ヨシ原植栽事業が汚濁負荷物質の輸送に与える影響

長崎大学工学部　学生会員　○百田　広樹　　長崎大学大学院　学生会員　太田　貴史
長崎大学工学部　正会員　　鈴木　誠二　　長崎大学工学部　フェロー　野口　正人
長崎大学工学部　正会員　　西田　渉

1.はじめに

水生植物は，自身が水質浄化に寄与するだけでなく，自然環境を創造し，豊かな生態系を育む．そのため水質浄化がさらに促進すると言われ，多くの河川で自然再生の手法として活用されている．諫早湾に流れ込む長崎県唯一の一級河川である本明川では，半造川合流箇所において，従来の自然環境を維持･保全するために，本明川環境整備の一環として，ヨシ原などを植栽し，豊かな生物が棲める水環境の実現が試みられている．また，河川の自然環境を回復させることが，下流に接続する諫早湾調整池の慢性的な富栄養化問題の解決につながる [1)]．本明川下流部において健全な水環境を達成し，自浄作用を促進させるためにも，その効果を定量的に予測・評価する必要がある．そこで本研究では，半造川合流箇所を対象とし，ヨシ原植栽前後における汚濁負荷物質の輸送の違いを，数値シミュレーションモデルを用いて解析を行う．

2.本明川環境整備の事業概要

本明川(半造川合流箇所)環境整備の事業概要を**図-1** [2)]に示す．半造川合流部から下流にかけて(約 600m)本川右岸側に現況の高水敷を掘削し，水みちおよび，ヨシ原植栽帯が建設される予定である [3)]．ここで，斜線部が，環境整備の掘削箇所を示している．掘削域の流入口は，本明川合流部前の半造川に位置し，流出口は合流後の本明川に接続する．掘削域の水みちの平均水深約 0.3m，植栽帯で約 0.1m と本明川本川と比べて浅くなっている．

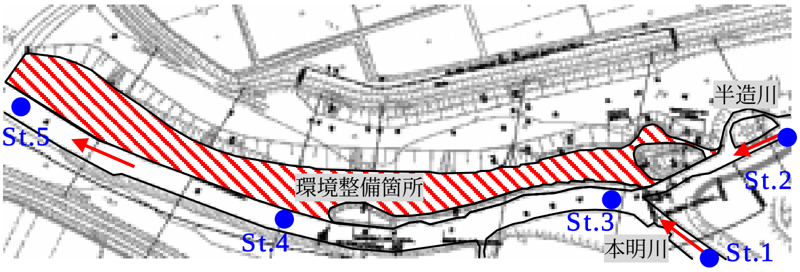


図 - 1　半造川合流箇所平面図

3.数値解析に用いる基礎方程式と計算条件

流況･水質解析に用いた基礎方程式は，下記の連続方程式と運動方程式である．また，水質項目に関しては，全窒素の解析を行った．

$$\frac{\partial H}{\partial t}+\frac{\partial (hU)}{\partial x}+\frac{\partial (hV)}{\partial y}=0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial U}{\partial t}+U\frac{\partial U}{\partial x}+V\frac{\partial U}{\partial y}=-g\frac{\partial H}{\partial x}-gn^2\frac{\sqrt{U^2+V^2}}{h^{4/3}}U \tag{2}$$

$$\frac{\partial V}{\partial t}+U\frac{\partial V}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}=-g\frac{\partial H}{\partial y}-gn^2\frac{\sqrt{U^2+V^2}}{h^{4/3}}V \tag{3}$$

$$\frac{\partial (C_{TN}h)}{\partial t}+U\frac{\partial (C_{TN}h)}{\partial x}+V\frac{\partial (C_{TN}h)}{\partial y}-\frac{\partial}{\partial x}\left[D_x h\frac{\partial C_{TN}}{\partial x}\right]-\frac{\partial}{\partial y}\left[D_y h\frac{\partial C_{TN}}{\partial y}\right]-Source=0 \tag{4}$$

ここで，H：水位(m)，U,V：x,y 軸方向の水深平均流速(m/s)，h：水深(m)，g：重力加速度(m/s^2)，n：*Manning* の粗度係数(s/m$^{1/3}$)，C_{TN}：全窒素濃度(mg/l)，D_x,D_y： x,y 軸方向の拡散係数(m^2/s)，*Source*：単位時間，単位面積あたりの生成項(mg/m^2/s)、である．生成項については沈降形式で評価している．上式により，有限要素法を用いた数値シミュレーションモデルによる解析を行った．

境界条件として本明川および，半造川の上流端に流速と水位を，下流端に水位を与えた．助走計算を行い，流れが定常になった時刻を計算開始とし，上流端から汚濁負荷を与えた．流速に関しては過去に観測されたデータを用いて，本明川上流端で 0.022m/s，半造川上流端では 0.051m/s とした．全窒素については，2006 年 9 月 27 日に行っ

