

## 伊豆大島の地磁気全磁力にみられる周期数ヶ月の変動

田口陽介<sup>1</sup>, 増子徳道<sup>2</sup>, 山崎 明<sup>3</sup>, 三島稔明<sup>4</sup>

<sup>1</sup>横浜地方気象台, <sup>2</sup>地磁気観測所観測課, <sup>3</sup>気象庁気象研究所, <sup>4</sup>大阪市立大学

2012年12月20日受領, 2013年8月5日改訂, 2013年8月6日受理

### 要 旨

地磁気観測所では伊豆大島の三原山の北側で約40m離れた2地点において火山活動による地磁気変化を捉えるために全磁力連続観測をおこなっている。基準点との全磁力差には振幅20~30nTにも及ぶ大きな年周変化がみられ, その上, 2地点のデータの変動パターンが異なる。観測点近傍の岩石の磁化変化による影響を受けていると考えられるが, 火山活動を捉える上ではノイズとなる。そのため, 全磁力変化の特性について全磁力差を成分に分解して調査した。その結果, 全磁力差からトレンド成分と気温に起因する年周変化成分を差し引いた残差成分には, 数ヶ月ほどの周期で変動する不規則な成分が卓越し, その変動は2地点で逆センスを示すことが見出され, 土壤雨量指数との比較により降水量と調和的であることが示唆された。また, この特性を利用して2地点の平均値を使用すると, ノイズを軽減できることがわかった。

### 1. はじめに

伊豆大島は繰り返し噴火する火山として知られており, 1986年に中規模噴火が起きてから26年経過し, 今後の火山活動の推移が注目されている。地磁気観測所では伊豆大島の火山活動による地磁気変化を捉えるために, 2007年3月から三原山火口北側で約40m離れた地点(三原山北観測点)に2つの磁力計センサーを置いて全磁力連続観測をおこなっている(三島・他, 2011)。図1に地磁気観測所が設置している全磁力連続観測点の位置を示す。伊豆大島では東京大学地震研究所により地磁気全磁力連続観測点(島内に配置されているが, 地磁気観測所の観測点はその空白域となっていた地点に設置されている。観測点は三原山火口から北へ約400mに位置し, 火口からの多様な火山噴出物で覆われていて, さらに岩質は磁化強度の大きい玄武岩質である。そのため, 測定している全磁力は観測点周辺の不均一な磁場分布により影響を受けると予想される。

三原山北観測点では観測開始から約5年のデータが蓄積され, 得られたデータに特徴的な変化がみられることがわかってきた。火山活動による地磁気全磁力の変化を捉えるために, 伊豆大島島内にある東京大学地震研究所のOSM観測点との全磁力差をとり, 火山活動以外に起因する広域的な外部磁場擾乱

の影響を取り除いている。この全磁力差には大きな年周変化がみられ, 地震研究所の他の全磁力観測点や霧島山の観測点など(Utada et al., 2000; 山本, 2008; 橋本・他, 2003)と比べても年周変化の振幅

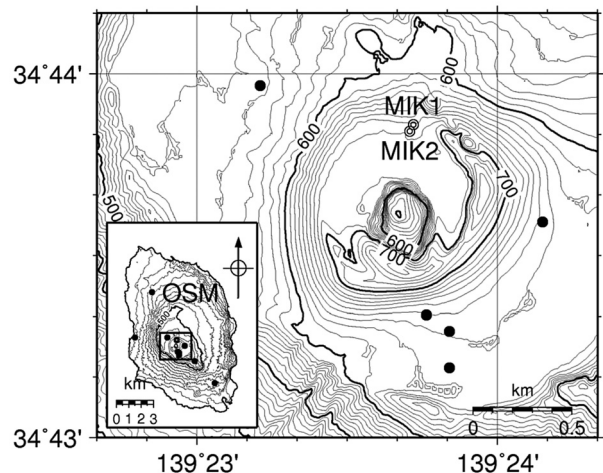


図1 地磁気全磁力観測点の配置。  
2重丸(◎)は地磁気観測所の全磁力連続観測点(MIK1, MIK2), 黒丸(●)は東京大学地震研究所の全磁力連続観測点, OSMは基準点に使用している観測点(この図の作成にあたっては, 国土地理院発行の『数値地図10mメッシュ(火山標高)』を使用した)。

は大きい。さらに、40mほど離れた2地点の年周変化は変動の様子が異なる。これらのことから、観測データは観測点近傍の浅い地下を起因とする磁場の影響を大きく受けていると考えられる。これらの変化は火山活動を捉えるにはノイズ成分となるため、これまで、観測データをいくつかの成分に分解して全磁力変化の特性について調査をおこなってきた(田口・他, 2011)。本報告では、これまでの調査をさらに詳細に進めた結果と、また、明らかになった特性を利用したノイズ成分を取り除く方法についての検討も加えて報告する。

## 2. 観測データ

周期1日以下の地磁気変化は電離圏や磁気圏を流れる電流がもたらす地磁気変化が卓越しているので、火山活動による地磁気変化を捉えるのに日平均値を用いている場合が多い。また、昼間のデータには地磁気日変化があるため、夜間のデータを用いた方が良い場合がある(山本, 2008)。伊豆大島の観測点(MIK1とMIK2)のデータについて全日の24時間日平均値といくつかの夜間時間帯(0~2時, 0~4時, 0~4時+20~24時, および0~6時+18~24時JST)の日平均値を試算し、比較をおこなった。その結果では、全日の24時間日平均値のばらつきは夜間時間帯の日平均値と同程度あるいは小さかった。そのため、以下では全日の日平均値を利用して調査を進めた。

図2に、2007年3月~2012年3月までのMIK1とMIK2のOSMを基準とした全磁力差の日平均値、OSMの全磁力日平均値、柿岡(KAK)の全磁力日平均値、およびKAKを基準としたOSMの全磁力差を示す。基準点に使用しているOSMはKAKと同様に経年的に増加傾向を示す。KAKを基準にしたOSMには増加あるいは減少のトレンドはなく、年周変化もほとんどみられず、OSMは安定した観測点と考えられる。MIK1-OSMとMIK2-OSMはともに増加傾向を示し、MIK2の方がMIK1よりも増加率が大きい。また、MIK1-OSM、MIK2-OSM共に年周変化の振幅は20~30nTとなっている。

