

ノート

## ルーチン分析における COD 推定あるいは BOD 推定への簡易 UV 計の応用

加藤進, 広瀬和久

### Application of portable UV-photometer for COD and BOD estimation intended for routine analysis

Susumu KATO and Kazuhisa HIROSE

簡易 UV 計を利用して, 排水の性状を特定した上で, ルーチン分析における COD あるいは BOD 推定に対する応用を検討した. 取り上げた試料は, バイोजーゼル燃料製造機排水, ビル等床装飾タイル洗浄剤および行政代執行現場の浄化水および周辺の地下水である. その結果, BDF 製造排水に関しては

$$\text{COD (mg/L)} = 1041 \times (\text{UV254 吸光度}) - 117$$

によって COD の推定が可能であった. ビル等床洗浄剤を主成分とする排水に関しては

$$\text{COD(mg/L)} = 25442 \times (\text{UV254 吸光度}) - 442$$

によって COD の推定が可能であった. 桑名地区代執行現場における地下水等に関する換算式は

$$\text{COD(mg/L)} = 97 \times (\text{UV254 吸光度}) + 2.7 (\text{遮断壁外})$$

$$\text{BOD(mg/L)} = 63 \times (\text{UV254 吸光度})^2 - 0.87 \times (\text{UV254 吸光度}) + 1.5 (\text{遮断壁外})$$

$$\text{BOD(mg/L)} = 110 \times (\text{UV254 吸光度}) + 45 (\text{遮断壁内})$$

で推定が可能であった.

キーワード: COD, BOD, 簡易 UV 計, UV スペクトル

### はじめに

筆者は, 東南アジア諸国を対象として, 迅速, 簡単かつ安価に有機汚濁による水質汚染を評価する機器として簡易 UV 計を開発し, 技術移転を実施してきた<sup>1-4)</sup>. この簡易 UV 計は, 従来の UV 計の余分な部分を取り除き, 持ち運びが可能となるように軽量化(約 800 g)したものである. 筆者の知る限りでは 40 台近くが現在世界中で使用されている.

このうちで, 国内では教育現場で, 有害試薬を利用せず, 60 分授業時間内に説明・分析が可能であることから中学校~高等学校の環境教育等分野において利用されている. また, 企業では海水や排水の COD 値の推定にも利用されて

いる場合が多い. 筆者もルーチン分析で COD あるいは BOD の予測にこの簡易 UV 計を利用している.

ところで, 三重県では, 桑名地区で過去に産業廃棄物が不法投棄され, 廃棄物の溶出によって付近一帯の地下水汚染や土壌汚染の恐れがあるため, H14 年から行政代執行により浄化作業が行われている. H18 年には, 浄化作業が 5 年経過したので, その効果を見るために, 6 月から 7 月にかけて BOD を中心とした多量の検体を当研究部で分析することとなった. これらの排水は, 通常の排水とは性状が異なるので, BOD の希釈率の設定が困難であることが予想された. そこで, 簡易 UV 計で COD をスクリ

ーニングや、BOD の希釈率の推定が可能か否かを検討した。

わが国の COD は酸性過マンガン酸カリ法なので反応時間は 30 分であるが、分析に際して JIS-K0102 によれば「1/40N-KMnO<sub>4</sub> の滴定量が 3.5~5.5ml となる」ように採取検水容積を推定し、この範囲に収まらない時は再度分析をやり直す必要がある。したがって、検体によっては数回の分析やり直しが必要な場合も生じ、簡単な分析操作であるが手間のかかる分析項目の一つとなっている。

すなわち、従来は、以前に報告<sup>1)</sup>したように  
COD(推定値:mg/L) = 70 × (UV254 吸収)  
+3 (1)

で COD を推定し、1/40N-KMnO<sub>4</sub> の滴定量が 3.5~5.5ml となるように採取検水容積を決定した。あるいは、この COD を参考にして BOD は酸素消費率が 40~70%となるように希釈率を決定してきた。

