

河川の有色溶存有機物(CDOM)に関する基礎的検討

鹿児島大学 学生会員 侍園蒼 正会員 安達貴浩 小橋乃子

1. はじめに 有色溶存有機物(Colored Dissolved Organic Matter:以下 CDOM)は短波長の光を吸収するという光学的性質を有しており、一般的に腐植物質に代表される天然由来の難分解性物質により構成されている¹⁾。海域の CDOM 値は小さく、また CDOM は陸域由来であるため、CDOM と塩分との間に見られる負の相関関係と、衛星の海上センサーによって測定された CDOM を用いて沿岸域の塩分分布が推定されている²⁾。その一方で、発生源である河川を対象にした CDOM 研究はほとんど見られないことから、著者らは鹿児島湾流入河川を対象に調査を行い、河川の CDOM は時期や河川によって異なること、易分解性有機物も含む可能性があること等を報告している³⁾。しかし、CDOM の時間的変化を定量評価するモデルがないことが課題として残っていた。そのため本研究は、鹿児島湾に流入する 3 河川を対象に CDOM 負荷を評価する L-Q モデルの作成を試みた。更に、河川毎に CDOM 特性が異なる理由を調べる目的で、水田や山地を模擬した実験を行った。

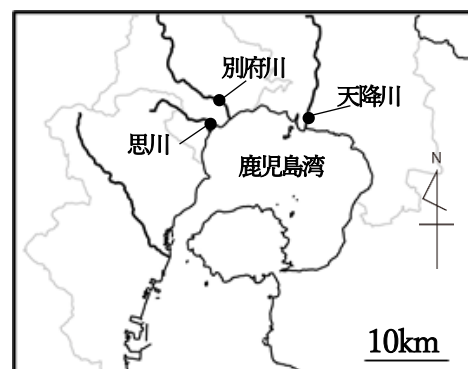


図1 採水地点の概略図
(国土地理院のデータより作成)

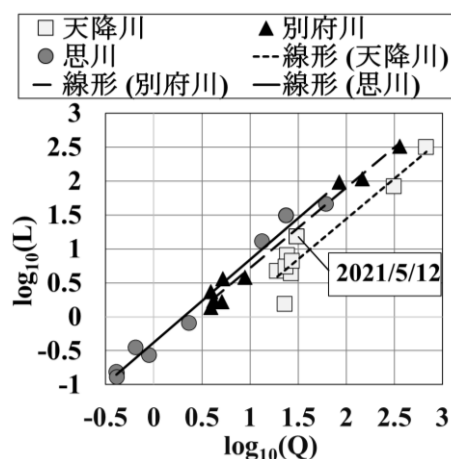
2. 計測方法 サンプル水を孔径 0.2 μ m のフィルターでろ過し、紫外可視分光光度計を用いて計測した吸光度から、以下の式を用いて CDOM を算出した⁴⁾。

$$\text{CDOM} = 2.303 \times \text{OD}/L$$

ここで、OD は 440nm の吸光度から 750nm の吸光度を引いた値、L は計測セル長(0.1m)である。なお、現地調査によって得られたサンプル水は冷蔵保管し、採水当日中に分析を終わらせた。

3. L-Q モデルの構築 3.1. 観測の概要 鹿児島湾に流入する天降川、別府川、思川の 3 河川を対象に(図 1)、2020 年の 6 月から 2021 年 5 月にかけて出水時を含むサンプル水を取得し、CDOM を計測した。なお、採水したサンプル水には海水が含まれていないことを確認している。また、参考のために河川周辺の水田等の水も採取し、CDOM の測定を行った。

