

諫早湾で養殖されたシングルシードマガキの成熟

大橋智志, 岩永俊介, 塚原淳一郎

Maturation of Single-seed Pacific Oyster *Crassostrea gigas* Cultured in Isahaya Bay

SATOSHI OHASHI, SYUNSUKE IWANAGA AND JUNICHIRO TSUKAHARA

Single-seed Pacific oysters cultured in Isahaya Bay spawn in summer. During this time, the condition of the soft tissue drastically changes, which can affect the commercial value of the cultured oyster. We conducted a histopathological study to clarify maturation in oysters and investigated maturation-related problems that occur in summer. In June, the degeneration of gonad tissues, which may have been related to the release of eggs and sperm, was observed and the condition became more prominent in July. With advancing gonad degeneration, porous connective tissues were formed in its place which were watery in appearance. Survival rate also dropped during this time of active spawning, and this may have been caused by physiological exhaustion. Thus, single-seed cultured Pacific oysters increase in flesh mass due to maturity until June, maintaining a salable condition, but gonad degeneration after spawning results in oysters becoming thin, consequently becoming unsuitable to sell.

諫早湾では 1999 年にマガキ *Crassostrea gigas* の垂下式養殖が開始され、現在では同海域の主たる漁業に発展している。マガキ養殖の発展に伴い、筆者らは製品の多様化と付加価値の向上を目的としてシングルシード種苗の選抜育種と養殖技術の開発を進めた。シングルシード種苗を用いたマガキ養殖は、2012 年には実用化され販売が開始された。シングルシード種苗から生産された養殖マガキは、主に生食用としてオイスターバーなどに出荷されているが、コールドチェーンの確立と輸送手段の発達に伴い、生食用カキを商品流通の端境期にあたる夏場に提供する傾向がみられるようになってきている。このため諫早湾で養殖されるシングルシードマガキについても市場から夏場出荷の要請があっている。しかし、夏場のマガキの出荷は流通上も新しい取り組みであるため、出荷した前例がなく、どのような製品が出荷されるのか性状等の検討が行われたことはない。一般的には全重量に対する軟体部重量の比率、いわゆる身入りが主な製品の判断基準になるが、夏場はマガキの産卵期にあたり、軟体部は生殖腺で充実する。諫早

湾においても同様にマガキの産卵期にあたるため、軟体部の状態は大きく変化する。このため、組織学的手法を用いて夏場のシングルシードマガキの体組織の変化を把握し、あわせて軟体部重量、身入りの変化から夏場出荷における留意点を検討した。

材料と方法

試料として、2012 年 6 月 27 日、7 月 25 日、9 月 3 日に人工生産したマガキシングルシード種苗 (F5) 810 個体を用いた。供試種苗は、種苗生産後 小長井町地先のカキ養殖筏に垂下して飼育を行ったもので、実験開始時の 3 つの生産群の全重量、軟体部重量に有意差はみられなかったため、その後は同一群として取り扱った (分散分析 $p < 0.05$)。生残率、生殖腺の成熟状況の判定も同様に 3 生産群を同一群として取り扱った。

