

タナゴ類の遡上に適した魚道隔壁越流部形状の検討

著者	加藤 優佑, 福山 幸拓, 堀野 治彦, 中桐 貴生, 東 覚
雑誌名	農業農村工学会誌
巻	89
号	10
ページ	769-772
発行年	2021-10
権利	掲載記事の著作権は、公益社団法人 農業農村工学会に帰属します。
その他のタイトル	Examination on the Shape of Overflow Section of Fishway Weir Suitable for the Runup of Bitterlings
URL	http://hdl.handle.net/10466/00017664

タナゴ類の遡上に適した魚道隔壁越流部形状の検討

Examination on the Shape of Overflow Section of Fishway Weir Suitable for the Runup of Bitterlings

加藤 優 佑* 福山 幸 拓** 堀野 治 彦***
 (KATO Yusuke) (FUKUYAMA Yukihiro) (HORINO Haruhiko)
 中桐 貴 生*** 東 覚*
 (NAKAGIRI Takao) (AZUMA Satoru)

I. はじめに

亀岡中部地区は京都府亀岡市に位置し、一級河川淀川水系桂川右岸側の地形が比較的緩やかな傾斜の農業地帯であり、稲作を中心とした土地利用型農業の経営が行われている。しかし、圃場が狭小かつ不整形であることから、機械の大型化が困難であり、灌漑方式が田越し灌漑であるため水利用の自由度が小さく、効率的な農作業に支障を来している。このため、国営亀岡中部農地整備事業では、区画整理を実施し、耕作放棄地を含めた農地の土地利用を計画的に再編し、さらに担い手への農地の利用集積を進めることにより、生産性の向上と耕作放棄地の解消・発生防止による優良農地の確保を図ることを目的としている。

本事業における工事計画の立案および実施に当たっては、事業対象区域に生息する動植物等生態系への配慮ならびに景観等の地域資源保全の観点から、有識者からなる「環境に配慮した国営亀岡中部土地改良事業の実施に係る検討会」を立ち上げ、生態系と景観に配慮した事業の推進を図ることとしている。これまで、亀岡中部地区環境配慮計画では、保全対象種に選定されているナゴヤダルマガエル等のカエル類に配慮するため、排水柵に脱出スロープを設置するなどの環境配慮対策を講じてきた。

本報では、同計画で保全対象種に選定されているタナゴ類およびイシガイ科の二枚貝類が形成する豊かな生態系の保全を目的とし、区画整理による用排水路分離後の排水路に設置する魚道隔壁形状の検討について報告する。

II. 検討の経緯および内容

1. 経緯

本地区に古くからある用排兼用水路には、アブラボテやヤリタナゴ等のタナゴ類と、タナゴ類の産卵母貝

となるカタハガイ等のイシガイ科二枚貝類が生息する豊かな生態系が形成されている。タナゴ類は、春先に二枚貝類の生息場所へ移動し、貝体内に産卵し、ふ化まで外敵から守ってもらう。一方の二枚貝類は、グロキディウム幼生を放出し、ヨシノボリ類等の魚類に寄生したまま上流へ運搬される。また、ヨシノボリ類は二枚貝類から出たタナゴ仔魚を捕食し成長する。このように、これら3者は共生関係にある(図-1)ため、二枚貝類およびタナゴ類を保全するには、二枚貝類の生息環境とタナゴ類やヨシノボリ類等の魚類の生息環境との水系の連続性が重要となる。しかし、圃場整備後は用水と排水の分離により、水系の連続性に変化が生じる。また、排水路には、水路勾配計画により落差工が出現し、タナゴ類が二枚貝類の生息場所へ移動することが困難になることから、生態系を保全するための代償措置として、水路魚道の整備が必要となった。

