

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) 遠藤 赳寛

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2020年度に小川原湖水域で実施した浮き籠式中間育成試験¹⁾において、一部の試験区で課題となっていた稚貝の籠外への流失と酸欠による斃死の改善策を検討した。

材料と方法

1. 浮き籠式中間育成試験

2021年5月27日～9月28日の間、小川原湖内タカトリ地区（以下タカトリ）及び内沼の2地点（図1）に浮き籠を設置して中間育成試験を実施した。

(1) 稚貝流失対策試験

稚貝流失対策試験はタカトリで実施した。試験に使用した浮き籠（図2）は、蓄養籠（26×43×13cm）を塩ビパイプで組んだフレームに結束バンドで固定し、EVAフロート4つを取り付けたもので、籠内に目開き500 μ mのナイロンメッシュを敷いてある。1台で籠2つを同時に使用でき、本試験では一方の籠を流失対策した改良区、もう一方を2020年度と同様の従来区として使用した。

2020年度の試験では籠とナイロンメッシュの四隅を糸で縛って固定したが、内壁とメッシュの隙間から稚貝が流失したものと推察された。このため、改良区では籠の内側と外側からプラ板でナイロンメッシュ縁辺部を挟み、シリコーン系接着剤（セメダイン、スーパーX）で接着した。また、籠の上部からの流失を防ぐため、上蓋内側に目合い3mmのトリカルネットを張った（図3）。

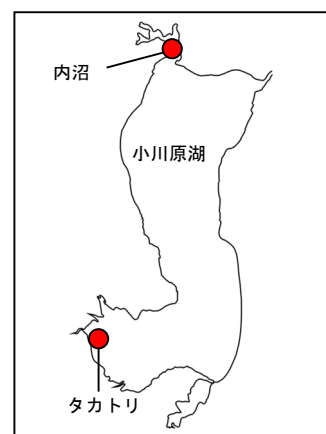


図1. 小川原湖水域における浮きカゴ式中間育成試験実施地点



図2. 試験に使用した浮き籠

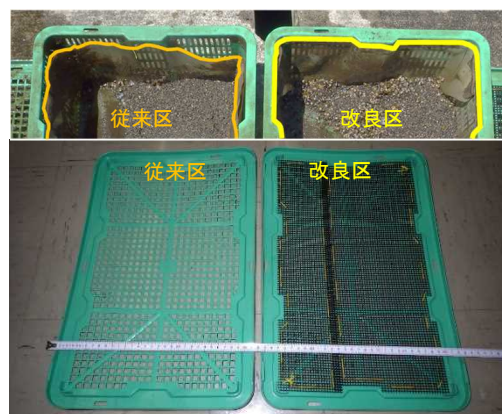
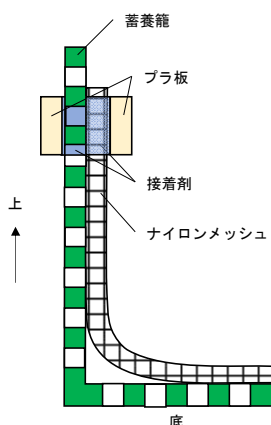


図3. 改良区の籠の断面図と、従来区・改良区の比較

また、籠を設置する水深の違いによる波浪の影響を比較するため、水深約1mの地点の表層及び中層にそれぞれ改良区、従来区の籠を設置し、計4つの試験区を設けた（図4）。表層の試験区は籠が流れないように湖底に杭2本を打ってロープで固定した。杭の上には土嚢を乗せ、波浪で抜けないようにした。中層の試験区は籠の四隅をロープで下方に引くように固定して水深を維持した。ロープの端は土嚢に直接括り付け、流されないようにした。

