

コクチバスによる産卵場と成育場としてのワンドの利用

荒山和則・須能紀之・山崎幸夫

Habitat utilization as spawning and nursery grounds by the smallmouth bass at the connected pool in the Naka River, Ibaraki Prefecture, Japan

Kazunori ARAYAMA, Noriyuki SUNOH and Yukio YAMAZAKI

Key Words : *Micropterus dolomieu*, spawning and nursery grounds, connected pool, early life history

はじめに

コクチバス *Micropterus dolomieu* は北米大陸を原産地とする外来魚である(淀, 2002)。本種は, 2005年に施行された「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)」に基づいて特定外来生物に指定され, 国の許可を得ることなく飼養や運搬, 野外に放つことなどが禁止されている。

日本でのコクチバスの生息は1991年頃から長野県野尻湖や福島県松原湖などで確認されたのが最初である(淀, 2002)。茨城県では, 1999年に霞ヶ浦の流入河川の桜川で1個体が採捕されたが^{*1}, その後, 生息数の増加は認められず採捕報告も続かなかった。しかしながら, 2006年5月に県央部を流れる那珂川において体長120.0 mmと136.5 mmのコクチバスが2個体採捕され, さらに採捕地点に近いワンドでは産卵床と卵黄嚢仔魚が発見され, その再生産が確認された^{*2}。また, 那珂川での採捕を受け, 茨城県内の他の河川についても生息状況を調査した結果, 鬼怒川(荒山ら, 未発表)や小貝川(稲葉 修氏, 私信), 那珂川以南のダム湖とため池の一部(稲葉, 2006), 利根川(千葉県水産総合研究センター, 坂本 浩氏, 私信)に生息ないし確認されていることが判明した。

日本でのコクチバス研究は, 効率的な駆除技術を開発するために様々な視点で進められてきた(例えば, 農林水産技術会議事務局編, 2003)。しかし, 河川での研究は少なく(淀・井口, 2003b, 2004), ワンドのような緩流域での知見は得られていない。

本研究では, ワンドにおける産卵床の形成条件と1歳魚以上の大型魚の出現状況および仔稚魚の生態を調べ, コクチバスのワンドの利用様式を明らかにした。さらに, ワンドにおけるコクチバスの駆除について考察を加えるとともに, 今後の外来魚の利用に対する意見を述べた。

方法

調査は, 2006年5月にコクチバスの再生産を確認した, 那珂川本流の農業用水取水堰(小場江堰)上流に形成されたワンドで行った(Fig. 1)。ワンドの規模は, 幅約50~80 m, 奥行き約230 mで, ワンドの開口部(本流との合流地点)の幅は約30 mであった。また, ワンドには幅約20 m, 奥行き約10 mの溜りが接続していた。水深はワンドの中央部では約1.5 mで, 開口部の浅筋では約2 mであった。ワンドの下流側(開口部近辺)と右岸の一部にはコンクリートブロックが設置され, 下流側のブロック帯では砂礫や礫が堆積しているところが見られた。ワンド内の底質は主に砂や泥であったが, ワンドの奥部は礫であった。また, 当水域の透明度は, 最大でも水深約1 mの河床が見える程度であった。

調査は, 2006年5月から6月にかけて週に1回から3回の頻度で, 産卵床と1歳魚以上の大型個体および仔稚魚について行ったが, 大型個体の調査は6月にのみ行った。なお, 7月以降の調査は, 7月初めの大雨の影響で堰が開放されワンドが消失したことから行わなかった。調査期間中のワンドの表層水温は17.8~26.6℃で変動した。

産卵床は陸上からの目視観察で確認し, 次の3項目について調べた: 1) 産卵床周辺の構造物, 2) 底質, 3) 水深。底質標本はふるい分け法(松本, 1986)で分級し, 各階級の標本重量を0.01 g単位で計量した後, 累積重量曲線を描いた。累積重量曲線の作図には, マイクロソフト社製表計算ソフト・エクセルのアドインソフト, 累積度数分布図作成アドイン Ver. 2.4(早狩, 2005)を利用した。

1歳魚以上の大型個体は, 目合30節もしくは21節の投網で採集した。標本は氷蔵により試験場に持ち帰り, 生鮮状態で体長(標準体長。以下, 魚の大きさは体長で示す)と体重を測定した後, 開腹して性別の確認および生殖腺重量の計量を行った。また, 成熟状況を調べるため, 生殖腺

*1 茨城県内水面水産試験場(1999): 内水試かわら版, 164。

*2 茨城県内水面水産試験場(2006): 内水試かわら版, 177。

指数 (Gonadosomatic Index, GSI) を算出した。さらに食性調査として、胃内容物と胃における内容物充満度 (Stomach Fullness Index) および消化度 (Digestive Index) を調べた。充満度は、荒山ら (2003) を一部改変し 6 段階に区分した: 0) 内容物なし, 1) 微量入っているが大部分は空, 2) 胃の一部に内容物が入っていない部分がある。盲嚢部は膜状に伸びていない, 3) 胃全体に内容物が入っているが間隙がある。盲嚢部は膜状に伸びていない, 4) 胃全体に内容物が充満しているが盲嚢部は膜状に伸びていない, 5) 胃全体に内容物が充満し盲嚢部が膜状に伸びている。消化度は Young and Davis (1992) に従い 3 段階に区分した: 1) ほとんど消化されている, 2) 部分的に消化されている, 3) ほとんど消化されていない。

