

撮影環境とデバイスの違いによる赤土を含む懸濁液の色彩特性

大分工業高等専門学校 学生会員 御手洗 良紀
防衛大学校 正会員 佐野 博昭

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 高橋 徹

1. まえがき

沖縄県では、近年の大雨による農地からの赤土等の土壌流出により、河川や海水の汚濁、生態系の破壊などが深刻な環境問題となっている。

この問題解決に向けて、赤土等がどのくらい河川や海域に流出しているのかを把握する必要がある、企業や研究者らによる懸濁物質含量 (SPSS) や汚濁物質質量 (SS) といった指標による汚濁度測定が行われている。

一方で、沖縄県民は、河川や海域が赤く濁っているのを実感するだけで、赤土等流出の実態を正確かつ定量的に把握することができない。県民自身が、赤土等流出を深刻な環境問題として捉え、主体的に取り組むことが重要であり、そのためには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。

文献 1) では、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) の開発に取り組んでいる。

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、汚濁状況をリアルタイムで把握できる住民参加型の赤土汚濁度監視網の構築を目的としている。

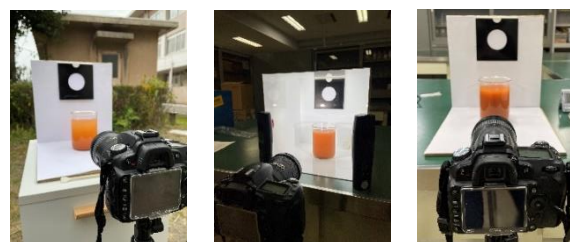
しかし、汚濁度を測定するにあたって、撮影するデバイスによっては補正がかかるなど撮影画像ごとに色合いが異なる場合もある。また、屋内の実験室や自然光を浴びる屋外とでは、同じ濃度の懸濁液でも鮮やかさが異なるように感じられ、撮影環境も大きな要因になると考えられる。

そこで本稿では、汚濁度判定手法の確立を目的とし、異なる撮影環境を準備し、異なるデバイスによる撮影画像を用いて、懸濁液の色彩特性の把握を目的とした。

2. 懸濁液の撮影と彩度の測定

文献 2) では、赤土を含む懸濁液の撮影画像の彩度 S が蛍光灯の影響を受けている可能性が示唆されている。そこで、光環境の違いによる懸濁液画像の特性を把握するために、以下の 3 つの条件で撮影を行った。

写真-1 は、各環境における撮影状況を示す。(a) は、2020 年 12 月 11 日 11:00~15:00 に大分工業高等専門学



(a) 自然光 (b) 演色ライト (c) 蛍光灯

写真-1 異なる撮影環境における撮影状況

校の敷地内で撮影を行ったものである。(b) は、同校の地盤環境工学実験室において、アクリルボックス内に懸濁液を設置し、両側から演色ライト (TAKENOW 製, WL4111S) を当てて撮影を行ったものである。(c) は、同実験室の蛍光灯 (Panasonic 製, FHF32EX-N-H) の下で撮影を行ったものである。デバイスには、iPhone 12 pro (以下、iPhone) と一眼レフ Nikon D90 (以下、D90) を使用した。また、色彩計としてカラーアナライザー ((株) 佐藤商事製, RGB-1002) を用いて懸濁液の側面から彩度 S を測定した。

画像の撮影においては、ビーカーおよびカメラの位置を固定し、カメラと被写体との距離を 20cm とし、撮影画像に白色補正を行えるように、カラーアナライザー付属の白色構成カードも被写体として映るように撮影した。シミュレーションには、濃度が 0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, 8.0, 10.0g/L の懸濁液を用い、攪拌して 3 秒後に撮影を行った。

3. 撮影画像の濃度と彩度の関係

撮影画像内の色相 5YR におけるピクセルのみを文献 1) で作成したソフトウェアを用いて抽出し、ピクセル数が最大の彩度 S を懸濁液の彩度 S とした。画像処理においては、色相 H の抽出範囲の閾値を 10 と設定し、白色補正の有無の違いも条件として追加した。

図-1 は、3 つの撮影環境において iPhone (補正無○補正有●) および D90 (補正無△補正有▲) で撮影した画像の濃度と彩度 S の関係を示す。自然光と演色ライトの場合、カラーアナライザーで測定した彩度 S は、2.0g/L を境に減少し、4.0g/L 以上で一定になっているのに対して、蛍光灯の場合、2.0g/L までは不規則に変

化し、その後上昇する結果となった。いずれの環境においても補正無では D90 の方が彩度 S が平均 9% 高く、補正有では iPhone の方が彩度 S が平均 4% 高いことが確認できた。また、1.0g/L~4.0g/L を境に彩度が減少もしくは一定となっていることがわかる。カラーアナライザーで測定した彩度との相関係数（自然光，演色ライト，蛍光灯）は、iPhone で (0.775~0.907, 0.953~0.960, 0.391~0.440)，D90 で (0.921~0.925, 0.934~0.953, 0.587~0.639) となり演色ライトが最も相関が強く、蛍光灯が最も相関が弱くなる傾向が得られた。

4. 懸濁液のスペクトル測定

ここで、懸濁液の分光スペクトルがどのように変化しているかを把握するために、分光計（SEKONIC 製，SPECTROMASTER C-800）を用いてスペクトル測定を行った。測定は、懸濁液を攪拌した後、3 秒間静置し