## 3. 全磁力変化の特性

全磁力変化の特性を調査するために全磁力差を成分に分けて検討することとした。全磁力差( $\Delta F$ )は次式で表わせると仮定した。

$$\Delta F = \Delta F_{tr} + \Delta F_a + \Delta F_{res}$$

$\Delta F_{tr}$ : 長期的なトレンド成分

$\Delta F_a$ : 気温に起因した年周変化成分

$\Delta F_{res}$ : 残差成分

### 3.1 トrend成分 ( $\Delta F_{tr}$ )

トレンド成分( $\Delta F_{tr}$ )は経年的な長期的なトレンド成分のことで永年変化、火山活動に起因するものなどが含まれる成分である。今回は、年周変化やそれよりも短い周期について着目し特性を調べるため、 $\Delta F_{tr}$ は期間全体で1次式として、直線回帰分析により算出した(図3(a)(b))。MIK2の $\Delta F_{tr}$ の年変化率は6.3nT/年でMIK1の $\Delta F_{tr}$ の3.1nT/年と比べ約2倍である。異なる原因として、観測点近傍の影響であると考えられる。観測点における地磁気の方角の違いによる見かけの変動(オリエンテーション効果, 橋本・他, 2012)も含まれる可能性がある。この報告ではこれよりも短い周期の変動についての調査を目的にしているのだからこれ以上議論せず指摘するにとどめることとする。

### 3.2 気温に起因した年周変化成分 ( $\Delta F_a$ )

Utada et al. (2000)では、伊豆大島や霧島山における全磁力の年周変化の原因を観測点近傍の岩石の温度変化に伴う熱消帯磁の影響であると説明している。地中には地表面の温度が徐々に熱伝導で伝わり、温度変化により岩石の磁化強度が変化し、観測している全磁力値に年周変化として現れる(橋本・他(2003);山本(2008))。周期1年の地中温度変化には気温の影響が大きいと考えられるので、気温の年周変化による全磁力変化を $\Delta F_a$ とした。 $\Delta F_a$ の算出には、気温はほぼ正弦曲線に近い年周変化を示す(山本(2008))と考えられることから、全磁力変化の周期1年の正弦波成分はすべて気温変化の周期1年の正弦波成分が原因であると仮定し、気温と全磁力変化における周期1年の正弦曲線を抽出して、変換係数と位相差が気温の年周変化にそのまま適用できると仮定して、次のような手順で求めた。

①  $\Delta F$ から $\Delta F_{tr}$ を除去したデータについて、周期1年の正弦曲線(次式)で近似(周期1年の成分を抽出)し、振幅と位相を求める。

$$\Delta F_t = \Delta F_0 + \Delta F_1 \times \sin \{ (t - t_0) \times (2\pi/365) \} + \Delta F_{other}$$

$\Delta F_t$ : 全磁力差(観測期間中、機器障害が度々発生しデータに欠測があるため、各年の各日の平均(2007.3-2012.3の5年間の同日付けの5日のうち欠測日を除いた平均)を全磁力差( $\Delta F_t$ )に利用した。

$\Delta F_0$ : 平均,  $\Delta F_1$ : 年周変化の振幅,  $\Delta F_{other}$ : その他の全磁力変化

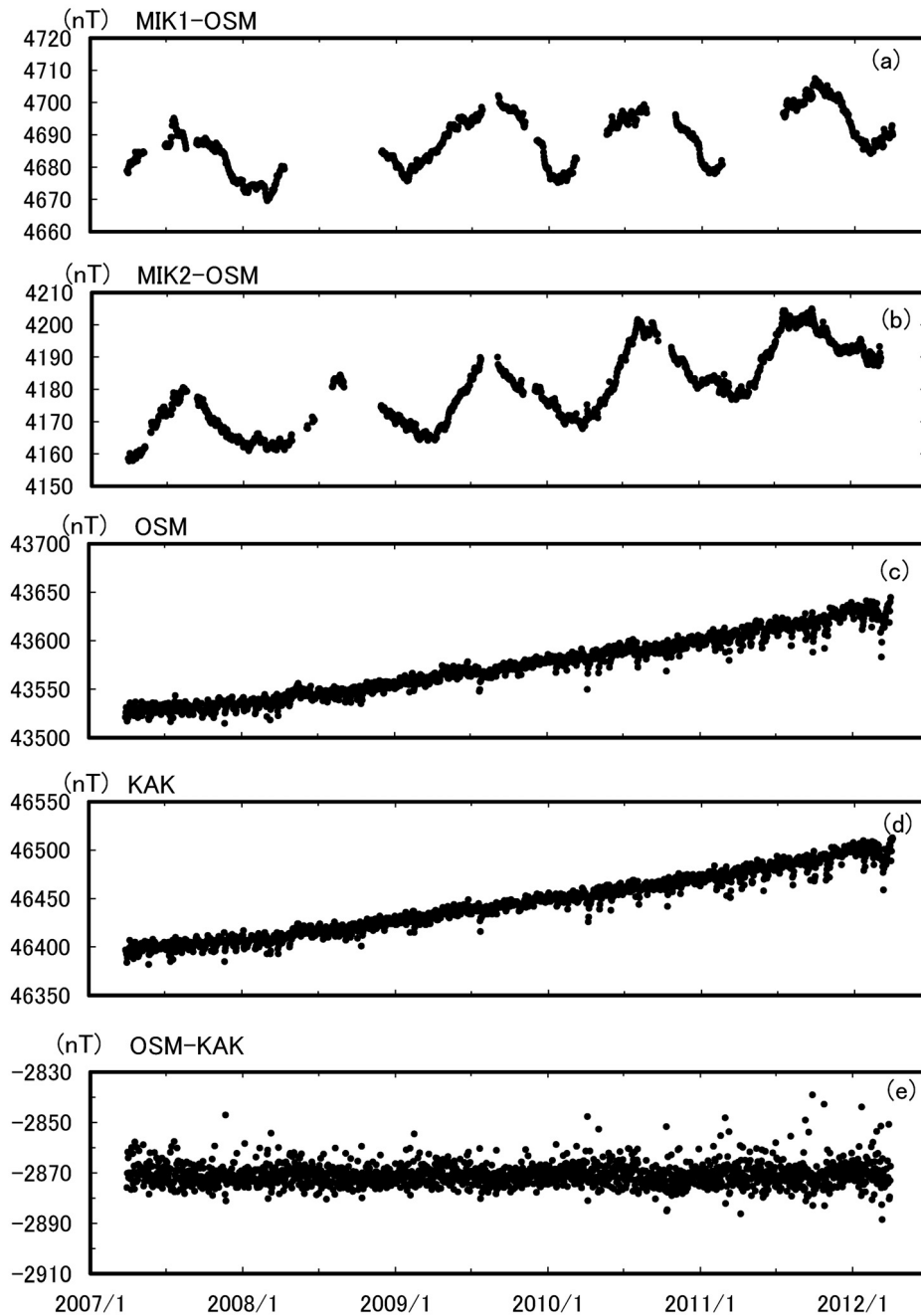


図2 2007年3月～2012年3月までの (a) MIK1とOSMとの全磁力差の日平均値, (b) MIK2とOSMとの全磁力差の日平均値, (c) OSMの全磁力の日平均値, (d) 柿岡KAKの全磁力の日平均値, (e) OSMと柿岡KAKとの全磁力差の日平均値

