

## 沖縄島比謝川に侵入したオオクチバスの生態学的研究

嶋津信彦<sup>1)</sup>

### Ecological studies on the largemouth bass invading the Hija River of Okinawa Island

Nobuhiko SHIMADZU<sup>1)</sup>

#### Abstract

Age, growth, reproductive season, feeding habit, and dispersion of largemouth bass *Micropterus salmoides* were studied using 202 specimens collected in the Hija River of Okinawa Island from 2005 to 2007. The ages determined by otolith analysis ranged from 0.42 to 3.67 year-old and the mean standard length of 1 year-old individuals was 134 mm and that of 2 year-old ones was 183 mm. They were estimated to breed mostly from January to April by monthly changes in gonadosomatic index and of water temperature. The examination of their stomach contents showed that most of their foods were alien species, such as *Oreochromis* spp. and *Palaemon paucidens*, but *Monopterus albus*, an endangered species in Ryukyu Islands was also found. It was supposed that the largemouth bass reproduced in the Kurashiki Dam Reservoir and a part of them flowed out with occasional overflows from there and dispersed over the whole Hija River system.

**Key words:** largemouth bass, Hija River, growth, reproductive season, feeding habit, dispersion

#### はじめに

オオクチバス *Micropterus salmoides* は、北アメリカ原産のスズキ目サンフィッシュ科に属する魚類であり(瀬能, 2002), 日本では、淡水域の生態系や内水面漁業に深刻な被害を及ぼしている(東, 2002; 中井・浜端, 2002; 竹門ほか, 2002; Maezono and Miyashita, 2003; 中井, 2004) として, 2005年4月22日に特定外来生物に指定された(環境省・水産庁, 2005). 日本へは, 1925年にアメリカ合衆国カリフォルニア州サンタローザ産の種苗が, 神奈川県芦ノ湖に放流されたものが最初とされている(赤星, 1996; 金子, 1998). 本種は, 1970年代以降急速に国内での分布域を拡大し, 現在では北海道から沖縄までの全国各地で記録されている(桐生, 1992; 秋月, 2001).

沖縄島では, 1963年頃に中部の米軍基地内にある恩納ダムで遊漁を目的として放流されたものが最初とされている(諸喜田, 1984). 以来, 南部の大城ダムや龍潭池, 南風原ダムなどで生息が確認されている(幸地, 1997). 最近では2004年以降に, 大城ダムで1個体, 千原池で4個体, 比謝川で200個体以上, 億首川で斃死した1個体が採集され, 山城ダムでは複数の幼魚が目視確認されている(嶋津, 未発表). これらすべてで本種が定着しているとは限らないが, 沖縄島の様々な水域で放流が行われてきたことは確かである.

本種における生態学的研究は, これまで盛んに行われてきており(Kramer and Smith, 1962; Brauhn et al., 1972; Robbins and MacCrimmon, 1974; 津村, 1989; Yodo and Kimura, 1996; 淀・木村, 1998, 2002), 沖縄島でも大城ダムにおける産卵習性および食

<sup>1)</sup> 株式会社環境調査技術研究所沖縄技術事務所 〒901-2223 沖縄県宜野湾市大山6-25-12 明孝ビル2階. Okinawa Technology Office, Environmental Investigation and Technology Institute Co. Ltd., Meikou Building 2F, Ohyama 6-25-12, Ginowan-shi, Okinawa-ken, 901-2223, Japan.

性が報告されている (幸地, 1988). しかし, 沖縄島の河川に侵入した集団については, 情報が極めて不足している. 本研究では比謝川におけるオオクチバスの年齢, 成長, 産卵期, 食性および分散過程を明らかにすることを目的とした.

## 材料と方法

### 調査場所

調査を行った比謝川は, 沖縄島中部に位置する沖縄市の丘陵地帯を流れ, 支流与那原川, 長田川と合流して東シナ海へと注ぐ, 幹線流路延長 16.6 km, 流域 53.4 km<sup>2</sup> の沖縄島最大の流域面積を持つ河川である (付記 1). 河口から約 2 km 上流に取水堰があり, それより上流は潮汐の影響を受けない. 比謝川に調査定点を 6 カ所 (Sts. 1 ~ 6) 設けた. St. 1 は長田川との合流点 (26° 21'N, 127° 45'E, 取水堰上流約 0.1 km, 川幅 37.1 m), St. 2 は沖縄県立嘉手納高等学校の北側 (26° 21'N, 127° 26'E, 約 2.1 km, 12.2 m), St. 3 は嘉手納町指定文化財のマルチグムイ (26° 21'N, 127° 46'E, 約 3.5 km, 6.0 m), St. 4 は与那原川との合流点 (26° 21'N, 127° 47'E, 約 5.1 km, 10.1 m), St. 5 は沖縄市消防本部北側から約 300 m 下流 (26° 21'N, 127° 48'E, 約 8.3 km, 3.7 m), St. 6 は支流与那原川上流の倉敷ダム直下 (26° 22'N, 127° 48'E, 約 8.7 km, 6.8 m) とした (Fig. 1).

