

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

鎌田健太郎^{1*}・平出 亜¹・西田守一²・藤本泰文³・進東健太郎³

¹応用地質株式会社東北支社 〒983-0043 宮城県仙台市宮城野区萩野町 3-21-2
TEL 022-237-0471 FAX 022-237-0476 e-mail kamata-kentaro@oyonet.oyo.co.jp

²応用地質株式会社応用生態工学研究所 〒963-7722 福島県田村郡三春町
大字西方字石畑 275

³宮城県伊豆沼・内沼環境保全財団 〒989-5504 宮城県栗原市若柳字上畑岡敷味 17-2

* 責任著者

キーワード: オオクチバス 湖沼 サイドスキャンソナー 産卵環境 防除

2009 年 1 月 31 日受付 2009 年 2 月 23 日受理

要旨 2006 年より伊豆沼でオオクチバス産卵床の調査を, サイドスキャンソナーを用いて実施してきた. その結果, 産卵床は底質が砂でリップルが形成されていない(波浪の影響が少ない)範囲に集中していると推察することができた. また, 2007 年の調査ではリップルは, 風速 5m/s 程度以上で起こる波浪が誘因となり, 細粒土(シルト, 粘土)のような緩い底質材料が移動することにより形成されと考えられた. 2008 年ではこれらの知見を踏まえて, サイドスキャンソナー調査結果から伊豆沼湖岸全周におけるオオクチバス産卵適地の抽出を行ない, 抽出した産卵適地でオオクチバスの産卵の有無を確認し, 抽出した範囲の妥当性を検証した. そして, 抽出した産卵適地環境(砂が広範囲に分布しているエリア, かつ, 水際にヨシなどの植生・障害物が分布しているエリア)は, 既往文献の知見と整合するものであった.

はじめに

オオクチバス *Micropterus salmoides* は「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律(外来生物法, 2005 年施行)」により特定外来生物に指定され, オオクチバスに対する防除活動が全国的に行なわれている. 調査地である伊豆沼(宮城県栗原市及び登米市)では, オオクチバスの影響により, かつて高密度に生息していた在来の小型魚種の生息数が僅かとなり(高橋 2002, 藤本ほか 2008), オオクチバスに対する防除活動が 2000 年より実施されてきた. 伊豆沼ではオオクチバス防除の取り組みとして, オオクチバスの繁殖抑制を目的とした人工産卵床を用いた卵の駆除や小型刺網による

親魚の駆除、三角網による稚魚の駆除が実施されている(高橋ほか 2007, 進東ほか 2007)。これら防除が取り組まれている範囲は、オオクチバスの天然産卵床が主に分布すると推察されている、伊豆沼南岸にある底質が砂の水域である(高橋 2005)。

上記のオオクチバス防除の取り組みは成果を上げているが、伊豆沼におけるオオクチバス天然産卵床の分布や産卵床となる底質の状態については、これまで詳細に調べられてこなかった。そこで 2006 年及び 2007 年に、人工産卵床によるオオクチバスの防除が行なわれている南岸において、サイドスキャンソナー(音響画像を取得する機器)を用いた底質調査を試みた。この結果、底質分布図(底質材料や障害物の分布状況)や波浪の影響で生じるリップルの分布状況を把握することができた(齋藤ほか 2007, 鎌田ほか 2008)。そして、サイドスキャンソナーによる音響画像からオオクチバス産卵適地を一定の広がりをもったゾーンとして抽出することが可能であると分かった。本研究では 2006 年と 2007 年の成果を踏まえて、伊豆沼湖岸全周のオオクチバス産卵適地の抽出と結果の検証を試みた。

方法

調査地は宮城県北部に位置する伊豆沼(38° 43' N, 141° 07' E)である。初めに伊豆沼湖岸全周でサイドスキャンソナー調査を実施した。そして、底質分布図及び底質面に形成されるリップル分布図、さらに水際の植生・障害物分布からオオクチバス産卵適地を抽出した(一次判定)。次に、オオクチバス稚魚分布調査から一次判定で抽出した産卵適地との整合性について検証を行なった(二次判定)。最後に、一次判定と二次判定の結果からオオクチバスの稚魚が確認された範囲と確認されなかった範囲でどのような物理環境の違いがあるかを整理した(三次判定)。そして、これらの結果から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の妥当性について考察した。

サイドスキャンソナーによるオオクチバス産卵適地の抽出(一次判定調査)

