

京都大学工学部 正 員 平岡 正勝
 “ 学生員 〇津村 和志
 北村 輝明

研究の目的と意義 活性汚泥法において考察すべき重要な因子は、曝気槽での有機物質除去率と終沈での沈降分離特性である。前者には多くの理論的展開があるが、後者では概ね定性的な研究が主であり、定量的研究はなされていない。しかし活性汚泥法の制御や最適設計問題を考えるときには、沈降特性の定量的定式化が必要となり、本研究はこれを目的とする。沈降特性としてはSVIを採る。

これまでも、SVIに関係する変数が多く提案されているが、これら変数を実アプラントのデータで検討するとあまりうまく関係がでてこない。これは、これら変数がある特定の状況でのみSVIと関係が生じるので、一般的には提案されている多くの変数がすべて同時に、また非線形に、相互作用をもってSVIに関係していると考えられる。そこで本研究では、多変数非線形系の予測・同定手法であるGMDHを使ってSVIの定式化をおこなう。

研究の方法 GMDHは、近年IVAKHNENKO(1)によって開発された手法で、内容については池田(2)を参考にしてもらうこととし、本研究での説明は省略する。

SVIが、説明変数とどのような時間的關係にあるかについては、まず従来の研究と同様、説明変数の値がきまれば、SVIの値がきまるという静的な関係があるとする。説明変数やSVI自身の過去の値が現在のSVIに影響するかどうかは、考察のところで検討する。

研究の結果 公共下水道統計30号のデータと大阪A下水処理場の運転データを解析の対象とした。

公共下水道統計のデータは、その処理方式によって異なる構造を持つと考え、標準法、ステップエアレーション法、ロングエアレーション法に分けて、それぞれに解析をほどこした。さらに標準法については、SVI/30以上と以下では、データへのfittingの状態が異なるため、30以上、以下の2つが別構造をもつとした。A下水処理場のデータは、比較的汚泥の状態の安定している7,8月と、不安定な1,2月について調べた。

過去の文献調査から、下水道統計については、MLSS、流入水のBOD、pH、DO、BOD除去率、SS除去率、滞留時間、エアレーション時間、水温、曝気槽の長さや断面積の比、返送汚泥のMLSS、終沈での汚泥濃縮率、処理水量(計画時)、返送率、汚泥令の15変数を、A下水処理場については、MLSS、処理量、TOD除去率、流入水のpHとDO、空気送込比、返送率、返送汚泥のMLSSと濃縮率の9変数を、説明変数としてとった。GMDHでは、無関係な変数はいっていても最終的には除去されるので、データが得られる変数で関係のありそうなものは、すべて含めた。

このデータから、各変数のヒストグラムを作成し、標準的な散ばりの範囲外のデータは、異常データとして除去した。これを正規化し、GMDHによる処理を行なった。最終結果でのGMDHの各パラメータなどを表1にまとめた。

考察 1. 本研究の目的であるSVIの定量的定式化は、表1を見れば分かるように相関係数0.8以上の精度で可能である。このことから、多変数系としてのSVIの定式化には、GMDHが非常に有力な手法Eといえよう。

表1 最適化の結果

項目	公共下水道統計				A下水処理場	
	標準法 SVI130以下	標準法 SVI130以上	ステップ エアレーション	ロング エアレーション	夏場	冬場
サンプリング数	8	8	8	9	5	5
T-C比 [*]	1.0	2.0	10	2.3	1.6	10
データ数	18	32	44	20	26	22
相関係数	0.9157	0.8607	0.9172	0.9823	0.9916	0.7760
平均二乗誤差	2.91×10^{-1}	7.41×10^{-1}	5.90×10^{-1}	6.85×10^{-1}	9.54×10^{-1}	8.19×10^{-1}
層数	3	3	4	5	2	3

* T-C比 = Training dataの数/Checking dataの数
 ** これは正規化された値について

SVIに関しては、多くの変数が複合した形で影響していると考えられるので、主要4変数の相互効果を調べてみた。その結果、次のことがいえる。

1) 標準法(SV I 30以上) : ①流入BODが高く、BOD除去率の悪いときは、例外なくSV Iが高くなるが、流入水のBODが低いと、BOD除去率が高くてもSV Iが高くなる。 ②流入BODが200pとんとなれ。 ③濃縮率は、SV Iにほとんど影響しない。

