九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

クマノミの卵サイズとエネルギー量

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/10.15017/4364

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 60 (2), pp.203-206, 2005-10-01. 九州大学大学院農学研究院
バージョン：
権利関係：

九大農学芸誌 (Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.)
第60巻 第2号 203-206 (2005)

クマノミの卵サイズとエネルギー量

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6月30日受付, 2005年7月26日受理)

Relationship between Egg Size and its Energy Content in Anemonefish, *Amphiprion clarkii*

Hisamichi ARATAKE[1] 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

多回産卵魚の雌が, その繁殖努力を季節的にどのように配分しているかについての知見は乏しい. その中でも付着卵を産み, 産卵期を通じて同じペアが同じ場所で産卵を繰り返す (Bell, 1976; Moyer and Bell, 1976; Ochi, 1985;1986) クマノミ *Amphiprion clarkii* は, 1個体の雌が季節間で繁殖への投資をどのように配分しているかを研究する好材料である. クマノミは熱帯から温帯まで分布するが, 温帯の個体群では, 産卵期の前半により多くの卵を産むことから, 産卵期前半により多くを投資していると考えられている (Ochi, 1985). これは早く産まれたものが, 遅く産まれたものに比べて, 早く大きくなることが可能で, その結果, より高い社会的地位を得ることができるため, すなわち繁殖開始の機会をより早く得られることによると考えられている (Ochi, 1986).

一般に, 卵サイズと産卵数との間にはトレードオフの関係があること (*i.e.* Einum and Fleming, 2000), すなわち, 卵サイズが大きくなると産み出す卵数は少なくなり, 逆に卵サイズが小さくなると産卵数は大きくなることも知られている. 著者らは, 温帯のクマノミでも, 卵サイズが季節的に変化していることを観察しており (準備中), このことは, クマノミの雌が産卵期の間, 繁殖への投資をどのように配分しているかを論じる際には, 産卵数のみを考慮するのでは不十分であり, 卵サイズの変化についても同時に検討を加えなければならないことを示している. ただし, これは卵サイズの変化が, 卵1粒当たりに親が配分するエネルギー量の変化を反映しているのかどうか, すなわち, 大きな卵には多くの, 小さな卵には少ないエネルギーが投資されていることが前提となる. 卵保護のコストを除いた繁殖への投資量は, 生産する卵のエネルギー量と近似すると考えられる. そこで, 本研究では, クマノミの様々なサイズの卵について, 単位重量当たりの熱量を求め, 卵サイズと熱量の関係, すなわち, 卵サイズと資源量との関係について検証した.

材料と方法

クマノミ卵の熱量の測定には, 九州のほぼ南西端に位置し, 九州におけるクマノミ分布のほぼ南端 (Fautin and Allen, 1992; モイヤー, 2001) である鹿児島県川辺郡坊津町泊浦 (北緯31度16分, 東経130度13分) で1994年5月19日から9月27日に採集した卵と, 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) にあたる熊本県牛深市下須島 (北緯32度9分, 東経130度02分) で, 1995年6月20日から7月26日に同様に採集した卵を用いた. 両地点ともに, 採卵は産卵後2日以内のものに限り, 200粒程度, 先細ピンセットを用いて丁寧に採集し, サンプル瓶に海水とともに収容した. 採集後は, 極端な昇

[1]宮崎県水産試験場増殖部
[1]Aquaculture Section, Miyazaki Prefectural Fisheries Experimental Station
*Corresponding author (E-mail: nakazono@agr.kyushu-u.ac.jp)

温を防ぐため，クーラーボックスに入れ，実験室へ持ち帰った．その後，直ちに，実体顕微鏡下で接眼マイクロメーターを用いて，死卵や破損卵を除いた良好なもの50～120粒の長径と短径を0.025mm単位で計測し，以下の式により卵体積を算出した．

