

## 三宅島における黒潮による地磁気全磁力変動

笹岡雅宏, 山崎 明

地磁気観測所技術課

2011年9月26日受付, 2011年12月5日改訂, 2011年12月12日受理

### 要 旨

2010年から2011年にかけての三宅島全磁力観測において, 黒潮が全磁力変化に及ぼす影響について調査した. 黒潮の流軸の接近を最も反映する島南部沿岸の観測地点の全磁力変動と比較した結果, 島南部の観測地点の全磁力は相関が強く, 黒潮が接近している期間中, 全磁力変動の分だけ全磁力が増加した. 一方, 島北部の観測地点については相関が相対的に弱かった. このことは, 島北部における黒潮による全磁力への影響を必ずしも島南部沿岸の観測地点の全磁力変動から類推できないことを示唆する.

### 1. はじめに

三宅島における地磁気全磁力観測による火山監視では, 黒潮の流路変動に伴う海流ダイナモ効果による地磁気変化が大きなノイズとして確認されることはよく知られている(関口, 1998; 鍵山ほか, 2002). 関口(1998)は, 国立天文台水沢観測センター及び統計数理研究所が作成したBAYTAP-Gによるトレンド解析から, 黒潮の蛇行に伴い三宅島の全磁力が数日から数週間にわたり変動し, 黒潮の流軸が三宅島へ接近すると全磁力は増加し逆に離れると減少すること, また, モデルによる考察も加え島の南西部で地磁気変化が大きく北東部では小さい(島の南西部と北東部で全磁力のZ成分がそれぞれ正負の増減効果を示す)ことを示し, これらの特徴が南西から北東へ流れる黒潮の流軸の接近に伴う誘導電流の増加によって発生する磁場変動で説明できることを報告した. 更に, 鍵山ほか(2002)は, 島内の全磁力から黒潮の影響をキャンセルするために海流影響を強く受ける海岸付近の新湊池跡での観測データに係数を乗じて島内観測点から引いた. この係数は, 島の南西部から北東部にかけて小さくなり関口(1998)の報告と整合的である. 現在, 気象庁が実施している三宅島全磁力観測でも黒潮の海流影響の監視目的で新湊池跡での観測地点を維持している. 上述した先行研究では火山観測の基準を島の北部の地点にとっているため, 北部での黒潮に伴う全磁力影響をキャンセルしやすいのではないかと推察

される. 実際の黒潮の蛇行に伴う三宅島周囲の海流は複雑であり, 島北部と南部の全磁力変動の相関は, 上述した先行研究の報告より変化に富んでいるかもしれない. 島内の全磁力変動から黒潮起源の変動部分を判別する根拠にしているのは, 現状では新湊池跡で観測される全磁力変動のみである. 島南部と北部における黒潮起源の全磁力変動の相関が小さい場合には, 島北部については新湊池跡の全磁力変動を見て黒潮の影響を判断することは不十分であろう. 気象庁地震火山部火山課では, 島北部の監視強化の目的で, 近々島南部の1点を北部へ移設することを計画しており, 気象庁は神津島を基準にとっているため, 島北部での黒潮起源の全磁力変動が明瞭に評価されるようになるかもしれない. この島北部での黒潮の影響についてはこれまで十分に調査されてこなかったため, 著者らは, 現在展開している観測地点のデータを用いて島北部での黒潮起源による全磁力変動について調査した. 最近の三宅島の火山活動は静穏であり, また2010年以降は黒潮流軸が三宅島付近に接近している期間が長くなり三宅島全磁力に影響する機会が多いため, トレンド解析により黒潮による全磁力変動の特徴について調べやすい状況にあると言える. 本稿では, 黒潮の流路変動に伴う三宅島の北部及び南部での全磁力変動の相関, 即ち新湊池跡での観測地点と島北部及び南部それぞれの観測地点との全磁力変動の相関について調査し, 島の南部と北部における黒潮影響の相違点を明らか

にした。

## 2. 黒潮起源の全磁力変動

三宅島2000年噴火の際には地球電磁氣的観測手法が現象解析に多大な貢献を果たした(笹井, 2009)。これを受けて引き続き気象庁では三宅島における地磁気全磁力観測を実施してきた。図1は、三宅島の連続観測点配置図である。2000年の段階では東京大学地震研究所が島北部に多くの全磁力連続観測点を展開していたので、同研究所との連携の下気象庁は1983年の噴火で溶岩・スコリアが噴出した村営牧場付近やマグマ水蒸気爆発が発生した新瀨池跡付近などを補填するために、2001年から本格的に全磁力連続観測を開始した。その後、三宅島の火山活動も低調になったことから2010年に全磁力連続観測体制を見直すこととなった。地磁気全磁力による長期的な監視を継続するにあたり各観測点の役割を見直した結果、雄山の北側ほか南側については、地下の熱変化がよく捉えられると考えられている村営牧場、過去にマグマ水蒸気爆発があった大路池付近、黒潮による海流ダイナモ効果の影響を見る目的で神瀨池跡に集約することとなった。図2aは、神津島の24時間移動平均した全磁力であり、図2bは、神津島を基準とした雄山北東、大路池北、村営牧場南3、村営牧場南2、新瀨池跡2の全磁力差並びにそのトレンド成分のプロットである。トレンド成分は、ウェーブレット解析を用いて算出された(笹岡ほか, 2011)。先行研究における解析と同様に、トレンド成分には

