

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。

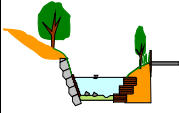
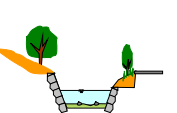
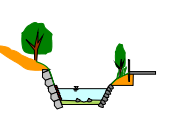
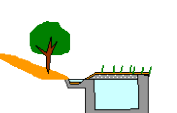
なお、水路等への環境配慮工法の採用については、周辺の状況等によっては外来種の侵入を招く可能性があることも考慮して、工法を選定する必要がある（例：河川と排水路の連続性を確保した場合の河川からの外来種侵入の可能性、新たに造成したワンド部で外来種が繁茂する可能性等）。

(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合などを通じ、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 (ポーラス)】 	【石積】 	【複合（生態系保 全型水路）】 
設計条件	・左岸は既設ブロック積を存置（構造上支障なし） ・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 ・壁面はホタル幼虫が登れるような粗い表面と勾配 ・水路底の材料（砂）と自然石の配置 ・一定の水位が確保できる部分を設置 ・水路沿いに草木を植栽 ・管理のための階段を設置 等				・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
農業生産上の 機能への影響	農業用水の送水上の課題なし 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				
保全対象生物 (ゲンジボタル) への影響	○	○	○	◎	◎ 水路上部を生息環境として利用
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	〇〇円/m	〇〇円/m	〇〇円/m	〇〇円/m	〇〇/m
総合評価	・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の空石積みの工法を採用し、部分的に改修（ミティゲーション：低減「最小化」） ・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」） ・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」）				
留意事項	・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」）				

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^{注1}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。^{注2)}

注1) より良き設計のために「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）

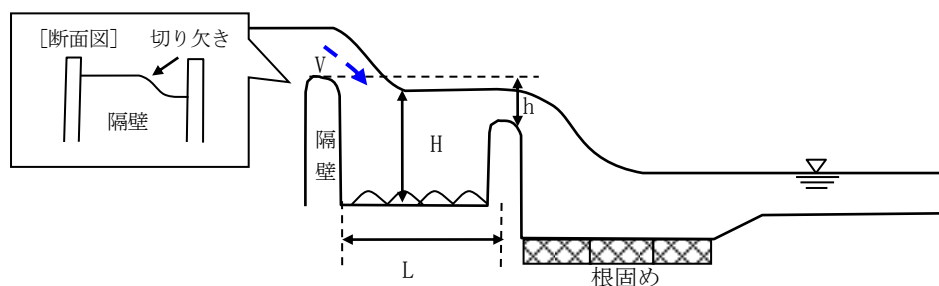
注2) 「小さな魚道による休耕田への魚類遡上試験」（端 憲二 農士誌 67（5））

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、継続的に出ることのできる巡航速度と、瞬間的に出る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	〃

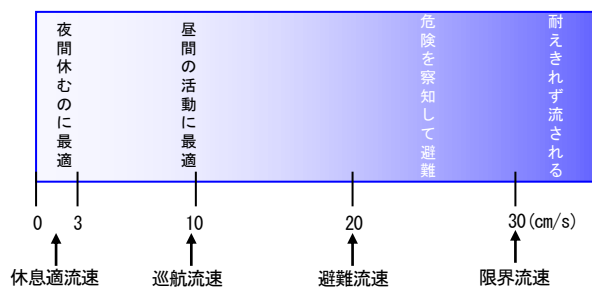
出典：よりよき設計のために「頭首工の魚道」設計の指針（平成14年10月 農林水産省 農村振興局整備部設計課監修 社団法人農業土木学会発行を基に作成）

