

# シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業

## (稚貝越冬方法の開発)

遠藤 尙寛

### 目的

本県内水面漁業の重要資源であるヤマトシジミの持続的漁業生産に向けた資源管理手法として、大型種苗生産技術と放流手法の開発を進めている。ここでは加温閉鎖循環システムを用いた冬期の稚貝管理における給餌作業の省力化と、効率的な餌供給による成長促進を目的として、2021 年度に開発した連続給餌飼育システム<sup>1)</sup>の改良、及び低温管理との併用時における成長、生残の確認を行った。また、天然水域における冬期の稚貝管理の手法を検討するため、浮籠を用いた稚貝蓄養試験を実施した。

### 材料と方法

#### 1. 閉鎖循環飼育試験

試験には長崎 (2022)<sup>2)</sup>と同様の構造の閉鎖循環システム2つを使用した(図1)。各閉鎖循環システムについて、飼育水には塩分 8psu の人工海水 280L を使用し、300W ヒーター2つで 20℃または 28℃に加温した。各閉鎖循環システムには目開き 132μm のナイロンメッシュを張ったダウンウェリング水槽を2つずつ使用し、藻類の繁茂による目詰まりを抑制するため 500μm の篩を通した砂 200mL を敷いた。水槽はシステム内に対角に配置し、試験に使用しない注水口はコックを閉じて運用した。飼育中は保温のため 500L 水槽にスタイロフォームで蓋をした。

20℃に加温した閉鎖循環システムについて、定量ポンプ(タカトテクニカ、TSP-60-AC-S)2台を用いて 80L の発泡スチロール箱から飼料を連続供給する構造とした。2021 年度の試験<sup>1)</sup>ではダウンウェリング水槽内に直接飼料を供給する構造としたが、水槽ごとにポンプを1台ずつ使用する必要があったため、本試験では閉鎖循環システムの配管の上流に飼料を添加する構造に改めた。発泡スチロール箱内には飼料を攪拌するため、観賞魚用の小型水中ポンプ(GEX、イーロカ PF-201)を入れ、常時循環させた。また、給餌用のホースには凍結と藻類の繁茂を抑制するため、発泡素材のパイプカバーを被せた。

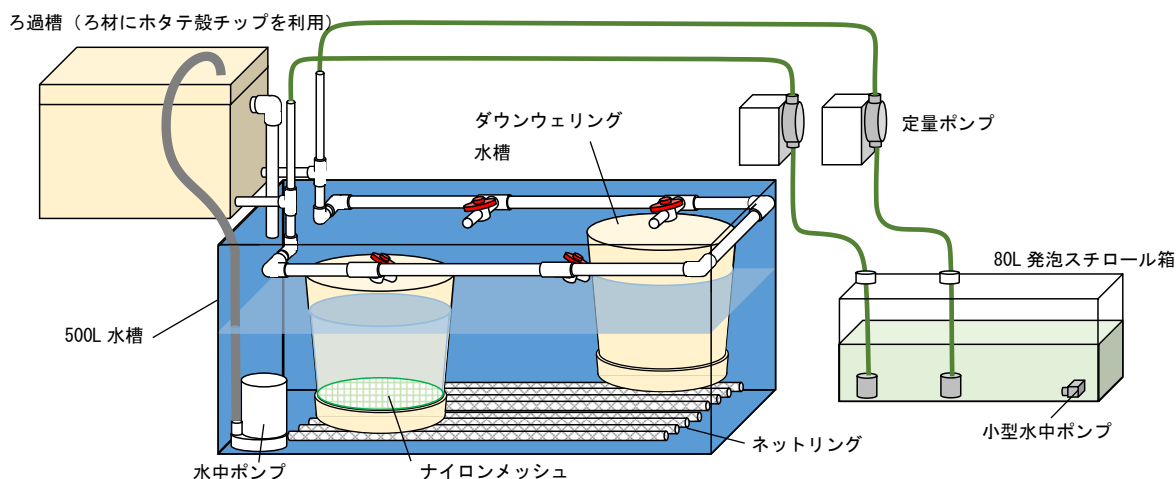


図1. 試験に使用した閉鎖循環飼育システム(連続給餌ありの場合)

