

II-385

下水道維持管理データの時間変動特性の分析

東京都立大学工学部 正員 小泉 明
 東京都立大学工学部 正員○稲員 とよの
 青森県庁 三浦 敏弘

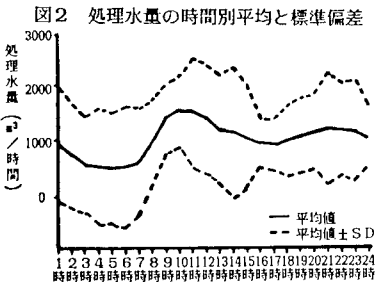
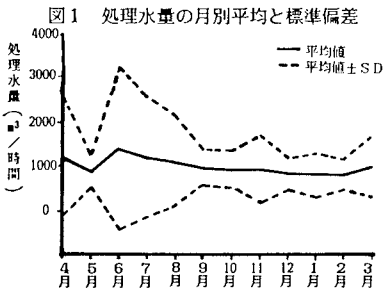
1. はじめに

著者らは以前の研究で、下水処理システムの入出力応答をマクロ的視点よりモデル化する方法を、すでに提案している。¹⁾ これらの解析は多くの処理場で過去より測定されてきた日データを使用しており、得られた離散型モデルは特性の異なる下水処理システムの差異を記述できるものとなっている。²⁾ しかし、下水処理システム自身は時間的に連続な現象であるので、維持管理のための最適制御方法を確立するためには、さらに逐次の制御の指針となるモデルを検討していく必要がある。一方、最近のコンピュータの急速な普及に伴って、下水処理システムを連続的にモニタし、合理的な制御を行なっていくとする処理場が増えてきている。

そこで本研究では、自動測定により得られた1時間間隔の管理データ（以下時間データと呼ぶ）を用いて、下水処理システムの変動特性を分析し、モデル化に有効な情報を得ようとするものである。対象となるシステムは、都市下水を中心に活性汚泥処理しているC処理場で、表1に示す9変数8760個の時間データ（1985年4月1日から86年3月31日迄の1年分）を使用する。

表1 解析に用いる変数

①処理水量 ($\text{m}^3/\text{時間}$)
②処理水COD (mg/L)
③処理水SS (mg/L)
④処理水PH
⑤気温 ($^{\circ}\text{C}$)
⑥雨量 ($\text{mm}/\text{時間}$)
⑦MLSS (mg/L)
⑧ブロウ風量 (Nm^3/m^3)
⑨返送汚泥量 (m^3/m^3)



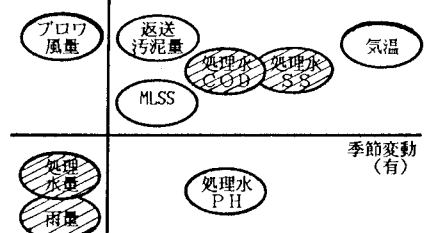
2. 時間データの変動特性の分析

下水処理システムから得られた時間データは、季節による動的变化（以下季節変動と呼ぶ）、日オーダーでの動的变化（以下日変動と呼ぶ）、24時間内の動的变化（以下時間変動と呼ぶ）等、さまざまな規則的もしくは不規則的な変動を含んでいると考えられる。そこでまず、各変数の月別および時間別基本統計量と月別度数分布を求めた。一例として処理水量について図1に平均と標準偏差の月別変化を、図2に平均と標準偏差の時間別変化を示す。さらに、月別分布に於ける正規性の有無、季節変動の有無等に着目すると、図3の時間データ特性配置図を得る。図1より処理水量は、月別平均値はほぼ一定で季節変動は小さいのに対し、分散は月によって大きく変化している。数値でみると8月の平均値は2月の約1.3倍となっており、同様に11時の処理水量平均値は5時の約3倍となっている。よって処理水量が水使用量の季節変動および時間変動の影響を受けているのは明らかである。一方、雨量の月別度数分布を図1と比較すると、月による分散の変化がほぼ一致することより、本処理場では不規則な降雨の影響による処理

