

九州大学工学部 正員 山内豊聡 正員 後藤恵之輔
 正員 巻内勝彦 学生員 山口良弘
 鹿児島高専 正員 村田秀一

1. まえがき

最近、有珠山の噴火の際に、航空機を使い短時間で広域的な温度分布が測定されたのは周知のとおりである。この技術は、リモートセンシングとよばれているものの一つであり、地表物体の電磁波特性（電磁波の反射あるいは放射特性）の固有性に着目して、物体の識別やそれが置かれている環境条件を判読しようとするものである。こうした判読を誤りなく実施するためには、地表物体の反射特性を予め把握しておく必要がある。一方、度重なる噴火により、桜島では多量の降下火山灰が堆積し、年々増加の傾向にある。しかも、噴火と降灰による直接的被害ばかりでなく、降灰砂堆積物は集中豪雨により泥流・土石流災害を頻発させている。そこで、本報ではかかる桜島災害に対する対策という大局的な観点から、簡易分光放射計を用いて、桜島火山灰の層厚・含水比と反射特性との関係について室内実験を行ない、リモートセンシングによる災害対策のための基礎データを得んとするものである。

2. 実験装置および実験方法

2-1. 実験装置

実験装置を図1に示す。ここでは、特に簡易分光放射計について説明する。簡易分光放射計は対数表示になっており、それによる反射率は標準板（本研究ではベニヤ板に板目紙、その上にコピー用紙を貼付したものをを用いる）に対する比で表わされる。すなわち、簡易分光放射計の標準板に対する値を $a_{\omega\lambda}$ 、試料（火山灰）に対する値を a_{λ} とすると、分光反射率 R_{λ} は次式で表わされる。

$$\log R_{\lambda} = a_{\lambda} - a_{\omega\lambda} \quad (1)$$

一般に、標準板の $a_{\omega\lambda}$ が a_{λ} より大きいから、 $0 \leq R_{\lambda} \leq 1.0$ となる。

その他の機器としては、図1に示すように、電圧計、DC9Vの電源、光源としてのフトリフレクタランプ（100V500W×6個）である。光源は試料から60°の角度で、高さは床面から1.8mである。また、簡易分光放射計は試料の真上に据えつけた。ここで、電圧計を用いる理由は、簡易分光放射計の目盛を電圧に変換させて、精度よく読取るためである。

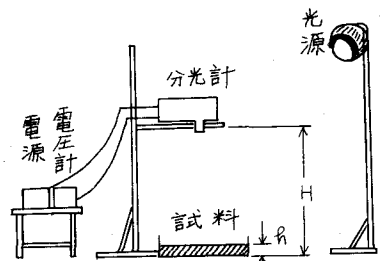


図1. 実験装置

2-2. 実験方法

簡易分光放射計を使って、14種類の波長に対する反射率すなわち分光反射特性を調べることができ、ここに、波長400nmは紫の、700nmは赤の可視光線であり、950, 1150nmは近赤外領域の電磁波である。それぞれの波長における標準板と試料（火山灰）の電圧を讀取り、その値を分光放射計の目盛 $a_{\omega\lambda}$, a_{λ} に換算すれば、式(1)を用いることにより、その波長における反射率 R_{λ} が求まる。今回の実験では、層厚・含水比の異なる桜島火山灰を測定高さ $H=80\text{cm}$ と 100cm で、分光放射特性を調べた。

3. 実験結果および考察

実験により得られた反射率と波長の関係を、火山灰が乾燥状態（ $w=0.03\%$ ）および湿潤状態（ $w=9.9\%$ ）の場合について、それぞれ図2、図3に示す。いずれの図においても、波長が600nmを境として反射率に大きな相違が見られることがわかる。すなわち、波長が400～650nmの範囲においては、火山灰の乾・湿の状態のい

