

II-233

平水時の礫床河川の物質循環シミュレーションモデルの構築

東京工業大学・工学部・土木工学科 正会員 戸田 祐嗣
東京工業大学・工学部・土木工学科 フェロー会員 池田 駿介

1. はじめに

礫床河川は河川生物の良好な生活の場を提供することが知られており、その流れの特性と生物環境の相互の関係を明らかにすることは重要である。本研究では、生態系を支える低次生物の生理活動を流れの特性と同時に考慮した平水時の礫床河川の物質循環シミュレーションモデルを構築し、その特性を明らかにすることを目的とする。

2. 礫床河川の物質循環モデル

礫床河川では河床面より上方の流れ(以下、流水層流れと呼ぶ)と河床浸透層上部の流れ(交換層流れと呼ぶ)が盛んに物質交換を行っており、そこで生じる物理・化学・生物反応を考慮する必要がある。流水層および交換層の2層を考慮した礫床河川の物質循環の模式図を図-1に示す。本研究では平水時の物質循環を対象としているため、洪水時大量に輸送される土砂やそれに付着した栄養塩等は無視し、懸濁態物質と堆積物として有機態物質のみを考慮することとする。また、生物の生理活動に関して河床付着性藻類、付着性他栄養生物、堆積物(分解者)を考慮し、魚類や昆虫類といった生態系上位の消費者の活動は考慮していない。図-1で示された物質循環図に従い、各物質の輸送方程式、生物の増殖モデルを構築した。生物の生理活動に関しては、川島、鈴木²⁾のモデルを参考にして構築している。本モデルにおいては、懸濁態物質の沈降・巻き上げ、流れの抵抗則、河床表層と交換層間の物質交換速度、分散係数といった水理特性を定式化して取り扱っている。方程式系の詳細³⁾は紙面の都合上省略する。

3. 計算方法および条件

河床付着性藻類、河床付着性他栄養生物、堆積物以外の項目に関しては、各時刻において定常と仮定して解析を行った。流入条件としては、東京都青梅市の多摩川で測定された水質データの日平均⁴⁾を全時刻において与えた。

本研究では、多摩川で行った現地観測⁴⁾に対応して流量10m³/s、川幅30m、河床勾配1/200、河床材料の代表径5cmの計算を行った。

4. 計算結果

図-2、3に現地観測⁴⁾で得られた河床付着性生物、溶存酸素濃度の時間変化と計算結果の比較を示す。図-2より計算結果の付着性生物量は観測値より大きな値を示す。これは、計算において生態系上位の生物による補食量が考慮されていない事に起因するものと思われる。図-3より溶存酸素の計算結果は付着性藻類の光合成活動にともなう日中の溶存酸素量の変化をおおむね再現している。

図-4(1)、(2)、(3)、(4)に計算全区间(2km)、計算全期間(60日間)における、全有機態炭素濃度、窒素、リ

礫床河川、物質循環、生物活動、水理特性、水質

〒152-8552 目黒区大岡山2-12-1 Tel: 03-5734-2597 Fax: 03-5734-2588

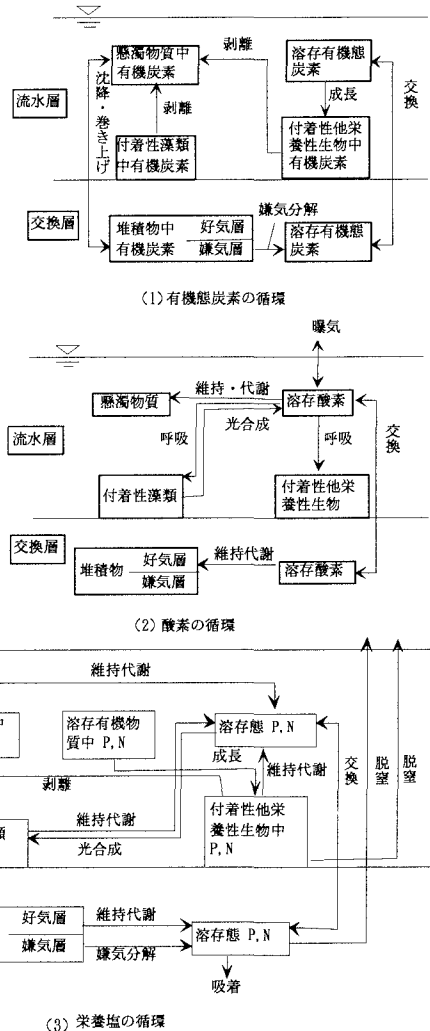


図-1 礫床河川の物質循環の模式図

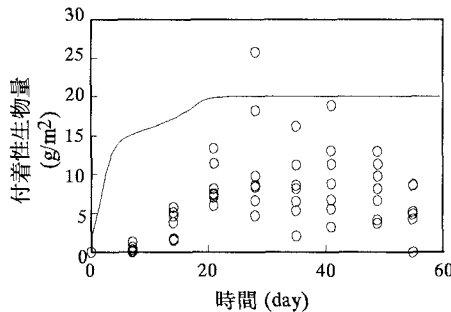


図-2 河床付着性生物量の測定値と計算値の比較 (計算値: 計算開始地点より1500m下流地点)

