

栄養塩流出モデルによる梅田川の流出物質濃度の推定

豊橋技術科学大学 学生会員 CAVAN GOH WEI YUNG

正会員 井上隆信, 横田久里子 非会員 嵯峨慎

1. はじめに

愛知県が接する三河湾は外部との水交換が少ない閉鎖性水域であり、窒素やリンなどの栄養塩による富栄養化が起こりやすく、湾奥部において赤潮や貧酸素水塊が毎年観測されている。このため、三河湾における富栄養化の原因である窒素やリンの河川からの流入負荷を算定し、適切な対応をすることが重要である。しかし、年間を通して連続的に観測を行い汚濁負荷の現状を把握すべき、毎日河川から採水し、測定することは多大な労力が必要になるため、本研究はシミュレーションモデルにおけるパラメータを設定し、河川流域からの流出濃度の推定ことを目的とした。

2. 研究対象流域

本研究で対象とする流域は、愛知県豊橋市雲谷町を源流とする二級河川である梅田川で、流域面積は86.6km²である。流域の土地利用の割合は水田、畑、森林を合わせ、全体の50%を占めている。流量を検定するために、梅田川で最も下流の流量観測所である畑田橋を末端とした。

3. 流域データの整理

流域の各データを求めるためにまず、GIS (ArcGIS10.4, ESRI)を用いて計算流域を決定し1kmメッシュに区切り、各メッシュの土地利用面積を求めた。各メッシュの周囲8方向のメッシュとの標高を比較し最も勾配のある方向へ水が流れると仮定してメッシュ間の落水方向を求めた。また、各メッシュのデータのうち降雨量は、気象業務支援センターで発行されている解析雨量を用いて、その他(気温、風速、日射量、日照時間、湿度)は気象庁のデータを用いた。

4. 栄養塩流出モデルの概要

本研究では土壌部分を鉛直方向に表層、中層、下層レイヤの3層を想定した水分流出モデルを用いて、水分流出量を再現した。しかし、降雨時流量(ピーク流量)を精度高く再現できてなかったために、表層にタンク

を追加した。次に、栄養塩流出モデルを構築し、栄養塩の流出量を算出した。栄養塩流出モデルの概要を図1に示す。計算対象とした物質は溶存態窒素(DN)、懸濁態窒素(PN)、溶存態リン(DP)、懸濁態リン(PP)、浮遊物質(SS)である。DN、DPの流出量は各層の各土地利用から水平方向の水分流出成分に一定の濃度を乗じて算出した。SSの流出量は土地利用に応じて算出方法を使い分け、建設用地の場合は路面堆積モデル、それ以外の土地利用の場合はLQ式を用いて算出した。PN、PPの流出量はそれぞれSSの中に一定の割合で存在していると仮定し、SSの流出量に一定の比率を乗じて算出した。DNとPNの合計はTNになり、DPとPPの合計をTPになる。

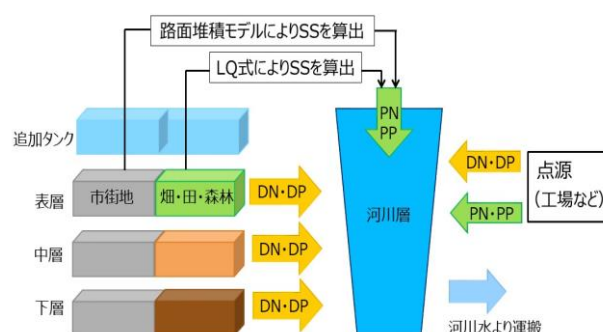


図1 栄養塩流出モデルの概要

5. モデルパラメータの決定

栄養塩流出モデルのパラメータは、2010年10月1日から10月31日の観測データを実測データとしてモデルのパラメータを決定した。DN、DPのパラメータは一層ずつパラメータフィッティングを行った。まず、水分流出モデルで算出した梅田川の流量データを用いて、下層から流出している流量を抽出し、実測データと比較し、下層の濃度のパラメータを決定した。決定した下層のパラメータを使用し、下層と中層から流出している流量を抽出し、中間層のパラメータを決定した。表層のパラメータも他2つと同様に、下層と中層のパラメータと実測データを用いて濃度のパラメータを決定した。

6. 水分流出モデルによる流量変化

水分流出モデルで算出した 2016 年, 2010 年流量の実測流量, モデル流量を図 2, 図 3 に示し, 流量の相関係数を図 4 に示す. 図 2 により, 降雨時の流量は $180\text{m}^3/\text{s}$ 以下の範囲になり, 実測流量に近い値を表した. 2010 年において, 2016 年のパラメータを用いて 2010 年の流量をシミュレーションし, 平水時と降雨時の流量は実測流量に近い値になった. また, 2016 年, 2010 年流量の相関係数は 0.9 になっており, 再現度が高いことが見られた.

