

## 愛媛県今治周辺における シマウシノシタ *Zebrias zebra* の生活サイクル

安部 洋介・白 根旭・坂井 陽一  
橋本 博明・具島 健二

広島大学大学院生物圏科学研究科, 東広島市 739-8528  
2002年8月30日 受付

**要 旨** 瀬戸内海における沿岸性底棲魚シマウシノシタの成熟と産卵を中心とした生活サイクルについて、愛媛県今治市沿岸周辺海域で1999年7月から2001年11月までの間に漁獲された296尾を用いて調べた。採集個体の体長 (BL) は、それぞれ雄が 101-236mm (128尾)、雌が 102-301mm (168尾) で、雌に大型個体が多く出現しており、雌が大型化する性的差異が示唆された。本種の生物学的最小形についても雄が 125mm、雌が 175mm と雌が大きかった。成魚の生殖腺重量指数 (GSI)・肝臓重量指数 (HSI)・肥満度 (CF) から、産卵期が6-8月、産卵期に伴う産卵準備期、回復期がそれぞれ5-6月、8-9月、越冬準備期は10-12月、越冬期が1-3月という生活サイクルを推定した。本種の産卵期における卵巣からは、単峰の卵径組成が確認された。本種の産卵は、その単峰の卵団が卵径 0.7mm 以上の大型卵団となり、卵巣における大型卵団の占有率が90%ほどに達した後、複数回に分けて放卵されるものと判断された。抱卵数は1個体あたり3-15万個であり、体長と抱卵数 (F) に正の相関関係が認められた:  $F = 3.23 \times 10^{-5} BL^{3.94}$ ,  $r = 0.884$ 。  
キーワード: 産卵期, シマウシノシタ, 生活サイクル, 瀬戸内海, 抱卵数

### 緒 言

シマウシノシタはササウシノシタ科に属する異体類であり、ウシノシタ魚類の中では中型で体長 30cm 位にまで達する。本種は北海道南部以南の日本海側・銚子以南の太平洋側の比較的沿岸域に分布しており、水深 100m 以浅の砂泥底に棲息している (山田, 1986)。

瀬戸内海において漁獲量は少ないものの、本種は食用魚として利用されている。しかし水産上有用魚種として研究が盛んに進められている、ヒラメ、カレイ類、クロウシノシタ、アカシタピラメなどの他の異体類に比べ、本種の生物学的知見は極めて乏しく、これまで落合 (1966) によって日本産シタピラメ魚類25種についての形態ならびに生態に関する研究の中の1種として報告されているのみである。そこで、筆者らは瀬戸内海燧灘西部の愛媛県今治市沿岸周辺におけるシマウシノシタについて、定期的なサンプリングに基づく資源生態学的解析調査を約2カ年半にわたり実施した。本種の成熟と産卵を中心とする生活サイクルについて明らかにしたので報告する。

### 材料および方法

解析に用いたシマウシノシタは1999年7月から2001年11月までの期間、およそ月1度の割合で愛媛県今治市の今治漁業協同組合魚市場にて入手した。採集個体数は雄128尾、雌168尾の計296尾であった (Table 1)。本種は同魚市場でもあまり多くは見られず、入手に向いた際に市場に出回ったものを全て入手しても1度で20尾に満たない時がほとんどであった。得られた標本は同組合所属の小型底曳網漁船により今治市沿岸周辺で夜間に漁獲・水揚げされたもので、入手後は冷凍保存した。

Table 1. Number of *Z. zebra* collected monthly in Imabari Fish Market from July 1999 to November 2001.

male													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	total
1999	-	-	-	-	-	-	11	3	-	4	7	10	35
2000	11	2	-	-	2	3	13	1	5	4	9	1	51
2001	2	2	3	0	0	5	9	8	4	2	7	-	40
subtotal	13	4	3	0	2	8	33	12	9	10	23	11	128
female													
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	total
1999	-	-	-	-	-	-	8	4	-	1	10	23	46
2000	10	2	-	-	5	11	24	3	6	5	11	6	83
2001	1	1	0	1	3	4	13	6	4	2	4	-	39
subtotal	11	3	0	1	8	15	45	13	10	8	25	29	168

-: no collection was conducted

標本は流水中で解凍し、体長 (BL, mm)、体重 (g) を測定した。なお、体長は頭部先端から尾鰭基底部までの距離とした。体長、体重を測定後、解剖により生殖腺・肝臓を摘出し、それらの重量も測定した。生殖腺は卵巣と精巣で大きさ、形状、色調が異なるので、その肉眼観察により標本個体の雌雄の判別を行った。これらの測定結果に基づき、雌雄それぞれの生殖腺重量指数 (GSI)・肝臓重量指数 (HSI)・肥満度 (CF) を以下の式より算出した。

