

デジタル画像を用いた「見た目アオコ指標」の自動判定の試み

八千代エンジニアリング株式会社

1. はじめに

ダム貯水池や湖沼における富栄養化問題について、曝気循環施設等の浄化対策を行っているものの、未だにアオコやカビ臭の異常発生が確認されている。近年の地球温暖化等の気候変動に起因して、水域の水温上昇や降雨量増加に伴う栄養塩流入により、アオコの原因となる藍藻類の異常繁殖が懸念されている。

現在の湖沼のアオコ管理としては、霞ヶ浦を含め、「見た目アオコ指標」を用いて目視によりアオコレベルを判別、記録することが一般的である。この手法は簡便で日常の巡視の中で行える一方で、人為的誤差が出やすいことや、確認範囲や確認頻度の限界という問題点を抱える。さらには少子高齢化に伴う労働者不足により、今後は日常巡視の負担増加が予想される。

また、衛星画像を用いた、広範囲にわたる水域の Chl.a 濃度推定が多く実施されているが、現段階では日常的な水質管理に衛星画像の利用は少ないことから、日常巡視に伴うより簡素で人為的誤差を排除したモニタリング手法の開発が必要となる。これらの状況を鑑み、デジタルカメラにより撮影されるデジタル画像を用いた「見た目アオコ指標」の自動判定を試みた。

2. 手法

①霞ヶ浦を対象とした現地調査(図-1)を夏季に実施し、デジタルカメラによる水表面撮影と採水サンプルの水質分析(Chl.a等)、目視によるアオコレベルデータを収集する(表-1)。②これらの結果に基づいて、デジタル画像のRGB情報とChl.a・アオコレベルの関係性を明らかにすると共に、アオコレベルの自動判定アルゴリズムを構築する。③管理者が実施した既存のアオコレベル判別データに対して本手法を適用し、本手法の妥当性・汎用性について検証する。

3. 結果

(1) Chl.a・アオコレベルとRGB値の比較

デジタル画像の対象範囲(25pixel×25pixel)のRGB値の各値とChl.a・アオコレベルとの相関関係の検討を行った。ここでのRGB値としては、対象範囲におけるR(赤)値、G(緑)値、B(青)値の平均値、このG値とR値の差(以下、G-R値)、G-B値、B-R値及び比演算G/R値、G/B値、R/B値とした。

これらに対して近似式を当てはめ、得られた相関係数Rを比較した。例として、G-R値、G-B値及びB-R値の検討結果を図-2に示す。その結果、これらのRGB指標の中では、G値及び、G-B値やG-R値の差演算を用いた場合が、Chl.aやアオコレベルとの相関係数が高い(Chl.a:G値は0.836、G-B値は0.728、G-R値は0.801。アオコレベル:G値



図-1 現地観測地点

表-1 調査日と調査項目

日付	時間	天気	地点	撮影枚数	アオコレベル	分析
2017/6/30	10:20 ~10:23	曇	Stn.1	3	0	
7/6	14:19 ~15:54	晴	Stn.2-6	26	0	
7/19	15:52 ~16:46	晴	Stn.7-9	7	0	
8/24	10:43 ~15:12	晴	Stn.10-11	3	0, 2	Chl.a 細胞数
9/10	10:46 ~15:08	晴	Stn.12	14	1,2,3,4,5	Chl.a

は0.728、G-B値は0.821、G-R値は0.805。)ことが明らかとなった。

(2) アオコレベルの判別指標の選定と自動判別手法

(1)の検証を行う際、アオコレベル2以上のデータは多く含まれていたが、アオコレベル0や1は非常に少ないため、アオコレベル0の画像に対するG、G-R、G-B値の累積頻度分布を作成した(図-3)。これより、累積値90%を一つの基準とすると、G、G-R、G-B値はそれぞれ158、25、3となった。これらと(1)で作成した近似式とを比較した結果、G-R値が25の時には近似式によるアオコレベルは2と3の間であった。また、G値は158では、アオコレベル5相当であると確認している。一方、G-B値が3の時には、アオコレベルは1と2の間になっており、三者の中ではG-B値が最も適していることが示唆された。