しかし、上式(1)の傾き 70 はあくまでも一般的なケース(おもに浄化槽排水)を念頭においた推定式であった。さらに、COD を精度良く推定するために、試料の性状や発生源の種類毎にこの値を決定し、発生源毎に換算式を策定する必要がある。ここでは、この事例の他に、これまでにルーチン分析で簡易 UV 計によって COD を推定する際に遭遇した特異的な試料を対象にして、COD(分析値)と UV 吸収値(以下 UV254 と記す)の関係式について今後に資するために報告する。

## 方 法

### 1. 試料

廃油を利用してバイオディーゼル燃料；BDF(Bio diesel fuel)を製造する際に多量の油含有廃液が排出される。この排水中には未反応のトリグセライド等、メタノール、C15~C20 までの直鎖脂肪酸エステルが多く含まれている。以下では BDF 排水と称する。次に建築物の床材として利用される装飾用タイルの洗浄剤である。以下では洗浄剤と称する。最後に、上に述べた不法投棄現場の浄化水である。

### 2. 分析方法

試料溶液の BOD あるいは COD は、JIS K0102 によって測定した。同時に同じ試料を用いて、簡易 UV 計で UV 吸収を測定した(必要

な場合は 254nm における吸光度が 0~2 に入るように希釈した)。なお、UV 吸収値の測定に当たっては、濾過等の操作はしていない。なお、使用した簡易 UV 計の写真を写真 1 に示した。



写真 1 簡易 UV 計

## 結果と考察

### 1. BDF 排水における UV-COD 換算式

BDF 排水は、図 1 に示した工程から排出される。廃液は乳白色である。小規模 BDF 製造設備(日間生産量:200L 程度)に関しては、現在水質汚濁防止法の排水規制は存在しない。しかし、事業場で水質の自主管理は環境保全上も重要な意義を持っている。特に、これらの設備を導入している現場は、市町や中小企業であり、COD 等の測定が可能な分析施設を有していないと同時に排水が分析できる人材も不足している。したがって、現場では誰でもできる安全、迅速かつ簡便な手法が推奨され、簡易 UV 計によるモニタリングが運転状況を把握するうえでも最適と思われる。

図 2 は、排水における簡易 UV 計で測定した 254nm の吸光度と実測した COD と散布図である。排水の COD は

$$\text{COD}(\text{mg/L}) = 1041 \text{UV}_{254} - 117 \quad (2)$$

$$R = 0.87, n = 30$$

で推定できることがわかった。通常の推定式に比べると、傾きが約 15 倍大きくなっていることがわかる。このことは、浄化槽排水と比較すると、溶存する有機物質の内容が異なっていることを意味している。

### 2. ビル等床洗浄剤の UV-COD 換算式

UV 吸収法による COD 測定の欠点の一つが、

炭水化物，アミンあるいはアルコール等，直鎖の化合物に対して感度が著しく低いことである。たまたま，「ビル等床洗浄剤の排水のCOD推定を行いたい」の技術相談を受け，上記の欠点を知りつつ敢えて実験を行った。試験水の水質等を表1に示した。CODは相当高濃度であるが，この例のように，内容を特定することができると

$$\text{COD}(\text{mg/L}) = 25442 \times \text{UV254} - 442 \quad (3)$$

によってCODの推定が可能と思われた(図3)

