

## 5.1.4 環境配慮工法の決定

設計条件を踏まえ整備対象となる施設の機能性、安全性、経済性、施工性、維持管理作業性、景観面等を考慮し、総合的な検討を行い、環境配慮工法を決定する。

工法の検討に当たっては、当該施設だけではなく、周辺環境も考慮することが必要である。

## 【解 説】

## 1. 環境配慮工法の決定の考え方

地区事例における創意点、工夫点、考え方や文献等を参考にしながら、機能性、安全性、経済性、施工性、維持管理作業、景観面等を考慮し、環境配慮工法を決定する。

## 2. 環境配慮工法を決定するに当たっての留意事項

## (1) 工法の組合せ

複数の環境配慮工法の組合せにより、環境配慮対策の効果が高まることや維持管理の軽減が図られる場合がある。

例えば、水路の横断面では右岸、左岸と異なった工法を組み合わせ、水路にワンドを部分的に設置すること等により、流れの変化や断面の変化等をつけて多様な環境を創出することが可能となる。

このほか、水路内の淵工部分の内側にU字溝を伏せて設置することで流速の変化や隠れ家となる空間が生じ、多様な生息・生育環境が創造される。

また、水田魚道から水田への接続部に、田面の水位変動に対して柔軟に対応できる勾配修正が可能なタイプの魚道を組み合わせることで水田魚道の維持管理の軽減が図られる。

## (2) 周辺の環境の考慮

工法を検討する施設だけではなく、例えば、水路の水際の植物、農道沿いの樹林帯、ため池周辺の緑地等が、生態系ネットワークとして利用できるように考慮する。

なお、水路等への環境配慮工法の採用については、周辺の状況等によっては外来生物の侵入を招く可能性があることも考慮して、工法を選定する必要がある（例：河川と排水路の連続性を確保した場合の河川からの外来生物侵入の可能性、新たに造成したワンド部で外来生物が繁茂する可能性等）。

## 5.1.4 環境配慮工法の決定

設計条件を踏まえ整備対象となる施設の機能性、安全性、経済性、施工性、維持管理作業性、景観面等を考慮し、総合的な検討を行い、環境配慮工法を決定する。

工法の検討に当たっては、当該施設だけではなく、周辺環境も考慮することが必要である。

## 【解 説】

## 1. 環境配慮工法の決定の考え方

地区事例における創意点、工夫点、考え方や文献等を参考にしながら、選定した複数案のうち、機能性、安全性、経済性、施工性、維持管理作業、景観面等を考慮し、環境配慮工法を決定する。

## 2. 環境配慮工法を決定するに当たっての留意事項

## (1) 工法の組合せ

複数の環境配慮工法の組合せにより、環境配慮施設の効果が高まることや維持管理の軽減が図られる場合がある。

例えば、水路の横断面では右岸、左岸と異なった工法を組合せ、水路にワンドを部分的に設置すること等により、流れの変化や断面の変化等をつけて多様な環境を創出することが可能となる。

このほか、水路内の淵工内部にU字溝を伏せて設置することで流速の変化や隠れ家となる空間が生じ、多様な生息環境が創造される。

また、水田魚道から水田への接続部に、田面の水位変動に対して柔軟に対応できる勾配修正が可能なタイプの魚道を組み合わせることで水田魚道の維持管理の軽減が図られる。

## (2) 周辺の環境の考慮

工法を検討する施設だけではなく、例えば、水路の水際の植物、農道沿いの樹林帯、ため池周辺の緑地等が、生物の生息・生育環境や移動経路として利用できるように、施設に附帯する周辺の緑地等も考慮した工法を決定する。

なお、水路等への環境配慮工法の採用については、周辺の状況等によっては外来種の侵入を招く可能性があることも考慮して、工法を選定する必要がある（例：河川と排水路の連続性を確保した場合の河川からの外来種侵入の可能性、新たに造成したワンド部で外来種が繁茂する可能性等）。

## (3) 多様な分野の有識者等による検討

工法の選定に当たり、事業主体は協議会の場などを通じ、専門家や地域の有識者、農家、土地改良区だけでなく、施設の利用や維持管理に参加する可能性のある地域住民やNPO等から広く意見を聞き検討を行う。

【参考資料】

【環境配慮工法の検討例】

工法	①	②	③	④	⑤
標準断面図 (イメージ)	【木材】 	【フトンかご】 	【ブロック積 (ボ-ラス)】 	【石積】 	【複合 (生態系保全型水路)】 
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>左岸は既設ブロック積を存置 (構造上支障なし)</li> <li>右岸は蛹化のための土羽の法面、産卵のためのコケが繁茂する壁面の材料を使用</li> <li>壁面はホタルの幼虫が登れるような粗い表面と勾配</li> <li>水路底の材料 (砂) と自然石の配置</li> <li>一定の水位が確保できる部分を設置</li> <li>水路沿いに草木を植栽</li> <li>管理のための階段を設置 等</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>水路本体の上部に土砂を投入した小さな水路を設置することで左記条件に対応</li> </ul>
農業生産上の機能への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>農業用水の送水上の課題なし</li> <li>法面侵食を防止するための工法を採用するため特段問題なし</li> </ul>				
保全対象生物 (ゲンジボタル) への影響	○	○	○	◎	◎
事業完了後の維持管理	○ 現状より軽減 (定期的な木材の補修が必要)	◎ 現状より軽減	◎ 現状より軽減	◎ 現状より軽減	◎ 現状より軽減
施工性 (直営施工の可能性)	○	×	×	○	×
経済性 (維持管理費も含む)	△	△	○	○	△
概算 工事費	○○円/m	○○円/m	○○円/m	○○円/m	○○円/m
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>保全対象生物のゲンジボタルの生息環境や移動経路を保全・形成するため、工法④の空石積み工法を採用し、部分的に改修 (ミティゲーション: 低減「最小化」)</li> <li>残地があるところは生物へ配慮するため自然石を乱積み (ミティゲーション: 低減「最小化」)</li> <li>冬場の水が少ない時期に水深を確保するため水路底に溝を設置。右岸側の土羽に木を植栽 (ミティゲーション: 低減「修正」)</li> </ul>				
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事実施前にホタル幼虫を採取・移動し、工事後に戻す (ミティゲーション: 低減「軽減・除去」)</li> </ul>				

【参考資料】

【環境配慮工法の検討表 (例)】

工 法	①	②	③	④	⑤
標準断面図 (イメージ)	【木材】 	【フトンかご】 	【ブロック積 (ボ-ラス)】 	【石積】 	【複合 (生態系保全型水路)】 
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>左岸は既設ブロック積を存置 (構造上支障なし)</li> <li>右岸は蛹化のための土羽の法面、産卵のためのコケが繁茂する壁面の材料を使用</li> <li>壁面はホタル幼虫が登れるような粗い表面と勾配</li> <li>水路底の材料 (砂) と自然石の配置</li> <li>一定の水位が確保できる部分を設置</li> <li>水路沿いに草木を植栽</li> <li>管理のための階段を設置 等</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>水路本体の上部に土砂を投入した小さな水路を設置することで左記条件に対応</li> </ul>
農業生産上の機能への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>農業用水の送水上の課題なし</li> <li>法面侵食を防止するための工法を採用するため特段問題なし</li> </ul>				
保全対象生物 (ゲンジボタル) への影響	○	○	○	◎	◎
事業完了後の維持管理	○ 現状より軽減 (定期的な木材の補修が必要)	◎ 現状より軽減 (針金が切れた場合の草刈りが課題)	◎ 現状より軽減	◎ 現状より軽減	◎ 現状より軽減
施工性 (直営施工の可能性)	○	×	×	○	×
経済性 (維持管理費も含む)	△	△	○	○	△
概算 工事費	○○円/m	○○円/m	○○円/m	○○円/m	○○円/m
総合評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>保全対象生物のゲンジボタルのネットワークを保全・形成するため、工法④の空石積み工法を採用し、部分的に改修 (ミティゲーション: 低減「最小化」)</li> <li>余剰地があるところは生物へ配慮するため自然石を乱積み (ミティゲーション: 低減「最小化」)</li> <li>冬場の水が少ない時期に水深を確保するため水路底に溝を設置。右岸側の土羽に木を植栽 (ミティゲーション: 低減「修正」)</li> </ul>				
留意事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>工事実施前にホタル幼虫を採取・移殖し、工事後に戻す (ミティゲーション: 低減「軽減・除去」)</li> </ul>				

**(3) 管理時に重機等を使用することを見据えた設計**

環境配慮施設の維持管理を行う際、草刈りや泥上げ等の作業を効率的に行えるようにするため、重機等を使用することを見据えて、重機等のアクセスを考慮した設計、施工をすることも考えられる。また、施設の形状や面積によって、効率的な作業に向けて想定される重機等の種類や重量が異なるので、耐荷重性・旋回範囲等にも留意する必要がある。

- ・農道に隣接させるなど、重機等がアクセスできる場所に施設を配置
- ・施設内に重機等が通れるスペースを確保
- ・施設内へ降りるスロープ（トラックの進入用スロープ）を設置
- ・重機等による作業に耐えられる強度を確保
- ・非かんがい期に貯水槽内を清掃可能なように2槽にする、又はバイパスの設置 (p. 5-63 参照)

**(4) 多様な主体による検討**

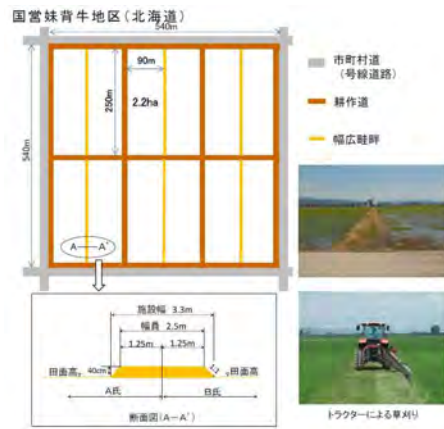
工法の選定に当たり、事業主体は協議会の場などを通じ、有識者、農家、土地改良区だけでなく、施設の利用や維持管理に参加する可能性のある地域住民やNPO等から広く意見を聞き検討を行う。

【参考事例】

[草刈りの維持管理労力の軽減事例]

草刈りの維持管理労力を軽減するため、様々な方法が採用されている。

1. 草刈機のアタッチメントを装着したトラクターが走行できる「幅広畦畔」



幅広畦畔の事例（国営妹背牛地区（北海道））

出典）農林水産省（2023）：自動走行農機等に対応した農地整備の手引き

2. 無線による遠隔操作が可能な草刈機の導入



傾斜地でも使用可能な無線遠隔操作草刈機の事例

出典）農林水産省（2023）：自動走行農機等に対応した農地整備の手引き

## 5.1.5 工法等詳細設計

生態系ネットワークの保全・形成における役割と保全対象生物の生息・生育条件等から設定した設計条件を基に詳細設計を行う。

## 【解 説】

## 1. 水路における生態系ネットワーク（主に魚類）

ここでは主に魚類を対象とした生態系ネットワークについて述べるが、植物の移動（種子移動、植物体移動）や貝類、両生類、昆虫類の移動にも配慮することが必要である。

また、流速の多様性や止水域の存在は、魚類だけでなく、その他の水生生物にも良好な生息・生育環境を提供することにも留意する。

## (1) 移動経路の確保

## ① 設計の基本的考え方

水路において、魚類等の移動を阻害する落差の大きい箇所や流速の速い箇所としては以下のような箇所が考えられる。

- 1) 水路を堰上げて用水を取水する箇所
- 2) 勾配が大きく流速の速い路線
- 3) 落差工や急流工のある箇所
- 4) 支線排水路と幹線排水路の接続箇所

このうち、1)については、堰の一部に小規模な魚道を設置することが考えられ、「2. (1) 移動経路の確保(水田魚道)」が参考になる。2)については、水路の拡幅や乱杭、置き石、水制工等により、流速を遅くすることが考えられ、「1. (2) 生息・生育環境の確保」が参考になる。

また、3)、4)については、以下の②設計流速及び③形状・落差の考え方が参考になるが、水路の拡幅や迂回路の設置は用地や工事費の面から困難な場合が多い。この場合、落差工等の有する通水機能や減勢機能を確保しつつ魚道の機能を確保した全断面の魚道とすることが、多種の魚類への適応性や維持管理面、景観保全面からも有利な場合が多い。



全断面魚道の例（下舌・上黒谷地区（福井県大野市）  
出典）農林水産省農村振興局整備部設計課（2011）・水田生態系の保全に視点をのいた整備技術の解説書

## ② 設計流速

設計流速は保全対象生物（遡上を想定している魚類）の遊泳能力を考慮して設定する。一方、水路の流量は時期により変動し、流速も変化する。このため、大流量時に流速が遊泳能力を超えないか、小流量時にある程度の流速が確保されているか確認を行う。

粗石付の魚道のように施工後の流れの予測が困難な場合は、効果を検証しながら粗石を追加するなどの順応的対応を行う。

## ③ 形状・落差

隔壁型魚道の場合、プールの幅・長さ・水深の設定に当たっては、遡上を想定している魚類の大きさと流量を考慮する。遡上する魚類一個体が必要とする休息場所として十分な空間は、対象とする魚種の最大サイズ程度とされている<sup>注1)</sup>が、流量が増えても流れが大きく乱れない（遡上

## 5.1.5 工法等詳細設計（ネットワークごとの設計の考え方）

ネットワークの保全・形成における役割と保全対象生物の生息・生育条件等から設定した設計条件等を基に詳細設計を行う。

## 【解 説】

## 1. 水路における生物のネットワーク（主に魚類）

## (1) 移動経路の確保

## ① 設計の基本的考え方

水路において、魚類等の移動を阻害する落差の大きい箇所や流速の速い箇所としては以下のような箇所が考えられる。

- 1) 水路を堰上げて用水を取水する箇所
- 2) 勾配が大きく流速の速い路線
- 3) 落差工や急流工のある箇所
- 4) 支線排水路と幹線排水路の接続箇所

このうち、1)については、堰の一部に小規模な魚道を設置することが考えられ、「2. (1) 移動経路の確保(水田魚道)」が参考になる。2)については、水路の拡幅や乱杭、置き石、水制工等により、流速を遅くすることが考えられ、「1. (2) 生息・生育環境の確保」が参考になる。

また、3)、4)については、以下の考え方が参考になるが、水路の拡幅や迂回路の設置は用地や工事費の面から困難な場合が多い。この場合、落差工等の有する通水機能や減勢機能を確保しつつ魚道の機能を確保した全断面の魚道とすることが、多種の魚類への適応性や維持管理面、景観保全面からも有利な場合が多い。

## ② 設計流速

設計流速は保全対象生物（遡上を想定している魚類）の遊泳能力を考慮して設定する。一方、水路の流量は時期により変動し、流速も変化する。このため、大流量時に流速が遊泳能力を超えないか、小流量時にある程度の流速が確保されているか確認を行う。

粗石付の魚道のように施工後の流れの予測が困難な場合は、効果を検証しながら粗石を追加するなどの対応を行う。

## ③ 形状・落差

隔壁型魚道の場合、プールの幅・長さ・水深の設定に当たっては、遡上を想定している魚類の大きさと流量を考慮する。遡上に必要な最小規模は、長さは体長（BL：Body Length）の2～4倍、幅は体長と同じ、深さは体高の2倍程度とされている<sup>注1)</sup>が、流量が増えても流れが大きく乱れないような大きさを確保する必要がある。

また、落差を小さくすれば流速が抑えられるが魚道の延長が長くなるため、設定に当たっては、流速の低減による遡上効率と経済性のバランスを考慮する。

なお、落差10cm程度であれば小さな魚類の遡上も可能であると考えられている。<sup>注2)</sup>

注1) より良い設計のために「頭首工の魚道」設計指針（平成14年10月 農林水産省農村振興局整備部設計課監修 社団法人農業土木学会発行）

注2) 「小さな魚道による休耕田への魚類遡上試験」（端 憲二 農士誌 67 (5)）

不可能となるような流速・流向の変動がない) ような大きさを確保する必要がある。

また、落差を小さくすれば流速が抑えられるが魚道の延長が長くなるため、設定に当たっては、流速の低減による遡上効率と経済性のバランスを考慮する。

なお、落差 10cm 程度であれば小さな魚類の遡上も可能であると考えられている。<sup>注2)</sup>

注1) 公益社団法人農業農村工学会 (2014) : よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針

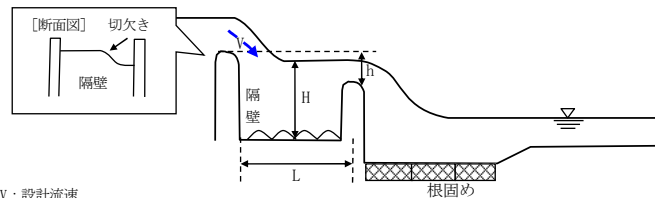
注2) 端審二 (1999) : 小さな魚道による休耕田への魚類遡上試験, 農土誌, 67-5, 497-502

④ その他

魚道の下流側に根固めとして透過性のあるフトンかご等を水路底高より高い位置に設置した場合、小流量時に浸透し、遡上に必要な水深を確保できなくなる可能性がある。根固めは周辺より下げて設置することで深みが形成され、魚道に魚類を集めやすくなる。

また、魚道上部も同様で、遡上した魚類が休憩できる水深を確保することが必要である。なお、降下対策として、魚体を傷つけないように尖った粗石やかご(金網)等の使用を避けることが、維持管理面からも重要である。

【魚道の設計に当たっての留意点 (隔壁型の場合)】



V : 設計流速

魚類の遊泳能力以下とするためには、魚道の幅や落差を小さくすることで対応する。切欠きにより、小流量時にも対応可能である。

H : 水深、L : 長さ

魚類が休息し、遡上の勢い(助走)をつけるための水深や長さを確保する。

h : 落差(水位差)