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

$$HSI (\%) = (\text{肝臓重量 (g)} / \text{体重 (g)}) \times 100$$

$$CF = \{(\text{体重 (g)} - \text{生殖腺重量 (g)}) / (\text{体長 (mm)})\}^3 \times 10^5$$

なお、月毎の標本数が少ないので測定値は採集年を考慮せず、周年の状況を把握するため月別にとりまとめた。

卵巣卵の成熟パターンと抱卵数を解析するため、上記の計測後に10%ホルマリン水溶液中に保存した卵巣から、成熟状態の異なる卵巣を複数選び、その卵巣の特定の6箇所(結果を参照)から一部の卵塊を採取した。卵塊は重量を測定後、双眼実体顕微鏡下で卵数と卵(卵母細胞)径を0.05mm単位で測定し、卵径組成を求めた。また、抱卵数については以下の式より算出した。

$$\text{抱卵数} = (\text{卵巣重量 (g)} / \text{採取した卵塊の重量 (g)}) \times (\text{採取した卵塊の卵数})$$

## 結 果

### 生物学的最小形と産卵期

雌雄共に体長170-220mmの個体が多く採集された (Fig. 1)。また、雄 (BL=101-236mm) よりも雌 (BL=102-301mm) に体長が大きな個体が多く出現しており、体長236mm以上になると雌しか採集されなかった (Fig. 2)。

次に雌雄別に体長とGSIの関係を、1-5月、6-8月、9-12月の3期間に分けて示した (Fig. 3)。雄は体長が大きくなるに伴いGSIも高くなる傾向が見受けられたが、雌雄共に6-8月にGSIが大きい個体が多く出現していた。この時期が産卵期と考えられる。この6-8月の産卵期に高いGSIを示した個体の中で最小だった個体、雄125mm・雌175mmを生殖可能となる生物学的最小形と推定した。

雌雄の生物学的最小形以上の体長をもつ成魚を対象に、雌雄別にGSIの平均値の経月変化を見ると、Fig. 3と同様にGSIは雌雄共に6-8月に高い値を示しており、雌のGSIのピークは7月であった (Fig. 4)。この7月が産卵盛期、6-8月が産卵期と推察された。

同様に生物学的最小形以上の成魚を対象に、雌雄別のHSIと肥満度 (CF) の平均値について見てみると、HSIは雌雄とも産卵期始めの6月をピークとして増加していた (Fig. 5)。雌のHSIは産卵盛期の7月、産卵期終わりの8月と減少し、雄は7月には減少していた。その減少後、雌雄ともに9月にHSI値の回復が見

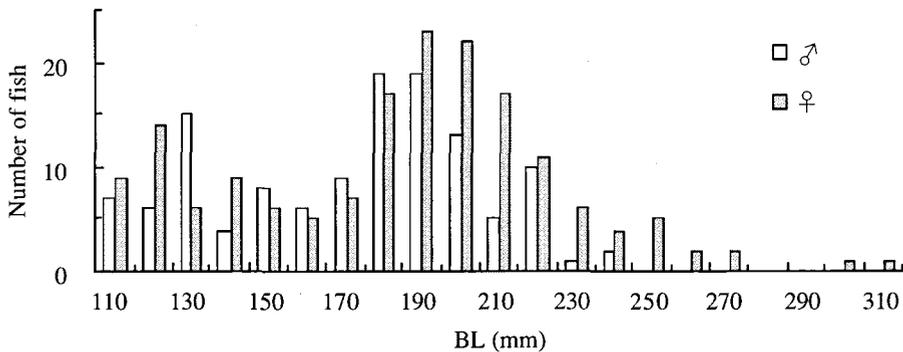


Fig. 1. Body length (BL) composition of *Z. zebra* caught in the nearshore waters around Imabari from July 1999 to November 2001.

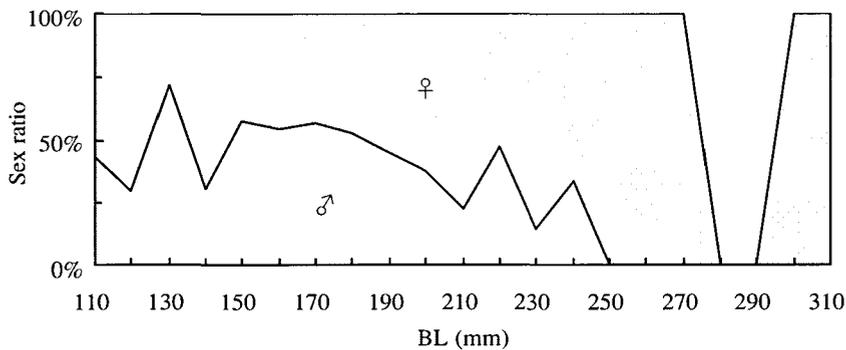


Fig. 2. Relationship between body length (BL) and sex ratio of *Z. zebra* caught in the nearshore waters around Imabari from July 1999 to November 2001.

