

限られヒサン70ルより得られ非超過確率水質値の分布に関する2.3の考察

エイトコンサルタント 正員 郷田 信夫
岡山工芸学部 正員 河原 長美

1. はじめに

公営水域における水質環境基準の適合判定においては、非超過確率75%確率水質を用いられている。75%確率については、低水においても環境基準が達成されることを保障するにという根拠付けがなされているが、水質の悪化が必ずしも低流量時に生じるものではないことを考慮すると、75%という確率値自身にも科学的な検討が必要とされる。ここでは、確率値自身の妥当性は認め、現実の適合判定においては、比較的少数のデータより判定が行なわれていることに着目し、少数データから算出される非超過確率水質値がどのような分布を有するかに関して、理論的に検討を加える。

2. 解析に用いたデータ

本研究で用いる各種水質データは、旭川矢田地点において、毎日定時観測により得られるデータであり、毎日午前10時に定時採水を行ない、実験室で分析したものである。分析項目は、SS(カラスマイバー洋紙法)、濁度(吸光度法)、COD(強性法)、全窒素(理元法)、全リン(混合試薬法)の5項目である。SSと濁度は、昭和54年9月から昭和56年11月までの27ヶ月分、CODは昭和55年3月から昭和56年11月までの16ヶ月分、TPとTNは、昭和55年11月から昭和56年11月までの13ヶ月分である。ただし、この水質指標にも欠測月がある。なお、流量データは、矢田地点より約2km上流にある北方地点の昭和54年9月から、昭和56年11月までの日流量を用いた。

3. 非超過確率水質の推定値の確率密度関数

確率密度関数 $f(x)$ に従う母集団より得られた n 個の標本を考えた。今小さい順から最目 a の値と u 、 $k+1$ 番目の値と v とすると、トーマスプロットに示せば、 u 、 v は x にそれぞれ対応する非超過確率は、 $k/(n+1)$ 、および $(k+1)/(n+1)$ となる。非超過確率 $P(\%)$ に相当する値 w と、 u と v を用いて内挿により求めるものとすると、 $w = au + bv$ となり、線形の内挿を用いる。ここで $a = P(n+1) - k$ 、 $b = 1 - P(n+1) + k$ 、 $k = [(n+1)P]$ 、(ここに、 $[\]$ はハウスア記号)となる。この時、 w が従う確率分布関数 $G(w)$ は、

$$G(w) = \frac{n!}{(k-1)!(n-k-1)!} \int_0^w \frac{v^{k-1}}{u^{k-1}} F(u)^{k-1} (1-F(v))^{n-k-1} f(u) f(v) dv$$

であり、 w が確率密度関数は、数値微分により求められる。

4. 結果と考察

4.1 各水質指標の従う分布

各水質指標の従う分布を、対数正規分布、ピアソンⅢ型1母数分布、ピアソンⅢ型2母数分布、ピアソンⅢ型3母数分布、 T 分布にそれぞれピアソンⅢ型分布の5つの分布に検討する適合性を検討した結果、最も適合性が高い分布は、表1のとおりである。TN以外の指標は、対数正規分布に従い、TNでは、ピアソンⅢ型2母数分布に従っている。なお、 $k-S$ 検定により検討した

表 1 確率密度関数の推定式

Q	$f(x) = \frac{1}{0.8126x(2\pi)^{1/2}} \exp\left[-\frac{(\ln x - 3.711)^2}{2 \times 0.6603}\right]$
SS	$f(x) = \frac{1}{1.039x(2\pi)^{1/2}} \exp\left[-\frac{(\ln x - 1.570)^2}{2 \times 1.078}\right]$
TUR	$f(x) = \frac{1}{0.9807x(2\pi)^{1/2}} \exp\left[-\frac{(\ln x - 2.307)^2}{2 \times 0.9617}\right]$
COD	$f(x) = \frac{1}{0.6261x(2\pi)^{1/2}} \exp\left[-\frac{(\ln x - 0.5749)^2}{2 \times 0.3920}\right]$
TP	$f(x) = \frac{1}{0.7460x(2\pi)^{1/2}} \exp\left[-\frac{(\ln x + 3.586)^2}{2 \times 0.5565}\right]$
TN	$f(x) = \frac{1}{0.2270x\Gamma(2.936)} \left(\frac{x}{0.2272}\right)^{2.936} \exp\left[-\left(\frac{x}{0.2272}\right)^{2.936}\right]$

