

## デジタルカメラによるため池の COD 計測の可能性 Possibility of COD Measurements in Irrigation Ponds Using a Digital Camera

○中桐貴生\* 大沢睦樹\*\* 堀野治彦\* 櫻井伸治\* 林 友紀\*

○Takao NAKAGIRI\*, Mutsuki OSAWA\*\*, Haruhiko HORINO\*, Shinji SAKURAI\*, Yuki HAYASHI\*

**1. はじめに** 湖沼, 河川, 海洋など様々な水域の環境保全を図るには経時的な水質モニタリングをなるべく高頻度で行うことが望ましい。しかし, コストや手間などの制約から, 本来必要なモニタリングでさえ, 実際には十分になされていない水域も少なくない。筆者らは, この問題に対処すべく, 市販のデジタルカメラを用いた水質評価の可能性について検討を行っている。これまでに, 水中の有機成分量(COD)と近紫外波長域での吸光特性には明確な相関が認められ, さらに複数のため池において近紫外撮影した水面画像のデジタル値( $DN_{NUV}$ ; 後述)と池水の COD の相関を調べると, 撮影日によっては高い相関を示すケースが見られた(林ら, 2012)。ここでは, こうした高い相関特性の再現性を確認するための追加調査と,  $DN_{NUV}$  の基準化による COD との相関性の向上についての検討結果について報告する。

**2. 調査方法** 12/5/26~12/26 の晴天日または曇天日にのべ 18 回, 堺市中百舌鳥地区周辺にある 6 つのため池を対象に水面の近紫外画像の撮影を行い, 同時に水面付近で採取した水の COD 分析を行った。撮影の際, カメラ(Nikon D70)のレンズ(AF Nikkor 24mm f/2.8D)に特定波長域(309~398nm)のバンドパスフィルタ(NS-Lighting 社 U-360)を装着し, ため池脇で水面をなるべく広く映せる場所にカメラを三脚で水平に設置した。得られた画像から PC を使ってため池の水面部分のみを切り出して各ピクセルの RGB パターンを抽出し, B のデジタル値を対象ピクセル全体で平均したものを近紫外画像データ( $DN_{NUV}$ )とした。また, 10/5・26, 11/8・9, 12/6・26 においては, スペクトロメータ(オーリー社 PS-300-S)を用いて波長別日射量(300~1000nm, 0.5nm 間隔)も測定した。その際, 測定値が最大となる角度に日射センサーを固定し, カメラのシャッターを切ったのとほぼ同時刻の値を PC で記録した。記録された波長別日射量のうち 309~398nm 間の積算値を近紫外日射量  $I_{NUV}$  とし基準化に供した。得られた  $DN_{NUV}$  あるいはそれを後述の 2 つの方法により基準化した指標( $DN'_{NUV}$  および  $DN''_{NUV}$ )のそれぞれについて, ため池水の COD との相関特性を調べた。

### 3. 結果及び考察

(1)  $DN_{NUV}$  と COD の相関特性  $DN_{NUV}$  と COD の線形回帰式の傾きと切片および相関係数を撮影日ごとに整理した。このうち, 日射量の計測を行った日の結果(6 例)を **Table 1** に示す。今回の追加調査においても, これまでの調査と同様に比較的高い相関を示すケースが見受けられた。ただし, 一方で, 相関係数が小さな値あるいは負の値となるケースも見られた。こうした相関係数の値におけるばらつきは日射量が時々刻々変化することが  $DN_{NUV}$  に影響を及ぼしたためと推察した。

(2) 日射量による  $DN_{NUV}$  の基準化 上記の影響を緩和させるために, 近紫外日射量  $I_{NUV}$  を用いて撮影日ごとに式(1)により  $DN_{NUV}$  の基準化を行い COD との対応関係を調べた。

$$DN'_{NUV} = DN_{NUV} \times \frac{I_{\max}}{I_{NUV}} \quad \dots (1)$$

ここに,  $DN'_{NUV}$ : 基準化後の  $DN_{NUV}$ ,  $I_{\max}$ : 同一撮影日内での最大  $I_{NUV}$

\* 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 Grad. School of Life and Environmental Sciences, Osaka Pref. University

\*\* 紀陽銀行 Kiyo Bank キーワード: デジタルカメラ 近紫外画像 COD

**Table 1** Correlation between  $DN_{NUV}$  and COD before and after normalization

Date	Before normalization			After normalization		
	Grad.	Int.	R	Grad.	Int.	R
5 <sup>th</sup> Oct '12	1.07	-82.0	0.59	0.14	-8.0	0.99
26 <sup>th</sup> Oct '12	0.37	-34.4	0.79	0.22	-18.9	0.62
8 <sup>th</sup> Nov '12	-0.29	41.1	-0.35	0.03	4.2	0.32
9 <sup>th</sup> Nov '12	0.12	1.6	0.59	-0.06	21.8	-0.79
6 <sup>th</sup> Dec '12	-0.35	63.1	-0.62	0.27	-42.9	0.99
26 <sup>th</sup> Dec '12	0.24	-28.4	0.97	0.42	-64.8	0.93
SD	0.58			0.12		

Note: R is correlation coefficient. SD is standard deviation.