設計流速を考慮の上、設定する。跳躍遡上にならないような高さにするのが理想的である。

その他

- ・隔壁は面取りを行い、剥離流を防ぐ。

- ・プール内の玉石等により、魚類等の休息場と粗度の確保が可能である。

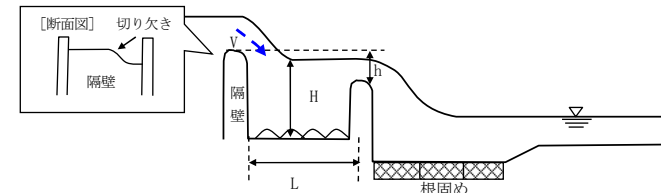
- ・水を抜いての維持管理作業を考慮し、隔壁に穴を開けておくことを検討する(普段は穴を塞いでおく)。

④ その他

魚道の下流側に根固めとして透過性のあるフトンかご等を水路底高より高い位置に設置した場合、小流量時に浸透し、遡上に必要な水深を確保できなくなる可能性がある。根固めは周辺より下げて設置することで深みが形成され、魚道に魚類を集めやすくなる。

また、魚道上部も同様で、遡上した魚類が休憩できる水深を確保することが必要である。なお、降下対策として、魚体を傷つけないように尖った粗石やかご(金網)等の使用を避けることが、維持管理面からも重要である。

【魚道の設計に当たっての留意点 (隔壁型の場合)】



V : 設計流速

魚類の遊泳能力以下とするためには、魚道の幅を拡幅したり、落差を小さくすることで対応する。切欠きにより、小流量時にも対応可能である。

H : 水深、L : 長さ

魚類が休息し、遡上の勢い(助走)をつけるための水深や長さを確保する。

h : 落差(水位差)

設計流速を考慮の上、設定する。跳躍遡上にならないような高さにするのが理想的である。

その他

- ・隔壁は面取りを行い、剥離流を防ぐ。

- ・プール内の玉石等により、魚類等の休息場と粗度の確保が可能である。

- ・水を抜いての維持管理作業を考慮し、隔壁に穴を開けておくことを検討する(普段は穴を塞いでおく)。

【参考資料】

【魚種別の遊泳能力 (巡航速度と突進速度)】

遊泳速度は、魚種・体長・生理状態・時刻と特に流速によって異なる。遊泳速度には、長時間、継続的に出すことのできる巡航速度と、瞬間的に出すことのできる突進速度がある。一般に紡錘型をした魚では、巡航速度は2~4BL (cm/s)、突進速度は10BL(cm/s)が目安と言われており(注:成魚について記載している。稚魚、幼魚については数値は小さくなる)、設計の対象となる魚種の大きさや遊泳能力を考慮の上、適当な流速を設定することが必要である。

水田周りに生息する魚類等の遊泳速度の一例

魚 種	体長 BL (cm)	巡航速度 (cm/s)	突進速度 (cm/s)	文献
コイ	26~53	70~100	150~200	森下(1996)
ギンブナ	7~18	10~70	30~120	〃
オイカワ	8~10	—	100	小山(1967)
	6~14	5~15	—	森下 (1996)
ドジョウ	5~10	10~20	100~130	〃
ナマズ	25~60	70~110	150~220	〃
ドンコ	7~9	30~50	60~80	〃

出典: よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計の指針(平成14年10月 農林水産省 農村振興局整備部設計課監修 社団法人農業土木学会発行を基に作成)

## 【参考資料】

## 〔魚種別の遊泳能力（巡航速度と突進速度）〕

遊泳速度は、魚種・体長・生理状態・時刻と特に流速によって異なる。遊泳速度には、長時間、継続的に出すことのできる巡航速度と、瞬間的に出すことのできる突進速度がある。一般に紡錘型をした魚では、**遊泳速度は体長 (BL) に比例し**、巡航速度は2～4BL (cm/s)、突進速度は10BL (cm/s)が目安といわれており<sup>10)</sup>、設計の対象となる魚種の大きさや遊泳能力を考慮の上、適切な流速を設定することが必要である。

注) 成魚の場合。稚魚や幼魚は数値が小さくなる。

## 魚類の遊泳速度の測定例

魚種	巡航速度測定例		突進速度測定例		
	体長 (cm)	巡航速度 (cm/s)	体長 (cm)	突進速度 (cm/s)	測定流速条件 (cm/s)
アユ	6.6 <sup>10)</sup>	40	4.0～12.3	191～306	168～198
	14.4	110	6.4～11.3	308～353	264
フナ	10.1	35	9.1～18.7	209～275	168
ウグイ	9.0～17.0	85	4.3～10.3	213～274	168～198
			4.3～15.3	262～316	225～230
			5.9～19.6	191～319	175～227
			11.1～26.2	259～281	200～222
オイカワ	6.0～12.0	65	5.9～12.3	333～355	273
			6.9～8.6	209～270	168～198
			6.9～10.0	197～266	184～195
			7.1～9.9	223～296	170
ヤマメ	4.8～7.1	16～41	4.9～6.3	218～248	168
			4.3～6.7	218～245	218
			7.6～14.7	256～386	218～273

注) 全長

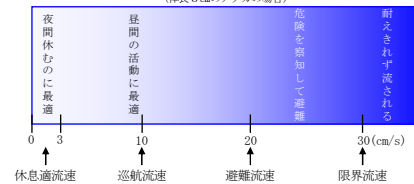
出典) 公益社団法人農業農村工学会 (2014) : よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計指針を基に作成

【参考資料】

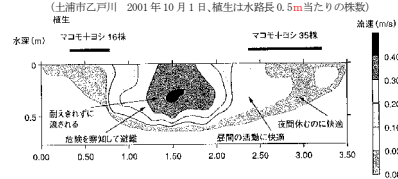
【「避難流速」と「休息適流速」】～メダカに必要な流速とは～

一般的に魚道の検討では、単に遊泳可能な遊泳速度として「限界流速」<sup>注1)</sup>や「定位摂食流速」<sup>注2)</sup>などが用いられている。(独)農業工学研究所の端憲二氏は、これら以外にも、休息や安全、危険といった日常生活に關係する流速の概念として「避難流速」、「休息適流速」をメダカの実験から明らかにしている。実験ではメダカは「限界流速」になる前にゆるやかなところに「避難」し、夜は昼間と違い流れの殆どないところで「休息」することが確認された(右図)。端氏はこれらの流速をそれぞれ「避難流速」と「休息適流速」と呼び、全長3cmのメダカの場合「避難流速20cm/s」、「休息適流速3cm/s」程度で、「限界流速」は、メダカがそれ以上流れの速い場所には出ていかない生活上の限界流速とすることが適切であるとしている。

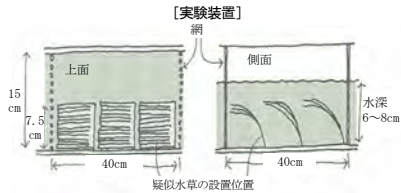
【メダカにとっての流れの速さ】  
(体長3cmのメダカの場合)



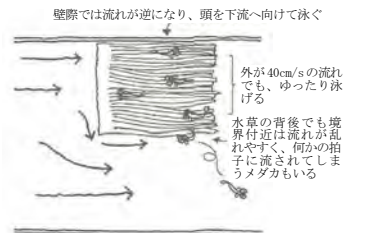
【植生がある小水路における断面流速分布】  
(土浦市乙戸川 2001年10月1日、植生は水路長0.5m当たりの株数)



出典：端憲二(2005)：メダカはどのように危機を乗り越えるか、農文協



【流心部の流速を40cm/sとした場合のメダカの様子】



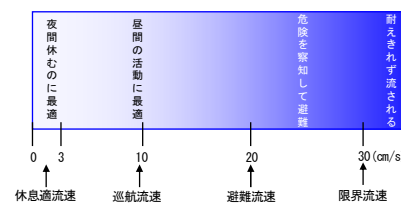
注1)「限界流速」：それ以上、速くなると瞬時に流されてしまう限界の速さ(体長の10倍程度)  
注2)「定位摂食流速」：1時間程度は自分の位置を維持しながら流下してくる餌を捕食できる流速(体長の3倍程度)

【参考資料】

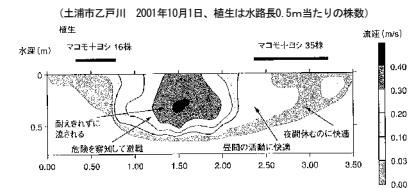
【「避難流速」と「休息適流速」—メダカに必要な流速とは—】

一般的に魚道の検討では、単に遊泳可能な遊泳速度として「限界流速」<sup>注1)</sup>や「定位摂食流速」<sup>注2)</sup>などが用いられている。(独)農業工学研究所の端憲二氏は、これら以外にも、休息や安全、危険といった日常生活に關係する流速の概念として「避難流速」、「休息適流速」をメダカの実験より明らかにしている。実験ではメダカは「限界流速」になる前にゆるやかなところに「避難」し、夜は昼間と違い流れの殆どないところで「休息」することが確認された(右図)。端氏はこれらの流速をそれぞれ「避難流速」と「休息適流速」と呼び、全長3cmメダカの場合「避難流速20cm/s」、「休息適流速3cm/s」程度で、「限界流速」は、メダカがそれ以上流れの速い場所には出ていかない生活上の限界流速とすることが適切であるとしている。

【メダカにとっての流れの速さ】  
(体長3cmのメダカの場合)



【植生がある小水路における断面流速分布】  
(土浦市乙戸川 2001年10月1日、植生は水路長0.5m当たりの株数)



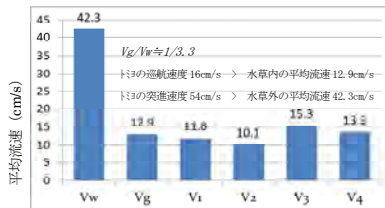
注1)「限界流速」：それ以上、速くなると瞬時に流されてしまう限界の速さ(体長の10倍程度)  
注2)「定位摂食流速」：1時間程度は自分の位置を維持しながら流下してくる餌を捕食できる流速(体長の3倍程度)

出典：端 憲二著「メダカはどのように危機を乗り越えるか」農文協

【参考資料】

【水路内の水草による流速の低減】～水路内の水草が魚類の生息環境に果たす役割～  
(富山県高岡市)

富山県高岡市玄手川における流速分布の測定を行った結果、流速が速い水路においても水草の植生により、遊泳力の低い小魚(トミヨ、メダカ)の生息に適した環境(流速)が形成されていることが明らかとなった。



水草外の平均流速：Vw、水草内の平均流速：Vg  
各水草内の平均流速(V1～V4)【ナガエミクリ：V1、バイカモ：V2、コカナダモ：V3、ヤナギタデ：V4】の比較(12回の平均)

・水草内の平均流速は水草外のほぼ0.3倍となる。  
・水草の種類別では、ナガエミクリとバイカモ内の平均流速は、水草内の平均流速より遅く、コカナダモとヤナギタデ内の平均流速は水草内の平均流速より速い。これは水草の種類による密集度合や形状の違いに起因するものと考えられる。



流速観測状況

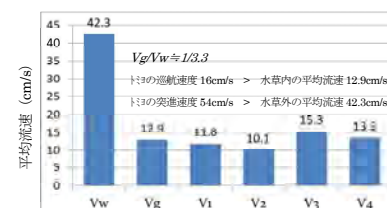
出典：広瀬慎一、瀧本裕士、浜田明(2008)：水路の水草内の流速測定、農業農村工学会誌, 76(11)

【参考資料】

【水路内の水草による流速の低減～水路内の水草が魚類の生息環境に果たす役割～】  
(富山県高岡市)

【概要】

富山県高岡市玄手川における流速分布の測定を行った結果、流速が速い水路においても水草の植生により、遊泳力の低い小魚(トミヨ、メダカ)の生息に適した環境(流速)が形成されていることが明らかとなった。



水草外の平均流速：Vw、水草内の平均流速：Vg  
各水草内の平均流速(V1～V4)【ナガエミクリ：V1、バイカモ：V2、コカナダモ：V3、ヤナギタデ：V4】の比較(12回の平均)

・水草内の平均流速は水草外のほぼ0.3倍となる。  
・水草の種類別では、ナガエミクリとバイカモ内の平均流速は、水草内の平均流速より遅く、コカナダモとヤナギタデ内の平均流速は水草内の平均流速より速い。これは水草の種類による密集度合や形状の違いに起因するものと考えられる。



流速観測状況

出典：農業農村工学会誌Vol. 76(2008) No. 11(広瀬 慎一、瀧本 裕士、浜田 明)

【参考事例】

〔環境配慮工法の設計例〕  
～粗石付片斜曲面式魚道～

(西鬼怒川地区 (栃木県宇都宮市))

地区概要と工法の設定

地区概要

西鬼怒川沿いの水田地帯の中心部を流れる九郷半川においては、かつての水路整備により落差70cmの落差工が設置されており、西鬼怒川とその周辺の水域との魚類の移動経路が分断されていた。

このため、落差工の有する水の減勢機能を確保しつつ、落差の解消を図る魚道の設計を行った。



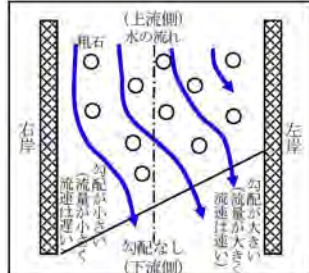
現況の状況 (落差工により、魚類等の移動経路が分断されていた。)

工法の設定

魚道の設計に際して設定された設計条件は以下のとおりであった。

- ①水路には、ウグイやヤマメ等の遊泳速度が大きい魚類のほか、ドジョウ等の遊泳速度の小さい魚類が生息しており、これらの魚類について考慮することが必要
- ②現況の落差工を残しつつ、別の場所に魚道を設置することは、用地や工事費の面から困難
- ③浮遊土砂が多いため、プール式の魚道では堆砂により魚道の機能が消失するおそれ

このため、水路全体を活用した粗石付魚道とするとともに、魚類が遡上に好む流速や水深を選択できるようにするため、形状を片斜式にした。



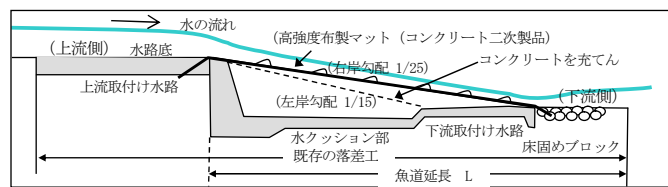
粗石付片斜曲面式魚道による水の流れ (概略図)

検討1：魚道の設計 (延長、勾配、構造)

- ・魚道は、既存の落差工の上流取付け水路や床固めブロックを有効活用することとし、落差工の水クッション部と下流取付け水路の上に敷設した。
- ・水路は、下流側が右岸側へ曲がり、左岸にみお筋が発生していた。大型の魚類は、このみお筋に沿って遡上すると考え、これを助長するように左岸を急勾配側 (1/15) とした。右岸の浅瀬は、小型の魚類又は稚魚が移動すると考え、緩勾配側 (1/25) とした。
- ・魚道には、斜曲面にも敷設が可能で表面仕上げが不要であるなど、工期の短縮を考慮して高強度布製マット (コンクリート二次製品) を使用した。マット表面の起伏による多様な流れの形成にも期待した。



高強度マットにより形成された斜面に粗石を設置した状況



魚道断面図 (概略図)

次頁へ続く

【参考事例】

〔環境配慮工法の設計例〕  
～粗石付片斜曲面式魚道～

(西鬼怒川地区 (栃木県宇都宮市))

地区概要と工法の設定

地区概要

西鬼怒川沿いの水田地帯の中心部を流れる九郷半川においては、かつての水路整備により落差70cmの落差工が設置されており、西鬼怒川とその周辺の水域との魚類の移動経路が分断されていた。

このため、落差工の有する水の減勢機能を確保しつつ、落差の解消を図る魚道の設計を行った。



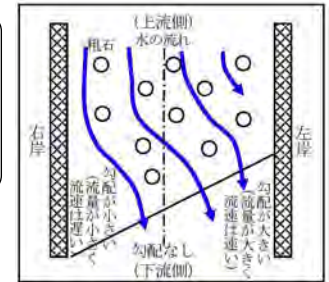
現況の状況 (落差工により、魚類等の移動経路が分断されていた。)

工法の設定

魚道の設計に際して設定された設計条件は以下のとおりであった。

- ①水路には、ウグイやヤマメ等の遊泳速度が大きい魚類の他、ドジョウ等の遊泳速度の小さい魚類が生息しており、これらの魚類について考慮することが必要
- ②現況の落差工を残しつつ、別の場所に魚道を設置することは、用地や工事費の面から困難
- ③浮遊土砂が多いため、プール式の魚道では堆砂により魚道の機能が消失するおそれ

このため、水路全体を活用した粗石付魚道とするとともに、魚類が遡上に好む流速や水深を選択できるようにするため、形状を片斜式にした。



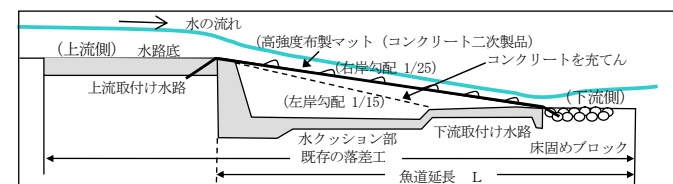
粗石付片斜曲面式魚道による水の流れ (概略図)

検討1：魚道の設計 (延長、勾配、構造)

- ・魚道は、既存の落差工の上流取付け水路や床固めブロックを有効活用することとし、落差工の水クッション部と下流取付け水路の上に敷設した。
- ・水路は、下流側が右岸側へ曲がり、左岸にみお筋が発生していた。大型の魚類は、このみお筋に沿って遡上すると考え、これを助長するように左岸を急勾配側 (1/15) とした。右岸の浅瀬は、小型の魚類又は稚魚が移動すると考え、緩勾配側 (1/25) とした。
- ・魚道には、斜曲面にも敷設が可能で表面仕上げが不要であるなど、工期の短縮を考慮して高強度布製マット (コンクリート二次製品) を使用した。マット表面の起伏による多様な流れの形成にも期待した。



