

《資料》

水田を利用したフナ、タモロコ、モツゴの稚魚の増殖方法

大友芳成*, 渡辺俊朗**, 来間明子***

Method of propagation of Crucian carp, Tamoroko, Motsugo using paddy

Yoshinari OTOMO, Toshiaki WATANABE and Akiko KURUMA

内水面漁業における増殖事業は、魚類の放流が主体であった。しかし、自然本来の増殖能力を生かすため、溪流魚やウグイなどで河川内に産卵床を造成して、地場の魚を増やす河川漁業協同組合が増えてきている。

しかし、地域重要魚種であるフナ類、モツゴ、タモロコは、放流用種苗の入手も困難で、効果的な増殖手法が確立されていない。

そこで、フナ類、タモロコ、モツゴの河川放流用の種苗を供給するため、水稻栽培田面を種苗生産の場として活用した増殖技術を開発した。

なお、本報告は水産庁予算「地域の状況を踏まえた効果的な増殖手法開発事業」の中の「水田を活用したフナ類等の増殖手法開発のうち慣行水田についての手法開発」(2010~2012年)による成果の一部である。

材料及び方法

1 試験の実施期間と施設

(1) 試験期間

試験は2010年5~7月, 2011年5~6月, 2012年5~7月に行った(表1)。

(2) 試験水田

2010年は農林総合研究センター水田農業研究所(熊谷市)にある幅12.7~14.4m, 長さ69m, (面積1,034m²)の水田を畔波シートで注水側から排水側に向かって3分割し, 3魚種(フナ類, モツゴ, タモロコ)の試験区とした。1面の面積

は概ね330m²である。

2011年と2012年のフナ区は2010年の水田を1面に修復して用いた。タモロコ区は長さ92.8m×幅11.6m(面積1076m²), モツゴ区は長さ92.7m×幅10.6m(面積983m²)の稲作経営体(羽生市)の水田を用いた。

表1 試験作業の月日

年	作業名	魚種			ライシメーター
		フナ	タモロコ	モツゴ	
2010	田植え		5/17		
	除草剤散布		5/21		
	親魚投入		5/31		-
	産卵期間	6/2	6/2~3	6/1~11	
	稚魚回収		7/2		
2011	田植え	5/13		5/7	5/2
	除草剤散布	5/17		5/7	-
	親魚投入	5/27		5/20	5/9
	産卵期間	5/28~29	5/23~30	5/20~29	5/10~5/20
	稚魚回収	6/30	6/28		-
2012	田植え	5/11		5/5	
	除草剤散布	5/14		5/5	
	親魚投入	5/22		5/18	-
	産卵期間	5/25	5/20	5/31~6/12	
	稚魚回収	6/28	7/3	7/4	

*2012年のフナ、モツゴは水田外で採卵した。

(3) 産卵場所

2010年は分割した各区の上流側と下流側に設置した。大きさは水田の幅×上流側は2m, 下流側は1.2mとし, 水深約30cmに掘削した。底は漏水防止のため農業用ポリプロピレンシートを敷設した。

2010年の産卵状況から2011年は, フナ区は注水側に長さ6m×幅1m×水深20cm, タモロコ区とモツゴ区は排水側に長さ6m×幅50cm×水深15cmの産卵場を造成した。

*水産研究所, **同左(現 病害虫防除技術担当), ***同左(現 生産振興課)

また、水田農業研究所のライシメーター（無掘削水田 1.8m×1.8m×2面）を、3魚種用に各3分割し、無掘削水田を想定した水深5cm区と10cm区を設置した。

2012年は、特に産卵場所は設置しなかった。

(4) 鳥獣害対策

2010年と2011年は、産卵場所周辺には親魚の拡散と鳥獣からの食害を防止するため、産卵場所周囲をすだれと目合3mmの網で囲い、天井部分は動物よけ網（目合1.5cm）を用いて被覆した。

2012年は特に対策は行わなかった。

2 水田環境調査

(1) 水温

親魚投入後から中干し直前までデータロガーで1時間ごとに測定した。

(2) 水深

2010年は注水側田面及び排水側田面で目視により計測した。2011年は産卵場所付近で自記水位計により、毎日測定した。2012年は満水時及び水深低下が見られた時点で適宜測定した。

