

環境教育における解剖実験用教材としてのブラックバスの利用

井藤大樹・田中和大・小田優花・細谷和海
 近畿大学大学院農学研究科環境管理学専攻

The utilization of the black basses as anatomical experiment materials in environmental education program

Taiki ITO, Kazuhiro TANAKA, Yuka ODA, Kazumi HOSOYA

*Program in Environmental Management, Graduate School of Agriculture, Kinki University, Nakamachi, Nara,
 631-8505, Japan*

Synopsis

The black basses have been providing negative impact to the Japanese populations of small native fishes through predation, sometimes resulting in the their decline or extinction. The procedures of the anatomical experiment of the black basses as environmental education materials are shown in this paper. How to count and measure some external characters, observe scales and the detailed anatomical features of the black basses were described. The black basses have typical predatory features as general perches, i.e., large mouth, dentary teeth, maxillary teeth, lower pharyngeal teeth, developing blind sac (- shaped stomach) and pyloric caeca. The specialized anatomical features of the black basses well match carnivorous feeding, bringing about the damage to Japanese native species. These information would be useful for teachers, instructors and technicians who are concerning about the problems caused by “Alien Invasive Species”.

Keywords: Alien species, Centrarchidae, Environmental education, *Micropterus dolomieu*, *Micropterus salmoides*

はじめに

オオクチバス *Micropterus salmoides* とコクチバス *M. dolomieu* は (Fig. 1A, B) , スズキ目 Perciformes スズキ亜目 Percoidei サンフィッシュ科 Centrarchidae オオクチバス属 *Micropterus* に

分類されるスズキ型の肉食性淡水魚類で^{1,2)}, 北米を原産地とする。オオクチバスは、北米中南部に広く分布する名義タイプ亜種 *M. salmoides salmoides* とその南東端であるフロリダ半島に固有な亜種 *M. salmoides floridanus* に二分される^{2,3)}。日本には、前者が 1925 年、後者が 1988 年

に食用および釣りの対象として導入され^{1,4)}、各地に定着し、広く交雑している^{5,6)}。一方、コクチバスは、名義タイプ亜種 *M. dolomieu dolomieu* と亜種 *M. dolomieu velox* に分けられ^{2,3,7)}、わが国には、1990年代に前者が導入され、すでに定着している^{1,2,4)}。一般に、日本においてブラックバスという呼称は、オオクチバスとコクチバスの総称として広く用いられていることから^{1,8)}、本報でも両種の総称としてブラックバスという呼称を用いる。

外来魚が導入されることで在来生物相にさまざまな悪影響がおよぶことが懸念され、細谷(2007)¹⁾は、外来魚が在来種に与える影響を生態的影響、遺伝的影響、病原的影響と未知の影響の4つに大別した。特にブラックバスは、強い肉食性を示すことから、侵入先での在来種への食害、すなわち生態的影響が問題視されている¹⁾。実際に、ブラックバスが侵入した水域で在来種が減少したという報告が多数あり⁹⁾、ブラックバスによる食害は、日本各地の在来生態系に深刻な影響を与えている。こうした現状

を受け、全国で精力的にブラックバスの駆除活動が行なわれている^{8,9)}。さらに、2005年にブラックバスは、「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)の中で特定外来生物に指定され、生きた状態でそれらの飼育、保管、運搬、輸入、販売・譲渡などが法的に規制されている¹⁰⁾。このように、ブラックバスによる食害は、今や市民や研究機関の間に留まらず、国を挙げて取り組むべき課題となっている。

ブラックバスによる日本の在来種への食害については、胃内容物調査や侵入先での動物相のモニタリング等により裏づけられてきた。これらの情報に加え、解剖学的見地から、ブラックバスによる食害について思慮することは、当問題に直面する者にとって、その原因をより深く理解する一助となるだろう。そこで本報では、大学をはじめ、中学・高校や博物館での環境教育に携わる教員に向けて、近畿大学農学部環境管理学科水圏生態学研究室で実施しているブラックバスを教材とした解剖実験の手順とオ



Fig. 1. Black basses established in Japanese freshwater environments. **A** *Micropterus salmoides*, KUN-P 44572, 174.60 mm SL; **B** *M. dolomieu*, KUN-P 44564, 213.55 mm SL.

