

5 火山砂防における地球電磁気学的手法の応用

○高山西高等学校 中山 武

富山大学理学部 酒井英男

京都大学防災研究所 沢田豊明

1. はじめに

わが国土の多くは火山および火山噴出物によって構成されている。火山活動の周期は人間活動の周期に比較して長い。したがって、火山に関する個人の経験は非常に限定され、また、その様な経験も活かされる機会はほとんどないと言ってよい。一方、火山を含む自然環境を議論する際に、人間活動の急激な変化、観光リゾート地および大規模農地としての火山地域の開発などを考慮する必要がある。この様な現実を考えると、従来の火山地質図には表現されていないような火山の特性を知ることが非常に重要になってくる。火山活動によって地表に発生する土砂移動現象は地表の生物にとっても非常に重要である。ここでは、火山活動が関与する土砂の移動の形態や規模などを正しく評価するために、地球電磁気学的手法によって火山地域の地下の状態を把握する手法について検討している。

2. 地下の動的状態の観測

マグマの上昇や地下水の運動や蒸気の運動など、動的な地下の状態を知るために地磁気・地電位・蒸気温度の連続観測が有効な手段と考える。

2.1 蒸気温度

温泉ボーリングによって噴出している蒸気温度や圧力は地下の熱源の状態を知るよい手がかりとなる。焼岳を含む高温帯では温泉ボーリングによって高圧の蒸気が噴出し、温水の湧出源は少ない。中尾第1号泉でこの様な蒸気温度の連続測定を実施した。蒸気の温度は約94度で図1に示すような変動が特徴的である。温度変動は大きくみると、安定して変化がない部分と数時間で2~3度変動する部

