

日水コン 正員 白 鶴 良 一
 正員 諸 頭 廉 夫
 正員 加 藤 善 盛

1. まえがき

下水道の建設は急テンポで進められつつあり、多くの処理場が運転を開始している。しかし、いざ運転開始に至りつづけても設計時に予想した処理状態に達し得ない場合も多々ある。これらの原因としては種々考えられる事が出来るが、処理水質の向上、処理施設の増設にあたっては現況の処理水質の悪化が何に起因しているのかを明らかにしてから対策を立てねばその効果は上らない。本報では下水処理場水処理施設における水質伝播を線型と仮定して、放流水BOD濃度を流入条件、流出条件（過去の放流水質）、設計条件（曝気時間、水面積負荷など）流入条件に応じて求った値をとり増設を考える以外変化させる事が出来ないもの）、操作条件の複雑なからみ合ひの結果として記述を行なう。ある程度長い時間遅れでこれらの条件が放流水BOD濃度に影響を及ぼしているのなら、その時間遅れの後に放流水BOD濃度がどの値は予測できるはずであり、操作条件によって流入条件、流出条件、設計条件の悪化をカバーできるなら、ある程度の制御も可能であろう。

2. モデル式の作成及び変数の選択

以上の考えに基き、次のようなモデル式により重回帰分析を行なった。

$$\text{放流水BOD濃度}(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{放流水BOD濃度}(t-1) + \sum_i \beta_{2i} \cdot \text{流入条件}(t-T_i) \\ + \sum_j \beta_{3j} \cdot \text{設計条件}(t-T_j) + \sum_k \beta_{4k} \cdot \text{操作条件}(t-T_k) + \varepsilon \quad \dots (1)$$

ここで β_0 : 定数

ε : 偏差

$\beta_1, \beta_{2i}, \beta_{3j}, \beta_{4k}$: 偏回帰係数

T_i, T_j, T_k : 時間遅れ

月オーダーでの水質安定化を目標とし、又、水処理施設全体を1つのプロセスと見なしして回帰式を導いた。説明変数のうち流入条件、放流条件としては水質の絶対値ではなく、負荷量、比率などを採用した。これは水量をも含んで考える事、又、説明変数の数を減少させる事が出来るためなどの理由からである。

表-1に採用した説明変数をその変動係数と共に示した。流入水の

BOD/COD比は工場排水の影響を考えた為であり、水温は生物処理への影響及び季節変動を見ようとしたためである。放流条件として1ヶ月前の放流水BOD濃度を採用したのは過去の履歴の影響を考慮した為であり放流水BOD/SS比を採用したのは、溶解性、非溶解性どちらのBODが除去された場合、放流水BOD濃度が低下するのかを見ようとしたためである。操作条件として最初沈殿池汚泥引抜率を採用したのは、对象とした処理場に於て、汚泥の引抜きが不足してハルとの定性的な指標であったからである。空気倍率ではなく流入BODを当り空気量を採用したのは放流水BOD濃度の変動パターンに流入BODを当り空気量の方がよく似ていたためである。MLSS濃度は活性汚泥法に於ては重要な因子とされているが、对象とした処理場に於てもこれが高く、日頃から問題とされていた。

フィードバックが無く、物理現象のみの流れの場合、流入水質は移流、拡散、分散等の現象により滞留時間オーダーでの時間遅れをもつ

表-1. 説明変数一覧表

項目	単位	変数	条件	変動係数
放流水BOD濃度	mg/l	目的変数		0.78
放流水BOD濃度	mg/l	説明変数	放流水条件	0.78
放流水BOD/SS比		"	"	0.74
流入BOD量	kg/d	"	流入条件	0.46
流入水BOD/SS比		"	"	0.31
水温	°C	"	"	0.21
初期水面積負荷	m ³ /m ² /d	"	設計条件	0.34
曝気時間	hr	"	"	0.22
終沈水面積負荷	m ³ /m ² /d	"	"	0.26
固形物負荷	kg/m ² /d	"	"	0.49
初期汚泥引抜率	%	"	操作条件	0.53
流入BOD引抜き量	m ³ /kg	"	"	0.87
返送率	%	"	"	0.37
BOD-SS負荷	kg/kg·d	"	"	0.81
MLSS濃度	mg/l	"	"	0.45
SVI	cc	"	評価因子	0.49

て流出側に伝播される。しかし、現実の処理場は返送汚泥、余剰汚泥の投入などフィードバックがあり、時間遅れが伴う生物反応が主要な部分を占め、求盤地に於ても沈殿、再浮上、まき上げ、偏流など複雑な現象が起きている。従って説明変数、目的変数間の影響遅れ時間を算出してそれとのデータを対応させなければならない。放流水BOD濃度と他の説明変数との影響遅れ時間を決定するのに使用した相互相関関数 $R_{xy}(t)$ の一例を図-1に示した。

3. 計算結果と解析

大検定により有意性を認められた4つの説明変数のみを採用した場合の構造式は次の様になった。

$$\begin{aligned} \text{放流水BOD濃度}(t) = & -48.635 + 0.006 \times \text{流入BOD量}(t) \\ & + 0.003 \times \text{MLSS濃度}(t-5) \\ & + 1.001 \times \text{終流水面積負荷}(t-5) \\ & + 13.616 \times \text{放流水BOD/SS比}(t-4) \quad \cdots (2-2) \end{aligned}$$

