

(株) 日本水道コンサルタント 正員 萩原良巳
〃 〃 〃 〃 高橋邦夫

1. はじめに

活性汚泥法による廃水処理は、今日広く普及しているところであり、その評価も、ある程度定着しているものと考えらる。しかし、プラント、および活性汚泥の適切な操作、管理という観点から、多くの複雑な問題をかかえており、こゝからは、プロセスの生物化学的、および物理化学的學因に由来するものである。

本稿は、上記をふまえ、こゝに対する基礎的考察の一步として、既設下水処理場における水質データの解析を試みるものである。

2. テーザ解析について

下水処理プラントにおける入、出力は不規則変動過程を形成しており、その記述には、統計的方法が不可欠となる。解析の対象となる処理プロセスは、図-1に示すように

一般的なものであり、このうち、蒸入水、最初処理水、処理水と代表値とし、この間におけるプロセスをBLACK-BOXとし、さらにプロセスは線形システムと仮定する。

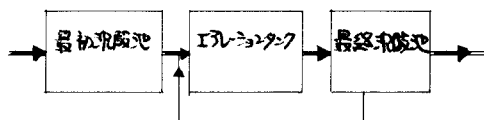


図-1 下水処理プロセス

いま、入出力を y, x とし、自己相関の数と ϕ_{yy}, ϕ_{xx}
相互相関関数を ϕ_{xy}, ϕ_{yx} とすれば、これらの間には、次の
関係が成立する。

$$\phi_{xx}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} w(\sigma) \phi_{yx}(\tau + \sigma) d\sigma, \quad \phi_{yx}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} w(\sigma) \phi_{yy}(\tau - \sigma) d\sigma \quad (1)$$

一方、スワクトル密度を $\Phi_{xx}(\omega)$, $\Phi_{yy}(\omega)$, $\Phi_{xy}(\omega)$, $\Phi_{yx}(\omega)$ とすれば、これらの間には、

$$\Phi_{yx}(\omega) = W(j\omega)\Phi_{xy}(\omega), \quad \Phi_{xx}(\omega) = W(-j\omega)\Phi_{yx}(\omega) \quad (2)$$

の関係が成立する。ここに $\omega(\omega)$ は伝達関数、 $W(j\omega)$ は、そのゲインである。また、入出力間の線形性は、ユーティリティにより判定できる。

3. $\bar{T} - \text{DF} 2.112$

下水処理プラントは、密集した市街地を排水区とし、処理能力は、約20,000㎥/日を有する。排水区は、一般住宅がほとんどを占め、量的にみて大きな影響を有する施設の存在はない。また、排水区の面積は比較的小さく、集水ルートによける時間差の影響は、全体からみれば小さいものと思われる。

データは、年6回(1月, 3月, …, 11月)の通日試験(24時間観測)を用い、これを1シリーズとして採用している。年間におけるデータから季節変動を照視することは危険であるが、入力の周期性、位相差、および数値スケールの諸点と検討の上、1シリーズとして採用することとする。周期性、ならびに位相差は、地域特性から、ほとんど無視しうるものと考えられ、一方、数値スケールは、平均値、分散ともオーダーの差は小さく、これを1シリーズとして採用した。また本稿掲載では、BOD濃度、溶解度の2つを、代表値として。

4. 除打列について

ここではまず、流入木、求母木、双連木の変動特性について概論し、しかる後、プロセス間における応答について解析例を示す。

4.1 流入水、泥后水、処理水の変動特性

圖-2 に、流入水、流出水、処理水の BOD 濃度、自己相関関数を示す。ここで、流入水 BOD 濃度は、24 時

間を1周期とする変動特性を示している。すなわち、家庭廃水の変動特性を明確に表しているものといえよう。尚、図示はしていないが、流入水量の自己相関関数も同様の特性を示している。つぎに、沈下槽では、プロセスによる他の領域を除けば、ほとんど同様のパターンを示しているが、スペクトル密度は、0.05~0.10 1/Hz/hour の領域が、流入水に比べてわずかなめらかなカーブを描いている。処理水においては、先に見らぬ 24 時間と1周期とする同期性は完全に失われ、スペクトル密度は、24 時間とはるかに近い長同期成分が支配的になる。このことは、エラリー・ジョ・タンクにおける混合効果と、槽内における水質交換の季節差に原因があるものと考えられる。一方、透視度についても、ほぼ同様のパターンを示しており、省略する。