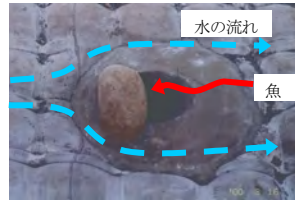
高強度マットにより形成された斜面に粗石を設置した状況



魚道断面図 (概略図)

検討2：魚道の設計（粗石の配置、形状等）

- ・急勾配側の左岸については、水の減勢を図る観点と流木等により粗石が剥がれるのを防ぐ観点から40cm程度の大きな石をランダムに配置した。また、みお筋の形成に影響を与えないように個数は少なめにした。
- ・緩勾配側の右岸については、流れを緩やかにするため、小さい石を多少密に配置した。
- ・粗石の表面は、魚道を移動する魚を傷つけないよう、また、乱流が発生しないように滑らかなものを使用した。
- ・粗石の設置の際は、魚類の休息場となるように粗石の下流側に窪みをつけた。窪みの水流が乱れないように窪みの幅は粗石の幅より若干小さくした。



窪みによる水の流と魚の移動の考え方

整備後の状況と工法の改良

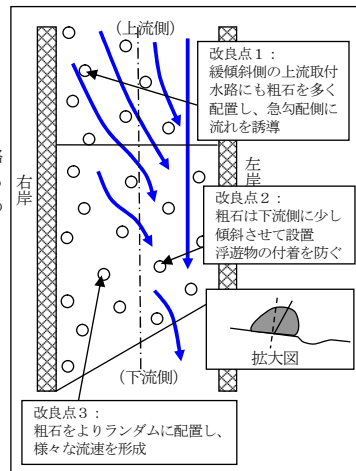
整備後の調査では、ギンブナ、ウグイ、ドジョウ等の様々な魚類の遡上・降下が確認された。一方で、以下のような反省点も明らかになった。

- ①流量が大きい場合、緩勾配(1/25)の斜面においても流速が2m/s前後と大きかったため、遊泳速度の小さい魚類の移動障害になっているおそれ
- ②粗石に浮遊物(草等)が附着しやすく、水路の管理に労力が必要

このため、翌年の別の魚道の設計の際には、移動経路としての機能を向上させつつ、水路の管理を省力化するため、斜面における流速の差が大きくなるように粗石の配置方法等に改良を行った。



整備後の状況（急勾配側の左岸は流れが速く流量が多い、緩勾配側の右岸は水深が浅くなっている）



反省点を踏まえた改良点（概略図）

検討2：魚道の設計（粗石の配置、形状等）

- ・急勾配側の左岸については、水の減勢を図る観点と流木等により粗石が剥がれるのを防ぐ観点から40cm程度の大きな石をランダムに配置した。また、みお筋の形成に影響を与えないように個数は少なめにした。
- ・緩勾配側の右岸については、流れを緩やかにするため、小さい石を多少密に配置した。
- ・粗石の表面は、魚道を移動する魚を傷つけないよう、また、乱流が発生しないように滑らかなものを使用した。
- ・粗石の設置の際は、魚類の休息場となるように粗石の下流側に窪みをつけた。窪みの水流が乱れないように窪みの幅は粗石の幅より若干小さくした。



窪みによる水の流と魚の移動の考え方

整備後の状況と工法の改良

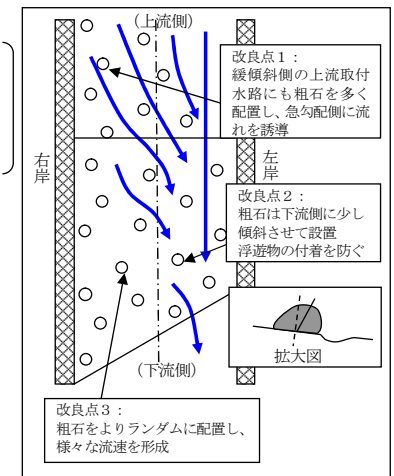
整備後の調査では、ギンブナ、ウグイ、ドジョウ等の様々な魚類の遡上・降下が確認された。一方で、以下のような反省点も明らかになった。

- ①流量が大きい場合、緩勾配(1/25)の斜面においても流速が2m/s前後と大きかったため、遊泳速度の小さい魚類の移動障害になっているおそれ
- ②粗石に浮遊物(草等)が附着しやすく、水路の管理に労力が必要

このため、翌年の別の魚道の設計の際には、移動経路としての機能を向上させつつ、水路の管理を省力化するため、斜面における流速の差が大きくなるように粗石の配置方法等に改良を行った。



整備後の状況（急勾配側の左岸は流れが速く流量が多い、緩勾配側の右岸は水深が浅くなっている）



反省点を踏まえた改良点（概略図）

## (2) 生息・生育環境の確保

生息・生育環境を確保する工法には、様々な事例があるが、流速・水深、隠れ場などの生息・生育環境の条件や気象・流量・堆砂等の条件等は、生物種や地域によって異なる。このため、設計では他地区の事例をそのまま適用するのではなく、これら地域の実情にあった条件を十分に考慮する必要がある。

## ① 植生と地域資源の活用

水路の植生は、流速の低減や日陰の形成による生息・生育環境の創出、魚類等の産卵場の創出、水質の浄化等の様々な機能を有しており、緑による景観保全にも期待できる。

また、生息・生育環境は、高価な材料を用いなくても、現地で発生した自然石やコンクリート塊、地域の間伐材等により確保できる。

このため、植生や地域資源を組み合わせることで経済的かつ効果的な設計を行う。

## ② 流水の力の活用

一般的に水路では、流水の力により水路底の洗掘や堆砂を起こし、水深や流速、底質等が変化する。このため設計では、流水の力を活用することが有効な場合がある。

例えば、瀬や淵を形成する場合、人為的な石の設置や水路底の掘削ではなく、水制工により水の流れを変化させ、流水の力により瀬や淵を形成することが考えられる。

## ③ 順応的管理を考慮した設計

順応的管理（p. 6-25 参照）の考え方をあらかじめ設計に取り入れ、環境配慮工法による流水の変化や植生の自然の回復等を確認しながら、段階的に生息・生育環境を確保することが経済性や維持管理面からも有効である場合が多い。

例えば、石や杭により流速の遅い箇所や魚類の隠れ場等を確保する場合、始めから一度に施工せず、生息・生育環境の形成状況、維持管理面での課題の有無等を確認しながら、必要に応じ石や杭を追加することが考えられる。この場合、設計では石や杭を追加・撤去することをあらかじめ想定し、修正の自由度を確保していくことが重要である。

また、施設の泥上げや法面の草刈り等の維持管理作業を想定し、水路内に作業用の階段や法面に草刈り作業用のステップを採用するなど、維持管理作業の軽減を考慮した設計も有効である。

## (2) 生息・生育環境の確保

生息・生育環境を確保する工法には、様々な事例があるが、流速・水深、隠れ場などの生息・生育環境の条件や気象・流量・堆砂等の条件等は、生物種や地域によって異なる。このため、設計では他地区の事例をそのまま適用するのではなく、これら地域の実情にあった条件を十分に考慮する必要がある。

## ① 植生と地域資源の活用

水路の植生は、流速の低減や日陰の形成による生息環境の創出、魚類等の産卵場の創出、水質の浄化等の様々な機能を有しており、緑による景観保全にも期待できる。

また、生息・生育環境は、高価な材料を用いなくても、現地で発生した自然石やコンクリート塊、地域の間伐材等により確保できる。

このため、植生や地域資源を組合せることで経済的かつ効果的な設計を行う。

## ② 流水の力の活用

一般的に水路では、流水の力により水路底の洗掘や堆砂を起こし、水深や流速、底質等が変化する。このため設計では、流水の力を活用することが有効な場合がある。

例えば、瀬や淵を形成する場合、人為的な石の設置や水路底の掘削ではなく、水制工により水の流れを変化させ、流水の力により瀬や淵を形成することが考えられる。

## ③ 順応的管理を考慮した設計

順応的管理（p. 126参照）の考え方をあらかじめ設計に取り入れ、環境配慮工法による流水の変化や植生の自然の回復等を確認しながら、段階的に生息・生育環境を確保することが経済性や維持管理面からも有効である場合が多い。

例えば、石や杭により流速の遅い箇所や魚類の隠れ場等を確保する場合、始めから一度に施工せず、生息環境の形成状況、維持管理面での課題の有無等を確認しながら、必要に応じ石や杭を追加することが考えられる。この場合、設計では石や杭を追加・撤去することをあらかじめ想定し、修正の自由度を確保していくことが重要である。

また、施設の泥上げや法面の草刈り等の維持管理作業を想定し、水路内に作業用の階段や法面に草刈り作業用のステップを採用するなど、維持管理作業の軽減を考慮した設計も必要である。

## 【参考資料】

## 【魚類の生活史に応じた必要な環境条件】

魚類は種類により、産卵、稚魚、成魚等、生活史に応じて必要とする環境条件が異なる。例えば、田んぼの生きもの調査において最も多く確認されたドジョウ、モツゴでは、産卵と植生との関係が深いため、水路の産卵場としての機能を確保するためには「植生があること」が重要なポイントとなる。このように、水路やため池等の農業水利施設等を整備するに当たっては、魚類が生息するための必要な環境条件を考慮し、設計に反映させることが重要である。

種名 <sup>注1)</sup>	生息場所	産卵場所	植生との関係 <sup>注2)</sup>		
			成魚	稚魚	卵
1 ドジョウ	細流、水田、湿地	泥底一時的水域	×	×	◎
2 モツゴ	ため池、細流	葦茎・礫表面	○	○	◎
3 タモロコ	ため池、細流	水草・水中草	○	○	◎
4 メダカ類	細流、ため池、水田	水草	○	○	◎
5 ギンブナ	細流、ため池	水草	◎	◎	◎

注1) 平成16年度田んぼの生きもの調査（農林水産省、環境省）で確認された上位5種

注2) 「植生との関係」の項中、◎は関係が深い、○は関係がある、×はほぼ無関係であることを示す

参考資料：水辺環境の保全—生物群集の視点から—：江崎保男、田中哲夫 朝倉書店

ランドカバ—緑化ガイドブック：(財)土地緑化技術開発機構 ランドカバ—共同研究会(鹿島出版会)

川の生物図典：財団法人リバーフロント整備センター 山海堂

## 【参考資料】

## 【魚類の生活史に応じた必要な環境条件】

魚類は種類により、産卵、稚魚、成魚等、生活史に応じて必要とする環境条件が異なる。

例えば、田んぼの生きもの調査において最も多く確認されたドジョウ、モツゴでは、産卵と植生との関係が深いため、水路の産卵場としての機能を確保するためには「植生があること」が重要なポイントとなる。

このように、水路やため池等の農業水利施設等を整備するに当たっては、魚類が生息するための必要な環境条件を考慮し、設計に反映させることが重要である。

種名 <sup>注1)</sup>	生息場所	産卵場所	植生との関係 <sup>注2)</sup>		
			成魚	稚魚	卵
1 ドジョウ	細流、水田、湿地	泥底一時的水域	×	×	◎
2 モツゴ	ため池、細流	葦茎・礫表面	○	○	◎
3 タモロコ	ため池、細流	水草・水中草	○	○	◎
4 メダカ類	細流、ため池、水田	水草	○	○	◎
5 ギンブナ	細流、ため池	水草	◎	◎	◎

注1) 平成16年度田んぼの生きもの調査（農林水産省、環境省）で確認された上位5種

注2) 「植生との関係」の項中、◎は関係が深い、○は関係がある、×はほぼ無関係であることを示す

出典) 江崎保男、田中哲夫 (1998)：水辺環境の保全—生物群集の視点から、朝倉書店

財団法人都市緑化技術開発機構・ランドカバ—共同研究会 (2000)：ランドカバ—緑化ガイドブック、鹿島出版会

財団法人リバーフロント整備センター (編) (1996)：川の生物図典、山海堂

【参考資料】

〔生息環境の評価手法の研究事例〕

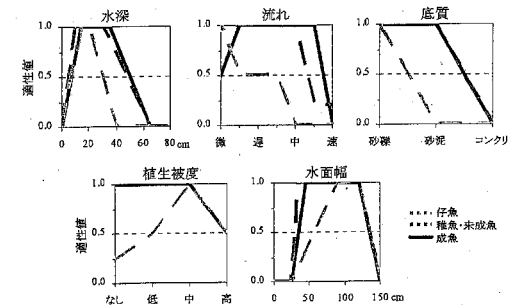
1. HEPとHSI

HEP (Habitat Evaluation Procedure) は、1976年にアメリカにおいて開発されたもので「生息場の価値＝生息場の量×生息場の質×時間」と考えて定量化する手法である。また、生息場の質は、HSI (Habitat Suitability Index) という指標を用いる。これは、対象生物の環境要因 (例 魚類：水深、流れ、底質、植生被度等) に対する適性度 (選好性) を0 (不適) ～1 (最適) の (曲) 線で示したものである。

我が国におけるHEPによる評価の事例としては、トウキョウウサンショウウオ、ムササビ、サシバ等があるが、農業水利施設等の評価事例はまだ少ないのが現状である。ここでは、(独) 農業工学研究所の小出水規行氏他5名による研究事例「HEPによる農業排水路におけるタモロコの適正生息場の評価」の一部を紹介する。

2. 研究結果の概要

- 千葉県谷津田域の農業排水路 (土水路とコンクリート2面張水路の合計8本) において、魚類と水路環境の現地調査を行い生息場の質を5つの指標で算定。



要因等	観測値又はカテゴリー
水深	横断面平均 (cm)
流れ	微 (0～10cm/s)、遅 (10～20cm/s)、中 (20～30cm/s)、早 (30cm/s以上)
底質	砂礫 (粒径1cm以上)、砂泥 (1～0cm) コンクリート
植生被度	なし (0%)、低 (0～25%)、中 (25～75%)、高 (75～100%)
水面幅	左岸～右岸の水際 (cm)
タモコ (全長)	仔魚 (2cm未満)、稚魚・未成魚 (2cm以上～5cm未満)、成魚 (5cm以上)

【解 説】

- ・稚魚、未成魚、成魚の指標  
各環境要因に対する選好性は類似しており、最適値は、水深は10～35cm、流れは微～中、底質は砂礫～砂泥、植生被度はなし～中、水面幅は35～120cm。
- ・仔魚の指標  
遊泳力が小さく、捕食者等から逃げるため、流れの弱い浅場や植生周辺に滞留することが知られており、最適値も水深は15～20cm、流れは微、植生被度は中。
- ・指標の組合せ  
仔魚、稚魚、未成魚及び成魚において、生息場の質を計算する際には、指標を以下のように組合せると妥当であることが確認された。  
 仔魚 : 水深×底質×水面幅  
 稚魚・未成魚 : 水深×流れ×水面幅  
 成魚 : 水深×流れ×植生被度

引用文献：HEPによる農業排水路におけるタモロコの適正生息場の評価：千葉県谷津田域を事例として (小出水規行、竹村武士、奥島修二、相賀啓尚、山本勝利、蛭原 周 (河川技術論文集、第11巻 2005年6月))

[参考事例]

[環境配慮工法の設計例]  
～水制工等による魚類の生息環境の向上～

(安曇野地区 (長野県安曇野市))

地区概要と工法の設定

地区概要

安曇野地域の水田4,580ha、畑1,590haにおける湛水被害を防止するため、排水路の一つ(計画排水量64.9m<sup>3</sup>/s)を改修した。その際、余剰落差を調整するための減勢施設に水制工等を採用することで、排水路としての機能を確保しつつ、魚類等の生息環境の質を向上させた。



現況の排水路の状況(流速が速く、魚類の産卵場・生息場としての質は高くなかった)

工法の設定

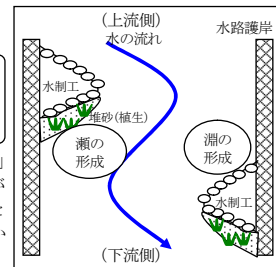
保全対象生物は、施工前の調査で確認された魚類のうち8割以上を占め典型性を有するウグイとした。

次にウグイの生息環境を向上するための設計条件を検討し、以下の2点について設定した。

- ①産卵場や餌生物(トビケラ類等)の生息場である石礫のある瀬及びウグイの主な生息場である淵が一体的に存在すること
- ②淵には、大きな石の陰など、稚魚が生息する流れの緩やかな場が存在すること

このうち、①を満足するためには、「人為的に瀬や淵を造成する」又は、「水路を蛇行させ、自然の力で瀬や淵を形成させる」ことが考えられるが、前者は堆砂により瀬や淵が消失する可能性があるとともに、後者のように水路を蛇行させることも工事費や用地の面から困難であった。

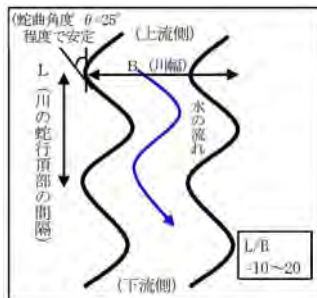
このため、後者の考え方を応用して、直線的な水路に水制工を千鳥状に配置し、水の流れを蛇行させることで、瀬や淵を形成した。



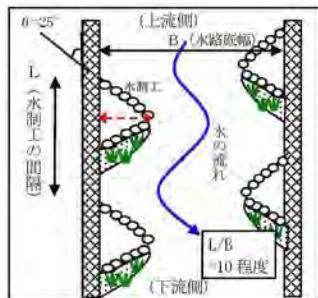
水制工による水の流れの蛇行及び瀬・淵の形成の考え方(概略図)

検討1：水制工の設計(水制工の間隔、形状)