オオクチバスの産卵床は水深が 0.80~2.45m の砂礫底に形成され(桐生・深沢 1982)、産卵床のある位置は周囲に必ずヨシや水草、木の根、人工廃棄物や桟橋などの障害物がある砂利または礫の湖底である。また、底質が泥の場合には沈木や水草の根元を産卵床として利用する(吉沢 1992)。さらに、産卵床が形成される場所は、水深や底質、障害物などの条件に加え、地形(強い波浪の影響を受けず、かつ水通しのよいところ)によっても規定されることが挙げられている(淀 2002)。

サイドスキャンソナー調査を 2006 年 4 月 28 日に南岸で、2007 年 4 月 18 日に伊豆沼全周で実施した。伊豆沼におけるオオクチバス産卵適地の抽出については、前述のオオクチバス産卵期の繁殖特性を考慮しながら、サイドスキャンソナーを用いて作成した底質分布図及び底質面に形成されるリップル分布図、さらに水際の植生・障害物分布をもとに行なった。

稚魚の発生状況調査(二次判定調査)

オオクチバス稚魚は、孵化後 3 週間くらいまでは親魚に保護され(中村 1992)、全長 20mm 前後になると産卵床周辺から移動分散するものと考えられている(高橋 2002)。すなわち、全長 20mm 未満のオオクチバス稚魚は産卵床周辺に留まる特性を持つと考えられることから、オオクチバス稚魚の分布調査

からオオクチバス産卵床分布の推定を行なった。

調査日には、オオクチバス産卵期の繁殖特性(産卵盛期は水温が 16～20℃のとき(津村 1989))を考慮し、また人工産卵床付近での稚魚の発生状況を踏まえて、2008年6月14, 15日に実施した。なお、伊豆沼湖岸一周を踏査コースとした。

調査では、湖岸の沿岸部を船上又は水中歩行によりオオクチバス稚魚の目視確認を行なった。そして確認した稚魚をタモ網で捕獲し、確認稚魚の個体数(多い時は湿潤重量から推定)や全長を測定し、捕獲したオオクチバス稚魚については適正に殺処分した。また、捕獲箇所の位置情報や水深、周辺の植生、底質材料、底質の締まり具合の記録を行なった。

物理環境調査(三次判定調査)

一次判定で抽出したオオクチバス産卵適地の抽出結果を踏まえて、二次判定結果(稚魚発生地点)においてオオクチバス稚魚が多数確認された範囲と確認されなかった範囲の代表地点を選出し、物理環境調査を2008年10月3日に実施した。

調査内容は、簡易測量(水深、植生・構造物、地形(傾斜))、底質材料(粒度組成)及び底質の締まり具合の把握である。簡易測量では水際から沼心に向かって測線を任意に設定し、水際を基準として 2m 間隔で水深を測定し、また側線上の植生・構造物及び地形(傾斜)の記録を行なった。底質材料(粒度組成)に関しては、代表地点で沼底の表層 20 cm 程度を採取し、室内で粒度試験(JIS A 1204)を実施した。底質の締まり具合の把握については、ポータブルコーン貫入試験(JGS 1421)を簡易測量測線上で水際から 5m 地点間隔で実施した。

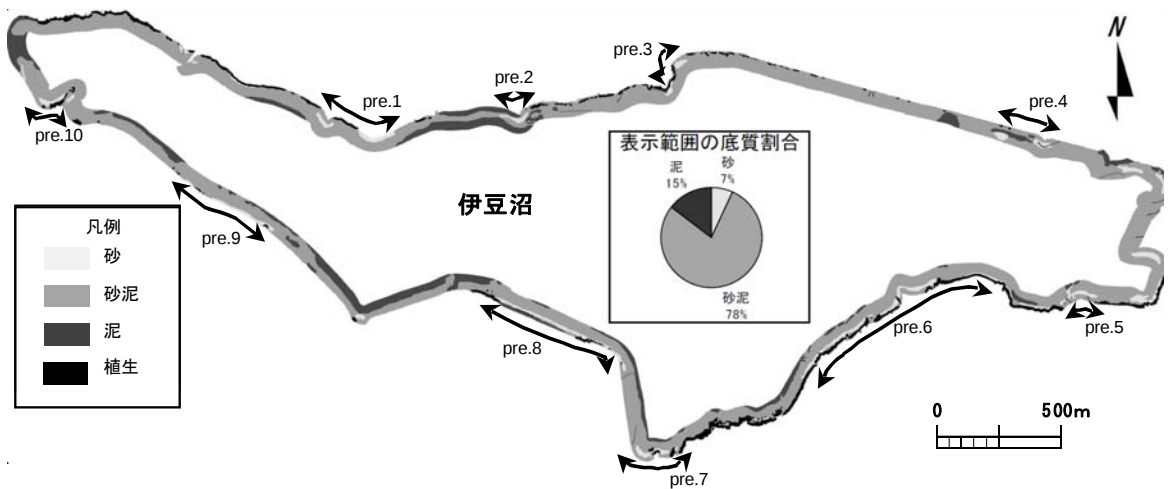
結果

オオクチバス産卵適地の抽出結果(一次判定結果)