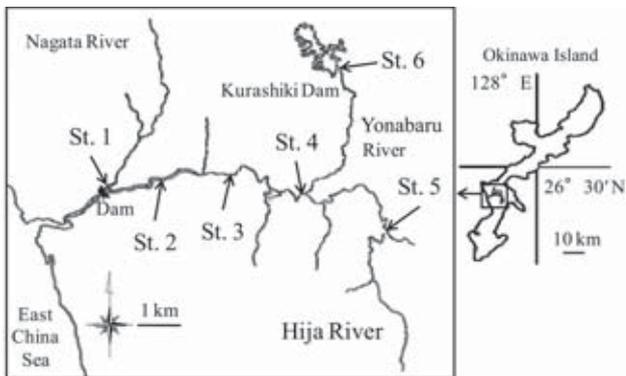


Fig. 1. Sampling stations 1-6 in the Hija River of Okinawa Island.

### 採集方法と標本処理

2005 年 7 月 ~ 2006 年 9 月に比謝川の各定点でオオクチバスの採集を行い, 努力量を毎月 1 回, 投網 (長さ 3 m, 目合 36 mm) で 1 時間 × 1 人, 三角タモ網 (口径 30 × 36 cm, 目合 1 mm) で 30 分 × 1 人とした. 比較的透明度のある St. 6 では, 潜水して目視観察も行った. St. 6 では 2007 年 6 ~ 10 月に毎月 1 回, 駆除

のために投網およびタモ網を用いて可能な限り本種を採集した. いずれの採集時にもアルコール式温度計で水温を 10 ~ 16 時の間に測定した.

採集した個体について, 定規を用いて標準体長を 1 mm 単位で, 電子天秤 (YAMATO 社製, KD-174) を用いて湿重量を 1 g 単位でそれぞれ計測・計量し, 耳石 (扁平石) と生殖腺および胃内容物を摘出した. 摘出した耳石は, 輪紋数を計数した. 生殖腺は, 電子天秤 (研精工業社製, HR-120) を用いて湿重量を 0.001 g 単位で計量し, 外観から性を判別した. 胃内容物は, 10% 中性ホルマリンで固定した後, 可能な限り種まで同定し, 電子天秤を用いて湿重量を 0.001 g 単位で計量した.

### 分析

Yodo and Kimura (1996) に従い, 耳石輪紋数から年齢を査定するとともに, 本研究では, 推定された産卵期の初期を全標本の仮の誕生月とし, その誕生月と採集月との関係から年齢に月齢を加えた.

Microsoft Office Excel 2007 のソルバーを用いて, 年齢と体長の関係から以下に示す von Bertalanffy の成長式の最大到達体長 ( $L_{\infty}$ ), 成長係数 (K), 始原成長指数 ( $t_0$ ) を推定し,  $t$  歳時の標準体長 ( $SL_t$ ) を求めた.

$$SL_t = L_{\infty} [1 - \exp\{-K(t - t_0)\}]$$

生殖腺指数 (gonadosomatic index : GSI) を以下の式に従って算出した. オオクチバスは, 日本国内の他の調査水域では水温が 16 ~ 20°C に達する春から初夏にかけて産卵するとされており (津村, 1989), また, 産卵しない秋からすでに高い GSI を示すことが報告されている (邱ほか, 1991; 淀・木村, 2002). 本研究では, 雌雄の GSI および水温の経月変化から産卵期を推定した.

$$GSI = \frac{\text{生殖腺重量 (g)}}{\text{体重 (g)}} \times 100$$

開腹個体数分の空胃個体数から空胃率を算出した. 胃内容物について, Pinkas (1971) に従い, 分類群ごとに以下の式で示される餌料個体数比 (%N), 餌料重量比 (%W), 餌料出現率 (%F) を算出し, 餌料重要度指数 (relative importance index : IRI) および %IRI を求めた.

$$\%N = \frac{\text{ある分類群の個体数}}{\text{胃内容物の総個体数}} \times 100$$

$$\%W = \frac{\text{ある分類群の重量}}{\text{胃内容物の総重量}} \times 100$$

$$\%F = \frac{\text{ある分類群が出現した個体数}}{\text{開腹個体数} - \text{空胃個体数}} \times 100$$

$$\text{IRI} = (\%N + \%W) \times \%F$$

$$\% \text{IRI} = \frac{\text{ある分類群の IRI}}{\text{IRI の合計}} \times 100$$

なお、2005年7、8月の標本については採集場所、個体数、標準体長の情報のみ収集した。

## 結 果

### 採集個体数

2005年7月～2006年9月の採集個体数は、St. 1で2個体、St. 2で1個体、St. 3で1個体、St. 4で4個体、St. 5で4個体、St. 6で73個体、計85個体であり、85.9%がSt. 6で採集された。月別にみると、St. 6では2005年7月に20個体、8月に14個体、9月に14個体が採集され、2005年7～9月に採集された個体が全体の56.5%を占めた (Fig. 2)。

