

オオクチバス *Micropterus salmoides* の 繁殖生態と人工産卵床の改良

高橋清孝^{1*}・藤本泰文²・根元信一¹・芦澤 淳²・池田洋二³

¹ NPO 法人シナイモツゴ郷の会 〒989-4102 宮城県大崎市鹿島台木間塚字姥が沢 111-1

E-mail yyo910@ktj.biglobe.ne.jp

² 公益財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 〒989-5501 宮城県栗原市若柳字上畠岡敷味
17-2

³ 阿武隈生物研究会 〒976-0041 福島県相馬市西山字表西山 60-6

*責任著者

キーワード: 外来魚 駆除 ブラックバス 防除

2014年7月11日受付 2014年7月24日受理

要旨 オオクチバスによる生態系への影響が深刻化した伊豆沼・内沼では、この防除のため、2000年よりオオクチバスの各成長段階に対応する総合的防除技術の開発と導入が進められてきた。沼に生息するオオクチバスを調査した結果、産卵期に大量に出現していたオオクチバス稚魚は体長20 mm以上に成長すると魚食性を示し、コイ科魚類などの仔稚魚を捕食していた。そのため、沼の魚類相を復元するにはオオクチバスの繁殖抑制が不可欠と判断した。そこで、繁殖抑制を図る目的で、オオクチバスに営巣させ、産み付けられた卵を巣ごと駆除することが可能な人工産卵床の開発に取り組んだ。さまざまな形式の人工産卵床を試作して沼に設置したところ、プラスチックトレーの中に産卵基質となる直径4-5 cmの碎石を入れ、トレーの側面3方にプラスチックネットの衝立を取り付けたコの字型衝立形式の人工産卵床に対し、オオクチバスは高い頻度で産卵することが確認された。そこで、この人工産卵床を用いた防除活動をボランティアの協力を得て2004年より開始した。しかし、人工産卵床に産み付けられた卵は3-4日でふ化して逸出するため、週2回の駆除作業が不可欠であった。そこで、省力化を目的とした2段式人工産卵床を開発した。これは、オオクチバスがふ化後の数日間、石の下などの間隙に潜んで発育する習性を利用し、細かい網を張ったトレーを下面に装着して2段構造とする事により、人工産卵床の碎石などでふ化した仔魚を下段のトレーで回収できるようにしたものである。この改良により、水温21°C以下であれば週1回の作業で人工産卵床の仔魚を確実に回収することが可能となり、また、1産卵床あたりの卵や仔魚の回収数も増加した。更なる省力化を図るため、ふ化仔魚を他の魚類に捕食させる構造への改良といったメンテナンスフリーを図る試験を3種類実施したが、メンテナンスフリーに繋がる成果は得られなかった。現時点では、2段式人工産卵床が作業コストや回収数の観点から最善の人工産卵床であり、この沼での防除活動に用いられている。

はじめに

宮城県北部の平野部では肉食性の外来魚であるオオクチバス *Micropterus salmoides* が 1980 年前後に侵入し、90 年代にはこの地域のさまざまな水域に分布を広げた。オオクチバスが侵入した水域では魚類が激減し漁業が衰退すると共に、希少魚が絶滅するなど危機的な状況が生じた(高橋ほか 2001)。筆者らは 2000 年から伊豆沼・内沼($38^{\circ} 43' N$, $141^{\circ} 07' E$)でオオクチバスの繁殖生態を調査しながら、各成長段階に対応する総合的駆除を目指した技術の開発と導入に取り組んできた(高橋 2002)。この開発試験の中で、人工産卵床を利用した卵と親魚の駆除(高橋ほか 2007)，三角網による浮遊稚魚の捕獲、定置網による移動期の稚魚の捕獲といった手法を開発した(高橋 2004, 環境省東北地方環境事務所・宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 2006)。そこで 2004 年からは、宮城県内水面水産試験場と宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団が、自然保護団体や一般市民に呼びかけ、ボランティアの市民も参加するバス・バスターズを結成し、一体となって繁殖阻止に取り組んできた。

本論文では、市民参加を可能にした人工産卵床によるオオクチバス駆除技術について、開発の経緯、効率化を目指した改良や、使用に際しての留意点を中心に紹介する。

伊豆沼・内沼におけるオオクチバス駆除に向けた生態調査

伊豆沼・内沼で駆除活動を開始した当初、この沼におけるオオクチバスの生態は不明であり、オオクチバスを対象とした専用の漁具や捕獲技術も開発されていなかった。そこで伊豆沼・内沼で漁師が使用し

