

下水処理施設の処理水の遠隔監視手法に関する調査

○太田秀司¹、村上孝雄¹、勝間田純一郎²、田邊義浩²

¹ 日本下水道事業団技術開発部

² (株)CTIサイエンスシステム水環境室

概要：近年、下水処理場の小規模化にともなう巡回管理の採用から現地での水質確認の機会が減少しており、補完システムとして、放流水質を連続的に監視モニタリングして異常時に速やかに対処できる水質計測システムが求められている。本調査は、現地水質の監視作業を補完出来るシステムとして濁度・粒度計（以下、水質監視装置という。）の活用を検討し、放流水質を遠隔的にモニタリングすることによって維持管理の効率化と水質の安全性の向上に寄与することを目的に実証調査を行った結果、処理水の濁度とSSは高い相関がありSSを指標とする処理水質が推定できた。また、計測値は携帯電話で遠隔地に電送した連続監視ができるため、水質管理の向上と効率化に利用できることがわかった。さらに、本水質監視装置で計測される濁度及び粒度指数の関係を見ることにより、下水処理水の固液分離状況や、反応槽内の活性汚泥の状況（パルキングの有無等）が推察できる可能性も見出すことができた。

キーワード：下水道処理施設、遠隔監視、処理水、濁度、粒度

1. はじめに

下水道普及の重点は財政規模が弱く、技術者の確保の難しい小規模都市へと移行する一方で、下水処理施設から排出される放流水に関しては、水環境対策の重要性や排水水の規制の強化によってより安全できれいな水が要求され処理場の維持管理は、経済性の追求とともに質の高い処理水質を維持することが課題になっている。近年、維持管理を効率化する目的から、小規模の下水処理場では、巡回管理が採用されることが多く処理水質を現地確認する機会が減少している。一般に、下水処理施設の異常時警報は、電気・機械設備トラブルの通報システムが構築されるが、放流水質については現地での確認に頼るところが大きく、維持管理の質を確保しながら効率化する水質のモニタリングシステムとして、放流水質を連続的に監視でき異常時に速やかに対処できる水質計測システムが求められている。

本調査は、濁度・粒度計を用いて現地水質監視業務を補完出来るシステムとしての活用を検証し、放流水質を遠隔的にモニタリングすることによって維持管理の効率化と水質の安全性向上への寄与について検討するものである。

2. 下水処理施設の管理実態

平成11年度下水道統計調査によると平成11年度末までに供用開始した処理場数1,494処理場のうち、5,000m³/日未満の処理場は全体の42%にあたる627処理場にのぼり、10,000m³/日未満の処理場を含めると約半分は小規模な施設である。これら施設の維持管理は、一般に公共団体職員及び委託職員によって行われている。公共団体職員は、全国では1,494施設で11,600人、約7.8人の体制に対し、5,000m³/日未満の627施設では224人、約0.36人に激減し、小規模施設では下水道の管理業務を専任しない場合があると考えられる。委託業者数については、全国1,494施設で15,600人、約10.4人の管理体制に対し、5,000m³/日未満では827

人、約1.3人体制で管理されている。また、小規模処理場で採用例の多いオキシデーションディッチ法約100処理場に関するアンケート調査では、回答を得た74処理場のうち45%で巡回管理が採用され、なかでも1,000m³/日未満の処理場で巡回管理が多い結果であった。小規模処理場では維持管理費の縮減が一層求められ、維持管理の質を確保しながら効率化する管理手法の開発が必要になっている。

3. 調査方法

監視装置は、現地水の粒度測定及び、BOD,SSの分析値に基づき、下水処理水に適応できるキャリブレーション式を作成した。遠隔監視は、水質監視装置の下水処理水への適用性を検討するために図3.1のようなシステム構成をもつ水温・濁度・粒度（分光7濁度より解析）の自動測定が可能な監視装置をM水処理センター内の最終沈殿池に設置し、装置内に携帯電話を内蔵したデータ転送装置を組み込み、データ監視装置と併せて遠隔地からのデータ回収が可能なシステムで検証した。

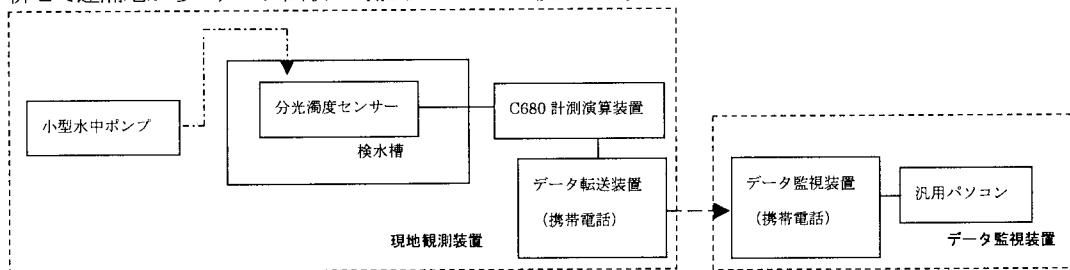


図3.1 システム構成図

4. 結果及び考察

4. 1 粒度指数のキャリブレーション作成

採水条件の異なる試料の粒径分析の結果より得られた粒径値（中央粒径と平均粒径）と、分光濁度センサーによる基礎データ{分光7濁度：積分球濁度（TB）および赤色、緑色、青色の各透過光濁度（TP_r, TP_g, TP_b）、散乱光濁度（TD_r, TD_g, TD_b）}の組み合わせから設定される各種パラメータの相関を求め、粒度指数のキャリブレーション式を作成した。