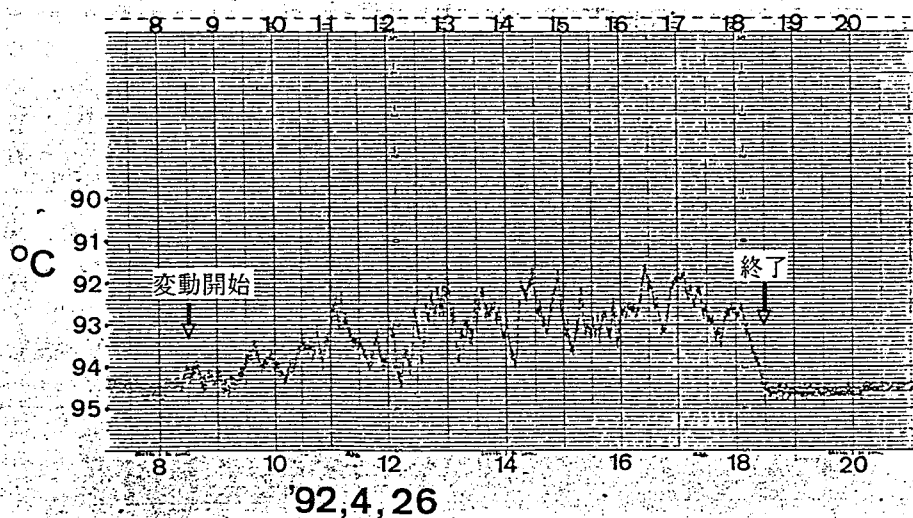


図1 中尾第1号泉の蒸気温度の測定例

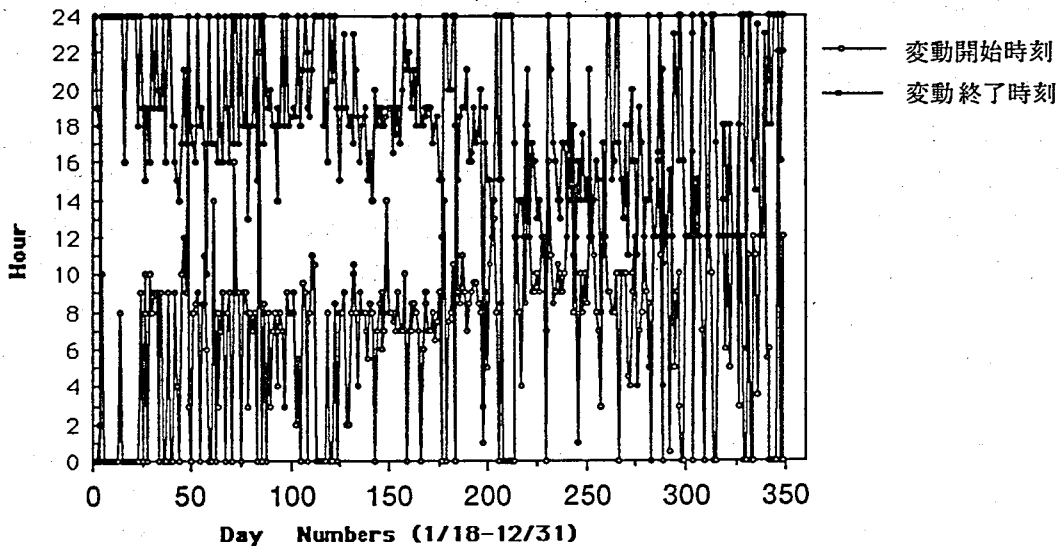


図2 中尾第1号泉の蒸気温度の変動開始・終了時刻の日変化

分に分けられる。この変化はほぼ毎日現われるが、変動が始まる時刻と終わる時刻は若干異なる様である。その傾向を見るために、図2には1992年1月18日から12月31日までの約一年間の変動時間帯の分布が示されている。なお、図中の縦軸は蒸気温度の変動が開始される時刻と終了する時刻が示されている。横軸は1月18日からの経過日数を示している。この図から明らかなように、6月頃まで、蒸気温度の低下と変動は午前9時頃に始まり、午後5時頃に終了している。これは人間活動に起因しているように思われるが、変動開始時刻も毎日変化しており、外気温度や降雨とも明瞭な関係は認められない。6月から10月頃まで変動の開始・終了時刻の変動幅が小さくなっていることが特徴である。このような蒸気温度の変動（間欠的）が地下の熱源と地下構造の特性を反映したものと考えるが、その具体的な内部機構については不明な点が多く今後の課題である。

2.2 地電位

地電位の急激な変化は地下水の急激な変動などが原因とされている。この考えに拠れば地震発生直前に地下水の急激な運動がある場合、地電位の変動から地震の予測も可能となる。ここでは火山活動のモニタリングを目的として地電位の連続測定を行なっている。蒸気温度と地電位の関係を見ると毎日現われる蒸気温度の変化に対応したものは認められず、前述した蒸気温度の変動は地電位に影響を与えるほどの熱水の移動を伴わないものとする。

2.3 地磁気

マグマの上昇を全磁力の変化から明らかにするため、岐阜県上宝村の焼岳山麓においてプロトン磁力計による連続観測が実施されている。観測データは岐阜県宮川村（京大防災研）および茨城県柿岡（気象庁）のものと比較した結果、同様な傾向を示しており、異常は認められていない。

3. 地下の堆積物の静的な状態の調査

砂防工学においては、地下の情報が不十分であるため、崩壊・地すべりなどの研究が遅れている。特に堆積物の構造や地下水の分布などを知ることは、非常に重要である。

地下に含水比の違いにより電気抵抗が周囲と不調和な領域があると、電磁探査に拠って判別できる。この測定はMT・VLF測定器を用いて行なわれ、探査深度は数十mである。

図3はマグネテトリク（MT）法による測線上のデータにフィルターをかけて得られた振幅比（Real part）と位相比（Imaginary part）の深さ分布の測線上の変化を表わしている。この図の縦軸は深度約60mまで、横軸は測線上の基準点（0m）から北への距離を示している。図中のプロットが密で濃く見える領域は電気比抵抗が低く、例えば周囲より水に富む層の存在を表わしている。一方、白く見える領域は電磁波が反射される電気比抵抗の高い領域の存在を示す。この測線は古生代の堆積岩の山腹斜面に設けられており、南側は標高1550mで北側は標高1250mと低くなっている。この図から白く見える領域の斜面上流側に水に富む領域が隣接することは、白い部分が不透水層となって上部に水を貯めているように見え、興味深い点である。

図4は上高地の上堀沢出口に発達する扇状地堆積物についてマグネテトリク法による測定結果を示したものである。この測線は扇状地を縦断する方向にあり、電気比抵抗は200m付近が低く、20mと300m付近が高い比抵抗を示している。この図の全体において電気抵抗が低く磁場が弱いのは含水率の高い泥流の堆積に由来するものと考えられる。

4. まとめ

以上、本文では地下の状態を知る方法として、地球電磁気学的手法について2・3の応用例について検討を行ってきた。その中で、火山地域における熱源および水分の挙動を明らかにする手法として、蒸気温度、地電位、地磁気の測定が有効であること、一方、火山体などの内部構造や含水率の分布などを明らかにするために、マグネテトリク法などの電磁気探査が有効であることを示した。

