

沖縄県内の沈砂池に流入した赤土等懸濁水の汚濁度測定

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 学生会員 伊東雄一朗
大分工業高等専門学校 非会員 浦上なるみ
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 正会員 佐野 博昭
大分工業高等専門学校 学生会員 河野 李奈
沖縄工業高等専門学校 非会員 福村 卓也
大分工業高等専門学校 非会員 PROCHAZKA Zdenek

1. まえがき

近年の降雨パターンの変化により災害が激甚化するなか、沖縄県においては、農地から赤土等が流出することによって河川や海水が汚れ、生態系が破壊されるなど、赤土等の流出は非常に深刻な問題である。

赤土等の汚濁度を測定する場合、懸濁物質含量(SPSS)¹⁾や浮遊物質量(SS)が用いられるが、それらは企業や研究者らが専門的に計測するものであり、沖縄県民がそれらの物質量を容易に扱うことはできない。一方、伊原ら²⁾は、デジタルカメラ画像を用いて懸濁水の汚濁度の測定が可能であると報告している。

そこで、本研究では、上述の問題に対して沖縄県民が主体的に取り組めるように、スマートフォンで簡単に赤土等懸濁水の汚濁度を測定できるアプリケーション（以下、アプリ）の開発を目指した。それにより、ビーカー内に作成した懸濁液の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^{3,4)}。

本稿では、実際の沈砂池に赤土等が流入し、溜まった懸濁水を対象として、開発したアプリを用いて汚濁度を測定した結果について報告する。

2. スマートフォンアプリ

撮影したデジタル画像の色空間として RGB 空間（赤（Red）、緑（Green）、青（Blue））が挙げられるが、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。

そこで、HSB 空間（色相（Hue）、彩度（Saturation）、明度（Brightness））による表記ならば、同色系における色の濃度を彩度 S で表すことができる⁵⁾ことから、開発したアプリでは懸濁水の汚濁度の分類に、HSB 空間の要素を用いている。

なお、ここで扱う汚濁度については、ビーカー内の各懸濁液（1L あたりの赤土の含有量は 0.2g, 1.0g, 2.0g, 4.0g, 8.0g）のサンプル画像を基に設定しており³⁾、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～2.0g/L（汚濁度 C, 彩度 75～

85）、2.0g/L 以上（汚濁度 D, 彩度 86 以上）として彩度によって 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。

操作にあたっては、アプリ画面に表示される懸濁水の画像部分をタップして対象とする色を選択するが、被写体との距離や周辺光などの影響もあり、画像における懸濁水の各ピクセルの色相も異なる。

そこで、懸濁水部分のピクセルを測定できるように、色相 H の範囲を定めるための閾値を設けてある。

3. シミュレーション結果

写真-1 に、対象とする沈砂池における懸濁水のデジタル画像を示す。撮影日は、2018 年 10 月 5 日、10 月 12 日、11 月 19 日で、各日も同一沈砂池内の 3 箇所で撮影した。

なお、撮影環境による色への影響を検討するために画像内に白色の紙（白色度約 94.5%）が含まれているが、このことの検討については別の機会に譲るものとする。

また、図-1 は、11 月 19 日に撮影した画像 2 について、指定した色彩を抽出したときの画像を示す。同図 a) は閾値を 10、b) は閾値を 2 と設定したときの懸濁水部分を抽

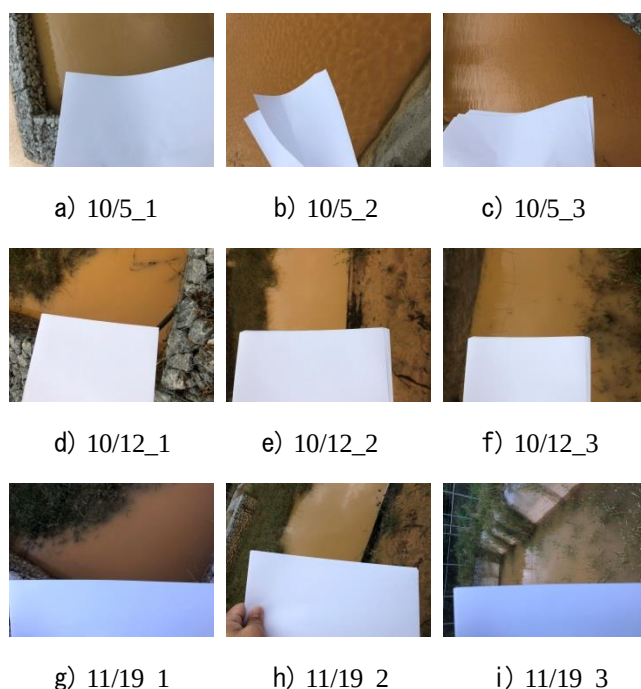


写真-1 沈砂池に溜まった懸濁水

出した画像で、それぞれ 23,192px, 15,200px を抽出しており、両者に大きな差があることが確認できた。特に、閾値を 10 と設定した場合、撮影者の指のピクセルを含むことから、このシミュレーションにおいては、閾値を 2 と設定した。

