

都市内中小河川の直接的な水質改善策の機能評価

～鳥取市内河川“山白川”を事例として～

鳥取大学工学部	正会員	城戸	由能
鳥取大学工学部	正会員	細井	由彦
シンワ技研コンサルタント(株)	正会員	○山名	功一
鳥取大学工学部	学生会員	帽田	泰孝
N J S 日本上下水道設計(株)	正会員	鬼木	哲

1. 研究の背景と目的

都市開発および人間・社会活動の集積により、都市内部を流れる中小河川の晴天時流量は減少し、相対的に汚濁負荷は高くなり、水質汚濁の改善は進んでいない。一方で、市民の憩いの場として都市空間の中にせせらぎを復活させる目的で、近年、『近自然型河川工法』や『親水事業』が全国的にモデル事業として実施されつつあり、鳥取市内を流れる山白川(図1)においても県による河川浄化事業が行われている。

本研究では、この山白川を対象として晴天時を主とした水質観測調査を行い、県によって実施された過去の観測データと比較を行うとともに、簡便なボックスモデルを用いて生物を利用した浄化対策の機能と水質改善効果の評価を行う。

2. 研究の方法

山白川の現状を把握するために晴天時水質の現地観測を行った。山白川で用いられている浄化手法は上流部から、礫間接触浄化法(ブロック1)、水生植物浄化法(ブロック2)、接触材浄化法(ブロック3)、薄層流浄化法(ブロック4)の4つであり、各ブロックの前後を調査地点とした(図2)。得られた観測結果(以降観測データ)と事業主体である県の平成5年～6年の観測データ(以降県データ)との比較検討を行うとともに、文献を対象にして、浄化手法別の特徴、水質改善効果と実績等の事例調査を行った。

次に、4つの河道ブロックをそれぞれ1つのボックスとして表現した直列型のボックスモデルによる水質計算(式1)を行うために、まず河道全体の分散係数を評価し、決定した分散係数にもとづいてブロックごとの総括自浄係数Kを算出し、各浄化策での浄化機能の評価を行った。

$$\frac{\partial C_1 V}{\partial t} = (QC - Q'C') + D(A - A') \frac{\partial C_1}{\partial x} - KC_1 V + Q_m C_m \dots \dots (式1)$$

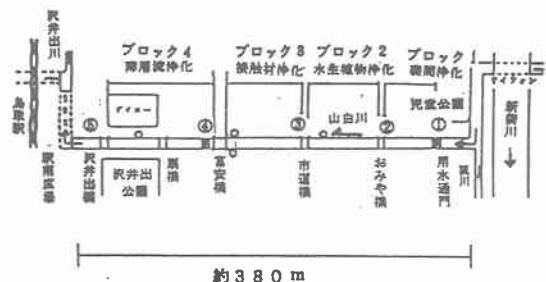
Q: 流量、C: 濃度、V: 体積、

D: 分散係数、A: 断面積、K: 自浄係数

さらに、SSと懸濁態CODの観測値にもとづいて河道全体の沈降速度を同定し、各ブロックごとの流動条件に従って沈降係数K2を算定し、最終的に各水質項目ごとの生物系自浄係数K1を求め、浄化策ごとの生物による浄化機能の評価を行った。設定した分散係数および沈降速度を一定として、生物系の自浄係数のみを操作して春季と夏季の水質濃度



図1 現在の市街地地図と山白川の位置



①～⑤: 観測ポイント ○: 横流入点

図2 調査地点と横流入点

の再現をはかり、その評価を行った。

3. 観測結果

観測は1995年11月～1996年1月までに計4回行った。観測結果をまとめたものを図3に示す。また観測データおよび県データにもとづく各河道ブロックごとの除去率を図4に示す。現地観測では上流端（流入部）での水質濃度のばらつきはあったが、流量の変動は小さかった。また、観測中に一部の排水管からの横流入が確認され、ブロック2のホテイアオイの一部が枯死しているのが確認された。全体として、ブロック1～3では水質濃度は上昇し、ブロック4で低下する傾向を示している。

除去率については、観測データからはブロック4の薄層流浄化法がSS、COD、T-Nで高い値を示し、ブロック1、2では負の除去率つまり水質悪化を示している。また、秋・冬季の県データにもとづく除去率と比較すると、河道全体で負の除去率の絶対値は小さくなり、一部正の除去率へ転換するなど、事業実施からの時間経過に伴う水質改善効果の高まりが予測される。

