

河床耕うんによるオイカワ人工産卵場の造成

小川 滋・小原昌和・傳田郁夫・熊川真二

Making the artificial spawning sites of Oikawa *Zacco platypus* by plowing the riverbed.

Shigeru Ogawa, Masakazu Kohara, Ikuo Denda and Shinji Kumakawa

内水面の漁業協同組合（以下、「漁協」と言う。）が行う増殖事業は、イワナやヤマメなどのマス類のように稚魚や発眼卵などの人工種苗が放流される場合と、カジカやウグイおよびオイカワなどのように、産卵場の造成で成される場合がある。長野県内にある 30 の漁協の内、18 の漁協でオイカワが漁業種魚種になっていて、それらの漁協に対して長野県内水面漁場管理委員会から「産卵場の造成」が指示されているが、漁協の実施方法は様々である。

オイカワの産卵場造成については、産卵基質として砂利などを利用した客土式や移動式などの方法が開発されている¹⁾。しかし、客土式は基質用の砂利を搬入するか、現地で篩により粒径を揃えて調達するという労力が伴う。また、これらの方式は増水による形状変化や流出があることも課題とされており、その対策として移動式では増水前にあらかじめ河川外へ避難するなどの管理が必要とされている²⁾。また、これまで報告されているオイカワの産卵床の条件をみると、砂から小石まで範囲が広く、特定の条件に対する強い選択がみられない³⁻⁶⁾。よって、オイカワの生息する河川であれば、その河川の底質を利用する方法もあり得る。

そこで、本研究では、河川の底質材料を利用することで、砂利の搬入や機材の使用などが不要であり、かつ、現場で容易に造成できる耕うん式の可能性を検討した。なお、本研究ではオイカワが産卵をしたマイクロハビタットを「産卵床」と称し、産卵床が見られる物理環境的に統一性のあるエリアを「産卵場」と称することとする。

本報の内容は、平成 19～21 年度水産庁委託「健全な内水面生態系復元等推進委託事業の生態系に配慮した増殖指針作成事業」において実施したものである。

材料と方法

実験場所

実験は長野県水産試験場内の水槽と、長野県安曇野市明科の会田川で行った(図 1)。会田川は松本市四賀地区に端を発し、隣接する安曇野市明科で信濃川水系千曲川

支流の犀川に合流する流程約 16km の 1 級河川である。実験地点は犀川との合流点から上流約 500m の区間で、河川形態は Bb 型である。左右の河岸はコンクリートで護岸されているが、水際にはツルヨシやヤナギ類などの植生が見られる。区間内の数カ所には床固工が施されており、河川型はほとんど平瀬で占められている。実験地



図 1 オイカワ人工産卵場実験河川



図 2 長野県会田川の人工産卵場造成実験場所

点付近において確認された魚種は、オイカワのほか、ウグイ、アブラハヤ、カマツカ、ドジョウ、シマドジョウ、フナ類、ウナギ、アカザ、カジカ(大卵型)、ブルーギルおよびビワヒガイであった。

産卵場の造成実験を行った平瀬の右岸側の河床は粗い砂混じりの小砂利で、ここでしばしばオイカワの産卵行動が観察された(以下、「産卵利用区域」と言う)(図2)。これに対して、左岸側の河床は沈み石の状態で固まっており、オイカワの産卵行動は見られなかった(以下、「産卵非利用区域」と言う)。実験期間中におけるこれらの場所の水深と表面流速は、産卵利用区域では31~40 cmと26~60 cm/秒、産卵非利用区域では20~33 cmと16~44 cm/秒であった。

産卵床の底質材の検討

オイカワの産卵床に適した底質材を検討するため、水槽内に「砂」、「ピリ」、「25mm」および「混合砂利」の異なる底質材の産卵場を設置し、産卵実験を行った(表1)。「砂」、「ピリ」、「25 mm」および「45 mm」の砂利は建築用資材として市販されているものを用いた。

表1 人工産卵場を用いた底質材の種類および大きさ

底質材	長径(mm)		短径(mm)	
	最小~最大	平均	最小~最大	平均
砂	<2mm			
ピリ	2.4~14.2	7.1	2.0~9.7	4.9
25 mm	7.8~37.3	19.0	6.2~24.0	12.6
45 mm	21.1~86.0	42.3	12.7~43.2	30.3
混合砂利	砂:ピリ:25 mm:45 mm=20%:25%:25%:30%			

