

## ＜研究発表＞

### 維持管理から見た透視度測定による水質管理

市川 雅英, 今岡 健二

明電環境サービス株式会社 技術部(〒141-8616 東京都品川区大崎 5-5-5 E-mail:ichikawa@kan-meiden.co.jp)

#### 概要

下水処理場の水質管理において日常試験として、流入水や放流水の透視度測定が行われている。今回、実測値をもとに放流水の透視度とCODやSS等の水質分析値との相関について検討した。また、透視度測定が実際の運転管理にどのように利用されているかについても調査した。その結果、透視度は特にSSとの相関が良く、日常の水質管理の指標として有効であることが示され、さらに透視度は、処理水質の悪化の前兆を把握して、迅速な初期対応の指標として利用できることが示された。また最終沈殿池の透視度を測定することにより、複数の反応槽間のMLSSやDO等の処理条件の違いによる処理水質の差を、より良い水質に調整する手段としても利用できることが示された。

キーワード: 下水処理場 水質管理 日常試験 透視度

#### 1. はじめに

公共サービスにおける業務の民間委託が多くの分野で進んでいるが、下水道事業では施設数の9割程度が民間委託されている。今後は委託される業務内容の範囲が広がる傾向にあり、下水道事業のさらなる効率化が期待されている。このような状況の中で、受託業者に対してもよりいっそうの業務の改善と効率化及び維持管理性能の確保が求められている。当社としてもこのような要求に応えるために、維持管理全体の作業の見直しと効率化を図っている。特に水質管理については、その是非が公共水域の水質保全に及ぼす影響を十分認識し、効率化と同時に性能を確保するよう努めている。

水質管理で最も重要な水質試験は主に日常の水質試験と法定試験に分けられる。これらのうち法定試験は水質分析を専門とする業者に委託され、日常試験は補助業務として維持管理業務で委託される場合が多い。日常試験で得られる結果は、施設の運転管理に重要な情報となるため、試験が簡易でその結果が迅速に得られることが求められる。その項目としては、水温、pH、透視度、COD等が挙げられ、この中でも透視度は、流入水質や処理水質を簡易に推定する方法としてほとんどの処理場で利用されている。透視度は目視で測定するため測定者による個人差が出やすいという難点があるが、測定頻度を増やすことにより、CODやSS等の水質分析では判別しにくい処理水質が悪化する前兆や、複数ある処理施設の系列間における処理状況の差を把握する手段として有益である。以下では、実処理場のデータに基づいて、透視度と処理水質の相関性を検討し、処理水質悪化の初期対応や反応槽間の処理水質を調整する手段として有効に利用されている例を報告する。

#### 2. 透視度の測定

透視度は、Fig.1に示すような透明の平底ガラス円筒に資料を満たし、上部から透視しながら下口から資料を流出させ、底部の二重十字標識板がはじめて明らかに識別できるときの水層の高さを読みとり1cmを1度として表す<sup>1)</sup>。下水処理場では流入水用として30cm高さのもの、処理水用として100cm高さのものが使われている例が多い。測定は、周囲の明るさによって影響を受けるので、屋内の同じ場所で測定し、ランプ等を使用する場合は角度や光源からの距離を一定にするようにしている。また測定者による個人差をなくすため、適時、同一の資料を複数の測定者で比較試験を実施している。

