

瀬戸内海中央部におけるキジハタ *Epinephelus akaara*の産卵期と肉眼的観察による性判別の信頼性

| | |
|-------|----------------|
| 誌名 | 水産増殖 |
| ISSN | 03714217 |
| 著者名 | 山本,昌幸 小林,靖尚 |
| 発行元 | 水産増殖談話会 |
| 巻/号 | 65巻2号 |
| 掲載ページ | p. 165-169 |
| 発行年月 | 2017年6月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



資 料

瀬戸内海中央部におけるキジハタ *Epinephelus akaara* の産卵期と
肉眼的観察による性判別の信頼性

山本昌幸^{1,*}・小林靖尚²

Spawning period and reliability of sexual distinction based on visual
gonad observation of red spotted grouper *Epinephelus akaara*
in the central Seto Inland Sea, Japan

Masayuki YAMAMOTO^{1,*} and Yasuhisa KOBAYASHI²

Abstract: Red spotted grouper *Epinephelus akaara* is one of the important commercial fish in the Seto Inland Sea. In order to continuously use the wild resources, basic biological data of grouper, especially spawning period and sex ratio, are required. In this study, we examined the maturation stages of gonads of grouper caught in eastern Hiuchi-nada, central Seto Inland Sea, in June, July, and November 2013, and August 2014, based on histological observation (histological method). Additionally, we identified the sex of individuals by macroscopic observation of gonads (morphological method) and compared the results of both the methods. Mature individuals were observed in both sexes between June and August, although immature females and intersexual individual were observed in June. Only immature individuals in both sexes were observed in November. Some immature individuals were considered to be of the incorrect sex by the morphological method in June and November, whereas all individuals were identified to be of the correct sex in July and August. Based on the results, the spawning period of red spotted grouper ranged from June to August, with the peak in July. Moreover, reliability of identification of sex by the morphological method was high in July and August.

Key words: Red spotted grouper; Serranidae; Maturity; Identification of sex

高級魚であるキジハタ *Epinephelus akaara* は、青森県以南から東アジア各国の沿岸域の岩礁域に生息し、全長が50 cm 程度に成長するハタ科魚類の一種である(瀬能 2013)。これまでに多くの機関で、キジハタの種苗生産が行われてきた(南部 2014)。近年、キジハタの種苗生産技術の向上により瀬戸内海を中心に12府県で、約87万尾の種苗が放流され(水産総合研究センター 2016)、瀬戸内海の香川県海域(香川県水産課・香川水試 2015)では、キジハタの漁獲量が増加して

いる。今後、増加したキジハタ資源を、持続的かつ効率的に利用するためには、適切な資源管理が必要となる。キジハタの資源管理措置をするためには、瀬戸内海における本種の資源特性値、特に産卵期や総産卵量を推定するために必要な性比に関する知見が必要となる。

対象魚種の産卵期の決定には、生殖腺の組織学的観察が必要となるが、キジハタの生殖腺の組織学的観察事例は限られている(田中ら 1990)。しかし本種の産卵期については、種苗生産時の採卵実績や天然魚の生

2017年3月24日受付；2017年5月15日受理。

¹香川県水産試験場 (Kagawa Prefectural Fisheries Experimental Station, Takamatsu, Kagawa 761-0111, Japan).

²近畿大学農学部水産学科 (Laboratory for Aquatic Biology, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Nara 631-8505, Japan).

*連絡先 (Corresponding author): E-mail, ky0554@pref.kagawa.lg.jp (M. Yamamoto).

殖腺体指数 (GSI: gonadosomatic index, [gonad weight / body weight] × 100) の変動から 6 ~ 9 月であると推定されている (香川県 1990; 岡山県 1990; 田中ら 1990; 萱野・尾田 1994; 香川県 1998; 萱野ら 1998)。また一般的に資源生態調査において対象魚種の性比の推定は、多くのサンプルを用いた生殖腺の肉眼的観察による性判別法 (肉眼観察法) によって行われている (反田ら 2007; 長谷川 2014; Nishikawa et al. 2014)。しかし、本種は雌から雄へと性転換する雌性成熟型の繁殖様式を持つことから (田中ら 1990; 小林 2012; 泉

