

4) 「水田魚道排水柵」の試作とその機能の確認 (V) ～切り欠き型と配置等による遡上成績～

上野世司・田中茂穂¹・田附雅広¹・河瀬均²・黒橋典夫³・端憲二⁴

【目的】実験池に設置した試作コンクリート製遡上柵を用いて、切り欠きの形と配置の仕方、流量、水位差毎のニゴロブナ親魚の遡上成績を比較した。

【方法】概要：水路型実験池内に水田耕土を入れて水田を模した産卵床を設置し、実験水路との間に試作遡上柵を設置し、ニゴロブナ親魚の遡上状況を調べた(表1)。実験池：水産試験場における水路型の実験池(前記3)図1)。(水路区)大きさ:幅約1m,総延長30m,深さ(田区接続部)<0.395m,深さ(最深部)<0.475m。流速:約10m/min。供試水:井水と田区からの湖水の混合水の循環。(田区)水路区の上流側途中に試作遡上柵にて接続。大きさ:水田耕土収容(6m²)+産卵床(1.3m²)。供試水:湖水。フェロモンにより水路区の親魚を田区に誘引する目的で、実験毎に田区の最上流部の隔離区画にニゴロブナの親魚を収容した(繰り返し1,2回目は抱卵雌4尾と雄10尾、繰り返し3回目は抱卵雌5尾と雄15尾)を収容した。供試遡上柵構造：コンクリート製試作遡上柵を使用した(前記3)図2)。切り欠きの形と配置、水位差設定、柵内の水深によって分類されるIV(標準)型、V(中列)型、VI(千鳥)型、VII(平型)、VIII(落差大)型を供試した(表2,図1)。遡上尾数を把握するため、遡上柵と田区の接続部に遡上魚の再降下防止用の魚返しを設置した。ひと続きの人工魚巢(キンラン)を田区と遡上柵の接続部から遡上柵と水路区の接続部まで垂らした。評価法：水路区にニゴロブナ親魚(雌15尾:BL182.0±19.4mm,雄40尾:BL145.9±15.9mm)を放流し、遡上成績(産卵のあった翌朝時点の遡上済み親魚数および産卵状況)を調べた。遡上柵の通水量は1.6L/s条件を基本として、型によっては1.2L/sと2.4L/s条件も併せて試行し、各繰り返しは3回とした。遡上尾数について、水量(1.2L/s,1.6L/s,2.4L/s)、切り欠きの形(IV:丸形,VII:平形)、切り欠きの配置(IV:端直列,V:中直列,VI:千鳥)、水位差(IV:10cm,VIII:14cm)毎に比較した(ノンパラメトリックANOVA)。

【結果】実験時毎の産卵遡上成績を表3、表4に示す。(a)水量(1.2L/s,1.6L/s,2.4L/s),[他共通条件:IV(標準)型]。平均遡上尾数は、水量の違いによって差は認められなかった($H=0.42, p \geq 0.05$)。(b)切り欠き形(IV:丸形,VII:平形),[他共通条件:水量1.2,1.6L/s / 端直列配置 / 水位差10cm]。平均遡上尾数は、切り欠きの形によって差は認められなかった($H=0.52, p \geq 0.05$)。(c)切り欠き配置①(IV:端直列,VI:千鳥),[他共通条件:水量1.6,2.4L/s / 丸形 / 水位差10cm]。平均遡上尾数は、切り欠きの配置によって差は認められなかった($H=2.56, p \geq 0.05$)。(d)切り欠き配置②(IV:端直列,V:中直列,VI:千鳥),[他共通条件:水量1.6L/s / 丸形 / 水位差10cm]。平均遡上尾数は、切り欠きの配置によって差は認められなかった($H=1.49, p \geq 0.05$)。(e)水位差(IV:10cm,VIII:14cm),[他共通条件:水量1.6L/s / 丸形 / 端直列配置]。平均遡上尾数は、落差によって差が認められた($H=3.86, p < 0.05$)。

【考察】切り欠きの形状、配置によって遡上成績に差はなかった。しかし、丸形の方が越流部の最大水深が大きく、より幅広い魚類個体に対して遡上機会を提供し得るのではないかと想像される。また、千鳥配置の場合、柵内の流れ、一連の遡上柵全体の流れが複雑化することが想像されることから、魚類にとって遡上しにくい可能性は否定しきれない。今後、形状と遡上成績との関係について、より詳細な知見を得ていく必要がある。中直列配置が端直列配置よりも遡上数で劣ることはなかった。中直列配置の場合、跳躍遡上時により跳び出しにくいと想像されることから、この配置を現場で採用してもよいかもしれない。

