

阿蘇海の二枚貝垂下飼育容器に混入したアサリ稚貝の垂下飼育試験

谷本尚史, 田中雅幸, 藤原正夢

Hanging cultivation experiments of Manila clam *Ruditapes philippinarum* juveniles
which settled on hanging culture for bivalves in Asokai Lagoon

Naofumi Tanimoto, Masayuki Tanaka and Masamu Fujiwara

In order to examine the growth of juveniles of Manila clam, *Ruditapes philippinarum*, which were collected in Asokai Lagoon, hanging cultivation experiments were conducted from July 2011 to July 2013. We reared two size categories of juveniles, which were 17.1 mm and 10.6 mm in mean shell length (SL), under various densities for one year. The former were reared from July 2011 to July 2012, and grew to 36 mm in SL by November, and 43.4-45.1 mm in SL by the following June. The harvest yields estimated by market value in Kyoto were 2,567-6,198 yen, which were higher at a higher individual density. The latter were reared from July 2012 to July 2013, which grew to 28 mm in SL by October, and 37.4-39.9 mm in SL by the following June. The harvest yields were 3,835-5,196 yen, which were the highest at 300 individuals per hanging culture which was the middle of the individual densities set in this study.

キーワード: アサリ稚貝, 阿蘇海, 成長, 収容密度, 収穫金額

近年, 低迷を続けるアサリ資源を有効に利用するため, 海洋センターではアサリの垂下養殖技術開発が進められている(谷本ら, 2011; 藤原ら, 2008)。京都府宮津市では阿蘇海産の養殖アサリを重要な観光資源として位置づけ, 「天橋立あさり」の名称でブランド化に向けた取り組みを始めているが*, 生産量の増大と安定化が求められている。

谷本ら(2011)は, 阿蘇海において6月時点で殻長42 mm以上の大型のアサリを生産する方法として, 12月時点で殻長30 mm以上の個体を用いた短期養殖の可能性を明らかにし, あわせて養殖アサリの肥満度は同海域での天然アサリよりも高いことを示した。

一方, 阿蘇海におけるアサリ養殖では, 種苗の量的確保が課題となっている(谷本ら, 2011)。谷本ら(2014)は, 阿蘇海での二枚貝類垂下養殖試験中には, 毎年, 飼育容器あたり数千個体のアサリ稚貝が混入すること明らかにした。これらを養殖用種苗として利用することにより, 養殖アサリの安定生産につながると期待される。しかし, 阿蘇海で生まれたアサリを, 稚貝の時期から連続的に同海域で養殖した事例はない。

そこで, 本報では, 阿蘇海における天然稚貝を用いたアサリ養殖の実用化を目指すために, 複数の飼育密度により垂下養殖試験を行い, 成長, 生残を調べるとともに, 事業としての養殖を想定し収穫量や金額についても検討した。

材料と方法

アサリの飼育試験は阿蘇海の水深10 m域に設置した二枚貝養殖試験筏(Fig.1)で, 2011年6月9日から2012年6月26日まで(試験Ⅰ), 2012年6月26日から2013年6月28日まで(試験Ⅱ)の2回実施した。試験Ⅰには2011年5月19日に阿蘇海内の垂下コンテナ内に混入していたアサリ稚貝のうち, 試験開始の同年6月9日まで海洋センター海面施設で予備飼育した平均殻長 17.1 ± 1.7 mmのアサリ2,000個体を, 試験Ⅱには2012年5月29日に阿蘇海内で垂下網籠内に混入していたアサリ稚貝のうち, 試験開始の同年6月26日まで海洋センター海面施設で予備飼育した平均殻長 10.6 ± 3.2 mmのアサリ7,000個体を供した。