オクチバスとコクチバスの解剖学的特徴を記述し、教材として活用するための情報を提供する。

実験手順およびブラックバスの解剖学的特徴

材料の収集

一般に、ブラックバスの駆除・収集には、釣り、投網、さし網、地引網などの方法が用いられる^{8,11)}。投網、さし網、地引網を行なう場合には、都道府県知事の採捕許可が必要となることが多い。さらに、河川によっては漁業権が設定されている場合があるので、釣りによる採集を行なう際にも各自治体の担当課に問い合わせる必要がある。また、外来生物法に従い、ブラックバスを持ち帰る際には、必ず採集現場において絶命したことを確認しなければならない。本報で解剖に用いたブラックバスは、疑似餌（ルアー）を用いた釣獲により収集した。著者らは、採集した魚を氷で満たしたクーラーボックスに入れ、死亡を確認した後に採集地から



Fig. 2. Tools of anatomical experiment. A: vernier calipers, B: dissecting needle, C: tweezers, D: surgical scissors, E: knife, F: tray, G: binocular loupe, H: microscope.

研究室に持ち帰った。なお、本報告で用いた標本は全て近畿大学農学部（KUN-P）に登録・保管した。

準備

本報では、ブラックバスの外部形態の計測・計数および、鱗、内臓系の観察についての手順を説明する。実験に際して、ノギス、柄付き針、ピンセット、解剖バサミ、メス、トレーを用意する必要がある（Fig. 2）。実験中は白衣を着用すること。また、ヘッドルーペや顕微鏡（Fig. 2 G, H）があれば、観察の際に便利である。

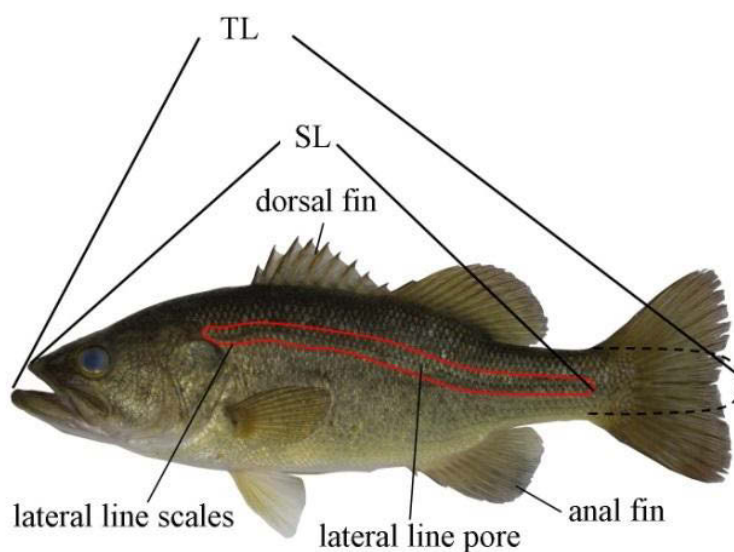


Fig. 3. The positions of counts and measurements. TL: total length; SL: standard length.

外部形態の計測・計数

解剖を行なう前に、観察する個体の全長、標準体長を計測するとともに背鰭・臀鰭鰭条数、側線有孔鱗数を計数する。基本的に魚体の左体側を計測・計数し、各項目の計測・計数法は、Hubbs & Laglar (2004)¹²⁾に従い、中坊 (2013)²⁾も参照した。以下に、各部位の計測・計数の詳しい方法を示す。

全長 Total Length と標準体長 Standard Length は、ノギスを用いて測定する。測定は2点を結んで直接に行なう。全長は、体の前端から、尾鰭を中央にたたんだ時、後端までの長さを測る (Fig. 3)。標準体長は、上顎前端から下尾骨の後端 (尾鰭を左右に折り曲げたときにできるしわの位置) の中央までを測定する (Fig. 3)。

ブラックバスの鰭条 fin ray は、棘条 spine と軟条 soft ray とに分けられる (Fig. 4)。棘条は、ローマ数字 (I, II, III, ……) で表記し、軟条はアラビア数字 (1, 2, 3, ……) で表記する。棘条と軟条数は、コンマで連結する (例: X, 9)。背鰭 dorsal fin と臀鰭 anal fin の軟条を計数する際に、最後の軟条が先端部で分岐して2本のように見えることがあるが、基底部で癒合している最後の軟条は1本とする (Fig. 4)。側線有孔鱗数は、鰓孔の上端付近から下尾骨の後端までの有孔鱗 lateral line pore scale のみを数える (Fig. 3)。

