

水の光学特性によるため池の水質定量評価の可能性 Possibility of water quality assessment in irrigation ponds using optical characteristics of water

○中桐貴生* 北中玲加** 堀野治彦* 櫻井伸治* 遠藤良輔*

○Takao NAKAGIRI*, Reika KITANAKA**, Haruhiko HORINO*, Shinji SAKURAI*, Ryosuke ENDO*

1.はじめに 近年、農地の宅地化が進んだ地域にあるため池において、流入汚濁負荷の増大による水質悪化への対策が求められたり、親水公園としての利用化等を契機に身近な水辺空間という観点からの水質保全が期待されたりするようになってきた。水域の適切な水質管理を行うには、ある程度の頻度での水質モニタリングが望ましいが、上水としても利用されるような場合を除いては、経費や時間、労力の関係上、定期的なモニタリングがなされているケースはあまり見られない。本研究では、ため池水の光学(吸光, 反射, 蛍光)特性と水質の関係を利用した新たな省力的水質測定の可能性について検討した。

2.研究方法 水質指標の中で社会的関心が比較的高く、また過去の研究において紫外域吸光度との相関が比較的高いという結果の得られた有機汚濁に着目することにした。大阪府立大学中百舌鳥キャンパス(堺市)周辺の6ヶ所のため池(Fig.1のP1~P6)で2017/8/16~12/7の間に、約1ヶ月間隔で計5回採水し、得られた30サンプルの原水と濾過水(原水を0.6 μmのガラス繊維濾紙で濾過したもの)について、COD及びTOCを分析するとともに、吸光度、反射光強度、蛍光度を測定し、各種有機物指標と光学特性の関係を調べた。各光学指標の測定条件はTable 1に示すとおりである。なお、反射光強度は、蒸留水に対する同波長での測定値で除した相対値とした。

また蛍光度は、まず純水の測定値をブランクとして全ての測定値から差し引いた後、50 μg/Lの硫酸キニーネ溶液(0.1NH₂SO₄溶液)における励起波長350 nm、蛍光波長450 nmでの蛍光強度で基準化した。

3.結果と考察

(1)吸光度と水質の関係 各池水の吸光度には、Fig.2に示すような差が見られ、波長別吸光度と各水質項目との相関を調べると(Fig.3)、TOCでは240 nm(以下、A₂₄₀と表記)以上での吸光度で安定して高く、A₃₁₀とA₉₆₀の付近でやや低か



Fig.1 Location of targeted irrigation ponds

Table 1 Condition of measurement

吸光度	測定波長: 190~1100nm 波長間隔: 1nm
反射光強度	220~750nm(5nm間隔)の各照射波長 に対する同波長での受光強度
蛍光度	励起波長: 220~750nm 蛍光波長: 220~900nm 測定間隔: 励起, 蛍光とも5nm

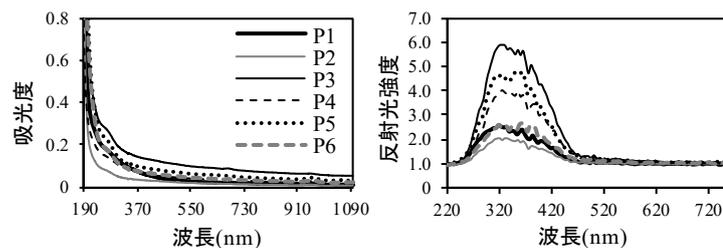


Fig.2 Optical characteristics of water in each irrigation pond

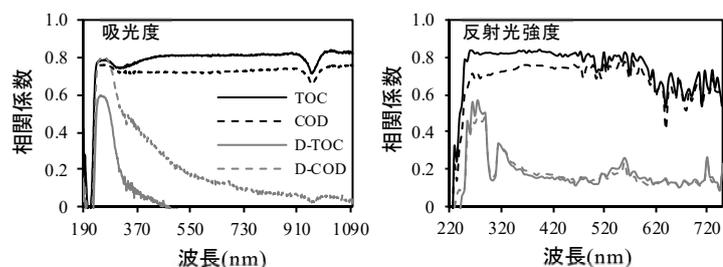


Fig.3 Relationship between optical characteristics and water quality

* 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. Univ.