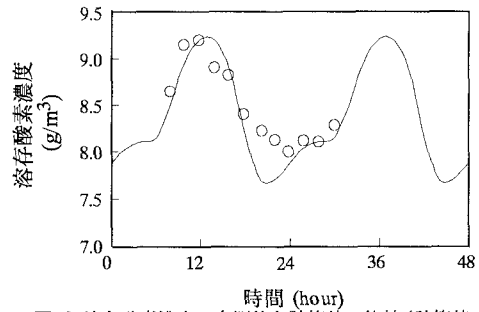


図-3 溶存酸素濃度の実測値と計算値の比較 (計算値: 計算開始地点より1500m下流地点)

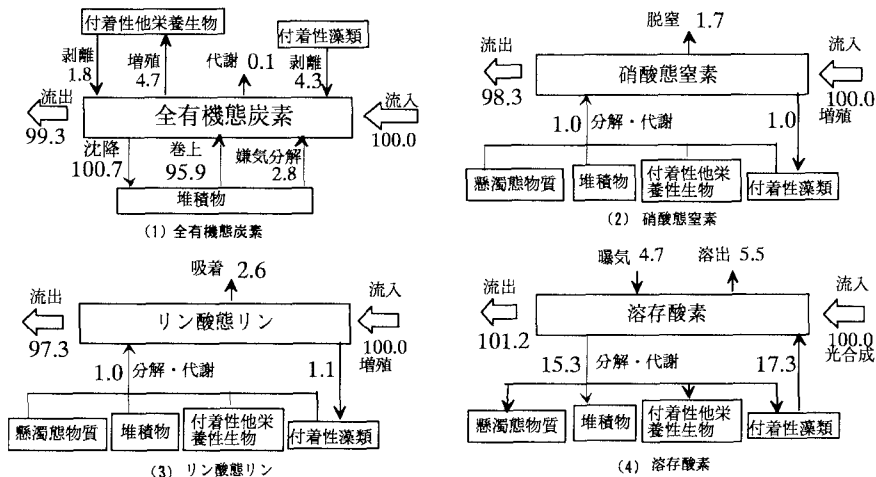


図-4 計算全区間 (2km), 全期間 (60 日間) における各物質の収支

ン、酸素の収支を示す。ここで、上流端より流入する物質量を100とした場合の、区間内での配分を示している。全有機炭素の収支に関して、沈降、巻き上げといった物理的なプロセスが重要な役割を果たしていることが分かる。栄養塩に関して、区間内における生物、化学的な作用は1.0%～2.6%程度の影響しか及ぼさず、河川水内の栄養塩濃度はほぼ流入してきた物質濃度によって決定されると言える。酸素の収支に関しては、光合成による生産、生物の成長・代謝・分解による取り込みはそれぞれ17.3%、15.3%を示しており、栄養塩と比較すると、溶存酸素濃度に関しては河道内に置ける生物化学的なプロセスの影響は大きいと言える。

5. 結論

本研究では、礫床河川の物質循環モデルを提案し、その特徴に関して検討した。本研究の範囲内で以下の知見が得られた。①本モデルによって礫床河川の溶存酸素濃度の変化をおおむね再現することが出来た。②河道内の炭素循環では、懸濁態物質の沈降、堆積物の巻き上げといった物理的なプロセスが支配的である。③河道内の栄養塩濃度はおおむね流入する物質濃度によって決定されている。④酸素循環においては、栄養塩と比較して、藻類による一次生産や他栄養生物の成長・代謝・分解といった生物的な活動の影響をうける。

参考文献

- 1) 岩佐, 綾, 中井: 浸透性路床上の流れにおける物質輸送, 京都大学防災研究所年報, B-2, pp.511-527, 1986.
- 2) 川島, 鈴木: 浅い富栄養化河川水質シミュレーションモデル, 化学工学論文集, No.10, 4, pp.475-482, 1984.
- 3) 戸田, 池田: 礫床河川の物質循環シミュレーション, 土木学会論文集 (投稿中)
- 4) 池田, 戸田, 赤松: 瀬と淵の水質及び生物一次生産に関する現地観測, 水工学論文集, 43, pp.1037-1042, 1999.