

太陽光発電を用いた湖面かけ流し式シジミ中間育成システムに関する研究事業

遠藤 赳寛

目 的

国内屈指のヤマトシジミ産地である小川原湖では、不安定な再生産に起因する資源減少が問題となっており、現場からは高生残が期待できる大型種苗の放流が望まれている。小川原湖水域の富栄養湖では、籠垂下式の間中育成試験で稚貝の成長が良いことが確認されており¹⁾、シジミ大型種苗生産適地として期待される一方、夏季に溶存酸素量が低下するため、社会実装に際しては大量斃死が危惧される。水中ポンプで飼育施設内に強制的に水流を作り、湖水に酸素を取り込むことで、酸欠による斃死は軽減可能と考えられる。加えて、シジミの餌となる湖水中の懸濁物を効率良く供給する効果が期待される。酸欠対策と成長促進を同時に実現し、湖水環境の変化に対して頑強な種苗生産手法を確立する端緒として、本研究では、太陽光発電式の湖面かけ流し中間育成システムを開発し、有効性を検証する。場所を選ばず設置可能な方式とすることで現場導入が容易となり、将来的に広く普及し、シジミ資源安定の一助となることが期待される。

材料と方法

1. 湖面かけ流し式中間育成システムの製作

ダウンウェリング容器1槽(田中三次郎商店)、観賞魚用小型水中ポンプ2台(GEX コーナーパワーフィルター1(3.2W)、PF-701(7.5W))、68W ソーラーパネル1台(JVC ケンウッド BH-SP68-CK) 及び 375Wh リチウムイオンバッテリー1台(JVC ケンウッド BN-RB37-CK) から成る太陽光発電式のかけ流し飼育システムを搭載した小型の筏を製作した(図1)。

筏は塩ビ管と EVA フロートで製作し、水中ポンプ、ソーラーパネル及びバッテリーは施設規模を踏まえ、搭載可能な重量の製品を選択した。ダウンウェリング容器の底には 1,000 μ m のナイロンメッシュを張り、砂等の基質は入れなかった。

使用したバッテリーはパススルー充電に対応しており、ソーラーパネルで充電している間も常時ポンプを稼働できるが、一度容量が 0%まで低下すると出力が OFF になり、手動で電源を入れ直す操作が必要になる。また、製品の仕様上、AC10W 未満で使用し続けると 12 時間で給電が停止する。そこで、可能な限り消費電力を抑えてバッテリー残量を維持しつつ、給電の停止を回避するため、3.2W ポンプを常時稼働させながら、タイマーで 7.5W ポンプを 11 時間 50 分おきに 10 分間だけ稼働して定期的に消費電力 10W 以上の状態を作るように設定した。

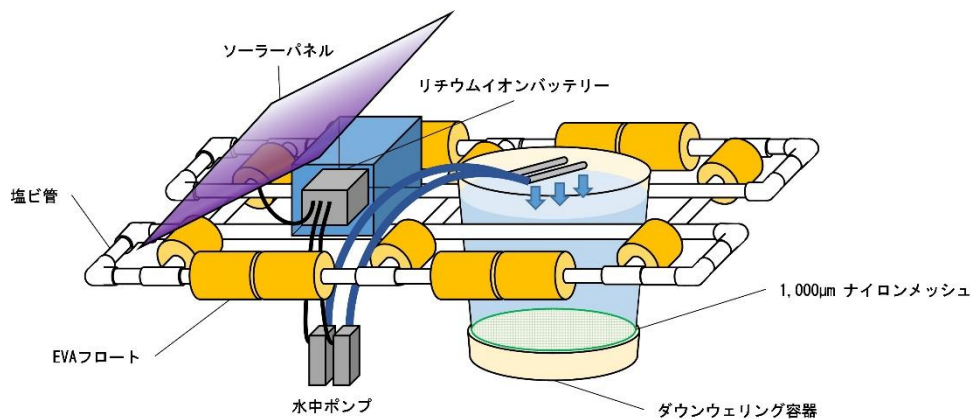


図 1. 湖面かけ流し式中間育成システム

2. 中間育成試験

内水面研究所試験池(以下、試験池)及び小川原湖に接続する内沼(図2)のそれぞれにおいて、湖面かけ流し式中間育成システム(以下、かけ流し区)および遠藤(2023)²⁾で開発した籠垂下式の間中育成システム(以下、垂下区)。籠は

1つのみ使用)を各1セットずつ設置し、シジミ稚貝を収容して成長および生残を比較した(図3)。

試験には内水面研究所で種苗生産した稚貝を使用した。試験池では2021年に種苗生産した平均殻長5.8mmの稚貝を各区にそれぞれ400個体ずつ、内沼では2022年に種苗生産した平均殻長5.5mmの稚貝を340個体ずつ収容した。試験池では2023年6月29日から2023年9月29日まで、内沼では2023年6月30日から2023年9月26日まで中間育成した。

