

VII-93

富栄養化した貯水池の水質に関する統計解析

神戸大学工学部 学生員 近藤 善紀 神戸大学工学部 正 員 神田 徹
 神戸大学工学部 正 員 道奥 康治 兵庫県土木部 正 員 西川 孝晴
 神戸大学大学院 学生員 東野 誠 (株)鹿島建設 正 員 石川 勝久

1. はじめに

貯水池の水質汚濁, 富栄養化に対する汚濁源としては, 貯水池に流入する河川からの負荷と水域底部の貧酸素化に伴う底泥からの栄養塩, 重金属等の溶出による負荷とがある。したがって, 水質汚濁機構を解明して適切な水質制御を行うためには, このような底泥からの溶出負荷の検討に加えて, 貯水池流入水の水質予測が重要な課題である。しかし, 水質変化には種々の要因が関与しているので, その変化予測方法も確立されておらず, 水質の生起過程を確率過程と見なした研究例も僅かである¹⁾。

そこで, 本研究では, A ダム貯水池において長期間の水質観測データを基に水質の分布特性および時系列モデルについて検討した。

2. 調査対象水域と水質観測概要

観測を行った兵庫県のAダム貯水池の総貯水量は $1.95 \times 10^6 \text{ m}^3$, 最大水深は31mである。この貯水池で, '92.1~'96.12の5年間に亘り, 月1回の頻度で水温, COD, T-N, T-P, DO, EC, pH, 濁度, プランクトン細胞数などの水質諸項目の観測を行い, 各60個の水質データを得た。

3. 水質データの分布特性

各観測項目について, まず母集団の分布型を調べた。図-1(a)に貯水池流入水のCOD, 図-1(b)にT-Nのヒストグラムを示す。図中の実線は次式で表される対数正規分布関数である。

$$f(x_i) = \frac{1}{x_i \sqrt{2\pi}\sigma_i} \exp\left(-\frac{(\ln x_i - \ln \bar{x}_i)^2}{2\sigma_i^2}\right)$$

ここに, x_i は i -項目の水質変数であり, σ_i は対数変換された各水質データの標準偏差である。

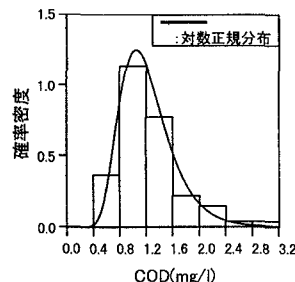


図-1(a) 流入水CODの確率分布

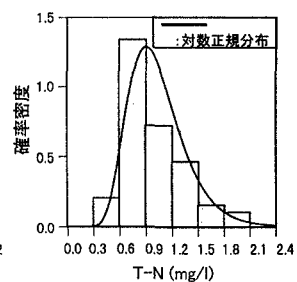


図-1(b) 流入水T-Nの確率分布

また, 図-2 は貯水池表層の種々の水質データの対数変換前と変換後の頻度分布である。これらの結果から, 貯水池流入・流出, 貯水池表層の全水質項目について母集団の分布型として対数正規分布をあてはめることができる。そこで, 以後の解析では, 対数変換したデータを用いた。