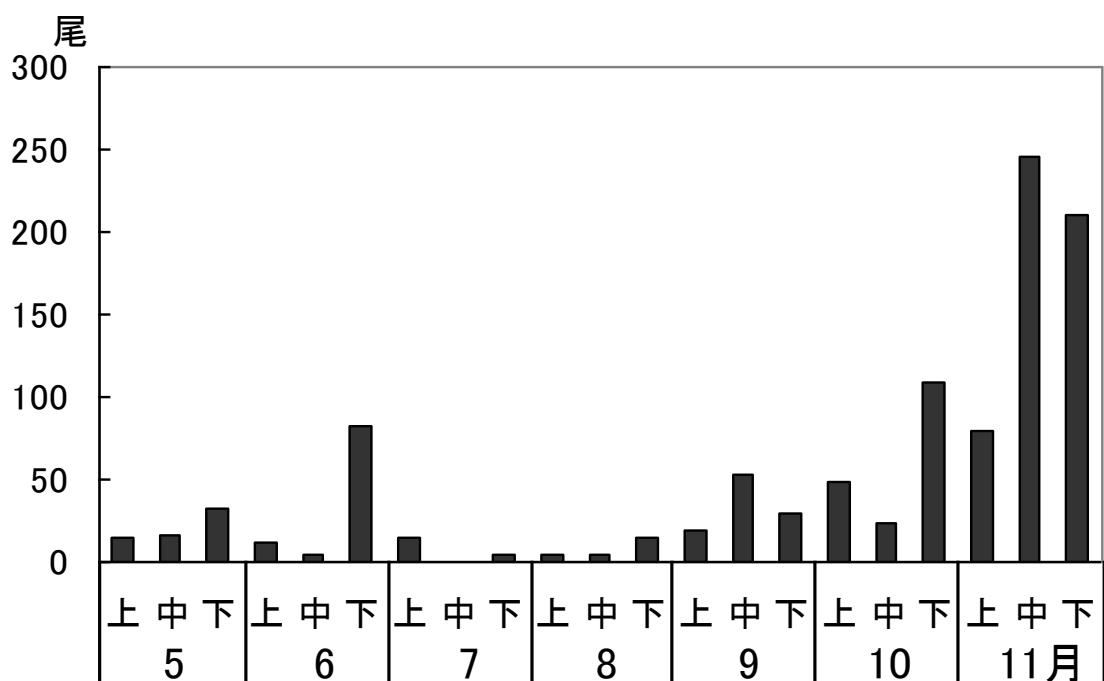


図 1. 伊豆沼・内沼に設置した定置網におけるオオクチバス漁獲尾数の推移(高橋ほか 2001 より引用)。

ていた定置網を活用し、オオクチバスの生態調査や駆除活動を実施した。2001年秋から初冬にかけて実施した調査の結果、水温が低下する11月になるとオオクチバスが定置網へ多数入網した(図1)。そこで2001-2003年の11-12月に100ヶ統の定置網を沼に設置し集中的に駆除した。この駆除活動による捕獲率を明らかにするため、標識再捕試験を行なった結果、沼に生息するオオクチバス当歳魚を主体に幼成魚の約50%が捕獲されていたことが分かった(高橋清孝 未発表)。しかし、この駆除活動で大量のオオクチバスを捕獲したもの、翌年の6月には大量のオオクチバスの稚魚が発生する状況が続き、在来魚の回復もみられなかった。これらの稚魚の胃内容物を調査したところ、体長20mmまではミジンコ類を主に捕食していたが、これ以上に成長した個体はコイ科魚類などのふ化仔魚を捕食していた(図2; 高橋 2002)。沼の岸辺ではオオクチバス稚魚が大量に発生していたため、コイ科魚類などが生育できない状況になっていたのだろう。したがって、オオクチバスの繁殖を抑制することが沼の魚類相の回復にとって不可欠と考えられた。

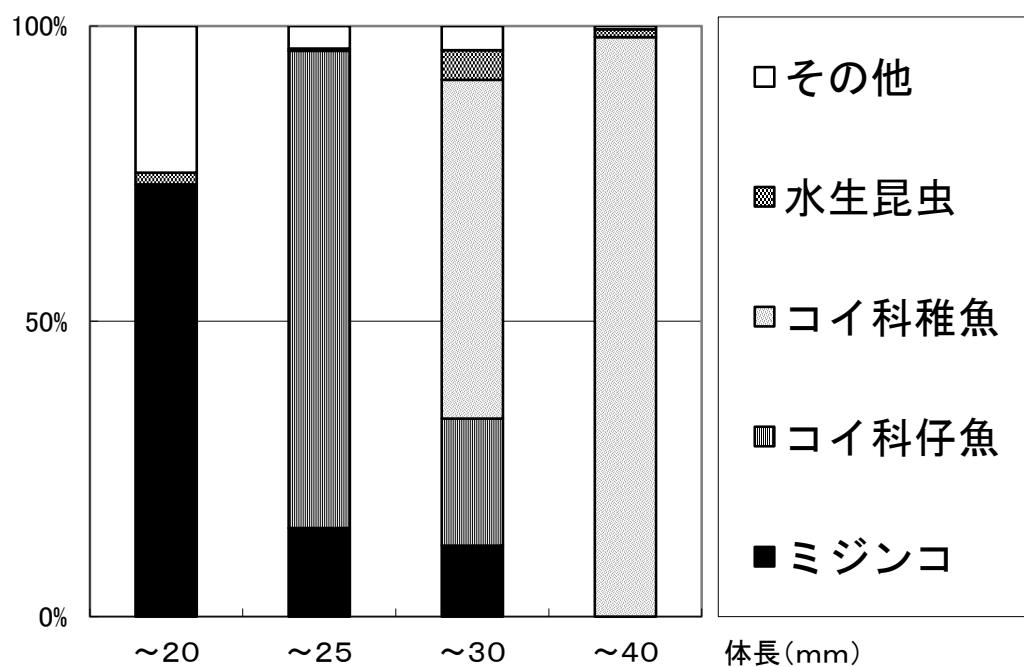


図2. オオクチバス稚魚の胃内容物重量組成(高橋 2002より引用)。

人工産卵床の基本形の完成と伊豆沼バス・バスターズの活動

オオクチバスの繁殖を抑制するため、産卵床の駆除技術の開発に取り組んだ。オオクチバスの産卵床は湖岸の浅い水域に形成される。そのため、水底まで見通せる水域では、目視で産卵床を発見して駆除する手法が行なわれている(森・渡辺 2007)。しかし、伊豆沼・内沼は透明度が30cm前後と低く、オオクチバスの産卵床を発見して駆除するのは困難であった。そこで、オオクチバスに営巣・産卵をさせ、巣ごと駆除することが可能な人工産卵床の開発に取り組んだ。2002-2003年に様々な形式の人工産卵床128基を試作して伊豆沼に設置し、オオクチバス親魚の産卵行動の誘導を試みた。試作した人工産卵床

は、トレー状の底面素材に産卵基質を入れたものである。また、側面にカバー（衝立）を取り付けた試作品も設置した。

産卵率や費用の関係から評価した結果、トレー状の底面素材は野菜苗ポットコンテナが最適であった（高橋ほか 2007）。また、産卵基質の候補として試験した直径 20–30 cm の石、ブロック、人工芝を入れた人工産卵床に対するオオクチバスの産卵率は 0–25% と低かったが、碎石（直径 4–5 cm）を敷いた産卵床に対しては 40–100% の比較的高い産卵率が得られた。さらに、側面の三方を遮蔽するコの字型プラスチックネットを取り付けることが有効で、野菜苗ポットコンテナと碎石の組み合わせた人工産卵床に対しては、100% の産卵率であった。この形式を人工産卵床の基本形として決定した。この人工産卵床を利用すれば透明度の低い水域でもオオクチバス親魚を誘導して、効率良く産卵床を回収できると考えられた（高橋 2004）。

