

三重県青蓮寺湖と滋賀県西の湖における オオクチバスの生殖腺成熟

淀 太我,^{1*} 木村 清志²

(2001年2月1日受付, 2001年8月27日受理)

¹水産総合研究センター中央水産研究所, ²三重大学生物資源学部附属水産実験所

Gonadal maturation of largemouth Bass *Micropterus salmoides*
in Lakes Shorenji and Nishinoko, Central Japan

TAIGA YODO^{1,*} AND SEISHI KIMURA²

¹National Research Institute of Fisheries Science, Ueda, Nagano 386-0031, ²Fisheries Research Laboratory, Mie University, Tsu, Mie 517-0703, Japan

Gonadal maturations of the largemouth bass collected from Lakes Shorenji (typical reservoir) and Nishinoko (typical swamp) were histologically analyzed. The age and the minimum size at first maturation in both lakes and both sexes were estimated as 2-year-old and about 230 mm SL, respectively. Although their spawning periods were estimated as being from late April to late June in Lake Shorenji and from mid-April to mid-May in Lake Nishinoko, well-developed yolked oocytes were found in the ovaries of the fish from both lakes from late fall to early summer. The peaks of spermatogenesis occurred in spring and fall, male gonadosomatic indices indicating high values in winter. These reproductive cycles of largemouth bass, which started to develop from fall, extended their spawning period and May have been an important factor of naturalization of the species into various environments in Japanese inland waters.

キーワード：オオクチバス, 生殖腺発達周期, 青蓮寺湖, 西の湖, 産卵期

オオクチバス *Micropterus salmoides* は北米原産の外來性淡水魚で, 本邦の在來水生生物への食害をはじめとする生態系への悪影響が懸念されている。さらに, 本邦ではごく一部の例外を除いて, 小規模な無秩序放流しか行われていないにもかかわらず, 現在本種は全国的に平野部の湖沼から山間部のダム湖, 山上湖, 河川中下流域など様々な環境に定着している。このように本種は環境への適応性が極めて高く, 柔軟な繁殖生態を持つことが予想される。邱ら¹⁾は千葉県印旛沼産オオクチバスを用いて, 生殖腺成熟周期について組織学的に詳細な検討を加えたが, 繁殖生態と環境要因との関係については言及していない。そこで著者らは環境特性の大きく異なる2湖沼において本種の生殖腺成熟過程を詳細に調査し, 両湖での結果を比較検討することによって, 本種の繁殖生態の柔軟性を明らかにし, 多様な環境に容易に定着した要因を繁殖生態の視点から推測することを目的として研

究を行った。なお, 両湖における本種の成長²⁾や食性³⁾の差異および適応現象についてはすでに報告した。

材料および方法

供試材料は, 1991年10月から1996年2月の期間に三重県青蓮寺湖と滋賀県西の湖で採集されたそれぞれ573個体と566個体である。青蓮寺湖は典型的なダム湖で水深が深く, 西の湖は典型的な低地の沼沢で水深は浅い。水温変化は青蓮寺湖の方が緩やかである。青蓮寺湖および西の湖の環境条件および水温の季節変化, 標本の処理の詳細は淀, 木村³⁾に示したとおりである。生殖腺は20%ホルマリン水溶液で固定, 保存した。また, 淀, 木村³⁾にしたがい, 体重から胃内容物重量, 肝臓重量, 生殖腺重量を減じて肉質体重(SW, g)を求めた。生殖腺組織標本は, 生殖腺左葉中央部を常法のパラフィン包埋法により4~14 μmの横断切片とし, マイヤーの

* Tel : 81-268-22-1331. Fax : 81-268-22-0544. Email : tyodo@fra.affrc.go.jp
科学技術振興事業団科学技術特別研究員 (Japan Science and Technology Corporation Domestic Research Fellow)

ヘマトキシリンとエオシンの二重染色を施して作成した。卵母細胞の成熟段階は邱ら¹⁾に準拠した。生殖腺体指数 (GSI) は次式によって求めた。

$$GSI = (GW/SW) \cdot 10^2 \quad (1)$$

卵巣成熟度は以下のように定義した。(1)準備期：卵巣内は周辺仁期と卵黄胞期の卵母細胞で占められ、卵黄球を有した卵母細胞はみられない。(2)発達期：卵巣内に第1次～第3次卵黄球期までの卵母細胞がみられる。(3)成熟期：卵巣内に前成熟期か成熟期の卵母細胞がみられる。(4)吸収期：卵巣内の大部分の卵母細胞は周辺仁期および卵黄胞期で、多くの退行卵が認められる。

