

II-417 2波長の透過光変動を利用した有機色度成分の凝集状態の検出

北海道大学 正 丹保恵仁 松井佳彦 阿部和之
富士電機総合研究所 大戸時喜雄 財津靖史

1. はじめに

フローセルを流れる懸濁質を含む試料水に820nmの光を照射し、その透過光強度の直流成分と変動成分を取り出し、その結果から懸濁液の凝集の状態を検出する方法(PDA)が提案され、その有効性が確認されている¹⁾。

本研究では、従来用いられていた近赤外部の波長に紫外部の波長を加えた2波長の光を、吸収特性の異なる懸濁成分と色度成分を含む凝集した試料水の同位置に照射して、それぞれの波長の示す透過光強度(直流成分、変動成分)の違いから色度成分の凝集と未凝集の状態を計測する方法を提案し、実験によって確認する事を目的とする。

2. 理論

図-1に示すようにフローセル中を通過する懸濁水の濃度は、個々の懸濁粒子の個数が測定部中でランダムに変動することにより、その濃度は平均値の回りでゆらぐ。懸濁粒子の大きさが測定部の容積に比べて十分小さい場合、測定部内の瞬間の粒子個数はPoisson分布に従い変動し、測定部内の懸濁粒子の個数変動の分散は平均値と等しくなる。

従って、フローセル中を通過する懸濁質の濃度とフローセル内の粒子個数については比例関係が成立するので、

$$C = kn \quad (1)$$

とすると、

$$C_{rms} = k\sigma^{1/2} = k\nu^{1/2} \quad (2) \quad C_m = k\nu \quad (3)$$

ここで、 C : 平均懸濁質濃度、 n : フローセル中の懸濁質の個数、 k : 比例定数、 σ : フローセル中の懸濁質の個数の変動の分散、 ν : フローセル中の懸濁質の平均個数

従って式(2)、(3)より懸濁質の散乱係数に関する比例係数 k を消去すると式(4)が得られる。

$$\frac{C_{rms}}{C_m} = \nu^{-1/2} \quad (4)$$

懸濁質濃度と吸光度(散乱)の間に比例関係が成立すると、式(4)は式(5)に置き換えることが可能となる。

$$\frac{E_{rms}}{E_m} = \nu^{-1/2} \quad (5)$$

ここで、 E_{rms} : 吸光度の変動成分の標準偏差(RMS)、 E_m : 平均吸光度

ここで、2つの波長の光がフローセルの同位置に照射されており、2波長の吸光度の変動の相関が高い(複数の懸濁性成分がヘテロ凝集している)時、2つの波長で計測される懸濁成分の個数濃度は一致するので、式(6)の関係が成立する必要がある。

$$\frac{E_{1rms}}{E_{1m}} = \frac{E_{2rms}}{E_{2m}} \quad (6)$$

ここで、下付き1, 2: 異なる波長を示す。

このとき、2波長の内、 E_1 を長波長(830nm)、 E_2 を短波長(255nm)とすると、 E_1 は一般に懸濁性成分のみに影響を受け、 E_2 は懸濁性と溶解性の両方の成分

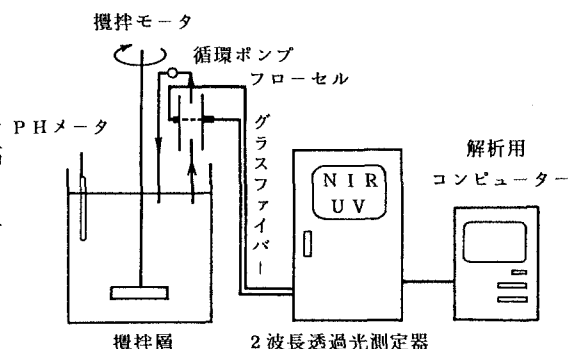


図-1 実験装置

に影響を受ける。式(6)中の E_2 は懸濁成分の吸光度を前提としているので、計測可能な式(6)の残りの変数より、懸濁性の短波長吸光度 E_{2m} を逆算可能である。従って、測定される全短波長吸光度を E_2 とすると、溶解性の短波長の吸光度は式(7)で求められる。

$$E_2' = E_2 - E_{2m} = E_2 - E_{1m} \frac{E_{2rms}}{E_{1rms}} \quad (7)$$

ここで、 E_{1m} 、 E_2 ：フローセルで計測される吸光度、 E_{1rms} 、 E_{2rms} ：吸光度の変動成分、 E_2' ：未凝集成分の吸光度