この人工産卵床は、構造が単純であり、材料として入手しやすい廃棄物を利用しておらず、誰でも安価に作成可能である。このような駆除手法が完成したことから、一般市民に参加を呼びかけてバス・バスターズが 2004 年に結成され、2 月から人工産卵床の作成に着手した。当時、宮城県内水面水産試験場が実施した標識再捕調査で、オオクチバスのオス親魚は約 500 尾と推定されていた。オオクチバスはオスが営巣し、そこにメスが産卵のために訪れるところから、沼に生息するオス親魚をなるべく多く人工産卵床に誘導して卵を駆除するため、バス・バスターズでは、毎週日曜日に集まって 450 基の人工産卵床を作成し、4 月下旬に伊豆沼・内沼のオオクチバスの産卵場に設置した。設置後、4 月下旬から 6 月下旬の毎週水曜日と日曜日に、人工産卵床への産卵の有無の観察と産み付けられたオオクチバスの卵を駆除する作業をバス・バスターズの活動として行なった（図 3）。この活動は 10 年以上が経過した現在も毎年行なわれており、当初、毎年のべ 122–252 基の人工産卵床でオオクチバスの産卵が確認されたが（進東ほか 2007），2007 年以降はオオクチバスの減少に伴って産卵も減少してきている（藤本 2013）。

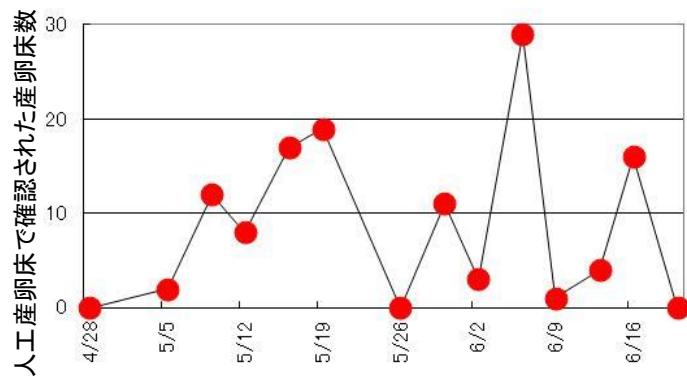


図 3. 駆除活動開始当初(年)の人工産卵床での作業風景とオオクチバスの産卵状況。中央の人物は観察筒を使って人工産卵床における卵の有無を確認している。

オオクチバス営巣センサーの開発

伊豆沼で開発されたこの人工産卵床は、単純な構造であり安価なため誰でも作成可能である。一方で、観察と卵の回収作業には多くの人手と時間が掛ったため、その省力化が課題であった。そこで、省力化を図る一つの手法として、営巣行動を検出できるセンサー（営巣センサー）を考案し、実用化のための試験を実施した（高橋・根元 2006）。オオクチバスのオスは産卵行動の一環として尾鰭を使って砂利を掘り下げ（掘削行動）、盆状の産卵床を形成する。営巣センサーはこの習性を利用したもので、オス親魚が人工産卵床で掘削行動をすると、人工産卵床の中央部に取り付けた浮力の大きな模造石（ピンポン球）が跳ね上げられて水面上に浮上し、営巣の有無を水面上で確認できるセンサーとなっている（図 4）。この営巣センサーが営巣活動を確実に検出できるかどうか、伊豆沼で試験を行なった。人工産卵床 23 基にセンサーを装着して沼に設置し、3-7 日間隔で人工産卵床での営巣行動とセンサーの反応を観察した。

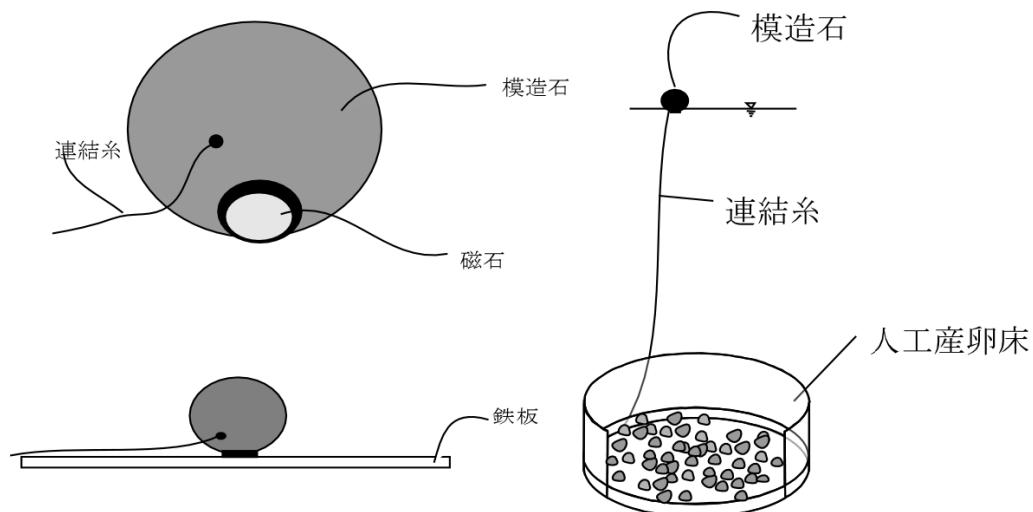


図 4. 営巣センサー模式図。

その結果、営巣行動によって掘削跡が形成された人工産卵床では 90%以上のセンサーが、産卵が確認された人工産卵床ではセンサーが 100%反応していた（表 1）。以上の結果から、このセンサーはオオクチバスの人工産卵床における営巣行動に対し正確に反応することが示された。センサーを取り付けていない従来の人工産卵床（従来式人工産卵床）における産卵の有無は、水中を覗くことができる観察筒を用いて確認していたが（図 3），卵の有無を見分ける技術を習得するには、ある程度の訓練が必要であった。このセンサーを取り付けることにより、誰でも水面を見るだけで営巣を確認できるようになるため、確認作業の省力化が可能になった。