28℃に加温した閉鎖循環システムについては定量ポンプを使用せず、従来通りの構造とした。

試験区は閉鎖循環システムごとに、①28℃・1日3回給餌区(以下、①従来区)、及び②20℃・24時間連続給餌区(以下、②連続給餌区)とした。各水槽に2022年に内水研で種苗生産した平均殻長 1.87mm の稚貝 2,916 個(重量法により推

定)を収容した。①従来区は朝、昼、夕の1日3回、液量計で餌を計量して給餌し、②連続給餌区は1日分の飼料×水槽2台分を80Lに希釈して定量ポンプで24時間かけて与える連続給餌とした。

餌は長崎(2021)<sup>3)</sup>を参考に、13倍希釈したプレーンヨーグルトと20倍希釈した冷凍ナンノクロプシス(クロレラ工業、冷凍ナンノK-2)を等量混合した飼料を使用し、各試験区に1日あたり270mlずつ、それぞれの給餌方法により約2か月間継続して与えた。なお、餌の濃度及び給餌量は松谷(2022)<sup>4)</sup>や予備試験の結果を踏まえて決定し、休日は無給餌とした。

およそ1か月に1度稚貝を全数回収し、目合い2.8mm、2.0mm、1.4mm、1.0mm及び0.7mmの篩を用いて、春から秋の中間育成技術開発<sup>5)</sup>と同様の手順でサイズ階級別に殻長及び総重量を測定した。また、サイズ階級が2.0mm残以上の個体についてはカウンターを使用し、1.4mm残以下の個体は重量法により個体数を求めた。

①従来区及び②連続給餌区間の比較は各区の水槽2台分の結果をプールして実施した。なお、②連続給餌区の水槽2台については、システム内の位置で給餌量に差が出ることが想定されたため、水槽間でも成長及び生残を比較した。

試験は2023年1月31日～3月31日まで実施した。試験期間中は水質計(東亜DKK、MM-42DP)によりpH及び溶存酸素量を、塩分計(YSI、PRO30)により塩分を、アンモニア性窒素試薬セット(HACH、HACH1389)、亜硝酸試薬(HACH、HACH0596)、硝酸性窒素試薬セット(HACH、HACH1088)及びポータブル吸光光度計(HACH、DR900)によりアンモニア態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度及び硝酸態窒素濃度を適宜測定した。

## 2. 天然水域における蓄養試験

冬期間に種苗を粗放的に管理する手法の検討を目的として、天然水域における稚貝の蓄養試験を実施した。

2023年1月17日から4月11日の間、小川原湖漁業協同組合事務所横の屋外コンクリート水槽に蓄養籠(2cm×43cm×13cm)2つと塩ビ管及びEVAフロートを用いて製作した施設(図2)を設置し、2つの籠に平均殻長3.5mm及び4.9mmの稚貝各500個体を別々に収容した。籠内には目開き500µmのメッシュを敷き、砂2Lを入れた。試験最終日に籠を回収し、生残数及び殻長を調べた。

