

阿蘇山における地磁気観測

気象庁地磁気観測所

福島秀樹・石井美樹・仲谷 清

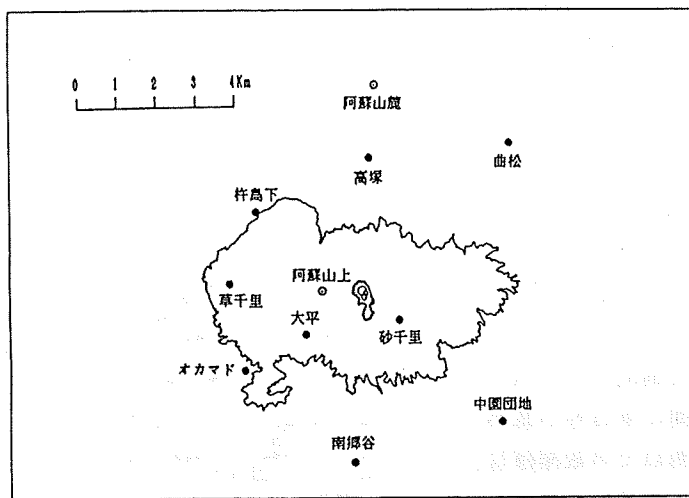
§ 1. はじめに

阿蘇山での火山噴火予知を目的とした観測、プロトン磁力計による地磁気全磁力の移動観測と連続観測及び GSI型角度測定器による地磁気成分観測が、1979年より開始されてからすでに10年を経過した。これまでの観測結果を総括し、今後の観測のあり方を検討する時期になっている。

また、一方、阿蘇山では1989年になって火山活動が活発化の様相を示している。この火山活動と地磁気観測の結果との関連を検討することも重要な課題である。これらの問題を中心にし、今回は地磁気全磁力観測結果について報告する。

§ 2. 移動観測点での磁気測量結果

地磁気全磁力観測点の分布を第1図に示す。●印は年2回の頻度で磁気測量を実施する移動観測点、◎印は連続観測点（阿蘇山上、阿蘇山麓）を示す。連続観測点で得られるデータは、阿蘇山測候所の協力によって月2回（毎月1日と16日）交換されて鹿屋出張所に郵送される。



第1図 阿蘇山での地磁気全磁力観測点の分布

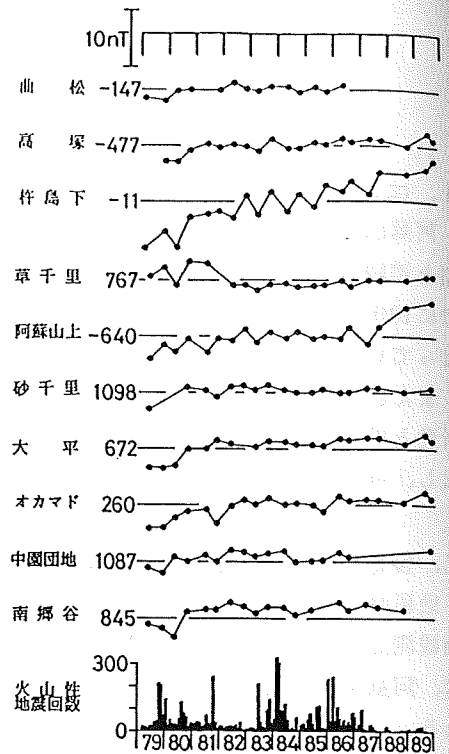
1979年から10年以上にわたって実施して来た、各移動観測点での磁気測量の結果を第2図に示す。同図は、阿蘇山麓を基準にした各測点での地磁気全磁力値の経年変化を表している。杵島下での増加傾向が顕著であるが、これについては後で詳しく検討する。また、杵島下と

阿蘇山上に年周変化が見られるが、これについても後で言及する。阿蘇山上測点では1988年頃から増加の傾向が認められるようになって来た。これらの測点以外の経年変化については、河村他¹⁾で報告された傾向とほぼ同じである。

