

礫床河川における洪水時の栄養塩輸送に関する数値計算

東京工業大学大学院・理工学研究科 正会員 戸田 祐嗣
 東京工業大学大学院・理工学研究科 フェロー会員 池田 駿介
 国土交通省・近畿地方整備局 正会員 熊谷兼太郎

1. はじめに

礫床河川高水敷に生育する植生は高水敷土壌中の水分・栄養塩をその一次生産活動に利用し生息している。一方、洪水時の河川の流れは、土砂、有機物、栄養塩を短時間に大量に輸送し、高水敷土壌環境の形成に大きな影響を及ぼす。本研究では、異なった規模の洪水に対して、流れ場および栄養塩輸送の数値計算を実施し、洪水規模の変化が高水敷土壌環境に与える影響について明らかにする事を目的とする。

2. 数値計算

本研究では、以下の手順で洪水時の栄養塩輸送に関する数値計算を行った。まず、流れ場および3つの粒径の浮遊砂輸送の解析を行い、洪水前後の浮遊砂堆積量の変化を計算する。計算された洪水前後の浮遊砂堆積変化量に、各粒径の浮遊砂中窒素・リン含有量を乗じ、洪水前後の高水敷土壌中の粒子態栄養塩変化量を算出する。

流れ場および浮遊砂輸送の解析には一般曲線座標系で記述された水深平均連続式¹⁾、水深平均運動量方程式¹⁾、水深平均浮遊砂濃度の輸送方程式²⁾を用いた。高水敷上に繁茂する植生の影響を考慮するため、運動量方程式中には、草本類および木本類による抵抗項を付加している。

計算は多摩川の河口部から58~59km地点を対象として実施した。計算区間上流端においては、流量および流入土砂濃度を与え、下流端においては水位を与えた。流入土砂濃度に関しては、流量・流入濁質濃度の観測値³⁾からそれらの相関関係式を作成し、流入流量に応じた浮遊砂濃度を与えた。流入流量に関しては、1999年8月14日付近に多摩川で生じた洪水に対応したケース(Case1)およびピーク流量を変化させた4ケース(Case2~5)について計算を実施した(図-1)。計算対象とした浮遊砂の粒径は、50 μm 、225 μm 、450 μm とし、それぞれの粒径の栄養塩含有量については表-1に示す通りとした。

3. 計算結果

図-2(a)、(b)にCase1における計算開始より12、24時間後の水深平均流速分布図を示す。図中に影付きで示された領域は、平水時の高水敷を示している。河川流量が200 m^3/s を上回ると(図-2(a))、左岸側高水敷が冠水するようになり、最大流量時(図-2(b))には兩岸の高水敷が完全に冠水する。左岸側高水敷は、計算対象地の河川の外岸側に位置しており、最大流量時には右岸側高水敷よりも大きな流速が生じていることが分かる。

図-3(a)、(b)に、Case1における洪水前後の高水敷上の粒子態リン・窒素量変化の計算値と観測値の比較を示す。計算と観測の絶対値にはばらつきが見られるものの、栄養塩変化の傾向については、良好に再現さ

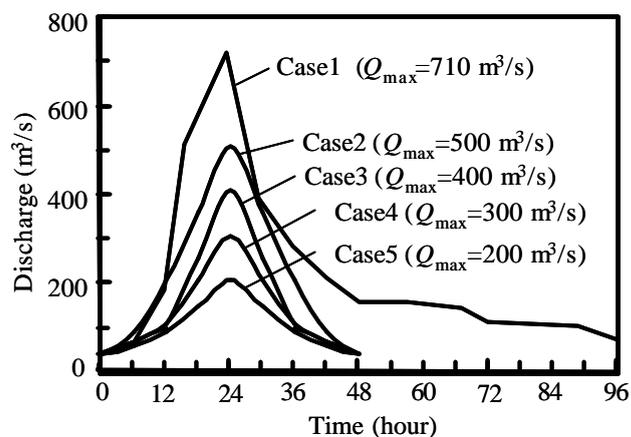


図-1 流入流量

表-1 各粒径成分中の栄養塩含有量

粒径	リン含有量 (mg.P/g.soil)	窒素含有量 (mg.N/g.soil)
50 μm	0.40	0.15
225 μm	0.20	0.10
450 μm	0.05	0.02

キーワード 礫床河川, 洪水流, 高水敷土壌, 浮遊砂輸送, 栄養塩輸送

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1, tel: 03-5734-2597, fax: 03-5734-3577

れていることが分かる。

図-4(a), (b)に Case2 および Case3 における洪水前後の栄養塩変化量のコンター図を示す。図中の斜線部の領域は、洪水後に栄養塩量が増加した地点を示している。洪水の最大流量が $400\text{m}^3/\text{s}$ を越えると、左岸側の高水敷では栄養塩の減少が生じているものの、右岸側の高水敷では、局所的な栄養塩量の増加が生じている。一方、最大流量が $500\text{m}^3/\text{s}$ 以上となると、両岸の高水敷上から栄養塩が流出し減少することが分かる。これらの結果から、比較的小規模な洪水時には微細土砂の堆積により高水敷土壌中の栄養塩量が増加し、最大流量がある値（本計算対象地の場合、およそ $500\text{m}^3/\text{s}$ ）以上となると、微細土砂の流出により栄養塩量が減少する事が分かる。

4. 結論

洪水流による栄養塩輸送に関する数値計算を行った結果、洪水規模が比較的小さい場合には、高水敷での微細土砂の堆積が生じ、高水敷土壌中の栄養塩量が増加するが、洪水規模が大きくなると、土砂流出に伴って栄養塩量の減少が生じることが明らかになった。

