

傾斜隔壁越流型小規模魚道における隔壁断面形状の研究

Study on the Weir Section Shape with Side Slope in Small-Scale-Fishway

田谷 哲也*
TAYA Tetsuya*

1.はじめに 自然河川と農業水路及び水田を接続する小規模魚道の型式は、近年、千鳥X型（鈴木ら）を始め、ハーフコーンや半円形コルゲート管など傾斜隔壁越流型魚道の提案が多くなってきている。これらの魚道の特徴は隔壁上端が斜めになっているため、流量が少ない場合でも越流深を確保することが可能で多様な流れを創出できる利点がある。本研究では、小規模魚道の遡上率を高める目的で、隔壁越流部の断面形状と流況特性及び遡上時における遊泳軌跡の特徴を検討し、新たな隔壁形状の魚道「双翼（Double Wing）型」（図1）を開発した。

2. 実験方法

(1)実験装置 可変勾配式アクリル製流水循環水路(幅25cm×高さ20cm×長さ2.00m)に断面形状が異なる7種の傾斜隔壁8個を0.15m間隔で千鳥配置した(図3)。

(2)遊泳実験

供試魚 福井県産の淡水魚19種53尾、体長39～117mmを用いて遡上実験を行った(表1)。

手順 魚道勾配は1/10,1/7,1/5,1/4,1/3の5段階に変化させ、越流水深が20mmとなるよう通水量を270～300ml/sに設定した。第3隔壁上流端に仕切網を設置し第3プールに供試魚を放流した後、下流から4番目の隔壁を遡上する個体の遊泳軌跡をデジタルビデオカメラに記録した。第4プールに遡上した魚は即座に捕獲し体長計測により個体識別を行った。実験は2005年10月6日～11月15日のam10～12:00の間の1時間とし、水温18～22℃,照度370～550luxで行った。遊泳軌跡の画像解析は30フレーム/秒で2次元動画計測ソフト(Move-tr/2D;ライブラリー社製)を使用した。

(3)流況観測 遊泳実験と同一水理条件下においてデジタルビデオカメラで第4隔壁における越流流れを横断方向に撮影し、トレーサーに水生ペイントを用いてPIV法(Flow-PIV;ライブラリー社製)による流況画像解析を行った。

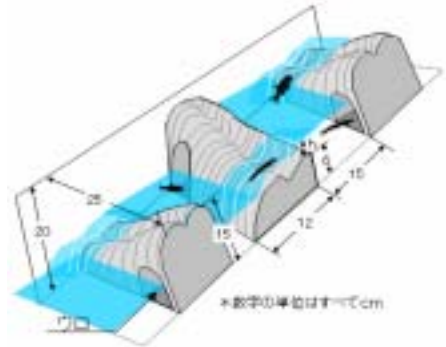


図1 双翼（Double Wing）型魚道

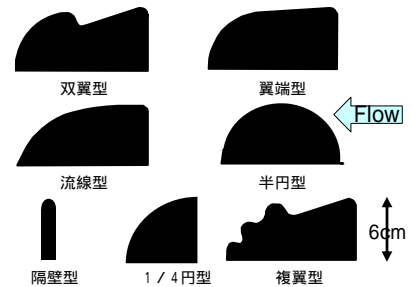


図2 傾斜隔壁の断面形状

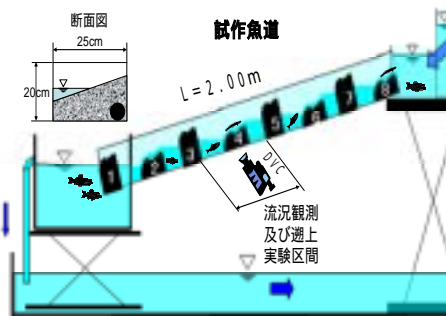


図3 実験装置及び隔壁の配置

表1 供試魚の内訳

種別	体長(mm)	個体数	構成率(%)
アカヒレシメ	50～55	3	5.5
アブラボシ	41～47	3	5.5
カネヒラ	54～65	2	3.6
タイリクバラタナゴ	39～60	7	12.7
ヤリタナゴ	59～75	3	5.5
タナゴ計5種	39～75	18	32.7
シマドジョウ	79～99	3	5.5
ドジョウ	102～117	3	5.5
ホトケドジョウ	55～60	2	3.6
ドジョウ計3種	55～117	8	14.5
イトモロコ	63	3	5.5
キンブナ	52～96	8	14.5
タチウオ	65	2	3.6
モツコ	43～63	1	1.8
他小出魚計4種	43～65	14	25.5
イワナ	91	1	1.8
オカフ	75	1	1.8
カシカ(河川型)	42	1	1.8
カマツカ	99～114	4	7.3
カワムツ	69～110	4	7.3
タカハヤ	45～72	2	3.6
ヌマムツ	79～95	2	3.6
その他7種	42～114	15	27.3
合 計19種	39～117	55	100.0

3. 結果と考察

隔壁形状と遡上率

() 5段階の勾配別遡上率は双翼型が最も高い値を示した(表2, 図4)。

() 双翼型、翼端型、流線型、1/4円型では勾配が1/5、複翼型では1/4の場合に遡上率がピークを示した。双翼型のCaseでは遊泳力の低いタナゴ類は勾配が緩くなるにつれて遡上率は上がったのに対し、ドジョウ類やカマツカの場合には一定の勾配において遡上率がピークを示す傾向にあった(図5)。このことは遡上を誘発する(トリガー)流速と勾配の関係に要因があると推察される。