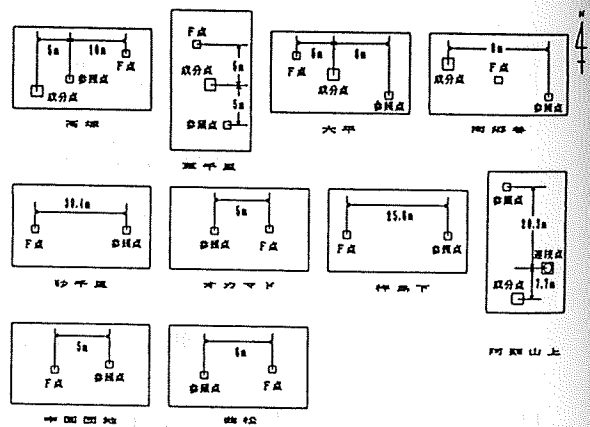
火山地帯での地磁気観測においては、岩石の帯磁による効果に由来する大きな磁気勾配や、火山灰の降下による影響等の細心の注意をはらう必要がある。これらが局所的な効果となって観測値に影響を及ぼす恐れがあるからである。取得される観測値が、その観測点が配置されている地域の磁気特性を代表するものかどうかを十分に吟味しなければならない。そこで、取得される観測値が周辺の磁気特性を代表するものかどうかを吟味することを目的として、阿蘇山では各観測点は

5m~20m・40m程度の間隔で配置される2つないし3つの測定点で構成されている。各観測点を構成する測定点の配置を第3図に示す。仮に、これらの測定点での観測値の間に平行性が認められない場合には、その観測点における観測値には局所的な影響が混入されている可能性が高い。このような場合は観測値が周辺地域の磁気特性を代表しているとは言えないので、この観測値を火山地帯での地殻活動と関連させて議論することはきわめて危険である。

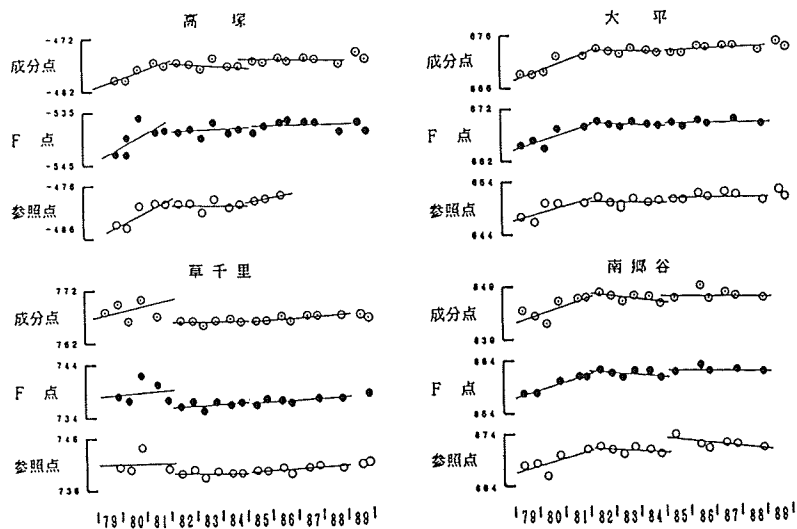
一方、各観測点を構成する複数の測定点での観測値間に平行性が認められれば、その観測点での観測値は周辺地域を代表する信頼性の高いものと判断することが出来る。阿蘇山での各観測点における10年間にわたる測定点での観測値を第4図と第5図に示す。各観測点とも、それを構成する複数の測定点で取得された観



