

流出汚濁負荷量の流域間比較 —旭川と淀川の比較—

鳥取県 正員 ○福本浩二
 岡山大学工学部 正員 河原長美
 (株)エーシーイー 正員 森田一也

1. はじめに

閉鎖性水域におけるアセスメントにおいては、流出汚濁負荷量の把握が必要である。ところで、河川からの流出汚濁負荷量の特徴は、流域特性により大きく左右されると考えられる。そこで、本研究では、流域特性の異なる旭川と淀川を対象としてとりあげ、流出汚濁負荷量の特徴を比較検討した。ここでは特に、年間総流出汚濁負荷量（以下、年間総負荷量と略す。）の推定精度及び負荷量の地下水流出成分と表面流出成分の特徴について検討を加える。

2. 解析方法

年間総負荷量の推定については、Bias Correction Factorを導入し、推定精度について比較検討した。Bias Correction Factorとは、次のようなものである。今、次の形の回帰式を求めることを想定する。

$$\ln L_i = \alpha + \beta \ln Q_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

ここで、 ε_i は $N(0, \sigma^2)$ に従うとする。両辺の対数をはずすと、

$$L_i = e^{\alpha} Q_i^{\beta} e^{\varepsilon_i} \quad (2)$$

となる。式(1)より最小自乗法で α, β の推定値を求め、これを a, b とすると、通常求められている負荷量 $\hat{L}_i$ は次のようになる。

$$\hat{L}_i = e^a Q_i^b \quad (3)$$

e^{ε_i} の期待値は、次のようになる。

$$E[e^{\varepsilon_i}] = \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right) \quad (4)$$

式(2), (3)より $\frac{L_i}{\hat{L}_i} = e^{a-a} Q_i^{\beta-b} e^{\varepsilon_i}$ となり、これの期待値をとると、

$$E\left[\frac{L_i}{\hat{L}_i}\right] = E[e^{a-a} Q_i^{\beta-b}] \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right) \quad (5)$$

となる。式(1)が観測値に対して適切な回帰式であるならば、式(5)は次式に近似され、これがBias Correction Factorである。

$$E\left[\frac{L_i}{\hat{L}_i}\right] = \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right) = \exp\left(\frac{S^2}{2}\right) \quad (6)$$

ここで、 $S^2 = \frac{1}{n-2} \sum_{i=1}^n (\ln L_i - \ln \hat{L}_i)^2$

負荷量の成分分離については、日野、長谷部の提案している数値フィルターによる方法を用いた。

なお、解析に用いたデータは次のとおりである。旭川では、非感潮部下流端での水質データ(SS, COD, 濁度, TN, TP)、日平均流量及び上流部の日降雨量である。淀川では、本川枚方大橋での水質データ(SS, COD, BOD, CL⁻)、枚方における流量及び日降雨量である。観測期間は、旭川において1980年11月から1981年12月であり、

表-1 年間総流出汚濁負荷量 (旭川)

指標	実測値	推定値	補正值
SS	31,000	23,900 (0.77)	31,600 (1.02)
TUR	39,500	32,000 (0.81)	38,900 (0.98)
COD	6,570	6,840 (1.04)	7,990 (1.22)
TN	1,240	1,180 (0.95)	1,330 (1.07)
TP	104	92.5 (0.89)	120 (1.15)

(注) () 内は、計算値/実測値 (t/y)

表-2 年間総流出汚濁負荷量 (淀川)

指標	実測値	推定値	補正值
SS	328,000	286,000 (0.87)	322,000 (0.98)
COD	47,200	45,400 (0.96)	46,500 (0.99)
BOD	31,700	29,600 (0.93)	31,100 (0.98)

(注) () 内は、計算値/実測値 (t/y)

表-3 推定式 (淀川 SS)

Index	Regression equation
SS	$ds/dt = 778.6 - 2.418 \times 10^{-3} S(t)^{0.1800} Q(t)^{1.825}$ $+ 5.557 \times 10^{-4} R'(t)^{4.395}$
	$S = 1.052 \times 10^4$ $L(t) = 2.418 \times 10^{-3} S(t)^{0.1800} Q(t)^{1.825}$

S; (ton), Q; (m³/s), R'; (mm/day), L; (t/day)

淀川において1980年1月から同年12月である。

3. 結果と考察

3.1 年間総負荷量の推定

年間総負荷量の実測値、推定値及びBiasを考慮した補正值を表-1及び表-2に示す。ただし、旭川において観測期間内に $600\text{m}^3/\text{s}$ を越える日が1日だけ存在するが、SSと濁度については、この日の負荷量が年間総負荷量の約半分となるため、これを除いた場合の値を示す。なお、負荷量の推定値については、表-3に示す「流送能力・供給関数」型モデル式により算出した。

