

II - 105

階段状河床形態の淵の発生条件と形状特性

鳥取大学 工学部 藤田 正治
 鳥取大学 工学部 道上 正規
 (株)フジタ技術研究所 池見 拓

1. はじめに 階段状河床形態の淵の存在は、良好な環境を有する山地河川の重要な要素の一つであり、その発生条件や形状特性を明らかにする必要がある。本研究は、鳥取県の千代川およびその支流において、階段状河床形態の淵の発生の有無および形状、河床材料の粒度分布などについて調査し、その結果を使って淵の発生条件や間隔について河道形状や既往流量を考慮して検討するものである。

2. 調査地点の概要 千代川の一次支流の八東川とその支流の糸白見川および加地川において、階段状河床形態の淵の間隔、深さおよび河床材料の粒度分布などについて調査した。調査区間は八東川で6区間、糸白見川で9区間(内3次支川2区間)、加地川で9区間(内3次支川3区間)設定された。各区間長は80m から160mである。各区間の平均河床勾配、平均河幅および河床平均粒径

表1 測定区間の勾配、川幅および河床平均粒径

項目	勾 配	川 幅 (m)	河床平均粒径 (cm)
河川名			
八東川	1/320~1/30	25~78	7.1~32.5
糸白見川	1/14~1/5	3~9	24.6
加地川	1/34~1/7	3~11	測定せず

は表1のような範囲にある。図1は淵の流下方向の間隔の場所的变化を調べた結果で、階段状河床形態の淵が発生していなかったり、部分的に発生している地点はその位置のみが示されている。河口から約30km付近から階段状河床形態の淵が明確に見られはじめている。また、上流ほど淵の間隔は狭く、八東川から2次支川の両河川に入ると間隔が急激に減少している。図2は糸白見川の一つの調査区間の河床全体およびステップ(段差の部分)の粒度分布を求めた結果を示したものである。ステップは河床材料の中の80%粒径よりも大きな礫で構成されている。また、ステップの平均粒径は河床材料の平均粒径の約4倍、10%粒径は約2倍程度であり、ステップの最小粒径は河床材料の平均粒径とほぼ一致している。

3. 階段状河床形態の淵の発生条件と間隔 芦田らの研究によると¹⁾、階段状河床の発生条件は、①河床材料が混合砂であること、②流れが射流であること、③初期河床の平均粒径 d_m あるいはそれよりも大きい粒径 βd_m の礫が移動して、分級現象が活発であること、④最大粒径程度 γd_m の礫は移動しないことである。また、階段状河床波の波長(淵の間隔に相当する)は反砂堆の波長と等しいものとして、ケネディーの式で求めている。②、③、④の条件式およびケネディーの式は、各々次式のようなものである。

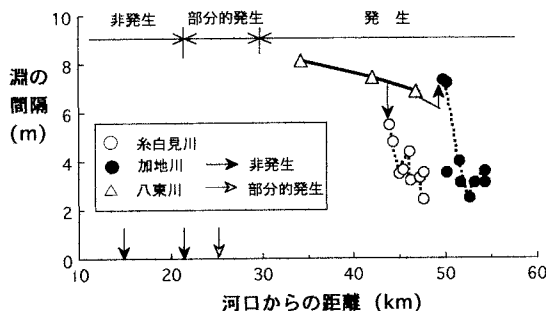


図1 階段状河床形態の淵の発生区域と淵の間隔の変化

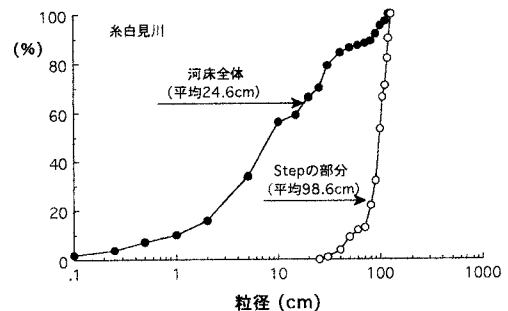


図2 河床およびステップの粒度分布

$$\frac{h}{d_m} \leq \left(6 + 5.75 \log \frac{h}{\alpha d_m} \right)^2 s \tau_{*m} \quad \dots\dots(1)$$