供試具は、アコヤガイ養殖用のチョーチンカゴ (30 cm × 30 cm ラッセルネット製) に 30 個体ずつ収容し計 27 カゴとした。供試具を収容したチ

ヨーチンカゴは0.3 mの間隔で3カゴを垂直につなぎ、上段のカゴが水深0.5 mとなるよう垂下ロープを取り付けた。これを小長井町地先のカキ養殖筏に垂下した。実験期間は4月18日から10月1日まで167日間行った。試験開始後は約1ヶ月毎に飼育カゴを交換し、その際に収容している全個体の生死数を確認して生残率を求めた。また、供試貝から毎回90個体を採取し、全重量、軟体部重量を測定し、身入りは軟体部重量を全重量で除した値を用いた。飼育水温は記録式温度計が実験途中で故障したため、諫早湾内に設置されているB3 檣において農林水産省諫早湾干拓事務所が測定する水深1 m層の水温を参考として用いた。軟体部は生殖腺および消化盲嚢を内包する柔組織の中央横断面を5 mm幅で切り出し組織観察用の検体に供した。組織検体は氷冷した20%海水ホルマリンで24時間固定後、常法に従ってパラフィン包埋し厚さ5 μmの切片標本を作製した。切片はヘマトキシリン-エオシン二重染色を施して顕微鏡観察を行い生殖腺から雌雄を判別し、松本ら¹⁾の成熟判別に準じて、成熟初期(ステージ1: 精原細胞, 未熟な卵母細胞が結合組織内に点在), 発達期(ステージ2: 精子, 発達した卵母細胞が結合組織内に充実するが一部に結合組織が残る。)成熟期(ステージ3: 精子, 成熟した卵母細胞が結合組織内に充実。)放精・産卵期(ステージ4: 放精・放卵に伴う生殖腺の間隙が確認され, 一部に後退期の卵母細胞がみられる。)後退期(ステージ5: 放精・放卵に伴う生殖腺の間隙が顕著で結合組織の再生が進み, 多数の貪食胞, 崩壊した卵母細胞がみられる。)未発達期(ステージ6: 結合組織のみが観察され, 雌雄の判別がつかない。)の6ステージに分類し、各ステージの出現率を用いて成熟状況を判定した。

結果

水温 水温の推移を Fig.1 に示した。実験開始時の水温は15°C前後であったが、その後上昇し、5月下旬には浮遊幼生の生育に適した23°Cに達し

た。最高水温は8月下旬の31.5°Cで、その後降下に転じたが、実験終了まで23°C以上の日平均水温は維持された。

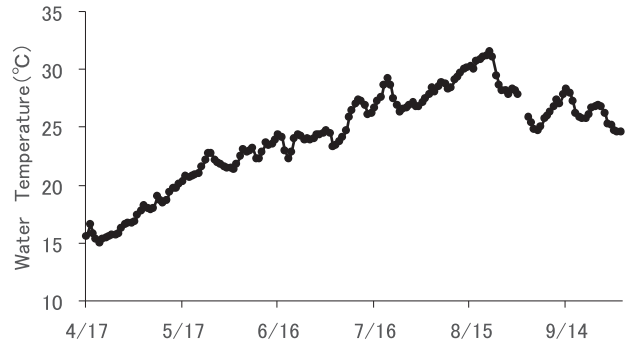


Fig.1 Water temperature in the experimental area during the study period

生残率 実験期間中の生残率の推移を Fig.2 に示した。生残率は4月から6月までと8月から10月までは毎月10%前後の減耗を示したが、6月から7月にかけては20%以上の減耗を示した。最終生残率は37.7%であった。

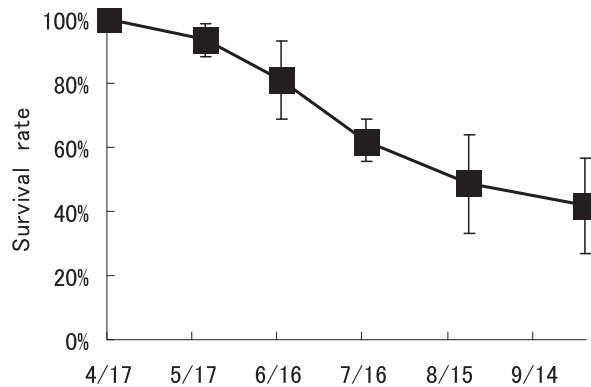


Fig.2 Survival rate of experimental oyster during the study period

全重量 実験期間中の全重量の推移を Fig.3 に示した。全重量は実験開始から2ヶ月間は増加し、5月には実験開始時平均重量の1.47倍、6月には1.57倍に達した。しかしその後は横ばいで経過し、8月から9月にかけて再び増加した。実験終了時の平均全重量は開始時の1.86倍、42.7gであった。

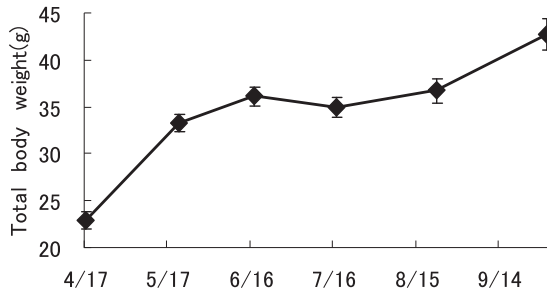


Fig.3 Increase in total body weight of experimental oyster during the study period

