

クマノミの産卵数と卵体積の季節的変動パターン

荒武, 久道
宮崎県水産試験場増殖部

中園, 明信
九州大学大学院農学研究院

<https://doi.org/10.15017/4387>

出版情報 : 九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 61 (1), pp.83-91, 2006-02-01. 九州大学大学院農学研
究院

バージョン :

権利関係 :

クマノミの産卵数と卵体積の季節的変動パターン

荒 武 久 道¹・中 園 明 信*

九州大学大学院農学研究院動物生産科学部門海洋生物生産学講座水産増殖学研究室

(2005年10月30日受付, 2005年11月16日受理)

Seasonal change of egg size and number in the anemone fish, *Amphiprion clarkii*, at two different localities in the temperate Kyushu, Japan

Hisamichi ARATAKE¹ and Akinobu NAKAZONO*

Laboratory of Aquaculture, Division of Marine Bioresources,
Department of Animal and Marine Bioresources, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

はじめに

クマノミ類(genus: *Amphiprion*) は、イソギンチャクと共生すること (Mariscal, 1970; Allen, 1972; Moyer and Sawyers, 1973), 一夫一妻で雄性先熟の性転換を行う (Fricke and Fricke, 1977; Moyer and Nakazono, 1978, Ross, 1978) 等, 行動, 生態面から興味深い材料として数多くの研究がなされてきている。イソギンチャクの触手に隠れた岩肌等を産卵床として利用して沈性付着卵を産み, ふ化まで親が保護を行う (Moyer and Sawyers, 1973; Moyer and Bell, 1976; Thresher, 1984) ことから, いつ産卵が行われたのかを追跡しやすく, 産卵パターンに関する研究も行われている。熱帯域からは, クマノミ類は周年, 月周期や潮汐周期と同調した産卵を行っていることが報告されている (Allen, 1972; Ross, 1978; Thresher, 1984; Darren *et al.*, 1997) のに対し, 温帯域まで分布する唯一のクマノミ類であるクマノミ (*Amphiprion clarkii*) の温帯域の個体群では, 産卵は季節的であり, 月周期や潮汐周期との関係が弱い (Bell, 1976; Moyer and Bell, 1976, Ochi, 1985) という, 熱帯との相違点が報告されている。温帯のクマノミの産卵が季節的である理由は, 冬季の低水温による産卵の制限 (Bell, 1976) が指摘されている。水温環境がクマノミの生態や行動に影響を与える

のであれば, 水温勾配の大きい温帯域においては, 場所ごとに異なった産卵パターンを示すことが予測される。これまでの研究からも, 産卵数の季節変動に関しては, 水温や季節と関係なく, むしろランダムに変化するとする (Bell, 1976) 例と, 産卵期の初期にピークをもつ明瞭な変動パターンを示す (Ochi, 1985) 例の, 互いに異なった事例が報告されている。一方, 1個の卵の体積 (卵体積) が産卵数と関係を持つこと (e.g. Einum and Fleming, 2000) や, 卵体積が水温や季節によって変動していること (e.g. Thresher, 1984; 森田, 2003) が知られており, 水温環境が異なる場所間では, クマノミの卵体積の変動パターンが異なることも予測される。

そこで本報では, 水温環境の異なる2点のクマノミについて, まず, (1)産卵数と卵体積の季節的変動の産卵パターンを明らかにすること, その上で, (2)両地点間での相違点の有無を確認し, 水温環境の違いに着目した比較を行うことを目的とした。

材料と方法

本研究では, 水温環境の異なる地点間の産卵パターンを比較するため, 以下に述べる2地点で1産卵期間を通して, 産卵数と卵体積を追跡した。両地点ともに, クマノミ (*Amphiprion clarkii*) は, サンゴイソギンチャク (*Entacmaea actinostoloides*) や, オオサンゴイソギンチャク (*E. maxima*) の触手に隠れる

¹宮崎県水産試験場増殖部

¹Aquaculture Section, Miyazaki Prefectural Fisheries Experimental Station

*Corresponding author (E-mail: nakazono@agr.kyushu-u.ac.jp)

石や岩盤等の基質を産卵床として利用していたが、ペアによっては、産卵床が岩盤の亀裂の内部や岩と岩との間隙であったので、後述する方法で産卵数の計数ができないものがあった。本研究では、このようなペアは除外し、産卵数と卵体積を同時に求められたものを対象とした。

鹿児島県川辺郡坊津町泊浦：九州のほぼ南西端に位置し、九州本土におけるクマノミ分布のほぼ南端 (Fautin and Allen, 1992; モイヤー, 2001) である。調査期間は、1994年4月19日から10月25日までの間とした。水深2~8mの範囲に、約100×50mの調査範囲を設定し、その中に生息する全16ペアのうち、10ペアを観察対象とした。

熊本県牛深市下須島：坊津よりも約100km北方に位置し、日本列島の西側におけるクマノミの分布のほぼ北限 (Fautin and Allen, 1992; モイヤー, 2001) にあたることから、クマノミの繁殖にとって最低の水温環境にあると考えられる。調査期間は、1995年5月6日から10月7日までの間とした。水深3~16mの範囲に、約100×50mの調査範囲を設定し、その中に生息する全26ペアのうち、12ペアを観察対象とした。