田ら 2014)、本種の正確な性判別には、生殖腺の組織学的観察法が推奨されている (田中ら 1990)。そのため現場レベルで、簡便に、かつ大量のサンプルを処理することが可能な肉眼観察法による性比の調査が、本種に有効であるかどうか不明である。

そこで本研究では、瀬戸内海中央部で採集されたキジハタ天然魚を対象として、生殖腺を組織学的に観察することにより、本種の産卵期を調べた。さらに、肉眼観察法による性判別法の信頼性について検討した。

材料と方法

実験魚

2013年 6 月, 7 月, 11 月, 2014年 8 月に瀬戸内海燧灘東部の伊吹島地先において建網で漁獲されたキジハタ 52 尾を検体に用いた (Fig. 1)。検体は生きたまま研究室に持ち帰り, 全長 (TL: total length, 1 mm 単位) および体重 (BW: body weight, 0.01 g 単位) を測定した。その後, 開腹して生殖腺を取りだし生殖腺重量 (GW: gonad weight, 0.01 g 単位) を測定し, 外観による性判別 (肉眼観察法: 雌の生殖腺は黄色あるいは橙色, 雄の生殖腺は白色あるいは肌色であり, 雄の生殖腺は雌に比べて扁平状である) を行った後に, 生殖腺の一部をブアン液で固定した。

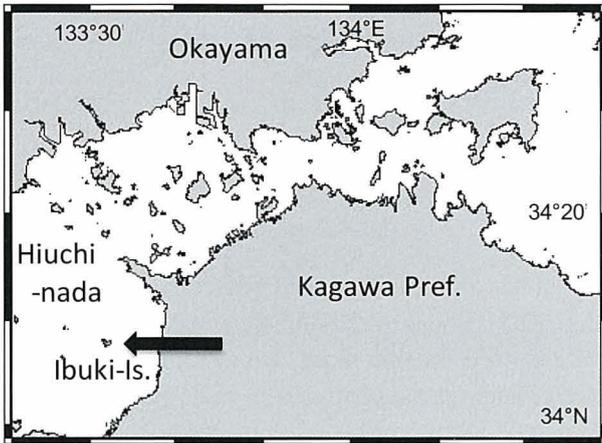


Fig. 1. Map showing the sampling area of red spotted grouper in the eastern Hiuchi-nada, central Seto Inland Sea, Japan.

