

# 伊豆大島における全磁力永年変化異常

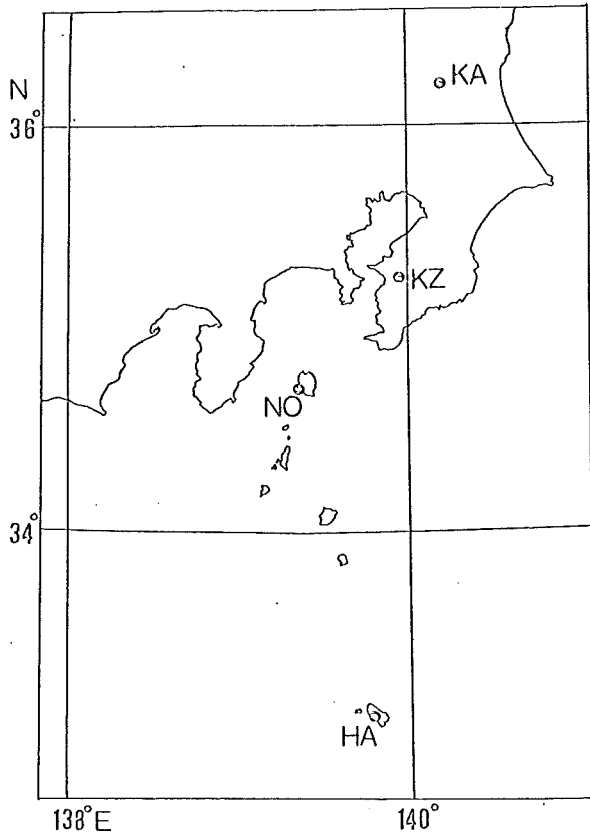
東京大学地震研究所 行武 毅・吉野登志男・大谷和美  
木本栄次・下村高史・石川雄一

## 1. 全磁力永年変化

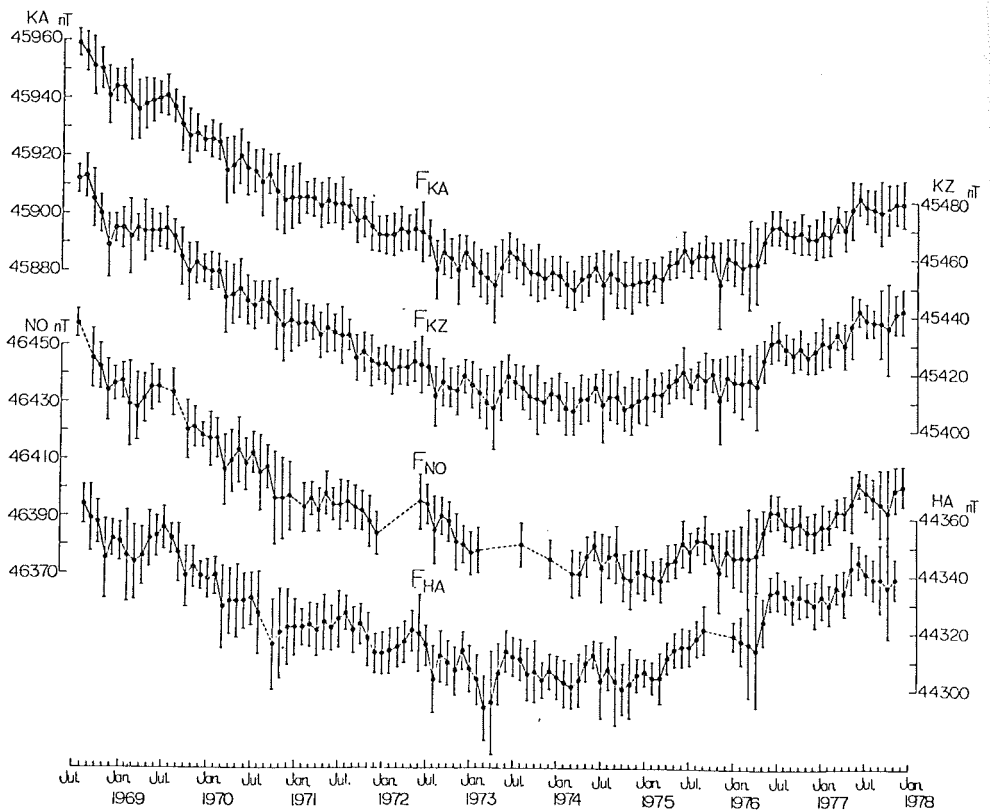
わが国では、地震予知研究計画の発足に伴い、1968年以来プロトン磁力計による全磁力永年変化精密観測が全国的に実施されている。伊豆大島西海岸の野増でも全磁力観測を継続してきた。地球核に起因する変化や、太陽活動に伴う長周期変化を取り除き、地殻に原因をもつ永年変化を抽出するため、第1図に示した柿岡、鹿野山、八丈島における変化と比較を試みた。