(3) 水稻栽培

水稻栽培は慣行栽培（稚苗移植栽培）で行い、品種は、主に「彩のかがやき」で、2011年のタモロコ区、モツゴ区は「むさしの21号」を用いた。田植え後の除草剤はピラゾスルフロンエチル・フェントラザミド・ベンゾピシクロン水和剤を用いた。

また、水稻栽培の収量への影響を把握するため、2010年は坪刈り調査を行い、2011年と2012年は実収量を聞き取り調査した。

3 水田内産卵方法

(1) 親魚と親魚放養日

親魚は、河川・用水路で捕獲した魚を、水産研究所で畜養・飼育、または、継代した魚を用いた。

親魚投入は除草剤散布の影響を考慮し、除草剤散布の10日後程度を目安として行った（表1）。

投入親魚数は年により異なり、フナ雌20～40尾、雄40～60尾、タモロコ雌20～44尾、雄37～60尾、モツゴ雌50～80尾、雄20～32尾を用いた（表2）。

親魚は2010年、2011年は産卵終了後、産卵場所から回収したが、2012年は回収しなかった。

(2) 産卵魚巢の設置

産卵魚巢の設置は親魚投入と同時にを行い、卵の産着状況に応じて適宜新しい物と交換した。

フナ区、タモロコ区では市販人工産卵魚巢（商品名：キンラン。以下キンラン）を用いた。

2010年は長さ50cm3本を1束とし、各産卵場所に1束設置した。

2011年は長さ1～1.5mのものを5本で1束にし、各産卵場所に2束用いた。

2012年は、タモロコ区ではキンラン（長さ1～1.5m）5本で1束を、田面6カ所に1束ずつ、フナ区ではキンランを田面4カ所に2束ずつ設置した。

モツゴ区では2010年と2011年は半割にした塩ビ管（直径15cm、長さ25cm）を用い、2010年は4個、2011年は10個、各産卵場所に設置した。モツゴの産卵方法については、群馬県水産試験場研究報告を参考にした（松岡ら、2000. 2001. 2002）

表2 親魚尾数と体型

年	魚種		フナ		タモロコ		モツゴ	
	雌	雄	♀(キンラン)	♂(キンラン)	♀	♂	♀	♂
2010	尾数*	(尾)	20	40	44	37	80	20
	平均体重	(g)	56.6	28.1	8.1	5.9	4.4	17.6
2011	尾数	(尾)	30	60	30	60	50	20
	平均体長	(cm)	13.0	11.3	7.8	6.8	6.2	6.6
2012	平均体重	(g)	72.9	39.1	10.8	6.5	4.7	4.4
	尾数	(尾)	40	40	20	40	60	32
2012	平均体長	(cm)	10.7	9.8	8.0	8.6	4.6	7.7
	平均体重	(g)	34.5	25.7	8.3	12.2	1.7	7.4

*親魚は上流側と下流側の産卵場所に2分して投入した。

2012年のモツゴ区は園芸ポット苗用の塩ビ製箱（縦55cm×横40cm、高さ7cm）（以下トレイ）を、田面6カ所に1個ずつ設置した。

(3) 産卵数調査

親魚投入後は毎朝産卵状況を確認し、産卵数を調査するとともに、卵の付着した産卵魚巣は親魚が侵入できない目合いの網で作成した容器を産卵場所内に設置し、その中に隔離した。

産着卵数については、産卵魚巣の一定量について産着卵数を計数、産卵魚巣全体との比率から産着卵数を求めた。

2012年は鳥による親魚の食害が著しく、タモロコでは産卵が見られたが、フナ、モツゴは産卵しなかった。このため、フナは水産研究所内で、モツゴは三田ヶ谷池（羽生市）で別途採卵した卵を産卵魚巣ごと試験区に投入した。

(4) ふ化率調査

稚魚が出ない目合いの網で作った容器を試験区に設置し、魚巣の一部を切り取って卵数を計数し、容器中に収容した。

ふ化後にふ化稚魚を全量すくい取り、ホルマリン固定後、後日尾数を数え、ふ化率を算出した。

4 水田からの稚魚の回収率調査

(1) 流下稚魚調査

稚魚の回収は、中干しの排水とともに流下してきた稚魚を、排水管の出口で網に受けて行った（図1）。



図1 流下稚魚の回収（2012年）

稚魚はゴミや混獲魚を取り除き、一部について容積または重量当たりの尾数を計数し、総量から回収尾数を算出した。

また、一部は個体測定を行った。

調査日は、2010年は7月2日、2011年はタモロコ区、モツゴ区は6月28日、フナ区は6月30日、2012年はフナ区6月28日、タモロコ区7月

3日、モツゴ区7月4日とした（表1）。

(2) 残留稚魚調査

a コドラート調査

排水がほぼ終了した後、一辺30cmの正方形の木枠を田面に置き、枠内に残存した稚魚を表層の藻や泥ごと回収し、ホルマリンで固定、後日、尾数を数え面積換算で残留稚魚数を算出した。

