

ササノハベラ *Pseudolabrus japonicus* の生殖サイクル

重田 利拓・渋野 拓郎・橋本 博明・具島 健二

Annual Reproductive Cycle of a Bambooleaf Wrasse, *Pseudolabrus japonicus*

Toshihiro Shigeta, Takuro Shibuno, Hiroaki Hashimoto and Kenji Gushima

The annual reproductive cycle of the bambooleaf wrasse *Pseudolabrus japonicus* was histologically investigated. Samples were collected approximately monthly from Hamada in Shimane Prefecture between April 1992 and December 1993.

Judging from the seasonal changes in the GSI and histology of the gonads, the spawning season extends from the middle of September to early December and they are clearly multiple spawners.

The rapid changes in GSI and histological stages of the gonads suggest that the decrease of day length plays an important role in the initiation and the decrease of water temperature in the termination of gonad development. However, it is supposed that the initiation of maturation is delayed in yearling females, compared to one or more year old fish. Total accumulated energy of this species changed with season in relation to the reproductive cycle. Most of the energy accumulated between May and August was spent on spawning effort in spawning season.

Key words: *Pseudolabrus japonicus*, annual reproductive cycle, accumulated energy

一般的にベラ科魚類は、雌から雄へ性転換する雌性先熟の雌雄同体魚である。地味な体色の雌は、成長すると派手な体色の二次雄へ性転換することが知られており、この他に生まれながらの一次雄が存在する種もある。一次雄も小さい時期は雌と同様な地味な体色であるが、成長すると派手な体色に変化する(中園 1991)。このようにベラ科魚類は性転換するため、生殖腺の転換過程について多くの研究がなされている(Ross *et al.* 1983, Nakamura *et al.* 1984)。しかし、周年にわたり生殖巣の形状変化について解明した研究は少ない(小林 1994)。

ササノハベラ *Pseudolabrus japonicus* (Houttuyn) は西日本の沿岸岩礁域に普通に生

息している小型のベラであり、雌、二次雄、一次雄が存在することが知られている(中園 1979)。本研究ではササノハベラの生殖腺の形状を周年にわたり組織学的に観察し、天然水域における生殖サイクルの解明を行った。

材料および方法

調査は1992年4月から1993年12月にかけて、島根県浜田市浜田湾内およびその沖合約300 mに位置するクロ島周辺(Fig. 1)の磯で行った。標本は釣りによって毎月下旬約30尾、計696尾(6.6~17.2 cm BL)を採集した。9月から11月は採集を密に行った。表面水温測定後、それら

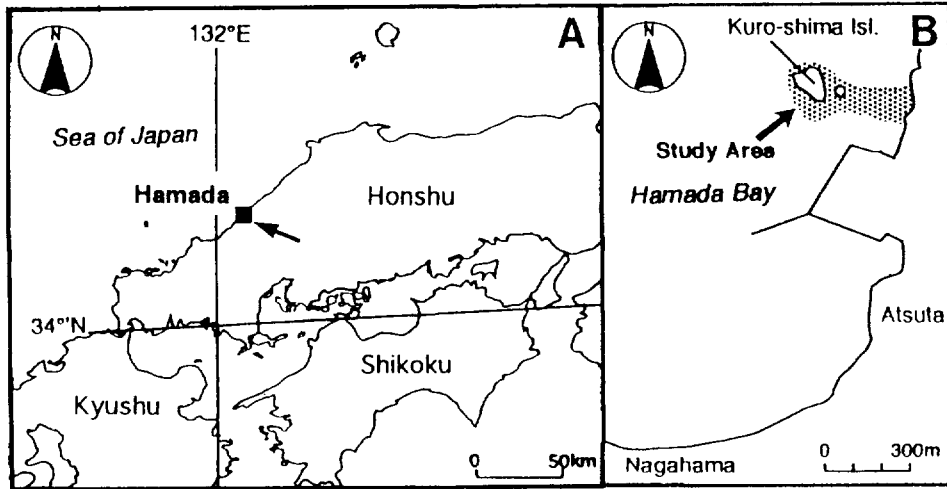


Fig. 1. Maps of the western part of Japan (A) and Hamada Bay (B) showing the study area.

の標本の体色を中園 (1979) にもとづき、地味な体色タイプ (initial phase, 以下 IP とする) と派手な体色タイプ (terminal phase, 以下 TP とする) に分けて記録した。標本は直ちに実験室に持ち帰り、体長と体重を測定した後、10% 中性ホルマリン液で固定し、肝臓 (以下単に肝臓とする)、脾臓、消化管、腹腔内脂肪および生殖腺を摘出し、それらの湿重量を測定した。

生殖腺を実体顕微鏡下で観察し、雌、二次雄、一次雄の判別を行なった。このような判別が困難な生殖腺は常法に従ってパラフィン包埋し、6~12 μm の横断切片とした後、ヘマトキシリン・エオシン染色した組織像から判別した。生殖腺の左葉中部の組織を観察したが、部位によって雌雄および成熟度の判別に支障をきたすことはなかった。

周年の成熟状態を調べるにあたっては、1992年4月から1993年3月の8時から19時の間に採集した雌雄個体について、各月約10個体の組織標本を前述の方法で作成し検鏡した。

栄養状態を推定するため以下に示す指数を月別に求めた。

$$\text{生殖腺重量指数 (GSI)} = \text{GW}/\text{BW} \times 10^2$$

$$\text{肝臓重量指数 (HSI)} = \text{LW}/\text{BW} \times 10^2$$

$$\text{肥満度 (CF)} = \{ \text{BW} - (\text{GW} + \text{LW} + \text{GFW} + \text{SW} + \text{IW}) \} / \text{BL}^{3.062} \times 10^2$$

$$\text{腹腔内脂肪重量指数 (GFI)}$$

$$= \text{GFW}/\text{BW} \times 10^2$$

ここで BL, BW, GW, LW, GFW, SW, IW はそれぞれ体長 (cm), 体重 (g), 生殖腺重量 (g), 肝臓重量 (g), 腹腔内脂肪重量 (g), 脾臓重量 (g) および消化管重量指数 (g) を示す。

