

飼育下におけるラクダガイ幼生の着底とその後の成長

岩井憲司

1. 目的

ラクダガイ *Lambis truncata sebae* は、熱帯及び亜熱帯のサンゴ礁海域に分布するスイショウガイ科の巻貝で、本邦産の最大種である。スイショウガイ科の貝は美味で、殻も美しいものが多く、サンゴ礁海域においては水産上重要な種類である。ラクダガイも水産資源の増養殖対象種として有望であると考えられるが、種苗生産技術に関する報告は、初期発生や浮遊期から着底まで期間に限られている。今回、ラクダガイの幼生飼育と着底後の成長について幾らかの知見が得られたので報告する。

2. 方法

ラクダガイの親貝は、沖縄本島の北部に位置する瀬底島の沿岸部より採取して確保した。2009 年 2 月に、水深 5-10m のサンゴ片の瓦礫場にて、素潜りで徒手によりラクダガイ 3 個体を採取した。採取した親貝は、目視にてペニスと輸卵管の有無を確認して雌雄を判別し (Amber ほか 2004)、飼育水槽へ収容した(図1、2)。

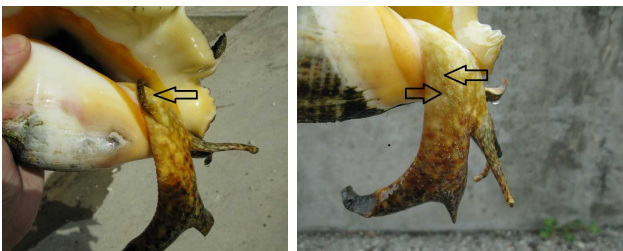


図1 雄個体(矢印:ペニス) 図2 雌個体(矢印:輸卵管)

親貝の飼育には、半透明ポリカーボネイト屋根の屋内施設に設置された 20tFRP水槽(2m×10m×1m)を用いた。親貝は、餌料となる天然の付着珪藻を繁茂させた水槽で飼育した。水槽の準備は、飼育開始の約 2 週間前より、砂ろ過海水(以下、海水)を溜めた水槽の底面より塩ビ管で強めに通気する方法で行った。付着珪藻の成長を促すため、水槽内に園芸用緩行性肥料であるエコロングトータル 313-70 ((株)旭化成ケミカル)を 100g/海水 1t の割合で投入したカゴを浮かべて施肥し、

飼育開始後も施肥を継続した。親貝の飼育中は海水を 1 ~ 2 回転/日で流水し、月に約 1 回の頻度で同様の方法で、新しく準備した水槽へ親貝を移槽して飼育を継続した。

スイショウガイ科の貝は、卵紐を砂に塗して産卵する習性があるので、産卵を促す目的で水槽の底面の一部にはサンゴ砂(約 3kg)を蒔いた。飼育中は、水槽を毎日観察し、産卵の有無を確認した。親貝の飼育は 2009 年 2 月から 2010 年 2 月の約 1 年間行った。

産卵を確認すると、水槽内から卵塊を採取し、海水を溜めた 500 ℓコンテナ水槽(120 × 75 × 55cm)に浮かべたカゴに移した。コンテナ水槽は 10 回転/日程度に流水して、卵の観察を毎日行った。ふ化が近づいた卵塊は、ガゴごと幼生飼育用に準備した 1,000 ℓ円形透明ポリカーボネイト水槽へ移した。卵をふ化させた回数は 9 回で、産卵からふ化までの期間と水温を記録した。幼生の飼育水は、0.02 μ 目合の中空糸フィルターによる精密ろ過海水(以下、精密ろ過海水)を用いて止水とし、中央底面からエアーストーンにて弱通気を行った。幼生の飼育は上部からの日中の光が遮断された屋内にて行った。

2009 年 7 月 9 日、8 月 3 日、9 月 13 日に確認された卵塊の卵紐には砂が塗布されてなかったので、卵の計数に用いた。卵紐の一部 0.4 ~ 0.47g を量り取って卵を計数し、卵塊全体の卵数を算出した。

2009 年 4 月 30 日にふ化した個体を使用して、無給餌における幼生の生残状況を調べた。ふ化幼生は、精密ろ過海水を各 5 ml ずつ用意した 12 穴のマルチウェルプレート(ポリスチレン製:FALCON社)に 1 個体ずつ移した。プレートは 23 ~ 24 °C を保った恒温室に置き、毎日、精密ろ過海水による換水を行い、幼生を観察して生死を判別した。12 個体の幼生が全て死亡するまで飼育を継続した。

