

# 「波付の丸型」と「波付のU型」を利用した水田魚道

伊豆沼・内沼ドジョウ・ナマズ研究会 三塚 牧夫

## 1. はじめに

近年、ほ場整備事業実施後の水田は、水田周辺を生息域としていたドジョウ、メダカ、フナ、ナマズなどの魚類の減少が見られる。

これらの現象は、ほ場整備事業の用排水路分離により水田と排水路の連続性が分断されたことが要因の一つと言える。

そこで分断された水域ネットワークを再構築するための「水田魚道」は、端（1999）、宇都宮大学水谷正一名誉教授、岩手県立大学鈴木鈴木正貴助教（2000、2001）らが提案し一部の地域で取組みが進められているが、まだまだモデル的、点的実施の域を超えておらず十分とは言えない現状である。

そこで、「ナマズのがっこう」と「メダカ里親の会」（以下両団体）は「水田魚道」開発の研究成果を基に「水田魚道づくりの指針」（2010年発行）を作成し全国に普及するための活動を行なっている。

## 2. 既製品を利用した小規模魚道の開発

圃場整備は全国で6割以上の整備が済んでいることから、それらの水田地帯に設置するためには、人力で運搬できるような軽い素材で資材の入手や設置、管理が容易なこと、経済性と耐久性に優れた小規模魚道を開発する必要があったため両団体は、「波付の丸型」と「波付のU型」の市販製品を利用して、水田魚道を設置する工法を開発したものである（写真-1）（写真-2）。開発にあたっての基本構造の考え方については鈴木ら（2000、2001）の研究成果を採用した。



写真-1 波付の丸形



写真-2 波付のU型

### 1) 「波付の丸型」と「波付のU型」でつくるカスケードM型魚道

カスケードM型魚道の基本構造は、魚道の底面に設けられた底生魚の遡上時における「引っかかり」である。そこで、縦断方向に波打つ構造（凹凸）がカスケードM型魚道の基本構造と類似していることから、市販品である「波付の丸型」と「波付のU型」を採用した。

これらの市販品を水田の水尻と排水路との間に設置して魚類の遡上行動を観察したところ、ドジョウや体高の低いメダカ、モツゴ、タモロコ、ヨシノボリの遡上が確認された。

この小規模魚道は「底面粗度タイプ」と呼ばれている。

### 2) 「波付のU型」でつくる千鳥X型魚道

「波付のU型」の凹部に堰板を挟み込んで、千鳥X型の基本構造を再現することを検討した（写真-3）。ただし、この方法だと千鳥X型の特徴の一つである隔壁越流部の多様な流速は再現できるが、勾配がきつくなると隔壁は流れの方向に傾いて、魚の遡上行動に悪影響を及ぼすと思われた。



写真-3 「波付のU型」に木

板を挟み込んで作った千鳥X型  
そこで、体高のあるフナ属を使って実験したところ、魚道の急勾配化に伴って隔壁の傾きが大きくなると遡上が困難になったことから、当工法による魚道の設置勾配の上限は、およそ20度であることが確認された（吉田 2006）。

水田の水尻と排水路との間に設置して魚類の遡上行動を観察したところ、ドジョウ、メダカ、モツゴ、タモロコ、ヨシノボリ等の体高の低い魚類とフナ、ナマズ等の体高の高い魚類の遡上が確認された。

この小規模魚道は「プールタイプ（千鳥X型）」と呼ばれている。

### 3. 小規模魚道の設置前と設置後における作業

小規模魚道を設置して魚を水田に遡上させる、あるいは農業水路内を自由に行き来させるには、まず事前調査を行って、小規模魚道を利用する魚の種類を知る必要がある。そして、利用する魚の種類がわかったら、次のような手順で小規模魚道の設置準備を進めていく。

- ① 水田魚道を利用するのは遊泳魚と底生魚の両方か、底生魚だけか。  
→ プールタイプ（千鳥X型）か、底面粗度タイプかを選択する。
- ② 設置場所の落差はどの程度か。  
→ 落差距離を測定して、小規模魚道の設置勾配と長さを決める。

- ③ 小規模魚道を利用する魚の最大体高と最大体長はどの程度か。  
→ 小規模魚道の大きさ（規模）を決める。
- ④ 小規模魚道やその設置に必要な材料の値段はいくらか。  
→ 材料費を概算し，複数の候補があれば比較する。
- ⑤ 設置後は遡上する魚をトラップで捕まえて，小規模魚道の効果を確認する。

