

地上リモートセンシングと航空写真解析による1997年7月出水市土石流災害調査

長崎大学工学部 正会員 後藤恵之輔 長崎大学工学部 正会員 全 炳徳
 長崎大学工学部 正会員 山中 稔 長崎大学大学院 学生員 ○中村 晋一

1. はじめに

1997年6月からの長雨により、7月10日未明に発生した鹿児島県出水市針原地区の土石流災害は、死者21名、負傷者13名、被害家屋18棟を出す大惨事となった¹⁾。

土石流災害発生を引き起こした針原川上流の斜面崩壊の原因は、長雨と言われているが、針原地区よりも降水量があった地域もあり、長雨の他にも斜面崩壊の原因があったものと考えられる。そこで本研究では、斜面崩壊部を地上リモートセンシング技術である、サーマルカメラ（赤外放射温度計、NEC三栄機製TH3102MR）と、スペクトルフォトメータ（分光放射率計）を用いた観測を行い、崩壊の発生原因について検討を行った。また、航空写真を用いて地形解析を行った。

2. 崩壊斜面の状況

針原川上流で発生した斜面崩壊の状況（写真-1参照）を見れば、崩壊部に向かって右側に明らかに岩質の異なる部分がある。また、表面に爪痕のような跡があり、すべりが生じたように見もえる。

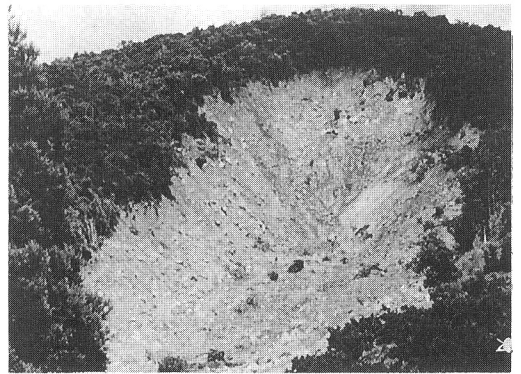


写真-1 崩壊部の近景

3. 観測及び解析手法

まず、著者らは針原川斜面崩壊部の調査を、サーマルカメラを用いた地上リモートセンシングにより行った。

サーマルカメラは、構造物等のひび割れや空洞がある部分に太陽光が当たった場合、周囲よりも高温であること、または、周囲よりも著しい温度変化を起こす現象をとらえる能力がある。斜面崩壊地の観測には、これらの特徴を持つサーマルカメラを用いて、岩質の異なる崩壊部の右側と左側の日中の温度変化を測定することで、岩質の相違を調べた。また、2つの異なる岩盤の相違を見るために、スペクトルフォトメータによる反射特性の測定を行うとともに、弾性波速度の計測による岩盤密度の比較も行った。

次に、崩壊部上空からの航空写真を用いて、崩壊前の崩壊地付近の地形モデルを作成した。

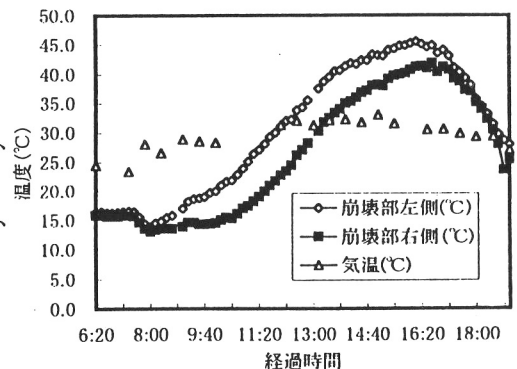


図-1 サーマルカメラによる崩壊部の温度変化

4. 観測及び解析結果

サーマルカメラによる崩壊部の温度変化を図-1に示す。また、スペクトルフォトメータによる反射

率の測定結果は図-2のとおりである。図-1を見れば、斜面の方角の関係で光の当たる時間帯が崩壊部の左側と右側において差があるため、温度の上昇する時間が異なることが分かる。そこで、左側と右側の表面温度の変化率を求めた結果を表-1に、弾性波速度の測定結果を表-2に示す。また、航空写真から作成した地形モデルを図-3に示す。