各試験では, 実用化されているトリガイ養殖(西広, 岩尾, 1999)において, 成長とともに飼育密度を段階的に低下させる方法にしたがい, 飼育期間を便宜的に3期間に分け, 試験Ⅰでは実験1~3, 試験Ⅱでは実験4~6を行った。各実験においては, 飼育個体数の異なるいくつかの密度区を設けた。すなわち, 実験1~3は1-a~3-dの計12区, 実験4~6は4-a~6-cの計9区であった。試験ⅠおよびⅡにおける各実験の実験期間, 飼育個体数(密度)および飼育開始時の平均殻長をTable 1に示した。なお, 実験2, 3および5, 6には, それぞれ実験1, 2および

* 京都府農林水産技術センター海洋センター季報, 第105号

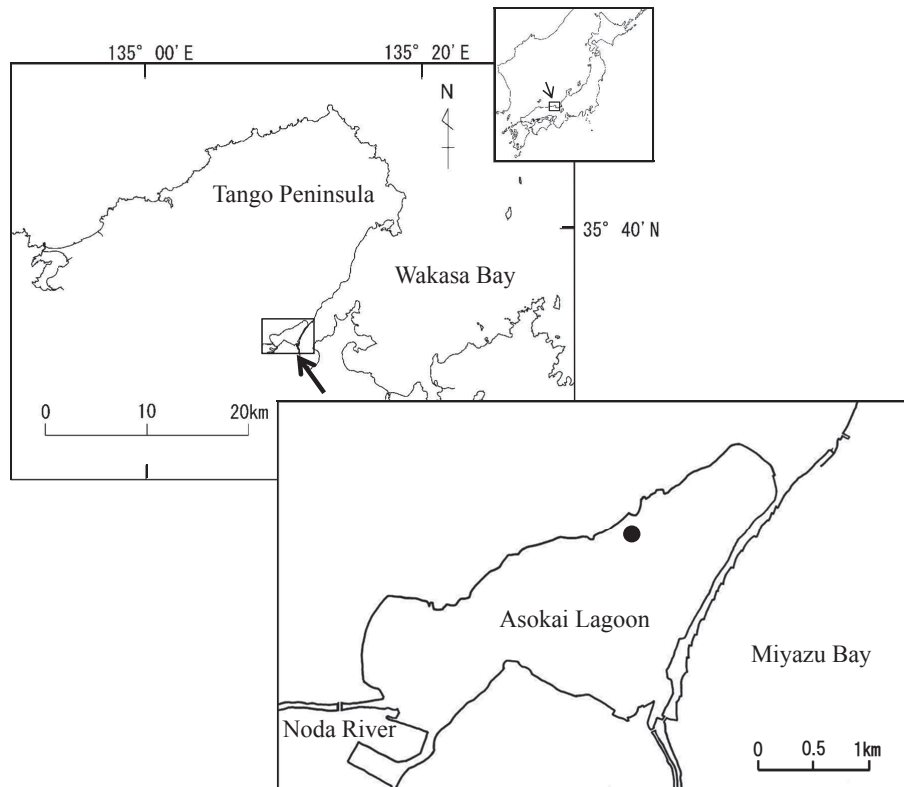


Fig.1 A map of the location where the rearing experiments of Manila clams were conducted. The filled circle shows the raft for the hanging culture.

4, 5で生残した個体の一部を供した。

試験方法はトリガイの垂下養殖方法（田中ら, 2006）を一部改変し, 飼育容器にはポリエチレン製網籠（内寸縦40 cm×横40 cm×深さ20 cm）を使用し, 底質としてアンスラサイト（粒径2～3 mm）を厚さ約10 cmに敷き, 容器上面に網蓋（目合2 cm）をして海中に垂下した。垂下水深は, 本海域では夏季に無酸素層が中層付近にまで上昇すること（谷本ら, 2011; 桑原, 飯塚1983）, 過去の調査において最も生残率が高かったこと（谷本ら, 2011）から水深3 m層とした。