ふ化幼生への給餌は日令 1 より、飼育水の換水は日令 2 より開始した。換水作業は 100 μ m 目合のミユラ

一ガーゼでカバーを施したサイホンを用い、幼生を吸い込むことなく飼育水を50～70%換水するようにした。換水後、室内培養した *Cheatoceeros gracilis* を餌料として、飼育水中に1,000～3,000cells/mlの濃度になるよう給餌した。この作業を1日1回の頻度で継続した。

飼育水槽と幼生は毎日観察し、水槽底面に斃死個体を確認した時は取り除き、着底稚貝が確認された場合は全幼生を回収した。回収した幼生から着底稚貝を選別して確保し、残りの未着底幼生は同様方法で飼育して全ての幼生が着底するか斃死するまで飼育を継続した。

着底稚貝は殻長を測定し、付着珪藻を繁茂させて準備した屋内の200ℓ円形透明ポリカーボネイト水槽にて、約10回転/日で流水飼育した。飼育水槽の準備は、親貝の飼育水槽と同様の手法で行った。飼育中、餌不足と思われる時は新しく準備した水槽へ稚貝を移槽した。移槽は1回/月の頻度となり、その際に全稚貝の殻長を測定した。

屋内で2ヶ月間飼育した後、飼育場所を屋外の2.75tFRP水槽(1.0×4.8×0.5m)へ移して同様の飼育を4ヶ月間継続した。その後は、稚貝の成長に伴って大きな容量の飼育水槽を使用し、移槽と測定の頻度は3ヶ月毎とした。水槽は、屋外4tFRP水槽(1.2×4.9×0.7m)、屋内20tFRP水槽(上記)、屋外70t円形キャンパス水槽(径10m×1m)を使用した。各水槽における海水の流量は10～20回転/日であった。

飼育は2011年11月23日に終了し、着底から飼育を終了するまでの期間は約28ヶ月間であった。飼育を終了した時点で、各個体の殻長、総重量、軟体部重量を測定し、殻の状況と生殖器の有無を目視にて確認した。

3. 結果

親貝を飼育した1年間の飼育水の水温は19.1～31.8℃であった。飼育を開始して約2ヶ月後の2009年4月21日、砂地の上に卵紐状の白い卵塊が確認された。その後も断続的に産卵が行われた結果、2010年2月迄の1年間で23回の産卵が確認された。産卵は4～9月間に行われ、7月の頻度が多かった(図3)。産卵場所として、23回中の14回(60.9%)は砂地が選

択されていた。

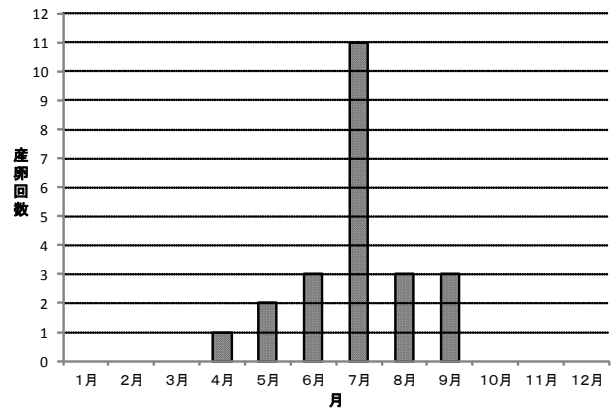


図3 ラクダガイの月別の産卵頻度

卵紐の色は、白色の場合と淡い黄色の場合の2種類の色が観察された(図4)。卵紐の中には卵が螺旋状に3列に並び(図5)、卵径の平均は315μm(298～329μm:n=50)、卵紐の幅の平均は1,142μm(1,018～1,267μm:n=8)であった。

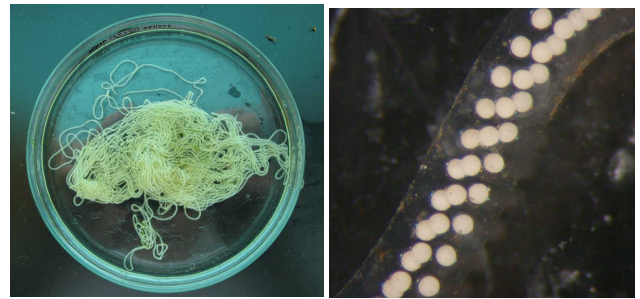


図4 卵紐全体(淡い黄色)

