

種苗生産過程におけるサザエ種苗の評価手法の検討

相川英明・菊池康司・星野昇・石渡文明・岩崎菜美・鈴木将幸・小笠原裕起・原田幸二・春木隆之

Development of the evaluation method of Turban Shell, *Turbo sazae* in the seedling production process

Hideaki AIKAWA*, Koji KIKUCHI**, Noboru HOSHINO*, Humiaki ISHIWATA*, Nami IWASAKI*, Masayuki SUZUKI***, Yuki OGASAWARA***, Koji HARADA***, and Takayuki HARUKI***

結 書

神奈川県水産技術センター(以下、「センター」)では1988年からサザエの生産技術開発に着手し¹⁾、1989年に放流を始め²⁾、1993年から種苗20万個レベルの有償配布を実施している³⁾。その後、放流効果を向上させるための種苗の大型化や安定的な量産化および低コスト化を図るために、更なる技術開発を行い、近年では50万個を超える種苗の生産、配布を行ってきた。

現在ではセンターのみならず、隣接する(公財)神奈川県栽培漁業協会(以下、「栽培協会」)でも種苗生産が行われている。

しかしながら2016年以降、サザエの種苗生産過程において、付着藻類が餌料の主となる付着板上での飼育後、これから剥離し生け簀における配合飼料主体の飼育への移行時において、連続的なへい死が発生した。2015年以前の種苗の生残率は約70%であったのに対し、2016~2019年は10~30%に激減した^{4, 5)}。また、2020年春には栽培協会で殻高10mm以上のサザエ種苗にも連続的な減耗が認められた⁶⁾。

センターおよび栽培協会において、死亡の発生した水槽のサザエには、軟体部の萎縮、肝臓の白濁が認められ、既知の魚病細菌ではない細菌が検出された⁷⁾。このため、(国研)水産技術研究所病理部にサザエの不明病診断を依頼したところ、既知の病原体は検出されず、消化腺の萎縮が認められ栄養吸収が大きく阻害されていたと診断され、死亡要因は摂餌不調による生理活性の低下と示唆された。

貝類の活力の評価には肥満度⁸⁾や軟体部重量に関する指標^{9, 10)}等が用いられており、このうち軟体部の乾燥重量は種苗の生理状態を鋭敏に反映することが知られているが¹¹⁾、サザエ種苗については類似の調査は行われていない。

そのため、サザエ種苗の生産不調の解消に資するため、センターおよび栽培協会において生産した2019年および2020年採卵群のサザエ種苗を対象に、肥満度、軟体部乾燥指数を用いた現場で簡便にできる健苗性に関する評価手法を検討したので報告する。

材料および方法

無給餌によるサザエ種苗軟体部の経時的変化

無給餌下におけるサザエ種苗の軟体部の変化を経時的に調べるため、センターの屋内施設において、遮光して付着藻類を繁茂させない条件下に置いた30Lパンライト水槽を無給餌区として設定した。試験に供した種苗は栽培協会において2019年7月に採卵し、角型10t水槽(FRP製、注水量:1~2回転/時)で飼育中のサザエ種苗から2020年2月10日に抽出した200個体(殻高9.7mm)を用いた。これを無給餌区に移動させ飼育を開始し、死亡個体の発生を確認しつつ、同区内の生存個体が0となるまで飼育することとした。

対照区は栽培協会における前記の角型10t水槽とし、配合飼料を給餌して残りのサザエ種苗の飼育を継続した。

試験開始から2週間ごとに無給餌区および対照区の

サザエ種苗を10個体ずつサンプリングして、殻高、体重、軟体部の乾燥重量等を測定した。これらのデータから肥満度（殻高/体重）⁸⁾、軟体部乾燥指数（軟体部乾燥重量/（軟体部乾燥重量+殻乾燥重量）×100）¹¹⁾を算出した。

飼育方法が異なるサザエ種苗軟体部の比較

センターと栽培協会において飼育方法が異なるサザエ種苗軟体部の比較を目的としてそれぞれの施設で2019年、2020年に生産した種苗を調査対象とした。

2019年採卵群は7月に採卵し、センターではサザエ種苗を付着板から剥離し、角型9t水槽（FRP製、注水量：1～2回転/時）に設置した生け簀（0.63×0.91×0.93m）に収容して飼育する「生け簀飼育」を行った。一方、栽培協会では波板から剥離せず角型10t水槽（FRP製、注水量：1～2回転/時）に直接サザエ種苗を収容して飼育する「直飼育」を行った。

