

トリガイ養殖に関する 研究—I

トリガイ秋生まれ種苗および春生まれ種苗の養殖用種苗としての適性について*¹

岩 尾 敦 志
藤 原 正 夢
藤 田 真 吾



*¹ 本調査は、特定海域養殖業推進調査委託事業として行われた。

トリガイ養殖を行う場合秋生まれ種苗と春生まれ種苗とで養殖用種苗としての適性に差があるか否かの検討を行った。秋生まれ種苗では養殖開始年の8月頃から生残率が低下し翌年7月には30%以下となった。春生まれ種苗ではこのような現象は認められなかった。このへい死原因は、夏期の餌料不足や高水温等の生息環境の悪化に加えて成熟・産卵によるトリガイ自身の活力の低下にあるのではないかと推察された。また、目標サイズである平均殻長 85 mm に達するまでの飼育期間は春生まれ種苗の方が約7カ月少なかった。以上のことから養殖用種苗としては秋生まれ種苗よりも春生まれ種苗の方が有利であると考えられた。

京都府立海洋センターでは、1976年からトリガイの種苗生産技術の開発を手がけ、1988年以降では殻長 1 mm 程度のものを100万個単位で生産することが可能となっており、1989年からは、この人工種苗を用いてトリガイの養殖試験に取り組んでいる。その中で、1990年には殻長 85 mm 以上のトリガイを養殖する方法について検討し、一定の見通しを得ることができた(岩尾ら、1991)。現在は、養殖の企業化に向けて諸課題を検討中である。

ここでは秋(10~11月)生まれと春(5~6月)生まれという発生時期の異なる人工種苗を用いた試験の中で養殖用種苗としての適性について若干の知見を得たので報告する。

材料と方法

養殖試験実施海域は京都府宮津湾波路沖の水深 10 m の海域 (Fig. 1) である。

この海域の環境調査を1991年4月から1992年7月まで実施し、原則として毎月2回、トリガイ餌料量の指標と考えられるクロロフィル量とトリガイの生残および成長に大きく関与すると考えられる水温とを測定した。

クロロフィル-a量の測定方法は、以下のとおりである。採水層は0, 3, 5, 7, 9 m および底層(9.5~10.5 m)とした。各層の海水を北原式採水器で約 2 l 採水し、実験室に持ち帰った後、直ちにバリオセンス (IMPULSPHYSIK GmbH 社製) により蛍光強度を測定し、その値を藤原・藤田 (1985) に準じてクロロフィル-a量に換算した。

水温は(株)アレックス電子製 CSTD (メモリー水深水温塩分計) を用い水深 1 m 毎に測定した。

養殖試験は、Fig. 2 に示すような 50×100 m の区画内にて、飼育容器を海底に沈める方法 (沈下養殖) と水深

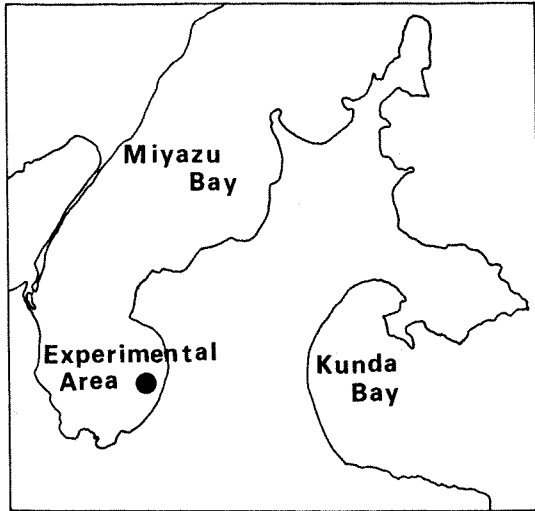
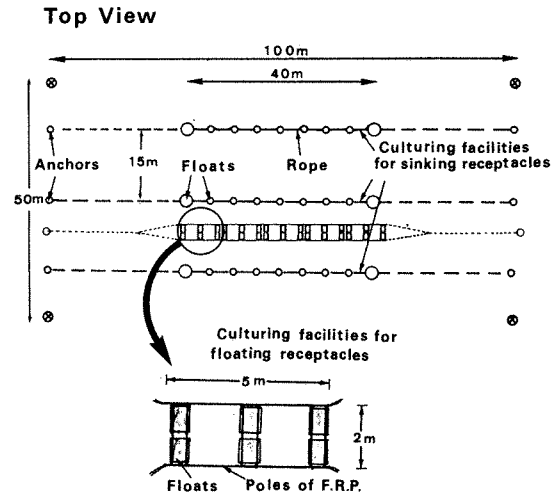


Fig. 1. Map showing survey area.

