

ナイトショットの正しい使い方 - 火口の温度を測る -

Use the Night Shot in the right way. - Measurement of temperature in volcano crater -

京大地球学職人衆

Kyoto Univ. Earth Science Craftspeople

【阿蘇火口の赤熱】

2000年11月末から阿蘇中岳第一火口南壁で、火口壁の一部が赤く光る「赤熱現象」が観測されている。阿蘇山測候所の定期火山情報によると、赤外線放射温度計による赤熱部分の測定値は200-300度程度で、京大地球熱学研究施設の赤外線放射温度計による測定でも、同程度の値を確認している。しかし、通常物体が「赤熱」するためには、最低でも500度程度の温度が必要であり、肉眼で光が見えているにもかかわらず、この測定値はどう考えても不自然である。この原因の一つとして考えられるのが赤熱地点と観測点との間の水蒸気や二酸化炭素である。赤熱している場所は火口壁下部の湯だまりの近くであるため、観測のために最も近づけるポイントでも200mほどの距離がある。一方、赤外線放射温度計の測定波長は、比較的大気による吸収が少ないいわゆる「大気の窓」領域を中心に使われるが、赤熱部分の場所を考えると、これらの赤外線吸収気体の影響はかなり大きいものと想像される。そこで、肉眼で見えている光に近い近赤外領域の赤外線を使った温度測定を試みた。

【ナイトショット】

ソニーの（高級品でない）普及型のビデオカメラには「ナイトショット」機能が搭載されている。これは、画像をワイヤレスで伝送するための赤外線発光ダイオードを「照明用ライト」として使って、暗闇でもビデオ撮影を可能にする「遊び」機能である。もともとCCDは人間の目より広い波長帯で感度があり、通常は近赤外の光をカットする赤外線フィルタを装備しているが、ナイトショット撮影時にはこのフィルタを解除するとともに、シャッター速度を遅くして感度を上げることで、この機能を実現している。

このナイトショットの赤外線発光部を隠した状態で、「半田ごて」を暗闇の中で撮影すると、ヒーターの部分が明るく撮影できる。半田ごての温度は300-400度程度で赤熱はしないが、この程度の温度の物体から放射される赤外線をナイトショットは検知できるのである。

【温度計として使う】

温度計としての特性を調べるため、実験室の中で試料をガスバーナーで熱し、ナイトショットで撮影すると同時に、熱電対で温度を計測して温度較正を行った。用いた試料は、真鍮版および火口付近で採取した岩石の2種類である。カメラのナイトショット機能をONにすると、露出調節がすべてオートにセットされてしまうが、露出情報は画像とともにテープに記録されるので、この値を使って赤外線強度の絶対値を求めた。

試料ごとに温度と赤外線強度の関係の近似式を求めて、近似式による温度推定値と温度の実測値を比較したところ、どちらの試料でも、300度から700度ぐらいの範囲で、20-30度以内のばらつきで温度の測定が出来ることがわかった。また、金属と岩石では放射率が数倍異なるが、同じ近似式を使っても、温度の推定値は数十度の差にしかならないこともわかった。

この較正結果を使って、阿蘇の火口で撮影した赤熱部分の温度を推定すると約500度となり、これまでの200-300度に比べてかなり高い、そして納得できる値を得た。

【火山で温度を測るなら近赤外】

高価な赤外線放射温度計ではうまく測れないのに、ナイトショットなら比較的正確に測れる理由は、おそらく測定に使う赤外線の波長の違いにある。通常の放射温度計が使う 10μ 前後の波長は、数百度の温度の黒体が放射するエネルギー密度のピーク波長より長い。一方ナイトショットで撮影できる最大波長はせいぜい 1μ ちょっとで、ピーク波長より短波長側である。それぞれの波長でのエネルギー放射密度は、 10μ では温度の2-3乗程度に比例して変化するが、 1μ では温度の18-19乗で急激に変化する。実験で測定した放射強度の温度依存性は12-13乗で、これからナイトショットのカットオフ波長を推測すると 1.5μ 程度となる。このことは、ナイトショットの方が大気の透過率の影響を受けにくいことを意味する。火口内の赤外線吸収物質（多分水蒸気と二酸化炭素）の濃度がわからないので、そこでの赤外線透過率は不明であるが、仮にそれが30%程度であったとすると、 10μ の赤外線では測った温度は300度程度低くなるのに対して、 1μ では50度程度にしかならない。つまり、火山の火口のように、赤外線透過率が低い可能性があるところでは、近赤外線による測定の方が圧倒的に有利なのである。