4.2 流入水、沈下槽、処理水の応答

図-3 に最初沈下槽を Black box とし E ときの応答と、相互相関関数をもって示す。尚、水質指標は、BOD 濃度である。最初沈下槽では、4.1 にも用いるに、 $R(\pm T)$ とも、24 時間も1周期とする同様のパターンを示す。また、入出力間における位相差はほとんどないものと考えられる。すなわち最初沈下槽における入、出力は、入力の変動特性にしたがい応答特性は、ほとんど線形系と考えることもよいであろう。このとき、0.05 1/Hz/hour 周辺のコーヒ・レシスは、0.9 である。一方、透視度では、最初沈下槽における滞留時間が明確に表れており、特に、最初沈下槽における物理的水質変動過程が明示されているものと考えられる。

一方、エラリー・ジョ・タンク-最終沈下槽における入出力(BOD)の関係を示したのが図-4 である。ここでは、相互相関関数は、 $R(3\sim6)$ でピークを示しており、また同期性は、24 時間とはならず、また振幅も安定していない。また、スペクトル密度では、長同期成分が卓越し、コーヒ・レシスも、0.5 以下で、線形系の反応は意味がない。ただし、このとき、0.25 1/Hz/hour でコーヒ・レシス 0.8 が卓越しており、透視度でも、同様の結果が得られている。すなわち、これは、余剰汚水の引き抜きサイクルと一致し、エラリー・ジョ・タンク-最終沈下槽における余剰汚水引き抜き操作の重要性と暗示しているものと考えられる。

5. おわりに

本稿は、特定の下水処理プラントにおける応答解析例を示したものであり、特に、プラントの定性的叙述に留まり、E び、今後特に、水質指標と unit-process の相関性、あるいは運転操作の水質応答への影響などが包含いどプロセス応答を考察していかなければならない。また、こうした解析例の積み上げが重要である。

<参考文献> 1) 応用水理学 下巻, p81~137.

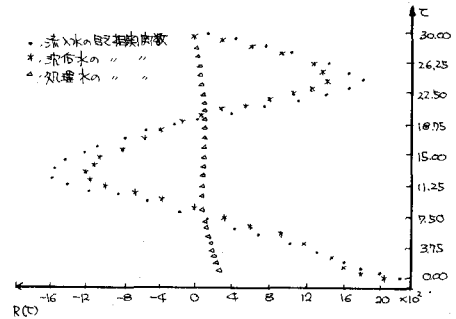


図-2. 流入水、沈下槽、処理水の自己相関関数

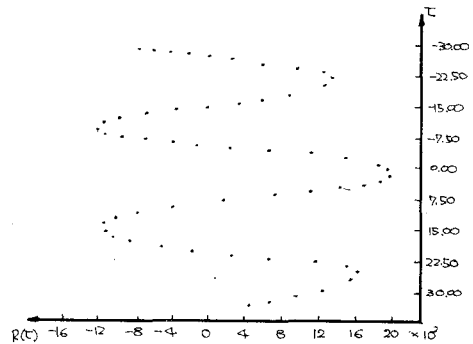


図-3. 流入水-沈下槽の相互相関関数

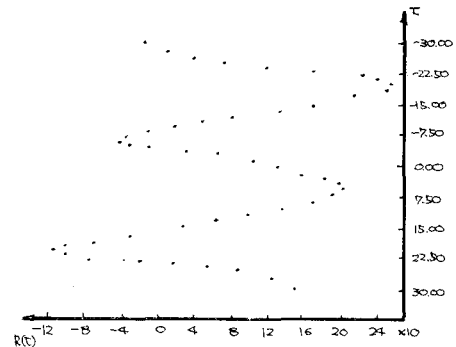


図-4. 沈下槽-処理水の相互相関関数