

I. 水田魚道の役割と選定方法

水谷正一（宇都宮大学農学部）

1. 水田魚道のねらい

なぜ、水田魚道をつくるのでしょうか？ 水田魚道はどのような場合に設置するのでしょうか？ まず、これらの点について簡単に説明します。

田んぼに魚を登らせる

いま、もっとも注目されている水田魚道の役割として、田んぼを産卵・繁殖に利用する淡水魚の保全・復元があります。圃場整備事業や魚毒性がある農薬の使用などにより、田んぼまわりの魚がいちじるしく減少しています。とくに圃場整備を終えた田んぼは水路とのつながりが断たれ、魚が産卵のために田んぼに出入りできなくなりました。そこで、田んぼと排水路をつなぐ水田魚道に期待が寄せられています。

ドジョウ、メダカ、ナマズ、タモロコ、フナ類（キンブナ、ギンブナ、ニゴロブナなど）、ホトケドジョウ、コイなどの田んぼへの遡上、田んぼからの降下に、水田魚道は有効に働きます。

水域ネットワークをつくる

最近の水路改良工事では、水路内に多数の落差工がつくられます。こうしたコンクリート製の落差工は、50cm～1mの段差となっているため、魚が遡上できません。その結果、魚は限られた場所で生活せざるをえなくなりました。もし、移動障害となっている水路の落差部に魚道をつくれば、魚が川と水路の間や水路内を自由に動きまわることができます。魚の移動・分散を保障する手段として、水域のネットワーク化に期待が寄せられています。規模の小さな水路では、水田魚道が効果的です。

魚をとる、魚と遊ぶ文化の再生

人と魚のかかわりという意味から、地域に伝わる魚とりの文化を再生する手段として水田魚道に期待が寄せられています。地方によっては数10種類にもおよぶ魚とりの方法があり（加藤ら、1999）、つい30～40年前まで、魚とりは子どもから大人までがこぞって楽しむ農村の文化として伝承されてきました。今でもお年寄りが目を輝かせてウケや下げ針をつかった魚とりの話をしてくれます。こうした遊漁の文化を再生する手がかりとして、水田魚道が注目されています。

有機稲作と養魚

中国ではふるくから田んぼで魚を育てる“稲田養魚”がさかんに行われています。日本でも“佐久の鯉”が有名です。田んぼで魚を育てて収入の足しにするのは、当たり前の行為でした。最近では稲の栄養生長期に抑草や肥効のため深水を保つ、有機稲作と養魚を組み合わせた農法に期待が寄せられています。安全なお米と魚を同時に育てるころみのなかで、水田魚道は毎年、産卵魚を田んぼに迎える役割を果たします。

2. あなたはどんな場所に水田魚道をかけたいですか

どこに水田魚道をかけるのか、まず考えましょう。水田魚道の設置場所は、大きく分けて①二段水路の上部水路と排水路との落差部、②水田と小排水路の落差部、③水路内の落差部という3つのケースがあります。表1に、各ケースの実際例をまとめました。以下、それぞれのケースについて説明します。

表1 水田魚道の設置例（実績）

水田魚道のタイプ	水田魚道の型	①二段水路の 落差部	②水田と排水路の 落差部	③水路内の落差 部
プールタイプ	千鳥X型	○	○	○
	ハーフコーン型		○	○
	切り欠き型			○
底面粗度タイプ	カスケードM型		○*	
	波付の丸型		○	○*
	波付のU型		○	

* 水田と土水路の小さな落差で利用

①二段水路の上部水路と排水路との落差部に設置

この方法は新しく圃場整備事業に取り組む地区で、計画的に水田魚道を設置する場合に適しています。具体的にいうと、水田短辺に接した排水路の上部を土水路にして、その下部に排水管を埋める形式のことで、上部の土水路は通常の水田排水が流れ、地中の排水管は雨水排水が流れるように設計します（中村、2000）。水田魚道は上部の土水路と排水路との落差部に設置されます（写真1を参照）。

この方法のメリットは、ひとつの水田魚道から土水路に遡上した魚をさらに、数枚から10枚以上の水田に移入させることができる点にあります（もし、土水路と水田の間に落差がある場合は、小さな水田魚道を設置する必要があります）。10haから20haの水田群（農区）に魚を遡上させるような場合、この魚道が適しています。

このケースの水田魚道として、栃木県西鬼怒川地区と栃木県小貝川上流地区の3箇所ですべて千鳥X型が実用化され、高い効果を上げています（鈴木ら、2001；鈴木ら、2004）。そこでは落差が1～1.5mと大きく、水田の排水面積が広くて水量が多いので、やや大型の魚道を設置することになります。耐久性のある素材（例えば、強化プラスチック製やポリエチレン製）を使えば、10年はもつと考えられます。

二段式の上部水路を土水路とする場合は、定期的な草刈と泥上げが欠かせません。西鬼怒川地区では、農家・住民・市民が参加して土水路の維持管理作業を行っています。また、土水路の流れを1年中絶やさないために、非灌漑期にも水管理を続ける必要があります。西鬼怒川地区では、地元農家の方が水管理を注意深く行っています。

②水田と排水路の落差部に設置

圃場整備が終わった水田で田んぼと排水路の間に0.7～1.5mの垂直落差がある場合

や、圃場整備計画の中で一筆ごとの水田に魚を遡上させたい場合に設置する水田魚道です。表 1 に示すように、水田と排水路の落差部には多くのタイプの水田魚道が使われています。いずれの水田魚道も田んぼの水尻に直結するタイプの魚道であり、耕作者が管理するものです。

これまでの使用実績から考えて、この指針ではこのうちの千鳥 X 型、波付の丸型、波付の U 型を推奨します。どのタイプの水田魚道を使えばよいかは 4 で解説します。

③水路内の落差部に設置

水路内の落差部（落差工）に魚道を設置するところみは、全国で少数例がみとめられるに過ぎません。今後、各地での取り組みが望まれます。

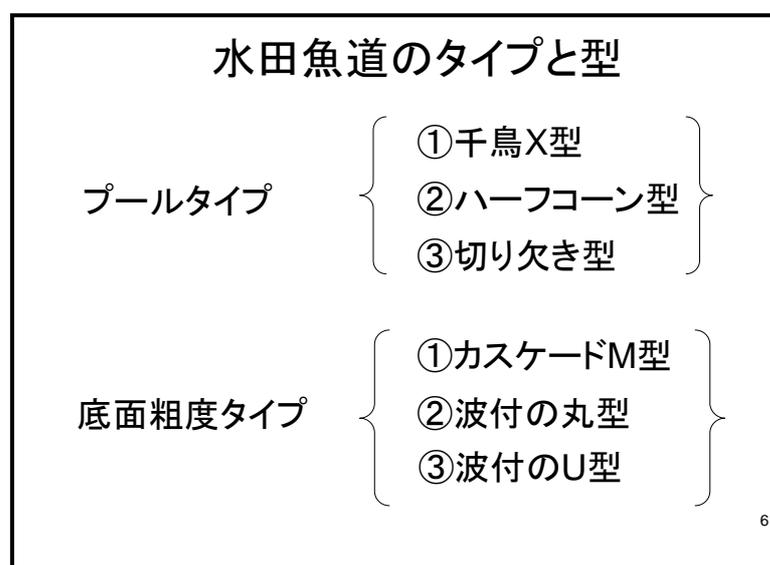
水路幅が狭い水路の落差部には、表 1 のように千鳥 X 型、ハーフコーン型切り欠き型が使われています。しかし、水路幅が 1m 以上の場合には、フトン籠で多段の小落差をつくった魚道や、コンクリートの現場打ちによる粗石付き片斜曲面式魚道などの全面魚道（水路幅の全体を魚道にしたもの）が造られています（鈴木、2007）。したがって、水路幅の狭い水路ではプールタイプの水田魚道を利用することができますが、水路幅の大きな水路ではスロープ状あるいは階段状の全面魚道を採用する必要がありますでしょう。

3. 水田魚道のタイプと型

ここでは改めて水田魚道のタイプと型について説明します。水田魚道は大きくプールタイプと底面粗度タイプの二つに分類できます。（表 2 参照）。プールタイプは魚道のなかに仕切り（隔壁）があり、仕切りと仕切りの間に深みがあります。これにたいして底面粗度タイプは仕切りがなく、魚道の底面にデコボコ（凸凹）があります。

それぞれのタイプは、さらに 3 つの型に分かれます。これまでの実績を参考にしながら、どんな魚にはどんな魚道がふさわしいか、次に説明します。

表 2. 水田魚道のタイプと型



プールタイプの魚道（表3参照）

このタイプの魚道には千鳥 X 型、ハーフコーン型、切り欠き型の 3 つがあります（写真参照）。これまでのモニタリング調査から、千鳥 X 型の魚道ではドジョウ、ホトケドジョウ、シマドジョウ、フナ属、アブラハヤ、ギバチ、ウグイなどの遊泳魚と底生魚がともに遡上することが確認されています（鈴木ら、2001；鈴木ら、2004）。兵庫県豊岡市のハーフコーン型では、多数のドジョウの遡上が確認されています（高林、2005）。排水路に切り欠き型を設置した滋賀県の事例では、大型の魚類を遡上させることを目的としているため、底生魚としてナマズが、遊泳魚としてコイが遡上しています（滋賀県農村振興課 HP）。