#### 4. 水田と排水路とを直結する「波付の丸型」と「波付のU型」の特徴

「波付の丸型」と「波付のU型」を利用した既製品の小規模魚道の設置方法の違いによって細分化する。小規模魚道を設置しようとする農業水路の形状が，土羽による台形断面の場合に用いられる固定式と，側面がコンクリートの垂直壁の場合に用いられる可動式である。

これら4つのタイプの特徴をまとめると，表-1のよう整理できる。

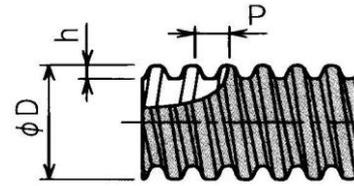
表-1 波付の丸型と波付のU型の特徴

タイプ	設置上の特徴	設置状況写真
波付の丸型 (底面粗度タイプ) (固定式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置勾配は10°程度</li> <li>・設置延長は8m程度</li> <li>・水路装工されていても設置可能</li> <li>・排水路の通水に支障なし</li> <li>・長さの調整が容易で、軽量のため設置が容易</li> <li>・平面エルボ使用 設置費用が1ヶ所6万程度</li> <li>・落水兼用の場合 設置費用が1ヶ所3万2千円程度</li> </ul>	
波付のU型 (底面粗度タイプ) (固定式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置勾配は10°程度</li> <li>・設置延長は8m程度</li> <li>・水路溝畦に設置する</li> <li>・水路装工されていると設置が困難</li> <li>・排水路の通水に支障なし</li> <li>・設置、撤去が簡単で再利用が可能</li> <li>・平面エルボ使用 設置費用が1ヶ所11万5千円程度</li> </ul>	
波付のU型 (プールタイプ) (千鳥X型) (固定式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置勾配は10°～20°程度まで</li> <li>・水路溝畦に設置する</li> <li>・水路装工されていると設置が困難な場合がある</li> <li>・排水路の通水に支障なし</li> <li>・設置、撤去が簡単で再利用が可能</li> <li>・堰板が必要</li> <li>・平面エルボ使用 設置費用が1ヶ所13万5千円程度</li> </ul>	
波付のU型 (プールタイプ) (千鳥X型) (可動式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設置勾配は10°～20°程度まで</li> <li>・水路装工されていても設置可能</li> <li>・洪水時は可動できるため、通水障害を起こさない</li> <li>・土台に単管パイプが必要</li> <li>・設置、撤去が簡単で再利用が可能</li> <li>・堰板が必要</li> <li>・平面エルボ使用 設置費用が1ヶ所15万3千円程度</li> </ul>	

設置事例をもとに、既製品を利用した小規模魚道の設置時における留意点は次のとおりである。

1) 「波付の丸型」を用いた底面粗度タイプを設置する場合の留意事項

① 内面の凹凸が魚の休息場所として利用されることから、波の間隔 $P$ と波の高さ $h$ がそれぞれ大きい製品を選定することが望ましい（**図-1**）。



② 魚道の下流端にフロート（発砲スチロールやペットボトル等）を設置して、つねに魚道下流端の上部が水路の水面上に現れるようにすることで、「水面の流れの変化」や「水音で遡上を刺激する効果」により魚の遡上が促進される（**写真-4**）。

③ ドジョウやメダカ，モツゴ等の体高の低い魚類を遡上させるには，魚道内の水深を1cm程度確保する必要がある。そのときの流量は0.58L/s（設置勾配10°）である。



魚道の下流端が水中に沈んだ様子（左）と，下流端を水面上に浮かせた様子（右）  
下流端を沈ませると魚が集まりにくい



ペットボトルを使って魚道の下流端を浮かせた様子（左）と魚が集まっている様子（右）

写真-4 魚道の下流端の処理

2) 「波付の U 型」を用いたプールタイプ（千鳥 X 型）設置する場合の留意事項

- ① プール内の水深を確保するためには、設置勾配が急になるにしたがって堰板の設置間隔を狭める必要がある。堰板の最低高さを 100 mm とした場合、設置勾配と堰板間隔の目安は表-2 のとおりである。