それぞれの施設で飼育されたサザエ種苗を2019年10月15日から2020年3月10日において、1週間ごとに30個体取り上げて、殻高、体重、軟体部の乾燥重量を測定し、肥満度、軟体部乾燥指数を算出した。

2020年採卵群は7月に採卵し、センターでは角型9t水槽（FRP製、注水量：1～2回転/時）で、栽培協会では楕円型10t水槽（FRP製、注水量：1～2回転/時）で、ともに「直飼育」を行った。

これらのサザエ種苗を2020年11月11日から2021年3月8日において、1週間ごとに30個体取り上げて、殻高、体重、軟体部の乾燥重量を測定し、肥満度、軟体部乾燥指数を算出した。

各試験の測定日ごとのサザエの殻高、肥満度、軟体部乾燥指数は平均値および標準誤差を求め、統計解析ソフトR(version 4.0.5)を用いて、正規性の検定を行ったうえでWelchのt検定により群間の有意差（ $p < 0.05$ ）を判定した。

また、センターと栽培協会において生産した2019年および2020年採卵群のサザエ種苗について、第1回剥離作業から試験終了時（殻高10.2～13.8mm）までの飼育施設全体の生残率を算出した。

なお、センターおよび栽培協会は共通の導水管から海水を取水している。両施設のサザエ飼育水槽の水温、塩分は、この導水管近傍においてセンターが調査している三崎瀬戸の定点連続観測データのうち午前9時の観測値を用いた。

結 果

無給餌によるサザエ種苗軟体部の経時的変化

無給餌区は試験開始から42日目に死亡個体が確認され、その際の死亡率は3.5%となった。その後も死亡数は漸増して、105日目の6月2日にはすべての個体が死亡したため試験を終了した。

殻高の終了時の平均値±標準誤差は、対照区は16.8±0.2mmで、無給餌区は11.8±0.2mmとなり、無給餌区が有意に低かった。肥満度の平均値±標準誤差は対照区が0.031±0.00から終了時は0.092±0.00に増加したのに対し、無給餌区は開始時から変化は見られず0.030±0.00から0.038±0.00の範囲で推移し、無給餌区が有意に低かった。軟体部乾燥指数の終了時の平均値±標準誤差は対照区が開始時10±0.2を中心とする8.9±0.4から12.3±0.3の範囲となったのに対し、無給餌区は漸減し、終了時の105日目には4.0±0.2となり、無給餌区が有意に低かった（図1）。

飼育方法が異なるサザエ種苗軟体部の比較

2019年採卵群をみると、殻高の平均値±標準誤差は2019年10月15日の開始から暫くは両者とも同じ傾向で増加したが、センター産は12月24日以降、9.0±0.3mmから10.0±0.3mmの範囲に留まり、サザエの成長は停滞した。一方、栽培協会産は12月24日以降も増加し、2020年3月10日の終了時には12±0.3mmとなった。このことから1月14日以降、栽培協会産の殻高はセンター産に比べ有意に高くなった。肥満度の平均値±標準誤差は、1月14日以降、栽培協会産はセンター産を上回り、終了時にセンター産は0.035±0.00で、栽培協会産は0.043±0.00と栽培協会産が有意に高くなった。軟体部乾燥指数の平均値±標準誤差についてセンター産は成長が停滞した12月24日から2月10日にかけて6.3±0.2まで低下した後、増加に転じ、終了時には8.8±0.4となった。一方、栽培協会産は試験期間をとおして9.8±0.2から11.7±0.2の範囲となり、終了時は11.0±0.3となった。10月28日以降の軟体部乾燥指数はセンター産に比べ栽培協会産が有意に高くなった（図2）。2020年採卵群では、殻高の平均値±標準誤差について開始時の2020年11月11日は両者とも7.7±0.1mmであったが、11月27日以降栽培協会産はセンター産を上回り、2021年3月8日の終了時にセンター産は10.8±0.2mmで、栽培協会産は13.8±0.3mmと栽培協会産が有意に高くなった。肥満度の平均値は、12月15日以降栽培協会産はセンター産を上回り、終了時にセンター産の平均値±標準誤差は0.033±0.00で、栽培協会産は