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

卵体積：V（mm^3）　長径：L（mm）　短径：S（mm）

測定後の卵の処理は，坊津分と牛深分で異なる．すなわち，坊津分は，採集した卵を一旦3％海水ホルマリンで固定保存し，熱量測定前に，水道水で卵を洗浄し，塩分等を除いた後，ドライオーブンで80℃，14時間の乾燥を行った．牛深分は，卵体積測定後直ちに，卵を水道水で洗浄し，塩分を除いた後にデシケーター中で乾燥保存した．熱量の測定には，燃焼式熱量計（小川精機社：OSK-150）を用いて単位重量当たりのカロリー値を求め，1cal=4.18605Jとして J 値に換算した．坊津分は，熱量の測定に用いることができた卵数が1卵塊あたり，61～139粒であり，卵数が正確な熱量測定には不足していることが考えられたので，同じペアが産み出した他の卵塊から採集された分で，卵体積がほぼ同等なもの2～3サンプルを混合し，1つのサンプルとして測定した．ただし，1サンプルは同等なサイズの卵が得られなかったので，この操作は行わなかった．牛深分は1卵塊あたり107～200粒を用いることができたので，1サンプルずつ測定を行った．

この測定によって得られるのは，卵の単位乾燥重量当たりの熱量である．従って，以下の手順により卵のエネルギー量が体積と比例していることを確認した．

1．卵1個当たりの乾燥重量が卵体積と比例していること．

前述の通り，坊津分は，熱量を1～3サンプル分を1つのサンプルとして測定したので，卵体積は1回の測定に使用した1サンプルでの平均値に換算した．乾燥重量は，測定に用いた卵数で全体の重量を割って1粒当たりの乾燥重量（μg）に換算して検討した．

2．体積の異なる卵の間で単位重量当たりの熱量に差がないこと

まず，測定した全卵の卵体積と単位重量当たりの熱量との間の相関関係について検討し，その後に，坊津分，牛深分の卵体積の中間値で2分した大卵と小卵の単位重量あたりの熱量の差について検討した．

結　　果

1．卵体積と卵重量

熱量測定に用いた卵体積は，坊津分で1.32（±0.05, SD）～2.23mm^3（±0.08），牛深分で1.41（±0.137）～1.88mm^3（±0.115）の範囲にあった（Fig.1）．坊津分は，1～3サンプルを1サンプルとして測定したが，測定に使用した卵の平均体積は1.38～2.18mm^3であった．

坊津分，牛深分ともに，卵体積（X）と卵の乾燥重量（μg）（Y）との間にはそれぞれ $Y=128.39X+51.451$（$n=24$, $R^2=0.581$, $P<0.001$），$Y=0105.78X+110.02$（$n=17$, $R^2=0.410$, $P<0.01$）の関係が見られ（Fig. 2），乾燥卵重量は卵体積と比例することが明らかになった．

2．卵体積と単位乾燥重量当たりの熱量

熱量測定を行った卵の単位乾燥重量当たりの熱量は卵体積の多少に関わらず比較的狭い範囲にあり，坊津分では26,650～31,721J/g，牛深分では24,733～28,666 J/gであった．小卵では密度が高く，単位体積当たり高いエネルギーを持つ可能性についてみるために，卵体積と単位乾燥重量あたりのエネルギーを比較したが，いずれも卵体積との間に有意な相関は見られなかっ

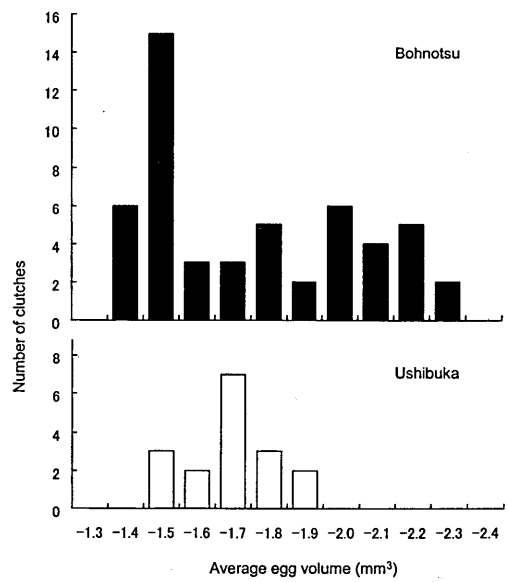

Fig. 1. Frequency of average volume of one egg from different clutches at Bohnotsu and Ushibuka.