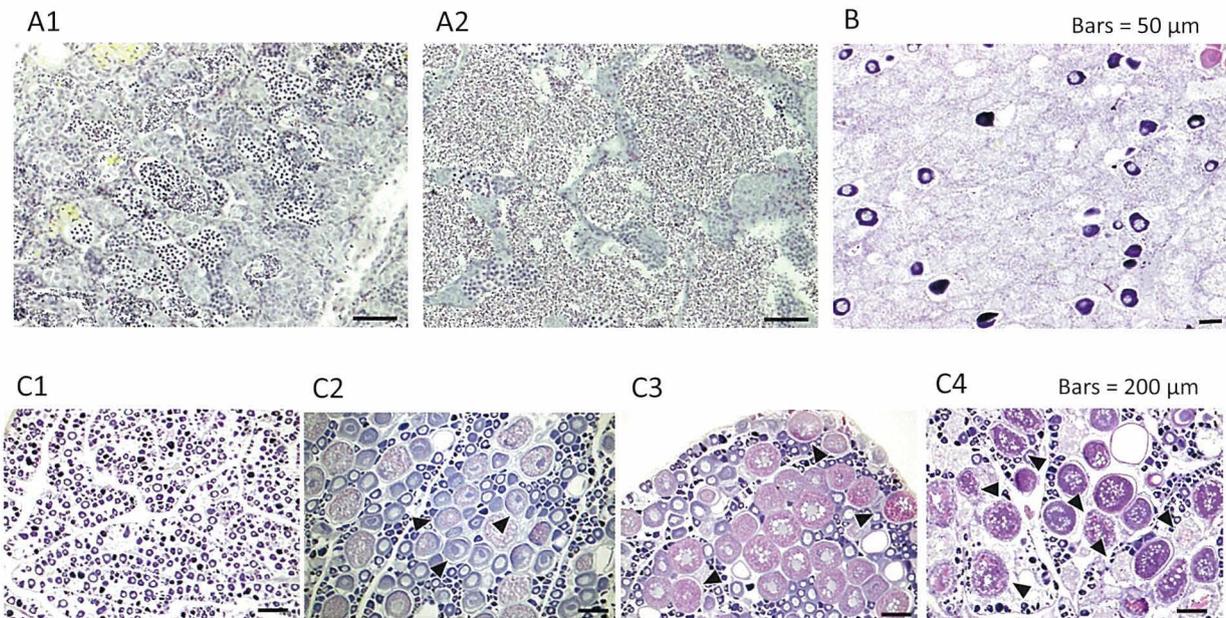


Fig. 2. Cross sections of the gonad of red spotted grouper. A1: spermatogenesis stage in male (436 mm TL, November 2013); A2: functional maturation stage in male (406 mm TL, August 2013); B: the gonad of intersexual stage (260 mm TL, June 2013); C1: immature ovary (272 mm TL, November 2013); C2: vitellogenic gonad with oil droplet stage oocyte (arrowhead) (210 mm TL, June 2013); C3: mature ovary with migratory nucleus oocyte (arrowhead) (344 mm, July 2013); C4: gonad of the involution stage (251 mm TL, August 2014). Arrowheads indicate degenerative oocytes.

生殖腺の組織観察

固定した生殖腺は、エタノールにて脱水処理を行った後に、常法に従ってパラフィンに包埋し、横断組織切片 (7 μm) を作成した。ヘマトキシリン/エオシン染色 (HE) を施した組織切片は、光学顕微鏡による観察に供した。

キジハタの性は、田中ら (1990) に従って、雌 (卵母細胞のみが観察される)、雄 (精母細胞の包囊が観察される)、間性 (卵巣細胞と精巣細胞がモザイク状になっている) の3型に分けた。また、雄と雌の生殖腺の発達段階は、それぞれ生殖腺内の最も発達した生殖細胞に基づき (高橋 1989; 高野 1989)、雌雄それぞれを下記のように分けた (Fig. 2)。

精子形成期 (雄) : 精巣内には様々な発達段階の精母細胞が存在し、一部、精子も存在する。崩壊または吸収しきれていない卵母細胞 (周辺仁期) の存在についても記録した。

排精期 (雄) : 精小嚢内腔および輸精管が排精された精子で満たされる。

未熟期 (雌) : 卵巣内は周辺仁期の卵母細胞で満たされている。

卵黄形成期 (雌) : 卵巣内に油球期、第一次卵黄球期の卵母細胞が存在する。

成熟期 (雌) : 卵巣内に第2, 3次卵黄球期および核移動期の卵母細胞が存在する。

退行期 (雌) : 卵巣内に退行変性卵が存在する。

また肉眼観察法の性判別の信頼性を検討するため、月ごとの組織学的に判別した性と肉眼観察法で判別した性の一致率をみた。加えて雌の GSI の季節変動と成熟との関係をもみた。

結 果

検体の全長範囲は176~446 mmであった (Table 1)。組織学的観察法による性別をみると、雄が13尾、雌が38尾、間性が1尾であった。間性個体は6月に出現した。月ごとの雄の成熟度をみると、6~8月には排精

Table 1. Specimen, correct sex by histological observation and concordance rate of sex identified by the two comparative checks between histological method and visual observation (inspection) of gonad

| Collection month | Number of specimen | Total length (mm) | Sexuality judged by histological observation (by visual observation) | | | Concordance rate of sex (%) |
|------------------|--------------------|-------------------|--|---------|----------|-----------------------------|
| | | | Male | Female | Intersex | |
| June | 16 | 177-334 | 3 (4) | 12 (12) | 1 (0) | 93.8 |
| July | 12 | 218-446 | 3 (3) | 9 (9) | 0 (0) | 100 |
| August | 10 | 224-436 | 5 (5) | 5 (5) | 0 (0) | 100 |
| November | 14 | 176-406 | 2 (4) | 12 (10) | 0 (0) | 85.7 |

期の個体が観察されたが、11月には精子形成期の個体しか観察されなかった (Fig. 3)。雌については、6月に未熟期と卵黄形成期の個体が各1個体、6月と8月に退行期の個体が各1個体観察されたものの、6~8月には成熟期の個体が優占していた。11月には未熟期の雌しか観察されなかった。