黒潮による全磁力変動が含まれる。三宅島の火山活動が静穏なため短期的な火山性変動が観測されていないとして無視すると、ウェーブレット解析により評価されるトレンド成分は、海流変動、年周変化、そして永年変化であろうと考えられる。図2aに見られる発達した磁場擾乱(例えば、2010年4月上旬と5月下旬)の影響が各観測点に見られるとともに、海洋潮汐成分が15日程度の周期として確認される(図2b)。図2bのトレンド成分は、これらノイズとしてみなされる変動成分を分離していることが分かる。年周変化は、観測地点固有の変動成分であり、地点における表層の環境が大きく変わらない限り継続的に見られ、最低でも1年間のデータの蓄積があれば評価されるものである(Utada et al., 2000)。図2bのトレンド成分を見ると、年周変化と共に増加傾向を示す傾き(永年変化)も目立つ。本稿では簡単のため、1年周期の正弦関数をフィッティングすることで年周変化を評価し分離した。年周変化の振幅や位相は、2008年から2009年までの観測値を参照して決定された。図3aはトレンド成分並びにその(永年変化込みの)年周変化であり、図3bは1年間で4~5 nTの増加を示す永年変化を示す。村営牧場南2については、傍の村営牧場南3の全磁力変動と比較すると、村営牧場南2は2010年7月~12月にかけて減少しており、同様な周期関数のフィッティングは不可であった。これが異常値であったかどうかを含め、道路工事による人工擾乱(2011年1月~4月)のほかに特に現地の報告を受けていないので

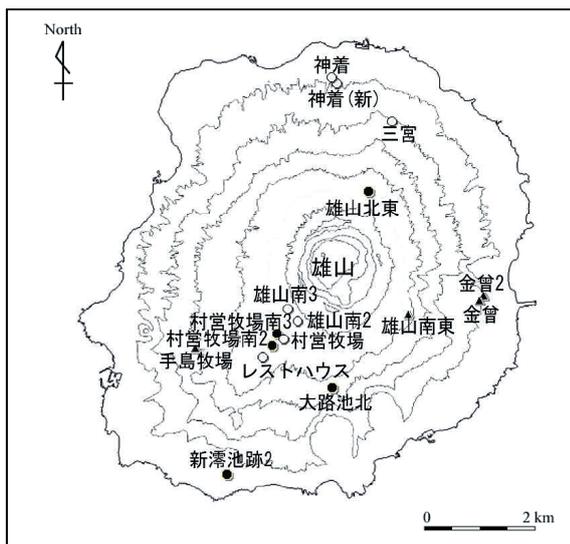


図1 全磁力連続観測点配置図(2011年9月現在)  
●: 気象庁, ▲: 気象庁(観測終了), ○: 東京大学地震研究所(観測終了)(この図の作成にあたっては、国土地理院発行の『数値地図10mメッシュ(火山標高)』を使用した)。

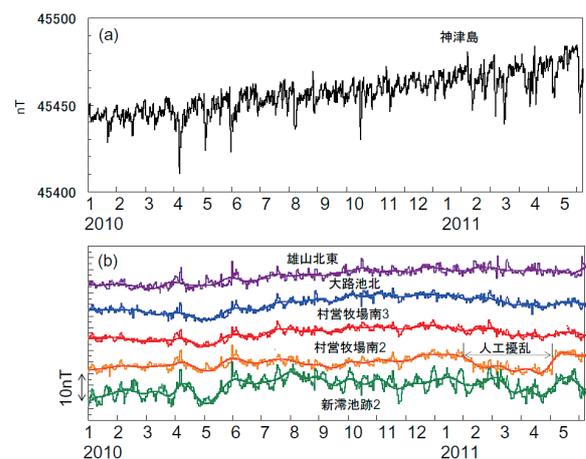


図2 全磁力連続観測の毎時値(2010年1月~2011年5月)  
(a) 神津島. (b) 神津島を基準とした雄山北東(紫線), 大路池北(青線), 村営牧場南3(赤線), 村営牧場南2(橙線), そして新瀨池跡2(緑線)の全磁力差並びにそのトレンド成分のプロット。