$$\tau_{*m} = \frac{u_*^2}{s g d_m} \leq Y \tau_{*cm} \quad \dots\dots(3)$$

$$\tau_{*m} = \frac{u_*^2}{s g d_m} \geq \beta \tau_{*cm} \quad \dots\dots(2)$$

$$F_r = \frac{2 + k_* \tanh k_*}{k_*^2 + 3k_* \tanh k_*} \quad \dots\dots(4)$$

ここに、 h ：水深、 d_m ：平均粒径、 τ_{*m} ：平均粒径に対する無次元掃流力、 τ_{*cm} ：移動限界に対する τ_{*m} 、 α ：相当粗度高と d_m の比、 s ：砂礫の水中比重、 u_* ：摩擦速度、 g ：重力加速度、 $k_* = 2\pi(h/\lambda)$ 、 F_r ：フルード数、 λ ：波長である。階段状河床形態の淵の発生領域は、式(1)～(3)を使えば h/d_m と τ_{*m} をパラメータとして描かれる。図3はそれを示したもので、式(1)、(2)、(3)で囲まれた領域が淵の発生領域である。ただし、調査結果を参考にして γ は4とし、 α および β は各々3および1とした。参考のために、ステップの10%粒径の礫の移動限界も示している。この図には、5年確率の洪水に対する各調査地点の h/d_m と τ_{*m} の計算結果を、淵の発生・非発生別に示している。計算は等流状態を仮定し、糸白見川および加地川の平均粒径は24.6cm、八東川の平均粒径は表1の値を用いた。この図から理論上の発生領域に淵が発生していることがわかる。図4は式(4)および淵の間隔の実測値と5年確率洪水に対する水理量から求めた k_* と F_r を示したもので、両者はほぼ一致している。現在の階段状河床形態の淵は過去の洪水履歴のもとに形成されたものであるが、これらの図から淵の発生や間隔に関する支配流量は5年確率の洪水に対するものであることがわかる。

4. 淵の深さ 図5は、各区間の淵の深さ（ステップの部分の段差）の平均値 Δ と5年確率洪水に対する無次元掃流力との関係を示したものである。淵の深さを河床材料の平均粒径で無次元化すると1から4の間の値となり、ステップの構成材料の最小粒径から平均粒径までの深さの淵が形成されている。

5. おわりに 千代川では階段状河床形態の淵は、5年確率の洪水で形成される階段状河床形に対応している。しかし、実際には、過去の出水の履歴を通して現在の淵・瀬の構造が形成されているので、淵の発達・破壊過程も明らかにする必要がある。

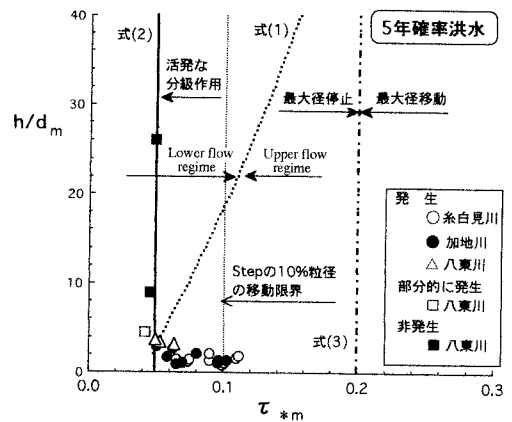


図3 発生条件

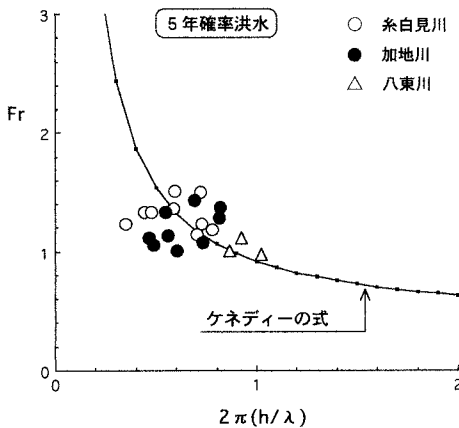


図4 淵の間隔

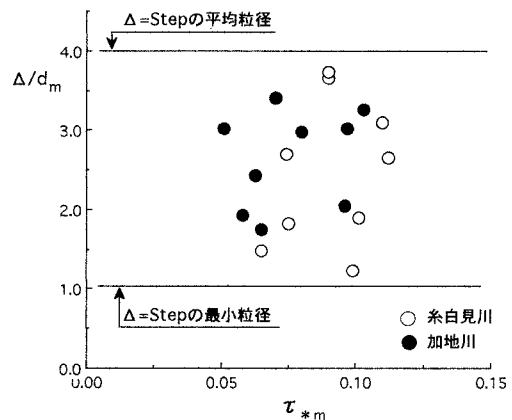


図5 淵の深さ

参考文献 1) 芦田・江頭・安東、第28回水理講演会論文集、1984、pp. 743-749.