表 1. センサー反応と産卵床掘削・産卵確認数。

延べ観察数	産卵床掘削		産卵	
	掘削数	反応数	産卵確認	反応数
78	11	12	5	5

2段式人工産卵床の開発

人工産卵床の作業をさらに省力化するため、週2回実施していた観察・回収作業を週1回に減らすための改良を行なった。これは、週2回の作業日のうち1日は平日となってしまい、ボランティアの参加は難しく、労力の確保が課題となっていたためである。オオクチバスの卵は水温21°Cにおいて3日間でふ化し(西原・三樽 1989)、その後数日間、砂利の隙間に潜り込み、卵黄を吸収して成長する。従来式の人工産卵床では、ふ化仔魚が人工産卵床のトレーをすり抜けてしまい、仔魚の確認や回収が困難となるため、ふ化の前に回収できるよう、回収作業を少なくとも週2-3回実施する必要があった。そこで、従来の産卵床のプラスチックトレーの下部に細かい網を張ったトレーを装着して2段構造とする事により、下部へ潜り込もうとする仔魚を下段トレーで回収できるように改良した(図5;シナイモツゴ郷の会 2007)。

2007年春に伊豆沼・内沼に2段式の人工産卵床を設置して調査したところ、上段トレーには3,000-7,000個の卵が産み付けられていたが、下段トレーからは13,000-22,000個の卵が回収された。さらに、産卵後4-7日を経た産卵床では平均20,000尾前後の仔魚が回収された。その後の研究でも2段式産卵床は卵と仔魚の両方を回収可能であることが示された(小浜ほか 2009, 有田ほか 2009)。オオクチバスの産卵から浮上までに要する日数は、水温21°Cで8日間(西原・三樽 1989)と報告されている。したがって、平均水温が21°C以下であれば、週1回の作業で2段式人工産卵床の卵や仔魚をほぼ確実に回収可能である。このような改良により、作業量が課題であった人工産卵床の観察・回収作業を週1回に省力化することができた。

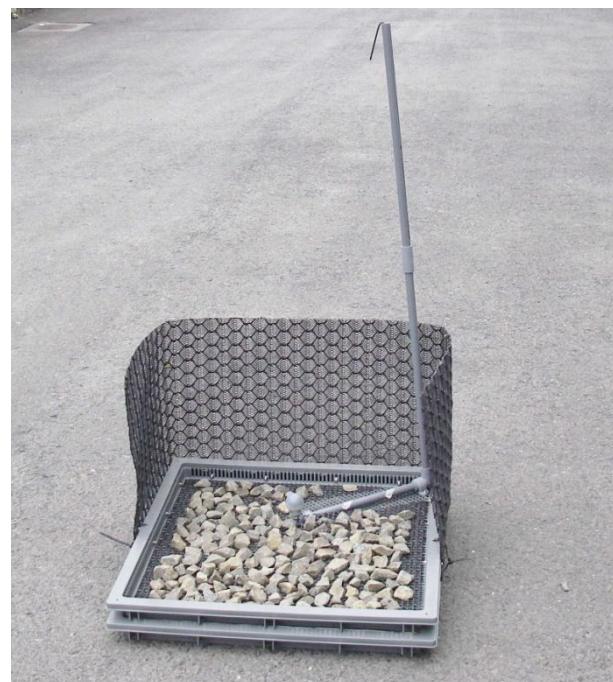


図5.2段式人工産卵床。

メンテナンスフリーを目指した実験

センサー装着と2段式人工産卵床の開発で回収率の向上と省力化により人工産卵床の作業効率は改善してきた。さらに、2008年からは、下段トレーに落下したふ化仔魚を産卵床に閉じ込めて浮上できないようにし、観察・回収作業が不用となるメンテナンスフリー型の人工産卵床の開発に取り組んだ。

1) 下段トレーに泥を入れて仔魚を死亡させる作戦

オオクチバスのオスの親魚は産卵床で胸鰭を動かして浮泥を払いながら卵を守るため(Heidinger 1975)、卵や仔魚が泥に覆われると酸欠などによって死亡率が高まると考えられる。そこで、下段トレーに泥や砂を敷き、上段トレーでふ化して下段へ移行した仔魚を底質中で死亡させる装置の実現可能性を評

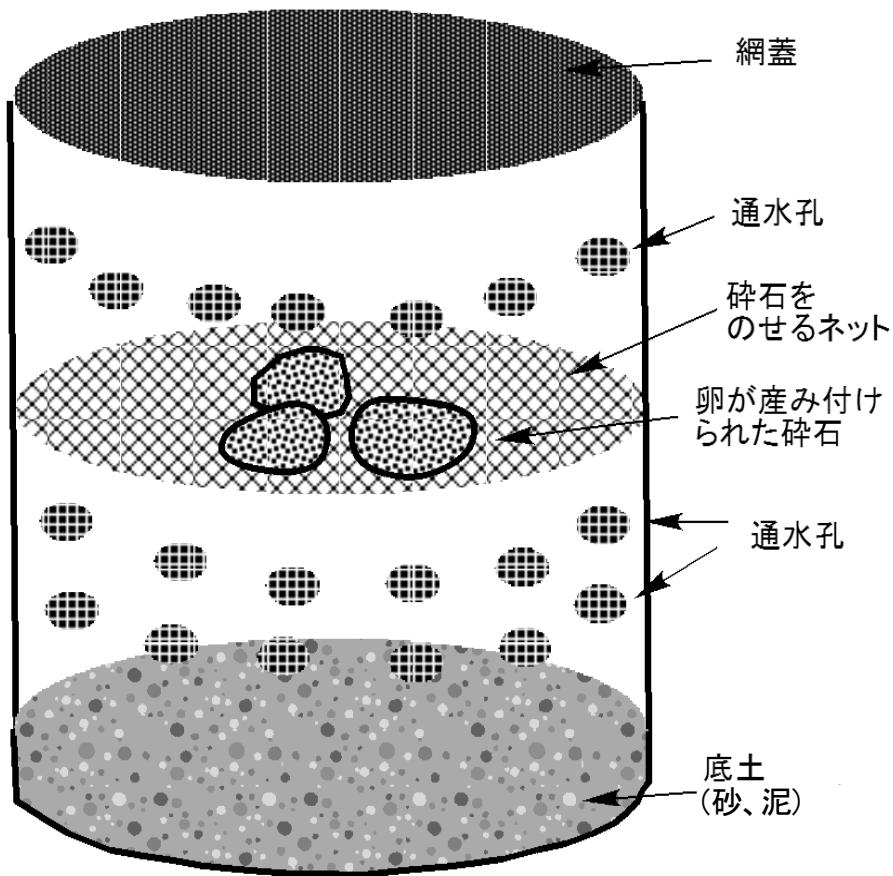


図 6. オオクチバスふ化仔魚の底質による生存率の違いを評価した実験装置.