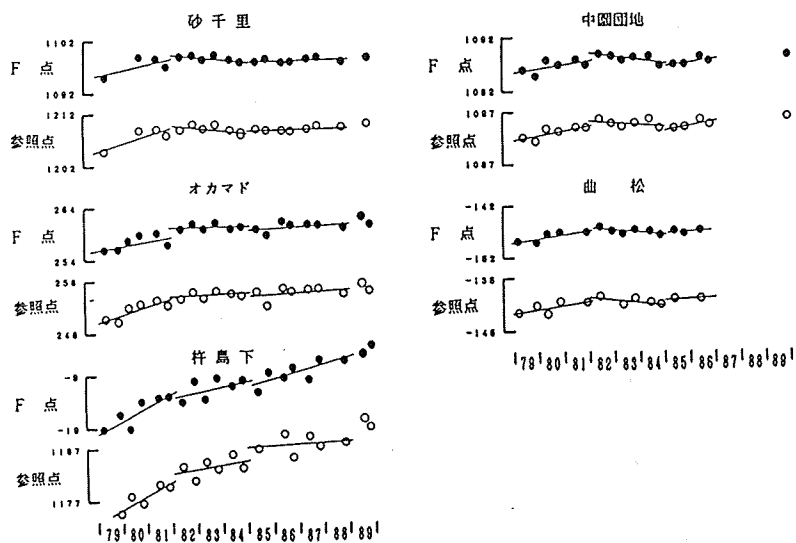
第2図 阿蘇山麓を基準にした各観測点の全磁力の経年変化



第3図 各観測点を構成する測点の配置図



第4図 高塚・草千里・大平・南郷谷の各観測点での観測値
(検出器高 1.5m) 直線は回帰曲線



第5図 砂千里・オカマド・杵島下・中園団地・曲松の各観測点での観測値
(検出器高 1.5m) 直線は回帰曲線

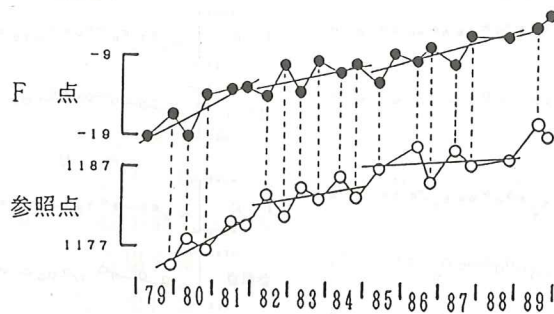
測値の間に高い平行性を見ることが出来る。火山地帯では難しいとされる、地磁気全磁力の経年変化の把握が、阿蘇山においては達成することが出来ていることを示唆している。阿蘇山での10年間にわたる地磁気観測の成果の一つと言える。第4、5図に表示されている直線は、経年変化を第一次回帰直線で近似したものである。各観測点ともに、複数の測定点での回帰直線に高い平行性のあることが、さらにはっきりと読み取れる。各観測点での観測値の

信頼性が高いと言うことは、第4、5図に示される経年変化が、阿蘇山の地殻活動に起因したものであることを強く示唆する。これがただちに、阿蘇山の火山活動に関連していると断定することは出来ないが、経年変化の推移をさらに見守っていくことはきわめて重要と考える。

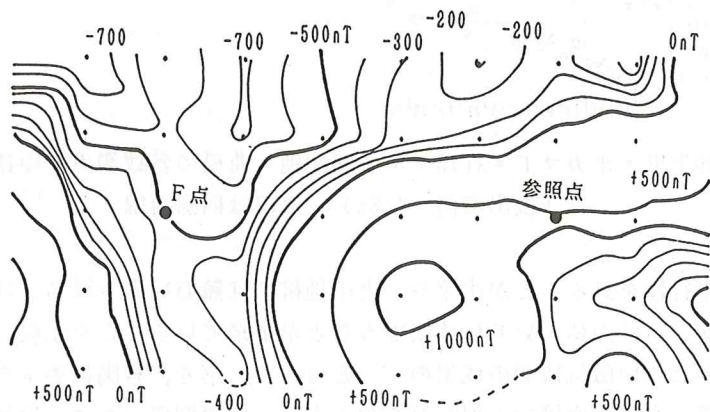
§ 3. 杵島下観測点での年周変化

第2図でも言及したが、杵島下観測点では他の観測点に比べて顕著な年周変化が認められる。杵島下観測点を構成する2つの測定点（F点と参照点）での地磁気全磁力値の経年変化を第6図に示した。

ここで注目することは、26mしか離れていない二つの測定点における年周変化が互いに逆相関の関係になっていることである。一方、経年変化については、2つの測定点とも増加の傾向が見られる。このことから、増加の経年変化については、杵島下観測点周辺の地域の磁気特性を表しているが、2つの測定点で逆相関を示す年周変化については、かなり局所化された磁気異常の影響を受けていることが推察される。この原因を調査することを目的として、1988年10月に鹿屋出張所によって杵島下観測点周辺の磁場傾度分布の調査が実施された。その結果を第7図と第8図に示す。第7図は、杵島下観測点周辺の水平方向での磁場傾度の分布を示している。