- 水制工の間隔は、川幅Bと川の蛇行頂部の間隔Lの関係  $L/B=10\sim20$  (注1) を参考に、 $L/B=10$  程度で様々な間隔とした。
- 水制工の張り出し角度 $\theta$ は、河川において砂礫堆の移動が安定するとされている蛇曲角度 $\theta=25^\circ$  (注2) 程度を参考に設定した。また、張り出し長さbは、通水への影響を考慮し、水路幅の1/3程度とした。
- 水制工による流況の変化の予測が困難なため、一度に施工をせずに、3か年に分けて効果や影響を確認しながら施工した。より多様な環境を作るため、一部について水制工の間隔を $L/B=7$ 程度に小さくした。



河川の蛇行とB、L、 $\theta$ の関係



水制工におけるL、 $\theta$ の設定

注1)、注2) 土地改良事業計画設計基準・設計「頭首工」技術書

次頁へ続く

地区概要と工法の設定

(安曇野地区 (長野県安曇野市))

地区概要

安曇野地域の水田4,580ha、畑1,590haにおける湛水被害を防止するため、排水路の一つ(計画排水量64.9m<sup>3</sup>/s)を改修した。その際、余剰落差を調整するための減勢施設に水制工等を採用することで、排水路としての機能を確保しつつ、魚類等の生息環境の質を向上させた。



現況の排水路の状況(流速が速く、魚類の産卵場・生息場としての質は高くなかった)

工法の設定

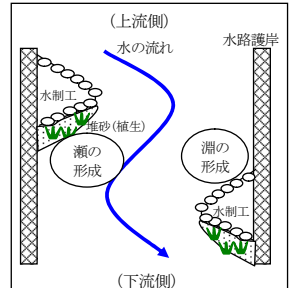
保全対象生物は、施工前の調査で確認された魚類のうち8割以上を占め典型性を有するウグイとした。

次にウグイの生息環境を向上するための設計条件を検討し、以下の2点について設定した。

- ①産卵場や餌生物(トビケラ類等)の生息場である石礫のある瀬及びウグイの主な生息場である淵が一体的に存在すること
- ②淵には、大きな石の陰など、稚魚が生息する流れの緩やかな場が存在すること

このうち、①を満足するためには、「人為的に瀬や淵を造成する」または、「水路を蛇行させ、自然の力で瀬や淵を形成させる」ことが考えられるが、前者は堆砂により瀬や淵が消失する可能性があるとともに、後者のように水路を蛇行させることも工事費や用地の面から困難であった。

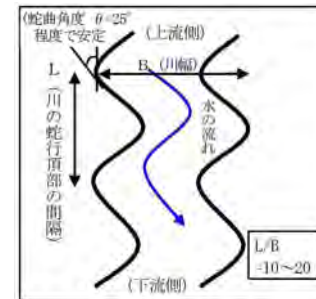
このため、後者の考え方を応用して、直線的な水路に水制工を千鳥状に配置し、水の流れを蛇行させることで、瀬や淵を形成した。



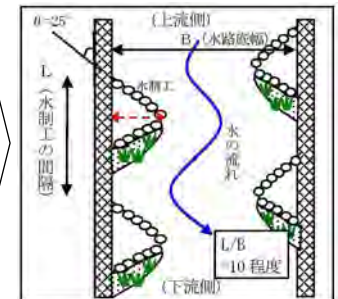
水制工による水の流れの蛇行及び瀬・淵の形成の考え方(概略図)

検討1：水制工の設計(水制工の間隔、形状)

- 水制工の間隔は、川幅Bと川の蛇行頂部の間隔Lの関係  $L/B=10\sim20$  (注1) を参考に、 $L/B=10$  程度で様々な間隔とした。
- 水制工の張り出し角度 $\theta$ は、河川において砂礫堆の移動が安定するとされている蛇曲角度 $\theta=25^\circ$  (注2) 程度を参考に設定した。また、張り出し長さbは、通水への影響を考慮し、水路幅の1/3程度とした。
- 水制工による流況の変化の予測が困難なため、一度に施工をせずに、3か年に分けて効果や影響を確認しながら施工した。より多様な環境を作るため、一部について水制工の間隔を $L/B=7$ 程度に小さくした。



河川の蛇行とB、L、 $\theta$ の関係



水制工におけるL、 $\theta$ の設定

注1)、注2) 土地改良事業計画設計基準・設計「頭首工」技術書

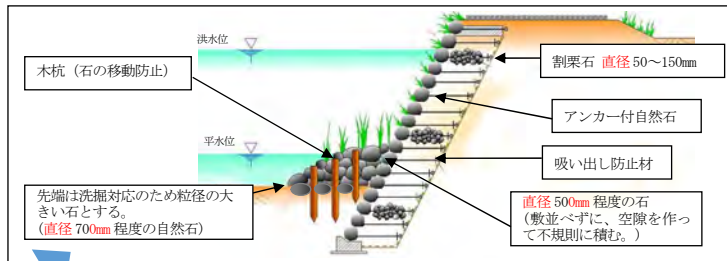
検討 2：水制工の詳細構造と護岸の設計

水制工の詳細構造

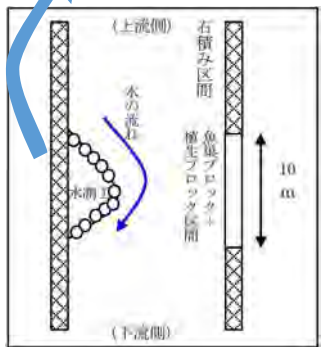
- ・材料は、現地発生石で平水位（45cm）の高さを目処に不規則に設置した。
- ・先端部は、洗掘防止のため大きな石を使用し、移動防止のため木杭で固定した。

護岸（石積み護岸、魚巣ブロック+植生ブロック）の設計

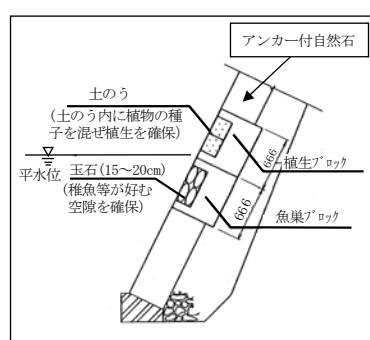
- ・護岸は、稚魚や餌生物の生息環境を確保するほか、経済性や景観面から、現地発生石を使用した石積み護岸とした。現地発生石が不足する箇所は、アンカー付自然石とした。
- ・水制工の対岸の箇所（淵）については、稚魚が生息する魚巣ブロックを設置した。高さは周年で機能を発揮する平水位程度とし、延長は経済性や維持管理面から10mとした。
- ・魚巣ブロックの上には、ウグイの生息場の質を向上させるため、植生による日陰と餌生物となる水生昆虫の供給（羽化の際に落下）の観点から植生ブロックを設置した。



水制工拡大図（断面図）



水制工と護岸（平面図）



魚巣ブロック+植生ブロック区間（断面図）

整備後の状況

- ・水制工の間隔や年数の経過により形状は異なるが、平水時に水深0~80cmの範囲で瀬や淵が形成されている。
- ・整備後の生物調査では、ウグイのほか、アブラハヤ、カジカ等が確認され、数も増えており、定着が進んでいると考えられる。
- ・特に幼魚が確認されたことから、幼魚の生息に適した流れの緩やかな箇所が確保されていると考えられる。



整備後3年目の状況  
(多様な流れにより魚類の生息環境の質が向上している。)

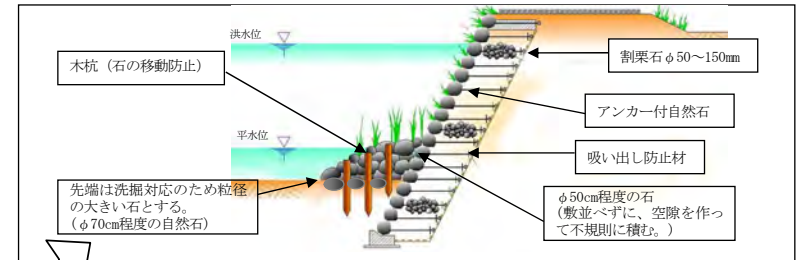
検討 2：水制工の詳細構造と護岸の設計

水制工の詳細構造

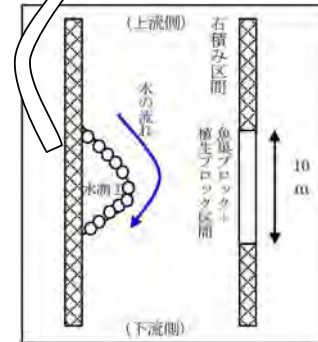
- ・材料は、現地発生石で平水位（45cm）の高さを目処に不規則に設置した。
- ・先端部は、洗掘防止のため大きな石を使用し、移動防止のため木杭で固定した。

護岸（石積み護岸、魚巣ブロック+植生ブロック）の設計

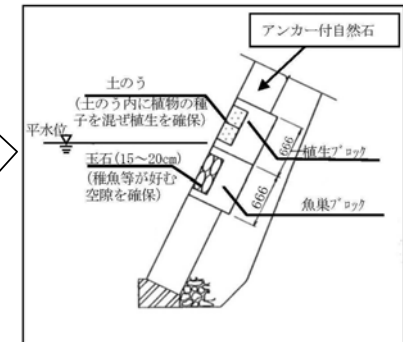
- ・護岸は、稚魚や餌生物の生息環境を確保する他、経済性や景観面から、現地発生石を使用した石積み護岸とした。現地発生石が不足する箇所は、アンカー付自然石護岸とした。
- ・水制工の対岸の箇所（淵）については、稚魚が生息する魚巣ブロックを設置した。高さは周年で機能を発揮する平水位程度とし、延長は経済性や維持管理面より10mとした。
- ・魚巣ブロックの上には、ウグイの生息場の質を向上させるため、植生による日陰と餌生物となる水生昆虫の供給（羽化の際に落下）の観点から植生ブロックを設置した。



水制工拡大図（断面図）



水制工と護岸（平面図）



魚巣ブロック+植生ブロック区間（断面図）

整備後の状況

- ・水制工の間隔や年数の経過により形状は異なるが、平水時に水深0~80cmの範囲で瀬や淵が形成されている。
- ・整備後の生物調査では、ウグイの他、アブラハヤ、カジカ等が確認され、数も増えており、定着が進んでいると考えられる。
- ・特に幼魚が確認されたことから、幼魚の生息に適した流れの緩やかな箇所が確保されていると考えられる。



整備後3年目の状況  
(多様な流れにより魚類の生息環境の質が向上している。)

【参考事例】

〔淵工とU字溝の組合せの例〕

（糸貫地区（岐阜県本巣市））

1. 工法の概要

鉄筋コンクリート柵渠の排水路内に一部、底高を下げた区間（淵工）を設置し、その区間には魚類の隠れ家となるU字溝が伏せて置かれているほか、魚巢ブロックも設置されている。

2. 特徴と工夫点・留意点

- （淵工）
- ・排水路内に深みを作り、流速を緩和させる区間を設けて、魚類の生息環境に適した環境を創出（U字溝・魚巢ブロック）
- ・魚類等の避難場所・休憩場所となる魚巢ブロックやU字溝を配置
- ・U字溝をランダムに水路底へ配置することにより、流速に変化を付け、多様な魚類の生息環境を形成
- ・流速緩和区間の環境を維持するために定期的に土砂、水草、ゴミ等の除去が必要
- ・環境配慮施設の維持管理を考慮し、ステップを設置

3. 工法を組み合わせることによる効果

- ・複数の工法を組み合わせることにより、魚類の休憩場所や越冬場所など多様な生息環境を創出している。
- ・U字溝をランダムに配置することで、流速に変化が生じることから、多様な生物の生息・生育環境が形成される。
- ・本地区のモニタリング結果では、コイ、ギンブナ、タモロコ等の遊泳魚のほか、ナマズ、ドジョウ等の底生魚など、遊泳力の異なる魚種が確認されていることから、多様な魚類に対応した環境が形成されていると考えられる。また、整備直後の平成19年度と平成23年度に実施したモニタリング結果を比較すると、確認魚種が12種から20種に増加していることから、環境配慮施設の整備により魚類の生息環境が復元されていることがうかがえる。なお、ステップの設置により、施設に安全にアクセスでき、維持管理を含め利用しやすい構造となっている。

淵工とU字溝の組合せによる配慮対策工



出典：農林水産省農村振興局整備部設計課（2012）：平成23年度環境配慮施設分析評価調査業務報告書

【参考事例】

〔淵工とU字溝の組合せの例〕

（糸貫地区（岐阜県本巣市））

1. 工法の概要

鉄筋コンクリート柵渠の排水路内に一部、底高を下げた区間（淵工）を設置し、その区間には魚類の隠れ家となるU字溝が伏せて置かれているほか、魚巢ブロックも設置されている。

2. 特徴と工夫点・留意点

- （淵工）
- ・排水路内に深みを作り、流速を緩和させる区間を設けて、魚類の生息・生育環境に適した環境を創出（U字溝・魚巢ブロック）
- ・魚類等の避難場所・休憩場所となる魚巢ブロックやU字溝を配置
- ・U字溝をランダムに水路底へ配置することにより、流速に変化を付け、多様な魚類の生息環境を形成
- ・流速緩和区間の環境を維持するために定期的に土砂、水草、ゴミ等の除去が必要
- ・環境配慮施設の維持管理を考慮し、ステップを設置

3. 工法を組み合わせることによる効果

- ・複数の工法を組み合わせることにより、魚類の休憩場所や越冬場所など多様な生息環境を創出している。
- ・U字溝をランダムに配置することで、流速に変化が生じることから、多様な生物の生息・生育環境が形成される。
- ・本地区のモニタリング結果では、コイ、ギンブナ、タモロコ等の遊泳魚のほか、ナマズ、ドジョウ等の底生魚など、遊泳力の異なる魚種が確認されていることから、多様な魚類に対応した環境が形成されていると考えられる。また、整備直後の平成19年度と平成23年度に実施したモニタリング結果を比較すると、確認魚種が12種から20種に増加していることから、環境配慮施設の設置により魚類の生息環境が復元されていることがうかがえる。なお、ステップの設置により、施設に安全にアクセスでき、維持管理を含め利用しやすい構造となっている。

淵工とU字溝の組合せによる配慮対策工



出典：「平成23年度環境配慮施設分析評価調査業務報告書」（農林水産省農村振興局整備部設計課）

【参考資料】

【複数の魚類退避場設置による効果】

ほ場整備事業に伴い、同じ排水路上に施工された複数の深み（曲り樹、合流樹、魚溜工（うおだまりこう、うおた（だ）めこう）がある地区において、台風通過前に各地点で魚類を採捕し標識を付けて放し、台風通過後に再捕獲を行った研究がある。これによると、一部の個体は下流側の深みで再捕獲された。このことから、同一の排水路上に複数の退避場を施工することで、出水時に排水路からの個体の流失を防ぐことができると示唆された。



曲り樹

合流樹

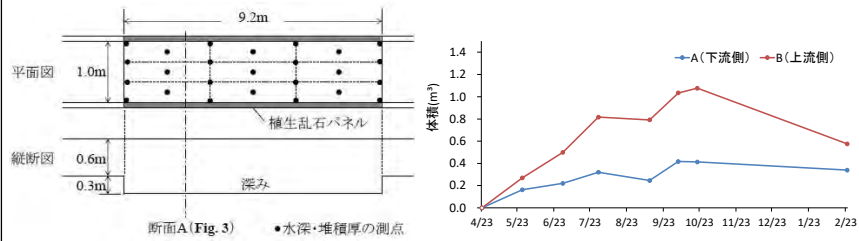
魚溜工

調査地区に施工された魚類の退避場

出典) 皆川明子, 山本達也, 西田一也 (2022): 農業排水路上に施工された魚溜工および樹の退避場としての効果, 農業農村工学会論文集, 90-1

また、同じ排水路線上に近接して施工された2つの魚溜工を対象として、施工後3年間にわたり、毎年4月に堆積土砂を全て浚渫してから10月までの土砂の堆積状況を調査した研究がある。その結果、魚溜工容積に対する堆積土砂の占有率は、下流側は上流側よりも低く抑えられることがわかった。

このことから、魚溜工を同じ水路の上下流に近接して施工することにより、上流側の魚溜工に土砂を捕捉させ、下流側は水生生物の越冬場として水深を確保できる可能性が示唆された。この場合、下流側の魚溜工は毎年浚渫しなくても水深を維持できる可能性があり、上流側の魚溜工ないし土砂溜は、農道等から重機による浚渫が可能な地点に配置すると維持管理が容易になると考えられた。



魚溜工の諸元

魚溜工に堆積した土砂の体積の推移 (2016年度)

出典) 皆川明子, 中林真由, 藪田暢也, 齋庭俊, 大久保卓也 (2020): 排水路の魚溜工における施工後3年間の土砂堆積状況, 農業農村工学会論文集, 88-1ほか

【参考事例】

【水生植物の生育に配慮した水路整備の例】

(大和紀伊平野地区 (和歌山県紀の川市))

1. 工法の概要

希少な水生植物であるリュウノヒゲモ<sup>注1)</sup>の生育環境を保全するために、水路底版に根を張るための土砂・碎石等からなる土砂層を設けるとともに土砂の流出を抑えるための土砂止工を施した事例。環境配慮工法の施工に当たっては、実証調査を踏まえた効果的な施工技術を確認している。

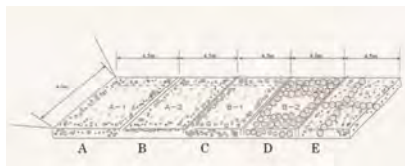


注) リュウノヒゲモ：環境省レッドリスト「準絶滅危惧」、和歌山県レッドデータブック「絶滅危惧ⅠB類」に指定

2. 特徴と工夫点・留意点

- ・生育環境として、根を張る底質が必要であることから水路底に土砂層を設置
- ・根の深さが最大50mm程度であることを踏まえ、土砂層を厚さ100mmに設定
- ・工事に伴う移植に際して、当該種の生活史を踏まえ、塊茎を形成する初夏から秋にかけて、塊茎を含む土砂を採取し利用
- ・土砂層流出のリスクを低減させるための土砂止工に加えて、土砂に碎石を混合し、塊茎の固着力を高める工夫を実施
- ・5種類の工法を実証調査し、流出防止対策の技術を確認