研究期間中はいずれの場所でもほぼ毎日 SCUBA による潜水観察を行った。その際にはペアが利用するイソギンチャクを全て巡回し、ペアの状況と産卵の有無を確認した。産卵が確認された日には、産卵数を求める目的で、卵塊の写真を撮影 (ニコンス V・IV, 28・35mm レンズおよびクローズアップレンズ使用) し、卵体積計測のために約200粒を先細ピンセットを用いて採集した。産卵数は、プリントした卵塊の写真を実体顕微鏡下に置き、1粒ずつ、柄付き針で印を付けながら計数することにより求めた。この方法による計数誤差は、予備的な観察によると5%未満であった (荒武, 未発表資料)。卵体積は、採集した卵の内、破損したものや、死卵を除いた50~120粒の長径と短径を実体顕微鏡で接眼マイクロメーターを用いて0.025 mm 単位で測定し、以下の式により算出した値の平均値を用いた。

$$V = 4/3\pi(S/2)^3 + \pi(S/2)^2(L-S)$$

卵体積: $V(\text{mm}^3)$ 長径: $L(\text{mm})$

短径: $S(\text{mm})$

観察個体は、研究開始時に刺し網とタモ網を用いて採集し、水中で標準体長 (mm SL) を測定した。観察個体の体重は測定していないが、データ解析の際には、以下に示す体長-体重関係式 (鶴田・羽野, 未発表資料) により算出した計算値を用いた。

$$BW = 10^{-5}SL^{3.1687}$$

体重: $BW(\text{g})$ 体長: $SL(\text{mm})$

研究期間中、荒天により調査ができなかった場合や、水中カメラの不調や撮影失敗により、卵体積や産卵数を求められない場合があった。欠測データの取り扱いには以下によった。(1)ペアごとの一回当たりの産卵数、及び、卵体積の最大値と最小値を求める場合には、欠測データを無視して、得られたデータの中から採用した。(2)ペアごとの産卵期総産卵数は、産卵数の欠測データを前後の産卵の平均値で補った後に、ペアごとに合計して求めた。水温は観察範囲の中央で、水深帯もほぼ中央に当たる海底に棒状水温計を置いて測定した。なお、坊津、牛深ともに調査範囲内での温度勾配はほとんど見られなかった。水温のデータは、産卵開始時、及び、産卵終了時の水温比較の際には、計測データをそのまま採用し、水温と卵体積との関係を検討する際は、前回の産卵から、その回の産卵までの期間の平均値を用いた。なお、初回産卵時の水温については、初回~2回目の産卵間と同じ日数を初回産卵日の前に取り、その期間の平均値とした。

結 果

1. 水温環境と産卵期間

坊津において観察したペア ($n=10$ pairs) では、5月18日から9月29日まで、牛深 ($n=12$ pairs) では6月12日から9月10日までの間で産卵が観察された (Fig. 1)。産卵開始の時期は、坊津では、5月18日に産卵を開始した1ペア (B08) を除くと、残りの9ペアは、6月1~10日の短い間にほぼ一斉に開始したのに対し、牛深では、6月12日~7月12日の1ヶ月間でペアごとにばらばらしていた。ペアごとの最初の産卵から最後の産卵までの期間の長さ、すなわち、ペアごとの産卵期間長は、坊津で92~129日 (mean±SD=109±11 days, $n=10$ pairs), 牛深で46~90日 (65±14, $n=12$) であり (Fig. 2), 坊津の方が長かった (Mann-Whitney U test, $U=0$, $P<0.001$)。また、ペアごとの産卵期間長と、雌の体重との間に有意な相関は見られなかった (Kendall's rank coefficient: Bohnotsu, $n=10$, $\tau=0.000$, $P=1.000$; Ushibuka, $n=12$, $\tau=-0.295$, $P=0.217$) (Fig. 2)。

坊津、牛深のそれぞれの地点で最初に産卵が行われてから最後の産卵が行われるまでの産卵期間の水温は、坊津では18.9~29.5°C (mean±SD=25.1±3.54°C, $n=116$ days), 牛深では、20.5~29.5°C (24.0±2.00, $n=91$) の範囲で変動しており (Fig. 1), 坊津の方が

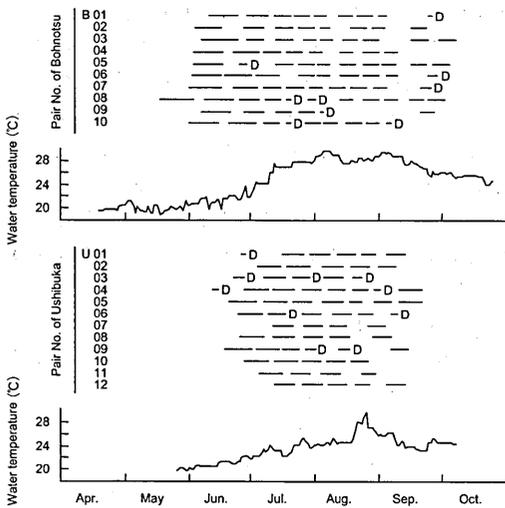


Fig. 1. Incubation periods of *Amphiprion clarkii* and water temperatures at Bohnotsu and Ushibuka. Horizontal and broken solid lines indicate incubation periods and water temperature, respectively. "D" means disappearance of the clutch.