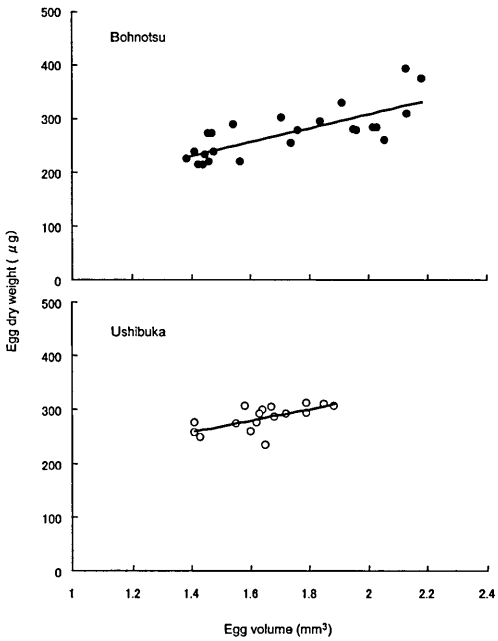

Fig. 2. Relationship between egg volume (mm3) and dry weight (μg) at Bohnotsu and Ushibuka.

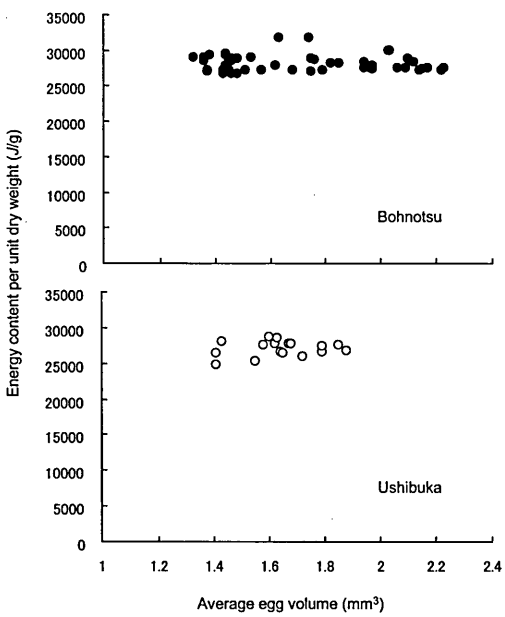

Fig. 3. Energy content per unit dry weight of eggs (J/g) at Bohnotsu and Ushibuka.

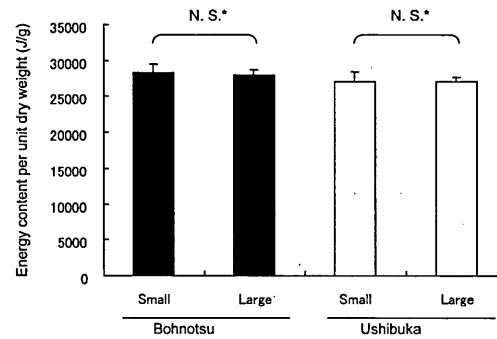

Fig. 4. Comparison of energy content per unit dry weight of eggs between small and large egg at Bohnotsu and Ushibuka. * Mann-Whitney U test.

た (Fig. 3) (Kendall's rank coefficient: 坊津, n=51, $\tau=-0.068$, $P=0.481$; 牛深, n=17, $\tau=0.044$, $P=0.803$).