$t$ : 日,  $t_0$ : 位相 (年周変化の起点日, 1月1日からの日数)

②気温についても全磁力差と同様に, 周期1年の正弦曲線 (次式) で近似 (周期1年の成分を抽出) し, 振幅と位相を求める.

$$T_t = T_0 + T_1 \times \sin \{ (t - t_0) \times (2\pi/365) \} + \Delta T$$

$T_t$ : 気温,  $T_0$ : 平均,  $T_1$ : 年周変化の振幅,

$\Delta T$ : その他の気温変化

$t$ : 日,  $t_0$ : 位相 (年周変化の起点日, 1月1日

からの日数)  
気温には大島特別地域気象観測所 (旧大島測候所) の気温日平均値を使用した.

③全磁力差の周期1年の正弦曲線と気温の周期1年の正弦曲線の位相がずれる原因は, 「地中に地表面の温度が熱伝導する際の位相差によるもの」と仮定し次のとおり  $\Delta F_a$  を求めた。①②から  $\Delta F_1$  と  $T_1$  の比により気温から全磁力への変換係数を求め, 気温と全磁力差の位相差分を遅延した気温データに変換係数を掛けて  $\Delta F_a$  とする。ただし, 気温データは天気

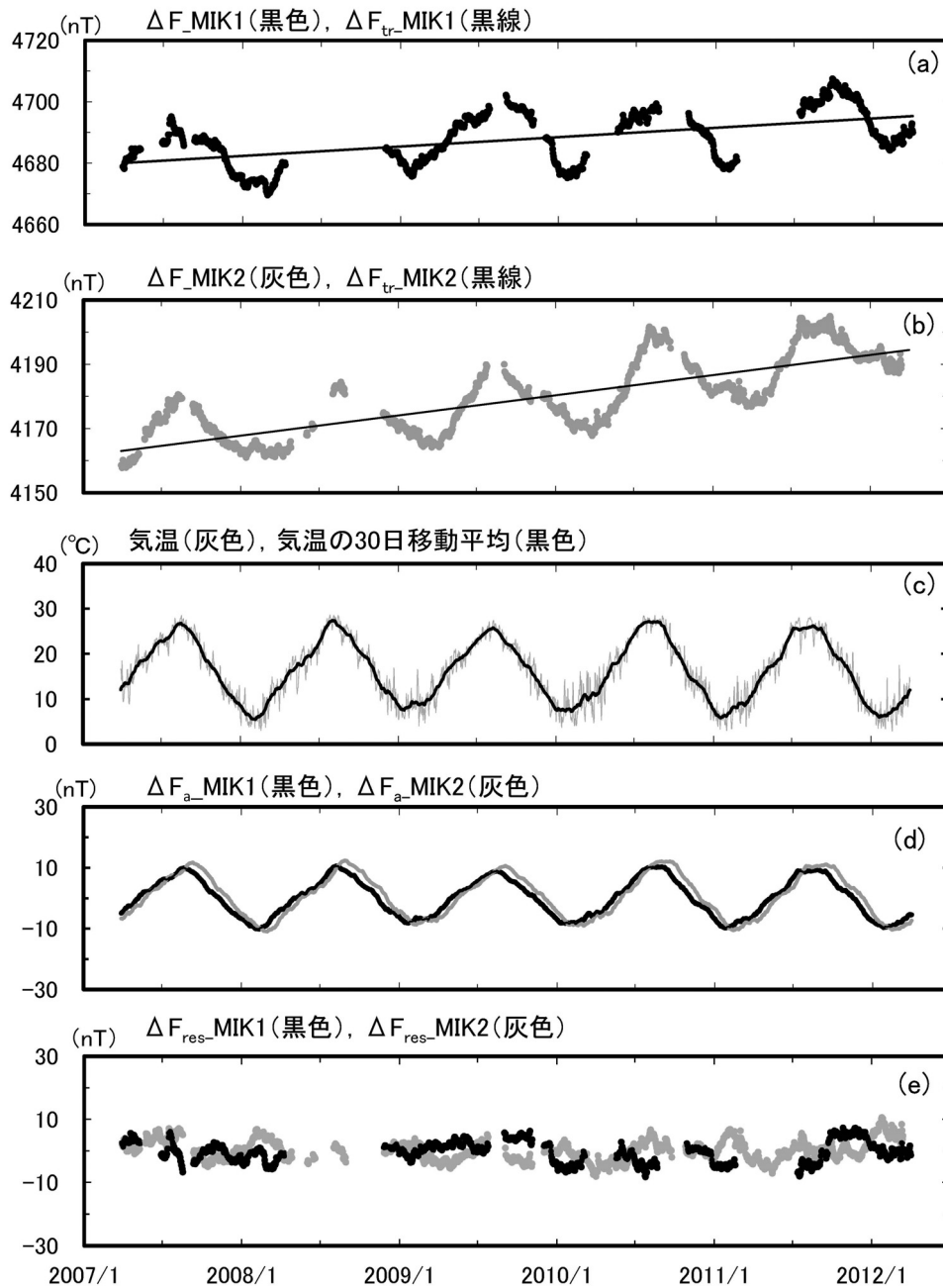


図3 (a), (b) MIK1とMIK2の全磁力差 ( $\Delta F$ ) と直線回帰分析から求めた1次式によるトレンド成分 ( $\Delta F_{tr}$ , 黒線), (c) 大島特別地域気象観測所の気温日平均値 (灰色) とその30日移動平均 (黒色), (d) 気温から推定した年周変化成分 ( $\Delta F_a$ ), MIK1 (黒色), MIK2 (灰色), (e) 全磁力差からトレンド成分および気温から推定した年周変化成分を除去した残差成分 ( $\Delta F - \Delta F_{tr} - \Delta F_a = \Delta F_{res}$ ), MIK1 (黒色), MIK2 (灰色)