精巣成熟度は、水江,⁴⁾ 林,⁵⁾ 木村⁶⁾に準拠し、組織標本の観察結果に基づいて以下の4期に分けた。(1)精子形成準備期：精巣内に若干の精子がみられるものの大部分は体組織と精原細胞で占められる。(2)精子形成期：生殖細胞の活発な分裂、増殖がみられ、第1, 2次精母細胞と精細胞、精子が精巣の大部分を占める。(3)精子期：精巣内に精子が充満し、かつ精母細胞は少なく精子形成は活発ではない。(4)精子吸収期：精巣内で活発に精子吸収が行われている。また、本研究では精小嚢内が空胞状になった精巣が青蓮寺湖では1, 2, 5, 6, 9, 11, 12月に、西の湖では1, 3, 6, 8～12月に出現した。しかし、このような精巣に関する知見はなく、自然条件下において精巣がこのような状態にあるとは考え難いことから(高橋, 私信)、標本採集後の処理に原因があると考えられた。そこでこれらの標本は解析から除外した。なお、年齢は Yodo and Kimura²⁾にしたがって耳石から査定した。

結 果

卵巣成熟過程 本種の卵巣内には、ほぼ周年にわたり様々な成熟段階の卵母細胞が認められた。両湖における

年齢別の卵巣成熟度の経月変化を Figs. 1, 2 に示した。青蓮寺湖では1才魚の11月から発達期の卵巣が出現した。2才魚および3才魚以上の標本の経月変化はほぼ同様で、9月あるいは10月から卵母細胞に卵黄が蓄積はじめた。3～5月には成熟期の卵巣が大部分を占め、その後卵巣は急速に萎縮した。排卵痕は2才魚の4月と3才魚以上の4～6月の標本から確認された (Table 1)。排卵痕を持つ個体が確認された採集日の水温は12.7°Cから22.0°Cであった。11月～1月には退行卵を持つ卵巣が多くみられた (Fig. 1)。

西の湖では、1才魚で5月に発達期および吸収期の個体が出現したが、4～10月までの大部分の個体は準備期の未熟な卵巣であった。卵巣の発達は主に10月から始まると考えられた。2才魚および3才魚以上では、10月あるいは11月から発達期の卵巣を持つ個体が出現し、ほぼ同時に成熟期の卵巣を持つ個体も出現し始めた。その後5月まで成熟期の卵巣を持つ個体の割合が増加し、6月には吸収期の萎縮した卵巣を持つ個体が出現するとともに成熟期の個体が激減した。排卵痕は2才魚と3才魚以上の4, 5月の標本から確認された (Table 1)。排卵痕を持つ個体が確認された採集日の水温は18.0°Cから20.8°Cであった。12～2月には退行卵を持つ卵巣がみられた (Fig. 2)。

精巣成熟過程 両湖における年齢別の精巣成熟度の経月変化を Figs. 3, 4 に示した。青蓮寺湖では1才魚の9月から盛んな精子形成が観察されたが、6～8月の精子形成準備期の精巣にもわずかに精子が存在していた。2才魚および3才魚以上の標本の精巣成熟過程はほぼ同様で、3～5月と10～11月に盛んに精子が形成され、6月と12～3月に精子期の個体が多く出現した。冬季の精子を充満させた精巣ではしばしば精子が吸収されてい