駆除を目的とした採集では、2007年6月に71個体、

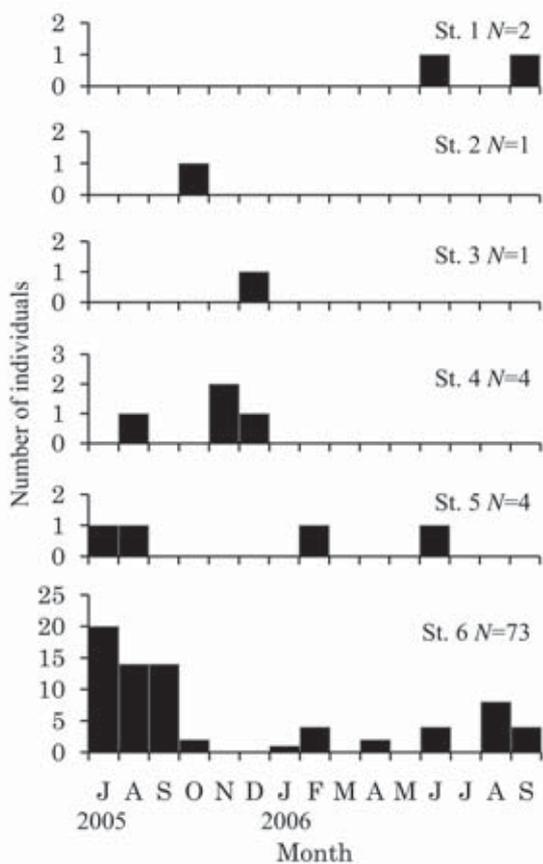


Fig. 2. Monthly changes in the number of largemouth bass collected at St. 6 in the Hija River of Okinawa Island from July 2005 to September 2006.

7月に30個体、8月に13個体、9月に0個体、10月に3個体、計117個体が採集され、採集個体数が経月的に減少し、2007年9月の調査以後は容易には採集できなくなった。

### 体長

採集個体の標準体長は、 $175.4 \pm 29.0$  (91～312) mm (平均±標準偏差 (最小～最大)) であった。雌 ( $N = 93$ ) では  $172.0 \pm 28.2$  mm、雄 ( $N = 72$ ) では  $169.7 \pm 22.1$  mm であり、雌雄の標準体長には有意差がなかった (Mann-Whitney's U test,  $p > 0.05$ )。採集地点および採集期間別にみると、2005年7月～2006年9月の Sts. 1～5 ( $N = 12$ ) では  $219.8 \pm 47.0$  mm、St. 6 ( $N = 73$ ) では  $183.2 \pm 28.6$  mm、2007年6～10月の St. 6 ( $N = 117$ ) では  $166.1 \pm 20.3$  mm であり、2005年7月～2006年9月の Sts. 1～5 と St. 6、St. 6の2005年7月～2006年9月と2007年6～10月ではそれぞれ前者の方が有意に大きかった (Fig. 3;  $p < 0.01$ )。90 mm 以下の個体は、全定点で採集されておらず、潜水目視観察でも確認されなかった。

### 年齢組成

採集個体の年齢は、0.42～3.67歳で構成され、0～1歳未満 (以下、0歳) が最も少ない2個体、1～2歳未満 (以下、1歳) が最も多い110個体、2～3歳未