られ、10-12月はあまり変化がなく一定だが、1月に入ると再び減少していた。肥満度 (CF) も変化の幅は小さいが、雌雄とも HSI 同様に6月にピークがあった (Fig. 5)。その後、産卵盛期の7月には減少するが、9月から12月にかけては漸増が見られた。そして、1、2月に入ると12月と比べて減少が見られた。

#### 卵巣内の卵径組成と抱卵数

本種の卵巣は有眼側の右葉が無眼側の左葉よりも大きく長い構造をしていた (Fig. 6-a)。まず、成熟段階の途中と思われる卵巣を用いて、右葉・左葉の各部位において卵径組成が異なるかどうかを確認した。その結果、目立った差は認められず、卵巣内の卵径組成はほぼ同様であった (Fig. 6-b)。

次に5-9月の個体の卵巣を用いて、GSI の変化に伴う卵径組成を Fig. 7 に示した。5月から7月においては、GSI が高い個体になる程、卵径の範囲もより大きいほうへ拡大しており、GSI が2.8以上の個体では0.50-0.75mm にモードをもつ単峰の卵径組成が確認できた (Fig. 7-a,b)。特に GSI 値が13を超える個体になると、モードもより大きな0.75-0.90mm に移動し、卵径0.7mm 以上の大型卵団の占有率が測定した卵の90%を超えていた (Fig. 7-c)。この大型卵団より放卵が行われると思われた。少なくとも1回は放卵を経験したと推察される8月から9月の個体では GSI が低くなっていたが、おそらくまだ大型卵団が多く残っている卵径組成と考えられた (Fig. 7-d)。このような卵巣状態にある個体は産卵期終盤の8月に入ると数多く見られた。卵巣全体にたるみが生じ、卵巣膜にしわができていたが、それでも吸水卵を多く含んでいた。まだ放卵を経験してないと考えられる6月から8月に採集された個体の抱卵数は3-15万個ほどの範囲であった (Fig. 8)。これらの雌の体長 (BL) と抱卵数 (F) には正の相関関係が認められた (Fig. 8)。特に体長

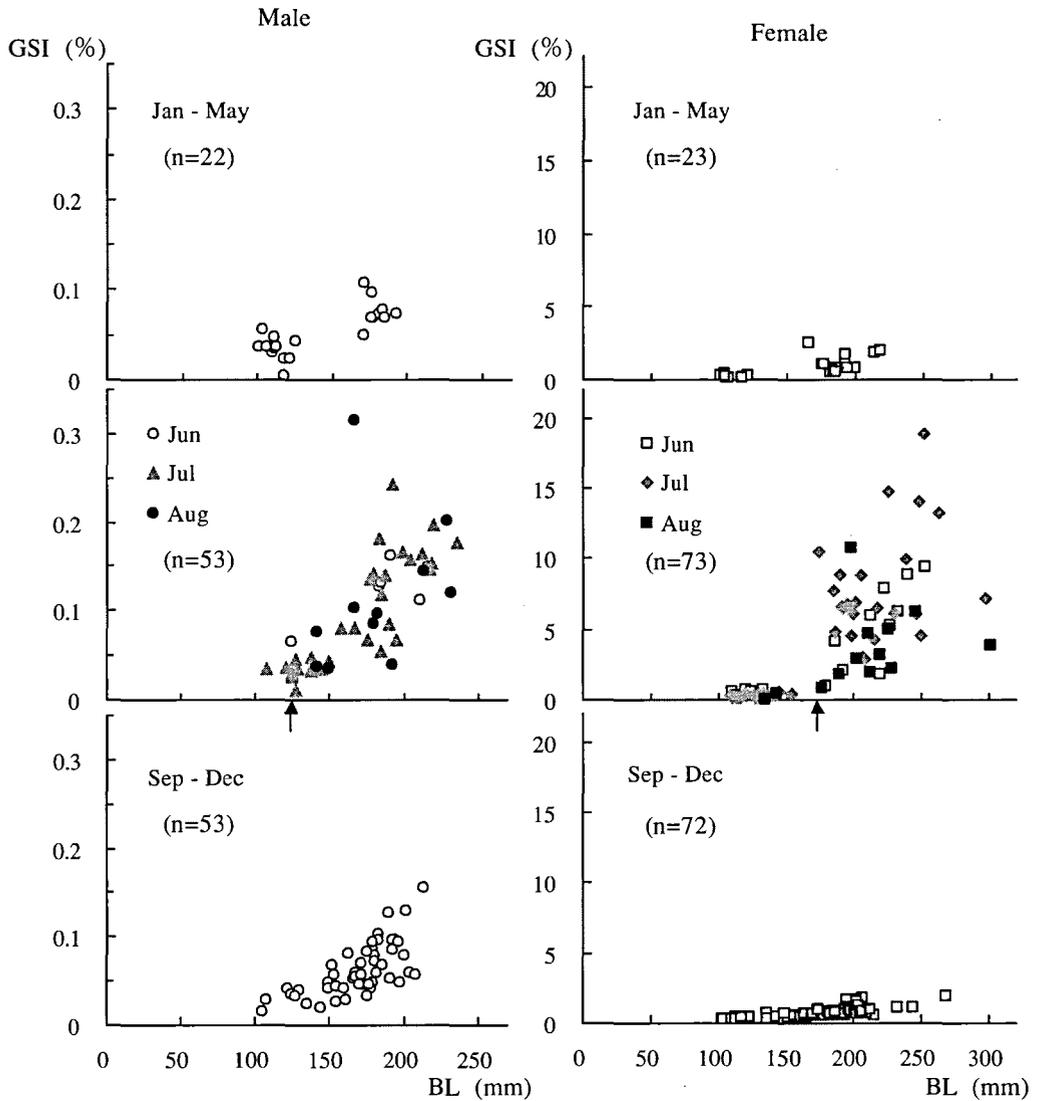


Fig. 3. Relationship between body length and gonadosomatic index (GSI) for male and female of *Z. zebra* caught in the nearshore waters around Imabari from July 1999 to November 2001. Arrows indicate biological minimum size (male: 125mm, female: 175mm).