一段の落差14cm条件において、ニゴロブナの落差1段の遡上は確認されたが、全段登り切った個体は確認できなかった。これは「落差は小さい方が多くのいろいろな個体にとって上りやすい」という、常識的な結果を示していると考えべきであり、野外への当遡上柵の設置時に、一段の落差を14cmに設定することを特に否定する根拠とはできないと思われる。

*1;農村整備課 *2;滋賀県土地改良事業団体連合会 *3 湖南地域振興局田園整備課 *4;(独)農業工学研究所

表1 水田魚道排水樹でのニゴロブナ遡上実験における設定条件の比較.

試験区	魚道排水樹型 ^{a)}	魚 ^{b)} 返し	水路 ^{c)} 流れ	繰り返し(N)			供試魚種 ^{e)} (性別尾数)	確認 ^{f)} 項目
				1.2	1.6	2.4		
標準	IV	+	+	3	3	3	Ng(F15/M40)	asN
中列	V	+	+	-	3	-	Ng(F15/M40)	asN
千鳥	VI	+	+	-	3	3	Ng(F15/M40)	asN
平型	VII	+	+	3	3	-	Ng(F15/M40)	asN
落差大	VIII	+	+	-	3	-	Ng(F15/M40)	asN

*a: IV~VIII表2に示す.
 *b: 排水樹と田区の接続部における遡上魚の再降下防止用魚返しの設置の有無. +:設置.
 *c: 水路区における流速付加のための循環ポンプ稼働の有無. +:稼働(abt.10m/min).
 *d: 排水樹における通水量. *e: Ng:ニゴロブナ. F:雌, M:雄.
 *f: asN:遡上個体数.

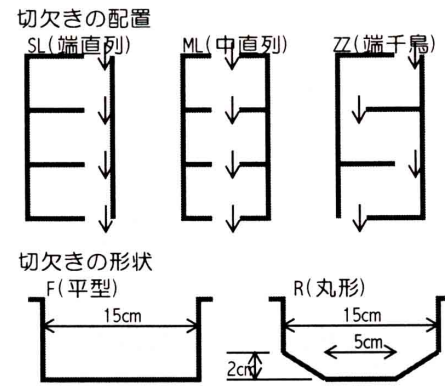


図1 切欠きの配置と形状の模式図.

表2 供試した水田魚道排水樹の型および流量毎の落差, 樹水深, 越流水深の測定値.

型	切欠き配置 ^{a)}	形 ^{b)}	流量 ^{c)} (L/s)	水位差(cm) ^{d)}					水深(cm) ^{e)}					越流水深(cm) ^{f)}					水深(cm) ^{g)} 接続部
				型	水路	下樹	中樹	上樹	田区	型	水路	下樹	中樹	上樹	水路	下樹	中樹	上樹	
IV (SL/R/10/iv)	SL	R	1.2	10	9.1	9.4	10.6	5.5	iv	39.5	31.8	32.3	30.2	2.9	2.9	2.9	2.9	14.0	
			1.6	10	9.2	9.5	10.6	5.4	iv	39.5	32.4	32.8	30.5	3.4	3.4	3.4	3.4	14.6	
			2.4	10	10.0	9.5	10.8	5.5	iv	39.7	33.4	33.7	31.5	4.3	4.3	4.3	4.3	15.3	
V (ML/R/10/iv)	ML	R	1.6	10	10.0	10.0	9.5	5.4	iv	39.5	33.6	34.2	30.9	3.4	3.4	3.4	3.4	14.8	
			1.6	10	10.0	9.2	10.6	5.8	iv	39.3	33.0	32.3	30.5	3.4	3.4	3.4	3.4	14.7	
			2.4	10	10.8	9.3	10.5	5.8	iv	39.0	33.9	33.7	31.5	4.4	4.4	4.4	4.4	15.5	
VI (ZZ/R/10/iv)	ZZ	R	1.2	10	8.8	9.9	9.8	6.1	iv	39.5	31.6	32.2	29.2	2.4	2.3	2.3	2.9	14.0	
			1.6	10	9.2	9.9	9.7	6.0	iv	39.5	32.1	32.9	30.0	2.9	2.9	2.9	3.4	14.6	
			2.4	10	10.0	9.9	10.8	5.5	iv	39.5	33.4	33.7	31.5	4.3	4.3	4.3	4.3	15.3	
VII (SL/F/10/iv)	SL	F	1.2	10	8.8	9.9	9.8	6.1	iv	39.5	31.6	32.2	29.2	2.4	2.3	2.3	2.9	14.0	
			1.6	10	9.2	9.9	9.7	6.0	iv	39.5	32.1	32.9	30.0	2.9	2.9	2.9	3.4	14.6	
			2.4	10	10.0	9.9	10.8	5.5	iv	39.5	33.4	33.7	31.5	4.3	4.3	4.3	4.3	15.3	
VIII (SL/R/14/v)	SL	R	1.6	14	14.2	0.6	14.4	5.5	v	39.5	34.4	32.2	30.6	3.3	5.0	3.3	3.3	14.6	