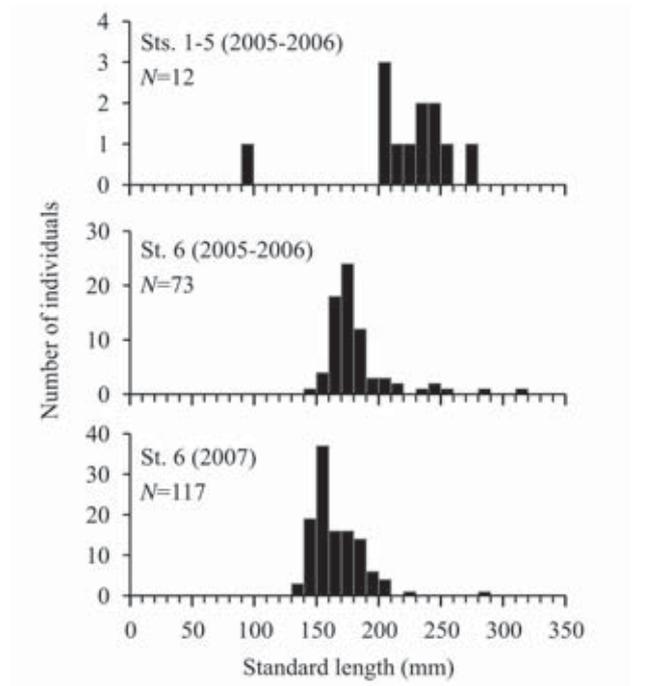


Fig. 3. Standard length distribution of largemouth bass collected at Sts.1-5 (upper), St. 6 in 2005-2006 (middle) and St. 6 in 2007 (bottom) in the Hija River of Okinawa Island.

満 (以下, 2 歳) が 49 個体, 3 ~ 4 歳未満 (以下, 3 歳) が 5 個体であった. 採集地点および採集期間別にみると, 2005 年 9 月 ~ 2006 年 9 月の Sts. 1 ~ 5 では, 0 歳が 1 個体 (St. 1), 1 歳が 2 個体, 2 歳が 6 個体, 3 歳が 1 個体, St. 6 では, 0 歳が 1 個体, 1 歳が 26 個体, 2 歳が 9 個体, 3 歳が 3 個体, 2007 年 6 ~ 10 月の St. 6 では, 1 歳が 82 個体, 2 歳が 34 個体, 3 歳が 1 個体であり, Sts. 1 ~ 5 と St. 6 では前者の方が有意に高齢であった (Fig. 4;  $p < 0.01$ ).

**成長**

採集個体は, 年齢とともに標準体長が増加する傾向が見られた (Fig. 5). 採集個体の von Bertalanffy の成長曲線を Fig. 5 に, 成長式を以下に示した.

$$SL_t = 681 [1 - \exp\{-0.09(t + 1.38)\}]$$

比謝川における本種の成長は, 上記の式より満 1 歳で標準体長 134 mm, 2 歳で 183 mm, 3 歳で 226 mm に達すると推定された.

**産卵期**

採集個体の GSI は, 雌 ( $N = 93$ ) では 9, 10 月に平均 0.59 以下, 11 ~ 4 月に 1.31 を超える高い値を示し, 6 月以降再び平均 0.60 以下に低下した. 雄 ( $N = 72$ ) では 9 月に平均 0.04, 11 月 ( $N = 1$ ) に 0.25, 2 月に平均 0.20 の高い値を示し, 6 月以降再び平均 0.05 以下に低下した (Fig. 6). 採集時の平均水温は, 9 月の 27.9°C から経月的に低下し, 11 月に 21.5°C, 12 月に最低値 16.3°C を記録した後, 上昇して 1 月に 18.6°C, 4 月に 23.1°C に達し, 7 月に最高値 28.2°C を記録した (Fig. 6). 水温が降下傾向にある 11, 12 月には産卵していないと考え, 水温が上昇傾向にあり雌雄の GSI が高い 1 ~ 4 月に産卵すると推察される. オオクチバスは, 三重県青蓮寺湖と滋賀県西の湖では, 水温が 20°C 以下に低下する 10 月から GSI が高い値を示すが, 排卵痕を持つ個体はそれぞれ 4 ~ 6 月, 水温 12.7 ~ 22.0°C と 4, 5 月, 18.0 ~ 20.8°C で採集されており, また, 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目視されているが, 産卵の有無は未確認であり, 特に雄は生殖腺が秋には春と同程度にまで成熟するため, 秋に産卵適水温を迎えた場合, そのような繁殖行動を起こすと考えられており, 日本国内において秋に産卵している可能性は低いとされている (淀・木村, 2002). これらの水域における秋 (10 月) が比謝川では 11, 12 月にあたると考えられる.

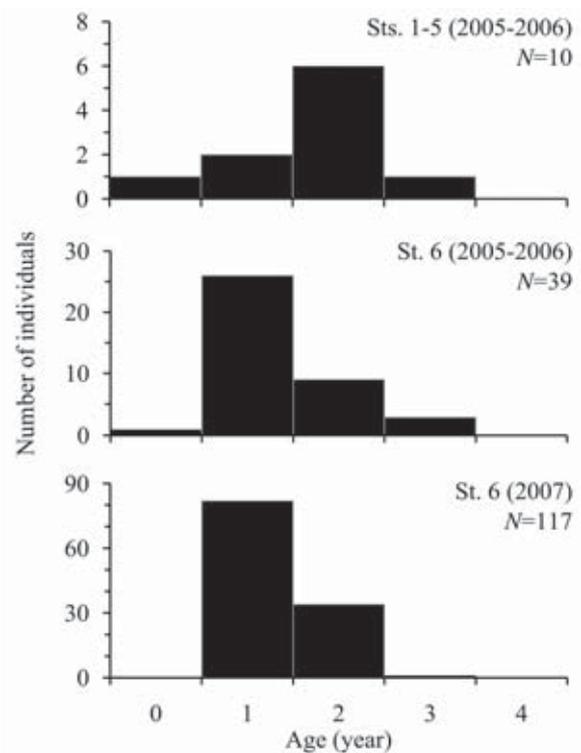


Fig. 4. Age distribution of largemouth bass collected at Sts.1-5 (upper), St. 6 in 2005-2006 (middle) and St. 6 in 2007 (bottom) in the Hija River of Okinawa Island.