なお、肥満度については生殖腺重量等による影響をさけるため、これらの値を体重から差し引き、また体長-体重関係より求めた相対成長係数 (3.062) を体長のべき乗とし、これにより季節による体重の変動を排除した。各指数と体長との間には高い相関は認められなかった。ただし、雄魚については1992年標本の個体数が少なく、また1993年の標本と類似した成熟および栄養状態を示したため、1993年4月から12月までの標本を前年分に加えて上述の分析に供した。

結 果

1. 水温と日長の季節変化

浜田湾における表面水温と日長の季節変化を Fig. 2-A に示した。水温は4月から7月にかけて上昇し、8月下旬には最高の 26.4°C に達した。その後、9月中旬までは高い値で推移したが、それ以後徐々に下降をはじめ、1月中旬には 20°C 以下となり、3月中旬には最低の 12.4°C になった。

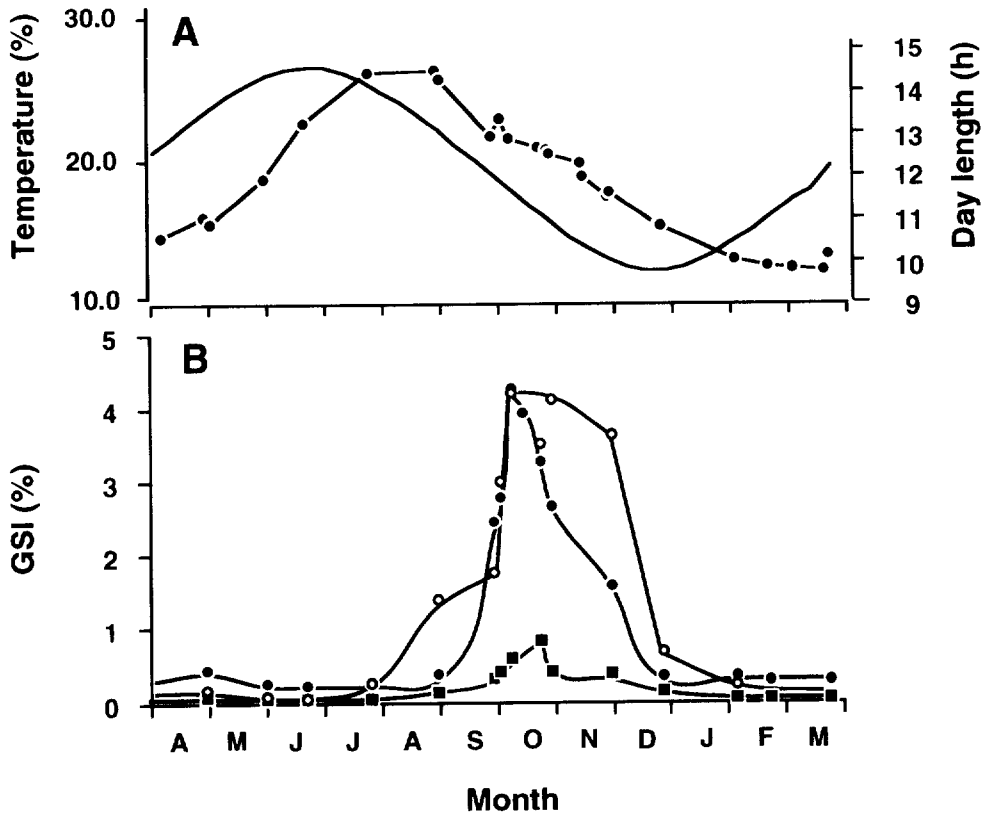


Fig. 2. Seasonal changes in surface water temperature, day length (A) and gonadosomatic index (GSI) of *Pseudolabrus japonicus* (B) in Hamada Bay. In Fig. 2-A, solid circles indicate water temperature and a solid line day length. In Fig. 2-B, solid circles, open circles and squares indicate female, IP primary male and secondary male GSI, respectively.

一方、日長は6月下旬の約15時間を最高に徐々に減少し、12月下旬には最低の約10時間となった。

2. GSIの季節変化

標本の体色および生殖巣を観察した結果、雌、TP二次雄、IP一次雄、TP一次雄が認められた。個体数の少なかったTP一次雄を除き、GSIの季節変化をFig. 2-Bに示した。

雌では8月下旬までは生殖腺は極めて細く、GSIは0.5%以下の低い値を示したが、9月上旬から下旬の短期間に急上昇し、2~3%の値を示した。そして10月上旬から中旬に4.0%前後のピークが認められたが、その後徐々に低下した。12月下旬には再び0.5%以下の低い値を示した。

TP二次雄のGSIは9月中旬から上昇し始

め、10月中旬に最高値の0.8%を示した。その後は徐々に低下した。

IP一次雄のGSIは8月上旬から上昇を開始し、9月下旬に急上昇し、10月から11月にピークの4.0%前後に達した。11月下旬まで高い値が保たれたが、その後急激に低下した。

3. 生殖腺組織像の季節変化

卵巣 ササノハベラの発達した卵巣には種々の成熟段階にある卵母細胞が混在していた。したがって、卵巣の成熟過程を知るために最も成熟した段階の卵群を指標として、その卵母細胞の形態学的特徴から以下の9期に区分された。

- 1) 周辺仁前期：卵母細胞の細胞質はヘマトキシリンに濃染され、核周辺に仁が観察された。組織標本上における卵径は40~90 μm であった (Fig. 3-A)。