各籠には砂2Lと平均殻長4.82mmの稚貝1,000個を収容し、月に1度回収して殻長と重量を測定した。

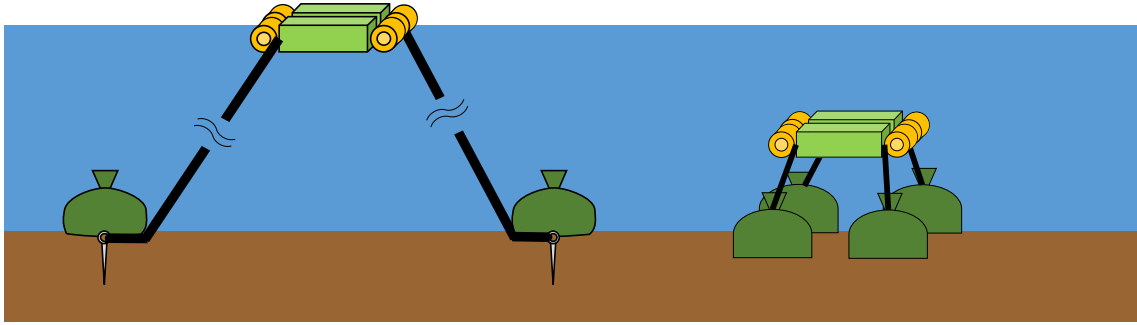


図 4. 表層及び中層試験区の模式図

測定はふるい（目開き 6.5mm、4.0mm、3.3mm 及び 2.0mm）を用いて稚貝を 4つのサイズ階級（6.5mm 残、4.0mm 残、3.3mm 残及び 2.0mm 残）に分け、階級毎に実施した。各サイズ階級について生残数を確認した後、無作為に選んだ 100 個体の殻長をデジタルノギスで測定し、サイズ階級毎の平均殻長を求めた。また、試験区全体の平均殻長を以下により求めた。

$$\text{試験区全体の平均殻長} = \frac{6.5\text{mm残の平均殻長} \times \text{生残数} + 4.0\text{mm残の平均殻長} \times \text{生残数} + \dots + 2.0\text{mm残の平均殻長} \times \text{生残数}}{6.5\text{mm残の生残数} + 4.0\text{mm残の生残数} + \dots + 2.0\text{mm残の生残数}}$$

カゴには水温ロガー（Onset、UTBI-001）を設置し、1 時間毎の水温を記録した。

(2) 酸欠対策試験

酸欠対策試験は内沼で実施した。(1) の従来区と同様の籠を 2 つ使用し、一方は 2020 年度に籠を設置した地点（岸寄りのやや入江状の地点で、夏季に葦に囲まれる）の表層に図 4 の方式で設置し、従来区とした。もう一方は沖の波当たりの良い地点の表層に、後述する湖面かけ流し式中間育成試験用の筏から垂下する形で設置し、さらにエアレーションを追加して改良区とした（図 5、6）。

(1) と同様に砂 2L と平均殻長 4.82mm の稚貝 1,000 個をそれぞれ収容し、月に 1 度回収して測定した。

カゴには水温ロガー（Onset、UTBI-001）を設置し、1 時間毎の水温を記録した。また、7 月 22 日からは DO ロガー（Onset、U26-001）を設置し、1 時間毎の溶存酸素量を記録した。



図 5. 内沼の酸欠対策試験及び湖面かけ流し試験区



図 6. 内沼の従来区（左）と改良区（右）

2. 湖面かけ流し式中間育成試験

2021 年 6 月 15 日～9 月 28 日の期間、内沼に水中ポンプとダウンウェリング式の水槽を搭載した筏を設置し、湖面かけ流し式の間中間育成試験を実施した。

塩ビ管、木板、スタイロフォーム及び浮球（直径 25cm）で作成した 1.2m×1.2m の筏に、目開き 1,000µm のナイロンメッシュを底に張ったアップウェリング容器（上部内径 37cm・底部内径 33cm・高さ 30cm、田中三次郎商店）2 台と観賞魚

用の水中ポンプ（GEX、イーロカ PF701）4 台を図 7 のように設置した。水中ポンプは筏から垂下した野菜籠の中に収めた。水槽 1 台に対してポンプ 2 台を使用し、注水部はシャワー状に水が出るようにした。水槽に砂は敷かなかつた。地上のコンセントから電源を取り、配線類は小型のバックルコンテナに収納して浸水しないようにした。筏が流れないように、沖側にアンカー1つを沈め、さらにロープ 2 本を岸に結んで 3 点で固定した。