こうしたモニタリング調査の結果から、私たちはプールタイプの魚道として千鳥 X 型を推奨することにしました。千鳥 X 型の水田魚道は、現場の形状に合わせてコンクリートを打設し木製の隔壁を挿入する方法、あるいは底面粗度タイプで使用する波付の U 型（ポリエチレン製）に隔壁を挿入する方法があります。この指針では、施工が容易で材料費も安価な後者の設置方法をⅢで紹介します。

なお、ハーフコーン型はコンクリートを現場打ちするという点で施工上の難しさがあり、切り欠き型は遡上魚に関するデータ不足や施工場所が限定されるという難点があります。しかし、今後、施工方法の改良やデータが蓄積されれば、これらの魚道もひろく実用化されるようになるかもしれません。

表3 プールタイプの魚道

<p style="text-align: center;">プールタイプ魚道の特徴</p> <p style="text-align: center;">遊泳魚・底生魚の両方が遡上可能</p> <p>①千鳥X型: 遊泳能力に応じた遡上を保証 ドジョウ、ホトケドジョウ、シマドジョウ、フナ属、アブラハヤ、ギバチ、ウグイ(栃木県西鬼怒川地区)</p> <p>②ハーフコーン型: 遊泳能力に応じた遡上を保証 ドジョウが多数(兵庫県赤石地区)</p> <p>③切り欠き型: 比較的大型の魚が遡上 ギンブナ、ニゴロブナ、ナマズ、コイ(滋賀県長沢地区)</p>



写真1 千鳥X型の水田魚道



写真2 ハーフコーン型の水田魚道



写真3 切り欠き型の水田魚道

底面粗度タイプの魚道（表4参照）

底面粗度タイプの魚道とは、先にも述べたように魚道の底がデコボコ（凹凸）したものです。このタイプの魚道は、とくに底生魚の遡上に効果があります。底面のデコボコがドジョウのような匍匐型遡上の魚種に引っかかりを保証し前進を助けること、デコボコの溝で休憩できることが、その理由です。

他方で、このタイプは体高のある魚には不向きです。体長4～7cmのフナ属で実験したところ、水深が体高の70%以下の場合には横転し遡上できませんでした（加藤、2003）。したがって、遡上距離が1m以下で数cm程度の水深がある場合には小型の遊泳魚が遡上しますが、遡上距離が長く、水深が浅い場合は主に底生魚だけが遡上すると推定されます。

カスケードM型は魚道の平らな底の横断方向に、割り箸のような角材を等間隔（3cm）に並べたものです（写真4）。この型の魚道は、まず実験室レベルで遡上効果が認められました（鈴木ら、2001）。次に現場で水田の水尻と水路の間にある小さな

落差（20～30cm）に長さ 1m 程度のカスケード M 型を設置したところ、ドジョウ、ホトケドジョウ、フナ属、アブラハヤ等の小型魚が遡上しました（鈴木ら、2004）。

波付管の丸型は内径 10～15cm のポリエチレン製パイプ（既製品）を利用したものです（写真 5）。溝の間隔が 3.4～4.7cm、溝の深さが 1.5～1.9cm 程度のものを使い、地表に設置することもあります、とくに地下に埋めて設置する場合に便利です（三塚、2007）。

波付の U 型もポリエチレン製（既製品）で溝の間隔が 5～8cm、溝の深さが 3～4cm 程度のものを使います。U 型フリームの大きさは幅が 18cm から 40cm、高さが 25～40cm のものが使われています（写真 6）。

私たちは、資材入手の簡便性、施工の容易さという実用面を考えて、底面粗度タイプの魚道として波付管の丸型と波付の U 型を推奨することにしました。これらの魚道はカスケード M 型の利点を兼ねそなえたものです。

表 4 底面粗度タイプの魚道

<p style="text-align: center;">底面粗度タイプ魚道の特徴</p> <p style="text-align: center;">主として底生魚の遡上が可能</p> <p>①カスケードM型: 1m程度なら30度まで設置可能 ドジョウ、フナ属、ホトケドジョウ、アブラハヤ(栃木県西鬼怒川地区)</p> <p>②波付管の丸型: 数mを10度程度で設置可能 ホトケドジョウ、ドジョウ、ワサガニ(栃木県荒川南部地区)</p> <p>③波付のU型: 数mを10度程度で設置可能 ドジョウ、ナマズ、タモロコ、フナ属(兵庫県赤石地区)</p>



写真4 カスケードM型



写真5 波付の丸型



写真6 波付のU型

4. どのように水田魚道のタイプ（型）を選べばよいか

水田魚道を設置しようする場合、まず魚道を利用する魚種を知るための事前調査が欠かせません。つまり、魚を田んぼに登らせるにしろ、水路を自由に行き来させるにしろ、田んぼまわりにどのような魚が棲んでいるのか把握します。

つぎに、魚道を設置する場所で魚道を利用する魚に適した水田魚道のタイプ（型）を選びます。この場合、次のような点を考慮すると良いでしょう。

- ① 主に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

- 千鳥 X 型（遊泳魚と底生魚）、底面粗度タイプ（底生魚）のどちらかを決める。
- ② 底面粗度タイプの場合、地中に埋めて設置するのか、埋めずに設置するのか
→埋める場合は波付管の丸型、埋めない場合は波付の U 型あるいは波付管の丸型にする。
- ③ 垂直落差はどの程度か
→垂直落差から設置勾配と魚道長を決める。
- ④ 水田魚道を流下する最大水量はどの程度か。
→最大流下水量から水田魚道の大きさ（規模）を決める。
- ⑤ 候補とする水田魚道の材料費はいくらか
→材料費を概算する（複数の候補があるときは相互に比較する）。

なお、魚が遡上可能な設置勾配、魚道延長、規模については、表 5 を参照して下さい。

表 5 魚道の設置勾配と延長の有効サイズ（実績）

水田魚道のタイプ	水田魚道の型	設置勾配	延長	規模
プールタイプ	千鳥 X 型	10 度～20 度	最長 12m	幅 18～60cm
底面粗度タイプ	波付の丸型	10 度程度	最長 8m	内径 10～15cm
	波付の U 型	10 度程度	最長 8m	幅 18～40cm

5. 設置後のモニタリングと点検

水田魚道を遡上する魚は毎日、ウケ（トラップ）などで採捕し記録して下さい。季節、天候、魚道内の水量などによって、利用する魚が変化するはずですが、また、ウケ上げと同時に水田魚道を点検して下さい。水が多すぎて魚道から溢れていないか、草が詰まって水の流れを滞らせていないか、プールタイプでは隔壁がゆるんだり外れたりしていないか等、注意深く点検します。とくに設置直後の点検は欠かせません。

圃場整備事業と同時に設置した水田魚道では、利用する魚種が年々変化すると考えて下さい。はじめの年は少数の魚しか利用しなくても、2 年・3 年経過すると魚種や魚数が増加してゆくでしょう。こうした変化を知るのも楽しみのひとつです。

水田魚道は設置したらそれでおしまいではありません。是非、楽しみながらモニタリングと点検を続けて下さい。

6. 水管理と除草剤散布について

水田魚道を登る魚の多くは、田んぼで産卵することを目的としています。これまでの研究から、春先に田んぼに水を張るとすぐにドジョウやタモロコが田んぼに移入して産卵を始めます。孵化した仔魚・稚魚は田んぼのなかで大きくなり、40 日程度過ぎると水路へ移出する魚が現れます（皆川ら、2006）。この期間は田んぼの中に豊富な餌（動物プランクトン、ユスリカの幼虫、イトミミズの仲間など）があり、それが小さな魚の生長を促しているのです。

この40日程度の期間に除草剤を散布すると、餌生物の減少をまねくばかりでなく、産まれた仔魚・稚魚を殺してしまいます。ですから除草剤に頼らない栽培方法を心がけたいものです。やむを得ず除草剤を使うときは、魚毒性がないものを使用するようにしましょう。

この期間は、田んぼの水管理にも注意を払いましょう。タモロコやフナのような遊泳性の魚は、水深が体高より浅いと動けなくなります。産卵に加わる成魚が支障なく生息できる水深（タモロコでは3cm以上、フナでは5cm以上が目安）を保つ必要があります。

