

## UAV空撮画像による色彩画像分析を用いたリップラップ材風化度評価の一事例

株式会社エイト日本技術開発 正会員 ○黒田 修一  
 正会員 仲村 賢人  
 関西大学 正会員 小林 晃

## 1. はじめに

我が国は高度経済成長期を経て現在まで数多くのダムが建設され、国土交通省所管ダムにおいては30年以上経過しているダムが約40%を占めている。老朽化が進むダムの維持管理を効率的に実施していくためには、設置構造物の経過観察が重要となる。ロックフィルダム堤体法面の保護層として設置されるリップラップ材は、ダムの変状や安定性を確保するために監視が必要な施設の1つである。筆者らは、UAV(無人飛行機)により撮影されたオルソ画像を用い、画像解析によるリップラップ材の劣化評価として粒度分析を用いた手法を報告して来た<sup>1),2)</sup>。本研究では、リップラップ材(岩石)の風化区分を行う手法として、現地で撮影した画像データから色彩の数値化に着目し、リップラップ材の風化度区分への適用の可能性について報告するものである。

## 2. 調査地概要と目的

調査地のロックフィルダムは、竣工から40年を経過した堤高128mの傾斜土質遮水壁型ロックフィルダムで、洪水調節・利水・発電の役割を持った多目的ダムである。リップラップ材は、侵食作用や堤体材料の風化を防止する法面保護工としての機能が求められ、堤体法面の敷き詰められる広範囲なリップラップ材の経年的な風化を定量的に評価する手法が求められている。近年、ダム施設ではUAV空撮画像を用いた維持管理手法の試みが行われ、当該ダムでもダム堤体法面全体をUAVで撮影されている。本研究は、そのオルソ画像から、可動標的付近の5m×5m四方に切り出した画像を用いて、予め地質技術者により岩級判定した岩石の色彩値を指標とし、L\*a\*b\*法とRGB法による画像解析から数値化した色彩による風化度を判定することを目的としたものである。

## 3. 画像処理によるリップラップ材風化評価手法

画像処理はコンピューターで使用されるRGB色度表示系とL\*a\*b\*色度表示系を用いた。L\*a\*b\*法では、明度をL\*、色相と彩度を示す色度をa\*、b\*で表す、1976年に国際照明委員会(CIE)で規格化された手法である。a\*は赤方向、-a\*は緑方向、そしてb\*は黄方向、-b\*は青方向を示している。RGB法は、「光の3原色」である赤(Red)・緑(Green)・青(Blue)のそれぞれの光の強弱で色を再現する手法である。RGBとL\*a\*b\*との変換は国際照明委員会(CIE)の変換式<sup>3)</sup>を用いた。岩石の色彩は鉱物の種類や風化度により異なることが既往研究で示されており<sup>4),5)</sup>、本報告では、表1に示す現地から採取した「D級」、「CL~CM級」、「CM~CH級」相当の材料を指標として、リップラップ材の岩級状況を判定するものとした。解析には一連の作業を一貫して行えるソフトウェアを独自に開発した。RGB法ではGreenRed平面上のRed軸切片(β値)が大きくなると風化度が高くなる傾向にあり、今回の結果もβ値が9~31の範囲で風化度の高いD級材料ほどβ値が高い傾向を示している。L\*a\*b\*法ではb\*と岩石の吸水率や絶対乾燥比重との相関が報告されており、b\*が大きいほど吸水率が大きく、風化度

表1 現地採取材料の岩級、RGB、L\*a\*b\*値

	現地採取 D 級材料	現地採取 CL~CM 級材料	現地採取 CM~CH 級材料
現地採取材料の画像			
RGB	R : 138, G : 107, B : 61 (Green-Red 平面の切片 β=31)	R : 154, G : 133, B : 105 (Green-Red 平面の切片 β=21)	R : 100, G : 91, B : 78 (Green-Red 平面の切片 β=9)
L*a*b*	L* : 47, a* : 6, b* : 30	L* : 57, a* : 3, b* : 18	L* : 39, a* : 1, b* : 9

キーワード ロックフィルダム、維持管理、UAV、画像処理、風化度、色彩判定

連絡先 〒700-8617 岡山県岡山市北区津島京町 3-1-21 株式会社エイト日本技術開発中国支社 TEL086-252-7644

が高くなる傾向で、今回の結果も調和的である。指標に用いたリップラップ材の RGB 法と L\*a\*b\*法の値について、岩石の色彩と岩級について検討されている既往研究との比較を行った。図2は当該ダムと同じ岩種である流紋岩について西山らの研究<sup>6)</sup>で示される色彩測定結果と比較したものである。岩石標本の L\*a\*b\*値と傾向は近似している。図3は小林らの研究<sup>7)</sup>で岩級区分毎のリップラップ材の RGB 値を、本報告の RGB 値と比較した結果である。傾向が近似しているものもあるが、岩種が異なるダムでは一定の傾向は見る事が出来なく、ダム毎(岩種毎)に風化度の指標を用いることが必要である。