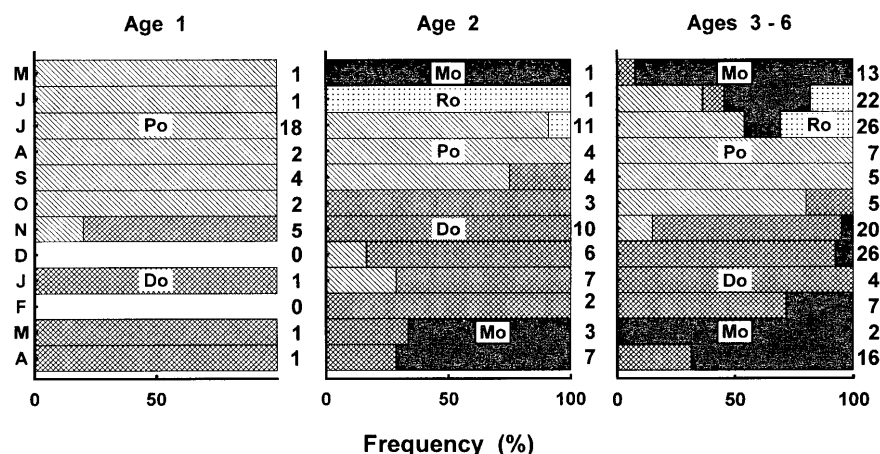


Fig. 1. Monthly changes in the maturation phases of ovaries for each age-group in Lake Shorenji. Po, preparative ovary phase; Do, developing ovary phase; Mo, maturation ovary phase; Ro, ova resorptive phase. Numbers beside bars indicate number of individuals.

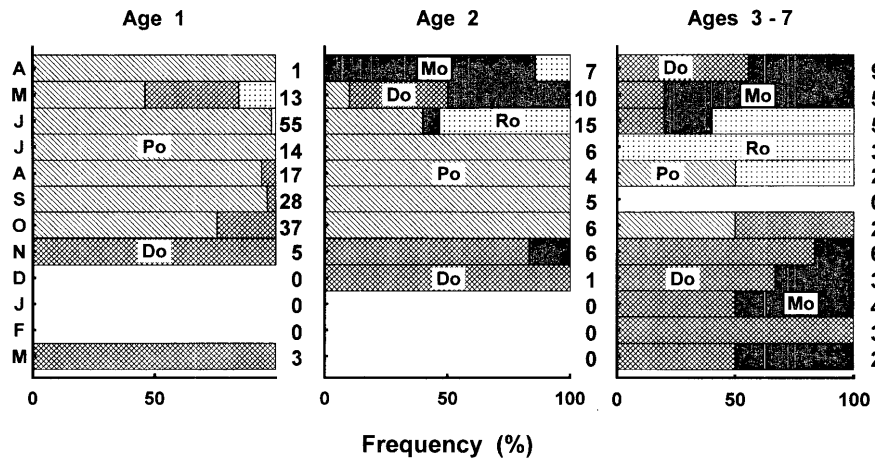


Fig. 2. Monthly changes in the maturation phases of ovaries for each age-group in Lake Nishinoko. Po, preparative ovary phase; Do, developing ovary phase; Mo, maturation ovary phase; Ro, ova resorptive phase. Numbers beside bars indicate number of individuals.

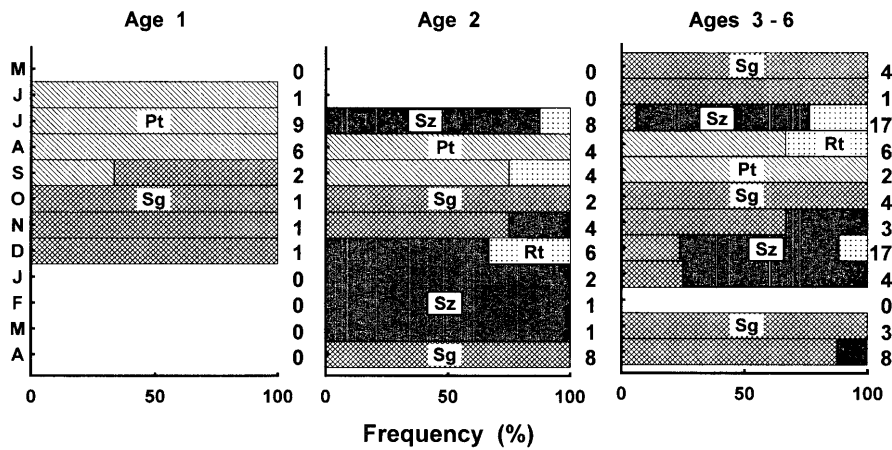


Fig. 3. Monthly changes in the testes for each age-group in Lake Shorenji. Pt, preparative testis phase; Sg, spermatogenesis phase; Sz, spermatozoal phase; Rt, resorptive phase. Numbers beside bars indicate number of individuals.