試験中は植物の繁茂を抑制するため、水槽上部を黒い布で遮光した。また、目詰まりなどのトラブルを避けるため、週に 1 回程度の頻度で水槽底のメッシュを清掃した。

一方の水槽に平均殻長 7.96mm の稚貝を、もう一方の水槽に平均殻長 7.75mm の稚貝を、1,000 個ずつ収容し、それぞれ水槽 A、水槽 B とした。月に 1 度回収して (1) と同様に測定した。

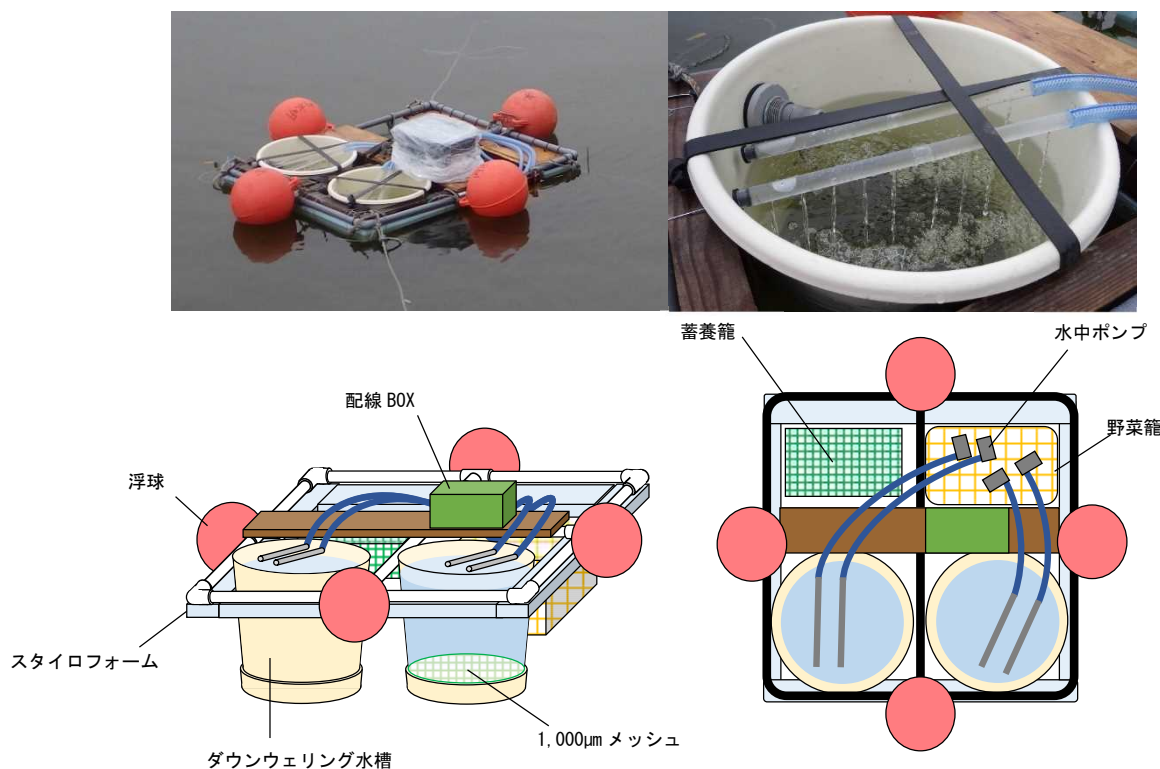


図 7. 湖面かけ流し式中間育成試験に用いた筏

3. 標識放流試験

2020 年 9 月 10 日及び 10 月 7 日に、小川原湖タカトリ地区の湖底に埋設した野菜籠内に標識放流した平均殻長 10mm 及び 12mm の種苗について、2021 年 9 月 16 日に野菜籠ごと全数回収し、殻長及び重量を測定した。