日本時間の1時を挟んで、0時40分から1時20分までの10分間隔の測定値5ケの平均をとって夜間値とし、さらにその月平均を計算した。1968年7月から1978年1月まで

第1図 観測所分布。KA,  
柿岡；Kz, 鹿野山；  
No, 野増；HA,  
八丈島



の期間について、夜間値月平均値を示したのが第2図である。縦線は標準偏差値を示す。いずれの地点でも、1968年7月から1973年4月までに70ないし80 nT 減少し、その後1977年12月までに30ないし50 nT 増加している。また細かい短周期の変化も同時に起っているのが認められる。例えば1977年6月に極大がありその後減少している様子など、4ヶ所で共通にみられる変化である。これは外部磁場変化の影響が、夜間値の平均にも依然として残っていることを示している。

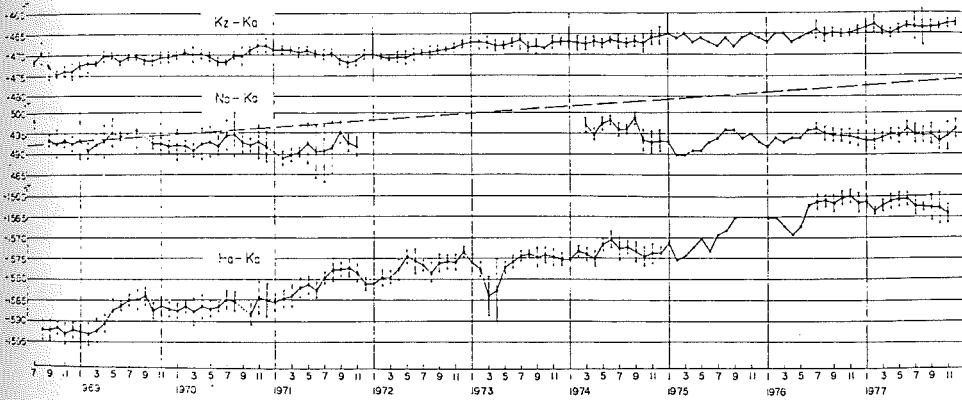


第2図 全磁力永年変化。F<sub>KA</sub> , F<sub>KZ</sub> , F<sub>NO</sub> , F<sub>HA</sub> は、それぞれ柿岡、鹿野山、野増、八丈島における全磁力値。個々の点は夜間値の月平均で、縦線は標準偏差を表わす。

## 2. 伊豆大島における全磁力永年変化異常

これら外部磁場変化を取り除き、伊豆大島における地磁気永年変化の局地性をみるために、柿岡を基準にした各点での相対的永年変化を求めた。第3図は各点での夜間値から、柿岡において対応する値を差し引いた全磁力差の月平均値を示したものである。1973年を極小とするほぼ2次曲線で近似できる全般的変化は、第3図の柿岡を基準にした相対的永年変化では、ほとんど取り除かれている。