仔稚魚は目合約 2 mm の手網で採集した。標本は 10% ホルマリン水溶液で固定後, 70% エタノールで保存した。実験室では, 最大 100 個体について発育段階を決定し, 体長 (卵黄嚢仔魚から上屈仔魚は脊索長, 上屈後仔魚以降では標準体長) を測定した。発育段階は原則として Kendall et al. (1984) に従った。ただし, コクチパス仔魚の脊索の上屈は, 産卵床からの浮上後, 卵黄を完全に吸収する以前に始まるため, 本研究では, 産卵床から浮上するまでを卵黄嚢仔魚, 浮上後脊索の上屈が開始するまでを上屈前仔魚として扱った。

また, 仔稚魚の摂餌場としてのワンドの機能を検討するために食性調査を行った。分析は荒山ら (2003) に従って摂餌率と内容物組成について行ったが, 成長に伴う食性変化をみるために餌料重要度百分率 (%IRI) (Cortes, 1997) を算出した。%IRI による解析を採用したのは, ある餌生物の出現率や個体数比, 体積比を単独で解析した場

合に生じる解析上の偏りを考慮したためである。解析に供した仔稚魚は, 7.3 ~ 39.7 mm の計 85 個体であった。

結 果

産卵床の形成状況

雄による保護が認められた産卵床は, 5 月 23 日に 2 か所 (産卵床 A と B), 6 月 28 日に 1 か所 (C) の計 3 か所で確認された (Fig. 1)。このうち産卵床 A と B からは卵黄嚢仔魚が確認されたが, 産卵床 C では, 深さ約 10 cm までの底質を手網により採取したが, 卵, 卵黄嚢仔魚ともに認められなかった。

産卵床は 3 か所全てがコンクリートブロックの脇に形成され, 産卵床中央部での水深は 49 ~ 53 cm であった。産卵床中央の底質は主に礫で構成されていたが (Fig. 2), A と B では粒径 4 mm 未満の粒子の占める割合 (累積重量比) が 32.7 % と 22.7 % であったのに対して C では 8.1 % と少なかった。さらに粒径 10 mm 以上の割合は A と B では 53.5 % と 60.8 % であったのに対して C では 78.3 % と高かった。これらのことから, 産卵床 C は A と B よりも粗い底質であるといえた。

1 歳魚以上の大型個体

1 歳魚以上の大型個体は合計 24 個体採集され, その体長範囲は 129.8 ~ 250.0 mm (平均 ± SD: 159.5 ± 35.9 mm) であった。これらが採集されたのは主にワンドの奥であった (Fig. 1)。24 個体の性比は, 雄に大きく偏り, 20 個体 (83.3 %) が雄であったのに対して雌は 3 個体のみであ

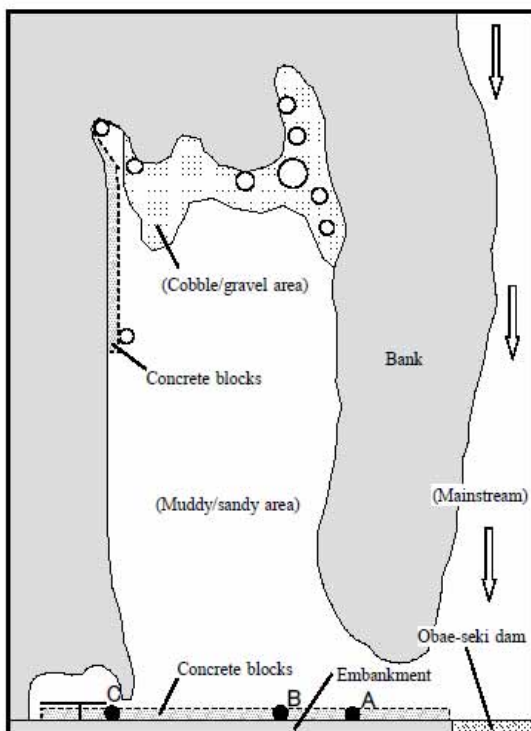


Fig. 1. Map of the connected pool including points of spawning bed and collected older than age 1 specimen of *Micropterus dolomieu*. Solid and open circles indicate spawning bed and collected point of specimens, respectively. (ワンドにおける産卵床と 1 歳魚以上個体の採集地点の分布。黒丸は産卵床を, 白丸は採集地点を示す)

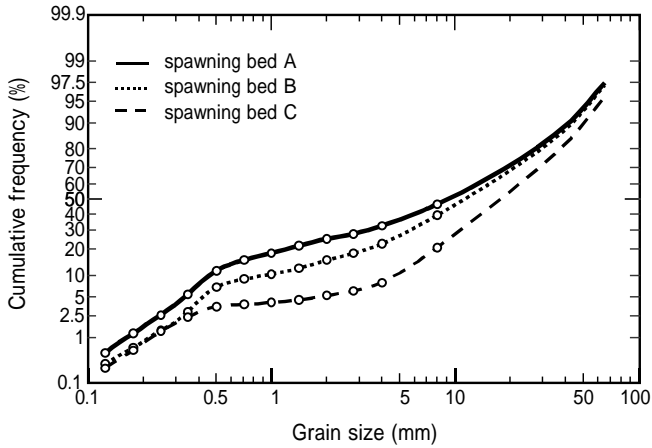


Fig. 2. Comparison of the bottom material composition of the spawning beds that guarded by male *Micropterus dolomieu*. (雄が保護していた産卵床中央の底質)

った(3個体の大きさは148.5 mm, 149.9 mm, 250.0 mm)。また、雌雄それぞれの GSI の範囲は雄が 0.14 ~ 1.40 (平均 ± SD: 0.43 ± 0.31), 雌が 0.32 ~ 2.59 (1.11 ± 1.28) であった。