結果、5%水準で帰無仮説が否定されたのは濁度、TN、CODであり、帰無仮説が否定されなかった場合には、最も適合性が良好な場合を示している。

4.2 非超過確率水質推定値の分布

SSに例に取り、非超過確率75%、50%、25%について、データ数12個、24個、36個、48個、52個、104個、180個、365個の時の確率密度関数と図1~3に示す。分布範囲の広いものはデータ数が少ない。

また、濁度と例にヒリ、縦軸に(推定値)/(分布より求めた真値)、横軸に採水間隔を取って、図示したものが図4である。

図1~3より、データ数が多ければ、推定精度がよくなることは、明らかである。

また図4より、非超過確率50%の時に、最も精度がよく、離れると、精度が悪くなることは明らかである。

また、非超過確率75%では、採水間隔が長くなると、高い値を示し、逆に非超過確率25%では、低い値を示すことが明らかである。

5. まとめ

本研究では、非超過確率水質の推定値の分布関数と理論的に誘導し、実測値によって決定された各水質値に従う確率密度関数を用いて、水質指標ごとに、非超過確率水質の推定精度について検討を加えた。

その結果、以下のことが明らかにした。

- (1) 非超過確率水質の推定精度は、1.0に近いほど高く、70%信頼区間を2分割に収めるには、1.5程度の小さいCODでも、3日に1回、1.5程度の小さいSS、濁度では、毎日採水しなければならない。
 - (2) またまたから、非超過確率75%では、全体に高いめに算出される傾向にあり、水質管理上安全側に判定されたことは利用した。
- なお、この傾向は、データから直接算出した結果と一致する。

数値の関係で、説明が十分な点が数々認められるが、詳細は、演習時に発表する予定である。

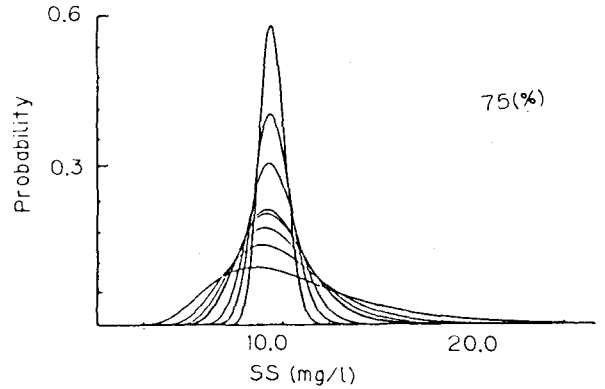


図 1 非超過確率水質推定値の確率密度関数

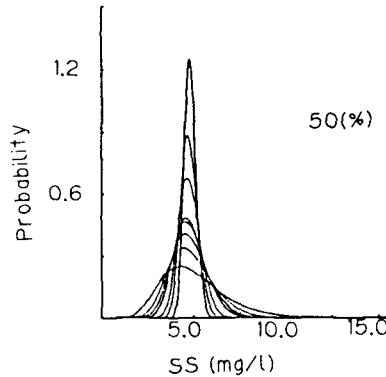


図 2 非超過確率水質推定値の確率密度関数

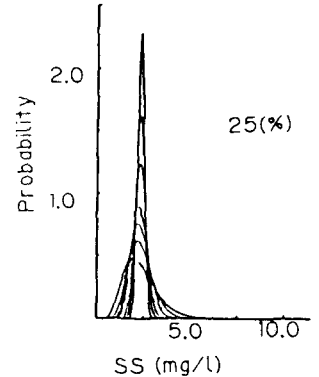


図 3 非超過確率水質推定値の確率密度関数

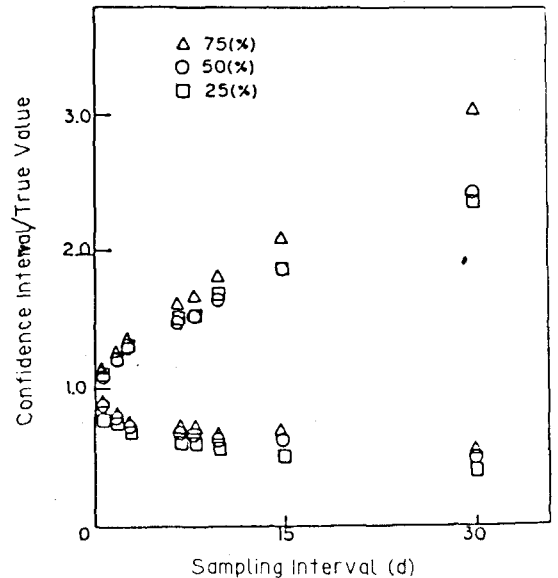


図 4 非超過確率水質推定値と真値との比