廃水処理施設の維持管理データに対する時系列分析の適用

共和化工株式会社　○正会員　岡田 阿礼
首都大学東京大学院　フェロー　小泉　明
首都大学東京大学院　正会員　稲員 とよの
首都大学東京大学院　正会員　荒井 康裕

１．はじめに

工場等から排出される環境負荷を取り除き，公共用水域の水質を保全するために欠かせない存在である廃水処理施設では，運転操作・水質等の維持管理データが日々蓄積されている．これらのデータは施設の適正な運転管理のための情報ソースとしての活用が期待される．しかしながら，維持管理データは多様であり，時系列のグラフのみではその性質が掴みがたい項目も数多く存在すると考えられる．

そこで本稿では，食肉センター廃水処理施設の実績データに対して時系列分析を適用し，データ項目群から相互相関分析により代表項目を抽出する．さらに，自己相関コレログラムを作成してデータ項目を類型化し，適切な維持管理を行う上での重点管理項目を明らかにする．

２．分析データの概要

本分析の対象は，某市食肉センターに併設された廃水処理施設である．当センターでは豚および牛の屠畜解体を行っており，日処理頭数は豚に換算して 900 頭/日程度である．汚水排出量は 1,200m^3/日，週 5～6 日，6～8 時間/日程度, 汚水の性状は BOD 1,800mg/L, SS 1,000mg/L, N-Hex 200mg/L の有機汚濁廃水であり，廃水処理施設ではこれを嫌気工程と好気工程からなる活性汚泥処理により 24 時間処理し, BOD 20mg/L, SS 25mg/L, N-Hex 5mg/L 以下として放流している．

分析にあたって，2004 年 4 月 1 日から 2005 年 11 月 30 日までの期間について，89 項目の連続したデータを得ることができた．データ個数は土日を除く N =406 個であった．

３．データ項目の相関分析

対象となるデータは，各処理段階での pH，DO，水温，SV，亜硝酸濃度，透視度等の水質データ，および流入汚水量，曝気風量，汚泥処理量，薬品使用量，脱水機運転時間，脱水ケーキ含水率等の運転管理データである．

これらの 89 項目のデータについて，各項目間の相互相関係数を行列で表した相関マトリックスを作成したところ，相関係数が互いに 0.6 以上であるグループが複数形成された．

そこで，各項目グループの中から代表となる項目を抽出することを目的に, 次の 2 項目に着目した. すなわち, 施設の維持管理コストを左右する主な要因である「脱水ケーキ含水率」, および放流水質の良否を表す指標である「放流水透視度」にそれぞれ着目し，両者に対する相関係数の高さを基準として項目の抽出を行った．

その結果,「脱水ケーキ含水率」と相関の高い項目と,「放流水透視度」と相関の高い項目とをそれぞれ選定することができたが，そのどちらにも相関を示さない項目もあった．それらは「水温」に対する相関が高い傾向にあったため，着目項目に「水温」を加え，以上 3 つの着目項目によって代表項目を選定した．選定された項目と，着目項目に対する相関係数を**表-1** に示す．

表-1　データ項目と相互相関係数

No.	項　　目	No.1との相関係数	No.7との相関係数	No.12との相関係数
1	脱水ケーキ含水率◎	－	-0.10	0.07
2	汚泥引抜量	0.75	-0.10	0.15
3	洗浄水量	0.75	-0.01	0.28
4	汚泥濃度	0.73	-0.05	-0.18
5	第一曝気槽DO	-0.37	0.06	-0.02
6	流入汚水量	0.35	-0.14	0.09
7	放流水透視度◎	-0.10	－	0.12
8	第二濃縮槽透視度	-0.18	0.69	0.04
9	第二曝気槽SV	-0.03	0.40	0.24
10	第一曝気槽濃度	0.03	-0.30	0.27
11	第二濃縮槽亜硝酸濃度	-0.06	-0.14	0.05
12	水温◎	0.07	0.12	－
13	第一曝気槽空気量	0.18	-0.01	0.75
14	放流水pH	0.02	-0.38	-0.49
15	第一曝気槽pH	0.31	-0.33	-0.44
16	第一曝気槽SV	-0.19	0.15	0.43
17	嫌気槽DO	0.01	-0.33	-0.37
18	処理頭数	-0.09	0.05	-0.34

◎：着目項目

【キーワード】維持管理データ　廃水処理　時系列分析　自己相関コレログラム　水質管理
【連絡先】〒141-8519　東京都品川区西五反田 7-25-19　共和化工株式会社　TEL 03-3494-1311(代)　FAX 03-3494-1333

４．データの自己相関分析

選出された 18 項目のデータについて，各項目の性質をより明確にするために自己相関分析を行った．

自己相関とは，時系列データがこれに対応する確率変数 X_t の実現値であるとしたとき，ある t 時点の X_t と，その k 時点後の X_{t+k} との線形関係の強さをいう[1)]．実際に測定されたデータに対しては，**式-1** で表される系列相関係数を算出して分析に用い，系列相関係数の変動により，データの持つ周期性を把握することが出来る．

