

II-235

植生が繁茂した木津川中流部の河床変動解析と河状

日本工営(株)中央研究所 正員 ○金 海生¹ 立命館大学理工学部 正員 江頭進治²
 (財)河川環境管理財団 正員 芦田和男³

1.はじめに 河川環境に対する関心が高まり、河道内に植生を適正に保存する方法が模索されている。砂州上に繁茂する植生群落は生態系の棲息空間であり、良好な水辺の形成にとって欠くことのできない存在である。しかしながら、植生を伴う河床においては、流れの土砂輸送能力が通常の砂礫河床におけるよりも著しく減少し、または疎通能力を低下させ水位の上昇や深掘れを招くこともあり、植生の適切な管理法については治水、利水および環境面からの総合的な検討が必要である。本研究は流域面積1596km²の木津川を対象とし、砂州上に繁茂する植生群落と洪水時の流砂輸送との相互作用によって生じる河床変動について検討する。

2.河床変動の実態 木津川はかつて山崎狭窄部の上流側に広がっていた巨椋地に流入していた。直轄区間の三川合流点から37.2km区間についてみると、昭和30年代においては河道はかなり乱流状態にあり、とくに下流域は複列砂州の形成によって流路は絶えず変動していた。その後、砂利採取やダム建設によって上・中流域は低下傾向を示すようになったが、昭和43年の砂利採取の禁止以来、河床は全区間ともほぼ安定した状態にある¹⁾。

3.平面二次元河床変動解析 洪水時に植生が河床形状に与える影響を検討する。対象区間は8.6~14.6kmである。植生は形状抵抗項として次のように評価されている。 $F_D = 0.5\lambda C_D h U^2$ 、植生密度 λ は0.05、抗力係数 C_D は0.4、 h は水深、 U は水深平均速度である。図1は対象区間の平面形状、計算メッシュおよび植生データを示したものである。昭和63年調査の植生図より植生のデータファイルを作成した。昭和63年の河床データがないため、初期河床形状は昭和61年実測値より作成した。境界条件は上流端で流量、下流端で一次元河床変動モデルより求めた水位を与える。このとき、昭和61年に発生した洪水をつないで作成した図2のハイドログラフを用いた。河床材料として、 $d_{84}=10.22\text{mm}$ 、 $d_{50}=3.81\text{mm}$ 、 $d_{16}=1.19\text{mm}$ の8分割の混合砂を全区間一様に与えた。流砂形態は掃流砂のみと浮遊砂を伴う2パターンを対象とし、植生の有無をあわせて4ケースをシミュレーションした。流れの支配方程式は境界適合型直交曲線座標系による二次元浅水方程式である²⁾。掃流砂の輸送量およびそれによる河床変動と粒度分布の計算は文献2と同じように考慮した。浮遊砂濃度は次式で求めた。