実証区の設置による工法の検討



- A：現地土に砂を混合
  - B：現地土を碎石で被覆（30mm）
  - C：現地土に碎石を混合
  - D：割栗石を敷き詰め、隙間を現地土で埋める
  - E：十字に設置した割栗石の間に現地土と砂を混合して埋める
- ※効果の高かった、Dの工法を採用



環境配慮対策施工状況



環境配慮対策施工後の水路

【参考事例】

【水生植物の生育に配慮した水路整備の例】

(大和紀伊平野地区 (和歌山県紀の川市))

1. 工法の概要

希少な水生植物であるリュウノヒゲモ<sup>注1)</sup>の生育環境を保全するために、水路底版に根を張るための土砂・碎石等からなる土砂層を設けるとともに土砂の流出を抑えるための土砂止工を施した事例。環境配慮工法の施工に当たっては、実証調査を踏まえた効果的な施工技術を確認している。

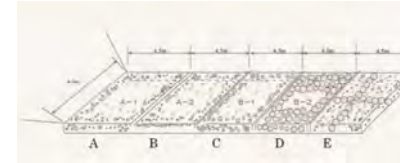


注1) リュウノヒゲモ：環境省レッドリスト「準絶滅危惧」、和歌山県レッドデータブック「絶滅危惧ⅠB類」に指定

2. 特徴と工夫点・留意点

- ・生育環境として、根を張る底質が必要であることから水路底に土砂層を設置
- ・根の深さが最大50mm程度であることを踏まえ、土砂層を厚さ100mmに設定
- ・工事に伴う移植に際して、当該種の生活史を踏まえ、塊茎を形成する初夏より秋にかけて、塊茎を含む土砂を採取し利用
- ・土砂層流出のリスクを低減させるための土砂止工に加えて、土砂に碎石を混合し、塊茎の固着力を高める工夫を実施
- ・5種類の工法を実証調査し、流出防止対策の技術を確認

実証区の設置による工法の検討



- A：現地土に砂を混合
  - B：現地土を碎石で被覆（30mm）
  - C：現地土に碎石を混合
  - D：割栗石を敷き詰め、隙間を現地土で埋める
  - E：十字に設置した割栗石の間に現地土と砂を混合して埋める
- ※効果の高かった、Dの工法を採用



環境配慮対策施工状況



配慮対策施工後の水路

2. 水路と水田における生態系ネットワーク（主に魚類）

(1) 移動経路の確保

水田魚道には、多くの研究実績や施工事例があるが、魚類の移動には、流量や勾配、落差等の様々な要因が複合的に関連しており、現地での設置効果は不確実性を伴う。

このため、勾配や形状は、以下を参考に、現地での試験結果により必要に応じて補正を行い、設定することが望ましい。

① 位置

魚類の遡上・降下に必要な水量が確保できるような広い集水面積を有する箇所、常に一定量の水を流すことが可能な箇所に設置することが望ましい。

また、田越しかんがいをを行っている地区では、末端の水田に魚道を設置することで広い範囲の移動が期待できるため、魚道の設置が効果的な場合もある。

② 勾配

施工事例によると、勾配は7/100（約4°）～36/100（約20°）と様々であるが、1/10（約6°）程度であれば様々な種類の魚道で遡上が可能であると考えられ、隔壁を用いた魚道では、より大きな勾配とすることも可能であると考えられる。

また、水田魚道では降雨により魚道を流下する流量が頻繁に変化する。勾配が大きな場合、流量が大きくなると急激に流速が速くなり、逆に流量が小さくなると魚道内の水深が浅くなり、魚類の遡上を妨げる。

このため、流量の変動に幅広く適応するように、勾配は過大にしないことが重要である。

2. 水路と水田における生物のネットワーク（主に魚道）

(1) 移動経路の確保

水田魚道には、多くの研究実績や施工事例があるが、魚類の移動には、流量や勾配、落差等の様々な要因が複合的に関連しており、現地での設置効果は不確実性を伴う。

このため、勾配や形状は、以下を参考に、現地での試験結果により必要に応じて補正を行い、設定することが望ましい。

① 水田魚道の位置

魚類の遡上・降下に必要な水量が確保できるような広い集水面積を有する箇所、常に一定量の水を流すことが可能な箇所に設置することが望ましい。

また、田越しかんがいをを行っている地区では、末端の水田に魚道を設置することで広い範囲の移動が期待できるため、魚道の設置が効果的な場合もある。

② 勾配



施工事例によると、勾配は7/100（約4°）～36/100（約20°）と様々であるが、1/10（約6°）程度であれば様々な種類の魚道で遡上が可能であると考えられ、隔壁を用いた魚道では、より大きな勾配とすることも可能であると考えられる。

また、水田魚道では降雨により魚道を流下する流量が頻繁に変化する。勾配が大きな場合、流量が大きくなると急激に流速が速くなり、逆に流量が小さくなると魚道内の水深が浅くなり、魚類の遡上を妨げる。

このため、流量の変動に幅広く適応するように、勾配は過大にしないことが重要である。

【参考資料】

[簡易に設置可能な水田魚道のタイプごとの特徴]

タイプ	設置上の特徴	設置状況写真
①波付の丸型 (底面粗度タイプ) (可動式、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>・長さの調整が容易で、軽量のため、設置が容易</li> <li>・主にドジョウが対象</li> <li>・資材費：1カ所 5万円程度</li> </ul>	
②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>・主として土羽法面に這わせるタイプに使用</li> <li>・水路装工されていると設置が困難</li> <li>・設置撤去簡単、再利用可能</li> <li>・資材費：1カ所 11万円程度</li> </ul>	

【参考資料】

【簡易に設置可能な水田魚道のタイプごとの特徴】

タイプ	設置上の特徴	設置状況写真
①波付の丸型 (底面粗度タイプ) (可動式、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>・長さの調整が容易で、軽量のため、設置が容易</li> <li>・主にドジョウが対象</li> </ul>	
②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>・主として土羽法面に這わせるタイプに使用</li> <li>・水路装工されていると設置が困難</li> <li>・設置撤去が容易、再利用可能</li> </ul>	
③波付のU型 (ブルタイプ) (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>・主として土羽法面に這わせるタイプに使用</li> <li>・水路装工されていると設置が困難</li> <li>・設置撤去が容易、再利用可能</li> <li>・堰板が必要</li> </ul>	
④波付のU型 (ブルタイプ) (千鳥X型) (可動式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水路幅4m以下の水路に設置可能</li> <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>・設置撤去が容易、再利用可能</li> <li>・堰板が必要</li> </ul>	
⑤波付のU型 (ブルタイプ) (千鳥X型) (可動式) (張り出式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・4m以上の幅広水路でも設置可能</li> <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>・設置撤去が容易かつ、再利用可能</li> <li>・堰板が必要</li> </ul>	
⑥半円形コルゲート管	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の水田魚道の最大勾配(20°程度)でも効果を発揮</li> <li>・隔壁の挿入角度の変更により水深と流速を任意に調整することができ、設置後の順応的管理が容易</li> </ul>	

出典) 一般社団法人地域環境資源センター (2012)：水田魚道づくりの指針 (第2版)  
 愛知県農業総合試験場 (2015)：水田魚道の設置・観察維持管理マニュアル  
 榎前町内会・榎前町環境保全会：水田魚道による魚のゆりかご水田の復活

タイプ	設置上の特徴	設置状況写真
③波付のU型 (ブルタイプ) (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>・主として土羽法面に這わせるタイプに使用</li> <li>・水路装工されていると設置が困難</li> <li>・設置撤去簡単、再利用可能</li> <li>・堰板が必要</li> <li>・資材費：1カ所 13万円程度</li> </ul>	
④波付のU型 (ブルタイプ) (千鳥X型) (可動式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水路幅4m以下の水路に設置可能</li> <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>・設置撤去簡単、再利用可能</li> <li>・堰板が必要</li> <li>・資材費：1カ所 15万円程度</li> </ul>	
⑤波付のU型 (ブルタイプ) (千鳥X型) (可動式) (張り出式)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・4m以上の幅広水路でも設置可能</li> <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>・設置撤去が容易かつ、再利用可能</li> <li>・堰板が必要</li> <li>・資材費：1カ所 15万円程度</li> </ul>	
⑥半円形コルゲート管	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既存の水田魚道の最大勾配(20°程度)でも効果を発揮</li> <li>・隔壁の挿入角度の変更により水深と流速を任意に調整することができ、設置後の順応的管理が容易</li> <li>・資材費：1m当たり1.1万円程度(口径250mmの半円形コルゲート管、ラワン合板製隔壁(18mm)で製作した場合)</li> </ul>	

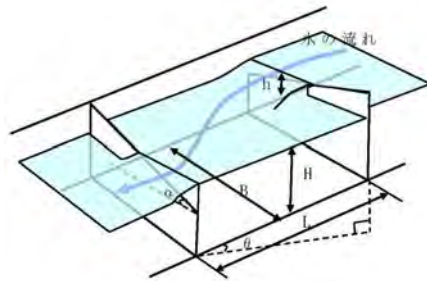
出典：「水田魚道づくりの指針」((一社) 地域環境資源センター)  
 「水田魚道の設置・観察維持管理マニュアル」(愛知県農業総合試験場)  
 「水田魚道による魚のゆりかご水田の復活」(榎前町内会・榎前町環境保全会)

③ 形状（幅、隔壁の角度・高さ、落差）

隔壁型の魚道では、流量の増大により流速が速くならないように、魚道の幅を大きくすることで対応が可能である。また、小流量時に魚道内の流れを確保するために隔壁に角度（切欠き）を付けることが考えられる。

魚道内の水深は、隔壁を高くすることで確保できる。勾配が大きき場合、隔壁の間隔を狭くすると落差を小さくすることが可能であるが、魚類の遊泳に支障が生じる可能性があるため、遡上に支障がないように隔壁の高さや間隔を調整する。

〔水田魚道（隔壁型）の勾配・形状と留意点〕

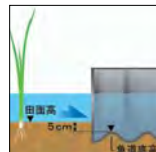


- tan θ : 魚道の勾配  
勾配を大きくすると魚道全体の延長が短くなるため、経済性や維持管理面で優れるが、流量の変化に対応しにくいいため、魚類の遡上効率が低くなる。
- B : 魚道の幅  
幅を広くすると大流量に対応可能となる。
- α : 隔壁の角度  
角度を大きくすると小流量にも対応可能であるが、大きくしすぎると流れが乱れる。
- H : 魚道内（プール）の水深  
小流量時にも対象としている魚類の体高程度を確保する必要がある。隔壁の高さで対応できる。
- h : 落差（水位差）  
跳躍遡上にならないような高さにするのが理想的である。
- L : 隔壁の間隔  
狭くすれば落差が小さくなるが、プールも小さくなり、遡上に必要な遊泳力を発揮しにくくなる。

〔水田魚道と水田との接続部に関する留意点〕

水田魚道の設置高：水田魚道の底部は、水田の落水機能を発揮させるため田面から5cm程度下げた位置とする。また、水田に落水工を設置している場合は田面又は田面から3cm程度上げた位置とする。

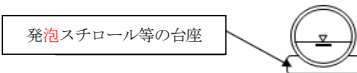
なお、耕起、代かきなどによる田面高の変化に留意するとともに、設置予定の水尻部を耕起しない等の配慮が必要である。



④ 波付きの丸型タイプ魚道下流部の留意事項

波付きの丸型タイプ魚道は、魚道下流部と水路（水面）に接する管の先端が水中深く埋没すると、「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。

そのため、水路の水位変動に対応できるように、末端にフロート（発泡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に近づける必要がある。

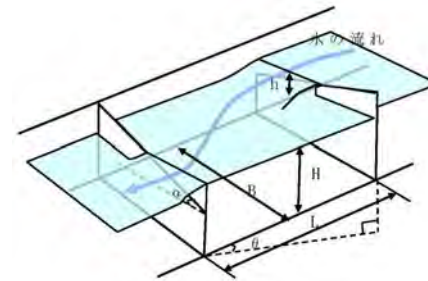


③ 形状（幅、隔壁の角度・高さ、落差）

隔壁型の魚道では、流量の増大により流速が速くならないように、魚道の幅を大きくすることで対応が可能である。また、小流量時に魚道内の流れを確保するために隔壁に角度（切欠き）を付けることが考えられる。

魚道内の水深は、隔壁を高くすることで確保できる。勾配が大きき場合、隔壁の間隔を狭くすると落差を小さくすることが可能であるが、魚類の遊泳に支障が生じる可能性があるため、遡上に支障がないように隔壁の高さや間隔を調整する。

〔水田魚道（隔壁型）の勾配・形状と留意点〕



- tan θ : 魚道の勾配  
勾配を大きくすると魚道全体の延長が短くなるため、経済性や維持管理面で優れるが、流量の変化に対応しにくいいため、魚類の遡上効率が低くなる。
- B : 魚道の幅  
幅を広くすると大流量に対応可能となる。
- α : 隔壁の角度  
角度を大きくすると小流量にも対応可能であるが、大きくしすぎると流れが乱れる。
- H : 魚道内（プール）の水深  
小流量時にも対象としている魚類の体高程度を確保する必要がある。隔壁の高さで対応できる。
- h : 落差（水位差）  
跳躍遡上にならないような高さにするのが理想的である。
- L : 隔壁の間隔  
狭くすれば落差が小さくなるが、プールも小さくなり、遡上に必要な遊泳力を発揮しにくくなる。

〔水田魚道と水田との接続部に関する留意点〕

水田魚道の設置高：水田魚道の底部は、水田の落水機能を発揮させるため田面から5cm程度下げた位置とする。また、水田に落水工を設置している場合は田面又は田面から3cm程度上げた位置とする。

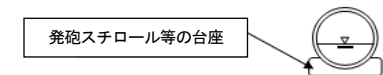
なお、耕起、代かきなどによる田面高の変化に留意するとともに、設置予定の水尻部を耕起しない等の配慮が必要である。



④ 波付きの丸型タイプ魚道下流部の留意事項

波付きの丸型タイプ魚道は、魚道下流部と水路（水面）に接する管の先端が水中深く埋没すると、「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。

そのため、水路の水位変動に対応できるように、末端にフロート（発泡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に近づける必要がある。



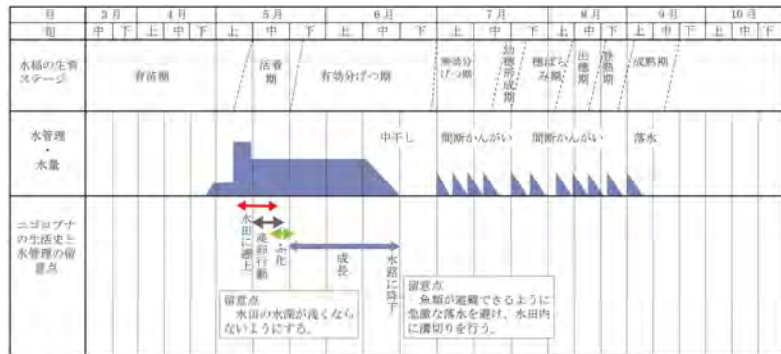
⑤ 農家等の協力

水田魚道は、個人の水田の畦畔や土地改良区の所有・管理する水路の法面などに設置するため、維持管理等について、関係農家や土地改良区と十分な調整を行う。

また、水田魚道の機能を効果的に発揮させるためには、水田の水深が浅くなりすぎないようにすることや、中干し時に魚類を魚道に導くための溝切り等が重要であるため、関係農家等に水管理等の理解を得ることが望ましい。

【参考資料】

〔ニゴロブナの生活史と水管理〕



出典 滋賀県農村整備課・水産試験場 (2005)：魚のゆりかご水田（親魚放流タイプ）稲作栽培こよみ（案），農業士木学会農村生態工学研究会第1回地方研究会資料を改変

【参考資料】

〔水田魚道の効果的な配置〕

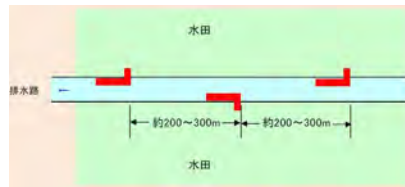
農林水産省では、平成22年度から4年間にわたり、全国5地区で水田魚道に関する調査を実施し、有識者の助言を得ながら効果的な配置の検討を行った結果、以下の知見が得られた。

◆水田魚道の設置に関する指標（ドジョウを対象）

・水田魚道の効果的な配置間隔としては、おおむね水路区間の200～300mで1基程度。

◆水田魚道の効果を高めるための条件

- ・水路内に、魚類の隠れ場や出水時の待避場となるような土砂堆積、植生等があること。
- ・水路周辺に魚類の越冬場があること。
- ・周辺の水路や河川等との連続性が確保されていること。



出典 農林水産省農村振興局農村政策部農村環境課 (2014)：水田魚道づくりのすすめ～生きものを育む水田を見つめなおす～

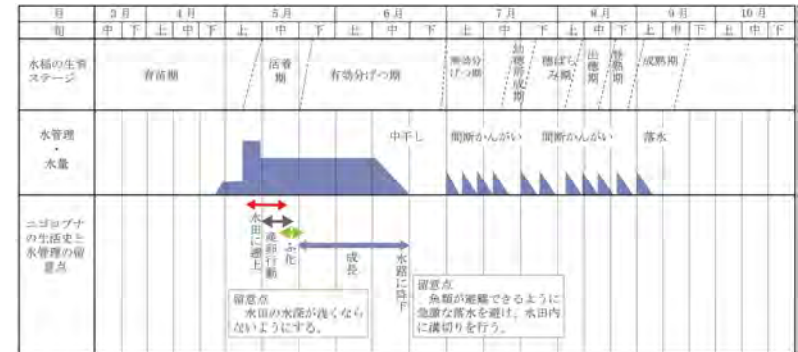
⑤ 農家等の協力

水田魚道は、個人の水田の畦畔や土地改良区の所有・管理する水路の法面などに設置するため、維持管理等について、関係農家や土地改良区と十分な調整を行う。

また、水田魚道の機能を効果的に発揮させるためには、水田の水深が浅くなりすぎないようにすることや、中干し時に魚類を魚道に導くための溝切り等が重要であるため、関係農家等に水管理等の理解を得ることが望ましい。