Table 1. Number of specimens which have ovulation scars in the ovary

Month	Lake Shorenji			Lake Nishinoko		
	Age 1	Age 2	Ages 3-6	Age 1	Age 2	Ages 3-7
Apr.	0(1)	1(7)	3(16)	0(1)	3(7)	6(9)
May	0(1)	0(1)	6(13)	0(20)	3(10)	4(5)
June	0(1)	0(1)	2(22)	0(55)	0(15)	0(5)

Figures in parentheses indicate total number of specimens.

る現象が認められた (Fig. 3)。

西の湖では1才魚でも4~7月にかけて精子が活発に形成中であつたり、精子が蓄積された精巣を持つ個体が出現した。1才魚の秋以降は、4,5月と9,10月に盛んな精子形成が観察され、11~6月に精子期の精巣を持つ

個体が多く出現した。その後急速に精子が吸収され、精巣は萎縮した。青蓮寺湖と同様に冬季の精巣には若干の精子吸収がみられるものが出現した (Fig. 4)。

生殖腺体指数の経月変化 青蓮寺湖と西の湖における雌雄の年齢別 GSI の経月変化を Fig. 5 に示した。青蓮寺湖の雌では1才魚の10月から GSI が上昇し始めた。2才魚および3才魚以上の標本の GSI の経月変化はほぼ同様で、10月から GSI が上昇し始め、4,5月に特に高い値を示した。西の湖でも1才魚の10月から GSI が上昇し始めた。2才魚および3才魚以上でも11月から GSI が上昇し始め、3,4月に特に高い値を示した。雄についても、青蓮寺湖では1才魚の10月から GSI が上昇し始めた。2才魚および3才魚以上では10,11月と4,5月に特に高い値を示し、GSI の経月変化に春秋の二峰性が認められた。西の湖では、1才魚の5月に高い値を

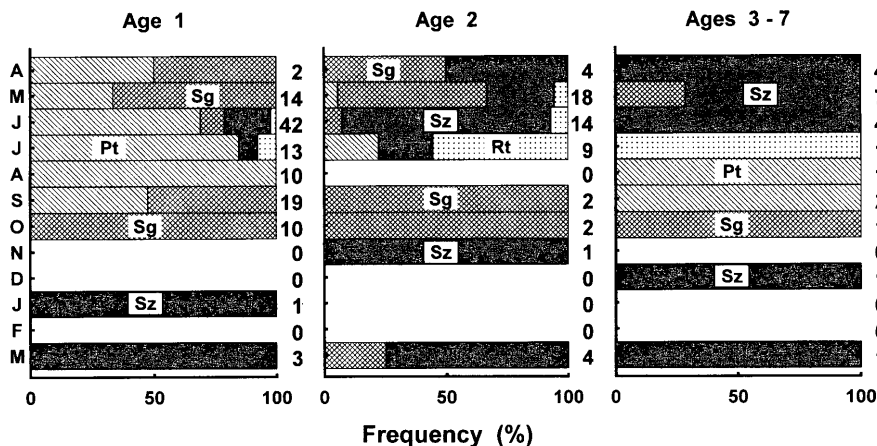


Fig. 4. Monthly changes in the testes for each age-group in Lake Nishinoko. Pt, preparative testis phase; Sg, spermatogenesis phase; Sz, spermatozoal phase; Rt, resorptive phase. Numbers beside bars indicate number of individuals.