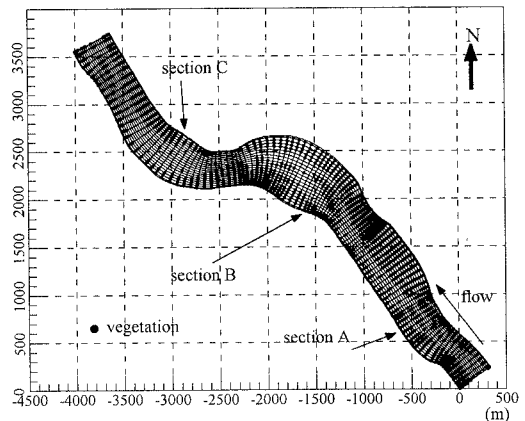


Fig.1 Computational mesh and distribution of vegetation

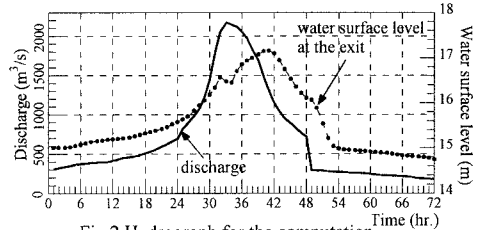


Fig.2 Hydrograph for the computation

$$\frac{\partial h S_i}{\partial t} + \frac{1}{g_{11} g_{22}} \left[\frac{\partial (g_{22} h u^* S_i)}{\partial \xi} + \frac{\partial (g_{11} h v^* S_i)}{\partial \eta} \right] = -\frac{1}{g_{11} g_{22}} \left[\frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{g_{22}}{g_{11}} h \Gamma_{sh} \frac{\partial S_i}{\partial \xi} \right) + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{g_{11}}{g_{22}} h \Gamma_{sh} \frac{\partial S_i}{\partial \eta} \right) \right] + (\text{浮上} - \text{沈降})_{bed} \quad (1)$$

ここで、 ξ 、 η 、 g_{11} 、 g_{22} は座標に関するパラメータ、 u^* 、 v^* は水深平均速度である。 S_i は i 分割浮遊砂の水深平均体積濃度、 Γ_{sh} は拡散係数である。浮上率は芦田・道上の基準点平衡濃度に沈降速度を乗じたもので、沈降率は計算した S_i を用いてLane-Kalinske式による求めた³⁾。沈降と浮上との差は浮遊砂輸送による河床変動である。

図3、4は、洪水ピーク(49hrs.)後における各断面の河床横断形状、水位および平均粒径に関する計算結果である。掃流砂のみ、植生を考慮した計算では、いずれの断面においても侵食と堆積が強調され流路の切れ込みが顕著になっている。これは植生域では掃流力が減じて堆積が促進され、非植生域への流れの集中が起るためである。初期断面は植生の影響を受けた断面のものであることを念頭に置いてこれとピーク後の計算断面形状を比較すると、植生を考慮しないものよりも植生を考慮したものの方が初期断面形状に近い形に

Keywords: Bed-deformation, bed-load, suspended load, vegetation, 2-D numerical simulation

¹ 〒300-1245 茨城県稲敷郡峯崎町高崎2304

Tel.: 0298-71-2001

Fax: 0298-71-2022

² 〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1

Tel.: 077-561-2732

Fax: 077-561-2667

³ 〒540-0008 大阪市中央区大手前1-6-4はなビル7F

Tel.: 06-942-2310

Fax: 06-942-2118

なっているのが分かる。水位は植生を考慮した計算の方が植生を考慮しないものより高くなっている。ついで、浮遊砂を考慮した計算結果にみると、植生の影響によって侵食、堆積と流路の切れ込みが一層強調されていることが分かる。これも、植生を考慮した計算の方が初期断面形状に近い形になっている。

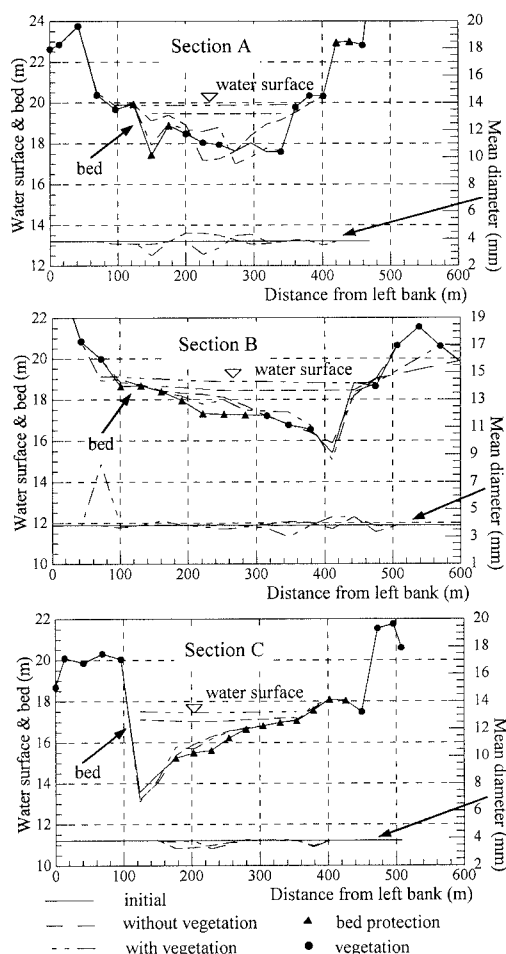


Fig.3 Bed, water surface and mean diameter of representative cross-sections after flood (with bed-load only)