5~7m の海中に宙吊りにする方法（垂下養殖）との2種類の方法で行った。

沈下養殖用の施設は、1本のクレモナロープ（30mm 径）に直径30cmの浮子を5m間隔で付け海上部の両端には直径40cmの浮子を取り付けたものを用いた。垂下養殖用の施設はFRP製のポール（九州積水工業製 タフポール 直径62mm）と4号フロートで2×5mのユニットを作成し、これを5基連結したものを用いた。これらの施設はいずれも末端を土俵で海底に固定した。



Side View

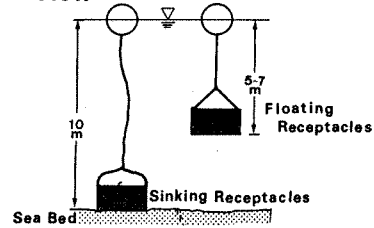


Fig. 2. The culturing of Cockles.

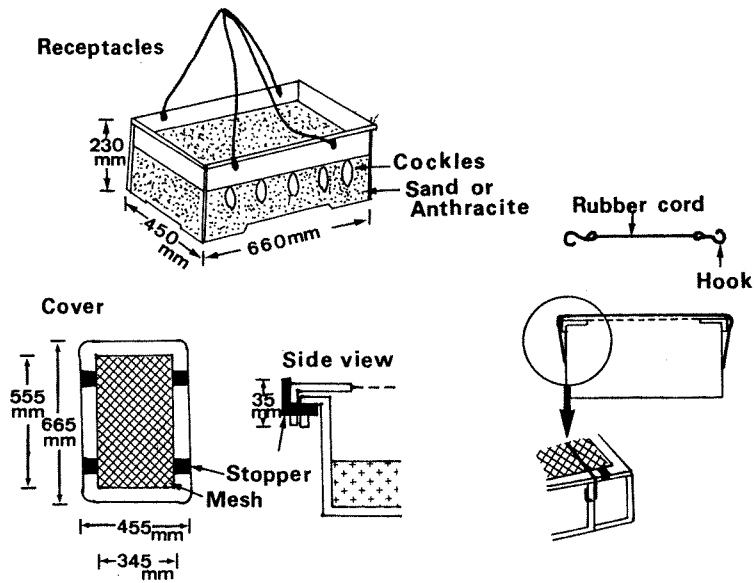


Fig. 3. Receptacles and covers for culturing Cockles.

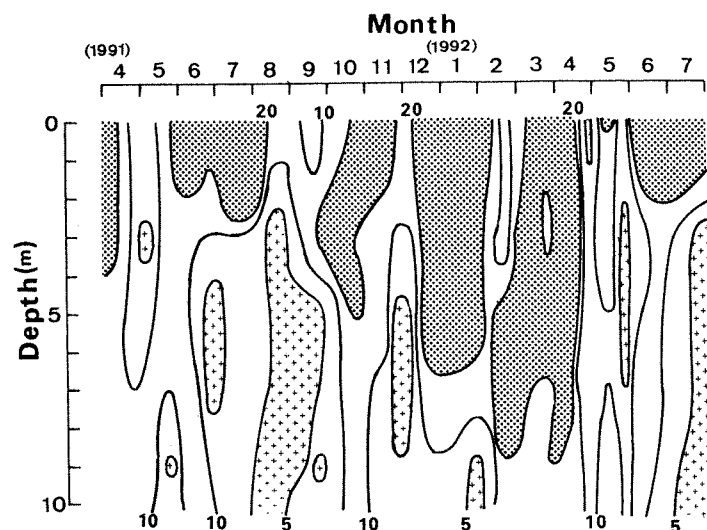


Fig. 4. Isoplots of chlorophyll-a contents in Miyazu bay in time-depth section. : Over 20 µg/l of chlorophyll-a contents, : Under 5 µg/l of chlorophyll-a contents.