また、本事業で開発中の手法により生産した稚貝の健苗性を評価するため、2021 年の中間育成試験で得た平均殻長 10.31mm の人工種苗、及び小川原湖で採集した平均殻長 10.38mm の天然稚貝それぞれ 250 個について、2020 年と同様にリューターで殻に標識し、小川原湖タカトリ地区に埋設した野菜籠内に放流した。

結果と考察

試験期間中のタカトリ及び内沼の水温は図 8 のように推移した。また、7 月 22 日～試験終了までの内沼の溶存酸素量は図 9 のように推移した。

1. 浮き籠式中間育成試験

(1) 稚貝流失対策試

各試験区における月別、サイズ階級別の平均殻長、生残数及

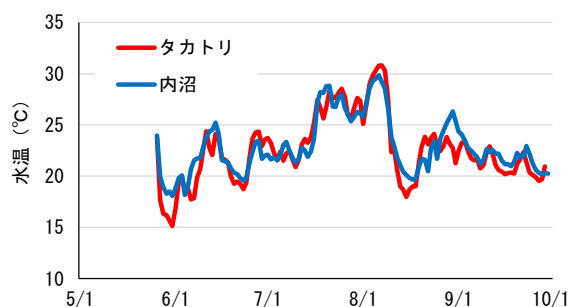


図 8. タカトリ及び内沼の日平均水温の推移

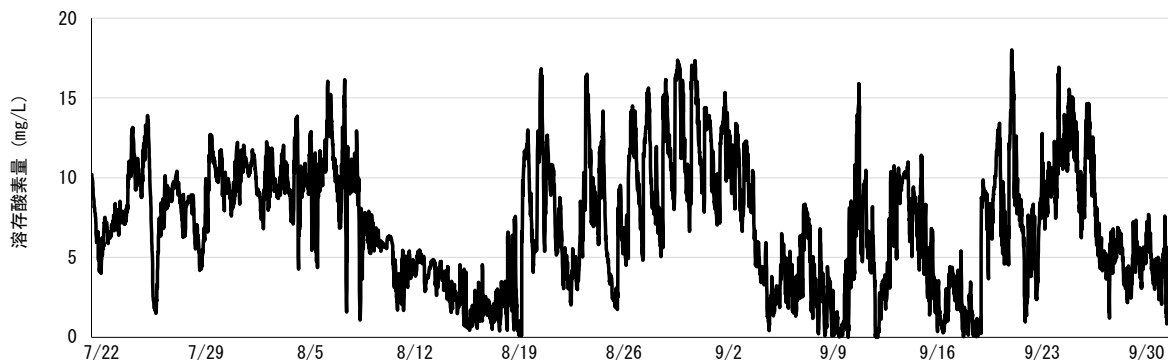


図9. 内沼の1時間ごとの溶存酸素量の推移

び総重量は表1のようになった。また、各試験区の平均殻長及び生残率は図10のように推移した。

8月10日に下北地方及び上北地方で発生した豪雨により、小川原湖の水位が平時より0.7mほど上昇するなど、試験に用いた籠は険しい環境に曝された。そのため、籠の破損による稚貝の流失と物理的な衝撃による斃死で8月以降の生残率が著しく低下し、4試験区中3試験区で10%を割った。

豪雨発生前の7月時点の結果に注目すると、表層、中層ともに改良区の方が生残率が高かった。籠内に死殻がほとんどなかったことから個体数の減少は主に流失によるものと推察され、籠の構造改良には一定の効果があったものと考えられた。なお、中層の改良区は豪雨後も生残率の落ち込みが緩やかで、最終的な生残率は27%だった。

籠の設置水深で比較すると、中層の試験区は表層に比べて生残率が低かった。中層の試験区は浮力のある浮き籠を湖底から短いロープで引いて固定していたため、ロープに遊びが無く波浪で激しく揺られたものと推察され、垂下式など設置方法に検討の余地がある。

表層の改良区では6月及び7月の生残率が100%を越えた。収容時よりも明らかに稚貝の数が多く、淡黄色の殻の稚貝が多数見られたことから、タイワンシジミの稚貝が籠外から侵入したものと考えられた。タイワンシジミの侵入は他の3試験区でも疑われ、湖内で中間育成した種苗を水域外へ持ち出す場合は特に留意する必要がある。

