### 魚 が 可 能 な 魚 道 O)

大学院工学研究院建設社会工学研究系 教授 幸 樹 設 建 Η



はじめに 河川には、 サケ

の遡上 ため、 の併設が必要となる。 置されると通し回遊 生息している。 と川とを往来する および降下を可 ダ 種 る ムや堰における水位落差を の存続が危ぶまれる。 は滑らかに接続し、 河川にダム やアユ 「通し回 魚魚の移 能にする魚道 0) 「や堰が設 動 ように 遊 が阻害 **魚** その 魚 が

バーチカルスロット

チカルスロット型

下流側ケ

閘門式

間に当てはめると、 必要な条件を考える。 設魚道の9割以上は階段式である。 道が提案されている 図1に示す通り、 ターを逆走するようなもので 階段式魚道における遡上に 降りてくるエス が、 様々な形式 この状況を人 我が国 の既 0 魚

倒壁

階段式

7

標準デニ

-型

舟通し型

魚道の種類

隔壁

駆け上 最高駆 距離が ある。 力 ギブアップしてしまう。 走する気が生まれな スカレ カレー 験 0 より、 流 1 ター 夕 長いと疲労が蓄積 け がり 1 ただし、 れ ター は 1 上がり速度より遅くても、 - の挙動 階段式魚道にお 複雑であ 速 0) 長さは未知であ 度よりも速 降下速度が 登り始める前にエ ば る。 単 -純だ 以上 また、 降下 して途 場合は逆 人の最高 て魚 -速度が る。 0) 魚道 思 工 中 ス 0 考 で 工 ス

度が急激に上昇し、 例を示す。 図2にアユの対地速度の時間変化 巨視的に見ると対地速 その後、 速 度変

定

200 Plecoglossus altivelis altivelis V  $V_{w} = 100 \text{cm/s}$ (cm/s) 150 100  $\exp(-20.5t)+1$ 50  $B_L = 8.4 \text{cm}$ instantaneous swimming speed of fish 0 0.05 0.15 t(s) 0.2 0 0.1 アユの対地速度の時間変化 図2

阻流板

ル

図 1

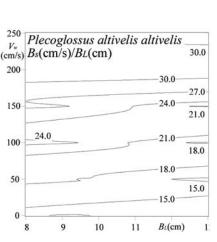


図3 アユの突進速度の等値線図

流 れ 階段式魚道 0 回 転 が の流れ 時 計 回 ŋ は 図 Ó ストリ 4のように

と、②魚道内に休憩領域を確保する 流速よりも魚の遊泳速度が大きいこ 遡上に必要な条件は、 と大雑把な推定が可能である。 ①魚道内最

# 魚の

4

と呼ば ほとんど未解明であった。 ると推定されていたが、 魚の最高遊泳速度は れ、 魚種や体長などに依存す 定量 「突進速 量的には 度

カワムツおよびギンブナであ 設定した。 流に流され始める流速を最大流速と 化させた。 開 水路 断面平均流速を4~5通 の水深を0.087 魚が全力で遊泳しても 対象魚はアユ、 オイカワ、 m 13 り変 古

> が判明、 従来、 で除 じた突進速度の算出 種に関しては、 の結果となっ によってはその3倍にも達すること 0) 変化させて得られた突進速度 図3にアユの体長と断面平均 この関数の終局値に断面平均 に指数関数を適用して定式化 に達している。 化が緩慢になり、 加算すると突進速度が求められ 10 倍程度といわれていたが、 している した。 突進速度は、 た。 他 体長 魚種 0) 以 等値線図を示す。 が可能となっ および流速に応 上より、 1秒当たり体長 いには定常 0 両者の 11 ても 対象 流 速 (体長 条件 速を る 度を た。 類 似 魚

## 階段式魚道内の流れの 形態の予 測

魚の突進速度>最大流速 流れの方向? どちらが

階段式での流れの形態 図4

エネルギー

消費量が少ないから

そのまま上流側の潜孔に突入した方

下流から潜孔を通過した魚が

設置することが適切と判明した。こ

位置を横断方向に変化させて実験を

片側に連続的に潜孔を

るかは不明であった。そこで、

片側のみの設置のどちらが適してい

図1のような交互配置または

は潜孔も設置されることが多い。

た

と考えられる

何学形状以外の因子と遊泳の関係

ヒト

は明条件で色彩情報を感受す

# 階段式魚道の幾何学形状と流れ

ングフローと反時計

回

りのプランジ

ングフローに大別される。

を再現できる数値や式が提示されて 点の最適角度(55~62)を代入すると この式を用いると、 欠き高さを再現できる式を提案した。 き下端の点と天端の点との間の切り いない。 が高いことを示した。 て実験を行い、 和田は切り欠き形状を種々変化させ は切り欠きが設置されることが多 自動的に切り欠き形状が算出できる。 図1に示すように、階段式魚道に 図1に示すように、 傾斜型および丸型形状の遡上率 そこで、 直角型や突出型より 丸型形状の切り欠 切り欠き下端の ところが形状 階段式魚道

流れの形態を決定するパラメータが

イの定理と自由落下理論を用いて、 には疑問が生じる。そこで、ベルヌー 深をプール長で代用するという仮定 生条件式を提案しているが、

越流水

遡上には後者が適しているといわれ

Rajaratnam らは両者の発

率を調査した。 せてオイカワおよびカワムツの遡上 方、

判断された。

流

れの形態に及ぼす各パラメータの

の4つであることを解明した。

次に、

対プール高落差

(越流水深/落差)

長/落差を含むプール高)

および相 (プール

ル間落差)、

アスペクト比 相対水深

フルー

・ド数、

(水深/プー

強度を調べた結果、

相対水深の影響

残りの3つのパラメータを用いた流 が小さいことが判明した。そこで、

態の予測式を提案した。

100 (%) Z.platypus 80 Z.temminckii migration rate 20 0 gray yellow white black purple brown green blue red color

魚道壁面色を変化させた時の遡上率 図 5

紫外線錐体も有している。 方、 青および緑の錐体を有して 魚類は上記の3つに加え、

させ、 されず、 全魚種の紫外線と非紫外線領域の選 ギンブナをそれぞれプール内で遊泳 を塗装した。アユ、 のみの底面および側面に紫外線塗料 05mに設定した。 円形プールに注水し、 遊泳速度に有意な差異は観察 紫外線を照射した。 紫外線による影響はないと オイカワおよび プールの半領 水深を0・ その結果 域

魚道の壁面を9色に変化さ 結果を図5に示す。

を遊泳することが解明された。 アユのみが鏡に写った自身の像付近 ンブナの挙動を観察した。 アユ、オイカワ、 動はほとんど未解明であった。 有していない。 この能力はヒトなどの高等生物しか 種の他個体と誤認する種に分類され が適していることが解明された。 に伴い遡上率が増加している。 ワおよびカワムツ共に、 かって明度が増加している。 図5にお た対象が自己と認知できる種と、 生物に鏡を見せた場合、 開水路側壁付近に鏡を設置し、 前者の能力を鏡像認知というが 魚道の壁面は明度が低い いて横軸 魚類の鏡に対する挙 カワムツおよびギ 0) 左 から 明度の その結果 鏡に 右 オ 映 低 イ 同 0 色

### おわりに

迷入防止などに発展させたい。

道設計に必要な情報の 精力的に研究に取り組んでいく 検討もほとんど行っていない。 響はおろか、 たに過ぎない。 以上、 研究内容を紹介したが、 ウナギなどの底生魚 非定常、 部を解 濁度等の影 明 魚

である。