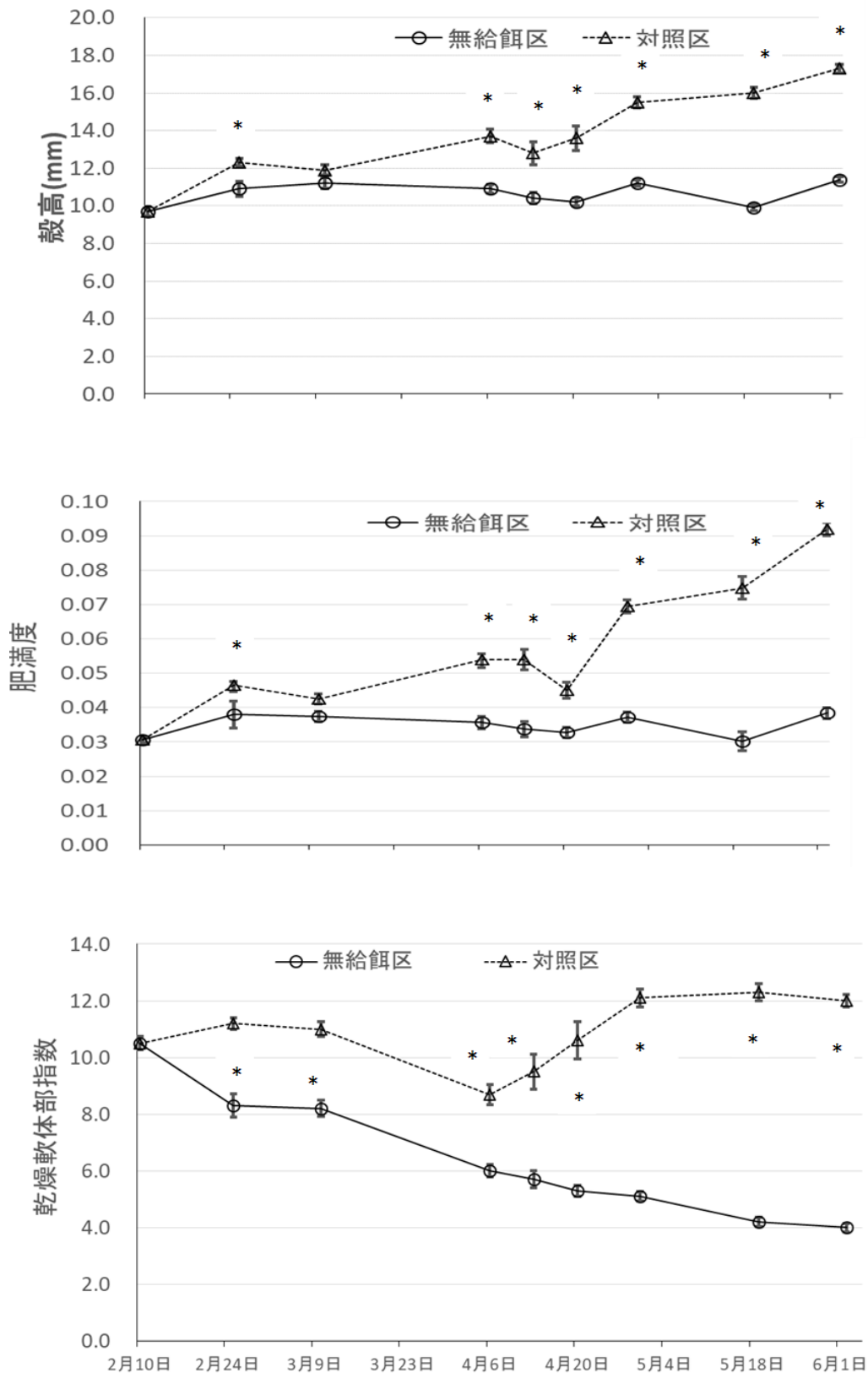


図1 無給餌下におけるサザエの活力指標値の経時的変化

* p < 0.05

(平均値±標準誤差)