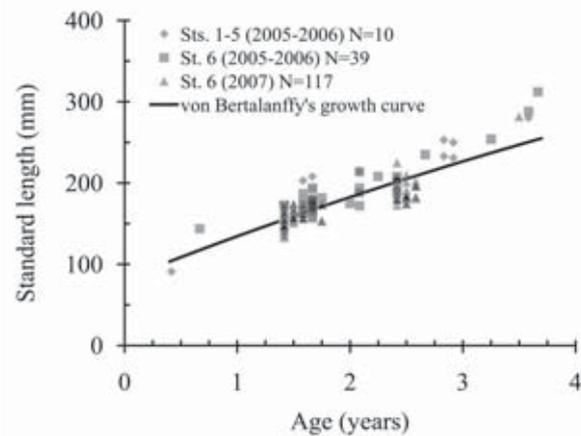


Fig. 5. Standard length and age of largemouth bass collected from the Hija River of Okinawa Island with von Bertalanffy's growth curve.

**食性**

空胃率は, 2005 年 9 月 ~ 2006 年 9 月の Sts. 1 ~ 5 では 11.1%, St. 6 では 17.9%, 2007 年 6 ~ 10 月の St. 6 では 21.4% であった. 胃から釣り針や疑似餌が出現することもあった.

%IRI は, カワスズメ類 *Oreochromis* spp. では 25.0, スジエビ *Palaemon paucidens* を主とし, ヌマエビ科を少数含む小型のエビ目では 12.7, トンボ目の成虫で

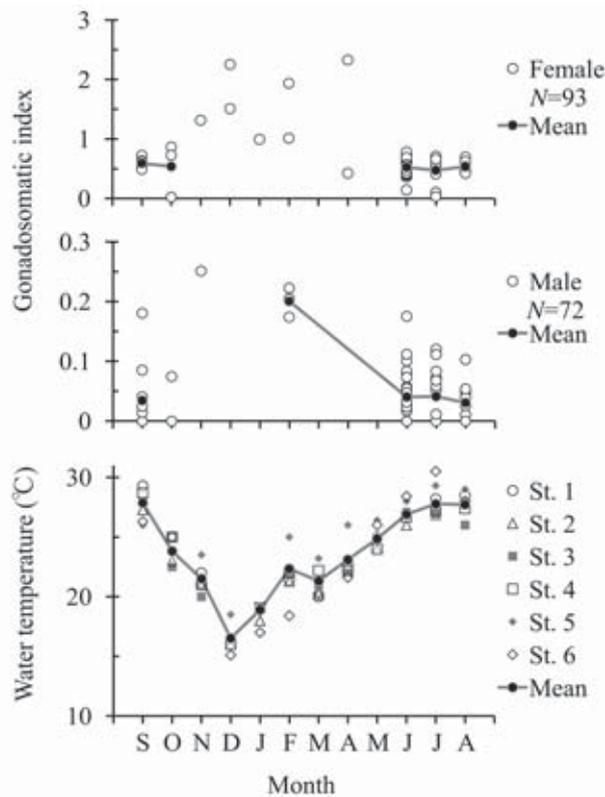


Fig. 6. Monthly changes in gonadosomatic index of female (upper) and male (middle) of largemouth bass, and of water temperature (bottom) of sampling stations 1-6 in the Hija River of Okinawa Island.

Table 1. Diet composition of largemouth bass collected from sampling stations 1-6 in the Hija River of Okinawa Island, expressed as %IRI (relative importance index).

