

CS 立体図を用いた微地形区分図作成方法の改良

○株式会社シアテック 大西剛史

神戸市立工業高等専門学校 鳥居宣之

1. はじめに

沖村ら¹⁾が構築しているリアルタイムハザードシステムにおいて、表土層深は、微地形毎に設定された傾斜角と表土層深の関係を用いて設定され、微地形は、DEMを用いた自動処理により頂部斜面、谷壁斜面、谷底斜面の3つに区分される。区分方法^{1),2)}は、傾斜角図と小起伏の影響を排除するためにFFTスムージングしたDEMから求めたNS方向・EW方向のラプラシアン図を用意し、傾斜角・ラプラシアン・ラプラシアンの極小値/極大値の3条件から、まず頂部・谷底斜面を判定し、残る部分を谷壁斜面とするものである。この方法の課題として、手順がやや煩雑であること、条件に合致する区分境界が連続しないことなどが考えられる。この課題解決のため、前報³⁾ではCS立体図の色に着目し、画像のRGB値にクラスター分析を適用することにより任意数の領域に分類する方法を提案した。この方法では谷底斜面などは概ね良好な分類となる一方、適当ではない分類が残る問題があった。本報では、この問題点を解消するため、より視覚的な判別に近い微地形区分を行う方法を示す。

2. RGB値による微地形分類(前報³⁾)

図-1に解析対象とした1mDEMから作成されたCS立体図を示す。この画像に分類数 $k=3$ でクラスター分析(k-means法)を適用すると図-2の結果を得る。谷底斜面は概ね谷部を捉えているものの、頂部斜面、谷壁斜面は誤分類が目立っている。これは分類手法に起因し、赤・青以外の色とそのセル数の多さに影響を受けるためである。また、全体的に領域が細切れになっていることが分かる。

3. Lab色空間による微地形分類

RGB値より人間の色の感じ方に近くなるような表色系としてCIE $L^*a^*b^*$ 色空間(以下、Lab色空間)がある。 L^* は明度を表し、 $L^*=0\sim100$ は黒から白に対応する。色相と彩度は a^* と b^* で表し、 a^* 軸は赤(+)から緑(-)、 b^* 軸は黄(+)から青(-)を表す。

今回、赤い部分を頂部斜面、青い部分を谷底斜面、それ以外を谷壁斜面として分類したい。そのため、赤($+a^*$)の値がある値以上のセルを頂部斜面、青($-b^*$)の値がある値以上のセルを谷底斜面とし、それ以外を谷壁斜面とする。 L^* を用いると二値化に近い結果となるため、 L^* は用いていない。この操作には、OpenCVを用い、RGB値の画像をLab色空間に変換し、任意に設定した閾値によって3つの斜面に区分した。なお、計算の都合上、青($-b^*$)の値も正值で扱いたいため、正負を逆になっている。したがって、閾値も正負逆となっている。