GSI の季節変動は雌雄共に似ており、6月から8月にかけて減少傾向にあるものの、雄の GSI は6月に0.94~1.19, 7月に0.39~0.62, 8月に0.05~1.07, 雌の GSI は6月に1.08~6.66, 7月に1.60~3.19, 8月に0.75~3.36となり、6~8月には高い値の個体がいた (Fig. 4)。一方、11月にはすべての個体で低い値となり、雄と雌の範囲はそれぞれ0.17~0.19, 0.22~0.63となった (Fig. 4)。6~8月の GSI の値は雌雄で大きく異なり、雌は2以上のものが多かったが、雄は最高値でも1.19であった。なお間性個体の GSI は0.93であった。

雌の各成熟期の GSI の範囲は、未熟期: 0.22~1.18, 卵黄形成期: 1.08~1.36, 成熟期: 0.75~6.66, 退行

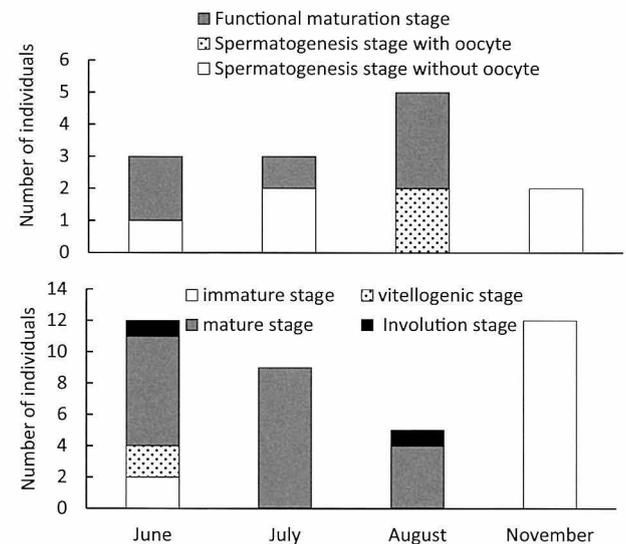


Fig. 3. Changes in the maturational stages of male (top) and female (bottom) red spotted grouper between June and November.

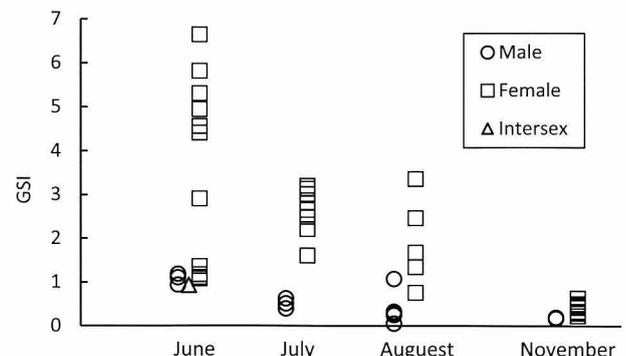


Fig. 4. Monthly change in gonadosomatic index (GSI) in red spotted grouper.

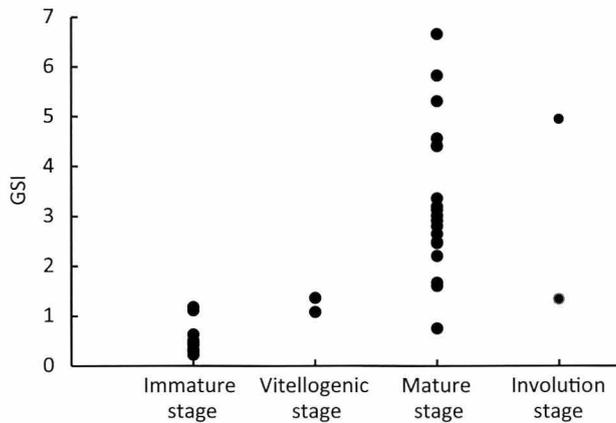


Fig. 5. Relationship between gonadosomatic index (GSI) and maturation stage of female red spotted grouper.

