

VII-83

反射吸光度法を用いた紫外吸光度と河川水の有機物関連指標との関係

建設省土木研究所 河川環境研究室 正会員 中村圭吾
同 上 正会員 島谷幸宏
同 上 正会員 西岡昌秋

1. はじめに

河川や湖沼の水質指標は、測定に際して特殊な技術や装置を必要とする。このため、測定には多くの時間とコストを必要とする。また、個々の指標は、水質のある一面のみを表すものであるため、水質の総合的な判断を下すためには、数多くの指標を測定する必要がある。本研究では、既往の水質指標とは異なり、低コスト・短時間で測定でき、かつ水質を総合的に理解できる指標の確立を目的としている。

河川水中に含まれる様々な物質が、特定の波長帯で光を吸収することが知られている。この性質を利用して、試薬を添加し発色させた後、セル中に光を通して、河川水質を測定する方法がよく用いられている。光を透過させて測定した吸光度は透過吸光度と呼ばれている。

一方、本研究で用いた方法は、水中に光を透過させるのではなく、ろ紙上の残留成分に光を当て、その散乱光を測定する方法である。これを透過吸光度に対して反射吸光度と呼ぶ。既往の研究では、可視光帯である、400nm～800nmの間の反射吸光度の積分値（総吸光度と呼んでいる）と濁度、670nmの反射吸光度から750nmの反射吸光度の値との差分とchl-a濃度に強い相関関係が見られることが分かっている¹⁾。また、透過吸光度においては、紫外部の吸光度とCODの様な有機物指標との間に一定の関係があることが分かっている²⁾。そこで、本研究においては、反射吸光度法による紫外部の吸光度と化学的水質指標との関係を調べた。

2. 反射吸光度法

反射吸光度測定の作業を以下に示す。

(1) 採水試料を一定量吸引ろ過する。ろ紙は、ガラス繊維ろ紙:Whatman GF/B(公称孔径1μm)を用いている。ただし、適切なろ過量は河川の水質により異なる。

(2) ろ紙を100℃で2時間乾燥させる。

(3) 乾燥させたろ紙の吸光度を、積分球付き分光光度計（島津 UV-2200A）で測定する。こ

のとき、測定する波長帯は、220nm～850nmの範囲で、波長の間隔は0.5nmである。

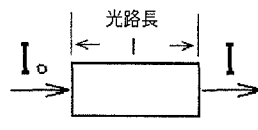
吸光度とは、光の減衰を規定する Lambert-Beer の法則から、

$$E = \log(I_0/I) = \varepsilon c l = k l \quad (1)$$

で表される。

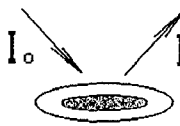
ここで、 I_0 : 入射光強度、 I : 光路長 l だけ進行したときの光強度、 ε : 吸光係数、 c : 物質濃度、 l : 光路長、 k : 消散係数である。

透過吸光度を測定するときの光路長 l は通常1cm～10cmが用いられる場合が多い。一方、反射吸光度法では、ろ紙上の光の反射率を測定している（図-1、図-2参照）。反射吸光度法では Lambert-Beer の法則は厳密には成立しない。そこで、同一の採水試料でろ過長を変化させて反射吸光度を測定し、その変化を



$$E_s = k_s l = \log(I_0 / I)$$

図-1 透過吸光度



$$E_f = k_f l = \log(I_0 / I)$$

図-2 反射吸光度

キーワード: 反射吸光度、紫外吸光度、水質指標、有機物、流域管理

〒305 茨城県つくば市旭1番地 TEL 0298-64-2587 FAX 0298-64-7183

調べた。代表的な波長での結果を図-3に示す。この図から、ろ過長がある一定の範囲では、ろ過長と吸光度は比例関係が成り立っていることが分かる。また、ろ過長が長くなるに従い、吸光度と比例関係が成立しない。これはろ紙上に懸濁物質が重なることにより、見かけ上吸光度が小さくなる現象であり、Package Effectと呼ばれている。Package Effectがおこるろ過長は、河川ごとに異なる。以上のことから、Package Effectが起こらない範囲では、(1)式のように、吸光度とろ過長の間に比例関係が成り立つと考えて良い。