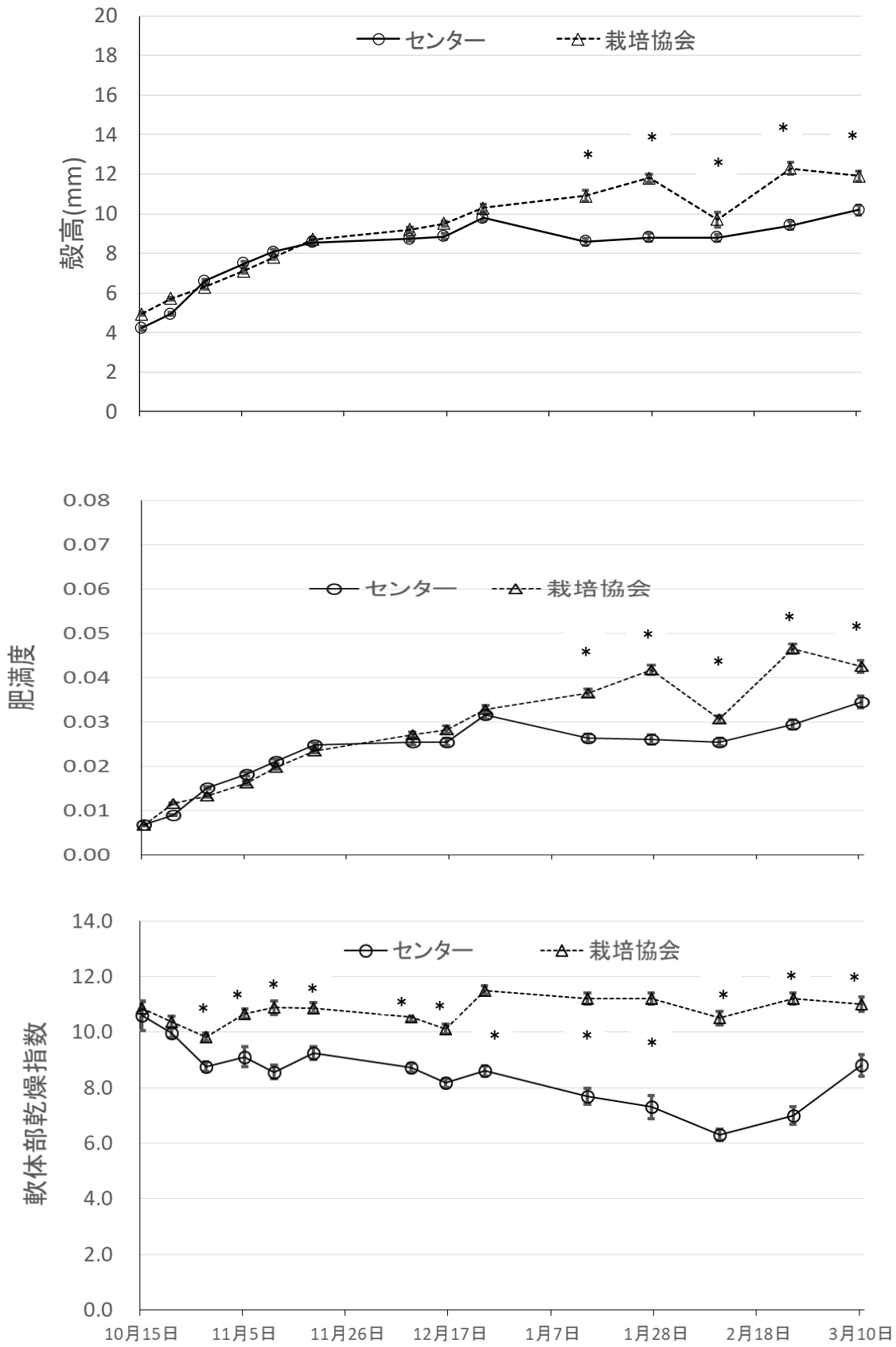


図2 2019年のサザエの活力指標値の経時的変化

* p < 0.05

(平均値±標準誤差)