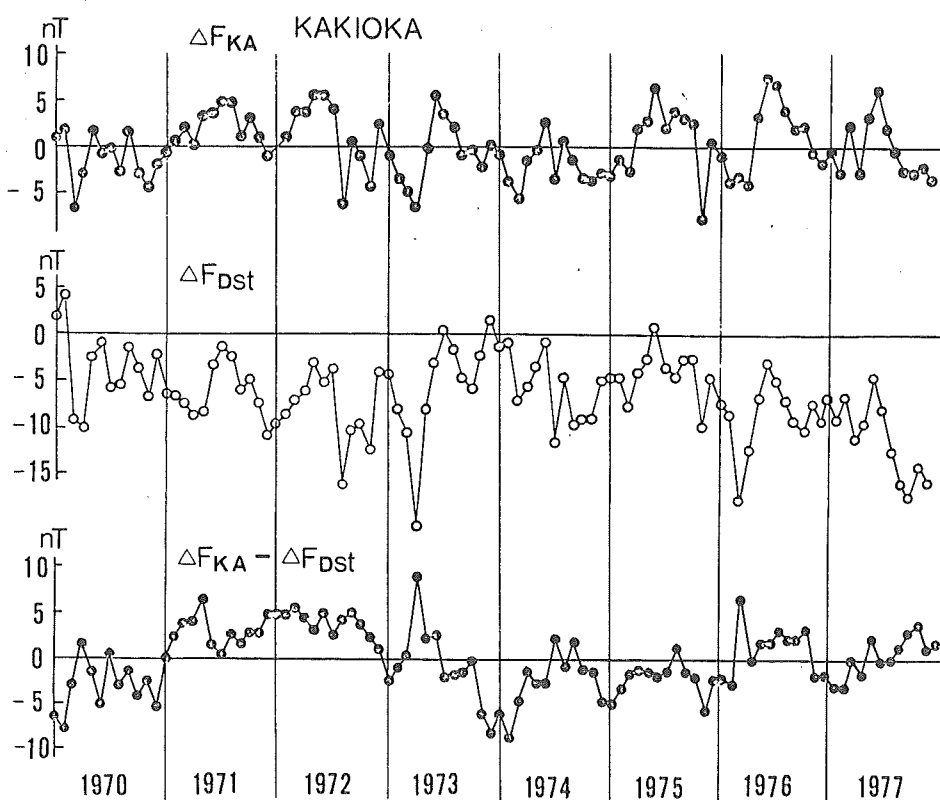
第3図を見ると、八丈島と柿岡との全磁力差は年々増加しており、過去9年間に約32 nTの増加が認められる。鹿野山でも増加の傾向は同様で、9年間に約10 nTの変化が読みとれる。この全磁力差増加の傾向は緯度が低いほど顕著である。ところが、鹿野山(地理的緯度 $35^{\circ}15'$ 、地磁気緯度 $25.2^{\circ}$ )と八丈島(地理的緯度 $33^{\circ}07'$ 、地磁気緯度 $23.0^{\circ}$ )との中間に位置する伊豆大島野増(地理的緯度 $34^{\circ}14'$ 、地磁気緯度 $24.6^{\circ}$ )では、9年間で0.3 nTの増加しか認められない。いま仮に、柿岡から八丈島に至る地域で、柿岡を基準にした全磁力差の増加の割合が緯度の一次式で表されるとすると、地理的緯度をとつても地磁気緯度をとつても第3図に破線で示したように伊豆大島野増では9年間に16 nTほど増加していなければならないことになる。年変化率に換算すると、 $-1.8 \text{ nT/年}$ の全磁力異常変化が伊豆大島野増で続いてきたといえる。