図5 卵紐の中の卵

産卵からふ化までの時間は、5月(水温22.3～26.0℃)では7～8日、6月上旬(水温23.3～26.3℃)では6日、6月下旬(水温26.7～28.8℃)では5日、7月の水温(水温28.3～29.0℃)では5日(105hour)であった。

2009年6月26日に産卵した卵塊から5日後の7月1日にふ化した約40,000個体の幼生を種苗生産した。ふ化直後の幼生の平均殻長は335μm(302～366μm:n=50)で、卵とサイズであったが、飼育に伴い成長し、日令17には平均殻長1,162μm(851～1,494μm:n=50)となった(図6)。幼生飼育期間の水温は29.1～30.3℃であった。

着底は、日令20から日令36の期間に行われ、合計64個体の着底個体が得られた。着底直後の稚貝の平均殻長は1.42mm(1.29～1.62mm:n=21)で、殻は褐色であった(図7)。



図6 ベリジャー幼生
(日令17:殻長1.1mm)



図7 着底稚貝
(日令36:殻長2.3mm)

着底個体を飼育して約3週間後の生残数は39個体、平均殻長13.7mm(10.0~18.0mm)となった。その後、約27ヶ月間の飼育中に6個体の死亡がみられたが、33個体の成長を追うことが出来た。

着底後から2011年11月23日までの約28ヶ月間飼育を継続した結果、平均殻長154.8mm(69.1~177.3mm: n=33)、に成長した(図8)。各個体の総重量の平均は499.6g(28.3~938.0g: n=33)、軟体部重量の平均は102.5g(17.2~162.0g: n=33)であった。飼育期間の水温は17.6~32.0℃であった。