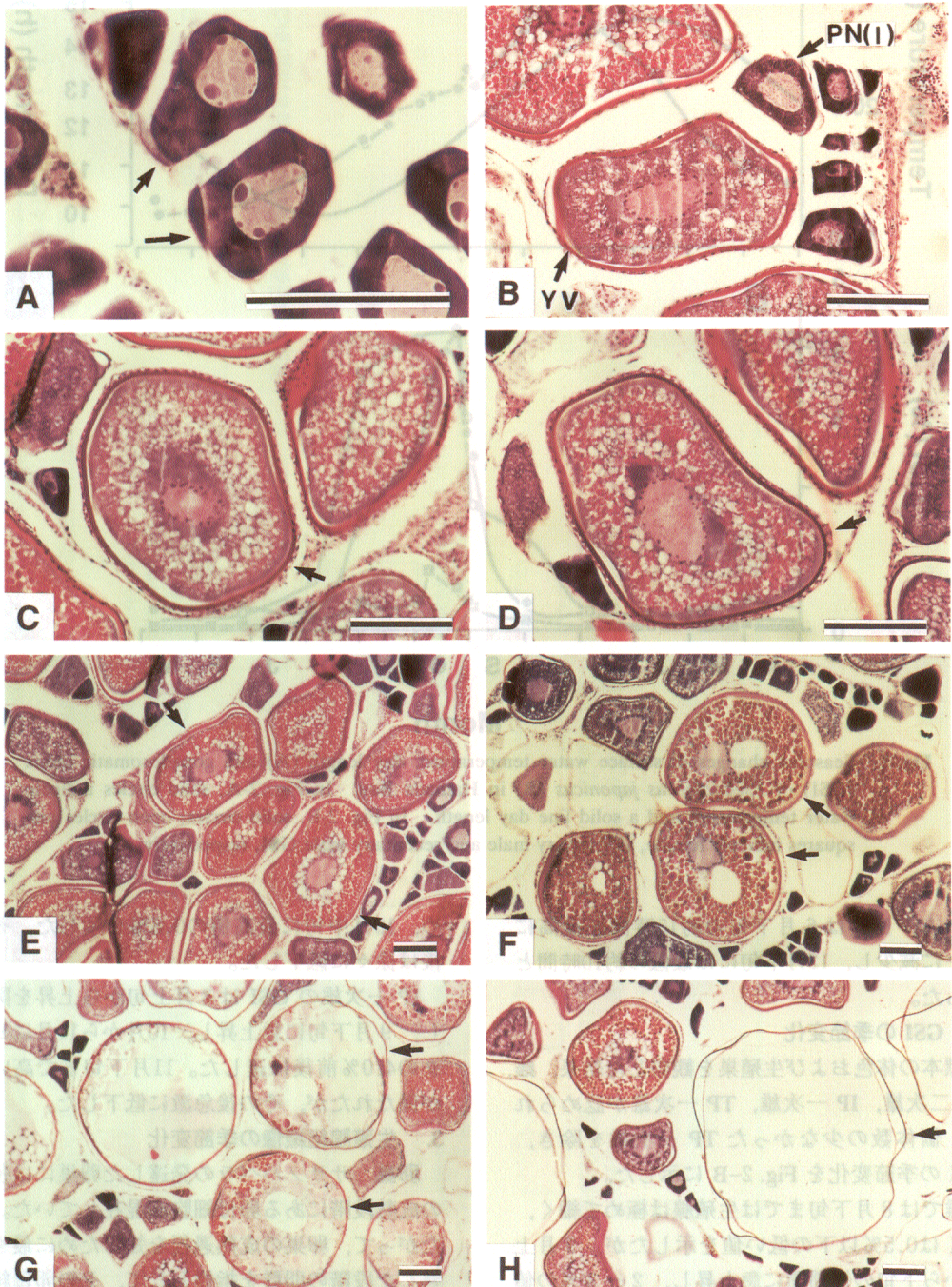


Fig. 3. Developmental stages of oogenesis in *Pseudolabrus japonicus*. (A) early perinucleolus stage; (B) PN (I), late perinucleolus stage; YV, yolk vesicle stage; (C) primary yolk stage; (D) secondary yolk stage; (E) tertiary yolk stage; (F) migratory nucleus stage; (G) pre-mature stage; (H) mature stage. Each bar scale=100 μ m.

- 2) 周辺仁後期：細胞質は次第に大きくなり、ヘマトキシリンに対する染色性が薄れてきた (Fig. 3-B)。
- 3) 卵黄胞期：卵母細胞は大きさを増し、卵黄胞が細胞質の周辺部に出現し、次第に内側へ広がった。卵膜はやや肥厚し、エオシンに濃染された。また、卵径は 110~220 μm であった (Fig. 3-B)。
- 4) 第一次卵黄球期：細胞質周辺部にエオシン好染色性の小卵黄球が出現した (Fig. 3-C)。
- 5) 第二次卵黄球期：卵黄球の大きさと数が増し、細胞質の全域を占めるようになった (Fig. 3-D)。
- 6) 第三次卵黄球期：細胞質の全域に大型卵黄球が満ち、卵膜は肥厚し、放射帯が明瞭となった。核周辺に並んでいた小型の油球は融合して数個の大型油球となった。卵径は 280~430 μm であった (Fig. 3-E)。
- 7) 胚胞移動期：核周辺に配置していた油球は 1 から数個に融合し、核の一方へ片寄せた (Fig. 3-F)。
- 8) 前成熟期：卵黄球は溶解し、核膜は認めがたくなり、大型油球は散在した。卵径は 480~510 μm であった (Fig. 3-G)。
- 9) 成熟期：大型油球を 1 個もつほかは、透明無構造であり、排卵された完熟卵と同形状であった。卵径は 600~700 μm であった (Fig. 3-H)。

この他、卵巣には産卵後の限られた期間だけではなく、周年を通して退行卵やその残渣が観察された。多くの大型の卵黄蓄積卵は完全には吸収されずに長期間存在し、雄へ性転換した後も黄褐色小体として存在し続けた (Fig. 4)。

1 齢魚以上 (体長およそ 7 cm 以上^{*1}) について、卵巣の成熟段階の季節変化を Fig. 5 に示した。ただし、最も進んだ卵母細胞が第一次卵黄球期と第二次卵黄球期および前成熟期である個体は得られなかった。4 月から 7 月下旬までは周辺仁前期の卵母細胞を持つ個体が大部分

であるが、8 月下旬 (30日) になると約半数の個体が卵黄胞期卵を持っていた。その後急激に発達し、9 月下旬 (20日) には第三次卵黄球期以上の卵を持つ個体が 90% 以上を占めた。これらの個体は排卵後濾胞または成熟期卵を保有していた。11 月下旬 (30日) には 60% の個体で正常に発達した卵を保有し、他の 20% の個体は正常卵と新しい退行卵がともに存在していた。残り 20% の個体は周辺仁期卵と新しい退行卵のみからなる卵巣を持つ個体であった。12 月下旬になるとすべての個体で周辺仁期以下となり、そのうち約半数の個体に、新しい退行卵が認められた。