鱗の観察

ピンセットを用いて魚体の左体側より採鱗する。大型個体の鱗であれば肉眼でも観察できるが、ヘッドルーペや顕微鏡を使用することにより詳細な観察が可能である。鱗の露出部に付着している表皮を取り除くため5%水酸化カリ

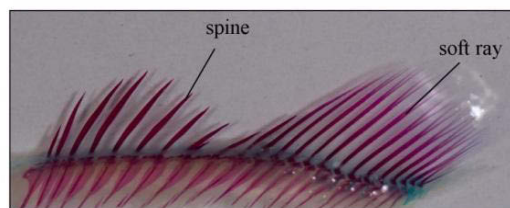


Fig. 4. Spines and soft rays of dorsal fin dyed in alizarin red and alcian blue.

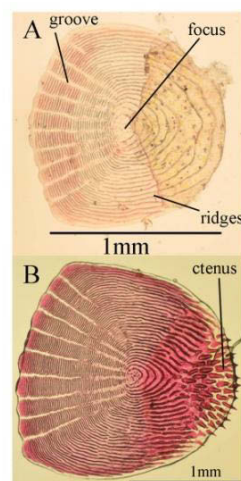


Fig. 5. Scales from dorso-lateral portion. A *Micropterus salmoides*, 62.25 mm SL; B *M. dolomieu*, 96.64 mm SL.

ウム水溶液に浸漬し、alizarin red で染色すれば鱗の構造の観察が容易になる。

鱗の特徴

オオクチバスの鱗 scale は、表面が滑らかな円鱗 cycloid scale である (Fig. 5A)。一方、コクチバスの鱗は、露出部に小棘 ctenus が並ぶ楕円鱗 ctenoid scale である (Fig. 5B)。両種共に鱗の表面には鱗紋があり、その中心 focus から鱗の縁辺まで、環状の隆起線 ridges が並ぶ。また、隆起線とは別に中心から前部に向かって走る溝条 groove がある。ブラックバスが属するスズキ亜目魚類は、一般的に楕円鱗を備えるが、オオクチバスでは円鱗を有し、特異である。

内臓系の観察

解剖には、冷凍したものやホルマリン標本ではなく、鮮魚を用いるのが望ましい。解剖は、魚体左側を対象に、肛門から解剖バサミを入れ開腹し、左手で皮を高くめくるようにしてハサミを進める (Fig. 6)。開腹する際に、ハサミの



Fig. 6. Dissection to observe internal organs.

先端で内臓を傷つけないように注意する（鰾は破損しやすいので、周辺を解剖する際には特に注意が必要である）。必要に応じてメスも用いる。幽門垂、生殖腺周辺の脂肪は、ピンセットでこまめに取り除く。途中、魚体が乾燥しないように適時湿らせる。

内臓系 (Fig. 7) の特徴

ブラックバスの内臓系は、頭部から尾部に向かって、口腔、鰓、心臓、肝臓の順に並ぶ。肝臓の裏側には胆嚢、胃、幽門垂が位置し、胃から総排泄腔まで腸でつながっている。消化管の背側には鰾が存在し、鰾と腸の間には生殖腺が走る。腎臓は、脊椎骨の腹側に接しており、観察するには鰾を取り除く必要がある。

口 腔 oral cavity オオクチバスの上顎後端は眼の後縁を越えるが、コクチバスの上顎後端は眼の後縁を越えず、口裂は比較的小さい (Fig. 1A, B)。口腔は厚い筋肉壁に囲まれ円筒状で、口腔壁は乳白色である (Fig. 8A, B)。両種ともに上顎および下顎に細かな歯を備えており、小動物を捕食するのに適している。

鰓 gill 鰓弓 branchial arch は4対あり、1対の下咽頭骨 lower pharyngeal が続く (Fig. 9A)。下

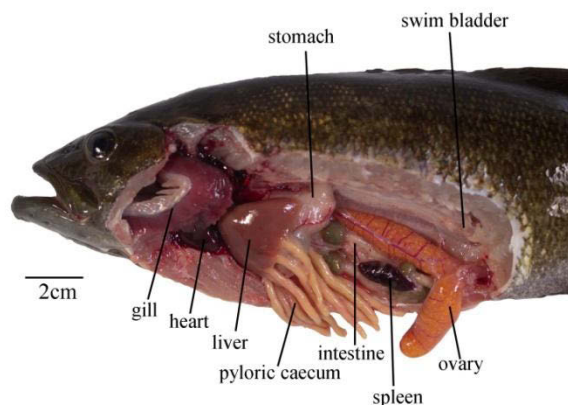


Fig. 7. The overview of internal organs of *Micropterus salmoides*, 178.46 mm SL.

