

## 山地河川における浮遊砂モデルに関する研究

京都大学農学研究科 ○竹下航、里深好文、水山高久

## 1. はじめに

山地河川には、急勾配・掃流力が大きい・河床材料の粒度分布の幅が広いという特徴がある。このため下流河道における河床変動を考える場合、山地河道における掃流砂の挙動のみならず浮遊砂の挙動を把握する事が重要となる。しかし、浮遊砂に関するこれまでの研究の多くは緩勾配の平坦河床における実験がほとんどであり、山地河川を想定した浮遊砂の研究はあまり行われていない。そこで本研究では土砂流出予測に用いる事ができるような、幅広い粒度分布を持つ河床における浮遊砂に関してのモデル化を行う。特に、非平衡状態を想定した場合の浮遊砂の土砂濃度の時間変化について検討していった。

## 2. 研究方法

①これまでに行われてきた実験のデータを用いて、沈降速度と土砂濃度の積から沈降量を求める。次に定常等流においては沈降量と浮上量は等しいことより、浮上量を求める事ができる。つづいて摩擦速度を横軸、浮上量を縦軸にとり摩擦速度と浮上量の関係式を求めると線形に近似できるので、摩擦速度から浮上量を定義できる。(結果例：図1)

②①で定義した浮上速度は河床全面に浮遊物質があるものとして計算されたものであるため、河床条件の影響を考慮し修正する。

③修正した浮上速度を用い、平衡状態に達するまでの土砂濃度の変化を数値計算により求め、平衡流砂量式より求められた土砂濃度と比較する(結果例：図2)

$$\cdot \text{数値計算式} \quad \tilde{C}(i) = \frac{1}{h} \left\{ f - C(i)w_0 - \frac{qC(i) - qC(i-1)}{\Delta x} \right\} \Delta t + C(i)$$

$$\frac{\partial Ch}{\partial t} + \frac{\partial qC}{\partial x} = \text{浮上量} - \text{沈降量}$$

f: 浮上速度(摩擦速度と浮上量の関係より定義)

q: 流量       $\Delta x$ : 区間幅       $\Delta t$ : 時間

h: 水深       $w_0$ : 沈降速度(Rubeyの沈降速度式より定義)

$C(i)$ : 時刻  $t$  における地点  $i$  の土砂濃度

$\tilde{C}(i)$ : 時刻  $t + \Delta t$  における地点  $i$  の土砂濃度

流量 5(l/s) →  $\Delta x$ : 3(m)     $\Delta t$ : 0.001(s)

流量 20(l/s) →  $\Delta x$ : 5(m)     $\Delta t$ : 0.001(s)      として計算を行った。

### 3. 実験条件

#### ① 平均粒径:0.2mm

流量:5,20(l/s)

勾配:1/10,1/20,1/50,1/160

粗度:20mm

計 28 ケース

#### ② 平均粒径:0.1mm

流量:5,20(l/s)

勾配:1/10,1/20,1/50

粗度:6,20mm

計 48 ケース

### 4. 結果と考察

数値計算により土砂濃度が一定に達するまで計算された土砂濃度と、平衡流砂量式より求められた平衡土砂濃度は、ほぼ一致した。この事より数値計算によって求められた土砂濃度の値は妥当なものであると言える。

またそれぞれの計算ケースにおいて、土砂濃度がゼロの状態から土砂濃度が一定値に達するまでに6~20分程の時間遅れを生じており、この間に上流から下流全体的に土砂がピックアップされ、下流部での土砂の挙動に影響をあたえる可能性があると考えられる。

このように、土砂濃度が一定値に達するまでに土砂濃度は時間変化するので、これまで多く用いられてきた平衡流砂量式では土砂濃度の時間変化はないものとして考えているので、出水中の侵食・堆積現象をうまく説明する事ができないと考えられる。

今後は、このような実験室規模ではなく、実際の山地河川のようなさらにスケールの大きい場においても、このような土砂濃度の時間変化の考え方を適用していくことができるかどうか検討していく必要がある。

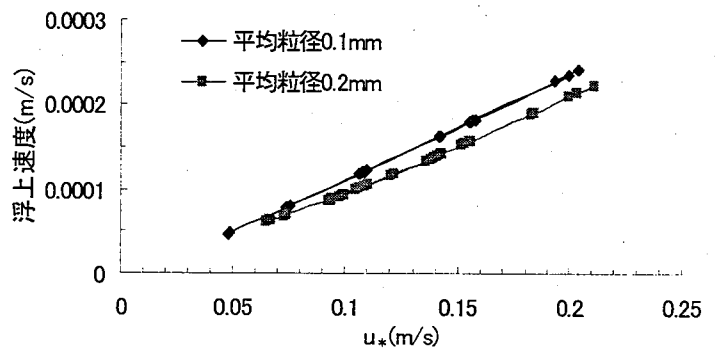


図 1. 摩擦速度と浮上速度の関係

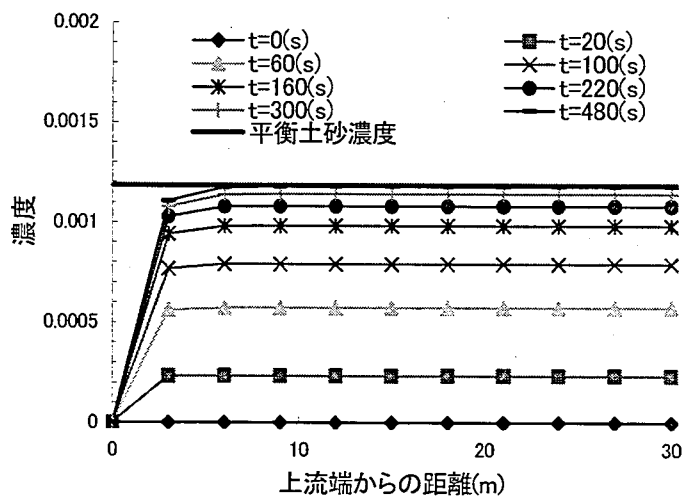


図 2. 数値計算による土砂濃度の時間変化