

II-675

浮遊物質の挙動を考慮した都市感潮河川の水質解析

徳島大学 工学部 正会員 中野 晋
 阪神高速道路公団 正会員○中川 紀雄
 (株)日産建設 兼子 隆明
 徳島大学 工学部 正会員 三井 宏

1. はじめに: 都市内を流れる中小河川の汚濁物質は、主に家庭からの排水によるものであり、その主成分は有機性のものであることが多い。また、その挙動に関しては従来より浮遊物質と有機汚濁物質の関連性、有機汚濁物質の浮遊態と溶存態への分離の必要性などが挙げられている。そこで、徳島市内を流れる都市感潮河川の新町川についてそれらを考慮した水質変化モデルを提案し、現地観測や実験を通してモデルを検証した。そのモデルを用い、新町川水系における水質再

現計算を行いその適応性について検討した。
 2. 水質変化モデル: 水質変化機構は対象とする水中の汚濁物質により異なってくる。またそれらの間には種々の要因が複雑に関係し合っており、そのすべての汚濁物質の挙動を考慮することは大変困難である。そこで本モデルでは特にBOD (Biochemical Oxygen Demand) と浮遊物質 (Suspended Solid) の挙動を重要視し水質変化モデルを提案した(図-1)。また本モデルではSSを有機成分と無機成分に、BODを浮遊態成分と溶存態成分に分類した。SSの有機成分は酸素消費に関連することからBODの浮遊成分と有意な関係を持っている。その関係式を表したものが図-1中の $\beta\alpha$ であり、全SSに対するSSの有機成分(SS_{org})の割合を α 、その1mgが消費する酸素量を β mgとしたものであり、これにより浮遊物質よりBODの浮遊成分(BOD_p)を換算することが可能となる。

3. 浮遊物質と有機汚濁物質の関係: 新町川における汚濁物質の挙動を把握するため現地観測を行った。

観測地点として任意の5ポイントを選び(図-2)、採水試料についてSS, BOD, COD, 塩分、またBOD, CODについては $1\mu m$ ガラスフィルター通過試料をそれぞれの溶存態成分(BOD_d , COD_d)とし計6項目の分析を行った。浮遊態成分についてはBOD, CODともに原試料からの測定結果からSS除去試料の測定結果を引いたものとした。ここで一般に、感潮河川は河口に近づくにつれて塩分が増加する。すなわち塩分の変化は、距離の変化をも表現しうると考えることができる。そこで図-1中のSSをBODに換算する式を変形し、 $\beta\alpha = BOD_p / SS$ という式を得た。この式を用い観測データよりSS濃度に対する BOD_p 濃度の比(BOD_p / SS)をとることにより、 $\beta\alpha$ を塩分を含めた形で表すことができると

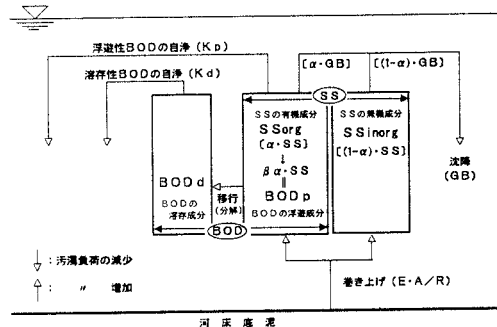


図-1 水質変化モデル

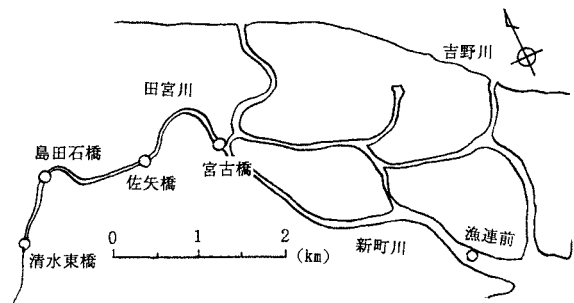
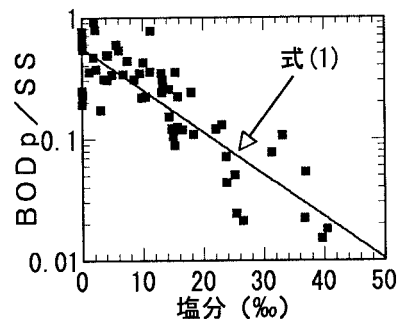


図-2 観測地点

図-3 塩分-BOD_p/SS

考えた。図-3より BOD_p/SS は、塩分の増加によりほぼ直線的に減少していることがわかる。こうした結果を最小自乗法を用いて関数近似すると、次の式(1)の関係が得られる。

$$\beta\alpha = 0.556 \exp(-7.95 \times 10^{-2} \times cl) \quad , \quad cl: \text{塩分}(\%) \quad (1)$$

