

根尾川第8床固工における稚鮎の跳躍高の測定に関する研究
Studies on Measurement of Jump Height of Ayu at Bed Sill Works in Neo River

板垣 博・白木政光

ITAGAKI Hiroshi and SIRAKI Masamitsu

1. 研究の目的 河川に頭首工や床固工等の河川横断工作物が設置されている場合、稚鮎の遡上にとっては大きな障害物になっている。また、これらの構造物に魚道が設置されていたとしても、その最下流端では、魚道入口と下流河川との間で、段差が生じ、流れがナップの状態になっている個所が見られる。このような流れの状態では、稚鮎はこの障害物を跳躍して遡上することになる。本研究では、稚鮎の跳躍高を、現地測定によって求めた。

2. 現地測定と跳躍高の解析の方法

2.1. 現地測定の時期と場所：揖斐川の支流の根尾川に設置されている第8床固工において、平成13年5月9日と11日に、各2時間の間、SONYのビデオにより、稚鮎が跳躍している状態を撮影した（図1参照）。

2.2. 解析方法 撮影したビデオ画面を、パソコンに画像として取り込み、その画像から跳躍高を算出する。取り込んだ画像は、遠近感のため、画像の遠方の稚鮎と手前の稚鮎とでは、画像上の跳躍高と実際の跳躍高に違いが出る。従って、同一平面上にいるものと仮定させるため、拡大、縮小の作業を行う。これを、ここでは「平面化」と呼ぶことにする。

まず、平行になっている堰の上下の水面を利用して、遠近法における消失点Oを求める（図2参照）。次に、平面化を行うための基準線 $x-x'$ を引く。また、点Oから線 $x-x'$ へ垂線を引く。このとき、見かけの跳躍高における水面bからこの垂線へ引いた垂線との交点をa、線 $x-x'$ との交点をdとする。さらに、点Oから点bを通る直線と線 $x-x'$ との交点をe、点eから引いた線 $x-x'$ に対する垂線と、見かけ上の跳躍高における稚鮎の位置cを通る直線との交点をfとする。これらの図形から、見かけ上の跳躍高bcと、平面化したときの跳躍高efとの関係を求める。

$\triangle Oab$ と $\triangle Ode$ は相似であるため、 $Oa:Od=Ob:Oe$ …①である。また、 $\triangle Obc$ と $\triangle Oef$ も相似であるため、 $Ob:Oe=bc:ef$ …②である。この①式と②式から、

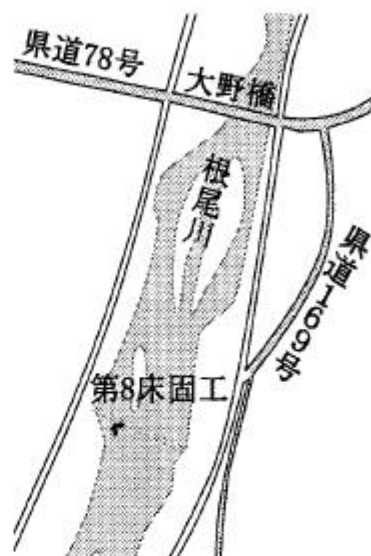


図1 調査地周辺図

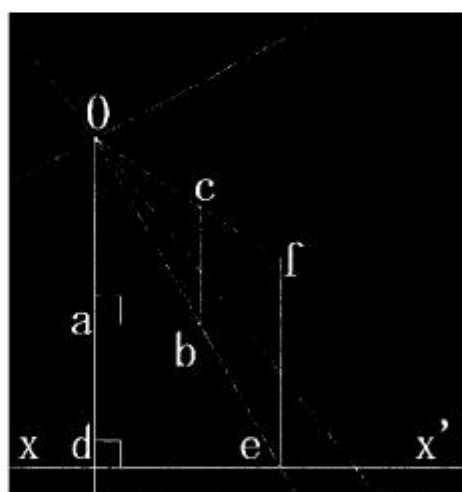


図2 算出用補助線

$$Oa:Od = bc:ef$$

$$ef = \frac{Od \cdot bc}{Oa}$$

が求められ、これによって、平面化したときの跳躍高 ef が算出できる。

このようにして得られた平面化したときの跳躍高をグラフ化し、さらに二次近似式

$$y = at^2 + bt + c \quad \dots \textcircled{3}$$

を使用する。また、最高跳躍高度を H 、最高高度到達時間を T 、初速を v_0 、跳躍角度を θ と置くと、跳躍の軌道は、

$$\begin{aligned} y &= -\frac{g}{2}(t-T)^2 + H \\ &= -\frac{g}{2}t^2 + v_0 t \sin \theta \end{aligned}$$