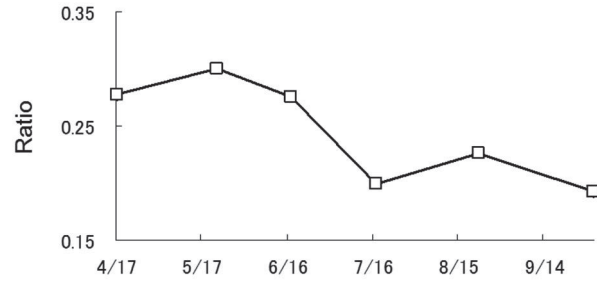


Fig.5 Variation in the ratio of the soft body to the total body weight of experimental oyster during the study period

軟体部重量 実験期間中の軟体部重量の推移を Fig.4 に示した。軟体部重量は実験開始から 1 カ月後の 5 月に最大値を示し 1.52 倍に達した。その後 6 月まではほぼ同じ 1.51 倍で推移したが, 7 月には実験開始時とほぼ同じ 1.06 倍まで低下し, 8 月に再びやや増加して 1.24 倍を示し 9 月も同程度であった。実験中の最大平均全重量は開始時の 1.52 倍, 9.96 g であった。

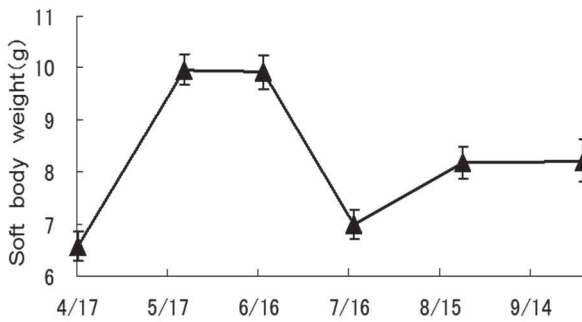


Fig.4 Variation in soft body weight of experimental oyster during the study period

身入り 実験期間中の身入りの推移を Fig.5 に示した。実験開始時の身入りは 0.28 で 5 月に 0.30 に達し最高値を示したが, 6 月はわずかに下がり 0.28 であった。7 月には大幅に下がり 0.2 を示した。その後 8 月にやや上昇して 0.23 を示したが, 9 月には再び下がり最低値の 0.19 を示した。

組織学的観察 各成熟ステージの生殖腺の組織学的観察結果を Fig.6 に, 成熟期毎の出現率の推移を Fig.7 に, 雌雄比の推移を Fig.8 に示した。組織学的観察結果では, 雌は 4 月には成熟初期あるいは発達期の個体が 90% を占めたが, 5, 6 月の 2 ヶ月間は成熟期の個体のみが出現した。7 月には放精・産卵期の個体が 17% 出現し, 8 月にはその割合が 60% に増加した。10 月初旬には後退期の個体が 85% を占めるようになった。雄は 4 月には成熟初期あるいは発達期の個体が 80%, 成熟期の個体が 20% 出現し, 雌よりも成熟の進行が速かった。5, 6 月には 1 個体を除いてすべて成熟期に達し, 7 月は発達期の個体が 30%, 成熟期の個体が 70% 出現した。8 月には成熟期の個体は 15% に減少し, 放精・産卵期の個体が 75%, 後退期の個体が 10% 出現した。10 月初旬には後退期, 未発達期の個体が 90% を占め, 成熟期の個体は 10% となった。