| Prey animals                    | %IRI |                       |               |               |
|---------------------------------|------|-----------------------|---------------|---------------|
|                                 | all  | 2005-2006<br>Sts. 1-5 | 2007<br>St. 6 | 2007<br>St. 6 |
| <b>Fish</b>                     |      |                       |               |               |
| <i>Poecilia reticulata</i>      | 0.5  | 25.2                  | 0.0           | 0.0           |
| <i>Oreochromis</i> spp.         | 25.0 | 52.9                  | 10.4          | 7.5           |
| Gobiidae                        | 2.5  | 0.0                   | 1.9           | 1.6           |
| Others                          | 6.4  | 0.0                   | 42.5          | 1.1           |
| <b>Crustacea</b>                |      |                       |               |               |
| <i>Macrobrachium formosense</i> | 0.4  | 15.0                  | 0.0           | 0.0           |
| Decapoda ( small size )         | 12.7 | 4.4                   | 5.4           | 12.3          |
| Others                          | 0.4  | 2.4                   | 1.5           | 0.1           |
| <b>Insect</b>                   |      |                       |               |               |
| Odonata ( imagoes )             | 9.5  | 0.0                   | 9.3           | 7.2           |
| Orthoptera                      | 1.7  | 0.0                   | 5.1           | 0.6           |
| Gerridae                        | 8.5  | 0.0                   | 0.4           | 17.6          |
| Formicidae                      | 15.7 | 0.0                   | 0.4           | 36.3          |
| Aquatic Insect                  | 8.9  | 0.0                   | 12.3          | 8.8           |
| Others                          | 7.5  | 0.0                   | 10.8          | 7.1           |

は 9.5, アリ科では 15.7, アメンボ科では 8.5 であった (Table 1). 2005 年 9 月～2006 年 9 月の Sts. 1～5 のカワズメ類では 52.9, グッピー *Poecilia reticulata* では 25.2, ミナミテナガエビ *Macrobrachium formosense* では 15.0, St. 6 のカワズメ類では 10.4, 魚類不明 (cf. カワズメ類) では 42.5, 小型エビ目では 5.4, トンボ目成虫では 9.3, バッタ目では 5.1, カ科の幼虫などの水生昆虫類では 12.3, 2007 年 6～10 月における St. 6 のアリ科では 36.3, アメンボ科では 17.6, 小型エビ目では 12.3 であった.

%IRI は低い St. 6 ではタウナギ *Monopterus albus*, ヨシノボリ類 *Rhinogobius* spp., ゴクラクハゼ *R. giurinus*, ナガノゴリ *Tridentiger kuroiwae*, ハチ目, ハエ目, コウチュウ目の成虫なども出現した.

### 考 察

オオクチバスの最高齢は, 日本国内の他の調査水域では 4～7 歳であり, 原産国では 10 歳を超えることもあるが 6, 7 歳の例が多いとされている (淀, 2002). また, 本種の生物学的最小形は環境によって大きな差はなく, 雌雄ともに標準体長 230 mm 前後とされている (淀・木村, 2002). 本研究では, 最高齢が 3.67 歳と短命であり, 満 2 歳で標準体長 183 mm, 3 歳で 226 mm に達すると推定されたことから, 比謝川のオオクチバスは, 成熟した個体が少なく再生産の能力が極めて低い集団であったと考えられた.

オオクチバスは, 日本国内の他の調査水域では春から初夏にあたる 4～6 月に産卵するとされており, 沖縄島の大城ダムでも同様の結果が得られている (幸地, 1988). しかし, 比謝川では, 雌雄の GSI および水温の経月変化から 1～4 月に産卵すると推定された. 原産国では本種の産卵期は緯度によって異なり, 高緯度の五大湖周辺では 5 月下旬～6 月 (Kramer and Smith, 1962; Brauhn et al., 1972), 低緯度のフロリダ州では早いもので 11 月から産卵を開始し, 通常盛期は 2 月とされている (Robbins and MacCrimmon, 1974). 沖縄島とフロリダ州は, 緯度が 26° と 24～31° で北半球の同緯度付近に位置しており, 気温, 水温の季節変化も類似していると考えられ, その水温の変化に合わせるように両地域でのオオクチバスの産卵期が一致しているのではないかと推察される. 沖縄島やフロリダ州のように温暖な水域では, 仔稚魚の生残に有利とされる早期の産卵 (Miranda and Muncy, 1987) に備え, 水温が低下するとともに成熟を開始しなければならない. このような成熟様式が発現し, 春から初夏に産卵する水域においても秋から成熟が開始されるのかもしれない.

胃内容物のうち, 最も高い %IRI を示したカワズメ

類をはじめ、グッピーやスジエビなどは島の外から持ち込まれた外来種（幸地，1997）であった。一方で、タウナギのように、沖縄県のレッドデータで絶滅危惧ⅠB類に指定されている種（沖縄県，2005）もオオクチバスに捕食されていたことが明らかになった。大城ダムでは、オオクチバスは小型の魚類が減少したときにアメンボ科やユスリカ科の幼虫を捕食して飢えをしのいでいたとされている（幸地，1991）。本研究においても、2007年のSt. 6ではアリ科やアメンボ科の% IRIが高くなっていった。St. 6の2005～2006年と2007年では、後者の標準体長の方が有意に小さくなっていったことから、前者のほとんどの個体が死滅したか移動し、加入したとされる後者はアリ科やアメンボ科などを捕食しなければならぬ過酷な餌環境にあったと考えられた。