の変化等による数日～1週間程度の短い周期の変化があるため30日移動平均値を使用した。

①②で求めた全磁力差および気温の日付別日平均値と近似した正弦曲線を図4に示し、算出した振幅と位相を表1に示す。MIK1-OSM, MIK2-OSMともに正弦曲線から外れる期間が目立つが、気温はほぼ正弦曲線に近い。このことから全磁力値は気温以外の影響を受けていることが予想される。また、MIK1-OSMと気温の位相差は約7日、MIK2-OSM

と気温の位相差は約27日で、一般的に地中温度は深度が深くなるほど地中温度の位相が遅れると考えると、全磁力変化に及ぼす地中温度変化の深度がMIK2の方がMIK1よりも深いことが予想される。図3(c)(d)に大島特別地域気象観測所の気温および③で求めた $\Delta F_a$ を示す。 $\Delta F_a$ の振幅はMIK2の方がMIK1よりもやや大きいので、全磁力変化に及ぼす地中温度変化の深度がMIK1の方が深いことが予想されるが、位相差による深度の関係とは整合性がない。振幅の違いは磁化強度変化の違いによるものかもしれ

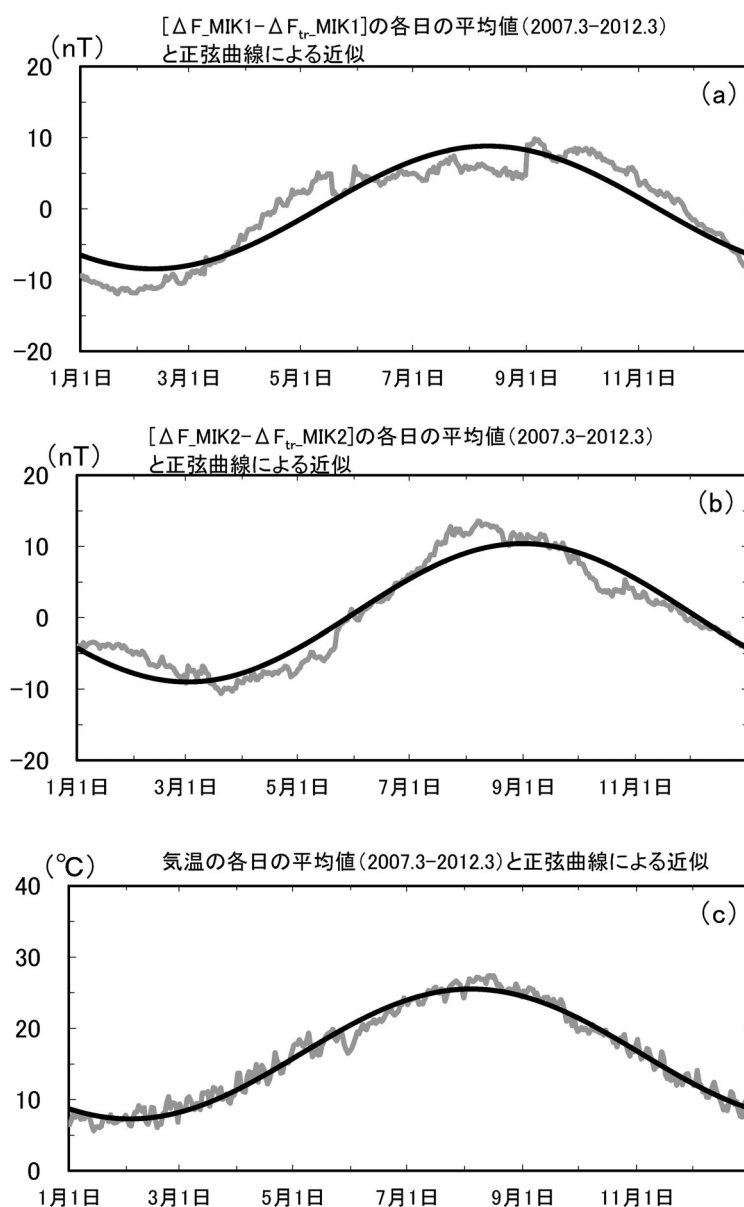


図4 2007年3月～2012年3月の5年間に於ける全磁力差からトレンド成分を除去した日平均値 ( $\Delta F_t = \Delta F - \Delta F_{tr}$ ) の同日付の欠測を除いた平均 (灰色) および周期1年で近似した正弦曲線 (黒色), (a) MIK1, (b) MIK2, (c) 同様に求めた大島特別地域気象観測所の気温日平均値

表1 全磁力差と気温の年周変化について周期1年で近似した正弦曲線の振幅と位相

	振幅	位相 (年周変化の起点日)	気温との位相差 (遅延日数)
MIK1-OSM	8.61nT	130.6	6.9
MIK2-OSM	9.70nT	151.0	27.3
気温	9.12°C	123.7	---

ない。

### 3.3 残差成分 ( $\Delta F_{res}$ )

残差成分 ( $\Delta F_{res}$ ) は  $\Delta F$  から  $\Delta F_{tr}$  と  $\Delta F_a$  を差し引いた成分であり、火山活動による成分や観測点近傍の環境による成分などが含まれる。算出した MIK1 と

MIK2 の  $\Delta F_{res}$  を図3 (e) に示す。± 5 nT 程度の振幅で数ヶ月程度の不規則な周期で変動している。変動パターンを良く見ると、MIK1が増加するときにMIK2が減少し、MIK1が減少するときにMIK2が増加する逆センスの傾向が卓越しているように見える。特に逆センスの傾向がみられる2009年1月～2010年12月の2年間について相関図を図5に示すが、弱いながらも負の相関がみられる。また、冬の1月から2月、夏の7月から8月にMIK1減少 (MIK2増加) 傾向を示す、年に2回ほどの周期をもつ変動がみられる。