高かった (Mann-Whitney U test, $U=4498.5$, $P<0.001$). 坊津が牛深と比較して高水温であることは、水温の変動を見るとより顕著であった。すなわち、7月初旬までは坊津と牛深との間に大きな水温の差は無かったが、坊津では、7月初旬に24°C以上になり、その後急激に上昇し、7月中旬に26°Cを、8月初旬には28°Cを超え、9月中旬まで28°C以上の期間が続いた。その後は徐々に低下したものの、最後の産卵が行われた9月下旬までおおむね26°C以上であった。これに対し、牛深では、24°C以上になったのは7月中旬からで、その後徐々に上昇したが、26°C以上になったのは8月下旬の約半月の間であった。

両地点における、ペアごとの初回産卵日の水温は、坊津で18.9~21.7°C (mean±SD=20.6±0.81, $n=10$), 牛深で20.5~23.4°C (21.9±0.89, $n=12$) であり (Fig. 1), 牛深の方が高かった (Mann-Whitney U test, $U=16$, $P<0.01$). しかし、ペアごとの最後の産卵日の水温は、坊津で25.7~29.3°C (26.9±1.41, $n=10$), 牛深で24.2~27.8°C (25.9±1.20, $n=12$) であり、両者に有意な差は見られなかった (Mann-Whitney U test, $U=40.5$, $P=0.200$). 両地点ともに、最後の産卵が行われた日の水温は、初回産卵時と

比べて明らかに高かった (Mann-Whitney U test : Bohnotsu, $U=0$, $P<0.001$; Ushibuka, $U=0$, $P<0.001$).

2. 産卵回数

ペアごとの産卵回数は、坊津で6~11回 (mean±SD=8.8±1.32 times, $n=10$ pairs), 牛深で4~8回 (5.5±1.17, $n=12$) であり (Fig. 2), 明らかに坊津の方が多かった (Mann-Whitney U test, $U=4.5$, $P<0.001$). 上記の通り、坊津と牛深ではペアごとの産卵期間長が異なっていたので、1月 (30日) 当たりの産卵回数に換算して比較すると、坊津は1.7~2.8回/月 (2.4±0.30 times/month), 牛深は2.3~2.9回/月 (2.6±0.18) となり、両者の間に有意な差は見られなかった (Mann-Whitney U test, $U=43.5$, $P=0.297$). すなわち、坊津と牛深との間の産卵回数の差は、産卵期間の長さの違いによるものであると言える。雌の体重と産卵回数との間には、坊津、牛深両地点ともに有意な相関は見られなかった (Kendall's rank coefficient : Bohnotsu, $n=10$, $\tau=0.102$, $P=0.778$; Ushibuka, $n=12$, $\tau=-0.347$, $P=0.178$) (Fig. 3).

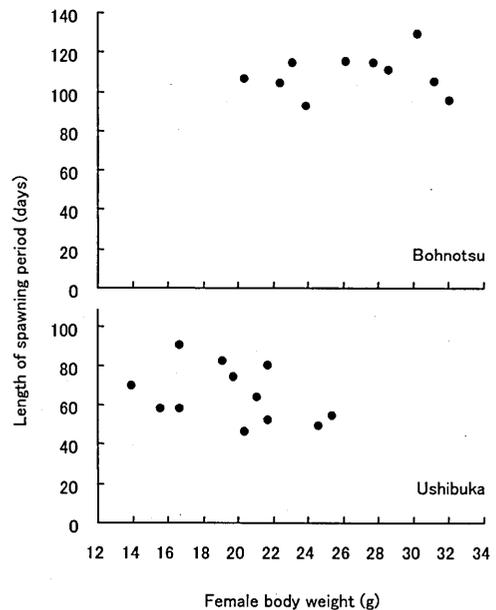


Fig. 2. Relationship between female body weight and number of spawning in a spawning season.

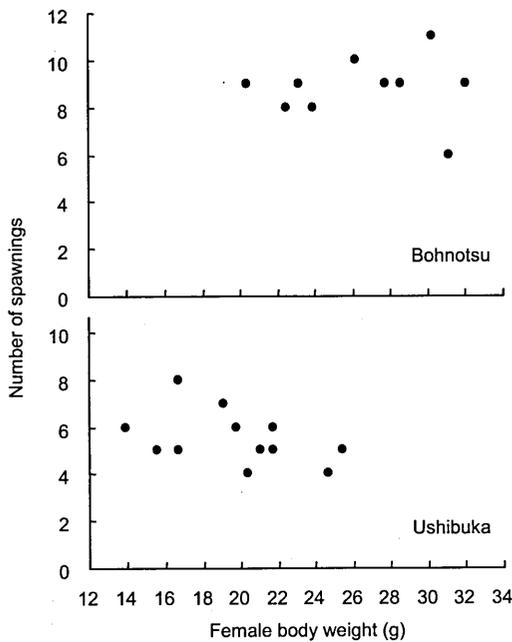


Fig. 3. Relationship between female body weight and length of spawning periods.

