

農業水路への設置を目的とした 小規模水田魚道の開発による環境保全活動

福井県立福井農林高等学校 環境土木部 顧問教諭 笠羽靖浩 吉田幸人
代表 八原 淳 大久保有人 坂本麗光 沼 直久 平鍋大地

はじめに

表1、2は福井県における絶滅のおそれのある動植物のリストである。レッドデータブックに記載されている絶滅のおそれのある動植物の多くは、「里地・里山」と呼ばれる農村地帯の田んぼや小川で、人間の農作業に合わせた生活サイクルを持ちながら生きてきた。ところがほ場整備や人間の生活様式の変化などにより、その生活の場を奪われてしまった。

表1 福井県の絶滅のおそれのある野生動物

	絶 滅	絶滅危惧 I 類	絶滅危惧 II 類	準絶滅 危 惧	要注目	総 計	県内で確認され ている全種数
哺乳類	2		2	4	2	8	38
鳥 類	1	21	27	29	11	67	317
爬虫類		1	3		4	7	21
両生類		2	1	1	1	3	18
淡水魚類		8	17	7	1	25	98
昆虫類	2	34	34	34	78	146	7862
陸産貝類	3	4	16	6		22	103
淡水産貝類	3	34	5	3	1	9	40
総 計	11	73	105	84	98	287	8495

※福井県レッドデータブック（動物編）より作成

表2 福井県の絶滅のおそれのある野生植物

	絶 滅	絶滅危惧 I 類	絶滅危惧 II 類	準絶滅 危 惧	要注目	総 計
維管束 植 物						
シダ植物	1	31	13	10	9	64
種子植物	12	128	117	66	71	394
小 計	13	159	130	76	80	458
淡水藻類		12		3	19	34
合 計	13	171	130	79	99	492

※福井県レッドデータブック（植物編）より作成

近年、福井県においても里地・里山の重要性が見直され、自然生態系の保全が検討されるようになり、人々の意識も変化してきた。そこで、私たちは水田地帯の魚類に着目し、水路のネットワークを回復（図1、図2）させ、水田地帯の生態系を保全、復元させるために「小規模魚道」を開発した。幸い、足羽川堰堤土地改良区連合が、足羽川頭首工の改築に併せて、生態系に配慮した水路の改修

を行う計画を立てていることが分かり、指導をうけながら研究を進めることにした。



図1 落差による水路ネットワークの分断



図2 水路のネットワーク

足羽川農業水路の自然生態系調査

小規模魚道などの生態系に配慮した工法の検討や対象魚類の決定のためには、現状を知る必要がある。そこで私たちは、まず農業水路の自然生態系調査にとりかかった。調査地点は、足羽川頭首工の下流受益となる足羽川兩岸の2,100haの農業水路に56箇所の調査ポイントを設定し、足羽川堰堤土地改良区連合、福井県農業試験場と連携して調査にあたった（図3）。



図3 調査の様子

調査の結果は図4、図5となった。最も多く捕獲できたのはオイカワである。次いでカワムツ、ヌマムツ、ウグイとなった。同時に福井県レッドデータブックに記載されている、絶滅のおそれのあるメダカと河川型カジカも生息していることが判明した。この結果から、農業水路には、足羽川頭首工から流下した遊泳能力の高い一般的な川魚が全域に生息していることが分かった。また、メダカ、ギンブナ、タモロコ、タナゴ類などの水田地帯を代表する魚類が、頭首工から最も離れた流速の穏やかな農業水路の末端部で確認できた。

