

長い河道区間における河床変動の傾向に関するシミュレーション

大阪大学工学部 正員 室田 明
 大阪大学大学院 学生員 ○端野 道夫
 シ シ 長橋 道彦

1. まえがき 山腹崩壊、浚岸浸食等(豪雨による)の流入土砂のはげしく変動している山地河川における河床変動問題の定量的解明は非常に難しく、従来の平衡理論では河床変動過程を十分に把握することができない。

本研究は不定流の河床変動の基本式に従って、河床変動過程の傾向を把握しようとするものであり、特に従来の流入土砂についての考慮が十分でない点を改めるべき試みの第一段階として、降雨のパターン、河床勾配(河床高)の相違、あるいは流入土砂の有無による河床変動傾向の違いを検討する。対象とする河道区間は有田川上流域の北寺・八幡間(26km)で、八幡流域面積は212.7km²である。

2. 河床変動計算に関する基本的な考え方 対象河道区間は、河床勾配 1/100~1/200の急勾配であり、流送土砂の平均粒径は3~10cmで、掃流砂のみが河床変動に大きく貢献すると考える。したがって、次のような各式を基本式として用いる。(記号は慣例に従う)

$$\text{流水; } -i + \frac{\eta^2 v^2}{R^4 s} = 0 \quad (\text{運動方程式}), \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial(A \cdot v)}{\partial x} = 0 \quad (\text{連続式})$$

$$\text{流砂; } \frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{1}{B(1-\lambda)} \frac{\partial(g_B B)}{\partial x} = 0 \quad (\text{連続式}), \quad g_B = \frac{(C_d/f)^{3/2}}{(2-\lambda)g} \cdot \phi F(T_d/2) \quad (\text{土研公式}), \quad U_{mc} = 80.9d \quad (\text{岩垣公式})$$

(d: 303cm)

上式を差分化して計算するが、河床勾配急なため、 Δt 時間($\approx 3\text{min}$)内では等流と仮定する。単位区間長 Δx と単位計算時間 Δt は、 $\Delta x/\Delta t \geq U$ (高水平均流速)の成立つ範囲で定める。境界条件については、最上流端において降雨によるハイドログラフを与える。また最上流区間での河床勾配は常に原河床勾配に等しいとする。支谷流入のある場合は連続式で流入量を増加させる。初期条件については、出水前の低水流量と水位を各断面に与える。その他の条件については、長方形断面形状であるとし、各区間における粗度係数は一定($\eta=0.035$)で、平均粒径は各区内で一定とする。河床変動傾向に対する河幅の変化の影響が考えられるが、ここでは、その影響をなくすため、河幅一定とする。計算方法については、適当に降雨パターン(1時間単位)を設定し、貯留関数法により流出解析を行い、得られたハイドログラフに対して最上流端より基本式の不定流計算を行う。このとき、最上流端と最下流端の河床勾配は、それぞれ、隣接断面との間の勾配で表わし、中間の各断面の河床勾配は、それぞれの断面の前後断面間の勾配で表わす。

3. 計算ケース 降雨パターンについては、1極大点がある(Δ 型)降雨 100, 200, 300, 400 mm/day, 500 mm/35hrs と、2極大点がある($\Delta\Delta$ 型)降雨 400 mm/day, 500 mm/35hrs を考える。Fig. 1 (a)~(c)は、その内の $\Delta 200$, $\Delta 400$, $\Delta\Delta 400$ 降雨によるハイドログラフを示す。河床変動計算の単位時間 $\Delta t = 3\text{min}$ 、単位区間長 $\Delta x = 433.3\text{m}$ (断面数 $N=7$)の場合の河床高のケースをTable 1に示す。流入土砂については、計算河道区間の外から、(i)全然流入土砂のない場合、(ii)最上流端より流入土砂がある場合、および(iii)第2区間の1支谷からも流入土砂がある場

Table 1
初期河床高のケース

初期河床	断面 I	断面 II	断面 III	断面	原河床高 (m)
A	3	3	3	I	177
B	3	3	2	II	142
C	3	2	3	III	108
D	2	2	2	IV	76
E	3	2	2	V	48
F	3	2	1	VI	23
G	2	3	3	VII	3
H	2	3	2		
I	2	2	3		
J	2	2	1		
K	2	1	2		
L	2	1	1		
M	1	2	3		
N	1	2	2		
O	1	2	1		
P	1	1	2		
Q	1	1	1		

