

CS 立体図を用いた微地形区分図作成に関する検討

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⁾に代表される物理モデルによる表層崩壊予測において、安全率に与える表土層深の影響は大きく、その推定精度の向上は重要である。表土層深分布は、微地形と関係していることが指摘されており、沖村ら¹⁾は微地形区分ごとに地表傾斜角と表土層深の関係式を準備して、表層崩壊予測に用いている。従来、微地形区分は、田村²⁾を参考に地形図や空中写真の判読により行われているが、判読者の知識や見解によって区分が変わり、均一な品質の微地形区分図を作成することには限界がある。これを克服するため、種々の方法が提案されており、その一つに DEM から計算した傾斜角や曲率を用いて微地形区分を行う方法³⁾がある。この方法は、境界値の設定や処理が複雑であるなどの問題を有する。戸田⁴⁾は、地形図判読を容易にすることを目的として CS 立体図を提案した。その成果は無償公開されており、GIS で自作することも可能である。CS 立体図は、その目的通り色彩により谷や尾根等の地形判読が容易となっている。そこで、CS 立体図の「色」に着目し、自動的に微地形区分を行うことについて検討した。

2. CS 立体図

戸田⁴⁾により開発された CS 立体図は、DEM を使用して「標高」「傾斜」「曲率」のレイヤーを作成し、異なる色調で彩色し透過処理して重ねることで立体表現した図法である。これにより、高標高値は白く低標高値は黒く、緩傾斜地は淡く急傾斜地は濃く、凸地は赤く凹地は青く表現され、平面図でありながら判読者は直感的に地形を立体的に把握することができる。特に谷部の抽出は容易になっている。判読者が CS 立体図から微地形を読み取る際、“色のまとまりやその配置”を認識し、微地形区分と照らしながら判読しているものと思われる。CS 立体図は、1 ピクセルごとに RGB 値を持った画像データであるため、色による分類を行えば、微地形区分図に近いものができるのではないかと考えた。

3. クラスタ分析

画像解析の分野において、類似画像の分類や画像の減色などにおいてクラスタ分析が用いられている。本研究においては、任意の 1 画素(1セル)がある 1 つのクラスタに含まれるようにするため、ハードクラスタリングの一つである k-means 法を用いることとした。本手法は、まずクラスタの数 k を指定し、その重心となる k 個のデータをランダムに選択する。つぎに、各データと重心データの距離を計算し、それをもとに各データがどのクラスタに属するかを決定する。そして、クラスタの平均値を求め、それと重心点を比較して収束しているかを判断する。収束していなければ、平均

値を新たな重心として同様の計算を収束するまで繰り返し、最適なクラスタを得るものである。計算には、OpenCV の k-means 関数を用いた。

4. 地形区分図作成結果

まず、六甲山地内のある Area-A (350m×350m)を対象に本手法を適用した。CS 立体図は、G 空間情報センターより公開されている 1m メッシュの CS 立体図を使用した(図-1)。

クラスタ数を k=3, 4, 5 として作成した結果を図-2~4 に示す。凡例に示す 3 つの数字は、クラスタの重心となる色の RGB 値である。k=4 の場合、谷にあたる部分 [R, G, B]=[123, 123, 129] が明確に 1 つのクラスタとなっている。尾根付近は、緩斜面部 [192, 177, 167] と凸部 [159, 118, 108] に分かれている。[165, 148, 137] は、平面型斜面となっている。

k=3 の場合、k=4 と比べて尾根の凸部と平行型斜面が一つのクラスタとなったような結果となった。k=5 の場合、谷部が 2 つに細分されるような結果となった。クラスタ数を変化させても、谷部は安定的に区分していることが分かる。

表-1 に k=4 の場合の各クラスタに含ませるセルの傾斜角及び曲率の平均値及び標準偏差を示す。曲率は、Gaussian フィルター(標準偏差=3, 半径=12m)適用後の値である。[123, 123, 129] は、曲率が負となっており、谷部をクラスタとしている。一方、[159, 118, 108] は、曲率が正となっており、尾根をクラスタとしている。[192, 177, 167] と [165, 148, 137] は、曲率は 0 に近く平面型であるが、傾斜角が異なるクラスタとなっていることが分かる。

