

旧袋川の水質汚濁機構のモデル化とその浄化対策の評価に関する研究

鳥取大学工学部

正会員 細井由彦

鳥取大学工学部

正会員 城戸由能

島根県庁

正会員 柳楽弘行

(株)荒谷建設コンサルタント

正会員 ○吉田 仁

1. まえがき

都市内を流れる中小河川は、下水道の整備にともない流入汚濁負荷が減少しているが、一方で維持水量の減少、感潮域での流れの停滞などによって水質汚濁は十分改善されているとはいえない。そこで、本研究では、鳥取市内を流れる旧袋川を対象とし、現地観測に基づいてその流動予測と汚濁解析のためのモデルを作成するとともに、各種水質浄化策を提案し、その水質改善効果の評価を行なう。

2. 現地観測の概要

観測は1日の流動と水質の変動をみるために図1に示す②～⑤の4地点では1時間間隔、①および⑥～⑩の6地点では2～6時間間隔で24時間連続で行なった。水質項目は、水温、pH、電導度、SS、DO、BOD、COD、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、総窒素、リン酸イオン、総リンについて分析を行なった。なお、観測日は大潮時に設定し、その満潮時刻は12:58、3:12、干潮時刻は20:05、7:39であった。

3. 水質の現状

現地観測の一例として、観測点②、③、④における総窒素濃度の一日の変動を図2に示す。また同じ図に下水処理水の放流量の一日の変動を示す。上流域の観測点②では低い濃度レベルで安定しており、大きな汚濁負荷源が存在しないことが分かる。観測点③は下水処理水の放流点の約300m上流に位置し13時付近を除いて低い濃度レベルで安定している。これは、満潮時刻(12:58)前後の上げ潮によって下水処理水が逆流あるいは停滞し、観測点③付近の水質に影響を及ぼすためだと考えられる。また観測点④における濃度の変動の傾向は、下水処理水の放流量の変動の傾向とよく一致している。これより、旧袋川の中か流部の水質変動は下水処理水の影響が大きいことが分かる。

4. 流れの再現

流れの再現は、連続の式および運動の式を基本方程式として陰形式差分法を用いて非定常流の数値計算を行なった。境界条件として現地観測結果をフーリエ変換して下流端の水位変動を与え、また上流端では一定流量を与え、分合流部で水位は一定、流量収支を制約とする条件を与えた。その結果の一部を図3に示す。図より数値計算結果は、潮位振動による水位の時間変動をうまく再現していることが分かる。

5. 水質の再現

水質の再現は、移流と分散を分離し、流れの再現で求めた流量を用いて行なった。流域における発生汚濁負荷量は、発生源を一般家庭、下水処理場および流入支川とし、一般家庭および下水処理場については一昨年の調査研究¹⁾、また鳥取市下水環境部の資料をもとに汚濁負荷量を算定し横流入として与えた。また流入支川については、現地観測結果に基づいて上流端濃度を境界条件として与えた。再現は塩素イオン濃度、COD、総窒素濃度について行なった。その結果の一部を図4に示す。数値計算結果は、観測値の時間変動の傾向をうまく再現している。



図1 現地観測点

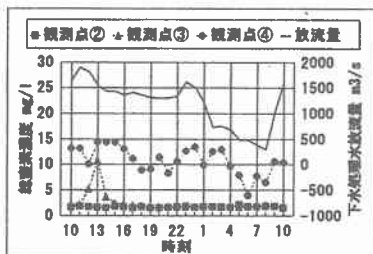


図2 現地観測結果の一例

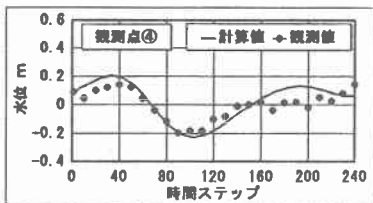


図3 観測点④における計算値と観測値

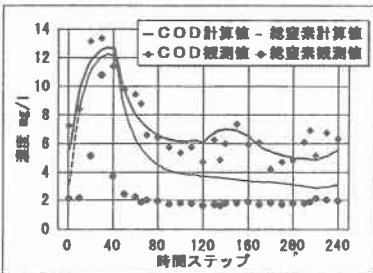


図4 観測点③における計算値と観測値

6. 水質浄化策の評価

まず、旧袋川に適用可能な水質浄化策として表1のB～Tを考え、対策後の水質変動および水質改善効果を数値計算により予測した。そして、都市内河川の親水空間としての利用等に基づいた政策的あるいは市民評価を考慮した場合に、特定の河道空間および特定の水質項目の改善が重要視され、代替案の優先順位に変動が起こりうることを想定して、上流域（観測点②）と下流域（観測点④）の水質改善効果、またCODと総窒素濃度の改善効果を比較することによって代替案の評価を行なった。