この数ヶ月程度の不規則な変動の原因として、MIK1とMIK2の磁力計センサーは1つの同じ磁力

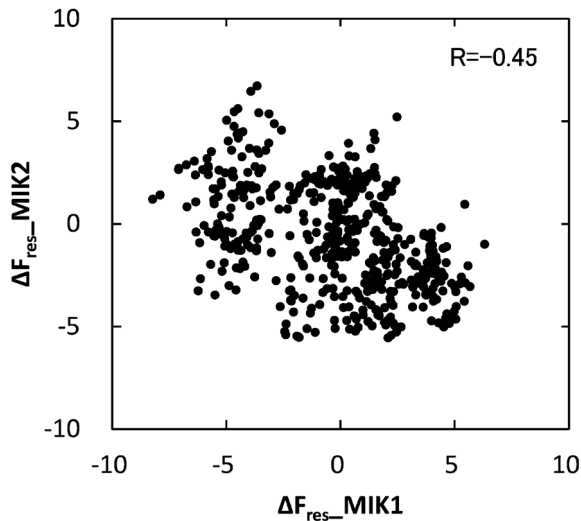


図5 2009年1月～2010年12月までのMIK1とMIK2における残差成分 ( $\Delta F_{res}$ ) の相関図

計本体部で制御していることから磁力計本体部の温度変化によるものとは考えにくい。MIK1, MIK2の近傍では、数ヶ所で深さ約60cmの地中温度を測定している(三島・他(2011))。2009年1月～2010年12月について $\Delta F_{res}$ と地中温度を図6(a)(b)に示す。ただし、逆センスを見やすくするためにMIK2の $\Delta F_{res}$ については縦軸を反転している。地中温度は測定している温度のうち代表して2点のデータ(温度計2:MIK2の磁力計センサーから数mの距離, 温度計6:MIK1の磁力計センサーから数mの距離)を示し、3.2で全磁力値におこなった方法と同じように気温により推定した年周変化成分を除去したものである。 $\Delta F_{res}$ にみられる数ヶ月ほどの周期の変動に対応した地中温度の変動ははっきりしない。

そこで観測環境に影響を及ぼす可能性のある各種気象データとの関連を調査した。大島特別地域気象観測所の気圧, 日照, 風向風速および湿度データとは関連がみられなかったが, 日降水量データと関連がみられた(図6(c))。特に2010年1月頃の降水量の低下とMIK1の $\Delta F_{res}$ の減少が対応しているようにみえる。このことから $\Delta F_{res}$ の変化は地中の水分量と関連しているのではないかと考え, 土壤雨量指数(降水が土壤中に水分量としてどれだけ貯まっているかを示す指数)との比較を試みた。土壤雨量指数はIshihara and Kobatake (1979)の直列3段タンクモデルにより, 各タンクの貯留高の和( $=S_1 + S_2 + S_3$ )として算出した(気象庁, <http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html>, 2012.10.24閲覧)。各タンクの貯留高( $S_i$ ;  $i = 1, 2, 3$ )の計算式は以下のとおりである。

$$S_1(t+\Delta t) = (1-F_1 \times \Delta t) \times S_1(t) - q_1(t) \times \Delta t + R$$

$$S_2(t+\Delta t) = (1-F_2 \times \Delta t) \times S_2(t) - q_2(t) \times \Delta t + F_1 \times S_1(t) \times \Delta t$$

$$S_3(t+\Delta t) = (1-F_3 \times \Delta t) \times S_3(t) - q_3(t) \times \Delta t + F_2 \times S_2(t) \times \Delta t$$

$S_1, S_2, S_3$ : 各タンクの貯留高

$F_1, F_2, F_3$ : 各タンクの浸透流出孔の浸透係数

$q_1, q_2, q_3$ : 各タンクの側面孔からの流出量

ここで,  $\Delta t$ は1日とし,  $R$ は日降水量とした。各タンクの側面孔からの流出量( $q_i$ ;  $i = 1, 2, 3$ )は以下のように記述される。

$$q_1(t) = R_1 \{S_1(t) - L_1\} + R_2 \{S_1(t) - L_2\}$$

$$q_2(t) = R_3 \{S_2(t) - L_3\}$$

$$q_3(t) = R_4 \{S_3(t) - L_4\}$$

$R_1, R_2, R_3, R_4$ : 各流出孔の流出係数

$L_1, L_2, L_3, L_4$ : 各流出孔の高さ

パラメータ(浸透係数, 流出係数, 流出孔の高さ)はIshihara and Kobatake (1979)の火山岩(volcanic rock)の場合のパラメータを使用した(表2)。パラメータは地点毎に異なり, また, 時間雨量に対するものであるが, 今回は水分量の変動パターンとの比較を目的にしているため, そのまま採用した。算出した土壤雨量指数を図6(d)に示す。 $\Delta F_{res}$ との対応は完全ではないものの, 土壤雨量指数の低下時に $\Delta F_{res}$ がMIK1で減少, MIK2で増加となる傾向がみられる。図6(e)に $\Delta F_{res}$ と土壤雨量指数の20日移動平均を重ねて示す。完全には一致していないが, 連動しているようにみえる。

土壤雨量指数との関連をより短い周期について検討するために, 2009年4月～2009年6月の3ヶ月における $\Delta F_{res}$ , 年周変化を除去した地中温度, 日降水量および土壤雨量指数を図7(a)～(d)に示す。短い周期については大まかに次のことが示唆される。

- ・MIK1の $\Delta F_{res}$ とMIK2の $\Delta F_{res}$ の変動は同期していない。
- ・ $\Delta F_{res}$ と地中温度とは連動していない。
- ・地中温度は降水時に影響を受ける傾向がみられるが, 必ずしも温度計2と温度計6とで変動が同じではない。
- ・地中温度は土壤雨量指数とは連動していない。
- ・MIK1の $\Delta F_{res}$ は土壤雨量指数と連動がみられるが, MIK2の $\Delta F_{res}$ でははっきりしない。