伊豆沼におけるオオクチバス産卵適地には、音響画像による底質分布図で、砂が広範囲に分布しているエリア、かつ、水際にヨシなどの植生・障害物が分布しているエリアに該当する地区を抽出した。ただし、2007年のリップル分布図でリップルが形成された(波浪の影響を受ける)エリアと、内沼水路との合流部付近(水流の影響が考えられる)エリアについてはオオクチバス産卵適地から除外した。その結果、オオクチバス産卵適地として 10 地区のエリア(pre.1～10)を抽出した(図 1)。

オオクチバス稚魚分布調査結果(二次判定結果)

オオクチバス稚魚を伊豆沼全域で合計 37 箇所(合計約 157,700 個体)確認した(図 2)。これらのうち、全長 20mm 未満のオオクチバス稚魚は伊豆沼南岸～西岸で多数確認され、確認箇所毎の個体数は 300～33,000 個体と、群れを形成していた。一方、伊豆沼北岸～東岸で確認されたのは、全長 20mm 以上の移動分散が可能なオオクチバス稚魚であり、確認箇所毎の確認個体数は 1～8 個体と少なかった。最もオオクチバス稚魚の確認個体数が多かった場所は人工産卵床設置エリアであった(7 箇所、合計約 117,300 個体)。



鎌田ほか(2008)に加筆

図 1. 伊豆沼におけるオオクチバス産卵適地抽出結果(一次判定結果). 底質分布図にある線は、魚網又は溝を示す。

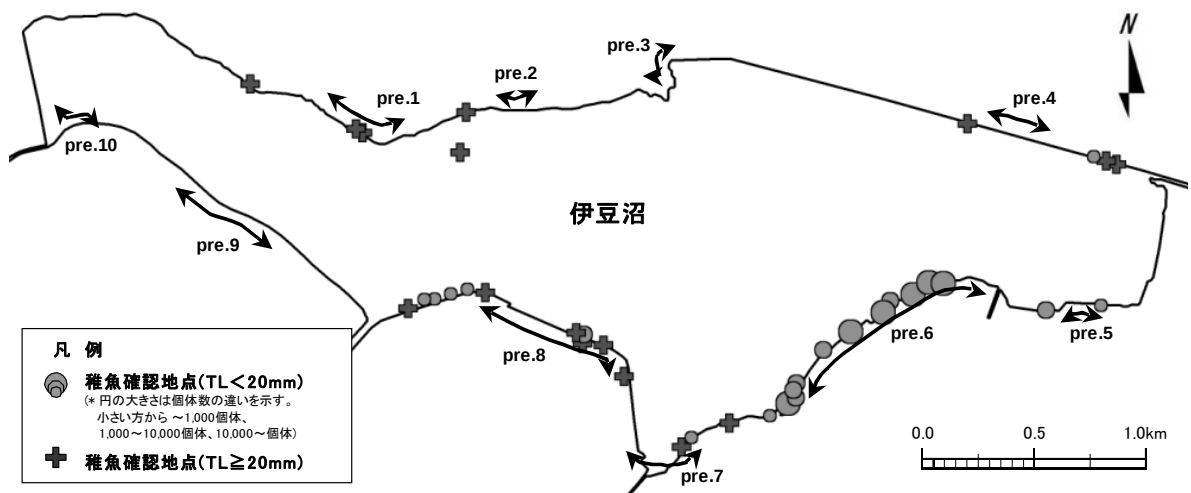


図 2. オオクチバス稚魚確認位置図(二次判定結果)

