

# 火山性荒廃溪床における洗掘・堆積場の形成と流路形状

九州大学農学部 丸谷 知己

## 1. 研究方法

溪床における堆積地形変化は、移動土石の運動エネルギー減衰過程と地形条件の制約との関係において発生するものと考えられる。すなわち、堆積地形変化を定量的に把握してゆくことは、運動エネルギーの減衰と地形条件の制約とを定量的に評価することにつながり、具体的な土石移動の予知・予測および災害防除に対して有益な結果をもたらすものとする。

本論文では、溪床横断面の連続観測<sup>1)</sup>によって堆積地断面の面積変化を測定し、増加しているものを堆積場(場;位置と範囲)、減少しているものを洗掘場として表現している。溪床変動はつねに、この洗掘・堆積場のいずれかに区分され、これらは土石移動に伴って変化あるいは固定するのが実態<sup>2)</sup>であり、ここではこの変化量に対して流路形状のおよぼす影響について考察した。なお、火山性荒廃溪床は火山灰を主体とした堆積物組成で、その変化量を測定しやすく、また土石移動頻度が高いため短期間に多くの変位・変形を観測できることなどから、堆積地形の定量的変化を取り扱う場合にはきわめて有効な実地溪床である。

調査地は桜島野尻川5号ダム上流、6号ダム上流、7号ダム上流の3箇所(図-1)で、固定調査区間と固定測量基点を設定したうえで、1980.9.30-1981.10.18に5回の水準測量を行った。この結果をもとに解析した断面積変化量について、流路形状との関連性を統計的に検討し、さらにその結果をもたらした物理的背景について考察した。

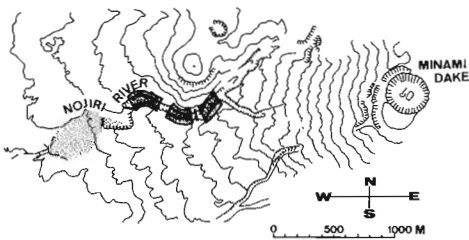


図-1 桜島野尻川における調査対象地

## 2. 溪岸湾曲度、主流路幅と洗掘・堆積量との関係

これまでに洗掘場と堆積場の関係について、新堆積場の多くは旧主流路に沿って発生し、主流路(新洗掘場)は堆積場の縁部あるいは直下流部に2次的に発生するものであることが定性的に明らかになった。また、溪床幅、溪床勾配、溪岸湾曲度、主流路湾曲度、主流路幅などと洗掘・堆積量との関係を検討してきたが、このうち特に、溪岸湾曲度(しばしば主流路湾曲度に等しい)および主流路幅と堆積量との相関が高いことが明らかになってきた<sup>2)</sup>。

図-2に溪岸湾曲度の算出方法を示したが、これは溪岸を sine curve に近似させて、その振幅/波長を湾曲度として表現したもので、地形測量値の平面成分からもとめることができる。図-3は、この溪岸湾曲度と洗掘(○)・堆積(●)量の関係を直線式に回帰したものであるが、攻撃斜面側、滑走斜面側のいずれについても湾曲度の増大に伴って堆積量が増加していることがわかる。図-4は、溪床内における旧主流路幅とそこに発生した洗掘・堆積量との関係を直線に回帰したものであるが、主流路幅の増大に伴って堆積量が増加していることがわかる。また、溪岸湾曲度、主流路幅のいずれにおいても、一見して洗掘量とはほとんど相関のみられないことがわかるが、これは洗掘場が新堆積場の形成に伴って発生する2次的現象であるため地形条件との関係が強く働きかけないことによるものと考えられる。