食性調査の結果、24 個体中 23 個体から胃内容物が確認された。主な内容物は魚類であった(出現率は 52.2%)。ただし、消化の影響から捕食されていた種として同定できたのはタモロコとニゴイおよびフナ属不明種で、それらの大きさは 28 ~ 72 mm であった。充満度は低い個体が多く、充満度 1 の個体が全体の 54.2% を占めていた (Fig. 3)。充満度 4 と 5 の個体はそれぞれ 4.2% (1 個体) および 8.3% (2 個体) に過ぎなかった。また、消化度については 1 と 2 の個体が確認され、摂餌まもないと考えられる消化度 3 の個体は認められなかった (Fig. 3)。

仔稚魚

調査期間を通じ、仔稚魚が採集ないし観察されたのは産卵床の近隣水域が中心であった (Fig. 1)。採集個体の発育段階は卵黄嚢仔魚から稚魚までで、体長範囲は 7.1 ~ 39.7 mm であった。

仔稚魚の分布状況や行動を順に記すと、5 月 23 日と 25 日に観察されたのは、産卵床内に仔魚が密集している状態であった。5 月 27 日には、産卵床近辺の中層に直径 60 cm 程度のパッチ状に浮遊している仔魚や、産卵床内で浮上直前と思われる仔魚が観察された。浮上直前の仔魚は水面まで浮上し空気を吸うような行動をみせた。6 月 2 日以降は主に中底層を単独あるいは少数で遊泳するようになり、6 月 13 日以降には仔稚魚の遊泳力の発達にともない、手網での採集が困難となった。一方、雄による保護行動は、産卵床内に仔魚が認められる間は観察されたが、仔魚の浮上後には観察されなかった。

採集個体の体長組成の経時的変化をみると、産卵床か

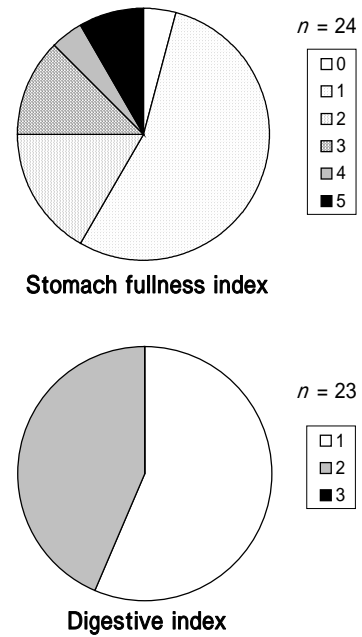


Fig. 3. Compositions of stomach fullness index and digestive index of *Micropterus dolomieu* older than age 1 specimen collected using cast net in the connected pool in June 2006. (2006 年 6 月に投網で採集された 1 歳魚以上個体の充満度組成および消化度組成)

らの浮上後に体長範囲が急激に広がっており、個体間の成長差が大きい傾向がみられた (Fig. 4)。各調査日における採集個体の体長範囲と発育段階は、5 月 23 日と 25 日では 7.1 ~ 10.1 mm (平均 ± SD: 7.9 ± 0.4 mm) で、90% 以上が卵黄嚢仔魚であった。仔魚が浮上していた 27 日には 86.0% が上屈仔魚で、体長範囲は 7.8 ~ 11.9 mm (8.4 ± 0.7 mm) であった。浮上後約 6 日後の 6 月 2 日では 79.6% が上屈後仔魚 (7.9 ~ 15.0 mm, 10.5 ± 1.9 mm) で、約 17 日後の 6 月 13 日では 88.2% が稚魚であった (14.3 ~ 22.2 mm, 18.1 ± 2.0 mm)。

仔稚魚の摂餌は、産卵床からの浮上後に確認された。摂餌率は、全体としては 50.0 ~ 100% で推移したが、体長の小さい段階でも 87.5 ~ 100% と高く、成長とともに摂餌率が高くなる傾向は認められなかった (Fig. 5)。

消化管内容物には、計 11 項目 (マルミジンコ科, ケンミジンコ目, ケンミジンコ目 ノープリウス, 貝虫亜綱, ユスリカ科幼虫, ユスリカ科蛹, トビケラ目幼虫, トビケラ目蛹, カワゲラ目幼虫, 不明昆虫幼生, 仔魚) が確認された。各項目の %IRI がいずれかの体長階級で 10% 以上であったものを主要項目とすると、マルミジンコ科 Chydoridae やケンミジンコ目 Cyclopoida, ユスリカ科幼虫 Chiromidae larva, ユスリカ科蛹 Chiromidae pupa, 仔魚 fish larva の 5 項目が該当した。そこで、11 項目を

