



Title	蛍光分析の浄水場への適用
Author(s)	海賀, 信好; 阿部, 法光; 村山, 清一
Description	第10回衛生工学シンポジウム (平成14年10月31日 (木) -11月1日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 4 環境計測 . 4-1
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 10, 101-104
Issue Date	2002-10-31
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7111">https://hdl.handle.net/2115/7111</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	10-4-1_p101-104.pdf



## 4-1 蛍光分析の浄水場への適用

海賀 信好、阿部 法光、村山 清一（東芝）

### 1. はじめに

これまで、演者らは、水道水、河川水、湖沼水などの蛍光強度に注目して、調査、研究を行ってきた。特にフルボ酸に起因する蛍光がボトル水、水道水をはじめ、水道水源となる河川水、湖沼水にも常時、検出され、これら蛍光強度が浄水処理工程の監視および制御に適用できるものと提案してきた。

今回、これまでの蛍光分析結果を整理し、浄水処理工程の一番入り口となる、原水への粉末活性炭注入制御への適用を試みたので報告する。

### 2. 実験条件

分析試料は、0.45ミクロンのメンブレンフィルターを通した後、10ミリ石英セルを用い、励起波長345ナノメートル、蛍光波長425ナノメートルの蛍光強度を求めた。相対蛍光強度は硫酸キニーネ0.1規定硫酸溶液を用いた。

家庭洗剤より混入する蛍光増白剤の分析においては、光学系を補正した励起蛍光スペクトルを求め、蛍光波長430ナノメートル、励起波長345ナノメートルと320ナノメートルを求めて蛍光増白剤の寄与分を求めた。

関東地区の河川から採水した原水をジャーテストにより粉末活性炭吸着特性と蛍光強度との関係を求めた。活性炭注入率10ミリグラム/リットルとして、処理時間を1～60分まで変化させたものと、60分の時間で活性炭を2～20ミリグラム/リットルまで変化させた実験を行った。

### 3. 結果と考察

蛍光分析法と従来から行われている吸光光度法との比較を図-1に示す。吸光光度法は入射光と同じ光の透過光を求めているが、蛍光分析法は入射光によって、溶存しているフルボ酸などが光を吸収励起後、長波長の蛍光を発生し基底状態へ戻る現象を測定する。異なる波長の光が放出される現象を捉えるもので高感度であること、長波長の光のため、散乱による影響が少なくなるという利点がある。また、少量で無試薬で迅速に測定できる。

国内外の水道水を蛇口から採水、分析を行ったところ、各々蛍光強度に大きな差が認められたため、世界の代表的な浄水場の各処理工程水の分析を行い図-2の結果を得た。国によって、処理工程によって、大きく変化している。

各浄水工程の相対蛍光強度を関東地区A浄水場で求めたところ図-3となった。

各処理工程について2試料を採水、分析を行ったが、大きな差は認められず、処理によって順次、蛍光強度が減少している。

溶存有機物としてフルボ酸など蛍光を発現する物質が順次除去され、塩素で酸化され蛍光強

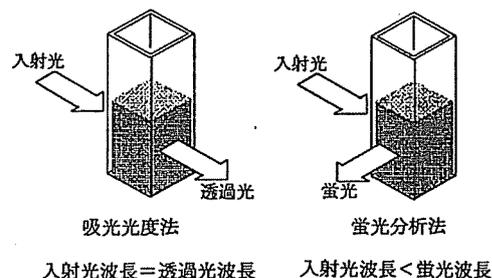


図-1 蛍光分析法と吸光光度法の比較

度を低下させている様子を把握することができる。

各処理工程水は情報を持って流れており、この情報を適確に取り出せば、前段の処理工程の運転を制御することができる。

図-2、図-3より、蛍光強度が浄水場の入り口から出口まで監視できる水質項目として利用できることがわかった。

なお、河川水を利用した場合、同じような蛍光を発する家庭洗剤から混入する蛍光増白剤の影響を調べる必要がある。このため、家庭雑排水の比較的多く混入する河川水を調べたところ、太陽光線の照射によって、蛍光強度が減少、蛍光増白剤を含む洗剤では大きく減少することが判明した。太陽光線で照射4時間の変化