5. 他地域への適用

Area-A と同じ六甲山地内の Area-B へ本手法を適用した場合のクラスタ重心 RGB を図-5 に示す。対象エリア(対象画像)を変えた場合、画像内に含まれる RGB 値の構成割合が変わるため、同じクラスタ数でもクラスタ重心 RGB が変わる。今回の比較では、クラスタ重心 RGB 値の変化は谷部で少なく、緩斜面部で大きいことが分かる。

表-1 クラスタの傾斜角・曲率の統計値(k=4, Area-A)

クラスタ 重心 RGB	傾斜角		曲率	
	μ	σ	μ	σ
[165, 148, 137]	38.6	7.1	0.011	0.106
[123, 123, 129]	44.2	7.2	-0.156	0.088
[159, 118, 108]	45.3	7.0	0.137	0.097
[192, 177, 167]	22.8	9.7	0.024	0.116

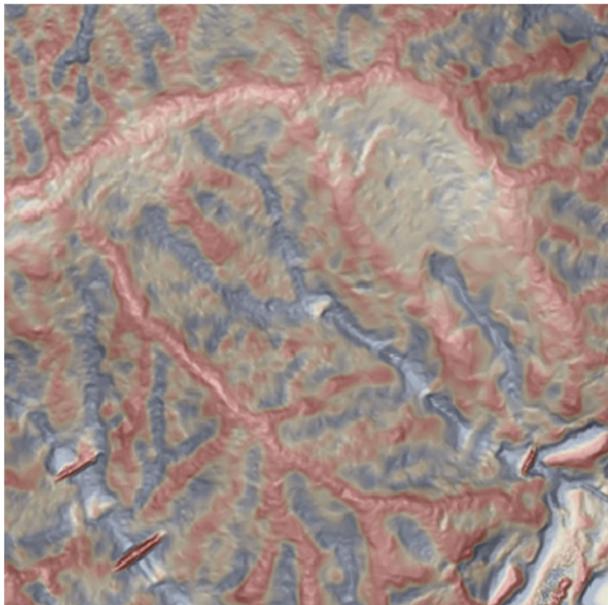


図-1 CS 立体図

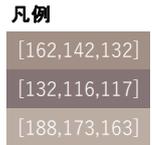
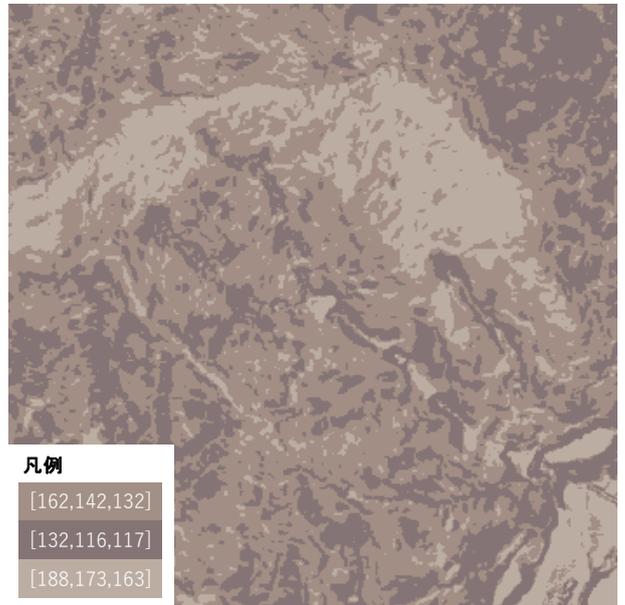


図-2 クラスタ分析結果(k=3)

