 年に 95 ～ 96 とやや高かった。1999 年～2001 年は 92 ～ 93 と若干温度が低下したが、最近では 94 ～ 95 で、北側噴気の温度と似た傾向で変化している。

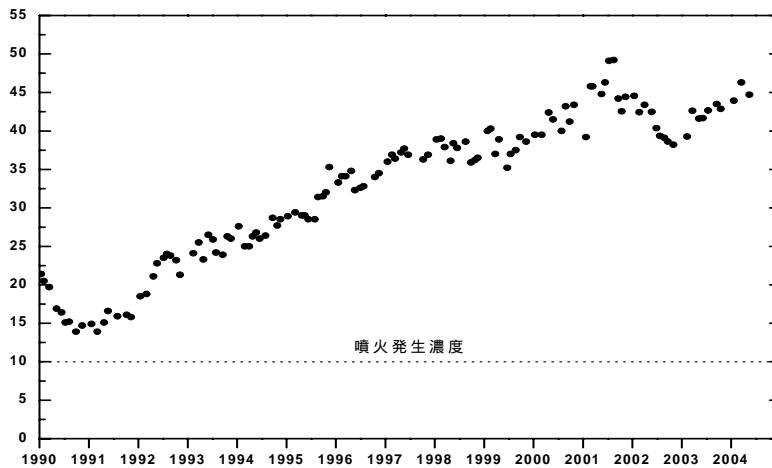
1976 年 3 月の水釜噴火前に顕著な増加を示し、火山活動の指標の一つと考えている二酸化硫黄と硫化水素濃度の比 ($\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ モル比) を第 3 図に示した。1990 年以降の $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$ 比は、北側、殺生河原両噴気とも変動はあるものの 1994 年から 1999 年頃までやや高い値が続いたが、それ以降は低い値が続いている。また、北側噴気ガス中の硫化水素濃度は、1976 年水釜噴火前、1982 年 - 1983 年噴火前に著しく低下し、その濃度が 10 % 程度まで低下すると噴火が発生することが知られている (平林, 1997)。第 4 図に 1990 年以降の北側噴気ガス中の H_2S 濃度変化を示した。 H_2S 濃度は、1989 年末からの活動期には約 13 % まで減少し、噴火発生が危惧されたが、1992 年から上昇に転じ、2001 年には 49 % まで上昇した。その後噴気温度の上昇と併せて再び H_2S 濃度は減少しはじめ、2003 年初めには 40 % まで低下し、草津白根山の活動の高まりを示す変化が見られ、現在も 40 % 前後の濃度で推移している。