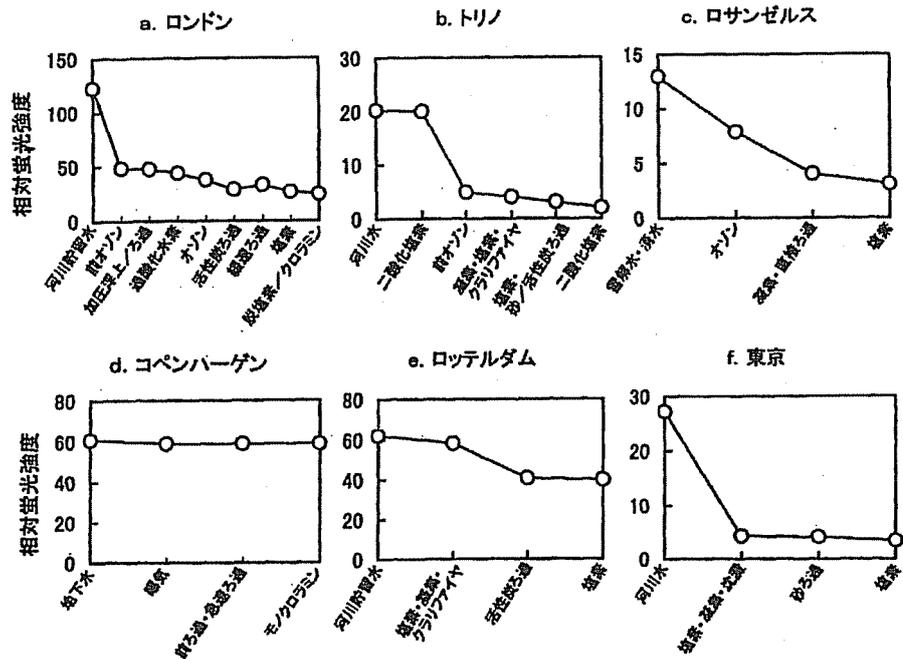


図-2 世界の代表的都市における浄水処理工程の相対蛍光強度変化

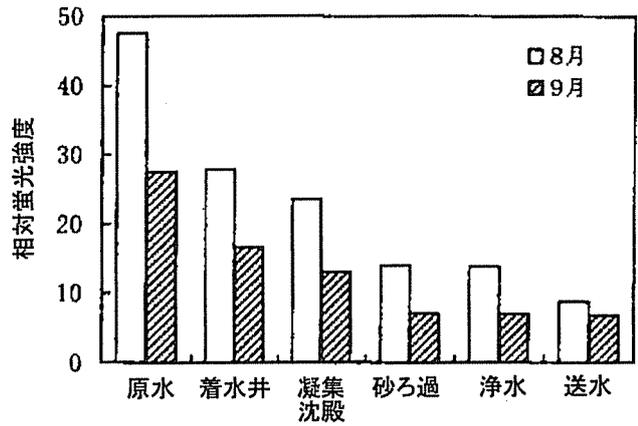


図-3 関東地区A浄水場の相対蛍光強度

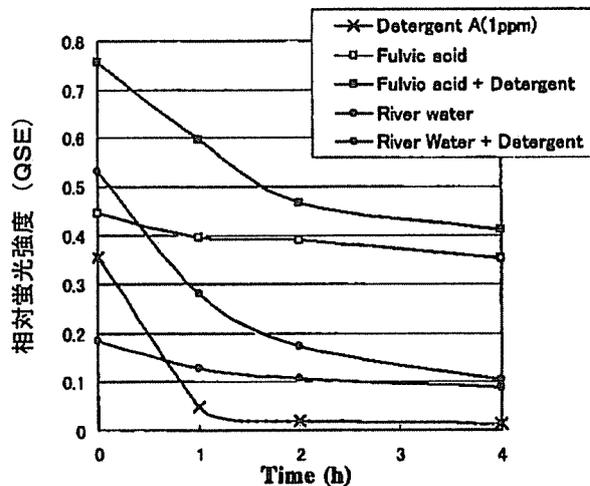


図-4 光照射による蛍光強度の減少

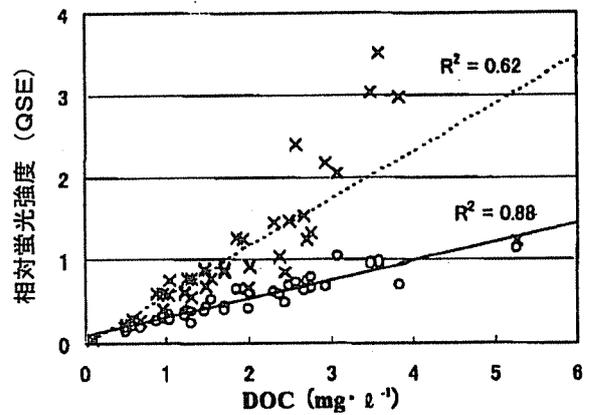


図-5 励起スペクトル解析前後の蛍光強度とDOCの関係 (x:解析前 Ex345nm/Em430nm、o:解析後 Ex320nm/Em430nm)

を図-4に示す。フルボ酸と蛍光増白剤との励起スペクトル解析を行い、河川水の溶存有機炭素との関係を求めたところ、スペクトルの分離分析が可能となり図-5の結果を得た。洗剤を含む汚染された河川水において、蛍光増白剤の部分を除いての測定も可能となった。

水道原水として利用されている河川水について、蛍光強度の変化、吸光度の変化を調べ、図-6、図-7に示す。気象条件と比較すれば、降雨によって蛍光強度の上昇傾向が認められるが、晴天となって各家庭で洗濯が行われ、その排水の混入によって、大きく蛍光強度が変動するような状況は見出せなかった。