「混合砂利」は、会田川で調べたオイカワの天然の産卵床の底質の粒度組成に基づき⁷⁾、上記の底質材を容積比で混合したものである。人工産卵場は、30 cm×45 cm×5 cmのプラスチック製のカゴの内側に目開き500 μ mのネットを敷き、前述の底質材を敷き詰めたものである(図3)。これらの人工産卵場を、実験用に改造した水槽底に、上流側からそれぞれ30~50 cm離して一つずつ設置した。

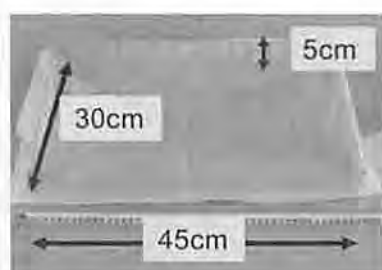


図3 人工産卵場(写真左)と底質材(写真右) 左から「砂」、「ピリ」、「25 mm」、「混合砂利」

なお、産卵場の位置は実験回次毎に適宜入れ替えた。

実験に用いた水槽は、長さ5m、幅1m、深さ50cmのFRP水槽である。オイカワの産卵の条件として緩やかな水流が必要であると考えられたことから⁷⁾⁽⁴⁾⁽⁵⁾⁽⁷⁾、長軸方向に耐水ベニヤ板およびコンクリートブロックによって長さ4 mの隔壁を施した上で、水中ポンプにより一定方向の水流を発生させた(図4)。産卵場の中央点における表面流速は、14~23 cm/秒であった(小型プロペラ式流速計 YOKOGAWA 社製 MODEL3631 POCKET TACHOMETER)。水深は25~33 cmであった。また、水温上昇の抑制と換水のため、湧水を約30L/分注水した。実験期間中の水温は15~25 $^{\circ}$ Cであった。

オイカワ親魚は、会田川および犀川で投網により採捕したもののの中から、婚姻色が出現している雄と、腹部を軽く圧迫すると卵が排出される状態の雌を選び、速やかに水槽に收容し実験に供した。産卵実験は、2009年6月17日から7月30日までの間に8回行った。この間、親

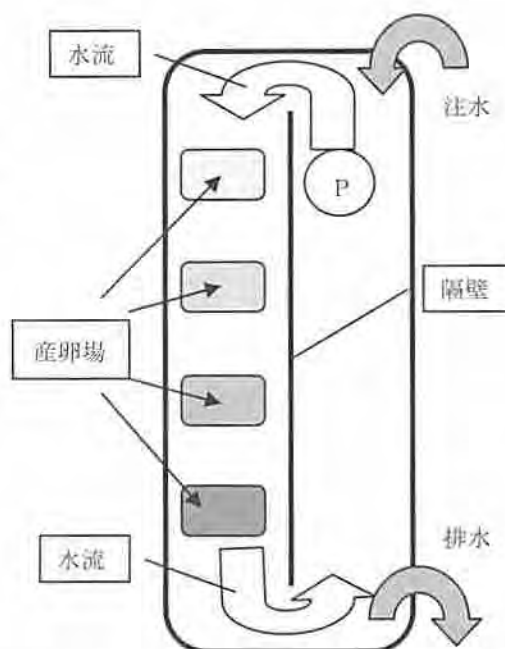


図4 水槽内における産卵実験施設の模式図

魚を3回更新した(表2)。各実験の終了時に産卵場を取り上げ、その底質材を少量ずつ適量の水を入れたバケツに移し、よく攪拌してから、その上澄みを観賞魚用タモ網で濾し取りながら卵を採集した。

表2 水槽産卵実験における産卵調査回数と親魚数

実施時期	調査番号;期間	親魚数	
		♀	♂
I期 (6月中旬)	① 6/17~19	10尾	5尾
	② 6/25~26		
II期 (6月下旬~7月上旬)	③ 6/26~28	20尾	18尾
	④ 6/28~30		
	⑤ 6/30~7/7		
III期 (7月下旬)	⑥ 7/22~23	32尾	18尾
	⑦ 7/24~27		
	⑧ 7/27~30		

人工産卵場の造成方式の検討

実験1

2009年7月7日~7月16日において、会田川の産卵非利用区域に、「ビリ」、「25mm」による客土式および河床を耕うんして「混合砂利」の状態にした(耕うん式)人工産卵場(1m×1m)を、それぞれ2面ずつ造成した(図5)。