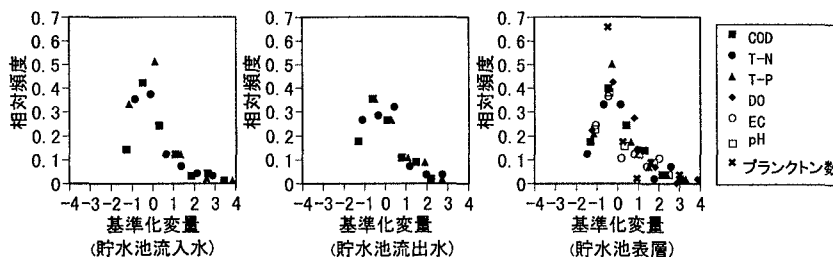


図-2(a) 対数変換前の各水質項目の頻度分布

キーワード: 富栄養化, 貯水池水質, 水質予測, 統計解析

〒657 神戸市灘区六甲台町 1-1 TEL 078-881-1212 FAX 078-803-1050

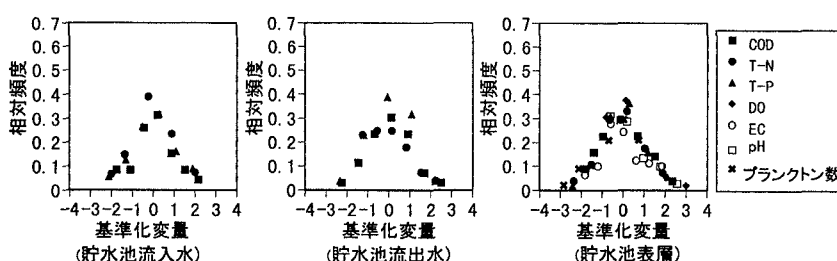


図-2(b) 対数変換後の各水質項目の頻度分布

4. 貯水池流入水質の時系列解析

貯水池流入水 COD の経時変化を図-3 に示す。図より、時系列に明確な季節変化やトレンドは認められない。そこで、この時系列を定常確率過程と考えて解析を行う。なお、A 貯水池上流部には少数の民家は存在するものの、流入水質は自然域からの流出成分に由来すると考えられる。前述のように、水質データは対数正規分布に従うと判断されたので、ここでは対数変換した流入水 COD の自己相関係数 ρ_k を図-4 に、偏自己相関関数を図-5 に示す。水質データのサンプリング間隔が1ヶ月であるので、時間単位は1ヶ月とした。図-4,5 より、流入水 COD は式(1)で表される1次の自己回帰モデルに従うと仮定する。

$$y_t = \bar{y} + \rho_y (y_{t-1} - \bar{y}) + t_t \sigma_y \sqrt{1 - \rho_y^2} \quad (1)$$

ここに、 $\bar{y}$: 平均値、 σ_y^2 : y の分散、 ρ_y : $\text{lag}1$ の自己相関係数

このモデルからシミュレートされた流入水 COD の時系列を図-6 に示す。また、図-7 は(2)式で与えられる AR(1)モデルのパワースペクトルと対数変換した流入水 COD のパワースペクトルを比較したものであるが、両者は良好に一致している。

$$S(f) = \frac{2(1 - \rho_y^2)\sigma_y^2}{1 - 2\rho_y \cos 2\pi f + \rho_y^2} \quad (2)$$

また、図-3 の COD 時系列と AR(1)モデルによって得られた時系列図-6 の残差の自己相関関数について検討したところ、白色雑音の変動を示しており、何らかの時系列的な構造は認められなかった。したがって、流入水 COD に対して、AR(1)モデルのあてはめが可能であると判断される。

5. あとがき

本研究は、各水質データについて概略的に統計解析を行ったものであるが、今後、更に各水質項目毎に詳細に時系列構造について調べていく予定である。

謝辞: 本研究の貯水池観測に際し御協力を得た神戸大学工学部 前田浩之技官、鴨田健司氏に謝意を表す。

参考文献: 1) 喜多村雄一・大西外明: 人工湖の水域環境と淡水赤潮に関する考察, 水文・水資源学会誌, 第8巻, 第3号, pp.297~308, 1995.

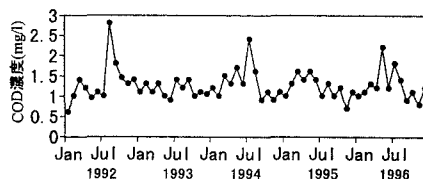


図-3 流入水 COD の時系列

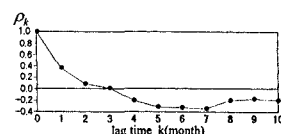


図-4 自己相関関数(流入水 COD)

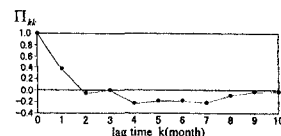


図-5 偏自己相関関数(流入水 COD)

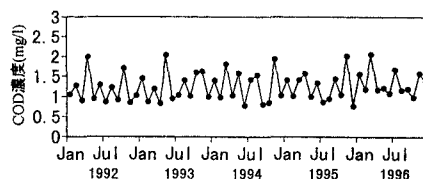


図-6 自己回帰モデルによりシミュレートされた流入水 COD 時系列

流入水 COD 時系列

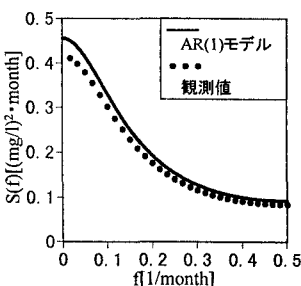


図-7 流入水 COD パワースペクトル