

開水路網の水質予測モデルに関する研究(II)

佐賀大学理工学部 ○学 佐藤慎一 学 清水稔宏 学 野原昭雄
同上 正 古賀憲一 正 荒木宏之

1. はじめに

近年、水環境に対する意識の高まりとともに、総合水管理の必要性が指摘されるようになってきた。低平地である佐賀平野には、わが国でも独特な複雑な水路網・河川網(佐賀クリーク網)が張り巡らされており、このクリーク網を活かした水管理が必要と思われる。具体的にはクリーク網の水量・水質の制御と管理が重要であり、そのためには水路が複雑に連結された水系での水量・水質の定量的な把握、並びにそれらの数値モデルが必要不可欠と言える。著者らは、これまでに開水路網の水質モデルの構築を行い、モデル開水路網での有効性を示している^{1)・2)}。また、佐賀市街部クリーク網を巨視的にモデル化し、市街部の短・長期的観点からの水質改善策についても検討を加えている³⁾。本研究では、水質モデルの整合性を高め、詳細な水管理手法を確立するために現実に即した水路網に適用することで、水質予測手法としての有効性について検討を加えた。

2. 水質モデル

開水路網のモデル化は水路部をブランチ、水路と水路の結合部あるいは水路の末端部をノードとするブランチ・ノードモデル¹⁾を用いて行った。水質の濃度は横方向及び深さ方向に一樣とすると基礎式は次のようになる。

$$\frac{\partial BC}{\partial t} + \frac{\partial S}{\partial x} - P = 0 \quad S = QC - AD_t \frac{\partial C}{\partial x} \quad (1)$$

B: 濡れ断面積 C: 横断面の平均濃度 S: 物質輸送速度 P: 水質反応速度 Q: 流量

D_t: 移流分散係数 A: 流れ断面積

FEM法を用いて定式化し、ブランチ長について積分する。1本のブランチについて解くべき一般的な方程式が式(2)のように得られる。

$$\begin{aligned} S_1^* &= N_{m,1} \cdot C_I^* + N_{m,2} \cdot C_J^* + N_{m,3} \\ S_2^* &= N_{m,4} \cdot C_I^* + N_{m,5} \cdot C_J^* + N_{m,6} \end{aligned} \quad (2)$$

各ノードでの物質貯留は0なので、各ノードに対して $\sum S = 0$ が成立するとして、最終的には未知数を含む連立方程式が次のように得られる^{1)・2)}。

$$\sum_{j=1}^{j_{\max}(i)} M_{i,j} \cdot C_j + M_{i,0} = 0 \quad (3)$$

i: ノード番号 j: ダミー番号 j_{max}(i): 全ブランチ数

式(2)を解くことによりノードの未知濃度を求めることができ、ノードの濃度からブランチ端濃度や物質輸送速度を得ることができる。

3. 数値計算・結果

開水路網に適用したブランチ・ノードをFig. 1に示す。数値計算に必要な水路幅、水深、境界条件等は実測値⁴⁾を用いた。数値計算に用いた流量は実測値を基に各ノードにおける連続式を満足するように本質を失わない程度に修正している。ノード1、2、13、19、20は流入ノード、ノード5、24は流出ノードである。対象となる水質項目は、BOD、SS、P-COD(藻類発生によるCOD)である。各水質の反応速度は実

測値及び室内実験結果をもとに決定した。BODは、1次反応とし速度係数を $7.7(1/\text{day})$ とした。SSの沈降は、沈降フラックスがSS濃度の2乗に比例するものとし、その係数を 9.03×10^{-7} とした。P-CODは藻類発生による増加（1次反応）と藻類の沈降によるものとし、その増加速度係数を $0.36(1/\text{day})$ 、沈降についてはSSと同様とした。Fig. 2、3、4は各水質の定常状態における各ノードの数値計算結果と実測値との関係を示したものである。BODについては、実測値及び下水道普及率等を考慮してノード12、18に点源として汚濁負荷を与えた。いずれの結果においても、反応あり(●)と反応なし(○)を比較すると、反応速度を考慮することで実測値を再現していることがわかる。