【参考資料】

〔ニゴロブナの生活史と水管理〕



出典：魚のゆりかご水田（親魚放流タイプ）稲作栽培こよみ（案）（滋賀県農村整備課・水産試験場）を改変

【参考事例】

〔千鳥X型・カスケードM型魚道と二段式水路の組合せ〕

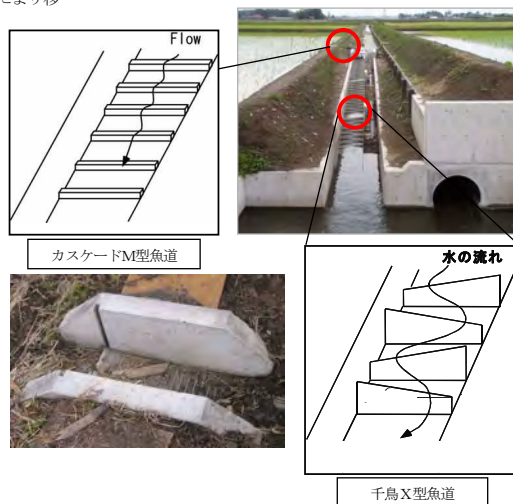
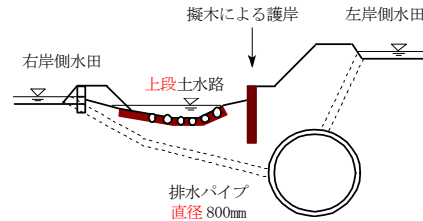
(西鬼怒川地区 (栃木県宇都宮市))

1. 工法の概要

排水路を二段式とし上段の土水路と水田の落差を解消した事例

小排水路と支線排水路の接続部は「千鳥X型魚道」により上段の土水路へ魚類を遡上させ、上段の土水路と水田を接続する部分には「カスケードM型魚道」により水田へ魚類を遡上させる構造である。

この2つの施設を組み合わせることにより移動障害を解消している。



2. 特徴と工夫点・留意点

(二段式水路)

- ・上段の水路は土水路とし、粗石を配置するなど多様な環境を確保している。
- ・左岸側水田の法面崩壊を防ぐとともに用地幅を狭くするため擬木柵を設置している。
- ・上段の土水路は定期的な草刈りと泥上げが必要。  
(千鳥X型魚道)
- ・越流壁を千鳥状に設置しているので越流部の流速が多様となる。
- ・小流量時に越流水深を確保できる。
- ・シミュレーションや室内実験等で魚類が遡上可能な勾配等を設定している。  
(カスケードM型魚道)
- ・水田の水尻と土水路の間にある小さな落差 (20~30cm) に設置する底面粗度タイプの魚道で、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。
- ・一筆ごとの水田に魚類を遡上させるのに適している。  
(工法を組み合わせることによる効果)

二段式水路における上段の土水路への千鳥X型魚道の設置により、支線排水路と末端排水路の移動経路が確保されている。また、田面と末端排水路 (上段土水路) の間には延長の短い落差が生じ、その落差は水田内の水位変動で変化する。このため、短い延長で勾配調整が可能なカスケードM型魚道の設置により、移動経路が確保されている。これらの工法の組合せにより魚類の移動経路の障害を解消する効果を発揮している。

【参考事例】

〔千鳥X型・カスケードM型魚道と二段式水路の組合せ〕

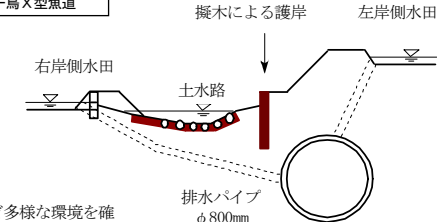
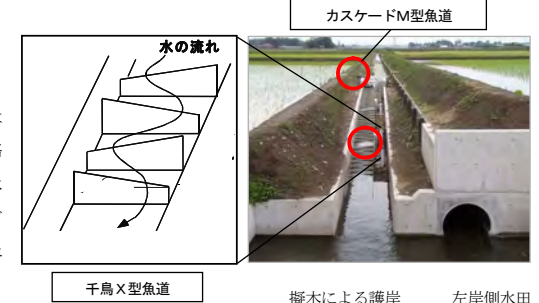
(西鬼怒川地区 (栃木県宇都宮市))

1. 工法の概要

排水路を二段式とし上段の水路と水田の落差を解消した事例

小排水路と支線排水路の接続部は「千鳥X型魚道」により上段の水路へ魚類を遡上させ、上段の水路と水田を接続する部分には「カスケードM型魚道」により水田へ魚類を遡上させる構造である。

この2つの施設を組み合わせることにより移動障害を解消している。



2. 特徴と工夫点・留意点

(二段式水路)

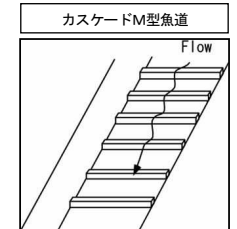
- ・上段の水路は土水路とし、粗石を配置するなど多様な環境を確保している。
- ・左岸側水田の法面崩壊を防ぐとともに用地幅を狭くするため擬木柵を設置している。
- ・上段の土水路は定期的な草刈りと泥上げが必要。  
(千鳥X型魚道)
- ・越流壁を千鳥状に設置しているので越流部の流速が多様となる。
- ・小流量時に越流水深を確保できる。
- ・シミュレーションや室内実験等で魚類が遡上可能な勾配等を設定している。

(カスケードM型魚道)

- ・水田の水尻と水路の間にある小さな落差 (20~30cm) に設置する底面粗度タイプの魚道で、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。
- ・一筆ごとの水田に魚類を遡上させるのに適している。

(工法を組み合わせることによる効果)

二段式水路における上段の土水路への千鳥X型魚道の設置により、支線排水路と末端排水路の移動経路が確保されている。また、田面と末端排水路 (上段土水路) の間には延長の短い落差が生じ、その落差は水田内の水位変動で変化する。このため、短い延長で勾配調整が可能なカスケードM型魚道の設置により、移動経路が確保されている。これらの工法の組合せにより魚類の移動経路の障害を解消する効果を発揮している。



【参考事例】

〔底面粗度タイプによる水田魚道の例〕

(伊豆沼・内沼周辺 (宮城県登米市ほか))

1. 工法の概要

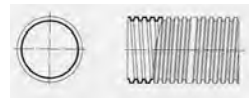
コルゲート管や波付可とう電線管を利用した水田魚道。管内の凹凸が水の流れを変化させ、魚類が遡上しやすくなっている。



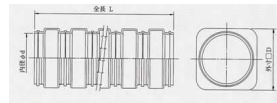
2. 特徴と工夫点・留意点

(底面粗度タイプ)

- ・管は、法面勾配が2割程度の緩やかで、落差の小さい排水路の法面に設置している。
- ・管の勾配は遡上実績から8°程度としている。
- ・コルゲート管や電線管は、安価で軽量であり、入手しやすい。特殊な加工も必要ないことから、据付が容易である。
- ・コルゲート管はドジョウ等の体高の低い魚種やフナ類の稚魚の遡上には効果的であるが、体高の高い魚類の遡上は水深が浅くなるため困難である。
- ・電線管は中型で体高の低い魚類にも有効なタイプであり、角型のプールを利用して遡上中の魚が休憩できる。



コルゲート管



波付可とう電線管

(水田魚道下流部と水路 (水面) との接続部の対策)

- ・水中に管の先端が深く埋没すると、水面の流れの変化や落水時の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、管の先端の底面を水面 (自由水面) に近づけるために、常時遡上可能な水位まで管の上部を切断し開口するとともに、末端にフロート (発泡スチロール等) を設置し、水路の水位変動に対応できるような工夫をしている。



発泡スチロールの台座

管の上部を切断し開口した



電線管の排水路側末端を水面に浮かせている



電線管の排水路側末端に集まる魚類

【参考事例】

〔底面粗度タイプによる水田魚道の例〕

(伊豆沼・内沼周辺 (宮城県登米市他))

1. 工法の概要

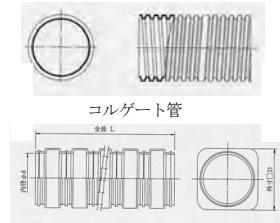
コルゲート管や波付可とう電線管を利用した水田魚道。管内の凹凸が水の流れを変化させ、魚類が遡上しやすくなっている。



2. 特徴と工夫点・留意点

(底面粗度タイプ)

- ・管は、法面勾配が2割程度の緩やかで、落差の小さい排水路の法面に設置している。
- ・管の勾配は遡上実績から8度程度としている。
- ・コルゲート管や電線管は、安価で軽量であり、入手しやすい。特殊な加工も必要ないことから、据付が容易である。
- ・コルゲート管はドジョウ等の体高の低い魚種やフナ類の稚魚の遡上には効果的であるが、体高の高い魚類の遡上は水深が浅くなるため困難である。
- ・電線管は中型で体高の低い魚類にも有効なタイプであり、角型のプールを利用して遡上中の魚が休憩できる。



コルゲート管

波付可とう電線管

(水田魚道下流部と水路 (水面) との接続部の対策)

- ・水中に管の先端が深く埋没すると、水面の流れの変化や落水時の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、管の先端の底面を水面 (自由水面) に近づけるために、常時遡上可能な水位まで管の上部を切断し開口するとともに、末端にフロート (発泡スチロール等) を設置し、水路の水位変動に対応できるような工夫をしている。



発泡スチロールの台座

管の上部を切断し開口した



電線管の排水路側末端を水面に浮かせている。



電線管の排水路側末端に集まる魚類

(2) 生息・生育環境の確保

① 水田のビオトープ利用

耕作放棄地や遊休農地に湛水し、ビオトープとすることで魚類や両生類、水生昆虫等の生息環境を確保することが可能である。

一方で、耕作放棄地や遊休農地の一時的なビオトープ化については、経年的湛水による耕盤の消失や畦畔の崩壊など、食料の生産基盤としての機能が消失し、将来の復田が困難になる場合がある。また、**ビオトープとして利用するための最低限の水路、法面の補修費用**や良好な生息・生育環境を維持するための耕起や草刈り等の管理費用や労力が嵩む場合がある。

このため、ビオトープ化を行う規模や期間は、農家の意向や生産基盤としての機能、管理面、地域の営農(ブロックローテーション)等を考慮して設定する。また、関連する給水施設、観察場等の構造は、設定した期間を考慮して移動可能に**することや**、簡易な構造とすることが考えられる。

【参考事例】

[水田のビオトープ利用例]

(兵庫県豊岡市)

豊岡市では、農家に管理委託し、市内各地に休耕田等を利用した水田ビオトープを設置している。コウノトリの餌場として地域の生物多様性を保全するとともに、子供たちの環境体験学習の場にもなっている。

また、ほ場整備等の生産基盤の整備に際し、環境創造型の基盤整備を行うとともに、水田の冬期湛水等の水管理、環境保全型の営農が取り組まれている。



出典) 豊岡市コウノトリ共生課ホームページ (参照 2025. 3. 1) : コウノトリと共に生きる豊岡, <https://toyooka-kounotori.com/yaseihukki/genzai/>  
 農林水産省農村振興局 (2008) ; 平成 20 年度第 1 回技術小委員会資料 5-1

(2) 生息・生育環境の確保

① 水田のビオトープ利用

耕作放棄地や遊休農地に湛水し、ビオトープとすることで魚類や両生類、水生昆虫等の生息環境を確保することが可能である。

一方で、耕作放棄地や遊休農地の一時的なビオトープ化については、経年的湛水による耕盤の消失や畦畔の崩壊など、食料の生産基盤としての機能が消失し、将来の復田が困難になる場合がある。また、良好な生息・生育環境を維持するための耕起や草刈り等の管理費用や労力が嵩む場合がある。

このため、ビオトープ化を行う規模や期間は、農家の意向や生産基盤としての機能、管理面、地域の営農(ブロックローテーション)等を考慮して設定する。また、関連する給水施設、観察場等の構造は設定した期間を考慮して移動可能にしたり、簡易な構造とすることが考えられる。

② 水田周辺の生息・生育環境の確保

水田は一時的な水域であり、中干し期、落水後から翌年の入水期においては、冬季湛水水田等の一部を除き、水生生物が生息できる水域は形成されていない。このため、農家の理解を得ながら、例えば、立地条件に応じて水田の周辺に水生生物が生息するための小(承)水路を設けるなど、生息・生育環境を確保することについても検討する。

【参考事例】

[水田内の小(承)水路]

(小佐渡東部地区(新潟県佐渡市))

[小(承)水路の概要]

主に東北、北陸地方などの冷涼な地域に設置される青立ち防止(冷水害防止)のための水路であり、山際等からの冷水を一旦水路のなかで温めてから水田に流入させる構造となっている。冷水を水田に入れないように冷水をキャッチしてほ場外に排水させているところもある。

このような水路では、周年にわたり止水域が確保されることから、特に早春期に水田で繁殖したり、水域で越冬する水生生物にとって重要な生息場所となる。(本地区の水路では、早春期に多くのヤマアカガエルの卵塊・幼生を確認している)。

[生息・生育環境を確保する上での留意点]

適切な生息環境の維持には、草刈りや補修等の管理が必要となり、水田内に設置した水路の場合は、一定の深みをもうけて周年にわたって水域が確保されるような工夫が必要となる。



小水路の設置状況



小水路の拡大写真

(ヤマアカガエル卵塊と幼生を確認)

## ② 水田周辺の生息・生育環境の確保

水田は一時的な水域であり、中干し期、落水後から翌年の入水期においては、冬期湛水水田等の一部を除き、水生生物が生息できる水域は形成されていない。このため、農家の理解を得ながら、例えば、立地条件に応じて水田の周辺に水生生物が生息するための承水路や水田退避溝を設けるなど、生息・生育環境を確保することについても検討する。

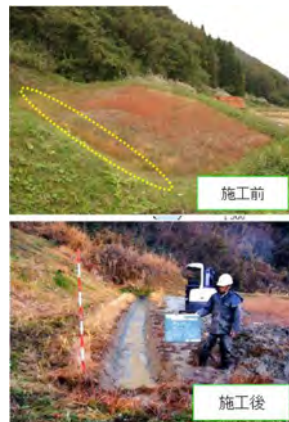
## 【参考資料】

## [承水路とは]

「承水路」とは、本来、下位部の農耕地の水食などの被害を防止するため、等高線にほぼ平行に設置され、上位部からの流出水を捕捉するための水路をいう。地区外の背後地からの流出水の捕捉や河川堤防からの浸透水の捕捉に利用される場合もある。また、流出水や浸透水を受け止め、水を温めてから水田に入水させることで冷水障害を防ぐ目的で設置されることもある。

地域によって「江」「てび」「ぬるめ」「陽寄せ（ひよせ）」「手畦（てあぜ）」「掘り上げ」「ちい堀」「しりあげ」などと呼ばれる。

「承水路」はかんがい期以外でも湛水状態となることから、生態系配慮の効果があり、中干し期や非かんがい期における水生生物の避難や産卵、越冬場所等としての機能がある。



承水路の設置例（小佐渡東部地区（新潟県佐渡市）  
出典）新潟県（2010）：環境との調和に配慮した農村づくり  
—新潟県農業農村整備事業環境配慮事例集

## 【参考事例】

## [中山間地域における承水路（江）の設置例]

(A地区（新潟県）)

A地区は、冬には積雪3～5mに達する県内有数の豪雪地である。

本地区では、耕作放棄地の計画的な管理と優良農地の生産性向上を図るため、19.4haの区画整理が実施された。

事業実施前の生物調査の結果に基づき、環境指標種をホトケドジョウ、トノサマガエル、モリアオガエル等とし、目指す地域の姿を以下のように設定した。

- ・環境配慮テーマ：「地域で守る」ホトケドジョウ水路の実現に向けて
- ・地域の将来像：ホトケドジョウが泳ぐ良好な棚田環境を、地域の宝として、守り育てていくことによって、農業と豊かな自然環境が共生する地域づくりを目指す。
- ・地域の目標：多様な流れの形成と水田・水路間の連続性を維持し、多くの生物が生息しやすい環境を確保することにより、湧水環境に代表される良好な農村環境を維持し続ける。

環境保全対策としては、非かんがい期の生息環境の保全のため「江」を設置し、水路の急流部は遡上ができるよう波付きフリユームを設置した。



「江」の設置状況



波付きフリユームの設置状況

## 【参考事例】

## 〔水田退避溝の設置例〕

(国富地区 (福井県小浜市))

国富地区は福井県小浜市の東北部にあり、野生のコウノトリの国内最後の繁殖地として知られている。

本地区では、コウノトリの餌となる水生生物が、排水路と水田を自由に移動できるようにするために水田退避溝と水田魚道を設置する等、自然と人がぎわう地区を目指した活動が行われている。繁殖のための人工巣塔が3基設置され、令和3年にはそのうちの1基で57年ぶりとなる3羽のヒナの誕生と60年ぶりとなる巣立ちが確認された。その後も毎年繁殖が確認され、令和5年度までに10羽の幼鳥が巣立った。

水田退避溝の概要は、以下のとおりである。

- ・元々あった水田を掘削し、河床には作土を戻して造成
- ・排水路側の法面には防草シートを張り、年に数回、畦畔及び水田退避溝内の除草を実施
- ・魚類等の水生生物は排水路、水田魚道を通じて水田退避溝内へ移動可能
- ・水田退避溝と水田の間には塩ビ管が設置され、水生生物が水田退避溝と水田の間を往来可能
- ・水田退避溝内の流水は、近隣の地下水から供給され、一年中湛水している。このため、水生生物の避難場所となる恒久的水域として機能

