

京都大学防災研究所 正 員 高橋 保
京都大学防災研究所 正 員 里深好文

京都大学防災研究所 正 員 中川 一
京都新聞社 正 員○松尾浩道

1. はじめに 我が国は、地形条件、気象条件により土砂流出の活発な条件下にあるといえる。一方、ダムなどの人工構造物の築造によって、流出土砂がせき止められ、河川流域の全体の土砂収支のバランスが崩れるようになってきた。以上から、ダム流域への土砂の流入を予測することは、下流域を含む流域の土砂管理上重要である。そこで本研究では、ダム上流域をモデル化し、降雨と土砂の流れを予測しようとしている。

2. 土砂流送プロセスモデル 本研究では、斜面群と流路網とによってダム上流域をモデル化している。モデルとして、T ダム流域を取り上げ、その貯水池に流入する2つの水系を取り上げている。それを図1に示している。降雨による斜面からの流出の計算には kinematic wave 方を用い、河道においては、一次元定常変動モデルを用いている。対象とする土砂の移動形態としては、掃流砂、浮遊砂を考え、15の粒径階からなる混台砂としている。その分類を表1に、支配方程式を以下に示す。

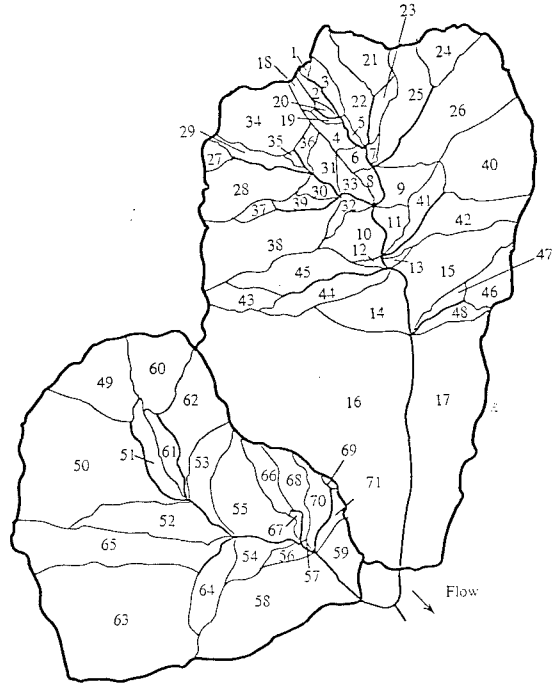


図-1

[掃流砂の移動限界]

$$\frac{u_{*c_k}^2}{u_{*c_m}^2} = \left\{ \frac{\log 19}{\log \left(19 \frac{d_k}{d_m} \right)} \right\}^2 \frac{d_k}{d_m} \quad \left(\frac{d_k}{d_m} \geq 0.4 \right) \quad \frac{u_{*c_k}^2}{u_{*c_m}^2} = 0.85 \quad \left(\frac{d_k}{d_m} < 0.4 \right)$$

d_k : k 番目の粒径階の粒径, d_m : 平均粒径, u_{*c_k} : d_k に対応する限界摩擦速度, u_{*c_m} : d_m に対応する限界摩擦速度

[単位幅掃流砂量式]

$$q_b = 17\tau_*^{3/2} \left(1 - \frac{u_{*c_{min}}}{u_{*c}} \right) \left(1 - \frac{\tau_{*c_{min}}}{\tau_*} \right) \sqrt{sgd_{mn}^3} \cdot \sum_i f_{b_i}$$

τ_* : 無次元掃流力, $\tau_{*c_{min}}$: 無次元限界掃流力

[単位幅浮遊砂量式]

$$q_{s_k} = UC_{a_k} \frac{h}{6Z} (1 - e^{-6Z} \cdot e^{6Za/h}) \quad Z = \frac{w_{0_k}}{\beta \kappa u_*}$$

q_{s_k} : k 番目の粒径階の単位幅浮遊砂量、 U : 平均流速、 C_{a_k} : 底面濃度、 a : 基準点高さ、 w_{0_k} : d_k の粒子沈降速度、 κ : カルマン定数