測定および生残の確認は1か月に一度、遠藤(2024)³⁾と同様の方法により実施した。また、かけ流し区の注水部及びポンプが詰まることを避けるため適宜清掃したほか、かけ流し区のシステムの稼働状況について、試験池については休日を除き原則毎日、内沼については週に1回程度確認した。システムの停止が確認された場合は、バッテリーが十分に充電されていれば電源を再度ONにし、充電が残っていなければバッテリーごと満充電されたものに交換してシステムを再稼働した。なお、内沼のかけ流し区については立地の都合上、充電不足によるポンプ停止時に即座に対応できないことから、8月4日以降は陸上から電源を引き込み、常時稼働する7.5Wポンプ1台を追加した。

試験期間中は水質計(YSI、Pro30及び東亜DKK、MM-42DP)により池の水温、塩分(内沼のみ)、pH及び溶存酸素量を適宜記録した。

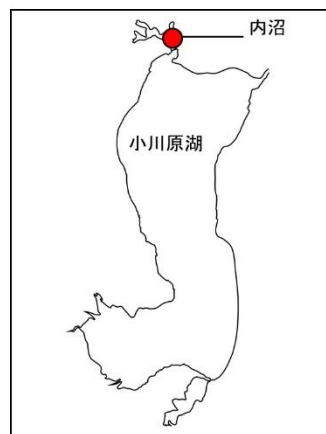


図2. 試験実施地点



図3. 湖面かけ流し式中間育成システム(左)と垂下式中間育成システム(右)

結果と考察

試験期間中の水温、pH、塩分及び溶存酸素量は図4～7のように推移した。

水温は試験池で19.9～32.5℃、内沼で21.9～31.9℃、pHは試験池で7.6～9.9、内沼で8.4～10.0の範囲で推移した。また、内沼の塩分は0.8～1.1の範囲で推移した。

溶存酸素量は試験池、内沼ともに試験期間を通じて100%から検出限界の220%までの過飽和状態になる日が多かった。

内沼では近年、富栄養化によるアオコの増殖が頻繁に確認されており、遠藤(2023)⁴⁾ではDOロガーを用いた観測により、夏季の内沼において溶存酸素量が昼夜に激しく上下動し、夜間には時折0mg/Lを記録することを報告している。また、試験池においても近年、慢性的な泥の堆積等による水質の悪化が顕在化している。本試験における水質の観測は試験池、内沼のいずれについても日中に行っていることから、観測時には過剰な植物プランクトンの光合成により溶存酸素量が著しく上昇し、夜間には呼吸に転じて大量の酸素が消費され、貧酸素状態に陥っていることが推察された。

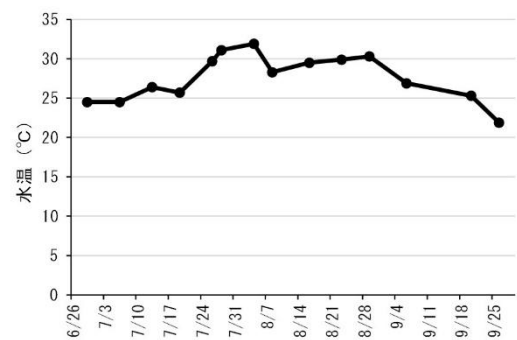
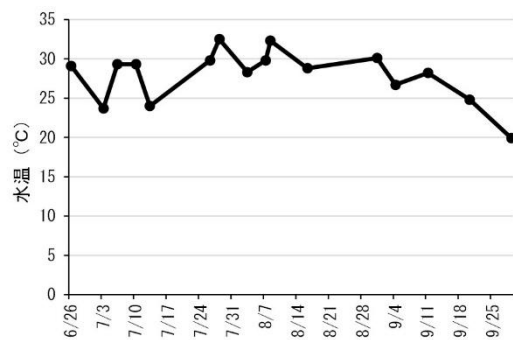


図4. 試験池（左）と内沼（右）の水温の推移

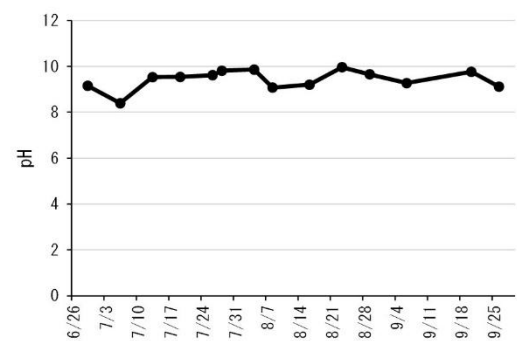
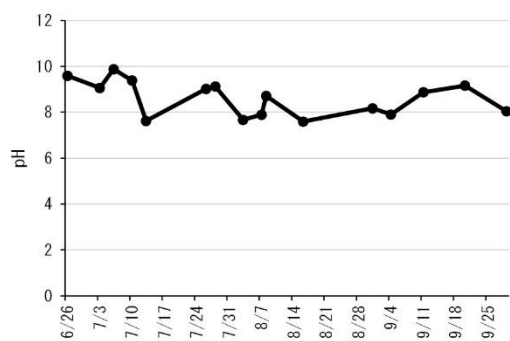


