

河川感潮部における浄化用水の導水効果の評価

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 貴島 啓文
 早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 猪股 広典
 早稲田大学理工学部 フェロー 鮎川 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改善のために計画されている本川および支川への浄化用水の導水の効果を解析し、評価する。

2. 解析対象河川

解析の対象としたのは、感潮部で汚濁負荷の大きい支川B、C、Dの合流により水質が汚濁されているA川の河口から12～32kmの区間である(図1)。なお、河口から約30kmまでは感潮部であるが、解析対象区間への塩分の遡上は殆どみられない。

3. 解析方法

汚濁物質の濃度は移流、分散および減衰により変化するものとし、汚濁物質の濃度は水質方程式

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

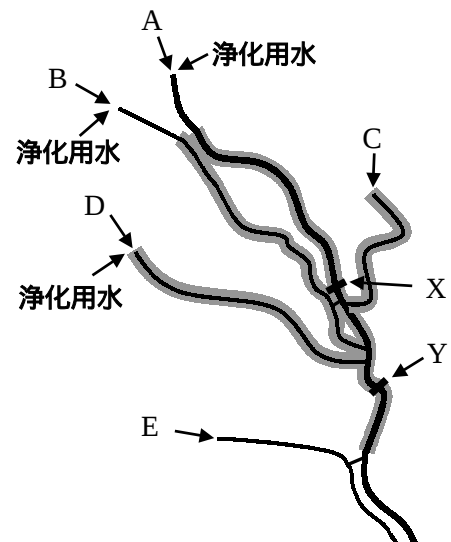


図1 解析対象河川

により解析されるものとする。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 は河道に沿う距離を表す。

浄化用水の導水効果は、浄化用水を導水しない場合と導水する場合についてそれぞれ水質方程式(1)を解き、河道の各断面における汚濁物質の濃度を求め、それらを比較することにより評価する。水質方程式の数値解は水質方程式(1)を時間分割法により移流方程式と減衰方程式および分散方程式の3つの方程式に分割し、移流方程式を特性曲線法、減衰方程式を解析的に、分散方程式を陰差分法により順次解くことにより求める。移流方程式を特性曲線法により解くことにより数値散逸をなくすことができ、また河川水の移動に伴う濃度変化を知ることができ、河川水の汚濁過程を把握できるようになる。なお、水質方程式には流速 u と流水断面積 A が含まれるが、これらは開水路1次元非定常流の連続方程式と運動方程式を4点陰差分法で解くことにより与える。

4. 浄化用水の導水効果の評価

水質改善のために、本川Aに $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 、支川Bに $0.6\text{m}^3/\text{s}$ 、支川Dに $0.2\text{m}^3/\text{s}$ の浄化用水(BOD濃度 3mg/l)をそれぞれ解析対象区間の上流端に導水することを想定し、浄化用水を導水しない場合(ケース1)と導水する場合(ケース2)についてそれぞれ水質(BOD濃度)計算を行い、それらの結果を比較することにより浄化用水の導水効果を評価することを試みる。ただし、減衰係数は $k = 0.1\text{day}^{-1}$ 、分散係数は $E = 5 |u| h$ とする。ここで、 h は水深である。また、本川および支川の解析対象区間の上流端における流量は本川Aは $1.0\text{m}^3/\text{s}$ 、支川Bは $0.2\text{m}^3/\text{s}$ 、支川Cは $0.2\text{m}^3/\text{s}$ 、支川Dは $0.3\text{m}^3/\text{s}$ で、各支川は家庭排水、工場排水などの流入により著しく汚濁されている。

図1の地点YにおけるBOD濃度の計算値と観測値を比較した例を示すと、図2のようになり、計算値と観測値はほぼ一致することが認められる。

3支川が合流するより上流の地点Xおよび3支川が合流するより下流の地点Yにおけるケース1とケース2の

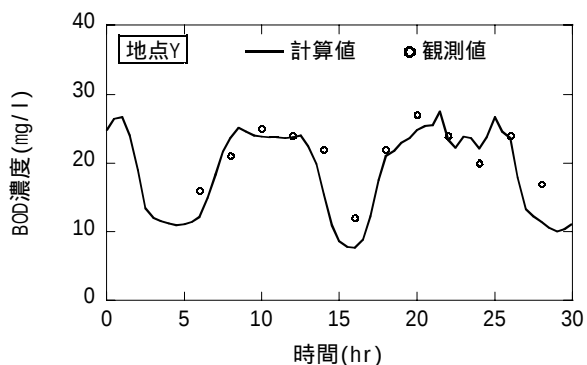


図2 BOD濃度の計算値と観測値の比較

BOD濃度の時間変化の例を比較して示すと、図3のようになる。図3によると、地点Xおよび地点YにおけるBOD濃度は周期的に変動しているが、これは順流時と逆流時で濃度が変化するためである。地点Xでは、順流時には上流から比較的BOD濃度の低い水が流下するが、逆流時には汚濁負荷の大きい支川の合流により汚濁された水が遡上するためBOD濃度が大きくなる。地点Yでは、順流時に汚濁負荷の大きい支川の合流により汚濁された水が流下し、BOD濃度が大きくなるが、逆流時にはA川と連絡する水質の良いE川の水が遡上するためにBOD濃度が低くなる。