225–275mm の個体における抱卵数の増加傾向が著しかった。また、少なくとも 1 回以上は放卵が行われたと判断した 8 月から 9 月に採集された個体の抱卵数は、未放卵と予想される卵巣における抱卵数の 2/3–1/10 ほどであった (Fig. 8)。

## 考 察

### 生物学的最小形および体サイズ

本種は体長が大きくなるにつれて雌の占める割合が高くなる傾向があり (Fig. 1,2), 最大体長も雄が 236mm であるのに対し雌は 301mm にまで達していた (Fig. 1)。また、生物学的最小形においても雄が 125mm であるのに対し、雌は雄の 1.4 倍の大きさとなる 175mm であった (Fig. 3)。今回の研究では本種の成長と年齢の調査は行っていないため確定的ではないが、以上のことより本種は雌の方が大型になると考え

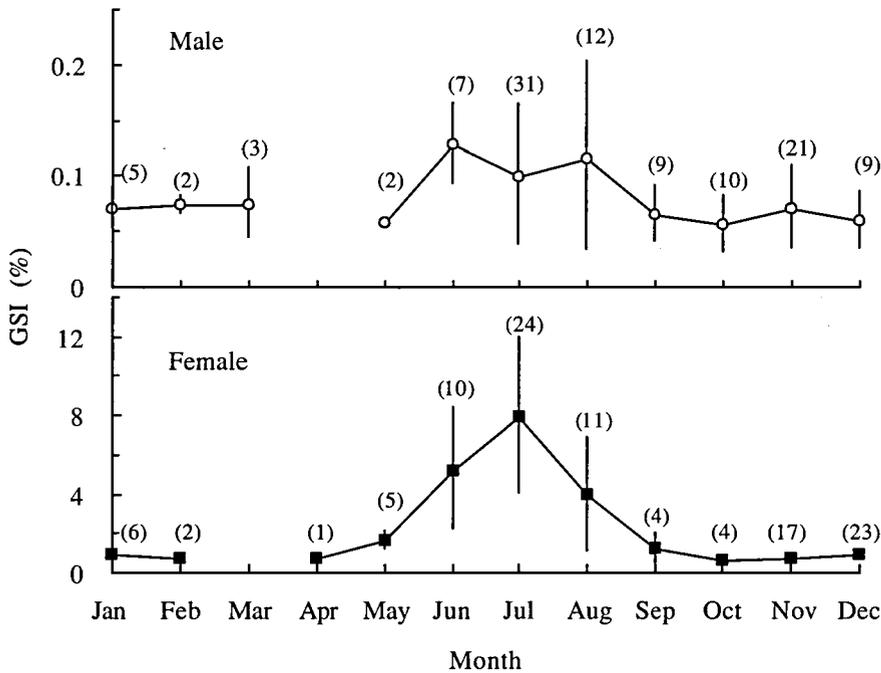


Fig. 4. Monthly changes in mean values of gonadosomatic index (GSI) for male and female of *Z. zebra* caught in the nearshore waters around Imabari from July 1999 to November 2001. Vertical lines above and below means represent SD. Sample sizes are show in parentheses. Data of individual below biological minimum size (see Fig. 3) are excluded in the present analysis.

られた。一般にカレイ類などの異体類では若齢魚では雌雄ともに同程度の成長を示し、高齢魚になると雌のほうが雄の成長よりも上回ることが知られている(畑中, 1968; 庄司, 1982; BAECK and HASHIMOTO, 投稿中\*)。高齢魚では同年齢群での雌雄間の体長に差が生じ、大型個体が雌に集中するものと考えられ、本種においてもこの傾向が現れているのであろう。この本種を含めた異体類における雄が大型とならない傾向は、異体類が極端に性比の偏った一夫多妻社会をもたないことと関係しているだろう。これまでに報告されているものでは、ランダムにペア産卵が行われる社会(MANABE and SHINMIYA, 2001)、雄が1-2雌を縄張り防衛しペア産卵する社会が知られている(MOYER *et al.*, 1985; MANABE *et al.*, 2000)。いずれも、極端に大きな体が必要になるほど雄間競争が激しい社会ではない。逆に雌はより多くの卵を保持するために体も大きく発達させてきたと考えられる。