また、当歳魚 (満 1 齢で体長およそ 7 cm) について観察を行った。9 月下旬に採集された体長 6.6~8.1 cm の 5 個体のうち比較的大型の 2 個体 (7.9, 8.1 cm BL) は成熟・完熟期卵および排卵後濾胞を保有していたが、他の 3 個体 (6.6, 7.0, 7.8 cm BL) ではまだ卵黄胞期であった。また、10 月上旬に採集した 5 個体 (7.4~7.9 cm BL) のうち 3 個体 (7.5, 7.7, 7.9 cm BL) は成熟・完熟期卵もしくは排卵後濾胞が認められたが、他の 2 個体 (7.4, 7.6 cm BL) では最も発達した卵母細胞でも第二次と第三次卵黄球期であった。そして、このうち第三次卵黄球期卵を持つ個体には卵黄蓄積のみられる新しい退行卵が認められた。

精巣 精巣内の生殖細胞は、一次雄と二次雄ともに精原細胞から休止期を経て、第一次から第二次精母細胞、精細胞となり、さらに成熟するとエオシン好染色性の長い鞭毛状の尾部を持つ精子となった。個々の包囊内の生殖細胞は同じ発達をとげたが、包囊が異なると発達段階も異なった。精子形成が活発に行われていた精巣内にはすべての発達段階の生殖細胞が観察された。本種の精巣の発達段階は以下の 6 期に区分された。

- 1) 精原細胞増殖期：精巣の多くは精原細胞で占められ、残存精子はほとんど認められなかった。全体的に包囊壁がかなり肥厚して

*1 重田利拓・渋谷拓郎・橋本博明・具島健二, 1994. 5: ササノハベラ *Pseudolabrus japonicus* の年齢と成長. 平成 6 年度日本水産学会中国・四国支部例会講演要旨, 8 pp.

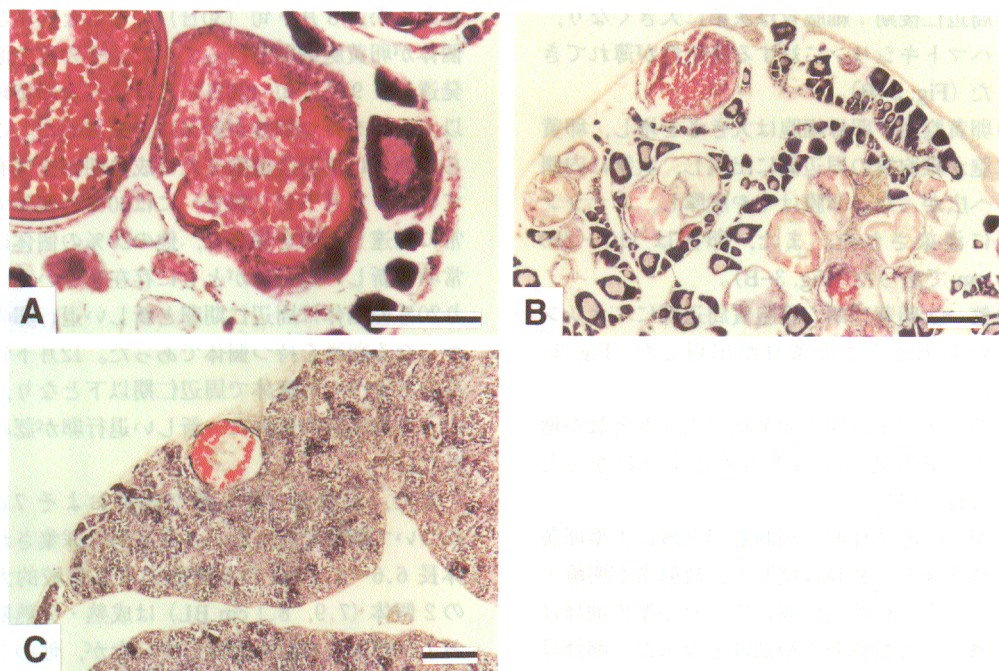


Fig. 4. Degenerating oocytes in the ovary of *Pseudolabrus japonicus*. (A) early atresia stage; (B) late atresia stage; (C) yellow-brown body (far late atresia stage) in secondary testis. Each bar scale = 100 μ m.

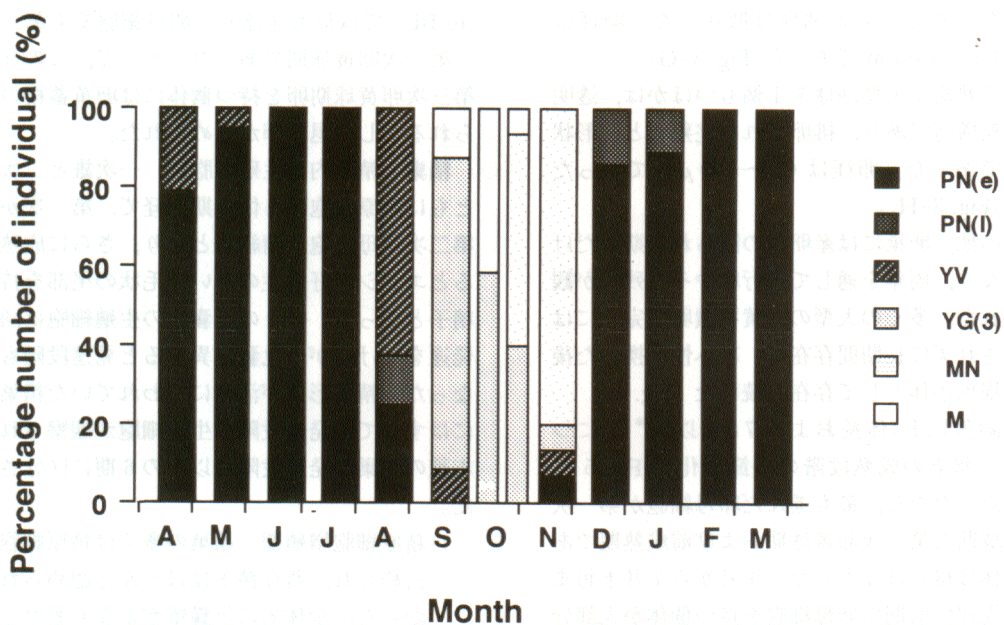


Fig. 5. Seasonal changes in the maturation stages of the ovary of *Pseudolabrus japonicus*. PN (e), early perinucleolus stage; PN (l), late perinucleolus stage; YV, yolk vesicle stage; YG (3), tertiary yolk globule stage; MN, migratory nucleus stage; M, maturation stage.

