

(1) 実施機関名：

気象庁

(2) 研究課題（または観測項目）名：

活動的火山における全磁力観測

(3) 最も関連の深い建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

イ．地震発生・火山噴火の可能性の高い地域

(4) その他関連する建議の項目：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ア．日本列島域

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

マグマの貫入に伴う地下の熱的活動の推移を把握するため、雌阿寒岳、草津白根山、三宅島、伊豆大島、阿蘇山等の全国の活動的な火山において、全磁力連続観測及び繰り返し観測を行い、観測点の特性調査、解析手法の改善、遠隔データ収集の導入等を通じて、活動的な火山のモニタリング機能の高度化を図る。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

雌阿寒岳、草津白根山、三宅島、伊豆大島、阿蘇山等の全国の活動的な火山において、地磁気の時間変化をより精密に捉えるために地磁気全磁力連続観測を実施し、並行して定期的な全磁力繰り返し観測を行い連続観測点の分布を補いつつ、空間分布において局所の変化として現れる地下の熱的活動の推移を評価する。火山活動に伴う地磁気変動を把握するために、観測点の地形変化の影響や年周変化等の特性調査、並びに解析手法の改良を行い、火山性磁場変化の検出精度の改善を図る。また、火山地帯における観測環境や岩石の磁化を示す全磁力の変化を考慮して、全磁力計の配置の見直し等を適宜行うとともに、遠隔データ収集の導入等により、火山のモニタリング機能の向上に取り組む。

(7) 計画期間中（平成 21 年度～25 年度）の成果の概要：

本研究の期間中、雌阿寒岳、草津白根山、三宅島、伊豆大島、阿蘇山、吾妻山において全磁力観測を行った。このうち、三宅島と吾妻山での観測は、気象庁火山監視・情報センターと共同して実施したものである。雌阿寒岳、草津白根山、阿蘇山では、連続観測と年 1～2 回の繰り返し観測を行い、三宅島、伊豆大島では連続観測、吾妻山では繰り返し観測と磁気測量を行った。雌阿寒岳では 2013 年に産業総合研究所と協力して比抵抗構造探査を実施し、吾妻山では 2009 年に大穴火口周辺において自然電位観測を、2010 年に VLF-MT 観測を実施した。

観測面では、本研究期間中に雌阿寒岳と草津白根山のデータ伝送がテレメーター化され、全磁力連続観測を行っている 5 火山（雌阿寒岳、草津白根山、阿蘇山、三宅島、伊豆大島）すべてにおいてデー

タが当日のうちに地磁気観測所本所（茨城県）に自動伝送されるようになった。また、雌阿寒岳では、より効果的な観測を目指して、観測点網の再構築が続いており、2013年に連続観測点が1点増設された。繰り返し観測網についても、空間分布を広げるための増設と不安定点の廃止が行われており、2013年にはポンマチネシリ南側の阿寒富士中腹に3点を増設した。同様に、阿蘇山、三宅島でも観測点の軽微な変更が行われた。

本研究期間中には様々な火山活動があり、全磁力にも変動が見られた。

雌阿寒岳においては、2011年1月から全磁力変化がほとんど見られなくなっていたが、2013年7月にポンマチネシリ南側斜面で全磁力が顕著に減少し始め、現在もその傾向が継続している。2013年6月と9月に行った繰り返し観測の結果と合わせて熱源を推定すると、ポンマチネシリ96-1火口南側地下で温度上昇が起きていることが示唆された。地震等の他の観測項目には目立った変化が見られず大規模な物質の移動はなかったようだが、全磁力にとって検知できる規模の熱が動いたと考えられる。このように、雌阿寒岳では全磁力が地下の熱活動に敏感に反応する様子がこれまでの観測で捉えられており、2008年噴火前後の全磁力変動を地震動や傾斜変動などと比較して、山体内部で発生した物理現象の推定に結び付ける研究を推進する必要がある。2008年噴火後の推定消磁ソースと2008年噴火時の火山性微動の震源位置との比較を行っているところである。また、熱状態の変化を可能にする内部構造の情報を得るために、2013年に産業技術総合研究所と共同でAMT観測を実施し、ポンマチネシリの2次元比抵抗構造を得た。それによると、山体西側斜面の浅部と山頂付近に熱水系と関係すると思われる低比抵抗域が存在することが示唆された。