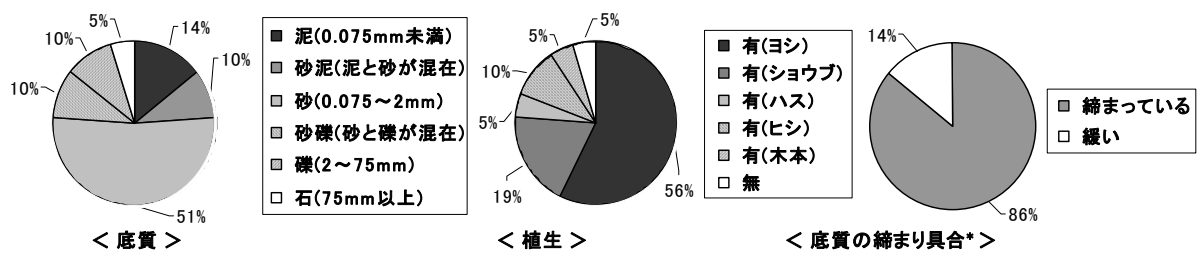


図 3. オオクチバス稚魚確認箇所の底質環境

物理環境調査の結果、オオクチバス稚魚が確認された箇所は、水深が 0.5～1.3m で、抽水植物(ヨシやショウブなど)が繁茂し、底質は主に砂泥～砂で比較的良く締まった状態にあることが分かった(図 3)。

また、捕獲したオオクチバス稚魚の全長データから、オオクチバスの孵化後 10 日目から 21 日目までの全長の変化(西原・三栖 1989)を用いて孵化日推定を行なった。その結果、全長 20mm 未満のオオクチバス稚魚は 5 月下旬～6 月上旬に孵化した個体であることが推察された。

物理環境調査結果(三次判定結果)

一次判定結果及び二次判定結果から 6 つの調査地点(L-1～6)を選出した(図 4)。なお、L-A・B・C は代表的な産卵環境である南岸において、2007 年に産卵適地調査を実施した地点であり、L-A・B は産卵適地としての指標、L-C は産卵不適地としての指標とした。

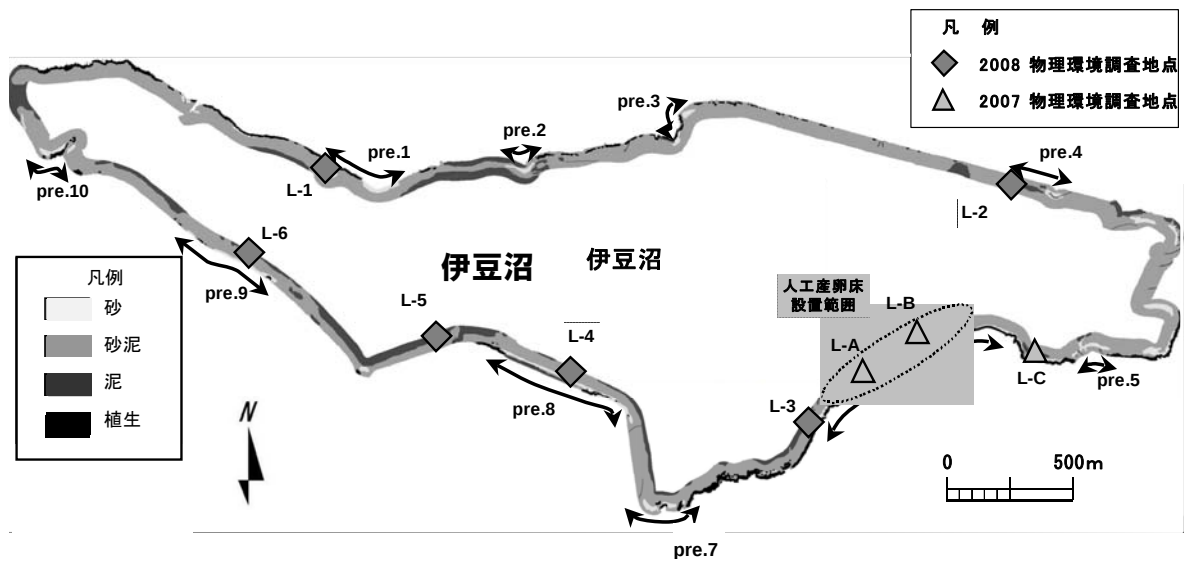
底質材料の粒径加積曲線から、L-2・5・C では粘土～シルトの範囲を、L-1・3・4・6・A・B では細砂～中砂の範囲を特定した(図 5)。この底質材料の判読結果と、簡易測量から作成した断面図にポータブルコーン貫入試験結果の重ね合わせ(断面図の例:図 6)から、底質環境の把握を行なった。その結果、物理環境調査を実施した 9 つの調査地点のうち 8 つの調査地点(L-1～6・A・B)で、オオクチバス産卵適地と考えられる底質環境が確認された(表 1)。以上より、2007 年及び 2008 年に物理環境調査を実施した 9 つの調査地点を 4 つのタイプに区分した(表 2)。以下、タイプ毎に結果を述べる。

