

## スマートフォンを用いた沖縄県内の赤土等流出水の汚濁度測定

大分工業高等専門学校 正会員 ○前 稔文  
 大分工業高等専門学校 非会員 上野 崇寿  
 大分工業高等専門学校 非会員 PROCHAZKA Zdenek  
 大分工業高等専門学校 学生会員 伊東雄一朗

大分工業高等専門学校 正会員 佐野 博昭  
 大分工業高等専門学校 非会員 嶋田 浩和  
 大分工業高等専門学校 学生会員 安藤 りほ  
 大分工業高等専門学校 学生会員 河野 李奈

### 1. まえがき

近年の大雨によって災害が激甚化するなかで、沖縄県の赤土等流出問題は危機的な状況にあり、農地からの赤土等流出は非常に深刻な問題となっている。その流出により、河川や海水の汚濁や、生態系の破壊など、観光業や水産業にも大きな被害をもたらしている。

現在、赤土等流出による汚濁度の程度を表す指標には懸濁物質含量 (SPSS)<sup>1)</sup> などがあり、流出水の汚濁程度の評価は、主として浮遊物質 (SS) を用いて行われている。これらの汚濁度は、自治体、民間企業、さらには研究者などによって測定されているものである。一方で、沖縄県民は、降雨後の河川や海域が赤く濁っているのを見て赤土等の流出を実感するだけで、赤土等流出の実態を正確かつ定量的に把握するのではなく、感覚的に評価するだけに留まってしまふ。このことは、赤土等流出問題を沖縄県の環境問題として主体的に捉えることを阻害している要因の1つではないかと考えられる。沖縄県民が、赤土等流出を喫緊の環境問題として捉え、主体的に取り組むためには、県民自身が河川や海域の懸濁水の汚濁度を容易に測定できる方法の確立が必要となる。さらに、県内の各地域における汚濁度測定結果を専用サーバにアップロードできるようになれば、沖縄県全域にわたった住民参加型の赤土汚濁度監視網の構築が可能となる。

懸濁水汚濁度の測定に関する研究として、伊原ら<sup>2)</sup>は、光の減衰特性を利用することでデジタルカメラの画像からの濁度の推定が可能になると報告している。そこで、誰もが容易に赤土等流出水の汚濁度測定をできるようなスマートフォンのアプリケーション (以下、アプリ) の開発を目的とする。将来的には、開発したアプリを用いて、河川や海域表面の撮影画像から懸濁水の汚濁度を判定する手法を確立し、そのデータを集約して汚濁状況をリアルタイムで表示するシステムの構築を目指している。

本稿は、その第一歩として位置づけ、スマートフォンのカメラで撮影した懸濁液の画像から色情報を取得し、汚濁度の推定の可能性について検討した。

### 2. スマートフォンアプリ

デジタル画像について、色空間は非常に重要である。代表されるものとして RGB 空間 (赤 (Red), 緑 (Green), 青 (Blue)) が挙げられるが、同じデジタル画像でも色空間の表記の違いにより与える印象は異なり、筆者は、HSB 空間による表記の有用性<sup>3)</sup>について検討してきた。そこで、扱う画像について RGB 空間と HSB 空間 (色相 (Hue), 彩度 (Saturation), 明度 (Brightness)) による表記の違いによる色情報を確認することに着手した。

表-1 は、各懸濁液 (1L あたりの赤土の含有量は 0.2g, 1.0g, 2.0g, 4.0g, 8.0g) のサンプル画像から RGB 空間の各要素を抽出した結果である。赤 (R) はバラツキが見られるものの 130 前後と一定の値を示しているが、緑 (G) および青 (B) は汚濁度 (赤土の含有量) によって大きく異なる。しかし、これらの三色の組み合わせによって色調は大きく変化するため、汚濁度を示す指標に用いることが困難と考えられる。

一方、HSB 空間の要素を用いると、表-1 に示すように、色相 H および明度 B は汚濁度による影響はそれほど大きいものではなく、彩度 S の違いにより色調を表現できると言える。

以上から、本研究では、懸濁液の汚濁度を分類するにあたっては、HSB 空間の要素を用いることとした。

ここで扱う汚濁度については、上述の懸濁液の濃度から、0.2g/L 以下 (汚濁度 A, 彩度 22 以下), 0.2g/L~1.0g/L (汚濁度 B, 彩度 23~74), 1.0g/L~2.2g/L (汚濁度 C, 彩度 75~85), 2.0g/L 以上 (汚濁度 D, 彩度 86 以上) と

表-1 各懸濁液の色彩情報

汚濁度(g/L)	赤R	緑G	青B	色相H	彩度S	明度B
0.2	138	125	108	34	22	54
1.0	168	122	44	33	74	66
2.0	137	77	20	29	85	54
4.0	132	66	12	27	91	52
8.0	128	62	11	26	91	50