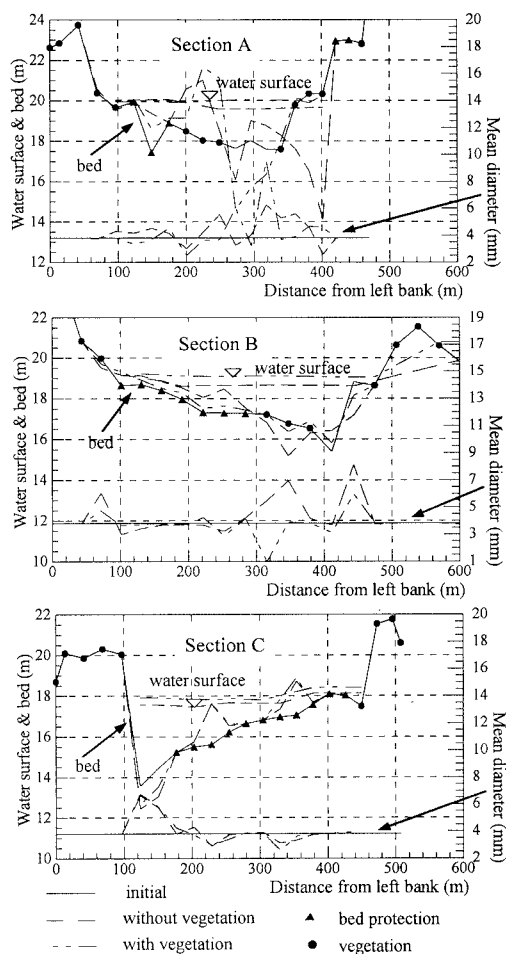


Fig.4 Bed, water surface and mean diameter of representative cross-sections after flood (with both the bed-load and the suspended load)

平均粒径の横断分布についてみる。浮遊砂を伴う計算では一部例外もあるが、ほとんどの断面において、植生の有無にかかわらず堆積部においては細粒化しており、侵食部においては粗粒化がみられる。この傾向は、植生を考慮した計算において顕著である。浮遊砂を考慮した場合は、平均粒径の変化が著しく、これは細かい砂が浮遊砂に多く含まれているためである。

4. おわりに 実河川において植生と流砂形態が河床形状に与える影響を数値シミュレーションによって、木津川を対象として検討した。植生を考慮することにより実河川の河状をかなり適切に再現できることを示した。植生が繁茂した砂州上においては浮遊砂の影響によって、堆積が顕著に起こり、主流の河床は深く掘れる。以上要するに、流路横断形状は流路平面形状、流砂形態と植生の影響を強く受けていることが分かった。

本研究を行うにあたり資料の提供など種々御協力いただいた建設省淀川工事事務所ならびに（財）河川環境管理財団の諸兄に、又は一部データを作成していただいた立命館大学4回生の丹内君に感謝いたします。

参考文献 1)（財）河川環境管理財団 河川環境総合研究所：資料第1号 河川の植生と河道特性，1995. 2) S.Egashira, H.S.Jin and F.Nakanishi: Characteristics of Flow and Bed Deformation in Meandering Reach of Brantas River, Indonesia, Proc. of the WDFGM, Indonesia, Aug., 1996. 3) 芦田・道上：浮遊砂に関する研究(1), 京大防災研年報No.13(B), 1970.