養殖用の飼育容器には、Fig. 3 に示したような縦 45 cm×横 66 cm×高さ 23 cm のプラスチック製のコンテナを用いた。コンテナの底には粒径約 0.3 mm の砂、粒径約 0.6 mm のアンスラサイト*2等の基質（以下底質と記す）を 12 cm 以上の厚さに敷き、収容した貝が潜砂できるようにした。容器内の海水の交換を高めると共に捕食生物が侵入しにくい構造とするために、コンテナの上面中央部に縦 35 cm×横 56 cm の長方形の穴を開け、その部分に網を取り付けたフタをした。このフタを、フックにより本体に固定し、さらに脱落防止用のゴムバンドを取り付けた。

試験に供したトリガイは人為的に作出した1990年秋生まれ種苗（以下秋種苗と記す）と1991年春生まれ種苗（同春種苗）である。種苗生産および、その後養殖開始までの飼育方法は藤原ら（1988）に準じた。

秋種苗を用いた沈下養殖（以下「秋沈区」と記す）は、平均殻長 36.2±2.9 mm の種苗を用い1991年4月9日より開始された。同じく垂下養殖（同「秋垂区」）は、平均殻長 28.1±2.5 mm の種苗を用い1991年3月6日より開始された。また、養殖期間中、全く手を触れない全期間沈下養殖（同「秋全沈区」）を平均殻長 33.4±2.8 mm の種苗を用い1991年3月20日より実施した。

春種苗を用いた沈下養殖（同「春沈区」）は、平均殻長 43.3±3.3 mm の種苗を用い1991年9月3日より開始され

*2 無煙炭のこと。硅砂等と同様に、上水、海水などのろ過に用いられるろ材。砂に比べて比重が軽い。

た。同じく垂下養殖（同「春垂区」）は、平均殻長 41.3±2.6 mm の種苗を用い1991年8月20日より開始された。なお、試験終了の時期は宮津湾におけるトリガイの漁獲時期に合わせ秋種苗が1992年7月15日、春種苗が同16日とした。

底質は沈下養殖ではアンスラサイトを用い、垂下養殖では砂とアンスラサイトを約 1:1 の割合で混合したものを用いた。フタに取り付けた網の目合は、10, 18, 25 mm の3種類のいずれかとし、フタの交換は、原則として 10 mm 目合を用いる時は毎月、それ以外の目合を用いる時は2カ月毎に行った。ただし、「秋全沈区」は 25 mm 目合の網を取り付けたものを用いフタの交換は行わなかった。また、「秋全沈区」以外は養殖期間中、約2カ月に1回の頻度で殻長、生残数を調査し、この時に底質の流失が認められたものは底質を追加、捕食生物がコンテナ内に侵入していればそれを排除し、コンテナに付着している付着生物の除去も行った。1コンテナ中の当初の収容数はいずれも30個体とした。「秋全沈区」は同条件のものを15コンテナ設け、その他の試験区はすべて、1コンテナとした。

結果

試験期間中における各水深帯のクロロフィル-a量の推移を Fig. 4 に示した。全体的に 5 m 以浅の比較的小さい水深帯で多く、7 m 以深の深い水深帯で少なかった。年間を通して見ると6~9月は、少ない時期であり、8月にはクロロフィル-a量 5 µg/l 以下の水塊が水深 3 m 付近まで伸

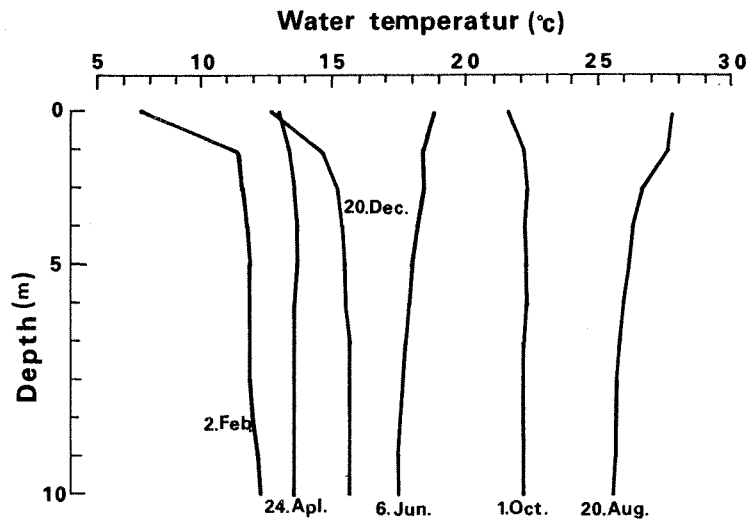


Fig. 5. Transition of water temperatur of Miyazu bay in the season.