地点Yにおける1ヶ月間のBOD濃度の相対分布図を浄化用水を導水しない場合と導水する場合について比較して示すと、図4のようになる。

図3および図4によると、浄化用水の導水により地点Xおよび地点YのBOD濃度は低くなり、水質が改善されることが認められる。

本川河道の各断面における1ヶ月間のBOD濃度の平均値を求め、浄化用水を導水しない場合(ケース1)と導水する場合(ケース2)についてBOD濃度の平均値の縦断変化を比較して示すと、図5のようになる。なお、図5には支川Bへの浄化用水を0とし、本川への浄化用水を $1.6\text{m}^3/\text{s}$ とする場合(ケース3)と本川への浄化用水を0とし、支川Bへの浄化用水を $1.6\text{m}^3/\text{s}$ とする場合(ケース4)のBOD濃度の平均値の縦断変化も示してある。図5によると、ケース2およびケース3の場合は浄化用水の導水により解析対象区間全域にわたってBODの平均濃度が低くなることが認められる。なお、ケース2の場合は支川BのBOD濃度も低下する。

5. おわりに

貴重な資料を提供くださいました関係各位に謝意を表します。

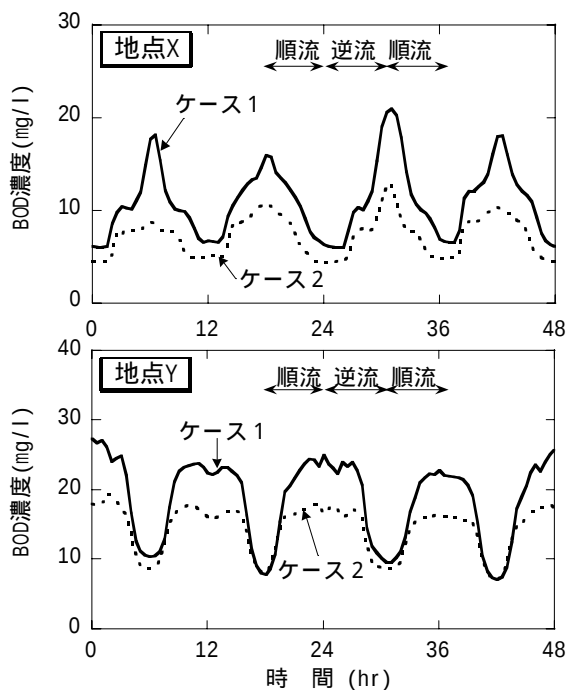


図3 BOD濃度の時間変化

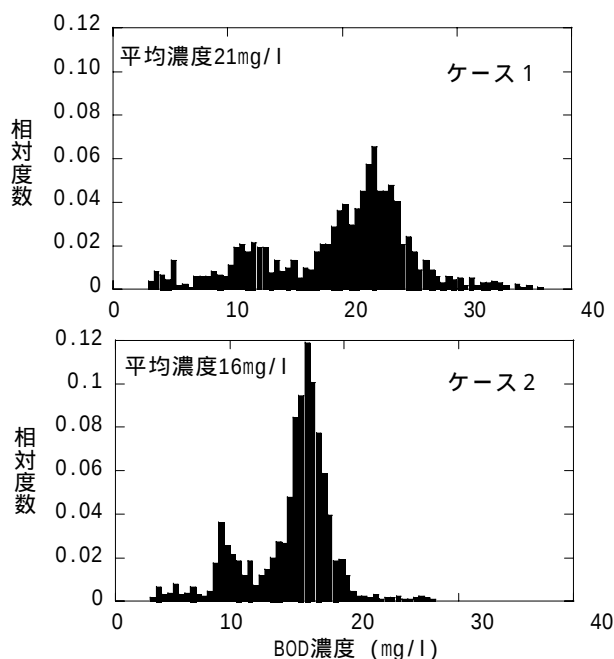


図4 BOD濃度の相対度数分布(地点Y)

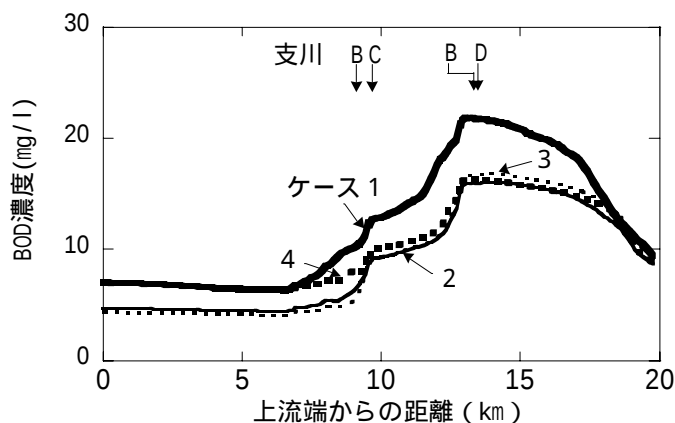


図5 平均BOD濃度の縦断変化