水量の日変動が大きく、水使用量の時間変動および季節変動の影響を上回っているということが分かった。また、下水処理システムの制御指標であるブロウ風量、返送汚泥量、MLSSは、季節によらず正規分布に近い分布を示し、ある一定幅以内に制御されている。さらに、システムからの代表的な出力要因である処理水CODは、月によって平均値および分散が大きく変化している。つまり、平均的に処理水CODが低い月は正規分布を示しているのに対し、平均的に処理水CODが高い4, 5, 9, 10月に於いて平らな幅広い分布となっている。これ

図3 時間データの特性配置図

正規性(有) ※斜線は月により分散が変化



らの月は何等かの原因により、出力を一定範囲内に制御できなかったものと考えられ、その原因を分析する必要があるものと思われる。

3. 時間平均期間の決定

連続現象を離散型モデルで記述する際、サンプリング間隔は重要な問題となるが、ここでは、時間データの変動特性が平均化操作によりどの程度失われるかという観点より、データ間隔の検討を試みる。これは、解析のもととなる時間データが8760個と数が多く、モデル化に適さないと考えられるためである。1) すなわち、2時間、3時間、6時間、12時間、24時間、1週間という平均化に伴いデータ数が減少する際、時間変動特性を保持できる範囲で時間平均期間を決定する。このため前掲の平均化操作を施した各データファイルについて、度数分布を求め比較した。一例として処理水量のヒストグラムを図4および図5に示す。これらの図より、6時間平均データまでは多角形の幅広い分布を示すのに対し、12時間平均データからは1つの鋭いピークをもつ分布に形が変化しているのが分かる。他の要因についても同様の検討を行なった結果、時間データとほぼ同形の分布を示す6時間平均を時間平均期間として用いることとした。

4. データサイズの決定

さらに、モデルの統計的有意性および相関係数の評価に影響を与える2)データサイズについて検討する。1年の時系列データは、トレンドや季節的な周期変動を含むため非正常性を示すと予想されるので、ここでは自己相関係数を用いて定常な時系列となるデータサイズを求める。すなわち、定常時系列のコレログラムは急速にゼロに減衰または減衰振動するのに対し、非定常時系列のコレログラムはわずかな線形的減少を示すに留めることを利用する。3) つまり、1年、6ヶ月、3ヶ月、2ヶ月、1ヶ月とデータサイズを変化させ、1年分のデータをそれぞれのサイズで等分割したケースについて自己相関係数を計算し、各ケースに於いて自己相関係数がゼロとみなされる直前のラグをプロットする。この結果を処理水CODの場合について図6に示す。この図より、データサイズが1,2ヶ月程度であれば、1年を通して定常時系列と見なせることが分かった。

5. おわりに

本稿では、下水処理場で測定された時間データにより維持管理要因の種々の変動特性を分析する方法を提案し、各要因の変動特性の特徴を捉えることができた。また下水処理システムの分析およびモデル化を行なっていく際には、時間平均期間を6時間程度、データサイズを2ヶ月以内とすれば、管理データの時間変動特性を十分把握できることが明らかとなった。以上の結果を踏まえ、今後、下水処理システムのモデル化に向けて研究を継続する予定である。

(参考文献)

- 1)小泉,稲員,佐々木:下水道維持管理計画に関する基礎的研究—ARIMAモデルによる処理場データの解析—,土木学会第41回年次学術講演会講演概要集,PP.769-770,1986
- 2)小泉,稲員,大山:下水道維持管理計画に関する基礎的研究—データサイズを考慮した処理場データの解析—,土木学会第42回年次学術講演会講演概要集,PP.698-699,1987
- 3)Box,G.E.P. & Jenkins,G.M.:Time Series Analysis,PP174-175,Holden-Day,1976

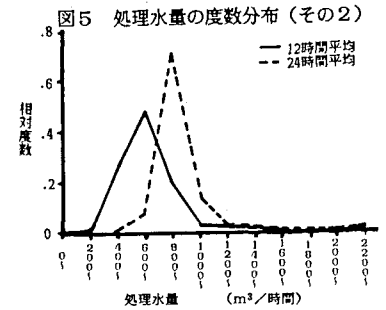
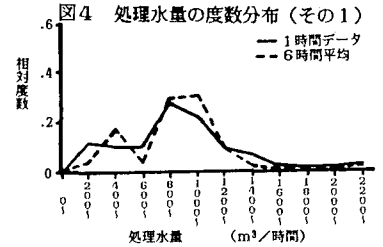


図6 データサイズと自己相関係数
(処理水COD)