今回の瀬戸内海今治周辺における雌のシマウシノシタの生物学的最小形は175mmと推定したが(Fig. 3)、これは落合(1966)による本邦南部太平洋沿岸におけるシマウシノシタの雌の153mmより若干大きなものであった。調査年に大きな開きがあり時間的な影響も考慮する必要があるが、瀬戸内海今治周辺におけるシマウシノシタの個体群の成長が早いのか、あるいは成熟年齢が高い可能性も十分に考えられる。相互の年齢と成長についての比較検討が今後求められる。

#### 生活サイクル

本種の成魚におけるGSI・HSI・肥満度(CF)の経月変化の結果ををふまえ(Fig. 4, 5)、生活サイクルをFig. 9のように推定した。雌雄ともGSIの高い6-8月が産卵期、その直前のHSI・肥満度が共に高くなる

\* BAECK and HASHIMOTO, A comparative study on age and growth of the robust tonguefish *Cymoglossus robustus* off Yosue, the Southern Korea and the Seto Inland Sea, Japan (投稿中).

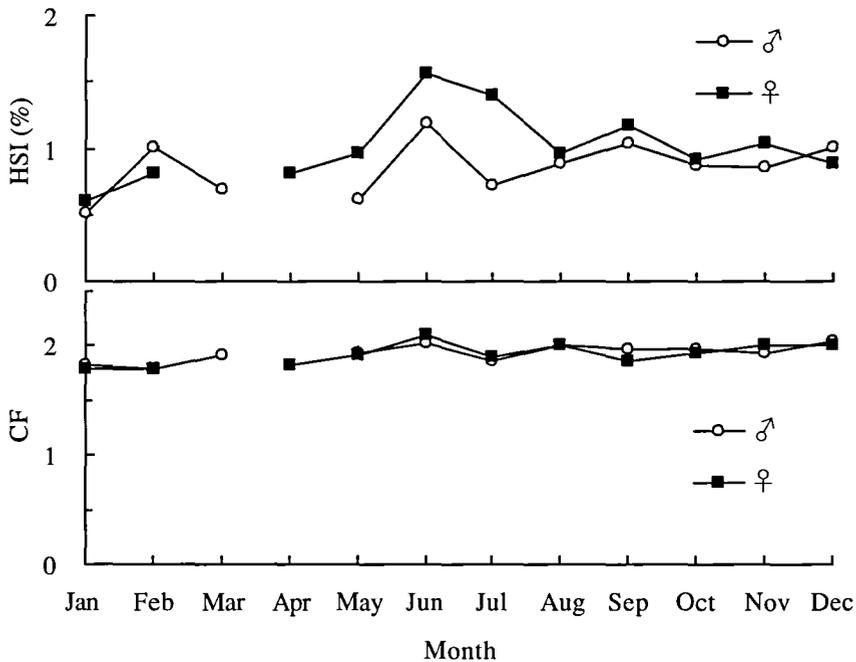


Fig. 5. Monthly changes in mean values of hepatosomatic index (HSI) and condition factor (CF) of *Z. zebra* caught in the nearshore waters around Imabari from July 1999 to November 2001. Sample sizes are shown in parentheses. Data of individual below biological minimum size (see Fig. 3) are excluded in the present analysis.

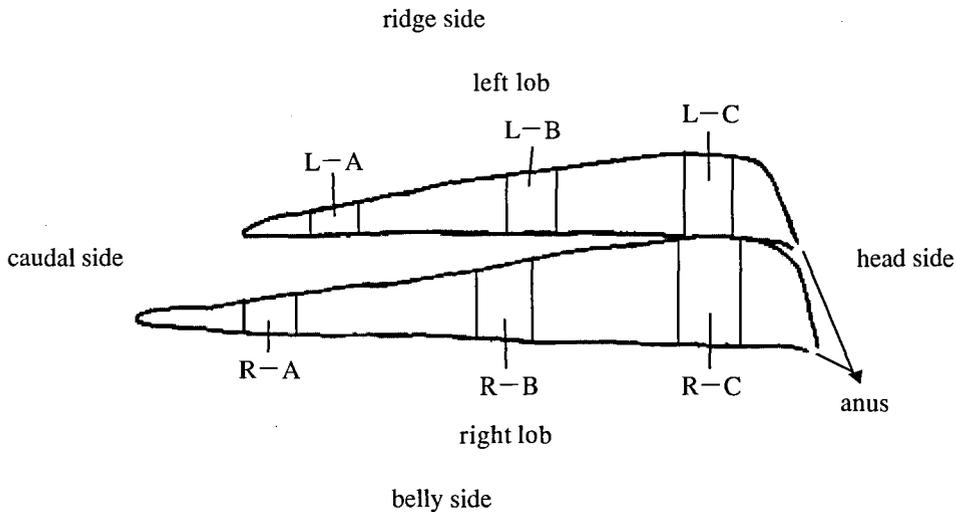


Fig. 6-a. Diagrammatic illustration about ovary of *Z. zebra*. R-A,B,C, L-A,B and C are portions of an ovary examined to compare frequency distributions of egg diameter between each part of the ovary.