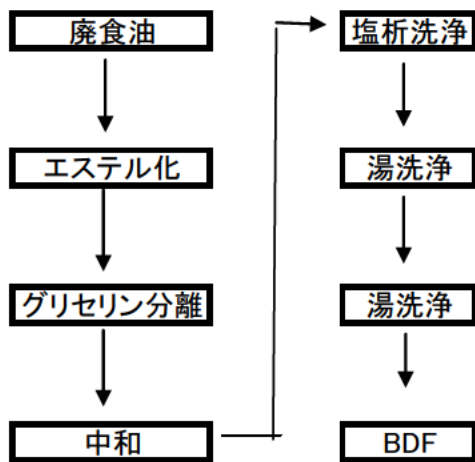


図1 BDFの製造工程

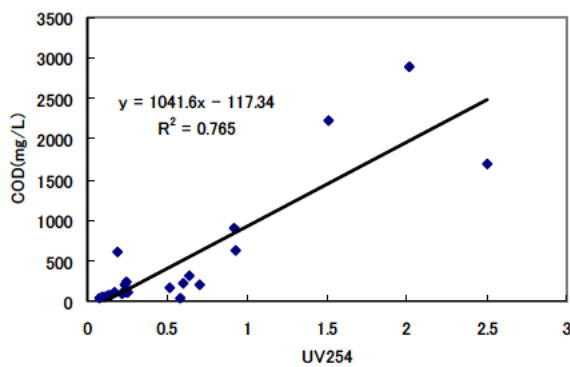


図2 BDF排水のUV254とCOD

### 3. 桑名地区代執行現場における UV-COD (BOD)換算式

この地区では，有害物質を隔離している遮断壁の外部に約30点のモニタリング井戸を設け，定期的に水質を監視している。この，遮断壁の外部の試料についてUV254とCODとの散布図を図4に示した。換算式は

$$\text{COD}(\text{mg/L}) = 97 \times \text{UV254} + 2.7$$

$$R = 0.95, \quad N = 50$$

であった。この換算式からCOD分析に際して試料の分取量を効率よく推定することができた。あわせて，図5はUV254とBODの散布図である。遮断壁の外部の試料に限っては，

$$\text{BOD}(\text{mg/L}) = 63 \times (\text{UV254})^2 - 0.87 \times \text{UV254} + 1.5$$

$$R = 0.96, \quad N = 50$$

によってBODが推定可能であることがわかる。

これに対して，図6は，浄化の進行状況を見るために遮断壁内部の井戸から採取された試料についてのUV254とBODの散布図である。これらの試料に関するBODの換算式は

$$\text{BOD}(\text{mg/L}) = 110 \times \text{UV254} + 45$$

$$R = 0.84, \quad N = 48$$

となった。決定係数も0.71とこれまでの換算式に比べると低い。同時に，散布図からデータのばらつきがやや大きくなっていることがわかる。この現場においては，不法投棄物の種類や量が水平分布をもっていることがデータのバラツキから窺われた。同時に，このことは，UV254によるBODの推定は，CODよりも更に難しいことを意味している。しかしながら，この換算式によって希釈率を決定し，BODを求めた結果，96例中，90例は正しく希釈されたことがわかった。以上の結果から，簡易UV計はCODあるいはBOD希釈率推定に極めて有用であることが判った。

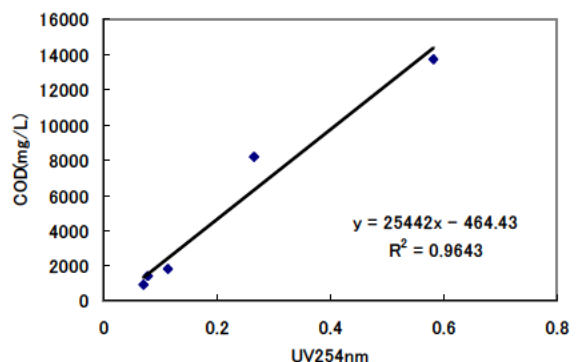


図3 ビル等床洗浄剤のUV254とCOD

### まとめ

当所で開発した簡易UV計を試料水の性質を特定した上で，CODあるいはBODの推定の手

段としての利用について検討した。その結果、

1) BDF 製造排水に関しては

$$\text{COD (mg/L)} = 1041 \times \text{UV254} - 117$$

によって COD の推定が可能であった。

2) ビル等床洗浄剤を主成分とする排水に関しては

$$\text{COD(mg/L)} = 25442 \times \text{UV254} - 442$$

によって COD の推定が可能であった。

3) 桑名地区代執行現場における地下水等に関する換算式は

$$\text{COD(mg/L)} = 97 \times \text{UV254} + 2.7,$$

(遮断壁外)

$$\text{BOD(mg/L)} = 63 \times (\text{UV254})^2 - 0.87 \times \text{UV254} + 1.5 \text{ (遮断壁外)}$$

$$\text{BOD(mg/L)} = 110 \times \text{UV254} + 45,$$

(遮断壁内)