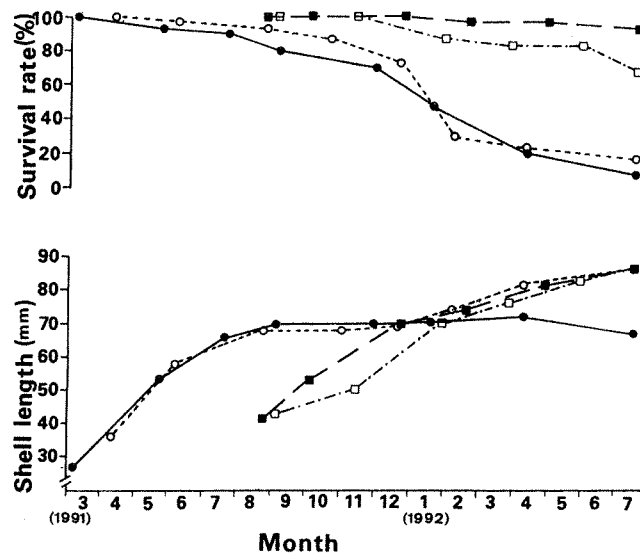


Fig. 6. Survival rate and shell length curves of cockles in receptacles. ○: Autumn brood kept in sinking receptacle, ●: Autumn brood kept in floating receptacle, □: Spring brood kept in sinking receptacle, ■: Spring brood kept in floating receptacle.

びてきている。また、10月～翌年4月頃までは、クロロフィル-a量 $20 \mu\text{g}/\text{l}$ 以上の水塊が月を追うごとに深い水深帯にまで影響を及ぼし、翌年の2～4月には9m層まで降りてきている。

試験期間中における各水深帯の水温の季節的変化を見るために、1991年4月から翌年2月までの隔月毎の水温を Fig. 5 に示した。宮津湾の水深は約10mと浅いためか水温躍層は認められず、水深2m以深の水温差はほとんど認められなかった。最高水温(約 28°C)は、8月に、最低

水温(約 12°C)は3月にそれぞれ表層で観測された。

養殖期間中の各試験区の生残率・平均殻長の推移を Fig. 6 に示し、試験終了時の生残率・平均殻長を Table 1 に示した。

まず、各試験区の成長を中間測定時の平均殻長から見てみる。「秋沈区」では、1991年4月9日に $36.2 \pm 2.9 \text{ mm}$ で試験を開始したものが、同年6月5日には $57.7 \pm 3.5 \text{ mm}$ 、8月20日には $68.2 \pm 3.1 \text{ mm}$ と良好な成長を示していたが、12月13日時点では $69.3 \pm 3.8 \text{ mm}$ とこの間ほと

Table 1. Survival rate and shell length of cockles kept in receptacles when harvest day.

	Autumn broods in sinking receptacles	Autumn broods in floating receptacles	Spring broods in sinking receptacles	Spring broods in floating receptacles	Autumn broods in sinking receptacles and never handling
Harvest day	1992. 7. 15	1992. 7. 15	1992. 7. 16	1992. 7. 16	1992. 7. 15
Survival rate (%)	16.7	6.7	73.3	93.3	5.6
Shell length Mean±S.D (mm)	86.2±2.8	66.8±0.4	86.1±4.8	86.1±4.8	75.6±4.4