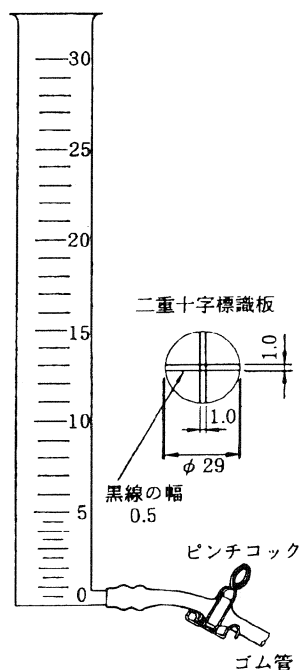


Fig.1 Transparency meter

### 3. 放流水質と透視度の相関

2カ所の下水処理場について、放流水の透視度とSS及びCODとの相関性を検討した。A処理場は放流水の透視度を毎日測定し、SSとCODについても毎日分析を行っている。B処理場は放流水の透視度は土日を除く平日に測定しているが、CODとSSについては1週間に1回の分析を行っている。Fig.2とFig.3にA処理場の透視度とSS及び透視度とCODのそれぞれの相関を、Fig.4とFig.5にB処理場の透視度とSS及び透視度とCODの相関について示す。透視度と浮遊物質については両者の積が一定の関係にあると考えられる<sup>2)</sup>ため、SSの値と透視度の逆数値について相関をとり、線形回帰を行った。線形回帰で得られた係数のうち、傾きをa、Y切片をb、として透視度とSSの関係を“a/透視度+b”の式に直した曲線をFig.2に示した。CODについても同様な曲線関係を想定して、相関をとり、Fig.3に示した。さらにB処理場のデータについても同様に、透視度とSS及び透視度とCODについての曲線をFig.4とFig.5に示した。透視度が低くて水質分析値が高いときのデータが得られなかったため、水質悪化時の相関をどれくらい正確に表しているかについては明らかにできなかったが、透視度が低くなるにつれて急激に水質が悪化するという傾向を表している。またSSとCODを比べると両処理場において、SSの方が透視度との相関性は良いと言える。

SSとの相関では係数bの値がA処理場では0.09、B処理場では0.60と0に近いことから、“透視度×SS=定数”の関係を示している。一方、CODについては係数bの値がA処理場では7.05、B処理場では7.02と両者とも近い値となった。これは透視度がいくら良くても7.0mg/LのCODが残る可能性を示しており、処理水に残留する溶解性の有機物質については透視度のような目視では測定できないことを表していると考えられる。しかしながら相関が示すように、放流水のCODを推定するための目安として利用することは可能である。例えば、A処理場では、透視度が70以下になると放流水のCODが10mg/Lを越える可能性があり、現在の運転方法の見直しについて検討する。さらに透視度が20に低下すると、CODが20mg/L近くなり水質基準オーバーが懸念されるため、水質悪化のための緊急体制がとられその対策が実施される。透視度はCODの水質分析よりも測定方法が簡易でその場で測定値が明らかになるため、緊急体制では測定頻度を上げて、放流水質の時間的な変化について把握することができる。

B処理場でも放流水の透視度測定結果が重視され、その値が60以下になると、処理状況が変化し、水質悪化が予想されると判断し、処理場の管理者からは運転方法の見直しと対策の準備が指示される。