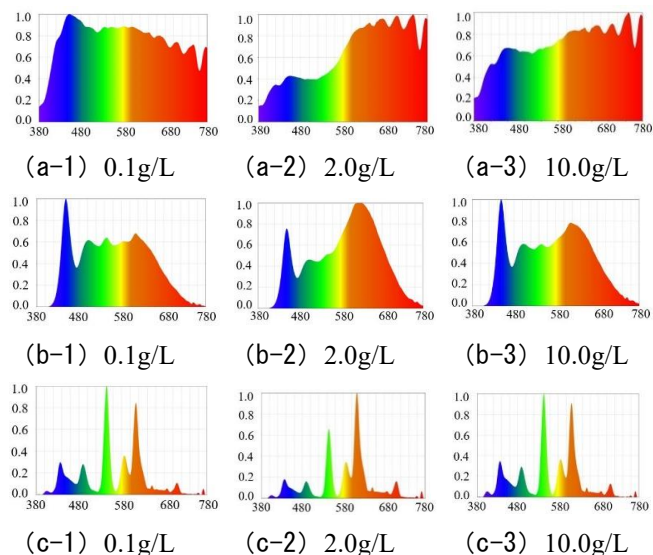


図-2 3つの環境による懸濁液のスペクトル測定結果

てからビーカーのメモリ 250mm の位置を測定した。

図-2 は、3つの環境 ((a) 自然光 (b) 演色ライト (c) 蛍光灯) における懸濁液のスペクトル測定の結果である。縦軸は相対スペクトル強度、横軸は波長 (nm) を表す。自然光と蛍光灯の場合、濃度が 0.1g/L~2.0g/L の懸濁液では、橙 (595~610nm) に比べて短波長の青と緑 (435~580nm) が濃度とともに減衰した。演色ライトの場合、青 (435~480nm) の波長が濃度とともに減衰している。いずれの環境においても 2.0g/L を超えると、橙の波長も減少することが確認できた。橙の波長が減少した要因として、2.0g/L の懸濁液に比べて 10.0g/L の懸濁液の方が暗く見えることが挙げられる。

5. まとめ

今回の実験では、異なる撮影環境とデバイスにおける懸濁液画像の色彩特性の把握を試みた。その結果、演色ライトを用いた撮影画像はカラーアナライザーを用いた彩度 S の実測値との相関が高くなる傾向が得られた。また、いずれの撮影環境においてもスペクトル分布は、濃度が 2.0g/L まで青と緑の波長帯が減少し、それ以上の濃度では、橙も減少することが確認できた。今後は、濃度 2.0g/L 以上の懸濁液の彩度 S に差異が見られないため、別の指標による濃度判定を検討する。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 前稔文, 佐野博昭, 高橋徹, 他: スマートフォンにより撮影された沖縄県における赤土を含む懸濁液の画像を用いた濃度変化の把握と濃度基準の設定の試み, 大分工業高等専門学校紀要, 第 57 号 pp.22-27, 2020.

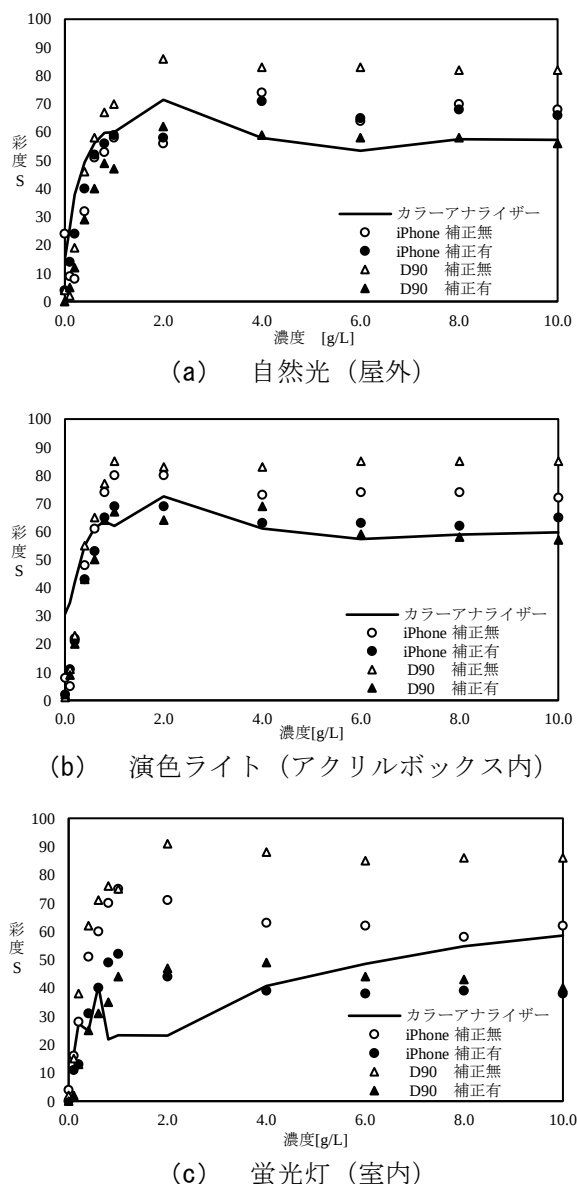


図-1 懸濁液画像の濃度と彩度 S の関係