最下流に位置するSt. 1では取水堰による湛水で流れが緩やかになっており、当歳魚も採集されたことからオオクチバスが産卵している可能性があった。しかし、推定された産卵期およびその他の期間を通して標準体長90 mm以下の個体は、全定点で採集されておらず、潜水目視観察でも確認されなかったことから河川域では再生産していない可能性が高かった。倉敷ダムでは本種の定着が確認されており（倉敷ダム管理所，私信），倉敷ダム直下に位置するSt. 6で最も多くの個体が採集されたことから、ダム貯水池から河川域に本種が侵入している可能性が示唆された。最近の倉敷ダムでは、2005年6月と2006年5，6月に、各々貯水位が常時満水位を最大0.77，0.32 m上回り、放流量が最大で13.61，3.82（年平均0.69，0.62）m<sup>3</sup>/sに達した（倉敷ダム管理所資料）。特に2005年6月には、梅雨前線が沖縄島付近に停滞したため記録的な大雨となり、那覇では1892年の月降水量711.6mmを113年ぶりに更新する860.5 mmを観測している（沖縄気象台，2006）。直後の7～9月の採集個体数は、2005年7月～2006年9月に採集された個体数の56.5%を占めており、越水によって本種が流下した可能性が強く示唆された。本種はすべての定点で確認されており、比謝川の複数箇所でも放流された可能性もあるがSts. 1-5とSt. 6では前者の採集個体の方が有意に体長が大きく年齢も高齢であったことから、倉敷ダムからSt. 6に侵入した個体が比謝川水系全域に分散したと考えられた。

本研究における年齢、成長、産卵、食性および分散過程の結果より、比謝川のオオクチバスは再生産および生存が困難な環境下にあり、倉敷ダムからの侵入個体によって集団の大部分が維持され、河川域の生物に被害を及ぼしていると考えられた。現在、比較的多くの在来種および希少種が生息する沖縄島北部には、導水路によって互いに連結した大型のダムが複数ある。このうち福地ダムと普久川ダムでは、カワズズメ類やリュウキュウアユ

*Plecoglossus altivelis ryukyuensis*などの遊泳魚類が上流のダムから移動してきたと考えられている（沖縄総合事務局，2005，2006）。オオクチバスについても、これらのダム湖で定着した場合には、ダム湖間で移動する可能性があり、さらに今回の調査水域である比謝川と同様に、ダムからの流下によって河川域にも侵入する可能性がある。倉敷ダムや比謝川における本種の生息は、胃から釣り針や疑似餌が見つかったように一般の釣り人たちにも知られており、インターネットのウェブ上でも掲載されている（付記2）。比謝川の個体は、監視された倉敷ダムと違って物理的には自由に採集することができるため、他の水系への拡散源となる可能性が高い。駆除を目的とした投網、タモ網による採集では、採集される個体数が経月的に減少し、容易には採集できない程度にまで生息個体数を減らすことができた。比謝川における本種の駆除には、現在生息する個体を投網やタモ網で極力捕獲することと、越水後にダム直下で流下した個体を捕獲することが有効であると考えられる。

## 謝 辞

本研究を行なうにあたり、琉球大学理学部海洋自然科学科准教授の立原一憲氏には研究生として研究する機会を頂いた。論文執筆にあたり、環境調査技術研究所沖縄技術事務所主任の宮本真琴氏には貴重な御意見を頂いた。また、倉敷ダム管理所職員諸氏には越水に関する資料を提供して頂いた。本紀要編集委員諸氏，2名の査読者，他にも多くの方々には御助力頂いた。ここに記して御礼申し上げる。そして何より家族に感謝する。

## 要 旨

2005～2007年に沖縄島比謝川で採集されたオオクチバス202個体を用いて、その年齢、成長、産卵期、食性および分散の解析を試みた。耳石の分析により、年齢は0.42歳から3.67歳にわたり、満1歳で標準体長134 mm，2歳で183 mmに達するとされた。産卵期は生殖腺指数および水温の経月変化から、主に1～4月であると推定された。胃内容物調査では、餌の大部分はカワズズメ類やスジエビといった外来種であったが、タウナギのように琉球列島で絶滅が危惧されている種も見つかった。オオクチバスは倉敷ダム貯水池で定着しており、その一部が時折の越水とともにそこから流出し、比謝川水系全域に分散していったと推察された。