第 2 図 北側噴気および殺生河原噴気温度の変化



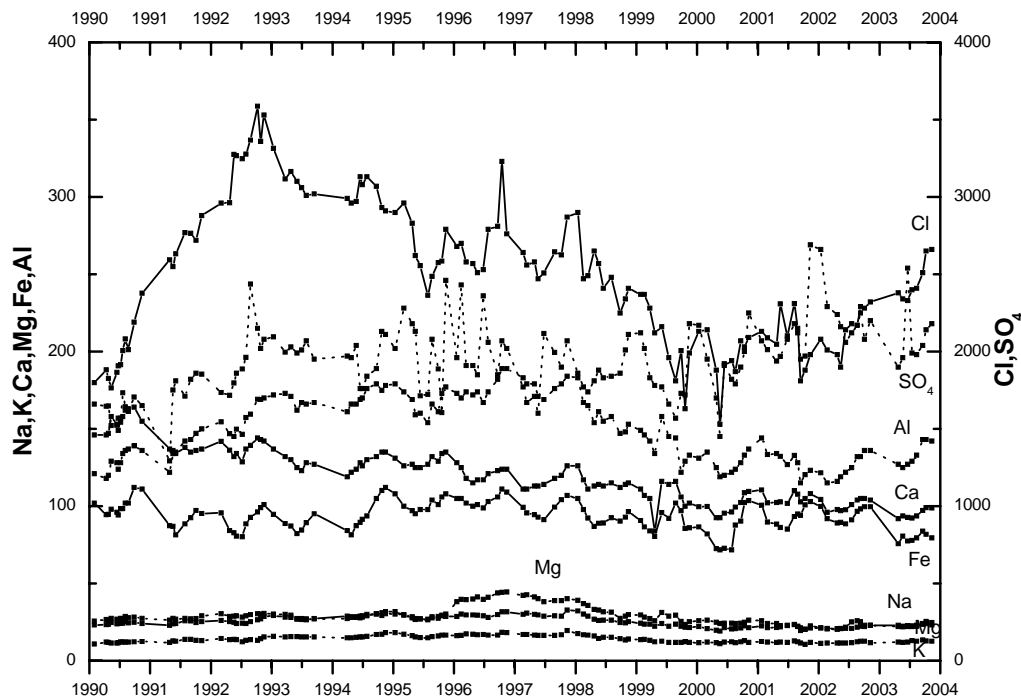
第 3 図 北側噴気および殺生河原噴気ガスのSO₂/H₂S比



第 4 図 北側噴気ガス中のH₂S濃度変

2.2 湯釜湖水の水質

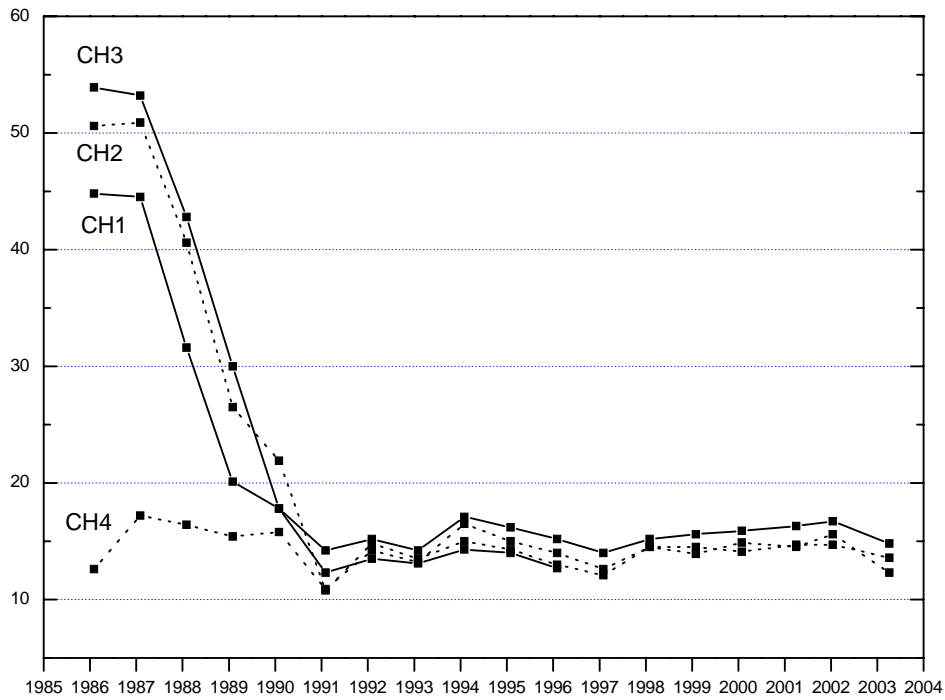
山頂湯釜火口の湖水の温度、水位、水質は火山活動と連動して変化する。例えば、1982-1983年噴火前には、湖水の水位が著しく高く、山体内部圧力が高まっていたと考えられ、噴火後は活動の沈静化とともに湖底に開口した火口から湖水が地下に逆流し、水位は約9m低下した。また、噴火後の湖水中のNa、K、Ca、Mg、Fe、Al、SO₄などの各イオン濃度は著しく上昇した（平林、1997、小坂ほか1997）。これに比べ、Clイオン濃度はほとんど変化がなかった。しかし、1989年末からの活動期に際しては、Clイオン濃度が徐々に上昇し、約2000mg/lから1992年秋には3500mg/lまで上昇した。その後Clイオン濃度は、徐々に減少し1999年には約2000mg/lと、1989年活動期前の濃度となった。しかし、2002年から塩化物イオン濃度は再び上昇に転じ、2003年秋には2700mg/lとなり、湖底からの火山ガスあるいは熱水の噴出量が増加していると考えられる（第5図）。