図5. 試験池（左）と内沼（右）のpHの推移

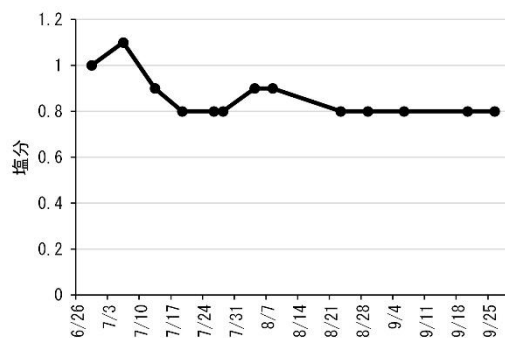


図6. 内沼の塩分の推移

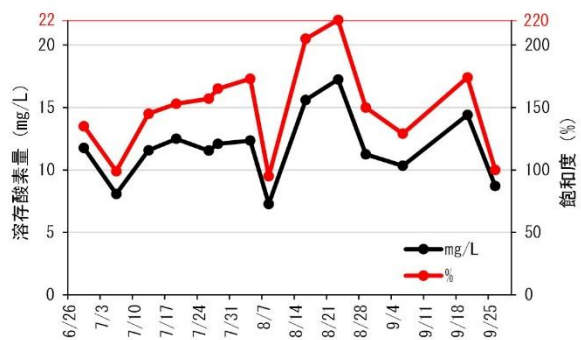
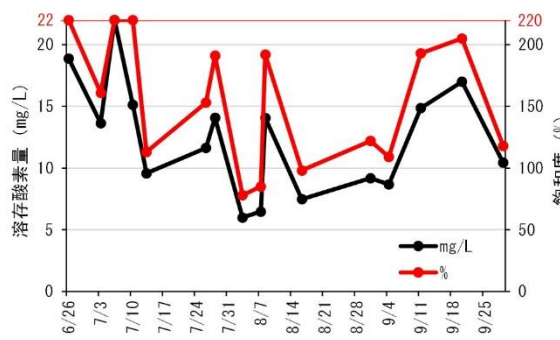


図7. 試験池（左）と内沼（右）の溶存酸素量の推移

試験期間中のシジミの平均殻長及び生残率は図 8 のように推移した。また、各月の測定結果は表 1 のとおりである。

試験池における試験終了時の平均殻長はかけ流し区で 12.8 mm、垂下区で 14.1 mm だった。

試験池では 7 月の生残率がかけ流し区で 57.3%、垂下区で 68.3%といずれも大きく低下した。試験開始から 7 月上旬にかけて、試験池の日中の溶存酸素量は特に高く、夜間の溶存酸素量の落ち込みが大きかったことが影響した可能性がある。8 月以降はいずれの区も貝の斃死が落ち着き、試験終了時の生残率はかけ流し区で 52.5%、垂下区で 64.5%だった。

内沼における試験終了時の平均殻長はかけ流し区で 7.71mm、垂下区で 9.45mm だった。

内沼における 8 月時点の生残率はかけ流し区で 94.4%、垂下区で 76.2%となり、かけ流し区で極めて高い生残率を維持していた。しかし、1 か月後の試験終了時にはかけ流し区で 45.9%、垂下区で 73.5%となり、かけ流し区のみが急激に生残率を落とした。試験池でかけ流し区と垂下区の生残率の動態が比較的同期していたのに対して、内沼でかけ流し区と垂下区の生残率の差が顕著となった一因として、バッテリーの消耗に伴うシステムの停止に即座に対処できなかったことに加え、ポンプや注水部の清掃頻度が試験池より低く、かけ流し水量が不安定だったことが挙げられる。