5月頃からエネルギーを蓄える産卵準備期と予想される。そして、産卵後に HSI の回復が見られた回復期、さらに肥満度の漸増が見られた越冬準備期につながっていくと考えられる。なお、産卵準備期・回復期の個体の胃の充満度はいずれも高く、活発に摂餌を行っていることの傍証を得ている（未発表）。従って、

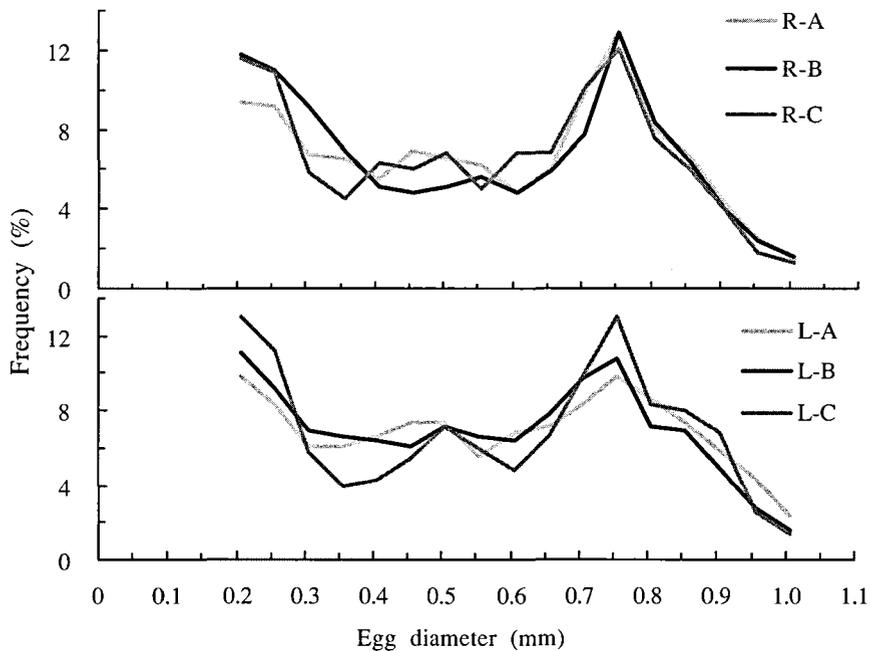


Fig. 6-b. Frequency distributions of egg diameter in the each part of the ovary (Fig. 6-a) taken out from *Z. zebra* (BL=297mm GSI=7.11) caught in the nearshore waters around Imabari Fish Market in July 2000. R-A,B,C, L-A,B and C are parts of the ovary of *Z. zebra*, respectively, illustrated in Fig.6-a.

産卵準備期・回復期に併せて、活発な摂餌が行われる摂餌期を想定した。HSI・肥満度が共に減少する1月からは越冬期に入り、3月頃まで続くと考えられた。

産卵期においても落合（1966）の本邦南部太平洋沿岸のシマウシノシタについての報告では9月とされており、今回の瀬戸内海今治周辺におけるシマウシノシタの6-8月とは若干異なっている。どのような要因が両個体群の産卵期の地域差を生じさせているのか今後の分析が必要である。

#### 成熟・産卵様式

本種の成熟途中の卵巣は、各部位においてほぼ同じ卵径組成を示したことから（Fig. 6-b）、卵巣全体が同じように成熟が進行するものと思われた。

本種の成熟卵巣には単峰の卵径組成が確認された（Fig. 7-b,c）。また、産卵盛期を過ぎ低いGSI値の個体でも卵巣内にまだ多くの大型卵団が残っていたことから（Fig. 7-d）、放卵は複数回に分けて行われると判断された。これを川崎（1982）による産卵様式の型に当てはめると本種の産卵様式は単峰・数回分割産卵型に相当すると考えられる。しかし、川崎（1982）は一般的に異体類は2峰・数回分割産卵型と主張している。単峰の卵群から一部がさらに成熟して完熟卵群となった場合に2峰が示されるが、産卵盛期を過ぎた個体でもずっと単峰を示す場合もある（川崎，1982）。従って、本研究のシマウシノシタの卵径組成からは完熟卵団となる大型卵の2峰目が確認できなかっただけで、2峰・数回分割産卵型の可能性も否定できない。

#### 抱卵数

本種の抱卵数は体長の増加に伴って増加していたが、ある体長幅ごとで抱卵数の増加幅に差が見られた（Fig. 8）。抱卵数の増加幅は体長225-275mmの個体において著しく、それ以上の体長になると体長297mmの1個体ではあるが、抱卵数に増加は見られず体長225-275mmの個体の抱卵数と同じくらいであった（Fig. 8）。本種は体長225-275mmが最も生殖が盛んなサイズであり、体長275mmを超える老魚になると、生殖能力も衰え、抱卵数も増加しなくなるのではないだろうか。