数ヶ月よりも短い周期においては深さ約60cm(地中温度測定深度)の地中温度と土壤雨量指数とは連

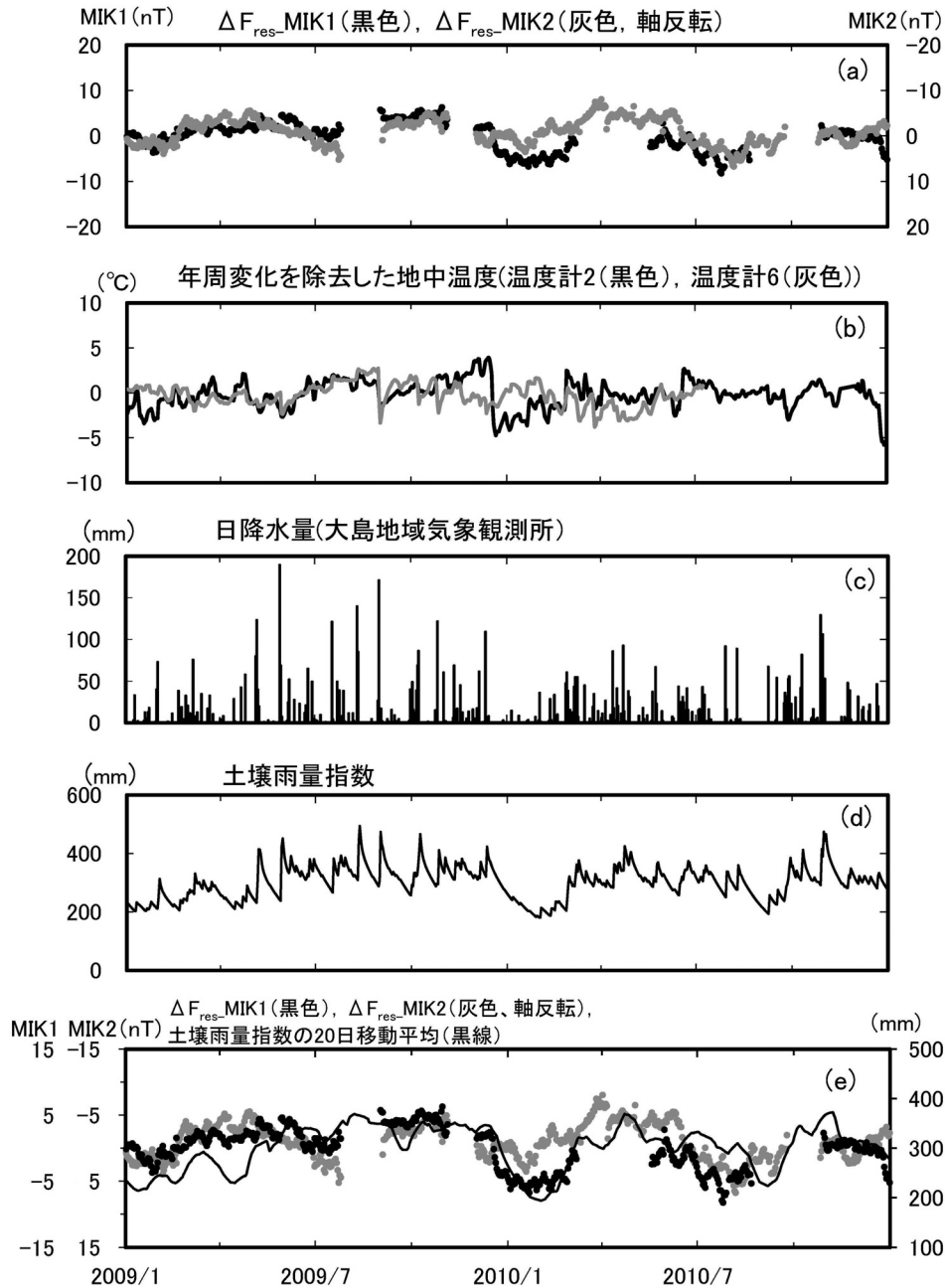


図6 2009年1月～2010年12月までの (a) 残差成分 ( $\Delta F_{res}$  (MIK1(黒色), MIK2(灰色, 軸反転)), (b) 気温から推定した年周変化成分を除去した地中温度 (温度計2 (黒色): MIK2の磁力計センサーから数mの距離, 温度計6 (灰色): MIK1の磁力計センサーから数mの距離), (c) 大島特別地域気象観測所の日降水量, (d) 日降水量から算出した土壌雨量指数 (日値) ※, (e) 残差成分 ( $\Delta F_{res}$  (MIK1(黒色), MIK2(灰色, 軸反転)) と土壌雨量指数の20日移動平均 (黒線) ※降水が土壌中に水分量としてどれだけ貯まっているかを示す指数

表2 土壌雨量指数算出に使用したタンクモデルのパラメータ

浸透係数	流出係数	流出孔の高さ(mm)
$F_1=0.12$	$R_1=0.10$	$L_1=35$
$F_2=0.08$	$R_2=0.15$	$L_2=68$
$F_3=0.01$	$R_3=0.05$	$L_3=15$
	$R_4=0.01$	$L_4=15$

(Ishihara & Kobatake(1979)によるvolcanic rockの地質地帯におけるパラメータ)

動しないこと, また, MIK1のみであるが  $\Delta F_{res}$  と土壌雨量指数と関連がみられることから, 地中温度測定深度より深い深度において地中の水分量が全磁力に影響を及ぼしている可能性がある (地中水分量の変動が全磁力値を変化させるメカニズムは不明である). 数ヶ月程度の周期の変動が土壌雨量指数の20日移動平均と連動している要因としては, さらに深い深度における降水による地中の水分量が全磁力に影響を及ぼしていることが予想される.

以上のことから  $\Delta F_{res}$  には MIK1, MIK2とで逆せ

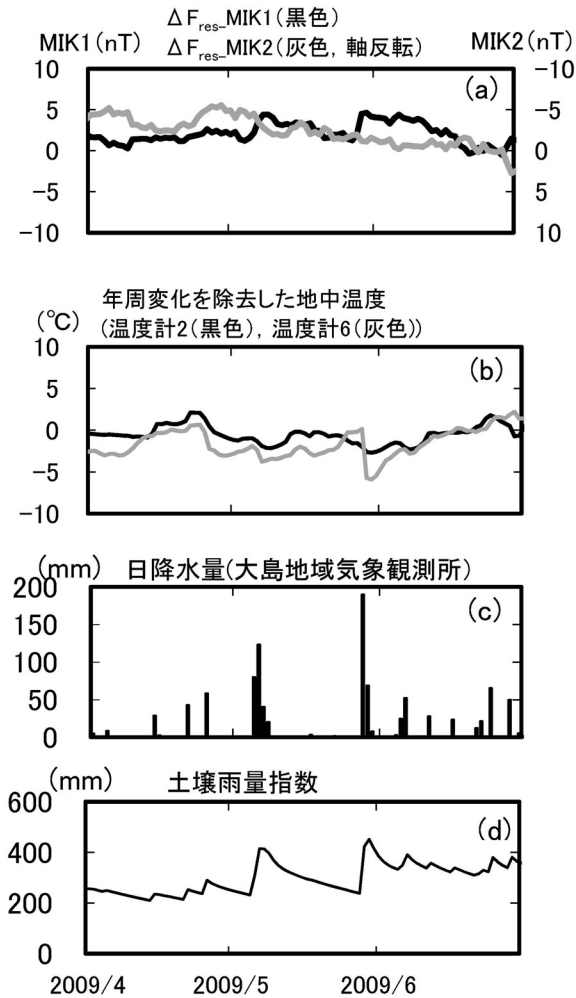


図7 2009年4月～2009年6月までの (a) 残差成分 ( $\Delta F_{res}$  (MIK1(黒色), MIK2(灰色, 軸反転)), (b) 気温から推定した年周変化成分を除去した地中温度 (温度計2 (黒色): MIK2の磁力計センサーから数mの距離, 温度計6 (灰色): MIK1の磁力計センサーから数mの距離)), (c) 大島特別地域気象観測所の日降水量, (d) 日降水量から算出した土壌雨量指数 (日値)

