

水質観測技術の実用化に向けた研究

【水環境対策チーム】

前田 晃宏、岡本 将揮¹⁾、盛山 哲郎、羽田 智栄、成岡 朋弘

要旨

水質観測技術の実用化に向けて、デジタルカメラの画像からアオコ・赤潮等水質異常を認識する技術の開発を目指して研究を実施した。その結果、デジタルカメラ画像から半自動的に赤潮情報を抽出しマッピングするプログラムを作成することができた。

1 はじめに

富栄養化状態にある県内三大湖沼（湖山池、東郷池、中海）では、赤潮・アオコのような水質異常がしばしば発生して問題となっている。このような異常に対して、水質調査による現状把握が必要となる場合があるが、このような異常は面的に広がり短時間で大きく変化するため、従来型の調査（代表点での採水調査）では状況を正確に把握することが困難であった。当所では、異常の面的な分布状況について、水質をかき乱すことなくかつ迅速に把握するため「リモートセンシング（遠隔探査）」を応用した水質異常観測に取り組んでおり、人工衛星[1]-[3]やドローン[4]を用いて湖沼の水質異常の分布状況を把握し図示することに成功している。

しかしこれらの技術を業務に活用しようとする中で、使用に際しての困難さが原因でこれらの技術を活用できない場面が多々あることが分かってきた。そこで、分かりやすい面分布情報をより安価かつ簡単に得るため、今回、安価に入手可能なデジタルカメラ画像から、簡便に赤潮情報を抽出して自動的に赤潮マッピングを行う技術を習得するため研究を実施した。

2 手法

2.1 画像撮影

画像を撮影するためのデジタルカメラとして、今回は5万円以下でRAW画像が取得できるキヤノン製コンパクトデジタルカメラ「PowerShot S100」（以下「カメラ」と表記、Fig.1(a)）を用いた。カメラには、必要に応じて円偏光フィルタ（ポラロイド社製37mm）を取り付けて使用した。

また空撮画像取得のため、ドローンを用いた画像撮影も実施した。使用ドローンはDJI製ドローン

「Phantom3」（以下「ドローン」と表記、Fig.1(b)）で、撮影作業は県内企業に委託した。



(a) PowerShot S100 (b) Phantom3
Fig.1 空撮に使用したカメラとドローン

2.2 自動解析プログラム

解析は、Fig.2の手順で実施した。画像データの解析および画像処理作業にはMathWorks社の数値計算ソフトウェア「Matlab」を用い、プログラミングして作業を自動化した。具体的な作業は、以下のとおりである。

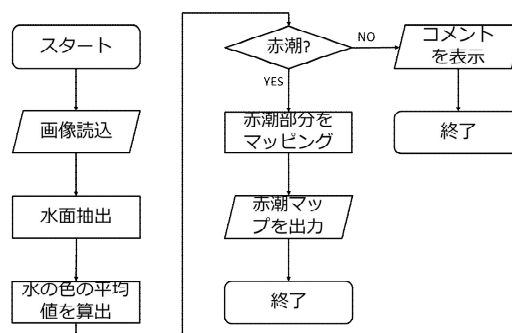


Fig.2 プログラムフローチャート

<画像読込>

静止画あるいは動画をsRGB形式で読み込む。動画の場合は複数枚の写真を重ねて平均化処理し静止画を作成する。さらにPC負荷低減のため平均値フィルタとリサンプリングにより画素数をおとす。

1) 現 鳥取県生活環境部くらしの安心局水環境保全課

<水面抽出>

三原色の R (赤)、G (緑)、B (青) 各色ごとに隣接画素同士の輝度差を調べ、すべての色で差が大きいものを陸域、小さいものを水域と判定 (ざらざらしている領域を陸、滑らかな領域を水面と判定) する。