稲作暦では、田植え後45日目から50日目に“中干し”を開始することを勧めています。中干しでは1週間から10日間程度、田んぼの土を乾かします。田んぼの魚の多くは、中干しとともに水路へ移出することが知られています。ここで注意しなければならないのは、面積の大きな田んぼの場合、田んぼの中に取り残される魚が多いということです。約3000m²の田んぼで行った調査ではドジョウの79%、フナの71%が水路に移出しなかったと推定されました（笠原、2007）。魚の田んぼからの移出を助けるために、田んぼの中に縦横の溝を掘り水道（みずみち）をつくると効果があります。中干し時に田んぼからどのような魚が移出するのかモニタリングして下さい。これも、水田魚道を設置した田んぼのひとつの楽しみです。

7. 魚の生息場としての水路や川

水田魚道は魚の産卵・繁殖、移動・分散を手助けする手段です。あるいは、移動障害を解消する手段ともいえます。それぞれの魚は産卵繁殖、成育、越冬に適した場所があれば、種を絶やすことなく生き続けるでしょう。

あなたの身近な水田水域に、魚の生活史に対応した生息場を確認することができますか。生息場がネットワークでつながっていますか。渇水に見舞われる冬場でも魚が棲める場所がありますか。是非、水路や川の環境に目を向けて、生息場を注意深く確認してください。たとえば、冬に水が干上がって多くの魚が死んでしまうようなら、水路に深場をつくり生息場を確保してください。水田魚道は生息場をつなげる手段にすぎず、安定した生息場があって初めて意味をもちます。どうかそのことを忘れないでください。

引用文献

笠原岳洋（2007）：環境創造型稲作水田の水生生物生息場としての機能に関する研究、平成18年度宇都宮大学農学研究科修士論文。

加藤潤、中島香子、水谷正一（1999）：場と主体の変化から見た農村部における魚とりの変遷過程－栃木県西鬼怒川地区を事例として－、農村計画学会誌18(1)、43-54。

加藤宗英（2003）：魚類の遊泳能力を考慮した小規模魚道の遡上条件に関する研究、平成14年度宇都宮大学農学研究科修士論文。

滋賀県農村振興課 HP：

<http://www.pref.shiga.jp/old/g/noson/fish-cradle/case/case-3/case-3.htm>

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.

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 234、641-651.

鈴木正貴 (2007) : 『第 3 章 2 落差工の対策と効果』、水谷正一編著「水田生態工学入門」所収、(社) 農山漁村文化協会、107-111.

高林主佳 (2005) : 兵庫県における水田魚道の取り組み紹介、「第 1 回魚道勉強会」報告.

中村則男 (2000) : ほ場整備と生態系の調和に向けて、農村と環境 16、112-117.

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.

皆川明子、西田一也、藤井千晴、千賀裕太郎 (2006) : 用排水兼用型水路と接続する未整備水田の構造と水管理が魚類の生息に与える影響について、農業土木学会論文集 74(4)、467-474.

Ⅱ．千鳥 X 型魚道の設計理論

鈴木正貴（福井県土地改良事業団体連合会）

1. はじめに

ここでは、水田魚道の一つのタイプである千鳥 X 型魚道について、その特徴と設計時の留意点を解説します。さらに、市販品である「波付の U 型」を利用して、千鳥 X 型魚道を設計する時の留意点について説明します。

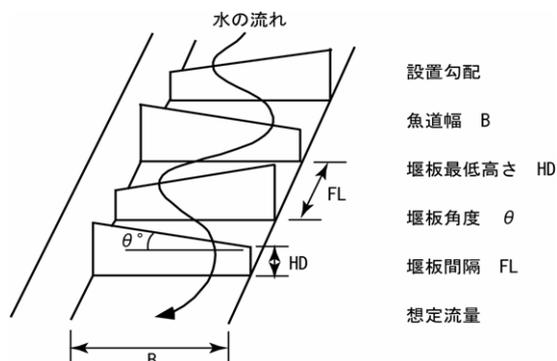


図 1 千鳥 X 型魚道

2. 千鳥 X 型魚道の特徴

千鳥 X 型魚道は、次のような特徴を持っています（図 1）。まず、隔壁上部が斜めになっているので、隔壁の越流速が多様になり、低流量時でも越流水深を確保できます。次に、隔壁の低位部が交互に配列されているので、魚道本体の設置勾配に対して、魚の遡上経路の勾配（合成勾配）は緩くなり、隔壁間の緩流帯が遡上魚の待機・休憩場となります。

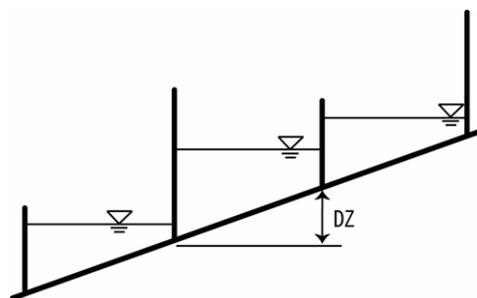


図 2 DZ の定義

3. 千鳥 X 型魚道の設置諸元の検討

ここでは、対象魚の遊泳力と隔壁越流部の流速から、千鳥 X 型魚道の設置諸元を検討します。なお、隔壁越流部の流速分布の算出には、茨城大学木ノ瀬研究室で開発した隔壁越流部の流速分布計算プログラムを使用しています。

加藤ら（2005）の報告によれば、栃木県河内町西鬼怒川地区において水田へ遡上した魚類の最大標準体長は 100mm で最小標準体長は 30mm、そして最大体高は 100mm でした。そこで、この知見を対象魚の体サイズとみなして、魚類の突進速度の目安となる標準体長の 10 倍の速度を求めると、最小標準体長 30mm から遊泳能力の最低値は $30\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ となります（塚本ら 1973）。すなわち、千鳥 X 型魚道の設置諸元を決定する際には、標準体長が 100mm である魚の遡上経路を確保し、かつ 30mm の魚が遡上可能となる $30\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ の流速域が隔壁越流部に存在しなければなりません。

次に、千鳥 X 型魚道の隔壁越流部における流速分布は、魚道流量 Q 、設置勾配、魚道幅 B 、隔壁角度 θ 、隔壁間隔 FL 、隔壁最低高さ hd の 6 項目のパラメータを設定して求められます（図 1）。そこで、越流速分布の計算に使用するこれらのパラメータを決定するために、次のような小規模魚道の設置条件を設定しました。

- 1) 魚道内流量 Q: 水田 1ha あたりの管理栽培用水量の平均値は、 $0.4 \text{ (L} \cdot \text{s}^{-1})$ です。この値を基本として、 0.1 、 0.2 、 0.8 、 $1.0 \text{ (L} \cdot \text{s}^{-1})$ の 5 通りとしました。
- 2) 設置勾配: 小規模魚道の設置に掛かる費用を安価にするための一案として、魚道の設置勾配を急勾配化し、魚道延長を短くすることが検討できます。そこで、ここでは 30 度を上限としました。
- 3) 魚道幅 B: 小規模魚道を設置する場所の多くは、水田の水尻です。水尻の大きさは農業従事者が管理しやすい規模にする必要があります、土地改良事業計画設計基準（農水省 2000）によれば、その幅員は 0.5m 以下にとどめると謳っています。さらに、小規模魚道の流量調整や増水時の迅速な排水のために余水吐きの併設を考える必要があります。そのため、小規模魚道の幅 B は 0.3m 程度に設定しました。
- 4) 隔壁角度 θ : 隔壁の越流幅は、隔壁角度によって変化します。すなわち、同流量であっても、隔壁角度が小さければ越流幅は広がり、大きければ狭くなります。ただし、魚道内流況の安定化と千鳥 X 型魚道の特徴の一つである隔壁越流速の多様化を図るには、非越流部が存在しなければなりません。ここでは、隔壁角度 θ を 5 度から 50 度まで 5 度刻みに設定しました。
- 5) 隔壁間隔 FL: 前述のように、対象魚の標準体長を 100mm としたことから、プール内に定位できる最低の間隔として隔壁間隔を 0.15m に設定しました。
- 6) 隔壁最低高さ h_d : 隔壁間に設けられたプールの水深は、遡上魚が一時的に定位できるよう、対象魚の体高よりも大きくする必要があります。その水深は、隔壁越流水深 h_1 と隔壁の最低高さ h_d 、および設置勾配によって決定されます。ここでは、対象魚であるフナ属の最大体高をもとに、プール内の水深は常時 0.1m 確保されるものとして、隔壁最低高さ h_d を $DZ+0.1\text{m}$ (DZ : 隔壁間の標高差) に設定しました (図 2)。

以上の条件を用いて図 3 に示す A、B、C の 3 地点における流速の計算を行い、流量毎の流速と隔壁角度との関係をまとめたのが図 4～図 6 です。最も水深のある A 地点においては、流量 $0.2 \text{ (L} \cdot \text{s}^{-1})$ まですべて遡上可能な流速でした。しかし、それ以上の流量になると遡上可能な流速を上回る結果となりました。次に、B 地点における流速についてみると、条件の範囲ではすべて遡上可能な流速でした。また、C 地点における流速については、 0.1 、 $0.2 \text{ (L} \cdot \text{s}^{-1})$ の流量、および流量が $1.0 \text{ (L} \cdot \text{s}^{-1})$ で隔壁角度 θ が 25 度以上となると越流がなく、一方で越流部ではいずれも遡上可能な流速となりました。