【参考資料】

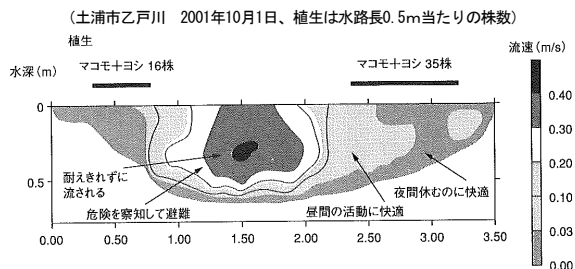
「避難流速」と「休息適流速」－メダカに必要な流速とは－

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」^{注1}や「定位摂食流速」^{注2}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関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。

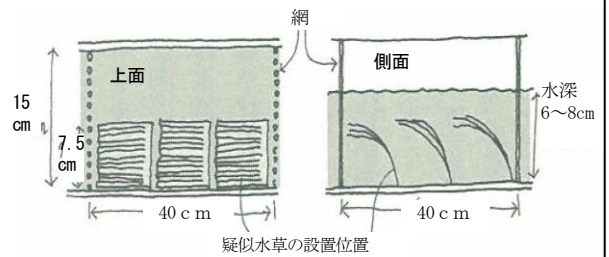
【メダカにとっての流れの速さ】
(体長3cmのメダカの場合)



【植生がある小水路における断面流速分布】

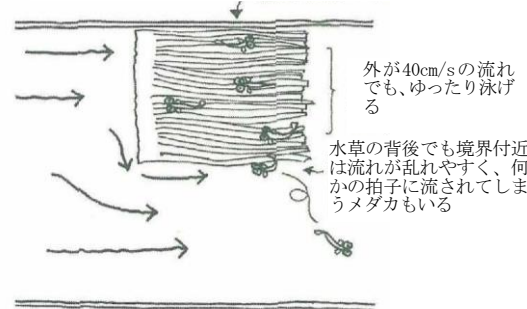


【実験装置】



【流心部の流速を40cm/sとした場合のメダカの様子】

壁際には流れが逆になり、頭を下流へ向けて泳ぐ



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」農文教

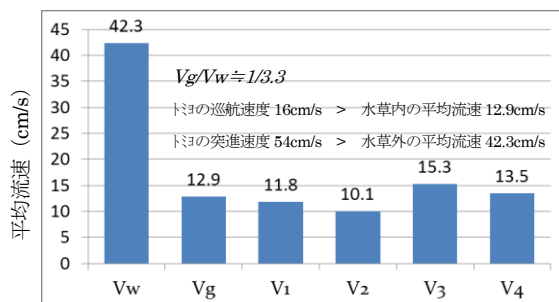
【参考資料】

【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。

工法の設定

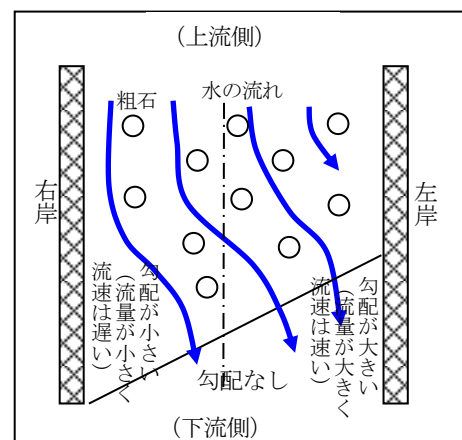
魚道の設計に際して設定された設計条件は以下のとおりであった。

- 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。



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。)



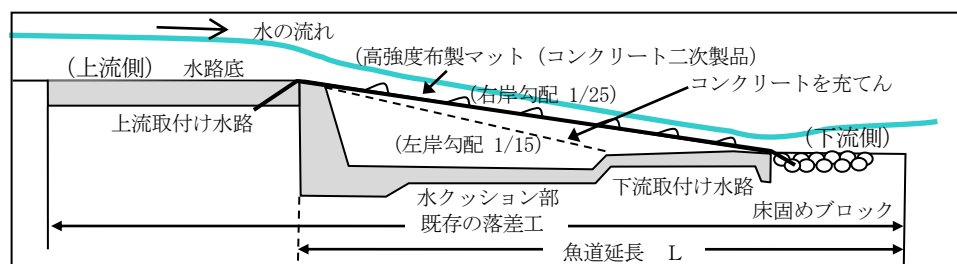
粗石付片斜曲面式魚道による水の流れ (概略図)