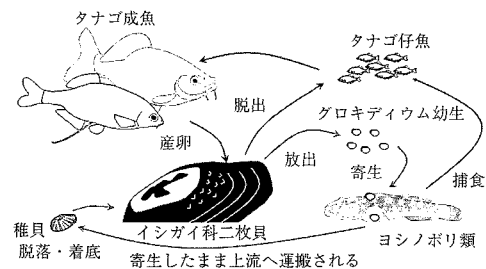


図-1 タナゴ類の生活史 (文献1)をもとに作図)

2. 魚道タイプ

河川に設置される一般的な魚道の許容勾配は1/10以下であるが、区画の高低差が大きくなることを踏まえて、遡上が可能とされる1/5の急勾配の条件での最適な魚道タイプを検討することとした。この場合、本地区に設置可能な急勾配魚道には、双翼型魚道および切欠付き階段式魚道の2形式が考えられる。

このうち、双翼型魚道は平成29年度に本事業の一

*近畿農政局亀岡中部農地整備事業所, ** (株)ウエスコ
 ***大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

タナゴ類, イシガイ科, 二枚貝類, 魚道, 圃場整備, 生態系保全

環として行った遡上実験より、タナゴ類が遡上可能であることが判明している。しかし、本形式は水路内に埋め込む二次製品であることから、図-2のとおり排水機能を確保するには、最低水路幅が800 mm以上必要であり、設置可能な場所が制限される。一方、タナゴ類が生息するエリアは、中規模（幅350~500 mm）水路が多いことから、水路幅に対応しつつ経済面や維持管理面で有利な全断面の階段式魚道について、平成30年度に本事業の一環としてタナゴ類の遡上する可能性を検討した（図-3）。

検討に当たり、さまざまな流量で遡上を確認すべきであるが、全断面魚道の遡上可能性の確認を優先し、二枚貝類の生息域の平水流量0.005 m³/sにより実験を行った。また、隔壁形状については、田谷²⁾において越流部の流況の違いで魚類の遡上数が異なることが示されていることから、落差部を流れ落ちる水の入射角の違いに着目し、タナゴ類の遡上状況を確認した。隔壁の形状については、半円型の入射角約90°、1/4円型の入射角約64°、三角型の入射角約30°と、一般的な水路の落差部で見られる直壁の長方形の入射角約90°を加えた4タイプとした。切欠きの配置については、片側配置および交互配置の2タイプとしたが、長方形は片側配置で流水の剥離により遡上が困難であったため、交互配置の長方形は実験対象外とし、全7タイプで実験を行った（図-4、5）。

実験の結果、タナゴ類は、片側配置半円型で最も多く遡上し、次に片側配置1/4円型、交互配置半円型の順で多いことが確認された。また、切欠きの配置については、片側配置で全体的に遡上数が多い結果となった（図-6）。

そこで、タナゴ類がより遡上しやすい切欠きの形状に絞り込むことを目的とし、実験結果より得られた半円型と1/4円型の2つの形状について、自然環境に近い状態での遡上を確認するため、流量を変化させた実験を行った。

III. 状況に対応した遡上実験

1. 実験流量

本来、魚道を設置する場合、設置箇所の流量を把握する必要がある。しかし、圃場整備においては、現況の田面の高さが改変され水路も再編される。魚道は、二枚貝類が生息する水路に設置されるが、圃場整備前の流量観測データが得られておらず、かつ実験時には設置位置も未確定のため、流量の設定が懸案事項であった。

