

栄養塩流出モデルによる梅田川流域の汚濁負荷量の算定

豊橋技術科学大学 学生会員 ○渡邊 隆太郎
豊橋技術科学大学 正会員 井上 隆信
豊橋技術科学大学 正会員 横田 久里子

1.はじめに

三河湾では赤潮や貧酸素水塊が毎年観測されており、富栄養化の一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。三河湾湾奥部に着目した既往の研究として、東倉がそこへ流入する主要な河川の一つである梅田川を対象とした栄養塩流出モデルを構築し、窒素、リンの年間負荷量を算出した¹⁾。しかし、既往の研究によって構築された栄養塩流出モデルは土壌内に存在する窒素、リンのパラメータが現実的な値と異なるため、算出した窒素、リンの値も実際の負荷量とは異なると考えられる。そこで本研究では既往の研究により構築された栄養塩流出モデルの構造を改良し、より適切なパラメータを与えることで自然現象に近い窒素とリンの流出を再現することを目的とした。

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、潮汐の影響を受けない地点より上流域とした。対象流域面積は 86.6km² であり、流域の土地利用の割合は水田を除く農耕地が全体の 40%を占めており、河川に隣接する地域では水田が多く見られる。

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 (ArcGIS9.3, ESRI)を用いて計算流域を決定し 1kmメッシュに区切りその後土地利用別細分メッシュを重ね土地利用別に区切った。各メッシュのデータ(降雨量, 気温, 風速, 日射量, 日照時間, 湿度)を入力し、各メッシュの周囲 4 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してメッシュ間の落水方向を求めた。

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 A, B, C レイヤの 3 層, 河川部分に R レイヤを想定した水分流

出モデルによって得た水分流出量を元に栄養塩流出モデルを構築した。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), 浮遊懸濁物質 (SS) である。DN, DP の流出量は各層の各土地利用からの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て算出した。土地利用が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土壌表面流出モデルを用いて算出した。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。

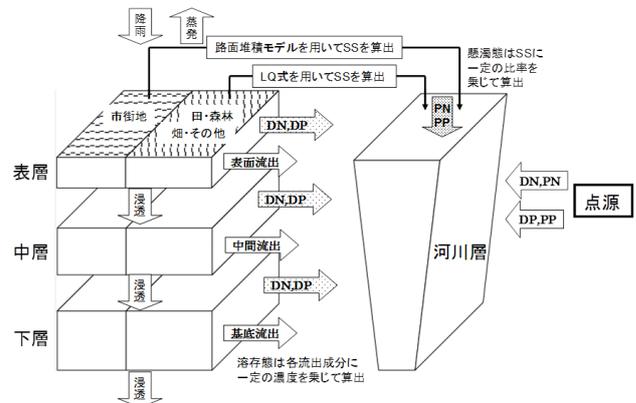


図 1 栄養塩流出モデルの概要

5.モデルパラメータの決定

本研究における水分流出モデル、栄養塩流出モデルのパラメータは現実的な値の範囲で何回かの試行計算を行い、より実測値に近い値を選定した。透水係数のパラメータを表 1 に、栄養塩流出モデルのパラメータを表 2 に示す。なおパラメータは建設用地や荒地においてもそれぞれ選定しているがここでは面源として影響のある土地利用のみを示す。透水係数のパラメータは表層(ah,av)では土が耕されるなど手を加えられている畑地、水田の水平流出、鉛直流出の透水係数を森林より高く選定し、中層(bh,bv), 下層(ch,cv)は土地利用による

透水係数の変化がないものとし層ごとに統一している。また、透水係数の選定には表層ほどその数値は高く、下層にいくにつれてその数値は低くなっていくこと、鉛直透水係数は水平透水係数より低いことを考慮した。栄養塩流出モデルのパラメータは、複数の土壤中に存在する窒素、リンについての文献を参考に選定した。

表1 水分流出モデルのパラメータ

透水係数	水田	畑地	森林
α_{ah} (m/min)	0.8	0.9	0.5
α_{av} (m/min)	0.002	0.002	0.001
α_{bh} (m/min)	0.02	0.02	0.02
α_{bv} (m/min)	1.20×10^{-6}	1.20×10^{-6}	1.20×10^{-6}
α_{ch} (m/min)	6.00×10^{-5}	6.00×10^{-5}	6.00×10^{-5}
α_{cv} (m/min)	5.00×10^{-8}	5.00×10^{-8}	5.00×10^{-8}