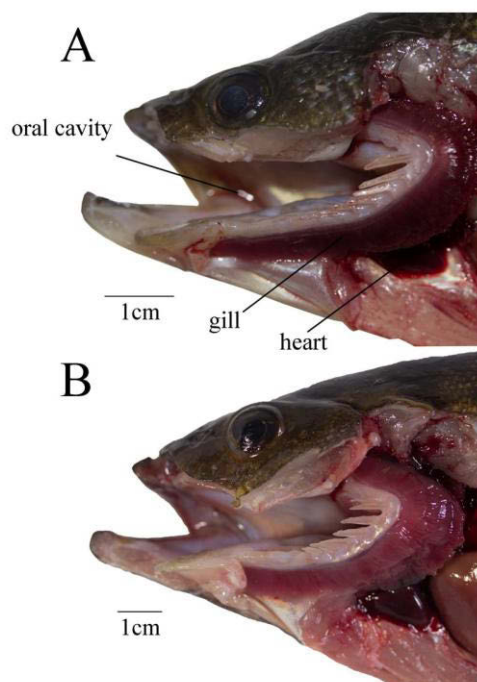


Fig. 8. The head region. **A** *Micropterus salmoides*, 178.46 mm SL; **B** *M. dolomieu*, 240.0 mm SL.

咽頭骨上には、多数の細かな歯が並び、獲物を捕えるのに適した構造となっている。第1鰓弓の鰓耙 gill raker は長く発達し、オオクチバスでは、鰓耙数は7~10本、コクチバスでは6~8本である。各鰓弓には鰓弁 gill filament が並び、ガス交換を行なっている。