水田退避溝における魚類の遡上・降下調査を行ったところ、以下の結果が得られ、河川や排水路、海と比較して、環境変化が小さい水田退避溝は、多くの水生生物の生息場所になっていることが示唆された。

- 純淡水魚のドジョウ及びオオシマドジョウが産卵場所・越冬場所として利用
- 回遊魚のウグイ及びウキゴリ、汽水・海水魚のマハゼが成長場所・越冬場所として利用



水田退避溝の設置状況

出典) 松井明 (2022) : 海に近い水田地域に造成された水田退避溝における魚類の越冬場所, 応用生態工学, 24 (2), 245-258  
小浜市 (2024) : 小浜市コウノトリビジョン

## 【参考事例】

〔ビオトープ（保全池）〕

黒田地区（滋賀県長浜市）

## 〔概要〕

地域の貴重な生物の保全を図るため、山際の余地にビオトープ（保全池）を設置したものである。水深を維持するため、谷水をビオトープに引き込むとともに、背後地の里山との連続性を考慮し、緩傾斜護岸を整備している。また、木道や休憩場所を設置し、地域住民の利用を考慮した整備を行っている。



整備直後



時間の経過により植生が繁茂

## 〔対策の効果〕

設置後、生息魚種が増加してきており、希少な種を含めた11種の魚種が確認されている。また、下流側水路で確認されている魚種が冬季にビオトープ内で確認されていることから、越冬場所としての機能を発揮していることも確認されている。

さらに、植生が発達し、魚類のほか昆虫類にも適した環境を呈している。

また、黒田地区では、希少な魚類等の生息が確認されたことを契機に「田んぼの学校」や「観察会」などが開催されている。

3. 水田、水路等と樹林地における生態系ネットワーク（主に両生類）

(1) 移動経路の確保

① 対策の基本的考え方

法面が高く勾配の大きい開水路に両生類が落下した場合、這い上がれない種が多い。

このため、設計に当たっては、調査段階で明らかにされた重要な移動経路については、両生類等が水路に落下しないように蓋掛けを検討することが重要である。蓋掛け等が困難な場合は、水路から這い上がれるように緩傾斜護岸にする。このほか、水路にスロープを設置する例があるが、対策箇所が少なく、水の流れがある場合は、効果が発現しにくいことに留意する。

② 材料と勾配

水路の蓋掛けの材料は、耐久性や経済性等を考慮する。また、護岸の材料や勾配は保全対象生物の登坂能力を考慮する。一般的には、生物が側面につかまりやすいように材料は粗く空隙があるものや草木が生育できるものとし、勾配は緩くする。

③ 流水への対応

水路内の流速が速いと両生類は流され、脱出が困難である。このため、ワンドの設置により流速を遅くさせ、両生類がつかまるための植生を確保することが考えられる。また、ワンドにたどり着きやすいように水路の線形を変化させ、杭の設置により流れをワンドに向けることも検討する。

④ 生活史を考慮した設計

移動経路を確保する工法が保全対象生物の生活史を通じて効果があるものか十分検討する必要がある。例えばアカガエル類では、成体は主に樹林地で生活し、早春に産卵のため水田等に移動するため、水路の蓋掛けなどによる移動経路の確保が必要である。

スロープを設置する場合は、片側（樹林地側）のみの設置では効果は発現しないことや、緩傾斜護岸では、小さい個体（幼体）についても考慮する必要がある。

【参考事例】

[水路の蓋掛けの効果]

(西鬼怒川地区（栃木県宇都宮市）)

[工法の概要]

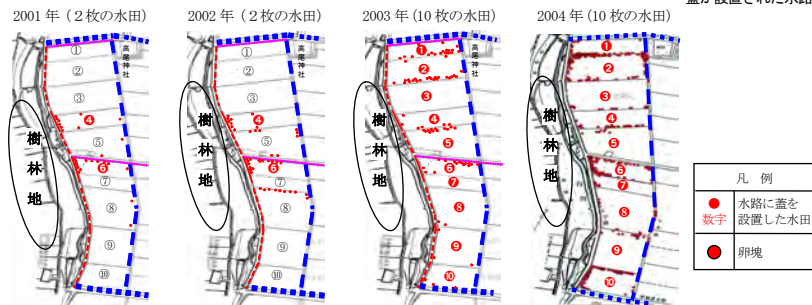
水田と樹林地の間の用水路において、カエル類の転落防止のため特に重要な箇所について木材の蓋を設置したものである。

[対策の効果]

2001、2002年は④番と⑥番の水田際の水路に蓋を設置し、2003、2004年は①～⑩番の水田際の水路に蓋を設置した。水田で確認された卵塊は水路に蓋掛けをした水田の方が多。



蓋が設置された水路



水路の蓋掛けとニホンアカガエルの卵塊の確認状況

出典) 水谷正一、高橋伸拓、林光武 (2005.2) : U字溝に設置したフタがニホンアカガエルの生息に及ぼす効果、農業土木学会論文集、235、77-78 ほかに変更

3. 水田、水路等と樹林地における生物のネットワーク（主に両生類）

(1) 移動経路の確保

① 対策の基本的考え方

法面が高く勾配の大きい開水路に両生類が落下した場合、這い上がれなくなる。

このため、設計に当たっては、調査段階で明らかにされた重要な移動経路については、両生類等が水路に落下しないように蓋掛け等を検討することが重要である。蓋掛け等が困難な場合は、水路から這い上がれるように緩傾斜護岸にする。この他、水路にスロープ等を設置する例があるが、対策箇所が少なく、水の流れがある場合は、効果が発現しにくいことに留意する。

② 材料と勾配

水路の蓋掛けの材料は、耐久性や経済性等を考慮する。また、護岸の材料や勾配は保全対象生物の登坂能力を考慮する。一般的には、生物が側面につかまりやすいように材料は粗く空隙があるものや草木が生育できるものとし、勾配は緩くする。

③ 流水への対応

水路内の流速が速いと生物は流され、脱出が困難である。このため、ワンドの設置により、流速を遅くさせ、生物がつかまるための植生を確保することが考えられる。また、ワンドにたどり着きやすいように水路の線形を変化させ、杭の設置により流れをワンドに向けることも検討する。

④ 生活史を考慮した設計

移動経路を確保する工法が保全対象生物の生活史を通じて効果があるものか十分検討する必要がある。例えばアカガエル類では、成体は主に樹林地で生活し、早春に産卵のため水田等に移動するため、水路の蓋掛けなどによる移動経路の確保が必要である。

スロープを設置する場合は、片側（樹林地側）のみの設置では効果は発現しないことや、緩傾斜護岸では、小さい個体（幼生）についても考慮する必要がある。

【参考事例】

[水路の蓋掛けの効果]

(西鬼怒川地区（栃木県宇都宮市）)

[工法の概要]

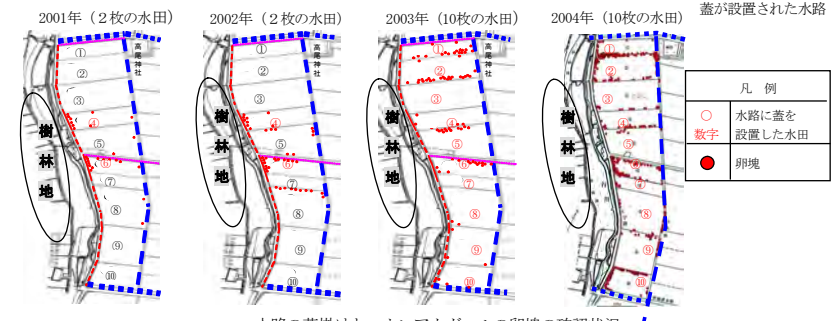
水田と樹林地の間の用水路は、カエル類が転落することにより移動の妨げになっているため、転落防止のため特に重要な箇所について木材の蓋を設置したものである。

[対策の効果]

2001、2002年は④番と⑥番の水田際の水路に蓋を設置し、2003、2004年は①～⑩番の水田際の水路に蓋を設置した。水田で確認された卵塊は水路に蓋掛けをした水田の方が多。



蓋が設置された水路



水路の蓋掛けとニホンアカガエルの卵塊の確認状況

引用文献: U字溝に設置したフタがニホンアカガエルの生息に及ぼす効果 (水谷正一・高橋伸拓・林 光武 農業土木学会論文集、第235号 平成17年2月) 他

改 定 案	現 行
<p>4. ため池周辺における生態系ネットワーク（主に魚類、両生類、昆虫類）</p> <p>設計に当たっては、多様な水深と植生が確保できるように、ため池の護岸の形状や素材等を考慮する（詳細は「環境配慮の手引き（第2編）」を参照）。</p> <p>(1) 護岸形状</p> <p>ため池の安全性や維持管理も勘案しつつ、直立した矢板や護岸を中心とした整備による環境の単純化を招かないような護岸形状にする。また、水位変動が大きいため池や岸辺が急なため池にあっては、岸辺を複断面や階段状にするなど、水位変動に応じて浅瀬ができるように工夫する。</p> <p>(2) 護岸材</p> <p>ため池の護岸材には植物の生育を伴う土羽、石材や木材等の自然素材、生物に配慮したコンクリート二次製品等があるが、工事で発生する石材や地域の間伐材などの再利用を図るとともに、ため池の堆積土を地盤改良等により、堤体の補強材料や岸辺の護岸材料として利用することも検討する。</p> <p>(3) 岸辺の植栽</p> <p>ため池及びため池周辺への植栽においては、生物多様性保全の観点から、外来生物<sup>注1)</sup>による在来生物<sup>注2)</sup>の生息・生育地の消失、在来生物との間の浸透性交雑、在来の地域性系統の遺伝子かく乱等の危険性を考慮する必要がある。在来生物に影響を及ぼす外来生物の例としては、セイタカアワダチソウ、オオブタクサ、アレチウリ、キクイモ、オオカナダモ等がある。</p> <p>注1)外来生物：人為により自然分布域の外から持ち込まれた種 注2)在来生物：地域に自然分布している種（移入種を除く）</p> <p>また、魚類や昆虫類の生息や水質の浄化、護岸の保護等は、植物の種類により確保される機能が異なるため、抽水植物、浮葉植物、沈水植物など多様な植物群落が形成されるように、植物を選択することが重要である。</p> <p>岸辺の植生が不足している場合には植栽して補う。その際の緑化植物の選定に当たっては、植栽の目的、水位変動等の環境条件、生態系の保全、生物の多様性、種苗入手の難易、維持管理方法等を考慮し、できる限り植栽予定地に近く、かつ条件の類似している場所における現況植生の調査結果や有識者の意見、専門文献を参考にすることが必要である。</p> <p>特に、ため池の沿岸部は水位変動が大きく、波浪による侵食を受けやすく植生基盤として不安定なため、基盤の整備や水位変動に強い樹種を選定する。</p> <p>ため池の湖底には水生植物の種子が混入している場合があるため、種子の埋土を見込んでため池の堆積土を法面に利用することも検討する。</p> <p>(4) 代償措置の検討</p> <p>ため池の工事を行う場合、池底を乾燥させると生息・生育する生物が絶滅する可能性があるため、池の一部に生物が生息・生育できるように水たまりの部分設けることを検討する。設けることが困難な場合は、工事期間中に生物を一旦他の同様な環境を有する場所に移動し、工事後に元に戻すことも検討する。</p> <p>(5) 外来生物への対応</p> <p>ため池は、外来生物を含む多様な生態系ネットワークの拠点となっている。このため、設計に当たっては外来生物の生息・生育域が拡大しないようにすることが重要である。例えば、ため池とその下流水路との落差解消により外来生物の分布域が拡大するおそれがある箇所では、落差解消を行わないことが考えられる。また、工事に伴う水抜きにより、下流域に外来生物が流下するおそれがある箇所では、底樋下流側にネット等を設置し、外来生物を流下させないことが考えられる。</p>	<p>4. ため池周辺における生物のネットワーク（主に魚類、両生類、昆虫類）</p> <p>設計に当たっては、多様な水深と植生が確保できるように、ため池の護岸の形状や素材等を考慮する。</p> <p>(1) 護岸形状</p> <p>ため池の安全性や維持管理も勘案しつつ、直立した矢板や護岸を中心とした整備により環境の単純化を招かないような護岸形状にする。また、水位変動が大きいため池や岸辺が急なため池にあっては、岸辺を複断面や階段状にするなど、水位変動に応じて浅瀬ができるように工夫する。</p> <p>(2) 護岸材</p> <p>ため池の護岸材には植物の生育を伴う土羽、石材や木材等の自然素材、生物に配慮したコンクリート二次製品等があるが、工事で発生する石材や地域の間伐材などの再利用を図るとともに、ため池の堆積土を地盤改良等により、堤体の補強材料や岸辺の護岸材料として利用することも検討する。</p> <p>(3) 岸辺の植栽</p> <p>ため池は、山間部や丘陵地の地形で谷をせき止めて造られた谷池、平地の窪地の周囲に堤体を築いて造られた皿池に分けられるが、これにより生息・生育する生物も異なるため、周辺の環境の状況に応じて、園芸植物は避け地域に生育する植物を選定することが重要である。</p> <p>また、魚類や昆虫類の生育場や水質の浄化、護岸の保護等は、植物の種類により確保される機能が異なるため、抽水植物、浮葉植物、沈水植物など多様な植物群落が形成されるように、多くの種類の植物を選択することが重要である。</p> <p>岸辺の植生が不足している場合には植栽して補う。また、ため池の沿岸部は水位変動が大きく、波浪による侵食を受けやすく植生基盤として不安定なため、基盤の整備や水位変動に強い樹種を選定する。</p> <p>ため池の湖底には水生植物の種子が混入している場合があるため、種子の埋土を見込んでため池の堆積土を法面に利用することも検討する。</p> <p>(4) 代償措置の検討</p> <p>ため池の工事を行う場合、池底を乾燥させると生息・生育する生物が絶滅する可能性があるため、池の一部に生物が生息・生育できるように水たまりの部分設けることを検討する。設けることが困難な場合は、工事期間中に生物を一旦他の同様な環境を有する場所に移動・移植し、工事後に元に戻すことも検討する。</p> <p>(5) 外来種への対応</p> <p>ため池は、外来種を含む多様な生物のネットワークの拠点となっている。このため、設計に当たっては外来種の生息・生育域が拡大しないようにすることが重要である。例えば、ため池とそこに流入する水路との落差解消により外来種の分布域が拡大するおそれがある箇所では、落差解消を行わないことが考えられる。また、工事に伴う水抜きにより、下流域に外来種が流下するおそれがある箇所では、底樋下流側にネット等を設置し、外来種を流下させないことが考えられる。</p>

【参考事例】

【ため池整備（改修）時の環境配慮事例】

（B地区（香川県））

【概要】

老朽化が進み、下流に人家や水田が存在することから、上池と下池の統合と併せて堤体や取水施設の改修を行うこととなった。

改修の前年度に生態系調査が行われ、コイ、ギンブナ、タモロコ、カマツ等の魚類が確認された。



【配慮の内容】

<池内>

下池と上池を統合するに当たり、上池堤体開削高を渇水や冬場の池干し等水位が低下しても水生生物の生息に必要な一定の水が溜まる高さとした。下池工事期間中は、魚類等の水生生物を生息に必要な水が溜まる上池に移動させた。

<氾濫域等周辺>

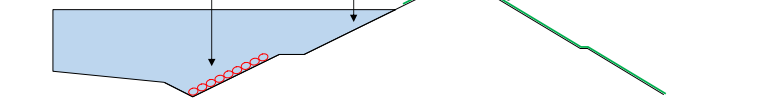
地元で採取できる自然材料（腰石積みや玉石、粉碎岩等）を有効利用し、堤体左右岸部等堤体構造上問題とならない部分に用い、各種生物の生息場所を確保した。

