

II-508

三色光の透過光量，散乱光量による
濁質の測定と評価に関する研究（1）

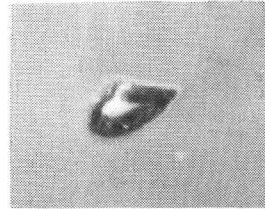
東京理科大学

正員 出口 浩 学生員 ○島田敏行 正員 柏谷 衛

（株）C T Iサイエンスシステム 正員 斎藤秀晴 勝間田純一郎

1. はじめに 現在，濁度の測定には発光光源に一種類の波長を用いている．しかし，濁質の種類によっては光の波長を変化させることにより透過量や反射，屈折の量に違いを生じることがあると考えられる．そこで本研究では3種類の発光光源を用いることにより，透過光量，散乱光量がどのように変化をするのかを測定し，その傾向と，透過光量，散乱光量が発光光源光の波長を用いて定式化することの可能性を検討した．

2. 濁質の観察と実験試料 写真1は，濁質の顕微鏡写真の一例である．このように一般的な川の濁質はガラス状の粒子や藻類の様な緑色生物といった半透明なものが多く含まれており，光を通すと考えられる．そこで，本研究の標準物質として写真2の様な粒子の形状が球形，粒径がほぼ一定，比重1.15のスチレンビーズを用いた．

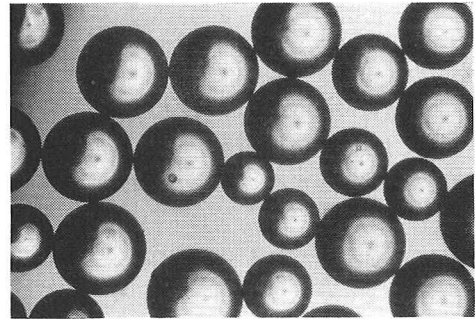


0 100 (μm)

写真1. 濁質の顕微鏡写真

3. 濁質と透過光量，散乱光量との関係式

透過光量は入射光が粒子の間を通り抜けた光量のことであるので，透過光量は粒子が入射光を遮る面積に関係すると考えた．散乱光量は入射光が粒子によって反射，屈折された光量のことであるので，散乱光量は粒子の個数に関係すると考えた．しかし，本研究で用いたスチレンビーズは半透明であるため，粒子が光を遮る面積や粒子の個数だけでそれぞれの光量を表現するのは不十分である．そこで，透過光量，散乱光量を以下のような光の波長 λ との関係式によって表した．



0 200 (μm)

写真2. スチレンビーズの顕微鏡写真

$$\cdot \text{透過光量} : T_p = (1 - \beta) T_{po} \quad \text{----- (1)}$$

$$\text{遮光面積比} : \beta = \frac{f(\lambda)^2}{\{f(\lambda) + 1\}^2 + 1} \quad \text{----- (2)}$$

$$f(\lambda) = X \cdot \frac{244.2}{r} \cdot \{0.175 + 2500 \cdot 2^{(1-X)} \cdot \lambda \cdot r\} \quad \text{--- (3)}$$

$$\cdot \text{散乱光量} : T_d = e^{\frac{105 \cdot 10^4 \cdot \lambda}{100} \cdot \left(\frac{X}{100}\right)^{0.86} \cdot \left(\frac{244.2}{r}\right)^3 (0.379 - 2.8 \cdot 10^{-4} \cdot X)} \quad \text{----- (4)}$$

ここに， λ ：光の波長（m）， r ：スチレンビーズの粒径（μm）

X ：スチレンビーズの添加量（mg/ℓ）， T_{po} ：スチレンビーズ添加量無しの透過光量（mV）

また，式中の数値は実験係数である．

4. 実験装置と方法 実験装置は積分球式濁度計で光源に赤（波長：750nm），黄（波長：590nm）

m), 緑(波長: 530nm)の三色のLED(発光ダイオード)を用いている。実験には蒸留水にスチレンビーズを添加した試料に波長の異なる3種類の光を通し、通り抜けてきた光と、反射、屈折した光をそれぞれ透過光量, 散乱光量として電圧(mV)に変換した。この実験では粒度分布が既知のスチレンビーズを蒸留水に添加量100~800mg/lの範囲内で8段階に調整した試料を用い、前記の三波長を有する積分式濁度計によって透過光量, 散乱光量を測定した。