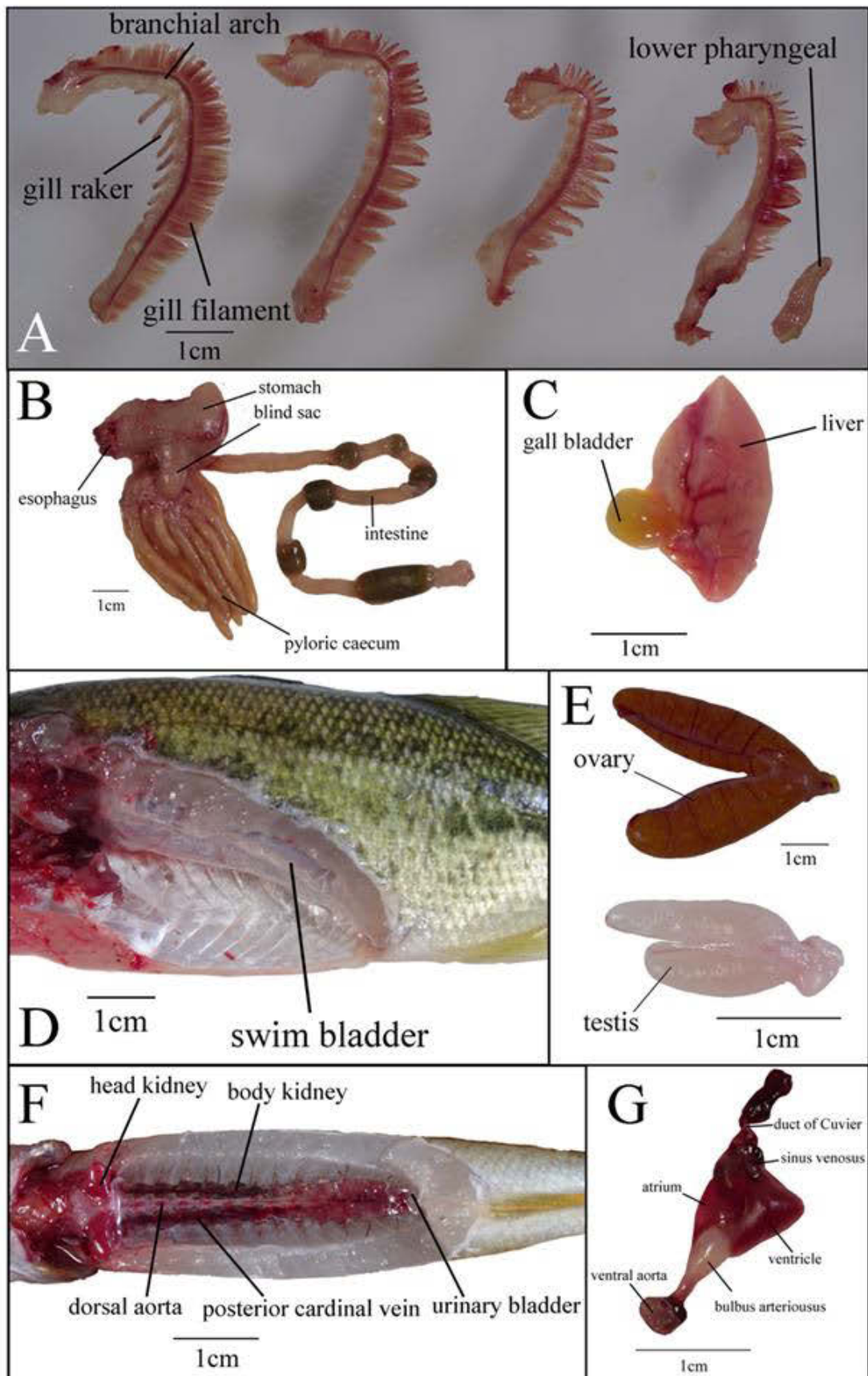


Fig. 9. Internal organs. **A** gill; **B** digestive tract; **C** liver and gall bladder; **D** swim bladder; **E** gonad; **F** kidney; **G** heart. **A, C, D, E** (testis), **G**: (*Micropterus salmoides*); **B, E** (ovary), **F**: (*M. dolomieu*).

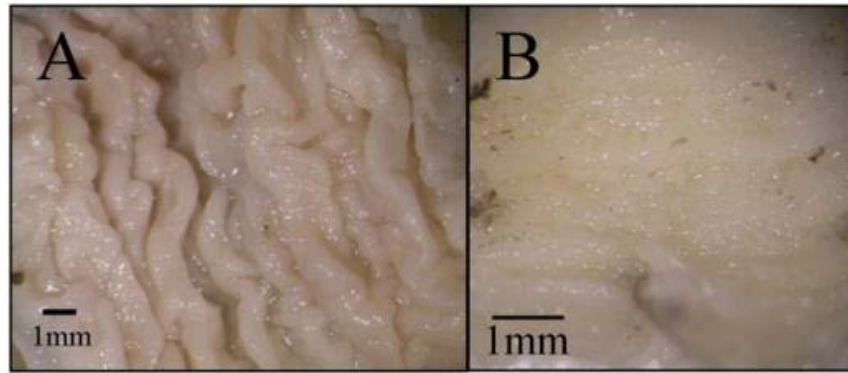


Fig. 10. Stomach lining and intestinal wall. **A** stomach lining, **B** intestinal wall: *Micropterus dolomieu*, 240.0 mm SL.

消化管 digestive tract 前から食道 esophagus, 胃 stomach, 腸 intestine に区分される¹³⁾. 胃は入口の噴門部 cardiac portion, 腸への出口となる幽門部 pyloric portion および両者の中間に位置し, 食物の貯蔵部となる盲囊 blind sac の3部からなる (Fig. 9B). ブラックバスの胃は盲囊部が著しく発達し [魚類の胃を各部の発達状態の差異によって類型化した Suyehiro (1942)¹⁴⁾ の分類によるト型], 多量の食物を貯蔵するのに適している. 胃の内壁は複雑に隆起する (Fig. 10A). 幽門垂は消化吸収に関与する器官であり¹⁵⁾, 盲囊部の横に付着する. オオクチバスの盲管数は24~31本, コクチバスは9~13本である. 腸は短く (腸長と体長の比は0.4~0.7), 2か所で屈曲する (Fig. 9B). 腸の内壁には細かな繊毛が多数存在する (Fig. 10B).

