

アオコとウキクサの管理におけるデジタル画像の活用

鹿児島大学 学生会員 西村昌高 正会員 小橋乃子 安達貴浩

1. はじめに ダム貯水池や河川で、アオコや外来生物の浮草が異常増殖すると、悪臭、景観悪化、固有種生物の駆逐といった水環境上の種々の問題につながることから、水域管理を考える上で、これらの増殖状況を適切に把握することが重要になる。これらの監視は通常、目視によって実施されることもあり、例えばアオコの発生状況を定量評価する手法として、「見た目アオコ指標」が提案されている。しかし、目視による方法は、人為誤差の影響を少なからず受け、広大な領域を対象とすることも難しい。更に、繁茂している植生の違いや面積等の把握が必要となる浮草調査の場合、アオコと同様、複数地点での調査は手間とコストのかかる作業が必要になる。このため、本研究では定点カメラやドローンを用いた広範囲モニタリングへの活用を念頭に、デジタル画像の色情報 (RGB) を用いたより簡便な水環境の評価手法について検討を行った。

2. アオコの発生状況の評価

2.1 解析の概要と結果 霞ヶ浦を対象とした既往の研究より、「見た目アオコ指標」を画像データから判別する場合、G-B値の大小関係からアオコレベル「0・1」「2」「3」「4以上」を判別できることが示されている¹⁾。そこで2018年と2019年にAダム貯水池（以下A湖）で撮影された画像を対象に、同手法がそのまま適用できるか検討を行った。画像を判定した結果、多くの画像において妥当な結果が得られたが、水面に映り込む周辺の風景等によって、判定が影響を受けることが確認された（図-1）。なお、画像のG-B値でアオコの程度が判別できる理由として、ばらつきはあるものの、吉田ら²⁾と同様に、A湖においてもアオコ発生時のChl-*a*とG-B値に正の相関が見られたことが挙げられる（図示省略）。以上を踏まえて、実際にA湖で観測された湖色を基に、色情報が既知となるオリジナルのカラーチャートを作成した。

2.2 映り込みに関する検討 まず始めに、既存の画像から不必要な映り込みを除去できないか検討したところ、映り込む物と水面の色が相互に影響し合い、アオコ判定に用いるG-B値も不規則に変化したことから、撮影後の補正は困難と考えられた（図示省略）。このため、映り込みのない画像で判定を行う必要があるが、山や堤体に囲まれたA湖の場合、周囲の風景が湖面に映り込みやすいという問題があった。そこで次に、PLフィルターを用いる方法について検討を行った。PLフィルターとは、一方向のみに振動する光（これを偏光という）のみを透過させるフィルターのことで、カメラのレンズに装着して使用する。振動方向がランダムな自然光であっても、光の入射面に対して平行なP偏光と垂直なS偏光の合成と見なすことができ、光の入射角 θ （図

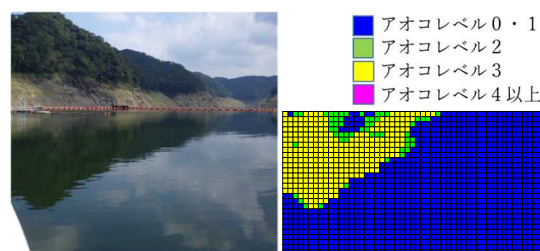


図-1 誤判定の例（2018年8月10日撮影）

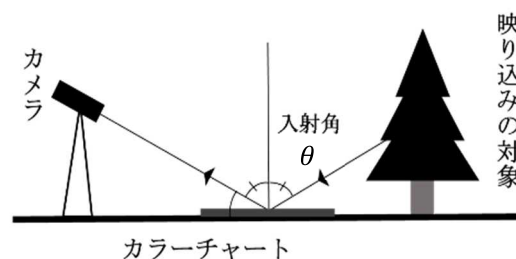
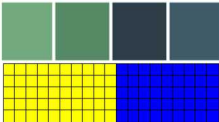
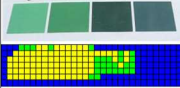
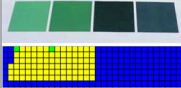
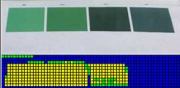
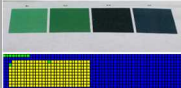
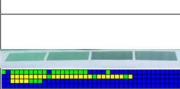
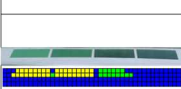


図-2 撮影状況

正しい 判定結果				
θ	PLフィルター未使用	判定結果	PLフィルター使用	判定結果
50°		×		○
60°		×		○
70°		×		○
80°		×		×