価した。伊豆沼に設置した小容器にオオクチバスの卵を入れて試験したところ(図 6), 浮上が終わる実験 11 日目の時点では, 半数近くの仔魚が生残していた(表 2)。この結果は, ふ化仔魚は泥中に潜り込んだ場合でも生存できる能力を持つことを示しており, 下段トレーに泥を多く含む底質を入れて仔魚を死亡させる装置の開発は困難だと判断した。

表 2. 伊豆沼に設置した異なる底質を敷いた小容器におけるオオクチバスふ化仔魚の生存率.

観察月日	6月7日	6月14日	6月18日	6月25日
開始からの経過日数	4日	11日	15日	22日
生存率 (%)	泥	52.0	43.1	16.3
	砂	34.3	59.4	12.1

2) 下段トレーに消石灰を入れて仔魚を死亡させる作戦

次に、下段トレーに泥や砂の代わりに消石灰を入れ、底面の水質をアルカリ性にすることで、下段に落ちたふ化仔魚を死亡させる装置の開発を試みた。消石灰を入れた小容器にふ化仔魚を入れた実験では、ふ化仔魚は 100% 死亡した。しかし、伊豆沼に設置した人工産卵床の下段トレーに消石灰を入れて試験したところ、消石灰が堆積物に覆われたり、外部との水交換などによって、下段トレー内部の pH はほぼ中性 (pH7 前後) のまま変化せず、水質をアルカリ化させることができなかつた。このため、この方式の装置の開発は困難だと判断した。

3) スリットを設置して仔魚を下段トレーに閉じ込める作戦

上段トレーでふ化した仔魚が全て下段トレーへと移動する習性を利用し、ふ化仔魚を下段トレーに閉じ込める装置を検討した(図 7)。上方が広く下方が狭いスリットを作成し、これを上段トレーに設置して下段トレーからの浮上を阻むというものである。スリット幅を 1-15 mm に設定し小容器で実験したところ、スリット幅 2 mm でも 2% のふ化仔魚がスリットをくぐり抜けて浮上し、仔魚の浮上を完全に阻むためにはスリット幅を 1 mm にする必要があることが分かつた。しかし、スリット幅を 1 mm とした場合には、オオクチバスの卵(直径 1.5-1.7 mm; 津村 1989) や浮泥などによって、スリットが塞がる可能性が生じるため、ふ化仔魚を下段トレーへ移動させることが困難になると判断し、この方式の装置の開発は残念ながら断念せざるを得なかつた。

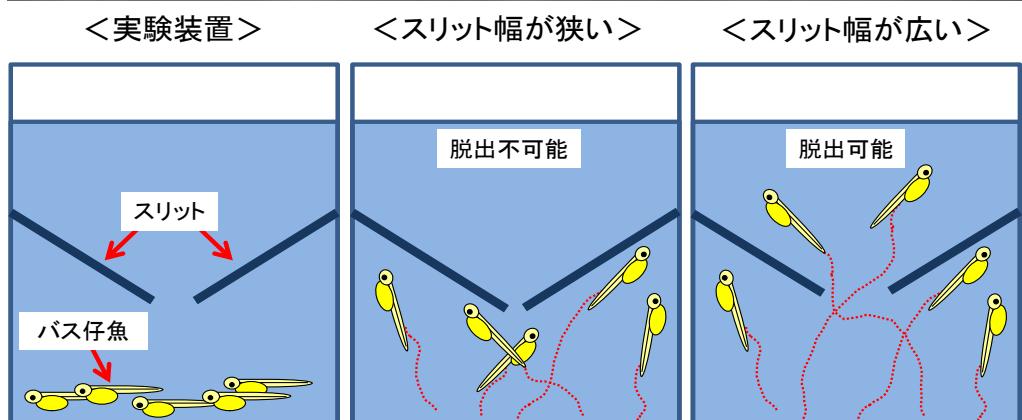
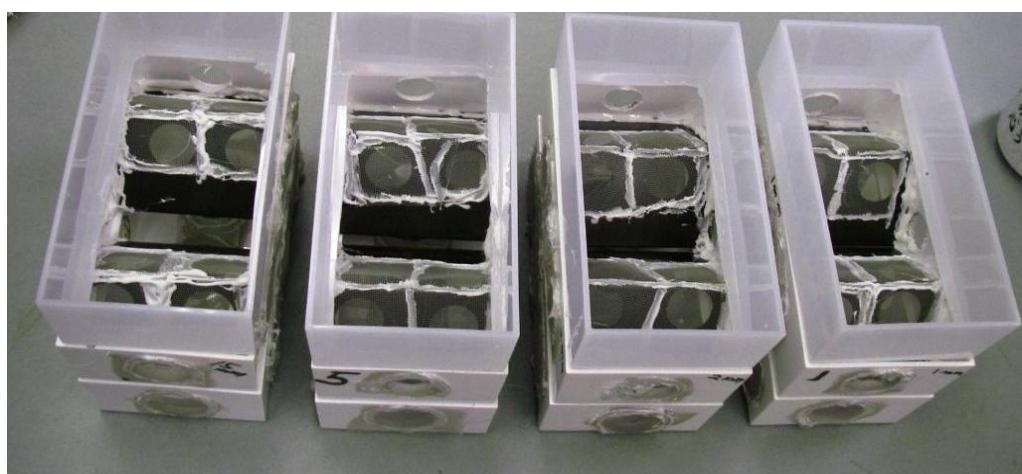