第3図 柿岡を基準にとつた全磁力差の月平均値。縦線は標準偏差。破線は、全磁力差の緯度依存性を考慮した場合に期待される野増-柿岡間の全磁力差永年変化。

### 3. 赤道 Dst 値の補正

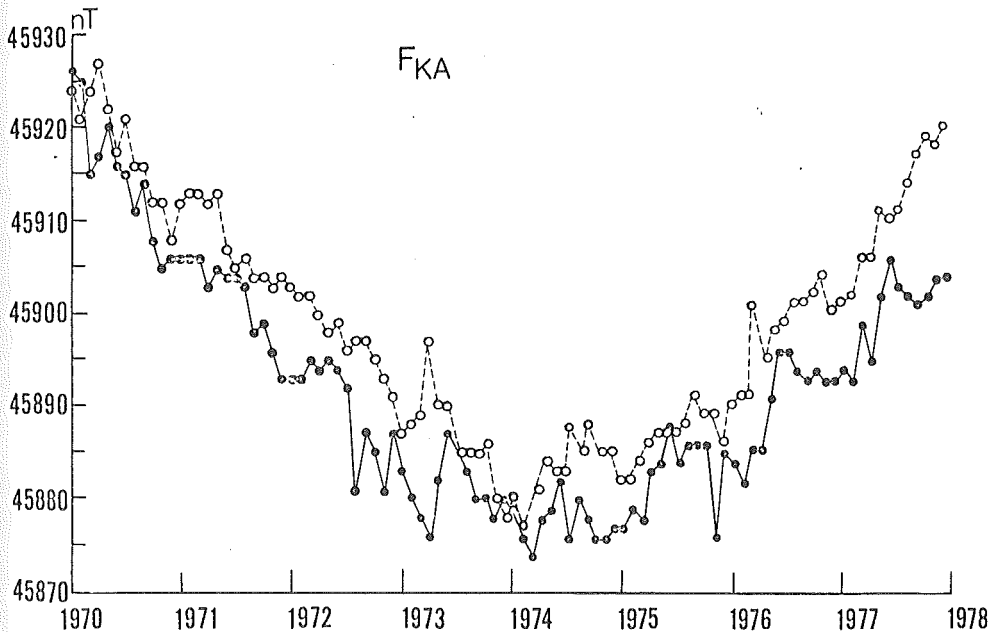
Fujita<sup>1)</sup>は赤道 Dst 値より各観測点での赤道環電流による磁場変化を求め、観測値の補正をすると短い時間変化が効率よく除去されることを示した。ここでは柿岡での全磁力変化を例にとって、Fujita の方式に従って Dst 値補正を試み、単純差をとった場合に比べて事態が改善されるかどうかを調べてみる。



第4図 赤道 Dst 値補正

1970年から1977年までの全磁力変化を2次式で近似し、その残差を第4図に黒丸で示した。観測時間に対応するDst 時間値より柿岡における補正值  $\Delta F_{Dst}$  を計算すると第4図白丸のようになる。両者の対応がよいのは一見して明瞭である。 $\Delta F_{Dst}$  の補正をもとの値に施して2次式近似を行い、その残差を求めた結果が第4図最下段に黒丸で示してある。半年ないし1年の短い変化がこの補正で取り除かれたのがわかる。しかし逆に  $\Delta F_{Dst}$  に含まれる数年の長周期変動が、補正後の変化に顕著に見られるようになった。このため黒丸で示した  $\Delta F_{KA}$  変化の標準偏差値が3.3 nT であるのに対して、Dst 値補正を施した後の変化に対する標準偏差は3.5 nT であった。

またよく見ると、 $\Delta F_{KA}$  と  $\Delta F_{Dst}$  の振幅比は必ずしも常に一定ではない。例えば1973年4月に両者とも大きな落ち込みが目立つが、この落ち込み量は1973年7月の極大期との差をとると  $\Delta F_{KA}$  では12 nT であるのに対して  $\Delta F_{Dst}$  では20 nT にも達する。このような急激な落ち込みに対しては、Dst 補正值の方が大きくなる傾向が見られる。Dst 値を補正した変化を、もとの変化と併せて示したのが第5図である。補正を施した変化が白丸で示しある。例えば1971年7月から1972年12月まではDst 補正が有効に働いて、もとのぎくしゃくした変化が滑かになっている。これに対して1973年4月のようないくつかの点



