

三重県でマガキ人工種苗の無抑制養殖は可能か？

青木秀夫・田中真二・渥美貴史^a・久野正博・松本才絵*

Is it possible to culture artificially produced Pacific oyster *Crassostrea gigas* without hardening in Mie Prefecture?

HIDEO AOKI, SHINJI TANAKA, TAKASHI ATSUMI,^a MASAHIRO KUNO AND TOSHIE MATSUMOTO*

キーワード：マガキ，養殖，人工種苗，抑制，成育特性

In the Pacific oyster culture, naturally harvested oyster spats are hardened in intertidal area before they are removed to culture areas in the bay for grow-out. Although this “hardening” process has been conducted commonly to eliminate weak individuals and for preventing adhesion of living organism onto a spats collector, there are few appropriate intertidal zones for hardening in Mie prefecture. This study evaluated the performances of non-hardened oyster seed that artificially produced at late time than usual. Rearing experiments were carried out with three oyster groups: (a) non-hardened oyster which was produced in late August, (b) hardened oyster which was produced in early July, (c) naturally harvested oyster introduced from Miyagi prefecture. They were cultured using a hanging culture system on the coast in Toba, Mie Prefecture for 15 months (Nov. 2011 – Jan. 2013). There were no remarkable differences in terms of somatic and shell growth and meat quality related to marketability among the groups during the time of shipping (after Oct. 2012). Moreover, the mortality of non-hardened oyster was significantly lower than that of hardened oyster and Miyagi oyster. It might be due to differences in spawning and gametogenesis status of oysters during summer season. Overall, the results obtained from this study suggest that non-hardened oyster can be used as the seed for culture without any practical adverse effect in Mie prefecture.

マガキ養殖業は三重県の重要な海面養殖業の一つであるが、近年では生産量、産出額、経営体数が減少傾向にある。マガキ養殖業の経営を向上させ、持続的な水産業とするには、養殖用種苗、いわゆる「種ガキ」の安定確保が重要な課題である。本県における種ガキの確保は、全国最大の産地である宮城県で天然採苗された種苗に大部分を依存しており、こうした実態は本県のマガキの生産量や生産コストの不安定化を招く要因の一つとなっている。そのため、筆者らは、本県の海域で天然採苗されたマガキ種苗の成育特性を調査し、成長、死亡率や身質の商品性等が宮城県から導入した種苗のものと差がなく、優れた特性を有することを明らかにした(青木ら, 2020)。最近では、養殖業者自らが養殖漁場で天然採苗を行うケースもあるが、採苗器(コレクター)への種苗の付着数

は、その投入のタイミングや場所、また年によって大きく異なるなど、採苗の安定化に向けた課題も多い。

こうした状況の下、筆者らは、マガキ種苗の安定確保に向けた取組の一つとして、これまで人工種苗生産技術の開発研究を行い、受精可能となる卵核胞崩壊(GVBD)を導く条件や受精率に及ぼす受精時の卵と精子の量比と媒精時間の影響を調査し、最適な人工授精の条件を明らかにした(板金ら 2012)。人工種苗の生産コストは天然採苗と比べると高価であるため、マガキでは現在のところ付加価値の期待される三倍体種苗(赤繁 1992, 2002)やシングルシード種苗(鬼木 2013)を中心に生産が実用化されているのみである。しかし、マガキ人工種苗の生産技術は、天然採苗が不調である場合を想定した種苗確保のリスクを分散するための技術として重要である。

* 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所

^a 現所属：三重県農林水産部水産振興課

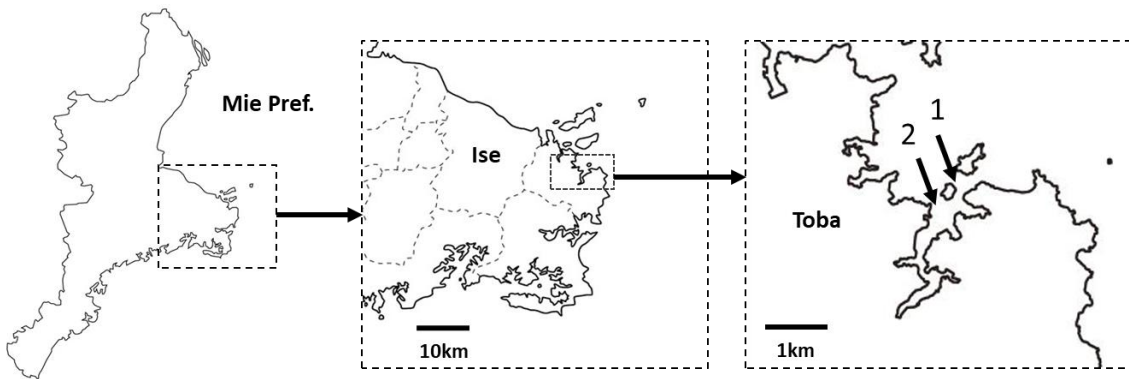


Fig.1. Location of the experimental stations (1 & 2)