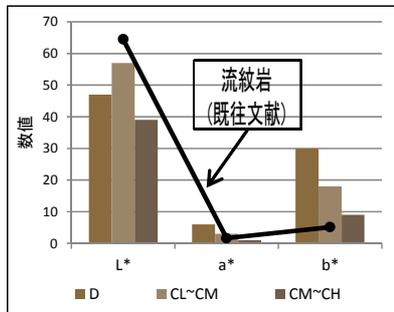


図2 L\*a\*b\*値の比較結果

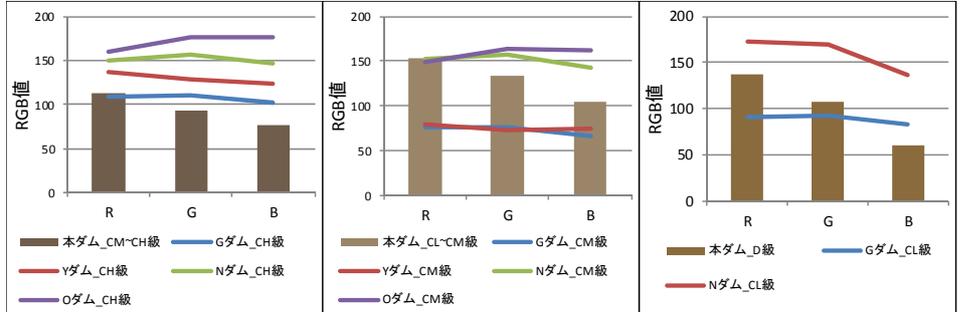


図3 RGB 値の比較結果

4. 画像解析結果

堤体法面としての評価は、オルソ画像から抽出した4箇所5m×5m四方画像を用いて解析を実施した。その解析結果を表2に示す。岩級区分による分布割合には変化が見られる。L\*a\*b\*値とRGB値はほぼ同様の分布割合を示した。測点Cの風化が顕著な画像では、D級と判定される部分が7%発生し、その他の測点とは異なる判定結果を示し、画像から認識される傾向と一致した。但し、撮影時の日照の影響等は定量的に分析出来ていない。

表2 抽出画像のL\*a\*b\*値、RGB値の割合

抽出画像(標高)		測点 A(EL.410m)	測点 B(EL.410m)	測点 C(EL.390m)	測点 D(EL.370m)
L*a*b*	D	0%	0%	7%	0%
	CL~CM	6%	12%	10%	0%
	CM~CH	94%	88%	83%	99%
RGB	D	0%	0%	7%	0%
	CL~CM	8%	12%	10%	0%
	CM~CH	92%	88%	83%	99%

5. まとめ・今後の課題

本報告は、L\*a\*b\*法とRGB法を用いた画像分析に関する検討を行った。指標として用いたリップラップ材の風化度は既往研究成果と調和的であり、数値化した色彩値で風化度区分(本報告では岩級区分で分類)を行うことが可能であることを確認した。また、その指標値を用いダム堤体法面全体の風化区分を、独自に開発したソフトウェアにより定量的に、簡易に評価できる可能性を示した。今後、種々岩種のL\*a\*b\*、RGB値を収集して比較すること、屋外で撮影した画像の解像度や日照度合による影響を比較することが課題である。

【参考文献】：1)仲村ら：UAVを用いたダム構造物調査手法の一例,第71回土木学会年次学術講演会, 2)黒田ら：画像解析を用いたリップラップ材劣化評価の一事例,第71回土木学会年次学術講演会, 3)太田：色彩工学,東京電機大学出版局,pp.127-131, 4)棚瀬ら：デジタルカメラ画像による岩盤風化度の判定・表示システムの開発,応用地質,第42号,第6号,373-379頁,2002, 5)藤原ら：花崗岩の画像解析による風化度区分,土と基礎,Vol.49-11,pp.16-18, 6)西山ら,「色彩計を用いた岩石・土壌の色彩測定法」,応用地質,第52巻,第2号,62-71頁,2011, 7)小林ら,「画像解析によるリップラップ材の現状把握」,農業農村工学会論文集 Vol. 2008 (2008) No. 253 P 35-44,a1,農業農村工学会,2008