

透視度の自動計測化の検討

横浜市 多田 実
○坂本 俊彦

1. はじめに

下水二次処理水の透視度測定は綺麗である、透明である、澄んでいるという視覚的な感覚の度合いを具体的な数値で表すことにより、下水処理の維持管理状況が判断できる最も簡単で、有効な測定である。

この二次処理水の透視度が連続的に測定できれば、一日の処理状況がさらによく把握でき、特に、種々の要因によって引き起こされる処理悪化状況とその後の回復状況を連続的に把握することができ、維持管理を行っていく上で非常に有効であると考えられる。従って、二次処理水の透視度を連続的に測定できる自動計測装置について検討を行い、有用な知見が得られたので報告する。

2. 理論的背景

本検討は底部に二重十字標識板をつけた平底ガラス円筒の透視度計を用いて測定する透視度、すなわち主観的な内容を有する視覚感覚の度合いを電気信号に変換して数量化しようと試みるものである。

従って、理論的背景としてはヴェーバー・フェヒナーの法則が適用可能であると考えられた。この法則は①式に示す如く、感覚の強さと刺激の大きさの間の基本的な関係を示唆しているといわれている。

$$S = k \times \text{Log} (I / I_0) \quad \text{①}$$

(S : 感覚の強さ k : 定数 I : 刺激の大きさ I_0 : 閾刺激)

この①式の関係の本検討において変数となる透視度 (T) と電気信号 (E) の関係に適用すると、感覚の強さ (S) が透視度 (T)、刺激の大きさ (I) が電気信号 (E)、閾刺激 (I_0) は定数 (b) として取り扱えると考えられる。従って、透視度 (T) と電気信号 (E) の関係は②式に従うものと仮定した。

$$T = k \times \text{Log} (E) + b \quad \text{②}$$

(T : 透視度 E : 電気信号 k, b : 定数)

3. 測定方式及び装置

測定方式は半導体レーザー光線による透過光方式とし、検討に用いた装置の装置概略図を図-1、装置の構成を表-1に示す。

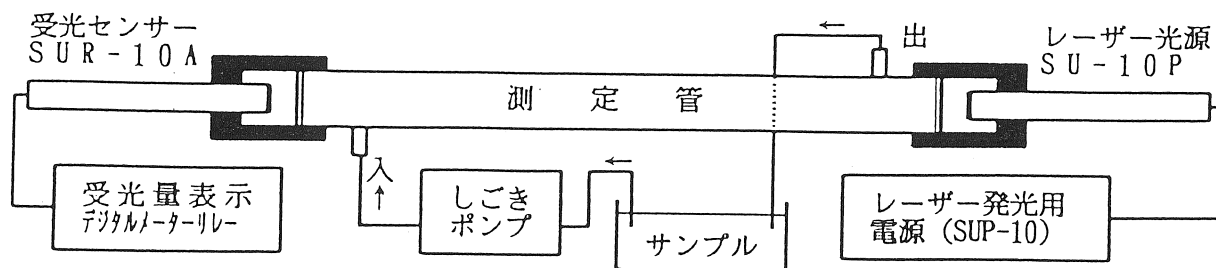


図-1 装置概略図

4. 検討内容

(1) 測定範囲及び測定試料

透視度の測定範囲については処理良好時から悪化時までを考慮し、上限を100 cm、下限を40～30 cmとした。測定試料は二次処理水に、適宜活性汚泥または1 μGFP濾過二次処理水を添加混合

したものを用いた。

(2) 減衰光量、光路長及びブランク受光量

減衰光量は蒸留水を用いて測定した時の受光量であるブランク受光量 (mv) と試料受光量 (mv) の差より求めた。光路長は透視度の測定範囲での減衰光量幅を十分確保できる長さが必要であるため、光路長は60、70、80、90 cmについて検討を行った。又、ブランク受光量を変化させて、試料受光量及び減衰光量への影響を検討した。

(3) 処理場別処理水の測定値への影響について

本市11か所の下水処理場の中から排除方式等を考慮して4か所を選び、その二次処理水についてデータ収集を行い、さらに、実験装置をフィールドに設置し、連続測定を行った。

5. 結果 及び 考察

(1) 光路長及びブランク受光量について

異なるブランク受光量及び異なる光路長での透視度と減衰光量との関係を図-2、図-3に示す。

図-2は光路長80 cmの結果であるが、ブランク受光量の減少に伴い、各透視度での減衰光量が影響を受け、その値は増加しており、透視度が良いほどその影響が大きくなっている。これは、出力の小さい光程SS等による減衰の影響を大きく受けるためだと考えられ、測定を行うごとにほぼ一定のブランク受光量で測定を行う必要性を意味していると考えられる。