して彩度によって4段階に区分し、画像の各ピクセルを段階ごとに分類することとした。

図-1は、作成したスマートフォンアプリの実行画面である。まず、「開く」ボタンをタップすることで画像を選択することができ、画面に表示させる。次に、表示された画像における懸濁液の部分を選択して対象とする色を選択する。その際、抽出された色が画面上に表示され確認することができる。その色について閾値をスライダーで設定し、「範囲抽出」ボタンをタップすることで対象となるピクセルが右側に表示され、対象外のピクセルは黒く塗られる。最後に、「濁度判定」ボタンをタップすることで、各汚濁度レベルにおけるピクセル数が表示され、全体的な汚濁度の推測が可能となる。

なお、実際に現地で懸濁液等を撮影する場合は、「撮影」ボタンをタップすることで、スマートフォンのカメラを起動し、画像を格納することができる。

### 3. シミュレーション結果

本研究では、閾値を10と設定して各懸濁液についてシミュレーションを行った。

表-2に、各懸濁液について汚濁度ごとに占めるピクセル数を示す。0.2g/Lの懸濁液については、19,242ピクセル中6,181ピクセル(32.1%)が汚濁度A、13,061ピクセル(67.9%)が汚濁度Bとなった。0.5g/Lおよび3.0g/Lの懸濁液については、それぞれ15,100ピクセル中14,536ピクセル(96.3%)が汚濁度B、15,484ピクセル中11,138ピクセル(71.9%)が汚濁度Dとなり、1つの区分に集中した。これらの懸濁液については、いずれも妥当な汚濁度に該当することが確認できた。

一方で、1.5g/Lの懸濁液については、汚濁度Aが4,728ピクセル(24.4%)、汚濁度Dが12,736ピクセル(65.8%)となり、上述の懸濁液と異なる結果となった。このことは、被写体との距離や角度の変化から生じた誤差によるものと考えられ、撮影する環境に大きく依存することが確認できた。

### 4. まとめ

本研究で開発したスマートフォンアプリにより、HSB空間の色情報を取得することができ、各汚濁度と概ね一致することが確認できた。今後も継続してアプリの改善を目指す。まずは以下について検討を重ねる。

実際に流出する懸濁水には1Lあたり数十gの赤土が含まれることから、より実物に近い対象での汚濁度に設定したシミュレーションを実施する。

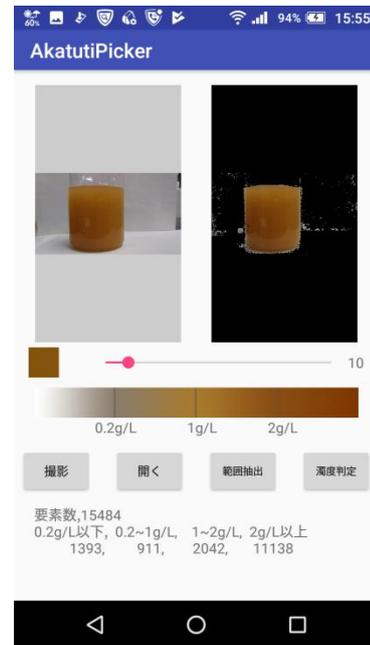


図-1 アプリの実行画面 (汚濁度 3.0g/L の場合)

表-2 各懸濁液 (画像ピクセル) の汚濁度の分布

汚濁度 (g/L)	汚濁度A ~0.2g/L	汚濁度B 0.2~1.0g/L	汚濁度C 1.0~2.0g/L	汚濁度D 2.0g/L~	合計
0.2	6,181 (32.1%)	13,061 (67.9%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)	19,242
0.5	552 (3.7%)	14,536 (96.3%)	12 (0.1%)	0 (0.0%)	15,100
1.5	4,728 (24.4%)	721 (3.7%)	1,180 (6.1%)	12,736 (65.8%)	19,365
3.0	1,393 (9.0%)	911 (5.9%)	2,042 (13.2%)	11,138 (71.9%)	15,484

また、図-1から分かるように被写体であるビーカー以外のピクセルが選択されている。より精度を高めるため、被写体の撮影条件や別の色空間の活用について検討する。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、「全国 KOSEN 沖縄赤土等流出抑制技術研究会 (会長：佐野博昭)」関係各位には貴重なご助言をいただいた。ここに、深甚なる謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 大見謝辰夫：SPSS 測定法とその解説，沖縄県衛生環境研究所報，第 37 号，pp.99-104，2003.
- 2) 伊原浩生，山口晴幸，増永和弘：沖縄県の赤土懸濁水の濁度と化学的性質について，第 56 回土木学会全国大会講演概要集，pp.664-665，2001.
- 3) 前 稔文，小林竜一：景観画像における HSB 要素の分析に関する基礎的研究，日本建築学会情報システム技術委員会，第 31 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集，pp.73-78，2008.