4. モデル算定の結果と考察

ボックスモデルにおいて、分散係数 $D=0.045$ (m^2/s) と設定して総括自浄係数 K を算定した結果、ブロック2、3では全水質項目において負の値となった。さらに、沈降速度 $w=0.00021$ (m/s) の設定のもとで、各浄化手法の生物系自浄係数 K_1 を算定した結果（表1）、冬季において水質浄化が機能しているのはブロック1と4であり、ブロック2、3では負の値を示した。この原因としては、接触材浄化の暗渠内の付着生物の脱離やホテイアオイの枯死による有機物の回帰が考えられる。

さらに、春季および夏季の県データにもとづいて生物系自浄係数を算定した結果（表1）、ブロック2、3では生物系自浄係数が高くなり、自浄能力の高まりが予測された。T-Pに関しては濃度レベルそのものが低いこともあり自浄係数の変化も微小で自浄能力を評価するのは困難であった。

5. 研究のまとめ

生物を利用した直接的な水質改善策の機能評価を行った結果、冬季には一部の浄化対策で負の除去率を示し、負荷源となっている場合も見られたが、モデルによる自浄係数の算定から、生物活性の高まる春季・夏季には浄化機能が期待できる。

謝辞：データを提供いただいた、鳥取県土木部に謝意を表す。また本研究は、平成7年度文部省科学研究費補助金奨励研究（A）（代表者：城戸由能）の補助の一部を受けて行われたことを記して謝意を表す。

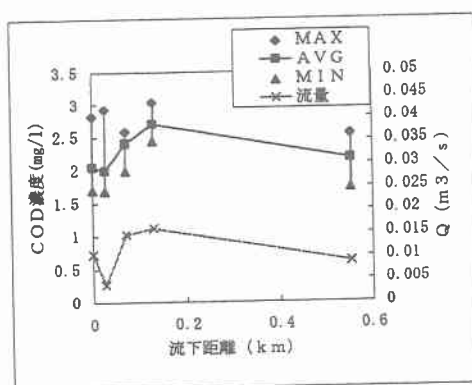


図3 観測結果

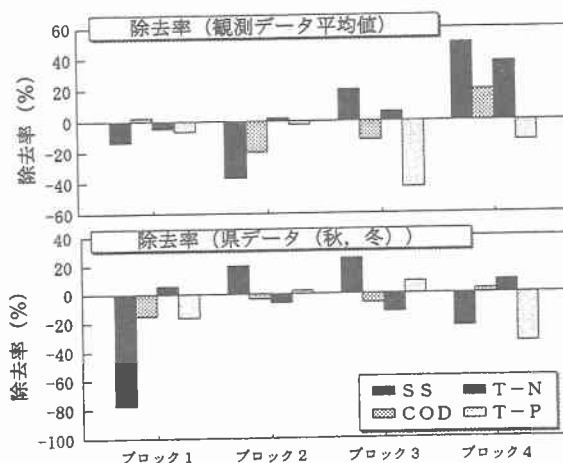


図4 観測および県データに基づく河道ブロックでの除去率

表1 生物系自浄係数 K_1 の算定結果

SS	K_1 (冬)	K_1 (春)	K_1 (夏)
ブロック1	0.03210 >	0.02100 <	0.02680
ブロック2	-0.07808 <	0.00085 <	0.00249
ブロック3	-0.00411 ≒	-0.00598 <	0.00241
ブロック4	0.07519 >	-0.00206 >	-0.05480

COD	K_1 (冬)	K_1 (春)	K_1 (夏)
ブロック1	0.01671 >	-0.00533 <	0.02278
ブロック2	-0.01955 <	-0.00337 <	0.02104
ブロック3	-0.01620 <	-0.00070 <	0.01996
ブロック4	0.02902 ≒	0.02820 >	-0.02611

T-N	K_1 (冬)	K_1 (春)	K_1 (夏)
ブロック1	0.01366 >	-0.00132 <	0.02304
ブロック2	-0.01543 <	0.03620 >	0.01427
ブロック3	-0.00606 <	-0.00416 <	0.00936
ブロック4	0.02030 >	0.00024 >	-0.02558

T-P	K_1 (冬)	K_1 (春)	K_1 (夏)
ブロック1	0.00028 <	0.01883 >	-0.00052
ブロック2	-0.00032 <	0.00455 >	-0.00094
ブロック3	-0.00044 >	-0.00217 <	-0.00139
ブロック4	0.00038 >	-0.01210 <	0.00198