

水田を活用したフナおよびドジョウの増殖手法開発

長野県水産試験場

要旨

フナおよびドジョウは放流用種苗の確保が難しいため簡易な方法での種苗生産技術の開発が求められている。本研究では水田を活用した種苗生産を行い、その方法がどこまで簡略化できるかを追求した。

水田でフナとドジョウを同時に生産するための混養の可否、無給餌飼育での生産、フナの産卵方法の簡略化について検討した。その結果フナとドジョウの混養は可能で、無給餌での生産ができ、親魚を通常の水田に放養するだけで産卵することが分かった。

生産された稚魚をできるだけ手間をかけずに回収する方法として水田排水部での落とし取りによる回収の効率について検討した。その結果、落とし取りによる回収は水田の排水能力によってかかる時間と労力が異なったため、排水しやすい水田を使うことが効率的である。

これらの試験結果から、フナおよびドジョウの最も労力が少なく効果が期待できる生産方式として、①水田への親魚直接放養による産卵、②無給餌による飼育、③排水での落とし取りによる回収、を提案する。

緒言

フナおよびドジョウは河川中下流域に生息する水産上重要な魚種である。しかし生息場所や産卵場所となっていた水田地帯の水路等の環境が圃場整備により変化し生息数の減少が起こっている(水谷、2007) 一方で放流用種苗は入手しにくいことから、効果的な増殖手法の開発が望まれている。

その手法の一つとして水田を用いた増殖手法が考えられる。これらの魚は水田を繁殖場所として利用していたので、水田は種苗生産場所として適していると予想される。実際、稲作を行う日本を始めとするアジア諸国では水田養魚の伝統があり、地域に合った魚種を生産してきた(Halwart and Gupta、2005)。日本では戦前から稻田養鯉と呼ばれるコイ養殖がされたほか、戦後は米の生産調整にともなう転作作物としてフナやドジョウなどの魚種も生産された(渡辺、1979；水産庁振興部、1979)。近年は食糧生産としての水田養魚は少なくなったが水田養魚の技術を放流用の種苗生産に活かすことができれば効果的な増殖ができる可能性がある。また水田での種苗生産は稚魚を外来魚による捕食から守りながら増殖を行うことが期待できる(滋賀県水産試験場ほか、2012)。

水田養魚は無給餌飼育で稲作の副産物として魚類も生産するものから、給餌を行ってより多くの生

産量を得ようとするもの、さらに休耕田を養魚池として使うものまで生産方式の幅は広い（鈴木、1983；熊川、2006）が、放流用種苗を生産する研究はほとんど行われていない。水田での放流用種苗の生産は、放流する現地の水田を使い、広く普及するためにはできる限り簡略化することが望ましい。本事業では長野県の佐久地域で行われてきた中干しを行わず秋まで水田に水を張った環境での水田フナ養殖の技術（長野県水産試験場、2007）を放流用種苗生産に活用するため以下の技術を開発する。

1. フナ親魚の水田への直接放養による生産

昨年度までの研究で、フナとドジョウの混養、無給餌での飼育、野生種のフナの種苗生産、が可能であることが分かっており、産卵方法のさらなる簡略化を検討する。

2. 排水による落とし取り回収の効率

水田養殖フナの回収は水田の注水部と排水部で行う方法（長野県水産試験場、2007）が一般的である。水田内の稚魚は注水側から多く出ていくことが知られている（前畑ほか、2010）とともに、「排水部での落とし取りよりゴミが少なく魚の状態が良い」とのフナ生産者の声もあるので、注水部での回収の利点は多い。しかし、注水部での回収は回収場所の造成や四手網の購入など、通常の稲作水田での導入は手軽とはいえない。そこで手軽にできる排水部での落とし取りのみでの回収について検討する。

方法

1. フナ親魚の水田への直接放養による生産

試験は、長野県佐久市高柳地区の水田2面を用い、できる限り同条件で実施した。いずれの水田も圃場整備済みの用排分離の水田であり、千曲川から取水された用水が供給されている。両水田の面積は、水田1が20.5a、水田2が20.4aである。生産方式はフナ・ドジョウの混養・無給餌とした。フナ親魚は平成23年度に採捕し、水産試験場佐久支場で飼育したギンブナとナガブナを使用し、雌雄比は1：1、水田1と水田2への放養重量がほぼ同じとなるように尾数を調整した（表1）。ドジョウは平成23年度に採捕し水産試験場佐久支場で飼育したものを使用した。



図1 産卵基質として設置したヒノキ葉

フナの産卵基質として長さ約40cmに

切ったヒノキ葉を用意した。水田のイネと畦の隙間にヒノキ葉が沈まないように水面近くに2mの紐を40cmの間隔で並行に2本張った上に並べて各水田に2か所ずつ設置した。1か所に使用したヒノキ葉は1.6kg~2.1kgであった。(図1)