と表わすことができる。さらに、 $\textcircled{3}$ 式から T を、画面上に測定用のグリッドを引き、 t_1 秒間の水平方向の移動量 l を求めると、それぞれ、

$$T = \frac{-\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$l = v_0 t_1 \cos \theta$$

と表わすことができる。以上の式を利用して、

$$H = \frac{g}{2} T^2$$

$$v_0 = \sqrt{(gT)^2 + \left(\frac{l}{t_1}\right)^2}$$

$$\theta = \arcsin \frac{gT}{v_0}$$

を得る。

3.解析結果と考察 稚鮎の初速 v_0 の平均値は 2.75m/s であり、殆どが、2.6 から 3.1m/s の範囲にある。跳躍角度 θ の平均値は 74.1° であり、 70° から 80° の範囲内で跳躍する稚鮎が多い。最高跳躍高度 H については、平均値は 35.9cm で、34cm

から 41cm 跳躍する稚鮎が多い。初速と跳躍角度の関係は、図 3-1 に示すように相関性は少ない。一方、初速と最高跳躍高度は、図 3-2 に示すように極めて高い相関性がある。以上の稚鮎についての解析結果は、魚道の水理設計の参考になると考えられる。

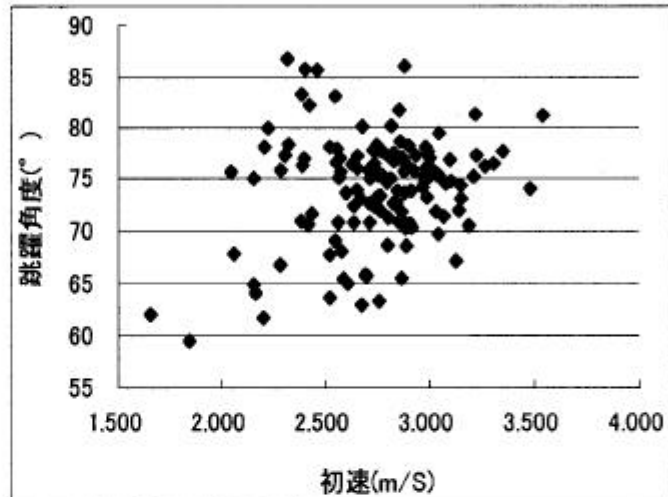


図 3-1 初速と跳躍角度の関係

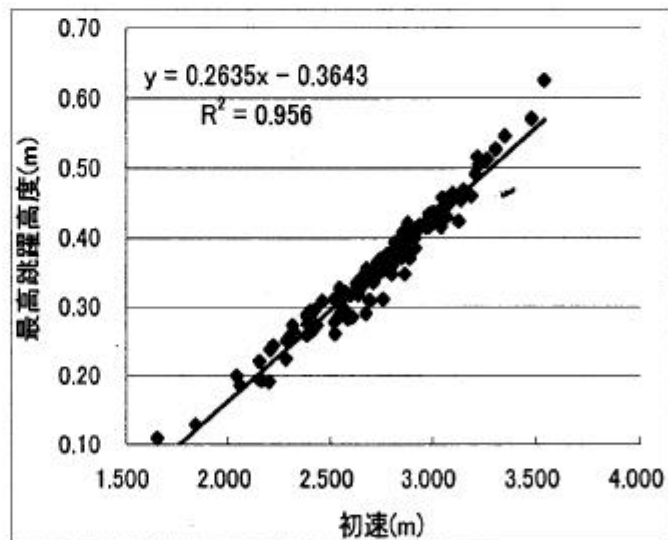


図 3-2 初速と最高跳躍高度の関係