今後、他の地域における測定例を増やし、解析法を発展させることが必要である。

なお、最後に、本研究は財団法人砂防・地すべり技術センターの受託研究の成果の一部である。ここに記して、関係各位に感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 酒井英男・平井 徹・沢田豊明・中山 武・和田博夫・三雲 健(1991): 焼岳における電磁気観測(序報)、京大防災研究所年報第34号、339-350

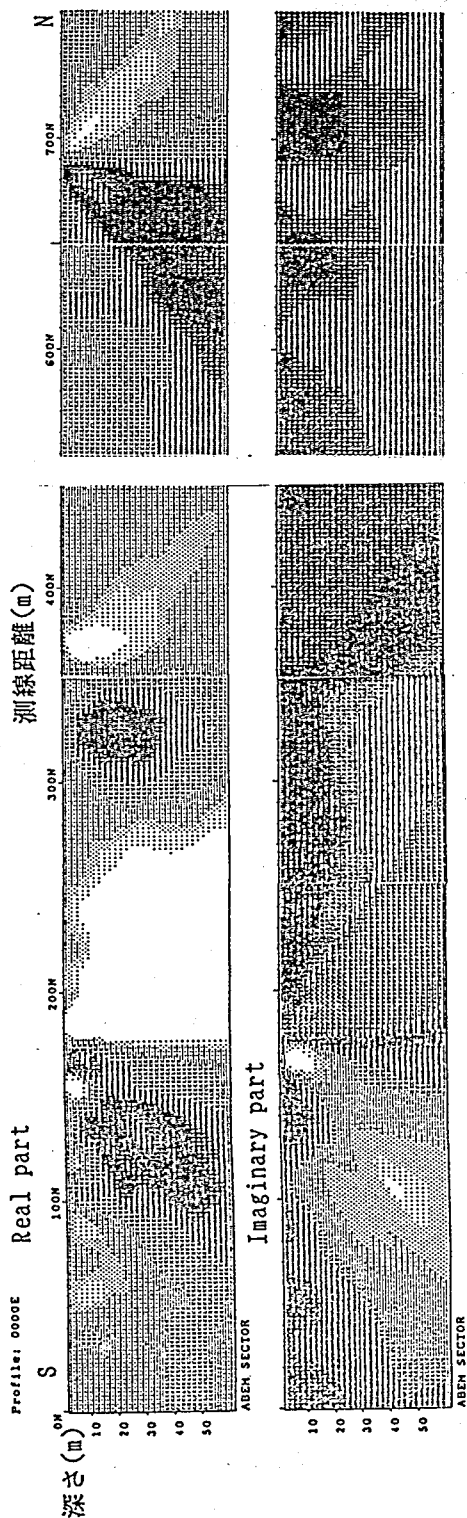


図3 基盤岩の山腹斜面に沿った測線においてマグネテルリク (MT) 法により解析された一次・二次磁場の振幅と位相の50m 深度までの相対的な分布

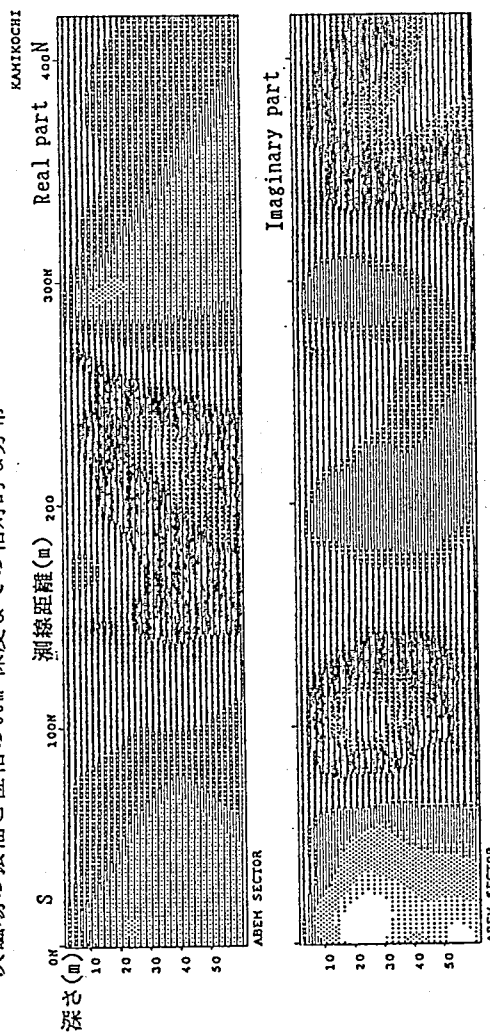


図4 土石流堆積物においてマグネテルリク法で得られた一次・二次磁場の振幅と位相の50mまでの深度分布の相対的な変化