かんを問わず反射率があるばうつきで一定しているのに対して、波長が650nm以上では、波長が大きくなるに従って、反射率は著しく大きくなる傾向にある。以下、図2、3ととに、反射率と火山灰の含水比、層厚および測定高さとの関係について考察する。

①火山灰の含水比と反射率の関係

この含水比の違いによる反射率の変化がもっとも大きい。特に波長400～650nmの範囲において、含水比が高くなると、反射率R_λの値および層厚・測定高さの違いによる反射率R_λのばらつきと値は、乾状態に比べて極端に小さくなる。この結果から、火山灰の乾状態を調べるには、400～650nmの波長を用いればよいことがわかる。

②火山灰の層厚と反射率の関係

反射率の値は層厚Hに対して不規則に変化しており、層厚と反射率の関係を把握することができない。したがって、簡易分光放射計を火山灰の堆積厚さの測定に利用することは不適當であると思われる。

③測定高さHと反射率の関係

波長が400～650nm、1150nmの時、層厚と含水比が等しければ測定高さHが大きいほど反射率は一般に大きくなっている。特に、波長が1150nmの場合には、含水比が等しければ、層厚には無関係に測定高さHが大きいほど反射率は大きくなる。この測定高さHが小さいと、表面の粗さの影響を大きく受け、反射率は小さくなる。

4. 結び

以上から、(1)火山灰の乾状態を調べるには波長を400～650nmにすればよいこと、(2)簡易分光放射計を火山灰の堆積厚さ^{の測定}に用いることは不適當であることなどが明らかとなった。

本実験における反射率のばらつき^{の測定}の原因として、簡易分光放射計が温度によって異なる値を示すことが大きく考えられる。すなわち、簡易分光放射計は熱による影響を受けやすく、光源から発せられた熱によって室温が15℃から20℃に上昇した場合、簡易分光放射計の示す値はほぼ半分に減少した。このことから、理想的な光源としては、十分な照度と熱の放射が少ないものが望まれる。本実験では、熱による影響を避けるために、分光計の各波長における14個の値を読み終った後に、元の室温になるように約20分間簡易分光放射計を放置して実験を繰返した。今後の課題としては、簡易分光放射計の熱による影響を少なくすることや、反射率と含水比などのパラメータとの定量的な関係を得ることなどがあげられる。

謝辞：この研究は、鹿児島県炭島地域学術調査協議会による研究によって行われた。付記して謝意を表するものである。また、日本造船振興財団の荻甲 敬課長には簡易分光放射計を快く貸与いただき、東京大学工学部の箱村 実氏には本器の使用法について適切な援助を賜った。併せて謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 日本造船振興財団：日本国上海洋総合学術診断昭和51年度事業報告書，1977，pp. 88～92。

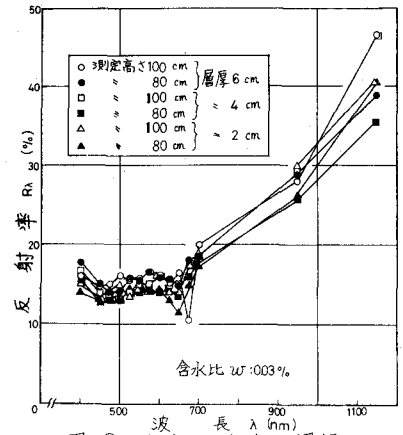


図-2. 波長と反射率の関係
(乾燥状態)

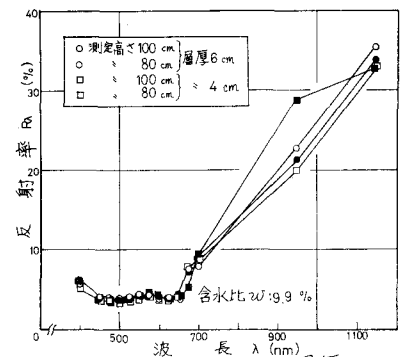


図-3. 波長と反射率の関係
(湿潤状態)