おり、一次精巣では包囊壁に沿った精原細胞の配列が顕著に見られた (Fig. 6-A)。

- 2) 精母細胞期：ほとんどが精原細胞であるが、所々に精母細胞の包囊が認められるようになった。精巣はまだ発達していなかった (Fig. 6-B)。
- 3) 精子形成初期：精巣の包囊は主として精原細胞からなっているが、精原細胞及び種々の発達段階の異なる生殖細胞の包囊が散在し、精小囊内腔にはわずかながら精子が認められるようになった。この段階の精巣は

精子形成の活性化を示した。また性転換直後の個体ではすでにこの段階であった (Fig. 6-C)。

- 4) 排精期：精巣は肥大化し、輸精管は精子で満たされていた。精子の花束構造 (林 1971) をした包囊及び精母細胞・精細胞の包囊も多数観察された。精小囊内腔には多量の精子が流出していた (Fig. 6-D)。
- 5) 排精移行期：排精期と比較すると、精原細胞が目立つようになり包囊壁が少し肥厚した。包囊内は多少疎になり、多量の精子が

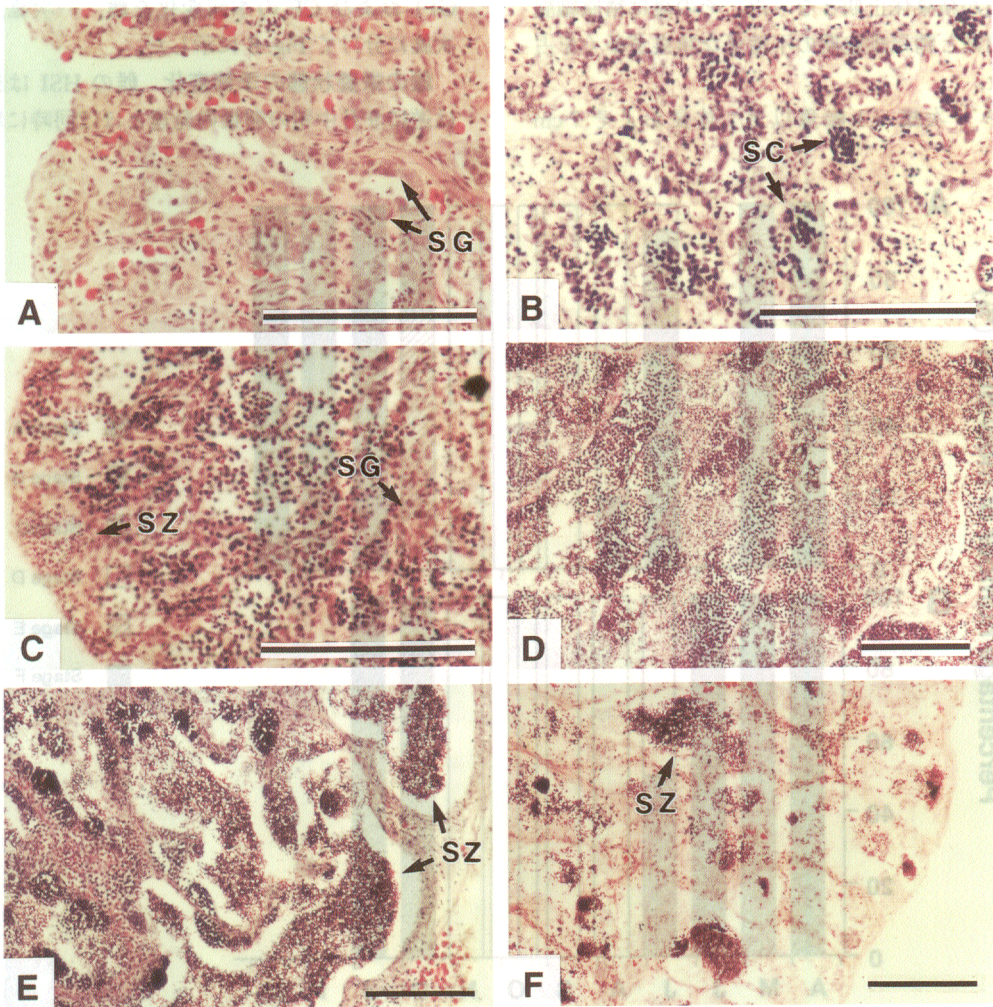


Fig. 6. Developmental stages of spermatogenesis in *Pseudolabrus japonicus*: A, spermatogonial proliferation stage; B, spermatocyte stage; C, early spermatozoal formation stage; D, spawning stage; E, post-spawning stage; F, testicular quiescent stage. SG, spermatogonia; SC, spermatocytes; ST, spermatids; SZ, spermatozoa. Each bar scale = 100 μ m.