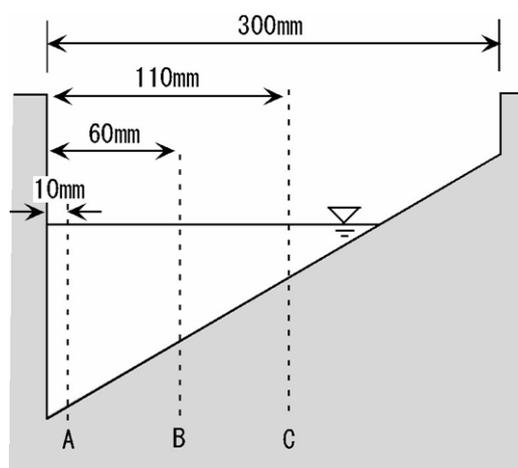


図 3 基準点の設定

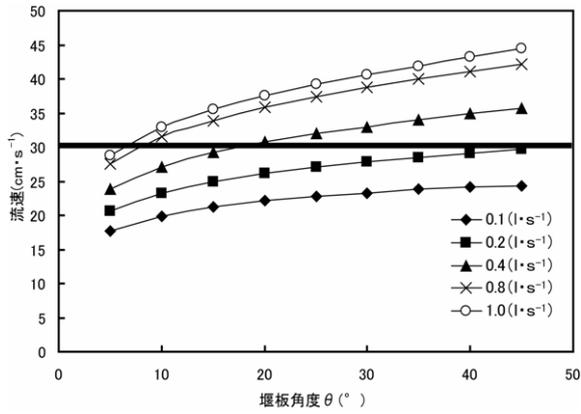


図4 A点における流速

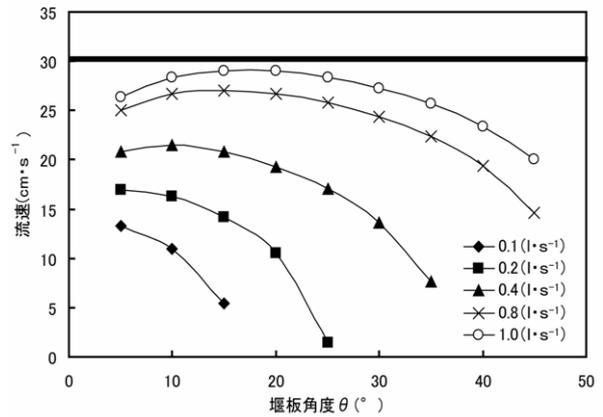


図5 B点における流速

4. 計算による千鳥X型魚道の設置諸元

これらの計算結果をもとに、千鳥X型魚道の設置諸元をまとめると表1のようになります。まず、設置勾配については30度(1/1.73)を上限とし、これ以下であれば問題ないと思われます。次に、隔壁越流部の流速については、隔壁角度θが15度以下であれば遡上可能な流速域が必ず存在し、かつ越流速の多様化が図れます。

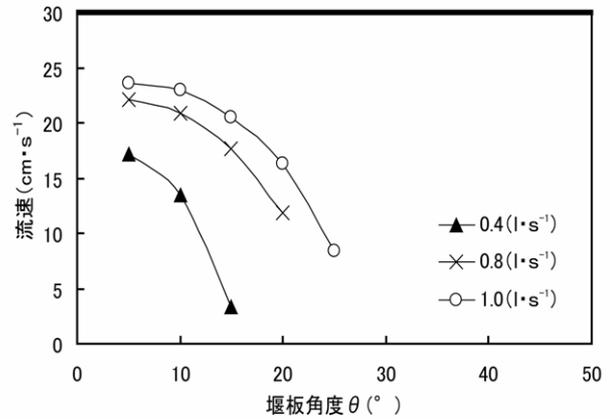


図6 C点における流速

5. 千鳥X型魚道の機能の限界

千鳥X型魚道は、隔壁を全面越流させようと、越流速の多様性および隔壁間の緩流帯失って機能が低下します。したがって、隔壁部に非越流部ができるように、越流水深を設ける必要があります。

表1 千鳥X型魚道の設置諸

設定項目	設定値
想定流量	0.1~1.0(L·ha ⁻¹)
隔壁角度	15°以下
設置勾配	30°以下
(与件)	
水田面積	1.0(ha)
魚道幅	300(mm)
堰板最低高さ	DZ+100(mm)
堰板間隔	150(mm)
対象魚の体サイズ	30~100(mm)

ま
を
上
定

6. 市販品を用いた千鳥 X 型魚道の設計

資材費が安く、簡易な施工で水田魚道が設置できるように、「波付の U 型」の縦断方向の凹部に木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ました（図 7）。ただし、前述の千鳥 X 型では、隔壁は必ず鉛直方向に設置しましたが、この工法だと木板はコルゲート管の底面に対して垂直に設置されるので、勾配があると隔壁は流下方向に傾きます。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、この方法においても再現可能ですが、他方で隔壁直下に生じる剥離流が魚類の遡上行動に悪影響を及ぼす可能性があります。そこで、屋内に設置された実験装置と供試魚を使って、当魚道の遡上実験を行い、当工法における千鳥 X 型魚道の設置諸元を検討しました。



図 7 市販品を利用した千鳥 X

6-1. 「波付の U 型」による千鳥 X 型魚道の遡上実験

吉田（2006）による実験で使用した魚道の諸元は図 8 の通りで、水田に遡上する魚種のうち体高の高いフナ属を遡上対象魚種として、遡上可能な魚道の諸元を検討しました。加藤（2005）の報告によれば、フナ属は体高の 7 割程度の隔壁越流水深であると転倒する可能性が高くなります。供試魚の体高はおよそ 60mm であったので、少なくとも 42mm の越流水深を確保しなければ供試魚は転倒してしまうことになります。そこで、安全側を考えて、隔壁越流水深は供試魚の体高である 60mm に設定しました。また、設置勾配の急勾配化と遡上対象魚種の多様化を図るために、設置勾配を 20 度、隔壁間隔を 200mm に設定しました。

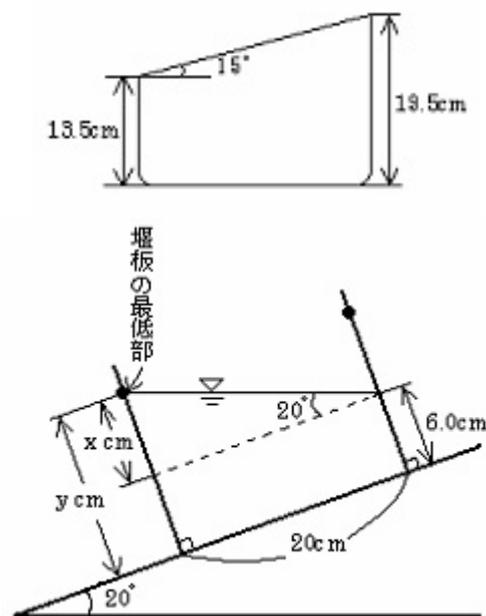


図 8 実験に使用した魚道諸元

（体高の 10 割水深は 6.0cm, X=20

$0.7L \cdot s^{-1}$ と $1.4L \cdot s^{-1}$ の 2 通りの設定流量で、90 分間の遡上実験を行ったところ 2m の魚道長を遡上する個体を確認しました。ただし、遡上時に隔壁に衝突する供試魚が観察されたことから、魚道の急勾配化に伴って隔壁の傾きが大きくなると、遡上が困難になる可能性が示唆されました。したがって、当工法による魚道の設置勾配は 20 度（1/2.7）程度が上限であり、これ以上の設置勾配では遡上効果が得にくいことがわかりました。