I タイプ:L-3・4・A・B の周辺から全長 20mm 未満のオオクチバス稚魚が確認された。底質材料の粒径加積曲線は細砂～中砂の範囲を示し、底質は締まった状態にある。物理環境はオオクチバス産卵適地と考えられる底質環境と一致する。なお L-3・4 は、伊豆沼において最も環境が良いオオクチバス産卵適地と考えられる L-A・B と類似の環境であった。

II タイプ:L-1・6 は、水際の物理環境と底質材料の粒径加積曲線がオオクチバス産卵適地の L-A・B と類似していた。L-1・6 の周辺では全長 20mm 未満の稚魚が確認されなかったが、水際の物理環境状態からオオクチバス産卵適地が確認された。一方で、L-2 は、水際の物理環境と底質材料の粒径加積曲線がオオクチバス産卵不適地の調査地点 C と類似していた。しかし、水際から 5m 付近にスポット的にオオクチバス産卵適地と考えられる礫が分布していた。

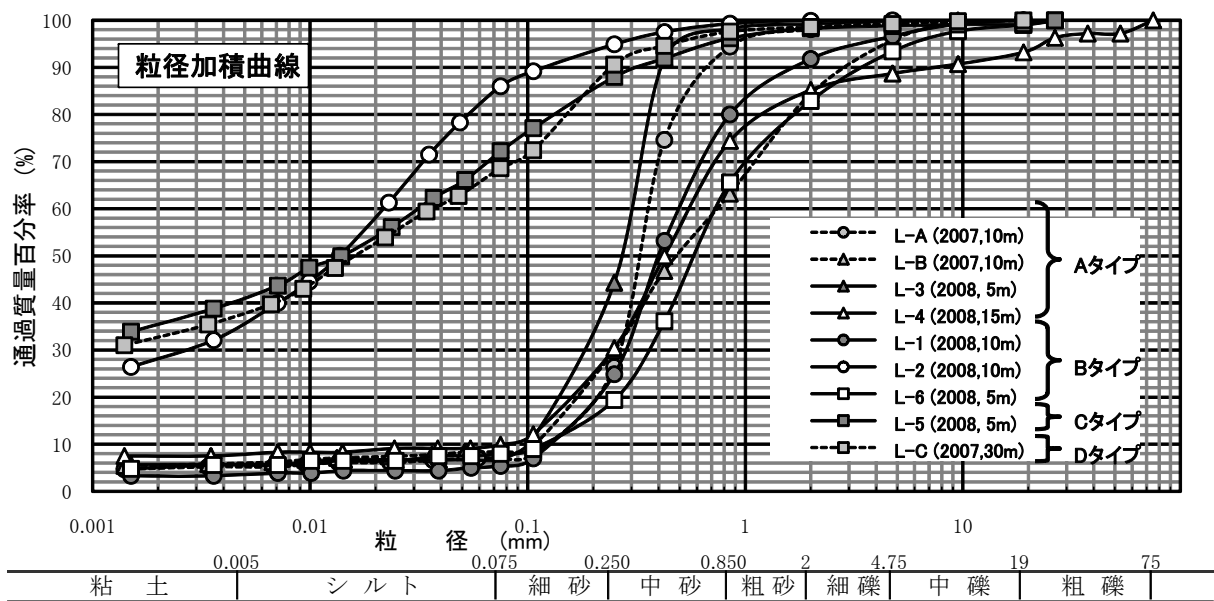
III タイプ:L-5 の底質材料の粒径加積曲線は粘土～シルトの範囲を示し、底質は緩い状態にある。L-C と類似しており、オオクチバス産卵不適の底質が分布していることが分かった。しかし、L-5 の周辺では全長 20mm 未満のオオクチバス稚魚が 4 箇所(合計 2,300 個体)確認され、付近に産卵適地の存在が示唆された。水際から 2m までオオクチバス産卵適地と考えられる石積み護岸(底質は礫・石)が簡易測量結果から確認された。しかし、このような局所的な環境はサイドスキャンソナーではとらえられていない。

IV タイプ:L-C は、2006 年のリップル分布図でリップルが形成された(波浪の影響を受ける)エリアに位置する。20mm 未満のオオクチバス稚魚は確認されず、オオクチバス産卵適地も確認されなかった。



鎌田ほか(2008)に加筆

図 4. 物理環境調査 位置図. 底質分布図にある線は、魚網又は溝を示す.