一般的にマガキ養殖の工程では、種苗をコレクターに付着させた後、種苗の成長を抑制するとともに付着生物の付着防止や生理的に脆弱な個体を淘汰するために、海浜の潮間帯に設けた構造物（抑制棚）にコレクターを配置して干出環境にさらず「抑制」が行われる。これまでに抑制の効果をみた研究では、夏季の死亡率の低下や収穫量の向上等の効果が確認されており（小笠原ら 1962, 寺嶋ら 1976), 抑制は健全な種苗を仕立てるのに重要な工程とされている。

実用規模のマガキ養殖で種苗の抑制を行うには、抑制棚を設置するために一定の面積の海浜が必要となるが、本県でマガキ養殖漁場のある鳥羽市や志摩市の沿岸域には、大規模に抑制を行える海浜が少ない。そのため本研究では、本県において抑制を行わないマガキ養殖（無抑制養殖）の実用化に関する知見を得ることを目的とした。マガキの天然採苗では、7月下旬から8月上旬前後がコレクターへの種苗の付着の盛期となり、その後は付着状況を見て10月頃まで抑制を行い、11月頃から海面での飼育を開始するのが一般的な工程である。抑制せずにマガキ（種苗）の海面飼育を行った場合の生産上のデメリットとしては、上述したように脆弱な個体の淘汰ができなくなるほかに、高水温期におけるフジツボ等の付着生物による種苗の成長不良や死亡の発生等のリスクが高まることが挙げられる。そこで本研究では、高水温期における海面での種苗の飼育を避けるため、通常、海面で受精後に幼生が発生する時期より晩期の8月下旬にマガキの人工授精を行い、ふ化した幼生を陸上水槽で飼育し、その後、抑制を行わずに11月から海面での飼育を開始した。こうした新たな工程で養殖を行った場合の無抑制種苗について、成長や生残、商品性に関する軟体部の栄養蓄積状況等を調査して通常時期に人工生産あるいは天然採苗した抑制種苗と比較することにより、マガ

キ無抑制養殖の可能性を検討した。

材料および方法

試験員

試験員には、宮城県で天然採苗され三重県に導入されたマガキ *Crassostrea gigas* を親貝として人工生産した種苗を用いた。種苗生産に用いる親貝の飼育、人工授精、浮遊幼生の飼育は、全て三重県栽培漁業センター（三重県志摩市）の施設を用いて行った。生殖巣の発達したマガキ雌個体から第1減数分裂前期の生殖巣卵を切開法により採取して、0.75mM アンモニア海水で30分間処理して成熟誘起し、雄個体から得た精巣精子を用いて人工授精した。媒精時間は30分間とした。受精24時間後に、発生したベリジャー幼生を2トン水槽に収容し、25℃に調整したろ過海水で3週間程度飼育（止水）した。餌料には微細藻類である *Pavlova lutheri* を用いた。浮遊幼生が付着可能なサイズまで成長したタイミングで、予め付着誘因処理（平田 1998）したホタテガイ貝殻からなるコレクターを水槽内に投入して幼生を付着させた。こうした方法で、以下のとおり種苗を生産し、海面での飼育試験を行った。

(1) 通常期の生産種苗（抑制種苗）：2011年7月4日から6日に人工授精を行い、8月下旬まで幼生を水槽で飼育し、コレクターに幼生を付着させた。8月下旬から11月上旬にかけて、鳥羽市浦村地区の海浜において、種苗が付着したコレクターを潮間帯に設けた抑制棚に設置して抑制した。その後、ホタテガイ貝殻を外し、マガキ種苗の付着が確認された貝殻を選別して垂下養殖用のロープに取り付けて11月から海面飼育を開始した。

(2) 晩期の生産種苗（無抑制種苗）：2011年8月30日、31日に人工授精を行い、10月下旬まで幼生を水槽

で飼育し、コレクターに幼生を付着させた。その後、マガキ種苗の付着が確認されたホタテガイ貝殻をロープに取り付けて11月から海面飼育を開始した。

本研究では、上記のとおり人工生産した抑制種苗、無抑制種苗のほかに、前報（青木ら 2020）で取り上げた「宮城種苗」のデータも比較のため一部使用した。この宮城種苗は、本研究と同時に飼育試験を行っていた種苗で、2011年に宮城県で天然採苗され同年11月に本県に導入されたものである。

飼育条件

無抑制種苗、抑制種苗、宮城種苗とも、長さ約7mの垂下養殖用のロープ1本あたりホタテガイ貝殻を30cm間隔で約20枚取り付けて飼育した。飼育漁場は鳥羽市浦村町地先の生浦湾の湾口部（漁場1）と湾奥部（漁場2）の2地点とし（Fig.1）、各漁場で3種類の種苗をそれぞれロープ3本ずつ同じ海面筏で垂下養殖した。飼育期間は2011年11月から2013年1月までの15ヶ月間とし、その間、約1ヶ月ごとに各漁場から各種苗のホタテガイ貝殻をそれぞれ1-2枚ずつ回収した。回収するホタテガイ貝殻は海面近くにある貝殻とし、回収後はロープを約30-60cm上部に引き揚げ、次回に回収する貝殻が海面付近に位置するように調整した。終了時（2013年1月）には、各種苗の残りのホタテガイ貝殻をすべて回収した。飼育期間中の水温は6-28℃（水深約2m）であった。