流出していた。しかし、精巣はいまだ肥大した状態にあった (Fig. 6-E)。

6) 精巣休止期：精巣の精小囊壁には、精原細胞が見られるようになり、精小囊内腔には残存精子のみが見られ、精巣は排精後の組織像を呈していた (Fig. 6-F)。

二次雄の精巣組織像の季節変化を Fig. 7-A に示した。4月から7月下旬まではほとんどの個体は精子形成初期以下であった。しかし、8月下旬に精巣は発達し、80%の個体が排精期に達していた。9～11月はすべての個体が排精期であったが、12月下旬には80%の個体で排精移行期か精巣休止期となった。その後は精原細胞増殖期と精母細胞期の不活発な精巣が多くを占めた。

IP 一次雄 (1 齢魚以上；体長およそ 7 cm

以上) の精巣組織像の季節変化を Fig. 7-B に示した。一次雄においても二次雄と同様の季節変化を示した。一次雄では7月下旬にすでに半数の個体が排精期に達し、8月にはすべての個体が放精可能であった。その状態は11月下旬まで続いた。その後は二次雄と同様に精原細胞増殖期となったが、二次雄と異なり、精原細胞の列構造が明瞭であった。

一次雄の当歳魚については個体数が少なかったので検討できなかった。

4. 栄養状態の季節変化

栄養状態の季節変化の指標として、HSI と GFI および CF の季節変化を雌、一次雄、二次雄に分けて Fig. 8 に示した。

雌の栄養状態の季節変化 雌の HSI は雄とは逆に9月中旬の卵巣の発達とはほぼ同時に増加

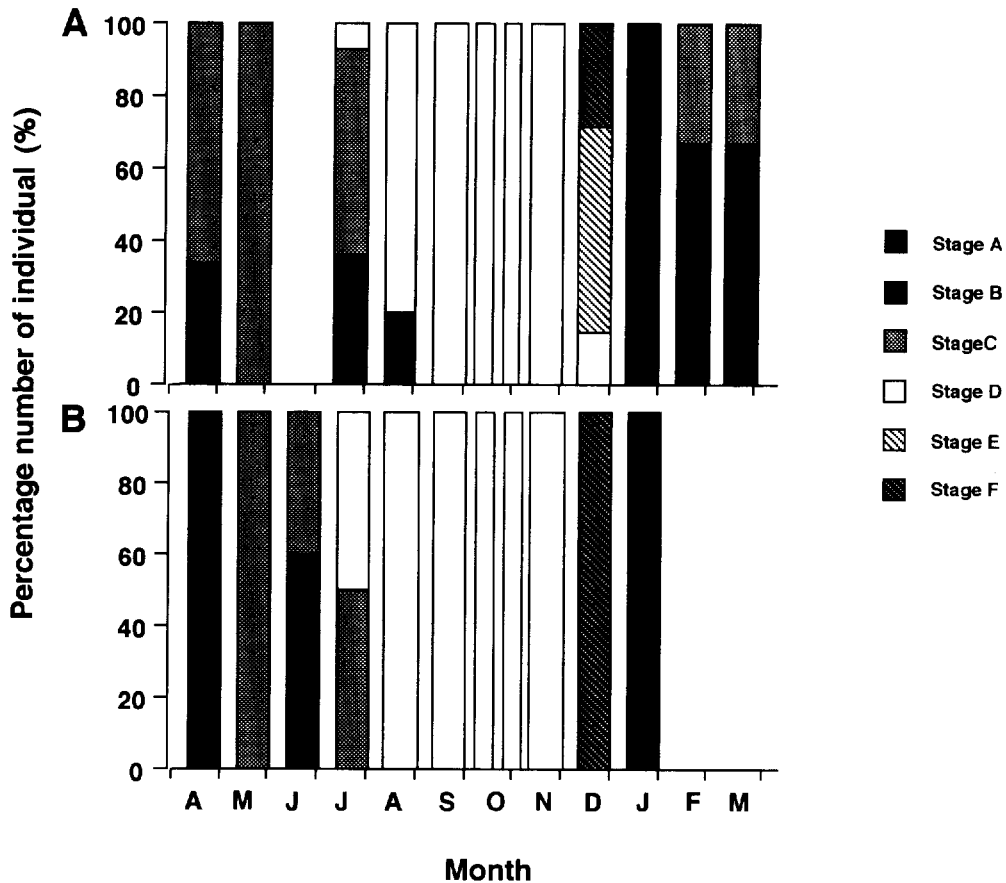


Fig. 7. Seasonal changes in the maturation stages in the secondary testis (A) and the primary testis (B) of *Pseudolabrus japonicus*. These stages correspond to the stages shown in Fig. 6.