水田への放養は、埼玉県農林総合研究センター水産研究所から水田へ放養した魚が鳥による食害にあったとの事前情報が得られたため、水田1、2ともに鳥に見られないよう6月11日の夜間に行った。

翌日から親魚の産卵行動及び仔魚の観察・確認を行った。

回収・計量は後述する2. 排水による落とし取り回収の効率により行った。

表1 平成24年度水田増殖試験に用い親魚の量およびサイズ

放養方式		水田への直接放養	
		水田1	水田2
ギンブナ ♀	尾数	9	11
	平均全長±SD (cm)	16.3±2.5	16.3±2.9
	平均体重±SD(g)	80.1±30.5	75.9±44.6
ナガブナ ♀	尾数	9	6
	平均全長±SD (cm)	15.1±1.8	17.0±1.9
	平均体重±SD(g)	62.8±27.1	76.7±27.9
ドジョウ ♂	尾数	18	17
	平均全長±SD (cm)	12.7±1.7	13.3±1.9
	平均体重±SD(g)	32.9±11.0	38.6±22.7
ドジョウ	総重量 (kg)	1.95	1.97
	尾数	147.0	151.0
	平均体重(g)	13.3	13.0

2. 排水による落とし取り回収の効率

排水の事前準備として、鍬やじょれんを用いて注水口と排水口を結ぶ水の流れ道となる深さ15cm程度の溝を掘った。排水口には流出する魚を受ける網を設置した。排水は水田の堰板を外して行い、排水口からほとんど水が出なくなるまで排水した後、堰板をはめて水田全体が水に浸るまで注水した。注水が終わったら再度堰板を外し排水による回収を行った。この作業を繰り返し排水による落とし取りを3回行った。両水田とも作業終了後に水田に残った魚をできる限り回収し、水田での全生産量の把握に努めた。また排水部の網はしばらく設置したままとして、降雨後に流下する魚を回収した。回収した魚はフナおよびドジョウに分け、各作業の回収分ずつ計量を行った。

結果

1. フナ親魚の水田への直接放養による生産

フナ放養の翌々日の6月13日早朝にフナの産卵行動が見られた。産卵は水田1では雌1尾に雄1~数尾が追尾し広範囲を移動しながらイネに産卵していた(図2)。他に前年のイネの切り株などの

水中に沈んでいる基質にも産卵していたが、用意したヒノキ葉への産卵は見られなかった。水田2ではヒノキ葉への産卵も確認された。1週間後の6月20日に水田を観察したところ、水田1、2ともにフナおよびドジョウの仔魚を確認できた。



図2 フナのイネへの産卵

水田1および2においてフナ9,549gおよび17,396g、ドジョウ1,784gおよび2,279gを回収した。平均体重を基に生産尾数を計算すると、フナが11,803尾および12,242尾、ドジョウが10,445尾および4,870尾であった。(表2)

表2 平成24年度水田増殖試験において生産された稚魚の概要

放養方式		水田への直接放養	
		水田1	水田2
フナ	総重量 (g)	9549	17396
	平均全長±SD (mm)	39.7±6.3 (n=100)	48.1±7.1 (n=100)
	平均体重±SD (g)	0.81±0.41 (n=100)	1.42±0.67 (n=100)
	尾数 (総重量/平均体重)	11803	12242
ドジョウ	総重量 (g)	1784	2279
	平均全長±SD (mm)	31.5±2.6 (n=100)	47.3±5.9 (n=100)
	平均体重±SD (g)	0.17±0.04 (n=100)	0.47±0.20 (n=100)
	尾数 (総重量/平均体重)	10445	4870

2. 排水による落とし取り回収の効率

経過とフナおよびドジョウの回収量を表3に示した。水田1は9月10日、水田2は9月11日から1回目の排水を始めた。3回目の排水が終わるまで水田1で4日、水田2で3日かかった。

水田1は排水口から水が出なくなるまで排水しても水田内の溝に相当量の水が残り、魚の回収もフナが50%、ドジョウが30%とどまった。

一方、水田2は1回目の排水でフナの69%、3回繰り返すでは95%のフナが回収されており、3回の排水による落とし取りでほぼ回収できた。ドジョウは3回繰り返すで76%を回収した。