草津白根山の火山活動は比較的静穏に推移した。長期的な火山活動の推移をみるため、1976年からの36年間分の繰り返し観測・連続観測データの精査を行い、熱源の変動を求めた。磁気ダイポールで熱源を近似したところ、1982~83年の水蒸気爆発や1989~1990年の地震活動に伴って湯釜から水釜の地下400~700mの領域で温度上昇が拡大し、その後の静穏期（1990年~）には領域の冷却が下部から徐々に進んでいることが示唆された。2013年時点でも冷却傾向が続いていると考えられる。ダイポールよりも詳細な熱源の形状の解像も試みたが、1982-85年以外の期間では、ソース形状に関する感度が低く一意に決められないことがわかった。また、データ処理の過程で、長期間の繰り返し観測の評価では、数十km離れた参照点との永年変化の差が無視できないこともわかった。

吾妻山においては、繰り返し観測の結果、大穴火口下で熱消磁が進行していると推定された。2010年までほぼ一定の割合が続いていたが、2010~2011年に消磁域の体積が増大したことがモデルによって示された。大穴火口周辺における地磁気全磁力測量では、大穴火口南側の相対的に全磁力値が小さい領域と北側の大きな領域があることがわかった。この分布は定性的には概ね大穴火口直下に消磁域（あるいは低磁化域）があれば説明可能である。自然電位観測では熱水対流の存在を示唆するような自然電位の分布は得られなかったが、これは調査地域が極端な低比抵抗帯であるため、熱水対流が存在しても電位差があまり生じないことによると推察され、VLF-MT観測では、この推察を裏付けるように、浄土平から大穴火口にかけて低比抵抗域となっていた。

阿蘇山においては、2013年9月以降、火山活動が高まり、噴火を伴う活発な活動が続いている。中岳火口の西側の火口壁部分にある全磁力連続観測点でも、2013年9月以降急激な増加が見られた。しかしながら、連続観測点分布の空間的な偏りや、繰り返し観測点付近の環境変化などのため、2011年以降はダイポール熱源のモデルを確定できなかった。観測点網については、これまで、火口に近いことを優先してきたが、環境の安定性の優先度を高めて再構築する必要があると思われる。

伊豆大島では、三原山火口北側での連続観測を継続した。局所的な磁化方向の影響、気温変化の影響、降雨の影響等について調査し、それらを除去して火山性の変動を推定した。本研究期間中の基本的な変化は緩やかな増加であったが、非火山性の短周期変化が多く残留し、検出する信号の振幅がやや大きくなってしまっている。環境の影響の除去法に加えて、複数観測等の可能性も考慮していく。

三宅島の活動は、2010年と2013年に小規模噴火が発生したが、それ以外は比較的静穏に推移した。全磁力観測データでは、噴火に伴う変動はみられなかった。海流が誘導する磁場変化を除去する手法について調査し、島の南北で誘導磁場の様相が異なることなどがわかった。

このように、安山岩・デイサイト質の火山の熱状況の推定では全磁力の高感度を活かした観測と解析ができたが、火口壁近辺の観測点が多い火山では観測精度が落ちて安定した解が得られなかった例もあった。環境に合わせた観測網の構築や、他の観測項目との比較等を通じた物理現象の解釈の高度化を今後の課題としたい。

- (8) 平成 25 年度の成果に関連の深いもので、平成 25 年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :
- 火山噴火予知連絡会会報第 114 号
 - 火山噴火予知連絡会会報第 115 号
 - 火山噴火予知連絡会会報第 116 号
 - 高橋幸祐, 藤井郁子, 全磁力観測から推定される草津白根山の長期的な熱活動の推移, 日本火山学会 2013 年度秋季大会, 猪苗代, 平成 25 年 9 月
 - 高橋幸祐, 松島喜雄, 高倉伸一, 山谷祐介, 有田真, 長町信吾, 大石雅之, 風早竜之介, 藤井郁子, AMT 探査から推定される雌阿寒岳浅部の比抵抗構造, 平成 25 年度 Conductivity Anomaly 研究会, 東京, 平成 26 年 1 月
- (9) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :
- 気象庁地磁気観測所
 - 他機関との共同研究の有無: 無
- (10) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先
- 部署等名: 気象庁地磁気観測所調査課
 - 電話: 0299-43-6909
 - e-mail: kakioka@met.kishou.go.jp
 - URL: <http://www.kakioka-jma.go.jp>
- (11) この研究課題(または観測項目) の連絡担当者
- 氏名: 藤井郁子
 - 所属: 地磁気観測所技術課