表中、1, 2, 3 は原河床高より、それぞれ、-5, 0, +5m の河床高を示す。断面Ⅱ~Ⅶについてはすべて2である。

Fig.1 降雨パターンとそのハイドログラフ

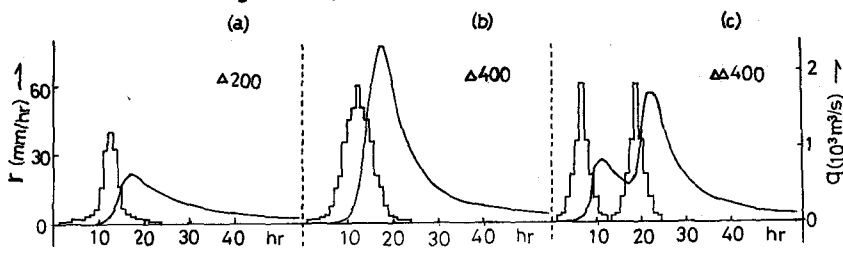
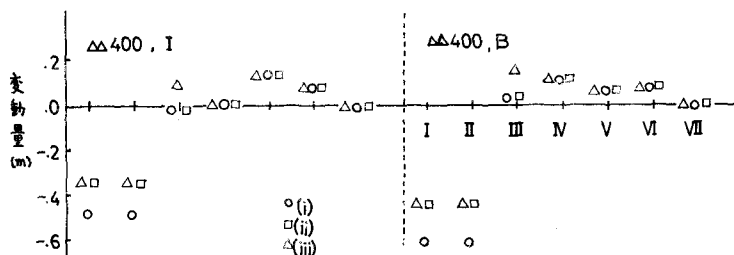


Fig.2 流入土砂の各ケースについての変動量



合の3ケースを考える。なお、各断面の平均粒径は最上流端より、それぞれ(実測資料から)、6.5, 6.6, 6.4, 5.8, 4.5, 3.8, 3.8 cm である。

支谷流入のある場合、流域面積5.0km²、河幅10m、勾配1/30(一定)、粗度係数 $n=0.045$ 、平均粒径7cm、である1支谷を考える。

4. 計算結果と検討 流入土砂について

7のケース(i), (ii), (iii)の河床変動量に与える影響は、初期河床状態により若干異なるが、Fig.2のごとく、(i)と(ii)との差は、上流区間において大きく現われ、(iii)の効果は支谷流入地点の直下の断面において現われるだけである。降雨強度の影響については、Fig.3のごとく顕著に現われる。降雨パターンの河床変動に対する影響は、Fig.4に見るごとく、 $\Delta 400$, $\Delta\Delta 400$ 程度では、ほとんどない。

河床の時間的変動については、Fig.5に1例を示す。必ずしも単調増加あるいは単調減少でない断面があることが判った。

Fig.3 降雨強度による河床変動量

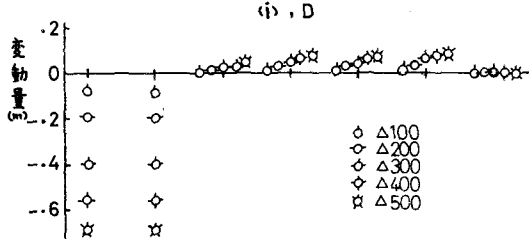


Fig.4 降雨パターンによる河床変動量

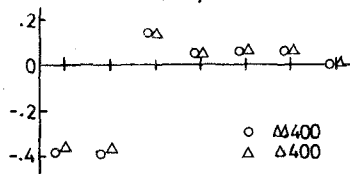
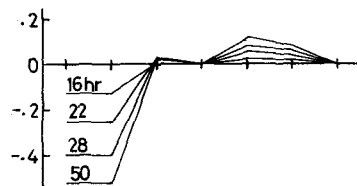


Fig.5 時間変化 $\Delta 400$, (i), C



以上まだ初歩的段階の研究で今後単位区間長を短くしたり、長期間の河床変動計算を行う予定である。その際、支谷流入土砂についても、さらに検討が必要である。