このため、実験流量の設定は、二枚貝類が生息する水路に本魚道が設置されることを想定し、便宜的に水

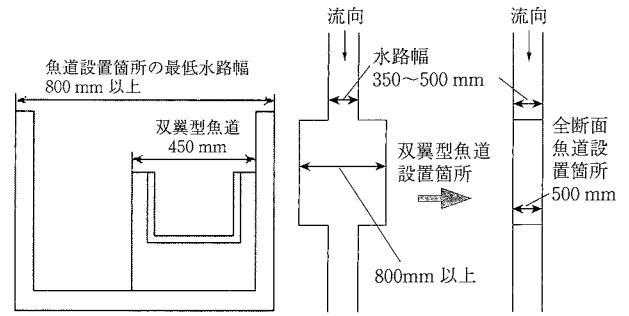


図-2 双翼型魚道の断面

図-3 魚道設置の平面形状

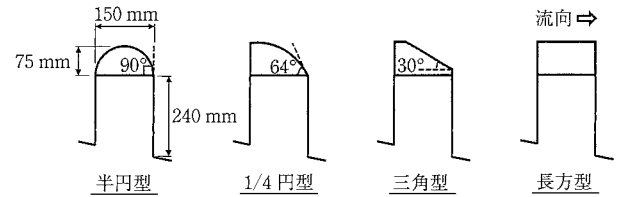


図-4 魚道隔壁の形状

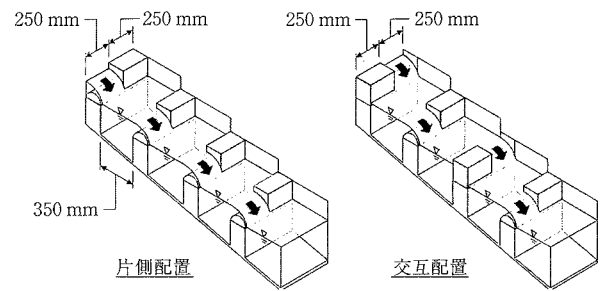


図-5 切欠きの配置形状（黒色矢印は流向）

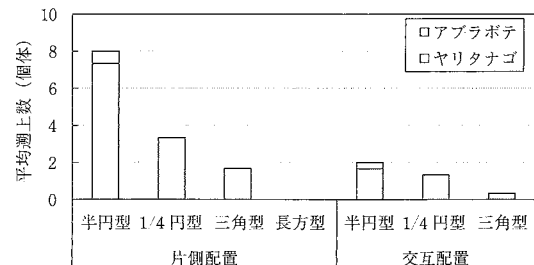


図-6 平成30年度の実験結果（平均遡上数）

路の流域面積に、タンクモデルを用いて計算した対象工区内を流れる犬飼川の比流量から、タナゴ類の活動期の流量（平水時流量、渇水時流量および豊水時流量）を算出し、実験流量を決定する際の参考とした。結果として実験流量は、0.005 m³/s（平水時流量）、0.002 m³/s（渇水時流量）および0.010 m³/s（豊水時流量）とし、実験時間は、それぞれ24時間を1セットとし、3回ずつ実施した。

2. 実験条件

魚道実験に用いた施設（図-7）は、魚道幅50 cm、魚道延長5 m、隔壁間の落差10 cm（計10段）であり、対象魚種は、本地区内で捕獲したタナゴ類194個体

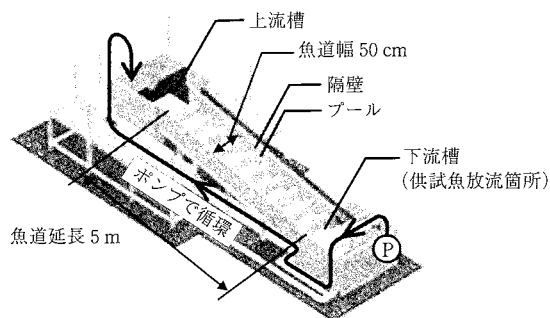


図-7 魚道実験施設

表-1 各流量における隔壁越流部の流速 (段数：下流から)

隔壁形状	流量 (m ³ /s)	越流部流速 (cm/s)			
		上段 (10段目)	中段 (5段目)	下段 (2段目)	平均
半円型	0.002	38.1	37.6	38.0	37.9
	0.005	53.2	52.4	51.6	52.4
	0.010	76.3	76.3	74.7	75.8
1/4円型	0.002	36.0	37.1	38.1	37.1
	0.005	49.8	49.1	50.1	49.7
	0.010	76.0	73.1	73.1	74.0