図-3はブランク受光量をほぼ一定 (9.10 mv) にして測定した結果であるが、光路長が長くなるとともに各透視度での減衰光量は当然の如く増加している。

又、光路長が長い程、その曲線の度合いが小さくなっており、より長い光路長を用いたほうが有利なことを意味している。図のいずれも非常に高い相関が得られており、本測定方式による透視度測定が可能であることを示している。図-3のデータをもとに透視度と減衰光量の常用対数の関係をプロットした結果を図-4

に示す。各光路長において、まさに直線関係が得られ、感覚の強さとしての透視度と刺激の大きさとしての電気信号たる減衰光量との関係はヴェーバー・フェヒナーの法則に従っていると考えられる。

(2) 各下水処理場の測定結果について

4か所の下水処理場二次処理水を用いて測定した光路長80 cmの結果を図-5に示す。

図より非常に高い相関が得られ、通常の二次処理水であれば処理場が違っていても誤差±2.5 cmで透視度が測定可能である。さらに、本データからはy切片の値より理論的には125 cmまで測定可能であるが、ブランク受光量を低く設定して測定をすれば、150 cm以上の透視度測定が可能であろう。

近年、二次処理水が修景・親水用水等に再利用される機会が増えており、100 cm以上の透視度測定

表 - 1 装置構成

測定管	両端を透明プラスチックで接着した塩化ビニルパイプ (外径25mm、内径20mm)
電源	コリメーター用専用電源 SUP-10
発光光源	レーザダイオードコリメーターユニット SU-10P 中心波長780nmのパルス発振タイプ
受光センサー	受光アンプユニット SUR-10A
受光量表示	デジタルマルチメーター AM-748-DV-15-1

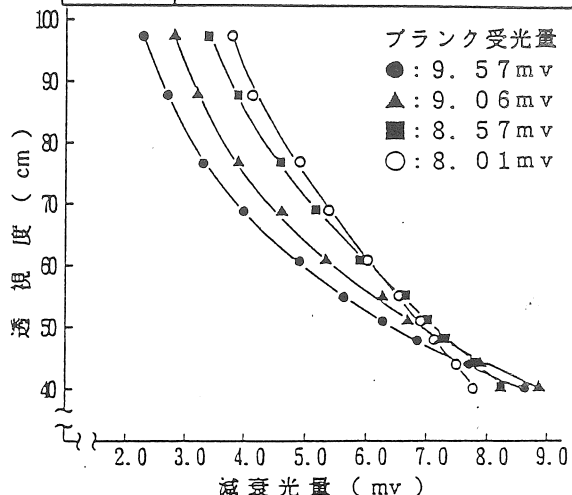


図-2 異なるブランク受光量での透視度と減衰光量の関係

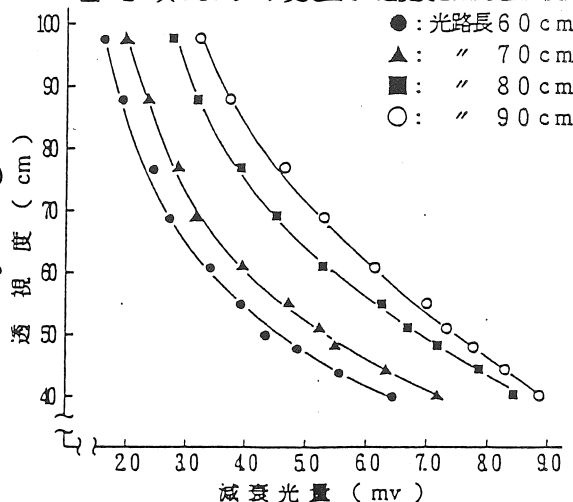


図-3 異なる光路長での透視度と減衰光量の関係

の必要性が生じてくるのではないかと考えられ、本測定方式による透視度測定はその要求にも対応することができると考えられる。なお、図-6に示す如く、減衰光量は二次処理水SSとも高い相関関係があり、本測定方式により透視度とSSの同時測定が可能と考えられる。