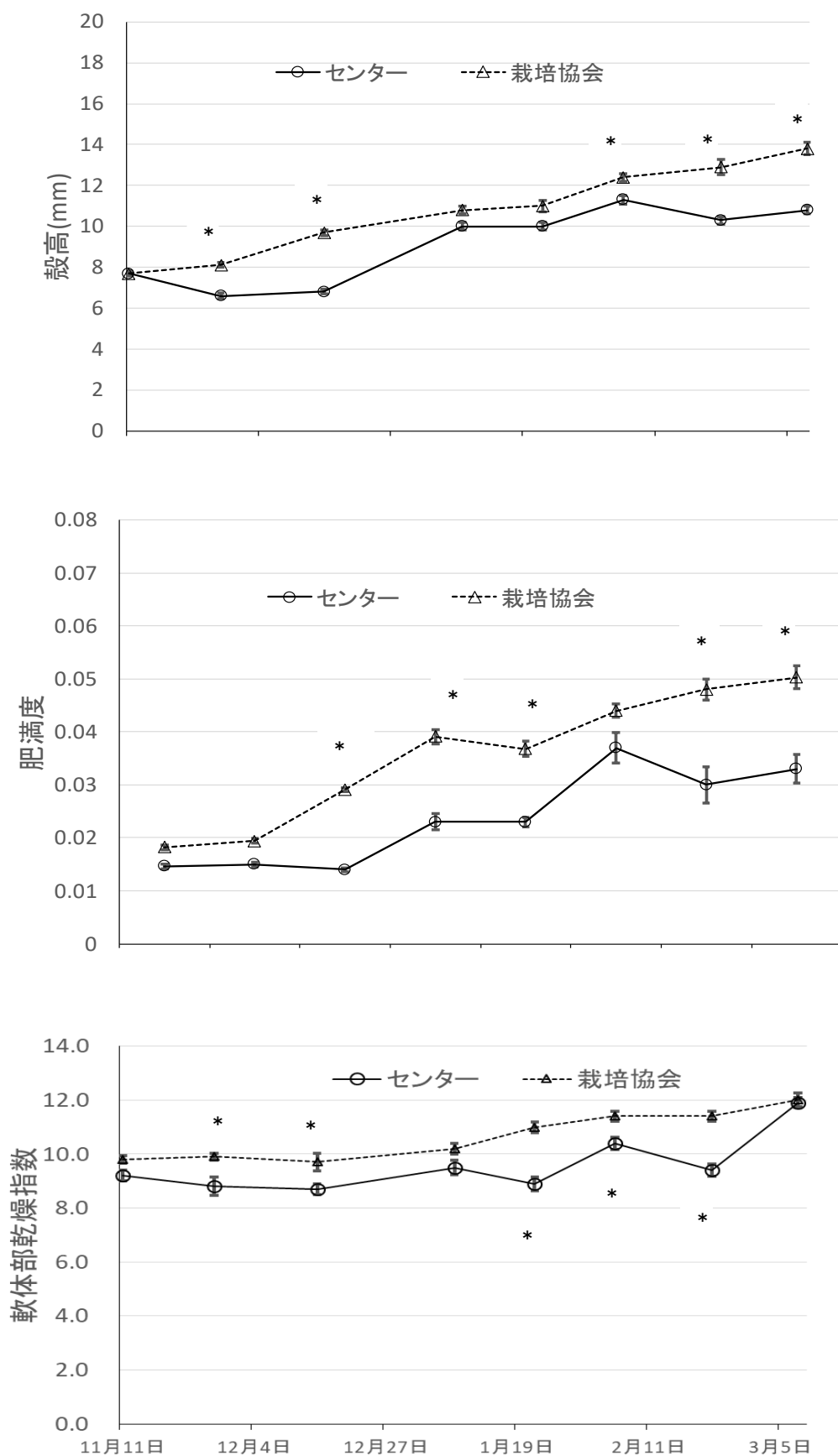


図3 2020年のサザエの活力指標値の経時的変化

* p<0.05

(平均値±標準誤差)

表 各試験における軟体部乾燥指数の比較

	水産技術センター					栽培漁業協会					無給餌試験			
	飼育方法	軟体部乾燥指数の 最小値	終了時			飼育方法	軟体部乾燥指数の 最小値	終了時			飼育方法	軟体部乾燥指数の 最小値	終了時	
			軟体部乾燥指数	殻高	生残率(%)*			軟体部乾燥指数	殻高	生残率(%)*			軟体部乾燥指数	生残率(%)
2019年採卵群	生け簀	6.3	8.8	10.2	20	直飼育	9.8	11.0	11.9	70	無給餌	4.0	4.0	0
2020年採卵群	直飼育	8.7	11.9	10.8	70	直飼育	9.8	12.0	13.8	70	—	—	—	—