雌雄比は 4 月には雄の出現率が高く 67% を占めた。その後 6 月には性比がほぼ同じとなり, その後再び雄の比率が高くなり実験終了時は 72% であった。

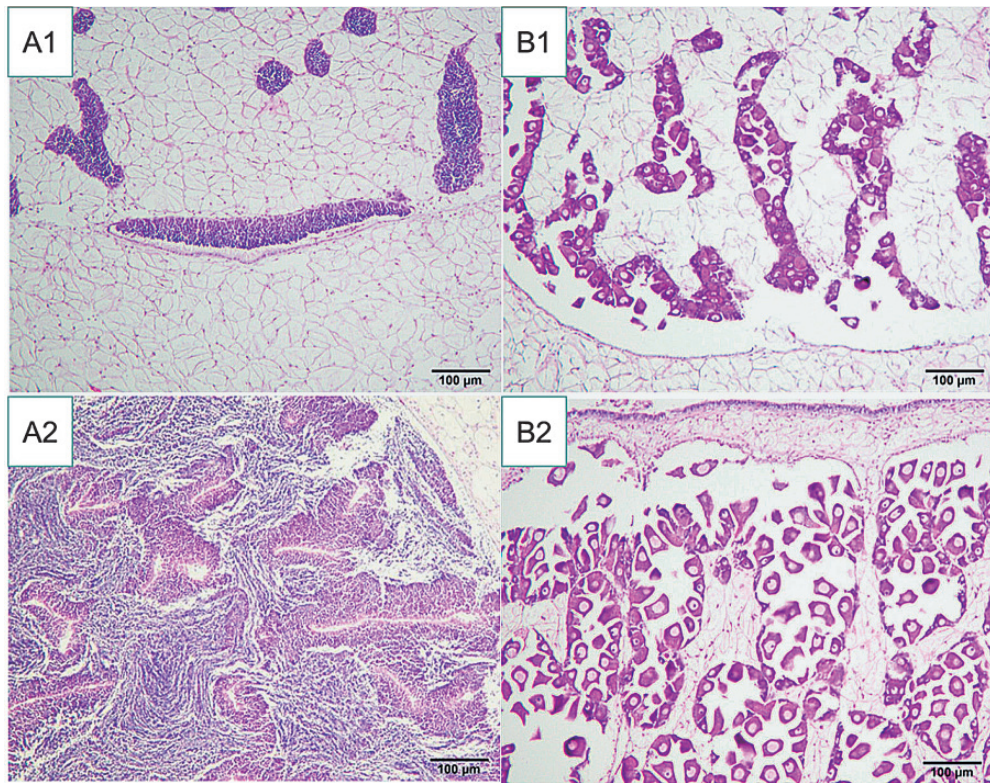


Fig. 6-1 Light micrographs of different developmental stages of gonads of experimental oysters Early development (1) ,developed (2) . H.E stained . A ; male, B ; female Scale bar=100μm