(1) キャリブレーション作成時に対象とする粒径の決定

本装置で対象とする粒径値を決定する為に、中央粒径 D50（体積の累積50%値）と平均粒径 D_m（体積の16%値と84%値の平均値）の2種類について比較を行った。

コールターカウンター分析の結果、0~100μmの間で2~3以上の粒径集団を持った粒度分布を示し、一般に代表粒径（D50）が有効とされる対数正規分布と異なる傾向を示した。また、中央粒径は、平均粒径に比べてサンプル毎の粒径値の変動幅が小さく、分光7濁度のセンサー出力値およびコールターカウンター分析値の測定誤差の影響をより大きく受けることが分った。以上の点から、対象とする粒径は、平均粒径 D_mの値とし、分光7濁度各々のセンサー出力値との比較を行うものとした。

(2) キャリブレーション式の作成

分光濁度センサーによって計測される分光7濁度データから粒度指数への換算については、①光の散乱量は粒子径が照射された光の波長に比べて1/10以下の場合にはレイリー散乱、波長と粒子径が同程度の場合はミー散乱により、波長と散乱光量に反比例の関係があるとする基本反応式、②粒子径が波長に比して更に大きくなると同濁度においては各色の透過光濁度の感度が著しく低下する反応式、③対象とする水質成分の違いにより各色のデータが異なる反応を示す現象、の各種反応を利用してキャリブレーションを行っている。上記①~③の関係により、各色の分光7濁度データが、対象とする水質特性および浮遊粒子の粒径の違いにより固有の反応を示す現象を利用して、各分光濁度の出力値と平均粒径(D_m)の間の相関関

係を求め、現地水質の粒径値と比較的高い相関を示すパラメータを抽出してキャリブレーション式を作成した。キャリブレーション式により換算した、粒度指数(Dr)とコールターカウンターによる分析値(平均粒径Dm)の相関図は図4.1のとおりである。また、キャリブレーション式の適用範囲は表4.2に示すとおりである。

以上の結果から作成したキャリブレーション式を水質監視装置に採用することにより、水温・濁度・粒度指数の各計測データをリアルタイムで遠隔監視できるシステムを構築することができた。

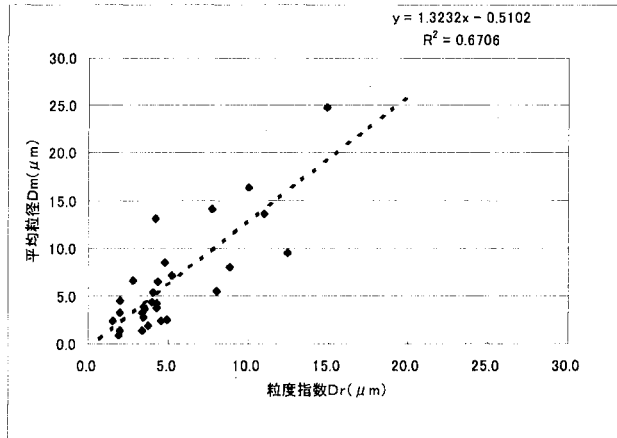


図 4.1 キャリブレーション式により換算した粒度指数 (Dr) と平均粒径 (Dm) の関係

表 4.2 キャリブレーション式の適用範囲

項目	事項
測定項目	粒度指数 (平均粒径 Dm 値に相当する粒度指数)
測定範囲	0~30 μm
表示最小桁	0.1 μm
相関係数 (R 値)	0.82

4. 2 水質監視装置としての活用方法の検討

(1) 処理水 SS 値と濁度 (ホルマジン度)

現地水の SS の値と積分球濁度 (図 4.2) は高い相関があり、計測濁度値は SS 値に換算できることがわかった。

(2) BOD 値と計測値の比較

BOD については、分光 7 濁度と相関があるパラメータは見られず、本センサーによる基本データからは BOD への換算はできないことがわかった。

(3) 濁度と粒度指数の比較による処理水の判定

図 4.3 より、返送汚泥の上澄水および活性汚泥を 2 週間放置後の上澄水 (嫌気汚泥) の 2 種のサンプルについては、濁度と粒度指数の相関から大きく外れる傾向にあることがわかる。

