

瀬戸内海燧灘における セトダイ *Hapalogenyis mucronatus* の生殖について

鎌田 崇史・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 瀬戸内海燧灘におけるセトダイの生殖生態について、2000年3月から2001年11月まで同海域から採集した標本により調査した。

GSI は雌雄共に10月から翌年の4月までは一定の低い値をとるため生殖休止期と推定した。その後の6月から徐々に GSI は高くなり雄では6月 (3.3%), 雌では7月 (17.3%) に最大値を示す個体が出現した。雌雄共に6月から9月までは GSI は高い値を保つため産卵期と推定した。組織切片標本観察によると5月の標本の卵巣内はほとんどが未成熟卵であり、産卵準備期であると推定した。6, 7, 8月の標本の卵巣内はそのほとんどを成熟卵が占有していた。特に7, 8月の標本には排卵後濾胞が存在しており、産卵盛期と推定した。産卵盛期の7, 8月に HSI は低い値をとるが、その時期直前の5, 6月に高い値をとっており、肝臓内に生殖に必要なエネルギー物質を蓄積していることが考えられる。9月は一部の標本に排卵後濾胞が確認されたが、大部分の卵巣が卵の崩壊吸収過程であったので、産卵期でも終期にあたると推定した。

卵径組成では調査した全試料で卵径 0.7mm 辺りの成熟卵のモードが高くなっているが、卵径 0.7mm 未満の小さい卵のモードも極端に小さくはなっていない。さらに組織切片標本観察により排卵後濾胞の確認された標本には未成熟卵と成熟卵の中間の大きさの卵径 0.4~0.5mm の卵が多数確認された。これらより、卵径組成は多峰型で、産卵期間中、放卵しては未成熟卵団から成熟卵団へと次々に卵の成長添加が行なわれる多峰連続産卵型の成熟産卵様式をもつものと推定した。

キーワード：セトダイ, 生殖年周期, 産卵期, 成熟産卵様式

緒 言

セトダイ (*Hapalogenyis mucronatus*) はイサキ科ヒゲダイ属に属し、主に本州中部以南、朝鮮から台湾にかけて東アジアの沿岸域に生息している。以西底曳網による年間漁獲量は35~85トン程度で、主に6~8月に多獲される (山田ら, 1986)。瀬戸内海では、マダイと同等の高値で取引されるほどの水産的価値が高い魚種である。瀬戸内地方ではタモリという地方名で取引され、比較的夏 (特に6月~8月) に多くの水揚げがあり、食用としても同時期が美味とされている (瀬戸内海水産開発協議会, 1997)。広島県瀬戸内地方の忠海では村落の人達が集まり会食を行う宴会にはかならずセトダイの煮物を食したとする食伝統があるほど重要な魚であり、広島県栽培漁業協会ではセトダイ親魚からの採卵、幼稚魚の飼育まで行う種苗生産技術開発の研究も行われ、セトダイ幼魚は比較的飼育しやすいことなどが判っている (広島県栽培漁業協会, 1993)。その他では、山田 (1986) による成長は比較的ゆっくりで、体長は1年で50mm, 3年で110mm, 最大で250mmほどになるとの報告や、鈴木ら (1983) による水槽飼育実験でペア産卵を行うとの報告はされているが、資源生態学的報告は乏しいのが現状である。そこで本研究ではセトダイの成熟に着目し、GSI・HSI・卵径組成・卵巣の組織切片標本観察により主に生殖年周期、その中でも特に産卵期、そしてその他では成熟産卵様式についての解明を目的とした。

材料および方法

試料として用いたセトダイは、2000年3月から2001年11月まで愛媛県今治漁業協同組合魚市場において、

燧灘西部で操業している同漁業協同組合所属の小型底曳網船によって陸揚げされたものを、ほぼ月1回入手したものである (Table 1)。一年を通じて性成熟過程の変化が求められるように通年にわたる試料の入手と、体サイズによる性成熟の変化を調べるため試料の入手の際に体サイズが均一にならないよう配慮した。特に産卵期のピークと思われた7月には2回試料を入手した。

Table 1. The number of the Japanese grunt collected monthly at Imabari Fish Market.