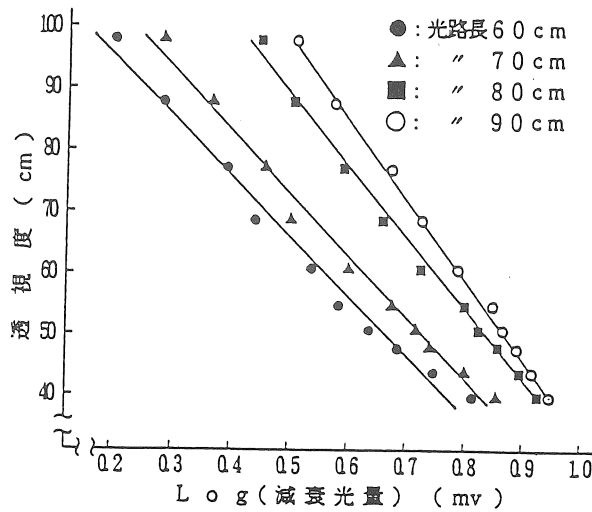


図-4 異なる光路長での透視度とLog (減衰光量) の関係

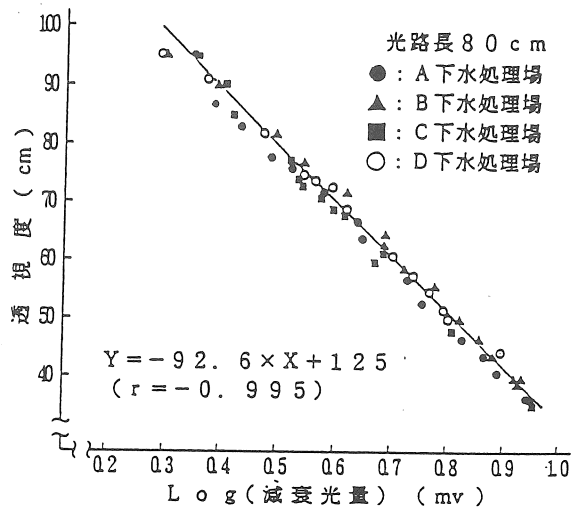


図-5 各下水処理場の透視度とLog (減衰光量) の関係

(3) 連続測定結果について

その結果の一部を図-7に示す。

この時期は処理が悪化した状態を経て、回復し始めた時期であり、透視度の推移が右上がりになっていく様子を見事に捉えている。さらに、流入水量の変動が時間遅れなしに透視度に反映されていることが分かる。

このように、透視度を連続して測定することにより、処理悪化初期等の処理状況の変化をいち早く把握でき、素早い対応をとることができるため、水質の維持管理に大いに役に立つと考えられる。さらに、近年、週休二日制の導入等により休日が多くなっているが、連休時の処理の監視にも役立つと考えられる。

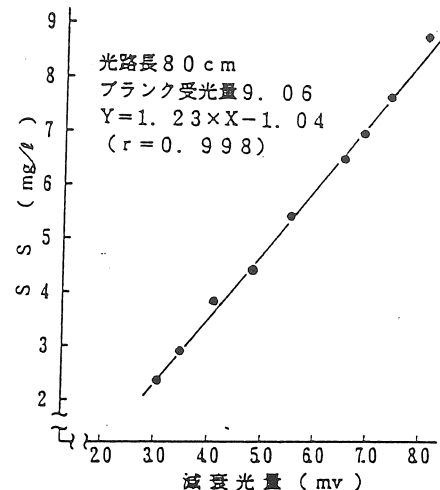


図-6 SSと減衰光量の関係

6. ま と め

半導体レーザー光線による透過光方式により下水二次処理水の透視度を精度良く測定でき、透視度の自動計測化が可能であることが分かった。

今回、開発した装置は透過光を測定するという最も一般的な測定方式を採用しているため、測定自体、操作が簡単であり、装置も単純であり、さらに信号処理も簡単であるという大きな利点を有しており、保守点検等の維持管理も容易な測定装置であると考えられる。

今後は現場設置型の装置を製作し、フィールドでの連続自動測定を行っていく中でのハード、ソフト等の問題点の抽出及び解決に取り組んでいく予定である。

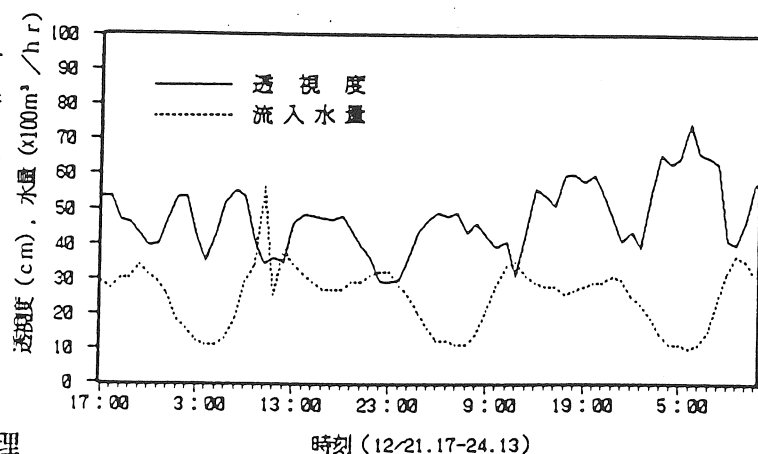


図-7 二次処理水透視度連続測定結果