1ミクロンのろ過でも、0.45ミクロンでのろ過でも、ほとんど同じ値を示しており、蛍光分析では濁質の影響のないことがわかる。図-7においては、透過光から値を求めるため、全体に低い値となる。また、降雨時にろ過による違いが大きく現れている。濁質の光散乱が波長のマイナス4乗に比例するため、測定原理上、蛍光測定の方が影響を受けにくいことは明白である。

河川水に対し粉末活性炭の注入による蛍光強度変化を図-8に示す。処理の初期に大きな減少が現れ粉末活性炭の吸着力の大きいことがわかる。

注入率を増加させた場合を図-9に示す。注入率の増加に比例して活性炭に吸着される量が増加していることがわかる。図-8、図-9のデータの回帰分析より、蛍光強度と粉末活性炭吸着特性、処理時間、注入率についての関係を表す推定式として、(1)、(2)が得られた。

$$FL = FL_0 \cdot (0.175 + 0.123 FL_0) \times t^{0.253} \quad (1)$$

$$FL = FL_0 \times \exp((2.63 \times 10^{-4} \times FL_0 + 0.0612) \times i) \quad (2)$$

ここで、FL：処理水相対蛍光強度、FL<sub>0</sub>：原水相対蛍光強度、t：処理時間（分）、i：注入率（ミリグラム／リットル）である。図-8、図-9中の実線、短破線、長破線、一点鎖線

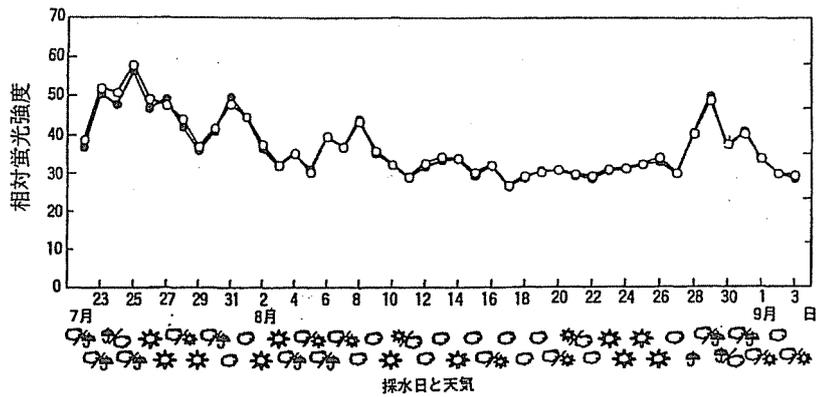


図-6 河川水の蛍光強度変化  
(蛍光 425nm ○:1μmろ過、●:0.45μmろ過)