<水の色をの平均値を算出>

写真の色空間を sRGB から Lab に変換、水域判定された領域の色を平均する。Lab 色空間では、L (明度) と a、b という色軸で色を表現する。L は明るさを意味する。a と b は補色次元であり、a は正に大きいほど色は赤 (マゼンタ) に近づき、負に大きいほど緑に近づく。b は大きいほど黄に近づき、小さいほど青に近づく。

<赤潮の判定>

Lab 値のうち a の値の正負を確認。正の場合は赤潮と判定する。赤潮と判定された場合は次のマッピングに進むが、判定されなかった場合はその旨メッセージ表示してプログラムを終了する。

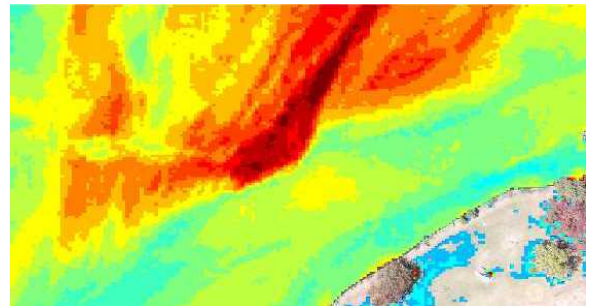
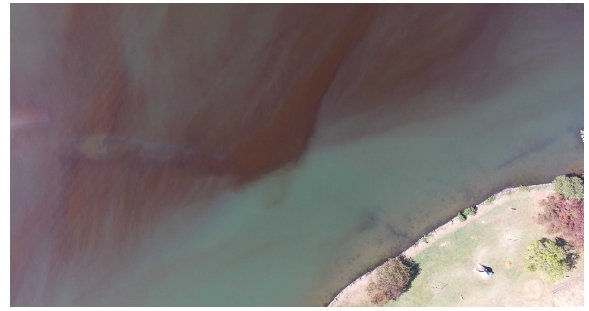
<赤潮マッピング>

写真の色空間を Lab から HSV に変換。S 値と V 値を規格化し、ピクセルごとに差を算出する。この差をカラーマップに変換し、写真上に合成することでマッピングする。

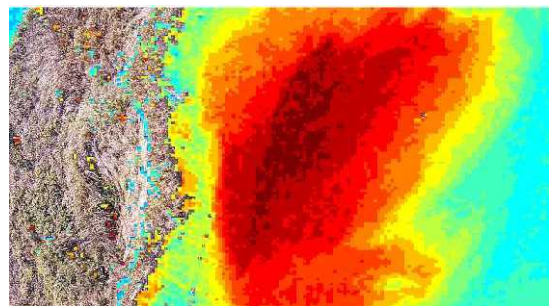
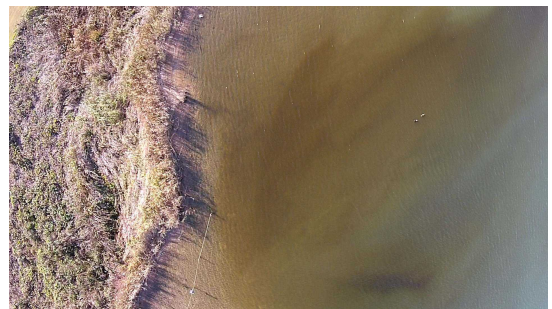
HSV は、H (色相) S (彩度) V (明度) で色を表す表色系。S が大きいほど色が濃いことを意味し、V 値が大きいほど明るいことを意味する。すなわち、S-V は色が濃く暗い部分で大きくなる。

<赤潮マップを出力>

合成画像を bmp 形式で出力し、プログラムを終了する。



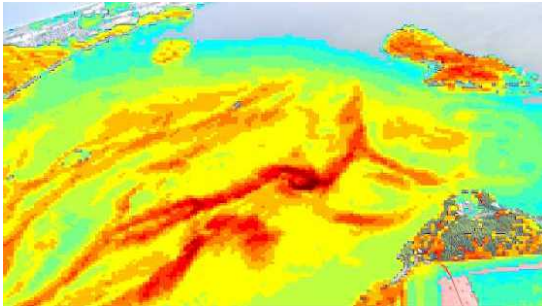
(a) ドローンで撮影した湖山池の赤潮 (順光)