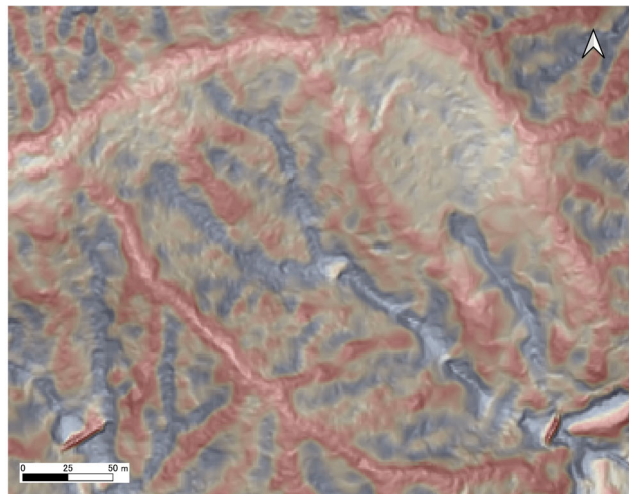


図-1 CS 立体図

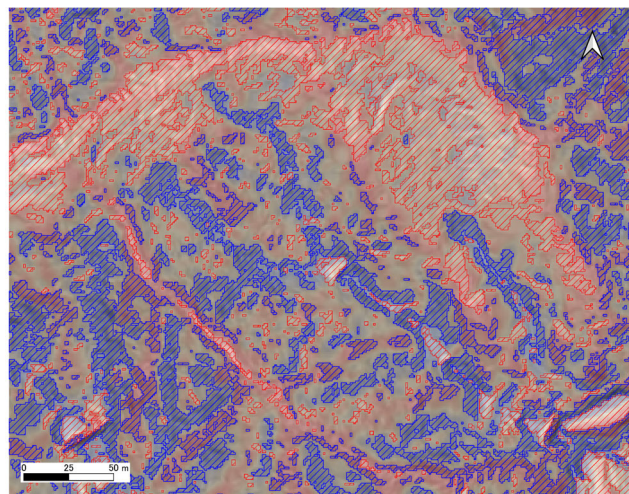


図-2 RGB値による分類(分類数=3)

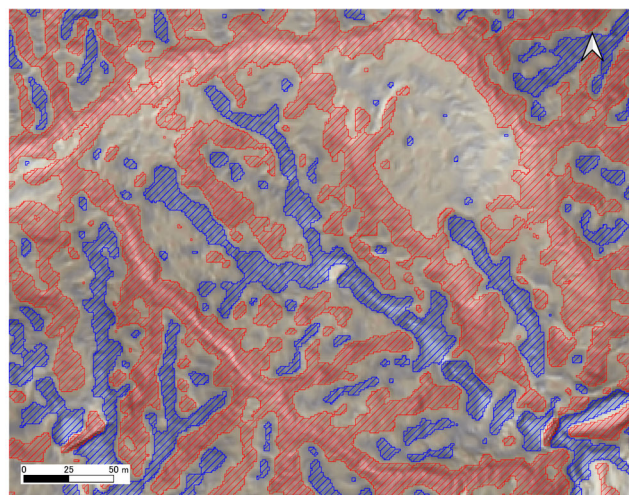


図-3 Lab色空間による分類

4. Lab 色空間による分類結果

図-3 に $a^* > 5$ を頂部斜面、 $b^* > 2$ を谷底斜面、それ以外を谷壁斜面としたときの分類結果を示す（閾値の設定については、後述）。図-2 と比べて、視覚的な認識に近い分類がされており、誤分類が減少していることが分かる。また、淡い赤色や青色で示される局所的な凹凸のほとんどは谷壁斜面に分類され、適当な領域のまとまりが形成されている。領域数は RGB 値による分類時の 1493 から 265 に減少し、細分化が大幅に解消されていることが分かる。

4. 結果分析

(1) 曲率図への Lab 色空間分類の適用

CS 立体図は、標高・傾斜角・曲率の図を重ね合わせて作成されるが、赤と青は、主に曲率図の着色が反映されたものである。重ね合わせ前の曲率図（ガウシアンフィルタを適用した DEM から計算した曲率図）に Lab 色空間による分類を適用した結果と比較する。図-3 と同じ閾値で分類した結果を図-4 に示す。図-3 と比べて頂部斜面は 1~2 セル程度大きくなり、谷底斜面は浅い凹地も谷底斜面に分類されて領域が大幅に拡大する。これらの影響により、谷壁斜面は減少する。この結果より、曲率図ではなく CS 立体図に Lab 色空間分類を適用することが適当であることが分かる。また、CS 立体図は、複数の着色された図を重ね合わせることによって、人が認識する微地形分類に近くなる色彩を実現していることが分かる。

(2) 各微地形の傾斜角・曲率

沖村ら²⁾の微地形分類も、傾斜角・曲率を用いている点では同じであるが、その区分には地形量を直接評価している点に違いがある。区分に用いる閾値は地質区分ごとに調整されるが、例えば、頂部斜面は、傾斜角が 25° 以下、ラプラシアンが -0.3 以下、ラプラシアンの極小値を含むという 3 条件を満たす場合にそれとして認識される。これと比較するため、Lab 色空間によって分類された各微地形に含まれる傾斜角・曲率を確認した結果を図-5 に示す。谷・尾根に対するラプラシアンの正負と曲率の正負は逆になっている点に注意されたい。

