

立命館大学大学院 学生員 ○永田 徹
立命館大学理工学部 正会員 江頭 進治
立命館大学大学院 学生員 竹林 洋史

1. はじめに 木津川は流域面積約 1600km²、流路延長 147km、計画高水流量が 6100m³/sec の一級河川である。¹⁾木津川下流部の三川合流点から 37km 区間についてみると、沿川は宅地と農地に利用されており、河川には道路、鉄道などの公共施設がある。河道には自然低水路（低水路）が形成されるとともに、砂州が発達しており、砂州には植生が繁茂し、豊かな生態系が形成されている。ところで、木津川は昭和 30 年代には現在よりも土砂流出がかなり多く、複列化した乱流状態であった。昭和 40 年代に入って、上流域にダム貯水池が築造されるとともに、砂利採取が活発に行われた。そのため、河床はかなり低下した。昭和 46 年に砂利採取が禁止され、一旦若干の河床上昇を示したが、昭和 50 年代の後半まで徐々に低下し、その後三川合流点近傍における河床低下の影響が遡上しつつあるものの、平均的には安定した状態にある。

上述のような状況にあって、治水・利水を含む、河川環境の問題を扱う上において、木津川そのものの流砂現象の評価は重要であり、しかも淀川に対する土砂供給の影響は大きい。本研究は、河床材料の粒度分布調査および次元河床変動解析を行い、河床がほぼ安定した状態における土砂収支に関する知見を得ることを目的としたものである。

2. 河床材料の粒度分布調査 調査は、37.2km 地点から三川合流点までの区間を対象として、自然低水路（低水路）の滞筋中心部において、ゴムボートを流しながら柄杓により表層を採取する方法で行われた。サンプル間隔は 500m を基準として、粒度分布が大きく変わる瀬と淵の領域ではこれよりも狭くした。

図 1 は上述の調査によって得られた平均粒径の縦断分布である。これによれば、20km を境に、それより上流側で粗く、下流側では少し細くなる特徴がみられる。ちなみに、20km より上流の山付け区間において河床勾配は約 1/950 で、下流では約 1/1130 である。平均粒径に関するもう一つの特徴は、平均粒径が大きく変動していることであり、しかも 2~5mm 程度の河床が上流から合流点までの区間に存在していることである。上流部において平均粒径が小さいところは淵になっており、粗いところは瀬の河床になっている。

図 1 において R と P で示す二つのデータの粒度分布を図 2 に示している。図から分かるように、P の粒度分布は R の細かい成分に相当している。このような粒度分布の特性は、瀬の河床材料が選択的に輸送され淵の河床となった結果であるのか、あるいは、さらに上流域からオーバーパッシングロードとして輸送されているためであるのか、興味深い。そこで、瀬の粗い材料の平均粒径を 4.27cm、最大粒径を 9.5cm とし、これらの移動限界流量を略算してみると、それぞれ 1740m³/sec および 3000m³/sec となる。最近 10 年間の記録によれば、1500m³/sec を越える出水はないことを考慮すると、淵の河床を埋めている材料は殆どオーバーパッシングロードとして上流域から供給されているものと推察される。

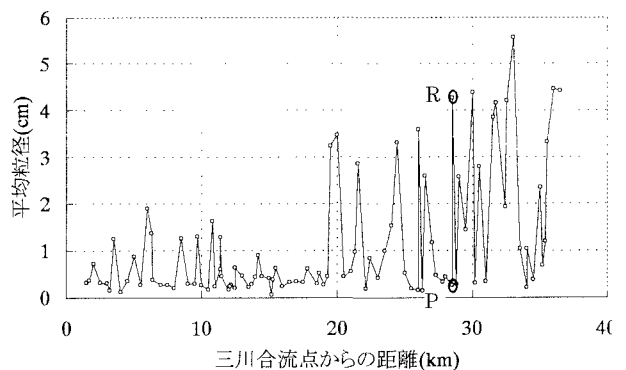


図 1 平均粒径の縦断分布

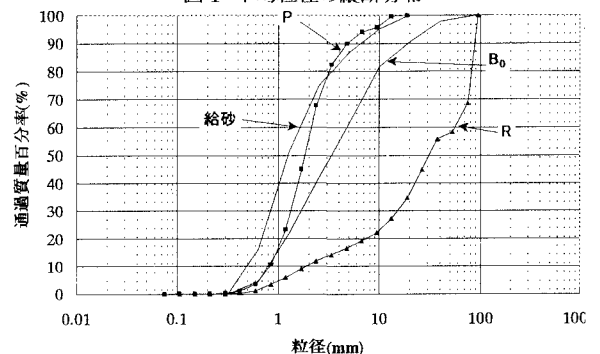


図 2 粒度分布

3.一次元河床変動解析に基づく土砂収支 計算対象区間は粒度分布調査区間と同じである。初期河床形状として、砂利採取が禁止された 1971 年の実測値を与えた。ただし山付け区間の 26.6km より上流部の河床高は、24km~36km 区間の河床を滑らかにし、これを延長する方法で初期河床を決定している。河道の断面は水面幅を河幅とする矩形で近似している。初期河床材料として、粒度分布調査のデータをもとに 9 粒径階に区分した混合砂を次のように与える。26.6km より上流には、図 2 の B_0 の粒度分布を与え、これより下流区間には 5km 毎に区切り、それぞれの区間の代表的な粒度分布を与えた。それらの平均粒径を図 4 (後述) に示している。上流端での給砂材料は、前述の淵の材料を参考にして図 2 に示すものを与えた。数値計算の境界条件として、上流端では 31km 付近における流量を、下流端では等流水深を与える。ピーク流量が $1300\text{m}^3/\text{sec}$ 以上の場合は時間平均流量を、それ以外では日平均流量を用いた。掃流砂のみを対象とし、流れの支配方程式は、Preissmann implicit scheme を用いて離散化した。