表-1,2より、Biasを考慮した場合、実測値に対する推定値の比がより1に近づき、精度が上がる。また、旭川に比べ淀川の方が精度が良いが、これは、淀川の方が流量が安定しているためと考えられる。

3.2 負荷量及び水質濃度の成分分離

図-1に数値フィルターによる成分分離の結果を示すが、流量を含む他の指標についても同様な傾向が見られた。また、図-2より負荷量と流量の表面流出成分の関係は、ばらつきながら右上がりとなる。この傾向は、他の指標についても見られる。この関係を、

$$L = a Q^b \quad (a, b \text{ は定数})$$

なる式で表すと、 b の範囲はCODで $0.9 \sim 1.3$ 、 CL^- で $0.7 \sim 0.8$ となった。次に、図-3に水質濃度と流量の表面流出成分の関係を示すが、 CL^- 、BOD及びTNでは右下がりとなり、SS、COD及び濁度では逆に右上がりとなる傾向が見られる。さらに、図-4に水質濃度と流量の地下水流出成分の関係を示すが、何種類かに分類できると考えられる。この関係を出水時について見ると、図-5に示すように時計回りのループを描く。

4. まとめ

本研究では、流出汚濁負荷量の特性について述べてきたが、年間総負荷量を線形回帰で得られた回帰式を基に求める場合、Biasを考慮し推定値を補正する必要がある。また、負荷量及び水質時系列を成分分離することにより、これまで以上に有用な情報が得られると考えられる。

紙面の都合で、説明不足の点が多々認められるが、詳細は講演時に発表する。

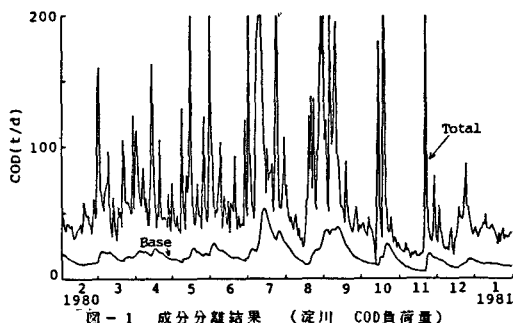


図-1 成分分離結果 (淀川 COD負荷量)

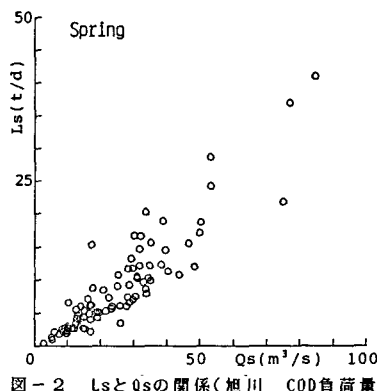


図-2 L_s と Q_s の関係(旭川 COD負荷量)

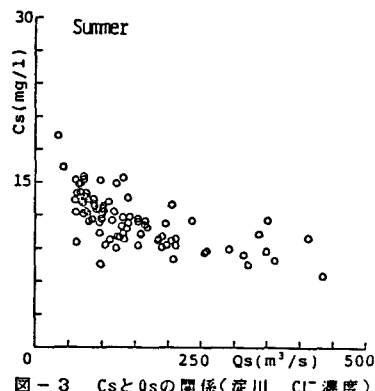


図-3 C_s と Q_s の関係(淀川 CL^- 濃度)

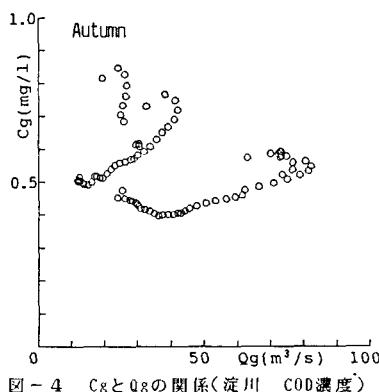


図-4 C_g と Q_g の関係(淀川 COD濃度)

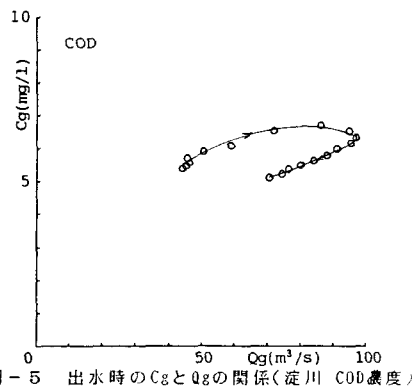


図-5 出水時の C_g と Q_g の関係(淀川 COD濃度)