

東京都土木技術研究所 正員 ○土屋 十國
同 上 正員 和泉 清

1. はじめに

下水道の未普及区域を流域に残す都市河川では、家庭排水など雑多な都市排水が流入している。したがって、都市河川の水質、流量は人間の生活、生産活動などを反映した変動となっているところにその特徴がある。このような都市河川で酸化池処理を考える場合、入力する都市河川水の水質変動について、単に平均値を対象としたデータ解析では不十分である。時系列的な水質データが、どのような頻度で現われ、どのような偏差をもつのか求めることが重要と考えられる。本報は、酸化池への流入水質(河川水質)と流出処理水の水質について、その変動特性を把握するための調和解析を行った。また、調和解析による推定式と実測値との差異が不規則性に相当することから、自己相関関数を検討し、酸化池処理の周期特性を調べた。

2. 河川水質と酸化池処理水の頻度分布

都内、石神井川の中流地点における酸化池への流入原水(河川水)のほぼ四季にわたるBODの頻度分布曲線は図-1に示す通りである。 $n=240$ 個、標準偏差16.38、頂点は20~30 mg/l で最大値は90 mg/l に近い。分布は、濃度の低い方にずれたskewed distributionとなっている。BODの分布型を調べるため、対数正規確率図を作成すると図-2のようにになった。比較的データの適合性は高いものと判断できる。したがって、流入原水のBOD濃度分布は対数正規分布である。流入水BODの75%非超過確率は27 mg/l となっている。

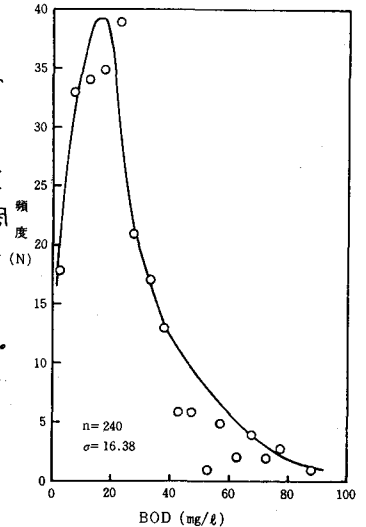


図-1 原水のBODの頻度曲線

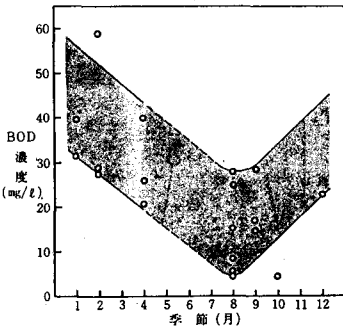


図-3 BODの季節的变化

解を受け、 CO_2 と H_2O 等に変化し、安定した物質に変化することになる。図-4は処理水BODの頻度分布を示したものである。酸化池内の滞留時間が24時間である。8月の分布は、12月に比べシャープな頻度分布となっている。いずれの場合も、流入水の頻度分布に対して、処理水は正規分布の状態を示すことがわかる。なお、SSについても、ほぼ、同様に処理水は正規分布となる。

なお、SSについても、ほぼ同様な分布型を示すことが分かった。また、BODの季節的变化は、図-3に示すように25 mg/l 程度の幅をもち、冬季に高く、夏期に低い傾向をもつ。これらの特徴は酸化池処理を評価する上で留意すべき点と考えられる。一オ、流入した、河川水の有機性汚濁物は好気的な酸化分

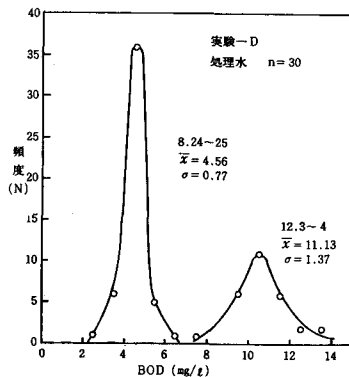


図-4 処理水のBODの頻度曲線 (2)

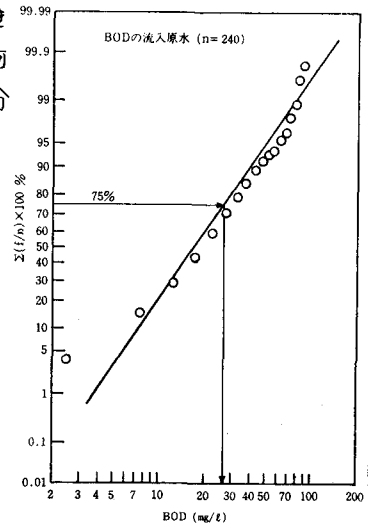


図-2 BOD濃度の頻度分布の検定 (1)