平衡給砂量の 0.2 倍、0.5 倍および平衡給砂を条件として与えた。これらをそれぞれ Case1, Case2, Case3 とする。10 年後における結果を図 3 に示す。図には 10 年後における実測値 (1980) も示されている。これによれば、Case3 は給砂量が過大であり、Case1 は給砂量が少し小さめであることが分かる。厳密な議論はできないが、上流山付け部の河床形状から判断すると、平衡給砂量の 0.5 倍程度の条件が実際の河床形状を再現しているようである。

図 4 は、10 年後における河床表層の平均粒径の縦断分布である。図 1 の上流域の平均粒径と Case2 のものと比較すると、計算では粗粒化が十分起こっていないことが分かる。これは、初期粒度分布 B_0 (図 2) が小さく設定されているためであると思われる。

図 5 および図 6 は、それぞれ上流端における年供給土砂量および下流端における年流出土砂量に関する計算値である。Case2 に着目すると、1970 年代初期には年 5万 m^3 程度の土砂供給が見込まれていたが、後半になると年 1万 m^3 よりも少なくなっている。一方、合流点における年流出土砂量は、図 3 および図 4 の結果からも推察されるように、トレンドをもち、流量に応じた土砂流出特性を示し、10 年間の平均が $4\text{万 m}^3/\text{年}$ 程度に算定されている。このことは、木津川から淀川へ供給されている砂礫は、対象区間において選択的に輸送されるものからなっていることを意味している。

4. おわりに 現況においては、オーバーパッシングロードとして供給される土砂量は下流端から流出するものよりもかなり少なく、対象区間は全体として粗粒化が進む方向にある。淀川へは図 2 に示す給砂材料に相当する粒度分布をもつ材料が流量に応じて供給されているものと推察される。

参考文献 1) 河川の植生と河道特性、(財) 河川環境管理財団、河川環境総合研究所、1995.5

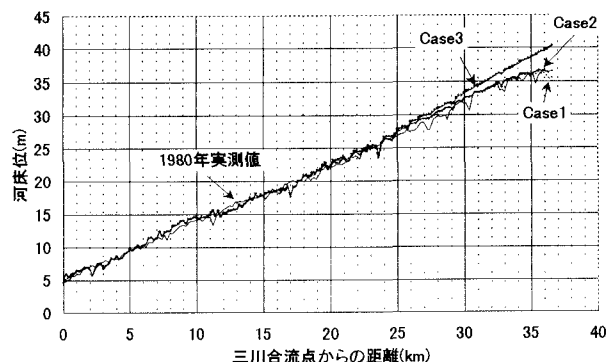


図 3 縦断河床形状の比較 (10 年間計算)

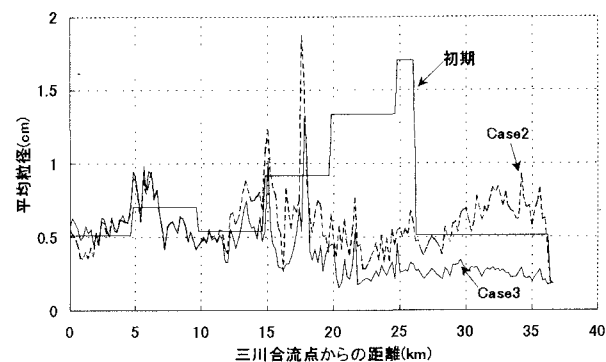


図 4 10 年後の平均粒径の縦断分布

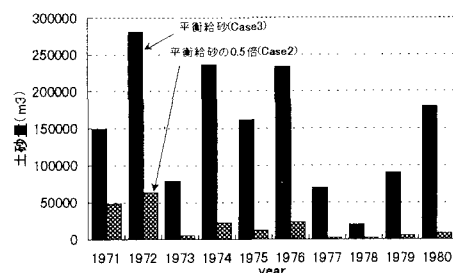


図 5 上流端における年供給土砂量

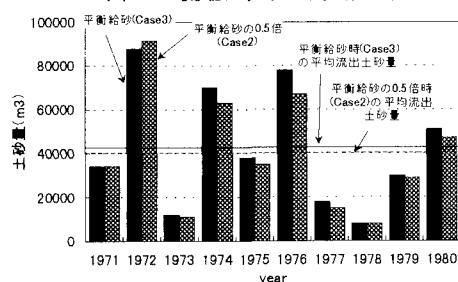


図 6 下流端における年流出土砂量