説明変数として採用された項目を見ると次のような事がわかる。

- (1) 流入BOD量、すなわち処理場内部のみの問題ではなく、流入負荷量の増加、変動が放流水質に影響を及ぼしている。従って今後、周辺状況を考慮した流入負荷量の予測とともに見合った増設計画が必要である。
- (2) MLSS濃度を低くかつ安定した状態に保つ事は固有技術的にも重要とされているが、やはり今回の解析でも同じ結果が得られており、放流水BOD濃度を低く安定させるにはMLSS濃度の管理、制御が重要である。
- (3) 最終求盤地水面積負荷が放流水BOD濃度に影響するとは、水量変動及び終流の汚泥の状況によりキャリオーバーが起つてゐる事を示している。水面積負荷は曝気時間で置換して考へる事が可能であり、曝気時間の縮短によるSVIの上昇、それに伴うキャリオーバーの発生と、曝気槽容積をも含めて施設容量が不足している事が推察される。

- 4) 放流水BOD/SS比が大きくなるほど、放流水BOD濃度が高くなるとは先述したように溶解性BODが含まれていない事を示すものである。しかし、(3)をもあわせ考へると放流水BOD濃度の上昇は溶解性、非溶解性を問わず、BOD全体の除去がうまく行われていないために起つてゐるのだと言える。

放流水BOD濃度の計算値と実測値を図-2に、又、終流水面積負荷の確率密度分布を図-3に示した。

4. あとがき

月オーダーでの影響時間遅れを考慮した重回帰分析を行

い、将来の放流水質の予測、制御を目指しているのだから。

説明変数の数によらずデータの入手は可能なのであり、以

ずしても説明変数を減らせる必要は無い。今後の課題とい

て本報では月オーダーの時系列データから出發しているが更に

日、時間オーダーについての構造式を検討し時間遅れの物理的

影響を吟味し又増設を併せた放流水質を予測、制御して行く必要がある。施設の増

設時期についても従来は、予測値を点推定値として求め、それに対して施設の拡充を

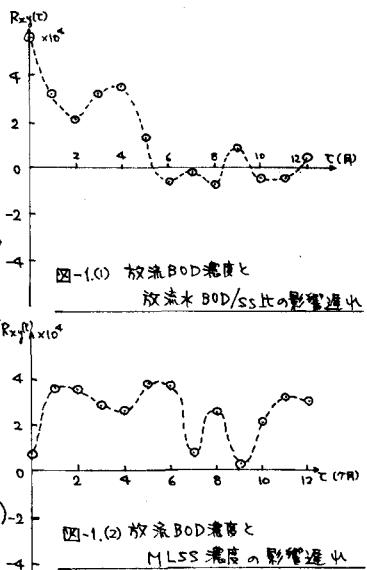
行ってきた。しかし、本来、水質値、負荷量などは確率変数なのであり、それらの変

動に応じて放流水質を変動してゆくのだから確率密度を用いて増設時期を求めるのも

一つの方法であろう。最後に本報をまとめるにあたりデータの使用を許して下さった

下水処理場各位及び有効なる助言を下さった当社データ解析セミの諸氏に謝意を表す。

〈参考文献〉 奥野忠一他：多变量解析法，NSC研究年報Vol.4. No.1



- (1) 流入BOD量、すなわち処理場内部のみの問題ではなく、流入負荷量の増加、変動が放流水質に影響を及ぼしている。従って今後、周辺状況を考慮した流入負荷量の予測とともに見合った増設計画が必要である。
- (2) MLSS濃度を低くかつ安定した状態に保つ事は固有技術的にも重要とされているが、やはり今回の解析でも同じ結果が得られており、放流水BOD濃度を低く安定させるにはMLSS濃度の管理、制御が重要である。
- (3) 最終求盤地水面積負荷が放流水BOD濃度に影響するとは、水量変動及び終流の汚泥の状況によりキャリオーバーが起つてゐる事を示している。水面積負荷は曝気時間で置換して考へる事が可能であり、曝気時間の縮短によるSVIの上昇、それに伴うキャリオーバーの発生と、曝気槽容積をも含めて施設容量が不足している事が推察される。

- 4) 放流水BOD/SS比が大きくなるほど、放流水BOD濃度が高くなるとは先述したように溶解性BODが含まれていない事を示すものである。しかし、(3)をもあわせ考へると放流水BOD濃度の上昇は溶解性、非溶解性を問わず、BOD全体の除去がうまく行われていないために起つてゐるのだと言える。

放流水BOD濃度の計算値と実測値を図-2に、又、終流水面積負荷の確率密度分布を図-3に示した。

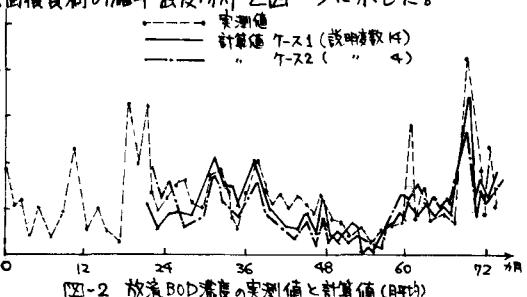


図-2 放流水BOD濃度の実測値と計算値(BOD mg/l)

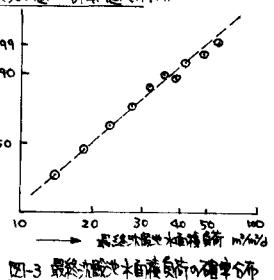


図-3 最終活性汚泥水面積負荷の確率密度