3.2. L-Q モデル 2016 年に実際に計測された水位と流量の関係から H-Q 式(水位流量曲線式)を作成し(鹿児島県のデータを使用)、採水日の水位から流量を求めた。また、求めた流量と CDOM 値から負荷量を算出し、流量と負荷量の関係を定式化(L-Q モデル)した(図 2)。この結果、今回調査した流量の範囲では、3 河川とも流量の増加に伴って CDOM 負荷量も増加することが分かった。なお、平水時の天降川のデータは他の 2 河川のデータに比べてばらつきが大きくなっているが、2021/5/12 については流量推定の誤差による可能性が高いことを確認している。また、流域が近い思川と別府川の L-Q モデルは類似しているのに対し、天降川は異なる傾向を示すことが確認できる。このような違いが生じる要因を調べるために、各河川の周辺で採取したサンプル水の CDOM 値を図 3 に示す。また、ここには参考のため、同一地点で採水日が異なる水田(さつま町)の結果と、3 河川で得られた CDOM の最大値(天降川、別府川、思川: いずれも 2021/5/12)も併せて示している。これを見ると、別府川周辺でサンプリングした水田(別府)の CDOM の値は各河川水の最大値と比べても倍以上高い値を示したが、同一地点の値(水田(さつま町))であっても採水のタイミングによって値が大きく異なることが分かった。



	L-Q式	決定係数
天降川	$L = 10^{-0.929} Q^{1.187}$	$R^2 = 0.892$
別府川	$L = 10^{-0.464} Q^{1.184}$	$R^2 = 0.982$
思川	$L = 10^{-0.380} Q^{1.223}$	$R^2 = 0.984$

図2 各河川の L-Q モデル

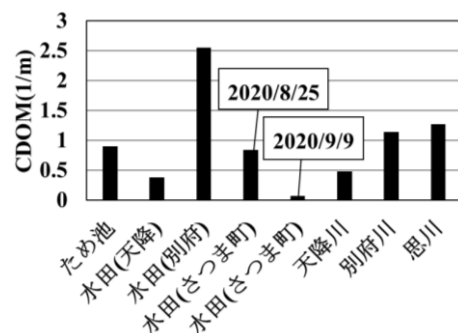


図3 水田・ため池等の CDOM

4. 水田や山地を模擬した実験 4.1. CDOM の溶出実験 前述のように、水田の水の CDOM は河川よりも高くなる場合があり、CDOM の供給源になる可能性が考えられた。そのため、天降川の近傍にある水田からイネと泥を入取し、模擬水田において CDOM の溶出実験を行なった。具体的には、①イネ有の泥に水を加えたもの(以下、イネ)、②水田の泥のみに水を加えたもの (以下、泥)、③水のみ(以下、水)の3つの容器を用意し(図4)、2021年10月から2021年11月までの間に3~10日に1回程度の頻度で採水し、それぞれの CDOM を計測した。分析用のサンプリングや蒸発散等で減少した水量については、実験に影響を与えないようなタイミングで水道水を補給した。また、イネ有の泥については個体差を考慮して2株(A株、B株)に対し実験を行なった。

