

一次元河川生態系モデルの開発とその適用

山口大学大学院 正会員 ○赤松 良久
 (株) 中電技術コンサルタント 非会員 高村紀彰
 (株) 八千代エンジニアリング 正会員 永野博之

1. 目的

閉鎖性水域を対象としては様々な生態系モデルが存在するものの、河川における実用的な生態系モデルはほとんど存在しない。

そこで、本研究では物質循環・河床変動を考慮し、河川水系について上流域から下流域まで一貫して取り扱うことができる一次元河川生態系モデルの開発を行うと共に、実河川への適用として山口県の一級河川である佐波川を対象に、開発したモデルの有効性を検証することを目的とする。

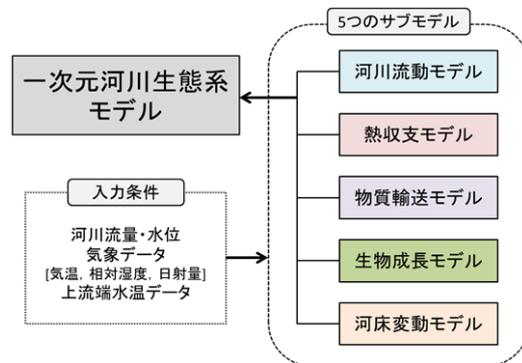


図-1 モデルの概略図

2. 生態系モデル

本研究で構築する生態系モデルは、(a)河川の流れ場を解析する河川流動モデル、(b)水温を解析する熱収支モデル、(c)水質を解析する物質輸送モデル、(d)生物バイオマスを解析する生物成長モデル、(e)土砂移動を解析する河床変動モデル、の5つのサブモデルにより構成されている(図-1)。物質輸送モデルで扱う物質として、粒子態有機炭素 *POC*、溶存態有機炭素 *DOC*、アンモニア態窒素濃度 *NH₄-N*、亜硝酸態窒素濃度 *NO₂-N*、硝酸態窒素濃度 *NO₃-N*、リン酸態リン濃度 *PO₄-P*、溶存酸素濃度 *DO* を扱い、堆積物として粒子態有機物堆積量 *Se_A* を扱う。生物成長モデルでは、付着藻類、植物プランクトン、動物プランクトン、底生動物、魚類を扱う。これらは、溝口ら⁴⁾を参考にモデル化を行った。

3. 佐波川への適用

(1) 対象河川の概要と現地調査：佐波川は山口県のほぼ中央に位置する幹川流路延長 56km、流域面積 460km² の一級河川である。計算対象とする区間の概要図を図-2 に示す。対象とする区域は 4k400~23k200 とし、さらに堰による影響を考慮するため、区間 1~3 と分割する。区間 1 は島地川合流後の漆尾観測所を上流端とし、下流端を上右田堰直上とする。区間 2 は、上右田堰の直下から、防府総合堰直上間とする。また、区間 3 は、防府総合堰直下から佐野堰直上間とし計算区間を設定した。



図-2 計算区間の概要図

また、数値解析に先立ち、対象区間内において現地調査を行った。図-2 に示す計算区間において、区間 1 の上流端にあたる漆尾地点と新橋地点に水温計を 2013/1/1~2013/10/22 にわたり設置した。さらに、区間 3 の新橋地点において、日射計による計測を 2013/5/13~2014/1/9、DO 計による計測を 2013/10/4~2014/1/9 に行った。また、各計算区間の下流端に当たる堰の直上に水位計を設置し 2013/9/15~2014/1/9 にわたり計測した。2013/8/22、8/23 において計算区間内から堰の直上直下を中心に 45 地点にわたり、水サンプルの採取を行い、栄養塩濃度について分析を行い、同時期に計算区間内において 5 地点選定し、魚類