飼育容器は密度区あたり1籠を使用した。飼育期間中は付着物や汚れの影響を防ぐため, 原則として1ヶ月毎に, 網籠と網蓋を交換した。ただし, 冬季の11月から3月までの期間は, 付着物や汚れがほとんど付かないため, 2ヶ月毎に交換した。

実験1～6の終了時には, 密度区ごとに生残個体数を計数し, 生残率を計算した。実験1, 2, 4および5の飼育容器交換時と終了時, 実験3および6の飼育容器交換時には生残個体をランダムに採集し, 50～82個体の殻長をデジタルノギス（ミットヨ製CD20PSX）により0.1 mm単位で測定した。実験3および6の終了時には, 生残個体全数の殻長を測定した。

各実験終了時の平均殻長について, Kruskal-Wallis検定の多重比較（Scheffeの手法）により各密度区間で検定を行った。

実験3および6終了後, 各密度区の生残個体について, 京都府宮津市溝尻地区の養殖アサリ「天橋立あさり」の銘柄区分（未発表）により「大」（殻長40 mm以上）, 「中小」（殻長35 mm以上40 mm未満）および出荷されない「未出荷」（殻長35 mm未満）の出現個数を計数した。各密度区の「大」および「中小」の個体数に両銘柄の平均全重量を乗じ, 両銘柄の販売単価である「大」2,000円/kg, 「中小」1,400円/kgをもとに収穫金額を計算した。なお, 平均全重量は「大」および「中小」の平均殻長をそれぞれ42 mm, 37.5 mmとし, 以下のアサリの殻長（SL, mm）と全重量（W, g）の関係式*により求めた。

$$W=8 \times 10^{-5} SL^{3.2701} \quad (r^2=0.9939, n=528)$$

結果

試験Iの測定時における平均殻長をFig.2, 各実験終了時における平均殻長および生残率をTable 1に示した。実験1終了時の平均殻長は, 1-a区が32.8 ± 2.6 mm, 1-b区が31.7 ± 1.8 mm, 1-c区が29.8 ± 1.6 mmおよび1-d区が28.0 ± 2.1 mmであり, 1-a区および1-b区と1-c区および1-d区の間には1%水準で有

Table 1 Data on wild individuals of Manila clams and experimental conditions used in this study

Test No.	Experimental No.	Duration of experiment	Experimental section	Number of individuals	Initial SL±SD (mm)	Final SL±SD (mm)	Survival rate (%)
I *1	1	9 Jun. 2011 - 29 Sep. 2011	1-a	400	17.1±1.7	32.8±2.6	99.2
			1-b	600		31.7±1.8	98.3
			1-c	800		29.8±1.6	93.6
			1-d	1,000		28.0±2.1	93.6
	2	29 Sept. 2011 - 25 Nov. 2011	2-a	100	32.3±2.1	36.6±2.5	95
			2-b	200		36.6±2.5	96.5
			2-c	300		35.8±2.5	98
			2-d	400		35.9±2.2	97
	3	25 Nov. 2011 - 26 Jun. 2012	3-a	100	36.0±2.3	44.5±3.1	82
			3-b	150		45.1±3.4	84.7
			3-c	200		43.3±3.4	89.5
			3-d	250		43.4±3.1	83.2
II *2	4	26 Jun. 2012 - 28 Aug. 2012	4-a	1,000	10.6±3.2	22.3±2.5	77.4
			4-b	2,000		20.9±3.1	99
			4-c	4,000		17.6±2.2	86.4
	5	28 Aug. 2012 - 29 Oct. 2012	5-a	300	21.6±2.9	28.4±3.8	97.3
			5-b	600		26.6±3.1	98.2
			5-c	900		26.9±2.8	96.4
	6	29 Oct. 2012 - 28 Jun. 2013	6-a	200	27.9±3.3	39.9±3.4	84
			6-b	300		39.0±3.6	84.3
			6-c	400		37.4±3.5	78.8

*1 Individuals were collected in Asokai Lagoon on 19 May 2011. Individuals used for Experiments No. 2 and 3 were chosen from those used for the former test.