	2000										2001											
	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	sum
male	10	5	12	12	17	14	24	16	14	19	16	NS	NS	12	15	20	15	15	11	6	9	262
female	6	5	17	19	31	7	15	10	6	12	9	NS	NS	9	10	9	28	24	8	15	10	250
total	16	10	29	31	48	21	39	27	20	31	25	NS	NS	21	25	29	43	39	19	21	19	512

NS:no sampling

魚の性比は多くの場合1:1であるが、その値は年齢や魚群、また漁獲の時期、方法、場所によって変わることがある(角田, 1970)。そこで今回実験に際して用いた試料の性比が有効であるか角田(1970)に従い吉原の式を用い以下検討した。Table 1より2000年は $\{[\text{♀}(128) - \text{♂}(143)] \div 2\}^2 = 56.25 < \text{♀} + \text{♂}(271)$ より性比は1:1である。2001年は $\{[\text{♀}(122) - \text{♂}(119)] \div 2\}^2 = 2.25 < \text{♀} + \text{♂}(241)$ より性比は1:1である。2000年, 2001年と2年間で合計したものでは $\{[\text{♀}(250) - \text{♂}(262)] \div 2\}^2 = 144 < \text{♀} + \text{♂}(512)$ となり性比は1:1となることから、試料の性比は1:1と見なして妥当であるとした。

試料は標準体長, 体重, 生殖腺重量, 肝臓重量測定し, 生殖腺の肉眼観察により雌雄を判別した。記録した生殖腺重量と肝臓重量を用いて GSI (gonosomatic index 生殖腺重量指数) 及び HSI (hepatosomatic index 肝臓重量指数) を求めた。GSI と HSI は以下の式で求めた。

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

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

計測後, 生殖腺を10%ホルマリンにより固定し, 卵巣内の卵径組成の測定と組織切片標本の観察を行った。卵径測定は, 成魚と判断された個体のうち生殖腺が最も発達していた体長130~150mmの雌を選び, GSI約5~13%の間に含まれる7試料において, 実体顕微鏡下により40倍に拡大して行った。観察した卵団においては, 松浦(1972)に従って以下の4段階に区分した。

- (1) 未成熟卵団: 核が透けて見え全体的に透明度の高い卵で構成されている (卵径0.25mm以下)
- (2) 卵黄胞期卵団: 卵の中央域は不透明度を増すが, 表層部はやや透明な卵 (卵径0.2~0.45mm)
- (3) 卵黄球期卵団: 卵の全体が不透明な卵黄を蓄積した卵団 (卵径0.40~0.75mm)
- (4) 成熟期卵団: 卵は茶色に透けて透明度も高くなる (卵径0.50~0.90mm)

卵の切り出しは, 原則として卵巣中央部の内部にあたる部位より行った。組織切片標本作成は, 卵径測定に用いたすべての試料を含めた体長130~150mmまでの成熟サイズの雌37個体を用いて, 常法によりパラフィン包埋後, 6 μ mに切り出し, ヘマトキシリン-エオシンの二重染色により行った。これにより卵巣内の卵の成熟の変化を調べ, GSI, HSIの結果と照らし合わせ, セトダイの生殖年周期, 産卵期の推定, さらには卵径組成と照らし合わせて成熟産卵様式を推定した。なお文中に記述した卵巣内卵は正確には卵母細胞のことであるが, 文中では卵として用いることとした。

結果及び考察

生殖年周期

セトダイでは Fig. 1より雌雄とも GSI の上昇が体長110mmあたりから確認された。さらに肉眼観察において, 最小の雄で体長109mm, 雌では体長112mmの試料において生殖腺の成熟が確認された。これらのことよりセトダイの生物学的最小形は体長110mmと推定した。Fig. 2によると, GSIは雌雄に若干の差異はあるが, 全体的に6月から上昇が確認でき, 7月でピークを迎え, その後8月, 9月と段々と下がっていく。10月から4月にかけて一定の低い値をとっている。これに照らし合わせて肉眼観察の結果をみていくと雌