詳細は不明である。図4aは、村営牧場南2を除き、各観測点のトレンド成分から（永年変化込みの）年周変化を差し引いた成分であり、黒潮起源の全磁力変動成分として最終的に評価したものである。図4a中に黒潮の流軸が接近していた主な期間を①～⑤で示す。期間中、黒潮の影響は数週間から数ヶ月に及んでおり、特に②の期間については大路池北と村営牧場南3の島南部の2地点では3nT以上にも変動することがあった。新澁池跡2の変動の大きさより他3観測点の変動の大きさが小さいことは、黒潮起源の影響が沿岸部より島内部の方が小さいことを示しており、先行研究と同様な結果である。また図4bは、図4a中の①～⑤の各期間について新澁池跡2と他3点の観測点との相関係数を示す。期間中、大路池北と村営牧場南3の島南部の2地点との相関は良いが、島北部の雄山北東については負の相関を示す場合もあることが示されている。図5は、新澁池跡2に対する各観測点の黒潮起源の全磁力比を示す。これらの全磁力比は、図4aにおいて全磁力がゼロ付近の期間について非常に大きくなるので、その期間については無視すると、大路池北と村営牧場南3の全磁力比は概ね近いが、雄山北東はそれらより小さい。この全磁力比は、鍵山ほか（2002）の報告した三宅島南東部から北東部へかけて新澁池跡2と比較した島内の全磁力比が小さくなる分布と整合的である。

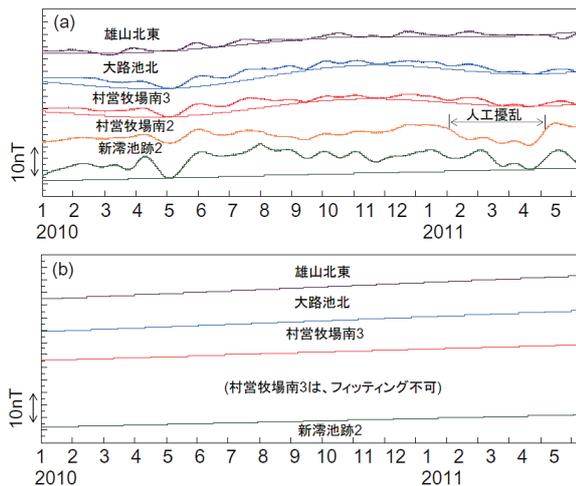


図3 トレンド成分と年周変化の毎時値（2010年1月～2011年5月）  
 (a) 雄山北東（紫線）、大路池北（青線）、村営牧場南3（赤線）、村営牧場南2（橙線）、そして新澁池跡2（緑線）のトレンド成分と（永年変化込みの）年周変化のプロット、(b) 図3 aに対応する永年変化のプロット。

### 3. 黒潮の流軸の位置と全磁力変動

黒潮の流軸の位置については、海上保安庁や気象庁がそれぞれ解析し作成した日別海流図から参照することができる。例えば、2010年4月末から5月初めにかけては、黒潮の流軸は三宅島から南方へ離れており、また島周辺に黒潮に伴う目立った速さの海流も解析されていないことから、黒潮起源の全磁力変動は殆ど無かったと推察される。黒潮の流軸の位置については2011年4月中旬についてもほぼ同様な状況であり、これらの期間で図4aの全磁力変動が小さいことと整合している。一方、黒潮の流軸の位置が八丈島付近まで南下しているが、流軸に沿う流れと同等な速さの海流が三宅島周辺に解析される場合（例えば、図4a中の③と④の期間の境の11月21日頃）には、海流起源の全磁力変動が確認される。海流図

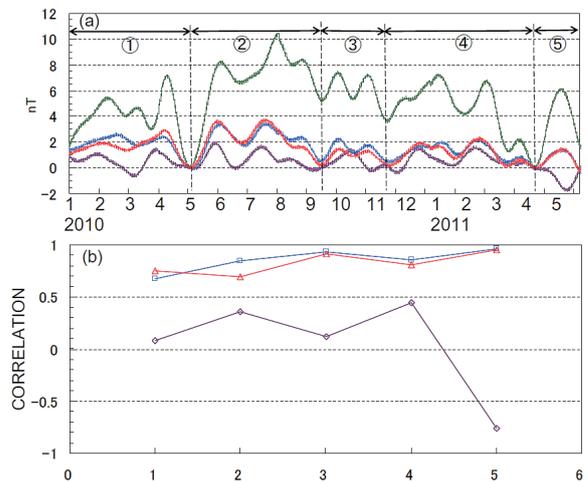


図4 黒潮の流路変動に伴う全磁力変化（2010年1月～2011年5月）  
 (a) 雄山北東（紫線）、大路池北（青線）、村営牧場南3（赤線）、そして新澁池跡2（緑線）の黒潮起源による変動、(b) 新澁池跡2と雄山北東（紫線）、大路池北（青線）、そして村営牧場南3（赤線）との相関係数。