籠に水温ロガー(Onset、UTBI-001)を設置し1時間ごとの水温を記録した。

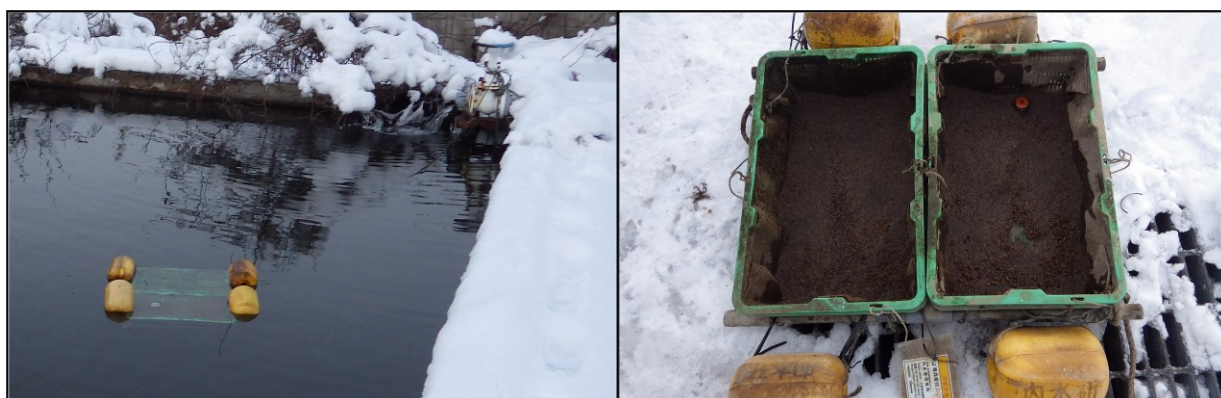


図2. 試験に使用した浮籠

## 結果と考察

### 1. 閉鎖循環飼育試験

試験期間中の水温、塩分、pH、溶存酸素量、アンモニア態窒素濃度、亜硝酸態窒素濃度及び硝酸態窒素濃度は図3のように推移した。

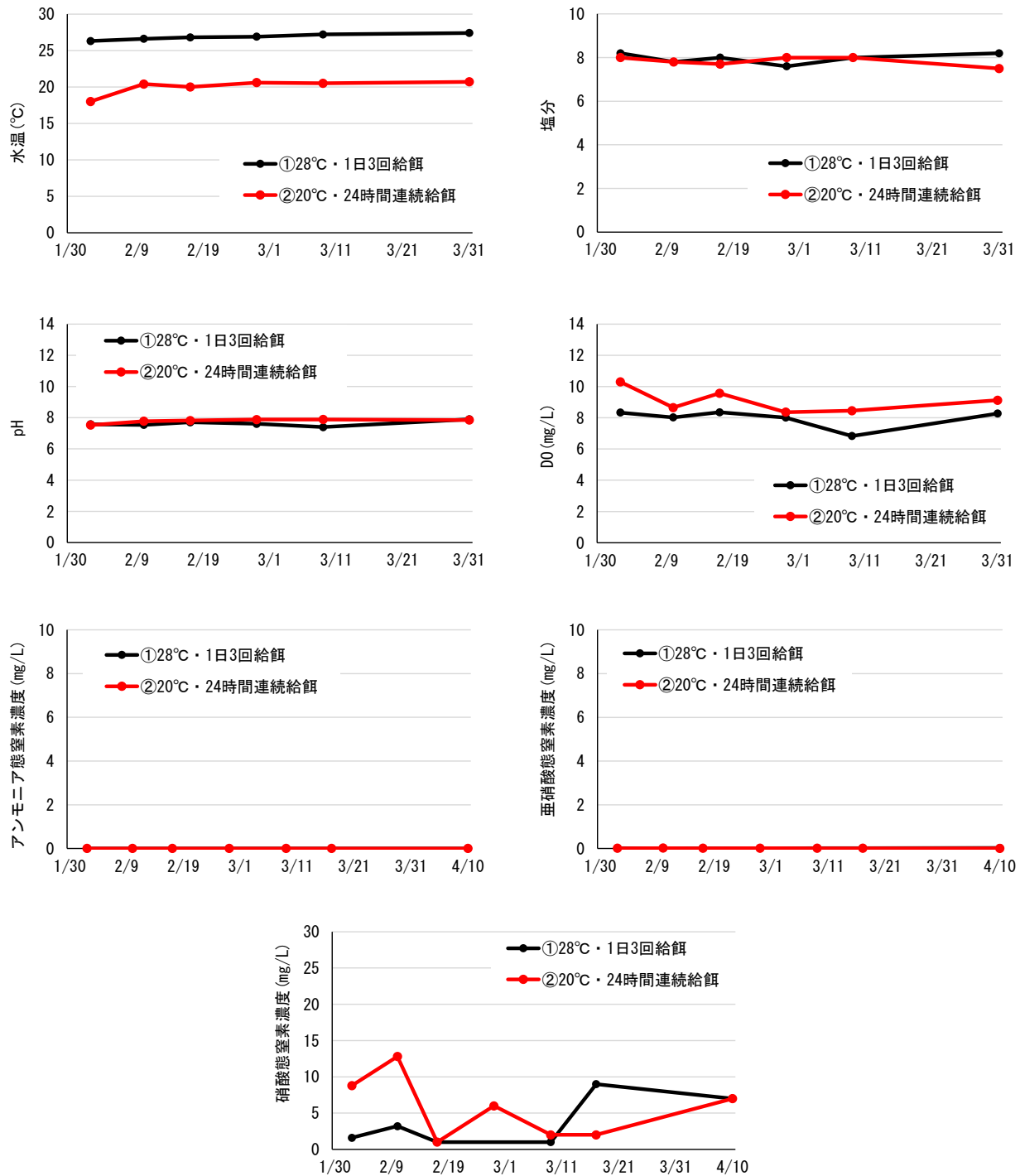


図 3. 試験期間中の各種水質測定値の推移

水温及び塩分は試験開始時に設定した 20°C、28°C 及び 8psu 前後を維持した。pH は 8 前後で、ろ材にホタテ殻を利用した遠藤 (2023)<sup>1)</sup> 等と同様の傾向を示した。溶存酸素量は 8mg/L 程度を維持し、酸欠に繋がる濃度低下は無かった。アンモニア態窒素濃度及び亜硝酸態窒素濃度は試験期間を通じてほぼ 0mg/L を維持し、ろ材に付加された硝化細菌が十分に機能していた。硝酸態窒素濃度は②連続給餌区で試験開始直後に高く、その後低下したが要因は不明である。

各水槽のサイズ階級別の平均殻長、個体数及び総重量は表 1 のようになった。また、①従来区及び②連続給餌区の平均殻長及び生残率は図 4 のように推移した。なお、重量法で求めた個体数には誤差があり、一部で収容時の個体数をわずかに上回った。収容時の個体数を上回った場合は生残率を 100% として扱った。

表 1. 閉鎖循環飼育試験における各水槽のサイズ階級別の個体数、総重量及び平均殻長

①28°C・1日3回給餌 A																		
測定日	0.7mm残			1.0mm残			1.4mm残			2.0mm残			2.8mm残			全体		
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)
1月31日	1.43±0.13	702	0.54	1.83±0.17	1,666	2.61	2.46±0.29	482	1.88	3.48±0.28	66	0.66	-	-	1.87±0.19	2,916	5.69	
2月25日	1.37±0.13	184	0.14	1.92±0.15	1,155	2.21	2.31±0.24	1,381	5.19	3.36±0.35	214	2.30	4.58±0.31	27	0.66	2.20±0.21	2,860	10.50
3月31日	1.34±0.17	75	0.05	1.88±0.17	337	0.82	2.59±0.26	1,348	6.27	3.50±0.39	787	9.06	5.26±0.90	249	9.28	2.97±0.39	2,796	25.28
①28°C・1日3回給餌 B																		
測定日	0.7mm残			1.0mm残			1.4mm残			2.0mm残			2.8mm残			全体		
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)
1月31日	1.43±0.13	702	0.54	1.83±0.17	1,666	2.61	2.46±0.29	482	1.88	3.48±0.28	66	0.66	-	-	1.87±0.19	2,916	5.69	
2月25日	1.59±0.08	79	0.09	1.87±0.18	1,381	2.33	2.45±0.27	1,216	4.73	3.42±0.36	194	2.06	4.74±0.26	19	0.48	2.23±0.23	2,888	9.69
3月31日	1.35±0.17	68	0.04	1.89±0.16	442	0.86	2.49±0.26	1,390	6.20	3.47±0.34	678	7.90	5.13±0.81	174	5.99	2.78±0.33	2,752	20.99
①28°C・1日3回給餌 合計																		
測定日	0.7mm残			1.0mm残			1.4mm残			2.0mm残			2.8mm残			全体		
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)