んど成長していなかった。しかし、翌年2月6日には73.8±3.7mmとその後再び成長し、7月15日の取り上げ時点では86.2±2.8mmであった。同じく秋種苗を用いた「秋垂区」では、1991年3月6日に28.1±2.5mmで試験を開始したものが、同年5月21日に53.7±3.2mm、7月17日に65.8±6.7mm、9月3日69.7±3.4mmと良好な成長を示していたが、その後は、翌年7月15日の取り上げ時点で66.8±0.4mmと平均殻長は小さくなっていった。「春沈区」では、1991年9月3日に43.3±3.3mmで試験を開始したものが、翌年1月28日に70.1±3.1mm、取り上げ時の同年7月16日に86.1±4.8mmであり、「春垂区」では1991年8月20日に41.3±2.6mmで試験を開始したものが、同年12月20日に69.4±3.9mm、取り上げ時の同年7月16日に86.1±4.8mmと、春種苗を用いた試験区では終始良好な成長を示した。

取り上げ時の平均殻長は、「春沈区」、「春垂区」および「秋沈区」は養殖貝の目標サイズである85mmを越えていたが、「秋垂区」は、66.8±0.4mmと小さかった。

前述した様に、「秋垂区」と「秋沈区」との成長差は12月以降に生じ、両区の日間成長量の差は2月から4月の間で最大(100μm/day程度)であった。また、「春沈区」および「春垂区」は秋種苗に比べ全期間を通じて急激な日間成長量の減少は認められず、概ね70μm/day以上であった。

次に、生残率を見ると「秋沈区」では、試験開始年6月5日では100%、8月20日で93.3%と高い値を示したが、その後徐々に低下し12月13日には66.7%、翌年2月6日時点では30.0%となり、取り上げ時の同年7月15日には16.7%となった。「秋垂区」では、試験開始年5月21日に93.3%、7月17日に90.0%と高い値を示したが、9月3日には80.0%、11月29日には70.0%と、徐々に低下し、翌年1月16日には46.7%、4月8日には20.0%、取り上げ時の7月15日には6.7%となった。「春沈区」では、試験開始年11月12日に100%、翌年1月28日に86.7%、3月26日に83.3%となり、5月26日にも同じく83.3%、取り上げ時の7月16日に73.3%となった。「春垂区」では試験開始年12月20日

までは100%であったが、2月18日に96.7%になり、4月28日も同じく96.7%で、取り上げ時の7月16日には93.3%となった。

また、「秋全沈区」の取り上げ時の生残個体は25個体(生残率5.6%)で平均殻長は75.6±4.4mm、殻長が計測可能なへい死貝の数は408個体で平均殻長は67.8mm、その大部分が殻長65~75mmであった。

コンテナ内に侵入していた捕食生物としては、「秋沈区」で8月20日に甲幅30.0mmのイシガニが、「春沈区」で甲長41.4mmのイシガニが認められ、そのほか時々甲幅30mm以下のイシガニやガザミ等が認められた。

「秋全沈区」では、15コンテナ中に甲長41.2~58.0mmのイシガニ8個体、腕長60mmのヒトデ、殻高57.8mmのカコボラ等が認められた。

考察

今回の試験結果では、秋種苗において成長の停滞と急激な生残率の低下とが認められ、このいずれもが、春種苗においては認められなかった。秋種苗に見られた上記のような現象は、1989年の養殖試験でも同様に認められている(岩尾ら, 1991)ことから、今年に限った特別な現象ではないと考えられた。そこで、まず成長が停滞した原因について考察する。

成長が停滞する理由としては、大きく分けて2つ考えられる。1つは、その種としての最大値にまで既に成長している場合、もしくは、その種として成長を伴う年齢が過ぎている場合である。もう1つは、何らかの原因により成長するだけの活力が失われている場合である。

今回、成長の停滞が認められた秋種苗の成長曲線を見ると、「秋垂区」では、平均殻長で約70mmに達した1991年9月から試験終了時の1992年7月までほとんど成長していないが、「秋沈区」では、1991年12月頃から再び成長し、試験終了時の翌年7月には平均殻長で85mmを越えている。このことから、秋種苗の最大殻長は少なくとも85mm以上であると考えられ、また、成長を伴う年齢が過ぎ