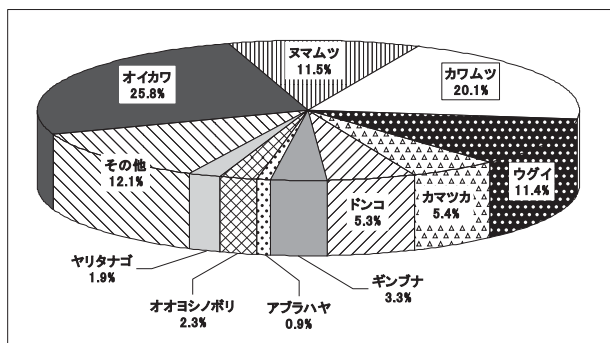


図4 足羽川農業水路 魚類構成割合

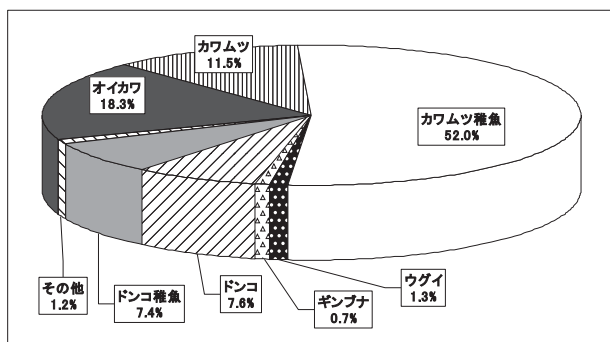


図5 柵野排水路 魚類構成割合

調査結果から、田んぼの魚と言われているギンブナ、タモロコなどを対象魚とした。

また、魚類が多く生息していた地点の特徴は次のようになっている（図6）。

- ①落差工下流部…水深が深く、流速が遅い。
- ②排水路の合流点…水深が深く、流速が遅い。餌が豊富である。
- ③除塵機の直下…水深が深く、流速が遅い。外敵からの避難場所。
- ④分水工…水深が深く、流速が遅い。



図6 魚類の生息場所

このことから、遊泳能力の高い魚類は落差付近にとどまり、分水工や落差工による落差が魚類の遡上を阻害していることが分かった。そのため、魚道に

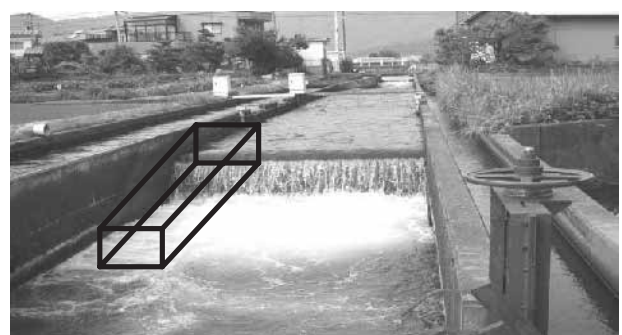


図7 魚道設置のイメージ

農業水路への設置を目的とした小規模水田魚道の開発による環境保全活動

福井県立福井農林高等学校 環境土木部 顧問教諭 笠羽靖浩 吉田幸人

代表 八原 淳 大久保有人 坂本麗光 沼 直久 平鍋大地

より遡上を可能にしてやれば、魚類の良好な生息環境を回復させることができると考えた（図7）。

魚道の製作

魚類調査の結果を基に、次のような条件を設定し、魚道形式の検討を行った。

〔小規模魚道製作上の留意点（条件）〕

①地域の材料を利用する

里山から発生した間伐材を利用する。

②簡易型である

流量に影響を及ぼさないように設置面積を小さくし、取り外しが可能な構造とする。

③小流量にも対応できる

農業水路は河川と異なり、季節ごとで流量が変化するため、小流量でも遡上可能な形式とする。

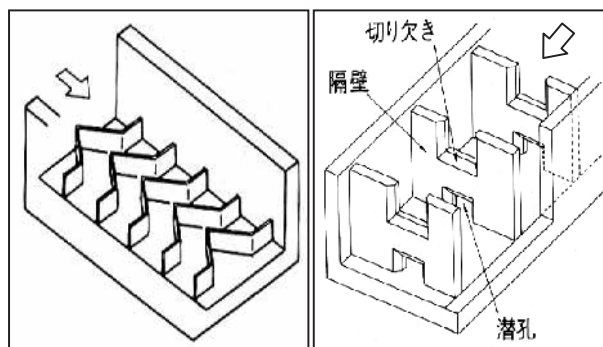
④管理がしやすい形式である

材料や形状が単純で、取り外しを可能にすることで、清掃などの維持管理がしやすい、または維持管理の必要のない構造とする。

⑤遊泳魚、底生魚など多様な魚種に対応できる形式とする

魚類調査では、遊泳魚、底生魚など多種の魚類が確認できたため、それらすべての魚類が遡上可能な形状とする。

河川魚道は、歴史も古く、様々な形式が考案されており、必要性や目的に応じた形式を選択できるようになっている。しかし、その殆どが遊泳能力の高い商用魚を対象にしたものであるため、そのままの形式で、農業水路に導入しても、遡上は望めないと考えた。そこで、私たちは河川魚道を参考にし、農業水路に適応させるための工夫を施すことにした。河川魚道の形式と特徴を調べた結果、2つの魚道が候補として考えられた（図8）。