表2 栄養塩流出モデルのパラメータ

		水田	畑地	森林
溶存態窒素	C.DNA(mg/l)	25.0	45.0	1.00
	C.DNB(mg/l)	15.0	30.0	0.65
	C.DNC(mg/l)	15.0	30.0	0.65
溶存態リン	C.DPA(mg/l)	2.5	4.5	0.10
	C.DPB(mg/l)	1.5	3.0	0.065
	C.DPC(mg/l)	1.5	3.0	0.065
浮遊態窒素	perPN(%)	0.25	0.35	0.135
浮遊態リン	perPP(%)	0.05	0.07	0.035

5. 結果及び考察

水分流出モデルで算出した流量の観測値と計算値を図2に、観測値と計算値の積算流量を図3に示す。図2では平水時の流量や流出時の変動は概ね再現できているもの、特に5月や8月でのピーク時の流量が再現できていなかった。図3の年間流量は概ね再現することができた。これは再現できていなかったピーク時の流量が遅れて流れることで積算流量には大きな影響がでなかったと考えられる。モデルによって算出した年間流出負荷量と環境省が公表している負荷量の比較を表3に示す。モデルによって得られた全窒素(TN)、全リン(TP)は環境省が示す値の2倍以上であった。また表4にモデルによって算出したTN、TP原単位と環境省、愛知県が公表している原単位の比較を示す。TN、TPともに畑地における原単位は環境省、愛知県の値に対して大きく上回る結果となった。水田のTN原単位はわずかに高い値を示し、森林のTN原単位はわずかに下回った。TPの原単位はいずれの土地利用においても国や県が公開する値を大きく超える結果となった。

6. まとめ

本研究では、既存のモデルを参考に新たに選定した各パラメータによって年間流出負荷量を算定した。水分流出モデルは積算流量が概ね一致するものの、ピーク時の流量が再現できていないという問題があるため、モデルの構造の見直しが必要と考える。栄養塩流出モデルによって算出したTN原単位の結果は妥当なものと評価できるが、TP原単位は比較対象を大きく上回った。今後は水田、畑地において差が大きかったこと考慮し再度パラメータの見直し、特に選定方法を確立する必要があると考える。

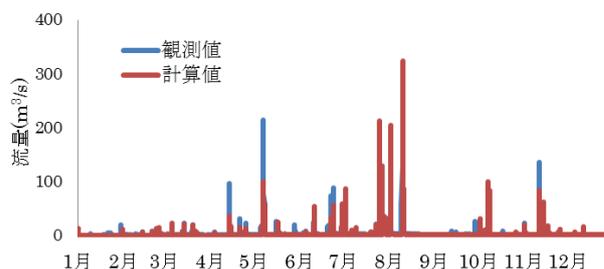


図2 梅田川流量の観測値と計算値

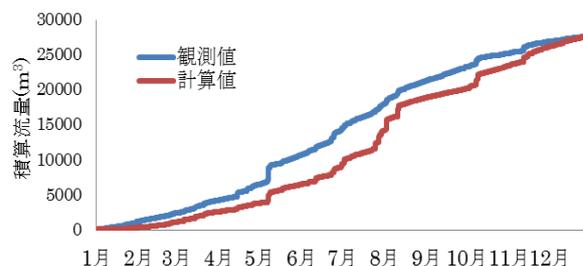


図3 観測値と計算値の積算流量の関係

表3 年間流出負荷量の算出結果と環境省による梅田川流域の発生負荷量の比較

	TN(t/year)	TP(t/year)
環境省による発生負荷量	231.2	29.1
モデルによる計算量	553.6	66.2

表4 TN、TP原単位の比較

原単位(kg/m ² /year)	水田	畑地	森林
TN原単位(モデル)	26.0	62.7	5.62
TN原単位(環境省)	24.3	24.3	6.90
TN原単位(県による指定湖沼流域)	8.58~22.94	2.37~95.27	1.8~6.83
TP原単位(モデル)	2.6	6.27	0.56
TP原単位(環境省)	0.32	0.32	0.18
TP原単位(県による指定湖沼流域)	0.19~4.89	0.2~0.65	0.08~0.32

参考文献

1) 東倉弘晃(2010) 梅田川における栄養塩流出モデルの開発, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.649-650(VII-54)