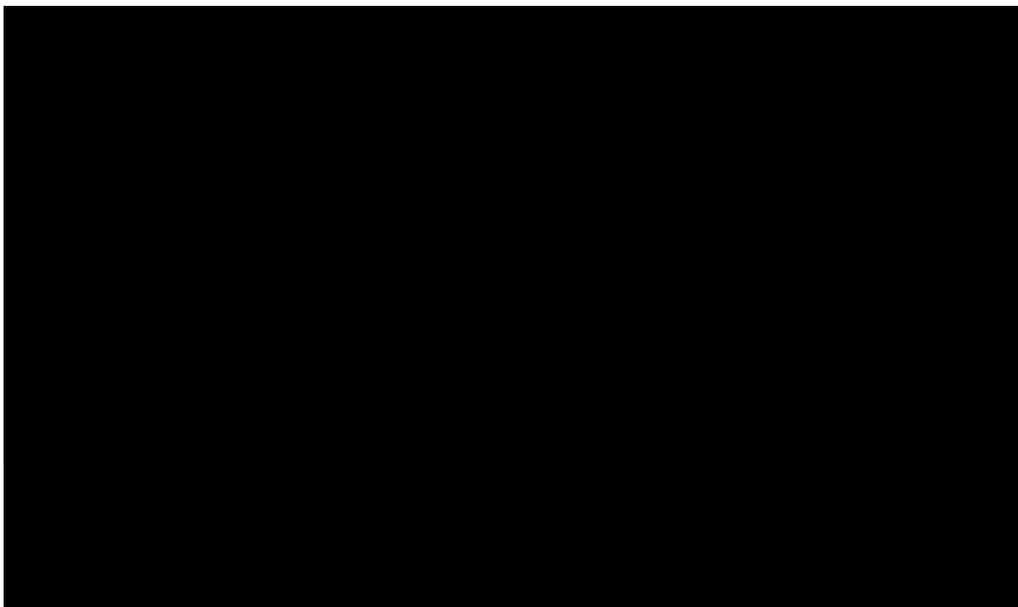
6-2. 「波付の U 型」による千鳥 X 型魚道の設置諸元

以上の結果から、設置勾配と遡上対象魚種の体高、および隔壁設置間隔の各条件から得られる堰板最低高さ（HD）は、表 2 のように整理できます。

6-3. 「波付の U 型」による千鳥 X 型魚道の機能の限界

「波付の U 型」による千鳥 X 型魚道は、隔壁を全面越流させてしまうと、越流速の多様性および隔壁間の緩流帯を失って機能が低下します。したがって、隔壁上部に非越流部ができるように越流水深を設定する必要があります。さらに、堰板頂部は半円形にして剥離流を起こさないように工夫したほうが良いでしょう。

表 2 諸条件における堰板最低高さ（HD）の値



引用文献

加藤宗英・水谷正一・鈴木正貴（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)．

塚本勝巳・梶原武（1973）魚類の遊泳速度と遊泳能力．水産土木 10(1)．31-36．

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．

Ⅲ. 水田魚道設置のための調査・設計・設置

中荃元一（栃木県安足農業振興事務所）

三塚牧夫（宮城県農林水産部農村振興課）

1. 事前調査

遡上対象種を把握するための事前モニタリングが重要である。現地踏査及び文献・聞き取り調査等により、水路の概況を把握するとともに、季節毎の魚類の生息状況や植生を把握する。また、整備済み地区においては、高齢者の聞き取りをして、かつての生息状況や植生を把握することも重要である。

● 生息魚類の調査に使う道具



タモ網



さて網



セルビン



ウエダーと手袋



定置網・金網うけ



定置網設置状況

栃木のドジョウうけを入れる差し替え

(1) 水路調査の要点

水路の現地踏査により、下記の事項について把握する。

- ① 設置予定水路が落差工により分断されていないか等,用排水路のネットワークの状況。
- ② 水路の構造（土水路, 装工のタイプと形状）
- ③ 常時と降雨時の排水路の水位。

(2) 水田調査の要点

水田の調査は設置予定農家より水稻の栽培方法について聞き取りを行う。

- ① 慣行栽培か有機栽培(栽培暦の入手)
- ② 稲作の水管理（入水, 落水, 深水管理をしているか, 農薬の使用状況, 中干し状況等）について把握する。

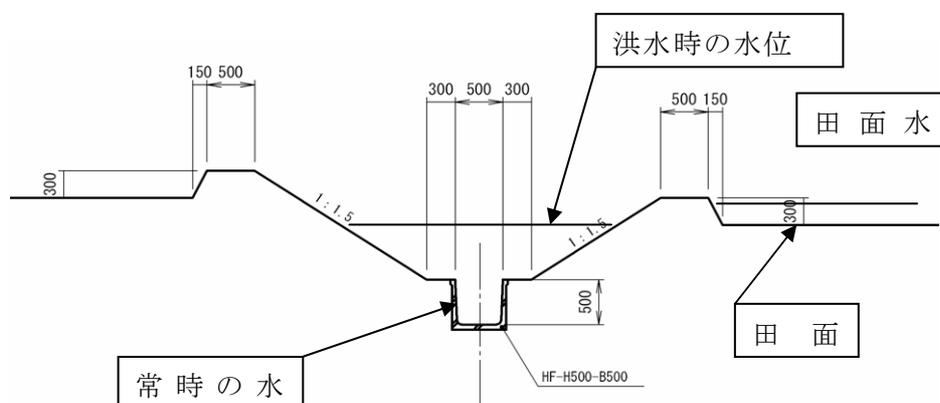
2. 関係者との協議

設置予定カ所の農家（耕作者）や隣接者, 土地改良区等に魚道の管理方法等について説明し, 了解を得る。

3. 測量

設置予定カ所の水路の縦断測量と横断測量を実施し, 水路と水田の落差と溝畔の法面や勾配を把握する。また, 常時水位や洪水時の水位を痕跡より把握し, 聞き取り調査で把握した結果と照合する。特に田面の高さは入念に把握する。

測量は簡易な測量でも良く、ポールや水平器と標尺を使った横断測量でも可である。要は水田と水路の高低差及び、資材の数値を的確に押さえられれば良い。横断測量により得られた横断図を基に魚道の設置図面を書けば良い。各部材の寸法は製品カタログから得られるため、その組み合わせの寸法を得られ程度の精度が求められる。



● 測量器材



レベルとスタッフ



尺太郎とスタッフ



スラントと水平器



ノギス

● レベルによる横断測量の事例



田面高の測量



水路の横断測量

● 木杭と標尺（尺太郎）、水平器による横断測量の事例



設置予定地点に木杭を打つ



水平器で水平を確認する



基準点に釘を設置する。



地形の変化点を測定する



排水路水位の把握



田面高、水位の把握

4. 設計

(1) 各タイプの選定手順は「水田魚道の役割と選定方法」を参照

(2) 各タイプの設置上の特徴

タイプ	設置上の特徴	設置状況写真
<p>波付の丸型 (底面粗度タイプ) (可動式、固定式)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置勾配は 10 度程度 ・ 設置延長は 8 m 程度 ・ 水路装工されていても設置可能 ・ 排水路の通水に支障無し ・ 長さの調整が容易で、軽量のため、設置が容易 ・ 単価おおむね 1 カ所 3 万円程度 	
<p>波付の U 型 (底面粗度タイプ) (固定式)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置勾配は 10 度程度 ・ 設置延長は 8 m 程度 ・ 主として土羽法面に這わせるタイプに使用 ・ 水路装工されていると設置が困難 ・ 排水路の通水に支障無し ・ 設置撤去簡単、再利用可能 ・ 単価おおむね 1 カ所 5 万円程度 	
<p>波付の U 型 (プールタイプ) (千鳥 X 型) (固定式)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置勾配は 10 度～20 度程度まで ・ 主として土羽法面に這わせるタイプに使用 ・ 水路装工されていると設置が困難 ・ 排水路の通水に支障無し ・ 設置撤去簡単、再利用可能 ・ 堰板が必要 ・ 単価おおむね 1 カ所 6 万 5 千円程度 	
<p>波付の U 型 (プールタイプ) (千鳥 X 型) (可動式)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置勾配は 10 度～20 度程度まで ・ 水路装工されていても設置可能 ・ 排水路の洪水時可動できたため、通水障害を起こさない ・ 設置撤去簡単、再利用可能 ・ 堰板が必要 ・ 単価おおむね 1 カ所 7 万 4 千円程度 	

(3) 本体材料

(3) - 1 波付の丸型の魚道本体資材



波付の丸形管 口径 150mm



波付の丸形管 口径 150mm



水田と魚道の取付け部



ソケットと止水パッキン

(3) - 2 波付のU型の魚道本体資材



波付のU型 (180型)



波付のU型 (180型)



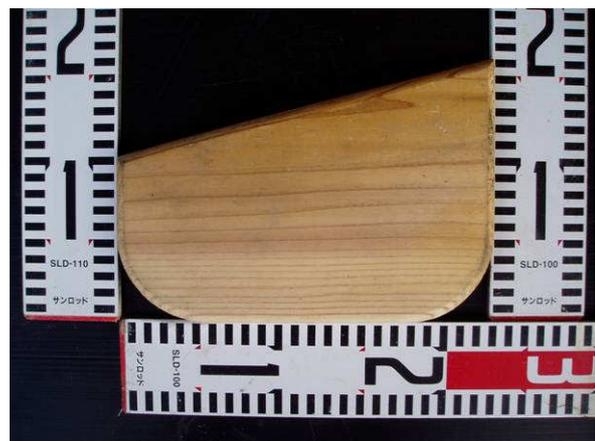
平面Lボ（左曲がりと右曲がり）
（角度は 90 度または 105 度）



平面Lボ（左曲がり、2カ所曲げ）
（角度 90 度）



自在エルボ



堰板（180 型用）

(3) - 3 設置道具



スコップ
先が四角と三角



カケヤ
大ハンマー
木杭



単管パイプ
直交クランプ
自在クランプ



スパナ (13) *平ラジエツト (13)
ラジエツト (13) *インパクトレンチ (13)
(* : あれば効率的に作業ができる)



