

梅田川の水流出モデルの開発

豊橋技術科学大学 東倉弘晃 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 豊橋技術科学大学 長屋圭治

1.はじめに

閉鎖性の高い水域では外部との水の交換が起こりにくく、窒素やリンによって富栄養化が起こりやすい。伊勢湾の一部である三河湾も閉鎖性の高い水域であり、富栄養化が問題となっている。発生源別の流入負荷量を評価するためには、実測に加えてモデルを用いた解析も有効である。そのため汚濁物質輸送モデルの基礎となる水分流出モデルを開発した。

2.研究対象流域

本研究で対象とする流域は、図1に示す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88km²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500m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。流域は数値地図25000(空間データ基盤)の50mメッシュ標高を基に落水方向を求め、本研究室によって水位計が設置された地点の集水域を計算した。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.流量計算

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とした¹⁾。モデルの概要を図2に示す。土壌部分のA,B,Cレイヤにはそれぞれ水平方向、鉛直方向の流出があり水平方向の流出はすべて落水方向に従い、次のメッシュのRレイヤに流入することとした。Cレイヤの鉛直方向の流出はそのま



図1 研究対象地域

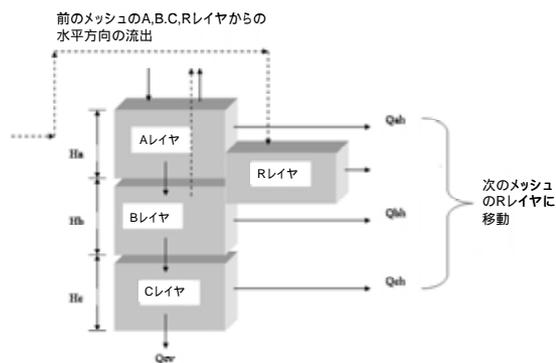


図2 モデルの概要

ま地下水になることとした。また、降水による水分はAレイヤにのみ流入し、Aレイヤに水が存在する場合はAレイヤから蒸発、Aレイヤに水がなくBレイヤに水がある場合はBレイヤから蒸発するものとし、A,Bのどちらのレイヤにも水がない場合、蒸発はないものとした。

各メッシュの蒸発量は地表面における熱収支式を用いて計算した²⁾。

$$R^{\downarrow} - G = \sigma T_R^4 + H + IE$$

ここで、 R : 入力放射量(W/m²)、 G : 地中伝道熱(W/m²)、ステファンボルツマン定数(=5.67 × 10⁻⁸W/m²/K⁴)、 T_R : 地表面の放射温度(K)、 H : 顕熱フラックス(W/m²)、 IE : 潜熱フラックス(W/m²)である。観測流量と一致するように梅田川の未知

のパラメータ値（水平・鉛直透水係数）を各評価基準によって試行計算により誤差が最小となるよう求めた。

1) 平均 2 乗誤差平方根

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Q_{ot} - Q_{st})^2}$$

2) 基準

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Q_{ot} - Q_{st}|}{\sqrt{Q_{ot}}}$$

3) 2 乗基準

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Q_{ot} - Q_{st})^2}{Q_{ot}}$$

4) 相対誤差の平均 2 乗平方根

$$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Q_{ot} - Q_{st})^2}{Q_{ot}^2}}$$

ここで、 n : データ数, Q_{ot} : 流量の観測値(m/sec), Q_{st} : 流量の計算値(m/sec)である。

5. 結果及び考察

各評価とも大きな洪水ピークの再現はできなかった。2008 年の 9 月から 10 月までを拡大した図 3 を見ると、9 月のピーク時に平均 2 乗誤差平方根を用いた場合の降雨時で計算値が観測値を大きく上回り、平水時も観測値より高くなった。相対誤差の平均 2 乗平方根を用いた場合は小さな降雨時の流量ピークが精度よく再現されており、洪水時以外の流量再現はよくできていた。基準、2 乗基準を用いた場合、非常によく似た流量形態となったが、降雨時、平水時共に精度よく再現できなかった。これにより各評価基準によって精度よく再現できる降雨形態が異なることがわかる。次に 2008 年の流量最小順の積算流量でもっとも精度よく再現されていたのは、図 4 に示す 2 乗基準と相対誤差の平均 2 乗平方根を用いた場合であった。これにより洪水ピーク時をのぞいて平水時の梅田川における流出形態を再現できる評価基準は相対誤差の平均 2 乗平方根であることがわかる。