* 凡例の()内は、調査年と水際からの距離を示す.

図 5. 底質材料の粒径加積曲線

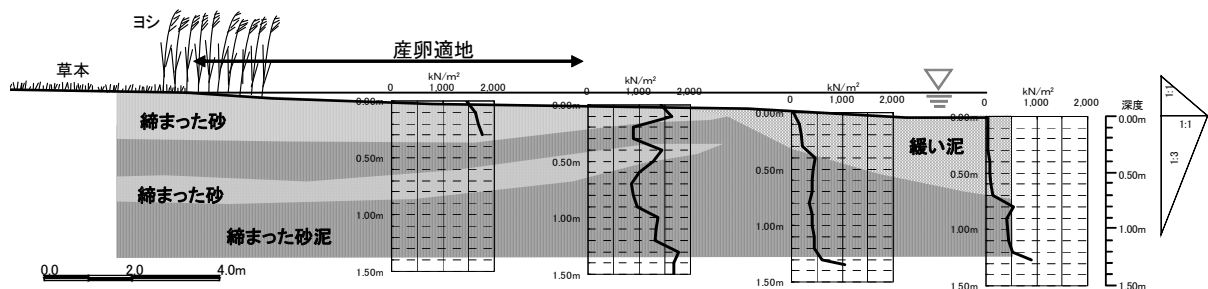


図 6. 代表断面 (L-1)

表 1. 物理環境調査結果

サイドスキャンソナー 調査実施年	調査 地点	水 深 (cm)			水際の植生 ・構造物	地形(傾斜)	底質の締まり具合*3	一次 判定*4	二次 判定*5	評価の 妥当性*6
		5m*2	10m	20m						
2007*1	L-1	24	35	65	ヨシや木本, 構造物なし	1/30程度	・水際から5・10m付近は周辺にヨシが生育し qc=1,500kN/㎡以上の締まった砂 (オオクチバス産卵適地と考えられる箇所) ・水際から15・20m付近は qc=200kN/㎡以下の緩い泥	適 (pre.1)	未確認	△
	L-2	53	64	68	植物なし, コンクリート護岸	1/15程度	・水際から5m付近は 貫入不可な礫 (オオクチバス産卵適地と考えられる箇所) ・水際から10・15・20m付近は qc=100kN/㎡以下の緩い泥	適 (pre.4)	未確認	△
	L-3	51	64	68	ヨシや木本, 構造物なし	1/15程度	・水際から4mまでヨシが生育し 締まった砂泥 (オオクチバス産卵適地と考えられる箇所) ・水際から5・10m付近は qc=300~600kN/㎡の緩い砂泥 ・水際から15・20m付近は qc=100kN/㎡以下の緩い泥	適 (pre.6)	確認	○
	L-4	69	2	70	植物なし, コンクリート護岸	1/6程度	・水際から5m付近は qc=400kN/㎡以下の緩い泥 (オオクチバス産卵適地と考えられる箇所) ・水際から10m付近はヨシが生育し 貫入不可な砂泥 ・水際から15m付近は qc=1,500kN/㎡以上の締まった砂 ・水際から20m付近は qc=300~1,000kN/㎡の緩い砂泥	適 (pre.8)	確認	○
	L-5	82	81	—	ヨシや木本, 石積み護岸	1/15程度	・水際から2mまで石積み護岸で 貫入不可な礫や石 (オオクチバス産卵適地と考えられる箇所) ・水際から5・10m付近は qc=100kN/㎡以下の緩い泥	不適	確認	×
	L-6	45	47	50	ヨシ, 土壌の護岸	1/20程度	・水際から5mまではヨシが生育し 砂と石 (オオクチバス産卵適地と考えられる箇所) ・水際から5・10・15・20m付近は qc=100kN/㎡以下の緩い泥	適 (pre.9)	未確認	△
2008	L-A	40	55	94	ヨシや木本, 構造物なし	1/20程度	・水際から15・20・25m付近はヨシが生育し qc=1,000~1,500kN/㎡の締まった砂 (オオクチバス産卵適地と考えられる箇所) ・水際から30・35m付近は qc=1,000~1,500kN/㎡の締まった砂	適 (pre.6)	確認	○
	L-B	30	70	82	ヨシや木本, 構造物なし	1/15程度	・水際から5m付近は周辺にヨシが生育し qc=1,500kN/㎡以上の締まった砂 (オオクチバス産卵適地と考えられる箇所) ・水際から10・15・20m付近は qc=1,500kN/㎡以上の締まった砂	適 (pre.6)	確認	○
	L-C	53	96	108	ヨシ, 構造物なし	1/10程度	・水際から14mまでヨシが生育し 緩い砂泥 ・水際から20・25m付近は qc=500~1,000kN/㎡の緩い砂泥	不適	未確認	○

