

生活環境項目の環境基準の

適合判定に関する研究

岡山大学工学部 ○河原 長美 高 知 県 井上 拓也
滋賀県立短期大学 国松 孝男 立命館大学工学部 西本 安範

1. はじめに

公共水域の水質環境基準のうち生活環境の保全に関する環境基準においては、通常の状態において基準値を満足することとされており、河川については低水量以上の流量がある状態が対象とされている。

環境基準の適合性は、上述の通常の状態において、基準値を満足するデータが75%以上あるかどうかで判定されている。具体的には、次に述べる75%水質値と環境基準値との、大小比較により決定されている。ここで、75%水質値とは、年間の日間平均値の全データを小さい値から順に並べ、 $0.75 \times N$ 番目 (N : データ数) の値、もしくは、これが整数でない場合は、端数を切り上げた整数番目の水質値を意味している。

本研究では、従来の研究において誘導した、限られたデータから推定される非超過確率水質値の確率分布関数を用いて、推定水質の精度について検討するとともに、旭川、瀬田川および淀川における観測値に基づいて、75%水質値の意味についても検討する。

2. 解析に用いたデータと解析方法

解析に用いたデータは、すべて定時観測データであり、旭川については1980年11月より 1981年10月までの、淀川については1980年1月から12月までの、瀬田川については1978年8月から1979年7月までの、それぞれ一年分のデータであるが、欠測も含まれている。

確率密度関数 $f(X)$ にしたがう母集団からえられた n 個の標本を想定する。今、小さい側から k 番目の値を u とし、 $k+1$ 番目の値を v とし、トーマスプロットによるそれぞれの非超過確率 $k/(n+1)$ および $(k+1)/(n+1)$ の間に $P\%$ がはさまれるとする。このとき、 u, v の値を用いて、非超過確率 $P\%$ に相当する値 w を内挿 ($w = h(u, v, n, k, P)$, h は内挿関数) により求めると、 w は次のような確率分布に従う¹⁾。

(1) k 番目と $k+1$ 番目の間に $P\%$ に相当する値 w がある場合

$$G(w) = \frac{n!}{(k-1)!(n-k)!} \int_{-\infty}^w F(u)^{k-1} f(u) \{ (1-F(u))^{n-k} - (1-F(v_*))^{n-k} \} du \quad (1)$$

(2) k 番目の値が w に相当する場合

$$g(w) = \frac{n!}{(k-1)!(n-k)!} F(w)^{k-1} (1-F(w))^{n-k} f(w) \quad (2)$$

ここに、 v_* は、内挿関数 h に P, n を与えて v について解いた u, w の関数であり、 f, F は水質値の確率密度関数と確率分布関数であり、 g, G は非超過確率水質の推定値の確率密度関数と分布関数である。

3. 結果と考察

3.1 水質値の確率密度分布

式(1)もしくは式(2)を用いると非超過確率水質値の推定値の分布を理論的に検討することができるが、これらの式では、水質値の確率分布が既知であることを前提としている。そこで、ここでは河川水質の確率分布を検討するが、河川水質の場合、対数正規分布に従うことが多いので、ここでは対数正規分布のみをとりあげて検討を加えた。

K-S検定の結果、旭川では濁度、COD、TNが合格でSS、TPは不合格であり、瀬田川ではSS、COD、TNが合格でTPが不合格、淀川ではSS、CODともに不合格であった。5%水準といえども、必ずしも検定に合格するわけではないようだ。なお、確率分布を仮定しない方法も考えられるが検定に合格しないといっても対数正規分布に近い場合が多いので対数正規分布を仮定する方法のほうが多くの情報を用いていることになりより現実に近い推定を行うことになると考えられる。

3.2 75%水質の推定値

変動が大きく数が限られている水質値に基づいて75%水質を推定すると大きな誤差が含まれてくる。現在、多くの場合10数個程度の水質値で推定されているので75%水質の推定値の誤差は場合によってはかなり大きいものと推定される。ここでは、各河川における一年間の観測値を基にして、等間隔でサンプリングしたと仮定して得られる観測値の各グループごとにそれぞれ1個の非超過確率水質の推定値を求め、これらの推定値が対数正規分布に従うことを仮定して推定値の信頼区間を求めた。

このようにして求めた95%信頼区間と(1)式もしくは(2)式に基づいて理論的に求めた信頼区間とを対比して示すとFig. 1、2のようになる。理論式によるの信頼区間は、観測値より求めた信頼区間より広くなる傾向があるが、対数正規分布に従わない場合(Fig. 2)も含めて比較的良好に信頼区間を推定し得ること、ならびにデータによって信頼区間に大きな差が生じることがうかがえよう。後者の事実は、観測値の分散に関係しており、75%水質の推定値の信頼区間は、データの対数値の分散とサンプル数との比 σ_y^2/n によって整理できる。この様子をFig. 3に示す。なお、Fig. 3では、理論式を用いて分散とサンプルとが異なる各場合の信頼区間を計算している。Fig. 3によれば、分散の小さい場合は少ない数のデータで十分であるが、分散が大きくなると多くのデータが推定精度をあげるために必要とされる。