アオコレベル 0・1 アオコレベル 2
 アオコレベル 3 アオコレベル 4 以上

図-3 解析画像と判定結果

-2参照) が60度以下であれば、水面で反射するのはほぼS偏光のみになるという特徴がある²⁾。つまりPLフィルターによってS偏光を遮断できれば、反射のない状態を撮影することになる。なお、ここで問題としている映り込みも、同様の原理が適用できる。そこで、上述のカラーチャート表面に入射角50・60・70・80度で模擬的な映り込みを生じさせ(図-2)、PLフィルターの有無がアオコ判定に及ぼす影響を調べた(図-3)。この結果、PLフィルターを使用することによって、入射角が大きくなっても正しい判定が行えることが確認された。このため、遠方を撮影する場合や視点場高を確保できない場合にはPLフィルターを用いた撮影が有効であると言える。ただし、遠景では適切な判定が行えないことも報告されていることから、撮影距離の限界については今後検討していく必要がある。

3. 浮草識別への活用

3.1 解析の概要 ホテイアオイとボタンウキクサが混在して増殖している水域を対象に、画像情報から両者の存在面積比を調べる方法について検討を行った。ドローンにより撮影された画像から二つの植生と水面の色情報の特徴を調べると、R、G、G-B、B-R値において明確な違いが見られたため（図示省略）、閾値にR値とG-B値を使用した。解析にはなるべく明るさに斑のない画像を選択し、さらにその画像から単一の植生群落のみが写った領域を抜き出すことで判定基準を作成した。なお、解析には20×20pixelのRGB値を平均したデータを用いた。具体的な判定手順を図-4に示す。この方法により2020年10月5日と20日にA湖の三地点（地点1，2，3）で撮影された合計9枚の画像を解析し、存在面積比を求めた。

3.2 解析の結果

代表的な解析例として地点1の結果を示す（図-5）。実際に解析した画像と解析結果を比較すると、一部の画像でホテイアオイが若干過小評価されているものの、上記の手法で両植生の判別は概ね正しく行えていることが分かる。撮影面積を変えて解析すると、同地点における両植生の存在面積比は、ホテイアオイに対してボタンウキクサが3~5.7倍とばらつく結果となったが、平均では1:4となった。3km上流に位置する地点2でも同様の結果となったことから、A湖の場合、平均的に見ると、場所にかかわらずホテイアオイとボタンウキクサの存在面積比は1:4であることが推定された。ちなみに、両植生群落毎にコドラート調査を実施し、衛星画像等からウキクサの存在面積を算定することにより、両植生の存在重量を推定することが可能になる。

4. 結 論

本研究の結果、水環境の評価を行う上で、デジタル画像の色情報を様々な場面で活用できる可能性が示された。また、閾値の設定をより細かくし、撮影方法を工夫することで、更なる精度向上も期待できる。

参考文献

- 1) 吉田ら (2018) 土木学会論文集B1(水工学)Vol.74, No.4, I_823-I_828.
- 2) 田所利康・石川謙 (2014)『イラストレイテッド 光の科学』朝倉書店.

ボタンウキクサの基準画像より算出

 $A_{BR}, A_{BG-B} : R \text{ 値, G-B 値の平均値}$ $\sigma_{BR}, \sigma_{BG-B}$: R 値, G-B 値の標準偏差

ホテイアオイの基準画像より算出

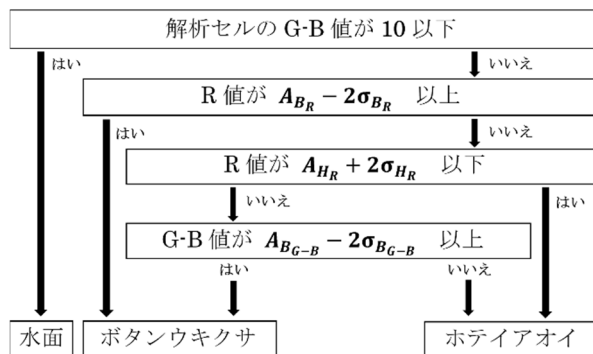
 A_{H_R} : R 値の平均値 σ_{H_P} : R 値の標準偏差

図-4 解析手順の概要

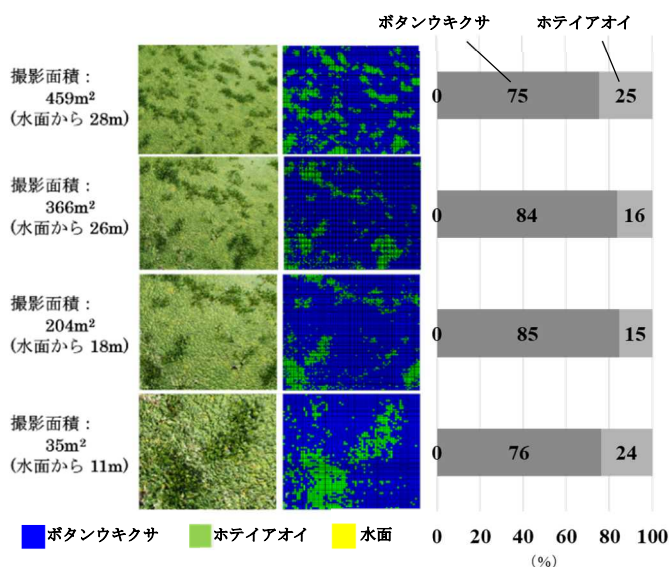


図-5 地点 A における解析結果