で推定が可能であった。

表1 水質分析結果

	pH	EC(μS/cm)	UV254	COD(mg/L)
No.1	6.54	2550	0.0701	928
No.2	6.69	3550	0.078	1357
No.3	6.70	4490	0.113	1756
No.4	7.01	10000	0.266	8166
No.5	7.10	21900	0.583	13714

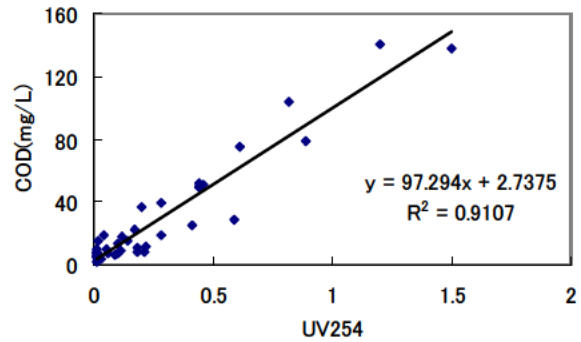


図4 桑名代執行地排水のUV254とCOD

#### 参考文献

- 1) 加藤進, 佐藤邦彦, 高橋正昭, 下野昌幸 : 発展途上国を対象とした簡易 UV 計による有機物汚濁測定法, 環境技術, **32**, pp.575-581 (2003).
- 2) 加藤進, 岩崎誠二, 吉村英基, 村山政充, 小林聖子 : フィリピン, キャビテ州を対象とした簡易 UV 計による水質モニタリング ネットの構築とモニタリング結果について, 環境技術, **35**, pp.216-224(2006)
- 3) S. KATO : International cooperative studies on COD-estimation in river and wastewater by portable ultraviolet absorbance photometer, Proceeding of IWA, Bangkok(2003), CD-ROM
- 4) S. KATO : Implementation of river water quality monitoring in developing countries designed for human capacity building by portable UV-photometer , Proceeding of China-Japan joint Symposium on environmental Chemistry, pp.24-26 (2004).

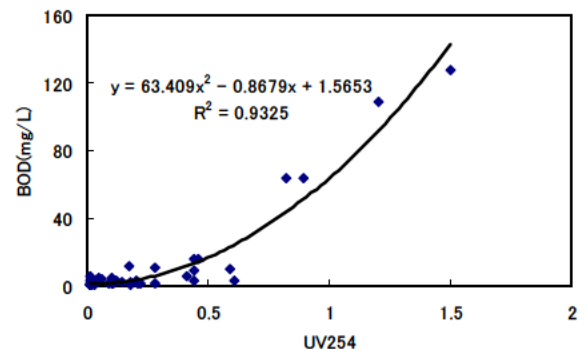


図5 桑名代執行地排水のUV254とBOD

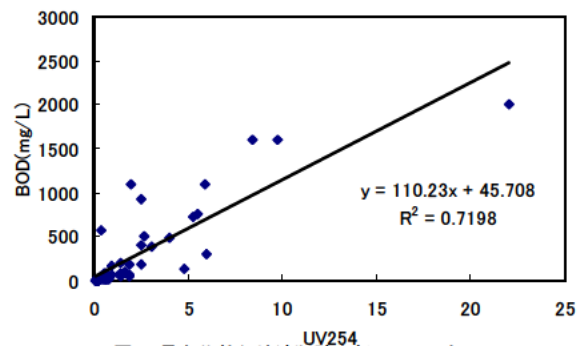


図6 桑名代執行地遮断壁内部のUV254とBOD