両水田ともにドジョウはフナに比べて回収効率が悪く3回の排水では回収しきれなかったが、その後の降雨により水田から排水が出たときに回収することができた。

表3 回収作業工程とフナおよびドジョウの回収量

水田	月日	作業	作業時間 (h)	回収フナ(g)	%	回収ドジョウ(g)	%		
水田1	9月10日	溝切り	15:00~16:30	1.5					
		水抜き	16:00~21:30	5.5					
	9月11日	水抜き再開	5:00~						
	9月12日	排水止め	~13:30	8.5	2761	29%	216	12%	
		注水	13:30~17:30	4.0					
	9月13日	水抜き2回目	8:00~						
	9月14日	排水止め	~2:00	6.0	859	9%	200	11%	
		注水	2:00~3:00	1.0					
			水抜き3回目	3:00~13:00	10.0	1132	12%	111	6%
	9/15~10/2	排水、他			4797	50%	1257	70%	
	合計		44.5	9549	100%	1784	100%		
水田2									
	9月7日	溝切り	9:30~11:00	2.5					
9月11日	水抜き1回目	5:00~14:00	9.0	11998	69%	1041	46%		
	注水	14:00~17:00	3.0						
9月12日	水抜き2回目	5:00~11:00	6.0	3812	22%	465	20%		
	注水	13:00~17:30	4.5						
9月13日	水抜き3回目	8:00~12:00	4.0	738	4%	218	10%		
9/13、21~24	排水、他			848	5%	555	24%		
	合計		29.0	17396	100%	2279	100%		

考察

1. フナ親魚の水田への直接放養による生産

親魚の水田への直接放養により産卵が行われたことから、この方法でフナの種苗生産が可能であることが分かった。無防備な水田への放養は鳥による食害が心配されたが水田に親魚が残り、夜間に放養した効果があったものと思われる。ヒノキ葉への産卵が少なかった理由として、設置したヒノキ葉の密度が高すぎてフナがヒノキ葉の隙間に入り込めなかった可能性が考えられた。また、水田放養の場合、イネに産卵したことから、あえて産卵基質を設置する必要は小さいと考えられる。

3か年の試験の結果から、水田を用いた種苗生産はフナおよびドジョウは混養が可能であり、これらの親魚を水田に放流するだけというところまで生産方式の簡略化が可能であることが分かった。

また、フナの産卵方法は異なるが、ふ化以降は同じ管理を行った平成23年度と平成24年度の4例のデータから一つの目安として、20aの水田でフナとドジョウそれぞれ2kgの親魚に産卵させ無給餌で飼育した場合、概ね10kg、1万尾のフナ稚魚と、1~2kgのドジョウ稚魚の生産が期待できると考えられる。

2. 排水による落とし取り回収の効率

両水田とも面積や形がほぼ同じ圃場整備された水田であるが、魚の回収効率は大きく異なり、この

違いは水田面と排水口の落差から生じる排水の能力差によると考えられる。水田での種苗生産では回収は最も手のかかる作業であり効率を考えると排水しやすい水田の使用が望ましい。

またドジョウはフナに比べて回収効率が悪く3回の排水では十分に回収できなかったが、その後も網を設置したままにしておけば降雨による排水とともに回収できるため、手間はそれほどかからないと考えられる。

総合考察

3か年の試験結果から、フナおよびドジョウの最も労力が少なく効果が期待できる方式として、①水田への親魚直接放養による産卵、②無給餌による飼育、③排水での落とし取りによる回収、を提案する。

生産方式を簡略化していく度合いにより下記のⅠ～Ⅲの方式で水田1面で行う場合の生産費について人件費と資材費を方法ごとに積算し試算した。

- I. 産卵場で産卵させ給餌飼育し排水と注水での回収
- II. 産卵場を造成して産卵させ無給餌飼育し排水のみで回収
- III. 親魚を水田へ直接放流して産卵させ無給餌飼育し排水のみで回収（提案する方式）

その結果、1g（Ⅰのみ5g）のフナ稚魚1万尾生産した場合の1尾当たりの生産費はⅠが16.7円、Ⅱが5.1円、Ⅲが3.8円となり、Ⅲの方式が最も費用がかからないことがわかる（表4）。これは集約的な方法に比べ生産量が少ない方法であるが、手間をかけずに薄く広く飼育することで必要量を確保することができる。この生産方式が広く普及し、現在利用されていない水田が活用されれば放流用種苗の確保に大きく貢献すると考えられる。実際、長野県内の湖沼を除く河川への放流を主とする漁業協同組合への漁場管理委員会が課す増殖指示量は1漁協あたりフナが1～50kg、ドジョウが5kgであり、これは本事業で主に使用した約20aの水田が5面あれば生産が見込める量である。