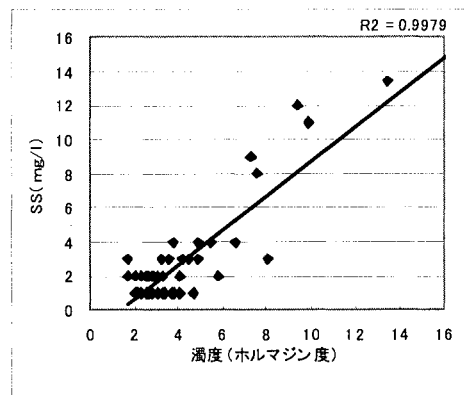


図 4.2 SS と濁度の関係

嫌気汚泥上澄水と返送汚泥の上澄水は異なる分布を示しており、これらの分布状況から、良好な処理水

と、返送汚泥上澄水と嫌気汚泥上澄水の大きく3種の状態に判別できることがわかった。このことから、監視装置で計測される濁度及び粒度指数の関係を見ることにより、下水処理水の固液分離状況や、反応槽内での活性汚泥の状況(バルキングの有無等)等が、表 4.3

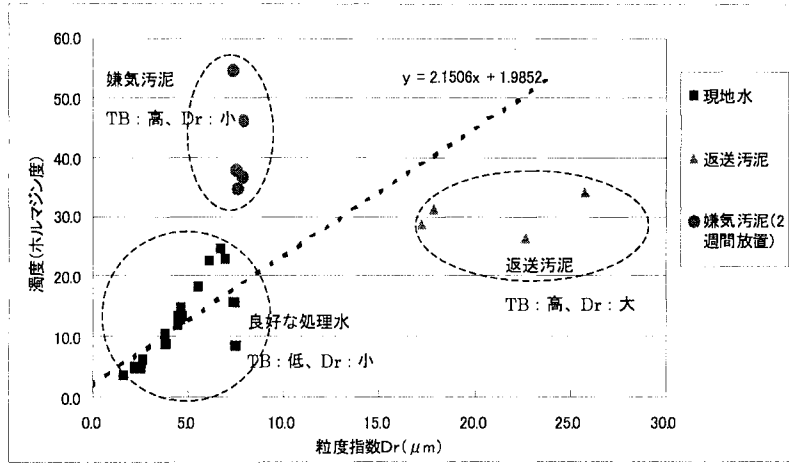


図 4.3 粒度指数 (Dr) と濁度の関係 (Dr-TB 相関式との比較)

に示した分類により推察の可能性を見出すことができた。

表 4.3 粒度指数と濁度の比較による処理水の状態の判定 (案)

	濁度	粒度指数 Dr
a) 良好な処理水	低い	小さい
b) 返送汚泥の上澄み水	高い	非常に大きい
c) 嫌気 (2 週間) 放置した活性汚泥上澄水	非常に高い	小さい

4. 3 水質監視結果

冬期 1 週間の連続監視測定結果は図 4.4 のとおりで濁度・粒度は時間単位で変動した。監視期間中の水曜日、金曜日、土曜日に水質が低下し、濁度の上昇を検知する 5~10 時間前に、粒度指数の増加を示す場合がみられ、粒度変化によって SS の上昇の予兆がとらえられる可能性が見出された。

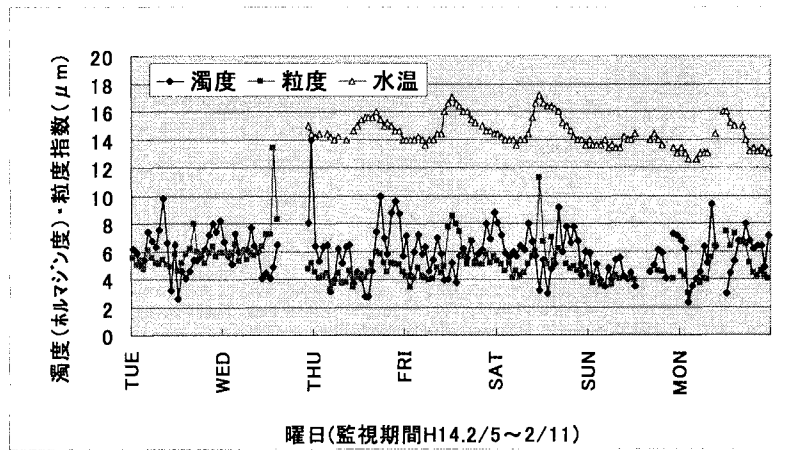


図 4.4 粒度・濁度計による下水処理場の水質監視結果

5. おわりに

今後は、水質状況の異なる下水処理場における実証を重ねキャリブレーション式の応用性、長期監視による下水処理水への適用性および水質低下と粒度の関係から水質管理への活用の可能性、透視度を加えた監視技術の開発について検討する計画である。

水質監視装置の設置にご協力を賜った栃木県真岡市水処理センター各位に対して深く感謝申し上げます。