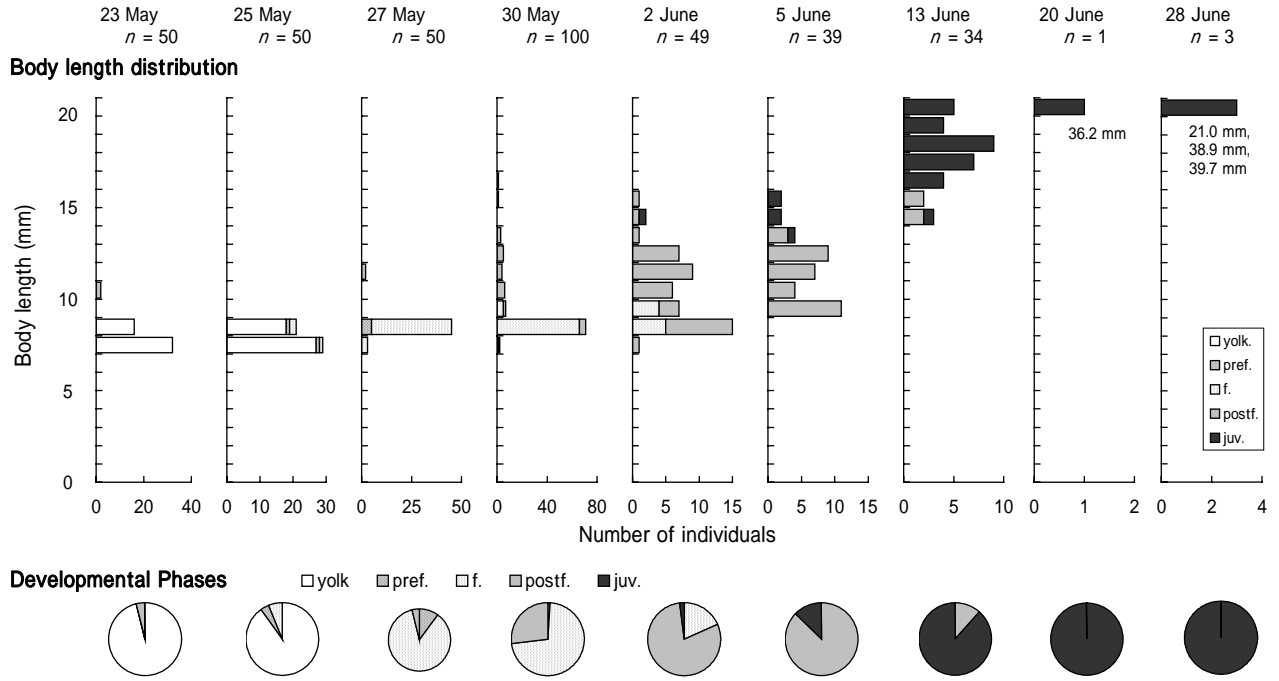


Fig. 4. Changes in body length distribution and developmental phase compositions of larvae and juveniles of *Micropterus dolomieu* collected using hand net in the connected pool from May to June 2006. yolk, yolk-sac larva; pref, preflexion larva; f, flexion larva; postf., postflexion larva; juv, juvenile. (2006年5月から6月にワンドで採集されたコクチバス仔稚魚の体長組成と发育段階の変化)

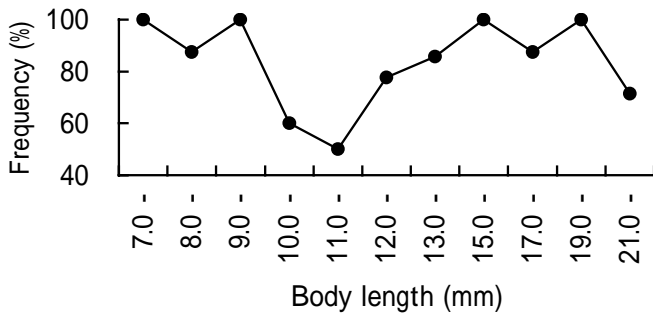


Fig. 5. Transition in feeding incidence with size of larvae and juveniles of *Micropterus dolomieu* collected at the connected pool. (ワンドで採集されたコクチバス仔稚魚の成長に伴う摂餌率変化)

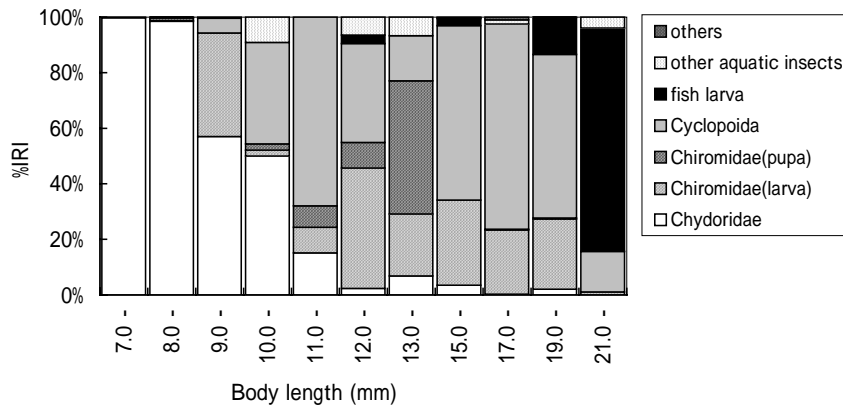


Fig. 6. Transition in food organism composition with size of larvae and juveniles of *Micropterus dolomieu* collected at the connected pool. (ワンドで採集されたコクチバス仔稚魚の成長に伴う消化管内容物組成の変化)

これら 5 項目とその他水生昆虫 other aquatic insects (トビケラ目幼虫および蛹, カワゲラ目幼虫, 不明昆虫幼虫) およびその他 others (ケンミジンコ目 ノープリウス, 貝貝虫亜綱) の計 7 項目に区分したうえで各体長階級における内容物組成をみたところ, 体長の増加とともに内容物組成が変化していた (Fig. 6)。すなわち, 8.9 mm まではマルミジンコ科の割合が高く 98.5 %以上を占めていたが, 9.0 ~ 10.9 mm ではマルミジンコ科の占める割合が約 50 %まで減少し, ユスリカ科幼虫やその蛹, ケンミジンコ目が利用されるようになった。11.0 ~ 20.9 mm ではユスリカ科幼虫や蛹およびケンミジンコ目が 84.5 ~ 97.1 % を占め, 21.0 mm 以降では仔魚の割合が 80.4 %と高くなった。なお, 仔魚が内容物として最初に確認されたのは 12.4 mm の個体からであった。