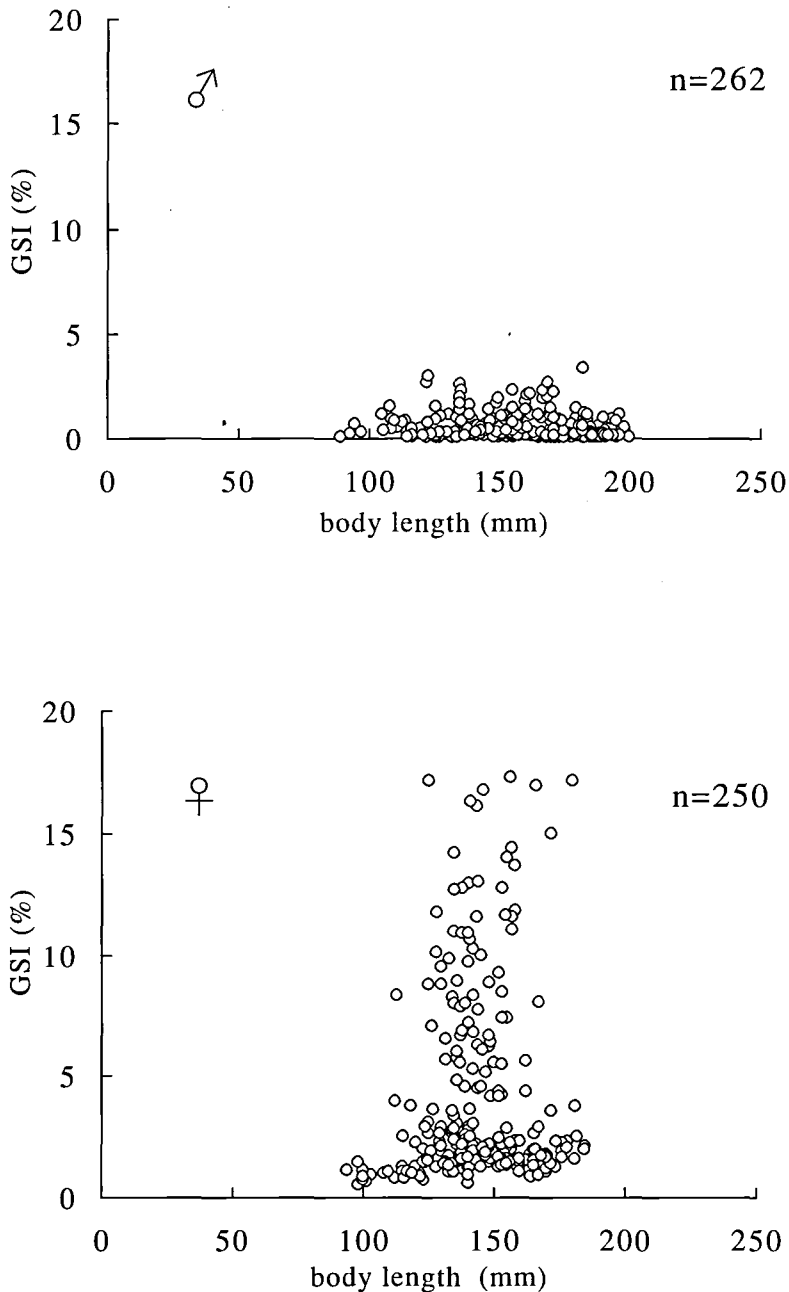


Fig. 1. GSI on the body length in the Japanese grunt from Hiutinada sea, the Central Seto Inland sea.

では GSI の高くなる 6 月からは、多くの個体の卵巣は成熟卵で充滿していた。7 月の卵巣内は成熟卵の充滿状態がピークを迎え、そのほとんどが吸水卵であることが肉眼によっても確認できた。このことより 7 月は産卵直前、もしくは産卵中であると考えられた。8 月になると産卵後であるような萎んだ卵巣が観察されたが、まだほとんどの個体の卵巣で吸水卵が確認された。その他では産卵期ピークの前の 6 月で 1 個体、逆に産卵期ピーク後の 9 月の 6 個体で卵巣内に吸水卵が確認された。9 月以降は徐々に卵巣の衰退が確認され 10 月の卵巣は、ほぼ全部の試料で衰退していた。精巣の肉眼観察では、卵巣ほどその変化は顕著でないが、6 月から発達していくのが確認され産卵期ピークの 7 月以降、8 月からは徐々に衰退していくのが確認され