SD was calculated except for cloudy days.

基準化後に得られた各係数の値についても **Table 1** に示すが、6 例中 4 例で基準化前に比べ相関係数が大きくなったり(または大きな値を維持)、負から正に転じたりするなど、相関性の向上が見られた。しかし、11/8 及び 11/9 の 2 例については値が小さいあるいは負という不自然な状態のままであった。この両日はともに曇天日(他は全て晴天日)であったことから、 $I_{NUV}$  が極端に小さかったことがその主な原因として考えられる。見方を換えると、晴天日に限定すれば、 $DN_{NUV}$  を基準化することで、COD との相関が概して高くなったと捉えることもできる。また、曇天日を除く 4 例について回帰式の傾きの標準偏差を基準化前後で比較すると、基準化後のそれは、基準化前の約 1/5 に縮小した。このことは、基準化によって、撮影日が異なる、すなわち日射状況が比較的大きく異なる場合でも類似した傾きを持つ回帰式が得られるようになったことを意味する。なお、撮影の際、カメラの絞り値とシャッター速度の設定をその日の明るさに応じて経験的な判断で適宜変えており、カメラへの入射光量は全撮影日で厳密には一定ではない。したがって、このことが基準化後においてもなお回帰式にばらつきが見られた原因の 1 つとして考えられる。

(3) **上空の近紫外画像による  $DN_{NUV}$  の基準化** スペクトロメータによる日射量計測を要する点は、本研究目的の見地からすると望ましくない。そこで、撮影時における日射量の情報を簡便に得る手段として、ため池の近紫外撮影時に一緒に画像に写り込んだ上空部分を利用する方法を考えた。雲の少ない晴天日(計 9 日)に撮影した画像データを対象に、画像内の上空部分から水面の時と同じ要領で  $DN_{NUV}(=DN_{SKY})$  を抽出し、式(2)により  $DN_{NUV}$  の基準化を行って、COD との対応関係を調べた。なお、 $DN_{SKY}$  抽出の際、太陽に比較的近い上空部分の画像は輝度のムラが大きいため、なるべく均質な画像が得られるよう、太陽から離れた部分を切り出した。

$$DN''_{NUV} = \frac{DN_{NUV}}{DN_{SKY}} \times 255 \quad \dots (2)$$

ここに、 $DN''_{NUV} : DN_{SKY}$  による基準化後の  $DN_{NUV}$

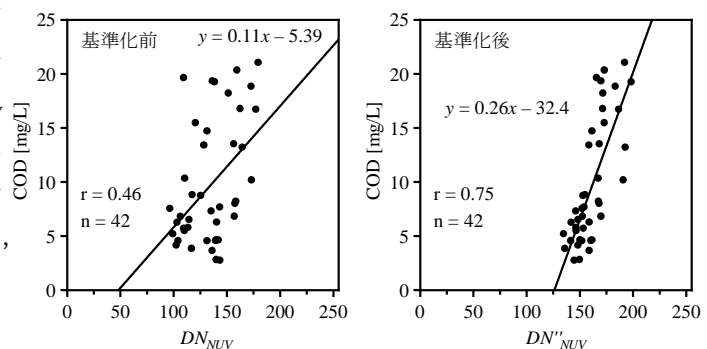
まず、撮影日別に求めた  $DN_{NUV}$  と COD の相関係数の平均値を基準化前後で比較すると、基準化前では 0.87 であったのに対し、基準化後では 0.91 と高くなった。また、共分散分析の結果、基準化前では撮影日別の回帰式間に有意差(1%水準)が認められたのに対し、基準化後では有意差が認められないという結果となった。このことから、ここで提案した基準化の方法も有効と判断され、また基準化によって、撮影日が異なっても一意的な回帰式が得られる可能性も見出された。

そこで、基準化前後それぞれについて、対象とした全データを座標上にプロットし、線形回帰分析を行った結果を比較してみたところ(**Fig.1**)、基準化によってプロットのばらつきが小さくなっている様子が示され、さらに、基準化後に得られた回帰式には統計的有意性(1%水準)も認められた。

**4. おわりに** COD と近紫外画像から取得した  $DN_{NUV}$  の線形回帰関係におけるばらつきは、日射量による影響を受けるが、晴天日なら撮影時の日射量に関する情報を用いて基準化すれば、その影響がある程度除去され相関性が向上し、一意的な回帰式が得られる可能性もあることがわかった。すなわち、デジタルカメラによるため池の COD 計測の可能性が示されたと考えられる。

今後の課題として、カメラのシャッター速度や絞りといった設定条件の違いによる近紫外画像への影響についても検討する必要がある。また、今回の調査では、COD に寄与する水質成分が比較的類似していると思われる近傍に立地するため池を対象としたが、ここで検討している評価手法の実用化ならびに汎用化に向けて、水質成分が比較的大きく異なるため池や他の水域を対象にした検討も必要となろう。

引用 林ら:デジタルカメラ画像によるため池水質評価に関する可能性の検討, 第 69 回京都支部講演要旨, 92-93, 2012



**Fig.1** Improvement of the correlation between  $DN_{NUV}$  and COD by normalization of  $DN_{NUV}$  with  $DN_{SKY}$