考 察

産卵床の形成条件

コクチバスが産卵床を形成する条件として底質と障害物の存在が指摘されている (Hoff, 1991; 井口ら, 2001; 淀・井口, 2003a)。本研究でも産卵床は, コンクリートブロック脇の, 底質が礫のところにて形成されており, 先の指摘に合致した結果であった。一方, 産卵床の形成水深は, 国内山上湖での事例によると 2 m 以浅が多い (井口ら, 2001; 河野ら, 2003; 淀・井口, 2003a)。本研究で確認した産卵床は水深約 50 cm 帯にて形成されており山上湖での事例と同様といえたが, その一方で, 確認された全ての産卵床の形成水深がほぼ同様であったことから, 当ワンドにおいてはコクチバスが産卵床を形成する水深を選択していた可能性も考えられ, 今後の検証が必要である。

ワンドにおける仔稚魚の食性

コクチバス仔稚魚の食性は, 消化管内容物組成の変化から 4 段階 (マルミジンコ摂餌期 (8.9 mm まで), ケンミジンコ・ユスリカ摂餌開始期 (9.0 ~ 10.9 mm), ケンミジンコ・ユスリカ摂餌期 (11.0 ~ 20.9 mm), 仔魚摂餌期 (21.0 mm 以上)) に区分され, 動物プランクトンとユスリカおよび仔魚がワンドではとくに重要な餌として利用されていることがわかった。

国内河川での本種仔稚魚の食性は, ユスリカ科やカゲロウ目などの底生性水生昆虫が主体とされている (淀・井口, 2004)。しかし原産地では, 動物プランクトンが重要な餌生物であるとする報告もある (例えば, George and Hadley, 1979; Easton and Orth, 1992)。このような食性の違いは生息環境によって本種が柔軟に食性を変化させる (Coble, 1975; 淀・井口, 2003c, 2004) ことで説明することができる。事実, 本研究がワンドという緩流域での調査であるのに対して淀・井口 (2004) は流れのある水域での調査であり, 環境中の動物プランクトンの生息状況は大きく異なっていると推察される。

また, ほとんどの体長階級において摂餌率が高く, 仔

稚魚の成長とともに食性が変化していたことは, 摂餌場としてワンドがよく機能していることを示すと考えられる。

産卵場や成育場としてのワンドの有用性

本研究を行ったワンドはコクチバスの産卵場および成育場として機能していた。以下では, 本種にとってのワンドの有用性について考察する。

コクチバスの卵は沈性付着卵である。しかし, 卵の粘性はそれほど強くなく (内田ら, 2003), 産卵床の礫間に埋没していることも多い (淀, 私信)。原産地では, 再生産に成功した産卵床上の流速は 0.7 ~ 7.1 cm/秒 (平均 3.2 cm/秒) と遅いことが明らかにされ (Simonson and Swenson, 1990), 河川においては増水によって卵や仔魚が流され再生産が失敗することがあることも解明されている (Lukas and Orth, 1995)。これからは, 本種の産卵場所には流れが緩やかであることが不可欠と考えられ (Lukas and Orth, 1995; 淀・井口, 2003a, 2003b), ワンドのような緩流域はこの条件を十分に満たしているといえる。また, 河川に生息するコクチバスの産卵行動は, 河川が急激に増水すると停滞し, 減水し始めると再開されるという (Graham and Orth, 1986; Lukas and Orth, 1995)。本調査地のような農業用水を確保するために運用される堰の上流にあるワンドは水位が安定しやすいといえ, この点からもコクチバスが産卵場として利用しやすい環境であると指摘できる。

次に, 仔稚魚の成育場としての機能についてであるが, 魚類の初期生活史において, 内部栄養の吸収を完了し外部栄養への転換が行われる期間は “critical period” と呼ばれ, 初期減耗を左右する期間とされている (Heming and Buddington, 1988; Kohno, 1998)。また, 仔魚期の減耗要因のひとつに卵黄の吸収を完了することによる栄養源不足があげられている (Laurence, 1972; Kohno et al., 1990)。ワンドで採集されたコクチバス仔魚は産卵床からの浮上後, 卵黄を有した状態でマルミジンコ科を摂餌しており, このことから, 内部栄養と外部栄養を同時に利用し, かつ栄養転換が円滑に行われたと考えられる。ワンドのような緩流域で発育初期段階を過ごすことは, 産卵床からの浮上後直ちに摂餌することが困難と推察される流水域で同段階を過ごすよりも初期生残に有利であることが示唆される。

ワンドにおける駆除の可能性

河川のように開放的な水域でコクチバスを根絶することは, 現在のところ, 非常に困難であろう。しかし, 原産地のある個体群では, 大きく移動しながら生活する個体のほかに, 一定範囲内で生活する個体の存在が明らかにされているほか (Gunderson Van Arnum et al., 2004), 産卵期の雄の行動範囲はそれほど広くないと推察されていることもあり (河野ら, 2003), 少なくともワンドを利用する個体が存在する以上, ワンドでの駆除は地域限定的ながらも有効である可能性がある。とくに産卵期に駆除を行うことは親魚の個体数を減少させるだけでなく再生産を妨害す

ること新加入量を減少させることも期待できる。

また本研究では、仔稚魚が産卵床近辺に滞在して成長していたが、これと似た現象は宮城県吉田川でも確認されている(須藤・高橋, 2006)。河川における仔稚魚の分散は、河川の規模や流速分布といった環境の違いによって異なると思われるが、その一方で、仔稚魚の分散が、雄親の保護が終了することによる被食の危険回避や仔稚魚間の争いによって生じることが指摘されている(Sabo and Orth, 1994)。本研究で仔稚魚が分散する傾向がみられなかった理由は明確ではないが、仔稚魚を頻りに採集した結果としてその密度が低く保たれ、仔稚魚間の争いが軽減されたために生じたのであれば、仔稚魚を採集し続けることは、その分布域の拡大を抑制することになると考えることができる。