図 7. 人工産卵床からオオクチバス仔魚の浮上を阻止するためのスリット幅を検証するための実験装置(上:水槽写真、下:模式図)。

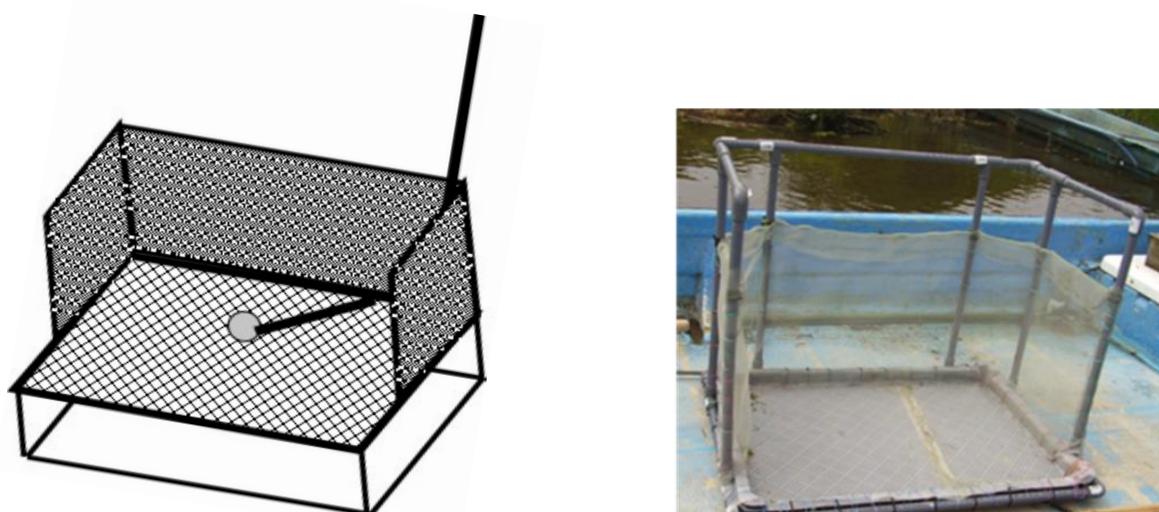


図 8. 高床式人工産卵床(左)と蝦集する魚類を採集するチリトリ型すくい網(右).

表 3. 2 種の人工産卵床で産卵確認 1 週間後に採集された魚類.

採集日	5月28日	6月14日	6月21日
従来式人工産卵床			
オオクチバス仔魚	7908	0	0
オオクチバス稚魚*			5
ビワヒガイ	1	11	23
フナ			
モツゴ			1
タモロコ			3
ハゼ科			15
高床式人工産卵床			
オオクチバス仔魚	7	0	0
オオクチバス稚魚*		1	
ビワヒガイ	1	11	14
フナ			1
モツゴ			2
ハゼ科			8

*全長20mm以上の稚魚

4) 高床式の人工産卵床で水底に落下した卵や仔魚を他の魚に食べさせる作戦

従来式産卵床トレーの下部に鉄枠を取り付けた高床式の人工産卵床を作成し、ふ化仔魚や卵を産卵床から水底へ落下させ、落下した卵と仔魚を他の魚に捕食させる方式について試験した(図 8 左)。産卵床下部に落下した仔魚や蝜集する魚類を効率よく採集するため、産卵床のサイズに合わせたチリトリ型のすくい網を作成した(図 8 右)。産卵床を静かに数 cm 持ち上げ、この網で水底をすくうようにして、産卵床に蝜集した魚類や水底の仔魚を採集した。産卵床への産卵があつた 7 日後の 5 月 28 日に調査したところ、従来式人工産卵床では約 8,000 尾のオオクチバスのふ化仔魚が水底から採集されたが、高床式人工産卵床の下で採集されたふ化仔魚は 7 尾のみであった(表 3)。この時、ふ化仔魚以外の魚類は従来式人工産卵床でビワヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus* 1 尾、高床式人工産卵床でビワヒガイ 1 尾のみであった。オオクチバスのふ化仔魚がほとんど採集されなかつた高床式人工産卵床では、その他の魚類の採集数も少なかつたため、水底へ落下した仔魚が他の魚類に捕食されて減少したとは考え難かつた。高床式の人工産卵床は、側面が大きく開口しているため、水流を受けた場合には周辺に仔魚が流出しやすい構造であつた。実際、伊豆沼・内沼のオオクチバスは、底層流が比較的強く浮泥が流されて砂地の底質が維持されている場所を産卵場として選択している(鎌田ほか、2009)。試験した人工産卵床はオオクチバスの産卵場に設置しており、底層流の影響を受けてふ化仔魚が周辺に流出したのかもしれない。一方、従来式の人工産卵床はトレーが水底に接していたため、水流の影響を受けず仔魚は流出しなかつたのだと推察された。また、2-3 週間後の調査でもビワヒガイやオオクチバス稚魚、モツゴ *Pseudorasbora parva* などの採集数はやや増加した程度で、全てのふ化仔魚を捕食させるには、不足しているように思われた。これには、オオクチバスの増加により伊豆沼・内沼の在来魚の生息数が減少していたことも影響しているだろう。この試験の結果からは、人工産卵床から落下したオオクチバスの卵と仔魚の全てを他の魚類に捕食させる方法は不確実性が高く有効ではないと考えられた。