*1 H20稚魚分布調査時より水深が25cm程度低下していた。同様にH19調査時より水深が25cm程度低下していた。

*2 物理環境調査時の水際からの距離。

*3 水際から5m地点間隔で実施。qc(コーン貫入抵抗)及び底質は表層(0.0~0.2cm)の沼底状況。

*4 一次判定はサイドスキャンソナーによるオオクチバス産卵適地の抽出。

*5 二次判定は全長20mm未満のオオクチバス稚魚の確認。

*6 評価の妥当性の基準は以下のとおり。

○:サイドスキャンソナーの結果の妥当性あり ×:サイドスキャンソナーの結果の妥当性なし △:サイドスキャンソナーの結果の妥当性不明

考察

伊豆沼全域でオオクチバス稚魚を確認し、最も稚魚の確認個体数が多かった場所は南岸の人工産卵床設置エリアであった。オオクチバス産卵床は伊豆沼の広範囲に造成され、人工産卵床設置エリアが伊豆沼において最も環境が良いオオクチバス産卵適地であると考えられた。なお、これら稚魚が確認された地点の沼底の物理環境は、既存のオオクチバス生態情報(桐生・深沢 1982, 吉沢 1992, 淀

表 2. 三次判定結果に基づいたパターン分け

パターン	評価の 妥当性*1	物理環境 調査地点	一次判定*2	二次判定*3
Iタイプ	○	L-3・4・A・B	適	確認
IIタイプ	△	L-1・2・6	適	未確認
IIIタイプ	×	L-5	不適	確認
IVタイプ	○	L-C	不適	未確認

*1 評価の妥当性の基準は以下のとおり.

○: サイドスキャンソナーの結果の妥当性あり

×: サイドスキャンソナーの結果の妥当性なし

△: サイドスキャンソナーの結果の妥当性不明

*2 一次判定はサイドスキャンソナーによるオオクチバス産卵適地の抽出.

*3 二次判定は全長20mm未満のオオクチバス稚魚の確認.

2002)と一致した.

オオクチバス産卵適地として抽出した調査地点(L-1・2・3・4・6・A・B)で稚魚の発生が認められ, 物理環境調査においても, オオクチバス産卵適地とされる底質環境が認められた. オオクチバス産卵適地の抽出結果(一次判定結果)から I タイプ及び IV タイプに該当する調査地点で, サイドスキャンソナーの結果の妥当性が認められた. II タイプに該当する調査地点では, サイドスキャンソナーの結果の妥当性は不明であるが, 水際の物理環境状態からオオクチバス産卵適地であると考えられた. 一方で, III タイプに該当する L-5 では, オオクチバス産卵適地として抽出できなかったが, 稚魚の発生が認められた. サイドスキャンソナーではとらえられなかった局所的な産卵適地で産卵床を造成していると考えられた.

また, オオクチバス産卵適地として抽出した 10 地区のうち 4 地区(pre.5・6・7・8)で全長 20mm 未満のオオクチバス稚魚が確認された. これらの地区は人工産卵床設置エリアを中心とした伊豆沼南岸～西岸に位置している. 一方で, 伊豆沼北岸～東岸の残りの 6 地区(pre.1・2・3・4・9・10)では物理環境調査によりオオクチバス産卵適地であることを確認したが, 確認されたオオクチバス稚魚は全長 20mm 以上であった. 移動してきた個体である可能性があるが, このエリアで産卵・孵化した個体である可能性も否定できない.

今回の調査で, 全長 20mm 未満のオオクチバス稚魚は産卵適地として抽出した地区以外での確認があるものの, 概ね今回抽出した 10 地区にしぼることができた. その中でも伊豆沼南岸～西岸の 4 地区で多数の稚魚が確認された. そして, オオクチバス産卵床のエリアを推定するには, 底質分布状況を把握することが有効であることが検証できた.