※出典：「魚道のはなし」 著者 中村俊六 発行 株式会社山海堂
舟通しデニール型魚道（水路タイプ） ノルウェー型魚道（プールタイプ）

図8 参考とした河川魚道

この形式を参考に、以下のような改良点を加え、2タイプの小規模魚道を試作した（図9、図10）。

〔試作魚道の選定理由と改良点〕

<1>舟通しデニール改良型魚道

①選定理由と特徴

- ・水路幅が狭くても利用できる。
- ・水路上下の水位差が大きな所でも利用できる。
- ・急勾配でも低流速部を確保できる。
- ・一つの断面の中で、低流速から高流速まで流速分布が広く、魚が自ら適した遡上箇所を選択できる。

②改良点

1. 導流壁を交互に設置することで、流量が少ないときにプールタイプに変化できる特徴を持たせた。
2. 魚道底面に人工芝を敷くことで、流れを安定させることにした。

<2>改良版ノルウェー型魚道

①選定理由と特徴

構造が単純で、阻流板の上下に切り欠きを設けることで、遊泳魚から底生魚まで多様な魚種に対応できる。

②改良点

1. 阻流板を取り外し可能にし、形式の改良や変更を可能にした。
2. 阻流板の角度を調整できるようにした。
3. 魚道底面に人工芝を敷くことで、流れを安定させることにした。

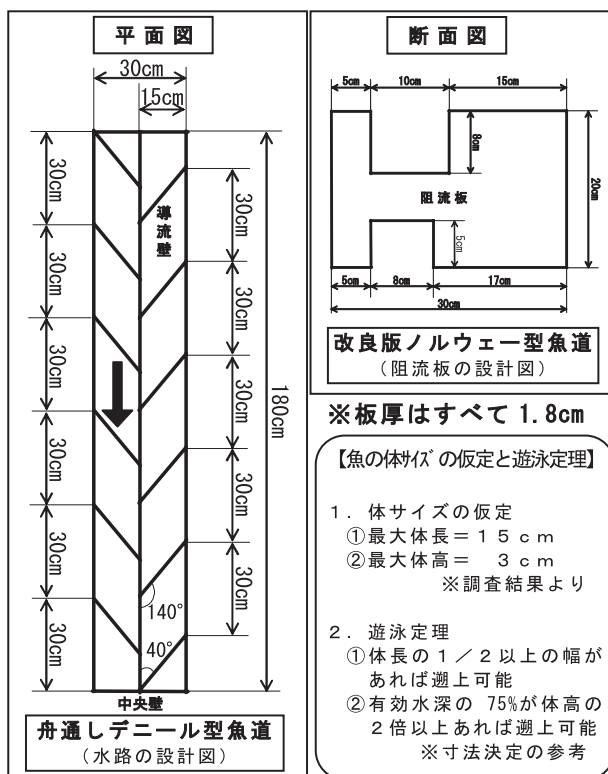


図9 小規模魚道設計図（一部）

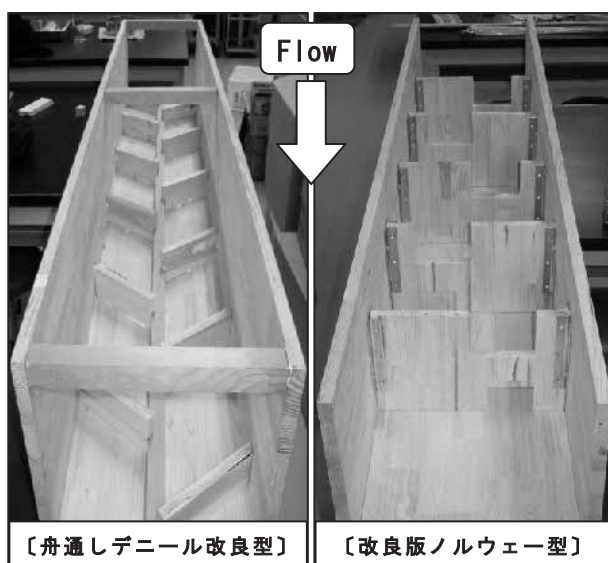


図10 試作した魚道

遡上実験（学校農場）

魚道完成後、直ちに遡上実験に取りかかった。室内実験では、流量調整や漏水などが発生し、うまく水を循環させることができなかったため、学校農場での実験に変更した。

実験池は十分な深さと流量が得られるよう、縦2m×横2m×深さ1mの4m³とした。このような実験池を2つ設け、その間に魚道を設置した。また、漏水対策として実験池及び魚道設置部分は、ビニールシートで覆った。魚道は、河川において魚類の遡上限界と言われる1/10の勾配で設置した（図11）。