改良試験の結果から学んだこと

- 1) オオクチバスは人工産卵床へ平均 10,000-20,000 個の卵を産み付けるが、半数以上は人工産卵床の底から下へ落下して従来式産卵床では回収が困難になる。
- 2) 砂利の表面などでふ化した仔魚は、全て間隙あるいは人工産卵床の下へ潜りこみ、従来式人工産卵床では発見と回収が困難になる。
- 3) オオクチバスふ化仔魚は泥など底質環境に対し強い耐性を持ち、また、浮上稚魚は狭い間隙をすり抜けるなど高い遊泳能力を持っている。したがって、底質やスリットの構造を工夫して人工産卵床のメンテナンスフリーを図ることは困難である。
- 4) 人工産卵床から水底へ落下したふ化仔魚を捕食するため蝜集する魚類は少数であり、オオクチバスのふ化仔魚が捕食されずに生残する可能性があるため、これによって仔魚の完全駆除を期待することは危険である。
- 5) これまでの実験では人工産卵床でふ化した仔魚を死滅させることはできなかつた。現段階としてはオオクチバスの卵やふ化仔魚の脱出を防止し全数を回収可能な産卵床、例えは 2 段式人工産卵床を使用する必要があると考えられた。

6)少なくとも水温 21°C以下では産卵後浮上まで 7 日間以上を要することから、卵とふ化仔魚の回収作業は週 1 回とする事が出来る。なお、水温 22–25°Cの観察回数については、今後注意深い観察に基づいた検討が必要で、浮上までの日数が 7 日以内になる水温では週 2 回の作業が必要である。

大崎市化女沼における 2 段式人工産卵床の試験

伊豆沼で開発・改良した 2 段式人工産卵床の他水域での実用性について、宮城県の大崎市に位置する化女沼(38° 37' N, 140° 57' E)でも試験した。化女沼の湖岸を調査し、水生植物や砂利などの産卵基質がありオオクチバスの産卵場となっている可能性が高いと推測された 3 箇所を試験場とした。2013 年 5 月 5 日に 2 段式人工産卵床 15 基を 3 箇所の試験場にそれぞれ 5 基ずつ設置した。人工産卵床への産卵の有無を毎週観察した。その結果、5 月 26 日から 6 月 22 日までの間に合計 13 基の人工産卵床で卵と仔魚が確認された。6 月 2 日における各産卵床の卵や仔魚の数は 4,800–33,000 個(尾)であった(表 4)。産卵のあった 13 基の人工産卵床のうち、8 基で卵のほぼ全数がふ化していた。この試験により、産卵場と推定される場所に人工産卵床を設置することで、他の水域でもオオオクチバスの産卵床の駆除が可能であることが確認された。

表 4. 化女沼に設置した人工産卵床へのオオクチバスの産卵状況。

調査月日	St1	St2	St3	水温°C	備考
5月5日	5基設置	5基設置	5基設置	15.5	
5月12日	0	0	0	16.4	
5月19日	0	0 (1)	0	21.0	
5月26日	1	0	0	25.5	
6月2日	1	1	4	23.6	産卵床の卵および仔魚数 4,800–33,000 (n = 6)
6月9日	1	1	2	25.0	
6月16日	0 (1)	0	1	25.2	
6月19日	0	0	0 (1)	26.0	
6月22日	0	0	1	27.6	
合 計	3	2	8		

* 括弧内の数値は掘削活動の見られた産卵床数。

まとめ

伊豆沼・内沼でオオクチバスによる生態系への深刻な影響が広がり、その駆除のためには繁殖抑制の重要性が示唆された。そこで、透明度の低い水域でもオオクチバスの卵を駆除可能な人工産卵床を開発した。人工産卵床を用いた駆除活動の中で省力化が課題となったことから、さまざまな試験を行なって現時点では最善と言える 2 段式人工産卵床を開発した。この期間に、人工産卵床以外にも小型刺網や電

気ショッカーボートなど、さまざまな駆除技術が開発・導入されてきた(全国漁業協同組合連合会 2011, 藤本ほか 2013). 実効性のある駆除活動を実現するためには、対象水域におけるオオクチバスの生息状況を把握した上で、これらの技術を組み合わせ、各成長段階に対応した総合的な駆除計画を立案する必要がある。

また、この総合的な駆除に向けて、人工産卵床は駆除以外の面からも貢献する可能性がある。オオクチバスは約 15–24°C の水温で産卵し、20°C 前後の水温で産卵のピークを示すことが報告されているが (Miller & Kramer 1971, Allan & Romero 1975), 人工産卵床におけるオオクチバスの産卵活動の期間やピークはこれとほぼ一致していた(進東ほか 2007)。同様の傾向はこれまでの 10 年間の活動で毎年確認されており、人工産卵床はオオクチバスの産卵活動のモニタリングにも適していると考えている。また、産卵時の人工産卵床選択性に年変化が生じ無いと仮定した場合には、人工産卵床への産卵数は沼に生息するメス親魚の相対的な個体数を表すと言える。人工産卵床で駆除とモニタリングを同時に実施することにより、その後出現する浮上稚魚の出現時期を推測し、効率的、効果的に駆除したり、メス親魚の相対的な個体数を推定して、生息数に応じた駆除計画を策定することが可能になるだろう。それぞれの駆除技術にはそれぞれの特性があり、人工産卵床が持つ特性を活かし、他の技術と組み合わせて総合的な防除技術を順応的に確立していくことが重要である。

謝辞

本研究は日本経団連自然保護基金、公益財団法人大阪コミュニティ財団、公益財団法人宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団や、農林水産技術会議の新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（2009～2011 年度、No.21062）の支援を受けて実施した。伊豆沼・内沼バス・バスターズの皆さんには、人工産卵床の開発から駆除活動まで多岐にわたり御支援を頂いた。化女沼における試験では、NPO 法人エコパル化女沼や宮城大学の橋本泰佑氏のご協力を頂いた。記して謝意を表する。

引用文献

- Allan, R. C. & Romero, J. 1975. Underwater observation of spawning and survival in lake Mead. In: R. H. Stroud & H. Clepper (eds). Black bass biology and management. pp. 104-112. Sport Fishing Institute, Washington, D.C.
- 有田康一・藤本泰文・進東健太郎・嶋田哲郎・高橋清孝・小浜暁子・江成敬次郎. 2009. 伊豆沼における人工産卵床を利用したオオクチバス駆除効果の検証. 環境工学研究論文集 46: 95-99.
- 藤本泰文・嶋田哲郎・高橋清孝・斎藤憲治. 2013. 湖沼復元を目指すための外来魚防除・魚類相復