表-2 各流量における隔壁越流部の水深 (段数：下流から)

隔壁形状	流量 (m ³ /s)	越流部水深 (mm)			
		上段 (10段目)	中段 (5段目)	下段 (2段目)	平均
半円型	0.002	22	22	22	22
	0.005	30	29	29	29
	0.010	48	48	48	48
1/4円型	0.002	30	30	30	30
	0.005	43	44	44	44
	0.010	70	68	71	70

(アブラボテ (体長 18~69 mm) 170 個体, ヤリタナゴ (体長 39~83 mm) 24 個体), 実験水温は 20℃ 前後から 27℃ 以下とした。なお, II.2.の実験結果から隔壁の切欠きは片側配置を採用した。

IV. 実験結果

1. 隔壁形状による越流部およびプール内の流況

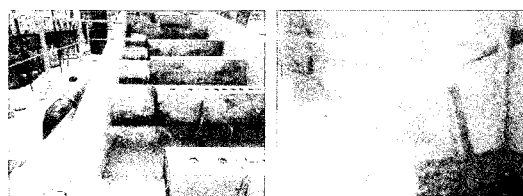
越流部の流量の違いにおける流速, 水深およびプール内の流況の実験結果は以下のとおりであった。

(1) 越流部の流速と水深 隔壁越流部の平均流速は, すべての流量において半円型の方が 1/4 円型よりもわずかに大きかった (表-1)。

次に, 各流量における隔壁越流部の水深は, すべての流量において, 半円型に比べ 1/4 円型の方が大きい結果となった (表-2)。

(2) 隔壁形状とプール内の流況 片側配置の半円型および 1/4 円型における各流量の流況については, 半円型の場合, 湧水時流量および平水時流量では, 上流からの流れは水面に対し垂直に流れ落ち, プール

内の流況は下流側に向かって左岸側から見て時計回りである。湧水時流量では, プール内全体が泡立ち, 流れは乱れていた (写真-1)。1/4 円型の場合, 湧水時流量および平水時流量では, 上流からの流れは半円型の場合よりも緩い角度で流れ落ち, プール内の流れは下流側に向かって左岸側から見て時計回りの流れが発生していた。湧水時流量では, 半円型と同様にプール内全体が泡立ち, 流況が乱れていた (写真-2)。



a. 半円型・0.002 m³/s

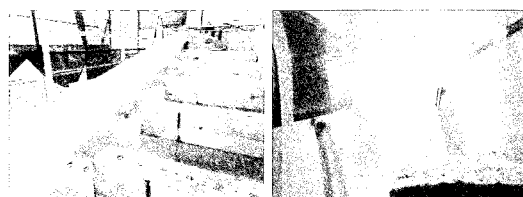


b. 半円型・0.005 m³/s



c. 半円型・0.010 m³/s

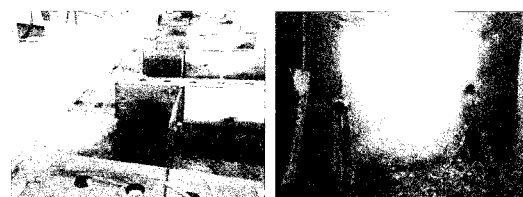
写真-1 半円型における各流量の流況



a. 1/4円型・0.002 m³/s



b. 1/4円型・0.005 m³/s



c. 1/4円型・0.010 m³/s

写真-2 1/4円型における各流量の流況

2. タナゴ類の遡上結果

2つの隔壁形状およびすべての流量においてタナゴ類の遡上が確認されたが、タナゴ類の遡上数は、半円型平水時流量が最も多く、半円型渇水時流量と半円型豊水時流量の遡上数は同程度となった。半円型と1/4円型では、すべての流量で半円型の遡上数が多い結果となった(写真-3, 図-8)。