*2 Individuals were collected in Asokai Lagoon on 29 May 2012. Individuals used for Experiments No. 5 and 6 were chosen from those used for the former test.

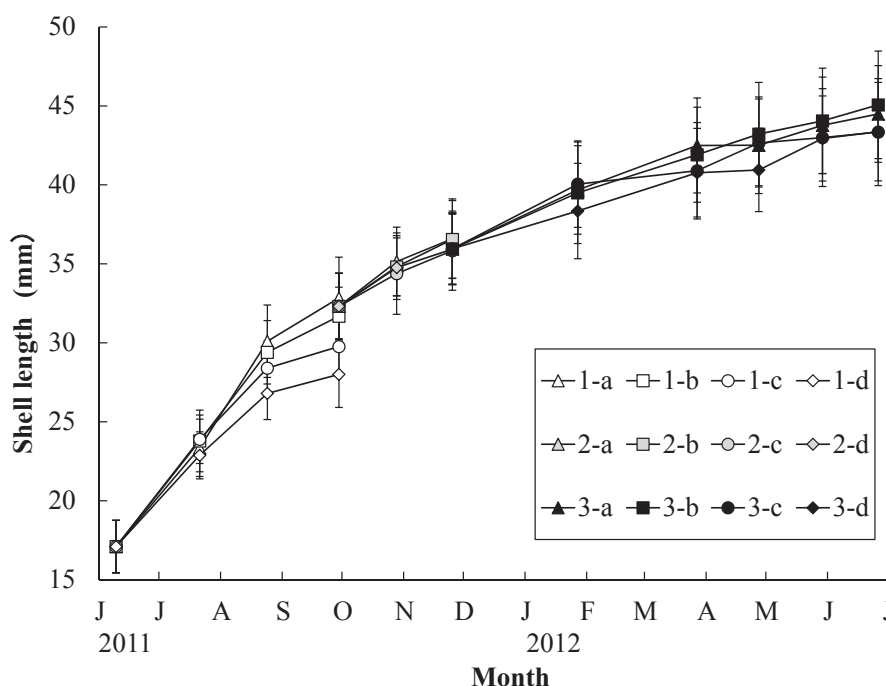


Fig.2 Growth curves of Manila clams in each experimental section (experimental No.1-3). Vertical bars indicate standard deviations. Open, shadow and solid shapes (triangle, square, circle and diamond) indicate experimental sections of experiment No.1, 2, and 3, respectively.

意差が認められた。生残率は 93.6 ~ 99.2% と高い値を示した。

実験 2 終了時の平均殻長は、2-a 区および 2-b 区が 36.6 ± 2.5 mm、2-c 区が 35.8 ± 2.5 mm および 2-d 区が 35.9 ± 2.2 mm であり、いずれの区間でも有意差は認められなかった。生残率は 95.0 ~ 98.0% と高い

値であった。

実験 3 終了時の平均殻長は、3-a 区が 44.5 ± 3.1 mm、3-b 区が 45.1 ± 3.4 mm、3-c 区が 43.3 ± 3.4 mm および 3-d 区が 43.4 ± 3.1 mm であり、3-b 区と 3-c および 3-d 区の間に 1%水準で有意差が認められた。生残率は 82.0 ~ 89.5% であった。