0.4)、 β : 係数 (=1.2)

[河床の連続式]

$$\frac{\partial z}{\partial t} + \frac{1}{C_* B_0} \frac{\partial \left\{ \sum_k (q_{b_k} + q_{s_k}) \right\} B}{\partial x} = 0 \quad C_* : \text{堆積物の土砂濃度 (=0.65)}, B_0 : \text{河道幅}$$

3. 結果と考察 図2に河口における流出土砂量、図3に浮遊砂/掃流砂を示す。これからは、次のようなことがわかる。まず、降雨の初期段階で、流出土砂量が非常に大きな立ち上がりを見せている。しかし、以後は殆ど流出が見られない。また、同じ時間帯の図3を見ると、掃流砂量：浮遊砂量=1：60であることがわかる。すなわち、本モデルでは浮遊砂が土砂流送プロセスに大きな影響を及ぼしていることがわかる。図4に本川における土砂堆積厚の縦断分布図を示す。 x は上流端からの距離を表している。初期堆積厚には2mを与えているが、50時間以内に上流から4000m付近までは堆積層が0となっている。そして、河口付近に集中して堆積していることがわかる。しかし、これらは実測値との比較において、うまくあっているとは言いがたかった。崩壊土砂の設定、底面濃度のより現実に即した形での設定、などにより実測値に近い結果を得られるものと思われる。

k	粒径の範囲 (mm)	平均 (mm)
1	0~0.074	0.0479
2	0.074~0.105	0.088147603
3	0.105~0.250	0.162018517
4	0.250~0.420	0.324037035
5	0.420~0.840	0.593969696
6	0.840~2.000	1.29614814
7	2.000~4.760	3.085449724
8	4.760~9.520	6.731656557
9	9.520~19.100	13.48450963
10	19.100~25.400	22.02589385
11	25.400~50.000	35.63705936
12	50.000~100.000	70.71067812
13	100.000~150.000	122.4744871
14	150.000~200.000	173.2050808
15	200.000~	245

表-1

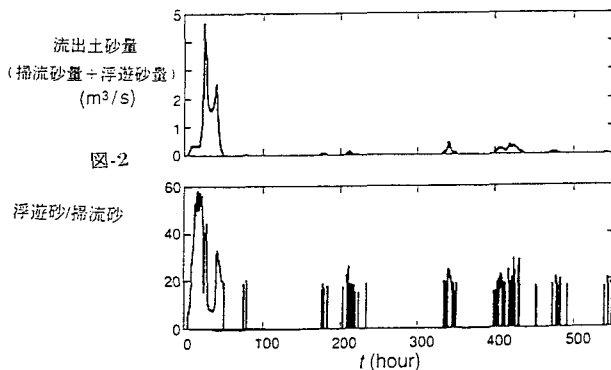


図-2

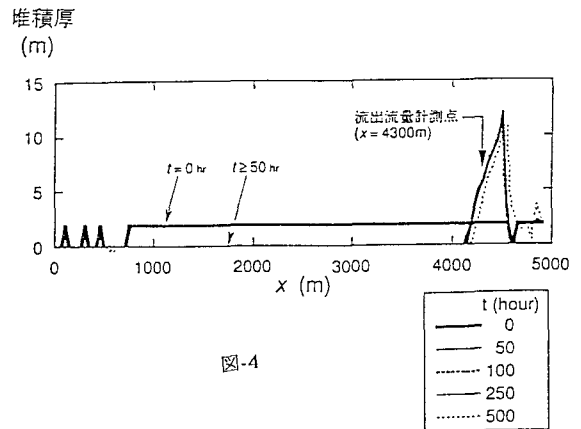


図-4

4 おわりに 山地河川の場合は、流域内の土砂が幅広い粒度分布を持っていることが多く、実河川においても浮遊砂の影響は無視できないものであろう。今後、山地河川における土砂流送プロセスをモデル化するには、土砂の粒径を混合粒径として取り扱うべきであると思われる。