1月31日	1.43±0.13	1,404	1.08	1.83±0.17	3,332	5.22	2.46±0.29	964	3.76	3.48±0.28	132	1.32	-	-	1.87±0.19	5,832	11.38	
2月25日	1.47±0.16	263	0.23	1.90±0.16	2,536	4.54	2.38±0.26	2,597	9.92	3.39±0.35	408	4.36	4.65±0.30	46	1.14	2.22±0.23	5,848	20.19
3月31日	1.35±0.17	143	0.09	1.89±0.17	779	1.48	2.54±0.26	2,738	12.47	3.49±0.36	1,465	16.86	5.19±0.86	423	15.27	2.87±0.36	5,548	46.27
②20°C・24時間連続給餌 A																		
測定日	0.7mm残			1.0mm残			1.4mm残			2.0mm残			2.8mm残			全体		
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)
1月31日	1.43±0.13	702	0.54	1.83±0.17	1,666	2.61	2.46±0.29	482	1.88	3.48±0.28	66	0.66	-	-	1.87±0.19	2,916	5.69	
2月24日	1.42±0.13	144	0.12	1.86±0.16	1,037	1.93	2.46±0.25	1,479	5.56	3.47±0.35	242	2.68	4.52±0.35	15	0.34	2.29±0.23	2,917	10.63
3月31日	1.42±0.16	95	0.08	1.90±0.16	822	1.82	2.50±0.26	1,552	6.36	3.49±0.33	327	3.59	4.65±0.39	41	1.04	2.44±0.25	2,837	12.69
②20°C・24時間連続給餌 B																		
測定日	0.7mm残			1.0mm残			1.4mm残			2.0mm残			2.8mm残			全体		
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)
1月31日	1.43±0.13	702	0.54	1.83±0.17	1,666	2.61	2.46±0.29	482	1.88	3.48±0.28	66	0.66	-	-	1.87±0.19	2,916	5.69	
2月24日	1.38±0.15	143	0.11	1.86±0.15	1,203	2.11	2.52±0.26	1,295	5.08	3.41±0.33	228	2.47	4.54±0.21	14	0.32	2.27±0.22	2,883	10.09
3月31日	1.41±0.15	90	0.07	1.91±0.15	820	1.54	2.49±0.30	1,466	6.43	3.53±0.34	393	4.42	4.76±0.35	44	1.21	2.46±0.27	2,813	13.67
②20°C・24時間連続給餌 合計																		
測定日	0.7mm残			1.0mm残			1.4mm残			2.0mm残			2.8mm残			全体		
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)
1月31日	1.43±0.13	1,404	1.08	1.83±0.17	3,332	5.22	2.46±0.29	964	3.76	3.48±0.28	132	1.32	-	-	1.87±0.19	5,832	11.38	
2月24日	1.40±0.14	287	0.23	1.86±0.15	2,240	4.04	2.49±0.25	2,774	10.84	3.44±0.34	470	5.15	4.53±0.29	29	0.66	2.28±0.23	5,800	20.72
3月31日	1.41±0.16	185	0.15	1.90±0.15	1,642	3.16	2.50±0.28	3,018	12.79	3.51±0.33	720	8.01	4.71±0.37	85	2.25	2.45±0.26	5,650	26.36