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k}\{(x_t-\bar{x}_t)(x_{t+k}-\bar{x}_{t+k})\}}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n-k}(x_t-\bar{x}_t)^2\sum_{t=1}^{n-k}(x_{t+k}-\bar{x}_{t+k})^2}} \quad \text{（式-1）}$$

系列相関係数を縦軸に，時間のずれ k 日を横軸に図化した自己相関コレログラムを作成したところ，18 項目のデータが次の 4 つのパターンに類型化された．

類型 1；週単位の変動があり，季節変動のない項目
（項目 No.1，2，4，5，11）

類型 2；季節変動があり，週変動のない項目
（項目 No.12，13，17）

類型 3；週単位の変動と季節変動のある項目
（項目 No.6，9，14，15，18）

類型 4；その他の周期的変動を示す項目
（項目 No.3，7，8，10，16）

これら 4 類型の典型的な変動を**図-1** から**図-4** に示す．

類型 1 に属する項目は，食肉センターの週単位の運転サイクルを反映しており，人為的要因に影響されるものと考えられる．類型 2 に属する項目には，No.17 の「嫌気槽 DO」があり，水温に影響を受けていると推察されるが，No.13 の「第一曝気槽空気量」のような運転操作項目も含まれている．類型 3 は週変動と季節変動の複合型である．また，類型 4 に分類される項目は類型の異なる複数の項目が複雑に組み合わされているものと考えられる．

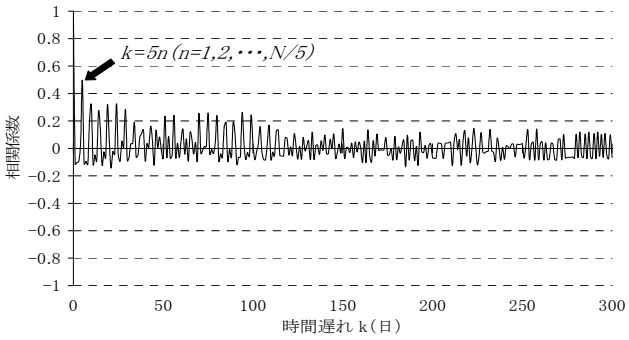

図-1　脱水ケーキ含水率の自己相関コレログラム

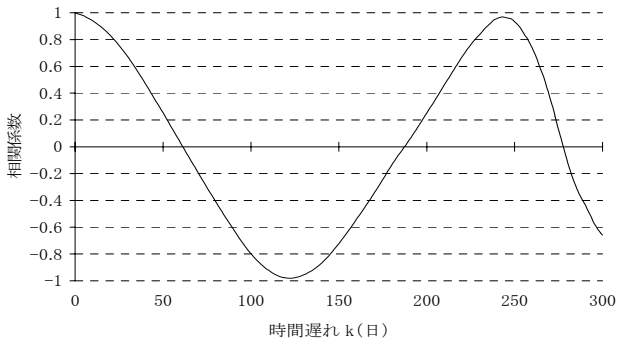

図-2　水温の自己相関コレログラム

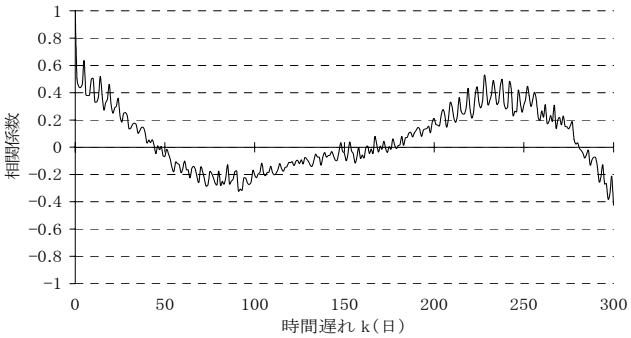

図-3　第一曝気槽 pH の自己相関コレログラム

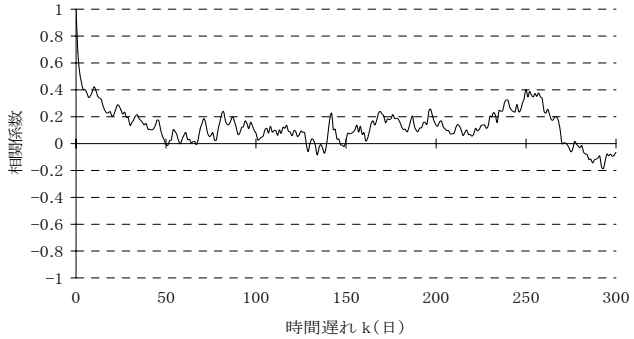

図-4　放流水透視度の自己相関コレログラム

従って，施設の適正な維持管理にあたっては，類型 4 に属する「放流水透視度」等の水質管理項目を重点管理指標と位置づけ，類型 1 から 3 に属する運転操作項目を制御する必要がある．

５．おわりに

本稿では，維持管理データの時系列分析を行い，データに含まれる周期的変動の特性を明らかにした．今後の課題としては，抽出した維持管理項目の構造化が挙げられる．最後に，本研究の遂行にあたり，維持管理データを提供して下さった食肉センター施設管理係の皆様に深く謝意を表します．

【参考文献】

1) 小泉明，稲員とよの：下水処理システムの時系列分析，下水道協会誌，Vol.25，No.293，PP.48-58，1988