殻高、軟体部重量、貝殻形態の計測および死亡率

殻高、貝殻形態および死亡率について、前報（青木ら 2020）と同様に調査した。すなわち、漁場から回収したホタテガイ貝殻に付着したマガキを1個体ずつ外し、種苗の成長の指標として殻高および殻長をノギスで計測し

た（n=1-20）。終了時以外に回収した月ごとの個体数は、湾口および湾奥漁場においてそれぞれ無抑制種苗では2-21（平均10）、1-37（平均14）個体、抑制種苗では15-50（平均33）、11-47（平均27）個体、宮城種苗では30-121（平均54）、27-131（平均68）個体で、種苗間で差異があった。終了時における各種苗の回収数は104-522個体であった。また2012年10月から2013年1月（終了時）までの4ヶ月の間、軟体部重量も計測した（n=3-20）。貝殻形態として殻高比（殻高/殻長）を求めた（n=1-20）。各月に回収した種苗における生残個体と死亡個体から死亡率を算出した。

卵抜けと栄養蓄積の評価ならびに肥満度の計測

種苗の商品性を評価するため、軟体部の卵抜け（生殖細胞の残存状態）と栄養蓄積の状態ならびに肥満度について調査した。すなわち、2012年10月、11月に、採取した軟体部を目視で観察して（1）生殖細胞あり、（2）生殖細胞なし、（3）栄養蓄積ありの3段階に区別し、それらの割合を求めた（n=3-20）。また終了時には、種苗の肥満度を次式により算出した（n=20）。

$$\text{肥満度} = \frac{\text{軟体部重量}}{\text{全体重量} - \text{貝殻重量}}$$

（全体重量：海水を含んで閉殻した状態の重量）

統計学的処理

殻高、軟体部重量、殻高比、肥満度の計測値（平均値）について、種苗による差を一元配置分散分析により検定し、事後検定としてDunnnettの多重比較検定により無抑制種苗と抑制種苗、宮城種苗との間の有意差について調べた。また各種苗の湾口部と湾奥部の漁場間の比較として、各形質の平均値の差をt検定（Welchのt検定）により比較した。さらに種苗間の死亡率について、カイ二乗検定を行った。

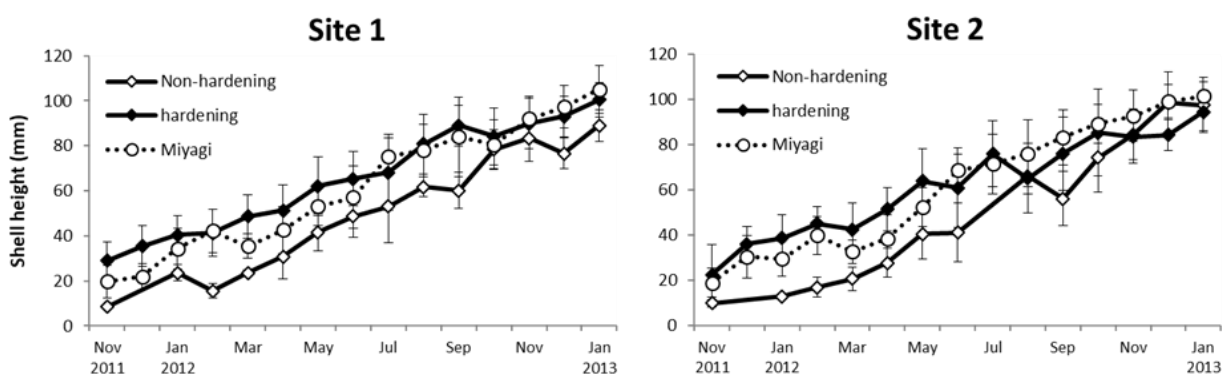


Fig.2. Monthly changes in shell height of three oyster groups cultured in farming sites 1&2. Data are shown as mean ± SD (n=1-20).

結果

殻高、軟体部重量および死亡率

湾口（漁場 1）および湾奥（漁場 2）漁場における各種苗の殻高の推移を Fig.2 に示した。試験開始時（2011 年 11 月）における湾口および湾奥漁場の無抑制種苗の殻高はそれぞれ 8, 10mm で、抑制種苗（29, 22 mm）および宮城種苗（19, 20 mm）と比べて 10-20 mm 程度小さく、その後も同様の傾向で推移した。湾口漁場における終了時の殻高の値（平均±標準偏差, n=20）は、無抑制種苗が 89.1±7.0mm, 抑制種苗が 100.5±7.6mm, 宮城種苗が 105.1±10.6mm で、無抑制種苗が有意（いずれも $p < 0.01$ ）に小さかったが、飼育開始から約 1 年後の 2012 年 10 月と 11 月には種苗間で有意差はなかった。湾奥漁場では、2012 年 10 月以降は種苗間で殻高の値に大きな差はなく推移し、終了時には無抑制種苗が 97.6±12.1mm, 抑制種苗が 94.5±8.2mm, 宮城種苗が 101.6±6.4mm で、無抑制種苗と他の種苗との間に有意差はなかった。湾口と湾奥漁場