次に主流路幅を  $B_m$ 、 $l$ 、溪岸湾曲度のうち主流路湾

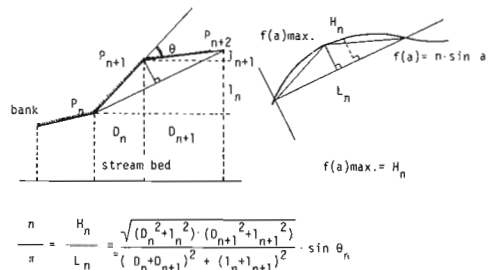


図-2 近似 sine curve による溪岸湾曲度の算出方法

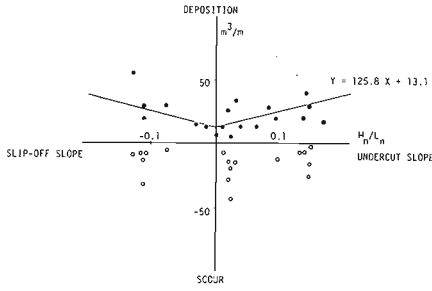


図-3 溪岸湾曲度と洗掘・堆積量の関係

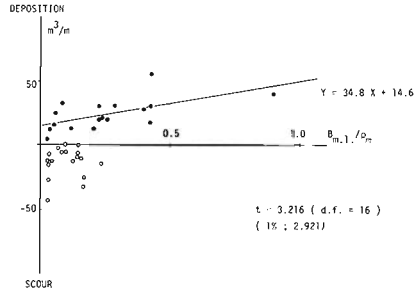


図-5 主流路幅/曲率半径と洗掘・堆積量の関係

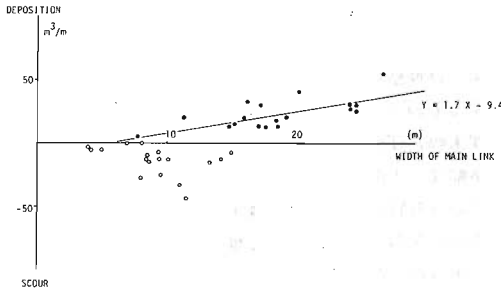


図-4 主流路幅と洗掘・堆積量の関係

曲度にはほぼ等しいものについて、sine curve から円弧に近似した場合の曲率半径を  $\rho_m$  として各測点の  $B_{m.1}/\rho_m$  をもつて、これと洗掘・堆積量との関係を示したものが図-5である。ここでもやはり、洗掘量についてはほとんど相関がみられないが、堆積量については直線回帰すると1%の危険率で有意となり、 $B_{m.1}/\rho_m$  の増大に伴って堆積量が増加していることがわかる。

3. 洗掘・堆積場の形成と変化

このことを物理的に理解するために、湾曲度と流路幅をパラメーターとして特徴的な運動を展開する流路湾曲部の水理を考える。いま湾曲部での水面上昇高を  $\Delta Z$ 、断面平均流速を  $v$ 、攻撃斜面、滑走斜面の曲率半径を  $R_1, R_2$ 、重力加速度を  $g$  とすると、

$$\Delta Z = \frac{v^2}{g} \left( \frac{R_2}{R_1} - 1 \right) \approx \frac{v^2}{g} \log_e \frac{R_2}{R_1} \quad (\text{Chow, V.T. 1959})^3$$

となり、Leopold<sup>4)</sup> らによる  $\log_e(R_2/R_1) \approx B/\rho_m$  ( $B$ : 水面幅,  $\rho_m$ : 平均曲率半径) から

$$g \cdot \frac{\Delta Z}{v^2} = \frac{B}{\rho_m} \quad (\text{Leopold, L.B. 1960})^3$$

となる。末、山口ら<sup>4)6)</sup>は、これとはほぼ同義の式

$$V = \sqrt{\tan \theta \cdot g \cdot R(\theta)} \quad (\theta: \text{傾斜角}, R: \text{回転半径})$$

を使って、花崗岩、砂岩、頁岩溪流湾曲部の土石流速を推定している。ここでもこれにならって、先に求めた  $B_{m.1}/\rho_m$  を  $B/\rho_m$  と等しいとすると、前述の回帰

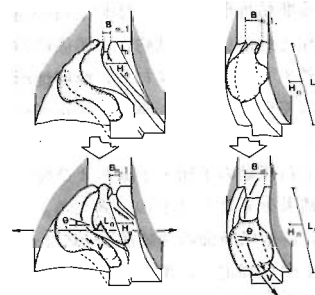


図-6 洗掘・堆積場の形成と変化

式と組み合わせて、堆積量  $V$  は、

$$V = 34.8 \cdot g \left( \frac{\Delta Z}{v^2} \right) + 14.6$$

$$= 34.8 \cdot g \left( B \cdot \tan \theta / v^2 \right) + 14.6$$

となり、水面上昇高(流下幅×水面傾斜角)に比例し、流速の2乗に反比例する。これを直接堆積量予測式とするには問題があるが、このことは木下<sup>5)</sup>の言う流れの集中と分散にはかならず、直線河道での砂礫堆生成の例のように、流れにおける必然的現象と考えられる。

結局(図-6)、主流路湾曲が大きく主流路幅の広いところほど堆積場が発生しやすいから、つねにこのような流路形状をとり得る拡幅部では横断方向での堆積場の変位・変形が、また狭く部では主流路湾曲が溪岸湾曲に、主流路幅が溪床幅に近似するから横断方向の自由度が小さく、流下方向での洗掘・堆積場の変位・変形が発生しやすいものと考えられる。これを定量的に予測し、洗掘・堆積場の形成機構を解明するには、特定地形要素にもとづく模型実験が必要となろう。

引用文献

- (1) 丸谷知己: 日林九支研論 35, 279~280, 1982
- (2) 丸谷知己: 昭57年砂防学会講演集, 86~87, 1982
- (3) 高山茂美: 河川地形, 231~232, 共立出版, 東京, 1974
- (4) 末勝海ら: 九大演報 47, 235~268, 1973
- (5) 木下良作: 土木学会論文集 42号, 1~21, 1957
- (6) 山口伊佐夫: 演習林 9, 東大演習林, 1952