### 4. 透視度測定結果による運転操作例

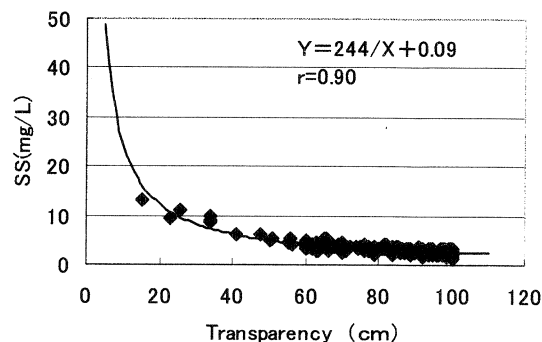


Fig.2 Transparency and SS in A plant

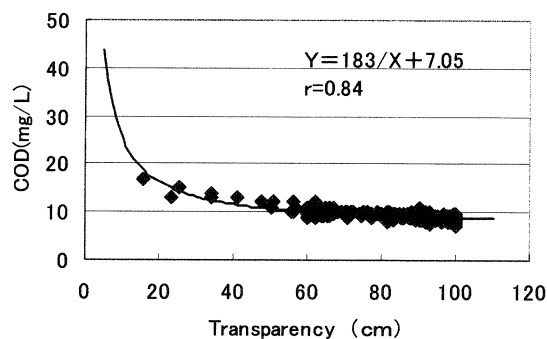


Fig.3 Transparency and COD in A plant

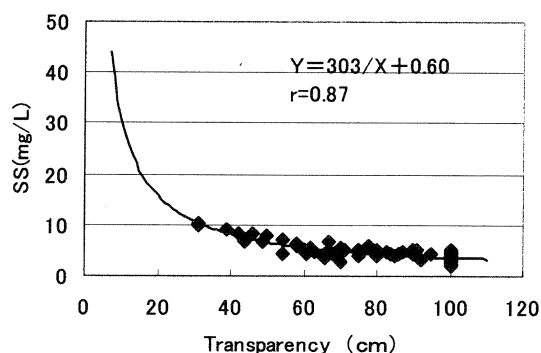


Fig.4 Transparency and SS in B plant

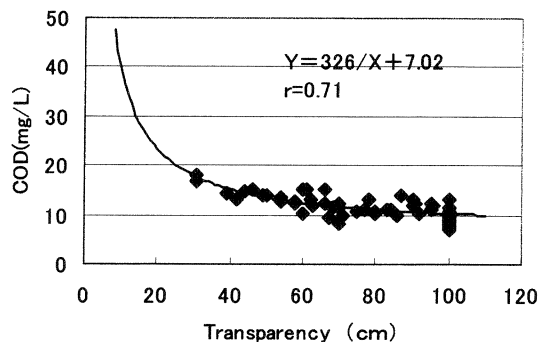


Fig.5 Transparency and COD in B plant

A処理場は標準活性汚泥法を採用しており、水処理施設は2系列から成り立っているが、曝気槽の送風攪拌方式が

両系列で異なっている。第1系列(1系と略す)は散気筒による空気攪拌方式で、第2系列(2系と略す)は機械攪拌方式である。1系は全槽で曝気しているが、2系は流入側の第1槽が機械攪拌だけで、その他の槽では送風と機械攪拌併用となっている。両系列共 DO 制御を行っておりその設定値は 0.8mg/L から 1.5mg/L の範囲で処理状況により調整している。流入水の総量は流量計で計測できるが、系列ごとに設置されていないため、各系列への流入量は測定できない。ゲート水位の目視等で両系列に均等に入るようにゲート操作を行っているが、処理場への流入量が増えると系列間の流入量にも差が生じる。この流入量の差は、送風量と MLSS に影響する。

Fig.6に各系列の最終沈殿池と放流水の透視度測定結果を示す。4月24日から1系の透視度が低下し、放流水の透視度にも影響している。その後1系は回復したが、今度は2系の透視度が低下し、同様に放流水の透視度も低下した。この間に透視度の回復のための対策を実施した。1系の透視度低下は、透視度測定や SV 測定時に微少浮遊物が見られたため、過曝気による汚泥解体の傾向があると判断した。このため送風量を減らすため DO 設定値を 1.5mg/L から 1.0mg/L に下げた。各系列の反応槽の DO 変化を Fig.7に示す。その後10日ほどで1系の透視度は回復した。1系の回復と入れ替わるように2系の透視度が低下した。2系の DO は高く設定されているが、Fig.8に示すように MLSS が高く、また流入変動も大きい。Fig.7に示すような日間の平均 DO に比べて、流入ピークの時間帯はかなり低下する。そのため、1系の透視度低下で行ったような DO 設定値を下げるというような対策はできなかった。そこで、2系では反応槽の各槽におけるエア弁の開度操作で対応した。2系は流れ方向に4槽から構成されているが、第2番目のエア弁の開度を増やし、4番目の槽の開度を下げた。これにより第4槽での攪拌を弱くして汚泥の凝集効果を高め、微細フロックが抑制されることを期待した。第4槽の攪拌低下による汚泥堆積や第4槽 DO の低下による全体送風量の過大にも注意しながら、その後もエア弁の調整を行い、10日ほどで透視度の回復が見られた。

