

過栄養化貯水池におけるアオコの画像解析に関する検討 Study on Image Analysis of Cyanobacteria Blooms in Hypertrophic Reservoir

○尾崎 彰則*, 原田 昌佳**, 長谷川 佳苗***
OZAKI Akinori, HARADA Masayoshi, HASEGAWA Kanae

1. はじめに

湖沼、貯水池等のいわゆる閉鎖性水域における栄養塩類の過剰供給に伴うアオコの発生は、景観悪化、悪臭、利水障害などの問題を引き起こす。アオコを形成する藍藻類の動態については、光合成と呼吸のバランスにより能動的鉛直移動が可能なこと⁽¹⁾、また、早朝で表層に集積し日中で拡散すること⁽²⁾が報告されている。しかしながら、連続かつ長期的な観測および分析が困難なことから、アオコの気象変動等に対する長期的な応答特性については未解明な点が多い。

一方、近年様々なニーズに応じた比較的安価なカメラの普及、また OpenCV に代表される画像処理・解析機能を有するオープンソースライブラリの高度化は、これまで困難であった野外現象の観測および解析を可能にしつつあり、アオコ動態の理解深化への活用も期待される。野外現象の連続画像を扱う場合、気象変動に伴う画像輝度の変化への対応が必要になる。また、連続画像を用いて対象現象を定量化する場合、気象変動に応じた動的な閾値処理による二値化が必要になる。しかしながら、特に連続画像を対象とした動的閾値処理に関する研究事例は少ない。

本研究では、貯水池の局所水面領域を連続撮影した画像を用い、連続画像の動的閾値処理による二値化手法について検討するとともに、二値化画像を用いてアオコの気象変動に対する応答特性について考察した。

2. 研究方法

2.1 観測概要 九州大学伊都キャンパス内の過栄養化貯水池を対象として、2021年10月16日～11月10日の期間、水域代表点における水質定期観測（週2回 8:30～10:00）および局所水面領域の連続撮影（1分間隔）を行った。また、対象水域から約350m北西側に設置された気象観測装置による情報も参照した。なお撮影は、夜間における赤外暗視画像の取得を可能とするトレイルカメラを用いた。対象水域および各観測点の概略を Fig.1 に示す。



Fig.1 対象水域・観測点概略図
Schematic diagram of target pond and observation points

2.2 画像前処理 画像は、Fig.2 に示す前処理

を経て、解析水面領域（2.5 m × 1.6 m）に対するアオコ占有率を定量化することを目的とした二値化を行った。なお、Fig.2 (2) に示す処理は、降雨や吹送流による水面の乱れおよび雲の反射を含む画像を除外することを目的として採用した。

2.3 画像類似度を用いた閾値決定による二値化 動的閾値処理として、移動平均法、領域分割法、判別分析法などが利用されているが、本研究で扱う水面の輝度や状態が変

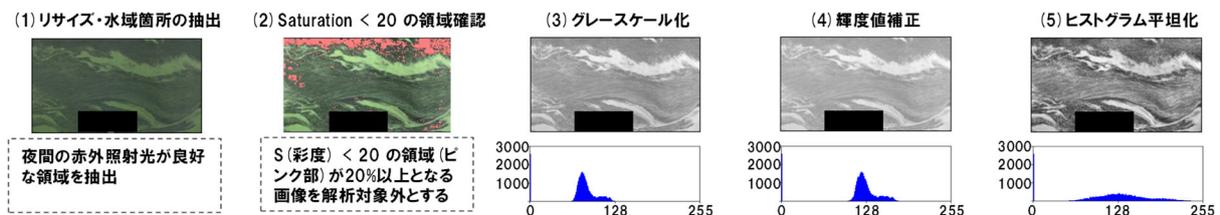


Fig.2 画像解析前処理方法

Preprocessing methods and steps of image analysis

*九州大学熱帯農学研究センター Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University, **九州大学大学院農学研究科 Faculty of Agriculture, Kyushu University, ***九州大学大学院生物資源環境科学府 Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

キーワード：水面画像、画像類似度、二値化

化する連続画像には適用が難しい。そこで、まず、閾値を0~255まで1ずつ増加させ、閾値以上の情報を255、閾値未満の情報を残した画像を合成する。次に、この合成画像と輝度ヒストグラム平坦化後の画像との類似度を正規化相関係数により計算する。この値が0.8を超えた場合の閾値を二値化に適用し、0を水面、255をアオコとすることにより、アオコ占有率を定量化した。Fig.3に二値化処理事例を示す。