3. 産卵数

坊津個体群で1ペアが1回に産卵する卵数は1,925~5,983粒の範囲で、牛深個体群内では483~5,535粒の範囲で産卵ごと、ペアごとに変動した (Fig. 4 白丸)。ペアごとに産卵数の変動パターンを見ると、坊津、牛深のいずれの個体群においても、以下に記す3ペアを除いた全てのペアに、産卵数は、産卵開始後は2~5回目のピークに向かって増加し、その後、産卵期の後期に向かって減少していく「山型」の変動が見られた。山型を示さなかった3ペアの内、坊津の1ペア (B02) は、初回産卵時を最大とし、その後産卵ごとに減少していく「坂型」を示していた。坊津の1ペア (B05) と牛深の1ペア (U01) では、産卵数の変動に季節的な傾向は見られず、ランダムに変動しているように思えた。産卵数の変動が山型を示すか否かは、雌の体サイズや、産卵回数の多寡と関係していないと考えられた。

産卵数の変動が山型を示したペアにおいて、産卵数が最大となるのは、坊津では6~7月 (1ペアのみ8月初旬) に行われた2~5回目、牛深でも6~7月 (1ペアのみ8月初旬) に行われた2~3回目の産卵にあり、坊津及び牛深のクマノミは、産卵期の前半に

多くの卵を産んでいる傾向が認められた。

ペアごとの産卵数について、先ずそれぞれのペアの最大産卵数と最小産卵数を見ると、最大産卵数は、坊津で2,642~5,983粒、牛深で1,914~5,535粒、最小産卵数は、坊津で1,925~3,391粒、牛深で483~2,821粒であった (Fig. 5. a, c)。最大および最小産卵数と雌の体重との間には、いずれの地点においても、有意な相関は認められなかった (Bohnotsu, $n=10$: max, $\tau = 0.422$, $P=0.108$; min, $\tau = 0.378$, $P=0.157$; Ushibuka, $n=12$: max, $\tau = 0.031$, $P=0.952$; min, $\tau = 0.062$, $P=0.846$) (Fig. 5. a, c)。ペアごとに産卵期間中に産み出した卵の合計、すなわち、産卵期総産卵数は、坊津で20,825~42,487粒の範囲で、牛深では6,345~27,061粒の範囲であった (Fig. 5, a, c)。坊津では有意な正の相関が見られた ($\tau = 0.556$, $n=10$, $P < 0.05$) もの、牛深では見られなかった ($\tau =$

-0.215 , $n=12$, $P=0.369$) (Fig. 5. b, d)。

以上の事から、坊津と牛深には、以下に示す共通した産卵数の季節変動があることが明らかになった。

- (1) 産卵期の前半に多くの卵を産出している。
- (2) 産卵数を最大にするタイミングは産卵期の初期にある。
- (3) 産卵期の後半では産卵数は徐々に減少していく。

4. 卵体積

卵体積は、坊津では1.24~2.23 mm³の範囲で、牛深では1.33~1.94 mm³の範囲で、産卵ごとに変動していた (Fig. 4 黒丸)。

雌の体重と、ペアごとに産み出された卵体積の、最大、最小、平均値のそれぞれとの間には、坊津、牛深のいずれも有意な相関は見られず (Bohnotsu, $n=10$: max, $\tau = 0.225$, $P=0.440$; min, $\tau = 0.000$, $P=1.000$; mean, $\tau = 0.244$, $P=0.379$; Ushibuka, $n=12$: max, $\tau = -0.047$, $P=0.891$; min, $\tau = -0.063$, $P=0.829$; mean, $\tau = 0.000$, $P=1.000$; Kendall's rank correlation), ほぼ同様な値を示していた (Fig. 6)。

坊津、牛深の両地点において、全てのペアに共通して、卵体積は産卵開始直後で最も大きく、その後次第に低下していく傾向が見られた (Fig. 4)。坊津では、8月中旬で最小となった後、産卵期の終期にかけて再び増大していた。これらの卵体積の変動は、水温の変動と関係している事が予測されたので、産卵間の平均水温、すなわち、前回産卵日から当該産卵日までの平