キーワード 生態系モデル, 河川生態系, 溶存酸素量, 佐波川

連絡先 〒755-861 1山口県宇部市常盤台2-16-1 TEL 083-685-9342 FAX 083-685-9301

の単位面積当たりの個体数、及び重量を計測した。

(2) 流れの再現性の検討：水の流れ場の再現性の検討は、1400[m³/s]を超える出水を記録した 2009/7/19 10:00～7/22 9:00 を計算対象期間とし、区間3において、計算より得た水位と国土交通省より提供されている新橋観測所の実測水位との比較を行った。上流端流量は、新橋観測所の実測値を与え、下流端は等流水深とした。また、マンニングの粗度係数については、0.035を与えた。図-3 に新橋観測所における水位の実測値と計算値の比較図を示す。水位の時間的な変動については実測値と計算値は概ね一致していることが分かる。流量のピーク時である 2009/7/21 14:00 において新橋観測所の実測値は 7.06[m]となっており、同時刻について計算値は 7.15[m]を示していることから、水の流れ場については高い再現性であると言える。

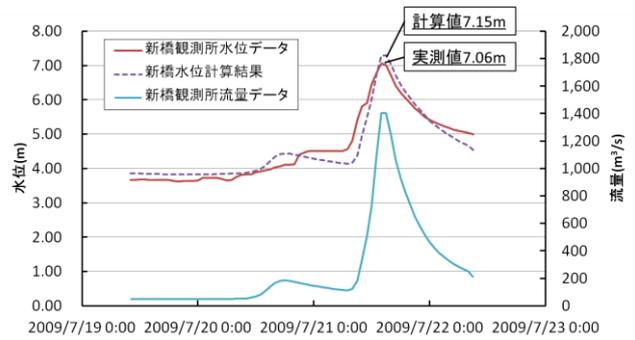


図-3 新橋観測所における水位の実測値と計算値の比較

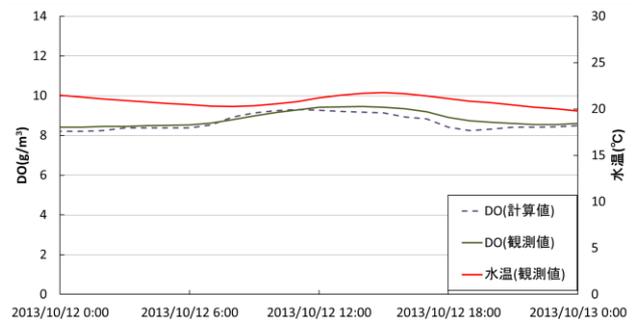


図-4 新橋地点における溶存酸素量の観測値と計算値の比較

(3) 溶存酸素濃度の再現性の検討：溶存酸素濃度の再現性の検討は、2013/10/12 0:00～10/13 0:00 における日変動を対象として行った。こちらは区間3に位置する新橋地点に設置した DO 計の実測値と解析値の比較を行うこととし、流量は新橋観測所の実測流量を与え、下流端は等流水深とした。対象期間中に出水が無いいため、付着藻類は十分に生育して飽和状態にあるものとし、3.0[g/m²]を与え、溶存酸素濃度の初期値としては一様に 8.0[g/m³]を与えて解析を行った。

図-4 に新橋地点における溶存酸素濃度の計算結果と DO 計による実測値を示す。溶存酸素濃度の日変動は日中に付着藻類や植物プランクトンの光合成による影響を受けて上昇し、日射がなくなる夜間には生物項の呼吸による消費や、有機物の分解等の作用により値が小さくなることが知られている。観測値、計算値共に、日射量がピークになる午後 12:00 前後で溶存酸素量は、最大値をとっており、その後減少していくという変化を見ることができる。このように、本モデルの溶存酸素濃度の解析は実河川においても適用可能な再現性を持つことが分かった。

4. 結論

本研究は、河川の上流から下流まで一貫して取り扱うことができる一次元生態系モデルの開発を行い、山口県佐波川において本モデルを適用し、モデルの有用性を検証した。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 水の流れ場の検証として、水位の計算値と実測値を比較した結果、水位の時間的な変動は概ね一致しており、流量ピーク時においても同程度の値を示すことから、高い再現性を持つことが分かった。
- (2) 溶存酸素濃度については、計算値は観測値とほぼ同様の日変化を示しており、実河川においても適用可能な再現性を持つことが分かった。

謝辞：本研究は国土交通省受託研究「佐波川の河床掘削・堰撤去が河川環境に与える影響の研究」の一環として行った。記して謝意を表す。

参考文献

1) 溝口裕太, 戸田祐嗣:粗粒有機物の供給・分解・輸送過程を考慮した河川水系一貫物質循環解析, 水工学論文集, 第 55 巻, pp.1333-1338, 2011.