土木学会第52回年次学術講演会（平成９年９月）

Ⅱ－397

# 河川感潮部における水質シミュレーション

埼玉県庁　正会員　大塚　信孝
早稲田大学大学院　学生会員　小島　昇
早稲田大学大学院　学生会員　伊吹　英子
早稲田大学理工学部　正会員　鮏川　登※

## 1. はじめに

感潮部における汚濁負荷の大きい支川の合流により水質が汚濁されている河川の水質(BOD濃度)を水質シミュレーションモデルにより計算し、観測値と比較した結果について述べる。

## 2. 水質シミュレーションモデル

河川における汚濁物質の濃度は水質方程式により解析される。汚濁物質の濃度変化が移流、分散および減衰による場合には、水質方程式は次のように表示される。

$$\frac{\partial C}{\partial t}+u\frac{\partial C}{\partial x}=\frac{1}{A}\frac{\partial}{\partial x}\left(AE\frac{\partial C}{\partial x}\right)-kC \tag{1}$$

ここで、$C$は汚濁物質の濃度、$u$は流速、$A$は流水断面積、$E$は分散係数、$k$は減衰係数、$t$は時間、$x$は河道の沿う流下方向の距離である。

水質方程式(1)は、時間分割法によると、

$$\frac{\partial C}{\partial t}+u\frac{\partial C}{\partial x}=0 \quad (2),\qquad \frac{\partial C}{\partial t}=-kC \quad (3),\qquad \frac{\partial C}{\partial t}=\frac{1}{A}\frac{\partial}{\partial x}\left(AE\frac{\partial C}{\partial x}\right) \quad (4)$$

の３つの方程式に分割して扱われ、移流方程式(2)、減衰方程式(3)および分散方程式(4)を順次解くことにより、水質方程式(1)の解が求められる。

移流方程式(2)は特性曲線法により数値解を求める。減衰方程式(3)は解析解を用いる。分散方程式(4)は差分法により数値解を求める。

初期条件としては計算開始時における各計算断面の濃度を与え、境界条件としては流れが順流の場合には上流端の濃度および支川からの合流水の濃度を与え、逆流の場合には下流端で濃度を与える。

支川合流点における濃度の計算は合流部の物質収支式

$$\frac{d(C_m V_m)}{dt}=(C_u-C_m)Q_u+(C_t-C_m)Q_t-(C_d-C_m)Q_d \tag{5}$$

に基づいて行う。ここで、$V_m$は合流部の水の体積、$C_m$は合流部の濃度、$Q_u$、$Q_d$、$Q_t$はそれぞれ合流部直上流、直下流および支川の流量、$C_u$、$C_d$、$C_t$はそれぞれ合流部直上流、直下流および支川の濃度である。

移流方程式(2)の解を求めるためには、流速$u$を与えることが必要である。また、分散方程式(4)の解を求めるためには、流水断面積$A$を与えることが必要である。流速$u$および流水断面積$A$は開水路の非定常流の連続方程式と運動方程式を解いて求める。流れの計算では、初期条件として計算開始時における各計算断面の水位と流量を与えることが必要である。また、境界条件として上流端および下流端における水位あるいは流量、および支川からの合流流量を与えることが必要である。

## 3. 検討対象河川

図－1に示すようなAY川の約20kmの河道区間を検討の対象とする。この区間の下流端は河口から約12kmの地点にあり、塩分の遡上の影響は殆ど受けないが、潮位変動の影響は上流端のすぐ下流までおよぶ。

検討対象の河道区間には、6本の支川が合流するが、支川4と支川5の汚濁負荷が非常に大きく、本川の水質を汚濁している。なお、検討対象区間の直下流に水質の良い河川(AR川)と連絡する水路があり、逆流時にはAR川からの水がAY川を逆流し、希釈し、濃度を低下させる。

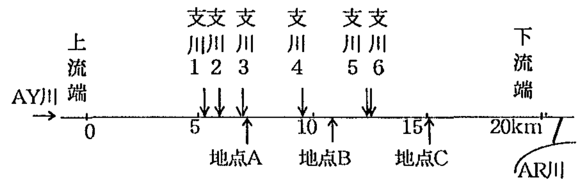


図-1　検討対象区間

水質シミュレーション、河川感潮部

※連絡先（東京都新宿区大久保3-4-1、03-5286-3404）

**4. 計算例**

AY川の検討対象区間において1991年12月18日～19日に実施された流れ(水位と流量)およびBOD濃度についての現地調査による観測データを用いてBOD濃度の数値計算を行った。

水質方程式(1)にはパラメータとして分散係数$E$と減衰係数$k$の2つが含まれているが、ここでは、計算値と観測値が一致するように$E$と$k$の値を定めた。ただし、分散係数については、$E = const.$とする場合と$E = \alpha|u|h$（$h$:水深, $\alpha$:係数）とする場合の2通りについて検討した。