の殻高を比較すると、無抑制種苗と抑制種苗では漁場間で有意差（いずれも $p < 0.05$ ）が認められた。

軟体部重量の推移を Fig.3 に示した。湾口漁場における 2012 年 12 月および 2013 年 1 月の無抑制種苗の軟体部重量の値は、抑制および宮城種苗よりやや低く推移し、終了時には抑制種苗との間で有意差（ $p < 0.01$ ）が認められた。一方、湾奥漁場においては 3 種類の種苗ともほぼ同レベルで推移し、終了時に種苗間で有意差はみられなかった。終了時における各種苗の軟体部重量を漁場間で比較すると、湾口漁場では 13-18 g, 湾奥漁場では 12-15g で湾口漁場の方が全般に大きく、抑制種苗では漁場間で有意差（ $p < 0.01$ ）がみられた。

2012 年 4 月から終了時までの月ごとの死亡率を Fig.4 に示した。各種苗の死亡率は月による増減がみられるものの、全般に湾口、湾奥漁場とも 8 月から 9 月にかけての高水温期に大きく上昇した。終了時における死亡率は、湾口漁場では無抑制種苗が 21%, 抑制種苗が 45%, 宮城種苗が 35% で、湾奥漁場では無抑制種苗が 24%, 抑制種

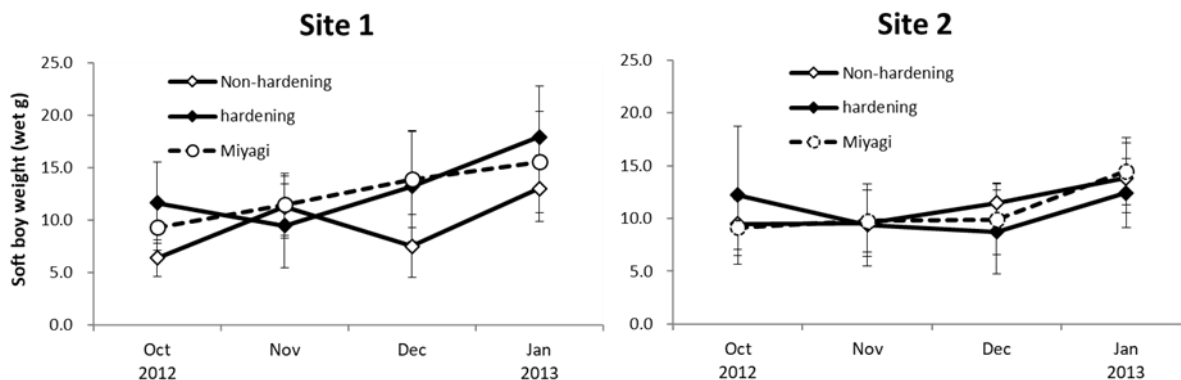


Fig.3. Monthly changes in soft body weight of three oyster groups cultured in farming sites 1&2. Data are shown as mean ± SD (n=3-20).

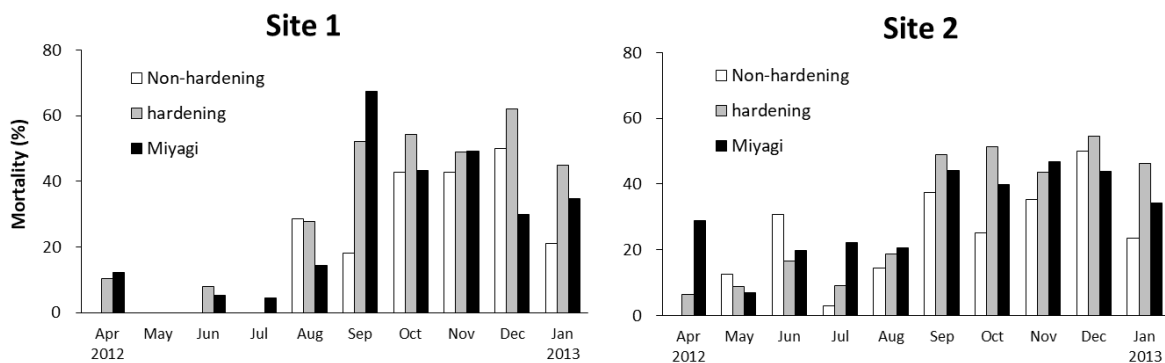


Fig.4. Monthly changes in mortality of three oyster groups cultured in farming sites 1&2.