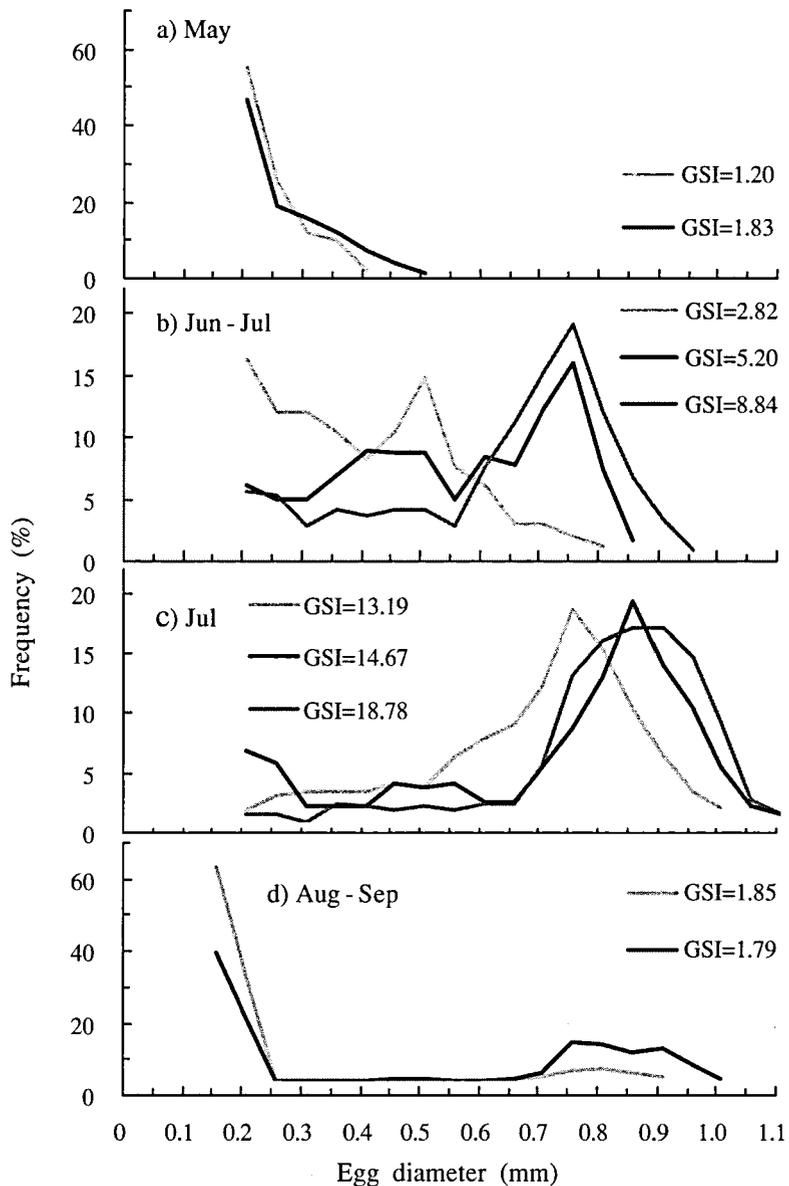


Fig. 7-a,b,c,d. Frequency distributions of egg diameter in each *Z. zebra*, shows various gonadosomatic indices (GSI), caught in the nearshore waters around Imabari from May to September in 1999 and 2000.

同じウシノシタ魚類のクロウシノシタの抱卵数は全長 300mm 程度の親魚で $20 \times 10^4$ 粒前後とされている(石井, 1984)。また、ムシガレイの抱卵数は体長 300mm で $70 \times 10^4$ 粒(石戸, 1982)、マコガレイは3歳で $65 \times 10^4$ 粒と報告されている(落合・田中, 1998)。本研究で計測したシマウシノシタの抱卵数は最多を示した個体でも $13 \times 10^4$ 粒程度で、上記の異体類の抱卵数よりも大きく下回っている。一般的に異体類は大卵少産であるが(川崎, 1982)、その中でも本種はより少産と言える。

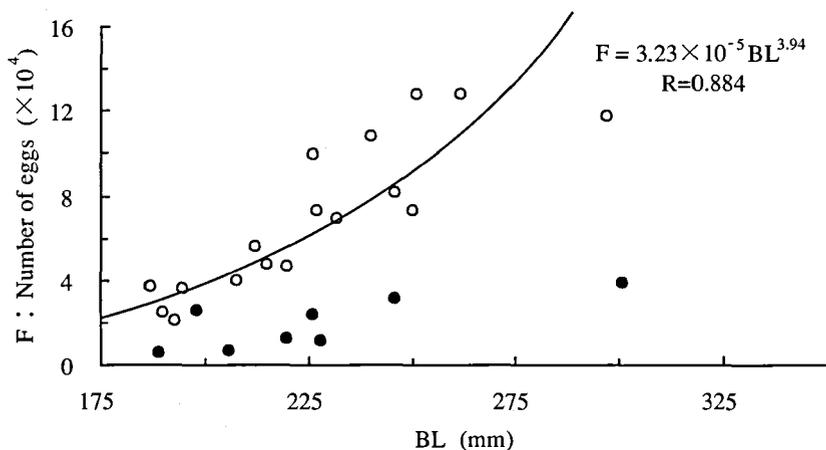


Fig. 8. Relationship between body length (BL) and fecundity of *Z. zebra* caught in the nearshore waters around Imabari. Open circles (n=17) and solid ones (n=8) indicate females collected during June-Aug and during Aug-Sep, respectively. The latter individuals probably have already spawned before collection.