*:飼育施設全体の第1回剥離作業後からの生残率

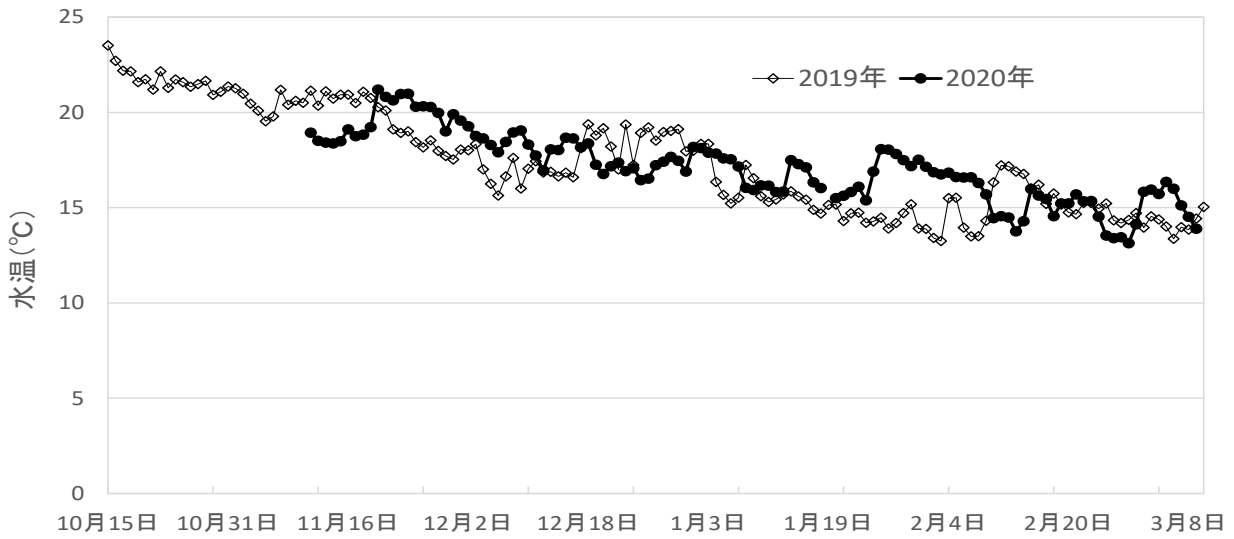


図4 試験間中の水温の推移

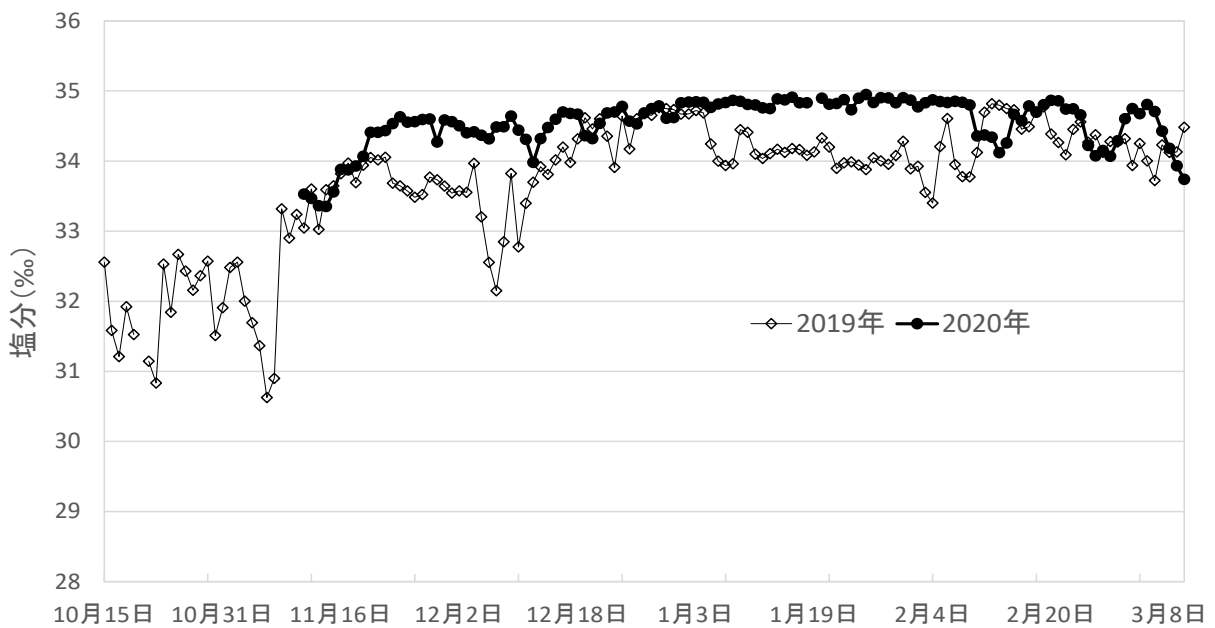


図5 試験間中の塩分の推移

0.050±0.00 と栽培協会産が有意に高くなった。軟体部乾燥指数の平均値は試験期間中、測定日によっては有意差が認められたものの、終了時のセンター産は 11.9±0.2、栽培協会産は 12.0±0.3 となり有意差はなかった(図 3)。

飼育施設全体の生残率と本研究の結果を表に示した。栽培協会産は 2019 年、2020 年採卵群とも、直飼育で種苗生産を行い、飼育施設全体の生残率は両年ともに 70% となった。一方、センター産は生け簀で飼育した 2019 年採卵群は生残率が 20% と低かったのに対し、直飼育で種苗生産を行った 2020 年採卵群は 70% と上昇した。

水温は 2019 年、2020 年採卵群の試験とも種苗生産開始当初は約 20℃であったものが徐々に低下し、終了時には約 15℃になった(図 4)。塩分は、2019 年採卵群の試験では 30.6~34.8‰、2020 年は 33.4~35.0‰の範囲で変動した(図 5)。

考 察

殻高 5mm のサザエは無給餌下で 80 日間生残するが¹²⁾、本研究の無給餌飼育においても 105 日間生残したため、無給餌以外の死滅要因はなかったと思われる。その間、軟体部乾燥指数は経過日数とともに減少して終了時は 4.0 となった。このことから、無給餌飼育のサザエの軟体部乾燥指数は少なくとも 4.0 まで低下することが確認された。また、同様の先行研究では飢餓状態のホタテの軟体部乾燥重量が減少する原因として、個体維持のために体内の貯蔵物質を消費したものと考察されているが¹¹⁾、本研究の無給餌区においても、軟体部乾燥指数は開始時に比べ有意に低下したことから、この期間においてサザエの体内の貯蔵物質が消費されたものと推察された。