苗が46%、宮城種苗が34%と、いずれの漁場でも無抑制種苗の死亡率が最も低く、次いで宮城種苗で、抑制種苗が最も高かった。カイ二乗検定の結果、無抑制種苗と他の種苗の間にはいずれも有意差 ($p < 0.01$) がみられた。

なお、毎月回収したホタテガイ貝殻におけるフジツボ等の目視による付着量には種苗間および漁場間で大きな違いはなく、付着生物によってマガキの生存が著しく影響を受けたと思われる状態の貝殻は確認されなかった。

貝殻形態（殻高比）

貝殻の殻高比の推移を Fig.5 に示した。試験期間中の無抑制種苗の殻高比は、湾口漁場においては抑制および宮城種苗より概ね低く推移したが、飼育開始から約1年後の2012年10月以降は大きな差はなかった。湾奥漁場においては、10月以降、3種苗ともほぼ同レベルで推移した。終了時における殻高比（平均±標準偏差, $n=20$ ）は、湾口漁場では無抑制種苗が 1.72 ± 0.22 、抑制種苗が 1.74 ± 0.22 、宮城種苗が 1.93 ± 0.31 で、宮城種苗が他の種苗より有意 ($p < 0.05$) に高かった。湾奥漁場では無抑制種苗が 1.78 ± 0.27 、抑制種苗が 1.75 ± 0.32 、宮城種苗が 1.74 ± 0.15 で、種苗間に有意差はなかった。漁場間では宮城種苗において湾口漁場の方が有意 ($p < 0.05$) に高かった。

卵抜けと栄養蓄積状態の評価ならびに肥満度

種苗の卵抜け・栄養蓄積状態を Fig.6 に示した。2012年10月時点では、両漁場ともいずれの種苗においても「生殖細胞あり」の段階の個体はなかった。無抑制種苗は湾口、湾奥漁場とも全個体が「栄養蓄積あり」であっ

た。11月においても同様に、いずれの種苗ともほとんどの個体が「栄養蓄積あり」の段階であった。

終了時における肥満度を Fig.7 に示した。肥満度（平均±標準偏差, $n=20$ ）の値は、湾口漁場では無抑制種苗が 0.47 ± 0.06 、抑制種苗が 0.45 ± 0.06 、宮城種苗が 0.42 ± 0.09 で、無抑制種苗が最も高かったものの種苗間で有意差はなかった。湾奥漁場でも同様に、無抑制種苗が 0.41 ± 0.05 、抑制種苗が 0.38 ± 0.04 、宮城種苗が 0.37 ± 0.06 と、無抑制種苗と他の種苗との間に有意差はなかった。漁場間で肥満度の値を比較すると、いずれの種苗においても湾口漁場の方が湾奥漁場に比べて有意（無抑制種苗および抑制種苗： $p < 0.01$ 、宮城種苗： $p < 0.05$ ）に高かった。

考 察

無抑制種苗の殻高の値は、湾口および湾奥漁場とも抑制種苗と宮城種苗よりやや小さいレベルで推移したが、試験開始から約1年後の翌年10月以降は両漁場とも他の種苗と有意差のみられない月もあり、成長に大きな差異はないと考えられた。湾口漁場において抑制種苗と宮城種苗の殻高は、2012年8月には80mm前後となって商品サイズ（殻高75mm以上）に達したものの、抑制種苗はやや遅れて10月に商品サイズとなった。湾奥漁場でも無抑制種苗が商品サイズとなった時期は10月で、抑制種苗と宮城種苗より1ヶ月遅れた。このように商品サイズを基準にすると、無抑制種苗の成長は抑制および宮城種苗よりやや劣ったものの、本県でマガキの出荷が開始されるのは概ね10月以降であり、12月、1月が出荷盛期となることを考慮すると、無抑制種苗の成長特性

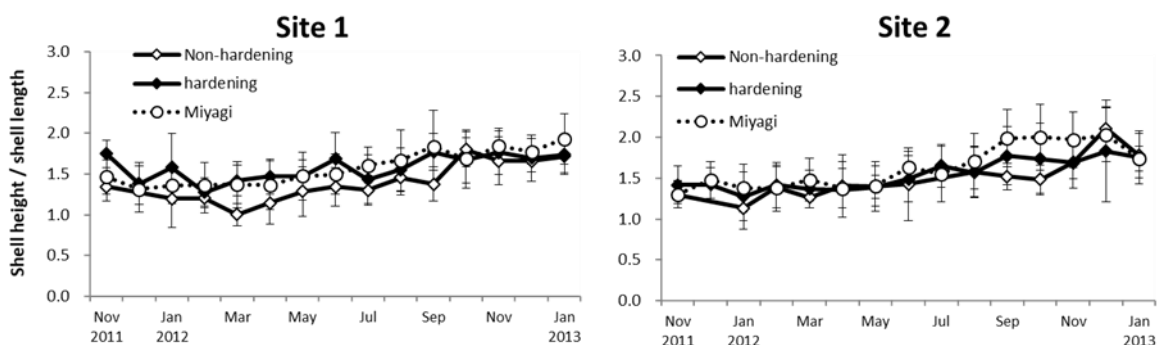


Fig.5. Monthly changes in shell height-shell length ratio as morphological characteristic of three oyster groups cultured in farming sites 1&2. Data are shown as mean±SD ($n=1-20$).