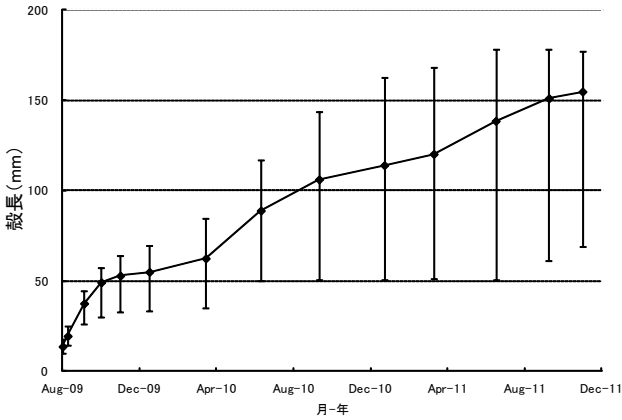


図8 着底後のラクダガイの成長

殻長と総重量の関係を図9に示す。その関係は、「総重量 = $5.3007e^{0.0283 \times \text{殻長}}$ 」の式で表せた。

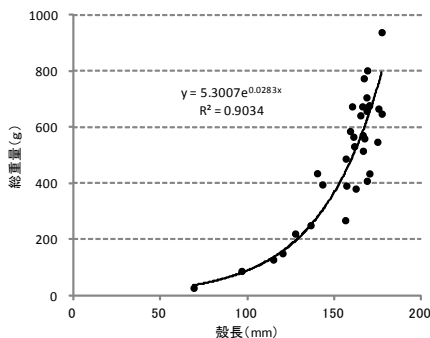


図9 殻長と総重量の関係

殻長と軟体部重量の関係を図10に示す。その関係は、「軟体部重量 = $1.4967e^{0.0264 \times \text{殻長}}$ 」の式で表せた。

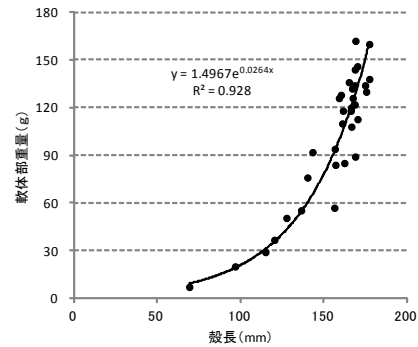


図10 殻長と軟体部重量の関係

総重量と軟体部重量の関係を図11に示す。その関係は、「軟体部重量 = 総重量 × 0.1802 + 12.439」の式で表せた。

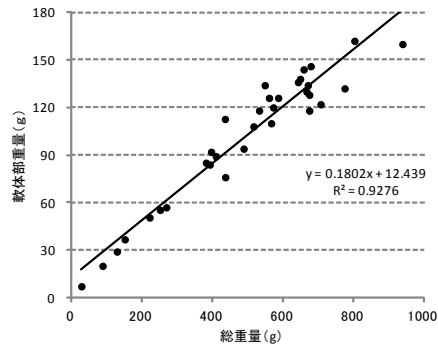


図11 総重量と軟体部重量の関係

ラクダガイの棘状の殻(以下、棘)は、成長の早い個体で着底後約22ヶ月頃より伸び始め、半年後には棘の殻端が内側に巻いて棘の成長が収束した。棘が出現する頃より殻長の成長は止まり、棘が成長した。成長の遅い個体では、飼育を終了する着底後28ヶ月の時点で、棘は出現していなかった。

飼育終了時における棘の成長状況とその個体数の内訳をみると、棘が出現していない7個体、棘が伸びる途中の18個体、棘の殻端が内側に巻いた8個体であった。これら全ての個体について、目視により生殖器を確認した結果、棘が出現していない個体では生殖器が確認出来なかった。棘が伸びる途中の個体の中には、ペニスとなる小さな突起物が確認される個体があった(図12、13)。棘の殻端が内側に巻いた個体の生殖器は全て確認することが出来、ペニスか輸卵管が観察された。目視により生殖器が確認出来た個体は11個体(♂8個体、♀3個体)であった。

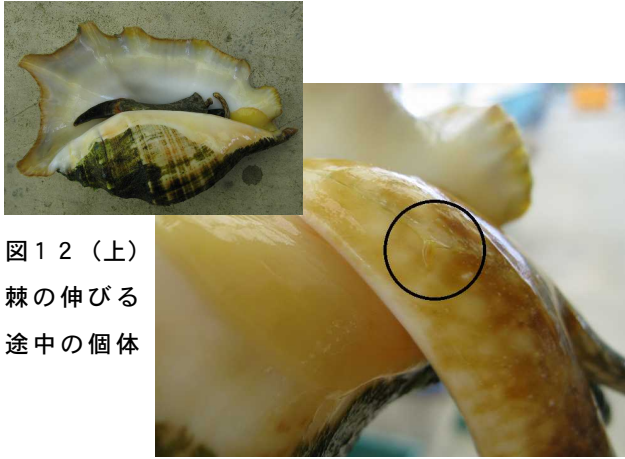


図 12 (上)
棘の伸びる
途中の個体

図 13 小さな突起物 (○印)

卵量を 3 回測定した結果、2009 年 7 月 9 日に確認した卵量は 74,003 個、8 月 3 日は 134,287 個、9 月 13 日は 42,296 個であった。

無給餌飼育では、日令 12 から死亡個体が現れ日令 20 までの期間に全ての幼生が死亡した。

4. 考察

今回、ラクダガイから採卵して幼生を着底させ、変態した稚貝を約 28 ヶ月間飼育し、平均殻長 154.8mm のラクダガイを 33 個体生産することができた。

飼育下におけるラクダガイの産卵は、水温が上昇する 4 月から始まり夏季の 7 月に最も頻度が高く、水温が低下する秋以降はみられなかった。ラクダガイの繁殖盛期は 5 ~ 8 月と推定される報告(上野ほか 2003)と今回の採卵状況は一致した。このことから、海域のラクダガイの採卵は水温の高い時期に行われている可能性が高いと考えられる。フロリダで飼育されたスイショウガイ科のピンクガイ *Strombus gigas*、ミルクソデ *S.costatus*、タカノハソデガイ *S.raninus*、フロリダソデボラ *S.alatus* も水温の高い時期に産卵頻度が高くなる傾向がみられる (Amber ほか 2004)。

ラクダガイの卵は卵紐の中に螺旋状に並び、卵紐の中に 2 列に並ぶスイジガイ *Lambis chiragra* の卵の並び方と対照的であった(岩井 2014)。スイショウガイ *S.canarium* の卵は 1 列に並ぶが (Zaid ほか 2009)、ピンクガイ、ミルクソデ、タカノハソデガイの卵の並び方はラクダガイと同様に螺旋状で (Megan ほか 1993)、卵の並び方にもスイショウガイ科の種によってバリエーションがあると言える。