スラントと水平器



グラインダー（材料の切断用）



ミニバックホウ（掘削土量が多い場合）

(4) 設計の共通事項

設計は現場条件により、変わるので、以下の事項を決定してから、詳細な設計を行う。

- ① 対象魚(体長・体高)の決定
- ② 水田と水路敷までの高低差から勾配の決定
- ③ 魚道タイプの決定
概算の設置費用を考慮しながら魚道タイプを決定する。
- ④ 魚道の設置方向(魚道の遡上口は水路の流下方向と同じにする。)

(5) 波付の丸型タイプ設計上の留意点

- ・ 設置水田が右岸か左岸かを明確にする。(水平エルボの材料が違うため)
- ・ 魚道の設置高さは田面高より-5cmを標準とする。
- ・ 波付の丸型は、魚道下流部と水路(水面)との接続部は水中に先端が深く埋没すると、「水面の流れの変化」や「水音で遡上を刺激する効果」が失われ、魚の遡上が阻害される。
このため、水路の水位変動に対応できるように、末端にフロート(発砲スチロールやペットボトル等)を設置し、管の先端の底面を水面(自由水面)に近づけることが必要である。
- ・ 水面の上昇・下降を考慮し、遡上口は水路の側面に沿わせる配置にすること。
- ・ 製品規格(長さ)を考慮して、製品を切断しないで使用するよう設置長さを決める。



水中に埋没すると遡上しない



水面に浮かして接続させる

遡上口への集魚状況



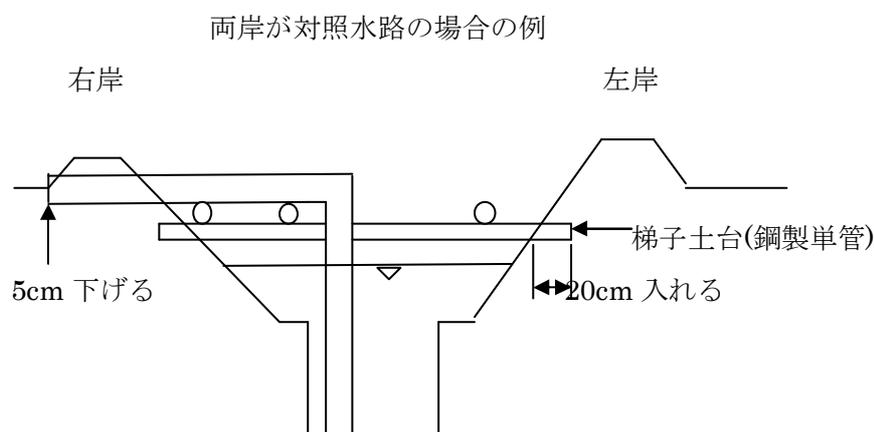
(6) 波付のU型タイプ(固定式)設計上の留意点

- ・ 設置水田が右岸か左岸かを明確にする。(水平エルボの材料が違うため)
- ・ 魚道の設置高さは田面高より-5cmを標準とする。

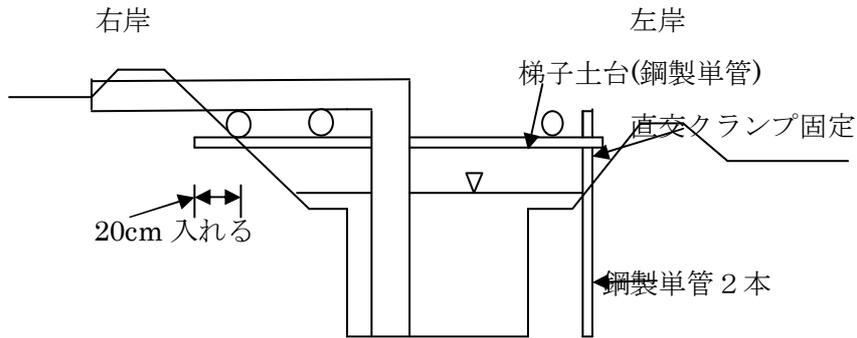
- ・ 遡上口の高さは、常時水位または水路底とする。（千鳥 X 型の場合は堰板の高さを常時水位に合わせる。）
- ・ 魚道の長さは製品規格（長さ）を考慮して、製品を切断しないで使用する。
- ・ 水路の法面勾配が 1 : 1.5 より緩やかな場所の設置が望ましい。
- ・ 水路の法面勾配が 1 : 1.5 より急な場合は、土留め工が必要である。
- ・ 水路が装工され側壁が垂直の場合は遡上口（水路と魚道の取付け部）の拡幅が必要である。

(7) 波付き U 型溝(千鳥 X)可動タイプ設計上の留意点

- ・ 設置水田が右岸か左岸かを明確にする。（水平エルボの材料が違うため）
- ・ 魚道の設置高さは田面高より-5cm を標準とする。
- ・ 水路のHWL面より上に魚道底面が位置しているかチェックする。
- ・ 排水路の通水障害を起こさせないため、HWLに単管等は設置しない。
- ・ 水路横断形状で片側が低く、高い水田に魚道を設置する場合は、梯子土台の片側は単管を 2 本支柱として設計する。
- ・ U 型溝を支える鋼製単管(梯子土台部)の位置は水田面より約 15cm の位置とし、法面より 20cm は土中に入れる。（水路幅+40cm が梯子土台の単管長さ）
- ・ 設置する水路幅が不足する場合は部分的に拡幅する。
- ・ 魚道の設置位置は、水田側とし、水路側壁に添わせる。
- ・ 魚道の遡上口は、下流に開放していなければならない。
- ・ 18cm タイプより大きいタイプは撓みが大きいため、吊るための支えを多くするなど補強が必要。



魚道取り付け水田の対岸が低い場合



(8) 水田との取付け部 (波付の丸型、波付のU型共通)

魚道の効果発現には、魚道内水量に左右される。そのため、水量の調整は水田との取付け部での調整が必要である。

調整方法は、耕作者の水管理に左右されるが、簡易に調整できる方法は次の通りである。

- ① 水田内に溝を掘り土嚢等で水量調整する。維持管理が必要である。
- ② 水路入り口を堰板等で調整する。維持管理が必要である。
- ③ 魚道と水田の取付部水路内で堰板により調整する場合は、溢流水深を考慮し調整する。

①の事例



②の事例



水田との取付け部を堰板と石や土で
取り付ける。

③の事例



水田との取付け部
堰板の高さを 2cm ずつ変えて
取付ける。



自在エルボの部分に堰板を
挿入し、調整する。



水田との取付け部長くして水位調整



堰板と石を利用した取付け

(9) 水路との取付部

(9) - 1 波付のU型を水路法面に設置する場合

プールタイプの波付のU型を法面に設置する場合は、降雨時の排水の支障とならないように取

付部の水路を拡幅するか可動式とする。水路法面に魚道が収まらない場合は土留め壁の設置も検討する必要がある。



け事例

(兵庫県豊岡市)



小排水路の取付

幹線排水路の取り付事例

(宮城県加美町)



組立柵渠の側板を取外し拡幅した事例

側板の長さが1.5mなので、
1スパンはずして拡幅する。

(宮城県栗原市築館)



同左の縦断方向

水路の法面勾配1割のため土留めする

5. 設置作業の流れと留意点

(1) 施工の共通事項

農家が所有している道具を利用し、農家が自ら設置し、自ら管理することを考慮して、魚の生息場所を確保する。

① 直営施工時の準備品

レベル一式・水平器・法定規・スコップ(複数)・金のこぎり・サンダー・ラチェット(複数)・ペンチ・針金(数 m)・大ハンマー・マジック・カッター・胴長靴・手袋・土嚢袋・通水用の水とバケツ等

② 設置について

設置図面にに基づき設置予定場所や田面高さを確認して設置する。

③ 実施時期はいつでも可能だが田植え前に設置したほうが良い。特に田植後は

処理が大変である。田植え後に行う場合は、畦シート等を利用し止水して施工する。

④ その他

PR のために看板の設置も行う

(2) 波付の丸型管(水路法面埋設)タイプ

① 設計図に基づき資材、組立道具の確認を行う。

② 設置場所の確認(位置、勾配、堀削位置の設定・深さ明示)。

③ 仮組み立て。

④ 堀削。

⑤ 水田との取り付け部に平面エルボを取り付ける。

⑥ 管を仮設置して、設置勾配、据え付け状況を確認する。

⑦ 仮固定し、通水して漏水や流下状況を確認する。

⑧ 全体の据え付け具合を確認したら、HWLの位置まで突き棒や足で踏み固めながら埋め戻しを行う。

⑨ 遡上口が水面に半分程度出るようにペットボトル等を浮に利用して調整を行う。

⑩ 遡上口が常に水路端に位置するよう、必要に応じて管の上半分を水位変動分のみ切除する方法もある。

⑪ 据え付け人員の目安 小運搬伴うが2人で対応可能。

(3) 波付の丸型管の設置工程写真

- ① 水平Lボに接続するソケットに止水パッキンを取り付ける



止水パッキンとソケット



止水パッキンの貼り付け

- ② 波付の丸型管に接続するソケットに止水パッキンを取り付ける



ソケットと止水パッキン



ソケットに止水パッキンの貼り付け



ソケットに止水パッキンを貼り付ける



ソケットに丸型管をねじ込み開始
2人で行う必要がある



ソケットに丸型管をねじ込み中



設置場所への小運搬



水田との取り付け部の掘削中



水平Lボの据付け調整



水平Lボにソケットを挿入



水平Lボにソケットを挿入中



水平エルボ (水田取り付け部)