$\alpha=1$、$k=0.5\mathrm{day}^{-1}$とした場合について、地点A,B,CにおけるBOD濃度の時間変化の計算値と観測値を比較して示すと、図－2のようになる。図－2によると、地点A,B,CにおけるBOD濃度の計算値と観測値はほぼ一致することがわかる。また、19日1時および5時におけるBOD濃度の縦断図を描くと、図－3のようになる。図－3によると、汚濁物質が流れによって下流あるいは上流へ移動することがわかる。なお、$\alpha=1$とした場合の地点A,B,Cにおける分散係数の値を示すと、図－4のようになる。

$E=1\mathrm{m}^2/\mathrm{s}$、$k=0.5\mathrm{day}^{-1}$とした場合についても図-2と同じような結果が得られた。

**5. おわりに**　貴重な資料を提供して下さいました関係各位に謝意を表します。

**参考文献**　1) 鮭川登・片山能輔・秋本賢吾・根本浩史：特性曲線法に基づく水質の数値計算法、土木学会論文集、№521/Ⅱ-32、pp.59～68, 1995.

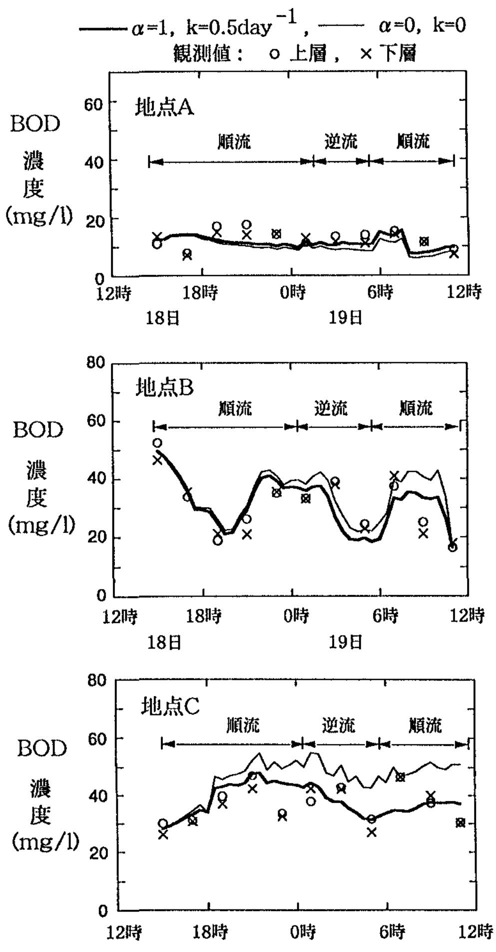


図-2　各地点におけるBOD濃度の時間変化の計算値と観測値の比較

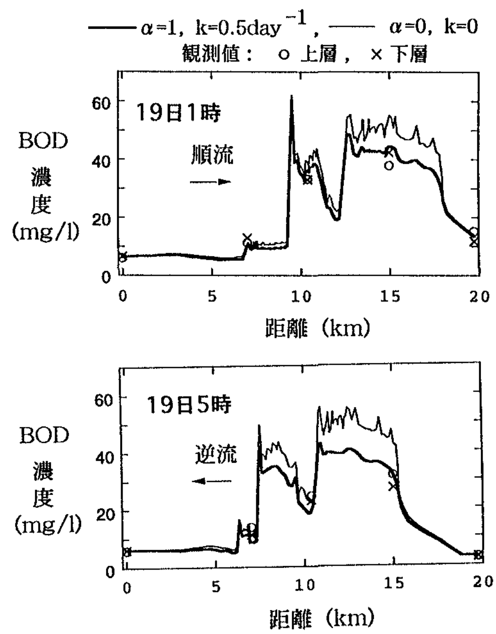


図-3　各時刻におけるBOD濃度の縦断図

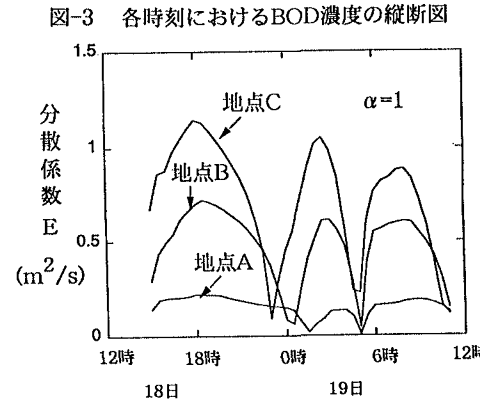


図-4　α＝1とした場合の各地点での分散係数Eの値