これにより、浮遊物質を水質指標の代表である BOD に換算することが可能となる。

4. 水質再現計算: 以上のようにして得られた結果を水質変化モデルに導入し、水質再現計算を行った。

(1) 計算式 物質収支式

SS 濃度に関する基礎式

BOD_d 濃度に関する基礎式

$$\frac{\partial(AC)}{\partial t} + \frac{\partial(QC)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial C}{\partial x} \right) + E \frac{A}{R} - GB + q' \quad \frac{\partial(AC)}{\partial t} + \frac{\partial(QC)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial C}{\partial x} \right) - k_d AC + q'$$

ここで、 C : 断面平均濃度(mg/l)、 A : 断面積(m^2)、 Q : 断面流量(m^3/s)、 D_L : 分散係数(m^2/s)、 R : 径深(m)、 E : 巻き上げフラックス($g/m^2 \cdot s$)、 G : 沈降フラックス($g/m^2 \cdot s$)、 B : 川幅(m)、 k_d : BOD_d 自浄係数($1/day$)、 q' : 横流入汚濁負荷量($g/m \cdot s$)、である。

BOD_p 濃度に関しては $BOD_p = \beta\alpha SS$ の関係を用い、 SS 濃度に $\beta\alpha$ を乗じることにより算出した。

また、 BOD_d 自浄係数に関しては別の実 沈降フラックス $G = wC$ 、 S : 塩分濃度(g/l)

$$\left. \begin{aligned} \text{実験結果}^{1)} \text{より} 0.286(1/day) \text{を与え、沈降フ} & w = 1.63 \times 10^{-2} S + 2.51 \times 10^{-2} \quad (0 \leq S < 0.5) \\ \text{ラックス中の沈降速度に関しては過去の实} & w = 4.62 \times 10^{-3} S + 3.33 \times 10^{-2} \quad (0.5 \leq S < 5) \\ \text{験結果}^{2)} \text{を参考に式(2)のような塩分の} & w = 2.09 \times 10^{-4} S + 5.45 \times 10^{-2} \quad (5 \leq S < 30) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$$\text{巻き上げフラックス} \quad E = \alpha \left(\frac{u_*'^2}{u_{*c}^2 - 1} \right)^m \quad (u_*' \geq u_{*c}), \quad E = 0 \quad (u_*' \leq u_{*c})$$

巻き上げフラックス中の定数に関しては過去の研究²⁾を参考に $m=1.7$ 、 $\alpha=0.0001(kg/m^2 \cdot s)$ 、 $u_{*c}=0.071(m/s)$ 、 $u_{*d}=0.003(m/s)$ をそれぞれ与えた。

(2) 計算結果

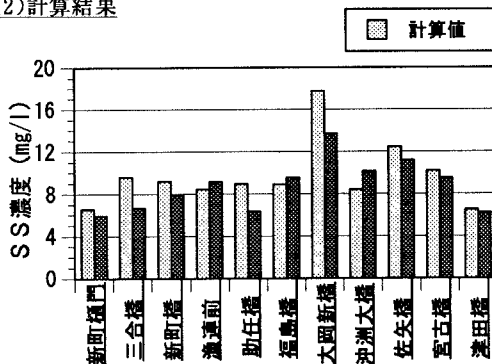


図-4 SS 濃度計算結果

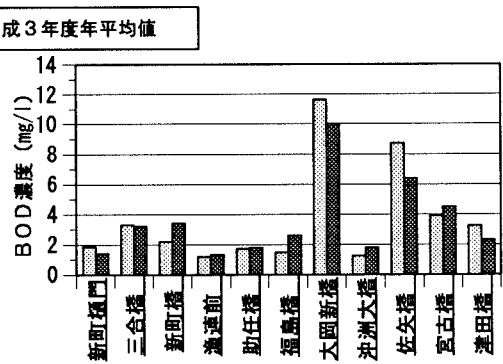


図-5 BOD 濃度計算結果

5. まとめ: ①新町川の汚濁物質の挙動に対応した水質変化モデルの提案。② SS を BOD に換算する式を塩分の関数として表すことができた。③観測や実験で得られた結果を導入した水質変化モデルを用いて新町川水系における水質再現計算を行った。その結果、徳島市の調査結果を精度良く再現することができた。このことより今回提案したモデルおよび観測より得られた式(1)の妥当性が確認されたといえる。

参考文献 1)中野ら: 第1回四国支部技術研究発表会, 1995. 2)中野ら: 第49回年講概要集, pp.1160-1161. 1994. 謝辞: 本研究の一部は日生財団の研究助成の下に行われた。ここに謝意を表する。