隔壁形状と流況

() 隔壁縦断部の越流流況をPIV法で流れのベクトル・コンター図を作成することで、高速流領域が島状に点在していることが認められた。双翼型では1/5勾配のCaseで遡上経路として有利なcavity(剥離)域が発生していた(図6)。() 供試魚の遊泳行動を画像解析することで、隔壁形状特有の越流流れの圧力が分散・集中することで生じる緩流速帯が魚の遡上経路となっていることが認められた(図7)。

双翼型隔壁形状の特性

() 隔壁面中央部にノッチを施すことで切欠き部位周辺にcavity領域が発生し、一気に遡上できない遊泳力の低い魚に対し遡上負荷を軽減する。() 魚種によってはノッチ部の壁面に対して尾鰭の反発力で移動能力が付加される。() 傾斜隔壁越流型特有の上流部から斜めに流下する収縮流がノッチ部で分散流に変化し多様な水流が発生する。() 隔壁下流側にウロを設置することで外敵からの安全性を確保する避難場や遊泳力の弱い魚のための休息スペースがプール内に創出される(図8)。

4. 今後の課題

魚道内の微細な流況および魚類の遡上行動の解析に当たって、PIV法と2次元動画計測法を組み合わせた手法が効果的であることを提案したい。

また、傾斜隔壁越流型魚道における隔壁形状の改良が遡上率を高める一技法であることが解った。今後は隔壁形状と遡上経路となる緩流速帯のクリアランス特性の関係を更に明確にしていきたい。

参考文献: 1)中村俊六:魚道のはなし, 山海道 p.44(1997)
2)「頭首工の魚道」設計指針 p.27,34, 農業土木学会

表2 隔壁形状と遡上率

勾配	角度°	双翼	翼端	流線	半円	複翼	1/4円	隔壁
1/10	5.7	50.9	30.2	20.8	37.7	22.6	20.8	22.6
1/7	8.1	50.9	26.4	26.4	37.7	24.5	22.6	20.8
1/5	11.3	58.5	49.1	47.2	39.6	32.1	33.9	22.6
1/4	14.0	47.2	37.7	30.2	39.6	37.7	22.6	15.1
1/3	18.4	43.4	37.7	26.4	34.0	26.4	26.4	22.6
全体平均遡上率		50.2	36.2	30.2	37.7	28.7	25.3	20.7

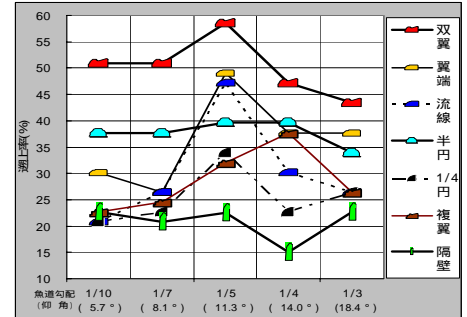


図4 隔壁形状と遡上率

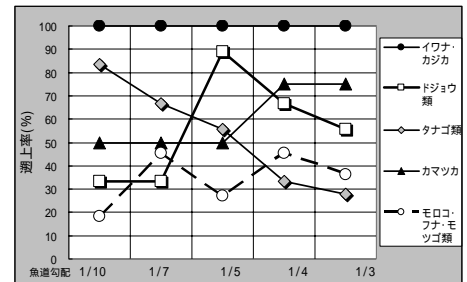


図5 双翼型隔壁における魚種別遡上率

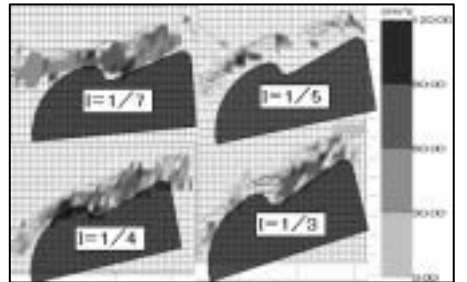


図6 勾配と流況(ベクトル・コンター)

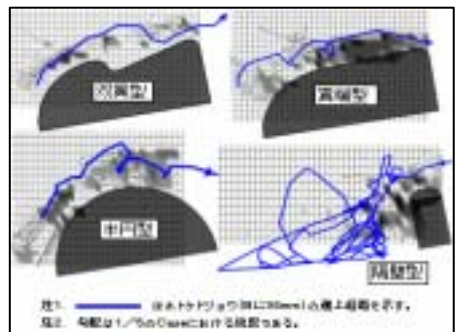


図7 ホトケドジョウの隔壁形状別遡上経路

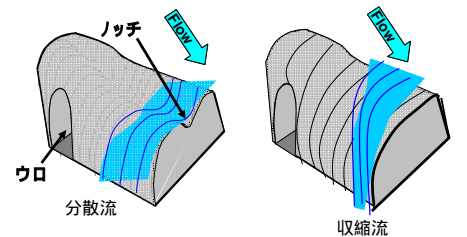


図8 双翼型魚道のノッチ効果