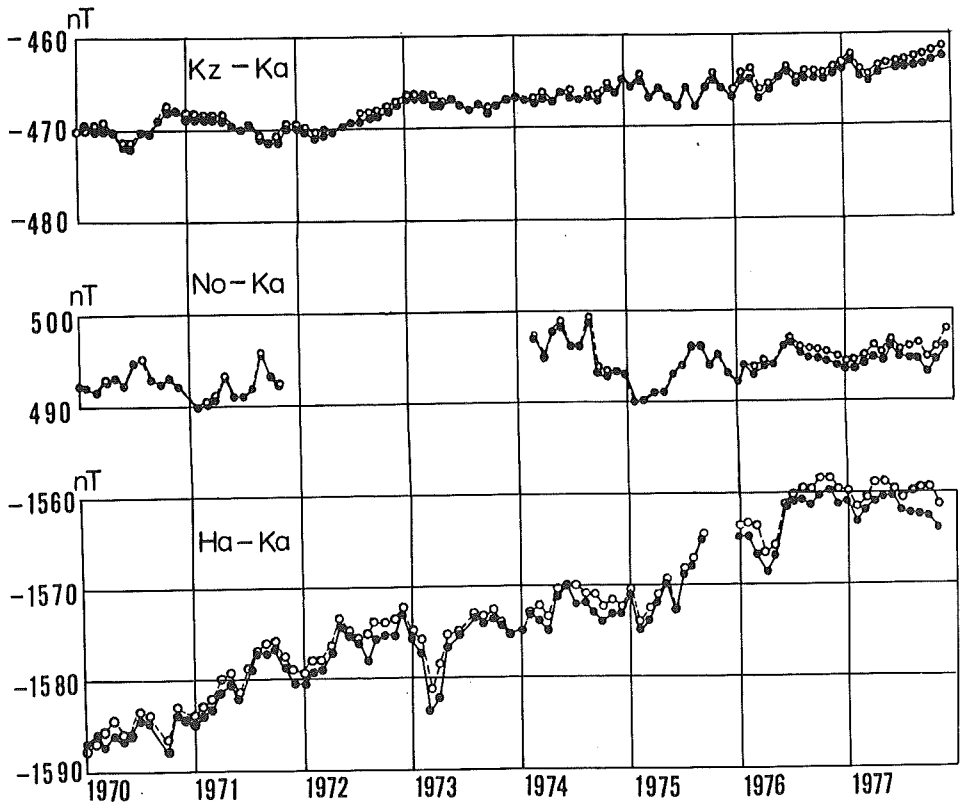
第5図 柿岡における全磁力永年変化(黒丸)と、Dst 補正を行った場合の永年変化(白丸)。

では、逆に補正のやり過ぎが目立つ。

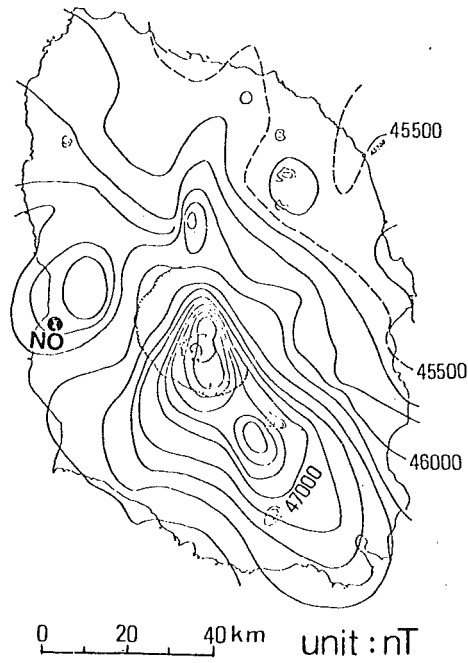
第3図に示した、柿岡を基準にした各観測点の相対的永年変化が、Dst 補正によってどのように変わるかを検討した。Dst 補正を施した全磁力夜間値の差を示したのが第6図白丸である。黒丸は補正を施さない全磁力値の単純差である。両者の間にはほとんど違いがない。したがって全磁力差に関する限りDst 補正はあまり効果がないようにみえる。

