

# 濁度計の測定方式と濁度標準液

平野 順子

横河電機(株) 科学機器技術センサ開発課

## 1. はじめに

濁度計は、浄水場での原水、ろ過水、配水の濁度管理や有機膜の膜破損の監視、また、下水処理場や工場からの放流水の浮遊物測定など、各種アプリケーションに用いられている。

濁度計の主な測定方式について紹介する。

## 2. 測定方式について

濁度計に用いられる測定方式は、(1) 透過散乱光方式、(2) 表面散乱光方式、(3) 積分球方式、および透過光方式、散乱光方式、粒子数計測方式（レーザ方式）に分類される。以下 (1) ~ (3) について説明する。

### (1) 透過散乱光方式

光源から測定液槽に入射した光を、透過光と散乱光に分けて検出する。液中の濁質により変化する透過光と散乱光の比を演算し、濁度を算出する測定方式である（図1）。

この方式は、透過光と散乱光の比をとっているため、電源変動や光源の劣化の影響を受けない利点がある。同じ理由で、液の色や窓の汚れに対しても影響されにくいという特長がある。これらの特長から、連続測定用として広く使用されており、極めて低い濁度から高濁度まで幅広く測定することが可能である。

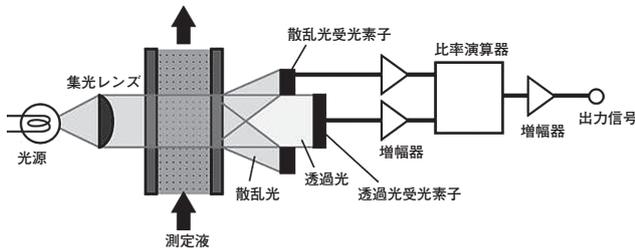


図1 透過散乱光方式の構成例

### (2) 表面散乱光方式

測定液面に光を当て、液面からの散乱光を測定する。散乱光の強さが液中の濁質の濃度に比例することを利用した測定方式である（図2）。

この方式は、測定液に接する窓がないため、窓の汚れによる影響がないという長所がある。また、表層部

の散乱光を測定することで液の色の影響も実用上支障にならない程度に減少させることができ、比較的高濁度の連続測定用として広く使用されている。

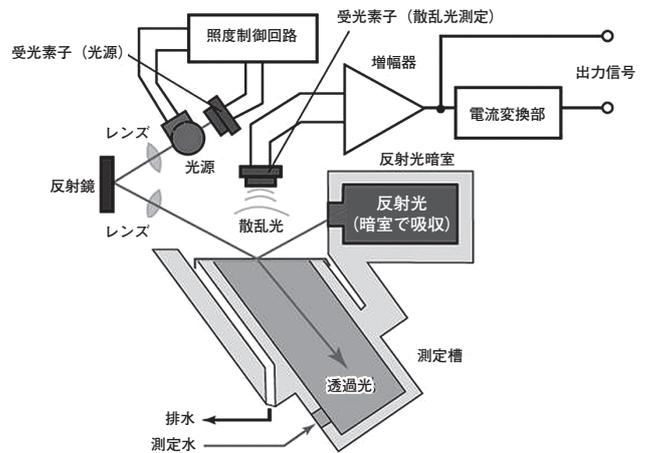


図2 表面散乱光方式の構成例

### (3) 積分球方式

光源からの平行光線を液槽（セル）に入射させ、通過した光（全入射光）を積分球に取り込む。平行のままの透過光と、液中の濁質による散乱で角度が変わった光を、積分球を用いて検出する。透過光（または全入射光）と、散乱光の強度の比を演算する測定方式である（図3）。

色の影響を受けにくい利点があるが、機器のメンテナンス性から、一般的に試験室での測定に適している。

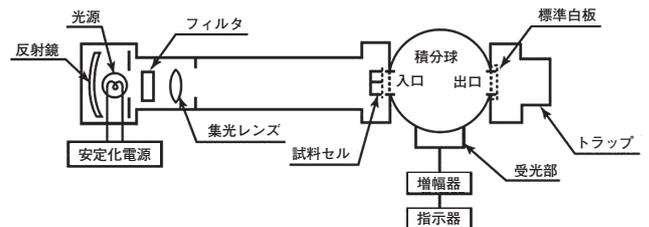


図3 積分球方式の構成例 (JIS K0101 より)