設置勾配の調整



スラントで設置勾配の確認

振れ止め杭の設置

完成

降雨時に排水路の水位が上昇すると法尻から離れる



波付の丸型管の流下状況
水深 1cm 前後はドジョウの遡上に最適

定置網を使用して遡上及び降下調査

● 三面装工水路の設置事例



● 二面装工水路の設置事例



水田との取付け部を堰板と石や土で
取り付ける。

(4) 波付のU型(水路法面埋設)タイプ

- ① 設計図に基づき資材、組立道具の確認を行う。
- ② 設置場所の確認(位置、勾配、堀削位置の設定・深さ明示)
- ③ 仮組み立て(波付きU型溝+水平エルボ+自在エルボ+波付きU型溝)水漏れ防止パッキンの入れ忘れ、ねじれに留意
- ④ 掘削
- ⑤ 仮固定し、通水して漏水や流下状況を確認する。
- ⑥ 全体の据え付け具合(設置勾配)を確認したら、突き棒や足で踏み固めながら埋め戻しを行う。
- ⑦ 据え付け人員の目安 組立ヤードの確保と設置場所までの小運搬が必要、延長 4m 以下で 2 人、4m 以上で 3 人が必要。

(5) 波付のU型(水路法面埋設)タイプの設置工程写真

① 波付のU型組立て道具



左：インパクトドライバー

中央：ラジエツト

右：スパナ

② 水田との取付け部(水平Lボ)と自在エルボ



水田との取付け部の水平Lボ

水平Lボの角度 105°



自在エルボとの接続

流下方向を間違わないようにする



波付の U 型の接合部材



上部固定アングルを設置する



上部固定アングル固定中



波付の U 型接合前



止水パッキンを接続部の中央
凸部に貼り付ける。



下流側 U 字溝に上流側 U 字溝
を重ね合わせる



下流側 U 字溝に上流側 U 字溝
を重ね合わせる



U 字溝の側面をボルトで固定する



ボルト締めつける



上部固定アングルを設置する



上部固定プレート締めつけ



上部固定プレートの固定中（スパナで固定しインパクトレンチで締める）



自在エルボ接続前



自在エルボと波付の U 型の接続



小 運 搬



設置位置の確認



取付け部の掘削



取付け部水平エルボの設置



取付け部水平エルボの埋め戻し



水路法面の掘削



据え付け完了



据え付け中



設置勾配をスラントで確認する



仮通水し漏水確認



魚道本体を固定する



堰板の挿入



設置完了（設置勾配6度）



水田との取付け部
水田との取付け部と自在エルボの接続



設置状況 勾配10度
（宮城県登米市迫町新田伊豆沼3工区）

● 道路の横断部の柵を利用し設置した事例



設置勾配 10°

● 水路法面に設置した事例



設置勾配 5°



波付の U 型 180 型 設置勾配 10°



波付の U 型 180 型設置勾配 10°



波付の U 型 180 型 溢流状況



波付の U 型 180 型 溢流状況



波付の U 型 180 型 遡上途中



凹部での休息中

(6) 波付のU型(千鳥X型)水田直結型可動式タイプ

- ① 設計図に基づき注文資材, 組立て道具の確認をする(特に水平エルボは右岸と左岸で取り付け部が異なるため、事前にチェックを要する)
- ② 設計図に基づき設置場所の確認をする
設置位置、梯子土台やその他の短管の長さをチェックする。
- ③ 設計図に基づき梯子土台と仮組み立て(波付きU型溝+水平エルボ+自在エルボ+波付きU型溝)水漏れ防止パッキンの入れ忘れ、ねじれに留意する。
- ④ 掘削
掘削は梯子土台の幅で両岸を同じ高さ位置で掘削する。又自在エルボを支える短管位置の掘削幅は単管直径分で良い。
- ⑤ 水平部梯子土台単管を設置する。
- ⑥ 自在エルボ支え単管を設置する。
- ⑦ 組立した魚道(波付のU型溝+水平エルボ+自在エルボ+波付のU型溝)の設置を行い全体のバランスを調整する。
- ⑧ 仮に固定し通水し、漏水、流下状況を確認する。
- ⑨ 自在エルボの両端を水重で延びないように針金で接続する。
設置勾配, 据付け状況の確認をする。
- ⑩ 堰板の挿入をする。
- ⑪ 斜路のたるみ防止のため, 支え単管と直管を針金やワイヤーで結束する。
- ⑫ 全体の据え付け具合を確認して, 水田と魚道の接続部が漏水しないように突棒と足で踏み固めながら埋め戻しを行う。
漏水のおそれがある場合は畦シートの畦畔内の埋め込みや土嚢による補強を行う。
- ⑬ 設置完了
- ⑭ 据付け人員
波付のU型の据え付けには, 組立てヤードの確保と設置場所までの小運搬が必要である。人力掘削や単管の組み立て作業がともなうので4人の配置を推奨する。

(7) 波付のU型(千鳥 X 型)水田直結型可動式タイプの設置工程写真



設置延長に合わせてサンダー等で切断



各部材を並べる



接続前に必ず止水パッキンを



接続はラチェットが有効



並行して梯子土台設置の測量



梯子土台の設置



土台の幅



直交クランプ



接 続 完 了



設置は多人数で



畦畔の止水方法



堰板と漏水補強



堰 板 挿 入



自在エルボ支柱



梯子土台との固定



自在エルボの固定



完了設置勾配 20度



完了設置勾配 15度



洪水時の可動



通水状況

6. 設置後の維持管理等

- (1) 水田から魚道への流入口の落差は少なくするとともに、最適水位を流すように何度か調整を図る。
- (2) 堰板を使用する千鳥 X 型は堰板の浮き上がり等が予測されるため、設置直後はまめに巡回する必要がある。
- (3) 極力遡上効果を把握するため、ウケ等を流入口に設置しモニタリングをする必要がある。
- (4) 非かんがい期には堰板は撤去し日陰で保存すると長持ちする。
- (5) 製品は、ポリエチレン製のため、野火焼きや除草時の損傷に留意する。

7. 水田魚道の管理流量の目安

(1) 波付の U 型 (180 型) の場合

堰板上を溢流する水位の目安と流量は下記の表のとおりである。簡易流量測定装置（設置勾配 10°）で 5 L 容器とストップウォッチで測定した結果である。

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

(測定・平成 19 年 10 月 28 日)

ドジョウやメダカ、モツゴ等の体高の低い魚は 1 ~ 2 c m の溢流水深で遡上する。フナ等の体高の高い魚は、体高の 7 割の溢流水深を確保することが必要である。

(2) 波付の丸型 (内径 1 5 0 mm) の場合

管内を流下する水位の目安と流量は下記の表のとおりである。簡易流量測定装置（設置勾配 10°）で 5 L 容器とストップウォッチで測定した結果である。

波付の丸型(150mm)水深と流量(設置勾配10°)

水 深(mm)	5	10	15	20	25
流 量(L/S)	0.19	0.56	1.01	1.96	2.25

(測定・平成 2 0 年 1 月 5 日)