本研究において、生け簀飼育した 2019 年採卵群のセンター産のサザエでは殻高の増加が見られず、成長が停滞した期間がみられた。給餌飼育下で餌が十分供給されているのにも関わらず、成長が停滞したことはサザエになんらかの活力低下が起きていたと考えられる。しかし、このときの肥満度に変動はみられなかった。そのため、肥満度は活力低下を反映しないと考えられた。一方、軟体部乾燥指数は開始時から漸減し、有意に低下していた。このことから、同指数はサザエの活力低下を反映したと考えられた。

肥満度は様々な貝類において、軟体部の充足度として用いられているが¹⁰⁾、二枚貝では条件によって活力低下

を反映しないと指摘もある¹³⁾。他方、軟体部の乾燥重量は給餌下では摂餌量に比例して増加し⁹⁾、飢餓状態では減少するので、栄養状態を鋭敏に反映することが報告されている¹¹⁾。サザエ種苗においても活力低下を判断する指標としては、肥満度より軟体部乾燥指数を用いる方がより適切と考えられた。

2020 年に飼育方法を「直飼育」に変更したセンター産の結果では、殻高は順調に増加、軟体部乾燥指数は低下しなかったため、2019 年採卵群に比べ、サザエ種苗の生理状態が改善されていたものと推察された。

一般的なサザエ種苗生産では第 1 回剥離作業から殻高 10~15 mm までの生残率は 60~80% である¹⁴⁾。これと比較するとセンターおよび栽培協会において生産した 2020 年採卵群のサザエ種苗の生残率はともに 70% となっていたので、サザエの種苗生産が順調に推移し、殻高が 11~13 mm のときの軟体部乾燥指数は 11~12 であれば状態が良いと判定できると考えられた。