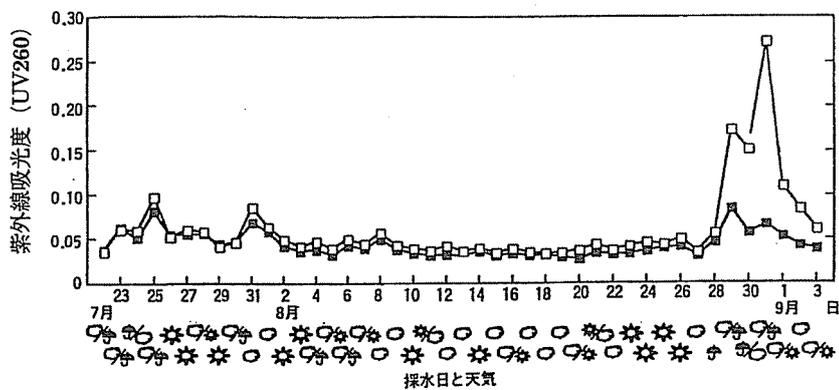


図-7 河川水の紫外線吸光度変化  
(UV260nm ○:1μmろ過、●:0.45μmろ過)

は(1)、(2)式による計算結果を示しており、計算値は実験値を±10%の精度で再現している。4河川の河川水を用いたが、全て一つの式にまとめられた。

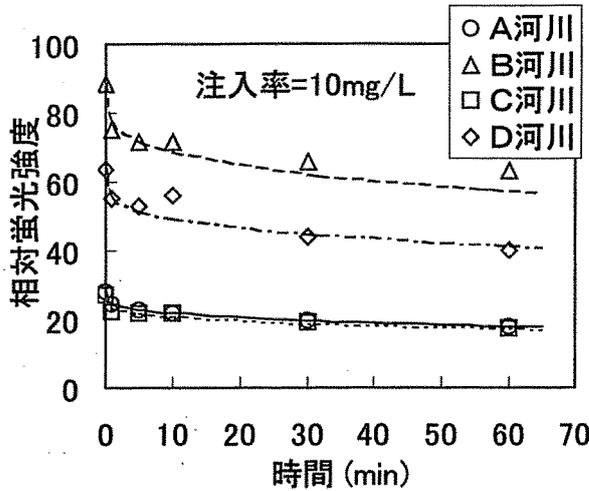


図-8 処理時間特性

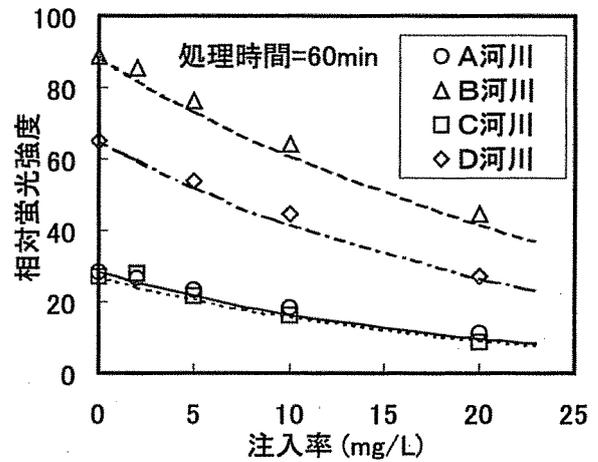


図-9 注入率特性

#### 4. まとめ

河川水に粉末活性炭を注入し、蛍光強度の変化と粉末活性炭注入量との間に一つの推定式を得ることができた。これより、原水の蛍光強度を連続測定し、処理水目標に合わせて最適な粉末活性炭の注入制御が可能であることが示された。

#### 参考文献

- 1) 海賀、中野、角田、矢島、石井：蛍光検出高速液体クロマトグラフィーによる浄水処理工程の評価、用水と廃水、Vol. 43 No. 9 pp17-24 (2001)
- 2) 海賀：世界の水道、pp16 技報堂出版 2002
- 3) 海賀、高橋、須藤：河川水の蛍光発現に関する蛍光増白剤の寄与、第53回全国水道研究発表会 pp590~591 (平成14.5)
- 4) 阿部、田口、鈴木、林、村山、工藤：蛍光分析計による粉末活性炭注入制御の検討、第53回全国水道研究発表会 pp196~197 (平成14.5)