ワンドでの効果的な駆除手法の開発は今後の検討課題である。しかし、湖沼でのコクチバスの駆除手法(農林水産省技術会議事務局編, 2003)やオオクチバスの駆除手法(環境省自然環境局野生生物課編, 2004; 杉山, 2005; 細谷, 2006a; 高橋, 2006)を参考にすれば、産卵床を保護する雄や浅瀬に出現する大型個体の捕獲、卵や仔魚の回収を集中的に行うことが効果的であると予想される。

国内未定着の外国産魚類の利用と管理に向けた提言 - 外国産魚類による新たな問題を発生させないために -

コクチバスに限らず、日本では多くの外国産魚類の定着が確認されている(丸山ら, 1987; 中井, 2002; 細谷, 2006b)。茨城県霞ヶ浦では、31種の外国産魚類が確認されているが(野内ら, 2008)、近年とくに問題視されているのは、漁業の観点からはチャンネルキャットフィッシュであり(半澤, 2004; 半澤・荒山, 2007)、在来自然生態系保全の観点からはチャンネルキャットフィッシュとオオタナゴである(萩原, 2002)。

外国産魚類を利用する目的は、産業や釣りの対象として、観賞用に大別することができる(中井, 2004)。ただし当然ながら、同一種が両方の目的をもっていることもある。霞ヶ浦で確認された外国産魚類について、日本に輸入された目的をみると、31種のうち1種(ソウギョ)は水産業振興が目的で、4種(ハクレン、コクレン、アオウオ、タイリクバラタナゴ)はソウギョに付随して非意図的に導入されたもので、残りの26種は経緯の詳細は不明であるものの、釣りや養殖対象、観賞用であったと判断される。前述のオオタナゴは観賞用に(萩原, 2002)、チャンネルキャットフィッシュは養殖用に(丸山ら, 1987)あるいは観賞用に日本に輸入されたとされている。また、近年では観賞魚の確認事例が多いが(野内ら, 2008)、野外での外国産魚類の捕獲事例は、霞ヶ浦に限らず全国各地で頻発している(例えば、滋賀県琵琶湖^{*3})。このような現状は、飼養できなくなった等の理由で、安易に生物を野外に放流、または遺棄する背景の存在が暗示され、これら外国産魚類が自然生態系へ導入されることによる新たな問題の発生も懸念される。

現在の日本では、多種多様な外国産魚類が利用されて

いる。多くの人に身近なものはおそらく観賞魚としての利用で、それに次ぐのは養殖や管理釣り場でのマス類の利用であろう。そしてこれらは基本的には人間の管理下において利用されているものである。したがって、こうした現状を考慮すると、新たな問題を未然に防ぐ目的に照らして、外国産魚類に対して利用の十分な制限を加えることは難しく、現在の利用方法を改善していくことが現実的な対応といえよう。

それでは、外国産魚類を利用しながら、外国産魚類による新たな問題の発生を未然に防止するためには、どのように外国産魚類を扱うことが有効なのであろうか。著者らの考え方は次のとおりである: 自然環境下と人間の管理下(ここでは、飼養施設やそれに準じる逸出防止措置を備えた水面を想定している)を明確に区分して考え、1) 外国産魚類は自然環境下に導入しない、2) 外国産魚類が人間の管理下から生きた状態で自然環境下に侵入することを完全に防止する。

この2点が厳密に遵守されるのであれば、本来の生息場所を越えて人為的に自然生態系へ導入される魚類(外来魚; 細谷, 2006b)の問題点として指摘されている、生態的影響、遺伝的影響、病原的影響、未知の影響(細谷, 2006b)のうち、病原的影響以外が生じることはない。なぜなら、自然生態系に外国産魚類が導入されることがないからである。さらに、管理下において飼養水を介しての病原的影響の問題も解決できるのであれば、観賞魚の飼養や魚類養殖、管理釣り場での釣魚として、外国産魚類を利用することに問題はないと判断されるだろう。逆に言えば、外国産魚類を自然生態系に導入することに問題が存在する以上、外国産魚類の利用者全てが適切な管理をしなければ、外国産魚類を利用し続けることが容認されることは難しくなるのではないだろうか。さらに、将来においても厳密な管理がなされないのであれば、外来生物法に加えて、オーストラリアやニュージーランド、イギリスなどの諸外国で施行されている様々な法的規制(加納ら, 2006)の導入も必要となることも予想される。なお、外来生物となりうる生物全般の自然生態系への新たな導入に対する規制は2007年1月現在、石川県(ふるさと石川の環境を守り育てる条例)で行われ、滋賀県(ふるさと滋賀の野生動物植物との共生に関する条例)では外来生物法に基づく特定外来生物のほかに「指定外来種」として特定の生物の導入を規制する条例が制定され、2007年5月より魚類8種類を含む15種類が指定されることになっている。

ところで、水産業、とくに漁業は自然に大きく依存する産業である(細谷, 2001, 2006a)。漁業の維持・発展には、漁獲対象が存在し続けることが必須であり、漁獲対象種がその生活史を完結させ、世代交代できる生息環境が必要であることに異論はないだろう。自然界へ導入された外国産魚類は、影響の多少に関わらず問題を有する(杉山, 2005; 細谷, 2006a; 加納ら, 2006)。漁獲対象種の生息環境に

*3 滋賀県水産試験場ホームページ、県内で捕まえられた外来生物。http://www.pref.shiga.jp/g/suisan-s/gairai_seibutsu.pdf