半円型に比べ、1/4円型は隔壁の頂点がより上流側にあるため、落差部を頂点まで遡上する際に移動しなければならない距離が長い。渇水時流量および平水時流量では、落差部を流れ落ちる水脈が比較的薄くなるため、体高の高いタナゴ類にとって泳ぎにくいと考えられる。この区間が長いことが、1/4円型において半円型よりも遡上数が減少した要因と推察される。1/4円型の条件のうち最も多数のタナゴ類が遡上した豊水時流量では、流速が大きいものの、遊泳遡上に十分な水深があったために、遡上数が大幅には減少しなかったものと思われる。ただし、最も水深の浅い渇水時流量で平水時流量よりも遡上数が多い点については今回の実験では説明できず、これには隔壁形状の違いのほか、落差部を流れ落ちる水の入射角の違いやプール内の流況の差異なども影響している可能性がある。

V. まとめ

実験結果から、半円型と1/4円型双方の隔壁形状とも、渇水時流量から豊水時流量でタナゴ類の遡上が確認された。そして、半円型と1/4円型との比較では、

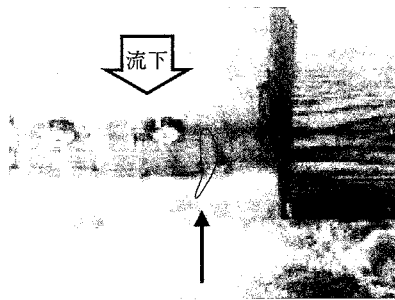


写真-3 遡上中のタナゴ類

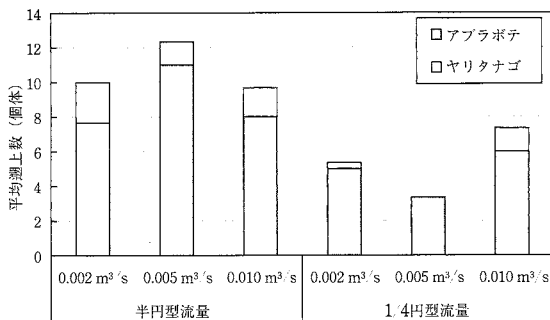


図-8 タナゴ類の平均遡上数

渇水時流量, 平水時流量, 豊水時流量とも遡上数が多かった半円型の隔壁が有利であると判断される。

なお, 施工においては二次製品がなく, 現場打ち施工となるため, 施工効率の課題が残る。

今後, 半円型隔壁の魚道設置後に遡上状況の確認を行うとともに土砂等堆積状況の把握なども行い, 事業後の適切で魚類に優しい維持管理方法の確立に繋いでいきたいと考える。

引用文献

- 1) 近藤高貴: 用水路の淡水二枚貝群集, 水辺環境の保全—生物群集の視点から— (江崎康男, 田中哲夫編), 朝倉書店, pp.80~92 (1998)
- 2) 田谷哲也: 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, 平成18年度農業土木学会大会講演会講演要旨集, pp.296~297 (2006)

[2021.3.12.受理]

紹介

加藤 優佑 (正会員・CPD 個人登録者)



1994年 三重県に生まれる
2018年 近畿大学農学部卒業
2019年 近畿農政局亀岡中部農地整備事業所調査設計課

福山 幸拓 (正会員・CPD 個人登録者)



1995年 大阪府に生まれる
2020年 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科修士課程修了
(株)ウエスコ

堀野 治彦 (正会員)



1960年 岐阜県に生まれる
1983年 京都大学農学部卒業
2007年 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科教授

中桐 貴生 (正会員)



1970年 京都府に生まれる
1995年 京都大学大学院農学研究科博士前期課程修了
2008年 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科准教授

東 覚 (CPD 個人登録者)



1964年 三重県に生まれる
1983年 三重県立上野農業高等学校卒業
2019年 近畿農政局亀岡中部農地整備事業所調査設計課長