試験期間中の①従来区及び②連続給餌区の平均殻長と生残率は図4のように推移した。試験終了時の平均殻長及びは①従来区と②連続給餌区でそれぞれ2.87mm、2.45mmとなり、①従来区で有意に大きかった (Student t-test、 $p<0.01$ )。一方、生残率は①従来区と②連続給餌区でそれぞれ95.1%、96.9%となり、②連続給餌区で有意に高かった (比率の差の検定、 $p<0.01$ )。

また、②連続給餌区の2水槽間で試験終了時の平均殻長及び生残率を比較したところ (図5)、平均殻長 (Student t-test、 $p>0.05$ )、生残率 (比率の差の検定、 $p>0.05$ ) とともに2群間に有意な差は無く、閉鎖循環システム内の位置によって給餌量に大きな差は生じていなかったことが示唆された。

①従来区、②連続給餌区ともに試験開始から1か月間は概ね同様の成長を示したが、②連続給餌区では1か月目以降に成長が鈍化した。松谷 (2022)<sup>4)</sup>において、水温20℃及び28℃の閉鎖循環飼育で稚貝の成長を比較した場合、平均殻長の推移はいずれの水温でも概ね同様のパターンを示したことから、②連続給餌区における試験後半の成長停滞は水温以外の要因によると思われる。②連続給餌区の給餌システムは構造上、給餌用のホース内や飼料を溜めている容器内に徐々に藻類や餌が付着するため、定期的に清掃が必要である。本試験においては適宜清掃を行っていたものの、試験日数が経過するにつれてホース内壁に汚れが徐々に蓄積し、試験後半は規定量の給餌ができていなかった可能性がある。