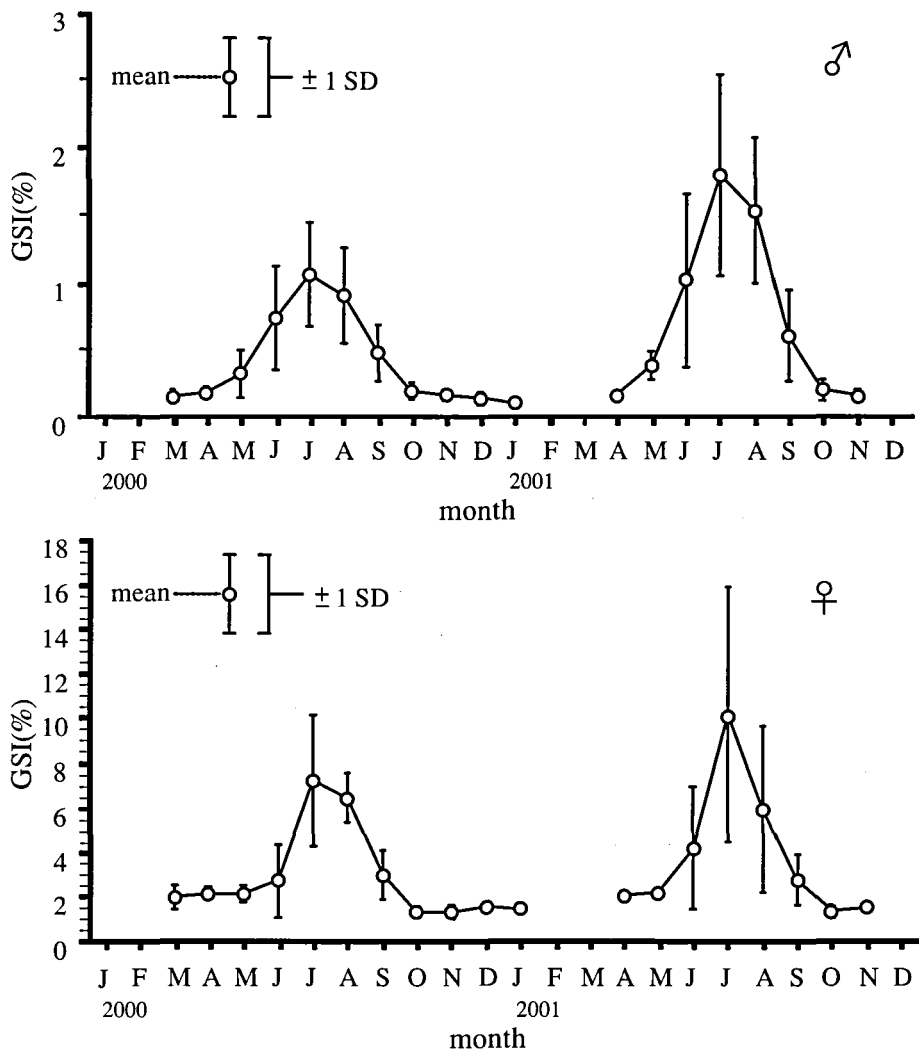


Fig. 2. Monthly GSI changes of the Japanese grunt from Hiutinada sea, the Central Seto Inland sea.