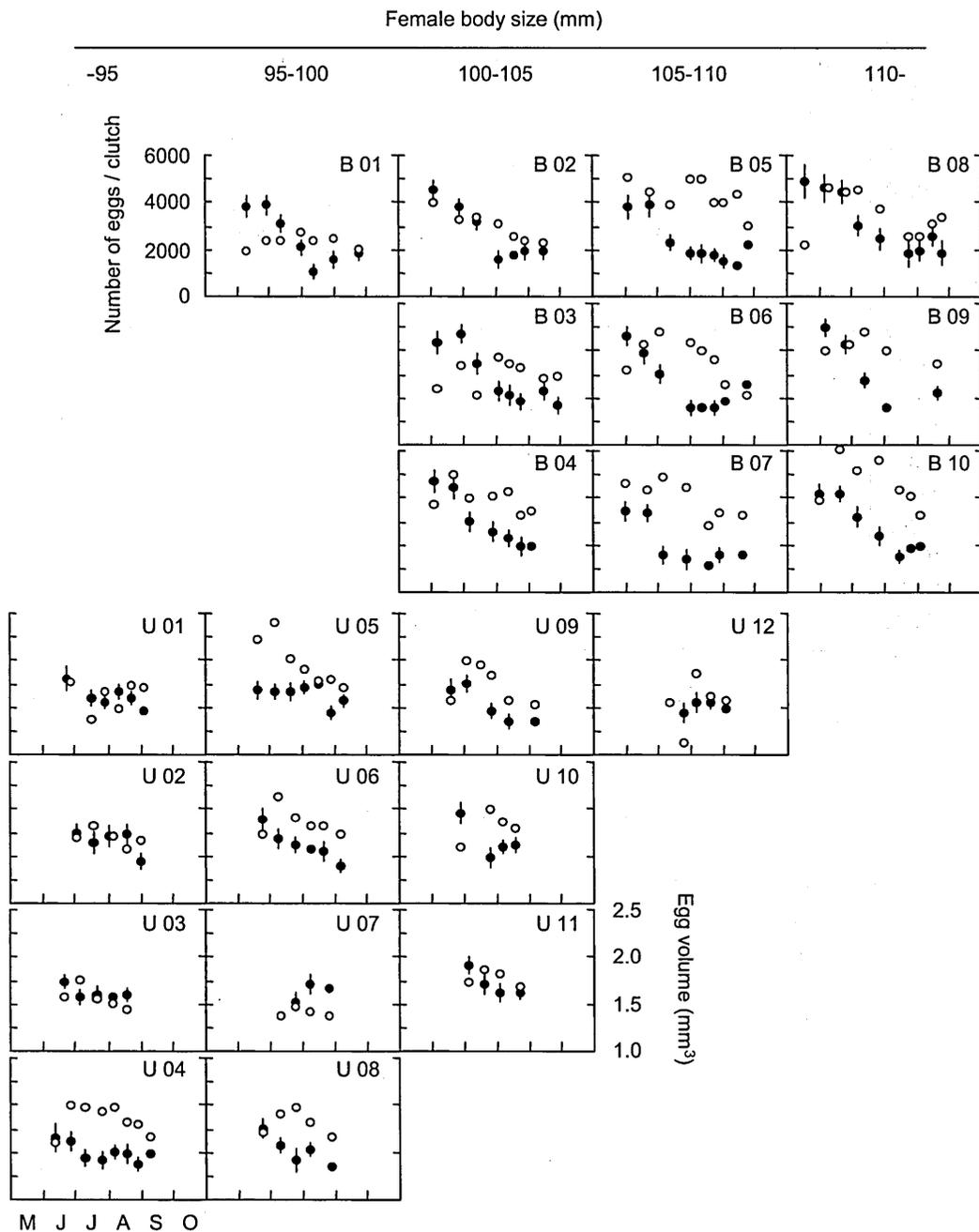


Fig. 4. Seasonal change in number of eggs per one clutch and egg size at Bohnotsu and Ushibuka. All pairs are divided into 5 groups with every 5 mm increments of female standard length (-95, 95-100, 100-105, 105-110, 110- mm SL). Open and solid circles indicate number of eggs per one clutch and egg size, respectively. Vertical solid lines indicate standard deviation of egg size.