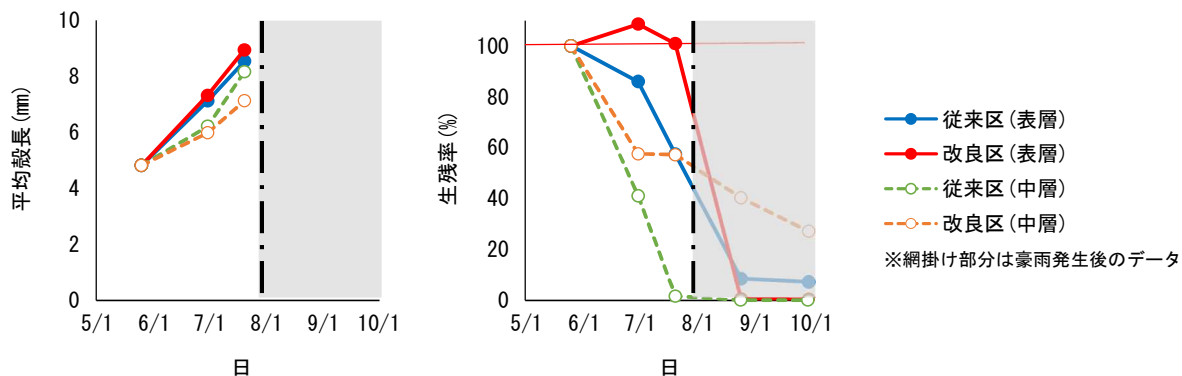


図10. タカトリにおける稚貝流失対策試験の平均殻長及び生残率の推移

(2) 酸欠対策試験

各試験区における月別、サイズ階級別の平均殻長、生残数及び総重量は表2のようになった。また、各試験区の平均殻長及び生残率は図11のように推移した。

試験終了時の平均殻長は従来区で9.05mm、改良区で9.74mmと改良区で大きかった。また、生残率は従来区で76%、改良区で81%と改良区でやや高かったものの、ともに大きな斃死は発生しなかった。2020年は8月から9月にかけて大量斃死があり、アオコなど植物の増加に伴う酸欠が原因として考えられた。2021年の内沼の溶存酸素量は、8月中旬に低下が見られたものの、1週間程度で回復した。8月10日の豪雨以降、水位が高い状態が続いたことが影響した可能性がある。従来区でも生残率が高く、酸欠対策の効果を十分に検討できなかったため、平時に溶存酸素量が低下する条件のもと再検討する必要がある。

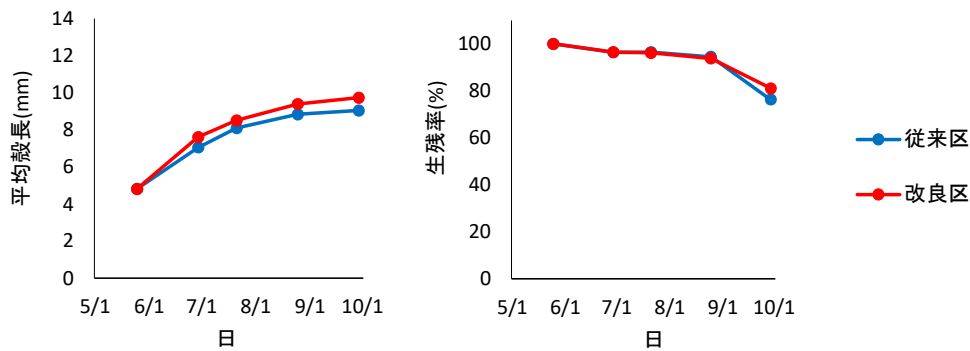


図 11. 内沼における酸欠対策試験の平均殻長及び生存率の推移

2. 湖面かけ流し式中間育成試験

月別、サイズ階級別の平均殻長、生残数及び総重量は表 3 のようになった。また、各試験区の平均殻長及び生存率は図 12 のように推移した。

8 月以降両方の水槽で斃死が目立ち、大量斃死の懸念があったことから、8 月 20 日にリスク分散のため、水槽 B を環境が安定している小川原湖漁協事務所裏のコンクリート水槽に移設した (図 13)。