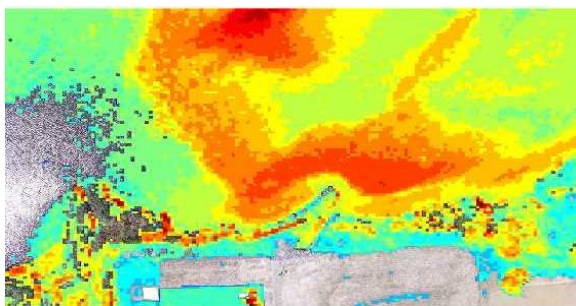
(b) ドローンで撮影した東郷池の赤潮

3. 結果と考察

Fig. 3(a)-(d)に、4種類の解析前の写真と解析後の画像をそれぞれ示す。



(c) ヘリコプターから撮影した赤潮



(d) ドローンで撮影した湖山池の赤潮（逆光）

Fig. 3 解析前の赤潮写真と解析後の画像

全ての画像で見た目には矛盾なく解析をすることができた。(a) (b)はそれぞれ湖山池と東郷池で撮影した優占種の異なる赤潮であるが、どちらもマッピングに成功している。また、(c)はカメラを利用してヘリコプターの窓越しに撮影した画像、(d)は(a)と同じ時期に撮影した逆光画像であるが、これらのような視認しづらい濃淡もはっきり確認することができた。

一方で、(a)のグラウンド、(c)のヘリコプターのフレーム、(d)の駐車場と陸上植物のように、つるり

とした部分も水域と判定され、特に(d)では植物が濃い赤潮と判定されてしまった。これは水域判定に用いる基準が甘いことが原因であり、改善は今後の課題である。

また(b)のように浅く底が見えているような場合には底質も赤潮と誤検出されてしまっている。底質と赤潮をデジタルカメラ画像で区別することは非常に困難であることから、プログラムに頼り切ることなく実際の現場の様子も見ながらプログラムを使用していく必要がある。

4 おわりに

市販の数値計算ソフトウェアを使って、写真画像から自動的に赤潮マッピングを行うプログラムを作成した。この度は、過去の研究[4]から見た目の色合いと赤潮の濃度との間にはある程度の相関があることが分かっているため、写真の汎用性確保のため精度を犠牲にして人間の見た目に沿った濃淡を作成するシステムを作成した。

今後は実際の現地水質データと写真画像のセットを蓄積し、今回作成したプログラムと組み合わせて、精度の向上を図っていきたくと考えていきたく考えている。

5 謝辞

本研究遂行に当たっては、広島大学工学研究科の作野裕司准教授、富士フイルム株式会社の小野修司シニアエキスパート、株式会社NTTドコモの伊藤彰啓氏には様々な助言をいただきました。また航空写真撮影を実施するに当たり、鳥取県消防防災航空センターの山本武史副隊長をはじめとする皆様には大変お世話になりました。厚く御礼申し上げます。

6 参考文献

- (1) 作野裕司ら, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 69, I_551-I_556, (2013)
- (2) 作野裕司ら, 土木学会論文集 B3 (海洋開発) 72, I_964-I_969, (2016)
- (3) Sakuno, Y. et al., Water, 11, 1044, (2019)
- (4) 前田晃宏ら, 日本リモートセンシング学会誌 36, 126-130, (2016)

Research for practical use of water quality observation technology

Akihiro Maeda, Masaki Okamoto, Tetsuro Seiyama, Tomoe Haneda, Tomohiro Naruoka

Abstract

For the purpose of practical use of water quality observation technology, research was conducted with the aim of developing technologies for recognizing water quality abnormalities such as blue-green algae and red tide from digital camera images. As a result of this research, it was possible to create a program for semi-automatically extracting and mapping red tide information from digital camera images.