さらに，坊津分と牛深分をそれぞれの中間値（坊津，1.775mm^3；牛深，1.645mm^3）で2分し，大卵と小卵との間の単位乾燥重量当たりの熱量の差を検討した．単位乾燥重量当たりの熱量は，坊津，牛深ともに大卵と小卵との間に有意な差は認められなかった (Fig. 4) (Mann-Whitney U test: 坊津, U=277, $P=0.525$；牛深, U=33, $P=0.8148$).

以上のことからクマノミ卵の熱量は，卵のサイズに関わらず，単位乾燥重量当たりでは一定であることが明らかになった．すなわち，大きな卵はそれだけ大きなエネルギーを持っていることが明らかになった．

考　　察

本研究では，多回産卵する雌1尾が産卵期間中その繁殖のためのエネルギーすなわち資源をどのように配分しているかを明らかにする研究の一環として，坊津，牛深で採集したサイズの異なる卵を用いて，単位乾燥重量あたりの熱量を検討した．

まず，クマノミ卵の乾燥重量は，卵体積と比例していること (Fig. 1)，単位重量当たりの熱量は，卵体積に関わらず一定であること (Figs. 2, 3) を明らかにした．このことから，クマノミの卵1粒への投資量は卵サイズと比例していると言える．クマノミは1回の産卵で多数の卵を，共生するイソギンチャクの近くの基盤に一層の密な卵塊として産みつけるが，前述のように卵数や卵サイズには季節的な変動が見られる，し

かし，1回の産卵で産み出される卵塊への投資量は，産卵数に平均卵体積をかけた，総卵体積で表すことができることが明らかとなった．

従来，クマノミ雌の繁殖への投資量としては，単に産卵数が用いられて来たが，本研究で示したように，卵サイズは同一場所であっても変動の幅が大きい．また，著者らは，同じ雌が産み出す卵であっても季節的にサイズが変動していることを観察しており（準備中），クマノミの雌が，卵への投資量を季節的にどのように配分しているかを検討するためには，産卵数だけでなく，卵サイズを同時に検討する必要があることが明らかになった．また，その際には，産卵数に卵体積をかけた，産卵1回当たりの総卵体積を投資エネルギーの指標として用いることができることを明らかにした．

謝　　辞

本研究における熱量測定にご協力とご援助を頂いた，熊本大学理学部付属合津臨海実験所山口隆男助教授（当時）並びにスタッフ，学生の方々に深謝申し上げます．

要　　約

産卵数に卵体積をかけた総卵体積を，卵への投資エネルギー量の指標として使えるか否かを検討するため，クマノミ卵の単位乾燥重量当たりの熱量を測定した．クマノミ卵の乾燥重量は体積と比例していた．単位乾燥重量当たりの熱量は，卵の体積とは関係なく，一定であった．これらのことから，卵の熱量は卵サイズに比例していること，すなわち，総卵体積は雌が卵に投資するエネルギー量を反映していることを明らかにした．

文　　献

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

Einum, S. and I. A. Fleming 2000 Highly fecund mothers sacrifice offspring survival to maximize fitness. *Nature,* **405**: 565-567

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

ジャックT.モイヤー 2001 クマノミガイドブック．TBSブリタニカ，東京

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. *Mar. Biol.*, **92**: 223-229

Summary

With the purpose to measure the energetic allocation that one female displays during the spawning season in iteroparous species, relationship between the egg size and its energetic value (J/g) was measured in the anemonefish, *Amphiprion clarkii.* Egg dry weight was equivalent to its volume of newly laid eggs, regardless to its sizes. Eggs with different sizes had nearly the same energetic value (24.733-31.721 J/g) per unit of its dry weight. These results showed that the total egg volume of one clutch can be regarded as the energetic allocation of the female to the clutch at that time, regardless to the number and egg sizes which differ seasonally and by female individuals.