#### 4. 大島火山活動による全磁力永年変化異常

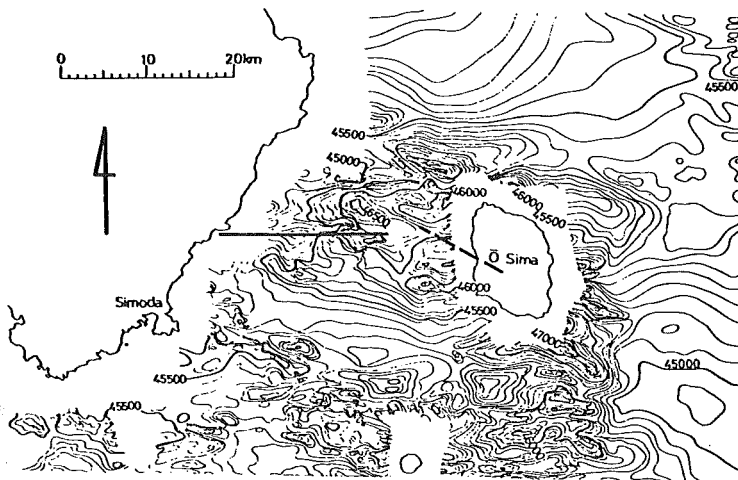
異常永年変化を示す点が1点しかないことから、詳しい解析はできないが、その原因についていくつかの可能性を吟味してみた。相模湾を含むこの地域はほぼ北西-南東方向の主圧力の場にある。国土地理院の測量によれば大島北部と伊豆半島巢雲山間の距離は、1924~1972年間に約1m短縮しており、その歪み量は $2.6 \times 10^{-6}$ に達する<sup>2)</sup>。平均すると $0.5 \times 10^{-6}$ /年の年変化量になる。主として玄武岩からなるこの地域の地殻に応力が作用すると、



第6図 全磁力差に対するDst 補正。白丸はDst 補正を施した場合、黒丸は未補正の場合。



第7図 伊豆大島の航空磁気測量結果<sup>3)</sup>。等磁力線の間隔は200 nT。飛行高度3000 ft。



第8図 大島海域の全磁力分布<sup>3)</sup>。破線は群発地震帯，実線は伊豆大島近海地震を起した主断層を表す。

圧磁気効果による地磁気変化が起ると考えられる。しかし観測された歪み変化をもとに、伊豆大島玄武岩に対する圧磁気効果を用い、予想される地球場変化を求めると10年間でたかだか0.1 nTの程度に過ぎない。

Fujita<sup>1)</sup>は1969-1970年の資料より、大島野増では-1.6 nT/年の全磁力異常変化のあることを指摘して、その原因は三原山の山体が10℃/年の割合で冷却するためであるとしている。しかし観測点は三原山の西に位置し、三原山による全磁力異常が零になる節線にはほぼ当たっている。過去10年間三原山自体は多少の小噴火を起しているにもかかわらず、全磁力はほぼ一様に減少し続けたことを考えると、この現象は三原山よりもっと規模の大きい大島火山の活動に関係していると推定される。

第7図は航空磁気測量によって得られた伊豆大島の全磁力分布<sup>3)</sup>である。三原山の北西に負の異常領域が存在し、野増はその南端に近い。この負の領域は第8図<sup>3)</sup>に示すように海域にまで広がっている。この全磁力の負異常地帯は群発地震の発生する地域でもある。1978年1月の伊豆大島近海地震は第8図実線で示した東西方向の右横ずれ断層によってひき起されたとして<sup>4)</sup>いるが、その余震が同図の斜線沿いの狭い範囲に起っている<sup>5)</sup>。また三原山北西部の全磁力負異常地域に含まれる元町では、1964-1974年の間に0.2 mgalに及ぶ重力増加が報告されている<sup>6)</sup>。このように見てくると、第8図の破線で示した地帯は大島火山の構造上火山活動と関連した異常地域であると考えられる。群発地震の発生状況から、下鶴他<sup>7)</sup>はマグマ溜りが西北西の海底下にあると推定しているし、藤井<sup>6)</sup>はこの地帯にマグマの火道があるのではないかと考えている。