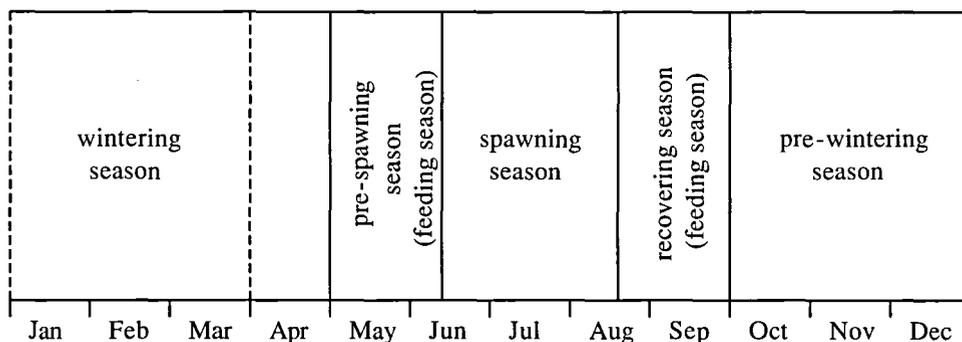


Fig. 9. Annual life cycle of adult *Z. zebra* caught in the nearshore waters around Imabari.

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、標本を採集する際に御協力頂いた愛媛県今治市の今治漁業協同組合魚市場の皆様方に厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 畑中 寛, 1968. 南東ベーリング海産ロスケガレイの年齢と成長. 日水誌, 34(7): 562-569.
- 石井孝幸, 1984. クロウシノシタの陸上水槽における産卵. 福島種苗研報, 1: 19-29.
- 石戸芳男, 1982. 三陸北部近海域におけるムシガレイの成熟と産卵について. 東北水研報, 45: 33-44.
- 川崎 健, 1982. 浮魚資源, 恒星社厚生閣, 東京, pp.99-122.
- MANABE, H., IDE, M. and SHINOMIYA, A., 2000. Mating system of the lefteye flounder, *Engyprosopon grandisquama*. *Ichthyol. Res.*, 47: 69-74.
- MANABE, H. and SHINOMIYA, A., 2001. Two spawning seasons and mating system of the bastard halibut, *Tarphops oligolepis*. *Ichthyol. Res.*, 48: 421-424.
- MOYER, J.T., YOGO, Y., ZAISER, M.J. and TSUKAHARA H., 1985. Spawning behavior and social organization of the

- flounder *Crossorhombus kobensis* (Bothidae) at Miyake-jima, Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, 32 : 363-367.
- 落合 明, 1966. 日本産シタビラメ魚類の形態ならびに生態に関する研究. 京都大学みさき臨海研究所特別報告別冊, 1-97.
- 落合 明・田中 克, 1998. 魚類学 (下), 改訂版, 恒星社厚生閣, 東京, pp.1072-1123.
- 庄司泰雄, 1982. 銚子近海のムシガレイの成長と成熟. 千葉水試研報, 40 : 75-82.
- 山田梅芳, 1986. 東シナ海・黄海のさかな, 水産庁西海区水産研究所, 長崎, pp.405.

## **The annual life cycle of *Zebrias zebra* in the near shore waters around Imabari, Ehime prefecture.**

Yosuke ABE, Gun Wook BAECK, Yoichi SAKAI,  
Hiroaki HASHIMOTO and Kenji GUSHIMA

*Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, Kagamiyama,  
Higashihiroshima City, Hiroshima Prefecture, 739-8528, Japan*

### **Summary**

The annual life cycle of adult *Z. zebra*, a heterosomata fish in Seto Inland Sea, mainly focused on maturity and spawning was examined by 296 samples caught in the nearshore waters around Imabari from July 1999 to November 2001. Body lengths of samples were 101-236mm in males (128 fish) and 102-301mm in females (168 fish), which data suggested female has a tendency to grow bigger than male. The biological minimum size, 125mm of male and 175mm of female, also indicated the inclination. Judging from the gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI), and condition factor (CF) of adult fish, the annual life cycle of this species was calculated as follows: spawning season is from June to August, pre-spawning season and recovering season from spawning are from May to June and from August to September, respectively, pre-wintering season is from October to December and wintering season is from January to March. One modes in frequency distributions of egg diameter was found from the ovaries of samples during spawning season. It was estimated that the spawning of this species is performed by spawning their eggs some times after the mass of eggs indicated by one mode in frequency distribution of egg diameter becomes a mass of large-sized egg more than 0.7mm in egg diameter and the rate of the mass in the ovary reaches around 90%. The fecundity of this species was from thirty thousand to fifteen hundred thousand per individual, and there was a plus correlation of body length (BL) with fecundity (F):  $F=3.23 \times 10^{-5} BL^{3.94}$ ,  $r; 0.884$ .

**Key words:** annual life cycle, fecundity, Seto Inland Sea, spawning season, *Zebrias zebra*