表1 水質浄化策とその目的

	代替案	目的
B	流域の水洗化率を95%に上げる。	流入汚濁負荷量の削減
C	流域の水洗化率を100%に上げる。	
D	下水道未整備区域の平均下水道普及率を78%に上げる。	
E	流域の下水道普及率を100%にする。	
F	旧袋川全域を流濁する。	河川の直接浄化 (底泥からの巻き上げ量を減らす)
G	観測点④より下流の底泥を1/4流濁する。	
H	観測点④より下流の底泥を1/2流濁する。	
I	観測点④より上流の底泥を流濁する。	
J	急速ろ過法	処理施設における処理能力の向上
K	急速ろ過法+凝集沈殿法	
L	急速ろ過法+凝集沈殿法+活性炭吸着法	
M	放流口を浜坂江津橋付近に変更する。	
N	放流口を千代川に設置する。	汚濁物質の系外への早急な放出 河川水の希釈
O	新袋川からの取水量を0.5m ³ /sにする。	
P	新袋川からの取水量を1.0m ³ /sにする。	
Q	新袋川からの取水量を2.0m ³ /sにする。	
R	放流水温度、および放流量を一定にする。	
S	逆流時、流れの停滞時に一定温度、一定量で放流する。	
T	放流水質を制御し一定温度で放流する。	

図4より、上流域（観測点②）においてはB、C、D、Eが、下流域（観測点④）においてはJ～Qが効果があることが分かる。また、O、P、Qについては総窒素の改善には効果的であるがCODの改善は相対的に小さいことが分かる。次に、図5、図6、図7の相対改善率とは代替案のうち改善効果の最も高いものを1.0、最低のものを0.0として各代替案の水質改善効果を相対的に数値化したものである。図5より上流域と下流域の地点にどのように重要性をおくかによって代替案の優先順位が変わることが分かる。つまり、下流の相対改善率の重要度が1に対して上流の重要度が0.57未満の時には代替案N、0.57以上1.17未満の時には代替案Q、1.17以上の時には代替案Cが優先順位の高い代替案として選ばれる。また、図6、図7より水質項目間の比較評価では、上下流の両地点でCOD、総窒素の両水質項目について改善効果の高い代替案が存在するためどちらの水質項目の改善を優先させても最も優先順位の高い代替案は変わらないという結果が得られた。

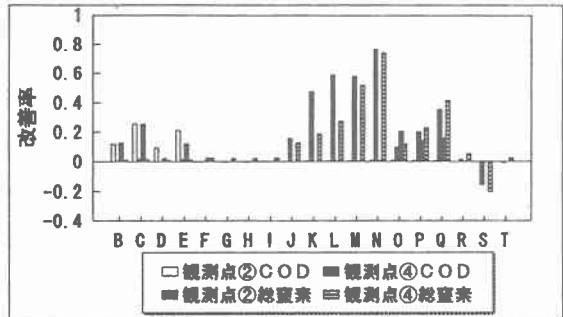


図4 各代替案のシミュレーション結果の75%値にもとづく改善率

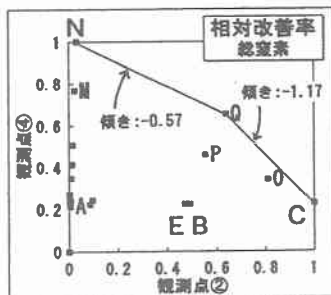


図5 観測点②、④における相対改善率

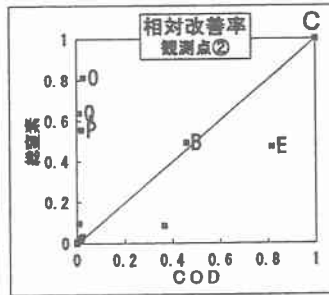


図6 COD、総窒素の相対改善率

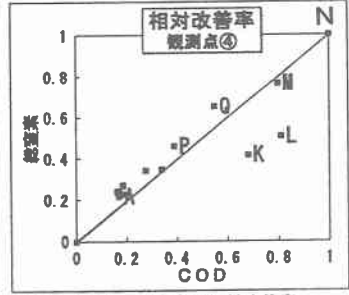


図7 COD、総窒素の相対改善率

- 参考文献 1) 細井他；第45回 土木学会中国四国支部 研究発表会講演概要集、P128～P129、平成5年5月
2) 細井他；感潮域をもつ都市河川の水質汚濁解析と改善策の評価、第50回土木学会年次学術講演会、平成7年