5. 結果と考察 (1) 透過光量について: 図-1にはスチレンビーズの添加量200mg/lにおいて、粒径と β についての測定値を示した。粒径が小さくなるに従って β は大きくなるのが分かる。また、式-(2)(3)による粒径と β の関係を同図に記載した。測定値に計算値はほぼ一致した。

粒径と β の間には次のような特徴が認められた。①粒径が小さくなるに従い、粒子の個数も増加するので β も増加する。②粒径が50 μ m以下では、波長による影響は認められなかった。これは粒子の個数による影響の方が波長による影響よりも大きいためと考えられる。③粒径が50 μ m以上100 μ m以下の場合、光源が黄色、緑色では β はほぼ一致していたが、これに対して赤色は0~2%増加していた。粒径が100 μ m以上になると β の値は波長による影響を大きく受け、黄色や緑色に対して赤色は約40%増加した値を示した。

(2) 散乱光量について: 図-2には透過光量の場合と同様に、スチレンビーズの添加量200mg/lにおいて、粒径と散乱光量の関係を示した。また同図には、式-(4)により粒径と散乱光量の関係を記載した。測定値に式-(4)による計算値はほぼ一致していることが見いだされた。

粒径と散乱光量の間には次のような特徴が認められた。①粒径が小さい場合、散乱光量の値は大きくなる傾向を示す。これは粒子が増加するに従い、入射光が粒子に当たり散乱する光量が多くなるためと考えられる。②粒径が小さい場合、粒径が大きい場合よりも波長による影響を大きく受けることが分かる。波長による散乱光量の差は、粒径が200 μ m以上の場合よりも100 μ m以下では30%増加していた。これも粒子の増加に従い、入射光が粒子に当たり散乱する光量が多くなるためと考えられる。③黄色や緑色の光源に比べ赤色のときの散乱光量は約22%増加する傾向を示した。

6. まとめ 光源の波長を変化させた場合、透過光量や散乱光量は波長 λ によって異なる値を示すことが見いだされた。その影響は透過光量よりも散乱光量に特に大きく現れた。また、 β と粒径、散乱光量と粒径の測定値はそれぞれ式(2)(3)(4)を用いて近似できた。粒径が100 μ m以下では、 β の値は光源が黄色や緑色に対して赤色は0~2%増加し、波長による β の違いは見受けられなかった。粒径が100 μ m以上になると β の値は波長による影響を受け、黄色や緑色に対して赤色は約40%増加した値を示した。散乱光量の場合、黄色や緑色の光源に比べ赤色のときの散乱光量は約22%増加する傾向を示した。

〈参考文献〉1) 神保元二, 久保輝一郎: 粉体-理論と応用, 丸善 2) 神保元二: 粉体の科学, 講談社
3) 大竹周一: 物理の窓, そしえて文庫 4) ロッシ: 光学(上, 下), 吉岡書店

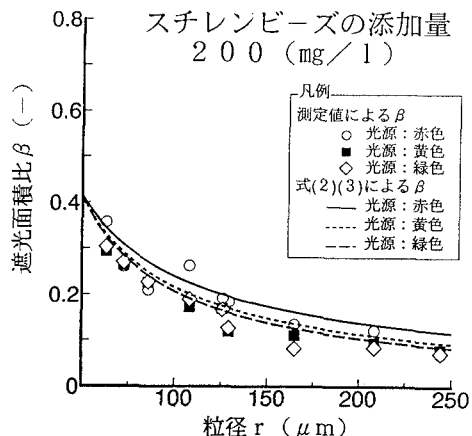


図-1 粒径 r と遮光面積比 β の関係

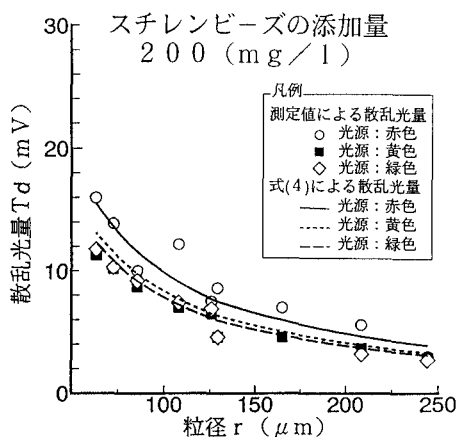


図-2 粒径と散乱光量の関係