4. まとめ

本モデルは、現実に応じた水路網においても実測値を十分に再現できることを確認した。低平地における総合水管理を考える際、水路網の水量・水質予測手法が必要不可欠である。今後は、「管理」に重点を置いて本研究で提案されたモデルの適用を進めたい。また、低平地には、感潮河川で代表される非定常性の強い水系があり、そこでの水質予測モデルの有効性を確認することも低平地における水管理を行なう上で重要と考えられる。

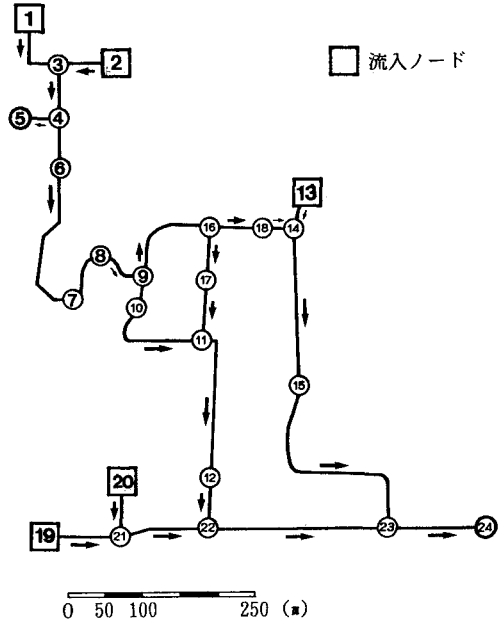


Fig. 1 ブランチ・ノード

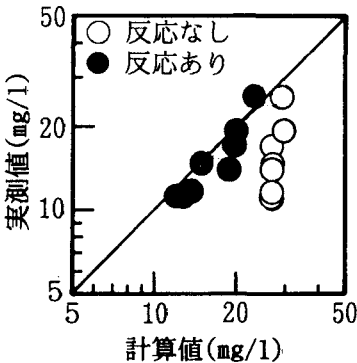


Fig. 2 BOD計算結果

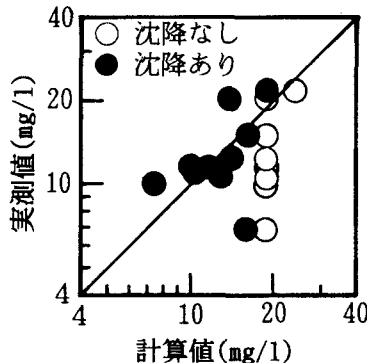


Fig. 3 SS計算結果

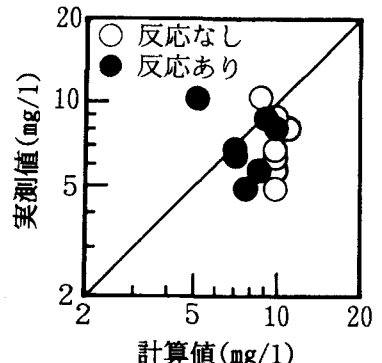


Fig. 4 P-COD計算結果

【参考文献】

- 1) 古賀、荒木、野原、渡辺 『佐賀クリーク網の水質特性と水質モデルに関する研究』
環境システム研究 Vol.18 1990.8
- 2) 落合、古賀、荒木、井前、渡辺 『開水路網の水質予測モデルに関する研究』
土木学会西部支部 1990
- 3) 佐藤、古賀、荒木、野原 『水質予測モデルを用いた佐賀クリーク網の環境維持用水量の検討』
土木学会年次学術講演会 1992
- 4) 野原、荒木、古賀、永橋、斎藤 『佐賀クリーク網の水質管理に関する基礎的研究』
土木学会年次学術講演会 1992