た。次に卵巣内の組織切片標本観察 (Fig. 3) によると、5月の標本では卵巣内はほとんどが未成熟卵 (Fig. 3. m) で占有されており、一部の卵で卵黄の蓄積が始まっていた (Fig. 3. n)。6月の標本も卵巣内は未成熟卵で占有されているものが大半を占めるが、GSIの高い個体では卵巣内は卵径約0.7mmの成熟卵 (Fig. 3. o) で占有されていた。7月の標本はほとんどの標本で、卵巣内は成熟卵 (Fig. 3. p) で占有されており実際に産卵した後に残る排卵後濾胞が初めて確認されたことで、産卵が行われたことが確認された。卵巣内は成熟サイズの卵で大半が占有されていたが、卵径0.4~0.5mmぐらいの中型の卵 (Fig. 3. q) も多数確認された。8月の標本からも排卵後濾胞 (Fig. 3. s) が確認されたが、卵の崩壊吸収過程に入っている卵も確認された。9月も若干ではあるが排卵後濾胞は確認されたが、そのほとんどの卵が崩壊吸収過程にあり、未成熟サイズの卵 (Fig. 3. t) も確認できた。10月の標本の卵巣内は卵の崩壊吸収過程も終わり、卵巣内も未成熟卵 (Fig. 3. u) で占有されていた。Fig. 4によると、HSIは雌雄に若干の差異はあるが、全体的に5月に上昇が確認される。これは産卵期に備えて肝臓内にエネルギー物質を蓄えているためだと思われる。(川崎, 1982)。6, 7, 8月と徐々にHSIは下降するが、産卵に際して肝臓内に蓄えたエネルギー物質を利用したためだと思われる。その後、9, 10, 11月とHSIは上昇し、冬季に水温が下がることで餌生物が不足するに従いHSIは徐々に下降し3月で最低になり、その後は春先の水温の上昇と共に餌生物が増加するため

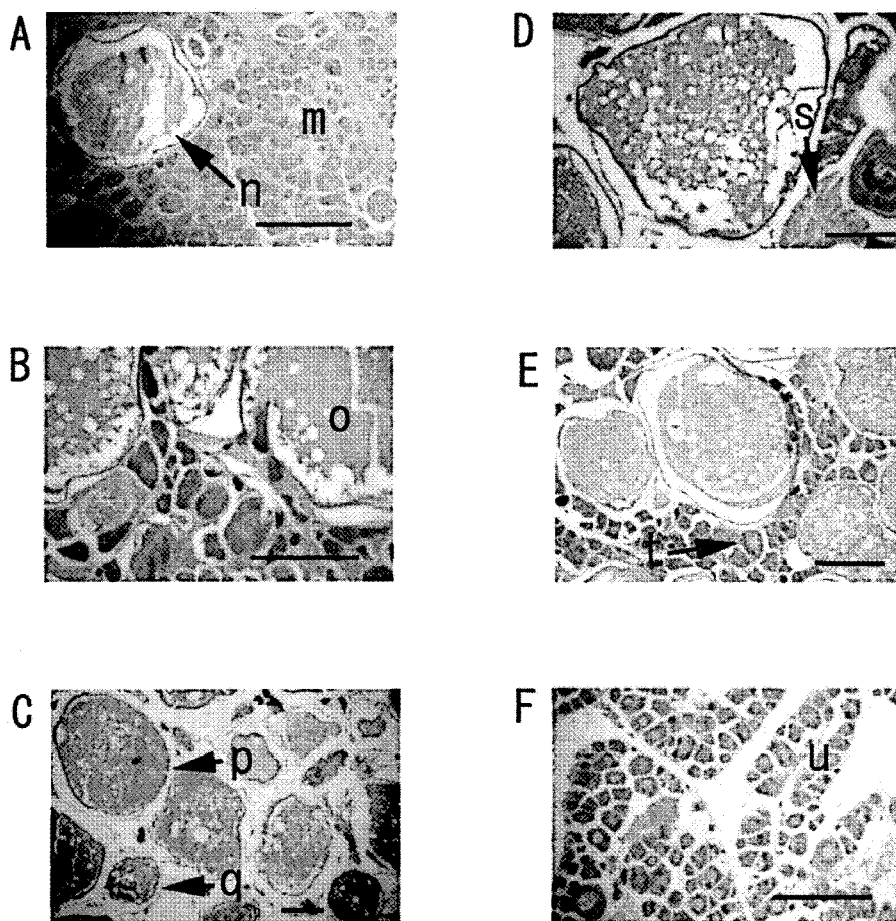


Fig. 3. Histological observation of the oocytes of the Japanese grunt. See the text about small alphabet letters in the photos. (A: May 30, 2000. body length (BL) 136mm GSI 2.2% B: June 15, 2000. BL 135mm GSI 3.4% C: July 26, 2000. BL 134mm GSI 8.2% D: August 25, 2000. BL 144mm GSI 4.5% E: September 18, 2000. BL 139mm GSI 12.6% F: October 26, 2000. BL 140mm GSI 1.2% Each horizontal bar in the photos denotes 0.3mm long.)