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。



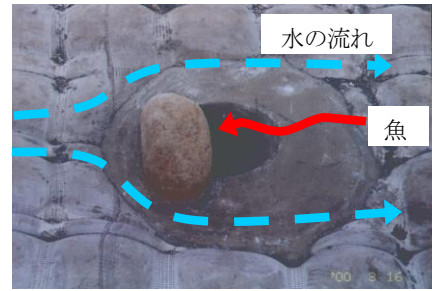
高強度マットにより形成された斜面に粗石を設置した状況



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。



窪みによる水の流れ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。

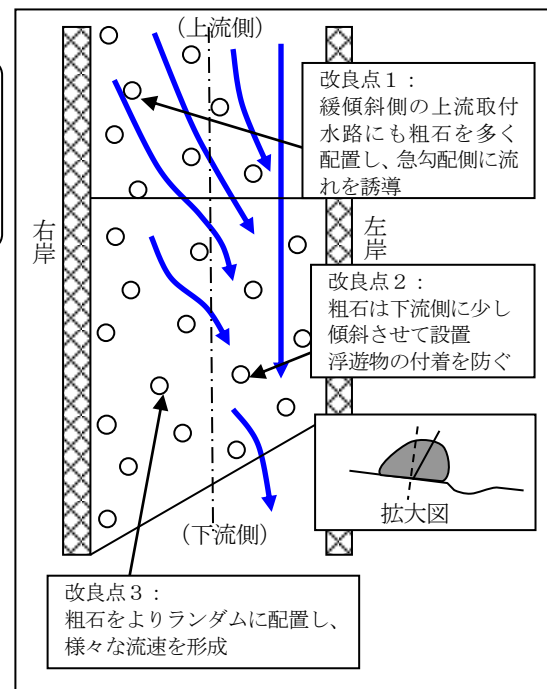
一方で、以下のような反省点も明らかになった。

- 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）が付着しやすく、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、田んぼの生き物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 ^{注1)}	生息場所	産卵場所	植生との関係 ^{注2)}		
			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	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

グランドカバー緑化ガイドブック：(財)土地緑化技術開発機構 グランドカバー共同研究会(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】

〔生息環境の評価手法の研究事例〕

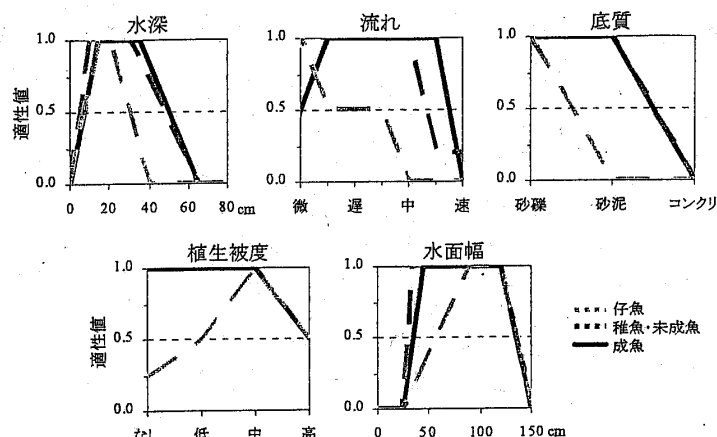
1. HEPとHSI

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)
タモロコ (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))

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64.9m³/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。