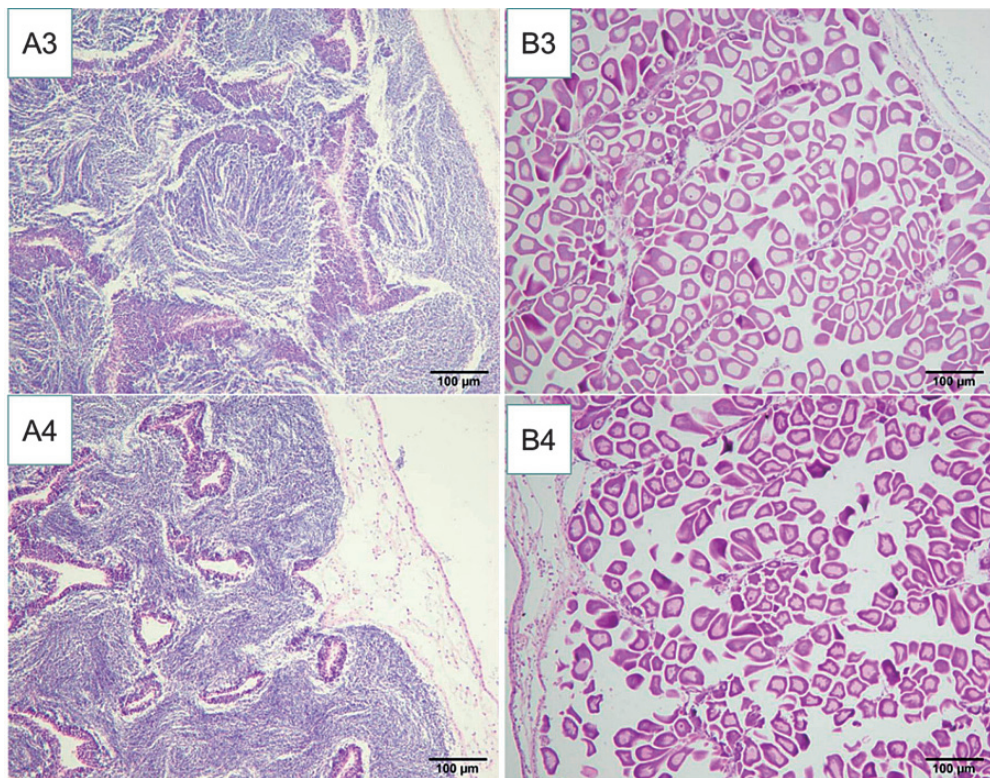


Fig. 6-2 Light micrographs of different developmental stages of gonads of experimental oysters, receding (5),undeveloped (6), H.E stained . A;male, B;female Scale bar=100μm

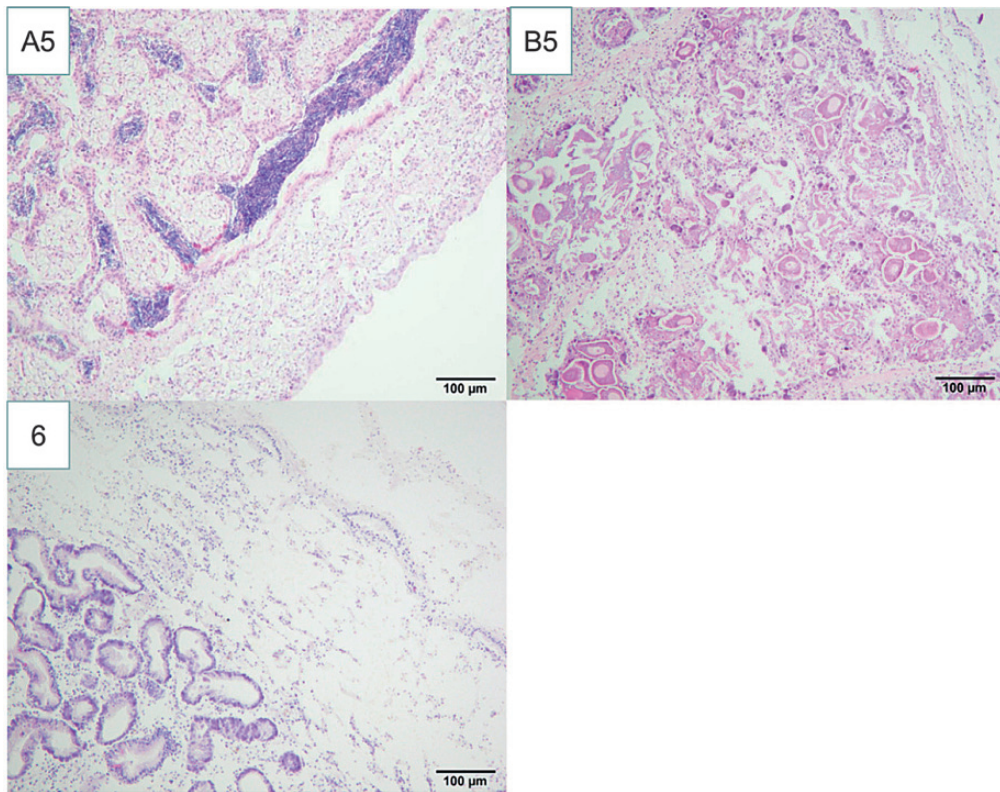


Fig. 6-2 Light micrographs of different developmental stages of gonads of experimental oysters ripe (3), spawning(4), H.E stained . A; male, B; female Scale bar=100μm