サザエの配合飼料への餌付けは殻高 3 mm サイズで行われ、天然餌料に比べ配合飼料は成長がよい¹²⁾ ことが知られている。本研究ではセンター産に比べ、栽培協会産のサザエ種苗の殻高が有意に大きかったのは、餌料が付着藻類から配合飼料へ移行する期間の差が原因のひとつとして考えられた。

飼育水の塩分は、最小値が 2019 年は 30.6‰、2020 年は 33.4‰となり、2019 年は低かったが、60% 濃度(換算値 20.9‰)以上の海水ではサザエ種苗の生育に影響がないので¹⁵⁾、飼育結果への塩分の影響は小さいものと推察された。

本研究では、2019 年には無給餌の条件下と 2019 年と 2020 年にサザエの種苗生産過程について軟体部乾燥指数の経時的な調査し、以下の 3 つの結論を得ることができた。①無給餌下では 4.0 まで低下する。②種苗生産過程の生残率が 20% で生産が不調の場合、6.3 まで低下する。③種苗生産が順調で生残率が 70% で殻高 11~13 mm のとき、軟体部乾燥指数は 11~12 となる。

今後、種苗生産過程のサザエ種苗の健苗性を生産現場で簡易に評価を行うためには、今回の軟体部乾燥指数をひとつの基準として用いることで種苗生産不調の解消に資することができると考えられた。

本研究を実施するにあたり、サザエの種苗生産では、センター栽培推進部および栽培協会の皆様にはたいへんお世話になりました。ここに深く御礼申し上げます。本稿を御校閲いただいたセンター栽培推進部長の一意竜也様に感謝いたします。

引用文献

- 1) 神奈川県 (1989) : 昭和 63 年度神奈川県水産試験場業務概要, 28.
- 2) 神奈川県 (1990) : 平成元年度神奈川県水産試験場業務概要, 28.
- 3) 神奈川県 (1994) : 平成 5 年度神奈川県水産試験場業務概要, 41-42.
- 4) 神奈川県 (2020) : 令和元年度神奈川県水産技術センター業務概要, 46.
- 5) 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所 (2022) : 令和 3 年度水産増養殖関係研究開発推進会議「魚病部会」議事概要, 39.
- 6) 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所 (2021) : 令和 2 年度水産増養殖関係研究開発推進会議「魚病部会」議事概要, 32.
- 7) 国立研究開発法人 水産研究・教育機構 増養殖研究所 (2018) : 平成 29 年度水産増養殖関係研究開発推進会議「魚病部会」議事概要, 30.
- 8) 岡部 三雄・永浜 雅和(1988):人工生産されたサザエ 2 歳貝の産卵, 京都府立海洋センター研究報告, 11, 33-34.
- 9) 鳥羽光晴・深山義文 (1993): 異なる量のパブロバ・ルテリを給餌したアサリ稚貝の総成長効率, 千葉県水産試験場研究報告, 51, 29-36.
- 10) 石崎 大介・幡野 真隆・井戸本 純一・久米 弘人・亀甲 武志 (2015):琵琶湖固有種セタシジミにおける産卵期の肥満度と採苗量の関係, 日本水産学会誌, 81, 998-1000.
- 11) 工藤 敏博・三戸 芳典・青山 宝蔵・川村 要 (1999):ホタテガイ種苗の種苗性評価及び改善に関する研究, 青森県水産増殖センター事業報告, 28, 167-191.
- 12) 岡部 三雄・藤田 眞吾(1984):配合飼料によるサザエ稚貝の飼育について, 京都府立海洋センター研究報告, 8, 31-34.
- 13) 網尾 勝・浜野 龍夫・浜崎 日出男・花田 貴志・石飛博敏・村上 雅信(1989):二枚貝の活力を何で評価するか, 水産増殖, 37, 281-288.
- 14) 岡部 三雄・藤田 眞吾(1985):サザエ種苗の大量生産技術について, 養殖, 9, 122-126.
- 15) 小倉 正規・永浜 雅和・岡部 三雄(1989): サザエにおよぼす低比重海水の影響, 京都府立海洋センター研究報告, 12, 9-13.