以上より、G-B値を用いてアオコレベルの自動判定を行う。アオコレベル1は、肉眼でも確認で

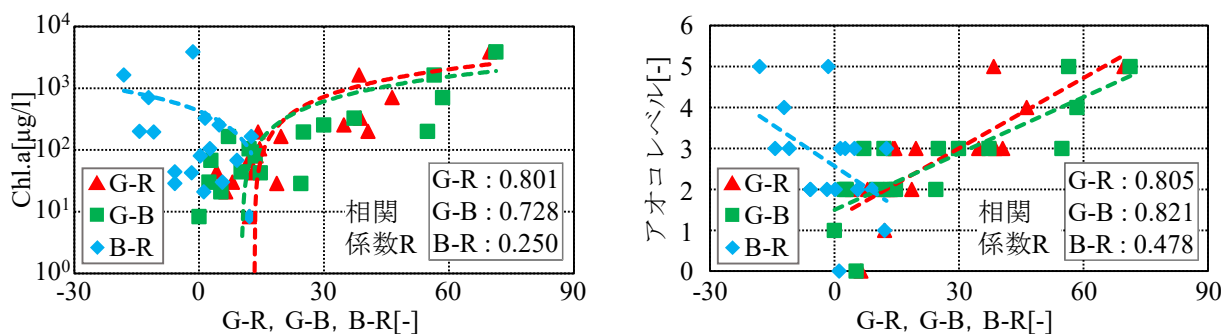


図-2 Chl. a・アオコレベルと RGB 値の相関関係 (図中の点線は各データに対する近似式を示す)

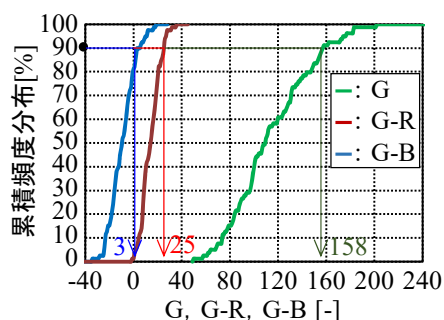


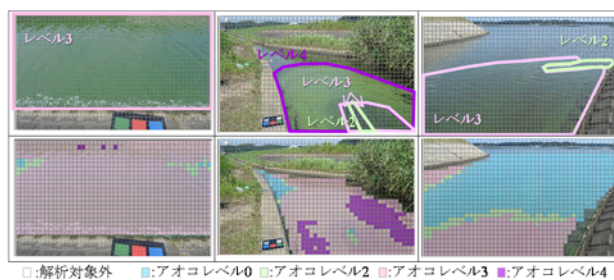
図-3 アオコレベル 0 の累積頻度分布

きないため、アオコレベル 0 と同一ランクとする。また、アオコレベル 4 以上もサンプル数が少ないため、同一のランクとして扱うこととし、アオコレベルを「0・1」, 「2」, 「3」, 「4以上」の 4 ランクに分け、G-B 値の閾値を図-2 より選定すると、それぞれ 2.4, 7.1, 55 となった。以上をまとめると、アオコレベルの自動判別手法としては、以下のとおりとなる。

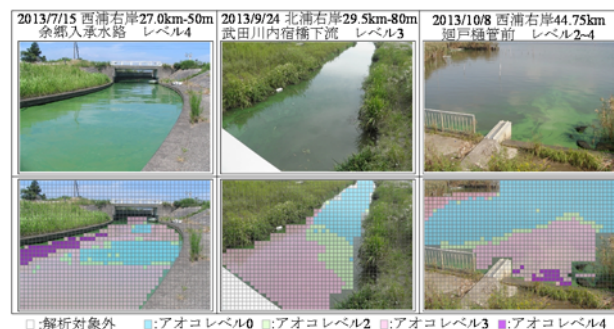
- ①解析対象画像の 25×25pixel の RGB 値を平均する。
- ②G-B 値を求め、閾値 2.4, 7.1, 55 との大小関係より、アオコレベル「0・1」, 「2」, 「3」, 「4以上」を判別する。

(3) 本手法によるアオコレベルの推定結果

本手法により、著者ら及び管理者(国交省・霞ヶ浦河川事務所)の撮影画像に対するアオコレベルの推定を行った結果を図-4 に示す。なお、著者らの画像(同図上段)に対しては、本手法の推定結果はいずれも目視の判定結果と概ね一致している。管理者の画像(同図下段)に対しては、本手法はアオコレベル 3 までは概ね一致する結果が得られた。



(a) 筆者らによる撮影画像



(b) 国交省・霞ヶ浦河川事務所による撮影画像

図-4 アオコレベルに関する目視の判定結果と本手法の推定結果の比較 (上段: 元画像と目視判定結果, 下段: 推定結果)

ただし、アオコレベル 4 に関しては過小評価傾向であり、今後閾値の見直しが必要となる。また、撮影者近傍は概ねアオコレベルを再現できているが、遠方は再現できていない場合が多いことから、画像解析には撮影地点近傍を選定する必要があることが示唆された。

今後は情報を蓄積し、さらなる判定精度の向上や境界条件の検証を行うとともに、実用化に向けて、様々な時間帯での撮影を考慮した光補正などを詳細に検討する必要がある。(文責 岡本佳子)