期：1.34～4.95となり、未熟期から成熟期にかけてGSIは大きくなり、特に卵黄形成期から成熟期の増加割合が大きかった (Fig. 5)。成熟個体20個体のうちGSIが2以上の個体は17個 (85%)、3以上の個体は10個体 (50%) であった。

肉眼観察法と組織学的観察法の性判別の結果を比較したところ (Table 1)、6月に肉眼観察法で雄とみなした個体が組織学的観察法では間性個体、11月に雄とみなした2個体が雌であった。7月と8月については、全個体で両性別判別法の結果が一致した。両性別判別法の一致率は、6月が93.8%、7月と8月が100%、11月が85.7%であった。

考 察

本研究において行われたキジハタ生殖腺の組織学的観察から、瀬戸内海中央部において、本種の雌は6～8月にかけて発達した卵母細胞をもつことが明らかとなった。GSIは、6月で最も高かったものの、組織学的観察では一部の個体が未熟であった。組織学的観察において7月の雌はすべて成熟個体であったが、8月には退行期の個体やGSIの低い個体が観察された。また本研究の実験魚を採集した伊吹島周辺で行われた仔魚調査でも7月に8月より多くふ化直後の仔魚が採集された報告がある (香川県 1998)。以上のことからキジハタの産卵の盛期は7月で、8月は産卵後期であると考えられる。

またGSIが2以上の高い個体は、全て雌の成熟個体であった。キジハタ飼育魚の性成熟研究でも成熟個体はGSIが高く、卵黄形成の進んだ卵を持った個体のGSIは2以上であった (田中ら 1990)。これらのことから、少なくとも瀬戸内海中央部においては6～8月におけるキジハタ雌の判別および成熟の基準の一つ

として、GSIが2を越えていることが提案できる。

さらに組織学的観察法と肉眼観察法による性判別の結果を比較すると、肉眼観察法において6月に間性個体を雄、11月に4個体を雌雄逆に判別したが、7～8月には両方法の結果はすべて一致した。間性個体を雄と肉眼観察法で判別したが、キジハタの間性個体は雌から雄へと性転換する個体であり、GSIは雄と変わらない (田中ら 1990) ことから、肉眼観察法で間性個体を判別することは非常に困難であろう。よって、間性個体が出現した6月および飼育試験で出現した9～5月 (田中ら 1990) の肉眼観察法による性判別の信頼性は間性個体の存在によって低くなる。非産卵期の11月については、生殖腺が小さくなり、また、GSIに性差が見られないことから、肉眼観察法による性判別は困難であった。しかし7～8月には発達した卵細胞が肉眼でも観察でき、また、GSIは雄で最大でも1程度にしかならず、前述のとおり雌のGSIは2以上となっていたことから、GSIも性判別の有効な手掛かりとなった。以上のことからキジハタの肉眼観察法による性判別は、7～8月の産卵期において信頼性が高いと考えられる。本方法は簡便であることから今後の資源特性値の調査に広く利用することができる。

本研究を纏めると、瀬戸内海中央部において、キジハタは6～8月にかけて産卵を行っていた。そして、生殖腺の発達する7～8月には肉眼観察法によって、信頼性の高い性判別が行えることが明らかになった。今後、資源管理を行うために、成熟年齢や性転換サイズ・年齢などの資源特性値を蓄積していなければならない。

要 約

組織学的観察に基づき、我々は2013年6月、7月、11月、2014年8月に瀬戸内海中央部燧灘のキジハタの成熟度を調べた。さらに、肉眼的観察による性判別 (肉眼観察法) の信頼性を検討した。6月に一部の個体で、未熟期の雌と間性個体が観察されたものの、6～8月に雌雄共に成熟個体が観察された。11月には未成熟個体のみが観察された。肉眼観察法において、7月と8月にはすべての個体の性判別が正しかったが、6月と11月には生殖腺の発達が不十分な一部の個体において、性判別が誤っていた。これらの結果から、産卵盛期の7～8月においては肉眼観察法の信頼性が高いと判断された。