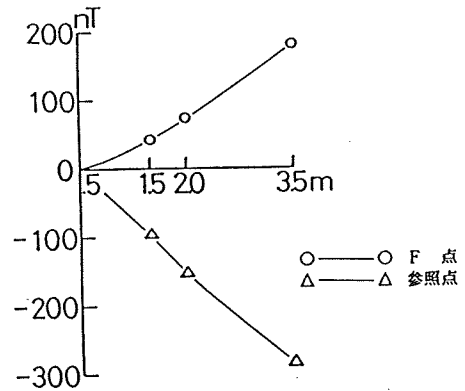
第6図 杵島下でのF点・参照点の年週変化



第7図 杵島下測定点周辺の水平磁場分布（5m間隔で測定）

同図からは、F点が負の磁気異常域にあり、参照点が正の磁気異常域にあることがわかる。仮定として、第7図に見られる磁気異常が年周変化で強まったり、弱まったりすることがあれば、結果として互いに正負の逆の磁気異常域にある2つの測定点において、第6図に見られるような逆相関の年周変化が見られることは、定性的な議論としては十分に説明できる。

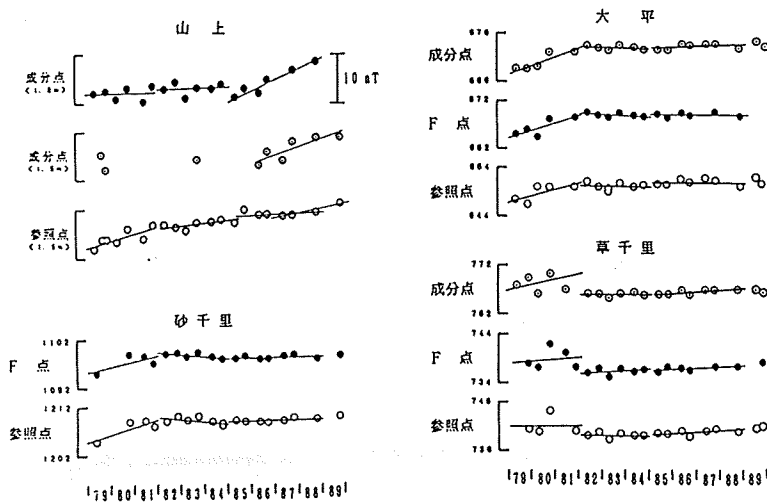
第8図は、2つの測定点での垂直方向の磁場傾度分布を示している。同図の横軸は地表からの距離（高さ）を表しているが、負の磁気異常域にあるF点（○印）では、地表から離れるに従って地磁気全磁力値が増加している。一方、正に磁気異常域にある参照点（△印）では、逆に地表から離れるに従って地磁気全磁力値が減少している。このことは、地表から離れるに従って、磁気異常の効果が小さくなっていくと解釈することによって理解出来る。第7図と第8図の結果からは、ある測定点で垂直方向の磁場傾度を測定すれば、その点が水平方向でどのような磁気異常域にあるかを推察出来ることを示唆しているとも考えられる。杵島下観測点での磁場変動の観測結果は、火山地帯での地磁気観測を行なう上での、貴重な情報を提供するものとして注目するべきであろう。



第8図 杵島下観測点の垂直磁場分布

8.4. 阿蘇山上連続観測点での観測結果

第2図では、杵島下観測点ほど顕著ではないが、阿蘇山上観測点でも経年変化に重畳した年周変化が認められる。また、1988年頃からはそれまでゆるやかだった経年変化の傾向が急激な増加の傾向へと変化していることが読み取れる。これらをさらに詳しく吟味してみた。