3. 酸化池処理による水質の周期特性

酸化池で測定された水質データが都市河川としての汚濁物質の排水パターンの応答として、一定の周期特性をもつて流入する。又、酸化池処理水は微生物等の働きによる固有な変動、あるいはそれらとは異なったランダムな変動が存在することに着目し、調和解析を行なった。流入水、流出処理水の時系列データ $x(t)$ は

$$x(t) = x_T(t) + x_F(t) + x_R(t) \quad \text{----- (1)}$$

ここで、 $x_T(t)$ はトレンドを表わし、 $x_F(t)$ はランダムな不規則量を示す。周期特性を表わす $x_F(t)$ はフーリエ級数として、(2)式のように一般的に表わされる。

$$x_F(t) = \bar{x}_F + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cdot \cos n\pi t + b_n \cdot \sin n\pi t) \quad \text{--- (2)}$$

$$\bar{x}_F = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x_F(t) \cdot dt \quad \text{----- (3)}$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x_F(t) \cdot \cos n\pi t \cdot dt \quad \text{----- (4)}$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x_F(t) \cdot \sin n\pi t \cdot dt \quad \text{----- (5)}$$

である。(3)(4)(5)式について、48時間で測定したBODの流入水、流出処理水の変動について計算した結果と実測データとの適合の度合を示したものが図-5~図-6である。3項までの推定式は、流入水が(6)式となる。

$$x_F(t) = 23.140 + 0.184 \cdot \cos t + 1.478 \cdot \cos 2t + 2.861 \cdot \cos 3t \\ - 0.638 \cdot \sin t + 5.778 \cdot \sin 2t + 4.565 \cdot \sin 3t \quad \text{----- (6)}$$

流出処理水は(7)式となる。

$$x_F(t) = 4.996 + 1.112 \cdot \cos t + 1.193 \cdot \cos 2t + 1.479 \cdot \cos 3t \\ + 1.356 \cdot \sin t - 1.317 \cdot \sin 2t - 1.719 \cdot \sin 3t \quad \text{--- (7)}$$

流入水、流出処理水とも、1月の変動で、大きなピーク

と小さなピークが2回存在することが確認できる。流出処理水は流入水質パターンに比べ、振幅は小さく、処理の程度が大きいことを示している。また、残存された周期特性を検討するため、実測値と推定式の差を残差ヒストグラムとして、図-7のように示した。図-7は、流入水BODのケースで、平均値 $\bar{x} = -0.321$ 、標準偏差 $\sigma = 5.364$ である。そこで、Tuckey-Blackmanの方法で、自己相関関数をとると、流入水、流出処理水は、図-8~9のようになった。BOD変動は6時間の周期以外にも10~14時間前後と16~17時間のところに長い周期性が残されていることが認められる。この長い周期特性は生活排水パターン以外の要因によるものと思われる。酸化池処理水は、流入水質パターンに比べ、規則性のある長い周期特性が存在することがわかった。

4. あとがき

本報では、都市河川のもつ、排水パターンとそれを受けて酸化池処理した場合の処理水の水質変動パターンを分析した。今後は、酸化池処理の滞留時間など、実験条件を変えて、同様の検討を加えてゆく予定である。

〔参考文献〕 合田 健、水質工学、(応用編)丸善。岩井重久編、水質データの統計的解析、森北出版。

土屋十朗、和泉清、東京都土木技術研究所、昭和55年度年報。

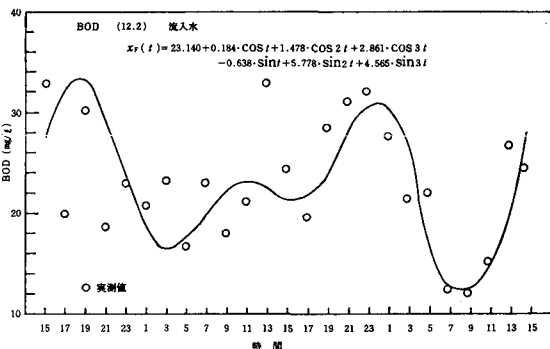


図-5 BOD 流入水の周期関数 (1)

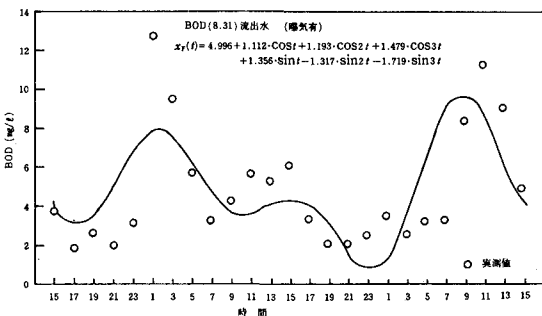


図-6 BOD 流出水の周期関数 (2)

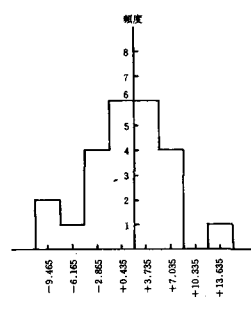


図-7 残差のヒストグラム

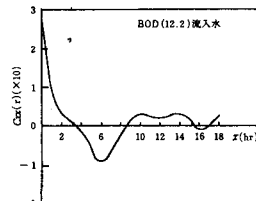


図-8 BOD 流入水の自己相関関数

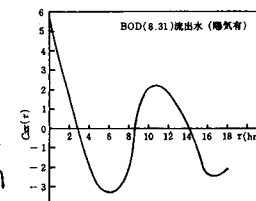


図-9 BOD 流出水の自己相関関数 (2)