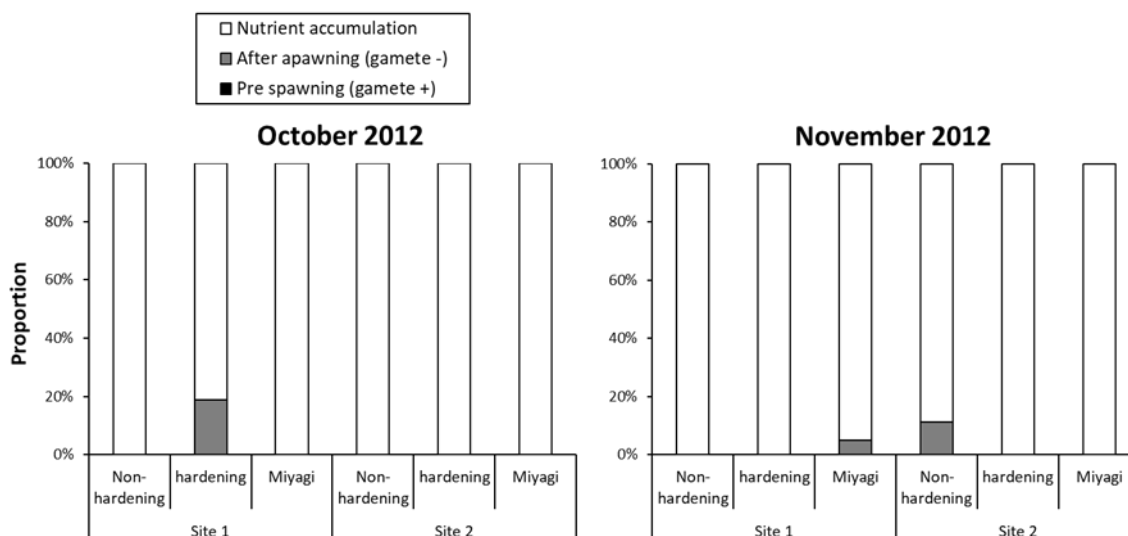


Fig.6. Rate of spawning and nutrient accumulation status of soft body of three oyster groups cultured in farming sites 1&2 (n=3-20).

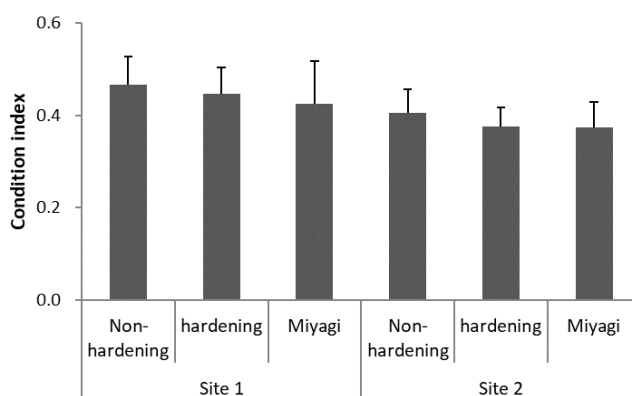


Fig.7. Condition index of three oyster groups cultured in farming sites 1&2 at the end of experiments. Data are shown as mean±SD (n=20).

は実用的に大きな問題はないと考えられた。加えて無抑制種苗の軟体部重量や卵抜け・栄養蓄積状態、肥満度、貝殻形態を示す殻高比は、いずれも他の種苗との間で顕著な違いは認められなかった。こうした結果から、本研究の条件では、マガキが通常出荷される10月以降において、無抑制種苗は他の種苗と比べてサイズや身質の面から、その商品性に大きな問題はないと評価された。また本研究では、湾口と湾奥漁場の間で種苗の成長や死亡率、栄養状態に大きな違いはなかったものの、肥満度については各種苗とも湾口漁場の方が有意に高かった。これは漁場による餌料プランクトンの出現量等の違いによる影響が考えられるが、今回の結果からは詳細な状況を論じることができず、今後、環境特性と肥満度の関係の解明

と養殖技術への応用に向けた取組が望まれる。

無抑制種苗の殻高の値が翌年10月以降に他の種苗と大差がなくなった理由としては、抑制および宮城種苗の成長が概ね7月から10月頃にかけてやや緩慢となったことが挙げられた。これは、この期間に抑制および宮城種苗において放卵放精が行われたことやそれに伴う死亡個体の発生による影響ではないかと考えられる。これまでに、抑制状態のマガキ種苗を海面漁場に時期を変えて移植して垂下養殖に切り替えた後の成長を調査した結果では、早期に移植した種苗ほど産卵期における成長の停滞が大きくなり、その後は遅い時期に移した種苗とサイズに大差がなかった事例、あるいは差が小さくなった事例が報告されている(小笠原ら 1962, Mondol et al. 2016)。

本研究では試験員の性成熟状況を調査していないが、夏季にサイズが小さかった無抑制種苗と、抑制種苗・宮城種苗との間では性成熟や放卵放精の状況が異なっていた可能性もあり、この点を明らかにすることは今後の課題である。