## 文 献

- 赤星鉄馬 (1996) ブラックバス. イーハトーヴ出版株式会社, 189p.
- 秋月岩魚 (2001) ブラックバスがメダカを食う. 宝島社, 東京, 38-41.
- 東 幹夫 (2002) ブルーギルとブラックバスと在来種の種間関係 - 川原大池を例に. 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. 恒星社恒星閣, 69-86.
- Brauhn JL, Holtz D, Anderson RO (1972) August spawning of largemouth basses. *The Progressive Fish Culturist*, 34 : 207-209.
- 金子陽春 (1998) ブラックバス移植のルーツと習性. 楠山正良 (編). ブラックバス移植史. 釣り人社, 東京, 5-142.
- 環境省・水産庁 (2005) オオクチバス等に係る防除の指針, 1p. [[http://www.env.go.jp/nature/intro/4document/law/shishin\\_bass.pdf](http://www.env.go.jp/nature/intro/4document/law/shishin_bass.pdf)]
- 桐生 透 (1992) 分布と生息水域. 全国内水面漁業協同組合連合会 (編). 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, 20-27.
- 幸地良仁 (1988) 大城ダムの魚類相とブラックバスの食害による影響. *沖縄生物教育研究会誌*, 20, 8-23.
- 幸地良仁 (1997) 淡水魚類. 沖縄の帰化動物. 沖縄出版, 沖縄, 68-121.
- Kramer RH, Smith LL Jr (1962) Formation of year classes in largemouth bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 91 : 29-41.
- Maezono Y and Miyashita T (2003) Community-level impacts induced by introduced largemouth bass and bluegill in farm ponds in Japan. *BIOLOGICAL CONSERVATION*, 109 : 111-121.
- Miranda LE and Muncy RJ (1987) Recruitment of young-of-year largemouth bass in relation to size structure of parental stock. *North American Journal of Fisheries Management*, 7 : 131-137.
- 中井克樹 (2004) ブラックバス等の外来魚による生態的影響. 用水と廃水 1 月号. 社農業用水調査会, 46 (1) : 48-84.
- 中井克樹・浜端悦治 (2002) 琵琶湖 - 外来魚に席卷される古代湖. 日本生態学会 (編). 地人書館, 265-268.
- 邱 嘉仁・酒井 清・隆島忠夫 (1991) オオクチバスの成熟と催熟. 水産増殖, 39 : 343-351.
- 沖縄県 (2005) 改訂・沖縄県の絶滅の恐れのある野生動物 (動物編)—レッドデータおきなわ—. 沖縄県文化環境部自然保護課, 沖縄, 164-165.
- 沖縄気象台 (2006) 2005 年沖縄地方の天候. 沖縄気象台業務課, 沖縄, 3p. [<http://www.okinawa-jma.go.jp/>]
- 沖縄総合事務局 (2005) 生物. 沖縄地方ダム管理フォローアップ定期報告書福地ダム. 内閣府沖縄総合事務局, 37-38.
- 沖縄総合事務局 (2006) 生物. 沖縄地方ダム管理フォローアップ定期報告書普久川ダム. 内閣府沖縄総合事務局, 38-39.
- Pinkas L (1971) Food habits study. In : Pinkas L, Oliphant MS, Iverson ILK (eds) *Food Habits of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito in California Waters* Fish Bulletin 152, State of California the Resources Agency Department of Fish and Game. Sacramento, 5-10.
- Robbins WH, MacCrimmon HR (1974) *The black-bass in America and Overseas*. Publications Division, Biomangement and Research Enterprises, Ontario, Canada, 11-56.
- 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). 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. 恒星社恒星閣, 11-30.
- 諸喜田茂充 (1984) 帰化動物. 沖縄の生物日本生物教育会沖縄大会記念誌, 377-383.
- 竹門康弘・細谷和海・村上興生 (2002) 深泥池 - 外来魚の捕獲調査と駆除事業. 日本生態学会 (編). 地人書館, 269-271.
- 津村裕司 (1989) 産卵生態および産卵場分布. オオクチバス対策総合調査報告書. 滋賀県水産試験場, 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. 恒星社恒星閣, 31-45
- Yodo T and Kimura S (1996) Age and Growth of the Largemouth Bass *Micropterus salmoides* in Lakes Shorenji and Nishinoko, Central Japan. *Fisheries Science*, 62 (4) : 524-528.
- 淀 太我・木村清志 (1998) 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. *日本水産学会誌*, 64 : 26-38.
- 淀 太我・木村清志 (2002) 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. *日本水産学会誌*, 68 : 151-156.

## 付 記

- 沖縄県ダム事務所・倉敷ダム管理所, 倉敷ダム概要 [<http://www8.ocn.ne.jp/~kurasiki/outline/index.html>]
- 沖縄総合情報サイト, ごーやーどっとネット掲示板, ブラックバス [[http://board.goyah.net/umi\\_reja/10530-board.html](http://board.goyah.net/umi_reja/10530-board.html)]

(2008 年 7 月 30 日 受付)

(2008 年 11 月 12 日 受理)