3. 実験装置と実験方法

図-1に示すような攪拌槽と前述の理論に基づいて製作された測定装置を用いて回分式の凝集、フロック形成、沈澱実験を行った。カオリンと泥炭地着色水の種々の濃度の混合水について、硫酸アルミニウムを用いて凝集処理を行い、前述の理論に基づいて計測・計算された未凝集成分の色度より求められる除去率と30分静置後やフィルターによる除去率を比較検討した。

4. 結果

図-2にカオリン濃度5mg/l、色度(E_{260})0.2の凝集剤注入率の変化による除去率の変化を示す。本測定器により凝集剤の増加と共に色度成分の除去率が向上していく様子が計測されている。

また、図-3は様々な凝集条件における本測定器により計算された除去率と沈澱やフィルターなどによる実際の除去率を比較したものである。図中の各実験No.の実験条件は図下の表にまとめた。両者にはよい相関があり結果的には30分沈降後の除去率と計算除去率が一番良く一致している。この理由としては生成したフロック郡の各波長における吸光特性によるものと考えられるが詳細は不明である。

5. まとめ

溶解性の被凝集成分の凝集性を計測する方法を提案した。今回はフロックがある程度成長した後で、凝集沈澱による除去率の評価が精度よく行えたが、測定器のS/N比をさらに低く改良する事に依って、混和地のマイクロフロックの段階で凝集性の評価も可能と考える。

参考文献

- 1) J. Gregory and D. W. Nelson: A New Optical Method for Flocculation Monitoring, Solid-Liquid Separation (J. Gregory, Ed.), pp. 172~182, Ellis Horwood, Chichester(1984)

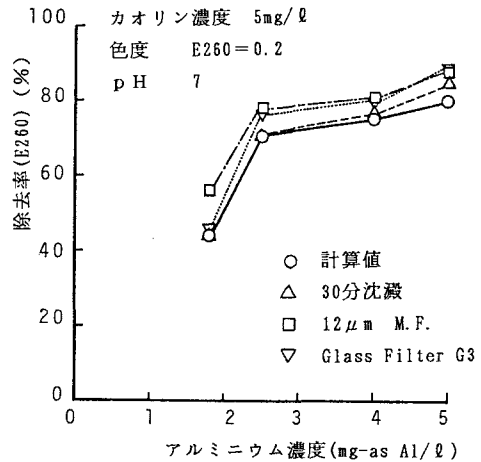


図-2 色度除去率

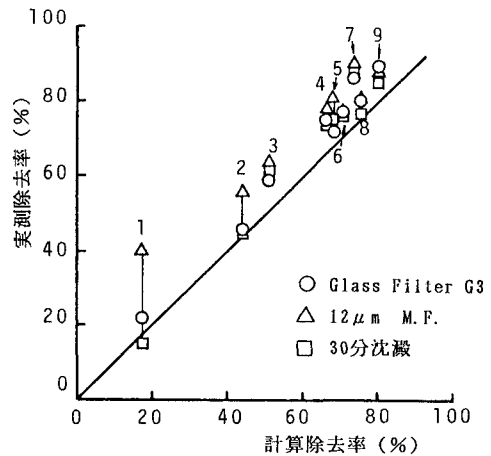


図-3 計算値と実測値の比較

No.	実験条件				
	カオリン濃度 (mg/l)	色度 E260	7%濃度 (mg as Al/l)	pH	急速攪拌時間 (分)
1	5	0.2	2.5(硫酸7%)	7.0	2.5
2	5	0.2	1.8 (PAC)	7.0	2.5
3	5	0.2	5.0 (PAC)	7.0	5.0
4	50	0.2	2.5 (PAC)	7.0	2.5
5	5	0.05	2.5 (PAC)	7.0	2.5
6	5	0.2	2.5 (PAC)	7.0	2.5
7	5	0.2	5.0 (PAC)	5.5	2.5
8	5	0.2	4.0 (PAC)	7.0	2.5
9	5	0.2	5.0 (PAC)	7.0	2.5