試験前半の結果から、連続給餌により20℃飼育でも28℃飼育と同等の成長を示す可能性が示唆された。今後はシステムの維持管理を徹底した上で再度成長試験を実施することが望ましい。

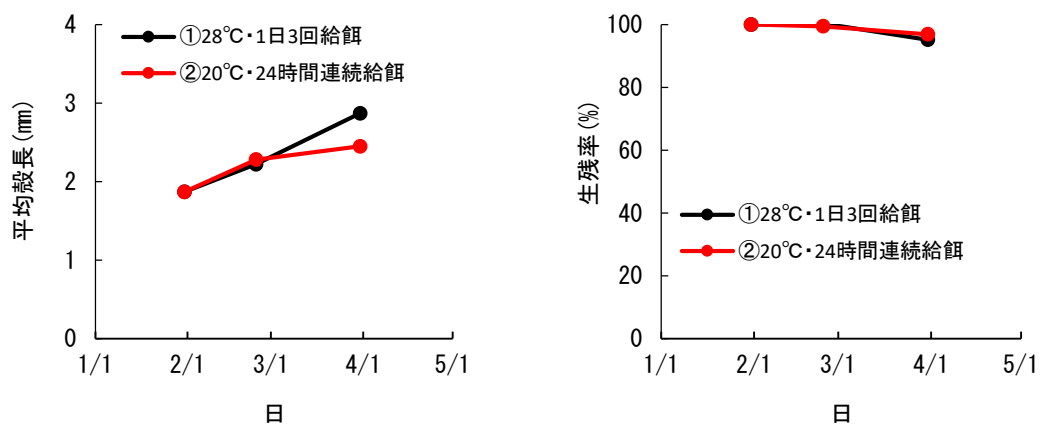


図4. 閉鎖循環飼育試験における各区の平均殻長及び生残率の推移

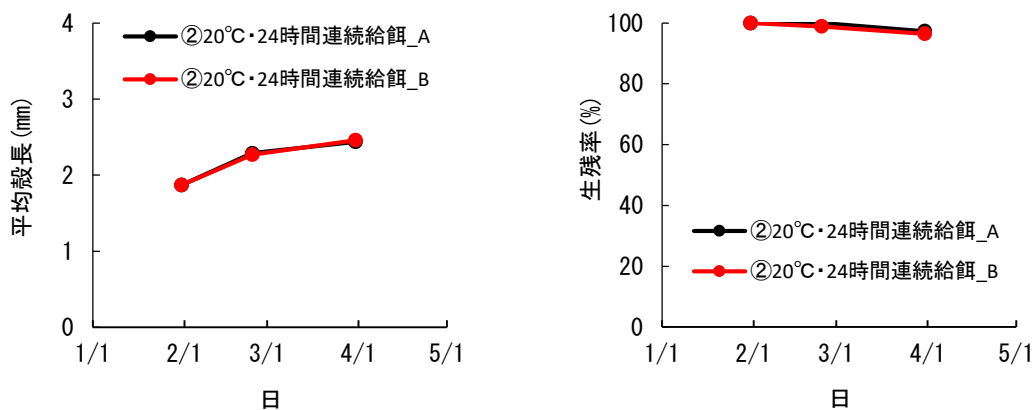


図5. ②連続給餌区における各水槽の平均殻長及び生残率の推移

## 2. 天然水域における蓄養試験

各試験区における試験開始時及び終了時の平均殻長及び生残率は表2、図6のようになった。平均殻長はほぼ変わらず、生残率はいずれも2%未満だった。

試験期間中の水温は図7のように推移した。1月下旬から2月上旬にかけて水温が終日1℃を下回り、水面は結氷していた。シジミの低温耐性は高く、稚貝を水温0.1℃で長期飼育してもほとんど減耗しないとされるが<sup>6)</sup>、表層で蓄養したため結氷の影響を受けた可能性がある。今後は結氷の影響を受けない水深に垂下した場合の稚貝の生残を確認する必要がある。

表2. 天然水域での蓄養試験における試験開始時及び終了時の平均殻長、生残率及び総重量

平均殻長3.5mm区				平均殻長4.9mm区			
測定日	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)	測定日	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	総重量 (g)
1月17日	3.53±0.37	500	1.14	1月17日	4.90±0.52	500	2.98
4月11日	3.50±0.43	6	0.06	4月11日	4.90±0.39	9	0.27