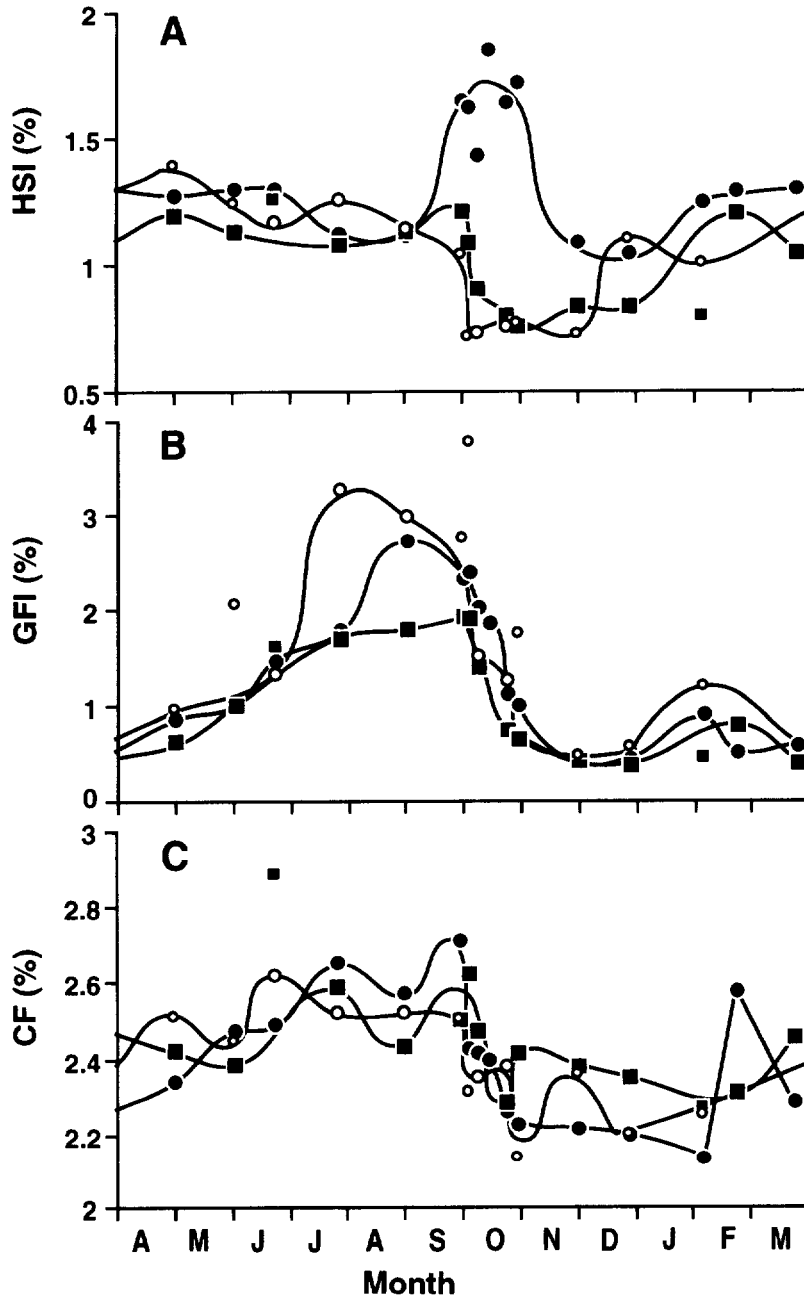


Fig. 8. Seasonal changes in the hepatosomatic index HSI (A); gut fat index GFI (B); and condition factor CF (C) in *Pseudolabrus japonicus* females (solid circle), IP primary male (open circle) and secondary male (square), respectively. Large symbols show the average of not less than 3 specimens, small marks show the average of less than 3 specimens.

を始め、GSI のピークと同様の10月中旬に最高値の1.9%を示した。その後、GSI の低下に先行して低下を始め、12月下旬に最低となった

が、その後は9月上旬と同程度の値に回復した (Fig. 8-A)。GFI は大きな季節変化を示した。すなわち、5月から増加し、8月下旬には最高

値の2.8%を示した。その後、GSIの増加とともに急減し、11月下旬から1月上旬には0.5%以下となった。2月上旬に微増したが、下旬には再び減少した (Fig. 8-B)。CFは7月から9月頃に最高となったが、10月上旬に急激に低下し、2月上旬に最低となった (Fig. 8-C)。

二次雄の栄養状態の季節変化 HSIは2月下旬から9月下旬までは1.2%前後の値を示したが、それ以降GSIの増加とともに急減した (Fig. 8-A)。GFIは4月から6月下旬までは増加するが、それ以降は緩やかな増加にとどまり、雌やIP一次雄との違いが顕著であった。9月下旬には最高値2.0%を示した。10月から11月には急減し、12月下旬には最低値0.4%となった。2月下旬には微増したが、3月下旬には再び低下した (Fig. 8-B)。CFもGFIと同様の傾向を示したものの、その増減は緩やかで冬季にも雌・IP一次雄ほどの低下は示さなかった (Fig. 8-C)。

IP一次雄の栄養状態の季節変化 IP一次雄のHSIは二次雄とほぼ同様の傾向を示した。12月下旬には1.2%前後に回復した (Fig. 8-A)。GFIは雌の季節変化に類似した傾向を示し、夏季にも脂肪は蓄積され続けた (Fig. 8-B)。CFもGFI同様の傾向を示したものの、その増減は緩やかであった (Fig. 8-C)。

考 察

生殖サイクル ササノハベラには1年を周期とする明確な生殖サイクルが認められた。8月下旬には最も成熟段階の進んだ雌個体で卵黄胞期であり卵黄蓄積はなされていなかった。雌のGSIは9月中に突然急上昇し、9月下旬には標本の多くに排卵後濾胞が認められたこと、8月下旬には大部分の雄個体が排精期に達し、放精可能な状態にあったことから本種の産卵開始時期は9月中旬であるといえる。11月下旬には雌のGSIがかなり低下したが、多くの個体が正常に発達した卵のみを持っていた。しかし、新しい退行卵を持つ産卵終了に向かう個体や、すでに産卵を終了した個体も出現し、産卵期の終了直前の様相を呈していた。12月上旬には一

部の雌個体で排卵した個体が観察されたが、12月下旬にはすべての個体で産卵は完全に終了していた。一方、雄では12月上旬でも腹部を圧迫すると、精液が搾出された個体も1尾 (IP一次雄) 得られたが、残りのすべての個体では産卵は終了していた。12月下旬にはほとんどの個体が産卵期終了時の組織像を呈していた。これらより産卵終了時期は12月上旬であるといえる。以上よりササノハベラの産卵期は浜田湾では9月中旬から12月上旬の2カ月半から3カ月間におよぶものといえる。中園 (1979) は産卵頻度の行動観察から、北部九州の津屋崎において10月30日では産卵の終期に近いと報告しており、浜田湾での本種の産卵終了時期と異なった。

当歳魚は1年で性成熟することが知られている (中園 1979)。個体数は少ないものの、本研究においても同様の結果であった。しかしながら、産卵の開始期に相当する9月下旬に未だ産卵準備の整わない個体が多く見られた。10月上旬の産卵最盛期においても5個体のうち3個体は産卵可能であったが、他の2個体は、卵黄蓄積中の個体および産卵終了直前の個体であった。これらのことから当歳魚では1齢魚以上の雌に比べて卵成熟が遅れ、その結果、産卵開始時期も遅れるものと考えられる。また産卵期終了も早い可能性がある。

新しく卵黄を蓄積しながら退行変性した卵は11月下旬に出現し始め、翌年の2月中旬にはかなり卵黄の吸収が観察されることから、蓄積された卵黄は1~2カ月の間に吸収されるか、あるいは黄褐色小体として1年以上の長期間存在し続けるものと考えられる。退行変性した卵黄はカリフォルニアカタクチイワシ *Engraulis mordax* では1カ月程度で吸収されることが報告されている (Hunter and Macewicz 1985)。

ササノハベラでは産卵期に異なる成熟段階の卵母細胞が認められ、更に排卵後濾胞も存在することから1産卵期に多回産卵を行うものと考えられる。

生殖サイクルの調節要因 このように本種の産卵の開始および終了が個体間で極めて同期的に起こることから何らかの外部環境要因によって成熟過程が支配されているものと思われる。