何らかの影響を及ぼす可能性がある外国産魚類を、漁業を将来も持続的に利用するためには、決して安易に行うべき嘗む場に新たに導入することは、現在の漁獲資源を維持し、ではない。

最後に、ここでの議論は、既に定着している外来魚について行われている議論とは異なり、未定着の外国産魚類に起因する新たな問題を予防するためにどうあるべきかを示したものであることを強調しておきたい。既に定着している外来魚については、未定着地域への生息域拡大を防止することも含め、様々な議論と対策が進められることを期待する。

要 約

2006年5月から6月にかけてコクチバスによる河川のワンドの利用様式を調べた。調査は、産卵床の形成状況と1歳魚以上の大型個体の出現状況および仔稚魚の初期生態について行った。産卵床は、5月下旬と6月下旬に形成され、形成場所はコンクリートブロック近辺の礫底の水深約50cmのところであった。5月下旬に形成された産卵床からは卵黄嚢仔魚が確認された。採集された仔稚魚の発育段階は卵黄嚢仔魚期から稚魚期で、体長範囲は7.1~39.7mmであった。産卵床で確認された仔魚はその近辺水域で稚魚まで成長する傾向を示し、成長とともにワンド内に分散する傾向はみられなかった。仔魚は産卵床からの浮上後まもなく摂餌を開始しており、卵黄を吸収しつつ摂餌していた。仔稚魚の食性は成長とともに変化し、重要な餌はマルミジンコ科とユスリカ科幼虫と蛹、ケンミジンコ目、仔魚であった。以上のことから、調査地点のワンドはコクチバスの産卵場および成育場として利用されていることが明らかとなり、仔魚の初期生残にとって有利な環境であることが示唆された。また、ワンドでのコクチバス駆除について提案し、さらに今後の外来魚の利用形態について意見を提示した。

謝 辞

茨城県内水面水産試験場の成島仁子臨時職員には産卵床底質の粒度分析を行っていただき、南相馬市博物館の稲葉修氏には茨城県内での本種の分布情報を提供していただいた。また、茨城県内水面水産試験場(現茨城県漁政課)の半澤浩美氏、(財)自然環境研究センターの加納光樹氏、東京海洋大学の丸山隆氏、三重大学大学院の淀太我氏、滋賀県立琵琶湖博物館の中井克樹氏には多くのご指摘ならびにご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

引用文献

荒山和則・今井 仁・河野 博・藤田 清 (2003): 砂浜

海岸砕波帯におけるシロギスの初期生活史 .日本水産学会誌, 69, 359-367.

Coble, D. W. (1975): Smallmouth bass. In, Black Bass Biology and Management, ed. Stroud, R. H. and H. Clepper. Sports Fishing Institute, Washington, D. C., 21-33.

Cortes, E. (1997): A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 54, 726-738.

Easton, R. S. and D. J. Orth (1992): Ontogenetic diet shifts of age-0 smallmouth bass (*Micropterus dolomieu* Lacepede) in the New River, west Virginia, USA. Ecology of Freshwater Fish, 1, 86-98.

George, E. L. and W. F. Hadley (1979): Food and habitat partitioning between rock bass (*Ambloplites rupestris*) and smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) young of the year. Trans. Amer. Fish. Soc., 108, 253-261.

Graham, R. J. and D. J. Orth (1986): Effects of temperature and streamflow on time and duration of spawning by smallmouth bass. Trans. Amer. Fish. Soc., 115, 693-702.

Gunderson Van Arnum, C. J., G. L. Buynak and J. R. Ross (2004): Movement of Smallmouth Bass in Elkhorn Creek, Kentucky. North American Journal of Fisheries Management, 24, 311-315.

萩原富司 (2002): 霞ヶ浦でオオタナゴが定着 . 魚類自然史研究会会報「ボテジャコ」, 6, 19-22.

半澤浩美 (2004): 霞ヶ浦におけるチャネルキャットフィッシュ (*Ictalurus punctatus*) の食性 . 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 39, 52-58.

半澤浩美・荒山和則 (2007): 霞ヶ浦における外来魚チャネルキャットフィッシュの季節的分布様式 . 水産増殖, 55, 515-520 .

早狩 進 (2005): エクセルアドイン工房, 累積度数分布図作成アドイン Ver. 2.4.

<http://www.jomon.ne.jp/~hayakari/index.html>

Heming, T. A. and R. K. Buddington (1988): Yolk absorption in embryonic and larval fishes. In Fish Physiology XI. Hoar, W. S. and D. J. Randall, eds. Academic Press, London. pp. 407-446.

Hoff, M. H. (1991): Effects of increased nesting cover on nesting and reproduction of smallmouth bass in a small Wisconsin lakes. In, First International Smallmouth Bass Symposium, ed. Jackson, D. C. American Fisheries Society, Maryland, 39-43.

細谷和海 (2001): 日本産淡水魚の保護と外来魚 . 水環境学会誌, 24, 273-278.