*a: SL:端直列配置, ML:中直列配置, ZZ:端千鳥配置. *b: F:平型, R:丸形. *c: 排水樹における通水量を示す.
 *d: 水路区, 各樹, 田区の各間の水面高の差を示す. *e: 水路区および樹毎のプールの水深を示す. *f: 切り欠き部における越流水深を示す.
 *g: 排水樹と田区との接続部のプールの水深を示す.

表3 水田魚道排水樹でのニゴロブナ遡上実験における産卵および遡上結果.

試験区	流量 (L/s)	実験 日	産着卵の有無 ^{a)}				遡上尾数 ^{b)}		その他 確認事項
			下	中	上	田	♀	♂	
IV(標準)	1.2	7/21	+	+	±	±	3	4	
		7/31	-	-	-	-	0	0	
		8/18	+	±	±	±	1	1	
	1.6	7/18	+	+	+	+	2	4	
		7/29	-	-	-	-	0	1	
		8/13	±	-	-	+	2	0	
2.4	7/19	+	+	±	±	1	1		
	7/30	+	-	-	+	2	2	コアユ遡上 ^{f)}	
	8/17	±	-	±	±	3	3		
V(中列)	1.6	7/22	+	+	+	+	2	3	
		8/12	+	±	±	±	1	4	
		8/26	-	-	-	-	0	0	
VI(千鳥)	1.6	7/23	±	-	-	+	1	0	
		8/8	±	-	-	+	1	0	
		8/20	-	-	-	+	1	0	
	2.4	7/24	±	±	-	-	0	1	
		8/9	-	-	-	+	1	4	
		8/19	±	-	-	-	1	1	
VII(平型)	1.2	7/27	+	+	-	+	1	2	
		8/6	+	+	±	±	1	1	
		8/28	-	-	-	-	0	0	
	1.6	7/26	+	+	-	±	1	0	
		8/5	+	+	+	+	1	2	
		8/27	+	-	-	-	0	0	
VIII(落差大)	1.6	7/25	+	-	-	-	0	0	
		8/7	-	-	-	-	0	0	
		8/21	-	-	-	-	0	0	

*a: 人工魚巣における付着卵の有無. +:あり(多), ±:あり(少), -:なし.
 *b: 産卵後の朝時点の田区内における観魚数.
 *f: 水路区に混入したコアユ1尾(BL約8cm)の遡上を確認.

表4 水田魚道排水樹の型毎の遡上尾数の比較.

型	流量 (L/s)	遡上尾数		有意性 (ANOVA)
		Mean	± SE	
IV	1.2	3.0	± 2.1	a
	1.6	3.0	± 1.5	
	2.4	4.0	± 1.2	
V	1.6	3.3	± 1.7	b
VI	1.6	1.0	± 0.0	
	2.4	2.7	± 1.2	
VII	1.2	1.7	± 0.9	c
	1.6	1.3	± 0.9	
VIII	1.6	0.0	± 0.0	d

※遡上尾数をノンパラメトリックな分散分析により比較した.

a: 一元配置, 流量: $F=0.42, p \geq 0.05$.
 b: 二元配置, 切欠き形: $F=0.52, p \geq 0.05$.
 c: 二元配置, 切欠き配置: $F=2.56, p \geq 0.05$.
 d: 一元配置, 切欠き配置: $F=1.49, p \geq 0.05$.
 e*: 一元配置, 水位差: $F=3.86, p < 0.05$.