### 3. 濁度標準液および濁度単位について

次に、濁度標準液および濁度単位について紹介する。

#### (1) カオリン標準液

上水試験法では、1904年にカオリン（別名：はくとう土）標準液が規定されており、「精製水1ℓ中に標準カオリン1mgを含むときの濁りに相当するものを1度とする」とされている。濁度単位は、度あるいはmg/ℓを使用する。

カオリンは、産地により成分や白色度、粒度分布が異なるため、規定された精製処理を行っても濁度値は一定になりにくい。さらに、沈降しやすい物質であるために安定した測定を行うことが難しく、取り扱いに熟達を要する。

#### (2) 混和ポリスチレン標準液

平成15年厚生労働省令第101号および平成15年厚生労働省公示第261号により、水道により供給される水の濁度標準液は、ポリスチレンラテックス（PSL）を用いた懸濁液を調製して使用すると規定された。これは、5種類のポリスチレン系粒子を、所定の割合で混和させた標準液である。濁度単位は、度あるいはmg/ℓを使用する。

高価であり、用途が低濁度に限定されるが、沈降しにくいいため、安定した測定を行うことができる。

#### (3) ホルマジン標準液

硫酸ヒドラジンとヘキサメチレンテトラミンを重合し、調製された濁度標準液である。カオリン標準液よりも再現性と安定性にすぐれていることから、日本ではJIS K0101「工業用水試験方法」およびJIS K0801「濁度自動計測器」に規定されている。単位は、度あるいはFTU（Formazin Turbidity Unit）を使用する。上水試験方法には、参考として、散乱光測定法にのみ規定されている。

また、海外規格EPA 180.1あるいはISO7027において濁度標準液として規定されているのは、このホルマジン標準液である。単位として、NTU（Nephelometric Turbidity Unit）、FNU（Formazin Nephelometric Unit）あるいはFAU（Formazin Attenuation Unit）が定められ、同時に光源の種類・波長や入射光角度、光路長などが規定されている。

日常的な定期点検において、その都度濁度標準液を調製するのは、手間や費用において大きな負担となる。そのため、繰り返し性、スパンドリフトなどの安定性に関する項目については、標準板（半透明板あるいは散乱板）を使用して良いことがJIS K0801に規定されている。

表1に、国内の主な規格、その中で規定されている測定方式、濁度標準液および濁度単位について示す。

表1 濁度に関する規格とその標準液、単位

規格	測定方式	濁度標準液 (濁度単位)
JIS K0101 「工業用水試験方法」	視覚法	カオリン (度)
	透過光法	カオリン (度) ホルマジン (度)
	散乱光法	
	積分球法	
JIS K0801 「濁度自動計測器」	透過散乱光方式	ホルマジン (度あるいはFTU)
	表面散乱光方式	
上水試験方法	透視比濁法	カオリン (度) 混和ポリスチレン (度) (散乱光測定法のみ) ホルマジン (NTU)
	透過光測定法	
	散乱光測定法	
	積分球式光電光度法	
	粒子計測法	

### 4. 測定方式および濁度標準液による相対感度

測定方式の異なる濁度計で、同じ濁度標準液で校正を行い、実際の測定水を測定すると、測定値に差が生じる。これは濁度標準液の濁質の性状（粒度分布・光学特性）により、測定方式でそれぞれの検出感度が異なることが原因である。

表2は、当社濁度計にて、カオリンを感度1.00とした場合の感度比である。(1)の透過散乱光方式と(3)の積分球方式は、どちらも透過光と散乱光から演算を行っているため、似ている傾向にあるが、(2)の表面散乱光方式は異なる傾向にあることが分かる。

表2 測定方式と濁度標準液による相対感度一覧

測定方式		濁度標準液		
		カオリン	混和 ポリスチレン	ホルマジン
透過散乱光方式	低濁度用	1.00	1.15	0.45
	一般用	1.00	1.26	0.52
	高濁度用	1.00	—	0.49
表面散乱光方式		1.00	1.25	1.95
積分球方式		1.00	1.14	0.57

### 5. おわりに

濁度計の精度維持管理上では、汚れ付着に対して最も注意が必要である。濁度は重要な管理項目として幅広いアプリケーションで使用されているため、その汚れ付着の状態もさまざまである。分析計メーカーの課題として、引き続き、汚れに対する保守性の向上が必要と考えている。