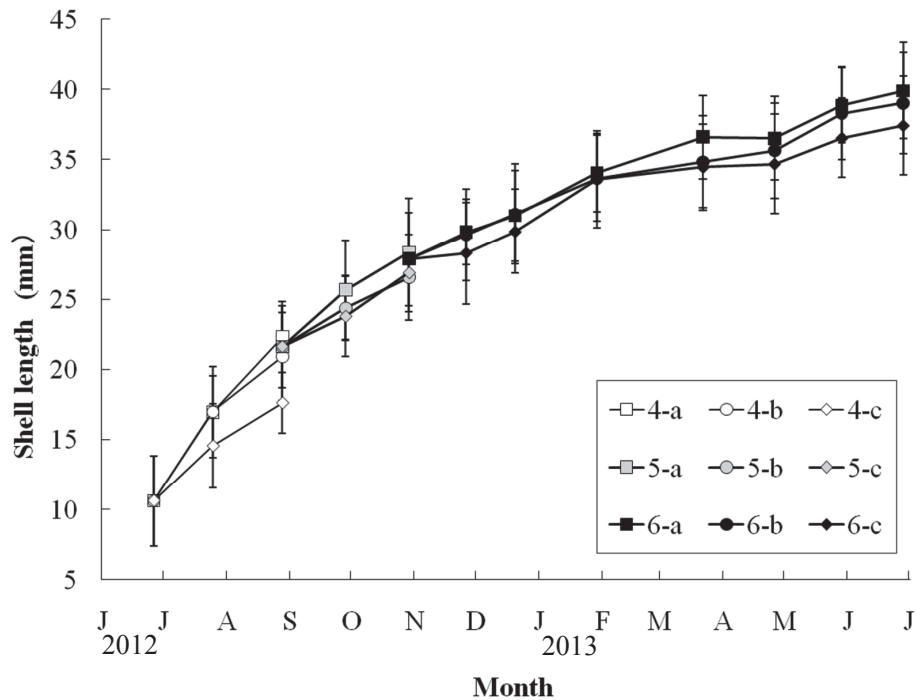


Fig.3 Growth curves of Manila clams in each experimental section (experimental No.4-6). Vertical bars indicate standard deviations. Open, shadow and solid shapes (square, circle and diamond) indicate experimental sections of experiment No.4, 5, and 6, respectively.

次に、試験Ⅱの測定時における平均殻長を Fig.3, 各実験終了時における平均殻長および生残率を Table 1 に示した。実験 4 終了時の平均殻長は、4-a 区が 22.3 ± 2.5 mm, 4-b 区が 20.9 ± 3.1 mm および 4-c 区が 17.6 ± 2.2 mm であり、全ての区間で有意差が認められた (4-a, 4-b 区間は 5%水準, 残りは 1%水準)。生残率は 77.4 ~ 99.0%と差が認められた。ただし、4-a 区 (77.4%) と 4-c 区 (86.4%) においては、試験期間中に一部個体が流失しており、流失分も死亡とみなし生残率を算出した。

実験 5 終了時の平均殻長は、5-a 区が 28.4 ± 3.8 mm, 5-b 区が 26.6 ± 3.1 mm および 5-c 区が 26.9 ± 2.8 mm であり、5-a 区と 5-b 区の間のみ 5%水準で有意差が認められた。生残率は 96.4 ~ 98.2%と高かった。

実験 6 終了時の平均殻長は、6-a 区が 39.9 ± 3.4 mm, 6-b 区が 39.0 ± 3.6 mm および 6-c 区が 37.4 ± 3.5 mm であり、6-a 区および 6-b 区と 6-c 区の間に 1%水準で有意差が認められた。生残率は 78.8 ~ 84.3%であった。なお、11 月 26 日の殻長測定においては、各区の平均殻長は 6-a 区が 29.8 ± 2.3 mm, 6-b 区が 29.6 ± 3.2 mm および 6-c 区が 28.3 ± 3.6 mm であった。

実験 3 および実験 6 終了時の生残個体を「大」「中小」「未出荷」に区分した結果を Fig.4 に示した。実験 3 では、「大」は 76 ~ 175 個体であり、飼育密度