ている訳でもないと考えられた。つまり、何らかの原因により成長するだけの活力が失われたために、今回の様な成長の停滞が起こったと考えられた。

成長する活力を失わせる要因としては、低塩分、溶存酸素量の不足、餌料不足、高水温、成熟・産卵などが考えられる。まず、1993年4月から翌年7月までの宮津湾における5m以深の塩分は30~35で推移しており、宮津湾底層部の溶存酸素濃度は、80%以上で推移している*3ことから、低塩分や溶存酸素量の不足はその原因として考えられなかった。

餌料量の指標と考えられるクロロフィル-a量の変化をFig. 4で見ると、秋種苗における成長の停滞が始まる9月頃は、5 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下の水塊が養殖水深である水深5m以上にまで存在しており、この状況は試験開始年の8月頃からほぼ9月末まで続いている。また、水温の変化をFig. 5で見ると、8月頃は年間を通じてほぼ最高の値を示し、トリガイの活力が低下すると言われている(野上ら, 1981) 25 $^{\circ}\text{C}$ を上回っている。さらに、トリガイの秋の産卵期は10~11月と考えられており(藤原ら, 1990)、秋種苗における大幅な生残率の低下は11月以降に認められている。

以上のことから、夏季の高水温、餌料不足、成熟・産卵が、秋種苗において試験開始年9月以降に、成長を停滞させた最も可能性の高い要因であると考えられた。

次に、生残率が大幅に低下した原因について考察する。生残率を低下させる要因としては、捕食生物による食害、測定などで人が触ること(ハンドリング)がストレスとなる、養殖海域や養殖方法が適さない、高水温の影響、餌料不足、成熟・産卵などが考えられる。

まず、「秋全沈区」以外では捕食生物はあまり現認されておらず、カニ類によると考えられる殻周辺部の欠損死殻が少ないことから、捕食生物による食害がへい死の主たる原因ではないと判断された。

次に、秋種苗のへい死時(8~2月)の平均殻長が、中間測定をしていない「秋全沈区」の試験開始翌年7月取り上げ時に認められた死貝の殻長のピーク(65~75mm)とほぼ一致したことから、養殖期間中のハンドリングもその直接的なへい死原因とは考えられなかった。

さらに、1992~1993年に別途並行して実施している栗田湾や舞鶴湾での養殖*3においても、今回のような秋種苗のへい死が認められているとともに、宮津湾での地蒨養殖試験*3でも生じていることから、養殖海域や養殖方法にへい死の原因があるとも考えられなかった。

*3 平成4年度特定海域養殖業推進調査報告書(京都府立海洋センター)

結局、夏季の高水温の影響、餌料不足、産卵・成熟が、前述した成長停滞の要因と同様、へい死の原因としても最も可能性が高いと考えられた。

以上のことから、この秋種苗に見られる9月頃からの成長の停滞と生残率の低下の主な原因は、8月頃のクロロフィル-a量に代表される餌料の減少および高水温等の影響によりトリガイ自身の活力が低下することに端を発するであろうと推察された。そして、その後、成熟・産卵のために10月以降に環境条件が回復しても、トリガイ自身の活力は回復せずさらに低下するのではないかと推察された。

藤原ら(1990)によると、砂床飼育による人工秋種苗の産卵誘発後の生残率は、1歳の秋から1歳半の春までは28~40%、2歳の秋まででは2~15%までに低下したと報告されており、この結果は今回の「秋沈区」の生残結果とほぼ一致する。

また、内野ら(1991)によると放流までの中間育成として、水深9mにて生後翌年の6月から翌年1月まで垂下コンテナ飼育した秋種苗において、9~12月の成長量は他の時期に比して小さかったと報告されており、この結果も今回得られた成長結果とほぼ一致する。

藤原らは、この人工秋種苗のへい死の主要原因として成熟・産卵による生理的活性の低下をあげており、内野らも、成長量の低下の原因として高水温による生理的機能の低下と成熟・産卵が重なったことをあげている。このことは前述した、秋種苗における成長の停滞およびへい死の原因に対する推察を裏付けるものと考えられた。