2系の MLSS については1系と同じになるように余剰汚

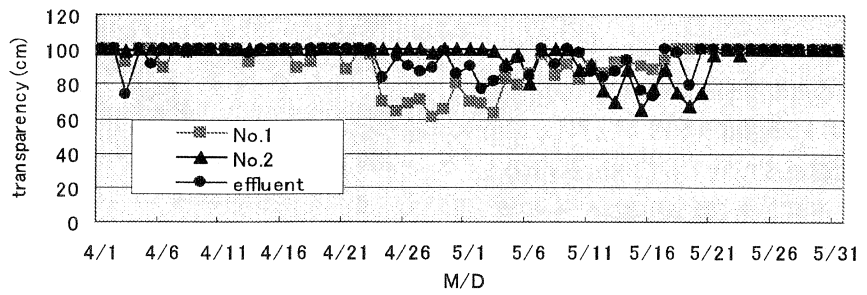


Fig.6 Transparency in A plant

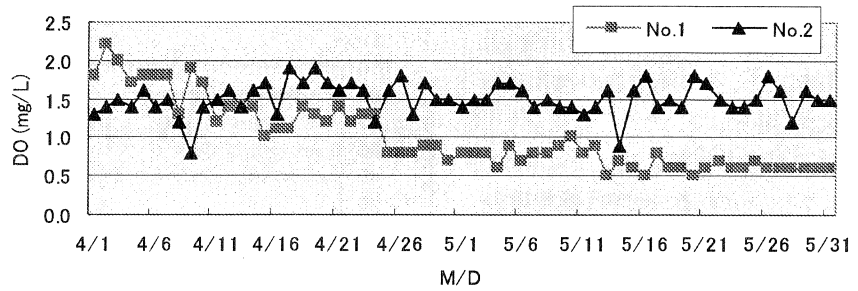


Fig.7 DO in Reactor in A plant

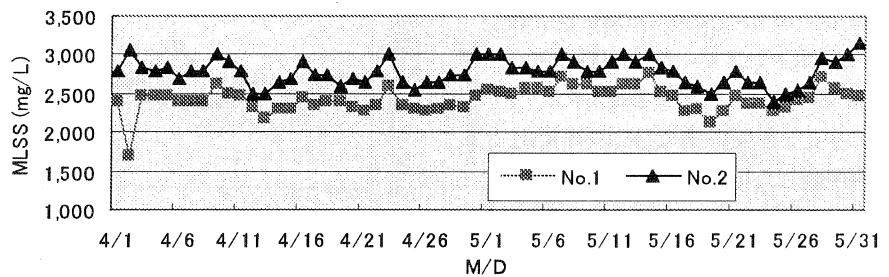


Fig.8 MLSS in Reactor A plant

泥量を増やして調整していたが、その効果は小さく、5月後半になってようやく近くなった。しかしながら、月末になり再び差が大きくなった。このように常に調整を実施していても、系列間で処理状況に差が出ることもあり、その差が水質に影響を及ぼすことがある。今回は、透視度を測定することによってその前兆を把握し、状況に応じた対策が実施できた。

次に、B処理場の運転例について示す。B処理場は活性汚泥法で反応槽の攪拌はすべて散気板方式である。反応槽は4系列あるが、MLSSやDO等の計装は1系から3系に設置されている。4系は計装の設置がないが、返送汚泥が3系と混合されるため3系の指示値を参考にして運転している。DO制御は実施していないが曝気槽出口で 1.0mg/L を確保するようにブローアを調整している。透視度は100以上が目標で、ほとんどの日で達成されているが、SVIが上昇し、沈みにくい浮遊汚泥が透視度低下の原因となる場合がある。SVIが上昇し透視度が低下した時の例として、Fig.9に各系列のSVI、Fig.10に放流水の透視度の変化を示す。一般に SVI が高くなると上澄液は非常に清澄であることが多いと言われている<sup>3)</sup>が、B 処理場では

逆に、軽くなったフロックが最終沈殿池で巻上がり、その一部が流出するため透視度が低下する。図では7月13日頃よりSVIが上昇し、同時に透視度が低下している。SVIの上昇速度が早く顕微鏡観察でも糸状菌が優占となってきたので、Fig.11に示すように余剰汚泥の引抜き量を増やした。余剰汚泥量を増やす等の運転変更は、主に水質分析値を参考にして決定しているが、分析が週1回であることと、その測定値が透視度ほど大きく変化しないため、水質分析値の結果だけで判断すると、その対処が遅くなることがある。今回は透視度変化を重視し、運転変更を迅速に実施したため、10日程度でバルキングは解消した。さらに、8月10日頃より再度SVIが上昇し、透視度が低下した。前回よりもSVIの上昇は小さいが、透視度の低下が大きいため余剰汚泥量変更の他にも対策を実施した。その中で、各反応槽のDOの日変化を再検討した結果、ピーク時でDOが0.5mg/Lを下回っていたため、8月13日より送風量を増やした。その時の送風量変化をFig.12に示す。その後1週間ほどで透視度は回復した。

## 5. まとめ

透視度は目視で測定するため、周りの条件や測定者の個人差による誤差が大きい。今回示した例はそれらの誤差を減らすために対策を講じながら測定を行っている。このようにして透視度が測定されると、CODやSS等の放流水質と相関が高く、それらの水質を推定するために利用できることを示した。