魚類の成熟は一般的に日長および水温に強く影響される(羽生 1991)。本種の生殖腺が発達し始める8月から9月は日長の変化が著しいが、水温はさほど変化しない時期であり、11月下旬はこれと逆である。すなわち生殖腺の成熟開始はもっぱら日長の短縮(およそ12.7~13.7時間明以下)に依存しており、生殖腺の退縮には水温低下(およそ17~18°C以下)が影響しているものと考えられる。

生殖サイクルと栄養状態との関係 生活史理論によると総蓄積エネルギーは成長・生存を高める努力および繁殖努力に配分される。繁殖努力は配偶子産生、つがい形成やなわばり維持、および卵などの保護に費やされる(グロス・前川 1989)。魚体内では蓄積エネルギー源として脂肪、グリコーゲンなどが腹腔内、筋肉、肝臓などに貯蔵されている。従ってHSI、GFIおよびCFの変化は総蓄積エネルギーの増減を反映する。本種の栄養状態にも季節変化が認められ、GFIは大幅な変動を示した。一般に腹腔内脂肪等の脂肪量は季節的变化を示すことが知られており、これには生殖周期との対応が指摘されている(和田 1953, 須山 1958, Takashima *et al.* 1971)。本種においても、9月中旬からの産卵期中には繁殖努力に多くのエネルギーを配分するためにそれまで蓄積されていたエネルギーは完全に消費されたものと考えられる。本研究では6月から9月の腹腔内脂肪量については、IP雌・一次雄個体とTP一次・二次雄個体との間に顕著な差が認められた。これが繁殖努力に費やされるエネルギー量の差により、摂餌量に違いが生じたものか、あるいは他の原因によるものか今後明らかにする必要がある。冬季のCFについても性カテゴリーで異なった変動を示し、二次雄では雌・IP一次雄のような低下は示さなかった。

一般的に肝臓重量指数(HSI)は魚の栄養状態を表す指標として用いられている。本種については産卵期にHSIは顕著な雌雄差を示し、雌では値が急増したものの、雄では一次雄、二次雄ともに急減した。産卵期に雌の肝臓が雄に比較して肥大することは多くの魚種で認められている(会田1974)。ササノハベラの雄で見ら

れたように産卵期にHSIは1.2~1.4%低下しており、肝臓では産卵期前に少量のエネルギー蓄積がなされていることがわかるが、雌では卵黄タンパクの合成が行われるため一時的に肥大すると推察される。

前述のように当歳魚では産卵開始が遅いことを指摘した。栄養状態の周年変化の結果から判断すると、4月から7月に本種の成長率は著しく高く*1、同時に繁殖のためのエネルギー蓄積もなされるが、当歳魚では成長により多くのエネルギーを配分するためにその影響が産卵期短縮に働いたものと考えられる。

謝 辞

本報に掲載する機会を与え、また御校閲を賜った南西海区水産研究所赤潮環境部部长本城凡夫博士と同部環境保全研究室室長玉井恭一博士および御校閲頂いた資源増殖部魚類増殖研究室鈴木伸洋博士に深く感謝する。広島大学生物生産学部水産資源学研究室研究生野田幹雄博士(現水産大学校助手)をはじめとする同研究室室員の皆様からも多大なるご援助を頂いた。これらの方々にも感謝申し上げます。

文 献

- 会田勝美, 1974: 卵黄たん白質の蓄積. 「魚類の成熟と産卵」(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 88-99.
- グロス M. R.・前川光司, 1989: 魚類の繁殖戦略の進化. 「魚類の繁殖行動」(後藤晃, 前川光司編), 東海大学出版会, 東京, 162-201.
- 羽生 功, 1991: 生殖周期. 「魚類生理学」(板沢靖男, 羽生功編), 恒星社厚生閣, 東京, 287-325.
- 林 勇夫, 1971: スズキ精巢の成熟過程について. 魚類学雑誌, 18, 39-50.
- Hunter J. R. and B. J. Macewicz, 1985: Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy *Engraulis mordax*. *Fish. Bull.*, 83, 119-136.
- 小林弘治・鈴木克美, 1994: 駿河湾におけるキュウセン *Halichoeres poecilopterus* の雌雄性と繁殖. 東海大学紀要海洋学部, 38, 233-256.
- Nakanura, M., K. Yamauchi, Y. Nagahama and E.

- G. Grau, 1984: Endocrine-regulated morphological changes in the gonad during sex reversal in protogynous wrasse. *Zoo. Sci.*, 1, 967.
- 中園明信, 1979: 日本産ベラ科魚類5種の性転換と産卵行動に関する研究. 九州大学農学部附属水産実験所報告, 4, 1-64.
- 中園明信, 1991: 機能的雌雄同体現象. 「魚類生理学」(板沢靖男, 羽生功編), 1, 恒星社厚生閣, 東京, 327-361.
- Ross, R. M., G. S. Losey and M. Diamond, 1983: Sex change in a coral-reef fish: Dependence of stimulation and inhibition on relative size. *Science*, 221, 574-575.
- 須山三千三, 1958: ニジマス卵成熟中の一般成分の変化. 日水誌, 24, 656-659.
- Takashima F., T. Hibiya, T. Watanabe and T. Hara, 1971: Endocrinological studies on lipid metabolism in rainbow trout-I. Differences in lipid content of plasma, liver and visceral adipose tissue between sexually immature and mature females. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 37, 307-311.
- 和田正太, 1953: 鱒体における脂肪の生化学的研究. 農化学誌, 29, 339-475.

1994年12月1日受理 (Accepted December 1, 1994)

南西海区水産研究所業績A第36号 (Contribution No. A 36 from the Nansei National Fisheries Research Institute)

重田利拓: 南西海区水産研究所 〒739-04 広島県佐伯郡大野町丸石2-17-5 (T. Shigeta: Nansei National Fisheries Research Institute, 2-17-5 Maruishi, Ohno, Saeki, Hiroshima 739-04, Japan)

洪野拓郎・橋本博明・具島健二: 広島大学生物生産学部 〒724 東広島市鏡山1-4-4 (T. Shibuno, H. Hashimoto, K. Gushima: Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University, 1-4-4 Kagamiyama, Higashihiroshima 724, Japan)