←学校農場に遡上実験用の池を施工している様子

漏水対策を施した実験池



図11 実験池の施工

各魚道における水深、流速、流量の関係は表3のとおりで、阻流板や導流壁によって、越流部やプール内の流速を弱め、魚類が遡上しやすい環境に整えた。

表3 試作魚道の諸元

	阻流板・導流壁・中央壁なし	舟通しデニール改良型	改良版ノルウェー型
プール内最大水深		5cm	14cm
越流水深		2cm	2cm
流速			
プール内		0.28m/s	0.04m/s
越流部	0.82m/s	0.45m/s	0.24m/s
流量	0.005m³/s	0.005m³/s	0.005m³/s

農業水路への設置を目的とした小規模水田魚道の開発による環境保全活動

福井県立福井農林高等学校 環境土木部 顧問教諭 笠羽靖浩 吉田幸人

代表 八原 淳 大久保有人 坂本麗光 沼 直久 平鍋大地

供試魚は、ギンブナ、タモロコなど11種を用いた（図12、図13）。

実験結果（学校農場）

(1) 舟通しデニール改良型魚道

遡上実験を10回行った結果、図12のようになった。遡上数が最も多かったのは遊泳能力の高いカワムツ類と、吸盤を持ち時には垂直な壁でものぼると言われるヨシノボリ類であった。遡上対象魚としたタモロコとギンブナの遡上も確認できた。

遡上魚の体長も集計したが、小さいものから大きいものまで遡上していた。また、中央壁と導流壁によりできたプール内でも遡上途中の魚類が確認されており、私たちが改良した点が十分に機能していることが分かった。

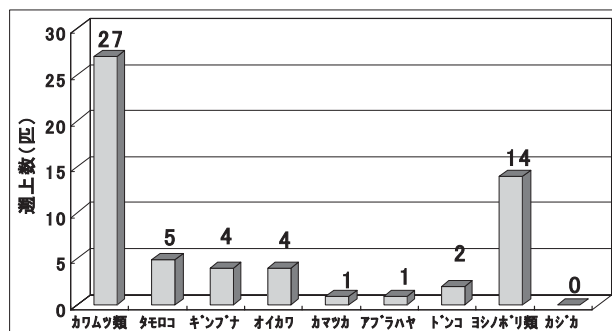


図12 遡上結果（舟通しデニール改良型）

(2) 改良版ノルウェー型魚道

遡上実験を10回行い、その集計結果が図13である。舟通しデニール改良型と比較して、対象魚類としたタモロコ、ギンブナがより多く遡上していることが分かった。体長サイズによる違いもなかった。ただ、ドンコ、ヨシノボリ類の遡上が確認できなかった。

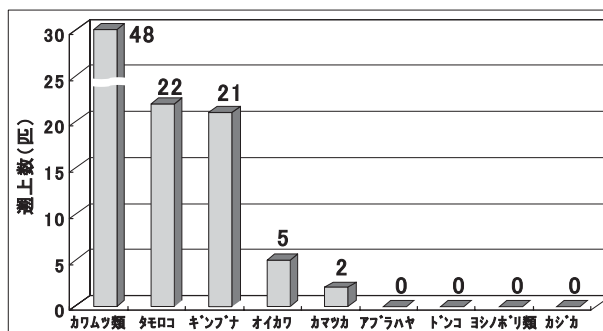


図13 遡上結果（改良版ノルウェー型）

(3) 両タイプの比較

舟通しデニール改良型魚道と改良版ノルウェー型魚道の遡上数を比較したのが、表4である。後者において、タモロコで4倍、ギンブナで5倍といった高い遡上数となった。この理由は表3に示したように、改良版ノルウェー型魚道の流速低減効果がより大きかったためであると考えられる。

表4 遡上数の比較（学校農場）

	舟通しデニール改良型	改良版ノルウェー型	合 計
カワムツ類 ¹⁾	27匹	48匹	75匹
タモロコ	5匹	22匹	27匹
ギンブナ	4匹	21匹	25匹
オイカワ	4匹	5匹	9匹
カマツカ	1匹	2匹	3匹
アブラハヤ	1匹	0匹	1匹
ドンコ	2匹	0匹	2匹
ヨシノボリ類 ²⁾	14匹	0匹	14匹
カジカ	0匹	0匹	0匹
合 計	58匹	98匹	156匹