この生産方式は手間と費用をかけずに行うことを突き詰めたものだが、結果としてこれらの魚種の生活サイクルの中で不通となった場所への移動、すなわち産卵親魚の河川から水田への移動および水田で育った稚魚の河川への移動を人が行うのみという内容となった。さらに一歩進めて考えればこの不通となっている場所を通じるようにすることで増殖が可能になるといえる。水田の周りの水路に魚が生息している環境であれば水田と水路を結ぶ魚道を設置することで親魚が水田へ溯上して産卵することができ、水田で育った稚魚は水路に降ることができる。水田用魚道は河川のものと比較するとはるかに簡易なものであり、農家が自作できるような魚道も考案されている（水谷、2007；農文協編、2010）。

本事業の結果から、圃場整備され魚の往来がなくなった水田でも孵化した仔魚を稚魚に成長させるだけの生産力を保持していることが示されており、現状で利用されていない生産力が効果的に利用できるよう技術の普及を進めていくことが必要である。

表4 稚魚1万尾生産した場合の費用試算

生産方式	I 産卵場所造成 給餌飼育 注水部・排水部回収			II 産卵場所造成 無給餌飼育 排水部回収			III 親魚直接放流 無給餌飼育 排水部回収		
	人数	時間	延べ時間	人数	時間	延べ時間	人数	時間	延べ時間
産卵場所造成	2	1	2	2	2	4			
ヒノキ葉準備・設置	2	1.5	3	2	1.5	3			
フナ放流	2	0.5	1	2	0.5	1	2	0.5	1
産卵場所撤去	2	0.5	1	2	1	2			
給餌管理・水管理	1	140	140						
網設置	1	1	1	1	1	1	1	1	1
流路掘削	1	2	2	1	2	2	1	2	2
上流側回収場所造成	2	1	2						
収穫作業	1	30	30	1	30	30	1	30	30
合計 (h)			182			43			34
×750円/h			136500円			32250円			25500円
資材費	単価 (円)	必要量	金額 (円)	単価 (円)	必要量	金額 (円)	単価 (円)	必要量	金額 (円)
産卵場所用									
角材900mm	125	4	500	125	4	500			
金網	400/m	8	3200	400/m	8	3200			
スコップ	980	1	980	980	1	980			
園芸用支柱2m	578	2	1156	578	2	1156			
回収用									
受け網	1032/m	2	2064	1032/m	2	2064	1032/m	2	2064
タモ	5500	1	5500	5500	1	5500	5500	1	5500
金魚ダモ	138	2	276	138	2	276	138	2	276
太鼓網	1100	1	1100	1100	1	1100	1100	1	1100
バケツ20L	780	1	780	780	1	780	780	1	780
バケツ15L	398	1	398	398	1	398	398	1	398
じょれん	1580	1	1580	1580	1	1580	1580	1	1580
ざる	898	1	898	898	1	898	898	1	898
注水回収用									
鎌	298	1	298						
敷き網	1032/m	4	4128						
塩ビパイプ直径100mm	780	1	780						
飼料									
コイ用飼料	130/kg	50	6500						
資材費計			30138			18432			12596
生産費合計			166638			50682			38096
稚魚単価(稚魚サイズ)			16.7(5g)			5.1(1g)			3.8(1g)

引用文献

- 水谷正一. 2007. 水田生態工学入門, 農山漁村文化協会, 東京.
- Halwart M.,Gupta M.V.. 2005. Culture of Fish in Rice Fields, FAO and THE World Fish Center.
- 渡辺恵三. 1979. ドジョウ・水田養殖の実際, 農山漁村文化協会, 東京.
- 水産庁振興部. 1979. 特用水産養殖ハンドブック, 地球社, 東京.
- 滋賀県水産試験場・滋賀県農業技術振興センター・滋賀県立琵琶湖博物館・公立学校法人滋賀県立大学. 2012. 水田を活用した魚類の種苗生産技術,
<http://www.pref.shiga.jp/g/suisan-s/gjyutsusuiden/files/ri-furetto-suiden.pdf>
- 鈴木 亮. 1983. ドジョウ養殖の最新技術, 泰文館, 東京, pp102-109.
- 熊川真二. 2006. 田んぼの生き物と食文化. ながの農業と生活 平成 18 年 8 月号, 長野県農業改良協会, pp.23-25.
- 長野県水産試験場. 2007. 水田フナ養殖の手引き,
<http://www.pref.nagano.lg.jp/xnousei/suishi/tecno/funa/funatebiki.htm>
- 前畑政善・大塚泰介・水野敏明・金尾滋史. 2010. 水田で育った二ゴロブナ幼魚の水田内残存と脱出場所の選択性. 農業農村工学会論文集 267 : pp.43-48.
- 農文協編. 2010. 生きもの田んぼづくり, 農山漁村文化協会, 東京.