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。

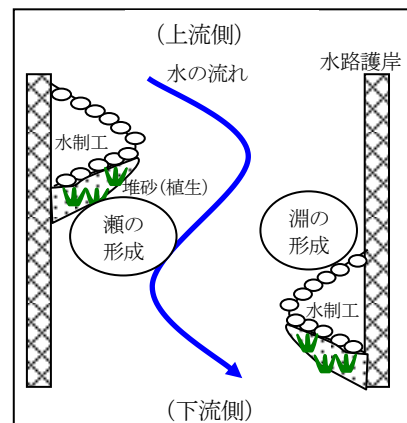
- ①産卵場や餌生物(トビケラ類等)の生息場である石礫のある瀬及びウグイの主な生息場である淵が一体的に存在すること
- ②淵には、大きな石の陰など、稚魚が生息する流れの緩やかな場が存在すること

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。



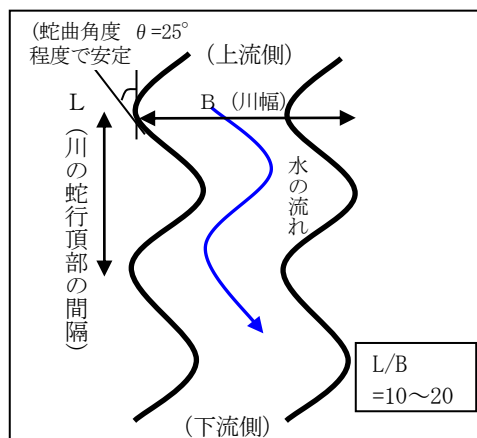
現況の排水路の状況(流速が速く、魚類の産卵場・生息場としての質は高くなかった)



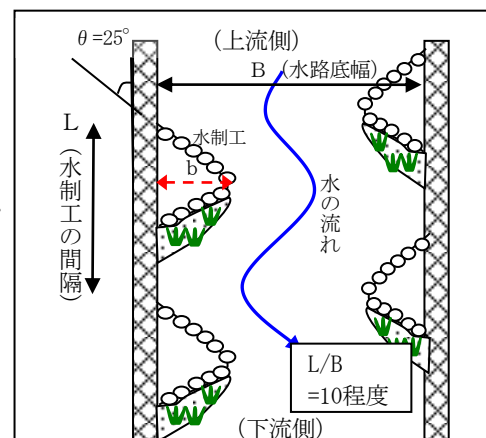
水制工による水の流れの蛇行及び瀬・淵の形成の考え方(概略図)

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 θ 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ヵ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、 θ の関係