客土式産卵場については、各種の砂利を搬入し、厚さ約10cmに敷いた。耕うん式産卵場については、自然の河床から拳大より大きい石を取り除いた後、深さ10cmまで河床を掘り起こす方法で造成した。水槽産卵実験で用いた混合砂利は天然の産卵床の粒度組成を模したものであるため、著しく大きな石を除いてから耕うんした状

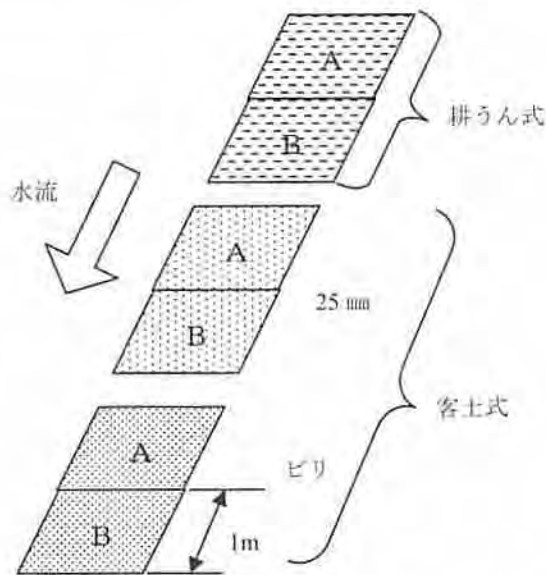


図5 実験1の人工産卵場の配置

態を、混合砂利とみなした。人工産卵場の厚さ(深さ)を10cmとしたのは、産卵後の卵のほとんどは深さ4~5cmの間にあり、最大でも約10cmまでの間にあることによる。

卵およびふ化仔魚の回収は、造成9日後に行った。各産卵床の底質材を舞い上げるように掘り起こし、水流により流下した卵とふ化仔魚を、下流側に設置した間口1mのサーバーネット(目開き500μm)で受け止める方法で回収した。回収した卵とふ化仔魚は70%アルコールで保存した後、実験室に持ち帰って計数した。

人工産卵場の効果を評価するための対照として、産卵利用区域および産卵非利用区域の中で産卵場を造成しなかった場所(以下、非造成地と言う)において、1m×2mの部分からも卵とふ化仔魚を回収した。

実験2

会田川の産卵利用区域および産卵非利用区域に、客土式(ビリ)および耕うん式的人工産卵場(1m×1m)を造成して、産卵場内の卵数およびふ化仔魚数を調査した(図6)。

実験は2009年6月22日~7月7日に、産卵利用区域に客土式および耕うん式産卵場をそれぞれのべ6面ずつ、産卵非造成区域に同様にそれぞれのべ3面ずつ造成した。産卵場内の卵とふ化仔魚の回収は、造成後7~8日目に行った。

なお、人工産卵場の対照として、産卵利用区域内および産卵非利用区域内の非造成地(1m×1m)についても、それぞれのべ2か所ずつで卵とふ化仔魚を回収した。卵とふ化仔魚の回収方法やサンプルの処理は実験1と同じである。

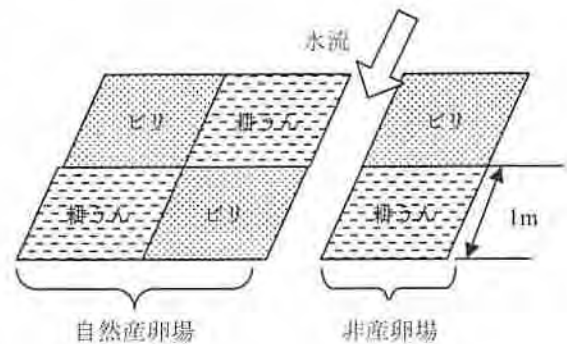


図6 実験2の人工産卵場の配置

結 果

産卵床の底質材の検討

8回のうち、第2回と第3回で産卵場に卵が確認された(表4)。「砂」ではいずれの実験でも卵が確認できなかった。第2回の実験では「ビリ」と「混合砂利」でそれぞれ産卵場1枚当たり1,103粒、1,405粒の卵が確認でき、「25mm」の砂利でも196粒の卵が見られた。一方、第3回の実験では「25mm」の砂利で実験②と同程度の158粒の卵が確認されたのに対し、「ビリ」と「混合砂利」ではそれぞれ2粒、46粒であった。

表4 底質材が異なる人工産卵場におけるオイカワの産卵数(水槽実験)