2) ステップエアレーション法! ①SS除去率が悪いとSVIは一般に高くなる。 ②流入BODが高く、返送汚泥のMLSSが低いときは、SVIが高くなる。 ③流入BODが150ppm程度より低くなると、SVIの値は、返送汚泥のMLSSに影響されなくなる。

3) ロングエアレーション法、①SS除去率90%付近にSVIのピークがある。またSS除去率が極端に高くても低くてもSVIは高くなる。②汚泥令が短くなると、SVIの高くなる傾向がある。③エアレーション時間が長くなるほどSVIが高くなる。④全般的にMLSSが大きくなるとSVIが低くなり、負の相関を示す。参考のために主要2変数をパラメータとする等SVI特性図を、図1に示す。

公共下水道統計				下水処理場	
標準法	標準法	ステッカー	ロンゲ	夏場	冬場
SVI130L4T	SVI130L4T	エー・ラン	エー・ラン		
SS 除効率	80D 除効率	80D 除効率	SS 除効率	MLSS	MLSS
pH	80D	返送 MLSS	戻送率	返送 MLSS	DO
エー・ラン	濃縮率	SS 除効率	MLSS	(水温)	水 温
(DO)		80D	エー・ラン		(TOD 除効率)
	(汚泥混)	滞留時間	80D		
		返送率	水 温		
			(DO)		

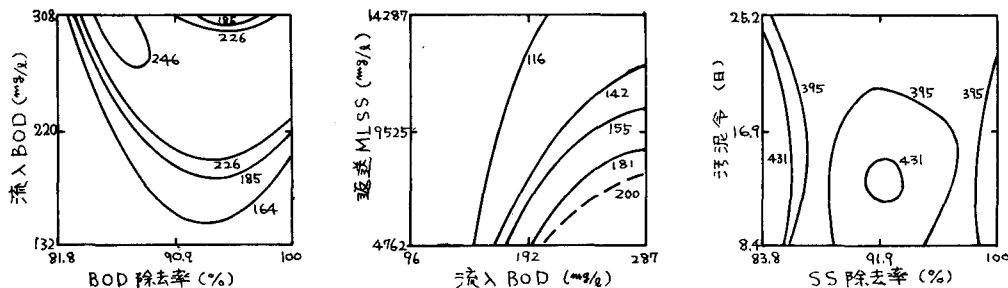


図 1 主要な変数の相互作用 - 等SVI線図

3.表2を見ると、方法ごと季節ごとに関係式に含まれる変数け異な、ている。それゆえ、関係式は方法別季節別のよう、ある限られた範囲にとに求める必要があるといえそうである。

4. 処理の不安定なA下木処理場の冬場には、SVIのよい関係式がえられなかった。これはSVIが他の変数と常にある一定の関係にあるわけではなく、他の変数やSVI自身の過去の値が影響していることを予想させる。そこで時系列としての解析を行なった。冬場のデータについて行ないたが、たのたが、データ数が少なかつたため、夏場についておこなった。結果を図2に示す。相関係数は0.93となり、静的関係を仮定したときよりも改善されている。ここで注意をいいたのは、3日前までのデータを説明変数としたのだが3日前の変数も、今のSVIに大きな影響を持っていることである。すなわち活性汚泥システムでは、過去(3日以上前)の影響が大きいことをしめしている。

5. また平岡らによって1年間のA処理場のデータは、6群に分かれることが示されており、各群ごとで間数間構造が異なっていると思われる。それゆえ、各群ごとに予測式が立てられるべきであろう。

参考文献 (1) A. G. IVAKHNENKO: Soviet Automatic Control (1968)
(3) 平岡, 岩田, 津村: 今回の講演概要集

(2) 三宅田三郎: 計測りと制御 14, No 2, 11 (1975)

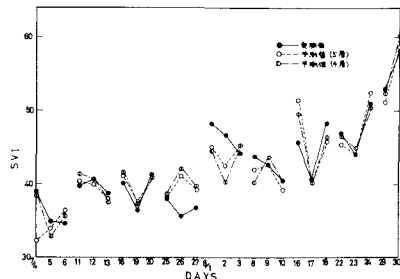


図2 SVIの時系列予測