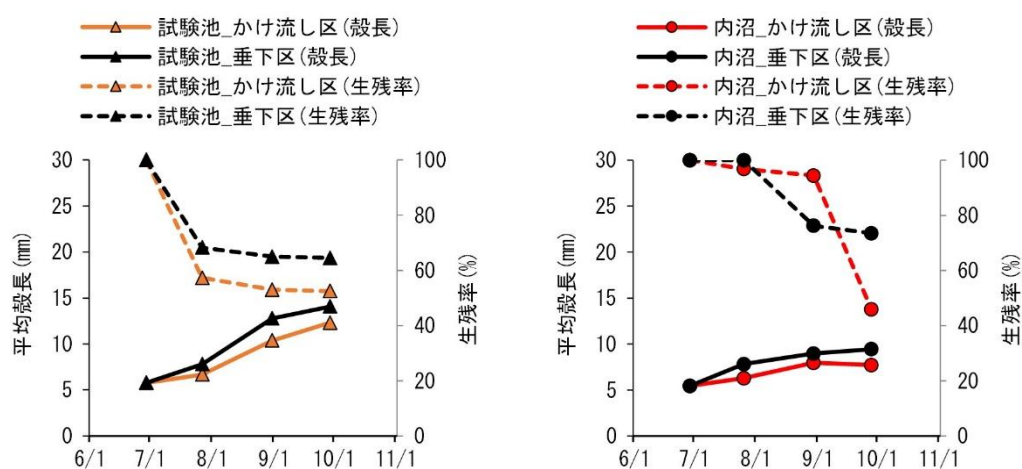


図 8. 試験池 (左) と内沼 (右) の平均殻長及び生残率の推移

試験池及び内沼のいずれにおいても、かけ流し区より垂下区の方が高成長、高生残だった。この要因として、垂下区の籠内において自然に置換される水量に対し、かけ流し区のかけ流し水量が不足していたことが考えられた。

バッテリーは終日晴れの日を除き徐々に残量が減り、概ね 4 日ごとに交換が必要になった。また、かけ流し水量は現状、電力量及び積載するポンプの能力により制限されており、太陽光のみで十分な水量を賄うには、施設に積載するソーラーパネル、バッテリー及び水中ポンプを大型化することが不可欠である。従って、湖面かけ流し式の中間育成を実用化するには積載重量増に伴う施設規模の大幅な拡張が必須となり、施設の可搬性や設置水深などの諸条件から実現可能性を検討する必要があるものと考えられた。

表 1. 各試験区の測定日別サイズ階級別測定結果

内水面研究所試験池 かけ流し区												
測定日	2.8mm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)
6月29日	5.49±0.52	295	10.14	6.61±0.39	105	6.60	-	-	-	5.78±0.49	400	16.74
7月27日	5.38±0.43	51	2.28	7.01±0.69	175	15.35	10.11±0.63	3	0.69	6.68±0.64	229	18.32
8月30日	-	-	-	8.29±0.93	60	8.83	11.21±1.62	152	52.15	10.38±1.46	212	60.98
9月29日	-	-	-	8.17±0.99	21	2.94	12.77±2.03	189	96.94	12.77±2.03	210	99.88
内水面研究所試験池 垂下区												
測定日	2.8mm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)
6月29日	5.44±0.52	295	9.85	6.72±0.49	105	6.72	-	-	-	5.78±0.51	400	16.57
7月27日	5.40±0.47	37	1.48	7.68±0.67	190	20.65	10.22±0.69	46	10.70	7.80±0.87	273	18.32
8月30日	-	-	-	7.90±1.01	26	3.57	13.32±1.89	234	131.88	12.78±1.82	260	135.45
9月29日	-	-	-	8.36±1.19	13	2.01	14.37±2.03	245	187.14	14.07±1.99	258	189.15
内沼 かけ流し区												
測定日	2.8mm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)
6月29日	5.26±0.44	295	10.10	6.69±0.40	45	3.35	-	-	-	5.45±0.43	340	13.45
7月26日	5.51±0.41	150	7.02	6.94±0.67	178	14.72	9.22	1	0.19	6.29±0.56	329	21.93
8月30日	5.43±0.38	23	1.03	8.09±0.89	281	30.27	9.29±0.51	17	3.49	7.96±0.85	321	34.79
9月28日	5.62±0.29	14	0.67	7.67±0.84	123	14.90	9.57±0.60	19	4.30	7.71±0.77	156	19.87
内沼 垂下区												
測定日	2.8mm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)
6月29日	5.26±0.53	295	10.43	6.67±0.41	45	3.31	-	-	-	5.45±0.52	340	13.74
7月26日	5.58±0.64	14	0.64	7.74±0.93	299	33.36	9.92±0.45	27	5.08	7.82±0.89	340	39.08
8月30日	5.95	1	0.05	8.32±0.84	171	24.07	10.31±0.85	87	23.22	8.98±0.84	259	47.34
9月28日	-	-	-	8.39±0.71	123	17.38	10.47±0.94	127	36.59	9.45±0.83	250	53.97

文 献

- 1) 遠藤赳寛 (2022) 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). 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.
- 2) 遠藤赳寛 (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, 31-35.
- 3) 遠藤赳寛 (2025) シジミの大型種苗生産技術と放流手法の開発事業. 2023 年度青森県産業技術センター内水面研究所事業報告, 27-34.
- 4) 遠藤赳寛 (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). 2021 年度青森

県産業技術センター内水面研究所事業報告，30-37.

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。