肝臓・胆嚢 liver, gall bladder 肝臓は, 胆汁を生産して消化に関与するとともに, 栄養物質の代謝, 血液成分の調整, 異物の分解などに関わり, 胆嚢は胆汁を貯蔵する器官である¹³⁾. ブラックバスの肝臓は, 腹腔前部で胃に接して位置し, 赤褐色で左側主葉のみの単葉である (Fig. 9C). 胆嚢は球形で, 肝臓と腸の間に位置する.

脾臓 spleen 主に赤血球の造血に関与する¹³⁾. 腸の付近に存在し, 赤褐色で細長い (Fig. 7).

鰾 swim bladder 腹腔の上部に位置し, 1室からなり, 紡錘型を呈する (Fig. 9D). ブラックバスが属するスズキ亜目魚類の鰾は, 無気管鰾 physoclistous swim bladder と呼ばれ, 空気を鰾内に取り込むための気道は胚期または仔魚期に消失する¹³⁾. 無気管鰾を備える魚類は, 鰾壁の一部にガス腺が発達し, ガス腺から血液中のガスを鰾内に取り込む^{16,17)}. 鰾内のガスを排出する際には, 鰾壁の一部に存在する卵円体が開き, ガスが血液中に吸収される¹⁷⁾.

腎臓 kidney 体腔背部にあり, 脊椎骨の腹側に接して位置する (Fig. 9F). 本器官は体内に生じた老廃物や体液の浸透調整に伴う過剰の水分や塩類を排出する役割を担う¹³⁾. ブラックバスの腎臓は, 頭腎 head kidney と体腎 body kidney に分かれ, 左右の腎臓は後部のみが接合し, 前部は分離して発達する. このような腎臓の形状は, 多くのスズキ目魚類で見られる (Ogawa, 1961¹⁸⁾ 参照).

生殖腺 gonad 鰾の下に位置する (Fig. 7). 左右対をなし, 後方で生殖輸管を介して総排泄腔に続く. 成熟した個体の生殖腺は, 卵巣 ovary では黄褐色 (Fig. 9E), 精巣 testis では白色を呈する (Fig. 9E).

心臓 heart 囲心腔の中に位置し, 1心房1

心室であり，後部から静脈洞 sinus venosus，心房 atrium，心室 ventricle，動脈球 bulbus arteriosus の各部に分かれる (Fig. 9G)．全体に赤褐色であるが，動脈球は白色を呈する．総主静脈（キュビエ管）を通じて静脈洞へ戻ってきた静脈血は，心房，心室を通り，動脈球を経て腹大動脈 ventral aorta へ拍出される．

ブラックバスの解剖学的特徴と食害

ブラックバスは，大きな口裂，上顎および下顎と下咽頭骨上の歯，ト型の胃，幽門垂など，肉食性スズキ型魚類（スズキ属 *Lateolabrax* やアカメ属 *Lates* 魚類など）に共通する特徴^{19,20)}を備える．日本で一般的に見られる在来淡水魚の代表としてコイ科魚類が挙げられるが，これらの魚類では魚食性の種でも上顎，下顎に歯を備えず，胃および幽門垂も欠いている^{19,20)}．また，ブラックバスと同じスズキ亜目に属する日本在来の淡水魚類であるオヤニラミ *Coreoperca kawamebari* は，体長 13cm 程度にしか成長しない²¹⁾．これまで，日本列島の淡水域において大型の肉食性スズキ型魚類による捕食にさらされることのなかった在来淡水魚類の多くは，進化の歴史上，大型の肉食性スズキ型魚類による捕食に対する術を身につけてこなかったと考えられる．ブラックバスによって日本在来の魚類が次々と捕食され，危機的状況となっている一因として，ブラックバスの肉食性に特化した形態と日本の淡水魚類の進化的な背景が挙げられることを受講生に示す必要がある．

最後に

近畿大学農学部水圏生態学研究室では，ブラックバスの外部形態の計測・計数法と解剖学的特徴についての解説および解剖実験のみでなく，内臓概観と特定の臓器についてのスケッチも実施している．本研究室では，この講義に 270 分（4 時間 30 分）の授業時間を設定しているが，必ずしも同程度の授業時間を設ける必要はなく，観察対象とする器官を絞り込むことで，それぞれの教育現場に合わせた時間調節が可能である．また，ブラックバスの駆除活動と解剖実験を合わせて実施すれば，解剖に供する標本を効率的に収集できるだけでなく，教育効果も高まるだろう．本稿が環境教育の現場で広く活用されることを期待する．