平均殻長は水槽 A で 9.10mm、水槽 B で 9.38mm となり、試験開始から 2mm 未満の成長にとどまった。また、生存率は試験終了まで内沼に残った水槽 A で 36%、漁協裏コンクリート水槽に移設した水槽 B で 78%だった。

水槽 B で移設後に斃死が落ち着いたことから、内沼の水質が生残に影響していた可能性が考えられる一方、内沼で同時に実施した浮き籠を用いた酸欠対策試験では成長、生残ともに良好だったことから、育成施設の構造に問題があったと推察された。本試験で使用した観賞魚用の水中ポンプの取水部には、枯葉や枝の巻き込みを防ぐため製品に付属していたスポンジを装着していた。スポンジの目が徐々に詰まり、餌となる湖水中の懸濁物が濾しとられていたと仮定すると、水槽 B の移設に伴いポンプ一式が新しいものに替わり、スポンジの目詰まりが解消されたことも斃死収束の一因だった可能性がある。

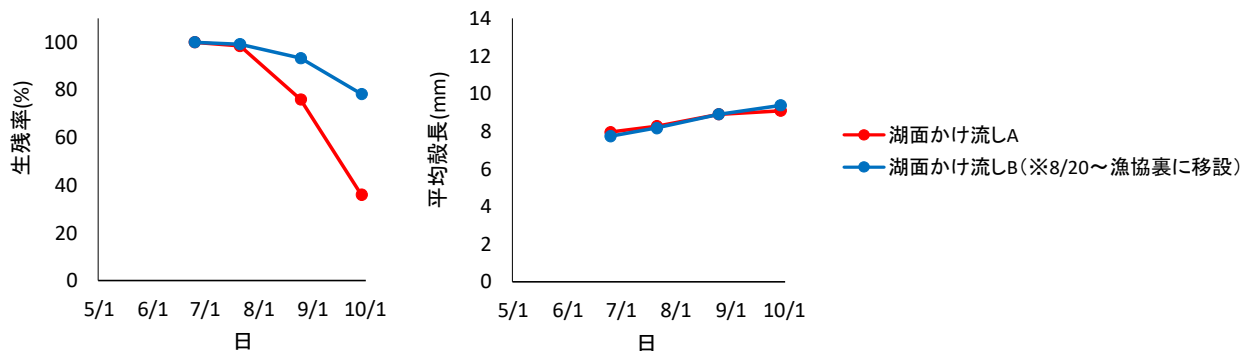


図 12. 内沼における湖面かけ流し式中間育成試験の平均殻長及び生存率の推移

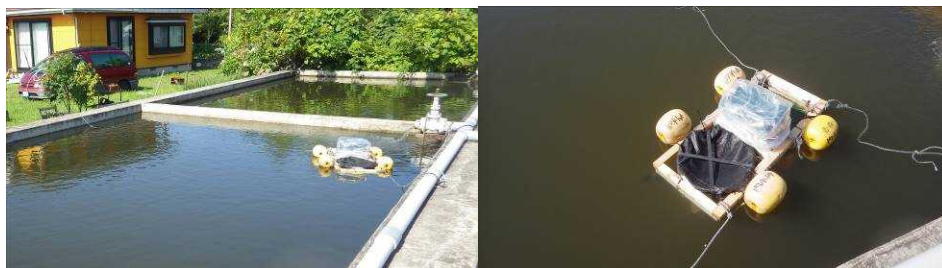


図 13. 小川原湖漁協事務所裏のコンクリート水槽に移設した湖面かけ流し試験区

表 1. 稚貝流失対策試験における月別サイズ階級別の生残数、総重量及び平均殻長

測定日	2.0mm残		3.3mm残		4.0mm残		6.5mm残		全体	
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)
5月25日	4.13±0.57	500	5.52±0.41	500	-	-	-	-	4.82±0.49	1,000
6月30日	4.12±0.64	73	5.43±0.43	108	7.57±0.88	636	9.87±0.62	43	7.13±0.80	860
7月20日	4.19±0.56	26	5.50±0.39	34	8.01±1.03	327	10.65±1.03	188	8.55±0.99	575
8月24日	-	-	-	-	8.92	1	12.07±1.09	87	12.03±1.08	88
9月29日	-	-	-	-	8.89	1	12.22±1.10	75	12.18±1.10	76
タカトリ表層-従来区										
測定日	2.0mm残		3.3mm残		4.0mm残		6.5mm残		全体	
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)
5月25日	4.13±0.57	500	5.52±0.41	500	-	-	-	-	4.82±0.49	1,000
6月30日	4.06±0.66	98	5.62±0.44	114	7.73±0.89	797	9.81±0.54	77	7.32±0.81	1,086
7月20日	4.17±0.54	36	5.54±0.33	44	8.36±0.85	525	10.53±0.76	404	8.95±0.79	1,009
8月24日	-	-	-	-	8.83±0.07	2	10.93±1.32	6	10.41±1.12	8
9月29日	-	-	-	-	9.24±0.35	2	11.40±1.07	5	10.78±0.88	7
タカトリ中層-従来区										