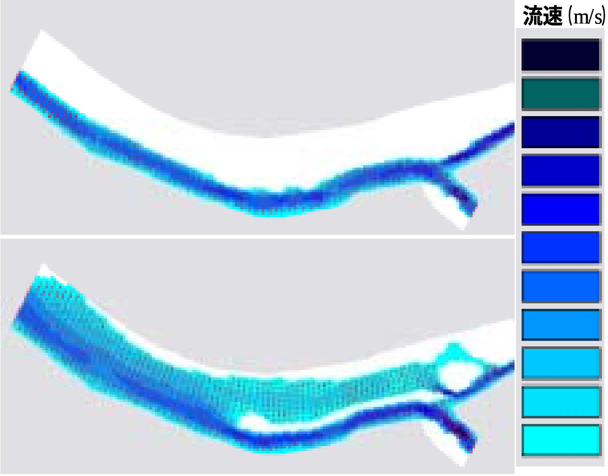
た現地観測結果(St.1，St.2)をもとに，本明川上流端で 0.90mg/l，半造川上流端で 4.64mg/l を与えた．全窒素初期分布を 0.00mg/l とし，整備前後の 2 ケースの計算を行った．

4.数値解析の結果と考察

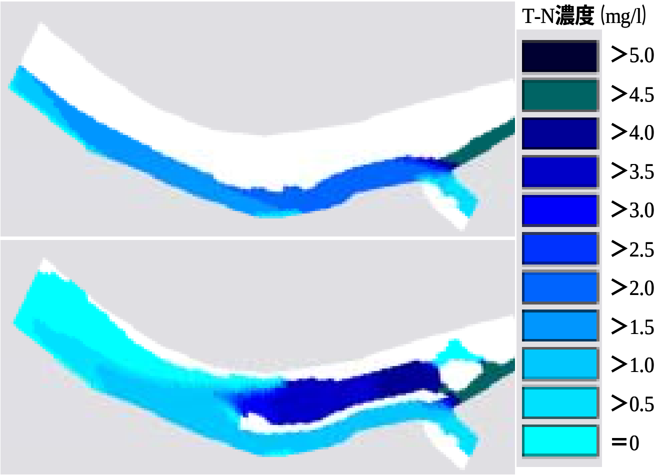
図-2 に整備前，整備後における流況の計算結果を示す．掘削域の存在により半造川から本川への流入量が減少したために，本明川本川では整備前に比べ整備後の流速が約 10%低下した．掘削域の流速は約 0.01m/s と，非常に小さくなった．これは，本川と比べ掘削域の水深が浅く，さらにヨシ原の影響として高い粗度係数を与えたためである．また，掘削域への流入は半造川からのみであることがわかる．

図-3 に整備前，整備後における全窒素濃度の計算結果を示す．現況では，半造川の高濃度の汚濁負荷が，流量が多く低濃度の本明川本川に合流し希釈され流下する．整備後では，汚濁負荷が半造川から掘削域へ一部流れるため，本川への負荷が軽減されていることがわかる．そのため，合流後の本川の全窒素濃度が低下する．一方，半造川から掘削域へ流入した汚濁負荷は滞留時間が長い水みちおよび，ヨシ植栽帯を通過することにより，急激に低下する．その後，本明川本川と合流するが，掘削域通過中に汚濁負荷物質の多くが沈降することにより，整備前と比べ低濃度となる．

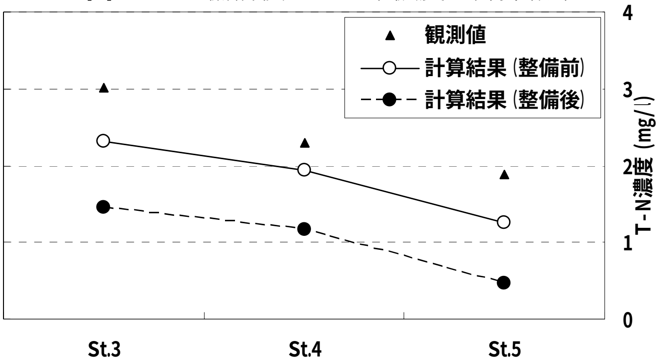
図-4 に全窒素濃度の観測値と計算値を示す．整備前の計算結果は観測値に比べ若干低いものの，精度よく再現できていると考えられる．整備前後で各地点において，全窒素濃度の低下がみられる．St.３で 63%，St.4 で 60%，とくに，St.５では 40%もの水質浄化効果が現れた．



図－2 整備前後の流況の計算結果



図－3 整備前後の全窒素濃度の計算結果



図－4 全窒素濃度の観測値と計算値

5.おわりに

本研究ではヨシ原植栽前後における汚濁負荷物質の輸送の違いを，有限要素法を用いた数値シミュレーションモデルを用いて解析を行った．本明川下流域で実施されている整備計画によって，大きな汚濁負削減効果があげられることが明らかになった．従来の自然環境を取り戻し，維持・保全・管理するためには，物質輸送機構をより詳細に把握し，精度の高い物質輸送モデルを構築する必要がある．今回の解析では，汚濁物質の変化量を沈降のみ考慮するにとどまっている．今後，流下過程で生じる生物・化学的な効果や，ヨシ原による汚濁負荷量吸収効果などを明らかにしモデル化する必要があると考える．

<参考文献> 1)浦里実，野口正人，渕上雄作：閉鎖性水域へ流出する汚濁量の削減方策の検討＜諫早湾調整地とその流域＞，水工学論文集，第 49 巻，2005 年 2 月，pp.1549-1554

2)九州地方整備局 長崎河川国道事務所:環境整備工事(図面)

3)国土交通省 長崎河川国道事務所:本明川(半造川合流箇所)環境整備への取り組み 説明資料 平成 18 年 1 月発行