下池横断

・地元で採取できる自然材料（腰石積みや玉石、粉碎岩など）を有効利用し、各種生物の生息場所を確保

・珪ブロックを施工し、安全性に配慮

・法面は種子吹付を行い緑化



上池横断



・水生生物の生息に必要な水深を確保し、魚類、水生生物等に配慮

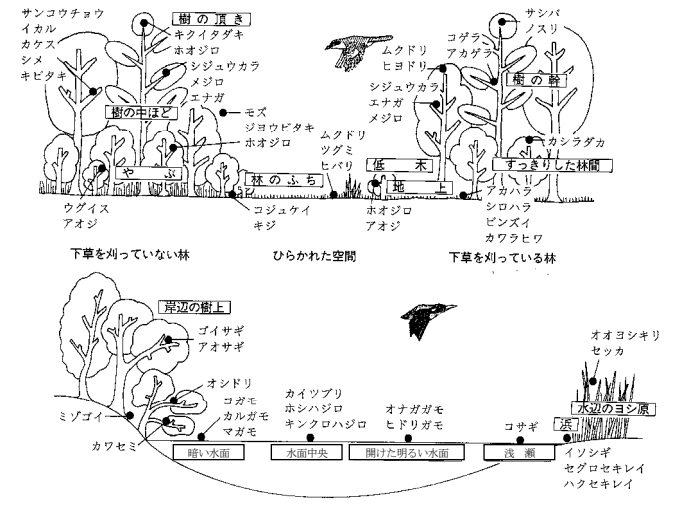
改 定 案	現 行
<p>5. 水路、農道等の緑地における生態系ネットワーク（主に哺乳類、鳥類、両生類、昆虫類） 水路や農道等の樹林帯の緑地は、哺乳類、鳥類、両生類、昆虫類等の小動物の休息や繁殖、越冬等の生息環境として利用されるだけでなく、移動経路としての役割を果たしており、水路や農道等の整備に当たっては、残地の活用等により「生態系ネットワーク」を創造する。</p> <p>(1) 環境保全目標等に則した緑化 計画段階で設定された環境保全目標に沿って、植物が果たすべき役割（保全対象生物の採餌、休憩、営巣等）を考慮の上、それに即した植物の選定（一年生草木、多年生草木、高木、低木、落葉樹、常緑樹、針葉樹の別等）や植物の構成（混合林、複層林等）等を検討する。</p> <p>(2) 植栽樹木の選定 植物は植栽後、成長し続け変化するため、植栽については成長を考慮した計画が必要である。環境保全目標等で目指すべき将来の緑地環境の姿を念頭に、成長時の樹高や葉張りを考慮する。また、現地の土性、土質等の環境基盤の状況等を考慮し、植栽樹種を選定する。</p> <p>(3) 多様な植物の利用 自然の樹林地は高木だけでなく低木や草木も生育し、複数の階層構造により樹林帯が形成され、これにより鳥類や昆虫類等、多様な生物の生息・生育環境となる。このため、樹林地を構成する植物の種類はなるべく多くすることが重要である。</p> <p>(4) 在来植物による緑化 農道等の整備の際に発生した法面の勾配が緩く、地質の条件等から侵食のおそれがない場合は、地域の環境への適応性等から地域に生育する植物（在来植物）の表土利用を検討する。また、植栽により緑化を行う場合、地域の環境条件を考慮の上、地域に生育する在来植物を優先する。</p> <p>(5) 地域住民等の理解と協力 樹林帯の整備を行うに当たっては、樹林帯に鳥類等が集まりねぐらとなるほか、食害等による農産物への影響の懸念もあるため、農家の理解を得ることが重要である。また、植物は成長に応じて、落ち葉の掃除、枝落とし等の維持管理が必要なため、地域住民等との協力による維持管理の方法や体制について検討する必要がある。</p> <p>6. 農道における生息域分断の対策（主に哺乳類、両生類） 農道によって動物の生息域が分断される場合には、農道の上部・下部に移動経路を設置することにより、回避できなかった影響を同じ場所で修正することを検討する。 動物の移動経路の確保には以下の工法がある。工法及び設置箇所はけもの道を調査した上で、分断範囲や分断前後の移動可能範囲を考慮し、有識者の意見を踏まえて選定することが重要である。 ・構造物：ボックスカルバート、パイプカルバート、オーバークリッジ ・誘導施設：小動物のための横断誘導路 注）農道についての詳細は「環境配慮の手引き（第2編）」を参照</p> <p>7. 留意事項 1.～6.では、生態系ネットワークの代表例について、設計の考え方を示しているが、実際の設計に当たっては、本指針を参考の上、現地の条件を考慮する。 また、水理設計や構造設計は、設計基準等に則して行う。さらに、設計は実際の仮設計画や施工を想定して行うとともに、設計により得られた施工上の留意点等を施工指針等（5.2.2）として整理する。</p>	<p>5. 水路、農道等の緑地における生物のネットワーク（主に鳥類、昆虫類） 水路や農道等の樹林帯の緑地は、哺乳類、鳥類、両生類、昆虫類等の小動物の休息や繁殖、越冬等の生育環境として利用されるだけでなく、移動経路としての役割を果たしており、水路や農道等の整備に当たっては、余剰地の活用等により「緑のネットワーク」を創造する。</p> <p>(1) 環境保全目標等に則した緑化 計画段階で設定された環境保全目標に沿って、植物が果たすべき役割（保全対象生物の採餌、休憩、営巣等）を考慮の上、それに即した植物の選定（一年生草木、多年生草木、高木、低木、落葉樹、常緑樹、針葉樹の別等）や植物の構成（混合林、複層林等）等を検討する。</p> <p>(2) 植栽樹木の選定 環境保全目標等で目指すべき将来の緑地環境の姿を念頭に、生長時の樹高や葉張りを考慮したり、現地の土性、土質等の環境基盤の状況等を考慮し、植栽樹種を選定する。</p> <p>(3) 多様な植物の利用 自然の樹林は高木だけでなく低木や草木も生育し、複数の階層構造により樹林帯が形成され、これにより鳥類や昆虫類等、多様な生物のネットワークとなる。このため、樹林を構成する植物の種類はなるべく多くすることが重要である。</p> <p>(4) 在来植物による緑化 農道等の整備の際に発生した法面の勾配が緩く、地質の条件等から侵食のおそれがない場合は、地域の環境への適応性等から地域に生育する植物（在来植物）の表土利用を検討する。また、植栽により緑化を行う場合、地域の環境条件を考慮の上、地域に生育する在来植物を優先する。</p> <p>(5) 地域住民等の理解と協力 樹林帯の整備を行うに当たっては、樹林帯に鳥類等が集まりねぐらとなる他、食害等による農産物への影響の懸念もあるため、農家の理解を得ることが重要である。また、植物は生長に応じて、落ち葉の掃除、枝落とし等の維持管理が必要なため、地域住民等との協力による維持管理の方法や体制について検討する必要がある。</p> <p>6. 留意事項 本指針では、ネットワークの代表例について、設計の考え方を示しているが、実際の設計に当たっては、本指針を参考の上、現地の条件を考慮する。 また、水理設計や構造設計は、設計基準等に則して行う。さらに、設計は実際の仮設計画や施工を想定して行うとともに、設計により得られた施工上の留意点等を施工指針等（5.2.2）として整理する。</p>

【参考資料】

【鳥類と植物との係わり】

鳥類は、採餌、休息、産卵等、生活史を全うする上で、植物との係わりを有しているが、種毎に好む生息環境が異なる。

このため、施設及びその周辺の植栽に当たっては、対象となる鳥類が好む生息環境を考慮することが重要である。



鳥類の主な生息場所（公園緑地管理財団武蔵管理センター：1982）

表 鳥類の導入誘致のための環境条件

対象とする種類(例)	環 境 条 件	利用形態(機能)
樹林性 キジバト、コジュケイ、コケラ、ヒヨドリ、ウグイス、メジロ、シジュウカラ、ヤマガラ、カケス	<ul style="list-style-type: none"> <li>植物の種類が多い</li> <li>大きな木がある</li> <li>林の構造が多層（重層）である</li> <li>開放的あるいは閉じた樹林</li> <li>林縁の植物がある</li> <li>面積が広い</li> <li>餌となる昆虫類やクモ類が多い</li> <li>下草刈りや落ち葉掃きがない</li> <li>人の接近から守られている</li> </ul>	営巣、採餌、休息 同上 同上 同上 同上 採餌、育雛 同上 営巣、休息
草党性 ヒバリ、オオヨシキリ、セツカ、モズ、ムクドリ	<ul style="list-style-type: none"> <li>面積が広い</li> <li>植物の種類が多い</li> <li>餌となる昆虫類やクモ類が多い</li> <li>人の接近から守られている</li> <li>周辺に樹林がある</li> </ul>	営巣、採餌、休息 同上 採餌、育雛 営巣、休息 同上
水辺性 カイツブリ、コサギ、カルガモ、カワセミ、キセキレイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>水生植物の構成が多様である（浮葉植物、挺水植物がある）</li> <li>水際に草や木がある</li> <li>餌となる魚類などが多い</li> <li>人の接近から守られている</li> </ul>	営巣、採餌、隠れ場 同上 採餌、育雛 営巣、休息

出典：ルーラルランドスケープデザインの農に学ぶ都市環境づくり手法 進士五十八・鈴木誠・一場博幸編（学芸出版社）

## 【参考事例】

## 〔農道整備の環境配慮事例〕

(五ラン大原2期地区 (鹿児島県徳之島町))

## 1. 環境配慮の概要

事業実施に伴う周辺の自然環境や一帯に生息・生育する生物への影響を緩和するために、生態系調査を実施し、琉球列島固有のリュウキュウイノシシやイボイモリ等の生息環境の分断や道路横断の際のロードキルを防止する工法の選定を行い、生態系ネットワークの保全に配慮した農道整備を行った。

## 2. 保全対象生物 (典型性、希少性)

(哺乳類) リュウキュウイノシシ等

(両生類) イボイモリ等

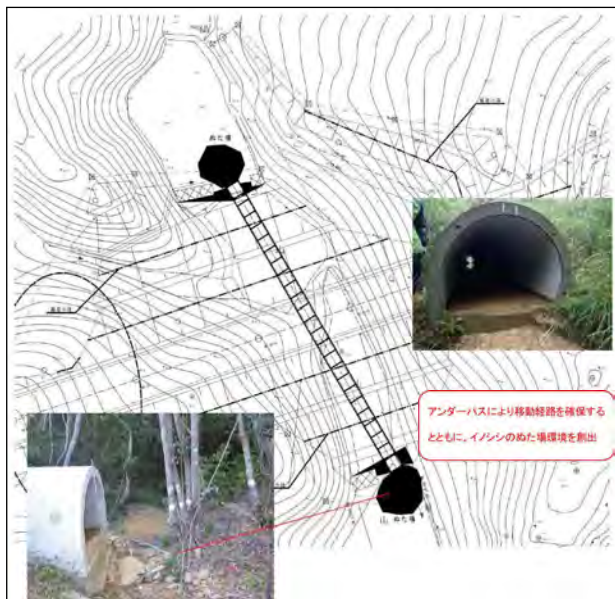
## 3. 工法概要

①農道整備により、生息する生物の生息空間を分断しないように移動経路を整備した。

・リュウキュウイノシシ等の道路横断時のロードキル対策として、盛土施工区間にアンダーパスを設置した。

・イボイモリ等の道路側溝への転落対策として、這い上がり側溝を採用した。側溝の道路側は、ロードキル対策として、転落個体が這い上がらないようL型ガッターとした。

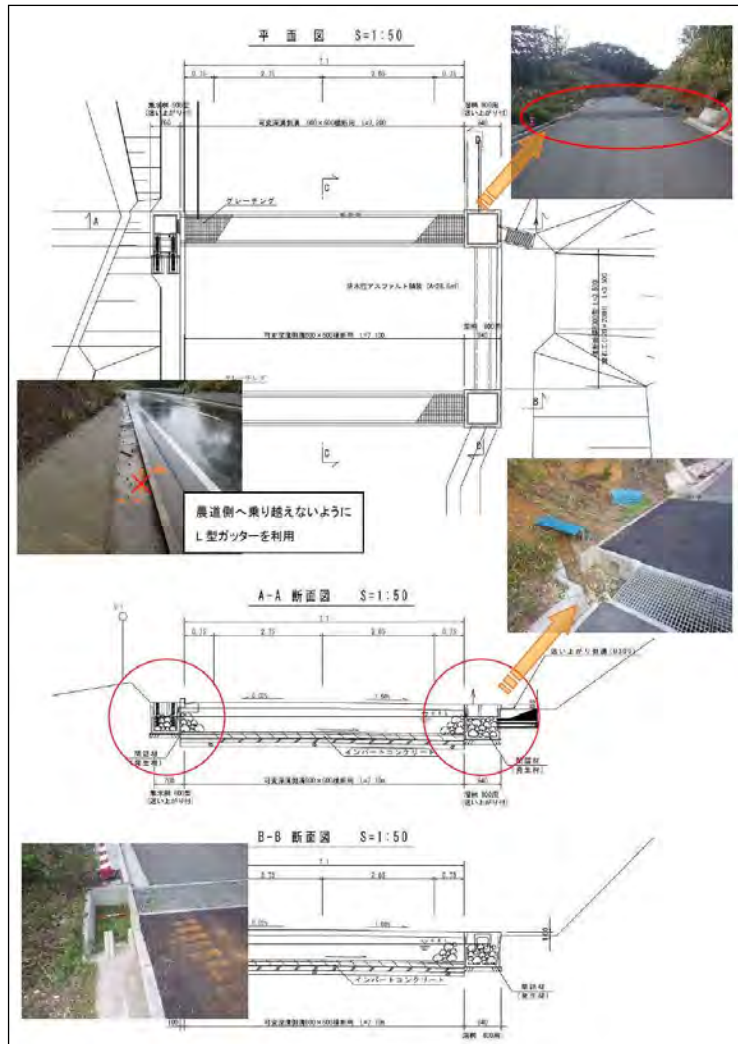
②道路周辺に、イボイモリの産卵場やリュウキュウイノシシのぬた場となる湿地を創出した。



アンダーパスの設置

出典) 鹿児島県土地改良事業団体連合会 (2016) : かごしま農業農村整備 環境配慮事例

次頁へ続く



道路横断側溝、這い上がり側溝、L型ガッターの設置

出典) 鹿児島県土地改良事業団体連合会 (2016) :かごしま農業農村整備 環境配慮事例

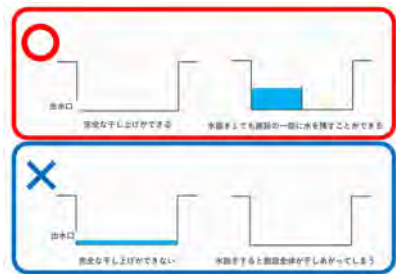
## 8. 外来生物対策を考慮した設計

## (1) 干し上げが可能な設計

干し上げは、オオクチバスやブルーギルなどの外来魚の完全駆除を目指す場合、最も有効な手段である。しかし、干し上げをすると農業用水や防火用水の機能維持に影響が出てしまう地域も多く、実施が困難な施設が多い。

水路の場合、中仕切り構造にするなどして、一部の区間を水抜きしても一定の水量を確保し、周囲の耕作地に対して影響が出ないようにする方法がある。

ため池の場合は、非かんがい期に「かいぼり」を実施することが有効である。また、副調整池を設けたり、底に隔壁を設置したりすることで、片方では水抜きを実施しても、他方では貯水状態となり施設としての機能を維持することも考えられる。



干し上げが可能な設計・施工のイメージ

出典) 農林水産省農村振興局鳥獣対策・農村環境課 (2025) : 外来種等が農業水利施設に及ぼす影響と対策の手引き (改訂版)



かいぼりの様子

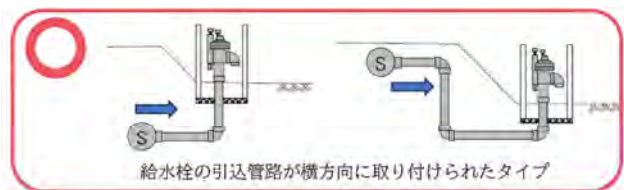
出典) 兵庫県洲本土地改良事務所ホームページ  
(参照 2025.3.1) : かいぼりパンフレット,  
<https://web.pref.hyogo.lg.jp/awk10/documents/kaibori.pdf>

## (2) 外来生物が定着しにくい設計

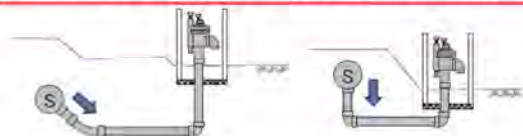
外来生物が侵入した場合でも、外来生物が定着しにくい護岸や水路構造にする等の工夫をすることで、種によっては大繁殖・大繁茂せず低密度管理することが可能であり、被害が発生しない、あるいは発生しても労力を余りかけずに駆除することができる。

- ・カワヒバリガイへの対策については固着防止資材が複数開発されており(シリコーン系資材によるライニング等)、現地においても一定の効果を示しているが、経済性や効果の持続性が課題である。
- ・ホテイアオイが大繁茂している地区や大繁茂が想定されている地区においては、除塵機を利用した回収方法等の対策を検討するなど、繁茂の抑制対策を検討する。
- ・タイワンシジミは、パイプライン内部で成長・繁殖し、管内を一気に流下することで詰まり、末端給水栓において蛇口をひねっても水が出ない症状を引き起こす。こうしたタイワンシジミの詰まりを予防する施工上の対策として、給水栓の引込管路の構造で対応する方法がある。

給水栓の引込管路の構造として、支線パイプラインの下から給水するタイプと、横から給水するタイプがあり、横から給水するタイプの方が詰まりにくい。ただし、ほ場と配管の位置関係から下から給水する構造とせざるを得ない場合もある。また、貯水槽においても泥吐管を底面に合わせることで、下流側への堆積物の除去など日常管理の軽減につながる。なお、タイワンシジミが大量に発生している地域においては、給水栓の構造による対策のほか、年に数回は給水栓を開けて通水を行う、異物が詰まりやすくなる少量での給水を避ける、給水の分散利用を行い管路内の水圧低下を抑えるなど、給水栓の利用方法の工夫も必要である (p.6-6 参照)。



給水栓の引込管路が横方向に取り付けられたタイプ



給水栓の引込管路が下方方向に取り付けられたタイプ

給水栓の引込管路の構造によるタイワンシジミの詰まり対策例

出典) 農林水産省農村振興局鳥獣対策・農村環境課 (2025) : 外来種等が農業水利施設に及ぼす影響と対策の手引き (改訂版)

・ナガエツルノゲイトウ、オオバナミズキンバイ、オオフサモ、ブラジルチドメグサ等、多年生の抽水～湿生植物は、水路やため池の水際護岸に定着し、その後水面を覆うように群落を拡げる。そのため、コンクリート水路であっても水位が高く維持されている水路では土羽に根を下ろし定着してしまう。こうした外来植物の定着を防ぐため、環境配慮を要する水路と要しない水路でメリハリをつけて、要しない場合で外来植物繁茂のリスクがあると想定される場合は、水際部をコンクリートにするなど未然防止策を検討する。

### (3) 外来生物を効率よく除去、管理するための設計

調整池や貯水槽、大規模な開水路では、定着したオオクチバス、ブルーギルなどの外来魚や繁茂した植物、植物が定着する要因となる堆積土砂を除去するために、重機や除去した植物・土砂を運搬するためのトラックの進入路の整備や護岸の作業スペース及び強度の確保等、効率的な管理が可能となるよう検討する。

また、年間を通してかんがい水の供給が必要な地域にあっては、前述の作業を可能とするために、貯水槽内部に必要な量が確保できるよう仕切りを設け、一方で通水を継続しながら一方で清掃が可能な構造や、非かんがい期に必要な少量の水を配水できるだけのバイパスの設置等を検討する。



施設内へ下りるスロープの設置例



調整池に仕切りを設置し2槽にした例