本研究の期間中、抑制を行わなかった場合のリスクと考えられた、フジツボ等の付着生物によるマガキの成長や生残への悪影響は特段みられなかった。本県の鳥羽志摩海域におけるフジツボ幼生の出現状況について、2011年と2012年にマガキ採苗コレクターを用いて調査(種見調査)した館ら(2013)の結果によると、幼生は概ね7月中旬から8月下旬に確認され、8月上旬が出現の盛期と考えられた。また、的矢湾におけるフジツボ幼生および着生フジツボの出現盛期は6月から10月であるとの報告もある(岩城 1992)。フジツボ等の付着によるマガキ養殖への悪影響については、特にマガキ種苗がコレクターに着生した後の初期段階において注意が必要である。すなわち、天然採苗した際にマガキ種苗と同時期にフジツボが多数付着すると、その後成長したフジツボにコレクターが覆われてしまい、養殖の継続が不可能になる場合もある(館ら 2013)。本研究では、無抑制種苗においてフジツボの出現盛期の後の11月以降に海面での飼育を開始することで、その後のフジツボ付着による大きな悪影響を避けられることが確認された。ただし、フジツボの出現数や時期、場所については漁場環境の影響を受けると考えられ、館ら(2013)の調査でも鳥羽海域の出現状況が年によって異なることが報告されており、その詳細についてはさらなる調査が必要である。

次に終了時の死亡率についてみると、無抑制種苗では21-24%で他の種苗と比べて10-20ポイント程度低く、特に抑制種苗と比べると死亡率は半分程度であった。本研究で死亡率が上昇した期間は、主に2012年8月から9月にかけての高水温期であった。地元の養殖業者への聞き取りによると、マガキの死亡は高水温期を中心に発生し、例年の死亡率は30-40%前後とのことであった。したがって、今回の無抑制種苗の死亡率は通常の水準よりもかなり低いと考えられる。マガキ養殖では高水温期における死亡率の低減が重要な課題であるため、本研究の結果は今後の養殖の方法や新たな技術開発を検討するうえで興味深い。これまで、高水温期に発生する大量死については、餌料環境の良好な海域でマガキが高水温にさらされることで代謝が活発となるとともに急激に性成熟が進行し、その後、放卵放精に伴う疲弊、すなわち蓄積栄養と生理活性が低下することが主な原因であると報告されている(森ら 1965)。こうした生理的異常は、餌料環境

の良好な漁場ほど、また生殖巣の発達した個体ほどリスクが高く、死亡しやすいとされる(今井ら 1971, 中川ら 2009)。また、マガキの血球密度や白血球食能といった細胞性免疫は生殖周期に影響され、産卵直後ではそれらの能力が成熟期と比べて大きく低下することも報告されている(Ishikawa et al. 1999)。これらの知見に基づくと、本研究でみられた種苗間の死亡率の差異は、先に殻高の推移の記載でも触れたとおり、サイズの小さかった無抑制種苗と他の種苗との間で性成熟や放卵放精の程度の違いが影響した可能性が考えられる。今後、無抑制種苗の生殖巣の発達状況を把握し、高水温期に発生する死亡との関係を明らかにすることが望まれる。

以上のことから、本研究の条件においては、本県海域でマガキが通常発生する時期より晩期に人工生産し、抑制を行わずに養殖した種苗は、翌年の出荷時期である10月以降には商品性に大きな問題はなく実用的に使用できることが示された。また無抑制種苗は高水温期の死亡率が通常の種苗と比べて低いことが明らかとなり、生産効率の点でも優れた特性を有していることが示唆された。こうした工程での養殖を行うには、マガキの性成熟状態を人為的にコントロールし、晩期の種苗生産を計画的かつ安定的に実施する必要がある。本研究では晩期種苗生産の親貝として、通常養殖しているマガキ集団から性成熟状態の良好な雌雄の個体を選んで交配に用いたが、8月下旬に集団から良好な親貝を選抜できた確率は通常時期よりもかなり低かった。マガキの性成熟状態をコントロールする技術として、Chávez-Villalba et al. (2002)は陸上水槽でマガキを飼育し、水温および日照時間を調整することで生殖周期を早め、秋季から冬季に成熟卵を得られたことを示している。こうした技術を応用することで晩期にマガキ種苗を安定的に生産することができれば、本県で抑制を行わずに高生残で効率的なマガキ養殖を実現できる可能性がある。

マガキの天然採苗の現状について、本県への種ガキ導入量が最も多い宮城県では、2011年の東日本大震災以降、県沿岸域での種ガキの採苗が不調に陥る状況が度々発生し、大きな問題となっている(日本水産学会環境保全委員会 2018)。また宮城県以外の生産地においても、近年、水質や気候変動等の環境変化が原因と考えられる種ガキの採苗不調が多発しているとされる。こうした状況をふまえて、本県のマガキ養殖業における種ガキの安定確保を図るため、今後、天然採苗と併せて人工生産種苗の活用についても検討を進めるべきであると考えられる。