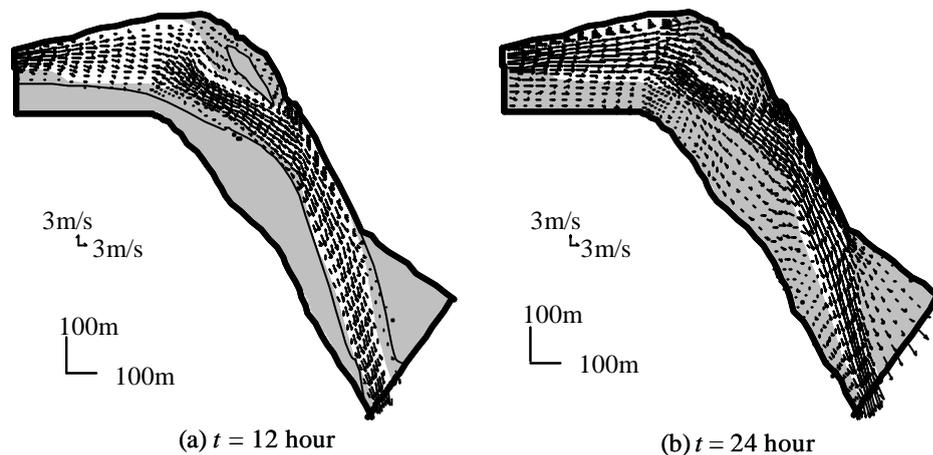
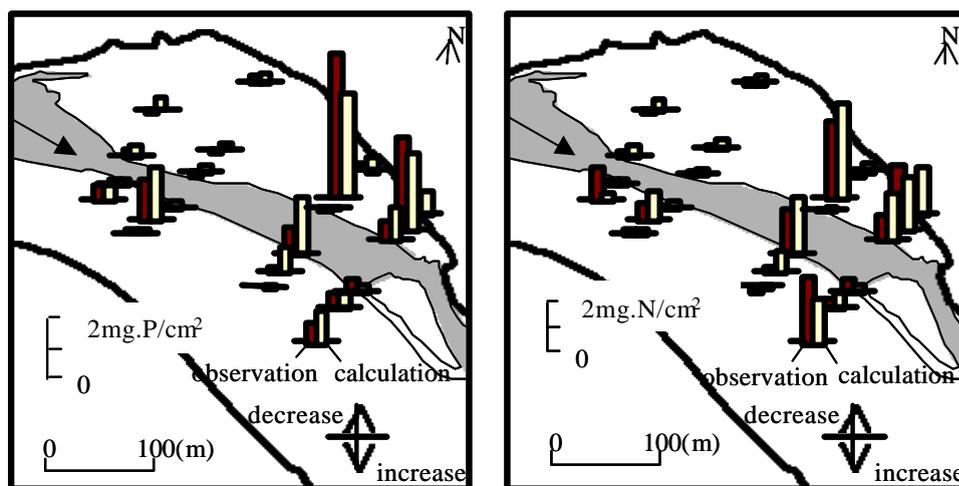


図-2 水深平均流速分布



(a) 粒子態リン (b) 粒子態窒素
図-3 洪水前後の高水敷栄養塩量変化に関する計算と実測の比較

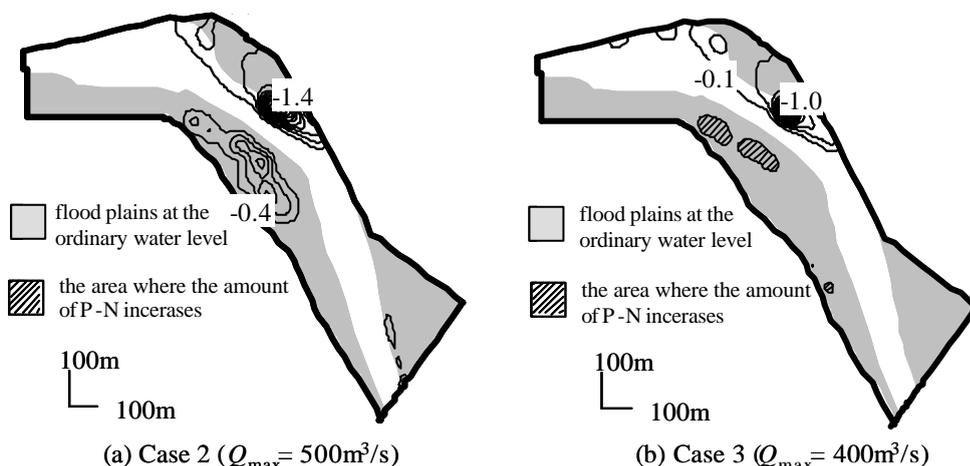


図-4 洪水規模による栄養塩輸送の違い

参考文献：1)長田信寿：一般

座標系を用いた平面2次元否定上流れの数値計算，水工学における計算機利用の講習会講義集，pp.61-76，1999．2)清水義彦，小葉竹重機，新船隆行：樹林化河道の洪水流況と浮遊砂輸送に関する数値計算，水工学論文集，第44巻，pp.819-824，2000．3)戸田祐嗣，池田駿介，熊谷兼太郎：礫床河川における洪水前後の高水敷植生の変化と栄養塩・有機物の輸送に関する現地観測，河川技術に関する論文集，第5巻，pp.71-76，1999．