調査地点数は、2010年は試験区内を等分割した交点の10地点とした。同様に2011年のフナ区は28地点、タモロコ区・モツゴ区は各10地点、2012年はフナ区28地点、タモロコ区、モツゴ区は25地点とした。

b 深場における残留稚魚捕獲調査

2010年と2011年は注水側産卵用の深みに稚魚が残っており、水ごとすくい取って回収した。回収稚魚数の計数は流下稚魚と同様とした。

2012年は注水口付近など深場に残留する稚魚を捕獲するため、深場に数人で一斉にコドラートを設置し、稚魚を回収した。この作業を深場の面積に応じて数回繰り返し、深場の面積とコドラート調査回数から残留稚魚数を算出した。

5 稚魚成育調査

給餌は親魚投入から稚魚回収まで行わなかった。稚魚の個体測定は中干し時に回収して行った。

結果および考察

1 水田環境調査

(1) 水温

2010年の水温は12.6℃～40.0℃（平均24.7℃）、2011年は15.1～38.6℃（平均22.8℃）、2012年は13.9～37.3℃（平均23.0℃）であった（図2）。

(2) 水深

2010年の水深は4～8cmであり、平均水深は6cmであった。2011年は2～7cmであるが、タモロコ区では、水田の暗渠が破損し田面水が多量に流出した。2012年の水深は、満水時は注水側4～11cm、排水側6～14cm、減水時は注水側3～6cm、排水側5～10cmであった。

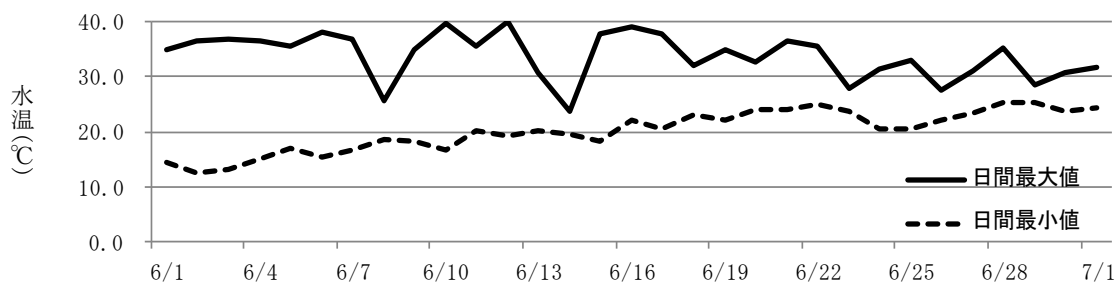


図2 水田の水温変化 (2010年)

(3) 魚類増殖の水稲への影響

2010年の精玄米重量は平均387~394g/m²、対照水田の平均は456~553g/m²であり、有意な差は認められなかった(p>0.05 t-test).

2011年と2012年の聞き取り調査では、水稲収量・品質とも同一品種の近隣他ほ場と同等であった。

以上から水温、水深は慣行水田の範囲内であれば、3魚種の生育に大きな影響はなく、また、水稲生産にも問題はないと考えられた。

2 効率的な水田内産卵方法の検討結果

2010年のフナは注水側のみで産卵し、産卵数は64,234粒、ふ化率は51.0%であった。

タモロコは注水側と排水側で産卵し、合計5,109粒、ふ化率は54.5%であった。

モツゴは注水側と排水側で産卵し、合計で36,700粒、ふ化率は41.9%であった。

2011年のフナの産卵数は33,000粒で、ふ化率は88.0%であった。タモロコの産卵数は31,955粒で、ふ化率は65.2%であった。モツゴの産卵数は16,058粒で、ふ化率は70.9%であった。