ンスの周期数ヶ月の不規則な変動が卓越し、その変動は降水量との関連する可能性がある。観測点周辺の地表付近にはスコリアや火山弾が分布しているので、地中もさまざまな種類の火山噴出物で構成されていることが想像される。地下の密度分布が水平方向、垂直方向ともに不均一な構造（近傍の地形の影響も含む）となっていて、降水が染み込む様子も場所により異なることが全磁力に影響を及ぼしているのかもしれない。また、全磁力と降水量との関連がみられる要因として、火山岩は多孔質で保水性が高いことがあるかもしれない。

#### 4. 平均値を利用したノイズレベルの軽減

MIK1, MIK2の近傍で測定している地中温度を全磁力観測値の補正に使用しているが、年周変化は概

ね除去できるものの、観測点近傍の影響が依然として残ってしまう（三島・他（2011））。3.3 残差成分 ( $\Delta F_{res}$ ) の項で示したように  $\Delta F_{res}$  にみられる数ヶ月ほどの周期の変動に対応した変動は地中温度にはみられないためと考えられる。

そこで、MIK1とMIK2の  $\Delta F_{res}$  が逆センスを示すことが明らかになったので、この特性を利用してノイズレベルを下げる方法について検討した。2地点の全磁力値の平均値は、 $\Delta F_{res}$  に卓越する2地点間で逆センスを示す成分を打ち消す効果が期待できる。MIK1とMIK2の平均値（以下、MIK (1, 2) と記す）とOSMとの全磁力差 (MIK (1, 2)-OSM) およびそのトレンド成分を図8 (a) に示す。MIK (1, 2)-OSMは年間約5 nT増加し、年周変化はMIK1-OSM, MIK2-OSM (図3 (a) (b)) と比べると、正弦曲線に近い変化をしているように見える。日付別に平均した値に対し周期1年の正弦曲線で近似した結果 (図9) をみると、MIK (1, 2)-OSMは正弦曲線にほぼ近いことを確かめることができる。MIK1-OSM, MIK2-OSMにおこなった方法と同様に、MIK (1, 2)-OSMについて  $\Delta F_a$  を求めて、その除去を試みた。図8 (b) に  $\Delta F_a$  を、図8 (c) にMIK (1, 2)-OSMから  $\Delta F_a$  を除去した結果を示す。

これをみると、MIK1-OSM, MIK2-OSMの  $\Delta F_{res}$  にみられた逆センス成分が相殺され、数ヶ月ほどの周期をもつ不規則な変動が概ね除去されたようにみえる。直線トレンドからの残差は1.9nTの標準偏差を持ち、MIK1-OSM, MIK2-OSMの  $\Delta F_{res}$  の標準偏差 (MIK1: 2.7nT, MIK2: 2.9nT) と比較して、ばらつきが小さくなったことがわかる。このようにMIK1とMIK2の平均値を使用し、年周変化成分を差し引くことにより、観測点近傍によると考えられる周期数ヶ月の変動が目立たなくなり、火山活動を監視する上でノイズレベルを軽減できることがわかった。

#### 5. まとめ

伊豆大島でおこなっている全磁力連続観測のデータについて、トレンド成分、気温に起因する年周変化成分、残差成分に分解して全磁力変化の特性を調査した。

その結果、トレンド成分および気温から推定した年周変化成分を除去した残差成分は、MIK1とMIK2とで逆センスを示す周期数ヶ月の不規則な変動が卓越することが明らかになり、土壌雨量指数を使用することによって降水量と調和的であることが示唆された。詳しいメカニズムの解明には至らないが、全磁力値には、気温変化が地中に熱伝導することによ



