

多自然型護岸が水質浄化に及ぼす影響評価

長崎大学大学院 学生員○永矢貴之 長崎大学工学部 正 員 野口正人
 長崎大学工学部 正 員 西田 渉 長崎大学大学院 学生員 満原一徳
 長崎大学工学部 浅山 仁 長崎大学工学部 田村智俊

1. まえがき

近年実施されている河川整備は、人々の河川に対する期待の高まりに対応して、親水性や生物に配慮したものが多く、その中でも、「多自然型川づくり」は全国各地で導入が図られている。河川が持つ本来的な機能を発揮させるためには、上述されたような自然にやさしい川づくりがされる必要があることはいうまでもない。しかし、その手法については目下のところ、十分に確立されているとはいえず、その導入だけが先行している段階にある。このことから、本論では多自然型護岸の設置に伴う水質変化を取り上げて、その影響を実河川で行われた底生生物調査と数値シミュレーション・モデルを用いて評価する。

2. 数値シミュレーション・モデルの概要

本モデルの計算手法としては有限要素法を用いることとした。このモデルにおいては、多自然型護岸が水質変化に及ぼす影響を調べる目的で、水深方向に平均化された2次元平面流の基礎方程式とともに、以下に示す溶存酸素(DO)と生物化学的酸素要求量(BOD)の収支式を取り上げて、Galerkin法により離散化を行った。計算は三角形3節点要素を用いて行われており、時間積分については2段階陽的解法を採用した。なお、式中の記号は慣用のものが用いられている。

生物化学的酸素要求量(BOD)の収支式

$$\frac{\partial (Lh)}{\partial t} + \frac{\partial (LM)}{\partial x} + \frac{\partial (LN)}{\partial y} = -\frac{\partial}{\partial x} \left(E_x h \frac{\partial L}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y h \frac{\partial L}{\partial y} \right) - K_1 L h \quad \cdots (1)$$

溶存酸素(DO)の収支式

$$\frac{\partial (Dh)}{\partial t} + \frac{\partial (DM)}{\partial x} + \frac{\partial (DN)}{\partial y} = -\frac{\partial}{\partial x} \left(E_x h \frac{\partial D}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(E_y h \frac{\partial D}{\partial y} \right) - K_1 L h + K_2 (D_{sat} - D) h + \alpha \quad \cdots (2)$$

3. 実河川における底生生物調査とその考察

調査は多自然型護岸が施工されている長崎県の本明川で行われた。著者らは既に本明川で理化学的な指標を用いた水質調査を行っているが¹⁾、今回は多自然型護岸が設置してある区間で底生生物調査を実施した。調査は10月と1月の2回にわたって、本明川の蛍橋(河口からの追加距離:7.5km)～山下淵(5.25km)で実施された。調査地点は図-1に示すSt.1～St.7の7箇所であり、多自然型護岸が設置してあるSt.2～St.6については、左右両岸に観測点を設けた。なお、この調査と併せて、理化学的指標との関連性をみるために採水もされた。このうち、St.7については2回の調査とも生物を採集することはできなかった。

生物学的水質判定には、優占種法、Beck-Tsuda法(BI)、Pantle-Buck法(PI)の3つが用いられた²⁾。

図-2にはBI、PI、DOのSt.2～St.6の縦断変化が示されている。両指標とも、10月の調査より1月の調査の方が水質的には良好であるという結果を得たが、縦断変化の傾向としてはほぼ同じような変化を示している。左岸・右岸では左岸側が右岸側より若干ではあるが、水質的に良好であり、生物量が多くなっている。これは、左岸側は右岸側に比して、自然河岸と植生を取り入れた多自然型護岸が設置されていることから、酸素の供給が多くなり、生物が生息しやすい環境を創り出しているものと考えられる。とくに、多自然型護岸が最初に設置されたSt.6の左岸側は、上流のSt.5に比べると、BI、PIとも値が水質

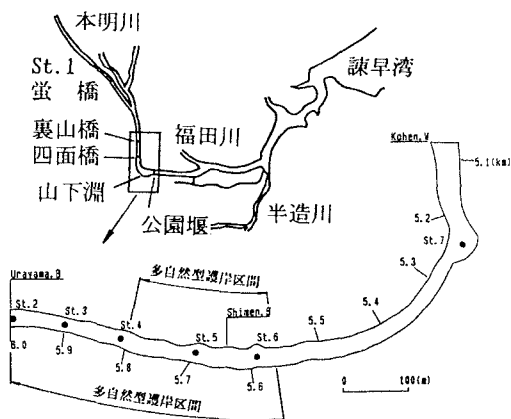


図-1 観測地点概要図

的に浄化傾向にあることから、多自然型護岸が生物の生息環境を良好なものにしているといえる。また、生物学的指標とDOの相互関係に注目すると、同じような傾向を示しており、関連性が認められる。