水制工におけるL、 θ 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

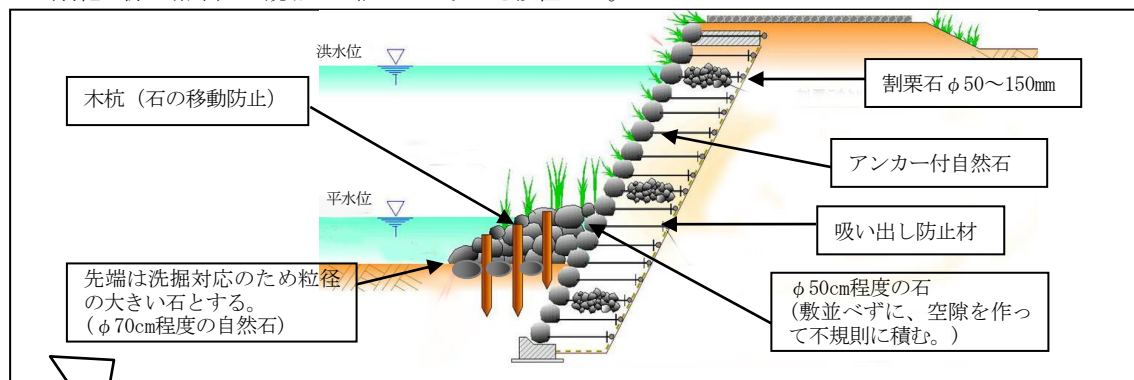
検討2：水制工の詳細構造と護岸の設計

水制工の詳細構造

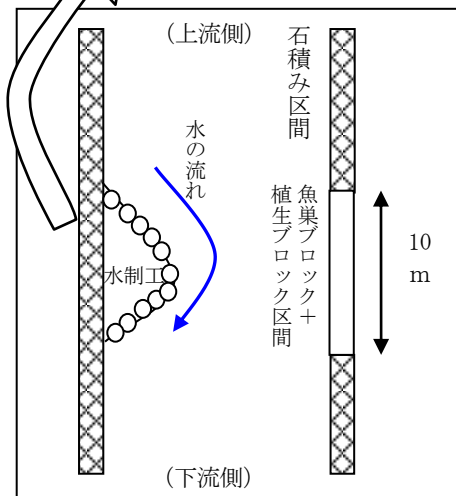
- ・材料は、現地発生石で平水位（45cm）の高さを目処に不規則に設置した。
- ・先端部は、洗掘防止のため大きな石を使用し、移動防止のため木杭で固定した。

護岸（石積み護岸、魚巣ブロック+植生ブロック）の設計

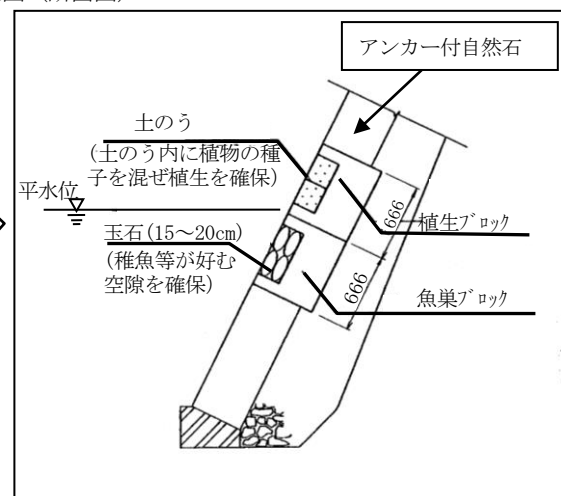
- ・護岸は、稚魚や餌生物の生息環境を確保する他、経済性或景観面から、現地発生石を使用した石積み護岸とした。現地発生石が不足する箇所は、アンカー付自然石とした。
- ・水制工の対岸の箇所（淵）については、稚魚が生息する魚巣ブロックを設置した。高さは周年で機能を発揮する平水位程度とし、延長は経済性或維持管理面より10mとした。
- ・魚巣ブロックの上には、ウグイの生息場の質を向上させるため、植生による日陰と餌生物となる水生昆虫の供給（羽化の際に落下）の観点から植生ブロックを設置した。



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

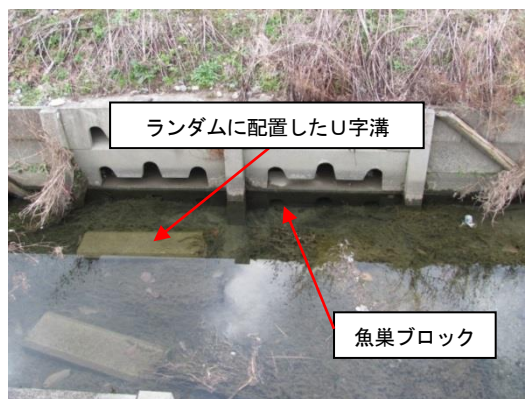
(淵工)

- ・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・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って、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によって、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^{注1)}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。

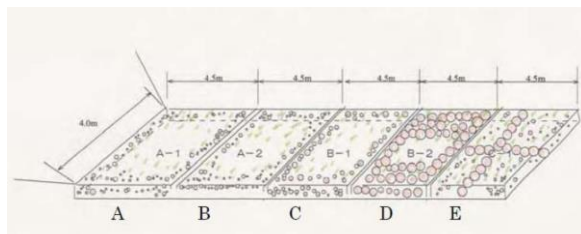


注1) リュウノヒゲモ：環境省レッドリスト「準絶滅危惧」、和歌山県レッドデータブック「絶滅危惧ⅠB類」に指定

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