

水質推定における可視域リモートセンシング新指標 VWRI の開発

○長崎大学 学生会員 白石 悠広
 長崎大学大学院 正会員 鈴木 誠二
 長崎大学大学院 非会員 板山 朋聡

1. はじめに

近年、化学肥料からの水中の植物栄養塩の濃度が高まり、様々な場所で発生する富栄養化現象が増加している。富栄養化は農業や林業に問題を引き起こすため、農村地域の河川周辺の雑草は化学物質から非常に大きな人工的影響を受けることが知られている。また、水質の悪化に伴い、底生生物の減少、赤潮の頻発、底質の劣化、酸素欠乏、青潮の発生、魚の減少を引き起こすことが懸念されている。それに伴うさらなる生態系の悪化を招いている。そこで、土地被覆図や水質推定のための指標は必要不可欠であるといえる。土地被覆図は、現在の状況を把握し、自然環境や水資源などを監視する上で、農地、都市部、森林などさまざまな分野の基礎データとして用いられている。(1)～(3)は、頻繁に使用される植生指標である。(1)(2)は赤外画像の活用が必須であること、(3)は、対象が陸上植生であることなどが必要条件として挙げられる。一方、式(4)は、著者が作成した VWRI と呼ばれる式である。本研究では VWRI の水中植生への適合精度を検証する。

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

$$SAVI = (NIR - R) / (NIR + R + L) * (1 + L) \quad (2)$$

$$VARI = (G - R) / (R + G - B) \quad (3)$$

(上記(1)(2)=赤外画像が必要, (3)=陸上植生用)

$$VWRI = (G - B - R) / (R + B + G) \quad (4)$$

(水中可視域植生用のため著者作成)

2. 方法

2. 1 実験機器

試料用容器 (PET ボトルなど)、LED ランプ、ブラックボックス (ボール紙製)、分光光度計、濾過機器、デジタルカメラ、スマートフォンカメラ (iPhone7、Android)

2. 2 調査方法

調査は以下の (1) - (7) の手順で行った。

(1) 試料用容器に採水する。

(採水場所：野田郷池、国見ダム、島原貯水池、小学校の水槽、工場用排水、浦上ダムなど)

(2) A(L)の試料をろ過する。

(3) 上に残ったフィルターに、B(ml)の90%メタノールを加える。

(4) 60℃の温水で、30分間加熱する。

(5) 過熱したサンプルを遠心分離器にかける。(2000回転を15分間)

(6) 分光光度計で、クロロフィルa濃度を推定する。

(7) 以下の式に代入し、クロロフィルa濃度は算出された。

$$Ch-a(\mu g/L) = \{11.6 * (A665 - A750) - 1.31 * (A645 - A750) + 0.14 * (A630 - A750)\} * (B / A)$$

キーワード VWRI, クロロフィルa濃度, ビッグデータ, 環境教育

連絡先 〒852-8521 長崎県長崎市文教町1-14 TEL 095-847-1111

2. 3 クロロフィル解析手法

撮影には、スマートフォンカメラとデジタルカメラを用いた。以下の三つの方法で RGB セル値の平均を出し、最終的にクロロフィル a 濃度を解析した。このとき、RGB の推定には(1)–(3)の方法を試みた。

- (1) ImageJ の RGB 測定機能を用いて、一様な範囲を丸枠で囲んで抽出し RGB 測定を行ったときのセル値平均
- (2) 小学生に一様な部分を 5 点選んでもらいランダムに抽出した RGB 値を 5 で割ったときのセル値平均
- (3) python の HSV 変換によって水の部分を抽出した後、すべての範囲を RGB 測定させたときのセル値平均

ただし、(2) に関しては、被験者である小学生に VWRI を理解してもらうのは数学的教育の側面から非常に困難を極めた。(負の数が出る等) 今回は、ほぼ同じ精度で測れる VWRI の簡易式 $255 + G-B-R$ からグラフを作成し、濃度を推定させた。

3. 結果

3. 1 ImageJ を用いた手動判別

統計解析ソフト r を用いた VWRI (ImageJ による手動計測) とクロロフィル a 濃度の線形回帰式 ($\text{Chl-a} = 1782.7 * \text{VWRI} + 595.8$) の決定係数 (R^2) は 0.9743 となった。また p-value も $2e-16$ と十分小さかった。したがって、VWRI の値を求めればクロロフィル a 濃度が高い精度で算出できることが分かった。(図 1)

3. 2 小学生を被験者におこなったデジタルカメラによるクロロフィル a 濃度の推定

全員が予想されたクロロフィル a 濃度の値を算出することができた。したがって、本研究における VWRI (簡易式) は数学を習っていない子供などにおいても活用が可能であるといえる。

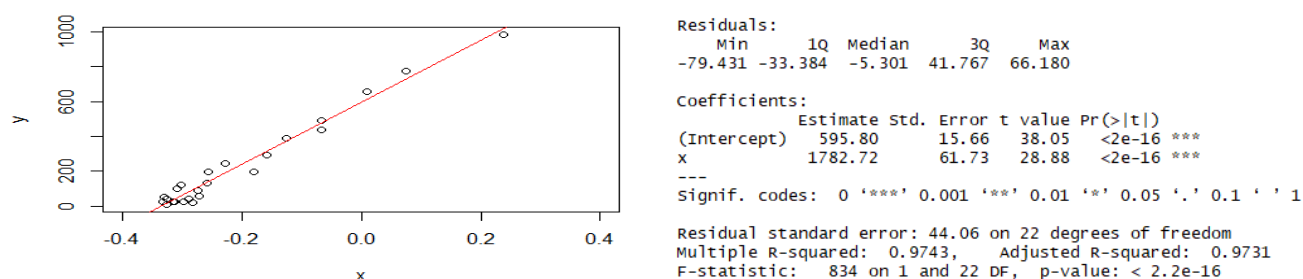


図 1 VWRI と chl-a 濃度の相関

3. 3 Python を用いた自動計測

VWRI の係数は $\text{Chl-a} (\mu\text{g/L}) = 1481 * \text{VWRI} + 6$ の a と b の値は大きく変化したものの、決定係数 (R^2) = 0.9887 に大きな変化はなかった。

4. 考察

4. 1 VWRI によるクロロフィル算出の精度判定

いずれの場合も決定係数は 0.97–0.99 であったことから極めて精度が高いといえる。

4. 2 RGB 測定方法

ImageJ や Python によって、傾きと y 切片が変化するため RGB 測定方法を一定にする必要がある。

4. 3 ビッグデータの構築

VWRI やその簡易式は精度が極めて高いことから、日本全国の小学生、中学生が環境教育の一環としてクロロフィル濃度の推定を行えば、ビッグデータとして活用でき、途上国の水問題に寄与できると推測できる。