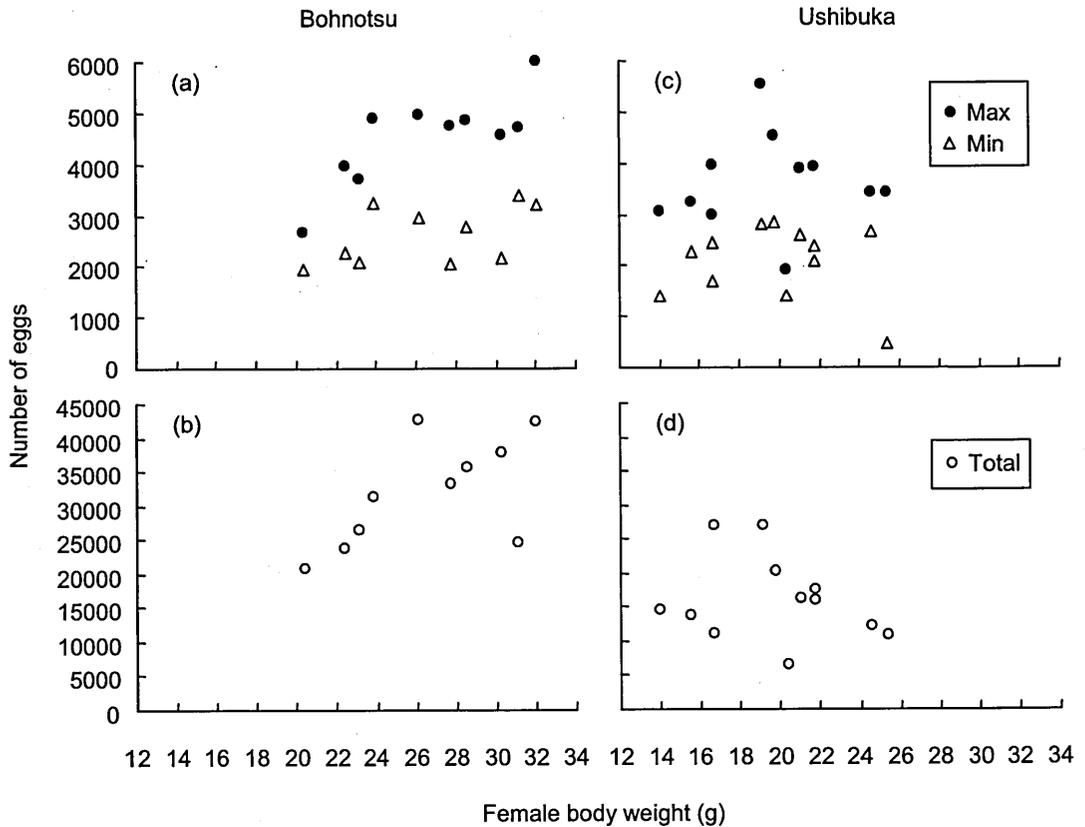


Fig. 5. Relationship between female body weight and maximum, minimum and total number of eggs in clutches, at Bohnotsu and Ushibuka.

均水温と卵体積との関係について解析を行った。その結果、坊津、牛深の両地点ともに、卵体積と水温との間に有意な負の相関が見られた (Kendall's rank correlation; Bohnotsu, $\tau = -0.600$, $P < 0.001$; Ushibuka, $\tau = -0.401$, $P < 0.001$) (Fig. 7)。

なお、同水温下で坊津と牛深の卵体積を比較した場合、牛深の方が小さい傾向が見られた (Fig. 7)。例えば、水温が20~22°Cの範囲内では、坊津の平均2.06 mm³ (± 0.112 , SD, $n=19$) に対し、牛深の平均1.75 mm³ (± 0.107 , SD, $n=12$) は有意に小さかった (Mann-Whitney U test, $U=4$, $P < 0.001$)。この事に関しては、別報で述べる。

以上のことから、坊津と牛深には、以下に示す共通した卵体積の季節変動があることが明らかになった。

- (1) 低水温の産卵期初期に大きく、高水温の後期に小さくなる季節変動を示す。
- (2) 卵体積の変動は水温の変動と負の相関を持つ。

考 察

本研究は、温帯のクマノミ *Amphiprion clarkii* の繁殖生態を明らかにするため、水温環境の異なる2地点において、まず、産卵数と卵体積の季節変動等の産卵パターンを明らかにした上で、両者の共通点と相違点の検討を行った。

水温と産卵期・産卵回数：坊津と、牛深とでは、産卵期と産卵回数がそれぞれ異なっていた。すなわち、坊津では、5~9月の間に、6~11回の産卵が行われたのに対し、牛深では6~9月の間に、4~8回の産卵が行われ、坊津の方がより長く、より多くの産卵を行っていた (Fig. 1)。単位時間当たりの産卵回数には坊津と牛深の間で差が見られなかったため、産卵回数の差は、産卵期間の差で説明できる。産卵期間の差、すなわち、坊津のクマノミが、牛深のものに比べて早い時期に産卵を開始し、遅い時期まで続けたことにつ

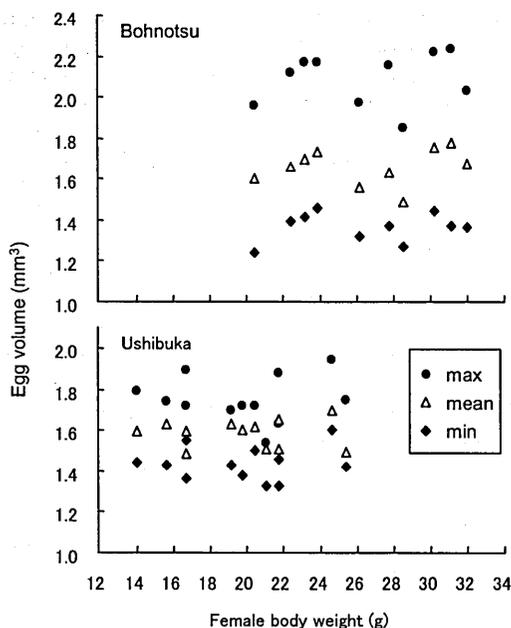


Fig. 6. Relationship between female body weight and the maximum, mean and minimum egg volumes at Bohnotsu and Ushibuka.

