

III-543

近赤外線による斜面の含水状況測定に関する基礎的検討

（財）鉄道総合技術研究所 正員 野口 達雄 正員 池内 久満
国際航業（株） 正員 瀬戸島政博 赤松 幸生

1. まえがき

斜面崩壊の発生に關与する要因の一つに斜面の含水状況が考えられ、これを簡易にかつ面的に把握することができれば、斜面崩壊の予知や斜面管理に有効に活用できる。水分の面的把握には、リモートセンシング技術の応用として、熱赤外線を用い温度変化から間接的に把握する方法が一般的に行われている。ここでは同じ赤外線領域であるが、水に吸収されるという特性を持つ近赤外線を利用し、実際の斜面で含水状況の把握が可能かどうかについて、基礎的な検討を行った。

2. 測定概要

(1) 測定箇所

測定を実施した箇所はJR中央本線青柳駅付近の斜面である。当地域は八ヶ岳の南西山麓に位置し、火山碎屑物からなる丘陵地となっており、中央本線はこの丘陵地末端部を走っている。写真は測定箇所の状況を示したものである。昭和56年9月の豪雨により崩壊した跡地であり、安山岩の岩塊を含む未固結の火山灰から構成され、全体的に湿潤状態で一部には湧水もみられる。

(2) 土の含水比測定

土の含水比と分光反射特性との関係を求めるために、後述する写真撮影に合わせて、斜面表面の土を採取し含水比測定を行った。斜面に約50cm間隔で杭を打ち込み、写真上でのマークとするとともに、土の試料のサンプリングポイントとした。図1は測定結果により作成した含水比の等値線図である。斜面の含水比は20～40%の範囲にあり、特に湧水のみられた斜面右側部分（図1の測線G～J）で高くなっている。

(3) 写真撮影および画像処理

写真撮影は赤外カラーフィルム（コダックエクタクロームインフラレッドフィルム2236）とリアルカラーフィルム（通常の市販フィルム）を使用し、斜面からの離れが15mおよび40mの位置で実施した。次に、撮影した写真上の波長別濃度を測定するため、カラードラムスキャナーを用い、赤色（近赤外光データ）緑色（赤色光データ）、青色（緑色光データ）それぞれのデジタル画像への変換を行った。分光反射特性は、土のサンプリングポイント付近での色調を測定し、反射の強さを256段階の数値（CCT値、0は反射が無く、数字が大きくなると反射する割合が高い）で表現した。



写真 測定箇所の状況

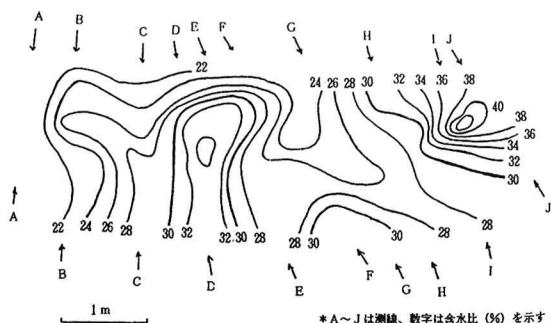


図1 斜面の含水比等値線図

3. 分析結果

まず土の含水比と近赤外CCT値の両者が得られた全てのポイントについて、その相関性を調べたところ、測定値のばらつきが大きく、ほとんど相関性はみられなかった。この理由として、写真撮影時の地物による影の影響や表流水の存在するところでの水のハレーション（乱反射）の影響が強く出ていることが考えられた。そこで、これらの影響が比較的少ない斜面中央部（図1の測線C～F）のデータにより再度分析を試みた。図2は撮影距離別に土の含水比と近赤外CCT値の相関を示したものである。撮影距離15mおよび40mの双方とも、含水比が大きくなれば、近赤外線が吸収されCCT値は小さくなるという関係を示し、また、撮影距離が離れたほうが相関係数は高いという結果となった。撮影距離による差異は、写真上の解像度（CCT値を測定する画素の大きさ）と土の中に含まれる礫等の含水比測定上の障害物との関係によるものと考えられる。すなわち、近距離では、小さい障害物までCCT値の測定に影響を与えるが、距離が遠くなれば障害物の影響が小さくなり、より平均的なCCT値が得られ、含水比との相関が高くなるものと推定される。

次に、近赤外線の反射率の中には含水比以外の様々な条件（土質、日照条件、撮影角度等）の影響が含まれているため、これらの影響等を除去することが可能とされている比演算処理を行い、比演算値（ここでは近赤外CCT値と赤色光CCT値の比）と土の含水比との相関を調べてみた。図3は撮影距離40mについての結果であるが、比演算処理を施しても近赤外CCT値の場合とほぼ同様な傾向を示し、撮影距離毎の相関もほとんど同じであった。比演算処理の効果が現れなかった一つの理由としては、今回対象とした斜面の色調がほぼ一定であったことやハレーションの影響が除去しきれなかったことが考えられる。

4. まとめ

実斜面で近赤外線を用いた含水状況測定を試みた結果、写真撮影時の地物による影やハレーションの影響を除けば近赤外線反射率により斜面の含水状況を把握できることが確認でき、撮影する際の斜面との距離も重要な要素であることもわかった。今回の検討は、礫が含まれているもののほぼ単一な土層構成の、かつ含水比が比較的狭い範囲の斜面を対象としたものであり、今後様々な条件の斜面で検証してゆくことが必要である。

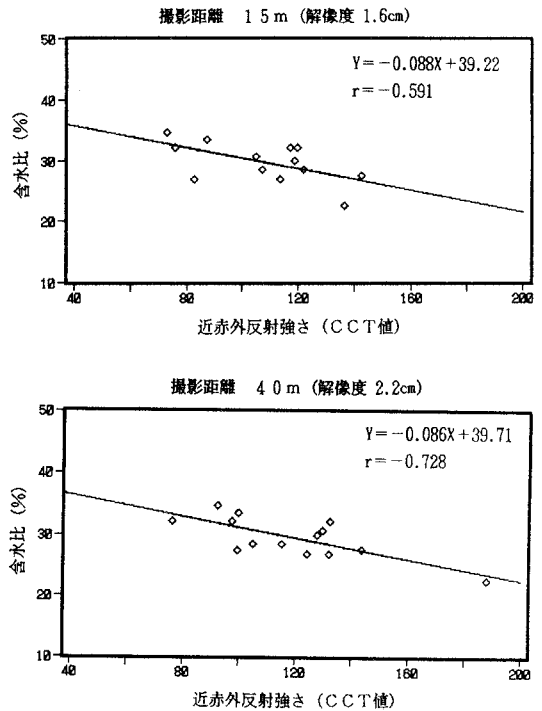


図2 含水比と近赤外反射強さの関係

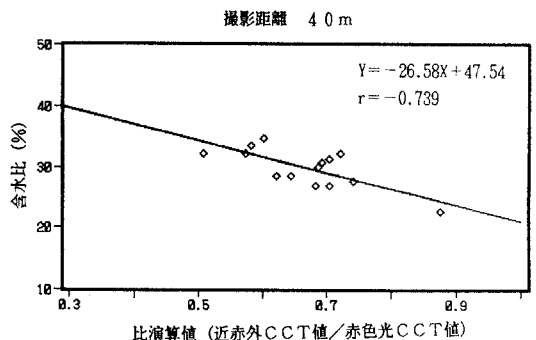


図3 含水比と比演算値の関係