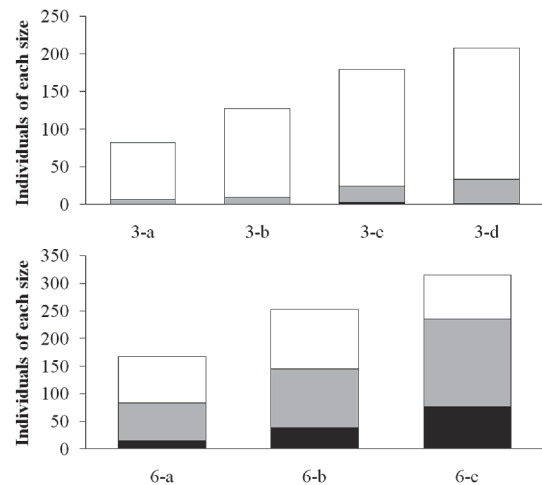


Fig.4 Individuals of each size category in each experimental section of experiment No.3 and 6. Open, shadow and solid columns indicate $SL \geq 40$ mm, $35 \leq SL < 40$ mm and $SL < 35$ mm, respectively.

が高い区ほど多い傾向が見られた。「中小」は 6 ~ 32 個体で、「大」に比べ全体的に少なかった。「未出荷」は 3-c および 3-d 区で 1 ~ 2 個体見られたが、3-a, 3-c 区は皆無であった。実験 6 では「大」は 80 ~ 108 個体で、6-b 区が最も多かった。「中小」は 68 ~ 159 個体で、飼育密度が高い区で多かった。「未出

Table 2 Estimated harvest yield (yen) of each experimental section

SL (mm)	Experimental section						
	3-a	3-b	3-c	3-d	6-a	6-b	6-c
Not less than 40	2,473	3,840	5,042	5,695	2,766	3,514	2,603
35 to <40	94	141	346	503	1,069	1,682	2,500
Total	2,567	3,981	5,388	6,198	3,835	5,196	5,103

荷」は15～76個体であり、「中小」と同様に密度が高いほど多い傾向が見られた。

各区の収穫金額を計算した結果をTable 2に示した。実験3では2,567～6,198円で、飼育密度が高い区ほど大きい金額を示した。実験6では3,835～5,196円であり、6-b区が6-c区に比べ「大」+「中小」の個体数は少なかったが(Fig.4)、金額は逆に高かった。

考 察

本研究では阿蘇海において、二枚貝垂下飼育容器に混入した6月時点の平均殻長約17mmおよび約10mmの稚貝を用いた垂下飼育試験を行った。同海域では、6月に殻長42mm以上の大型個体を生産するためには、前年12月時点における飼育サイズを殻長30mm以上にする必要がある(谷本ら, 2011)。そこで、まず12月までの飼育結果について考察する。

平均殻長約17mmで開始した試験Iでは、飼育密度が600個体以下(1-a, 1-b区)の場合には9月末時点で平均殻長30mm以上に達し、800個体(1-c区)でも平均殻長29.8mmとなった(Table 1, Fig.2)。1-c区は9月末で飼育が終了したため、その後の成長は不明であるが、少なくとも12月には平均殻長30mm以上には達すると考えられる。

これらのことから、平均殻長17mmサイズにおいては、800個体以下の密度であれば、12月時点での殻長30mm以上の個体の生産は可能であると考えられる。なお、1,000個体(1-d区)の場合には、同様に9月末で飼育が終了したが、成長カーブから判断する限り、12月時点で殻長30mm以上に成長する可能性は低いと考える。

殻長約10mmで飼育を開始した試験IIでは、実験4で2,000個体以下(4-a, 4-b区)、実験5で300個体(5-a区)、実験6で300個体以下(6-a区, 6-b区)の密度において、11月末時点での平均殻長が29.6～29.8mmに達した(Fig.3)。試験IIでは12月時点において平均殻長30mm以上とするには、これまでの期間においてさらに低密度で飼育する必要があると考えられる。実験4においては、最も高密度であった4,000個体(4-c区)の場合には、飼育終了時の8月末時点で平均殻長17.6mmであり(Table 1, Fig.3)、成長カーブから判断すると12月時点で殻長30mm以上への成長は困難であると思われる。