測定日	2.0mm残		3.3mm残		4.0mm残		6.5mm残		全体	
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)
5月25日	4.13±0.57	500	5.52±0.41	500	-	-	-	-	4.82±0.49	1,000
6月30日	3.62±0.55	62	5.14±0.44	76	7.10±0.83	270	9.36±0.61	3	6.23±0.73	411
7月20日	3.60	1	-	-	7.78±0.79	11	9.98±0.71	5	8.18±0.72	17
8月24日	-	-	-	-	-	-	11.38±0.01	2	11.38±0.01	2
9月29日	-	-	-	-	-	-	11.48±0.21	2	11.48±0.21	2
タカトリ中層-改良区										
測定日	2.0mm残		3.3mm残		4.0mm残		6.5mm残		全体	
	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)	平均殻長 ±SD(mm)	生残数 (個)
5月25日	4.13±0.57	500	5.52±0.41	500	-	-	-	-	4.82±0.49	1,000
6月30日	3.96±0.56	47	5.16±0.39	207	6.83±0.66	322	9.47±0.38	-	5.99±0.57	576
7月20日	4.30±0.66	29	5.43±0.50	77	7.64±0.84	427	10.04±0.69	40	7.14±0.77	573
8月24日	4.53	1	5.46±0.35	27	7.53±0.95	289	10.24±0.69	88	7.93±0.87	405
9月29日	-	-	5.54±0.24	12	8.01±0.94	188	10.24±0.69	74	8.51±0.86	274

表 2. 酸欠対策試験における月別サイズ階級別の生残数、総重量及び平均殻長

測定日	2.0mm残			3.3mm残			4.0mm残			6.5mm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)
	5月25日	4.13±0.57	500	9.83	5.52±0.41	500	25.77	-	-	-	-	-	-	4.82±0.49	1,000
6月29日	4.17±0.48	25	0.40	5.36±0.36	128	5.90	7.26±0.91	745	88.50	9.30±0.40	66	15.20	7.06±0.82	964	110.00
7月21日	4.50±0.39	18	0.44	5.69±0.32	93	4.36	7.98±0.92	662	83.34	10.02±0.59	192	47.17	8.10±0.81	965	135.31
8月25日	4.54±0.35	8	0.20	5.54±0.41	39	1.72	7.96±0.80	476	59.81	10.22±0.99	422	115.98	8.84±0.88	945	177.71
9月29日	4.73±0.12	4	0.10	5.68±0.40	27	1.27	7.86±0.89	358	47.73	10.47±0.99	374	111.30	9.05±0.93	763	160.40