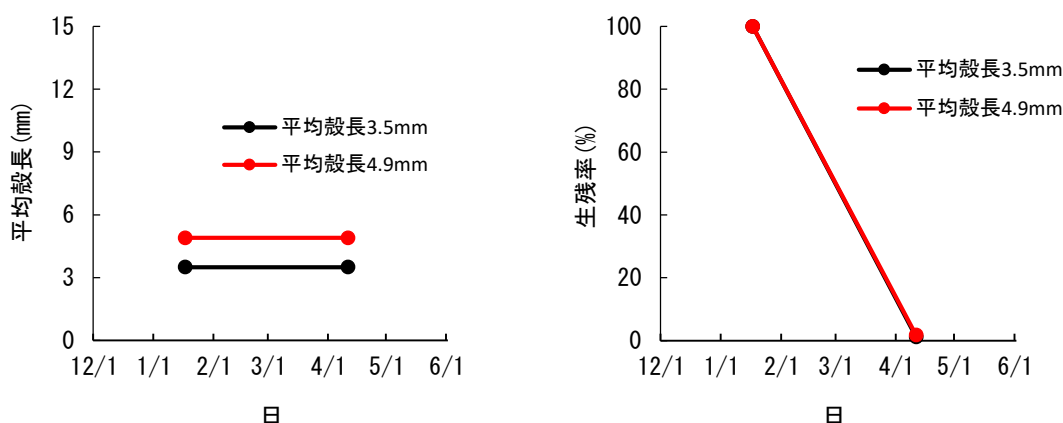


図6. 天然水域での蓄養試験における各試験区の平均殻長及び生残率の推移

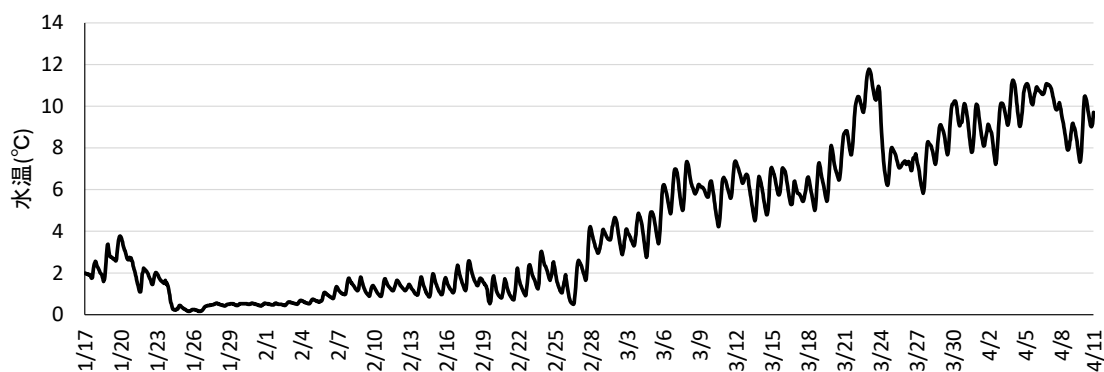


図7. 天然水域での蓄養試験における水温の推移

## 文 献

- 1) 遠藤尠寛 (2023) シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業 (稚貝越冬方法の開発). 2021年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 38-41.
- 2) 長崎勝康 (2022) シジミ安定生産のための資源管理手法の開発事業 (閉鎖循環システムによるヤマトシジミ種苗生産

- 2) . 平成 30 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 23-27.
- 3) 長崎勝康 (2021) シジミ安定生産のための資源管理手法の開発事業 (シジミ種苗生産のための低コスト餌料の検討) . 平成 29 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 17-19.
- 4) 松谷紀明 (2022) シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業. 2019・2020 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 60-66.
- 5) 遠藤尠寛 (2023) シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業 (春から秋の中間育成技術開発) . 2022 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 30-34.
- 6) 寺西哲夫・増田政司・山下和則 (1998) ヤマトシジミ稚貝の生残に及ぼす塩分、水温ならびに餌料の影響. 北海道水産孵化場研報, 52, 31-35.