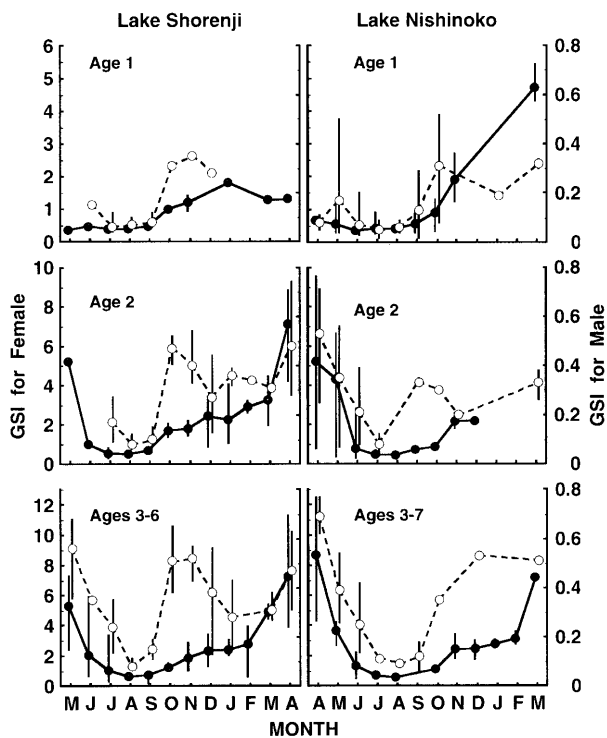


Fig. 5. Monthly changes of gonadosomatic index (GSI) for each age group. Circles and vertical bars indicate mean and range of GSI. Solid circles and solid lines indicate females and open circles and break lines indicate males.

示す個体が出現したが、平均値は2才魚以上のものと比較して有意に低かった (ANOVA ; $F=26.0, p=7 \cdot 10^6$)。2才魚では9, 10月と3, 4月に特に高い値を示し二峰性が認められ、3才魚以上では10~4月にかけて高い値を示した。

考 察

産卵期 本種の産卵期を生殖腺の組織学的観察や GSI の経月変化に加え、排卵痕の出現時期や採集時の野外観察から推定すると、青蓮寺湖では概ね4月下旬~6月下旬、西の湖では4月中旬~5月中旬の春から初夏にかけての水温上昇期となる。これは日本の湖における既往の報告とよく一致する。^{1,7,8)} 原産国のアメリカでは本種の産卵期は緯度によってかなり異なり、天然分布域北部の五大湖周辺では産卵盛期は5月下旬~6月と本邦のものと大差ないが、^{9,10)} 南部のフロリダ州では早いものでは11月中旬から産卵を開始し、通常盛期は2月であるという。¹¹⁾

産卵回数 両湖ともに本種の産卵期中の卵巢には様々な発達段階の卵母細胞がみられ、また成熟期の卵巢に排卵痕がみられた。このことから、雌は1産卵期中に複数回産卵を行うことが可能であると思われる。雄についても、産卵期中の精巢はほとんどが精子形成期か精子期で、産卵床を保護している個体の精巢でも活発に精子を形成中であったことから、雌と同様に1産卵期中に複数回の繁殖が可能であると考えられる。邱ら¹⁾は生殖腺の組織学的な観察から本種雌は同一個体が1産卵期中に数回以上産卵を行うと述べており、Lamkin¹²⁾は飼育下で雌雄がそれぞれ1産卵期中に複数回産卵を行うことを観察している。一方、イリノイ州 Fork Lake¹³⁾やメーン州¹⁴⁾では本種の産卵期はかなり短く、産卵回数は1回であると報告されており、一般的に高緯度の寒冷な気候では本種の産卵期が短くなることも知られている。¹⁵⁾

生物学的最小形 組織学的な観察と GSI の変化から、最小成熟年齢は青蓮寺湖と西の湖で雌雄ともに2才であると考えられ、満2才時の標準体長はそれぞれ

226 mm と 228 mm と計算される。²⁾ James¹³⁾ は 1 才魚では雌雄ともに未成熟であるが、全長 229 mm 以上の雄には精子が観察されたと述べており、これは本研究における産卵期前後の 1 才魚（青蓮寺湖、全長 139~244 mm；西の湖、全長 149~261 mm）の観察結果とよく一致する。また日本の他の湖でもほぼ同様の生物学的最小形が報告されている。^{16,17)} これらから、オオクチバスの生物学的最小形は環境によって大きな差異はなく、雌雄ともに標準体長 230 mm 前後と考えられる。