谷壁斜面の曲率は、概ね ± 0.3 に収まっているが、頂部斜面や谷底斜面は、 ± 0.3 を超え、頂部斜面では 0 を超えて分類されている部分があることが分かる。ラプラシアンと曲率の計算の違いのため、絶対値については議論できないが、特定の閾値では適切な分類ができないことが分かる。傾斜角は、0~55 度に広く分布しており、特定の角度帯に微地形分類が対応しているわけではないことが分かる。これも複数の地形量図（色）を重ね合わせた結果が反映されたものと考えられる。

(3) 閾値について

紙幅の都合で表示していないが、閾値を多少変更しても赤色の濃い部分と青色の濃い部分は閾値の影響をさほど受けることなく、安定して頂部斜面・谷底斜面を分類する。しかし、閾値を大きくしすぎると、色の濃い部分のみが残るため、領域が狭くなり、細分化される。

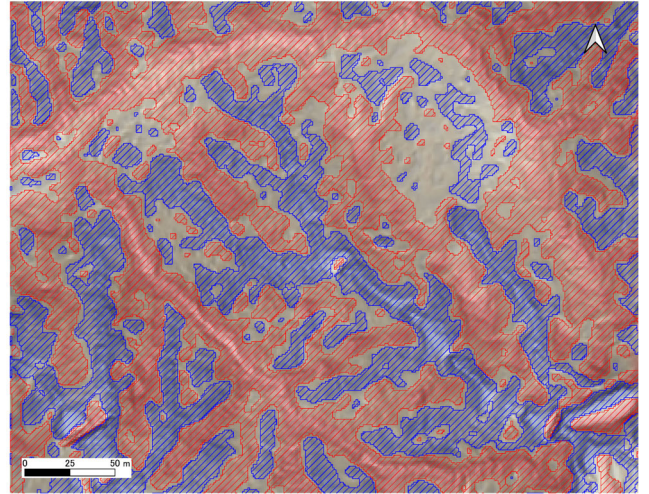


図-4 曲率図への Lab 色空間分類の適用結果

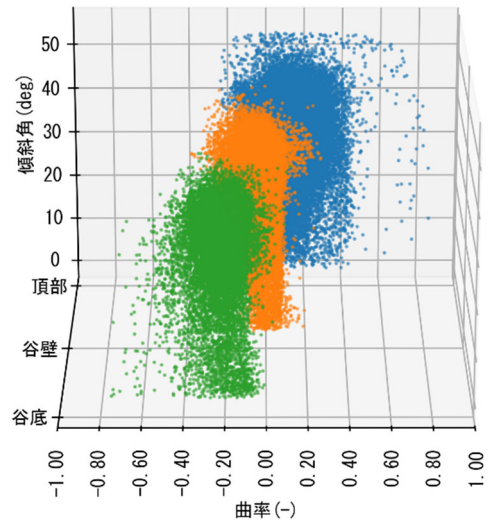


図-5 微地形内の傾斜角と曲率の分布

閾値変化 ± 1 に対し、領域境界は 1~2 セル (m) 程度の変化を示す。今回の計算から、赤は 5~8、青は 2~5 程度が閾値の目安と考える。

5. まとめ

CS 立体図画像の RGB 値を用いて微地形分類した際に生じる問題は、Lab 色空間での分類に変更することで大幅に解消されることを示した。本分類は、適切な微地形区分に基づいて表土層深の設定を行うことにより、表層崩壊予測の精度向上に資することを目的としている。今後、今回の分類により目的を達するものとなっているか検討を進めたい。

参考文献 1) 沖村他：豪雨による土砂災害を対象としたリアルタイムハザードシステムの構築，新砂防，63 (6)，pp. 4-12, 2011. 2) 沖村他：土砂災害のためのリアルタイムハザードシステムの作成手順，建設工学研究所論文報告集，Vol. 56，pp. 67-83, 2014. 3) 大西・鳥居：CS 立体図を用いた微地形区分図作成に関する検討，R6 年度砂防学会研究発表会，pp. 595-596, 2024.
※この区分図は、兵庫県_全域_標高ラスタ/CS 立体図(2010 年度~2018 年度)(旧データセット) を改変して利用しています。