** 農林水産省農村振興局 Rural Development Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

キーワード: ため池, 水質, 定量評価

った。また、COD との相関は A₂₆₀ 付近で最も高く、相関係数は 0.75 以上となり、A₉₆₀ 付近でやや下がったものの、A₂₄₀~A₁₁₀₀ の広い範囲で、TOC ほどではないが、依然高い相関が安定的にみられた。一方、濾過水では、TOC、COD とも A₂₆₀ 付近で相関係数が最大となり、波長が長くなるにつれて低減した。原水と濾過水におけるこれらの違いから、可視光以上の波長での吸光度は懸濁性有機物の影響が大きいと推察された。

(2)反射光強度と水質の関係 各池水の反射光強度を波長別に整理すると(Fig.2), 250~470 nm の波長域で池ごとの反射光強度の差が顕著となり、吸光度と同様に、各水質項目別に相関を調べると(Fig.3), TOC は 250~500 nm の反射光強度(以下、R₂₅₀~R₅₀₀ と表記)で、COD は R₃₅₀~R₄₇₀ で高い相関がみられた。一方、およそ 500 nm 以上の波長域では、吸光度と異なり相関は低く不安定となった。濾過水では、TOC、COD ともに R₂₆₀ 付近で水質との相関がやや高いものの、吸光度と同様に波長が長くなるにつれて低減する傾向がみられた。

(3)蛍光度と水質の関係 各池水の蛍光度を波長別に測定し、それぞれ TOC との相関係数を調べると(Fig.4), 励起波長 290 nm, 蛍光波長 340 nm 付近の領域で高くなる傾向がみられた。これは COD についても同様であった。水質項目との相関が高かった波長域は、クロレラやユグレナといった植物プランクトンが蛍光を発する波長域と一致しており、これらの影響を受けていると思われる。

(4)定量評価の検討 TOC 及び COD の各光学指標との単回帰式による推定精度について、池別と池全体とで検討した。まず、池別にみた場合、Table 2 に示した蛍光度での例のように、いずれの光学指標も TOC に比べ、COD との相関が総じて高く、相関係数の値が 0.9 以上となる場合もみられた。光学指標間で比較すると、蛍光度はどの池とも相関が比較的高かった。なお、とくに反射光強度または蛍光度による COD 推定では、P4 を除けば、RMSE が最大でも 1.4 mg/L 程度と小さく、湖沼の COD 環境基準の類型化に資するおよその評価であれば推定回帰モデルは利用できる可能性がうかがわれた。

次に、全データを統合すると、池ごとに回帰式が比較的大きく異なったため、池別では総じて高い相関がみられた蛍光度(励起波長 290 nm, 蛍光波長 340 nm)でも、Fig.5 に示されるように、実測値と回帰式で求めた推定値が大きくずれるケースもみられた。なお、3 つの光学指標を考慮した重回帰分析の検討も行ったが、光学指標間の相関が高く、多重共線性の問題が発生し、妥当な回帰式が得られなかった。

4. おわりに これまでもいくつかの報告がなされている水中の有機物量と紫外域吸光度の関係に加え、反射光強度および蛍光度でも TOC および COD との間に明確な関係性が確認できたことから、各光学指標による有機物含量の定量評価の可能性が示されたといえる。しかし、実用化に向けた精度向上のためには、より多くの現地調査を行い、更なる検討が求められる。

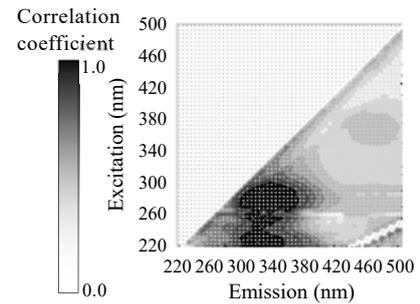


Fig.4 2D map of correlation coefficient generated from both fluorescent excitation-emission matrices and TOC in the irrigation ponds

Table 2 Estimation accuracy of TOC and COD using fluorescence of pond water

ため池	平均値(mg/L) (標準偏差)		相関係数		RMSE (mg/L)	
	TOC	COD	TOC	COD	TOC	COD
P1	2.7 (0.5)	3.9 (1.4)	0.41	0.52	0.5	1.2
P2	3.9 (0.7)	3.4 (0.4)	0.67	0.88	0.5	0.2
P3	4.1 (0.7)	6.4 (0.9)	0.64	0.93	0.5	0.3
P4	9.0 (3.8)	10.8 (3.5)	0.96	0.75	1.1	2.3
P5	3.7 (0.8)	4.7 (0.5)	0.03	0.83	0.8	0.3
P6	8.1 (1.1)	9.9 (1.8)	0.49	0.86	0.9	0.9
全体	5.3 (2.9)	6.5 (3.4)	0.84	0.82	1.6	1.9

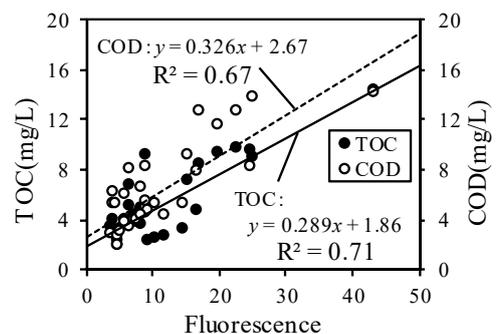


Fig.5 Regression lines between water quality indices (TOC, COD) and fluorescence