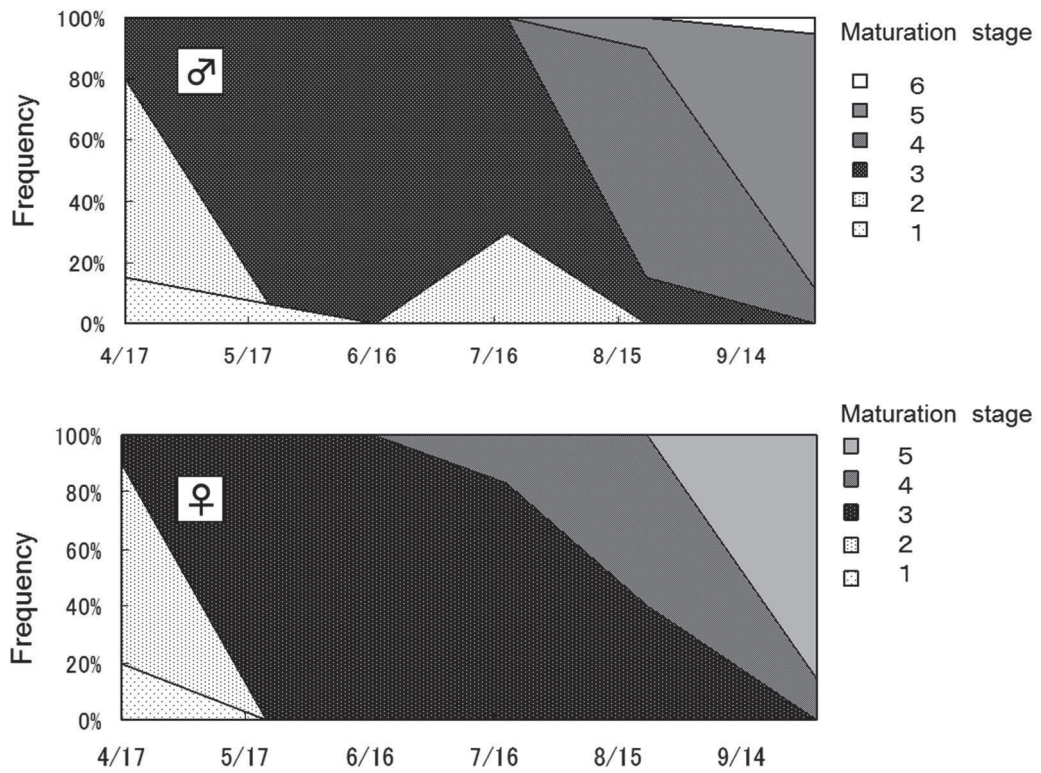


Fig. 7 Frequencies of the different maturation stages of experimental oysters during the study period.

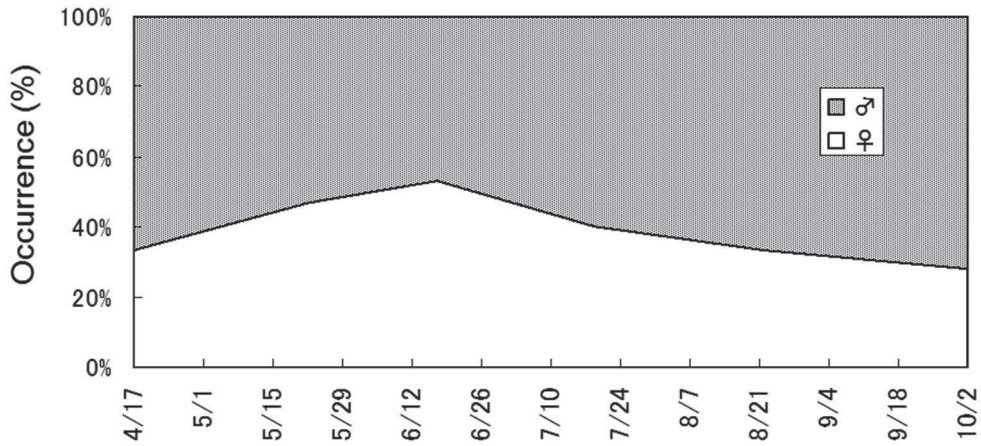


Fig. 8 Variation in sex ratios of experimental oysters during the study period.