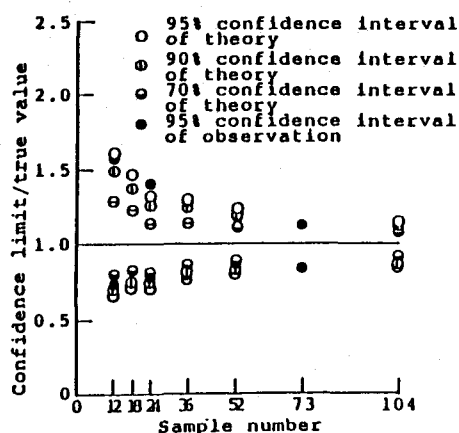


Fig. 1 Comparison of confidence interval for COD between theory and observation (Asahi river)

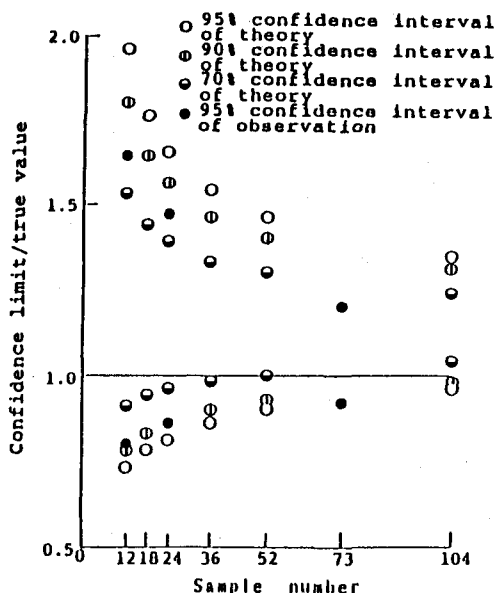


Fig. 2 Comparison of confidence interval for SS of Yodo river

3.3 75%水質の意味

75%水質の75という値は、低水流量の場合においても水質基準が守られるという趣旨で決められた

値であるといわれているが、実際には、河川の通常の状態を対象として算定するということで、低水流量以上の流量の場合における観測値に基づいて算定されている。通常の状態という場合には流量の上限値も問題になるが、必ずしも明確にはされていないので、ここでは極端に流量の多い場合のみを除いて検討を加えた。こうして推定された75%水質が、一年間の水質の中でどのような位置にあるかを検討したのがFig. 4、5である。75%水質は、通常状態における水質の平均に近い値である。なお、図よりわかるように、これらの河川においては、低水流量以下の場合に汚濁が著しいというわけではなく、逆に低水流量以下の場合のほうが水質が良好な場合も認められる。これらのことより、75%水質の解釈の変更も必要と考えられる。

4. まとめ

本研究では、生活環境項目の適合判定に用いられる75%水質をとりあげ、従来検討した結果に事例を加えて再検討を行った。得られた主要な結論は、次の通りである。

75%水質の推定精度は、必ずしも検定に合格しない場合も含めて、対数正規分布と仮定して、(1)式もしくは(2)式を用いることにより、おおよそ推定しうる。データごとの推定精度の相違は、観測データ数 n に対する観測値の対数値 y の分散 σy^2 の比 $\sigma y^2/n$ により説明できる。

75%水質は、通常状態における単純平均値に近く、低水流量以下の場合に75%水質を越えることが多いわけではない。

最後に、本研究を遂行するにあたり、データの提供等でご援助をいただいた建設省淀川工事々務所ならびに岡山河川工事々務所および淀川工事々務所の関係各位に謝意を表します。

引用文献

- 1) 河原長美、河川の確率水質推定に関する2、3の検討、第13回環境問題シンポジウム講演論文集、pp. 50~58, 1985.

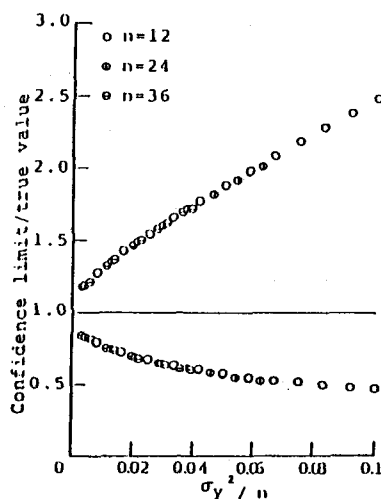


Fig. 3 Effect of $\sigma y^2/n$ on 95% confidence interval

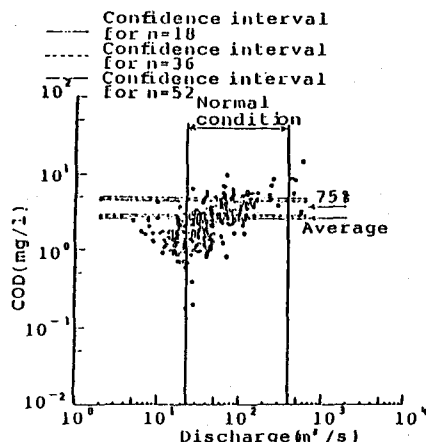


Fig. 4 Confidence interval of COD of Asahi river

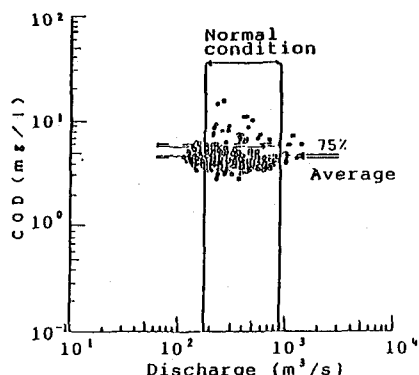


Fig. 5 Confidence interval of COD of Yodo river