餌が活発になり HSI は上昇していくことが考えられる。これらの結果からセトダイの生殖年周期は5月が産卵準備期、6月から9月が産卵期で7月から8月が産卵盛期、9月は産卵期でも終期、10月から4月までが生殖休止期と考えられる。しかし、本研究の組織切片標本作製は卵巢についてのみ行い、精巣については解析していない。精巣の成熟過程から、ここで推定した生殖年周期を確認する研究が期待される。

成熟産卵様式

本研究の8月の組織切片標本において新旧の排卵後濾胞が同一標本内で確認された。また、鈴木ら(1983)によるとセトダイの水槽飼育では、親魚5尾で産卵が1980年5月25日～6月16日に6回、翌1981年5月26日～8月13日に23回合計31回の産卵が確認されている。これらからセトダイの成熟産卵様式は一回産卵型ではないということが言える。

セトダイでは産出される卵の卵径は1.20～1.25mmとされており(鈴木ら, 1983), 卵径0.7mm 辺りに卵径組成のモードをもつ卵団が吸水して生み出されることが推測される。

まずはじめに産卵前と思われる排卵後濾胞の確認されなかった個体の卵径組成では、卵径0.7mm 辺りの

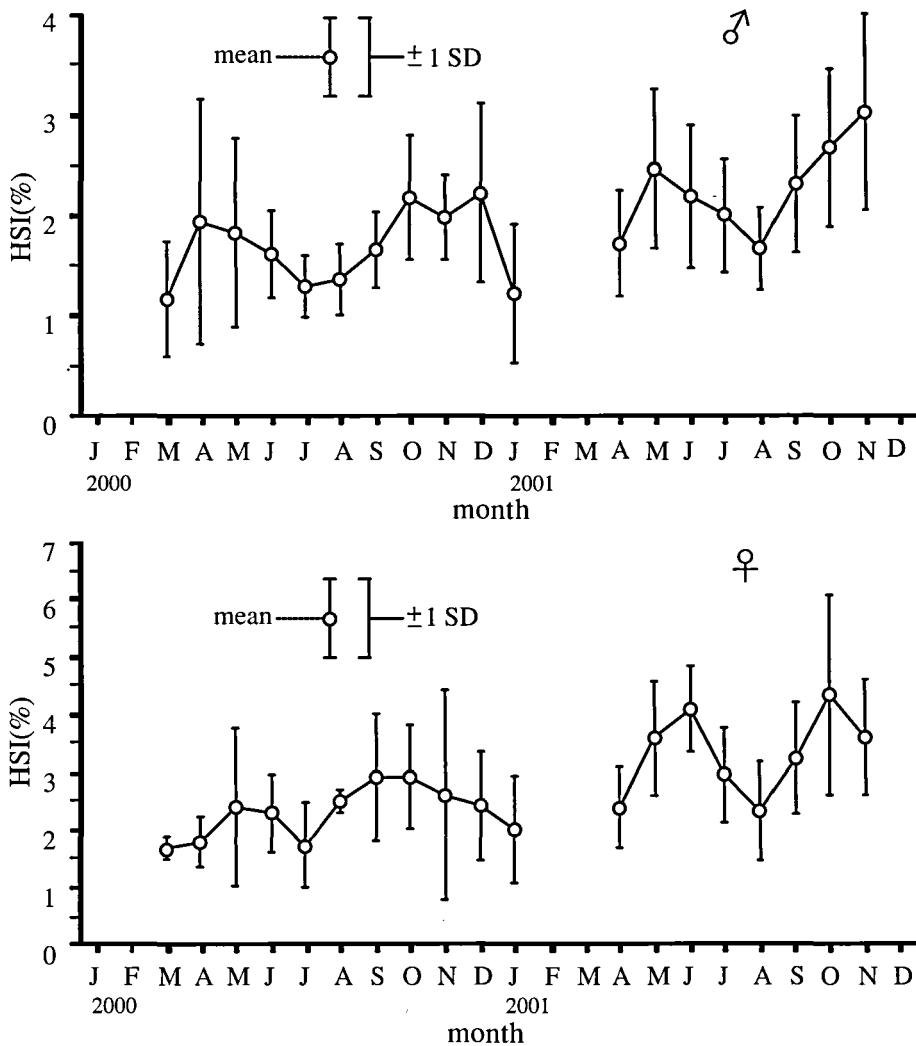


Fig. 4. Monthly HSI changes of the Japanese grunt from Hiutinada sea, the Central Seto Inland sea.