1) カワムツとヌマムツを含む 2) オオヨシノボリとシマヨシノボリを含む

現地試験（梅野排水路）

平成17年6月より、福井市篠尾町から成願寺町を流れる梅野排水路に魚道を設置し、実地検証を行った（図14）。魚道勾配は、農場実験では1/10としたが、現地の地形勾配に合わせ、1/7で設置した。

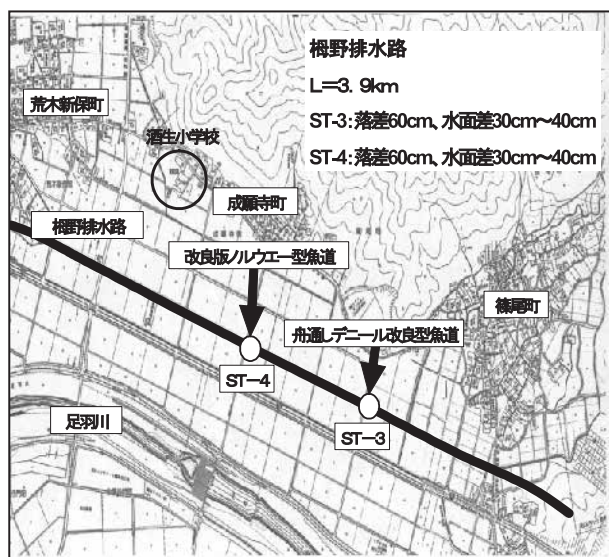


図14 魚道設置位置図（梅野排水路）

試験結果（梅野排水路）

遡上数（実数）で比較したものが表5、図15である。両タイプとも右岸・左岸の両岸での試験を予定していたが、舟通しデニール改良型魚道は、右岸での試験中に破損し、また遡上数も極端に少なかったため、左岸での試験は中止した。

遡上数が最も多かったのはオイカワである。最近の調査によって現在の梅野排水路の最優占種がオイカワであることが明確になっており、この状況が反映されているものと思われる。

舟通しデニール改良型魚道と改良版ノルウェー型魚道の遡上状況が、農場実験と同じ結果となった。特に前者は全く魚が遡上しない状況になっており、水田地帯には適さない形式であると考えられる。この理由として、

- ①導流壁により、水流が乱される。
 - ②流速が十分に抑えられない。
 - ③休憩のためのプールの大きさが充分でない。
- など、いくつかの理由が考えられる。

表5 遡上数の比較（梅野排水路）

魚 種	ST-3	ST-4	
	デニール 右岸	ノルウェー 左岸	ノルウェー 右岸
	調査回数:11	調査回数:38	調査回数:21
カワムツ類	0匹	11匹	2匹
ギンブナ	0匹	6匹	1匹
オイカワ	3匹	48匹	5匹
カマツカ	0匹	3匹	0匹
ドンコ	0匹	7匹	0匹
カジカ	0匹	3匹	0匹
ヤマメ	0匹	1匹	0匹
合 計	3匹	79匹	8匹

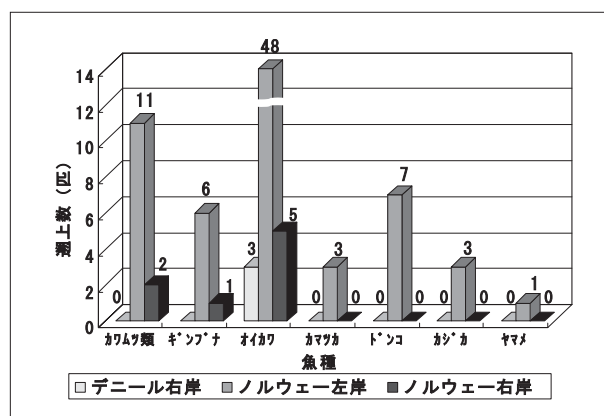


図15 遡上数の比較（梅野排水路）

また、梅野排水路の流量は、降雨が無ければ水深5cm程度（図16）と非常に少ないものであり、改良版ノルウェー型魚道においては殆どが下部切り欠きから遡上しているという結果となった。