生殖腺発達周期の特徴 組織学的な観察と *GSI* の経月変化から、卵巣は秋季から発達を開始すると考えられる。しかし、その後冬季にはある程度発達した卵母細胞の退行と新たな卵母細胞の発達により全体としては成熟はあまり進まず、質、量ともによく成熟するのは青蓮寺湖と西の湖でそれぞれ 4 月と 3 月からであると思われる。冬季の卵巣に退行卵が多くみられる現象については邱ら¹⁾ も報告している。しかしタイリクバラタナゴ *Rodeus ocellatus ocellatus*、アカヒレタビラ *Acheilognathus tabira subsp.*、モツゴ *Pseudorasbora parva* など、日本において本種と同所的に生息する春~夏産卵魚の多くではこのような冬季以前の卵巣発達は認められない。¹⁸⁻²⁰⁾

同様に組織学的な観察と *GSI* の経月変化から、精巣も秋季から発達を開始し、冬季には精子形成は不活発になるものの精子の充満した状態を維持し、早春から再び精子を活発に形成するものと考えられる。邱ら¹⁾ は千葉県印旛沼の標本から本種の精子形成の二峰性について報告しており、本研究の結果とよく一致する。多くの春期産卵魚では精子の形成は産卵期の直前に起こるが¹⁸⁻²¹⁾、カワカマス科 *Esox lucius* やトゲウオ科 *Eucaliina inconstans* ではオオクチバスと同様に秋季に精子が形成され翌年の産卵期まで精子が充満した状態が維持されることが知られており、これら 2 種については寒冷的な時期が到来する前に精子形成を進行させるための温度条件に関する適応現象であるとされている。²²⁾

多様な環境への適応 本研究の結果より本種の生殖腺は晩秋には雌雄ともにかなり成熟した個体が存在することが明らかである。また産卵の有無は未確認ではあるが、三重県と和歌山県の県境に位置する七色貯水池では数年間にわたり 10 月下旬に産卵床とその付近に定位するオオクチバスが遊漁者によって目視されている（大平、私信）。本邦で本種が秋季産卵を行っている可能性は低いと思われるが、特に精巣は秋季には質、量ともに春季と同程度にまで成熟するため、そのような成熟状態で秋季に産卵期と同程度の水温を迎えた場合、産卵床を作るなどの繁殖行動を起こすことは考えられる。

青蓮寺湖と西の湖のオオクチバスの生殖腺発達周期や生物学的最小形にはほとんど差異は認められなかった

が、産卵期は青蓮寺湖の方が長い傾向がみられる。これは、水深が 1.5 m 前後と非常に浅い西の湖と比較して、最大水深 60 m の青蓮寺湖では春~初夏における水温上昇が緩やかで、産卵適水温期間が長いことが大きな原因と考えられる。

また、本種は仔稚魚期の餌料の面から早期に産卵を行うほうが有利なことが知られている。²³⁾ 雌雄ともに秋季から成熟を開始する本種は産卵を早期から開始しやすく、産卵適水温期間を最大限に利用できる。このような本種の成熟様式は、非常に柔軟な食性を持つ³⁾ ことに加えて本種が本邦の様々な環境に容易に定着した一つの要因となっていると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、終始有益なご助言を賜った三重大学生物資源学部教授柏木正章博士に衷心より御礼申し上げます。また、数々の貴重なご指摘とご助言を賜った三重大学生物資源学部教授日高磐夫博士および宗宮弘明博士に謹んで感謝の意を表する。

終始有益な御助言をいただき、貴重な文献の収集に御尽力いただいた香川県水産試験場主任研究員横川浩治氏、生殖腺組織に関して有益なご助言をいただいた北海道大学名誉教授高橋裕哉博士、材料の収集、標本の計測に協力いただき、貴重なご助言をいただいた当時の三重大学学生渋谷直隆氏に深甚の謝意を表する。また、三重大学生物資源学部附属水産実験所の学生諸氏、三重県名張市プロショップかつきの大平宗一氏をはじめとする皆様方、チームバックラッシュ、三重大学バスフィッシングサークル“Line Break”の各位には貴重な標本の採集に協力いただいた。ここに深く感謝の意を申し上げます。また、匿名の校閲者の方々には有益なご指摘とご助言をいただいた。記して謝意を表する。