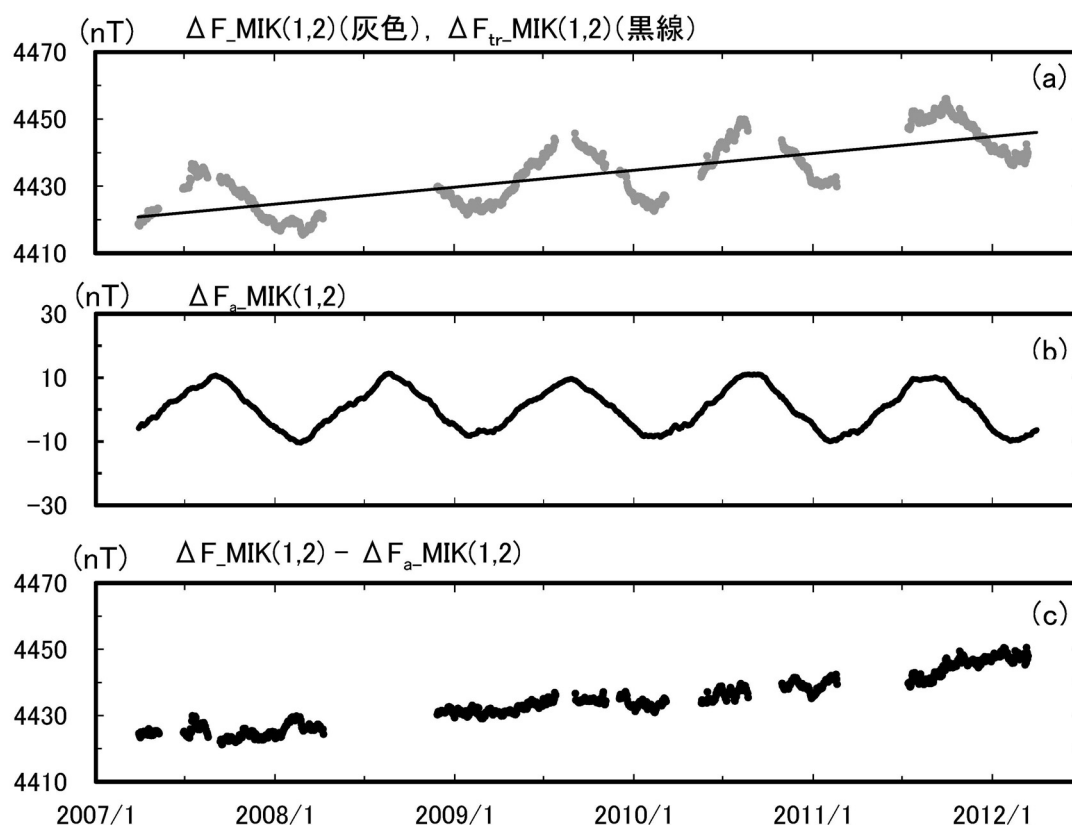


図8 (a) MIK1とMIK2の平均値とOSMとの全磁力差 ( $\Delta F_{\text{MIK}}(1,2)$ , 灰色) およびそのトレンド成分 ( $\Delta F_{\text{tr\_MIK}}(1,2)$ , 黒色), (b) 気温から推定した年周変化成分 ( $\Delta F_{\text{a\_MIK}}(1,2)$ ), (c) MIK1とMIK2の平均値とOSMとの全磁力差から気温から推定した年周変化成分を除去した値 ( $\Delta F_{\text{MIK}}(1,2) - \Delta F_{\text{a\_MIK}}(1,2)$ )

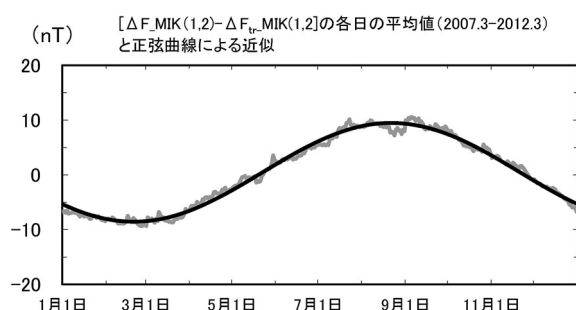


図9 2007年3月～2012年3月の5年間におけるMIK1とMIK2の全磁力差の平均からトレンド成分を除去した日平均値 ( $\Delta F_{\text{MIK}}(1,2) - \Delta F_{\text{tr\_MIK}}(1,2)$ ) の同日付の欠測を除いた平均 (灰色) および周期1年で近似した正弦曲線 (黒色)

り地中の岩石を温度変化させ、それに伴う磁化変化がひきおこす地磁気年周変化に加えて、降水による地中の水分量に関する周期数ヶ月ほどの地磁気変動が含まれる可能性が示唆された。今後、周期数ヶ月の不規則な変動の原因を明確にするには、降水量以外の原因の検討やメカニズムの検討が望まれる。また、40mの範囲に磁力計を追加し観測点数を増やすことで周期数ヶ月程度の逆センスの変化の原因がより明確になるかもしれない。

MIK1とMIK2の残差成分が逆センスを示す特性を利用したノイズレベルを下げる方法について検討した結果、MIK1とMIK2との平均値を使用する方法は逆センスを示す成分を相殺する効果があることがわかった。

今回調査した全磁力観測点は、磁化強度の大きい岩石で覆われ、それに加え、火口に近く多様な火山噴出物に覆われ不均質であることもあり、他の火山の全磁力観測点(草津白根山、三宅島、雌阿寒岳など)とは条件が異なると考えられる。調査した特性やノイズレベルを下げる方法は1つの参考事例としていたい。

#### 謝辞

小山崇夫助教・小河勉助教(東京大学地震研究所)にはOSM観測点の観測データを提供していただきました。伊豆大島火山防災連絡事務所の加治屋秋実氏、長尾潤氏(現:気象庁地震火山部火山課火山監視・情報センター)には機器保守等に協力していただきました。徳本哲男調査課長および藤井郁子主任研究官には閲読時に有益なコメント等を頂きました。ここに感謝の意を表します。

**参考文献**

- 橋本武志, 茂木 透, 西村三治, 有田 真, 清水淳平, 井智史, 源 泰拓, 長町信吾, 道東地域の地磁気永年変化と三成分絶対測量, 北海道大学地球物理学研究報告, 75, 117-132, 2012
- 橋本武志, 田中良和, Malcolm. J. S. Johnston, 宇津木充, 笹井洋一, 坂中伸也, ロングバレーカルデラ地域の地磁気全磁力差に見られる年周変化について, 京都大学防災研究所年報, 46, B-1, 2003
- Ishihara, Y. and S. Kobatake, Runoff model for flood forecasting. Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., 29, 27-43, 1979
- 三島稔明, 田口陽介, 増子徳道, 芥川真由美, 山崎 明, 熊坂信之, 伊豆大島における2007~2010年の地磁気全磁力観測, 地磁気観測所テクニカルレポート, 第8巻第1, 2号, 19-27, 2011
- 田口陽介, 三島稔明, 増子徳道, 芥川真由美, 山崎 明, 熊坂信之, 伊豆大島の地磁気全磁力観測, Conductivity Anomaly 研究会2011年論文集, 14-19, 2011
- 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.
- 山本哲也, 霧島山における地磁気観測結果, 気象研究所技術報告, 53, 175-188, 2008

# Variation with a Period of Several Months in Geomagnetic Total Intensity at Izu-Oshima Volcano

by

Yosuke TAGUCHI<sup>1</sup>, Norimichi MASHIKO<sup>2</sup>, Akira YAMAZAKI<sup>3</sup> and Toshiaki MISHIMA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Yokohama Local Meteorological Observatory

<sup>2</sup>Kakioka Magnetic Observatory

<sup>3</sup>Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

<sup>4</sup>Osaka City University

Received 20 December 2012; received in revised form 5 August 2013;  
accepted 6 August 2013

## Abstract

To monitor volcanic activity of Izu-Oshima volcano, Kakioka Magnetic Observatory has conducted continuous geomagnetic total intensity observations since March 2007 at two observation points, located about 40 m apart and about 400 m north of Miharayama crater. The amplitude of the annual variation in the observed geomagnetic total intensity was about 20–30 nT compared with that at a reference point. In addition, variation patterns at the two observation points were different. The causes of these variations are considered to reflect the influence of magnetized rocks around the magnetometer sites; thus, these variations are considered noise in the volcanic activity monitoring data. We investigated the characteristics of these geomagnetic variations by decomposing them into several components.

We found that most of the variations in the residual component of geomagnetic total intensity consisted of irregular variations with a period of several months. Moreover, the variations were affected by precipitation and their sense was opposite at the two observation points. We suggest that the irregular variations with a period of several months can be reduced by averaging the data of the two observation points.