謝 辞

本研究は文科省科学研究費 (ハタ科魚類の種苗生産

技術の高度化：成熟・性・不妊化に関する生理学的研究，研究課題番号：16K07873，研究代表者：小林靖尚の助成によって行われたものである。

文 献

- 長谷川雅俊 (2014) 棒受網漁船標本船日報からみた伊豆諸島海域におけるマイワシの漁獲実態. 静岡水技研研報, **46**, 1-9.
- 泉田大介・小林靖尚・征矢野 清 (2014) 生殖の科学. ハタ科魚類の水産研究最前線 (征矢野清・照屋和久・中田 久編), 恒星社厚生閣, 東京, p. 9-20.
- 香川県 (1998) 平成9年度地域特産種量産放流技術開発事業 魚類・甲殻類グループ 総合報告書. 1-57.
- 香川県 (1990) 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業 魚類・甲殻類グループ 総合報告書. 1-40.
- 香川県農政水産部水産課・水産試験場 (2015) 香川県の栽培漁業の現状と今後. 香川県, 43 pp.
- 萱野泰久・尾田 正 (1994) 人工生産したキジハタの成長と産卵. 水産増殖, **42**, 419-425. [Kayano, Y. and T. Oda (1994) Growth and spawning of red spotted grouper, *Epinephelus akaara*, under artificial rearing condition. *Aquaculture Sci.*, **42**, 419-425 (in Japanese with English abstract).]
- 萱野泰久・何 玉環・原 隆・福永丈人 (1998) 年齢組成の異なるキジハタ親魚群の自然産出卵の卵質. 水産増殖, **46**, 213-218. [Kayano, Y., H. Y. Wan, T. Hara and T. Fukunaga (1998) Fecundity and egg quality of two age class broodstock of red spotted grouper, *Epinephelus akaara*. *Aquaculture Sci.*, **46**, 213-218 (in Japanese with English abstract).]
- 小林靖尚 (2012) 性転換と行動 (生理学的側面). 魚類の行動研究と水産資源管理 (宗方有宗・小林牧人・有元貴文編), 恒星社厚生閣, 東京, p. 79-88.
- 南部智秀 (2014) 種苗放流への取り組みと問題点, キジハタを例として. ハタ科魚類の水産研究最前線 (征矢野清・照屋和久・中田 久編), 恒星社厚生閣, 東京, p. 96-108.
- Nishikawa, T., Y. Nakamura and S. Katayama (2014) Age composition of Japanese Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* (Cuvier 1832) caught off Hyogo Prefecture, south-western Sea of Japan, as determined by the otolith cross-section method. *Asian Fish. Sci.*, **27**, 248-259.
- 岡山県 (1990) 平成元年度地域特産種増殖技術開発事業 魚類・甲殻類グループ 総合報告書. 1-46.
- 瀬能 宏 (2013) ハタ科. 日本産魚類の検索, 全種の同定 (第3版) (中坊徹次編), 東海大学出版会, 秦野, p. 757-802.
- 水産総合研究センター (2016) 平成26年度 栽培漁業・海面養殖用種苗の生産・入手・放流実績 (全国), 総括編・動向編. 水産庁, 111 pp.
- 高橋裕哉 (1989) 精巢の構造と配偶子形成. 水族繁殖学 (隆島史夫・羽生 功編), 緑書房, 東京, p. 35-64.
- 高野和則 (1989) 卵巣の構造と配偶子形成. 水族繁殖学 (隆島史夫・羽生 功編), 緑書房, 東京, p. 3-34.
- 田中秀樹・広瀬慶二・野上欣也・服部圭太・石橋矩久 (1990) キジハタの性成熟と性転換. 養殖研報, **17**, 1-15. [Tanda, M., Y. Nakamura and S. Okamoto (1990) Sexual maturation and sex reversal in red spotted grouper, *Epinephelus akaara*. *Bull. Natl. Res. Inst. Aquaculture*, **17**, 1-15 (in Japanese with English abstract).]
- 反田 實・中村行延・岡本繁好 (2007) 大阪湾・播磨灘におけるマコガレイの性比. 水産増殖, **55**, 177-182. [Tanda, M., Y. Nakamura and S. Okamoto (2007) Sex ratio of marbled sole *Pleuronectes yokohamae* distributed in Harima Nada and Osaka Bay, eastern part of the Seto Inland Sea, Japan. *Aquaculture Sci.*, **55**, 177-182 (in Japanese with English abstract).]