調査番号	底質材			
	砂	ビリ	25mm	混合砂利
②	0	1,103	196	1,405
③	0	2	158	46

人工産卵場造成方式の検討

実験1

客土式と耕うん式で造成した人工産卵場における卵と仔魚の回収結果を表5に示した。客土式(ビリ)産卵場では卵がそれぞれ1㎡当たり2,043粒と1,688粒、ふ化仔魚がそれぞれ584尾と177尾確認され、客土式(25mm)の産卵場では卵が447粒と291粒、ふ化仔魚が123尾と21尾、耕うん式産卵場では卵が2,308粒と2,377粒、ふ化仔魚が2,038尾と877尾確認された。

一方、人工産卵場を造成しなかった産卵利用区域の非造成地では卵が1,234粒、ふ化仔魚が470尾、同じく産卵非利用区域では1粒と5尾であった。

これらの結果のうち各方式の産卵数について、

表5 客土式および耕うん式人工産卵場における産卵数と仔魚数(実験1)

造成方式(底質)	造成場所		産卵数(粒/㎡)	仔魚数(尾/㎡)
客土式(ビリ)	産卵	A	2,043	584
	非利用区域	B	1,688	177
客土式(25mm)	"	A	447	123
		B	291	21
耕うん式	"	A	2,308	2,038
		B	2,377	877
対照(非造成地)	産卵利用区域		1,234	470
	産卵非利用区域		1	5

表6 自然河川に造成した客土式および耕うん式人工産卵場における産卵数と仔魚数(実験2)

造成場所	造成方式(底質)		①	②	③	④	⑤	⑥
産卵利用区域	客土式(ビリ)	産卵数(粒/㎡)	311	328	704	83	102	16
		仔魚数(尾/㎡)	33	23	125	125	0	1
	耕うん式	産卵数(粒/㎡)	184	33	460	212	575	367
		仔魚数(尾/㎡)	5	1	120	0	45	44
	対照(非造成地)	産卵数(粒/㎡)	24	17				
		仔魚数(尾/㎡)	0	128				
産卵非利用区域	客土式(ビリ)	産卵数(粒/㎡)	499	69	430			
		仔魚数(尾/㎡)	621	0	58			
	耕うん式	産卵数(粒/㎡)	993	634	1,060			
		仔魚数(尾/㎡)	359	104	252			
	対照(非造成地)	産卵数(粒/㎡)	10	0				
		仔魚数(尾/㎡)	0	0				

Kruskal-wallis の検定により解析したところ有意差はなかった(KW=4.57, n.s)。

実験2

客土式および耕うん式人工産卵場で卵と仔魚、または卵が確認された(表6)。産卵利用区域に造成した客土式(ビリ)産卵場は卵が16~704粒、ふ化仔魚が0~125尾、耕うん式産卵場は同様に33~575粒、0~120尾であった。ふ化仔魚数が0尾の産卵場であっても、卵は確認され、いずれの方式の産卵場も産卵に利用されていた。また、人工産卵場を造成しなかった非造成地では、卵が17~24粒、ふ化仔魚が0~128尾であった。これらの造成方式を産卵数について、Kruskal-wallis の検定により解析したところ有意差はなかった(KW=3.81, n.s)。

一方、産卵非利用区域に造成した客土式(ビリ)産卵場は卵が69~499粒、ふ化仔魚が0~621尾で、耕うん式産卵場は同様に634~1,060粒、104~359尾認められ、産卵非利用区域においてもいずれの方式でも産卵に利用されていた。また、人工産卵場を造成しなかった非造成地では、卵が0~10粒で、ふ化仔魚は確認できなかった。

これらの産卵数を、Kruskal-wallis の検定により解析したところ、耕うん式、客土式、対照(非造成地)の順序で有意に産卵数が多かった($KW=2.50, p<0.05$)。

考 察

水槽内に底質の異なる産卵場を設置してオイカワの産卵実験を試みた。その結果、「ピリ」、「25mm」および「混合砂利」で卵が確認され、「砂」の産卵床では卵は認められなかった。産卵行動の観察中も、オイカワは「混合砂利」や「ピリ」の産卵場には寄ってきて実際に産卵行動も観察されたが、「砂」の産卵床には寄ってこなかった。