6. まとめ

本研究では、4 つの評価基準を用いてパラメータ値を決定し流量を計算したが、洪水ピーク、流量の少ないピーク、平水時の流量を比較すると梅田川の流量を最も正確に再現していたのは相対誤差の平均 2 乗平方根を用いた場合だった。しかし、

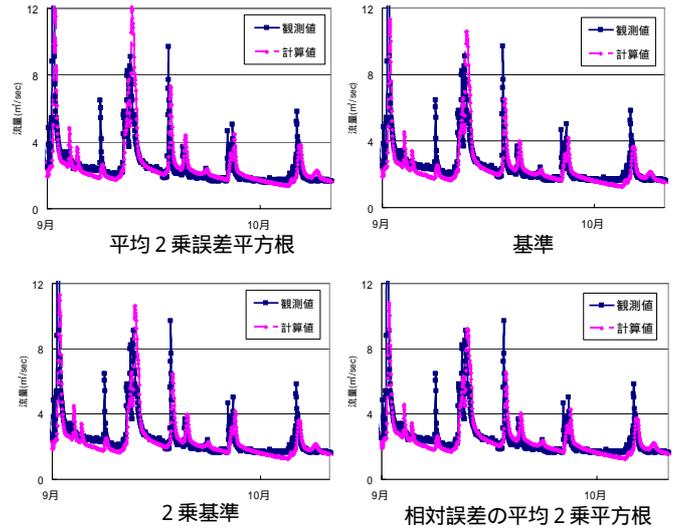


図 3 9 月～10月の流量シミュレーション結果

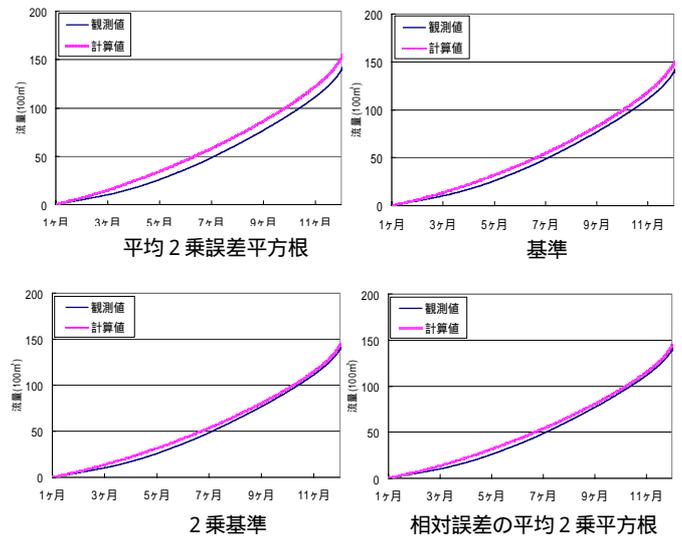


図 4 流量最小順 2008 年積算流量結果

洪水ピークの流量を精度よく再現することは出来なかった。今後さらにモデルの精度を高めリン、窒素などの流出モデルに適用する。

参考文献

1) Y. Matsui, T. Inoue. et al. (2002) : Predicting pesticide concentrations in river water with a hydrologically calibrated basin-scale runoff model, Water Science & Technology, Vol.45(9),pp.141-148
 2) 近藤純正(2000)水環境の気象学、pp55-159、朝倉書店