細谷和海 (2006a): 駆除方法 . 細谷和海・高橋清孝編, ブラックバスを退治する - シナイモツゴ郷の会からの

- メッセージ . 恒星社厚生閣 , 東京 . pp. 67-76.
- 細谷和海 (2006b): ブラックバスはなぜ悪いのか . 細谷和海・高橋清孝編 , ブラックバスを退治する - シナイモツゴ郷の会からのメッセージ . 恒星社厚生閣 , 東京 . pp. 3-12.
- 井口恵一郎・淀 太我・松原尚人 (2001): 移殖されたコクチバスの繁殖特性 . 水産増殖, 49, 157-160.
- 稲葉 修 (2006): 茨城県におけるオオクチバスの確認地点 . 茨城生物, 26, 13-20.
- 環境省自然環境局野生生物課編 (2004): ブラックバス・ブルーギルが在来生物群集及び生態系に与える影響と対策 . 自然環境研究センター , 東京. 227 pp.
- 加納光樹・吉田剛司・井上 隆・瀬能 宏・細谷和海・多紀保彦 (2006): 諸外国で輸入が禁止されている侵略的外来種 . 生物科学, 57, 223-232.
- Kendall A. W., Jr., E. H. Ahlstrom and H. G. Moser (1984): Early life history stages of fishes and their characters. In H. G. Moser et al. (eds.) *Ontogeny and systematics of fishes*. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Pub. 1, Lawrence. pp. 11-22.
- Kohno, H. (1998): Early life history features influencing larval survival of cultivated tropical finfish. In *Tropical mariculture*. De Silva, S. S. ed., Academic Press, London. pp. 71-111.
- Kohno, H., M. Duray, A. Gallego and Y. Taki (1990): Survival of larval milkfish, *Chanos chanos*, during changeover from endogenous to exogenous energy sources. In *The second Asian fisheries forum*. Hirano, R. and I. Hanyu eds. Asian Fisheries Society, Manila. pp. 437-440.
- 河野成美・細江 昭・傳田郁夫・降幡 充 (2003): コクチバスの個体群管理技術の開発 . 生息河川湖沼における繁殖抑制技術の実地評価 . 農林水産省農林水産技術会議事務局編 , 研究成果第 417 集 外来魚コクチバスの生態学的研究及び繁殖抑制技術の開発 . pp. 87-102. 農林水産省農林水産技術会議事務局 .
- Laurence, G. C. (1972): Influence of temperature on energy utilization of embryonic and prolarval tautog, *Tautoga onitis*. J. Fish. Res. Board Can., 30, 435-442.
- Lukas J. A. and D. J. Orth (1995): Factors affecting nesting success of smallmouth bass in a regulated Virginia stream. Trans. Amer. Fish. Soc., 124, 726-735.
- 丸山為蔵・藤井一則・木島利通・前田弘也 (1987): 外国産新魚種の導入経路 . 水産庁研究部資源課・水産庁養殖研究所 , 157 pp.
- 松本英二 (1986): 粒度分析 . 日本海洋学会編 , 沿岸環境調査マニュアル [底質・生物編] . pp. 31-34.
- 中井克樹 (2002): 外来種リスト (魚類) . 日本生態学会 (編) , 外来種ハンドブック . 地人書館 , 東京 . pp. 303-305.
- 中井克樹 (2004) ブラックバス等の外来魚による生態的影響 . 用水と排水, 46, 48-56.
- 農林水産技術会議事務局編 (2003): 研究成果第 417 集 外来魚コクチバスの生態学的研究及び繁殖抑制技術の開発 . 121 pp.
- Sabo, M.J. and D.J. Orth (1994): Temporal variation in microhabitat use by age-0 smallmouth bass in the North Anna River, Virginia. Trans. Amer. Fish. Soc., 123, 733-746.
- Simonson, T. D. and W. A. Swenson (1990): Critical stream velocities for young-of-year smallmouth bass in relation to habitat use. Trans. Am. Fish. Soc., 119, 902-909.
- 須藤篤史・高橋清孝 (2006): 河川へ拡大するブラックバス汚染 . 細谷和海・高橋清孝編 , ブラックバスを退治する - シナイモツゴ郷の会からのメッセージ . 恒星社厚生閣 , 東京 . pp. 53-63.
- 杉山秀樹 (2005): オオクチバス駆除最前線 . 無明舎出版 , 秋田 . 267 pp.
- 高橋清孝 (2006): 伊豆沼方式バス駆除方法の開発と実際 . 細谷和海・高橋清孝編 , ブラックバスを退治する - シナイモツゴ郷の会からのメッセージ . 恒星社厚生閣 , 東京 . pp. 77-86.
- 内田和男・阿部信一郎・清水昭男 (2003): 卵や仔稚魚の生残様式の解明と繁殖抑制技術への応用 . 農林水産省農林水産技術会議事務局編 , 研究成果第 417 集 外来魚コクチバスの生態学的研究及び繁殖抑制技術の開発 . pp. 69-86. 農林水産省農林水産技術会議事務局 .
- 野内孝則・荒山和則・富永 敦 (2008): 霞ヶ浦で確認されている外来魚 . 茨城県内水面水産試験場研究報告, 41, 47-52.
- 淀 太我 (2002): コクチバス - それでも放される第二のブラックバス . 日本生態学会編 , 外来種ハンドブック . 地人書館 , 東京 . p. 118.
- 淀 太我・井口恵一郎 (2003a): コクチバスの繁殖生態 . 農林水産省農林水産技術会議事務局編 , 研究成果第 417 集 外来魚コクチバスの生態学的研究及び繁殖抑制技術の開発 . pp. 8-19. 農林水産省農林水産技術会議事務局 .
- 淀 太我・井口恵一郎 (2003b): 外来種コクチバスの河川内繁殖の確認 . 水産増殖, 51, 31-34.
- 淀 太我・井口恵一郎 (2003c): 長野県青木湖と野尻湖におけるコクチバスの食性 . 魚類学雑誌, 50, 47-54.
- 淀 太我・井口恵一郎 (2004): 長野県農具川における外来魚コクチバスの食性 . 水産増殖, 52, 395-400.
- Young, J. W. and T. L. O. Davis (1992): Feeding ecology and interannual variations in diet of larval jack mackerel, *Trachurus declivis*, from coastal waters of eastern Tasmania. Marine Biology, 113, 11-20 .