3. 観測・画像解析結果

Fig.4に観測結果およびアオコ占有率の時系列変化を示す。アオコ占有率より、解析開始時の10月16日時点ではアオコがほとんどないことがわかる。その後16~17日にかけて降雨が確認されているが、降雨期間前後にアオコは増加している。この傾向は、10月23日前後の降雨でも同様であり、降雨後においてもアオコが水面に残留することを示している。一方、11月8日および9日の降雨後では、アオコが消失していることがわかる。これらの降雨後のアオコ状態の違いは、気象条件や水温条件が関与すると考えられ、特に気温が比較的低くなった11月時点では、10月に比べアオコの密度が低かったことが示唆される。降雨以外によるアオコ占有率の低下は、10月19, 28日, 11月4, 5日で確認できるが、これらの期間以前で風速が高いことから、吹送流によりアオコが分散されたことが示唆される。一方で、10月30日, 11月7, 8日でアオコ占有率が0.8~0.9程度まで増加しているが、これらの期間以前で風速が低いことから、吹送流による乱れの影響を受けないアオコが水面全体に滞留した後に移流してきたと推察される。

なお、総クロロフィル量とアオコ占有率には明確な相関は見られなかった。これは、観測対象水域が過栄養状態であり、総クロロフィル量が総じて高い($10^2 \sim 10^3$ のオーダー)ことから、画像により総クロロフィル量の差異を表現できなかつたと考えられる。

4. まとめ

本研究による画像類似度を用いた閾値決定による二値化により、水面に浮遊するアオコを定量的に表現するとともに、気象変動と水面に対するアオコ占有率の関係について知見を得られた。しかしながら、画像を用いたアオコの密度や状態の検討や、クロロフィル量の評価を目指すためには、さらなる画像解析手法の工夫が必要であり、この点が今後の課題である。

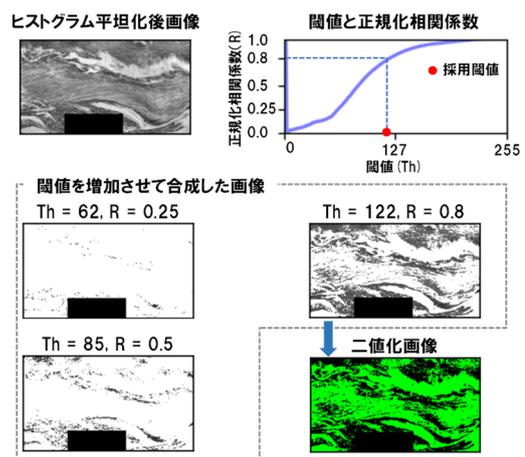


Fig.3 二値化処理事例
Example of image thresholding

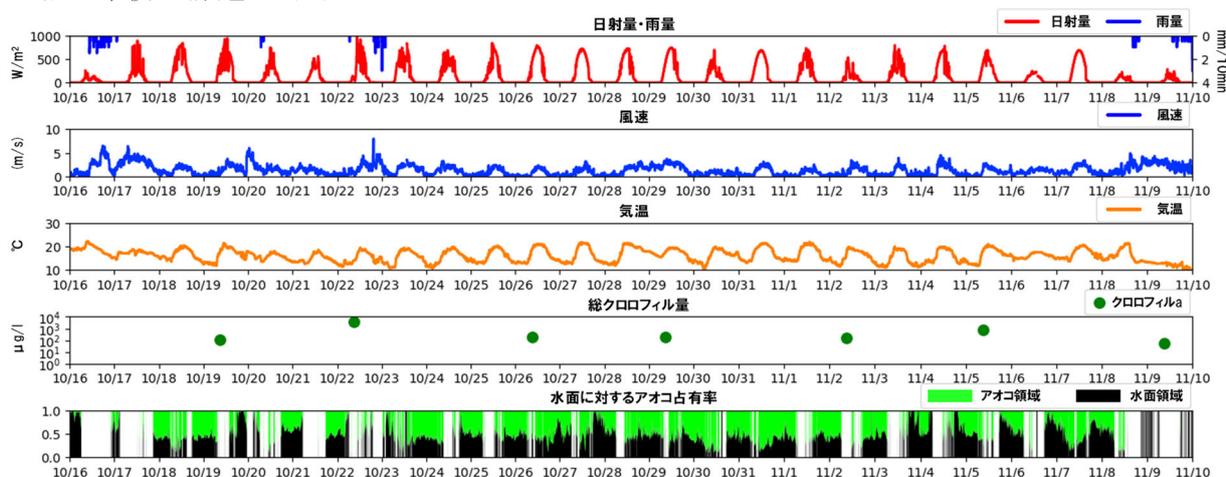


Fig.4 観測結果および水面に対するアオコ占有率の時系列変動

Time series variations of observation results and ratio of cyanobacteria blooms to water surface

<参考文献>

- (1) Takamura, N., Yasuno, M. Sedimentation of phytoplankton populations dominated by Microcystis in a shallow lake, *Journal of Plankton Research*, 10(2), 283-299 (1988)
- (2) Takamura, N., Yasuno, M. Diurnal changes in the vertical distribution of phytoplankton in hypertrophic Lake Kasumigaura, Japan. *Hydrobiologia* 112, 53-60 (1984).