いて、以下に考察する。

坊津の方が牛深よりも早く産卵が開始されたことに関しては、単に水温の上昇が坊津の方が早かったためだけではなく、それぞれのクマノミ個体群が産卵を開始する水温が、坊津の方がより低かった事が、両者の差を大きくしている。坊津では、平均は20.6℃(±0.81, SD)で産卵を開始したのに対し、牛深では平均は21.9℃(±0.89, SD)であり、坊津の方が低かった (Fig. 1)。すなわち、牛深のクマノミは、坊津のクマノミが産卵を開始した水温では、まだ産卵を始めなかったことによる。これには、冬季の水温環境が影響しているものと考えられる。

産卵数の季節変動：今回の研究からは、産卵数は、産卵期の前半に大きく、後半では徐々に小さくなっていくといった、坊津と牛深に共通する季節変動が見出された (Fig. 4, 6, 7)。これまでに報告されている、温帯のクマノミの産卵数の季節変動は、三宅島での、1回あたりの産卵数は産卵ごとに大きく変動するが、この変動は水温や産卵時期とは関係を持たず、むしろランダムである (Bell, 1976) というもの、四国の室手海岸から、産卵期の初期産卵数のピークを持つ明瞭なパターンを示す (Ochi, 1985) という、互い

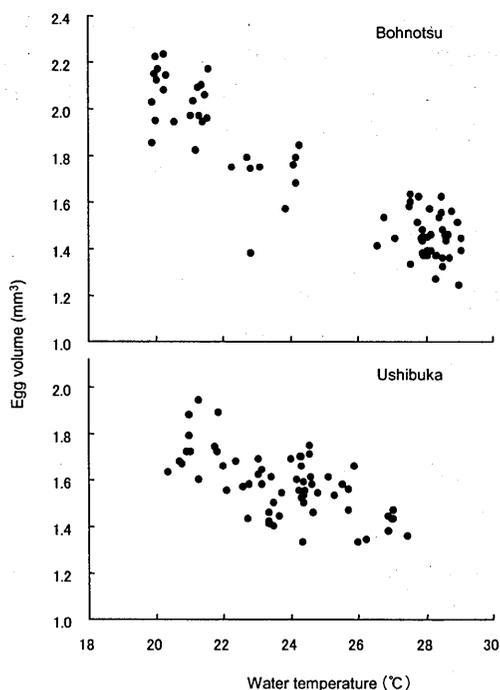


Fig. 7. Relationships between water temperature and egg volume (mm^3) at Bohnotsu and Ushibuka. Each dot shows value from one clutch. The water temperature was shown by the mean value from the previous spawning to respective spawning.

に異なるものであるが、本研究で得られた季節変動は、後者と一致するものであった。坊津と牛深に見られた産卵数の増減の変動は、水温の高低 (Fig. 1) とは逆になっている。すなわち、比較的低水温である産卵期の前半で産卵数が大きく、比較的高水温である後半では、産卵数は少なかった。これについて Ochi (1986) は、産卵期の初期に産まれ、早く着底できた稚魚は、遅く産まれて遅く着底してきたものよりも、成長が早い高水温期を長く過ごせ、より早く大きくなることができ、より高い社会的地位を得られること、その結果、将来の繁殖開始の時期が早くなるといった、早生まれのメリットを指摘している。

卵体積の季節変動：今回の研究からは、産卵期の初期に卵体積は最大であり、産卵ごとに減少していくといった、坊津と牛深に共通する変動が見出された (Fig. 4)。産卵期間の水温は、産卵期初期から後期にかけて上昇していった (Fig. 1) が、卵体積は、水温とは負の相関を持っていた (Fig. 9) のでこの

ような変動をしたと考えられる。ただし、シロギスの飼育実験からは、一定水温下でも卵サイズが季節変化することが知られており (Hotta *et al.* 2001)、水温以外の要因も関係している可能性がある。

謝 辞

本研究を進めるにあたって非常に重要なクマノミの体長と体重の関係式を示して頂いた、九州大学農学部動物生産科学コース水産学分野水産増殖学研究室技官鶴田幸成氏と修士課程大学院生羽野克典氏(現:カトキチ株式会社)に深く感謝いたします。

要 約

水温環境の異なる、鹿児島県川辺郡坊津町、熊本県牛深市の2地点において、クマノミの産卵数と卵体積の変動を、産卵期間を通じて観察した。高水温環境にある坊津町では、5~9月の間に6~11回の産卵が行われたのに対し、低水温環境にある牛深市では、6~9月に4~8回であった。産卵回数の差は産卵期間長の差であり、産卵期間長の差は、水温環境の違いによるものであると考えられた。産卵数は、坊津では1,925~5,983粒の範囲で、牛深では483~5,535粒の範囲で変動していたが、両地点ともに産卵期の前半で多く、後半では減少していく傾向が見られた。産卵期総産卵数と雌の体重の間には、坊津でのみ有意な相関が見られた。卵体積は、坊津では1.24~2.23 mm³の範囲で、牛深では1.33~1.94 mm³の範囲で変動していたが、両地点ともに産卵開始直後で最も大きく、その後次第に低下していく傾向が見られた。卵体積は、産卵間の平均水温と有意な負の相関を持っていた。両地点ともに、卵体積は雌の体重と関係していなかった。