我々は 2006 年から継続してサイドスキャンソナーに関する調査を実施し, 伊豆沼のような水深 1.5m 程度と浅い湖沼においても, サイドスキャンソナーを用いた調査が適用できることが分かった. また, 本手法はオオクチバスの他, 産卵床の生態情報が把握されているブルーギルや在来魚にも適用することが可能と考えられ, 今後, 有効に活用していきたい.

謝辞

本調査を行なうにあたり、バス・バスターズの方々には調査をご協力頂きました。ここに記して御礼申し上げます。

引用文献

- 藤本泰文・川岸基能・進東健太郎. 2008. 伊豆沼・内沼集水域の魚類相:在来魚と外来魚の分布. 伊豆沼・内沼研究報告 2:13-25.
- 鎌田健太郎・平出亜・鴨下智裕・佐藤好史. 2008. オオクチバスの産卵場を制限する底質環境の探索. 伊豆沼・内沼研究報告 2:75-87.
- 桐生透・深沢釦. 1982. 山梨県山中湖におけるオオクチバスの産卵床について. 水産増殖 30:39-47.
- 中村誠. 1992. ブラックバスとブルーギルのすべて～外来魚対策検討委託事業報告書～. 全国内水面漁業協同組合連合会:15-19.
- 西原隆通・三栖実. 1988. オオクチバス (*Micropterus salmonides* <Lacepeda>) の産卵生態と孕卵数について. 神奈川県淡水魚増殖試験場報告 24:27-35.
- 齋藤大・鴨下智裕・平出亜・佐藤好史・進東健太郎・嶋田哲郎. 2007. サイドスキャンによるオオクチバス *Micropterus salmonides* の産卵場調査. 伊豆沼・内沼研究報告 1:53-63.
- 進東健太郎・太田祐達・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 ―伊豆沼・内沼を例に. pp. 47-59. 恒星社厚生閣, 東京.
- 高橋清孝. 2005. オオクチバス *Micropterus salmonides* 駆除の技術開発と実践. 日本水産学会誌 71:402-405.
- 高橋清孝・須藤篤史・花輪正一. 2007. オオクチバスの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.
- 津村裕司. 1989. 産卵生態ならびに産卵場分布. 昭和 60～62 年度オオクチバス対策総合調査報告書. 滋賀県水産試験場研究報告 40:27-38.
- 淀太我. 2002. 日本の湖沼におけるオオクチバスの生活史. 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. 31-45. 恒星社厚生閣, 東京.
- 吉沢和俱. 1992. ブラックバスとブルーギルのすべて～外来魚対策検討委託事業報告書～. 全国内水面漁業協同組合連合会:55-62.

Searching for spawning areas of *Micropterus salmoides* by Side scan sonar and inspecting the validity of this method in Lake Izunuma

Kentaro Kamata^{1*}, Akeshi Hraide¹, Morikazu Nishita², Yasufumi Fujimoto³ & Kentaro Shindo³

¹ OYO Corporation Tohoku Branch Office, 3-21-2 Haginomachi, Miyagino, Sendai, Miyagi Pref. 983-0043, Japan

TEL +81-22-237-0471 FAX +81-22-237-0476 e-mail kamata-kentaro@oyonet.oyo.co.jp

² OYO Corporation Ecology and Civil Engineering Laboratory, 275 Isibateke, Nisikata, Miharuru, Tamura, Hukushima Pref. 963-7722, Japan

³ The Miyagi Prefectural Izunuma-Uchinuma Environmental Foundation, 17-2 Sikimi, kamihataoka, Wakayanagi, Kurihara, Miyagi Pref. 989-5504, Japan

* Corresponding author

Abstract We investigated the spawning grounds of *Micropterus salmoides* using Side scan sonar in Lake Izunuma in 2006. In the 2006 survey, we were able to determine that the spawning grounds of *Micropterus salmoides* were concentrated in areas of sandy bottoms and no ripple marks. In a 2007 survey, fine-grained bottom sediments moved due to shear induced by wind over speeds of 5 meter-per-second to make ripple marks. On the basis of these results, we searched for spawning areas of *Micropterus salmoides* by the bottom sediment distribution map made by Side scan sonar in 2008. Our results from this field work confirmed that *Micropterus salmoides* laid eggs in these spawning areas. In addition, the bottom sediment environment for breeding was similar to other studies of *Micropterus salmoides*. These results show that we were able to validate locating potential spawning habitat of *Micropterus salmoides* using Side scan sonar.

Keywords: control, lake, *Micropterus salmoides*, side scan sonar, spawning habitat

Received: January 31, 2009 / Accepted: February 23, 2009