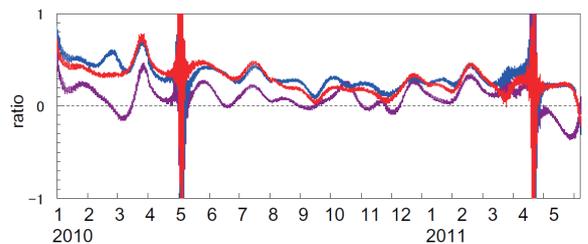


図5 新澁池跡2に対する各観測点の黒潮起源の全磁力比（2010年1月～2011年5月）  
 新澁池跡2に対する雄山北東（紫線）、大路池北（青線）、そして村営牧場南3（赤線）の全磁力比。

から確認される黒潮は、概ね南西から北東へ、もしくは西南西から東北東への流れを示している。また時折南から北へ流れる日もあった。図4aの全磁力が増加傾向を示す期間には、黒潮の流軸が接近する場合と、流軸の位置は殆ど変わらないが流れの速さが増大する場合があった。図4aの新湊池跡2と雄山北東の全磁力が逆位相になる期間（例えば、①の期間の3月下旬、②の期間の7月下旬、③の期間の10月上旬、⑤の期間）について、海流図からは南西から北東へ流れる黒潮が三宅島付近に確認されたが、他の期間に比べて特に目立った相違点は見つからなかった。しかし、日によっては三宅島周囲に北から南への流れを解析している海流図もあり、実際には複雑な海流の影響を受けて島内の全磁力が変動しているのではないかと推察される。

#### 4. まとめ

本稿では、2010年から2011年にかけての黒潮の流軸が三宅島に接近する頻度が数週間から数ヶ月と高かった期間を対象に、黒潮による島内の全磁力への影響を調査した。黒潮の流軸の接近を最も反映する島南部沿岸の観測地点の全磁力変動と比較した結果、島南部の2観測地点の全磁力変動は相関が強く、黒潮が接近している期間中、この全磁力変動の分だけ全磁力のレベルが上がっていたと言える。もしこのような状況下で、同レベルの火山活動に伴う全磁力変動が発生した場合、それを区別することは

非常に困難であろう。一方、島北部の1観測地点については相関が相対的に弱かった。このことは、島北部における黒潮による全磁力への影響を必ずしも島南部沿岸の観測地点の全磁力変動から類推できないことを示唆する。今後島北部に全磁力観測地点を増設して神津島を参照点とした場合、島南部の黒潮影響と相関が小さい全磁力変動が観測される可能性があり、新湊池跡2を中心とした海流影響の監視が不十分となることが考えられる。島北部と南部にそれぞれ複数の観測地点があれば、各観測点で黒潮の影響を監視することで、北部と南部それぞれの火山性の磁場変化を検出しやすくなるかもしれない。

#### 参考文献

- 鍵山恒臣, 小山悦郎, 杉岡 学, 笹井洋一, 小山 茂, 藤井郁子, 瀧沢倫明, 伊藤信和, 碓井勇二, 最近の三宅島の全磁力変化, 月刊地球号外, **39**, 115-120, 2002.
- 笹井洋一, 三宅島2000年噴火の電磁気観測, 月刊地球, **31**, 665-674, 2009.
- 笹岡雅宏, 清水淳平, ウェーブレット解析を用いた火山性磁場の長期トレンド抽出と他手法との比較, 地磁気観測所テクニカルレポート (投稿中), 2011.
- 関口 航, 三宅島火山の電磁気観測 - 海流起源の電磁気ノイズ -, 東京大学修士論文, 1998.
- Utada, H., M. Neki and T. Kagiya, A study of annual variations in the geomagnetic total intensity with special attention to detecting volcanomagnetic signals, *Earth Planets Space*, **52**, 91-103, 2000.

## **Variation of KUROSHIO-Induced Geomagnetic Total Intensity in Miyakejima Island**

by

**Masahiro SASAOKA and Akira YAMAZAKI**

**Kakioka Magnetic Observatory**

Received 26 September 2011; received in revised form 5 December 2011;  
accepted 12 December 2011

### **Abstract**

We researched the contribution of KUROSHIO-Induced geomagnetic total intensity in Miyakejima Island between 2010 and 2011. In variations of the geomagnetic total intensity observed in Miyakejima Island, the southern coastal station was strongly correlated with the southern inland stations but rarely correlated with the northern inland station. During the periods of Kuroshio Current approaching Miyakejima Island, the geomagnetic total intensity in the southern inland stations was up only by the variation due to Kuroshio Current. It is suggested that KUROSHIO-Induced geomagnetic total intensity of the northern inland stations might not be inferred from that of the southern coastal station necessarily.