この地域の地磁気変化その他の諸観測量を解釈するために次のようなモデルを考えてみよう。三原山西北西の海底から三原山火口にかけてマグマの通路があり、高温で密度の大きなマグマで満されているとしよう。三原山の噴火活動に消長はあるものの、過去約10年間マグマはその通路を拡大するような形で徐々に地表の浅い部分へ浸透を続けているとすると、周辺の岩石は温められて帯磁が減り地磁気変化をひき起す。マグマの密度が周囲より大きいために地表の重力変化をも生ずる。野増の観測点はこの通路の南側に当るから、全磁力は減少すると考えられる。

モデルをさらに単純化して、過去10年間にマグマの通路より地表に向けて浸透した部分を水平に無限に長い円筒で近似する。深さ2 km、半径250 mの円筒部分がマグマの浸透によって $10^{-3}$  emu/cm<sup>3</sup>の帯磁を失ったとすると地表で期待される磁場変化は10 nTの程度となり、観測された永年変化異常をほぼ説明することができる。また円筒内のマグマは周囲より0.3 g/cm<sup>3</sup>だけ密度が高いとすると、地表では0.1 mgal程度の重力変化がみられてよいことにな



る。これも観測値と著しくかけ離れた値ではない。

## 5. むすび

伊豆大島での全磁力異常永年変化はすでに Fujita<sup>1)</sup>によって指摘されたことであるが、最近では住友<sup>8)</sup>や地震予知研究計画地磁気グループ<sup>9)</sup>の全磁力解析結果にも認められる。今回の解析の結果、大島における全磁力永年変化異常は少なくとも過去10年間は継続したことが判明した。この異常変化は単に中央火口丘である三原山の噴火活動によるというより、さらに大規模な火山現象に結びついていると推定される。

## 参 考 文 献

- 1) Fujita, N., Secular change of the geomagnetic total force in Japan for 1970. 0, J. Geomag. Geoelectr., 25(1973), 181-194.
- 2) 国土地理院地殻活動調査室・測地部, 南関東の地殻変動(4), 地震予知連絡会会報, 8(1972), 23-26.
- 3) Utashiro, S., Takigawa, U., Oshima, S., and Kondo, T., Aeromagnetic and marine magnetic survey around Japan, Researches in Hydrography and Oceanography Commemoration Publication of Centenary of the Hydrographic Department of Japan, (1972), 75-111.
- 4) 島崎邦彦, Somerville, P., 1978年1月14日伊豆大島近海地震の発生機構, 自然災害科学特別研究(1)報告書「1978年伊豆大島近海の地震による災害の総合的調査研究報告」, (1978), 11.
- 5) 笠原順三, 是沢定之, 南雲昭三郎, 下鶴大輔, 伊豆大島における1978年伊豆大島近海地震(M=7.0)の余震観測, 自然災害特別研究(1)報告書「1978年伊豆大島近海の地震による災害の総合的調査研究報告」(1978), 8-9.
- 6) 藤井陽一郎, 伊豆大島における重力変化, 自然災害特別研究報告書「伊豆大島三原山の集中観測-1974年6月-」(1975), 36-45.
- 7) 下鶴大輔, 長田昇, 堀米和夫, 沢田宗久, 岡田惇, 柴野睦郎, 松本滋夫, 佐々木幸一, 細谷与一, 伊豆諸島の地震活動および火山活動の特質, 火山, 17(1972), 66-87.

- 8) 住友則彦, 地殻活動に関連した地磁気永年変化異常, 地震予知研究シンポジウム, (1976)  
145-155.
- 9) 地震予知研究計画地磁気研究グループ, 地磁気全磁力観測結果-1969~1976-, 地  
磁気観測所技術報告, 17 (1977), 3-14.