ドジョウやメダカ、モツゴ等の体高の低い魚は 1 c m の水位で遡上する。

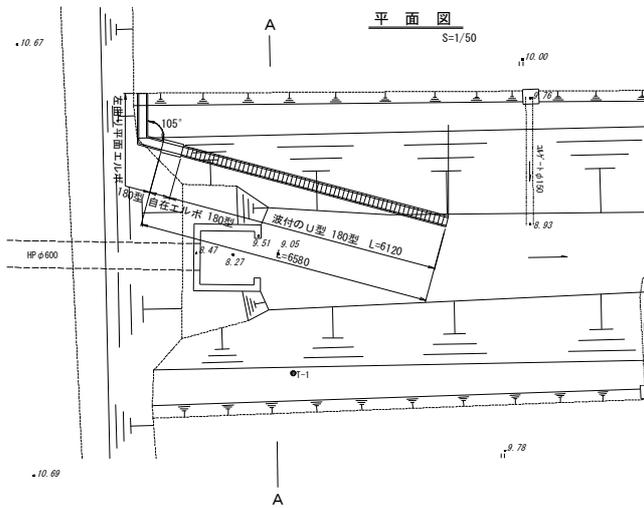
15mm以上になると流速が早くなり遡上が困難と推測する。

* 今後、設置勾配の関係は継続して調査する。



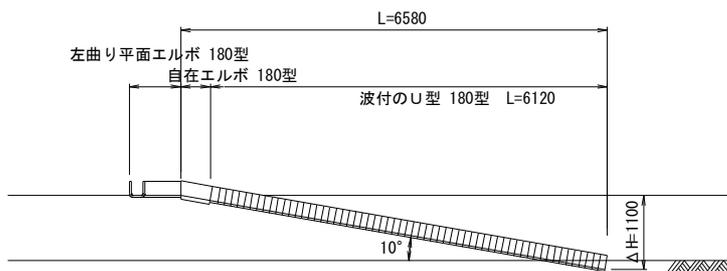
水位流量測定装置

水路法面に埋設する魚道（波付のU型）の設置事例



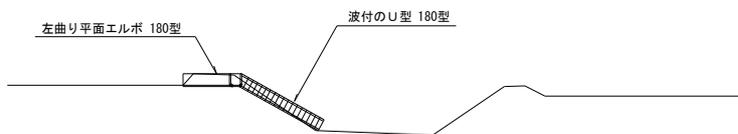
縦断面図

S=1/50



A-A

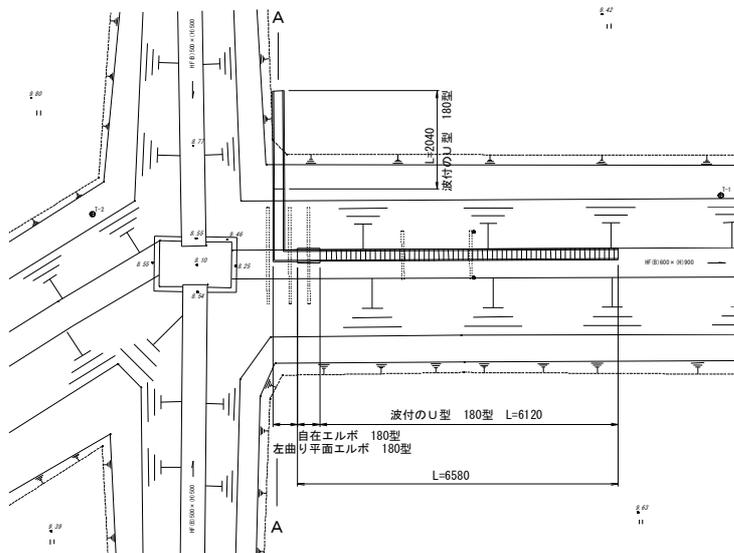
S=1/50



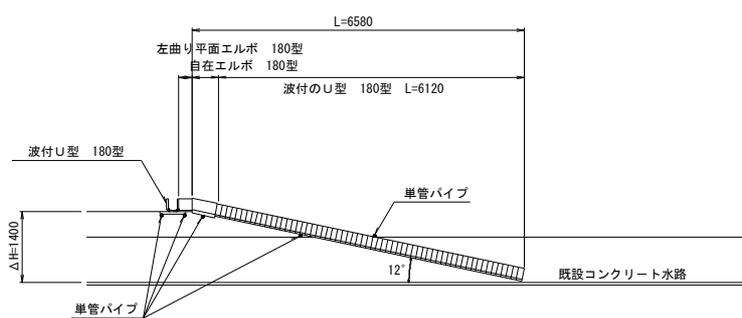
波付のU型（180型）水路法面設置タイプ 設置勾配10° 斜長 L = 6.12m							
資材名称	仕様	単位	数量	単価(円)	金額(円)	重量	備考
波付のU型	B : 18cm H : 22.5cm L : 2.04m	本	3	7,650	22,950	11kg/本	物価版 2008.1月
自在エルボ	180型	ヶ	1	5,130	5,130		見積
平面エルボ	左 角度105° L1 : 1.15m L2 : 0.55m	ヶ	1	19,710	19,710		見積
堰板	θ = 15° HD = 8cm	枚	31	500	15,500		見積
取付部堰板	必要な場合 H = 4 ~ 10cm調整	枚	5	500	2,500		見積
計					65,790		

水田直結型可動式魚道（波付のU型）の設置事例

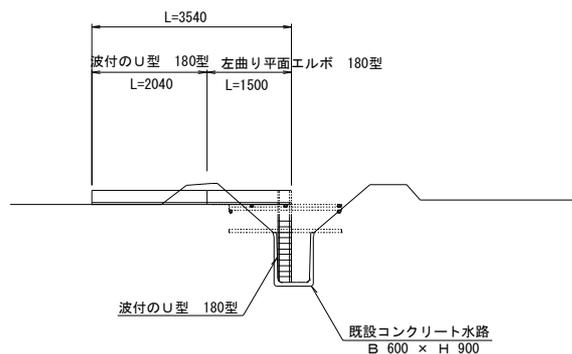
平面図
S=1/50



縦断面図
S=1/50



A-A
S=1/50

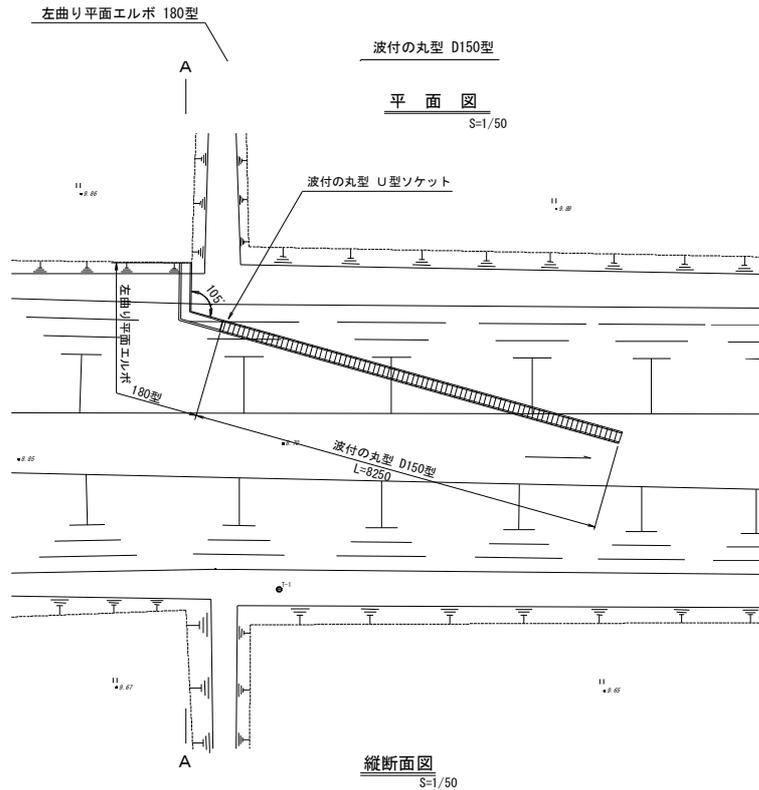


波付のU型（180型） 千鳥X型可動式タイプ 設置勾配12° 斜長 L=6.12m							
資材名称	仕様	単位	数量	単価(円)	金額(円)	重量	備考
波付のU型	B : 18cm H : 22.5cm L : 2.04m	本	3	7,650	22,950	11kg/本	物価版 2008.1月
自在エルボ	180型	ヶ	1	5,130	5,130		見積
平面エルボ	左 角度90° L1 : 1.5m L2 : 0.5m	ヶ	1	19,710	19,710		見積
堰板	θ = 15° HD = 8cm	枚	31	500	15,500		見積
取付部堰板	必要な場合 H = 4~10cm調整	枚	5	500	2,500		見積
単管パイプ	D : 50mm L : 4m	本	4	1,280	5,120		物価版 2008.1月
クランプ		ヶ	16	170	2,720		物価版 2008.1月
計					73,630		

水路法面に埋設する魚道（波付の丸型）の設置事例



A-A
S=1/50



波付の丸型 (内径 150)) 水路法面設置タイプ		波付の丸型 U型ソケット		波付の丸型 D150型 L=8250			
				8° 斜長 L=8.25m			
資材名称	仕様	単位	数量	単価(円)	金額(円)	重量	備考
波付の丸型	D : 15 cm L : 4m	本	1	5,920	5,920	5.5 kg	物価版 2008.1月
平面エルボ	左 角度 105° L1 : 1.15m L2 : 0.85m	ヶ	1	19,710	19,710		見積
差込ソケット	波付のU型 波付の丸型	ヶ	1	5,000	5,000		見積
取付部堰板	必要な場合 H=4~10cm調整	枚	5	500	2,500		見積
計					33,130		