内沼ニ改良区

測定日	2.0mm残			3.3mm残			4.0mm残			6.5mm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)
	5月25日	4.13±0.57	500	9.75	5.52±0.41	500	25.92	-	-	-	-	-	-	4.82±0.49	1,000
6月29日	4.50±0.51	13	0.30	5.57±0.39	105	5.20	7.74±0.87	766	95.10	9.70±0.42	81	18.30	7.62±0.79	965	118.90
7月21日	4.88±0.38	5	0.15	5.76±0.34	42	2.07	8.07±0.79	639	87.52	10.06±0.77	276	72.04	8.52±0.77	962	161.78
8月25日	-	-	-	5.71±0.40	15	0.72	8.11±0.69	383	53.91	10.43±1.19	540	168.61	9.40±1.00	938	223.24
9月29日	-	-	-	5.79±0.30	6	0.32	7.99±0.89	293	42.37	10.79±1.34	512	174.16	9.74±1.19	811	216.85

表 3. 湖面かけ流し式中間育成試験における月別サイズ階級別の生残数、総重量及び平均殻長

湖面かけ流しA

測定日	2.0mm残			3.3mm残			4.0mm残			6.5mm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)
	6月25日	-	-	-	-	-	-	7.96±0.76	1,000	144.50	-	-	-	7.96±0.76	1,000
7月21日	-	-	-	-	-	-	8.05±0.65	804	131.26	9.26±0.30	181	44.05	8.27±0.60	985	175.31
8月25日	-	-	-	-	-	-	8.19±0.59	378	63.45	9.61±0.55	383	103.84	8.91±0.61	761	167.29
9月29日	-	-	-	-	-	-	8.29±0.56	171	29.98	9.82±0.60	189	57.21	9.10±0.58	360	87.19

湖面かけ流しB(※8/20から漁協裏コンクリート水槽に移動)

測定日	2.0mm残			3.3mm残			4.0mm残			6.5mm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)
	6月25日	-	-	-	-	-	-	7.75±0.73	1,000	136.90	-	-	-	7.75±0.73	1,000
7月21日	-	-	-	-	-	-	8.01±0.68	865	136.21	9.27±0.30	127	31.18	8.17±0.65	992	167.39
8月25日	-	-	-	-	-	-	8.09±0.63	420	68.42	9.58±0.59	513	135.50	8.91±0.61	933	203.92
9月29日	-	-	-	-	-	-	8.25±0.56	264	45.32	9.95±0.82	519	157.74	9.38±0.74	783	203.06

3. 標識放流試験

回収時の平均殻長は、10 mm放流群が 18.83mm、12mm 放流群が 20.15mm だった (図 14、15)。いずれの群も放流からおおよそ 1 年で漁獲サイズにあたる殻長 18.5mm 以上に成長することが確認できた。

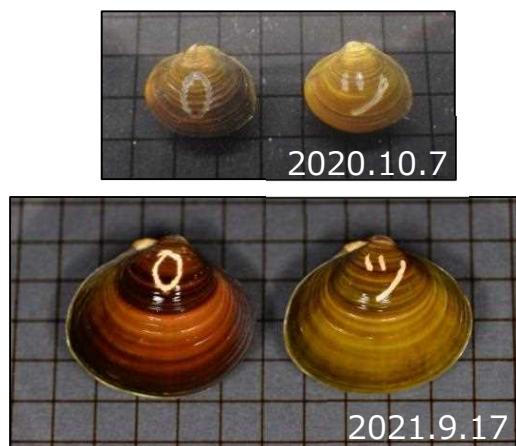


図 14. 10 mm放流群 (左) と 12mm 放流群 (右) の放流前と回収後の比較

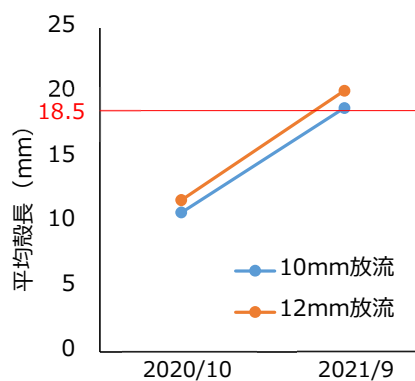


図 15. 10 mm放流群と 12mm 放流群の平均殻長の推移

文 献

- 1) 遠藤尠寛 (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, 67-74.

謝 辞

本事業にご協力いただきました小川原湖漁業協同組合の皆様に感謝申し上げます。