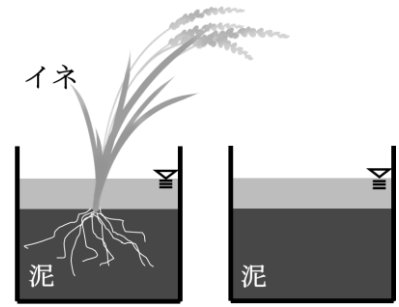


図4 実験状況の模式図

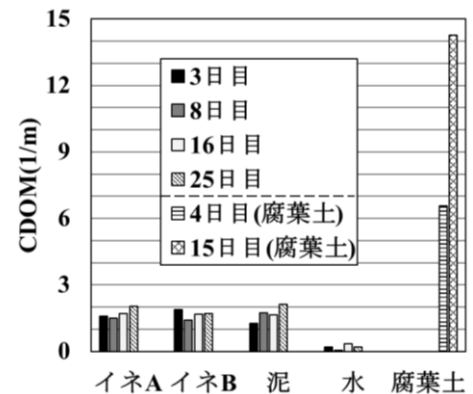


図5 CDOM の溶出実験

4.2. CDOM の短期溶出実験 上記の実験結果から泥や腐葉土の影響を受けた水の CDOM が高かったことから、より短期的な CDOM の溶出について実験を行なった。泥と腐葉土に水を添加する際に、比較的速いスピードで水を加えた実験 (case1)と、濁りが発生しないように時間をかけて水を加えた実験 (case2)を行なった。水を入れ終わった時点で分析用のサンプリングを行い、この時を初期として1時間の間の CDOM の時間変化を調べた(図6)。ただし、case2 については追加で1~3日のデータも取得した。なお、サンプリングする度に水の量が減ることになるが、ここでは水は追加せず水分の減少分を考慮して CDOM の値を補正した。case1 と case2 を比較すると、比較的速いスピードで水を加えた case1 の腐葉土の CDOM は給水直後が最も高く、その後時間と共にむしろ減少した。水をゆっくり追加した case2 ではこのような極端な CDOM 上昇が見られなかったことから、case1 では有機物を含む土が水の加入によって巻き上げられたと考えられる。その他の結果については、いずれも水を追加した後の60分間で CDOM に大きな変化は見られなかったが、case2 の腐葉土に関しては1日後に CDOM が大きな値を示した。以上の結果をまとめると、枯死した高等植物を含む水田や腐葉土のような土壌に1日程度以上水が接触・滞留すると、CDOM が上昇し、その水が流出すると河川の CDOM が高くなると推定される。このため、河川周辺の土地利用や土壌環境が河川の CDOM 特性に影響を及ぼすものと推測され CDOM の動態把握のためには、降雨の滞留・流出プロセスを考慮した検討が必要と言える。

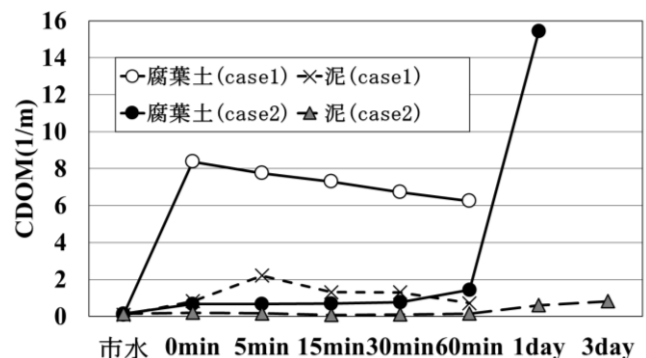


図6 CDOM の時間変化

5. 結論 本研究により、鹿児島湾北湾に流入する主要河川の CDOM に対して L-Q モデルが適用可能なことが示された。また、水田や山地を模擬した CDOM 溶出実験から、土壌の性質や水中への混入の程度、水中での滞留時間によって CDOM の値が影響されていることが示唆された。

5. 結論 本研究により、鹿児島湾北湾に流入する主要河川の CDOM に対して L-Q モデルが適用可能なことが示された。また、水田や山地を模擬した CDOM 溶出実験から、土壌の性質や水中への混入の程度、水中での滞留時間によって CDOM の値が影響されていることが示唆された。

参考文献 1) J.T.O. カーク (山本民次訳), 水圏の生物生産と光合成, 恒星社厚生閣, 2002, 2) 作野裕司, リモートセンシング技術による汽水域における塩分推定の試み, 水環境学会誌 Vol.42 (A) No.5, 169-173, 2019, 3) 東佳樹, 河川の溶存有機物 (CDOM)に関する基礎研究, 令和2年度土木学会西部支部研究発表会講演概要, pp147-148, 2021, 4) C. E. Binding and D.G. Bowers, Measuring the salinity of the Clyde Sea from remotely sensed ocean colour, *Estuarine Coastal and Shelf Science* S7, 605-611, 2003