第5図 湯釜湖水中の溶存成分の濃度変

3. 水釜火口の地温

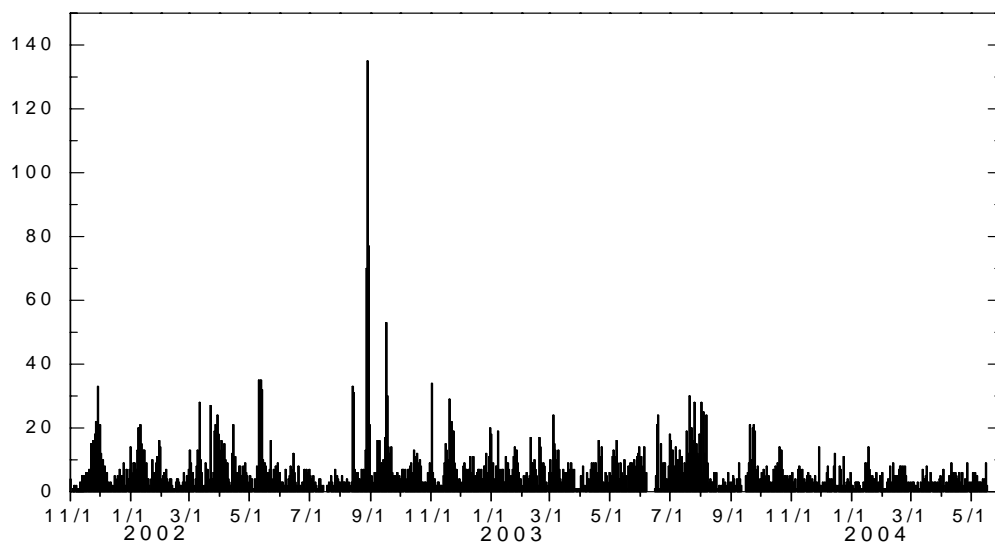
1980年代の水釜火口西内斜面には弱い噴気地熱活動が存在し、火山活動の推移を把握する一環として1985年から同地域の地温の連続観測を実施している。観測開始直後の地温の最高温度は、50℃前後であったが、1991年まで一貫して低下し、15℃前後となった。その後1994年にかけて17℃まで上昇したが、1997年には再び13℃～15℃まで低下した。しかし、1998年以降徐々に上昇に転じ、2002年には16℃～17℃と上昇した（第6図）。



第 6 図 水釜火口西内斜面地熱地帯の地温（年最高温度）変化

4 . 地震活動

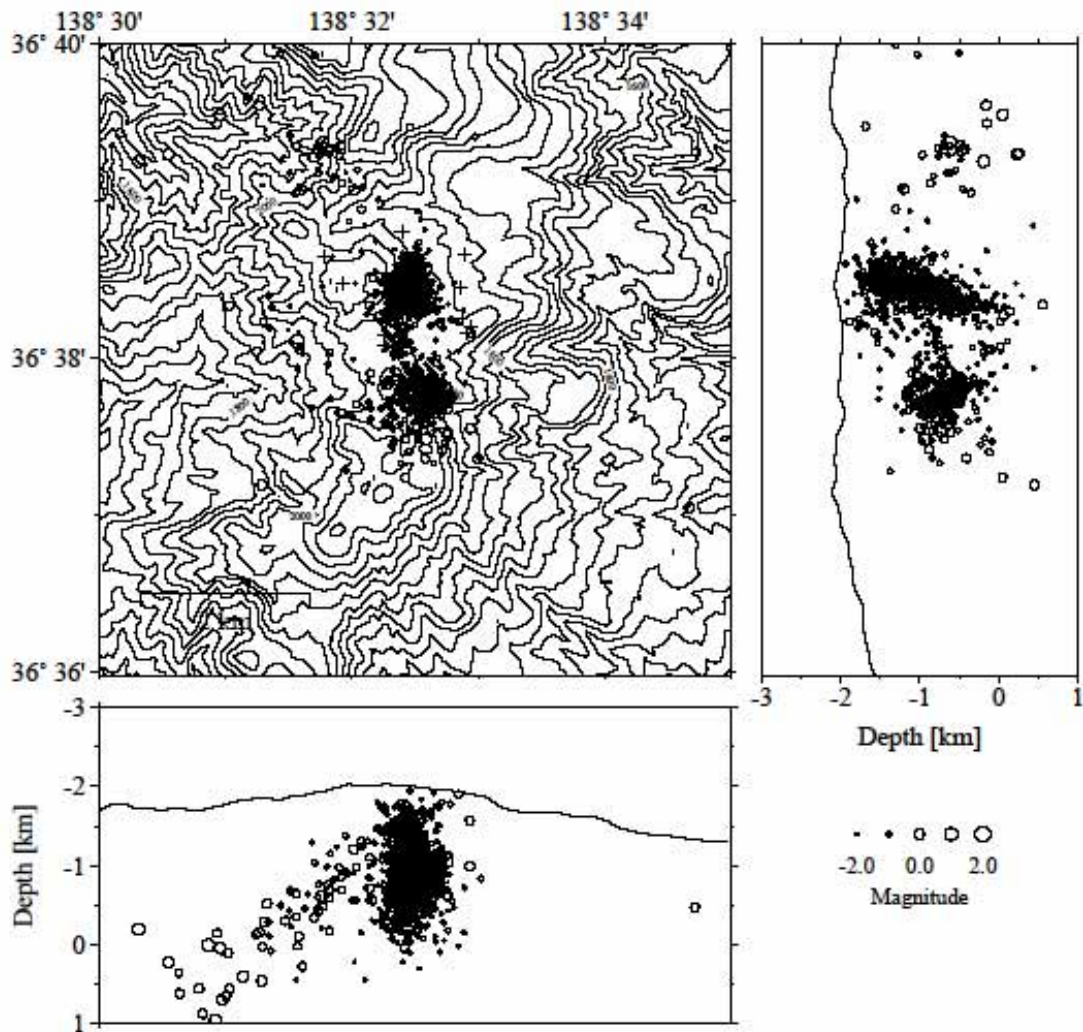
2001 年に整備した草津白根山山頂域の地震傾斜観測網（森ほか，本誌）による同年 11 月以降の地震回数と震源分布を第 7 図，第 8 図に示した．尚，地震回数は，定常的なノイズの振幅の 2 ~ 4 倍を超える振幅を持つ振動が，3 観測点以上で同時に観測されたもののみを数えた．