阿蘇海において垂下飼育容器で採集される天然稚貝の大きさは、年により変動することが報告されている(谷本ら, 2014)。したがって、同一時期の採集稚貝のサイズには今回用いた殻長約17mmと約10mmの差以上の年変動が生じることも予想される。今後は採集稚貝のサイズごとに、12月時点で殻長30mm以上の成長が達成できる適正な飼育密度を明らかにしていくことが重要である。

次に、12月頃以降、6月の収穫時までについて考察する。試験Iにおいて、11月末時点で平均殻長約36mmで飼育を行った実験3では、6月時点で全ての密度区で平均殻長が43mm以上に成長した(Table 1, Fig.2)。生残個体のうち市場銘柄「大」「中小」の個体数は、いずれも飼育密度が高い区ほど多かった(Fig.4)。また、同様の傾向は収穫金額でも認められ、最も高密度な250個体(3-c区)で低密度な100個体(3-a区)の約2.4倍であった(Table 2)。実験3では全ての密度区で最終的な成長および生残率に大きな差が認められなかったことから、さらに高密度での飼育を行うことにより、より高い収穫金額が期待できるかもしれない。試験IIでは10月末から平均殻長27.9mmで飼育を開始し、試験終了時の6月末には収容密度300個体以下(6-a, 6-b区)で平均殻長がほぼ40mm(39.9mm, 39mm)に達したが、400個体(6-c区)の場合には平均殻長が37.4mmであった(Table 1, Fig.3)。生残個体数は密度が高い区ほど多かったが(Fig.4)、収穫金額は中間密度の6-b区が高密度区(6-c区)よりも僅かに高かった(Table 2)。6-b区と6-c区の「大」+「中小」の個体数は後者(239個体)が前者(215個体)を上回ったが、「大」のみの個体数は逆に前者(108個体)が後者(80個体)を上回っており、このことが収穫金額の多寡に影響したといえよう。これらのことから、10月末の平均殻長27.8mmでの飼育においては、最高の収穫金額を得る密度は概ね300個体以上400個体未満の可能性はある。

京都府内湾域で実用化されているトリガイ養殖では、高密度での飼育が継続された場合には成長の停滞を招くため、飼育密度を順次下げる作業が行われている。本研究ではこれに準じ、飼育期間を便宜的に3区分して密度を順次下げた。上述したように、阿蘇海で垂下飼育容器により採集されるアサリ稚貝

の大きさには年変動がある（谷本ら，2014）。今後、阿蘇海でのアサリ養殖の実用化を推進するためには、特に殻長と適正密度の関係を明らかにするとともに、収益性を考慮した間引き手法についても検討する必要がある。

文 献

- 藤原正夢，辻 秀二，田中雅幸，今西裕一，中西雅幸．2008．垂下コンテナ飼育におけるアサリの成長．京都海洋セ研報，**30**:49-53．
- 桑原昭彦，飯塚 覚．1983．阿蘇海の漁場性について．京都海洋セ研報，**7**:63-76．
- 西広富夫，岩尾敦志．1999．知りたい貝類養殖の新潮流「トリガイ」．月刊「養殖」3月号，66-69．
- 田中雅幸，井谷匡志，藤原正夢．2006．トリガイ養殖に関する研究－Ⅴ 小型変形貝の出現と防止方法．京都海洋セ研報，**28**:6-10．
- 谷本尚史，中西雅幸，久田哲二，尾崎仁，藤原正夢．2011．阿蘇海における垂下飼育によるアサリの成長，生残，肥満度．京都海洋セ研報，**33**:17-24．
- 谷本尚史，田中雅幸，藤原正夢．2014．阿蘇海の二枚貝垂下飼育容器に混入したアサリ稚貝（資料）．京都海洋セ研報，**36**:13-15．