設置勾配 (°)	4°	8°	10°	15°	20°	25°
堰板間隔 FL (cm)	30	25	20	15	15	10

- ② 堰板の形状は、越流部の角度を 15 度とし、さらに剥離流が生じないように丸く加工する。

- ③ 波付きの U 型（180 型，千鳥 X 型）の設置勾配 10° での堰板の越流水深と流量，水面幅の関係は次のとおりである（表-3）。

体高の高い魚類を遡上させるには、越流水深の確保が必要である。

表-3 波付の U 型（180 型，千鳥 X 型）堰板の溢流水深と流量（設置勾配 10°）

溢流水深 (cm)	1.2	2	3	4.5	6	7
流量 (L/S)	0.12	0.44	1.0	1.9	3.2	4
水面幅 (cm)	4	6	11	14	18	18

- ④ 可動式で設置する場合，土台となる単管パイプは，増水時の水位よりも高い位置に設置する。

#### 4. 水田との取付け部

水田と魚道との取付けは，魚道の水平部の底面を水田の土壌上面より 5cm 程度低くして行う。

さらに，2cm 程度高さを変えた堰板を数枚用意して，魚道の水平部の凹凸に差し込むことで水田の水位を調整する（写真-5）。



高さを変えた堰板



差し込み状況



水田との取付け部の状況

写真-5 魚道と水田との接続

## 5. 小規模魚道の設置資材

既製品を用いて水田と排水路とを直結する小規模魚道を設置した場合、必要となる資材をまとめると、表-4のように整理できる。

表-4 プールタイプ、底面粗度タイプの設置資材

資材名称	仕 様	プールタイプ		底面粗度タイプ	
		水田法面埋設型	水田直結型可動式	水田法面埋設型	
		波付のU型 (千鳥X型)	波付のU型 (千鳥X型)	波付のU型	波付の丸型
波付のU型	180型	○	○	○	—
自在エルボ	180型	○	○	○	—
平面エルボ	左か右曲がり 角度90°, 105°	○	○	○	—
波付の丸型	内径 : 150mm L : 4m	—	—	—	○
差込ソケット	U型180と丸型150mm	—	—	—	○
堰 板	$\theta = 15^\circ$ HD = 10cm	○	○	—	○
取付部堰板	H = 2~10cm 調整 5枚	○	○	○	○
単管パイプ	D : 50mm L : 4M	—	○	—	—
クランプ		—	○	—	—

## 6. 今後の課題

小規模魚道の設置は、今後、実施する圃場整備での対応や多面的機能交付金を活用しての設置を推奨したい。

また、営農にも密接に関連することから、環境保全型農業との連携による内水面魚類増につながる活動の展開や水稻作付け農家におけるドジョウ増殖と直売所等での販売促進活動の展開をして、淡水魚類の保全と農家の所得向上に結びつけたい。

### 【引用文献】

- 端憲二 (1999) 小さな魚道による休耕田への魚類遡上試験, 農業土木学会誌 67(5), 19-24.
- 鈴木正貴・水谷正一・後藤章 (2000) 水田生態系保全のための小規模水田魚道の開発, 農業土木学会誌 68(12), 19-22
- 鈴木正貴・水谷正一・後藤章 (2001) 水田水域における淡水魚の双方向移動を保証する小規模魚道の試作と実験, 応用生態工学 4(2), 163-177.
- 加藤宗英・水谷正一・鈴木正貴・後藤章 (2005) 小規模魚道の設置諸元を検討するための小型魚類の遊泳能力, 農業土木学会論文集 73(1), 59-65.
- 鈴木正貴・水谷正一・後藤章 (2004) 小規模魚道による水田, 農業水路および河川の接続が魚類の生息に及ぼす効果の検証, 農業土木学会論文集 72(6), 641-651.
- 三塚牧夫・遊左隆洋・渡邊真・大場嵩・結城あゆ美 (2005) 伊豆沼・内沼周辺における小規模水田魚道の遡上実験. 平成 17 年度農業土木学会大会講演要旨集. 436-437.
- メダカ里親の会・ナマズのがっこう (2008) 「水田魚道づくりの指針」.
- 三塚牧夫 (2007) 伊豆沼・内沼周辺における小規模水田魚道の遡上実験の基づく設計, 水と土 148, 81-98
- 三塚牧夫・佐山雅史・結城あゆ美・進東健太郎 (2006) 伊豆沼・内沼の環境保全と環境創造型農業の取り組み, 農土誌 74(8), 707-712
- 吉田清華 (2006) ポリエチレン製 U 字溝を用いた水田直結型魚道の効果検証. 宇都宮大学卒業論文.