第 7 図 草津白根山の日別地震回数（2001 年 11 月以降）

2001年11月以降の地震の発生は1日あたり10~20回であるが、例えば2001年11月、2002年5月、9月、2003年7月、8月のように時々20回を超える地震が発生している。また、2002年8月末のように地震が群発することもある。尚、同月末の群発時には120回を超える地震が発生した。最近では、地震発生は少なく、1日の発生回数はほとんど10回以下である。

また、地震の大きさは、時々M1程度の地震も発生するが、ほとんどの地震はM-1以下と小さい。草津白根山で発生する地震の多くは、湯釜・水釜火口の下深さ数100m~海拔0mと本白根山の下1km~2kmで起こる二つのグループ分けられる。このうち前者のグループの発生場所は、火山活動に伴う消磁域(山崎ほか、1992、手塚ほか、1993)、負の重力異常域(牧野ほか、2004、本誌)と一致している。



第8図 草津白根山山頂域で発生する地震の震源分布

7. まとめ

最近の草津白根山の地震活動は、日発生回数が10回以下と低調であるが、山頂北側の噴気ガスの温度は2002年以降104～105と高い状態が続いていること、噴気ガス中の硫化水素濃度も2002年からやや低下傾向にあること、湯釜湖水中の塩化物イオン濃度は1989年末からの活動期ほどの増加ではないが、最近濃度が高くなっていることなどから、現在の草津白根山の活動状態は、決して静穏な状態にあるとは云えない。事実、2004年5月17日には、湯釜で4～5mの水柱が目撃され、その後湯釜中央部および西岸部の湖水が茶色～黒色に変色している。

引用文献

小坂丈予・小坂知子・平林順一・太井隆夫・大場武・野上健治・木川田喜一・山野真由美・油井瑞明・福原英城(1997): 群馬県草津白根山火口湖“湯釜”の水質変化と火山活動。地球化学, 31, 119-128.

平林順一(1997): 草津白根山の最近の活動と地球化学的観測研究。月刊地球, 号外18, 70-75.

手塚雅美・山崎明・中谷清・中島新三郎・小嶋美津子(1993): 草津白根山における全磁力観測。第3回草津白根山集中総合観測報告書, 53-59.

森健彦・平林順一・野上健治・鬼澤真也(2004): 草津白根火山観測システムの構築とその運用について。本誌

牧野雅彦・渡辺史郎・住田達哉・小川康雄(2004): 草津白根山頂域における精密重力探査。本誌
山崎明・中禮正明・角村悟・中島新三郎(1992): 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, 24, 54-66.