報告されているラクダガイの胚発生と浮遊幼生の情報(田代ほか 2006)と今回得られた情報を比較すると、卵径 0.28mm に対し、0.31mm と今回の卵が若干大きめであった。産卵からふ化までに要する時間は、25.5 ~ 27.5 °C の水温で約 100 時間に対し、水温 26.7 ~ 28.8 °C で 5 日、水温 28.3 ~ 29.0 °C で 105 時間と今回の方が時間をより要した傾向があった。これらの情報に差は見られるものの押し並べて言えば、ラクダガイの卵径は約 0.3mm、産卵時期の水温下で産卵からふ化までに要する期間は 4 ~ 5 日と捉えて良いと考える。

しかしながら、浮遊期間と着底時に関する情報に異なる点がみられた。上記の報告が、ふ化から着底までに要する期間が水温 25.5 ~ 27.1 °C で約 13 日、着底時の殻長が 0.31mm であったのに対し、今回の結果では水温 29.1 ~ 30.3 °C で 20 ~ 36 日要し、着底時における稚貝の殻長は 1.42mm であった。貝類幼生の浮遊期間は餌や水温等の環境要因によって変動するので、浮遊期間が 13 日から 36 日まで比較的広範囲にあると考えられる。着底時の稚貝サイズについては、今回着底後の飼育が成功していることから、浮遊期間中に殻長 1.4mm 程度まで幼生を成長させることが、着底後の生残にとって必要と推察する。また、無給餌飼育では、日令 20 までに幼生が全て死亡した結果から、餌料の給餌は幼生飼育にとって必須と言える。

着底後から約 3 週間で稚貝の殻長は 13.7mm に成長したが、その期間の生残率は 60.1% で 4 割の稚貝が減耗した。その後の約 27 カ月間の生残率は 84.6 % となり、成長に伴って減耗の割合は低くなった。このことから、着底初期の稚貝は弱く死亡しやすいが、殻長 13mm 程度まで成長させれば、その後は比較的安定した飼育が可能になると考えられた。

飼育中、個体間で生じたサイズの差は、稚貝の成長に伴ってより顕著となった。飼育が終了した時点で、棘の生え揃った成長の早い個体と、棘が出現していない成長の遅い個体を対照すると、親貝と稚貝を見るようであった(図 14, 15)。棘が生える途中の雄個体にペニスの元となる突起物が観察され、棘が生え揃った後の個体に親貝と同様の生殖器が確認されたことから、少なくともラクダガイが成熟するのは、棘が生え揃った後の時期であると考えられた。



図14 殻長69mm個体



図15 殻長170mm個体

採卵して陸上飼育したスイショウガイ科のクモガイ *Lambis lambis* の成長は約24カ月で体重35～98g (大城1996a)、マガキガイ *S. luhuanus* の成長は約16カ月で体長45～56mm (大城1996b)と報告されている。ラクダガイの成長を同じ飼育期間で比較すると、殻長と総重量の式から約24カ月で22～303g、約16カ月で殻長51～144mmになった。スイショウガイ科の中で大型のラクダガイは、同科に属する他の貝と比較して早く成長するので、水産対象種として捉えた場合、増養殖の効率が良い種であると言える。

5. 文献

Amber L. Shawl and Megan Davis. Captive Breeding of Four Strombidae Conch. *Journal of Shellfish Research*. Vol.23.No1 2004 : 157-164.

岩井憲司. 飼育下におけるスイジガイ幼生の着底とそ

の後の成長. 平成25年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書. 2014 : 42-46.

Megan Davis, Cynthia A. Bolton, and Allan W. Stoner. A Comparison of Larval Development, Growth, and Shell Morphology in Three Caribbean *Strombus* Species. *The Veliger*. 36(3) 1993 : 236-244.

大城信弘. クモガイの種苗生産. 平成8年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書. 1996a : 28-29.

大城信弘. マガキガイの種苗生産. 平成8年度沖縄県栽培漁業センター事業報告書. 1996b : 30-32.

田代和史・上野信平. スイショウガイ科ラクダガイ *Lambis truncata sebae* の胚発生と浮遊幼生の発達. 東海大学海洋研究所研究報告 第27号. 2006 : 61-68.

上野信平・寺内詩都. 西表島網取湾におけるスイショウガイ科ラクダガイの生態分布. 日本サンゴ礁学会第6回大会講演要旨集 p16. 2003.

Zaidi Che Cob, Aziz Arshad, Mazlan Abd. Ghaffar, Japar Sidik Bujang, and Wan Lotfi Wan Muda.

Development and Growth of Larvae of the Dog Conch, *Strombus canarium* (Mollusca: Gastropoda), in the Laboratory. *Zoological Studies*. 48(1) 2009 : 1-11.