文 献

- Allen, G.R. 1972 *The Anemone Fishes. Their Classification and Biology*. TFH Publications, Neptune City, N.J.
- 荒武久道・中園明信 2005 クマノミの卵サイズとエネルギー量. 九大農芸誌, 60: 203-206
- Bell, L.J. 1976 Notes on the nesting success and fecundity of the anemonefish *Amphiprion clarkii* at Miyake-Jima, Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, 22: 207-211
- Daphne G. Fautin and Gerald R. Allen 1992 *Field Guide to Anemonefishes and their Host Sea Anemones*. Western Australian Museum, Perth, WA.
- Darren L. Richardson, Peter L. Harrison, Vicki J. Harriott 1997 Timing of spawning and fecundity of a tropical and subtropical anemonefish (Pomacentridae: *Amphiprion*) on a high latitude reef on the east coast of Australia. *Mar. Eco. Prg. Ser.*, 156: 175-181
- Einum, S. and I.A. Fleming 2000 Highly fecund mothers sacrifice offspring survival to maximize fitness. *Nature*, 405: 565-567
- Fautin, P.G. and G.R. Allen 1992 Field guide to anemonefishes and their host sea anemone. Western Australian Museum, Perth, WA.
- Fricke, H.W. and S. Fricke 1977 Monogamy and sex change by aggressive dominance in coral reef fish. *Nature*, 266: 830-832
- Hotta, K., M. Tamura, T. Watanabe, Nakamura, S. Adachi, and K. Yamaguchi 2001 Changes in spawning characteristics of Japanese whiting *Sillago japonica* under control of temperature. *Fish. Sci.*, 67, 1111-1118
- Mariscal, R.N. 1970 The nature of the symbiosis between Ind. Pacific anemone fishes and sea anemones. *Mar. Biol.*, 6: 58-65
- 森田健太郎 2003 配偶子の多様性. 卵サイズの多様性. 中園明信編: 水産動物の性と行動生態. 恒星社厚生閣刊, 東京, 48-65頁
- モイヤー, J.T. 2001 クマノミガイドブック, BSブリタニカ, 東京
- Moyer, J.T. and Lori J. Bell 1976 Reproductive behavior of the anemonefish *Amphiprion clarkii* at Miyake-Jima, Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, 23: 23-32
- Moyer, J.T. and A. Nakazone 1978 Protandrous hermaphroditism in six species of the anemonefish genus *Amphiprion* in Japan. *Japan J. Ichthyol.*, 23: 23-32
- Moyer, J.T. and C.E. Sawyers 1973 Territorial behavior of the anemonefish *Amphiprion xanthurus* with notes on the life history. *Japan J. Ichthyol.*, 20: 85-93
- Ochi, H. 1985 Temporal patterns of breeding and larval settlement in a temperate population of the tropical anemonefish, *Amphiprion clarkii*. *Japan. J. Ichthyol.*, 32: 248-257
- Ochi, H. 1986 Growth of the anemonefish *Amphiprion clarkii* in temperate waters, with special reference to the influence of settling time on the growth of 0-year olds. *Marine Biology*, 92:223-229
- Ross, R.M. 1978 Reproductive behavior of the anemonefish *Amphiprion melanopus* on Guam. *Copeia*, 1978: 103-107
- Thresher, R.E. 1984 *Reproduction in reef fishes*. T.F.H. Publications, Neptune City, N.J.

Summary

The anemone fish, *Amphiprion clarkii*, is monogamous and spawns adhesive eggs in mass nearly at the same place, repeatedly during the warm months. The egg mass is laid on a flat hard substratum protected by the tentacles of host sea anemone in one layer. This enables to count the total number of eggs in an egg mass after taking photography. These characteristics provide a good material to study seasonal changes of egg production by a single female in temperate reef fishes.

In the present study, egg numbers of clutches and egg sizes were monitored at two different places, one is at the southern end of Kyushu (Bohnotsu: 10 pairs) and the other was at the western end of Kyushu (Ushibuka: 12 pairs). The average water temperatures were slightly higher at B than U. Water temperature ranged 18.9-21.7°C at B and 20.5-23.4°C at U and the beginning of spawning differed by pairs. The latest spawning also differed by pairs and confirmed to be at 25.7-29.3°C at B and at 24.2-27.8°C at U. The number of spawning was 6-11 times at B and 4-8 times at U, by pairs.

The number of eggs spawned at one time by females was 1,925-5,989 at B and 483-5,535 at U were larger in the early part of spawning season and egg sizes were apt to be larger during this period than the rest of the spawning season. But, at B, where spawning season was slightly longer than U, the egg sizes showed a tendency to become larger again at the end of the spawning season.