4. 計算結果と考察

計算は本明川の裏山橋から公園堰の多自然型護岸区間を対象に図-3に示す総節点数 735、総要素数1248の有限要素に分割して行われた。計算条件として、粗度係数は $n=0.040\sim0.035\text{ s/m}^{1/3}$ 、上流端条件は $0.99\text{ m}^3/\text{s}$ でBOD濃度 2.40 mg/l 、DO濃度 8.80 mg/l が定常的に流れているものとした。また、計算時間間隔は 1 s とされた。上述された数値シミュレーションによって得られた速度ベクトルの空間分布を図-4に示す。

計算結果は上流端である $6.0\text{ km}\sim 5.9\text{ km}$ 地点では速度ベクトルが大きく、その後、緩やかな流れとなり、流軸は右岸に偏っている。また、 $5.7\text{ km}\sim 5.6\text{ km}$ 地点では中洲が形成され、 5.07 km の下流端に到るまでは水深が深くなり、速度ベクトルは小さくなっている。この計算結果との比較は詳細に論ずることはできないが、瀬や淵、水理構造物の存在による流況の変化が概略表現されているものと思われる。

流れの計算で得られた流況を対象にして、側岸を植生のある多自然型護岸と仮定し、光合成によるDOの生産を考慮した場合のBODとDOの計算が行われた。ここでは、紙面の関係上、DOの空間分布のみを図-5に示している。本モデルは陽的解法を用いているために計算時間の関係上、1時間後の結果を示すが、計算結果は護岸から補給される酸素によって、全域においてDOが上昇している。とくに、水深の浅い箇所では他の地点よりも高い値になっている。

5. あとがき

現地での底生物調査と数値計算により、多自然型護岸が水質浄化に及ぼす影響を評価した。その結果、多自然型護岸は植生を多く取り入れることによって、水質浄化に僅かではあるが寄与していることがわかった。多自然型護岸には多くの生物が生息しており、食物連鎖によって、全体的に水質浄化に寄与しているといえる。今後は、より精度の高い計算を行うことにより、多自然型護岸の効用性を検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 永矢貴之・西田渉・野口正人：本明川に流入する汚濁負荷量の影響評価、平成5年度土木学会西部支部年講、1994。
- 2) 津田松苗・森下郁子：生物による水質調査法、山海堂、1974。

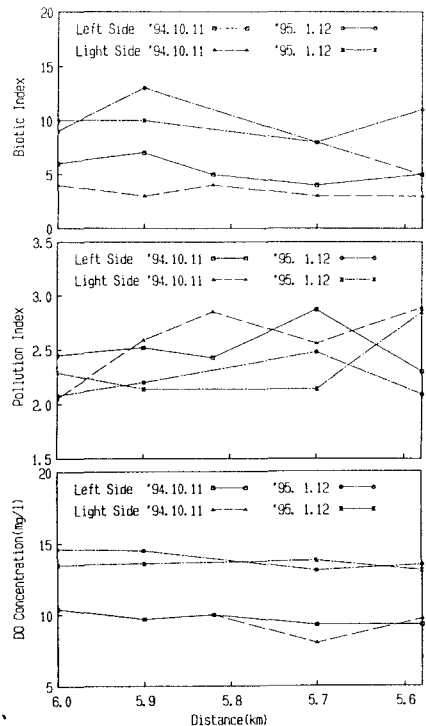


図-2 BI、PIならびにDOの縦断変化

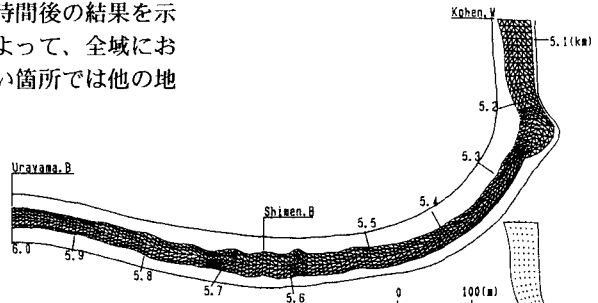


図-3 対象区間および有限要素分割図

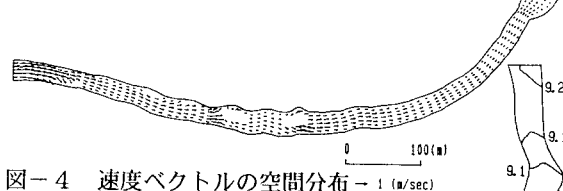


図-4 速度ベクトルの空間分布 - 1 (m/sec)

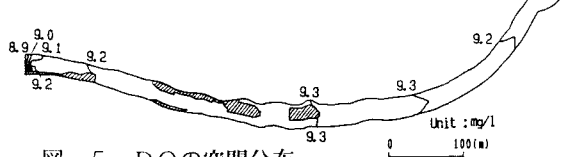


図-5 DOの空間分布