次に、秋種苗において夏季以降に見られた成長の停滞およびへい死が春種苗において認められなかった理由について考察する。前述した野上ら(1981)の試験において用いられたトリガイは殻長63~85mmのものであるが、殻長30mmまでの稚貝の場合、水温30 $^{\circ}\text{C}$ までならば高いほど成長が良いことが確認されており(藤原ら, 1985)、春種苗の場合試験開始当年の8月は平均殻長40mm程度であるので秋種苗ほど高水温の悪影響を受けにくいと考えられる。また、殻長の小さな貝の方が大きな貝よりも必要とする餌料量は少なく良いと考えられる。さらに、生後半年程度のトリガイは成熟・産卵をほとんど行わないであろうと考えられる。以上のことが、春種苗において、秋種苗に見られたような養殖開始当年の夏季以降に、へい死が発生しない理由ではないかと推察された。

なお、本試験とは別に行われた養殖試験(岩尾ら, 未発表)結果から春種苗であっても、殻長が70mmを越え、年齢が1歳を越える、養殖開始翌年の秋以降には、秋種苗と同様に生残率は低下することが判っている。この現象が人工種苗に限られたものなのか、または、天然種苗でも起

こり得ることなのかを含め、さらに詳細な推察を行うには、今後、貝自身の生理的な変化等について調査を行うことが必要である。

今回の養殖試験全般について見てみると、秋種苗の場合は10~11月に採卵された種苗を用いて翌年の3~4月に養殖を開始し、漁獲サイズである殻長85mm以上に達するには翌々年の7月頃まで必要であるが、春種苗の場合は5~6月に採卵された種苗を用いて同年8~9月に養殖を開始し、翌年の7月には漁獲サイズにまで到達する。養殖期間にすると秋種苗の場合は約1年6カ月必要であるのに対し、春種苗では約11カ月で良い。この養殖期間7カ月の差は、コンテナに付着した生物等の除去やコンテナ内に侵入するトリガイ捕食生物のことを考慮に入れなくてもかなり大きいものと考えられる。

以上、生残率の点から、また、養殖期間の長さから見て現在の養殖方法で人工種苗を用いてトリガイ養殖をおこなう(養殖終了時期7月)場合、秋種苗を用いるよりも春種苗を用いる方が有利であると考えられた。

最後に、この試験をおこなうに当たり養殖施設の設置、試験中の測定等で、多大な協力を頂いた海洋センター船舶課職員の方々に深謝の意を表する。

文 献

- 藤原正夢・藤田真吾. 1985. 海上砂床飼育によるトリガイ稚貝の中間育成と母貝養成. 京都海洋センター研報, **9**: 59-66.
- 藤原正夢・岩尾敦志・岡部三雄・西広富夫. 1988. トリガイ種苗生産技術の開発. 沈着初期稚貝飼育方法の検討. 栽培技研, **17**(1): 1-7.
- 藤原正夢・岩尾敦志・西広富夫. 1990. トリガイ種苗生産における採卵用親貝について. 京都海洋センター研報, **13**: 65-67.
- 岩尾敦志・西広富夫・藤原正夢. 1991. トリガイ養殖の可能性について. 京都海洋センター研報, **14**: 14-19.
- 野上和彦・梅沢 敏・坂口清次・福原 修. 1981. トリガイ *Fulvia mutica* (REEVE) の酸素消費量と高水温期におけるへい死との関係について. 南西水研報, **13**: 19-28.
- 内野 憲・辻 秀二. 1991. トリガイの帯状輪紋について. 水産増殖, **39**(3): 249-253.

Synopsis

Cultivation Studies on Cockle *Fulvia mutica*-I

Suitability of The Autumn Broods and The Spring Broods for The Practical Cultivation

Atsushi IWAO, Masamu FUJIWARA and Shingo FUJITA

In case of the autumn broods, stagnation of growth and high mortality occur for a long time from autumn to next spring, and only less than 20% of seeds survive up to summer harvest, probably due to exhaustion caused by high water temperature and limited food supply in summer and early autumn, followed with the first maturation and spawning.

While, the spring broods keep constant growth, and 80% or more of seeds survive up to summer harvest, because they are much smaller in size than the autumn broods, so, may be sufficient with relatively small amount of food supply in late summer, besides, may not mature in following autumn.

In next spring, some of the spring broods, may mature similar to the autumn broods, but they may be less exhausted, due to favourable temperature and sufficient food supplies in preceding winter and early spring.

Extended cultivation of the spring broods over summer result in no growth and high mortality, as in the autumn broods. From above results the spring broods are suitable for the practical cultivation.