また、ライシメーターでフナ・モツゴの産卵が

確認され、ふ化率は63.5~92.1%であった。しかし、タモロコでは、親魚投入日翌朝には親魚が見当たらず、産卵の有無を確認することができなかった。

2012年のフナの親魚投入は鳥害の減少を図るため、親魚の隠れ場になるようにキンランを増やし、投入を午後4時過ぎに行った。しかし、翌日に確認された親魚は1尾で、産卵は見られなかった。また、水産研究所内で採卵し、水田に投入した卵数は34,250粒で、ふ化率は94.6%であった。

タモロコでは親魚投入の翌日には、畦畔と田面に多数の鳥の足跡があり、鳥による食害が見られたが、キンランの下に親魚群が見られたことから、観察を続けた。親魚投入の2日後には、キンランに卵が付着していたが、親魚は全く確認できなかった。産卵数は12,930粒、ふ化率は31.6%であった。

モツゴでは親魚投入の翌日には、鳥の食害があり採卵できなかった。また、5月25日から、三田谷池(羽生市 2.8ha)で産卵し水田に投入した卵数は合計43,740粒、ふ化率は40.4%~87.0%であった(表3)。

表3 産卵量とふ化率

年	試験区 産卵場所	フナ 区		タモロコ区		モツゴ区	
		注水側	排水側	注水側	排水側	注水側	排水側
2010	産卵量 (粒)	64,234	0	1,558	3,551	20,600	16,100
	ふ化率 (%)	51.0		54.5		41.9	
2011	産卵量 (粒)	33,000	—	—	31,955	—	16,058
	ふ化率 (%)	88.0	—	—	65.2	—	70.9
2012	産卵量 (粒)	34,250		12,930		43,740	
	ふ化率 (%)	94.6		31.6		40.4~87.0 (平均58.7)	

2011年のライシメーターや2012年のタモロコの例から、慣行水田の水深（5～10cm程度）でも3魚種の産卵、ふ化に支障がないことが示唆された。

また、フナとタモロコの産卵魚巢にはキンランを使用した。本試験と同時に行われた長野県の例ではヒノキ葉がフナの産卵魚巢として使われており（上島・小関，2013）、地域で入手しやすい産卵魚巢を使用することで十分対応できると考えられた。モツゴの産卵魚巢に塩ビ管を半切した加工品や園芸用トレイを使用した。採卵は十分に行え、様々な産卵魚巢の可能性が伺えた。

親魚については、年ごとに大きさや尾数が異なるため、産卵量の比較はできないが、本試験の範囲内であれば実用性に支障がないと考えられた。

また、鳥害が想定される地域では、産卵魚巢の設置場所の周辺に防鳥網を張るなど対策が必要である。

3 稚魚の流下と残留状況

2010年は、3区とも3魚種が混合して生息しており、何らかの理由で稚魚が混じってしまったと思われた。

回収稚魚について、魚種別に試験区ごとの流下率（流下尾数／総尾数）を求めたが、流下率は、フナ 27.1～73.0%、タモロコ 29.1～89.8%、モツゴで 12.3～76.0%であり、3魚種ともフナ区での

流下率が最も高く、タモロコ区で低かった。流下率の違いは魚種ではなく、試験区の影響と考えられた（表 4-1）。

2011年の流下稚魚数は、フナ 5,423尾、タモロコ 236尾、モツゴ 2,107尾であった。

特に尾数の少ないタモロコについては、暗渠の破損による田面水流出の影響が考えられた。

流下率は、フナ 26.7%、タモロコ 17.5%、モツゴ 65.5%となり、フナとタモロコの流下率が低く、フナは注水側に設けた産卵場跡に多数の稚魚が残存していたことによると考えられた。

2012年の流下稚魚数はフナ区 15,048尾、タモロコ区 1,462尾、モツゴ区 2,200尾であった。

流下率はフナ区 62.4%、タモロコ区 51.4%、モツゴ区 60.8%であった（表 4-2）。

3年間の稚魚流下率は、フナ区は 26.7～73.0%（平均 50.8%）、タモロコ区では、2011年は暗渠管の損壊事故があったため除外すると、流下率は 29.1%、61.0%で平均値は 45.1%であった。

モツゴ区は 65.5～74.5%（平均 69.1%）であった。

流下率の低い 2011年のフナ区（深場での残留率 22.7%）は足跡への残留が課題であったことが挙げられ、2010年のタモロコ区も深場での残留率（24.2%）が高くなっている。