また、オイカワの産卵が見られる河川において造成した客土式の「ピリ」と「25mm」、および耕うん式の産卵場では(実験 1)、いずれも卵またはふ化仔魚が確認された。しかし、「25mm」の砂利を敷いた産卵場は、統計的な有意差は認められなかったものの、他の 2 つの産卵場よりも卵、ふ化仔魚ともに少なかった。この結果は、水槽産卵実験の第 2 回の結果と一致するので、底質は 25mm よりピリまたは混合砂利のほうが適当である。

実験 2 では客土式(ピリ)と耕うん式の産卵場を造成して比較してみた。その結果、産卵利用区域では客土式(ピリ)と耕うん式では有意な差が見られなかったが、産卵非利用区域に造成した場合は、耕うん式が最も高い効果が認められた。

均一な砂利を敷設する客土式は、その砂利を搬入するか、または現場の砂利を採取し篩により揃える作業が必要である。それに対して耕うん式は河床から拳大より大きな石を取り除き、厚さ 10 cm 程度を掘り返すだけでよい。また、実験期間中の観察で客土式産卵場は、増水により客土した砂利の一部が流出し形状が著しく変化してしまったことがあり、その機能低下が推察された。これらのことから、河床に小石や砂利が存在する河川では、その作業の容易性から耕うん式による産卵場造成が最適である。

次に産卵場を造成する場所について検討する。実験 2 では、オイカワの産卵が見られる自然産卵区域と河床が沈み石(はまり石)状態となって産卵が見られない産卵非利用区域で人工産卵場を造成した。その結果、産卵利用区域に造成した人工産卵場は同区域内の非造成地と比較しても統計的な差は見られなかったが、産卵非利用区域に造成した人工産卵場にあつては、大きな効果が確認された。このことから人工産卵場を造成する場所がすでにオイカワの天然の産卵場でも、ある程度の効果が期待できるが、それよりも自然産卵場の近傍で産卵に利用され

ていない河床に造成すれば、新たに産卵場の機能が生まれ、増殖の効果はより高くなると考える。

要 約

- 1 オイカワの人工産卵床に適した底質を検討するために、水槽内で産卵実験を行った。また、自然河川において人工産卵場の造成方式を検討した。
- 2 オイカワ親魚を放養した水槽内に、「砂」、「ピリ」、「25mm」および「混合砂利」の産卵場を設置したところ、「砂」以外の底質において卵等を確認した。
- 3 オイカワの自然産卵が見られる河川に、客土式による「ピリ」と「25mm」の人工産卵場を、および耕うん式による人工産卵場を造成した結果、客土式(ピリ)と耕うん式の産卵場のほうが、客土式(25mm)より卵等が多かった。
- 4 河川にオイカワの人工産卵場を造成する場合、客土式(ピリ)または耕うん式による方式が適しているが、コストおよび作業性、そして増水時における産卵床の流出を考慮すると、耕うん式の人工産卵場が適していると考えられる。
- 5 産卵利用区域および産卵非利用区域に人工産卵場を造成したところ、産卵非利用区域に造成したほうが効果が大きかった。

謝 辞

河川での親魚の採捕および産卵実験調査を実施するに当たり、厚川漁業協同組合には理解と協力を賜った。ここに感謝を申し上げる。

文 献

- 1) 佐野二郎(2009):オイカワ産卵場造成手法に関する研究。福岡県水産海洋技術センター研究報告第 19 号、91-97
- 2) 中村一雄(1952):千曲川産オイカワ(*Zacco platypus*)の生活史(環境、食性、産卵、発生、成長其他)並にその漁業。淡水研報 1 巻 1 号、2-25。
- 3) 水野信彦・川那辺浩哉・宮地伝三郎・森圭一・児玉浩憲・大串竜一・日下部有信・古谷八重子(1958):京大大学院理学部整理生態学研究業績 81、1-48。
- 4) 佐藤敦彦・新井肇・手島千里(1996):オイカワ増殖に関する研究-II(水温と産卵行動)、群馬県水産試験場研究報告第 2 号、39-42。

- 5) 佐野二郎・牛嶋敏夫・稲田善和・西川仁(2008) : オイカワ増殖手法に関する研究、福岡県水産海洋技術センター研究報告 18 号、59-64.
- 6) 中村守純(1969) : 日本のコイ科魚類、資源科学シリーズ 4、224-231.
- 7) 長野県水産試験場 (2009) : 平成 20 年度健全な内水面生態系復元等推進委託事業 生態系に配慮した増殖指針作成事業報告書.
- 8) 馬場吉弘・長田芳和(2005) : オイカワの産卵床における卵と仔魚の分布と動態. 魚類学雑誌 52(2), 125 - 132.