- 元マニュアル～伊豆沼・内沼の研究事例から～. 宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団, 宮城.
- Heidinger, R. C. 1975. Life history and biology of the largemouth bass. In: R. H. Stroud & H. Clepper (eds). Black bass biology and management. pp. 11-20. Sport Fishing Institute, Washington, D.C.
- 鎌田健太郎・平出 亜・西田守一・藤本泰文・進東健太郎. 2009. 伊豆沼におけるサイドスキャンソナーを用いたオオクチバス産卵適地の抽出とその妥当性の検証. 伊豆沼・内沼研究報告 3: 31-40.
- 環境省東北地方環境事務所・宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団. 2006. ブラックバス駆除マニュアル-伊豆沼方式オオクチバス駆除の実際-, 環境省東北地方環境事務所, 仙台.
- 小浜暁子・有田康一・江成敬次郎・藤本泰文・進東健太郎・嶋田哲郎・高橋清孝. 2009. オオクチバス繁殖抑制を目的とした人工産卵床の効果の検証および改良. 東北工業大学新技術創造研究センター紀要 22: 29-35.
- Miller, K. D. & Kramer R. H. 1971. Spawning and early life history of largemouth bass (*Micropterus salmoides*) in Lake Powell. In: G.E. Hall (ed). Reservoir fisheries and limnology. pp. 78-83. American Fisheries Society Special Publication 8. Bethesda, Maryland.
- 森 直也・渡辺勝栄. 2007. ポンプを利用したブラックバス卵・仔魚の駆除方法. 新潟県内水面水産試験場調査研究報告 31: 7-10.
- 西原隆道・三檜 実. 1989. オオクチバス (*Micopterus salmonides* (Lacepede)) の発生とふ化仔魚の発育過程について. 神奈川県淡水増殖試験場報告 25: 54-67.
- シナイモツゴ郷の会. 2007. 人工産卵床の改良－観察駆除作業週 1 回を可能に. シナイ通信 11: 2-3.
- 進東健太郎・太田裕達・藤本泰文. 2007. 伊豆沼・内沼における 2004-2006 年のオオクチバス駆除結果. 伊豆沼・内沼研究報告 1: 65-72.
- 高橋清孝. 2002. オオクチバスによる魚類群集への影響. 日本魚類学会自然保護委員会 (編) . 川と湖沼の侵略者ブラックバス その生物学と生態系への影響. pp. 47-59. 恒星社厚生閣, 東京.
- 高橋清孝. 2004. 宮城県のオオクチバス駆除マニュアル. 広報ないすいめん 37: 4-9.
- 高橋清孝・根元信一. 2006. オオクチバス営巣センサーの開発と実用化. 広報ないすいめん 43: 25-28.
- 高橋清孝・小野寺毅・熊谷 明. 2001. 伊豆沼・内沼におけるオオクチバスの出現と定置網魚種組成の変化. 宮城県水産試験研究報告 1: 11-18.
- 高橋清孝・須藤篤史・花輪正一. 2007. オオクチバス繁殖抑制を目的とした人工産卵床の開発. 伊豆沼・内沼研究報告 1: 35-46.
- 津村祐司. 1989. 産卵生態ならびに産卵場分布. 滋賀県水産試験場研究報告 40: 27-38.
- 全国漁業協同組合連合会. 2011. 環境・生態系保全活動ハンドブック. 全国漁業協同組合連合会, 東京.

Improvement of artificial spawning nest for control programs of the largemouth bass
Micropterus salmoides population

Kiyotaka Takahashi*, Yasufumi Fujimoto², Shinichi Nemoto¹, Jun Ashizawa²
& Youji Ikeda³

¹ Society for Shinaimotsugo Conservation, 111-1 Ubagasawa, Kimaduka, Kashimadai, Osaki, Miyagi 989-4102, Japan

E-mail yyo910@ktj.biglobe.ne.jp

² The Miyagi Prefectural Izunuma-Uchinuma Environmental Foundation, 17-2 Shikimi, Wakayanagi, Kurihara, Miyagi 989-5504, Japan

³ Society for Scientific Study in wildlife in Abukuma, 60-6 Omotenishiyama, Nishiyama, Soma, Fukushima 976-0041, Japan

* Corresponding author

Abstract In lake Izunuma-Uchinuma where invasive largemouth bass have caused serious environmental problems, various removal methods of the bass have been developed and introduced to control the bass population. The preliminary investigation revealed that abundant recruited bass fry showed diet shifts to piscivory at a small size (>20 mm FL (fork length)) and preyed vigorously on larvae of indigenous fish species. Therefore, it is important to prevent the reproduction of largemouth bass in order to conserve the indigenous fish fauna. To prevent the reproduction of bass, we were focused on the development of artificial spawning nest (ASN) that were able to be eliminated with the eggs of largemouth bass after their spawning in the nest was complete. Various prototypes of ASNs were devised and tested in the lake. In the tests, largemouth bass spawned most frequently in a type of ASN that was a cluster of gravel on a plastic tray surrounded by net screens on three lateral sides. Using this type of ASN, the control project of the largemouth bass population reduction in the lake started with volunteers in 2004. During this project, we needed to eliminate the eggs on the ASNs frequently (twice a week), because the spawned eggs in the ASN hatch and drop off a few days after the spawning. Under natural condition, hatched largemouth bass stay in a substrate for several days until they swim up into the water column. Then, we developed an improved ASN which could stock the hatched larvae of the bass in it. Another tray with fine mesh was attached to the bottom of the ASN and an attachment of a mesh tray under the ASN made it possible to stock the hatched bass for more than a week in the ASN. Therefore, the introduction of the improved ASN (double tray type ASN) reduced the collecting work to once a week and increased the number of eliminated eggs. Moreover, three additional tests were conducted to develop maintenance-free types of ASN. However, no

successful result was obtained from these three test types of ASNs. Therefore, the double trays type of ASN is better in terms of cost and benefit. The double tray type of ASN has been adopted for the control project in the lake at the present.

Keywords: black bass, control, eradication, extermination, invasive fish

Received: July 11, 2014 / Accepted: July 24, 2014