この他に、魚道の設置場所が右岸側か左岸側かによっても遡上数に大きな違いが現れることが明らかとなった（表5）。太陽光の影響による「ひかげ」域の存在で遡上数が大きく変化したのである（図17）。梅野排水路は東から西に向かって流れており、左

農業水路への設置を目的とした小規模水田魚道の開発による環境保全活動

福井県立福井農林高等学校 環境土木部 顧問教諭 笠羽靖浩 吉田幸人

代表 八原 淳 大久保有人 坂本麗光 沼 直久 平鍋大地

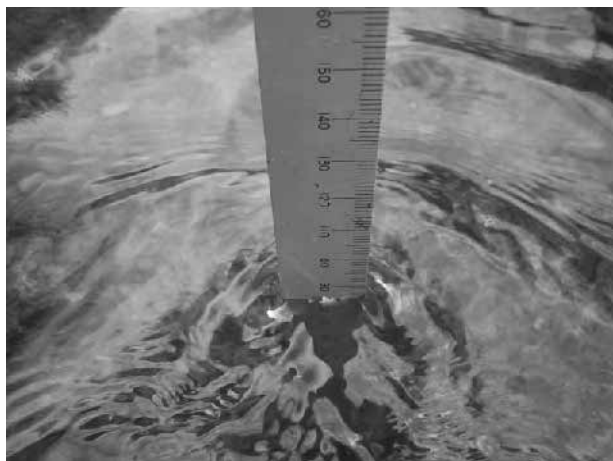


図16 平常時の水深（梅野排水路）

岸側がちょうど南となる。このため、南から差し込んだ太陽光は、水路の側壁に遮られて、左岸側に「ひかげ」域を作ることとなる。逆に右岸側に設置した魚道には常に太陽光が当たって「ひかげ」域はまったく生じない。遡上調査時に農道に人間が立ち、水面に人の影が映されると、魚類は慌てて物陰に隠れようとすることや、サギなどの外敵からの避難場所となる「ひかげ」域に多く生息していることなど、本能的に危険から逃れようとする性質がある。そのため、遡上時にも明るい場所より、「ひかげ」域をより強く選択し、右岸側と左岸側の遡上数に大きな違いが見られたものと思われる。

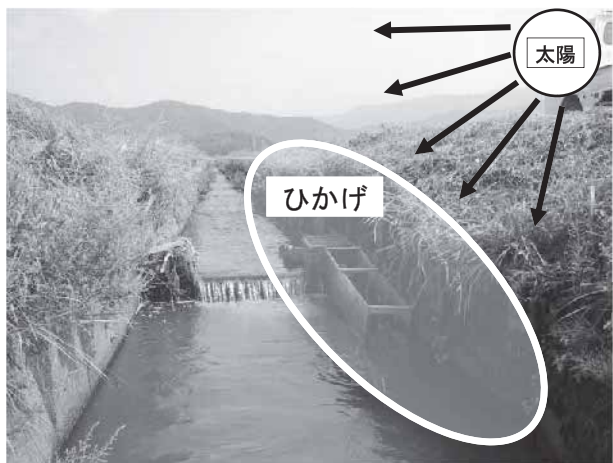


図17 魚道設置場所とひかげ（梅野排水路）

考察と今後の予定

前述の農場実験及び現地試験により、以下のような結果が得られた。

- ①農業水路では、流速低減効果が高く休憩場所が十分に確保できるプールタイプの魚道の方が適している。
- ②1/10以上の急勾配でも、魚道の形式によって遡上が可能となる。
- ③日射量・日射方向等が魚類の遡上に大きな影響を与える。

まとめとして、今回実証試験を行った梅野排水路の魚類構成率はオイカワとカワムツ類で約75%となっており、研究の対象としたタモロコ・ギンブナの構成率の高い農業水路にて、再度実証試験を行う必要があると考えている。また、設置勾配を変更し、魚類の遡上可能な魚道の最大勾配を探る。さらには、地形・流量・勾配・日照などの条件を変化させ、理想的な魚道の設置条件を探ることや、モニタリング結果に応じた魚道の改良、異なるタイプの魚道をさらに数タイプ試作し、遡上試験を行う予定である。

今後は農業水路とビオトープや休耕田を繋ぐ魚道を設置し、産卵場・繁殖場を確保して、魚類が本来の生活史を完結できるようにしたい。私達が先輩から受け継いだように、後輩達に引き継ぎながら、今後も研究を継続して、魚類のみでなく、様々な水生生物に対する生態系保全工法を確立していきたい。