しかしながらそれらの関係は処理場によって差があるため、透視度は共通の一般的な指標として用いることは難しい。これらの計測の自動化に関しては、濁度計等が適用できると考えられるが、現在の透視度測定の簡易さを考慮すると、メンテナンスや校正が不要になることが望まれる。一方、今回示した透視度低下の例はその原因が明らかであり、対策も成功したが、原因が不明で突然透視度が低下するという例も多くあり、これらについては今後の検討課題である。さらに、本論でも示したが、透視度が50ぐらいに低下した場合でもCODやSS等の水質が大きく低下するようなことはないため、水質基準を超える可能性は少ない。し

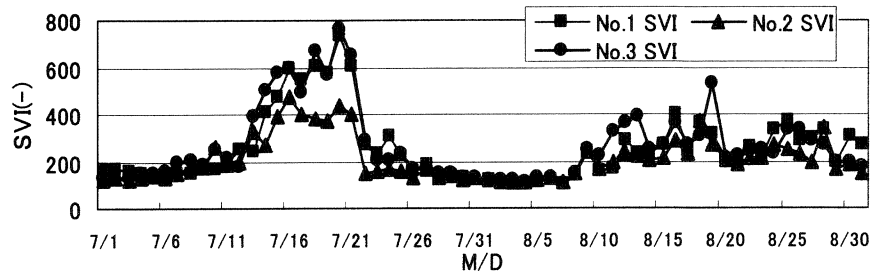


Fig.9 SVI in B plant

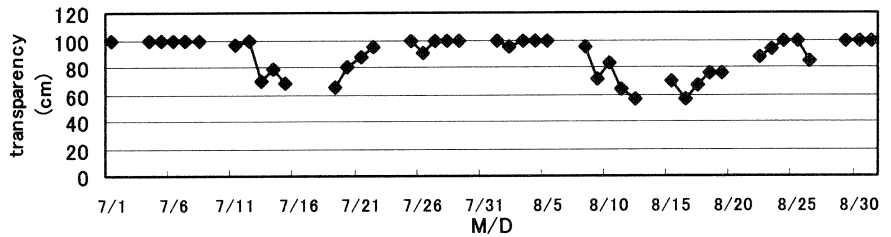


Fig.10 Transparency in B plant

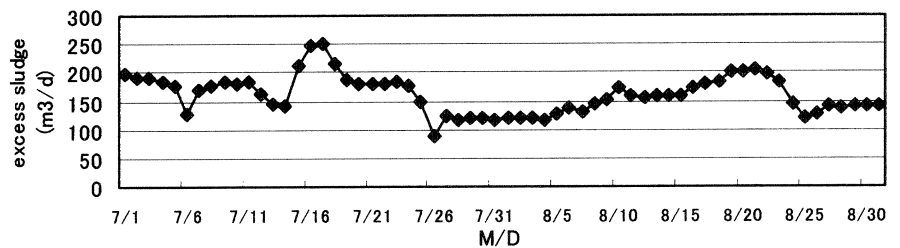


Fig.11 Excess Sludge in B plant

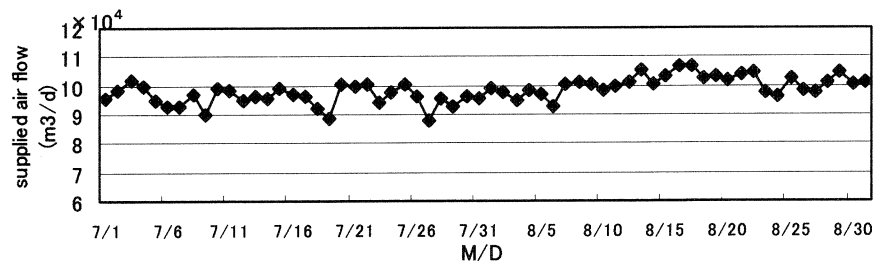


Fig.12 Supplied Air Flow in B plant

しかしながら、その差は放流水の目視でも明らかに見られることや、透視度低下が本格的な水質悪化への前兆と考えられるため、現場ではその測定を重視し、早めの対応策を実施している。今後も透視度低下の原因と対策について研究を継続し、より良い水質管理を目指す所存である。

## [参考文献]

- 1) 下水試験法 1997年版、日本下水道協会、
- 2) 水質管理の基礎知識と水質管理、日本下水道事業団
- 3) 下水道維持管理指針2003年版、日本下水道協会