要 約

1. 本研究では抑制を行わないマガキ養殖（無抑制養殖）の実用化に関する知見を得ることを目的とした。抑制を行わない場合、高水温期におけるフジツボ等の付着生物による種苗の成長不良や死亡の発生等の可能性が挙げられる。そのリスクを避ける方策として、通常より晩期の 2011 年 8 月下旬にマガキ種苗を人工生産し、その後、抑制を行わずに 11 月から鳥羽市浦村海域において飼育を開始して、2013 年 1 月までの間の種苗の成長や生残、商品性について調査した。
2. 無抑制種苗の殻高の値は、7 月に人工生産して抑制を行った種苗および宮城県から導入した種苗より概ね低く推移したが、飼育開始から約 1 年後の 2012 年 10 月以降は、種苗間で大きな差はなかった。また身質の商品性に関する軟体部重量や卵抜け・栄養蓄積状態、肥満度等についても、種苗間で大きな違いは認められなかった。本県におけるマガキの出荷時期は概ね 10 月以降であり、12 月、1 月が盛期であることを考慮すると、無抑制種苗の成長や商品性には実用的に大きな問題は無いと考えられた。
3. 無抑制種苗の死亡率は他の種苗と比べて低く、生産効率の点で優れた特性を有していることが示唆された。種苗間の死亡率の差異は、高水温期においてサイズの小さかった無抑制種苗と他の種苗との間で性成熟や放卵放精の程度の違いが影響した可能性があると考えられた。

謝 辞

本研究において養殖漁場でマガキの飼育管理を行っていただいた養殖業者の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 赤繁 悟 (1992) : マガキを中心とした貝類 3 倍体の作出と特性. 水産育種, **17**, 5-18.
- 赤繁 悟 (2002) : 人為三倍体マガキの遺伝的特性に関する研究. 広島水試研報, **21**, 5-56.
- 青木秀夫・田中真二・渥美貴史・久野正博・古丸 明・松本才絵・石樋由香・長谷川夏樹・藤岡義三・日向野純也 (2020) : 三重県で採苗されたマガキの成育特性. 三重水研報, **26**, 1-10,
- Chávez-Villalba, J., Barret, J., Mingant, C., Cochard, J.C., and

- Le Penneec, M. (2002) : Autumn conditioning of the oyster *Crassostrea gigas*: a new approach. Aquaculture, **210**, 171-186.
- 平田 靖 (1998) : 成貝の付着誘引効果を用いたマガキ人工採苗技術の改良. 日水誌, **64**, 610-617.
- 今井丈夫・沼知健一・森 勝義・菅原義男 (1971) : カキの生物学的研究. 浅海完全養殖 (今井丈夫他編). 恒星社厚生閣, 東京, pp.81-148.
- Ishikawa H., Takahashi K.G., and Mori K (1999) : Annual changes in maturation of the gonad and phagocytic activity in hemocytes of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, in Onagawa Bay, Miyagi Prefecture. SUISANZOSHOKU, **47**, 519-525.
- 板金孝宜・磯和 潔・青木秀夫・太田博巳 (2012) : マガキの人工授精方法の検討. 平成 24 年度日本水産学会春季大会講演要旨集, 182.
- 岩城俊昭 (1992) : フジツボ類の繁殖期・幼生出現期・付着期の整合性について. 三重大生物資源紀要, **7**, 37-46.
- Mondol, M.R., Kim, C.-W., Kang, C.-K., Park, S.R., Noseworthy, R.G., and Choi, K.-S. (2016) : Growth and reproduction of early grow-out hardened juvenile Pacific oysters, *Crassostrea gigas* in Gamakman Bay, off the south coast of Korea. Aquaculture, **463**, 224-233.
- 中川浩一・依積田貴彦・中村優太 (2009) : 近年の「豊前海一粒かき」の成育状況と漁場環境との関係. 福岡水海技セ研報, **19**, 109-114.
- 日本水産学会環境保全委員会 (2018) : 懇話会ニュース (平成 30 年度第 1 回シンポジウム). 日水誌, **54**, 963-966.
- 小笠原義光・小林歌男・岡本 亮・古川 厚・久岡 実・野上和彦 (1962) : カキ養殖における抑制種苗の使用とその生理的意義. 内海区水研報, **19**, 1-153.
- 鬼木 浩 (2013) : 養殖技術講座-二枚貝-第 2 回 マガキ・シングルシードの養殖と経営. 月刊養殖ビジネス, **50**, 21-23.
- 館 洋・畑 直亜・斉藤洋一・岩尾豊紀 (2013) : 鳥羽志摩海域におけるマガキの天然採苗の試み. 三重水研報, **22**, 17-24.
- 寺嶋 朴・片山勝介・篠原基之・池田善平 (1976) : 抑制効果がカキの成長・収量に及ぼす影響. 昭和 50 年度岡山県水試事報, 269-285.
- 森 勝義・今井丈夫・豊島清明・白杵 格 (1965) : 松島湾におけるカキの大量斃死に関する研究IV. 性成熟及び産卵に伴うカキの生理的活性と糖原量の変化. 東北水研報, **25**, 49-63.