文 献

- 1) 邱 嘉仁, 酒井 清, 隆島史夫. オオクチバスの成熟と催熟. 水産増殖 1991; **39**: 343-351.
- 2) Yodo T, Kimura S. Age and growth of the largemouth bass *Micropterus salmoides* in Lakes Shorenji and Nishinoko, central Japan. *Fish. Sci.* 1996; **62**: 524-528.
- 3) 淀 太我, 木村清志. 三重県青蓮寺湖と滋賀県西の湖におけるオオクチバスの食性. 日本誌 1998; **64**: 26-38.
- 4) 水江一弘. カサゴの研究-I 生殖巣塾度の変化について. 長大水研報, 1957; **5**: 27-29.
- 5) 林 泰行. 東シナ海産アカアマダイの成熟と産卵に関する研究-I 生殖巣塾度指数の経月変化からみた産卵期の推定. 日本誌 1977; **43**: 1273-1277.
- 6) 木村清志. イサキの資源生物学的研究. 三重大水産研報 1987; **14**: 113-235.
- 7) 安藤 隆, 佐藤 茂, 小林良雄, 作中 宏, 山本正一, 小山忠幸, 温水性魚食魚の資源生態学的研究 (芦ノ湖におけるブラックバス, マス類の資源生態学的研究-II). 神奈川淡水増殖試報 1982; **18**: 107-122.

- 8) 津村祐司. 産卵生態ならびに産卵場分布. 滋賀水試報 1989; **40**: 27-38.
- 9) Brauhn JL, Holtz D, Anderson RO. August spawning of largemouth bass. *Prog. Fish-Cult.* 1972; **34**: 207-209.
- 10) Kramer RH, Smith LL Jr. Formation of year classes in largemouth bass. *Trans. Am. Fish. Soc.* 1962; **91**: 29-41.
- 11) Robbins WH, MacCrimmon HR. *The Black Bass in America and Overseas*. Publ. Div. Biomanag. Res. Ent., Ontario, Canada, 1974; 11-56.
- 12) Lamkin JB. The spawning habits of the large-mouth black bass in the south. *Trans. Am. Fish. Soc.* 1900; **29**: 129-138.
- 13) James MF. Histology of gonadal changes in the bluegill, *Lepomis macrochirus* Rafinesque and the largemouth bass, *Huro salmoides* (Lacepede). *J. Morphol.* 1946; **79**: 63-91.
- 14) Kelley JW. Sexual Maturity and Fecundity of the Largemouth Bass, *Micropterus salmoides* (Lacepede), in Maine. *Trans. Am. Fish. Soc.* 1962; **91**: 23-28.
- 15) Heidinger RC. Life history and biology of the largemouth bass. In: Clepper H (eds) *Black bass biology and management*. Sport Fishing Institute, Washington D. C.. 1975; 11-20.
- 16) 田中秀具. 生殖腺指数の季節変化. 滋賀水試報 1989; **40**: 13-14.
- 17) 吉沢和俱, 高橋計介, 佐藤敦彦, 小西浩司. 大塩貯水池, 近藤沼におけるオオクチバスの生態と県内生息湖沼の経時変化. 群馬農業研究 (E 水産) 1992; **8**: 31-45.
- 18) 朝比奈潔, 岩下いくお, 羽生 功, 日比谷京. タイリクバラタナゴ *Rodeus ocellatus ocellatus* の生殖年周期. 日本誌, 1980; **46**: 299-305.
- 19) 清水昭男, 羽生 功. 春産卵魚アカヒレタビラの生殖年周期. 日本誌 1981; **47**: 333-339.
- 20) Asahina K, Hirose H, Hibiya T. Annual reproductive cycle of the topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* in the Tama River. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1990; **56**: 243-247.
- 21) 奥沢公一, 古川 清, 会田勝美, 羽生 功. ホンモロコ *Gnathopogon elongatus caeruleus* の生殖年周期. 日本誌 1986; **52**: 1957-1960.
- 22) 高橋裕哉. 魚類の成熟, 発生, 成長とその制御. 「水族繁殖学」(隆島史夫, 羽生 功編) 緑書房, 東京. 1989; 35-64.
- 23) Miranda LE and Muncy RJ. Recruitment of young-of-year largemouth bass in relation to size structure of parental stock. *N. Am. J. Fish. Manag.* 1987; **7**: 131-137.