考 察

全重量は5月までは増加したがその後横ばいとなり、その後9月に再び増加に転じた。全重量の増加は殻の形成が大きく影響するが、産卵期においては摂取した栄養を生殖細胞の形成に用いるため殻の成長が鈍化し、全重量の増加が抑えられたと考えられた。軟体部重量は4月を1として比較すると5、6月に雌雄それぞれ1.52、1.51となりピークを示した。しかし7月には減少に転じ4月とほぼ同じ1.06となった。このことは放精・放卵のピークが6月中にあり、生殖腺組織が後退したことを示唆すると考えられた。組織学的観察からも、6月には放精・放卵による生殖腺組織の後退が認められるようになり、7月以降顕著に進行して生殖腺組織に間隙が形成され、結合組織への変化がみられるようになった。マガキの産卵成熟に必要な積算水温は $600^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ とされている²⁾。実験開始からの水温条件にこの積算水温条件をあてはめて産卵回数を推定すると総産卵回数は7回となり、6月までに4回の産卵が可能であったと考えられた。放精、放卵が繰り返されると、卵巢では新たな卵母細胞の発達・成熟と、放卵時に残存した成熟卵の貪食・吸収が繰り返され、精巣では精子の

形成が繰り返し行われたものと考えられた。

通常は放精・放卵が繰り返されると生殖細胞形成に必要な栄養摂取が追いつかず、早期に生殖腺組織に間隙が発生して、いわゆる「水カキ」様の外観を呈するようになり身入りが低下するが、本実験では6月の身入りは0.28を示し実験開始時とほとんどかわらなかった。このことから6月までの小長井地先では良好な餌料環境等が奏功して、放精・放卵による生殖腺の後退現象を十分に補完する生殖細胞の供給が行われていると考えられた。しかし、7月になると雄に成熟度が下がる現象がみられ、身入りも0.20まで下がることから、7月以降は一般的なマガキと同様の生殖腺の後退が進んだと考えられた。生残率が6月から7月にかけて20%以上の減耗を示したのも、放精・放卵の繰り返しに対する生殖腺組織の補完が不十分となり、生殖腺に急激な変化が生じて生理的消耗が生残に影響したためと考えられた。

以上の結果から、諫早湾で養殖されるシングルシードは6月までは成熟による身入りを維持して製品として販売可能な状態を継続するが、それ以降は放精・放卵による生殖腺の後退が進行することによって身入りが悪くなり、販売に適さない「水

ガキ」状態の出現率が高くなったと考えられた。従って今年度の結果からは6月までに出荷を終了することが妥当であると考えられた。ただし、夏場のマガキは生殖腺が主たる組織となっており、呈味成分等は冬場とは異なる可能性がある。諫早湾のシングルシードの呈味成分については、北岡ら^{3,4)}が比較分析を行い、同時期の養殖マガキと比較して総アミノ酸量が多く、味覚として旨みと甘みに勝るとしている。夏場の今後は夏場のマガキの味などの特徴を把握し、安定した商品となるよう知見を重ねる必要がある。

謝 辞

本研究を行うにあたって、有益な助言とご指導をいただいた長崎大学教授シリル・グレン・サトイト博士に深謝の意を表す。

文 献

1) 松本才絵・淡路雅彦・日向野純也・長谷川夏樹・山本敏博・柴田玲奈・秦 安史・桜井泉・

宮脇 大・平井 玲・程川和宏・羽生和弘・生嶋 登・内川純一・張 成年: 日本国内6地点におけるアサリの生殖周期. 日水誌 80 (4), pp548-560,2014

2) 恒星社厚生閣 森 勝義編 水産増養殖システム 貝類・甲殻類・ウニ類・藻類,p273,2005

3) Yuko Kato-Yoshinaga, Chika Kitaoka, Akira Shinagawa. Comparison of free amino acid components in the Pacific oyster reared using two different culture methods in Nagasaki prefecture. Japanese Journal of Food chemistry and safety, 21 (2), pp121-126,2014

4) Yuko Kato-Yoshinaga, Chika Kitaoka, Akira Shinagawa. Taste Comparison of single seed Pacific oyster collected in the first and second harvest years in Nagasaki prefecture. Japanese Journal of Food chemistry and safety, 21 (2), pp127-134,2014