成熟期卵団にあたる卵径のモードが高くなっている (Fig. 5. A, B, C, D, E)。排卵後濾胞が卵巣内に確認されている産卵経験のある個体でも卵径 0.7mm 辺りのモードが高くなっている (Fig. 5. F, G, H)。産卵の行われていない個体と産卵の行われている個体の卵径組成が同様の組成をしていることから、セトダイでは産卵期間中、産卵しては未成熟卵団から成熟卵団へと次々に卵の成長添加が行われていると推定される。さらに組織切片標本観察 (Fig. 3) において、7月4日の試料の卵巣内にはほとんど確認されなかった卵径 0.4~0.5mm の卵黄胞期卵団、卵黄球期卵団が、7月26日の試料の卵巣内では多数確認されたことから産卵後の卵の成長添加が行われていると考えられる。以上のことからセトダイの成熟産卵様式は多峰連続産卵型と推測された。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご助言、試料の提供などをして頂いた独立行政法人水産総合センター瀬戸内海区水産研究所、資源培養研究室の重田利拓修士に深く感謝いたします。また、セトダイを研究試料として入手する上で便宜を払って頂いた愛媛県今治漁業協同組合魚市場の皆様にも深く感謝いたします。

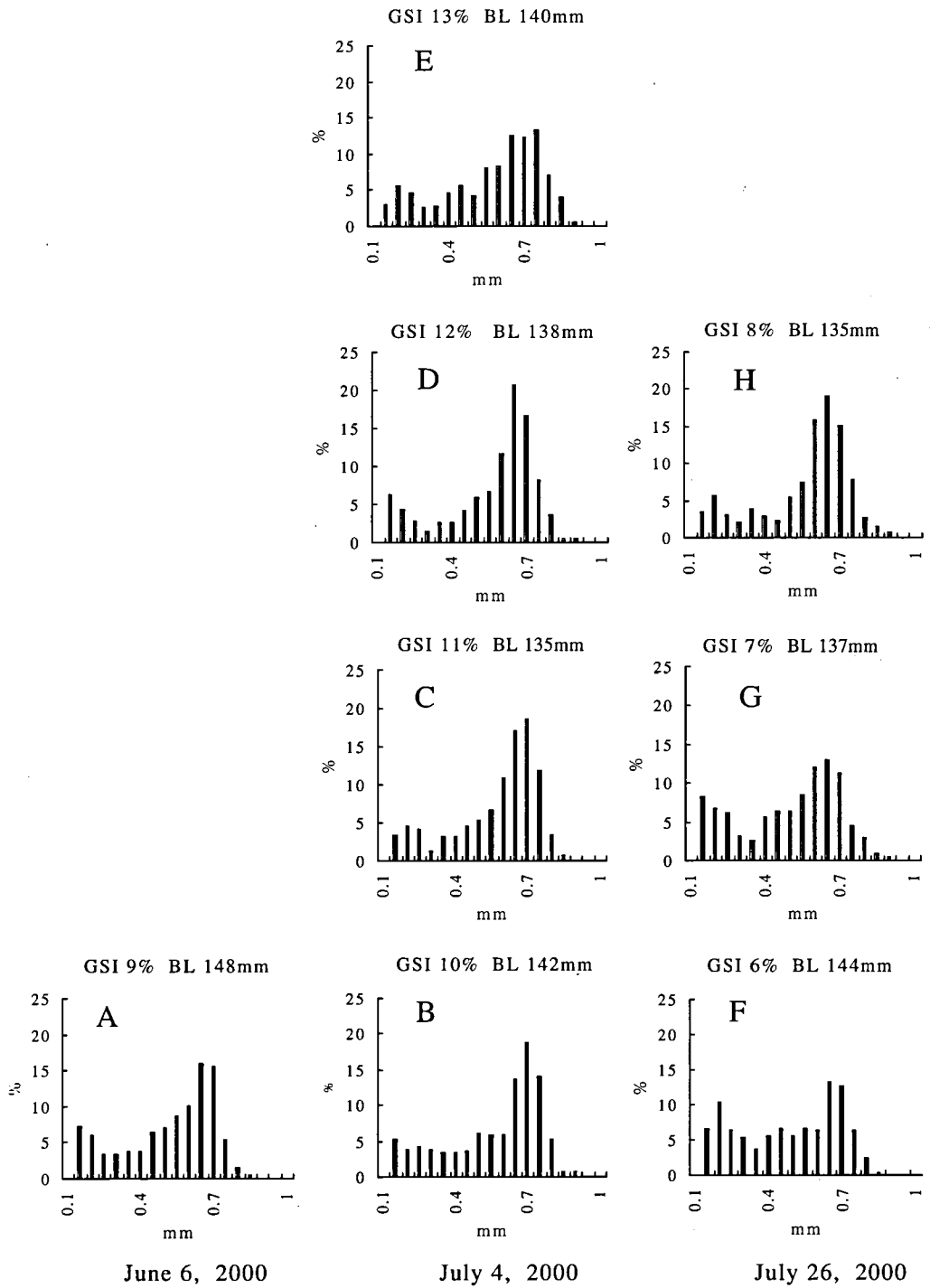


Fig. 5. Ovarian oocyte distributions of the Japanese grunt.

引用文献

- 角田俊平：底流網によるキスの生態とその資源に関する研究．広島大学水産学部紀要，9, 1-55 (1970)．
- 川崎 健：浮魚資源，恒星社厚生閣，東京，1982, pp.72-158．
- 水産庁西水研：東シナ海・黄海の魚，1986, pp.224-225．
- 鈴木克美，日置勝三，田中洋一，北沢博：水槽内におけるセトダイの産卵と初期生活史．東海大学紀要海洋学部，16, 183-191 (1983)．
- 瀬戸内海水産開発協議会：瀬戸内海のさかな，今田印刷株式会社，広島，1997, pp.44．
- 広島県栽培漁業協会：水産種苗生産技術共同開発報告書，セトダイの種苗生産技術開発．1-4 (1993)．
- 松浦修平：マダイの卵巣卵の成熟過程と産卵数．九大農芸学誌，26, 203-215 (1972)．

Reproduction of the Japanese grunt in Hiutinada Sea, the Central Seto Inland Sea

Takashi KAMADA, Yoichi SAKAI, Hiroaki HASHIMOTO and Kenji GUSHIMA

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

Summary

The reproductive ecology of the Japanese grunt, *Hapalogenys Mucronatus*, setodai in Japanese, inhabiting Hiuchinada Sea, the west part of the Central Seto Inland Sea, was investigated from March 2000 to November 2001. The changes of GSI (gonadosomatic index), HSI (hepatosomatic index) and the histological observation in the gonad in the Japanese grunt were examined. GSI for both sexes changed low from October to the next April when it was estimated as the resting season. From the histological observation of the ovaries in May, they had immature eggs, so this period was estimated as the pre-spawning season. In this season HSI values were high. In June GSI began to increase, and then GSI attained to the maximum value, 3.3 for male in June and 17.3 for female in July. GSI of both sexes fluctuated at high level from June to September. This period was estimated as the spawning season. Especially, most ovaries were occupied by matured egg tissue with empty follicles after ovulating during from July to August when it was estimated as the full spawning season. HSI of both sexes changed low. It was inferred that energy resource was saved in liver for reproduction. In September, empty follicles were observed in some ovaries. Then, egg degeneration occurred in most ovaries, so it was estimated as the post-spawning season. The examination of ovarian oocytes distribution presented that most matured oocytes appeared at about 0.7 mm in diameter, and then many 0.4-0.5 mm oocytes in diameter were observed in ovaries which had empty follicles. Accordingly, it was concluded that the Japanese grunt has the poly-modal distribution in ovarian oocytes and spawns them continuously immediately after maturing immature oocytes.

Key words: the Japanese grunt, reproductive cycle, spawning season, maturation and spawning features