謝 辞

材料の採集に際し，近畿大学農学部環境管理学科水圏生態学研究室の信岡 響氏にご協力いただいた．また，同研究室の中田依里氏，清水隆之氏には，標本写真を一部撮影いただいた．この場を借りて厚く御礼申し上げる．

引用文献

- 1) 近畿大学水圏生態学研究室．2007．ブラックバスを科学する．財団法人リバーフロント整備センター，東京．82 pp．
- 2) 中坊徹次．2013．日本産魚類検索，全種の同定 第三版．東海大学出版会，秦野．2400 pp．
- 3) Bailey, M. R. and C. L. Hubbs. 1949. The black basses (*Micropterus*) of Florida, with description of a new species. Occ. Pap. Mus. Zool. U. Michigan., 516: 1-40+ii.

- 4) 瀬能 宏. 2002. 日本に移入されたオオクチバス属魚類の分類. 日本魚類学会自然保護委員会 (編), pp. 11-30. 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. 恒星社厚生閣, 東京.
- 5) 北川忠生・沖田智昭・伴野雄次・杉山俊介・岡崎登志夫・吉岡 基・柏木正章. 2000. 奈良県池原貯水池から検出されたフロリダバス *Micropterus salmoides floridanus* 由来のミトコンドリア DNA. 日本水産学会誌, 66 (5) : 805-811.
- 6) 北川えみ・北川忠生・能宗斉正・吉谷圭介・細谷和海. 2005. オオクチバスフロリダ半島産亜種由来遺伝子の池原貯水池における増加と他湖沼への拡散. 日本水産学会誌, 71 (2) : 146-150.
- 7) Hubbs, C. L. and M. L. Bailey. 1940. A revision of the black basses (*Micropterus* and *Huro*) with descriptions of four new forms. Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Mich., 48: 7-51+vi.
- 8) 杉山秀樹. 2005. オオクチバス駆除最前線. 無明舎出版, 秋田. 268 pp.
- 9) 細谷和海・高橋清孝. 2006. ブラックバスを退治するー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. 152 pp.
- 10) 環境省. 2005. 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の施行について. 環境省 : <http://www.env.go.jp/nature/intro/2law/files/050601sekoutuuchi.pdf>.
- 11) 片野 修. 2009. 実験池におけるオオクチバスの釣られやすさに見られる個体差. 日本水産学会誌, 75 (3) : 425-431.
- 12) Hubbs, C. L. and K. F. Lagler. 2004. Fishes of the great lakes region. Revised edition. University of Michigan Press, Bloomfield Hill. xxxii+276 pp.
- 13) 岩井 保. 1985. 水産脊椎動物 II 魚類. 恒星社厚生閣, 東京. 336 pp.
- 14) Suyehiro, Y. 1942. A study on the digestive system and feeding habits of fish. Japan. J. Zool., 10: 1-303.
- 15) 梅津武司. 1977. 幽門垂. 川本信之 (編), pp. 112-132. 改訂増補 魚類生理. 恒星社厚生閣, 東京.
- 16) Blaxter, J. H. S. and P. Tytler. 1978. Physiology and function of the swimbladder. Adv. Comp. Physiol. Biochem., 7: 311-367.
- 17) Fänge, R. 1953. The mechanisms of gas transport in the euphysoclist swimbladder. Acta. Physiol. Scand., 30: 1-133.
- 18) Ogawa, M. 1961. Comparative study on the external shape of the teleostean kidney with relation to phylogeny. Sci. Rep. Tokyo Kyoiku (Bunrika) Daigaku Sec. B., 10: 61-88.
- 19) 落合 明. 1994. 魚類解剖大図鑑 図版編. 緑書房, 東京. 266 pp.
- 20) 落合 明. 1994. 魚類解剖大図鑑 解説編. 緑書房, 東京. 167 pp.
- 21) 川那部浩哉・水野信彦・細谷和海. 2001. 日本の淡水魚類. 山と溪谷社, 東京. 719 pp.