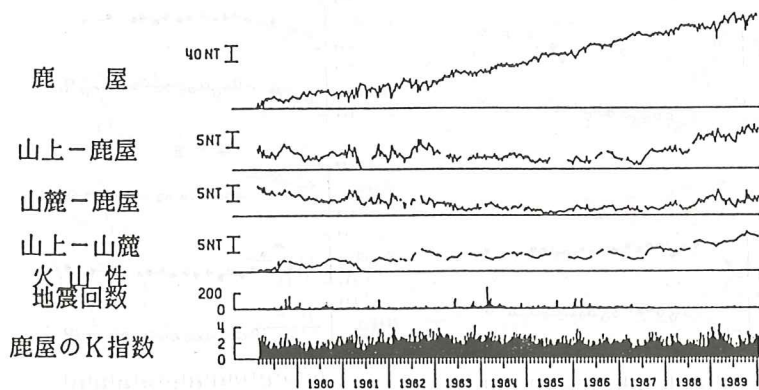
第9図 阿蘇山上・砂千里・大平・草千里での観測値

第1図に示されるように、阿蘇山の火口に近い観測点としては阿蘇山上の他に草千里、大平、及び砂千里の4つの観測点がある。これら4つの観測点での地磁気全磁力値の経年変化の様子を第9図に示した。特に阿蘇山上で増加の傾向が顕著に認められる1987~1988年頃から以降に注目すると、阿蘇山上での増加の傾向に対応する変化は他の3つの観測点には認められていない。1988年頃から顕著に見られる阿蘇山上での地磁気全磁力値の増加傾向は、阿蘇山上観測点の周辺に特有のものと解釈される。阿蘇山上観測点の配置を第10図に示した。阿蘇山上観測点は1989年から活発な活動を継続している第一火口及び第二火口から西に約1 Kmの場所に位置している。阿蘇山上観測点では、地磁気全磁力の連続観測が実施されているので、このデータを利用して、さらに詳しい調査を行なう。

第11図は、地磁気全磁力連続観測点の阿蘇山上、阿蘇山麓での1979年3月~1990年1月までの観測結果である。図の上段から、鹿屋出張所での地磁気全磁力夜間値、阿蘇山上と鹿屋、阿蘇山麓と鹿屋、阿蘇山上と阿蘇山麓のそれぞれの相互差、及び阿蘇山上で観測された火山性地震回数と地球外部磁場擾乱の度合を知る目安としての地磁気活動度指数(K指数)である。阿蘇山の2つの観測点と鹿屋との差を見ると、1979年~1985年頃までは減少傾向が読み取れる。この傾向は、日本付近の地磁気全磁力の経年変化が南にいくほど増加傾向にあることを

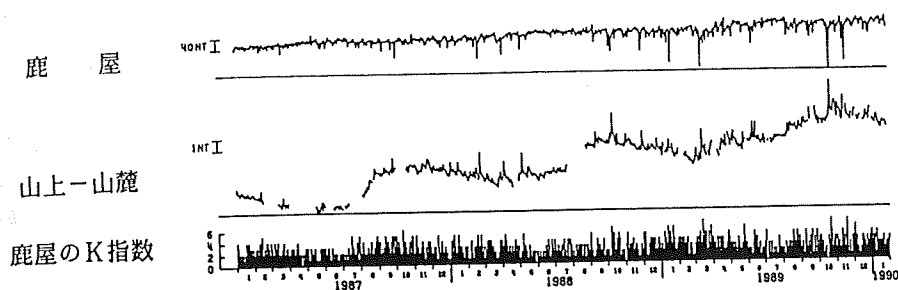


第10図 阿蘇山上観測点の配置図



第11図 全磁力連続観測夜間値差の旬平均値図

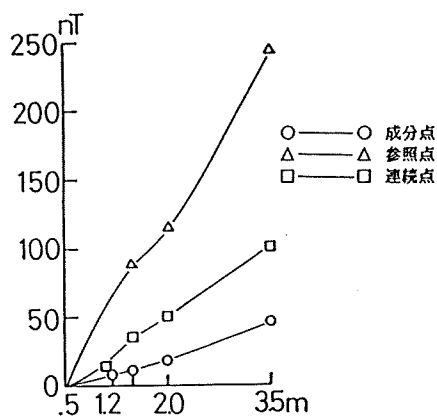
考慮すると理解出来る変化である。しかるに、1987年頃からは、逆に阿蘇山の2つの観測点での全磁力が鹿屋に対して増加の傾向に転じている。この増加傾向は特に1988年頃より阿蘇山上でより顕著に見られるようになる。このことは、阿蘇山上と阿蘇山麓との相互差の経年変化の結果からも明かである。阿蘇山上での増加傾向をより詳しく調査するために、1987年から現在までの観測結果を第12図に示した。