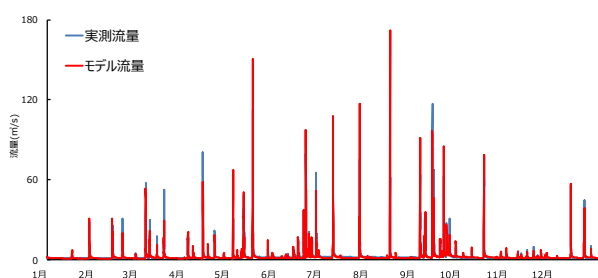


図 2 モデル流量と実測流量(2016 年)

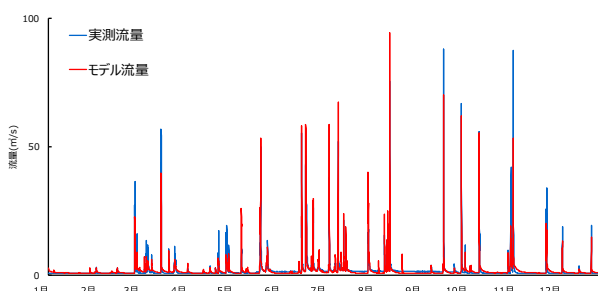


図 3 モデル流量と実測流量(2010 年)

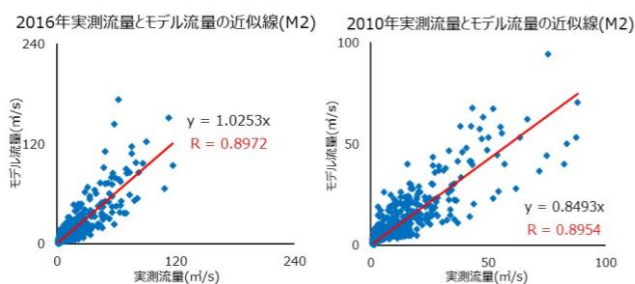


図 4 2016 年, 2010 年流量の相関係数

7. 栄養塩流出モデルによる濃度変化

栄養塩流出モデルにおける窒素, リン濃度を検証するために, 2010 年 6 月 1 日から 6 月 30 日の観測データを実測データとして使用した. TN, TP のモデル濃度と実測濃度を図 5, 図 6 に示し, TN, TP 濃度の相関係数を図 7 に示す.

図 5 の TN 濃度の結果に関しては, 降雨時における

モデル DN 濃度の減少とモデル PN 濃度の上昇を再現したことにより, モデル TN は実測 TN の傾向に従い, 近い値になったが見られる. また, TN 濃度の相関係数は 0.7 になっており, 再現度が高かった. 図 6 の TP 濃度は, 1 日から 15 日にかけて, モデル TP は実測 TP より上回ったが, 16 日から 30 日にかけて実測 TP より下回った. これはモデル DP 濃度とモデル PP 濃度の再現性は低かったことだと考える. そのため, TP 濃度の相関係数は 0.6 になっており, TN 濃度と比べると相関が低かった.

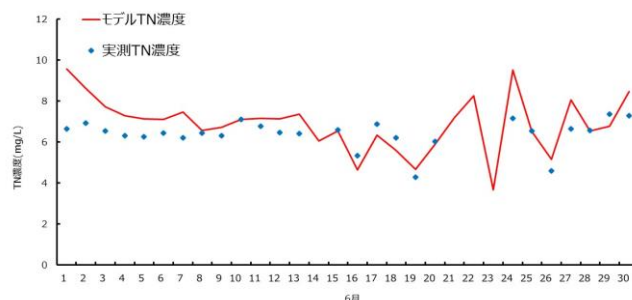


図 5 TN のモデル濃度と実測濃度

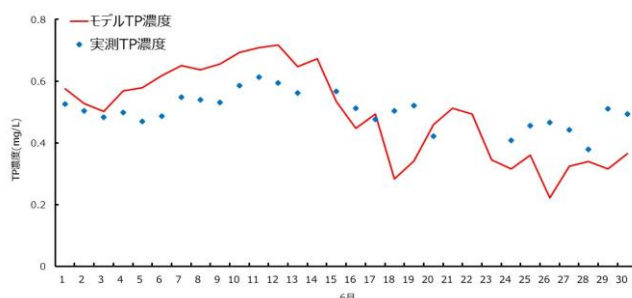


図 6 TP のモデル濃度と実測濃度

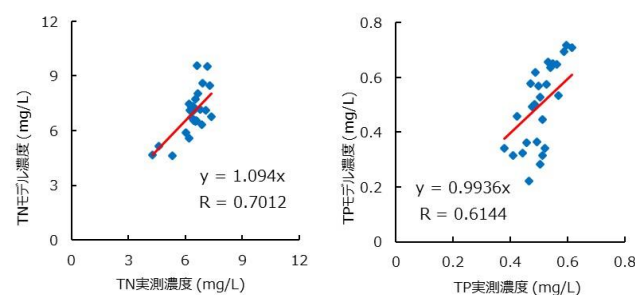


図 7 TN, TP 濃度の相関係数

8. まとめ

水分流出モデルは, 2016 年, 2010 年どちらも平水時と降雨時の流量が実測流量に近くっており, 流量変化をシミュレーションすることができた. 栄養塩流出モデルに関しては, 窒素(DN, PN, TN)濃度の再現性は高かったが, リン(DP, PP, TP)濃度の再現性は低かった.