3. 紫外外部反射吸光度と水質指標との関係

河川水中に含まれる特定の有機物は、紫外外部の波長帯で光をよく吸収することが知られており、その定量には紫外吸光度（透過吸光度）が用いられている。このことから、反射吸光度法における紫外吸光度と、有機物濃度とは何らかの関係があることが予想される。そこで、下水処理水・都市下水が流入する8河川を対象として、種々の化学的な水質指標と紫外外部の反射吸光度との関係を調べた。採水は1河川につき、処理水と処理水の合流前後の3地点で行った。図-4に下水処理水の反射吸光度分布を示す。この図から分かるように、反射吸光度分布は、240nmを極小値、270nmを極大値を持ち、長波長側にかけて低減する。そして、300nmを境に低減勾配が小さくなる。そこで、反射吸光度の紫外外部の特性を表す指標として、240nmと300nmを直線で結んだ上側の吸光度分布の面積を考えた。これを紫外吸光指数と呼ぶこととする。紫外吸光指数と種々の水質指標との関係について調べた。結果の一例を図-5に示す。ここで、ろ過長 l は10.4cm（ろ過量100ml）である。調査した全ての水質指標との相関係数を表-1に示す。ただし、これらは全て両対数紙上での相関係数である。全般的に見て、必ずしも高い相関関係があるとは言えない。しかし、その中でも溶解性COD(cr)($r=0.739$)、T-P($r=0.711$)とは相関が高く、有機物量を表す一つの指標であるCOD(cr)($r=0.688$)や有機体窒素(Org-N)($r=0.702$)とは比較的相関が高い。このことから、反射吸光度法における紫外吸光度と、河川水中の有機物量との間にはある一定の関係があることが分かった。

4. 今後の課題

本研究では、反射吸光度における紫外外部吸光度と従来から用いられている水質指標との関係を調査した。しかし、これらの成果はごく一部の河川・湖沼を対象にしたものであり、今後さらなる資料の整備をはかり、関連性について調査する必要がある。

また、Package effectが起こるろ過長は河川毎に異なるため、Package effectと河川水質との関係について調査する必要がある。

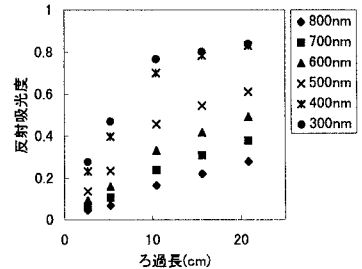


図-3 ろ過長と反射吸光度との関係

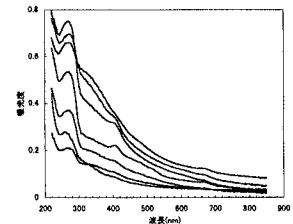


図-4 下水処理水の反射吸光度分布

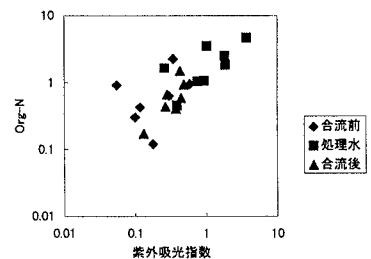


図-10 紫外吸光指数とOrg-Nとの関係

表-2 紫外吸光係数との相関係数

BOD	COD(cr)	溶解性COD(cr)	粒子性COD(cr)
0.629	0.688	0.739	0.419
SS	VSS	濁度	T-N
0.255	0.649	0.327	0.583
溶解性T-N	粒子性T-N	NH ₄ -N	NO ₂ -N
0.545	0.689	0.612	0.474
NO ₃ -N	Org-N	T-P	PO ₄ -P
-0.012	0.702	0.711	0.604

参考文献

- 1) Keigo Nakamura and Yukihiro Shimatani: A BASIC STUDY ON COMPREHENSIVE WATER INDICES USING GLASS FIBER FILTERS AND A SPECTROPHOTOMETER, Water. Science. Technology. Vol. 34, No. 7-8, pp. 163-168, 1996.
- 2) 小倉紀雄：有機汚濁の指標としての紫外吸光度法、水処理技術、Vol. 21, No. 7, 1980, p. 1-p. 7