第12図 全磁力連続観測夜間値差の日平均値図

1988年頃から阿蘇山上で地磁気全磁力値の増加が読み取れ、1989年12月頃からは、それまで継続していた増加傾向が横ばいの傾向に転じて、さらには減少傾向となりつつあるようにも読み取れるが、しかし、第1図でも言及したように、阿蘇山上では年周変化があり、それは冬から春にかけて減少する変化であることも考慮する必要がある。

これまで議論してきた、阿蘇山上での地磁気全磁力値の増加傾向は、周辺地域の地殻活動と何等かの関連をしている可能性が高い。地殻活動と具体的にどのように関わっているかについての説明は、他の地球物理的な観測種目の結果と比較検討しながら総合的に判断されるべきものであるが、一つのスペキュレーションとして次のようなモデルを考えて見た。阿蘇山上観測点を構成する複数の測定点での垂直方向の磁場傾度を第13図に表す。杵島下観測点での観測例(第7図、第8図)から推察すると、阿蘇山上での各測定点は、負の磁気異常域に位置している可能性が示唆される。とすれば負の磁気異常域で、第11図や第12図において見られる1988年頃からの地磁気全磁力の増加傾向は、磁気異常の強さが弱まっていることに対応すると考えることが出来る。この事は、火山体が何等かの原因で消磁されていると仮定しても矛盾はしない。もちろん、阿蘇山上の一つだけの観測結果から、火山活動に関連する火山体の消磁効果を結論することは出来ない。しかし、阿蘇山上での特徴的な増加傾向は、阿蘇山における地殻活動と関連している可能性はきわめて高いと結論することは許されよう。



第13図 阿蘇山上測定点での垂直磁場分布

§ 5. まとめ

阿蘇山での10年間の地磁気観測の概要を議論してきた。阿蘇山での地磁気観測は、火山地帯であるにもかかわらず高い精度での観測が達成されていることを確認することが出来た。この中で、阿蘇火口に近い阿蘇山上観測点では、1988年頃から地磁気全磁力値の増加傾向が顕著になっている。この増加傾向は阿蘇山麓を始め、他の観測点では認められないので、阿蘇山上観測点周辺に局所化されていると理解される。観測点を構成する複数の測定点における測定値が高い平行性を持って増加傾向を示すことから、これは周辺地域を代表する信頼性の高い観測結果と判断出来る。また、阿蘇山上の観測点は負の磁気異常域に位置していると推察されることから、増加の経年変化は、磁気異常の強さが弱められる効果、すなわち火山体の地殻活動の結果に起因する消磁効果とも解釈できるかもしれない。はっきりしたモデルを提示することは、阿蘇山上の1点の観測結果だけからでは出来ないが、今後の経年変化の推移を見守っていく事としたい。

§ 6. 謝辞

本稿を作成する上で使用した地磁気資料はすべて、鹿屋出張所の職員によって取得されたものである。仲谷鹿屋出張所長を始め、鹿屋出張所職員の皆様に御礼を申しあげる。また、技術課山本研究官には、資料の解析方法や観測結果の解釈を行う上で多くの有意義な助言をいただいた。御礼を申しあげたい。

参 考 文 献

- 1) 河村他(1984)、阿蘇山およびその周辺地域における地磁気測定、第2回阿蘇火山集中総合観測報告書、39-46
- 2) 永野哲朗・馬場広成(1981):阿蘇山噴火と地磁気変化、技術報告、第21巻、第1、2号(第71号)、111-122
- 3) 仲谷清・外谷健・池田清・福島秀樹・岡本明久(1984):阿蘇山での地磁気観測、技術報告、第23巻、第3、4号(第76号)、64-73
- 4) 福島秀樹・酒井晴夫・徳本哲男・仲谷清・脇野洋一(1988):桜島、阿蘇火山の噴火予知のための基礎研究(全磁力観測の問題点)、技術報告、第27巻、第3、4号(第84号)、57-63