これらから、できるだけ田面を平らにすることで流下率も向上させることができると考えられた。

表 4-1 2010年の生産尾数と流下率

試験区 魚種	フナ区			タモロコ区			モツゴ区		
	フナ	タモロコ	モツゴ	フナ	タモロコ	モツゴ	フナ	タモロコ	モツゴ
流下尾数(尾)	2,588	1,424	200	604	833	218	276	593	5,963
残留尾数(尾)	一般田面	333	0	667	1,333	667	0	0	1,333
	深水部分	624	162	63	959	692	887	561	1,574
生産尾数(尾)	3,545	1,586	263	2,230	2,858	1,772	837	1,112	8,870
流下率(%)	73.0	89.8	76.0	27.1	29.1	12.3	33.0	53.3	67.2

表 4-2 2011年と2012年の生産尾数と流下率

試験区	2011			2012		
	フナ区	タモロコ区	モツゴ区	フナ区	タモロコ区	モツゴ区
流下尾数(尾)	5,423	236	2,107	15,048	1,462	2,200
残留尾数(尾)	一般田面	10,258	1,111	1,111	1,218	1,310
	深水部分	4,608	—	—	7,852	74
生産尾数(尾)	20,289	1,347	3,218	24,118	2,846	3,618
流下率(%)	26.7	17.5	65.5	62.4	51.4	60.8

4 稚魚の育成状況と生産重量

3年間の回収時の稚魚平均体長と平均体重はフナ区 13.8~16.3mm (平均 14.7mm), 0.076~0.149g (平均 0.101g), タモロコ区 16.4~24.3mm (2011年は除く) (平均 20.4mm), 0.076~0.260g (2011年は除く) (平均 0.168g), モツゴ区 12.2~15.0mm (平均 13.1mm), 0.024~0.053g (平均 0.036g) であった。

また, 3年間の10a当たりの生産尾数は, フナ区 10,710~23,325尾 (平均 17,866尾), タモロコ区 2,895~8,634尾 (2011年は除く) (平均 5,756尾), モツゴ区 2,991~26,798尾 (平均 11,050尾) であった。

10a当たりの平均生産尾数と平均体重から求めた10a当たりの生産重量は, フナ区で1,490~1,860g (平均 1,647g), タモロコ区 657~754g (2011年を除く) (平均 705g), モツゴ区 80~858g (平均 366g) であった (表5)。

モツゴ区が平均体重, 生産重量ともに低い傾向にあるが, モツゴの産卵形態から産卵が長期にわたることや, ふ化期間が長いなどにより, フナ, タモロコに比べ, 中干しまでの育成期間が短くなるためと推測された。

モツゴの生産重量を向上させるには, 親魚放養初期に集中的に採卵する方法を検討する必要がある。

表5 回収時の稚魚の体型と10a当たりの生産尾数・生産重量

試験区	フナ区				タモロコ区				モツゴ区			
	2010	2011	2012	平均	2010	2011	2012	平均	2010	2011	2012	平均
平均体長 (mm)	16.3	13.8	14.0	14.7	16.4	15.0	24.3	20.4	12.2	15.0	12.2	13.1
平均体重 (g)	0.149	0.076	0.080	0.101	0.076	0.044	0.260	0.168	0.032	0.053	0.024	0.036
生産尾数 (尾/10a)	10,710	19,622	23,325	17,886	8,634	1,370	2,895	5,765	26,798	2,991	3,362	11,050
生産重量 (g/10a)	1,591	1,490	1,860	1,647	657	60	754	705	858	159	80	366

注1 2010年は魚種の混合があったため, 試験区の対象魚種のみの数値を使用した。

注2 タモロコ区は2011年は事故のため平均から除外した。

引用文献

上島剛・小関祐介 (2013) 水田におけるフナおよびドジョウの無給餌による種苗生産. 長野県水産試験場研究報告 14, 11-16.

松岡栄一・星野勝弘・松井資之・佐藤敦彦 (2000) モツゴ養殖試験-I (産卵と野外池飼育). 群馬県水産試験場研究報告 6, 49-52.

松岡栄一・星野勝弘・佐藤敦彦 (2001) モツゴ養殖試験-II (産卵と野外池飼育). 群馬県水産試験場研究報告 7, 43-45.

松岡栄一・星野勝弘・佐藤敦彦 (2002) モツゴ養殖試験-III (親魚の放養量と練り餌給餌). 群馬県水産試験場研究報告 8, 64-66.