表-1 は、各懸濁水の画像ピクセルについて汚濁度を測定した結果を示す。全体的に見てみると、抽出されたピクセル数は、5,437px から 41,630px と画像により大きく異なった。また、10 月 5 日に撮影した画像については、写真-1 の a) は汚濁度 B が 92.4%, b) は汚濁度 B が 27.5%, 汚濁度 C が 72.5%, c) は汚濁度 B が 39.2%, 汚濁度 C が 60.8% となった。同様に、10 月 12 日に撮影した画像については、d) は汚濁度 B が 30.1%, 汚濁度 C が 69.3%, e) は汚濁度 B が 70.0%, 汚濁度 C が 29.8%, f) は汚濁度 B が 73.3%, 汚濁度 C が 26.0% となり、11 月 19 日に撮影した画像については、g) は汚濁度 B が 97.1%, h) は汚濁度 B が 99.0%, i) は汚濁度 A が 42.9%, 汚濁度 C が 56.9% となった。

いずれの画像においても、1 つか 2 つの汚濁度に多くの



a) 閾値 10 (23,192px) b) 閾値 2 (15,200px)

図-1 指定した色彩を抽出したときの画像
(11 月 19 日の撮影画像 2 の場合)

表-1 各懸濁水（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
a) 10/5_1	1,465 (6.9%)	19,517 (92.4%)	135 (0.6%)	12 (0.1%)	21,129
b) 10/5_2	3 (0.0%)	10,677 (27.5%)	28,155 (72.5%)	12 (0.0%)	38,847
c) 10/5_3	3 (0.0%)	16,318 (39.2%)	25,298 (60.8%)	11 (0.0%)	41,630
d) 10/12_1	47 (0.3%)	5,644 (30.1%)	13,019 (69.3%)	68 (0.4%)	18,788
e) 10/12_2	7 (0.0%)	20,170 (70.0%)	8,580 (29.8%)	53 (0.2%)	28,810
f) 10/12_3	4 (0.0%)	23,805 (73.3%)	8,462 (26.0%)	220 (0.7%)	32,491
g) 11/19_1	653 (2.9%)	21,624 (97.1%)	2 (0.0%)	0 (0.0%)	22,279
h) 11/19_2	55 (0.4%)	15,055 (99.0%)	80 (0.5%)	10 (0.1%)	15,200
i) 11/19_3	2,334 (42.9%)	3,095 (56.9%)	3 (0.1%)	5 (0.1%)	5,437

ピクセルが分布しており、開発したアプリで懸濁水の汚濁度を推定できる可能性を示すことができた。

4. まとめ

開発したアプリを用いて、実際に赤土等が流入した沈砂池の懸濁水の画像を対象として汚濁度を測定した。その結果、本アプリにより懸濁水の汚濁度を推定できる可能性を示すことができた。

今後は、懸濁水の浮遊物質質量（SS）の測定による汚濁度と、開発したアプリにより測定した汚濁度との一致性について確認し、アプリによる測定の精度向上を検討する予定である。また、撮影時の天候等による影響についても、画像内に含まれる白色の紙の色調変化を基準にして、懸濁水の色調の調整を図る。

現在は、ビーカー内の懸濁液の画像を用いて汚濁度の基準値を設定しているが、曲面のない透明の亚克力ボックスに入れた懸濁液を用いて基準値の検討を行う。

さらに、より高濃度の懸濁液の基準値を設定することで、実際に流入している懸濁水の測定ができるようにアプリを改善する予定である。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、沖縄県宜野座村役場産業振興課の方々には、沈砂池内での撮影等でご協力いただいた。また、「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、関係諸氏に深甚なる謝意を表する。

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，佐野博昭，他：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，平成 29 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.347-348，2018.
- 4) 前 稔文，佐野博昭，他：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と基礎的色彩特性，大分工業高等専門学校紀要，第 55 号，pp.21-26，2018.
- 5) 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.