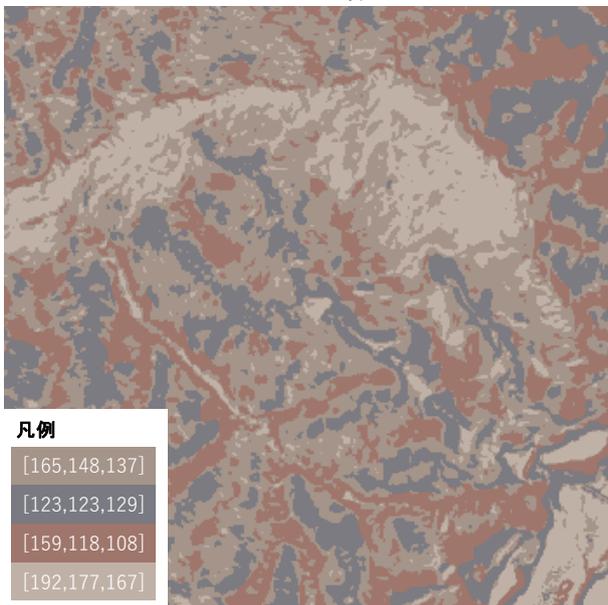


図-3 クラスタ分析結果(k=4)

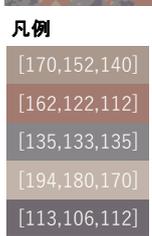
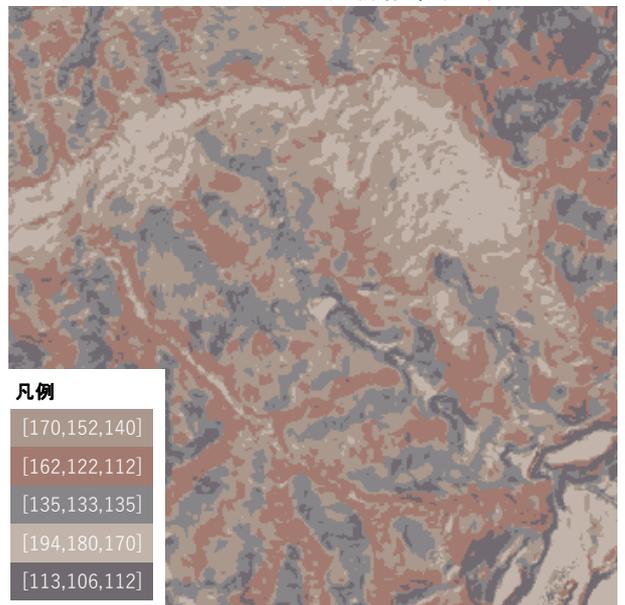


図-4 クラスタ分析結果(k=5)

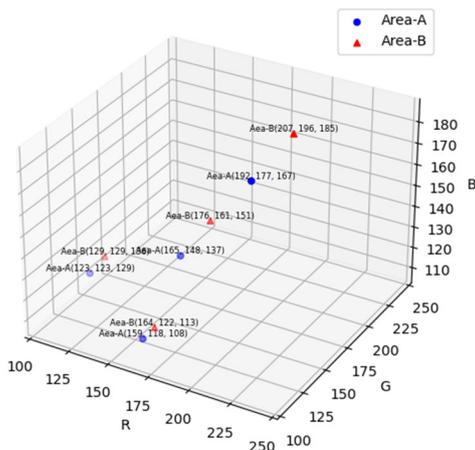


図-5 2地区のクラスタ重心RGB

6. まとめ

CS 立体図の画像データがもつ RGB 値でクラスタ分析を行った結果、傾斜角や曲率の境界値を設定するこ

となく画素（セル）のまとまりが作成され、それがCS 立体図で認識する谷や尾根などに近いものになることが判明した。今後、表土層深推定に対して最適なクラスタ数について検討を行いたい。

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) 田村俊和：微地形分類と地形発達－谷頭部斜面を中心に－，水文地形学－山地の水循環と地形変化の相互作用－，古今書院，pp. 177-189, 1996. 3) 沖村他：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論文集，第56号，pp. 67-83, 2014. 4) 戸田堅一郎：航空レーザ測量データを用いた微地形図の作成，砂防学会誌，Vol. 55, No. 2, pp. 51-55, 2012.

※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。