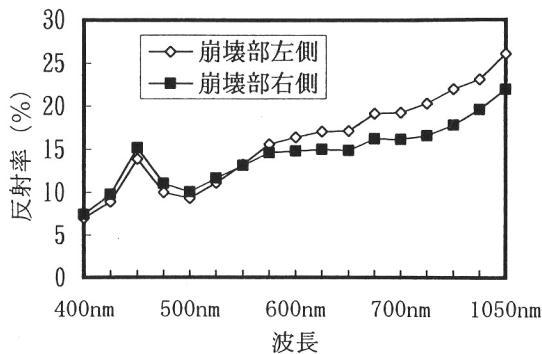


図-2 スペクトルフォトメータによる崩壊部の分反射率測定

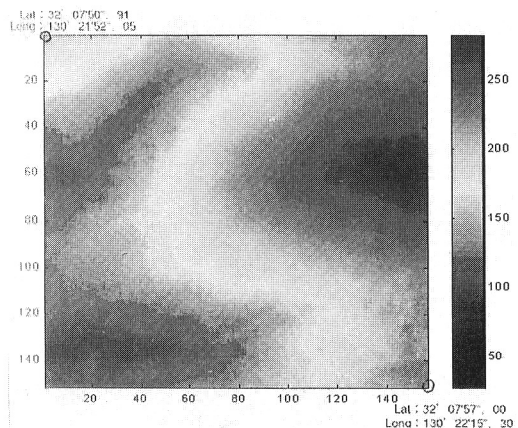


図-3 航空写真による崩壊前の地形モデル

表-1 崩壊部左側と右側の温度変化率

	崩壊部左側	崩壊部右側
上昇率 (℃/時)	4.14 (8:00~14:50)	4.33 (10:40~14:50)
下降率 (℃/時)	6.28 (15:00~18:40)	5.28 (15:00~18:40)

表-2 崩壊部左側と右側の弾性波速度

	崩壊部左側	崩壊部右側
弾性波速度(m/s)	450	912

5. 考察

表-1を見れば、温度の上昇率は崩壊部の右側が大きく、下降率は崩壊部の左側が大きい。観測を行った日の朝、太陽は崩壊部の左側から照らし始めた。夕方、太陽は崩壊部の正面にあり、ほぼ均等に日光が当たっていたので、下降率は比較できる資料であると考えらる。これらの結果から見れば、温度変化が激しいのは下降率の大きい崩壊部左側であると考えられる。よって、崩壊部の左側は右側に比べ、間隙が多く強度が弱いと思われる。

次に図-2を見れば、崩壊部の左側と右側の分光反射特性は、異なる波長ごとに反射強度が異なり、異なる物質であることが見て取れる。また、表-2の崩壊部の左側と右側の弾性波速度を比較すれば、右側が左側の2倍も速度が速く、崩壊部右側の地盤の密度が左側より高いことが分かる。

サーマルカメラで計測した崩壊部の時間毎の温度変化と変化率の結果は、崩壊部の左側にはひび割れや大きな間隙が見つからなかったことから、崩壊部の左側の密度が低いことで地盤内からの温度伝達が少なく、崩壊部の右側より日射の影響を大きく受け、表面温度の時間変化が著しくなったものと思われる。弾性波速度の測定結果からも、崩壊部左側が右側に比べて密度が低いと思われる。

6. おわりに

崩壊部の右側は、左側よりも密度が高く強度的にも差があった。このことはサーマルカメラを用いた方法でも同じ結果が得られた。

また、今回の観測結果から、斜面崩壊原因としては、地盤の境目があることで斜面の強度が低下していたものと考えられる。また、同年3月と5月の地震により地盤の境にストレスが加わり²⁾、地盤同士の接着力が低下、そこに長雨による地盤の境界への地下水浸透の増加によって著しく地盤強度の低下があり、斜面崩壊が発生したのではないかと考えられる。

今後は、崩壊前の地形モデルに加え、崩壊後の地形モデルを作成し、これらの重ね合わせによる詳細な崩壊土砂量などの解析を行う予定である。

参考文献

- 1) 南日本新聞朝刊：1997.7.11 付。
- 2) 後藤恵之輔、全炳徳、前間英一郎、中村晋一：LANDSAT/TM データで探る 1997 年鹿児島県北西部地震と出水市土石流災害との関係、平成 9 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、1998.3